



REALIZZAZIONI PRATICHE

CONTROLLORE DEL BUS DI ESPANSIONE

negli ultimi anni i personal computer sono diventati uno strumento di lavoro praticamente indispensabile per la maggior parte delle attività lavorative. Molte operazioni che richiedevano molto tempo e parecchi sforzi, ora possono essere svolte in tempi minimi e con un impegno molto esiguo. L'esecuzione di complessi calcoli matematici, la gestione di magazzini, lo studio e la progettazione meccanica o architettonica, o la simulazione di circuiti elettronici, vengono attualmente effettuati per mezzo di elaboratori che, oltre al risparmio notevole di tempo, diminuiscono la possibilità di errori o di imprecisioni.

Grazie alla loro enorme flessibilità, soprattutto nei campi professionali altamente specializzati, i personal computer hanno subito una evoluzione estremamente rapida, ed hanno conseguentemente

Le schede montate nell'elaboratore permettono la comunicazione con gli elementi periferici, quali il disk drive, la stampante o altre periferiche di controllo

I personal computer sono diventati uno strumento di lavoro praticamente indispensabile

umentato notevolmente la loro potenza e ampliato la loro capacità di elaborazione delle informazioni; tutto questo abbinato ad una contemporanea riduzione dei costi. Ciò ha facilitato la loro introduzione nel mercato dei beni di largo consumo e pertanto il loro utilizzo anche nelle attività definite domestiche.

IL PC COME ELEMENTO DI CONTROLLO

Le applicazioni che sono rese possibili da un personal computer in ambito domestico si limitano generalmente al trattamento di testi, alla gestione di piccole quantità di dati, a qualche calcolo, a certi programmi didattici e ai videogiochi. Pensandoci bene però, queste non sono le sole applicazioni possibili a livello non professionale. In realtà, il personal computer può risultare un magnifico elemento di controllo. Se viene equipaggiato con gli strumenti necessari per lo scam-

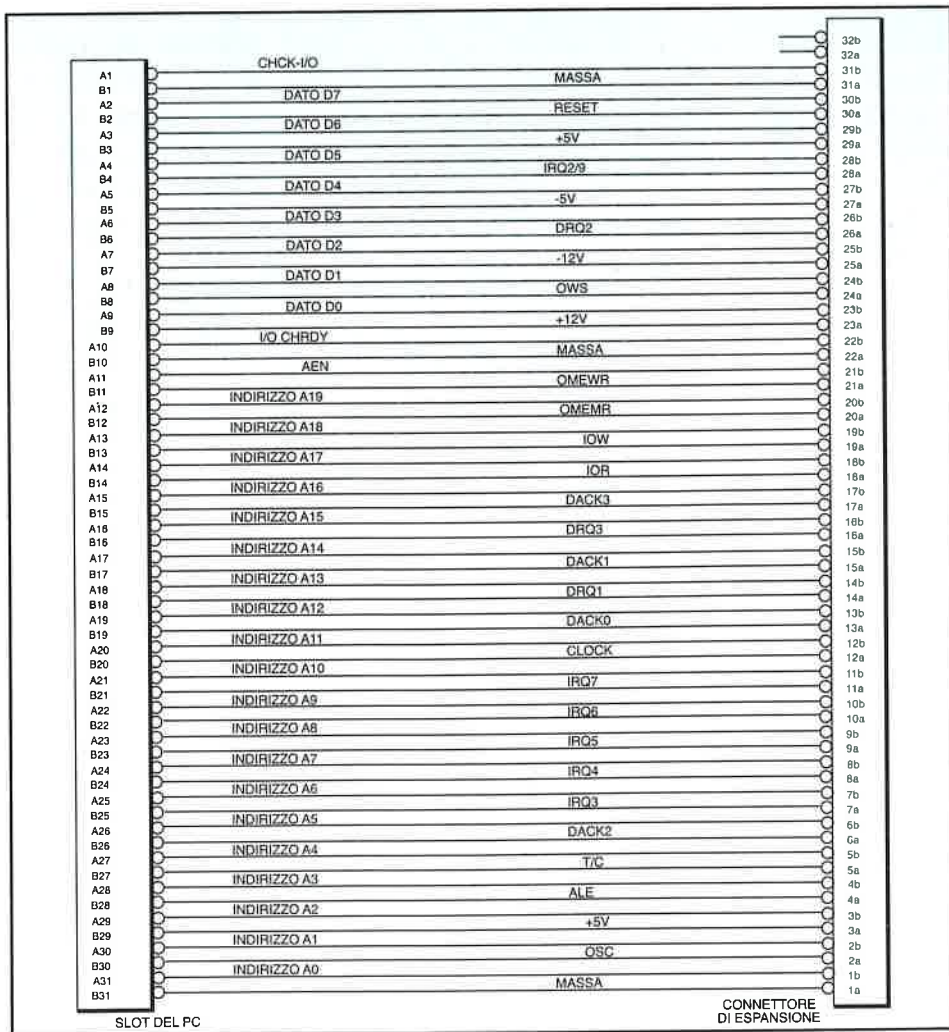
Il personal computer non è un sistema chiuso



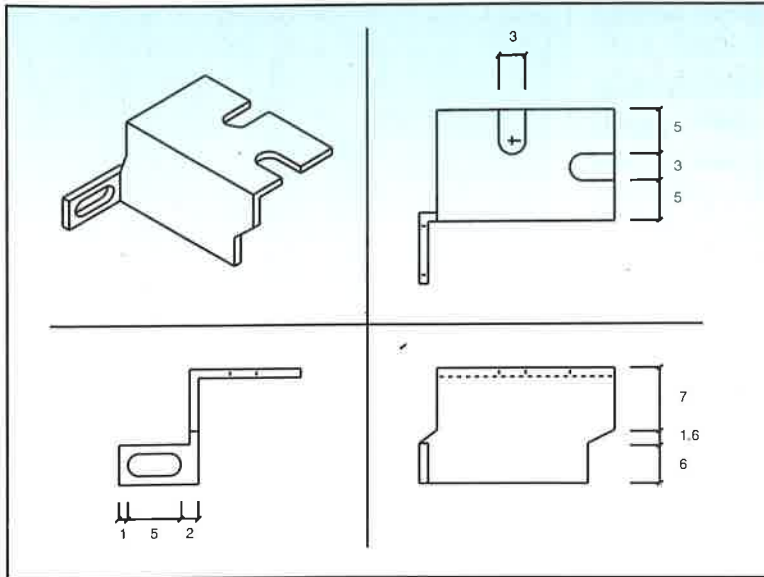
Aspetto della scheda di prolunga, con il connettore già montato

bio di informazioni con ciò che gli sta attorno, con i programmi idonei per l'elaborazione dei relativi dati, può essere convertito in un potente elemento di controllo in grado di supervisionare sia un allarme domestico che un complesso sistema industriale.

Nelle pagine successive verranno proposti, diversi dispositivi elettronici che permetteranno al personal computer di comunicare con ciò che lo circonda, in abbinamento ai relativi programmi applicativi che consentiranno la realizzazione di diverse funzioni di controllo e di automazione.



Schema elettrico della scheda di prolunga del bus di espansione. I segnali sul connettore a 64 terminali sono invertiti rispetto a quelli presenti sul connettore di espansione



Per meglio fissare la scheda di prolunga all'elaboratore, è possibile costruire una staffa di sostegno

CAPACITÀ DI ESPANSIONE DEL PC

Il personal computer non è un sistema chiuso, poiché è basato su di una architettura modulare alla quale possono essere aggiunti diversi moduli in funzione delle necessità dell'utilizzatore. L'elemento chiave di questa architettura è costituito dalla scheda madre, dove è presente la circuiteria di base dell'elaboratore che però, senza l'aggiunta di sistemi periferici, non è in grado di svolgere la maggior parte delle funzioni. Per comunicare

con i dispositivi periferici, come possono essere i disk drive, la stampante o il monitor, è richiesta l'aggiunta di moduli addizionali in grado di controllare questi elementi e scambiare informazioni tra gli stessi e la scheda madre. Questa unità dispone infatti di una serie di connettori tutti uguali, che vengono chiamati SLOT di espansione, per mezzo dei quali è possibile collegare i diversi moduli che permettono la comunicazione con la periferia.

PROLUNGA PER IL BUS DI ESPANSIONE

Alcuni dei circuiti che verranno presentati in queste pagine richiedono l'utilizzo di segnali presenti sul bus di espansione: ciò significherebbe dover aprire l'unità centrale ogni volta che si desidera collegare un circuito. Per evitare questa complicazione si è pensato di proporre una prolunga del bus di espansione, che permetterà il collegamento dall'esterno di quelle schede che richiedono l'uso di segnali presenti sul suddetto bus. In questo modo sarà necessario aprire l'elaboratore solo per effettuare l'installazione di questa prolunga.

La scheda di prolunga è costituita da un circuito stampato di forma adeguata per il collegamento ad un connettore di espansione tipo XT



La scheda di prolunga montata nell'elaboratore

Poiché esistono molti tipi di elaboratori (XT, AT286, AT386, ecc.) si è optato per l'utilizzo della parte di connettore di espansione comune a tutte le specie, vale a dire il bus di espansione tipico del modello XT. Il connettore collegato a questo bus è del tipo a pettine a 62 pin, con 31 terminali per ogni faccia. La prolunga è costituita da un circuito stampato opportunamente sagomato per permetterne il collegamento al connettore del bus di espansione di tipo XT; l'interfaccia di uscita è costituita da un connettore

femmina di tipo Europa dotato di 64 terminali a+b.

Osservando lo schema elettrico e il circuito stampato relativo, si può notare che tutti i segnali presenti sul bus di espansione vengono riportati sui contatti del connettore a 64 pin, mentre sono stati lasciati scollegati i contatti 32a e 32b.

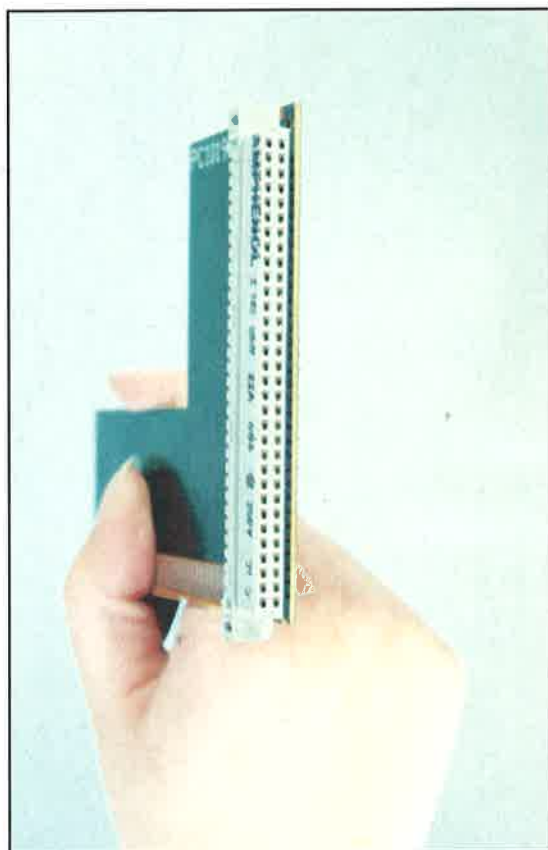
I contatti contrassegnati con A sul bus di espansione corrispondono alla fila b del connettore a 64 pin, mentre quelli contrassegnati come B sul bus di espansione corrispondono alla fila a del connettore a 64 pin. Anche l'ordine numerico è stato invertito: il terminale 1 del bus di espansione corrisponde al terminale 31 del connettore a 64 pin. Ad esempio, il terminale A24 del connettore del bus di espansione corrisponde al terminale b8 del connettore a 64 pin. Di seguito verranno definite tutte le corrispondenze tra i contatti del connettore del bus di espansione e i contatti del connettore a 64 pin.

MONTAGGIO DELLA PROLUNGA

Per installare la prolunga all'interno dell'elaboratore bisogna seguire i seguenti passi:

1. - Scollegare l'elaboratore dalla rete elettrica
2. - Svitare le viti che trattengono il coperchio e smontarlo
3. - Scegliere un connettore di espansione libero e smontare, svitandola, la staffa corrispondente presente sulla parte posteriore del PC
4. - Inserire la prolunga nello slot di espansione in modo che il connettore a 64 terminali fuoriesca dalla fessura lasciata libera dalla staffa smontata in precedenza
5. - Richiudere l'elaboratore.

Poiché la prolunga non è fissata alla carcassa dell'elaboratore ma solo al connettore di espansione, bisogna fare attenzione durante il collegamento della varie schede in prova, poiché uno sforzo eccessivo potrebbe provocare una fuoriuscita della prolunga stessa dallo slot di espansione. Un modo per evitare questo possibile inconveniente sarebbe quello di costruire una staffa che blocchi la scheda di prolunga e contemporaneamente la mantenga fissata alla carcassa dell'elaboratore. La figura presente nella pagina successiva propone una soluzione per la costruzione artigianale di questa staffa, ottenuta con un



Al connettore femmina a 64 terminali della scheda di prolunga verranno collegati quei circuiti che richiederanno l'impiego dei segnali presenti sul bus di espansione

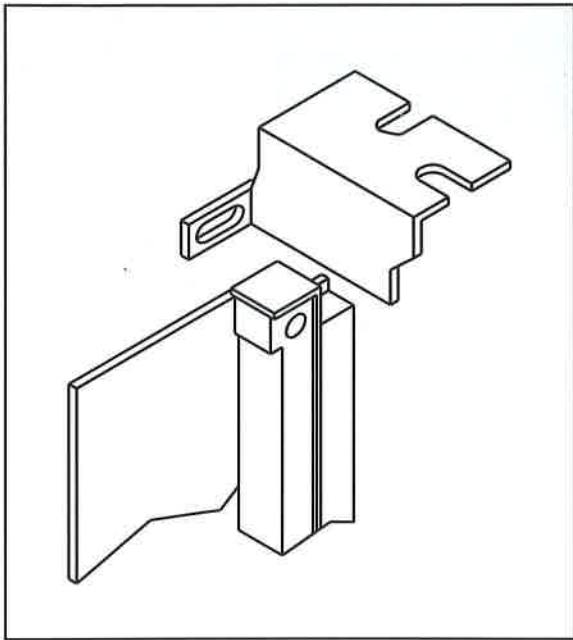
lamierino di alluminio dello spessore di uno o due millimetri opportunamente sagomato.

Un'altra soluzione sarebbe quella di riutilizzare la staffa che fungeva da tappo precedentemente smontata, fessurando opportunamente la zona di uscita del connettore a 64 terminali e saldando sulla stessa un'ulteriore staffa ad L dotata di fori per l'avvitamento e il fissaggio della scheda di prolunga.

CONTROLORE DEL BUS DI ESPANSIONE

Come già detto in precedenza, molti dei circuiti che verranno proposti in queste pagine dovranno essere collegati alla prolunga appena descritta. Il primo di questi è costituito da un controllore del bus di espansione, il cui circuito stampato è allegato al fascicolo.

Questo circuito non permette la realizzazione di una verifica funzionale dell'elaboratore attraverso i segnali presenti sul bus di espansione, ma



Dettaglio della posizione del fissaggio rispetto alla scheda di prolunga

serve per fornire un'idea di come si attivano alcuni segnali che formano parte dello stesso. Fondamentalmente, il controllore funziona come un monitor di segnali, che attiva un diodo LED quando il segnale stesso è a livello logico basso, mentre lo fa spegnere quando è a livello logico alto. A causa dell'elevata frequenza con cui si alternano i livelli dei segnali sul bus, sarebbe praticamente impossibile, e anche poco interessante, controllare il loro andamento in tempo reale, cioè ogni volta che cambiano stato logico. Ci sono dei segnali che commutano il loro stato dieci milioni di volte al secondo, per cui il diodo LED corrispondente apparirebbe agli occhi dell'operatore sempre acceso, e non sarebbe possibile visualizzare i momenti in cui il diodo LED si spegne perché il livello del segnale è alto. Per evitare queste situazioni, il controllore proposto presenterà la condizione degli stati dei segnali a intervalli regolari imposti da un clock interno.

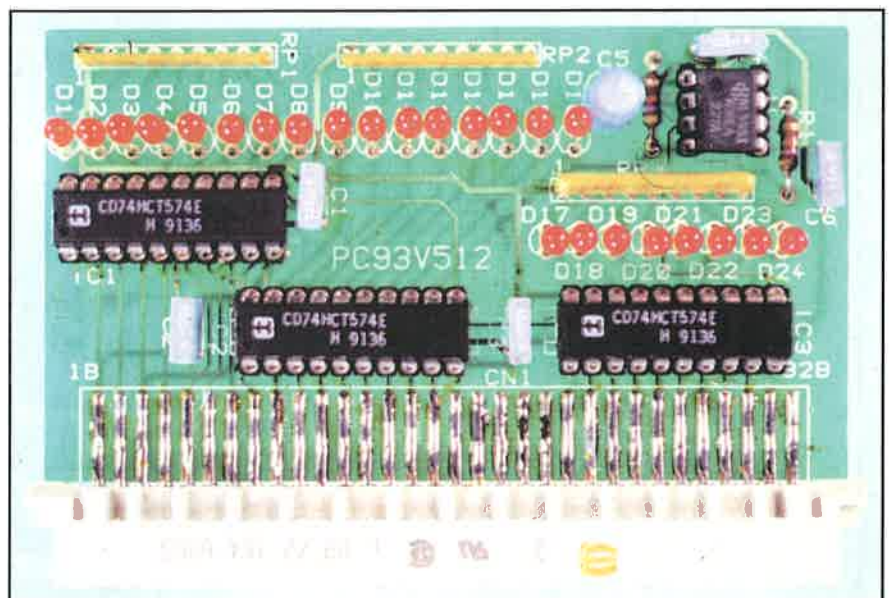
CIRCUITO ELETTRICO DEL CONTROLLORE

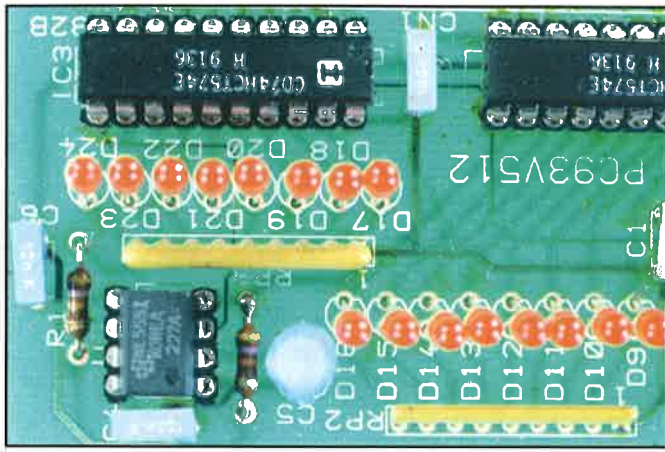
Nello schema elettrico del controllore che appare nella figura relativa si possono distinguere due grandi blocchi funzionali. Il primo costituisce il generatore del segnale di clock

interno, ed è basato su di un circuito temporizzatore 555. Il secondo serve per la memorizzazione e la presentazione dei dati.

Nello schema del generatore degli impulsi di clock, il temporizzatore 555 è configurato come multivibratore astabile. La frequenza e il ciclo utile di lavoro del segnale di uscita vengono definiti dalle resistenze, collegate tra l'alimentazione +Vcc e i terminali 7 e 6 del circuito integrato, e il condensatore collegato tra il terminale 6 e massa. In questo caso, con due resistenze da 47 k Ω e un condensatore da 2,2 μ F, si ottiene una frequenza di lavoro di 10 Hz con un ciclo utile del 50% circa. La frequenza indicata è quella con cui vengono controllati i segnali del bus; ciò significa che gli stati logici dei segnali vengono memorizzati ogni decimo di secondo. Se si vuole aumentare il tempo di permanenza dei dati, è sufficiente aumentare il valore capacitivo del condensatore. Utilizzando un condensatore da 22 μ F al posto di quello da 2,2 μ F, la frequenza di lavoro diventa di circa 1 Hz, per cui i dati vengono memorizzati approssimativamente ogni secondo. La memorizzazione dei dati viene realizzata per mezzo dei circuiti integrati 74HCT574, costituiti ciascuno da otto bistabili di tipo D con segnale di clock in comune. L'uscita del generatore del segnale di clock è collegata agli ingressi di clock dei tre 74HCT574.

Circuito di controllo del bus completo, con tutti i componenti montati





Il controllo dei livelli viene realizzato mediante dei diodi LED

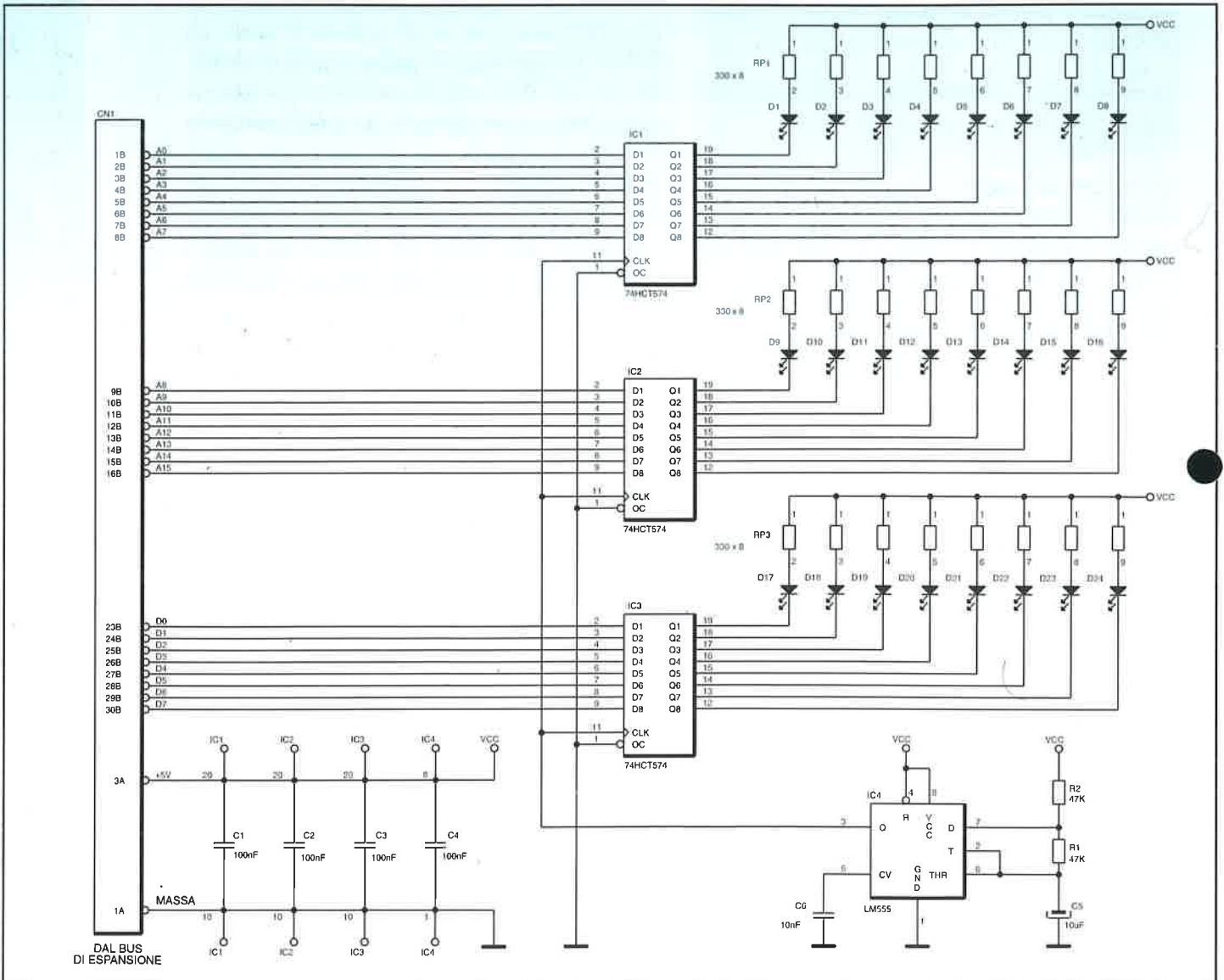
Sul fronte di salita del segnale di clock vengono immagazzinati i dati presenti sugli ingressi di ciascuno dei 24 bistabili, e rimangono memorizzati finché non appare un nuovo fronte di salita del segnale di clock stesso.

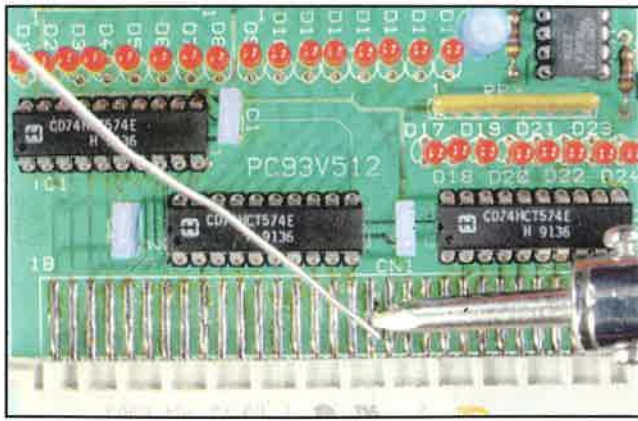
CABLAGGIO DEL CONTROLLORE

Prima di iniziare il montaggio e il cablaggio del controllore, bisogna identificare e classificare tutti i componenti, separando le resistenze, i condensatori, i circuiti integrati e i diodi.

Supposto che, come nel caso della scheda di prolunga, il circuito stampato è in doppia faccia con fori non metallizzati, sarà necessario saldare i terminali dei componenti su entrambi i lati delle rispettive isole; inoltre, anche se il montaggio e la relativa saldatura risultano leggermente più diffi-

Schema elettrico del controllore del bus





Il circuito stampato viene saldato tra le file dei terminali del connettore

coltosi, si raccomanda l'utilizzo di zoccoli per i circuiti integrati. Si consiglia di iniziare con il montaggio delle resistenze da 47 kΩ, R1 e R2. Di seguito si possono montare le reti resistive RP1, RP2 e RP3; per non incorrere in errori di montaggio, controllare la disposizione dei terminali indicata dalla serigrafia presente sul circuito stampato, e l'indicazione del terminale 1 segnata sul corpo della rete resistiva. Il componente successivo da montare è il connettore a 64 terminali: anche per la sua disposizione verificare il disegno della serigrafia. Questo connettore è dotato di due file di terminali, che devono essere allineate con le rispettive isole presenti sul circuito stampato. Per favorire il montaggio, è consigliabile prima cercare di posizionare correttamente tutti i terminali dei connettori, poi saldare solo il primo e l'ultimo. In questo modo è possibile allineare correttamente il connettore rispetto al circuito stampato, prima di saldare tutti i rimanenti terminali.

Di seguito sarà possibile montare gli zoccoli per i circuiti integrati, i condensatori, e i diodi LED, prestando attenzione alle polarità dei componenti riportate sulla serigrafia.

Infine, non resta che inserire i circuiti integrati nei rispettivi zoccoli, verificando anche in questo caso il loro orientamento rispetto alla serigrafia.

Al termine del montaggio è necessario eseguire una verifica visiva della scheda, che garantisca

ELENCO COMPONENTI

Resistenze

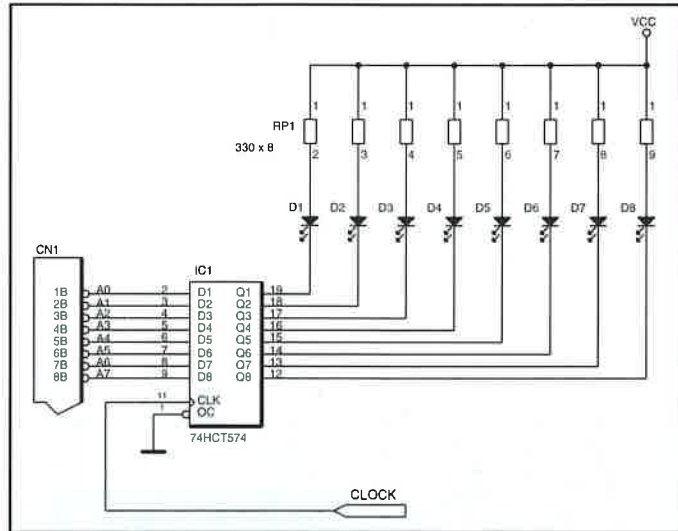
R1, R2	47 kΩ
RP1, RP2, RP3	Rete resistiva SIL 330 Ω (8 resistenze con terminale in comune)

Condensatori

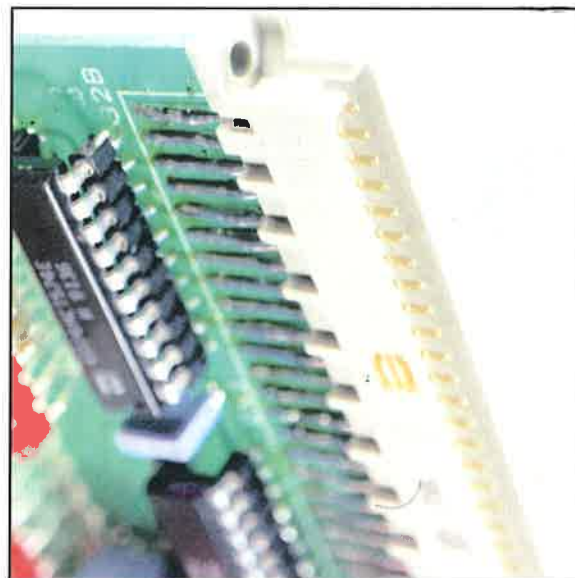
C1, C2, C3, C4	100 nF
C5	10 µF/16V
C6	10 nF

l'assenza di cortocircuiti provocati durante la saldatura dei componenti e il corretto posizionamento degli stessi.

La verifica del funzionamento della scheda viene eseguita direttamente sull'elaboratore, inserendo la stessa nella scheda di prolunga del bus di espansione, naturalmente dopo aver spento il PC. Alla riaccensione dello stesso i diodi LED devono cominciare ad accendersi e spegnersi, dimostrando di essere in grado di visualizzare i segnali del bus dati e del bus indirizzi.



I dati presenti sugli ingressi dei bistabili vengono memorizzati e presentati in corrispondenza di ogni fronte di salita del segnale di clock



Il connettore maschio a 64 terminali montato sulla scheda del controllore del bus permette il collegamento alla scheda di prolunga

Semiconduttori

D1...D24	LED rosso 3 mm
IC1, IC2, IC3	74HCT574
IC4	LM555

Varie

- Fila da 50 pin torniti per gli zoccoli dei circuiti integrati
- Connettore maschio diritto da 32 + 32 terminali a + b per il controllore
- Connettore femmina da 32+32 terminali a+b per la scheda di prolunga

PIN	EXT	SEGNALE	LIV	I/O	DESCRIZIONE
A1	b31	CHCHK	L	I/O	CHANNEL CHECK. Quando un dispositivo collegato al bus rileva un errore di parità porta questa linea a livello basso.
A2	b30	SD7	H	I/O	DATA LINE 7. Linea del bus dati. Il bit più significativo (MSB) di un dato si presenta sulla linea 7, mentre quello meno significativo (LSB) sulla linea 0.
A3	b29	SD6	H	I/O	
A4	b28	SD5	H	I/O	
A5	b27	SD4	H	I/O	
A6	b26	SD3	H	I/O	
A7	b25	SD2	H	I/O	
A8	b24	SD1	H	I/O	
A9	b23	SD0	H	O	DATA LINE 0
A10	b22	CHRDY	L	I/O	CHANNEL READY. Quando un dispositivo richiede più tempo, porta questa linea a livello basso.
A11	b21	AEN	H	O	ADDRESS ENABLE. A livello alto il controllore del DMA mantiene il controllo del bus dei dati, degli indirizzi, dei controlli e della lettura/scrittura.
A12	b20	SA19	H	O	ADDRESS LINE 19. Linea del bus indirizzi.
A13	b19	SA18	H	O	Il bit più significativo (MSB) di un indirizzo appare sulla linea 19, mentre il meno significativo (LSB) sulla linea 0.
A14	b18	SA17	H	O	
A15	b17	SA16	H	O	
A16	b16	SA15	H	O	
A17	b15	SA14	H	O	
A18	b14	SA13	H	O	
A19	b13	SA12	H	O	
A20	b12	SA11	H	O	
A21	b11	SA10	H	O	
A22	b10	SA9	H	O	
A23	b9	SA8	H	O	
A24	b8	SA7	H	O	
A25	b7	SA6	H	O	
A26	b6	SA5	H	O	
A27	b5	SA4	H	O	
A28	b4	SA3	H	O	
A29	b3	SA2	H	O	
A30	b2	SA1	H	O	
A31	b1	SA0	H	O	ADDRESS LINE 0.
B1	a31	MASSA			
B2	a30	RESET	H	O	RESET. A livello alto inizializza il sistema sincronizzandolo con il segnale di clock.
B3	a29	+ 5V			
B4	a28	IRQ2/9	H	I	INTERRUPT REQUEST 2/9. Linea di richiesta di interrupt. Viene attivata da un dispositivo che richiede la comunicazione con la CPU.
B5	a27	- 5V			
B6	a26	DRQ2	H	I	DMA REQUEST2. Linea di richiesta del DMA. Viene attivata da un dispositivo che richiede l'accesso diretto alla memoria. Deve rimanere attiva finché non viene inviato il corrispondente DACK.
B7	a25	- 12V			
B8	a24	OWS	L	I	ZERO WAIT STATE. Annullamento dei cicli di wait. I dispositivi rapidi attivano questa linea per evitare che la CPU introduca dei cicli di wait.
B9	a23	+ 12V			
B10	a22	MASSA			
B11	a21	OMEMW	L	O	OUTPUT MEMORY WRITE. Segnale di scrittura in memoria.
B12	a20	OMEMR	L	O	OUTPUT MEMORY READ. Segnale di lettura in memoria.
B13	a19	IOW	L	O	INPUT/OUTPUT WRITE. Segnale di scrittura in un dispositivo di ingresso/uscita.
B14	a18	IOR	L	O	INPUT/OUTPUT READ. Segnale di lettura in un dispositivo di ingresso/uscita.
B15	a17	DACK3	L	O	DMA ACKNOWLEDGE 3. Riconoscimento del DMA. Si attiva quando il controller del DMA attende una chiamata DRQ.
B16	a16	DRQ3	H	I	DMA REQUEST 3.
B17	a15	DACK1	L	O	DMA ACKNOWLEDGE 1.
B18	a14	DRQ1	H	I	DMA REQUEST 1.
B19	a13	DACK0	L	O	DMA ACKNOWLEDGE 0.
B20	a12	CLK		O	CLOCK. Segnale di clock del sistema.
B21	a11	IRQ7	H	I	INTERRUPT REQUEST 7.
B22	a10	IRQ6	H	I	INTERRUPT REQUEST 6.
B23	a9	IRQ5	H	I	INTERRUPT REQUEST 5.
B24	a8	IRQ4	H	I	INTERRUPT REQUEST 4.
B25	a7	IRQ3	H	I	INTERRUPT REQUEST 3.
B26	a6	DACK2	L	O	DMA ACKNOWLEDGE 2.
B27	a5	T/C	H	O	TERMINAL COUNT. Il controller del DMA attiva questa linea quando termina il conteggio di un ciclo di accesso alla memoria.
B28	a4	AIE	H	O	ADDRESS LATCH ENABLE. Si attiva quando la CPU ha inviato un indirizzo esatto sul bus degli indirizzi.
B29	a3	+ 5V			
B30	a2	OSC		O	OSCILLATORE. Segnale di clock alla frequenza di 14,31818 MHz con un ciclo utile del 50 %.
B31	a1	MASSA			

PIN = posizione del segnale sul connettore di espansione

EXT = posizione del segnale sul connettore di uscita

SEGNALE = nome del segnale

LIV = livello del segnale

L = attivo a livello basso (0)

H = attivo a livello alto (1)

I/O = indirizzo del segnale

I = ingresso

O = uscita

I/O = ingresso/uscita



CONTROLLER LUMINOSO VIA PORTA CENTRONIX

Un tipico gioco di luci, dove il controllo viene gestito per mezzo di un elaboratore, può diventare una vera e propria opera d'arte, la cui qualità dipende dall'impegno e dall'immaginazione che l'operatore è in grado di esprimere e di trasmettere alla sua realizzazione.

Una delle applicazioni più coinvolgenti, quando ci si appresta a realizzare un circuito, è senza dubbio quella che prevede dei giochi di luce spettacolari. L'elettronica, fin dai suoi albori, è sempre stata al servizio della spettacolarità, offrendo semplicemente gli strumenti per aumentare il grado di automazione necessario allo scopo. Non c'è dubbio che gli appassionati della materia siano già a conoscenza dell'esistenza di complessi dispositivi per il controllo degli effetti luminosi, e che i più esperti sappiano anche quale è il loro difetto più evidente: il costo.

Il circuito proposto non pretende di essere "professionale", ma solamente una soluzione rapida ed economica per controllare un gruppo di luci

Questo circuito ha il pregio di non richiedere una alimentazione esterna

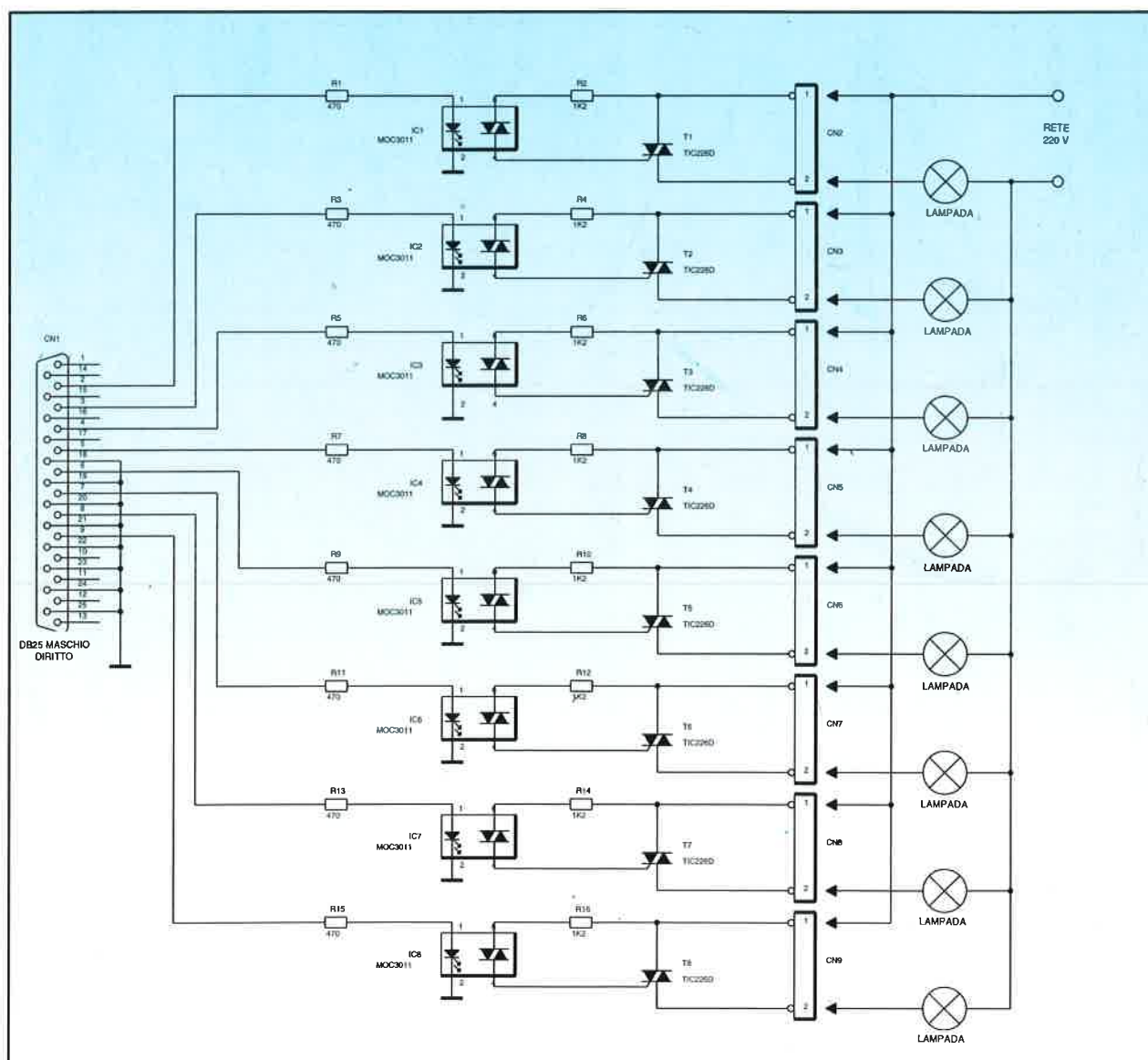
Il circuito che viene proposto non pretende di essere un sistema professionale, ma semplicemente un modo rapido ed economico per controllare un gruppo di luci (gestito a piacere) che sfrutta la porta parallela del proprio elaboratore.

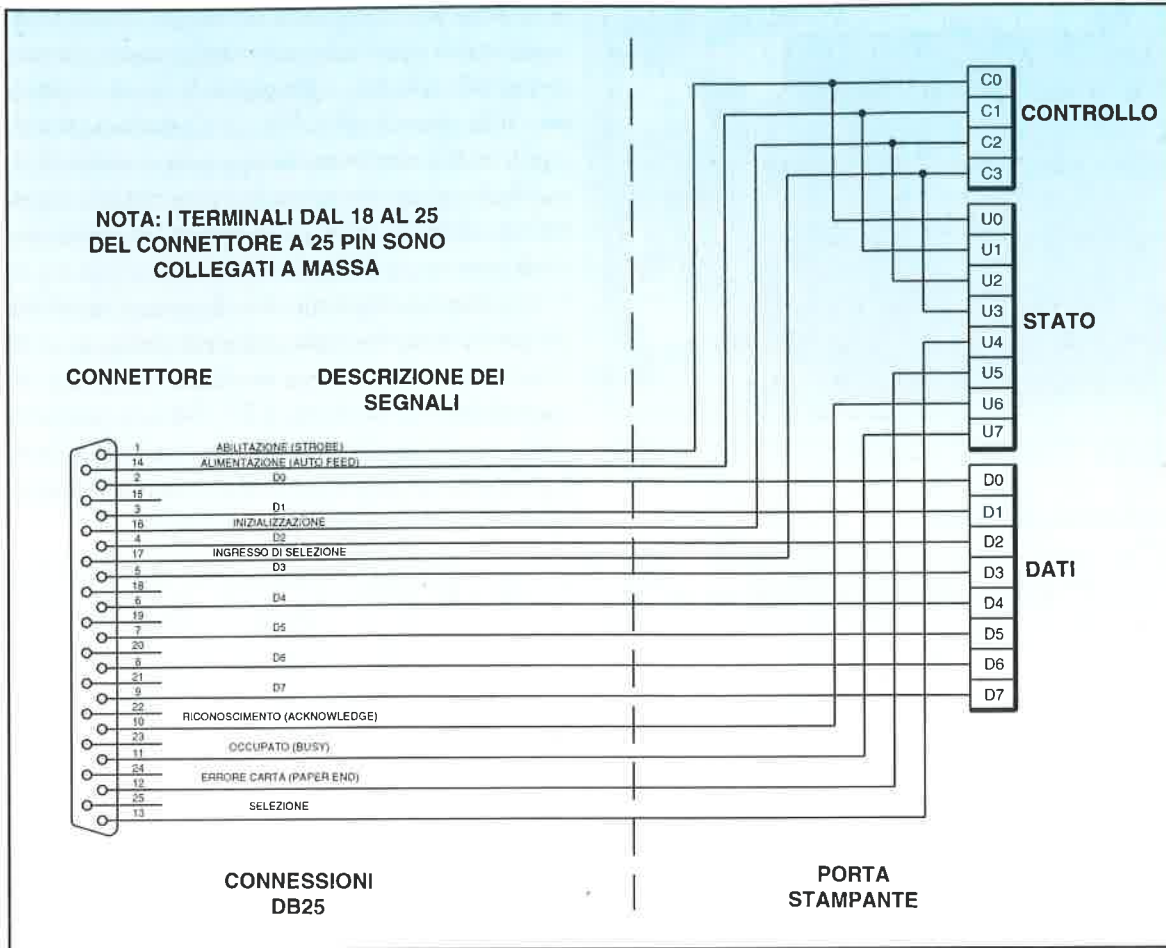
DESCRIZIONE DEL CIRCUITO

Quando il circuito proposto è stato progettato, si sono presi in considerazione diversi fattori: semplicità di montaggio, facilità di impiego (intendendo in questo caso il software di gestione) e possibilità di personalizzare la configurazione da parte dell'operatore.

Il primo punto può considerarsi già espletato. Per verificarlo infatti, basta semplicemente dare un'occhiata allo schema generale del circuito. Come si può notare, è stato impiegato direttamente un connettore standardizzato (in questo caso parallelo Centronix) per il pilotaggio dei triac di uscita. Ciascuna lampada viene comandata da un circuito del tutto indipendente che viene replicato per otto volte, quante sono le lampade gestibili da questa interfaccia. Una caratteristica peculiare della realizzazione, come i più esperti avranno già avuto modo di notare, è senza dubbio la mancanza di alimentazioni esterne. Ciò semplifica enormemente le cose, sia in fase di montaggio

Schema generale del circuito per il controllo degli effetti luminosi tramite PC. La sua caratteristica principale è quella di non richiedere alimentazione esterna





Schema delle connessioni della porta Centronix. Nota: che ai terminali da 2 a 9 sono collegate le linee dei dati

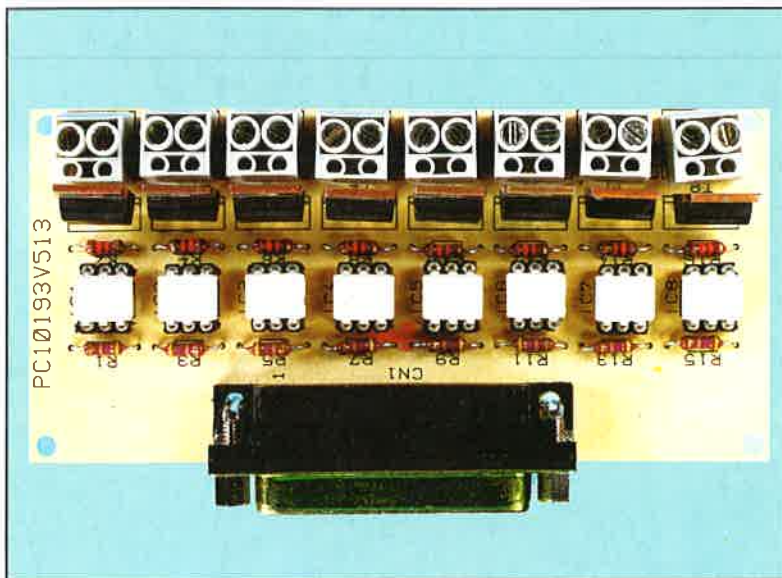
che relativamente all'integrità del proprio elaboratore.

Inoltre, grazie all'impiego dei fotoaccoppiatori, si ottiene l'isolamento completo, detto anche galvanico, delle parti in bassa tensione rispetto a quelle in alta tensione. Il controllo degli effetti

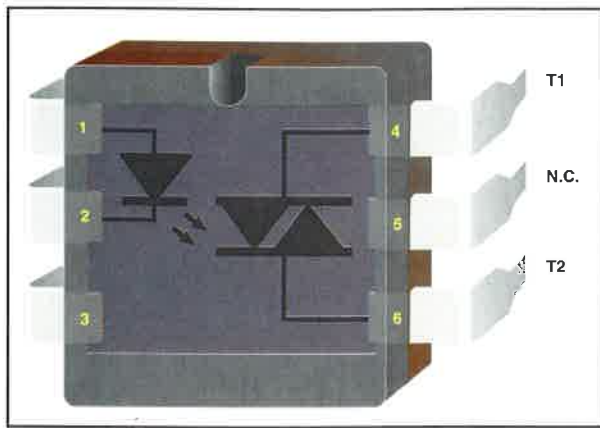
luminosi viene ottenuto tramite l'elaboratore, che invia determinati dati alla porta Centronix. Per scrivere il programma di gestione della scheda si potrebbe utilizzare un qualunque linguaggio di programmazione; in questo caso, anche a causa della sua enorme diffusione, si è deciso di sfruttare il linguaggio BASIC.

Tanto la configurazione dei triac di uscita (scelti in funzione della potenza che si vuole pilotare) quanto il numero e il tipo di lampade o utilizzatori di potenza che si desiderano controllare, permetteranno all'immaginazione del lettore di spaziare entro un'ampia gamma di possibilità per la realizzazione di un sistema completamente personalizzato.

La gestione degli effetti luminosi viene realizzata direttamente dall'elaboratore, tramite l'invio di determinati dati alla porta Centronix



Vista generale della scheda completamente montata



Dettaglio dell'interno del circuito integrato del foto accoppiatore

FUNZIONAMENTO

Il progetto presentato è stato studiato in modo che, ricevendo in ingresso dei livelli logici alti, risponda agendo sui rispettivi triac associati a ciascun canale per attivare i carichi collegati agli stessi. Nella seguente descrizione i carichi suddetti sono costituiti da semplici lampadine ma, come già detto in precedenza, l'immaginazione di ciascun lettore potrà decidere i tipi di utilizzatori da collegare.

Quando il diodo LED incorporato nel fotoaccoppiatore riceve un livello di tensione di cinque volt attiva il gate del rispettivo optotriac di uscita. Il compito delle resistenze di attenuazione da 470 Ω (nello schema R1, R3, R5, ...) è quello

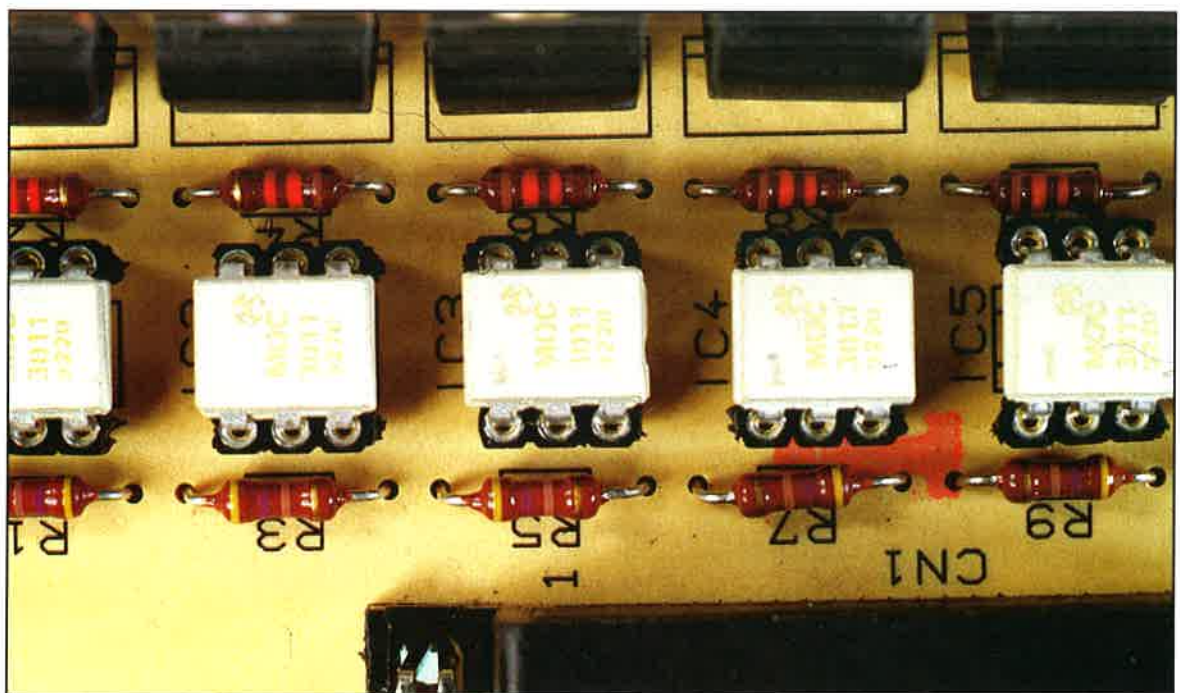
di limitare la corrente che attraversa i diodi LED. Le resistenze poste sulle uscite dei fotoaccoppiatori invece (R2, R4, R6, ...) formano le reti di innesco per i triac di uscita (T1, T2, ...). Quando il gate di questi ultimi viene innescato, i triac entrano in conduzione e si comportano come degli interruttori per i carichi collegati in serie all'alimentazione di rete.

È importante ricordare che il carico massimo pilotabile dipende esclusivamente dalla corrente che il triac di uscita prescelto è in grado di controllare. Ad esempio, il BT 136 è in grado di supportare una corrente efficace massima di 4 A, il che permette di pilotare carichi con una potenza approssimativa di 800 W per canale.

IL PROGRAMMA

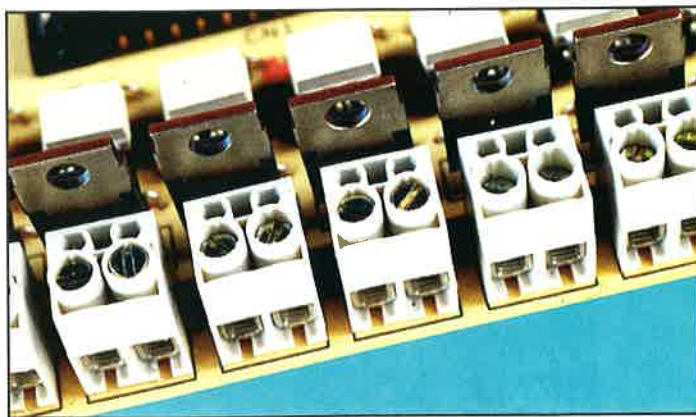
Come già indicato in precedenza, il controllo del circuito viene eseguito per mezzo di un programma scritto in BASIC. Come si può notare nel listato allegato, la parte più importante dello stesso risiede nell'istruzione OUT. Tramite questo comando è possibile scrivere dati ad un indirizzo prestabilito. Per non mettere in difficoltà i lettori più inesperti, verrà fornita la sintassi corretta solo di questa istruzione: OUT <indirizzo> <dato>, dove per <indirizzo> si intende l'indirizzo di memoria al quale si intende inviare il <dato> seguente. Sia l'indirizzo che il dato (salvo nel caso si renda

Il carico massimo controllabile dipende direttamente dalla corrente che il triac di uscita è in grado di supportare



Vista dei circuiti integrati già inseriti nei rispettivi zoccoli

necessaria una gestione non prevista dal programma) devono essere forniti in forma decimale. Generalmente le porte parallele di cui un elaboratore è dotato vengono configurate come LPT1 o LPT2. I lettori in possesso di un PC con più di una porta parallela che desiderano utilizzare la seconda porta (ad esempio per non scollegare la stampante normalmente collegata alla prima porta LPT1), o che semplicemente vogliono sperimentare le diverse possibilità, devono conoscere gli indirizzi ai quali le porte stesse sono impostate. Anche se queste informazioni sono facilmente reperibili sui manuali in dotazione al proprio computer, è opportuno comunque ricordarle in



Dettaglio delle morsettiere a vite di uscita della scheda

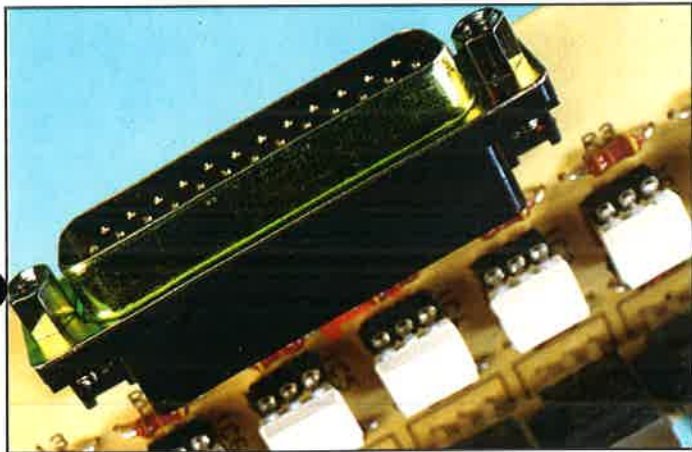
INDIRIZZI DELLE PORTE (dei dati) CENTRONIX

Porta	Identif.	Indirizzi dati
1	(LPT1)	888(D), 378(H)
2	(LPT2)	956(D), 3BC(H)

LISTATO BASIC

```
CLS
REM SEQUENZA SX. - DX. - SX.
LOCATE 12, 30
PRINT "Sequenza di prova"
OUT 888, 0
D = 2
FOR B = 0 TO 7
L = D ^ B
OUT 888, L
FOR T = 1 TO 1000: NEXT T
NEXT B
OUT 888, 0
FOR T = 1 TO 1000: NEXT T
FOR B = 7 TO 0 STEP -1
L = D ^ B
OUT 888, L
FOR T = 1 TO 1000: NEXT T
NEXT B
OUT 888, 0
```

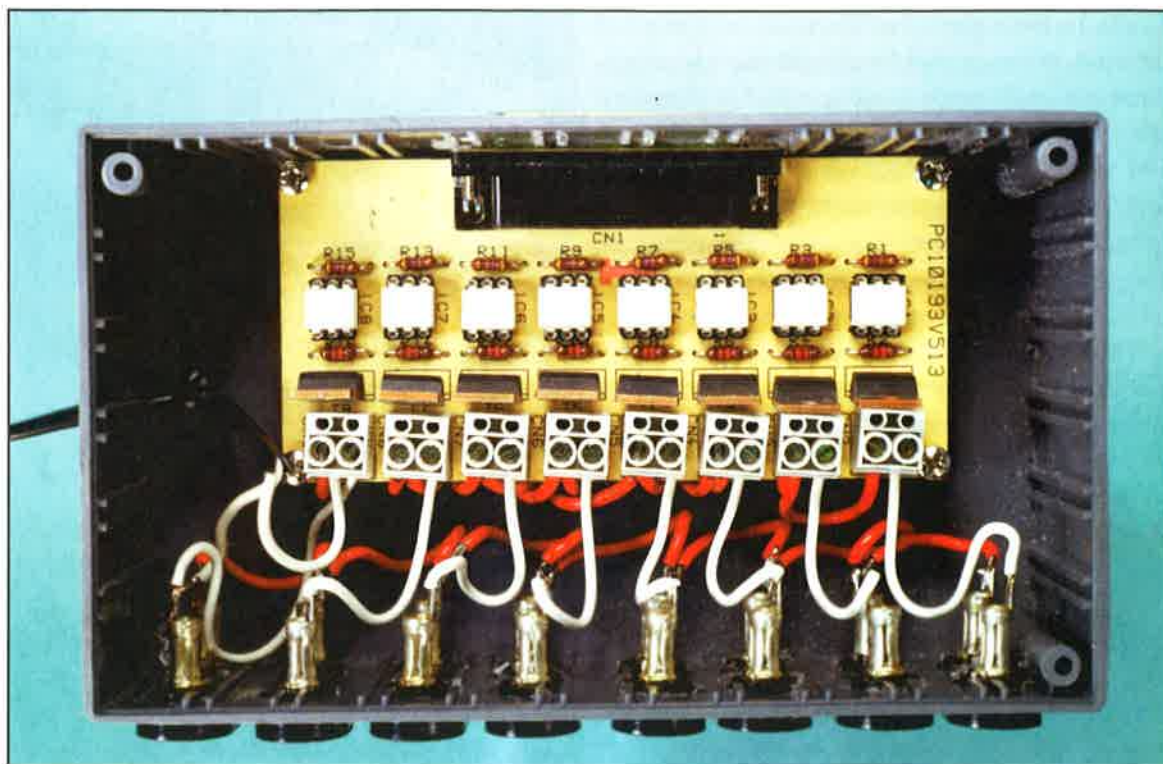
Le porte parallele di cui può essere dotato un elaboratore vengono di solito configurate come LPT1 o LPT2



Vista del connettore Centronix montato sul circuito

questa sede, nella tabella sopra scritta. Come si può notare, vengono specificati solo gli indirizzi di riferimento delle porte, poiché sono più che sufficienti per il progetto proposto. Il listato BASIC è invece illustrato nella relativa figura, ed è costituito da due gruppi incaricati di inviare i segnali di accensione delle lampade collegate al circuito in modo sequenziale. Per modificare il tempo di accensione di queste ultime bisogna

variare il valore riportato nella routine di temporizzazione definita dalla variabile T. Senza dubbio, i lettori più esperti staranno già pensando a programmi applicativi più sofisticati, tenendo conto che quello proposto nel listato BASIC non si può certo definire spettacolare. Senza voler influire sulla creatività di nessuno, si ricorda solamente che esiste la possibilità di sviluppare delle subroutines (per mezzo del coman-



La scheda già alloggiata nel contenitore plastico prescelto. Si possono notare i cavi di connessione all'alimentazione di rete e di collegamento alle prese per gli utilizzatori di potenza

do GOSUB in BASIC o tramite l'istruzione PROCEDURE in PASCAL) con sequenze di accensione preprogrammate (delle quali la routine di prova può essere un esempio eclatante), e con queste costruire un piccolo menu di selezione che permetta di configurare una vera e propria consolle per gli effetti luminosi.

Come già osservato in precedenza, i dati inviati alla corrispondente porta Centronix devono essere scritti in formato BCD; questo significa che per innescare l'accensione della terza lampadina di sinistra (intendendo quella corrispondente alla posizione 2) bisognerà scrivere il valore 4 (si ricorda che questa notazione identifica la posizione secondo il passo binario corrispondente). Di conseguenza, per innescare l'accensione simultanea delle prime quattro lampadine sarà necessario scrivere il valore 15 (che detto in altro modo equivale a $2^0 + 2^1 + 2^2 + 2^3 = 15$).

MONTAGGIO DEL CIRCUITO

Grazie al fatto di poter disporre dello stampato corrispondente già preparato, il montaggio del circuito per il controllo degli effetti luminosi non dovrebbe presentare particolari problemi.

Il primo passo è quello di acquisire i componenti

necessari. Si ricorda questo particolare, che potrebbe sembrare ovvio, per puntualizzare il fatto che nel progetto sono stati espressamente scelti dei componenti di tipo standardizzato, facilmente reperibili in qualunque negozio specializzato. In un primo momento infatti, si era pensato di miniaturizzare al massimo il dispositivo utilizzando dei circuiti integrati che conglobano due, tre o più fotoaccoppiatori in un unico chip; per evitare che qualche lettore potesse avere difficoltà nel reperire questi componenti, che comunque si trovano abbastanza comunemente in commercio, si è preferito non arrischiare questa soluzione ma scegliere un layout più ordinario anche a scapito dell'integrazione del circuito. Si fa presente inoltre che i circuiti integrati utilizzati possono essere sostituiti senza problema con degli equivalenti (ad esempio con altri aventi lo stesso tipo di contenitore e piedinatura: MCP3011, BRT3011, GE3011, ecc.). Successivamente si può iniziare il montaggio propriamente detto. La sequenza descritta di seguito sarà valida per qualunque altro montaggio: i primi elementi da cablare saranno i componenti passivi, ad esempio le resistenze. Successivamente verranno montati gli zoccoli (o le file di terminali torniti) per i circuiti integrati, il connettore DB-25, e infine le morsettiere a vite a due vie per circuito

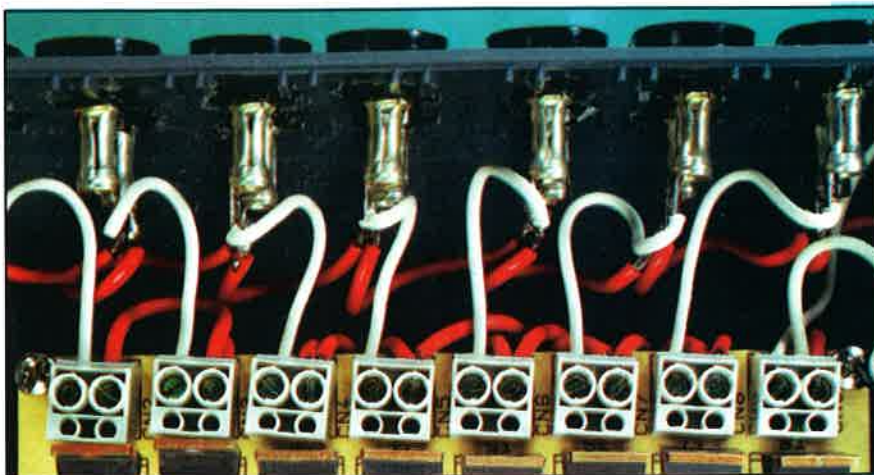
I dati inviati alla porta Centronix corrispondente devono essere scritti in formato BCD

stampato. Dopo aver saldato questi componenti sarà possibile montare e saldare i triac prescelti, e successivamente inserire i circuiti integrati nei rispettivi zoccoli.

Il passo seguente sarà dedicato alla preparazione della scatola che dovrà contenere il prototipo: allo scopo, viene consigliata l'utilizzazione di un contenitore in materiale plastico. Su di un frontale di quest'ultimo dovranno essere ricavati otto fori per l'alloggiamento delle prese di corrente destinate al collegamento delle rispettive lampade. Altri fori (o fessure in funzione delle possibilità e dei mezzi a disposizione) dovranno essere ricavati per l'ingresso del cavo di connessione alla rete di alimentazione e

per l'alloggiamento del connettore DB-25, possibilmente sul retro del contenitore. Se si prevede di utilizzare il dispositivo in un luogo lontano dall'elaboratore, sarà necessario preparare anche un cavo piatto di prolunga per il collegamento dei due. Questo cavo dovrà essere dotato ai suoi estremi di due connettori DB-25, uno maschio e l'altro femmina, per permettere in qualunque momento di effettuare il collegamento diretto tra il circuito e il connettore di uscita della porta Centronix dell'elaboratore.

Un ultimo consiglio: il collegamento del dispositivo all'elaboratore deve essere fatto in assenza di alimentazione di rete. Solo dopo aver verificato la correttezza della connessione è possibile fornire alimentazione sia al PC che al circuito. Questo è un punto su cui si insiste particolarmente poiché, seguendo le indicazioni fornite, è possibile evitare parecchi problemi non solo per il circuito proposto in questo fascicolo, ma anche per quelli che verranno presentati nei successivi fascicoli di quest'opera e per qualunque altro dispositivo che si deciderà di collegare al proprio personal computer. Inoltre, prima di eseguire una qualunque connessione, sarà opportuno controllare visivamente la correttezza del montaggio. L'orientamento con cui sono stati inseriti i circuiti integrati è di vitale importanza per l'integrità del circuito (i meno esperti devono sapere che esiste sul corpo del circuito integrato un pallino che indica la posizione del terminale n. 1, o una tacca che definisce il lato sinistro dello stesso). Anche le saldature fredde possono diventare causa di successivi e feroci mal di testa. Il loro aspetto opaco ne permette però una facile individuazione.



Dettaglio dei collegamenti delle morsettiere a vite a due vie con le prese per la connessione delle lampade

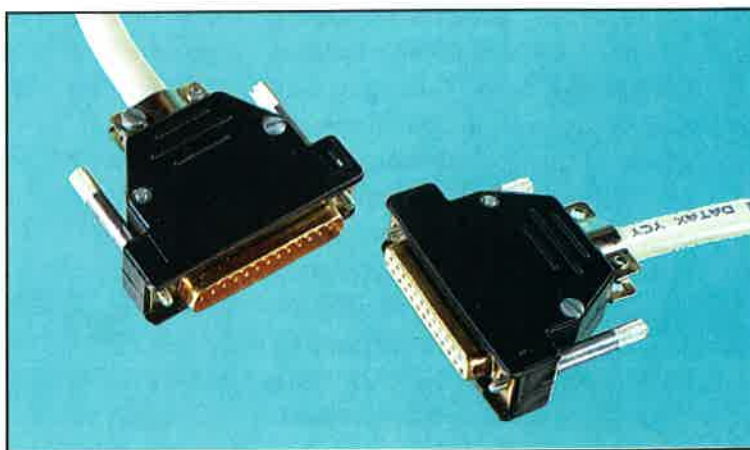
COLLAUDO E UTILIZZAZIONE

Un punto importante da tenere sempre presente è la dimensione dei cavi che collegano le morsettiere a vite alle prese per le lampade. La loro sezione dovrà essere adeguata all'assorbimento di corrente che dovranno supportare.

La scatola destinata all'alloggiamento del dispositivo è prevista inizialmente solo per il contenimento del circuito stampato e dei relativi collegamenti esterni; nel caso ipotetico in cui si voglia controllare potenze elevate, non sarà sufficiente modificare la sezione dei cavi di collegamento degli ingressi e delle uscite del circuito, ma sarà necessario cambiare anche i tipi di triac impiegati, e prevedere il montaggio (in funzione della dissipazione) di opportuni dissipatori di calore. Ciò comporta ovviamente la scelta di un contenitore adatto alle nuove dimensioni del dispositivo.

È molto importante stabilire la corretta sezione dei cavi collegati alle morsettiere a vite di uscita

Vista del cavo di prolunga DB-25 (facoltativo)



ELENCO COMPONENTI

Resistenze

R1, R3, ..., R15

470 Ω

R2, R4, ..., R16

1,2 k Ω

Semiconduttori

- IC1 - IC8 optotriac
MOC3011 o MCP3011

- T1 - T8 triac

TIC226D o BT 137

Varie

- 8 morsettiere a vite a due

vie per circuito stampato

- connettore DB-25 maschio
per circuito stampato

- cavo pialto da 25 fili per la
prolunga (opzionale)

- connettore DB-25 maschio
a crimpare per la prolunga
(opzionale)

- connettore DB-25 femmina
a crimpare per la prolunga
(opzionale)

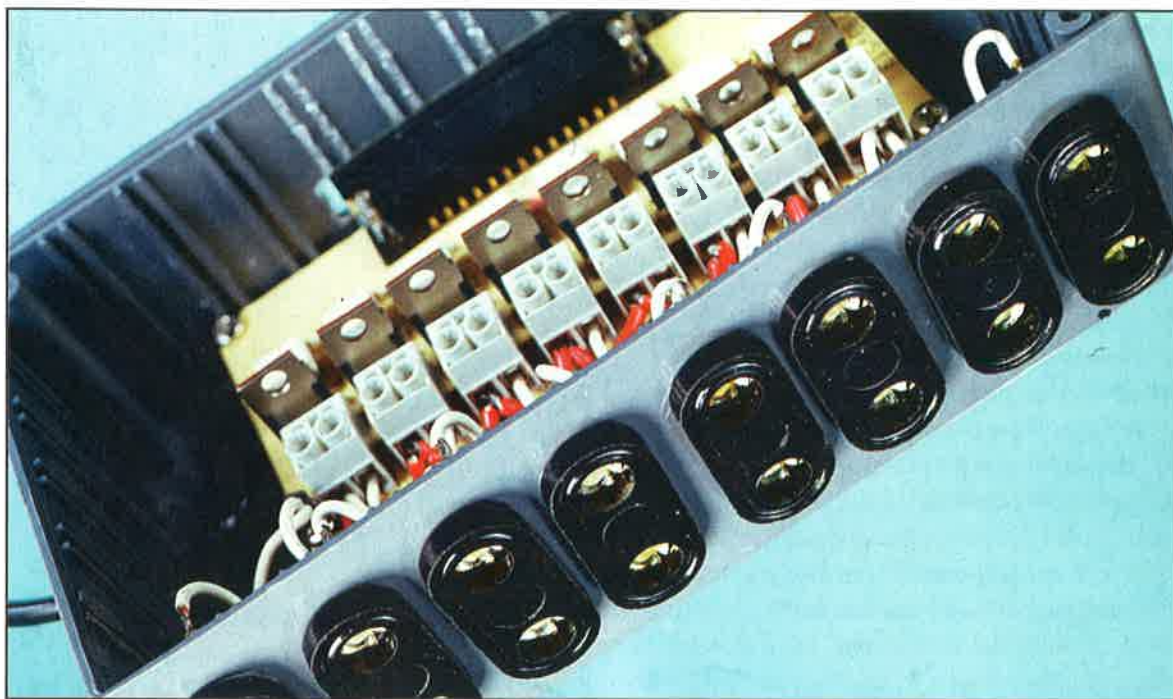
- contenitore in materiale pla-
stico

- 8 prese di corrente 220 V
• cavo per il collegamento
dell'alimentazione di rete

- 8 zoccoli DIL per circuito
integrato a 6 terminali

- minuteria meccanica varia
• cavi unipolari

- 1 circuito stampato
PC10193V513



Dettaglio delle prese alle quali devono essere collegate le lampade che si vogliono controllare

Quando si accende l'elaboratore le lampade si illuminano in modo discontinuo e casuale, stabilizzandosi poi in una condizione fissa, anche se comunque altrettanto casuale. Ciò non deve preoccupare il lettore, poiché è dovuto al processo di inizializzazione della macchina.

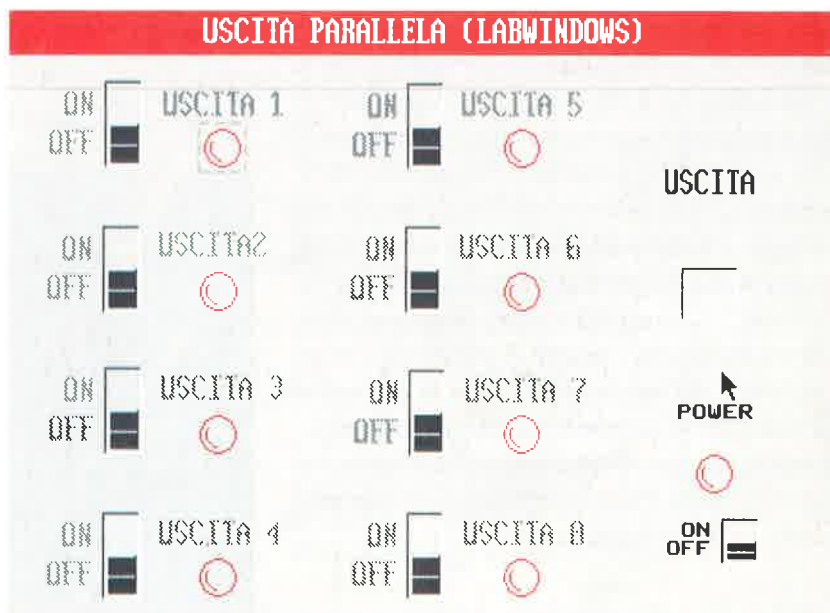
Per avviare il controllo degli effetti luminosi bisogna aprire l'interprete BASIC e lanciare il programma di prova fornito con questo fascicolo. Le lampade devono iniziare ad accendersi secondo la sequenza SINISTRA-DESTRA-SINISTRA prevista dal programma. Se tutto ciò si avvera si può considerare il dispositivo correttamente funzionante.

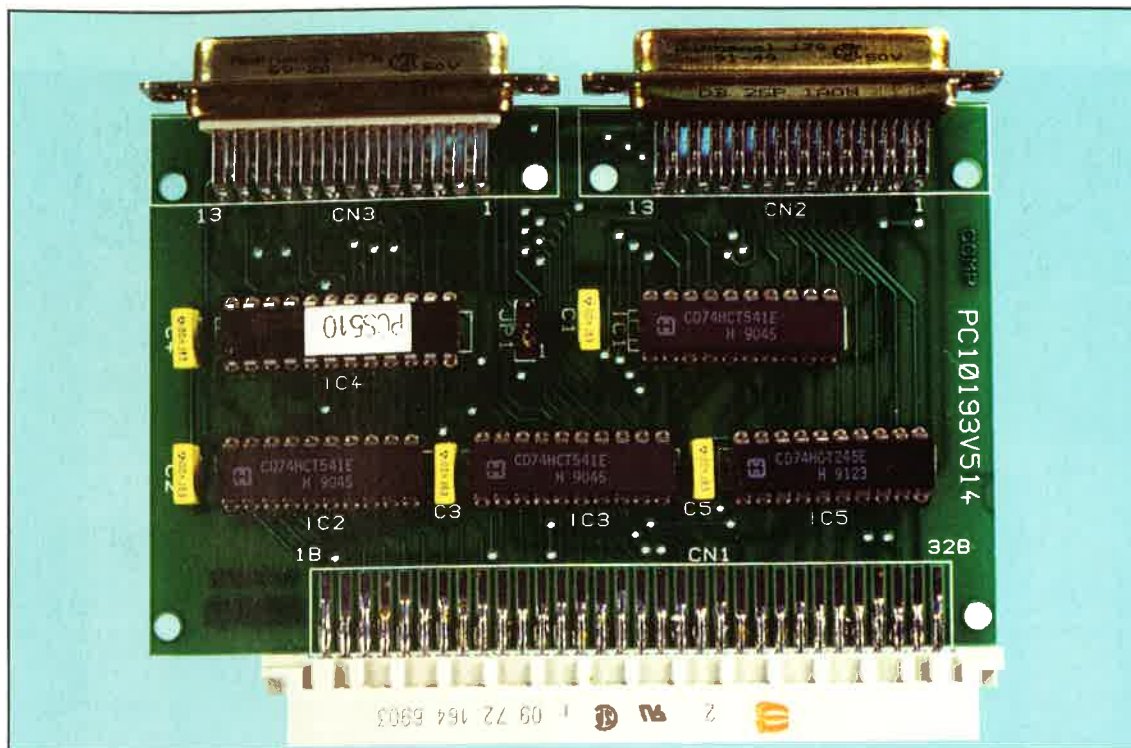
Nel caso qualche lampada non si accenda bisognerà verificare il corrispondente canale. Il fatto di poter disporre di altri canali con la stessa circuiteria può facilitare questo compito.

Se invece non funziona nulla, allora il problema può essere dovuto alla porta LPT utilizzata, che può essere quella non corretta. Verifica-

re nel caso l'impostazione delle porte. Se questa è corretta, ma il circuito non funziona comunque, il problema può essere molto grave; in questo caso occorre verificare l'orientamento dei circuiti integrati e il loro corretto inserimento nei rispettivi zoccoli, i valori delle resistenze e il loro corretto posizionamento, nonché l'orientamento dei triac e i collegamenti delle morsettiere a vite.

Nel programma, ogni interruttore simulato controlla l'uscita corrispondente





DECODIFICATORE DI INDIRIZZI



Il circuito che viene presentato di seguito svolge due funzioni ben precise: la decodifica e l'abilitazione di tre uscite, e la realizzazione di una vera interfaccia tra il computer e il mondo esterno.

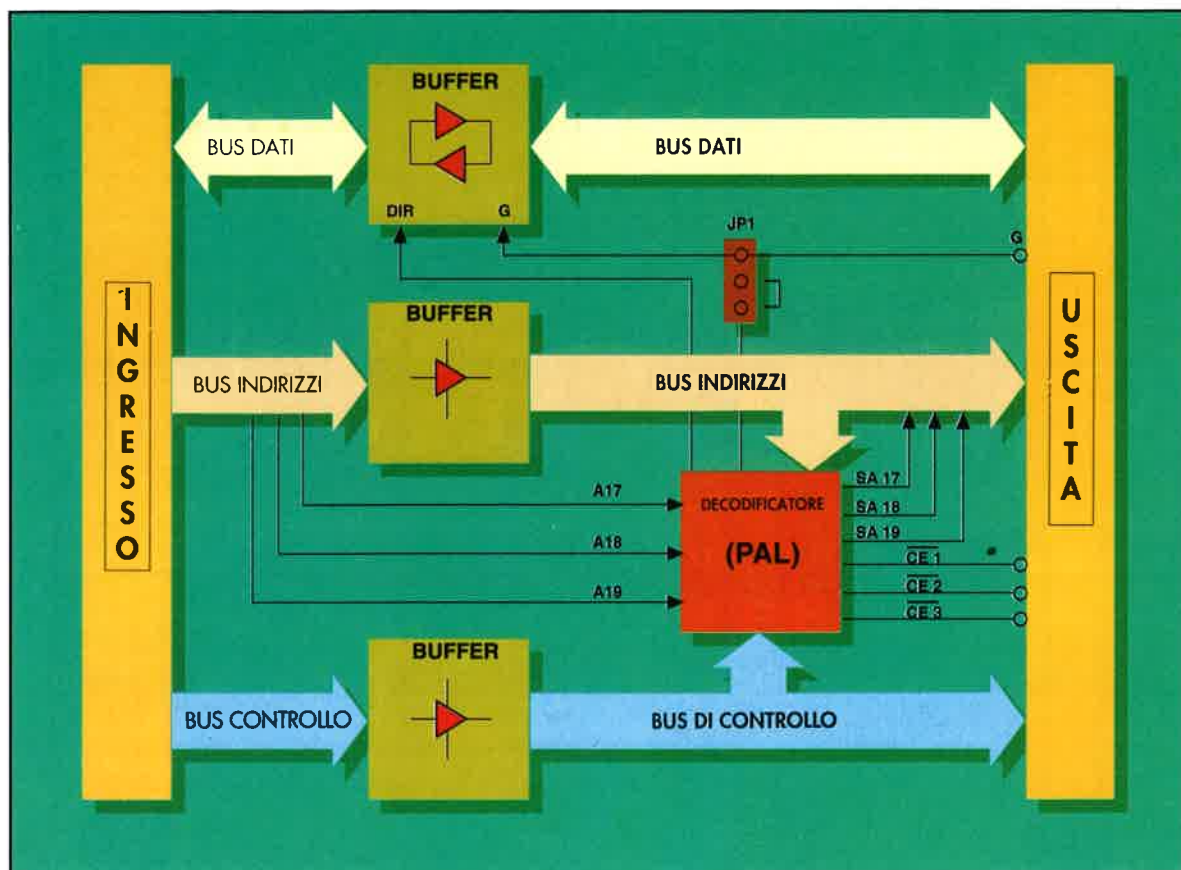
L'installazione di questo circuito consente, inoltre, di isolare il personal dai prototipi che saranno proposti e progettati nei numeri successivi della presente opera; questa situazione garantirà una maggior tranquillità e sicurezza al lettore.

Con questo circuito vengono decodificati tre indirizzi della mappa di I/O, da CE1 a CE3, con i quali sarà possibile controllare dei circuiti di ingresso, di uscita, dei convertitori A/D, ecc.

Come si è già visto nello schema a blocchi, all'ingresso degli slot del personal sono presenti i segnali relativi ai dati, quelli di controllo, e gli indirizzi.

Il bus dei dati viene inviato a un buffer bidirezionale, che viene controllato dal decodificatore del circuito.

Nello schema a blocchi si possono osservare in ingresso i segnali relativi ai dati, quelli di controllo, e quelli di indirizzamento



Schema a blocchi completo del circuito decodificatore

Il cuore dello schema è costituito dal circuito decodificare programmabile, di tipo PAL

Il bus degli indirizzi viene inviato a un buffer che agisce come amplificatore e separatore, per evitare possibili cortocircuiti. Tre linee del bus degli indirizzi vengono inviate al decodificatore, che agisce su di esse come un buffer consentendo il risparmio di un integrato. Il bus di controllo viene anch'esso inviato a un buffer simile a quello utilizzato per il bus degli indirizzi. Le uscite di questi buffer vengono inviate al connettore di uscita della scheda; i bus degli indirizzi e di controllo vengono inoltre inviati al decodificatore del circuito. Il compito di questo decodificatore è quello di generare tre uscite di abilitazione per i circuiti, da CE1\ a CE3\, in logica negativa: questo vuol dire che passano a livello basso quando si scrive negli indirizzi previsti.

RELATIVAMENTE AL CIRCUITO ...

Dallo schema del circuito si può osservare che questo è composto da soli cinque integrati. Tre di questi rappresentano i buffer e sono costituiti da

integrati del tipo 74HCT541; con questi viene amplificata e isolata la maggior parte dei segnali più importanti del BUS, come i segnali di controllo per la lettura e la scrittura, il clock, il segnale di reset, gli indirizzi, ecc.

Un circuito altrettanto importante è il buffer bidirezionale utilizzato per la gestione dei dati in arrivo dall'elaboratore. Anche questo circuito ha il compito di amplificare questi segnali e di isolarli.

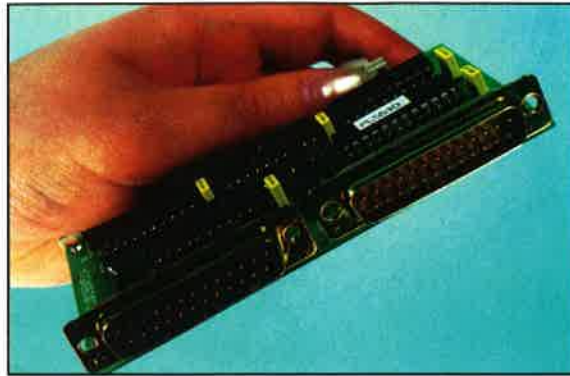
Il cuore dello schema è costituito da un circuito decodificatore programmabile, di tipo PAL, che ha il compito di leggere continuamente gli ingressi relativi agli indirizzi e ai segnali di controllo, per attivare l'uscita corrispondente quando viene eseguita una operazione di lettura o scrittura agli indirizzi programmati. In questo modo è possibile sapere se si è scritto o letto agli indirizzi dove sono residenti le periferiche che si intendono controllare, attivandole quando l'operazione che si sta elaborando lo ordina. Questo circuito provvede anche all'amplificazione e all'isolamento delle tre

linee di indirizzo derivate: in questo modo, sul connettore di uscita sono presenti tutte le linee di indirizzo proprie di un computer di tipo XT. Un altro segnale, generato da questo integrato, viene destinato all'abilitazione del buffer bidirezionale dei dati. Nello schema si può osservare che l'ingresso G del buffer è collegato al jumper JP1 e può essere, tramite questo, derivato da una uscita della PAL o dal connettore di uscita esterno. Con il ponticello settato sulla posizione 1 il segnale viene controllato dalla PAL, e risulta abilitato solo quando si opera su uno degli indirizzi decodificati. Con il ponticello settato sull'altra posizione si ha un controllo esterno del bus dei dati. Questo fatto è molto più interessante di quello che potrebbe apparire, poiché consente di collegare un circuito esterno avente una decodifica completamente separata dalla PAL, oppure di agire sulla mappa di memoria invece che sulle porte di I/O.

Sull'uscita sono presenti tutti i segnali relativi agli indirizzi di un computer modello XT (A0 - A9), gli 8 bit dei dati (D0 - D7), i segnali di controllo per la scrittura e la lettura (sia per la memoria che per le porte di I/O), e i segnali di clock, di reset, di abilitazione dei dati, ecc.

CONNESSIONI DI USCITA

Il solo criterio che si è seguito per distribuire i segnali è legato alla funzionalità, pensando di utilizzare solamente un connettore per la maggior parte delle applicazioni. Questo connettore è CN2, ed è stato pensato per poter agire sulla mappa di I/O del computer. Su questo connettore sono presenti i seguenti segnali:



Il collegamento della scheda con l'esterno è realizzato per mezzo di connettori DB25

SD0-SD7: che formano il bus dei dati, dopo essere passati attraverso un buffer bidirezionale (per sicurezza).

SA0-SA3: sono le quattro linee di indirizzo meno significative del bus degli indirizzi, e risultano utili per il controllo di piccoli dispositivi di indirizzamento semplice (ad esempio un controllore di interrupt o una delle porte di ingresso/uscita).

SAEN: questo segnale viene utilizzato per impedire che il microprocessore o altri dispositivi assumano il controllo dei bus degli indirizzi e dei dati quando si sta compiendo qualche trasferimento di DMA. Se questa linea si trova a livello logico alto il controllore del DMA assume il controllo dei bus degli indirizzi e dei dati e delle linee di scrittura e lettura in memoria o nella mappa di I/O.

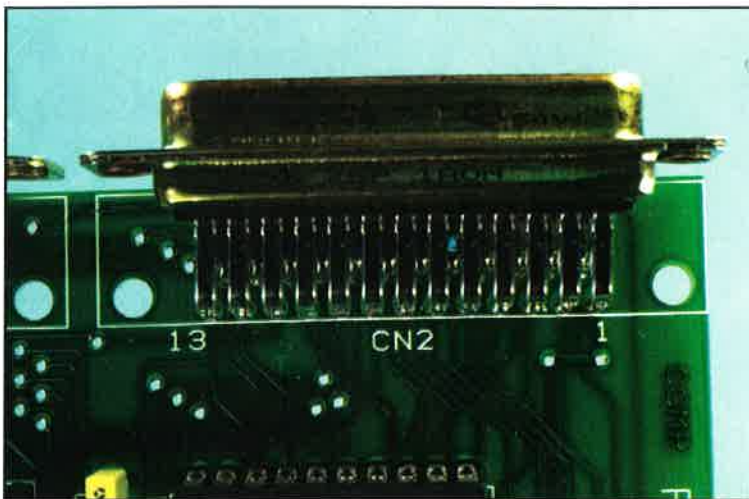
SIORD\ : è il segnale di lettura per la mappa di I/O. Quando questa linea passa a livello basso viene effettuata una operazione di lettura nella mappa di I/O.

SIOWR\ : linea che passa a livello basso quando viene effettuata una operazione di scrittura nella mappa di I/O del microprocessore.

SCLK: è l'uscita del clock principale del computer. Il suo fattore di utilizzo è del 33%.

SRESET: è la linea di reset del sistema. Viene utilizzata per inizializzare un dato dispositivo quando a questo viene inviata

Nello schema si può vedere che l'ingresso G del "buffer" è collegato al terminale centrale del ponticello JP1



Dettaglio del connettore DB25 di uscita

Il cuore del circuito risiede nel decodificatore, costituito dal circuito integrato PAL2018



l'alimentazione. Questo segnale è sincronizzato con il fronte di discesa del segnale di clock, ed è attivo a livello alto.

CE1\CE3\: sono le tre uscite di abilitazione del circuito. Passano a livello basso ogni volta che viene eseguita una operazione di lettura o scrittura ad un determinato indirizzo della mappa di I/O. In una delle figure successive si possono osservare gli indirizzi relativi a queste uscite.

Sul connettore CN3 sono presenti degli altri segnali che ampliano e completano quelli analizzati sinora:

SMWR\: è il segnale di scrittura in memoria. Quando il suo stato passa a livello basso indica alla memoria che deve accettare i dati presenti sul bus.

SMRD\: questa linea viene utilizzata per la lettura della memoria. È attiva a livello basso, e consente il trasferimento dalla memoria al bus di un determinato dato, che il microprocessore deve accettare come valido.

SA4-SA19: sono le 16 linee più significative del bus degli indirizzi. Possono essere utilizzate per codificare qualsiasi dispositivo nella parte alta della memoria e, unitamente alle quattro presenti sull'altro connettore, costituiscono il bus completo degli indirizzi.

DIR: questo segnale (uscita) indica la direzione del flusso dei dati, e ha il compito di controllare che il buffer bidirezionale lasci passare i dati nella direzione corretta; ciò vuol dire che deve controllare se l'operazione che si sta svolgendo in quel momento è di ingresso o di uscita. È anche presente sul

Spostando il ponticello JP1 nella posizione 2 si otterrà il controllo esterno di abilitazione per il "buffer" del bus dati

connettore di uscita in modo da poter utilizzare un buffer esterno senza dover decodificare l'operazione che si sta elaborando.

G: è un segnale di ingresso. Settando il ponticello JP1 nella posizione 2 è possibile controllare l'abilitazione del buffer dei dati tramite un circuito esterno e, in questo modo, decodificare l'abilitazione desiderata sia verso indirizzi propri della memoria che della mappa di I/O. Con JP1 in posizione 1 la decodifica è eseguita da IC4, che setta gli indirizzi ai valori riportati nella figura relativa alla mappa di I/O.

Inoltre, sui due connettori vengono riportate anche le linee di alimentazione presenti sullo slot dell'unità centrale, nonché la massa del sistema. In questo modo vengono rese disponibili delle alimentazioni per i circuiti esterni.

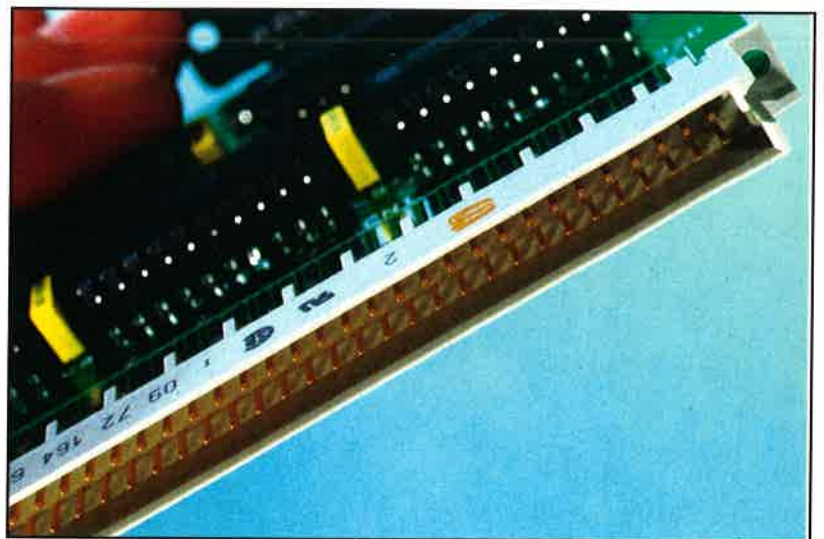
IL CIRCUITO 74HCT541

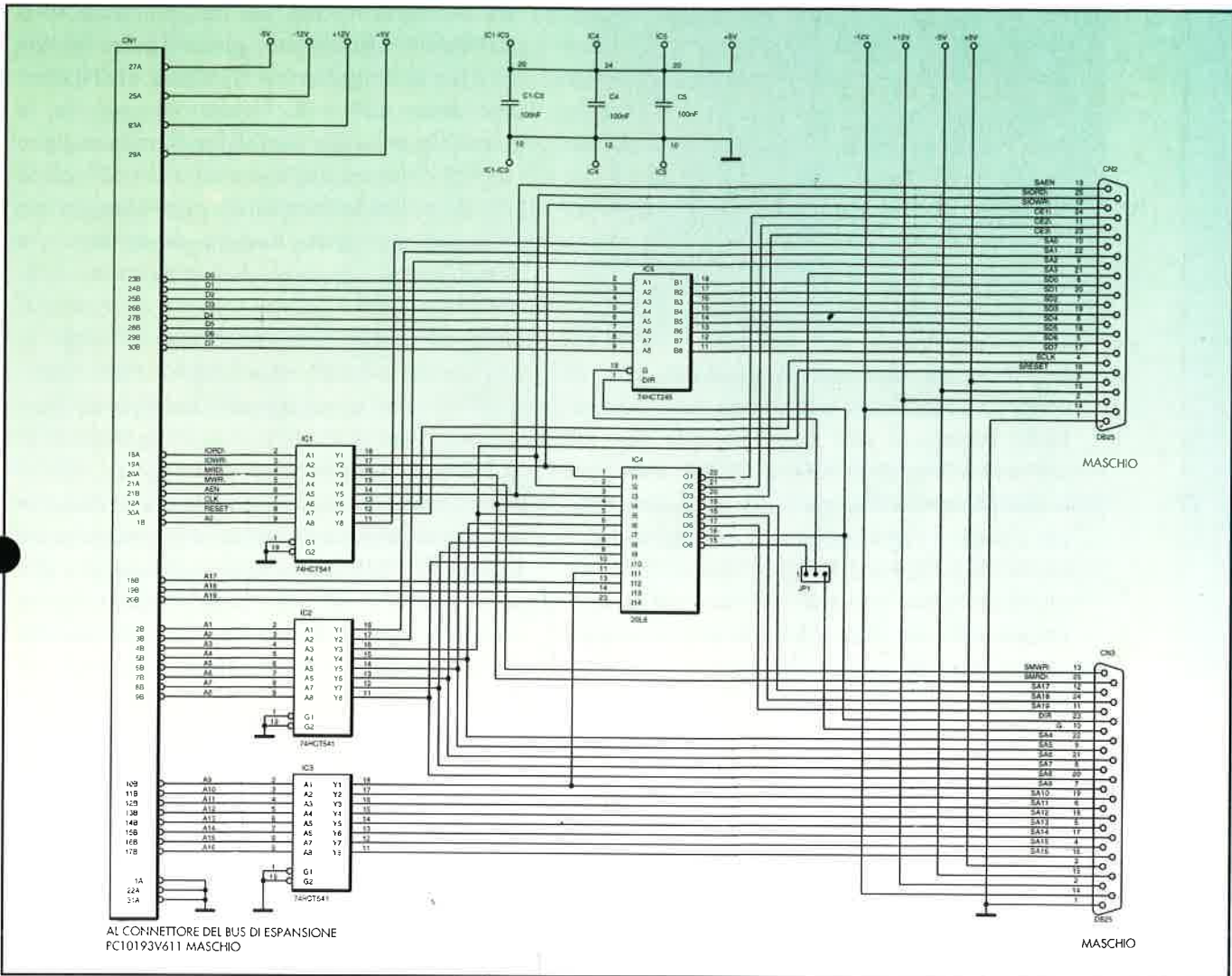
Questo integrato è un buffer a otto linee con uscita non invertente di tipo 3-state. Questo significa che può assumere tre stati: livello logico alto, livello logico basso e alta impedenza. La condizione di alta impedenza viene assunta quando sia G1 che G2 passano a livello alto.

Nel circuito proposto quest'ultima condizione non si verifica mai, poiché gli ingressi G1 e G2 sono collegati a massa.

Il compito di questo circuito è quello di operare da amplificatore separatore per la maggior parte dei

Il connettore A+B utilizzato nel montaggio è dotato di una tacca che ne consente il corretto orientamento





Schema completo del circuito decodificatore di indirizzi

Segnali provenienti dal bus di espansione, e di inviarli successivamente ai connettori di uscita.

IL CIRCUITO 74HCT245

Questo circuito è un buffer bidirezionale a 8 linee con uscita non invertente. Consente il passaggio dei segnali in entrambe le direzioni, in funzione dello stato logico assunto dal terminale 1 (DIR): quando si trova a livello logico alto il verso dei dati è da A verso B, mentre quando è a livello logico basso il flusso è contrario. Inoltre, può assumere anche la condizione di alta impedenza, controllata tramite il suo terminale 19 (G). La funzione di questo integrato è quella di regolare il flusso dei dati tra il computer e i circuiti periferici. Il suo controllo viene effettuato tramite la PAL 20L8

(IC4), che ha il compito di verificare il livello logico che devono assumere i terminali di indirizzamento e di abilitazione.

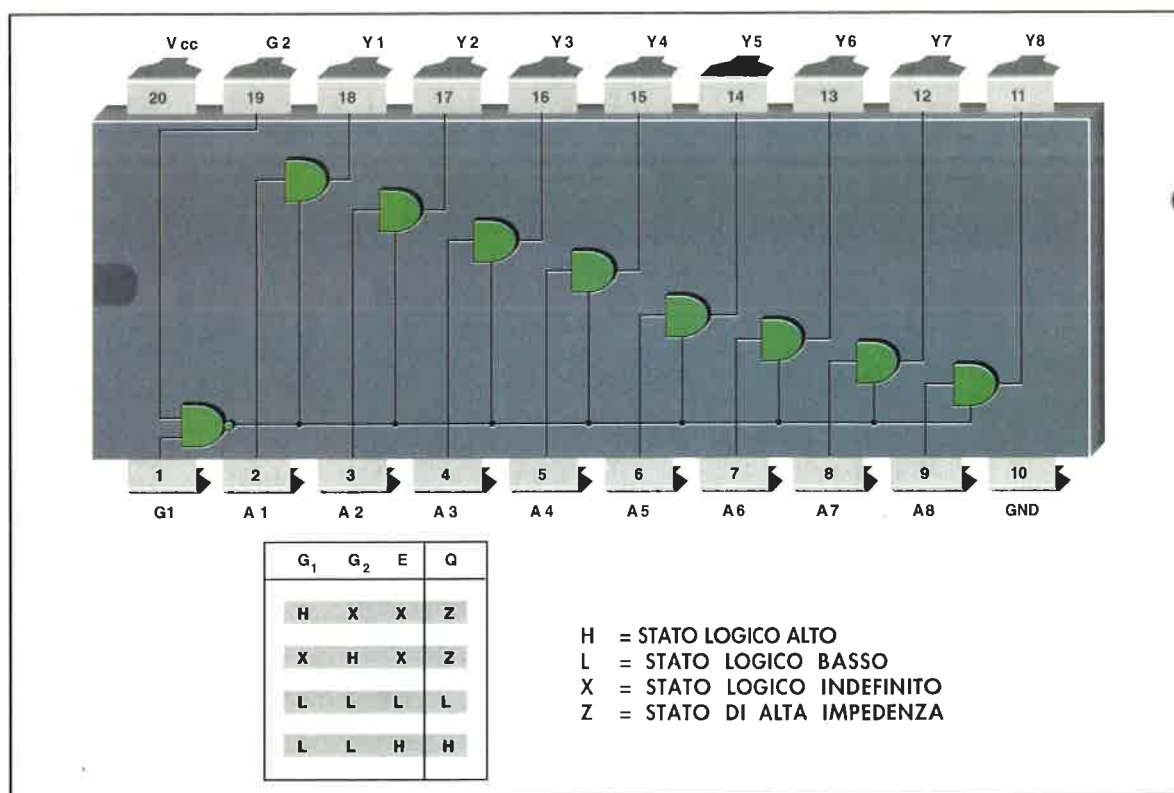
IL CIRCUITO DECODIFICATORE

Questo integrato è una Matrice Logica Programmabile (PAL), configurabile per un massimo di 20 ingressi e 8 uscite. La condizione ottimale prevede però che per una configurazione a 20 ingressi il numero delle uscite reali venga ridotto a 2. Nel caso in esame si sono utilizzati rispettivamente 14 ingressi e 8 uscite. Per settare le diverse configurazioni viene utilizzato lo stesso programma necessario per impostare le equazioni. Come già indicato, la funzione di questo integrato è quella di generare le uscite di abilitazione (da

Il circuito 74HCT541 è un buffer a otto linee con uscita non invertente

CE1\ a CE3\). Questi terminali si trovano normalmente a livello alto, sino a quando non viene effettuata un'operazione di scrittura o di lettura nella mappa delle porte di I/O (agli indirizzi che compaiono nella tabella riportata nella relativa figura), momento nel quale l'uscita passa a livello basso per tutto il tempo di durata dell'istruzione. In questa tabella è possibile osservare che ciascuna di queste uscite non si attiva per un solo indirizzo, ma per diversi contigui. Ad esempio CE1\ corrisponde agli indirizzi H300-H307 (esadecimale). Questo è dovuto al fatto che non vengono decodificate tutte le linee degli indirizzi. Nello schema si può osservare che alla PAL arrivano le linee degli indirizzi A9-A3, e non sono invece presenti le linee più basse; in questo modo, per ciascuna combinazione di dati agli indirizzi impostati, esistono altri 8 indirizzi che non raggiungono questo integrato, ma risultano simulati. Questo fatto non rappresenta un problema per il circuito che si sta analizzando poiché, globalmente, vengono impiegati gli indirizzi che vanno da H300 a H31F relativi alla mappa delle porte di I/O; tutti questi indirizzi sono destinati a schede sperimentali, in modo da non creare interferenze con altri dispositivi collegati al personal computer.

Altri segnali controllati dal decodificatore sono quelli relativi all'indirizzamento del flusso dei dati per il buffer bidirezionale (IC5) e all'abilitazione dello stesso (DIR e G rispettivamente). Per la generazione del segnale DIR vengono considerati i segnali di lettura, sia in memoria che nelle porte I/O, in modo tale che quando viene eseguita una di queste operazioni il verso del buffer viene direzionato da B verso A (ingresso dei dati), mentre per il resto delle operazioni da A verso B (uscita dei dati). Per il controllo dell'uscita G vengono considerati i segnali A9-A5, AEN, IORD\ e IOWR\ . Con questi segnali è possibile abilitare il circuito per l'esecuzione di qualche operazione di I/O sulle relative porte, se il segnale AEN si trova a livello basso; in questo caso è ovviamente necessaria anche una precisa combinazione dei segnali di indirizzamento. Si può osservare che per il controllo del segnale G vengono sfruttati solo gli indirizzi da A9 ad A5, mentre per le uscite da CE1\ a CE3\ si utilizzano gli indirizzi da A9 ad A3. Questo si deve al fatto che A3 e A4 vengono impiegati per conoscere quale delle tre uscite deve essere abilitata. Inoltre, con A3 e A4 è possibile realizzare quattro combinazioni, anche se nel caso in esame se ne sfruttano solamente

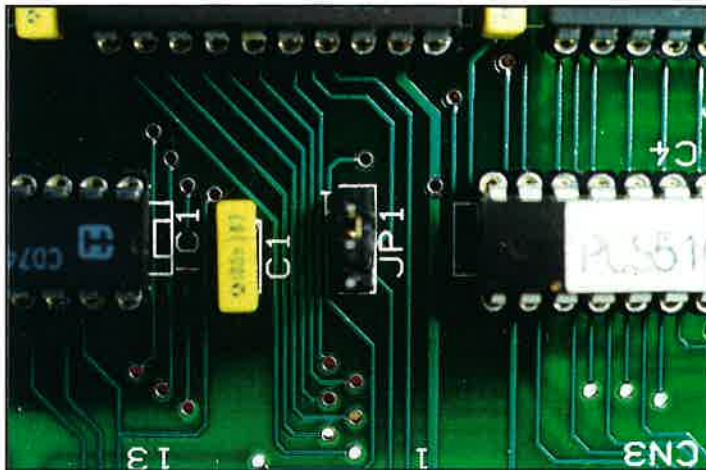


Schema interno e tabella di funzionamento dell'integrato 74HCT541

tre. Come conseguenza si ha che le uscite da CE1 \ a CE3 \ coprono meno indirizzi di quelli che G può riservare per l'abilitazione del buffer. G occupa gli indirizzi H300-H31F, mentre le uscite di abilitazione dei circuiti occupano gli indirizzi H300-H317, come già detto in precedenza. Anche questo non rappresenta un problema, poiché tutti questi indirizzi restano liberi per le schede sperimentali.

È inoltre possibile controllare il terminale G del buffer tramite un circuito esterno, semplicemente spostando il ponticello JP1 nella posizione 2. Questa operazione si rende necessaria quando viene richiesta l'abilitazione del buffer dei dati per indirizzi diversi da quelli analizzati sinora, o quando è necessario eseguire operazioni nella mappa di memoria.

Al circuito decodificatore arrivano anche le tre linee di indirizzo più alte, A17-A19. Per queste il circuito agisce da buffer, e permette di evitare l'impiego di un ulteriore integrato.

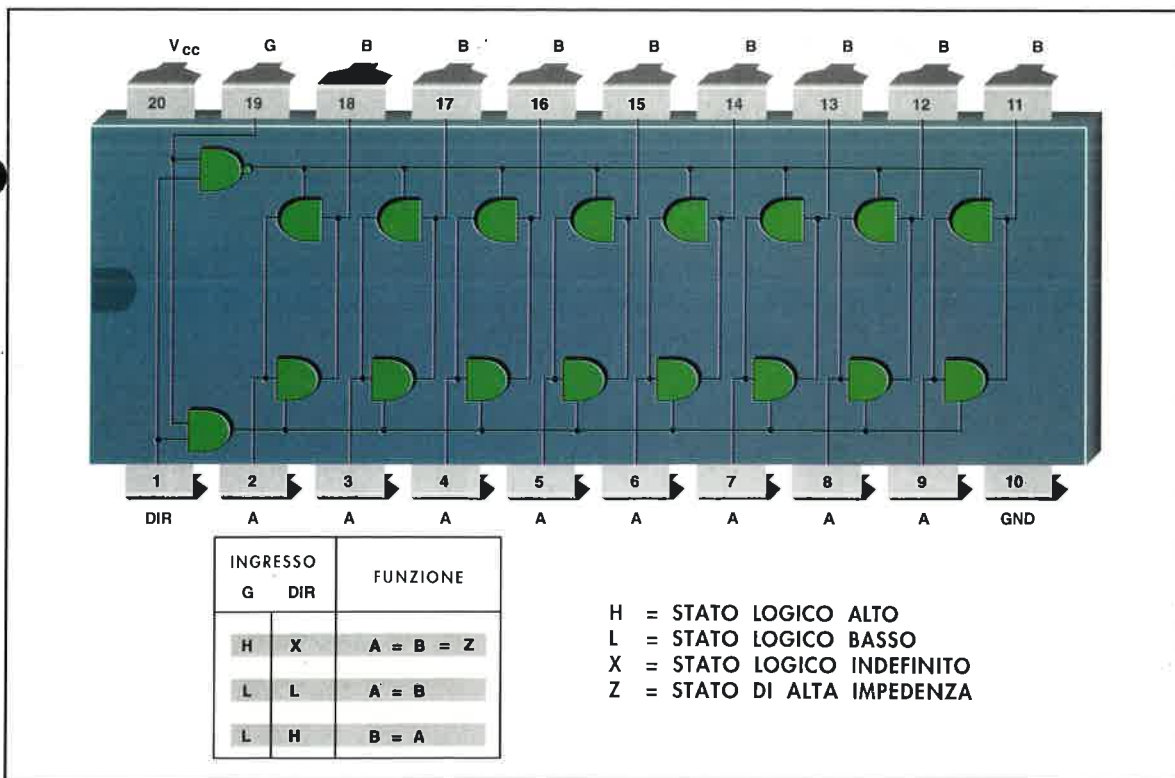


Dettaglio del ponticello JP1. Normalmente deve essere cortocircuitato nella posizione 1

MONTAGGIO DEL CIRCUITO

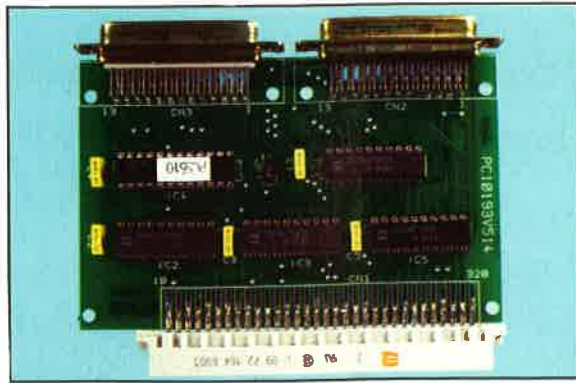
Prima di cominciare il montaggio del circuito bisogna verificare che la scheda, unitamente al suo connettore CN1, possa essere alloggiata correttamente nella parte posteriore del computer. In alcuni casi, la fessura nella quale dovrebbe

Al circuito decodificatore arrivano anche le tre linee di indirizzo più alte



Schema interno e tabella di funzionamento dell'integrato 74HCT245

Scheda del decodificatore di indirizzi completamente montata



ELENCO COMPONENTI

Circuiti integrati

- IC1-IC3 = 74HCT541
- IC4 = PAL 20L8 (con il programma PCS510)
- IC5 = 74HCT245

Condensatori

- C1-C5 = 100 nF

Varie

- CN1 = Connettore maschio A + B a saldare
- CN2, CN3 = Connettore DB25 maschio a 90°
- JP1 = tre terminali maschi a saldare per circuito stampato
- Un jumper per il ponte JP1
- Strisce di terminali torniti per gli zoccoli dei circuiti integrati (almeno 104 pin)
- 1 Circuito stampato PC10193V514

essere adattata la scheda per essere connessa al PC potrebbe risultare protetta da una staffa che impedisce l'inserimento corretto del connettore. Quando si verifica questa situazione, è necessario smussare uno spigolo della scheda prima di iniziare il montaggio dei componenti. Lo spigolo che potrebbe essere interessato è generalmente quello alla sinistra del connettore CN1. Lo smusso deve essere eseguito per una profondità di circa 1,5 cm a partire dal bordo della scheda. Mentre si effettua questa operazione, bisogna stare attenti a non rovinare qualche pista situata nelle vicinanze, anche se questa possibilità risulta piuttosto remota.

Dopo aver eseguito questo intervento si può iniziare il montaggio, saldando innanzi tutto gli zoccoli per i circuiti integrati, o le file di terminali utilizzate al posto di questi. Di seguito si devono montare i tre terminali relativi al ponticello di commutazione JP1; il quale deve essere cortocircuitato sulla posizione 1. Successivamente si possono montare i connettori. Per quanto riguarda CN2 e CN3 non dovrebbero esserci problemi, mentre il montaggio di CN1 è più

critico: controllare che la fila B del connettore corrisponda alla fila B del circuito stampato, che è quella presente sul lato componenti (come si può osservare nella figura relativa a questo particolare). Per rendere più semplice il montaggio del connettore è consigliabile inizialmente saldare solamente i due terminali più esterni; dopo aver verificato, ed eventualmente regolato, la correttezza dell'allineamento e dell'orientamento del connettore, si può procedere con la saldatura degli altri terminali.

Al termine si possono montare sulla scheda i condensatori di filtro e, dopo aver saldato questi ultimi, inserire i circuiti integrati negli zoccoli corrispondenti, verificandone il corretto orientamento.

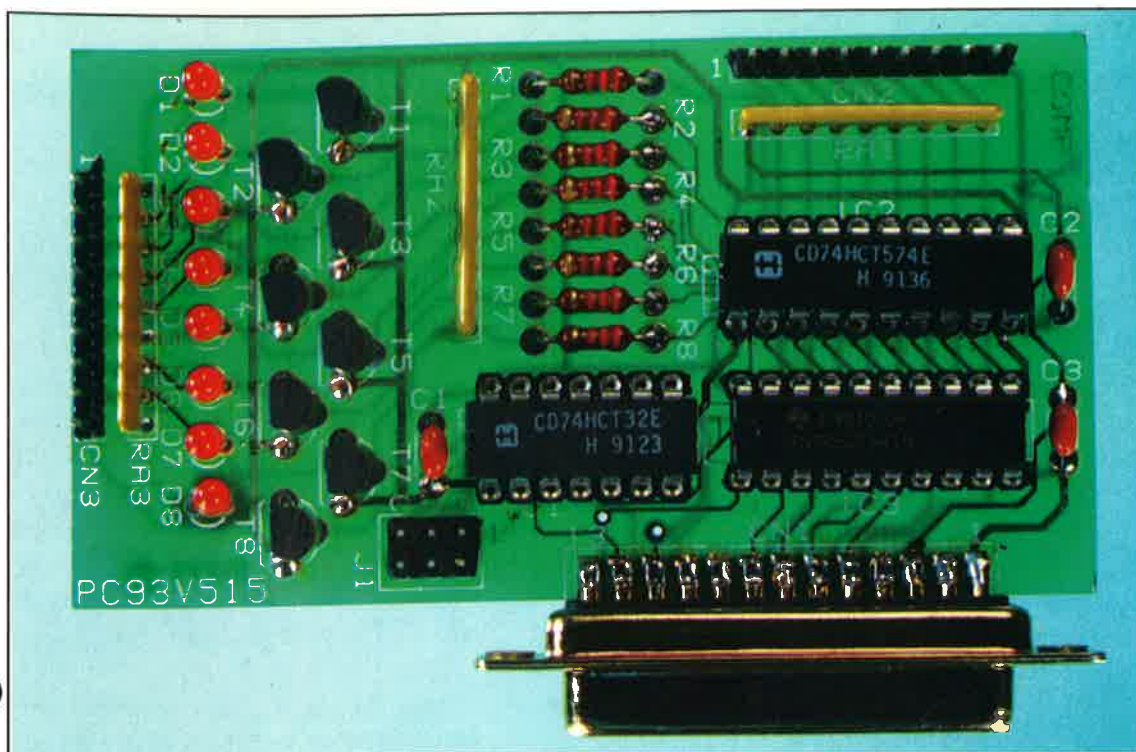
EQUAZIONI DELLA PAL

$$\begin{aligned} /SA17 &= /A17 \\ /SA18 &= /A18 \\ /SA19 &= /A19 \\ /DIR &= /IORD + /MRD \\ /G &= /IOWR * A9 * A8 * /A7 * /A6 * /A5 * /AEN + /IORD * A9 * A8 * /A7 * /A6 * /A5 * /AEN \\ /CE1 &= A9 * A8 * /A7 * /A6 * /A5 * /A4 * /A3 * /AEN * /IOWR + A9 * A8 * /A7 * /A6 * /A5 * /A4 * /A3 * /AEN * /IORD \\ /CE2 &= A9 * A8 * /A7 * /A6 * /A5 * /A4 * A3 * /AEN * /IOWR + A9 * A8 * /A7 * /A6 * /A5 * /A4 * A3 * /AEN * /IORD \\ /CE3 &= A9 * A8 * /A7 * /A6 * /A5 * A4 * /A3 * /AEN * /IOWR + A9 * A8 * /A7 * /A6 * /A5 * A4 * /A3 * /AEN * /IORD \end{aligned}$$

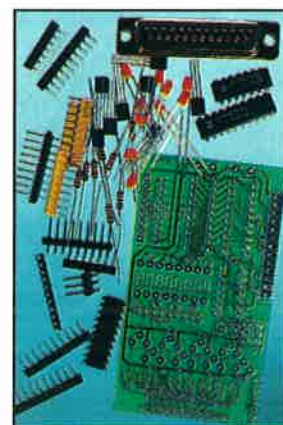
A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	INDIRIZZO	USCITA ATTIVA
1	1	0	0	0	0	0	X	X	X	H300 - 307	CE 1 \
1	1	0	0	0	0	1	X	X	X	H302 - 30F	CE 2 \
1	1	0	0	0	1	0	X	X	X	H310 - 317	CE 3 \

X = STATO LOGICO INDEFINITO

Logica di decodifica delle tre uscite disponibili



INTERFACCIA DI INGRESSO/USCITA PER PC



Una applicazione pratica per il decodificatore di ingresso/uscita presentato nel numero precedente. Otto ingressi, e altrettante uscite, a portata di mano.

nel capitolo precedente si era studiato un decodificatore bufferizzato di indirizzi, e in questo numero ne verrà proposta una applicazione che permetterà l'attivazione di otto uscite alle quali sarà possibile collegare altrettanti relè da 5 V. Contemporaneamente verranno lette anche otto linee di ingresso; in questo modo, dopo aver realizzato l'interfaccia e averla collegata esternamente al proprio calcolatore, grazie ad un opportuno programma sarà possibile attivare le uscite come si desidera o in funzione delle condizioni degli ingressi.

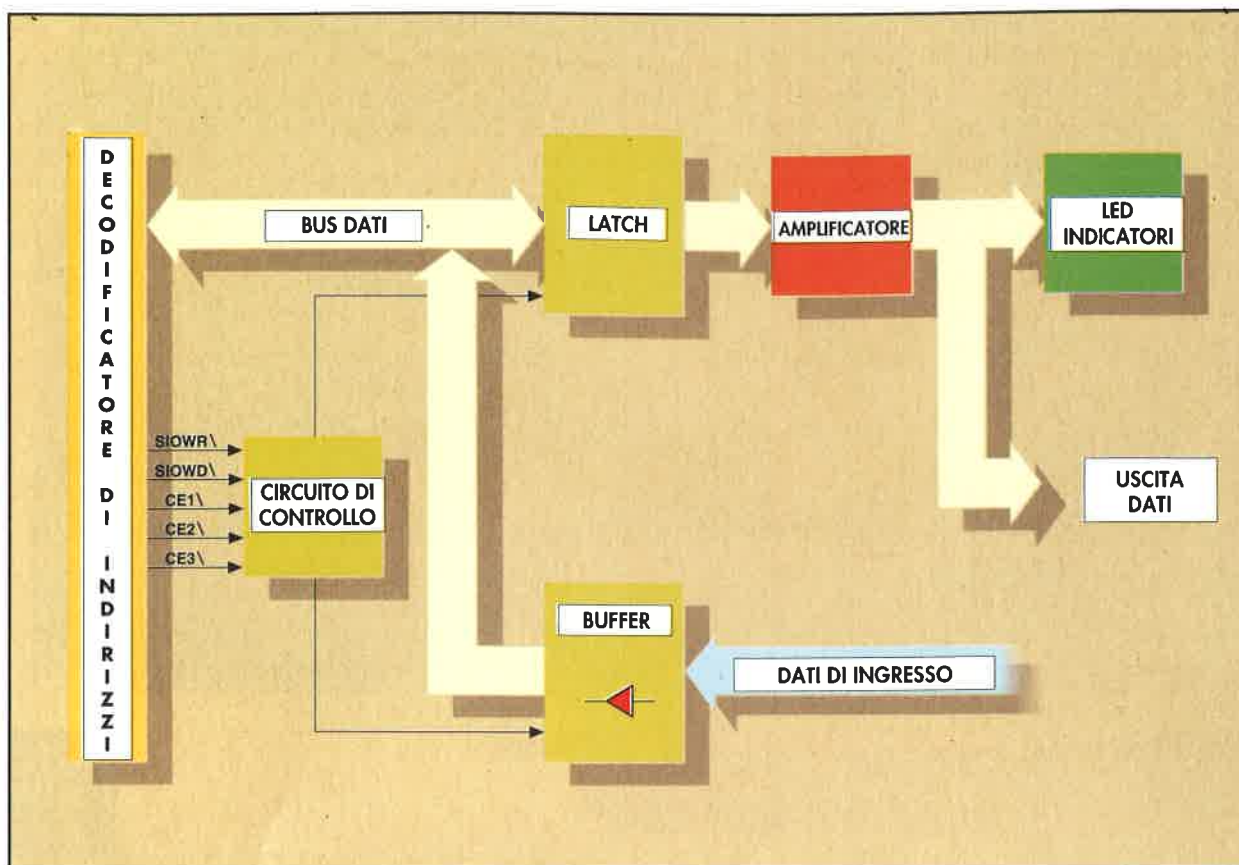


Diagramma a blocchi dell'interfaccia di ingresso/uscita

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Come è possibile notare nel diagramma a blocchi, il funzionamento del circuito è molto semplice, e si suddivide in due rami principali: uno di lettura dei dati e l'altro di scrittura. La parte più semplice è senza dubbio quella relativa all'acquisizione dei dati. Le linee di ingresso sono collegate ad un amplificatore e, di seguito, al bus dati che passa attraverso il circuito per la decodifica degli indirizzi, che possono in questo modo essere letti direttamente dall'elaboratore.

Per la scrittura di un dato viene eseguita una operazione molto simile, anche se leggermente più complessa. Dall'elaboratore partono i dati per il decodificatore di indirizzi, e successivamente vengono immagazzinati in una memoria temporanea di tipo latch. L'informazione presente in questa memoria viene amplificata e inviata ad un sistema di visualizzazione costituito da diodi LED e al connettore di uscita, al quale possono essere collegati direttamente dei relè a 5 V.

Come si può osservare, al bus dati sono connesse due parti ben distinte del circuito; ciò non genera alcun problema, poiché al bus non possono accedere entrambe contemporaneamente. Per pilotare il funzionamento si sfrutta il circuito di controllo, che ha il compito di regolare l'accesso al bus per i due circuiti. A questo giungono i segnali di lettura e scrittura nella mappa di I/O e le uscite di abilitazione provenienti dal decodificatore di indirizzi; in questo modo questo circuito riesce a controllare e regolare sia l'indirizzo di lettura che quello di scrittura.

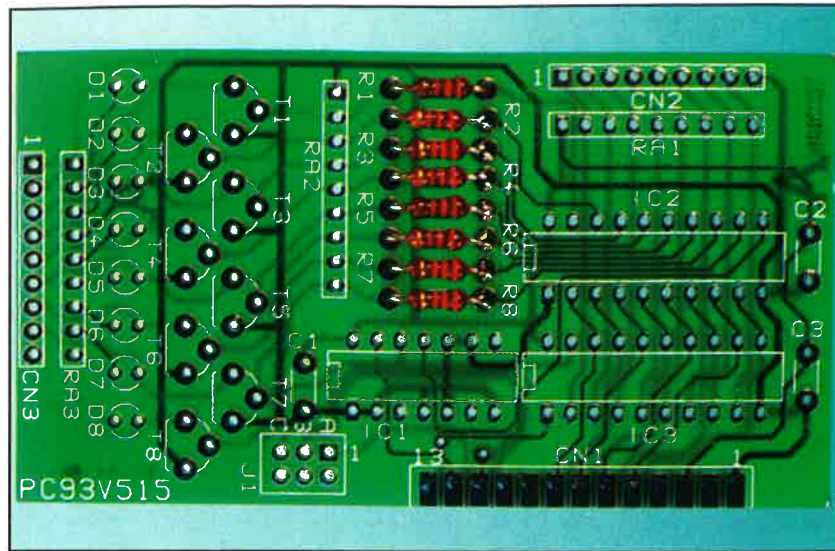
INGRESSO DEI DATI

Il modulo di ingresso dei dati, IC3, è costituito dal circuito integrato 74HCT541 già utilizzato in precedenza: il suo compito è quello di amplificare i dati presenti sul connettore di ingresso in modo da adattarli ai livelli richiesti per la loro lettura da parte dell'elaboratore. Gli ingressi bufferizzati di questo circuito sono collegati tramite resistenze di

*Dal
calcolatore
arrivano i dati
per il
decodificatore
di indirizzi,
che vengono
immagazzinati
in una piccola
memoria
temporanea di
tipo latch*

polarizzazione a + 5 V (conosciute con il nome di resistenze di pull-up), in modo da evitare qualunque tipo di indeterminazione del dato in ingresso. Con questo tipo di collegamento gli ingressi rimangono per default a livello logico alto, e per poter essere letti devono essere necessariamente forzati verso massa.

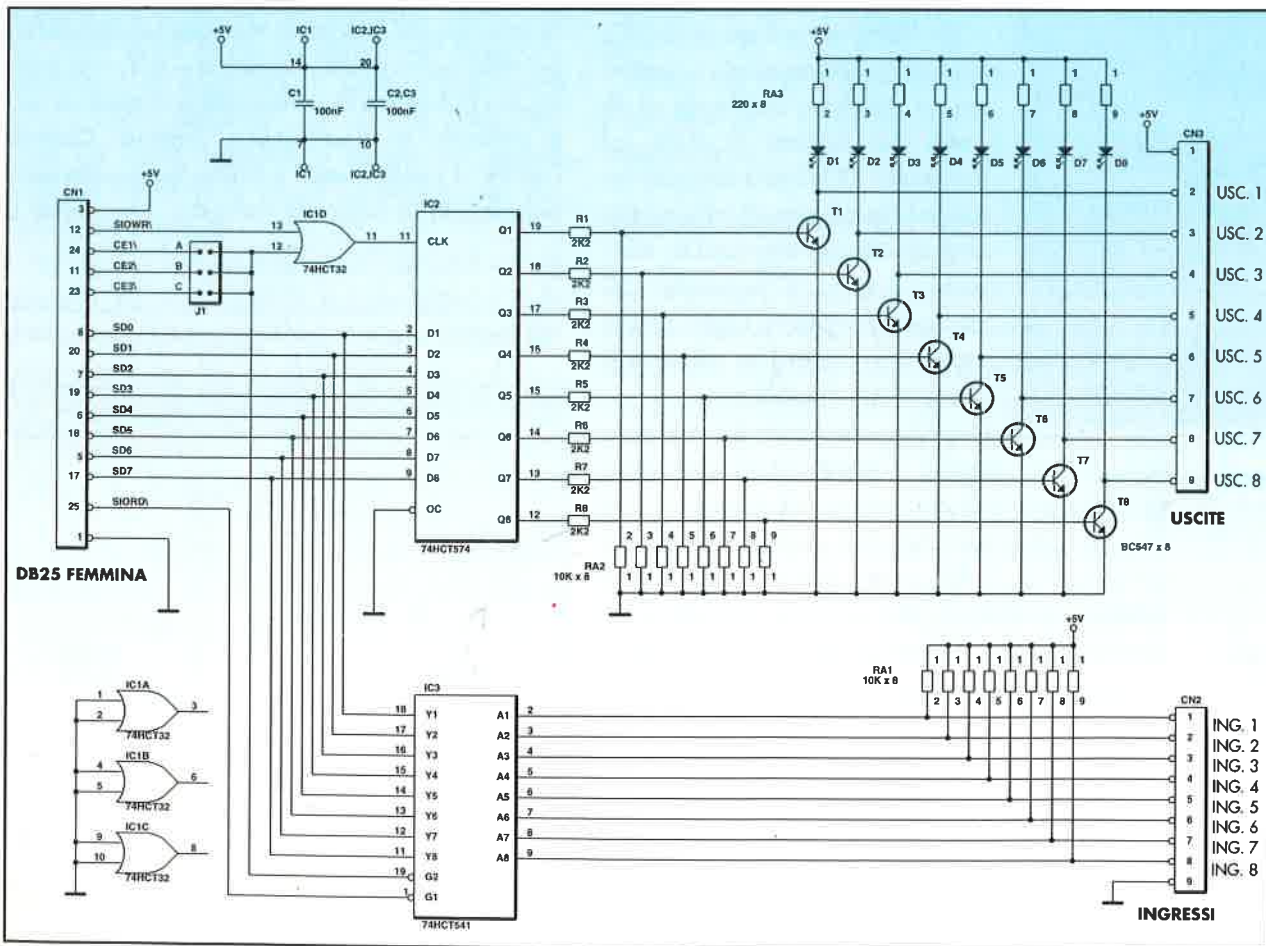
Il circuito è dotato di due ingressi di abilitazione, che permettono un doppio controllo sul bus dei dati; come già visto in precedenza, questi ingressi G1 e G2 richiedono un livello logico basso per poter abilitare il circuito. Di conseguenza, G1 dovrà essere collegato alla linea del segnale di lettura di ingresso/uscita



In abbinamento ai transistor ci sono dei diodi LED che permettono la visualizzazione dell'uscita attiva in quel momento

Queste sono le uniche resistenze del circuito; le altre sono SIL (definita nello schema con la sigla SIORD\). G2 invece, viene collegato al terminale comune del ponticello J1, che permette la selezione dell'indirizzo operativo del circuito. In questo modo, se si

Schema elettrico generale del circuito



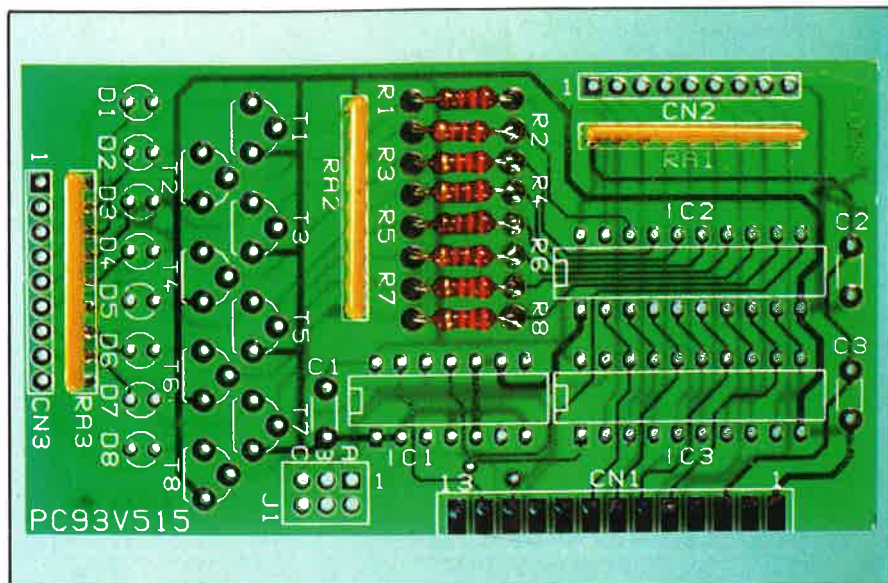
Il circuito latch sull'uscita dei dati è sempre attivo

vuole eseguire un'operazione di lettura bisogna fornire al connettore di ingresso CN2 due condizioni: la prima informa che è in atto un'istruzione di lettura sulle linee di ingresso/uscita, mentre la seconda definisce l'indirizzo selezionato tramite il ponticello J1.

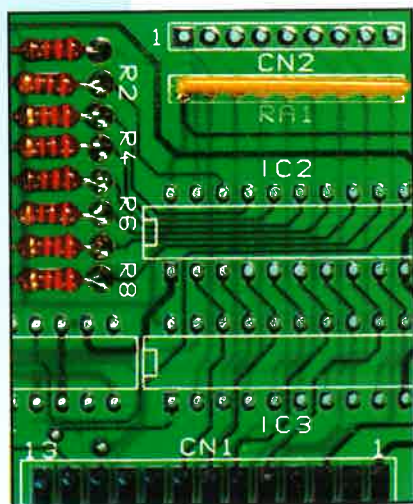
USCITA DATI

Il circuito di uscita è leggermente più complicato di quello di ingresso. Il bus dati è connesso a una piccola memoria latch temporanea costituita dal circuito integrato 74HCT574, che mantiene il dato presente finché non ne viene scritto un altro; ciò permette di avere dei dati stabili e permanenti che si mantengono tali finché non viene generata un'altra uscita. Questo integrato opera anche con segnali in alta impedenza, e viene controllato tramite il terminale OC: quando questo terminale è posto a massa, all'arrivo del fronte di discesa del segnale di clock sul terminale CLK le uscite Qx assumeranno lo stesso tipo di informazione presente sugli ingressi Dx. Viceversa, quando il terminale OC sarà portato a livello logico alto le uscite Qx passeranno alla condizione di alta impedenza.

Dopo questo circuito è presente lo stadio di amplificazione, formato da una rete di otto transistor, uno per ciascuna uscita. In combinazione con questi transistor è presente un gruppo di otto LED che permettono la visualizzazione dell'uscita attivata. Il funzionamento di questo stadio di amplificazione è molto semplice: il transistor è collegato nella classica configurazione ad emittore comune, e la sua resistenza di carico è costituita dalla combinazione del LED e della rispettiva resistenza posta in serie. L'uscita viene prelevata direttamente sul collettore, con riferimento alla tensione + 5 V.



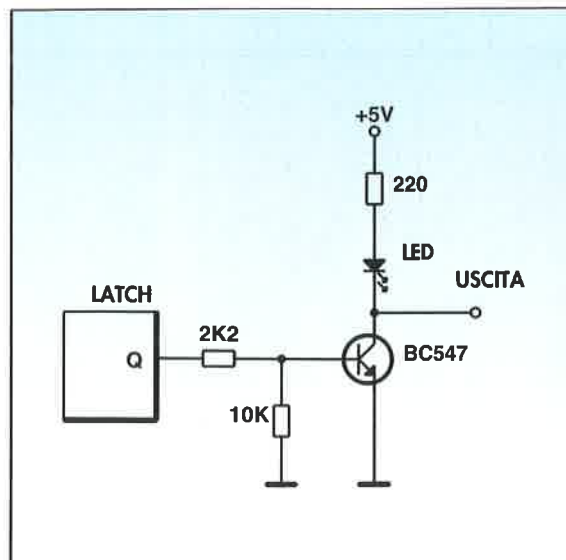
Le reti resistive RA1, RA2 e RA3 sono di tipo SIL, formate da otto resistenze con un terminale in comune



Il particolare evidenzia la differenza di dimensioni tra le resistenze convenzionali e le reti resistive SIL

Quando l'uscita Q è a livello logico basso la base del transistor risulta cortocircuitata verso massa, per cui non si hanno le condizioni di conduzione, e attraverso la resistenza di carico non scorre alcuna corrente. In questa situazione il diodo LED rimane spento, poiché la tensione sul collettore è a livello logico alto e, rispetto a + 5 V, non esiste alcuna differenza di potenziale: la rispettiva uscita rimarrà, in questo caso, inattiva. Quando l'uscita Q passa invece a livello logico alto verrà polarizzata la base del transistor, che andrà in

Dettaglio di funzionamento del circuito di uscita, in cui è visibile il collegamento con il diodo LED che indica se l'uscita è attiva

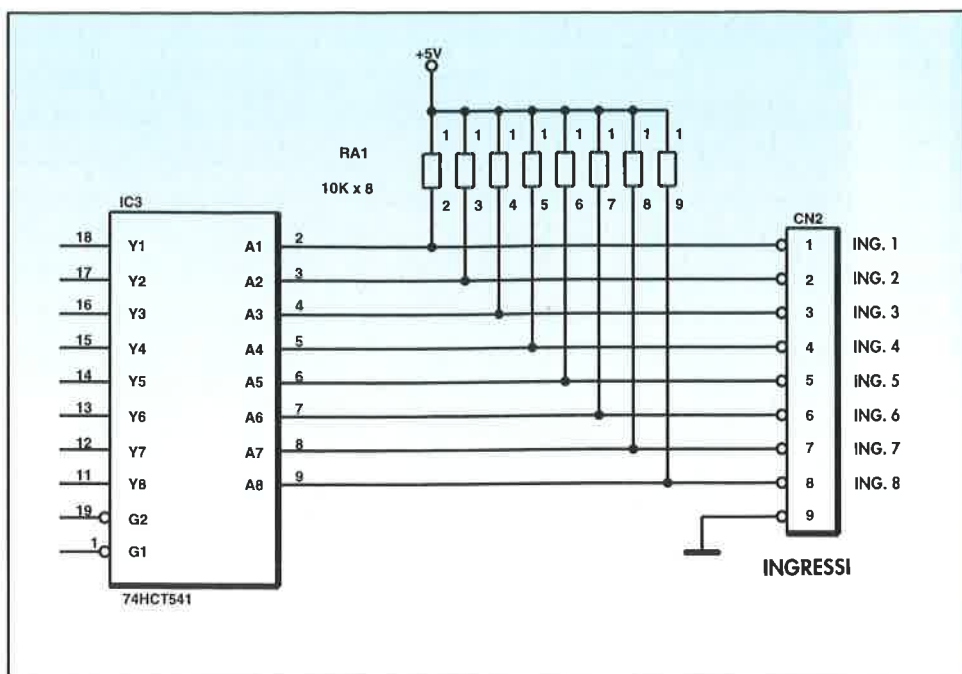


saturazione permettendo la circolazione di corrente attraverso la resistenza di carico e il diodo LED, portando il collettore al potenziale di massa. In questo caso l'uscita passa a livello zero per cui, rispetto alla tensione di riferimento + 5 V, ci sarà una differenza di potenziale di 5 V: l'uscita corrispondente sarà perciò attiva.

IL CIRCUITO DI CONTROLLO

Il suo compito è quello di eseguire il controllo sul bus dei dati, anche se la maggior parte del lavoro viene già svolto dal circuito decodificatore di indirizzi commentato in precedenza. Il circuito, IC1, è costituito da un insieme di porte OR contenute nell'integrato 74HCT32, una delle quali viene impiegata per gestire la condizione del ponticello J1. Come si può notare nello schema generale, gli ingressi delle altre porte OR sono collegati a massa per evitare possibili interferenze con il funzionamento dell'unica porta attiva.

Il circuito latch di memorizzazione temporanea presente sul bus dati è sempre attivo, e la memorizzazione degli stessi viene controllata attraverso il segnale di clock CLK. Le condizioni che permettono all'informazione presente sul bus dei dati di essere memorizzata sono: la generazione di un impulso con un fronte di discesa sul terminale 11 (CLK), che si produce solo quando avviene la commutazione di almeno uno degli ingressi della porta OR, e il passaggio di tutte le linee collegate al bus dei dati in condizione di alta impedenza, in modo da non influenzare l'informazione presente sullo stesso. Poiché uno degli ingressi della porta OR ha sempre un livello logico fisso, dato dalla impostazione del ponticello J1, dovrà per forza commutare l'altro ingresso, riferito al segnale SLOWR. Questo segnale, che normalmente è a livello logico alto, deve commutare a livello logico basso, indicando a tutto il



Dettaglio del circuito di ingresso, in cui sono presenti le resistenze di pull-up collegate ai terminali di ingresso

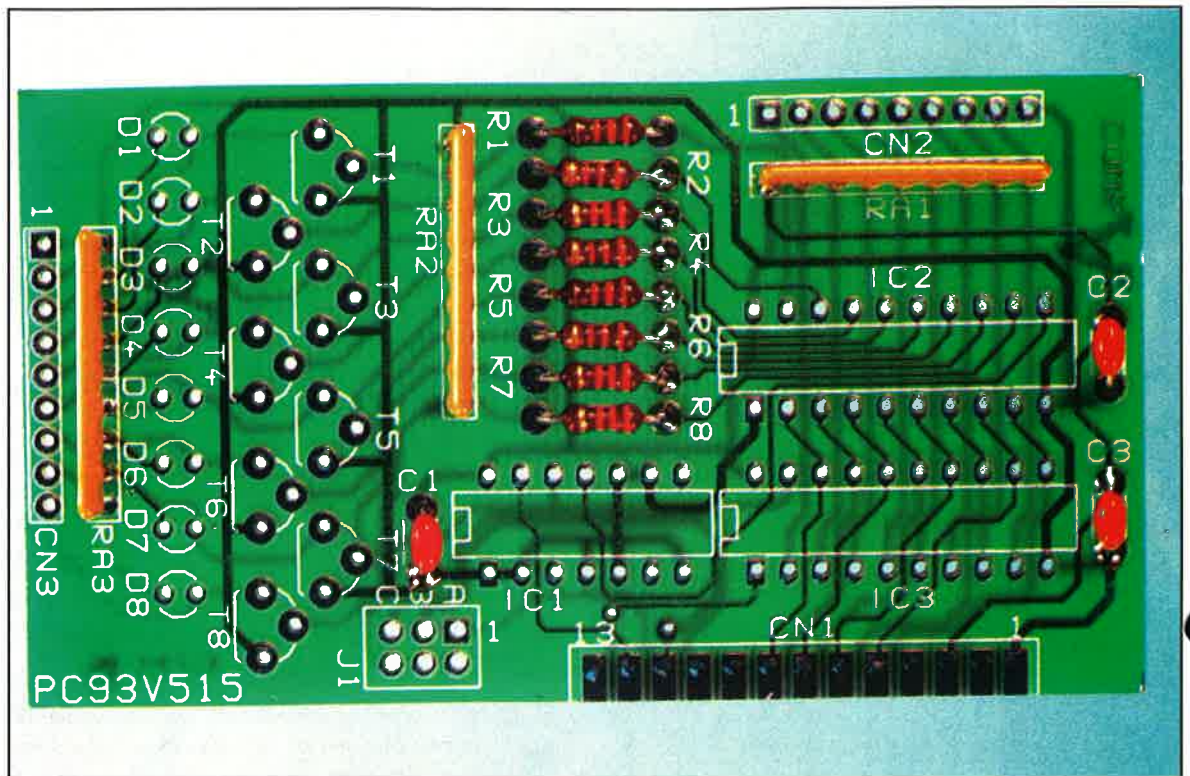
circuito che si sta eseguendo una operazione di scrittura.

Gli indirizzi che si possono selezionare tramite il ponticello J1 sono H300÷H307 con CE1\, H308÷H30F con CE2\, e H310÷H317 con CE3\; naturalmente i valori sono espressi in forma esadecimale.

MONTAGGIO DEL CIRCUITO

Per montare il circuito è necessario seguire le tipiche norme di sicurezza e precauzione. È importante ricordare che il circuito stampato è a doppia faccia, ma i fori non sono metallizzati. Per chi non comprenda il significato di queste parole, si ricorda che la metallizzazione dei fori consiste nell'applicazione, eseguita in fase di fabbricazione del circuito stampato stesso, di un sottile strato di materiale conduttore sulle pareti interne dei fori, in modo da creare un collegamento di tipo elettrico tra la pista relativa a quel foro presente su una faccia del circuito stampato e la pista corrispondente presente sulla faccia opposta. La mancanza della metallizzazione impedisce l'esistenza di questo collegamento elettrico, che dovrà essere perciò eseguito direttamente dall'operatore che monta il circuito. Il metodo da seguire per effettuare questa operazione è abbastanza semplice,

Gli indirizzi selezionabili con J1 sono H300 ÷ H307 con CE1\, H308 ÷ H30F con CE2\ e H310 ÷ H317 con CE3\



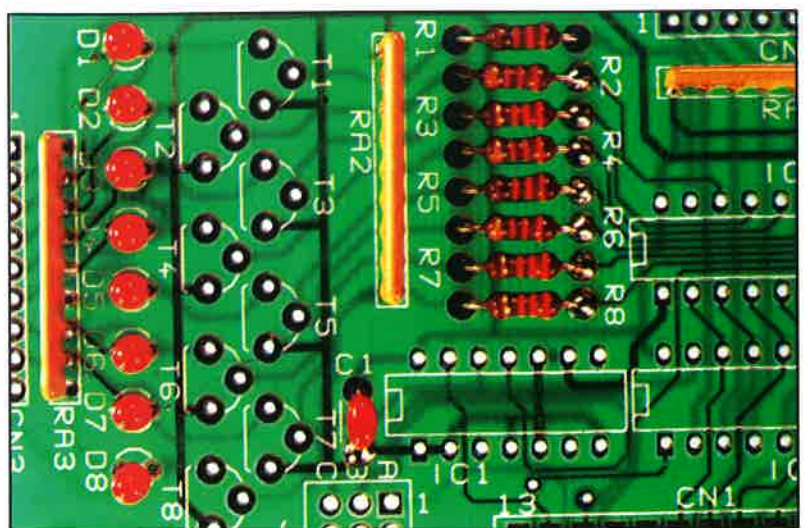
Nel circuito sono presenti solo tre condensatori, C1, C2 e C3, che servono per il disaccoppiamento dei circuiti integrati

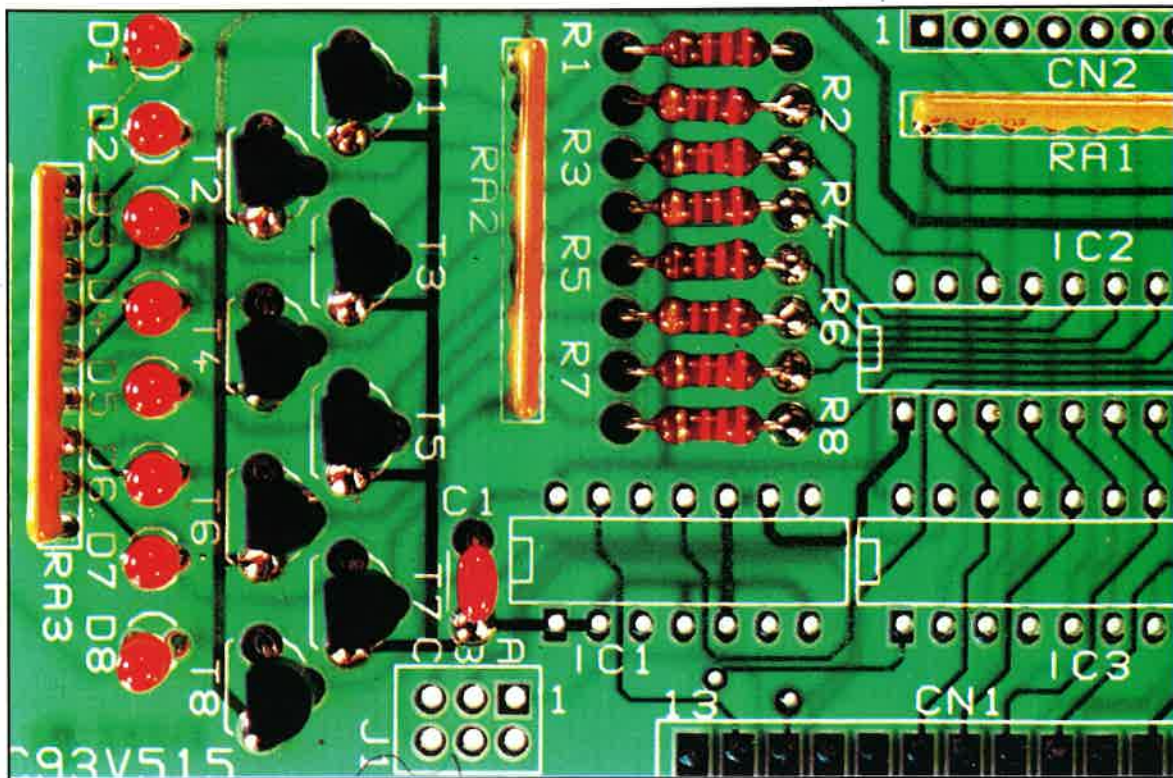
anche se non facile da realizzare, e consiste nel saldare i componenti su entrambe le facce; alcune volte può essere difficile raggiungere il terminale da saldare con la punta del saldatore, a causa dell'ingombro costituito da contenitore del componente, ma l'operazione deve essere comunque eseguita per poter ottenere un circuito funzionante. Altre volte, i fori non sono occupati da reofori di componenti, ma servono esclusivamente da collegamento tra piste presenti sulle due facce del circuito stampato: in questo caso si parla di fori passanti. Nel circuito in questione sono presenti due fori passanti in cui devono essere inseriti degli spezzoni di reoforo, recuperati da qualche resistenza o condensatore, e saldati da entrambi i lati. Inoltre, non è necessario saldare tutti reofori dei componenti, ma solo quelli sui quali arriva una pista o dal lato componenti o dal lato saldature. Di solito si parte con il montaggio dei componenti passivi, le resistenze, che verranno saldate prima sul lato saldature e poi

sul lato componenti. Si può osservare che sul lato componenti non è necessario saldare tutti i terminali, poiché parecchi sono privi di piste di collegamento. I terminali delle reti resistive RA1 e RA2 devono essere saldati entrambi sul lato saldature, mentre deve esserne saldato solo uno sul lato componenti. Nel caso di RA3 invece, le saldature da eseguire anche sul lato componenti sono parecchie. Successivamente verranno eseguite le stesse operazioni con i condensatori e con i

I diodi LED D1+D8 servono per evidenziare l'uscita attiva

Tener presente che il circuito stampato, pur essendo a doppia faccia, ha i fori non metallizzati

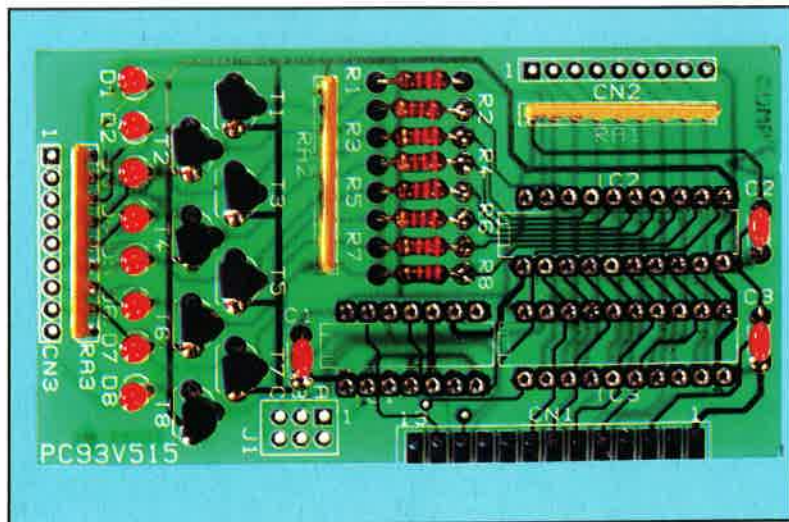




I transistor dello stadio di amplificazione devono essere montati come mostrato nella foto. Devono inoltre essere saldati anche dal lato componenti, anche se sembra una operazione difficile, è solo questione di pratica

componenti attivi, vale a dire i diodi e i transistor. Infine, verranno montati e saldati gli zoccoli, o le file di terminali torniti, per i circuiti integrati, che saranno senza dubbio i più difficili da saldare dal lato componenti; per facilitare questa operazione si consiglia di tenerli il più possibile staccati dalla superficie del circuito stampato, in modo da poter raggiungere più facilmente con la punta del

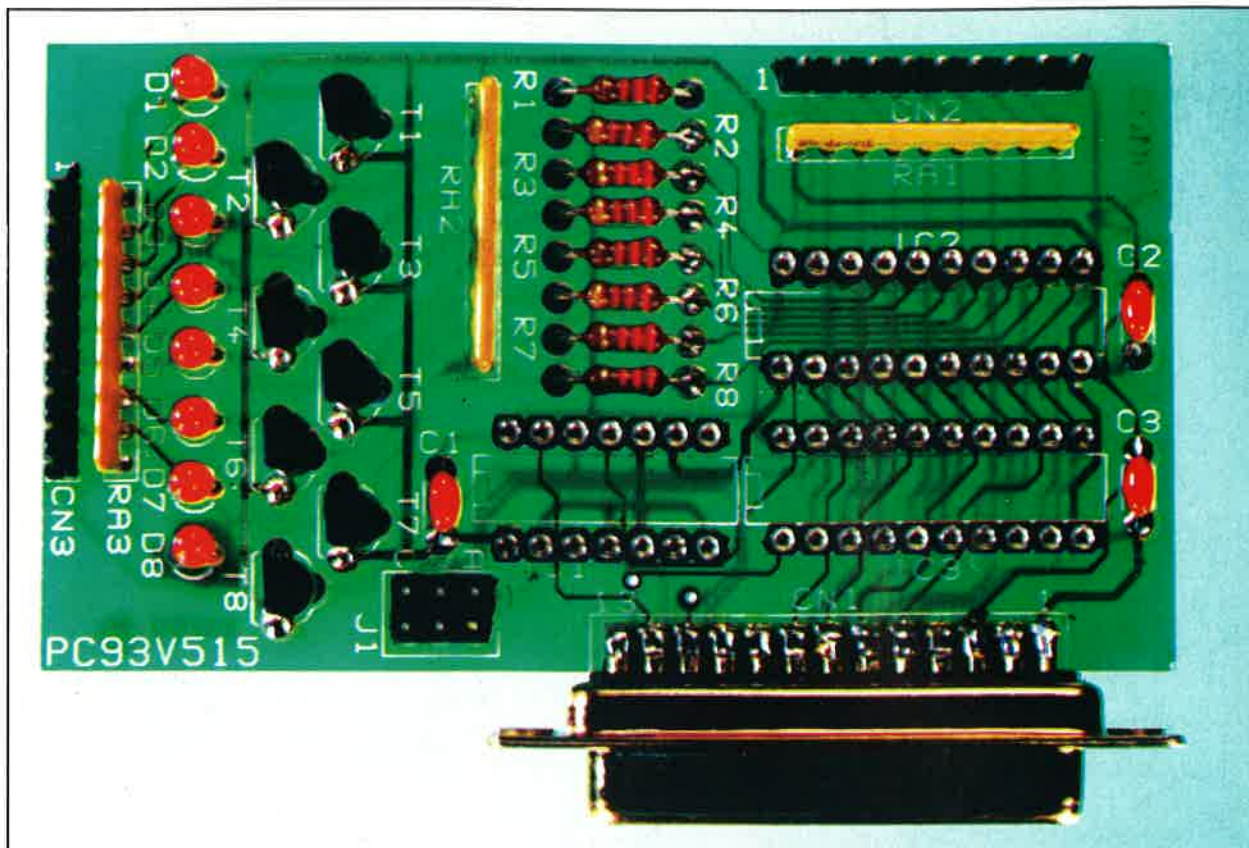
I terminali degli zoccoli per i circuiti integrati devono essere saldati sia sul lato saldature che sul lato componenti



saldatore il terminale da saldare. Per i connettori di ingresso CN2 e di uscita CN3 non è necessario eseguire delle saldature sul lato componenti, così come per il ponticello J1. Per ultimo verrà montato il connettore CN1, un connettore DB25, facendo coincidere i suoi terminali con le isole quadrate presenti sulle due facce del circuito stampato, e saldandoli su entrambe. Prima di eseguire queste ultime saldature, verificare che i terminali del connettore siano correttamente centrati rispetto alle isole di saldatura; inoltre, è consigliabile

eseguire la saldatura di questi terminali non in modo ordinato e sequenziale, al fine di non creare un eccessivo surriscaldamento del circuito stampato. La sequenza ideale sarebbe quella di saldare un terminale e di seguito quello spostato di tre o quattro posizioni; seguendo questo ordine si eviterà di provocare inutili danni. Non bisogna però dimenticare di saldare questo connettore su entrambe le facce del circuito

Si inizia il montaggio con i componenti passivi, ed in particolare con le resistenze



Quando si saldano i connettori CN1, CN2 e CN3 bisogna fare attenzione a non surriscaldare il circuito stampato e non danneggiare le piste

stampato. A questo punto possono essere inseriti i circuiti integrati nei rispettivi zoccoli, verificandone il corretto orientamento tramite un confronto con la serigrafia presente sul circuito stampato.

Dopo aver terminato il montaggio è necessario provare il circuito e verificare che tutto funzioni correttamente; queste operazioni costituiranno gli argomenti del successivo fascicolo.

ELENCO COMPONENTI

Resistenze

R1 + R8 resistenze 2,2 k Ω
 RA1 + RA2 reti resistive SIL 8 x 10 k Ω
 RA3 rete resistiva SIL 8 x 220 Ω

Condensatori

C1 + C3 100 nF multistrato

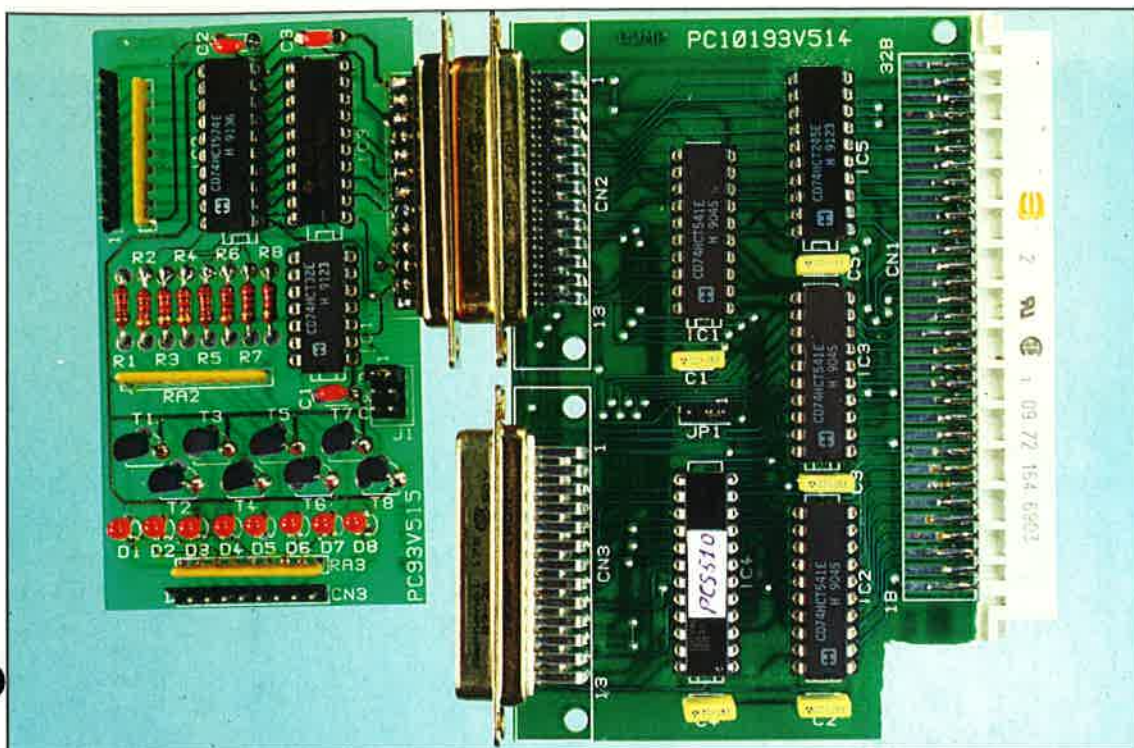
Semiconduttori

IC1 74HCT32

IC2 74HCT574
 IC3 74HCT541
 T1 + T8 transistor BC547
 D1 + D8 diodi LED

Varie

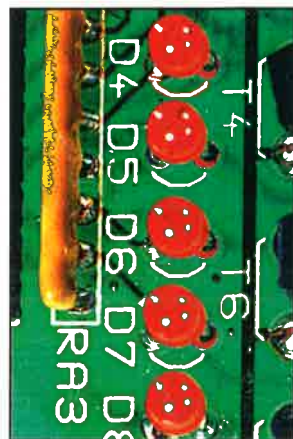
- CN1 connettore DB25 con terminali per saldare
- CN2 + CN3 strisce di terminali SIL per saldare (2x9 pin)
- J1 strisce di terminali SIL per saldare (3x2 pin)
- Ponticelli per J1
- Terminali forniti per gli zoccoli dei C.I. (54 terminali)
- Circuito stampato PC93V515



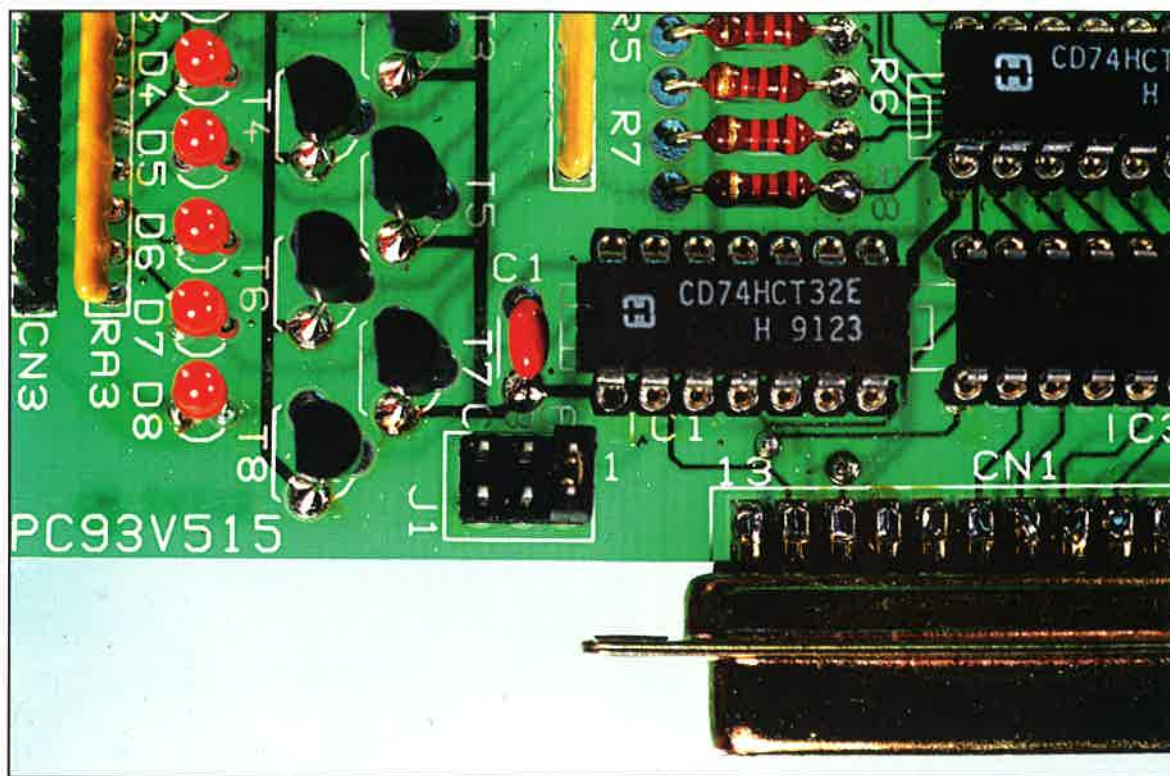
PROGRAMMAZIONE DELL'INTERFACCIA DI I/O

Le possibilità offerte dall'interfaccia descritta nel capitolo precedente sono straordinarie, soprattutto se abbinate ad un supporto software la cui qualità risulti all'altezza della situazione. Questo sarà l'argomento principale del tema trattato di seguito.

a Il lettore potrebbe nascere il dubbio che si voglia dubitare delle sue capacità e conoscenze per realizzare i circuiti proposti. In realtà, una nuova e rapida occhiata alla scheda realizzata in precedenza servirà solamente a preservarne l'integrità, e allo stesso tempo evitare perdite di tempo successive, dispiaceri, e molto probabilmente denaro per chi decida di montare i dispositivi proposti. Controllati eventuali cortocircuiti, saldature fredde, e errori nell'orientamento dei componenti si può proseguire con l'operazione di regolazione della scheda.



Per attivare uno degli ingressi è sufficiente collegare a massa il terminale corrispondente sul connettore CN2 (della scheda di interfaccia di I/O)



Dettaglio del ponte di commutazione J1

INGRESSI E USCITE

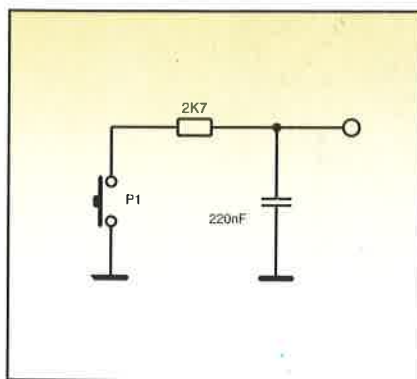
Collegare la scheda di interfaccia al connettore CN2 della scheda di decodifica degli indirizzi montata in precedenza (Attenzione!: questa operazione deve essere effettuata con il computer spento per preservare la scheda di interfaccia I/O e il computer stesso). Nella figura relativa viene illustrato il modo in cui le due schede devono essere collegate.

Come già indicato nel capitolo precedente, malgrado la tanto decantata compatibilità tra le varie marche di personal computer può capitare che le dimensioni posteriori del contenitore del PC risultino leggermente diverse da quelle standard, e quindi sia necessario eseguire una operazione di smusso degli spigoli della scheda di decodifica (se non lo si è già fatto in precedenza). Questo intervento non comporta pericoli per l'integrità del circuito

stampato, poiché le zone da smussare non sono occupate da piste. È importante verificare l'esatto orientamento dell'interfaccia poiché, come si ricorderà, l'uscita del decodificatore degli indirizzi presenta due connettori tra loro uguali, CN1 e CN2. Dopo aver eseguito la connessione si può iniziare lo studio della prima sezione di ingresso. Per attivare uno dei segnali di ingresso sarà sufficiente mettere a massa il terminale corrispondente che si trova sul connettore CN2 (della scheda di interfaccia I/O). Questa operazione, che a prima vista può apparire rudimentale ed estremamente semplice, può invece essere causa di parecchi problemi.

Come qualche lettore certamente saprà, quando si usa un pulsante per porre a massa un terminale di ingresso si possono generare dei rimbalzi. Questo, in pratica, significa che nel momento in cui il pulsante viene attivato invece di essere prodotto un segnale unico viene generata una sequenza di impulsi non desiderati. Per risolvere questo problema si può operare in due modi: impiegando un supporto logico, o software, oppure un supporto fisico, o hardware.

La prima soluzione prevede la predisposizione



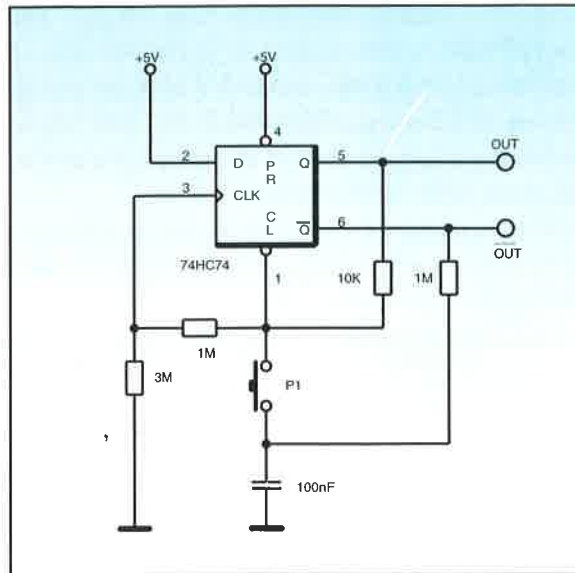
Circuito antirimbato che può essere utilizzato sugli ingressi dell'interfaccia

del programma in modo che possa essere imposta la frequenza di lettura dello stato relativo all'ingresso in esame; detto in altro modo, con questo sistema sarà possibile eseguire delle letture veloci nel caso in cui non sussiste il problema del rimbalzo, e delle letture lente quando potrebbe essere presente.

La soluzione hardware implica l'utilizzo di un circuito aggiuntivo chiamato comunemente circuito antirimbaldi. Nella figura esemplificativa si possono osservare due semplici progetti utilizzati a tal fine. La scelta del circuito più idoneo sarà funzione del livello di precisione e qualità desiderato dall'utente. Questi sono solamente due semplici esempi di come si possono evitare i rimbaldi sugli ingressi del dispositivo in esame; qualsiasi altro sistema che abbia le stesse funzioni è comunque valido.

L'importante è che il circuito scelto sia comunque in grado di discriminare l'impulso dovuto alla chiusura effettiva della linea dai vari impulsi spuri che si generano durante la chiusura stessa e soprattutto l'apertura dei contatti.

Esistono in commercio dei circuiti integrati studiati appositamente per questo scopo, basati sull'utilizzo di flip-flop.

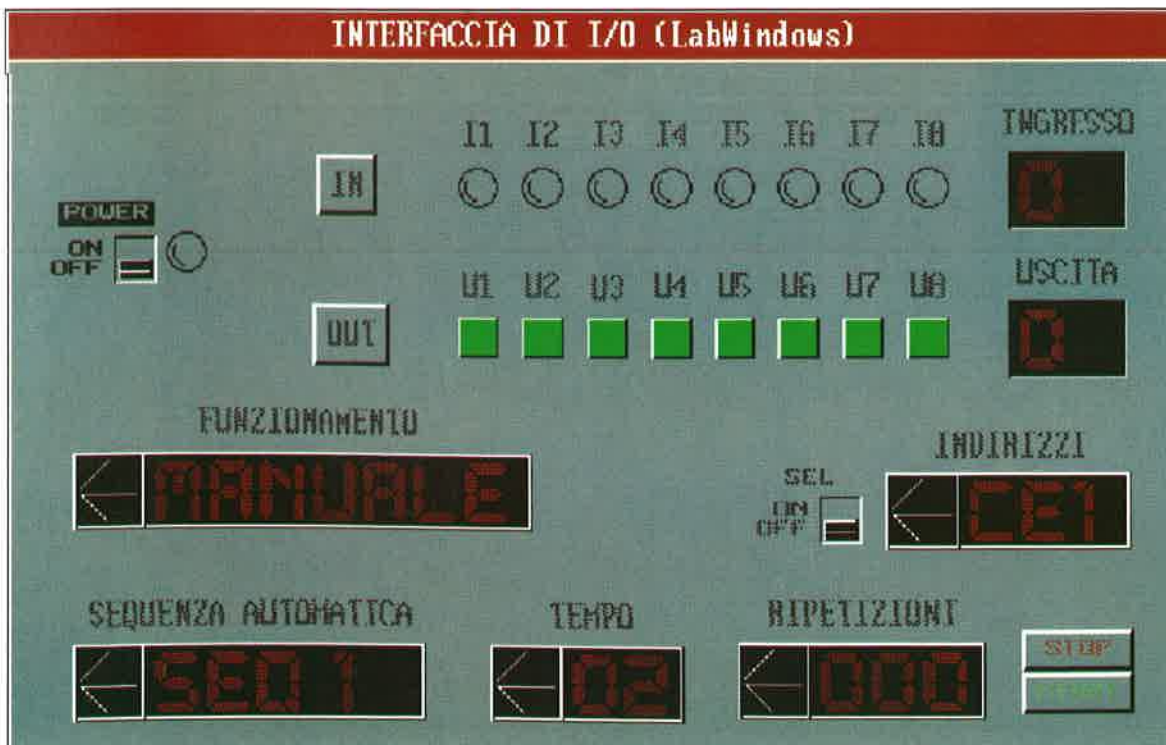


Circuito antirimbaldi integrato

Le uscite, come già detto in precedenza, sono in grado di controllare un relè a cinque volt che può essere collegato direttamente al terminale corrispondente sul connettore CN3. Il lettore può però scegliere se questo segnale deve attivare solamente un relè oppure dei circuiti che permettono l'accensione o il controllo di qualche dispositivo o apparecchiatura elettronica eventualmente asso-

Le uscite sono in grado di controllare direttamente un relè a cinque volt

Vista completa del pannello di controllo degli ingressi/uscite



ciata (non necessariamente un relè). Tuttavia, per semplificare la descrizione della regolazione, si fa l'ipotesi di pilotare un relè a 5 V, che può essere collegato ad una qualsiasi delle otto uscite disponibili. Il montaggio risulterà semplice come quello illustrato nella relativa figura.

Gli ingressi e le uscite vengono attivate via software, tramite le rispettive operazioni di lettura/scrittura all'indirizzo prescelto.

Come già detto, queste possono essere modificate a piacimento. Gli indirizzi che si possono gestire in funzione della posizione del ponticello J1 sono i seguenti:

POSIZIONE (J1)	INDIRIZZO (HEX)
A (CE1)	300 - 307
B (CE2)	308 - 30F
C (CE3)	310 - 317

Può darsi che questo dato non sia di nessuna utilità per qualche lettore. In effetti, per mettere in

evidenza la flessibilità che presenta questa soluzione, si consiglia il collegamento sull'uscita del connettore CN2 della scheda decodificatrice di una presa DB-25 (femmina), a sua volta connessa ad un cavo piatto a 25 fili, sul quale possono essere montati tre connettori DB-25 maschi; in questo modo è possibile controllare direttamente tre schede d'interfaccia di I/O.

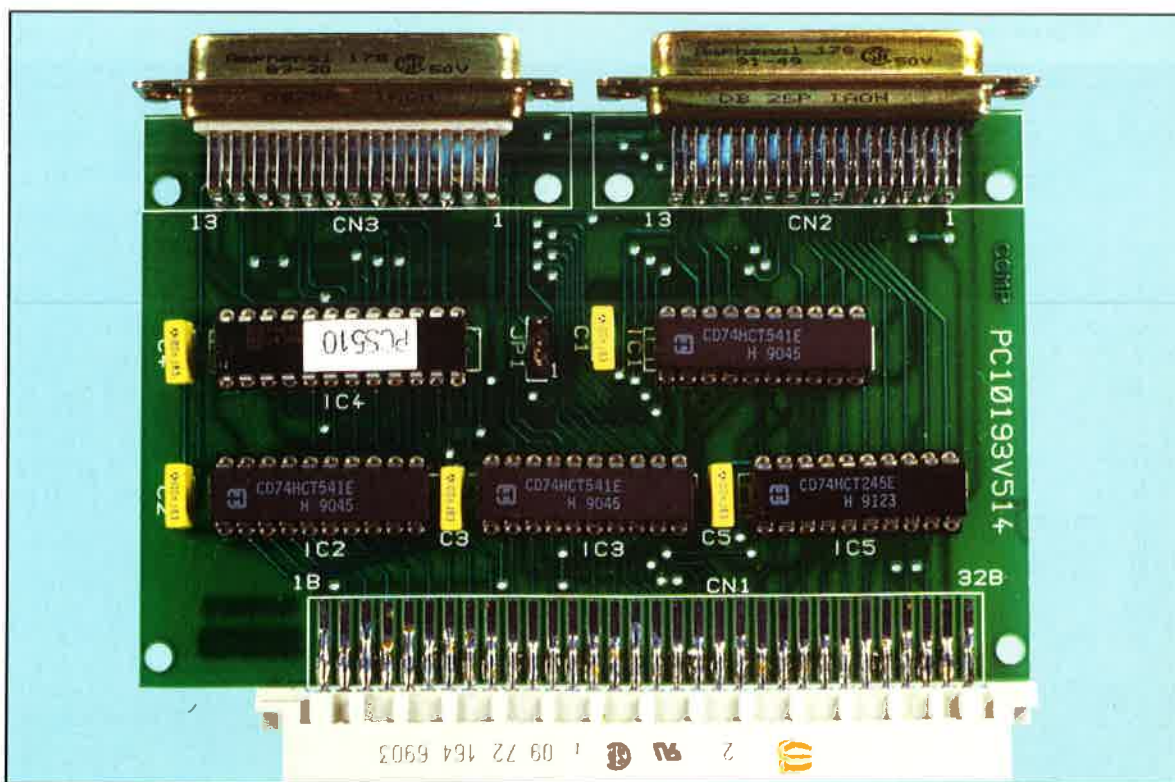
La selezione della scheda attiva si ottiene tramite il semplice cambiamento di posizione del ponticello di commutazione J1, con riferimento a ciascuna delle tre (oppure due) schede collegate al cavo parallelo di prolunga.

Successivamente si deve fare in modo che il programma legga o scriva all'indirizzo, tra quelli indicati nella tabella precedente, corrispondente alla scheda che si desidera abilitare in quel momento.

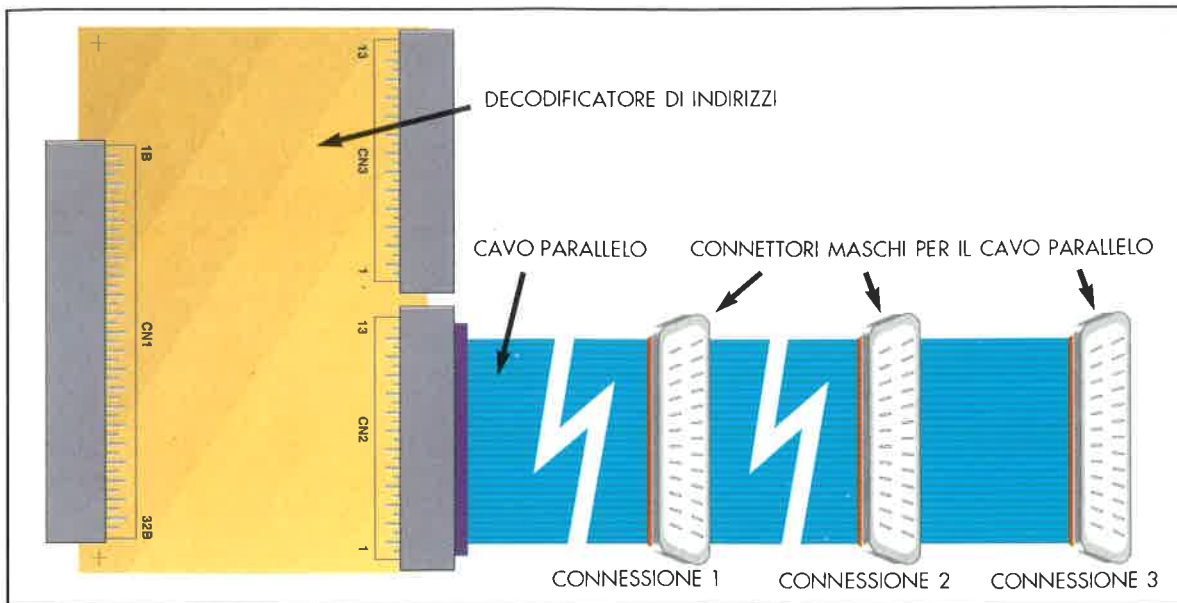
VERIFICA DELL'INTERFACCIA

Per realizzare una rapida verifica del circuito di interfacciamento si deve far ricorso a un breve programma in grado di leggere e scrivere i dati agli opportuni indirizzi. Se si utilizza il linguaggio

L'interfaccia di ingresso e uscita deve essere collegata al decodificatore degli indirizzi



Le uscite e gli ingressi del circuito si attivano via software tramite la rispettiva operazione di lettura/scrittura all'indirizzo prescelto

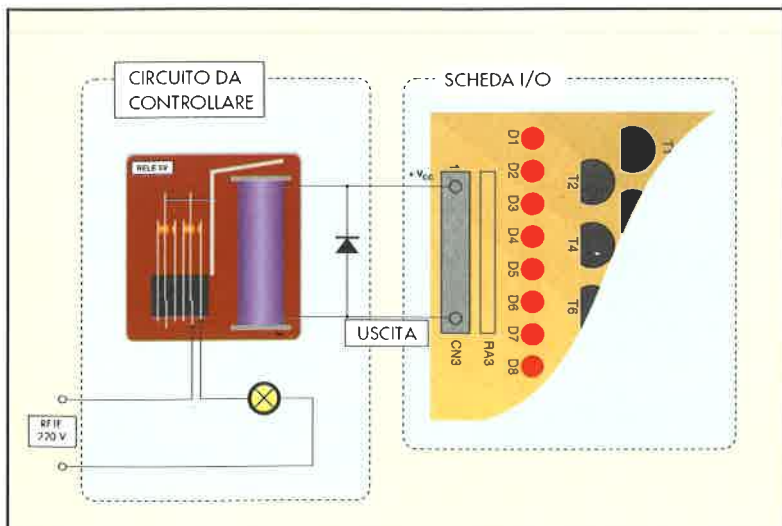


È possibile collegare fino a tre schede di I/O

di programmazione Basic, il listato può essere sviluppato in modo molto semplice. Infatti, è sufficiente utilizzare in modo corretto le istruzioni INP e OUT perché la scheda cominci a dare segni di vita.

A titolo esemplificativo vengono proposte un paio di routines di verifica. La prima esegue la scrittura del dato voluto all'indirizzo di abilitazione della scheda, facendo accendere i corrispondenti LED di segnalazione. La seconda esegue la lettura dello stato della linea dei dati di ingresso; ed invia quindi l'informazione ottenuta sullo schermo del computer. Queste routines sono state sviluppate con Quickbasic.

Collegamento dell'uscita a un relè esterno



Per la loro compilazione o interpretazione con un altro linguaggio si dovranno eseguire le opportune modifiche.

IN CASO DI DIFFICOLTÀ

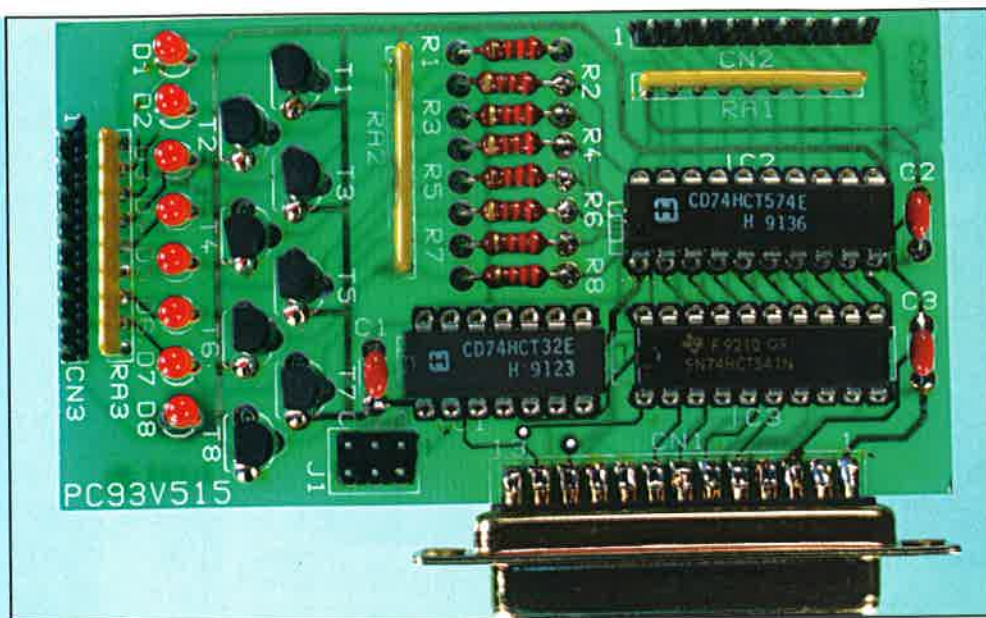
La realizzazione in esame presenta all'atto della verifica un ostacolo intrinseco dovuto al fatto che nello stesso istante vengono collaudate sia l'interfaccia di I/O che la scheda di decodifica degli indirizzi. Se si sono seguiti tutti i suggerimenti forniti sinora non dovrebbero sorgere problemi, anche se va detto che il pericolo è sempre in agguato.

Un sistema empirico per localizzare l'eventuale guasto, quando il circuito non si decide a funzionare, è quello di verificare se esiste qualche condizione attiva sulla fila dei LED quando viene eseguita la routine di abilitazione delle uscite.

Se i LED si accendono tutti si può dire che la scheda di decodifica funziona correttamente.

Nel caso non si ottenga alcun risultato, è necessario eseguire alcuni controlli elementari: verificare la presenza dell'alimen-

Gli indirizzi che possono essere selezionati con J1 sono H300-H307 per CE1\, H308-H30F per CE2\ e H310-H317 per CE3



Il connettore CN2 deve essere collegato all'interfaccia di ingresso e uscita

tazione a 5 V, controllare l'orientamento dei circuiti integrati (nel caso se ne fosse invertito qualcuno è probabile che questi risulti danneggiato).

Controllare inoltre che i ponticelli di commutazione siano nella corretta posizione (JP1 tra il terminale centrale e il terminale n. 1, e J1 nella posizione corrispondente all'indirizzo impostato nella routine Basic in esecuzione).

La verifica degli altri componenti è un'operazione molto semplice, anche se il loro cattivo funzionamento è comunque piuttosto improbabile.

Attuatori della modalità manuale. Si disattivano quando viene selezionata la modalità automatica



L'accensione del pannello si ottiene attivando il commutatore posto alla sua sinistra (POWER)

UTILIZZO DELL'INTERFACCIA I/O

Per operare sulla scheda viene proposto un programma che semplifica enormemente questa operazione, e che consente di automatizzare completamente le uscite dell'interfaccia.

Il programma, sviluppato con il linguaggio LabWindows, presenta un pannello di controllo sufficientemente completo, come si può osservare nella figura relativa, i cui comandi, peraltro molto semplici, verranno descritti di seguito.

Come è facile immaginare, l'accensione del pannello di controllo avviene tramite il commutatore situato sulla sinistra (POWER). Spostando con il mouse l'interruttore sulla posizione ON si attiverà la parte di pannello destinata al controllo manuale della scheda di I/O.

Questa opzione per default si setta sulla modalità manuale, e tutte le volte che il pulsante relativo al modo operativo (indicato con "FUNZIONAMENTO") viene commutato, vengono disabilitati i comandi corrispondenti alla modalità opposta; questo significa che se si imposta la modalità "auto" verranno disattivati tutti i controlli associati alla modalità "manuale" e viceversa.

Con la modalità manuale abilitata è possibile gestire gli ingressi (verificabili tramite i diodi LED rossi numerati da I1 a I8, e situati sulla parte superiore del pannello) e le uscite, attivate per mezzo dei pulsanti indicati con le lettere da U1 a U8 (di colore verde).

FUNZIONAMENTO MANUALE

Con l'ausilio del mouse si possono attivare tutti i commutatori e gli attuatori disponibili, proprio come se ci si trovasse di fronte a un pannello di controllo reale.

Prima di iniziare a lavorare sul pannello si deve verificare, in accordo con la tabella fornita in precedenza, l'indirizzo al quale è stata configurata l'interfaccia.

Le posizioni del ponte J1 (A, B e C) devono corrispondere ai rispettivi segnali di *chip select* o CE (in questo caso CE1, CE2 e CE3): il CE scelto dovrà essere impostato sul pannello. A tal fine si deve attivare il commutatore corrispondente (segnalato con INDIRIZZO) e selezionarlo premendo la freccia che lo stesso presenta sulla sua sinistra. Dopo aver configurato l'indirizzo è consigliabile disabilitare il commutatore di INDIRIZZO impostandolo sulla condizione OFF. Questo eviterà di eseguire inavvertitamente qualche operazione che potrebbe causare una situazione di funzionamento non corretto.

Esiste un altro modo per impostare questa selezione: quello di cliccare con il mouse direttamente sull'indicazione attiva in quel momento (ad esempio CE1).

Tenendo il pulsante del mouse premuto verrà visualizzato un sottomenu a tendina che presenta automaticamente a video le opzioni associate a questo commutatore (in questo caso saranno visualizzate tre opzioni); spostando il cursore del mouse su una di queste opzioni, e rilasciando il pulsante del mouse, verrà direttamente impostata l'opzione scelta.

Dopo aver selezionato l'indirizzo di lavoro è possibile agire sui pulsanti di attivazione delle uscite (di colore verde). Come si può osservare, la selezione di questi pulsanti non implica l'attivazione dei rispettivi diodi LED di test delle uscite presenti sulla scheda di interfaccia. Per convalidare la condizione di uscita si deve selezionare anche l'opzione OUT. Solo in quel momento i dati verranno riflessi sui LED, l'uscita diventerà at-



Selezione dell'indirizzo di lavoro. Si osservino le possibili opzioni in funzione della posizione di J1

tiva sulle linee selezionate facendo funzionare i dispositivi ad essa collegati, e il suo valore verrà visualizzato nella finestra di USCITA, posta alla destra dei pulsanti verdi (per ipotesi, in valore esadecimale).

La modalità operativa della sezione di ingresso non differisce molto da quanto esposto in precedenza. Come già detto, gli ingressi possono essere simulati portando a massa la linea (o le linee) scelta. Premendo il tasto IN viene abilitato l'ingresso dei dati presenti sulla linea in quell'istante. Il dato ottenuto viene visualizzato, sempre in notazione esadecimale, nella finestra posta in alto a destra (denominata INGRESSO).

È possibile selezionare le opzioni cliccando direttamente sulla relativa finestra di visualizzazione (in questo caso la sequenza di funzionamento). Anche gli altri indicatori di selezione funzionano allo stesso modo



Le posizioni del ponte J1 (A, B e C) corrispondono ai rispettivi segnali di *chip select* o CE (in questo caso CE1, CE2 e CE3)

CLICCANDO SUL VISUALIZZATORE VENGONO PRESENTATE TUTTE LE OPZIONI DISPONIBILI

ROUTINE 1 (USCITA)

```
'PROGRAMMA DI VERIFICA
'PER L'INTERFACCIA DI I/O
'ROUTINE DI USCITA
'L'INDIRIZZO ESADECIMALE 300 DEVE
'ESSERE MODIFICATO IN FUNZIONE
'DELLA POSIZIONE DI J1
CLS
LOCATE 10, 20
INPUT "Dato (decimale) da inviare : ",dato
CLS
OUT &H300, dato
LOCATE 10, 20
PRINT "Inviato il dato"; dato
LOCATE 12, 20
PRINT "Premere un tasto per continuare"
SLEEP
```

ROUTINE 2 (INGRESSO)

```
'PROGRAMMA DI VERIFICA
'PER L'INTERFACCIA DI I/O
'ROUTINE DI INGRESSO
'L'INDIRIZZO ESADECIMALE 300 DEVE
'ESSERE MODIFICATO IN FUNZIONE
'DELLA POSIZIONE DI J1
CLS
LOCATE 10, 16
PRINT "Configurare gli ingressi e premere un tasto"
SLEEP -CLS
dato = INP(&H300)
LOCATE 10, 20
PRINT "Ricevuto il dato (decimale): "; dato
LOCATE 12, 20
PRINT "Premere un tasto per continuare"
SLEEP
```

FUNZIONAMENTO AUTOMATICO

Quando si seleziona la modalità automatica tramite il commutatore di selezione del modo di funzionamento, si disabilitano gli ingressi del circuito e, generalmente, tutta la parte operativa superiore del pannello (quella riferita alla moda-

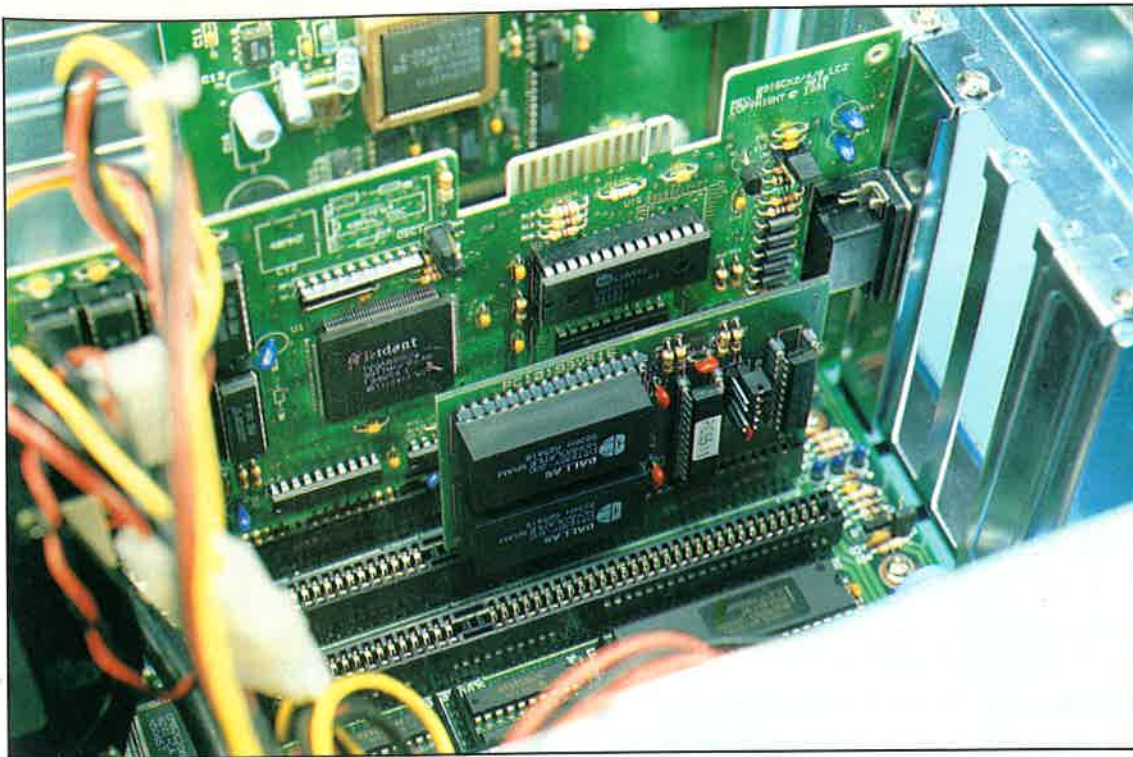
lità manuale). Sulla parte inferiore dello stesso sono disponibili tre commutatori associati alla modalità AUTO. Con il primo di questi è possibile selezionare tre diverse sequenze di esecuzione (da SEQ1 a SEQ3). Lo stadio successivo sarà quello di determinare, con l'ausilio del commutatore TEMPO, gli intervalli di tempo che devono intercorrere tra un passo e quello successivo della sequenza selezionata (eventi). Questa variabile ha come unità di misura i secondi, ed è possibile operare in modalità ultrarapida (tempo = 00). Infine, è presente un commutatore (denominato RIPETIZIONI) che consente di stabilire il numero di cicli ripetitivi della sequenza scelta.

Dopo aver programmato questi tre controlli si deve premere il tasto START per dare avvio "allo spettacolo".

Se per qualsiasi motivo si volesse interrompere la sequenza programmata si deve premere il pulsante STOP, che consente di abbandonare il ciclo in esecuzione prima del suo termine naturale.

Comandi associati alla modalità di funzionamento automatica. Devono essere configurati prima di premere il tasto di avvio (START)





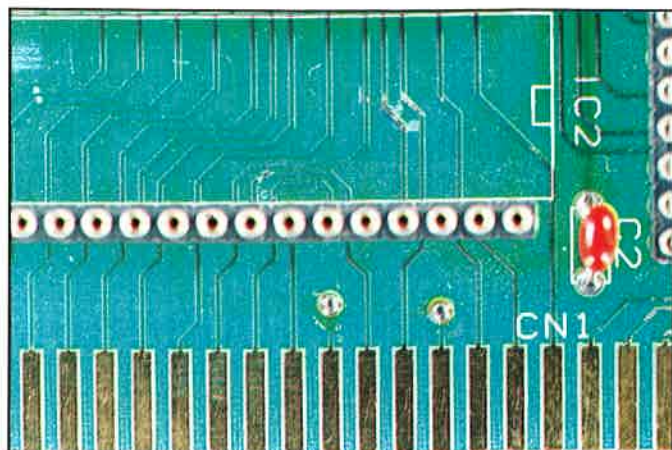
CHIAVE DI PROTEZIONE PER IL PC

Attualmente gli utenti di una rete e i computer più moderni sono dotati di un sistema di protezione all'avvio. Ma cosa si può fare se si vuole proteggere l'accesso a un programma reale, o se il proprio calcolatore non è dei più recenti?

per quanto concerne la sicurezza in campo informatico sono state studiate e realizzate moltissime soluzioni, ma quella presentata in queste righe combina elementi sia hardware che software. Questo progetto abilita una parola operante come chiave di accesso principale che può contenere fino a sei caratteri. Alcune memorie cablate su di una piccola scheda di espansione contengono una estensione del BIOS che consente di inserire il proprio codice di programma durante la sequenza di avviamento. La realizzazione pratica, inoltre, è semplice ed economica da realizzare.



Viene proposto un semplice ed economico circuito che consente di aggiungere una chiave di protezione all'avvio del PC



Sul circuito sono presenti due fori passanti

In questo capitolo viene proposto un circuito semplice e a buon mercato, che consente di aggiungere una chiave di protezione all'avvio per qualsiasi personal dotato di uno slot di espansione a 8 bit libero. Ogni volta che si avvia il personal con la scheda inserita, il software presente sul circuito aggiuntivo consente tre possibilità di prova per l'immissione della chiave opportuna. Se questa non viene immessa correttamente, si deve spegnere il computer e riprovare.

FUNZIONAMENTO DELLA CHIAVE

Il funzionamento del circuito è basato su alcune alterazioni del normale processo di inizializzazione del DOS, che impediscono l'avvio diretto del sistema, sia da disco rigido che tramite floppy disk, senza l'introduzione della parola chiave corretta.

Solo dopo aver immesso la parola chiave valida il controller del dispositivo consente l'accesso all'unità A, l'impiego dei tasti CTRL e ALT, e il proseguimento del caricamento del DOS che permette l'esecuzione delle restanti istruzioni contenute

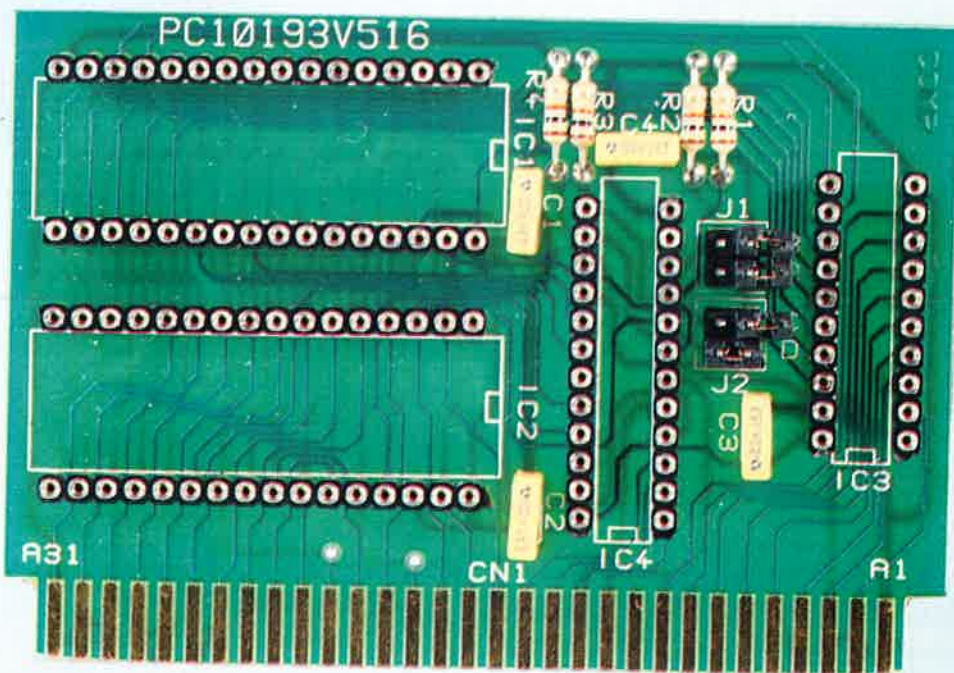
nel CONFIG.SYS. Solo in questo modo è perciò possibile accedere al computer e alle informazioni in esso contenute.

LA SEQUENZA DI AVVIO DEL DOS

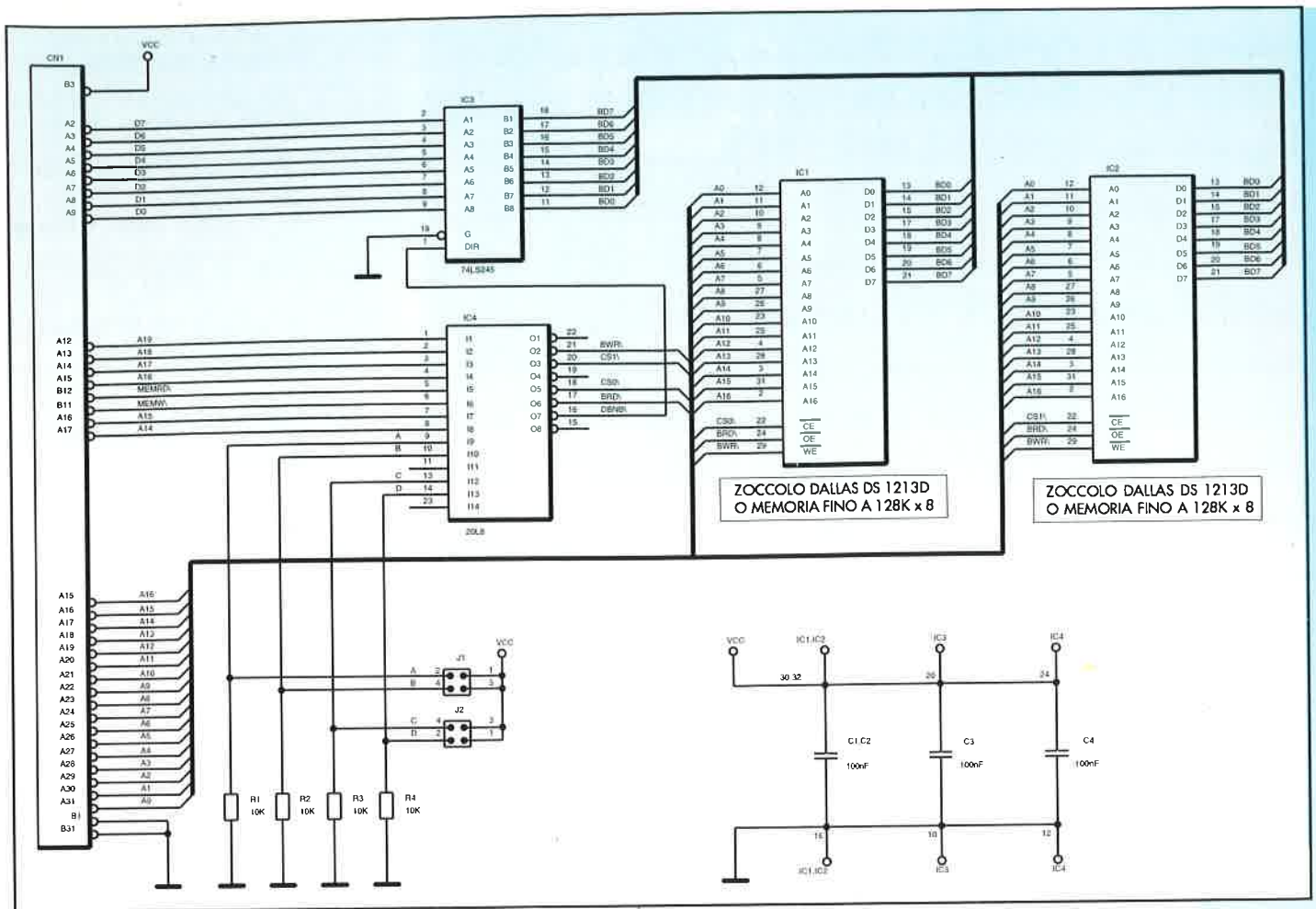
L'elaboratore, durante l'esecuzione delle routine di inizializzazione, verifica per prima cosa la presenza di possibili estensioni che possono presentare le ROM del BIOS. Queste estensioni, se

presenti, sono allocate nei segmenti di memoria che vanno da C000 a EFFF. Il BIOS esegue un controllo in questa area per blocchi di 2 Kbyte, cercando la sequenza di due bytes: 55 e AA. Se il BIOS trova questo contrassegno capisce che il byte successivo contiene la lunghezza (in segmenti di 512 byte) delle routines presenti nell'estensione della ROM. Successivamente il BIOS esegue una somma di controllo sull'area indicata, definita operazione di mascheratura, che deve fornire come risultato il valore zero per far sì che l'estensione venga riconosciuta come valida.

Dopo l'avvenuto riconoscimento dell'estensione il computer esegue una chiamata FAR alla quarta posizione nella ROM. Questa chiamata viene utilizzata per consentire alla ROM di



Prima di inserire i circuiti integrati è necessario saldare tutti i componenti su entrambe le facce dello stampato



Schema generale del circuito di accesso al PC

riprendere in seguito le routines necessarie per concludere il processo di inizializzazione. L'uscita dalla routine di password avviene tramite una FAR RETURN. Eseguita la verifica e l'inizializzazione della possibile estensione della ROM, il BIOS procede ricercando altre eventuali estensioni, e dopo aver controllato completamente lo spazio consentito alle stesse viene effettuato il caricamento e l'avvio del DOS.

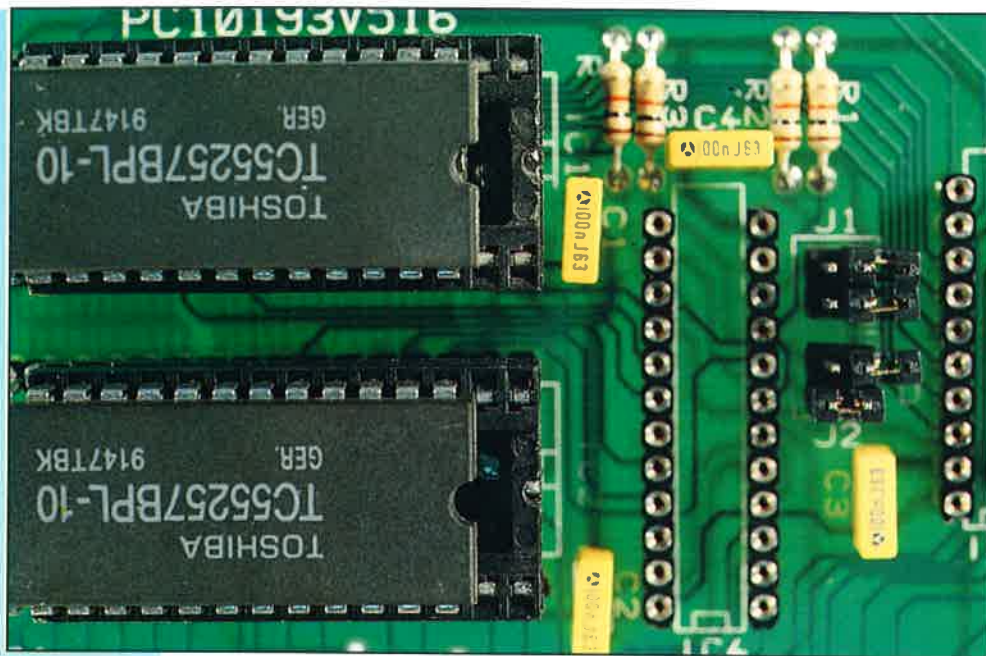
LA MEMORIA

Una caratteristica del circuito proposto è che per la sua realizzazione non si sono utilizzate delle EPROM per la memorizzazione dei dati del codice, ma RAM CMOS statiche inserite in zoccoli intelligenti già dotati delle batterie di mantenimento e dei circuiti di controllo; al loro posto possono essere impiegate anche memorie SRAM, che

incorporano tutto nello stesso chip. Questo progetto offre il vantaggio di poter utilizzare il circuito per lo sviluppo e la prova di estensioni personalizzate del BIOS di un personal in modo molto più efficace e istantaneo rispetto alla tradizionale scrittura di una EPROM. Tutta la circuiteria è cablata su di una piccola scheda di espansione a 8 bit, il cui circuito stampato viene fornito in omaggio. Nel prossimo capitolo verrà presentato anche il software necessario per il suo funzionamento, oltre che la descrizione particolareggiata degli strumenti operativi indispensabili per il suo utilizzo.

Indipendentemente dalle memorie che vengono installate, CMOS con zoccolo SmartWatch o memorie SRAM, nelle descrizioni seguenti si farà sempre riferimento a queste ultime, poiché gli effetti ottenuti con le RAM e gli zoccoli intelligenti sono identici a quelli che si ottengono con le

Il circuito proposto è realizzato con memorie RAM CMOS statiche



Le memorie devono essere inserite correttamente nello zoccolo SmartWatch, rispettandone l'allineamento

SRAM saldate direttamente sul circuito. Una ben nota caratteristica delle RAM statiche è quella di perdere le informazioni memorizzate quando viene tolta l'alimentazione. Se però la linea CS\ viene mantenuta entro 0,2 V rispetto a Vcc, quando viene tolta l'alimentazione il contenuto della RAM non andrà perso. L'utilizzo di RAM convenzionali richiederebbe il progetto della circuiteria di commutazione e di mantenimento dell'alimentazione, che può essere molto complesso; per questa ragione si utilizzano gli zoccoli SmartWatch o direttamente delle particolari memorie SRAM, che hanno tutta la circuiteria necessaria già integrata, compresa la batteria. In questo modo, tutto ciò che si deve fare per ottenere la chiave di protezione per il computer è montare alcune RAM CMOS statiche in uno zoccolo SmartWatch (DS1213D della Dallas), con associato un semplice circuito di decodifica, e sfruttare alcuni trucchi di programmazione. Nel prototipo in esame si è deciso di non utilizzare direttamente le SRAM per due ragioni: il loro costo e, in seconda battuta, la loro operatività. Infatti, lo zoccolo intelligente può supportare RAM CMOS convenzionali con valori che vanno da 16 a 128

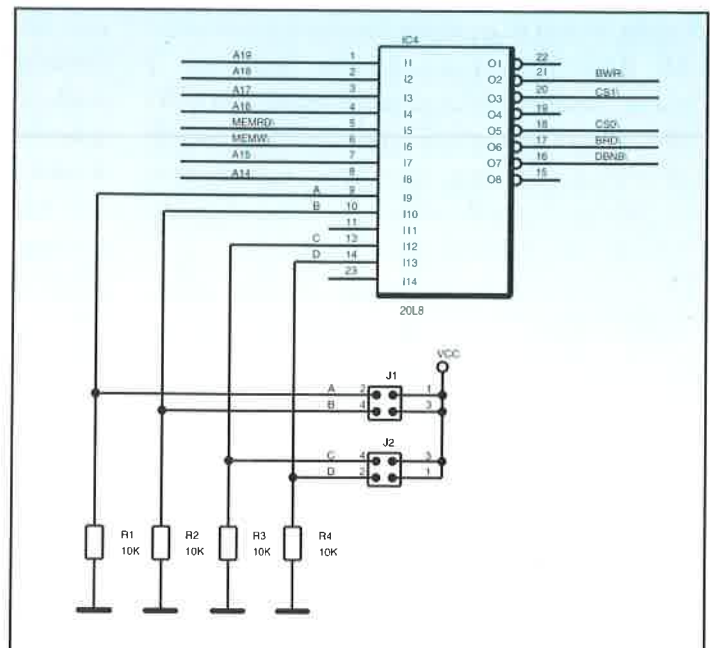
Una caratteristica ben nota della memorie SRAM è la loro capacità di mantenimento delle informazioni in assenza di alimentazione

Kbyte, mentre se si acquistano memorie SRAM da 16 Kbyte non sarà possibile cambiare progetto se non acquistandone altre di maggior capacità. Poiché il loro prezzo è elevato, se confrontato a quello delle memorie RAM CMOS, si è preferito utilizzare la soluzione che prevede lo zoccolo SmartWatch, anche per fornire al circuito una maggiore flessibilità.

IL DECODIFICATORE DI INDIRIZZI

Per lo sviluppo dello schema elettrico si potrebbe pensare di utilizzare un decodificatore di indirizzi progettato con mezzi tradizionali, vale a dire con porte logiche, decodificatori a 2 o 4 bit, ecc.; in questo modo però il circuito potrebbe diventare enormemente complicato poiché dovrebbe essere in grado di permettere l'allocazione delle memorie in un intervallo qualunque della mappa degli indirizzi destinati al BIOS del computer e, contemporaneamente, di consentire la scelta tra le diverse capacità di memoria (32, 64 o 128 Kbyte). Per questa ragione è opportuno rinunciare a questa idea ed

Come decodificatore degli indirizzi si utilizza una PAL



utilizzare invece una PAL, che permette una notevole semplificazione del circuito, al punto che è sufficiente un solo integrato (IC4) per ottenere lo stesso risultato.

Nella figura riferita alla PAL si possono osservare le linee che intervengono nella decodifica. Le linee da A14 a A19 indirizzano la scheda tra C000 e FFFF nella mappa di memoria del computer; la linea di uscita del decodificatore CS0\ viene utilizzata come segnale di abilitazione per la memoria IC1, mentre l'uscita CS1\ come abilitazione per IC2. Le linee MEMRD\ e MEMW\ indicheranno se l'operazione da eseguire in memoria è di lettura o di scrittura, mentre le linee A-B e C-D permettono di selezionare il tipo di memoria e la posizione che deve occupare nella mappa precedentemente citata.

POSIZIONAMENTO DEI PONTICELLI

Se si osserva con attenzione la tabella, si può notare che le linee A e B di J1 permettono la

selezione delle memorie da 32, 64 e 128 Kbyte, in funzione dei valori impostati tramite il jumper. Il valore 1 nella tabella indica che deve essere realizzato un ponticello tra quella linea e l'alimentazione. Le linee C e D di J2 permettono l'allocazione delle memorie nell'intervallo di indirizzi compreso tra C000 e FFFF; se, ad esempio, A, B, C e D sono tutte a livello "0" (senza ponticelli), significa che le memorie installate nel circuito sono da 32 Kbyte, indicazione fornita dal valore di A-B, e che gli indirizzi occupati vanno da C000 a C7FF per la memoria IC2, e da C800 a CFFF per IC1 (64 Kbyte complessivamente), indicazione fornita da C-D.

Questi indirizzi sono normalmente riservati al controller per i dischi rigidi, al video, ecc., per cui il loro impiego deve avvenire con alcune riserve. Se le memorie sono da 64 Kbyte la linea A deve essere collegata al positivo. Gli indirizzi occupati da entrambe le memorie saranno, in questo caso, compresi tra C000 e DFFF (128 Kbyte in totale).

Le linee C e D di J2 allocano la memoria tra gli indirizzi C000 e FFFF

I ponticelli A e B consentono la selezione del tipo di memoria, mentre C e D ne permettono l'allocazione agli indirizzi corretti

BUS INDIRIZZO						PONTICELLI DI SELEZIONE					
	A19	A18	A17	A16	A15	A14	32K BA 00	64K BA 01	128K BA 10		
C000	1	1	0	0	0	0	CS1	DC 00	CS1	DC 00	CS1
C7FF	1	1	0	0	0	1	CS0				
C800	1	1	0	0	1	0					
CFFF	1	1	0	0	1	1					
D000	1	1	0	1	0	0	CS1	DC 01	CS0	DC 00	CS1
D7FF	1	1	0	1	0	1	CS0				
D800	1	1	0	1	1	0					
DFFF	1	1	0	1	1	1					
E000	1	1	1	0	0	0	CS1	DC 10	CS1	DC 10	CS0
E7FF	1	1	1	0	0	1	CS0				
E800	1	1	1	0	1	0					
EFFF	1	1	1	0	1	1					
F000	1	1	1	1	0	0	CS1	DC 11	CS0	DC 10	CS0
F7FF	1	1	1	1	0	1	CS0				
F800	1	1	1	1	1	0					
FFFF	1	1	1	1	1	1					



Sul circuito possono essere montate anche memorie SRAM; in questo caso non sarà necessario lo zoccolo SmartWatch

INDIRIZZAMENTO DEI DATI

Il circuito incaricato di controllare il verso nel quale devono circolare i dati, dall'elaboratore alle memorie o viceversa, è IC3 (74LS245). Questo integrato è un buffer bidirezionale con possibilità di assumere la condizione di alta impedenza. Questo terzo stato non viene utilizzato in questo circuito, perché non risulta necessario, e quindi il terminale che lo abilita (pin 19) deve essere collegato a massa. Al contrario, il terminale che controlla il verso nel quale circolano i dati, da o verso il calcolatore, viene abilitato da uno dei

Il circuito incaricato di controllare il verso di circolazione dei dati è IC3

segnali forniti dal decodificatore degli indirizzi (DBNB\). Questo segnale avrà valore 0 quando la CPU cercherà di leggere una qualsiasi delle due memorie ($DBNB\ = MEMRD\ * CS0\ + MEMRD\ * CS1\$) per cui, in questo caso, le informazioni circoleranno dalla memoria verso il bus dati del computer. Poiché le linee MEMRD\ e MEMW\ utilizzano la PAL anche come buffer, possono essere inviate direttamente alle memorie; scrivere in queste ultime risulta molto semplice, e per farlo è possibile utilizzare qualsiasi strumento di editing, compreso il programma DEBUG fornito con tutte le versioni del DOS.

REALIZZAZIONE

I componenti dovranno essere montati sul circuito stampato come illustrato nelle figure corrispondenti. L'ordine di montaggio non è molto importante poiché, come si può notare, i componenti sono pochi; si deve solamente procedere con un po' di accortezza rispettando la polarità dei componenti e verificando la presenza di eventuali cortocircuiti o piste interrotte prima di inserire la scheda nello slot del personal. Bisogna tener presente inoltre che il circuito è a doppia faccia con fori non metallizzati, per cui è necessario saldare i componenti su entrambi i lati dello stampato. Nei fori di intercomunicazione della scheda, o fori passanti, dovranno essere inseriti e saldati su entrambi i lati dei fili conduttori, che si

possono recuperare dai reofori tagliati delle resistenze dopo la fase di rasatura degli stessi.

Dopo aver eseguito tutte le saldature, comprese quelle sul lato componenti, si possono inserire i circuiti integrati nei rispettivi zoccoli. Le memorie RAM CMOS devono essere montate negli zoccoli SmartWatch, e questi nei rispettivi zoccoli presenti sul circuito stampato.

La posizione di queste memorie sullo zoccolo SmartWatch dipende dalla loro capacità e perciò dal tipo; possono essere a 24, 28 o 32 pin. Se le memorie hanno un numero di terminali inferiore a quello dello zoccolo SmartWatch, il loro

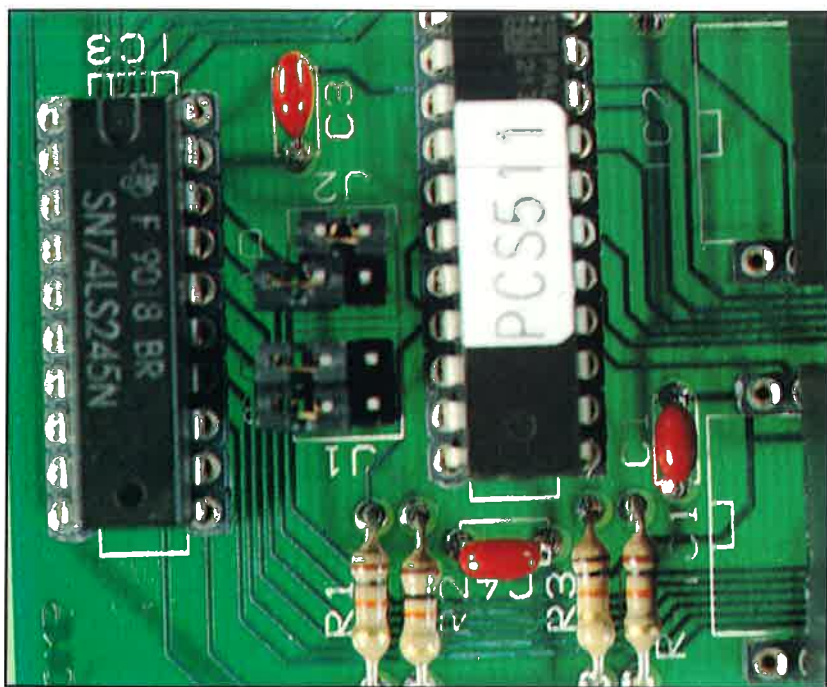
inserimento deve avvenire sempre e comunque rispettando il riferimento fornito dal terminale 1. Di conseguenza, gli integrati con minor numero di terminali lasceranno liberi dei pin sullo zoccolo alla loro sinistra, mentre le memorie più lunghe li occuperanno tutti. Ora non resta che scegliere l'indirizzo al quale allocare le memorie. In un primo momento si consiglia di utilizzare l'indirizzo di partenza E000, che può essere selezionato inserendo un ponticello su J2, o più concretamente sulla linea

D. Se le memorie impiegate sono da 32 Kbyte non si deve inserire nessun altro ponticello. In questo modo risultano occupati gli indirizzi da E000 a EFFF nella mappa di memoria del calcolatore. Se si verifica qualche problema quando si accende il computer con la scheda inserita in uno dei suoi slot liberi, si può provare con l'indirizzo D000. Per compiere questa operazione si deve spegnere il calcolatore e inserire un ponticello solo sulla linea C.

COME CREARE UN'ESTENSIONE DEL BIOS

Il supporto logico necessario per la gestione

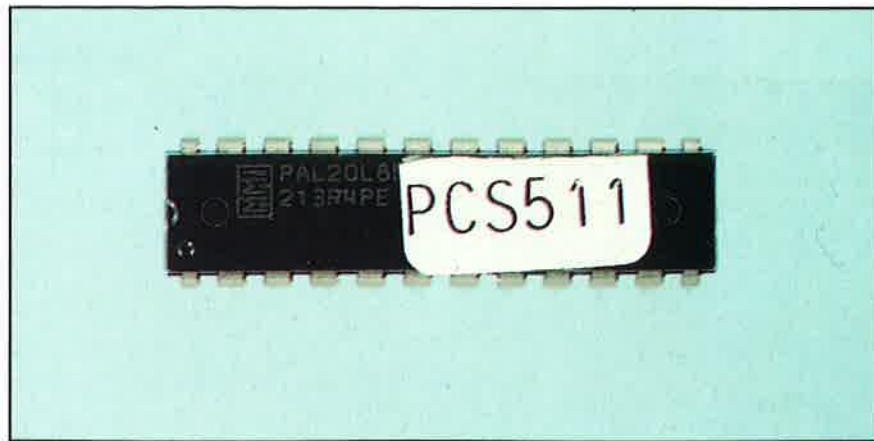
Dettaglio dei ponticelli J1 e J2. Il primo consente la selezione del tipo di memoria, mentre il secondo lo spazio che deve occupare

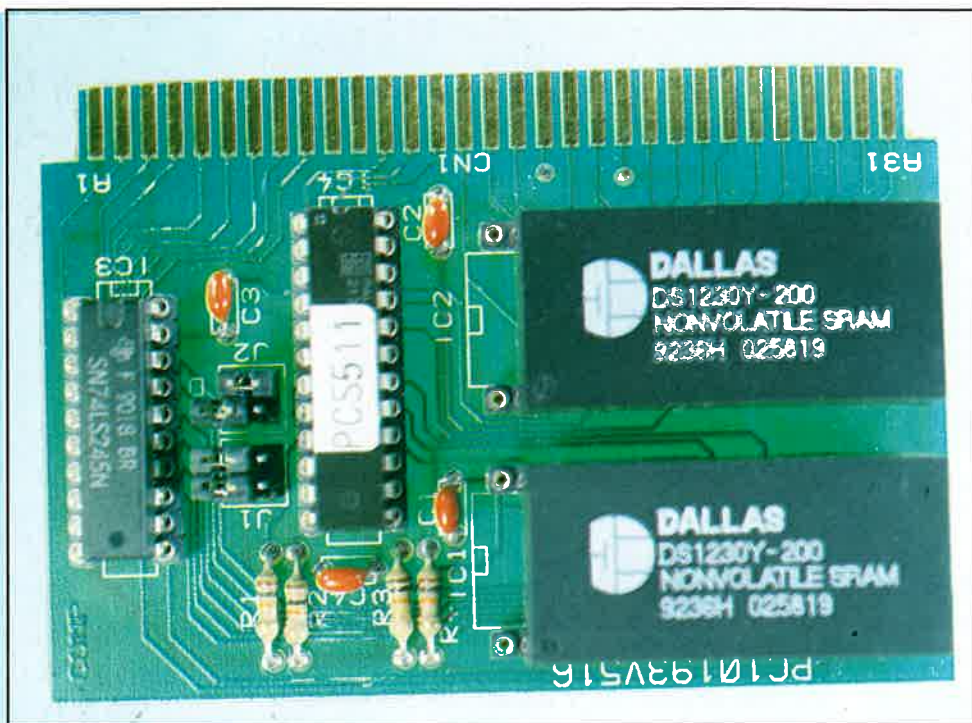


Il sistema più comodo per reperire la PAL già programmata è quello di acquistarla presso il nostro servizio tecnico

dell'estensione del BIOS può apparire all'utente inizialmente piuttosto complesso, ma se si seguiranno le istruzioni passo passo e correttamente non sarà affatto difficile comprenderlo e utilizzarlo. Quando si avvia un personal viene eseguito un programma residente nella ROM chiamato Self-Test (autodiagnosi di avvio). In funzione del tipo di BIOS, questo programma può eseguire la verifica di diversi componenti, quali la RAM, il DMA, i temporizzatori, ecc. Inoltre, effettua anche una ricerca nella ROM. La finalità di questa ricerca è quella di localizzare i dispositivi periferici dotati di un BIOS proprio, e procedere alla loro inizializzazione per fare in modo che possano essere riconosciuti dal DOS. Molti adattatori video e molti controller agiscono in questo modo. Il BIOS del PC, come già detto in precedenza, identifica una sua estensione tramite il segnale formato dai due byte 55 e AA che sono presenti nei primi due indirizzi della ROM o del nuovo BIOS. Il terzo byte indica il numero di blocchi da 512 byte che contengono il codice (il numero di blocchi può essere inferiore alla grandezza complessiva della ROM). L'ultimo byte nel numero specificato di blocchi comprende la "checksum"

Se le memorie utilizzate sono da 32 Kbyte non devono essere inseriti ponticelli





Circuito stampato con tutti i componenti montati

di tutti i byte contenuti nei blocchi stessi. L'elaboratore calcola la checksum facendo la somma di tutti i byte relativi ai blocchi specificati, e deve ottenere come risultato 100. Se il valore calcolato è uguale al valore memorizzato nell'ultimo byte il BIOS esegue una chiamata esterna e inizia ad eseguire il codice presente nel quarto byte. Normalmente il codice inizializza alcune periferiche, e si collega al DOS tramite uno o più interrupt per lasciare successivamente il controllo allo stesso tramite un'istruzione di ritorno esterna.

Esistono diversi metodi per scrivere un'estensione ROM per il BIOS. Probabilmente la più semplice consiste nell'utilizzare il linguaggio assembler. L'inconveniente è che si tratta di un file tradizionale .EXE, preceduto da una intestazione di 512 byte che non vengono utilizzati in un'estensione BIOS. Per questo motivo, prima di inserire il codice nel dispositivo si devono eliminare i primi 512 byte

del file, e successivamente calcolare la checksum del risultato nel modulo 100. Il lettore non si preoccupi, non è così difficile come sembra.

STRUMENTI

Nel floppy contenente il programma per la chiave di protezione del personal sono presenti diversi archivi, che possono essere chiamati strumenti. Il supporto logico o software è dotato di molte utility, la maggior parte delle quali viene eseguita con il seguente comando:

C:\>Utility di indirizzamento

dove "Utility" è il nome dell'archivio o utility e "indirizzamento" è l'indirizzo esadecimale del segmento dove risulta installata la scheda (C000, C800, EC00, ecc.). Si può osservare che,

anche se il circuito di decodifica presenta l'indirizzo di partenza C000, per evitare un possibile conflitto il software consente di iniziare solamente dall'indirizzo C800 o superiori (i programmi originali sono stati realizzati in questo modo). Ciò non rappresenta un ostacolo per i lettori che vorranno utilizzare questi indirizzi perché, unitamente con i programmi, vengono forniti anche i listati sorgenti originali, che possono essere modificati in funzione delle esigenze personali. Dopo le modifiche, i file dei listati devono essere compilati per ottenere i file eseguibili.

Tutti questi dettagli verranno comunque approfonditi nella corrispondente sezione del capitolo successivo, al quale verrà abbinato in omaggio il dischetto contenente i programmi per la gestione di questo dispositivo. Solo in quel momento il lettore sarà in grado di cominciare ad operare sul software per creare il proprio BIOS personalizzato.

ELENCO DEI COMPONENTI

Resistenze

R1, R2, R3, R4 = 10 k Ω

Condensatori

C1, C2, C3, C4 = 100 nF

Circuiti integrati

IC1, IC2 = Memorie SRAM DS1230Y (32Kbyte)

È consigliabile utilizzare due memorie 431000 (o equivalenti) da 128 Kbyte montate su zoccoli SmartWatch (DS1213D)

IC3 = 74LS245

IC4 = PAL2018 scritta dal nostro servizio tecnico (PCS511)

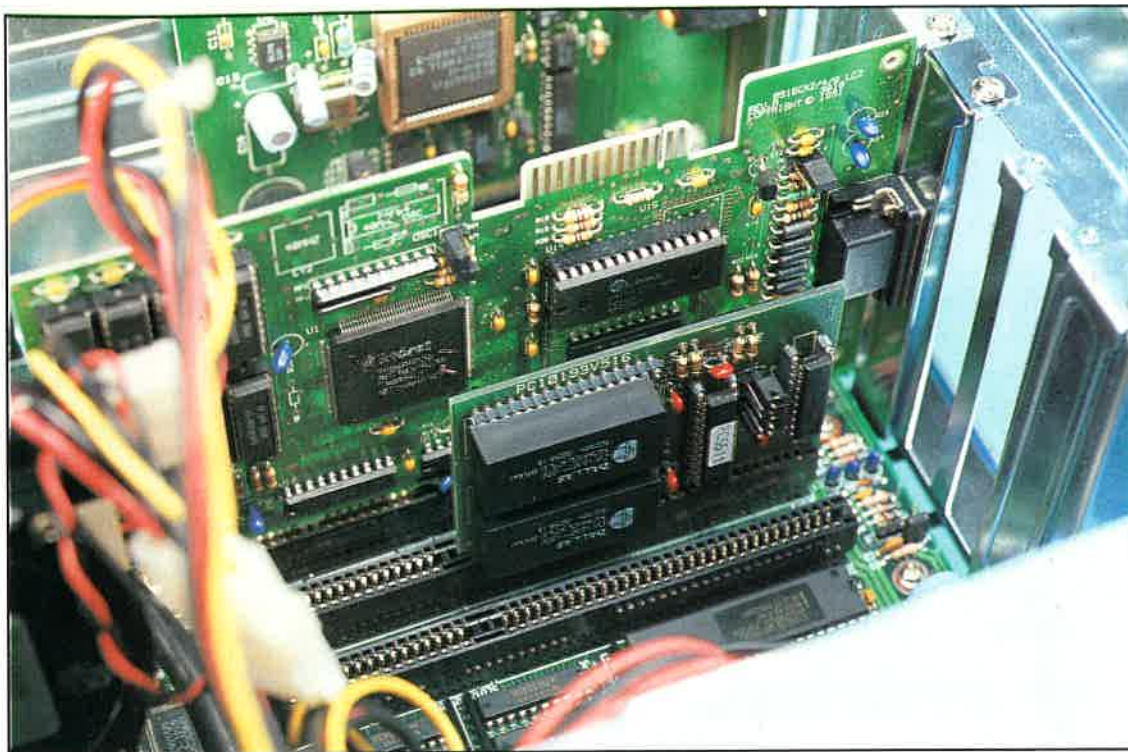
Varie

108 terminali torniti per zoccoli

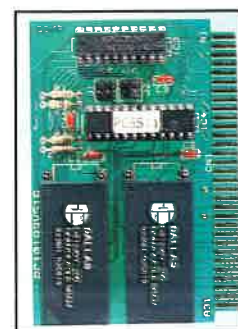
2 terminali maschi DIL a due posizioni (2 x 2)

4 jumper

1 circuito stampato PC10193V016



PROGRAMMA PER LA CHIAVE DI PROTEZIONE



Nelle pagine precedenti è stato esaminato esclusivamente il supporto fisico, o hardware, che consente o meno l'accesso al personal. In questa occasione verrà invece analizzato il supporto logico, o software, che permette il funzionamento del dispositivo.

Il dispositivo può funzionare in due diversi modi; il primo è un sistema basato esclusivamente sull'estensione del BIOS, mentre il secondo coinvolge il BIOS e le istruzioni che vengono caricate all'accensione del computer tramite il CONFIG.SYS. Nelle pagine seguenti verranno esaminati anche tutti gli "strumenti" contenuti nel floppy disk allegato. Per prima cosa occorre ricordare che il BIOS del PC identifica una sua estensione tramite i codici identificativi 55 e AA (in notazione esadecimale)

Prima di convertire un file .EXE in BIOS è necessario eliminare l'intestazione di 512 byte

che compaiono nelle prime due posizioni di ciascuna estensione; che la terza posizione indica il numero di blocchi da 512 byte che contengono il codice o programma, e che l'ultimo byte del numero specificato di blocchi include la *checksum* di tutti i byte contenuti in questi blocchi.

Come già detto nelle pagine precedenti, un normale file .EXE è preceduto da una intestazione di 512 byte che non vengono utilizzati in una estensione BIOS, per cui prima di convertire un file .EXE in BIOS è necessario eliminare questa intestazione. Per questa conversione verrà utilizzato il comando DEBUG fornito con il DOS, come si vedrà successivamente.

CONVERSIONE DEI FILE .EXE IN BIOS

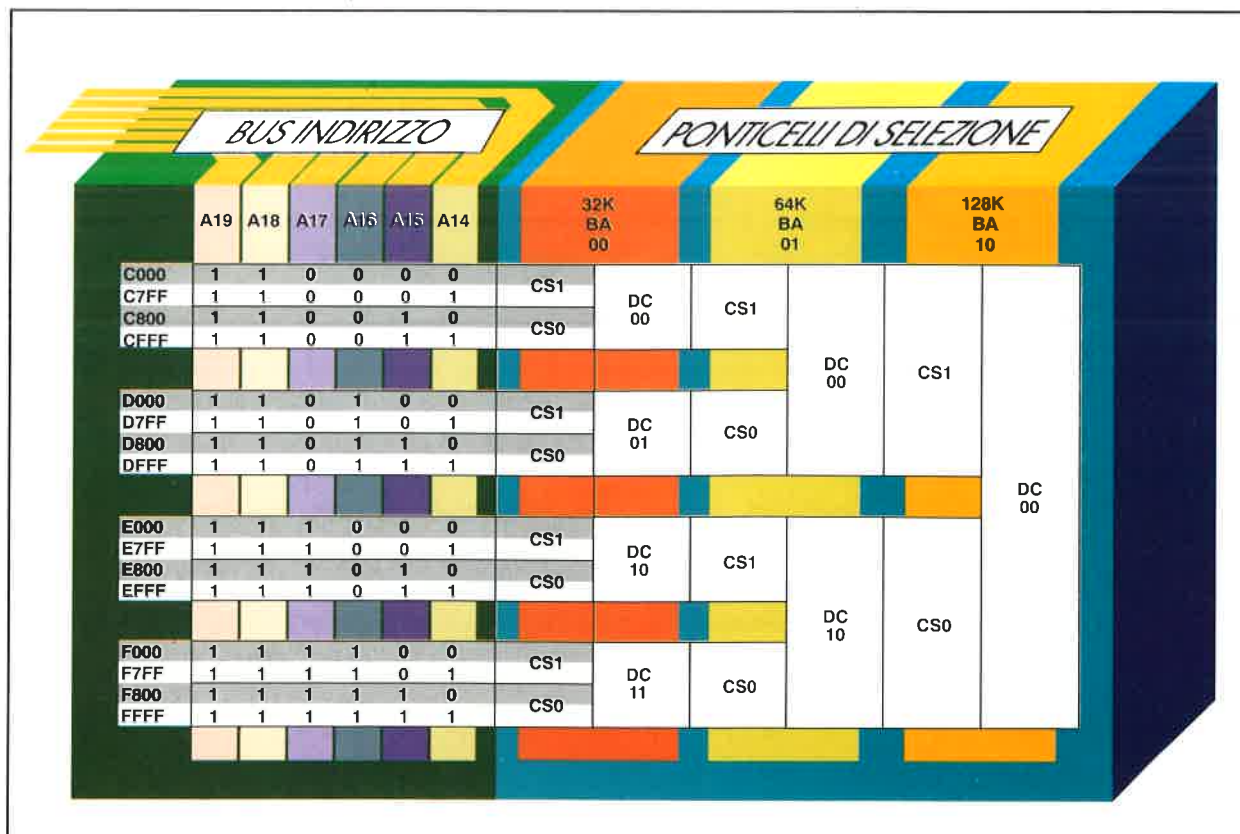
Non tutti i file possono essere convertiti in BIOS, poiché questo richiede un formato adeguato. Il listato sorgente del file PASSWD.EXE, presente nel dischetto allegato, rappresenta il supporto logico o software del sistema di protezione che verrà convertito in BIOS.

Dopo aver copiato il software del dischetto in una sottodirectory del disco rigido, è opportuno fare

un po' di pratica ed esercitarsi per conoscere meglio il modo in cui si elabora un BIOS partendo dal programma PASSWD.EXE. La parola esercitarsi non è stata utilizzata a caso poiché questa operazione non è strettamente necessaria; il software fornito contiene infatti il file PASSWD.IMG che non è altro che il file PASSWD.EXE già convertito in BIOS. Per prima cosa è necessario eseguire il programma DEBUG e scrivere alcuni comandi, riportati di seguito:

```
C:\>DEBUG PASSWD.EXE
-N PASSWD.IMG
-RCX
CX 0351
:0800
-W 0000
writing 00800 bytes
-Q
C:\>
```

Nella prima linea, oltre ad indicare al calcolatore di eseguire il comando DEBUG, si forza il



Per ricordare l'indirizzo da assegnare al circuito si deve consultare la mappa degli indirizzi

caricamento in memoria del file PASSWD.EXE. Nella seconda linea il comando N indica al DEBUG il nome del file che sarà utilizzato come output. Nella linea successiva, il comando R seguito da CX indica il contenuto del registro CX (l'esempio riporta 0351); con i due punti è possibile immettere il nuovo valore desiderato (si ricorda che il programma DEBUG legge questo registro per conoscere il valore della dimensione del file caricato). Se si stabilisce che il proprio BIOS deve contenere 2048 byte (0800 in valore esadecimale), si deve caricare il registro CX con 0800. La successiva istruzione W seguita da 0000 ordina la scrittura nel file PASSWD.IMG, indicato all'inizio con l'istruzione N, dalla posizione 0000 sino a 0800: sullo schermo comparirà il messaggio di scrittura e, dopo che l'operazione si è conclusa, comparirà nuovamente il cursore.

Al termine si esce dal programma con l'istruzione Q, poiché queste semplici operazioni hanno già convertito il file in BIOS.

CARICAMENTO DEL BIOS IN MEMORIA

Dato per certo che tutti i componenti siano stati montati sul circuito stampato seguendo le istruzioni fornite nel capitolo relativo alla realizzazione hardware, è ora possibile iniziare a conoscere il software necessario per il funzionamento del dispositivo. Prima di affrontare questo argomento però, è opportuno fare alcune considerazioni sulla memoria. Si è visto che il BIOS non occupa più di 2 Kbyte, per cui sarebbe sufficiente installare una memoria da 32 Kbyte; questa situazione potrebbe però nel tempo causare dei problemi, sia perché lo spazio minimo reale occupabile nella mappa di memoria del calcolatore è di 64 Kbyte (si veda la mappa degli indirizzi), sia perché in seguito verrà proposto un software che occuperà 64 Kbyte.

Per tutte queste ragioni è preferibile montare subito memorie di maggior capacità (128 Kbyte), grazie alle quali sarà possibile installare diversi



Per il momento è sufficiente montare due memorie da 32 Kbyte su zoccoli SmartWatch

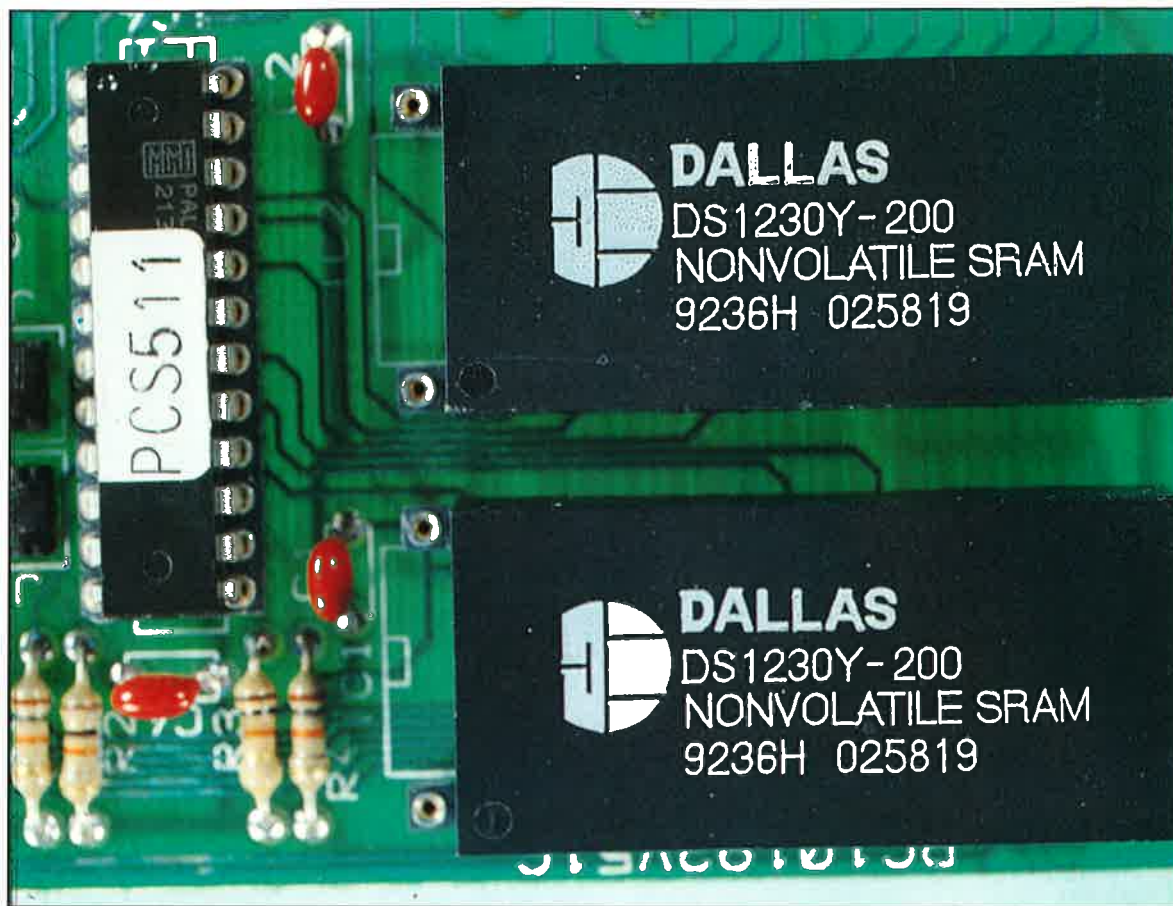
BIOS, programmi, ecc., e realizzare futuri ampliamenti; la posizione e lo spazio realmente occupato all'interno della mappa rimarrà comunque quello definito in ciascun momento tramite i ponticelli C e D.

Prima di installare il software in memoria è opportuno conoscere gli indirizzi disponibili; per questa operazione è stato fornito il programma FINDROMS.EXE che, quando viene eseguito, effettua una ricerca degli indirizzi occupati dai vari BIOS. Per il momento verrà utilizzato l'indirizzo E000 e verranno occupati 64 Kbyte nella mappa di memoria (32 Kbyte + 32 Kbyte, con il solo ponticello D inserito); si dovrà però verificare che questo indirizzo non sia già impegnato nel computer che si sta utilizzando, in modo da poter eseguire le successive prove.

Le prime operazioni da eseguire sono quelle di spegnere il computer e scollegare l'alimentazione, inserire la scheda in uno slot libero, ricollegare l'alimentazione, e riavviare il sistema. Poiché non si è ancora caricato il software nella memoria del circuito, non verrà richiesta la parola chiave.

Successivamente bisogna eseguire il programma INSTROM.EXE, specificando PASSWD.IMG come file da installare e l'indirizzo prescelto; per effettuare questa operazione sarà sufficiente digitare l'istruzione seguita dal file da installare e dal relativo indirizzo:

Prima di installare il software è opportuno conoscere gli indirizzi di memoria disponibili



Le memorie SRAM devono essere inserite direttamente nello zoccolo saldato sul circuito stampato

INSTROM PASSWD.IMG E000

Se ora si riavvia il calcolatore comparirà un messaggio con la richiesta della parola chiave, che per default è *avvio*; solo dopo averla digitata il sistema continuerà il suo processo di avviamento.

STRUMENTI

Assieme al programma FINDROMS.EXE, descritto in precedenza, vengono forniti altri strumenti che non possono mancare: DISABLE.EXE, ENABLE.EXE, e SETPASWD.EXE. Il primo di questi, DISABLE.EXE, sovrascrive il primo byte del nuovo BIOS con 00; questa operazione impedisce al calcolatore di riconoscere all'avvio la parte successiva dell'estensione del BIOS. Sarà quindi sufficiente digitare:

DISABLE E000

e premere il tasto Enter per far sì che dal successivo

avvio del sistema non venga più richiesta la parola chiave. Al contrario, ENABLE.EXE, ripristina il primo byte dell'estensione BIOS con 55; in questo caso si dovrà scrivere:

ENABLE E000

per ripristinare la richiesta della parola chiave. Il programma SETPASWD.EXE consente di scegliere la parola chiave da immettere all'avvio del calcolatore. Questa parola può occupare al massimo 15 caratteri. Il programma viene eseguito digitando il comando seguito dall'indirizzo prescelto:

SETPASWD E000

A questo punto viene richiesta l'immissione della nuova parola di accesso. Dopo che questa è stata introdotta, il programma la registra nella RAM del circuito (direttamente nella parte utilizzata come BIOS), esegue il calcolo della nuova checksum e

Il software fornito con il dischetto è più che sufficiente per elaborare un BIOS personalizzato

la installa, come si ricorderà, nell'ultimo indirizzo occupato dal BIOS.

Il software fornito è più che sufficiente per far sì che l'utente possa elaborare un suo BIOS personalizzato che possa proteggere i programmi e/o le applicazioni da intrusioni non desiderate; è possibile inoltre inserire delle piccole routine per identificare l'utente che richiede l'accesso, in modo da poter verificare se è autorizzato ad operare con quei programmi.

A coloro che non hanno molta dimestichezza con gli ambienti di programmazione si consiglia di utilizzare il software contenuto nella sottodirectory ACCESS,

che verrà descritto di seguito; questo non è un software di esercitazione, ma un programma di accesso completo che richiede solo poche modifiche.

UN ALTRO TIPO DI SOFTWARE

La realizzazione che è stata sviluppata è così flessibile che, senza nessuna modifica, è in grado di adattarsi perfettamente anche a software personalizzati. Questa affermazione trova riscontro nel fatto che anche senza considerare il software esaminato in precedenza il circuito può continuare a funzionare perfettamente; di seguito verrà dimostrato quanto detto. Inoltre, non è assolutamente necessario smontarlo dall'elaboratore per eseguire delle modifiche, dopo che è già stato installato per le prove di funzionamento.

Come nel caso precedente, questo nuovo software è basato sulla generazione di un'estensione BIOS che richiede il caricamento di un controller per il dispositivo tramite il file CONFIG.SYS, in modo che questo venga trattato dal DOS nel modo opportuno per permettere l'avviamento del sistema. Questo significa che non è possibile avviare e inizializzare il calcolatore eliminando il controller del dispositivo o modificando il contenuto del file CONFIG.SYS. Inoltre, è impossibile ottenere l'accesso al calcolatore togliendo semplicemente la scheda dallo slot di espansione.

Il circuito blocca i tasti CTRL e ALT sulla tastiera, e di conseguenza anche premendo i tasti CTRL-C o CTRL-BREAK non sarà possibile fermare la sequenza di avviamento del computer.



Installando due memorie RAM CMOS da 128 Kbyte ciascuna il circuito risulta già predisposto per ampliamenti futuri

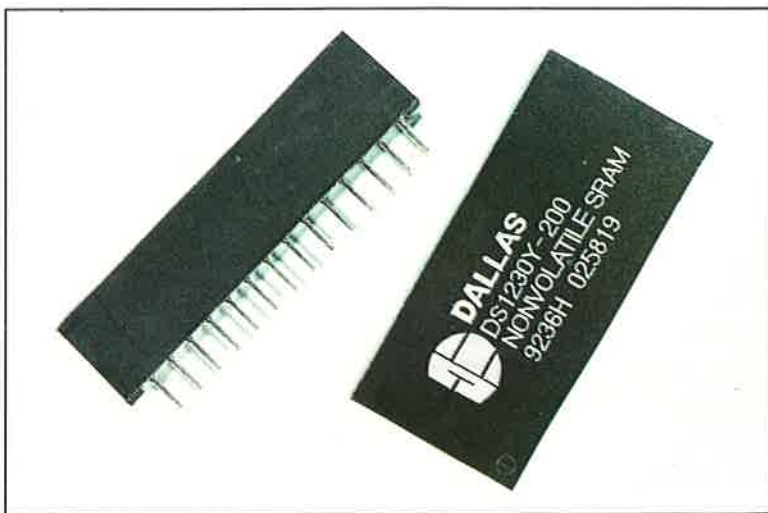
Il software che viene immesso nell'estensione BIOS del circuito genera un nuovo controllore di interrupt per il floppy drive e per il disco rigido. Le nuove routine fanno sì che il caricamento del DOS avvenga sempre dal disco rigido e non dal disco A. Inoltre, viene creato un secondo interrupt che intercetta i codici di lettura della tastiera e disattiva i tasti CTRL e ALT.

INSTALLAZIONE

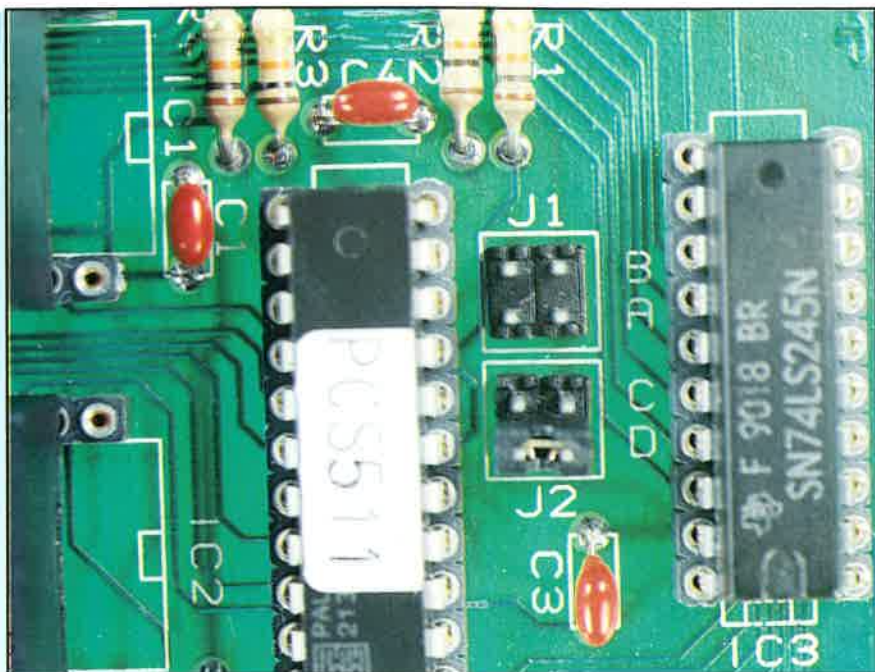
Prima di installare il software del nuovo BIOS è necessario assicurarsi di avere una copia funzionante del DOS autoavviante (bootable) memorizzato su di un floppy.

Questo perché se si verificasse un problema nel sistema di protezione sarebbe impossibile riavviare

Anche se le memorie SRAM vengono rimosse dal circuito conservano tutti i dati preventivamente memorizzati



Prima di installare il software del nuovo BIOS sarebbe opportuno preparare una copia su dischetto del DOS di avviamento



Dettaglio dei ponticelli di indirizzamento e selezione della memoria del circuito

il computer. In questo modo invece, sarà possibile ripartire smontando la scheda dal sistema e avviando il calcolatore con il floppy di sistema inserito nel drive A.

Il primo passo prevede l'inserimento della linea `DEVICE=SECURITY.BIN` nel `CONFIG.SYS`. Questa deve essere la prima linea del file, e non si deve mai rinominare il file `SECURITY.BIN`. Per aggiungere questa linea si può utilizzare il comando `EDLIN`, o `EDIT` per le versioni più aggiornate, del DOS:

EDLIN CONFIG.SYS

Fine del file di input

* **1** i

* **1** device=security.bin

* **2** premere il tasto **F6**

* **e**

Il passo successivo consiste nell'installazione della nuova estensione BIOS; anche in questo caso si farà uso dei comandi del DOS:

DEBUG

N PSSNEW.HEX

L E000:000

Q

Il file `PSSNEW.HEX` contiene il codice dell'esten-

sione BIOS nel formato INTEL. Una utility poco conosciuta del programma `DEBUG` è quella che, semplicemente fornendo a un file l'estensione `.HEX`, questo verrà interpretato come un file in formato INTEL. Con il comando `L` si indica al `DEBUG` di collocare questo file all'indirizzo `E000` e nella stessa posizione della mappa degli indirizzi scelta per l'installazione dell'estensione BIOS descritta nei paragrafi precedenti.

Con la scheda e il software installati si può accendere il computer. Se tutto è stato eseguito correttamente verrà ignorato qualsiasi floppy inserito nel drive A e verrà richiesta l'introduzione della chiave di accesso. La parola chiave di default è `SECURITY`. La parola chiave principale e quella utente possono essere cambiate con il programma `CHANGE.COM`.

Per disattivare il sistema di sicurezza è necessario cancellare tutta la linea `DEVICE=SECURITY.BIN` nel `CONFIG.SYS`,

spegnere il calcolatore e togliere la scheda dallo slot, oppure utilizzare il comando `DISABLE.EXE` descritto in precedenza:

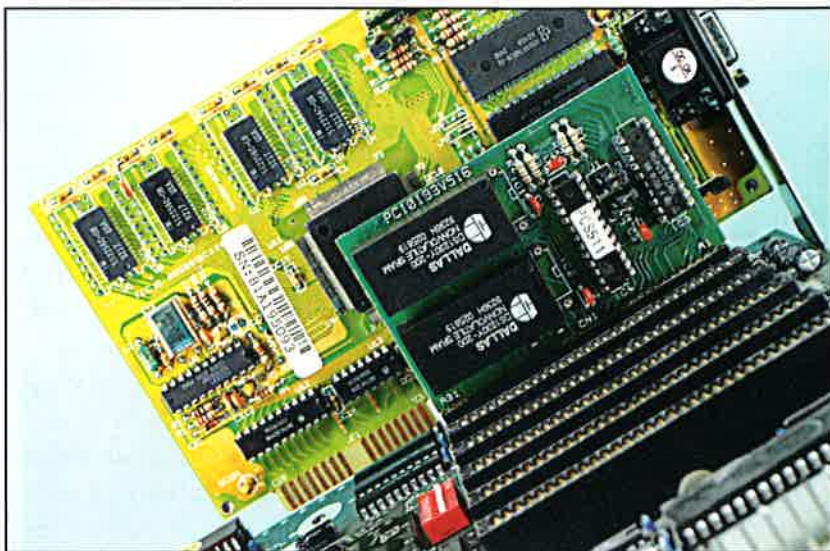
DISABLE E000

In questo modo verrà modificato il valore 55 del primo indirizzo con 00, e il BIOS del calcolatore ignorerà il resto del programma durante l'avvio, come visto in precedenza.

NUOVI STRUMENTI

Nella sottodirectory `ACCESS` sono contenuti i programmi `LOCK.COM` e `CHANGE.COM`, che servono per definire la parola di accesso e l'identificativo utente. L'utente può cambiare il suo identificativo di accesso con il programma `CHANGE`, mentre il responsabile del sistema può invece utilizzare il programma `LOCK` per cambiare la chiave di accesso principale e qualsiasi identificativo utente ogni volta che si avvia il sistema. Se si vuole escludere l'identificativo utente è possibile farlo registrando questa variazione nel file del controllo di accesso. Per chiarire meglio questi concetti verrà di seguito esaminato il principio di funzionamento di questi due programmi.

Per disattivare il sistema di sicurezza si deve cancellare la linea `DEVICE=SECURITY.BIN` presente nel `CONFIG.SYS` e togliere la scheda



Dopo aver installato il circuito e il software non è possibile avviare il computer, neppure dal drive A, se non si conosce la parola chiave

Il programma LOCK richiede inizialmente la parola chiave (password) per ottenere l'accesso allo stesso. Tuttavia, non sarà valida una qualsiasi delle parole chiavi consentite. Solo chi conosce la parola chiave principale (master password) potrà vedere ed editare la lista degli identificativi utente e delle loro parole chiave.

Gli identificativi utente e le parole chiave possono essere lunghe al massimo 15 caratteri. È possibile cancellare un identificativo inserendo uno spazio vuoto (blank), oppure eliminare una parola chiave immettendo il carattere ! mentre si effettua la sequenza delle modifiche. Bisogna però tener presente che quando si cancella una parola chiave l'utente corrispondente non potrà più avere accesso al calcolatore.

Per uscire dal programma LOCK è sufficiente premere il tasto Esc. In questo modo tutte le variazioni effettuate nel programma SECURITY.BIN verranno salvate, e produrranno i loro effetti al successivo avvio dell'elaboratore. Gli identificativi utente e le parole chiave vengono memorizzate nel programma SECURITY.BIN in modo codificato. Anche il programma CHANGE può essere utilizzato per eseguire modifiche ma, a differenza del prece-

dente, serve esclusivamente per cambiare la parola chiave dell'utente. Il comando che deve essere digitato è:

CHANGE Parola-chiave precedente Nuova parola-chiave <Enter>

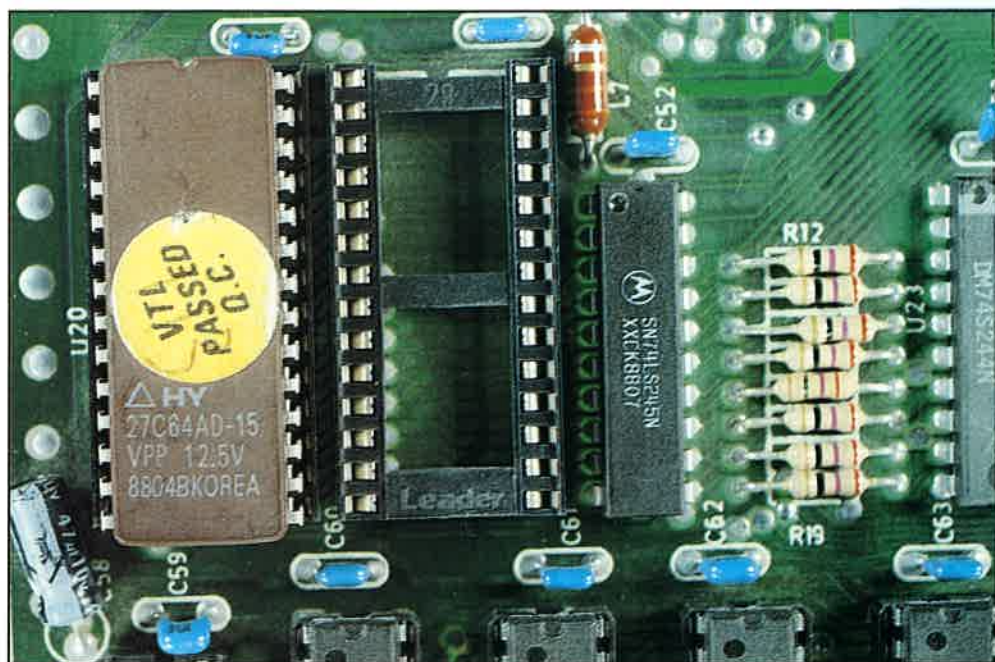
Esiste però un particolare importante relativo all'utilizzo dei programmi LOCK e CHANGE che è opportuno conoscere. Si tratta dell'utilizzo di spazi vuoti inseriti all'interno della parola chiave dell'utente. Se si sfrutta questa opzione viene

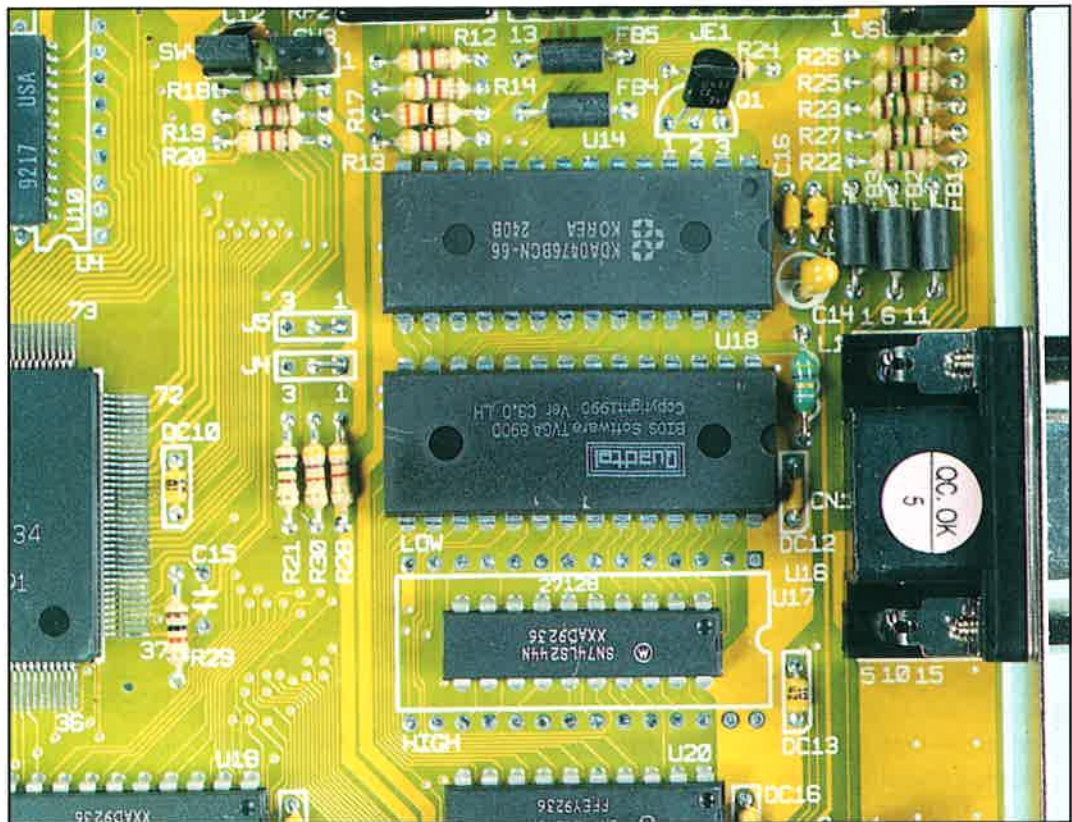
impedito automaticamente l'uso del programma CHANGE, e per eseguire delle variazioni può essere utilizzato solo il programma LOCK. Questo significa che, per esempio, se si desidera impedire agli utenti la modifica delle loro parole chiave, è sufficiente inserire uno spazio vuoto all'inizio di ciascuna di esse. Da quel momento sarà operativo il solo programma LOCK.

Quando si avvia il computer e viene inserita una parola chiave, il sistema di sicurezza registra in

Le parole chiave possono essere lunghe al massimo 15 caratteri

Il BIOS del computer ricercherà le estensioni BIOS all'avvio





Le schede VGA, come altre schede del PC, sono dotate di una loro estensione BIOS

memoria il codice dell'utente che in quel momento sta accedendo al sistema. Per memorizzare il traffico di accesso è possibile eseguire il programma TRAIL.COM tramite il file AUTOEXEC.BAT; in questo modo vengono registrati i dati relativi all'identificativo utente, alla data e all'ora di accesso. TRAIL deve essere uno dei primi programmi eseguiti dal file AUTOEXEC.BAT, e comunque deve essere inserito prima di un qualsiasi programma che agisca sul clock della data e dell'ora. Il programma TRAIL ricercherà l'identificativo corrispondente alla parola chiave che è stata introdotta e aggiungerà al file AUDIT TRAIL una rappresentazione codificata dello stesso assieme alla data e all'ora dell'accesso.

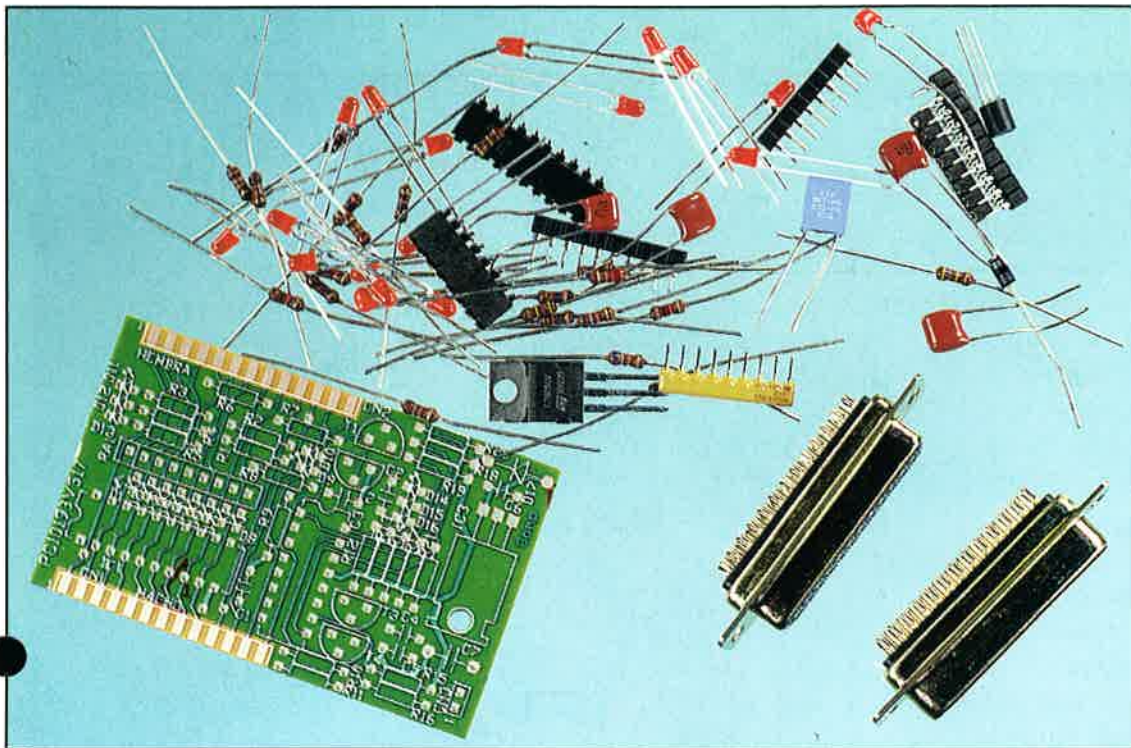
Il file di controllo del traffico di accesso, nel quale sono contenuti i dati appena detti, è un file

nascosto di sistema che può essere decodificato, tramite il programma AUDIT.COM, digitando la linea seguente:

C:\>AUDIT nome file <Enter>

Dopo aver premuto il tasto Enter, AUDIT richiederà l'introduzione della parola chiave principale. Se questa è stata introdotta correttamente, il programma decodifica i dati di accesso al sistema e li aggiunge al file specificato. Se un file con il nome specificato non esiste, ne verrà creato uno nuovo e i dati di ingresso verranno registrati in quest'ultimo. Successivamente verranno cancellati dalla memoria i dati relativi all'identificativo utente e alle informazioni sul giorno e l'ora di accesso.

TRAIL deve essere uno dei primi programmi eseguiti dal file AUTOEXEC.BAT



MONITOR PER LA PORTA CENTRONICS

Tra le varie possibilità di connessione offerte dagli elaboratori, ed in particolare dai PC compatibili, viene evidenziata per la sua facilità di impiego e per la larga diffusione sul mercato l'interfaccia di collegamento parallela, più nota come interfaccia Centronics.

Ie normative che sono raggruppate sotto questa denominazione hanno origine da una azienda produttrice di stampanti, la Centronics Inc., che dotava le proprie apparecchiature di un'interfaccia di collegamento a 36 terminali. La rapida diffusione di questo sistema di collegamento lo ha reso lo standard più diffuso e utilizzato per il collegamento tra apparecchiature informatiche e dispositivi di stampa. Il connettore utilizzato per il collegamento dal lato stampante è di tipo Amphenol.



Tutti i riferimenti all'interfaccia parallela fanno sempre capo allo standard Centronics



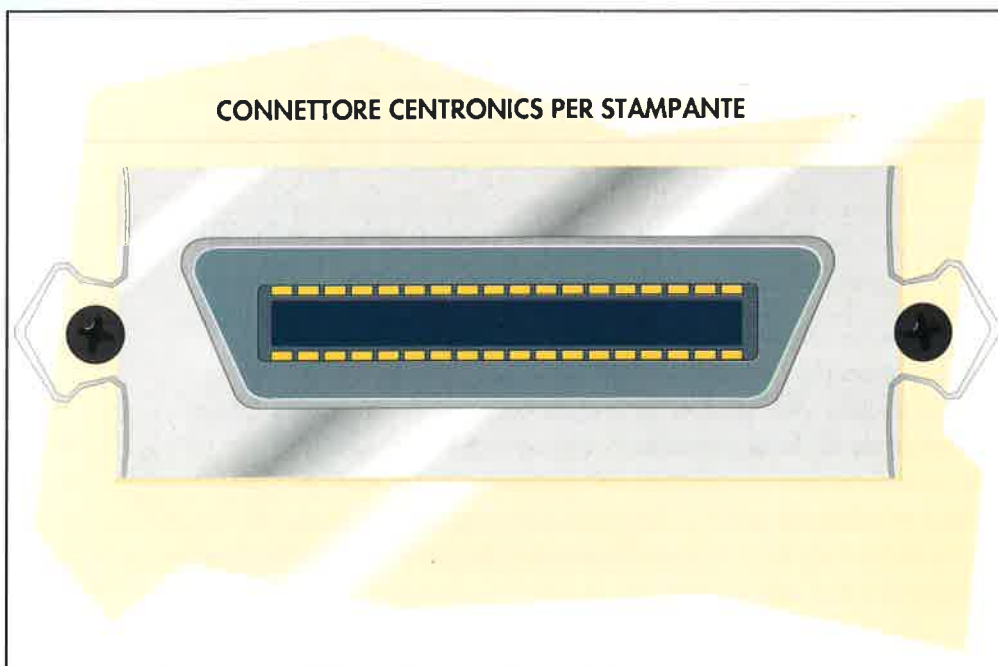
Dettaglio del connettore DB-25 situato sulla parte posteriore del PC

Questo tipo di interconnessione consente una lunghezza massima del cavo di circa 5,5 metri. Il sistema fu copiato da numerosi costruttori di apparecchiature informatiche, ed è attualmente diventato il sistema di collegamento di default per

la maggior parte delle stampanti in commercio. La sua diffusione è pari a quella dello standard RS-232 per le trasmissioni di tipo seriale.

Il grado di fedeltà rispetto allo standard varia da un costruttore all'altro, ma la diffusione dei PC e dei compatibili ha contribuito a rafforzarne l'omogeneità. Tutte le citazioni che si fanno alle interfacce parallele fanno sempre riferimento allo standard Centronics.

Dettaglio del connettore Amphenol utilizzato per la stampante



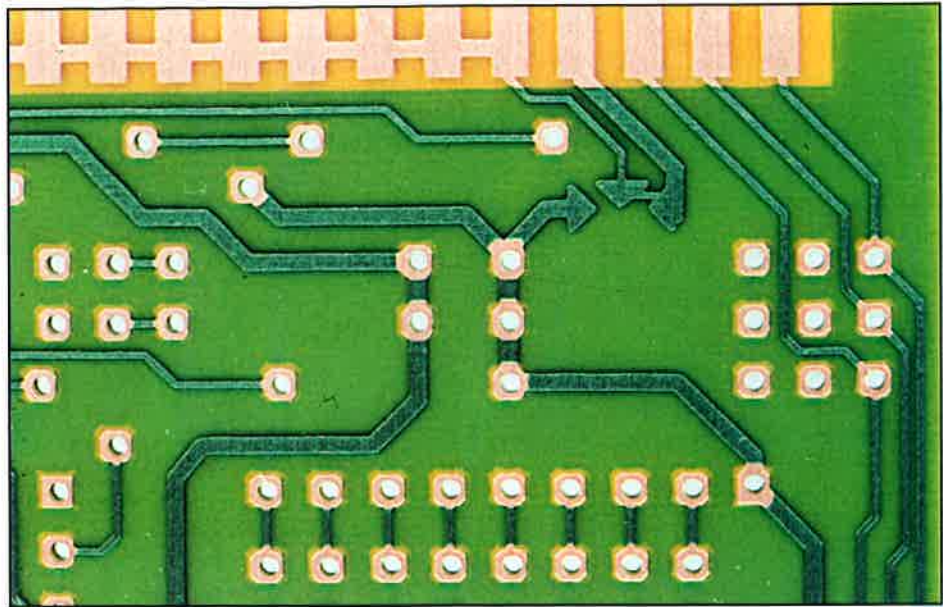
IL CONNETTORE DB-25

Il cavo di collegamento utilizzato per unire l'uscita parallela alla stampante è dotato di un connettore maschio DB-25 dal lato del personal, che deve essere inserito nel corrispondente connettore DB-25 femmina presente sulla parte posteriore dell'elaboratore. In realtà questi dettagli non sono di grande importanza poiché, essendo l'interfaccia

Centronics il modello parallelo standard, gli adattatori e i cavi di collegamento che fanno riferimento a questa norma sono già predisposti e si trovano in commercio in diverse misure, che dovranno essere specificate all'atto dell'acquisto del cavo. Non è perciò assolutamente il caso di pensare ad una sua autocostruzione, sia per il basso costo di quelli in commercio, sia per le difficoltà legate alla sua realizzazione.

I segnali Centronics e le loro rispettive funzioni sono elencati nella figura di riferimento, nella quale vengono specificati anche i collegamenti tra il connettore DB-25 e l'Amphenol 36. Il sistema utilizza otto linee, o fili, per trasmettere i dati dei caratteri dal computer alla stampante; questa trasmissione è unidirezionale. Una linea addizionale (STB o Data Strobe) serve all'elaboratore per inviare un segnale che indichi alla stampante che i dati sono disponibili. La stampante utilizza due linee per indicare al computer che può procedere: su queste linee vengono inviati i segnali BUSY (Occupato), il cui stato indica se la stampante può o meno accettare in quel momento altri dati, e ACK (Riconoscimento), che viene inviato al termine del segnale BUSY. Questi due segnali sono ridondanti e, di fatto, qualche calcolatore presta attenzione solo a uno di essi. Tuttavia, per avere un certo margine di sicurezza, devono risultare collegate le linee di entrambi i segnali.

L'uscita della stampante è dotata anche di altre linee supplementari per inviare messaggi di risposta al computer, e per indicare tutta una varietà di condizioni di non disponibilità. Tuttavia, va detto che raramente tutti questi segnali vengono utilizzati dal calcolatore e dal software associato. Tra questi si ricordano il segnale di mancanza carta, di stampante non pronta, ecc. Infine, è presente una linea che viene utilizzata dal computer per inizializzare la stampante; il segnale inviato a quest'ultima ne resetta i parametri ai valori iniziali (quelli di default). Questa funzione



Dettaglio del ponticello stampato sul lato saldature della scheda

non è strettamente necessaria, poiché possono essere inviati codici di disimpegno anche attraverso la linea dei dati.

PORTA O PORTE CENTRONICS?

Quando si fa riferimento alla porta parallela, generalmente si pensa ad un'unica porta presente sul connettore Centronics. Volendo però essere precisi, lo standard Centronics prevede sul connettore la presenza di tre porte, come è possibile osservare nella figura corrispondente.

I 25 terminali di un connettore DB-25 convenzionale presentano quattro gruppi di segnali:

- terminali dal 2 al 9 - linee dei dati da D0 a D7
- terminali 1, 14, 16, 17 - porta di controllo
- terminali 10, 11, 12, 13 - porta di stato (o status)
- terminali dal 18 al 25 - sono le masse del sistema.

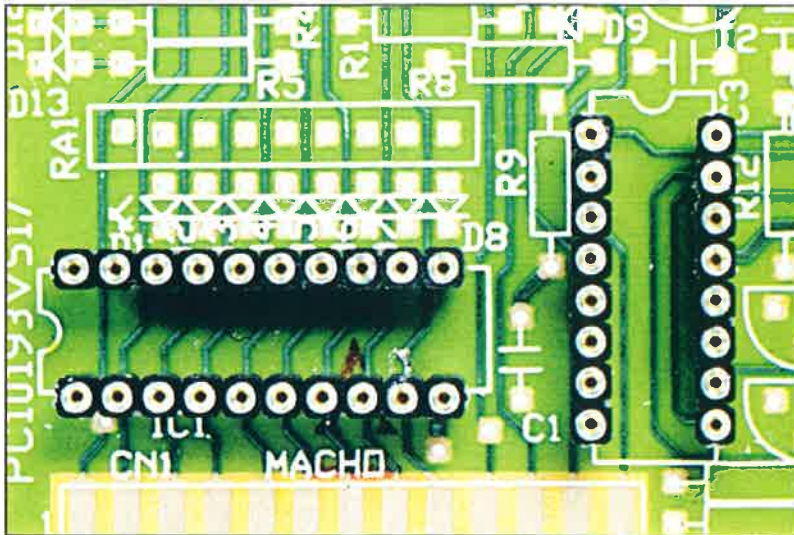
Nella figura corrispondente è possibile osservare la distribuzione dei terminali appena elencata.

LIVELLI TTL

Le interfacce Centronics utilizzano per i segnali di uscita e di ingresso più o meno gli stessi standard di tensione utilizzati dall'elaboratore. Pertanto, l'aggancio della comunicazione viene effettuato solamente per mezzo di pochi circuiti integrati (situati all'interno del personal) che comunicano con altri chip similari posti all'interno della stam-

Lo standard Centronics comprende tre porte diverse in un solo connettore

I livelli delle tensioni di lavoro sono compresi nella gamma conosciuta come TTL



I primi componenti che devono essere montati sono i terminali torniti, che costituiranno gli zoccoli dei circuiti integrati

pante. I livelli delle tensioni di lavoro sono compresi nella gamma conosciuta come TTL (la sigla TTL corrisponde al nome della famiglia dei circuiti integrati logici utilizzati, chiamata TRANSISTOR-TRANSISTOR LOGIC), che corrisponde a valori che vanno da 0 a 5 V: normalmente, l'1 logico corrisponde a 5 V mentre lo 0 logico a 0 V. Ciascuna delle uscite tende a portare la tensione verso lo stato basso (minor resistenza) a causa di

vello logico. Per evitare questa situazione è sempre consigliabile caricarli con una resistenza verso + Vcc o verso massa).

L'opportunità di caricare le linee TTL risulta ancora più evidente nel caso in cui due uscite subiscano un cortocircuito accidentale; se una di queste è caricata verso + Vcc e l'altra verso massa, sarà prevalente la seconda, e verranno evitati effetti che potrebbero essere spiacevoli.

una resistenza di pull-up collegata a + Vcc presente sull'ingresso corrispondente. Questa resistenza serve a fare in modo che se un ingresso non viene collegato non rimane comunque in uno stato indefinito, ma viene "caricato" dalla stessa a livello logico alto. Ciò può risultare molto importante nel caso in cui, accidentalmente o deliberatamente, qualche ingresso TTL risulti scollegato (gli ingressi scollegati e non caricati rimangono fluttuanti e possono quindi oscillare tra lo stato alto e quello basso causando una indeterminatezza del li-

Schema di collegamento tra la il computer (PC) e la stampante. Viene riportata anche la descrizione dei segnali presenti nel cavo

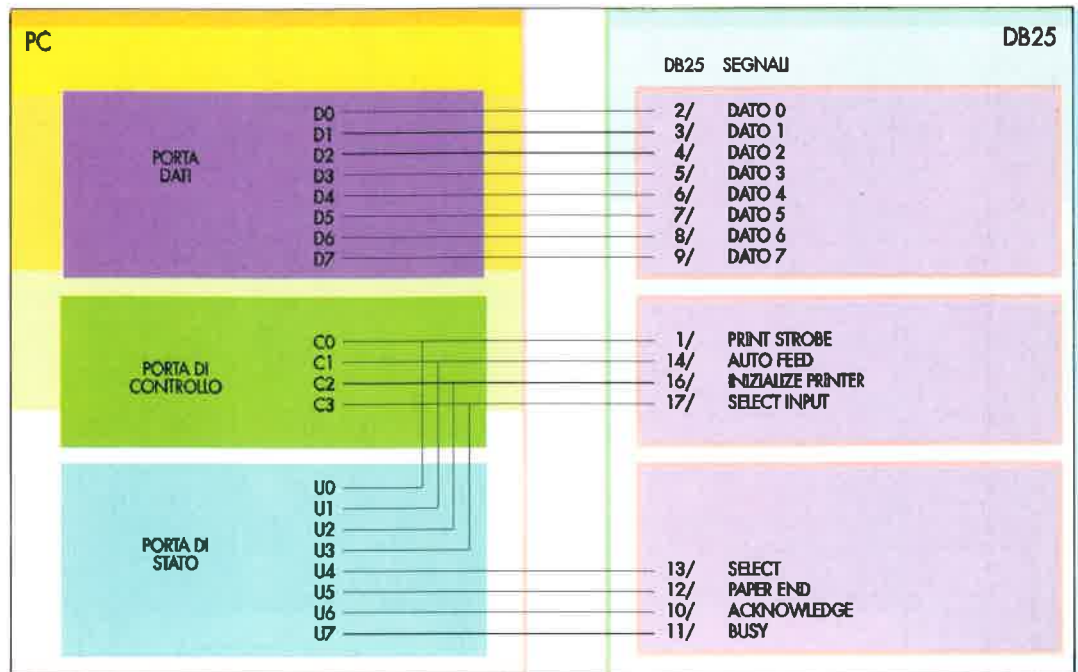


CONTROLLO DELLA FUNZIONALITÀ

Per verificare il funzionamento della porta Centronics viene proposto un circuito di controllo, il cui compito sarà quello di supervisionare i segnali presenti nel cavo che collega il PC alla stampante. Per non interferire sul normale funzionamento delle operazioni di stampa, il circuito è stato progettato in modo da renderlo trasparente; ciò vuol dire che consente il passaggio dei segnali che circolano tra le due apparecchiature, ma nel contempo esegue l'analisi di questo flusso. Come si può osservare nello schema corrispondente, tutte le linee sono visualizzabili tramite dei diodi LED, alcuni attivati da livelli alti di tensione e altri da livelli bassi, tranne le linee

ACK\, STB\ e BUSY, che innescano tre dei quattro monostabili che compongono il circuito integrato IC2. Le linee dei dati D0-D7 eccitano i diodi LED attraverso il buffer IC1 (74LS540). Poiché questo integrato è un buffer invertente, le sue uscite verranno collegate ai catodi dei LED. Un livello logico alto su una linea dei dati farà accendere il LED corrispondente.

Il circuito può essere alimentato con una tensione esterna di circa +9 V tramite il connettore CN3, oppure tramite il terminale 17 del connettore femmina DB-25 che viene collegato alla stampante; in quest'ultimo caso, bisogna spostare il ponticello presente sul circuito stampato che cortocircuita questo terminale a massa.



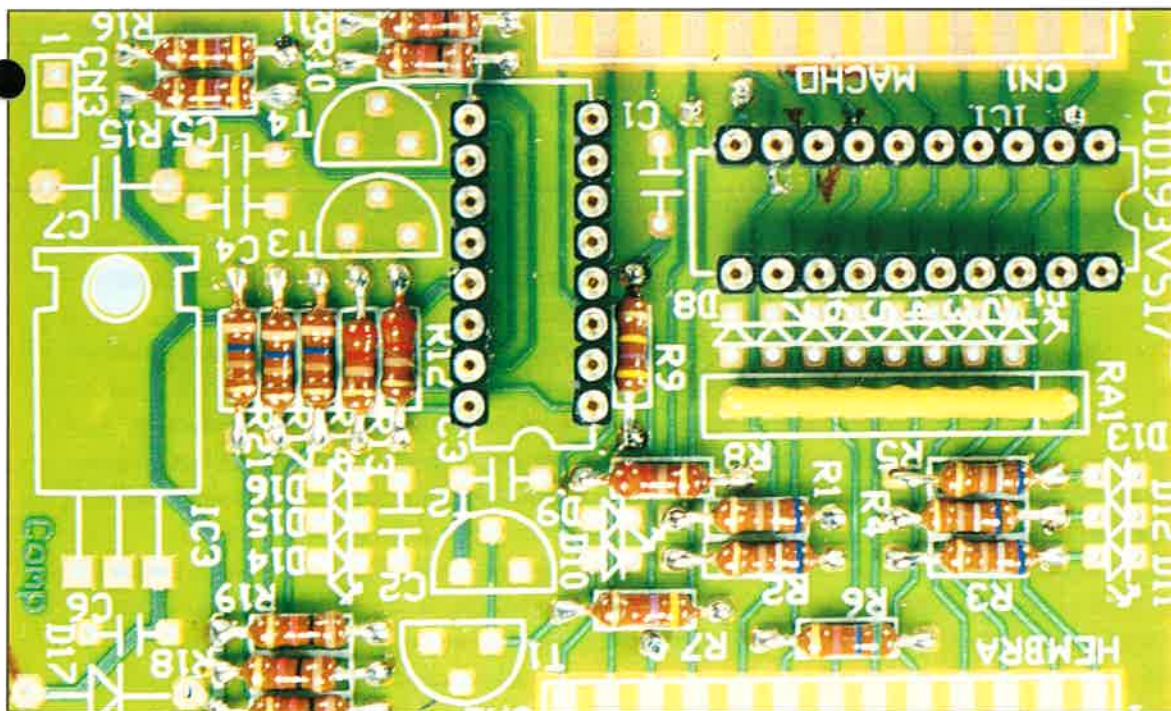
Descrizione schematizzata delle porte associate allo standard Centronics

MONTAGGIO DEL CIRCUITO

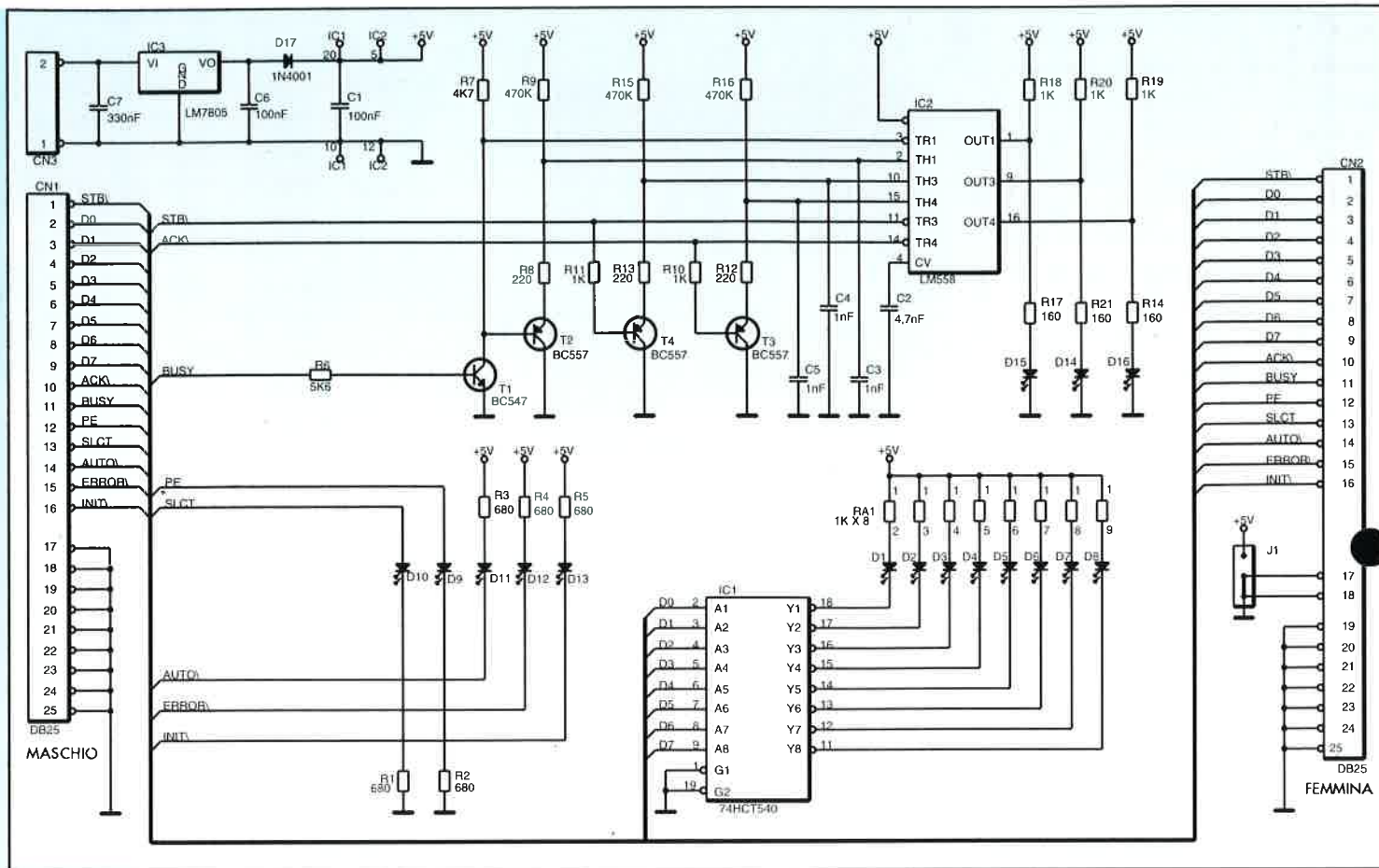
Il montaggio di questo circuito non dovrebbe presentare nessuna difficoltà, tenendo presente il fatto che si sta lavorando su di un circuito stampato

a doppia faccia con fori non metallizzati. Questa condizione presuppone un lavoro extra per le saldature, poiché queste dovranno essere realizzate su entrambe le facce dello stampato senza dimenticarne nessuna.

Il montaggio inizia con l'inserimento delle resistenze nei rispettivi alloggiamenti



Nello schema tutte le linee sono visualizzate tramite dei diodi LED



Schema elettrico del monitor di controllo della connessione Centronics

Il circuito viene alimentato con una tensione continua esterna di circa +9 V tramite il connettore CN3

Inizialmente conviene montare e saldare i terminali torniti che formano gli zoccoli per i circuiti integrati, come si può osservare nella figura corrispondente. Successivamente si possono cablare e saldare le resistenze, i condensatori e il diodo (senza dimenticare che la striscia di riferimento identifica il catodo). Dopo aver terminato questa operazione si possono montare i transistor, tenendo presente che il BC547, corrispondente al transistor T1, è di tipo NPN: per evitare errori, controllare attentamente la serigrafia.

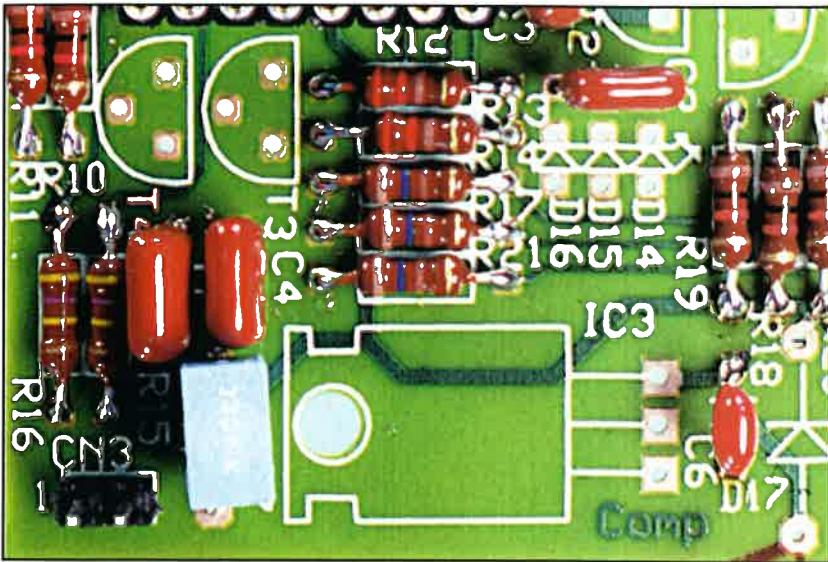
Prima di montare il regolatore di tensione bisogna piegare i suoi terminali a 90 gradi in modo che, dopo essere stato montato, il profilo del suo contenitore coincida perfettamente con la serigrafia riportata sul circuito; inoltre, prima di fissarlo allo stampato con una vite, è necessario frapporre una striscia di isolante in mica tra il corpo del componente e il circuito stampato stesso, per evitare cortocircuiti con le piste che passano nelle sue vicinanze.

A questo punto si possono montare e saldare i 16 diodi LED, rispettandone la polarità. Se i LED di cui si dispone hanno i terminali con un passo di dimensioni maggiori rispetto a quello presente sul circuito stampato, è consigliabile piegare quelli dispari a 90°, in modo da realizzare una alternanza che permetta il loro alloggiamento; a tal fine si devono piegare i terminali dei diversi LED nello stesso punto, in modo che risultino perfettamente allineati tra di loro.

I connettori DB-25 devono essere montati e saldati rispettando la posizione del maschio e della femmina (CN1 = maschio, CN2 = femmina).

I circuiti integrati devono essere inseriti per ultimi, prestando attenzione al loro orientamento (indicatedo sulla serigrafia del circuito stampato).

In funzione dell'alimentazione di cui si dispone, interna o esterna, si dovrà tagliare una pista del circuito stampato, come descritto di seguito. È anche possibile saldare un connettore per pile da



Con l'inserimento dei condensatori si termina il montaggio dei componenti passivi

9 V alla coppia di terminali che sono indicati sulla serigrafia come connettore CN3, ma di questo si parlerà tra poco.

COLLEGAMENTO E ALIMENTAZIONE DEL CIRCUITO

Il circuito può essere alimentato attraverso CN3 con una tensione superiore a 5 V per mezzo di un generatore di corrente continua esterna, o tramite il terminale 17 del connettore CN2 del lato stampante.

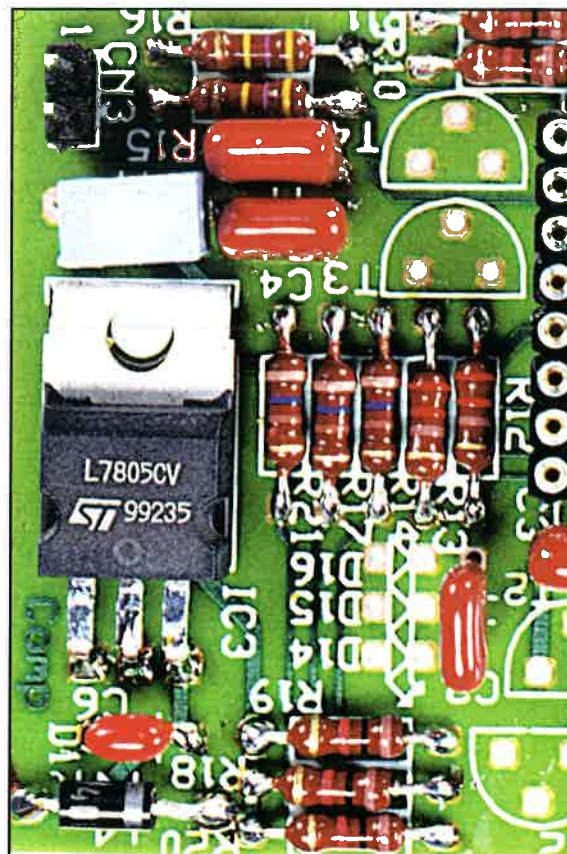
Se la stampante di cui si dispone presenta sul terminale 18 del connettore Amphenol una tensione di + 5 V, è possibile utilizzarla per alimentare il circuito, ma in questo caso si dovranno effettuare alcune modifiche molto semplici. È evidente che il circuito di controllo può essere collegato al sistema computer-stampante in due diversi modi. Uno di questi consiste nel collegarlo al computer tramite CN1, e collegare il cavo della stampante a CN2; tuttavia questo metodo di collegamento presenta dei problemi, il primo dei quali è dovuto al fatto che con il circuito in questa posizione non si verifica tutto il sistema. Infatti, i segnali vengono controllati prima di passare attraverso il cavo, e se questo presenta dei problemi non sarà possibile verificarlo. Inoltre, non è così semplice come sembra ricavare la tensione di alimentazione dalla stampante.

Il secondo metodo di collegamento del circuito

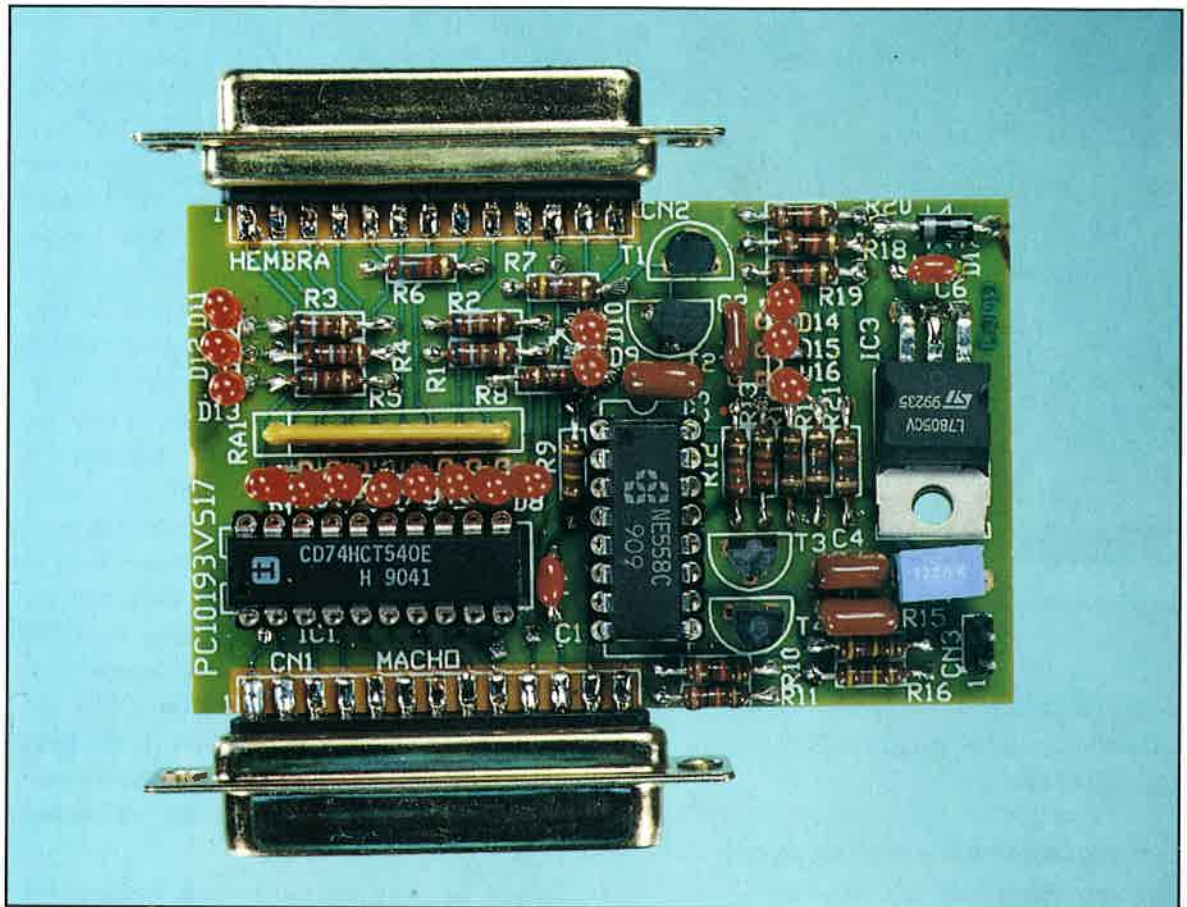
sfrutta l'impiego di due adattatori, uno di tipo Amphenol/DB-25 e l'altro di tipo DB-25/Amphenol, che verranno inseriti nei relativi connettori presenti sul circuito di monitoraggio, in modo che questo possa essere collegato direttamente alla stampante; ciò permette il controllo di tutto il sistema. Anche con questo tipo di collegamento bisogna verificare se sul terminale 18 del connettore della stampante sono presenti i 5 V necessari per l'alimentazione; in caso affermativo è necessario li-

berare il terminale 17 del connettore DB-25 dell'adattatore e collegarlo al catodo di un diodo 1N4001, mentre l'anodo dello stesso dovrà essere collegato al terminale 18 del connettore

Dopo aver montato il regolatore di tensione integrato sulla scheda, bisognerà isolarlo e fissarlo con una vite



I circuiti integrati devono essere montati per ultimi



Scheda del monitor di controllo della porta Centronics completa

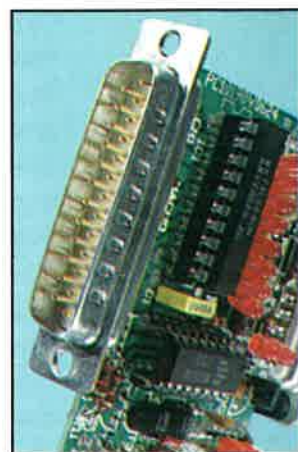
Amphenol. In questo modo si rende disponibile l'alimentazione sul terminale 17: le operazioni di modifica però, non sono ancora terminate. Sul lato saldature del circuito stampato, nelle vicinanze del connettore CN2, è presente un cortocircuito tra le piste in rame, visibile anche nella figura corrispondente, che porta il terminale 17 a massa. Bisogna perciò eliminare questo cortocircuito e collegare con un pezzo di filo il terminale 17 con la pista libera definita con una freccetta, che corrisponde al positivo del circuito. Eseguita questa operazione è possibile prelevare l'alimentazione dalla stampante. In qualsiasi caso si dovrà sempre ricordare che questa modifica limita l'im-

piego del circuito al solo inserimento tra il cavo e la stampante poiché, eseguendo il primo metodo di collegamento descritto in precedenza, si provocherebbe un cortocircuito con la tensione di alimentazione del PC (se il cavo presenta il terminale 17 a massa). Nel caso non risulti possibile utilizzare questo sistema, si può sfruttare il connettore CN3 per fornire la tensione di alimentazione necessaria. In questo caso è possibile utilizzare una pila da 9 V, la cui tensione viene stabilizzata dal regolatore di tensione integrato IC3. Questo integrato preleva i 9 V presenti al suo ingresso e fornisce una tensione di 5 V in uscita, che è quella necessaria per il funzionamento del circuito.

Elenco componenti		Semiconduttori	Varie
	R9, R15, R16 = 470 k Ω	D1-D16 diodi LED rossi piccoli	1 connettore cannon 25 terminali
	R10, R11, R18, R19, R20 = 1 k Ω	D17 = 1N4001	maschio
Resistenze	R14, R17, R21 = 160 Ω	T1 = BC547	1 connettore cannon 25 terminali
RA1 = Rete resistiva tipo SIL 8 x 1 k Ω	Condensatori	T2-T3-T4 = BC557	femmina
R1-R5 = 680 Ω	C2 = 4,7 nF	IC1 = 74HCT540	40 terminali torniti
R6 = 5,6 k Ω	C3, C4, C5 = 47 nF	IC2 = NE558	2 terminali maschi tipo molex
R7 = 4,7 k Ω	C7 = 330 nF	IC3 = 7805	1 circuito stampato PC10193V517
R8, R12, R13 = 220 Ω	C1, C6 = 100 nF		



PROGRAMMA PER IL MONITOR CENTRONICS



Nelle pagine precedenti è stato esaminato il montaggio del circuito di controllo per la porta Centronics. Di seguito verranno analizzati la natura dei segnali che compongono questo standard e i comandi del programma che verrà utilizzato come strumento di verifica e gestione del circuito.

Il standard più rispettato nel mondo della microinformatica è quello relativo all'impiego dei dispositivi di stampa associati all'elaboratore. Infatti, qualunque sia il tipo di stampante di cui si è in possesso (quelle ormai obsolete ad aghi, quelle a getto di inchiostro, le più moderne appartenenti alla categoria delle

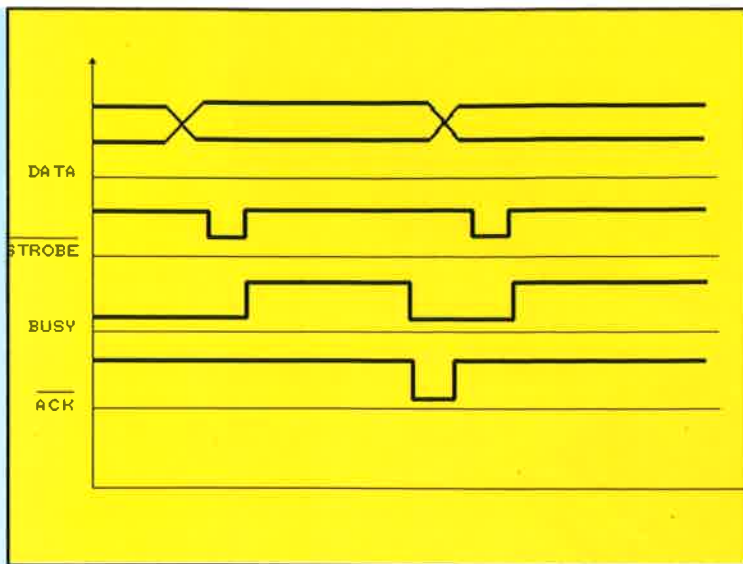


Diagramma dei segnali utilizzati nella trasmissione dati tra un PC e la stampante

stampanti laser, oppure quelle a sublimazione di colore), questa sarà certamente normalizzata secondo alcune specifiche di base o, detto in altro modo, rispetterà lo standard Centronics.

Di seguito, prima di entrare nel merito del programma di controllo vero e proprio, verranno dettagliatamente analizzati i segnali generati dalla stampante, e successivamente elaborati dal computer, che fanno riferimento a questo standard:

Segnale STROBE

È un segnale generato dall'unità che deve ricevere i dati in risposta ad una richiesta di collegamento, che serve per sincronizzare la trasmissione. Questo segnale è generalmente alto, e i dati vengono letti dalla stampante quando il suo livello scende. L'impulso deve rimanere basso per almeno 0,5 microsecondi.

Segnali DATA 0 - DATA 7

Sono i segnali di ingresso che portano gli 8 bit della parola dato. La parola viene letta in modo sincronizzato tramite l'impulso di STROBE. Il livello alto indica il livello logico 1. I segnali devono essere presenti 0,5 microsecondi prima dell'arrivo dell'impulso di STROBE.

Il segnale ACK è un segnale che serve al PC per sapere se la stampante è pronta per ricevere il blocco di dati successivo

Segnale ACK (RICONOSCIMENTO)

È un segnale inviato al computer per indicare che la stampante è pronta per ricevere il blocco di dati successivo, e viene generato quando il segnale BUSY passa dal livello alto a quello basso; per questa ragione può essere interpretato anche come un impulso di richiesta dati.

Normalmente si trova a livello alto. Se la condizione è vera, il segnale cambia livello. Questo segnale viene inviato automaticamente quando la stampante è in modalità ON LINE.

Segnale BUSY

Questo segnale di uscita indica lo stato della stampante, ed è alto quando la stampante è impegnata e non può ricevere i dati. Questa situazione si verifica nei seguenti casi:

- buffer della memoria di ricezione saturato
- la stampante sta processando dei dati
- la stampante è in OFF LINE
- la stampante è in condizione di errore.

Segnale PE (FINE CARTA)

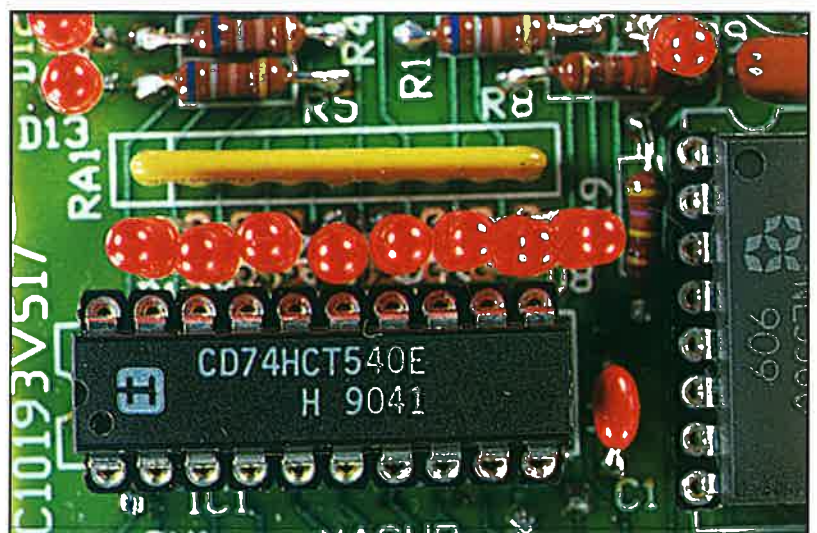
Questo segnale di uscita indica che restano solamente 5 centimetri di carta; normalmente è basso e diventa alto quando la carta finisce.

Segnale SLCT (SELEZIONE)

È un segnale di uscita che indica lo stato OFF LINE/ON LINE della stampante. Il segnale è alto in condizione ON LINE e basso in OFF LINE. La stampante assume la condizione di ON LINE:

- quando viene accesa

Diodi D1-D8 che consentono di controllare l'invio dei dati alla stampante



- quando riceve il segnale PRIME
 - quando riceve il comando RESET
 - quando si preme il pulsante ON LINE.
- La stampante assume la condizione di OFF LINE:
- quando rimane senza carta
 - quando si preme il pulsante ON LINE per la seconda volta.

Segnale AFTX\ (AUTO FEED)

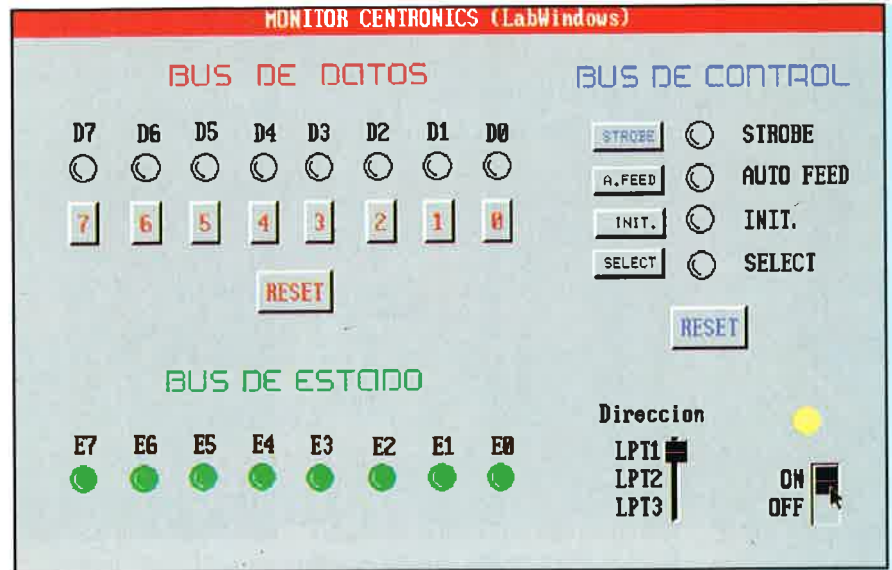
Questo segnale di ingresso indica se bisogna associare il comando di avanzamento della linea (LF) a ciascun ritorno del carrello (CR). Quando AFTX\ si trova a livello basso viene eseguita l'istruzione LF+CR. Quando è alto la stampante esegue solamente il ritorno carrello. Questa configurazione può essere variata tramite i microinterruttori di cui sono dotate le stampanti oppure, per i dispositivi più moderni, entrando nel programma di SETUP della stampante stessa.

Segnale di INIT

Questo segnale di ingresso, chiamato RESET\ o INPUT PRIME\, viene utilizzato per inizializzare la stampante. Si trova generalmente a livello alto, e passa a livello basso per ripristinare l'apparecchiatura. Può essere ricevuto in qualsiasi istante durante il funzionamento.

Segnale di ERROR

Questo segnale di uscita informa che si è verificato un errore. Normalmente il suo livello è alto, e



Pannello di controllo per la verifica e la supervisione simultanea del funzionamento della porta Centronics e della stampante

diventa basso quando si verifica una situazione anomala nel funzionamento. Gli errori possono essere causati da:

- mancanza della carta
- stampante in OFF LINE
- un sovraccarico sull'alimentazione (blocco della testina).

PULSANTI E INDICATORI DELLA STAMPANTE

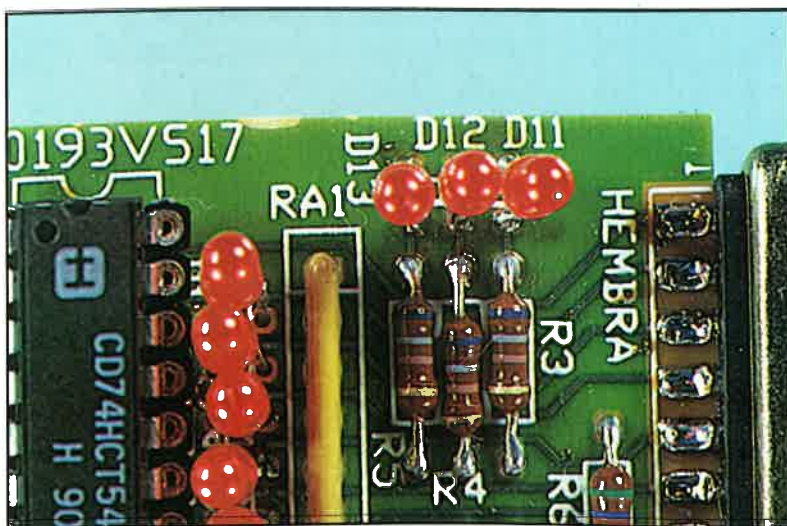
Generalmente le stampanti, indipendentemente dal costruttore, sono dotate sul loro pannello frontale di alcuni pulsanti e indicatori luminosi che realizzano e visualizzano alcune funzioni che vengono esaminate di seguito. Il computer invierà o meno i dati in funzione della condizione assunta da queste. Gli indicatori luminosi visualizzano invece lo stato in cui si trova la stampante. Queste indicazioni, unitamente a quelle fornite dal monitor di controllo, descrivono in modo completo lo stato della porta Centronics.

Commutatore ON LINE

Impostando questo commutatore nella condizione ON LINE si verifi-

Il segnale di uscita ERROR\ segnala un errore. Normalmente il suo livello è alto

Zona di attivazione dei segnali della porta di controllo



Per ristabilire la comunicazione con il computer, dopo che si è verificato un errore di fine carta, è assolutamente necessario inserire la carta e premere il tasto ON LINE

cano le seguenti situazioni:

- si accende l'indicatore ONLINE
- si abilita la linea di comunicazione tra il computer e la stampante
- viene inviato il segnale ACK\

I livelli dei segnali sull'interfaccia sono:

- BUSY = basso (spegne D15, BUSY)

- SELECT = alto (accende D10, SLCT)

- ERROR\ = alto (spegne D12, ERROR)

Commutando la stampante in condizione OFF LINE si verificano le seguenti condizioni:

- si spegne l'indicatore ON LINE

- viene disabilitata la linea di comunicazione tra il computer e la stampante

I livelli dei segnali sull'interfaccia sono:

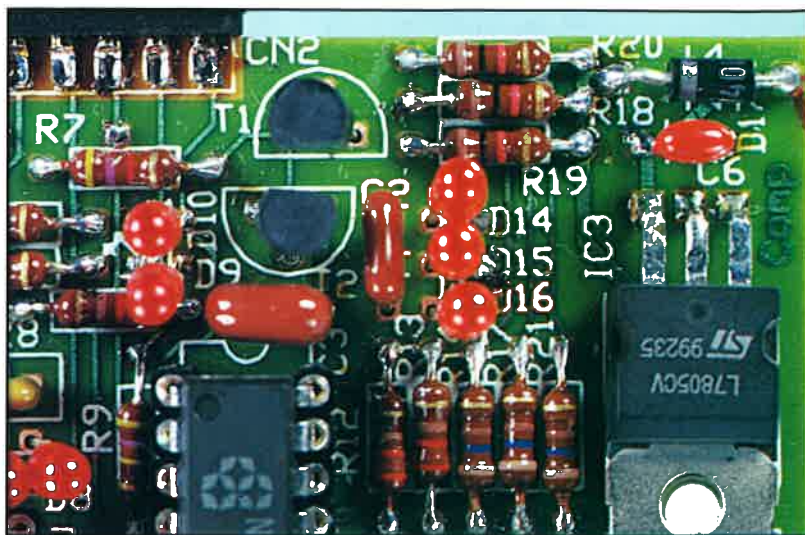
- BUSY = alto (accende D15, BUSY)

- SELECT = basso (spegne D10, SLCT)

- ERROR\ = basso (accende D12, ERROR)

Indicatore di PAPER/ERROR

Il rivelatore di presenza carta è posizionato all'interno della stampante, sotto il rullo di trascinamento. Quando rivela la mancanza della carta fa accendere l'indicatore di PAPER/ERROR; questa situazione si verifica quando vi sono meno di 5 centimetri di carta o quando questa manca del tutto. Inoltre, l'indicatore lampeggia anche quan-



Il diodo D14 visualizza lo stato del bit di controllo corrispondente al segnale STROBE (C0)

do si verifica un sovraccarico. Questo segnale è collegato al monitor di controllo, per cui quando è attivo farà accendere il LED D9 (PE) nello stesso momento in cui la stampante passa in OFF LINE, e farà spegnere D10 (SLCT), per indicare che la stampante da quel momento non accetta più dati. Quando la stampante rimane senza carta, oltre che accendersi l'indicatore PAPER/ERROR sul frontalino e il LED D9 sul monitor di controllo, si verificano le seguenti situazioni:

- la stampante non accetta dati dal computer

- la stampante si posiziona in OFF LINE e si spegne l'indicatore di ON LINE

- i tasti LF e FF vengono attivati.

I livelli dei segnale sull'interfaccia sono i seguenti:

- BUSY = alto (accende D15, BUSY)

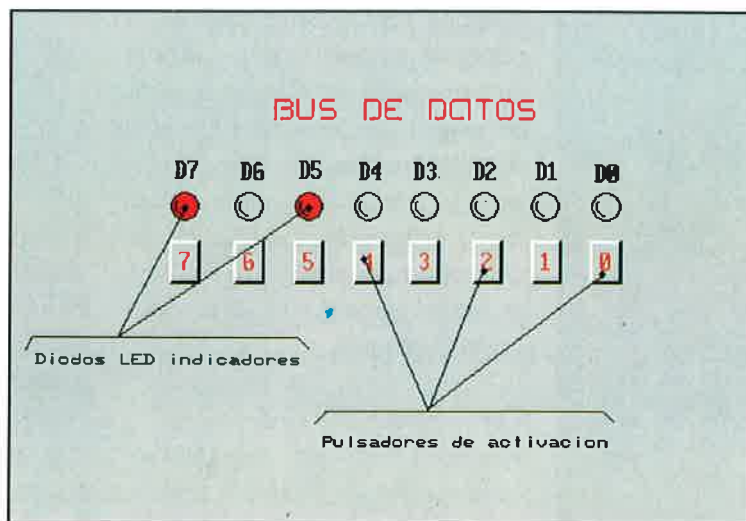
- SELECT = basso (spegne D10, SLCT)

- ERROR\ = basso (accende D12, ERROR)

- PE = alto (accende D9, PE)

Per ristabilire la comunicazione con il computer è necessario inserire la carta e successivamente premere il pulsante ON LINE; in questo modo la stampante riprenderà a scrivere dall'ultimo carattere non stampato. Se il rivelatore di presenza carta è di tipo ottico evidentemente non si potrà utilizzare carta trasparente o semitrasparente, in quanto non sarebbe rilevabile; in questo caso la condizione di

Dettaglio della zona di visualizzazione associata alla porta dati



errore persisterà anche dopo che la carta è stata caricata.

Rilevatore di SOVRACCARICO

Quando la testina della stampante si blocca per un guasto del carrello o della guida, situazione piuttosto frequente in ambienti molto polverosi, si genera una condizione di sovraccarico. L'indicatore PAPER/ERROR inizia a lampeggiare, e si verificano le seguenti situazioni:

- viene disabilitata la comunicazione con l'elaboratore, e la stampante passa in condizione OFF LINE
- si accende il diodo LED D12 e si spegne D10 sul monitor di controllo (ERROR e SLCT)
- i commutatori sul pannello frontale vengono disattivati.

I livelli di segnale sull'interfaccia sono i seguenti:

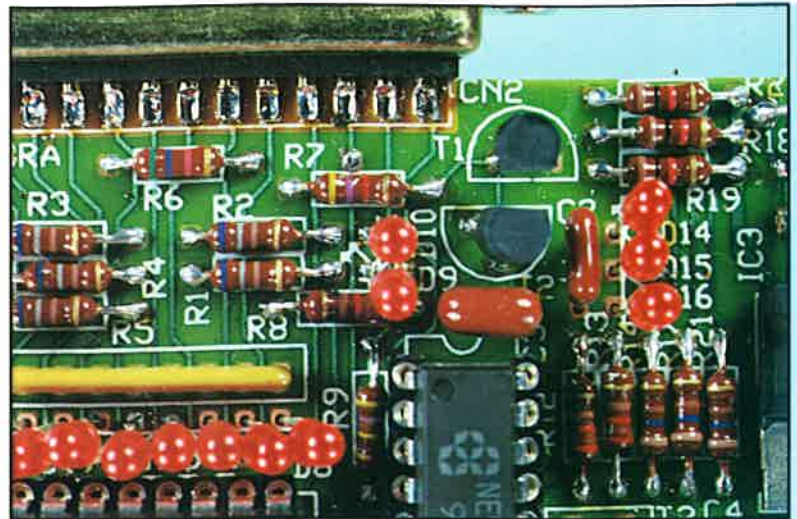
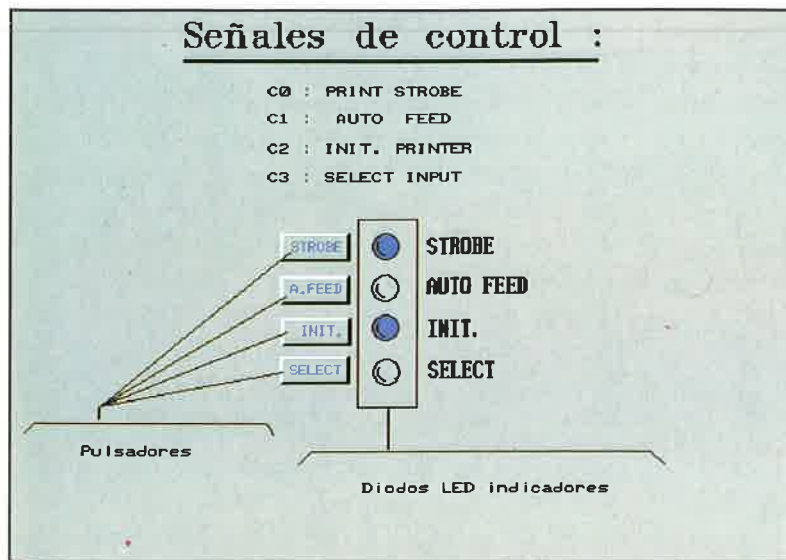
- BUSY = alto (accende D15, BUSY)
- SELECT = basso (spegne D10, SLCT)
- ERROR = basso (accende D12, ERROR)

Per ripartire con la stampa è necessario eliminare la causa del blocco, altrimenti sarà impossibile riprendere le operazioni.

MODALITÀ OPERATIVA DELLA TRASMISSIONE PC-STAMPANTE

Di seguito verrà descritto ciò che accade quando si decide di inviare un gruppo di caratteri verso la porta assegnata alla stampante.

I diodi D11 e D13 corrispondono ai segnali C1 e C2 (Auto-Feed e Initialize Printer, rispettivamente)



I diodi D9 e D10 corrispondono ai segnali E5 ed E4 sul pannello di controllo

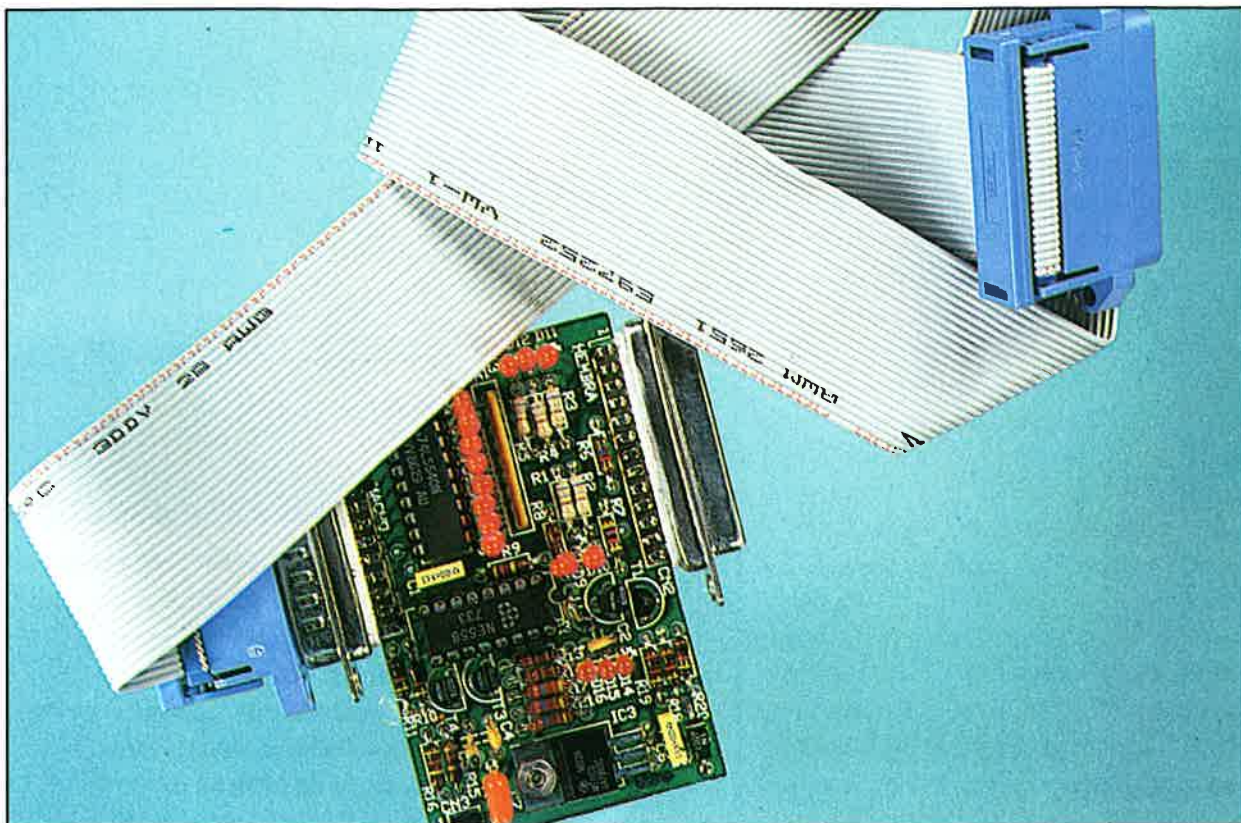
Inizialmente il computer invia alcuni dati sulla porta di uscita degli stessi. Questa operazione viene eseguita in un lasso di tempo molto breve. L'operazione successiva del computer è quella di indicare alla stampante che i dati sono pronti e questa invierà un segnale di conferma (STROBE) che, come già detto in precedenza, ha una durata di pochi microsecondi: in un tempo massimo di 0,5 microsecondi la stampante commuta anche la linea BUSY a livello alto.

In quel momento viene scaricato il buffer di dati dal computer alla stampante. Questa operazione può durare da alcune frazioni di secondo a qualche secondo (in funzione della capacità del buffer).

Dopo che la stampante ha ricevuto i dati e li ha elaborati, porta a livello basso la linea BUSY; contemporaneamente informa il computer che ha terminato le operazioni, inviando un impulso sulla linea ACK. Queste situazioni si ripetono per ogni pacchetto di dati inviati dal computer alla stampante.

Per comprendere meglio il funzionamento di questo processo si fa ricorso alla sua rappresentazione grafica in funzione del tempo. Nella figura corrispondente si può osservare il diagramma che illustra l'andamento dei segnali citati in precedenza.

Quando la testina della stampante è bloccata sul carrello si verifica la condizione di sovraccarico



Per collegare il circuito all'elaboratore si può utilizzare un flat-cable

PROGRAMMA DI VERIFICA PER IL MONITOR DI CONTROLLO

Per poter verificare il funzionamento del circuito è stato sviluppato il programma che verrà descritto di seguito. Questo programma è stato scritto con il linguaggio QuickBasic/LabWindows, e per poter operare con semplicità è consigliabile utilizzare un dispositivo di puntamento (mouse) e una scheda grafica di tipo VGA standard (in alternativa si può utilizzare un adattatore di tipo Hercules). Per eseguire la verifica si può optare per il collegamento del singolo monitor Centronics sull'uscita DB-25 femmina del PC, oppure collegare anche la stampante all'uscita del monitor. In qualsiasi caso, la connessione scelta dovrà venire realizzata prima di accendere i dispositivi (ricordarsi di applicare al corrispondente connettore presente sul circuito del monitor la corretta alimentazione per mezzo di una pila da 9 V o tramite il connettore Amphenol, come descritto in precedenza).

Dopo aver lanciato l'apposito programma di verifica MON.EXE, apparirà sullo schermo il

pannello di controllo del circuito. L'attivazione del pannello, ovviamente, avviene commutando l'interruttore di accensione (ON/OFF) che si trova sulla parte inferiore destra dello schermo; dopo aver spostato questo interruttore con il mouse, si attiveranno anche tutti gli indicatori e gli attuatori presenti sul pannello.

La disposizione di questi elementi non è stata realizzata a caso, ma attenendosi alla loro funzione all'interno della configurazione standard Centronics.

Sulla parte superiore sinistra del pannello è presente la porta dei dati (indicata come BUS DATI). Ciascun diodo (da D0 a D7) corrisponde a uno dei bit dei dati. Premendo su questi attuatori si può verificare il modo in cui rispondono sia i diodi LED presenti sullo schermo che i diodi da D1 a D8 posti sul circuito.

Se non si ottiene nessuna risposta è probabile che si stiano scrivendo i dati in una porta diversa da quella che è stata collegata. In previsione di questa eventualità, il pannello di controllo è stato dotato di un commutatore a slitta a tre posizioni (indicato con INDIRIZZO) che consente di commu-

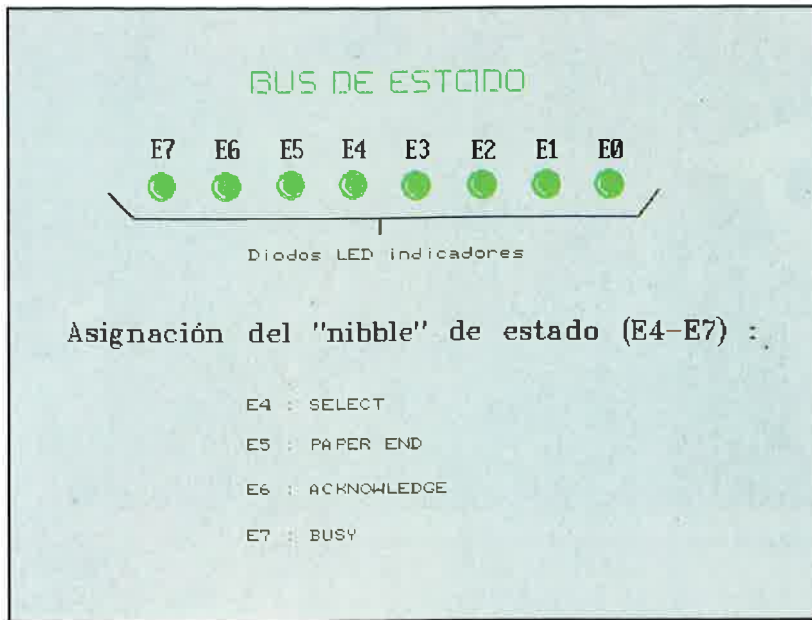
*Il programma
è sviluppato
in linguaggio
QuickBasic/
LabWindows*

tare le tre porte Centronics presenti sull'interfaccia del PC, di cui si parlerà successivamente.

Dopo aver selezionato la porta corretta sarà possibile verificare il BUS DI CONTROLLO. I quattro segnali da controllare sono:

- C0 = PRINT STROBE
- C1 = AUTO FEED
- C2 = INITIALIZE PRINTER
- C3 = SELECT INPUT

La zona relativa al BUS DI CONTROLLO è localizzata nell'angolo superiore destro del pannello, e i LED indicatori sono posti verticalmente, come illustrato nella figura corrispondente. La risposta degli impulsi inviati dal programma verrà visualizzata dall'accensione sequenziale dei quattro LED azzurri di cui è fornito il pannello. Sul circuito stampato del monitor di controllo invece, per semplificare lo studio e la realizzazione pratica, i LED corrispondenti non sono stati distribuiti simmetricamente; nella figura corrispondente si può osservare la posizione dei diodi LED D11 e D13, che corrispondono rispettivamente ai segnali di controllo C1 e C2. Per maggior sicurezza, si è preferito permettere una verifica del segnale di Select Input (selezione) anche tramite l'attuatore e il relativo indicatore presenti sul pannello di controllo, in modo da



I diodi LED E0-E7 sul pannello di controllo visualizzano la situazione della porta di stato Centronics

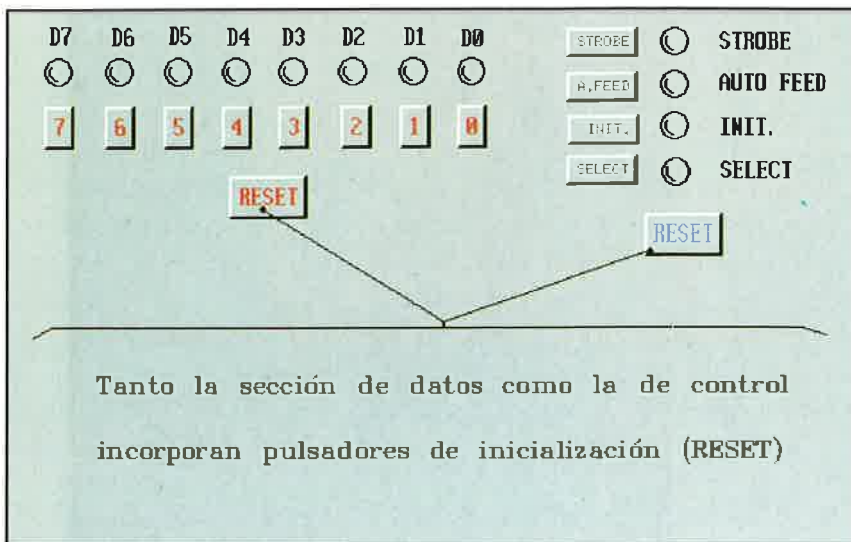
poter controllare manualmente l'accensione del diodo LED D10 presente sul circuito del monitor. Il segnale Print Strobe (o conferma) può essere controllato sia tramite il diodo azzurro sul pannello di controllo che per mezzo del LED D14 presente sulla scheda e indicato nella figura corrispondente.

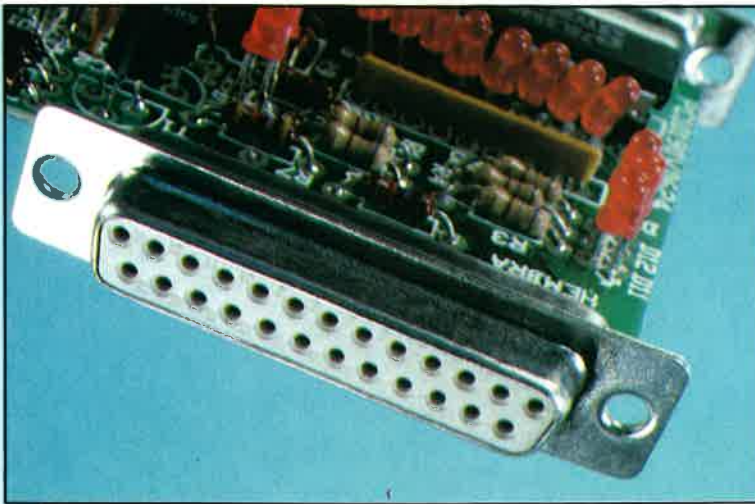
La terza zona del pannello corrisponde alla porta di stato (indicata come BUS DI STATO) ed è illustrata nella corrispondente figura. A differenza delle altre porte, essendo questa una porta di ricezione dei segnali, non è dotata dei corrispondenti attuatori, ma di soli diodi LED indicatori che visualizzano il livello logico corrispondente a ciascuno dei bit che arrivano a questa porta. Un sistema molto semplice per utilizzare il monitor di controllo e il relativo programma è quello di collegare il circuito tra il computer e la stampante.

In questo modo le informazioni ricevute e trasmesse in questa situazione (non bisogna dimenticare la condizione di trasparenza del circuito) verranno visualizzate sul pannello di controllo. I diodi D9 e D10 (visualizzati nella figura

La presenza del segnale PRINT STROBE può essere verificata sia tramite il diodo LED azzurro che si trova sul pannello di controllo che con il LED D14 posto sul circuito

Il pannello di controllo è dotato di due pulsanti di RESET per inizializzare le porte dati (di colore rosso) e di controllo (in azzurro)





Dettaglio del connettore femmina al quale viene collegata la stampante

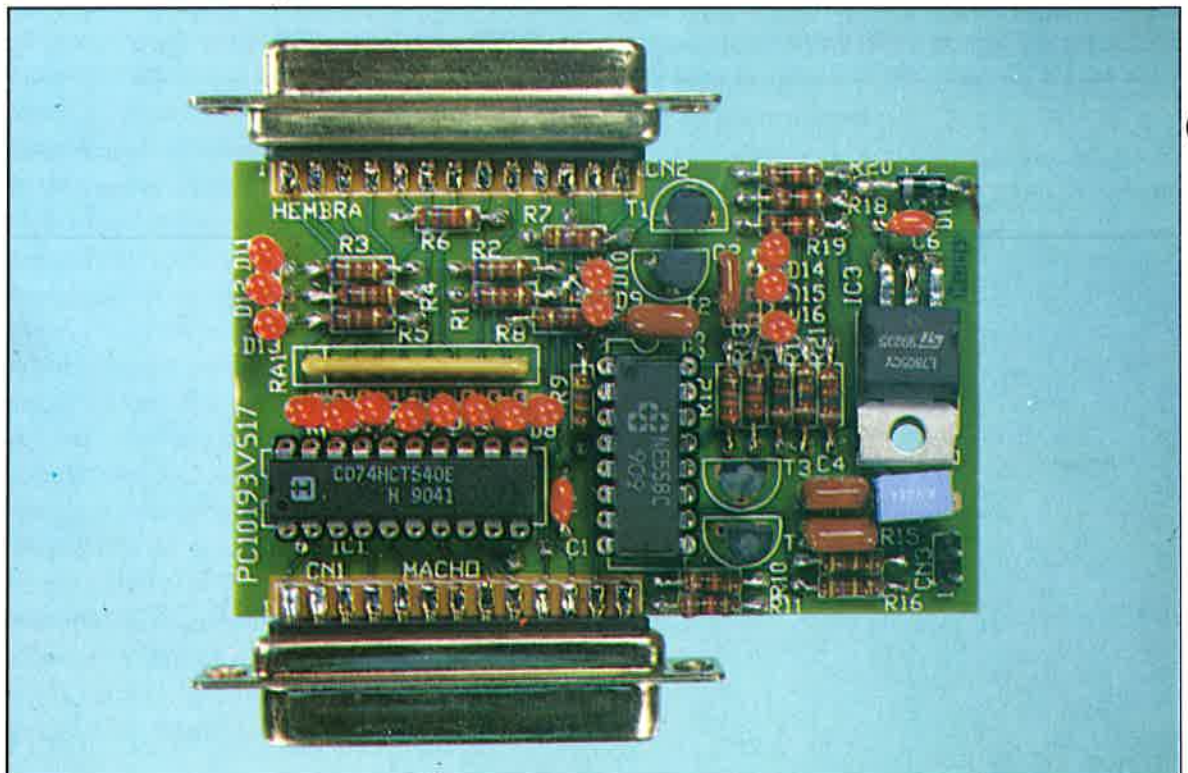
D1	: D0
D2	: D1
D3	: D2
D4	: D3
D5	: D4
D6	: D5
D7	: D6
D8	: D7
D9	: PAPER END
D10	: SELECT
D11	: AUTO FEED
D12	: ERROR
D13	: INIT
D14	: STROBE
D15	: BUSY
D16	: ACK

corrispondente) sono riferiti a questa porta, e sono assegnati agli indicatori E5 ed E4, rispettivamente. Nelle diverse figure si possono osservare anche i diodi D15 e D16, che corrispondono ai segnali di stato E7 ed E6. Sia la porta dei dati che quella di controllo sono dotate di un pulsante di reset, il cui scopo è quello di disattivare le uscite corrispondenti delle stesse.

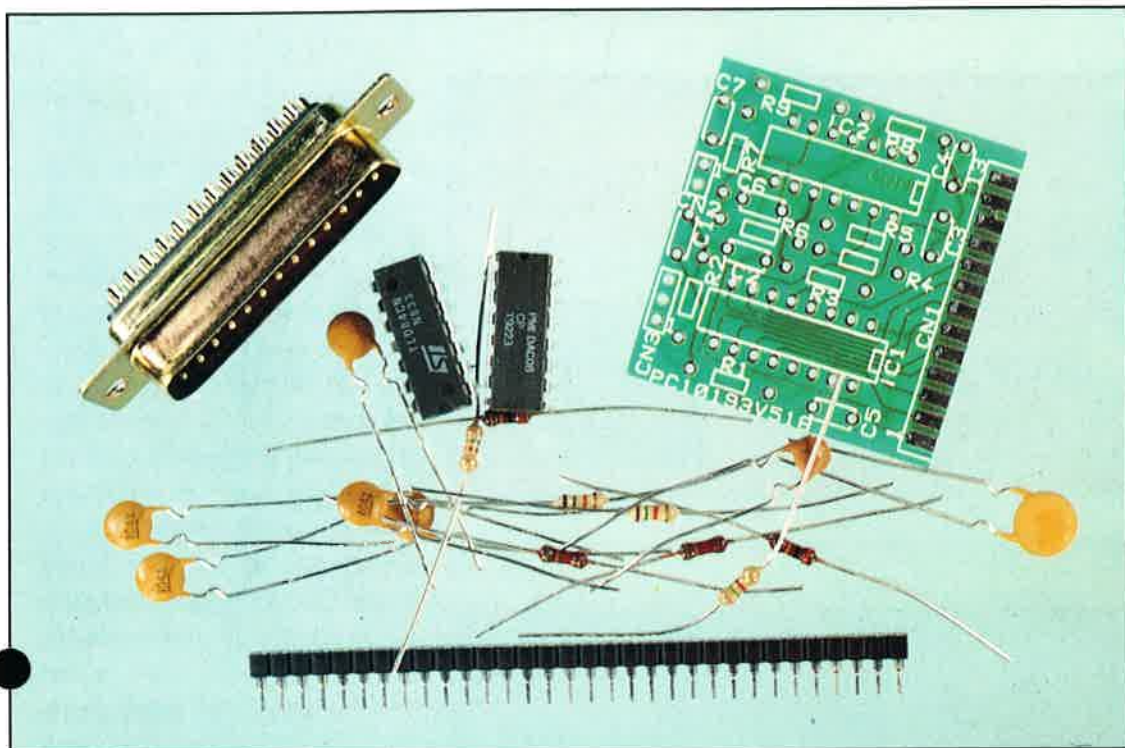
In definitiva, le corrispondenze tra i LED presenti sul circuito del monitor e i segnali sono le seguenti:

Come già detto in precedenza, è possibile utilizzare il commutatore degli indirizzi per modificare la porta operativa del PC. La corrispondenza tra queste porte e i relativi indirizzi è riportata nella tabella che segue:

Porta	Indirizzo	
	Decimale	Esadecimale
LPT1	0888	0378
LPT2	0632	0278
LPT3	0956	03BC



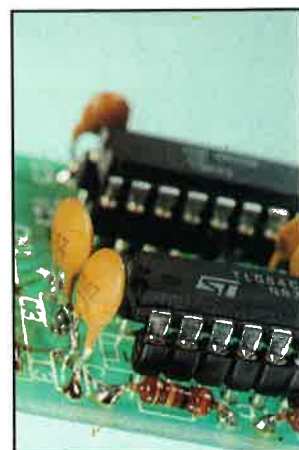
Il monitor di controllo per la porta Centronics può essere molto utile quando, per qualsiasi circostanza, si verificano dei problemi di comunicazione con la stampante

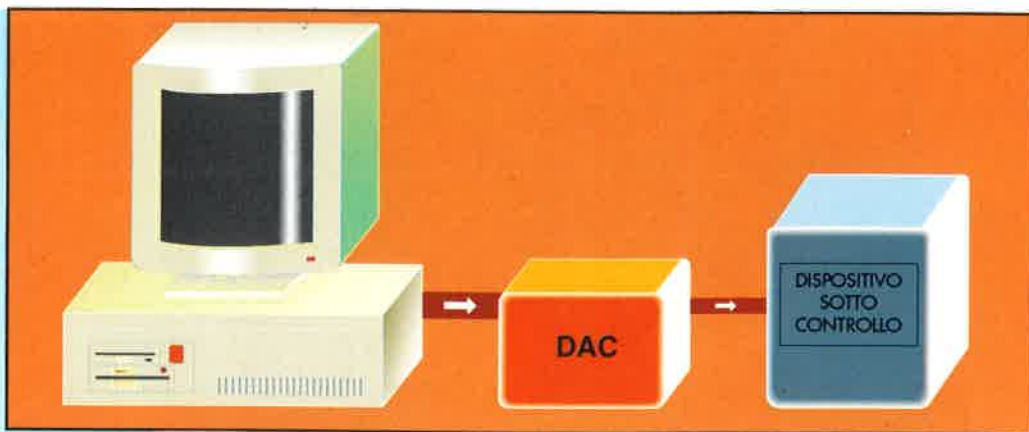


CONVERTITORE DIGITALE-ANALOGICO

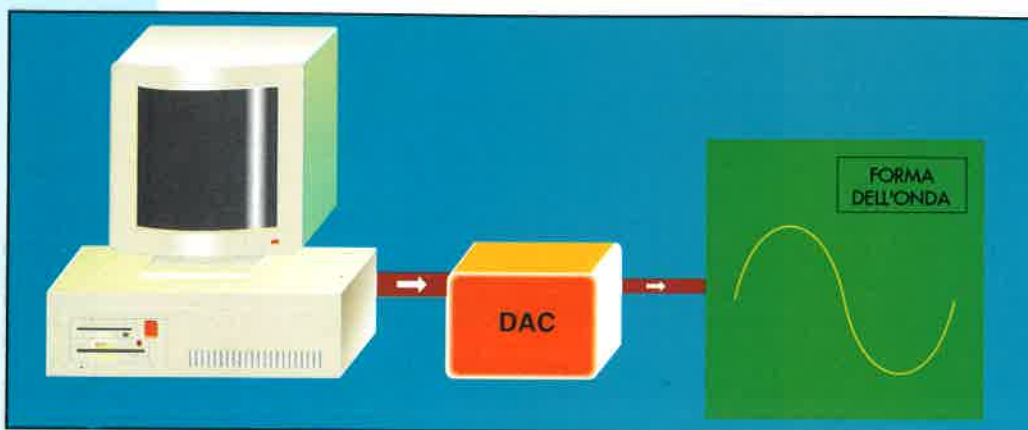
Lo scambio di informazioni tra i PC e il mondo circostante viene generalmente ottenuto attraverso trasmissioni basate sulla tecnologia digitale; questa situazione limita notevolmente le possibili applicazioni.

generalmente i PC sono dotati di due o tre porte di comunicazione: una parallela per le stampanti o dispositivi simili, e altre di tipo seriale per il mouse, la tavoletta grafica, o dispositivi per la trasmissione dei dati. In tutte queste porte sono presenti dei segnali digitali che difficilmente possono essere utilizzati per controllare circuiti realizzati in tecnologia analogica, nei quali la variazione di un segnale non è soggetta alle regole dell'aritmetica binaria.





Con un convertitore digitale-analogico è possibile controllare diversi dispositivi che operano con segnali variabili



Un convertitore può essere utilizzato anche come generatore di forme d'onda

In queste pagine viene proposto un dispositivo per la conversione dei dati binari in valori analogici di tensione, per consentire il controllo di circuiti che richiedono l'utilizzo di segnali lineari variabili per il loro funzionamento.

LA CONVERSIONE DIGITALE-ANALOGICA

Esistono diversi metodi che permettono di realizzare la conversione digitale-analogica. Tra i più conosciuti vi sono la conversione diretta, la conversione frequenza-tensione, e la conversione a scala.

Il metodo più utilizzato per la conversione digitale-analogica è la conversione a scala

Il metodo a conversione diretta sfrutta dei circuiti comparatori per realizzare la conversione. Se si utilizza un codice binario ad 8 bit si otterranno 8 livelli di uscita diversi, uno per ciascun bit, in funzione della combinazione di ingresso. La precisione di questo metodo è scarsa poiché il valore della tensione di uscita

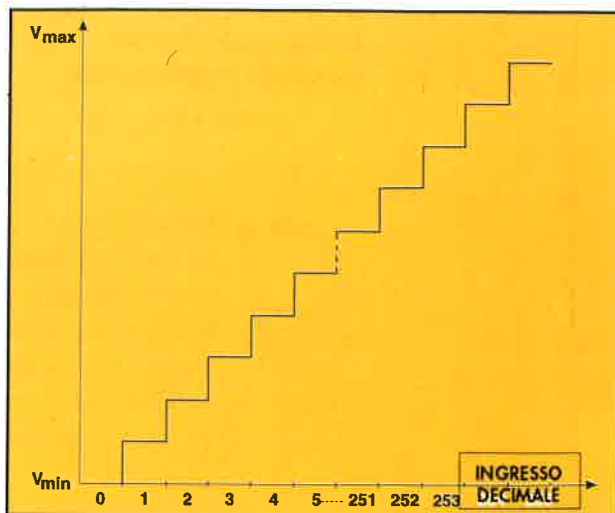
è quello corrispondente al bit più significativo, mentre gli altri vengono ignorati. Viene utilizzata in circuiti semplici a controllo discreto.

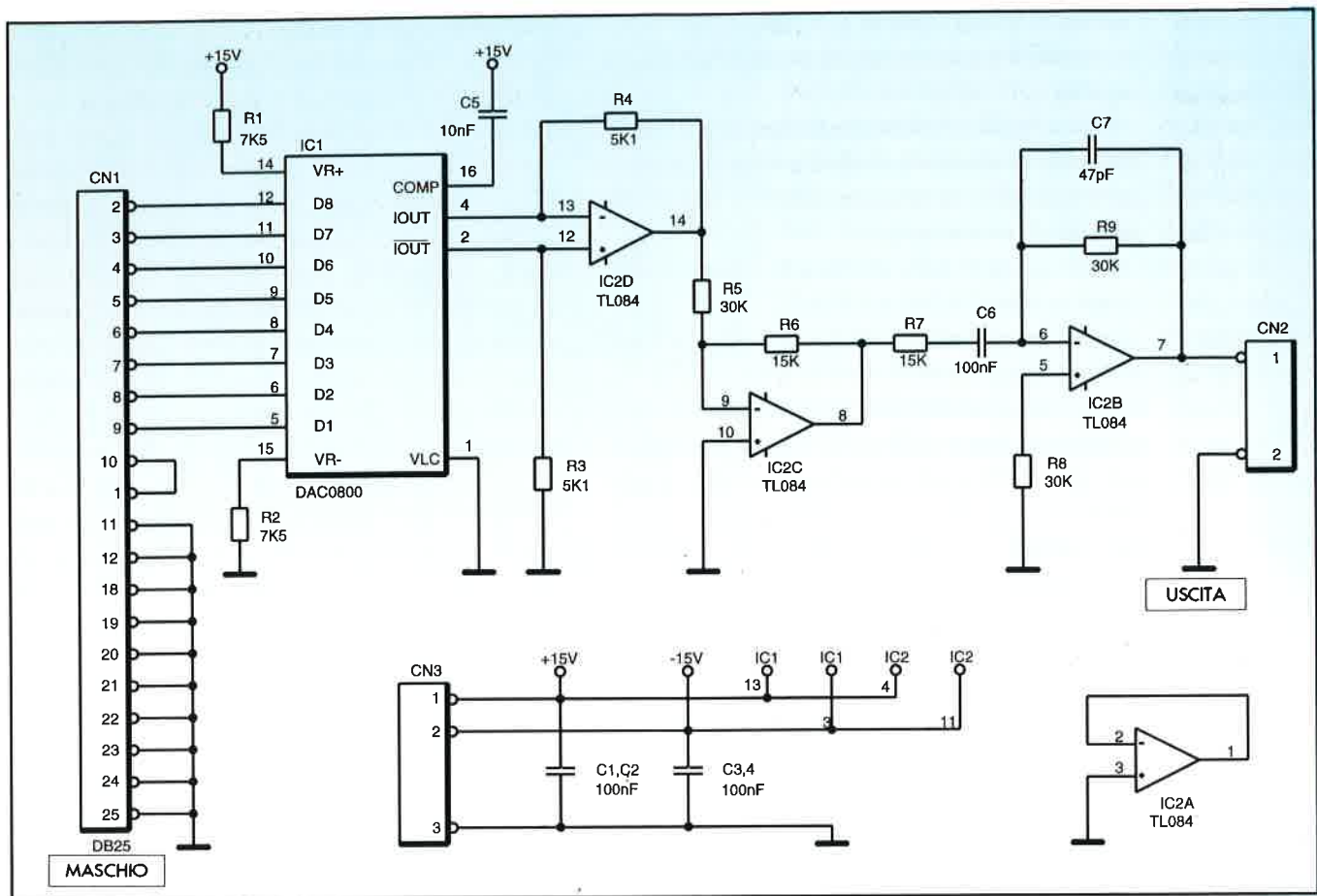
Con il metodo di conversione frequenza-tensione si ottiene una tensione di uscita proporzionale alla frequenza del segnale di ingresso. La tensione di uscita si ricava da un treno di impulsi digitali presenti in ingresso. Questo metodo può essere applicato anche ad altre forme d'onda non necessariamente digitali, e viene normalmente utilizzato nei modulatori e nei demodulatori, nei quali il segnale di base è digitale; viene anche impiegato per eseguire misure di frequenza nel campo analogico.

Il metodo più conosciuto è senza dubbio quello della conversione a scala, nel quale a ciascuna combinazione binaria viene fatto corrispondere un valore di tensione in uscita. A differenza della conversione diretta, tutti i bit di ingresso influiscono sul valore del-

l'uscita. Se si utilizza un convertitore a 8 bit si ottengono 255 livelli di uscita diversi. Questo significa che passando da uno stato binario a quello successivo, per esempio da 00000000 a

Con un convertitore da 8 bit si ottengono 255 livelli di tensione differenti compresi tra il valore minimo e massimo





Il convertitore, pur richiedendo un circuito elettrico molto semplice, risulta di grande utilità

00000001, il valore della tensione di uscita viene incrementato di $1/255$ del valore massimo. Maggiore è il numero di bit con il quale opera il convertitore, minore è il rapporto di incremento dell'uscita, per cui risulta maggiore la precisione. Per l'applicazione proposta si è scelto un convertitore digitale-analogico a scala a 8 bit, il DAC-0800.

DESCRIZIONE DEL CIRCUITO

Anche se dallo schema elettrico può apparire un circuito molto semplice, questo convertitore risulta di grandissima utilità quando si devono controllare dispositivi analogici; si lascia alla fantasia del lettore immaginare a quali e quante applicazioni può essere destinato questo congegno. Il circuito è stato progettato per essere collegato alla porta parallela del calcolatore, in modo da rendere possibile la variazione del dato a 8 bit in ingresso utilizzando dei programmi molto semplici.

Il dato presente sulla porta parallela viene inviato direttamente all'ingresso del convertitore, e sull'uscita del primo amplificatore operazionale si ottiene un valore di tensione direttamente proporzionale al valore digitale inviato.

Gli altri due amplificatori operazionali, unitamente ai condensatori e alle resistenze associate, costituiscono il filtro di uscita.

Questo circuito richiede per il suo funzionamento un'alimentazione esterna simmetrica di ± 15 V.

IL CONVERTITORE

Come già detto, il progetto è basato sul circuito integrato DAC-0800. Si tratta di un convertitore digitale-analogico a 8 bit ad alta velocità e a basso costo, con caratteristiche di funzionamento che lo rendono adatto ad una grande varietà di applicazioni, come interfaccia tra circuiti digitali e analogici. Tra le varie caratteristiche si segnalano:

- rapida diminuzione della corrente di uscita, 85 ns;

Il convertitore risulta di grande utilità quando si devono controllare dispositivi analogici

Con questo circuito non è possibile ottenere una tensione di uscita di 0 V. Il valore che più gli si avvicina risulterà sempre di alcuni millivolt al di sopra o al di sotto

- errore di fondo scala di ± 1 LSB;
- compatibilità con la maggior parte delle famiglie logiche;
- due uscite di corrente complementari, e quindi possibilità di operare in modo bipolare o unipolare;
- errore di linearità massimo dello 0,1 % in tutta la gamma di temperature;
- ampio margine della tensione di alimentazione, compresa tra $\pm 4,5$ e ± 18 V;
- basso assorbimento, circa 33 mW, per una tensione di alimentazione di ± 5 V.

Il funzionamento del circuito convertitore è molto semplice. In questa applicazione è stato configurato per operare in modo bipolare simmetrico, utilizzando il codice binario complementato.

Il valore della corrente di uscita, I_{out} , è il prodotto del valore binario applicato ai suoi ingressi, da D1 a D8 dove D8 è il bit meno significativo, per la corrente di riferimento I_{ref} .

Il valore di I_{ref} viene definito dalla resistenza collegata all'ingresso VR+, terminale 14, e dalla tensione di riferimento a questo applicata. Nel caso in esame la tensione di riferimento è di +15 V, e la resistenza R1 ha un valore di 7,5 k Ω ; da ciò risulta un valore di I_{ref} di 0,2 mA.

Il valore di I_{out} è dato da:

$$I_{out} = (I_{ref}/256) \times (128 \times D1 + 64 \times D2 + 32 \times D3 + 16 \times D4 + 8 \times D5 + 4 \times D6 + 2 \times D7 + D8)$$

Il valore dell'uscita complementare si ottiene con la stessa formula, cambiando i valori dei bit con i loro complementari in modo che la somma delle correnti di uscita I_{fs} risulti sempre costante:

$$I_{fs} = I_{ref} \times 255/256.$$

La resistenza R2, di valore uguale a R1, viene utilizzata per compensare gli errori dovuti all'elevato guadagno dell'amplificatore di riferimento interno dell'integrato. Nel circuito integrato IC2 sono presenti quattro amplificatori operazionali. All'uscita dell'amplificatore IC2D si otterrà una tensione il cui valore è proporzionale alle due correnti di uscita del DAC. Il valore massimo di questa tensione è determinato dalle resistenze R3 e R4, entrambe da 5,1 k Ω , e varrà:

$$V_o = R4 \times (2 \times I_{out} - I_{fs})$$

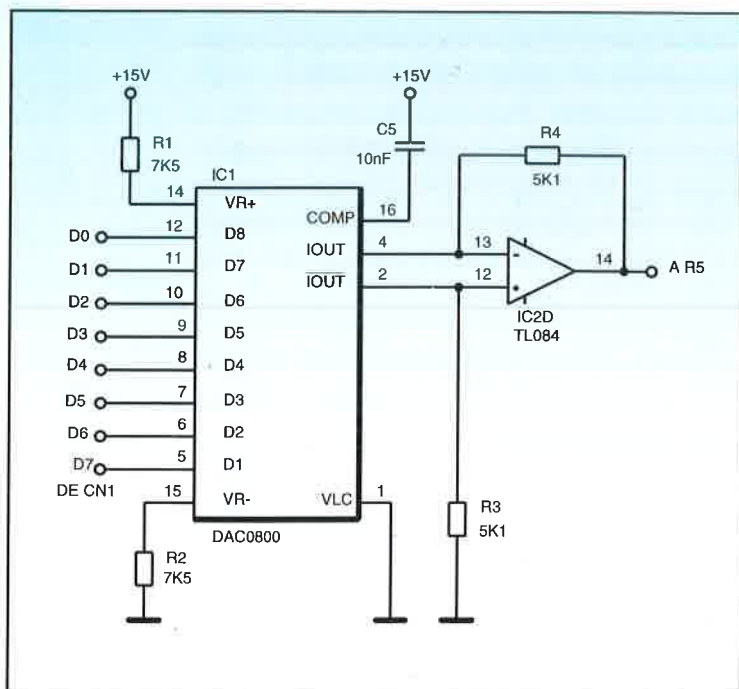
Tenendo presenti le formule precedenti, il massimo valore positivo si ha per $I_{out} = I_{fs}$, $V_o = +10,160$ V, che si ottiene per un ingresso binario pari a 11111111. Il valore minimo si ottiene per $I_{out} = 0$ e $V_o = -10,160$ V, che deriva da un valore binario di ingresso pari a 00000000.

Con questo circuito non è possibile ottenere una tensione di uscita di 0V, poiché l'operazione è completamente simmetrica. Il valore più prossimo risulterà sempre di alcuni millivolt sopra o sotto lo 0.

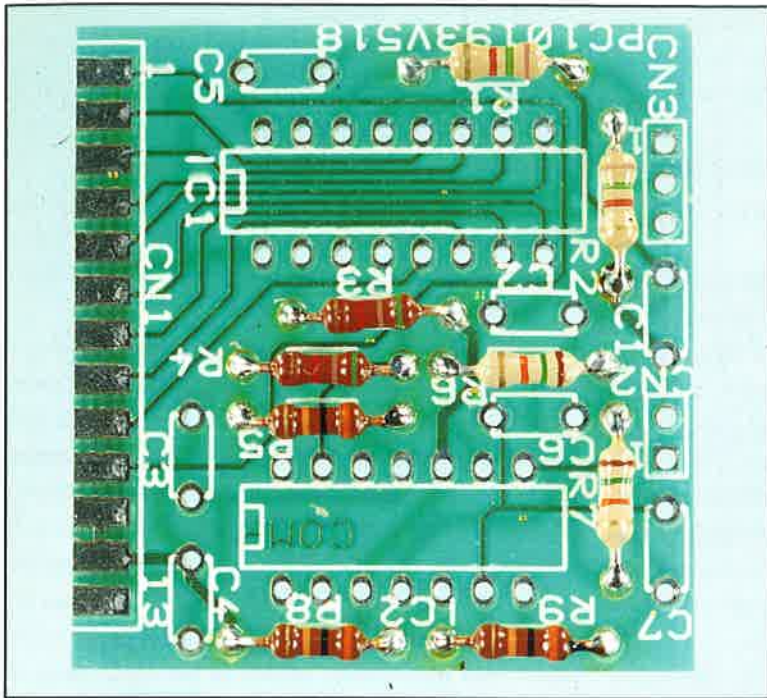
Tutti i valori indicati sono teorici e possono variare leggermente in funzione della tolleranza delle resistenze utilizzate e dei rapporti tra R1/R2 ed R3/R4.

FILTRO DI USCITA

L'amplificatore operazionale IC2B, in abbinamento alle resistenze R7, R8 e R9 ed ai condensatori C6 e C7, costituisce un filtro passa-banda. Il guadagno in tensione del filtro viene definito da $G = R9/R7 = 2$. La risposta cresce in ragione di 6 dB/ottava, presentando un guadagno unitario per $f_1 = 1/(6,283 \times R9 \times C6) = 53$ Hz; diventa lineare con un guadagno 2 tra $f_2 = 1/(6,283 \times R7 \times C6) = 106$ Hz e $f_3 = 1/(6,283 \times R9 \times C7) = 113$ kHz. A partire da f_3 il segnale inizia ad essere attenuato in ragione di 6 dB/ottava, e presenta un guadagno unitario per $f_4 = 1/(6,283 \times R7 \times C7) = 226$ kHz.



Sull'uscita dell'amplificatore IC2D si ottiene una tensione proporzionale alla differenza delle correnti fornite dal DAC-0800



Le resistenze sono i primi componenti che devono essere montati sul circuito

L'operazionale IC2C, con le resistenze R5 e R6, forma un amplificatore con guadagno 1/2; attenua perciò il segnale fornito dal convertitore sino alla metà del suo valore (6dB).

Poiché IC2C riduce il segnale alla metà del suo valore, e IC2B lo amplifica al doppio, il segnale presente sul connettore CN2 sarà identico a quello che fornisce il convertitore, con le frequenze inferiori a 106 Hz e superiori a 113 kHz attenuate.

Il compito di questo filtro è quello di eliminare i transitori a frequenza elevata che si possono generare durante le commutazioni realizzate dal convertitore, e attenuare il più possibile le frequenze basse. Evidentemente questo filtro è stato pensato per utilizzare questo convertitore come generatore di segnali periodici con frequenze superiori a 100 Hz e inferiori a 100 kHz. Nel caso il convertitore venga utilizzato per il controllo di circuiti in corrente continua, si deve provocare un cortocircuito sui condensatori C6 e C7, eliminando in questo modo l'effetto del filtro, per ottenere una tensione continua sul connettore CN2.

MONTAGGIO

Prima di iniziare a saldare i componenti bisogna tener presente che il circuito stampato ha i fori non metallizzati, per cui qualche compo-

nente dovrà essere saldato sia sul lato saldature che sul lato componenti. La doppia saldatura deve essere eseguita quando, osservando il circuito dal lato componenti, si nota che da un foro parte una pista.

Dopo aver identificato e classificato tutti i componenti si può iniziare il montaggio cominciando a saldare le resistenze da R1 a R9; si prosegue poi con i terminali torniti, che servono da zoccoli per i circuiti integrati, montando due file da 8 terminali per IC1 e due file da 7 terminali per IC2. Vengono utilizzate le strisce di terminali torniti al posto degli zoccoli tradizionali perché rendono l'operazione di doppia

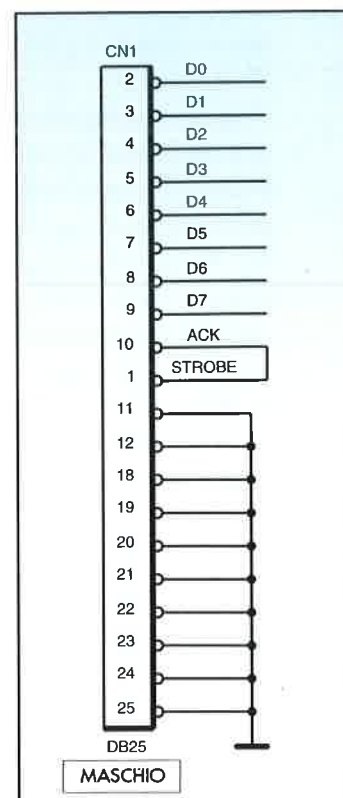
saldatura più facile da eseguire.

Il passo successivo è rappresentato dal montaggio dei condensatori, da C1 a C7, e dei terminali maschi che servono sia per la connessione CN3 dell'alimentazione che per l'uscita CN2 del segnale.

Per il montaggio del connettore CN1 si deve inserire il circuito stampato tra le file dei suoi terminali, verificando che questi coincidano con le corrispondenti isole presenti sullo stampato stesso. Per rendere più semplice l'operazione, si consiglia di seguire la procedura descritta di seguito: saldare innanzi tutto i terminali più esterni in modo da fissare il connettore, controllare che gli altri terminali risultino allineati alle rispettive isole, proseguire con le restanti saldature su entrambi i lati dello stampato.

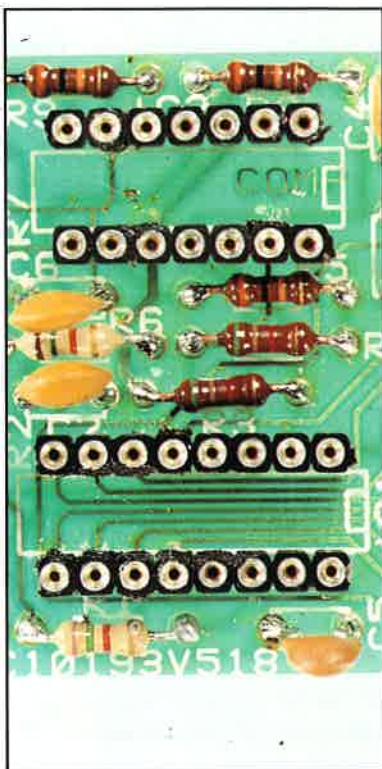
Come ultima operazione bisogna inserire i circuiti integrati nei rispettivi zoccoli, prestando attenzio-

L'operazionale IC2C con le resistenze R5 e R6 costituisce un amplificatore con guadagno del 50%



Tra tutti i segnali della porta parallela si utilizzano solamente quelli corrispondenti al bus dei dati

I terminali utilizzati come zoccoli consentono una più semplice operazione di saldatura su entrambe le facce del circuito



ne alle tacche di riferimento riportate sulla serigrafia.

VERIFICA DEL CIRCUITO

Per poter verificare il funzionamento del sistema si devono cortocircuitare con due pezzi di cavo i condensatori C6 e C7, poiché il controllo che si sta per eseguire prevede che l'uscita presenti valori in tensione continua.

Prima di effettuare qualsiasi verifica del circuito sul proprio calcolatore si devono

collegare i cavi di alimentazione a CN3. La tensione di + 15 V deve essere connessa al terminale 1, quella a - 15 V al 2, e la massa comune ad entrambe al terminale 3. Con la tensione di alimentazione applicata, devono essere presenti tra la massa e i terminali 13 di IC1 e 4 di IC2 una tensione di + 15 V, e tra la massa e i terminali 3 di IC1 e 11 di IC2 una tensione di - 15 V.

L'inversione di polarità dell'alimentazione può danneggiare i circuiti integrati.

Il passo successivo consiste nella verifica del circuito sulla porta parallela del computer. Per poterlo eseguire è necessario sviluppare un piccolo programma che consenta di scrivere un dato sulla porta parallela senza utilizzare i segnali del protocollo. Non è possibile utilizzare una istruzione di uscita dati verso la stampante, poiché questi ultimi non rimarrebbero sulla porta un tempo sufficiente per poter apprezzare la commutazione dell'uscita.

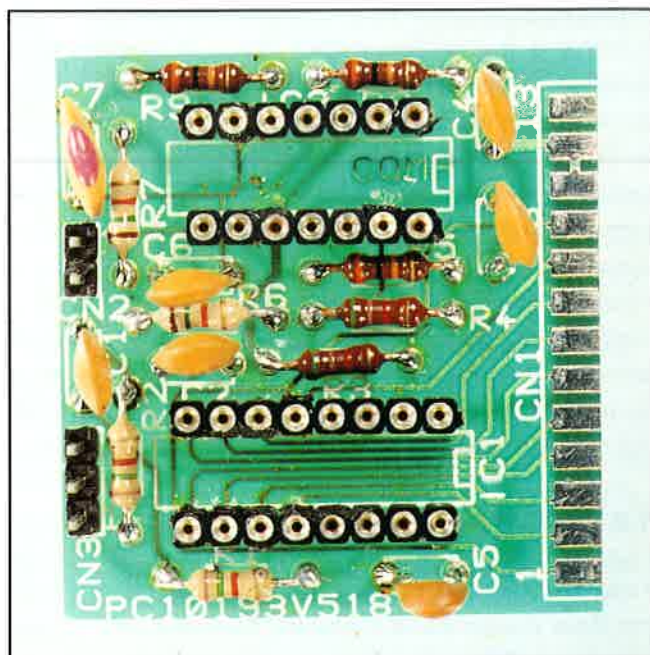
L'indirizzo della porta parallela nella mappa di I/O è 888, per cui il programma dovrà essere in grado di scrivere un dato a questo indirizzo. Utilizzando il linguaggio BASIC, si può scrivere questo semplice programma:

```
DATO=0
WHILE DATO<>300
INPUT "VALORE(0-255) (300=USCIRE)",DATO
OUT 888,DATO
WEND
```

Il programma richiederà il dato che si desidera inviare al convertitore e lo scriverà sulla porta parallela. Il programma termina quando si digita il valore 300.

Il collegamento del circuito deve essere fatto con computer spento e senza alimentazione al convertitore. Utilizzando un tester, con la scala dei volt selezionata per la corrente continua, si esegua una misura sul connettore CN2, ricordando che la massa corrisponde al terminale 2. Lanciare il programma appena scritto e digitare il valore 255, che corrisponde a 11111111 in binario; con questo valore, la lettura sul tester deve corrispondere al massimo valore di uscita di circa + 10,16 V. Il successivo valore da digitare è 0, corrispondente a 00000000 in binario; si otterrà in uscita il corrispondente valore di tensione minimo di circa - 10,16 V. Ad ogni incremento unitario del valore del dato inviato corrisponderà un incremento del valore in uscita di circa 80 mV. I valori per i quali ci si avvicina maggiormente a 0 V sono 127 e 128 (rispettivamente 01111111 e 00000001 in binario), per i quali risulta un valore di tensione in uscita di circa - 40 e + 40 mV.

Il circuito con i condensatori già montati



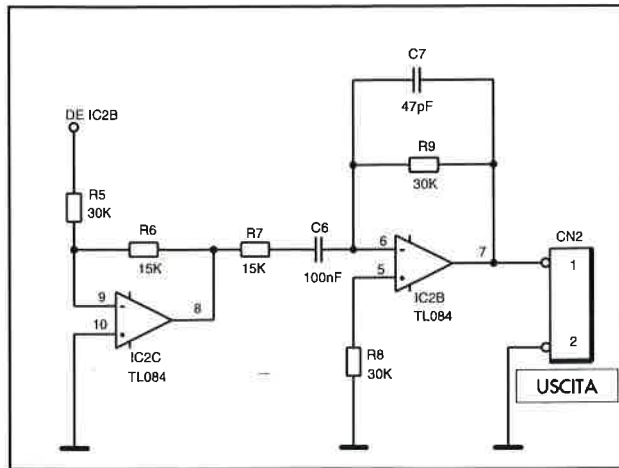
L'inversione della tensione di alimentazione può danneggiare gli integrati

Prendendo come riferimento le istruzioni del programma di prova, è possibile creare altri programmi che possono servire per controllare i dispositivi desiderati, da un comparatore a un generatore di forme d'onda.

Nel caso si pensi di utilizzare il convertitore come generatore di funzioni, è consigliabile calcolare preventivamente i dati necessari per generare l'onda, memorizzarli in una matrice, e successivamente inviarli direttamente alla porta parallela. Ricordarsi sempre che per applicazioni in corrente continua, o con segnali variabili di frequenza inferiore a 100 Hz, i condensatori di filtro devono essere cortocircuitati. A frequenze maggiori si devono eliminare i ponticelli per far sì che il filtro agisca come tale.

APPLICAZIONI

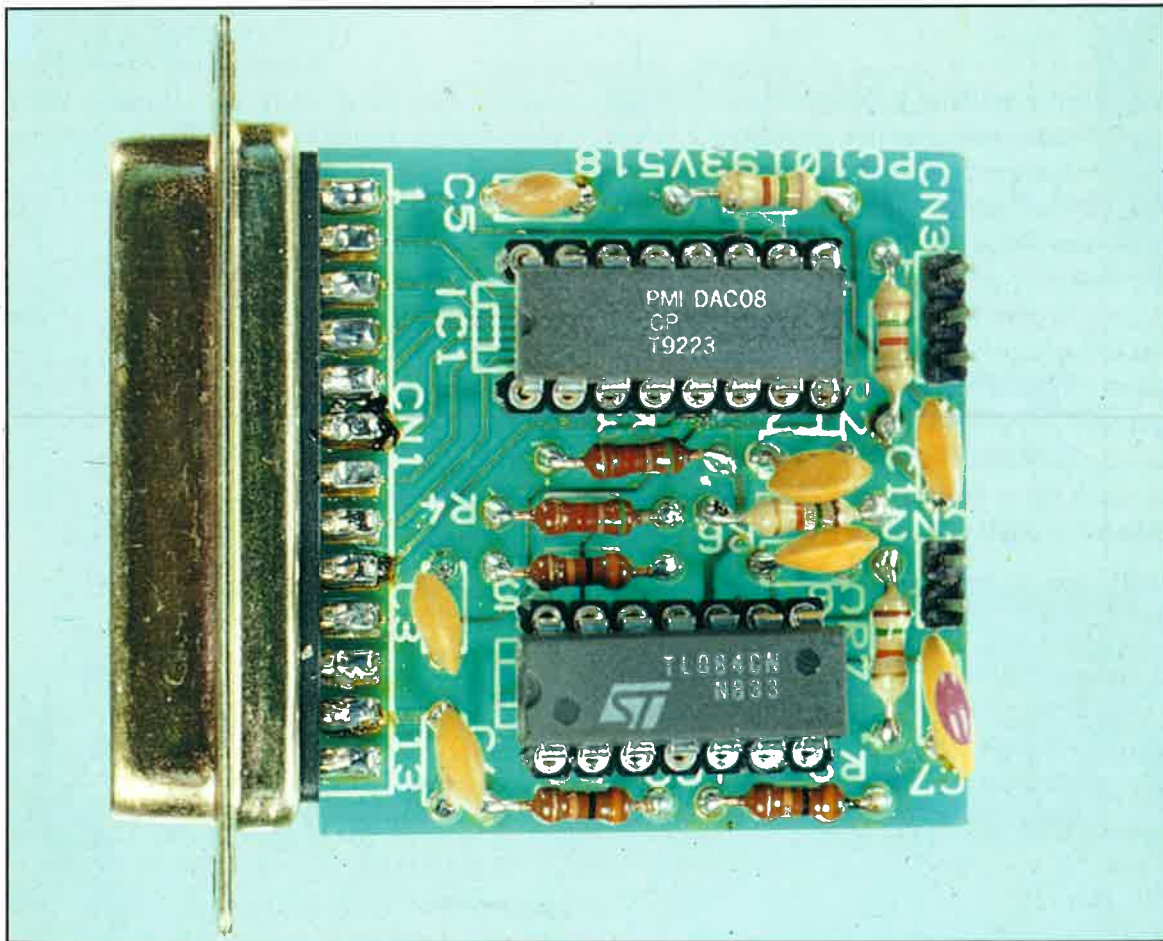
Questo convertitore digitale-analogico può essere utilizzato per controllare qualsiasi circuito nel quale sia richiesta una variazione della tensione



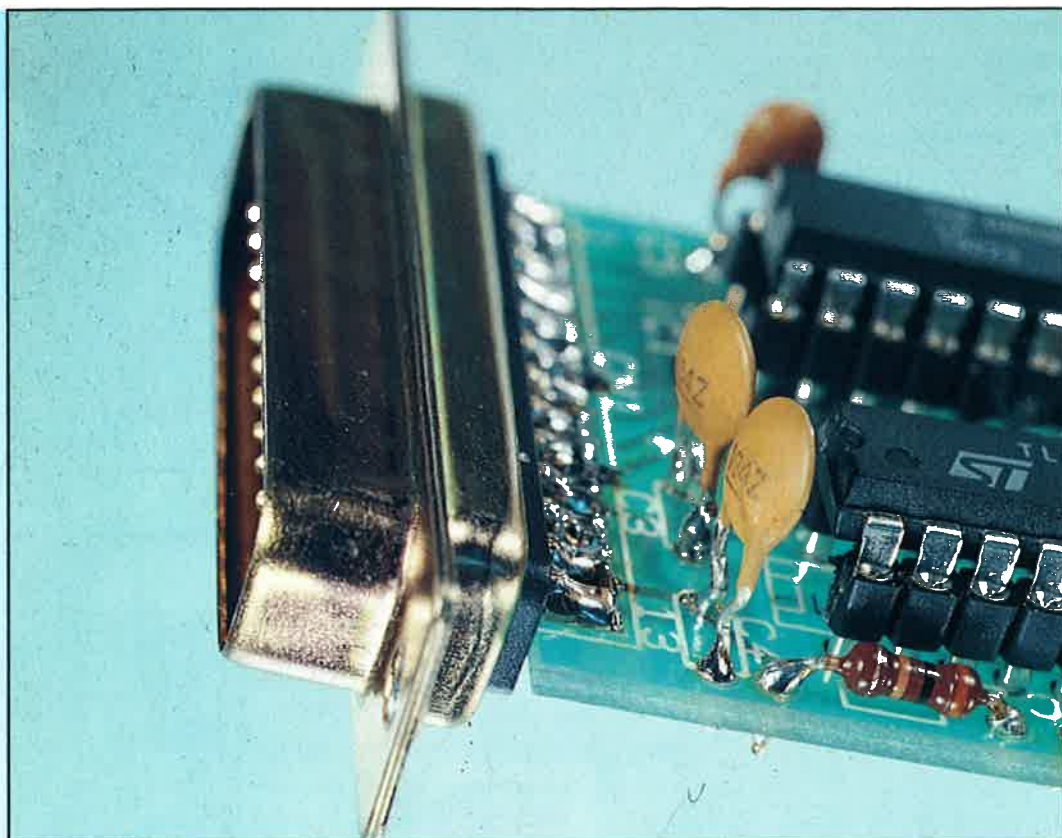
Il filtro di uscita elimina i segnali a frequenza bassa e alta

per modificarne il funzionamento. Di seguito vengono riportate alcune tipiche applicazioni. Un alimentatore con uscita variabile può essere un ottimo esempio di impiego in corrente continua. Se si è in possesso di un alimentatore con tensione di uscita fissa, è possibile convertirlo in un alimentatore variabile controllato dal computer. Applicando l'uscita del convertitore ad un circuito

Aspetto del circuito completamente montato



Il programma richiede il dato che si desidera inviare al convertitore e lo scrive sulla porta parallela



Come si può verificare nella fotografia, il connettore viene inserito in corrispondenza delle apposite isole presenti sul circuito stampato

regolatore di tensione, sia integrato che a componenti discreti, sarà possibile controllare il valore della tensione variando solamente la combinazione binaria all'ingresso del convertitore. Il circuito può essere anche utilizzato per controllare il punto di innesco di un comparatore. Se ad uno degli ingressi di quest'ultimo viene collegato il segnale che arriva da un sensore, e l'uscita del convertitore viene collegata all'ingresso di riferimento, sarà possibile controllare il punto di innesco del comparatore semplicemente variando la tensione di uscita del convertitore. Un'altra applicazione classica di questo circuito è il suo impiego come

generatore di forme d'onda. Con un programma che calcoli i valori di tensione della forma d'onda (ad esempio, un'onda sinusoidale), si possono inviare alla porta parallela i dati necessari per ottenere una tensione di uscita che varia in accordo con la forma d'onda scelta. Il limite di frequenza dell'onda di uscita è determinato dalla velocità di accesso del calcolatore alla porta parallela, che varia in funzione della velocità del processore. Tenendo presenti i criteri di campionatura dei segnali variabili, e supponendo di poter scrivere 2000 dati al secondo, la frequenza massima del segnale potrà essere di 1000 Hz; per ricostruire una forma d'onda saranno necessarie perciò almeno due campionature per periodo. Per ottenere un'efficienza maggiore nel funzionamento come generatore di forme d'onda si deve utilizzare un dispositivo in grado di immagazzinare i dati corrispondenti alla forma d'onda che si vuole generare, per poi inviarli al convertitore con la frequenza desiderata. La limitazione di frequenza in questo caso è rappresentata dal tempo di stabilizzazione dell'uscita del convertitore, che permette un massimo di un milione di campionature al secondo. In questo modo è possibile generare, secondo i criteri di campionatura dei segnali, forme d'onda con frequenze fino a 500 kHz, corrispondenti all'intervallo di funzionamento di un generatore audio.

Elenco componenti

Resistenze

R1, R2 = 7,5 k Ω , 1/4 W - 5%
 R3, R4 = 5,1 k Ω , 1/4 W - 5%
 R5, R8, R9 = 30 k Ω , 1/4 W - 5%
 R6, R7 = 15 k Ω , 1/4 W - 5%

Condensatori

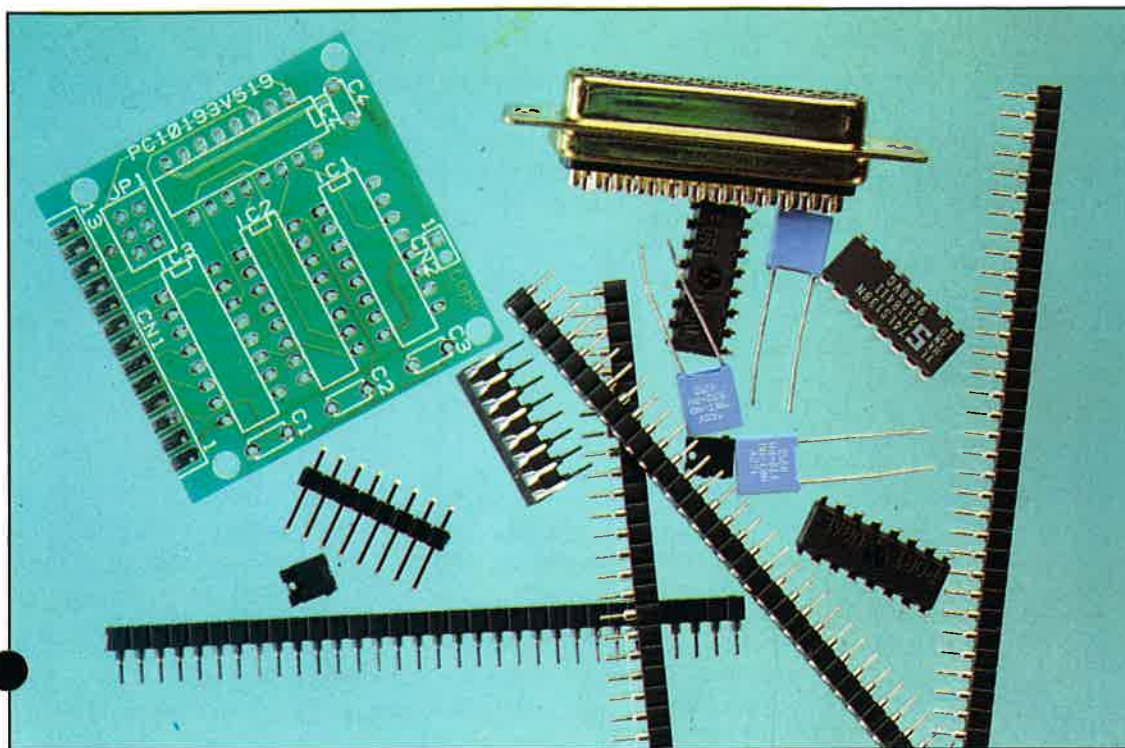
C1, C2, C3, C4, C6 = 100 nF, multistrato
 C5 = 10 nF, multistrato
 C7 = 47 pF, ceramico a disco

Circuiti integrati

IC1 = DAC0800, oppure DAC08
 IC2 = TL084

Varie

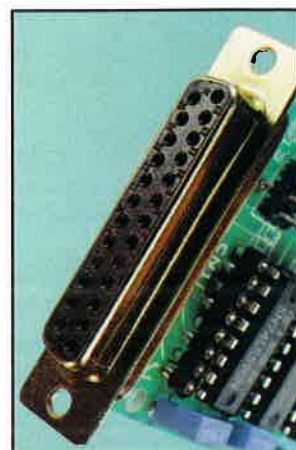
Connettore DB-25 maschio diritto a saldare
 5 Terminali maschi
 30 Terminali torniti per zoccoli
 1 Circuito stampato PC10193V518
 Cavi di colori differenti per i collegamenti elettrici



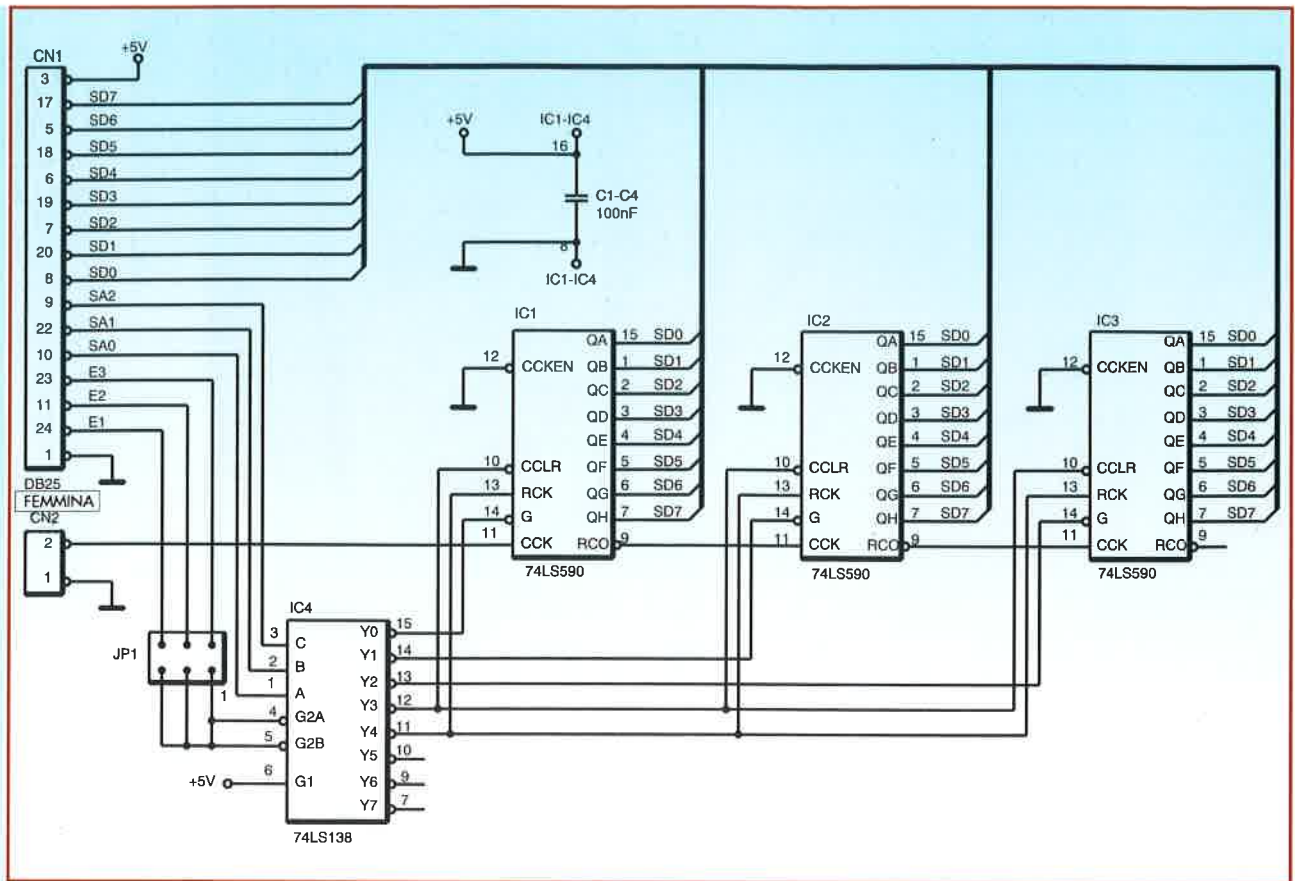
CONTATORE PER FREQUENZIMETRO

Il mondo della strumentazione elettronica si è sviluppato alla stessa velocità dei sistemi basati sui microprocessori, unendo le potenzialità dei sistemi di misura tradizionali alle capacità di calcolo e visualizzazione dei computer.

I grande vantaggio che presentano i sistemi di strumentazione computerizzati è rappresentato dall'economicità degli strumenti, poiché non è necessario dotarli di indicatori, schermi, commutatori, contenitori e altri elementi che contribuiscono a rendere elevato il costo degli strumenti tradizionali, poiché sono sostituiti da programmi particolari che emulano il pannello frontale del dispositivo.



Si possono trovare in commercio molte schede di strumentazione, già predisposte per poter essere collegate al computer



Il contatore viene collegato al computer tramite il decodificatore di indirizzi. Gli integrati IC1, IC2 e IC3 hanno il compito di eseguire il conteggio e lo scambio dei dati con il computer, mentre IC4 agisce come decodificatore secondario

In commercio sono reperibili moltissimi strumenti a scheda, predisposti per essere collegati al computer, quali multimetri, oscilloscopi o generatori di forme d'onda; inoltre, esistono diversi programmi in grado di controllare questi strumenti che ne permettono la manipolazione come se si agisse sul corrispondente pannello frontale reale, con l'aggiunta però della capacità di elaborazione dei dati del computer che permette la realizzazione di complesse analisi matematiche sui dati misurati.

FREQUENZIMETRO DIGITALE

Viene proposto un frequenzimetro basato su contatori digitali e controllato da PC

Molte delle realizzazioni pratiche che normalmente si affrontano richiedono quasi sempre delle regolazioni legate alla frequenza di un oscillatore. Se non si ha a disposizione uno strumento adeguato è impossibile riuscire ad eseguire una regolazione precisa del circuito, per cui può capitare frequentemente che lo stesso presenti un funzionamento non corretto. Per realizzare questo tipo di misura possono essere seguite diverse

strade. La più semplice richiede l'impiego di un convertitore frequenza/tensione, nel quale il valore della tensione di uscita è proporzionale alla frequenza applicata in ingresso. La precisione di questa misura è funzione della tolleranza e della deriva dei componenti utilizzati, ed è valida solamente per valori di frequenza piuttosto bassi. Una misura più precisa richiede l'utilizzo di un contatore digitale. Con questo strumento le variazioni del segnale di ingresso vengono convertite in livelli TTL e contate da appositi circuiti durante un lasso di tempo che viene definito *finestra temporale di acquisizione*. Se la finestra è di 1 secondo, il conteggio del contatore rappresenterà la frequenza esatta; se però si riduce la finestra della metà, il valore reale della frequenza si otterrà moltiplicando per due il valore misurato. In queste pagine viene proposto un frequenzimetro basato su contatori digitali e controllato dal PC, che non si vuole confrontare in qualità o complessità con i dispositivi professionali ai quali si faceva riferimento in precedenza, ma che presenta comunque una precisione elevata che lo rende uno

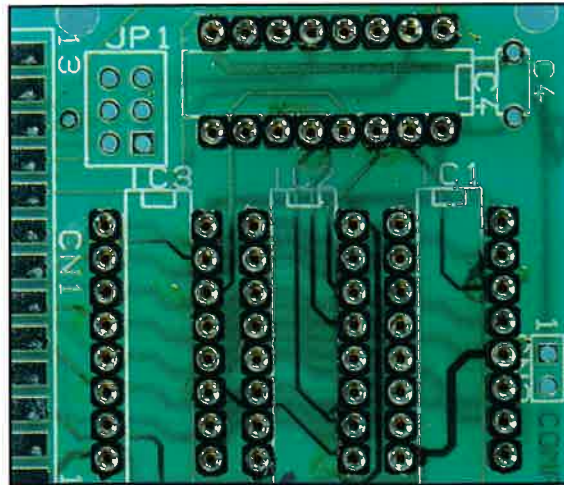
strumento indispensabile per buona parte degli appassionati di elettronica. Questo frequenzimetro è composto da tre unità: due circuiti e un software di controllo. Il primo circuito è costituito da un contatore TTL che esegue il conteggio delle variazioni di stato subite dal segnale applicato all'ingresso. Il secondo circuito rappresenta un selettore di ingressi, che consente di aumentare le potenzialità dello strumento poiché da la possibilità di misurare segnali in bassa frequenza, in radiofrequenza e TTL, grazie ad un oscillatore interno che effettua la calibrazione automatica del contatore. Il terzo elemento è rappresentato dal software di controllo, che gestisce tutte le funzioni di entrambi i circuiti e simula il pannello di controllo frontale di un frequenzimetro reale.

CIRCUITO DEL CONTATORE DIGITALE

Per ridurre al massimo la complessità del circuito contatore è stata eliminata tutta la circuiteria di decodifica degli indirizzi e dei buffer di isolamento tra l'elaboratore e la scheda. Infatti, si è previsto di collegare quest'ultima al decodificatore di indirizzi sviluppato nei capitoli precedenti, tramite il connettore CN1. Questo dispositivo ha il compito di realizzare le funzioni di decodifica, indirizzamento e isolamento necessarie, e fornire l'alimentazione richiesta dal contatore. Nello schema elettrico del circuito si possono distinguere due blocchi funzionali. Il primo di questi è il contatore propriamente detto, mentre il secondo funge da decodificatore di secondo ordine per controllare il funzionamento del primo.

IL CONTATORE

Il circuito integrato 74LS590 costituisce la base del contatore. Si tratta di un contatore binario a 8 bit con registro di uscita a tre stati. Collegando tre circuiti in cascata si ottiene un contatore a 24 bit, che consente un conteggio massimo di 16.777.216 impulsi. Quando il primo contatore IC1 raggiunge la sua massima capacità di conteggio, che corrisponde a 255, il segnale RCO passa a livello basso. Questo segnale viene inviato all'ingresso di clock del secondo contatore, che incrementa il suo conteggio di una unità. Anche IC2, quando raggiunge la sua massima capacità di conteggio genera il segnale RCO che, inviato ad IC3, ne incrementa il conteggio di una unità.

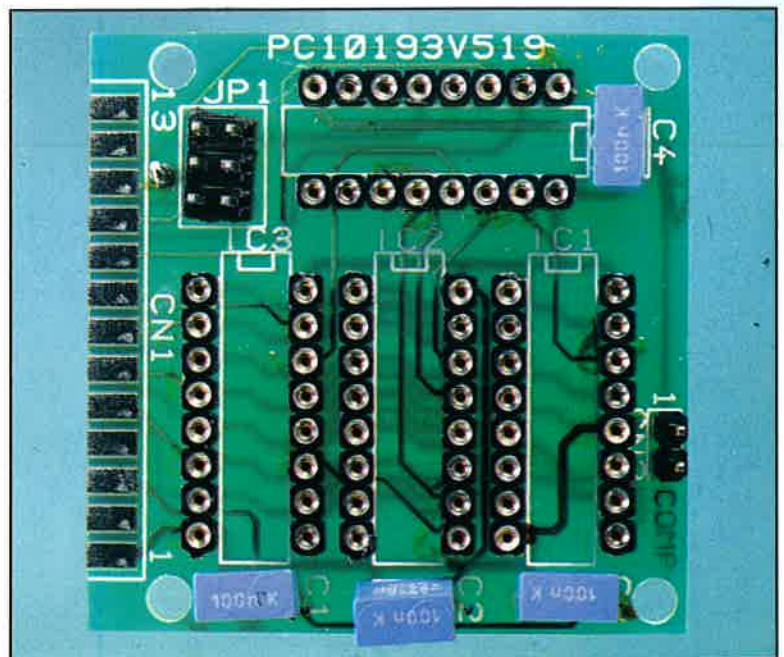


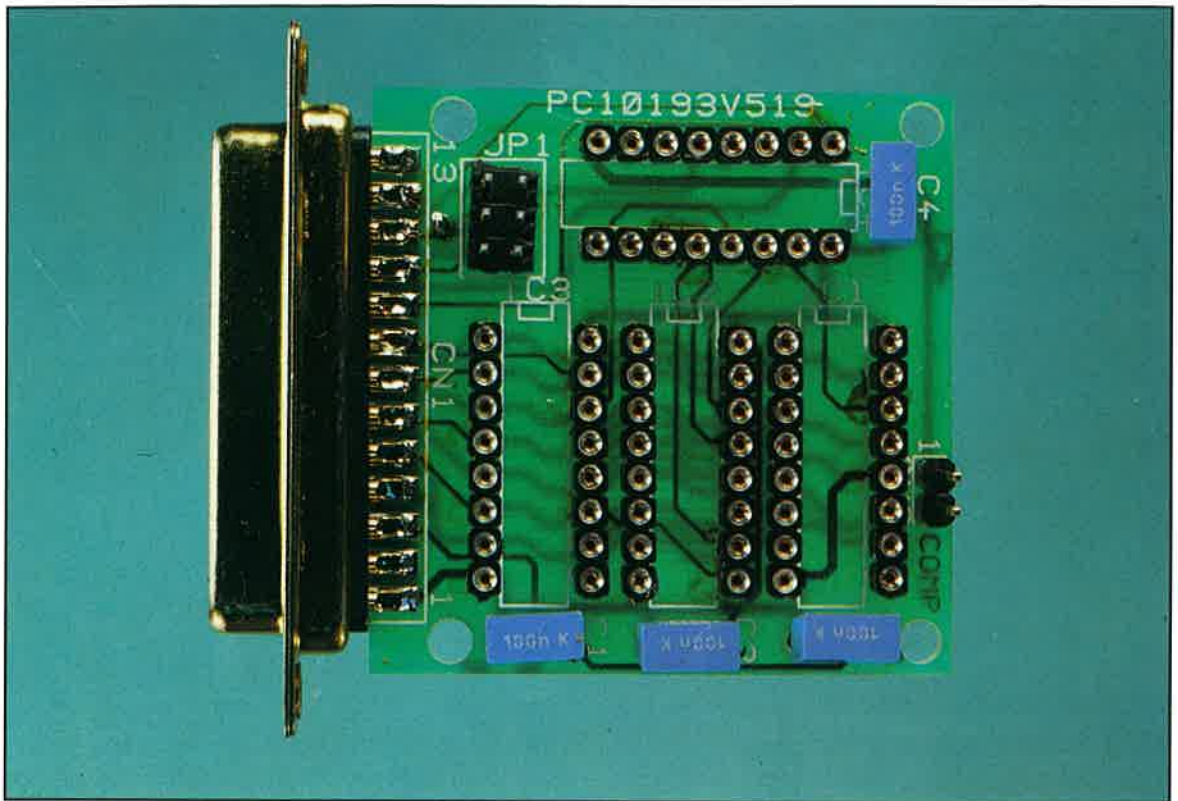
L'utilizzo dei terminali torniti al posto degli zoccoli tradizionali rende più semplice, quando richiesto, l'operazione di saldatura sul lato componenti del circuito stampato

Il circuito integrato 74LS590 costituisce la base del contatore

In questa situazione, il bit più significativo (MSB) corrisponde a QH del terzo contatore IC3, mentre il meno significativo (LSB) è QA del primo contatore IC1. Il segnale CCKEN sul terminale 12 dei tre contatori è collegato a massa, per cui si trovano sempre tutti in condizione di conteggio. Questo fatto può apparire contraddittorio, poiché per fare una corretta misura della frequenza il conteggio deve avvenire in un tempo determinato. Il problema si risolve sfruttando i segnali RCK (terminale

Il connettore CN2 e il selettore JP1 costituiscono dei terminali di programmazione. I quattro condensatori sono identici, e devono essere saldati su entrambe le facce dello stampato





I terminali del connettore CN1 devono essere perfettamente allineati con le rispettive isole. Se così non fosse, durante la saldatura potrebbero verificarsi dei cortocircuiti di complessa rimozione

13) e CCLR (terminale 10); il primo esegue il caricamento del registro di uscita, mentre il secondo cancella il contenuto del contatore. Entrambi i segnali agiscono contemporaneamente sui tre integrati, in modo che l'intervallo di misura corrisponda al tempo compreso tra la cancellazione dei contatori e il caricamento dei registri. Il segnale G (terminale 14) controlla lo stato dell'uscita di ciascun registro. Quando è a livello alto l'uscita rimane in alta impedenza, mentre quando passa a livello basso viene presentato il dato memorizzato nel registro. Come si può osservare, le uscite sono collegate al bus dati del decodificatore di indirizzi, e il controllo dello stato di ciascun registro viene eseguito in modo indipendente per permettere all'utente di selezionare quale di questi accede al bus dati.

Il circuito integrato 74LS138, IC4, è un decodificatore da 3 ad 8 linee con uscite attive a livello basso

DECODIFICA

Per controllare il funzionamento del contatore vengono utilizzati cinque diversi segnali. Il circuito decodificatore di indirizzi controlla solamente tre indirizzi primari, da CE1 a CE3, per cui per ottenere il numero dei segnali necessari si deve far

ricorso a una seconda decodifica del bus indirizzi. L'integrato 74LS138, IC4, è un decodificatore da 3 a 8 linee con uscite attive a livello basso, che viene impiegato come decodificatore di secondo ordine. Il circuito viene attivato quando G2A e G2B commutano a livello basso. Entrambi i terminali sono collegati al selettore di indirizzi JP1, che consente di scegliere l'indirizzo primario del contatore tra CE1, CE2 e CE3. Quando il circuito di decodifica degli indirizzi porta a livello basso l'uscita selezionata su JP1, IC4 attiverà l'uscita corrispondente ai tre bit più bassi del bus indirizzi collegati ai suoi ingressi A, B e C. In questo modo, per la combinazione 000 l'uscita Y0 di IC4 commuta a livello basso, mentre per la combinazione 111 viene attivata l'uscita Y7. Se l'indirizzo primario selezionato su JP1 è CEX, gli indirizzi della mappa di I/O del computer che corrispondono alle funzioni del contatore sono:

- CEX = lettura registro del primo contatore;
- CEX+1 = lettura registro del secondo contatore;
- CEX+2 = lettura registro del terzo contatore;
- CEX+3 = reset dei tre contatori;
- CEX+4 = caricamento registri dei tre contatori (fronte di salita).

SEQUENZA DI MISURA

Se si desidera misurare la frequenza di un segnale TTL applicato al terminale 11 di IC1 tramite il connettore CN2, bisogna seguire la sequenza di operazioni riportata di seguito:

- 1** - eseguire un accesso all'indirizzo CEX + 3, in modo da resettare tutti i contatori. L'accesso può essere di lettura o di scrittura, poiché in questo caso il dato inviato o letto è irrilevante;
- 2** - attendere per un tempo leggermente inferiore a 1 secondo, in modo che la lettura dei contatori corrisponda alla frequenza del segnale;
- 3** - eseguire un accesso all'indirizzo CEX + 4, sul fronte di salita del segnale Y4; il dato presente nei contatori viene inviato ai registri, dove non potrà più essere modificato finché non viene eseguito un nuovo caricamento degli stessi;
- 4** - leggere l'indirizzo CEX e memorizzarlo in una variabile, ad esempio F1; eseguire la stessa operazione per gli indirizzi CEX + 1 e CEX + 2, utilizzando rispettivamente le variabili F2 e F3;
- 5** - la frequenza del segnale applicato è fornita dall'espressione:

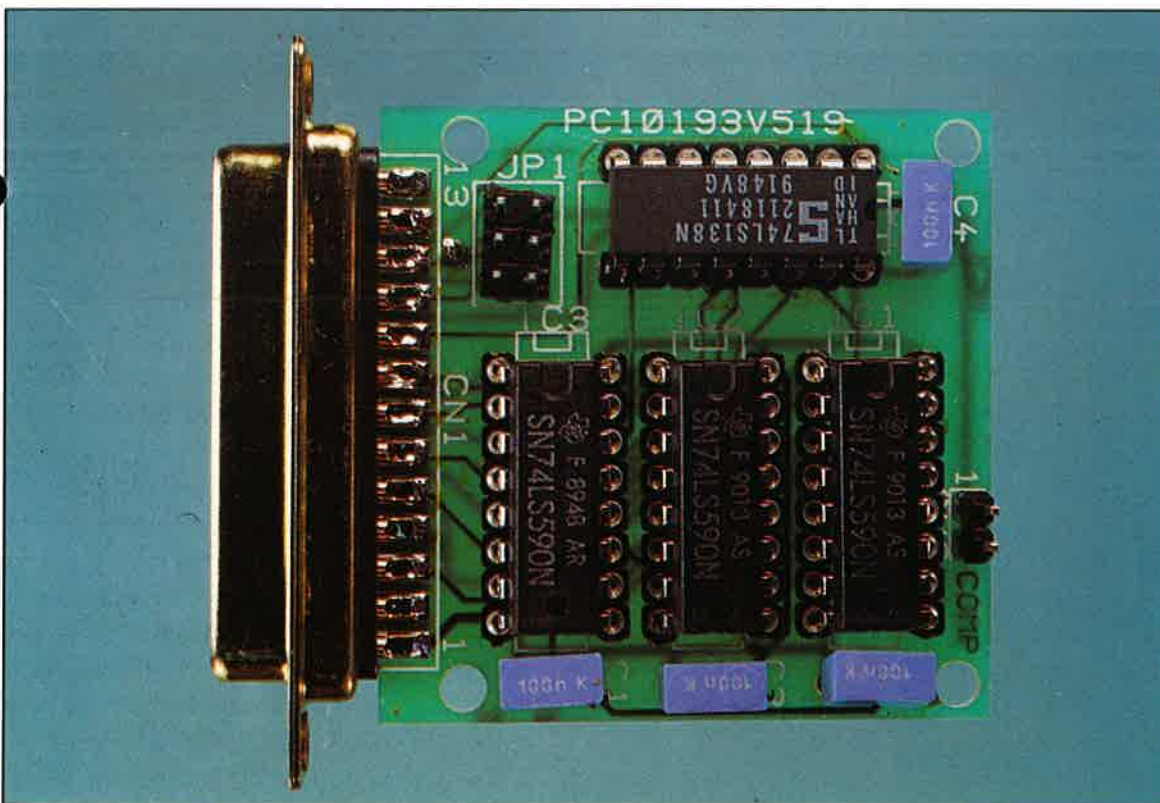
$$F = F1 + (256 \times F2) + (65536 \times F3)$$

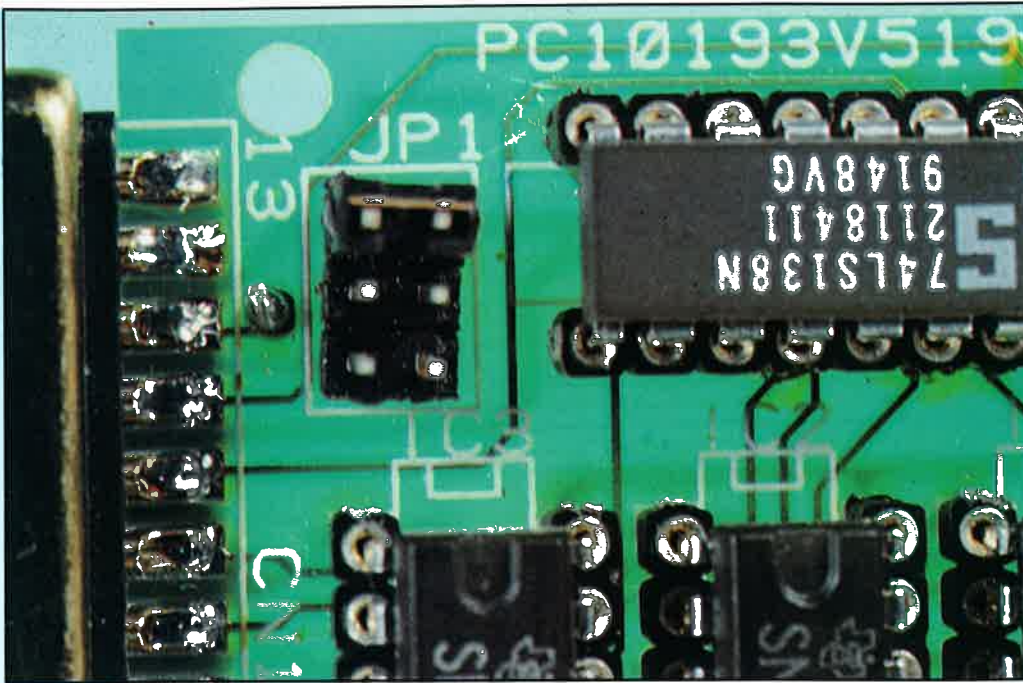
REALIZZAZIONE DEL CIRCUITO

Il montaggio dei componenti inizia con le file di terminali torniti impiegati come zoccoli per i circuiti integrati. Vengono utilizzati questi terminali poiché il circuito stampato a doppia faccia ha i fori non metallizzati; questa condizione richiede la saldatura di alcuni pin su entrambe le facce dello stampato, e l'operazione risulterebbe molto difficile se si utilizzassero gli zoccoli tradizionali. Si devono tagliare 8 file da otto terminali ciascuna, che devono essere saldate nelle posizioni riservate ai quattro circuiti integrati. Si prosegue montando i condensatori da C1 a C4, tutti da 100 nF, ricordando che anche questi devono essere saldati su entrambe le facce dello stampato. Fatto questo bisogna rendere conduttivo il foro passante posto di fronte al terminale 11 del connettore CN1; per fare ciò è necessario infilare nel foro un pezzo di cavetto conduttore e saldarlo su entrambe le facce dello stampato, rasandolo poi dopo la saldatura. Il connettore CN2 viene realizzato con due terminali maschi, mentre JP1 di terminali maschi ne richiede sei. Al termine si può saldare il connettore DB-25 femmina corrispondente a

L'ultimo componente che deve essere saldato è il connettore CN1, DB-25 femmina

Vista del circuito con tutti i componenti montati



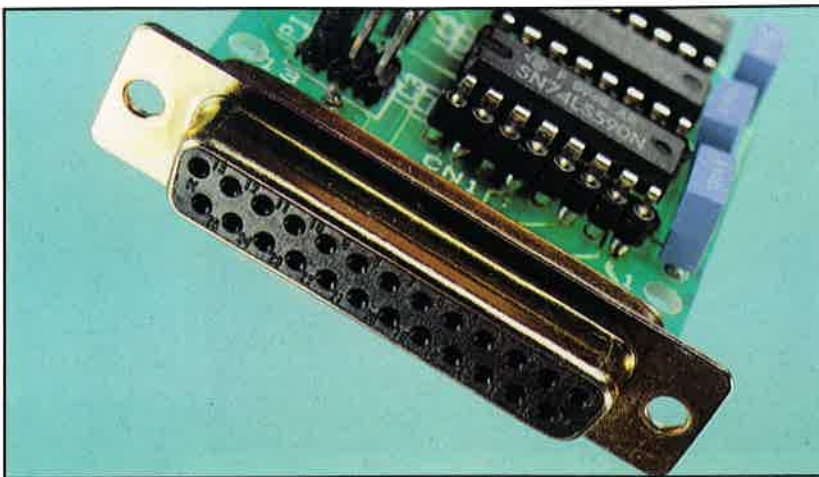


JP1 consente la selezione dell'uscita del decodificatore di indirizzi. Inserendo il jumper sui terminali più vicini alla scritta JP1 verrà selezionata l'uscita CE1

Il circuito non richiede alcuna regolazione, poiché il suo controllo avviene via software

CN1. Per fare ciò è necessario posizionare correttamente i terminali del connettore in corrispondenza delle rispettive isole presenti sul circuito stampato, verificando che tutti siano centrati rispetto alle relative zone di saldatura. Dopo questa operazione di posizionamento si devono saldare i terminali più esterni, in modo da fissare il connettore al circuito stampato; eseguita una nuova verifica visiva di allineamento dei terminali rispetto alle isole di saldatura, e dopo aver corretto le eventuali imperfezioni, si può effettuare la saldatura degli altri terminali del connettore. A

Il connettore CN1 è un DB-25 femmina, per cui è necessario realizzare un cavo per il suo collegamento al decodificatore di indirizzi



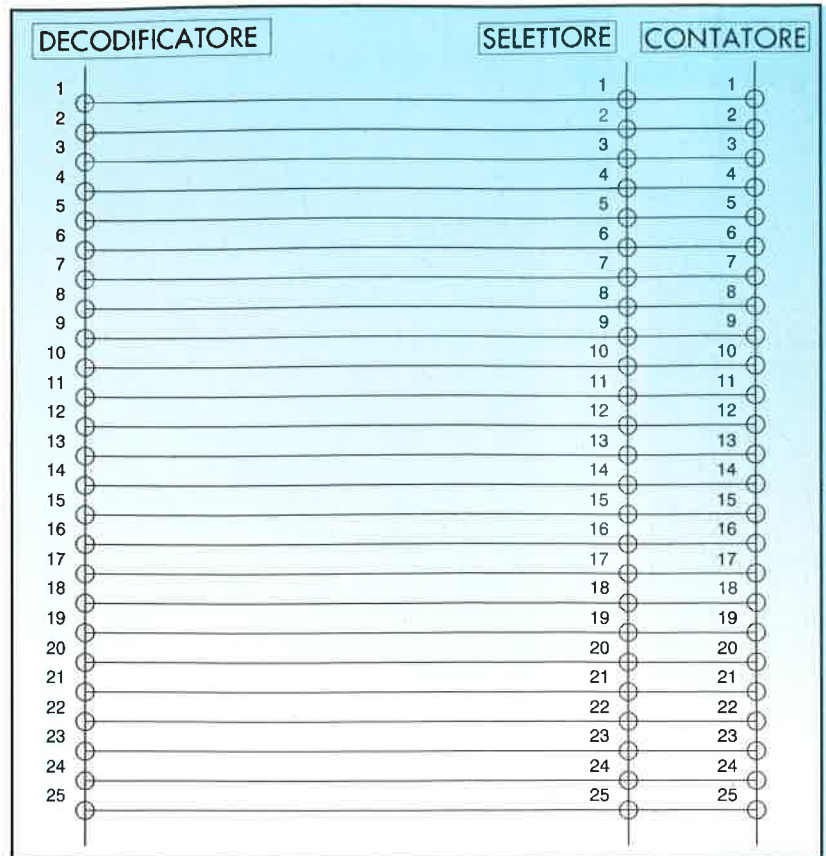
questo punto è possibile inserire i circuiti integrati IC1, IC2, IC3 (74LS590) e IC4 (74LS138) negli zoccoli corrispondenti, rispettando le tacche di riferimento serigrafate sul circuito. Prima di eseguire qualsiasi prova di funzionamento, bisogna controllare che tutti i componenti siano stati montati nella corretta posizione e che siano state effettuate tutte le saldature; verificare inoltre che non siano presenti cortocircuiti tra punti vicini o tra le piste.

COLLEGAMENTO ELETTRICO

Come detto in precedenza, il contatore deve essere collegato al decodificatore di indirizzi tramite il connettore CN2 di quest'ultimo circuito. Per realizzare questo collegamento bisogna costruire un cavo terminante con due connettori DB-25, uno maschio e l'altro femmina, con i collegamenti indicati nella rispettiva figura. Il terminale 1 del primo connettore deve corrispondere al terminale 1 del secondo, e così di seguito fino al terminale 25. Poiché il secondo modulo del frequenzimetro, che sarà presentato nel successivo capitolo, presenta lo stesso tipo di collegamento, è consigliabile realizzare il cavo con due connettori maschi anziché uno soltanto. La realizzazione pratica di questo cavo può essere eseguita utilizzando dei connettori DB-25 a saldare e del cavo per la trasmissione dati con almeno 25 fili; per maggior praticità e minore difficoltà di manipolazione viene però consigliato l'utilizzo di un pezzo di flat-cable a 25 fili con connettori a crimpare. Dopo aver realizzato il cavo, con il computer spento e il circuito di prolunga del bus installato nel calcolatore, si può collegare la scheda del decodificatore di indirizzi. L'estremo del cavo con il connettore femmina deve essere inserito nel connettore CN2 del decodificatore, e uno dei due connettori maschi all'altro estremo del cavo deve essere collegato al connettore CN1 del contatore.

AVVIAMENTO E VERIFICA

Dopo aver verificato la correttezza dei vari collegamenti si può accendere l'elaboratore. Con un multimetro selezionato sulla scala delle tensioni continue bisogna controllare se il circuito è correttamente alimentato; per fare ciò si può misurare la tensione di alimentazione presente su ciascuno degli integrati e verificare che questi non si surriscaldino. Il circuito in se non richiede nessuna regolazione, poiché tutto il controllo viene eseguito via software. L'unica impostazione che si deve effettuare è quella della finestra temporale, che come si vedrà verrà eseguita tramite il programma di controllo. Il primo test di prova prevede la verifica del corretto funzionamento di tutti i controlli. A tal fine bisogna scrivere una serie di piccoli programmi in BASIC che consentano di cancellare i contatori, caricare i registri e leggere il contenuto di ciascuno di questi. Prima di lanciare questi programmi di test bisogna impostare il selettore degli indirizzi sulla posizione E1, in modo che l'indirizzo primario del contatore corrisponda al CE1 del decodificatore di indirizzi, 300. In questa situazione il primo contatore verrà letto all'indirizzo 300H (768), il secondo a 301H (769), il terzo a 302H (770), il reset avrà indirizzo 303H (771) e i registri saranno caricati all'indirizzo 304H (772). Dopo aver applicato al connettore CN2 del contatore un segnale di clock di tipo TTL, ad esempio il segnale di clock del proprio computer disponibile sul terminale 4 del connettore CN2 del decodificatore di indirizzi, si devono eseguire i test descritti di seguito.



La connessioni tra il decodificatore di indirizzi e i componenti del frequenzimetro sono corrispondenti

1 - Verifica della lettura di ciascuno dei tre registri; bisogna lasciar trascorrere un certo tempo in modo che i contatori possano venire incrementati, e di seguito eseguire il programma 1. Ad ogni ciclo del programma vengono caricati i registri con il valore raggiunto da ciascun contatore, e viene presentato il risultato. I valori letti devono

PROGRAMMA 1	PROGRAMMA 2	PROGRAMMA 3
CLS	CLS	CLS
USCIRE=0	USCIRE=0	USCIRE=0
REG1=0	REG1=0	REG1=0
REG2=0	REG2=0	REG2=0
REG3=0	REG3=0	REG3=0
WHILE USCIRE <> 1	WHILE USCIRE <> 1	WHILE USCIRE <> 1
OUT 772,0	OUT 771,0	OUT 771,0
REG1=INP(768)	FOR I = 1 TO 1000	FOR I = 1 TO 1000
REG2=INP(769)	NEXT I	NEXT I
REG3=INP(770)	OUT 772,0	OUT 772,0
PRINT "REG1=";REG1	REG1=INP(768)	REG1=INP(768)
PRINT "REG2=";REG2	REG2=INP(769)	REG2=INP(769)
PRINT "REG3=";REG3	REG3=INP(770)	REG3=INP(770)
PRINT	PRINT "REG1=";REG1	FREQUENZA = REG1 + 256*REG2 +
INPUT "PREMERE IL TASTO	PRINT "REG2=";REG2	65536*REG3
1 PER USCIRE",USCIRE	PRINT "REG3=";REG3	PRINT "FREQUENZA =";FREQUENZA
WEND	PRINT	WEND
	INPUT "PREMERE IL TASTO	
	1 PER USCIRE",USCIRE	
	WEND	

La prima operazione è quella di verificare il corretto funzionamento di tutti i controlli

ELENCO COMPONENTI

Condensatori

C1, C2, C3, C4 = 100nF multistrato

Circuiti integrati

IC1, IC2, IC3 = 74LS590
IC4 = 74LS138

Varie

CN1 = Connettore D25 femmina con terminali diritti a saldare

JP1 = Sei terminali maschi (2x3)

CN2 = 2 terminali maschi

1 Jumper di selezione

64 terminali torniti per zoccoli

1 Circuito stampato PC10193V519

Cavo di collegamento

(opzionale)

2 connettori maschi DB25 a crimpare e uno femmina

1 metro di flat-cable a 25 fili



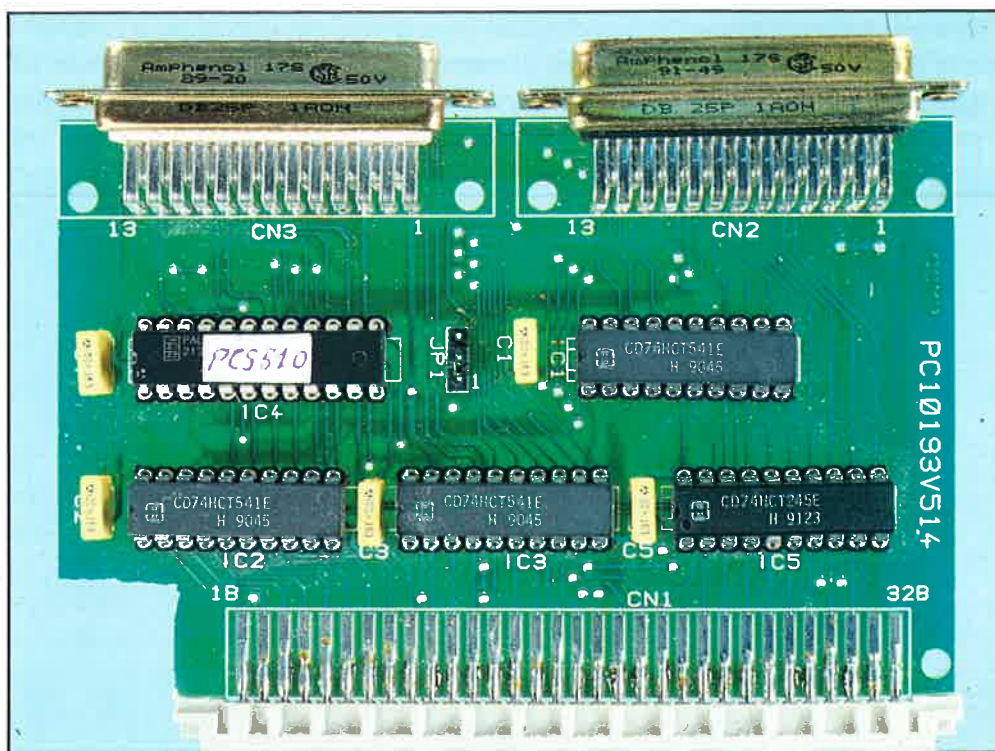
L'impiego di un flat cable rende più semplice la costruzione del cavo di collegamento

variare ad ogni ciclo del programma, e ciò dimostra che il contenuto dei registri varia ogni volta che viene effettuato un caricamento. In questo modo risulta verificata l'operazione di caricamento dei contatori e l'accesso in lettura a ciascuno di questi.

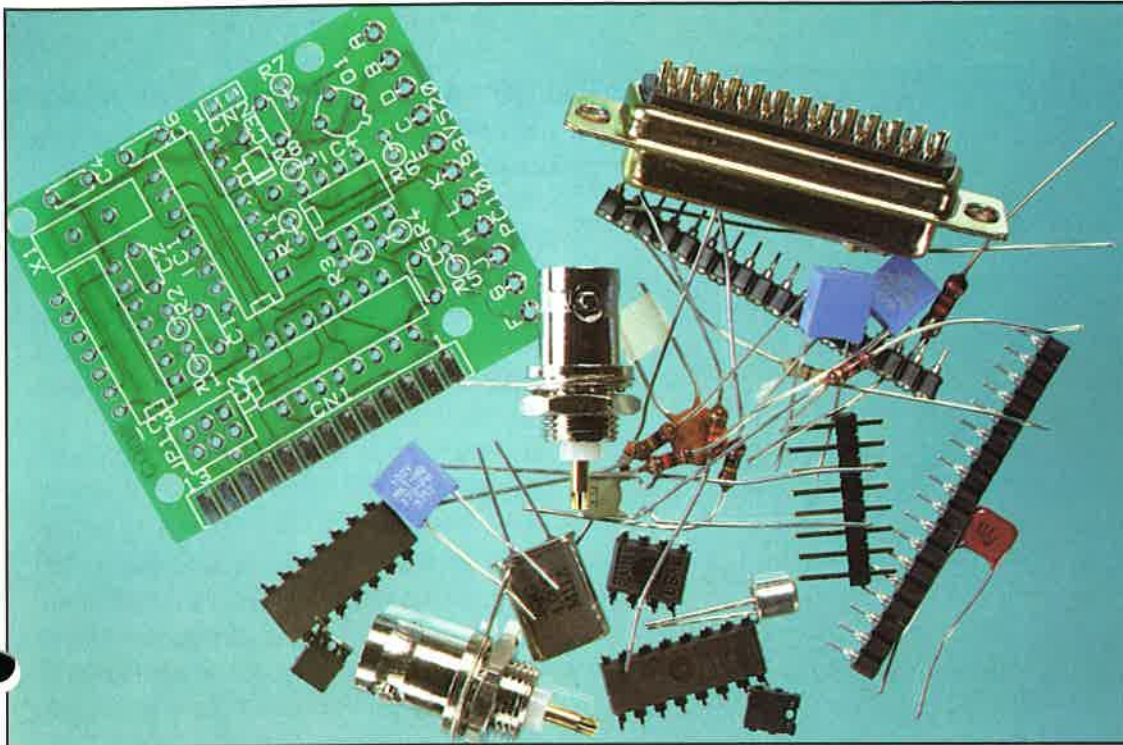
2 - Verifica della cancellazione dei registri con il programma 2. Con questo programma è possibile eseguire la cancellazione dei contatori e il caricamento dei registri. Poiché in ciascun ciclo del programma il tempo che trascorre tra la cancellazione e il caricamento è approssimativamente lo stesso, i valori presentati devono rimanere costanti, anche se quello del primo contatore può oscillare leggermente.

3 - Per verificare il funzionamento del circuito come frequenzimetro è necessario modificare leggermente il programma precedente. La finestra temporale si regola variando il limite superiore del ciclo FOR...NEXT; l'aumento o la diminuzione di questo valore è direttamente proporzionale alla variazione della finestra temporale.

Per conoscere il valore esatto del limite superiore si deve applicare un segnale di frequenza conosciuta e il più esatto possibile, ed eseguire le variazioni necessarie sino a quando il valore letto non corrisponde a quello della frequenza nota. Nei capitoli successivi verrà esaminato il software di controllo per il contatore e il frequenzimetro, e verrà descritto un metodo per la sua calibrazione.



Il decodificatore di indirizzi serve da interfaccia tra il computer e i circuiti del frequenzimetro



COMMUTATORE DI INGRESSI PER FREQUENZIMETRO

Nelle pagine precedenti è stato presentato un contatore digitale che, con l'opportuno software di controllo, poteva essere utilizzato come frequenzimetro o come contatore per segnali di tipo TTL. Per poter eseguire misure su segnali non TTL, è necessario convertire gli stessi in un treno di impulsi TTL.

il circuito che viene presentato di seguito non serve solamente per convertire segnali in radiofrequenza o in bassa frequenza in segnali TTL, ma può essere utilizzato anche per selezionare l'ingresso del segnale che si intende misurare.

Con il selettore di ingressi viene completata la circuiteria relativa al frequenzimetro digitale, ottenendo così in uno strumento molto utile e indispensabile nel laboratorio di un hobbista.



Con il commutatore degli ingressi viene completato il circuito del frequenzimetro digitale

Il circuito è dotato di tre diversi ingressi per segnali di diversa natura

DESCRIZIONE DEL CIRCUITO

Come nel caso del contatore digitale, il selettore di ingressi è anch'esso collegato al computer tramite il connettore CN2 del decodificatore di indirizzi, dal quale giungono i segnali necessari al suo funzionamento e le tensioni di alimentazione.

Nello schema elettrico si può osservare che il circuito è dotato di tre ingressi diversi per segnali di diversa natura: segnali in bassa frequenza (BF), segnali in radiofrequenza (RF) e segnali TTL. I primi due, BF e RF, vengono elaborati da circuiti indipendenti per la loro conversione in livelli TTL, mentre il terzo ovviamente non richiede alcun tipo di conversione.

Oltre a questi tre possibili generatori di segnale è stato inserito nel circuito un oscillatore TTL controllato da un quarzo. Tramite questo stadio sarà

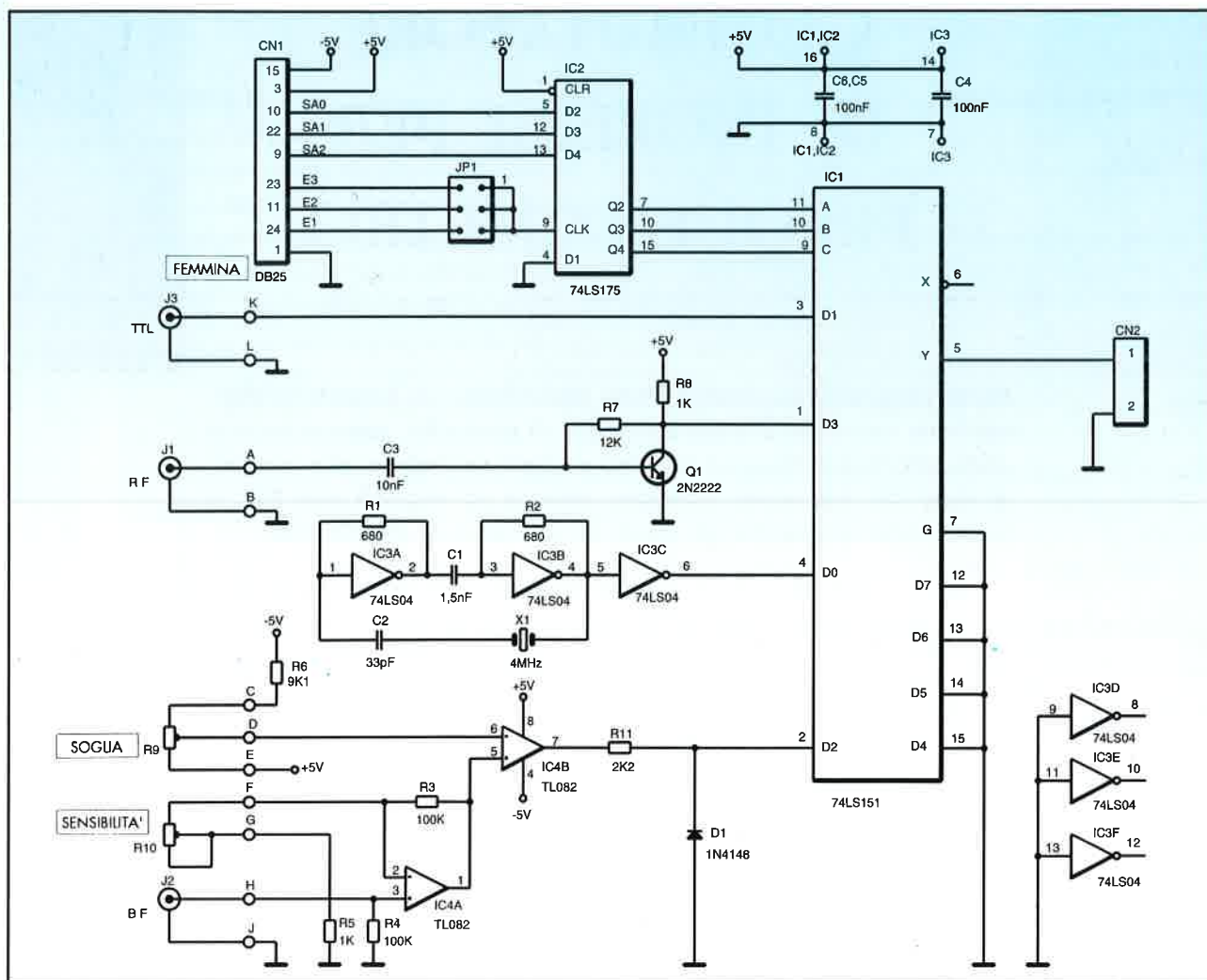
possibile eseguire la calibrazione dello strumento, per poter ottenere una maggiore precisione nella misura.

I quattro ingressi dei segnali sono collegati a un multiplexer controllato dal computer, tramite il quale la commutazione degli stessi può essere eseguita elettronicamente invece che con commutatori di tipo meccanico. L'uscita del multiplexer è collegata all'ingresso TTL del circuito contatore digitale.

INGRESSO IN BF

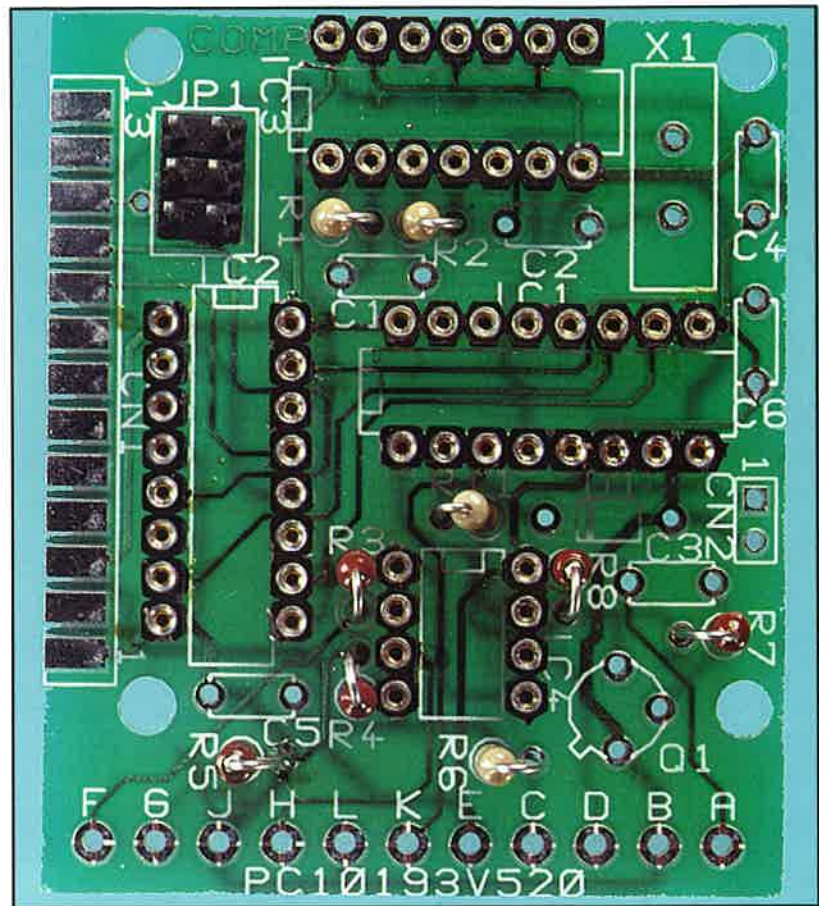
Il circuito in bassa frequenza è costituito dal doppio amplificatore operazionale TL082. Il primo operazionale, IC4A, è configurato come amplificatore non invertente, con sensibilità variabile tramite il potenziometro R10. Il guadagno

Schema elettrico del circuito di commutazione degli ingressi, nel quale si possono notare gli ingressi TTL, RF e BF



può essere regolato tra 2 e 100. La resistenza R5 determina il livello massimo di guadagno.

Il secondo operazionale IC4B è configurato come comparatore. Il suo ingresso non invertente riceve il segnale che gli viene fornito da IC4A, e lo confronta con un livello di tensione continua determinato dalla resistenza R6 e dal potenziometro R9. Variando la posizione di R9 si può modificare la soglia di innesco del comparatore approssimativamente tra 0 e 5 V. Quando il livello del segnale che arriva dall'amplificatore supera il livello di soglia, l'uscita del comparatore passa a +5 V. Quando invece scende sotto al valore di soglia, l'uscita commuta a 0 V. In questo modo si convertono le variazioni del segnale in bassa frequenza in un'onda quadra simmetrica avente la stessa frequenza del segnale di ingresso. Per convertire l'onda quadra generata dal comparatore in un segnale TTL che possa essere interpretato dal contatore digitale si devono eliminare i semicicli negativi, operazione effettuata dalla resistenza R11 e dal diodo D1.



Tutte le resistenze devono essere montate in posizione verticale, come indicato nella serigrafia

INGRESSO IN RF

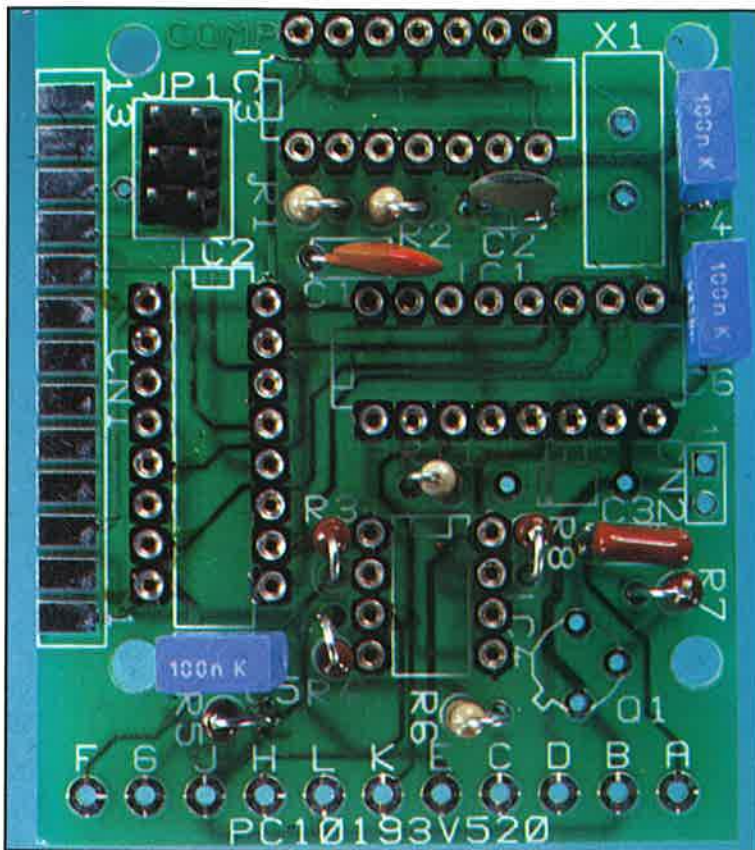
In genere, i segnali in radiofrequenza che possono essere misurati presentano un livello di tensione relativamente basso, dell'ordine dei 50 mV. Per poter convertire questo tipo di segnali in livelli TTL è necessario utilizzare un circuito amplificatore con elevato guadagno e con una larghezza di banda considerevole. Il circuito in radiofrequenza che viene utilizzato nel selettore è costituito da un solo transistor, il 2N2222, e può arrivare ad amplificare segnali fino a 20 mV, a seconda del costruttore, mantenendo una risposta praticamente lineare fino a valori di frequenza superiori ai 10 MHz. Poiché l'amplificatore RF non è dotato di protezioni sull'ingresso, bisogna fare attenzione ai livelli dei segnali che si applicano allo stesso, poiché se questi sono troppo elevati possono compromettere la giunzione base-emettitore del transistor. Quando è necessario misurare segnali con livelli di tensione molto alti, bisogna utilizzare delle spire di filo conduttore collegate all'ingresso in radiofrequenza, avvicinandole alla sorgente o al generatore del segnale oggetto della misura.

OSCILLATORE DI RIFERIMENTO

L'oscillatore TTL con quarzo è realizzato con l'invertitore IC3 costituito da un 74LS04. La sua precisione è funzione della classe del quarzo impiegato. Se si dispone di un quarzo da 4,000 MHz, la precisione garantita è di 1 kHz; ciò significa che la frequenza di oscillazione varia tra 4,000000 MHz e 4,000999 MHz. Per ottenere un fattore di precisione superiore, ma con un conseguente aumento dei costi, si deve utilizzare un quarzo da 4,000000 MHz, la cui precisione è di 1 Hz.

Il quarzo utilizzato deve essere a risonanza serie. Viceversa potrebbe accadere che l'oscillatore non lavori sulla frequenza fondamentale di 4 MHz, ma sulla terza armonica di 12 MHz, situazione che porterebbe ad un errore nella calibrazione dello strumento. Se si verifica questa condizione è necessario provare a modificare il valore del condensatore C2 finché non si ottiene la frequenza fondamentale del quarzo.

Il quarzo utilizzato per l'oscillatore deve essere del tipo a risonanza serie



Come per le resistenze, anche alcuni condensatori devono essere saldati su entrambe le facce dello stampato

Questo oscillatore serve per calibrare il frequenzimetro, per cui deve essere tanto preciso quanto si desidera lo sia lo strumento di misura.

CIRCUITO DI SELEZIONE

La selezione del segnale che entra nel contatore digitale si ottiene per mezzo di IC1, un multiplexer a 8 ingressi 74LS151. Il segnale di uscita di questo circuito viene inviato al contatore attraverso il connettore CN2.

I quattro possibili ingressi del segnale sono collegati ai primi quattro ingressi dati del multiplexer; in questo modo, applicando agli ingressi di selezione la combinazione 000 il segnale che arriva al contatore è quello dell'oscillatore di riferimento, la combinazione 001 seleziona l'ingresso TTL, la combinazione 010 seleziona l'ingresso BF, e con 011 si seleziona quello RF.

I segnali di controllo del multiplexer sono collegati alle uscite di IC2, un registro a 4 bit formato da un 74LS175, i cui ingressi sono collegati ai tre bit meno significativi del bus indirizzi. Il caricamento

del registro si ottiene per mezzo del segnale di abilitazione fornito dal decodificatore di indirizzi, potendo scegliere tra CE1, CE2 o CE3 grazie al ponticello JP1.

MONTAGGIO

Prima di iniziare il montaggio si ricorda che il circuito stampato è a doppia faccia con fori non metallizzati; di conseguenza, in molti casi i componenti dovranno essere saldati su entrambe le facce dello stampato. Le saldature sul lato componenti dovranno essere eseguite in tutte quelle isole nelle quali arriva o parte una pista.

Dopo aver classificato tutti i componenti in accordo con l'elenco degli stessi, si devono preparare le file di terminali torniti che vengono utilizzati come zoccoli per i circuiti integrati. Per fare ciò è necessario formare quattro file da otto terminali, due da sette, e

due da quattro, che dovranno essere saldate sullo stampato nelle posizioni relative rispettivamente ad IC1, IC2, IC3 e IC4, eseguendo anche le saldature previste sul lato componenti. Di seguito è necessario eseguire il collegamento elettrico tra le due facce dello stampato, che si ottiene grazie al foro passante situato di fronte al terminale 11 del connettore CN1. Per questa operazione bisogna infilare nel suddetto foro un pezzo di filo conduttore, ad esempio il terminale di una resistenza, che deve essere saldato su entrambe le facce e rasato dopo la saldatura. La fase successiva potrebbe essere quella della saldatura dei terminali maschi; per fare ciò bisogna tagliare due file da tre terminali e inserirle nella posizione prevista per JP1.

Il gruppo successivo di componenti da cablare è quello delle resistenze e dei potenziometri: questi devono essere montati per ultimi. Tutte le resistenze devono essere montate in posizione verticale, come indicato dalla serigrafia del circuito. Poiché alcune di queste devono essere saldate su entrambe le facce, si consiglia di eseguire prima le

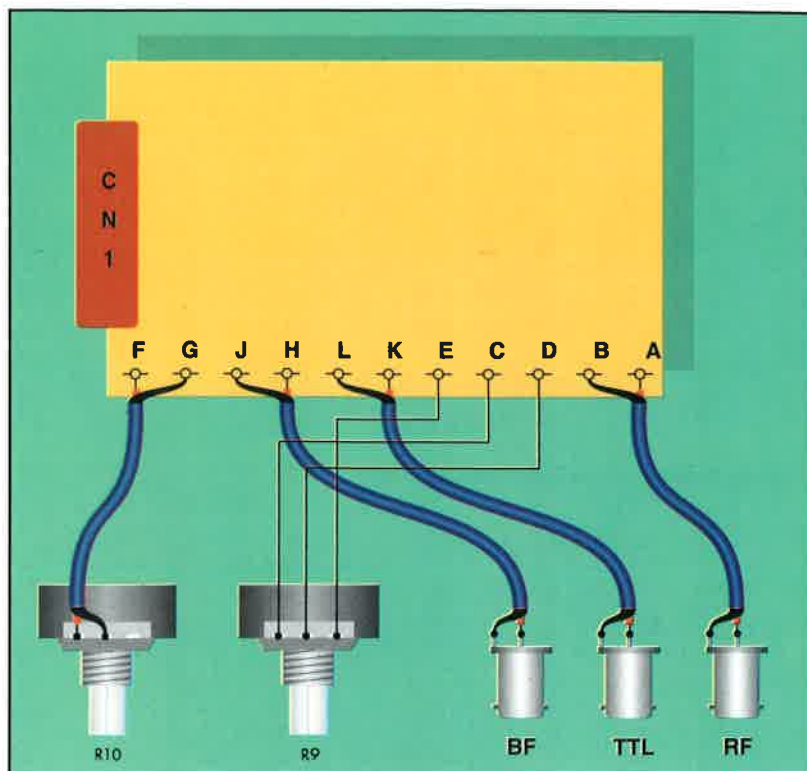
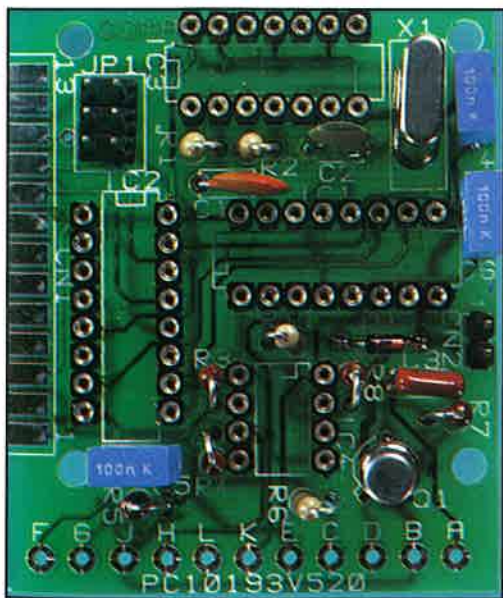
L'oscillatore di riferimento viene utilizzato per la calibrazione del frequenzimetro

saldature sul lato componenti. Si prosegue con i condensatori, seguendo l'ordine indicato nell'elenco componenti, e osservando le stesse indicazioni fornite per le resistenze.

Nella saldatura dei semiconduttori bisogna fare attenzione a non scaldarli troppo, poiché il calore potrebbe danneggiarli. La posizione del diodo D1 e del transistor Q1 è indicata sulla serigrafia dello stampato. Il quarzo X1 non ha polarità, e quindi può essere montato in una qualsiasi delle due posizioni possibili.

Per il connettore CN2 bisogna utilizzare 2 terminali maschi, che dovranno essere saldati nella posizione indicata sullo stampato. Prima di saldare il connettore CN1 si devono centrare correttamente i suoi terminali rispetto alle isole presenti sullo stampato; in caso contrario potrebbero verificarsi dei cortocircuiti nelle zone di saldatura. Dopo aver inserito il connettore sul circuito, è opportuno saldare prima i terminali più esterni per fissarlo allo stampato, verificare l'allineamento degli altri terminali e correggerlo se necessario, ed infine eseguire le restanti saldature. Come operazione finale si devono inserire gli integrati negli zoccoli corrispondenti, rispettando la tacca di riferimento riportata sulla serigrafia. A questo punto il montaggio dei componenti può considerarsi terminato.

Le posizioni di montaggio del diodo e del transistor sono indicate dalla serigrafia presente sul circuito stampato



Schema di collegamento dei componenti esterni allo stampato

Prima di procedere è buona norma verificare il montaggio: controllare che ogni componente sia stato installato nella posizione corretta, che tutte le saldature siano state eseguite, e che non siano presenti dei cortocircuiti.

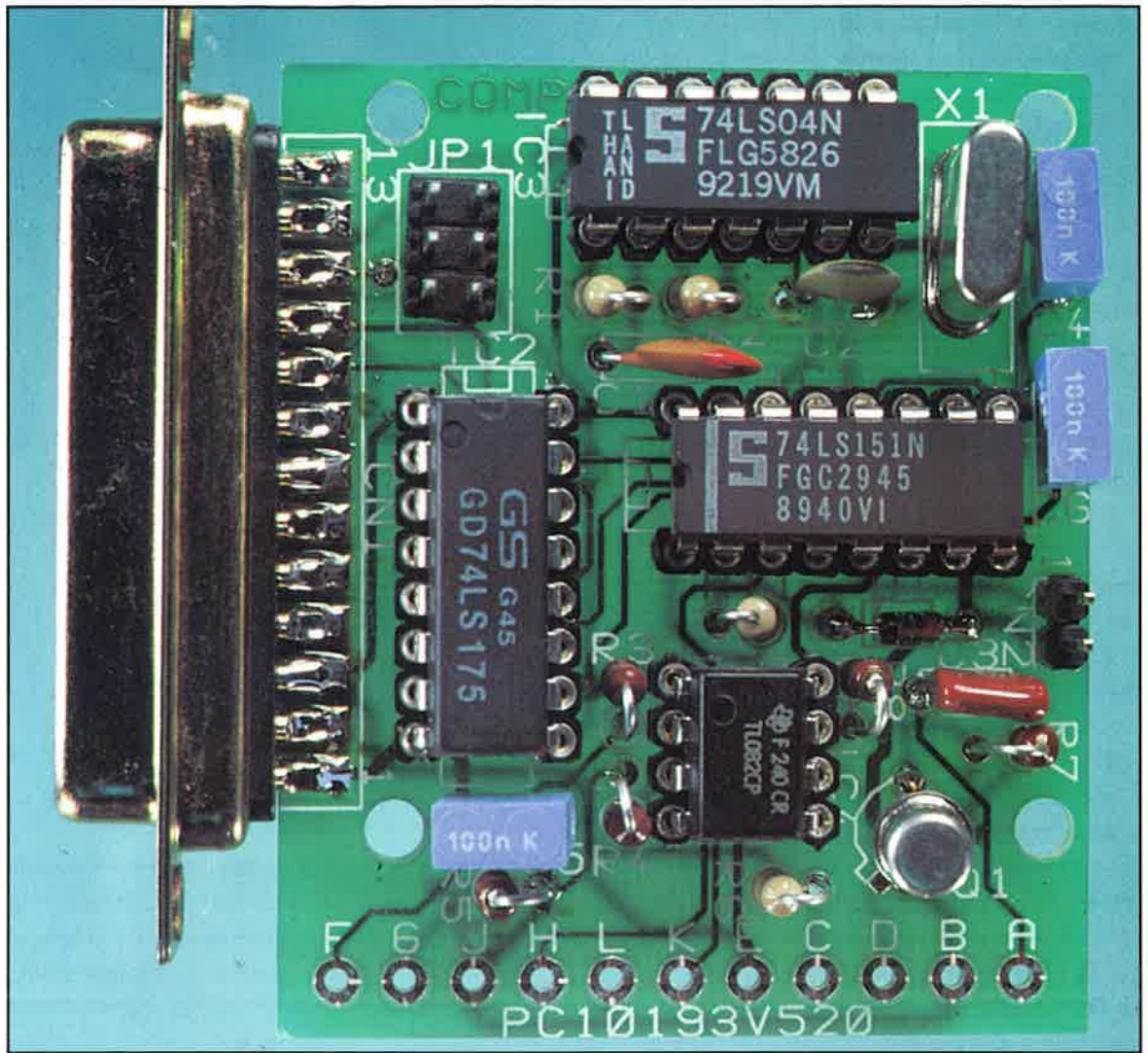
COMPONENTI ESTERNI

Per completare il selettore di ingressi non resta che collegare al circuito i componenti esterni allo stampato.

La prima operazione consiste nella preparazione dei cavi necessari per le connessioni; questi si ottengono tagliando quattro spezzoni di cavo schermato lunghi circa 15 cm, che devono essere spelati e stagnati agli estremi, compresa la calza di schermatura. Tre di questi dovranno essere collegati ai connettori BNC, saldando il cavo attivo al terminale centrale e la schermatura alla carcassa.

Il quarto cavo schermato deve essere saldato al potenziometro R10, che deve essere posizionato come indicato nella figura corrispondente. La schermatura del cavo deve essere saldata sul terminale centrale, mentre il cavo attivo sul terminale alla sua destra.

Quando si saldano i semiconduttori bisogna avere la cautela di non insistere troppo con il saldatore per non deteriorarli



Prima di essere saldato, il connettore CN1 deve essere perfettamente allineato con le relative isole di saldatura; in caso contrario, potrebbero verificarsi dei cortocircuiti tra i terminali

Per il potenziometro R9 del livello di soglia si devono utilizzare tre cavi lunghi circa 17 cm di diverso colore, saldandone uno ad ogni terminale dello stesso.

Successivamente bisogna inserire e saldare sullo stampato 11 terminali maschi nei fori corrispondenti alle lettere A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, e L; i cavi devono essere saldati a questi terminali con la seguente disposizione:

Il circuito non richiede alcuna regolazione prima del suo utilizzo

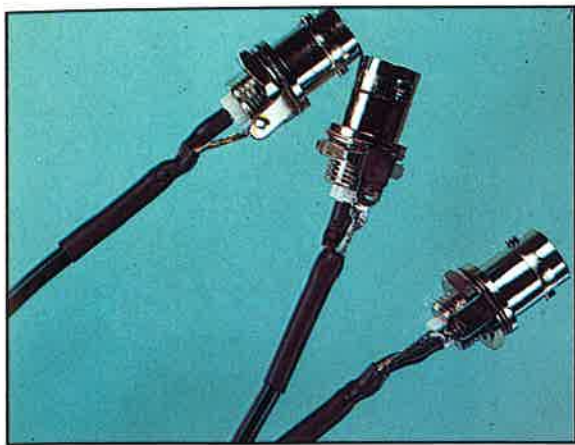
- Connettore BNC per l'ingresso in radiofrequenza: cavo attivo sul terminale A, schermatura su B.
- Connettore BNC per l'ingresso in bassa frequenza: cavo attivo sul terminale H, schermatura su J.
- Connettore BNC per ingresso TTL: cavo attivo sul terminale K, schermatura su L.

- Potenziometro del livello di sensibilità (100 kΩ): cavo attivo sul terminale F, schermatura su G.

- Potenziometro del livello di soglia (10 kΩ): con l'alberino di regolazione rivolto verso l'operatore, e i terminali verso l'alto, si devono saldare il terminale centrale a D, il destro ad E, e il sinistro a C, come indicato nella figura corrispondente.

AVVIAMENTO

Anche se il circuito non richiede nessuna regolazione prima dell'accensione, si devono eseguire una serie di test per verificarne il corretto funzionamento. A tal fine si deve inserire un diodo LED con una resistenza da 330 Ω in serie ai



I connettori BNC e il potenziometro di sensibilità devono essere collegati al circuito con del cavo schermato

terminali di CN2. Inoltre, si deve inserire una resistenza da 4,7 k Ω sui terminali dell'ingresso TTL. Con il calcolatore spento si deve collegare il decodificatore degli indirizzi alla prolunga del bus indirizzi. Con lo stesso cavo di collegamento utilizzato per il contatore digitale si deve collegare il connettore CN1 del selettore di ingressi con il connettore CN2 del decodificatore degli indirizzi. Posizionare infine il ponte di selezione degli indirizzi nella posizione pi \grave{u} vicina alla scritta JP1 presente sulla serigrafia (CE1 = 300). Con tutti gli elementi inseriti e collegati si pu $\`o$ avviare il calcolatore, verificando con il tester che le tensioni di alimentazione sulla scheda del selettore risultino corrette.

Prima di cominciare le verifiche si devono definire gli indirizzi ai quali si deve accedere per attivare ciascun ingresso, chiamando CEX il segnale di attivazione scelto:

Oscillatore = CEX

Ingresso TTL = CEX+1

Ingresso BF = CEX+2

Ingresso RF = CEX+3

Per eseguire le verifiche si utilizza un interprete BASIC (Basica, GwBasic, ecc.), con il quale \grave{e} possibile lanciare le seguenti istruzioni:

OUT 769,0

L'ingresso selezionato \grave{e} quello TTL, che con la resistenza da 4,7

k Ω posta tra la massa e il cavo attivo presenta uno 0 logico, per cui il diodo LED sul connettore CN2 deve rimanere spento.

OUT 768,0

L'ingresso selezionato \grave{e} quello dell'oscillatore di riferimento, per cui il diodo LED si accende con una luminosità media, poich \acute{e} il segnale applicato \grave{e} un treno di impulsi. Se il diodo non si illumina \grave{e} possibile che i suoi terminali siano stati invertiti, nel qual caso sar \grave{a} sufficiente correggerne la posizione.

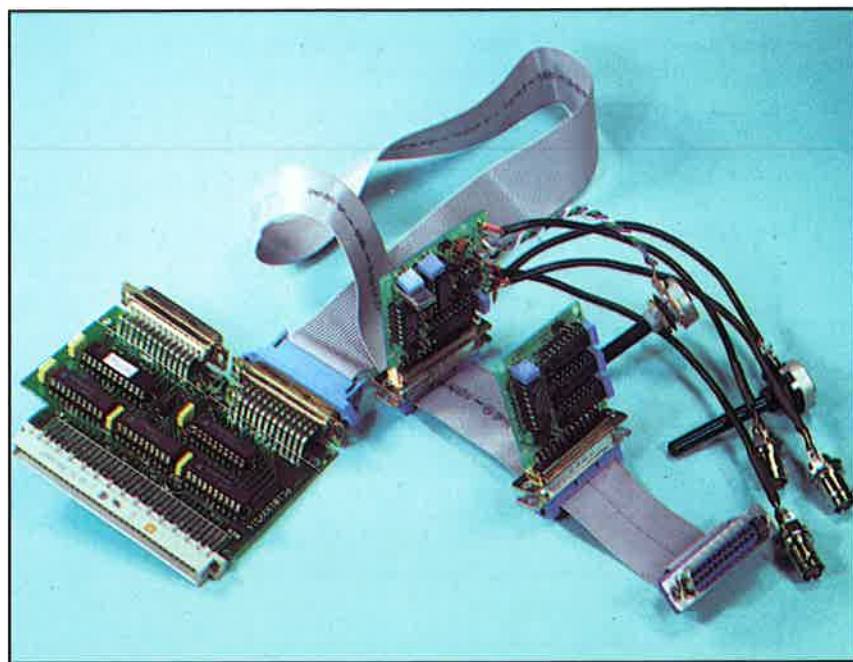
OUT 769,0

Eliminando la resistenza da 4,7 k Ω sul terminale dell'ingresso TTL, questo ritorna alle condizioni originarie con un 1 logico, e il diodo LED si illumina con una intensità maggiore rispetto al caso precedente.

OUT 770,0

L'ingresso selezionato \grave{e} quello in BF. Per verificare il funzionamento di questo circuito si deve collegare all'ingresso corrispondente una sorgente di BF, posizionando il potenziometro della soglia e quello del guadagno al minimo (completamente a sinistra). Se il diodo LED rimane spento bisogna agire sui comandi di sensibilità e di soglia sino a che il LED non si accende. Se il segnale \grave{e} di frequenza molto bassa si pu $\`o$ notare l'accessione e lo spegnimento del LED.

Il cavo di connessione \grave{e} quello presentato nel capitolo relativo al contatore digitale, che \grave{e} gi \grave{a} predisposto per il collegamento di entrambi i circuiti al decodificatore di indirizzi



Prima di iniziare le verifiche bisogna definire gli indirizzi ai quali si deve accedere per abilitare ciascun ingresso

ELENCO DEI COMPONENTI

Resistenze

R1, R2 = 680 Ω
 R3, R4 = 100 k Ω
 R5, R8 = 1 k Ω
 R6 = 9,1 k Ω
 R7 = 12 k Ω
 R9 = 10 k Ω , potenziometro lineare
 R10 = 100 k Ω , potenziometro lineare
 R11 = 2,2 k Ω

Condensatori

C1 = 1,5 nF, ceramico
 C2 = 33 pF, ceramico
 C3 = 10 nF, ceramico
 C4, C5, C6 = 100 nF, multistrato

Semiconduttori

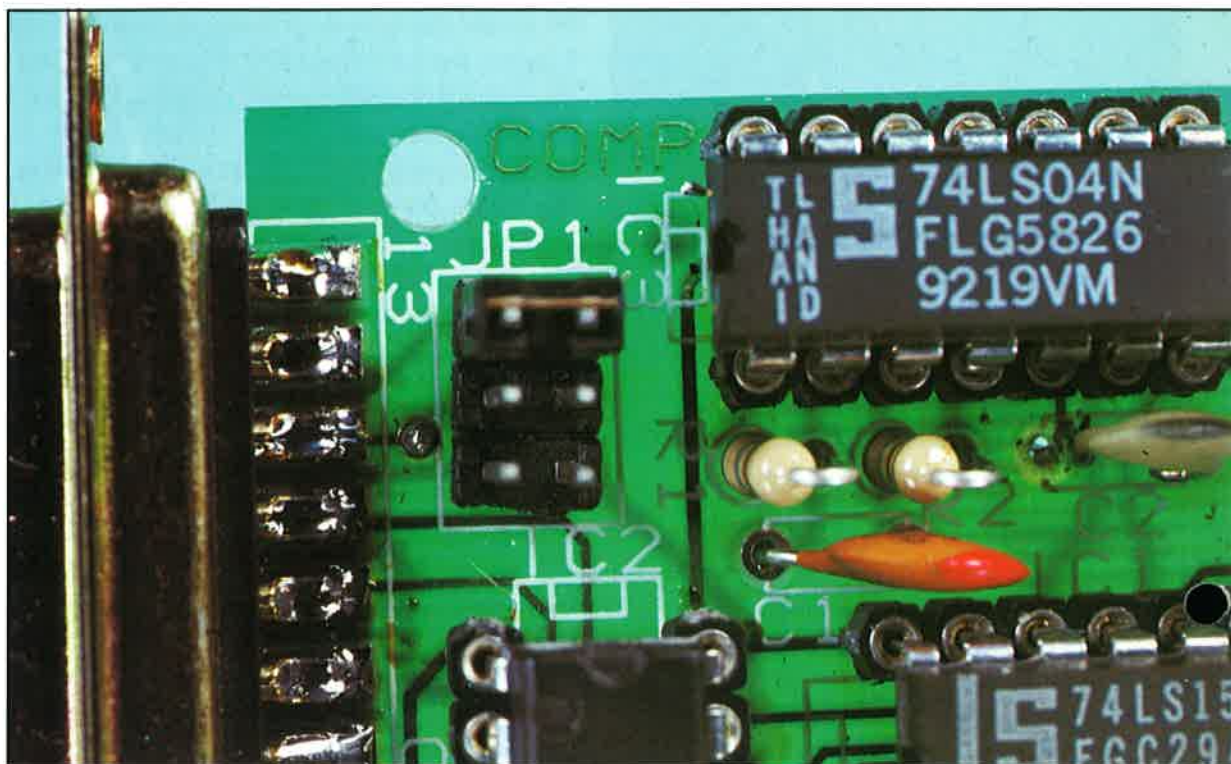
Q1 = 2N2222
 D1 = 1N4148
 IC1 = 74LS151
 IC2 = 74LS175
 IC3 = 74LS04
 IC4 = TL082
 X1 = Quarzo da 4,000000 MHz

Connettori

CN1 = Connettore DB-25 femmina a saldare
 CN2 = Fila da due terminali maschi
 JP1 = Due file da tre terminali maschi
 J1, J2, J3 = Connettori BNC a saldare

Varie

11 terminali maschi per c.s.
 Cavo schermato ad un cavo attivo
 Cavi di diversi colori
 Diodo LED rosso
 Resistenza da 330 Ω
 Resistenza da 4,7 k Ω
 Stampalo PCV10193V520



Il segnale di abilitazione si seleziona tramite JP1, scegliendolo tra CE1, CE2 e CE3

OUT 771,0

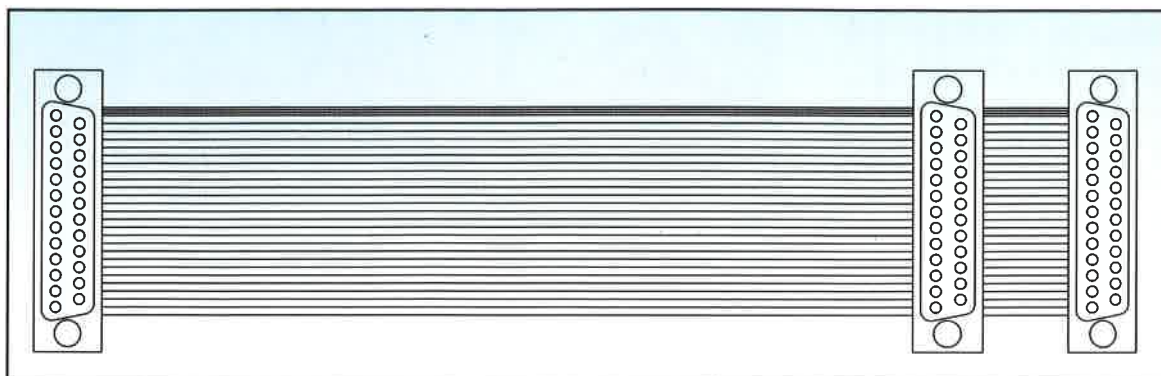
L'ingresso selezionato è quello in radiofrequenza. La verifica di questo circuito richiede l'applicazione di un segnale in radiofrequenza all'ingresso corrispondente. Il LED si accende se il livello del segnale è sufficiente per eccitare l'amplificatore. Nel caso si voglia eseguire una prova più completa bisogna utilizzare anche il circuito del contatore digitale, collegando il connettore CN2 del selettore con il connettore CN2 del contatore tramite un cavo schermato terminante con dei connettori femmina. La calza di schermatura deve essere collegata tra il terminale 1 del connettore CN2 del

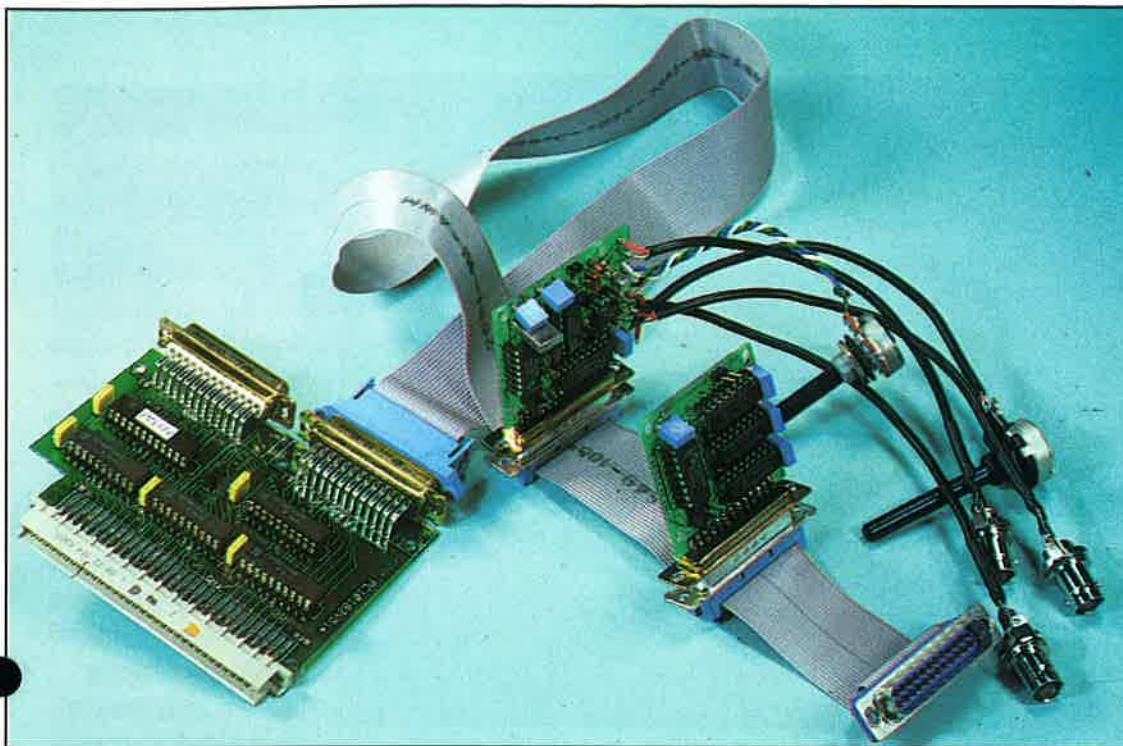
contatore e il terminale 2 del connettore CN2 del selettore, mentre il cavo attivo dovrà essere collegato tra il terminale 2 di CN2/contatore e il terminale 1 di CN2/selettore.

Dopo aver collegato i due circuiti, è possibile selezionare l'ingresso desiderato sul selettore ed eseguire il programma di verifica utilizzato per il contatore. I valori ottenuti sono funzione del ritardo che viene applicato tra la cancellazione dei registri del contatore e il caricamento degli stessi.

Il programma di controllo per entrambi i circuiti è quello già descritto nei capitoli precedenti

L'utilizzo di un flat cable rende più semplice la realizzazione del cavo di collegamento

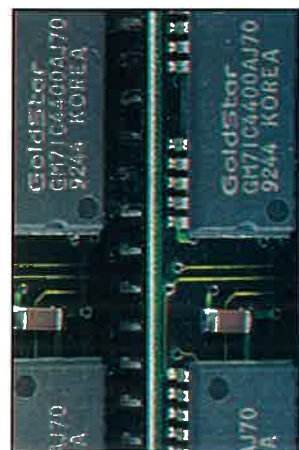




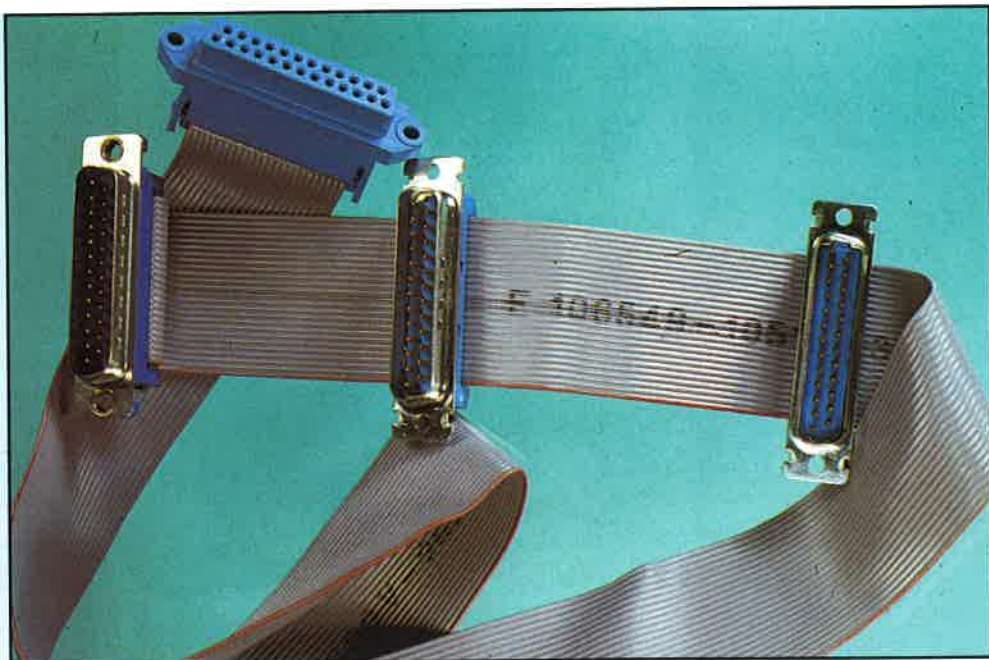
PROGRAMMA PER IL FREQUENZIMETRO

Nelle pagine precedenti sono stati presentati due dei tre elementi che compongono il frequenzimetro digitale: il contatore e il selettore degli ingressi. Per far sì che questi due circuiti risultino operativi, si deve utilizzare un programma in grado di generare i segnali necessari per il loro controllo. Questo programma rappresenta il terzo elemento del frequenzimetro.

Sarebbe stato possibile realizzare un programma di controllo partendo dagli esempi che sono stati utilizzati per la verifica di entrambi i circuiti, ma si è preferito sviluppare dei programmi distinti basati sui moderni sistemi di strumentazione a controllo computerizzato (VK), in grado di emulare il pannello frontale dello strumento. Il primo programma serve solamente per il controllo del contatore digitale, mentre il secondo è in grado di gestire entrambi i circuiti contemporaneamente.



Vengono proposti due programmi basati sui moderni sistemi di strumentazione controllata tramite il computer



Entrambi i moduli vengono collegati al circuito decodificatore tramite lo stesso cavo

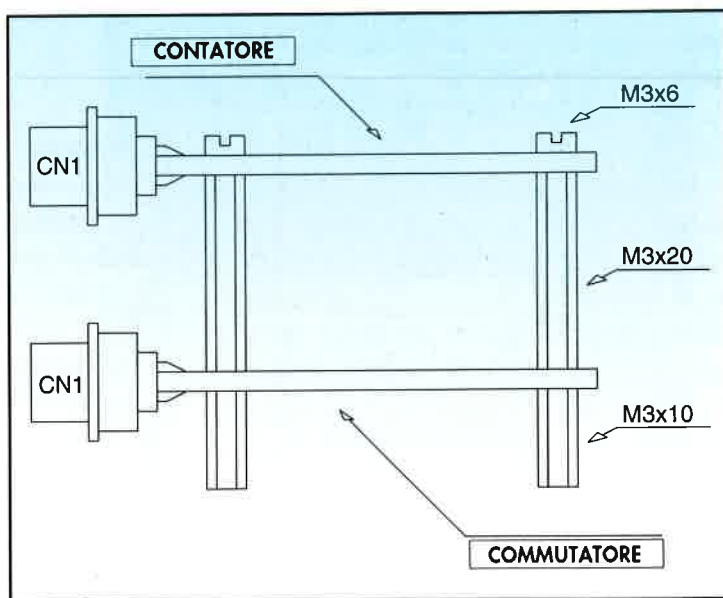
La configurazione di default del programma di controllo assegna il contatore a CE1 e il selettore a CE2

Prima di analizzare il funzionamento di questi programmi, verrà descritto l'assemblaggio dei due moduli che compongono gli elementi circuitali del frequenzimetro.

ASSEMBLAGGIO DEI MODULI

Sia il circuito stampato del contatore che quello per la selezione degli ingressi sono già dotati di quattro fori per il loro assemblaggio meccanico.

Il circuito del contatore si può montare sul selettore utilizzando quattro distanziali



Se si sovrappone il contatore al selettore facendo coincidere i connettori CN1 corrispondenti, si può verificare che i fori di fissaggio dei circuiti coincidono. Questo consente di montare il contatore sopra al selettore utilizzando dei distanziali da 20 mm. Nel disegno corrispondente si può osservare più dettagliatamente come può essere realizzata questa operazione.

L'unica interconnessione elettrica necessaria tra i due circuiti, oltre al cavo di collega-

mento comune al decodificatore degli indirizzi, è quella che unisce l'uscita del selettore con l'ingresso del contatore. Per realizzarla si devono utilizzare due file da due terminali femmina ciascuna, e un pezzo di cavo schermato unipolare lungo circa 6 cm. Dopo aver spelato e stagnato entrambe le estremità del cavo, compresa la calza, questo dovrà essere saldato ai terminali femmina, mantenendo una corrispondenza tra il cavo attivo e la calza su entrambi i lati. Collegare infine questo cavetto ai circuiti, facendo in modo che il cavo attivo risulti connesso al terminale 1 del connettore CN2 del selettore degli ingressi, e la calza al terminale 1 del connettore CN2 del contatore.

Poiché i componenti esterni al selettore degli ingressi risultano liberi, è consigliabile assemblare tutto il gruppo all'interno di una scatola opportunamente ingegnerizzata, con dimensioni di circa 45 mm di altezza, 60 di larghezza e 80 di profondità. A questo punto è necessario configurare gli ingressi di selezione sui due moduli. Poiché la configurazione di default del programma di controllo ha il contatore impostato per CE1 e il selettore per CE2, è necessario spostare il jumper del contatore sulla posizione più vicina alla scritta serigrafica JP1 (CE1), e il jumper del selettore sulla posizio-



All'accensione lo strumento si autoconfigura come frequenzimetro, impostato sulla scala degli Hz e con ingresso TTL selezionato

ne intermedia (CE2). Naturalmente è possibile scegliere qualsiasi altra combinazione, poiché il programma consente di cambiare la configurazione a piacimento. L'unica limitazione è dovuta al fatto che i due moduli non possono avere lo stesso ingresso di selezione; se il contatore è configurato per un determinato segnale di selezione, il selettore deve essere configurato per uno qualsiasi dei due restanti.

Dopo aver assemblato i due moduli, e con l'elaboratore spento, è possibile eseguire il collegamento degli stessi al decodificatore di indirizzi con il cavo descritto nel capitolo dedicato al contatore digitale. Il circuito decodificatore deve essere, a sua volta collegato alla prolunga del bus di espansione installata sul computer. A questo punto, per avere a disposizione un frequenzimetro digitale, non resta che accendere il calcolatore e lanciare il programma di controllo opportuno.

INSTALLAZIONE DEL PROGRAMMA

Il dischetto del frequenzimetro contiene due programmi. Il primo di questi controlla unicamente il contatore digitale, ed è stato sviluppato per coloro che non desiderano utilizzare il selettore degli ingressi. In questo caso lo strumento è limitato alla misura di segnali TTL, e non è possibile eseguire una calibrazione personalizzata dello stesso; questo programma è presente nella directory CONT. Il secondo programma, che gestisce entrambi i circuiti simulando un frequenzimetro digitale completo, è contenuto nella directory FREQ. Il disco contiene i seguenti file:

INSTALL1.BAT: installa nella directory C:\FREQ il programma CONT,

INSTALL2.BAT: installa nella directory C:\FREQ il programma FREQ,

INSTALL3.BAT: installa nella directory C:\FREQ

\CONT\CONT.UIR: pannello frontale del contatore,

\CONT\CONTCAL.UIR: pannello di calibrazione esterna per il contatore,

\CONT\CONTSEL.UIR: pannello di selezione degli indirizzi per il contatore,

\FREQ\FREQ.BAS: listato sorgente originale (VK) del programma di controllo per il frequenzimetro,

\FREQ\FREQ.EXE: programma di controllo eseguibile per il frequenzimetro completo,

\FREQ\FREQ.UIR: pannello frontale del frequenzimetro,

\FREQ\CAL.UIR: pannello di calibrazione interna/esterna per il frequenzimetro,

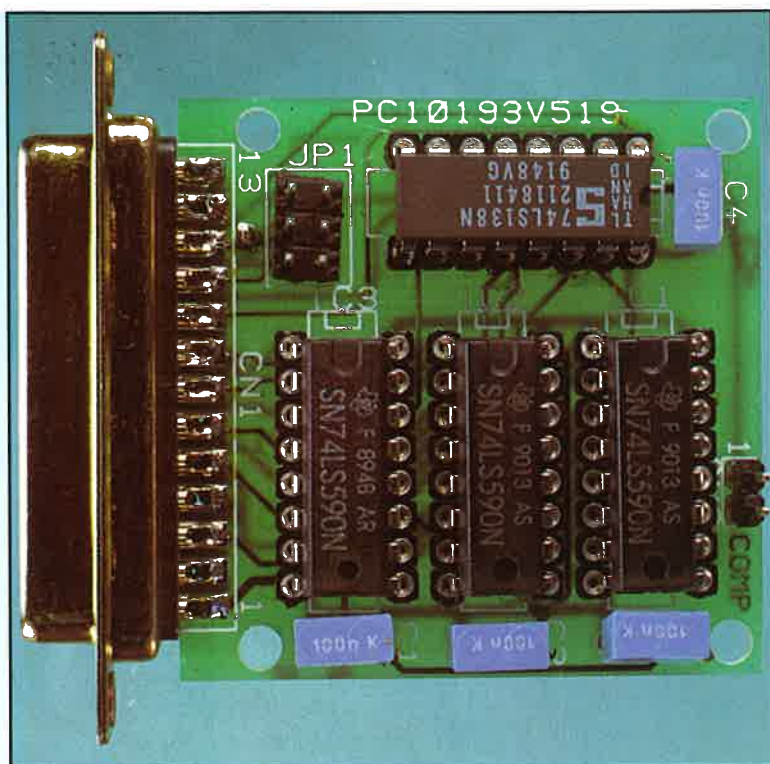
\FREQ\SEL.UIR: pannello di selezione degli indirizzi per il frequenzimetro.

I programmi possono essere eseguiti sia dal dischetto che dal disco rigido; in quest'ultimo caso devono essere installati con i programmi di installazione allegati. Il procedimento per l'installazione sul disco rigido C: è il seguente:



Il floppy del frequenzimetro contiene due programmi. Il primo gestisce unicamente il contatore digitale, il secondo controlla i due circuiti contemporaneamente

I display visualizzano la lettura e la scala dello strumento



Aspetto del circuito contatore senza cavi di collegamento

- 1 - inserire il dischetto nel drive da 3" 1/2,
 - 2 - posizionarsi su questa unità (A:[Enter] oppure B:[Enter]),
 - 3 - eseguire il programma di installazione desiderato (INSTALL1, INSTALL2 o INSTALL3 [Enter]).
- Il programma di installazione creerà una directory chiamata **FREQ** sul disco rigido C: nella quale verranno copiati tutti i file necessari per eseguire il programma che si desidera installare.

ESECUZIONE DEL PROGRAMMA

Per lanciare il programma dal dischetto bisogna inserirlo nel drive da 3" 1/2 e posizionarsi su di quest'ultimo digitando A:[Enter] oppure B:[Enter], in funzione della configurazione del drive. Se il programma è stato installato sul disco rigido C: invece, è necessario posizionarsi su questo digitando C:[Enter].

Per eseguire il programma di controllo del frequenzimetro completo, si devono seguire i seguenti passi:

- 1 - CD FREQ [Enter]
- 2 - FREQ [Enter]

Per eseguire invece il programma di controllo del contatore dal floppy:

- 1 - CD CONT [Enter]
 - 2 - CONT [Enter]
- mentre dal disco rigido:
- 1 - CD FREQ [Enter]
 - 2 - CONT [Enter]

L'uso di questo programma è molto semplice, e possono essere impiegati sia il mouse che la tastiera. Con il mouse è sufficiente spostare il cursore a freccia sul controllo che si vuole attivare e cliccare sul tasto sinistro dello stesso. Con la tastiera è necessario premere il tasto TAB finché viene selezionato il controllo desiderato, e successivamente premere il tasto Enter.

DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA

Poiché i due programmi sono molto simili, verrà di seguito descritto solo il funzionamento di **FREQ**, sia perché è il più completo dei due, sia perché le funzioni del programma **CONT** sono quasi le stesse. Quando si avvia il programma, compare sullo schermo del computer il pannello frontale di un frequenzimetro digitale. Tutti i controlli, tranne quello di accensione (**POWER**), sono disattivati, per cui provando ad azionarli non si otterrà alcuna risposta. Per accendere il frequenzimetro bisogna agire sul commutatore **POWER**, portan-



I tasti di selezione permettono l'impostazione della modalità di funzionamento dello strumento

I programmi possono essere gestiti sia con il mouse che con la tastiera

dolo in posizione ON; in questo modo quasi tutti i controlli vengono attivati.

Prima di iniziare a operare con lo strumento viene fornita una breve descrizione delle funzioni realizzate da ciascuno dei controlli. Nella parte superiore del pannello sono presenti due indicatori (display). Il loro compito è quello di visualizzare la lettura dello strumento; sul più grande di questi viene indicato il valore misurato, mentre sul secondo viene richiamata la scala di misura che si sta utilizzando. Se lo strumento è impostato come frequenzimetro, la misura può essere eseguita in unità di frequenza o di tempo; nel primo caso si può scegliere tra cicli (Hz), chilocicli (KHz) e megacicli (MHz) al secondo, mentre nel secondo caso tra secondi (s), millisecondi (ms), microsecondi (μ s) e nanosecondi (ns). Le letture che compaiono sul primo indicatore variano al variare della scala; nelle scale fondamentali degli hertz e dei secondi compare il valore completo in forma esponenziale. Nelle altre scale il valore viene arrotondato alla quarta cifra decimale.

Sulla sinistra dell'indicatore di scala ci sono due pulsanti a forma di freccia che consentono la selezione della scala. La sua variazione si ottiene anche cliccando con il pulsante del mouse direttamente sul display; in questo caso appare un menu a tendina che riporta tutte le scale selezionabili. Se non si dispone del mouse, la variazione di scala può essere realizzata con le frecce di spostamento del cursore presenti sulla tastiera.

Sulla parte destra del pannello si trovano i pulsanti di selezione delle funzioni dello strumento. Attivando il pulsante FREQUENZIMETRO lo strumento misurerà la frequenza del segnale applicato all'ingresso; attivando invece il pulsante CONTATORE lo strumento conterà i cicli del segnale di ingresso, dal momento in cui viene premuto il tasto START fino a quando viene premuto il tasto STOP. Selezionando la funzione CONTATORE vengono attivati i tasti START e STOP e viene disattivata la possibilità di scelta della scala, poiché viene misurato solamente il numero degli impulsi del segnale di ingresso in un tempo determinato dall'intervallo di attivazione dei tasti START e STOP. Ritornando alla funzione FREQUENZIMETRO vengono disattivati i tasti di controllo del contatore e ricompare la scala sul secondo display. Può capitare che, ritornando alla funzione FREQUENZIMETRO, la misura non risulti corretta;



La possibilità di calibrazione è uno dei vantaggi offerti dallo strumento per ottenere un elevato grado di precisione

in questo caso è sufficiente effettuare un cambio di scala.

Premendo il tasto CONFIGURAZIONE compare un pannello che consente di selezionare gli indirizzi di configurazione dei circuiti del frequenzimetro. Come per la variazione della scala, anche in questo caso è possibile selezionare gli indirizzi di abilitazione del contatore e del selettore tra sei possibili combinazioni; dopo aver impostato gli indirizzi opportuni bisogna premere il tasto USCIRE. In questo modo vengono aggiornati gli indirizzi nel programma e scompare il pannello di selezione. Inizialmente il programma è impostato con il circuito contatore su CE1 e il selettore degli ingressi su CE2.

Premendo sul tasto CALIBRAZIONE appare un

Con lo strumento si possono eseguire misure in unità di frequenza o di tempo

Il pannello di selezione degli indirizzi consente di configurare gli indirizzi di abilitazione di ciascuno dei moduli





CONTATORE



I tasti START e STOP vengono attivati quando lo strumento funziona come contatore

nuovo pannello che serve per la calibrazione dello strumento. Questa può essere effettuata tramite il segnale di riferimento generato dal selettore degli ingressi o per mezzo di un segnale esterno da 5 MHz. Se sul pannello di calibrazione si preme il tasto INT, lo strumento viene calibrato con la frequenza interna, mentre se si preme il tasto EXT si dovrà applicare un segnale di 5 MHz all'ingresso TTL del frequenzimetro. Dopo aver attivato uno qualsiasi dei due pulsanti bisogna premere il tasto USCIRE per poter abbandonare il processo e lasciare lo strumento nelle condizioni iniziali. I diodi LED indicano lo stato del processo. Quando si illumina quello di sinistra la frequenza misurata è al di sotto del valore reale, mentre quello di destra si illumina se la frequenza misurata supera il valore reale. In qualsiasi caso il programma agirà sulla finestra temporale di acquisizione, regolandola in modo da ottenere la misura corretta. Quando si illumina l'indicazione OK significa che la frequenza è corretta e il processo di calibrazione viene abbandonato.

Premendo il tasto INT sul pannello di controllo lo strumento viene calibrato con la frequenza di riferimento interna

Non resta a questo punto che esaminare la funzione dei tasti di selezione dell'ingresso.

Ciascuno di questi, TTL, BF e RF, agisce in modo che il selettore degli ingressi abiliti solamente l'ingresso del segnale esterno richiesto.

Riportando il commutatore POWER in posizione OFF, lo strumento disattiva tutti i controlli, esce dal programma, ed esegue una pulizia dello schermo.

Studiando il funzionamento dello strumento si è potuto osservare che la risposta dei controlli è immediata nel modo CONTATORE, mentre nel modo FREQUENZIMETRO risulta più lenta. Ciò è dovuto al fatto che nel periodo collegato alla finestra temporale di acquisizione dello strumento tutte le funzioni del pannello vengono disattivate; infatti, se si prova ad attivare un qualsiasi controllo non si avrà alcuna risposta, e per poter nuovamente operare sullo stesso sarà necessario attendere che venga eseguita la misura.

Il programma CONTATORE presenta le stesse funzioni del programma FREQUENZIMETRO, con eccezione della selezione degli ingressi. Per la calibrazione è possibile utilizzare solamente un segnale esterno, poiché non è disponibile l'oscillatore di riferimento del selettore degli ingressi. La selezione dell'indirizzo di abilitazione è valida solamente per il circuito del contatore.

UTILIZZO DELLO STRUMENTO COME FREQUENZIMETRO

Per descrivere meglio il modo in cui bisogna agire sui controlli dello strumento, viene proposto un esempio relativo a ciascun tipo di misura che può essere eseguita dal programma. La prima cosa da



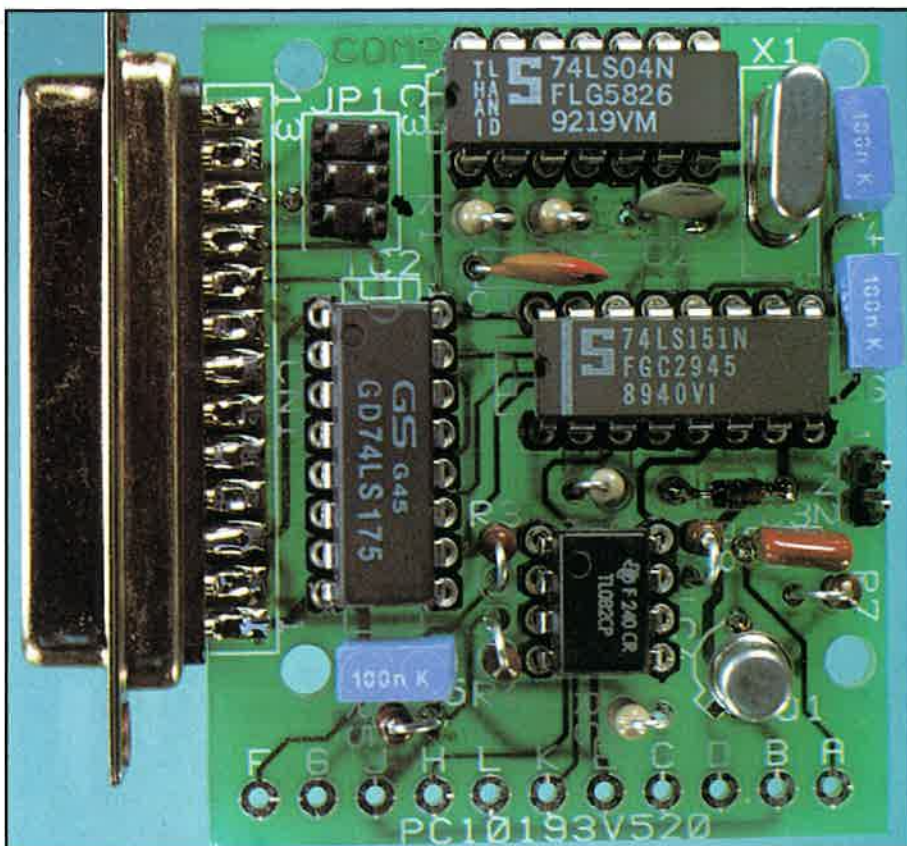
Il programma CONTATORE è una versione ridotta del programma FREQUENZIMETRO, con alcune funzioni in meno

fare è quella di collegare tutti i circuiti correttamente e lanciare il programma. All'atto dell'accensione lo strumento si configura automaticamente come frequenzimetro impostato sulla scala degli Hz e con ingresso TTL selezionato; per questa ragione la prima misura che viene eseguita è quella di un segnale di questo tipo, applicando lo stesso all'ingresso corrispondente del circuito selettore. Questa misura non richiede alcuna regolazione, e il valore che appare sul display deve corrispondere alla frequenza del segnale applicato. Se si varia la scala e si sceglie quella dei secondi, sul display viene visualizzato il periodo del segnale espresso in secondi.

La massima frequenza che si può applicare direttamente al frequenzimetro è di 25 MHz, poiché per il contatore si sono utilizzati componenti costruiti in tecnologia TTL.

Se si desiderano misurare frequenze più elevate è necessario inserire tra l'ingresso del selettore e la sorgente del segnale un divisore di frequenza in grado di operare nella gamma delle frequenze che si vogliono misurare; in questo caso, per ottenere il valore effettivo della frequenza bisogna moltiplicare il risultato della lettura per il fattore di divisione applicato. La misura dei segnali in RF avviene con le stesse modalità descritte per i segnali TTL, selezionando preventivamente l'ingresso RF sul pannello del frequenzimetro. L'amplificatore di ingresso fornisce una risposta lineare fino a 15 MHz. Anche se il segnale applicato è di livello molto elevato è possibile eseguirne egualmente la misura, ma è consigliabile in questo caso ricorrere a un modulo divisore di frequenza o prescaler.

Per misurare i segnali in bassa frequenza bisogna selezionare l'ingresso BF sul pannello, posizionare i potenziometri della sensibilità e della soglia al minimo, e applicare all'ingresso suddetto il segnale che si vuole



Il circuito selettore degli ingressi senza collegamenti e potenziometri

misurare. Successivamente bisogna variare il potenziometro della sensibilità finché lo strumento non inizia a dare delle risposte. Se con il segnale è presente anche del rumore, la misura potrebbe risultare instabile o imprecisa, per cui è necessario



La selezione di un ingresso avviene premendo semplicemente il tasto corrispondente

La massima frequenza applicabile direttamente è di 25 MHz, poiché i contatori utilizzati sono costruiti in tecnologia TTL

Elenco componenti

Un circuito decodificatore di indirizzi

Un circuito contatore digitale

Un circuito selettore degli ingressi

Un dischetto contenente i programmi di controllo per il frequenzimetro

Un cavo di collegamento 1:1 da 25 fili con due connettori DB25 maschi e uno femmina

Quattro distanziali da 20 mm femmina-femmina per viti M3

Quattro distanziali da 10 mm femmina-maschio per viti M3

Otto viti M3 da 6 mm

Un contenitore con dimensioni minime di 60x80x45 mm

variare la soglia sino a stabilizzare la lettura che compare sul display.

Il funzionamento come contatore è molto semplice. Lo strumento conta il numero di cicli del segnale in esame per un tempo che viene determinato dall'attivazione dei pulsanti START e STOP. Il segnale deve essere applicato all'ingresso corrispondente, selezionato tramite il pannello di controllo. Quando si preme il tasto START il contatore si resetta ed inizia ad eseguire il conteggio finché non viene premuto il tasto STOP. In questa modalità di funzionamento non è possibile variare la scala, per cui il contatore presenterà la misura reale sino al valore massimo consentito dal display.

Bisogna tener presente che gli ingressi non sono protetti, per cui è necessario prestare attenzione ai livelli di tensione che si applicano allo strumento.

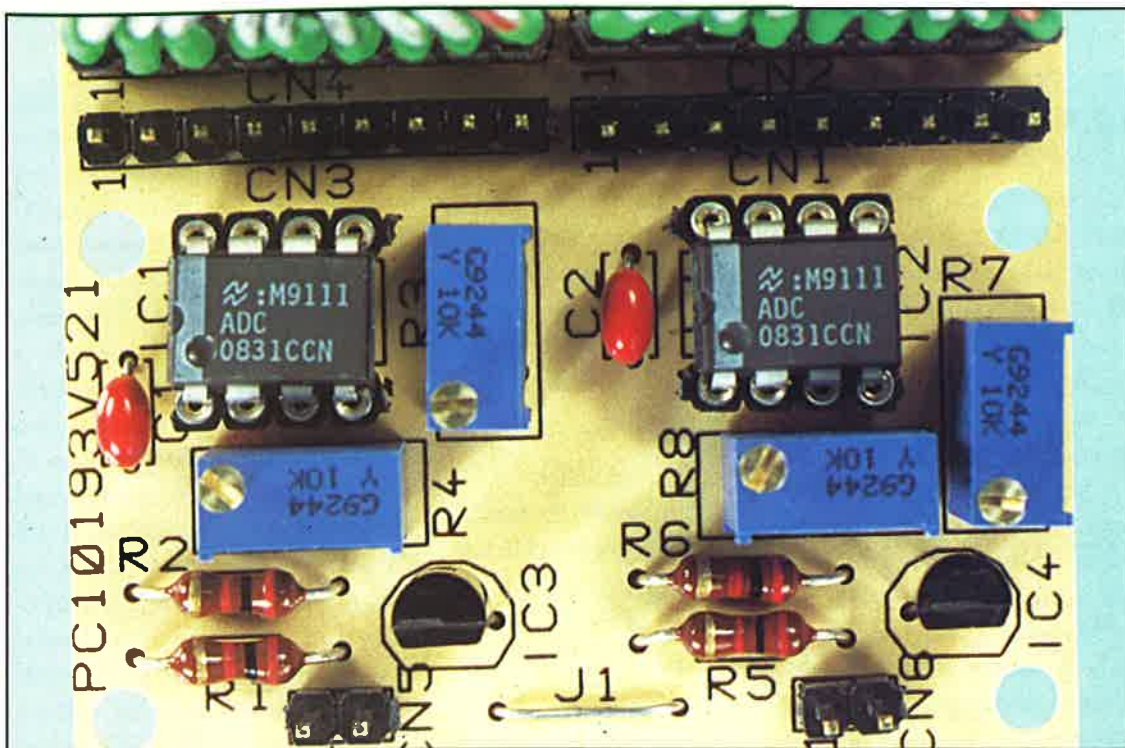


Il pannello di calibrazione del programma CONTATORE permette di effettuare la regolazione solo con un segnale di 5 MHz applicato all'ingresso TTL

Nel programma contatore occorre selezionare solamente l'indirizzo di abilitazione del contatore digitale

**CALIBRAZIONE**

Per ottenere una maggior precisione è necessario calibrare lo strumento prima di iniziare le operazioni di misura. Come già detto in precedenza, questa operazione può essere eseguita con il segnale riferimento generato dal selettore degli ingressi o tramite un segnale esterno di 5 MHz. Dopo aver effettuato la calibrazione, questa rimane valida solo fino a quando viene mantenuta l'alimentazione, e viene persa quando si spegne lo strumento; è quindi necessario rieffettuare questa procedura ogni volta che si accende lo strumento. Se si esegue questa operazione con un segnale esterno, e questo non è stato collegato all'ingresso TTL, il programma si interrompe perché non rileva la presenza del segnale di calibrazione. La stessa cosa accade se l'oscillatore di riferimento del selettore degli ingressi non funziona. Pertanto, se nell'eseguire questa procedura il programma si interrompe, significa che è stato rilevato un errore nel segnale di calibrazione.



TERMOMETRO CONTROLLATO DA PC

Il rilevamento della temperatura, utile per ricavare dei grafici che ne rappresentino l'andamento, diventa grazie a questa realizzazione una operazione semplice e interessante, considerando che il circuito consente di effettuare questa misura in modo duale tramite un unico progetto.

La misurazione della temperatura (ambiente o propria di qualche sostanza) ha sempre interessato i progettisti elettronici. Il sistema più classico per realizzare questa misura prevede l'impiego di resistenze variabili in funzione della temperatura. Queste agiscono come dei sensori, e le più utilizzate sono conosciute con i nomi di NTC e PTC, che appartengono alla categoria dei termistori.

Un termistore di tipo NTC è caratterizzato dalla variazione negativa del suo valore di resistenza nominale all'aumentare della temperatura: quando la

Un termistore NTC ha la particolarità di diminuire il suo valore resistivo all'aumentare della temperatura



Il sensore di temperatura utilizzato è incapsulato in un contenitore plastico tipo TO-92

temperatura aumenta la resistenza interna del resistore NTC (*Negative Temperature Coefficient*) diminuisce.

Il funzionamento del termistore PTC (*Positive Temperature Coefficient*) può essere definito analogo ma inverso al precedente; il valore della sua resistenza interna aumenta in modo proporzionale all'aumento della temperatura esterna.

La tecnologia costruttiva utilizzata per i termistori varia notevolmente in funzione del tipo di componente: NTC o PTC. Quelli di tipo NTC sono normalmente costituiti da ossido di ferro, cromo, manganese, cobalto e nichel, mentre quelli di tipo PTC sono formati da una struttura cristallina di titanato di bario. Queste differenze costruttive e di reazione alla temperatura portano all'utilizzo dei diversi termistori in circuiti di controllo della temperatura di natura completamente differente. Attualmente è però disponibile in commercio un altro tipo di componente per la rilevazione della temperatura: un sensore basato su una giunzione a semiconduttore.

I dispositivi semiconduttori puri presentano la caratteristica di diminuire la loro resistenza all'aumentare della temperatura. Questa diminuzione, nell'intervallo proprio della temperatura ambien-

te, può variare dal 3% al 6% per grado. Questa particolare proprietà di variabilità termica associata alle giunzioni a semiconduttore è stata utilizzata da diversi costruttori per creare dispositivi di rilevazione termica semplici, di piccole dimensioni e sufficientemente economici. Uno di questi dispositivi è il sensore termico LM335 della National Semiconductor. Il suo funzionamento si basa su un diodo zener interno (per cui il sensore propriamente detto è dotato di due soli terminali), la cui tensione di rottura è direttamente proporzionale alla temperatura assoluta. Il suo rapporto dV/dT è di $10 \text{ mV}/^\circ\text{K}$. La sua impedenza dinamica è inferiore a 1Ω , e può lavorare senza variazioni percettibili nell'intervallo di correnti comprese tra $400 \mu\text{A}$

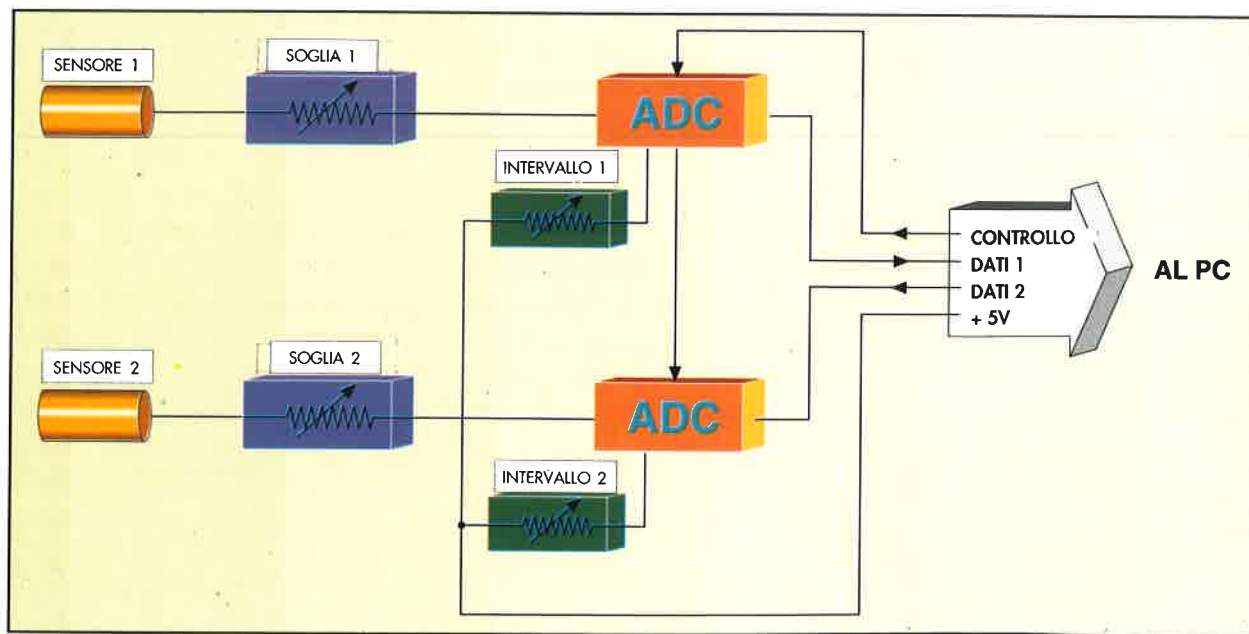
e 5 mA . Le temperature alle quali può operare l'LM335 sono comprese tra -40°C e $+100^\circ\text{C}$. Il sensore utilizzato in questa realizzazione è incapsulato in un contenitore plastico TO-92, anche se è disponibile in contenitore metallico di tipo TO-46.

L'intervallo di temperatura entro il quale può operare l'integrato LM335 varia da -40°C a $+100^\circ\text{C}$

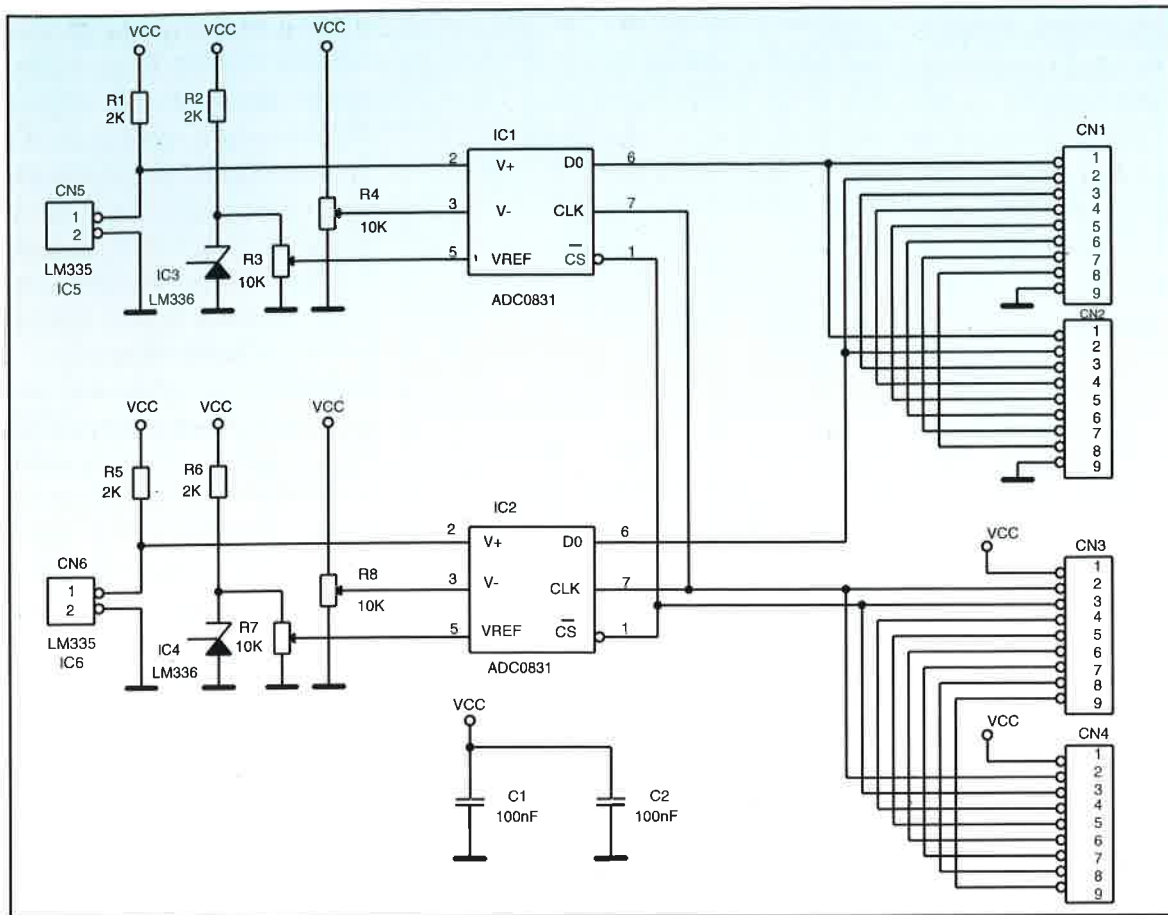
IL CIRCUITO

Come si può osservare nello schema corrispondente, il circuito proposto impiega una coppia di

Schema a blocchi del doppio circuito sensore di temperatura



Per la semplicità della sua struttura, come convertitore A/D è stato scelto l'ADC0831



Schema elettrico dell'interfaccia termica

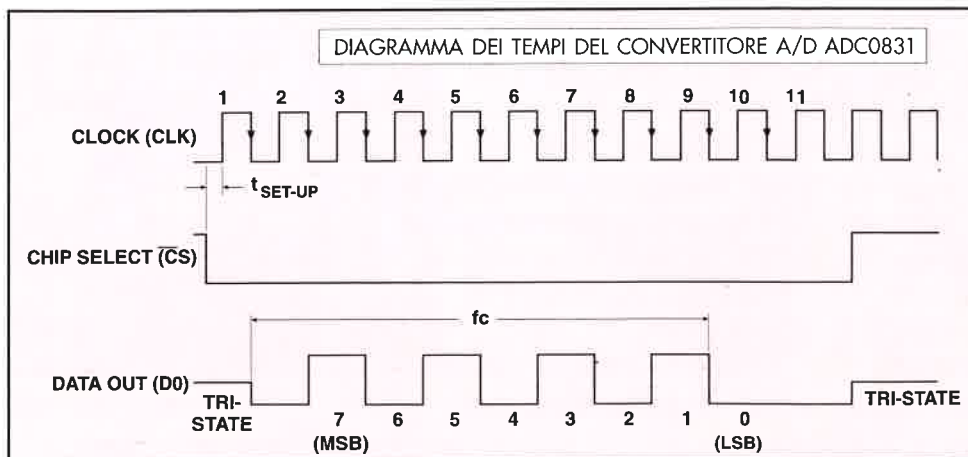
sensori che consentono di eseguire misure duali, come ad esempio la temperatura interna ed esterna di una casa. Il circuito può essere perciò suddiviso in due parti completamente simmetriche. Dopo aver fatto questa opportuna precisazione, è possibile procedere con l'analisi dello schema elettrico.

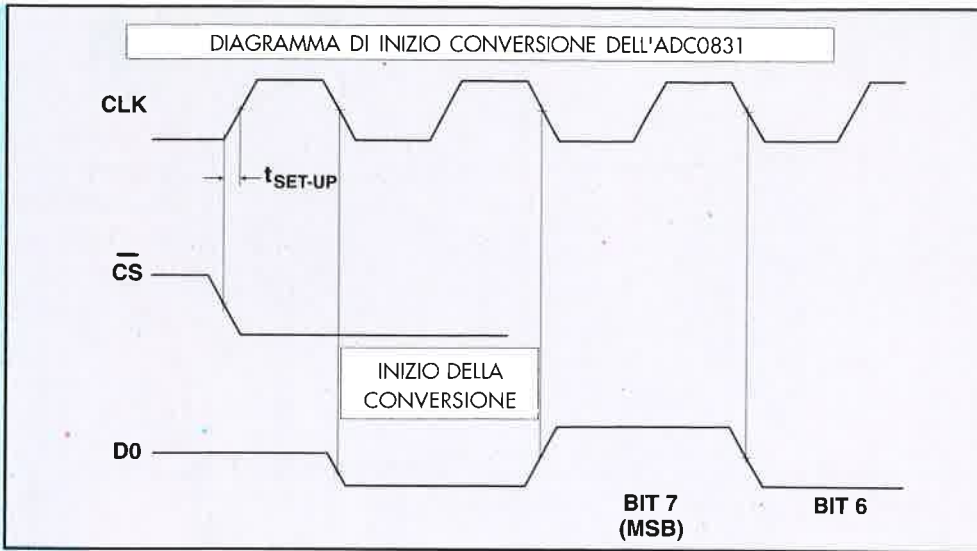
Il segnale proveniente dai sensori viene inviato a un convertitore analogico-digitale, nella pratica il circuito integrato ADC0831 della National Semiconductor.

Tra l'ampia gamma di convertitori A/D disponibili in commercio è stato scelto questo per la semplicità della sua struttura, che si traduce in una maggior semplicità di lavoro nel momento in cui verrà eseguito il montaggio. I convertitori più diffusi sono quelli che

realizzano una conversione di tipo parallelo: i bit che compongono un determinato dato vengono campionati e convertiti in una sola operazione, vale a dire contemporaneamente. La particolarità del circuito A/D (convertitore Analogico/Digitale) preso in esame invece, è che l'acquisizione dei

Diagramma dei tempi del convertitore A/D ADC0831





Dettaglio del diagramma dei tempi all'inizio della conversione A/D

dati da trattare e la relativa elaborazione viene eseguita in modo seriale.

Il segnale termico che deve essere misurato viene acquisito, come si può osservare nello schema corrispondente, in modo differenziale tra i terminali di ingresso V- e V+. Per far sì che la conversione avvenga all'interno dell'intervallo stabilito, è necessario prefissare alcuni parametri di riferimento.

Per descrivere il funzionamento del processo di acquisizione si ricorre alla configurazione utilizzata nel progetto in esame: si può osservare che la variazione di tensione derivante dallo Zener di misura (si intenda per questo il circuito integrato LM335) viene prelevata sul suo catodo e inviata al terminale 2 del circuito A/D; la tensione presente sul terminale V- (terminale 3 dell'integrato) deve essere prefissata ad un valore di 2,53 V.

Con questa realizzazione si possono eseguire misure comprese tra -20 e +80 °C con 255 livelli di risoluzione

Per rendersi conto della soglia di lavoro gestita dall'ingresso analogico basti sapere che questo riceve una tensione di 2,98 V quando la temperatura è di 25 °C (la variazione lineare tensione/temperatura è di 10 mV/°C).

Il circuito, nel modo in cui è configurato, è in grado di esegui-

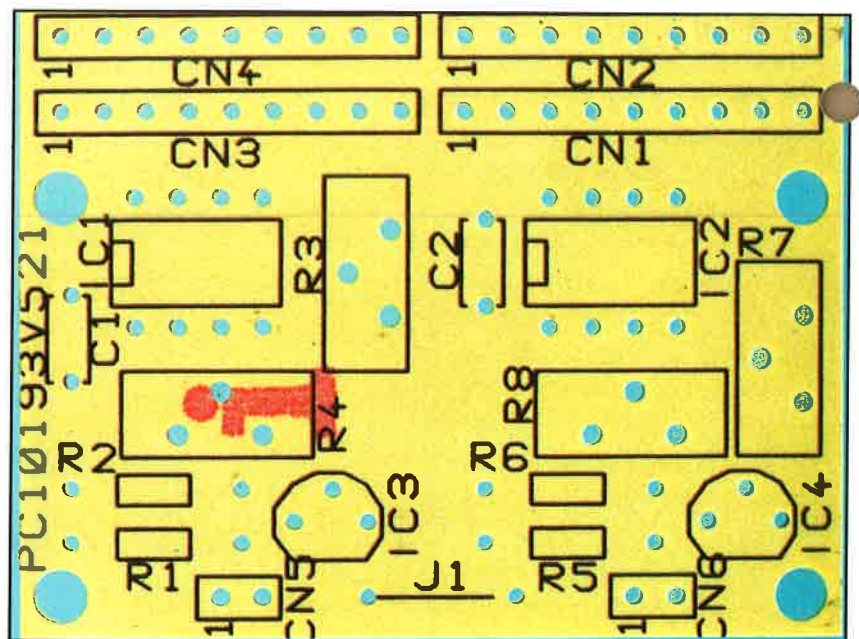
re misure comprese tra -20 °C e +80 °C. Questo comporta che quando la temperatura rilevata dal sensore LM355 è di -20 °C la tensione presente sull'ingresso V+ è di 2,53 V, il che significa che il valore digitalizzato corrispondente a questa tensione è, dal punto di vista logico, corrispondente allo stato 0.

Seguendo lo stesso ragionamento, quando la temperatura arriva a +80 °C, il valore della tensione presente sul terminale 2 dell'ADC0831 è di 3,53 V, valore analogico la cui corrispondenza digitale sull'uscita del convertitore è di 255.

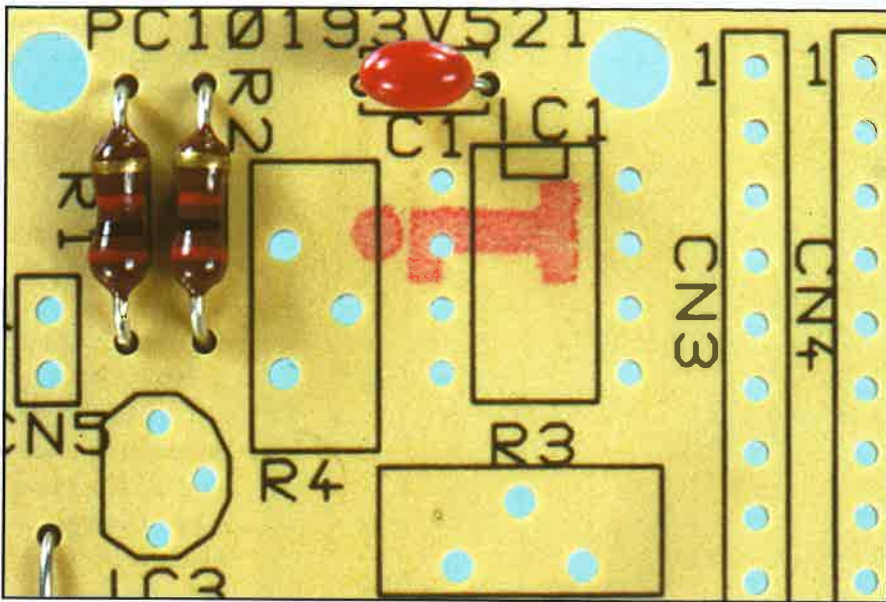
Con questo ragionamento risulta chiaro che il segnale digitalizzato misurabile dal computer opera con 255 livelli di risoluzione, e che la soglia analogica gestita dall'ingresso del convertitore, o detto in altro modo la tensione fornita dal sensore termico, oscilla in un intervallo compreso tra 2,53 e 3,53 V.

LA CONVERSIONE ANALOGICO-DIGITALE

Il processo che avviene nel convertitore ADC0831 corrisponde ai diagrammi temporali riportati in



Scheda del circuito stampato utilizzata per l'interfaccia



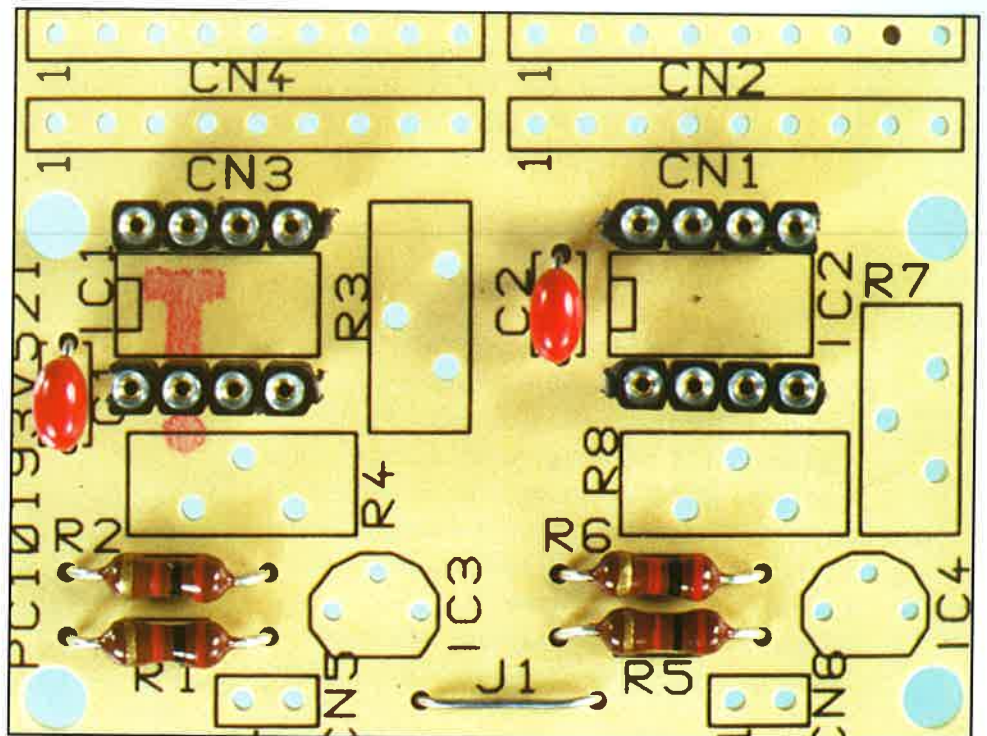
Per prima cosa si devono montare i componenti passivi (senza dimenticare il ponticello J1)

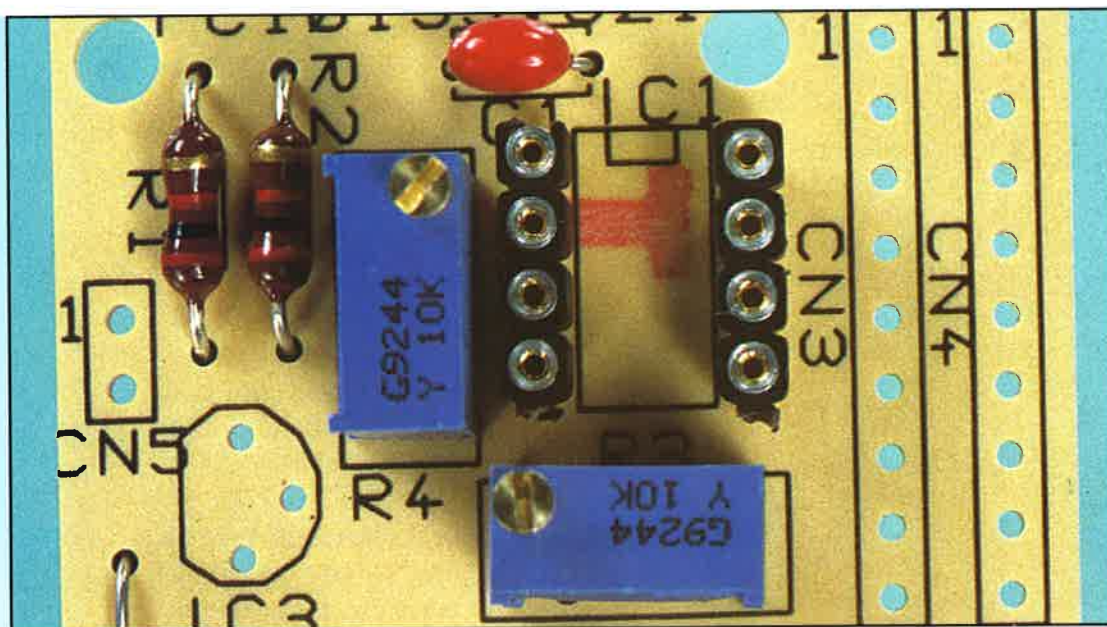
figura, che verranno di seguito esaminati con maggior dettaglio. Per prima cosa bisogna tener presente che al convertitore A/D deve essere fornita la tensione di riferimento che viene utilizzata per determinare l'intervallo di misura (in questo caso pari a 1 V). Questo valore di riferimento deve essere sufficientemente stabile, e per ottenerlo si è utilizzato un circuito integrato in grado di fornire il valore stabilizzato di 2,53 V necessario. Questo circuito è l'LM336 (2,5 V). Il potenziometro associato al circuito di riferimento rende possibile la regolazione al valore richiesto (1 V). Poiché il funzionamento interno di questo regolatore prevede l'utilizzo anche di un diodo zener, ed è incapsulato in un contenitore identico a quello utilizzato per il sensore (TO-92), si dovrà prestare attenzione quando si dovranno classificare i componenti dopo averli acquistati. Stabilito l'intervallo di misura (di 1 V), la seconda regolazione da impostare è quella relativa al terminale 3 dell'ADC, che deve essere eseguita per mezzo del

corrispondente potenziometro, e serve per definire il limite inferiore della temperatura misurabile. Poiché, come visto in precedenza, il valore massimo è pari al limite prefissato da questo stadio più l'intervallo di misura disponibile, in questo caso 1 V, nel circuito la regolazione dovrà essere impostata a 2,53 V, che corrispondono al valore termico di -20 °C. La sequenza di invio dei dati convertiti è gestita dal terminale di ingresso del segnale di clock (CLK). In un primo momento il reset sul terminale di Chip Select (/CS) e l'abilitazione dell'ingresso del segnale di clock avviano la conversione del segnale differenziale presente sugli ingressi +V e -V. Il processo di conversione viene eseguito in un tempo molto breve (nel caso dell'ADC0831 la conversione analogico/digitale avviene in soli 32 microse-

La tensione di riferimento necessaria per poter determinare l'intervallo di misura è fornita dal circuito LM336

Successivamente devono essere montati i terminali torniti che servono da zoccoli per gli integrati





I potenziometri devono essere del tipo multigiri

condi), dopodiché l'ADC invia gli 8 bit relativi al dato corrispondente a questa misura. Come si può osservare nel diagramma temporale, questa trasmissione seriale viene sincronizzata dagli impulsi di clock, e inizia dal bit 7 (MSB) per terminare con l'impulso di clock che invia il bit 0 o LSB. La gestione di questa scheda di interfaccia per la misurazione della temperatura si ottiene per mezzo della scheda di I/O presentata in precedenza. In questo modo i segnali di controllo (segnale di clock e /CS), vengono inviati al circuito attraverso il connettore per i segnali di uscita della scheda I/O, mentre i dati letti dal computer sono quelli inviati all'interfaccia tramite gli ingressi della scheda di I/O suddetta.

REALIZZAZIONE DELL'INTERFACCIA

I circuiti integrati LM335 e LM336 non devono essere assolutamente scambiati quando vengono montati

Le sequenze di montaggio dell'interfaccia per la rilevazione della temperatura non differiscono molto da quelle già viste per altri montaggi dalle caratteristiche simili. Una prima cosa da notare è che il circuito stampato è a singola faccia, per cui la fase di saldatura risulta ulteriormente semplificata.

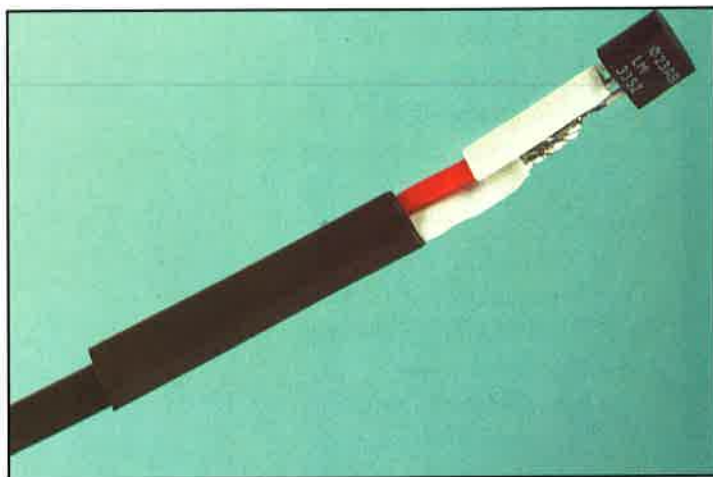
Come si può osservare nella figura corrispondente, i componenti utilizzati sono

di facile individuazione. Si deve prestare particolare attenzione solo agli integrati LM335 e LM336, che sono tra loro molto simili e che non devono assolutamente essere scambiati. Questo fatto, unitamente alla semplicità del progetto e del montaggio, che deve essere eseguito secondo la sequenza delle fotografie riportate in queste pagine, fanno di questo circuito un

dispositivo consigliato a tutti gli appassionati della strumentazione di misura controllata attraverso il computer.

Giunti a questo punto si deve ricordare che questo circuito non può funzionare da solo, ma è necessario collegarlo all'elaboratore tramite la scheda di I/O realizzata in precedenza. Per collegare questa scheda al circuito di rilevazione della temperatura si devono costruire due cavi paralleli (a 9 fili) con i relativi connettori femmina cablati agli estremi.

Il montaggio dei componenti inizia con quelli passivi, costituiti dalle resistenze e dai condensatori. Successivamente bisogna saldare i terminali



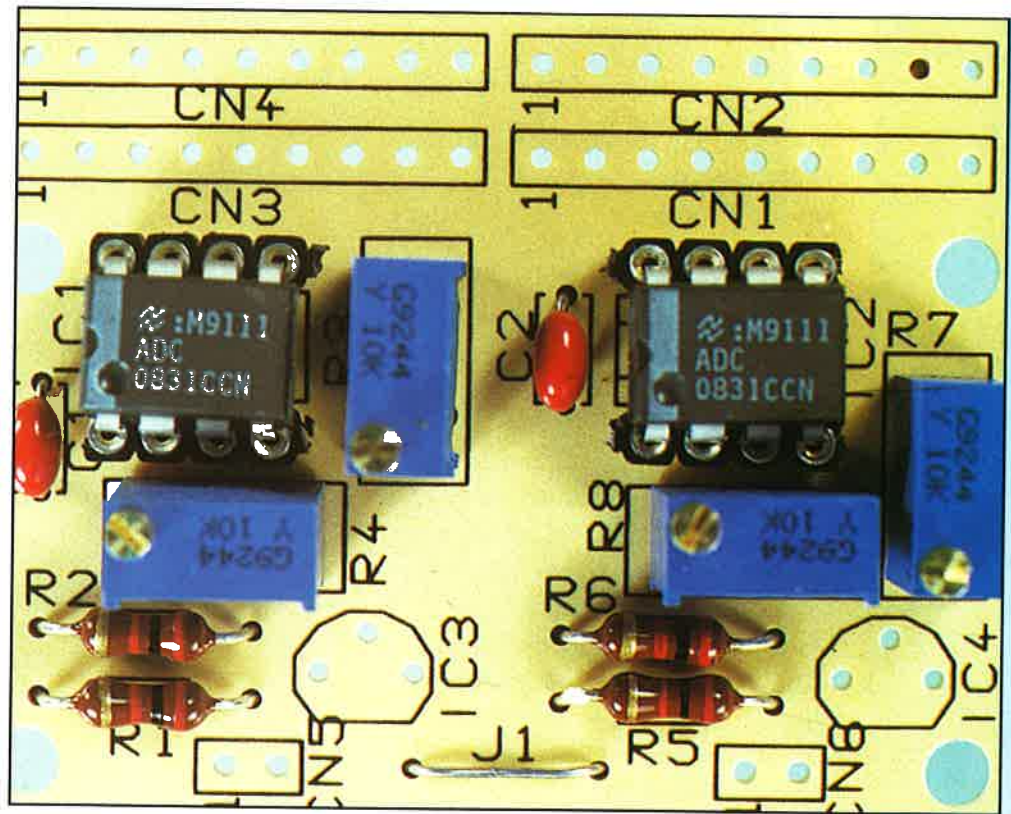
La sonda deve essere realizzata con particolare cura, utilizzando della guaina termorestringente e del silicone

torniti che vengono utilizzati come zoccoli per gli integrati (per i due ADC).

Non si può dimenticare il ponticello che deve essere realizzato nella posizione serigrafata con J1 (utilizzando un pezzetto di filo conduttore o il terminale di una resistenza).

Poiché i circuiti di misura sono due, è necessario raddoppiare il numero dei potenziometri, che devono essere saldati sul circuito (nella fotografia corrispondono ai componenti di colore azzurro). Si consiglia di utilizzare potenziometri multigiri in miniatura.

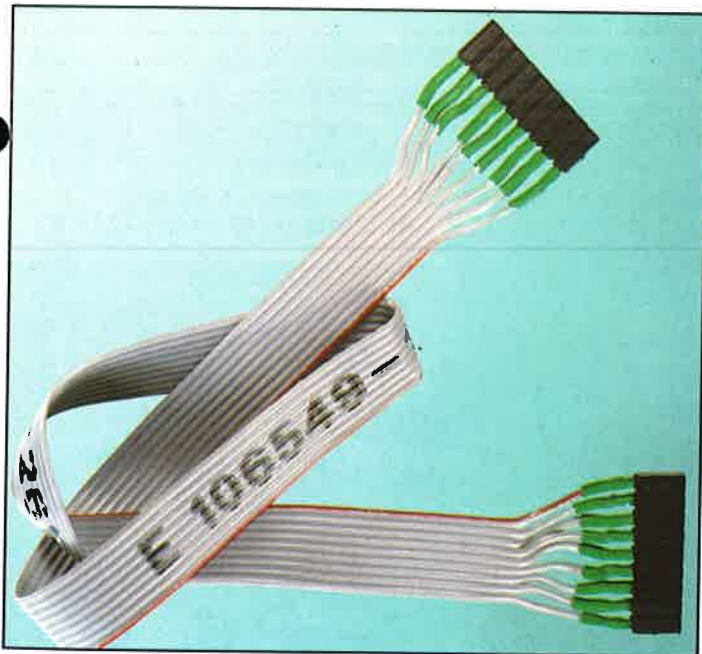
Ora non resta che saldare le file di terminali che serviranno per il collegamento del circuito alle altre schede; è possibile osservare che queste file devono essere doppie e allineate (CN1 e CN2 su di un alto del circuito, CN3 e CN4 sull'altro lato), per favorire una possibile estensione nell'utilizzo dell'interfaccia,



A questo punto si possono inserire gli integrati IC1 e IC2

come verrà analizzato dettagliatamente in seguito. Il montaggio della sonda richiede molta attenzione, soprattutto se si desiderano effettuare delle misure senza avere problemi, ed ottenere risultati corretti anche quando si opera in cattive condizioni ambientali. Come si può osservare nello schema corrispondente, uno dei terminali del sensore LM335, e più precisamente quello indicato con ADJ, non viene utilizzato in questa realizzazione, per cui deve essere tagliato a filo del contenitore plastico. Va detto che anche l'altro integrato LM336 incapsulato in un contenitore TO-92, che fornisce la tensione di riferimento, non usa il terzo terminale, ma questo dovrà comunque essere saldato allo stampato. Il passo successivo prevede il cablaggio di un cavo schermato saldato ai due terminali della sonda. Per fare in modo che la sonda assuma un aspetto sufficientemente professionale si dovranno rendere le saldature a tenuta stagna.

Non bisogna dimenticare di eseguire un ponte con del filo conduttore nella posizione indicata con J1



È necessario costruire una coppia di cavi paralleli a 9 fili con due connettori femmina agli estremi

Elenco componenti

Resistenze

R1, R2, R5, R6 = 2 kΩ
 R3, R4, R7, R8 = 10 kΩ
 potenziometri verticali
 multigiri in miniatura

Condensatori

C1, C2 = 100 nF,
 multistrato

Semiconduttori

IC1, IC2 = ADC0831
 IC3, IC4 = LM336 (2,5 V)
 IC5, IC6 = LM335

Varie

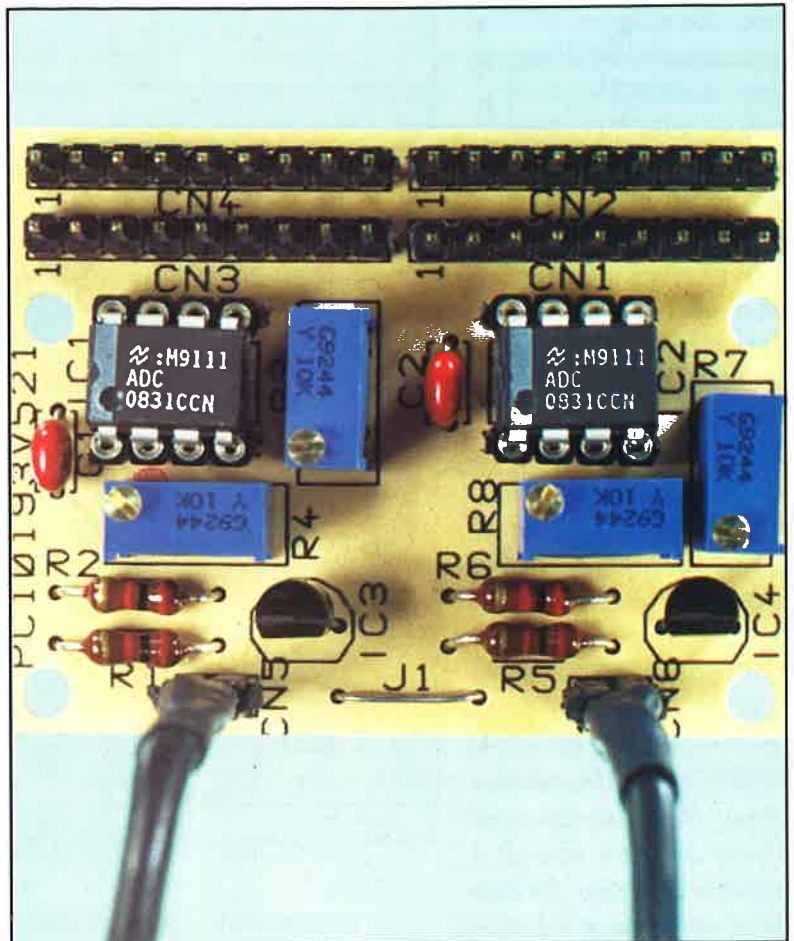
- Terminali maschi a saldare
- Terminali femmina a saldare
- Terminali torniti per zoccoli
- Circuito stampato PC10193V521
- 2 metri di cavo coassiale di piccola sezione
- Guaina termorestringente

Ciò si ottiene ricoprendo le stesse con della guaina termorestringente.

Si consiglia di ricoprire anche l'intera sonda con una guaina termorestringente di maggior diametro, ma prima di eseguire questa operazione è opportuno silconare le parti terminali in modo da renderle perfettamente stagne.

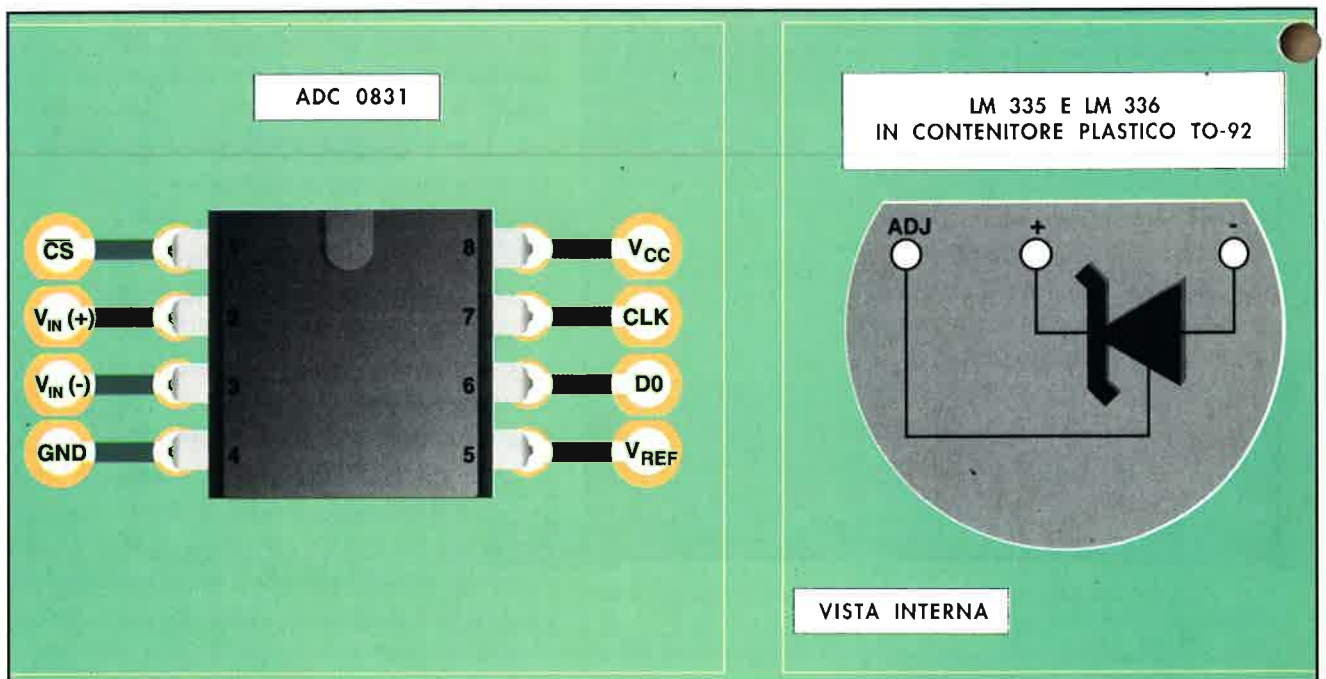
L'altro capo della sonda dovrà essere dotato degli opportuni connettori femmina per il collegamento alla scheda; i punti di collegamento, come illustrato nella relativa figura, corrispondono ai connettori CN5 e CN8 rispettivamente. Con riferimento alla figura del contenitore per l'LM335 e l'LM336, verificare la piedinatura e il relativo verso di collegamento poiché il sensore, essendo un diodo, risulta polarizzato e non deve essere collegato al contrario.

È buona norma applicare della guaina termorestringente anche sui terminali del cavo parallelo a 9 fili, come mostrato nella figura corrispondente, per fornire una maggior consistenza alle salda-

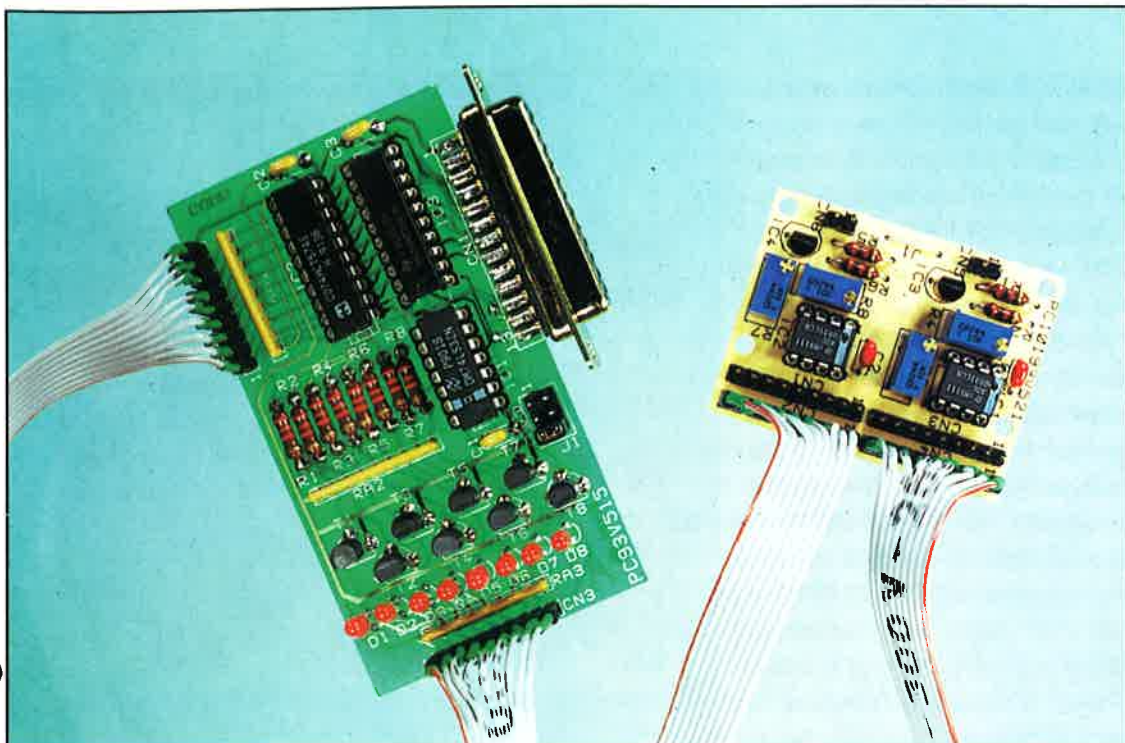


Le sonde di temperatura devono essere collegate ai terminali predisposti sul circuito stampato

ture e conferire un aspetto più professionale al dispositivo.



Piedinatura dei circuiti integrati utilizzati per la realizzazione dell'interfaccia termica



CONTROLLO PER IL TERMOMETRO

I sistemi elettronici con cui vengono eseguite le misure, e vengono presentati i risultati nel campo della trasduzione delle grandezze fisiche, possono essere molto diversi tra loro, come diverse sono le modalità con le quali un esperimento scientifico può essere svolto. Il metodo che si è seguito per questo circuito può vantare una semplicità di gestione che in qualche modo è inversamente proporzionale alla precisione della presentazione dei dati rilevati dai sensori.

Come già scritto in precedenza, il collegamento al PC dell'interfaccia termica richiede l'utilizzo della scheda di I/O realizzata in precedenza che, a sua volta, deve essere collegata alla scheda per la decodifica degli indirizzi; quest'ultima è in pratica la scheda che gestisce il flusso dei dati di ingresso e di uscita del PC.



La scheda per la decodifica degli indirizzi gestisce il flusso dei dati in ingresso e in uscita dal PC

Se si vogliono ottenere delle misure sufficientemente precise non bisogna scambiare le sonde

Le operazioni di lettura e scrittura all'esatto indirizzo consentono di attivare i segnali di uscita e, al tempo stesso, di leggere lo stato degli otto ingressi disponibili sulla scheda I/O. Il collegamento tra i terminali di connessione della scheda di interfaccia deve essere realizzato con due cavi paralleli a 9 fili, ciascuno dotato agli estremi di connettori femmina.

La figura corrispondente fornisce un'idea più chiara sul modo con cui eseguire questo collegamento. Bisogna verificare che i connettori CN2 e CN4 dell'interfaccia termica risultino collegati rispettivamente ai connettori CN2 e CN3 della scheda di I/O. Dopo aver realizzato questo collegamento, e prima di lanciare il programma, è necessario eseguire le opportune regolazioni sulla scheda di interfaccia termica.

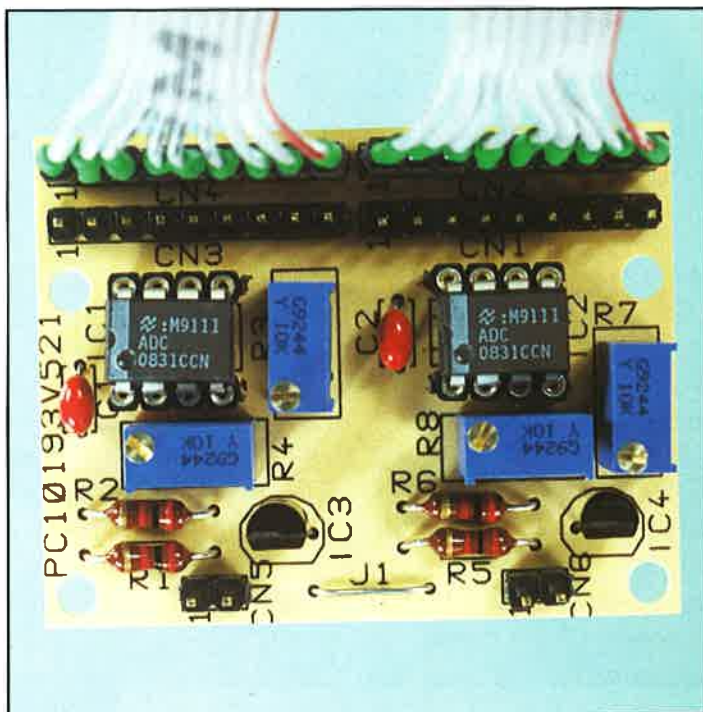
REGOLAZIONI DELLA SCHEDA DI INTERFACCIA TERMICA

Come si è visto, gli elementi circuitali presenti sulla scheda permettono la gestione di due canali di

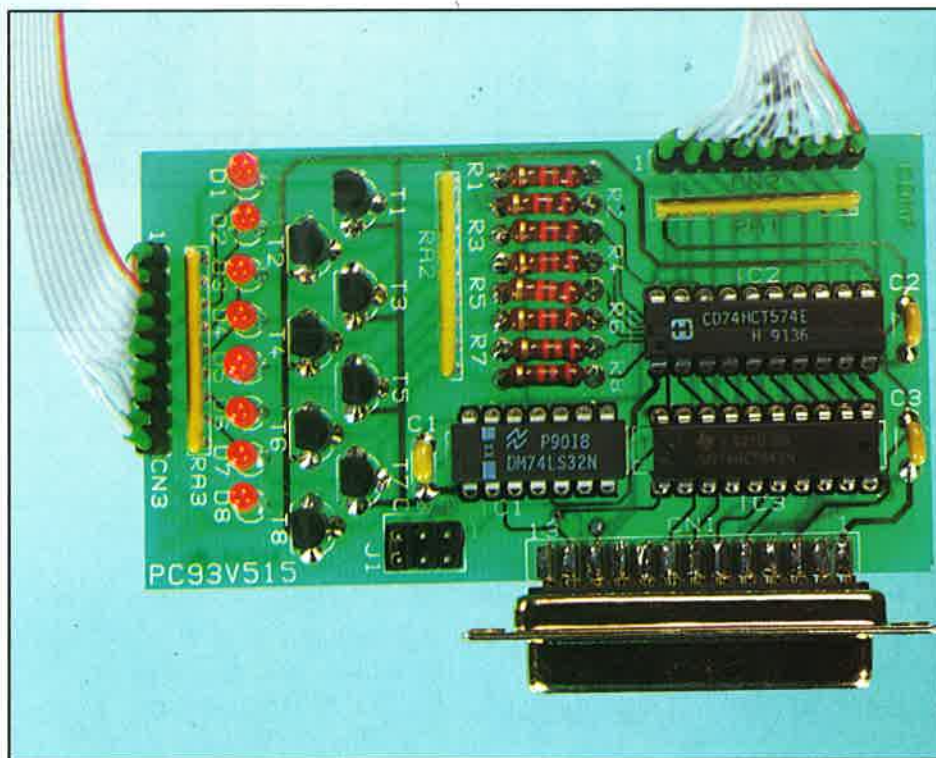
misura, per cui le regolazioni devono essere eseguite su entrambi allo stesso modo. Tuttavia,

l'impiego di sonde di rilevazione differenti può influire sulla loro regolazione fine. Si consiglia di usare sonde con lunghezza massima di 3,5-4 metri, anche se questa può variare in funzione della qualità del cavo coassiale utilizzato. Coloro che desiderano realizzare una sonda più lunga devono compensare le possibili perdite nel cavo scegliendone uno le cui caratteristiche garantiscano un livello di qualità maggiore.

Da quanto detto si può dedurre una cosa molto importante: dopo aver eseguito le regolazioni necessarie le sonde non devono in nessun modo essere scambiate, se si vogliono ottenere delle misure affidabili. Solo nel caso di sonde di ugual lunghezza, e con caratteristiche elettroniche quasi completamente identiche, il loro interscambio non dovrebbe



Scheda dell'interfaccia per la misura della temperatura completamente montata e collegata tramite i cavi paralleli a 9 fili necessari per il suo funzionamento



La scheda di interfaccia viene collegata alla scheda di I/O, che a sua volta deve essere collegata alla scheda per la decodifica degli indirizzi

be produrre variazioni nei risultati delle misure; ciò non capita praticamente mai.

Nell'illustrazione relativa si possono osservare i potenziometri di regolazione del canale corrispondente al sensore 1, in questo caso R3 e R4. La prima operazione consiste nella regolazione di R3 (regolazione della soglia o di riferimento); a tal fine, dopo aver alimentato il circuito di interfaccia, è necessario agire sul potenziometro (ricordarsi che si tratta di un potenziometro multigiri) finché sul terminale 5 (VREF) di IC1 è presente una tensione di 1.00 V. Questo valore, ottenuto tramite l'integrato di riferimento a 2,5 V (LM336), ha il compito di predisporre il convertitore A/D in modo che la variazione della tensione differenziale ai suoi ingressi sia esattamente di 1 V.

Dopo aver regolato la soglia bisogna indicare al convertitore A/D l'intervallo di tensione all'interno del quale deve lavorare, il cui margine tra gli estremi è già stato stabilito ad 1 V. Per conseguire questo proposito è necessario agire sul potenziometro R4 finché la tensione misurata sul terminale 3 (V-) dell'integrato risulta esattamente di 2,53 V.

Con queste due regolazioni vengono stabiliti i parametri di lavoro dell'ADC0831, in modo da adattarli al programma fornito in allegato. La regolazione del secondo canale di rilevazione della temperatura deve essere effettuata seguendo lo stesso procedimento, agendo questa volta sui potenziometri R7 e R8.

Dopo aver eseguito le quattro regolazioni indicate si è pronti per operare con il programma di misura della temperatura.

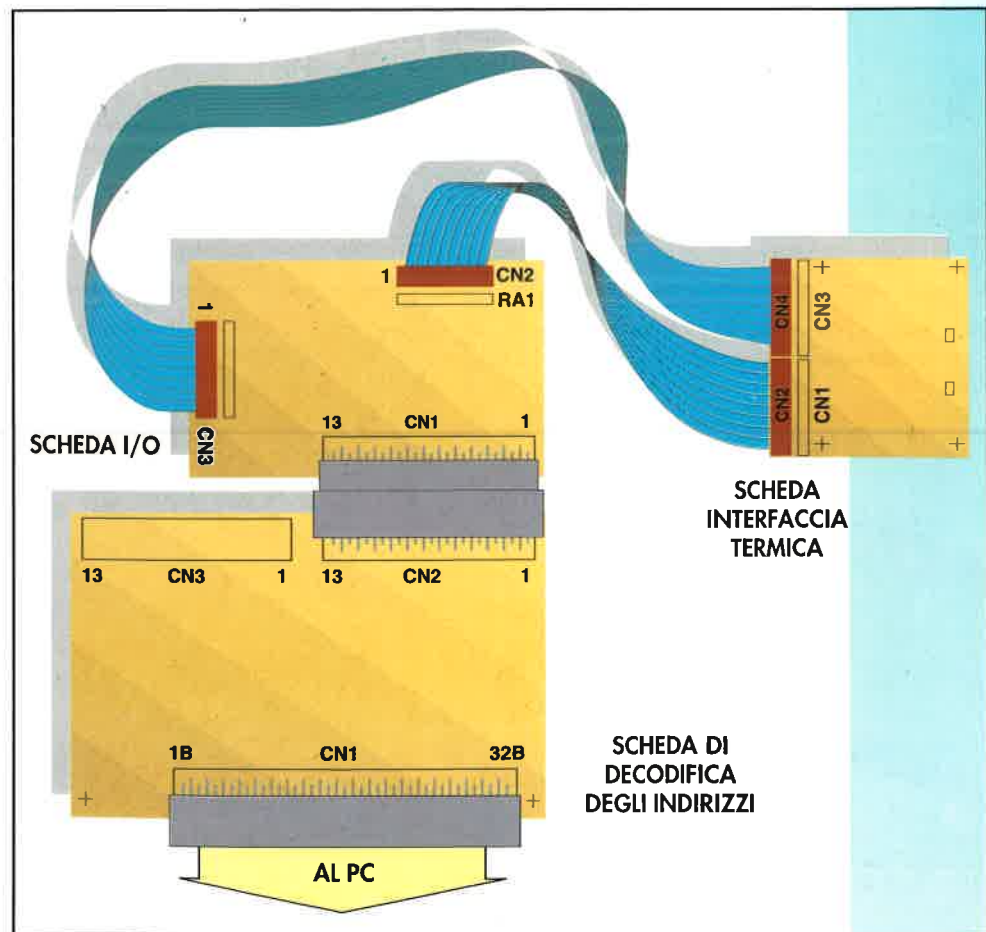
IL PROGRAMMA

La gestione dei due sensori risulta notevolmente semplificata utilizzando il programma allegato. Quest'ultimo è

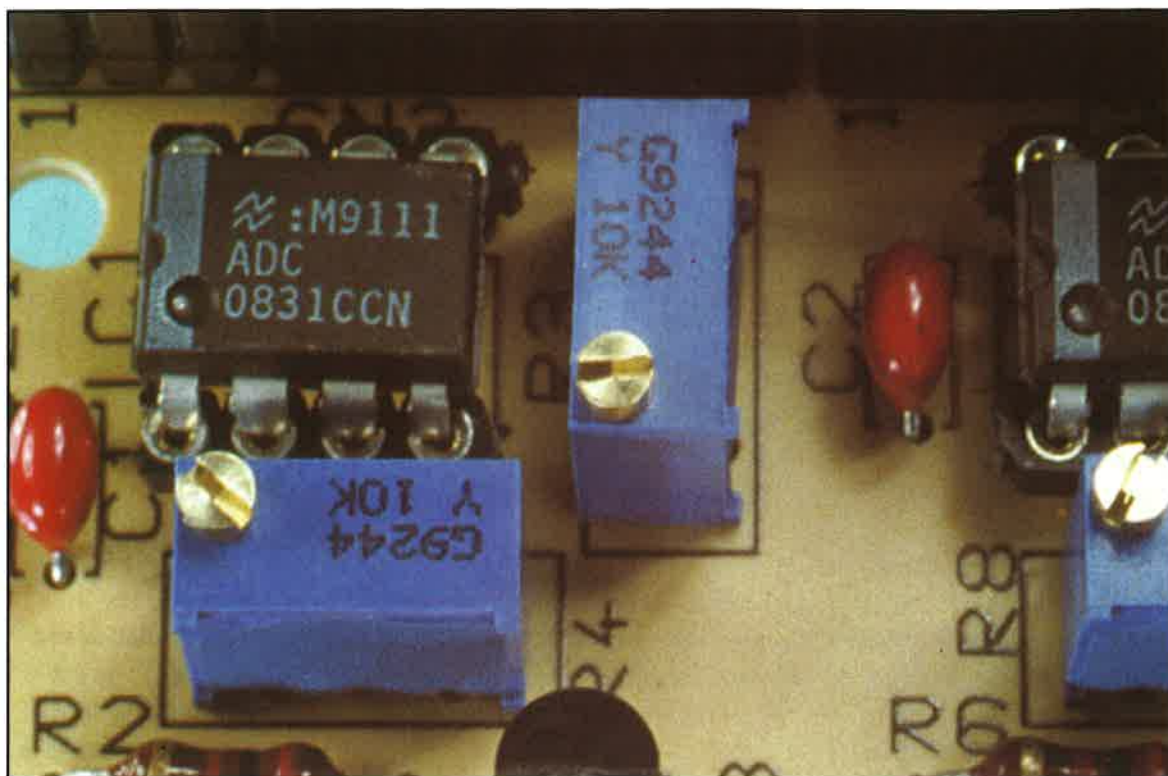
stato sviluppato in ambiente QuickBasic/LabWindows e, per sfruttarne appieno le potenzialità risolutive, è consigliabile utilizzare una scheda grafica VGA (anche se una compatibile Hercules potrebbe comunque essere sufficiente) e un dispositivo di puntamento come il mouse. Coloro che non possiedono il mouse, o si sono dimenticati di caricare il driver corrispondente, possono in ogni caso agire sul pannello di controllo che compare sullo schermo grazie ad un procedimento di emergenza che prevede l'utilizzo di due soli elementi, il tasto TAB e la barra spaziatrice. Agendo sul primo di questi è possibile spostarsi nei diversi campi, che possono essere attivati con la barra spaziatrice (quando si lancia il programma il primo campo selezionato è quello relativo al comando acceso/spento). Per uscire dal programma non si deve fare altro che selezionare con il tasto TAB il campo dell'interruttore acceso/spento e premere la barra spaziatrice.

La tensione di riferimento di 2,5 V serve per predisporre il convertitore A/D in modo che la tensione differenziale di ingresso vari esattamente di 1 V

In questo schema si possono osservare le connessioni della scheda per la gestione dei sensori termici alla scheda di I/O



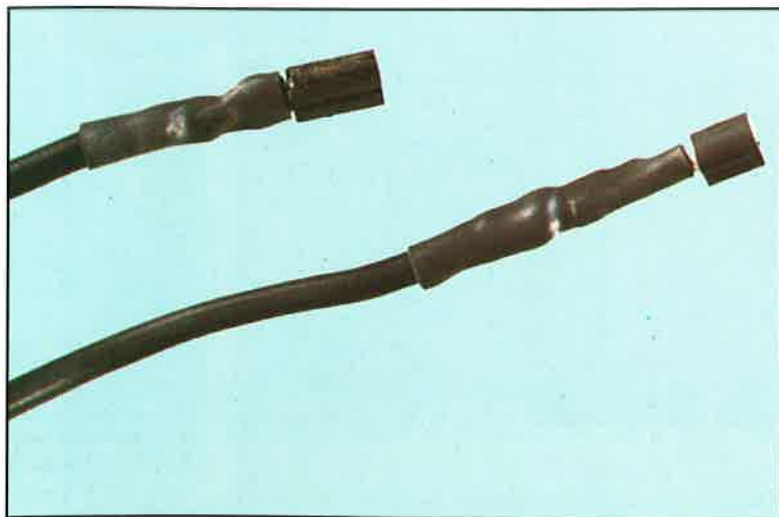
I valori di regolazione impostati permettono di ottenere delle rappresentazioni nell'intervallo di temperatura compreso tra +80 °C e -20 °C



Potenzimetri per la regolazione della soglia e dell'intervallo di misura. Questi sono doppi per poter regolare in modo indipendente entrambi i sensori

Anche se potrebbe essere banale evidenziarlo, dopo aver caricato il software la prima operazione da fare è quella di azionare l'interruttore (tipo pulsante) di accensione che compare nell'angolo inferiore destro del pannello. Quando si attiva questo pulsante il programma inizia l'elaborazione dei dati ricevuti dal convertitore A/D.

Ogni sonda termica è composta da un sensore LM335 unito per mezzo di un cavo coassiale ad un connettore femmina che serve per il suo collegamento alla scheda di interfaccia



I valori impostati con le regolazioni limitano la rappresentazione (e di conseguenza il rilevamento dei dati) all'intervallo di temperatura compreso tra +80 °C e -20 °C. Come si può notare, questi valori corrispondono anche a quelli con i quali è stata graduata la scala del quadrante di rappresentazione.

Il primo comando che si deve imparare a gestire, controllabile direttamente dal programma, è quello che permette di modificare il tempo di misura del circuito.

Se si clicca sul riquadro indicato con *Misura*, che per default è impostato a 5 minuti, compare un menu a tendina nel quale è possibile selezionare degli intervalli di tempo che vanno da 1 minuto a quattro settimane.

Questo parametro è importante poiché influisce sull'andamento della rappresentazione che compare sullo schermo. Se si imposta ad esempio un tempo di misura di 5 minuti, si può osservare che questo corrisponde esattamente al tempo impiegato dalla curva per percorrere tutto lo schermo. Tuttavia, anche questa rappresentazione è relativa, poiché quando la curva arriva al termine dello schermo, che corrisponde al suo margine destro,

vengono automaticamente eseguiti degli spostamenti laterali successivi dello stesso che permettono alla curva di continuare ad essere rappresentata; ciò significa che anche la rilevazione della temperatura effettuata dai sensori termici non si arresta al termine del tempo di misura preimpostato. Ovviamente la risoluzione della rappresentazione è inversamente proporzionale al tempo di misura impostato: più il tempo è breve, maggiore è la risoluzione.

Le curve di riferimento dei due sensori sono rappresentate con colori diversi, che corrispondono a quelli scelti per identificare i due indicatori numerici di temperatura presenti sulla destra del grafico. Ad ogni misura viene eseguito un aggiornamento sia della curva riportata sul grafico che del suo valore numerico riportato dagli indicatori. Il pannello di controllo è dotato anche di un altro importante commutatore per la gestione della scheda di interfaccia, costituito dal selettore degli indirizzi. Nella relativa tabella viene indicato il

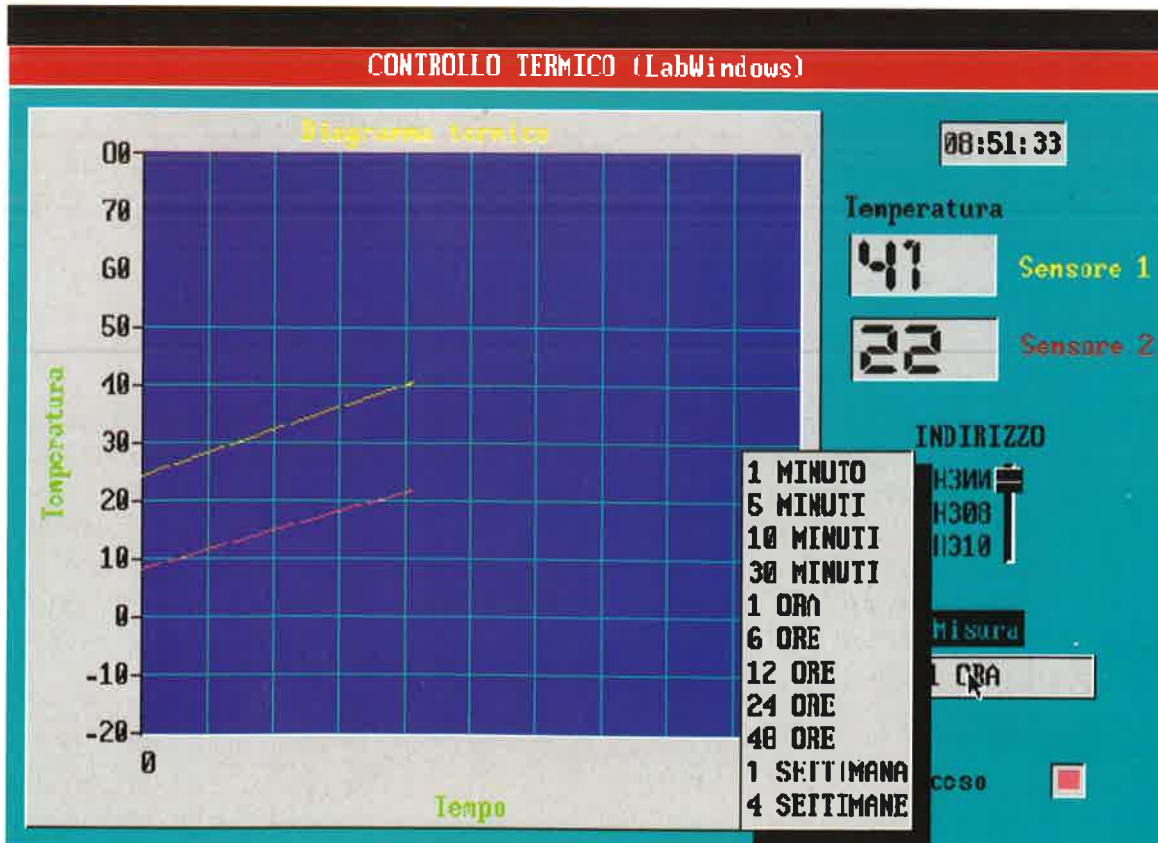
modo con cui selezionare l'indirizzo in funzione della posizione del ponte J1 sulla scheda di decodifica degli indirizzi.

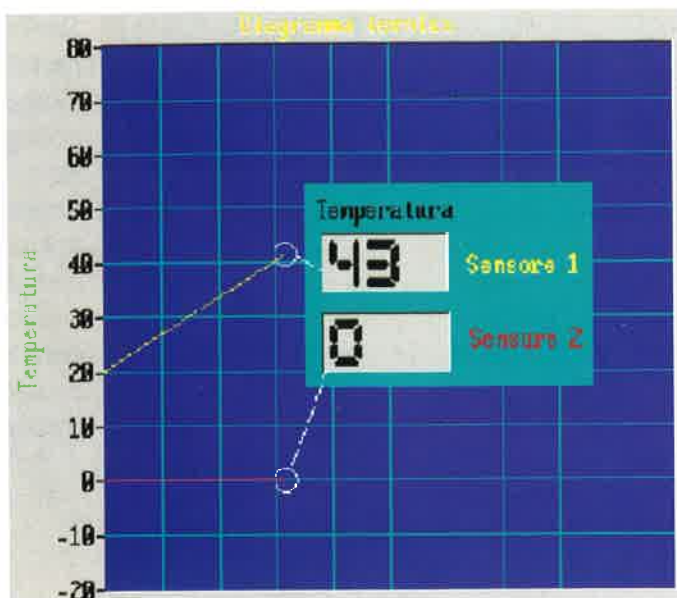
Poiché le sue possibili applicazioni nel dominio del tempo sono molteplici, si è dotato il pannello di controllo di un orologio in modo da poter seguire più facilmente le variazioni termiche rilevate dai sensori. Si osservi che, nel caso in cui non siano collegati i sensori, le letture oggetto della misura da parte dell'ADC risultano completamente errate. Infine, è importante ricordare ancora una volta che non è conveniente scambiare le sonde dopo aver eseguito le tarature, per le ragioni esposte in precedenza.

Un'altra indicazione che deve essere presa in considerazione è il numero di misure eseguite nell'intervallo di tempo. Anche se in realtà questo si può verificare con l'evolversi del grafico, è possibile conoscere il numero esatto delle misure leggendo l'indicatore che compare sulla parte inferiore destra del grafico.

Se i sensori non vengono collegati, le temperature misurate dall'ADC sono completamente errate

Vista del pannello di controllo, sviluppato in ambiente QuickBasic/LabWindows, che serve per la gestione della scheda di interfaccia termica





Il valore istantaneo della temperatura può essere visualizzato dai due indicatori, che hanno lo stesso colore della loro rappresentazione grafica sul quadrante

POSSIBILI SVILUPPI

Un'indicazione importante è il numero di misure effettuate

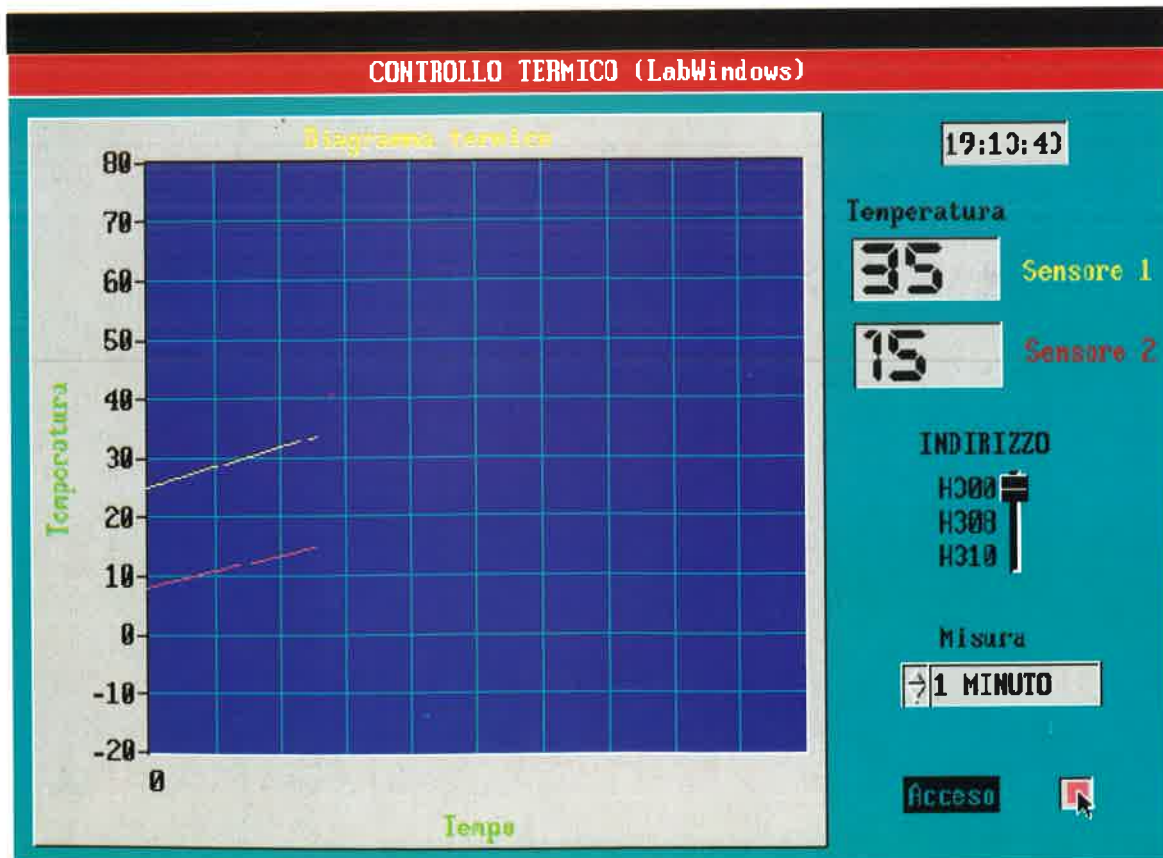
Un possibile ampliamento facilmente realizzabile di questo sistema di misura prevede l'impiego di più schede di interfaccia (teoricamente è possibile utilizzarne 4). Questo perché vengono sfruttati

solo due bit per la lettura dei dati provenienti dalla singola scheda; sapendo però che si possono utilizzare fino a 8 bit, è facile dedurre che per utilizzare più schede l'unica operazione da fare è quella di scambiare i fili del cavo parallelo di collegamento tra le stesse. Nella figura corrispondente è illustrato lo schema di collegamento di due schede di interfaccia poste in parallelo.

Per poter gestire sia la scheda singola che gruppi di schede multiple è possibile sviluppare autonomamente il software necessario (con un linguaggio di programmazione qualsiasi), oppure utilizzare, eventualmente personalizzandolo, il programma in BASIC chiamato TEMP.BAS fornito con il dischetto allegato.

UN ALTRO SOFTWARE

Il programma TEMP.BAS può servire sia per osservare il processo operativo seguito dal programma nella sequenza di rilevazione/conversione, sia per la sua gestione tramite un software molto più diffuso. Si è già detto che il software fornito è sviluppato in ambiente LabWindows che, oltre a essere un linguaggio di programmazione complesso, converte i file in un formato inaccessibile



Il tempo di durata della misura da rappresentare può essere selezionato tramite il menu a tendina raffigurato, che consente l'impostazione di intervalli che vanno da un minuto a quattro settimane. Il valore di default è di 5 minuti

agli utenti che non hanno a disposizione questo pacchetto logico.

Nel dischetto viene anche fornito il programma compilato TEMP.EXE; le routine che compongono questo file possono essere facilmente studiate e modificate in funzione delle singole esigenze.

Tra queste routine si segnala per il suo valore didattico quella chiamata *FUNCTION DatoLetto*, nella quale è possibile osservare il modo in cui viene sviluppato il processo di rilevazione dei dati provenienti dal convertitore A/D. Come già detto in precedenza, questo processo si svolge in modo seriale, e ciò richiede una certa preprogrammazione dei terminali dell'ADC0831.

Come si può osservare, questa configurazione o preprogrammazione iniziale del convertitore serve per far partire il processo di conversione e per la successiva acquisizione dei bit necessari per definire il dato da elaborare.

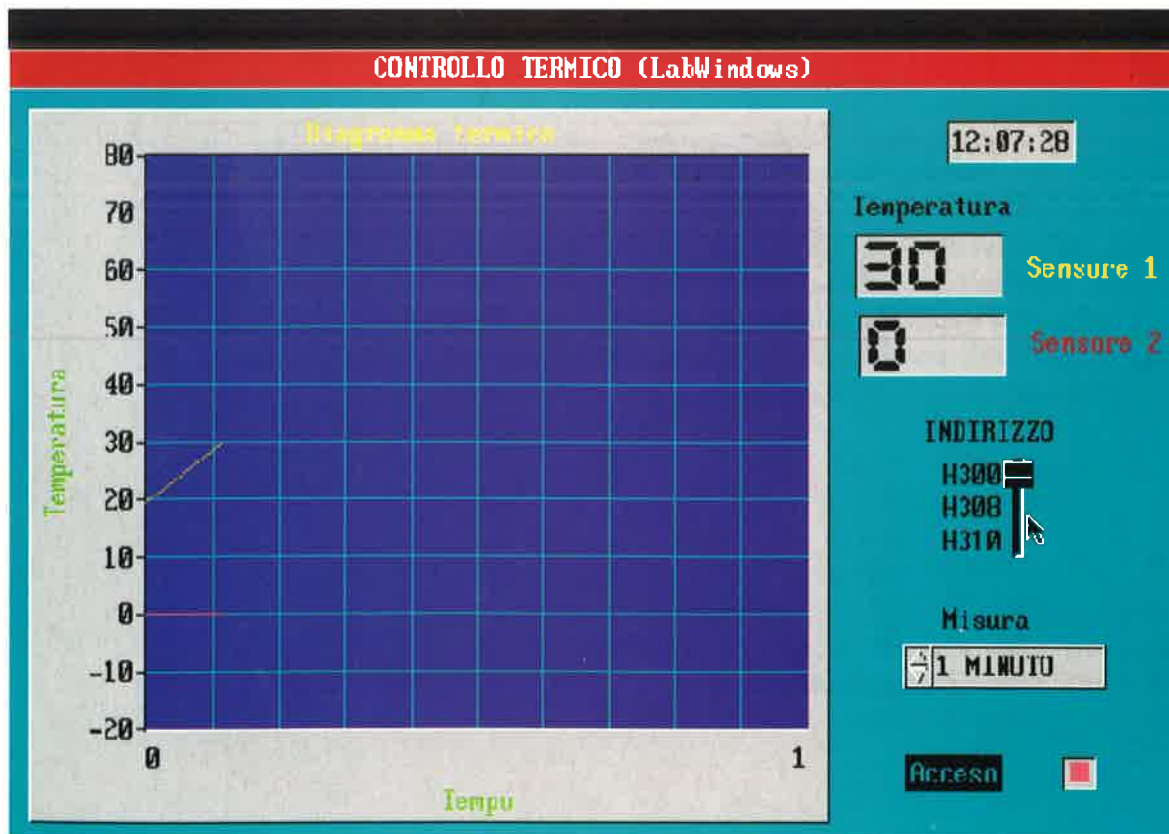
A questo punto è importante segnalare che nel caso vengano utilizzate più schede di interfaccia, è necessario modificare i bit dei dati letti dal programma; modificando queste variabili in modo opportuno, è perciò possibile arrivare a gestire fino a quattro schede.



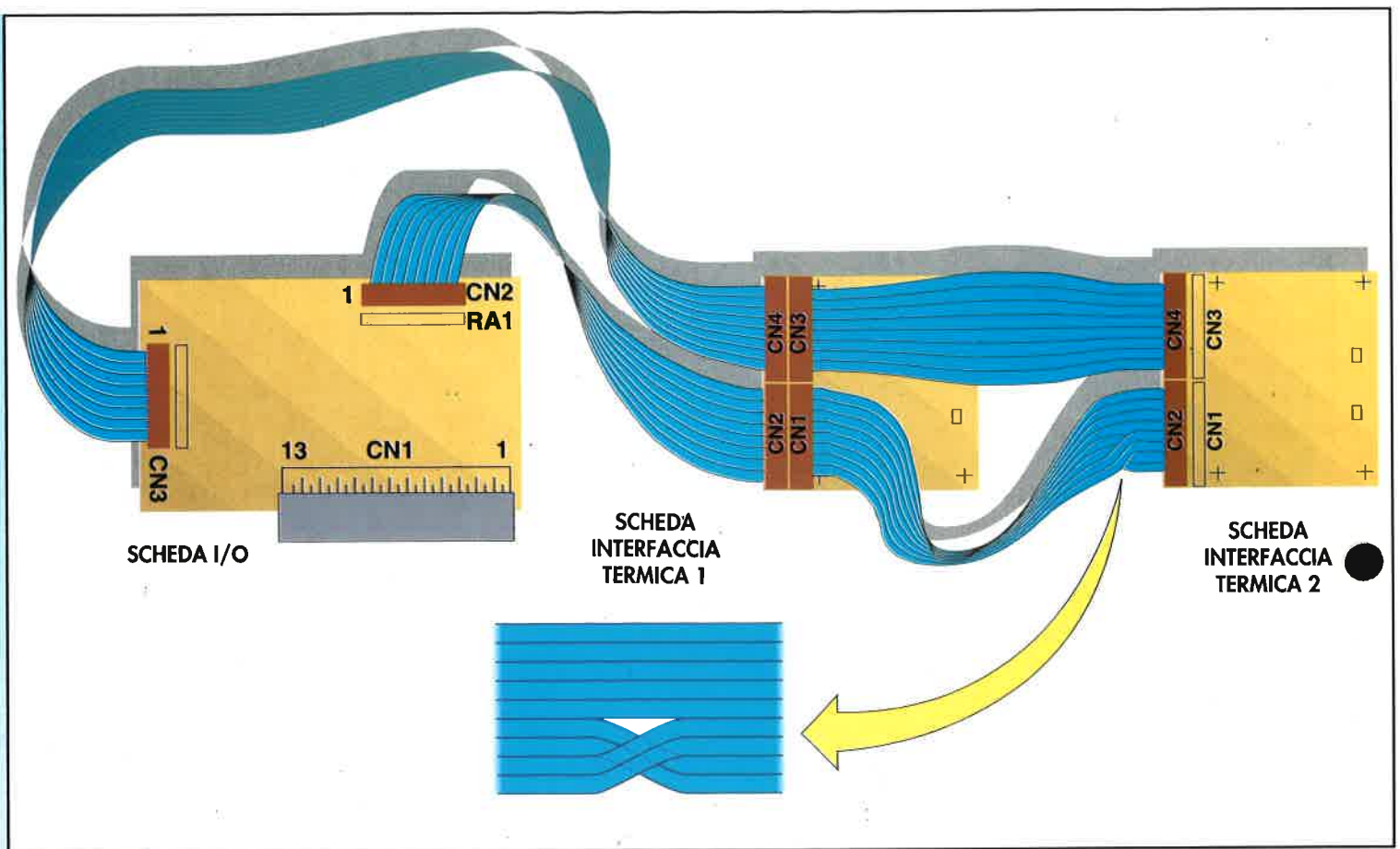
Schema indicativo degli indirizzi gestiti dal programma, e corrispondente posizione del jumper sulla scheda di decodifica

Un elemento del programma che non può passare inosservato è la configurazione dei parametri iniziali tramite le funzioni *Vmeno#*, *Vref#* e *IncreTemp#*, che sono state presetate in modo che l'intervallo di misura si mantenga entro i margini opportuni (in questo caso +80 °C e -20 °C).

Il valore della tensione Vref è un parametro gestito e modificato direttamente dall'utente



Vista di una misura reale di temperatura. Si può osservare che mentre una sonda rileva sino a 30 °C, l'altra si mantiene costante al valore di 0 °C



Nel caso venga utilizzata più di una scheda, alcuni fili del cavo di collegamento devono essere invertiti

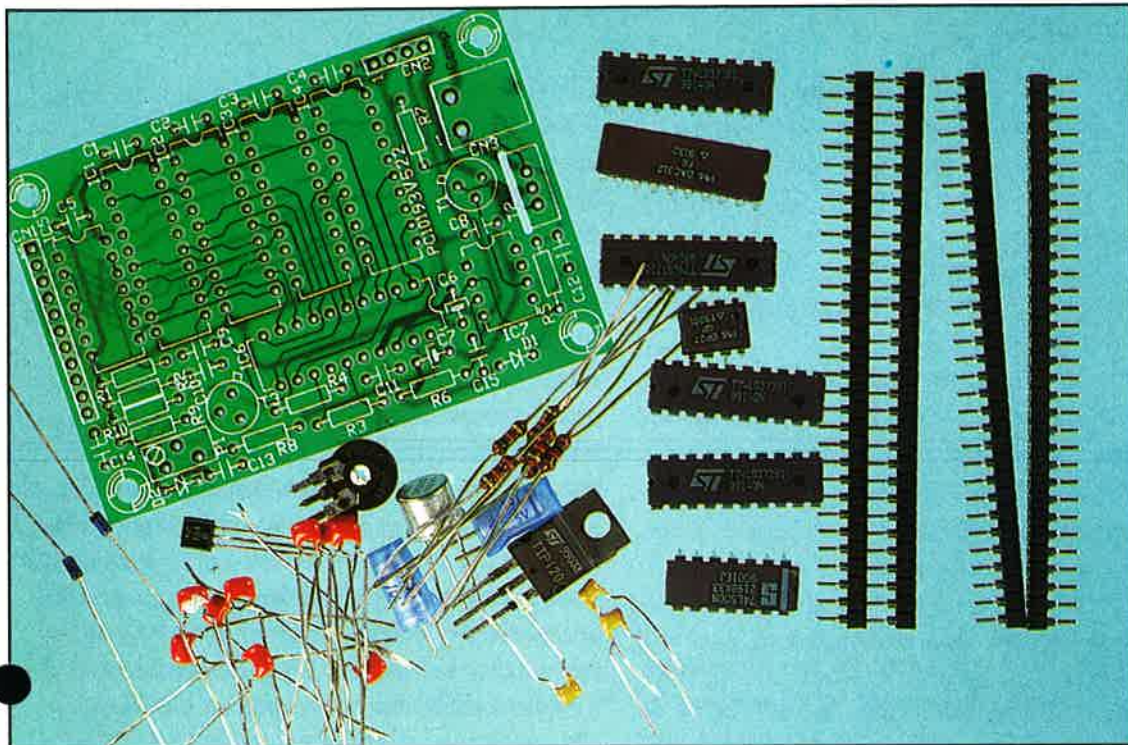
Se si studia il programma più in dettaglio, si può osservare che l'indirizzo di default per la rilevazione dei dati è impostato al valore 768 (H300); se si desidera che la scheda per la decodifica degli indirizzi lavori ad un'altro indirizzo è sufficiente modificare questo valore nel programma. Gli indirizzi disponibili e selezionabili tramite il jumper J1 posto sulla scheda di decodifica sono:

- (A) H300
- (B) H308
- (C) H310

L'inizializzazione dell'ADC0831 richiede una serie di impulsi sui terminali CLK e /CS. Come si può vedere nel programma, questo protocollo si

ottiene tramite l'appropriata scrittura di zeri e uno indirizzo prescelto. Questa procedura viene eseguita tramite la routine *SUB CLK*, che genera gli impulsi richiesti dalla funzione principale di acquisizione dei dati (costituita dalla routine *DatoLetto*). In funzione del dato ottenuto, la routine *Temperatura# (Sensore%)* esegue le opportune elaborazioni per fornire la temperatura corretta. Il valore della tensione V_{ref} è un parametro che può essere gestito e modificato dal programmatore in funzione dell'intervallo di lavoro nel quale desidera operare.

Come conclusione di questa descrizione si può solo affermare che il limite di impiego di questo circuito sia rappresentato solamente dall'immaginazione del lettore.



ALIMENTATORE PROGRAMMABILE

Spesso, mentre si sta eseguendo una determinata esperienza su di un circuito elettronico, è necessario avere a disposizione una sorgente di alimentazione regolabile che consenta rapide e precise variazioni della tensione difficilmente ottenibili con un alimentatore controllato manualmente.

L'alimentatore programmabile attraverso la porta Centronics che viene proposto in queste pagine può risolvere questi problemi, ma può anche essere utilizzato come un classico alimentatore variabile per alimentare i circuiti elettronici che il lettore ha intenzione di realizzare.

DESCRIZIONE DEL CIRCUITO

Osservando lo schema elettrico generale si possono distinguere le diverse parti che compongono gli elementi circuitali dell'alimentatore:



L'alimentatore proposto viene programmato attraverso la porta Centronics

Il controllo del caricamento dei bistabili avviene tramite i due bit più significativi del dato ricevuto

- **interfaccia**: è il dispositivo che ha il compito di stabilire la comunicazione con la porta Centronics del PC e di memorizzare i dati ricevuti in modo che questi possano essere utilizzati per il circuito regolatore,

- **regolatore**: è il dispositivo che, con dati forniti dall'interfaccia, controlla la tensione di uscita dell'alimentatore,

- **generatore della tensione di riferimento**: controlla il margine dinamico del convertitore digitale-analogico del circuito regolatore.

Ciascuna di queste componenti verrà di seguito esaminata singolarmente.

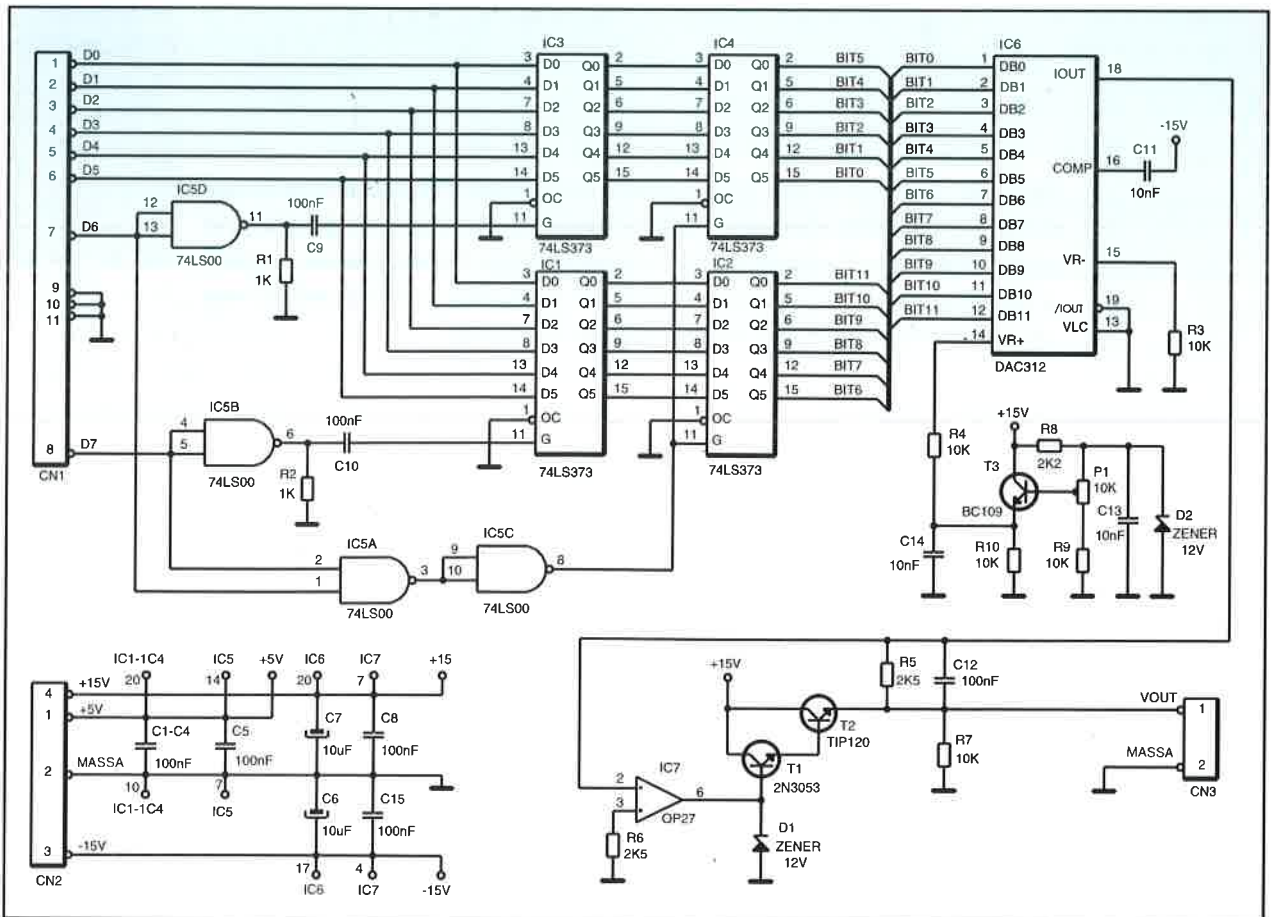
L'INTERFACCIA

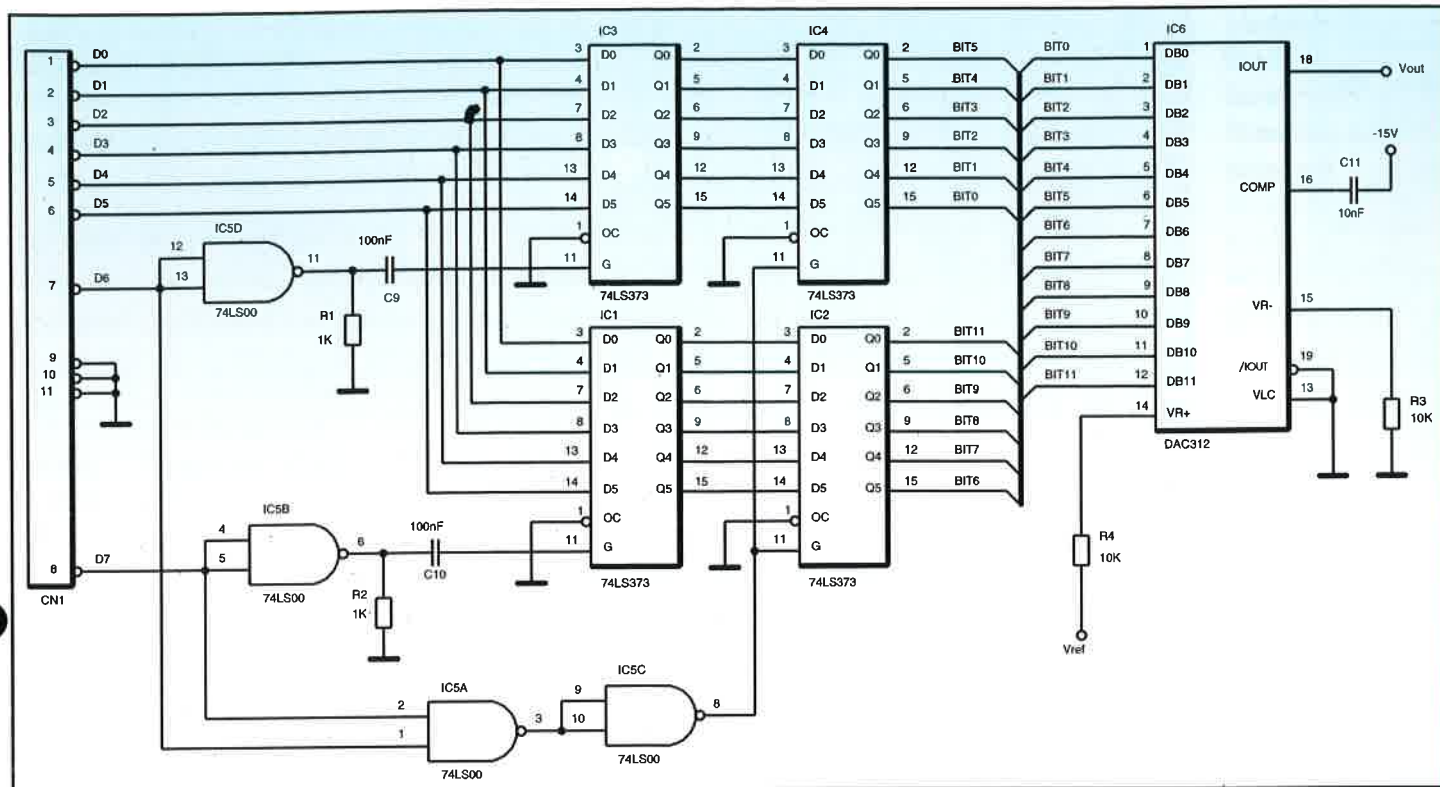
Come detto in precedenza, la sua funzione è quella di ricevere i dati inviati dal PC e memorizzarli per controllare il regolatore di tensione. Per realizzare questa funzione utilizza alcune porte NAND (74LS00), che agiscono come deco-

dificatori, e due gruppi con due registri a otto bit (74LS373) nei quali vengono memorizzati i dati ricevuti.

Se si osserva lo schema elettrico relativo a questa parte del circuito, si può notare che i segnali di controllo della porta parallela sono collegati a massa, in modo che i dati inviati dal PC giungano sempre all'interfaccia senza che sia necessario variarne gli stati; ciò permette una riduzione del numero di componenti necessari per il funzionamento del circuito. Il controllo del caricamento dei bistabili avviene tramite i due bit più significativi (D6-D7) del dato ricevuto, che sono direttamente collegati alle porte NAND. Se il dato ricevuto si presenta con un livello alto sul pin D6 e un livello basso sul pin D7 i sei bit rimanenti vengono memorizzati nel registro IC3. Se la combinazione è inversa, e cioè D6 a livello basso e D7 a livello alto, vengono invece memorizzati in IC1. Se entrambi i bit si trovano a livello alto, i sei bit memorizzati in IC3 vengono trasferiti ad IC4 e i sei

Nello schema elettrico generale si può osservare la semplicità degli elementi circuitati dell'alimentatore





Il controllo del caricamento dei registri viene realizzato con delle porte NAND

bit memorizzati in IC1 ad IC2. Ciò significa che per generare una variazione nel valore della tensione di uscita dell'alimentatore si devono inviare tre dati consecutivi. Il primo dato, con D6=1 e D7=0, permette il caricamento dei sei bit meno significativi, dei dodici che raggiungono il convertitore, in IC3; il secondo dato, con D6=0 e D7=1, abilita il caricamento dei restanti sei bit. Il terzo dato, con D6=1 e D7=1, provoca il trasferimento dei dodici bit a IC2 e IC4. Alle loro uscite è collegato il convertitore digitale/analogico. Per far sì che il trasferimento dei dati tra i bistabili avvenga in modo corretto bisogna ritardare i segnali di caricamento di IC1 (terminale 11 di IC5) e IC3 (terminale 6 di IC5) rispettivamente tramite R1-C9 ed R2-C10.

IL REGOLATORE

L'elemento fondamentale del regolatore (e dell'alimentatore in se) è il convertitore digitale-analogico ad alta velocità con risoluzione a dodici bit DAC312. Questo integrato combina un convertitore principale a nove bit con un generatore di segmenti a tre bit (i più significativi) per

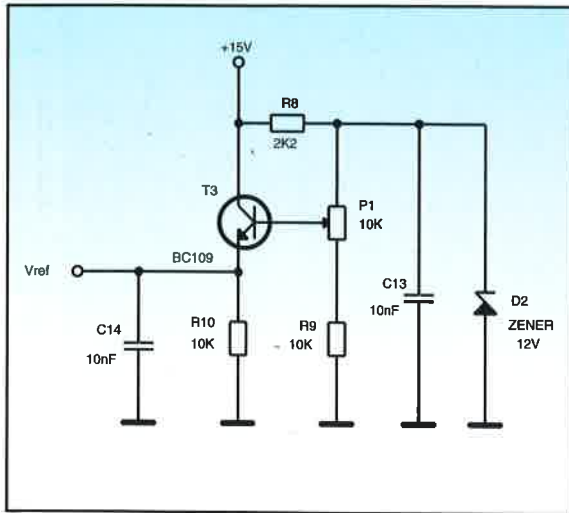
ottenere un convertitore di precisione a 12 bit. Il tempo di risposta (tempo che trascorre da quando i dati sono presenti sull'ingresso fino a quando l'uscita è stabile) è di 250 ns, il suo assorbimento è di circa 225 mW, e può essere pilotato direttamente da tutte le famiglie logiche abitualmente utilizzate (TTL, CMOS, ECL). Questo integrato è particolarmente indicato per circuiti di conversione analogico-digitale, per sistemi di acquisizione dati, per schede video, per apparecchiature di misura e per altre applicazioni nelle quali è richiesto un basso assorbimento e una certa versatilità di ingresso/uscita. L'uscita di corrente del DAC312 è data dal prodotto del suo ingresso digitale per la corrente di riferimento, il cui valore deve essere di circa 1 mA. Il massimo valore della corrente di uscita è determinato dalla corrente di riferimento:

$$I_{fr} = (4095/4096) \times 4 \times I_{ref}$$

Per ottenere la corrente di riferimento si utilizza un generatore di tensione costante (generatore della tensione di riferimento), che deve essere collegato all'ingresso VR+ (terminale 14 del DAC) tramite

Per ottenere la corrente di riferimento si utilizza un generatore di tensione costante

Questo circuito è dotato di due uscite di corrente

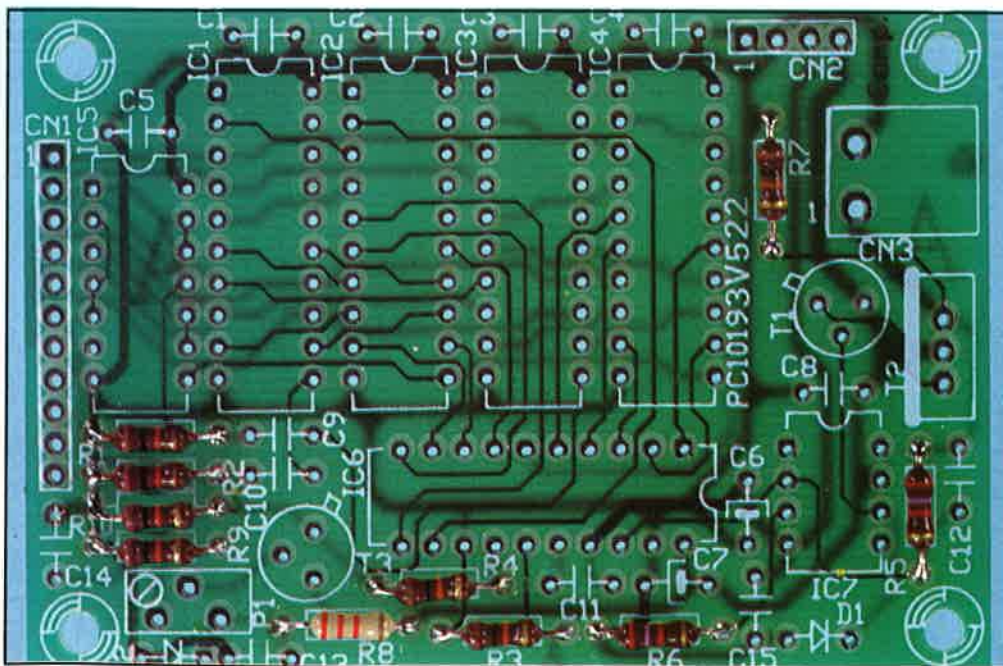


La precisione e la stabilità del generatore di tensione di riferimento è fondamentale per il corretto funzionamento del convertitore digitale-analogico

una resistenza il cui valore determina il valore di Iref. Poiché in questa applicazione si utilizza un riferimento positivo, l'ingresso VR- deve essere collegato a massa tramite un'altra resistenza. Questo circuito è dotato di due uscite di corrente, IOUT e /IOUT (terminali 18 e 19 rispettivamente). Si ricorda che il simbolo / ha il significato di negazione, per cui si intende che /IOUT equivale a IOUT negato. Il rapporto esistente tra queste due correnti è il seguente:

$$IOUT + /IOUT = I_r$$

I componenti che per primi devono essere montati sul circuito sono le resistenze e i condensatori



La corrente sull'uscita varia dal valore 0 al valore di fondo scala in funzione dell'ingresso digitale applicato, mentre /IOUT varia in modo opposto. Questo significa che se viene utilizzata l'uscita IOUT si opera in logica positiva, mentre se viene utilizza /IOUT si opera in logica negativa. Le due uscite possono essere impiegate contemporaneamente, ma se una delle due non viene utilizzata deve essere collegata a massa. Nel progetto in esame si sfrutta solo l'uscita IOUT, per cui il terminale 19 viene collegato a massa.

Dopo aver descritto le caratteristiche fondamentali del convertitore digitale-analogico, viene di seguito esaminato il funzionamento del regolatore. Quando il PC invia il terzo dato (D6=1 e D7=1), i 12 bit memorizzati dall'interfaccia vengono trasferiti sui 12 ingressi del convertitore digitale-analogico. La corrente di uscita del convertitore assume il valore corrispondente agli ingressi applicati, come si vedrà in seguito, e lo invia al convertitore corrente/tensione realizzato con l'amplificatore operazionale OP27, le resistenze R5 e R6, e il condensatore C12. La tensione presente sull'uscita dell'operazionale raggiunge la base di T1, che pilota T2 collegato in configurazione Darlington; l'uscita dell'alimentatore viene prelevata sull'emettitore di quest'ultimo transistor. Il diodo Zener posto sull'uscita dell'amplificatore operazionale (D1) ha il compito di limitare la

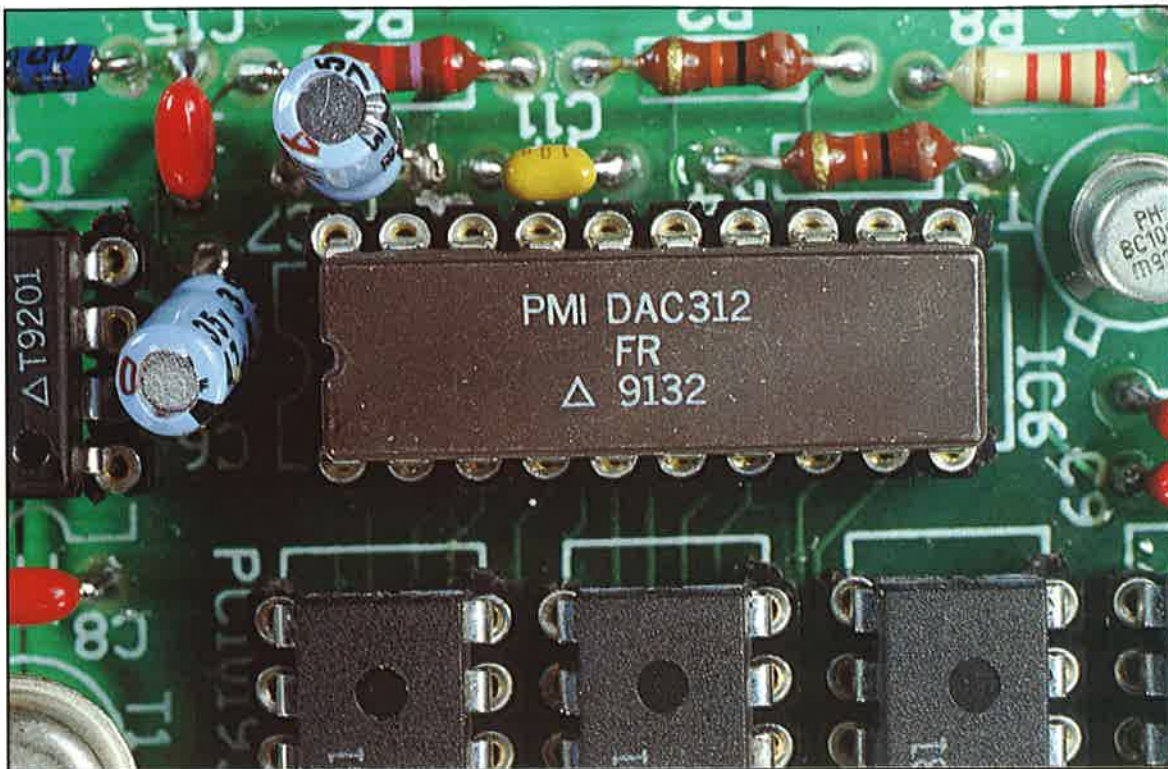
tensione applicata sulla base di T1 a 12 V, in modo tale che il massimo valore di uscita, con alimentazione ± 15 V, sia di circa 10.8 V. La corrente di uscita del DAC312 è determinata dal prodotto dell'ingresso digitale per la corrente di riferimento, in accordo ai rapporti che seguono.

Dai sei bit meno significativi (da 0 a 5) si ottiene

$$I_a = (BIT_0 + 2 \times BIT_1 + 4 \times BIT_2 + 8 \times BIT_3 + 16 \times BIT_4 + 32 \times BIT_5) \times I_{ref}$$

dai sei bit più significativi (da 6 a 11) si ottiene:

$$I_b = (64 \times BIT_6 + 128 \times BIT_7 + 256 \times BIT_8 + 512 \times BIT_9 + 1024 \times BIT_{10} + 2048 \times BIT_{11}) \times I_{ref}$$



L'uscita del DAC può variare tra 0 e il valore di fondo scala con 4096 gradini

Il convertitore digitale-analogico (DAC312) è l'elemento principale dell'alimentatore programmabile

La corrente finale sull'uscita corrisponde alla somma delle due:

$$I_{OUT} = I_a + I_b$$

Con un ingresso a dodici bit, la corrente di uscita del DAC, e pertanto la tensione di uscita dell'alimentatore, può variare tra il valore 0 e quello di fondo scala con 4096 gradini. Se il massimo valore che l'alimentatore può erogare è di 10,8 V, ciascun gradino rappresenta una variazione di 2,6 mV; ciò vuol dire che la commutazione da livello basso a livello alto del bit meno significativo rappresenta un incremento della tensione di uscita di 2,6 mV, che corrisponde anche alla massima deviazione che si può verificare rispetto al valore desiderato.

GENERATORE DELLA TENSIONE DI RIFERIMENTO

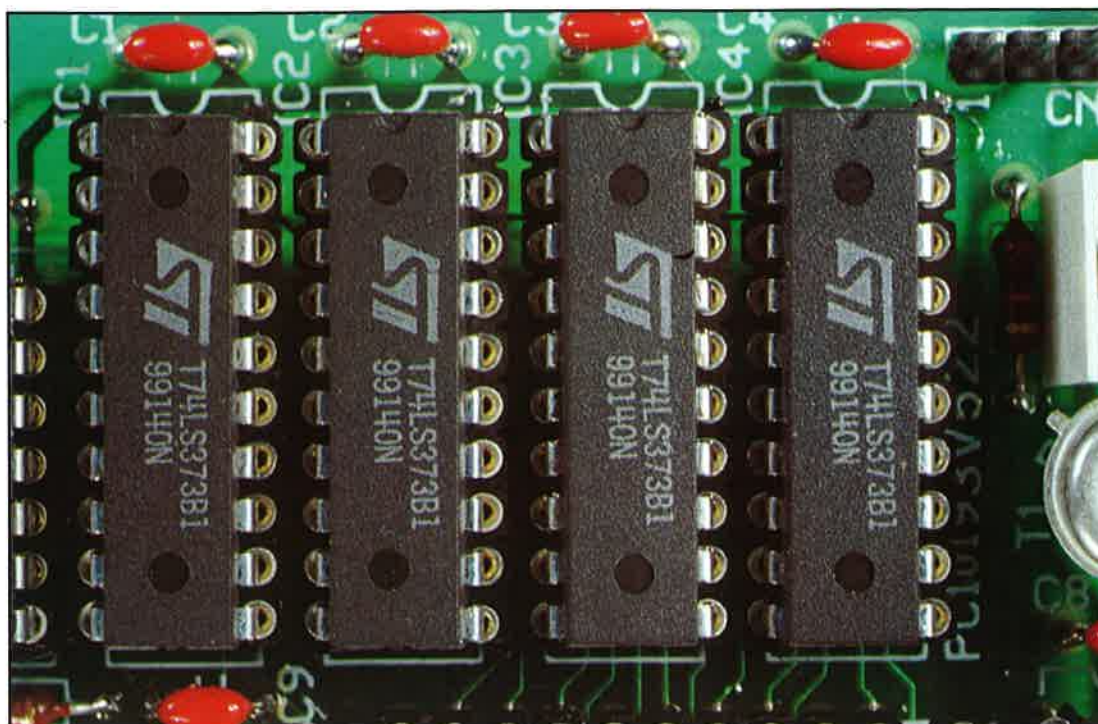
Come si è già detto, il convertitore digitale-analogico richiede una tensione di riferimento che determini la sua corrente massima di uscita. Il valore di questa tensione deve essere il più preciso e stabile possibile, poiché una sua qualsiasi variazione provoca anche una variazione del

valore di tensione previsto all'uscita del convertitore.

Per generare questa tensione di riferimento si utilizza un transistor NPN (BC109) con un circuito di polarizzazione fissa. La tensione applicata sulla base di T3 può essere variata tra 12 V (determinati dal diodo zener D2) e 6 V per mezzo del potenziometro P1; questa regolazione provoca una variazione della tensione sull'uscita del circuito di riferimento (emettitore di T3) compresa tra 11,4 e 5,4 V circa.

La corrente di riferimento del DAC è determinata dalla tensione presente sull'emettitore di T3 e dalla resistenza R4. Se questa corrente ha il valore di 1 mA, e la resistenza R4 ha un valore di 10 k Ω , la tensione presente sull'emettitore di T3 è di circa 10 V (l'incertezza è dovuta alla tolleranza di R4). Questo circuito richiede l'utilizzo di una sorgente di alimentazione esterna in grado di fornire una tensione di +5 V per il funzionamento dell'interfaccia, e una tensione di ± 15 V per i rimanenti elementi circuitali. La tensione di +5 V serve per alimentare cinque circuiti integrati TTL, per i quali non è richiesta una erogazione troppo elevata di corrente. La tensione di -15 V è destinata esclusi-

Quando si monta il dispositivo bisogna ricordarsi che il circuito stampato è a doppia faccia con fori non metallizzati



I dati memorizzati nei registri controllano la tensione di uscita del convertitore

vamente al DAC, per cui l'assorbimento che ne deriva è limitato. La tensione di + 15 V invece, non solo deve alimentare tutti i rimanenti componenti dell'alimentatore regolabile, ma deve poter erogare anche tutta la corrente di uscita, per cui deve essere in grado di fornire una corrente di circa 600 mA. Se si desidera alimentare qualche circuito con assorbimento maggiore, è necessario sostituire il transistor di uscita (TIP120) con un altro transistor in grado di supportare correnti superiori, e utilizzare un alimentatore da + 15 V in grado di erogare la corrente necessaria.

MONTAGGIO E VERIFICA

La prima operazione da eseguire è la classificazione del materiale in accordo con l'elenco componenti, verificando le resistenze, i condensatori, i transistor, ecc. Prima di iniziare la saldatura dei componenti si ricorda che lo stampato è a doppia faccia con fori non metallizzati, per cui è necessario eseguire le saldature su entrambe le facce almeno su quelle isole dalle quali parte o arriva una pista dal lato componenti.

Si può iniziare montando le resistenze da R1 a R10 e i condensatori da C1 a C15, rispettando la polarità di C6 e C7. Di seguito si possono montare

i diodi D1 e D2, rispettando anche in questo caso la loro polarità indicata dal riferimento serigrafato sullo stampato. Dopo questi componenti è possibile saldare i terminali torniti che servono da zoccolo per i circuiti integrati da IC1 a IC7, e i connettori CN1, CN2 e CN3, proseguendo con i potenziometri e i transistor T1, T2 e T3. Al termine si devono inserire i circuiti integrati nei rispettivi zoccoli, rispettando la posizione di montaggio indicata dalla serigrafia presente sullo stampato. Dopo aver assemblato il circuito stampato si devono realizzare i cavi necessari per i collegamenti elettrici. Per le alimentazioni esterne bisogna utilizzare un cavo quadripolare dotato di un connettore femmina a quattro poli; osservando lo schema elettrico generale si può notare che la tensione di + 5 V deve arrivare al terminale 1 di questo connettore, la massa comune delle tre alimentazioni al terminale 2, la tensione di - 15 V al terminale 3 e quella di + 15 V al terminale 4. Il collegamento con la porta parallela deve essere realizzato con un cavo per trasmissione dati a 25 poli (si può utilizzare un cavo piatto) dotato ad un estremo di un connettore femmina ad undici poli, e all'altro estremo di un connettore DB-25 maschio a 25 poli. Il collegamento deve essere eseguito in accordo con le seguenti specifiche:

CONTROLLO DELLA

CARICA

DEI BISTABILI

D6	D7	BISTABILE
1	0	IC3
0	1	IC1
1	1	IC2 + IC4

- Terminale 1 di CN1 al 2 del connettore DB-25
- Terminale 2 di CN1 al 3 del connettore DB-25
- Terminale 3 di CN1 al 4 del connettore DB-25
- Terminale 4 di CN1 al 5 del connettore DB-25
- Terminale 5 di CN1 al 6 del connettore DB-25
- Terminale 6 di CN1 al 7 del connettore DB-25
- Terminale 7 di CN1 all'8 del connettore DB-25
- Terminale 8 di CN1 al 9 del connettore DB-25
- Terminale 9 di CN1 all'11 del connettore DB-25
- Terminale 10 di CN1 al 12 del connettore DB-25
- Terminale 11 di CN1 ai 13, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 e 25 del connettore DB-25
- Terminali 1 e 10 del connettore DB-25 cortocircuitati tra di loro

La regolazione del circuito è molto semplice: dopo averlo alimentato con tutte le tensioni necessarie è sufficiente agire sul potenziometro P1 finché sull'emettitore di T3 non è presente una tensione di 10 V. Con questa semplice operazione l'alimentatore è pronto per essere utilizzato. Si consiglia di collegarlo al PC con entrambe le apparecchiature spente, per evitare di danneggiare la porta parallela o l'interfaccia.

IL SOFTWARE

Dopo aver regolato la tensione di riferimento l'alimentatore è praticamente in grado di funzionare, per cui è necessario realizzare il controllo software scrivendo un breve programma che operi in accordo con le specifiche fornite in precedenza.

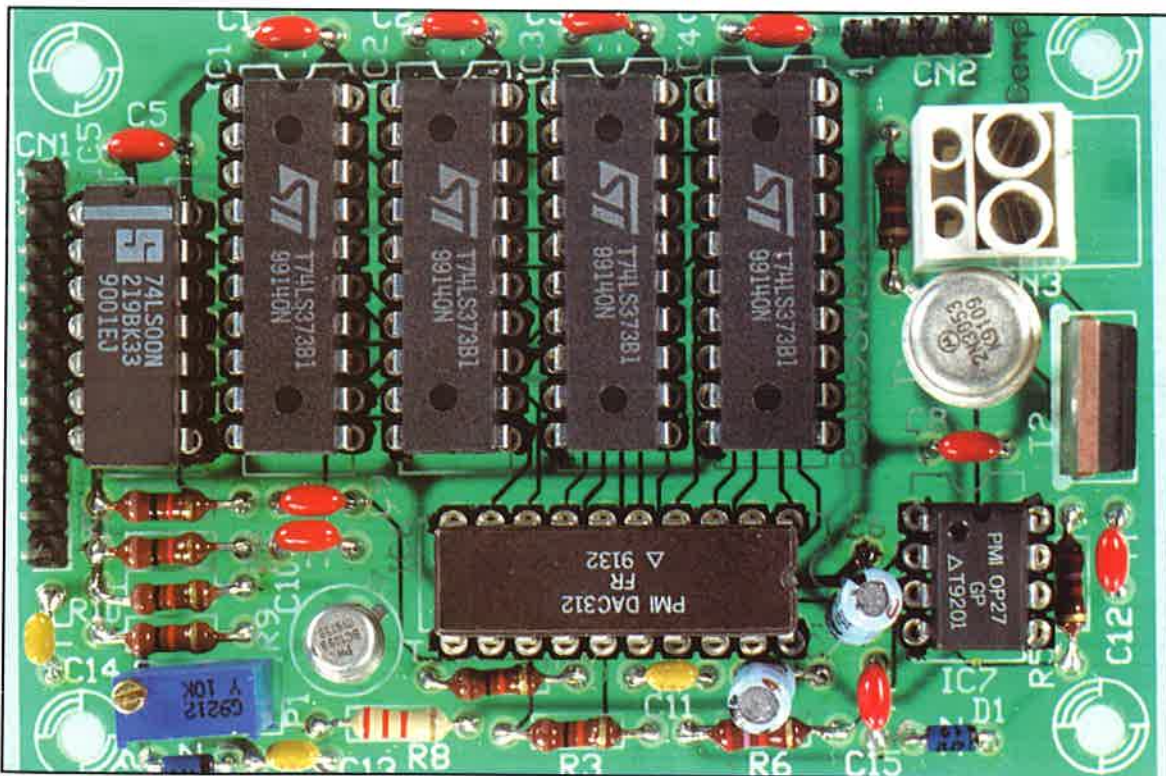
Il programma proposto richiede il valore di tensione desiderato in uscita dall'alimentatore e lo converte in una parola digitale a 12 bit; successivamente invia, tramite la porta parallela, i tre dati con la struttura descritta in precedenza.

Si noti che il primo dato trasmesso contiene i sei bit meno significativi dei dodici richiesti dal convertitore, che devono essere invertiti rispetto al loro ingresso: ciò vuol dire che D0 corrisponde al BIT5 e D5 corrisponde a BIT0. Analogamente, nel secondo dato D0 corrisponde al BIT11 e D5 al BIT6.

Un semplice programma di prova, scritto in linguaggio BASIC, potrebbe essere quello riportato nella pagina seguente:

Il programma richiede il valore della tensione che si vuole ottenere in uscita dall'alimentatore programmabile

Alimentatore programmabile completamente montato



Elenco componenti

Resistenze

R1, R2 = 1k Ω
 R3, R4, R7, R9, R10 =
 10 k Ω
 R5, R6 = 2,5 k Ω
 R8 = 2,2 k Ω
 P1 = Potenziometro
 verticale, 10 k Ω

Condensatori

C11, C13, C14 = 10 nF
 C6, C7 = 10 μ F/25 V
 C1, C2, C3, C4, C5,
 C8, C9, C10, C12, C15
 = 100 nF

Semiconduttori

D1, D2 = Diodo zener
 da 12 V
 T1 = 2N3053
 T2 = TIP120
 T3 = BC109
 IC1, IC2, IC3, IC4 =
 74LS373
 IC5 = 74LS00
 IC6 = DAC312
 IC7 = OP27

```

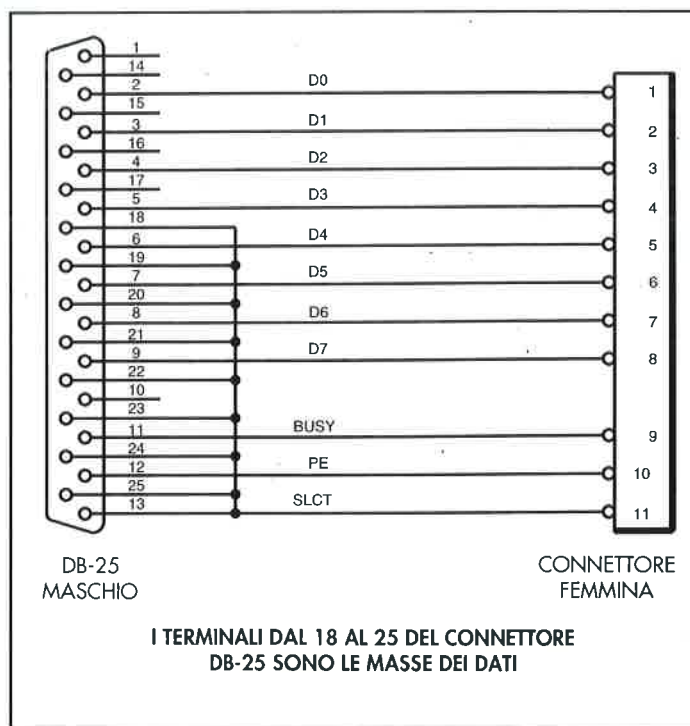
10 REM PROGRAMMA DI CONTROLLO
15 REM DELL'ALIMENTATORE CENTRONICS
20 REM LE VARIABILI H, L E D MEMORIZZANO I DATI DA INVIARE
30 REM IN FORMA DECIMALE, MENTRE LE MATRICI A, B E C
35 REM CONTENGONO IL RISULTATO DELLA CONVERSIONE
40 REM DEL VALORE DELLA TENSIONE IN FORMA BINARIA
50 DIM A(8)
60 DIM B(8)
70 DIM C(8)
80 L=0
90 H=0
100 D=0
110 REM SI VERIFICA CHE IL VALORE DELLA TENSIONE
115 REM DI USCITA SIA COMPRESO NELL'INTERVALLO
120 REM DI REGOLAZIONE DELL'ALIMENTATORE
130 CLS
140 INPUT "TENSIONE DI USCITA (0-10.8 V): ", VALORE
150 IF VALORE > 10.8 THEN GOTO 130
160 IF VALORE < 0 THEN GOTO 130
170 REM VIENE CALCOLATO IL NUMERO DEI GRADINI
175 REM CORRISPONDENTI ALLA TENSIONE DI USCITA,
180 REM E VIENE DIVISO IN DUE PAROLE DA 6 BIT
190 REM L'MSB VIENE MEMORIZZATO NELLA POSIZIONE
195 REM PIU' BASSA (VEDERE TESTO)
200 GRADINI=INT(VALORE/0.0026367)
210 GRADINIH=INT((GRADINI-1)/64)
220 GRADINIL=INT((GRADINI-1)/64-GRADINIH)*64
230 FOR I=5 TO 0 STEP -1

```

```

240 A(5-I)=INT (GRADINIL/(2^I))
250 GRADINIL=GRADINIL-A(5-I)*(2^I)
260 NEXT I
270 FOR I=5 TO 0 STEP -1
280 B(5-I)=INT(GRADINIH/(2^I))
290 GRADINIH=GRADINIH-B(5-I)*(2^I)
300 NEXT I
310 REM SI PREPARANO I BIT 6 E 7 DI CIASCUNA PAROLA
320 REM PER CONTROLLARE IL CARICAMENTO DEI BISTABILI
330 A(6)=1
340 A(7)=0
350 B(6)=0
360 B(7)=1
370 C(6)=1
380 C(7)=1
390 FOR I=0 TO 5
400 C(I)=0
410 NEXT I
420 REM SI TRASFORMANO I VALORI OTTENUTI IN DECIMALE
430 FOR I=0 TO 7
440 L=L+A(I)*(2^I)
450 H=H+B(I)*(2^I)
460 D=D+C(I)*(2^I)
470 NEXT I
480 REM SI INVIANO IN USCITA ALLA PORTA PARALLELA I
490 REM CARATTERI ASCII CORRISPONDENTI AI VALORI CALCOLATI
500 LPRINT CHR$(L)+CHR$(H)+CHR$(D)
510 GOTO 80

```



Collegamenti elettrici tra l'alimentatore e la porta parallela

Il programma richiede il valore della tensione di uscita dell'alimentatore, verificando che sia compreso nell'intervallo dei valori consentiti, e prepara i dati per inviarli alla porta parallela.

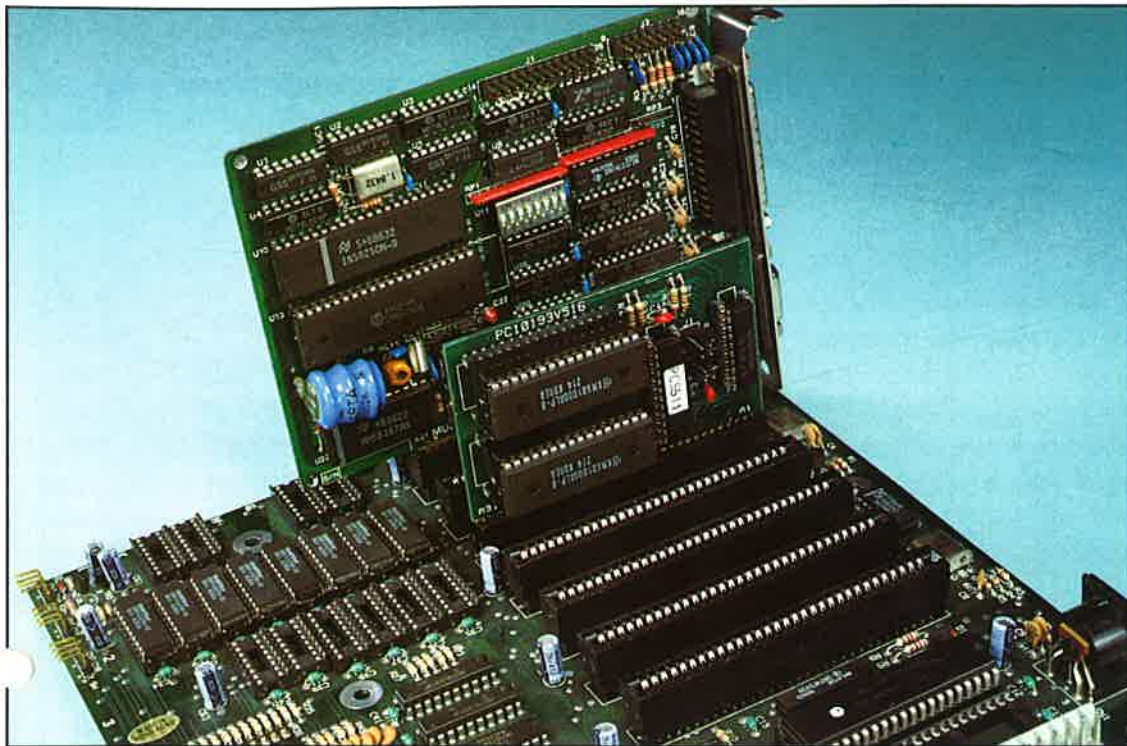
Prendendo come riferimento la struttura di questo programma si possono eseguire le opportune modifiche per adattarlo alle applicazioni che si desiderano. Ad esempio, è possibile far variare la tensione di uscita dell'alimentatore secondo l'andamento di una determinata funzione matematica. A tal fine si devono sostituire le linee da 140 a 180 del programma, in modo che la variabile VALORE assuma i valori della corrispondente funzione matematica.

Se si desidera generare una rampa ascendente da 0 a 10 V per gradini di 1 V, si possono aggiungere le seguenti linee al programma:

```

75 J=-1
140 J=J+1
150 VALORE=J
160 IF J=11 THEN J=0

```



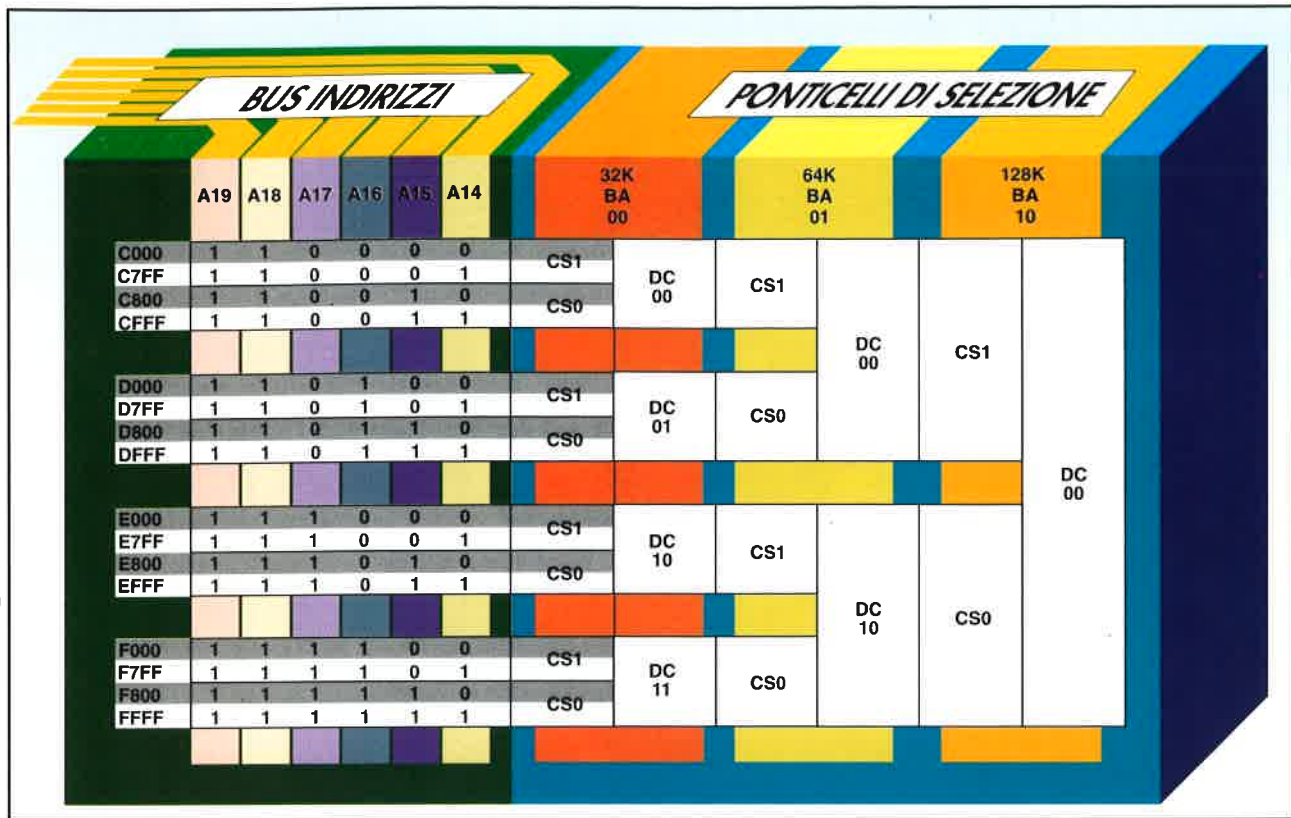
DISCO RAM PER PC

Il dispositivo presentato in questo capitolo comprende, oltre alla scheda, una biblioteca di programmi utilizzati per creare un emulatore di unità disco basato su memorie EPROM. Supponendo però che non tutti i lettori siano in grado di programmare delle memorie PROM, EPROM, ecc., si è preferito progettare il circuito con memorie SRAM (memorie RAM non volatili).

Il progetto presentato in queste pagine è uno strumento molto utile per progettare sistemi software e hardware. Di seguito verranno descritti il funzionamento, la struttura, le modalità operative, e i metodi da utilizzare per realizzare e gestire un sistema computerizzato privo di unità disco, o per sostituire un disco fisico con un emulatore che sfrutta memorie PROM, EPROM, RAM, ecc. I programmi saranno dettagliatamente esposti e accompagnati dai listati delle funzioni corrispondenti. Inoltre, anche le utility e gli strumenti ausiliari



Questo dispositivo può risultare uno strumento molto interessante per progettare sistemi software e hardware



È molto importante conoscere gli indirizzi ancora liberi nel computer, per poterli utilizzare come disco RAM

IL CIRCUITO E SUA REALIZZAZIONE

Sicuramente qualche lettore avrà notato che lo schema di questo circuito è identico a quello già presentato in un capitolo precedente della presente opera. Non si tratta di un errore ma, come sottolineato in quel capitolo, di un circuito estremamente versatile, con un potente decodificatore di indirizzi che consente l'installazione di memorie RAM o SRAM nell'opportuna porzione della mappa degli indirizzi del computer, e che può essere utilizzato per qualsiasi applicazione che richieda un facile accesso agli indirizzi reali della mappa.

Si consiglia di rileggere con attenzione le pagine dedicate al progetto "Chiave di protezione per PC", in quanto le informazioni che sono state fornite per quel circuito risultano di estremo interesse anche per questa realizzazione, poiché l'unica differenza è rappresentata dal tipo di memorie che vengono installate per questa applicazione e dal diverso software gestionale.

In questo caso i chip di memoria RAM utilizzati sono da 128 Kbyte (431000 o equivalenti) mon-

tati su zoccoli SmartWatch (DS1213D della DALLAS), per una capacità di memoria RAM non volatile pari a 256 Kbyte (SRAM); ciò significa che quando si spegne il computer l'informazione presente in queste memorie rimane inalterata per un periodo superiore a cinque anni, poiché gli zoccoli sono dotati di una piccola batteria tampone che mantiene le memorie in condizione di *stand-by* per tutto il tempo in cui il calcolatore rimane spento.

I lettori che avevano affrontato ed eseguito la realizzazione della chiave di protezione, ed hanno la scheda già installata nel computer, non devono necessariamente toglierla dal PC se non per installare altre schede necessarie per le loro applicazioni. In questo caso bisogna solamente avere l'avvertenza di settare ciascuna scheda ad un diverso indirizzo di memoria, variando la posizione dei ponticelli J1 e J2. Per chiarire qualsiasi dubbio relativo agli indirizzi utilizzabili è sufficiente far riferimento alla figura che riporta la mappa degli indirizzi.

Per evitare di ripetere quanto detto nel capitolo relativo alla chiave di protezione, si consigliano i

Nell'elaborazione è possibile installare tante schede quante se ne desiderano, purché ognuna di esse sia impostata ad un diverso indirizzo di memoria

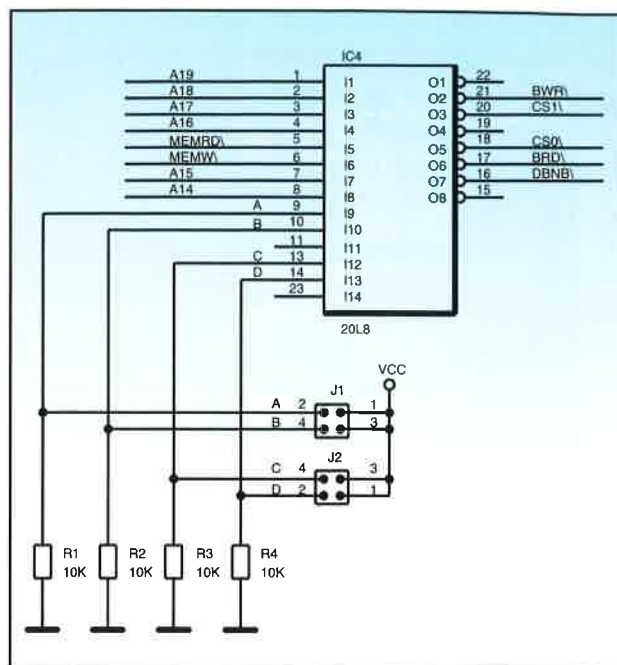
Il circuito stampato ha i fori non metallizzati, per cui le saldature dovranno essere eseguite su entrambe le facce

lettori che per la prima volta affrontano questa realizzazione e che hanno dei dubbi sul funzionamento circuitale di rileggere le pagine di quel capitolo. Viceversa, se non è importante conoscere in dettaglio il modo con cui questo circuito agisce all'interno dell'elaboratore, ma interessa solamente vedere quali sono gli effetti prodotti, si può procedere direttamente al montaggio della scheda, saldando sullo stampato i componenti necessari.

Ancora una volta è opportuno ricordare che il circuito stampato ha i fori non metallizzati, per cui le saldature dovranno essere eseguite anche dal lato componenti.

DECODIFICATORE DI INDIRIZZI

Il decodificatore di indirizzi è stato realizzato con una PAL programmata, che in questo caso è la stessa utilizzata per il circuito della chiave di protezione. Sulla scheda sono presenti il ponticello J1, utilizzabile per selezionare la dimensione della memoria che può essere impostata per valori di 32, 64 e 128 Kbyte, e il ponticello J2 che ne permette l'allocazione agli indirizzi compresi tra C000 e F000; ad esempio, se vengono tolti entrambi i jumper risultano selezionate due memorie da 32 Kbyte, IC1 e IC2, delle quali la seconda occupa gli indirizzi da C000 a C7FF, mentre la prima da C800 a CFFF, per un valore complessivo di memoria di 64 Kbyte. Può accadere che in qualche elaboratore questi indirizzi siano occupati da qualche device già compreso nel BIOS, come ad esempio il controller del disco rigido. Prima di inserire i ponticelli per selezionare un determinato indirizzo è opportuno perciò verificare gli indirizzi liberi nel computer, eseguendo il



Schema relativo al decodificatore utilizzato

programma FINDROMS fornito con il disco allegato al fascicolo oppure agendo direttamente con l'applicativo MEMOEDIT. Inizialmente verranno utilizzati solamente 64 Kbyte di RAM, che si selezionano inserendo un jumper sulla linea "D" di J2 relativa agli indirizzi da E000 a EFFF, generalmente liberi in quasi tutti gli elaboratori.

I PROGRAMMI

I programmi per la creazione di un disco RAM possono essere lanciati direttamente, senza il bisogno di apportare modifiche; per facilitare il lettore che però abbia la necessità di inserire delle variazioni, sono stati scritti in linguaggio MS C V5.1; se si utilizza il software nella versione originale non è necessario compilarlo o assemblarlo. In aggiunta, vengono forniti anche i file sorgenti e la libreria di riferimento. Nel caso si desideri modificare la versione originale si possono utilizzare gli strumenti tradizionali del DOS, quali il DEBUG o qualsiasi altro editor. Per la creazione di un disco RAM si hanno a disposizione due opzioni: il programma

Come decodificatore di indirizzi viene utilizzata una PAL opportunamente programmata

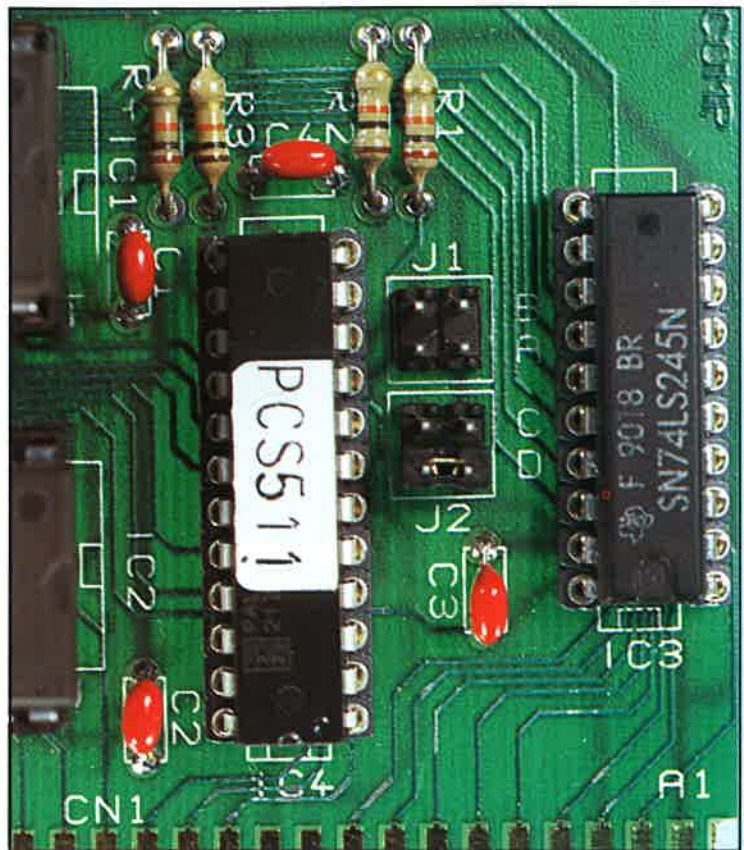


PKMIN.EXE, che si trova nella sottodirectory PKMIN, e il programma PKMAX.EXE, presente nella sottodirectory PKMAX. Il primo è il più classico, e non richiede il file sorgente completo; se non si desiderano modificare i file forniti con il dischetto è sufficiente installarli sul proprio disco rigido nella directory PKMIN.

Creare un disco virtuale su memorie PROM o RAM è molto semplice, poiché questo programma esegue tutte le operazioni necessarie allo scopo, tranne la scrittura dei chip e, per assurdo, la realizzazione dell'hardware necessario per installare le memorie programmate. Quando si sono concluse le operazioni di impostazione delle opzioni si può ulteriormente semplificare il programma creando un file batch che permetta l'esecuzione di tutte le istruzioni automaticamente.

Prima di iniziare è però necessario conoscere la capacità richiesta al disco per contenere tutti i file necessari.

Se l'emulazione è relativa all'unità A, che di solito è quella incaricata delle operazioni di avvio del sistema e di lancio di una determinata applicazione, è necessario che il disco contenga una versione del DOS o di un programma operativo equivalente. Inoltre, dovranno essere presenti sul disco anche il file CONFIG.SYS e i file ad esso associati, quali l'ANSI.SYS. Se poi si vuole che il programma applicativo sia autoavviante, è indispensabile avere a disposizione il file AUTOEXEC.BAT e il programma della specifica applicazione che si vuole lanciare. Un semplice sistema per verificare

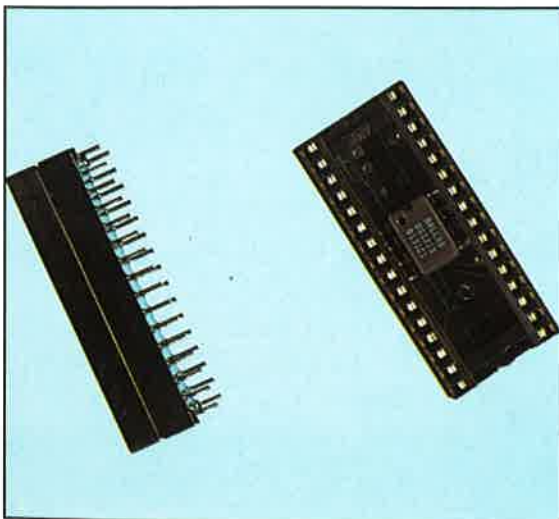


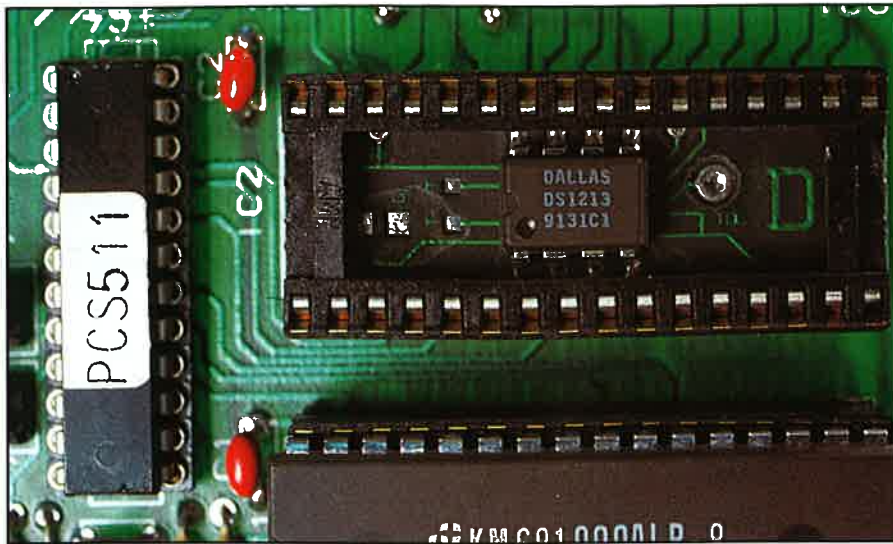
I jumper J1 e J2 servono per allocare le memorie in determinate posizioni della mappa degli indirizzi

quale dimensione del disco è necessaria è quello di formattare un disco fisico vergine e caricarvi tutti i file necessari; con il programma CHKDSK si può successivamente rilevare lo spazio occupato sul disco fisico, che di conseguenza dovrà corrispondere alla dimensione della memoria necessaria per l'emulazione. Inoltre, è opportuno prevedere la possibilità che in futuro possano essere aggiunti alcuni parametri che ne consentano l'implementazione, per cui è consigliabile dimensionare il disco virtuale con il massimo valore di memoria presumibilmente necessaria. Un altro problema da risolvere è legato allo spazio di memoria disponibile. La maggior parte degli XT consentono di utilizzare la memoria in un'area compresa tra D0000 ed EFFFF, lasciando libero uno spazio di 128 Kbyte. Molti sistemi AT riservano gli indirizzi compresi tra E0000 ed EFFFF per gli zoccoli della propria espansione PROM, e di conseguenza abilitano i buffer della propria scheda impedendo l'impiego di qualsiasi dispositivo in questo intervallo di indirizzi. Ne consegue che per sistemi AT di questo tipo si è

Preparare un disco PROM o RAM è una operazione abbastanza semplice, poiché il programma esegue automaticamente tutte le operazioni necessarie, tranne la scrittura dei chip

Gli zoccoli SmartWatch permettono il mantenimento dei dati nelle memorie per più di cinque anni





Ogni zoccolo SmartWatch è dotato sia dei circuiti di controllo che delle batterie necessarie per mantenere inalterati i dati immagazzinati nelle memorie

costretti ad operare in una gamma di indirizzi compresa tra D0000 e DFFFF. Queste limitazioni determinano il metodo di emulazione che è possibile scegliere.

Si è già detto che il software fornito con il dischetto è stato sviluppato per essere utilizzato con memorie PROM. Questa non rappresenta assolutamente una limitazione, poiché molti sono i casi in cui i lettori possono desiderare di installare i propri programmi su dischi PROM. Per poter creare un disco, sia questo di tipo RAM o PROM, la cosa più importante che si deve conoscere è la capacità delle memorie che si vogliono utilizzare e la sigla dei circuiti integrati corrispondenti a questa capacità. Ad esempio, una memoria EPROM 27256 ha una capacità di 32 Kbyte come una memoria RAM 84256 o 62256; l'impiego di un tipo o dell'altro è determinato solamente dal progetto hardware utilizzato.

UN ESEMPIO

Per poter creare un disco, sia RAM che PROM, è importantissimo conoscere la capacità di memoria necessaria

Dopo aver installato nel computer i programmi forniti, seguendo le istruzioni contenute nei file di aiuto, è il momento di eseguire qualche verifica degli stessi per vedere e capire cosa succede. Per prima cosa si deve entrare nella directory RAMDISK\PKMIN, nella quale si trovano gli archivi necessari per creare il file che dovrà essere successivamente installato nelle memorie scelte per il disco virtuale; quando si è in questa directory si deve digitare il comando *PK* e confermarlo con

il tasto *Enter*. Il programma si avvia e compare sullo schermo la sintassi completa delle diverse opzioni disponibili.

Pk source_disk: Image-Filespec /options...

dove:

- *Pk* è il nome del programma principale che genera i file master della PROM,
- *source_disk* è l'unità disco sorgente, A:-D;
- *Image-Filespec* è l'unità, il percorso e il nome dei file creati dal programma *PK.EXE*. I parametri successivi hanno il seguente significato:

- */d:n* specifica l'unità disco

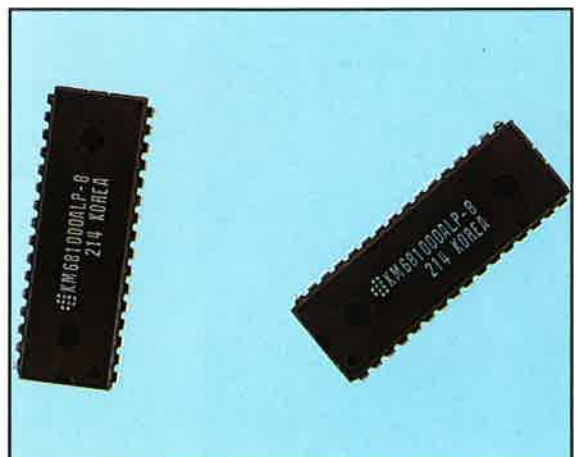
che si desidera emulare; *n* è l'unità che deve essere emulata. Le impostazioni valide sono A:, B:, C:, D;

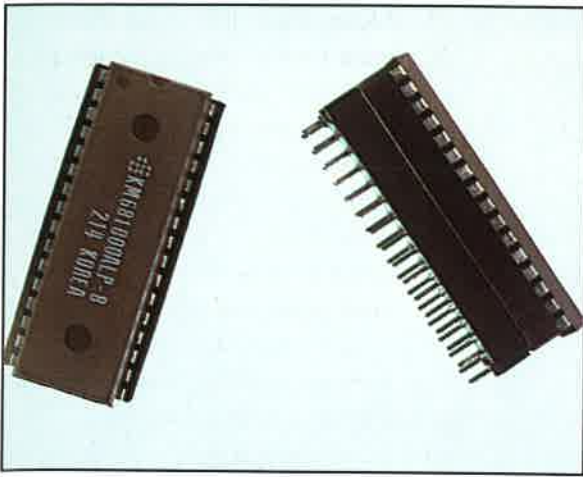
- */n:x*: specifica quanti integrati PROM vengono utilizzati; *x* è il numero di questi chip. I valori validi vanno da 1 a 16,

- */t:xxx* specifica il tipo di memorie utilizzate; *xxx* è il tipo di memoria: 2764, 27128, 27256, 27512, 6264, 62256, 27513, 27010, 27011, 27020, 27040, 27080.

- */w* specifica se il disco di lettura/scrittura (RAM con batteria tampone 6264 - 62256) è abilitato alla scrittura. I valori accettati sono + oppure -. Se i tipi di memoria sono stati selezionati con il parametro */t:xxx*, il valore di default corrisponde

Le memorie 681000 utilizzate sono da 128 Kbyte, ma se ne possono utilizzare altre equivalenti, quali ad esempio le 431000





Nello zoccolo si possono inserire anche memorie di minor capacità e di dimensioni più piccole

● alla sola lettura, come se si trattasse di un disco con l'etichetta di protezione dalla scrittura inserita,

- /f:xxx specifica se il tipo di disco che si vuole emulare è di scrittura/lettura. Se si utilizzano memorie RAM volatili, si deve inserire questo parametro per poter formattare il disco di lettura/scrittura con il formato xxx: 160, 180, 320, 360, 720, 1200, 1440 o 1280. Quando si utilizzano memorie PROM per emulare dischi a sola lettura questo parametro non è necessario, poiché il

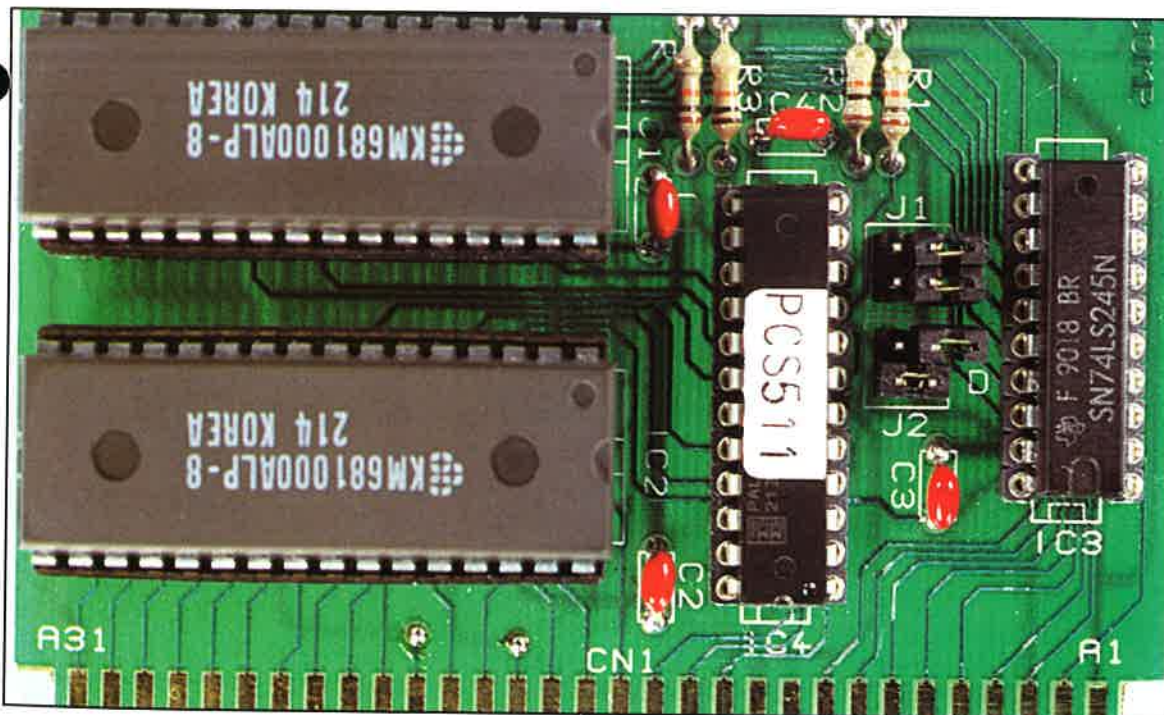
Blocco di Parametri del BIOS (BPB) del settore di avvio non è volatile.

- /l:xxxx specifica che la tabella dei dati non si trova dopo il modulo del programma. Questo modulo deve essere mappato all'interno dell'area di ricerca in ROM. La tabella dei dati deve essere caricata in una zona libera della memoria, che normalmente corrisponde all'area di ricerca in ROM. Quando viene caricata dopo il modulo del programma, l'impostazione di questo parametro non è necessaria. Questa opzione consente di generare un puntatore con il valore di un segmento che indica la posizione della tabella e che viene caricato nel modulo del programma. Se questo valore non viene impostato, il programma presume che la tabella dei dati inizi al termine delle sue operazioni. Se si utilizza il parametro /b:n è possibile omettere il parametro /l:xxxx, in quanto ha priorità la selezione fatta sulla scheda di interfaccia.

- /v- durante il processo di installazione dell'emulatore compare un messaggio sullo schermo, mentre viene eseguita la ricerca in ROM, che suggerisce la scelta più adeguata. Se non si desidera che compaiano messaggi durante l'installazione, bisogna inserire nel comando il parametro /v-. Questa opzione permette di scrivere il

L'esecuzione del programma PK.exe crea una serie di file che sono diretta funzione delle scelte fatte con i parametri opzionali

Come si può notare, il circuito è composto da pochi componenti, per cui il suo montaggio risulta molto semplice



Elenco componenti**Resistenze**R1, R2, R3, R4 = 10 k Ω **Condensatori**

C1, C2, C3, C4 = 100 nF

Circuiti Integrati

IC1, IC2 = Memorie

431000 o equivalenti

Due zoccoli DS1213D

"SmartWatch" della

DALLAS

IC3 = 74LS245

IC4 = PAL 20L8

Varie108 terminali torniti per
zoccoli

2 file da 4 terminali

maschi (due terminali su
due file)

4 jumper

Circuito stampato

PC10193V0516 o

PC10193V0523



Se negli zoccoli si inseriscono memorie più piccole degli stessi, queste dovranno essere allineate verso destra

programma comprensivo dei messaggi, con la possibilità di poterli attivare o no durante la sua esecuzione.

- /b:n specifica il tipo di adattatore che si sta utilizzando. Una lista di quelli più comuni compare sullo schermo digitando "pk<Enter>". Quando la scheda di cui è dotato l'elaboratore non compare nell'elenco fornito si deve scegliere il tipo generico. Se questo parametro viene omissso, il programma per default assume l'impostazione relativa al tipo generico. Ciò comprende sia le memorie paginate che quelle non paginate nella modalità di indirizzamento lineare.

L'esecuzione del programma Pk.exe provoca la generazione di una serie di file che sono diretta

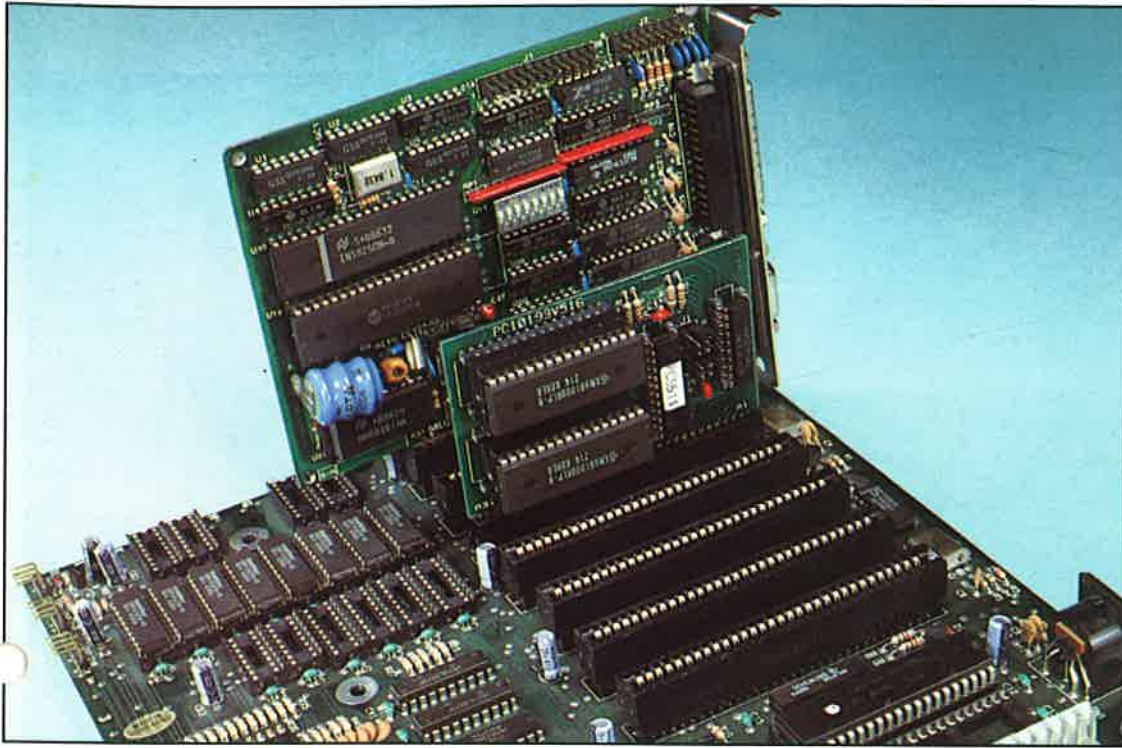
funzione delle selezioni fatte con i parametri opzionali. Se si specifica il parametro /l:xxx, il programma crea un file xxx.driv, e i dati vengono inseriti nella serie di file xxx.pkn. In caso contrario il programma si colloca all'inizio del file xxx.pk1. In funzione del tipo di programmatore di PROM che si utilizza o della classe di archivio che si desidera ottenere, può essere necessario convertire il file xxx.pkn in un formato diverso. In questo caso può essere utilizzato il filtro bin2.exe presente nella libreria Oggetto per convertire il formato binario nel formato INTEL esadecimale.

Si consiglia di creare un file eseguibile (.bat) per lanciare in modo automatico il programma PK.exe, per evitare di doverlo digitare ogni volta sulla linea dei comandi. Ciò consente di risparmiare tempo e ridurre il rischio di commettere errori. Di seguito vengono proposti due programmi batch che possono essere presi come esempio:

echo off**echo Questo è un esempio di file batch****rem****eco per emulare nell'unità B:****eco tutti gli archivi che si trovano sul disco presente nell'unità A:****echo utilizzando 6 memorie EPROM 27011 come unità B:****echo gli archivi di uscita saranno pkdisk.driv e pkdisk.pk1-pkdisk.pk6****rem****pk a: d:pkdisk /d:b /n:6 /t:27011 /l:d000 /b:3**

Un altro esempio potrebbe essere:

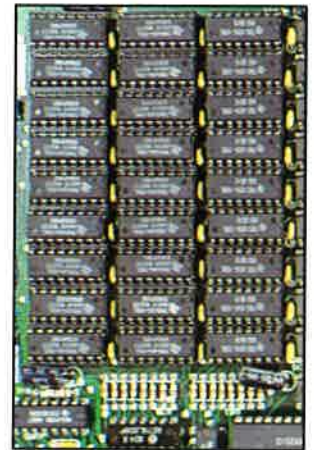
echo off**echo Questo è un esempio di file batch****rem****eco per emulare nell'unità B:****eco tutti gli archivi che si trovano nell'unità A:****echo utilizzando 2 memorie RAM 62256 come unità B:****echo gli archivi di uscita saranno pkdisk.driv e pkdisk.pk1-pkdisk.pk2****rem****pk a: c:\simula\pkdisk /d:b /n:2 /t:62256****rem**



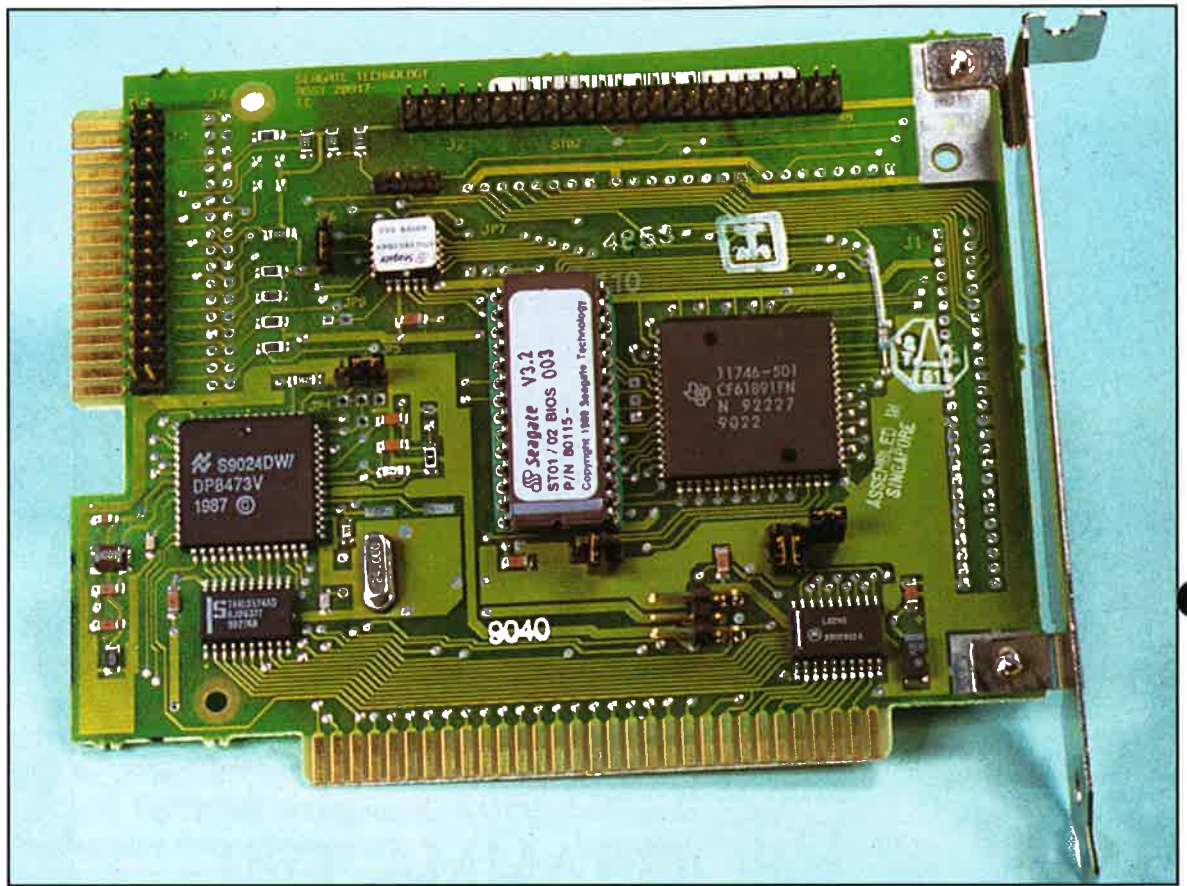
PROGRAMMA DEL DISCO RAM PER PC

Nelle pagine seguenti verrà esaminato il contenuto del file sorgente per la creazione di un disco RAM, e verrà proposto un esempio significativo per realizzarlo praticamente. Se si desidera entrare maggiormente nei dettagli di funzionamento, leggendo questo capitolo e sfruttando le informazioni contenute nella libreria Objex si potranno trovare delle indicazioni molto interessanti.

La programmazione consiste fondamentalmente nella capacità di combinare esperienze precedenti vissute con problemi simili e nuove soluzioni adottate per risolvere le difficoltà attuali; il risultato di questa operazione dovrebbe sfociare in una nuova serie di routine compatibili con il programma in questione, che devono essere opportunamente inserite. Per semplificare il processo di ricerca delle funzioni e delle routine necessarie, si sfrutta una libreria di



Un metodo per semplificare la creazione di programmi è quello di avere a disposizione una libreria contenente le routine più utilizzate



Se il PC è dotato di un controller SCSI, prima di installare la scheda del disco RAM bisogna verificare che indirizzo di memoria occupa

funzioni già esistenti; in questa sono disponibili tutti i procedimenti e le subroutine associate, che potranno essere aggiunte al nuovo programma diventandone parte integrante. Generalmente un programmatore impiega la maggior parte del tempo, e dedica il massimo sforzo, allo studio del progetto strutturale del programma, più che ad ogni altra operazione. Un metodo per semplificare e facilitare notevolmente la produzione di nuovi programmi è quello di crearsi una libreria contenente le routine e i procedimenti più utilizzati; in questo modo è possibile recuperare di volta in volta le funzioni necessarie, modificandole opportunamente per renderle adatte ai nuovi programmi. Quando si aggiornano dei programmi obsoleti, si può facilmente constatare che molte delle strutture e delle caratteristiche principali degli stessi sono simili tra di loro, poiché il modo in cui vengono sviluppate dipende essenzialmente dallo stile personale di ciascun programmatore. Le librerie fisiche sono diretta funzione delle librerie personali o delle strutture mentali dei programmatori, che in pratica rappresentano il metodo con il

quale ognuno di essi sviluppa il lavoro. Con il passare del tempo i programmi tendono ad essere sempre più relazionati; infatti, le nuove versioni sono sempre meno diverse dalle vecchie da cui derivano. Quando si confrontano programmi *autonomi*, o diversi, che operano in un ambiente di lavoro comune, generalmente è necessario effettuare un gran numero di modifiche per renderli mutuamente compatibili.

LIBRERIE OBJEX

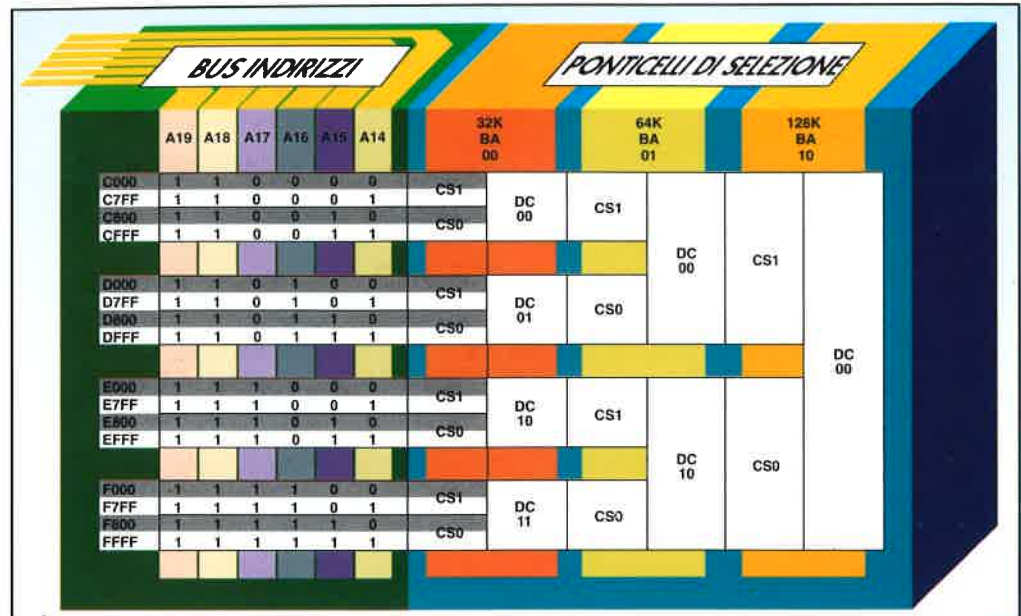
L'idea principale, e lo scopo, per cui viene fornita la libreria Objex, è quella di dotare l'utente di una libreria di funzioni e routine standard che possano essere utilizzate in programmi diversi. Ciò consente di avere a disposizione un ampio sistema con un alto livello di compatibilità, che può essere modificato o ridefinito con operazioni molto semplici.

La libreria Objex contiene una collezione completa di funzioni a basso livello, alcune scritte in linguaggio C e altre in Assembler, ed è stata

La libreria Objex contiene una collezione di funzioni a basso livello

creata indipendentemente dal sistema operativo DOS, in modo da poter eseguire e creare programmi ad un livello inferiore allo stesso; comprende il BIOS, gli aiuti di Debug, dei programmi per il controllo delle periferiche, ed altri programmi a livello di sistema. I programmi che devono operare nell'area di lavoro del DOS possono utilizzare sia le librerie tradizionali del linguaggio C, che la libreria Objex.

Quest'ultima libreria contiene inoltre le definizioni legate a una raccolta di strutture standard, che possono essere utilizzate e ampliate a proprio piacimento per una applicazione specifica. Le definizioni di base sono costanti, in modo che le diverse applicazioni nelle quali vengono utilizzate possano presentare molti aspetti in comune. Ciò è stato realizzato in forma trasparente grazie alla definizione di una intestazione che consente di essere estesa da parte dell'utente. Quando si sviluppano applicazioni simili, si possono aggiungere nuove librerie che le supportino.



Non si vuole annoiare il lettore con questa illustrazione, ma ricordare solamente che un errore nella selezione dell'indirizzo causa il non funzionamento di tutto il dispositivo

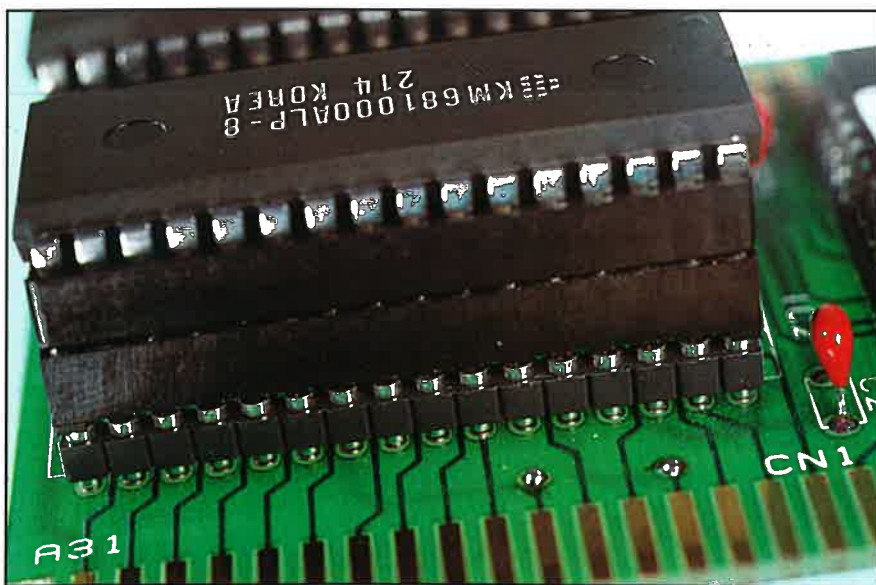
Queste librerie ausiliarie contengono procedure comuni ad una particolare categoria di applicazioni, e riducono la necessità della duplicazione di alcune funzioni.

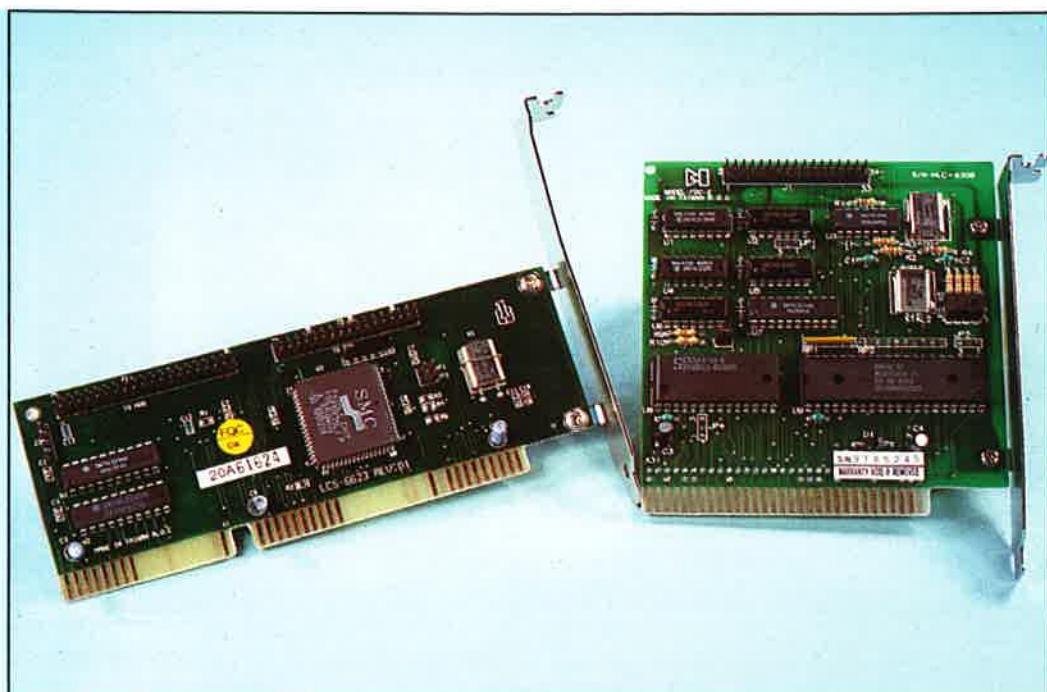
MODIFICA DEL SOFTWARE

Se si desidera modificare il software per la creazione del disco RAM, è necessario eseguire l'installazione utilizzando il file *pkmax.bat*, che carica i programmi sorgenti nelle directory appropriate. Poiché tutte le applicazioni Objex usano i file contenuti nella libreria fornita (libreria di funzioni, strutture, file incorporati, ecc.), questi devono necessariamente essere disponibili. Gli ampliamenti di *ojlib.lib* devono essere eseguiti solamente se questi hanno valore universale, e le aggiunte o le modifiche che interessano il solo Simulatore dovranno essere eseguite nella sottodirectory *PKMAX*. Anche se i file sorgente completi e gli strumen-

I file sorgente e gli strumenti per la loro manipolazione sono forniti con la libreria

Come si può notare le memorie sono inserite negli zoccoli SmartWatch, e questi a loro volta negli zoccoli del circuito





Normalmente il controller per i dischi rigidi occupa gli indirizzi compresi tra C000 e D000

ti per manipolarli sono contenuti nelle librerie aggiuntive, è necessario lasciare queste ultime intatte; al contrario, è possibile modificare i file in esse contenuti per adattarli alle diverse applicazioni, copiando gli stessi in sottodirectory esterne. Nella sottodirectory *PKMAX* l'utente può operare con la massima libertà, per eseguire le variazioni che considera più opportune. Gli elementi più soggetti a modifiche possono essere il modulo di controllo, i tipi di configurazione supportati, o parti minori legate alla presentazione, come ad esempio la visualizzazione dei messaggi sullo schermo. Poiché questa versione del Simulatore non comprende il sistema di memoria paginata PROM, o a matrice paginata PROM, può diventare un interessante strumento per imparare ad eseguire delle modifiche. Per consentire al modulo di controllo l'esecuzione di queste funzioni bisogna utilizzare il file *pkdriver.c*, opportunamente modificato, lasciando però il programma originale intatto.

Il file *pk* serve come guida per la costruzione automatica di altri moduli addizionali, e può essere modificato in funzione delle proprie esigenze.

Prima di cercare di eseguire qualsiasi modifica, è consigliabile studiare attentamente i file sorgenti dei programmi per la creazione del disco virtuale,

routine di Objex.

Il programma *pk.exe* ha il compito di generare i file master per gli emulatori di disco PROM o RAM. Questo programma richiede l'inserimento di alcuni dati, che devono essere specificati sulla linea dei comandi. Il file *pk.exe* assieme al modulo *pkrom.ojx* creato in precedenza, contiene il programma e le sue routine di installazione, e genera i file immagine PROM del programma di controllo e i dati che ottiene dall'ingresso del disco.

Il programma di installazione *pkinstal.c* viene rilevato durante la fase di ricerca in ROM eseguita all'avvio, e svolge le seguenti funzioni: riserva uno spazio di memoria RAM nel sistema per il programma principale, copia il programma nella memoria RAM, inizializza il programma e lo collega alla funzione di chiamata al disco.

Il programma *pkdriver.c* ha il compito di intercettare la chiamata al disco del BIOS, ed esegue una operazione equivalente di lettura/scrittura su una RAM o una PROM per emulare una unità disco. Per determinare il metodo di emulazione, il programma utilizza i parametri del disco immagine emulato e le specifiche di configurazione.

In pratica, si può notare che Objex è un importante metodo per permettere l'esecuzione di una notevole quantità di sistemi e di programmi applicativi. Grazie a questo è possibile semplificare il proget-

per familiarizzare con la loro struttura e comprenderne appieno il funzionamento. Come al solito, è necessario operare con una particolare attenzione salvando frequentemente e proteggendo il lavoro fatto e i nuovi file che sono stati creati. Il file *Pk.h* viene utilizzato per definire le estensioni dell'intestazione standard di Objex. Le caratteristiche dei programmi per la creazione dei dischi virtuali vengono inserite in questo file, così come la declamazione delle variabili per modulo che facilitano l'uso delle

Il programma pk.exe ha il compito di generare i file master

to del software, poiché fornisce una struttura comune in grado di soddisfare quasi tutte le esigenze.

IL FILTRO BIN2HEX

Tra le molte utility fornite, la più interessante è senza dubbio il filtro Bin2Hex, utilizzato per convertire un file binario nel formato esadecimale INTEL, che rappresenta un formato molto noto e utilizzato dai programmatori di PROM. Poiché si tratta di un filtro, l'uscita può essere indirizzata direttamente a un file, ad una porta di uscita, o allo schermo. La sintassi delle tre modalità è la seguente:

- bin2hex <pkdisk.pk1 >nome.hex
- bin2hex <pkdisk.pk1 >COM1
- bin2hex <pkdisk.pk1 >CON

Sicuramente la modalità più utilizzata è la conversione in un file esadecimale INTEL, poiché è l'unico che possa essere in qualche modo letto e compreso dal programmatore.

Per rendere più facile l'interpretazione, il file convertito in esadecimale viene suddiviso in righe e colonne. La prima colonna di tutte le file inizia con i due punti (:), seguiti da una serie di dati che vengono di seguito descritti. La struttura delle varie righe è sempre la stessa, anche se i dati sono diversi, per cui è sufficiente esaminare la prima. I primi due byte immediatamente successivi ai due punti indicano il numero di byte relativi ai dati presenti sulla linea; i quattro successivi indicano l'indirizzo corrispondente occupato da questi dati; i due successivi indicano il tipo di scrittura (nel caso in esame saranno sempre a zero). I byte successivi sono i dati espressi in formato esadecimale, oggetto della conversione effettuata, e saranno pari al numero indicato dai primi due byte che seguono i due punti di inizio riga. L'ultimo byte è la check-sum (somma di controllo), che viene calcolata sommando tutti i byte, iniziando da quel-

```
:1000000055AA08E87200CB000000E00F0080000BE
:1000100050726F6D4B697400000000000000001A
:10002000496E7374616C6C0000000000000000F9
:100030000000000000000000000000000000C0
:10004000010000000C0002002000000000000081
:100050000000000000000000000000000000A0
:10006000000002020100027000D002FD030009003E
:100070000200000000000000558BEC81EC1C0057D2
:1000800056B800008946E68946F68946FEE8A2068B
:100090008B5EFE8B4742D1E82501008946F28B5EDC
:1000A000FE8A47022AE4B109D3E08946FA8B5EF65C
:1000B000837F0C007503E93D058B76F68B5EF603B6
:1000C000770C8976F68B46FA3946F67703E9030012
:1000D000E923058B5EF6837F0A0F7403E914058B11
:1000E0005EF68B470CB10AD3E8B10AD3E0050004F1
:1000F0008946F0BB00008EC3BB13048B46F0B10AE7
:10010000D3E8262907BB00008EC3BB1304268B0740
:10011000B106D3E08946F88B5EF6FF770CB8000095
:1001200050FF76F8FF76F6E8900550E8680583C43E
:1001300000A81600508B46E605400050FF76F88B53
:1001400046FE05400050E8710550E8490583C40AA1
:10015000B81300508B46E605610050FF76F88B46D9
```

Ecco come appare un file in formato INTEL quando lo si visualizza sullo schermo

lo immediatamente successivo ai due punti sino all'ultimo, escludendo naturalmente dalla somma il byte proprio della check-sum. Il risultato ottenuto deve essere sottratto al valore FFhex e successivamente sommata una unità. Questa operazione può apparire strana, ma è semplicemente la trasformazione della somma ottenuta nel suo valore negativo convertito in complemento due. Per chiarire eventuali dubbi si ricorre ad un esempio: si supponga che la prima linea del file esadecimale sia la seguente:

:01001000757A

Per facilitarne la comprensione la si divide nei blocchi indicati in precedenza:

:01—0010—00—75—7A

dove:

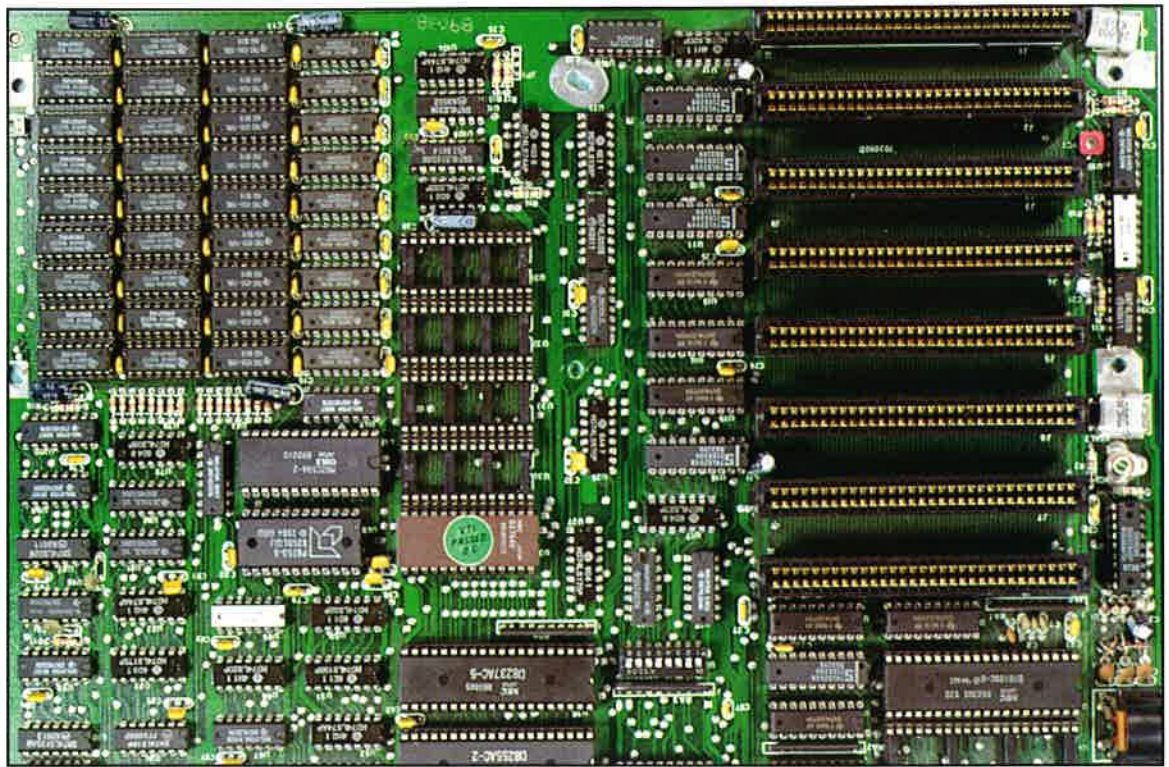
- 01 è il numero di byte della riga,

Il formato INTEL è utilizzato da molti programmatori di PROM

L'intestazione del programma sorgente bin2hex indica che è scritto in linguaggio Assembler

```
INTEL DE...pkdisk\bin2hex.asm Col 0 4,283 Bytes
Filename: bin2hex.asm
Functional Description:
This program converts the contents of a file to Intel hexadecimal format.
Since many Prom
; Programmers will accept an Intel Hex download format. .BIN files may be
converted.
Filter outputs can be directed as shown in the examples below.
Arguments:
bin2hex <infile.bin >outfile.hex
bin2hex <infile.bin >COM1
bin2hex <infile.bin >CON
Return:
Revisions
1.01 Added a set-segment-record for converting bin files over 64K
```


Nell'esempio
in esame
viene emulata
l'unità B del
calcolatore



La scheda del disco RAM può essere installata in uno qualsiasi degli slot liberi

- 0010 è l'indirizzo relativo occupato dal dato,
- 00 è il tipo di scrittura, che normalmente vale sempre 00,
- 75 è l'unico dato della linea,
- 7A è la check-sum.

Per verificare la check-sum si devono eseguire le seguenti operazioni:

$$01 + 00 + 10 + 00 + 75 = 86\text{hex}$$

Il complemento a due di meno ottantasei è:

$$\text{FF} - 86 = 79$$

al quale si deve sommare una unità; da questo il risultato finale 7A, che coincide con il valore indicato dagli ultimi due bit. È interessante conoscere questi dettagli relativi al file generato dal filtro *Bin2Hex*, poiché è quello che viene trasferito al programmatore di EPROM.

AVVIAMENTO DEL CIRCUITO

Inizialmente si deve mettere da parte per un istante la scheda dell'emulatore, poiché prima di installarla definitivamente nel computer bisogna compilare il software necessario e decidere quale programma installare e quale unità emulare. Ad esempio, si supponga di voler installare il programma SideKick, versione 1.52, che molti utenti hanno utilizzato per la sua semplicità di gestione e per le sue prestazioni; anche se esistono versioni più avanzate, quella sopracitata rimane ancora una delle più apprezzate. Questo esempio serve per descrivere il modo in cui è possibile realizzare il processo di emulazione di una unità disco contenente un programma applicativo. Nel caso

in esame si emula l'unità disco B: del computer. A tal fine, la prima cosa da fare è quella di formattare un floppy con il sistema operativo in uso, senza trasferire i file di sistema, vale a dire senza l'op-

Per non dover digitare più volte i comandi relativi alle diverse verifiche che si devono eseguire, si può creare un file BATCH simile a questo

```

echo off
echo Questa è un esempio di file batch
rem
echo per simulare nell'unità B:
echo tutti gli archivi presenti nel dischetto dell'unità A:
echo utilizzando il comando RM 62256 come unità B:
echo gli archivi di uscita saranno gbdisk.drv e gbdisk.pkt - gbdisk.pkt2
rem
pa > c:\windows\gbdisk -d:k -u:2 -t:62256
rem

```


zione /s. Su questo floppy si deve copiare anche il file SK.COM.

Si da per scontato che il contenuto di PKMIN sia già stato installato nell'hard disk; se questa operazione non è stata eseguita, bisogna inserire il floppy che lo contiene nell'unità A:, entrare nella sottodirectory PKMIN, e digitare il comando PKMIN C:. In questo modo i file vengono scompattati e installati sul disco C:. Dopo aver eseguito questa operazione bisogna entrare nella sottodirectory creata dal processo di installazione e scrivere un file BATCH (ESEMPIO.BAT), che potrebbe essere il seguente:

```
echo off
echo PROGRAMMA ESEMPIO.BAT
echo Questo è un esempio di file batch
rem
echo per emulare nell'unità B:
echo tutti gli archivi
echo presenti nell'unità A:
echo utilizzando 2 memorie
echo RAM 62256 come unità B:
echo Gli archivi di uscita
echo saranno pkdisk.pk1
echo e pkdisk.pk2
rem
pk a: c:\<subdir>\pkdisk /d:b /n:2 /t:62256
rem
```

Dove A: è l'unità che contiene il floppy con gli archivi che devono essere emulati durante il processo di esecuzione del programma PK. C:<subdir> rappresentano l'unità e il nome della sottodirectory nella quale vengono memorizzati gli archivi del simulatore. Pkdisk è il nome dato agli archivi generati, quando si esegue il file PK; questi file contengono i valori esadecimali che devono essere memorizzati nelle memorie RAM o EPROM. PK2 è relativo ai valori di IC1, mentre PK1 a quelli di IC2. Il parametro /d:b rappresenta il

nome dell'unità che si vuole emulare, in questo caso B:. Infine, /n:2 rappresenta il numero delle memorie presenti fisicamente sulla scheda, in questo caso 2, e /t:62256 indica il tipo di memorie installate. In realtà non sono queste le memorie effettivamente installate sul circuito, ma le 431000 o equivalenti; in ogni caso, dei 128 KByte che ognuna di queste ha disponibili è possibile occuparne esattamente solo 32.

A questo punto si deve inserire il disco sul quale era stato memorizzato il file SK.COM nell'unità A: ed eseguire il programma ESEMPIO.BAT scritto in precedenza.

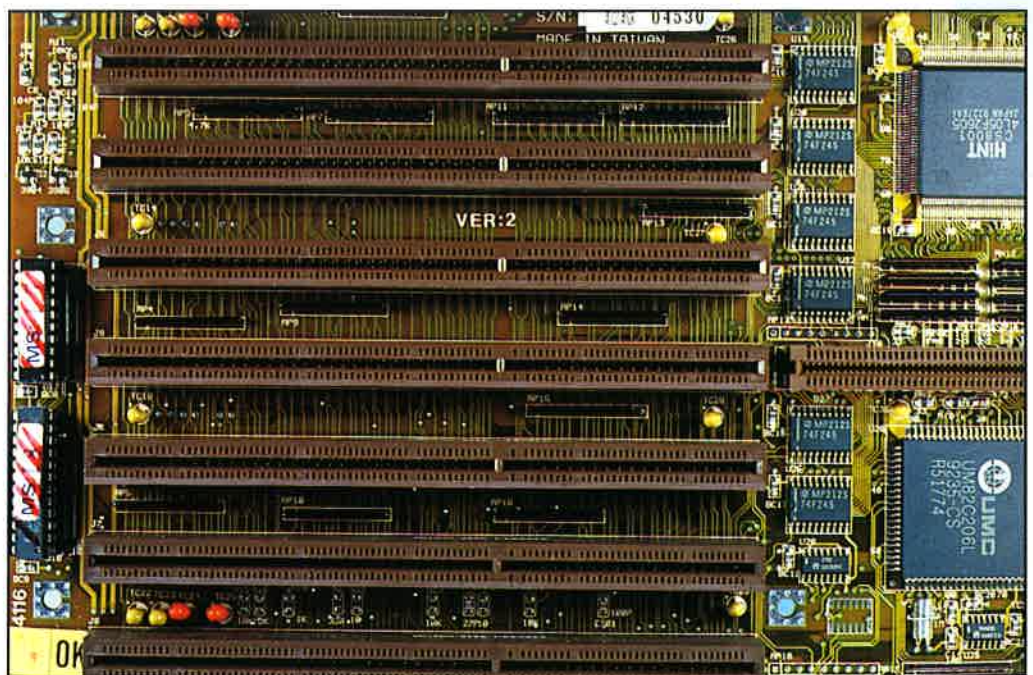
A partire da questo momento viene avviato il processo che genera i dati necessari per le rispettive memorie utilizzate come disco RAM.

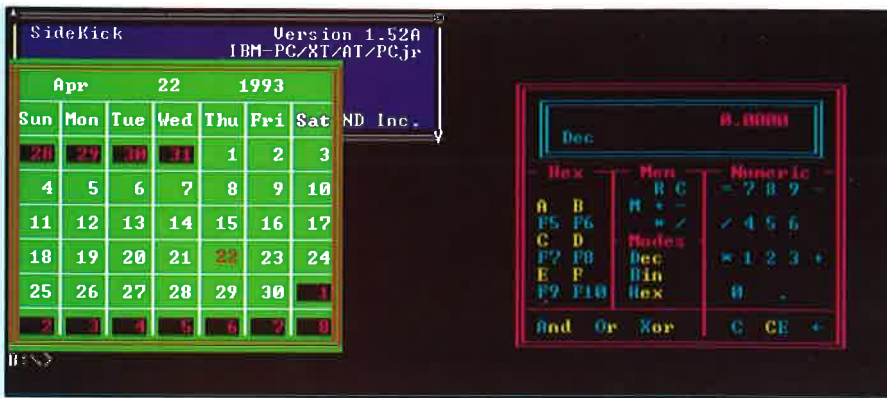
Terminato il processo si deve verificare che i file PKDISK.PK1 e PKDISK.PK2 creati dal processo precedente siano presenti. Questi due archivi devono trovarsi nella stessa directory nella quale sono presenti i file PK.EXE ed ESEMPIO.BAT, poiché sono i file master binari dell'emulatore del disco.

Se per emulare l'unità disco si vogliono utilizzare memorie EPROM, PROM, ecc., è necessario convertire i programmi scritti in linguaggio C o assembler nel formato INTEL, il formato più diffuso tra i programmatori di EPROM.

Pkdisk è il nome degli archivi che devono essere memorizzati nelle memorie RAM o EPROM

Il circuito può essere installato nel PC indipendentemente dalla scheda madre di cui è dotato





Come esempio viene installato nel disco RAM il programma SideKick

CONVERSIONE NEL FORMATO ESADECIMALE INTEL

Per convertire questi due file master nel formato INTEL si consiglia di creare un file BATCH che contenga tutti i comandi necessari, in modo da non dover digitare ripetutamente le stesse istruzioni, con la conseguente maggior probabilità di commettere degli errori. Il programma BATCH potrebbe essere simile al seguente:

```
echo Esempio per generare i
echo file in formato INTEL
rem
echo Conversione del primo file
bin2hex <pkdisk.pk1 >pkdisk1.hex
rem
echo Conversione del secondo file
bin2hex <pkdisk.pk2 >pkdisk2.hex
rem
```

Dove pkdisk.pk1 è il primo file che deve essere convertito, e pkdisk1.hex è il file risultante dalla conversione nel formato INTEL. La stessa cosa vale per pkdisk.pk2 e pkdisk2.hex della penultima linea di programma; questi sono i parametri richiesti dal filtro bin2hex. Il nome degli archivi può essere modificato a proprio piacimento, ma si deve sempre prestare molta attenzione alla sintassi, poiché i simboli "<" e ">" sono parte integrante del parametro, così come lo spazio presente tra l'estensione .pk2 e il simbolo ">". Questi due file creati da bin2hex sono quelli interpretati dal programmatore di memorie EPROM. Con il file pkdisk1.hex si scrive la memoria IC2 e con pkdisk2.hex la IC1. Questi due file si possono

salvare su disco per inviarli in un laboratorio attrezzato per la scrittura di due memorie EPROM 27512, se il disco che si desidera emulare è di tipo PROM; se invece si sceglie di emulare un disco RAM, questi due file devono essere copiati nelle memorie stesse (in questo caso le RAM con capacità equivalente alle 27512 sono le 62256). Poiché queste due memorie occupano 128 KByte (da D0000hex a E0000hex) della memoria del calcolatore, prima di installare la scheda nello slot di espansione bisogna veri-

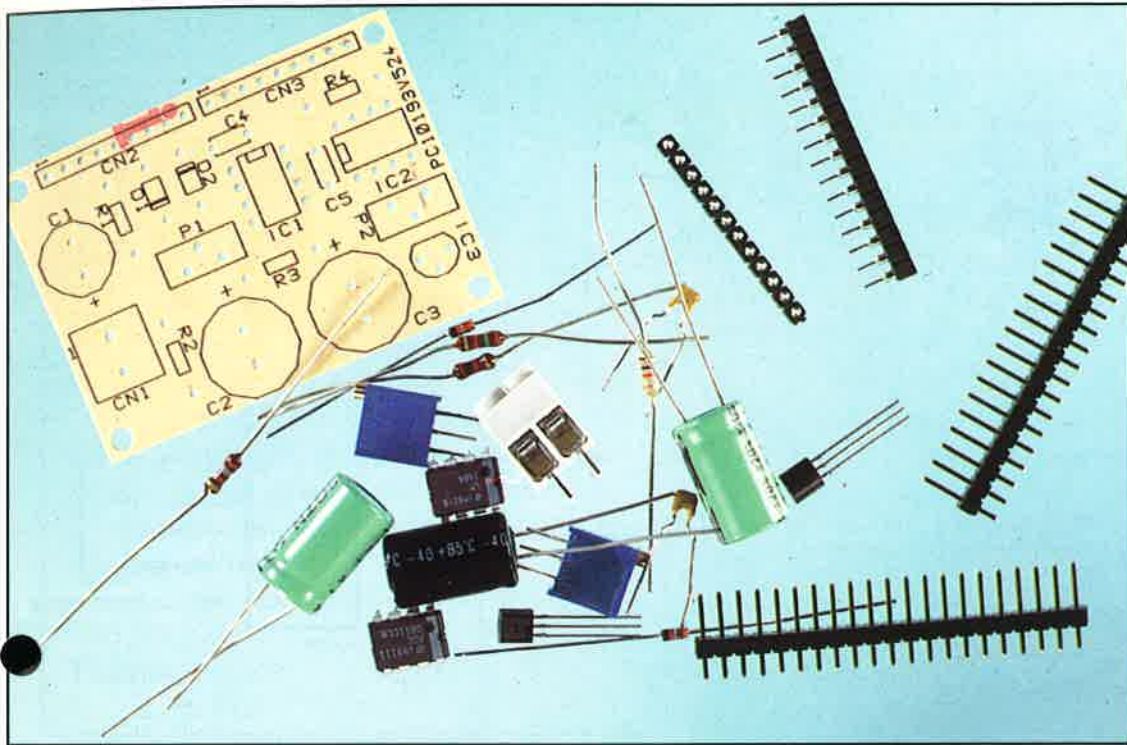
ficare che questi indirizzi risultino liberi; se così non fosse, sarà necessario impostare i ponticelli nelle posizioni opportune per selezionare gli indirizzi liberi. Per caricare i file in formato INTEL agli indirizzi occupati dalle memorie del circuito si utilizza il programma DEBUG del DOS. Supponendo che il file pkdisk1.hex creato in precedenza contenga, in formato INTEL, l'unità da emulare, è sufficiente caricarlo con il DEBUG nel modo seguente:

```
DEBUG
N PKDISK1.HEX
L D000:000
```

e il programma verrà direttamente convertito in formato binario e memorizzato all'indirizzo indicato, che corrisponde alla memoria IC2 del disco RAM. Si deve ripetere questo procedimento per il secondo file, indicando però l'indirizzo **D800:000** occupato da IC1, poiché è CS0/ che abilita questa memoria (si osservi la mappa degli indirizzi e lo schema). Ovviamente, se si vogliono utilizzare degli indirizzi diversi è sufficiente cambiare le posizioni dei ponticelli sul circuito.

Da questo momento, quando si avvia il calcolatore la scheda montata sullo stesso corrisponde all'unità B:, anche se la macchina è dotata delle unità fisiche A: e B:; infatti, la seconda unità fisica viene completamente ignorata. Avviando il calcolatore è possibile verificare la rapidità con la quale viene eseguito il programma SideKick dalla nuova unità B.

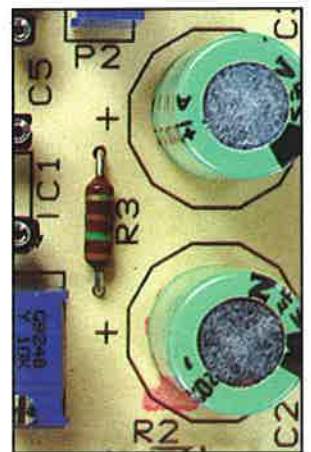
Dopo aver imparato il modo con cui emulare l'unità B:, l'utente può esercitarsi ad emulare altre unità con altri programmi, o addirittura emulare l'unità A: con installato il sistema operativo.



CONTROLLO DEL CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA

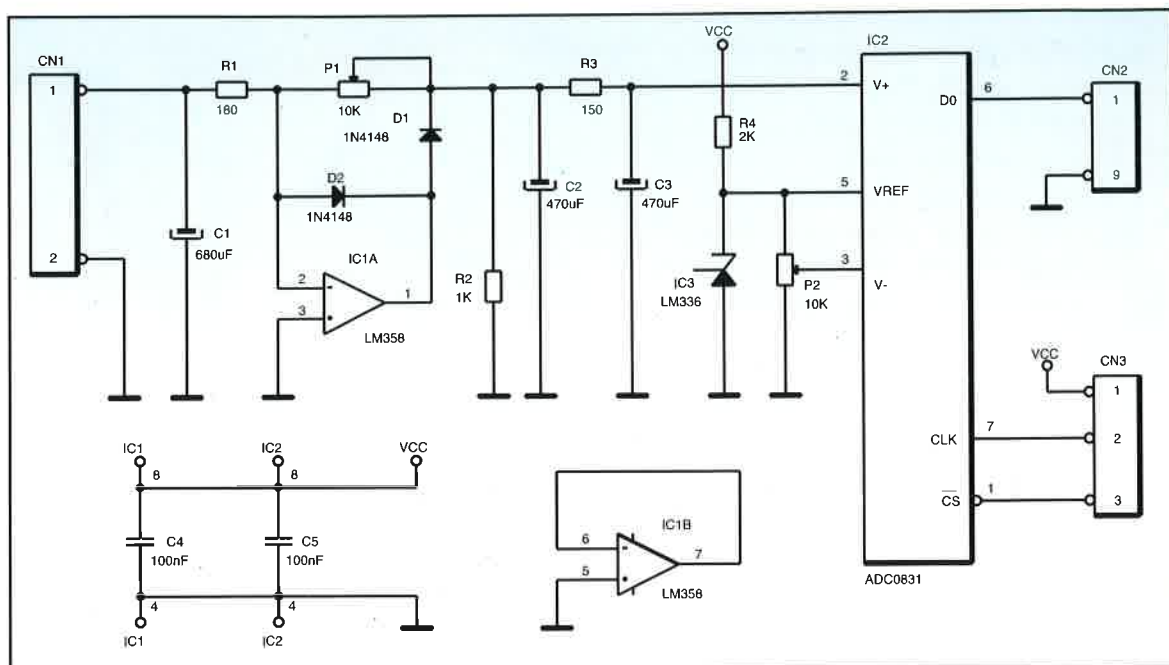
Poiché la maggior parte dei lavori domestici sono in qualche modo legati al mondo degli elettrodomestici, arriva un momento nel quale il controllo dell'energia elettrica consumata nella propria abitazione può rivelarsi un'operazione molto utile per ridurre le spese.

Fra le apparecchiature impiegate per eseguire delle misure elettriche ed elettroniche si distingue per la sua grande utilità il *wattmetro*. La stessa ENEL fa largo uso di dispositivi di questo tipo, e in particolare di una versione che misura la potenza assorbita in funzione del tempo. Detto in altro modo, i wattmetri forniscono la misura istantanea della potenza assorbita, mentre le apparecchiature



I wattmetri forniscono misure istantanee della potenza assorbita

Il sensore deve essere costruito con un nucleo di ferrite sul quale bisogna avvolgere del filo di rame smaltato



Schema elettrico dell'interfaccia di controllo del consumo di energia elettrica ottenuto tramite un PC

note come contatori, installate dall'ENEL, rilevano il consumo avvenuto nell'abitazione in kW/h (kiloWatt per ora).

In quest'opera non si poteva tralasciare il progetto di un dispositivo in grado di controllare l'assorbimento elettrico della propria abitazione. Per questa ragione si è ideato un tipo di sensore molto ingegnoso, ma non per questo particolarmente complesso, in grado di convertire il valore relativo

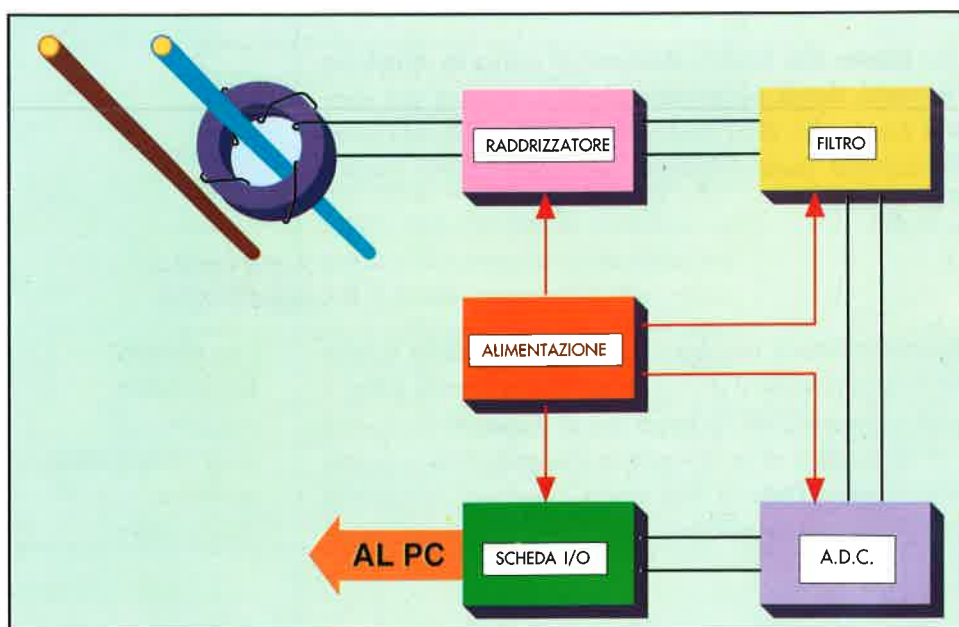
all'energia consumata in un dato leggibile dal PC.

IL SENSORE DI ASSORBIMENTO

Per comprendere il modo in cui questo sensore è in grado di rilevare l'assorbimento degli elettrodomestici che si desiderano tenere sotto controllo, non è necessario avere nozioni molto approfondite di magnetismo e di elettricità in generale. In

modo molto intuitivo, è sufficiente capire che l'interazione prodotta dalle linee di forza di un campo magnetico generato da una bobina (nel circuito presentato la bobina è rappresentata dal sensore toroidale) inserita in un campo elettrico variabile (che in questo caso è rappresentato dal filo conduttore che si vuole monitorare), provoca ai capi della stessa una differenza di tensione proporzionale al campo elettrico prodotto dal suo avvolgimento. Il sensore, come si può osservare nella figura corrispondente, si costruisce utilizzando un nucleo di ferrite sul quale viene eseguita una bobinatura con filo di rame smaltato da 0,4 mm di diametro. Su

Schema a blocchi dell'interfaccia



questo nucleo bisogna avvolgere 200 spire, spaziandole opportunamente in modo che non risultino sovrapposte.

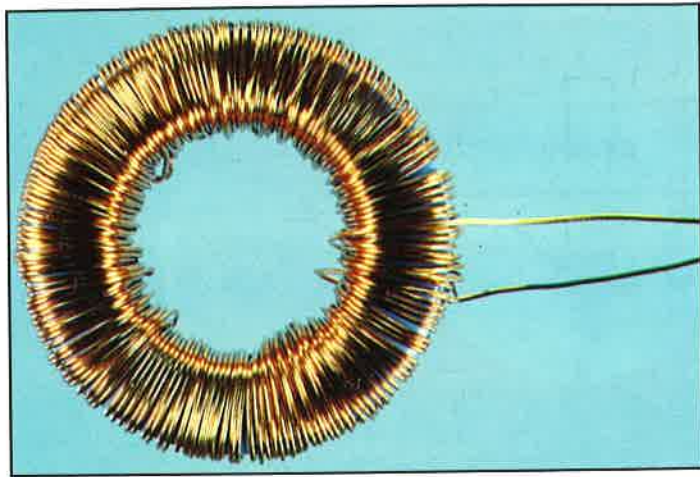
Dopo aver realizzato il sensore bisogna valutare quale è il modo più semplice e meno pericoloso per la sua applicazione. La linea elettrica che si desidera monitorare deve essere "intercettata" dal sensore, per cui è necessario far passare uno dei due fili conduttori che costituiscono la linea di alimentazione che si vuole misurare all'interno della bobina toroidale; in questo modo le variazioni indotte nella bobina a causa della corrente che percorre il filo di alimentazione risultano proporzionali alla corrente di assorbimento dell'elettrodomestico o del dispositivo collegato a quella linea. Si raccomanda la massima precauzione nell'esecuzione delle operazioni di posizionamento del sensore, e si consiglia di staccare l'alimentazione generale dell'abitazione sino a che non si è eseguita questa operazione.

Dopo aver terminato l'installazione del sensore, non resta che collegare i suoi terminali al connettore a vite presente sulla scheda di interfaccia, progettata appositamente per permettere la comunicazione con la scheda di I/O collegata al PC. Quando si collegano i terminali della bobina al connettore indicato con CN1, bisogna tener presente che il filo utilizzato è di rame smaltato, per cui è necessario eliminare lo smalto isolante sugli estremi di connessione (raschiandolo con una lametta) per ottenere un contatto elettrico corretto tra il filo stesso e il connettore.

LA SCHEDA DI INTERFACCIA

Poiché il segnale prodotto dal sensore e presente sui suoi terminali è formato da una corrente alternata di pochissimi millivolt, è necessario adeguarlo sia ai livelli richiesti dal calcolatore che lo riceve sia al tipo di informazione che questo è in grado di gestire; ciò significa che è necessario digitalizzare il segnale.

Nello schema elettrico riportato in figura si può osservare come viene ottenuta questa conversione. Per prima cosa il segnale di ingresso viene filtrato dal condensatore C1; ciò impedisce che picchi indesiderati, generalmente costituiti da rumore indotto nella bobina, raggiungano la stadio



Bobina del sensore di consumo da collegare al circuito di interfaccia

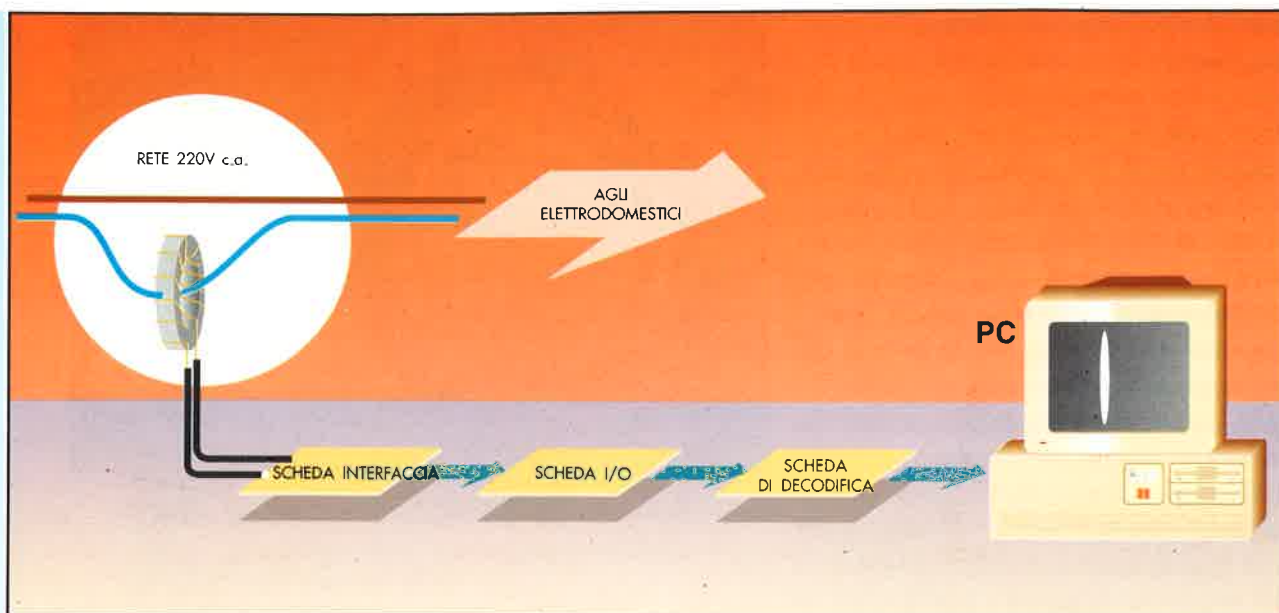
amplificatore. In situazioni normali, vale a dire con carichi di tipo resistivo, la tensione indotta nella bobina corrisponde ad un valore di corrente alternata di 50 Hz, come tutti possono facilmente immaginare. Ciò però non avviene quando l'assorbimento è determinato da un elettrodomestico, le cui caratteristiche non sono solamente resistive: ad esempio, se viene monitorato un motore di una certa potenza (un phon, un aspirapolvere, ecc.), questo genera un certo *rumore elettrico* nella bobina, che viene fermato ed eliminato dal condensatore C1.

Il cuore dello stadio raddrizzatore è costituito dall'amplificatore operazionale LM358. Un fattore determinante nella sua scelta è dovuto al fatto

Il segnale rilevabile ai capi del sensore è costituito da una piccola tensione alternata dell'ordine dei millivolt

Dettagli costruttivi della bobina S1





Il consumo si può misurare applicando il sensore alla rete elettrica

che questo integrato consente di utilizzare un unico tipo di alimentazione. L'operazionale, utilizzato nel circuito come elemento raddrizzatore attivo, funziona anche come stadio di amplificazione.

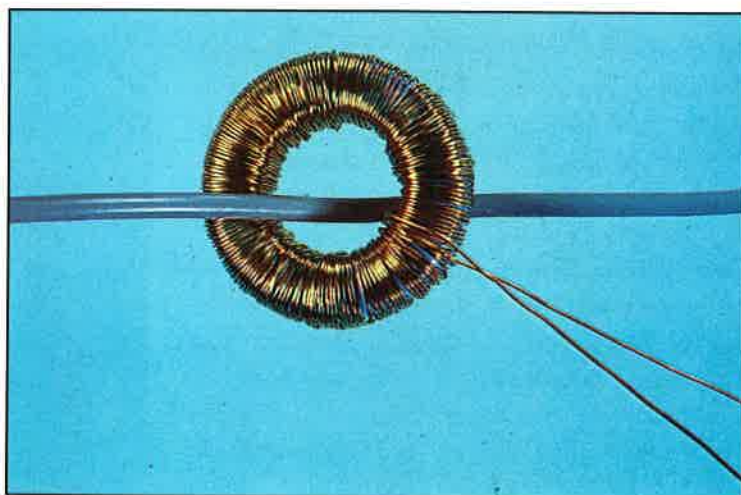
Questa caratteristica risulta molto utile poiché l'installazione del sensore non è assolutamente normalizzabile per i diversi lettori. Infatti, ognuno di essi può installare il sensore a una distanza maggiore o minore rispetto all'interfaccia. Per questa ragione, la possibilità di poter regolare l'amplificazione tramite IC1 permette una buona compensazione delle perdite che si possono generare sul cavo di collegamento tra il sensore e la scheda. Lo stadio raddrizzatore/amplificatore è formato dai componenti IC1, R1, P1, D1 e D2, e il rapporto di amplificazione dell'operazionale si può ricavare con l'equazione $A = P1/R1$.

Dopo che il segnale è stato raddrizzato e amplificato deve essere filtrato; questa operazione viene effettuata nella cella a "π" formata dai componenti C2-R3-C3.

Al di là di questo filtro il segnale è già di tipo continuo, di valore opportuno e proporzionale all'assorbimento rilevato dalla bobina del sensore, e pronto per essere invia-

to al circuito di conversione analogico-digitale. Come tutti sanno i segnali di tipo analogico (ad esempio la pressione, la temperatura, la tensione, ecc.) non possono essere interpretati direttamente da un computer. Per fare in modo che quest'ultimo possa riconoscere questi dati è necessario adattare il segnale, e cioè trasformarlo in un formato riconoscibile dalla macchina. Il formato standard nel mondo dell'informatica è ovviamente quello binario definito dall'algebra booleana, più conosciuta come algebra digitale. Da quanto esposto è facile dedurre che si deve convertire il valore di tensione del segnale in una combinazione di 0 e

Il conduttore oggetto della misura deve essere fatto passare attraverso la bobina del sensore



Il cuore dello stadio raddrizzatore è costituito dall'amplificatore operazionale LM358

1. Questa funzione è svolta da IC2, un ADC con la sigla ADC0831 costruito dalla National Semiconductor, e dai componenti associati a questo integrato, IC3, R4 e P2. Il segnale analogico raggiunge il terminale 2 di IC2, che con l'aiuto di alcuni riferimenti di tensione prestabiliti (operazione eseguita da IC3 e R4) lo converte nel formato binario. L'intervallo di lavoro di questo integrato nella configurazione in esame è di 2,5 V, il che significa che la variazione del segnale analogico di ingresso può avvenire entro un margine simile. L'uscita dell'ADC0831 (terminale 6) deve essere collegata alla scheda di I/O che, a sua volta, viene collegata al PC. Il margine di lavoro disponibile all'ingresso (2,5 V) corrisponde ai 256 valori disponibili sull'uscita (terminale 6) di IC2.

Il terminale 3 di IC2 verrà utilizzato in seguito per regolare il valore "0" della misura, mentre gli altri terminali sono destinati al protocollo di comunicazione che è necessario stabilire tra la scheda di interfaccia e il calcolatore. In pratica, il terminale 7 riceve gli

impulsi di clock (CLK) e il terminale 1 (/CS) abilita il circuito nell'istante corretto perché esegua la conversione A/D, e successivamente invii i dati binari al computer (tramite il terminale 6 dell'integrato).

I due connettori di uscita della scheda di interfaccia, indicati con CN2 e CN3, devono essere collegati rispettivamente ai connettori CN2 e CN3 della scheda I/O.

MONTAGGIO DEL CIRCUITO

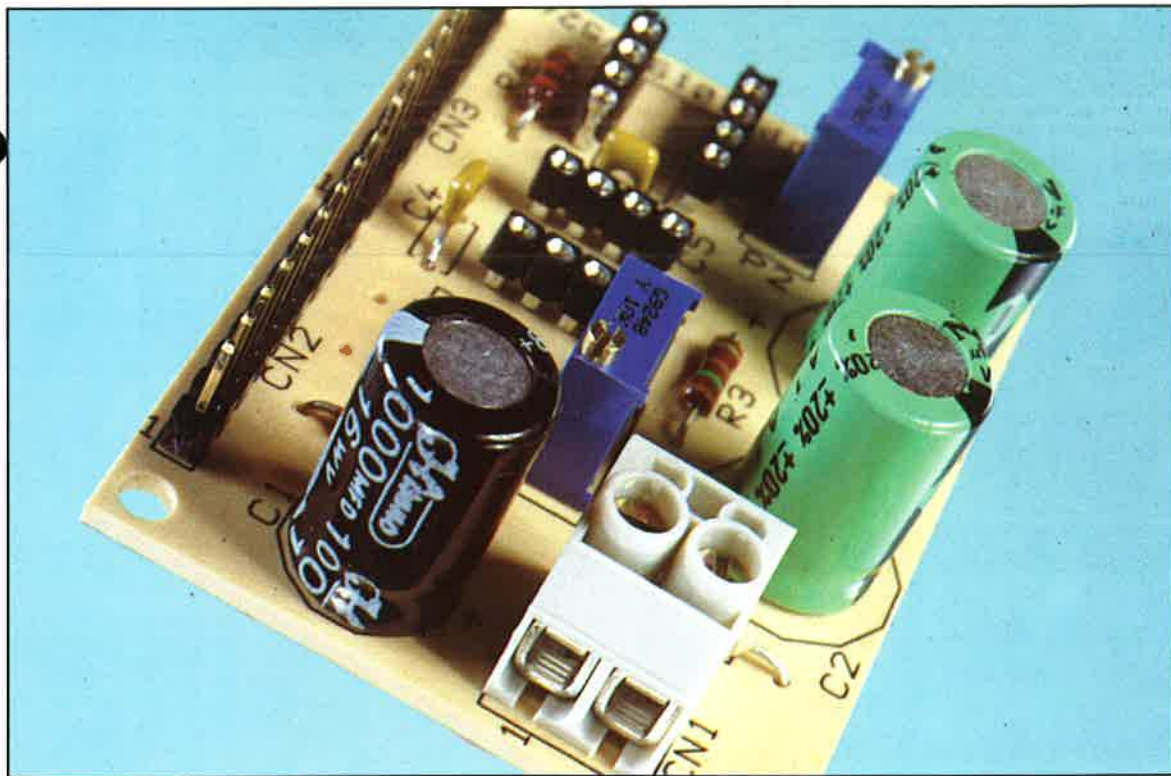
I componenti necessari per la scheda di interfaccia per il controllo del consumo di energia elettrica non sono assolutamente difficili da reperire in commercio, eccezion fatta per la bobina S1, che dovrà essere realizzata manualmente. Il procedimento relativo alla costruzione di detta bobina non è complicato ma piuttosto laborioso. L'illustrazione corrispondente riporta i dati necessari per realizzarla senza problemi.

Si inizia seguendo le regole generali di qualsiasi

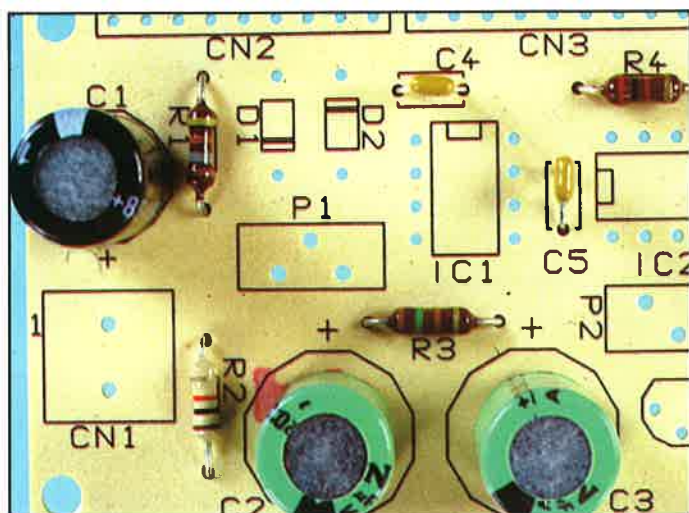
I due connettori CN2 e CN3 di uscita dell'interfaccia devono essere collegati rispettivamente ai connettori CN2 e CN3 della scheda di I/O

L'uscita dell'ADC0831 viene collegata al PC tramite la scheda di interfaccia di I/O

Dettaglio del connettore a vite al quale devono essere collegati i terminali della bobina



La bobina del sensore deve essere costruita seguendo le indicazioni fornite nel testo



I primi componenti che devono essere montati sono quelli passivi, costituiti dalle resistenze e dai condensatori

montaggio elettronico, e cioè installando per primi i componenti passivi: per componenti passivi si intendono resistenze e condensatori.

Dopo aver saldato i componenti sullo stampato, bisogna tagliare la parte del reoforo che fuoriesce dalla saldatura; è importante ricordare che alcuni condensatori sono di tipo elettrolitico, per cui devono essere montati in accordo con le indicazioni di polarità serigrafate sullo stampato.

Un errore nel montaggio di questi componenti non solo potrebbe causare dei malfunzionamenti del circuito, ma potrebbe provocare l'esplosione del condensatore, situazione piuttosto imbarazzante che potrebbe diventare pericolosa per la propria incolumità.

Giunti a questo punto si devono montare le file di terminali maschi, il connettore a vite del sensore, e i terminali femmina utilizzati come zoccoli per gli integrati (tranne che per IC3).

A causa della semplicità del circuito non è stato necessario utilizzare uno stampato a doppia faccia, per cui il montaggio risulta semplificato e consente di utilizzare zoccoli per integrati tradizionali al posto dei terminali femmina torniti; questo perché non si devono realizzare saldature sulla faccia superiore della scheda (lato componenti).

Di seguito si possono saldare i potenziometri di regolazione, che devo-

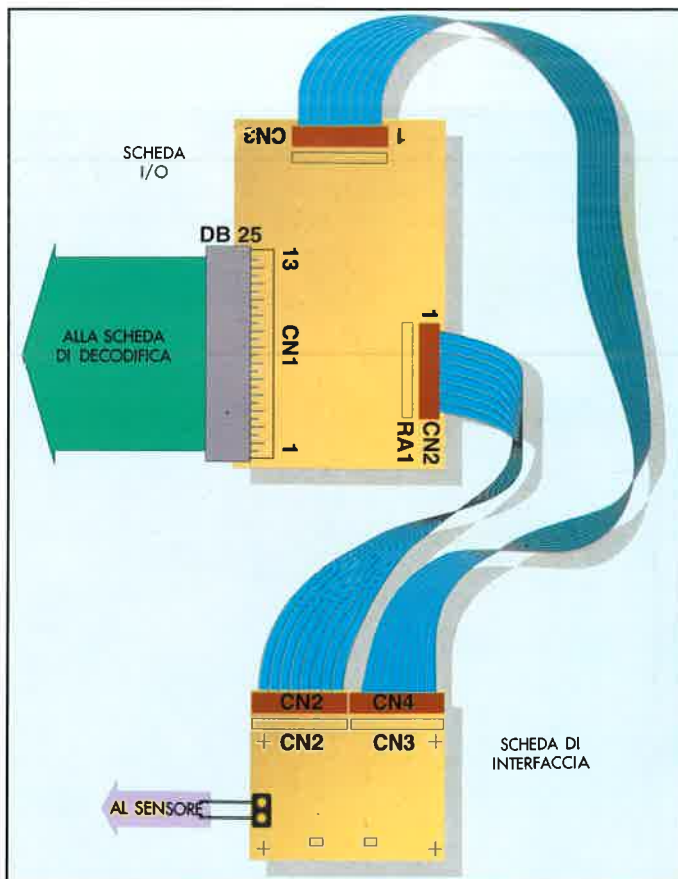
no essere a montaggio verticale (nella fotografia corrispondono ai componenti di colore viola).

Al termine di questa operazione si possono montare i componenti attivi sullo stampato, costituiti dagli integrati IC1 e IC2, che dovranno essere inseriti nei corrispondenti zoccoli, dal circuito integrato IC3, e dai diodi raddrizzatori D1 e D2. Come si può osservare, l'integrato che fornisce la tensione di riferimento IC3 e i diodi devono essere montati direttamente sulla scheda.

La saldatura di qualsiasi componente attivo è sempre piuttosto critica, anche se prestando un minimo di attenzione (evitando di surriscaldare troppo i componenti) è possibile portare a termine l'operazione senza problemi.

Uno dei vantaggi di questa scheda di interfaccia è dovuto al fatto che questa viene collegata direttamente alla scheda di I/O, che è in grado di stabilire in modo diretto la comunicazione con il

La scheda di interfaccia deve essere collegata alla scheda di I/O realizzata in precedenza



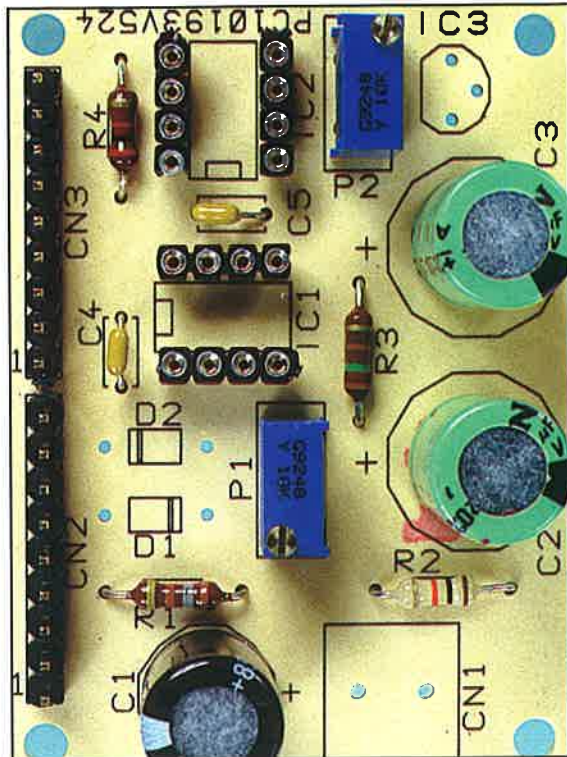
PC e fornire le alimentazioni necessarie. Ciò permette di evitare la progettazione e la realizzazione dell'alimentatore esterno, che dovrebbe erogare i 5 Vcc richiesti dal dispositivo.

Tra gli altri componenti che completano il montaggio si segnalano i condensatori C4 e C5, destinati al disaccoppiamento dell'alimentazione per i circuiti integrati IC1 e IC2, e la coppia di cavi di connessione che devono essere costruiti dal lettore. Questi possono venire realizzati utilizzando due cavi piatti a 9 fili di lunghezza non superiore ai 30 cm, ai cui estremi devono essere applicati dei connettori formati da una fila di terminali femmina che consentano l'inserimento nei corrispondenti terminali maschi montati sulla scheda.

VERIFICA

Una delle operazioni più ingrato che ogni sperimentatore elettronico deve effettuare è senza dubbio la verifica che segue qualsiasi realizzazione.

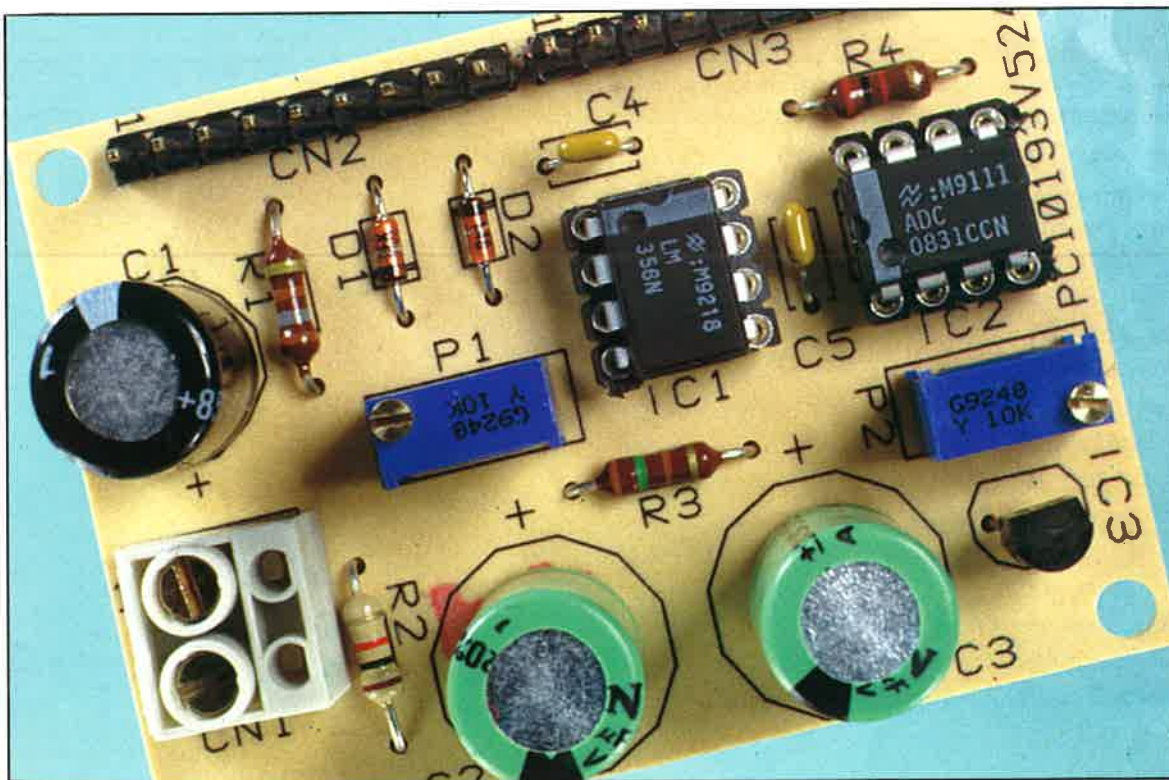
La prima operazione di controllo è costituita da una accurata ispezione visiva del circuito, che permette di localizzare sia eventuali cortocircuiti che saldature fredde. Queste ultime sono facili da



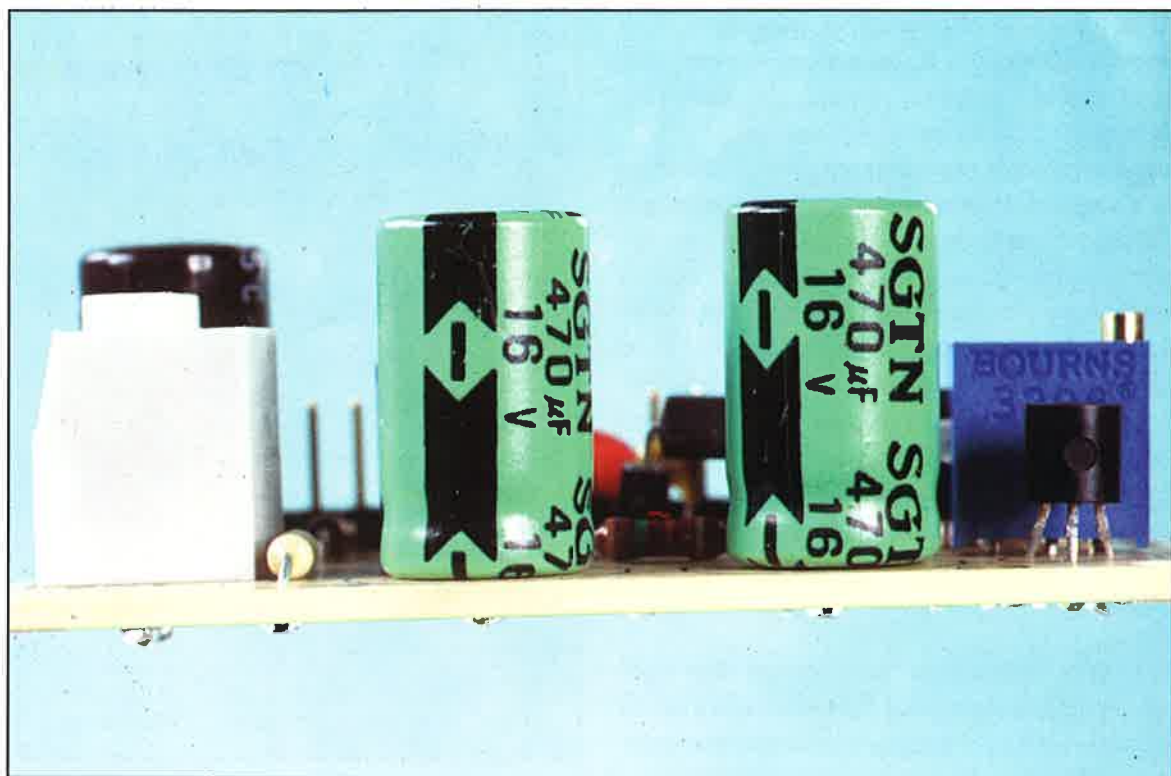
Si devono cablare i potenziometri di regolazione P1 e P2, le file di terminali per la connessione esterna, e quelle per gli integrati

individuare, e generalmente sono provocate da quei lettori non abituati a lavorare con il saldatore. Il trucco per localizzarle consiste nell'osservare attentamente la colata di stagno; se l'aspetto non

Scheda di interfaccia completa



La coppia di cavi di collegamento può essere realizzata con una coppia di cavi piatti



Vista dei condensatori che formano il filtro "π" all'uscita del raddrizzatore attivo

offre la tipica lucentezza della saldatura corretta, si può essere quasi certi di essere in presenza di una saldatura fredda. Queste righe non pretendono di essere un corso di saldatura, ma solo fornire alcuni consigli per gli hobbisti meno esperti. Infatti, una saldatura fredda offre una resistenza superiore rispetto a una saldatura ottimale, per cui il dispositivo potrebbe non funzionare correttamente, o addirittura si potrebbero avere conseguenze più gravi.

Il passo successivo consiste nel verificare la corretta alimentazione di tutti componenti polarizzati, costituiti dai condensatori elettrolitici e dai semiconduttori. Inoltre, è importante controllare il corretto orientamento dei circuiti integrati, che potrebbero essere stati montati al contrario; se così fosse, quando si alimenta il circuito potrebbero danneggiarsi in modo irreparabile. Per evitare questo problema è sufficiente osservare la serigrafia presente sullo stampato, che indica chiaramente l'orientamento del chip in funzione della sua tacca di riferimento.

Dopo aver eseguito queste verifiche la scheda di interfaccia è pronta per essere collegata e attivata (restano solamente da eseguire le regolazioni).

Elenco componenti

Resistenze

R1 = 180 Ω

R2 = 1 kΩ

R3 = 150 Ω

R4 = 2 kΩ

P1, P2 = 10 kΩ multigiri (a regolazione verticale)

Condensatori

C1 = 680 oppure 1000 µF - 16 V

C2, C3 = 470 µF - 16 V

C4, C5 = 100 nF

Semiconduttori

D1, D2 = 1N4148

IC1 = LM358

IC2 = ADC0831

IC3 = LM336 - 2,5 V

Varie

CN1 = connettore a vite per c.s.

CN2, CN3 = striscia da 9 terminali maschi

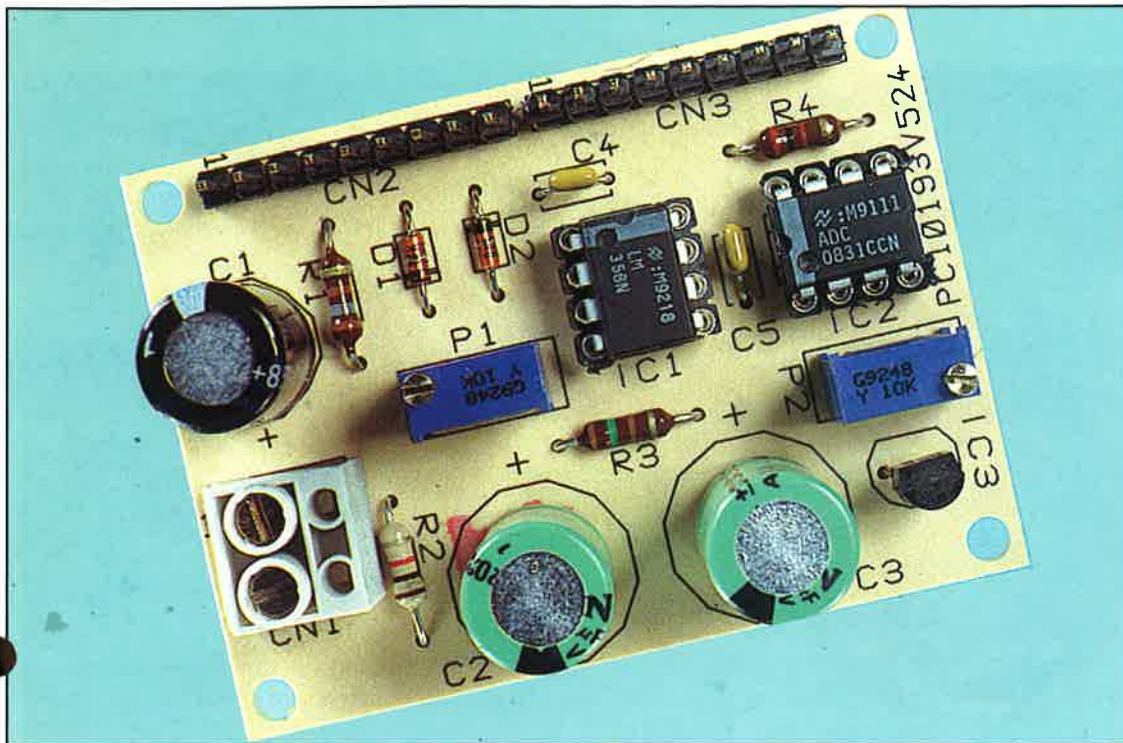
Nucleo toroidale di ferrite

Filo smaltato in rame con diametro 0,4 mm

Circuito stampato PC10193V524

Cavi di collegamento (2x) con la scheda di I/O

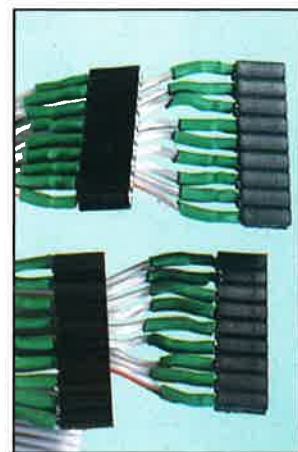
(vedere testo) e relativi connettori femmina



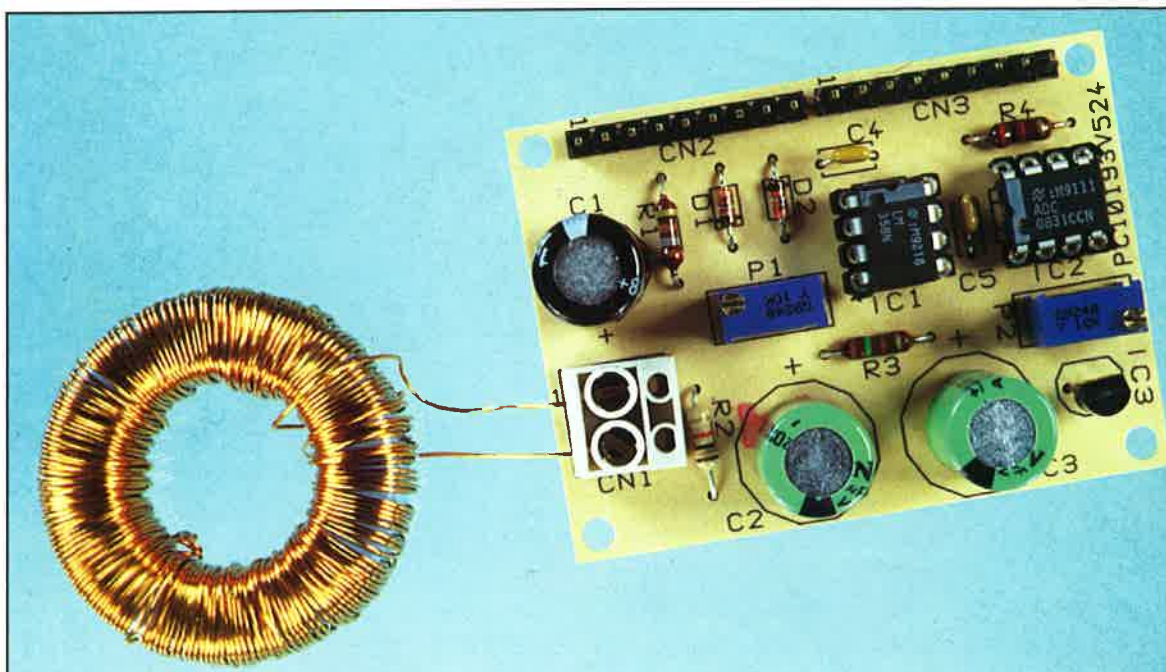
PROGRAMMA PER IL CONTROLLO DEL CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA

La completezza dell'indicazione visiva fornita dal programma che verrà di seguito presentato sarà un fattore determinante per convincere i lettori a realizzare il montaggio del circuito stesso.

dopo aver eseguito il montaggio della scheda di interfaccia che consente di misurare la corrente che passa attraverso una determinata linea, verranno descritte di seguito le regolazioni della stessa e i comandi per la gestione del programma che la



Questo circuito consente di misurare la potenza assorbita da una determinata linea elettrica



Vista generale del circuito collegato al sensore

controlla. A differenza di quanto avvenuto con altri montaggi, in questo caso è necessario utilizzare il programma già in questa fase, poiché sarebbe impossibile in altro modo realizzare le regolazioni necessarie al circuito per il suo corretto funzionamento; dopo aver eseguito la messa a punto, si tornerà nuovamente al programma per poterlo esaminare in modo più dettagliato.

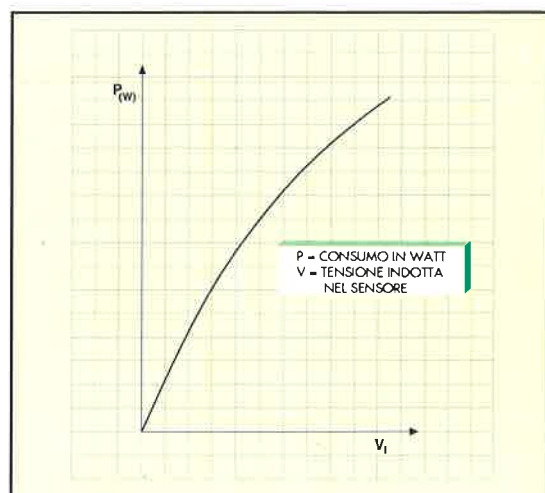
REGOLAZIONE DELLA SCHEDA DI INTERFACCIA

I programmi contenuti nel dischetto allegato possono essere così suddivisi: da una parte i file POT.EXE e POT.UIR, che sono gli unici necessari per l'esecuzione del programma, e dall'altra i restanti file che possono essere utilizzati per eventuali modifiche successive.

Lanciando il file POT.EXE viene visualizzata la schermata iniziale del pannello per il controllo della scheda di interfaccia; i singoli comandi che compaiono in questa videata saranno oggetto di una successiva e dettagliata descrizione. Per poter effettuare le regolazioni richieste è necessario, prima di avviare il programma, eseguire le seguenti operazioni:

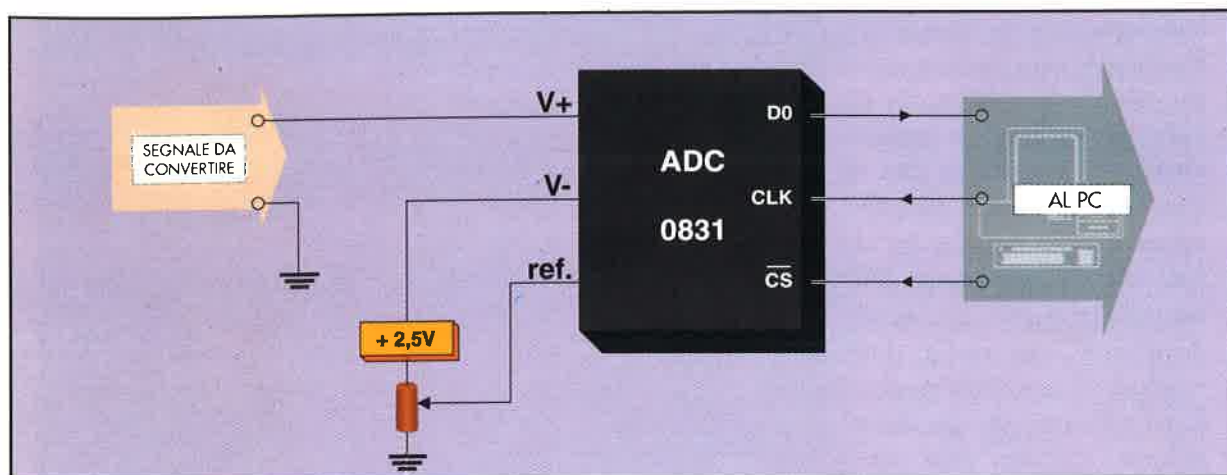
- collegare la scheda di interfaccia alla scheda di I/O con i cavi piatti realizzati allo scopo,

- inserire il ponticello J1 presente sulla scheda di I/O nella posizione A,
- applicare la bobina del sensore al circuito elettrico oggetto della misura, come indicato nel capitolo precedente, e collegarla all'interfaccia,
- avviare il programma e attivare il pulsante di accensione sul pannello di controllo,
- cliccare sulla finestra indicata con "Campionatura" e selezionare l'opzione "CONTINUA",
- cliccare sulla finestra indicata con "Indirizzo" e selezionare l'opzione "H300",



Andamento della tensione rilevata ai capi della bobina, in funzione dell'assorbimento della linea sotto controllo

Eseguendo il file POT.EXE compare la schermata del pannello di controllo del circuito



Se il consumo è nullo, il grafico deve indicare "0.00"

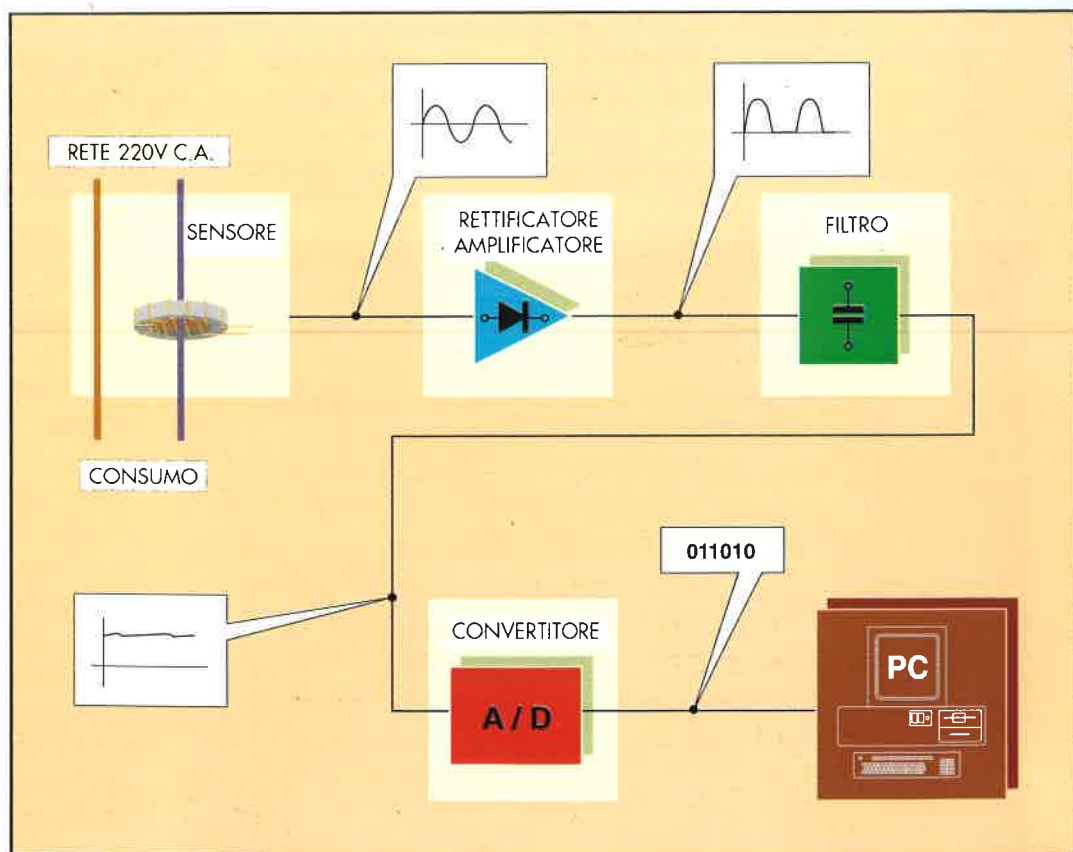
Schema della conversione analogico/digitale che precede il processo di misura

- collegare al circuito sotto controllo un elettrodomestico qualsiasi il cui assorbimento sia già noto; per semplificare le regolazioni si consiglia di utilizzare un apparecchio la cui potenza assorbita sia compresa tra 1000 e 2000 W.
- attivare il pulsante "Marcia": il grafico e gli indicatori cominceranno a riportare i valori della misura.

Questo è il momento giusto per eseguire le regolazioni del circuito. Per realizzare questa operazione vengono utilizzati i potenziometri presenti sulla scheda. Agendo su P1 bisogna cercare di far coincidere la lettura che compare sull'indicatore "Potenza in kW" con la potenza reale assorbita dall'elettrodomestico che si è collegato alle rete sotto controllo. Nel caso questa operazione risulti difficoltosa, è sufficiente regolare il potenziometro in modo che la lettura visualizzata sullo schermo sia il più possibile corrispondente al valore di assorbimento reale. La seconda regolazione deve essere effettuata sul potenziometro P2, dopo aver scollegato la linea sotto controllo dalla rete elettrica,

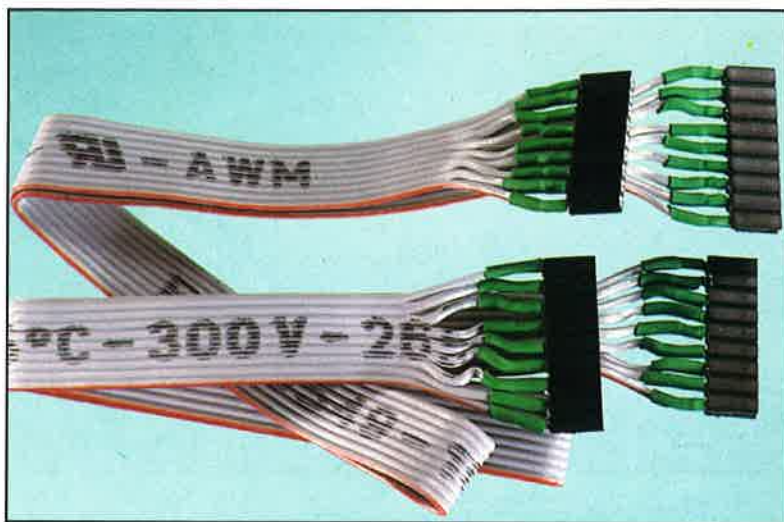
o più semplicemente dopo aver spento l'elettrodomestico. Quando si è in condizione di non assorbimento, sia il grafico che l'indicatore "Potenza in kW" devono riportare questo valore nullo. Se così non fosse è necessario agire su P2 finché la lettura non corrisponde al valore "0.00". Gli hobbisti elettronici si dividono in due categorie: quelli che al primo tentativo riescono a rego-

I segnali rilevati dal sensore devono essere adattati alle necessità dell'ADC, che li rende intelligibili per il computer.



La selezione delle opzioni "Campionatura" e "Indirizzo" deve avvenire prima dell'inizio della misura

lare l'apparecchiatura e quelli che invece hanno sempre qualche piccolo problema. Se si appartiene alla prima categoria si può essere certi che il circuito verrà regolato perfettamente al primo tentativo. Se, al contrario, si appartiene alla seconda categoria, può accadere che una delle due regolazioni non risulti precisa come richiesto dalle specifiche indicate. Ciò non deve però destare preoccupazione. Infatti, l'azione fatta sul potenziometro P2 ha sicuramente influito sulla regolazione eseguita su P1, per cui è necessario ricollegare il carico al circuito e regolare nuovamente P1. Dopo aver eseguito questa operazione, e per una maggior precisione del circuito, sarebbe opportuno scollegare nuovamente il carico e regolare ancora P2 finché la lettura non riporta il valore "0.00"; è importante che questa risulti precisa e, poiché non vi sono carichi collegati, dovrà corrispondere esattamente al valore "0.00" e non oscillare ad esempio tra "0.00" e "0.05". Come si può vedere le operazioni necessarie per la regolazione non sono assolutamente complica-

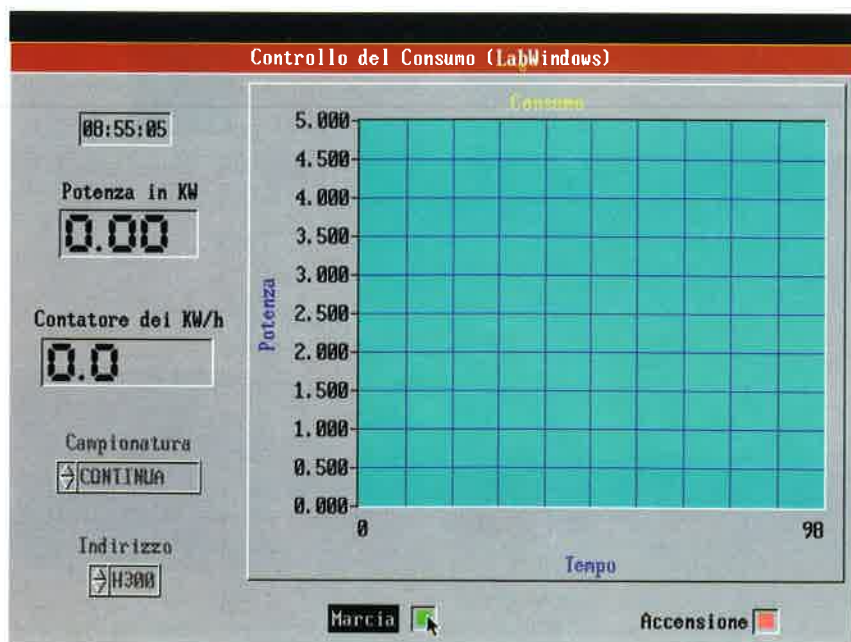


Per collegare l'interfaccia alla scheda I/O è necessario costruire una coppia di cavi piatti a 9 fili

te; è sufficiente avere un minimo di pazienza ed essere un po' pignoli. Può comunque accadere che per ottenere la precisione richiesta sia necessario ripetere più volte le sequenze indicate. Ciò è dovuto al fatto che la regolazione di uno dei potenziometri può influire leggermente su quella dell'altro.

Riassumendo, quando si è raggiunta una lettura quasi precisa del consumo reale, e una lettura di 0 W con assorbimento nullo, si può considerare la scheda perfettamente regolata.

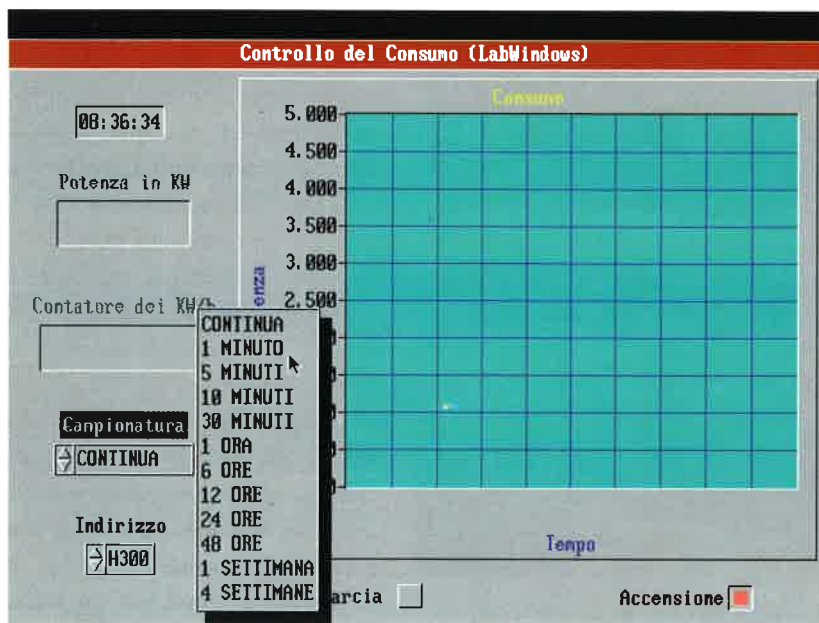
Pannello di controllo che compare sullo schermo quando si lancia il programma di gestione della scheda di interfaccia



IL PROGRAMMA

Come si è potuto notare, il programma non si limita ad una definizione qualitativa dell'andamento del consumo elettrico sullo schermo, ma converte i dati in una forma perfettamente intelligibile e quantitativa, fornendo molto più di una semplice indicazione visiva. Vengono di seguito esaminati i diversi comandi e opzioni disponibili sul pannello di controllo.

Per prima cosa è opportuno ricordare che le impostazioni dell'opzione "Campionatura" e dell'opzione "Indirizzo" devono essere eseguite prima di avviare il processo di misura. Come si può osservare, quando si avvia il pannello di controllo questi due parametri sono già attivi per richiamare l'attenzione dell'utente, in modo



La prima selezione da impostare è il tempo di durata della misura

che questi esegua le opportune impostazioni. Finché non si preme il pulsante "Marcia" il processo di misura è disabilitato. All'interno della finestra "Indirizzo" si hanno tre possibilità di scelta, corrispondenti ai tre indirizzi (in esadecimale) di configurazione della scheda di I/O. Questi indirizzi sono H300, H308 e H310, e corrispondono rispettivamente alle tre possibili posizioni A, B e C del jumper di configurazione presente sulla scheda stessa. L'impostazione del parametro "Campionatura" può essere eseguita scorrendo numerose possibilità di scelta, in quanto è riferita al dominio nel tempo. Queste possibilità sono relative ai diversi periodi di durata della campionatura, che possono andare da un minuto fino ad un massimo di 4 settimane.

In pratica, da questa selezione deriva anche l'impostazione della scala relativa all'asse orizzontale del grafico. Come si può osservare, la rappresentazione corrisponde ai valori istantanei della potenza assorbita; selezionando un periodo di campionatura di 5 minuti ad esempio, si indica al programma che la rappresentazione grafica deve impiegare quel tempo per percorrere orizzontalmente tutto lo schermo. Questa correlazione temporale è molto utile nel momento in cui si analizza il grafico risultante; in effetti però, quando la traccia che rappresenta la potenza assorbita raggiunge il bordo destro dello schermo non viene interrotta

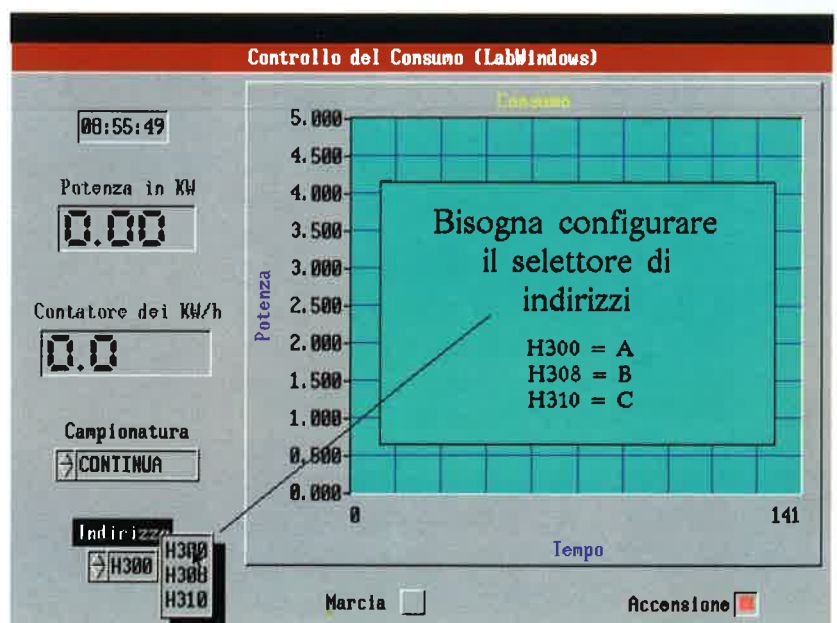
la misura, ma i valori continuano ad essere visualizzati grazie allo spostamento proporzionale dell'area di visualizzazione.

Infatti, in questo caso la finestra grafica si sposta automaticamente verso sinistra per poter continuare a rappresentare i punti corrispondenti alla misura eseguita. Tra le possibili selezioni presenti nel menu "Campionatura" una, che non corrisponde ad alcun periodo di temporizzazione, ha sicuramente richiamato l'attenzione del lettore. Si tratta dell'opzione "CONTINUA". Tutte le altre selezioni

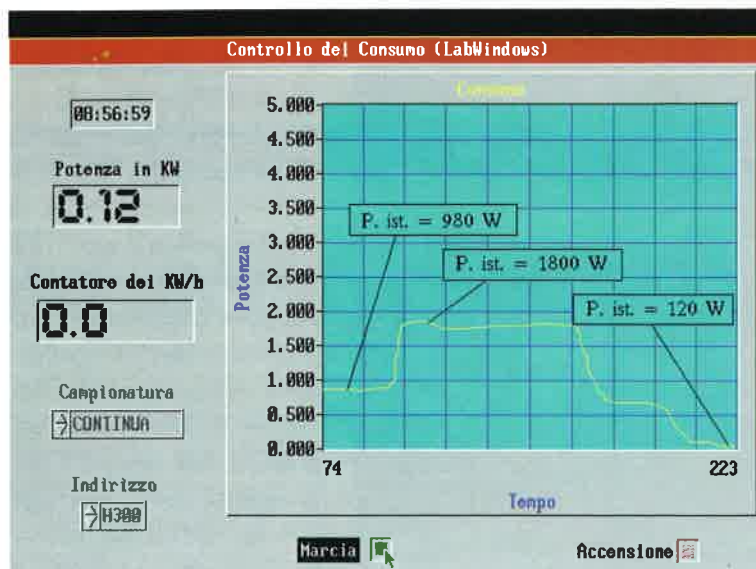
prevedono l'adeguamento della grafica rispetto al tempo di campionatura, in modo che il risultato sia quello desiderato. Con l'opzione "CONTINUA" invece la graduazione dell'asse orizzontale è libera, e il grafico ottenuto risulta limitato esclusivamente dalla velocità reale della CPU del proprio elaboratore. Con questa impostazione, quando la rappresentazione è realmen-

Finché non si preme il pulsante "Marcia" le misure risultano inibite

Con l'impostazione dell'opzione "Indirizzo" si indica al programma l'indirizzo al quale è stata configurata la scheda di I/O



Il pulsante di "Marcia" può essere attivato solo dopo aver impostato la configurazione dei controlli "Campionatura" e "Indirizzo"



Il grafico visualizza la variazione del consumo rispetto al tempo

te istantanea, il momento in cui deve avvenire la campionatura è determinato solamente dalla velocità del PC.

Occorre precisare che questa realizzazione è stata studiata per operare con apparecchiature sufficientemente veloci. Va però detto che tutte le prove eseguite su elaboratori dotati di processori 286 e superiori hanno dato risultati più che soddisfacenti. L'unico difetto è legato a una certa lentezza della rappresentazione (la misura resta però esatta) riscontrato in apparecchiature particolarmente obsolete: personal computer XT (sicuramente non più attuali) funzionanti a bassa frequenza (senza il turbo inserito). Ciò significa che con un PC XT a 4,47 MHz può capitare che la rappresentazione non risulti precisa come si vorrebbe (ma solamente rispetto al tempo di campionatura). Inoltre, bisognerà armarsi di molta pazienza per sopportare la lentezza di caricamento iniziale dei dati e per attendere la comparsa della rappresentazione grafica del pannello di controllo.

Dopo aver effettuato la configurazione dei parametri "Campionatura" e "Indirizzo" con i dati necessari è possibile attivare il pulsante "Marcia". Da questo stesso

istante inizia il processo di misura, e sull'indicatore di potenza in kW appare il valore istantaneo della potenza assorbita sulla linea controllata dalla bobina del sensore. Inoltre, è presente anche un indicatore di kW/h che memorizza e somma i valori istantanei dell'assorbimento, per consentire al lettore di valutare il costo relativo all'impiego dell'apparecchiatura sotto esame. È importante segnalare che questo indicatore viene automaticamente resettato ogni volta che si esce dal programma per cui, se si desidera avere un controllo dell'assorbimento per un periodo mediamente prolungato, bisogna

mantenere attivo il programma in modo continuativo. L'ultimo indicatore, ma non per questo il meno importante, presente sul pannello di controllo è costituito dalla finestra grafica, nella quale è possibile osservare non solo il valore istantaneo dell'assorbimento, ma anche il suo andamento nel tempo preimpostato, ed alcune altre informazioni piuttosto interessanti che sarebbero difficili da ricavare dal semplice valore numerico fornito dall'indicatore posto sulla parte sinistra del pannello di controllo.

Risulta chiaro che la traccia rappresentata sul

Carichi di diversa natura possono provocare picchi di rilevazione anomali

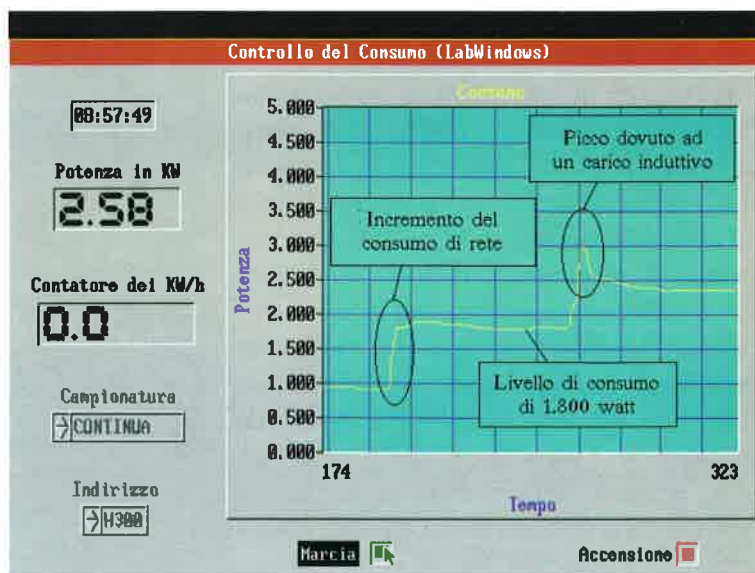
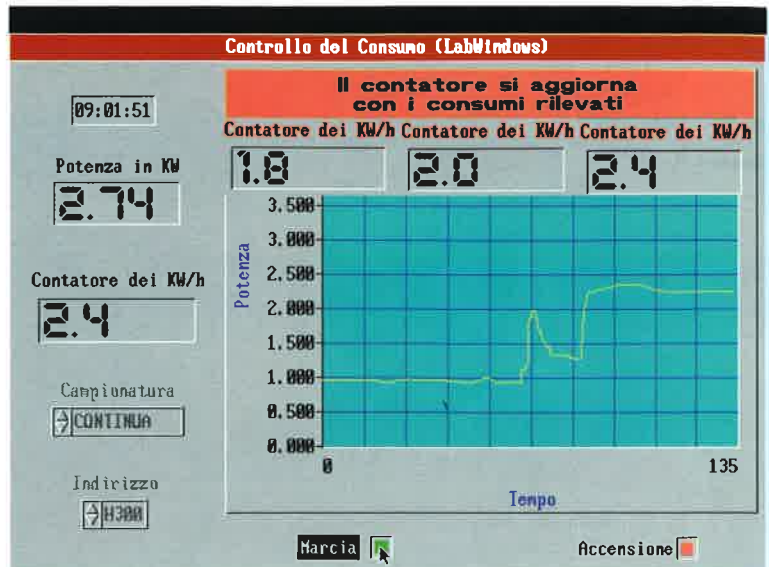


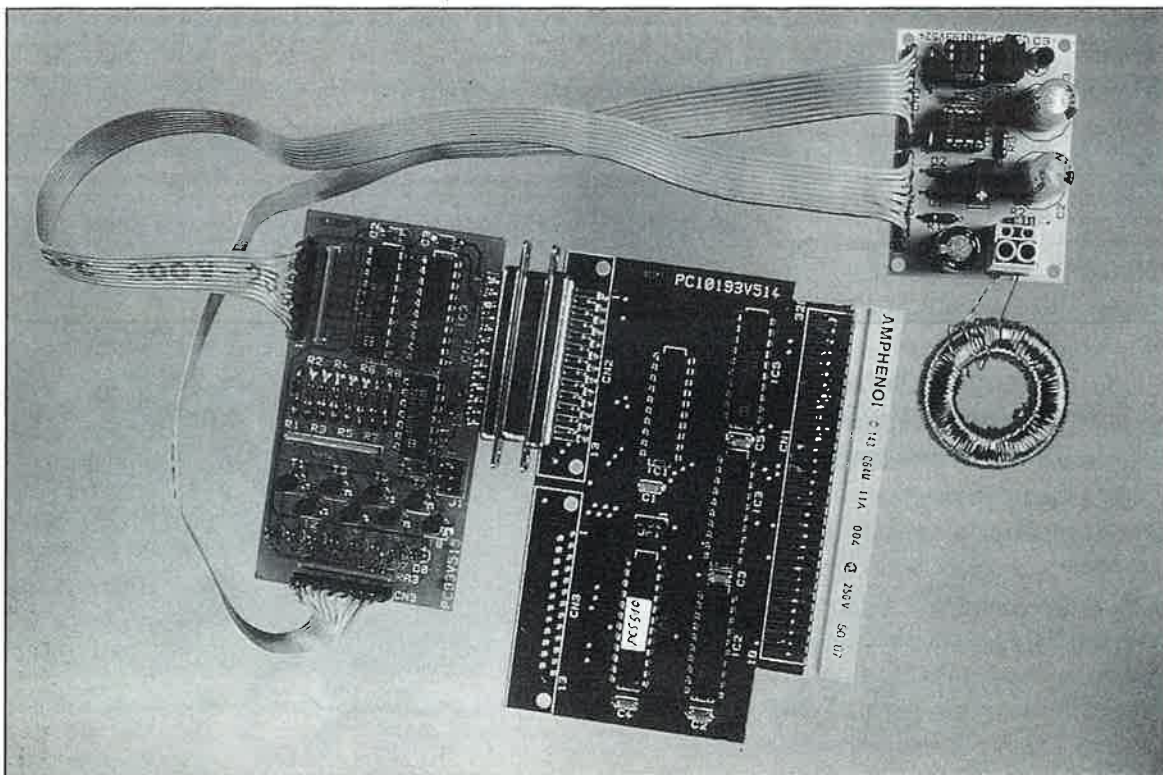
grafico viene formata digitalizzando i valori corrispondenti alle letture istantanee effettuate. Quando i carichi collegati alla linea sotto controllo sono di tipo prettamente resistivo, la lettura riportata dall'indicatore della potenza assorbita coincide in modo quasi perfetto al grafico rappresentato sul pannello, mentre con carichi di tipo induttivo, come può essere un aspirapolvere, un ventilatore di una certa potenza, oppure un televisore (all'accensione le sue bobine smagnetizzatrici lo convertono in un carico fortemente induttivo) si produce un assorbimento extra all'atto della loro accensione. Questo fenomeno da origine ad un effetto conosciuto con il nome di *picco di avviamento*, difficile da apprezzare con un wattmetro di tipo digitale (compreso l'indicatore numerico presente sul pannello di controllo). Agli effetti grafici però la situazione cambia; infatti, se viene collegato alla linea sotto controllo un carico di questo tipo, viene visualizzato un picco extra di consumo in corrispondenza dell'accensione dell'apparecchiatura. Come si può osservare nella figura corrispondente, l'avviamento di questo tipo di elettrodomestici comporta un assorbimento istantaneo molto superiore rispetto all'assorbimento medio



Il rilevatore di consumo memorizza e somma le misure istantanee e le indica in kW/h

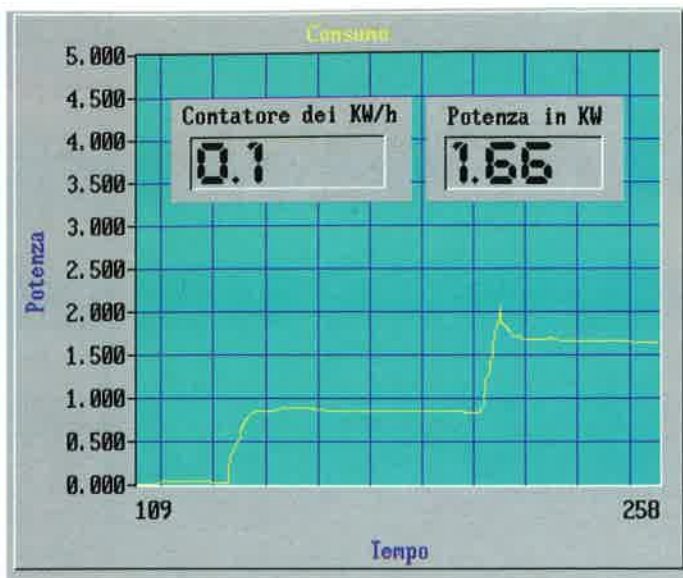
dell'apparecchiatura stessa. Risulta chiaro dalla figura che questo picco non ha una durata molto prolungata, e che l'assorbimento si stabilizza rapidamente.

I fenomeni "strani" associati all'assorbimento di una linea controllata dal circuito proposto (come



La scheda di interfaccia deve essere collegata alla scheda di I/O realizzata in precedenza

L'indicazione della potenza espressa in kW definisce il valore istantaneo della stessa



Bisogna distinguere tra misura istantanea (riportata dall'indicatore "Potenza in KW") e assorbimento (riportato dall'indicatore dei kW/h)

quello descritto nel paragrafo precedente), possono essere misurati con esattezza grazie al reticolo graduato presente sullo schermo della traccia e al valore selezionato con l'opzione "Campionatura" (è importante ricordare che non è possibile avere una graduazione dell'asse dei tempi se l'opzione "Campionatura" è impostata a "CONTINUA").

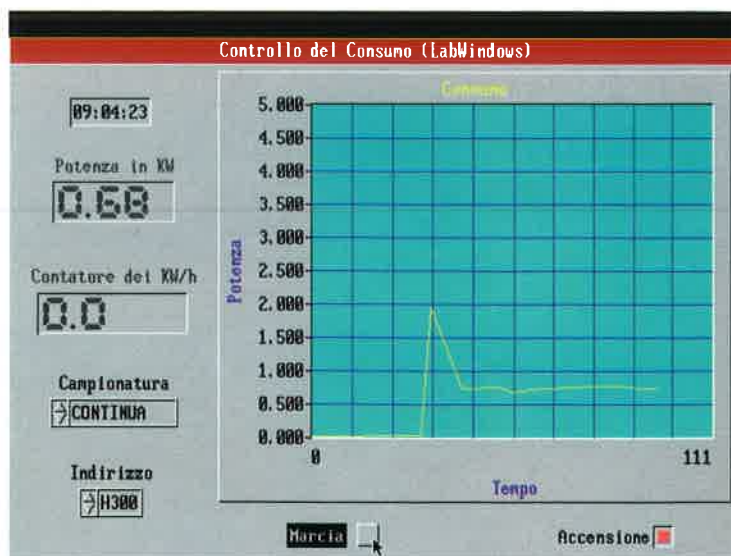
Inoltre, è possibile interrompere il processo di misura, e con questo l'acquisizione dei dati sia istantanei che cumulativi da parte dei relativi contatori; per eseguire questa operazione si deve semplicemente premere il pulsante "Marcia". Interrompendo l'ingresso dei dati, sia l'indicatore della potenza istantanea che quello della potenza assorbita si pongono in condizione di attesa; l'interruzione del processo è anche visiva, poiché questa situazione rende meno brillante la rappresentazione sullo schermo degli indicatori, e la traccia grafica non viene più sviluppata.

Per effettuare la misura è sufficiente premere il pulsante "Marcia" e l'acquisizione dei dati viene riattivata.

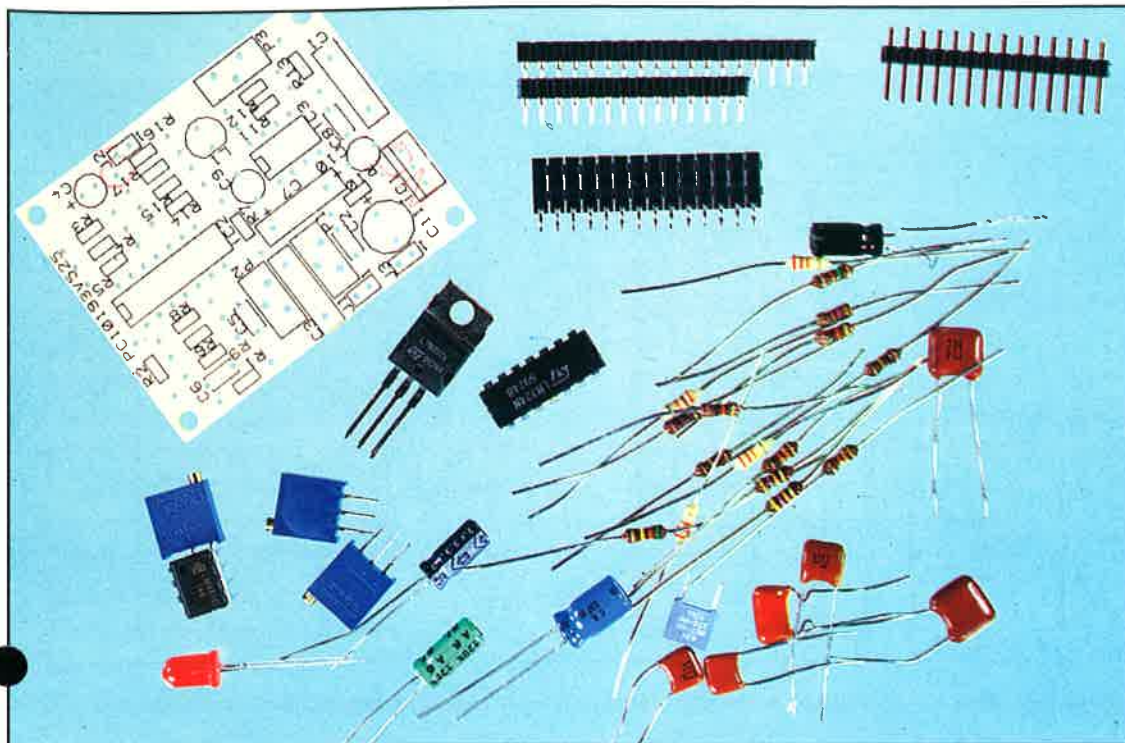
Tra tutti gli indicatori citati ne è presente uno sul quale non è possibile intervenire, corrispondente all'indicazione oraria presente nell'angolo superiore sinistro del pannello di controllo. Non si deve trascurare questa indicazione, che ovviamente è legata al clock interno del computer. Infatti, grazie a questa indicazione, assieme alla rappresentazione grafica e al valore impostato con l'opzione "Campionatura", è possibile valutare in modo approfondito l'andamento della potenza assorbita durante le diverse fasi del periodo temporale rappresentato sullo schermo.

Per i più perfezionisti si ricorda che per ottenere una indicazione esatta dell'ora è necessario regolare correttamente l'orologio interno dell'elaboratore. Questa impostazione non è difficile da ottenere, poiché è sufficiente eseguire dal sistema operativo il comando TIME del DOS prima di avviare il programma e inserire l'ora corretta.

Infine, è importante ricordare che alcuni programmi (compresi alcuni videogiochi) richiedono l'accesso all'interrupt incaricato di controllare la data e l'ora del PC. Poiché il programma di controllo del consumo di energia elettrica utilizza proprio questo interrupt, si consiglia di resettare il calcolatore se prima è stato eseguito qualche altro programma, o almeno verificare che quel programma non sia incompatibile con quello del controllo.



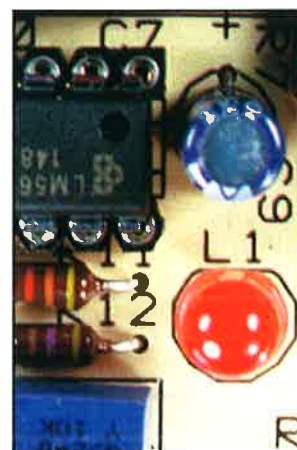
Premendo nuovamente il pulsante di "Marcia" vengono inibiti gli indicatori, ed è possibile esaminare il grafico risultante



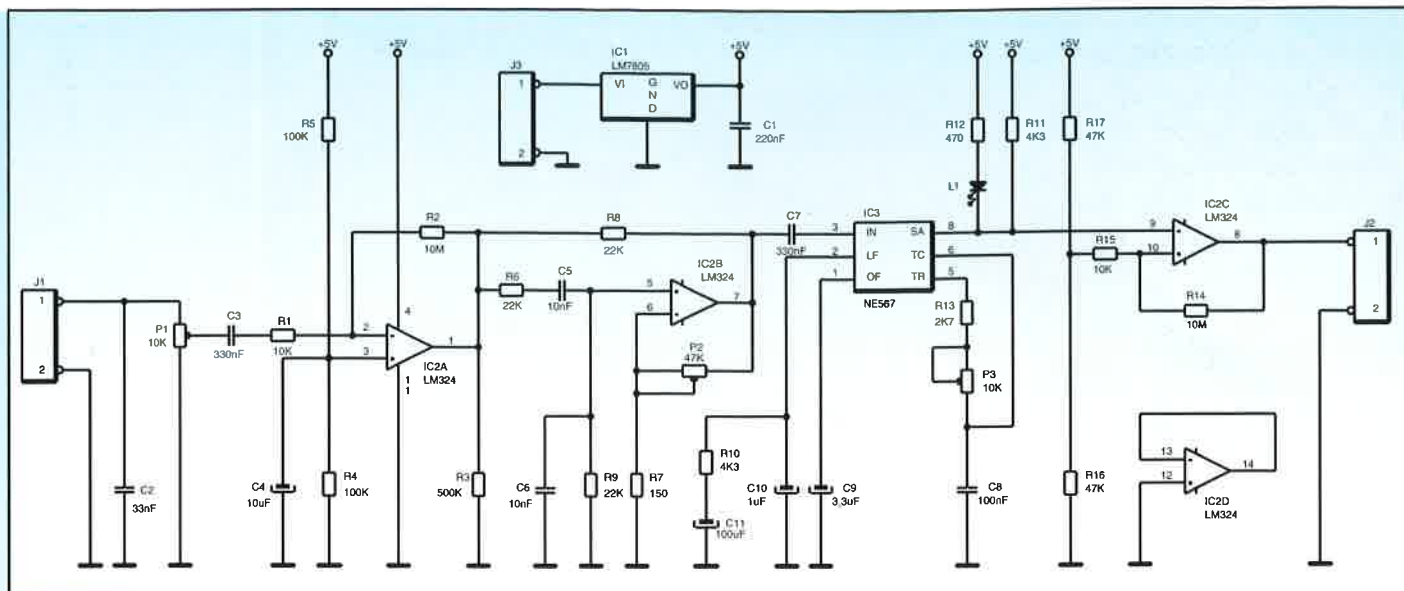
DECODIFICATORE MORSE

Per la maggior parte dei radioamatori il codice Morse è come il libretto dei voti per uno studente universitario. La funzione che il computer può svolgere in questo ambito non è altro che l'automatizzazione del processo di "ascolto".

nel mondo delle comunicazioni radiotelegrafiche esistono diversi metodi di trasmissione internazionalmente riconosciuti. Tra questi, i due più diffusi sono senza dubbio il sistema di codificazione Morse e quello conosciuto come RTTY. Il legame che esiste tra i due metodi è dovuto al fatto che entrambi usano sistemi codificati. Questi sistemi presentano il vantaggio di poter inviare informazioni in luoghi dove la trasmissione telefonica sarebbe molto difficoltosa, sia a causa di possibili interferenze che per circostanze ambientali.



Il computer può automatizzare il processo di ascolto



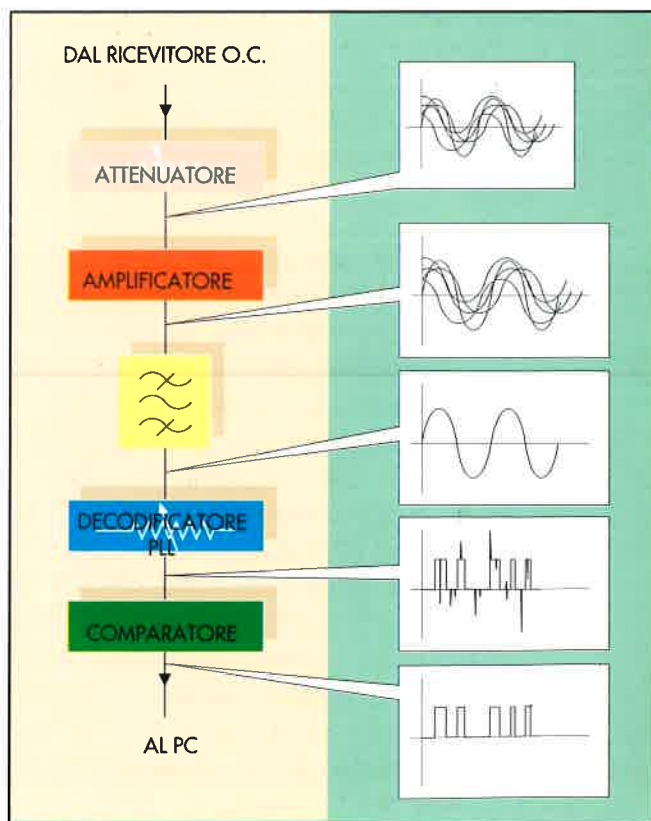
Schema elettrico del circuito di decodifica del codice Morse. L'alimentazione necessaria si ottiene da una pila a 9 V, la cui tensione viene inviata ad un regolatore da 5 Vcc (IC1)

L'invenzione del sistema per la codificazione delle lettere dell'alfabeto utilizzata per la trasmissione dei dati risale a tempi precedenti al codice Morse e, anche se il primo passo nella comunicazione senza fili lo fece Marconi all'inizio del ventesimo secolo, fu Samuel Morse il primo che definì un codice basato su un alfabeto coerente.

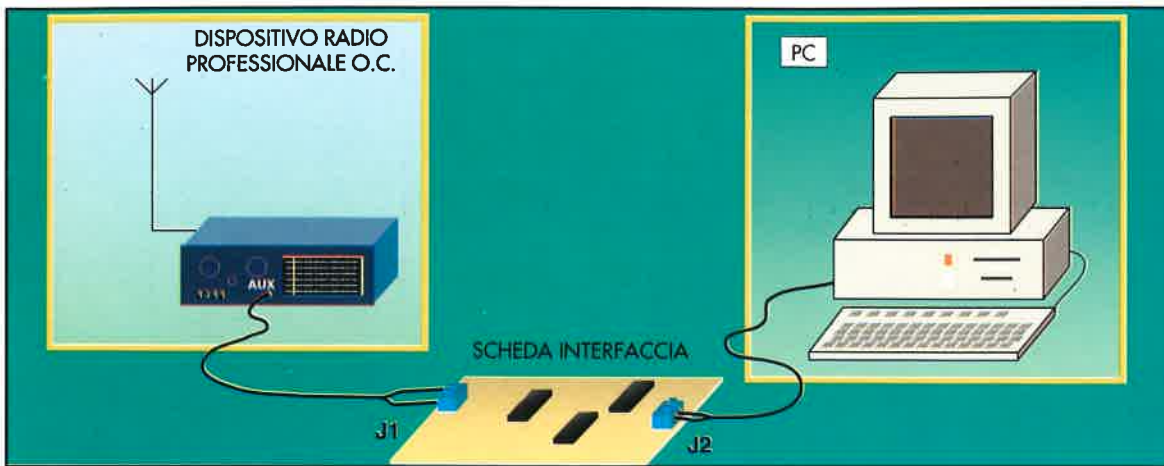
Le comunicazioni via *telex* o *teletype* (RTTY) possono essere considerate come un ulteriore perfezionamento del primo codice Morse. Il sistema RTTY utilizzava inizialmente una *modulazione di tipo tutto-niente*, ma le perdite che questo sistema causava hanno costretto i ricercatori allo studio di altre forme di trasmissione. Tra le varie proposte presentate è stata scelta la modulazione conosciuta come FSK (*Frequency Shift Keying*) nella quale viene provocato uno scorrimento della frequenza portante verso uno degli estremi massimi ammessi, realizzando in questo modo la codifica degli stati possibili della trasmissione. Questi due punti "logici" sono conosciuti internazionalmente come "segno" e "spazio". La differenza più evidente tra il sistema Morse e quello RTTY sta nel fatto che il primo viene gestito tramite operatori manuali, mentre il secondo implica il concorso

di dispositivi automatizzati. Questo fatto comporta che la durata di una trasmissione Morse è relativa, poiché dipende essenzialmente dalla spaziatura che l'operatore inserisce tra i punti e le

Il segnale proveniente dal ricevitore OC viene inviato ad un filtro passa-banda e ad un circuito PLL, che fornisce un livello logico in uscita in funzione della presenza/ assenza del segnale da 1 kHz



Schema a blocchi del decodificatore Morse



L'interfaccia deve essere collegata tra il ricevitore del radioamatore e il personal computer

linee e dalla lunghezza temporale di questi simboli. Di conseguenza, in questo tipo di comunicazione la precisione dipende esclusivamente dall'esperienza dell'operatore. Da quanto detto, è facile desumere che qualsiasi processo di automatizzazione e controllo eseguito con il calcolatore porta senza dubbio ad una maggior comodità di gestione, in questo caso, per l'operatore della stazione radio. Malgrado questa premessa, può accadere che l'elaboratore non sia sempre in grado di superare la capacità di ascolto di un operatore esperto. Infatti, quando bisogna decodificare il segnale ricevuto, il computer può non risultare competitivo con un radioamatore esperto, a causa dello stile di trasmissione dell'operatore che invia il messaggio o per la qualità della trasmissione che potrebbe non essere delle migliori (o per entrambe le situazioni).

Di seguito verrà descritta una applicazione dell'elaboratore per la trasmissione di informazioni con il codice Morse. Naturalmente non tutti i lettori godono dell'esperienza necessaria per ascoltare una trasmissione Morse e tradurre in modo diretto il segnale ricevuto. In un primo momento si può essere tentati di credere che il computer sia la panacea in grado di poter essere collegato tramite qualche tipo di interfaccia al proprio ricevitore per fornire in modo preciso il significato del segnale ricevuto in antenna.

Questa possibilità, che a prima vista potrebbe apparire fantascientifico, ad una analisi approfondita presenta una serie svantaggi ai quali si cercherà di porre rimedio con il programma creato per gestire la scheda di interfaccia. Questi svantaggi sono dovuti alla particolare caratteristi-

ca della relatività intrinseca della modalità di codificazione o, detto più chiaramente, alla difficoltà di discernere tra i diversi regimi di trasmissione gestiti da diversi operatori, oppure alla variazione di velocità di un operatore nella trasmissione dei codici. Lasciando però il problema software ai capitoli successivi, si prende ora in esame il circuito di interfaccia.

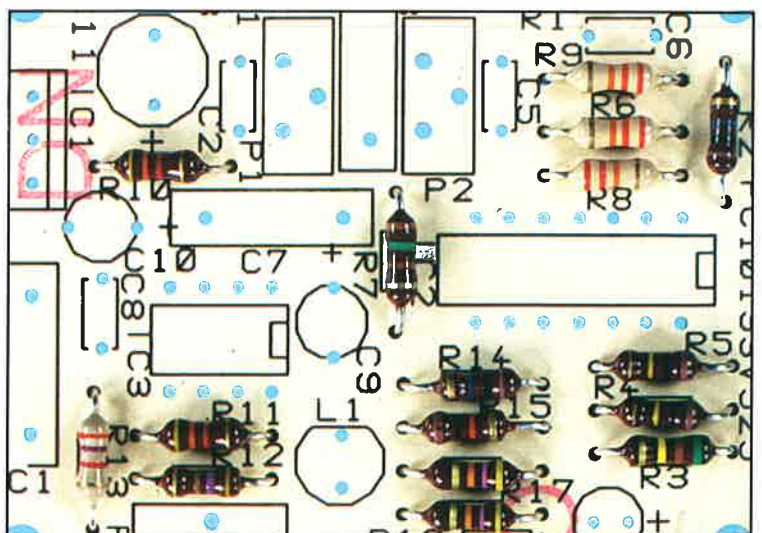
LA SCHEDA DI INTERFACCIA

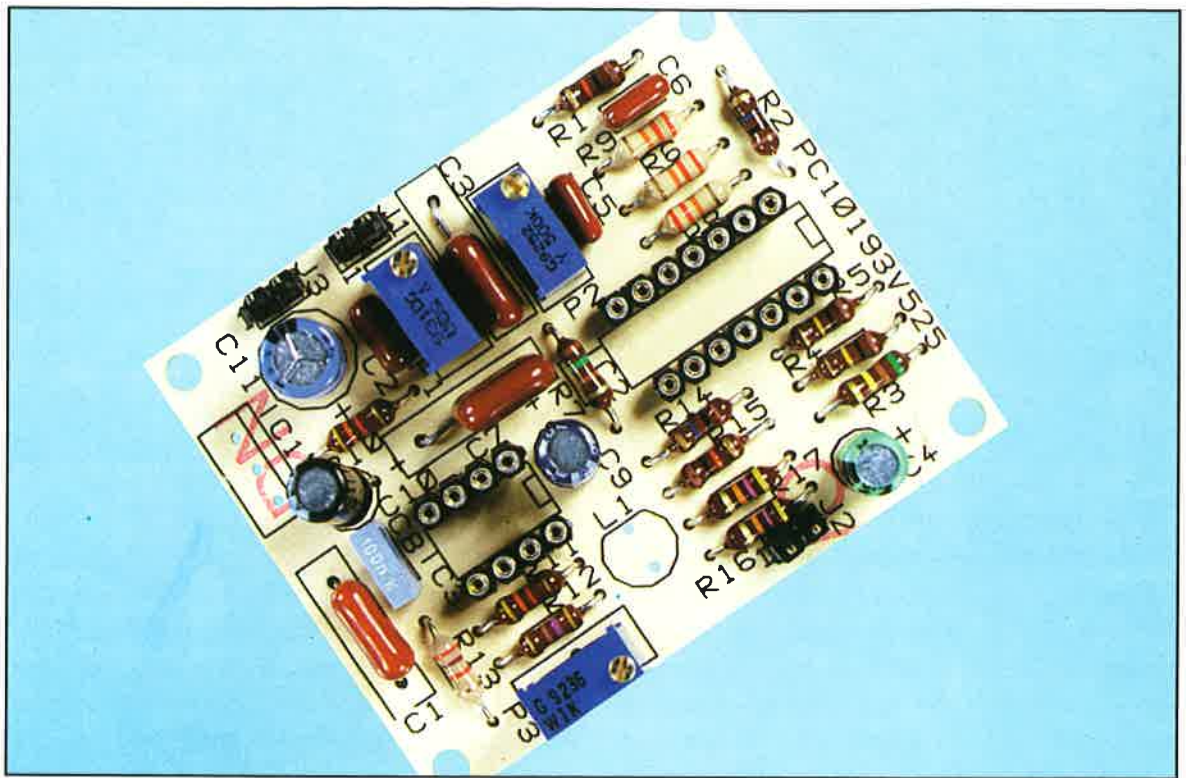
Se si osserva lo schema a blocchi relativo, si può notare che il segnale ottenuto dal ricevitore O.C. attraversa i seguenti stadi:

- un circuito di attenuazione, la cui funzione principale è quella di facilitare l'acquisizione del segnale di uscita (AUX) proveniente dal ricevitore

Le comunicazioni via telex o teletype (RTTY) possono essere considerate come un ulteriore perfezionamento del primo codice Morse

I componenti passivi devono essere montati sul circuito per primi. Nell'illustrazione viene evidenziata la posizione delle resistenze





Prima dell'inserimento dei semiconduttori, il circuito si presenta come in questa illustrazione

e fare in modo che giunga allo stadio successivo la parte di segnale che si desidera (funzione eseguita tramite il potenziometro di regolazione P1).

- un circuito di amplificazione/adattamento che ha il compito di adattare il segnale presente al suo

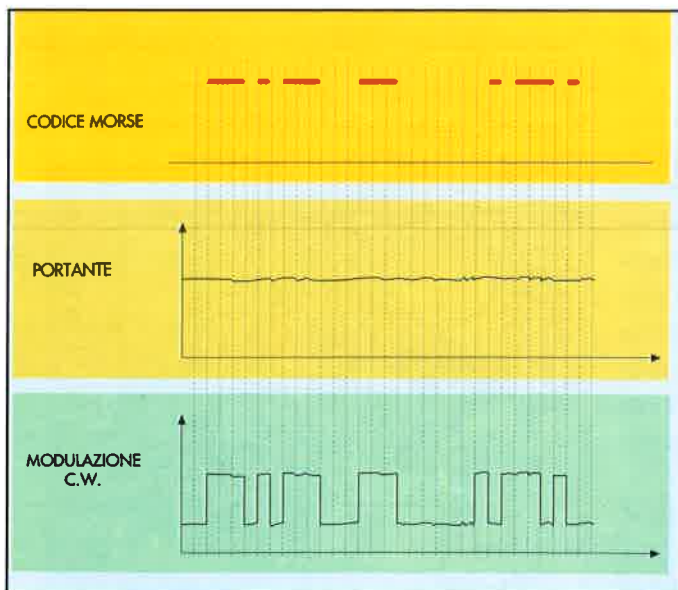
ingresso e aumentarne il livello al valore richiesto dallo stadio successivo.

- un filtro passa-banda attivo, impostato alla frequenza di lavoro dell'interfaccia compresa tra 800 Hz e 1200 Hz, il cui punto di lavoro può essere regolato con l'aiuto del potenziometro P2.

- un circuito PLL (Phase Locked Loop), prerogolato tramite il potenziometro P3 alla frequenza di 1 kHz, costituisce senza dubbio lo stadio più interessante. La sua uscita è di tipo digitale e risponde con uno 0 o un 1 alla corrispondente presenza o assenza della frequenza citata.

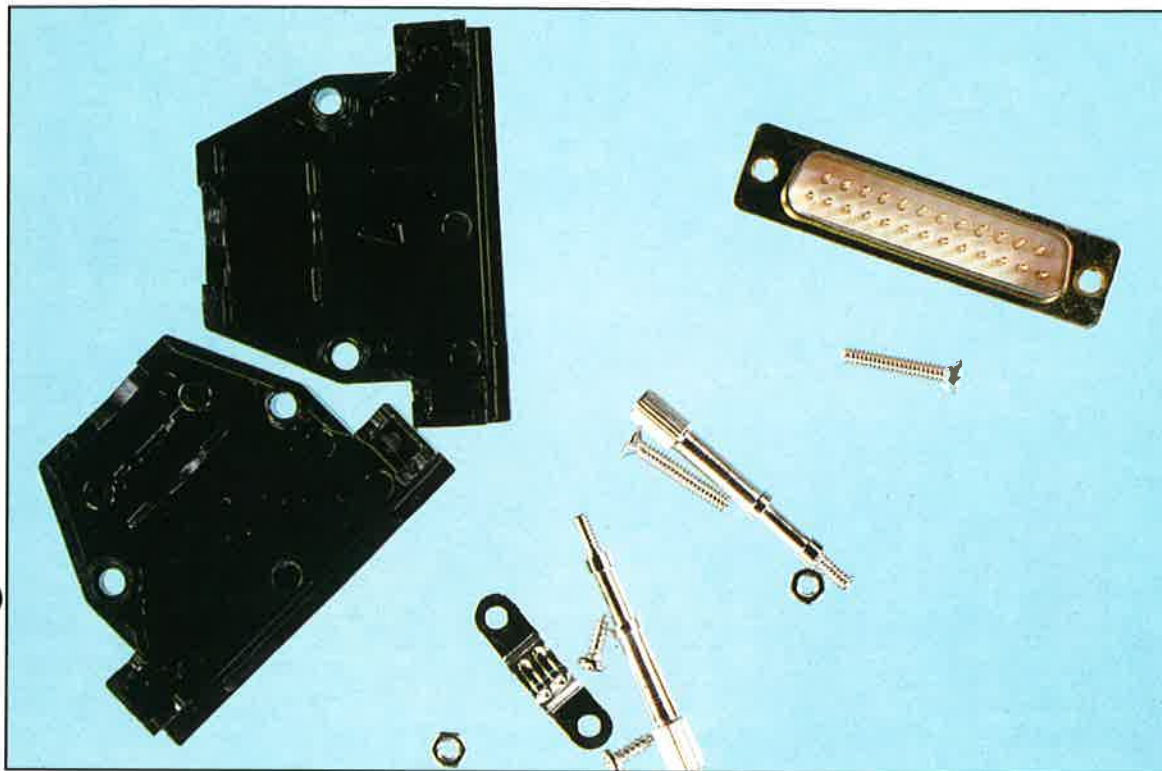
Questa uscita viene inviata ad uno stadio di adattamento, che trasferisce poi il segnale fino all'ingresso dell'elaboratore (nel quale entrerà attraverso il connettore DB-25 Centronics dedicato alla stampante).

L'ingresso al computer avviene attraverso una delle porte indirizzabili per le stampanti (LPT1-LPT3). In pratica, dei tre bus presenti in ciascuna di queste (Stato,



Il segnale captato dal ricevitore sfrutta la tecnica di modulazione tutto/niente della portante, che è più conosciuta come tecnica CW

Il PLL (Phase Locked Loop) viene regolato tramite P3 alla frequenza di 1 kHz



I connettori costituiscono una parte molto importante della realizzazione. La figura riporta tutti gli elementi che compongono un connettore DB-25 utilizzato per collegare l'interfaccia al computer

Controllo e Dati) si è utilizzato il bus di stato (ed in particolare il bit 7 di questo bus).

MONTAGGIO DELLA SCHEDA DI INTERFACCIA

Per poter effettuare l'assemblaggio dell'interfaccia proposta è sufficiente seguire le procedure abituali. Come si può vedere anche nelle relative illustrazioni, la realizzazione del collegamento della scheda al computer non comporta nessuna difficoltà. Per eseguirla bisogna procedere nel modo seguente: collegare J1 (ingresso del segnale) all'uscita del ricevitore O.C., J2 (uscita del segnale) al connettore Centronics del computer, e infine la presa J3 all'alimentazione prevista.

La sequenza consigliata per il montaggio è la seguente: come prima operazione bisogna montare i componenti passivi, corrispondenti alle resistenze e ai condensatori non polarizzati; successivamente si possono cablare i condensatori elettrolitici, i terminali per gli zoccoli degli integrati, i terminali per i connettori, e i potenziometri di regolazione (per maggiore comodità questi dovranno essere di tipo multigiri a montaggio verticale). L'ultima operazione consiste nel montaggio

dei semiconduttori: circuiti integrati, diodo LED, e regolatore di tensione.

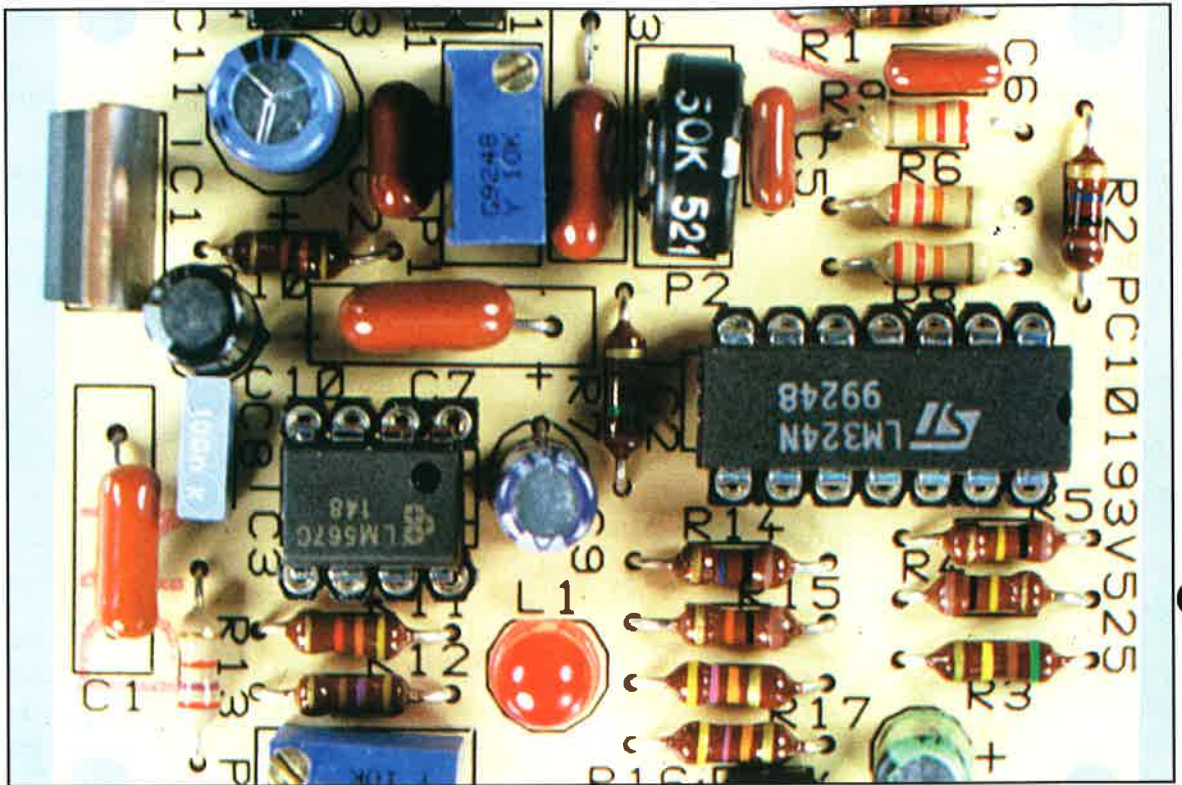
Può capitare che, se non si inseriscono correttamente i componenti e non si è sufficientemente precisi nella successiva fase di verifica, il circuito presenti qualche problema. Per evitare questa situazione, è importante eseguire saldature di buona qualità (evitando le tipiche saldature fredde), e ricontrollare la posizione e l'orientamento dei condensatori elettrolitici, degli integrati, e del regolatore IC1.

COLLEGAMENTO DELLA SCHEDA

Un punto importante nella realizzazione del dispositivo proposto è il cablaggio necessario per il suo collegamento. Il primo cavo che bisogna costruire è quello che collega il ricevitore/trasmittitore della radio alla scheda. Per la sua realizzazione si deve utilizzare un cavo coassiale sottile (come quello presentato nella figura corrispondente), ad un estremo del quale si dovrà saldare una presa che dovrà essere del modello opportuno per poterla collegare all'uscita ausiliaria (AUX) dell'apparecchiatura. In questo caso particolare, come si può osservare dalla figura, si è scelta una

I segnali arrivano al computer attraverso una delle porte indirizzabili per le stampanti (LPT1-LPT3)

L'interfaccia è pronta per essere collegata al mondo esterno, ma un'ultima verifica non è mai di troppo

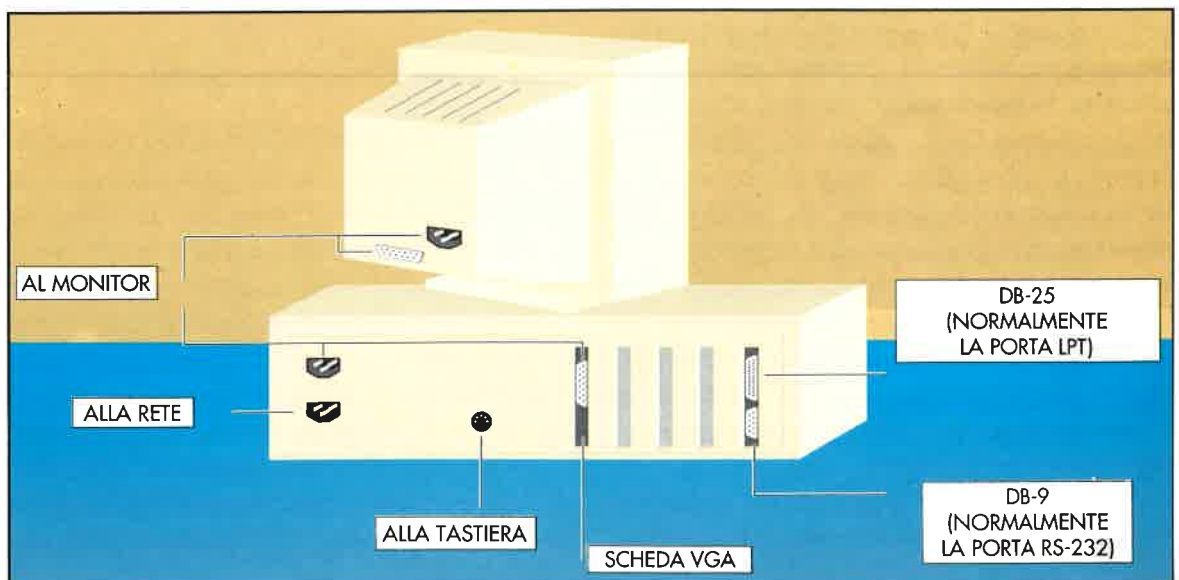


presa di tipo RCA. È importante che il conduttore attivo del cavo coassiale risulti collegato da un lato (quello del proprio ricevitore) al terminale attivo dell'uscita, e dall'altro al terminale di connessione indicato con 1 del connettore J1 presente sulla scheda di interfaccia. La calza, o massa, dovrà essere ovviamente collegata al terminale 2 dello stesso connettore.

Il secondo connettore presente sulla scheda (J2)

dovrà essere collegato all'elaboratore con un altro cavo coassiale che dovrà essere realizzato manualmente seguendo meticolosamente le istruzioni che verranno di seguito descritte. La calza di questo cavo, come si può vedere nella figura corrispondente, deve essere collegata al terminale 2 di J2 e al gruppo delle masse sul connettore DB-25. Come si può notare, la soluzione più semplice per eseguire questa operazione è quella

Sulla parte posteriore del PC sono presenti diversi connettori, tra i quali si deve individuare quello relativo all'uscita per la stampante (più conosciuto come Centronics)



L'ultimo cavo che si deve realizzare è quello di alimentazione della scheda

di collegare assieme tramite un conduttore (ad esempio un pezzo di reoforo tagliato dai componenti saldati sulla scheda) i contatti dal 18 al 25 di questo connettore. Il conduttore attivo del cavo deve invece essere collegato all'uscita del segnale (terminale 1 di J2) e al terminale 11 del connettore DB-25.

L'ultimo cavo che si deve realizzare è quello di alimentazione della scheda. Per questo si consiglia di utilizzare un portapile per pile a 9 V, che deve essere collegato al connettore indicato con J3. Come gli altri due connettori, anche questo è polarizzato (per ovvie ragioni, ma ancor più dei precedenti); la piedinatura di J3 riporta il "+" in corrispondenza del terminale 1, e il "-" in corrispondenza del terminale 2.

Dopo avere realizzato i cavi di collegamento, non resta che ispezionare visivamente la scheda. L'assenza di cortocircuiti tra le piste è la prima cosa che si deve verificare. Successivamente si devono controllare i condensatori elettrolitici, controllando il loro corretto orientamento (normalmente su questi condensatori il terminale negativo viene indicato sul contenitore con un segno-) in funzione della serigrafia presente sul circuito stampato, che

riporta il segno + accanto ai fori corrispondenti ai terminali positivi.

È opportuno verificare anche la posizione degli integrati: IC1 deve avere il dissipatore metallico rivolto verso l'interno della scheda, mentre IC2 e IC3 devono essere montati con l'orientamento corrispondente a quello serigrafato sullo stampato.

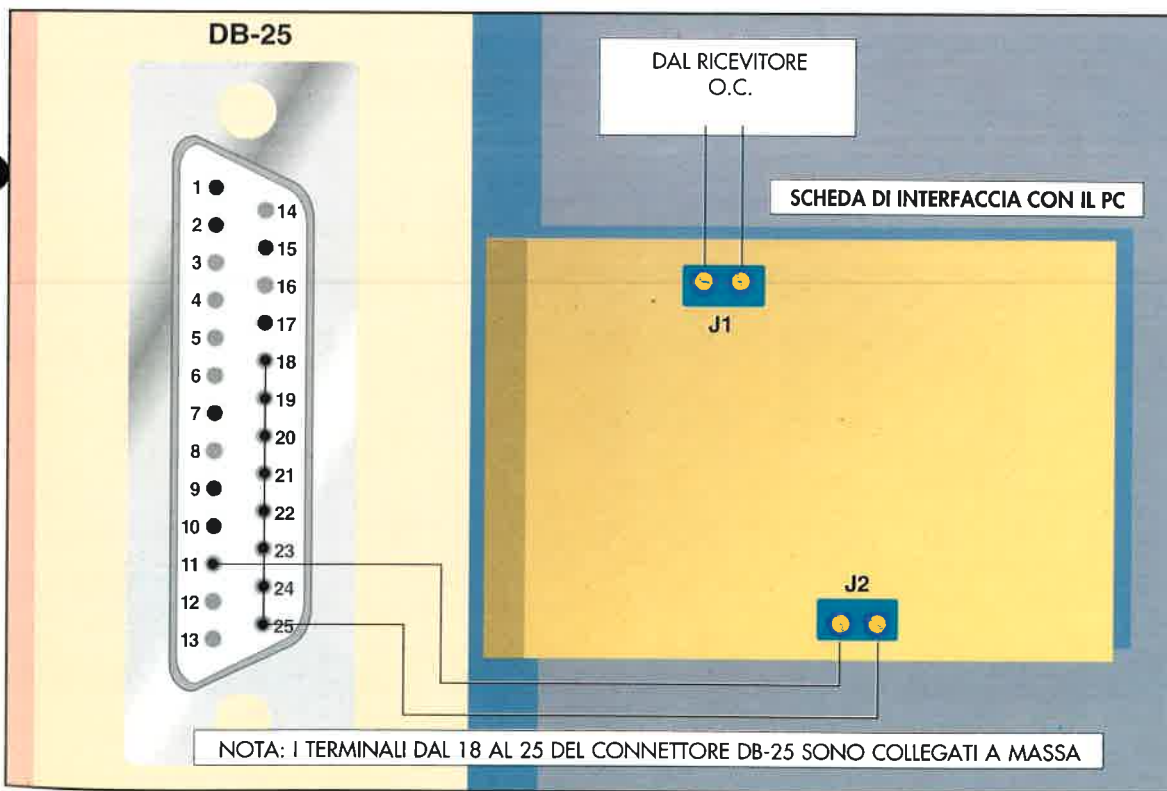
L'ultimo componente da controllare è il diodo LED (L1). Il suo catodo (riconoscibile controluce perché corrisponde al terminale interno più grande) deve essere inserito nel foro più vicino alla tacca serigrafata sullo stampato (quello più vicino alla scritta L1).

CONSIGLI PRATICI

Quando si tratta il tema della decodificazione bisogna considerare diversi fattori. Uno di questi è la modalità di trasmissione del segnale Morse. Come si può osservare nella figura di riferimento, la trasmissione avviene normalmente in modalità "portante tutto/niente", più conosciuta come CW. La scheda di interfaccia non è predisposta per lavorare direttamente con questo tipo di

La trasmissione del segnale Morse avviene normalmente con il sistema "portante tutto/niente", che è più conosciuto con il nome di CW

I collegamenti interni del DB-25 Centronics dovranno essere eseguiti seguendo lo schema riportato; è importante non dimenticare il collegamento delle diverse masse (terminali dal 18 al 25 del connettore)



Elenco componenti

Resistenze

R1, R15 = 10 k Ω R2, R14 = 10 M Ω R3 = 500 k Ω R4, R5 = 100 k Ω R6, R8, R9 = 22 k Ω R7 = 150 Ω R10, R11 = 4,3 k Ω R12 = 470 Ω R13 = 2,7 k Ω R16, R17 = 47 k Ω P1, P3 = 10 k Ω , potenziometroP2 = 47 k Ω , potenziometro

Condensatori

C1 = 220 nF

C2 = 33 nF

C3, C7 = 330 nF

C4 = 10 μ F, 25 V, elettrolitico

C5, C6 = 10 nF

C8 = 100 nF

C9 = 3,3 μ F, 25 V, elettroliticoC10 = 1 μ F, 25 V, elettroliticoC11 = 100 μ F, 25 V, elettrolitico

Semiconduttori

IC1 = LM7805, regolatore a 5 V

IC2 = LM324, amp. operazionale

IC3 = NE567, rivelatore PLL

L1 = Diode LED rosso 5mm

Varie

J1, J2, J3 = terminali maschi (2x)

Connettore DB-25 maschio

Tre file da due terminali femmina

Connettore portatile

Connettore RCA

Cavo coassiale

Fila da 22 terminali per zoccoli

Circuito stampato PC10193V525



Cavo di collegamento tra il dispositivo radio e l'interfaccia. In questo caso, ad un capo del cavo è stata montata una presa RCA

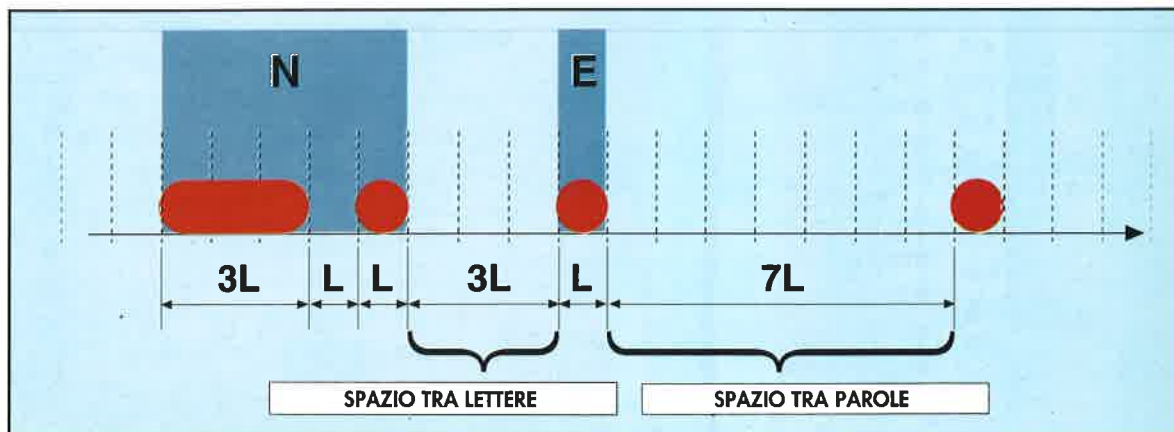
demodulazione. Per poter operare con questa modalità è necessaria una apparecchiatura da radioamatore di qualità media. Infatti, questo tipo di ricevitori comprende un oscillatore interno in grado di combinare la modulazione CW ricevuta con un segnale fisso (normalmente di 1 kHz). Come risultato di questa operazione il segnale viene convertito da una presenza/assenza di portante in un segnale Morse da 1 kHz; questa condizione è essenziale per poter operare con l'interfaccia per PC. Questo tipo di ricevi-

tori è generalmente dotato di un interruttore per attivare l'oscillatore interno (indicato con BFO), e in alcuni casi anche di un potenziometro per la regolazione fine della frequenza di funzionamento dell'oscillatore stesso. I fortunati che dispongono del controllo completo dell'oscillatore potranno realizzare l'accoppiamento alla scheda proposta più facilmente; coloro che dispongono del solo interruttore BFO dovranno regolare la frequenza utilizzando il potenziometro P3 dell'interfaccia.

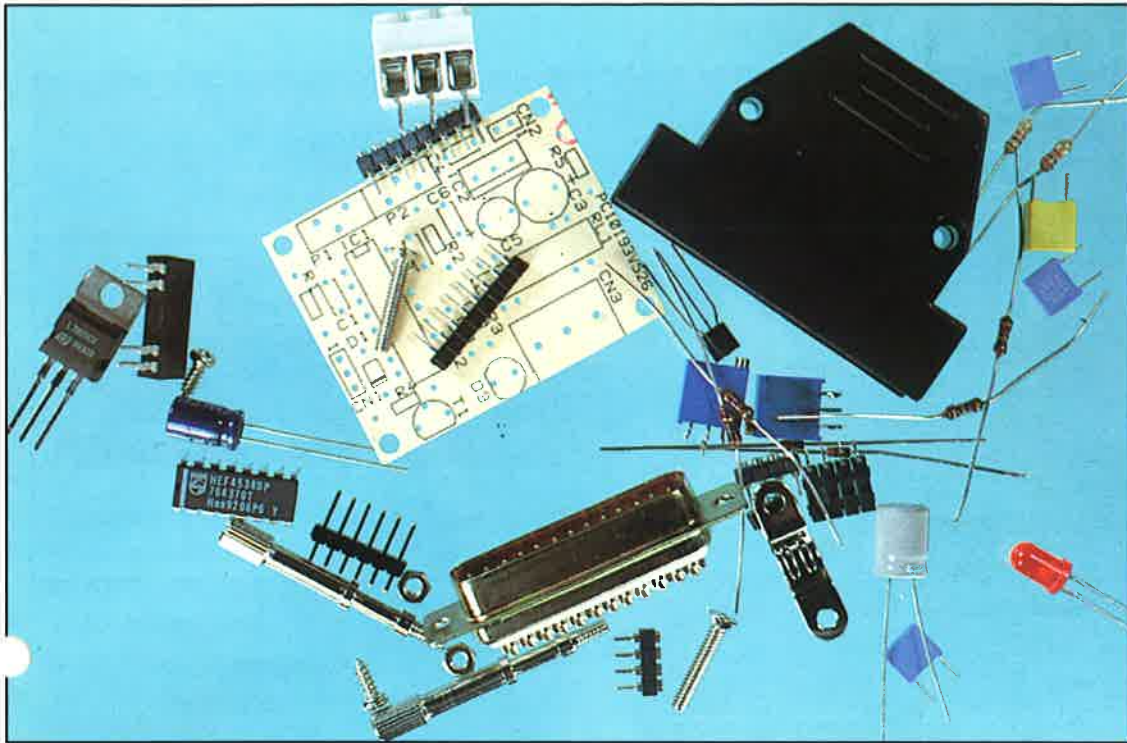
Un altro problema intrinseco alla trasmissione dei dati con il sistema Morse è dovuto, come già detto, alla relatività del tipo di segnale. In qualsiasi caso esistono alcune norme fondamentali relative al tempo di durata dei dati (punto, linea e i diversi tipi di spazi interposti tra questi) che sono indicate nella figura corrispondente. Una condizione

normalmente riconosciuta prevede che la durata della linea corrisponda a quella di tre punti, e lo spazio tra i simboli (punti e linee) sia pari alla durata del punto. Le altre spaziature sono: spazio tra le lettere normalmente pari a 3 punti, spazio tra parole pari a circa 7 punti. Nonostante le difficoltà che queste norme apportano alla trasmissione, rappresentano però un tentativo di standardizzazione delle trasmissioni da parte di operatori diversi e, soprattutto, consentono al computer di decodificare opportunamente il segnale ricevuto.

Il problema principale che sorge nel momento in cui bisogna decodificare il segnale Morse è costituito dalla "relatività" dello stesso. Quando la ricezione non è ottimale, il computer non è in grado di fornire la stessa qualità di un operatore umano



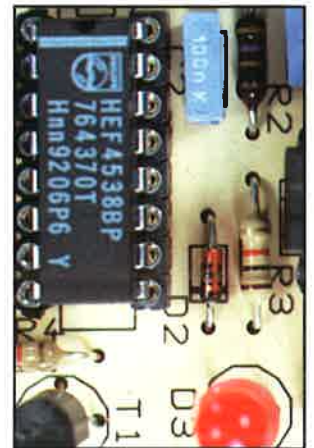
Per lavorare con questa interfaccia è indispensabile che il ricevitore sia dotato del BFO



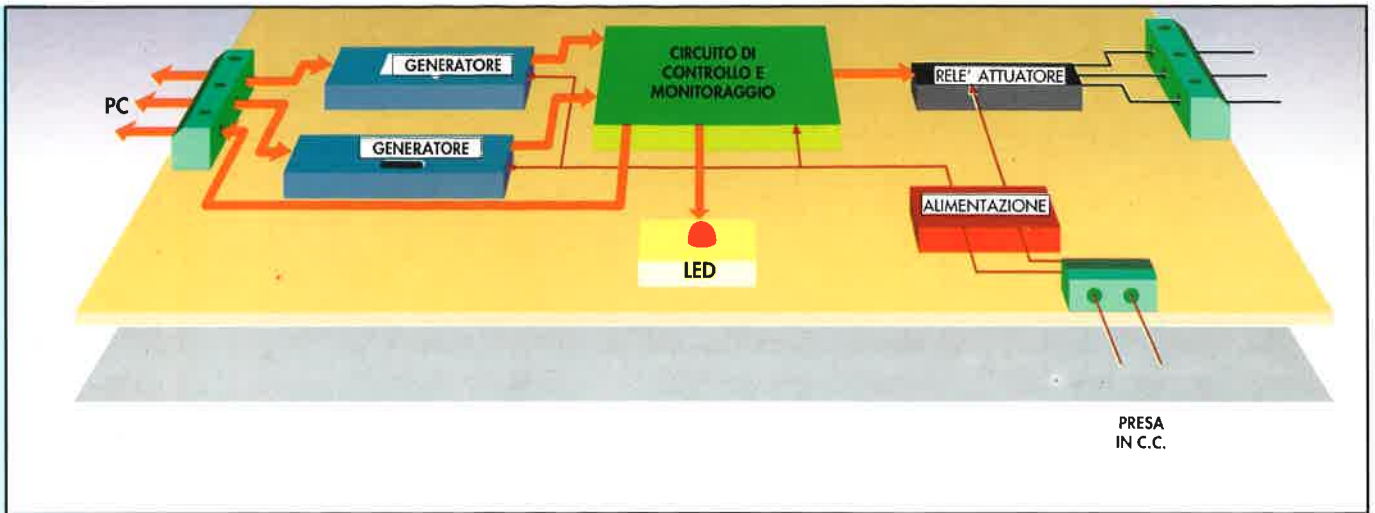
CODIFICATORE MORSE

Quando si deve trasmettere un segnale codificato, che nel caso in esame è un segnale in codice Morse, si possono verificare due situazioni: o si è veramente bravi nella gestione della chiave di codifica o si deve utilizzare il dispositivo che viene presentato di seguito.

in commercio sono già presenti diverse e complesse tecniche elettroniche destinate ad aiutare i radioamatori nella non sempre facile operazione della digitazione di un segnale Morse. Il circuito che viene proposto non vuole essere la panacea della trasmissione automatizzata, ma un semplice e modesto aiuto per tutti coloro che in un modo o nell'altro sono a contatto con entrambi i settori, l'elettronica e le trasmissioni radio.



Per gli appassionati delle trasmissioni in codice Morse, questo circuito può essere di molto aiuto



Schema a blocchi del codificatore Morse. Come si può osservare, il segnale proveniente dal PC viene suddiviso in tre canali

Il vantaggio apparente dell'automatizzazione del processo di scrittura del codice Morse non si manifesta solo quando entra in gioco un personal computer. Da sempre uno dei principali svantaggi della ricezione di un messaggio in codice Morse è dovuto alla relatività della trasmissione rispetto ai diversi operatori (la velocità e la qualità della trasmissione è sempre funzione dell'abilità dell'operatore) poiché, come tutti sanno, nonostante la simbologia Morse sia perfettamente definita ciascun operatore ha un suo stile. Per i neofiti, o meglio ancora per gli hobbisti che non hanno ancora compiuto il passo definitivo per entrare in questo club, il circuito proposto può rappresentare un vero e proprio salvagente.

È doveroso ricordare che lo stesso problema che si vuole risolvere (tramite l'automatizzazione), vale a dire il processo di trasmissione codificata, è già stato risolto da altri. Prova ne è il sistema di trasmissione RTTY (Radioteletype), che ha soppiantato il sistema di trasmissione tradizionale.

Come si può intuire, il principale vantaggio del sistema RTTY è dovuto al fatto che non è un operatore che scrive il codice che deve essere trasmesso, ma bensì una apparecchiatura complessa che, oltre a semplificare il processo, fornisce un'ulteriore possibilità non disprezzabile: una elevata velocità di trasmissione.

Lo scopo che si vuole raggiungere proponendo un circuito di decodifica tramite PC

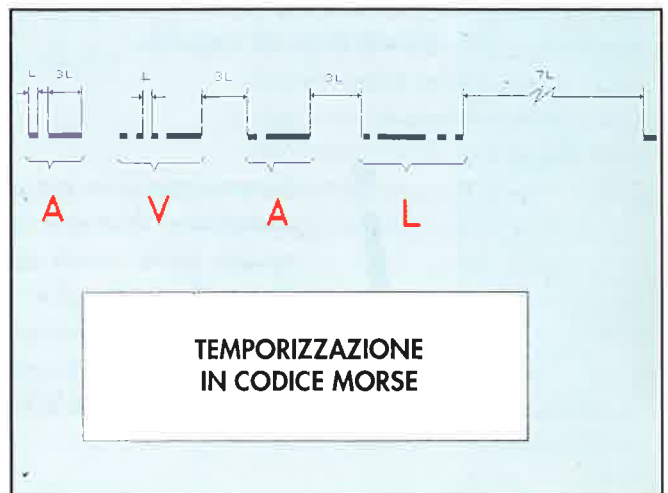
è molto più modesto, anche se grazie al basso costo del dispositivo potrebbero essere molti i radioamatori in possesso di un personal interessato a realizzare il circuito e a conoscerlo nei suoi dettagli.

IL CIRCUITO

Come si può osservare dallo schema a blocchi, il segnale proveniente dal PC (in seguito si vedrà come prelevare questo segnale) arriva alla scheda di codifica (che verrà da ora in poi chiamata interfaccia) attraverso il connettore CN1 (dicitura utilizzata nello schema elettronico). Come si può notare il segnale si suddivide in tre canali ben

Il principale vantaggio dell'RTTY deriva dal fatto che nessun operatore deve digitare il codice da trasmettere

Normativa delle spaziature tra simboli Morse

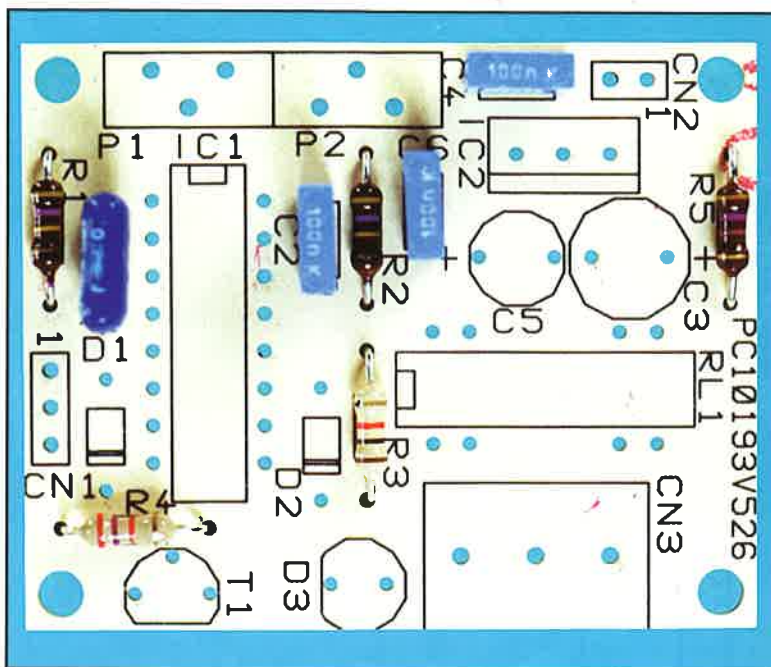


Il transistor T1 è il componente incaricato di pilotare il relè di uscita

La parte superiore (nel grafico) del 4538 ha il compito di generare il segnale relativo alla linea, mentre l'altra metà di questo chip (la parte inferiore) lavora per generare il segnale relativo al punto.

Essenzialmente gli elementi circuitali periferici che accompagnano entrambi i monostabili sono costituiti dagli stessi componenti, ad eccezione di un paio che differiscono tra di loro per il valore nominale (i condensatori C1 e C2). Come è ovvio, questi componenti sono quelli che determinano il tempo di attivazione del monostabile. I valori di questi componenti sono stati scelti in base al tipo di codifica che viene utilizzata. Tuttavia, esiste la possibilità di modificare questi tempi di attivazione dei monostabili (che comporta punti e linee più o meno lunghi); per coloro che vogliono avventurarsi in questi esperimenti, di seguito viene fornita l'equazione che permette di determinare il tempo di attivazione del monostabile in funzione dei componenti associati:

$$T = C_x \times R_x$$



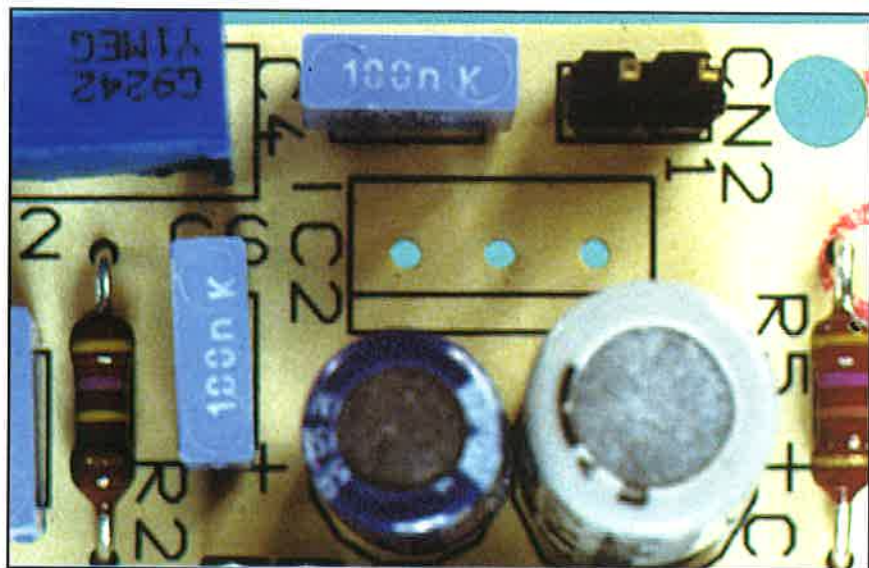
I primi componenti che si devono montare sullo stampato sono le resistenze e i condensatori non polarizzati

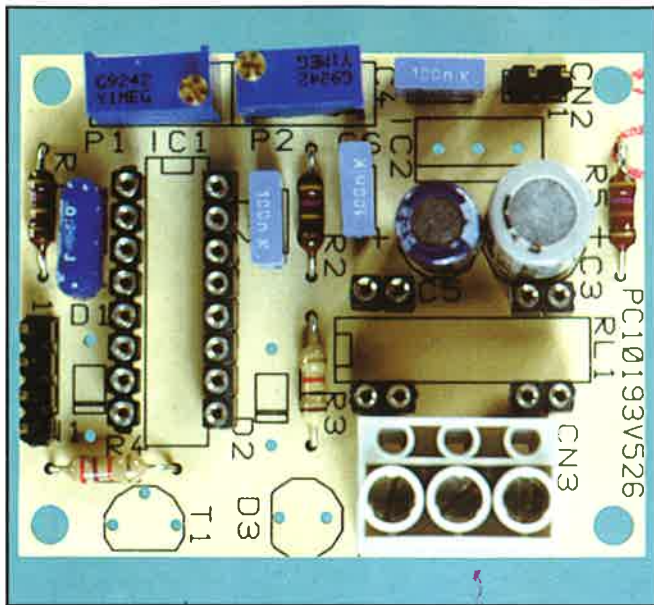
Dove T è il tempo (del punto o della linea) in secondi, C_x è la capacità (C1 o C2) espressa in Farad e R_x la resistenza (P1+R1 o P2+R2) espressa in Ohm.

Le uscite dei monostabili vengono collegate tra di loro tramite i diodi D1 e D2, e vanno a pilotare il transistor T1. Questo transistor è il componente che a sua volta pilota il relè di uscita, i cui contatti (aperti e chiusi) commutano alla frequenza del segnale Morse inviato dal computer.

Come si può osservare dallo schema, i segnali relativi ai simboli provengono dai terminali 1 e 2 del connettore CN1, mentre il terminale 3 ha una funzione ben specifica; poiché computer diversi (XT, AT, 386, ecc.) inviano i simboli all'interfaccia a velocità differenti a causa della loro diversa frequenza di lavoro, può accadere che i calcolatori più veloci risultino troppo rapidi, e inviino un simbolo senza attendere che il monostabile abbia terminato il ciclo precedente. Il segnale prelevato al terminale 3 aiuta a risolvere questo problema. La soluzione, in parte hardware e in parte software, è la seguente: quando si invia il primo simbolo (un punto o una linea) si attiva il monostabile corrispondente, l'uscita di questo raggiunge il livello

I condensatori elettrolitici, i terminali, e le prese devono essere montati in seguito





A questo punto si possono montare sullo stampato gli zoccoli per l'integrato e per il relè (facoltativo)

di innesco del transistor T1, e di conseguenza viene pilotato il relè.

Mentre il segnale è presente sulla base del transistor, il ritorno al computer (terminale 3 di CN1) si trova a livello logico alto. Il programma di gestione del circuito utilizza questa informazione per

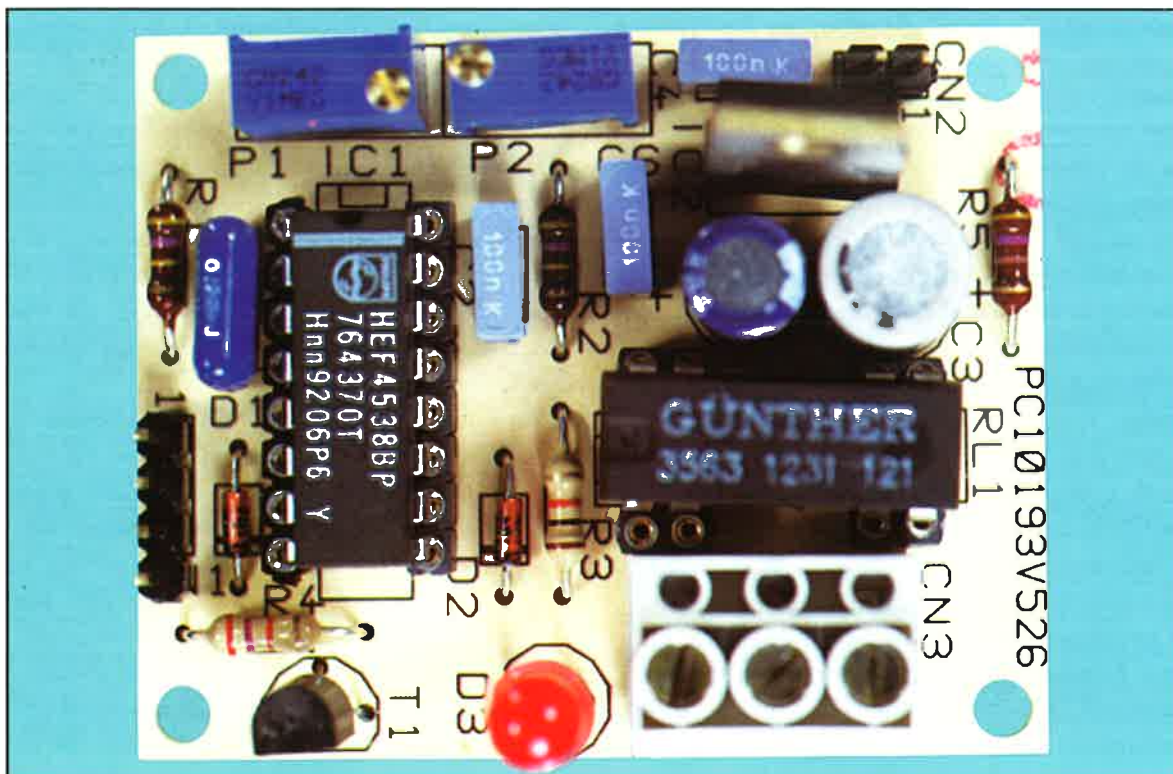
evitare che venga inviato all'interfaccia un nuovo simbolo prima che l'elaborazione del precedente sia terminata.

Il resto del circuito è formato da uno stadio di filtraggio e di stabilizzazione dell'alimentazione, e da un indicatore a LED che rivela lo stato attivo del relè. Giunti a questo punto non resta che darsi da fare e iniziare il montaggio.

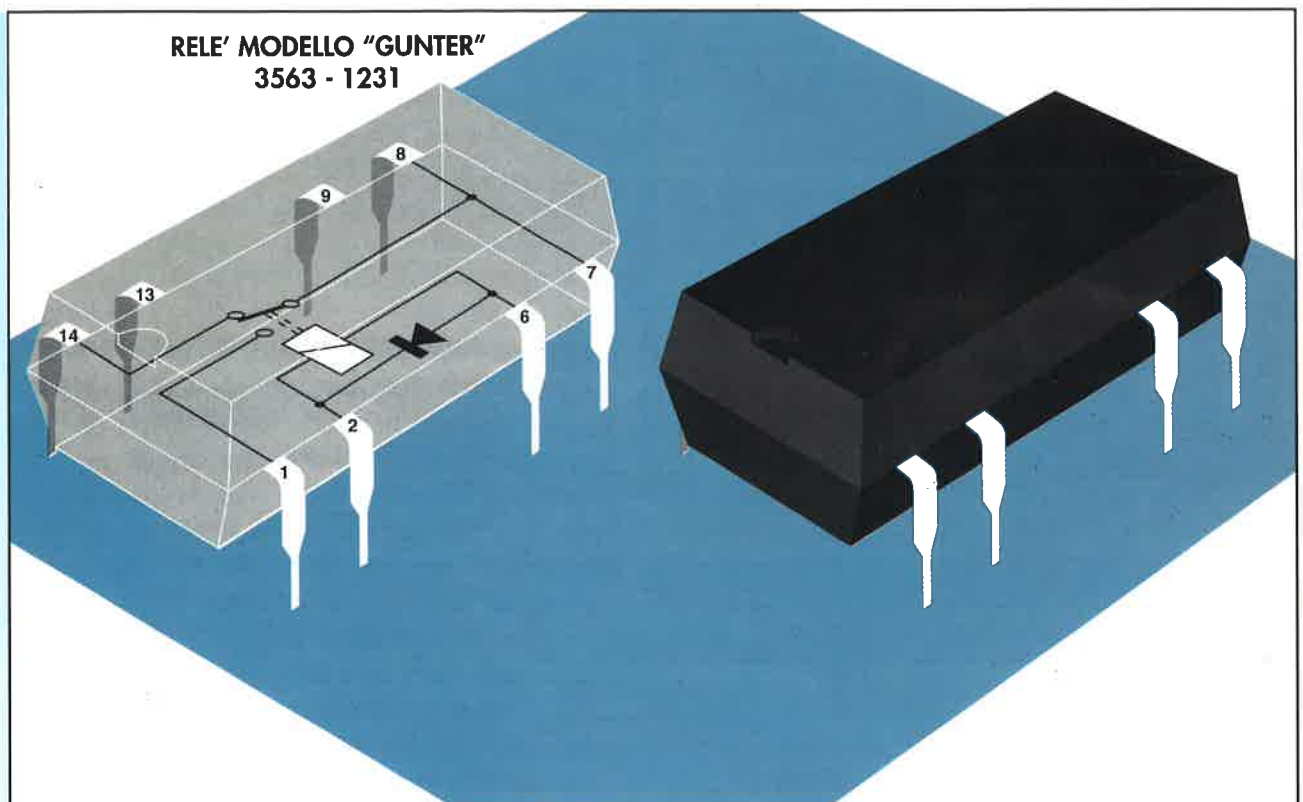
Il segnale presente all'uscita dell'interfaccia non solo è controllato dal programma che lo gestisce, ma consente anche una regolazione di tipo hardware. Come si può osservare, i potenziometri P1 e P2 fanno parte della coppia resistiva incaricata di determinare il tempo di attivazione dell'integrato; la regolazione di questi due potenziometri permette di variare la lunghezza reale delle linee e dei punti.

Come già detto in precedenza, si è cercato di fornire un intervallo di lavoro opportuno, ma ciò non esclude che il lettore possa autoregolare questo range a suo piacimento. Una piccola routine software che attivi sequenzialmente i monostabili, e l'aiuto visivo del diodo LED sono tutto ciò che serve per portare a termine questa regolazione.

La regolazione dei potenziometri consente di impostare la variazione della lunghezza reale delle linee e dei punti



Aspetto della scheda completamente montata



Il relè utilizzato è esternamente simile ad un integrato. Nella figura si possono osservare i suoi collegamenti interni

MONTAGGIO DELLA SCHEDA

Dopo che si sono acquistati e identificati tutti i componenti necessari, il montaggio dovrà essere eseguito seguendo uno schema logico. Il primo passo consiste nell'inserimento e nella saldatura dei componenti passivi, costituiti dalle resistenze e dai condensatori non polarizzati. Si prosegue con i condensatori elettrolitici, che dovranno essere montati sullo stampato rispettando rigorosamente la polarità indicata; il riferimento relativo al terminale negativo di questi componenti è stampato sul contenitore, mentre il riferimento relativo al terminale positivo è serigrafato sul circuito stampato.

Dopo aver inserito le resistenze e i condensatori si può proseguire con i terminali dei connettori CN1 e CN2, con il connettore a vite a tre posizioni CN3, e con i terminali torniti femmina che servono da zocchi per gli integrati.

L'ultima operazione è quella relativa al montaggio dei semiconduttori e all'inserimento dei circuiti integrati. Si inizia saldando IC2 (la cui corretta posizione è indicata sulla serigrafia del circuito

Gli ultimi componenti che si devono montare sono gli integrati e i semiconduttori

stampato), per proseguire con i diodi D1 e D2 (il cui catodo è identificato da una striscia di colore nero stampata sul contenitore del componente); infine si può inserire il transistor T1, la cui corretta orientazione è riportata anch'essa dalla serigrafia presente sul circuito stampato. Il diodo LED deve essere inserito facendo coincidere il profilo del contenitore con la forma disegnata sullo stampato, mentre l'integrato IC1 deve essere inserito nel relativo zoccolo con l'orientamento definito dalla tacca di riferimento riportata dalla serigrafia; lo stesso discorso vale anche per il relè, sia che venga montato su zoccolo sia che venga saldato direttamente sullo stampato.

Nella figura corrispondente si può osservare lo schema interno del relè utilizzato. Viene consigliato il suo impiego per le piccole dimensioni e per la praticità di montaggio, in quanto esternamente è identico ad un circuito integrato. Tuttavia, in caso di sostituzione, lo schema allegato può essere molto utile per facilitare una nuova scelta. Si fa notare che nel caso sia necessario sostituire il transistor indicato nell'elenco componenti con uno equivalente (nell'ipotesi che il primo non sia

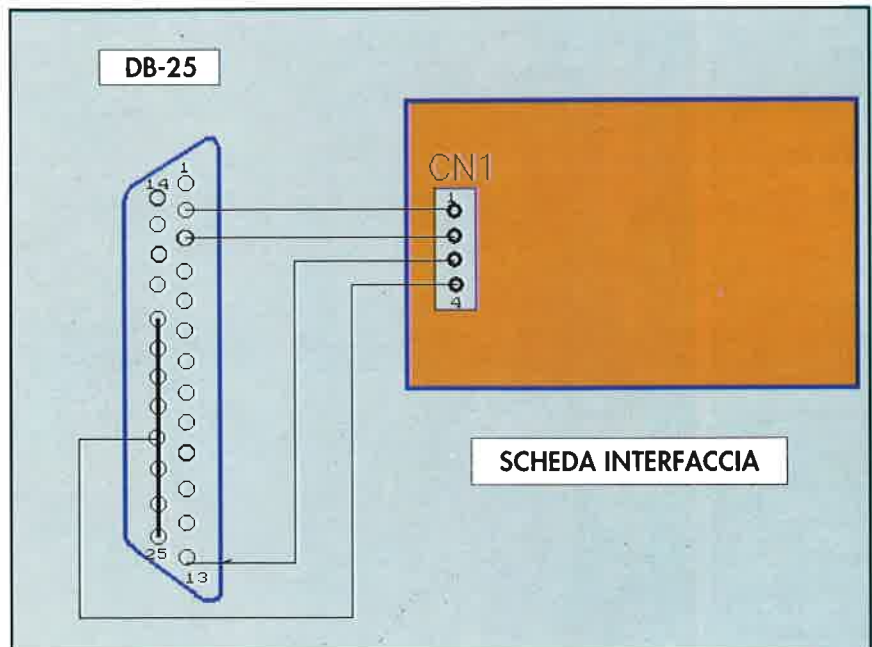
reperibile), bisognerà verificare che la disposizione dei suoi terminali coincida con quella del BC546B, che sia un NPN, e che le caratteristiche siano all'incirca le stesse.

Si ricorda che l'alimentazione del circuito viene prelevata dall'uscita del regolatore integrato IC2 (+5 Vcc), mentre il relè viene alimentato a +12 Vcc.

COLLEGAMENTI CON IL PC

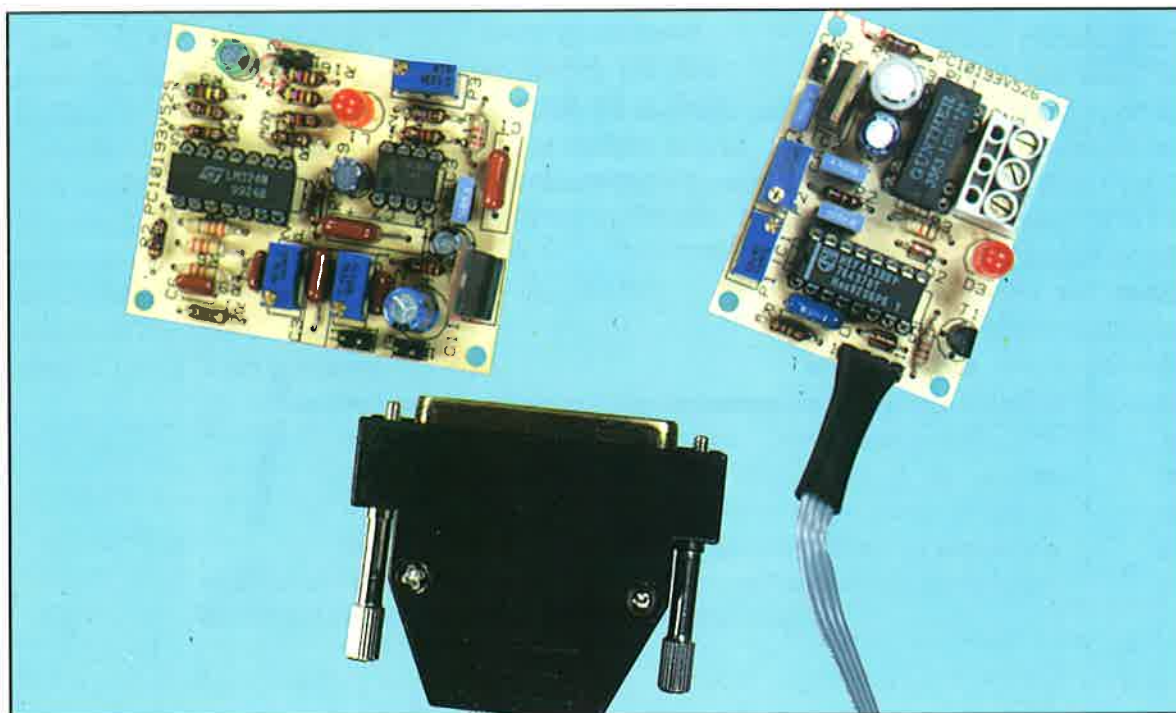
Come nel caso del circuito decodificatore presentato nel capitolo precedente, anche il circuito codificatore Morse viene collegato alla porta parallela (Centronics) del personal computer, che risulta sufficientemente versatile. Probabilmente il lettore conosce la potenzialità della porta Centronics solo per gli impieghi legati al controllo della propria stampante, ma è ovvio che le possibilità offerte da questo connettore sono molteplici, grazie alla notevole quantità di segnali presenti sui suoi terminali e alla possibilità di trasmissione bidirezionale. Di seguito viene riportata, a titolo puramente indicativo, la distribuzione del pin-out di questa

porta: sui 25 terminali del classico connettore DB-25 sono presenti quattro gruppi principali di segnali. Il primo di questi comprende le linee dei dati D0-D7 (terminali dal 2 al 9); il secondo gruppo viene definito porta di controllo, ed è



I terminali da saldare sul connettore DB-25 sono quelli riportati in questo schema

Il cavo di collegamento al PC deve essere inserito nel connettore CN1 presente sulla scheda di codifica



Il circuito di codifica Morse viene collegato alla porta parallela (Centronics) del personal computer

Elenco componenti**Resistenze**R1, R2 = 470 k Ω R3 = 10 k Ω R4 = 2,7 k Ω R5 = 470 Ω P1, P2 = 1 M Ω potenziometri**Condensatori**

C1 = 300 nF, ceramica

C2, C4, C6 = 100 nF, ceramico

C3 = 100 μ F, elettroliticoC5 = 47 μ F, elettrolitico**Semiconduttori**

IC1 = CD4538, monostabile

IC2 = LM7805, regolatore di

tensione a 5 V

D1, D2 = 1N4148

D3 = Diodo LED rosso,

T1 = BC546B, transistor NPN

Varie

RL1, relè reed a 12 V (Gunther 3563-1231)

CN1 = terminali maschi (4x)

CN2 = terminali maschi (2x)

CN3 = connettore a vite tre vie per c.s.

Connettore DB-25 maschio

Connettore portatile

Terminali femmina per il

collegamento a CN1 (4x)

Terminali femmina per

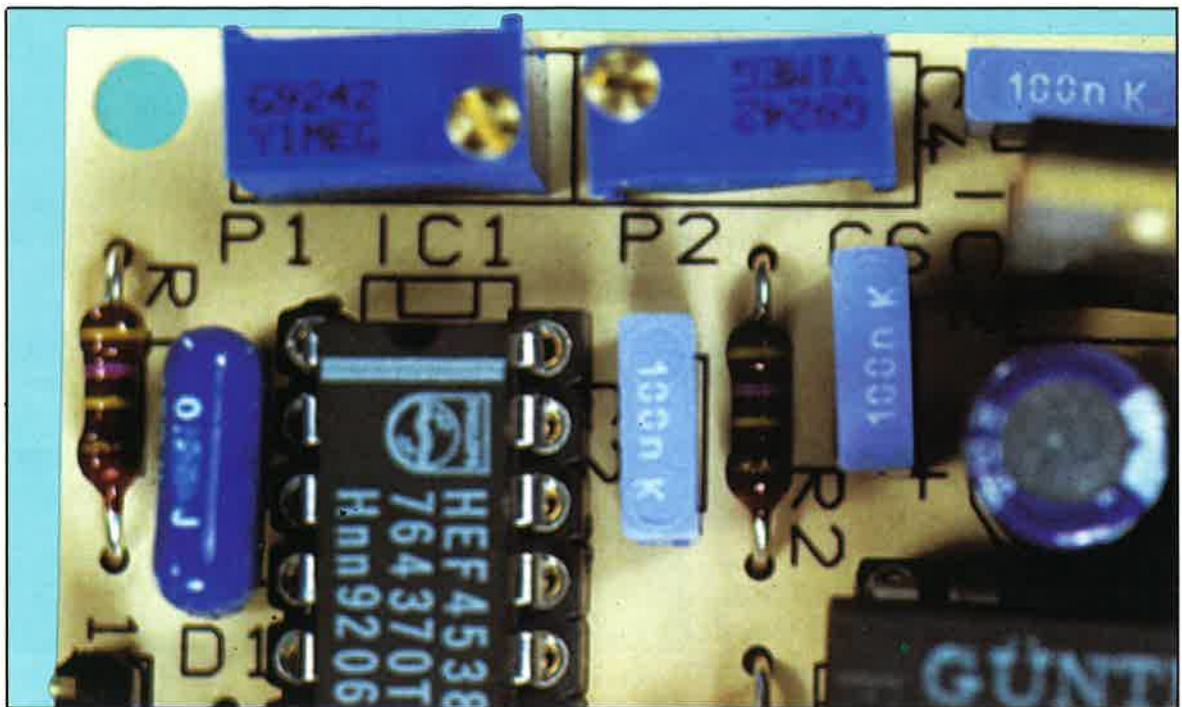
collegamento del connettore

portatile a CN2

Cavo piatto a 4 fili

Circuito stampato

PC10193V526.



I potenziometri P1 e P2 permettono di regolare il tempo di attivazione dei monostabili

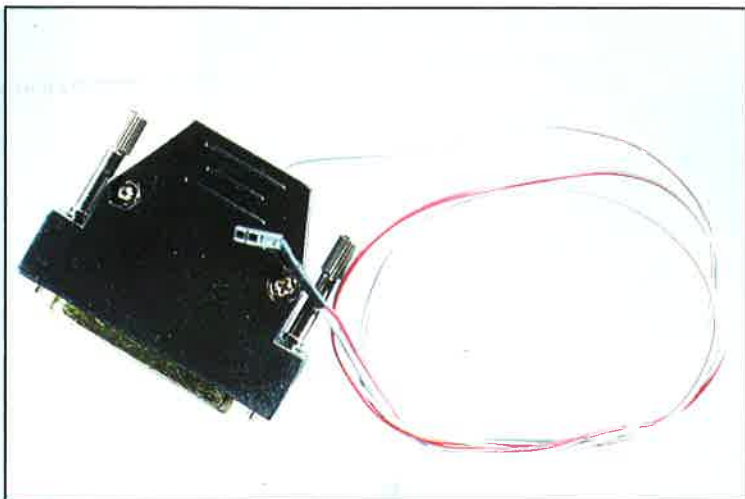
composto dai terminali 1, 14, 16 e 17. Il terzo gruppo corrisponde alla porta di stato (o più semplicemente "status"), mentre l'ultimo gruppo raccoglie le masse di sistema (terminali dal 18 al 25).

In pratica, i segnali che arrivano all'interfaccia sono D0 e D1 (dalla porta dei dati), e S4 (dalla porta di stato), che corrispondono rispettivamente ai terminali 2, 3 e 13 del DB-25. I terminali dal 18 al 25 sono collegati a massa. Per collegare il circuito al PC, i lettori che hanno realizzato il montaggio della scheda per la decodifica del codice Morse possono utilizzare il cavo di collegamento già

costruito per questo dispositivo. Nella figura corrispondente è comunque riportato lo schema per eseguirne uno dedicato. L'ultimo problema che bisogna affrontare, se si desidera collegare entrambi i circuiti contemporaneamente, è costituito dall'alimentazione. Poiché ambedue i circuiti sono dotati di regolatore integrato di tensione, è possibile alimentarli contemporaneamente con lo stesso alimentatore. Per i lettori più curiosi si riporta anche un esempio di trasmissione in codice Morse, anche se il livello di automazione che implica il montaggio presentato rende questa informa-

I segnali che arrivano alla scheda di interfaccia sono D0, D1 (porta dei dati) e S4 (porta di stato), e corrispondono rispettivamente ai terminali 2, 3 e 13 del DB-25

zione puramente indicativa.



Il cavo DB-25 è indispensabile per collegare il computer alle schede di interfaccia

al PC attraverso la porta Centronics, e consente la sua visualizzazione come testo sullo schermo del computer. Il secondo consente di digitare un testo tramite la tastiera e inviarlo alla scheda di codifica, dotata di una uscita che permette la gestione dell'ingresso dell'apparecchiatura utilizzata per la trasmissione del codice Morse.

I circuiti e il software, peraltro molto semplici, richiedono alcune regolazioni che vengono descritte di seguito.

REGOLAZIONE DELLA SCHEDA DI DECODIFICA

Per prima cosa, seguendo un ordine cronologico, vengono esaminate le regolazioni necessarie per la messa a punto del decodificatore.

Come si può osservare sia sulla scheda che nella figura di riferimento, il circuito è dotato di tre potenziometri di regolazione, indicati con P1, P2 e P3. Il primo di questi (P1) serve per l'adattamento del segnale di ingresso; questa regolazione è molto importante per la successiva compensazione o attenuazione del segnale stesso da parte dall'amplificatore, in funzione del fatto che lo stesso sia più o meno

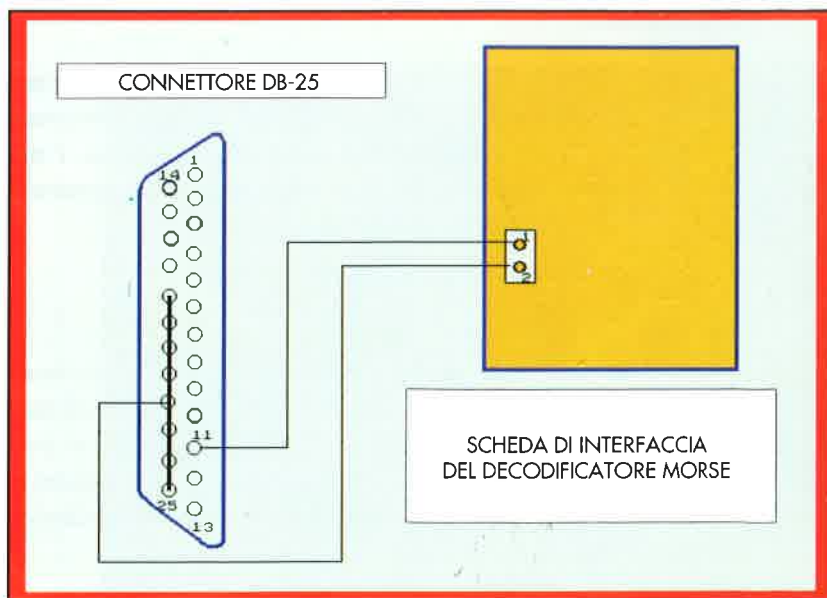
Sulla scheda sono montati tre potenziometri di regolazione indicati con P1, P2 e P3

elevato rispetto al livello desiderato. Questo livello è determinato dal margine di lavoro del decodificatore di toni PLL (costituito dal circuito integrato LM567). La tensione di ingresso di questo circuito deve avere un valore maggiore o uguale a 200 mV. Per eseguire la regolazione bisogna applicare un segnale Morse all'ingresso del decodificatore ed agire su P1 finché non si ottiene il valore indicato. Dopo aver verificato che il valore del segnale di ingresso è compreso nella gamma di lavoro del PLL, si può passare alla messa a punto degli altri potenziometri.

La regolazione di P2 viene inizialmente eseguita in modo "provvisorio"; infatti, bisogna spostare il cursore di questo potenziometro al centro della sua corsa di regolazione in modo da poter operare con il filtro passa-banda in una condizione non molto critica.

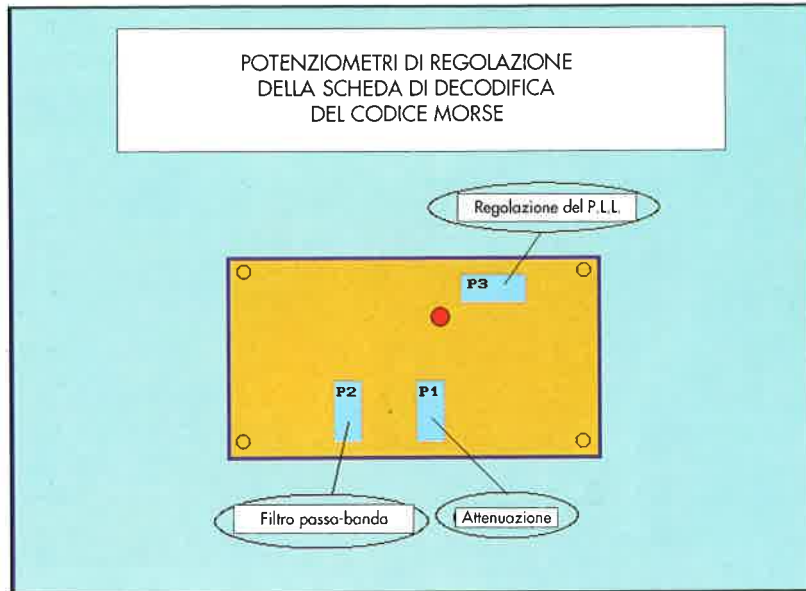
Fatto ciò è possibile eseguire la regolazione di P3. Il diodo LED rappresenta un aiuto molto valido, poiché consente una regolazione visiva dell'apparecchiatura. Inizialmente si deve spostare anche il cursore di P3 al centro della sua corsa di regolazione (per ottenere una maggior precisione è consigliabile utilizzare potenziometri multigiri a regolazione verticale); successivamente bisogna eseguire la regolazione propriamente detta, che consiste in un lento spostamento del cursore di questo potenziometro finché si raggiunge il punto esatto nel quale il diodo LED inizia a illuminarsi. Questo non è di solito il punto di lavoro

Il collegamento del decodificatore deve essere eseguito come mostrato in figura



ideale (a meno che la fortuna non sia dalla vostra parte); per poterlo ottenere è necessario eseguire ancora qualche ritocco. E' possibile che il LED si illumini in corrispondenza di un solo punto della corsa di P3, ma ciò è dovuto principalmente alla regolazione di P1 e, pertanto, al livello del segnale di ingresso; in questo caso bisogna bloccare la regolazione in quel punto. Se, al contrario, il LED si illumina in corrispondenza di un intervallo più o meno ampio della corsa del potenziometro, è necessario portare il cursore di quest'ultimo nel punto centrale di questo intervallo di attivazione.

Supponendo che tutto quanto sia stato eseguito correttamente e senza particolari difficoltà, si può passare alla regolazione del filtro passa-banda agendo nuovamente sul potenziometro P2. Come già detto, se il segnale Morse che arriva al decodificare fa lampeggiare il LED in accordo con la frequenza degli impulsi che formano il messaggio si possono considerare le altre regolazioni come definitive, per cui è possibile operare esclusivamente con P2. Generalmente a questo punto la luce emessa dal LED, anche se condizionata



Potenziometri per la regolazione della scheda di decodifica Morse

Bisogna regolare il potenziometro P2 in modo che la transizione acceso/spento del LED sia la più rapida possibile

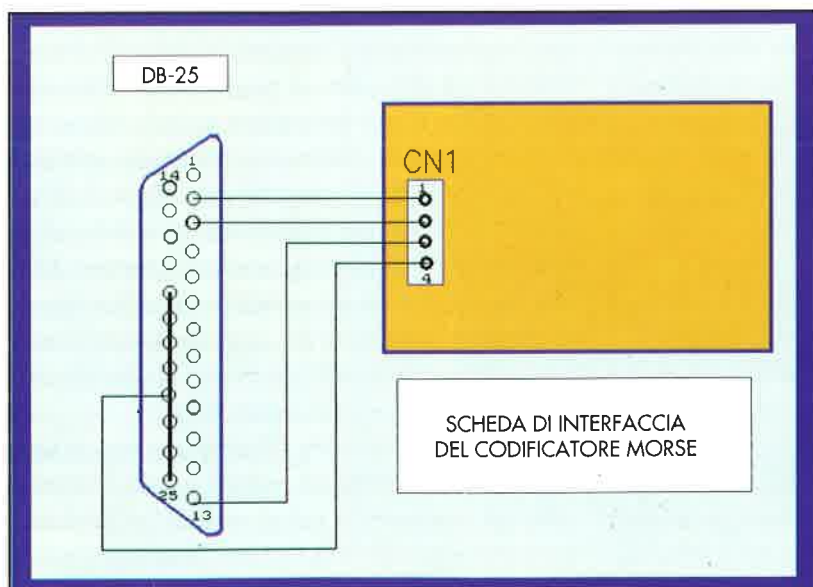
dalla regolazione del segnale di ingresso (P1), deve essere sufficientemente intensa; questa condizione indica che il livello del segnale Morse è ottimale e non richiede ulteriori regolazioni.

Se si prova a spostare il cursore di P2 verso uno qualsiasi dei suoi estremi, si può notare una certa variazione (poco percettibile) nel ritmo del lampeggiamento del diodo LED; per ottimizzare la ricezione è necessario posizionare il cursore del potenziometro nel punto in cui la transizione da acceso a spento del LED avviene più rapidamente. Se la regolazione di P2 non viene eseguita in modo adeguato, si produrranno dei falsi inneschi

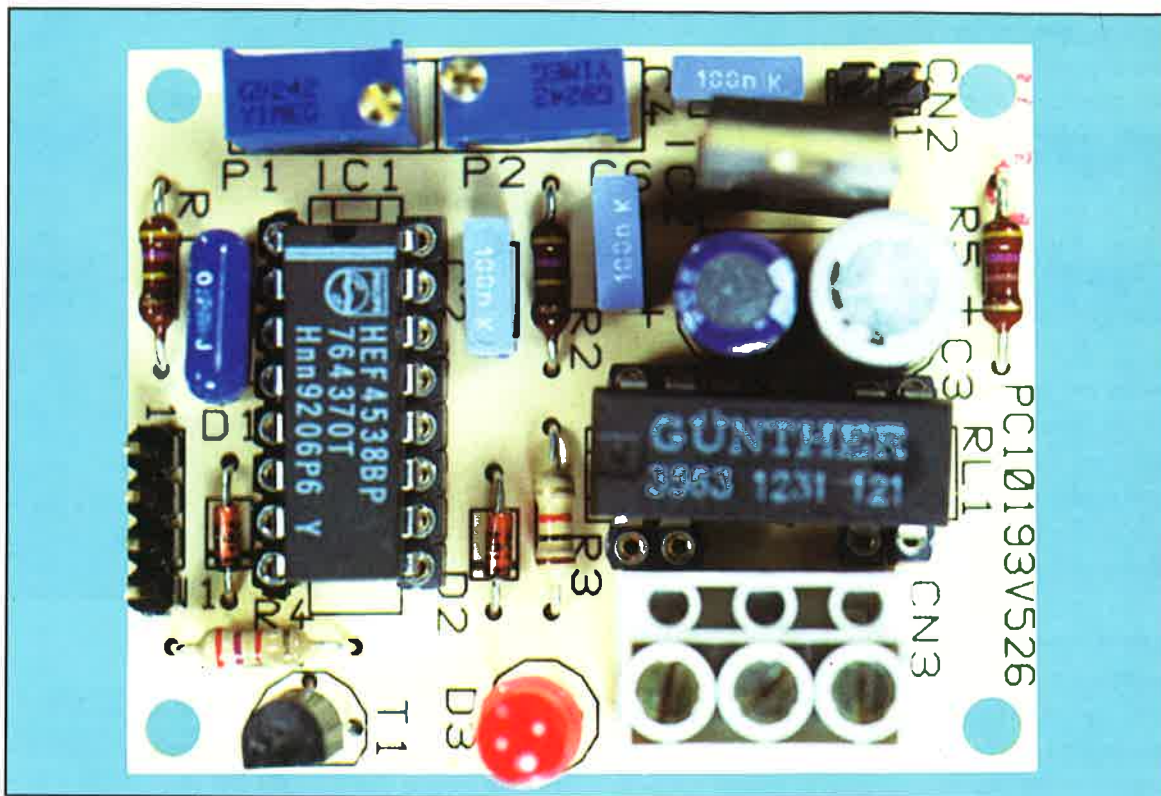
del PLL, con una conseguente decodifica non corretta del segnale ricevuto.

Per ottenere una regolazione ottimale dell'interfaccia di decodifica potrebbe essere necessario ripetere alcune delle fasi suddette più di una volta; al termine però, il lampeggio del LED deve essere perfettamente sincronizzato con gli impulsi del segnale di ingresso, ed avere una luminosità accettabile senza falsi impulsi dovuti a linee o punti non reali. Con un minimo di pazienza è possibile ottenere una

Schema di collegamento tra il DB-25 e la scheda di codifica



Entrando nel programma di controllo, l'indicatore di stato commuta nella posizione di "attesa"



Aspetto della scheda di codifica completamente montata

regolazione visiva corretta della scheda. La prova del fuoco però, vale a dire la verifica strumentale della funzionalità del dispositivo, si può ottenere solamente eseguendo il programma per la gestione del decodificatore fornito con il dischetto allegato.

PROGRAMMA DI CONTROLLO DEL DECODIFICATORE

Per caricare il programma di controllo della scheda di decodifica (è possibile avere altre informazioni sul software fornito con questo fascicolo leggendo il file LEGGIMI.DOC presente sul dischetto allegato) bisogna digitare il suo nome sulla linea di comando del DOS del computer: sullo schermo compare la videata iniziale del programma.

In questa videata si può osservare (oltre al logotipo superiore) la presenza di una zona centrale di colore bianco, corrispondente alla zona riservata per la visualizzazione del testo decodificato e per i messaggi generati dal programma stesso. Nella parte inferiore sinistra sono disponibili quattro tasti funzione preprogrammati, la cui azione verrà esaminata di seguito; infine, nella zona inferiore

destra sono presenti gli indicatori di configurazione, che informano l'utente sulle condizioni operative del programma.

Avviando il programma, l'indicatore di stato si pone in condizione di "attesa" finché non arriva un segnale all'interfaccia e non viene attivato il processo di decodifica. Quest'ultima operazione può essere eseguita in due diversi modi: premendo F1 o premendo F2. Inizialmente si consiglia di utilizzare l'opzione F1, che essendo leggermente più lenta rispetto a quella relativa ad F2 consente una regolazione più precisa del decodificatore. Come è già stato detto in precedenza, la trasmissione Morse è, per definizione e per la normativa dei tempi a cui fa riferimento, totalmente relativa. Ciò significa che il computer non dispone di un algoritmo "fisso" per l'interpretazione del codice che riceve. Per questa ragione il programma deve autoregolarsi in funzione del tipo di codice ricevuto (durata e spaziatura dei simboli); questa funzione viene svolta in modo automatico premendo uno dei due tasti di regolazione suddetti.

Inizialmente la funzione F2 potrebbe non essere sufficientemente precisa; potrebbe però diventare utile nel momento in cui si verifica un qualsiasi inconveniente nella trasmissione (una interruzione

momentanea della ricezione, un cambio di operatore, ecc.). In questo caso è possibile utilizzare la regolazione rapida poiché, anche se meno precisa (il numero delle letture oggetto della campionatura è inferiore), potrebbe comunque essere sufficiente per riattivare la comunicazione in modo veloce.

Si può notare inoltre, che il tasto F4 è del tipo a commutazione (=toggle), e consente di tornare al menu iniziale quando la decodifica è già iniziata. Questa circostanza può capitare, ad esempio, quando si interrompe

l'esecuzione per visualizzare il testo già tradotto, riprendendo in seguito il processo di decodifica. A questo punto si possono verificare due situazioni: nel primo caso potrebbe succedere che la stazione trasmittente (o l'operatore) non sia più la stessa, per cui è consigliabile reinizializzare il processo utilizzando i tasti F1 o F2 per reimpostare nuovamente i parametri interni dell'algoritmo di decodifica, ottenendo una maggior precisione nella decodifica successiva. La seconda ipotesi prevede che la decodifica si sia interrotta solo sullo schermo (ritorno al menu principale), e che non siano cambiati né la stazione trasmittente né l'operatore; in questo caso, se si desidera riprendere il processo, si può utilizzare il tasto F3 e passare direttamente alla decodifica, in quanto non sono necessarie ulteriori regolazioni dei parametri dell'algoritmo. È opportuno ricordare che il tasto F3 diventa attivo solo se in precedenza è stata rilevata la ricezione di un segnale Morse.

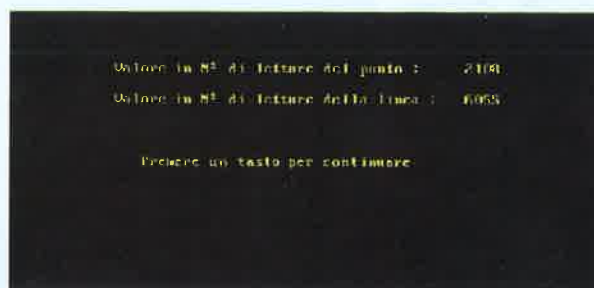
Di seguito vengono brevemente esaminati i messaggi riportati nella sezione di CONFIGURAZIONE e generati dal programma.



I potenziometri P1 e P2 consentono di regolare la lunghezza della linea e del punto

I messaggi relativi all'indicatore di Segnale forniscono informazioni sullo stato dello stesso: se si sta ricevendo un segnale (Presente), se questo non è presente (Assente), se questo è stato rilevato correttamente (Rilevato), o se è stata tentata la rilevazione con esito negativo (Segnale non presente). L'indicatore di Stato fornisce invece informazioni sulla condizione in cui si trova in ogni istante il programma: *Decodifica*, *Attivata la regolazione dei parametri dei dati in ingresso*, oppure *Rilevata* la presenza o meno del segnale Morse. Con un minimo di pratica non ci saranno problemi per la gestione del programma; inoltre,

Il programma di codifica imposta la regolazione in funzione della velocità del computer



Campionamenti di letture effettuati all'avvio del programma

L'indicatore etichettato con "Segnale" fornisce notizie relative alla ricezione dello stesso



Il programma richiede successivamente di digitare il testo che si desidera trasmettere in codice Morse

è possibile modificarlo e configurarlo a proprio piacimento e, perché no, anche migliorarlo. Infine, è opportuno segnalare che questo programma è piuttosto lento, per cui il suo utilizzo non è consigliato su elaboratori di tipo XT oppure AT 286 con frequenza di lavoro inferiore ai 12 MHz.

REGOLAZIONE DEL CODIFICATORE

Si verificherà che la regolazione del codificatore è molto meno impegnativa della regolazione del decodificatore. Per eseguirla sono disponibili due potenziometri: P1 e P2. Il primo di questi (P1) consente un controllo "hardware" della durata della linea, mentre con il secondo si esegue la stessa operazione sulla durata del punto.

È consigliabile in un primo momento posizionare i cursori dei potenziometri al centro della loro corsa, per poterli regolare facilmente in seguito, ottenendo i tempi che appariranno più adeguati. Il programma è molto utile per poter eseguire questa operazione, per cui non resta che esaminarne il funzionamento.

Si consiglia di impostare inizialmente entrambi i potenziometri al centro della loro corsa di regolazione

IL PROGRAMMA DI CONTROLLO DELLA SCHEDA DI CODIFICA

Questa routine, sicuramente più semplice rispetto alla precedente, risulta facile da comprendere e da modificare da parte del lettore, che dovrà semplicemente avere a disposizione un compilatore QuickBasic (o similare), oppure un interprete per questo linguaggio di programmazione.

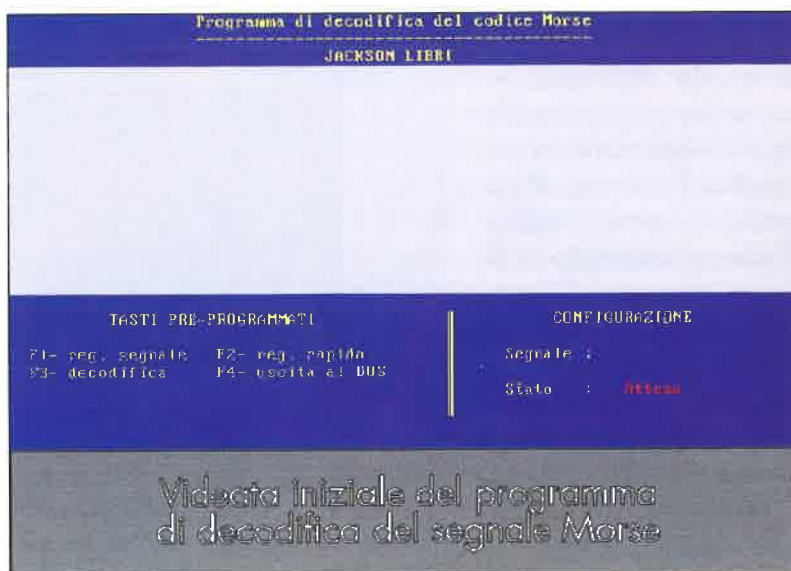
L'invio di dati scritti sullo schermo al circuito di interfaccia sfrutta una subroutine di codifica che assegna a ciascun carattere la combinazione dei punti e delle linee che costituiscono il codice Morse. Il tempo di durata di questi può essere regolato, come detto

in precedenza, tramite P1 e P2. I problemi cominciano quando gli impulsi inviati sono talmente veloci da provocare un innesco continuo del corrispondente monostabile, oppure quando si cambia il sistema informatico (con un ritmo o clock diverso dal precedente).

Per evitare queste situazioni si è complementata una lettura (realizzata con il comando INP) dello stato nel quale si trova l'emissione del simbolo (punto o linea) corrispondente, rallentando la spaziatura sia hardware che software tra gli stessi.

La gestione del programma non presenta alcuna

Videata iniziale del programma per la decodifica del codice Morse



Videata iniziale del programma di decodifica del segnale Morse

difficoltà, ed è disponibile una utility contenuta nel programma stesso che serve per eseguire la regolazione del tempo di durata dei simboli Morse.

Come è già stato detto più volte, la normativa Morse tende a rendere costante la durata del rapporto punto/linea. Sempre a causa della relatività intrinseca di questo tipo di trasmissione, è regola accettata che la linea debba avere una durata pari (approssimativamente) a quella di tre punti, e quindi con un rapporto 1:3.

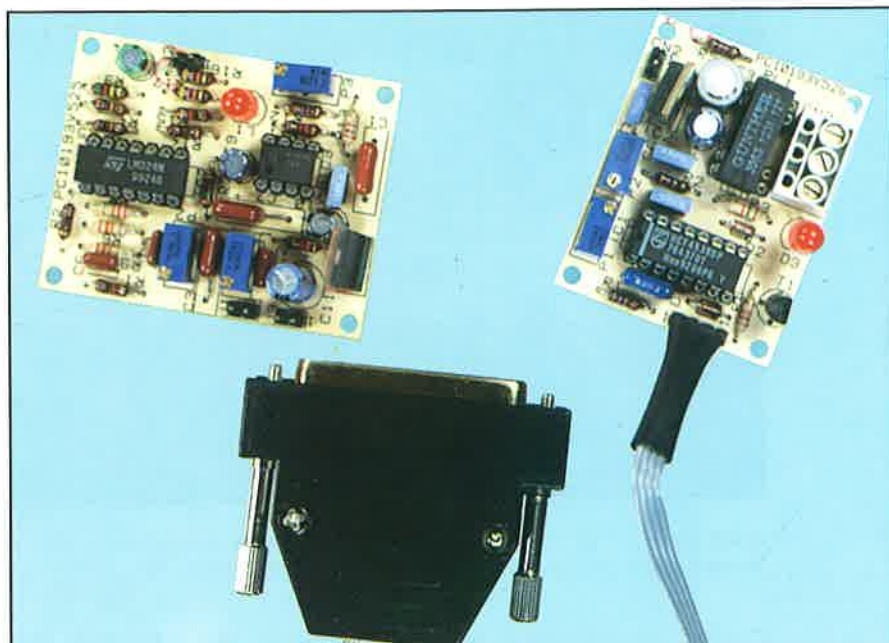
Per eseguire la corretta regolazione di P1 e P2, in modo che questo rapporto rimanga costante, si dovrebbe essere degli autentici maghi o possedere un udito straordinariamente sensibile. Nel progetto della scheda questo rapporto è stato previsto e configurato (C1 ha un valore pari a tre volte quello di C2), ma si è comunque voluta fornire una possibilità di regolazione fine tramite l'inserimento dei potenziometri P1 e P2 al posto di due resistenze di valore fisso.

La prima routine del programma può risultare tanto didattica quanto utile. Questa esegue una campionatura dello stato di preregolazione dei due monostabili, restituendo al programma un

valore (espresso in numero di letture) proporzionale al tempo di durata dell'uscita attiva di questi circuiti: in altre parole la durata del punto e della linea. Poiché ogni elaboratore contiene una CPU che opera a velocità diversa, può capitare che alcuni di questi interpretino un segnale come una linea mentre altri, con frequenza di clock interna superiore, interpretino lo stesso segnale come un punto.

Il terminale 3 del connettore CN1 ha il compito di fornire un segnale di reazione al computer per indicare inequivocabilmente che la trasmissione del dato inviato è stata eseguita. La routine che gestisce questo segnale può essere utilizzata a proprio vantaggio per realizzare una regolazione fine della temporizzazione. L'operazione è molto semplice: infatti, quando si avvia il programma compaiono sullo schermo una coppia di valori che corrispondono rispettivamente al numero di letture realizzate dal ciclo corrispondente durante il periodo nel quale è attivato il punto o la linea.

Per inviare i dati "scritti" sullo schermo verso il circuito di interfaccia viene utilizzata una subroutine di codifica

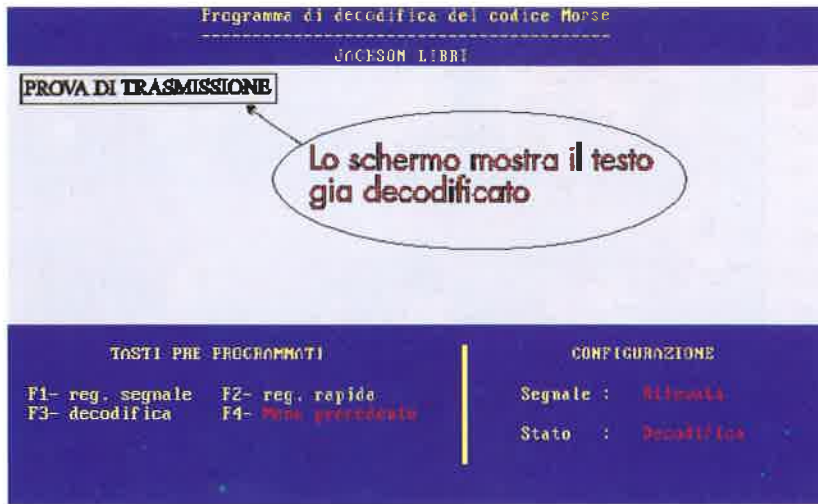


Due schede e un connettore DB-25 è tutto ciò che serve per convertire il PC in un "radioamatore"

Prima di iniziare le sue autoregolazioni, il programma indica sullo schermo la presenza del segnale



Quando il segnale Morse è presente viene attivato l'indicatore corrispondente



Il testo che si sta ricevendo viene visualizzato nella parte di schermo riservata a questa funzione. In questo caso la parola "PROVA DI TRASMISSIONE"

Dal terminale 3 del connettore CN1 viene inviato al computer un segnale che indica inequivocabilmente che la trasmissione del dato è terminata

Come si può facilmente capire queste letture non possono essere interpretate in valore assoluto, poiché apparecchiature diverse forniscono letture diverse. Quello che si può (e si deve) fare è prendere nota della differenza relativa tra le letture di entrambe le campionature, per poterla reimpostare nel caso venisse modificata la posizione del potenziometro corrispondente (P1 per la linea e P2 per il punto), ottenendo in questo modo una regolazione praticamente perfetta della differenza relativa tra la durata del punto e quella della linea. Il funzionamento del programma operativo è più evidente, e pertanto diminuisce l'importanza di un suo esame approfondito. Infatti prosegue richiedendo l'immissione del testo che si desidera trasmettere (che viene gestito come una semplice sequenza di caratteri), lo scompone lettera per

lettera, e lo invia in questa forma alla subroutine di assegnazione del codice corrispondente alla lettera. Dopo che è stato ricavato il codice corrispondente, il programma lo invia ai primi due bit dati del bus associato alla porta parallela. Il circuito di codifica si incarica di fare il resto.

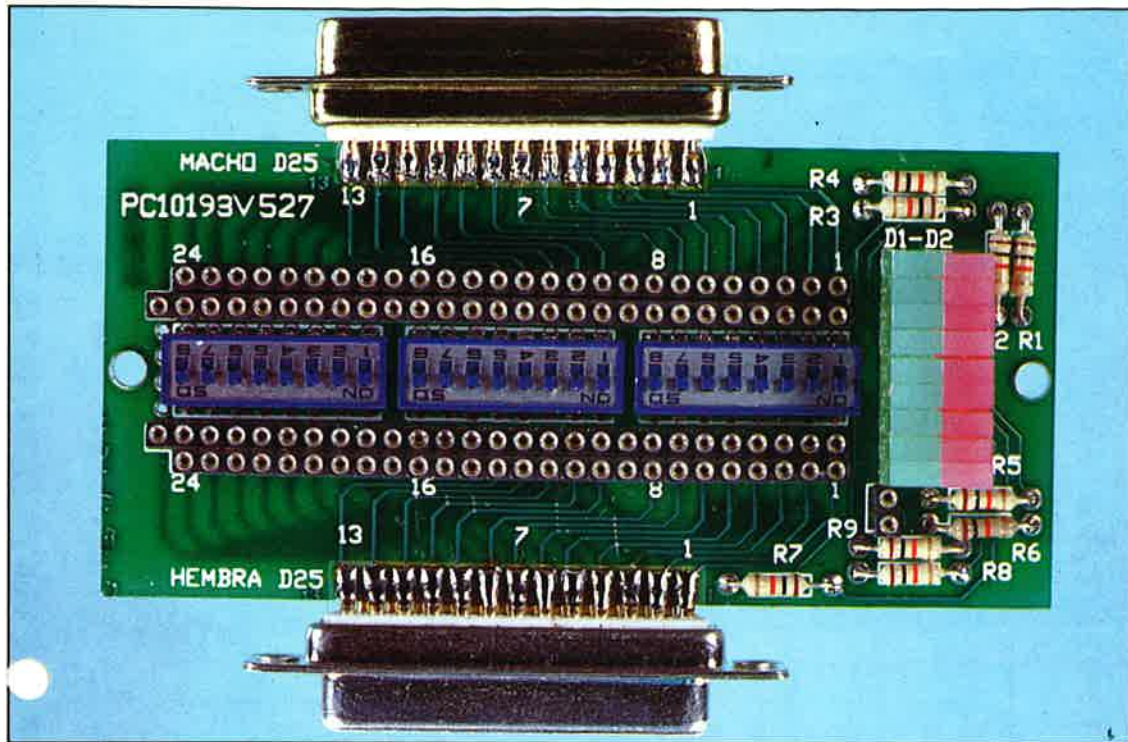
CONSIDERAZIONI

FINALI

Come si può osservare nei listati sorgenti scritti in linguaggio Basic, le subroutine di assegnazione lettera/codice e codice/lettera di entrambi programmi sono in qualche modo simili. Entrambe utilizzano una codificazione propria che converte i punti in "uno" e le linee in "due", e viceversa. Se il lettore lo desidera, è possibile modificare e migliorare queste routine grazie alla semplicità delle stesse che può servire come base per ulteriori sviluppi software, sia per aumentare la velocità (auspicabile nel caso del decodificatore) sia per migliorare le prestazioni che questi circuiti possono fornire. Si ricorda ancora la limitazione dovuta alla velocità di gestione del programma di decodifica. Per ottenere risultati soddisfacenti è consigliabile l'impiego, come configurazione minima, di un computer 286 a 12 MHz.

Regolazione del codificatore in funzione della velocità dell'elaboratore:

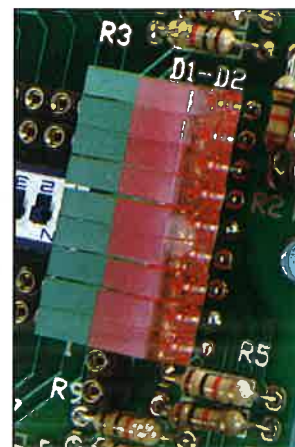
Videata iniziale del programma di codifica, che indica l'esecuzione del processo di autoregolazione



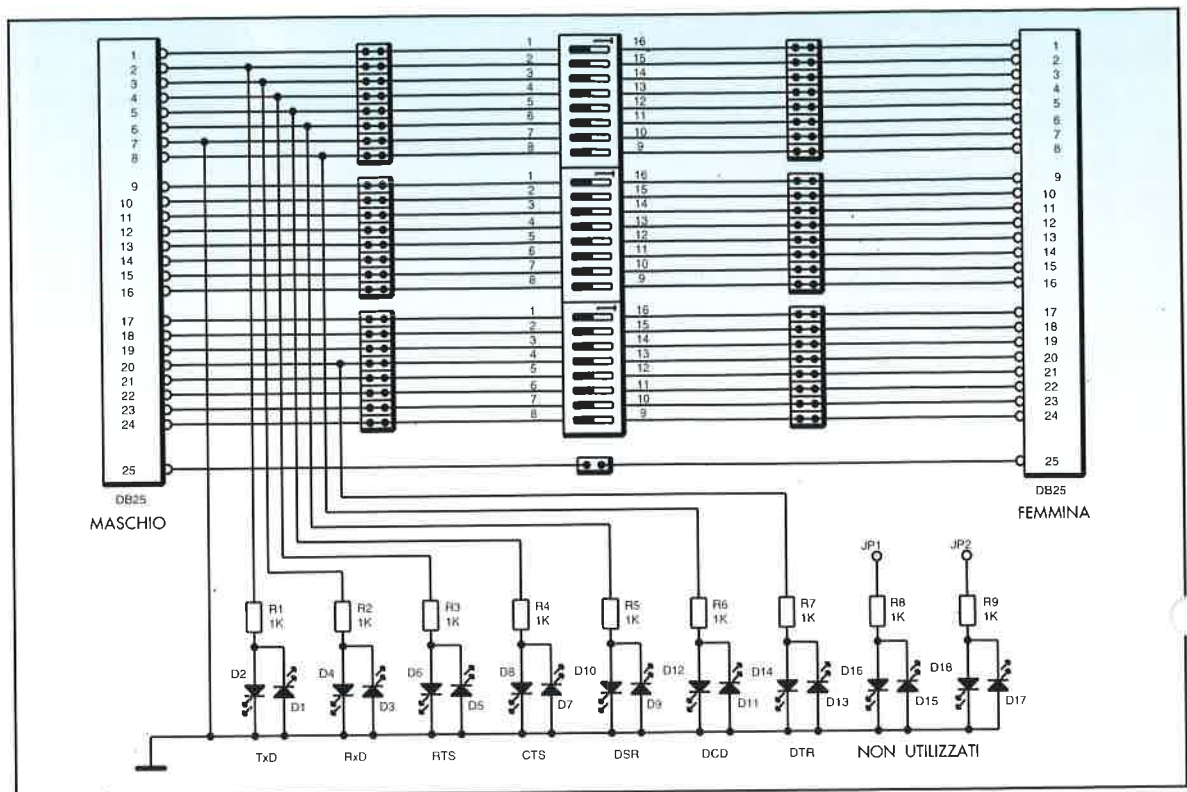
COMMUTATORE UNIVERSALE RS232

Per collegare un elaboratore ad un periferica tramite l'uscita seriale generalmente si utilizza il protocollo RS232, che ha raggiunto un livello di diffusione tale che praticamente tutti i calcolatori sono dotati almeno di una porta dati seriale con questo tipo di interfaccia.

L'obiettivo che si voleva raggiungere con la realizzazione di questo tipo di interfaccia era quello di facilitare le comunicazioni tra un terminale, o *DTE (Data Terminal Equipment)*, e un dispositivo periferico, o *DCE (Data Communications Equipment)*. Questo protocollo prevede che le comunicazioni vengano gestite dal DTE (calcolatore), che le trasmette ad una periferica DCE collegata (stampanti, modem, ecc.). Come è facilmente intuibile, questo protocollo permette di attivare una comunicazione tra due dispositivi qualsiasi, qualunque sia la loro natura;



Grazie al protocollo RS232 è possibile mettere in comunicazione tra di loro due dispositivi qualsiasi



Schema elettrico del commutatore universale

nel caso si colleghino tra di loro due calcolatori però, è necessario stabilire quale di questi deve operare come DTE e come si può configurare l'altro come DCE. Come si vedrà successivamente, tutti questi problemi possono essere risolti utilizzando il circuito di commutazione proposto in queste pagine.

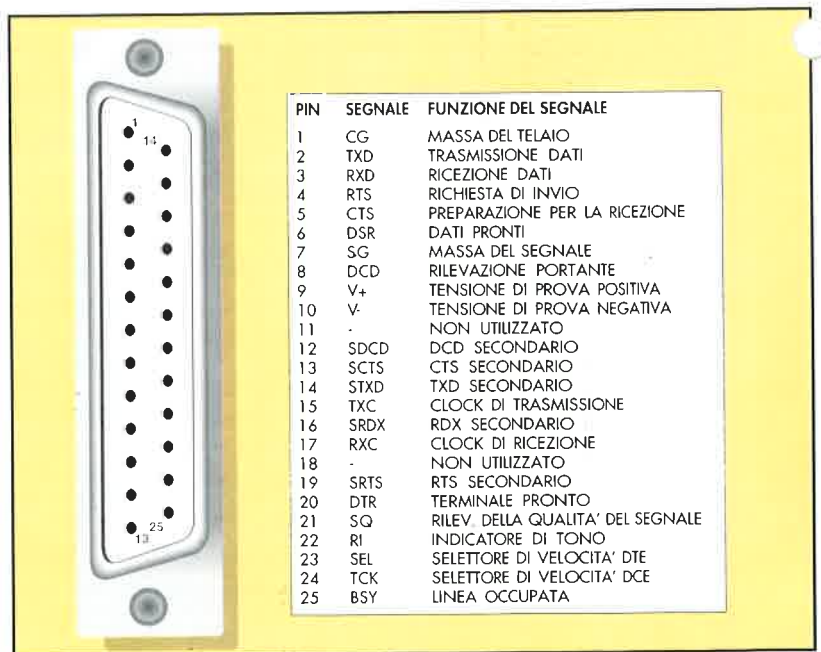
trambe le apparecchiature. Le connessioni previste per l'interfaccia RS232 (comunicazione tra un DTE e un DCE) sono molto semplici: infatti, è sufficiente collegare i terminali corrispondenti dei connettori con dei fili di opportuna lunghezza: il terminale 1 del connettore del DTE al terminale

Distribuzione dei segnali nel connettore RS232

COLLEGAMENTI NEL PROTOCOLLO RS232

La comunicazione tra due apparecchiature eseguita tramite l'interfaccia RS232 è fondata su alcune regole proprie di questo protocollo di comunicazione. Queste regole prevedono una serie di parametri che permettono di definire la forma dei segnali, il modo in cui gestirli, e la direzione nella quale devono essere inviati; se si desidera ottenere una comunicazione intelligibile è necessario impostarli correttamente su en-

L'interfaccia RS232 segue alcune norme proprie del protocollo

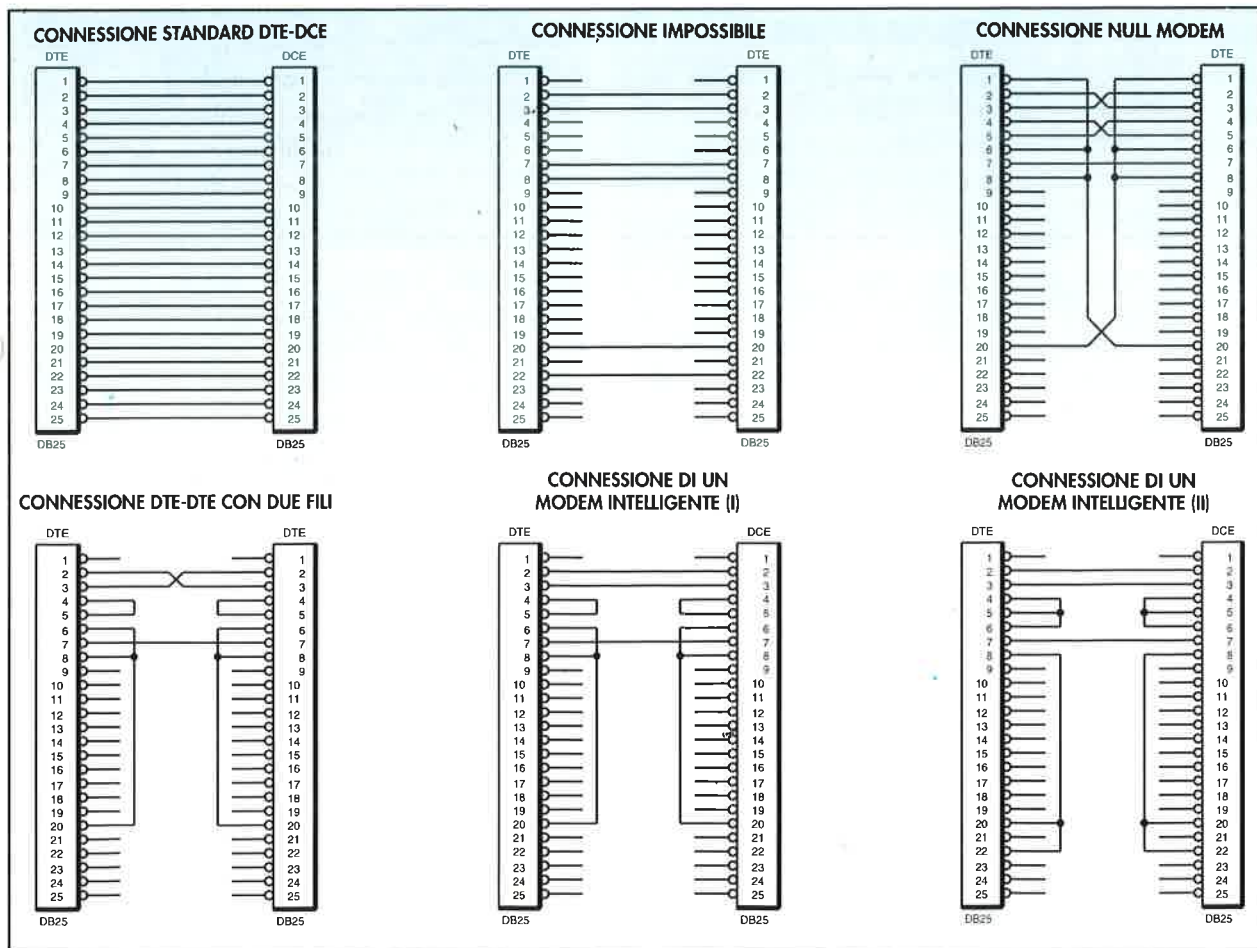


1 del connettore del DCE, il 2 con il 2 e così via. Il problema, come detto in precedenza, nasce nel momento in cui si devono mettere in comunicazione due DTE; se si esegue il collegamento precedente, per fare in modo che tutto proceda come previsto uno dei DTE dovrebbe essere configurato come DCE. In realtà ciò non è realizzabile, poiché comporta il collegamento degli ingressi di uno con gli ingressi dell'altro e delle uscite del primo con le uscite del secondo, per cui non si può stabilire alcuna comunicazione e non può avvenire in nessun momento uno scambio di informazioni. Una possibile soluzione potrebbe essere il collegamento dei due computer tramite due modem; in questo caso ciascun DTE (calcolatore) è collegato al suo DCE (modem), per cui si evita di incorrere nella situazione descritta in precedenza. Tuttavia, come molti lettori già sanno, il collegamento di due calcolatori tramite modem è consigliabile ed economicamente plausibile solamente quando questi si trovano a grande distanza. Per distanze

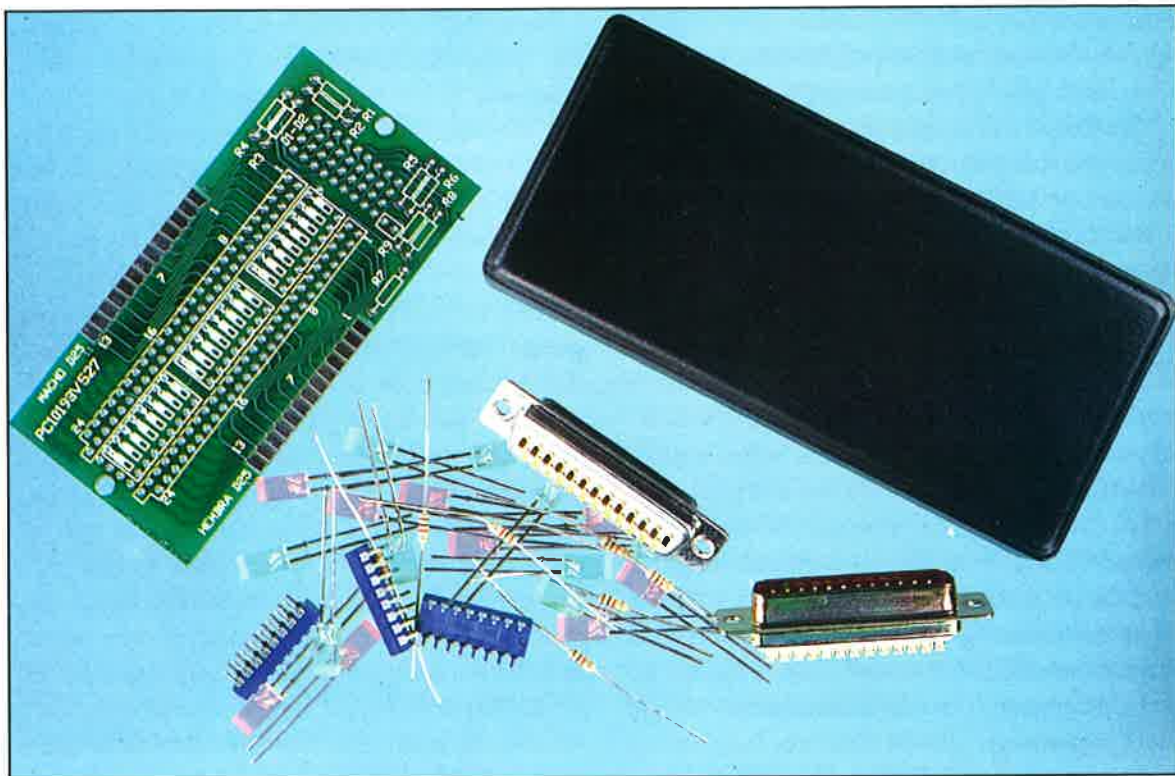
brevi la soluzione ideale è il collegamento diretto dei calcolatori tramite cavo, poiché in questo modo si evitano tutti gli inconvenienti legati all'uso dei modem, quali il rumore presente sulle linee telefoniche, la velocità di trasmissione, ecc., per cui aumenta l'affidabilità complessiva del collegamento. Questa condizione si può ottenere modificando il cavo standard per trasmissioni RS232. Il procedimento che si deve seguire per realizzare questa modifica consiste nel collegare gli ingressi di un connettore con le uscite dell'altro e le uscite del primo con gli ingressi del secondo, in modo che risultino interconnessi i terminali complementari del protocollo RS232. Agendo in questo modo si ottiene come risultato un tipo di collegamento definito *null modem*, che si può osservare nello schema riportato nella figura corrispondente. Questo tipo di collegamento emula la funzione dei modem che si sarebbero dovuti utilizzare per collegare tra di loro i due computer, facendo in modo che ciascun calcolatore veda

Nella configurazione "null modem" gli ingressi di un DTE vengono connessi alle uscite di un altro e viceversa

Diversi tipi di collegamenti che si possono eseguire con l'interfaccia RS232



Scheda del commutatore e componenti prima del loro assemblaggio

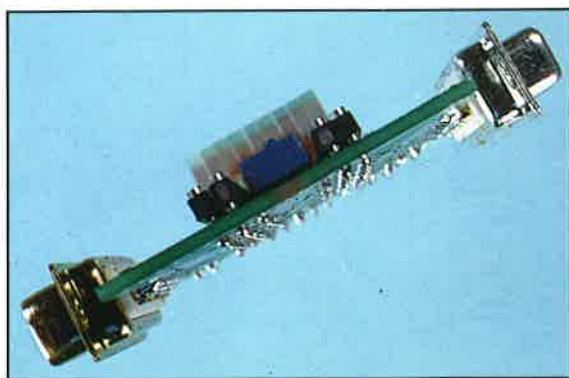


l'altro come un DCE. La connessione più importante in questo tipo di protocollo è quella relativa ai terminali 2 e 3, che corrispondono rispettivamente al terminale di "trasmissione dati" e a quello di "ricezione dati". Collegandoli come indicato si ottiene che il flusso delle informazioni può avvenire in entrambe le direzioni.

Gli altri collegamenti, eccezion fatta per la linea di massa, servono per i segnali di controllo e di verifica del protocollo RS232. La connessione deve essere eseguita tra i terminali complementari del protocollo, come ad esempio il terminale RTS (Request To Send o richiesta per l'invio) di un

computer con il terminale CTS (Clear To Send o cancellazione per l'invio) dell'altro; in questo modo un calcolatore richiede il consenso per inviare i dati (attiva RTS) mentre l'altro riceve il segnale di preparazione per la ricezione. È possibile realizzare un collegamento tra due DTE anche semplicemente per mezzo di due fili (si osservi lo schema nella figura corrispondente) e, ovviamente, la massa di riferimento. Il funzionamento in questo caso è molto più semplice rispetto a quello del "null modem", poiché è sufficiente eseguire la connessione del terminale di trasmissione di un DTE con quello di ricezione dell'altro DTE. I segnali di controllo del protocollo devono essere eseguiti in modo che ciascun DTE (calcolatore) li invii a se stesso. Questo sistema di comunicazione può generare dei problemi quando la velocità di trasmissione è relativamente alta, poiché i segnali di controllo della trasmissione non vengono forniti dall'elaboratore ricevente, per cui non esiste nessun tipo di mutua informazione tra i due che permetta la correzione degli eventuali inconvenienti che si possono verificare. Questi si possono generare con velocità superiori ai 9.600 bit/secondo. Per collegare un modem intelligente si può utilizzare lo schema "1" di

Dettaglio dei connettori DB-25 montati sullo stampato



Il collegamento "null modem" viene utilizzato per mettere in comunicazione due elaboratori

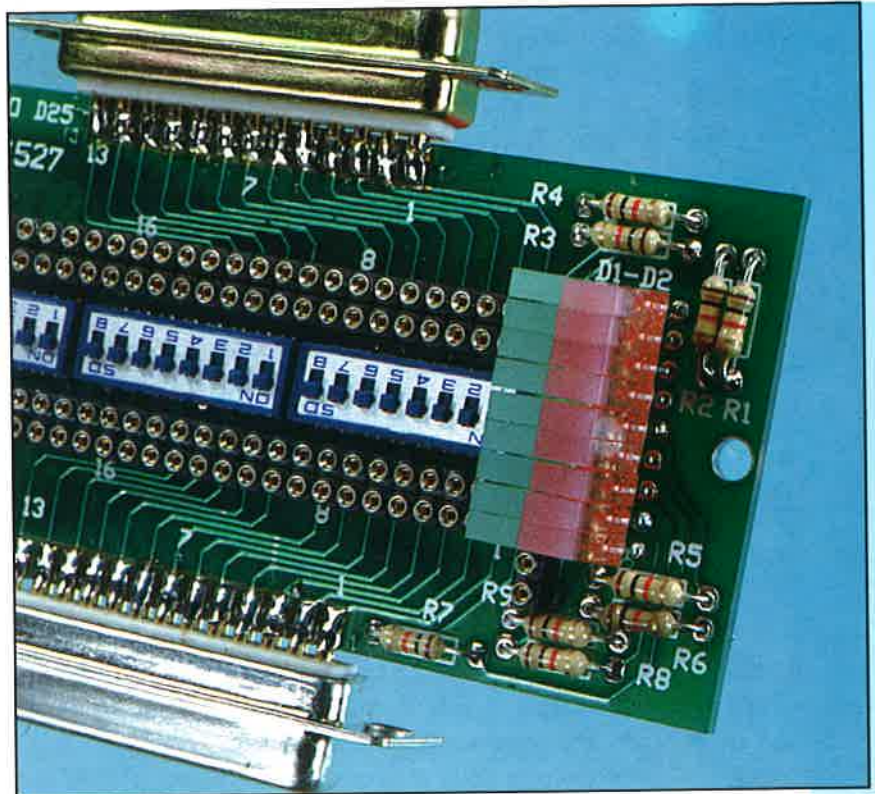
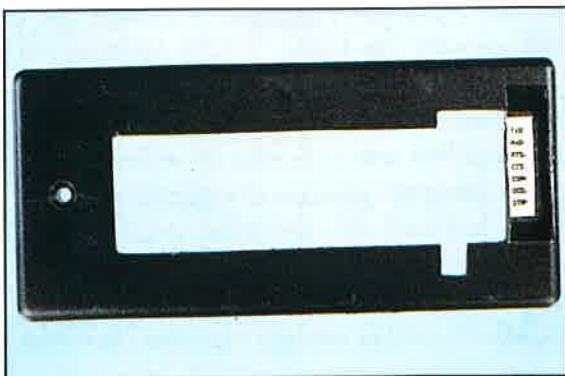
figura, che corrisponde ad una variante del collegamento tra due DTE realizzato con due fili. La connessione tra il terminale di trasmissione dei dati (TXD) e quello di ricezione (RXD) viene eseguita come se si trattasse di un collegamento tra un DTE ed un DCE (in pratica il modem è il DCE). Questa configurazione può essere applicata perché i modem intelligenti non hanno bisogno dei segnali di protocollo RS232. Tuttavia, se il sistema operativo richiede la presenza di questi segnali, è possibile utilizzare lo schema di collegamento "II", che permette sia l'uso di un modem intelligente che l'inter-scambio dei controlli per gli ingressi e le uscite.

Tutto quanto detto sinora può far pensare che il protocollo RS232 sia molto complesso, a causa della molteplicità delle configurazioni che può assumere; ciò in parte è vero, soprattutto per la rapida espansione delle applicazioni che sfruttano questo protocollo, ed è per questo motivo che si rende necessario semplificare al massimo le diverse configurazioni di collegamento. Questo obiettivo si può ottenere utilizzando il commutatore universale di protocollo RS232 che viene di seguito proposto.

DESCRIZIONE DEL CIRCUITO

Questo circuito è praticamente un "cavo" di collegamento standard (collegamento tra DTE e DCE) che permette però di modificare la configurazione del collegamento grazie alla presenza di microinterruttori con i quali è possibile abilitare o disabilitare le diverse linee in funzione del tipo di

Ingegnierizzazione del coperchio del contenitore

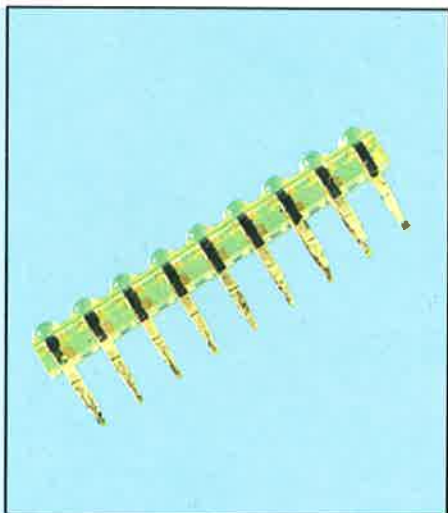


Dettaglio dei diodi LED

apparecchiatura che deve essere collegata. I "fili" che compongono il cavo sono realizzati dalle piste stesse del circuito stampato (come si può osservare nello schema relativo), che collegano i terminali corrispondenti dei connettori maschio e femmina del circuito commutatore. La continuità di queste piste presenti sul circuito stampato possono essere interrotte tramite i microinterruttori DIL. Dopo aver interrotto le linee necessarie per mezzo dei dip-switch corrispondenti, è possibile eseguire le connessioni richieste con dei ponticelli inseriti negli appositi terminali torniti femmina presenti alla destra e alla sinistra dei microinterruttori. In questo modo è possibile modificare velocemente e con bassissima probabilità di errore i collegamenti dell'uscita seriale del proprio elaboratore.

Le strisce di terminali femmina sono doppie principalmente per due motivi: per poter collegare due linee allo stesso segnale (come nel caso dell'allacciamento a due fili con i modem intelligenti), oppure per favorire il collegamento di eventuali strumenti di misura. Questi terminali consentono un facile accesso a tutte le 25 linee di trasmissione che arrivano al dispositivo collegato, e una loro gestione indipendente; per bloccare la

Le interconnessioni presenti sul circuito stampato possono essere interrotte tramite i microinterruttori DIL



I diodi LED possono essere sostituiti con due array da nove LED

I diodi LED devono essere collegati a coppie contrapposte su ogni linea utilizzata

funzionamento del circuito principale di commutazione, si può valutare un'altra parte del circuito che, anche se meno importante, risulta molto pratica quando si opera con le comunicazioni seriali: quella della visualizzazione dei segnali. Questo circuito è composto da alcuni diodi LED collegati alle linee del circuito di commutazione che servono per indicare lo stato dei principali segnali durante la trasmissione (un colore per il livello alto ed un altro per quello basso). I diodi sono due per ogni linea, e sono collegati in contrapposizione tra di loro. I LED si illuminano in funzione del livello logico assunto da ciascuna linea, e perciò al valore di tensione positivo o negativo applicato alla stessa; grazie a

trasmissione di un segnale è perciò sufficiente interrompere la linea che lo trasporta tramite il micro-interruttore corrispondente. In questo modo è possibile monitorare il segnale che si desidera senza considerare l'influenza che il dispositivo collegato può provocare sullo stesso, poiché non è necessario scollegare il circuito commutatore; questa possibilità si rivela molto utile nella ricerca guasti su dispositivi difettosi.

Dopo aver analizzato il

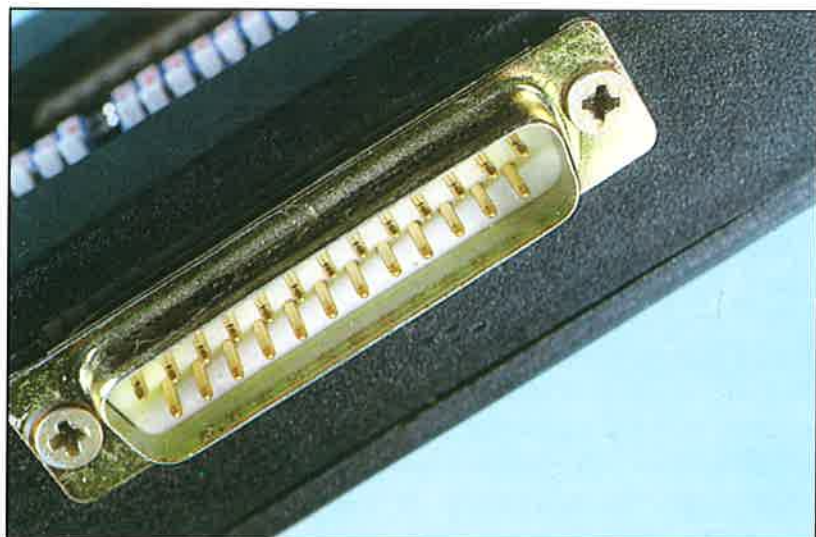
questo sistema uno dei due diodi LED si illumina quando la relativa linea si trova a livello basso, mentre l'altro rimane spento e viceversa. Si sarebbero potuti utilizzare 25x2 indicatori per visualizzare lo stato di tutte le linee, ma questa non sarebbe stata una soluzione opportuna per due ragioni principali: per ottenere un grado di trasmissione affidabile generalmente vengono utilizzate al massimo 7 linee (le 7 collegate), mentre le rimanenti non vengono collegate o non sono indispensabili. Per i lettori più curiosi sono state inserite però due ulteriori coppie di diodi LED, che possono essere collegate ad una qualsiasi delle linee del commutatore per visualizzarne il funzionamento; i terminali liberi di questi diodi corrispondono ai punti JP1 e JP2 riportati sullo schema elettrico. L'altra ragione è ovvia: un commutatore dotato di 50 diodi LED risulterebbe troppo grande e perderebbe una delle sue migliori caratteristiche, la maneggevolezza.

MONTAGGIO DEL CIRCUITO

Il circuito, essendo digitale, non richiede alcun tipo di regolazione e il suo montaggio è piuttosto semplice. Il primo fattore che si deve tenere presente è che questo circuito è a doppia faccia con fori METALLIZZATI, per cui NON si devono eseguire saldature sul lato componenti.

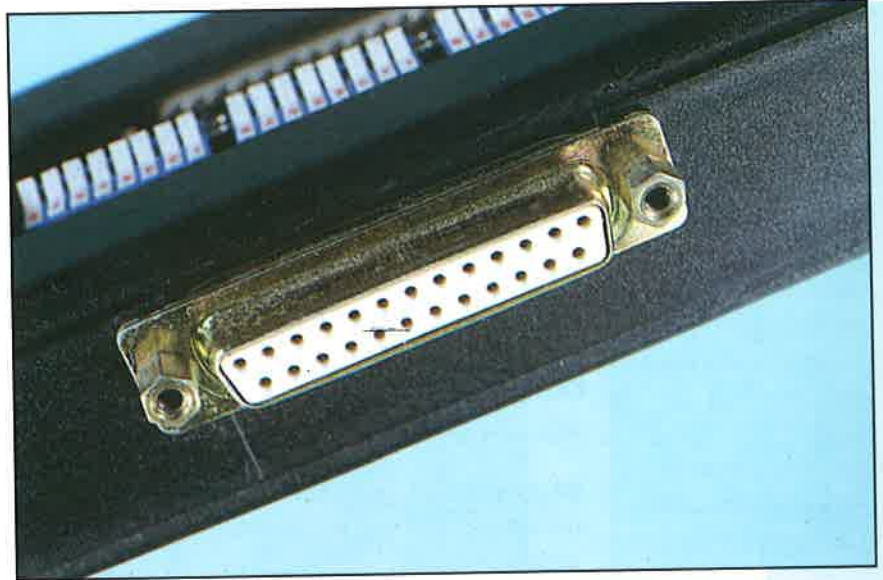
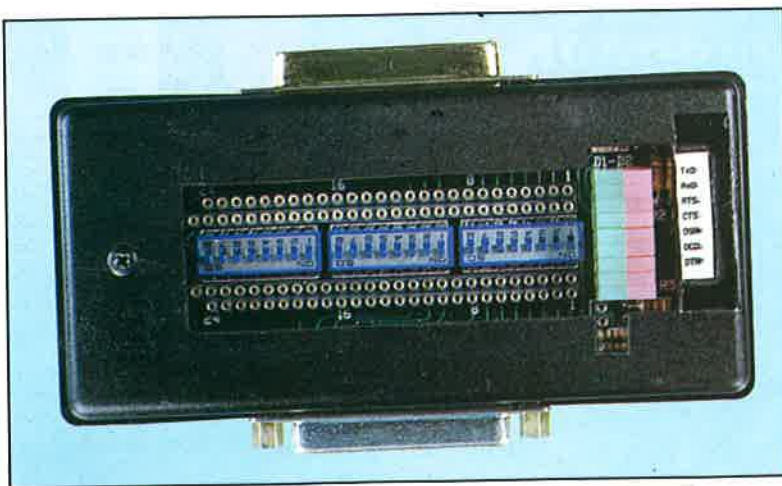
I primi componenti che devono essere montati sono, come sempre, i componenti passivi, costituiti in questo caso dalle nove resistenze di limitazione R1-R9. Di seguito si possono montare e saldare i microinterruttori DIL e la prima striscia di terminali torniti femmina; dopo aver verificato, ed eventualmente corretto, l'allineamento dei terminali di questa prima striscia si può procedere con il montaggio della seconda. I connettori non sono predisposti per la saldatura su circuito stampato; si sono infatti preferiti quelli con i terminali a saldare, normalmente utilizzati per il collegamento con i cavi, poiché garantiscono una maggiore rigidità al complesso, anche se richiedono certe precauzioni per il loro montaggio. Per prima cosa è necessario verificare che il circuito stampato possa essere inserito tra le due file di terminali dei connettori senza forzare eccessivamente, poiché al contrario si potrebbero danneggiare le piste. Se questo intervento appare difficoltoso bisogna separare i terminali

Le viti di fissaggio del connettore maschio devono essere perfettamente a filo con il contenitore



con un attrezzo e ripetere la prova finché l'inserimento avviene con la necessaria facilità. Al termine di questa operazione è necessario, prima di eseguire le saldature, allineare correttamente i terminali con le rispettive isole rettangolari presenti sul circuito stampato. Inoltre, se si utilizza un contenitore, bisogna anche regolare la distanza di interasse tra i due connettori poiché questi devono fuoriuscire in egual misura dalle corrispondenti fessure per poter essere fissati all'esterno della scatola, come illustrato nella relativa figura. Dopo aver verificato la correttezza di tutte le regolazioni suggerite si possono eseguire le saldature dei terminali. I diodi LED devono essere saldati in modo che risultino alla stessa altezza dei microinterruttori, per evitare che fuoriescano dal contenitore utilizzato. Inoltre, bisogna

Aspetto finale, decisamente professionale, del commutatore universale completo di contenitore



Per il DB-25 femmina si possono utilizzare i distanziali a vite che servono anche per fissare il connettore associato

però che i LED più comuni e più facilmente reperibili sono sempre quelli rossi e verdi. Se per qualche lettore l'operazione di montaggio dei LED risulta difficoltosa, è possibile utilizzare i diodi *pack*, costituiti da strisce di diodi che si inseriscono perfettamente nelle isole già predisposte sul circuito stampato; questa scelta velocizza il processo di montaggio e saldatura, poiché i diodi di queste strisce sono già tutti alla stessa altezza e i loro terminali sono già alla corretta distanza. Al termine di questa operazione si può considerare il circuito finito; è consigliabile però isolarlo in qualche modo dall'ambiente esterno per evitare che, maneggiandolo, possa subire dei danni. Meccanicamente il dispositivo presenta

già una certa rigidità e robustezza, grazie ai connettori utilizzati. Dal punto di vista elettrico invece, una protezione sufficiente potrebbe fornirla una lacca isolante (facilmente reperibile nei negozi di componenti elettronici); se si utilizza questo tipo di lacca però, prima di spruzzarla sul circuito bisogna proteggere con del nastro o della carta adesivi gli zoccoli che servono per l'interconnessione delle linee, poiché se l'isolante riesce a penetrare nel foro del terminale potreb-

I diodi LED devono essere saldati in modo tale da risultare alla stessa altezza dei microinterruttori

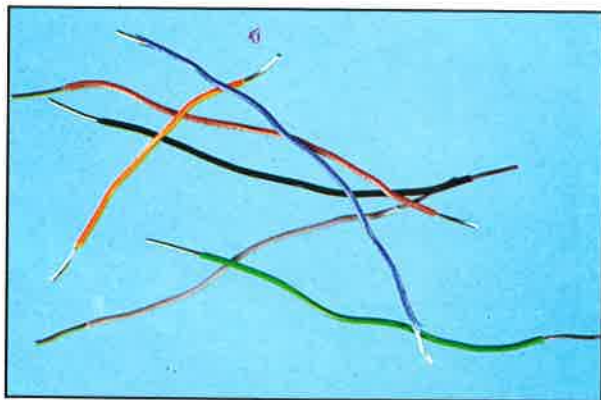
Elenco componenti**Resistenze**R1-R9 = 1 k Ω , 1/4 W, 5%**Semiconduttori**D1,3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 e 17 =
diodi LED rettangolari rossiD2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 e 18 =
diodi LED rettangolari verdi (tutti
sono sostituibili con due array da 9
LED)**Varie**

3 dip-switch DLL a 8 posizioni

108 terminali torniti femmina

1 connettore DB-25 maschio a
saldare1 connettore DB-25 femmina a
saldare1 contenitore (opzionale, non
compreso nel kit)

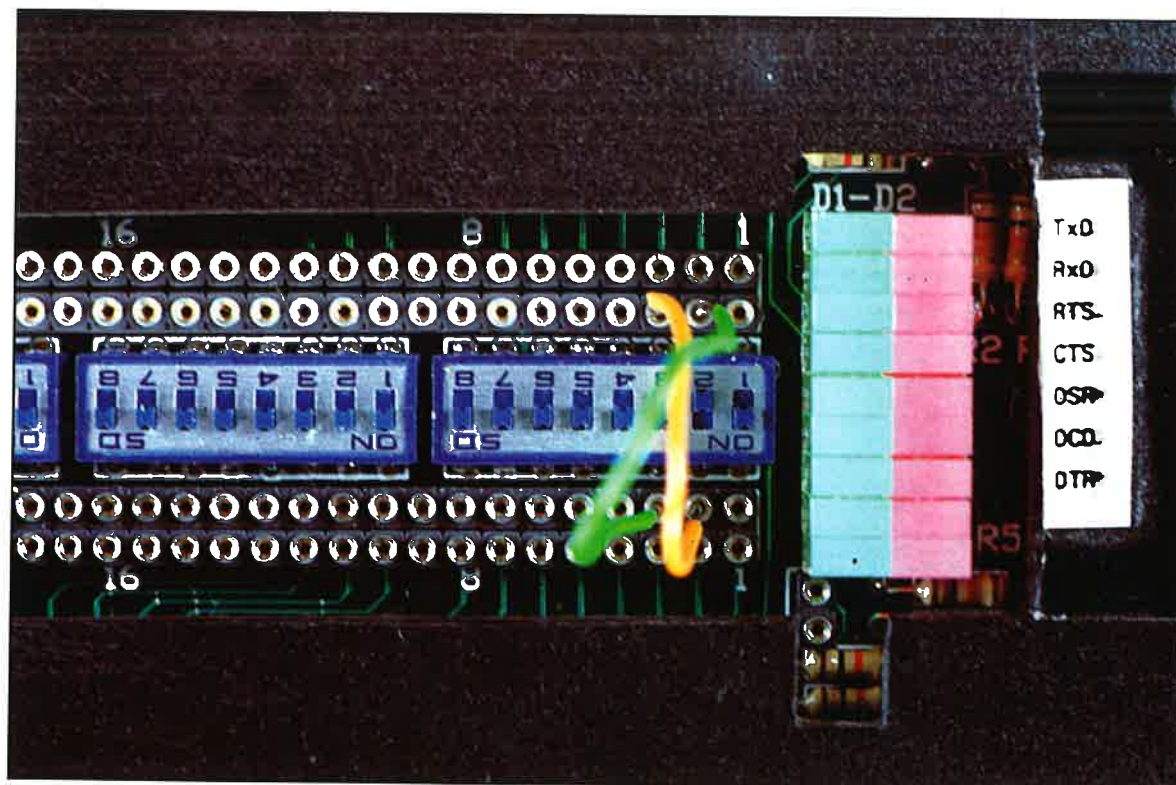
1 circuito stampato PC10193V527

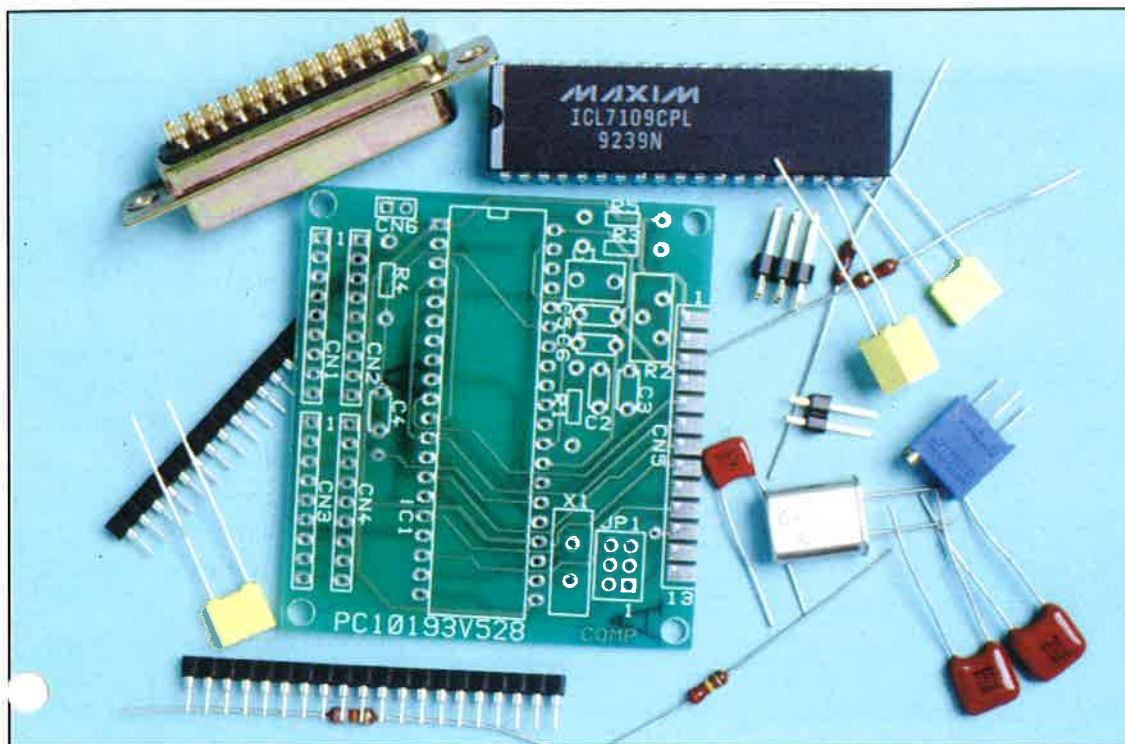
*Ponticelli da utilizzare per eseguire i necessari collegamenti volanti*

be provocare dei problemi durante il funzionamento. Un altro sistema di protezione potrebbe essere quello di ricoprire l'intero circuito (con eccezione dei diodi LED e degli zoccoli) con della resina o pasta termoindurente che compatti tutto in un blocco unico. La soluzione piú idonea è comunque quella di utilizzare un contenitore plastico. Questo non deve possedere caratteristiche particolari, ma solo delle dimensioni compatibili con quelle del circuito. Sul coperchio superiore è necessario aprire una finestra che consenta l'accesso ai microinterruttori ed ai terminali di interconnessione. Se la larghezza interna del contenitore è appena superiore a

quella dello stampato i connettori possono essere saldati direttamente sulla scheda, eseguendo però le opportune regolazioni suggerite in precedenza. Se invece il contenitore è molto piú largo dello stampato, si consiglia di collegare i connettori al circuito con dei cavi piatti di lunghezza opportuna. In entrambi i casi è necessario eseguire sulle pareti laterali della scatola le forature richieste per l'inserimento e il fissaggio dei connettori. L'altezza dei diodi LED deve essere tale da non permettere che

sporgano oltre il coperchio superiore, ma anche da non crearne l'eccessivo affossamento all'interno della scatola. Se necessario, utilizzare per questi componenti dei terminali torniti. Inoltre, bisogna aprire una finestra in corrispondenza di questi indicatori per permettere la loro visualizzazione dall'esterno. Un esempio di foratura del contenitore è illustrato nelle fotografie presenti in questo capitolo. L'ultima operazione consigliata e sufficientemente importante è quella di applicare una targhetta indicante le linee associate ai diodi LED, come illustrato nella corrispondente figura; in questo modo non è necessario ricordare sempre a memoria quale è il segnale che si sta controllando.

Dettaglio dei collegamenti "volanti" nel commutatore universale



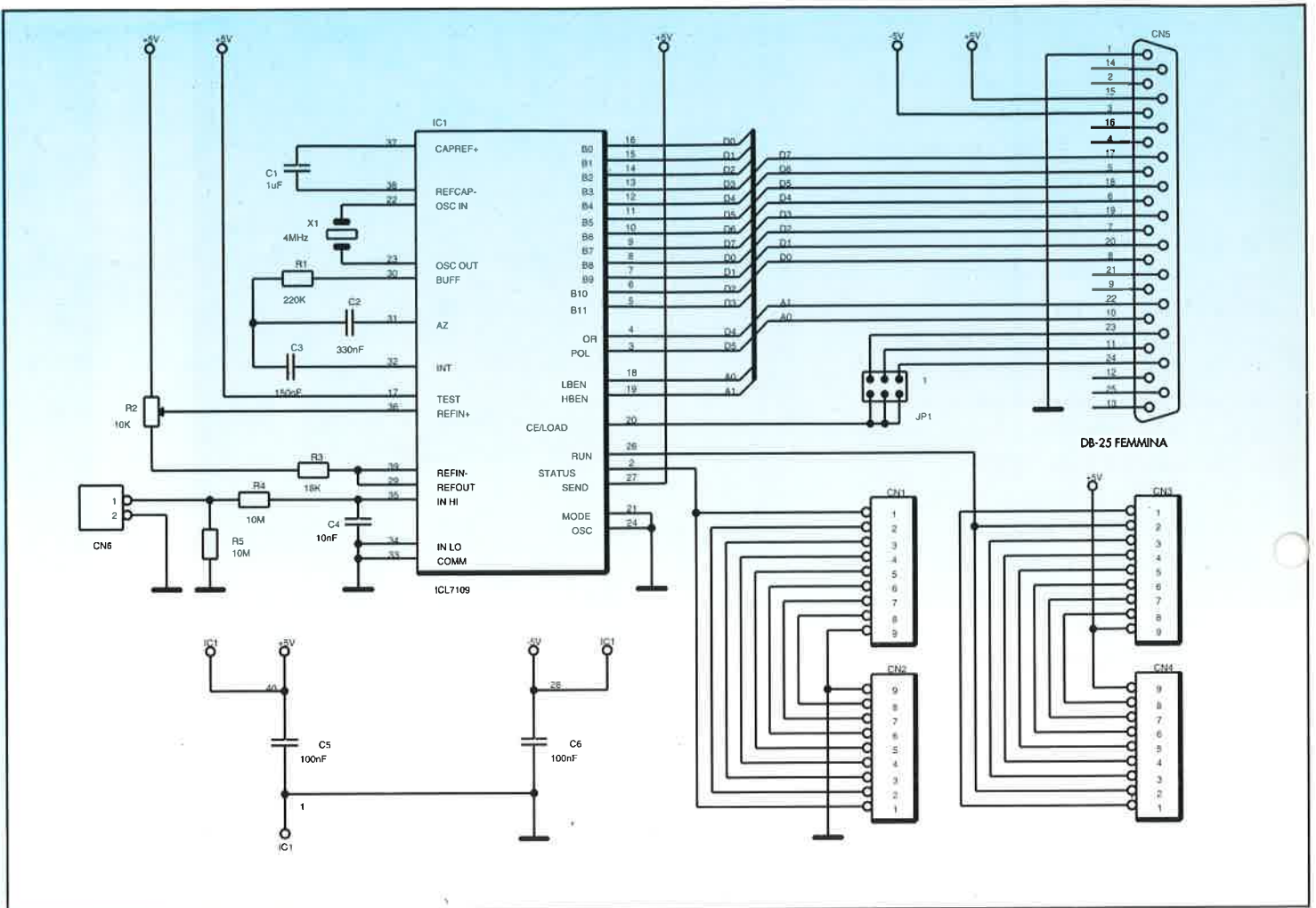
VOLTMETRO CONTROLLATO DAL PC

Quando bisogna eseguire riparazioni di apparecchiature elettroniche, di piccoli elettrodomestici, o di qualche realizzazione personale, potrebbe diventare molto comodo avere a disposizione uno strumento di misura che sia insieme preciso e di facile utilizzo.

Come è ormai noto alla maggior parte degli hobbisti elettronici, uno degli strumenti più utilizzati per eseguire delle misure è senza dubbio il *voltmetro*. Sia i professionisti dell'elettronica, che coloro che operano in campi correlati (ad esempio i radioamatori, i riparatori, gli appassionati di informatica o robotica, ecc.), hanno iniziato la loro attività eseguendo misure elettroniche con un semplice voltmetro, nella maggior parte dei casi di tipo analogico. Se è certamente vero che i veterani potrebbero essere ancora affascinati dai vecchi voltmetri (non tanto dai pachidermici modelli a valvole, ma dai più pratici modelli tipo ICE), è anche assodato che attualmente almeno un paio



Uno degli strumenti più utilizzati per eseguire delle misure è senza dubbio il voltmetro



Schema elettrico del circuito di interfaccia per voltmetro

La parte fondamentale del dispositivo è basato su di un unico circuito integrato, l'ICL7109

di generazioni si sono avvicinate al mondo elettronico utilizzando i moderni voltmetri digitali. Coloro che hanno lavorato con i primi modelli di voltmetri si sono riconvertiti alle nuove tecnologie con un po' di nostalgia. Forse questa è una delle ragioni per cui si è deciso di approfondire il discorso delle misure digitali, pensando di arrivare a collegare una scheda utilizzata come interfaccia al PC per poter convertire il sistema in uno strumento di misura di grande precisione. Non vi è dubbio che qualsiasi apparecchiatura portatile rappresenti un sistema di misura molto più pratico (data la scomodità di trasportare e lavorare con un PC), ma non si può negare che gli interessanti aspetti che presenta il circuito potrebbero affascinare qualsiasi tecnico, data la possibilità di contare su di uno strumento con le caratteristiche peculiari della realizzazione pro-

posta, e l'interessante rappresentazione visiva che si può ottenere se si ha a disposizione una scheda grafica di buona qualità (almeno una VGA).

IL CIRCUITO

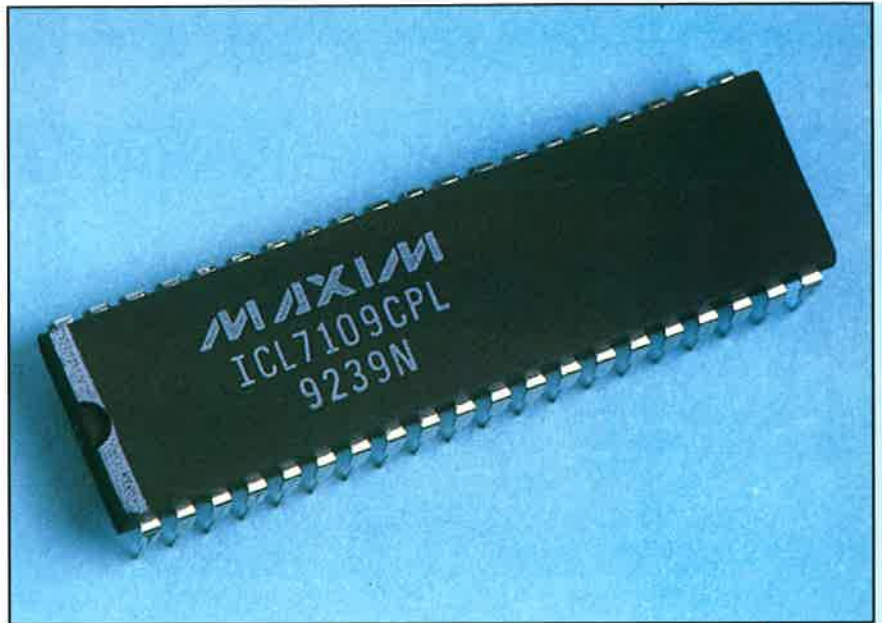
Per prima cosa bisogna osservare con cura lo schema elettrico del dispositivo riportato nella figura corrispondente. Come si può notare, l'elemento principale del circuito è costituito dall'integrato ICL7109 della Maxim, mentre gli altri componenti servono da supporto a questo. Il 7109 è un convertitore A/D monolitico a 12 bit, progettato per poter essere facilmente e semplicemente collegato a microprocessori e ad UART. La lettura prelevata in forma analogica viene convertita da questo integrato in un valore digitale

codificato a 12 bit. Il circuito dell'integrato prevede inoltre un'altra coppia di bit in uscita che permettono di ottenere informazioni relative all'eventuale overflow dell'intervallo di misura consentito e alla polarità della tensione rilevata.

I 14 bit presenti sulle uscite del 7109 possono essere collegati direttamente al bus di un microprocessore. Quando un circuito viene collegato con questo schema, viene gestito direttamente dal micro attraverso alcuni terminali appositamente dedicati: in pratica, devono essere controllati gli ingressi "CE/LOAD" (terminale 20) e i due ingressi di abilitazione dei byte "RUN" e "STATUS" (terminali 26 e 2 rispettivamente).

Nell'ipotetico caso in cui sia necessario pilotare l'integrato in modo remoto, la facilità di gestione e la semplicità del protocollo seriale implementate nello stesso ne semplificano l'uso. Grazie a questa sua caratteristica il 7109 è in grado di comunicare con qualsiasi tipo di UART standard. Uno dei principali vantaggi che presenta questo integrato è costituito dalla precisione che può fornire, per non parlare del basso indice di errore che lo caratterizza. Altri vantaggi del circuito sono:

- soppressione degli effetti di isteresi e di *crosstalk*,
- ottimizzazione della gestione del bus,
- uscite predisposte per la condizione tristate,
- gestione del protocollo UART per la comunicazione seriale,



L'integrato ICL7109 della Maxim è il vero cuore del dispositivo

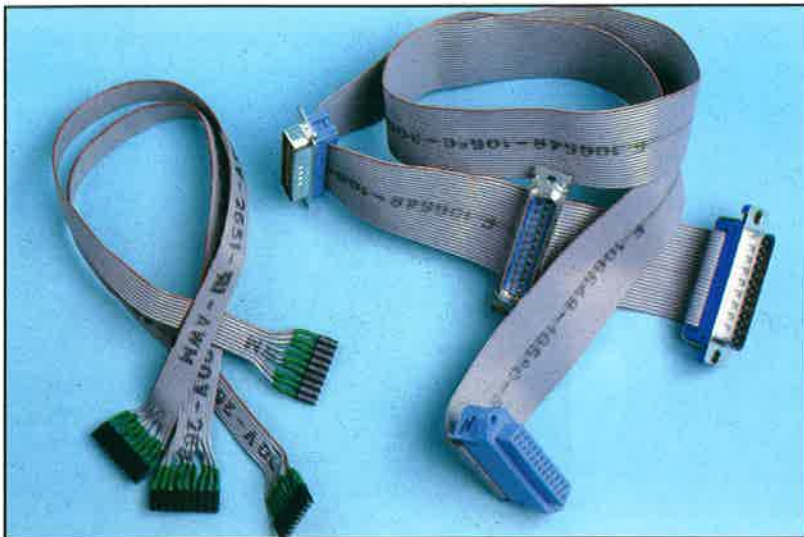
- possibilità di arrivare fino a 30 conversioni al secondo,
- ottima protezione contro le cariche statiche,
- utilizzazione della tecnologia CMOS a basso assorbimento.

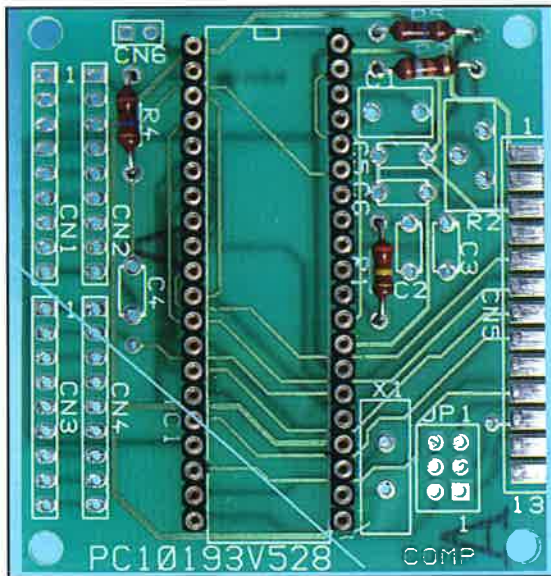
Come si può osservare nello schema, il collegamento di ingresso al circuito avviene tramite il connettore CN6, la cui impedenza è prerogolabile per mezzo del gruppo di resistenze formato da R4 e R5 (da 10 M Ω). La resistenza R5, sfruttando la capacità di autoriferimento dell'integrato, consente di eseguire la regolazione fine del misuratore; questa operazione verrà descritta in dettaglio successivamente.

Un elemento importante da tener presente è il ponte di configurazione JP1. Tramite questo ponte si può eseguire una selezione simile a quella prevista per la scheda di I/O (scheda che comunque è necessaria per il funzionamento di questo dispositivo): inserendo il ponte o jumper in una delle tre possibili posizioni si modifica l'indirizzo di funzionamento della scheda. Come detto, per gestire il

14 bit disponibili sulle uscite del 7109 possono essere collegati direttamente al bus di un microprocessore

Questi cavi sono necessari per il collegamento del modulo





Il montaggio deve iniziare, come sempre, con l'inserimento delle resistenze e dei terminali torniti per lo zoccolo dell'integrato

voltmetro controllato dall'elaboratore è necessario utilizzare anche la scheda di I/O descritta in uno dei precedenti capitoli. Questa scheda è dotata di un ponticello di configurazione a tre posizioni, il cui compito è quello di indicare alla scheda di decodifica degli indirizzi, che viene collegata al bus del PC, a quale indirizzo si desidera farla lavorare.

Risulta ovvio che, per evitare conflitti, le due schede devono essere indirizzate in modo diverso; ciò significa che i loro ponticelli di configurazione non devono essere inseriti nella medesima posizione.

Un altro elemento importante di questa realizzazione è costituito dal gruppo di connettori indicati nello schema con CN1, CN2, CN3 e CN4. Il compito di questi connettori, che verranno esaminati più attentamente in seguito, non è solo quello di consentire il collegamento della scheda di interfaccia del voltmetro alla scheda di I/O, ma anche quello di permettere l'ampliamento di questa realizzazione grazie ad una scheda aggiuntiva che serve per commutare e selezionare le scale di misura del voltmetro, e per configurarlo e convertirlo in un amperometro molto flessibile.

Un'ultima precisazione relativa al circuito è riferita all'apparente anomalia che presenta il collegamento della linea del bus dati (D0-D7) a due diversi gruppi di terminali (da B0 a B7 e da B8 a

PO1). Questa situazione si spiega con la capacità già citata dell'integrato 7109 di portare le sue uscite in modalità tristate. Intuitivamente potrebbe sembrare illogico il fatto che due livelli logici diversi si incontrino nel medesimo nodo nello stesso istante. Chiunque potrebbe facilmente riconoscere che questa situazione potrebbe rivelarsi dannosa per i circuiti coinvolti in questo collegamento.

Ciò ovviamente non è vero, grazie alla possibilità di far assumere alle linee desiderate la condizione di *tristate*, o di alta impedenza, che agisce come un interruttore sulle stesse, scollegandole dal circuito.

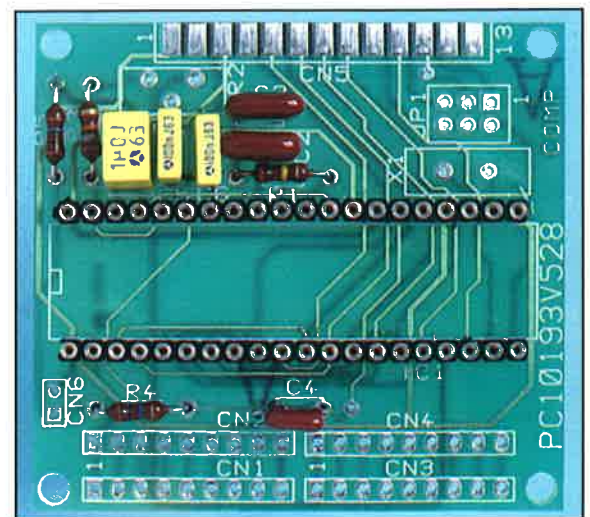
La modalità tristate consente in qualche modo la condivisione del bus dati tra i due gruppi di terminali citati, che servono per effettuare delle letture in istanti diversi e predeterminati.

Per organizzare queste operazioni senza complicare troppo la vita ai progettisti, si è prevista una coppia di bit di controllo che, in funzione del loro stato, pilotano i due gruppi di uscite del circuito. Di conseguenza, il livello logico assunto dalle linee A0 e A1 condizionano lo stato dei due gruppi di uscite, che possono perciò portarsi:

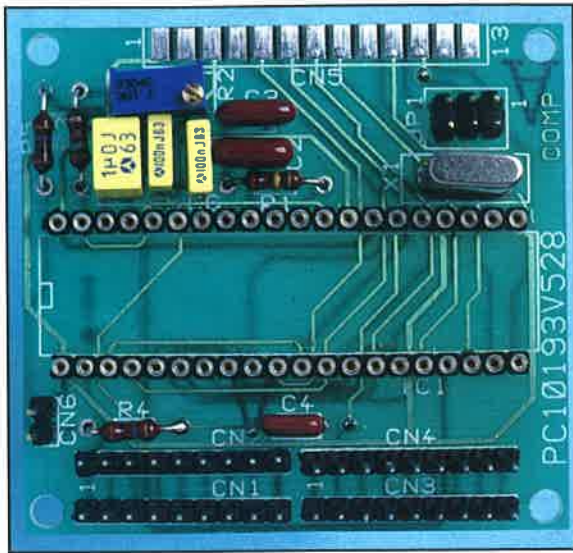
- entrambi nella condizione di alta impedenza (Hi-Z),
- uno in Hi-Z e l'altro con le uscite abilitate,
- il primo con le uscite abilitate e il secondo in Hi-Z,
- entrambi con le uscite abilitate.

Ovviamente quest'ultima opzione è del tutto inopportuna, poiché provocherebbe l'incongruenza citata in precedenza. In qualsiasi caso, la gestione dei livelli logici dei bit è un problema che riguarda

Di seguito si possono montare i condensatori



Le due schede utilizzate in questa realizzazione devono lavorare ad indirizzi diversi; ciò significa che i loro ponticelli di configurazione non devono avere la stessa posizione



Successivamente è possibile montare il quarzo, i terminali maschi e il potenziometro

il software di controllo, per cui verrà esaminato nei capitoli successivi.

Occorre segnalare ancora un ultimo dettaglio costruttivo, che senza dubbio è passato inosservato ai lettori meno attenti: l'alimentazione del circuito. Come si può osservare nello schema elettrico, le tensioni di alimentazione non sono quelle standard, corrispondenti al positivo e alla massa, ma sono necessari i valori in continua di + 5 V e - 5 V.

Il connettore DB-25 di uscita deve essere collegato alla scheda di decodifica degli indirizzi. Poiché è richiesto anche l'impiego della scheda di I/O, è necessario realizzare un cavo con prese multiple, costituite da connettori DB-25 maschi, che consenta il collegamento di entrambi i circuiti alla scheda di decodifica.

Per realizzare questo tipo particolare di cavo a più connettori è possibile utilizzare un cavo piatto a 25 fili sul quale devono essere crimpati un connettore DB-25 femmina e tre maschi, come illustrato nella figura corrispondente.

Il possibile collegamento della scheda per la commutazione delle scale di misura prevista per questo circuito non deve preoccupare, poiché non richiede l'impiego di questo cavo multiplo.

MONTAGGIO DEL CIRCUITO

I criteri da seguire per il montaggio di questo circuito non presentano particolari difficoltà, sal-

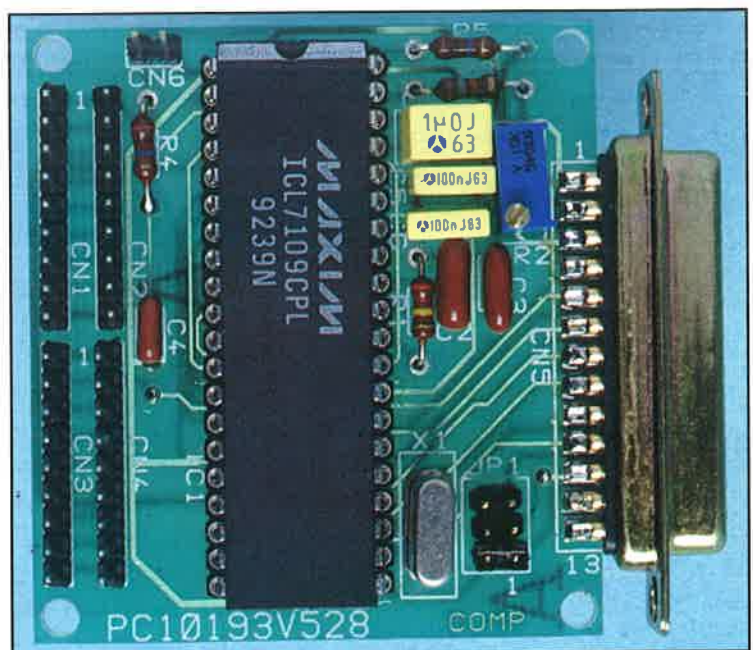
vo l'osservanza delle solite precauzioni già indicate più volte, e che ora verranno ricordate a beneficio di tutti.

Poiché il circuito stampato viene già fornito con la rivista, il montaggio risulta decisamente semplificato. In qualsiasi caso, poiché la scheda non è dotata di fori metallizzati, le saldature devono essere eseguite nel modo opportuno sia dal lato saldature che dal lato componenti. La prima operazione consiste nel saldare tutti i fori passanti che collegano le piste presenti sulle due facce dello stampato, in modo da garantire il corretto collegamento elettrico dei contatti comuni a entrambi i lati (ATTENZIONE!!! solo i fori passanti e non le isole in cui vanno inseriti i componenti). Questa operazione può apparire noiosa, ma oltre ad essere una garanzia per il corretto funzionamento del circuito, eviterà successivi grattacapi e noiosi controlli.

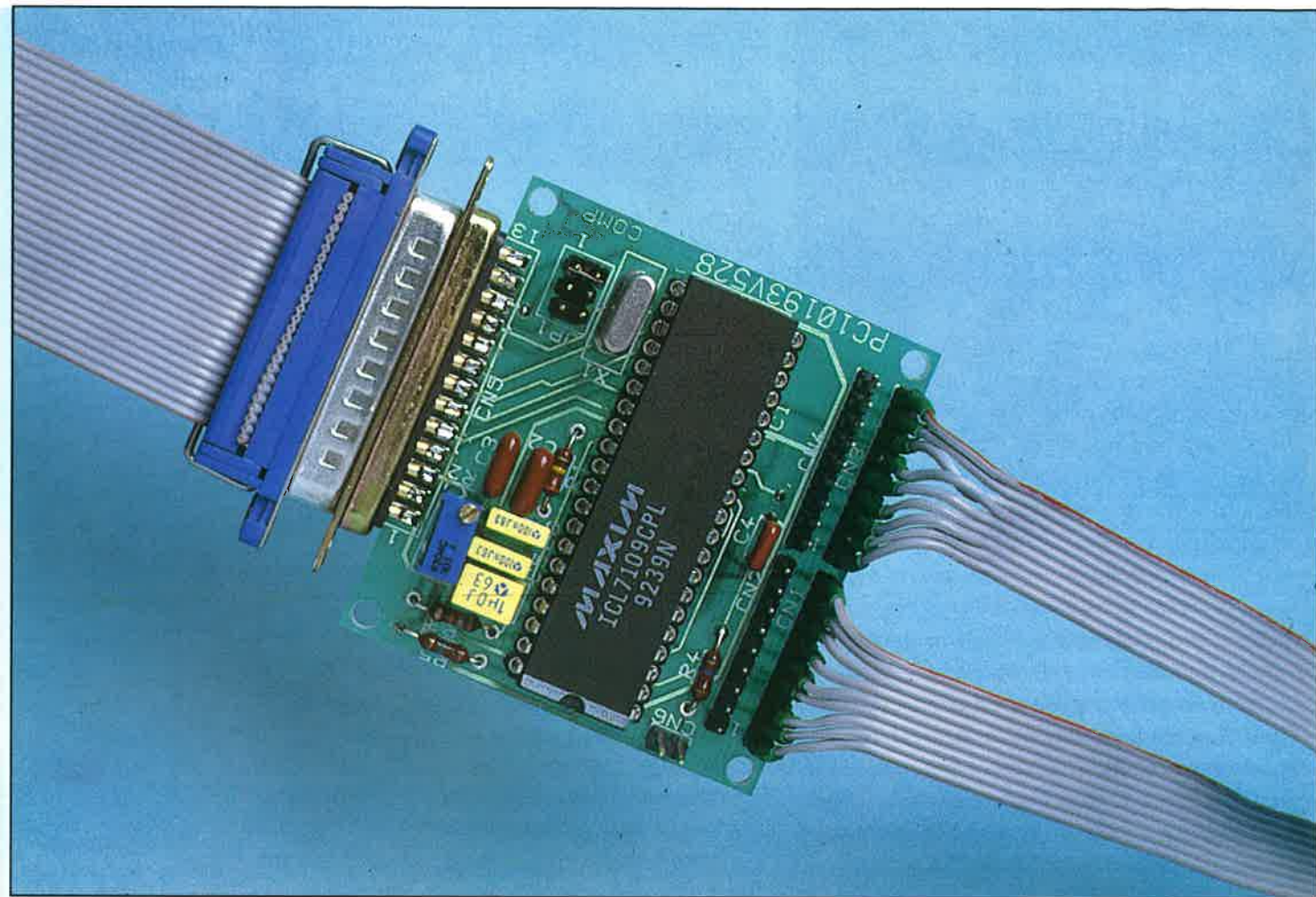
Poiché il componente più importante e più voluminoso presente sulla scheda di interfaccia del voltmetro è l'integrato ICL7109, lo si prende subito in esame.

Come detto in precedenza, la casa costruttrice (Maxim) ha dotato questo chip di una protezione contro eventuali scariche elettrostatiche. Tuttavia, per evitare qualsiasi problema, è opportuno che il suo montaggio venga eseguito per ultimo.

Per concludere bisogna saldare il connettore DB-25 e inserire l'integrato nello zoccolo



Il connettore DB-25 di uscita deve essere collegato alla scheda per la decodifica degli indirizzi



Alla scheda dovranno essere collegati i cavi costruiti in precedenza

I primi componenti da montare sono le strisce di terminali torniti da 20 contatti che servono da zoccolo per questo integrato (il 7109 ha 40 terminali), eseguendo le saldature anche dal lato componenti su quelle isole che presentano delle piste su entrambe le facce.

Sono stati preferiti i terminali torniti agli zoccoli tradizionali per circuiti integrati proprio per il vantaggio che offrono quando si devono eseguire queste doppie saldature. Il passo successivo consiste nel montaggio dei componenti passivi, costituiti dalle resistenze e dai condensatori. In questa categoria sono compresi tutti i componenti periferici che fanno riferimento al 7109, incluso il potenziometro di regolazione R2.

Al termine di questa operazione si può montare il connettore DB-25 femmina, che deve essere saldato sul bordo del circuito stampato come indica-

to nelle figure corrispondenti.

È importante utilizzare un DB-25 a saldare poiché la distanza tra le due file dei suoi terminali si adatta esattamente allo spessore dell'interfaccia, che deve essere incastrata tra di loro.

Tra i componenti bisogna segnalare la presenza di un condensatore da 1 μF di tipo non polarizzato; nel momento in cui lo si acquista è importante sottolineare questa caratteristica, poiché è regola generale per i commercianti del settore fornire condensatori di tipo elettrolitico quando viene richiesto un valore che supera qualche centinaio di nanofarad.

Sarebbe inoltre opportuno dotare il quarzo di uno zoccolo, oppure saldarlo ad una distanza di circa 2 mm dallo stampato. Questo accorgimento serve per evitare possibili cortocircuiti tra il contenitore del quarzo stesso e le piste che gli passano sotto.

Il connettore DB-25 deve avere i terminali a saldare

Dopo aver montato tutti i componenti e le strisce di terminali maschi che devono essere utilizzate per il collegamento alla scheda di I/O e a quella di commutazione delle scale, che verrà descritta successivamente, si può inserire il circuito integrato nel corrispondente zoccolo.

Non bisogna dimenticare che questo circuito ha un orientamento fisso, e che il suo inserimento errato comprometterebbe il corretto funzionamento dell'interfaccia.

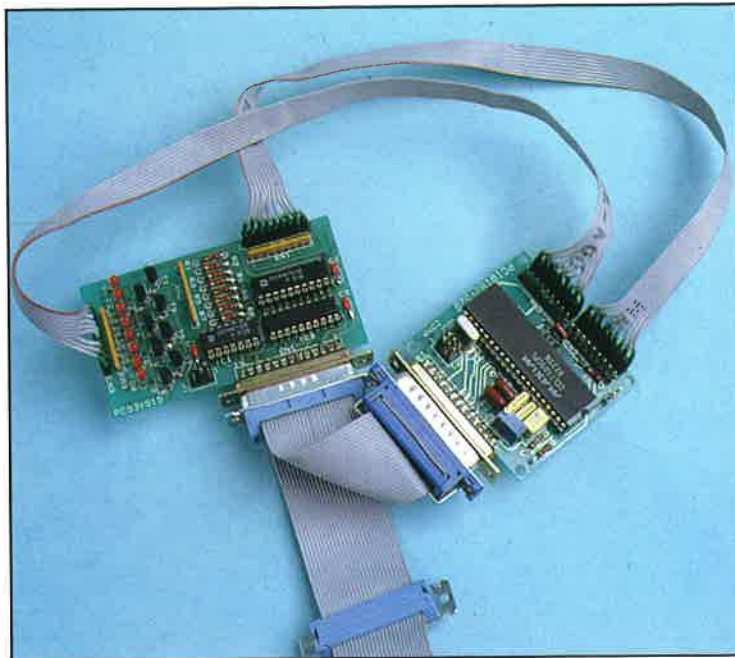
Dopo aver terminato il montaggio di questa scheda, è necessario realizzare i cavi che servono per il collegamento della stessa con gli altri dispositivi necessari per il suo funzionamento. Per costruire questi cavi bisogna utilizzare circa 2 metri di cavo piatto a 9 fili e 4 strisce di connettori femmina a saldare, che devono essere assemblati nel modo descritto di seguito.

Per prima cosa bisogna tagliare il cavo piatto in due pezzi di eguale lunghezza (approssimativamente). Dopo aver separato, spelato e presaldato tutti i fili di questi cavi sulle due estremità, si possono saldare le strisce di terminali femmina verificando che non si formino dei cortocircuiti casuali. Anche se non è obbligatorio, può essere molto utile utilizzare della guaina termorestringente per isolare le saldature, come mostrato nella corrispondente figura.

Al termine di questa operazione è opportuno verificare che non siano presenti saldature di bassa qualità, poiché po-

trebbero in seguito provocare dei comportamenti anomali e scorretti del dispositivo molto difficili da individuare.

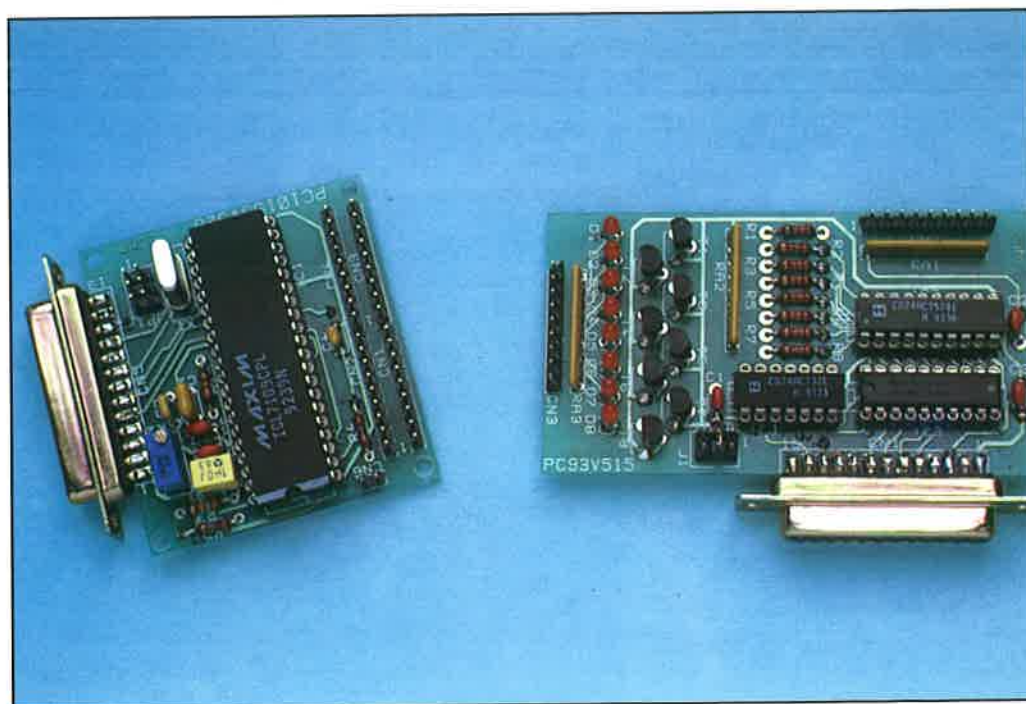
L'ultima fase del montaggio consiste in un controllo visivo che permetta l'individuazione di eventuali errori che possono essere stati commessi durante

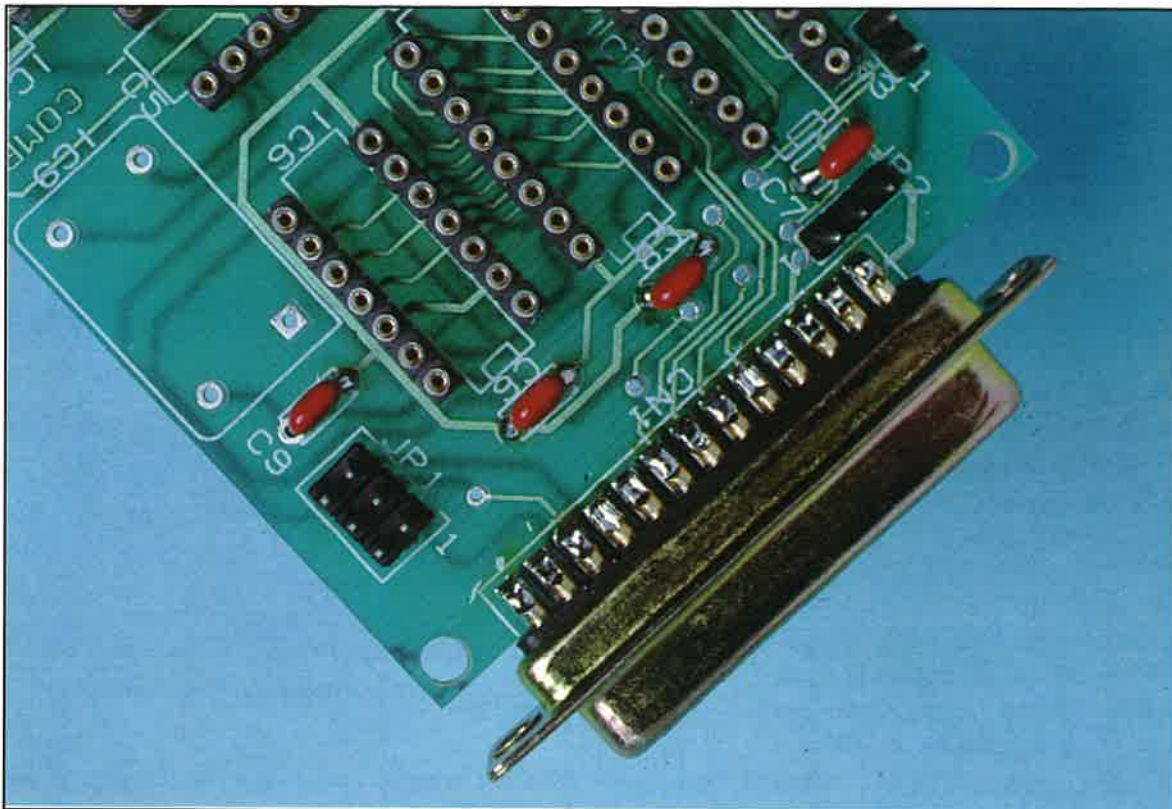


Dettaglio del collegamento tra le due schede eseguito con gli opportuni cavi

Per proteggere le saldature eseguite sui terminali femmina è possibile utilizzare della guaina termorestringente

Le due schede coinvolte nella realizzazione sono l'interfaccia del voltmetro e la scheda di I/O





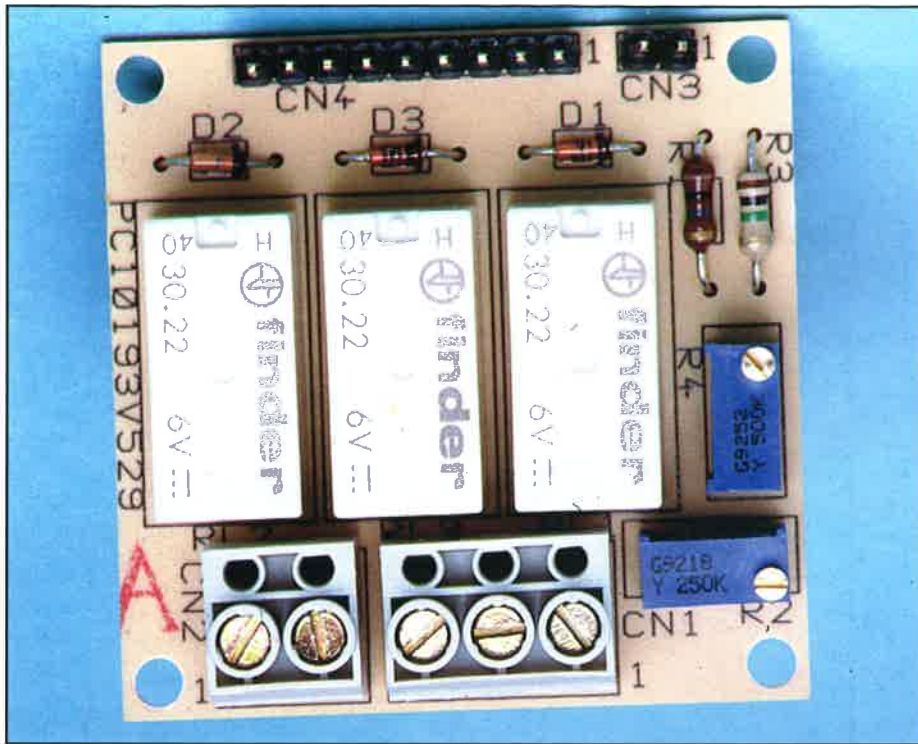
Il ponticello JP1 consente di selezionare l'indirizzo al quale deve lavorare la scheda (che deve essere diverso da quello impostato sulla scheda di I/O)

Elenco componenti	Condensatori	Semiconduttori	Varie
	C1 = 1 μ F, non polarizzato	IC1 = ICL7109	X1 = quarzo da 4 MHz
Resistenze	C2 = 330 nF		CN1-CN4 = 4x9 terminali maschi
R1 = 220 k Ω	C3 = 150 nF		CN5 = DB-25 femmina a saldare
R2 = 10 k Ω , pot., multigiri	C4 = 10 nF		CN6 = 2 terminali maschi
R3 = 18 k Ω	C5, C6 = 100 nF		JP1 = 3x2 terminali maschi
R4, R5 = 10 M Ω			40 terminali torniti per zoccolo
			1 DB-25 femmina a crimpare per il cavo (opzionale)
			3 DB-25 maschi a crimpare per il cavo (opzionali)
			1,5 metri di cavo piatto a 25 poli (opzionale)
			36 terminali femmina a saldare per i cavi (opzionali)
			2 metri di cavo piatto a 9 poli (opzionale)
			guaina termorestringente per i cavi (opzionale)

la sua realizzazione. In particolare, bisogna verificare l'eventuale presenza di cortocircuiti tra le piste, di saldature fredde (facilmente riconoscibili per il loro colore decisamente piú opaco), di eventuali componenti invertiti (in questo dispositivo l'unica possibilità di inversione riguarda l'errata inserzione del 7109), e infine la corretta saldatura dei fori passanti.

Il connettore DB-25 con i terminali a saldare deve essere incastrato sul bordo della scheda di interfaccia

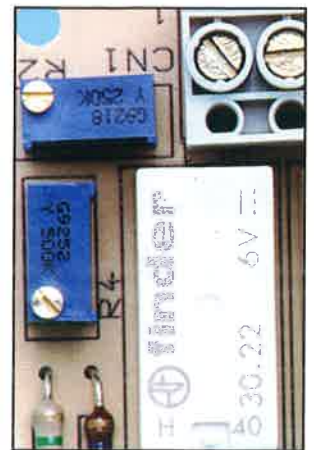


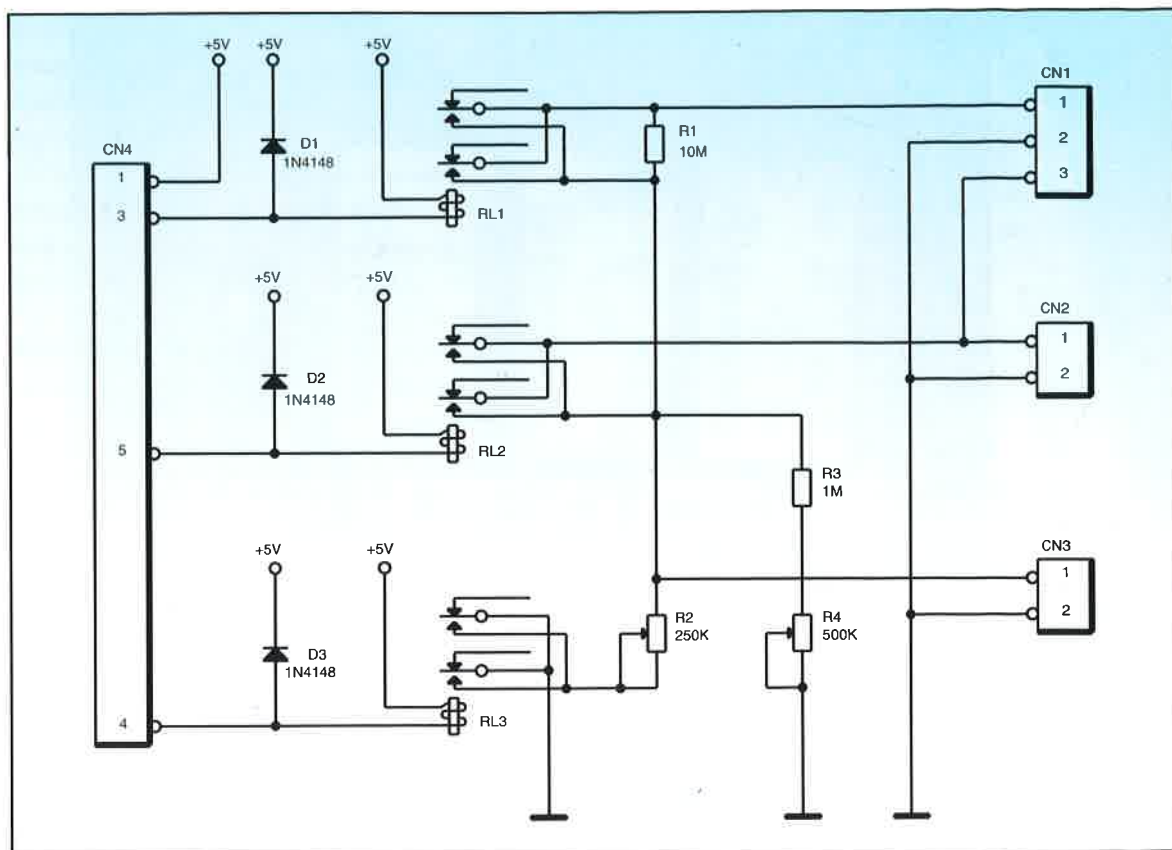


COMMUTATORE DI SCALA PER IL VOLTMETRO

Con questo semplice e piccolo circuito è possibile convertire il semplice voltmetro proposto nel precedente capitolo in un potente strumento in grado di eseguire misure di tensione sino a 400 V e misure di corrente sino a 4 ampere.

nel capitolo precedente è stato presentato un semplice ma molto preciso convertitore Analogico/Digitale montato in configurazione da voltmetro. Anche se come circuito è di per se abbastanza interessante, potrebbe non essere sufficiente avere a disposizione un voltmetro con una risoluzione di 1 mV in grado di misurare tensioni sino a un valore massimo di quattro volt (in realtà 4,095 V). Qualsiasi hobbista di questo settore sa che i valori tradizionali





Schema elettrico del circuito che consente fornire al voltmetro diverse scale di misura di tensione e di corrente

di misura sono normalmente superiori a questa soglia. Per superare questo ostacolo si è pensato al circuito che viene descritto di seguito. La scheda proposta consente di riconfigurare il circuito precedente, convertendolo in un voltmetro multiscala e in un amperometro.

Con questa variante il voltmetro è in grado di misurare valori di tensione fino a circa 400 V, che rappresenta un margine di tensione sufficientemente ampio da soddisfare quasi tutte le esigenze di chiunque desideri sfruttare i vantaggi che derivano dall'aver a disposizione uno strumento di precisione controllato dal PC.

IL CIRCUITO

Il funzionamento del circuito è molto semplice, in quanto è composto principalmente da tre relè, collegati ai rispettivi divisori di tensione, che permettono la selezione delle diverse scale: da 0 a ± 4 V, da 0 a ± 40 V, da 0 a ± 400 V e da 0 a ± 4 A. Quando si selezionano i quattro volt di fondo scala, il segnale misurato attraversa la scheda senza subire alcun tipo di modifica, rela-

tivamente al suo livello di tensione, per cui arriva al convertitore esattamente lo stesso valore di tensione presente all'ingresso del circuito. Viceversa, selezionando il fondo scala a quaranta volt il segnale di ingresso deve essere convertito in una tensione di uscita proporzionalmente ridotta fino ad un valore massimo di quattro volt. Questa conversione si ottiene semplicemente inserendo tra l'ingresso e l'uscita un divisore di tensione con un rapporto 10:1.

Il principio di funzionamento del divisore è molto semplice, e corrisponde al funzionamento del partitore di tensione passivo; se si considerano due resistenze in serie tra di loro, ai capi della quali viene applicata una tensione di valore noto, questa si ripartisce tra le due resistenze in modo proporzionale al valore delle stesse. Per conoscere il valore della caduta di tensione sulle due resistenze, e perciò il livello di ripartizione della tensione sulle stesse, è sufficiente applicare la legge di Ohm ed eseguire qualche calcolo sfruttando alcune regole matematiche fondamentali. Si ricorda che la legge di Ohm dice che in un partitore resistivo la caduta di tensione è pari al

Con questa scheda aggiuntiva il voltmetro è in grado di misurare fino a 400 volt, un range di tensione sufficientemente ampio per le esigenze della maggior parte degli hobbisti

prodotto del valore nominale di una resistenza per la corrente che circola in essa. Analizzando in modo analitico questa espressione è possibile calcolare il valore di uno dei tre parametri conoscendo gli altri due. Poiché le resistenze sono in serie tra di loro la corrente che circola in entrambe è la stessa, per cui la loro caduta di tensione è data dalle seguenti equazioni:

$$V_1 = R_1 \times I$$

$$V_2 = R_2 \times I$$

Analogamente, si può dire che la tensione V applicata ai capi del partitore è pari alla somma delle cadute di tensione sulle due resistenze:

$$V = V_1 + V_2$$

Quello che si desidera ottenere da questo circuito è che una delle due tensioni sia dieci volte inferiore alla tensione totale applicata. Se si suppone che questa tensione sia V₂, si può quindi dire che:

$$V_2 = V / 10$$

che può essere scritto anche come

$$V = 10 \times V_2$$

Sostituendo V nell'equazione precedente, si ha:

$$10 \times V_2 = V_1 + V_2$$

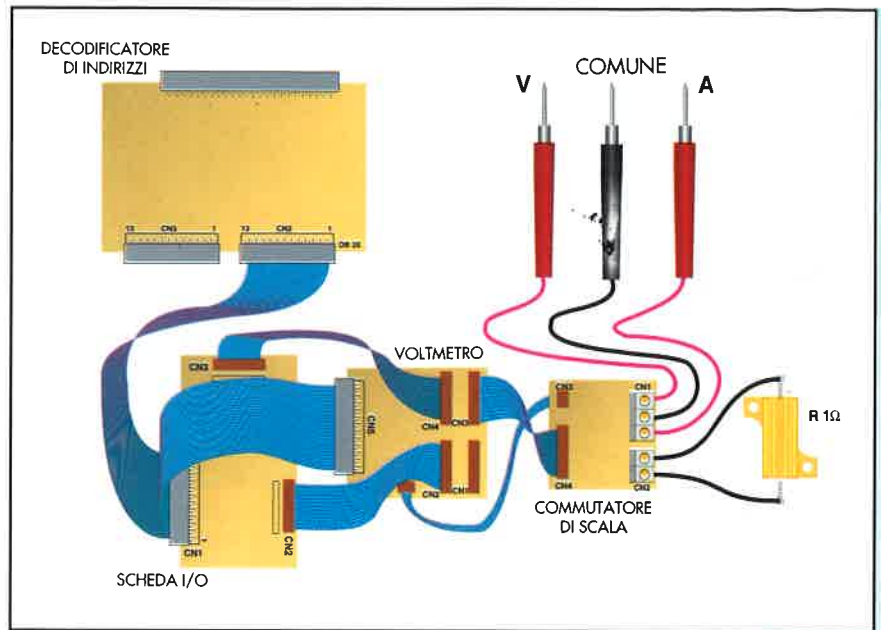
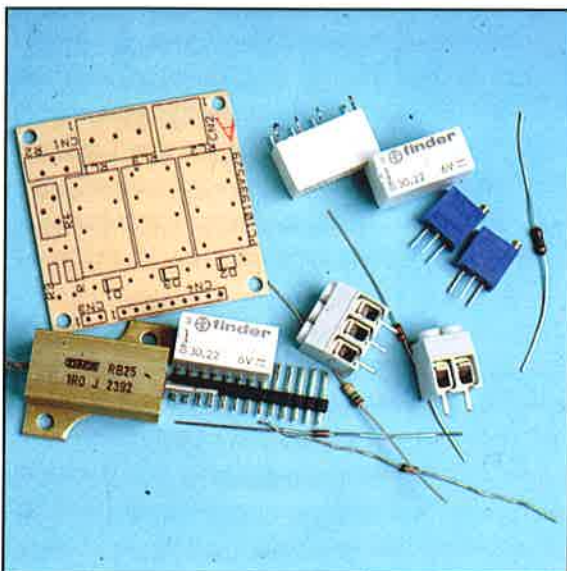
che corrisponde a

$$9 \times V_2 = V_1$$

Se in questa equazione si sostituiscono i valori di V₁ e V₂ si ottiene che:

$$9 \times R_2 \times I = R_1 \times I$$

Il numero di componenti necessari per realizzare il commutatore di scala è molto contenuto



In questa figura si possono notare tutte le schede utilizzate per il funzionamento del circuito, con i diversi cavi di collegamento. Sono anche indicati i terminali ai quali devono essere collegati i puntali di misura

A questo punto non resta che eliminare la corrente, in quanto presente in entrambi i membri dell'uguaglianza, in modo da ottenere il rapporto richiesto tra le due resistenze del divisore di tensione. Di conseguenza, al termine delle semplificazioni matematiche si ottiene che:

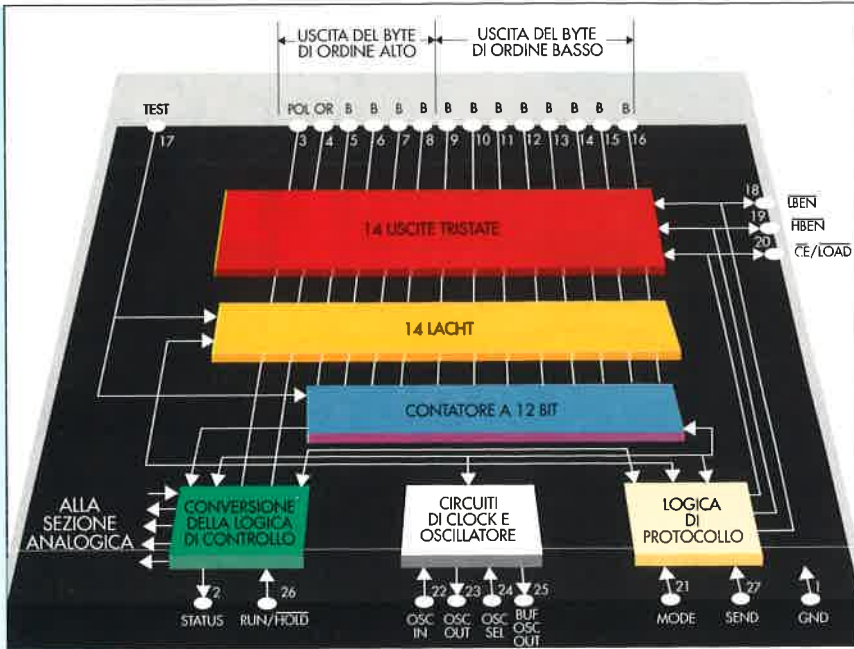
$$R_1 = 9 \times R_2 \quad \text{oppure} \quad R_2 = R_1 / 9$$

Con questo semplice metodo di applicazione della legge di Ohm si possono ricavare i valori delle resistenze che si devono utilizzare per realizzare il divisore.

Non resta che scegliere il valore di una delle due resistenze e, partendo da quello, calcolare il valore dell'altra. Nel caso in esame, per ottenere un fondo scala di 40 V si è scelto per R₁ il valore di 10 MΩ; di conseguenza, l'altro elemento del divisore deve essere realizzato con una resistenza da 1,111111 MΩ. Come si può facilmente verificare, questo valore non è disponibile in commercio; per ottenerlo esattamente bisogna far ricorso ad un piccolo trucco. Il valore richiesto si ottiene utilizzando una resistenza da 1 MΩ in serie ad un potenziometro multigiri da 500 kΩ; regolando opportunamente questo potenziometro si può conseguire l'esatto valore di resistenza.

Per eseguire questa regolazione non è necessario avere a disposizione un ohmmetro o un tester; l'operazione di taratura è molto più semplice di quanto si possa immaginare, e viene eseguita

Si rammenta che la legge di Ohm dice che la tensione è pari al prodotto della resistenza per la corrente che la attraversa

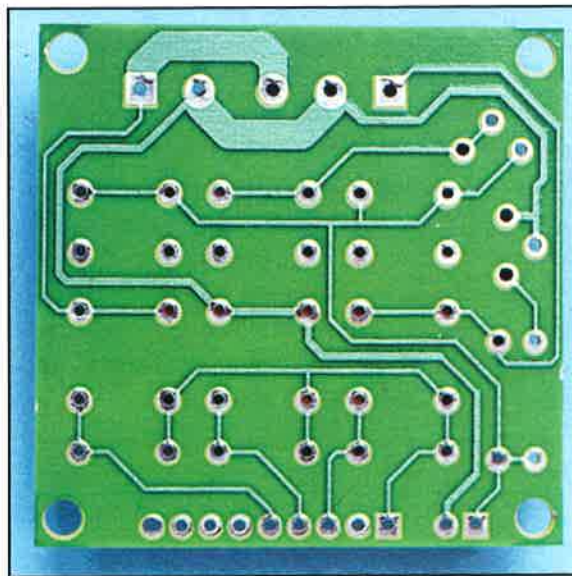


Lo schema a blocchi del funzionamento interno del convertitore A/D può aiutare a comprendere con maggior semplicità il funzionamento del circuito del voltmetro

direttamente con il programma di controllo del voltmetro che sarà oggetto del prossimo capitolo. Per ottenere un fondo scala di 400 V si deve seguire lo stesso procedimento; è però necessario modificare il rapporto di divisione, che in questo caso è di 100:1. I componenti utilizzati per ottenere questo rapporto di scala sono costituiti dalla stessa resistenza da 10 MΩ vista in precedenza per uno dei rami del divisore, e da un

La resistenza da 1 Ω permette di eguagliare le letture di tensione a quelle di corrente, in modo che queste ultime possano essere direttamente misurate sulla scala delle tensioni

Tra le piste del circuito stampato se ne possono notare due particolarmente spesse. Sono infatti quelle che collegano la resistenza esterna nella quale circola la corrente che si deve misurare



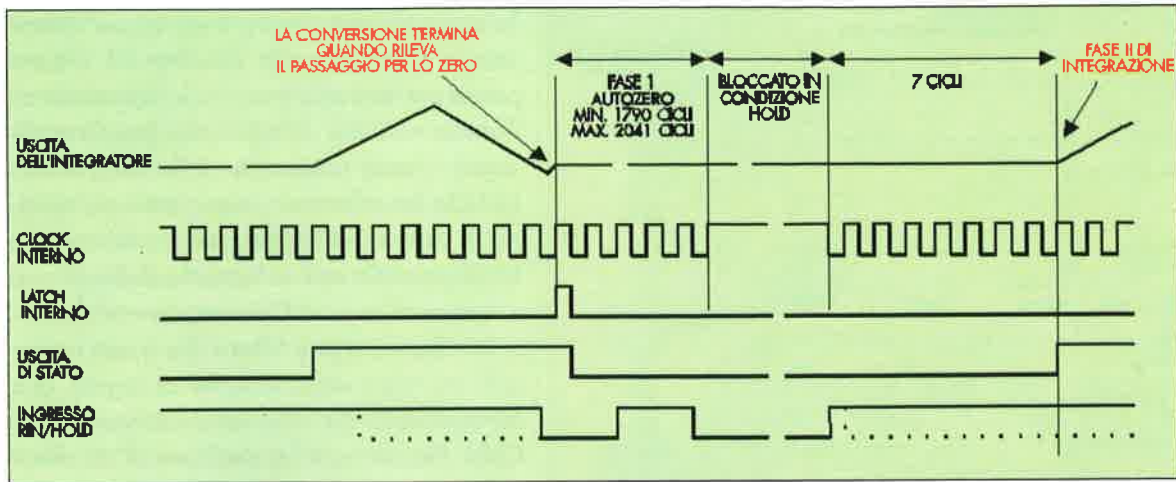
potenziometro multigiri da 250 kΩ per l'altro ramo. Anche la regolazione di quest'ultimo potenziometro è semplice e simile alla precedente. A questo punto non resta che cercare di capire come sia possibile misurare la corrente con un voltmetro. Il principio è molto semplice; infatti, se si fa circolare una corrente attraverso una resistenza, su questa si genera una caduta di tensione che è proporzionale al valore nominale della resistenza stessa e alla corrente che la attraversa. Poiché il valore della resistenza è noto, e la caduta di tensione viene misurata direttamente dal voltmetro, applicando la legge di Ohm risulta immediato ricavare il valore della corrente in funzione di questi due parametri. Per rendere i calcoli più semplici si è utilizzata una resistenza da 1 Ω. Come già detto, una corrente di 1 ampere che attraversa una resistenza di 1 Ω provoca una caduta di tensione sulla stessa pari ad 1 V.

Analiticamente questa relazione può essere espressa dall'equazione: $V = R \times I$

Si può quindi facilmente dedurre che utilizzando una resistenza con valore nominale di 1 Ω si ottiene un valore di corrente corrispondente a quello della tensione applicata, per cui è possibile leggere il valore della corrente direttamente nella scala dei volt.

Dopo questa descrizione del funzionamento del circuito e delle leggi che sfrutta dovrebbe già essere sufficientemente chiaro il modo in cui vengono misurati i diversi intervalli di tensione o di corrente; può capitare però che qualche lettore abbia il desiderio di conoscere più dettagliatamente il sistema utilizzato per il collegamento dei diversi divisori di tensione per la commutazione delle scale di misura al voltmetro presentato nel capitolo precedente. L'interconnessione tra i due dispositivi si ottiene mediante tre relè, che commutano opportunamente le resistenze del divisore per ottenere il rapporto di divisione necessario per una determinata misura.

Osservando lo schema riportato in figura, si può notare che sono presenti due ingressi: uno per la tensione sul terminale 1 di CN1, ed un secondo per la corrente sul terminale 3 di CN1. Il terminale 2 dello stesso connettore rappresenta la massa di riferimento, e contemporaneamente il punto di collegamento comune della sonda di misura.



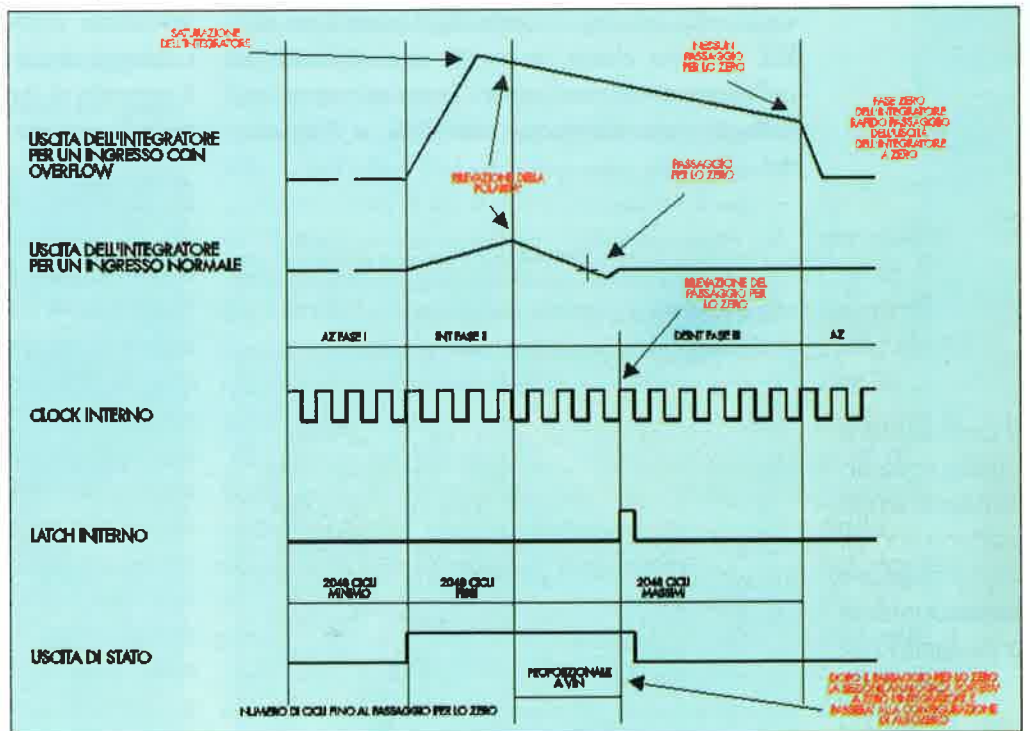
R3 e R4 formano i rami del divisore di tensione, e il fatto che risultino sempre direttamente collegati non comporta alcun problema

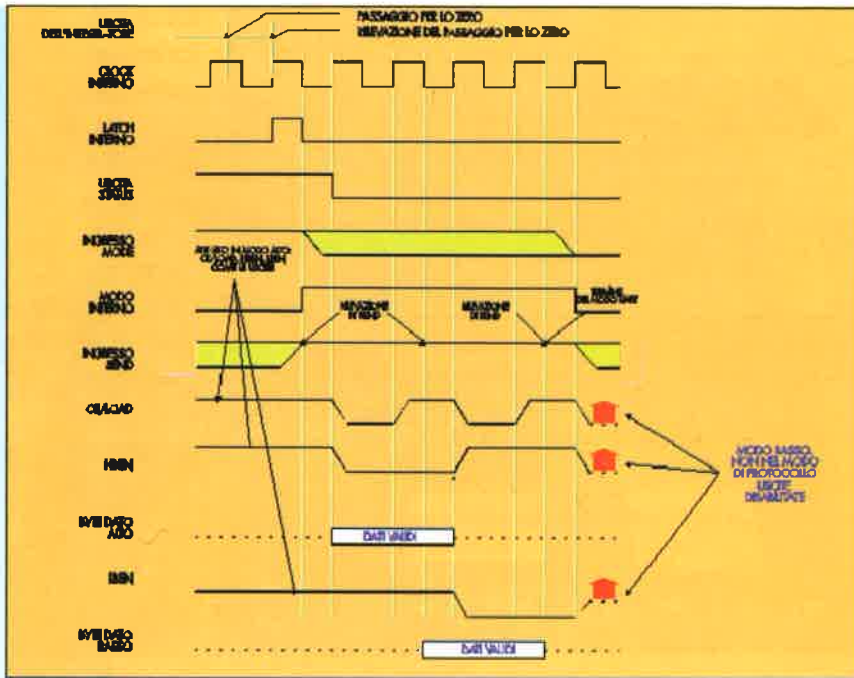
In questa figura è possibile osservare il valore assunto dai diversi terminali di controllo del convertitore, in funzione della fase del processo di conversione che si sta esaminando

Seguendo il percorso che va dall'ingresso per la tensione di CN1 verso l'uscita corrispondente, posta su CN3, si incontra la resistenza R1 da 10 MΩ, con i contatti del relè RL1 collegati in parallelo. Quando i contatti del relè si chiudono la resistenza viene cortocircuitata, per cui l'ingresso risulta collegato direttamente all'uscita. Viceversa, quando i contatti del relè sono aperti la resistenza non viene cortocircuitata e il suo valore influisce sul rilevamento della misura. Inoltre è possibile vedere che in parallelo a questa uscita è direttamente collegata la serie resistiva composta da R3 ed R4, corrispondenti rispettivamente alla resistenza da 1 MΩ e al potenziometro multigiri da 500 kΩ. Questi due componenti formano uno dei rami del divisore di tensione, e non comportano alcun problema anche se risultano sempre inseriti. Quando R1 è cortocircuitata uno dei rami del divisore scompare, per cui non esiste alcun rapporto di divisione; quando invece questa resistenza non è cortocircuitata, il divisore di tensione si comporta in modo equilibrato fornendo il fondo scala a 40 V. Per fornire un fondo scala di 400 V intervengono la resistenza citata in precedenza R1, i relè RL1 e RL3, e il potenziometro multigiri R2. Per ottenere il valo-

re indicato i contatti del relè RL1 devono essere aperti, in modo che la resistenza R1 non risulti cortocircuitata; inoltre, il relè R3 deve essere eccitato per collegare R2 a massa, in modo che il ramo del divisore risulti composto da R1 e dal potenziometro R2. In questo caso si può verificare che si forma un parallelo tra la resistenza R2 e la serie formata da R3 e R4. Questa situazione non comporta alcun problema, poiché il valore di R2 è molto inferiore rispetto al valore della serie citata; sfruttando le leggi di Ohm si può facilmente

Quando si conclude la fase di integrazione relativa ad una lettura, viene eseguita la registrazione dei dati per poter abilitare la lettura successiva, e l'uscita STATUS commuta a livello basso per indicare che i dati sono disponibili





L'accesso ai dati può essere effettuato anche con due letture successive, selezionando opportunamente i terminali di controllo in modo che durante la lettura di una parte degli stessi gli altri permangano in uno stato di alta impedenza

calcolare che il valore totale è leggermente inferiore a quello nominale di R2. Volendo esaminare il funzionamento del dispositivo come amperometro per la misura delle correnti, è necessario inserire in parallelo all'ingresso del voltmetro una resistenza da 1 Ω collegata in modo che la corrente da misurare la possa attraversare. Per ottenere questa condizione è necessario che i contatti del relè RL2 risultino chiusi, in modo che si formi un collegamento in parallelo tra la resistenza stessa, collegata al connettore a vite CN2, e l'ingresso del voltmetro.

In questa tabella è possibile osservare la logica di controllo per la gestione del terzo stato ad alta impedenza sull'uscita dati, che permette il loro collegamento ad un bus comune ad 8 bit

CE/LOAD	LBEN	HBEN	B1-B8	B9-B12 POL,OR
1	X	X	ALTA-IMP	ALTA-IMP
0	1	1	ALTA-IMP	ALTA-IMP
0	0	1	USC-DATI	ALTA-IMP
0	1	0	ALTA-IMP	USC-DATI
0	0	0	USC-DATI	USC-DATI

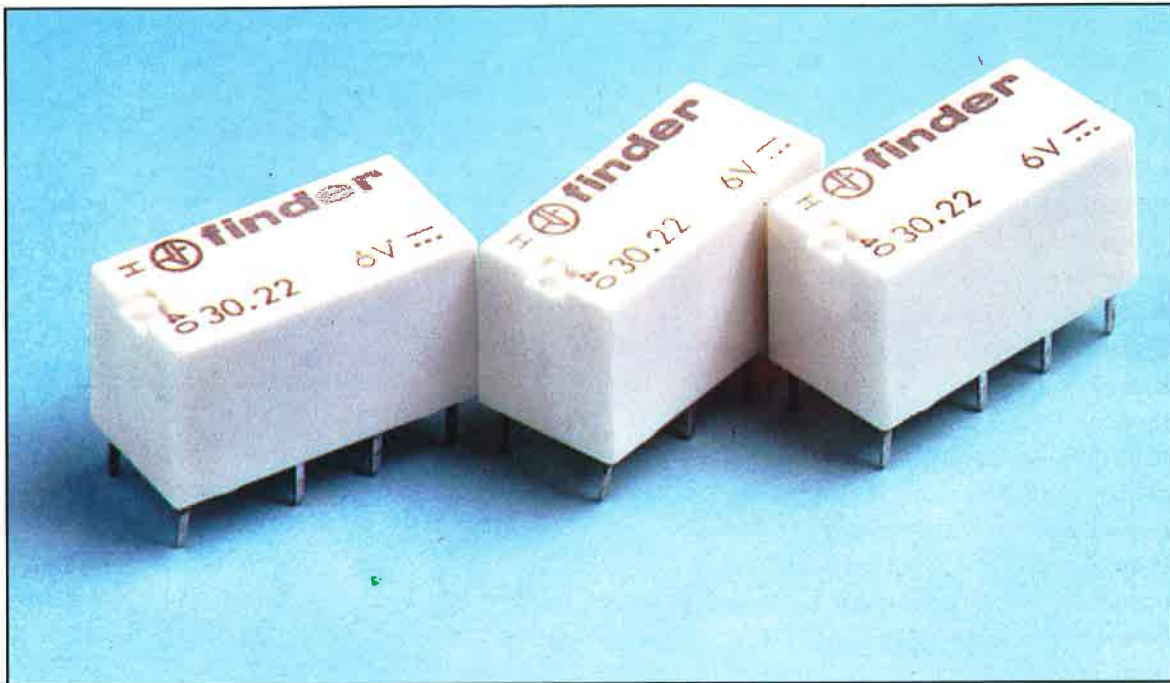
Il convertitore utilizzato ha l'interessante caratteristica di rilevare automaticamente la polarità del segnale misurato

Tutto quanto detto finora è servito per descrivere al lettore il modo con il quale si sono potute ottenere le diverse scale di misura con il nuovo circuito di selezione proposto. Di seguito verrà analizzato il funzionamento globale del voltamperometro, ed in particolare il sistema utilizzato per modificare la condizione dei relè in funzione delle diverse esigenze di misura. Osservando attentamente lo schema, si può notare che questi hanno tutti un capo della bobina collegato alla tensione di +5 V e l'altro estremo al connettore CN4. Per ottenere l'eccitazione di un relè è sufficiente collegare dall'esterno un riferimento di massa al corrispondente terminale del connettore CN4, mentre per ottenere la sua diseccitazione bisogna interrompere questo riferimento. Per conseguire il controllo di queste masse si sfrutta la scheda di I/O presentata nei capitoli precedenti e già più volte utilizzata sia per il circuito del voltmetro stesso che per altre realizzazioni proposte con questa collezione. Questa scheda è

dotata di otto uscite controllate e amplificate per mezzo di transistor, che possono essere collegate direttamente a qualsiasi relè. In effetti però, i terminali del connettore CN4 non vengono collegati direttamente alla scheda di I/O, ma al connettore CN3 del circuito del voltmetro, che a sua volta è collegato alla scheda di I/O. Questa soluzione è stata studiata per semplificare il cablaggio tra le diverse schede che compongono il sistema, il cui collegamento è schematizzato nella figura corrispondente.

IL CONVERTITORE

Il convertitore presentato in queste pagine ha l'interessante caratteristica di rilevare direttamente la polarità del segnale applicato, in modo tale che anche se i puntali di misura vengono erroneamente invertiti il valore rilevato è sempre quello esatto, ma con segno contrario. Questa caratteristica è comune a tutti i voltmetri digitali attualmente in commercio, ma il lettore che ha avuto occasione di operare con i vecchi voltmetri analogici apprezzerà certamente questo vantaggio. In quei vecchi modelli infatti, il semplice fatto di invertire i puntali può provocare il danneggiamento del galvanometro dell'indice, che costituisce la parte



Un'altra particolarità del circuito è costituita dal terminale di overflow, che commuta a livello logico alto quando il segnale di ingresso supera il valore prestabilito

Questi tre relè giocano un ruolo molto importante nel funzionamento del circuito e, anche se la loro tensione nominale è di 6 V, funzionano perfettamente anche a 5 V

più costosa e più difficile da riparare dell'intero strumento. La funzione di rilevazione automatica della polarità è possibile in quanto l'integrato ICL7109 è dotato di un terminale specifico che indica se la misura eseguita si trova al di sopra o al di sotto del riferimento di massa; ciò permette all'utente di non preoccuparsi della posizione dei puntali quando deve eseguire una misura. Un'altra particolarità di questo integrato è costituita dal terminale di overflow, che commuta a livello alto quando il segnale di ingresso supera il valore preimpostato con la regolazione della tensione di riferimento. In questo caso il convertitore fornisce un valore di uscita fisso, corrispondente al valore massimo che può raggiungere di 4,095.

Il processo di conversione inizia quando l'ingresso di RUN/HOLD commuta a livello logico alto. A partire da questo momento, e per un intervallo pari a 7 cicli di clock, inizia il processo di integrazione del convertitore. Al termine di questa operazione si innesca il latch interno del circuito, che permette l'immagazzinamento dell'informazione ottenuta nelle memorie temporali per poterla utilizzare al momento opportuno. Nel processo interviene anche un altro segnale importante, che consente di conoscere lo stato in cui si trova il circuito: si tratta del segnale STATUS, che commuta a livello alto quando inizia il processo di integrazione e

ritorna al livello 0 dopo che l'informazione è stata memorizzata; questo segnale può essere utilizzato per sapere quando è possibile leggere l'informazione contenuta nel convertitore. Questa informazione, relativa al protocollo, è perfettamente illustrata nelle figure corrispondenti.

MONTAGGIO

Il cablaggio della scheda è piuttosto semplice, poiché i componenti da montare sono relativamente pochi; non per questo si devono però trascurare alcune procedure fondamentali necessarie per la realizzazione di qualsiasi circuito. In questa scheda, a differenza del voltmetro precedente, non bisogna eseguire la saldatura dei componenti su entrambe le facce dello stampato, perché il circuito in questione non è a doppia faccia; ciò rende molto più facile il montaggio dei componenti. Come sempre si inizia dalle resistenze, che in questo caso sono solamente due, e dai potenziometri multigiri. Di seguito si devono montare i diodi, prestando particolare attenzione alla loro polarità; questa può essere stabilita facendo riferimento alla serigrafia presente sullo stampato; il catodo del diodo (striscia nera disegnata sul corpo del componente) deve coincidere con la linea di riferimento della serigrafia.

Elenco componenti

Resistenze

R1 = 10 M Ω R2 = 250 k Ω ,

potenziometro

R3 = 1 M Ω R4 = 500 k Ω ,

potenziometro

R5 = 1 Ω , 25 Watt

Semiconduttori

D1-D3 = 1N4148

Varie

RL1-RL3 = Relè Finder, 6

V, 2 contatti

CN1 = Connettore a vite

per circuito stampato a 3

posizioni

CN2 = Connettore a vite

per circuito stampato a 2

posizioni

CN3 = Striscia da 2

terminali maschi

CN4 = Striscia da 9

terminali maschi

30 cm. di cavo piatto a 9

filii (opzionale)

30 cm. di cavo piatto a

due filii (opzionale)

22 terminali femmina a

saldare per i cavi

(opzionale)

guaina termoresistente

(opzionale)

cavi singoli per la

resistenza e i puntali

(opzionale)

3 puntali per misura

(opzionale)

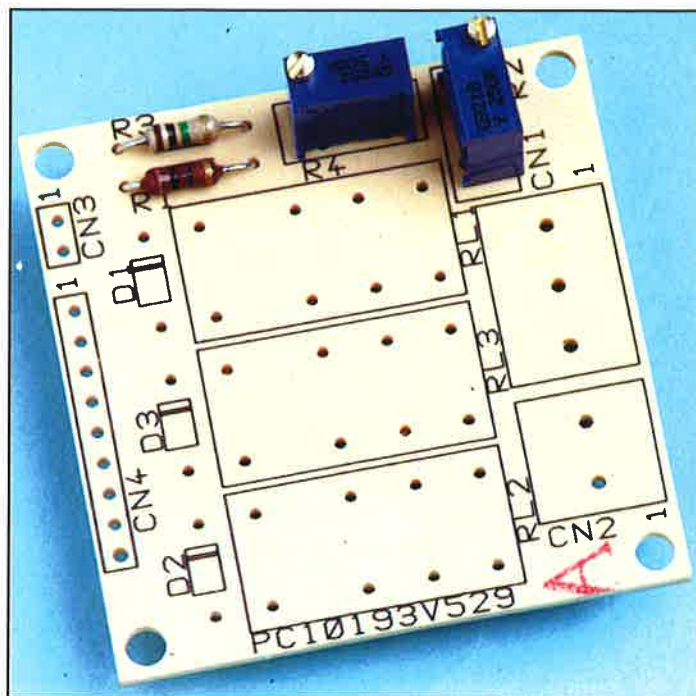
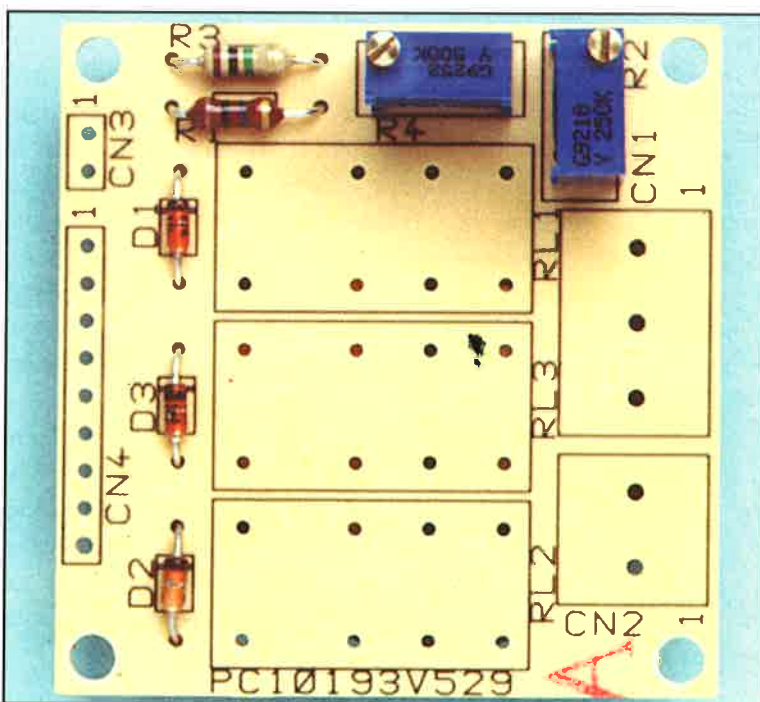
1 Circuito stampato

PC10193V529

In questa scheda, non è necessario saldare i componenti su entrambe le facce del circuito stampato

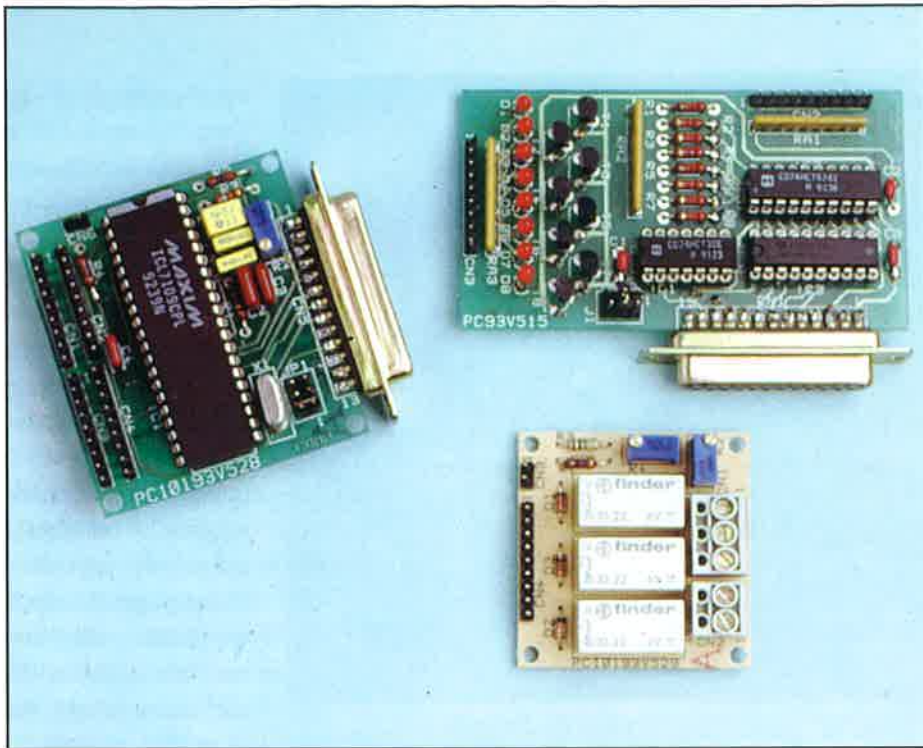
Successivamente si possono montare i connettori CN3 e CN4, costituiti da strisce singole di terminali. Questa operazione potrebbe presentare qualche piccola difficoltà, poiché dopo la saldatura le strisce potrebbero risultare esageratamente storte. In questo caso generalmente si adottano due soluzioni: o si lascia il circuito così come è, in condizioni piuttosto disastrose e poco piacevoli alla vista, oppure si tenta la dissaldatura dei terminali, con il rischio di un danneggiamento irreparabile del circuito stampato. Tuttavia, tutto questo può essere evitato utilizzando durante la saldatura una semplice ed efficace accortezza. Per prima cosa bisogna inserire la striscia di terminali nella posizione corretta, e successivamente procedere alla saldatura di uno solo di questi, generalmente quello più esterno. In seguito, girando la scheda, bisogna verificare l'allineamento e la perpendicolarità della striscia; se queste condizioni non sono corrette è sufficiente riscaldare nuovamente lo stagno dell'unica saldatura eseguita, e correggere contemporaneamente con le mani la posizione errata. Dopo aver lasciato nuovamente raffredda-

Il passo successivo prevede il montaggio dei diodi, durante il quale bisogna prestare attenzione alla loro polarità. La linea di riferimento della serigrafia indica il catodo, e deve coincidere con la striscia presente sul corpo del diodo



La prima fase del montaggio consiste nell'inserimento e nella saldatura delle due resistenze e dei potenziometri multigiri

re lo stagno precedentemente scaldato, ed aver verificato ancora la correttezza del montaggio, si possono eseguire le saldature dei rimanenti terminali. Il passo successivo consiste nel montaggio e nella saldatura dei tre relè, che prevedono una alimentazione di sei volt mentre sulla scheda è presente una tensione di 5 V. Questo fatto non costituisce un ostacolo, poiché è stato provato in fase sperimentale che questi relè possono essere attivati anche con una tensione di poco inferiore ai tre volt, per cui non dovrebbero verificarsi dei problemi relativi alla loro tensione di eccitazione. Infine si possono montare i connettori a vite, ai quali dovranno essere collegati i puntali di misura (su CN1) e la resistenza da 1 Ω /25 Watt (su CN2), come illustrato nella relativa figura. Il cavo necessario per il collegamento di questa resistenza deve essere di sezione sufficiente, poiché in esso circolerà tutta la corrente oggetto della misura.

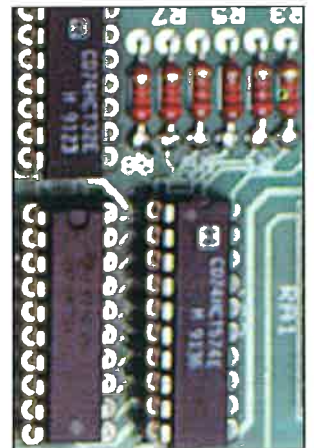


PROGRAMMA DI CONTROLLO PER IL VOLTMETRO

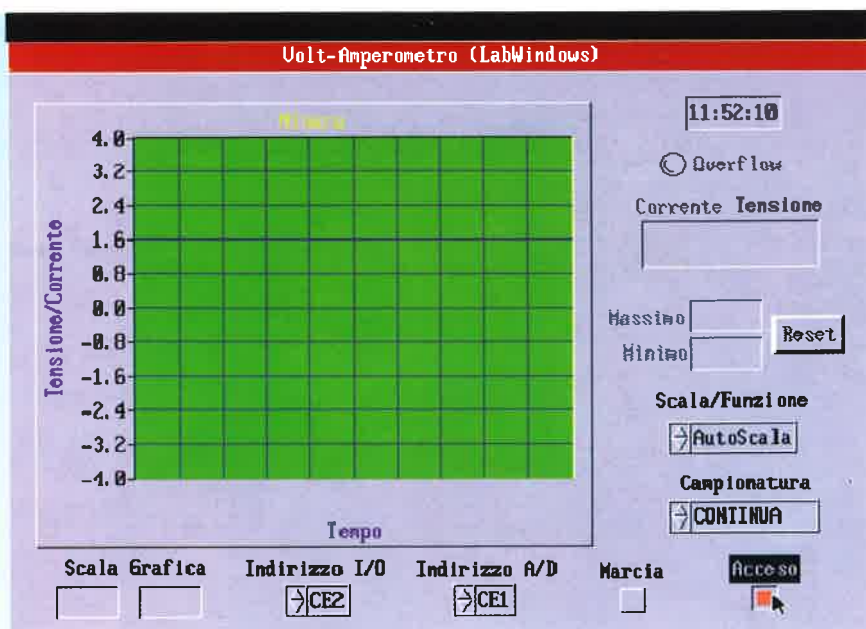
Qualsiasi dispositivo hardware collegato al computer richiede un programma di controllo che ne consenta la gestione. In questo capitolo viene presentato il software necessario per l'impiego del voltmetro, con tutte le opzioni utili per ottenere da questo strumento di misura il massimo rendimento.

in questo capitolo viene descritto il funzionamento del programma di controllo per il voltmetro, necessario per poterlo gestire al meglio e ottenere da questa realizzazione il massimo rendimento possibile.

Verranno inoltre ripresi alcuni temi che erano stati lasciati in sospeso, come la regolazione dei potenziometri delle due schede che compongono il



In questo capitolo viene descritto il funzionamento del programma di controllo per il voltmetro



Questo è il pannello di controllo che appare quando si lancia il programma di gestione, con i comandi di selezione attivati e le funzioni di misura disattivate

circuito. Si è preferito trattare questo argomento dopo aver terminato la realizzazione pratica dei circuiti, poiché l'esecuzione di questa operazione richiede l'utilizzo del programma allegato.

Per rendere ancora più semplice e comprensibile la regolazione, questa verrà esaminata e descritta dopo che il lettore avrà avuto modo di chiarirsi tutti i dubbi relativi al software di gestione.

Gli elementi minimi ed indispensabili che si possono richiedere ad un programma per la gestione di un voltmetro sono costituiti da un indicatore sul quale leggere il valore della misura eseguita e da un commutatore di scala che permetta di impostare la scala di misura o la funzione che si desidera eseguire. Questi controlli sono disponibili sul pannello di controllo, assieme ad altri comandi che servono per semplificare la gestione dello strumento con il computer.

IL PROGRAMMA DI CONTROLLO

Prima di collegare definitivamente il circuito, è consigliabile studiare il programma

Prima di collegare definitivamente il circuito è consigliabile familiarizzare con il programma di controllo. Per avere i chiarimenti necessari è sufficiente seguire le istruzioni descritte successivamente senza utilizzare i circuiti oppure, se si desidera svolgere questa fase con il dispositivo collegato è opportuno, per precauzione, non

applicare nulla ai puntali di misura. Probabilmente ciò che più colpisce del pannello di controllo è il suo aspetto, più simile a un oscilloscopio che ad un voltmetro. Questo fatto non deve però trarre in inganno il lettore, poiché è semplicemente dovuto ad una integrazione grafica della misura, con la quale è possibile osservare la rappresentazione del segnale che si sta rilevando su di un diagramma cartesiano, nel quale l'asse X corrisponde al tempo e l'asse Y all'ampiezza del segnale. In pratica però, questa è proprio la situazione che si verifica esattamente in un oscilloscopio. La differenza sostanziale che esiste rispetto a questo strumento è costituita dalla base dei tempi.

In un oscilloscopio si possono visualizzare segnali che avvengono

in brevissimi periodi di tempo, mentre con la grafica di questo programma possono essere visualizzati solo segnali la cui durata occupa uno spazio di tempo maggiore. A parte questo dettaglio però, il principio su cui si basa la rappresentazione grafica è lo stesso.

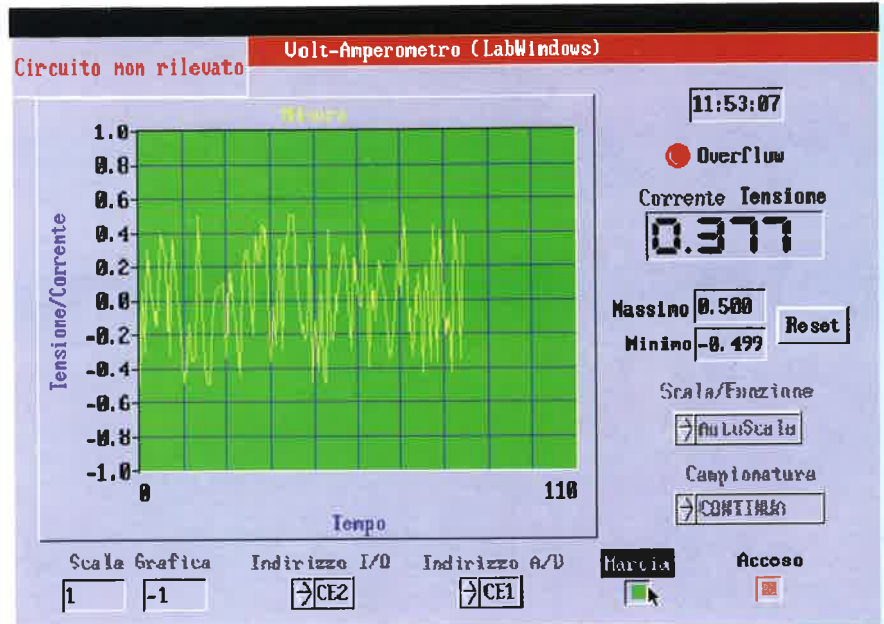
Quando si lancia il programma, tutti i comandi e i controlli appaiono sullo schermo disattivati o con la relativa finestra di selezione vuota. Ciò è dovuto al fatto che il circuito è teoricamente scollegato o, detto in altro modo, che non è controllato dal programma. In questa condizione potrebbe essere pericoloso collegare i puntali di misura al circuito che si vuole verificare poiché, non essendo attivo nessun controllo sul dispositivo, i relè si possono attivare o disattivare in modo casuale e imprevedibile, oppure potrebbe risultare collegata la resistenza da 1 Ω necessaria per le misure di corrente. Se si verifica quest'ultima situazione, la conseguenza più immediata è un cortocircuito sul dispositivo che si sta misurando dovuto a questa resistenza, con possibile danneggiamento di qualche componente. Dopo aver valutato e compreso pienamente i consigli appena forniti, è possibile accendere il pannello di controllo; per eseguire questa operazione è necessario spostare il cursore del mouse sul comando di accensione e cliccare su di esso. In questo modo una parte dei controlli

e dei comandi cambia colore per indicare che è stata attivata. Quando un comando è disattivato la sua indicazione alfanumerica è ombreggiata, mentre se è attivo il suo colore diventa più scuro ed intenso; questa condizione permette di capire facilmente quali sono i comandi attivi in ogni istante, e su quali è possibile agire.

Dopo questo chiarimento si può procedere con l'analisi del funzionamento del pannello di controllo. Inizialmente bisogna selezionare gli indirizzi ai quali sono state impostate la scheda di I/O e quella del convertitore A/D (voltmetro). Questi valori possono corrispondere ad una qualsiasi delle tre opzioni disponibili, purché rispettino l'impostazione realizzata tramite i ponticelli di selezione degli indirizzi presenti su quelle schede.

È molto importante ricordare che questi indirizzi non devono coincidere, per cui se si occupa un certo indirizzo con la prima scheda la seconda deve essere impostata ad uno dei due rimanenti. Il programma per default è impostato a CE2 per la scheda I/O (ponticello sulla posizione centrale), e a CE1 per il voltmetro (ponticello in posizione 1); è comunque possibile variare queste impostazioni a proprio piacimento. Nel caso

siano già corretti gli indirizzi di default non bisogna modificare nulla. Se però è necessario cambiarli, allora è possibile farlo in due modi. Il primo è quello di cliccare con il mouse sulla freccia inferiore o superiore posta a lato della finestra relativa agli indirizzi; ogni volta che si clicca il valore selezionato cambia e il nuovo valore viene visualizzato nella finestra stessa.

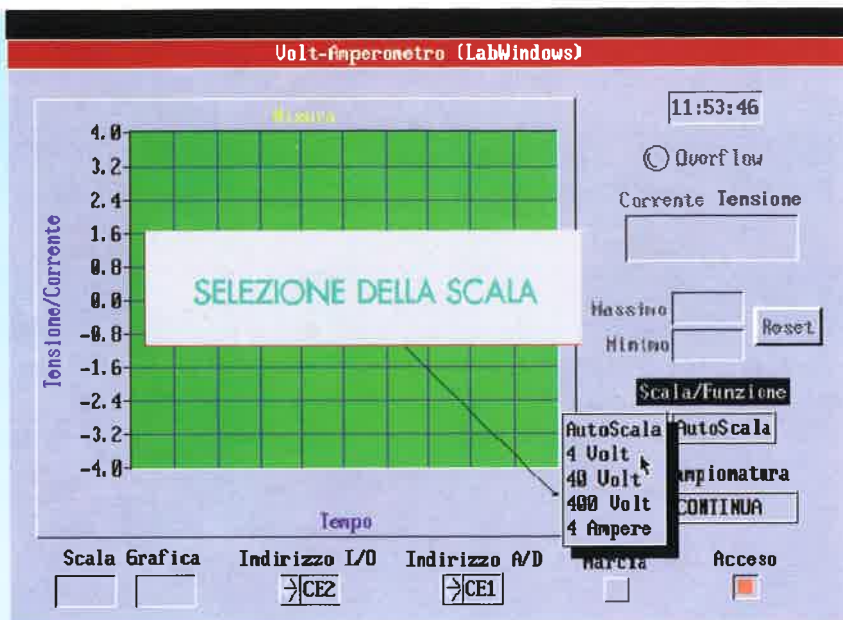


Quando il circuito non è collegato, o presenta qualche anomalia, il programma genera un messaggio per indicare che il circuito non è stato rilevato

I cavi per il collegamento delle schede dovranno essere simili a quello illustrato



Probabilmente ciò che maggiormente richiama l'attenzione del pannello di controllo è il suo aspetto; più simile a quello di un oscilloscopio piuttosto che a quello di un voltmetro



Per impostare la funzione che si vuole eseguire è presente un menu a tendina, sul quale è possibile selezionare cinque diverse scale, compresa quella di corrente

Cliccando direttamente sulla finestra invece, appare un menu a tendina con elencati tutti gli indirizzi selezionabili, che possono essere scelti semplicemente evidenziandoli con il mouse. Per selezionare l'indirizzo del convertitore A/D si deve procedere allo stesso modo. Un altro comando molto importante è il selettore Scala/Funzione. Con questo commutatore è possibile selezionare quattro possibili scale per le misure di tensione: 4 V fondo scala, 40 V, 400 V, e Autoscala. In quest'ultimo caso la scala viene selezionata automaticamente in funzione della misura che si sta eseguendo. Inoltre, è possibile selezionare tramite lo

stesso commutatore la scala per misurare delle correnti fino ad un massimo di circa 4 ampere. Ogni volta che si esegue una misura è necessario impostare la scala più opportuna. Dopo aver fatto questa selezione, i valori dell'asse Y del grafico si adeguano automaticamente all'impostazione

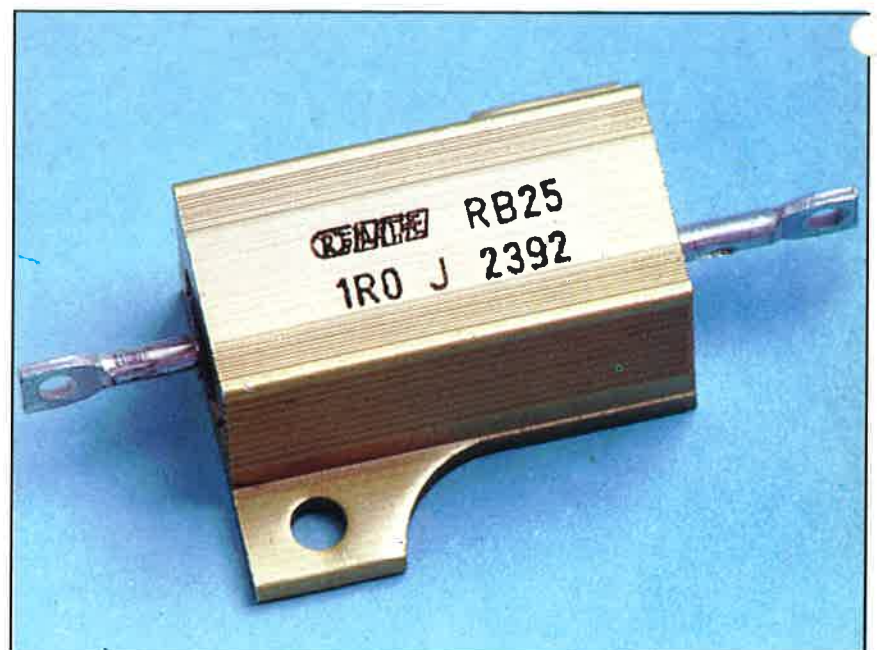
Quando si lancia il programma, sul video appaiono tutti i comandi e i controlli ombreggiati o con la finestra di selezione vuota

Ogni volta che si esegue una misura è necessario impostare la scala più opportuna. Dopo aver fatto questa selezione, i valori dell'asse Y del grafico si adeguano automaticamente all'impostazione

scelta per la misura, in modo che la rappresentazione risulti proporzionale al valore misurato. Il comando di campionatura è molto simile alla base dei tempi di un oscilloscopio. Sono disponibili 11 opzioni, da 1 minuto a 4 settimane, che corrispondono al tempo impiegato dalla traccia per percorrere tutto lo schermo grafico, partendo dalla sinistra dello stesso ed arrivando all'estrema destra; è presente anche l'opzione *CONTINUA*, con la quale è possibile adeguare la rappresentazione grafica alla velocità del computer e del convertitore A/D. Un'applicazione pratica della funzione di campionatura potrebbe essere l'osservazione visiva diretta della carica o della scarica di una batteria in un tempo determinato. Infatti, mettendo sotto carica per

alcune ore una batteria scarica, è possibile vedere il modo in cui aumenta la tensione ai suoi capi selezionando un tempo di campionatura di 6 o 12 ore. Allo stesso modo si può osservare la curva di scarica di una batteria a cui è applicato un carico. Prima di avviare il circuito di misura bisogna eseguire un'ultima regolazione relativa alla rappresentazione grafica. Nell'angolo inferiore sinistro sono presenti due finestre etichettate come

La resistenza di derivazione per le misure di corrente viene installata esternamente al circuito stampato e deve essere ad alta tensione



SCALA GRAFICA. Con queste è possibile impostare l'intervallo di rappresentazione sul grafico, tenendo presente che con la finestra sinistra si seleziona il valore superiore del grafico e con la destra quello inferiore, e che quello superiore deve essere sempre più positivo di quello inferiore; quest'ultima è l'unica limitazione richiesta da questo tipo di impostazione. In questo modo è possibile inquadrare la rappresentazione nel punto più opportuno rispetto al tipo di misura che si sta eseguendo, "zoomando" sull'asse positivo o su quello negativo. L'impostazione di questi valori deve essere eseguita da tastiera; il primo dato da introdurre è quello relativo al valore superiore, mentre il secondo corrisponde al valore inferiore.

Lo spostamento tra finestre si ottiene con il tasto TAB o con il cursore del mouse, mentre la conferma dei dati, e perciò la modifica della scala sullo schermo, avviene premendo il tasto ENTER. È importante ricordare che la scala di misura non ha nulla a che fare con quella di rappresentazione impostata con questi valori. Se la scala di misura è impostata su "Autoscala", quando il valore rilevato si avvicina al fondo scala di 4 V oppure 40 V il grafico si adatta automaticamente; ciò significa che l'utilizzo dell'opzione **SCALA GRAFICA** diventa significativa solo se la misura è stata impostata con una scala a valore fisso.

Dopo aver eseguito tutte queste regolazioni si può avviare il circuito, e a tale scopo si deve cliccare con il mouse sul pulsante **MARCIA**: tutti i controlli descritti in precedenza si disattivano, mentre si attivano quelli necessari durante la misura. A questo punto si possono verificare due diverse situazioni, in funzione del fatto che il circuito sia o meno collegato correttamente.

Se la selezione degli indirizzi è sbagliata, se il circuito non funziona correttamente, o più semplicemente se non è collegato, appare sul lato superiore sinistro dello schermo un messaggio che indica la non rilevazione del circuito, e l'indicatore visualizza una misura aleatoria compresa tra +0,5V e -0,5V; in caso contrario il processo di misura inizia direttamente. Questa modalità di funzionamento è dovuta al fatto che il program-

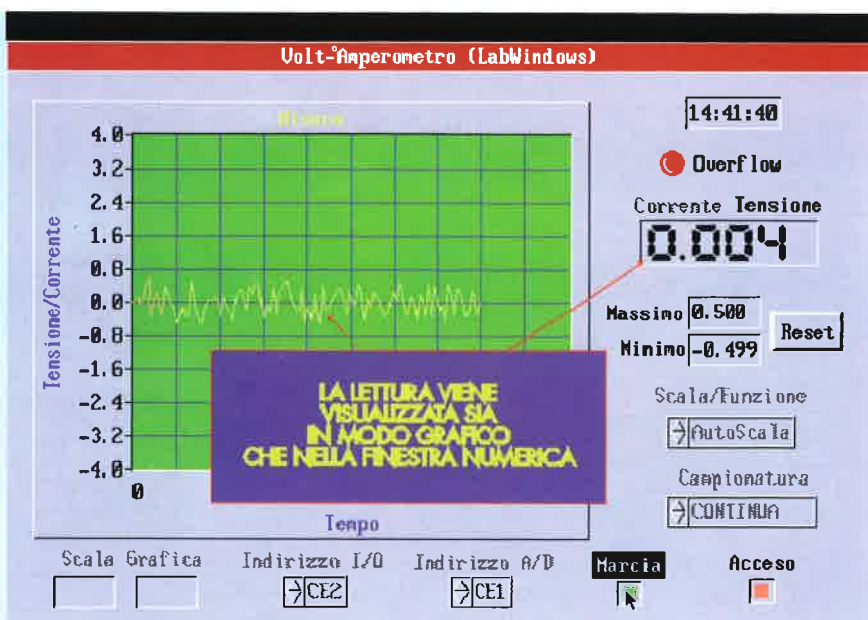


La selezione dei tempi di campionatura consente di visualizzare le variazioni di tensione o di corrente che si verificano durante il periodo di tempo impostato

ma, prima di partire con il processo di misura, esegue una piccola verifica che richiede una risposta positiva da parte del circuito. Quando quest'ultimo non fornisce la risposta corretta, il programma presuppone che non sia presente o che si sia verificato qualche errore o anomalia. Se il circuito è correttamente collegato invece, e non si osserva nessuna anomalia nel funzionamento, il valore numerico della misura appare nella finestra superiore, di dimensioni maggiori rispetto alle altre. Al di sopra della finestra sono riportate le notazioni *Corrente* e *Tensione*, che risultano attive o meno in funzione del tipo di misura che si sta eseguendo. L'indicazione numerica è indipendente dal tempo di campionatura selezionato, ma è funzione esclusiva della velocità del calcolatore e del convertitore A/D.

Al di sopra della finestra per l'indicazione numerica del valore rilevato è presente un LED rosso che indica la condizione di sovraccarico o overflow; questo si accende quando la scala fissa selezionata viene superata dal valore presente all'ingresso del voltmetro, oppure quando si seleziona l'opzione autoscala e il valore misurato supera i 409,5V, siano questi positivi o negativi. In condizioni normali bisogna fare in modo che la luce non resti accesa a lungo, poiché anche se il circuito è stato progettato per supportare i sovraccarichi, se questi persistono per lungo tempo potrebbero provocare dei danni irreversibili.

La prima cosa che si deve fare è spostare il cursore del mouse sul pulsante di "Accensione" e cliccare



La finestra nella quale viene rappresentato il valore numerico della tensione misurata è più grande delle altre per mettere in risalto l'importanza dell'indicazione riportata

A di sotto dell'indicatore del valore numerico sono presenti altre due finestre etichettate con **MASSIMO** e **MINIMO**. In queste finestre vengono indicati i valori massimo e minimo assoluti che sono stati misurati; ciò significa che non viene considerata la polarità del segnale rilevato, ma solamente il valore più positivo e più negativo. Alla destra di

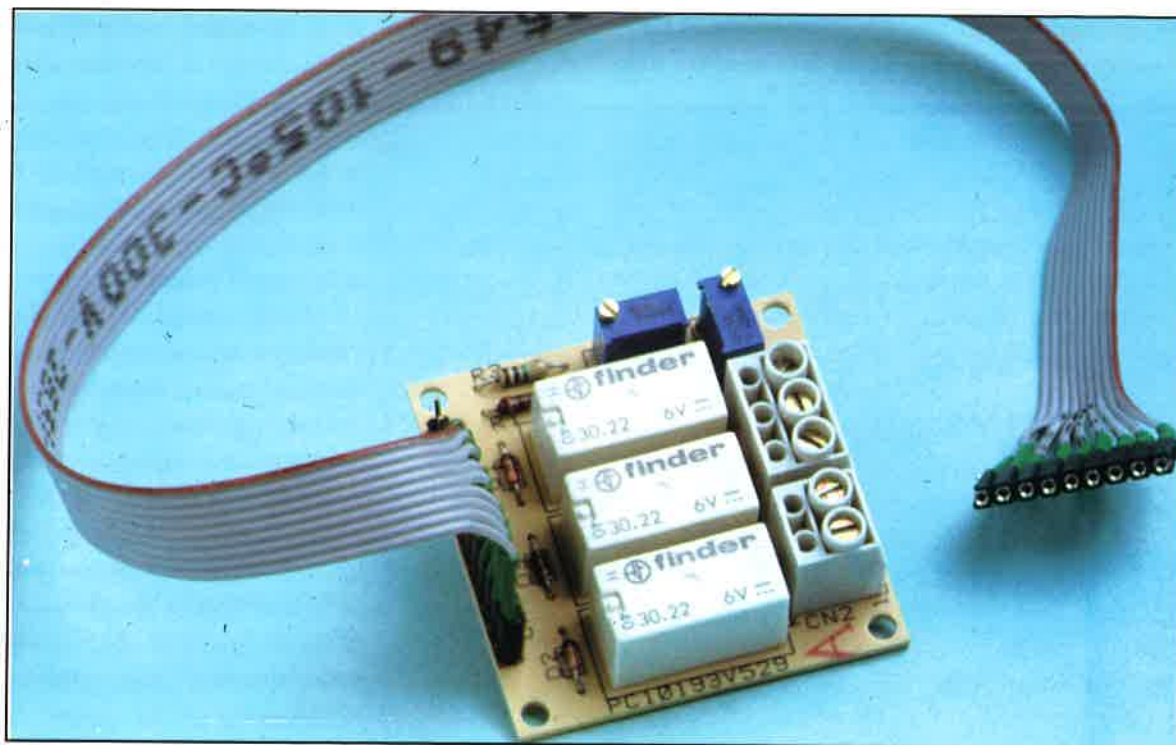
questi indicatori si trova un pulsante di **RESET**, che serve per annullare le indicazioni suddette e ripristinare la rilevazione dei nuovi valori massimo e minimo. Quando si esegue un reset, la prima indicazione fornita in queste finestre corrisponde ai primi nuovi valori rilevati, poiché dopo la reinizializzazione la prima misura corrisponde forzatamente ai valori massimo e minimo assoluti rilevati fino a quell'istante.

In questa situazione non è possibile variare le impostazioni eseguite in precedenza, poiché i relativi comandi sono disattivati; per poterli riattivare è sufficiente cliccare sul pulsante **MARCIA**. In questo modo la misura viene interrotta e i comandi di selezione vengono nuovamente abilitati per permettere l'effettuazione di nuove selezioni. Dopo aver eseguito le modifiche, per riprendere la misura bisogna premere nuovamente sul pulsante di **MARCIA**.

A questo punto il lettore dovrebbe essere in grado di gestire il programma senza problemi, per cui può utilizzare il voltmetro a proprio piacimento per ricavarne le massime prestazioni.

Scheda per la commutazione delle scale con uno dei cavi di collegamento inseriti

Quando un comando è disattivato la sua indicazione è ombreggiata, mentre se è attivo il suo colore è più scuro; in questo modo è possibile sapere in qualunque momento quali sono i comandi sui quali si può agire



PRIMA DEL COLLAUDO

Prima di passare alla fase di collaudo è necessario eseguire alcune verifiche di routine. Bisogna tener presente che il dispositivo completo comprende quattro schede, per cui è molto importante eseguire il loro collegamento correttamente. Si consiglia pertanto di ricontrollare questo punto verificando che lo schema di connessione corrisponda a quelli riportati nelle figure dei fascicoli precedenti.

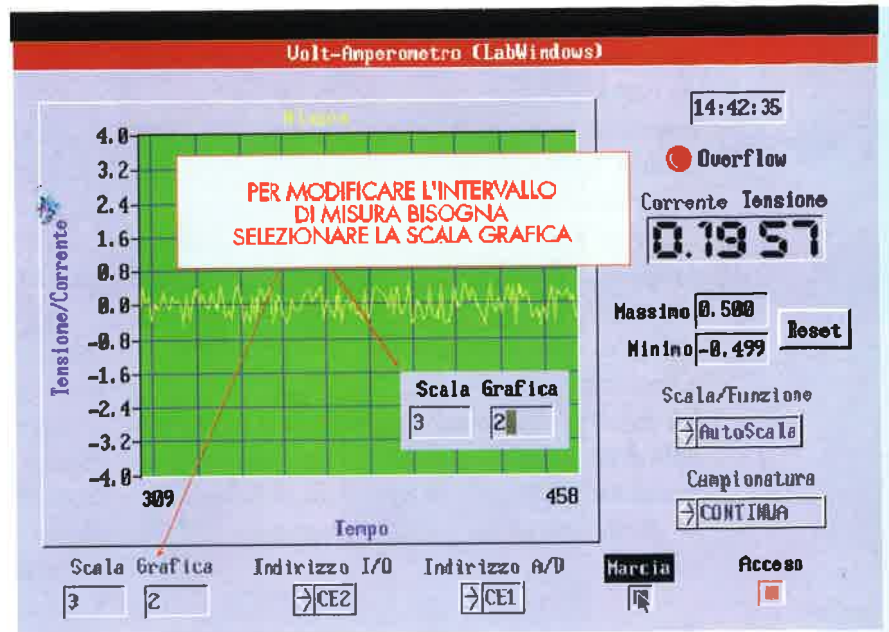
Sempre con riferimento alle figure dei fascicoli interessati, bisogna controllare che i cavi di collegamento non siano stati invertiti, errore molto comune e estremamente pericoloso per il circuito. Al termine è possibile collegare la resistenza di derivazione della corrente, nel caso non lo si sia ancora fatto.

Se si desiderano misurare correnti particolarmente elevate, è opportuno eseguire una modifica al circuito per essere certi che questa corrente non generi problemi. Per evitare che la corrente misurata circoli attraverso il circuito stampato, bisogna eliminare il puntale di misura per la corrente collegato al terminale 3 del connettore CN1, e mantenere quello per la misura di tensione e quello comune sui terminali 1 e 2. I terminali del cavo che trasporta la corrente da misurare, che ovviamente deve essere di sezione opportuna, devono essere saldati direttamente sui terminali della resistenza da 1 Ω ; i terminali di quest'ultima devono a loro volta essere collegati al connettore CN2 come in precedenza.

In questo modo la corrente che si desidera misurare circola esclusivamente attraverso i cavi di misura e la resistenza, evitando possibili problemi sul circuito stampato.

REGOLAZIONE DEL CIRCUITO

Le operazioni di regolazione sono molto semplici. Inizialmente bisogna selezionare la scala di misura fissa con 4 V di fondo scala, e applicare i puntali di misura in un punto in cui la tensione sia stabile, precisa e possibilmente di valore noto; questo valore dovrebbe essere di circa 3 V, ma un qualunque valore che non superi i quattro volt è



La scala di misura può essere impostata al valore più idoneo per ottenere la rappresentazione più significativa della misura

accettabile. In questa condizione l'indicatore può rappresentare un valore del tutto casuale, anche superiore ai 4 V. Bisogna allora agire sul potenziometro multigiri R2 presente sulla scheda di conversione A/D finché il valore riportato sul pannello di controllo coincide esattamente con quello effettivo della misura. La precisione di misura per questa scala è di 1 mV, mentre per le altre scale corrisponde a valori multipli di 10. Ad esempio, si può dire che la precisione relativa alla scala 40 V è di 10 mV, mentre per quella 400 V è di 100 mV.

A questo punto la scala 4 V è già regolata. Il passo successivo consiste nella regolazione della scala 40 V. Per poterla eseguire bisogna selezionare la scala fissa 40 V e, misurando la stessa tensione nota del caso precedente, agire sul potenziometro R4 presente sulla scheda per la commutazione delle scale finché il valore rappresentato sul pannello di controllo coincide quasi perfettamente con quello effettivamente misurato moltiplicato per 10 (si ricorda che in questa scala viene persa l'ultima cifra dei millivolt).

Infine, selezionando la scala 400 V e misurando nuovamente la tensione di valore conosciuto, è possibile agire sul potenziometro R2 presente sulla scheda di commutazione fino ad ottenere la lettura corretta (corrispondente al valore effettiva-

Gli indirizzi delle due schede non devono mai coincidere

mente misurato moltiplicato per 100). Queste operazioni possono essere ripetute anche con altri valori di tensione per ottenere una regolazione fine del dispositivo. Al termine si possono eseguire diverse misure di tensioni note per verificare la correttezza dello strumento.

Come si è potuto osservare, non è necessario eseguire alcuna regolazione per la scala della corrente. Infatti, come già detto in precedenza, la lettura di corrente viene direttamente effettuata sulla scala 4 V.

Per la corrente la precisione di misura è determinata dalla precisione della resistenza di derivazione: tanto minore è la tolleranza della resistenza tanto maggiore risulta la precisione della misura.

ALGORITMO DI MISURA

Per coloro che desiderano sviluppare un proprio

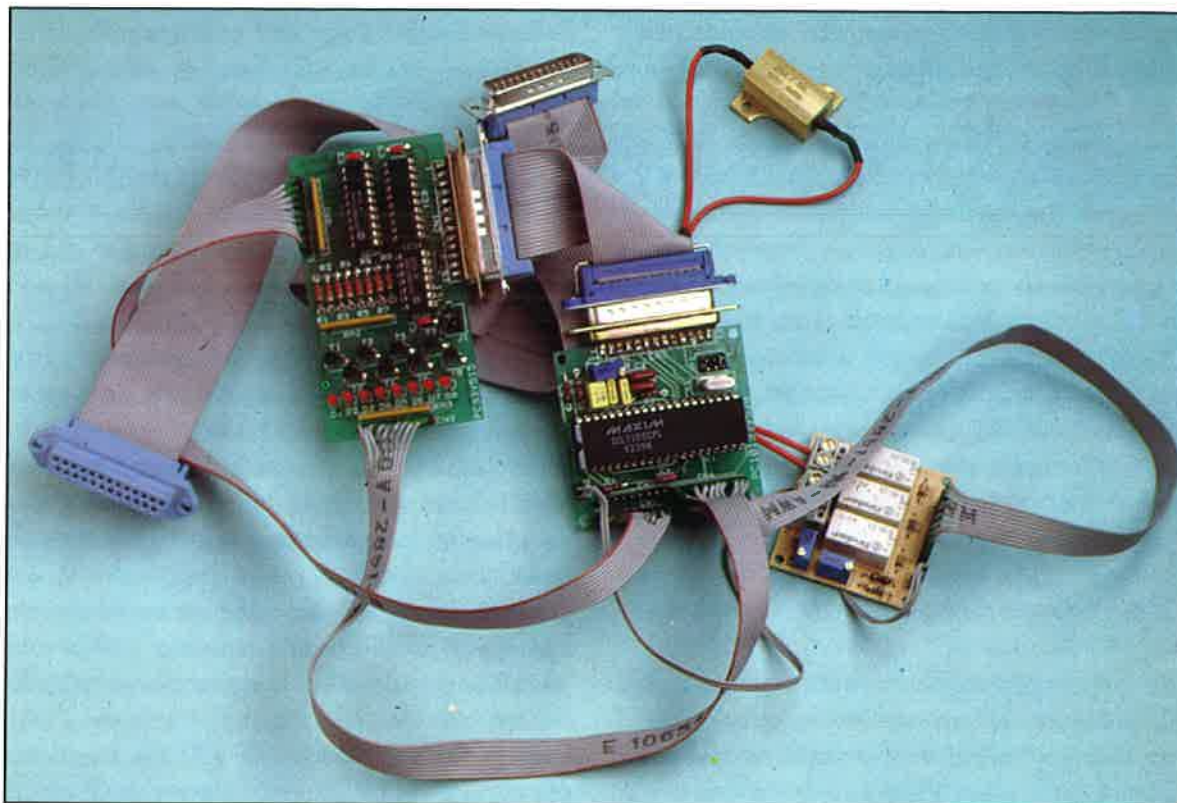
software viene descritto il funzionamento del sistema di misura del convertitore A/D, che rappresenta la parte più complessa della realizzazione. Per fare in modo che il circuito integrato ICL7109 converta il segnale analogico in una lettura di tipo digitale vengono utilizzati due dei suoi terminali di controllo, il terminale 26 RUN e il terminale 2 STATUS.

Su questi è necessario poter leggere e scrivere direttamente, per cui viene impiegata anche la scheda di I/O. Per prima cosa si deve scrivere un 1 logico sul terminale RUN.

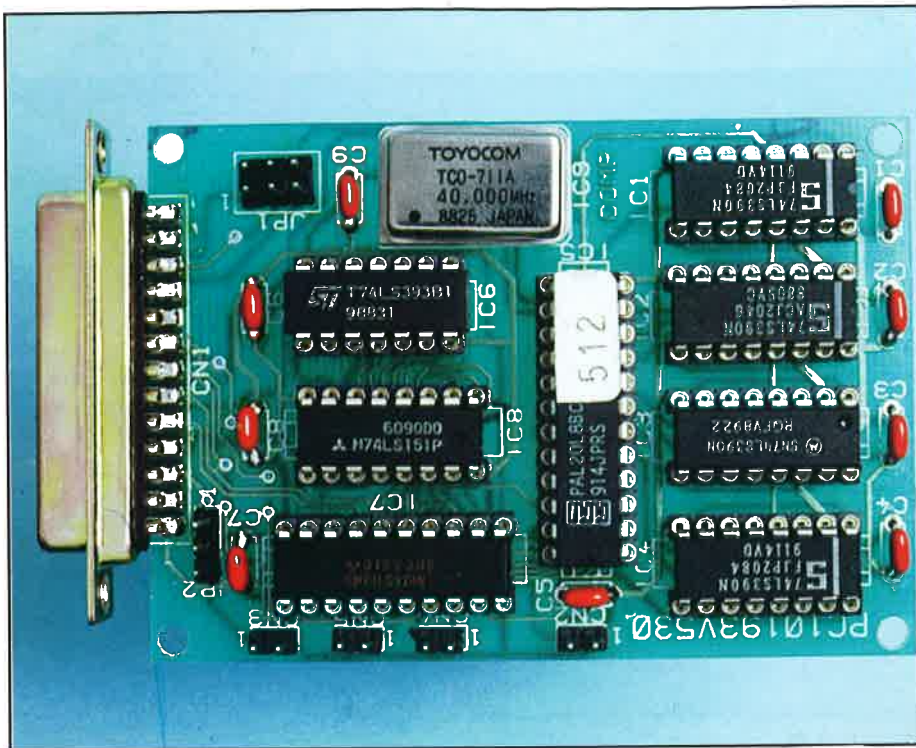
Bisogna poi attendere che il terminale STATUS commuti a livello logico alto e successivamente a livello logico basso.

Al termine di queste operazioni iniziali bisogna impostare un livello logico 0 sul terminale RUN, in modo da bloccare la misura per poter leggere in successione il byte basso e il byte alto rispettivamente.

Il dispositivo completo con le diverse schede collegate tra di loro; da queste esce il cavo che deve essere collegato alla scheda per la decodifica degli indirizzi



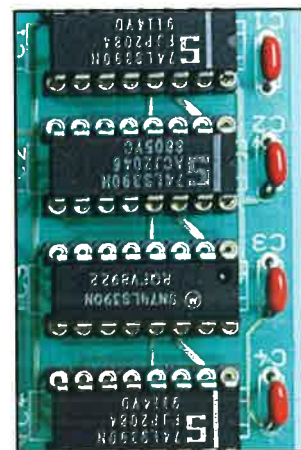
La precisione della misura è di 1 mV per la scala "4 V"; per le scale successive il fattore di precisione è un multiplo di 10



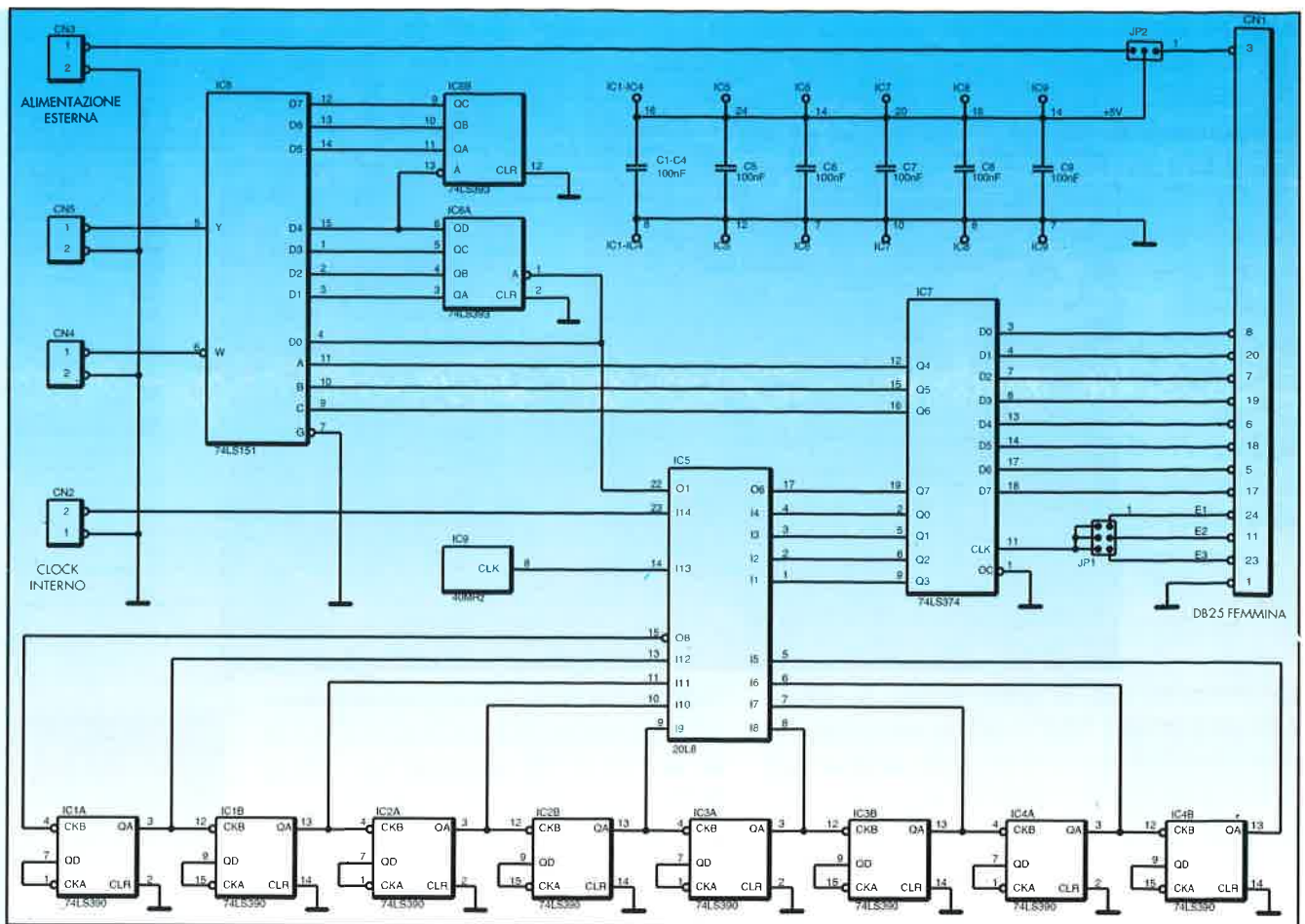
GENERATORE DI SEGNALI TTL

Il dispositivo che viene proposto in questo capitolo sarà molto utile a tutti gli hobbisti elettronici, in quanto genera le frequenze di clock necessarie per la verifica dei circuiti digitali.

quando si deve verificare un circuito, o avviare dispositivi digitali, è assolutamente necessario avere a disposizione un generatore TTL in grado di fornire le diverse frequenze di clock necessarie per poter analizzare il comportamento del circuito. Lo strumento proposto di seguito soddisfa queste necessità, poiché è in grado di operare in due diverse modalità: come generatore TTL o come divisore di frequenza per un segnale TTL conosciuto.



Lo strumento proposto può essere utilizzato come generatore TTL oppure come divisore di frequenza per un segnale TTL noto



Schema elettrico del generatore/divisore TTL

Nel funzionamento come generatore viene sfruttato un segnale di clock esterno come frequenza pilota che, tramite dei divisori, viene trasformato in diversi segnali la cui frequenza può essere selezionata tra 72 possibili valori, con un valore massimo di 40 MHz (25 ns) e uno minimo di 0,003125 Hz (320 s). Nel funzionamento come divisore invece, la frequenza pilota è costituita

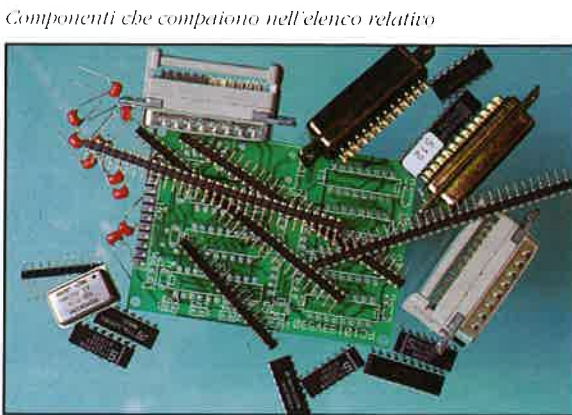
dallo stesso segnale TTL applicato all'ingresso, che può essere divisa per valori compresi tra 1 e 12.800.000.000, in una scala di 72 intervalli diversi. Il segnale TTL che si ottiene sulle due uscite dello strumento avrà sempre un ciclo di lavoro (duty cycle) del 50%. Solo quando il circuito viene utilizzato come divisore per 1, il segnale di uscita ha lo stesso ciclo di lavoro del segnale applicato in ingresso.

Una delle caratteristiche più importanti di questo circuito è costituita dalla possibilità di eseguire il suo controllo in due diversi modi: tramite il circuito per la decodifica degli indirizzi, oppure attraverso la porta parallela del computer. Proprio per questo motivo, la tensione di alimentazione può essere prelevata dal decodificatore stesso o da una sorgente esterna.

DESCRIZIONE DEL CIRCUITO

Il generatore TTL è basato su due catene di divisori

Il funzionamento del generatore TTL è basato sull'impiego di due catene di divisori di frequenza



Componenti che compaiono nell'elenco relativo

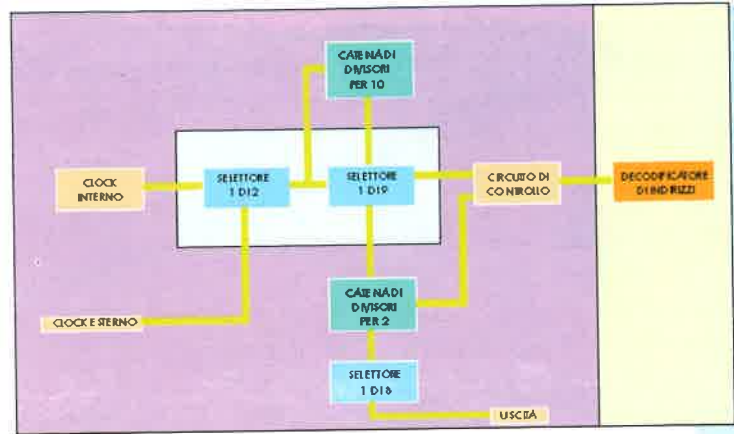
di frequenza. La prima di queste esegue divisioni per multipli di 10, mentre la seconda esegue divisioni per multipli di due.

Nello schema riportato nella figura corrispondente si possono osservare i diversi blocchi funzionali che compongono il circuito. Il suo funzionamento generale è il seguente: il segnale viene applicato ad uno degli ingressi del selettore da 9 a 1 e alla prima catena di divisori. Le uscite di ciascun divisore sono direttamente collegate agli otto ingressi rimanenti del selettore, in modo che questo presenti a sua volta in uscita il segnale originale non diviso oppure una delle otto uscite della catena dei divisori per 10. Questo segnale viene inviato ad uno degli ingressi del selettore da 8 a 1 e alla seconda catena di divisori. Le prime sette uscite del divisore per due sono collegate agli ingressi del selettore da 8 a 1. In questo modo sull'uscita di quest'ultimo è possibile ottenere il segnale proveniente dal primo selettore o da una delle sette uscite del secondo gruppo di divisori. In uscita può perciò essere prelevato un segnale la cui frequenza è uguale alla frequenza del segnale di ingresso, oppure con frequenza pari al valore della frequenza di ingresso diviso per 12.800.000.000 in una scala di 72 possibilità. Di seguito vengono dettagliatamente esaminati tutti i blocchi che compongono il circuito.

CATENA DI DIVISORI PER 10

Questo insieme è costituito da quattro integrati 74LS390 che contengono due contatori decadici ciascuno. Questi contatori sono del tipo chiamato *bi-quinary* poiché sono formati da un divisore per 2 e da uno per 5.

Generalmente, quando sono impiegati come contatori decadici, il segnale di clock viene prima applicato sull'ingresso CKA del divisore per 2,



Lo schema a blocchi del generatore consente di evidenziare le parti principali del circuito e il loro collegamento

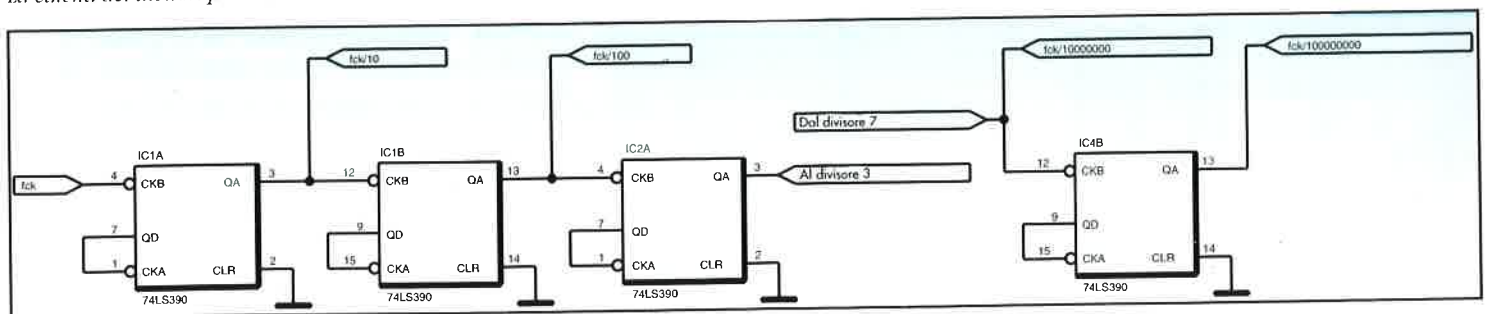
mentre la sua uscita QA viene collegata all'ingresso CKB del divisore per 5. Così facendo, l'uscita del divisore per 5 si porterà a livello logico alto ogni dieci impulsi di clock di ingresso. Se questa uscita viene applicata ad un altro contatore simile collegato in cascata si ottiene una divisione del segnale di ingresso per 100, e così via. Collegando più contatori in cascata si otterranno delle uscite che forniranno rispettivamente un valore di frequenza pari ad $1/10$, $1/100$, $1/1000$, $1/10000$, ecc. della frequenza di ingresso.

L'unico problema in questo tipo di collegamento è che il ciclo di lavoro della frequenza di uscita è pari al 20%.

Per l'applicazione in esame, si è stabilito che tutti i segnali generati devono avere un ciclo di lavoro del 50%, per cui il tempo durante il quale il segnale resta a livello basso deve essere pari al tempo in cui rimane a livello alto.

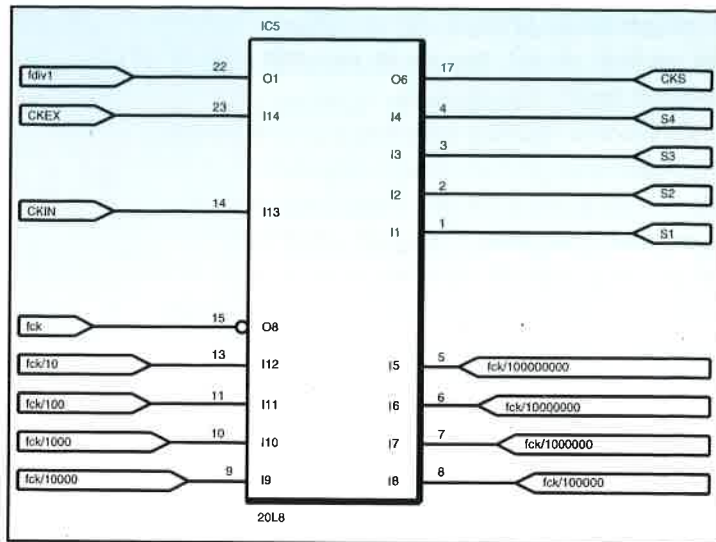
Per ottenere un ciclo di lavoro del 50% bisogna applicare il segnale di ingresso al terminale CKB del divisore per 5, e collegare tra di loro l'uscita più significativa del divisore per due QD e il suo ingresso CKA, come illustrato nello schema; sul-

La catena dei divisori per dieci viene realizzata con otto contatori BCD collegati in cascata



La frequenza del segnale di uscita può essere uguale alla frequenza di ingresso, oppure assumere un valore pari ad $1/12.800.000.000$ della stessa

l'uscita QA si ottiene un segnale di frequenza dieci volte inferiore a quella applicata in ingresso, e con un ciclo di lavoro del 50%.
L'uscita di ciascun contatore è collegata a uno degli ingressi del selettore da 9 a 1 e al divisore successivo. Se si indica con *fck* la frequenza del segnale applicato all'ingresso del primo divisore, sulla sua uscita è presente un segnale pari a $fck/10$, mentre sull'uscita del secondo verrà generato un segnale con frequenza pari a $fck/100$; sull'uscita dell'ottavo divisore si ottiene una frequenza pari a $fck/100.000.000$.



IC5 integra i selettori 2:1 e 9:1 in un solo integrato

SELETTORI 2:1 E 9:1

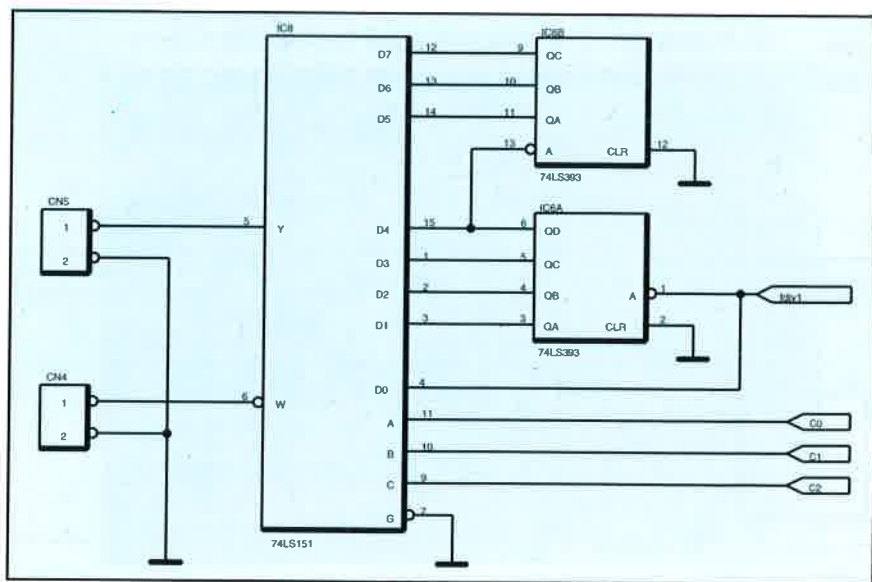
Il selettore a due ingressi consente di selezionare il segnale di clock che deve essere applicato alla prima catena di divisori. Si può scegliere tra il segnale interno a 40 MHz, con cui è possibile utilizzare il circuito come generatore di segnali TTL, o un segnale TTL applicato al connettore CN2; in quest'ultimo caso il circuito opera come divisore di frequenza del segnale di ingresso. L'uscita del selettore da 2 a 1 è collegata all'ingresso della catena di divisori per 10 e ad uno degli ingressi del selettore da 9 a 1. Agli otto ingressi ancora liberi del secondo selettore ven-

gono collegate le otto uscite della catena di divisori per 10. In questo modo, tramite i segnali di controllo che vanno da S1 a S4, la frequenza del segnale di uscita di questo selettore può essere variata da *fck* a $fck/100.000.000$.

Le funzioni di entrambi i selettori sono state inserite in un circuito logico programmabile, riducendo in questo modo il numero degli integrati necessari da tre a uno.

Il circuito integrato utilizzato è costituito dalla matrice logica programmabile (Programmable Logic Array) PAL20L8, dotata di 14 ingressi e 8 uscite, delle quali 6 sono utilizzabili sia come ingressi che come uscite. Il circuito è combinatorio, per cui non comprende registri e bistabili ma solo porte logiche che possono essere programmate per ottenere fino a sette prodotti AND per uscita. Per realizzare la funzione del selettore da 2 a 1 si devono utilizzare tre ingressi e due uscite. L'ingresso I13, CKIN, è collegato all'oscillatore TTL da 40 MHz utilizzato come riferimento interno del generatore. I14, CKEX, è collegato al connettore CN2, al quale viene inviato un segnale TTL quando si utilizza il circuito come divisore di frequenza. La selezione dei due ingressi viene ottenuta per mezzo del segnale CKS, collegato all'ingresso/uscita O6. Le uscite del selettore sono O8, che verrà indicata con CKD, collegata alla catena di divisori per 10, e quella indicata con

La divisione per due viene ottenuta per mezzo di due contatori binari collegati in cascata. Il selettore 8:1 consente di selezionare il segnale di uscita del circuito



CKOU, utilizzata come ingresso per il selettore da 9 a 1.

Le equazioni che esprimono il funzionamento di questa parte del circuito sono:

$$/CKD = /CKOU$$

$$/CKOU = /CKS * /CKIN + CKS * /CKEX$$

Il selettore a 9 ingressi sfrutta i terminali I4, I3, I2 e I1 per i segnali di controllo, indicati con le sigle da S4 a S1 rispettivamente. Le uscite della catena dei divisori per 10 sono collegate agli ingressi da I12 a I5, con I12 corrispondente alla divisione per 10 e I5 a quella per 100.000.000. Per le equazioni le divisioni sono state indicate con le sigle che vanno da D1 a D8 rispettivamente. Per realizzare questa funzione vengono utilizzate tre uscite del circuito, due delle quali ausiliarie (OUTA e OUTB) e una principale (OUT) sulla quale compare l'ingresso selezionato.

Le equazioni necessarie per lo svolgimento delle funzioni richieste sono:

$$/OUTA = /S2 * /S3 * /D1 + S2 * /S3 * /D2 + /S2 * S3 * /D3 + S2 * S3 * /D4$$

$$/OUTB = /S2 * /S3 * /D5 + S2 * /S3 * /D6 + /S2 * S3 * /D7 + S2 * S3 * /D8$$

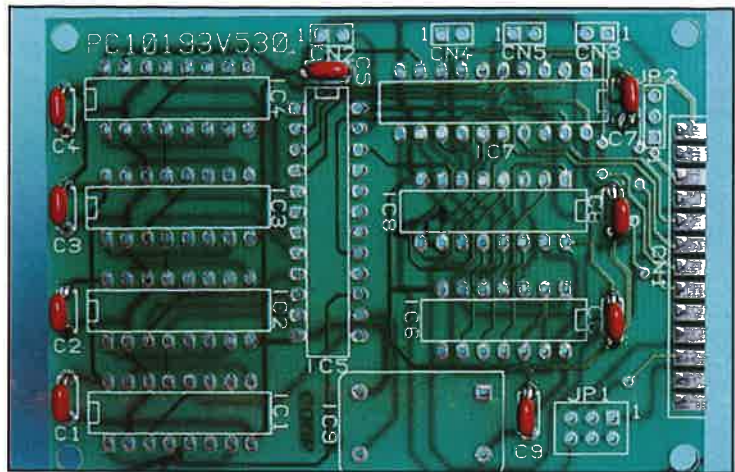
$$/OUT = S1 * /CKOU + /S1 * /S4 * /OUTA + /S1 * S4 * /OUTB$$

CATENA DEI DIVISORI PER 2

Questa parte del generatore è composta dal solo integrato IC6, un 74LS393 che contiene due contatori in codice binario naturale.

Il segnale che arriva dal selettore da 9 a 1 viene applicato all'ingresso di clock del primo contatore, per cui sull'uscita Q dello stesso si ottiene un segnale la cui frequenza corrisponde a quella del segnale di clock divisa per 2. Su QB la frequenza risulta divisa per 4, su QC per 8 e su QD per 16.

L'uscita QD del primo contatore viene inviata all'ingresso di clock del secondo. Di conseguenza, sulle uscite di questo contatore si otten-



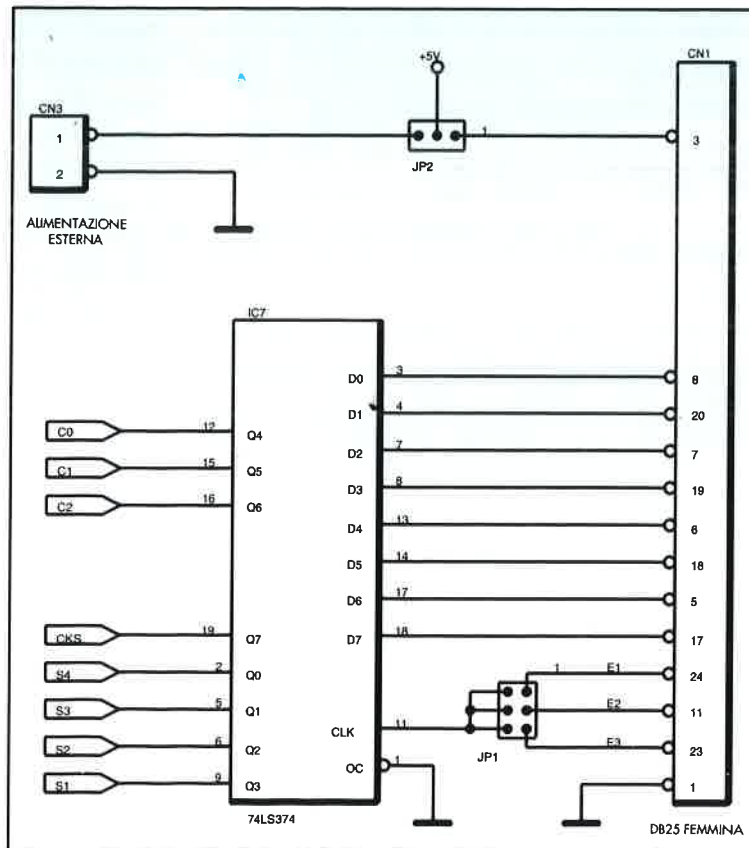
I primi componenti che si devono montare sono i condensatori di disaccoppiamento, tutti dello stesso valore

gono dei valori di frequenza pari a quello iniziale diviso per 32 (QA), per 64 (QB), per 128 (QC).

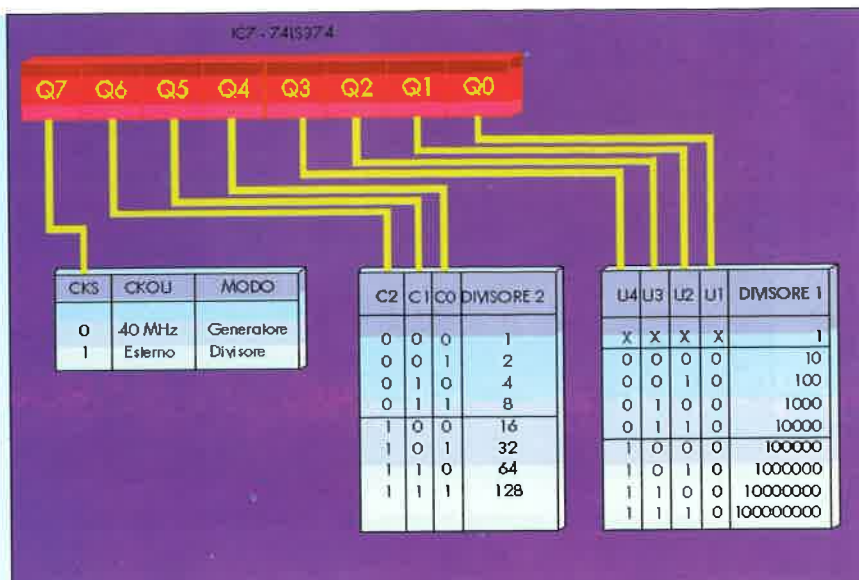
SELETTORE 8:1

Le sette uscite della catena dei divisori per 2 sono collegate agli ingressi che vanno da D1 a D7 di

Il registro IC7 controlla il funzionamento di tutto il circuito



Una delle caratteristiche del circuito è costituita dal fatto che può essere controllato da un PC in due modi



La modalità di funzionamento e il fattore di divisione si ottengono impostando i valori opportuni per i diversi bit del registro di controllo

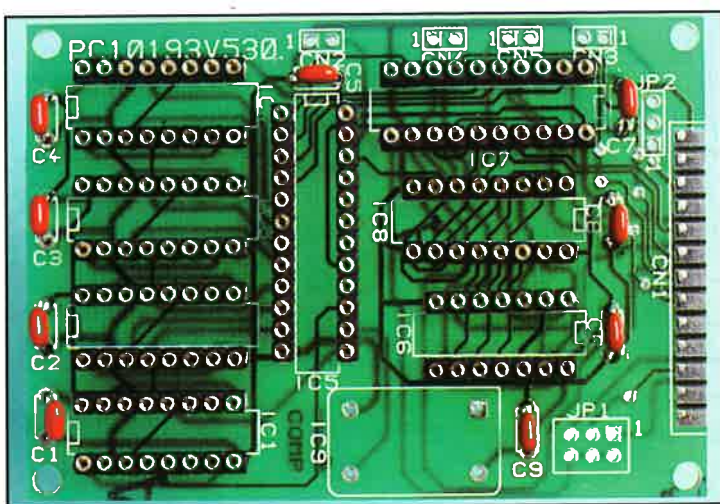
un circuito selettore a 8 ingressi IC8, costituito dall'integrato 74LS151. L'ingresso D0 di questo integrato riceve direttamente il segnale dal selettore a 9 ingressi.

In questo modo è possibile selezionare il segnale di uscita del circuito per mezzo dei segnali di controllo C0, C1 e C2, e inviarlo a CN4 e CN5; la frequenza di questo segnale può variare da un massimo corrispondente al valore naturale proveniente dalla prima catena di divisori, fino ad un minimo ottenuto dalla sua divisione per 128.

CIRCUITO DI CONTROLLO

I segnali che controllano il funzionamento dei tre

Le strisce di terminali femmina servono come zoccoli per i circuiti integrati



circuiti selettori sono inviati dal computer e memorizzati nel registro a 8 bit IC7, costituito dall'integrato 74LS374. I dati arrivano attraverso il connettore CN1, e vengono caricati nel registro in corrispondenza del fronte di salita del segnale CLK. L'uscita è costantemente abilitata, poiché il terminale OC è collegato a massa. Nella figura corrispondente si possono osservare le combinazioni dei dati che consentono di selezionare il valore di ciascun divisore e la modalità di funzionamento.

Come detto in precedenza, una delle caratteristiche di questo circuito è costituita dalla possibilità di essere controllato dal PC in due modi diversi.

Se si utilizza il circuito per la decodifica degli indirizzi del generatore TTL può essere

collegato direttamente al connettore CN2 del primo; per il comando di carica del registro è possibile selezionare uno dei segnali di attivazione forniti dal decodificatore, inserendo il ponte JP1 in una delle tre posizioni E1, E2 o E3.

Se per controllare il generatore TTL si decide di utilizzare la porta parallela, è necessario fornire al circuito una alimentazione esterna, poiché su questo connettore del PC non è presente nessuna tensione di alimentazione. Bisogna quindi impostare JP2 nella posizione corrispondente all'alimentazione esterna, per cui è necessario collegare il terminale centrale di JP2 al terminale del connettore CN3 per l'alimentazione esterna, e applicare +5 V al terminale 1 e la massa al terminale 2 di quest'ultimo. L'alimentazione esterna può essere utilizzata anche in combinazione con il decodificatore degli indirizzi per ridurre l'assorbimento dell'alimentatore del PC; per ottenere questa condizione bisogna spostare il ponticello JP2 nella posizione corrispondente all'alimentazione interna, individuata dal collegamento tra il terminale centrale di JP2 e il terminale del connettore CN1.

MONTAGGIO DEL CIRCUITO

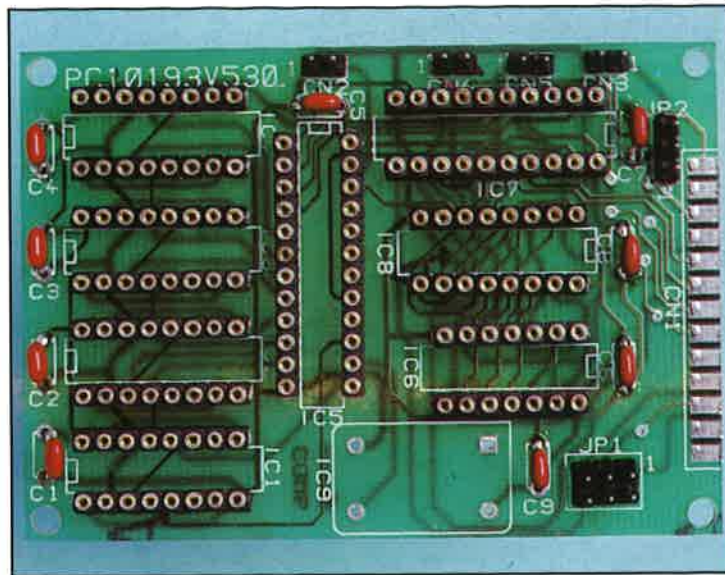
Prima di iniziare il montaggio dei componenti sul circuito stampato si devono preparare le strisce di terminali, maschi e femmina, che servono per realizzare i ponticelli di selezione, i connettori e

gli zoccoli. Queste devono essere formate da:

- 2x3 terminali maschi per JP1
- 3 terminali maschi per JP2
- 4x2 terminali maschi per CN2, CN3, CN4 e CN5
- 2x7 terminali femmina per IC6
- 8x8 terminali femmina per IC1, IC2, IC3, IC4 e IC8
- 2x10 terminali femmina per IC7
- 2x12 terminali femmina per IC5

Come si può osservare, il circuito è a doppia faccia con fori non metallizzati, per cui alcuni terminali devono essere saldati su entrambe le facce dello stampato; per sapere quali di questi richiedono la doppia saldatura basta controllare le isole in cui arrivano le piste presenti sul lato componenti.

Dopo aver preparato le strisce di terminali si possono montare e saldare i condensatori da 100 nF di disaccoppiamento C1-C9. Successivamente devono essere montate le strisce di terminali femmina e maschi nelle rispettive posizioni. Il connettore DB-25 femmina deve essere montato in corrispondenza di CN1, incastrando il circuito stampato tra le file dei suoi terminali; questa operazione deve essere fatta con molta cura, verificando che tutti questi terminali siano perfettamente allineati con le rispettive isole di saldatura. Per evitare errori di posizione è consigliabile



I terminali maschi sono utilizzati per i ponticelli e per i connettori di ingresso e di uscita del segnale

saldare inizialmente i terminali esterni, verificare l'allineamento ed eventualmente correggerlo, e procedere con quelli rimanenti. Infine, si deve saldare l'oscillatore nella posizione indicata dalla serigrafia. Al termine è opportuno verificare che tutti i componenti siano stati saldati correttamente e che non ci siano cortocircuiti tra le piste.

Fatto questo controllo si possono inserire i circuiti integrati nei rispettivi zoccoli, seguendo con attenzione le posizioni di installazione indicate sulla serigrafia. IC1, IC2, IC3 e IC4 sono dei 74LS390, IC6 è un 74LS393, IC7 è un 74LS374, IC8 è un 74LS151 e IC5 è una PAL20L8. Quest'ultimo circuito deve essere programmato prima del suo montaggio, poiché se non contiene l'informazione opportuna il generatore non può funzionare. La programmazione può essere fatta direttamente dal lettore sfruttando le equazioni indicate nel testo, oppure si può acquistare la PAL già programmata presso il rivenditore indicato in copertina. Nel dischetto allegato al prossimo fascicolo, contenente il software di controllo per questo dispositivo, sono presenti anche i file necessari per la programmazione di questo circuito integrato. Prima di fornire alimentazione al circuito è opportu-

L'ultima operazione è l'inserimento degli integrati nei rispettivi zoccoli. Il loro orientamento è indicato dalla serigrafia presente sullo stampato



Il circuito non richiede alcuna regolazione per cui, se è stato assemblato correttamente, deve funzionare al primo tentativo

Elenco componenti**Condensatori**

C1-C9= 100 nF, multistrato

Circuiti integrati

IC1-IC4 = 74LS390

IC5 = PAL 2018 (programmato

PCS512)

IC6 = 74LS393

IC7 = 74LS374

IC8 = 74LS151

IC9 = Oscillatore TTL 40 MHz in contenitore DIL

Varie

Connettore DB25 femmina a saldare

17 terminali maschi per c.s.

138 terminali torniti femmina per zoccoli

Jumper

Circuito stampato PC10193V530

Cavi di collegamento (opzionali)

Per il collegamento alla porta parallela:

2 connettori DB25 maschi a saldare

Cavo multifilare a 10 conduttori

Per il collegamento al decodificatore di indirizzi:

Connettore DB25 maschio a crimpare

Connettore DB25 femmina a crimpare

Cavo piatto a 25 fili

no ancora una volta ricontrrollare tutto il circuito, verificando che i componenti siano montati correttamente, che le saldature siano di buona qualità e complete, e che non siano presenti cortocircuiti.

AVVIAMENTO

Il circuito non richiede alcuna regolazione, per cui se è stato assemblato correttamente deve funzionare subito dopo il suo collegamento. Per evitare danni al computer o al decodificatore di indirizzi, prima di avviare il generatore si consiglia di collegare un alimentatore a CN3 (+5V sul terminale 1 e massa sul 2), spostare JP2 nella posizione relativa all'alimentazione esterna, e misurare la tensione presente sui terminali di ciascun integrato. I +5V devono essere presenti sul terminale 16 di IC1, IC2, IC3, IC4 e IC8, sul terminale 14 di IC6, sul terminale 20 di IC7, e sul terminale 24 di IC5, mentre la massa (0V) deve essere collegata ai terminali 8 di IC1, IC2, IC3, IC4 e IC8, 7 di IC6, 10 di IC7 e 12 di IC5.

COLLEGAMENTI

Se si desidera utilizzare il generatore in combinazione con il decodificatore di indirizzi è opportuno collegare le due schede per mezzo di un cavo piuttosto che direttamente. Nello schema riportato in

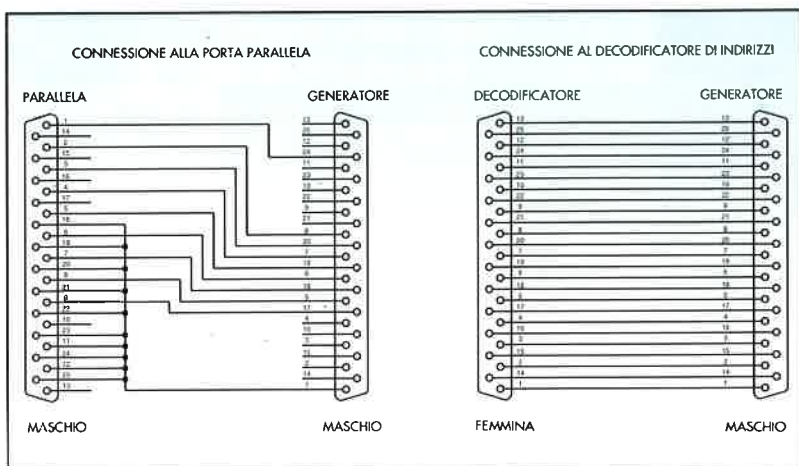
figura si può notare che il cavo necessario è di tipo 1:1, con i terminali del connettore maschio coincidenti con quelli del connettore femmina. Per evitare problemi durante la sua costruzione, si consiglia di utilizzare del cavo piatto a 25 fili e dei connettori DB-25 a crimpare.

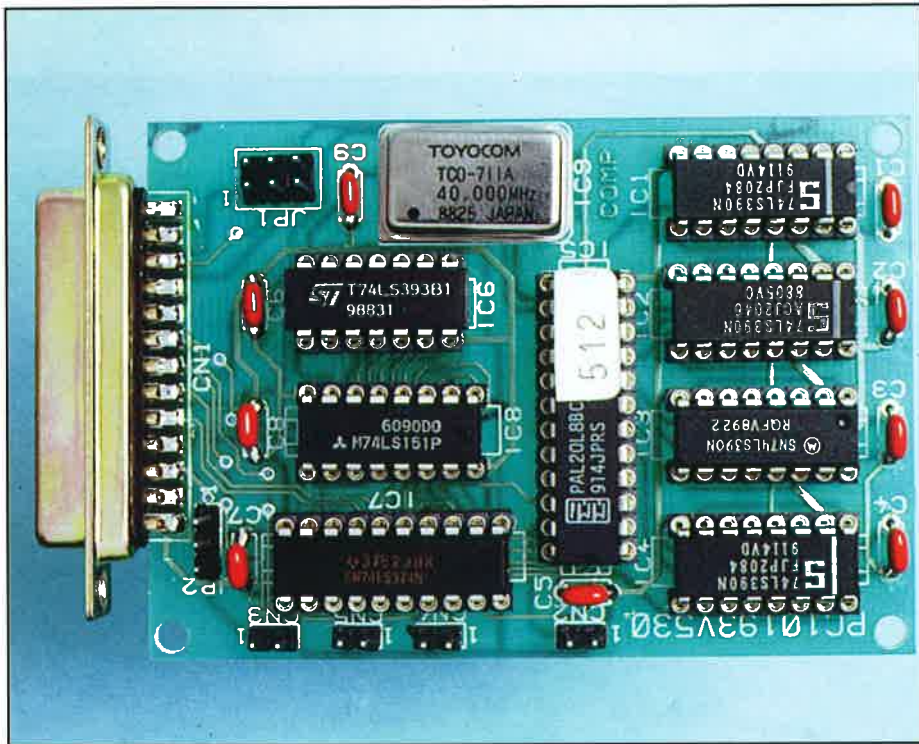
Se invece il generatore viene pilotato tramite la porta parallela, il cavo di collegamento richiesto è diverso, come si può osservare nello schema corrispondente. Per costruirlo è necessario utilizzare un cavo multifilare dotato di almeno 10 conduttori, e due connettori DB-25 maschi a saldare. Inoltre, non bisogna dimenticare i ponticelli che devono essere effettuati sui terminali del connettore collegato alla porta parallela, e che sono indicati nello schema corrispondente.

UTILIZZO DEL CIRCUITO

Anche se non si tratta di uno strumento con caratteristiche professionali, questo dispositivo può risultare utile in molte applicazioni; ad esempio, può essere impiegato come generatore o divisore per la verifica dei circuiti, oppure come riferimento per la calibrazione di sistemi per l'acquisizione dati o analizzatori logici dotati di una base dei tempi. In questo capitolo è stato descritto esclusivamente l'hardware del generatore TTL; lo strumento, per risultare completo, deve essere abbinato a un software di controllo che verrà fornito nel capitolo successivo. Questo software emula il pannello frontale del generatore e permette il collegamento interattivo tra il circuito e l'utente.

Connessioni dei cavi per il collegamento alla porta parallela e al decodificatore di indirizzi

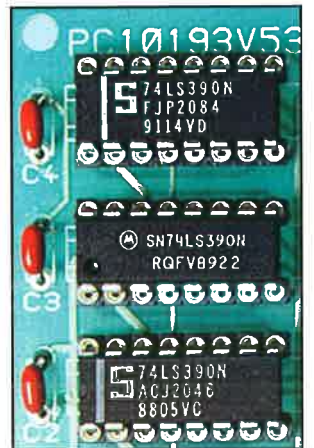




PROGRAMMA DI CONTROLLO DEL GENERATORE DI SEGNALI TTL

Già in precedenti occasioni si era parlato dell'evoluzione degli strumenti e dei sistemi elettronici, che ha permesso di affidare completamente al computer le funzioni di controllo, di calcolo, e di rappresentazione dei risultati.

Questo sviluppo ha consentito di eliminare tutti i circuiti, i commutatori e gli indicatori necessari per il loro funzionamento, riducendo notevolmente il costo dell'apparecchiatura finale. In questo modo, uno strumento di misura ha bisogno solamente di un hardware che agisca come interfaccia tra il calcolatore e il mondo esterno, e di un software per il suo controllo.



Al circuito presentato nelle pagine precedenti viene abbinato un programma in grado di eseguire le funzioni di controllo



Funzionando come generatore il circuito utilizza un segnale di clock per il riferimento di frequenza

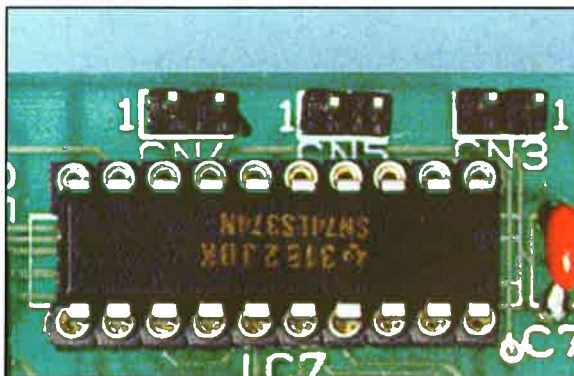
Il generatore TTL proposto è un fedele riflesso di questa filosofia di progettazione, e pertanto al circuito presentato nel capitolo precedente viene associato un programma in grado di realizzare le funzioni di controllo che completano lo strumento.

INSTALLAZIONE DEL CIRCUITO

Prima di iniziare la descrizione del programma di controllo, è opportuno ricordare il sistema per collegare il circuito al computer. Il primo passo è quello di selezionare l'indirizzo di abilitazione

Per controllare il circuito tramite la porta parallela è necessario alimentarlo esternamente attraverso il connettore CN3

Il decodificatore di indirizzi può essere collegato con il circuito ed il computer non alimentati



con il ponticello JP1, agendo come indicato nella descrizione del circuito. Se si sceglie la porta parallela l'indirizzo deve essere E1, e il ponticello JP2 deve essere posizionato in corrispondenza dell'alimentazione esterna. Se non vi sono altri circuiti collegati al decodificatore di indirizzi si consiglia di selezionare questa impostazione poiché è quella utilizzata per default dal programma. Dopo aver verificato che il computer e il generatore non sono alimentati, bisogna collegare il circuito al decodificatore di indirizzi o alla porta parallela tramite il cavo di collegamento descritto in precedenza. Se si utilizza la porta parallela bisogna applicare una tensione di alimentazione esterna al connettore CN3, e più precisamente i +5 V al terminale 1, e la massa al terminale 2. Prima di fornire tensione al computer o al generatore, è opportuno verificare che i collegamenti siano stati eseguiti correttamente; successivamente è possibile eseguire il programma di controllo.

IL CONTENUTO DEL DISCHETTO

Il dischetto relativo al generatore/divisore TTL contiene tutti i file necessari per il controllo dello



Lo schermo di selezione consente di configurare l'indirizzo di abilitazione del circuito e la modalità di funzionamento. Per ritornare al sistema operativo bisogna attivare il pulsante USCIRE

strumento, e quelli richiesti per la programmazione della memoria programmabile PAL20L8 montata sul circuito. Di seguito vengono elencati i loro nomi e il loro contenuto:

INSTALL.BAT - questo programma crea una directory sul disco C: nella quale vengono copiati tutti i file relativi al programma di controllo;

DIVISORE.EXE - è il programma di controllo vero e proprio dello strumento;

DIVISORE.UIR - contiene gli schermi grafici del programma di controllo. Deve sempre essere presente nella stessa directory in cui si trova il file DIVISORE.EXE;

SELECT.UIR - contiene lo schermo grafico che consente di selezionare l'indirizzo di abilitazione del generatore. Deve sempre essere presente nella stessa directory del file DIVISORE.EXE;

DIVISORE.BAS - file sorgente del programma di controllo, scritto per essere eseguito o compilato in ambiente LabWindows;

PCS512.INP - contiene le equazioni per il dispositivo programmabile PAL20L8 installato sul circuito;

PCS512.JED - file per la programmazione del dispositivo in formato JEDEC;

PCS512.DOC - contiene le indicazioni relative ai terminali del dispositivo.

INSTALLAZIONE DEL PROGRAMMA

Anche se l'installazione del programma potrebbe essere eseguita copiando semplicemente i file necessari all'interno di una qualsiasi directory presente sull'hard disk, si è preferito realizzare e fornire un semplice programma di installazione

che semplifica questa operazione all'utente. Se si desidera copiare i file in una directory diversa da quella definita dal programma di installazione, o in un'altra unità del disco rigido, bisogna verificare che all'interno di questa non vi siano già altri programmi installati, poiché potrebbero verificarsi dei conflitti durante l'esecuzione.

Per procedere all'installazione bisogna inserire il floppy nell'unità corrispondente e posizionarsi su di essa (A: o B:). In seguito bisogna digitare **INSTALL** e premere il tasto **ENTER**. Il programma di installazione procede creando la directory **GENTTL** sul disco C: e copiando al suo interno tutti i file necessari per il funzionamento del programma di controllo.

Per lanciare il programma è necessario posizionarsi nella directory **GENTTL** del disco C: (eseguendo il comando **CD GENTTL**), e al prompt digitare **DIVISORE** premendo il tasto **ENTER**.

Per eseguire un determinato comando senza utilizzare il mouse, bisogna agire sul tasto **TAB** premendolo finché il nome del comando desiderato non risulta evidenziato o non compare un riquadro di selezione all'interno dell'etichetta. Per l'attivazione dello stesso è sufficiente premere il tasto **ENTER** se si tratta di un pulsante, mentre negli altri casi è necessario selezionare l'opzione desiderata utilizzando le frecce direzionali.

Se si ha a disposizione il mouse invece, è sufficiente posizionarne il cursore sul comando che si desidera attivare e successivamente premere il pulsante sinistro del mouse stesso.

Per procedere all'installazione bisogna inserire il floppy nell'unità corrispondente e posizionarsi su di essa (A: o B:). In seguito bisogna digitare **INSTALL** e premere il tasto **ENTER**. Il programma di installazione procede creando la directory **GENTTL** sul disco C: e copiando al suo interno tutti i file necessari per il funzionamento del programma di controllo.

Tramite il pannello di configurazione si seleziona l'indirizzo del circuito, che deve coincidere con quello impostato con il ponticello JPI dello stesso. Conclusa questa operazione, con il tasto **USCIRE** si può tornare al pannello iniziale



Avviando il programma appare sullo schermo un pannello di controllo con quattro pulsanti. Il primo di questi è CONFIGURARE, che deve essere subito attivato per ottenere la visualizzazione del pannello di configurazione, nel quale bisogna impostare lo stesso indirizzo di abilitazione che è stato impostato sul circuito: CE1, CE2 o CE3 se si utilizza il decodificatore di indirizzi, oppure PAR se il collegamento è stato fatto tramite la porta parallela. Dopo aver effettuato questa selezione, premendo il tasto USCIRE che si trova alla destra dell'indicatore, l'indirizzo selezionato viene memorizzato mentre il programma è attivo. In precedenza si è detto che il circuito può operare in due modalità diverse, come generatore di segnali TTL o come divisore di frequenze esterne. Per non complicare la comprensione dei pannelli di controllo si è deciso di realizzare due diversi programmi, uno per ciascuna delle modalità di funzionamento. Se si desidera che il circuito funzioni come generatore di segnali TTL con riferimento interno bisogna attivare il tasto GENERATORE TTL, mentre se si utilizza come divisore di frequenze esterne si deve premere il pulsante DIVISORE TTL. Il quarto pulsante di questo pannello di controllo iniziale delle impostazioni serve per ritornare al programma operativo DOS ed è siglato con USCIRE.

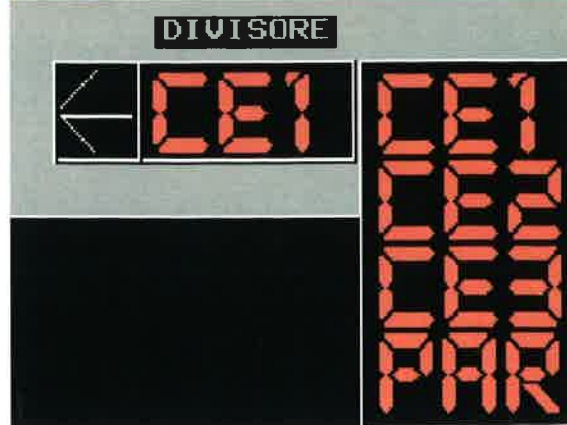
SCHERMO DI SELEZIONE

Quando il programma viene avviato compare sullo schermo un pannello di controllo con quattro pulsanti.

Il primo di questi è CONFIGURARE, che deve essere subito attivato per ottenere la visualizzazione del pannello di configurazione, nel quale bisogna impostare lo stesso indirizzo di abilitazione che è stato impostato sul circuito: CE1, CE2 o CE3 se si utilizza il decodificatore di indirizzi, oppure PAR se il collegamento è stato fatto tramite la porta parallela. Dopo aver effettuato questa selezione, premendo il tasto USCIRE che si trova alla destra dell'indicatore, l'indirizzo selezionato viene memorizzato mentre il programma è attivo. In precedenza si è detto che il circuito può operare in due modalità diverse, come generatore di segnali TTL o come divisore di frequenze esterne. Per non complicare la comprensione dei pannelli di controllo si è deciso di realizzare due diversi programmi, uno per ciascuna delle modalità di funzionamento.

Se si desidera che il circuito funzioni come generatore di segnali TTL con riferimento interno bisogna attivare il tasto GENERATORE TTL, mentre se si utilizza come divisore di frequenze esterne si deve premere il pulsante DIVISORE TTL. Il quarto pulsante di questo pannello di controllo iniziale delle impostazioni serve per ritornare al programma operativo DOS ed è siglato con USCIRE.

SELEZIONE DELL' INDIRIZZO



Se si utilizza la porta parallela il ponticello deve essere posizionato su CE1 e bisogna selezionare l'opzione PAR

CONTROLLO DEL DIVISORE

Dopo aver selezionato il funzionamento come divisore TTL tramite l'attivazione del pulsante DIVISORE TTL presente sul pannello principale, compare sullo schermo un altro pannello la cui struttura ricorda il pannello frontale di un divisore di frequenza.

Sulla parte inferiore sinistra si trova l'interruttore POWER. Portandolo nella posizione 1 si accende il LED di segnalazione verde posizionato alla sua destra per indicare che lo strumento è stato attivato. Contemporaneamente si illuminano anche gli indicatori presenti sul pannello.

L'attivazione del controllo si ottiene portando il commutatore POWER sulla posizione 1. Per tornare al primo pannello di selezione si deve riportare il commutatore su 0



FATTORE DI DIVISIONE PER 10					
DIVISORE	Q3	Q2	Q1	Q0	FATTORE3
1	0	0	0	0	0
10	0	0	0	1	1
100	0	0	1	0	2
1000	0	1	0	0	4
10000	0	1	1	0	6
100000	1	0	0	0	8
1000000	1	0	1	0	10
10000000	1	1	0	0	12
100000000	1	1	1	0	14



La selezione del fattore di divisione per 10 si realizza tramite i quattro bit meno significativi del registro. Tramite l'indicatore DIVISORE1 si può selezionare il fattore di divisione per 10.

Gli indicatori contrassegnati con DIVISORE1 e DIVISORE2 eseguono entrambi la funzione di commutazione. Il primo viene utilizzato per selezionare il fattore di divisione per 10, da 1 a 100.000.000, mentre il secondo serve per selezionare il fattore di divisione per 2, da 1 a 128. La selezione del fattore di divisione può essere effettuata per entrambe le scale in due diverse modalità. La più veloce prevede lo spostamento del cursore sull'indicatore e l'attivazione del tasto sinistro del mouse che abilita la visualizzazione di un menu a tendina nel quale è possibile selezionare il valore desiderato tra quelli elencati. Il secondo metodo consiste nel posizionarsi con il cursore sulle frecce poste alla sinistra degli indica-

tori: premendo la freccia superiore il valore del fattore di divisione diminuisce, mentre premendo quella inferiore aumenta.

Il terzo indicatore, DIVISIONE TOTALE, visualizza il valore del fattore di divisione complessivo derivato dai due divisori parziali, espresso in termini esponenziali.

Per uscire dal programma si deve riportare l'interruttore POWER sul valore 0, in modo da ritornare al pannello di selezione iniziale.

CONTROLLO DEL GENERATORE

Per selezionare il funzionamento come generatore TTL bisogna premere il pulsante GENERATORE

TTL presente sul pannello di selezione iniziale. Sullo schermo compare un'altra videata che emula il pannello frontale dello strumento. Per attivarlo si deve operare come in precedenza, portando l'interruttore POWER nella posizione 1. Gli indicatori DIVISORE1 e DIVISORE2 funzionano come nel caso precedente. Al contrario del caso precedente, il valore della frequenza del segnale di riferimento è un parametro conosciuto con precisione, per cui l'indicatore che in precedenza era destinato alla rappresentazione della divisione risultante è stato sostituito con un altro che riporta sullo schermo la frequenza e il periodo del segnale di uscita.

Per uscire dal programma bisogna riportare il commutatore POWER sulla posizione 0; in questo modo si ritorna al pannello di selezione iniziale.

Il collegamento del decodificatore di indirizzi si ottiene per mezzo di un cavo piatto.



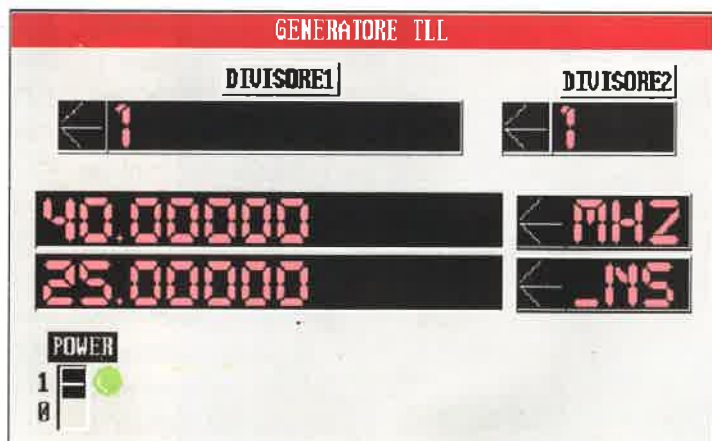
FATTORE DI DIVISIONE PER 2				
DIVISORE	Q6	Q5	Q4	FATTORE2
1	0	0	0	0
2	0	0	1	16
4	0	1	0	32
8	0	1	1	48
16	1	0	0	64
32	1	0	1	80
64	1	1	0	96
128	1	1	1	112

Il fattore di divisione per 2 si seleziona con i bit Q4, Q5 e Q6 del registro di controllo

Alla destra di ciascun indicatore ne compare un altro che indica le unità di misura e funziona in modo simile ai divisori. È possibile selezionare l'unità di misura che si desidera per i valori di frequenza e periodo che compaiono sullo schermo, ma modificando uno qualsiasi dei divisori le scale si autoregolano al nuovo valore. Se si desidera che l'unità di misura sia diversa da quella visualizzata è necessario eseguire nuovamente il cambio di scala. Se l'unità di misura selezionata è troppo grande o troppo piccola, la lettura della frequenza o del periodo viene presentata in forma esponenziale.

Per ritornare al pannello principale è sufficiente riportare l'interruttore POWER nella posizione iniziale (0).

Il pannello relativo al generatore si attiva in modo analogo al precedente

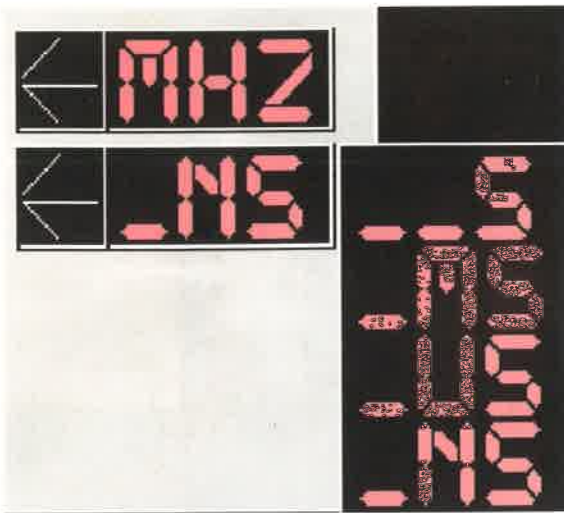


Per mezzo dell'indicatore DIVISORE2 si imposta il fattore di divisione per 2

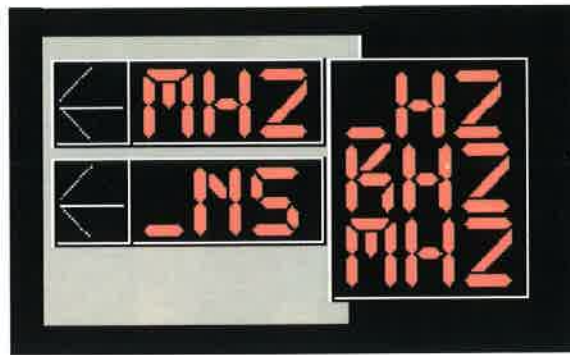
ALTRI PROGRAMMI DI CONTROLLO

Il generatore di segnali TTL può essere molto utile se usato come strumento indipendente, non abbinato ad altri dispositivi. Diventa invece essenziale per i sistemi di elaborazione dati di dimensioni e prestazioni maggiori che richiedono una base dei tempi estremamente precisa e stabile. Gli analizzatori logici, i generatori di funzione o i sistemi di acquisizione dati, ad esempio, necessitano di una base dei tempi ottimamente calibrata per eseguire le loro funzioni correttamente. Per poter utilizzare il dispositivo proposto anche in abbinamento a questi sistemi, viene fornito un programma di controllo in Basic che, con piccole modifiche, può essere inserito in altri programmi che richiedono il controllo del generatore TTL come base dei tempi.

Come si è potuto notare dallo schema elettrico del circuito, la selezione del segnale di ingresso e dei divisori avviene per mezzo del registro di controllo.



La scala del periodo può essere modificata allo stesso modo della scala delle frequenze



Il fattore di scala della frequenza può essere modificato agendo sull'indicatore posizionato sulla destra

lo, vale a dire tramite un dato a otto bit. Il caricamento del registro si esegue direttamente dall'elaboratore utilizzando il comando Basic:

OUT indirizzo, dato

Se il circuito è controllato dal decodificatore di indirizzi, l'indirizzo da inserire nella riga di comando precedente è 768 se si è posizionato il ponticello di selezione su E1, 776 per E2, e 784 per E3. Se si utilizza invece la porta parallela (LPT1) il valore da inserire è 888.

Il dato che deve essere inviato è un numero intero compreso tra 0 e 255, che si ottiene come risultato della somma di tre fattori chiamati fattore1, fattore2 e fattore3. Per calcolare il dato si eseguono i seguenti passaggi:

1 - modalità di funzionamento (fattore1)

si seleziona tramite il bit più significativo Q7 del registro di controllo. Se si desidera che il circuito funzioni come generatore, Q7 deve essere impostato a 0, per cui il parametro fattore1 deve essere 0. Per fare in modo che funzioni come divisore Q7 deve essere impostato ad 1, il che significa che fattore1 deve essere 128;

2 - divisione per 2 (fattore2)

si seleziona tramite i bit Q4, Q5, e Q6. La divisione per 1 richiede che i tre bit devano essere impostati tutti a 0, per cui fattore2 deve avere valore 0. Con i tre bit a 1 la divisione è selezionata per 128, e fattore2 deve essere impostato a 112. I valori rimanenti si possono ricavare dalla tabella riportata nella figura corrispondente;

MODALITA' DI FUNZIONAMENTO

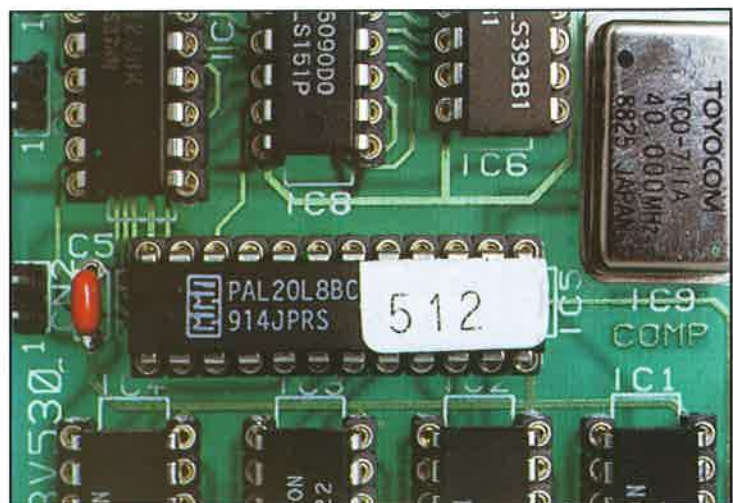
MODO	Q7	FATTORE1
GENERATORE	0	0
DIVISORE	1	128

Il bit più significativo del registro indica la modalità di funzionamento del circuito

3 - divisione per 10 (fattore3)

la selezione si esegue con i quattro bit meno significativi del registro, che vanno da Q0 a Q3. Con i quattro bit a 0 la divisione è per 1, e il valore di fattore3 vale 0. La divisione massima, per 100.000.000, si ottiene con i bit da Q1 a Q3 a 1 e con Q0 a 0, per cui il fattore3 corrisponde a 14. Nella tabella riportata nella relativa figura si

I selettori 2:1 e 9:1 sono compresi nel circuito logico programmabile PAL20L8



possono ricavare i valori che deve assumere fattore3 negli altri casi.

4 - calcolo del dato

il valore che deve essere inviato al registro di controllo è:

$$\text{dato} = \text{fattore1} + \text{fattore2} + \text{fattore3}$$

Anche se il dato può essere ricavato a partire dal valore dei divisori desiderati, utilizzando funzioni

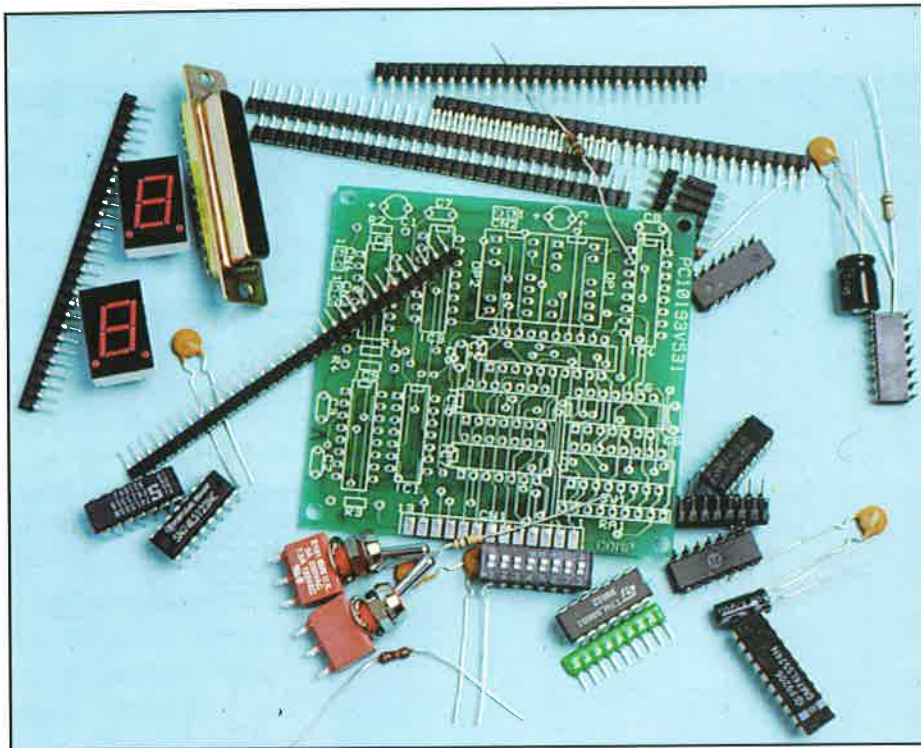
matematiche come i logaritmi, si consiglia di utilizzare l'assegnazione diretta del dato, poiché gli errori di arrotondamento che si verificano in queste funzioni possono causare dei problemi nel funzionamento del circuito.

Il programma proposto di seguito assegna il valore del dato seguendo i passi indicati in precedenza.

```

REM * L'indirizzo del circuito si assegna nella variabile INDIRIZZO%
CLS
INDIRIZZO% = 4
WHILE INDIRIZZO% = 4
INPUT "INDIRIZZO ATTIVO (0-PARALLELO / 1-CE1 / 2-CE2 / 3-CE3)=";INDIRIZZO%
SELECT CASE INDIRIZZO%
CASE 0
INDIRIZZO% = 888
CASE 1
INDIRIZZO% = 768
CASE 2
INDIRIZZO% = 776
CASE 3
INDIRIZZO% = 784
CASE ELSE
INDIRIZZO% = 4
END SELECT
WEND
USCIRE% = 1
WHILE USCIRE% = 1
REM * Le linee INPUT saranno eliminate quando il programma viene conglobato
REM * negli altri programmi, assegnando i valori corrispondenti
REM * direttamente alle variabili MODO% DIVISORE2% e DIVISORE10%.
CLS
INPUT "MODALITA' DI FUNZIONAMENTO (0-GENERATORE / 1-DIVISORE)=";MODO%
INPUT "FATTORE DI DIVISIONE PER 2 (1..128)=";DIVISORE2%
INPUT "FATTORE DI DIVISIONE PER 10 (1..100000000)=";DIVISORE10%
REM * Se si assegna un valore errato alle variabili precedenti si
REM * rifletterà sulla variabile ERRORE%
ERRORE% = 0
REM * Scelta del FATTORE1 - Modalità di funzionamento
SELECT CASE MODO%
CASE 0
FATTORE1% = 0
CASE 1
FATTORE1% = 128
CASE ELSE
ERRORE% = 1
END SELECT
REM * Scelta del FATTORE2 - Fattore di divisione per 2
SELECT CASE DIVISORE2%
CASE 1
FATTORE2% = 0
CASE 2
FATTORE2% = 16
CASE 4
FATTORE2% = 32
CASE 8
FATTORE2% = 48
CASE 16
FATTORE2% = 64
CASE 32
FATTORE2% = 80
CASE 64
FATTORE2% = 96
CASE 128
FATTORE2% = 112
CASE ELSE
ERRORE% = 1
END SELECT
REM * Scelta del FATTORE3 - Fattore di divisione per 10
SELECT CASE DIVISORE10%
CASE 1
FATTORE3% = 1
CASE 10
FATTORE3% = 0
CASE 100
FATTORE3% = 2
CASE 1000
FATTORE3% = 4
CASE 10000
FATTORE3% = 6
CASE 100000
FATTORE3% = 8
CASE 1000000
FATTORE3% = 10
CASE 10000000
FATTORE3% = 12
CASE 100000000
FATTORE3% = 14
CASE ELSE
ERRORE% = 1
END SELECT
REM * Se non si è verificato alcun errore il dato viene inviato al circuito
IF ERRORE = 1 THEN
ERRORE% = 0
CLS
PRINT "!!!ERRORE NELL'INTRODUZIONE DEI DATI!!!"
BEEP
ELSE
DATO% = FATTORE1% + FATTORE2% + FATTORE3%
OUT INDIRIZZO%, DATO%
END IF
PRINT
PRINT
INPUT "INVIARE ALTRO DATO? (0-NO / 1-SI)";USCIRE%
WEND

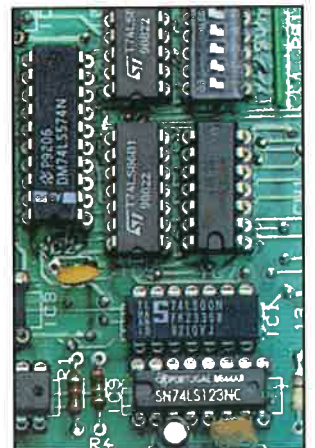
```



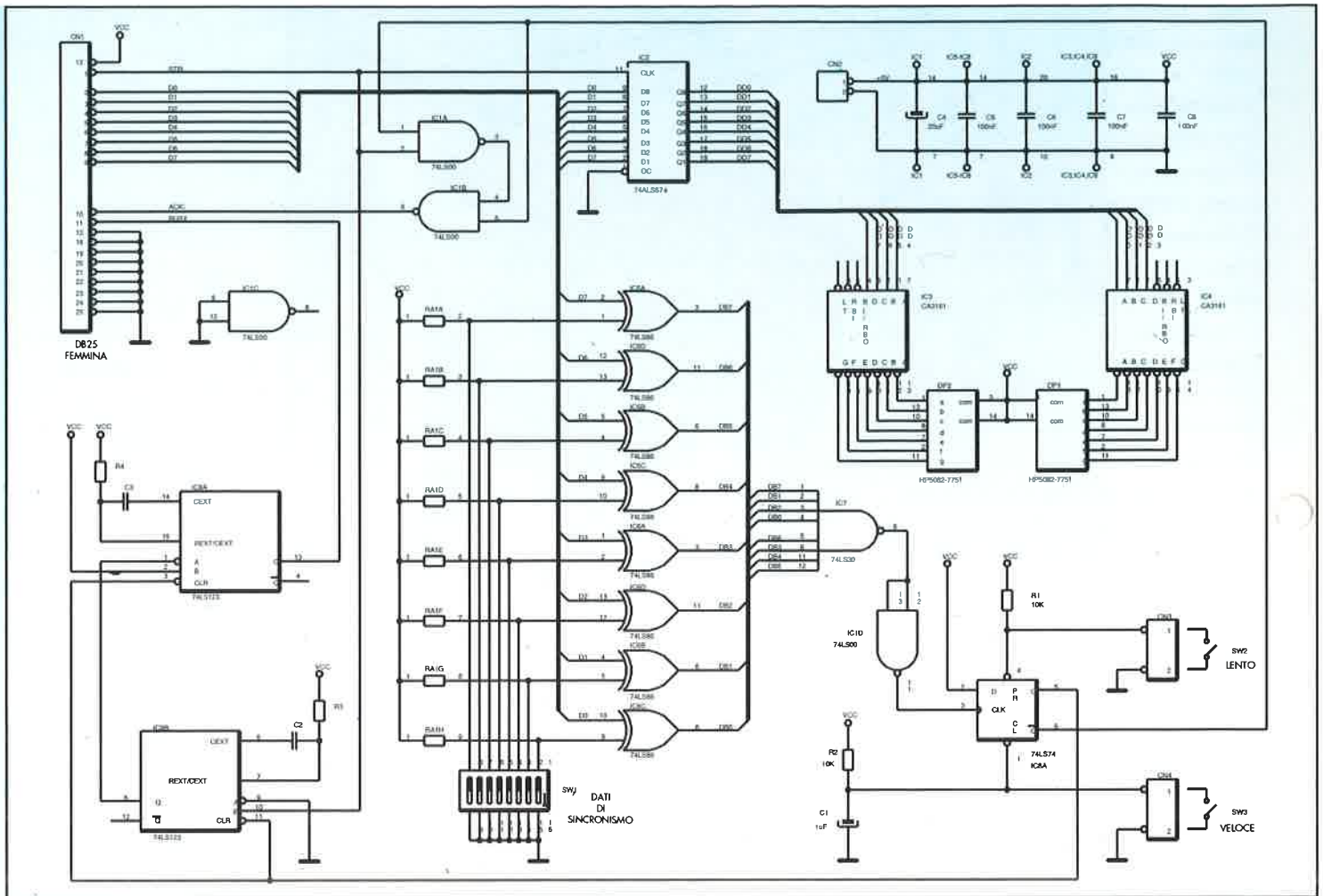
ANALIZZATORE CENTRONICS

Una delle realizzazioni proposte nei capitoli precedenti era costituita da un monitor per porte Centronics. Il circuito era stato progettato in modo da visualizzare tramite dei diodi LED il comportamento dei diversi bit corrispondenti ai dati e ai segnali di controllo. In questo capitolo viene presentato un circuito molto più elaborato e complesso, in grado di rappresentare i dati, convertiti in formato esadecimale, direttamente su due visualizzatori a sette segmenti.

anche se il circuito proposto ha dimensioni relativamente ridotte, sicuramente non mancheranno le occasioni nelle quali potrà diventare utile soprattutto per quelle persone che considerano il calcolatore come una specie di scatola nera; in particolare, servirà a capire cosa succede sulla porta parallela di un PC. Prima di procedere è opportuno fare una precisazione: anche utilizzando un



Viene proposto un circuito che presenta i dati convertiti in esadecimale su due display a sette segmenti



Schema elettrico generale dell'analizzatore Centronics

analizzatore logico professionale, apparecchiatura con la quale gli hobbisti non hanno generalmente molta dimestichezza (tenendo presente che si tratta di un dispositivo molto costoso), risulta comunque arduo riuscire a rilevare e comprendere quali caratteri sono presenti sulla porta parallela. Infatti, per poter ottenere delle informazioni reali, è necessario misurare i livelli logici presenti sugli otto bit del bus, convertirli in numeri binari, e ricercare gli equivalenti in una tabella dei codici ASCII.

A questo punto è logico chiedersi se per verificare l'uscita parallela è realmente necessario seguire sempre tutta questa procedura. La risposta ovviamente è no, grazie al circuito proposto che fornisce direttamente il codice del carattere presente sulla porta in formato esadecimale.

Qualche lettore potrebbe pensare che il modo più semplice per osservare i caratteri in uscita dalla porta sarebbe quello di collegare a questa una

stampante che li stampi su di un foglio di carta. Effettivamente questa operazione potrebbe essere sufficiente nella maggior parte dei casi, non dimenticando però che non tutte le stampanti sono in grado di riprodurre i caratteri grafici, e che alcuni caratteri speciali non possono in alcun modo essere stampati. Il dispositivo proposto potrebbe rivelarsi molto utile anche per la ricerca di eventuali guasti, poiché permette di verificare se il problema che si è presentato durante una fase di stampa è dovuto alla stampante stessa o ai segnali che escono dalla porta parallela.

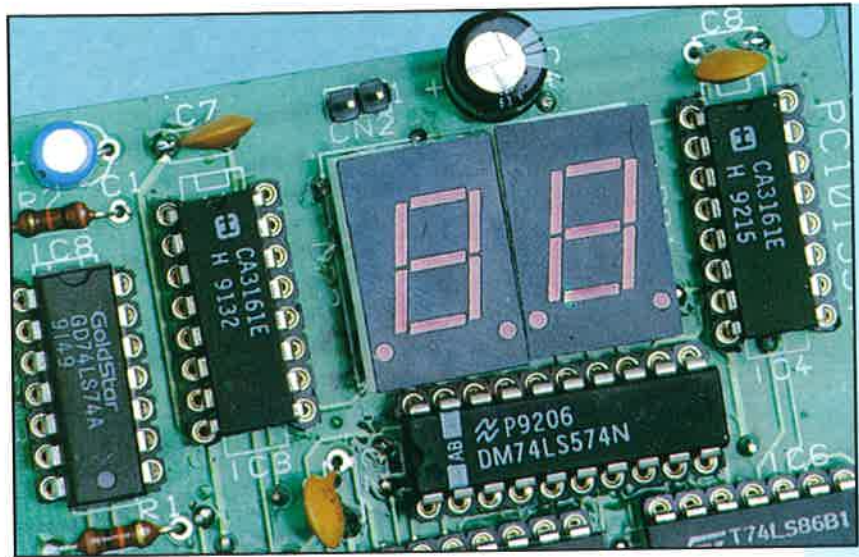
Inoltre, può essere utilizzato anche per altri scopi, che per il momento potrebbero non apparire ben definiti, come ad esempio per pilotare attraverso un circuito a relè o fotoaccoppiatori dei dispositivi esterni. Modificando leggermente il progetto, ed in particolare aggiungendo uno stadio di potenza, si può facilmente trasformare il PC in un controllore intelligente di processo con cui è

Probabilmente la parte più semplice del circuito è quella destinata a rappresentare i dati sui display

possibile gestire delle apparecchiature a controllo numerico. Una applicazione significativa potrebbe essere quella di utilizzare il personal e gli opportuni programmi per generare il master di un circuito stampato, ad esempio con ORCAD, ricavare automaticamente da questo il piano di foratura, e tramite la porta parallela pilotare direttamente un trapano a controllo numerico.

IL CIRCUITO

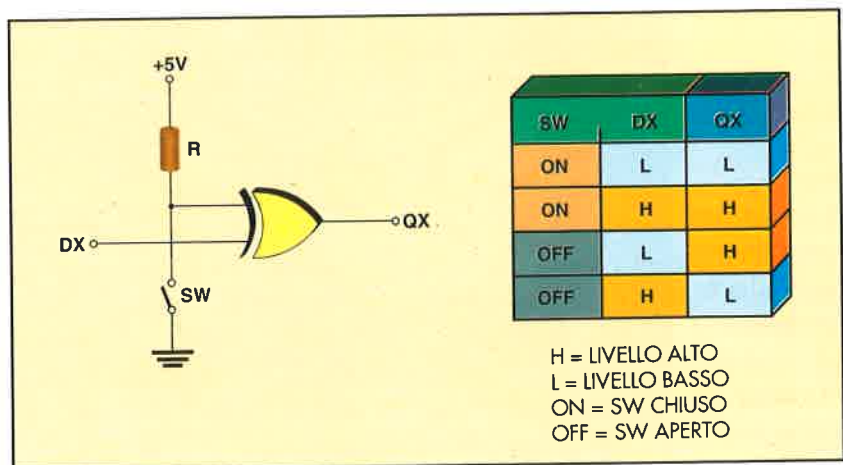
Il funzionamento del circuito è molto semplice, se si esclude la parte riguardante la generazione dei segnali BUSY e ACK. Si supponga di voler presentare il numero binario 11111111 (255 in decimale ed FF in esadecimale) sulla porta della stampante. Questo carattere viene utilizzato per compiti speciali, per cui non può essere stampato come altri caratteri; quando la stampante rivela la sua presenza non produce nessun segnale per indicare che il carattere è stato ricevuto. Probabilmente la parte più semplice del circuito è quella destinata a presentare i dati sugli indicatori o display, come si vedrà meglio in seguito. Il segnale STB\ proveniente dal calcolatore abilita il caricamento dei dati in un latch a otto bit. Le otto uscite vengono inviate ai decodificatori da BCD a sette segmenti, in modo tale che i quattro bit meno significativi (D0-D3) risultano collegati ad IC4, mentre i più significativi (D4-D7) ad IC3. I decodificatori sono dei CA3161. Si è preferito utilizzare questi circuiti, e non altri più moderni, per poter avere a disposizione i generatori di corrente costante interni che servono per alimentare direttamente i diodi LED dei display; ciò consente di evitare l'inserimento di una resistenza in serie ad ogni segmento (7 per ciascun display). Indipendentemente dai caratteri che possono essere visualizzati sui display a sette segmenti, è possibile rivelare qualsiasi codice grazie ai commutatori DIL e alle porte OR-ESCLUSIVO. Uno degli ingressi di questi circuiti è collegato direttamente alle linee dei dati, mentre l'altro ai microinterruttori. Se uno dei due ingressi della porta è a livello alto in uscita appare

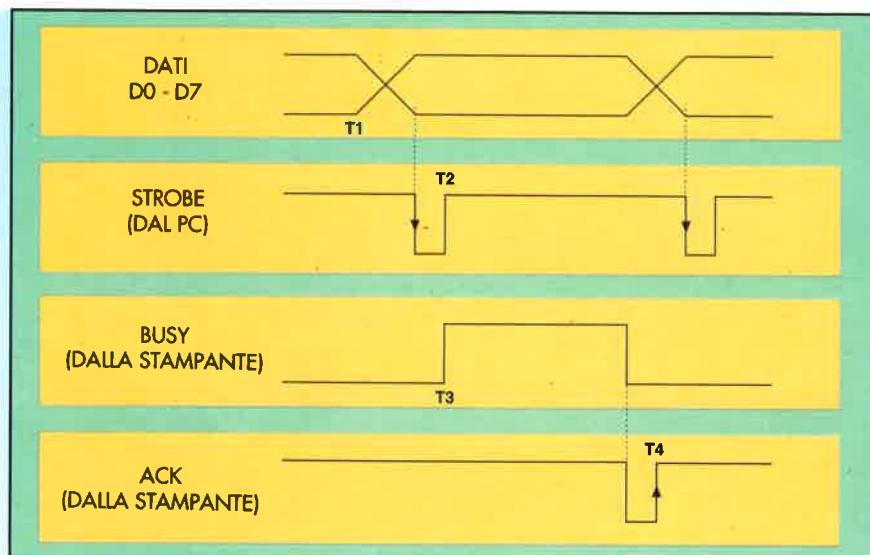


Il decodificatore CA3161 evita di dover montare sul circuito delle resistenze in serie tra le sue uscite e il display

l'inverso dell'altro ingresso; se si trova a livello basso in uscita è presente il segnale dell'altro ingresso amplificato ma non modificato. Osservando lo schema generale si può notare che i circuiti della porta OR-ESCLUSIVO quadrupla IC5 e IC6 svolgono esattamente la funzione descritta in precedenza. Il circuito è doppio, per cui può rivelare due parole diverse di quattro bit ciascuna. Per meglio comprendere ciò che accade si cerca di seguire il percorso del bit meno significativo D0. Questo bit entra nel circuito attraverso il terminale 2 del connettore CN1, un DB25 femmina, ed arriva sia ad IC2 (latch per i decodificatori) che ad uno degli ingressi di una porta OR-ESCLUSIVO. L'altro ingresso della porta può essere portato a livello basso chiudendo il

La porta OR-ESCLUSIVO utilizzata nel circuito generatore di sincronismi

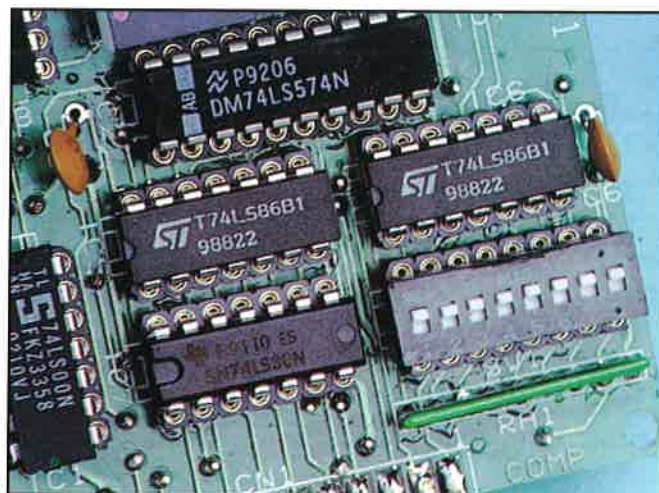




Segnali che fanno parte del protocollo Centronics

microinterruttore al quale è collegato, oppure può rimanere a livello alto tramite la resistenza che lo collega al positivo se il microinterruttore viene lasciato aperto. Osservando lo schema riportato nella relativa figura, che rappresenta un OR-ESCLUSIVO con la corrispondente tabella della verità, si può vedere che con il microinterruttore chiuso la porta si comporta come un semplice buffer, mentre con il microinterruttore aperto si comporta da invertitore. Per comprendere meglio questa situazione viene esaminata più dettagliatamente la tabella. L'uscita della porta assume il livello logico 0 quando gli ingressi sono uguali; ciò significa che con l'interruttore aperto (un 1 in ingresso) si avrà uno 0 in uscita solo quando anche l'altro ingresso è a 1,

Dettaglio del microinterruttore a 8 bit



I computer trasmettono sulla porta parallela sia i caratteri che i segnali di controllo

mentre se l'altro ingresso è a 0 in uscita si avrà un 1 logico. Funzionando in questo modo si ottiene in uscita l'inversione del valore di ingresso. Viceversa, con l'interruttore chiuso (ON) sul relativo ingresso è presente uno 0 logico, e l'uscita assume sempre lo stesso livello logico presente sull'altro ingresso.

Agendo perciò su questi microinterruttori, è possibile portare alcuni ingressi a 0 e amplificare gli altri ad 1; quando la sequenza dei bit del carattere di ingresso coincide con la sequenza selezionata sulle porte OR-ESCLUSIVO, tutti gli ingressi della porta NAND (IC7) si portano a livello logico alto, per cui la sua uscita commuta a livello basso e viene invertita dalla porta IC1D. Questi due segnali

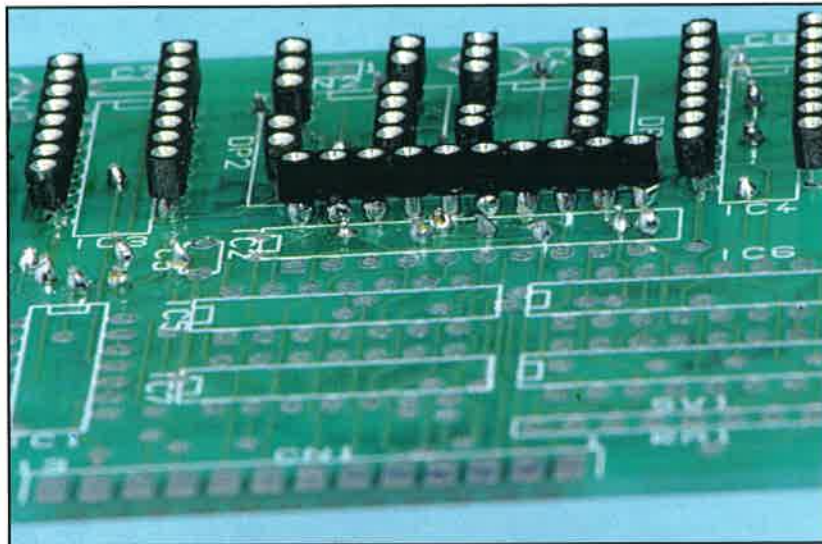
(detti segnali di sincronismo) possono essere utilizzati come indicatori del fatto che il carattere inviato alla stampante coincide con quello selezionato dai microinterruttori di tipo DIL, e possono essere sfruttati per innescare qualsiasi circuito esterno. Nella realizzazione proposta non è stata prevista questa uscita, ma se si rendesse necessaria è sufficiente saldare un cavo direttamente al terminale corrispondente sullo zoccolo dell'integrato.

Quello che è stato esaminato è un vero e proprio generatore di sincronismo, utilizzato dal sistema che verrà chiamato *commutatore di protocolli*.

IL PROTOCOLLO CENTRONICS

Attraverso la porta parallela il computer invia, oltre ai caratteri, anche dei segnali di controllo; altri segnali invece vengono inviati, sempre attraverso questa porta, al computer e sono generati dalla stampante. Di seguito vengono esaminati questi segnali *di protocollo*, cercando di valutare il modo con il quale il circuito li gestisce. Nella relativa figura sono rappresentati i quattro segnali fondamentali del protocollo Centronics e il loro andamento in funzione del tempo. Il primo diagramma rappresenta le otto linee dei dati raggruppate in un unico blocco e riportate in un'unica banda. Questo modo di raffigurare i dati non deve trarre in inganno il lettore,

poiché non è importante lo stato assunto dagli otto bit ma solo il fatto che questi siano presenti sulla porta. In uscita i dati presenti sulle linee D0-D7 cominciano a variare nell'istante T1, ma diventano stabili, e perciò disponibili, solo nell'istante T2. In questo istante T2 il computer invia attraverso il terminale 1 della stampante un impulso a livello basso, chiamato *segnale di STROBE*, per indicare che l'informazione è in attesa e disponibile sulle linee dei



Si deve fare molta attenzione quando si saldano i componenti

dati. Al termine del periodo T2 la stampante invia il *segnale di BUSY* (occupato) attraverso il terminale 11, che impedisce al calcolatore di inviare altri dati alla porta. Anche il *segnale ACK* (ricevuto) serve allo stesso scopo, e viene inviato dalla stampante all'elaboratore attraverso il terminale 10 al termine della ricezione del primo pacchetto di dati; solo in quel momento il computer può inviare un altro pacchetto di dati. Alcune stampanti sono in grado di generare uno solo di questi segnali, mentre altre li creano entrambi; in qualunque caso il funzionamento rimane lo stesso, e non si verificano problemi di sovrapposizione.

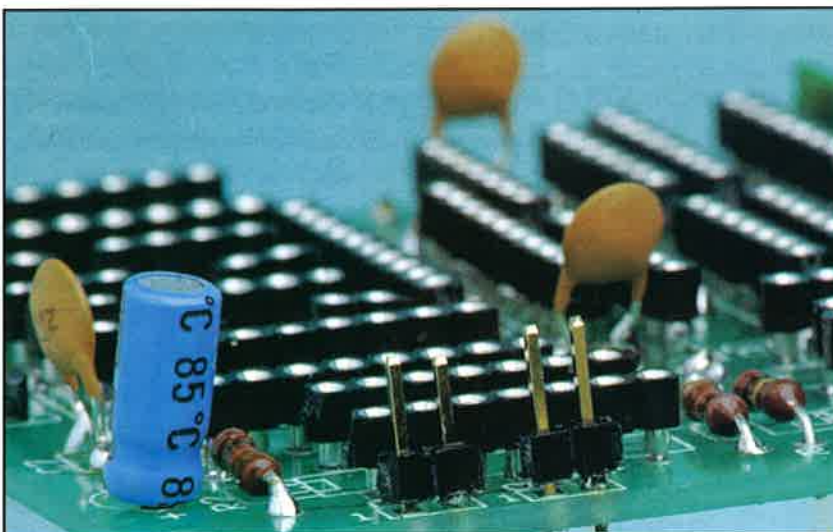
Una domanda che potrebbe sorgere spontanea è: *in che modo il circuito gestisce questo protocollo?* La risposta è semplice: il circuito è in grado di

poter operare con entrambi i metodi descritti, ma in modo indipendente. Infatti, il circuito lascia al calcolatore la scelta del protocollo. La linea BUSY (terminale 11 del connettore CN1) inizialmente si trova a livello logico 0, poiché si presuppone che l'elaboratore debba ancora inviare il primo pacchetto di dati. Nel momento in cui l'operatore fornisce il segnale di stampa i dati vengono presentati sulla porta e perciò ricevuti dal circuito. A questo punto il computer, prima di inviare il pacchetto di dati successivi, attende che l'ipotetica stampante generi il segnale di ricezione BUSY o il segnale ACK\ o entrambi. Il fronte di discesa del segnale STROBE viene considerato dall'elaboratore come momento in cui i dati sono stabili e pronti per essere letti. Poiché il segnale BUSY

rimane a 0, dopo che il segnale STROBE si è stabilizzato a livello 0 il computer si pone in attesa del fronte di salita del segnale ACK\; il fronte di discesa o il livello logico di questo segnale non provocano nessuna reazione da parte dell'elaboratore. Sfruttando questa condizione, è possibile ingannare il calcolatore utilizzando il fronte di salita del segnale STROBE, che si presenta subito dopo il fronte di discesa, al posto

Quando il computer invia un segnale di STROBE, considera il suo fronte di discesa come inizio della transizione

I terminali maschi devono essere utilizzati per realizzare i connettori CN2, CN3 e CN4



D	H	Ch	Ctrl	Mem	D	H	Ch	D	H	Ch	D	H	Ch	D	H	Ch	D	H	Ch
00			CR	NUL	48	30		96	68		144	90		192	C0		240	F0	
01			SOH	SOH	49	31		97	69		145	91		193	C1		241	F1	
02			STX	STX	50	32		98	70		146	92		194	C2		242	F2	
03			ETX	ETX	51	33	1	99	71		147	93		195	C3		243	F3	
04			END	END	52	34	3	100	72	d	148	94		196	C4		244	F4	
05			ACK	ACK	53	35	5	101	73	f	149	95		197	C5		245	F5	
06			BS	BS	54	36	7	102	74	h	150	96		198	C6		246	F6	
07			HT	HT	55	37	?	103	75	j	151	97		199	C7		247	F7	
08			LF	LF	56	38		104	76	l	152	98		200	C8		248	F8	
09			VT	VT	57	39		105	77	n	153	99		201	C9		249	F9	
10			FF	FF	58	40		106	78	p	154	0A		202	CA		250	FA	
11					59	41		107	79	r	155	0B		203	CB		251	FB	
12					60	42		108	80	t	156	0C		204	CC		252	FC	
13					61	43		109	81	v	157	0D		205	CD		253	FD	
14					62	44		110	82	x	158	0E		206	CE		254	FE	
15					63	45		111	83	z	159	0F		207	CF		255		
16					64	46		112	84	[	160	10		208	D0				
17					65	47		113	85	]	161	11		209	D1				
18					66	48		114	86	^	162	12		210	D2				
19					67	49		115	87	_	163	13		211	D3				
20					68	50		116	88	`	164	14		212	D4				
21					69	51		117	89	!	165	15		213	D5				
22					70	52		118	90	"	166	16		214	D6				
23					71	53		119	91	#	167	17		215	D7				
24					72	54		120	92	\$	168	18		216	D8				
25					73	55		121	93	%	169	19		217	D9				
26					74	56		122	94	&	170	1A		218	DA				
27					75	57		123	95	'	171	1B		219	DB				
28					76	58		124	96	(	172	1C		220	DC				
29					77	59		125	97	)	173	1D		221	DD				
30					78	60		126	98	*	174	1E		222	DE				
31					79	61		127	99	+	175	1F		223	DF				
32					80	62		128	00	,	176	20		224	E0				
33					81	63		129	01	;	177	21		225	E1				
34					82	64		130	02	:	178	22		226	E2				
35					83	65		131	03	?	179	23		227	E3				
36					84	66		132	04	@	180	24		228	E4				
37					85	67		133	05	A	181	25		229	E5				
38					86	68		134	06	B	182	26		230	E6				
39					87	69		135	07	C	183	27		231	E7				
40					88	70		136	08	D	184	28		232	E8				
41					89	71		137	09	E	185	29		233	E9				
42					90	72		138	0A	F	186	2A		234	EA				
43					91	73		139	0B		187	2B		235	EB				
44					92	74		140	0C		188	2C		236	EC				
45					93	75		141	0D		189	2D		237	ED				
46					94	76		142	0E		190	2E		238	EE				
47					95	77		143	0F		191	2F		239	EF				

Tabella dei caratteri ASCII e corrispondenti valori decimali ed esadecimali

del fronte di salita del segnale ACK\ . Per ottenere questa condizione i terminali 1 e 10 del connettore CN1 vengono collegati tra di loro attraverso due porte NAND, in modo che il segnale STB\ venga riportato sul terminale ACK\ quando gli ingressi 1 e 5 delle porte suddette si trovano a livello logico 1; ciò significa che l'elaboratore invia a se stesso quello che crede sia il fronte di salita del segnale di ricezione ACK\ . Così facendo il computer invia i pacchetti di dati al circuito con una velocità che è limitata solo dalla sua capacità di elaborazione; ciò però causa una difficoltà oggettiva da parte dell'operatore nell'interpretazione dei dati che vengono visualizzati sui display, poiché la loro

ESADECIMALE	DECIMALE	INDICAZIONE
1010	10	" "
1011	11	"E"
1100	12	"H"
1101	13	"L"
1110	14	"P"
1111	15	spento

variazione diventa così veloce da far apparire sempre illuminate le cifre 88. Questa condizione rimane tale finché gli ingressi 1 e 5 delle porte logiche NAND rimangono a livello 1; nel momento in cui commutano a livello 0 sul connettore CN1 viene a mancare anche il segnale fittizio ACK\ , per cui l'elaboratore cessa di inviare i dati sulla porta Centronics. La commutazione a livello 0 di questi ingressi coincide con la generazione del segnale di innesco di uno dei due monostabili che vengono utilizzati per produrre il segnale BUSY, che da questo momento assume il controllo del circuito. Questo monostabile genera un impulso di breve durata che con la sua transizione da livello logico 1 a 0 innesca il secondo monostabile. L'impulso generato da quest'ultimo è molto più lungo e viene utilizzato per inviare il segnale BUSY all'elaboratore; in questa condizione il computer non invia ulteriori dati finché questo segnale è presente sulla porta di interfaccia. In questo modo la velocità con cui il calcolatore invia i dati al circuito è determinata

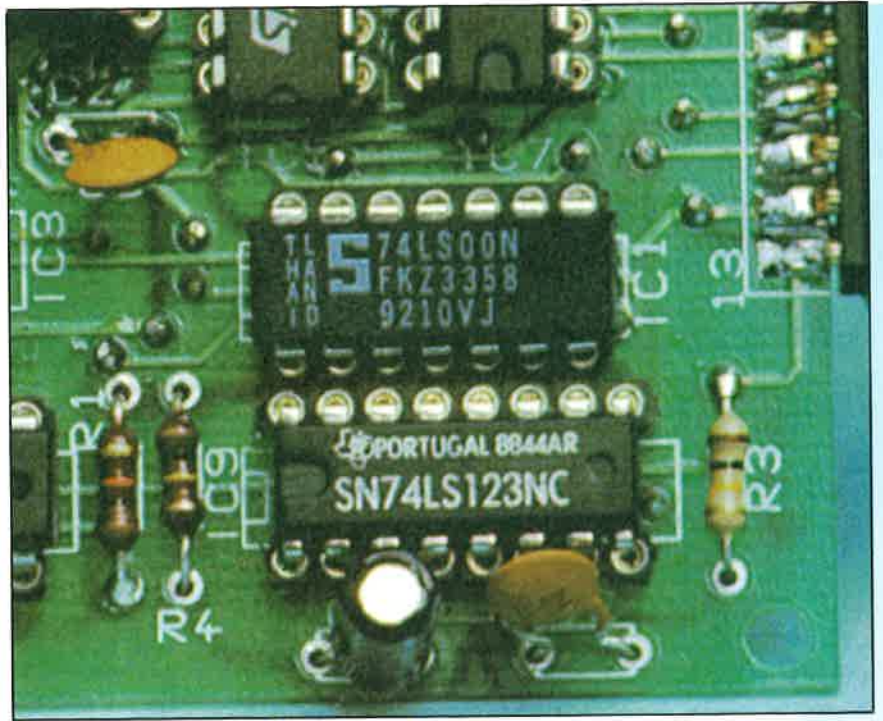
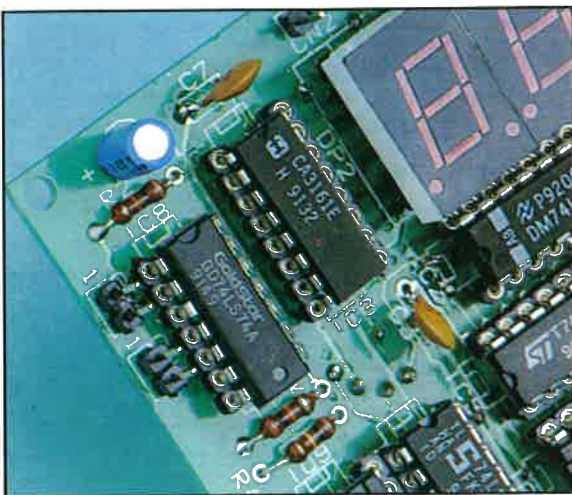
solamente dalle condizioni imposte dal monostabile generatore del segnale BUSY: più questo segnale permane a livello alto, più il dato visualizzato sui display rimane stabile, per cui è possibile definire la sequenza di variazione dello stesso con una frequenza che ne permetta la lettura da parte dell'operatore. I valori da 0 a 9 vengono visualizzati così come sono, mentre i valori dal 10 al 15 (dalla A alla F in esadecimale) vengono visualizzati con dei codici il cui significato è riportato nella relativa tabella.

COMMUTATORE DI PROTOCOLLI

Si è visto che, in funzione del modo in cui viene utilizzato il protocollo Centronics, è possibile assumere il controllo della velocità di invio dei dati dal computer alla porta: *veloce* o *lento*. Di seguito verranno descritte le procedure per poter passare dallo stato veloce a quello lento in modo manuale o automatico. Il circuito integrato IC8A è un flip-flop con controllo di "Preset" e "Reset". I commutatori SW2 e SW3 hanno rispettivamente il controllo diretto di questi ingressi. Se inizialmente i due commutatori sono aperti, e si chiude per un istante quello di "Reset" (SW3), il flip-flop fa

commutare l'uscita Q a livello logico 0 e l'uscita Q' a 1. Se si osserva lo schema, si può notare che l'uscita Q' (terminale 6) è collegata direttamente agli ingressi delle porte NAND, per cui in questa condizione il segnale STB' viene convertito nel segnale ACK' come descritto in precedenza, e l'invio dei dati risulta nella modalità VELOCE. Questa velocità viene mantenuta finché il generatore di sincronismi (si ricordano le porte OR-ESCLUSIVO) genera un impulso che fa commutare lo stato del flip-flop attraverso il suo ingresso CLK. Detto in un modo più semplice, la velocità non cambia finché il computer non invia alla porta Centronics un dato il cui codice sia corrispondente al valore impostato con gli otto microinterruttori. Quando viene generato un impulso di sincronismo il flip-flop commuta lo stato delle sue uscite, per cui Q' assume il valore 0 e Q il valore 1; in questa condizione il segnale ACK' non è più presente sul connettore CN1, e l'uscita Q abilita l'innesco dei due monostabili che sinora, erano stati esclusi dal processo. Per ogni impulso STB' inviato dal calcolatore viene generato un segnale BUSY di durata molto più ampia; il circuito è passato automaticamente dalla modalità VELOCE alla modalità LENTO solo grazie al fatto che il dato inviato era coincidente con quello selezionato. Questa condizione operativa si può ottenere in qualsiasi istante chiudendo semplicemente il commutatore SW2 (LENTO). Se invece si

Il circuito integrato 74LS74 serve per ottenere la commutazione dalla modalità VELOCE a quella LENTO



Il circuito integrato 74LS123 genera l'impulso di BUSY nella modalità LENTO; al suo fianco si trovano i condensatori C2 e C3 (C3 è polarizzato) i cui valori determinano l'ampiezza dell'impulso

vuole operare in modalità VELOCE, è sufficiente chiudere il commutatore SW3 indicato con la sigla VELOCE.

MONTAGGIO DEI COMPONENTI

Come si può osservare la dimensione del circuito è relativamente contenuta; ciò non deve trarre in inganno, poiché la densità dei componenti, e pertanto la quantità di saldature da eseguire, è comunque considerevole.

Lo stampato è a doppia faccia ma i fori non sono metallizzati, per cui è necessario che il lettore adotti tutte le opportune precauzioni per evitare di cortocircuitare delle piste o dimenticare qualche saldatura dal lato componenti. Tutte le raccomandazioni e l'attenzione prestata potrebbero non essere sufficienti, e ciò potrebbe influire negativamente su tutto il progetto. Per poter eseguire le saldature dal lato componenti è necessario utilizzare un saldatore da 15 W con punta rotonda e molto sottile. La sequenza di montaggio dei componenti deve essere tale da facilitare le operazioni di saldatura dei componenti vicini tra di loro; si può iniziare con i terminali torniti utilizzati come zoccoli per i display, per poi proseguire gradatamente con i rimanenti. Prima di eseguire

Non bisogna dimenticare che sono presenti molti collegamenti tra le due facce dello stampato; è necessario perciò inserire un filo nei fori passanti e saldarlo su entrambe le facce del circuito

Elenco componenti**Resistenze**R1, R2 = 10 k Ω R3, R4 = 100 k Ω RA1 = SILR8 / 10 k Ω (8 resistenze
+ 1 terminale comune)**Condensatori**C1 = 1 μ F, 16 V, elettrolitico

C2, C3, C5, C6, C7, C8 = 100 nF

C4 = 20 μ F, 16 V, elettrolitico**Semiconduttori**

IC1 = 74LS00

IC2 = 74LS574

IC3, IC4 = CA3161

IC5, IC6 = 74LS86

IC7 = 74LS30

IC8 = 74LS74

IC9 = 74LS123

VarieSW1 = DIP-8 (microinterruttore a 8
bit)SW2, SW3 = interruttore a leva in
miniaturaDP1, DP2 = display HP5082/7751
o equivalenti

CN1 = DB25 femmina

CN2, CN3, CN4 = 6 terminali
maschi (2x3)

176 terminali torniti per zoccoli

Circuito stampato PC10193V531

questa operazione però, è opportuno creare gli opportuni collegamenti nei fori passanti, che sono parecchi; per fare ciò è necessario prima individuarli (non confonderli con le isole dei componenti), infilare un pezzo di filo conduttore che li attraversi, saldarli su entrambe le facce dello stampato, e rasarli con un tronchesino. Al termine si possono applicare i 5 V necessari al connettore CN2. Può accadere che il display non visualizzi nulla, ma ciò non deve preoccupare poiché i dati passano in un latch che viene caricato solo tramite un impulso STB\; in alternativa potrebbe essere presente il dato FF, che corrisponde al display spento (vedere la tabella dei codici).

VERIFICA DEL CIRCUITO

Con il computer spento si deve collegare il circuito al connettore DB25 della porta parallela e, tramite un cavo di prolunga, applicare la tensione di 5 V al connettore CN2. Questa alimentazione si può ottenere con 3 pile da 1,5 V ciascuna collegate in serie ($1,5 \times 3 = 4,5$ V), oppure con quattro pile ricaricabili da 1,2 V ($4 \times 1,2 = 4,8$ V). A questo punto si può selezionare con i microinterruttori il carattere desiderato

con il quale sincronizzare lo stato LENTO del circuito; per eseguire questa operazione bisogna

impostare ciascun microinterruttore in modo che il bit relativo corrisponda al codice ASCII del carattere desiderato. In qualunque tabella dei codici ASCII è possibile trovare i codici esadecimale, decimali e binari corrispondenti ai diversi caratteri previsti. Il primo bit della tabella è il meno significativo, mentre l'ottavo è quello di maggior peso; questo concetto vale anche per i microinterruttori. Dopo aver effettuato questa selezione, bisogna aprire l'interruttore SW2 e chiudere per un istante SW3, in modo da commutare il funzionamento in modalità automatica; in questo caso il circuito riceve e visualizza i dati rapidamente finché rileva il carattere selezionato. A questo punto si è pronti per collegare l'alimentazione al computer e inviare i dati alla porta Centronics. Per eseguire quest'ultima operazione non è necessario scrivere un programma complesso ma, supponendo di aver impostato i bit corrispondenti al carattere "A" (00101001, 41hex), basta digitare la seguente istruzione al prompt dei comandi del DOS:

ECHO A> PRN:

Può capitare che il valore esadecimale di questo carattere (41 hex) non compaia sul display perché il computer ha inviato anche altri caratteri di controllo. Se questo accade, si può provare inviando più caratteri, come ad esempio:

ECHO BCDEFG...KLMNOP> PRN:

Per inviare caratteri multipli si può anche scrivere un piccolo file batch, che consente di impostare il numero di caratteri da inviare in modo veloce:

BREAK ON

:INIZIO

ECHO FGTRESDNPOIJHU> PRN:

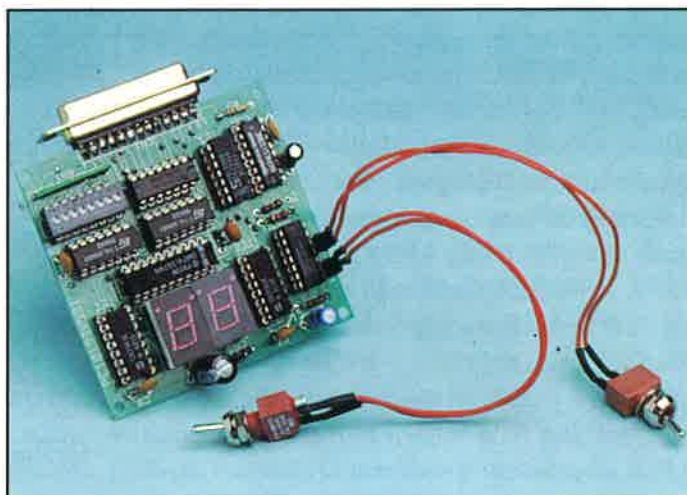
GOTO INIZIO

Per evitare che il calcolatore risponda ad ogni invio dei dati con un messaggio indicante che la stampante non è pronta o che si è verificato un errore, si può digitare la seguente istruzione in modo che vengano eseguiti più tentativi:

MODE LPT1,,P

In qualsiasi caso, è possibile che l'indicatore (il display) visualizzi solo il valore "88", in quanto i dati cambiano molto rapidamente; per evitare questa situazione, o si invia una "A" tra i caratteri (valore impostato preventivamente con i microinterruttori) in modo che il circuito commuti automaticamente alla modalità LENTO, oppure si chiude l'interruttore SW2 in modo che il circuito funzioni sempre nella modalità LENTO.

Il valore esadecimale del carattere inviato alla stampante viene visualizzato sul display a sette segmenti





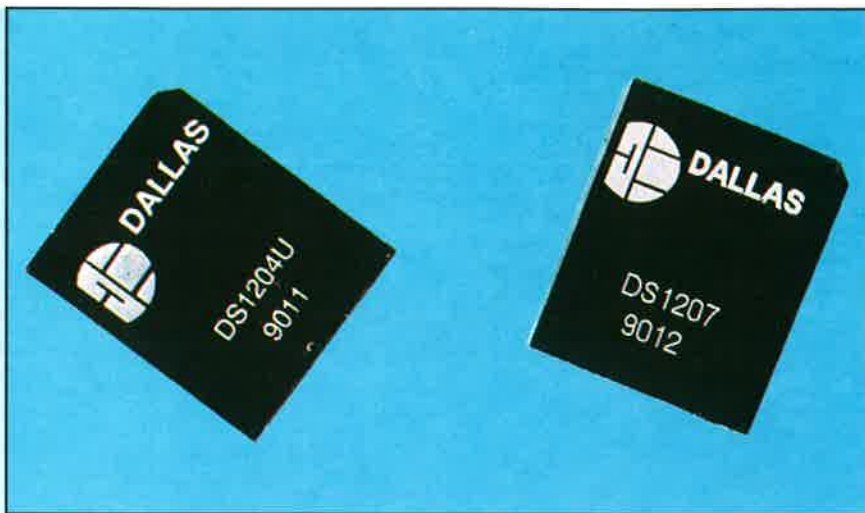
CHIAVE DI PROTEZIONE PER I PROGRAMMI

Sono molte le occasioni in cui è necessario proteggere un programma, non solamente dall'esecuzione di copie non ammesse, ma soprattutto per evitare intromissioni di utenti non autorizzati che potrebbero danneggiare le informazioni memorizzate.

La chiave elettronica proposta è una protezione sia hardware che software per programmi che possono essere eseguiti solo da utenti autorizzati; infatti, il dispositivo contiene una chiave che è strettamente legata al programma, e che deve coincidere con i parametri definiti in quest'ultimo in ogni istante. Inoltre, con la stessa chiave è possibile proteggere più di un programma, poiché è sufficiente che abbiano tutti lo stesso codice di accesso.



Esiste la possibilità di proteggere più programmi con la stessa chiave



Con questi chip si possono proteggere i programmi in due diversi modi

Questa realizzazione non permette solamente di proteggere i programmi per mezzo di un codice di accesso inserito da tastiera o direttamente compilato con il programma, ma offre anche la possibilità di una protezione temporizzata contro l'utilizzo prolungato del programma in questione, grazie alla presenza di un temporizzatore programmabile che consente di impostare il periodo di utilizzo del software protetto per un tempo non superiore a 512 giorni; ovviamente, come nel caso della password precedente, questo tempo può essere programmato preventivamente.

L'hardware di questo dispositivo è accompagnato dall'opportuno software necessario per la programmazione dei circuiti della chiave elettronica e dalle routine, scritte con linguaggi di programmazione diversi, che servono al lettore per definire la chiave di protezione dei suoi programmi.

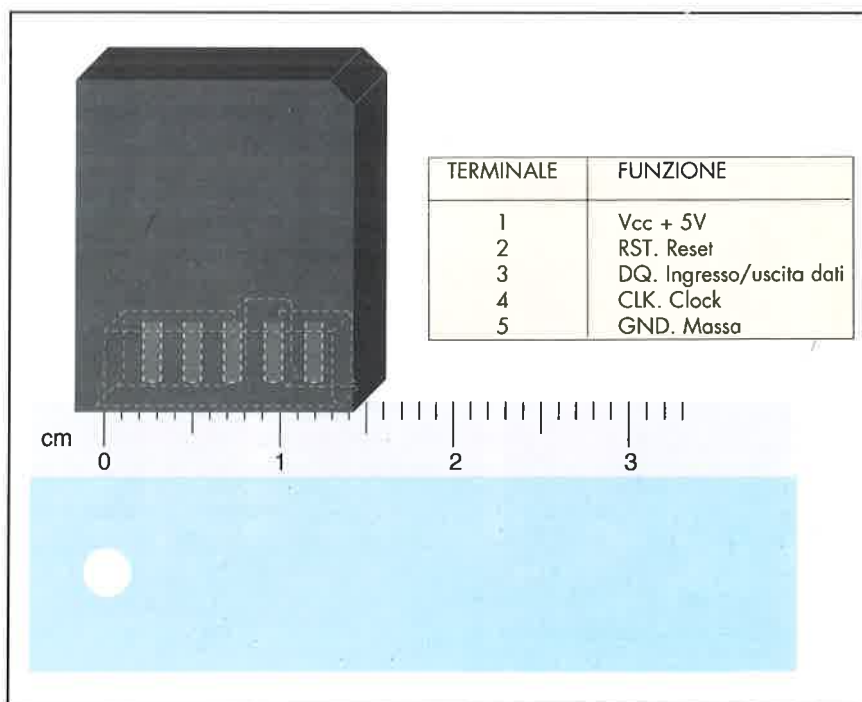
Per l'installazione di questa chiave non è necessario aprire il computer o eseguire qualche particolare procedura di

installazione; è infatti sufficiente collegarla al connettore femmina di una delle porte parallele di cui è dotato il proprio elaboratore. Se questa coincide con la porta a cui è collegata la stampante, bisogna collegare il dispositivo alla porta e il cavo della stampante al connettore di uscita dello stesso. Entrambi i dispositivi funzioneranno autonomamente senza provocare interferenze reciproche. Non è necessario programmare la porta in cui è inserita la chiave, poiché il programma ricerca automaticamente la sua posizione eseguendo una scansione su tutte le porte di cui è dotato il computer.

LA CHIAVE DS1204

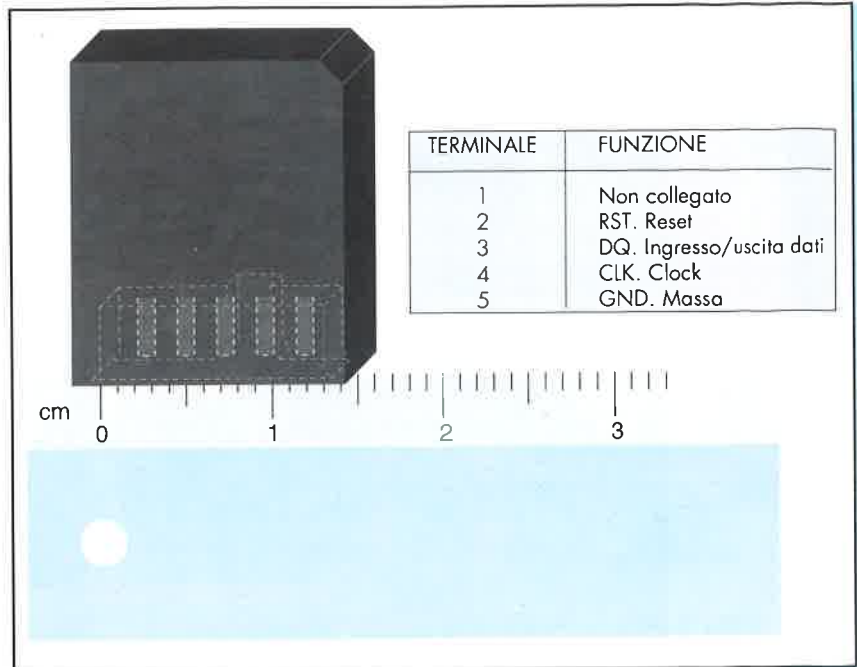
In una delle illustrazioni riportate in queste pagine è possibile osservare i due chip di protezione che, come si può verificare, sono uguali: l'unica differenza è costituita dall'etichetta di identificazione. Il circuito DS1204 fornisce una protezione basata sulla lettura/scrittura di una memoria a basso assorbimento (CMOS) che mantiene i dati per un periodo superiore ai dieci anni. I dati che vengono immagazzinati in questa memoria sono quelli che il programma protetto deve confrontare per sape-

Piedinatura della chiave DS1204



Al circuito proposto per questo montaggio è associato l'opportuno software

re in che modo procedere. Questi dati sono formati da: 64 bit per il codice di identificazione, 64 bit per la chiave o *password*, e altri 128 bit per alcuni dati di sicurezza. La chiave DS1204 consente due modalità operative diverse: quella *normale* e quella *programmata*. La prima viene inizializzata inviando alla chiave un Reset (RST\), che abilita il trasferimento di 24 bit al Registro dei Comandi; ogni bit viene trasferito durante il fronte di salita dei livelli logici del segnale di clock CLK. Poiché questi bit definiscono il modello di comunicazione, la prima operazione richiesta è la loro verifica per sapere se abilitare l'accesso alla lettura e alla scrittura oppure se ignorare la comunicazione. Al termine di queste procedure protocollari inizia la lettura dei 64 bit di identificazione; il loro prelievo in memoria viene eseguito durante i fronti di discesa del segnale di clock. L'operazione successiva prevede la scrittura nel Registro Comparatore della chiave di accesso (*password*); se questa è corretta viene eseguita la lettura dei 128 bit relativi ai dati di sicurezza. In caso contrario, se la parola chiave non risulta corretta, viene eseguita una lettura di 128 bit con valori aleatori in modo da confondere chiunque tenti di inserirsi nei dati di sicurezza senza disporre della parola chiave necessaria. Questa sequenza operativa è rappresentata nel diagramma di flusso e negli schemi a blocchi relativi alle procedure di avviamento in modalità normale. L'altra modalità operativa ammessa dalla chiave DS1204 prevede la programmazione di tutti i codici: chiave di accesso, identificazione e dati di sicurezza. Nello schema a blocchi relativo alla *modalità programmata* si possono osservare gli elementi principali che intervengono in questo processo operativo. Il funzionamento inizia come nel caso precedente con un Reset e con il caricamento dei 24 bit nel Registro dei Comandi. Questi 24 bit vengono verificati per sapere se l'operazione che si desidera effettuare è corretta; in caso affermativo bisogna indicare al Registro se si vuole eseguire una operazione di pro-



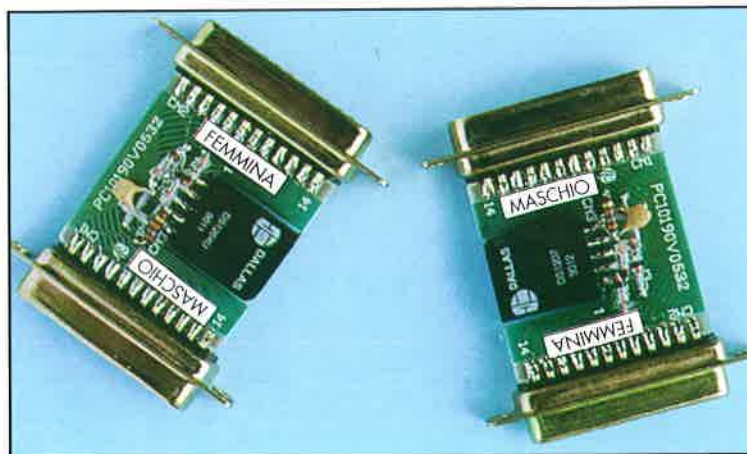
Piedinatura della chiave DS1207

grammazione o riprogrammazione, anche se è la stessa cosa. Successivamente viene richiesto l'inserimento dei 64 bit di identificazione e dei 64 bit dei dati di sicurezza.

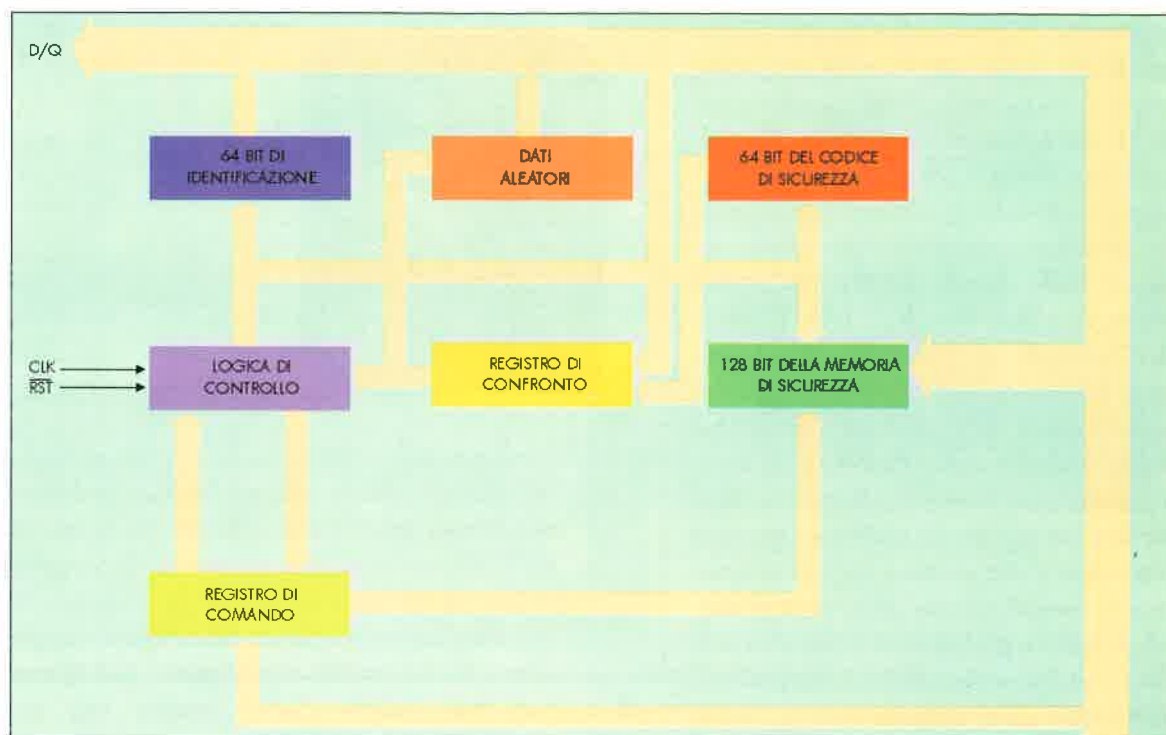
SEGNALI DI RESET E CLOCK

Il Reset del circuito si ottiene applicando un livello logico alto al terminale 2 (RST\). Questo segnale svolge tre diverse funzioni: porta ad ON l'accesso al Registro dei Comandi per la successiva sequenza dei Comandi, fornisce alimentazione al circuito durante i cicli positivi, e indica al circuito la fine del trasferimento dei dati. L'assorbimento stimato,

Aspetto finale delle chiavi di protezione installate nel circuito proposto



Il Reset del circuito si verifica quando al terminale 2 (RST\), arriva un livello logico alto



Modalità operativa normale della chiave DS1204

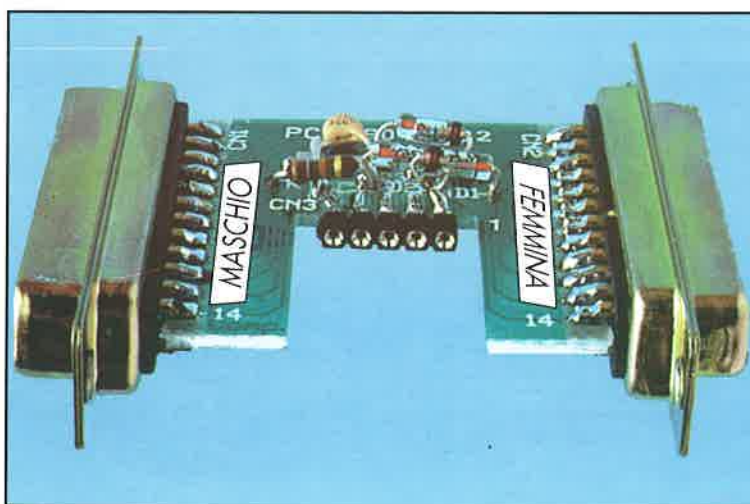
con una tensione di alimentazione di 3 V, è di circa 2 mA; tuttavia, se la tensione V_{CC} sul terminale 1 è di 5 V $RST\setminus$ non viene utilizzato come alimentazione, e la corrente massima è di circa 500 μA . Il segnale di clock è utilizzato per trasferire i dati da e verso il circuito. La sequenza di ingresso dei bit avviene in corrispondenza dei fronti di salita del segnale di clock, mentre i bit in uscita vengono prelevati sui fronti di discesa di questo stesso segnale. Il trasferimento dei bit termina quando il segnale $RST\setminus$ passa a livello

logico 0, istante in cui il terminale DQ passa allo stato di alta impedenza. Per evitare problemi con l'ultimo bit trasferito, è opportuno che la commutazione a livello 0 del segnale $RST\setminus$ avvenga quando il segnale di clock si trova già al livello logico 1.

LA CHIAVE DS1207

Quest'altra chiave di protezione, oltre a memorizzare i 64 bit del codice di identificazione e i 64 bit relativi alla chiave di accesso (password), è dotata di 384 bit di lettura/scrittura. I bit del codice di identificazione e quelli della chiave di accesso vengono inseriti in modalità programmata. Successivamente bisogna immettere il numero prescelto dei giorni di utilizzo del dispositivo, e dopo aver verificato che la chiave è correttamente programmata fissarlo in memoria. Dopo aver eseguito quest'ultima operazione non è più possibile modificare il numero impostato. Per attivare il real time clock interno è necessa-

Dettaglio del connettore nel quale si deve inserire la chiave DS1204 o DS1207



Il segnale di clock viene utilizzato per trasferire i dati da e verso il circuito

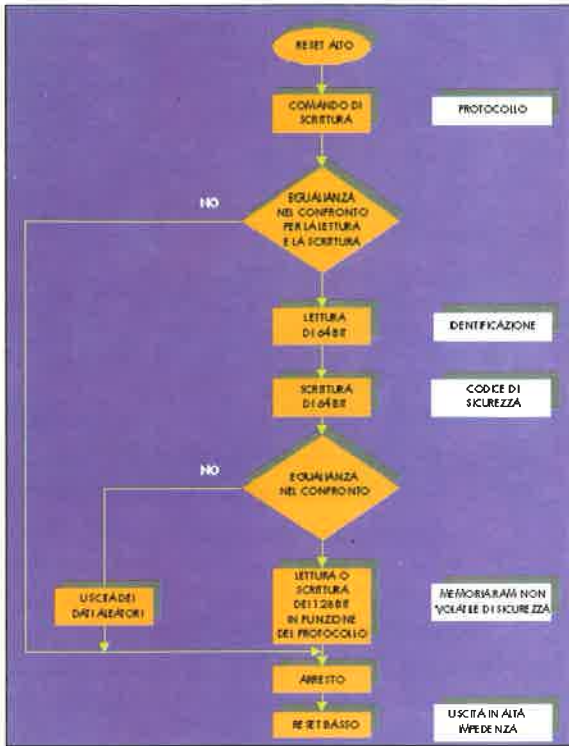
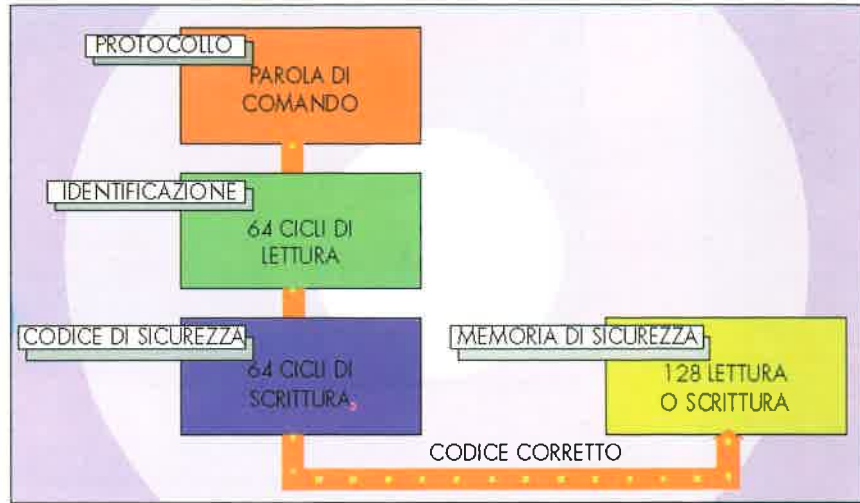


Diagramma di flusso di una operazione in modalità normale della chiave DS1204



Sequenza di una operazione in modalità normale

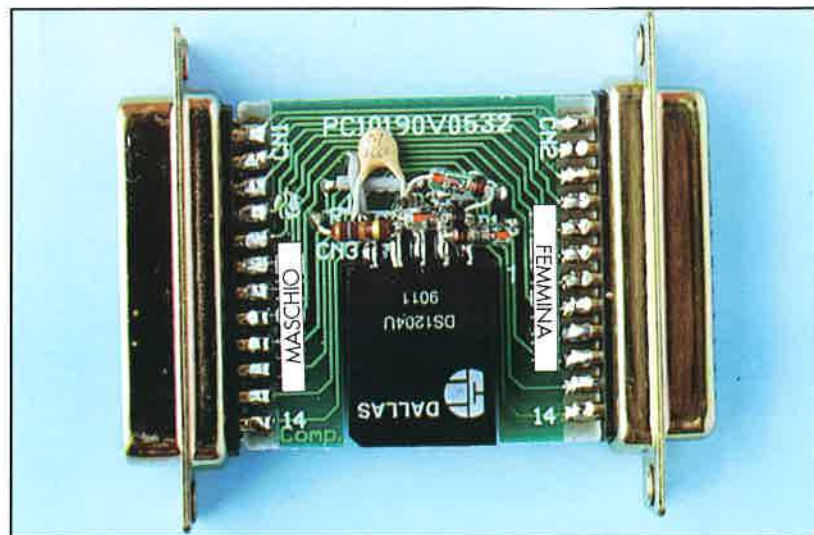
rio inviare alla chiave un comando di avviamento; questo clock comincia ad operare sottraendo secondo per secondo al numero dei giorni programmati.

Come la chiave DS1204, anche la DS1207 consente due modalità di funzionamento, quella normale e quella programmata. La prima si inizializza con il caricamento dei 24 bit nel Registro dei Comandi quando il terminale RST commuta al livello logico 1. Il caricamento dei diversi bit avviene durante le transizioni da basso ad alto del segnale di ingresso CLK. Il codice trasferito al Registro dei Comandi definisce il protocollo di accesso, che identifica se l'operazione desiderata è di lettura, di scrittura, ecc. Se il codice caricato nel registro non è quello corretto le informazioni successive vengono ignorate, mentre se risulta corretto determina quale operazione deve essere eseguita. Successivamente viene

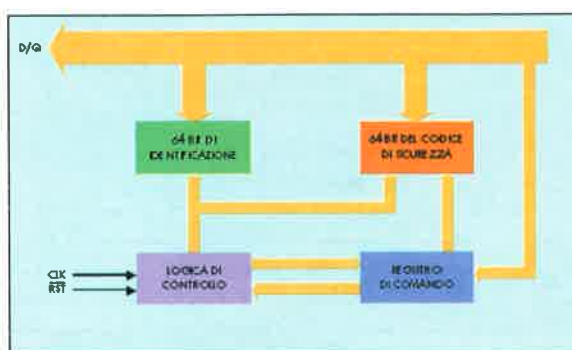
eseguita la lettura dei 64 bit del codice di identificazione, e di seguito viene richiesta l'immissione dei 64 bit della chiave di accesso (password). Questi 64 bit vengono confrontati internamente, e se sono corretti viene abilitata la lettura dei dati di sicurezza, mentre se non risultano corretti vengono generati 384 bit aleatori che forniscono come risultato alcuni dati fittizi che servono per confondere l'utente non autorizzato.

Anche la modalità programmata viene inizializzata con il caricamento dei 24 bit nel Registro dei Comandi, e se questi risultano corretti viene abilitata la programmazione dei 64 bit del codice di identificazione e dei 64 bit della chiave di accesso. Questi 24 bit del Registro di Accesso aprono la strada a sei nuove possibilità, che sono: la

Il chip viene installato nella scontornatura già predisposta sul circuito stampato



La chiave DS1207 ha due modalità operative: quella normale e quella programmata



Schema a blocchi della modalità programmata

lettura dei 20 bit del contatore corrispondente alla frazione decimale del numero dei giorni che mancano per arrivare a zero, la lettura dei 9 bit del contatore relativo al numero dei giorni, la programmazione del contatore del numero dei giorni (9 bit), la negazione dell'accesso al contatore dei giorni per evitare una sua riprogrammazione, l'attivazione di un oscillatore che genera dei segnali di clock con una frequenza molto alta che serve per ridurre il numero dei giorni, e l'arresto dell'oscillatore.

In pratica, la programmazione del numero dei giorni che devono essere conteggiati si può riassumere nei seguenti passi:

- **1°:** programmazione del codice di identificazione
 - * programmazione della chiave di accesso,
 - * scrittura del dato di sicurezza;
- **2°:** programmazione del numero dei giorni che mancano per arrivare a zero

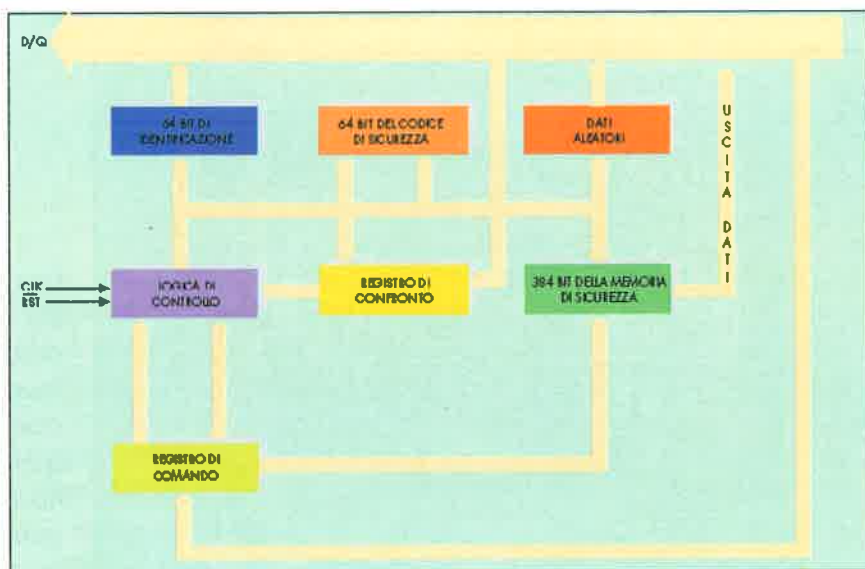


Sequenza di una operazione di programmazione

- * verifica del numero dei giorni - se questo è corretto si passa al punto 7;
- **3°:** generazione di un comando per l'avvio del clock di prova
- **4°:** esecuzione di un qualsiasi altro comando
- **5°:** lettura del numero dei giorni rimanenti e verifica del funzionamento del clock
- **6°:** arresto del clock
- **7°:** blocco del contatore dei giorni programmati - dopo questa operazione non è più possibile riprogrammare questo valore
- **8°:** generazione del comando per l'avvio del clock reale.

SEGNALI DI RESET E CLOCK

Trasferimento dei dati nella modalità normale con il DS1207



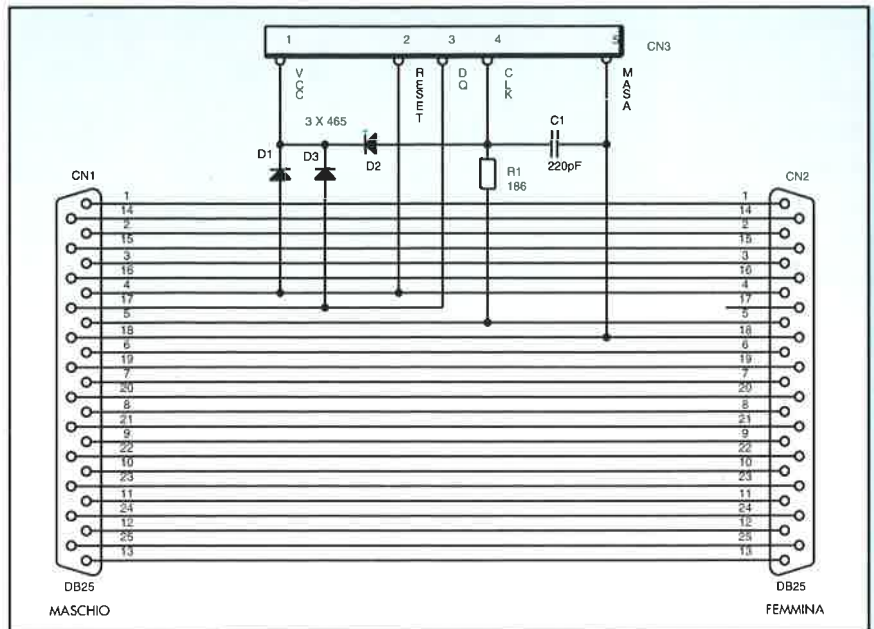
Il trasferimento di tutti i dati da e verso la chiave avviene quando il segnale RST\ si trova al livello logico 1. Il segnale svolge tre diverse funzioni. Consente gli accessi al Registro dei Comandi, alimenta il circuito durante gli impulsi positivi, e invia uno 0 logico per indicare che il trasferimento dei dati si è concluso. Un valore tipico dell'assorbimento è di 2 mA per una tensione di 5V. Del segnale di clock si utilizzano entrambi i fronti: quello di salita per introdurre i dati nella chiave tramite la scrittura dei relativi bit, e quelli di discesa per leggere i dati corrispondenti ai bit della chiave. La sequenza di lettura e di scrittura si conclude quando il segnale RST\ passa a livello logico 0, istante nel

quale anche il terminale DQ (uscita/ingresso dei dati) passa allo stato di alta impedenza.

MONTAGGIO DEL CIRCUITO

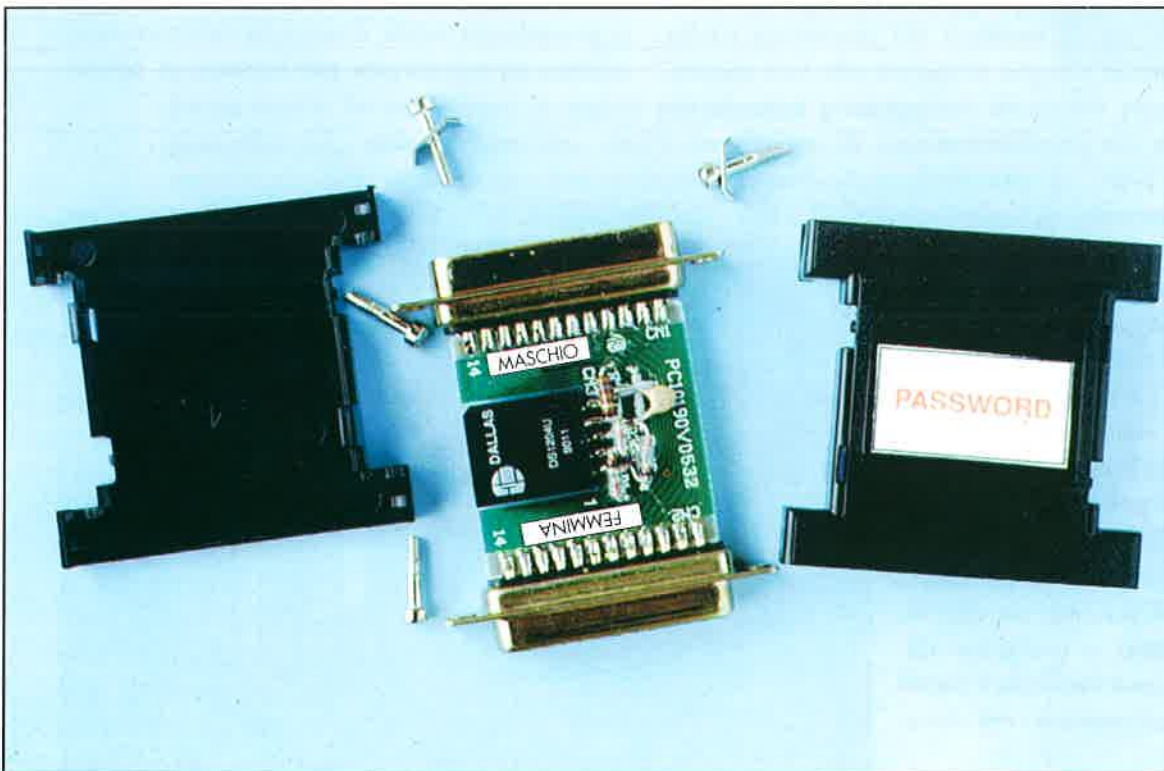
Le figure illustrano le dimensioni del circuito e i pochi componenti installati, ma questo non significa che l'operazione di montaggio sia più semplice rispetto ad altri circuiti con più componenti poiché, anche se si tratta di un circuito molto piccolo, la densità delle piste è molto elevata e non resta molto spazio per l'inserimento dei componenti. Per questo motivo si deve seguire un ordine molto preciso nell'inserimento degli stessi, poiché in caso contrario potrebbe risultare molto difficile montare gli ultimi. Ovviamente è possibile cablare quelli più difficili sul lato saldature, ma questa operazione viene sconsigliata sia per ragioni tecniche che estetiche. È opportuno rammentare che il circuito ha i fori non metallizzati, per cui i reofori dei componenti devono essere saldati su entrambe le facce dello stampato. I primi elementi che devono essere

montati sono i tre ponticelli presenti sul circuito: J1, J2 e J3. J1 e J2 si incrociano a 90°, per cui bisogna utilizzare del filo isolato oppure del filo smaltato stagnato agli estremi. Successivamente bisogna montare e saldare il condensatore, piegandolo in modo che risulti parallelo allo stampato e appog-



Schema del circuito della chiave elettronica. Sul connettore CN3 viene installato il chip che rappresenta la pedina chiave del circuito

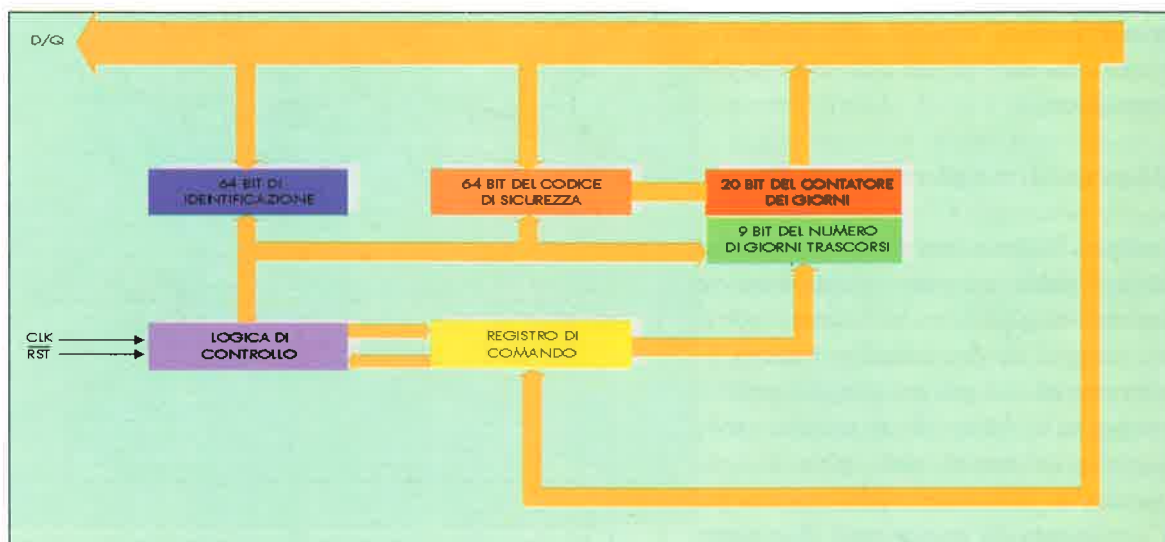
La chiave di protezione è dotata da un lato di un connettore a 25 terminali maschio, e dall'altro di un connettore femmina per il collegamento della stampante



I primi componenti che si devono montare sono i tre ponticelli presenti sul circuito J1, J2 e J3

Elenco componenti

- Circuito DS1204 o DS1207 con la versione temporizzata
- D1, D2, D3 = AA119
- R1 = 180 Ω
- C1 = 220 pF
- 1 connettore DB-25 maschio
- 1 connettore DB-25 femmina
- 5 terminali femmina torniti
- 1 contenitore plastico per connettori DB-25
- 1 circuito stampato PC10190V0532



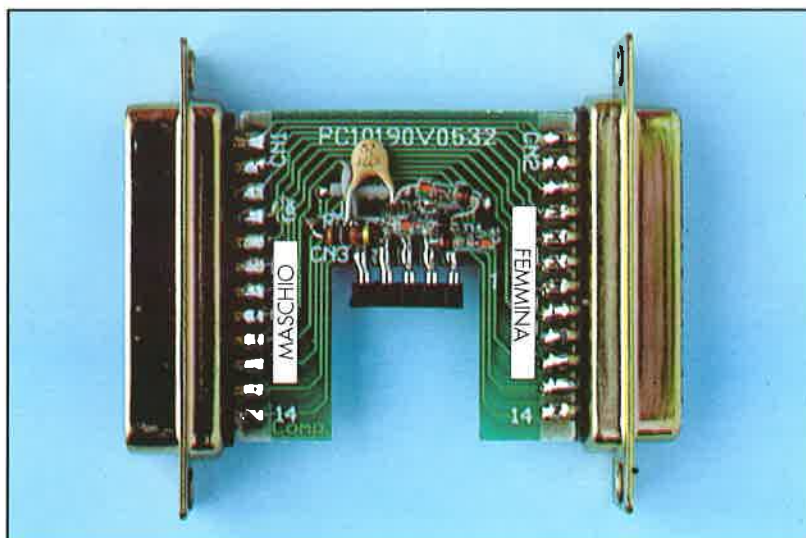
Trasferimento dei dati nella modalità programmata

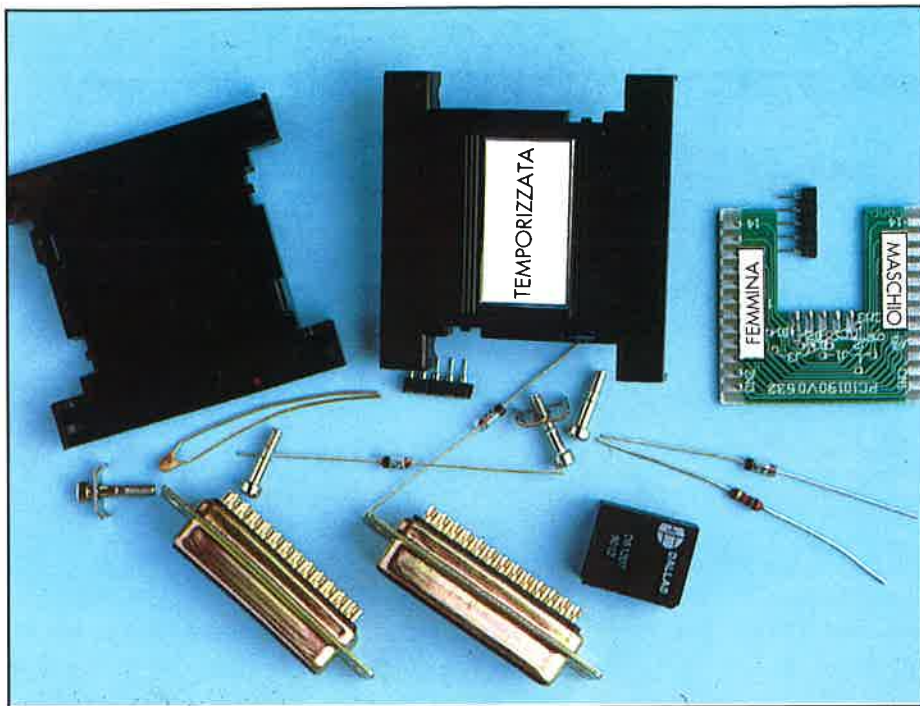
giato allo stesso. Di seguito si devono inserire e saldare la resistenza e i diodi, ricordando che i tre catodi sono collegati nello stesso punto anche se con tre isole diverse. A questo punto si devono montare i cinque terminali torniti femmina, saldandoli in modo che risultino paralleli allo stampato e che non facciano sporgere dal profilo dello stesso la chiave che deve essere collegata successivamente. Infine non resta che saldare i connettori, per i quali si dovrà prestare particolare attenzione in modo da non invertire le posizioni del maschio e della femmina. Se l'incastro dello stampato tra le due file di terminali del connettore risulta difficoltoso bisogna procedere alla loro separazione per mezzo di un cacciavite, in modo da evitare una possibile rottura delle piste causata dallo strisciamento dei terminali sulle stesse. A questo punto il montaggio è terminato, e non restano che alcuni brevi commenti sulle operazioni eseguite. Le dimensioni del circuito stampato sono state definite in modo da adattarle perfettamente ai contenitori reperibili nei negozi specializzati del settore, per conferire all'insieme un aspetto compatto e professionale. Dopo aver verificato il corretto funzionamento del circuit-

Le dimensioni del circuito sono state definite in modo da poterlo racchiudere in un copriconnettore

to, è possibile saldare il chip della chiave direttamente ai terminali torniti per evitare un suo facile smontaggio. Per eseguire questa operazione bisogna dissaldare i cinque terminali femmina saldati in precedenza, eliminare con una forbice l'isolamento plastico che li avvolge, stagnare i terminali nudi sia esternamente che internamente, e riscaldarne uno in modo tale che quando avviene lo scioglimento dello stagno si possa inserire un terminale del chip; per gli altri terminali si deve procedere allo stesso modo, saldando successivamente tutto l'insieme allo stampato come descritto in precedenza. Infine, è possibile utilizzare della plastica termoindurente per formare un blocco unico.

Circuito stampato al quale bisogna applicare la chiave DS1204 o DS1207





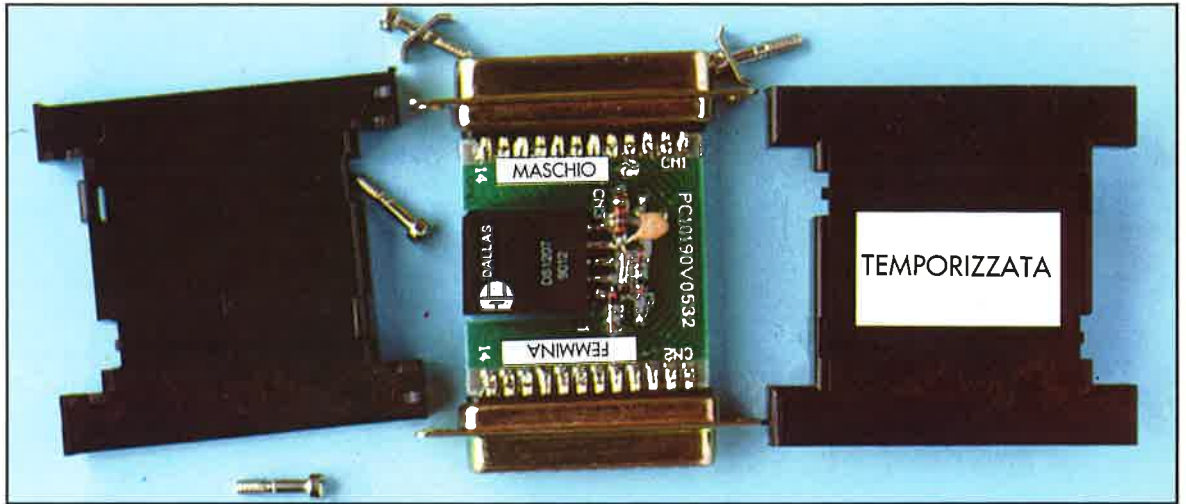
CONTROLLO PER LA CHIAVE DI PROTEZIONE

Nel capitolo precedente era stato proposto un circuito per proteggere i programmi da eventuali intromissioni di utenti non autorizzati; di seguito verrà descritto il software necessario per il controllo di questo circuito.

La prima cosa da fare è quella di localizzare sulla parte posteriore del PC il connettore relativo alla porta parallela da utilizzare per inserire la chiave di protezione. Se il PC è dotato di più porte parallele, la chiave può essere installata in una qualsiasi di queste, in quanto il programma è in grado di rilevarla direttamente: in qualsiasi caso, questa porta è costituita da un connettore femmina a 25 terminali. A questo deve essere connesso il connettore maschio a 25 terminali del circuito; è opportuno evitare qualsiasi confusione, poiché il connettore maschio a 25 terminali presente sul



Per collegare la chiave di protezione bisogna localizzare sulla parte posteriore del computer il connettore della porta parallela



Dopo aver installato il DS1024, è possibile inserire la chiave temporizzata nel previsto contenitore

Se il programma non trova la chiave genera un messaggio richiedendo una verifica del suo collegamento

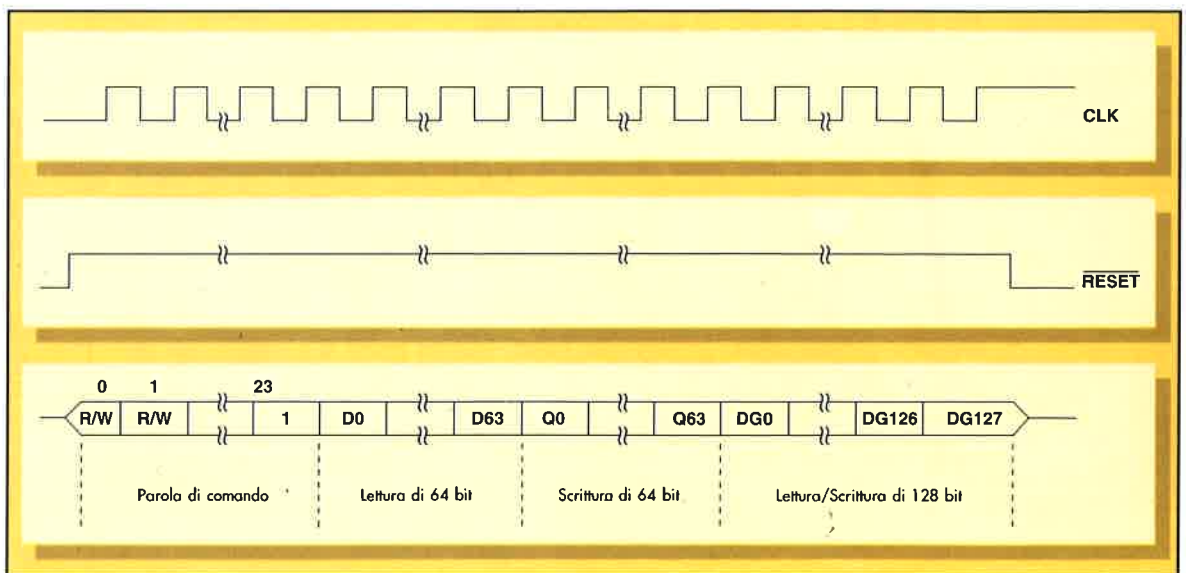
computer è normalmente destinato alla porta seriale RS232, che non deve essere utilizzata per la chiave di protezione. Se la porta parallela prescelta è già destinata per la stampante, è necessario scollegare il cavo parallelo di collegamento di quest'ultima, collegare il connettore maschio del circuito al connettore femmina della porta parallela, e collegare il cavo della stampante al connettore femmina del circuito.

Il programma dimostrativo fornito con il dischetto può essere utilizzato in due modi diversi: eseguendo il file DEMO.COM oppure, con un interprete BASIC, caricando ed eseguendo il file DEMO.BAS. I due programmi svolgono le stesse funzioni, ed è quindi a discrezione esclusiva dell'utente utilizza-

re uno o l'altro. Quando il programma viene avviato, al centro dello schermo appare un messaggio che indica il protocollo standard del dispositivo collegato e l'indirizzo esadecimale della porta parallela alla quale è collegato; per accedere al programma dimostrativo bisogna premere un tasto qualsiasi. Se il programma non riesce a localizzare correttamente la chiave genera un messaggio con il quale richiede di verificare il collegamento; se effettivamente il circuito non è installato, l'unica cosa da fare è premere un tasto qualsiasi e scegliere l'opzione 0 per uscire dal programma.

Quando il programma rileva correttamente la presenza della chiave e visualizza il menù di

Diagramma temporale del trasferimento dei dati in un dispositivo operante in modalità normale



lavoro, è possibile iniziare le esercitazioni con le possibili opzioni presenti; prima di procedere è però opportuno chiarire alcune condizioni.

I circuiti DS1204 e DS1207 sono dotati di tre partizioni separate di memoria non volatile. Il primo segmento di 8 byte contiene un'informazione "pubblica" che può essere letta senza che sia necessario conoscere il Codice di Accesso o password. Questa informazione non serve solo per consentire o negare l'accesso ad un programma, ma può anche diventare utile al programmatore per identificare una chiave prima di procedere a leggere e scrivere i dati.

La seconda partizione è speciale, e in essa è possibile memorizzare una chiave di 8 byte che rappresenta il Codice di Accesso. Dopo che la chiave è stata programmata, i dati possono essere letti o scritti nella partizione di sicurezza, che verrà descritta successivamente, solo tramite l'immissione di un Codice di Accesso che deve coincidere esattamente con quello memorizzato nella partizione della parola relativa al Codice di Accesso. Questo consente di eseguire copie della chiave, ma non di leggere i dati della partizione di sicurezza in quanto, come si vedrà in seguito, una sua riprogrammazione provoca come conseguenza immediata la cancellazione automatica dei Dati della terza partizione di sicurezza.

Il terzo segmento di memoria da 16 byte (48 nel caso della chiave temporizzata), è assegnato al Dato di Sicurezza. Questi dati di sicurezza possono essere letti esclusivamente se in precedenza si è immesso correttamente il Codice di Accesso, vale a dire se la Password scritta coincide esattamente con quella programmata. Il Dato di Sicurezza è l'informazione segreta che viene letta per determinare se concedere l'accesso al programma protetto. Per leggere questi dati è necessario che il Codice di Accesso inviato alla chiave coincida con quello programmato in precedenza; se così non fosse, un tentativo di lettura dei Dati di Sicurezza provoca la generazione da parte della chiave di una serie di dati aleatori. Questa condi-

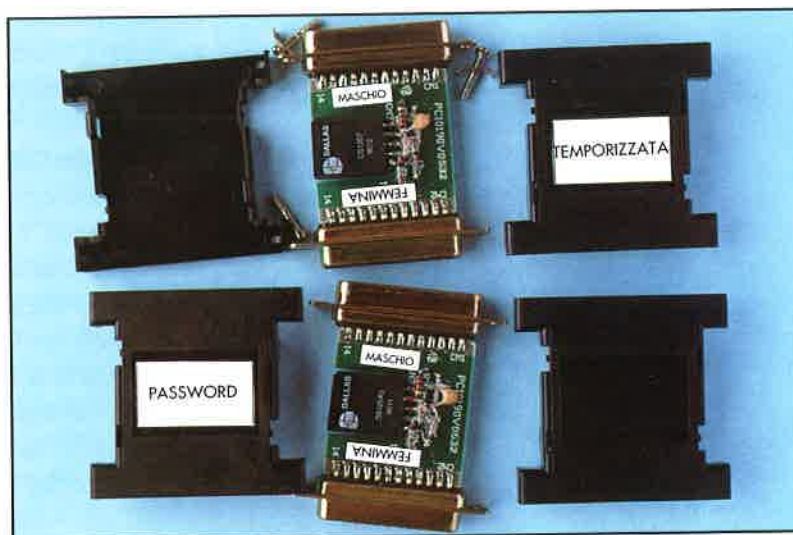
zione serve per aumentare la sicurezza del dispositivo.

COME PROGRAMMARE LA CHIAVE

Poiché quando si acquista il chip (DS1204 o DS1207) non si conosce il suo Codice di Accesso, e non vi è modo di verificarlo, è necessario riprogrammare completamente la chiave in modo da definire le informazioni necessarie relative alle tre ripartizioni della memoria. Di conseguenza, la prima operazione richiede la selezione dell'opzione 5 del menu. Questa opzione consente l'esecuzione di due funzioni fondamentali: una serve per registrare la nuova Chiave di Identificazione e il Codice di Accesso, mentre l'altra per scrivere il nuovo Dato di Sicurezza. Quando si sceglie questa opzione il programma richiede all'utente di immettere gli otto (o meno) byte relativi alla Chiave di Identificazione. Dopo aver confermato il dato premendo il tasto Enter, il programma richiede l'introduzione del Codice di Accesso, che può essere formato da otto o da un numero inferiore di byte, anche se lo spazio riservato tra parentesi è il massimo concesso. È molto importante ricordarsi questo codice, magari scrivendolo da qualche parte, poiché successivamente sarà il solo strumento che permetterà di leggere il Dato di Sicurezza. A questo punto il programma richiede l'immissione del Dato di Sicurezza che si desidera registrare nella chiave. Se si sta utilizzando la chiave DS1204 non si devono digitare

I circuiti DS1204 e DS1207 hanno tre partizioni separate di memoria non volatile

Aspetto finale dei circuiti prima del loro inserimento nei rispettivi contenitori



Per controllare quello che è stato scritto bisogna scegliere l'opzione tre del menu principale

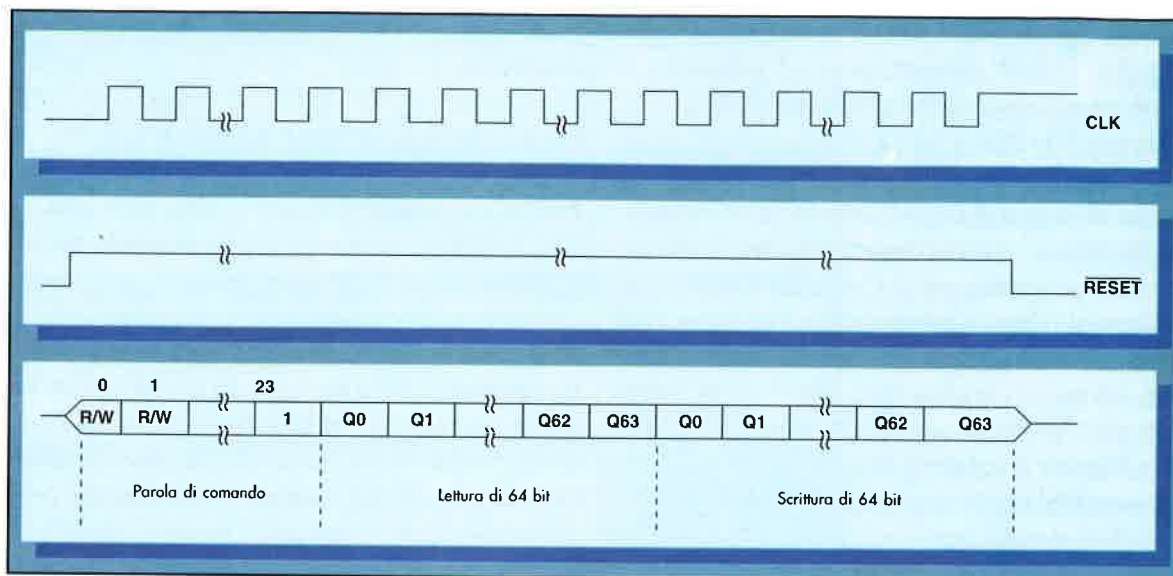


Diagramma temporale del funzionamento in modalità programmata del chip DS1204

più di 16 caratteri; questo spazio è riservato tra parentesi, e il dato deve essere confermato premendo il tasto Enter. Se si utilizza la chiave DS1207, quella temporizzata, si possono digitare fino a 48 caratteri. Questa opzione può essere eseguita tutte le volte che si crede necessario, sia come esercitazione per l'utente, sia nel caso si sia dimenticato il Codice di Accesso. Per verificare quanto si è scritto bisogna selezionare l'opzione numero tre nel menu principale.

Vista della chiave DS1204 completa



La scrittura della chiave corrisponde a un trasferimento di dati con il quale il programma invia 3 byte di controllo per il Registro dei Comandi, legge gli 8 bit della Chiave di Identificazione, e invia gli 8 byte del Codice di Accesso a fronte dei quali, se sono corretti, la chiave risponde con i 16 o 48 byte (dipende dal tipo di chip utilizzato, DS1204 o DS1207) del Dato di Sicurezza. Questo Dato restituito dalla chiave è corretto solamente se il Codice di Accesso inviato in precedenza è corretto; in caso contrario, questi 16 o 48 byte vengono generati con dei valori completamente casuali. Per programmare un nuovo gruppo di byte per il Dato di Sicurezza è possibile selezionare l'opzione numero quattro; in questo caso il programma invia il Codice di Accesso immesso con l'opzione 2. Se non si è ancora utilizzata questa opzione si può verificare, con l'opzione tre, che il Dato di Sicurezza restituito non è corretto, in quanto si è inviata una Password erranea.

A questo punto si devono riprogrammare tutti i dati utilizzando l'opzione cinque, e successivamente verificare con l'opzione tre che tutto sia stato eseguito correttamente. Successivamente si deve selezionare l'opzione 2 e introdurre una chiave diversa; cercando di leggere la chiave con l'opzione tre, si ottiene un Dato di Sicurezza aleatorio che non corrisponde al dato programmato in precedenza. Se si prova a programmare con l'opzione 4 un Dato di Sicurezza diverso da

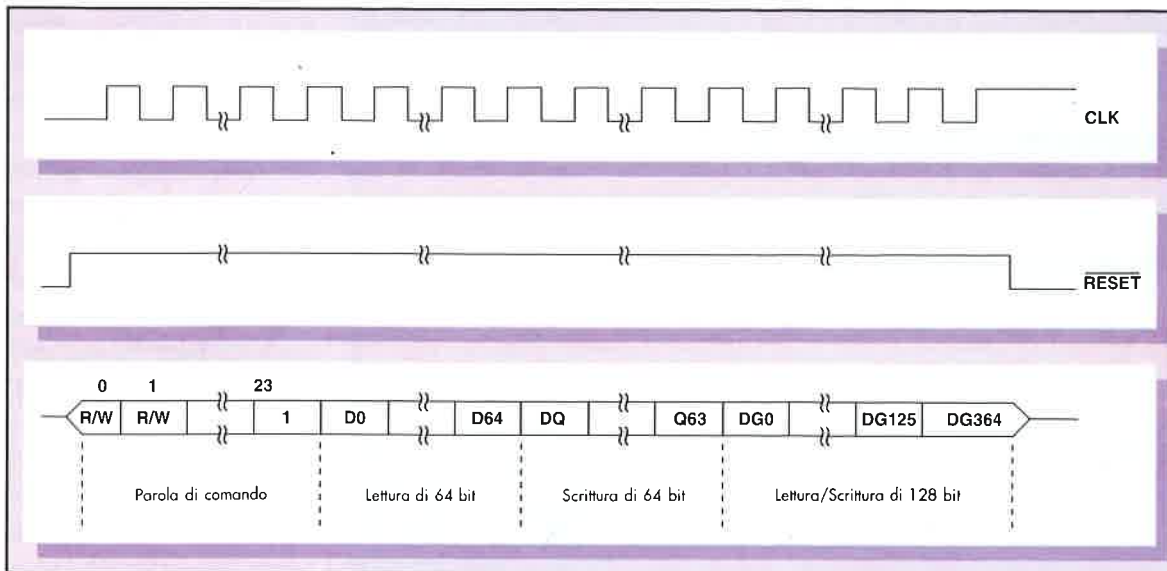


Diagramma temporale del funzionamento in modalità normale del chip DS1207

quello memorizzato non si avrà nessun risultato. Per verificare questa opzione bisogna scrivere la chiave di accesso corretta (opzione due) e leggere il tutto con l'opzione tre, controllando che il Dato di Sicurezza resti inalterato.

LA CHIAVE TEMPORIZZATA (DS1207)

Come si può osservare nel menu principale, a partire dalla numero 6 le opzioni sono tutte riferite alla chiave temporizzata. Questa chiave può essere programmata in modo che il periodo di abilitazione cessi dopo 512 giorni; inoltre, contiene due registri di temporizzazione separati, uno per il conteggio dei giorni che restano e l'altro per il conteggio della frazione (o la parte) di giorno. Il numero dei giorni rimanenti può essere selezionato tramite software, ma non la frazione di giorno. La somma di entrambi, numero dei giorni e frazione di giorno, corrisponde al tempo totale di abilitazione della chiave. Per poter conoscere il tempo rimanente bisogna eseguire l'opzione 6 del menu principale; se non si sono ancora effettuate modifiche la lettura corrisponde a quella impostata dal costruttore. In nessun caso però, può essere superiore a 512 giorni più la frazione corrispondente di un giorno. Il chip esce dalla fabbrica con il clock del temporizzatore bloccato, per cui il valore preimpostato non cambia. Per riprogrammare un nuovo valore del numero dei giorni si può eseguire l'opzione 7 del pro-

gramma. Se ad esempio si immette un valore pari a 100 giorni, e si esegue di seguito l'opzione 6, può capitare che la lettura fornisca un totale di quasi 101 giorni, corrispondenti ai 100 giorni che si sono programmati più la parte relativa alla frazione di giorno.

Dopo che si è programmato il numero dei giorni si può sbloccare l'oscillatore, che non si attiva direttamente ma è predisposto per innescarsi alla successiva operazione di lettura. Si può quindi

Vista della chiave temporizzata completa



Il numero dei giorni rimanenti può essere impostato tramite software, ma ciò non vale per la frazione di giorno

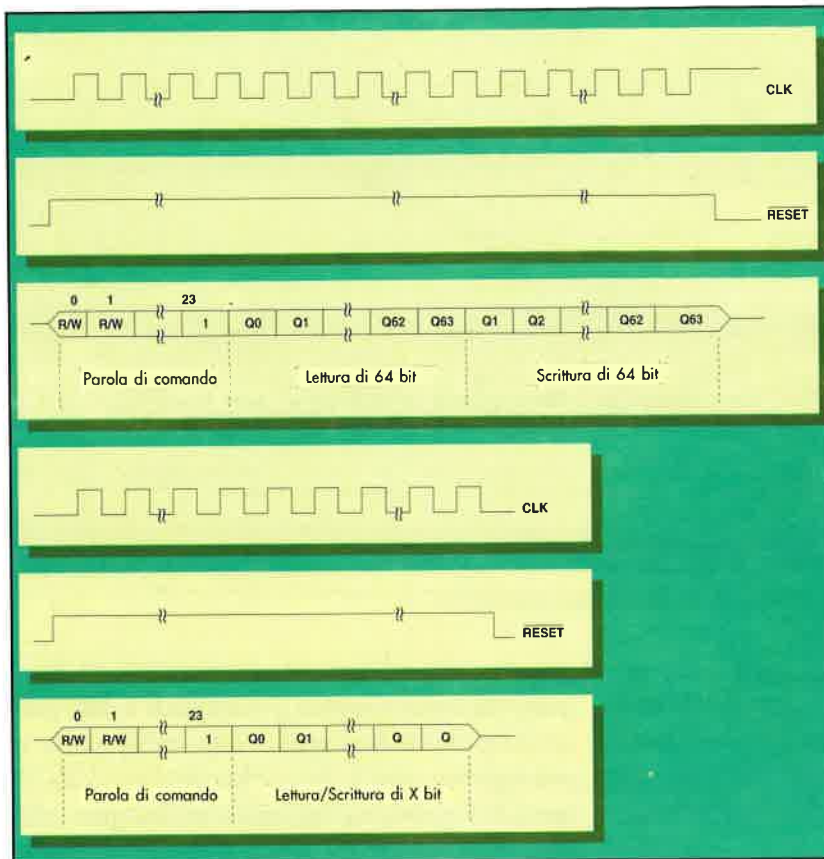
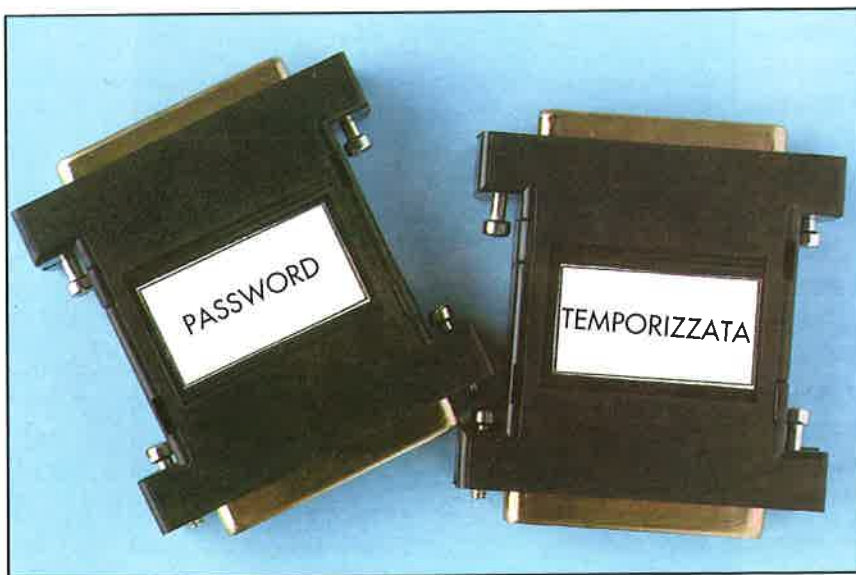


Diagramma temporale del funzionamento in modalità programmata di un dispositivo DS1207

eseguire l'opzione 6 per leggere il tempo rimanente, e avviare in questo modo il contatore interno che comincia a scalare il tempo memorizzato. Per arrestare il clock si deve eseguire l'opzione 8, che interrompe il conteggio del temporizzatore. Questa operazione ha sulla chiave un effetto permanente, per cui si raccomanda

Le due chiavi pronte per essere applicate alla porta Centronics del PC



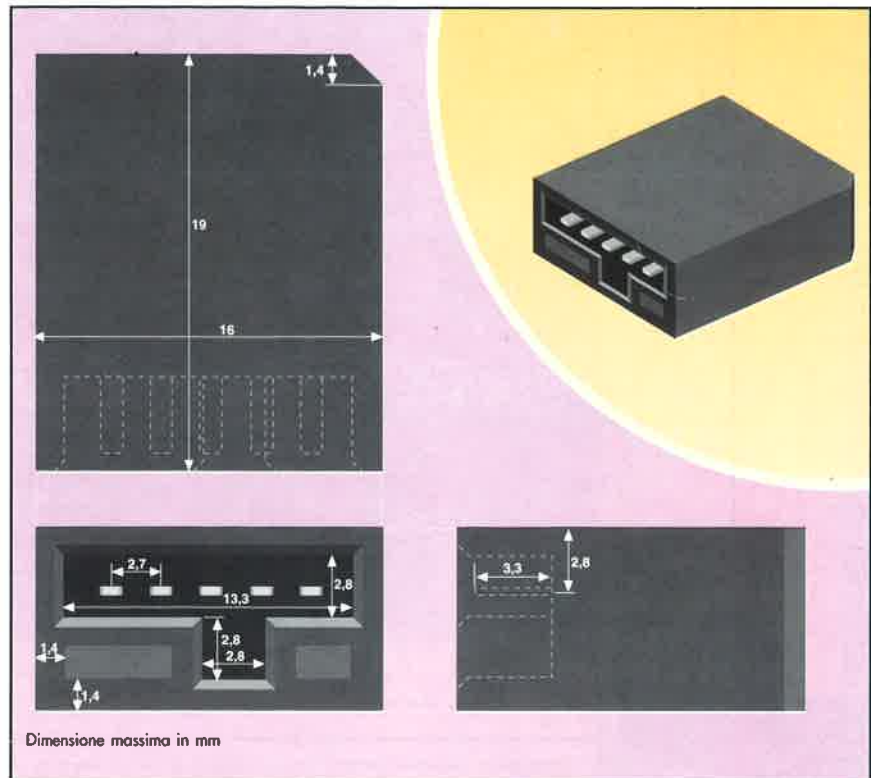
di non eseguirla inavvertitamente; per evitare possibili errori il programma richiede sempre all'utente di confermare la richiesta di arresto del conteggio. L'opzione 9 invece, serve per innescare nuovamente l'oscillatore. Per verificare il funzionamento del temporizzatore bisogna impostare il numero dei giorni a zero con l'opzione 7 e, se non lo si è fatto in precedenza, innescare l'oscillatore. Per verificare che il clock è in funzione si deve effettuare una lettura con l'opzione 6. Nel caso tutto risulti corretto, si deve verificare che il numero dei giorni mancanti corrisponda a zero; ciò però non vuol dire che l'oscillatore è fermo, perché deve arrivare a zero anche la frazione di giorno non pro-

grammata. Di conseguenza bisogna uscire dal programma e spegnere il computer, se non si devono eseguire altri lavori poiché, come già detto, il clock resta in funzione anche se il calcolatore è scollegato dalla tensione di rete; dopo alcune ore di attesa si può rientrare nuovamente nel programma e selezionare l'opzione 6 per leggere il tempo che ancora deve trascorrere prima che il contatore si azzeri. Nel momento in cui questo arriva al valore zero, viene generato un comando generale che blocca tutto il dispositivo; si può facilmente verificare che scrivendo un nuovo gruppo di Dati di Sicurezza non si ottiene alcun effetto. Se si prova a riprogrammare la Chiave di Identificazione con l'opzione 5 si può osservare che, indipendentemente da quanto scritto, sono stati resettati anche l'Identificazione, il Codice di Accesso e il Dato di Sicurezza. Se la chiave non è completamente bloccata è possibile riprogrammare il numero dei giorni restanti e gli altri dati. Se, al

contrario, è stato generato il comando di blocco, la chiave risulta inaccessibile alla scrittura, e il clock prosegue sottraendo i giorni rimanenti; questo valore può essere solo letto per sapere quanto manca al termine del conteggio.

TECNICHE DI PROTEZIONE

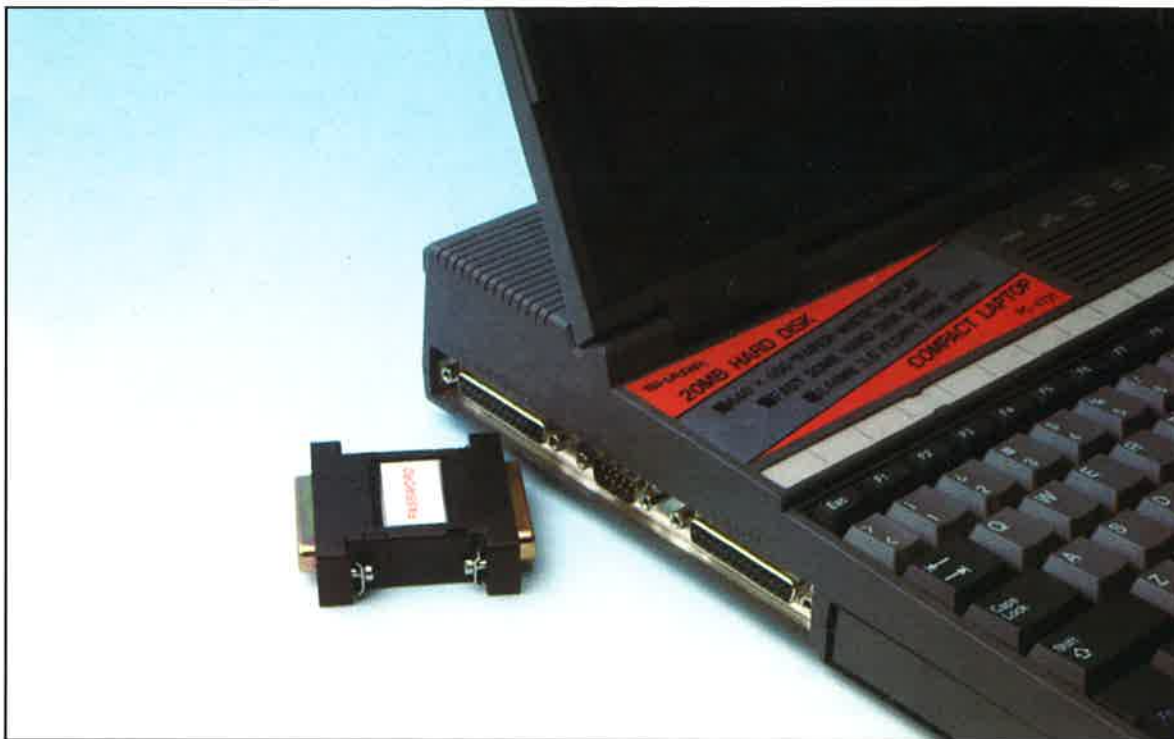
Sia la chiave hardware che il software di controllo possono essere facilmente gestiti da qualsiasi programmatore poiché sono stati strutturati appositamente per rendere semplice la loro integrazione nei programmi che si vogliono proteggere da utenti non autorizzati. Questa realizzazione può essere infatti considerata come un vero e proprio strumento di lavoro. Il software dimostrativo è stato scritto con diversi linguaggi di programmazione, di cui sono forniti i relativi file sorgenti, proprio per favorire il prelievo e l'inserimento delle routine e subroutine nei propri programmi applicativi. Il programma CHIAVE.BAS, scritto in linguaggio BASIC, rappresenta un tipico esempio del modo in cui è possibile proteggere un applicativo; la sua struttura verrà però esaminata successivamente. Di seguito vengono forniti alcuni suggerimenti per facilitare lo sviluppo di un codice affidabile che incrementi al massimo la sicurezza dei propri programmi. La prima regola è quella di verificare più volte la coincidenza tra i codici inseriti nel programma applicativo che si vuole proteggere e quelli scritti nella chiave di protezione; per fare ciò è opportuno eseguire degli step di programma per controllare se i codici immessi vengono accettati. Queste operazioni di lettura e scrittura hanno una loro ragione di essere: la sicurezza. Il metodo più semplice per verificare se un chip temporizzato ha raggiunto il termine del conteggio previsto, e perciò è "scaduto", è quello di riprovare a scrivere un nuovo Dato di Sicurezza seguito da una lettura. Se questa restituisce la vecchia informazione allora si può considerare la chiave "scaduta". Per rendere le cose ancora più difficili a chi voglia forzare la protezione cercando di leggere il Codice di Accesso e il Dato di Sicurezza



Dimensioni di un chip di protezione

con un analizzatore logico, è possibile camuffare la lettura dei dati corretti all'interno di un gruppo di dati casuali, in quanto la chiave restituisce un dato aleatorio quando viene digitato un Codice di Accesso falso. In questo modo diventa molto difficile distinguere la lettura valida tra tutte quelle effettuate. Per aumentare il livello di sicurezza è possibile inserire le routine di protezione non solo all'inizio del programma che si vuole proteggere, ma anche in altre posizioni casuali, poiché la presenza di un numero maggiore di trappole nel programma rende molto più difficile la sprotezione dello stesso. Per complicare la vita a coloro che vogliono utilizzare il comando debug del DOS per cercare di sproteggere il programma, è possibile fare in modo che la subroutine di comunicazione rimanga memorizzata solamente per il tempo necessario alla sua lettura. Se si seguono questi consigli la probabilità di poter manomettere la chiave e saltare la protezione diventa molto bassa, anche se tutti sanno che nessun metodo conosciuto garantisce la sicurezza assoluta. Una accurata e creativa pianificazione da parte del programmatore può fornire un alto livello di sicurezza per proteggere opportunamente il proprio lavoro e investimento.

Il metodo più efficace per verificare se un chip è difettoso è quello di riprovare a scrivere un nuovo Dato di Sicurezza seguito da una lettura



Le chiavi possono proteggere qualsiasi programma in grado di funzionare su di un elaboratore, compresi i portatili

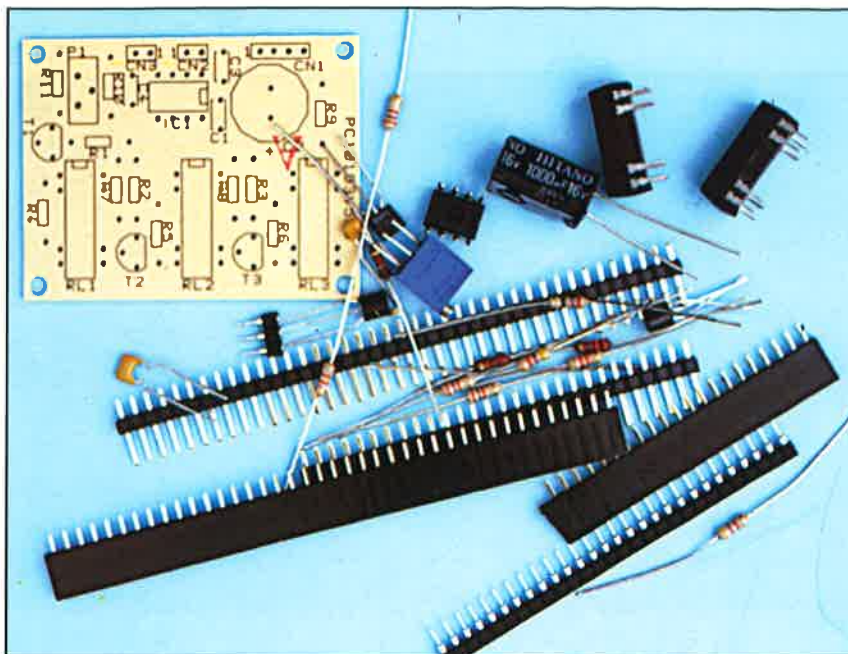
IL FILE CHIAVE.BAS

Questo file contiene un programma scritto in linguaggio BASIC e protetto per mezzo di alcune delle subroutine contenute nel programma DEMO.BAS. Nell'intestazione del file sono dichiarate tre variabili: l'Identificazione, il Codice di Accesso e il Dato di Sicurezza. Per ottenere un funzionamento corretto la chiave deve essere programmata con gli stessi dati con cui si sono dichiarate queste variabili; a tal fine bisogna eseguire il programma DEMO.COM per inserire i codici corretti nella chiave. Se si utilizzano chiavi già programmate invece, bisogna modificare opportunamente i valori delle suddette variabili nel file CHIAVE.BAS. In questo programma la verifica della coincidenza dei codici viene effettuata una sola volta all'inizio. In caso affermativo il programma prosegue, mentre se vengono inseriti codici errati o non viene trovata la chiave vengono generati diversi messaggi di errore. Questi messaggi, *chiave trovata...*, *protocollo...*, ecc., servono solamente per esercitarsi con i sistemi di protezione; infatti, è molto semplice eludere questa chiave di protezione, poiché è sufficiente eseguire il programma direttamente dal BASIC partendo dalla linea 340. Saltare la prote-

zione risulta leggermente più complesso se il programma è compilato, oppure se è già stata eseguita una selezione del menu di protezione; queste prove vengono però lasciate al lettore in modo che possa esercitarsi praticamente sui metodi di protezione di un programma. Per semplificare queste prove e il loro studio si consiglia di inserire nel programma che si vuole proteggere non tutte le routine di protezione ma solo delle chiamate alle stesse. In questo modo non si modifica sostanzialmente il listato sorgente, ed è possibile studiare le posizioni più opportune per inserirle.

Anche i messaggi di aiuto di cui è dotato il programma possono essere gestiti in modo personalizzato; ad esempio, è possibile fare in modo che questi compaiano solamente quando la chiave non è inserita nella porta Centronics oppure quando i codici non coincidono. Un altro modo per studiare e addentrarsi nelle tecniche di protezione potrebbe essere quello di sostituire il chip DS1204 della chiave con il DS1207 (quello temporizzato). Con quest'ultimo l'utente può fare in modo che il calcolatore funzioni solamente per alcuni giorni, al termine dei quali appare il messaggio di blocco che indica la fine dell'intervallo di tempo programmato.

L'intestazione del file DEMO.BAS contiene la dichiarazione di tre variabili: l'Identificazione, il Codice di Accesso e il Dato di Sicurezza



CAPACIMETRO PER PC

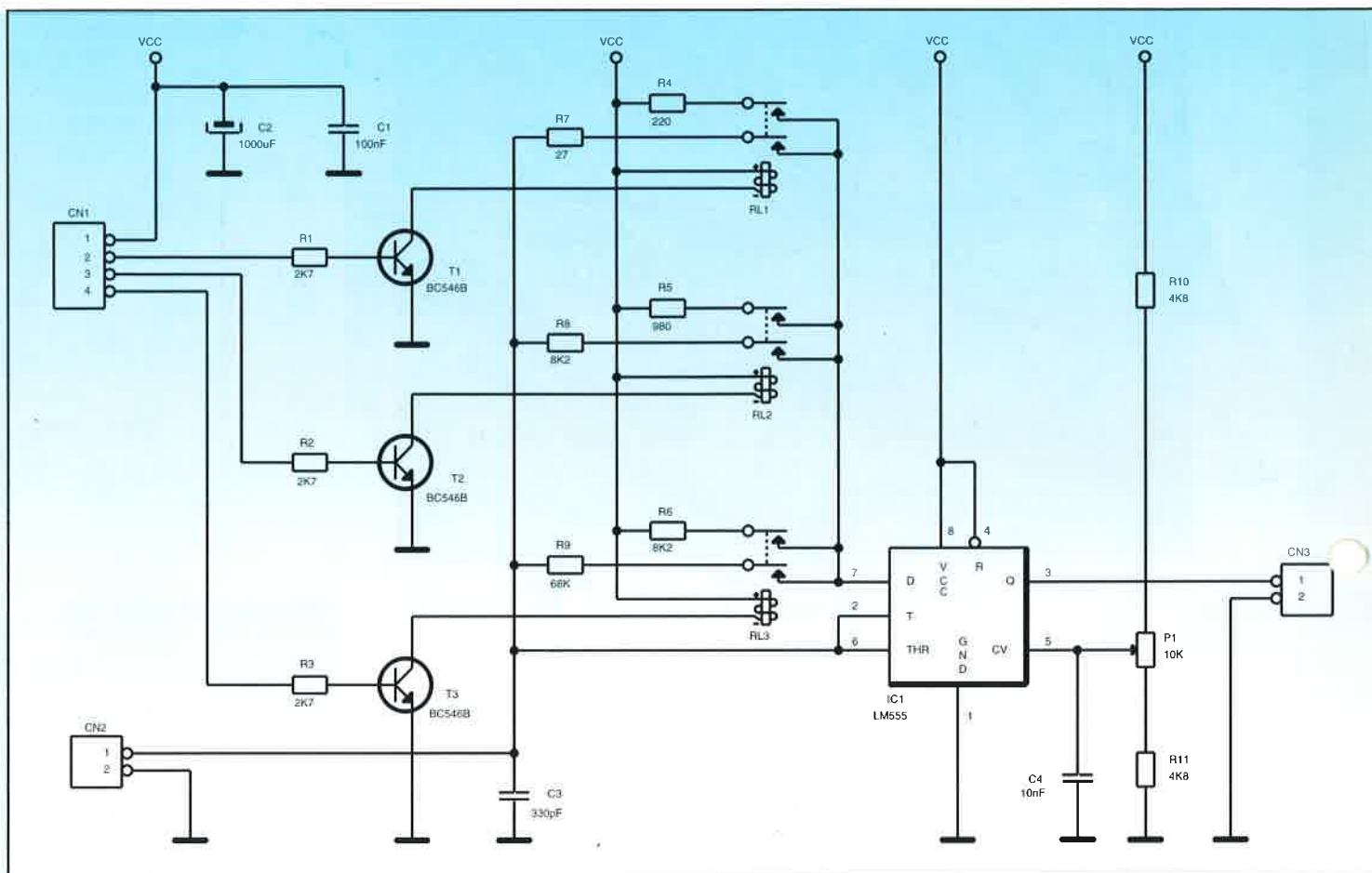
Di seguito viene proposta una realizzazione sufficientemente semplice, relativa ad un capacimetro pilotato da PC che potrebbe diventare uno strumento indispensabile per eseguire qualsiasi tipo di montaggio elettronico di precisione.

Se in commercio esiste un componente elettronico la cui identificazione è sempre un rebus o il cui esatto valore è più sensibile ai capricci delle tolleranze di costruzione, questo è senza dubbio il condensatore.

Qualsiasi componente elettronico reale presenta un comportamento e delle caratteristiche che si discostano dai valori ideali previsti dai produttori, a causa delle inevitabili differenze che si vengono a creare durante le fasi di costruzione. Lo scostamento dei valori reali dei componenti dai loro valori nominali viene definito *tolleranza*, e dipende dal livello di qualità del processo di fabbricazione. Gli scostamenti maggiori tra questi due valori, come del resto è dimostrato dalla pratica quotidiana, si riscontrano nei condensatori.



Le maggiori differenze tra il valore nominale di un componente e il suo valore reale si verificano con i condensatori



Schema elettrico del capacimetro controllato dal PC

Coloro che si diletano di montaggi elettronici sanno che molto spesso, verificando praticamente le caratteristiche di un circuito piuttosto complesso appena realizzato, si ottengono dei risultati al di sotto delle aspettative, in quanto il rendimento dell'apparecchiatura è inferiore a quello che teoricamente si poteva prevedere. Molte volte la causa dello scarso rendimento dei dispositivi è dovuta al fatto che si è considerato esatto il valore riportato sul corpo dei componenti passivi montati sul circuito. Verificare il valore esatto di una resistenza non rappresenta un problema, poiché il suo codice di identificazione è standardizzato e tutti ormai dispongono di un tester che consente di determinare con precisione l'esatto valore reale della stessa; viceversa, quando si ha a che fare con i condensatori la situazione cambia completamente, poiché i capacimetri disponibili in commercio sono piuttosto costosi e difficili da maneggiare; a complicare ulteriormente le cose si aggiunge il fatto che esistono tanti codici per l'iden-

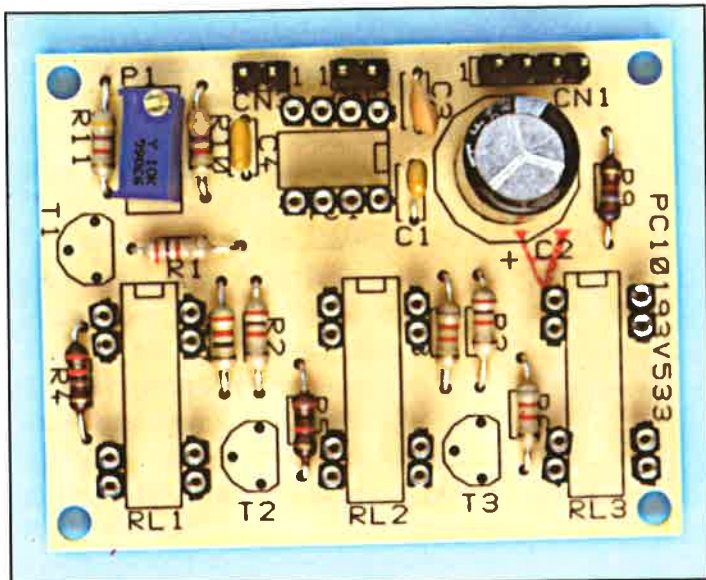
Esistono per i condensatori quasi tanti codici di identificazione quanti sono i loro produttori

tificazione del valore nominale di un condensatore quanti sono i costruttori degli stessi. Tutto questo porta alla conclusione che un capacimetro di precisione, economico, di semplice realizzazione e regolazione, controllato dal computer, e che permette di usufruire dell'opzione di autoscala può facilitare notevolmente la realizzazione dei montaggi elettronici, e garantire che le loro prestazioni corrispondono a quelle desiderate.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DEL CIRCUITO

Per poter misurare la capacità di un condensatore è necessario disporre di un circuito nel quale alcune caratteristiche subiscano delle variazioni misurabili che dipendano esclusivamente dal valore capacitivo del condensatore che si deve valutare.

Uno dei componenti più conosciuti e utilizzati nel



Per primi si devono montare i componenti passivi del circuito

campo elettronico per le sue grandi prestazioni e il basso costo è l'NE555, o più semplicemente il 555.

Sviluppato inizialmente dalla Signetics, ma costruito e commercializzato successivamente da moltissimi altri produttori di componenti elettronici, è costituito da un circuito integrato monolitico che trova largo impiego come multivibratore astabile o monostabile, generatore e/o contatore di impulsi, ecc. Alcune delle principali caratteristiche che lo contraddistinguono sono il ridotto numero di componenti esterni che richiede in qualsiasi applicazione in cui viene utilizzato, e la grande facilità di progetto e di calcolo dei circuiti abbinati. È quindi inevitabile esaminare dettagliatamente le innumerevoli possibilità che offre il 555, soffermandosi particolarmente sulla descrizione del suo funzionamento come multivibratore astabile nel circuito proposto.

IL 555 COME MULTIVIBRATORE ASTABILE

La configurazione dell'integrato 555, riportata nello schema elettrico del capacimetro, non è altro che una leggera variante della configurazione del 555 come multivibratore

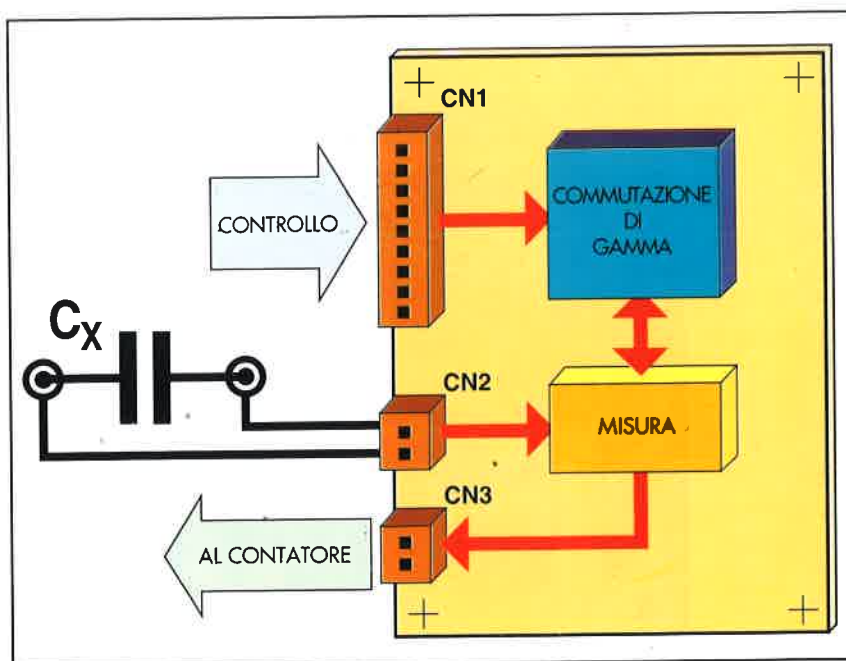
astabile; i terminali 8 e 4 (Vcc e reset) sono alimentati a 5 V e rappresentano rispettivamente l'ingresso di alimentazione del circuito e il terminale che permette l'abilitazione dell'uscita (terminale 3). Il terminale 1 è la massa, mentre sul terminale 5, che fornisce la tensione di riferimento, è stato inserito un partitore per consentire la regolazione fine del circuito (che sarà presa in esame successivamente), con il condensatore C4 in parallelo che, anche se non è strettamente necessario, scarica a massa possibili rumori e interferenze. I terminali 2 e 6 sono collegati al condensatore di cui si deve stabilire il valore di capacità, che viene determinato tramite il suo tempo di carica e scarica; questi periodi sono stabiliti dal gruppo di resistenze collegate tra Vcc e i terminali 6 e 7 dell'integrato. Inoltre, il condensatore C3

collegato in parallelo al condensatore incognito serve come carico di stabilizzazione per capacità di circa 1 nF o inferiori.

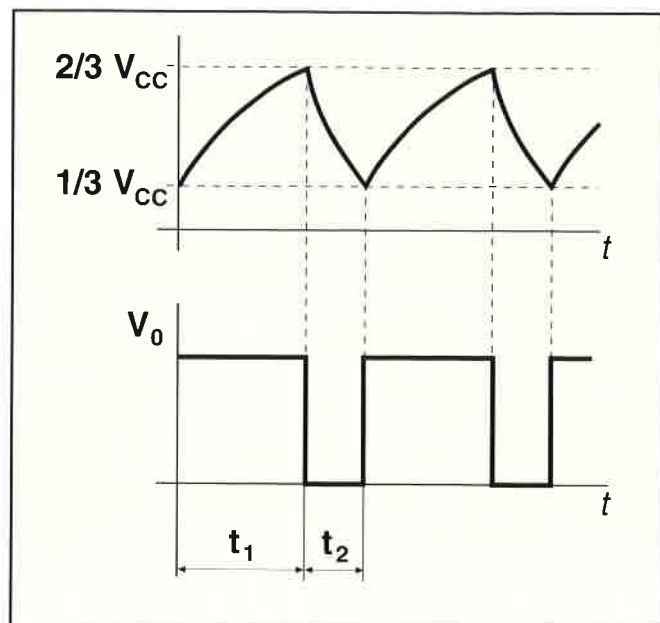
Come si può osservare nello schema, sono presenti tre gruppi di resistenze tra Vcc e i terminali 6 e 7 del 555 che rappresentano i tre intervalli o gamme di misura utilizzate dal circuito per realizzare la condizione di *autoscala*; questa funzione viene controllata dal programma tramite i transistor T1, T2 e T3, che attivano il relè corrispondente

Uno dei componenti più conosciuti e utilizzati in elettronica per le sue prestazioni è l'NE555

Schema a blocchi del capacimetro controllato dal PC



Le resistenze collegate ai terminali 6 e 7, unitamente al condensatore incognito, determinano la frequenza di uscita del 555



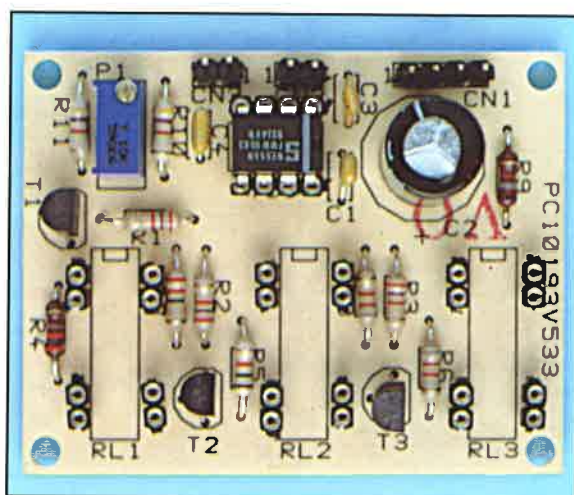
Forme d'onda rilevate ai capi del condensatore e sull'uscita del 555

alla scala necessaria per ogni misura. Queste scale sono: da 1 pF a 999 pF (scala inferiore), da 1 nF a 999 nF (scala intermedia), e da 1 μ F a 3.300 μ F (scala superiore). C1 e C2 sono semplici condensatori di disaccoppiamento.

FUNZIONAMENTO

Il valore risultante dalla somma delle resistenze presenti tra V_{cc} e i terminali 6 e 7, unitamente al condensatore incognito, determinano la costante di carica di quest'ultimo, che corrisponde al

Si consiglia di utilizzare degli zoccoli per i relè



tempo impiegato dallo stesso per immagazzinare tra le sua armature una tensione pari ai $2/3$ di V_{cc} ; la costante di scarica è determinata invece dal condensatore stesso e dalla resistenza presente tra i terminali 6 e 7 del 555.

Questo ciclo di carica/scarica genera sul terminale 3 di uscita dell'integrato un'onda quadra la cui frequenza è inversamente proporzionale alla capacità del condensatore; per determinare la capacità del condensatore è perciò sufficiente misurare questa frequenza.

A titolo esemplificativo viene preso come oggetto della misura un condensatore il cui valore nominale è di 100 nF; il programma attiva il relè RL2 tramite T2, per cui R5 e R8 vengono selezionate come resistenze di carico, e provocano ai capi del condensatore una forma d'onda a dente di sega del tipo riportato nella figura

corrispondente, che a sua volta genera sul terminale 3 del 555 un'onda quadra il cui periodo è dato dalla somma algebrica dei periodi di carica e di scarica t_1 e t_2 . Il periodo di carica t_1 si calcola con la seguente equazione:

$$t_1 = 0,693 (R5 + R8) Cx$$

nella quale Cx è la capacità che si desidera misurare.

Allo stesso modo il periodo di scarica è dato dall'equazione:

$$t_2 = 0,693 R8 Cx$$

Il periodo completo risultante si determina con:

$$T = t_1 + t_2 = 0,693 (R5 + 2R8) Cx$$

Di conseguenza, la frequenza della forma d'onda quadra di uscita equivale a:

$$f = 1 / T = 1,44 / (R5 + 2R8) Cx$$

che nel caso specifico diventa:

$$f = 1,44 / [980 + (2 \times 8200)] 100 \times 10^{-9} = 828 \text{ Hz}$$

Quindi, se il frequenzimetro misura un segnale di

828 Hz, il programma confermerà che il condensatore misurato è effettivamente da 100 nF; se, al contrario, venisse misurata una frequenza di 1.010 Hz, il calcolatore indicherà che il condensatore C_x è di 82 nF, e così via.

MONTAGGIO DELLA SCHEDA DEL CAPACIMETRO

Come si può osservare nell'elenco componenti, il capacicmetro è costituito solamente da 20 componenti, in maggioranza passivi, per cui il montaggio non risulta eccessivamente complesso; bisogna solo aver cura di identificare correttamente i diversi elementi e la loro rispettiva posizione di montaggio sul circuito stampato.

Si consiglia di catalogare per valore tutti i diversi componenti, seguendo l'elenco fornito al termine di questo capitolo.

Dopo aver eseguito questa operazione di classificazione si possono iniziare le operazioni di saldatura, iniziando dai componenti passivi, e più precisamente dalle resistenze e dal potenziometro P1 destinato alla regolazione fine.

Si procede poi con i condensatori, prestando particolare attenzione a C2 perché si tratta di un condensatore di tipo elettrolitico e quindi polarizzato; per stabilire l'esatta posizione di montaggio si deve osservare sul corpo del componente quale dei terminali è indicato con il segno negativo, e inserirlo correttamente sullo stampato sul quale è serigrafata la polarità.

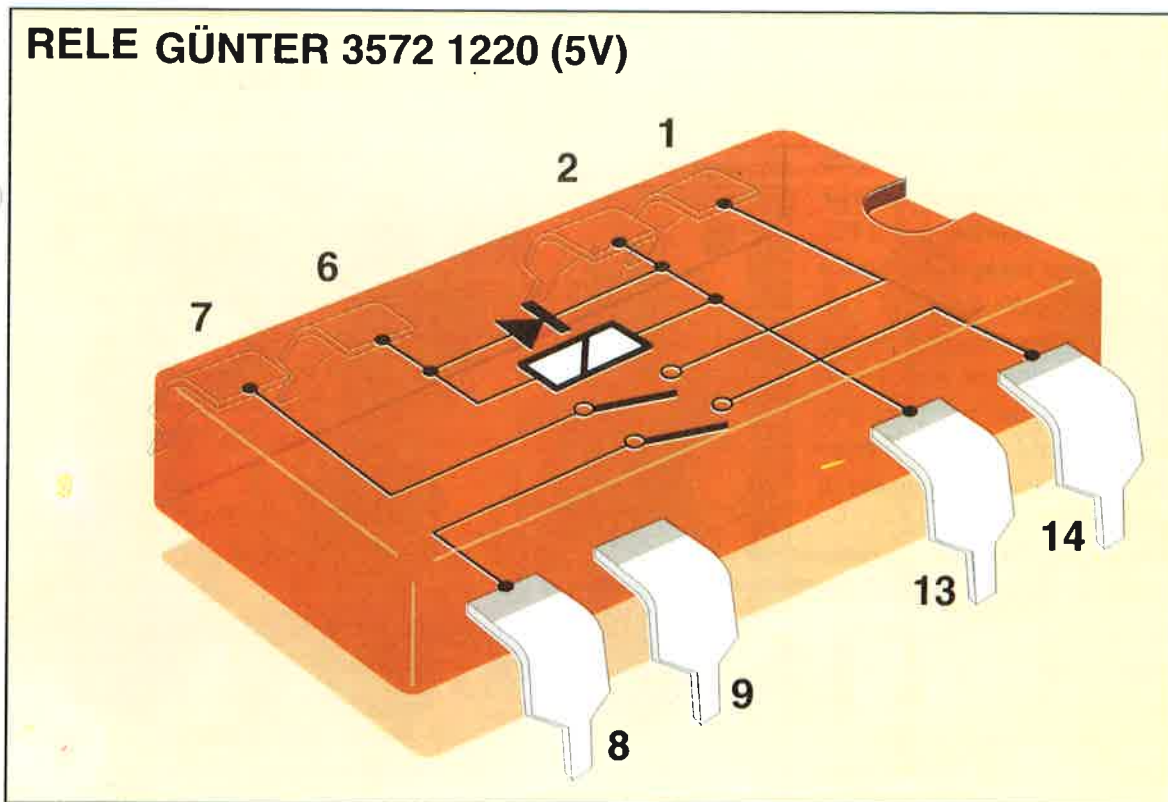
Di seguito si possono saldare i semiconduttori, iniziando dai transistor e prestando anche in questo caso molta attenzione alla posizione di montaggio, facendo riferimento al profilo dei componenti serigrafato sullo stampato. Per quanto riguarda il 555 si deve far coincidere la tacca di riferimento presente sul corpo del componente con quella serigrafata nel rettangolo indicato con IC1 sullo stampato.

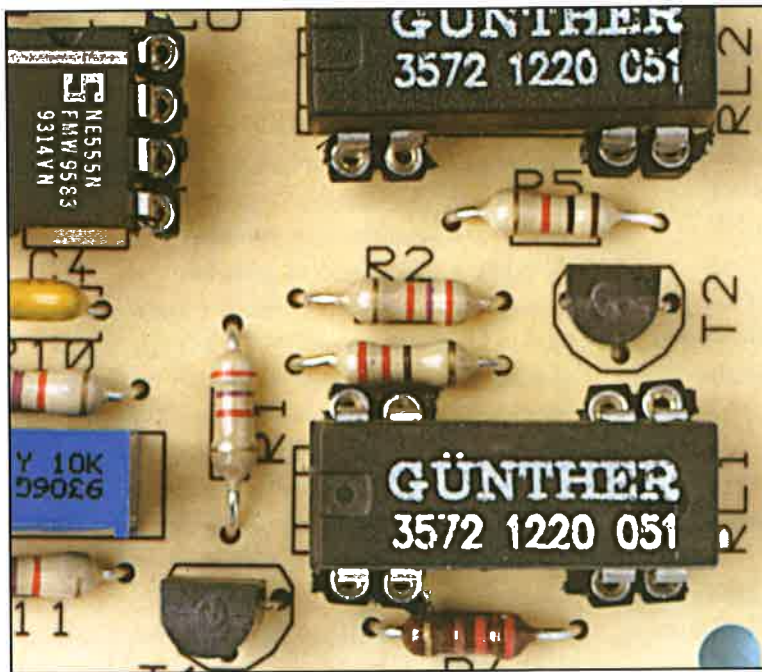
Al termine di queste operazioni si possono saldare gli altri componenti del circuito. Per i relè RL1, RL2 e RL3 bisogna procedere come per il 555, facendo coincidere quindi la tacca di riferimento presente sul loro contenitore a quella serigrafata sullo stampato.

Dopo aver montato i relè si termina il montaggio

Il capacicmetro è composto solamente da 20 componenti

Schema interno del relè Gunter





Dettaglio della disposizione dei relè sulla scheda

saldando il connettore maschio CN1 a quattro terminali, e i connettori maschi CN2 e CN3 a due terminali ciascuno.

COLLEGAMENTO AL PC

Ora che questa scheda, che rappresenta il cuore del capacimetro, è completamente montata non resta che collegarla al PC. Per eseguire questa connessione è necessario costruire alcuni cavi, in modo da poter collegare tra di loro le diverse schede che devono comunicare con il PC. In pratica si tratta di due cavi a due conduttori dotati ai loro estremi di due connettori femmina a due terminali ciascuno, e di un terzo cavo a quattro conduttori dotato di due connettori a quattro terminali femmina ai suoi estremi.

Per collegare la scheda del capacimetro è necessario realizzare alcuni cavi di collegamento

Dopo aver realizzato i cavi si deve eseguire il collegamento finale del sistema. Ricordarsi a questo punto che è molto importante tenere il computer scollegato quando si agisce su qualche slot o porta di comuni-

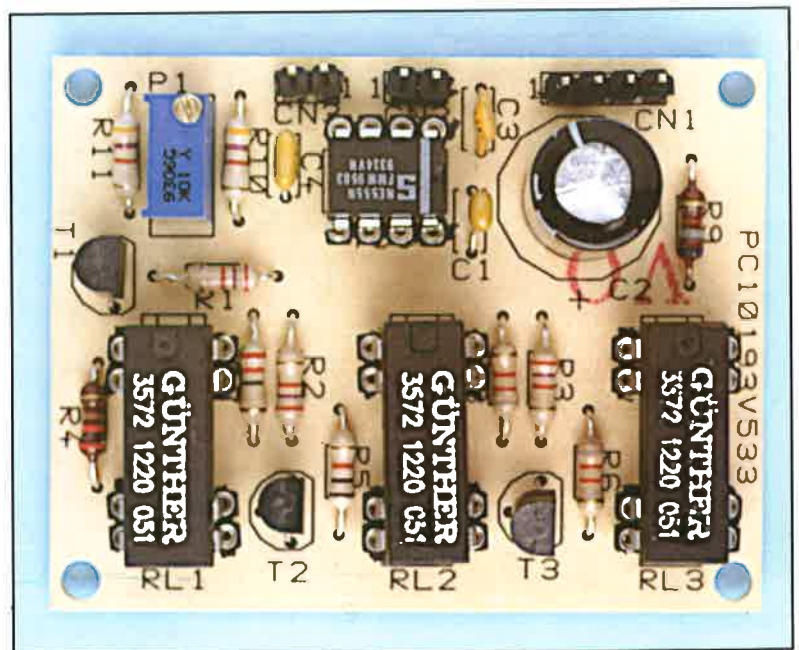
cazione, evitando in questo modo cortocircuiti o situazioni simili che danneggerebbero in modo irreparabile il PC.

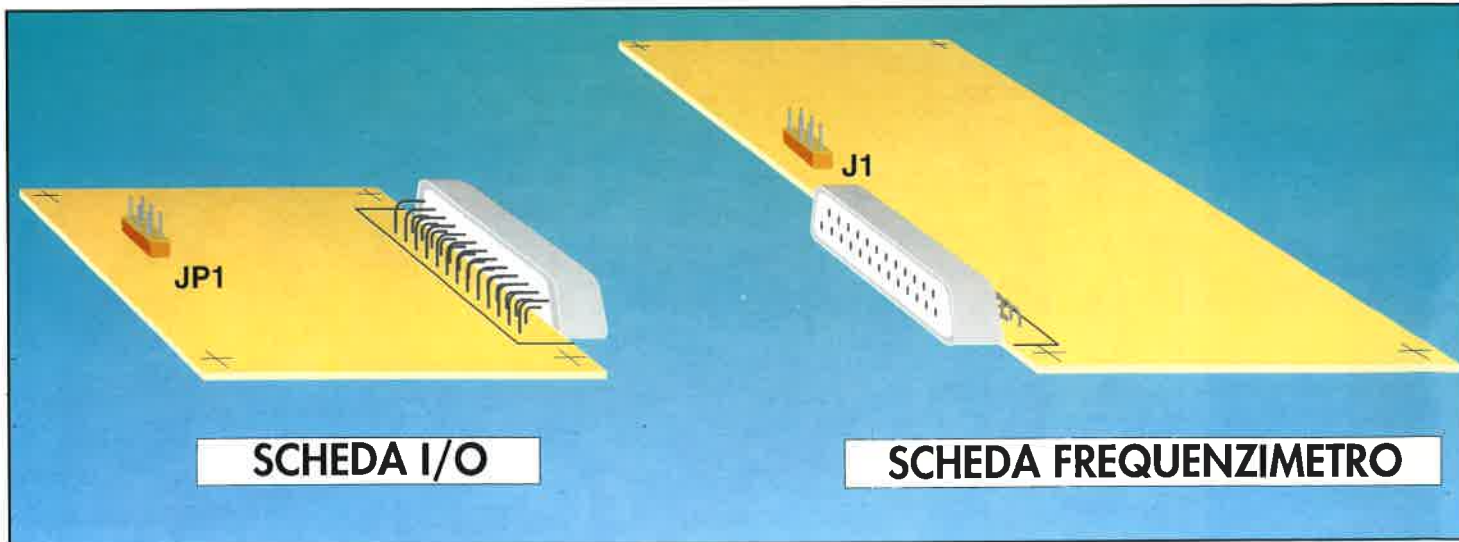
Per prima cosa si deve inserire in uno slot libero del computer la scheda a forma di "L" che serve come interfaccia per la scheda di decodifica degli indirizzi, collegata tramite il connettore CN1. Sul connettore CN2 si deve inserire il cavo piatto a tre connettori che viene utilizzato come bus dati; la posizione di inserimento di questo cavo è indifferente, in quanto si tratta di un cavo piatto parallelo completamente simmetrico.

Dopo aver collegato il bus dati al connettore CN2 del decodificatore di indirizzi, nel cavo rimangono due connettori femmina liberi, uno ad un estremo del bus dati e l'altro tra il connettore precedente e il decodificatore; si deve inserire la scheda di conteggio degli impulsi o frequenzimetro sul connettore esterno tramite il connettore CN1 della stessa, e la scheda di ingresso/uscita (scheda di I/O) sul connettore intermedio del bus tramite il suo connettore CN1. Queste ultime due

rimangono due connettori femmina liberi, uno ad un estremo del bus dati e l'altro tra il connettore precedente e il decodificatore; si deve inserire la scheda di conteggio degli impulsi o frequenzimetro sul connettore esterno tramite il connettore CN1 della stessa, e la scheda di ingresso/uscita (scheda di I/O) sul connettore intermedio del bus tramite il suo connettore CN1. Queste ultime due

Aspetto finale della scheda del capacimetro





Ponticelli JP1 e J1 delle schede di I/O e del frequenzimetro

schede sono state presentate nei capitoli precedenti di quest'opera.

Il bus dati è ora collegato con tre schede, ed è quindi necessario indicare all'elaboratore gli indirizzi ai quali si trovano; a tal fine si devono impostare alcuni ponticelli presenti sulle schede secondo un determinato schema che ne consenta l'individuazione da parte del PC.

In realtà, l'unico requisito necessario per eseguire questa configurazione è che i ponticelli della scheda del frequenzimetro (JP1) e della scheda di I/O (J1) si trovino in posizioni diverse; se ad esempio il ponticello della scheda di I/O è inserito nella posizione intermedia, si deve impostare il ponticello della scheda del frequenzimetro in una qualsiasi delle altre due posizioni di JP1.

Cavo parallelo necessario per eseguire i collegamenti del circuito



L'unica posizione che si deve evitare è ovviamente quella intermedia, già selezionata per la scheda di I/O.

Chiarito questo punto, è possibile collegare il capacimetro: per eseguire questa operazione bisogna collegare il cavo a quattro conduttori tra il connettore CN3 della scheda di I/O e il connettore CN1 del capacimetro.

Quest'ultimo circuito riceverà attraverso questo cavo l'alimentazione a 5 V e i segnali di controllo che attivano i relè della gamma di misura nella funzione di autoscala.

Successivamente si deve collegare uno dei due cavi a due conduttori tra il connettore CN2 della scheda del frequenzimetro e il connettore CN3 del capacimetro. Tramite questo cavo viene inviato al frequenzimetro il valore della frequenza del segnale generato sul terminale 3 del 555, che è inversamente proporzionale alla capacità del condensatore che si desidera misurare; inoltre, sempre attraverso questo cavo viene fornito il riferimento di massa per il circuito.

Sul connettore CN2 del capacimetro si deve collegare il cavo rimanente. Il connettore libero posto all'altra estremità di questo cavo deve essere

Il bus dati è collegato a tre schede, per cui è necessario indicare al calcolatore l'esatta posizione di ciascuna di esse

Elenco componenti

Resistenze (1/4 W, 5%)

- R1, R2, R3 = 2,7 kΩ
- R4 = 220 Ω
- R5 = 980 Ω
- R6 = 8,2 kΩ
- R7 = 27 Ω
- R8 = 8,2 kΩ
- R9 = 68 kΩ
- R10, R11 = 4,8 kΩ
- P1 = 10 kΩ (multigiri verticale)

Condensatori

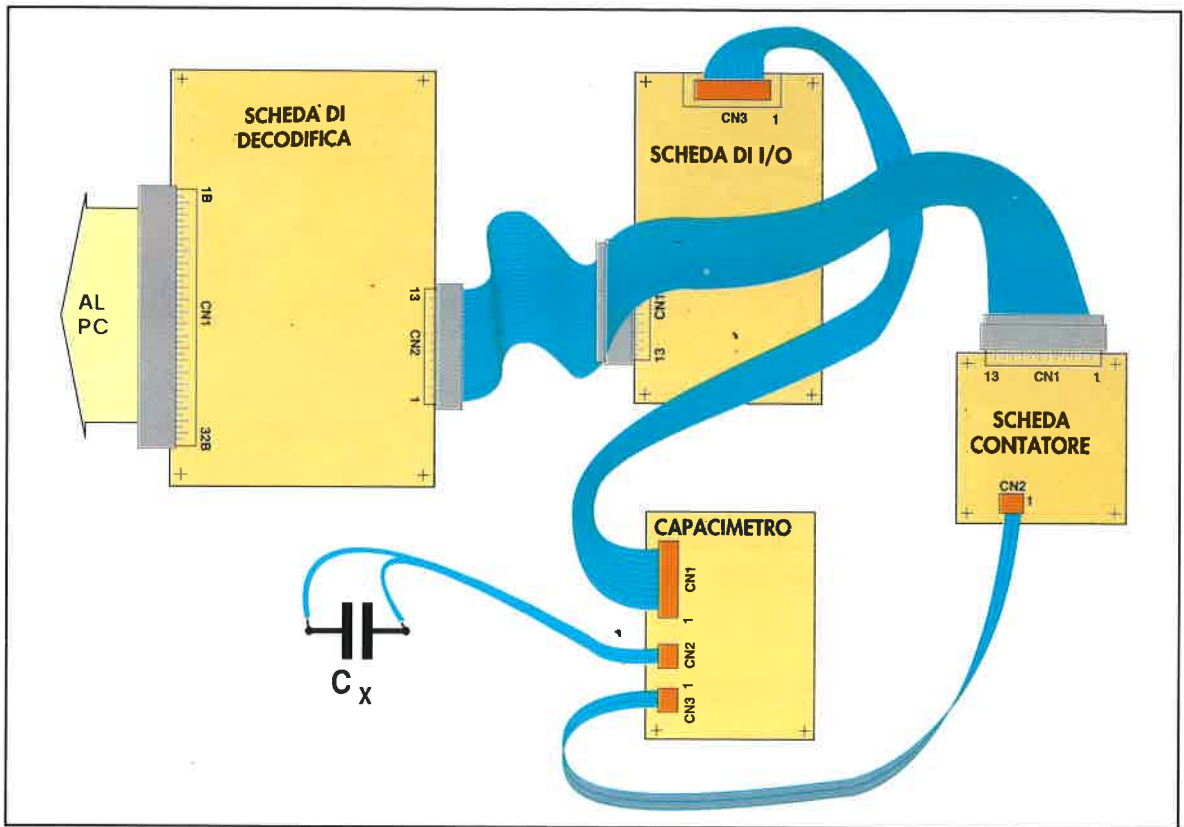
- C1 = 100 nF (multistrato)
- C2 = 1000 µF/16 V
- C3 = 330 pF (a disco)
- C4 = 10 nF
- Cx = Condensatore di precisione tolleranza 1%

Semiconduttori

- IC1 = 555
- T1-T3 = BC546B o equivalenti

Varie

- CN1 = Connettore a quattro terminali maschi
- CN2-CN3 = Connettori a due terminali maschi
- 2 connettori a 4 terminali femmina
- 4 connettori a 2 terminali femmina
- Cavo piatto a 4 conduttori
- Cavo piatto a 2 conduttori
- RL1, RL2, RL3 = relè GUNTER (3572 1220) a 5 V



Collegamento tra il decodificatore di indirizzi, la scheda di I/O e il frequenzimetro

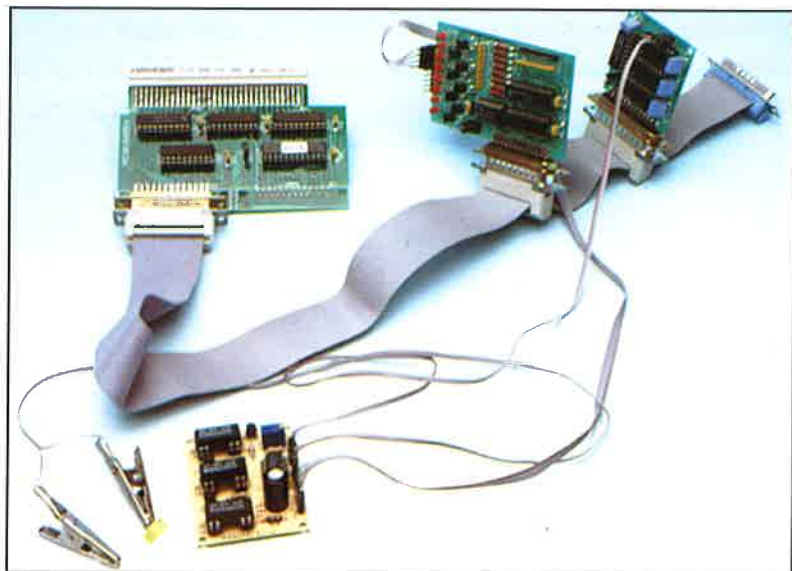
utilizzato per il collegamento al circuito del condensatore che si desidera misurare.

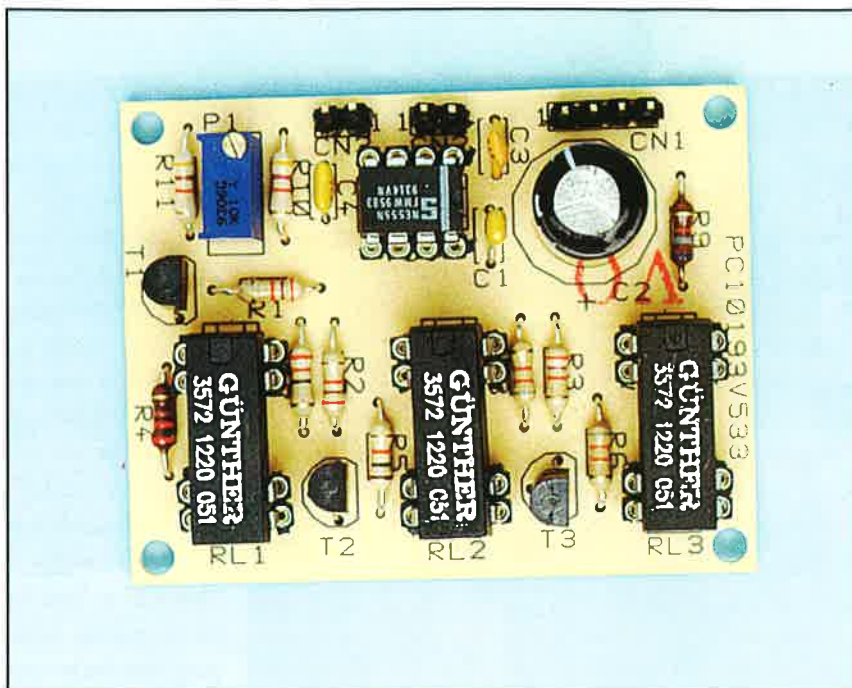
AVVIAMENTO DEL FREQUENZIMETRO

Dopo aver collegato tutte le schede e verificato la correttezza sia del montaggio appena eseguito che delle connessioni realizzate, è possibile fornire alimentazione al PC e caricare il programma di controllo del capacimetro, in modo da poter procedere alla sua regolazione fine; questa si ottiene agendo sul potenziometro P1 da 10 kΩ, e inserendo come campione di misura un condensatore di precisione (un condensatore di valore conosciuto con una tolleranza massima di circa l'1%). Tramite le indicazioni

fornite dal programma di controllo sarà in questo modo possibile calibrare esattamente il capacimetro controllato dal PC. Il programma di controllo del capacimetro e la descrizione del suo funzionamento verranno forniti con il prossimo fascicolo.

Collegamento finale tra il circuito del capacimetro e gli altri circuiti stampati





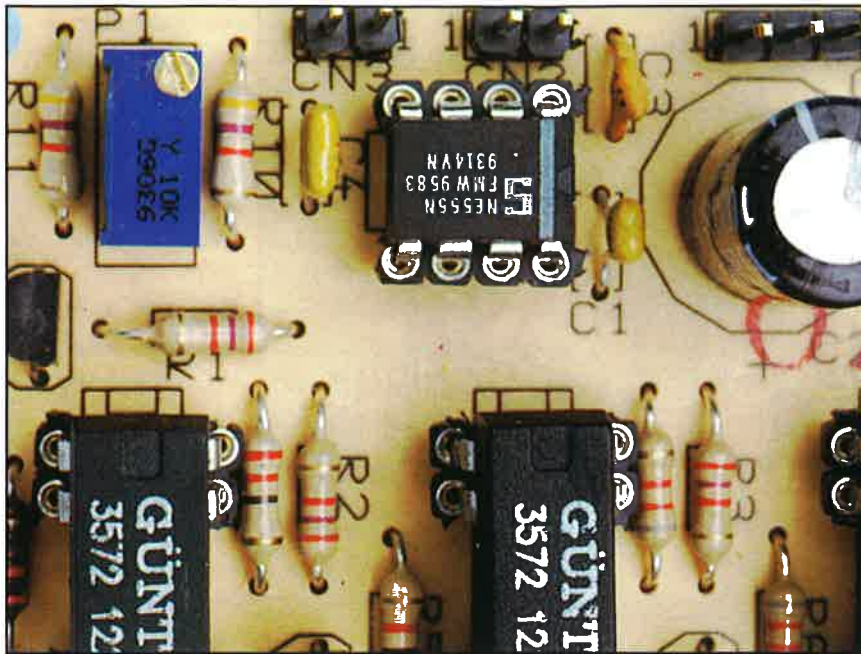
CONTROLLO DEL CAPACIMETRO

Nel capitolo precedente sono state esaminate le caratteristiche generali del capacimetro di precisione. Il dispositivo non serve però a nulla se non si utilizza un programma di controllo in grado di fornire una informazione intelligibile invece del valore di frequenza che viene realmente misurato dall'apparecchiatura.

Il compito principale del programma descritto di seguito è quello di rilevare la frequenza misurata dal frequenzimetro (presentato in uno dei capitoli precedenti) e convertirla in un valore di capacità. Questo valore corrisponde a quello del condensatore incognito che si vuole misurare. Come indicato nel capitolo precedente, il condensatore è inserito nella rete RC che determina la frequenza del 555, per cui il valore assunto da quest'ultima è direttamente proporzionale al valore del condensatore che si desidera



La frequenza presente sull'uscita del capacimetro dipende dal valore del condensatore sotto misura



Scheda montata del circuito per la misura della capacità

misurare. Di conseguenza, variando il valore del condensatore collegato ai puntali di misura varia anche la frequenza ottenuta sull'uscita del capacimetro. Su questa interviene il frequenzimetro, che legge il valore della frequenza generata dal circuito di misura della capacità. Osservando le relazioni riportate nel capitolo precedente è molto facile capire come il calcolatore riesca a convertire questa frequenza in un valore capacitivo, e a fornirlo direttamente nella scala corretta.

FUNZIONAMENTO DEL PROGRAMMA

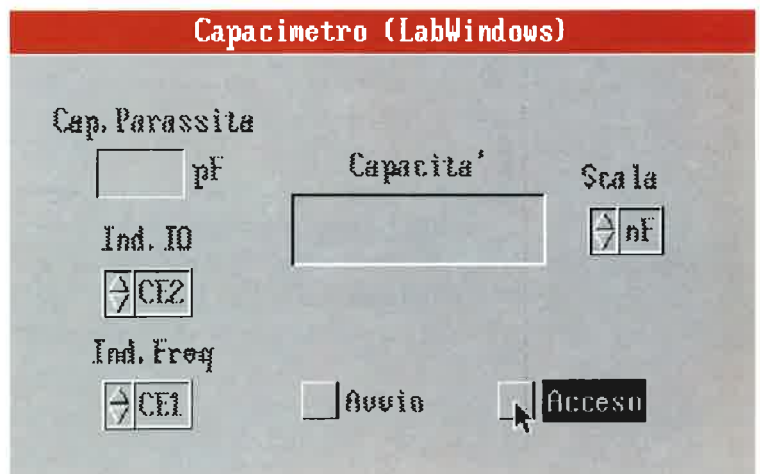
Lanciando una rapida occhiata al programma di controllo ci si può rapidamente rendere conto di come sia facile da comprendere e da utilizzare. La cosa che più colpisce è la schermata principale, poiché è in questa che si legge il valore del condensatore che si sta misurando. Per poter effettuare la misura si deve però collegare il circuito, e successivamente agire con il mouse sul comando "Acceso". Eseguendo questa operazione il pulsante di accensione assume una colorazione rossa per indi-

Prima di eseguire la misura è necessario impostare gli indirizzi relativi alle schede di I/O e del frequenzimetro

care che il circuito è attivo; anche le varie finestre del pannello di controllo diventano attive, tranne quella indicata come "Capacità". Questa condizione è dovuta al fatto che il circuito non è ancora pronto per eseguire la misura, anche se non è necessario effettuare altre operazioni di avviamento. Infatti, per eseguire la misura è necessario impostare gli indirizzi relativi alle schede di I/O e del frequenzimetro agendo rispettivamente sui comandi "Ind.IO" e "Ind.Freq". In ciascuna di queste finestre è possibile scegliere tra le opzioni CE1, CE2 e CE3, che corrispondono ai diversi indirizzi della mappa di I/O. L'indirizzo abbinato a CE1 è H300 (in esadecimale), a CE2 è

H308 e CE3 equivale all'indirizzo H310. Ciascuno di questi può essere impostato al valore preferito, tenendo però presente che l'indirizzo di selezione del frequenzimetro deve essere diverso dall'indirizzo di selezione della scheda di I/O. Ad esempio, se si imposta il ponticello JP1 del frequenzimetro sulla posizione 1, si deve impostare "Ind.Freq" su CE1; di conseguenza, non è possibile impostare il ponticello J1 della scheda di I/O sulla posizione 1, ma bisogna scegliere una delle altre due, ad esempio quella centrale, a cui corrisponde il valore CE2 nella finestra "Ind.IO".

Pannello di controllo del programma non ancora attivato



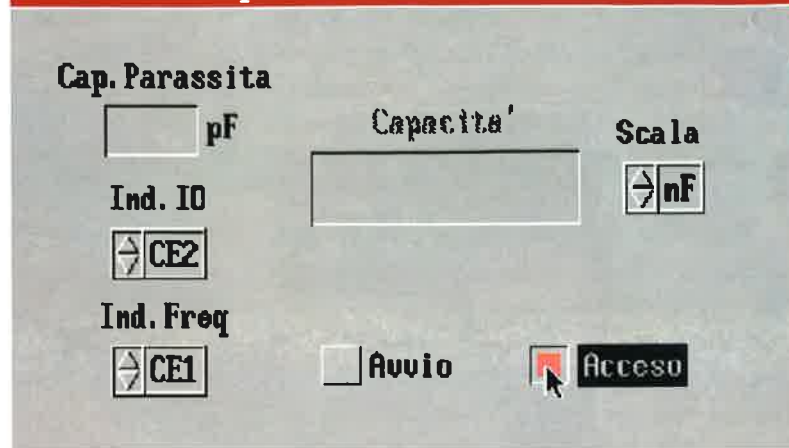
Il programma è per default impostato agli indirizzi CE1 per "Ind.Freq" e CE2 per "Ind.IO", a cui corrispondono le posizioni 1 per il jumper JP1 del frequenzimetro e 2 per il jumper J1 della scheda di I/O. Queste condizioni possono essere mantenute così come sono, oppure possono essere variate ogni volta che si lancia il programma. L'impostazione di indirizzi diversi da quelli di default deve essere eseguita prima di iniziare la misura. Dopo aver effettuato le corrette impostazioni è possibile ini-

ziare la misura attivando con il mouse il comando indicato con "Avvio". Si può facilmente verificare che dopo aver agito su questo comando la finestra relativa al valore capacitivo si è attivata, mentre si sono disattivate le finestre relative agli indirizzi e alla capacità parassita (di seguito si vedrà la funzione di questa opzione).

A destra della finestra relativa al valore capacitivo misurato è presente la finestra corrispondente al fattore di scala. Tramite questa opzione è possibile scegliere tra tre diverse scale: picofarad (pF), nanofarad (nF) e microfarad (μ F).

Poiché la lettura avviene in modo diretto per qualunque scala selezionata, senza bisogno di eseguire successive conversioni, per ottenere un valore intelligibile è sufficiente impostare la scala

Capacimetro (LabWindows)



Quando si attiva il pulsante di accensione tutte le finestre di controllo vengono abilitate

più opportuna per ogni condensatore misurato. Dopo aver eseguito tutte le impostazioni previste dal programma, bisogna inserire un condensatore di prova tra i puntali di misura verificando che il circuito fornisca un valore di lettura, anche se questo non è corretto.

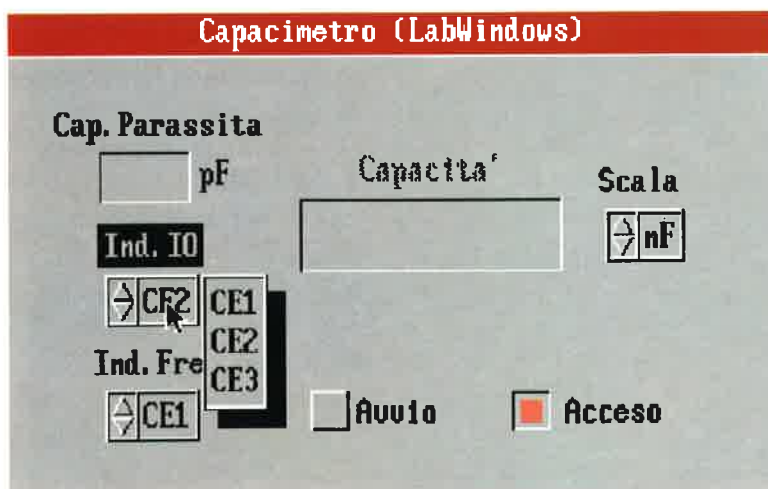
Per calibrare il circuito è necessario utilizzare un condensatore di valore noto, possibilmente di circa 100 nF, collegarlo ai puntali di misura, selezionare la scala dei nF sul pannello di controllo, ed agire sul potenziometro P1 presente sulla scheda del capacimetro finché sullo schermo non viene visualizzata la misura corretta. A questo punto il capacimetro è pronto per svolgere correttamente il suo lavoro, anche se sarebbe opportuno eseguire una seconda regolazione utilizzando

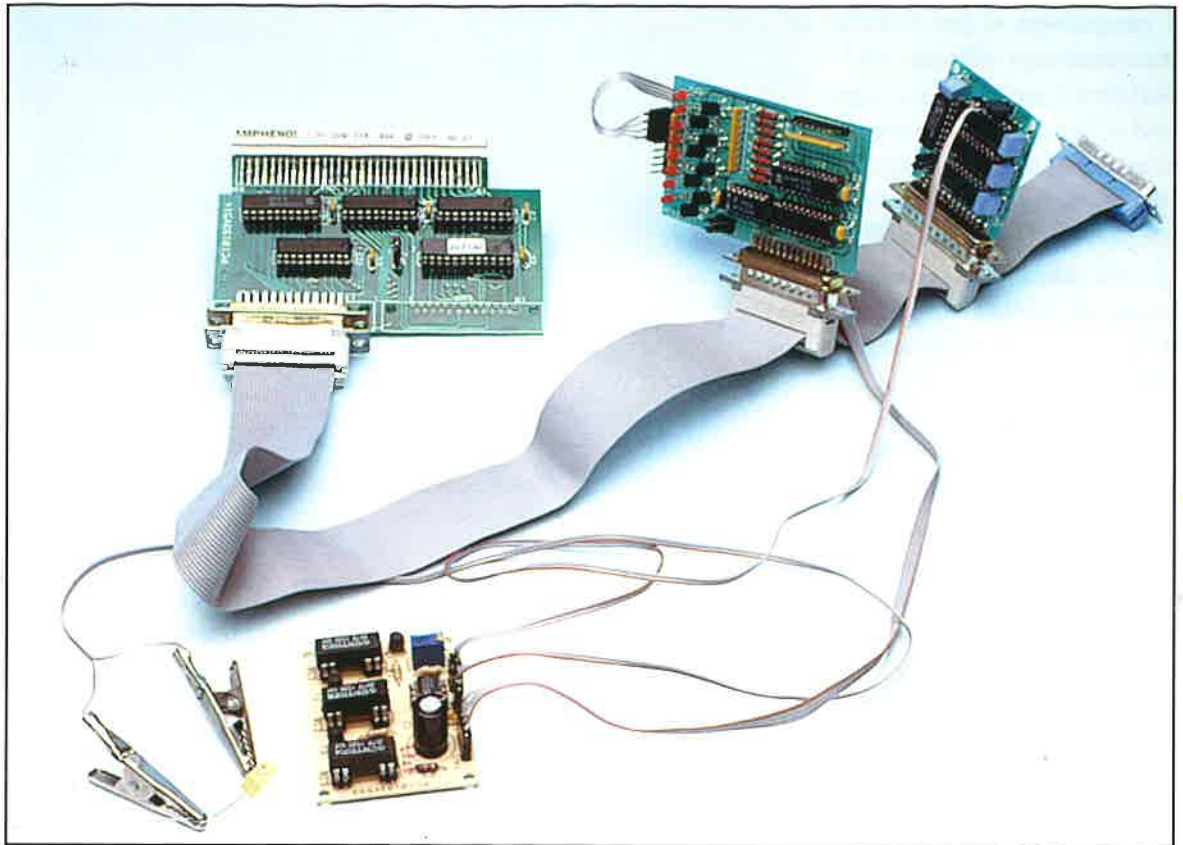
un condensatore da pochi picofarad; questo per ottenere una regolazione fine del circuito, impostata però direttamente dal programma di controllo. Per questa operazione vengono forniti ulteriori dettagli di seguito, dopo aver fatto una necessaria precisazione.

È logico supporre che, quando si esegue la rilevazione del valore capacitivo di un condensatore sconosciuto, non venga misurata solo la capacità dello stesso ma anche quella dei puntali di misura. Se si sottopone alla prova un condensatore di valore

La lettura visualizzata viene presentata in forma diretta e senza bisogno di conversione, qualunque sia la scala impostata

L'indirizzo della scheda di I/O può essere scelto tra i tre possibili valori





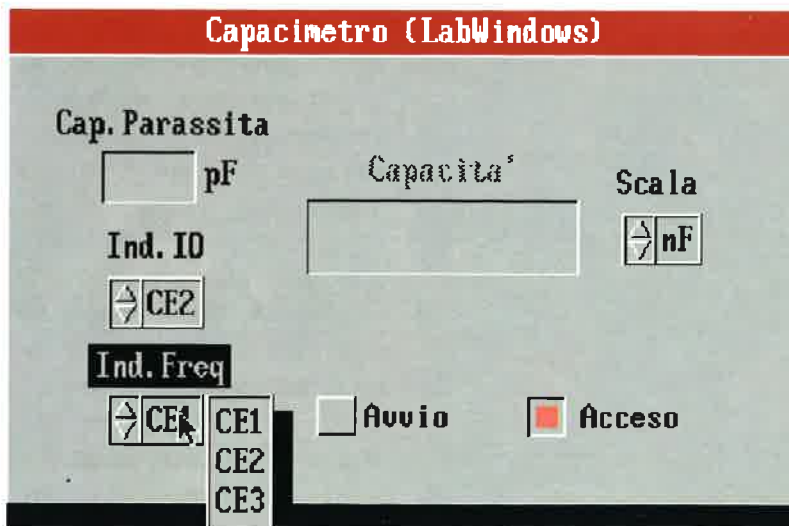
Collegamenti tra il capacimetro e gli altri circuiti necessari per il suo funzionamento

relativamente elevato, di alcuni nanofarad, questa capacità parassita diventa trascurabile rispetto a quella effettiva del condensatore. Tuttavia, quando si misura un condensatore il cui valore è di pochi picofarad, il valore rilevato risulta falsato di una percentuale inaccettabile. Per evitare questo

errore di lettura del programma si è prevista una opzione, indicata con "Cap.Parassita", che consente di inserire il valore correttivo della capacità parassita che deve essere considerato dal programma per il calcolo della capacità effettiva. Questa capacità parassita può essere determina-

ta considerando tutti gli elementi che intervengono nella sua formazione, come ad esempio i cavi e i puntali. Per conoscere questo valore è sufficiente selezionare la scala dei picofarad sul pannello di controllo e, con i cavi di misura collegati al capacimetro senza condensatori applicati ai terminali, leggere il valore che compare sullo schermo. Questo valore può essere anche di alcune centinaia di picofarad, in funzione della qualità dei cavi che si stanno utilizzando. Successivamente, tramite tastiera si

Anche per la scheda del frequenzimetro è necessario scegliere uno dei tre indirizzi disponibili



Per calibrare il circuito si deve utilizzare un condensatore di valore conosciuto

deve digitare questo numero nella finestra "Cap.Parassita", avendo la precauzione di premere il tasto "ENTER" al termine dell'operazione per permettere al programma di memorizzare il dato. Il valore deve essere immesso direttamente in picofarad, così come appare sull'indicatore di misura.

Da questo momento il valore visualizzato, senza nessun condensatore collegato, deve corrispondere a zero o ad un valore prossimo a questo. Se così non fosse bisogna modificare nuovamente il valore correttivo inserito finché non si ottiene una lettura pari a zero.

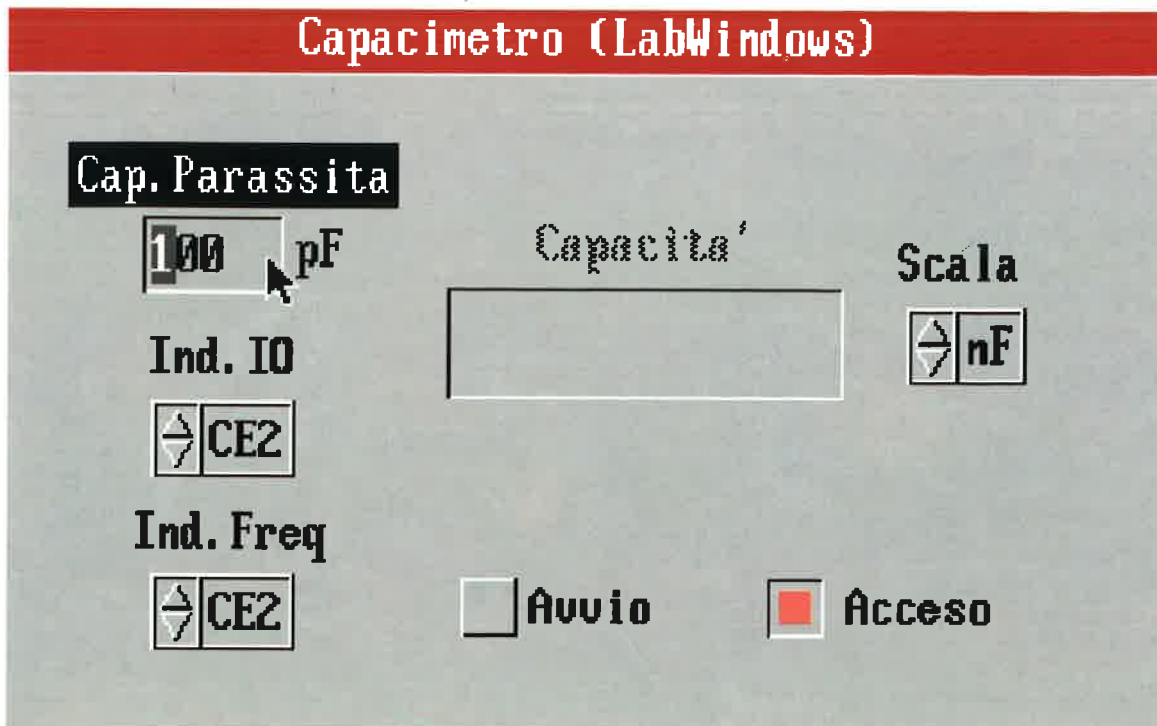
È importante sottolineare il fatto che per eseguire l'operazione di immissione del valore della capacità parassita il comando "Avvio" deve essere disattivato; ciò vuol dire che durante questa regolazione non bisogna eseguire nessuna misura. Al termine è possibile riprendere le operazioni di misura attivando il pulsante di avvio, che disabilita la funzione relativa alla capacità parassita finché il sistema non viene nuovamente fermato. Si è scelta questa modalità operativa per evitare interferenze sulla misura quando il proces-

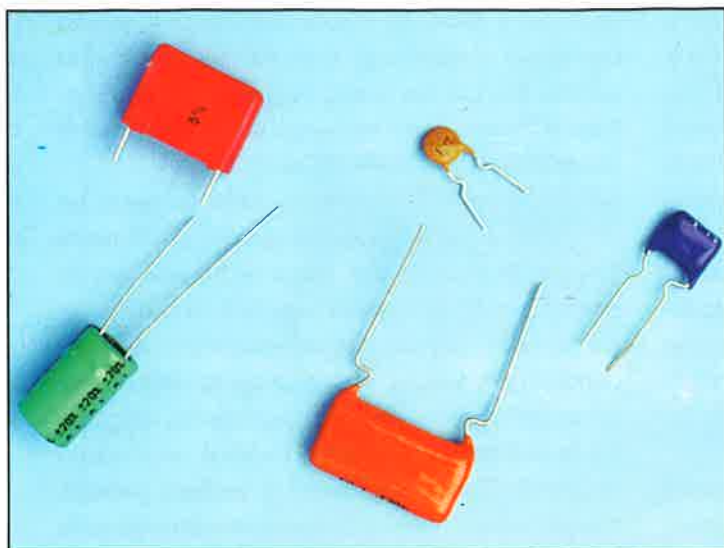
so stesso è attivo. La misura può essere interrotta anche per cambiare gli indirizzi impostati per la scheda di I/O e per quella del frequenzimetro, nel caso si fossero commessi degli errori nella fase di impostazione generale del programma.

Alcune volte può comparire sullo schermo un valore di misura con segno negativo; ovviamente non bisogna pensare di avere a che fare con un condensatore di capacità negativa. In realtà questo succede quando si è impostato un valore di capacità parassita superiore a quello del condensatore sotto prova, per cui il programma, eseguendo la sottrazione dei dati, fornisce un risultato negativo. Questa situazione si verifica generalmente quando non è stata eseguita correttamente la calibrazione fine della capacità parassita, per cui è necessario ripetere l'operazione di misura della capacità dei cavi. Si deve quindi riportare a zero il valore correttivo impostato e rifare la regolazione precedente, ricordandosi che ai puntali non deve essere collegato alcun condensatore. Infine, non resta che riscrivere nella finestra corrispondente il valore riscontrato e riprendere nuovamente il processo di misura.

Per poter variare il valore della capacità parassita è necessario disattivare il comando "Avvio"

È opportuno indicare al programma il valore della capacità parassita dovuta ai cavi di misura, in modo da non falsare le rilevazioni eseguite sui condensatori con valori molto bassi





Tipi di condensatori che possono essere misurati con il circuito proposto

ALTRE INFORMAZIONI SUL CIRCUITO

La scheda di I/O viene utilizzata per attivare o disattivare i tre relè selettori di scala, in modo tale che per ogni scala venga eccitato un solo relè alla volta. Per attivare uno di questi relè è sufficiente scrivere uno 0 all'indirizzo corrispondente di questa scheda. Poiché le sue uscite sono invertite,

sulla base del transistor di ingresso è presente un uno, che lo manda in conduzione fornendo la massa al relè desiderato.

L'attivazione di ogni relè provoca il collegamento al 555 di una coppia di resistenze diverse, per cui il rapporto RC risulta differente per ogni scala. In questo modo si ottiene una gamma di frequenze diversa per ciascuna coppia di resistenze, adeguando la lettura alla scala più opportuna per la misura che si sta eseguendo.

Con il potenziometro di regolazione P1 si modifica il rapporto ciclico della frequenza di uscita. Ciò significa che è possibile variare la durata del livello basso rispetto a quella del livello alto;

modificando il periodo del segnale di uscita si modifica di conseguenza anche la sua frequenza, che corrisponde al valore inverso dello stesso. Questo spiega perché agendo su questo potenziometro, e con un condensatore di riferimento sotto prova, è possibile adeguare la frequenza di uscita del multivibratore monostabile al corrispondente valore capacitivo noto.

Per ottenere una lettura semplice e affidabile è possibile selezionare la scala più opportuna

Capacimetro (LabWindows)

Cap. Parassita

100 pF

Capacità'

Scala

Ind. IO

CE2

Ind. Freq

CE2

Capacità'

nF
pF
nF
uF

Avvio

Acceso

Con il potenziometro di regolazione P1 è possibile variare il valore della frequenza di uscita



Durante il normale processo di misura le finestre per l'impostazione degli indirizzi e del valore della capacità parassita rimangono disattivate

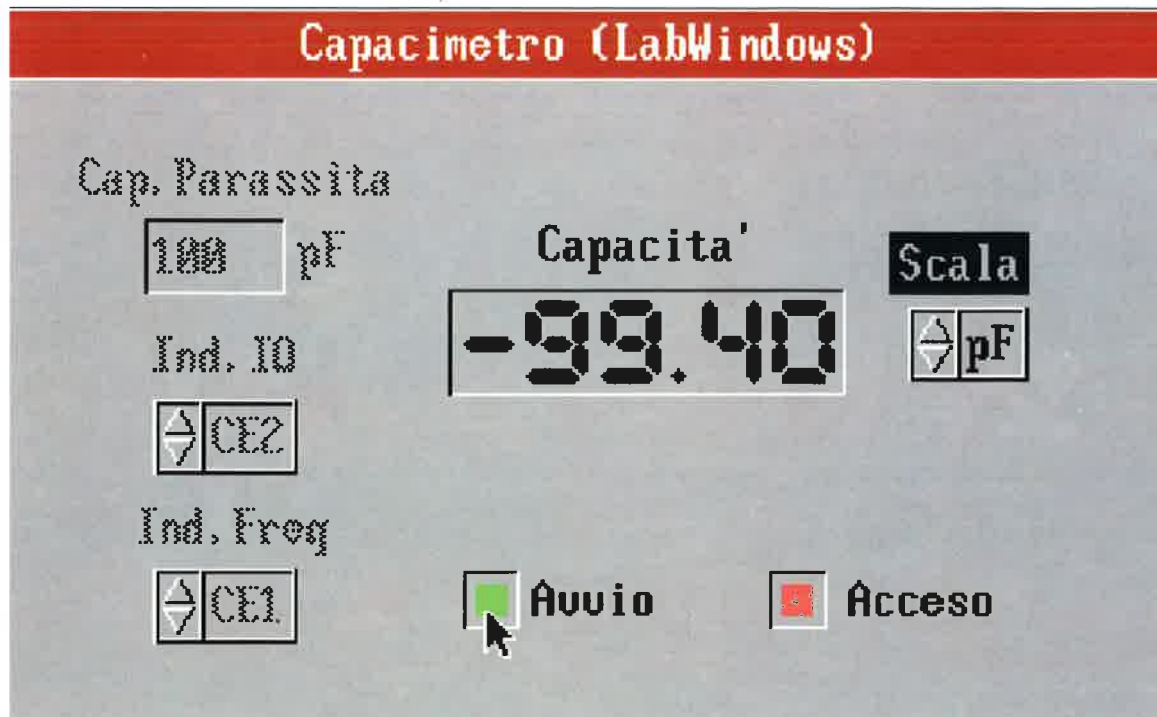
PARTICOLARITÀ DEL PROGRAMMA

Il programma è stato realizzato in LabWindows, ma osservando il file sorgente si può notare che è molto simile al QuickBasic. Così come è il programma può essere modificato solo da coloro che dispongono di un compilatore LabWindows, ma con alcune piccole modifiche è possibile adattarlo

a un QuickBasic tradizionale, molto più conosciuto dalla maggioranza degli utenti di PC. Per coloro che vogliono adeguare il programma alle proprie particolari esigenze, o che vogliono semplicemente conoscere più a fondo il suo funzionamento, vengono forniti di seguito alcuni suggerimenti per agire nel modo più semplice e corretto possibile. Per prima cosa bisogna sapere che la maggior parte delle routine non richiedono alcuna modifica. La funzione "Frequenza#" ad esempio può essere utilizzata senza alcuna

variazione, così come la procedura "Scalato()". L'installazione del programma non necessita di grandi correzioni, tranne che per l'eliminazione di procedure o funzioni non necessarie, come le chiamate ai file INCLUDE. Le parti che invece dovranno essere necessariamente modificate sono il ciclo del programma principale e la rappresentazione del valore di capacità.

In alcuni casi possono comparire sullo schermo valori di misura con segno negativo; ciò è dovuto al fatto che il valore impostato per la capacità parassita non è quello corretto



Il programma è stato scritto in LabWindows, ma osservando attentamente il file sorgente si può notare che è molto simile al QuickBasic

È possibile, modificando leggermente il programma, fare in modo che venga eseguita una autoregolazione del valore della capacità parassita

Per ottenere una misura bisogna modificare la seconda linea della procedura "Presenta", che deve essere sostituita da:

```
PRINT Capacità# * Divisore#
```

Inoltre, si devono eliminare le seguenti procedure e funzioni:

```
FUNCTION Accensione%
```

```
FUNCTION Pulsazione%
```

```
SUB AttivaPanel(Stato%)
```

Questi comandi possono essere utilizzati esclusivamente in LabWindows, ed è sufficiente cancellarli dal nuovo file sorgente che si desidera modificare. Inoltre, si possono eliminare anche le variabili globali:

```
Power% e Ph%
```

A questo punto non resta che scrivere un piccolo programma principale che possa rappresentare il valore della misura. In questa routine è necessario inserire i parametri relativi alla capacità parassita e al cambio di scala. Questa condizione si può ottenere sfruttando la procedura "Scalato()", che richiede un parametro di ingresso. Questo campo può assumere tre diversi valori: con il parametro 1 si misurano valori in microfarad, con 2 in nanofarad e con 3 in picofarad. In questo modo è possibile selezionare la scala più opportuna in funzione del condensatore che si desidera misurare.

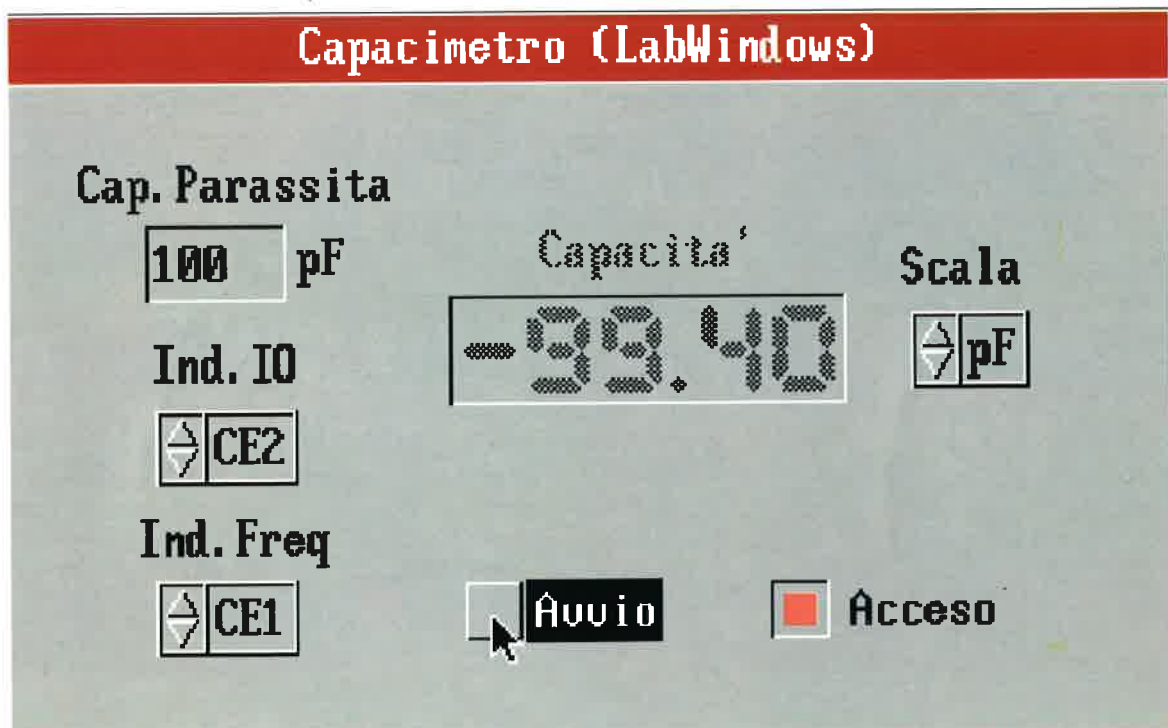
Il programma deve iniziare con l'inizializzazione di queste variabili, selezionando la scala opportuna tramite la chiamata alla procedura "Scalato()". A questo punto è già possibile richiamare la procedura "Presenta" che, grazie alle modifiche esposte in precedenza, rappresenterà sullo schermo il valore della capacità misurata.

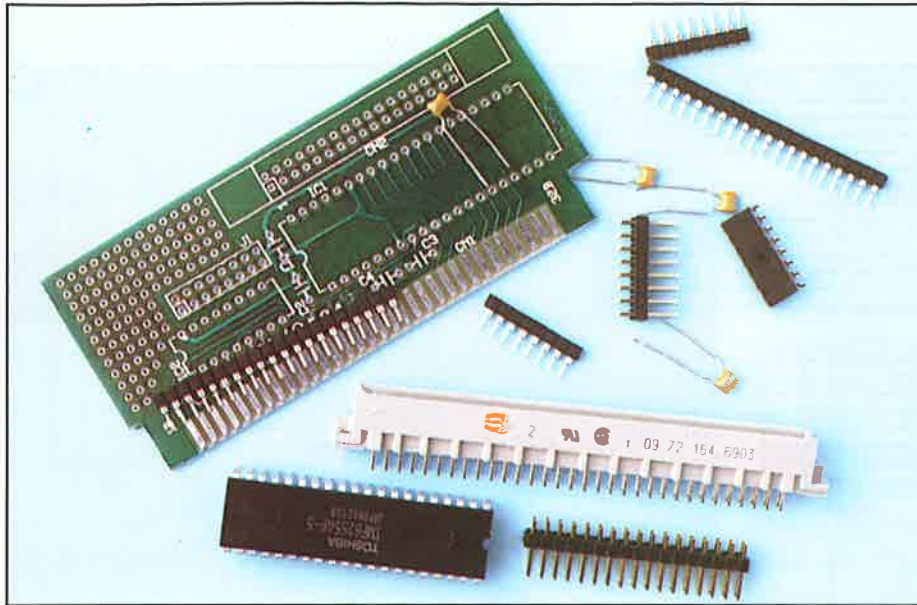
Al termine non resta che elaborare una routine di programma che soddisfi le proprie esigenze, nella quale siano compresi il cambio del fattore di scala e l'immissione di un nuovo valore di capacità parassita.

Inoltre, è possibile automatizzare ulteriormente il processo di misura aggiungendo una procedura di selezione automatica della scala. In questo modo, quando la misura supera i valori limite prestabiliti, il programma commuta automaticamente alla scala successiva.

Un'altra possibilità di ampliamento delle capacità del programma potrebbe essere quella di fargli eseguire una autoregolazione della capacità parassita. Perché questo si verifichi bisogna fare in modo che, in un determinato momento, il programma misuri il valore della capacità dei cavi e lo assegni al valore della capacità parassita che deve essere sottratta al valore della misura eseguita.

Se durante un processo di misurazione viene attivato il pulsante di "Avvio", la finestra nella quale compare il valore di capacità viene disabilitata per permettere di reimpostare i parametri relativi alla capacità parassita o agli indirizzi

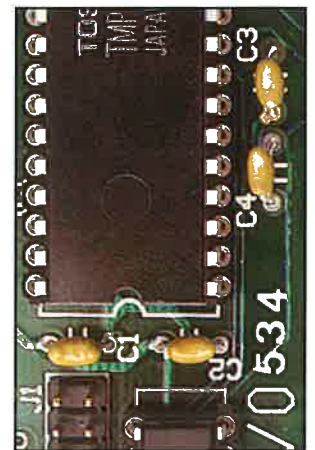




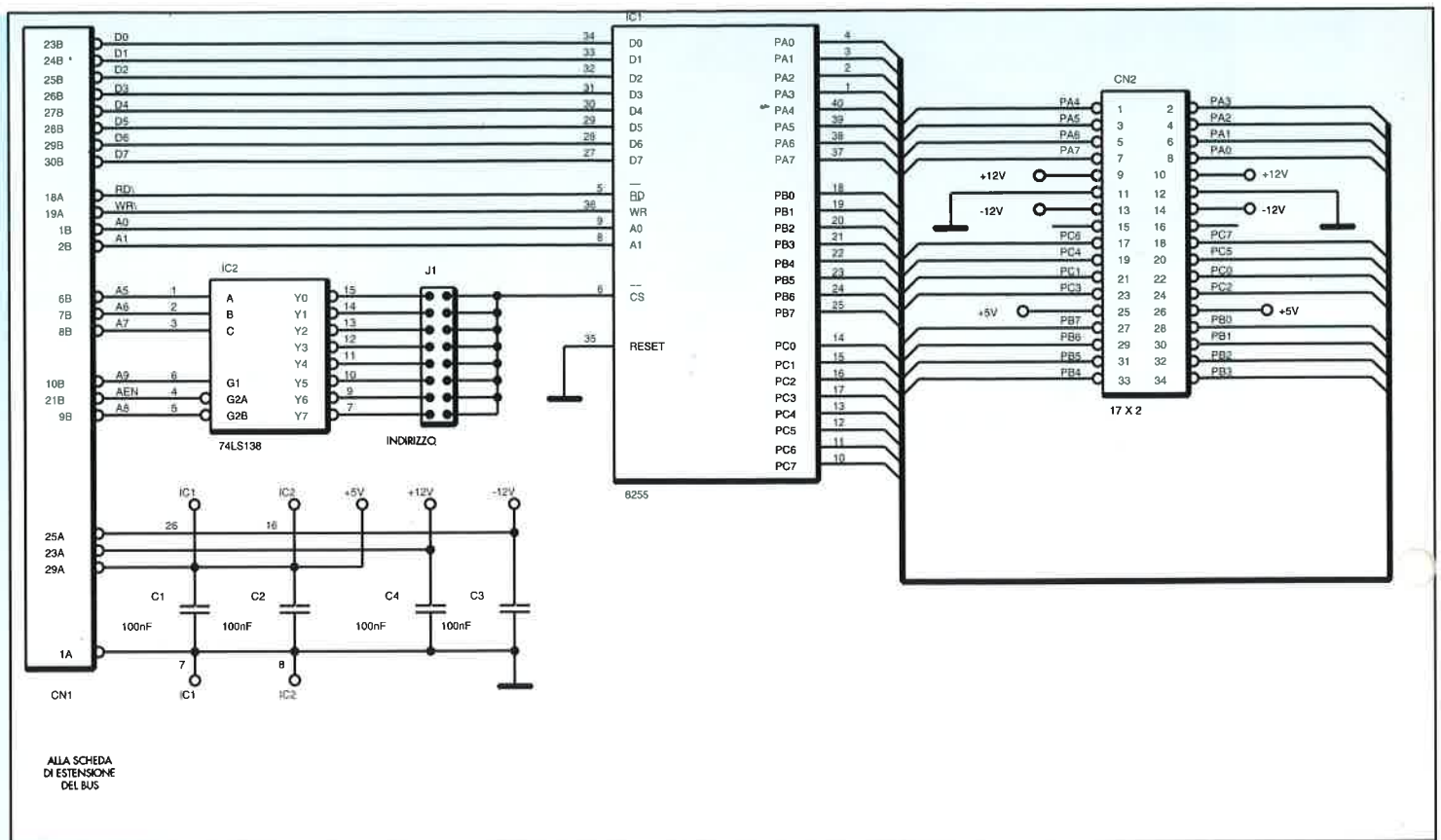
SCHEDA SPERIMENTALE PER PC

Come detto in altre occasioni, un calcolatore da solo non è in grado di scambiare informazioni con il mondo esterno. Per questo motivo viene proposta la realizzazione di una interfaccia di Ingresso/Uscita che consenta questa comunicazione.

perché un elaboratore sia in grado di percepire le variazioni che si generano nelle sue vicinanze, e controllare gli elementi esterni che gli consentano di reagire alle stesse, lo si deve dotare di qualche mezzo di comunicazione addizionale, come schede di ingresso/uscita, convertitori analogico/digitali, o qualsiasi altro dispositivo che gli permetta di scambiare informazioni con il mondo esterno. In commercio si possono trovare moltissime schede collegabili ad un computer in grado di realizzare funzioni di ingresso/uscita molto diversificate. La maggior parte di questi dispositivi sono però di uso generale, per cui le funzioni di cui dispongono generalmente non si



In commercio si possono trovare molte schede che svolgono funzioni di ingresso/uscita adatte per il collegamento al computer



Schema elettrico della scheda sperimentale. Il componente principale di questo circuito è l'8255

adattano completamente alle esigenze dell'utente; in altri casi invece, essendo progettate per applicazioni specifiche, sono valide esclusivamente per essere impiegate in un determinato campo di utilizzo. In pratica, è molto difficile trovare in commercio una scheda che si adatti completamente alle proprie necessità; a queste considerazioni bisogna aggiungere il fatto che il prezzo di queste schede è generalmente molto elevato.

L'unica alternativa rimane quella di progettarsi e costruirsi la propria interfaccia in funzione delle specifiche richieste dall'applicazione alla quale si deve adattare, ma ciò richiede una conoscenza approfondita delle caratteristiche del calcolatore, delle sue modalità di indirizzamento, dei metodi di accesso ai dispositivi e di molti altri parametri che complicano in misura notevole il progetto. La soluzione ideale sarebbe quella di poter avere a disposizione una interfaccia tra il calcolatore e il dispositivo che si vuole controllare che consenta di trascurare le caratteristiche del calcolatore, riducendo la comunicazione tra le due apparecchiature

Il componente principale di questa scheda sperimentale è l'interfaccia programmabile 8255 o PPI

ad un semplice scambio asincrono di dati paralleli. La scheda sperimentale presentata in questo capitolo costituisce proprio l'interfaccia della quale si sono delineate le caratteristiche. Infatti, è in grado di gestire la comunicazione tra le apparecchiature esterne ed il calcolatore, consentendo di semplificare al massimo il progetto qualsiasi dispositivo di ingresso/uscita richiesto dalle esigenze.

L'8255

Il componente principale di questa scheda sperimentale è l'interfaccia programmabile 8255 o PPI (*Programmable Peripheral Interface*). Questo dispositivo appartiene alla famiglia del microprocessore 8080, ed è perfettamente compatibile con i circuiti basati su questa categoria di componenti.

Come caratteristiche principali si possono citare la sua grande capacità di scambio di informazioni e la versatilità delle sue modalità di funzionamento. Comprende 24 linee di comunicazione

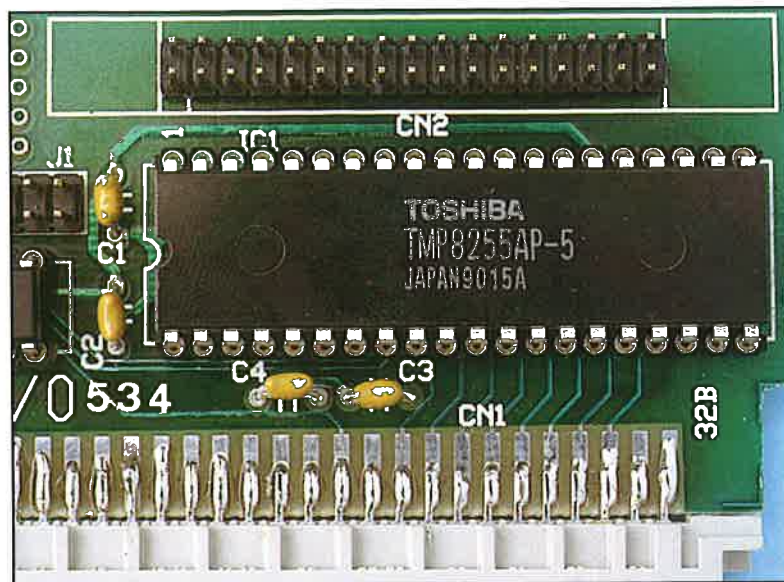
programmabili come ingressi o uscite organizzate in due gruppi indicati come gruppo A e gruppo B da 12 linee ciascuno, e tre modalità di funzionamento (0, 1 e 2).

Il gruppo A è composto dagli otto bit della porta A (PA) e dai quattro bit più significativi della porta C (da PC4 a PC7), mentre il gruppo B è composto dai quattro bit meno significativi della porta C (da PC0 a PC3) e dagli otto bit della porta B (PB). Per quanto riguarda le modalità di funzionamento, bisogna tener presente che le modalità 0 e 1 sono valide per entrambi i gruppi, mentre la modalità 2 è operativa solamente sul gruppo A. Nella modalità 0 ciascuno

dei gruppi, A e B, viene suddiviso in tre porte da quattro bit programmabili come ingressi o uscite. Gli otto bit che formano la porta A (PA) agiscono tutti come ingressi o come uscite; la stessa situazione si verifica con la porta B (PB). Al contrario, nella porta C (PC) le due porte a quattro bit possono essere programmate indipendentemente come ingressi o come uscite. Se una porta è programmata come ingresso, i dati che vengono letti sulla stessa sono quelli presenti nel momento in cui viene eseguita la lettura, poiché non vengono memorizzati nei registri dell'8255. Se è programmata come uscita invece, i dati che vengono scritti su di essa vengono mantenuti sino alla successiva richiesta di scrittura.

Nella modalità 1 ciascun gruppo viene configurato come una porta dati ad otto bit e una porta di controllo a quattro bit. I quattro bit di controllo servono per stabilire il protocollo di comunicazione con la periferica, mentre lo scambio dei dati avviene attraverso la porta ad otto bit.

Nella modalità 2 la porta A (PA) viene configurata come bus bidirezionale, mentre i cinque bit più significativi della porta C (da PC3 a PC7) vengono utilizzati come segnali di controllo per lo stesso. Come già detto, questa modalità di funzionamento è operativa solo per il gruppo A, ma il gruppo B può lavorare contemporaneamente nelle modalità 0 e 1.

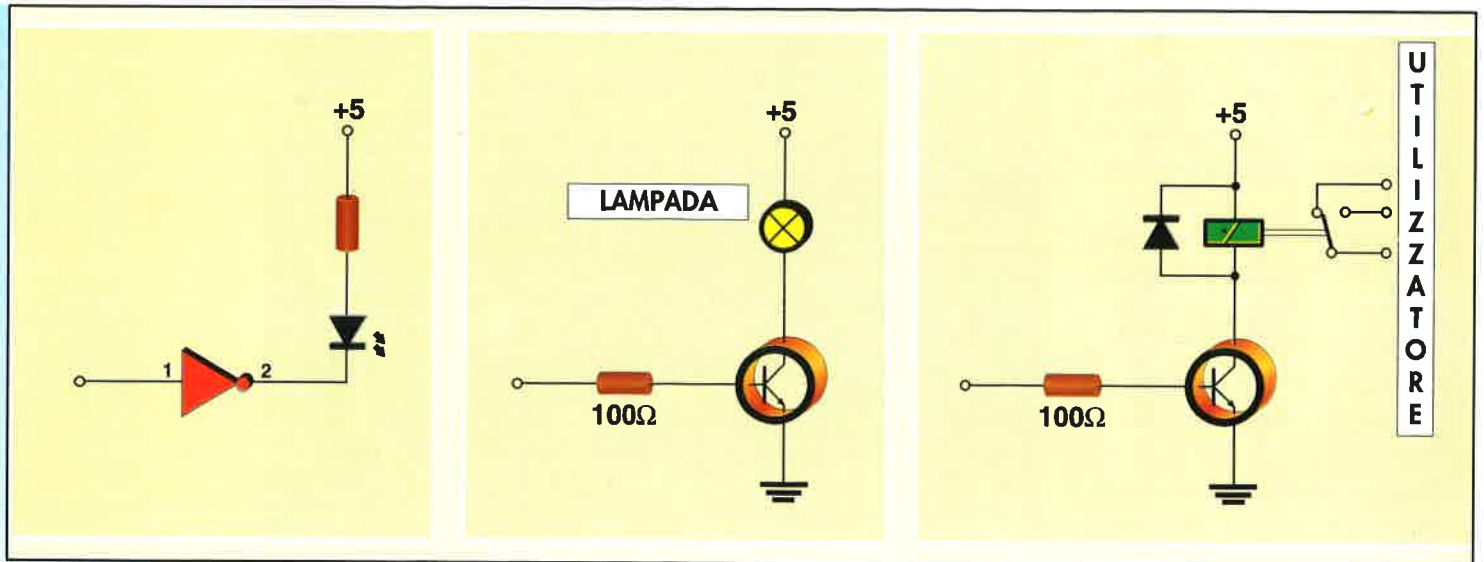


La periferica 8255 con le sue diverse modalità di funzionamento e le 24 linee di ingresso/uscita permette una notevole flessibilità di comunicazione

Per impostare la modalità di funzionamento di ciascun gruppo si sfrutta il registro di controllo, la cui struttura è la seguente:

Bit 7	- 1, attivazione della modalità
Bit 6 e 5	- Modalità del gruppo A: 00 - modalità 0 01 - modalità 1 10 - modalità 2 11 - modalità 3
Bit 4	- Indirizzo della porta A: 0 - uscita 1 - ingresso
Bit 3	- Indirizzi da PC4 a PC7: 0 - uscita 1 - ingresso
Bit 2	- Modalità del gruppo B: 0 - modalità 0 1 - modalità 1
Bit 1	- Indirizzo della porta B: 0 - uscita 1 - ingresso
Bit 0	- Indirizzi da PC0 a PC3: 0 - uscita 1 - ingresso

Il sistema di comunicazione del PPI 8255 è organizzato in due gruppi da 12 linee



Per visualizzare lo stato delle uscite si possono utilizzare dei diodi LED. Se però è necessario eccitare un relè, che richiede correnti piuttosto elevate, bisogna utilizzare un transistor

Per avere maggiori informazioni su questo dispositivo è consigliabile consultare il volume 2 della *Intel's Microsystem Components Handbook*.

DESCRIZIONE DEL CIRCUITO

La comunicazione tra il microprocessore e qualsiasi dispositivo periferico avviene tramite le porte di ingresso/uscita. Ciò significa che ogni dispositivo viene identificato da un indirizzo personale che viene memorizzato nel BIOS.

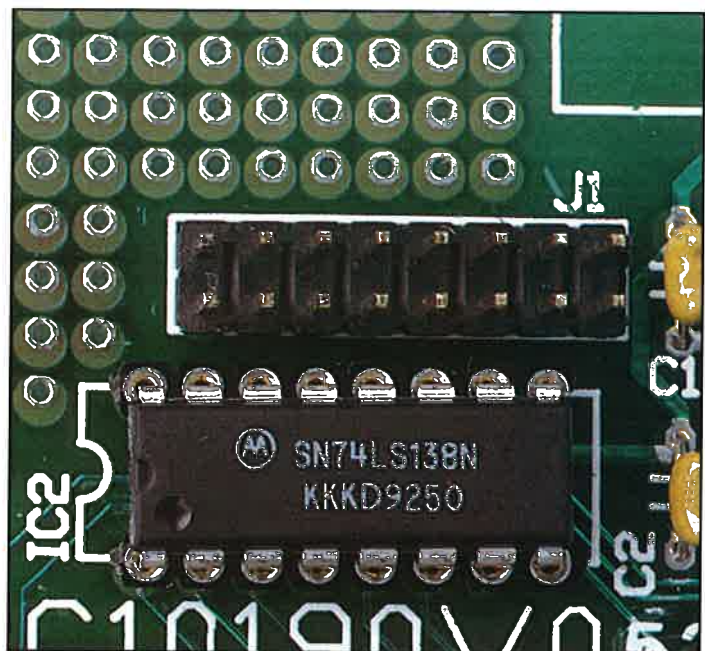
La scheda sperimentale gestisce 32 indirizzi compresi tra 200h e 2FFh. Osservando la mappa di I/O si può però notare che alcuni dispositivi tra quelli abitualmente utilizzati dal PC vengono installati proprio in questo campo di indirizzi. Per questa ragione, e per evitare problemi di interferenze, la scheda è dotata di alcuni terminali di programmazione (J1) che consentono di definire i 32 indirizzi a partire da uno degli otto indirizzi indicati nella tabella corrispondente.

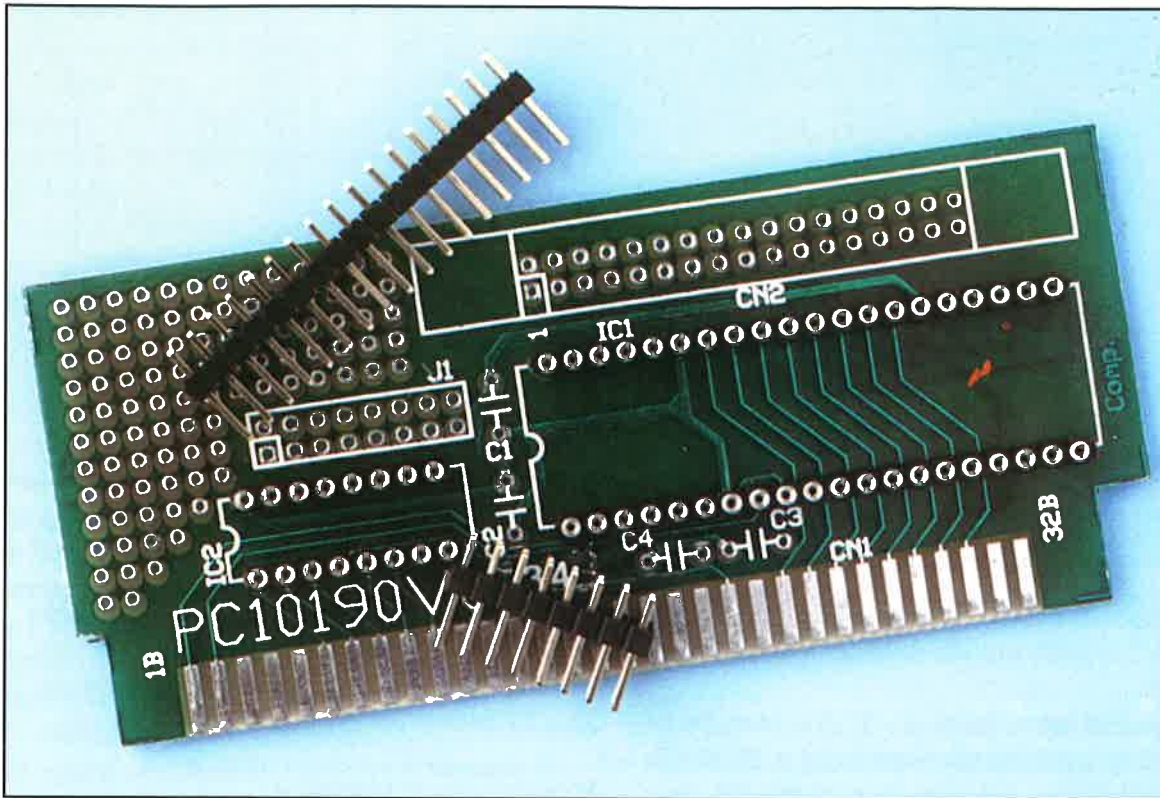
La comunicazione tra il microprocessore e qualsiasi dispositivo periferico si ottiene tramite delle porte di ingresso/uscita

Osservando lo schema elettrico si può notare che gli indirizzi vengono decodificati dal demultiplexer 74LS138 (IC2). I terminali 4, 5 e 6 sono degli ingressi di enable che devono essere rispettivamente collegati alle linee del bus AEN, A8 e A9. Quando il segnale AEN (accesso al bus di espansione) si

trova a livello logico basso il microprocessore può accedere al bus di espansione; A8 e A9 sono due bit di indirizzamento del bus. L'applicazione di una determinata combinazione sugli ingressi A B e C (ad esempio 001), corrispondenti ai terminali 1, 2 e 3 e collegati rispettivamente alle linee del bus indirizzi A5, A6 e A7, attiva una delle otto uscite di IC2. Se la combinazione presente su A, B e C è 000 viene attivata l'uscita Y0, mentre se questa è 001 l'uscita attiva è Y1, e così via sino alla combinazione 111 che attiva l'uscita Y7.

La posizione del ponticello J1 determina l'indirizzo di accesso alla scheda





I primi componenti che devono essere montati sono i terminali torniti che servono da zoccoli per gli integrati e i terminali maschi. Tutti devono essere saldati su entrambe le facce dello stampato

Esistono inoltre otto possibili combinazioni di ingresso che determinano l'indirizzo a partire dal quale si accede alla scheda. Tramite un jumper, inserito in una delle otto possibili posizioni di programmazione (J1) è possibile selezionare quale delle uscite deve agire come segnale CS per IC1. Questo segnale è attivo a livello basso per cui, quando l'uscita selezionata del multiplexer passa

a livello basso, si ha l'accesso diretto all'8255 (IC1). In questo modo l'intervallo di indirizzamento di cui si è parlato (256 posizioni) risulta suddiviso in otto segmenti da 32 posizioni, come si può notare nella colonna decimale della relativa tabella.

Gli accessi ai quattro registri dell'8255 sono controllati tramite gli ingressi A0 e A1 (terminali 9 e 8 di IC1) che sono direttamente collegati alle linee con lo stesso nome del bus di espansione del PC. Le combinazioni possibili sono:

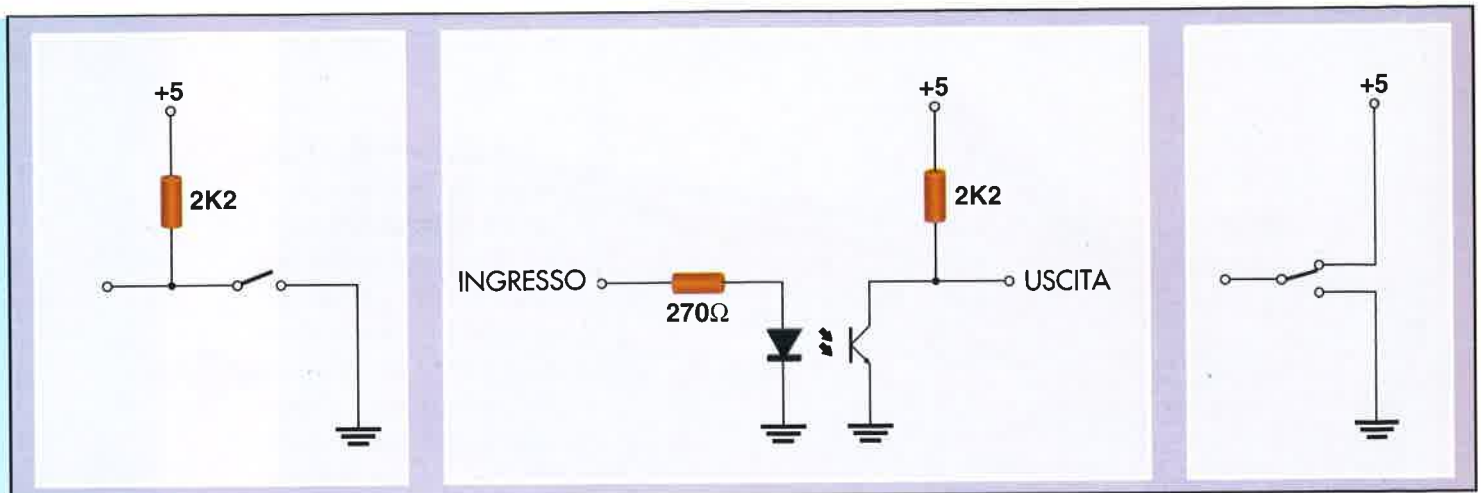
- A0=0, A1=0 - Accesso alla porta A
- A0=1, A1=0 - Accesso alla porta B
- A0=0, A1=1 - Accesso alla porta C
- A0=1, A1=1 - Accesso alla porta di controllo

Questo significa che se l'indirizzo della porta A è considerato quello di partenza, allora la porta B è selezionata all'indirizzo di partenza + 1, la porta C a quello di partenza + 2, e la porta di controllo a quello di partenza + 3. Se si inserisce il jumper nella posizione 3, l'indirizzo di partenza risulta 240h, per cui l'indirizzo della porta A

Esistono otto possibili combinazioni di ingresso che definiscono l'indirizzo di partenza per l'accesso alla scheda

Indirizzi selezionabili con J1

POSIZIONE DEL JUMPER	INDIRIZZO	
	ESADECIMALE	DECIMALE
1	200	512
2	220	544
3	240	576
4	260	608
5	280	640
6	2A0	672
7	2C0	704
8	2E0	736



Sugli ingressi si possono collegare pulsanti, fotoaccoppiatori, buffer o qualsiasi altro elemento che fornisca dei livelli di segnale TTL.

corrisponde a 240h, quello della B a 241h, quello della C a 242h e quello della porta di controllo a 243h.

I segnali di lettura (terminale 5), di scrittura (terminale 36), e dei dati (terminali da 34 a 27) di IC1, devono essere collegati direttamente alle linee con lo stesso nome presenti sul bus di espansione e vengono controllati direttamente dal microprocessore.

Sul connettore di uscita CN2 sono disponibili le tre porte dell'8255 alle quali si possono collegare i propri circuiti di interfaccia, considerando sempre attentamente la modalità con cui si fa lavorare la periferica. Su questo connettore sono anche pre-

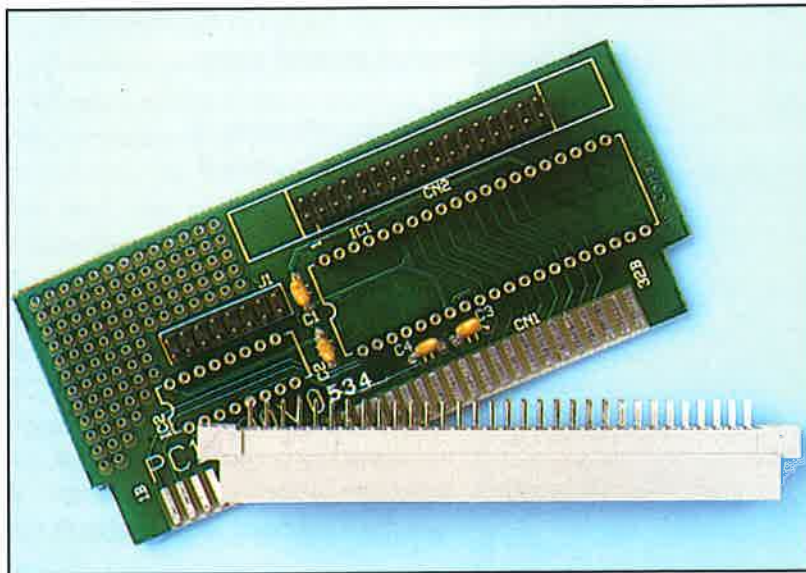
senti le alimentazioni +12, -12, +5 V, e la massa comune. Per il collegamento dei prototipi si può utilizzare un connettore femmina a crimpare da 32 + 32 contatti per cavo piatto (flat).

MONTAGGIO E VERIFICA

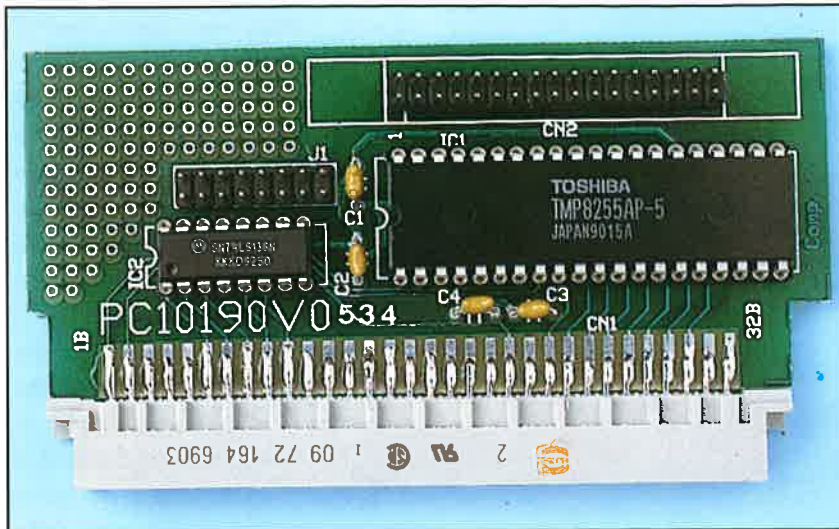
Il circuito stampato utilizzato è a doppia faccia con fori non metallizzati, per cui si deve prestare molta attenzione nell'eseguire il montaggio dei componenti poiché alcuni di questi devono essere saldati su entrambe le facce.

Il montaggio deve iniziare dai terminali utilizzati come zoccolo per i circuiti integrati, proseguire con il connettore CN2 composto da due file da 17 terminali maschi per circuito stampato, e con i terminali di selezione J1 costituiti da due file da 8 terminali maschi per circuito stampato. Successivamente si possono montare i condensatori. Per quanto riguarda CN1 (connettore eurocard da 32 + 32 terminali), si ricorda che deve essere montato in modo che il terminale 1 del connettore coincida con l'1 serigrafato sullo stampato. Inizialmente è consigliabile saldare i terminali più esterni, in modo da fissare e allineare corretta-

Dopo aver saldato i condensatori è possibile montare e saldare il connettore maschio a 32+32 terminali



Sul connettore di uscita CN2 sono disponibili le tre porte dell'8255

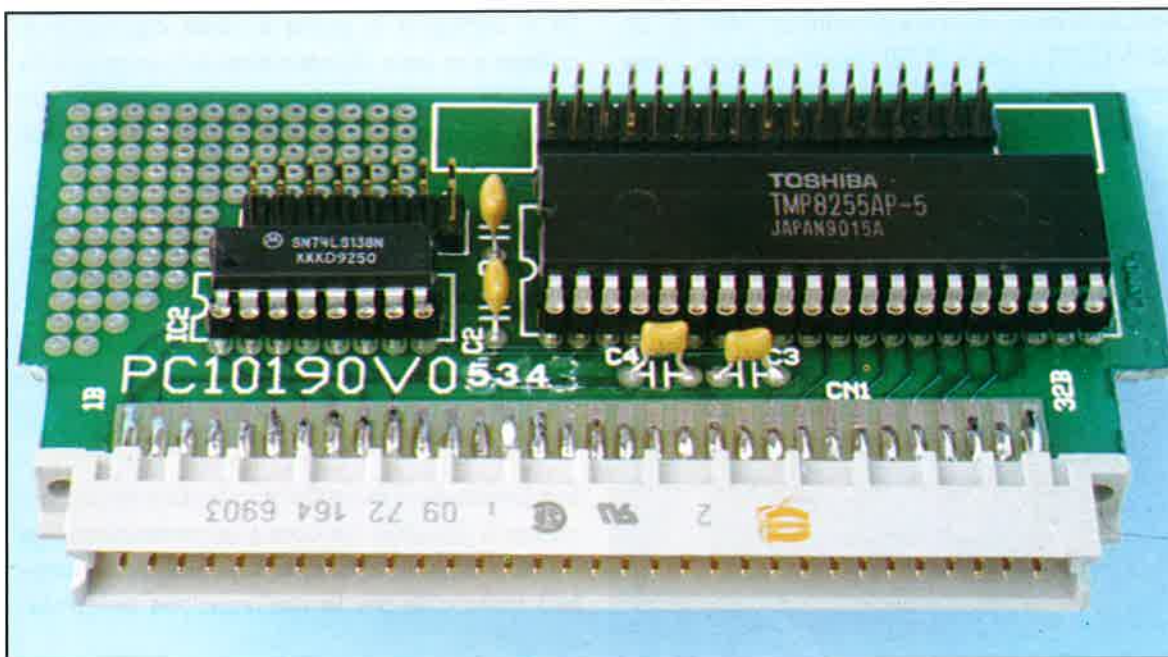


Circuito con tutti i componenti montati

mente il connettore allo stampato, e successivamente procedere con la saldatura dei rimanenti. Al termine si devono montare i circuiti integrati nei rispettivi zoccoli.

Dopo aver installato tutti i componenti è necessario effettuare un'ispezione visiva del montaggio, per verificare che tutte le saldature siano state eseguite correttamente, che non siano presenti cortocircuiti, e che i circuiti integrati siano montati esattamente. A questo punto la scheda è pronta per operare.

Dettaglio dei terminali maschi del connettore eurocard a 32+32 terminali



La scheda preleva l'alimentazione necessaria dal computer, per cui è necessario prestare particolare attenzione quando si collega il circuito

COLLEGAMENTO AL PC

Il collegamento tra il PC e la scheda sperimentale si ottiene utilizzando la scheda di espansione del bus presentata in uno dei primi capitoli. Non si deve pensare di eliminare il connettore eurocard e collegare direttamente la scheda allo slot di espansione del PC, poiché i connettori non sono compatibili e si potrebbe danneggiare seriamente il PC.

La scheda sperimentale preleva l'alimentazione dal computer, per cui si deve avere la precauzione di spegnere il computer prima di effettuare qualsiasi tipo di collegamento, in modo da evitare l'insorgere di possibili guasti.

MODALITÀ DI UTILIZZO

Se si osserva la mappa di ingresso/uscita del PC si può notare che all'indirizzo 240h non è previsto il collegamento di nessuna periferica convenzio-

Elenco componenti

Condensatori

C1-C4= 100 nF, ceramici

Circuiti integrati

IC1 = 8255

IC2 = 74LS138

Connettori

CN1 = Connettore eurocard
maschio 32+32 (a+b)

CN2 = due file da 17 terminali
maschi per c.s.

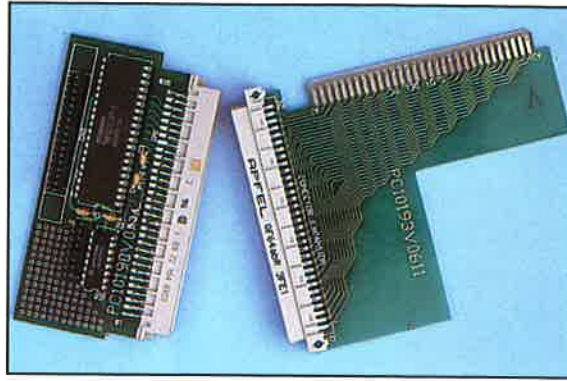
J1 = due file da 8 terminali maschi
per c.s.

Varie

56 Terminali torniti per zoccoli

1 jumper per J1

Circuito stampato PC10190V0534



Circuiti predisposti per il collegamento al computer

nale. Per configurare la scheda a questo indirizzo bisogna inserire il jumper nella posizione 3 di J1. Quando si alimenta il circuito, le tre porte A, B e C sono configurate come ingressi, per cui la prima operazione da effettuare è quella di configurarle nella modalità di funzionamento che si è stabilita. Per eseguire questa operazione bisogna scrivere nel registro di controllo dell'8255 la combinazione di bit desiderata, in accordo con le funzioni che ciascuna porta deve svolgere. Se i due gruppi devono operare in modalità 0 e tutte le porte devono essere delle uscite è necessario scrivere sulla porta di controllo il valore decimale 128. L'indirizzo della porta di controllo è 243h (579 in decimale), per cui in BASIC si deve scrivere OUT 579,128. Per accedere alle porte A, B e C si devono utilizzare gli indirizzi 240h (576), 241h (577) e 242h (578) rispettivamente. L'operazione di scrittura si esegue sfruttando l'istruzione "OUT indirizzo, valore", mentre quella di lettura

ra con l'istruzione "variabile=INP indirizzo".

Se non si è progettato nessun circuito da collegare alla scheda sperimentale, e si desidera familiarizzare con il suo funzionamento, si possono utilizzare come ingressi e uscite gli elementi che compaiono nelle figure (diodi LED, pulsanti, ecc.).

Per verificare il funzionamento delle porte, configurate come stabilito (modalità 0 e tutte uscite), si può collegare il circuito con il diodo LED di figura all'uscita che si desidera

controllare. Se si applica un diodo ad ogni uscita della porta A e si desidera farli accendere tutti, è sufficiente eseguire l'istruzione "OUT 576,255", mentre per spegnerli si può utilizzare l'istruzione "OUT 576,0".

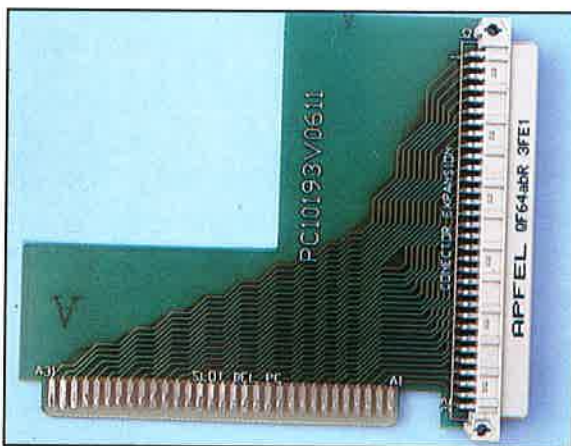
Se si vuole far funzionare la porta A come contatore binario, si deve eseguire il seguente programma:

```
10 OUT 579,128
20 CONT=0
30 OUT 576,CONT
40 IF CONT=255 GOTO 20
50 CONT=CONT+1
60 GOTO 30
```

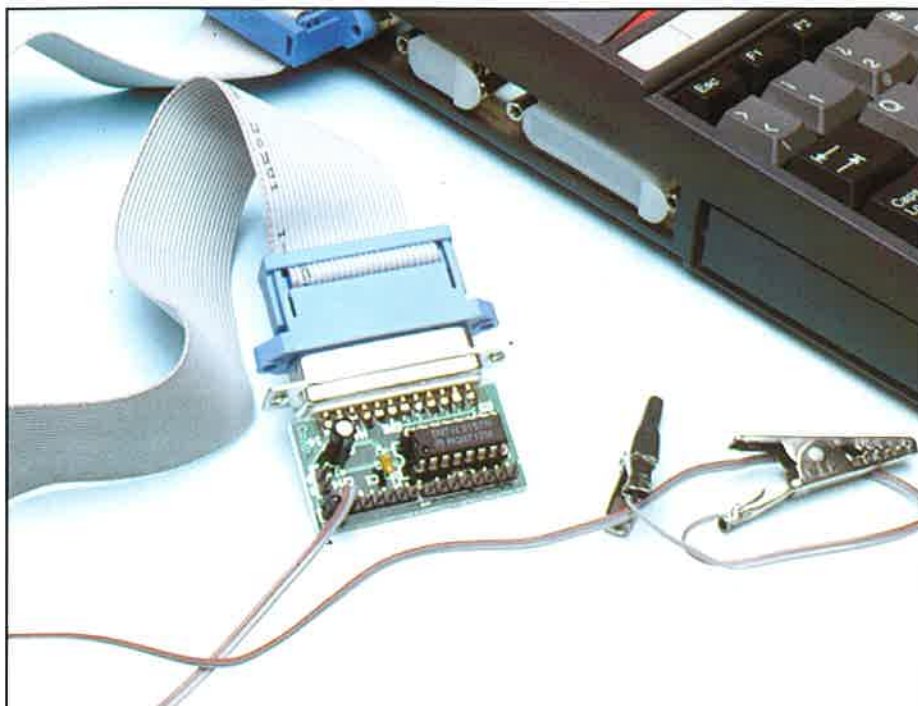
Se si configura la porta B come ingresso e si collega una serie di interruttori sui suoi otto bit è possibile simulare un ingresso dati. Per leggere questi dati si deve eseguire il seguente programma:

```
10 OUT 579,130
20 VALORE=INP 577
30 LOCATE 1,20:PRINT VALORE;
40 GOTO 20
```

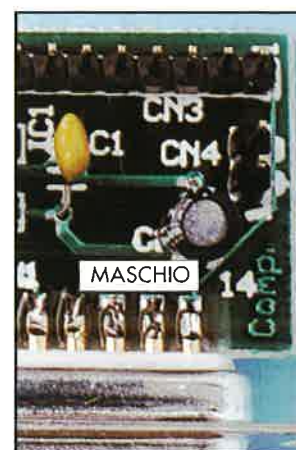
Eseguendo diverse verifiche nelle diverse configurazioni è possibile conoscere approfonditamente il funzionamento di questo dispositivo, che diventerà molto utile per la realizzazione dei propri progetti.



La scheda sperimentale viene collegata all'elaboratore per mezzo di questa scheda di prolunga del bus



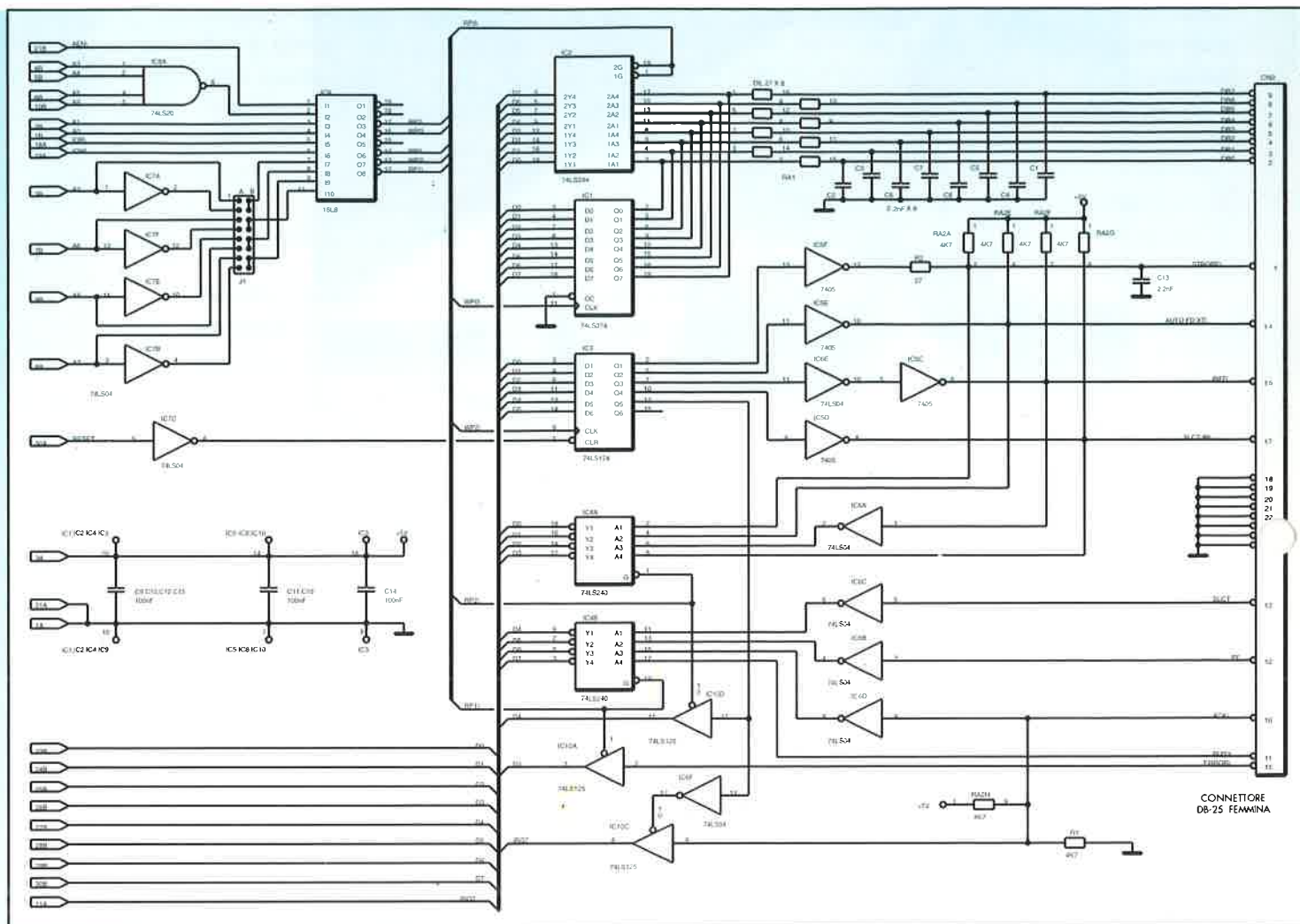
INTERFACCIA DI I/O CENTRONICS



L'interfaccia Centronics è il circuito standard più comune in un elaboratore per la trasmissione delle informazioni verso una stampante, ma è poco conosciuta come interfaccia per l'ingresso dei dati.

per capire come sia possibile che una porta considerata sempre esclusivamente di uscita dei dati possa diventare anche di ingresso degli stessi, è necessario conoscere perfettamente il suo funzionamento. Per questa ragione, prima di affrontare nei dettagli il circuito proposto, viene analizzato lo schema di una ipotetica porta che può essere realizzata praticamente senza alcun problema.

Viene analizzato il funzionamento di una porta che può essere realizzata anche praticamente



Schema completo dell'ipotetica interfaccia Centronics

L'INTERFACCIA CENTRONICS

L'interfaccia Centronics è uno standard progettato specificatamente per collegare un computer ad una stampante. Questa interfaccia sfrutta la trasmissione parallela dei dati che devono essere "scritti" dalla stampante, ed è dotata di diversi segnali in parte utilizzati dal computer per la gestione del sistema e in parte inviati dalla stampante al computer per indicare le condizioni in cui si trova al fine di garantire un corretto funzionamento della comunicazione.

Il circuito dell'interfaccia Centronics è dotato di 8 linee di uscita (D0-D7), che trasmettono i dati dal computer verso la stampante. Queste trasportano la totalità dell'informazione che viene inviata ad ogni impulso di clock.

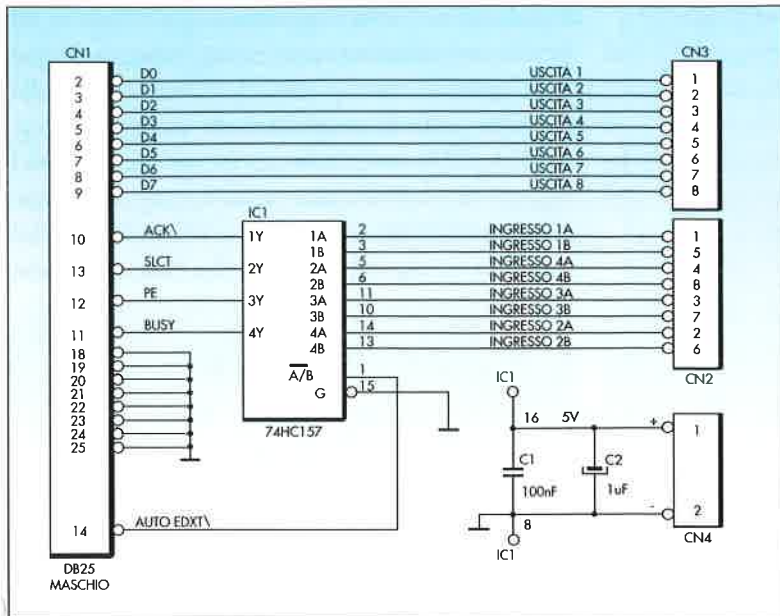
Il circuito dell'interfaccia Centronics è dotato di 8 linee di uscita per le informazioni o i dati

I segnali di controllo inviati dal computer alla stampante sono:

STROBE/: questo segnale indica alla stampante quando l'informazione presente sulle linee dei dati è stabile e perciò leggibile, e il modo in cui deve essere recepita. Il segnale deve essere normalmente a livello alto, scendere a livello basso nel periodo di trasmissione dei dati, e successivamente tornare a livello alto.

INIT/: questa linea invia un segnale che forza la stampante ad interrompere la stampa e a cancellare completamente i dati contenuti nel buffer; la condizione si verifica quando questa linea commuta a livello basso. Un altro sistema per inicializzarla è quello di inviare il codice di escape proprio della stampante.

SLCT IN/: quando si trova a livello basso la



Schema del circuito di I/O Centronics che fornisce 8 ingressi e 4 uscite

stampante risulta selezionata. Quando è a livello alto il trasferimento dei dati non avviene. Alcune stampanti hanno questo ingresso polarizzato a livello alto, per cui risultano sempre selezionate. **AUTO FD/**: con questo segnale si indica alla stampante che deve eseguire in modo automatico la stampa di una linea vuota seguita da un ritorno carrello.

Le uscite di cui è dotata la stampante per indicare al calcolatore i processi che sta eseguendo sono: **ACK/**: è un impulso negativo (commutazione da livello alto a basso) per indicare al calcolatore che i dati inviati attraverso la porta sono stati ricevuti correttamente e che può inviarne altri.

BUSY: segnale attivo a livello alto per indicare all'elaboratore che non deve inviare più dati; generalmente si attiva nel momento in cui il buffer della stampante è pieno oppure quando la stampante non è in ON LINE. Per questi motivi il computer deve interrompere immediatamente l'invio di ulteriori informazioni.

SLCT: segnale attivo a livello alto, con il quale si informa il calcolatore che la stampante è presente. Il caricamento della linea può essere costituito semplicemente da una resistenza che polarizza il segnale a + 5 V.

ERROR/: come indica il nome stesso, informa il calcolatore che nella stampante si è verificato un errore, e che questa non è in grado di ricevere altri dati finché questo errore non è stato corretto. Il

sistema operativo visualizza sullo schermo l'errore rilevato, e consente all'utente di procedere con la stampa o di annullarla.

PE (paper end): indica al computer che la stampante non ha più carta nel suo vassoio, e normalmente si attiva (livello alto) assieme al segnale **ERROR**.

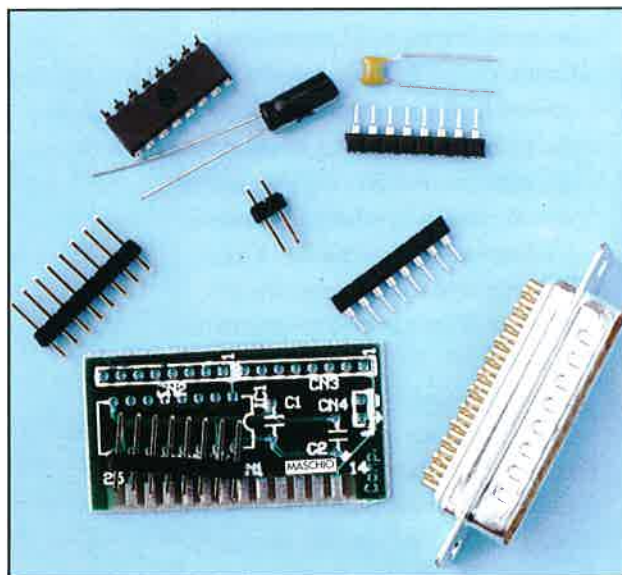
L'interfaccia è dotata di un connettore DB-25 a 25 terminali sul quale sono presenti questi segnali di trasmissione che sono completamente compatibili con i livelli TTL.

Nell'organizzazione del bus del PC, ciascuna delle porte dedicate alla stampante appa-

re all'interno della mappa di ingresso/uscita del calcolatore come un gruppo di tre porte parallele; ciascuna porta esegue una funzione perfettamente definita: controllo della stampante, lettura delle sue informazioni e invio dei dati verso la stessa. Di seguito verrà indicato il modo per indirizzare queste tre porte all'interno della mappa di I/O del PC. Inizialmente verranno definiti solamente gli indirizzi relativi a LPT1, per esaminare successivamente la loro corrispondenza con quelli delle altre porte per stampante LPT2 e LPT3, in quanto si

Le uscite di cui è dotata la stampante per indicare al calcolatore i processi che sta svolgendo sono: **ACK/**, **BUSY**, **SLCT**, **ERROR/** e **PE**

Componenti necessari per realizzare il circuito



Nella organizzazione del bus del PC, ciascuna delle porte Centronics viene vista come un gruppo di tre porte parallele

comportano esattamente allo stesso modo. **PORTA 378:** in questa porta vengono scritti i dati che devono essere inviati alla stampante. Questi dati devono essere immagazzinati in un latch, in modo che compaiano sul connettore di uscita. La corrispondenza tra i segnali e i 25 terminali del connettore deve essere la seguente:

BIT	FUNZIONE	PIN
D0	dato 0	2
D1	dato 1	3
D2	dato 2	4
D3	dato 3	5
D4	dato 4	6
D5	dato 5	7
D6	dato 6	8
D7	dato 7	9

L'insieme di questi bit forma il byte di informazione che deve essere inviato alla stampante; ovviamente questi dati devono appartenere ad un codice dei caratteri stampabili o ad un codice di escape, come detto in precedenza a proposito dei metodi di inizializzazione della stampante.

La porta è di uscita, per cui è possibile solamente eseguire una lettura per la verifica dei dati inviati; si ricordi però che si sta parlando di una porta di sola uscita e non bidirezionale.

PORTA 379: è una porta di ingresso nella quale si evidenziano le uscite di stato della stampante. Come si può osservare nella relativa tabella, non tutti i bit di cui è dotata questa porta vengono utilizzati, in quanto i segnali previsti in questa interfaccia per segnalare lo stato nel quale si trova la stampante sono solamente cinque. La distribuzione e la corrispondenza tra i terminali del connettore dell'interfaccia e i bit della porta sono riportati nella tabella corrispondente.

Come si può osservare nella tabella, il bit 7 è invertito nel bus

rispetto al segnale ricevuto sul connettore. Il bit può essere utilizzato come un segnale esterno per la richiesta di interrupt (IRQ7) abilitato da uno dei bit della porta di controllo della stampante.

PORTA 37A: in questa porta vengono scritti i segnali di controllo per la stampante; come nel caso precedente non vengono utilizzati tutti i bit della porta, poiché il protocollo Centronics non

BIT USCITA	FUNZIONE	PIN
D0	non usato	
D1	non usato	
D2	non usato	
D3	ERROR/	15
D4	SLCT/	17
D5	PE	12
D6	ACK/	10
D7	BUSY/	11

prevede otto uscite per il controllo della stampante. Le uscite sono riportate nella tabella corrispondente.

FUNZIONAMENTO

Come si può osservare, i bit 0, 1 e 3 risultano invertiti nella porta rispetto alle uscite del connettore. Questi segnali di uscita, come già visto per la

A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	PORTA ABILITATA
1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	278H
1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	279H
1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	27AH
1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	378H
1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	379H
1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	37AH
1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	3BCH
1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	3BDH
1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	3BEH

PORTA 378, possono essere letti nel circuito di interfaccia per verificare la loro esattezza. I bit 0, 1 e 3, risultando invertiti rispetto al segnale di uscita, devono essere nuovamente invertiti per evitare problemi durante questa verifica.

Queste tre porte forniscono globalmente 12 uscite e 5 ingressi utilizzabili per il controllo completo della stampante.

Come detto in altre occasioni, il sistema operativo MS-DOS può supportare sino a tre di queste porte, che vanno da LPT1 a LPT3; la corrispondenza tra queste tre porte, con riferimento ad LPT1, è riportata nella relativa tabella, nella quale l'indirizzo della mappa di I/O di LPT1 corrisponde all'indirizzo di LPT2 o LPT3 che svolge la stessa funzione.

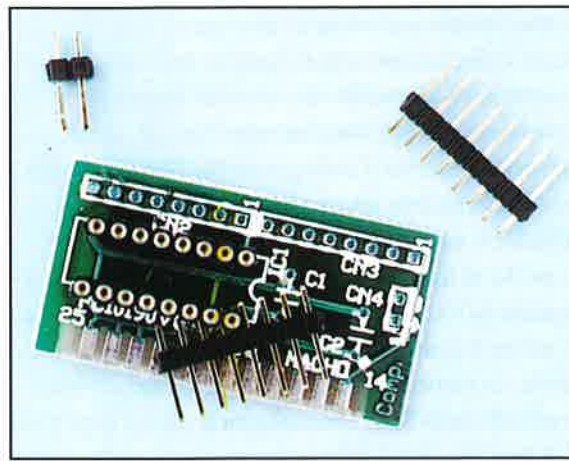
Con riferimento alle specifiche precedenti, che sono quelle che devono soddisfare tutti i circuiti di interfaccia per PC, viene proposto l'ipotetico circuito di interfaccia Centronics nel quale, per poterne meglio comprendere il funzionamento, vengono distinte le due sezioni più importanti: il decodificatore di indirizzi e il circuito di interfaccia propriamente detto.

BIT USCITA	FUNZIONE	PIN
D0	STROBE	1
D1	AUTO FD	14
D2	INIT/	16
D3	SLCT IN/	17
D4	ABILITAZIONE DI INTERRUPT (IRQ7)	
D5	non usato	
D6	non usato	
D7	non usato	

IL DECODIFICATORE

La decodifica di queste porte è una parte molto importante di questa interfaccia: è necessario infatti selezionare i tre indirizzi della mappa di ingresso/uscita che controllano ciascuna delle porte. In questo circuito questa funzione si ottiene con una PAL.

Le porte LPTn hanno un indirizzo di base, che corrisponde con l'uscita dei dati, e due indirizzi



Inizialmente si devono saldare i terminali torniti

successivi per il controllo e la lettura della stampante. Gli indirizzi di base sono: 378(LPT1), 278(LPT2) e 3BC(LPT3).

Se si osserva la relativa tabella degli indirizzi, si può verificare lo stato nel quale si trovano i bit di indirizzo per la selezione della porta richiesta. In corrispondenza di ogni indirizzo di base, la parte di porta alla quale si desidera accedere viene selezionata tramite A0 e A1; questo è il motivo per cui le suddette linee vengono inviate direttamente alla PAL senza necessità di alcun altro circuito addizionale, come per le altre linee del bus indirizzi.

L'INTERFACCIA

Come si può osservare nello schema, dopo che sono stati decodificati i segnali di lettura e di scrittura il funzionamento dell'interfaccia è di facile comprensione. In pratica, è formata essenzialmente da qualche latch controllato dai segnali già decodificati inviati dalla PAL.

I segnali che controllano la porta di invio dei dati alla stampante sono RPO e WPO, che corrispondono rispettivamente alla lettura e alla scrittura di questa porta. Sulla sua uscita si possono notare

PORTA	DATI	STATUS	CONTROLLO
LPT1	378	379	37A
LPT2	278	279	27A
LPT3	3BC	3BD	3BE

Le porte LPTn hanno un indirizzo di base che corrisponde all'uscita dei dati, mentre i due indirizzi successivi sono dedicati al controllo e alla lettura della stampante

L'uscita di RESET azzerava solamente il registro dell'uscita di controllo della stampante, e attiva il segnale INIT/ di inizializzazione

alcune resistenze in serie alle uscite dei dati, e alcuni condensatori collegati a massa. Questi componenti formano un circuito tampone che serve per evitare interferenze che si possono generare durante il collegamento. Questo stesso circuito tampone viene utilizzato per il segnale STROBE/.

La porta di controllo viene indirizzata tramite il segnale WP2 e verificata con RP2. In questa porta di uscita è presente un bit (bit 4) per mezzo del quale, se viene impostato ad 1, è possibile abilitare l'interrupt IRQ7 in modo che si attivi il segnale ACK/.

Infine, la porta di lettura degli stati viene controllata tramite il segnale RP1, che abilita l'uscita del suo latch (IC4) che normalmente si trova in stato di alta impedenza.

L'uscita RESET cancella solamente il registro dell'uscita di controllo della stampante, che permette l'attivazione del segnale INIT/ che la inizializza.

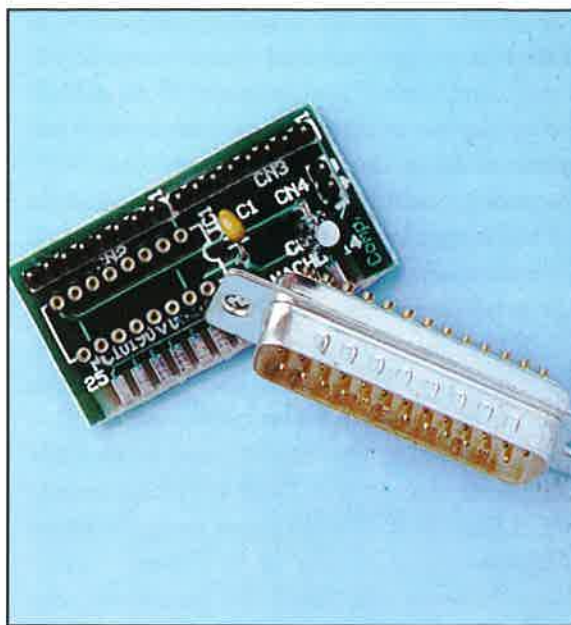
CIRCUITO DI I/O CENTRONICS

Dopo aver descritto il circuito di interfaccia per la stampante, si può esaminare il circuito presentato in questo capitolo che, anche se molto semplice, può risultare molto utile per leggere dei dati tramite il calcolatore senza dover collegare altri circuiti al suo interno.

Il dispositivo proposto è basato su di un solo circuito integrato non eccessivamente complesso, un multiplexer quadruplo a due ingressi e 1 uscita, che consente di moltiplicare per due gli ingressi disponibili della porta Centronics. Questo integrato è dotato perciò di 8 ingressi e quattro uscite di facile gestione per impieghi generali.

Il funzionamento è il seguente: la linea AUTO FD seleziona quattro ingressi della porta quando si trova a livello alto, e gli altri quattro quando si trova a livello basso. Per il controllo e la lettura della porta di ingresso si deve utilizzare una routine che comprima i 4 bit di ingresso e li memorizzi in un byte.

La routine, riportata nella figura corrispondente, inizialmente carica nel registro DX l'indirizzo della porta di controllo della stampante; in questo esempio la routine esegue la lettura sulla porta LPT1, che si trova all'indirizzo 37AH. Se si desidera collegare questo circuito ad un'altra porta, o se l'indirizzo non corrisponde a LPT1, si possono

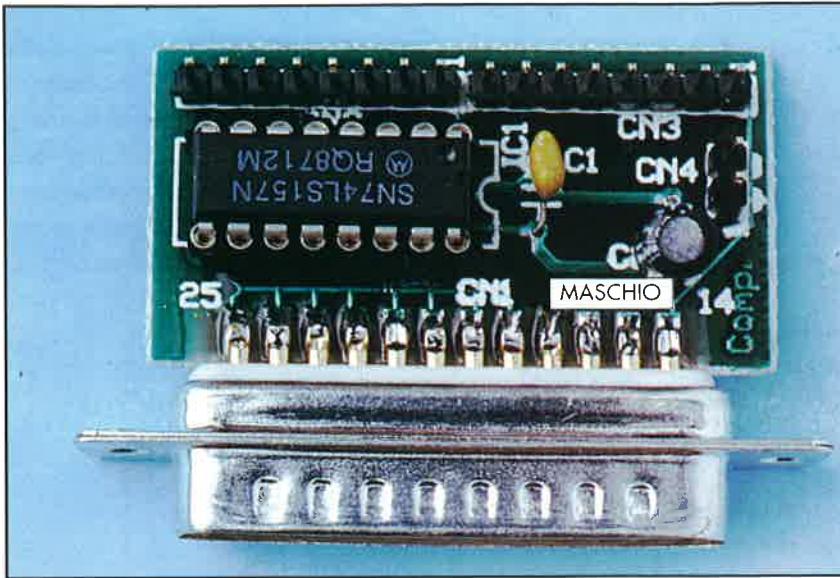


I terminali del connettore DB25 devono essere saldati direttamente allo stampato su entrambe le facce

```

MOV DX,037AH ;Indirizzo della porta di controllo
IN AL,DX ;Lettura della porta
MOV CH,AL ;Salvataggio dello stato della porta
MOV AL,00000111 ;AUTO FD/=0, senza interrupt
OUT DX,AL ;Selezione dei bit meno significativi
DEC DX ;Indirizzo della porta di stato
MOV CL,4 ;Spostamento di quattro posizioni
; (Inserire un ritardo facoltativo)
IN AL,DX ;Lettura dei 4 bit meno significativi
SRL CL,AL ;Spostamento dei bit bassi
MOV AH,AL ;e posizionamento in AH
INC DX ;Ritorno alla porta di controllo
MOV AL,00000101 ;AUTO FD/=1
OUT AL,DX ;Selezione dei bit più significativi
DEC DX ;Ritorno alla porta di ingresso
; (Inserire un ritardo facoltativo)
IN AL,DX ;Lettura dei bit
AND AL,FOH ;Preparazione del dato
OR AH,AL ;Fusione degli 8 bit
XOR AH,88H ;Correzione per il valore reale
MOV AL,CL ;Recupero della porta di cont. iniziale
INC DX ;Indirizzamento del controllo
OUT AL,DX ;Ripristino finale
RET ;il byte reale è memorizzato in AH

```



Con questo circuito si hanno a disposizione 8 ingressi e 4 uscite di facile gestione in applicazioni di uso generale

usare gli indirizzi 27AH per LPT2 e 3BEH per LPT3. Dopo aver impostato l'indirizzo viene letto e memorizzato il valore presente su questa porta, in modo che dopo aver terminato la sua lettura possano essere ripristinati i valori presenti in precedenza (se si utilizzano questi bit come uscite addizionali questa operazione può risultare molto utile); successivamente viene impostato a livello basso il segnale AUTO FD/, in modo che esegua la lettura dei 4 bit "bassi" della porta degli ingressi. Questi bit "bassi", selezionati con il segnale AUTO FD/=0, sono quelli meno significativi del byte, e corrispondono ai bit 0, 1, 2 e 3.

Dopo aver letto questi bit di ordine inferiore la routine salva i loro valori nel registro AL; successivamente vengono spostati di quattro posizioni per lasciare spazio ai quattro bit più significativi; dopo lo spostamento vengono memorizzati nel registro AH. Al termine della lettura dei bit di ordine inferiore viene modificato il valore del segnale AUTO FD/ in modo che commuti a livello alto (logico 1) per permettere la selezione dei quattro bit di ordine superiore tramite la commutazione degli ingressi del 74HC157; questi bit vengono

letti e successivamente compattati con quelli letti in precedenza per formare un byte.

La fusione dei bit viene eseguita nel seguente modo. Vengono predisposti i quattro bit meno significativi, che occupano le linee da D7 a D4 della porta, e vengono spostati verso D3-D0 tramite l'istruzione SRL (che viene eseguita quattro volte); il byte risultante assume la forma "0000XXXX". Successivamente, durante la lettura dei bit più significativi, con l'istruzione "AND FOH" vengono forniti nel forma-

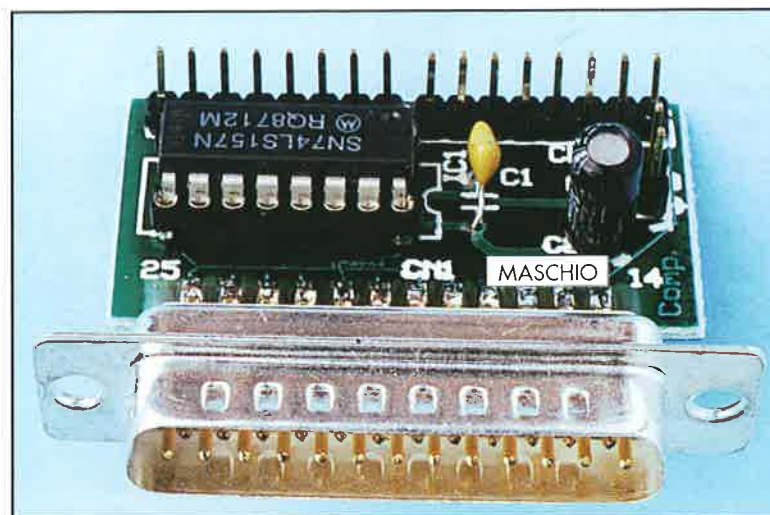
to "XXXX0000", con il quale è già possibile eseguire una istruzione OR per ottenere il byte risultante.

Per fare in modo che questo byte sia realmente corretto si deve invertire il bit che corrisponde all'ingresso ACK/, supposto che nell'interfaccia venga ricevuto in forma negata; per eseguire questa inversione del bit senza alterare il contenuto rimanente bisogna utilizzare l'istruzione "XOR 88H"; il risultato che si riscontra nel registro AH corrisponde al valore reale della porta a 8 bit.

Nel listato si può notare che vi sono alcune linee

Per il controllo e la lettura della porta di ingresso si deve utilizzare una routine che comprimi i due gruppi da 4 bit di ingresso e li memorizzi in un byte

Il connettore DB25 è maschio, per cui può essere collegato direttamente alla porta Centronics



che indicano "Inserire un ritardo facoltativo"; queste linee vengono utilizzate per fare in modo che i quattro ingressi selezionati si stabilizzino. Questo ritardo dipende dalla velocità del multiplexer utilizzato e dalla velocità di elaborazione del PC.

MONTAGGIO

Come si può osservare nello schema questa scheda non presenta alcun problema di montaggio, in quanto i componenti utilizzati sono davvero pochi, solamente un circuito integrato e qualche elemento passivo, poiché viene quasi integralmente sfruttata la circuiteria della scheda di interfaccia Centronics. Si ricorda che si tratta di un circuito a doppia faccia con fori non metallizzati, per cui i componenti devono essere saldati da entrambi i lati.

Inizialmente è opportuno saldare i terminali torniti che servono da zoccolo per l'integrato, e i terminali maschi che formano i connettori CN2, CN3 e CN4. Successivamente si possono montare i condensatori e il connettore DB-25 maschio; quest'ultimo deve essere installato in modo che lo stampato si incastrerà tra le sue due file di terminali,

facendo attenzione a non forzare l'inserimento dello stesso per evitare il danneggiamento delle piste. Infine, non rimane che da inserire il multiplexer 74HC157 nel suo zoccolo ed eseguire tutti i cablaggi necessari per collegare i bit di ingresso e di uscita alle applicazioni che si desiderano. Poiché il circuito non è dotato di alimentazione propria, è stato previsto un connettore per il collegamento ad un alimentatore a 5 V.

Elenco componenti

Condensatori

C1 = 100 nF, ceramico

C2 = 1 µF 16 V al tantalio

Circuiti integrati

IC1 = 74HC157 o equivalente

Varie

16 terminali torniti femmina

Connettore DB-25 maschio

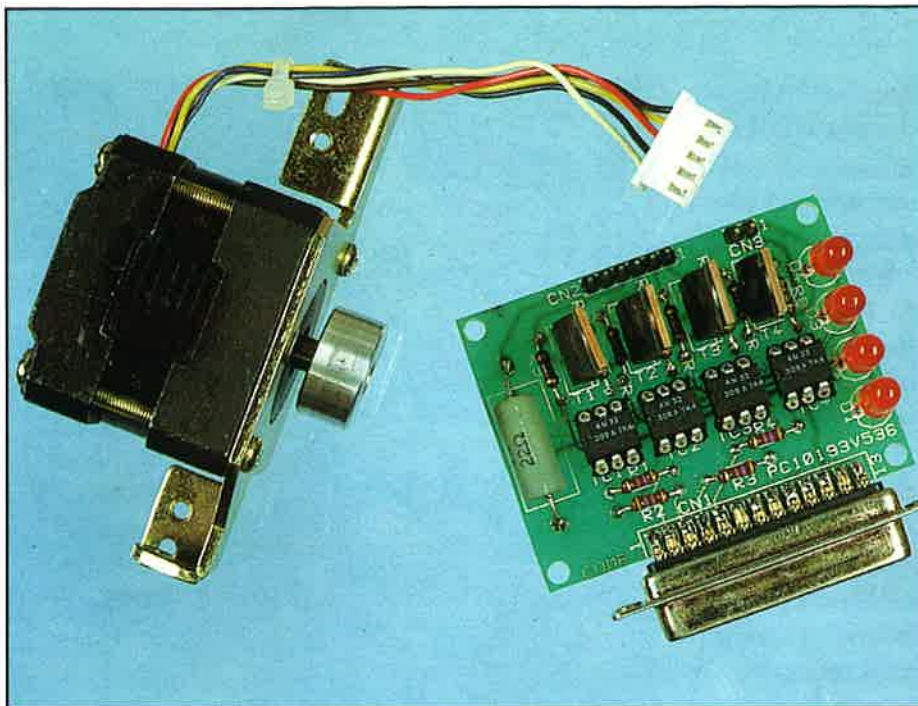
18 terminali maschi per c.s.

Circuito stampato PC10190V0535

L'acquisizione dei dati può essere effettuata anche da un portatile

Poiché il circuito non è dotato di alimentazione propria, è previsto un connettore per fornirgli i 5 V necessari

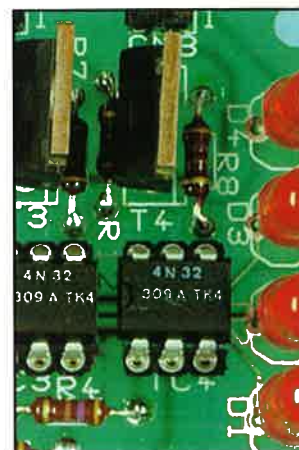




CONTROLLO DI MOTORI PASSO-PASSO

Uno dei componenti più interessanti nel mondo della robotica è senza dubbio il motore passo-passo. Per questa ragione, tra le varie proposte di dispositivi collegabili al computer, non poteva mancare una interfaccia per il controllo di questo particolare tipo di motori tramite PC.

In questo capitolo verranno fornite tutte le informazioni necessarie per costruire una interfaccia tra il calcolatore e un motore passo-passo, al fine di consentire ai lettori di addentrarsi in modo semplice e didattico nell'affascinante mondo dell'automazione. Durante la descrizione della parte realizzativa e di utilizzo di questa interfaccia verranno affrontati anche gli aspetti teorici relativi a questo tipo di motori, fino ad arrivare alla formulazione di un



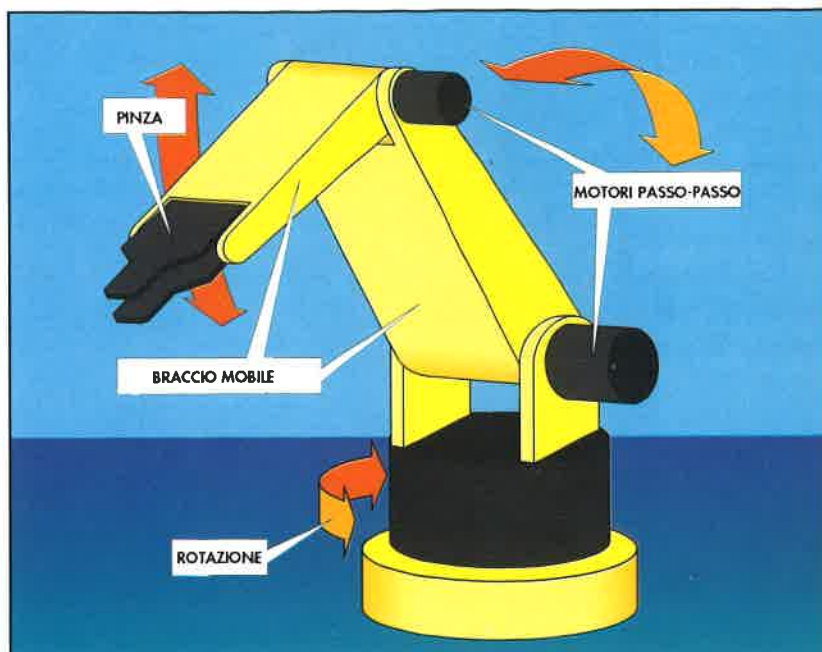
Costruendo e utilizzando questa interfaccia si può imparare buona parte della teoria relativa a questi motori.

Lo spostamento angolare di un motore di questo tipo avviene per passi fissi determinati dalla sua struttura costruttiva

programma in BASIC necessario per il suo funzionamento.

Questo circuito può essere utilizzato anche come controller, poiché se viene abbinato ad un qualsiasi relè di tipo standard facilita la comunicazione del PC con il mondo esterno.

Il primo tema che bisogna affrontare riguarda il funzionamento dei motori passo-passo; conoscendo questo aspetto sarà possibile comprendere i metodi e le tecniche utilizzate per il loro controllo con l'interfaccia proposta.



Con un motore passo-passo si ottengono movimenti di precisione

I MOTORI PASSO-PASSO

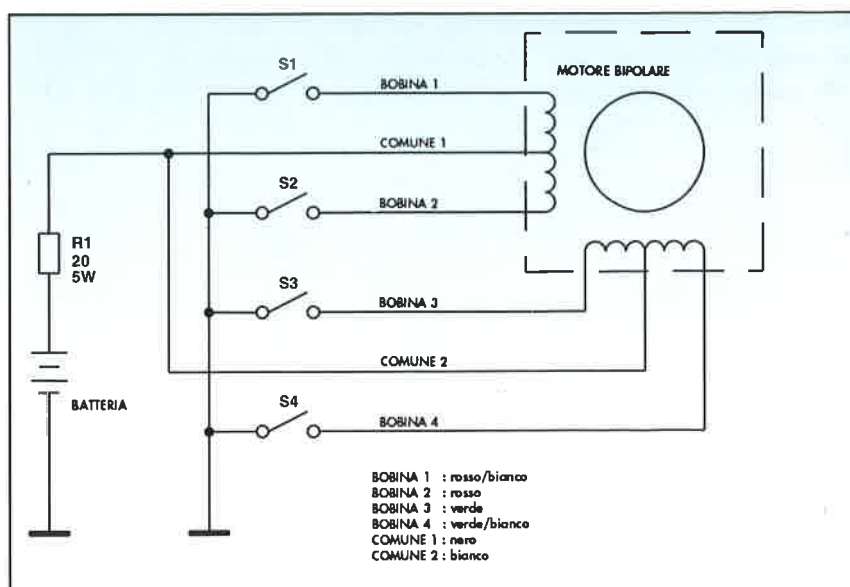
Solo pochi componenti hanno provocato tante mutazioni nel mondo dell'automazione industriale come i motori passo-passo. Oltre alla vastissima gamma di applicazioni nell'industria meccanica moderna, questi motori costituiscono l'elemento fondamentale della robotica applicata.

Quando si parla di robotica industriale, molti lettori potrebbero essere portati a pensare ad apparecchiature molto grandi e complesse, ma

non sempre è così. Di fatto, i motori passo-passo vengono utilizzati anche in dispositivi molto comuni, come possono essere i floppy drive del calcolatore, le stampanti e addirittura qualche gioco per bambini. La conoscenza di questi dispositivi e dei loro circuiti di controllo è sicuramente un requisito indispensabile per coloro che intendono addentrarsi nel mondo dell'elettronica industriale. Infatti, si è sviluppato un gergo del tutto particolare legato a questi dispositivi e alle periferiche alle quali sono connessi.

Qualcuno si potrebbe chiedere cosa hanno di tanto particolare i motori passo-passo per essere considerati così speciali; bisogna sapere, che essenzialmente non differiscono molto da un motore in corrente continua standard, anche se il modo di operare è completamente diverso. Un motore passo-passo viene progettato e costruito non per ruotare in modo continuo ad una determinata velocità, ma per eseguire una rotazione angolare prefissata in corrispondenza di ogni impulso che arriva al suo sistema di controllo; ciascuna di queste rotazioni parziali viene definita passo reale del motore.

I motori passo-passo sono dotati di due bobine con presa centrale



BOBINA	1	2	3	4	EQUIVALENTE DECIMALE
PASSO					
1	1	0	1	0	10
2	1	0	0	1	9
3	0	1	0	1	5
4	0	1	1	0	6

1 = ATTIVATA
0 = DISATTIVATA

Tabella dei passi e dei corrispondenti valori di ciascun bit

Ogni motore di questo tipo, per eseguire una rotazione completa di 360 gradi, deve effettuare un certo numero di passi finito, che dipende dalle caratteristiche intrinseche di costruzione.

Un passo di 1,8 gradi può essere considerato un valore normale; ciò significa che ad ogni impulso (che sarà esaminato successivamente) ricevuto direttamente dal controller, l'asse del motore effettua una rotazione di 1,8 gradi per poi fermarsi. In questo caso, se l'asse deve effettuare una rotazione complessiva di 18 gradi è necessario applicare al controller del motore 10 impulsi. Se invece si desidera una rotazione continua, che comunque avviene per scatti successivi, il controller deve ricevere un flusso permanente e costante di impulsi.

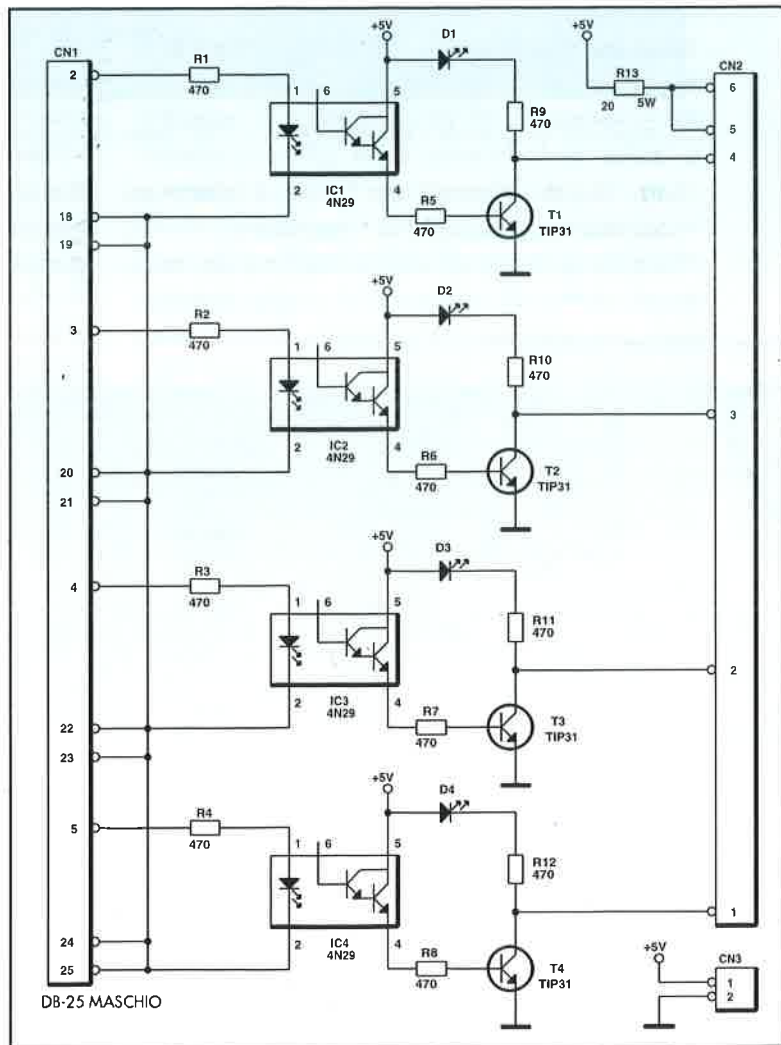
Un esempio significativo del sistema di controllo di un motore passo-passo è costituito dalla testina di una stampante, che percorre la carta longitudinalmente guidata da una cinghia dentata a sua volta pilotata da una puleggia dentata calettata sull'asse di un motore passo-passo. Il software (o per essere precisi il "firmware", un insieme di programmi contenuti in una memoria PROM) della stampante conosce in anticipo il numero di passi da applicare al suo motore, che corrispondono a un determinato numero di spazi percorsi dalla testina sulla carta. Dopo aver ordinato la stampa di un determinato carattere, il firmware invia al motore il numero esatto di impulsi perché questo si

sposti dello spazio necessario per eseguire la stampa del carattere successivo. Grazie al particolare sistema con cui vengono controllati questi motori, è possibile effettuare un cambio di direzione sfruttando semplicemente una logica molto simile a quella appena descritta. Questo è il motivo per cui alcune stampanti possono agire in entrambe le direzioni. Un'altra particolarità dei motori

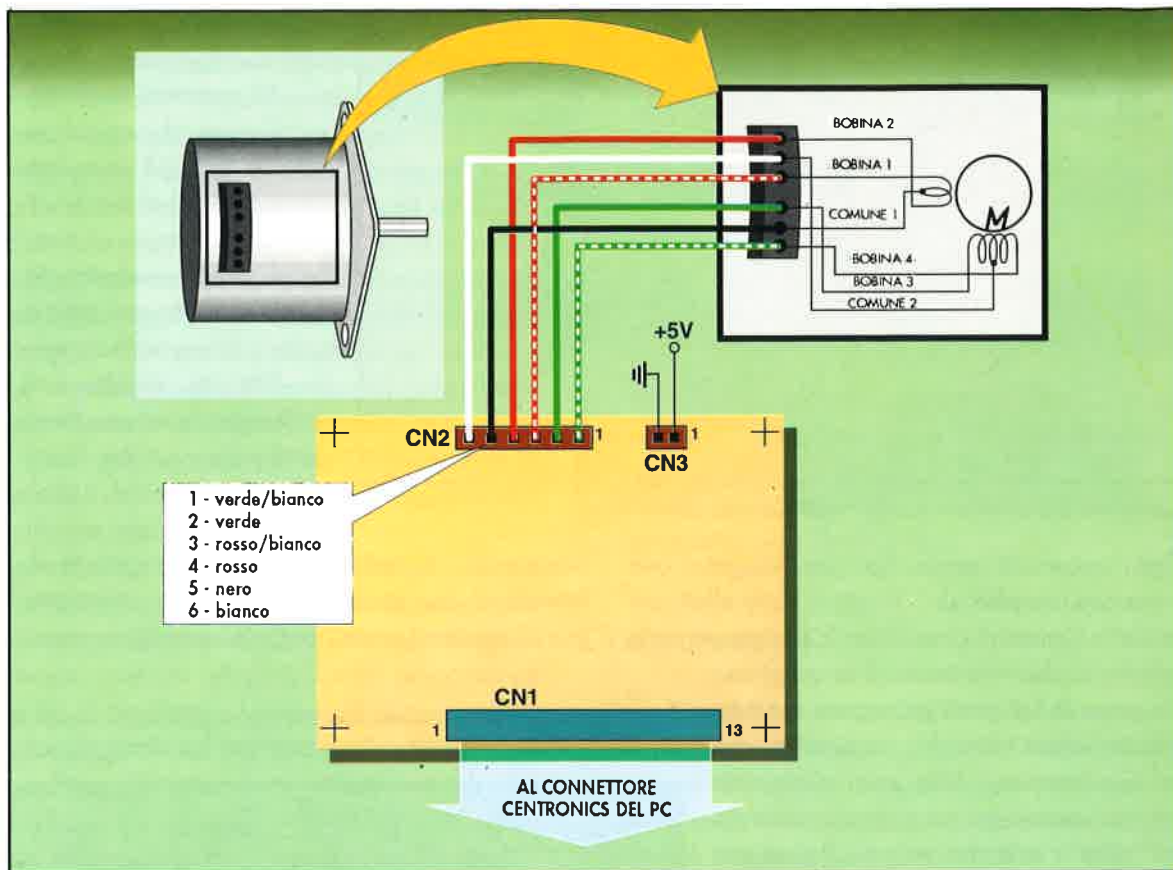
passo-passo è costituita dalla loro capacità di fermarsi in una posizione prestabilita, situazione che consente di posizionarli con precisione asso-

Una particolarità dei motori passo-passo è la loro capacità di fermarsi in una posizione determinata

Schema dell'interfaccia. Tramite il connettore DB-25 viene collegata alla porta Centronics del calcolatore



La commutazione di polarità di un motore passo-passo si ottiene grazie ad un circuito esterno dotato di transistor

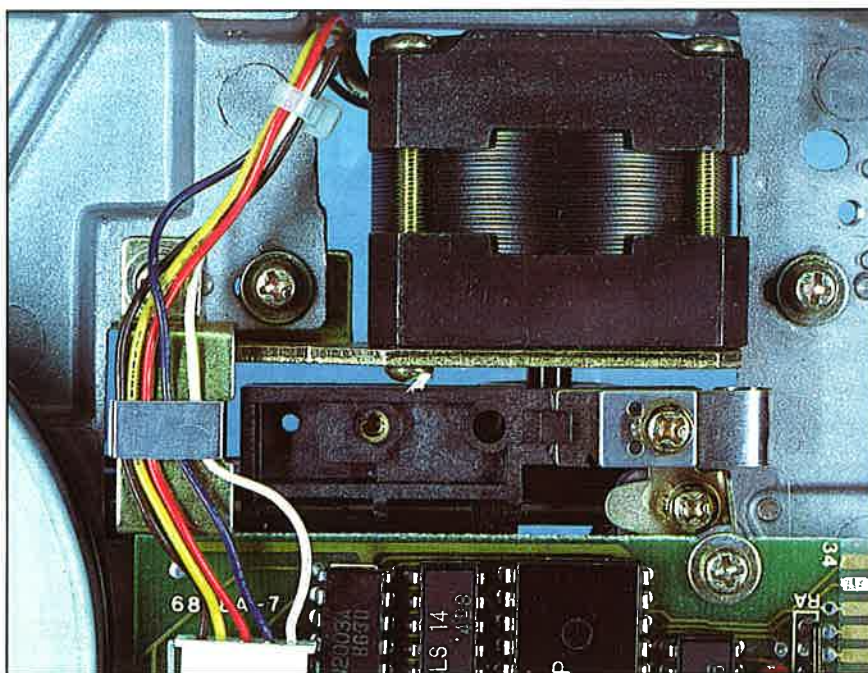


Collegamenti tra il circuito e il motore. Questi possono variare in funzione del tipo di motore

luta. Si può utilizzare uno di questi motori per controllare ad esempio la rotazione di una vite filettata applicata ad una piattaforma scorrevole

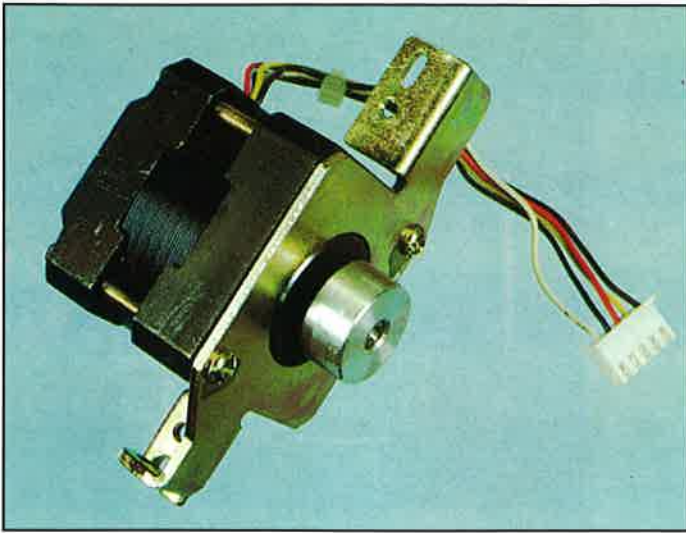
dotata di un foro filettato. Questa vite senza fine consente lo spostamento avanti/indietro della piattaforma di uno spazio proporzionale al numero di impulsi o passi forniti al motore. Con due viti di questi tipo, tra loro orientate di 90 gradi, si può generare un movimento sul piano X-Y simile al movimento del pennino di un plotter. Con una apparecchiatura dotata di tre dispositivi passo-passo si può ottenere un movimento spaziale sui tre assi, condizione molto frequente nella meccanica dei processi industriali.

Il motore può essere recuperato da un vecchio disk drive



AVANZAMENTO PASSO-PASSO

La struttura di un motore passo-passo è simile a quella dei motori in corrente continua a magnete permanente. Entrambi infatti utilizzano un rotore a magnete permanente e uno statore formato da



Motore passo-passo di un disk drive

una armatura e da una bobina (o da una serie di bobine) che costituisce l'avvolgimento necessario per generare il campo magnetico. Questo campo si oppone a quello creato dal magnete permanente, e genera la rotazione del rotore. In un motore standard è necessario provocare una "commutazione" che faccia variare il campo generato dalle bobine, in modo che l'opposizione di quest'ultimo sia continua rispetto al campo intrinseco del rotore per dare origine al movimento ininterrotto. Nei motori "normali" questa commutazione viene realizzata per mezzo di "spazzole" e di un *collettore a lamelle* (formato da un cilindro segmentato in piccole parti o lamine che viene calettato direttamente sull'asse di rotazione). La rotazione del motore provoca di conseguenza anche la rotazione del collettore, che chiude il circuito delle diverse bobine di statore in funzione delle lamelle che di volta in volta vengono a contatto con le spazzole; ovviamente queste bobine sono costruite in modo da essere attraversate dalla corrente alternativamente in senso opposto, per creare quella continuità di flusso magnetico che si oppone allo statore per provocarne la rotazione.

A differenza di quanto detto sinora, nel motore passo-passo la commutazione avviene in un circuito esterno a quello del motore stesso, che provoca il collegamento o l'apertura delle bobine tramite dei transistor. Inoltre, in questi motori non è richiesta la generazione di un campo magnetico continuo in opposizione; ciò che si vuole ottenere è semplicemente una "attrazione" del rotore da

parte delle bobine per portarlo in una posizione prestabilita e mantenerlo in quella condizione. Per far avanzare il motore di un passo, è necessario eccitare determinate bobine per provocare ancora l'attrazione del rotore nella nuova posizione. Nella figura corrispondente si può osservare lo schema tipico di un motore passo-passo. Se la tensione viene applicata alle quattro bobine in un certo ordine, si ottiene l'avanzamento di un passo del motore. In motori diversi sono necessarie sequenze di passo differenti. Nella tabella riportata in figura viene presentata una sequenza tipica di attivazione. Se si eccitano le bobine nella successione indicata da

questa tabella si fa avanzare il motore in un verso; invertendo la sequenza il motore si sposta nel verso contrario. L'arresto del motore si ottiene applicando tensione contemporaneamente a due bobine. Per aumentare o diminuire la velocità di rotazione del motore è sufficiente variare la frequenza di commutazione delle bobine. Questo processo di accelerazione/decelerazione viene definito *ramping*, ed è generalmente utilizzato quando al motore viene applicato un carico elevato. Gli elementi circuitali necessari per generare i comandi richiesti dal motore possono essere semplici oppure relativamente complessi. La sequenza degli impulsi si può ottenere con delle porte logiche, con dei sistemi a microprocessore monoscheda, oppure con dei controller pilotati da PC. Questi ultimi sono normalmente costituiti da una scheda in grado di gestire più motori contemporaneamente che si inserisce in uno slot dell'elaboratore. In alcuni sistemi più complessi, per ottenere un controllo più sicuro della posizione dell'asse viene utilizzato anche un codificatore ottico.

IL MOTORE

Attualmente non è difficile trovare in commercio un motore passo-passo per la costruzione di un prototipo sperimentale. Ad esempio, è possibile recuperarlo da una stampante rotta o da un disk drive guasto, purché il problema non sia dovuto proprio al motore stesso. Bisogna tener presente però, che esistono diversi tipi di motori passo-

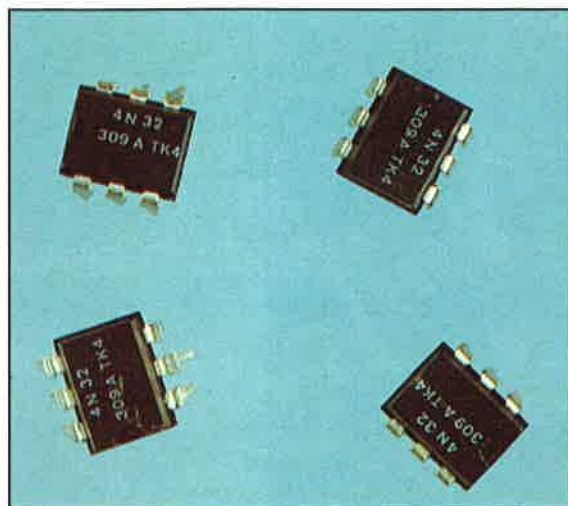
Gli elementi circuitali necessari per generare i dati che servono al motore possono essere semplici o, al contrario, relativamente complessi

L'unica precauzione è quella di regolare l'alimentazione al valore indicato sull'etichetta presente sul corpo del motore

passo, e ciascuno richiede una logica di controllo diversa. La configurazione più semplice da gestire per un controller è quella riportata in figura. Questo motore passo-passo è chiamato *ibrido ad avvolgimento bipolare* e a sei connessioni. La scheda di controllo proposta è basata su questo tipo di motore, poiché la struttura di questo modello si può ricavare facilmente verificando con un tester la continuità delle sue bobine, ciascuna delle quali è dotata di presa centrale. Inoltre, i colori che identificano i diversi terminali rispettano generalmente uno standard internazionale, per cui è immediato stabilire se il motore che si possiede è dello stesso tipo di quello rappresentato in figura.

Dopo aver localizzato i terminali comuni, è necessario identificare i rimanenti. Il metodo più semplice è senza dubbio quello di provare a collegarlo nel modo mostrato in figura. L'unica precauzione è quella di regolare la tensione di alimentazione al valore indicato sull'etichetta applicata sul corpo del motore. Gli interruttori indicati con S1 - S4 possono essere sostituiti con qualunque altro tipo di interruttore che si ha a disposizione. La resistenza da 20 Ω è utilizzata come limitatrice e la sua funzione è quella di evitare dei surriscaldamenti quando il motore si ferma in una posizione statica. Per definire un modo operandi corretto è necessario numerare in modo arbitrario due fili (che condividano un comune centrale) con 1 e 2 e gli altri due con 3 e 4. Per osservare meglio il verso di rotazione del motore si consiglia di applicare all'asse di rotazione un pezzo di carta. Dopo aver eseguito tutti i collegamenti bisogna chiudere gli interruttori corrispondenti ai terminali 1 e 3. Successivamente si devono aprire questi interruttori e chiudere quelli corrispondenti ai terminali 1 e 4. In questo modo si simula in pratica la sequenza di alimentazione delle bobine; per procedere si deve consultare la tabella riportata in figura. Se il motore avanza di un solo passo alla volta e sempre nello stesso verso allora si può essere certi che la numerazione iniziale dei cavi è stata eseguita correttamente.

Se invece la rotazione avviene in un verso, e al passo successivo si inverte, si devono rinumerare i cavi finché non si trova la combinazione esatta, che corrisponde alla rotazione del motore sempre nello stesso verso.



I fotoaccoppiatori sono di tipo Darlington

L'INTERFACCIA

Invece di utilizzare un circuito di controllo complesso, oppure addirittura una scheda a microprocessore, si è preferito progettare un controller costituito semplicemente da una interfaccia non intelligente in grado però di permettere il colloquio tra un personal computer ed il motore. Ciò significa che il compito di "pensare" spetta al calcolatore, mentre la scheda di controllo si limita ad applicare i segnali ricevuti dal PC alle bobine del motore. Esistono diversi sistemi per immettere e ricevere informazioni da un elaboratore, ma in questo caso si è preferito scegliere la via più semplice utilizzando la porta Centronics dedicata alla stampante. Questa infatti è una porta parallela, per cui si hanno a disposizione simultaneamente otto linee con i relativi bit. Tutto quello che si deve fare è utilizzare quattro di queste linee, assegnare ciascuna di esse ad una delle bobine del motore passo-passo, e comunicare al calcolatore di inviare l'opportuna sequenza per il controllo del motore. Il controller svolge due funzioni piuttosto semplici:

- agisce come interfaccia di potenza per poter pilotare le bobine, che richiedono una corrente piuttosto elevata, con i livelli di potenza presenti sulle uscite della porta parallela. Ciò si ottiene con i transistor di potenza indicati con le sigle T1-T4.
- agisce da separatore galvanico grazie all'isolamento fornito dai fotoaccoppiatori. Questi componenti isolano completamente la parte di control-

lo, rappresentata dalla porta Centronics e perciò dal computer, dalla parte di potenza, costituita dai transistor e dalle bobine. Essendo poi dotati di fototransistor Darlington, sono in grado di generare direttamente la corrente di base necessaria per i transistor di potenza. Inoltre, eventuali rumori elettrici provocati dal motore, o qualsiasi difetto del controller, non potranno in nessun modo raggiungere l'elaboratore, per cui diventa impossibile un suo danneggiamento causato da questa applicazione. Per questa ragione i fotoaccoppiatori rappresentano un dispositivo semplice, economico e molto utile per il progetto in questione e per qualsiasi altro progetto che presenti le stesse problematiche.

MONTAGGIO

Prima che il lettore decida l'acquisto dei componenti, è opportuno segnalare che i valori delle resistenze relative alla parte controllata dai transistor sono stati scelti per una tensione standard, per cui può essere necessario modificarli leggermente per ottenere delle prestazioni migliori. Se il motore gira, ma non fornisce le prestazioni dovute, si deve modificare il valore delle resistenze finché si trova quello ottimale.

Il circuito stampato è a doppia faccia con fori non metallizzati, per cui alcuni componenti dovranno essere saldati su entrambe le facce. I primi componenti che si devono montare sono le resistenze, ma per le ragioni esposte in precedenza può capitare che la loro installazione non sia quella definitiva. Il connettore DB-25 maschio deve essere montato in modo tale che le sue file di terminali rimangano incastrate nello stampato. Dopo aver saldato tutti i componenti si possono inserire i circuiti integrati dei fotoaccoppiatori nei rispettivi zoccoli.

Al termine delle operazioni di montaggio, bisogna collegare la scheda alla porta parallela del PC con il connettore DB-25. Collegando poi il motore alla scheda, e fornendo l'opportuna alimentazione, il circuito è pronto per subire le prime verifiche.

CONTROLLO DEL MOTORE

Fare in modo che il calcolatore comunichi con il motore è forse la fase più semplice di questo progetto. Ritornando ancora una volta alla tabella, si può osservare che per ogni passo della sequenza di controllo devono variare le alimentazioni "logiche" delle bobine. Se si pensa a queste combinazioni come digit binari si può verificare che sono necessarie parole di 4 bit. Tutto quello che si deve fare è inviare queste parole alla porta parallela del computer ogni volta che si desidera far ruotare il motore di un passo. Trasformando questa informazione da binaria a decimale, si può notare che la sequenza necessaria per far avanzare il motore di quattro passi è 10-9-5-6; per mantenere il motore in rotazione continua è sufficiente perciò ripetere la stessa sequenza. Realizzare questa operazione è molto facile; il sistema più semplice è quello di inviare questa informazione direttamente all'uscita della stampante tramite un'istruzione scritta in BASIC. Si deve quindi caricare il BASIC e scrivere la seguente istruzione:

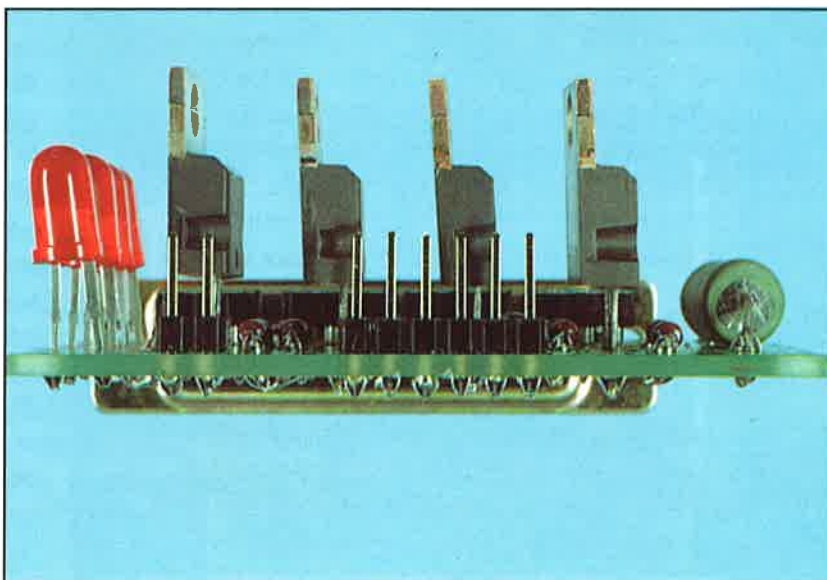
```
OUT 888,10 <RETURN>
```

Questo comando invia un valore decimale 10 (1010 in binario) alle prime quattro linee della porta parallela. I diodi LED corrispondenti alla prima sequenza di rotazione si illuminano e il motore si muove di un passo. Se ora si scrive l'istruzione:

```
OUT 888,9 <RETURN>
```

I fotoaccoppiatori rappresentano un utile, economico, e sicuro dispositivo per questo circuito

Il motore viene collegato al circuito tramite i terminali maschi



Elenco componenti**Resistenze**

R1 ... R12 = 470 Ω, 1/4 W

R13 = 20 Ω, 5 W

Semiconduttori

IC1 ... IC4 = 4N29 (o

fotoDarlington equivalenti)

T1 ... T4 = TIP31 o equivalenti

D1 ... D4 = LED rossi diametro 5

mm

Varie

8 terminali maschi per c.s.

24 terminali torniti per zoccoli

1 connettore DB-25 maschio

1 circuito stampato

PC10193V536

la sequenza di accensione dei diodi LED cambia, e il motore avanza sino alla posizione successiva. Per i successivi avanzamenti si devono scrivere le due istruzioni che seguono:

OUT 888,5 <RETURN>

OUT 888,6 <RETURN>

Se si vuole ottenere un comportamento più "professionale" dal circuito, si consiglia di scrivere un breve programma che controlli il movimento completo del motore:

10 OUT 888,10 <RETURN>

20 OUT 888,9 <RETURN>

30 OUT 888,5 <RETURN>

40 OUT 888,6 <RETURN>

50 GOTO 10

Per fermare il ciclo continuo del programma si devono premere contemporaneamente i tasti CTRL-BRK. In funzione della velocità del calcolatore utilizzato si possono verificare due situazioni: il motore funziona correttamente, oppure rimane completamente fermo. La ragione di questo comportamento è dovuta al fatto che la velocità alla quale la sequenza dei dati di azionamento viene inviata al motore dipen-

de dalla velocità stessa del calcolatore. Se questi ordini arrivano al motore passo-passo ad una velocità superiore a quella per cui è stato progettato non è in grado di sincronizzarsi con queste istruzioni. Ciò significa che viene persa l'"integrità di passo" di ciascuna istruzione. La cosa peggiore che si può verificare è che il motore si blocchi e cominci a emettere strani rumori. Se ci si trova in questa situazione il programma deve essere modificato introducendo una breve pausa tra ogni singola istruzione di movimento.

10 OUT 888,10 <RETURN>

15 GOSUB 100

20 OUT 888,9 <RETURN>

25 GOSUB 100

30 OUT 888,5 <RETURN>

35 GOSUB 100

40 OUT 888,6 <RETURN>

45 GOSUB 100

50 GOTO 10

100 FOR X=1 TO 10

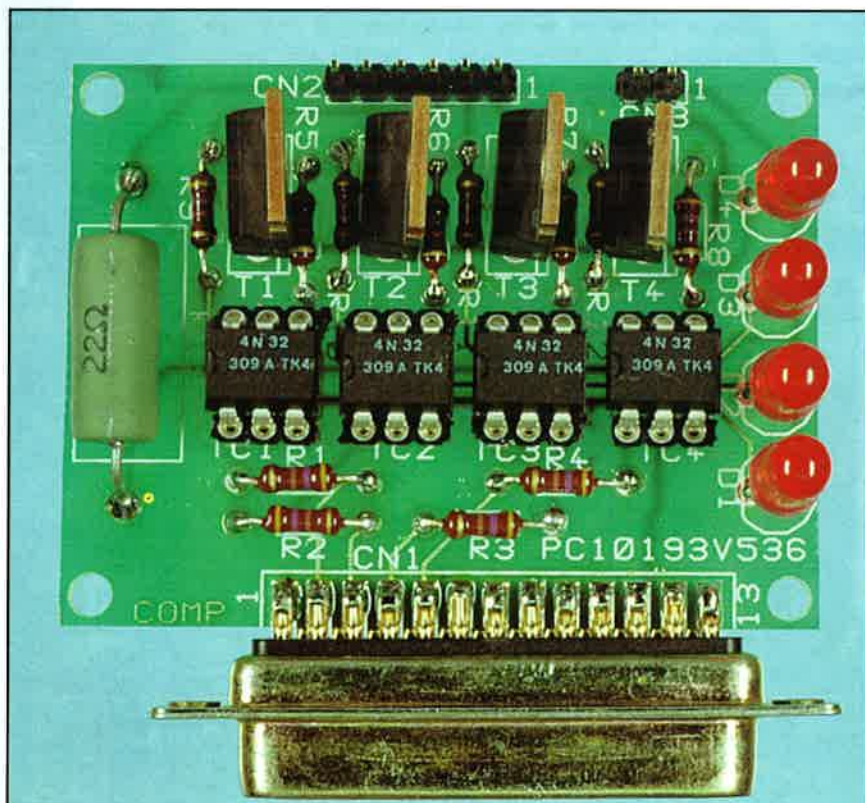
110 NEXT X

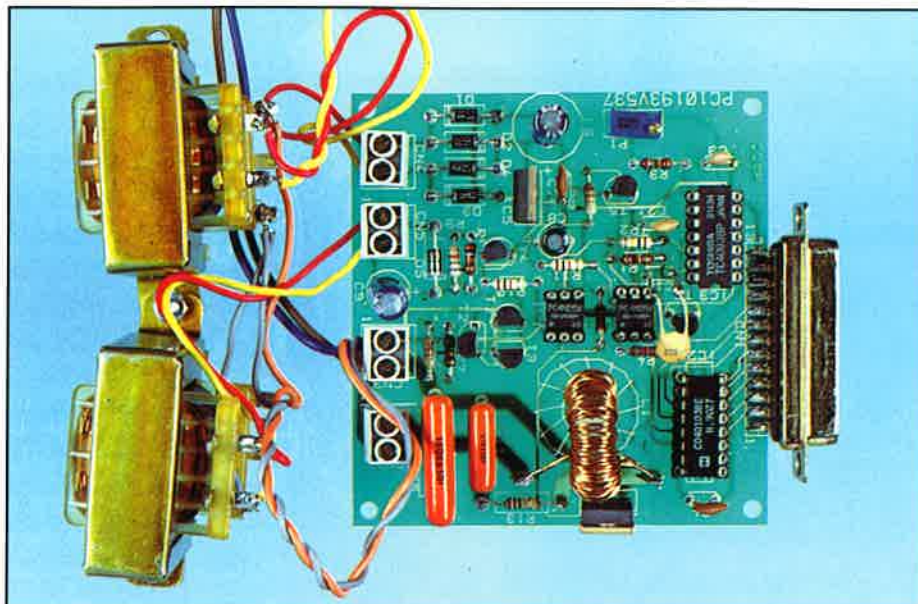
120 RETURN

Così facendo il programma tra una istruzione di movimento e quella successiva salta alla subroutine

presente alla linea 100, che rappresenta un temporizzatore. Variando il valore riportato in questa linea (ad esempio 20 invece di 10), si modifica il tempo di ritardo programmato tra ciascuna istruzione. È possibile migliorare questo programma inserendo all'inizio una richiesta di INPUT, in modo che venga richiesto il verso di rotazione desiderato; per ottenere una rotazione in senso orario si deve fornire la sequenza 10-9-5-6, mentre per ottenere una rotazione antioraria bisogna fornire la sequenza inversa, 6-5-9-10. Con un minimo di fantasia si possono programmare diversi movimenti del motore, simulando la gestione di un robot. Con dieci movimenti diversi, ciascuno con la sua sequenza di controllo e relativo numero di impulsi, è possibile simulare il movimento di apparecchiature diverse, inserire delle pause per eseguire determinate operazioni e, se si desidera, pilotare un carico di una certa consistenza per sperimentare la tecnica "ramping".

Il circuito richiede un'alimentazione esterna, il cui valore dipende dal tipo di motore utilizzato





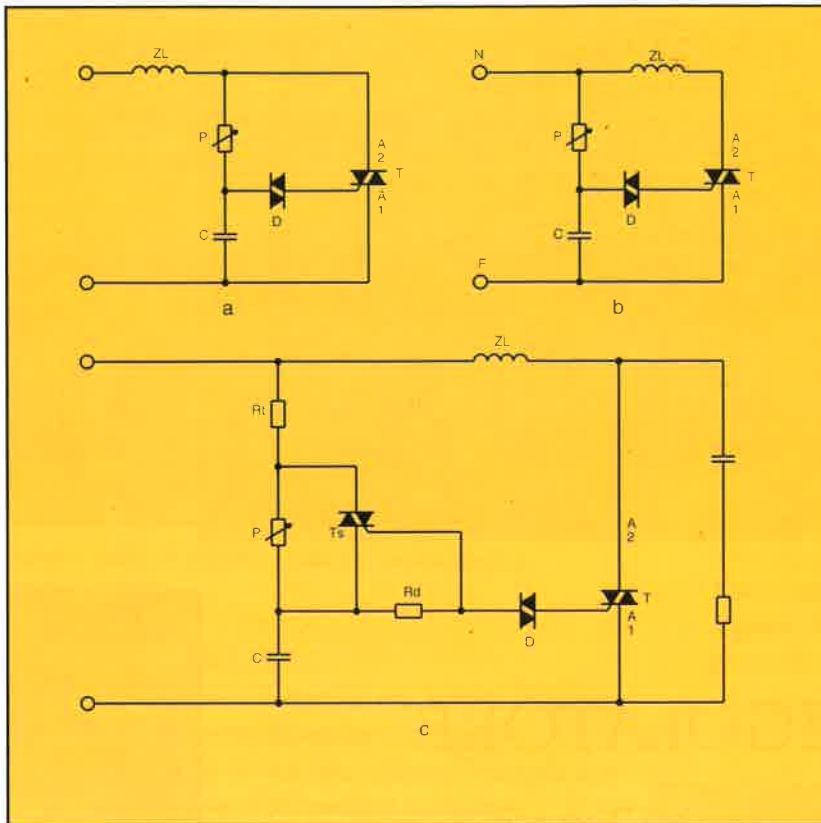
REGOLATORE DI POTENZA CONTROLLATO DA PC



In quest'opera sono stati proposti molti dispositivi controllati dal PC attraverso la porta Centronics, ma finora nessuno di questi era in grado di permettere la regolazione della potenza fornita ad un utilizzatore, come può essere ad esempio un circuito per il controllo degli effetti luminosi.

questo circuito consente, attraverso la porta Centronics del PC, di controllare su 255 livelli diversi la potenza erogata a dispositivi alimentati con tensione di rete (lampade, termostati, ventilatori, ecc.). La variazione della potenza si ottiene controllando la tensione presente sulla morsettiera di uscita CN2 alla quale viene collegato il carico (indicato con RL nello schema generale del circuito). In

In questa realizzazione viene utilizzato un regolatore di potenza convenzionale



Tre sistemi per controllare l'angolo di gate di un regolatore con triac

questa realizzazione viene utilizzato un regolatore di potenza tradizionale, composto da un triac e da un semplice circuito che controlla l'angolo di fase per il suo innesco.

Quasi tutti i circuiti di regolazione vengono progettati esclusivamente per il controllo di carichi

quando cessa il segnale di innesco. Questo effetto non desiderato può essere controllato entro certi limiti, allungando la durata dell'impulso di innesco tramite un treno di impulsi o una rete RC. La prima soluzione richiede l'impiego di un circuito di controllo con l'opportuno stadio di eccitazione. La durata dell'impulso richiede un controllo preciso per evitare che si generino degli inneschi non desiderati dopo che la tensione è passata per lo zero. I circuiti che soddisfano questi requisiti sono piuttosto complessi e costosi. Un metodo piuttosto semplice è quello di utilizzare una rete RC (nella figura corrispondente sono riportate tre configurazioni tipiche per il controllo di un triac), che in pratica provoca un aumento della corrente fino al livello di mantenimento permettendo al triac di rimanere in conduzione anche dopo che l'impulso di innesco è terminato. I costruttori di triac forniscono i dati necessari per progettare questa applicazione, ma resta comunque difficile dimensionare il circuito in modo da ottenere un innesco effettivo e ottimale, per cui è necessario nella maggior parte dei casi eseguire prove e regolazioni analizzando il segnale con un oscilloscopio.

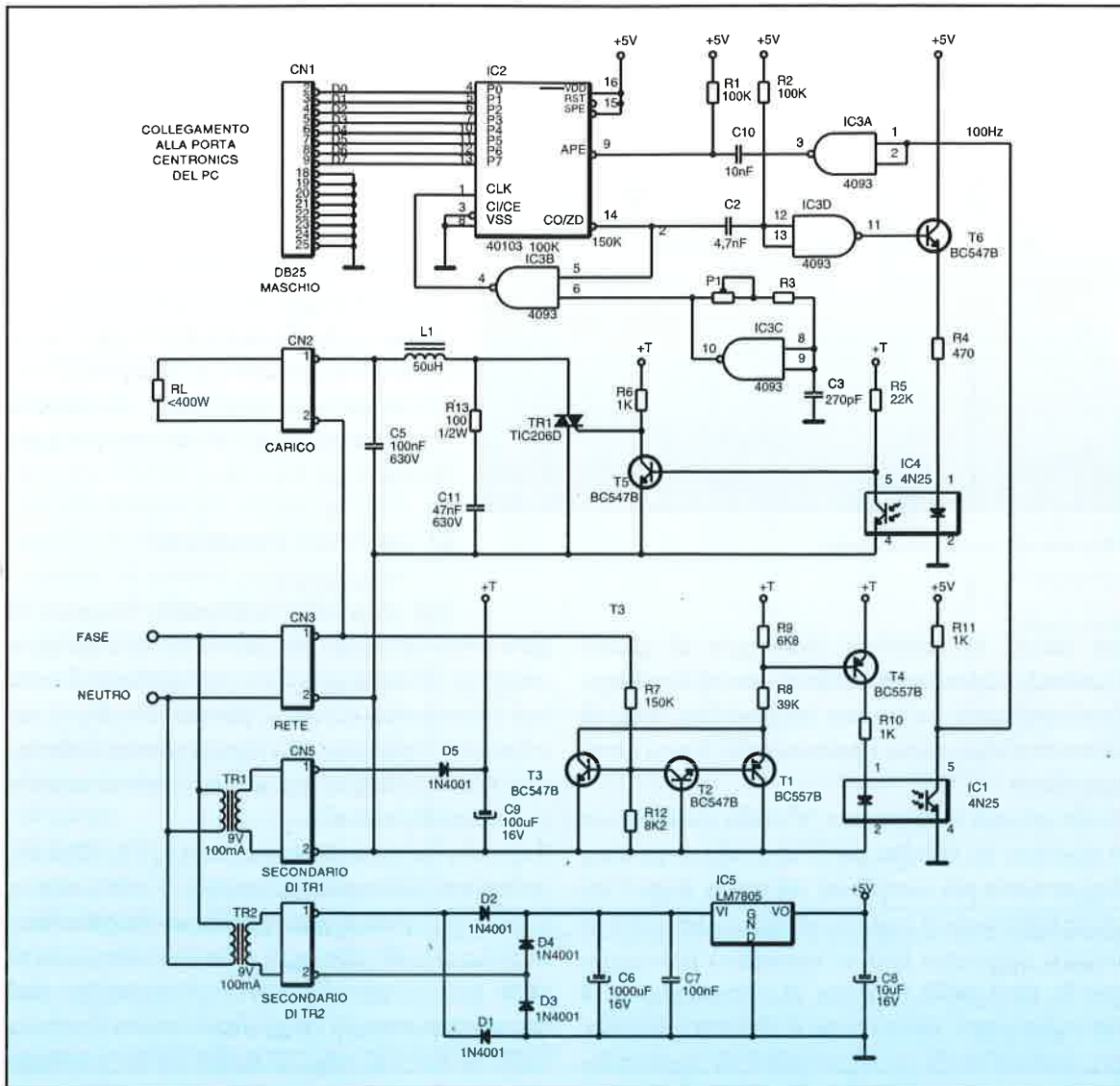
In un triac la corrente di carica è generalmente superiore a quella di mantenimento



La bobina utilizzata è di tipo toroidale

resistivi (non reattivi), che non presentano differenze di fase tra la tensione e la corrente. Ciò significa che gli impulsi di innesco possono essere inviati per un tempo relativamente breve nel momento stesso in cui si è verificata la condizione di innesco, poiché la corrente che circola attraverso il carico è in fase con la tensione applicata allo stesso. Normalmente il valore della corrente di carico è maggiore di quello della corrente di mantenimento, per cui il triac si innesca immediatamente e si automantiene in conduzione.

CONTROLLO DELL'INNESCO



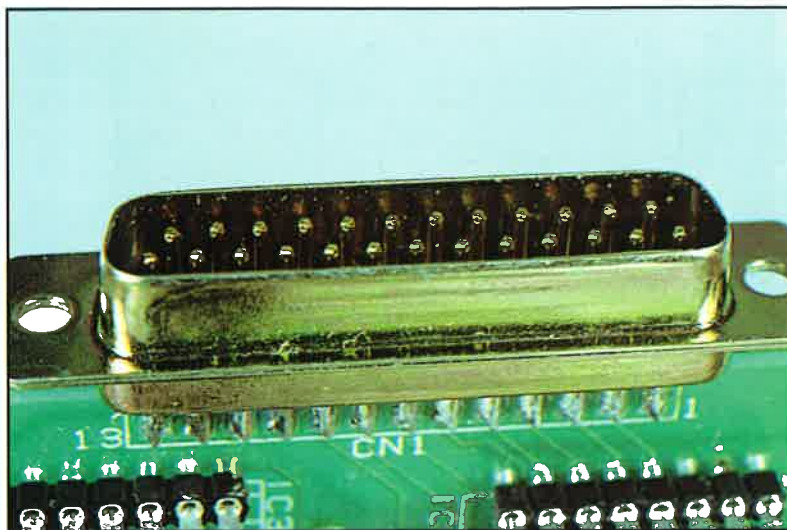
Schema generale del circuito regolatore

I circuiti che raffigurano i tre diversi metodi di controllo dell'angolo di fase sul carico ZL sono composti da un triac T, da un diac D, e da una rete RC; l'elemento resistivo P è collegato in parallelo tra il diac D e il terminale A2 del triac, mentre l'elemento reattivo C è collegato in parallelo tra il diac e il terminale A1 del triac. Nel circuito "a" l'innesco dipende dal carico; ciò significa che la sincronizzazione dipende dalla tensione presente ai capi del triac, che a sua volta dipende dalla corrente che attraversa il carico. Il circuito risulta pertanto inadeguato per la regolazione di carichi altamente induttivi che richiedono un piccolo angolo di conduzione, poiché presenta una forte tendenza ad un funzionamento di tipo asimmetrico che può risultare pericoloso per la saturazione

dell'induttanza a causa della corrente continua relativamente alta.

Lo schema indicato con "b" nella figura corrispondente rappresenta un circuito che provoca l'innesco di un triac tramite la tensione di rete. In questo circuito l'elemento resistivo P non viene collegato in parallelo tra il diac e il terminale A2 del triac, ma al polo neutro dell'alimentazione. Gli impulsi di innesco vengono generati con una differenza di fase fissa di 180 gradi, indipendentemente dalla corrente che circola attraverso il carico. Anche se questo circuito consente un controllo del carico più sicuro rispetto al precedente, il suo funzionamento può arrivare ad essere completamente asimmetrico se l'angolo della corrente di gate è più piccolo dell'angolo di ritardo della corrente

In questo circuito l'innesco dipende dal carico; ciò significa che la sincronizzazione dipende dalla tensione presente ai capi del triac, che a sua volta dipende dalla corrente del carico



Connettore DB25 maschio con terminali dritti

sul carico. Un ulteriore svantaggio di questo circuito è rappresentato dalla necessità di collegare direttamente l'elemento resistivo alla linea di alimentazione, come riportato nella figura corrispondente.

Nello schema indicato con "c" della stessa figura è riportato un circuito per il controllo di un triac leggermente più complesso nel quale, dopo l'impulso principale di innesco, vengono generati altri impulsi aggiuntivi fino al successivo passaggio per lo zero della tensione di alimentazione. Il funzionamento del circuito è illustrato dal diagramma dei tempi riportato nella figura corrispondente. Supponendo che la differenza di fase tra la tensione di alimentazione e la corrente che circola

attraverso il carico sia di 85 gradi, e che l'angolo di gate sia di 60 gradi, il triac si innesca dopo che è trascorso il ritardo di innesco (A) e si mantiene in conduzione fino a circa 240 gradi (B) grazie al treno di impulsi. Il triac si blocca nel punto B, ma si reinnesca immediatamente con il successivo impulso di gate ripetitivo. Come si può osservare dalla curva tratteggiata in figura il funzionamento è leggermente asimmetrico durante i primi semiperiodi, anche se la durata della conduzione arriva ad essere gradualmente più equilibrata.

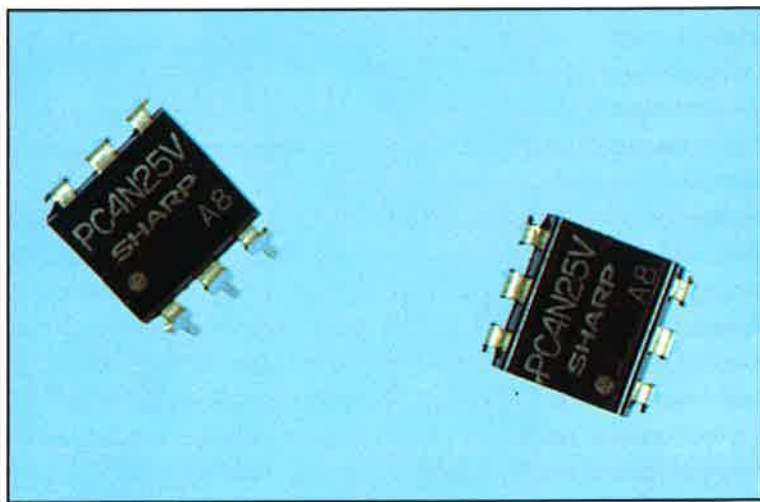
IL CIRCUITO PROPOSTO

Nel dispositivo presentato l'innesco di gate viene prodotto con un treno di impulsi, e vengono utilizzati solo alcuni componenti discreti ma sicuramente efficaci. Questo circuito, il cui schema è riportato nella figura corrispondente, può essere suddiviso in due parti: l'alimentatore e il circuito di controllo.

Il circuito formato dai transistor T1, T2, T3 e T4, unitamente al fotoaccoppiatore IC1, costituisce un rivelatore di passaggio per lo zero che genera un impulso di livello alto ogni volta che la tensione di rete passa per lo zero. Il compito del fotoaccoppiatore IC1 è quello di isolare il circuito dalla tensione di rete. Sul collettore del transistor di questo fotoaccoppiatore vengono prelevati gli impulsi a 100 Hz per il contatore.

Gli impulsi di passaggio per lo zero vengono invertiti con un trigger di Smitt, rappresentato da IC3A, che provoca il caricamento nel contatore binario up/down a 8 bit IC2 della parola da 8 bit applicata al suo ingresso di conteggio (da P0 a P7). Il contatore subisce un decremento ad ogni impulso di clock generato dall'oscillatore realizzato con la porta IC3C. Quando il conteggio raggiunge il valore zero l'uscita CO/ZD assume un valore logico basso che, attraverso la porta IC3B, inibisce l'arrivo di ulteriori impulsi di clock al contatore. Con-

Il circuito realizzato con i transistor da T1 a T4, unitamente al fotoaccoppiatore IC1, rappresenta un rivelatore di passaggio per lo zero



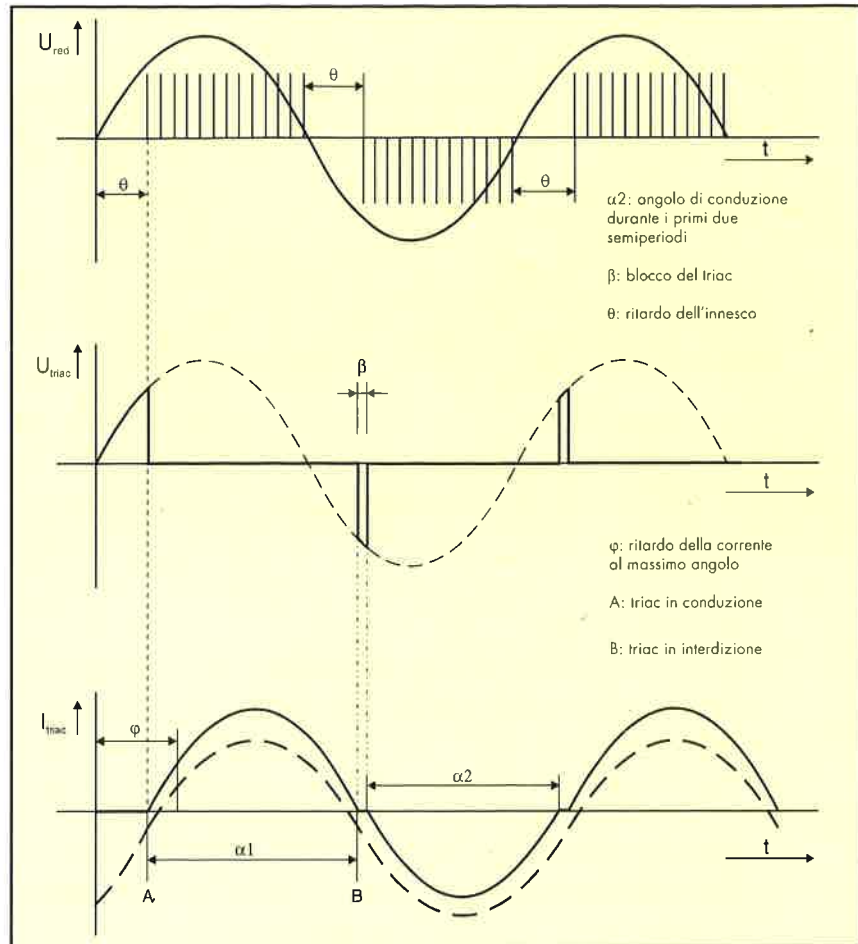
I fotoaccoppiatori isolano l'elaboratore dalle parti sottoposte a tensione di rete

temporaneamente la porta IC3D genera un impulso di uscita che porta in saturazione il transistor T5, che a sua volta innesca il triac.

Poiché il triac si innesca solamente quando il contatore IC2 raggiunge il valore zero, l'istante in cui questo si verifica dipende dalla combinazione della parola di controllo a 8 bit inviata dall'elaboratore.

Di conseguenza, il tempo che trascorre tra il momento in cui la tensione passa per lo zero e l'istante in cui avviene l'innesco del triac dipende esclusivamente dal valore dato alla parola di controllo, se si escludono i tempi di ritardo intrinseci dei componenti che comunque possono considerarsi trascurabili. Quanto più grande è la quantità codificata negli otto bit della parola di controllo, maggiore è l'angolo di fase e minore è la potenza erogata al carico.

La bobina L1 serve per la soppressione delle interferenze in radiofrequenza (RF) generate dal triac, e deve essere in grado di supportare una corrente di almeno 5 A. Il triac utilizzato per questo circuito può essere un TIC206D (4 A) o un TIC216D (5 A). Si



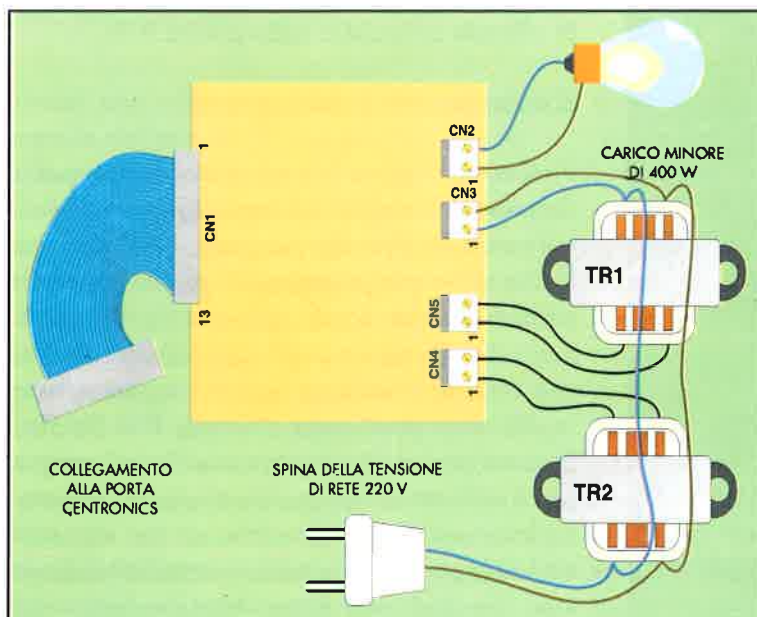
Innesco ottenuto tramite un treno di impulsi sincronizzati con la tensione di alimentazione

possono però utilizzare anche degli equivalenti purché si inneschino con una corrente di gate inferiore ai 10 mA. Il valore della resistenza R12 può essere ricavato solo facendo delle prove, tenendo presente che dovrebbe essere molto elevato ma non al punto da provocare l'annullamento degli impulsi sui transistor o diminuire la loro ampiezza al di sotto dei 5 V di picco.

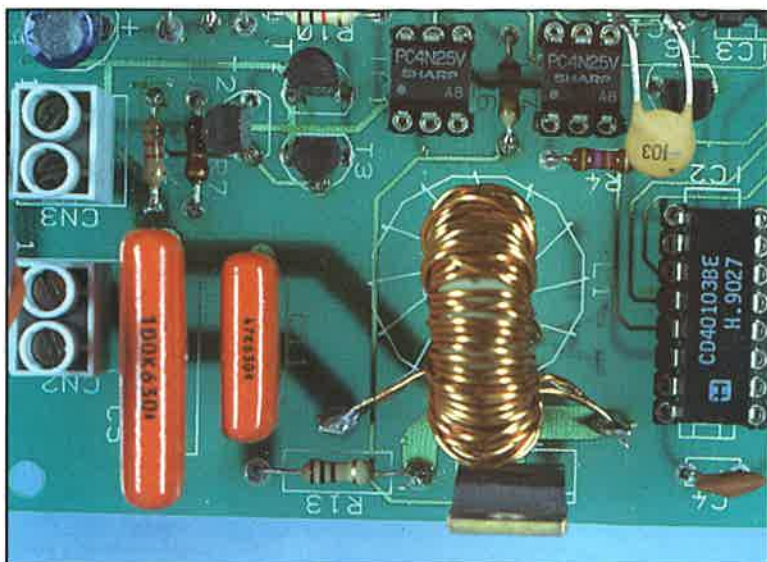
**MONTAGGIO E MISURE
DI SICUREZZA**

Tutte le raccomandazioni fatte per i montaggi realizzati in precedenza sono valide anche per questo circuito. È comunque opportuno ricordare che il circuito stampato è a doppia faccia con fori non

Il triac si innesca solo quando il contatore IC2 raggiunge la condizione zero



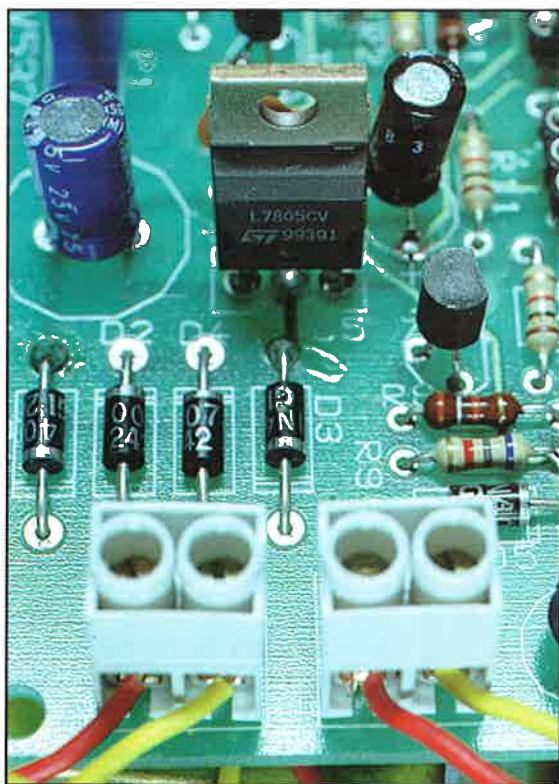
Schema di collegamento del circuito



Questa parte del circuito può essere considerata la zona ad alta tensione

metallizzati, per cui le saldature devono essere eseguite su entrambe le facce della scheda. La costruzione della bobina non presenta alcuna difficoltà, poiché è sufficiente utilizzare un nucleo toroidale di circa 20 mm di diametro esterno sul quale devono essere avvolte circa 100 spire di filo in rame smaltato di 0,5/0,6 mm di diametro.

Nella zona di alimentazione si evidenzia il regolatore di tensione 7805



La regolazione comincia ad avere una certa efficacia quando la parola di controllo corrisponde a 01H

Questo componente non è assolutamente critico, per cui la sua realizzazione non richiede particolari attenzioni.

Quando si collegano i trasformatori bisogna invece stare attenti a non invertire i contatti degli avvolgimenti primari con quelli dei secondari, poiché una situazione di questo genere causerebbe dei danni irreparabili.

Molte zone del circuito sono soggette alla tensione di rete, per cui è opportuno evitare di toccare la scheda o i componenti montati dopo aver fornito alimentazione. Inoltre, è consigliabile verificare che tra i componenti montati in questa zona particolarmente pericolosa del circuito esista un isolamento che garantisca una certa sicurezza di funzionamento.

Anche i terminali dei componenti già saldati devono essere rasati con cura per evitare che, dopo essere stati alimentati, possano provocare dei cortocircuiti accidentali o generare degli archi che causerebbero la distruzione del dispositivo e un certo rischio per l'operatore.

Per eseguire le prime verifiche si può utilizzare una lampada da 60 W, collegando i cavi che escono dal portalampane alla morsettiere CN2. Bisogna tener presente che il circuito non può funzionare correttamente con carichi inferiori ai 40 W e che la parola di controllo 00H ha lo stesso effetto della parola FFH che definisce la tensione minima applicata al carico. La regolazione diventa efficace ad iniziare dalla parola 01H.

REGOLAZIONE E CONTROLLO

L'unica regolazione richiesta da circuito è quella del potenziometro P1. Scollegando completamente il carico, bisogna agire su questo potenziometro finché un voltmetro impostato per la misura di tensioni alternate e collegato al posto del carico, non indica un valore di 0 V; la parola di controllo che bisogna inviare per poter eseguire questa regolazione deve avere il valore FFH (255D). Successivamente è opportuno verificare, sempre con il voltmetro collegato, che i valori di tensione superiori a 0 V corrispondano ai dati impostati tramite le parole di controllo inviate dall'elaboratore. Se così non fosse, bisogna agire sul potenziometro P1 per rendere i livelli di tensione

simili ai valori selezionati con le parole di controllo. Quando si scrivono i programmi di controllo per il regolatore bisogna tener presente che la potenza erogata al carico è funzione inversa del valore scritto sulla porta di uscita dell'elaboratore; un valore zero provoca la massima erogazione di potenza, e viceversa.

Non vi è molto da dire sulla porta parallela che non sia già stato detto nei capitoli precedenti, per cui la sua trattazione si limita ad alcune considerazioni, sicuramente molto utili per i lettori.

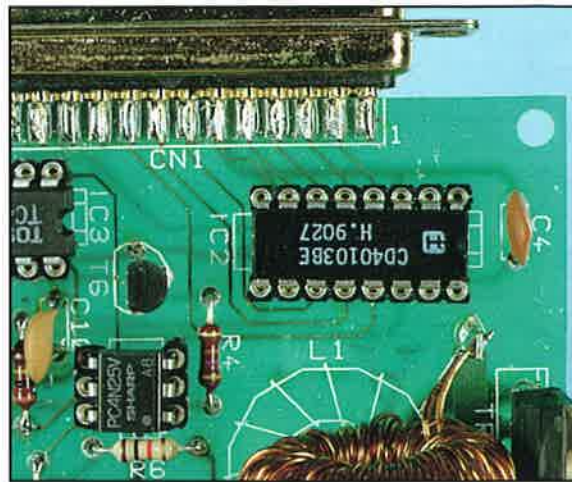
Non è consigliabile inviare dati alla porta Centronics con l'istruzione "PRINT" (LPRINT se si utilizza il linguaggio BASIC), poiché potrebbe capitare che oltre al codice della parola di controllo venga trasferito anche qualche altro carattere di controllo non previsto.

La soluzione migliore è quella di inviare i dati direttamente all'indirizzo della porta che si intende utilizzare. In altre occasioni sono già stati indicati gli indirizzi che occupano le diverse porte di cui potrebbe essere dotato il calcolatore; più precisamente, si ricorda che per le porte parallele gli indirizzi validi sono 378,

278 e 3BC (888, 632 e 956 in esadecimale), dei quali il primo è normalmente riferito a LPT1, il secondo a LPT2 e il terzo a LPT3. Questa regola però non è sempre rispettata in tutti gli elaboratori, per cui può accadere che le porte siano assegnate a questi indirizzi ma non in questo ordine. Si consiglia quindi di determinare l'indirizzo esatto della porta tramite un piccolo programma scritto in linguaggio BASIC:

```
10 DEF SEG = 64
20 PRINT PEEK(8)+256 * (PEEK(9))
```

Eseguendo questo programma sullo schermo compare direttamente l'indirizzo decimale della porta LPT1, che da questo punto in avanti si considera indirizzata al valore decimale 888. Di conseguenza, se si collega il cir-



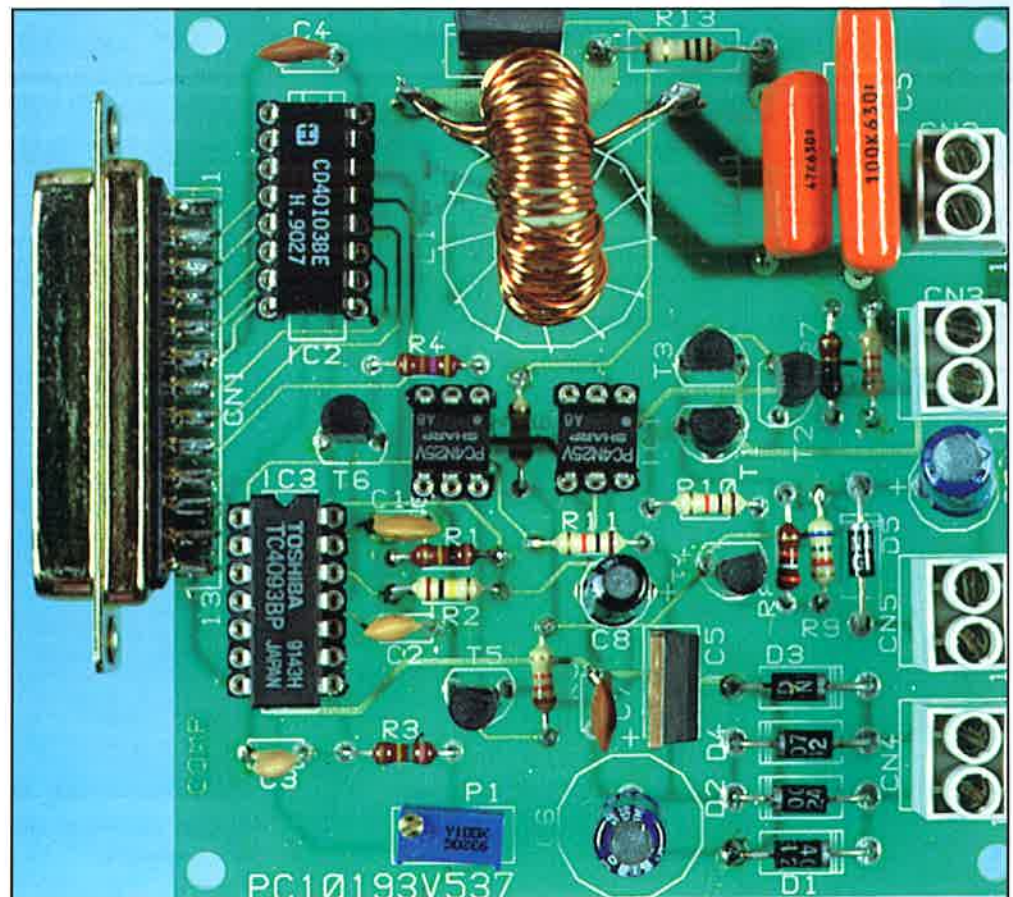
Il contatore programmabile è fondamentale per il funzionamento del circuito

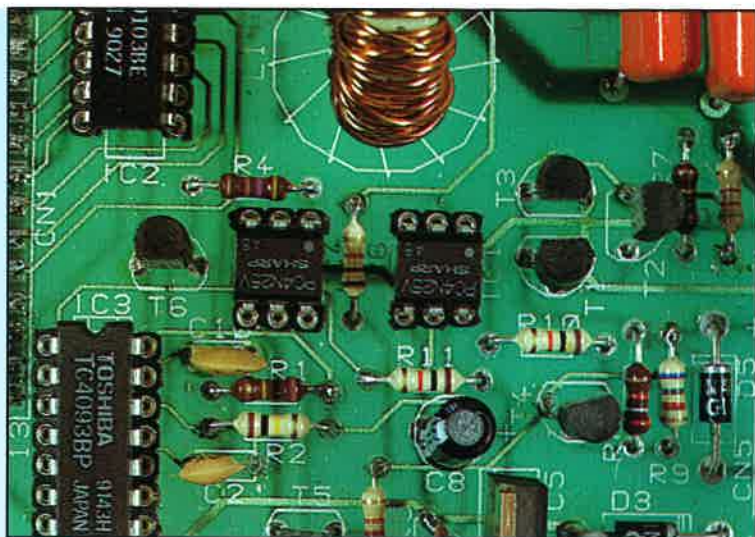
Normalmente il primo indirizzo è occupato da LPT1, il secondo da LPT2 e il terzo da LPT3

cuito a questa porta i codici di controllo devono essere inviati a questo indirizzo.

Se tutto è corretto è possibile fornire alimentazione al circuito. La prima prova è relativa al funzionamento del circuito. Per eseguirla è sufficiente scrivere in BASIC:

Aspetto del circuito completamente montato





I fotoaccoppiatori occupano la parte centrale del circuito stampato

Elenco componenti

Resistenze

R1, R2, R14 = 100 k Ω
 R3, R7 = 150 k Ω
 R4 = 470 Ω
 R5 = 22 k Ω
 R6, R10, R11 = 1 k Ω
 R8 = 39 k Ω
 R9 = 6,8 k Ω
 R12 = 8,2 k Ω (vedere testo)
 R13 = 100 Ω 1/2 W
 P1 = 100 k Ω ,
 potenziometro lineare

Condensatori

C2 = 4,7 nF
 C3 = 270 pF
 C7 = 100 nF
 C5 = 100 nF/630 V
 C6 = 1000 μ F/16 V
 C9 = 100 μ F/16 V
 C8 = 10 μ F/16 V
 C10 = 10 nF
 C11 = 47 nF/630 V

Semiconduttori

D1-D5 = 1N4001
 T1, T4 = BC557B
 T2, T3, T5, T6 = BC547B
 TR1 = TIC206D
 (oppure TIC216D)

IC1, IC4 = 4N25
 IC2 = 40103
 IC3 = 4093
 IC5 = LM7805

Varie

L1 = bobina toroidale da 50 μ H
 2 trasformatori da 9V/100mA
 4 morsettiere a due poli per c.s.
 1 connettore DB25 maschio
 verticale a saldare
 1 circuito stampato
 PC10193V537

OUT 888,0

se la lampada era spenta in questo modo dovrebbe accendersi.

Se invece era accesa, bisogna spegnerla scrivendo l'istruzione:

OUT 888,254

Se la lampada risponde a questi comandi il circuito funziona correttamente; in caso contrario è necessario spegnere e revisionare tutto l'assemblaggio, poiché sicuramente è stato commesso qualche errore di montaggio: rivedere le saldature, verificare che i componenti siano stati montati correttamente e nell'esatta posizione prevista, controllare che i collegamenti dei trasformatori siano stati eseguiti nel modo opportuno. Se il problema viene risolto, o non esiste, si può passare alla verifica generale di funzionamento inviando delle parole di controllo che forniscano potenze intermedie:

10 REM Indirizzo della porta: 888

20 D = 888

30 OUT D,1

40 FOR A = 0 TO 255

50 OUT D,A

60 NEXT A

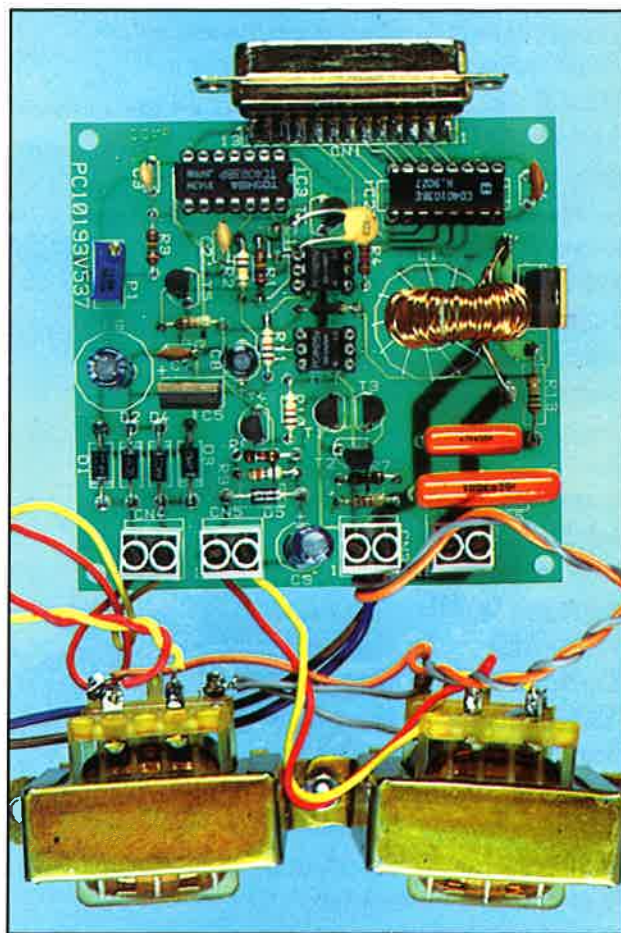
70 FOR A = 255 TO 0 STEP -1

80 OUT D,A

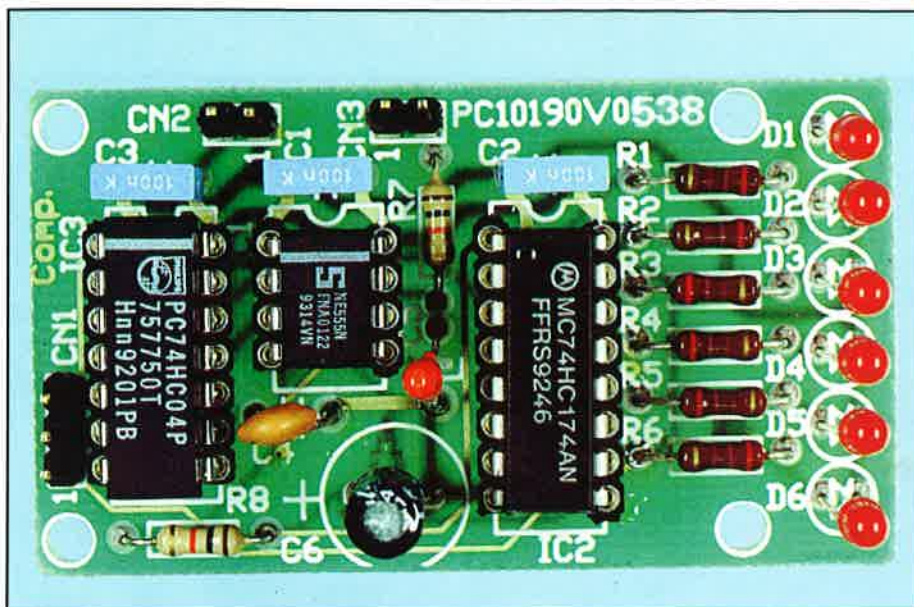
90 NEXT A

La linea 30 provoca inizialmente l'accensione della lampada alla massima luminosità, e successivamente un suo lento spegnimento che avviene quasi completamente quando "A" raggiunge il valore 254, che corrisponde alla condizione di minor intensità luminosa. In seguito la lampada ricomincia ad illuminarsi fino a raggiungere la luminosità massima quando "A" assume il valore 1 (linea 70).

A questo punto dipende dalla fantasia e dall'estrosità del lettore l'elaborazione di un programma di controllo per regolare a proprio piacimento la luminosità della lampada. Utilizzando questo dispositivo in combinazione con altri circuiti presentati in questa opera (convertitore A/D, interfaccia I/O, ecc.), è possibile realizzare dei sistemi anche molto complessi che permettono di mettere alla prova le capacità e l'ingegno di ciascuno.

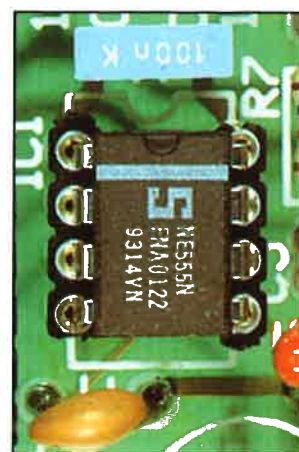


Tutto il circuito montato e cablato, pronto per essere inserito in un contenitore plastico



MONITOR BIOLOGICO

Finora il calcolatore è stato considerato esclusivamente come uno strumento di lavoro e come un dispositivo di controllo per i diversi circuiti che sono stati presentati nei capitoli precedenti.



In effetti, sono molti coloro che utilizzano il calcolatore durante la giornata lavorativa per eseguire calcoli, lavorare con fogli elettronici, editori di testo, ecc., ignorando che può servire anche per applicazioni molto diverse. In pratica, l'impiego del calcolatore non si limita al mondo lavorativo; prova di ciò è il circuito che viene proposto di seguito, che rappresenta un monitor a reazione biologica.

La reazione biologica (*biofeedback*) è il processo di monitoraggio di una funzione biologica che serve per rilevare il grado di stress, e successivamente presentare questa informazione in tempo reale. Utilizzando questa informazione è possibile analizzare ciò che accade durante la fase di rilassamento, e scoprire quale è il sistema più efficace per ogni individuo. In questo modo si possono applicare le tecniche più efficienti per combattere la tensione che giornalmente si accumula.

Il circuito presentato è un monitor di reazione biologica

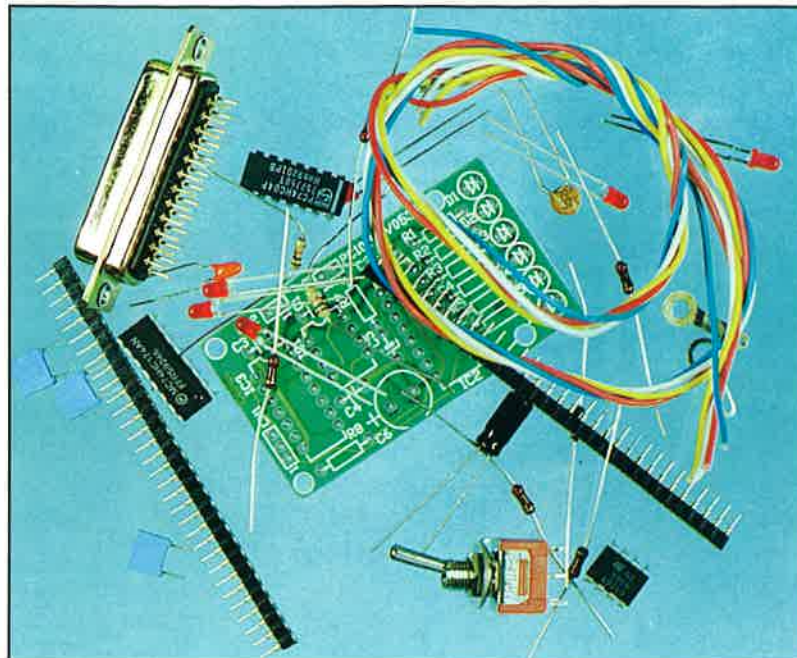
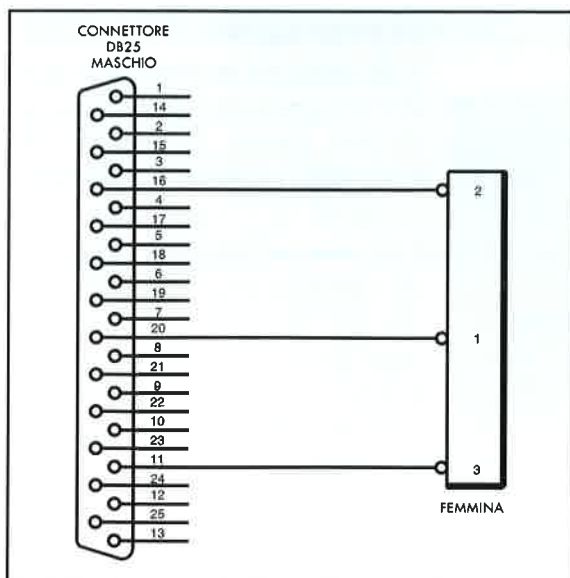
SCHEMA ELETTRICO

Nella figura corrispondente si può osservare la semplicità dello schema elettrico del monitor biologico, nel quale si possono distinguere le due parti principali che lo compongono: il *circuito generatore di impulsi* e il *circuito relativo al registro*.

Il generatore di impulsi, basato sul circuito integrato IC1, ha il compito di generare l'impulso la cui durata deve essere misurata. Il circuito integrato IC1 è costituito dal temporizzatore 555 configurato come monostabile. Ogni volta che riceve in ingresso un segnale di innesco, sulla sua uscita compare un impulso. La

durata di quest'ultimo è determinata dal prodotto tra la capacità C5 e la resistenza formata da R7 e dalla resistenza della pelle prelevata agli ingressi di misura 1 e 2 del connettore CN3. Poiché C5 e R7 sono costanti, qualsiasi variazione di durata dell'impulso dipende direttamente dalla variazione del valore della resistenza applicata agli ingressi del connettore CN3, che corrisponde alla variazione della resistenza della pelle.

Il collegamento alla porta parallela viene realizzato con un connettore a 25 terminali

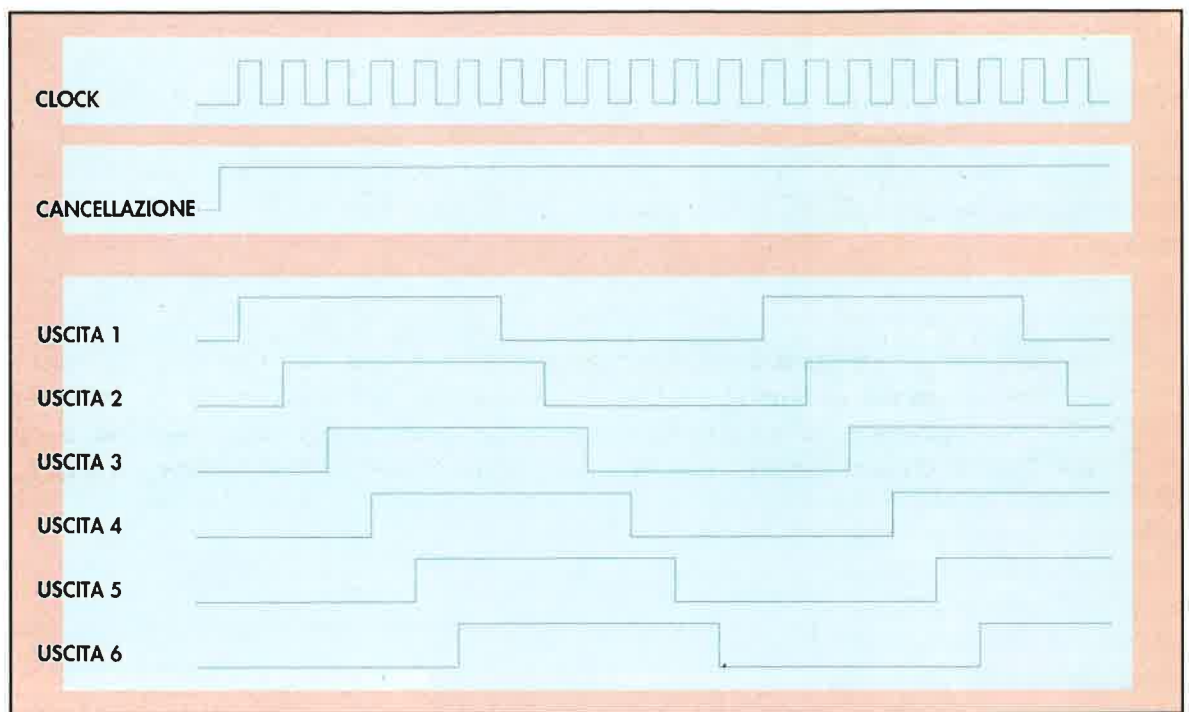


Anche se il circuito è molto semplice, bisogna sempre verificare la corretta posizione dei componenti

La generazione dell'impulso si ottiene semplicemente innescando il monostabile in modo che il suo terminale 3 di uscita commuti a livello alto; successivamente si misura il tempo necessario perché questo ritorni a livello basso. L'innescò deve essere provocato dal calcolatore per poter sincronizzare l'inizio della lettura con il fronte di salita dell'impulso.

Anche se può apparire strano, il punto ideale per collegare il circuito è rappresentato dalla porta parallela utilizzata normalmente per il collegamento della stampante. Questa porta è dotata di diverse linee di ingresso e di uscita che vengono utilizzate per inizializzare la stampante, verificarne lo stato di attesa, rivelare la presenza della carta, ecc. Il collegamento alla porta parallela si esegue tramite il connettore CN1. Il terminale 2 di questo connettore corrisponde alla linea 16 (INIT) della porta Centronics, e deve essere collegato al terminale 2 di innesco di IC1 attraverso due invertitori la cui unica funzione è quella di rigenerare il livello del segnale stesso. Inviando su questa linea un breve segnale di inizializzazione si ottiene l'innescò del monostabile 555, la cui uscita sul terminale 3 commuta a livello alto e rimane in questa condizione finché non trascorre il tempo determinato da C5, R7 e dalla resistenza presente sui morsetti del connettore CN3.

Il circuito integrato IC1 è un temporizzatore 555 configurato come monostabile



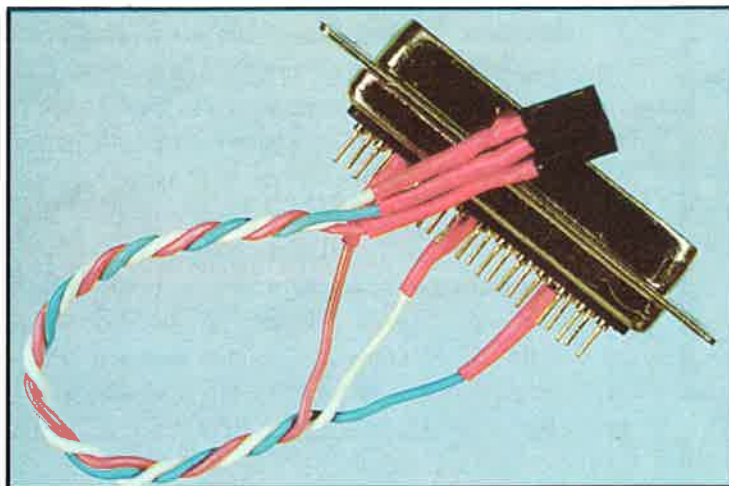
Applicando l'uscita di IC1 all'ingresso di clock di IC2, si ottiene una variazione delle uscite di quest'ultimo che è rappresentata in questo diagramma dei tempi

Il terminale 3 di CN1 è collegato al terminale di uscita 3 di IC1, sempre attraverso i due invertitori, e corrisponde alla linea 11 (BUSY) della porta parallela. Se dopo l'innesco del monostabile si fa in modo che il calcolatore verifichi lo stato di questa linea ripetitivamente, si può sapere quando termina l'impulso generato da IC1 e, pertanto, la sua durata.

La massa del circuito è presente sul terminale 1 di CN1, che deve essere collegato alla massa della

porta parallela attraverso la sua linea 20 (GND). Il circuito del registro ha il compito di indicare l'attività del monitor biologico, attivando i diodi LED in modo sequenziale ogni volta che sull'uscita di IC1 viene generato un impulso. Al primo impulso si illumina D1, al secondo D2, e così via finché non risultano tutti accesi. Al successivo impulso viene spento D1, e l'operazione procede fino allo spegnimento di tutti i LED, per riprendere ancora dall'inizio. In questo modo si ha una chiara indicazione del corretto funzionamento del circuito.

Il connettore DB25 maschio deve essere collegato al connettore della porta Centronics del computer



Inviando sul terminale 2 di IC1 un breve impulso di inizializzazione si innesca il monostabile 555

Il circuito integrato IC2 (74HC174) è composto da sei bistabili di tipo D, con ingressi di cancellazione e di clock comuni. Sull'ingresso di clock viene applicato il segnale di uscita di IC1, che controlla il caricamento dei registri. L'ingresso di cancellazione viene collegato alla rete RC formata da C6 e R8; alimentando il circuito si provoca l'inizializzazione dei bistabili, che dura per l'intero tempo di carica del condensatore in modo che tutti presentino inizialmente sulle loro uscite un livello basso.

L'uscita di ogni bistabile deve essere collegata all'ingresso del successivo: l'uscita di Q1 all'ingresso di D2, l'uscita di Q2 all'ingresso di D3, Q3 a D4, Q4 a D5 e Q5 a D6 e l'uscita di Q6 deve essere collegata all'ingresso di D1 attraverso un invertitore. Il dato che si trova su D1, che è presente invertito anche su Q6, si sposta da un bistabile all'altro ad ogni impulso che arriva al suo ingresso di clock. Poiché inizialmente tutte le uscite si trovano a livello basso, su D1 è presente un livello alto; al primo impulso di clock Q1 passa a livello alto, mentre le altre uscite rimangono a livello basso. Nella transizione successiva commuta a livello alto anche Q2, per cui lo stesso livello è presente anche su D1, D2 e D3.

Con i quattro successivi impulsi di clock tutte le sei uscite commutano a livello alto, per cui l'ingresso

D1 torna a livello basso essendo collegato a Q6 tramite l'invertitore. Ai sei impulsi ancora successivi le uscite commutano tutte a livello basso, ripristinando la situazione iniziale. Per maggior chiarezza si può osservare il diagramma temporale di funzionamento di questo circuito riportato nella figura corrispondente.

Ad ogni uscita deve essere collegata una resistenza e un diodo LED per indicare in ogni momento in che stato si trova.

Con l'interruttore S1 si fornisce alimentazione al circuito; questa può essere erogata da un alimentatore a 5 Vcc oppure da tre pile da 1,5 V collegate in serie. Se possibile, è meglio servirsi di un alimentatore a 5 Vcc, che consente l'utilizzo di integrati della serie LS invece che della serie HC, e garantisce la stabilità del valore della tensione

Partendo da questo semplice programma in BASIC utilizzato per le prove è possibile elaborare degli applicativi più completi

```

1 REM** MONITOR BIOLOGICO
10 CLEAR
20 DEFINT G,X:G=0:X=0
30 DEFSTR A,B:A=CHR$(232):B=SPACE$(2)
40 COLOR 0,6,6:CLS:KEY OFF:WIDTH 80:DIM L(22)
50 DEF SEG=64:PA=PEEK(8)+256*(PEEK(9))
60 IF PA=0 THEN COLOR 7,0,0:CLS:GOTO 450
70 A=CHR$(232):B=SPACE$(2):G=PA+1:L=13:T=PA+2:LOCATE 1,23,0
80 PRINT STRING$(5,16);"MONITOR BIOLOGICO PER PC";STRING$(5,17);
90 LOCATE 2,37:PRINT CHR$(201);STRING$(5,205);CHR$(187)
100 FOR I=3 TO 22:LOCATE I,37:PRINT CHR$(204);B;A;B;CHR$(185):NEXT I
110 LOCATE 23,37:PRINT CHR$(200);STRING$(5,205);CHR$(188)
120 LOCATE 3,31:PRINT"TESO";CHR$(206)
130 LOCATE 13,31:PRINT"MEDIO";CHR$(206)
140 LOCATE 23,31:PRINT"CALMO";CHR$(206):PLAY"L32"
150 FOR I=3 TO 22:LOCATE I,40:PRINT" ":P$="N"+STR$(60-2*I):PLAY P$:NEXT I
160 FOR I=22 TO 13 STEP-1:LOCATE I,40:PRINT A:P$="N"+STR$(60-2*I)
170 PLAY P$:LOCATE I,40:PRINT" ":NEXT I:LOCATE 13,40:PRINT A
180 LOCATE 24,17,1:PRINT"<ENTER>PER INIZIARE, O <ESC> PER USCIRE";
190 AA=INPUT$(1):C=ASC(AA):IF C=27 THEN 420 ELSE IF C<>13 THEN 190
200 LOCATE 24,17,0:PRINT SPACE$(46);
210 LOCATE 24,34:PRINT"INIZIALIZZAZIONE...";Y=0:PLAY"L64":XF=1
220 GOSUB 340:IF X<100 THEN XF=XF+1:PLAY"L64;N32":GOTO220
230 FOR I=1 TO 5:GOSUB 340:PLAY"L64;N34":Y=Y+X:NEXT I
240 Y=Y/5:INC=Y/100:LOCATE 24,28:PRINT"PREMERE <ESC> PER USCIRE";
250 PLAY"L32":LOW=Y-10*INC:FOR I=3 TO 22:L(I)=LOW+(I-2)*INC:NEXT I
260 REM** MONITORIZZANDO
270 P$="N"+STR$(60-L*2):PLAY P$:IF X=0 THEN 380
280 AA=INKEY$:IF AA<>" " THEN C=ASC(AA):IF C=27 THEN 390
290 GOSUB 340
300 IF X>L(L) THEN LOCATE L,40:PRINT" ":L=L+1:IF L>22 THEN 390 ELSE LOCATE L,40:PRINT A
310 IF X<L(L) THEN L=L-1:IF L<3 THEN L=3 ELSE LOCATE L+1,40:PRINT" ":LOCATE L,40:PRINT A
320 GOTO 250
330 REM**ROUTINE DI CAMPIONATURA
340 X=0:Z=0
350 OUT T,0:OUT T,A
360 X=X+1:IF(INP(G) AND 128)=0 THEN 360
370 Z=Z+1:IF Z<XF THEN 350 ELSE LOCATE 1,60:PRINT X;:RETURN
380 REM**CHIUDERE LA SESSIONE
390 CLS:LOCATE 13,8,1
400 PRINT"SESSIONE TERMINATA. PREMERE <ENTER> PER INIZIARE O <ESC> PER USCIRE";
410 AA=INPUT$(1):C=ASC(AA):IF C=13 THEN CLS:GOTO 50 ELSE IF C<>27 THEN 410
420 COLOR 7,0,0:CLS:LOCATE 10,28,1:PRINT"FINE DELLA SESSIONE"
430 LOCATE 13,1:END
440 REM**PORTA STANDARD NON TROVATA
450 LOCATE 10,27,1:PRINT"LA PORTA PER STAMPANTE 1 NON É DISPONIBILE"

```


La durata dell'impulso generato dal temporizzatore 555 non è influenzata da possibili variazioni della tensione di alimentazione

di uscita. Se invece si preferisce alimentarlo con le pile, è necessario che i circuiti integrati IC1 e IC2 siano della famiglia HC, il cui assorbimento è inferiore rispetto agli integrati della serie LS.

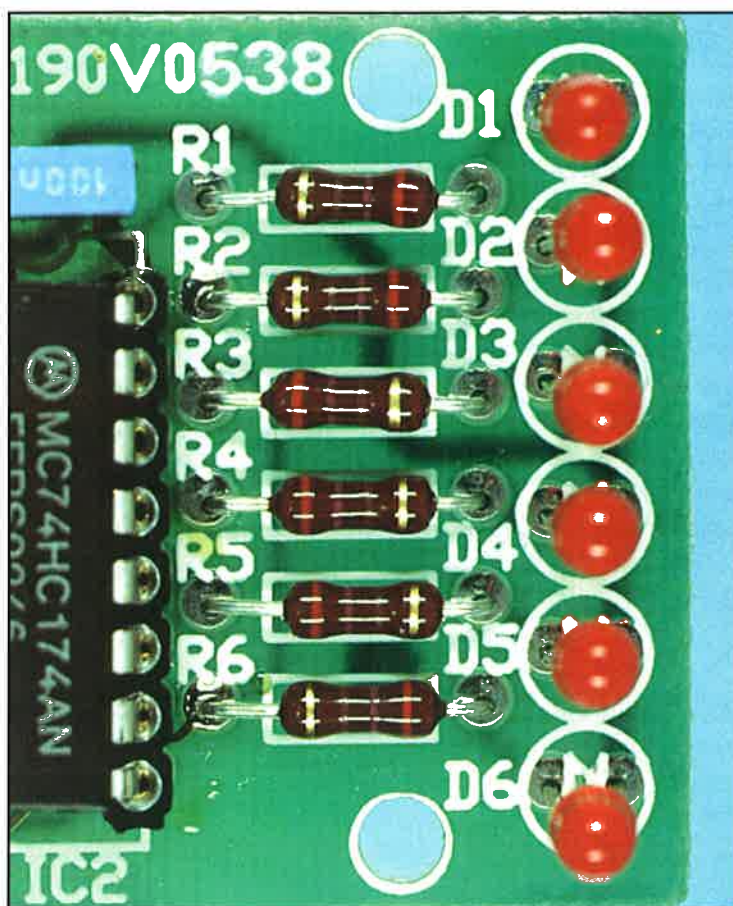
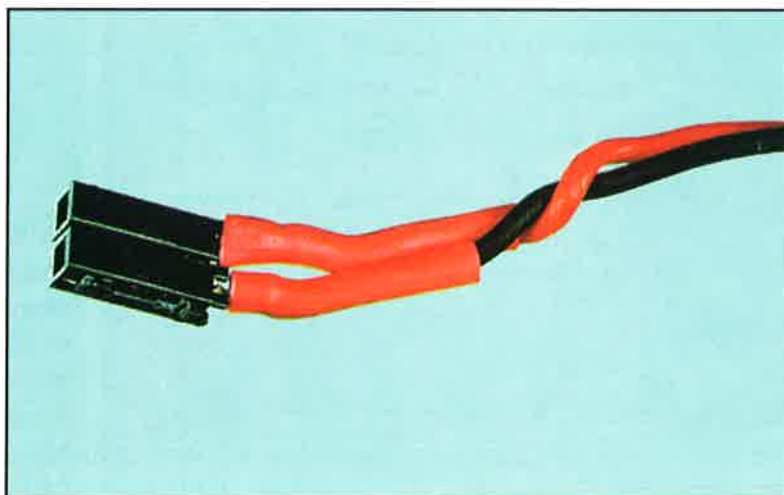
La durata dell'impulso generato dal temporizzatore 555 non è influenzata dal tipo di alimentazione utilizzata, poiché il suo funzionamento non si basa su valori di tensione assoluti ma sul confronto percentuale dei livelli applicati ai suoi ingressi.

MONTAGGIO E VERIFICA

Dopo aver classificato i componenti necessari alla realizzazione del circuito, in accordo con l'elenco fornito al termine del capitolo, si può iniziare l'assemblaggio della scheda seguendo le indicazioni fornite dalle figure corrispondenti.

Inizialmente si possono montare le resistenze R7 e R8 (10 k Ω) e di seguito quelle che vanno da R1 a R6 (220 Ω). Durante il montaggio dei condensatori da C1 a C6 bisogna verificare l'orientamento dei condensatori polarizzati C5 e C6. I connettori CN1, CN2 e CN3 sono realizzati con dei terminali maschi per circuito stampato. Al termine di queste prime operazioni si possono

Ai due cavetti si devono saldare due terminali femmina e un sensore



I diodi LED si accendono in modo sequenziale per ciascuna lettura eseguita dal calcolatore

montare i diodi LED da D1 a D6, facendo attenzione all'orientamento indicato dalla serigrafia presente sullo stampato.

Infine si devono montare i circuiti integrati, verificando anche in questo caso con attenzione la loro posizione e il loro orientamento; è consigliabile, ma non indispensabile, utilizzare per questi ultimi degli zoccoli con terminali torniti, per evitare possibili danneggiamenti durante la fase di saldatura dei terminali.

Dopo aver completato il montaggio è opportuno ricontrollare la correttezza delle saldature e verificare che non si siano formati dei cortocircuiti tra le piste o tra i terminali degli integrati. Poiché lo stampato è a doppia faccia con fori non metallizzati, è necessario saldare su entrambe le facce quei componenti che presentano dei collegamenti anche dal lato componenti. Per realizzare i sensori di misura si

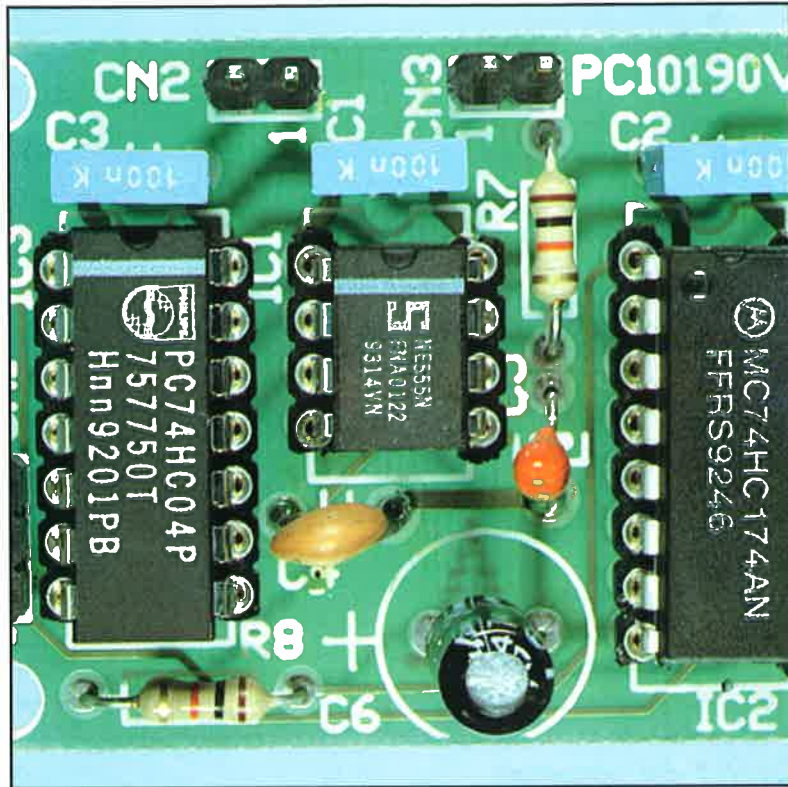
possono utilizzare fogli di alluminio, come ad esempio una pellicola di domopack, ritagliando due rettangoli di dimensioni 2 x 5 cm circa che devono essere incollati su di una superficie non conduttrice (plastica, legno, ecc). Successivamente bisogna eseguire due fori sui lati corti di ciascun rettangolo di alluminio a circa 1 cm dal bordo, in modo da poter fissare delle viti M3. Il collegamento tra la scheda e i sensori in alluminio viene realizzato con due terminali femmina, ai quali devono essere saldati due cavetti di lunghezza compresa tra 8 e 10 cm; gli estremi ancora liberi di questi ultimi devono essere fissati ai sensori per mezzo delle viti M3 citate in precedenza, verificando che si formi un buon contatto elettrico.

I terminali femmina devono invece essere collegati al connettore CN3 presente sulla scheda.

Se il circuito viene alimentato con delle pile, è

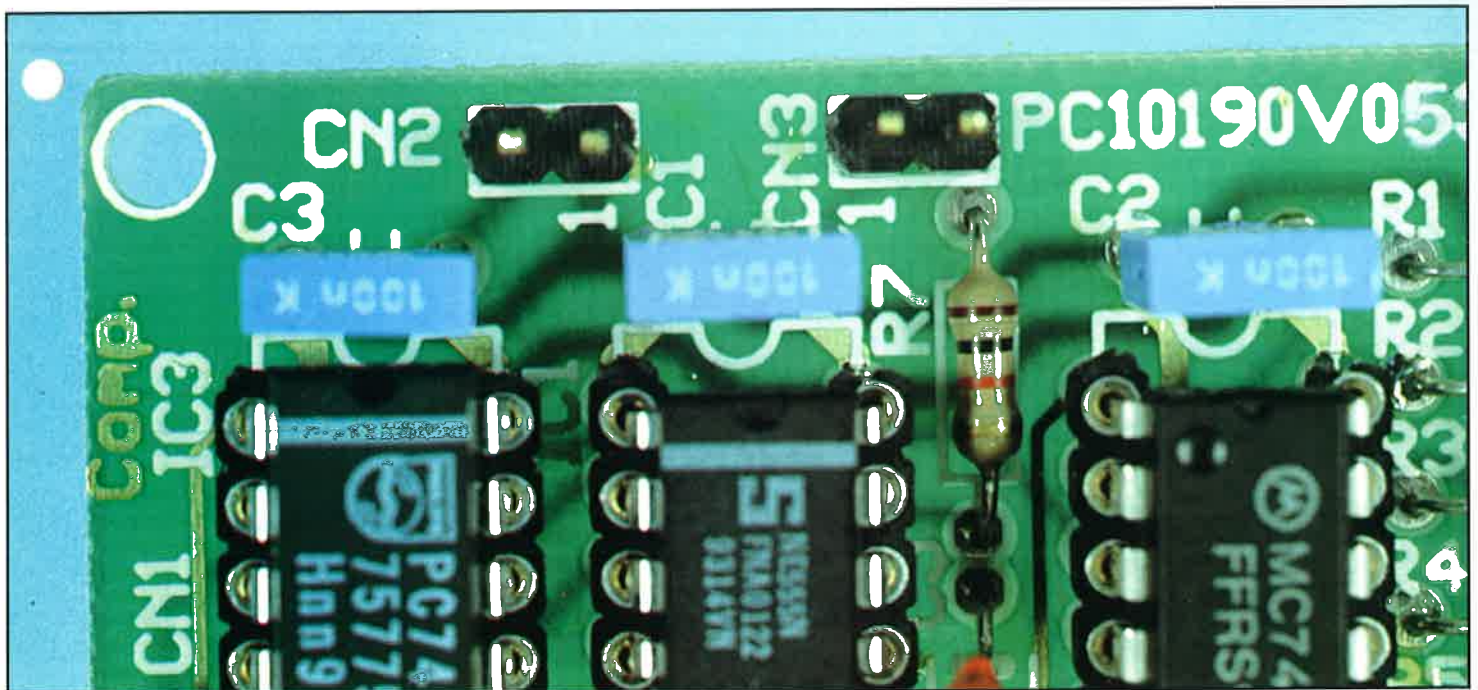
consigliabile utilizzare un portatile e un connettore a clip, collegando in serie ad uno dei cavetti di quest'ultimo l'interruttore S1; l'alimentazione vie-

Gli elementi dotati di collegamenti anche dal lato componenti devono essere saldati su entrambe le facce dello stampato



Il circuito integrato 555 viene utilizzato come generatore di impulsi

15 V di alimentazione vengono forniti tramite il connettore CN2



Elenco Componenti**Resistenze**R1-R6 = 220 Ω R7, R8 = 10 k Ω **Condensatori**

C1-C3 = 100 nF

C4 = 10 nF

C5 = 1 μ F, 16 V tantalioC6 = 47 μ F, 16 V elettrolitico**Semiconduttori**

D1-D6 = Diodi LED rossi 3 mm

IC1 = NE555

IC2 = 74HC174

IC3 = 74HC04

Varie

7 terminali maschi per c.s.

7 terminali femmina per c.s.

38 terminali torniti per zoccoli

1 interruttore S1

1 connettore DB25 maschio

2 faston per viti M3

2 viti M3

Cavo per trasmissione dati con almeno tre conduttori

Cavetti colorati vari

1 circuito stampato

PC10190V0538

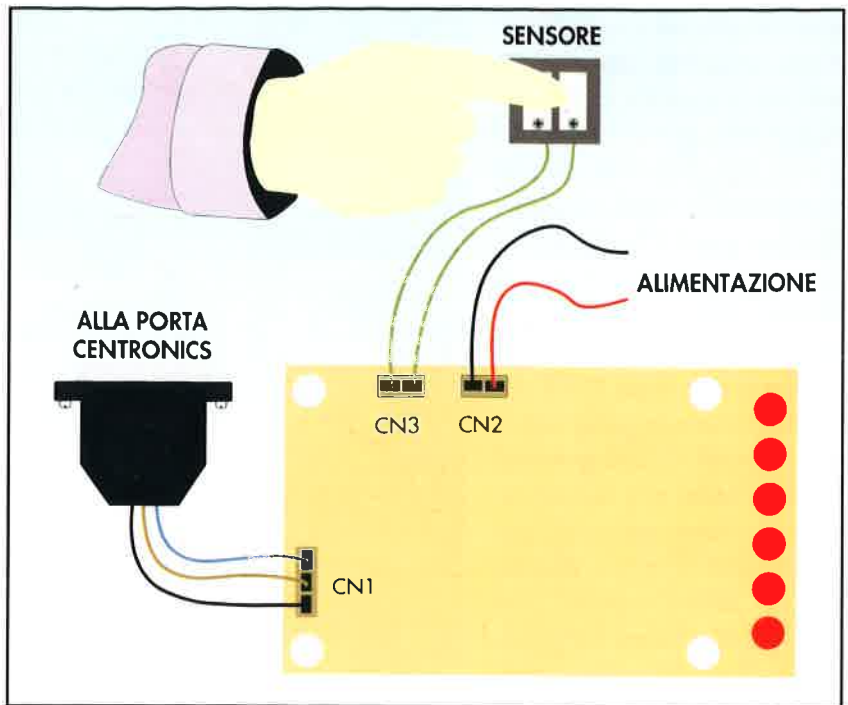
ne fornita al circuito tramite il connettore CN2.

Nella figura si può osservare il cavo di collegamento alla porta parallela del PC. Per realizzarlo bisogna utilizzare un connettore tipo D a 25 terminali maschi per il collegamento al PC, e tre terminali femmina per il collegamento alla scheda (CN1).

Come indicato nella figura corrispondente, il terminale 1 di CN1 deve essere collegato al terminale 20 del connettore DB25, il terminale 2 di CN1 al terminale 16 del connettore DB25, e il terminale 3 di CN1 al terminale 11 del connettore DB25.

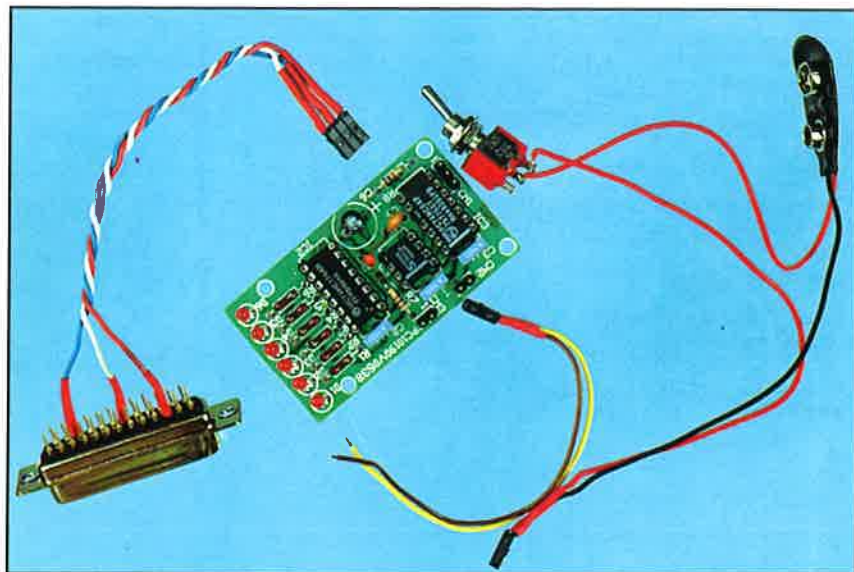
A questo punto, dopo aver caricato il programma sul calcolatore, si può iniziare a

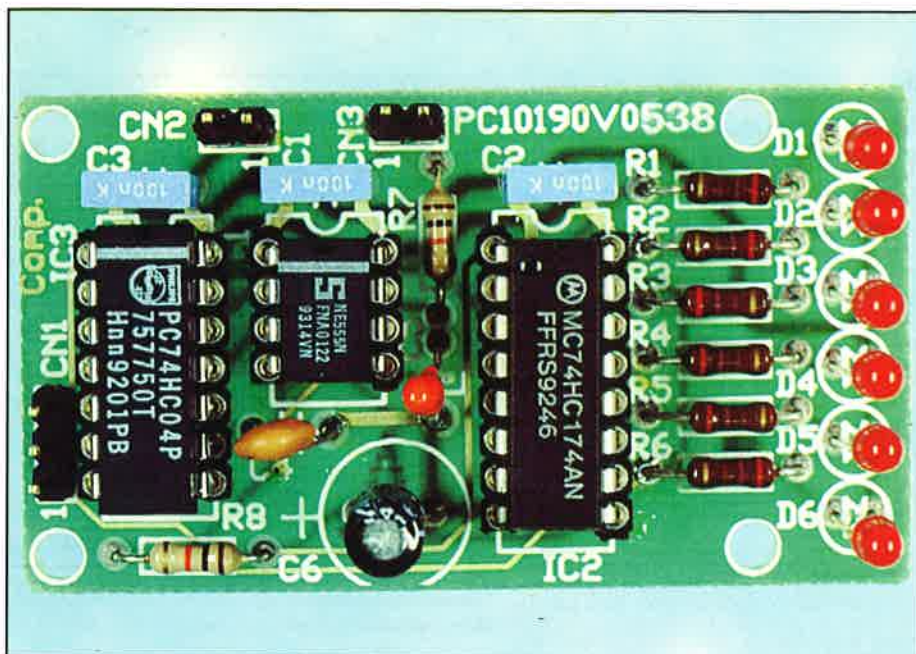
utilizzare il monitor biologico, avendo sempre la precauzione di scollegare l'alimentazione sia del PC che della scheda prima di collegarli tra loro, poiché si potrebbero danneggiare sia la porta parallela che la scheda appena realizzata.



Collegamenti esterni al circuito stampato

Il circuito, quando sono terminate tutte le operazioni di montaggio e verifica, può essere inserito all'interno di un contenitore plastico

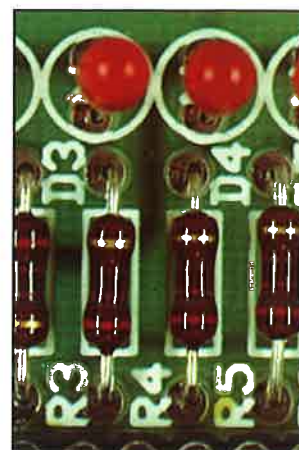




PROGRAMMA PER IL MONITOR BIOLOGICO

Le costanti biologiche e la loro misura sono sempre state oggetto di studio sia per i laboratori di ricerca legati a scienze come la biologia e la medicina, che per altri tipi di "investigazioni" legate a interessi molto più oscuri. In qualsiasi caso, il monitor biologico proposto, anche se su di un piano molto più modesto, ha lo scopo di porre all'attenzione del grande pubblico questi tipi di dispositivi.

Come già detto in precedenza, il monitor biologico basa il suo funzionamento sulle variazioni resistive della pelle umana abbinate ad un sistema di generazione di impulsi stabili (tipo multivibratore), per fornire informazioni in forma grafica sullo stato dell'epidermide e, di conseguenza, sullo stato d'animo della persona sotto test. Bisogna segnalare che l'impiego di questo dispositivo presuppone



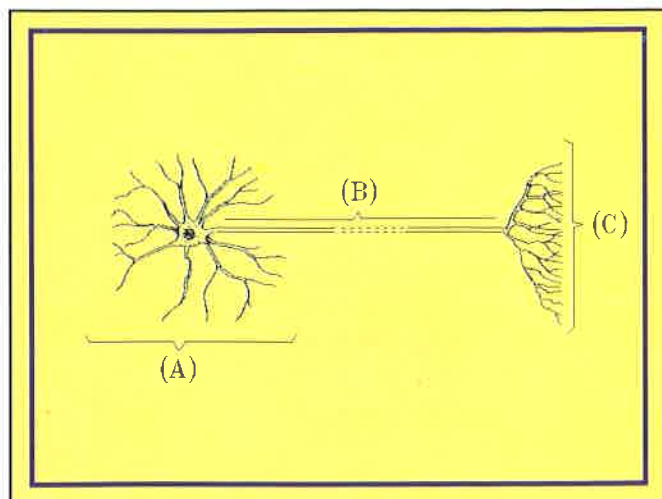
Il funzionamento del monitor biologico è basato sulle variazioni resistive della pelle umana

Le cellule che formano il sistema nervoso dell'organismo umano (più conosciute come neuroni) ricevono, conducono e trasmettono segnali elettrici

alcune conoscenze minime del funzionamento chimico-elettrico dell'organismo, e un certo impegno per un eventuale approfondimento nello studio del suo funzionamento e dei risultati ottenuti dalle prove praticamente eseguite. In qualsiasi caso, viene fornita una breve descrizione del comportamento del corpo umano a livello elettrico.

NOZIONI FONDAMENTALI DI ELETTROBIOLOGIA

Le cellule che compongono il sistema nervoso presente nel corpo umano (più conosciute con il nome di *neuroni*) ricevono, trasportano e trasmettono dei segnali elettrici. Il significato di ogni segnale varia in accordo con la funzione svolta dalla cellula in questione nel complesso del sistema nervoso. In un neurone di classe motoria i segnali forniscono ordini per la contrazione di un determinato muscolo, mentre un neurone di tipo sensitivo trasporta informazioni relative alla presenza o al manifestarsi in un determinato punto del corpo di uno stimolo specifico, causato ad esempio dalla luce, da una forza di carattere meccanico o da una sostanza chimica. Un sistema interneuronico rappresenta uno stadio di calcolo nel quale viene combinata l'infor-

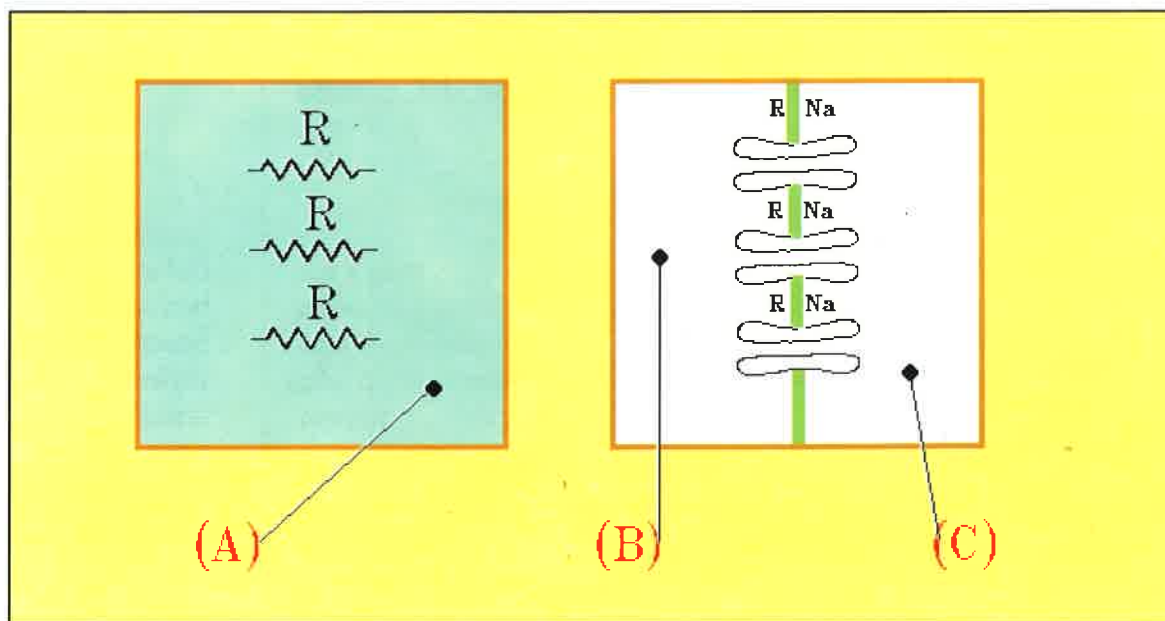


Struttura schematica di un neurone: (A) Corpo cellulare, (B) Assone, (C) Rami terminali dell'assone

mazione sensoriale proveniente da fonti molto diverse per generare un insieme logico di ordini motori come risposta al segnale o ai segnali ricevuti. Nonostante il diverso significato dei differenti tipi di segnali esistenti, la loro forma è in qualsiasi caso la stessa; più precisamente, è rappresentata da variazioni del potenziale elettrico ottenute attraverso la membrana plasmatica del neurone in questione. La comunicazione interneuronale si ottiene per mezzo di una alterazione elettrica, prodotta in una parte della cellula, che si estende verso altre parti della stessa. Senza

una amplificazione attiva questa alterazione, o modifica dello status, si attenua all'aumentare della distanza dalla sorgente che l'ha generata. Quando le distanze sono brevi l'attenuazione è trascurabile; di fatto, sono molti i piccoli neuroni che conducono i

Confronto tra una resistenza elettrica tradizionale e quella contenuta di una membrana plasmatica. (A) Resistenza elettrica standard, (B) Citoplasma o interno della cellula, (C) Spazio extracellulare. La differenza del potenziale cellulare viene determinata dalla diversa concentrazione di ioni Na^+



loro segnali in modo passivo senza amplificazione. Per la comunicazione del segnale ad una distanza molto elevata questa dispersione passiva risulta eccessiva. Per questo motivo i neuroni più grandi hanno sviluppato un meccanismo attivo di segnalazione che rappresenta uno dei tratti più interessanti e caratteristici del sistema nervoso: uno stimolo elettrico che, quando supera una certa intensità di soglia, scatena un'esplosione di attività elettrica che si propaga rapidamente lungo la membrana plasmatica del neurone. Questa eccitazione elettrica viene chiamata "impulso nervoso" e può trasmettere il

messaggio elettrico, senza attenuazione, da un estremo all'altro del neurone ad una velocità di circa 100 m/s o, in alcune cellule, anche superiore.

La funzione di una cellula nervosa dipende dalla sua forma, poiché questa determina i punti in cui possono essere ricevuti i segnali e i destinatari a cui questi ultimi possono essere trasmessi. Generalmente i neuroni sono piuttosto lunghi, più di qualsiasi altra cellula presente nel corpo umano.

Un neurone motorio, che emette un prolungamento dal midollo spinale fino ad un muscolo del piede, può raggiungere una lunghezza superiore ad un metro. In un neurone si possono distinguere tre parti principali: il corpo cellulare detto *pirenoforo*, il *dentrite* e l'*assone*. Il corpo è il centro biosintetizzatore che ospita il nucleo e le altre parti affini. I dentriti sono un insieme di allungamenti tubolari, ramificati, che si estendono come antenne dal corpo della cellula e che forniscono una superficie maggiore per la ricezione dei segnali che arrivano da altre cellule. L'assone è un allungamento cellulare, generalmente unico e più lungo dei dentriti, che ha il compito di trasmettere gli impulsi nervosi dal nucleo della cellula fino ai suoi "destinatari" più lonta-

ni. I neuroni prendono contatti con altre cellule nervose o con cellule muscolari attraverso strutture specializzate definite *sinapsi*, a livello delle quali il segnale viene trasmesso da una cellula all'altra con una sua trasformazione da elettrico a chimico. Dopo questi brevi cenni sul "principio di funzionamento" del corpo umano si può ritornare al circuito oggetto del capitolo.

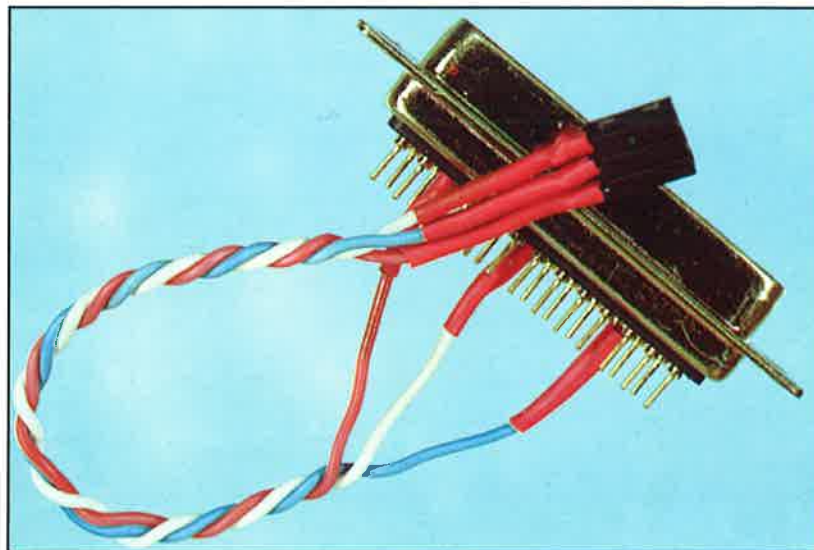
MONTAGGIO E AVVIAMENTO

Inizialmente è opportuno nuovamente sottolineare la particolare importanza della corretta polarità di due dei connettori coinvolti nel collegamento

PORT	DATA	STATUS	CONTROL
LPT1	0378	0379	037A
LPT2	03BC	03BD	03BE
LPT3	0278	0279	027A

Assegnazione convenzionale degli indirizzi per le porte LPT nell'architettura di un PC

I cavi di collegamento sono indispensabili sia per l'alimentazione del circuito che per poter comunicare con il calcolatore



La funzione di una cellula nervosa è determinata dalla sua forma

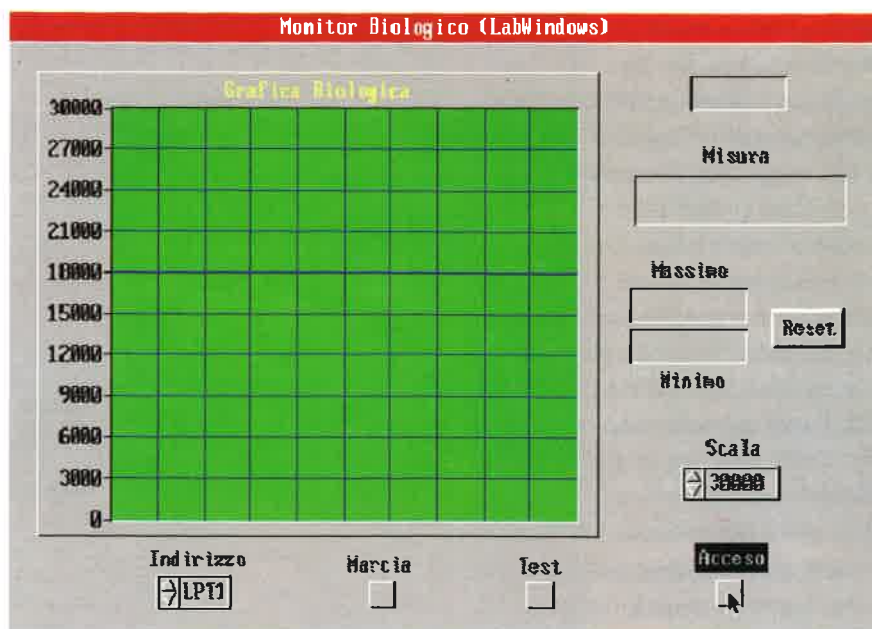
La disposizione dei due cavi relativi alla sonda di misura non è critica

della scheda con il mondo esterno: la presa per l'alimentazione (indicata con CN3) e il collegamento del cavo che unisce la scheda con la porta Centronics del computer (indicata con CN1).

Nel primo caso bisogna essere assolutamente certi che i cavi per l'alimentazione in continua rispettino la polarità richiesta: il terminale 1 di CN3 deve corrispondere alla massa, mentre il 2 deve corrispondere ai + 5 Vcc che alimentano il

circuito. Per il connettore CN1 si deve rispettare la seguente disposizione: il terminale 1 di CN1 è la massa del connettore, per cui deve essere collegata al terminale 20 della porta Centronics (si ricorda l'utilità di mettere a massa i terminali dal 18 al 25 del connettore Centronics), il terminale 2 di CN1 deve essere collegato al terminale 16 del connettore parallelo, e infine il terminale 3 di

Monitor Biologico (LabWindows)



Pannello di controllo per la gestione del monitor biologico

CN1 deve essere collegato al terminale 11 del connettore della porta Centronics.

Come si è potuto osservare nello schema elettrico del circuito, la disposizione dei due cavi relativi alla sonda non è critica, in quanto il loro scopo è solamente quello di indicare al circuito la resistenza presente tra i due terminali.

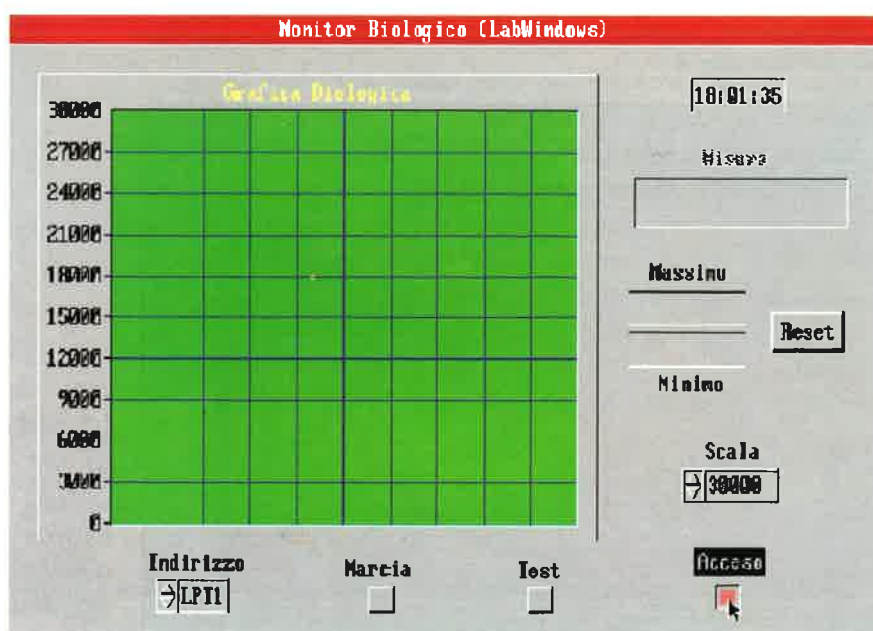
Se tutte le precauzioni indicate sono state rispetta-

te, comprese quelle relative al montaggio dei componenti (valori, polarità di IC1 e dei condensatori, ecc.), si può collegare il circuito al computer e all'alimentazione richiesta. Si ricorda che anche in questo caso le operazioni di collegamento devono essere eseguite a computer spento, fornendo l'alimentazione solamente quando sono terminate tutte le operazioni di preparazione.

IL PROGRAMMA

Per lanciare il programma è sufficiente posizionarsi sulla directory nella quale si è copiato il programma (o sul floppy A o B se non lo si è trasferito su hard disk), digitare MON e premere il tasto ENTER. Si ricorda che è necessa-

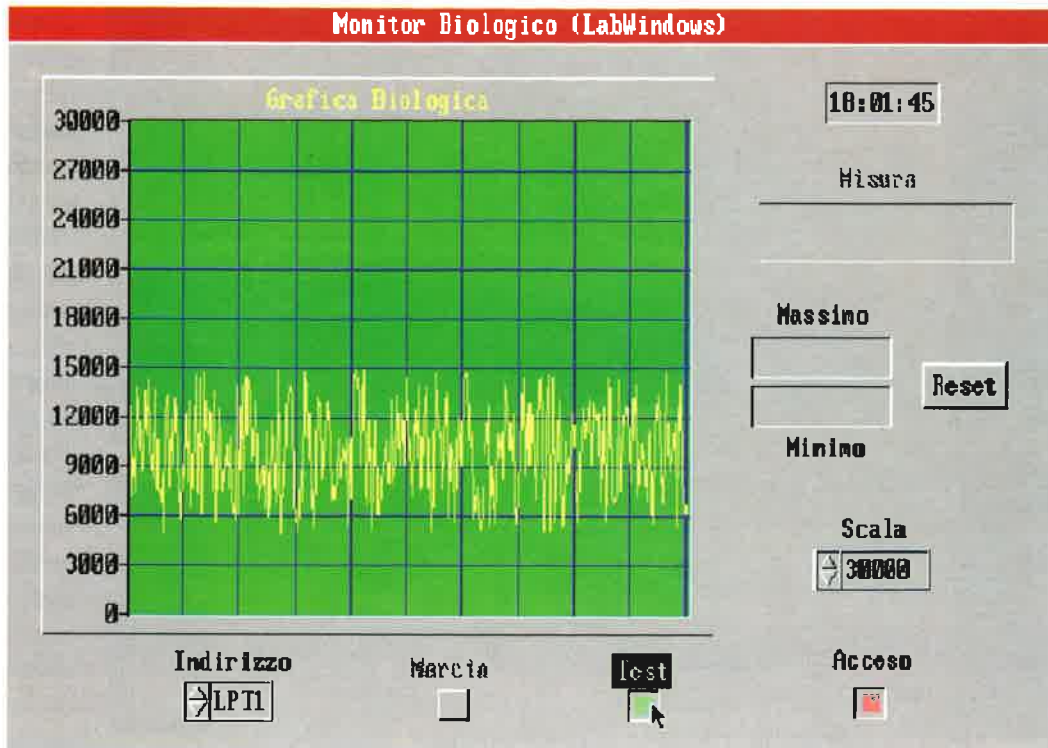
Premendo il pulsante "Acceso" si attivano tutti i commutatori disponibili. Alcuni indicatori rimangono in posizione di attesa finché non si preme il pulsante "Avvio"



rio avere a disposizione un dispositivo di puntamento (mouse) e una scheda grafica che consenta di operare in modalità VGA. Inizialmente sul video appare il pannello di controllo, dotato di una finestra graduata (alla sinistra) e di un insieme di pulsanti e commutatori che servono per gestire, sempre tramite il mouse, i diversi comandi del monitor biologico. È importante sottolineare

che per un corretto funzionamento del programma il circuito del monitor biologico deve essere collegato all'elaboratore; in caso contrario, il programma potrebbe non funzionare correttamente, con possibile blocco del calcolatore e conseguente necessità di eseguire un RESET del sistema per la sua reinizializzazione.

Vengono di seguito esaminati tutti i singoli controlli che appaiono sul pannello dopo che si è lanciato il programma. Nell'angolo inferiore sinistro si può notare la presenza di un commutatore che consente di gestire i diversi indirizzi previsti dall'architettura di un PC per la gestione della porta Centronics. Questi sono numerati da 1 a 3 e indicati come LPT1, LPT2 e LPT3. Ciò consente di superare alla pseudocompatibilità di alcuni cloni, nei quali gli indirizzi di assegnazione delle porte LPT sono diversi da quelli stabiliti dal-

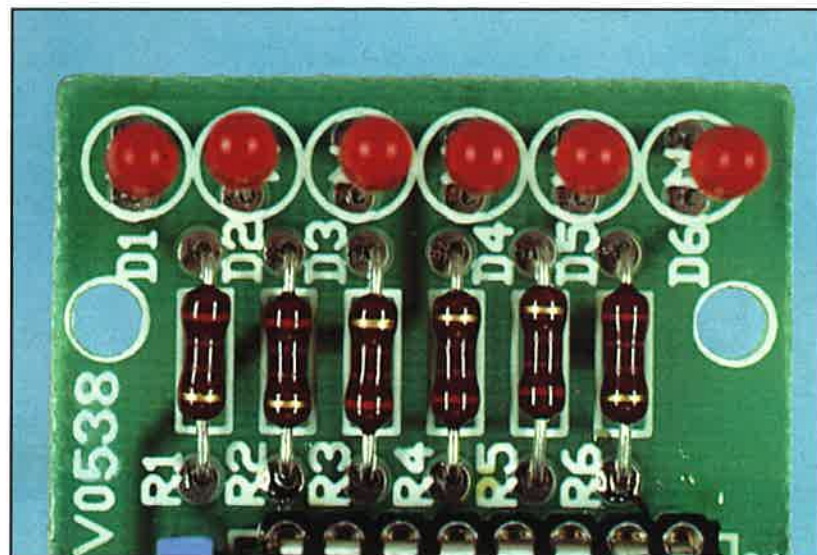


Premendo il pulsante "Test" si ottiene una rappresentazione di prova simile a quella rappresentata in figura

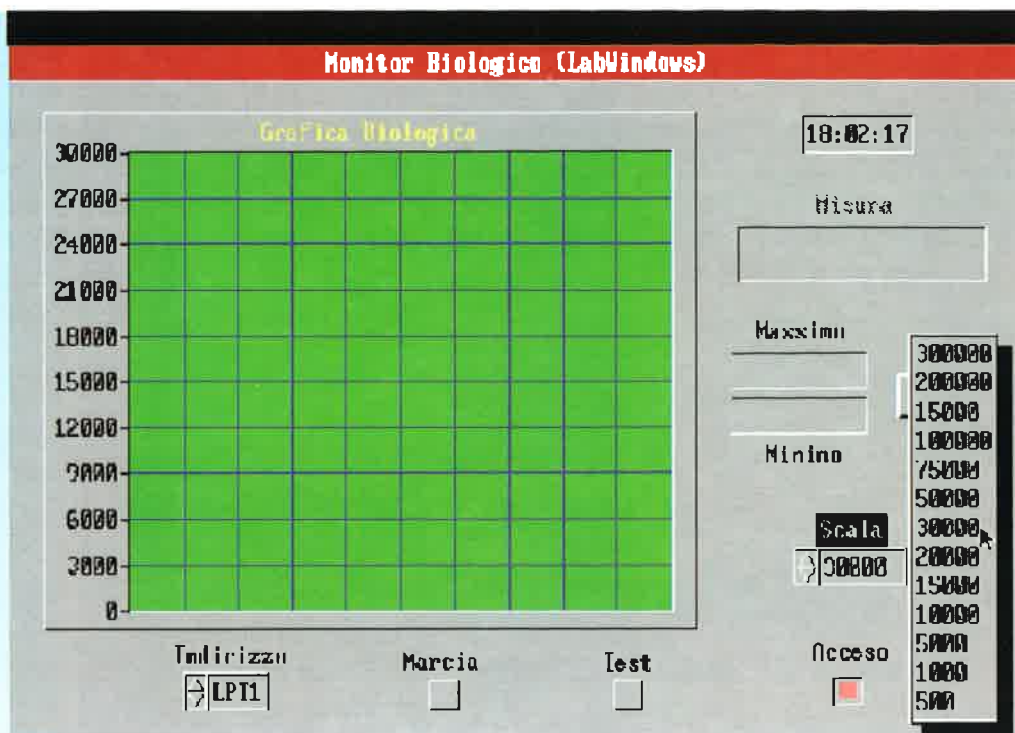
le norme di standardizzazione delle apparecchiature IBM. Nella figura corrispondente è riportata la distribuzione classica di assegnazione delle porte parallele in un PC.

Per abilitare il pannello di controllo si deve cliccare con il puntatore del mouse sul pulsante "Acceso". Il pulsante indicato con "Test" permette di

Attivando il programma l'accensione dei diodi LED sulla scheda fornisce una prova indiscutibile della sua piena operatività



Perché il programma funzioni correttamente è necessario che il circuito sia collegato al calcolatore



Con il commutatore "Scala" è possibile variare la graduazione verticale del grafico rappresentato

visualizzare un grafico simile a quello che si otterrebbe se si eseguisse una verifica "biologica" vera e propria. Per iniziare con le misure si devono applicare gli elettrodi (costituiti da una coppia di puntali a coccodrillo, da una coppia di piastrine metalliche, ecc.) ad una zona di pelle scoperta del proprio corpo sulla quale si desiderano eseguire le prove, e selezionare l'opzione "LPT1" con il commutatore indicato con "Indirizzo".

Dopo aver collegato gli elettrodi si deve premere il pulsante "Acceso" per far partire la rappresentazione grafica. A questo punto può capitare che l'apparecchiatura non registri alcuna misura o, detto in altro modo, che l'indicatore di misura in tempo reale (indicato con "Misura") registri una lettura costante e che i diodi LED presenti sullo stampato rimangano spenti. Questa condizione può essere dovuta al fatto che anche se il programma e il circuito operano correttamente l'indirizzo della porta LPT selezionato non sia quello esatto. Per risolvere questo problema è sufficiente cambiare l'impostazione della porta LPT tramite il commutatore corrispondente. La situazione descritta si potrebbe verificare nei casi di incompatibilità dell'apparecchiatura a disposizione, come detto in precedenza.

Dopo aver effettuato le scelte più idonee, sullo

schermo comincerà ad apparire la traccia relativa alla misura in corso, che varia in funzione della variazione della resistenza elettrica della zona di pelle che si sta verificando. Il valore di questa resistenza varia a causa della variazione delle caratteristiche di trasmissione elettrica, descritte nel paragrafo precedente, presentate dal corpo umano in ogni istante. Fattori quali la temperatura o il sudore (variazione di conduttività) influiscono direttamente sulla lettura ottenuta, e ciò può dare un'idea del possibile impiego di questo strumento per rilevare variazioni bio-

logiche che, in un modo o nell'altro, sono determinate dallo stato d'animo o da quello nervoso della persona che si sta sottoponendo al test. Questa caratteristica consente di utilizzare il dispositivo come "rivelatore di bugie", anche se per ottenere dei dati relativamente sicuri è necessario esercitarsi a lungo sul suo funzionamento e raccogliere un certo numero di rilevazioni sufficienti per definire una casistica che consenta di valutare le reazioni di ciascuno in un contesto più ampio. Proseguendo con la descrizione dei comandi per la gestione del pannello di controllo, si possono notare sulla parte destra dello stesso due indicatori che consentono di avere sempre sotto controllo i dati relativi ai valori "Massimo" e "Minimo". La loro funzione è solo quella di aiuto nella rilevazione dei dati. Il pulsante "Reset", posto sulla destra, consente di riportare a zero questi indicatori e ritornare in questo modo a rilevare nuovi valori estremi.

LE LETTURE OTTENUTE

Le unità con le quali è stata graduata la scala grafica possono essere indicate come "Numero di accessi" o qualcosa di simile, poiché è quello che realmente viene visualizzato. Per capire come si

Dopo aver premuto il pulsante "Acceso" il pannello si attiva

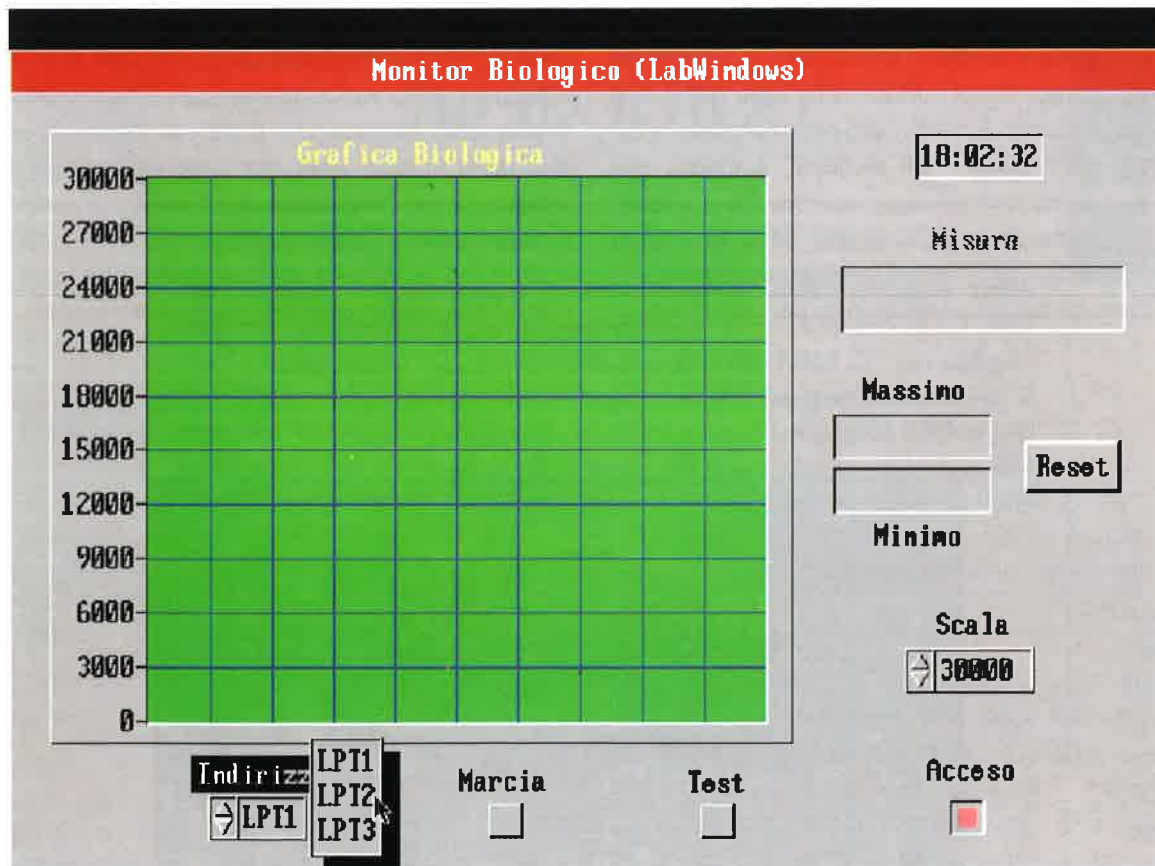
comporta la grafica bisogna ricordare come funziona il circuito. Innanzi tutto si può verificare che i grafici ottenuti con uno stesso "paziente" e con una situazione cutanea identica variano in funzione del tipo di elaboratore utilizzato (8088, 8086, 80286, 80386, 80486, ecc.).

Ciò è dovuto al fatto che la traccia viene ricavata rilevando eventi accaduti in un lasso di tempo determinato riportato sull'asse delle ascisse. Tuttavia, la misura istantanea visualizzata dall'indicatore e tracciata sull'asse verticale non è a prima vista molto facile da intuire. Infatti, la differenza esistente tra le letture ottenute è provocata dal diverso numero di accessi eseguiti dal calcolatore durante un impulso del multivibratore integrato (NE555) sulla porta LPT utilizzata per il collegamento. Per questa ragione, a parità di condizioni della resistenza elettrica della pelle, si possono ottenere (e di fatto questo accade) rappresentazioni grafiche diverse. Se un elaboratore esegue

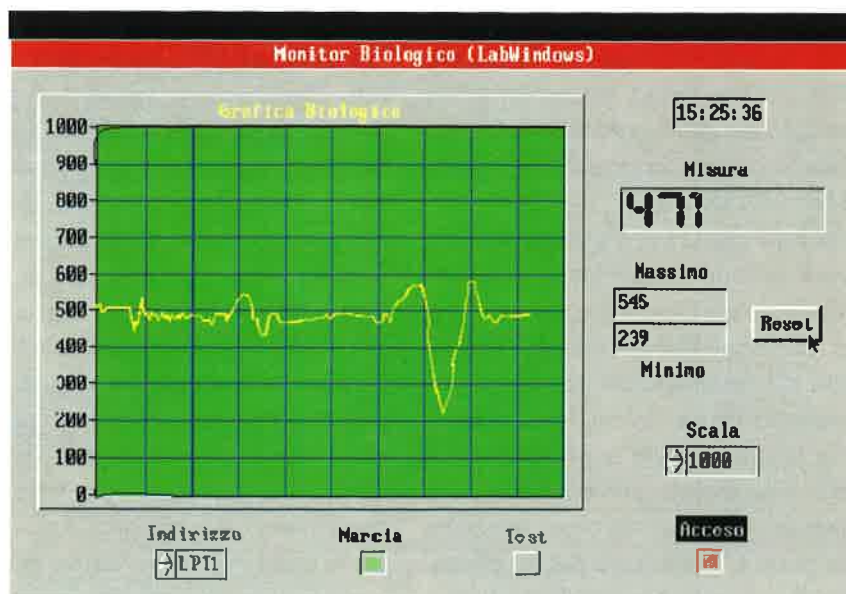
1000 letture durante il periodo T dell'impulso generato dal 555, risulta chiaro che un elaboratore che opera a velocità doppia esegue un numero di letture pari a 2000 nello stesso spazio di tempo T (questo è un calcolo approssimato, poiché oltre alla frequenza di clock del calcolatore possono influire, anche se in modo minore, altri fattori).

Come interpretare allora il grafico, vista la sua relatività? Il metodo più intuitivo consiglia di partire dal presupposto che se si opera con lo stesso elaboratore, lo stesso "paziente", e situazioni "nervose" simili, si deve ottenere una rappresentazione grafica sufficientemente lineare (orizzontalmente) e senza grandi variazioni, qualsiasi sia la scala impostata. Risulta quindi chiaro che il cambio di scala non corrisponde ad una determinata unità di misura assoluta, ma ad una necessità "molto relativa" che permette di centrare il grafico e visualizzarlo nella sua totalità.

Per comprendere il comportamento del grafico bisogna ricordare il funzionamento del circuito



Se si desidera modificare l'indirizzo della porta LPT sulla quale si sta operando è sufficiente agire sul commutatore corrispondente



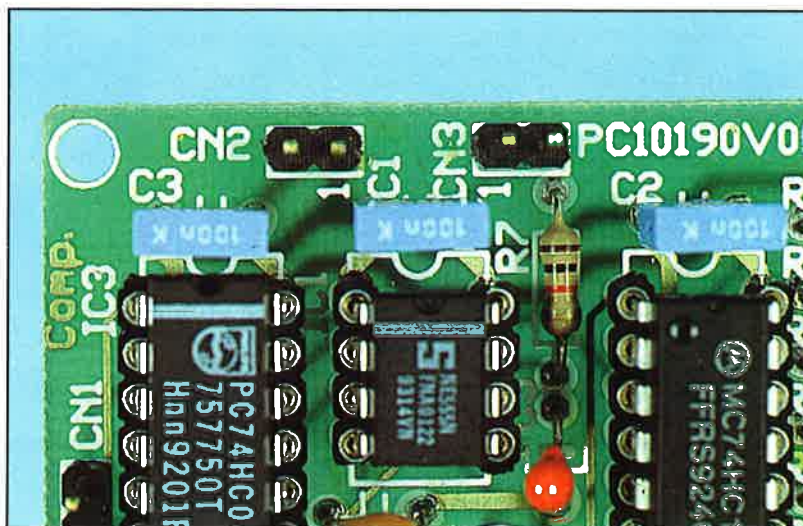
Questo è un grafico reale ottenuto con un 80386 a 25 MHz. La traccia rappresentata corrisponde alla variazione della conduttanza cutanea

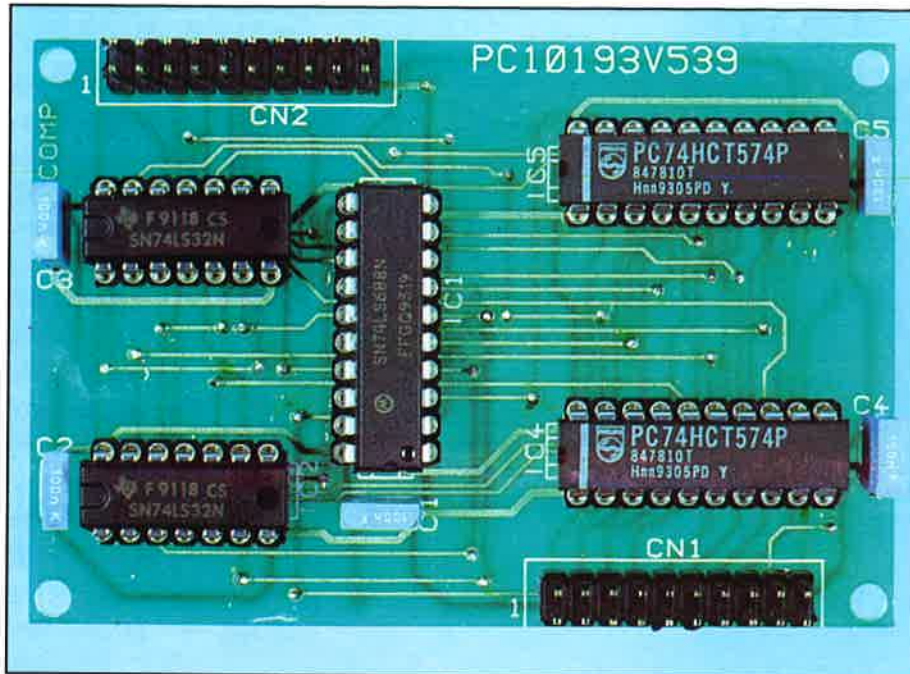
Quanto più stabile e lineare risulta il grafico ottenuto, meno variazioni nervose si sono verificate nella persona sotto esame

Ma come influiscono le variazioni degli stati d'animo nella rappresentazione ottenuta? Per rispondere a questa domanda è sufficiente riguardare lo schema elettrico del circuito. Se si parte dal presupposto che al variare dello stato nervoso si modifica la conduttività della pelle nel punto in cui sono stati collegati gli elettrodi, è chiaro che questo si traduce in una variazione (lieve o forte, in funzione delle circostanze) della frequenza prodotta dal 555. Poiché la lettura corrisponde al numero di accessi eseguiti in un periodo di tempo

limitato dal ciclo generato dal 555, la sua visualizzazione subirà una variazione proporzionale che diventa apprezzabile sul grafico. In pratica, più il grafico ottenuto si presenta stabile e lineare, meno variazioni nervose si sono manifestate nella persona che si sta sottoponendo al test; detto in altro modo, se si sta utilizzando il monitor come "macchina della verità" è molto probabile che un picco positivo o negativo della traccia che appare sul grafico corrisponda, detto con tutte le riserve possibili, ad una menzogna.

È importante non confondere il connettore destinato all'alimentazione con quello riservato alla sonda



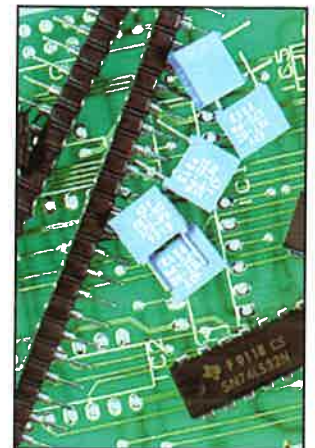


ANALIZZATORE LOGICO (MODULO DI INNESCO)

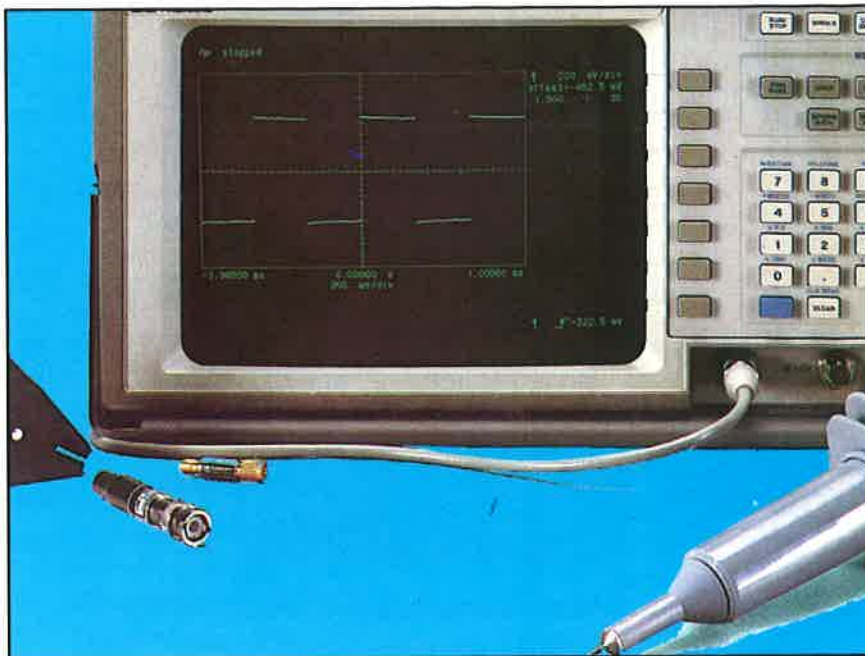
Uno degli strumenti più apprezzati dai progettisti di circuiti elettronici digitali è l'analizzatore logico. Per questa ragione si è deciso di proporre la realizzazione di un piccolo analizzatore che arricchirà il proprio laboratorio di un valido strumento per il controllo e la verifica dei progetti realizzati.

per prima cosa è opportuno ricordare alcuni concetti fondamentali relativi al funzionamento degli analizzatori logici. In pratica, un analizzatore logico è uno strumento in grado di memorizzare una serie di segnali provenienti da un circuito digitale per permettere la verifica del suo funzionamento tramite la visualizzazione e l'analisi dei dati memorizzati.

Generalmente gli analizzatori logici sono forniti come strumenti autonomi, dotati di complesse funzioni per l'analisi dei dati memorizzati. Tuttavia, grazie al grande sviluppo dei personal computer, sono state realizzate delle schede che, accompagnate dall'opportuno software di controllo, sono in grado di



In pratica un analizzatore logico è uno strumento in grado di memorizzare una serie di segnali provenienti da un circuito digitale



Gli analizzatori logici consentono di verificare il funzionamento di circuiti digitali molto complessi

svolgere le stesse funzioni. Il vantaggio che deriva dall'utilizzo di queste schede è la possibilità di abbinare alla potenza dello strumento le straordinarie capacità di elaborazione di un personal computer, e il rapido inserimento di nuove funzioni di analisi tramite semplici modifiche del programma di controllo.

Tra le caratteristiche fondamentali degli analizzatori logici si possono segnalare le seguenti:

- *velocità di campionamento*: è la frequenza alla quale è in grado di immagazzinare i dati nella sua memoria. Viene indicata in numero di campionamenti al secondo o in unità di tempo per campionamento. Alcune tra le più moderne apparecchiature raggiungono velocità di 2 gigacampionamenti al secondo, che corrispondono a 500 picosecondi per campionamento. La velocità di campionamento dipende da diversi fattori, tra i quali è preminente la tecnologia di fabbricazione delle memorie utilizzate; di conseguenza, come regola generale, si può affermare che una apparecchiatura più è veloce e più è costosa.

- *capacità di memoria*: è il numero massimo di campionamenti che l'ap-

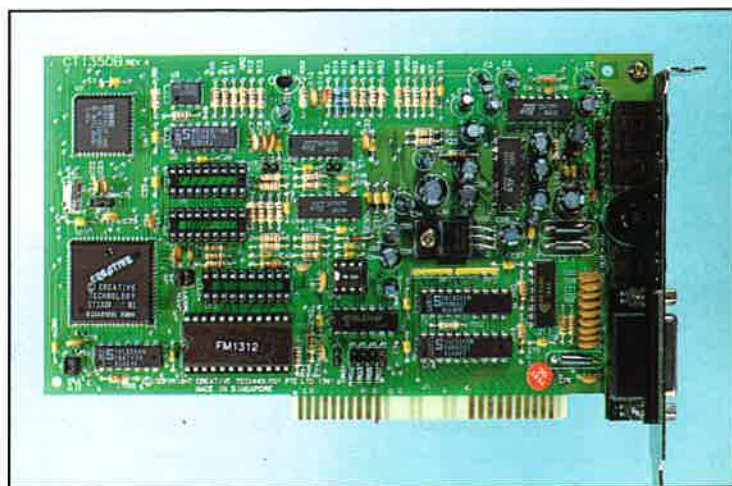
parecchiatura è in grado di memorizzare. Esistono apparecchiature in grado di memorizzare sino a 64 Kbyte di campionamenti, ma generalmente la capacità è inferiore. Questo valore è funzione del numero degli ingressi utilizzati e della quantità di memoria installata.

- *numero di ingressi*: è la quantità di segnali che possono essere memorizzati contemporaneamente. Anche se vi sono apparecchiature in grado di memorizzare sino a 512 segnali simultaneamente, la maggior parte dei dispositivi è dotata di 32 ingressi diversi, che possono essere configurati a 8, 16 o 32 bit. Utilizzando la configurazione a 8 o 16 bit è possibile aumentare

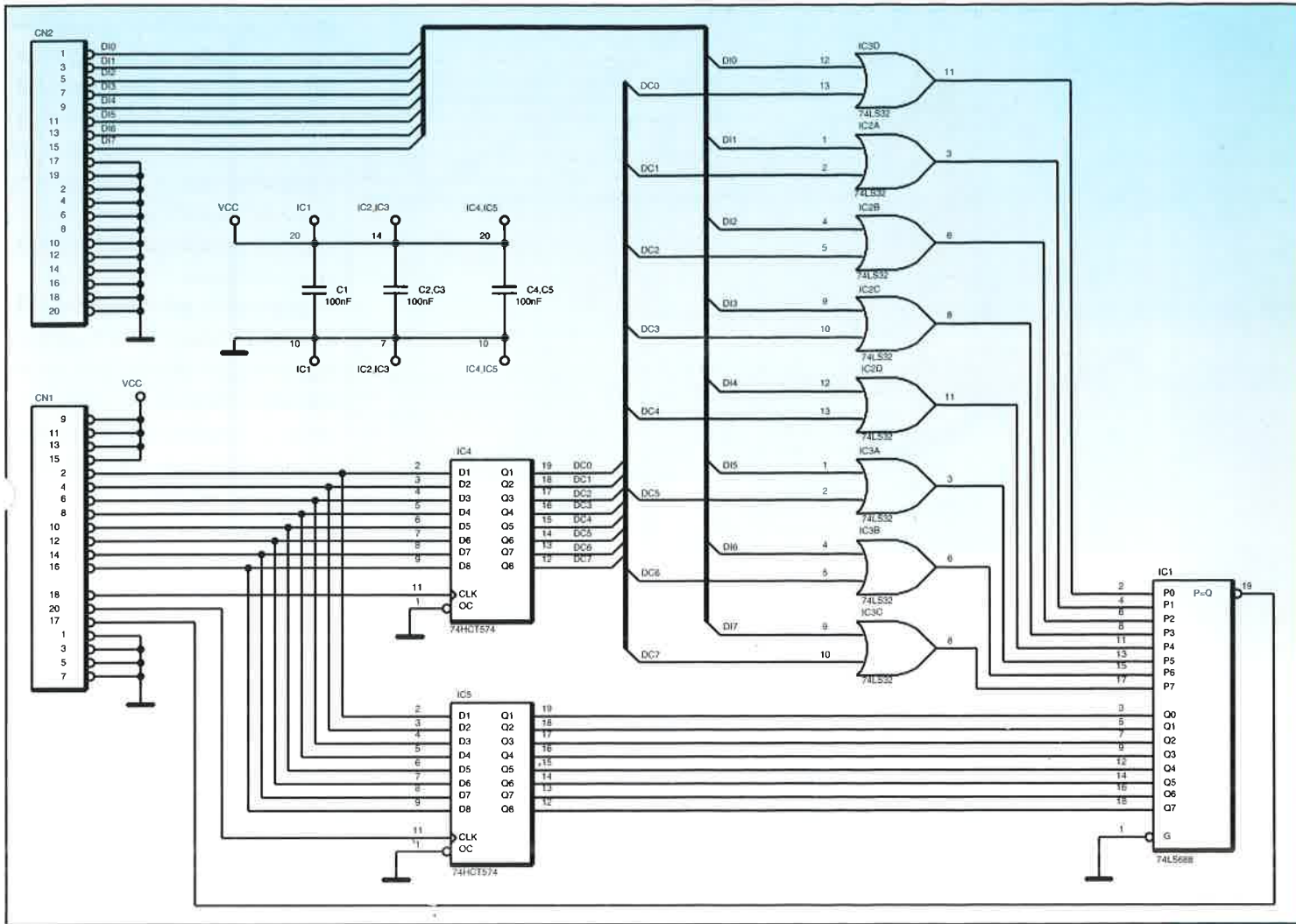
la capacità della memoria.

- *capacità di preinnesco*: tutti gli strumenti commercializzati sono dotati di una funzione che permette di impostare il momento in cui lo strumento deve iniziare a memorizzare i dati. Quando si genera una determinata combinazione dei dati di ingresso, questi cominciano a essere memorizzati. Inoltre, viene memorizzato un certo numero di campionamenti antecedenti il momento dell'innesco, che permettono di verificare ciò che è accaduto negli istanti che precedono la comparsa del dato che genera l'innesco stesso.

Le schede di strumentazione possono convertire un personal computer nel più completo analizzatore logico



Esistono apparecchiature che possono memorizzare sino a 64 Kbyte di campionamenti



Lo schema elettrico dimostra la semplicità del circuito di innesco

- *capacità di analisi*: indica il livello di accuratezza che lo strumento è in grado di fornire per analizzare l'informazione memorizzata. Tutti gli strumenti disponibili in commercio sono in grado di visualizzare i dati rilevati, ma solo alcuni hanno la capacità di interpretare l'informazione emulando le funzioni di altri strumenti. Si supponga, per esempio, di prelevare i dati presenti nella memoria di programma di un microprocessore: alcuni analizzatori sono in grado di interpretare questi dati fornendo il listato del programma che è in fase di esecuzione.

- *base dei tempi*: gli strumenti in commercio sono dotati di una base dei tempi interna che determina la velocità di campionamento in ogni istante, che può essere variata dal valore massimo sino a qualche secondo per campionamento. Il requisito fondamentale di questo blocco è rappresentato

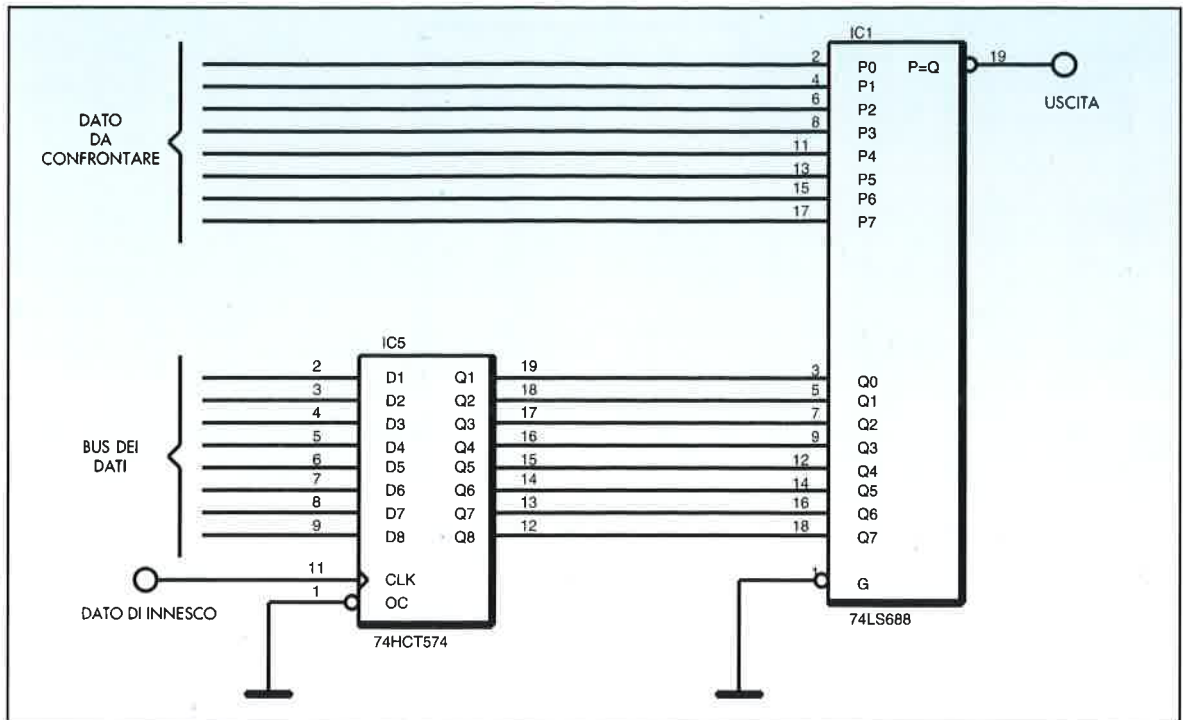
dalla sua stabilità e precisione, per cui viene generalmente controllato tramite un oscillatore di tipo TCXO preriscaldato. Come base dei tempi è possibile utilizzare anche un segnale di clock esterno prelevato dal circuito analizzato.

- *massima tensione di ingresso*: generalmente tutti questi apparecchi sono dotati di uno stadio di ingresso in grado di sopportare tensioni superiori ai 20 V, per renderli compatibili con i dispositivi appartenenti alle diverse famiglie logiche.

STRUTTURA DELL'ANALIZZATORE LOGICO

La realizzazione proposta è formata da tre circuiti fondamentali (innesco, memoria e controllo), e da un programma che serve per controllare il loro funzionamento. Per poter collegare questo dispositivo all'elaboratore è necessario avere a disposi-

L'apparecchio è formato da tre moduli: controllo, memoria e innesco



Il dato di confronto viene caricato nel registro IC5, le cui uscite sono direttamente collegate al comparatore

zione il decodificatore di indirizzi; sarebbe inoltre opportuno utilizzare anche il generatore TTL presentato nei capitoli precedenti, poiché questo circuito consentirebbe di dotare l'analizzatore di una sua base dei tempi indipendente.

Il modulo di innesco consente di impostare tramite il modulo di controllo il momento in cui il modulo di memoria deve iniziare a memorizzare i dati che arrivano dall'esterno. Il modulo di memoria ha il compito di immagazzinare tutti i dati provenienti dall'esterno, in modo da poterli inviare successivamente al calcolatore, sotto la supervisione del modulo di controllo, per la loro analisi e rappresentazione.

Il modulo di controllo serve per l'interscambio delle informazioni con il calcolatore e per controllare il funzionamento degli altri circuiti.

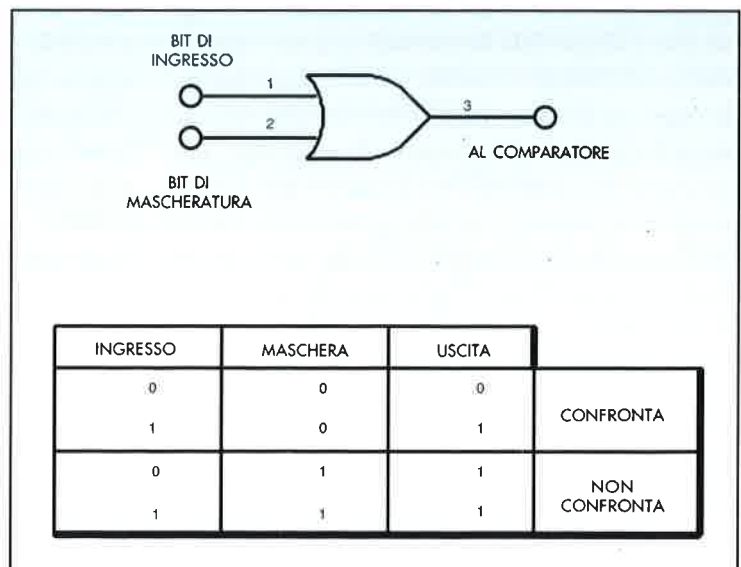
Con il programma è possibile controllare i tre circuiti e visualizzare sullo schermo una rappresentazione grafica degli otto segnali di ingresso. Inoltre, sono state previste anche delle finestre nelle quali vengono riportati i valori dei segnali in

ciascuna posizione, e uno zoom che consente di visualizzare in dettaglio una determinata zona dello schermo. Il programma è stato sviluppato in ambiente LabWindows.

I due circuiti di controllo e di memoria sono indispensabili per il funzionamento dell'analizzatore, mentre il circuito di innesco potrebbe non

Il valore memorizzato nel registro di mascheratura consente di selezionare il bit di ingresso che si desidera utilizzare per l'innesco dell'analizzatore

Il modulo di innesco consente al modulo di controllo di impostare il momento in cui il modulo di memoria deve iniziare l'immagazzinamento dei dati che arrivano dall'esterno



essere utilizzato poiché rappresenta un optional aggiuntivo non strettamente necessario. Tuttavia, la potenzialità che questo circuito fornisce allo strumento rende consigliabile la sua realizzazione.

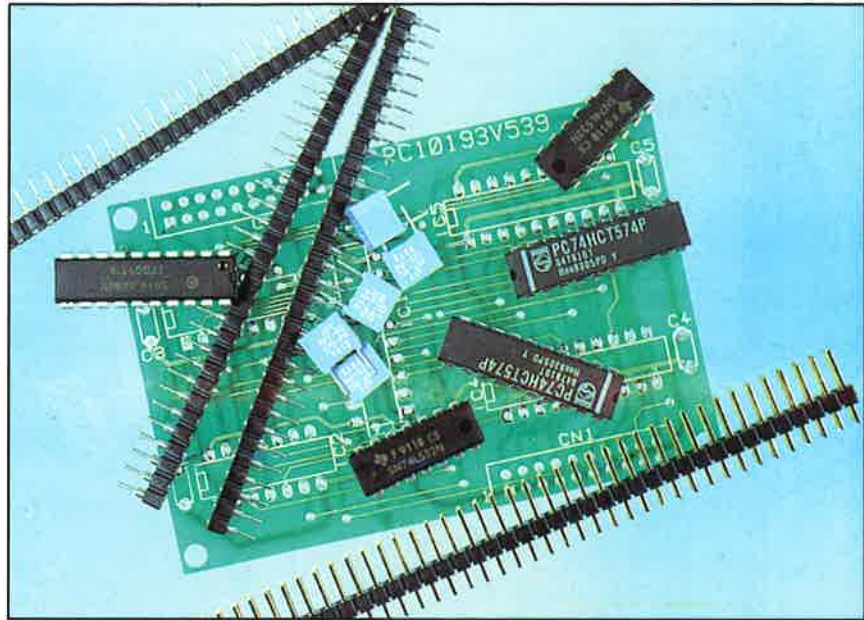
CARATTERISTICHE

Per poter definire le prestazioni di questa realizzazione rispetto a quelle di uno strumento commerciale vengono confrontati i parametri descritti in precedenza.

- *Velocità di campionamento*: come già detto, dipende dalla memoria installata. In questo caso si è optato per una memoria RAM statica, i cui tempi di accesso possono variare tra 25 e 150 nanosecondi. Come si può facilmente supporre, il costo di questo dispositivo dipende in gran parte dal tempo di accesso di queste memorie. Il progetto è stato pensato per memorie da 100 nanosecondi, ma possono essere utilizzati componenti con tempi di accesso

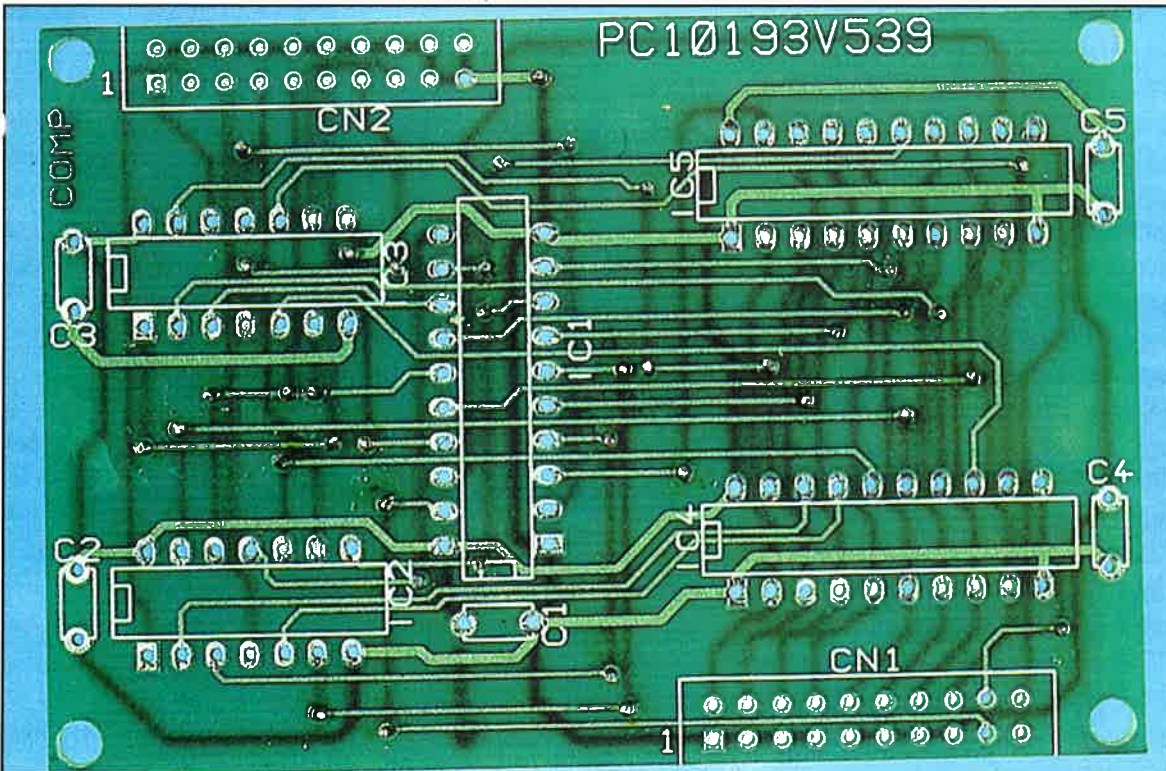
inferiori. Con la memoria consigliata la massima velocità di campionamento è di 5 megacampionamenti al secondo, che corrispondono a 200 nanosecondi per campionamento.

- *Capacità di memoria*: la capacità di memoria

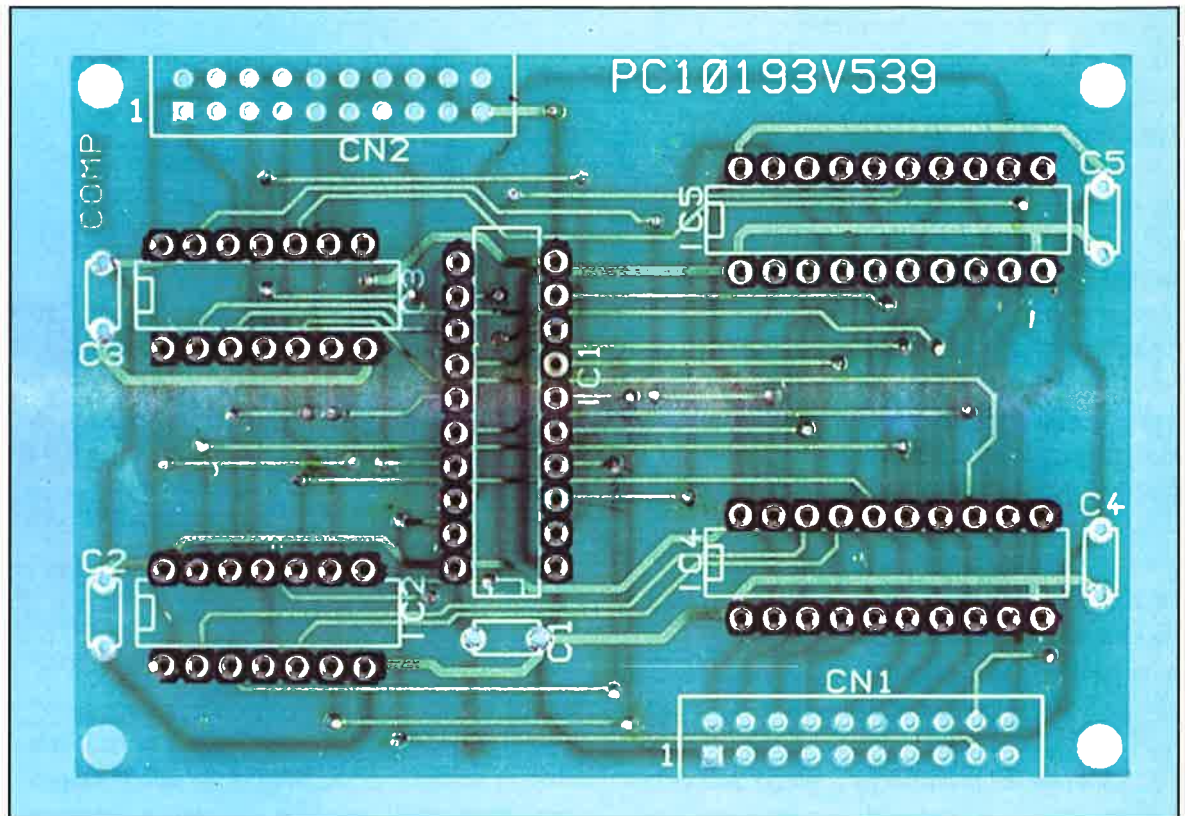


Prima di iniziare il montaggio del circuito si devono preparare tutti i componenti che devono essere utilizzati

La prima operazione che si deve eseguire sullo stampato è la realizzazione dei ponticelli e dei collegamenti tra le due facce dello stesso



Con la memoria consigliata la massima velocità di campionamento è di 5 megacampionamenti al secondo, che corrispondono a 200 ns per campionamento



Le strisce di terminali femmina servono come zoccoli per i circuiti integrati

Il programma di controllo è stato sviluppato per poter controllare contemporaneamente tutti i circuiti, e per poter regolare la velocità di campionamento tra 100 ns e 800 ms con 42 gradini

utilizzata è di 2.048 bit, suddivisi in 8 pagine da 256 bit; ciò permette di mantenere memorizzate fino a 8 acquisizioni, con un numero massimo di 256 campionamenti per acquisizione.

- *Numero di ingressi*: gli ingressi sono limitati ad un massimo di 8, e il numero di questi che viene impiegato non influisce sulla capacità di immagazzinamento della memoria.

- *Capacità di preinnesco*: il modulo di innesco rappresenta una funzione aggiuntiva dell'analizzatore, che può sfruttare tutti gli ingressi per definire l'istante di innesco. Il punto di innesco è sempre al centro dell'acquisizione, per cui vengono mantenuti in memoria i 128 campionamenti precedenti l'innesco e i 128 successivi.

- *Capacità di analisi*: poiché non si tratta di uno strumento professionale, la capacità di analisi è limitata all'indicazione dello stato degli otto ingressi in ciascun istante dell'acquisizione.

- *Base dei tempi*: come detto in precedenza, per dotare lo strumento di una base dei tempi indipendente è necessario utilizzare il generatore/divisore TTL. Il programma di controllo è stato sviluppato in modo da poter controllare questo circuito contemporaneamente agli altri, consentendo quindi di

variare la velocità di campionamento in un intervallo compreso tra 100 nanosecondi e 800 millisecondi in 42 gradini. Inoltre, è possibile utilizzare qualsiasi altro segnale di clock esterno, ma in questo caso non è possibile variare la velocità di campionamento.

- *Massima tensione di ingresso*: questo dispositivo è stato progettato per operare con una tensione di ingresso massima di 5 V, per cui è compatibile con la sola famiglia TTL. Per tensioni superiori è necessario inserire un convertitore di livelli TTL tra il circuito che si desidera esaminare e l'ingresso dell'analizzatore logico.

IL MODULO DI INNESCO

Invece di partire con la descrizione circuitale del modulo di controllo dell'analizzatore, si è preferito iniziare dal modulo di innesco. Per poter meglio comprendere il funzionamento del modulo di controllo, è infatti necessario conoscere a priori il modo in cui agiscono i segnali che intervengono negli altri due circuiti.

Il modulo di innesco fornisce all'analizzatore la possibilità di determinare il momento in cui deve

iniziare la memorizzazione dei dati nel modulo di memoria.

Si supponga di voler osservare le variazioni dei diversi segnali di un circuito digitale nel momento in cui uno di questi passa da livello basso a livello alto. Se non si dispone di alcun elemento in grado di stabilire il momento in cui questo segnale cambia di stato, e perciò deve iniziare la memorizzazione dei dati, è molto improbabile che si riesca ad eseguire questa operazione in modo manuale. Con il modulo di innesco questo compito viene invece eseguito automaticamente sfruttando gli otto segnali di ingresso. Il suo funzionamento si basa sul confronto dello stato degli ingressi con un dato stabilito dall'utente, che viene memorizzato preventivamente in un registro. Quando entrambi coincidono viene inviato un segnale che indica l'inizio della fase di memorizzazione. Nello schema elettrico si può osservare che il dato di innesco viene memorizzato nel registro a 8 bit costituito dal circuito integrato 74HCT574, le cui uscite sono collegate direttamente agli ingressi da Q0 a Q7 del comparatore a 8 bit IC1 (74LS688). Poiché non è sempre necessario eseguire il confronto con tutti gli otto bit di ingresso, si è aggiunta al circuito la possibilità di confrontare solo i bit che si ritiene opportuno utilizzare, sia in numero che in posizione. Si possono perciò confrontare da zero a otto bit, nelle posizioni che si desiderano. Per realizzare questa condizione

gli otto bit di ingresso non vengono inviati direttamente al comparatore, ma vengono interfacciati con delle porte OR le cui uscite sono collegate ai diversi ingressi del comparatore (da P0 a P7). L'ingresso libero di ciascuna porta è collegato all'uscita del registro IC4, costituito dall'integrato 74HCT574, nel quale è stata memorizzata la maschera di confronto.

Le modalità di confronto sono le seguenti:

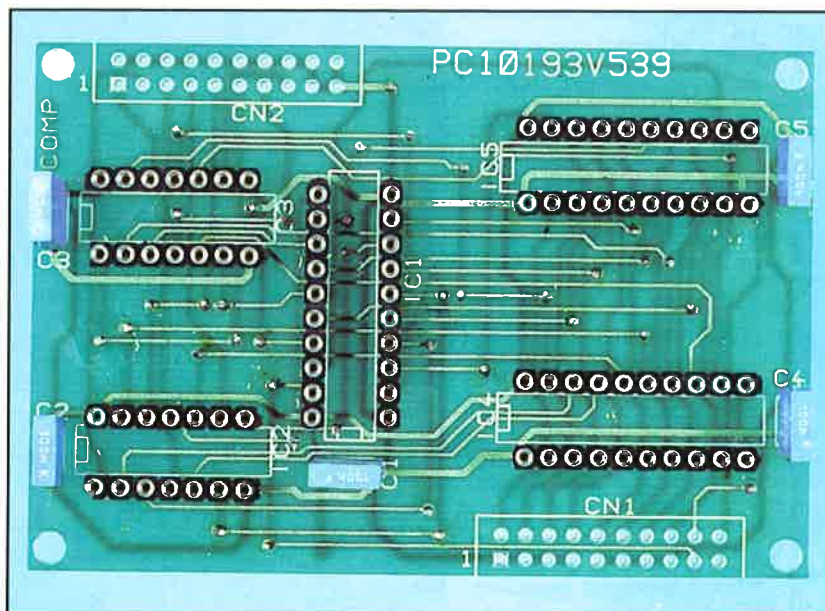
a. - quando si desidera che un bit di ingresso sia confrontato con un determinato valore, si deve caricare nella posizione corrispondente del registro dei dati il valore desiderato (0 o 1), e nella stessa posizione del registro di mascheratura uno 0. In questo modo, essendo presente uno 0 nel registro di mascheratura, l'uscita della porta OR riflette in ciascun istante lo stato del bit di ingresso, per cui quest'ultimo viene confrontato direttamente con il valore memorizzato nel registro dei dati.

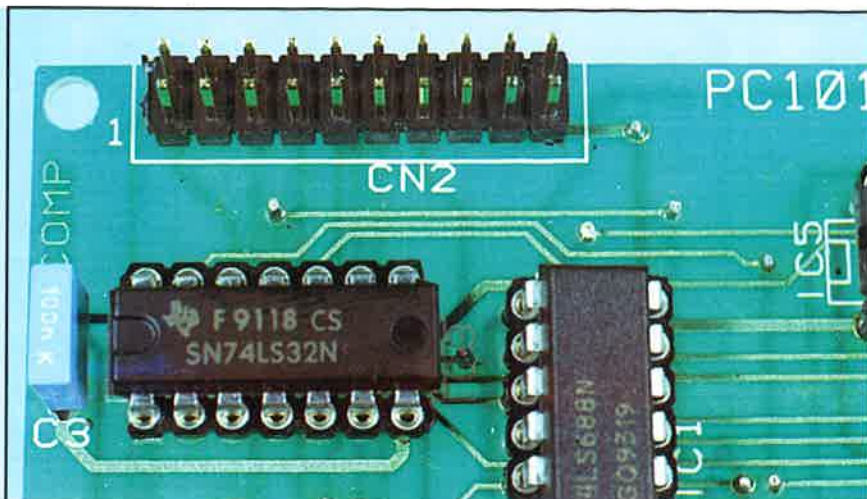
b. - quando non si desidera eseguire il confronto con un bit di ingresso, bisogna caricare nella posizione corrispondente del registro dei dati un 1, e nella stessa posizione del registro di mascheratura un altro 1. In questo modo, quando viene applicato un 1 ad uno degli ingressi della porta OR, sulla sua uscita si presenta un 1 permanente che viene confrontato con l'1 presente nel registro dei dati; il valore del bit di ingresso non influisce perciò sul risultato del confronto. L'uscita del comparatore, che verrà analizzata con la descrizione del modulo di controllo, commuta a livello basso quando i due dati a otto bit applicati ai suoi ingressi coincidono perfettamente.

L'interscambio dell'informazione con il modulo di controllo avviene tramite il connettore CN1. Sui terminali 18 e 20 arrivano rispettivamente i segnali di caricamento dei registri di mascheratura e del dato di innesco. Il bus dei dati è collegato ai

L'interscambio di informazioni con il modulo di controllo avviene attraverso il connettore CN1

I condensatori devono essere montati sullo stampato dopo gli zoccoli





Le strisce di terminali maschi per i connettori CN1 e CN2 devono essere perpendicolari allo stampato

terminali pari che vanno dal 2 (bit meno significativo) al 16 (bit più significativo). Il segnale di uscita del comparatore è collegato al terminale 17 dello stesso connettore.

Anche la tensione di alimentazione viene portata al circuito attraverso il connettore CN1; i terminali 1, 3, 5 e 7 corrispondono alle masse, mentre i terminali 9, 11, 13 e 15 corrispondono a +5 V. Gli otto bit di ingresso sono presenti sul connettore CN2; il bit meno significativo corrisponde al terminale 1, mentre quello più significativo al 15.

MONTAGGIO DEL CIRCUITO

Prima di eseguire il montaggio si devono preparare i ponticelli, le strisce di

terminali torniti che vengono utilizzati come zoccoli, e i connettori. I terminali femmina per gli zoccoli si ottengono tagliando 6 strisce da 10 terminali ciascuna per gli integrati IC1, IC4 e IC5, e quattro strisce da 7 terminali per IC2 e IC3. Per i connettori CN1 e CN2 si devono tagliare 4 strisce da 10 terminali maschi ciascuna. Poiché il circuito stampato è a doppia faccia con fori non metallizzati, bisogna eseguire la saldatura dei terminali

su entrambe le facce dello stesso, in particolare per quelle isole le cui piste sono disposte sul lato componenti. Inizialmente bisogna montare i ponticelli, tagliando la quantità di filo rigido necessaria per eseguire il collegamento tra le due isole previste. Successivamente bisogna eseguire i collegamenti tra le due facce dello stampato, inserendo un pezzo di filo rigido nei fori passanti e saldandolo su entrambe le facce dello stesso; i fori passanti sono quelli nei quali non è previsto l'inserimento di alcun componente. Di seguito si possono montare le strisce di terminali femmina,

che devono essere saldate nelle posizioni previste per IC1, IC2, IC3, IC4 e IC5. Infine, si montano i condensatori di disaccoppiamento, da C1 a C5, e le strisce di terminali maschi per i connettori CN1 e CN2. Dopo aver montato tutti i componenti è opportuno verificare la correttezza delle saldature e l'assenza di cortocircuiti tra piste adiacenti. Al termine di queste operazioni è possibile inserire i circuiti integrati nei rispettivi zoccoli, rispettando le posizioni indicate dalla serigrafia. Il procedimento di verifica del circuito e il collegamento elettrico con i restanti moduli dell'analizzatore verranno descritti nei prossimi capitoli.

I connettori CN1 e CN2 servono per il collegamento del modulo di innesco agli altri circuiti

Elenco componenti

Condensatori

C1-C5 = 100 nF

Circuiti integrati

IC1 = 74LS688, comparatore a 8 bit,
IC2, IC3 = 74LS32
quattro porte OR
IC4, IC5 = 74HCT574
registri di otto bit

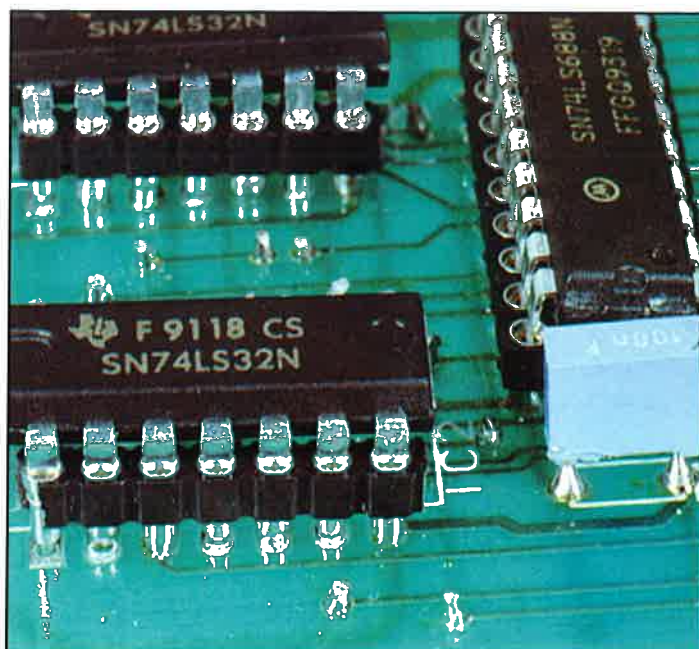
Varie

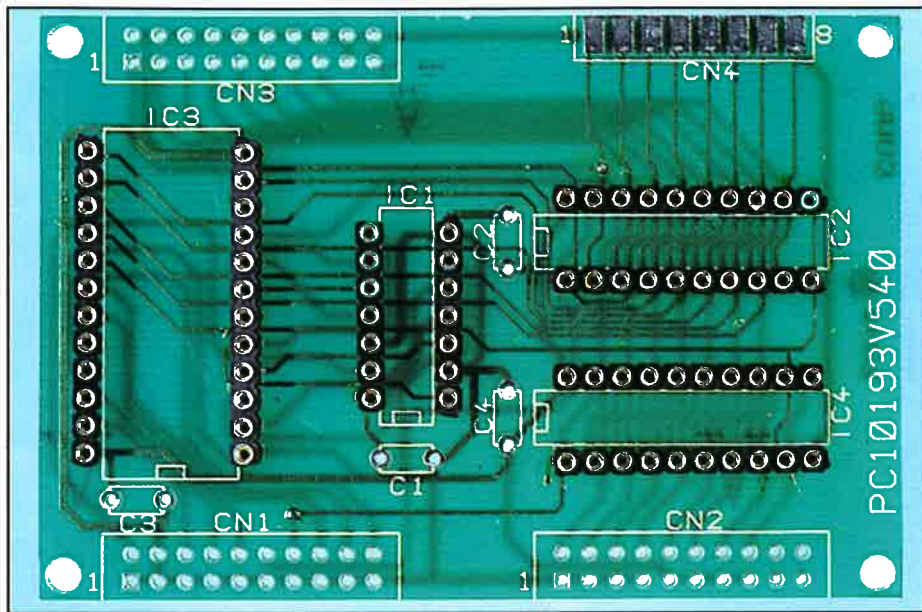
88 terminali torniti femmina

40 terminali maschi per c.s.

Filo di rame stagnato

1 circuito stampato
PC10193V539

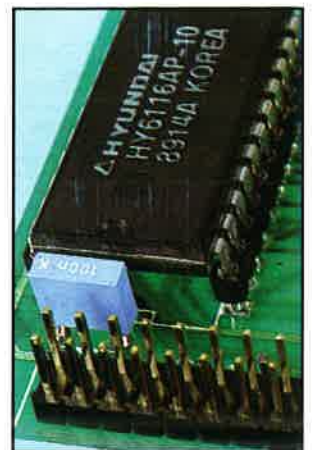




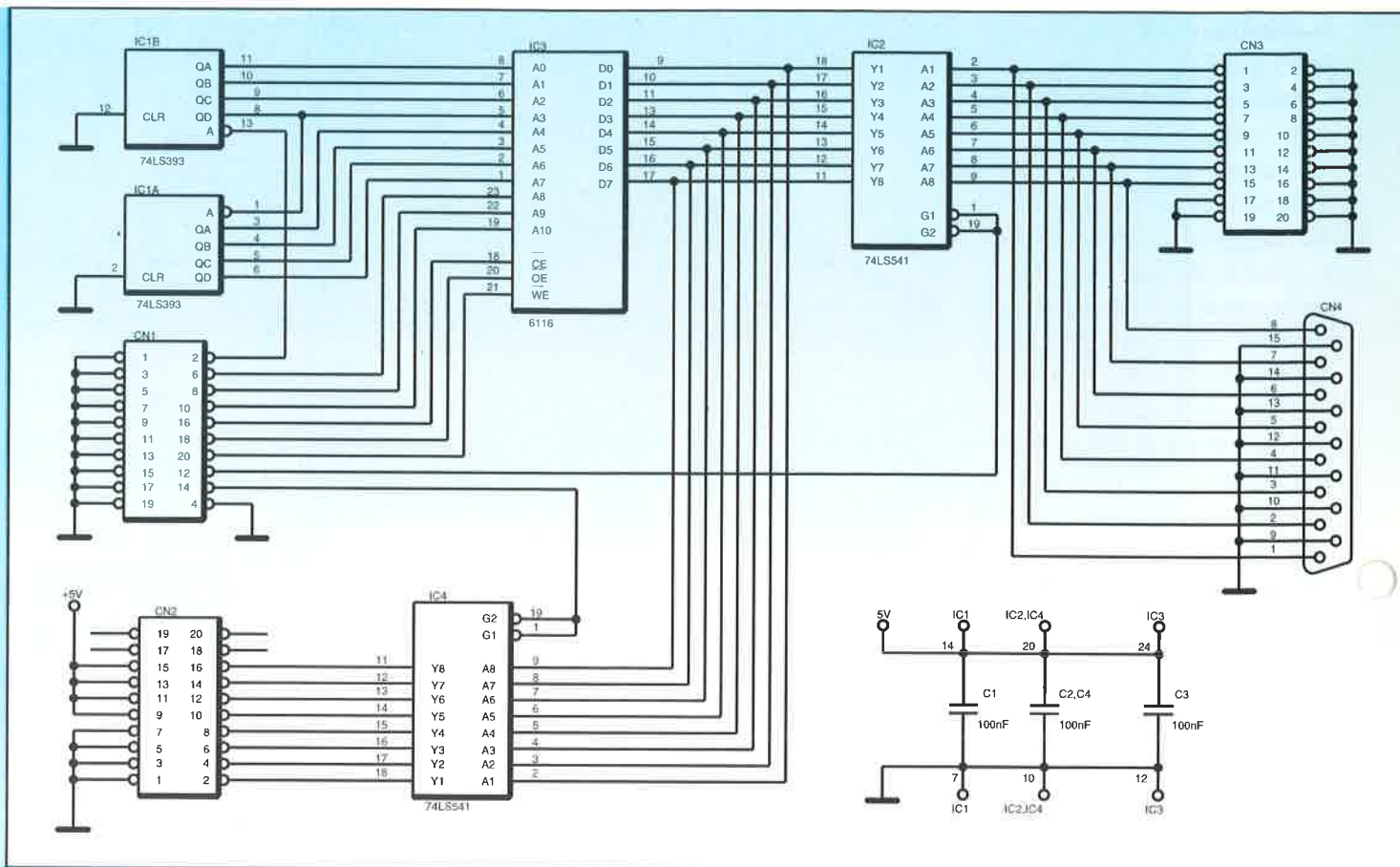
ANALIZZATORE LOGICO (MODULO DI MEMORIA)

Nel capitolo precedente è stato descritto il modulo di innesco, la cui realizzazione non è strettamente necessaria, anche se consigliabile, poiché non risulta determinante per il funzionamento dell'analizzatore logico. Il secondo modulo che viene proposto serve per memorizzare i dati provenienti dall'esterno e inviarli al calcolatore per la loro analisi.

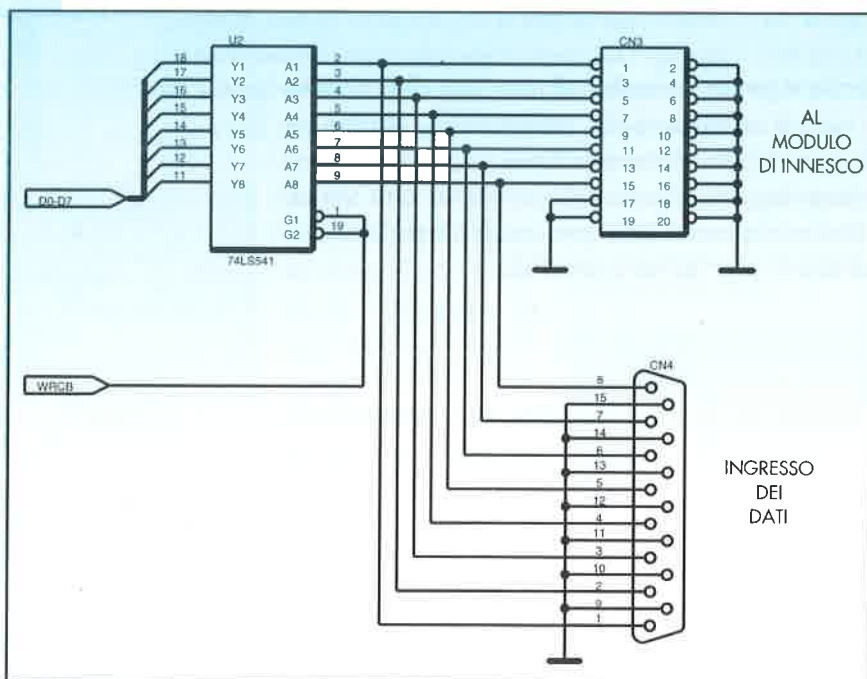
dopo aver descritto il modulo di innesco, esaminiamo ora il secondo modulo appartenente al sistema dell'analizzatore logico: il modulo di memoria. A differenza del modulo di innesco, questo risulta indispensabile per il funzionamento dell'analizzatore poiché ha il compito di memorizzare i dati provenienti dall'esterno e, quando è necessario, inviarli al calcolatore per la loro analisi.



Il modulo di memoria è il secondo dei circuiti che formano l'analizzatore logico



Lo schema elettrico evidenzia la semplicità del circuito



L'ingresso dei dati verso la memoria è controllato da un buffer. I dati arrivano al modulo di innesco attraverso il connettore CN3

LA MEMORIA

Come è facile arguire osservando lo schema elettrico, il componente principale del circuito è costituito dalla memoria RAM 6116 (IC3) da 2k x 8 bit. Questo dispositivo è realizzato in tecnologia CMOS, ed è organizzato in 2.048 celle da 8 bit. Le linee di controllo per la scrittura (/WE) e la lettura (/OE) sono separate. Il bus dati (da D0 a D7) è bidirezionale, e trasporta dei segnali di ingresso quando il segnale /WE si trova a livello basso, mentre trasporta dei segnali di uscita quando a livello basso si trova il segnale /OE. Se il dispositivo non è selezionato, /CE a livello alto, l'assorbimento di corrente si riduce del 75% rispetto all'assorbimento che si ha quando è selezionato.

Nel caso non sia selezionato, o quando le uscite non sono abilitate, le linee di ingresso/uscita dei dati si trovano in condizione di alta impedenza; questa situazione consente di condividere il bus dati con altri dispositivi senza che si verifichino delle interferenze.

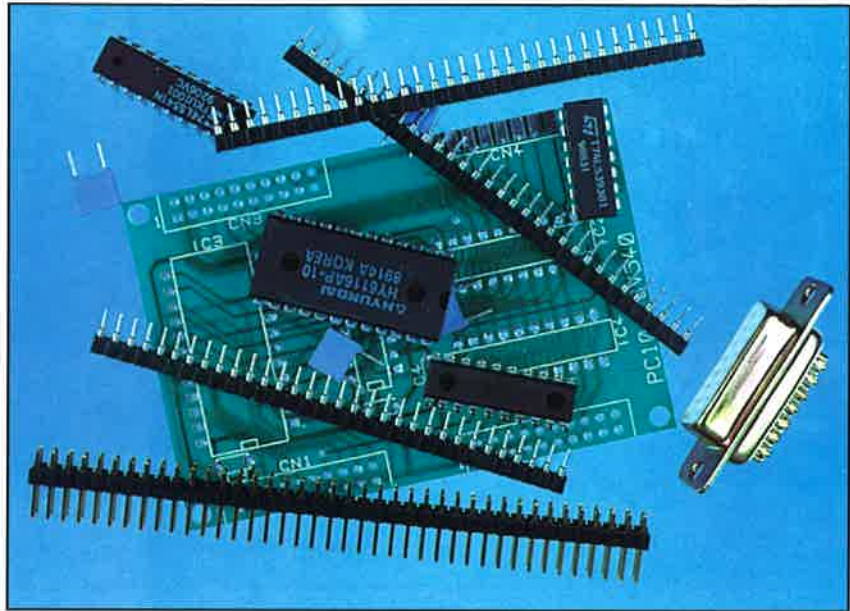
Come detto in precedenza, la velocità di accesso alla memoria utilizzata è funzione della massima velocità di campionamento dell'analizzatore. In questo caso si è scelta una memoria con un tempo di accesso di 100 nanosecondi, che consente di eseguire campionamenti a una velocità massima di 200 ns (5.000.000 di campionamenti al secondo). Ciò non significa che le memorie più veloci non

possono essere utilizzate; la velocità massima consigliata è comunque di 45 ns, e consente di incrementare la velocità di campionamento a 10.000.000 campionamenti al secondo. Tutti i segnali che controllano il funzionamento del circuito arrivano sul connettore CN1 dal modulo di controllo. Di conseguenza, in questa fase è più utile non analizzare il modo in cui vengono generati, ma come agiscono sul circuito, per cui è necessario distinguere le sue due modalità di funzionamento che corrispondono alla memorizzazione e alla lettura dei dati.

MEMORIZZAZIONE DEI DATI

Il segnale (WRCB) di abilitazione del buffer di ingresso IC2 si trova a livello basso per permettere ai dati che arrivano attraverso il connettore CN4 di essere trasferiti al bus (da D0 a D7) della memoria. Il segnale di abilitazione del buffer di uscita IC1 è a livello alto, per cui i dati che stanno arrivando alla memoria rimangono isolati dal bus dati dell'elaboratore.

Quando l'ingresso di selezione della memoria è a livello basso l'abilitazione dell'uscita si trova a livello alto e l'abilitazione alla lettura riceve invertito lo stesso segnale di clock del contatore; ciò significa che se il segnale di clock si trova a livello alto quello applicato al contatore è a livello basso, e viceversa.



Prima di iniziare il montaggio si devono classificare tutti i componenti

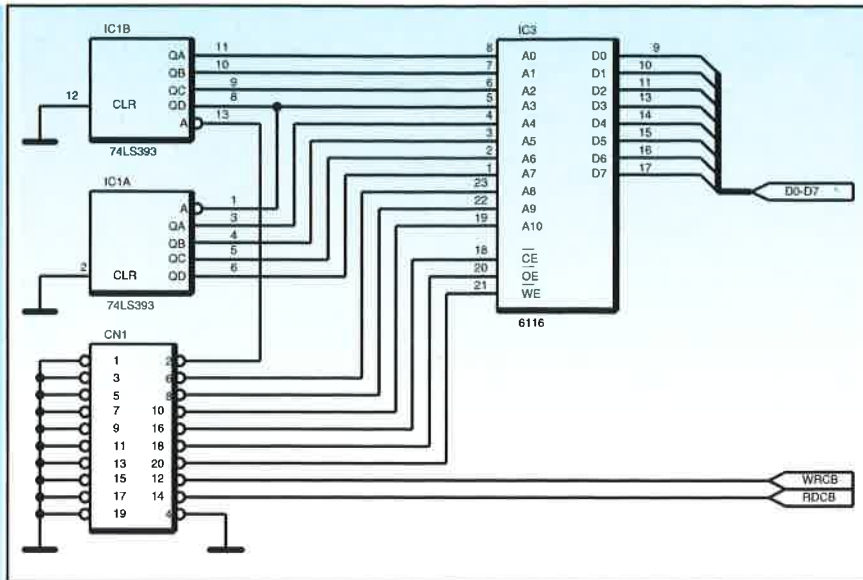
Il contatore a 8 bit 74LS393 (IC1) riceve il segnale di clock dal modulo di controllo attraverso il terminale 2 di CN1; il suo conteggio subisce un incremento su ogni fronte di discesa di questo segnale. Quando arriva a 255 (11111111), che corrisponde al suo massimo valore di conteggio, ricomincia da 0 (00000000). Poiché le sue uscite sono collegate alle otto linee più basse del bus indirizzi della memoria (da A0 a A7), i dati presenti sul bus dati vengono memorizzati ciclicamente nelle 256 posizioni di memoria scandite dal contatore.

Le tre linee restanti del bus indirizzi (da A8 a A11) vengono gestite dal modulo di controllo. In questo modo è possibile dividere la memoria in 8 pagine di 256 posizioni ciascuna, fino al completamento della stessa. Questo meccanismo consente di memorizzare i dati di otto acquisizioni diverse nella stessa memoria.

La memorizzazione dei dati avviene in modo ininterrotto mentre il contatore riceve il segnale di clock e quello di scrittura in memoria che, come si vedrà successivamente, vengono sincronizzati dalla logica del modulo di controllo. In questo momento l'uscita del contatore rimane costante in una posizione di memoria N compresa tra 0 e 255.

Nel diagramma temporale del ciclo di scrittura si può osservare che la memorizzazione del dato avviene quando il segnale /WE passa a livello

Il componente principale del circuito è costituito dalla memoria RAM 6116 (IC3) da $2k \times 8$ bit



Tutti i segnali di controllo per la memoria provengono dal modulo di controllo

basso; poiché questo segnale deve essere sincronizzato con quello di clock, che presenta un ciclo di lavoro del 50%, per metà del periodo si trova a livello alto, mentre per l'altra metà a livello basso. Questo è il motivo per cui il periodo del segnale di scrittura applicato alla memoria deve essere almeno doppio rispetto al tempo di accesso della stessa. Ciò comporta che anche il tempo minimo che intercorre tra due campionamenti successivi (velocità massima di acquisizione) è doppio rispetto al tempo di accesso della memoria utilizzata. Se quest'ultima ha un tempo di accesso di 100 ns, il periodo di campionamento deve essere di almeno 200 ns. Utilizzando una memoria da 45 ns il tempo tra due campionamenti successivi può essere ridotto a circa 100 ns.

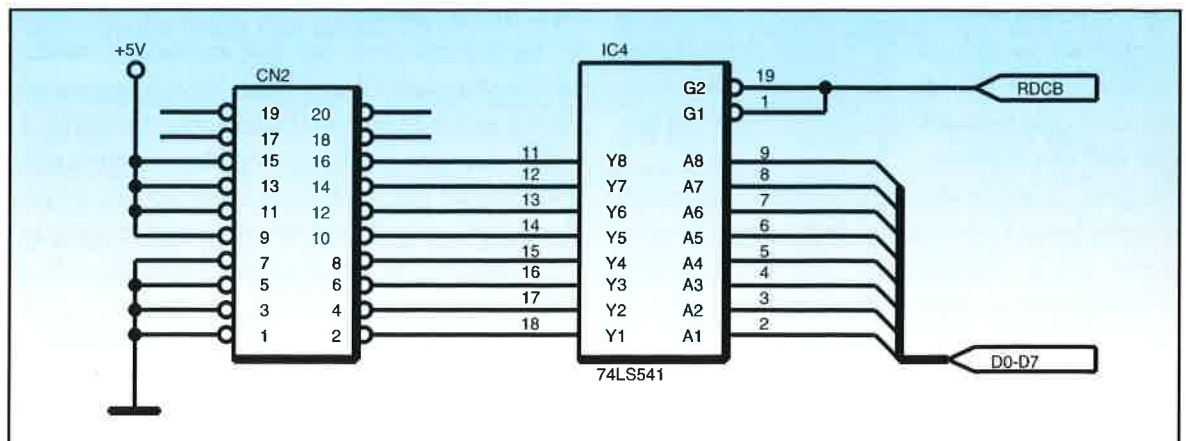
un altro impulso con caratteristiche simili chiamato CKA. Entrambi i segnali rappresentano un ciclo di accesso di I/O del calcolatore. Nel diagramma temporale del ciclo di lettura si può osservare la variazione dei segnali che intervengono in questa fase. Il ciclo di scrittura è un processo completamente sincrono con il segnale di clock, mentre quello di lettura è completamente asincrono poiché non dipende dal tempo che intercorre tra l'impulso di avanzamento del conteggio (CKA) e quello di lettura (RD). Il progetto è stato realizzato in questo modo per evitare che si possano verificare dei problemi durante il trasferimento dei dati con calcolatori a diversa velocità di elaborazione. Nel momento in cui scompare il segnale di clock per la scrittura, il contatore si blocca in uno stato

LETTURA DEI DATI

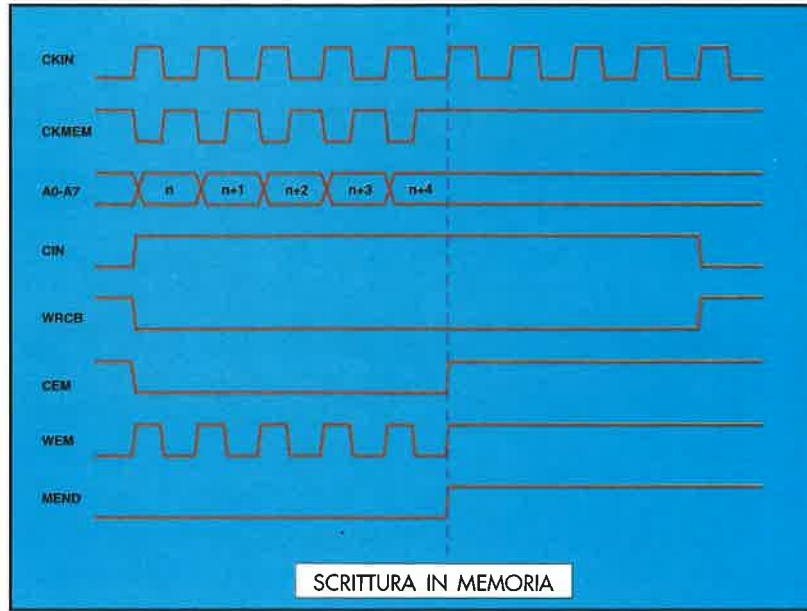
Al termine della fase di memorizzazione dei dati i segnali di controllo cambiano di stato. Il segnale di abilitazione del buffer di ingresso commuta a livello alto, isolando il bus dati della memoria dalle linee che arrivano dal connettore CN4. Il segnale di abilitazione alla scrittura (\overline{WE}) rimane a livello alto, mentre i segnali di selezione della memoria (\overline{CE}), di abilitazione dell'uscita (\overline{OE}) e di abilitazione del buffer di uscita vengono sincronizzati tramite un impulso chiamato RD proveniente dal modulo di controllo. Il segnale di clock applicato al contatore è

Il connettore CN2 fornisce la tensione di alimentazione e permette la trasmissione dei dati immagazzinati nel modulo di memoria verso il modulo di controllo

Quando tutti i dati sono stati memorizzati, i segnali di controllo cambiano di stato



N; quando riceve un impulso CKA avanza nel suo conteggio passando allo stato N + 1. Successivamente arriva l'impulso di lettura RD, con il quale viene selezionata la memoria che presenta il dato memorizzato nella posizione N + 1. Poiché durante il periodo in cui il segnale di RD è a livello basso il buffer di lettura risulta abilitato, il dato viene trasferito direttamente al calcolatore, dove viene memorizzato. Quando arriva il successivo segnale CKA il contatore avanza nuovamente di un passo, e quando si presenta il nuovo segnale RD il dato presente nella posizione N + 2 viene trasmesso alla memoria del calcolatore. Se si esegue questo ciclo per 256 volte è possibile memorizzare nel calcolatore i 256 dati che si

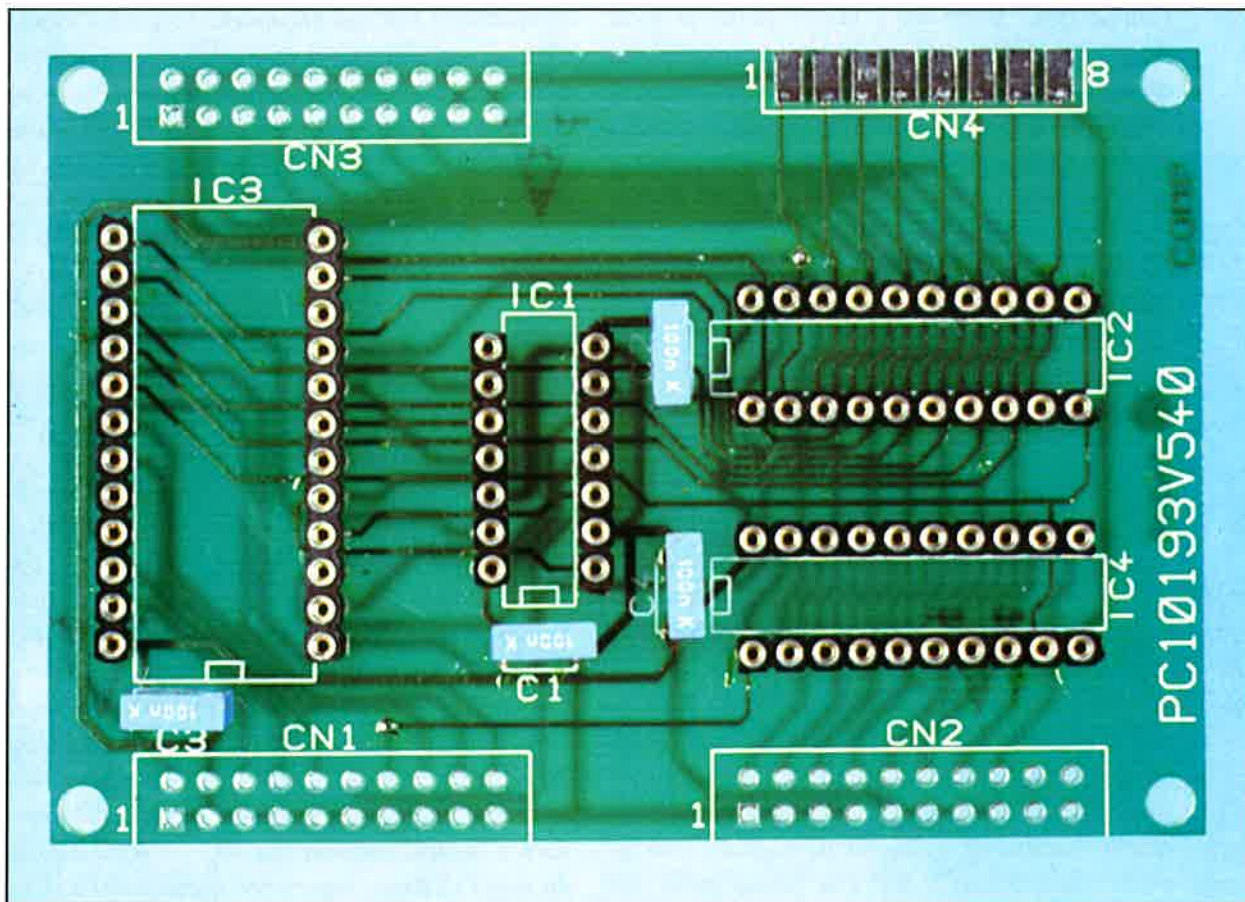


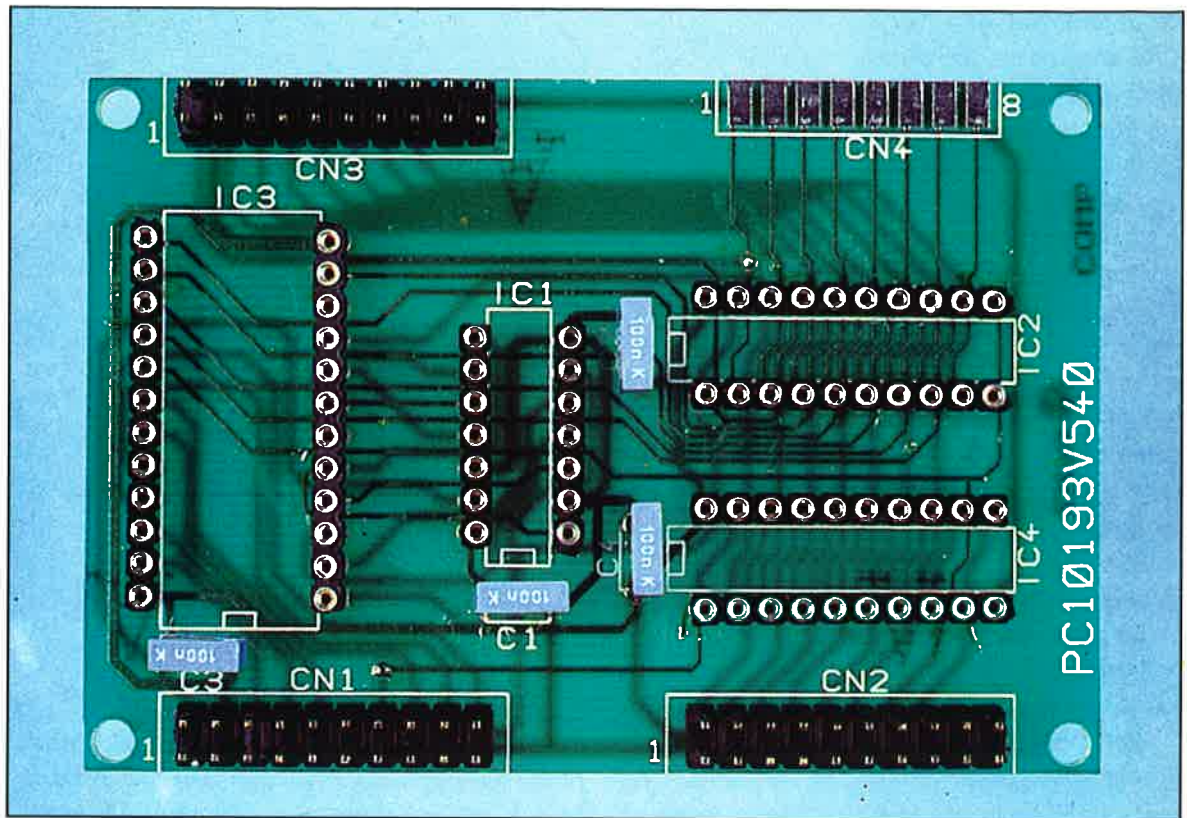
Al termine del campionamento scompare il segnale di clock per il contatore, che si ferma all'ultimo indirizzo conteggiato

trovavano nella pagina di memoria selezionata. Il primo dato letto è quello presente nella posizione N + 1, per cui dopo aver eseguito 256 letture

Questo dispositivo ha il vantaggio di memorizzare solamente gli ultimi 256 dati ricevuti

I condensatori devono essere montati rispettando le posizioni indicate sulla serigrafia dello stampato





Le strisce di terminali utilizzate per i connettori devono risultare perfettamente perpendicolari allo stampato

l'ultimo dato prelevato è quello presente nella posizione N, che rappresenta l'elemento che ha attivato il processo di lettura. Questo tipo di funzionamento della memoria è chiamato *FIFO (First In First Out)*: il primo dato memorizzato è anche il primo letto. Anche se esistono diversi dispositivi in grado di svolgere questa funzione senza la necessità di utilizzare dei contatori ciclici, la soluzione proposta ha il vantaggio di permettere la memorizzazione solamente degli ultimi 256 dati ricevuti, con una logica di controllo molto semplice.

FUNZIONAMENTO DEL CIRCUITO

Quando si esegue la lettura, vengono trasferiti dalla memoria al calcolatore 256 dati

Dopo aver descritto i processi di lettura e scrittura della memoria, il funzionamento del circuito potrebbe risultare un po' confuso. Per capire il motivo per cui è stata scelta questa modalità operativa è necessario considerare il programma di controllo dell'analizzatore, osservando come questo gestisce il modulo di memoria. Avviando l'analizzatore vengono generati i segnali necessari per permettere al modulo di memoria di memorizzare in modo continuativo i dati che provengono dal

connettore CN4 mentre riceve i segnali di clock. Quando arriva l'ordine di iniziare l'acquisizione, il modulo di controllo genera e conta 128 impulsi di clock che vengono inviati al contatore del modulo di memoria. Al termine di questi 128 cicli di clock viene attivato un segnale di fine acquisizione dati che impedisce al clock stesso di arrivare al contatore del modulo di memoria, bloccandolo nella condizione raggiunta in quell'istante. Questo spiega perché vengono memorizzati solo 128 dati dal momento in cui viene inviato il segnale di inizio campionamento al momento in cui scompare il segnale di clock. Quando si esegue la lettura dei dati, vengono trasferiti alla memoria del calcolatore 256 dati a partire dalla posizione successiva a quella in cui si è bloccato il clock della scrittura (N+1), per terminare con l'ultima posizione che è stata scritta (N). Il primo dato letto dal calcolatore viene memorizzato 128 cicli di clock prima che arrivi l'ordine di inizio campionamento. Pertanto, quando il programma di controllo presenta sullo schermo i dati acquisiti ed elaborati, è possibile osservare il comportamento dei segnali sotto esame durante i 128 campionamenti precedenti l'ordine

di inizio e i 128 campionamenti successivi alla sua ricezione. Questo sistema risulta certamente utile se viene utilizzato il modulo di innesco, poiché selezionando il dato dal quale deve iniziare il campionamento si può osservare sullo schermo del calcolatore ciò che accade prima e dopo la comparsa del dato selezionato, che occupa sempre la posizione centrale dello schermo.

COLLEGAMENTI

Il circuito è dotato di tre connettori per l'interscambio dei dati con gli altri moduli che formano l'analizzatore logico. Attraverso il connettore CN1 riceve tutti i segnali di controllo necessari per il suo funzionamento. Poiché il collegamento con gli altri moduli viene realizzato con del cavo piatto, è possibile che si verifichino delle interferenze provocate da irradiazione tra segnali che circolano in conduttori tra loro vicini; questi fenomeni possono dare origine a difetti di funzionamento difficili da individuare. Per evitare questo tipo di problema il terminale 4 e tutti i terminali dispari (1, 3, ..., 19) vengono collegati a massa, in modo che tra due conduttori attivi sia sempre presente un conduttore collegato a massa che agisce da

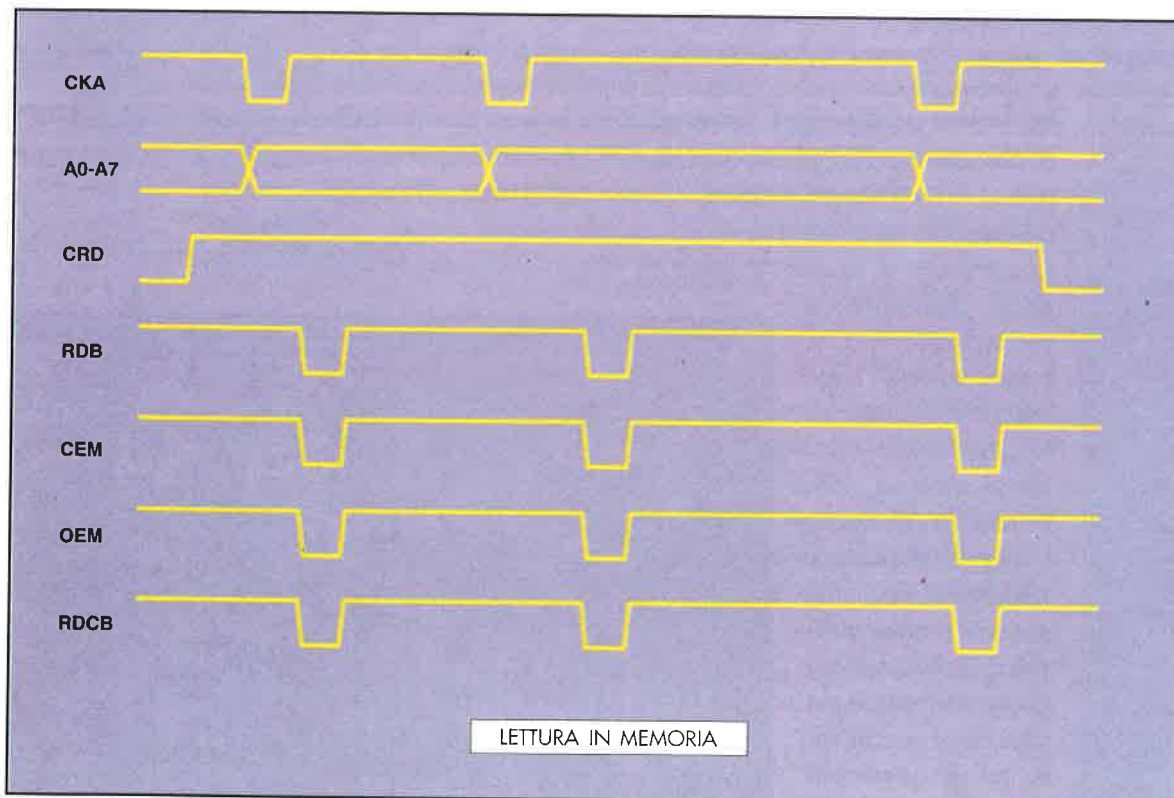
schermo contro le possibili interferenze. Il connettore CN2 fornisce alimentazione al circuito e lo connette al bus dati del calcolatore attraverso il modulo di controllo. Come nel caso precedente, tra due conduttori che trasportano segnali deve essere sempre presente un conduttore di massa o di alimentazione. Il connettore CN3 consente di inviare i dati di ingresso direttamente al modulo di innesco, e anche questo è realizzato con lo stesso criterio dei due precedenti.

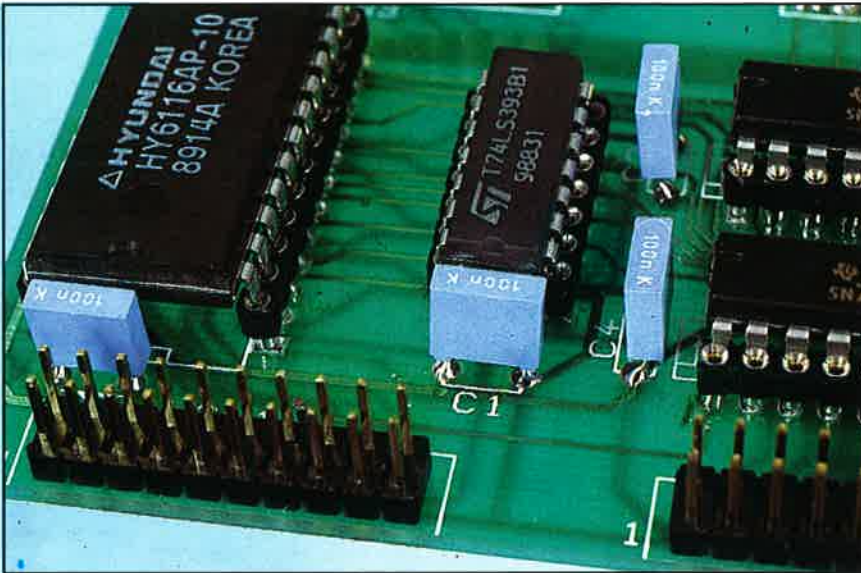
Il circuito è dotato di tre connettori per l'interscambio dei dati con gli altri moduli dell'analizzatore logico

MONTAGGIO

Per prima cosa è necessario classificare tutti i componenti, in modo da poter procedere in modo ordinato al loro montaggio sullo stampato. Successivamente si devono tagliare 6 strisce da 10 terminali maschi ciascuna per i connettori CN1, CN2 e CN3. Per gli zoccoli degli integrati si devono utilizzare dei terminali femmina, preparando 2 strisce da 7 terminali per IC1, 4 strisce da 10 terminali per IC2 e IC3 e due strisce da 12 terminali per IC3. Il circuito stampato è a doppia faccia con fori non metallizzati, per cui le saldature devono essere eseguite anche sul lato componenti e in particolare su quelle isole raggiunte da

L'abilitazione del buffer di lettura è sincronizzata con l'abilitazione della memoria





I circuiti integrati devono essere inseriti negli zoccoli rispettando la posizione indicata sulla serigrafia dello stampato

piste su entrambe le facce; se non si esegue questa operazione, il circuito non può funzionare correttamente. Sulla scheda sono presenti una serie di isole nelle quali non deve essere inserito nessun componente; la loro funzione è quella di consentire il collegamento tra le piste presenti sul lato componenti e quelle presenti sul lato saldature. Di conseguenza, prima di iniziare il montaggio è necessario inserire dei pezzi di cavo nudo, o dei pezzi di reofori, in questi fori e saldarli su entrambe le facce. Successivamente si possono montare le strisce di terminali femmina, rispettando le posizioni descritte in precedenza e cercando di mantenerle il più possibile parallele tra di loro. Poiché alcuni di questi terminali

devono essere saldati su entrambe le facce dello stampato, è consigliabile inizialmente saldare i più esterni lasciando un leggero spazio tra il corpo plastico della striscia e lo stampato; in seguito si possono saldare sul lato componenti i terminali richiesti, sollevando leggermente il corpo plastico della striscia con un cacciavite per per-

mettere alla punta del saldatore di toccare le superfici da saldare. Dopo gli zoccoli si possono montare i condensatori di disaccoppiamento, tutti con lo stesso valore, nelle posizioni indicate sulla serigrafia dello stampato. Per il montaggio dei connettori CN1, CN2 e CN3 si devono utilizzare due strisce di terminali maschi per ciascun connettore. Queste devono risultare perpendicolari al circuito stampato e parallele tra di loro; per collegare tra di loro i moduli vengono utilizzati connettori per cavo piatto, e se i terminali non sono montati correttamente potrebbero causare dei problemi di inserimento. Anche per questi terminali si devono avere le

stesse accortezze già indicate per gli zoccoli degli integrati. Per il montaggio di CN4 si deve tener presente che le due file di contatti non hanno lo stesso numero di terminali. Bisogna perciò incastrare lo stampato tra le due file finché tocca il corpo isolante del connettore, cercando di centrare perfettamente le isole che devono essere saldate a ciascun terminale. Per evitare che durante le operazioni di saldatura questo connettore si sposti, è opportuno saldare immediatamente i terminali più esterni per poi proseguire con la saldatura di tutti gli altri. Per terminare il montaggio si devono inserire i circuiti integrati nei rispettivi zoccoli, rispettando la posizione di montaggio riportata sulla serigrafia.

La velocità di accesso alla memoria determina la massima velocità di campionamento dell'analizzatore logico



Elenco componenti

Condensatori

C1-C4 = 100 nF multistrato

Circuiti integrati

IC1 = 74LS393,

doppio contatore binario

IC2, IC4 = 74HCT541, buffer

IC3 = 6116, memoria 8kx8

Varie

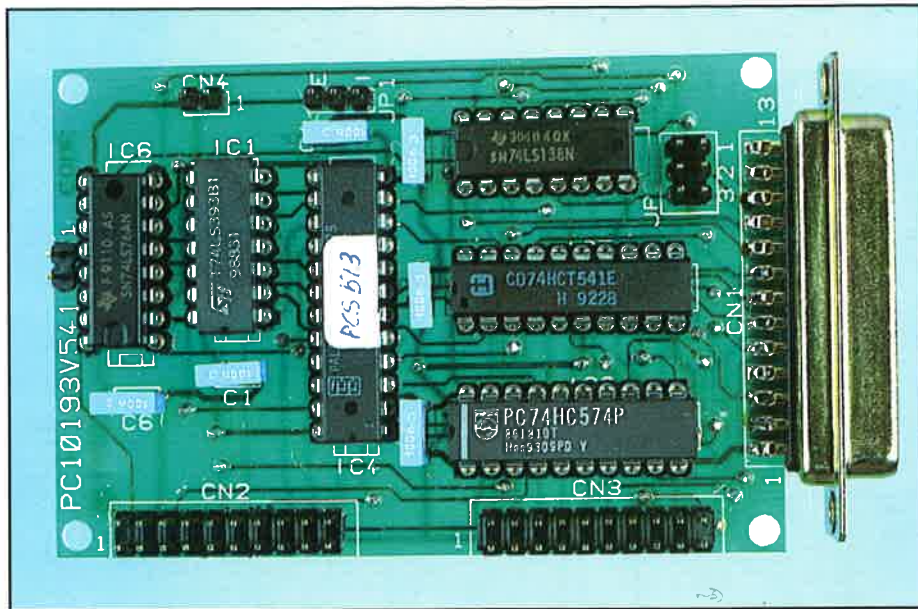
78 Terminali femmina

60 Terminali maschi

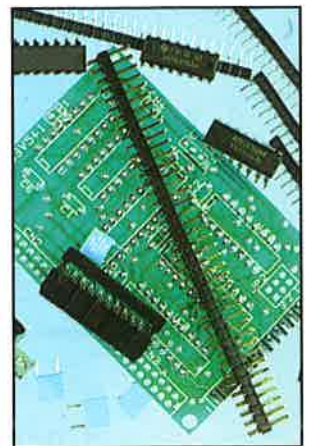
1 Connettore DB15 femmina

1 Circuito stampato

PC10193V540



ANALIZZATORE LOGICO (MODULO DI CONTROLLO)



Il terzo modulo, che rappresenta l'ultimo elemento hardware dell'analizzatore logico, è costituito dal circuito di controllo. La sua funzione principale è quella di permettere il collegamento tra le istruzioni provenienti dal calcolatore e i circuiti di memoria e di innesco.

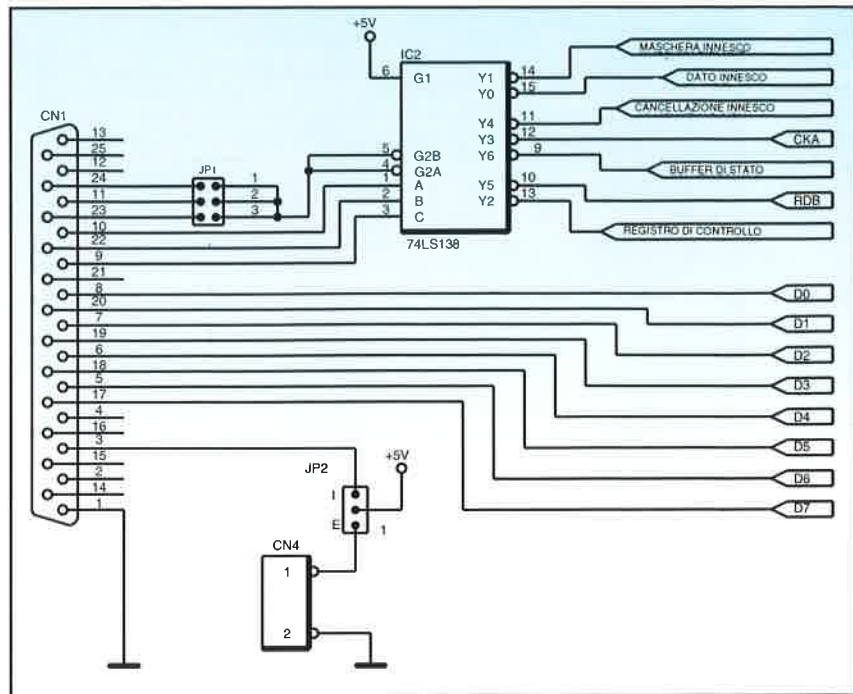
Il controllo effettivo del gruppo di circuiti che formano l'analizzatore logico è eseguito dal programma, che si serve di questo modulo per caricare i dati pertinenti richiesti dall'analizzatore e per generare i segnali che regolano il comportamento dei moduli di memoria e di innesco.

Lo schema elettrico del modulo di controllo può essere idealmente suddiviso in diversi blocchi funzionali che vengono di seguito descritti.

Questo circuito è stato progettato per essere collegato al decodificatore di indirizzi

a D7); se invece è connessa ad un "buffer", sul bus dati vengono inviati i dati presenti ai suoi ingressi. Nella figura corrispondente sono indicati i circuiti collegati alle diverse uscite del decodificatore IC2.

Nel caso non si voglia utilizzare l'alimentatore interno dell'elaboratore per alimentare l'analizzatore logico, è possibile selezionare tramite il ponticello JP2 il tipo di alimentazione desiderata; posizione I - alimentatore del personal, posizione E - sorgente di alimentazione esterna. In questo secondo caso il cavo di alimentazione deve essere collegato al connettore CN4. Nel momento in cui arriva dal modulo di innesco il segnale DIS, il connettore CN3 rende disponibili agli altri circuiti dell'analizzatore sia la tensione di alimentazione che il bus dati.



L'indirizzo primario dell'analizzatore viene determinato dalla posizione del ponticello JP1. Il tipo di alimentazione viene invece impostata tramite il ponticello JP2.

REGISTRO DI CONTROLLO

E BUFFER DI STATO

Il registro di controllo è un 74HCT574 (IC3) che si trova all'indirizzo secondario 2; scrivendo a questo indirizzo viene caricato nel registro il dato a otto bit inviato dal calcolatore.

La funzione di ciascuno degli otto bit di uscita è la seguente:

Q6, Q7 e Q8 selezionano una delle otto pagine da 256 posizioni del modulo di memoria. Come si può facilmente verificare, questi tre bit arrivano direttamente dal calcolatore senza passare attraverso altri circuiti, per cui è il programma di controllo che esegue la selezione della pagina attiva in ogni istante, mentre il circuito di controllo si limita a mantenere il dato corrispondente.

Q5 è collegato all'ingresso I1 della PAL, e rappresenta lo stato di attività dell'unità di innesco (UPP). Un livello basso indica che il modulo di innesco non è presente, o meglio che non viene utilizzato in quel dato momento. Un livello alto viceversa indica che è presente e che è utilizzato.

Q4 è collegato all'ingresso I2 della PAL, ed esegue il controllo della lettura nella memoria (CRD). A livello alto viene eseguita la lettura del modulo di memoria. Questo segnale può commu-

tare a livello alto solamente quando Q3 si trova a livello basso.

Q3 è collegato all'ingresso I3 della PAL, ed esegue il controllo della scrittura in memoria (CIN). Quando si trova a livello alto la memoria immagazzina i dati di ingresso. Può commutare a livello alto solamente quando Q4 si trova a livello basso.

Q2 esegue il controllo del campionamento (CM); a livello basso impedisce che si verifichi l'innesco, per cui i dati vengono memorizzati in modo ininterrotto. A livello alto consente la generazione del segnale di innesco.

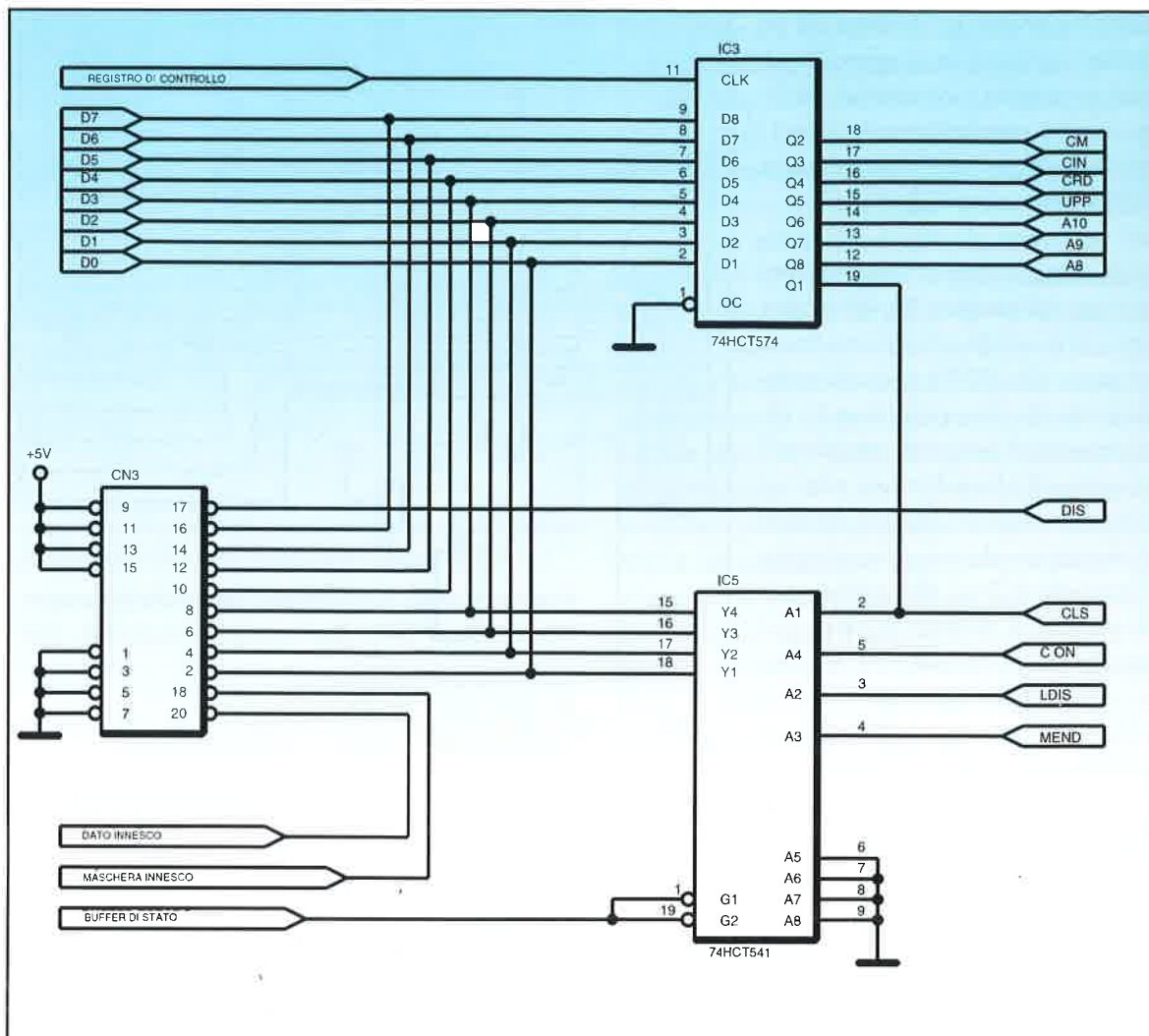
Q1 viene utilizzato per resettare il contatore di campionamenti (CLS); contemporaneamente è collegato all'ingresso A1 del buffer di stato IC5 per consentire al programma di verificare se l'indirizzo dell'analizzatore è stato impostato correttamente.

Il buffer di stato IC5 (74HCT541) permette al programma di conoscere in ogni momento le condizioni del circuito durante la campionatura. Poiché si trova all'indirizzo secondario 6, quando il programma esegue una lettura a questo indirizzo i dati presenti ai suoi ingressi vengono trasferiti al bus dati e trasmessi al calcolatore.

L'ingresso A1 viene utilizzato, come si è visto, per verificare la presenza del circuito all'indirizzo

Il buffer di stato IC5 (74HC541) permette al programma di controllo di rilevare il comportamento del circuito durante il campionamento

Il registro di controllo memorizza le istruzioni che arrivano dal calcolatore, mentre il buffer di stato fornisce informazioni sullo stato dell'analizzatore



selezionato con il programma. L'ingresso A2 è collegato all'uscita del bistabile che memorizza l'innesco (LDIS) durante il campionamento. Se si trova a livello alto significa che l'innesco è avvenuto. L'ingresso A3 riceve il segnale di fine campionamento (MEND); un livello alto indica che può iniziare la lettura dei dati in memoria. L'ingresso A4 è collegato all'uscita del bistabile che rileva la presenza del segnale di clock; se si trova a livello basso significa che il clock non è presente o è scollegato.

Gli altri ingressi di IC5 sono scollegati e non vengono utilizzati, per cui non vengono interpretati dal programma di controllo.

LA PAL

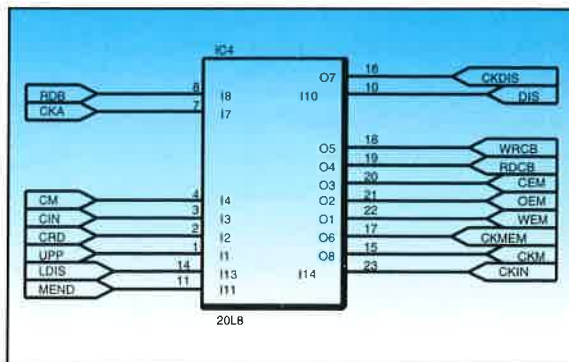
Il circuito integrato IC4, PAL20L8, è una matrice logica programmabile che contiene tutta la logica

combinatoria del circuito. Ogni uscita dipende dall'equazione che è stata programmata, e corrisponde alla combinazione di diversi ingressi. L'uscita O1 (WEM) è collegata al terminale /WE, abilitazione alla scrittura della memoria, ed è definita dall'equazione:

$$/WEM = CKIN * CIN * /MEND * /CRD$$

Tutta la logica combinatoria del modulo è contenuta nella PAL 20L8

Il circuito integrato IC4 è una matrice logica programmabile che contiene tutta la logica combinatoria del circuito



Durante il periodo di campionamento (MEND a livello basso) il segnale di clock (CKIN) arriva invertito al terminale /WE della memoria per consentire la sua scrittura (CIN a livello alto e CRD a livello basso). Ogni volta che il segnale di clock commuta da livello alto a livello basso viene caricato in memoria il dato presente in quel momento all'ingresso del modulo di memoria.

L'uscita O2 (OEM) è collegata al terminale /OE della memoria e ne controlla la lettura. La sua equazione è:

$$/OEM = /CIN * CRD * /RDB$$

Il segnale di lettura (RDB), generato dal decodificatore IC2, arriva al terminale /OE della memoria quando viene eseguita la lettura (CIN a livello basso e CRD a livello alto).

L'uscita O3 (CEM) controlla l'abilitazione della memoria, sia per la lettura che per la scrittura dei dati, secondo l'equazione:

$$/CEM = /CIN * CRD * /RDB + CIN * /CRD * /MEND$$

Quando si esegue la lettura, CIN a livello basso e CRD a livello alto, la memoria viene abilitata solo per la durata del segnale di lettura RDB. In scrittura, CIN a livello alto e CRD a livello basso, la memoria viene invece abilitata per il periodo di campionatura durante il quale MEND rimane a livello basso. L'uscita O4 (RDCB) controlla l'apertura del buffer di lettura del modulo di memoria, agendo nello stesso modo in cui agisce l'uscita

ASSEGNAZIONE DEGLI INDIRIZZI					
DIR	CBA	USCITA	CIRCUITO	MODULO	FUNZIONE
0	000	Y0	IC5	INNESCO	REGISTRO DATO DI INNESCO
1	001	Y1	IC4	INNESCO	REGISTRO DELLA MASCHERA
2	010	Y2	IC3	CONTROLLO	REGISTRO DI CONTROLLO
3	011	Y3	IC4-7	CONTROLLO	INCREMENTO CONTATORE DI LETTURA (CKA)
4	100	Y4	IC4-8	CONTROLLO	LETTURA (RDB)
5	101	Y5	IC3-3/8	CONTROLLO	CANCELLAZIONE INNESCO/CLOCK
6	110	Y6	IC5	CONTROLLO	BUFFER DI STATO
7	111	Y7	LIBERO	NON USATO	-

Gli indirizzi secondari sono assegnati ai circuiti integrati che appartengono ai diversi moduli hardware dell'analizzatore

O2. La sua equazione è:

$$/RDCB = /CIN * CRD * /RDB$$

L'uscita O5 (WRCB) controlla l'apertura del buffer di ingresso del modulo di memoria, e risponde all'equazione:

$$/WRCB = CIN * /CRD * /MEND$$

Il trasferimento dei dati di ingresso alla memoria è consentito solamente durante una fase di scrittura, CIN a livello alto e CRD a livello basso, con campionamento in corso e MEND a livello basso. L'uscita O6 (CKMEM) fornisce il clock per il contatore del modulo di memoria. La sua equazione risulta:

$$/CKMEM = /CIN * CRD * /CKA + CIN * /CKIN * /CRD * /MEND$$

Durante la lettura, CIN a livello basso e CRD a livello alto, al contatore arriva un impulso di incremento (CKA) generato dal decodificatore. In scrittura, CIN a livello alto e CRD a livello basso, il clock arriva mentre si sta eseguendo il campionamento, con MEND a livello basso.

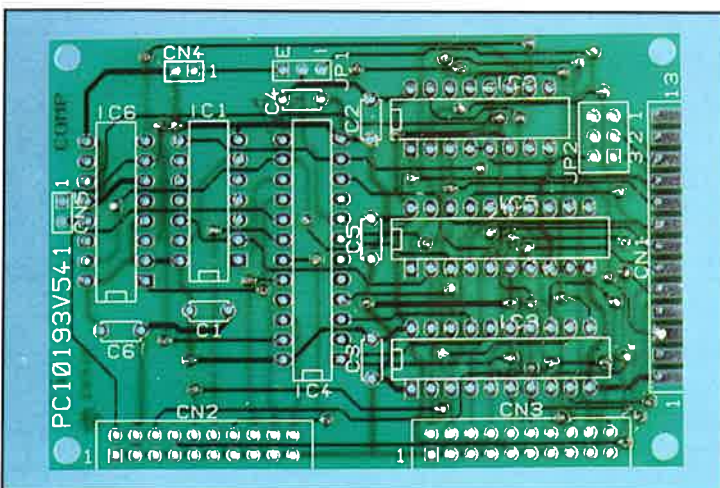
L'uscita O7 (CKDIS) controlla il segnale di innesco prodotto dal comparatore, secondo l'equazione:

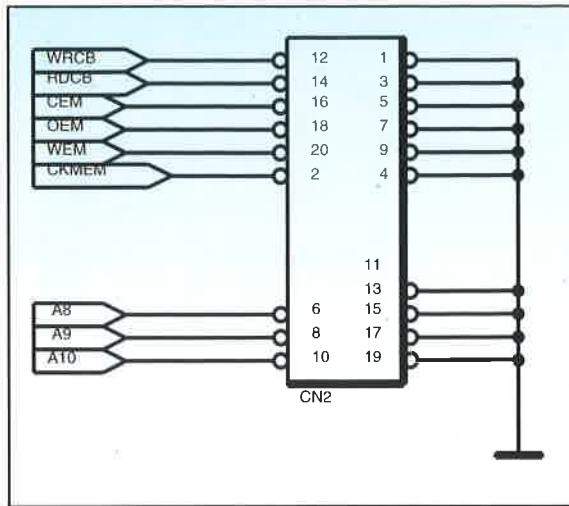
$$/CKDIS = CM * /LDIS * UPP * /DIS$$

L'impulso prodotto dal comparatore del modulo di innesco (DIS) arriva all'ingresso di clock del bistabile IC6A quando viene consentito l'innesco, CM a livello alto, il modulo di innesco è utilizzato, UPP a livello alto, e non è stato generato un innesco precedente, LDIS a livello basso. L'ultima delle uscite, O8 (CKM), è il

Durante la fase di campionamento, viene caricato in memoria il dato presente all'ingresso del modulo di memoria ogni volta che il segnale di clock passa da livello alto a livello basso

La prima operazione richiesta per il montaggio è la realizzazione dei collegamenti tra le due facce dello stampato





Attraverso il connettore CN2 circolano tutti i segnali di controllo necessari per il funzionamento del modulo di memoria

segnale di clock per il contatore di campionamenti IC1 del modulo di controllo, ed è controllata tramite l'equazione:

$$\text{/CKM} = \text{CM} * \text{CIN} * \text{CRD} * \text{UPP} * \text{CKIN} * \text{MEND} + \text{CM} * \text{CIN} * \text{CRD} * \text{UPP} * \text{LDIS} * \text{CKIN} * \text{MEND}$$

Il segnale di clock CKIN viene applicato al contatore di campionamenti quando viene consentito l'innesco, (CM a livello alto) e mentre si sta scrivendo, (CIN a livello alto e CRD a livello basso) quando non si utilizza l'unità di innesco, (UPP a livello basso) o quando la si utilizza, (UPP a livello alto) e l'innesco si è verificato, (LDIS a livello alto). In ogni caso durante il periodo di campionamento con MEND a livello basso. Tutti i segnali di controllo del modulo di memoria sono presenti sul connettore CN2 che, come tutti i connettori per cavo piatto dell'analizzatore, è dotato di linee di massa multiple per la schermatura dei segnali.

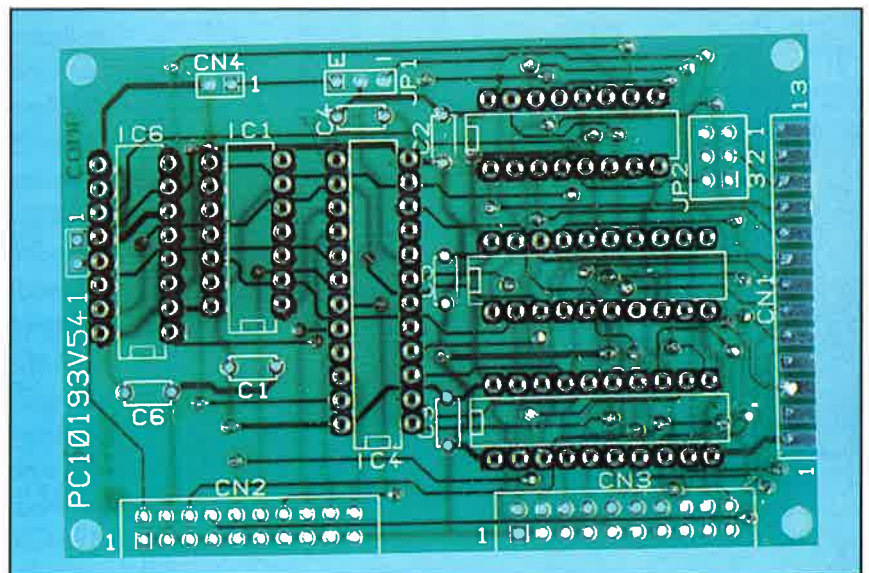
MONTAGGIO

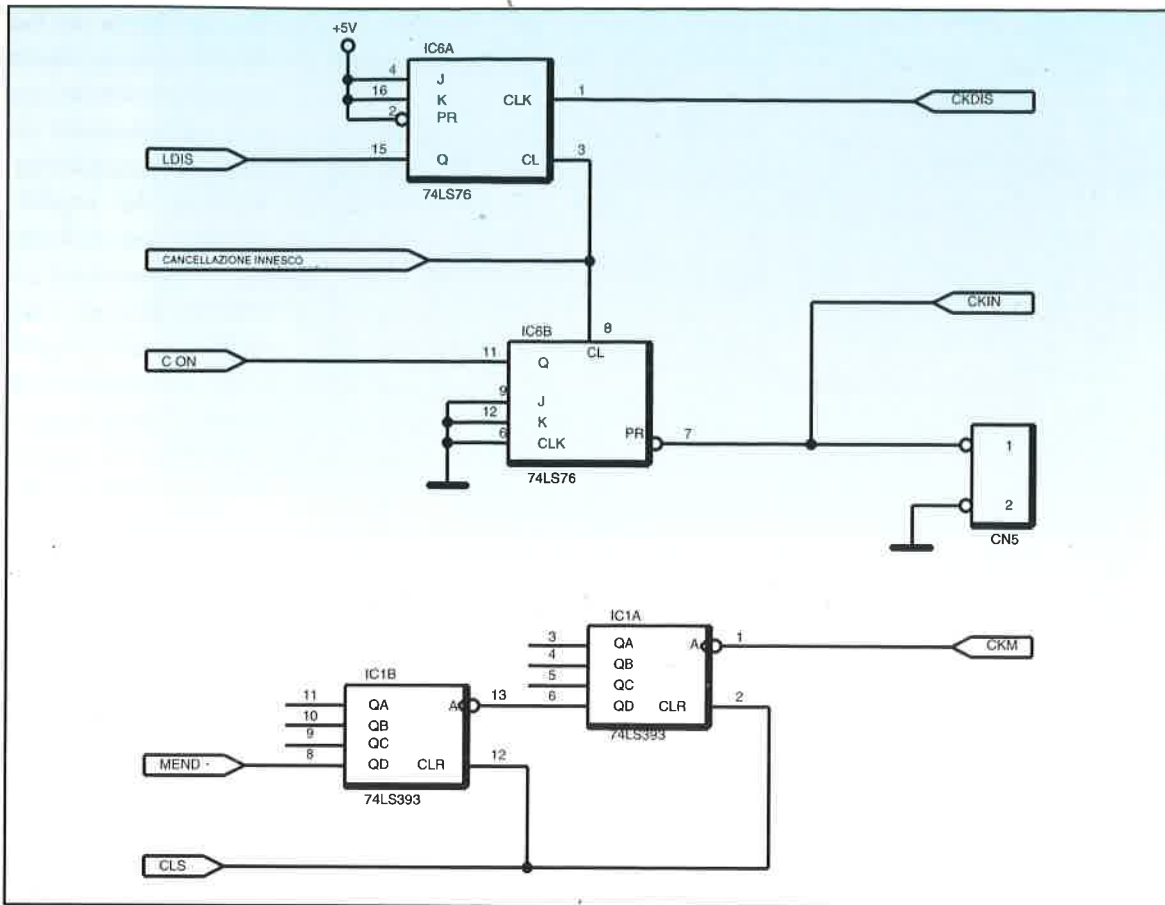
Come nei moduli precedenti, il circuito stampato è a doppia faccia con fori non metallizzati per cui, dopo aver classificato i componenti, si devono inizialmente eseguire i collegamenti tra le due facce dello stampato. Per questa operazione si deve utilizzare del filo di

Tutti i segnali di controllo del modulo di memoria sono presenti sul connettore CN2

rame stagnato o pezzi di reofori che devono essere inseriti nei fori passanti e saldati da entrambi i lati dello stampato. Anche per alcuni componenti è necessario saldare i terminali da entrambi i lati dello stampato. Il montaggio prosegue con le strisce di terminali femmina. Si devono tagliare due strisce da 7 terminali ciascuna per IC1, quattro da 8 terminali per IC2 e IC6, quattro da 10 terminali per IC3 e IC5, e due da 12 terminali per IC4, che devono essere saldate secondo l'ordine indicato. Successivamente si possono montare i condensatori di disaccoppiamento, da C1 a C6 tutti da 100 nF, nelle posizioni indicate sulla serigrafia dello stampato. Al termine si possono montare i connettori maschi per circuito stampato. Anche in questo caso si devono tagliare due strisce da 2 terminali ciascuna per i connettori CN4 e CN5, tre da 3 terminali, due per JP1 e una per JP2, e quattro da 10 terminali per i connettori CN2 e CN3. È consigliabile eseguire la loro saldatura secondo l'ordine indicato, cercando di mantenerli perpendicolari rispetto allo stampato. Per il montaggio di CN1 si deve incastrare la scheda tra le file di terminali del connettore, centrandola rispetto alle isole di saldatura. Dopo aver verificato il corretto posizionamento è consigliabile saldare inizialmente i terminali più esterni per evitare che durante le operazioni successive si verifichino degli spostamenti indesiderati. Prima di inserire i circuiti integrati nei rispettivi zoccoli bisogna ricontrollare la correttezza delle saldature e l'assenza di cortocircuiti tra

Le strisce di terminali femmina servono da zoccoli per i circuiti integrati





Il contatore provoca la fine del campionamento con il suo bit più significativo. La presenza del segnale di clock e di innesco viene memorizzata nei due bistabili

piste adiacenti. Tutti i circuiti integrati devono essere montati con l'orientamento e la posizione indicata sulla serigrafia.

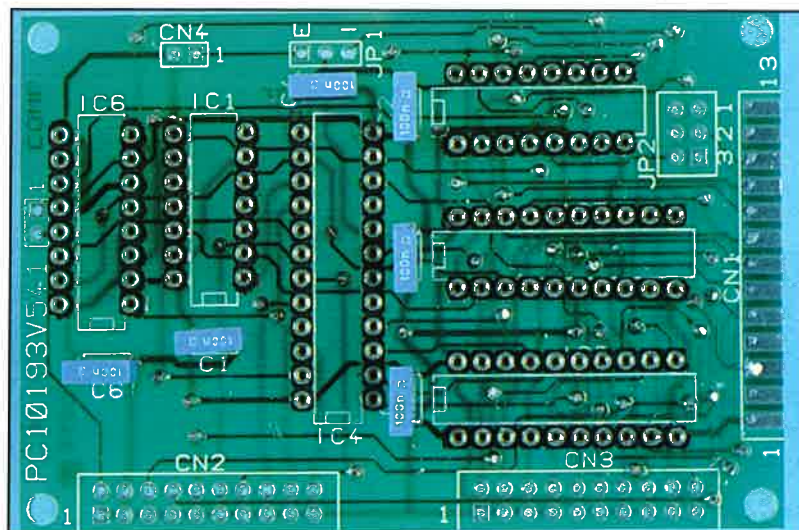
FUNZIONAMENTO DELL'ANALIZZATORE

Dopo aver descritto il funzionamento dei tre circuiti che formano l'analizzatore, non rimane che vedere il loro comportamento quando vengono collegati assieme.

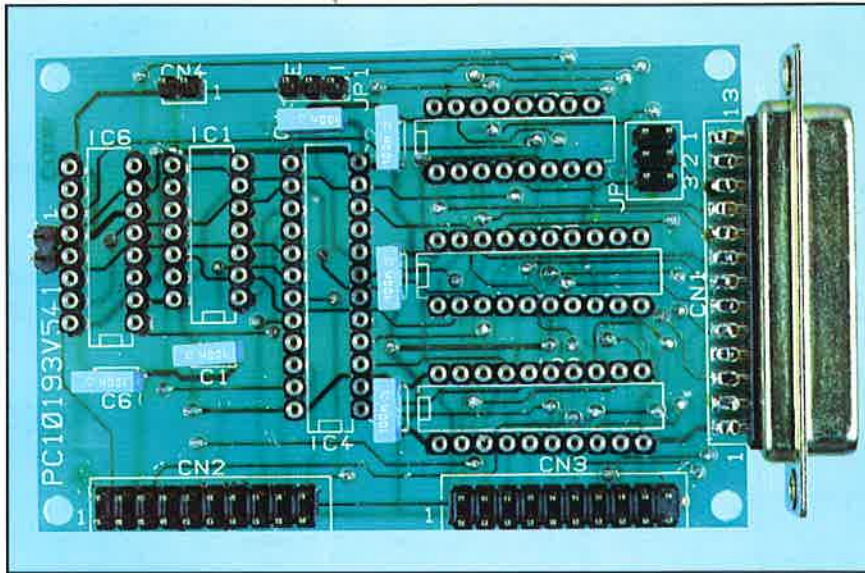
Quando si avvia il programma di controllo, e dopo aver resettato il bistabile di innesco e il contatore del modulo di controllo, si deve impostare l'analizzatore nella modalità di acquisizione dati, segnale CIN a livello alto, CM e CRD a livello basso. In questo modo il segnale di clock viene inviato direttamente al contatore del modulo di memoria, e in-

vertito al segnale di scrittura in memoria. Il buffer di lettura è chiuso e quello di ingresso aperto, in modo che i dati presenti in ingresso possano essere trasferiti al bus dati della memoria. In corrispondenza di ciascun fronte di discesa del segnale di clock il contatore della memoria subisce un incremento. Quando questo segnale passa

I condensatori di disaccoppiamento devono essere montati nelle posizioni indicate sulla serigrafia dello stampato



Prima di inserire i circuiti integrati nei relativi zoccoli bisogna verificare la correttezza di tutte le saldature



Il connettore CN1 deve essere perfettamente centrato rispetto alle sue isole di saldatura

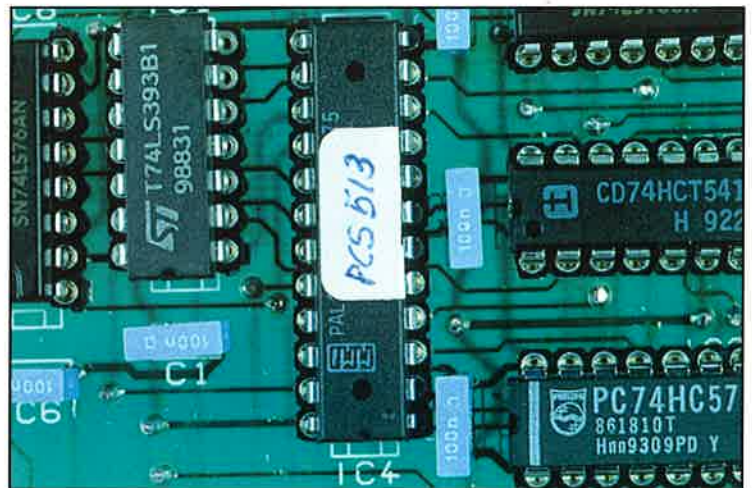
a livello alto il segnale di scrittura in memoria si trova a livello basso, per cui i dati presenti sul bus vengono memorizzati nella posizione indicata dal contatore. Questo processo avviene in modo continuo finché non arriva l'ordine di fine campionamento. Se il modulo di innesco non è presente o non viene utilizzato e UPP è a livello basso, quando si attiva il comando di campionamento (CM a livello alto) il segnale di clock arriva direttamente al contatore del modulo di controllo. Quando raggiunge lo stato 128, il suo bit più significativo MEND commuta a livello alto interrompendo l'invio del clock a tutti i contatori. Se il modulo di innesco è presente (UPP a

livello alto) il funzionamento è leggermente diverso. Quando il segnale CM commuta a livello alto, l'analizzatore continua ad operare in modalità di acquisizione dati finché il dato di ingresso coincide con quello memorizzato nel registro di confronto. In quel momento il segnale di innesco DIS viene trasferito al bistabile IC6A, in modo che l'uscita LDIS di quest'ultimo LDIS commuti a livello alto. Questo permette al segnale di clock di arriva-

re al contatore del modulo di innesco, che costringe il circuito ad operare nella modalità descritta in precedenza. Lo stato del segnale MEND viene verificato periodicamente dal calcolatore. Quando si trova a livello alto i segnali CM e CIN vengono commutati a livello basso e viene attivato il segnale di lettura, CRD a livello alto. Successivamente viene eseguita dal calcolatore una scrittura all'indirizzo secondario

3, CKA, che provoca un incremento del contatore del modulo di memoria. Eseguendo una lettura all'indirizzo secondario 4, RDB, si apre il buffer di lettura e vengono attivati i segnali di abilitazione e lettura della memoria; in questo modo il dato presente all'indirizzo indicato dal contatore del modulo di memoria viene letto dal calcolatore. L'operazione di avanzamento del contatore e di lettura viene eseguita 256 volte, in modo che tutta la pagina di memoria possa essere memorizzata nel calcolatore. Al termine del processo di lettura, e se non vengono eseguiti altri campionamenti, il sistema ritorna nella modalità di acquisizione. Nei paragrafi successivi verranno descritte le operazioni necessarie per collegare tra di loro i circuiti, e verrà analizzato il programma che consente il loro controllo.

La PAL IC4 deve essere programata in accordo con le equazioni descritte



Elenco componenti

Condensatori

C1-C6 = 100 nF multistrato

Circuiti integrati

IC1 = 74LS393 doppio contatore binario

IC2 = 74LS138, decodificatore 3:8

IC3 = 74HCT574, latch ad 8 bit

IC4 = PAL 20L8 (programmata PCS513)

IC5 = 74HCT541, buffer ad 8 bit

IC6 = 74LS76, doppio bistabile JK

Varie

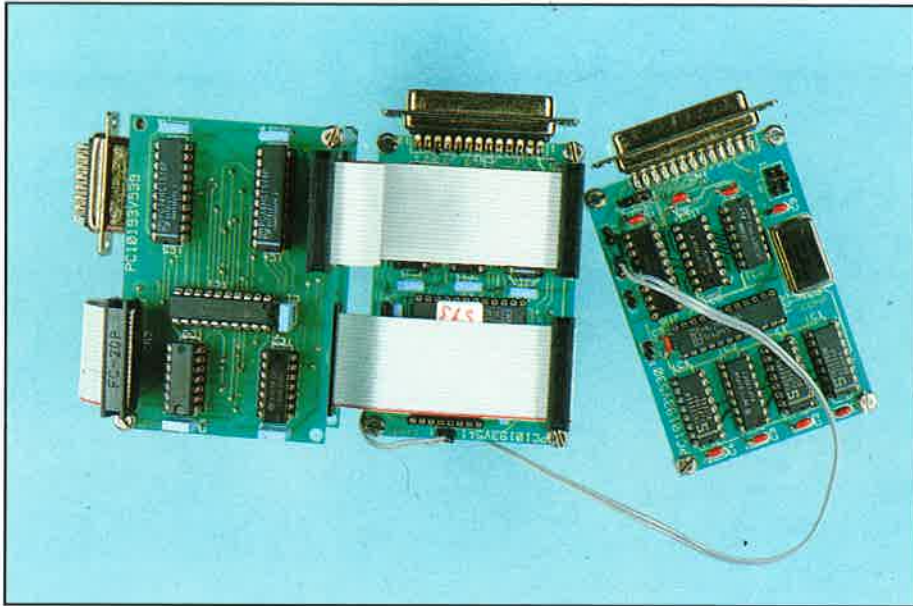
Filo di rame stagnato

110 Terminali femmina per zoccoli

53 Terminali maschi per connettori e ponticelli

1 Connettore DB25 femmina a saldare

1 Circuito stampato PC10193V541

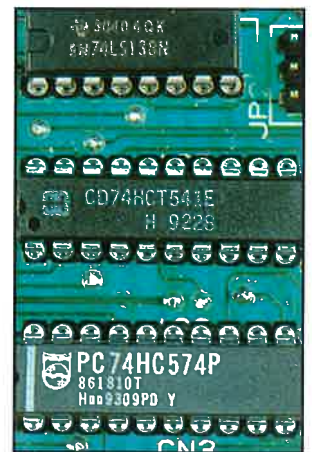


ANALIZZATORE LOGICO (PROGRAMMA DI CONTROLLO)

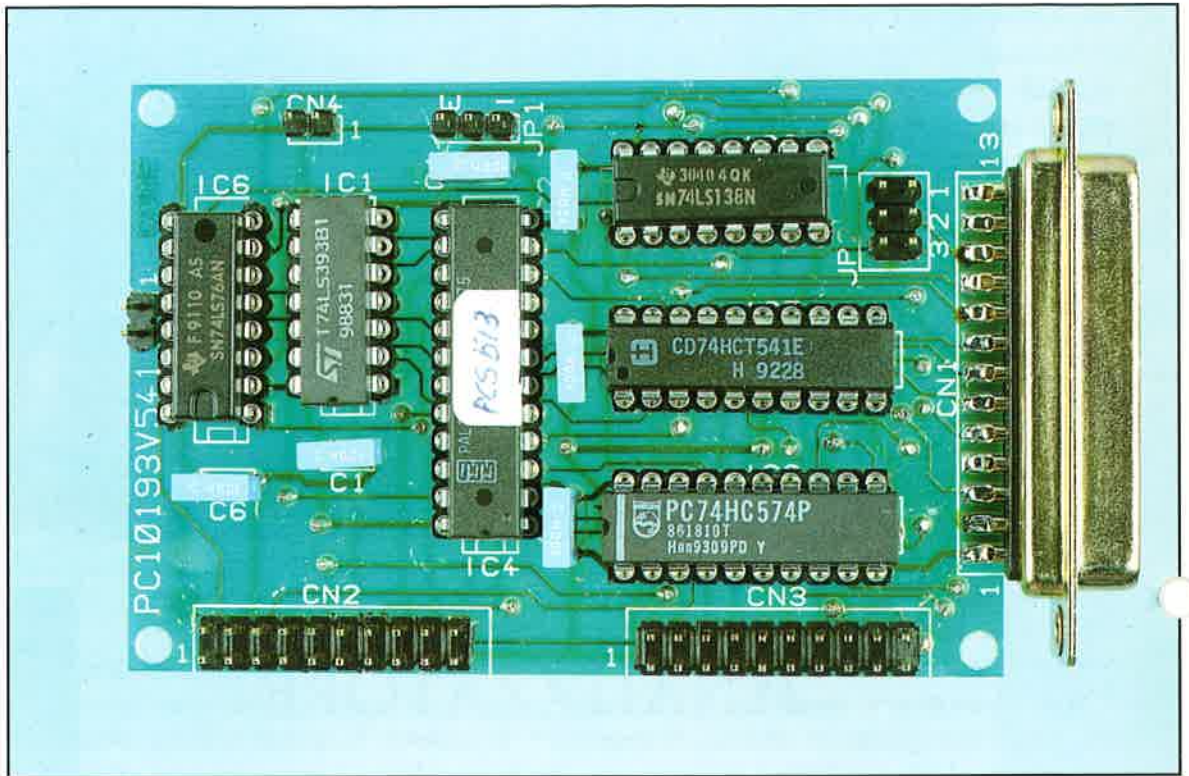
Dopo aver descritto il funzionamento dei moduli hardware che formano l'analizzatore logico, non rimane che esaminare il modo con cui possono essere collegati tra di loro e controllati.

prima di collegare elettricamente i moduli tra di loro, è opportuno assemblarli meccanicamente. I tre circuiti sono tutti dotati di quattro fori posti sui rispettivi angoli, che ne consentono l'assemblaggio tramite distanziali. Si consiglia di utilizzare un contenitore le cui dimensioni consentano di ospitare tutti e tre i circuiti.

I circuiti non possono essere montati in una posizione arbitraria, ma si devono fare coincidere i loro connettori omologhi. Devono risultare orientati con lo stesso verso il connettore CN3 del modulo di controllo, il connettore CN2 del modulo di memoria e il connettore CN1 del modulo di innesco. Il circuito di controllo deve essere il primo in basso, e deve essere fissato al



Il contenitore prescelto deve permettere un comodo alloggiamento dei tre circuiti



Il circuito di controllo riceve le istruzioni dal computer e genera i segnali necessari per il funzionamento degli altri moduli

fondo del contenitore con quattro distanziali femmina/maschio. Su questo si devono montare quattro distanziali da 30 mm, sui quali deve essere assemblato il modulo di memoria.

Se non si utilizza il modulo di innesco questi quattro distanziali devono essere di tipo femmina/femmina, in modo da poter utilizzare delle viti per fissare il circuito di memoria.

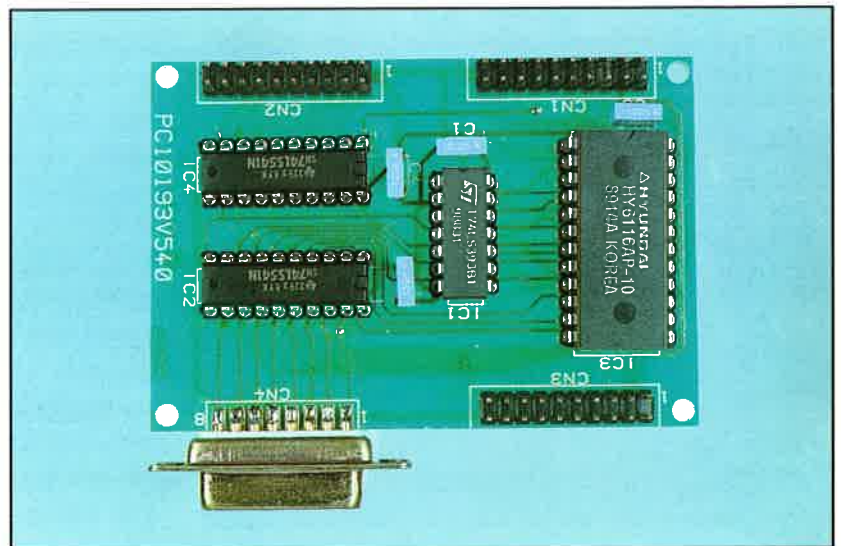
Se viceversa si utilizza il modulo di innesco i distanziali devono essere di tipo femmina/maschio, e su questi si devono avvitare altri quattro distanziali da 30 mm per assemblare il circuito di innesco, che viene poi fissato con delle viti.

Inoltre, è necessario impostare l'indirizzo di abilitazione e il tipo di alimentazione per il modulo di controllo. Nel programma di controllo è possibile modificare questo indirizzo, ma se

non si indica nulla per default viene utilizzato l'indirizzo CE1.

È importante impostare il tipo di alimentazione; se si sceglie l'alimentazione esterna bisogna spostare il relativo ponticello sulla posizione E e collegare l'alimentatore, dopo aver però effettuato tutti i collegamenti necessari con l'elaboratore.

Il modulo di memoria immagazzina i dati provenienti dall'esterno, e li mantiene finché non vengono letti dal computer per essere analizzati dal programma di controllo



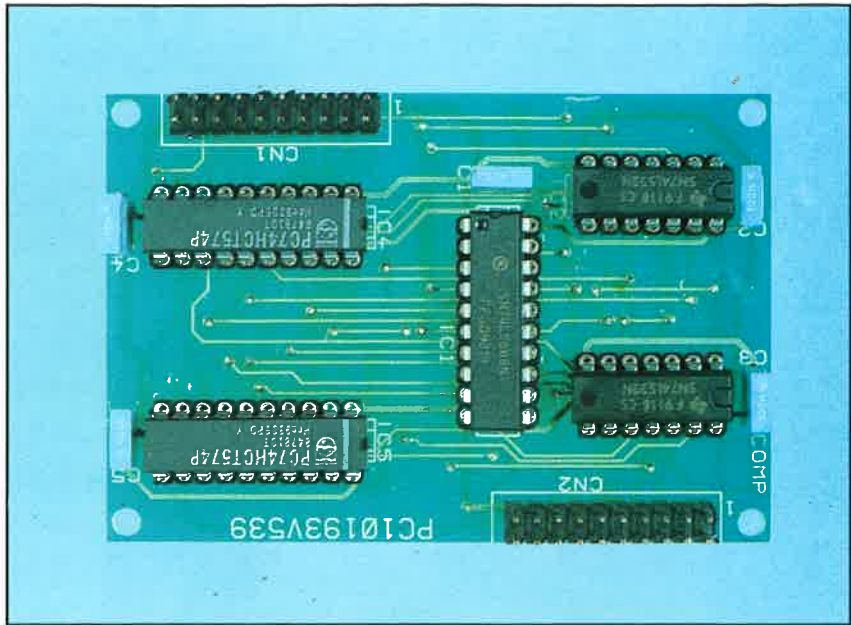
Il programma di controllo consente di impostare l'indirizzo; se questo non viene specificato, per default viene utilizzato CE1

COLLEGAMENTO DEI MODULI

Come già detto in precedenza, tutti i connettori utilizzati per l'interscambio delle informazioni tra i tre circuiti sono stati previsti per l'impiego di cavo piatto. Se il modulo di innesco non viene utilizzato sono richiesti due cavi che devono essere costruiti con circa 10 cm di cavo piatto a 20 conduttori, dotati di connettori femmina agli estremi. Se invece si utilizza il circuito di innesco, è necessario realizzare un terzo cavo lungo circa 20 cm dotato di tre connettori posti agli estremi e al centro.

Per la crimpatura dei connettori sui cavi piatti si consiglia di utilizzare una morsa; dopo aver infilato il cavo nel connettore, è sufficiente richiuderlo esercitando la pressione necessaria perché i contatti a perforazione di isolante penetrino fino a toccare i conduttori metallici. La pressione non deve però essere eccessiva poiché potrebbe provocare la rottura del connettore. Se non si utilizza il modulo di innesco, con uno dei due cavi si collega il connettore CN3 del modulo di controllo con il connettore CN2 del modulo di memoria, mentre con l'altro si collega CN2 del modulo di controllo con CN1 del modulo di memoria.

Quando si utilizza il modulo di innesco invece, con il cavo a tre connettori si collegano tra di loro



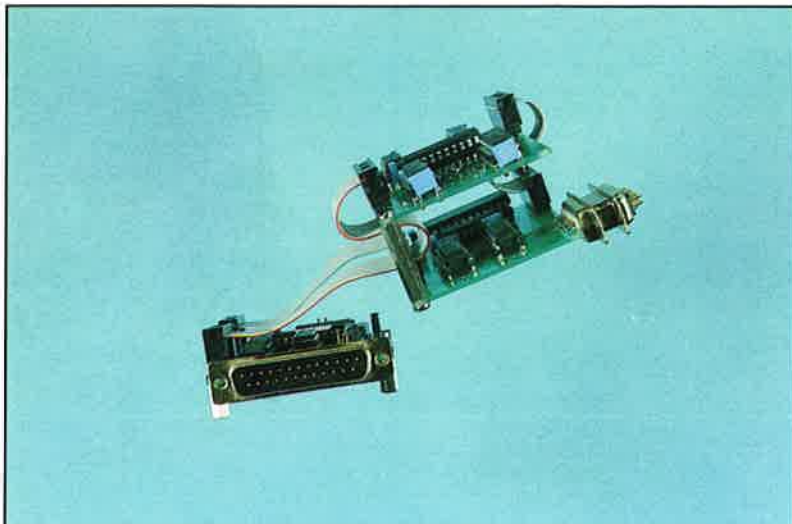
Il circuito di innesco fornisce all'analizzatore la possibilità di selezionare il momento nel quale deve iniziare i campionamenti

CN3 del modulo di controllo, CN2 del modulo di memoria e CN1 del modulo di innesco. I cavi a due connettori vengono utilizzati per collegare CN2 del modulo di controllo con CN1 del modulo di memoria, e CN3 di quest'ultimo con CN2 del modulo di innesco.

Per il collegamento del generatore TTL al connettore CN5 del modulo di controllo bisogna utilizzare un cavo schermato ad un conduttore dotato agli estremi di connettori femmina a due terminali.

CAVO PER IL PRELIEVO DEI DATI

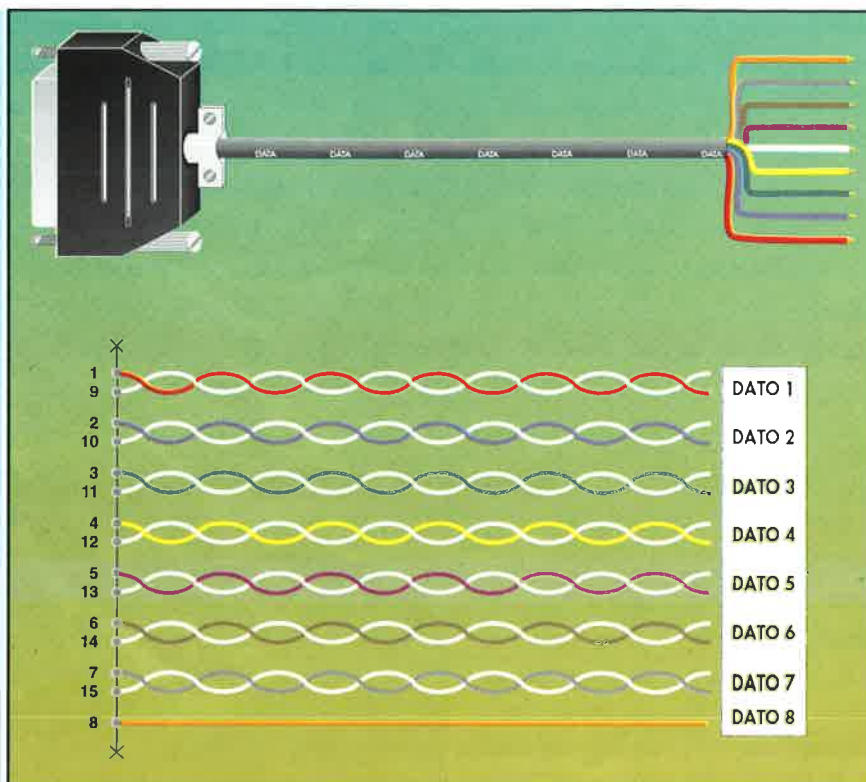
I tre circuiti sono progettati per essere assemblati uno sull'altro tramite dei distanziali



La configurazione di questo cavo dipende dall'applicazione prevista per l'analizzatore. Generalmente dovrebbero essere utilizzati dei normali puntali identici alle sonde per oscilloscopio, ma possono essere impiegati anche dei puntali con terminali a pinza per circuiti integrati. La scelta tra i due modelli viene lasciata al lettore.

Il cavo utilizzato deve essere per trasmissione dati, con almeno 8 coppie di conduttori di diverso colore in modo che sia possibile identificare i con-

Per collegare il generatore TTL al connettore CN5 del modulo di controllo si deve utilizzare un cavo schermato



Il cavo per l'ingresso dei dati deve essere schermato. La disposizione dei terminali dipende dall'applicazione prevista per l'analizzatore

duttori corrispondenti ai diversi dati.

Ciascuna coppia di conduttori deve essere saldata ai terminali del connettore secondo le indicazioni fornite nella figura corrispondente. La prima coppia deve essere saldata ai terminali 1 e 9 del connettore, che corrispondono rispettivamente all'ingresso del dato e alla massa; la stessa situazione vale anche per le altre coppie, ad eccezione dell'ultimo conduttore, terminale 8, che non è fornito della corrispondente massa.

Dopo aver realizzato tutti i cavi non rimane che effettuare la prova di tutto l'insieme, poiché nessuno dei circuiti in questione richiede regolazioni per il suo funzionamento.

IL PROGRAMMA DI CONTROLLO

Il programma può essere gestito sia con il mouse che con la tastiera

Il programma di controllo dell'analizzatore logico è stato sviluppato in ambiente LabWindows, e presenta una videata principale che emula il pannello di

controllo di uno strumento.

Il programma può essere gestito in due modi diversi, utilizzando il mouse oppure la tastiera. Il metodo più comodo è senza dubbio quello che prevede l'impiego del mouse, poiché per attivare un determinato controllo è sufficiente posizionare il cursore sul comando desiderato e premere il pulsante sinistro del puntatore. L'impiego della tastiera è decisamente più scomodo, poiché per posizionarsi su un determinato comando è necessario premere il tasto TAB finché il comando in questione non risulta evidenziato; solo in quel momento è possibile premere il tasto ENTER per attivarlo.

INSTALLAZIONE DEL PROGRAMMA

Il dischetto di programma contiene

i seguenti file:

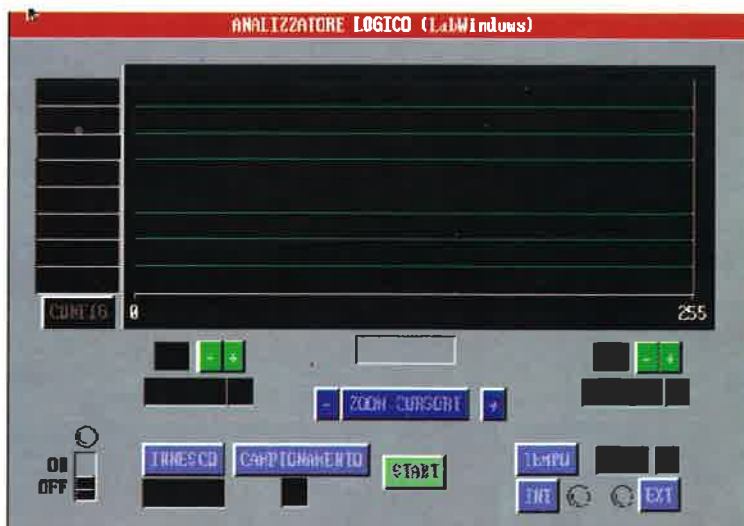
INSTALLA.BAT: file di installazione del programma di controllo.

ANALIZZA.EXE: programma di controllo dell'analizzatore logico.

ANALIZZA.UIR: file di utility dell'interfaccia utente.

ANALIZZA.CFG: file di configurazione dell'analizzatore logico.

Avviando il programma compare sul video la maschera principale con i controlli disattivati



ANALIZZA.BAS: file sorgente del programma di controllo in BASIC per ambiente LabWindows.

ANALIZZA.ICO: icone per lanciare il programma di controllo in ambiente Windows.

PCS513.INP: file di testo che contiene le equazioni della PAL presente sul modulo di controllo.

PCS513.JED: file in formato JEDEC per la programmazione della PAL.

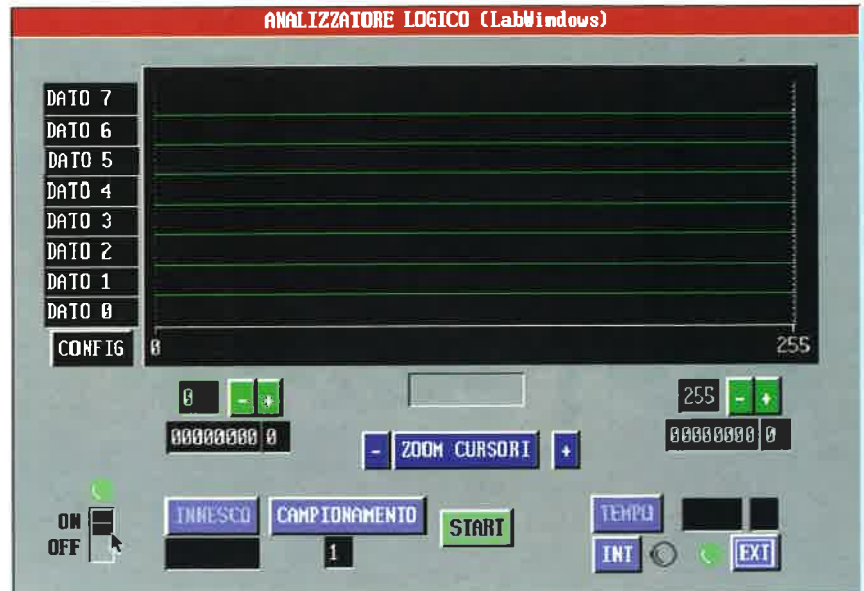
PCS513.DOC: file di testo che contiene la disposizione dei terminali della PAL.

Il programma può essere lanciato direttamente da floppy, ma questo renderà più lenta la sua esecuzione. Per questa ragione si consiglia la sua installazione su hard disk.

Il programma di installazione crea una directory di nome "ANALIZER", nella quale vengono copiati tutti i file necessari per il suo funzionamento.

Il procedimento da seguire per l'installazione è il seguente:

1. inserire il floppy disk nel drive corrispondente (A o B),
2. selezionare l'unità che contiene il floppy disk (A: o B:),
3. lanciare il programma di installazione "INSTALLA",
4. quando tutti i file sono stati copiati togliere il floppy dal drive e selezionare il disco C (C:),
5. selezionare la directory ANALIZER (CD ANALIZER),
6. verificare il contenuto della directory (coman-



Spostando il commutatore POWER in posizione ON tutti i controlli del pannello vengono attivati, ad eccezione dei comandi INNESCO e TEMPO che si attivano solo se la configurazione lo consente

do DIR), che deve contenere i seguenti file:

- * ANALIZZA.EXE
- * ANALIZZA.UIR
- * ANALIZZA.CFG
- * ANALIZZA.ICO

COME FUNZIONA IL PROGRAMMA

Prima di eseguire il programma i circuiti devono essere collegati al computer tramite il decodificatore di indirizzi.

Per avviare il programma si devono ripetere i passi 5 e 6 del processo di installazione e digitare

ANALIZZA. A questo punto sullo schermo appare il pannello principale con tutti i comandi disattivati.

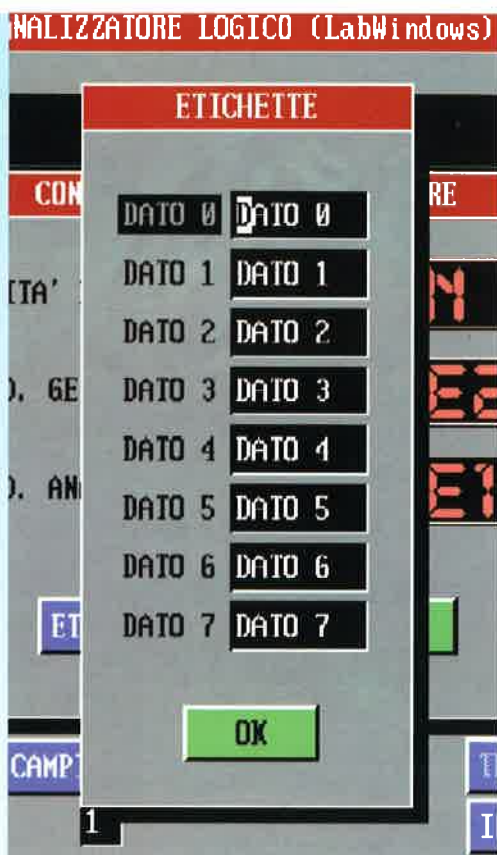
Quando si sposta l'interruttore POWER in posizione ON, tutti i controlli presenti sul pannello si attivano ad eccezione dei comandi INNESCO e TEMPO, poiché la configurazione di default non prevede la presenza di questi due circuiti.

Nella zona superiore del pannello è presente la finestra nella quale vengono riportati i dati, mentre sulla sinistra di quest'ultima sono presenti una serie di

Prima di eseguire il programma, i circuiti devono essere collegati al decodificatore di indirizzi

Il pannello di configurazione consente di selezionare la presenza del modulo di innesco e gli indirizzi di attivazione del generatore TTL e dell'analizzatore logico





La finestra delle etichette è utile per modificare i nomi dei diversi dati, personalizzando la visualizzazione per le differenti applicazioni

indicatori che mostrano il nome del segnale che compare sullo schermo (DATO 0, ..., DATO 7). Sotto agli indicatori il pulsante indicato con CONFIG serve per selezionare il pannello di configurazione.

Quando il programma viene avviato l'analizzatore viene configurato in funzione dei dati presenti nel file ANALIZZA.CFG; sotto al diagramma centrale compare

il messaggio "PROCESSO". Questo messaggio viene visualizzato ogni volta che l'analizzatore esegue una qualsiasi operazione; finché non scompare non bisogna perciò attivare alcun altro comando.

CONFIGURAZIONE

Nella zona superiore del pannello di configurazione viene visualizzato il controllo per la selezione dell'unità di innesco. Se il circuito di innesco è presente si deve impostare l'indicatore su ON. L'indirizzo del generatore TTL può essere impostato con il controllo successivo, ed è possibile scegliere tra N/P se non è collegato, tra CE1, CE2 e CE3 se è collegato al decodificatore di indirizzi, oppure PAR se è collegato alla porta parallela. L'indirizzo dell'analizzatore logico può essere impostato a CE1, CE2 e CE3, e non deve essere uguale a quello scelto per il generatore TTL. Per entrambi i circuiti

Se il circuito di innesco è presente si deve impostare l'indicatore su ON

l'indirizzo impostato deve coincidere con quello selezionato con i ponticelli presenti sulle rispettive schede. Se si attiva il comando ETICHETTE appare il pannello di assegnazione delle etichette, che consente di cambiare i nomi presenti sugli indicatori dello schermo, per adeguarli a quelli dei segnali propri del circuito che si vuole analizzare. Premendo il tasto OK si ritorna al pannello di configurazione. Premendo il tasto OK del pannello di configurazione si ritorna al pannello principale.

DATO DI INNESCO

Se nel pannello di configurazione viene impostato il modulo di innesco come presente, automaticamente appare il pannello per la selezione dell'innesco. Premendo i tasti 0, 1 o X si inseriscono i dati da D0 a D7. Il tasto CE consente di cancellare il dato e ripetere l'operazione. Poiché prima di iniziare l'esame di un circuito non è necessario alcun dato, si deve impostare il valore X per tutte le posizioni. Premendo il tasto OK si ritorna al pannello principale, nel quale il tasto di innesco risulta ora attivato per consentire l'introduzione del dato al momento opportuno.

È possibile impostare un valore indipendente 0 o 1 per ciascun bit; se non si desidera eseguire il confronto tra uno o più bit bisogna impostare X per quella o quelle posizioni.

BASE DEI TEMPI

Come nel caso precedente, se nel pannello di configurazione viene indicato che il generatore TTL è presente, appare il pannello di selezione del tempo di campionamento. Sull'indicatore di sinistra si imposta il tempo, e in quello di destra le unità di misura (nanosecondi, microsecondi, e

La selezione del tempo di campionamento è possibile solo se il generatore TTL è installato; il tempo e le unità vengono impostate separatamente



millisecondi). Il tempo impostato per default è di 1 microsecondo. Il tempo minimo è di 100 nanosecondi, ma si deve tener presente la velocità della memoria utilizzata. Il tempo minimo deve essere almeno doppio rispetto al tempo di accesso alla memoria che è stata utilizzata sul modulo di memoria. Quando si preme su OK si ritorna al pannello principale e si attiva il tasto TEMPO che consente di variare questo parametro quando necessario. Sotto questo tasto sono presenti altri due comandi indicati con INT, sul quale si deve agire per selezionare il generatore TTL, e con EXT, che deve essere attivato quando si desidera utilizzare un segnale di clock diverso. Quando si preme EXT si disattiva il pulsante TEMPO, che ritorna ad essere attivo premendo il tasto INT. Se si utilizza un segnale di clock esterno, questo deve essere applicato attraverso il connettore CN5 del modulo di controllo.

STATO DEI CAMPIONAMENTI

Quando si preme il tasto CAMPIONAMENTO appare un pannello che fornisce indicazioni sullo stato in cui si trovano le otto linee. Se viene visualizzato il messaggio LIBERO alla destra di un campionamento significa che questo può essere utilizzato e che non contiene dati di rilievo. Il messaggio COMPLETO indica che quel campionamento contiene memorizzati dei dati significativi e che non può essere utilizzato finché il suo stato non diventa LIBERO.

Per il collegamento tra i diversi moduli si deve utilizzare un cavo piatto



Il dato di innesco viene impostato bit per bit

Nella zona superiore destra del pannello viene indicato il campionamento attivo in ciascun istante. Se si posiziona il cursore su di un campionamento che è nello stato COMPLETO e si preme il tasto PRESENTA compaiono sullo schermo principale i dati che questo contiene. Premendo il tasto OK si ritorna al pannello principale.

COMANDO DI CAMPIONAMENTO

Il tasto START avvia il processo di campionamento facendo apparire il registro di attività, che indica se il clock è presente, se si è verificato l'innesco e se il campionamento è stato eseguito. Da questi dati è possibile capire se si sono verificati dei problemi durante l'acquisizione. La mancanza dell'innesco potrebbe essere causata dal fatto che il dato di innesco non si è presentato all'ingresso. Al termine del campionamento viene eseguita la lettura della memoria, e i dati vengono visualizzati sullo schermo. Nella zona centrale dello schermo si trova il campionamento 128, che corrisponde a quello di innesco. Di conseguenza, nella zona sinistra vengono visualizzati i dati memorizzati prima dell'innesco e sulla destra quelli memorizzati successivamente a questo.

GESTIONE DEI CURSORI E DELLO ZOOM

Sotto al diagramma centrale sono presenti i controlli per i cursori destro e sinistro, entrambi identici. Il tasto "-" consente di spostare il

Il tasto START avvia il processo di campionamento



Il pannello dei campionamenti fornisce lo stato di questi ultimi e indica quale è attivo in ogni istante

cursore a sinistra, mentre il tasto "+" consente il suo movimento verso destra. L'indicatore che compare sulla sinistra indica il numero di campionamento sul quale si trova posizionato il cursore, mentre sotto compare il valore di questa posizione in binario e in esadecimale.

Tra i due pulsanti per i cursori è presente il controllo dello zoom. Il tasto "+" consente di raddoppiare le dimensioni dell'immagine sullo schermo ogni volta che viene premuto; come centro dell'ingrandimento viene considerato il campionamento. Il tasto "-" esegue il procedimento inverso. Il tasto ZOOM CURSORI consente di ingrandire la zona compresa tra i due cursori.

VERIFICA DEL FUNZIONAMENTO

Con tutti i circuiti collegati al calcolatore è possibile lanciare il programma, configurando i circuiti in accordo a quanto detto in precedenza. Il dato di innesco deve essere impostato a "XXXXXXXX" e la base dei tempi, se si utilizza il generatore TTL, a 100 microsecondi. I conduttori degli otto dati di ingresso devono essere collegati a quello di massa, in modo che durante il campionamento tutti i dati risultino a 0. Quando si preme il tasto START per un istante compare il pannello di attività, indicante che il clock è presente e che si è verificato l'innesco. Quando questo pan-

nello scompare, sullo schermo vengono visualizzati i dati memorizzati. Essendo tutti collegati a massa gli otto dati devono apparire come 0 su tutto lo schermo. Posizionando i cursori in qualsiasi posizione deve sempre comparire "00000000". Di seguito le otto linee dei dati devono essere scollegate e lasciate libere; essendo in presenza di ingressi TTL devono apparire come 1. Quando si preme il pulsante START tutti i dati visualizzati sullo schermo devono essere a 1, e i cursori devono indicare

"11111111". Cambiando il dato di innesco in "XXXXXX0" e premendo il pulsante di START compare il pannello di attività, che indica che l'innesco non si è verificato. Bisogna a questo punto collegare a massa il conduttore relativo al dato D0, e verificare che l'innesco sia stato rilevato e che il pannello di attività scompaia. Sullo schermo i dati restano a 1 per tutto il tempo, ad eccezione del dato D0 che nel centro dello schermo commuta a 0. Nei calcolatori della serie XT l'esecuzione del programma è molto lenta, per cui bisogna stare attenti a non premere alcun pulsante quando appare il messaggio "PROCESSO". Con questa prova si è verificato il funzionamento dell'analizzatore logico, per cui lo strumento è pronto per essere utilizzato.

Il pannello di stato indica ciò che accade durante la fase di campionamento



Elenco dei componenti dell'analizzatore logico

Circuiti di base

- Decodificatore di indirizzi
- Modulo di controllo
- Modulo di memoria

Circuiti opzionali

- Modulo di innesco
- Generatore TTL

Collegamento dei moduli

- 6 connettori femmina a 20 contatti per cavo piatto
- 1 metro di cavo piatto a 20 conduttori
- 4 terminali femmina a saldare
- 1 metro di cavo schermato (1 conduttore+calza)

Cavo per il prelievo dei dati

- 1 connettore DB15 volante a saldare
- 1 guscio per connettore DB15
- Cavo per trasmissione dati (vedere testo)



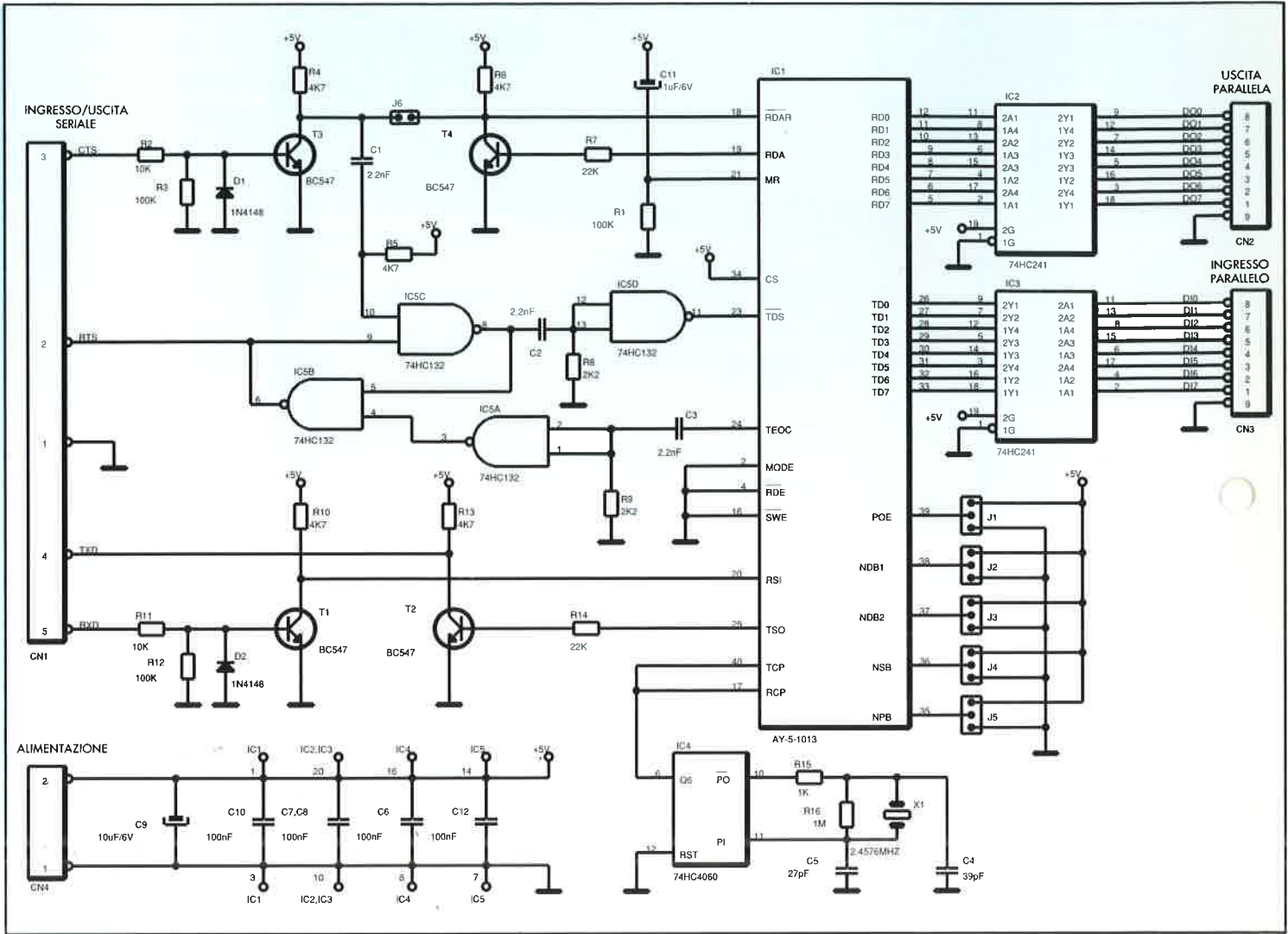
CONVERTITTORE BIDIREZIONALE SERIE-PARALLELO

La maggior parte dei circuiti presentati finora vengono controllati attraverso la porta parallela centronics del computer. Quello che viene proposto di seguito non richiede invece alcun controllo, poiché si tratta di un convertitore bidirezionale seriale-parallelo.

normalmente lo scambio di informazioni tra il computer e il mondo esterno è limitato a una porta seriale e a una porta parallela, per cui è possibile controllare un solo dispositivo esterno di ciascun tipo. Generalmente la maggior parte dei dispositivi controllati esternamente scambiano le informazioni con l'elaboratore in modalità parallela, poiché la gestione di questo protocollo è più



La maggior parte delle realizzazioni controllate esternamente prevedono lo scambio delle informazioni in formato parallelo



Come si può verificare nello schema elettrico, il cuore del convertitore bidirezionale è un UART

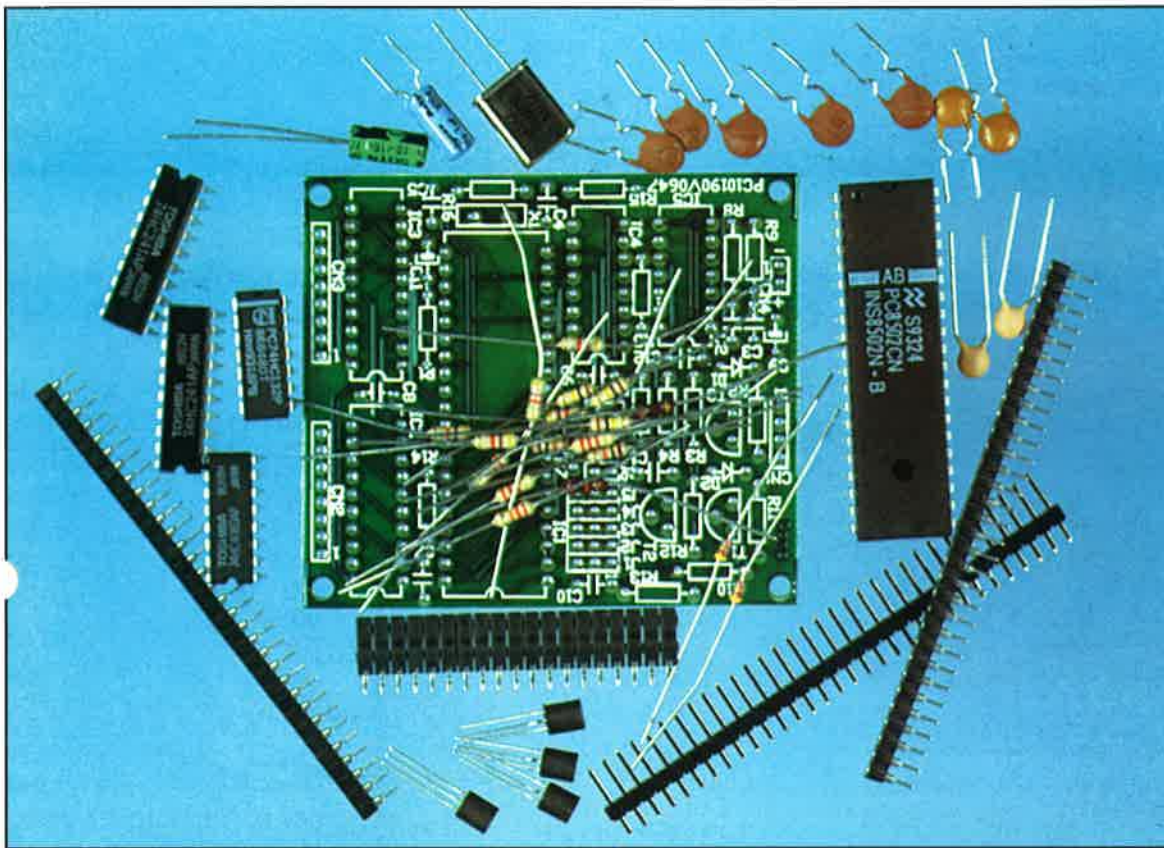
L'UART ha la funzione di convertire i dati seriali che arrivano attraverso il suo ingresso RSI in un dato parallelo che presenta sulle sue uscite da TD0 a TD7

semplice in quanto non richiede la conversione dei dati da parallelo a seriale e viceversa. I problemi iniziano quando è necessario controllare due dispositivi dello stesso tipo contemporaneamente. Si supponga, ad esempio, di voler progettare un dispositivo controllato esternamente nel quale lo scambio dei dati con il computer avvenga attraverso l'interfaccia parallela, poiché questa risulta più semplice da realizzare e richiede un minor numero di componenti. Se alla porta centronics del computer è già collegata una stampante, e si desiderano stampare i risultati del processo di controllo, non è possibile collegare il proprio dispositivo a questa porta. Il convertitore bidirezionale che viene proposto risolve questo problema, poiché permette di progettare il proprio dispositivo controllato esterna-

mente con una modalità di interscambio dei dati parallela, senza la necessità di dover installare una ulteriore interfaccia LPT2 per comunicare con il computer. Il convertitore agisce infatti come una interfaccia tra la porta seriale del computer e il dispositivo esterno, trasformando i dati seriali provenienti dal computer in dati paralleli che possono essere utilizzati dal dispositivo, e viceversa.

IL CIRCUITO

Il convertitore bidirezionale è basato su di un UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter). Questo circuito integrato ha il compito di convertire i dati che arrivano al suo ingresso RSI in formato seriale, in un dato in parallelo che presenta sulle uscite TD0-TD7; inoltre, è in grado di eseguire il processo inverso con il dato parallelo-



Componenti necessari per realizzare il dispositivo

lo che entra sugli ingressi RD0-RD7, presentandolo in formato seriale sull'uscita TSO. Inoltre, permette il controllo del protocollo di comunicazione, della velocità di trasmissione e del numero di bit dei dati, di parità e di stop.

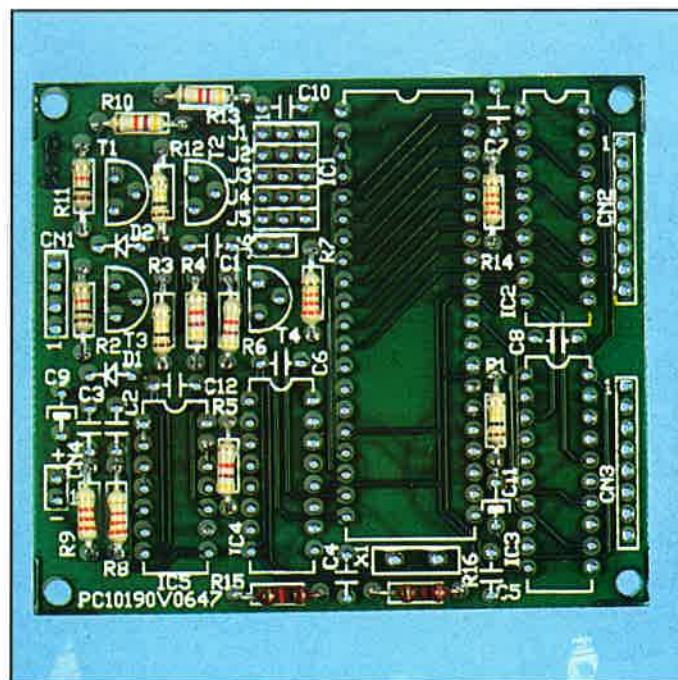
Questo componente viene proposto da diversi produttori, per cui può essere reperito in commercio con sigle diverse; ad esempio AY-5-1013 della General Instruments, CPD1854 della RCA, oppure 8502 della Intel.

Lo scorrimento dei bit seriali è controllato dal clock a 19.200 Hz applicato agli ingressi RCP (clock di ricezione) e TCP (clock di trasmissione). Questa frequenza fissa la velocità di trasmissione (in entrambi i versi di comunicazione) dell'interfaccia a 1.200 baud ($19.200/6$). Il clock utilizzato è gestito da un divisore binario per 128 (74HC4060) al quale viene collegato un oscillatore, controllato da un cristallo al quarzo da 2,4576 MHz.

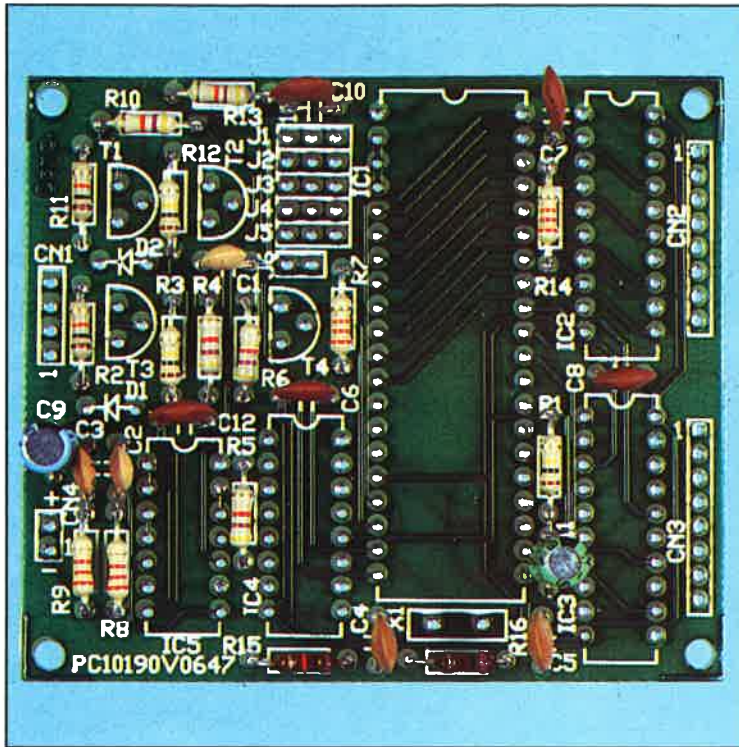
L'ingresso (da RD0 a RD7) e l'uscita (da TD0 a TD7) parallela comunicano con il dispositivo che si desidera controllare attraverso i buffer IC2 e IC3 (74HC241); questi isolano l'UART dalla

circuitaria esterna, per cui è possibile controllare qualsiasi dispositivo che si desidera collegare.

Inizialmente si devono eseguire i collegamenti tra le due facce dello stampato, e successivamente si possono montare le resistenze e gli zoccoli per gli integrati



Lo scorrimento seriale dei bit è controllato dal clock a 19200 Hz



Dopo le resistenze si devono montare i condensatori

I dati seriali ricevuti sul terminale RXD del connettore CN1 vengono invertiti, inviati al terminale RSI di IC1 e presentati sull'uscita parallela, mentre i dati presenti sull'ingresso parallelo vengono convertiti in formato seriale e inviati in uscita al terminale TXD di CN1 tramite il terminale TSO, a valle del quale vengono invertiti. Il formato dei dati viene definito per mezzo dei jumper di programmazione collegati ai terminali 35-39 dell'UART, che consentono di impostare la loro lunghezza, il numero dei bit di stop e la parità. Tramite la tabella riportata nella figura corrispondente è possibile programmare il convertitore nel modo più consono alle proprie esigenze.

Gli altri elementi circuitali hanno il compito di generare e controllare i segnali di protocollo necessari per il funzionamento dell'interfaccia. Quando la parola completa è stata trasferita nel registro di ricezione, il segnale RDA (Received Data Available - dato ricevuto disponibile) commuta a livello alto; di conseguenza il segnale /RDAR (Received Data

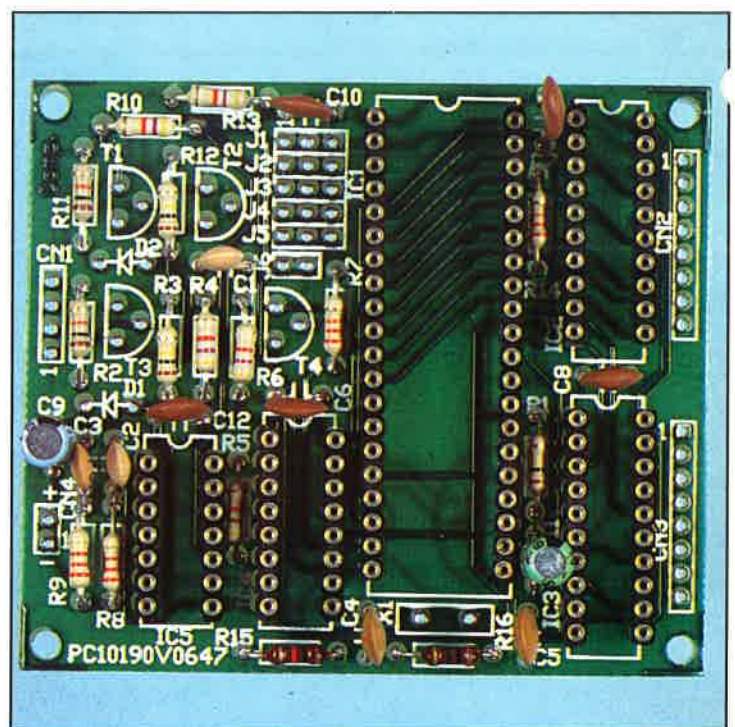
Il segnale TEOC, fine della trasmissione dei caratteri (Transmitter End Of Character), viene utilizzato per generare il segnale di protocollo RTS

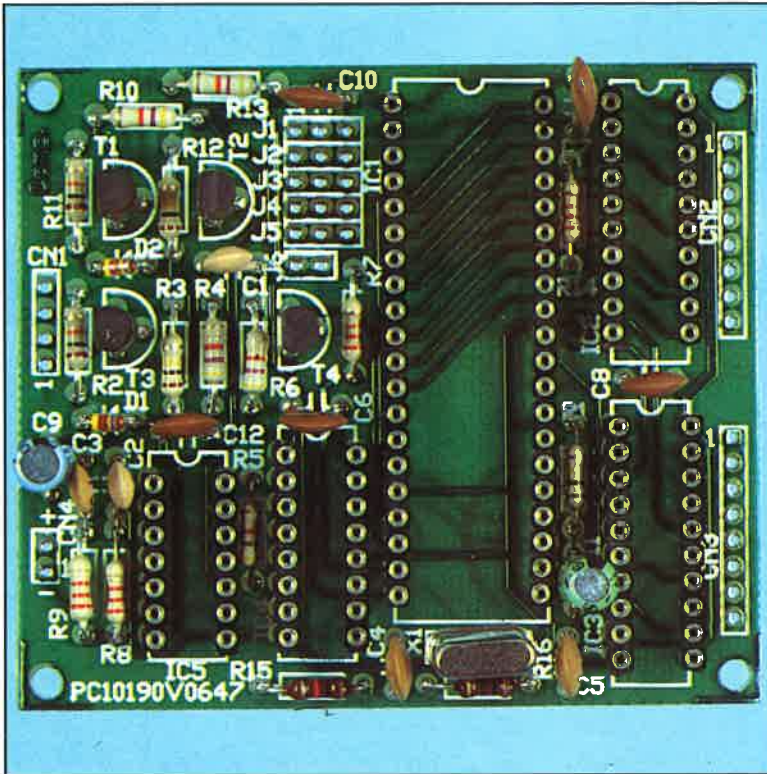
Available Reset - reset del dato ricevuto, attivo a livello basso), collegato al primo tramite l'invertitore T4, commuta a livello basso innescando l'inizializzazione del ricevitore dell'UART. Se il ponticello J6 è inserito, il segnale RDA controlla anche l'ingresso /TDS (Transmitter Data Strobe - conferma del dato trasmesso, attivo a livello basso), facendo in modo che venga caricato un nuovo dato parallelo (da TD0 a TD7) nel registro di trasmissione. Questo ponticello consente di utilizzare il segnale di protocollo CTS (Clear To Send).

Il segnale TEOC (Transmitter End Of Character - termine della trasmissione dei caratteri) viene utilizzato per generare il segnale di protocollo RTS e controllare, unitamente a CTS, l'ingresso /TDS.

L'attivazione del segnale CTS indica all'UART che deve inviare un nuovo dato seriale. Per evitare conflitti tra i segnali CTS e TEOC si utilizza il bistabile R-S, composto da IC5A e IC5B. Quando si applica la tensione di alimentazione (5 V),

Gli zoccoli devono essere saldati su entrambe le facce





Dopo gli zoccoli si devono saldare le resistenze

l'UART resetta tutti i suoi registri grazie alla rete RC collegata al suo ingresso di attivazione (MR). I segnali TSO e TEOC vengono impastati a livello alto, mentre RDA si porta a livello basso. Se il ponticello J6 non viene inserito, l'impulso del segnale TEOC viene applicato invertito all'ingresso /TDS, e ha inizio il processo di trasmissione.

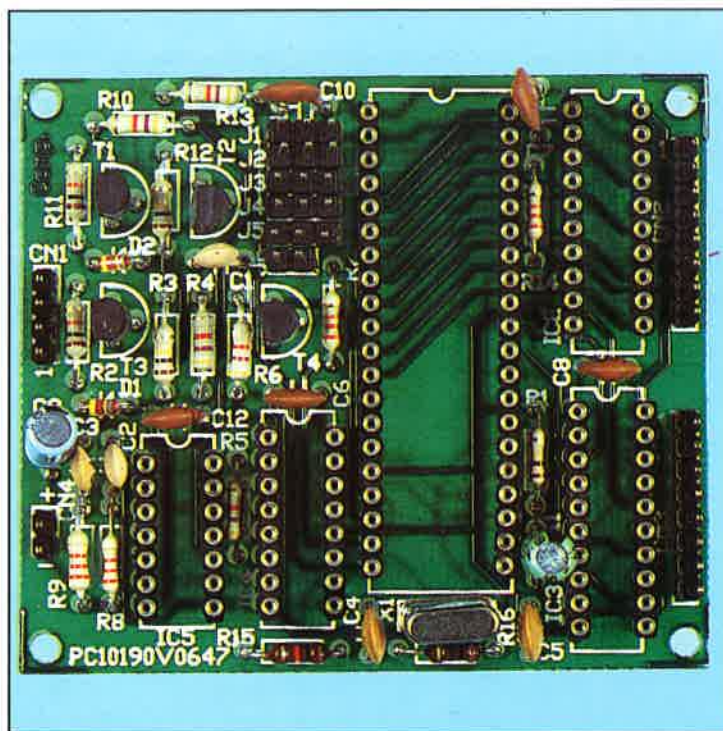
MONTAGGIO E VERIFICA

Prima di procedere al montaggio del circuito è consigliabile classificare tutti i componenti in modo da evitare qualsiasi errore nei valori degli stessi. Dopo aver selezionato il materiale, e con il piano di assemblaggio bene in vista, si può procedere al montaggio. Poiché il circuito stampato è a doppia faccia con fori non metallizzati, è necessario saldare su entrambe le facce dello stampato tutte quelle isole alle quali è collegata una pista dal lato componenti, poiché altrimenti non vi sarebbe continuità tra

una faccia e l'altra dello stampato e il dispositivo non potrebbe funzionare. Si consiglia di utilizzare per i circuiti integrati degli zoccoli con terminali torniti, per evitare di saldare direttamente il componente sullo stampato e di conseguenza prevenire i possibili problemi legati al loro surriscaldamento. Gli zoccoli sono i primi componenti che devono essere montati sullo stampato, mentre gli integrati devono essere inseriti solo al termine di tutte le operazioni di saldatura. Successivamente si possono montare le resistenze da R1 a R16, i condensatori ceramici C10, C12 e da C1 a C8, e i connettori CN1, CN2, CN3, CN4, J1, J2, J3, J4, J5 e J6. Per i connettori è necessario tagliare due file da due terminali per CN4 e J6, cinque file da tre terminali per i

connettori da J1 a J5, una da 4 terminali per CN1 e due file da otto terminali per CN2 e CN3. Si prosegue con i condensatori elettrolitici C9 e C11 e con i diodi D1 e D2, prestando particolare

I connettori possono essere saldati per ultimi



Poiché il circuito stampato è a doppia faccia con fori non metallizzati, è necessario saldare i componenti su entrambe le facce

*Dopo aver
terminato il
montaggio
bisogna
controllarlo
visivamente*

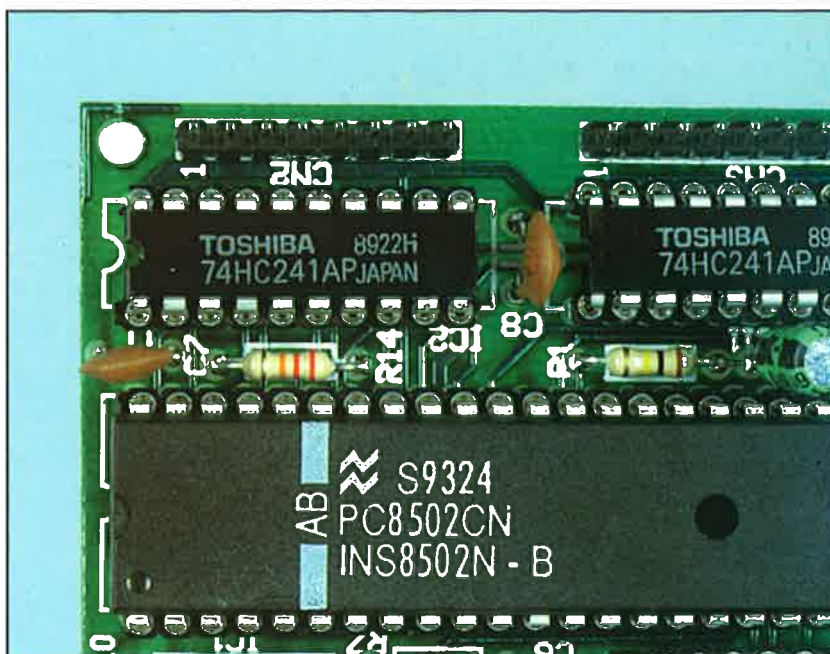
attenzione al loro orientamento, che deve corrispondere alla polarità riportata sulla serigrafia dello stampato. I transistor da T1 a T4 sono identici e anche in questo caso, quando vengono montati, bisogna rispettare la posizione e l'orientamento indicati sulla serigrafia. Infine si devono inserire gli integrati nei rispettivi zoccoli, come al solito rispettando il riferimento indicato sulla serigrafia. Dopo aver ultimato tutte le operazioni di montaggio dei componenti è opportuno controllare il circuito visivamente, verificando che tutti i componenti siano montati nella posizione corretta e con la polarità indicata. Inoltre, si devono controllare le saldature, verificando che siano state eseguite tutte, che siano di buona qualità, e che non ci siano dei cortocircuiti tra piste o isole adiacenti.

AVVIAMENTO DEL CIRCUITO

Con il circuito correttamente montato si può pro-

cedere alla verifica del suo funzionamento. Si deve quindi applicare la tensione di alimentazione (5 V) al connettore CN4, controllandone successivamente la presenza sui terminali corrispondenti degli integrati.

Senza alimentare il circuito si devono impostare i ponticelli in modo che il formato dei dati sia a 8 bit, senza parità e con due bit di stop, in accordo con la tabella di configurazione riportata nella



L'UART è il componente incaricato di convertire i dati dal formato seriale a quello parallelo e viceversa

I "buffer" isolano dall'esterno l'ingresso e l'uscita parallela, fornendo la corrente necessaria per pilotare la circuiteria esterna

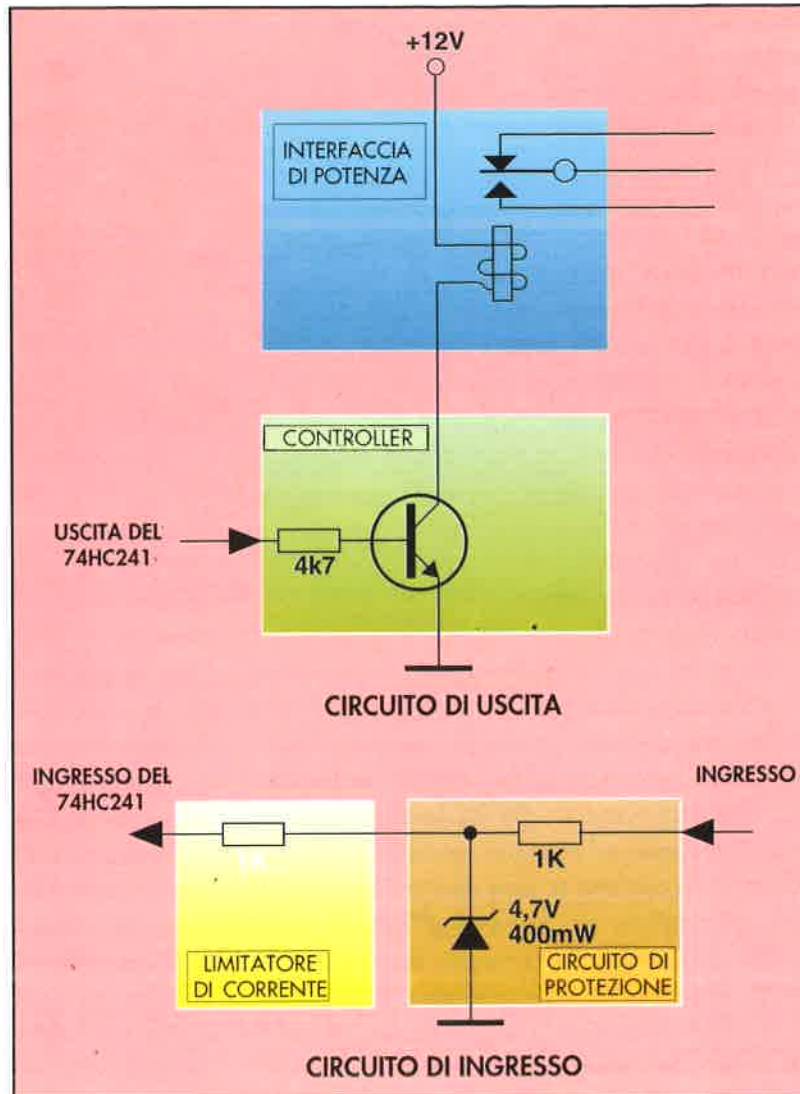


figura corrispondente. Per eseguire il collegamento tra il convertitore e la porta seriale del computer si deve utilizzare un cavo di collegamento seriale RS-232 (consultare il manuale delle caratteristiche tecniche del PC).

La verifica deve essere eseguita in due diversi modi, uno con il protocollo e l'altro senza. Per la prova con il protocollo si deve lasciare il ponticello J6 aperto e, quando si realizza il cavo, si deve eseguire un ponticello tra i segnali DSR e DTR sul connettore tipo D (terminali 6 e 20 se il connettore è un DB25, terminali 6 e 4 se il connettore è un DB9). Per effettuare la verifica senza protocollo il ponticello J6 deve essere invece cortocircuitato, e sul connettore si devono ponticellare, oltre ai segnali DSR e DTR, i segnali RTS e CTS (terminali 4 e 5 rispettivamente per il connettore DB25, e terminali 7 e 8 per il connettore DB9).

Poiché inizialmente non c'è un dispositivo da controllare

con questo convertitore, per eseguire una verifica funzionale si collegano i bit dell'uscita all'ingresso parallelo, in modo che il dato inviato dal computer risulti predisposto per essere spedito dal convertitore. Per questa verifica è necessario un software che invii e riceva i dati attraverso la porta seriale, e che li visualizzi sullo schermo. Un programma che può essere utilizzato per questo scopo, scritto in PASCAL, può essere il seguente:



Esempio di circuiteria che può essere utilizzata per controllare un qualsiasi dispositivo

Il programma invia ciclicamente al convertitore bidirezionale i caratteri da 0 a 255 attraverso la porta seriale (AUX=COM1), legge i caratteri che si trovano sull'ingresso parallelo dello stesso, e visualizza entrambi i valori sullo schermo fino al momento in cui si preme un tasto per terminare la routine.

Con il computer e il convertitore non alimentati è possibile collegarli utilizzando il cavo opportuno

PROGRAMMA PER IL CONVERTITORE;

```
VAR
N:INTEGER;
V:CHAR;
BEGIN
REPEAT
N:=0;
REPEAT
```

```
WRITE(AUX,CHR(N));
READ(AUX,V);
WRITELN('DATO TRASMESSO: ',N:3,'—DATO RICEVUTO:',V:3);
DELAY(500);
N:=N+1;
UNTIL (N=256) OR (KEYDEPRESSED=TRUE);
UNTIL KEYDEPRESSED=TRUE
END.
```


namente realizzato; solo dopo questa operazione si può applicare l'alimentazione. Prima di eseguire il programma di verifica bisogna impostare con il comando DOS riportato di seguito la porta seriale con gli stessi parametri utilizzati per il convertitore: 8 bit per i dati, due bit di stop, nessuna parità e velocità di 1.200 baud:

MODE COM1: 1200,N,8,2 <CR>

Dopo aver impostato la porta si può eseguire il programma, controllando i risultati che compaiono sullo schermo.

APPLICAZIONI

Molte sono le applicazioni alle quali può essere destinato questo convertitore bidirezionale, poiché può essere utilizzato come interfaccia universale per qualsiasi dispositivo controllato esternamente; è possibile ad esempio scambiare informazioni con una scheda di acquisizione dati progettata con convertitori Analogici/Digitali e Digitali/Analogici, oppure controllare dispositivi di potenza attraverso dei relé. Qualsiasi sia l'applicazione, chi deve gestire l'informazione è il programma di controllo, che deve essere elaborato personalmente dal lettore in funzione delle sue necessità. Il programma di prova che è stato utilizzato può servire come base per lo sviluppo delle proprie applicazioni. Il software deve comunque avere la seguente struttura:

1. *Configurazione della porta seriale.* Il formato dei dati selezionato sul convertitore deve coincidere con quello della porta seriale, tenendo sempre presente che la velocità è fissa a 1.200 baud.
2. *Gestione dell'informazione.* I dati ricevuti dal convertitore vengono analizzati in questa sezione; di conseguenza, il program-

JUMPER	CHIUSO	APERTO	J3 J2 LUNGHEZZA
J6	senza RTS e CTS	con RTS e CTS	0 0 5 bit
J5	senza bit di parità	con bit di parità	0 1 6 bit
J4	due bit di stop	un bit di stop	1 0 7 bit
J3/J2	Lunghezza della parola		1 1 8 bit
J1	parità pari	parità dispari	

La posizione dei ponticelli determina il formato del dato seriale e di quello parallelo. La programmazione deve coincidere con quella impostata nel calcolatore con il comando MODE

ma deve eseguire le azioni richieste dal processo di controllo preparando il dato che deve essere inviato attraverso la porta seriale.

3. *Presentazione dei risultati.* Deve essere visualizzato sullo schermo il processo di controllo, con le operazioni eseguite in funzione del dato ricevuto.

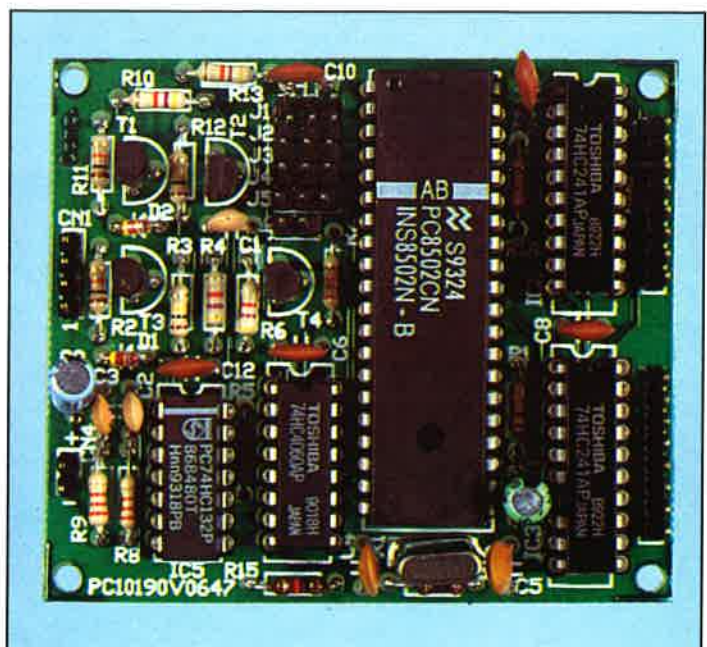
L'uscita per la stampante, se utilizzata, deve essere contemplata in questa sezione.

4. *Trasmissione dei dati.* I dati generati dall'elaborazione dell'informazione ricevuta devono essere trasmessi attraverso la porta seriale.

5. *Ricezione dei dati.* L'informazione ricevuta dal convertitore deve essere memorizzata in una variabile per una sua analisi successiva.

6. *Gestione degli errori.* Sempre che risulti possibile, si devono rilevare i probabili errori nello scambio dell'informazione, in modo da essere certi che il processo stia procedendo correttamente.

Circuito completamente montato



Elenco componenti

Resistenze

- R1, R3, R12 = 100 kΩ
- R2, R11 = 10 kΩ
- R4, R5, R6, R10, R13 = 4,7 kΩ
- R7, R14 = 22 kΩ
- R8, R9 = 2,2 kΩ
- R15 = 1 kΩ
- R16 = 1 MΩ

Condensatori

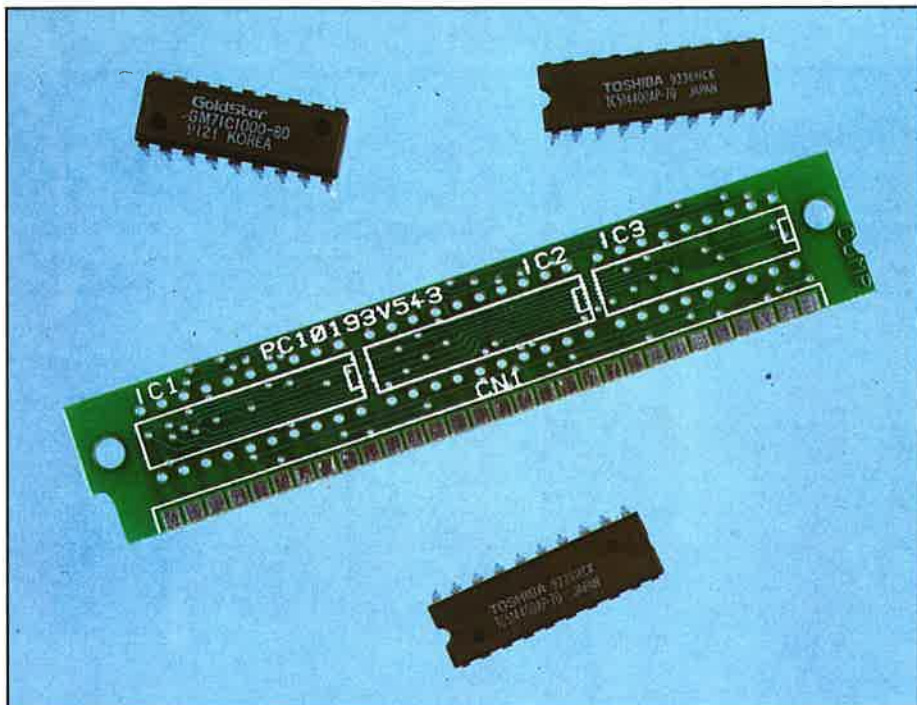
- C1, C2, C3 = 2,2 nF, ceramico
- C4 = 3,9 nF, ceramico
- C5 = 27 pF, ceramico
- C6, C7, C8, C10, C12 = 100 nF, ceramico
- C9 = 10 μF/16 V, elettrolitico
- C11 = 1 μF/16 V, elettrolitico

Semiconduttori

- D1, D2 = 1N4148
- T1, T2, T3, T4 = BC547
- IC1 = UART 8502 o AY-5-1013 o CPD1854 o 8725 ecc.
- IC2, IC3 = 74HC241
- IC4 = 74HC4060
- IC5 = 74HC132
- X1 = quarzo da 2,4576 MHz

Varie

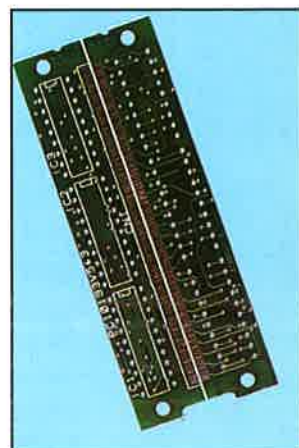
- Circuito stampato PC10190V0647
- 39 Terminali per c.s. maschi
- 6 Ponticelli di programmazione
- 22 Terminali femmina
- 110 Terminali torniti per zoccoli
- 1 Connettore tipo D a 25 o 9 terminali
- Cavo per trasmissione dati con almeno cinque conduttori



MODULO DI MEMORIA PER PC

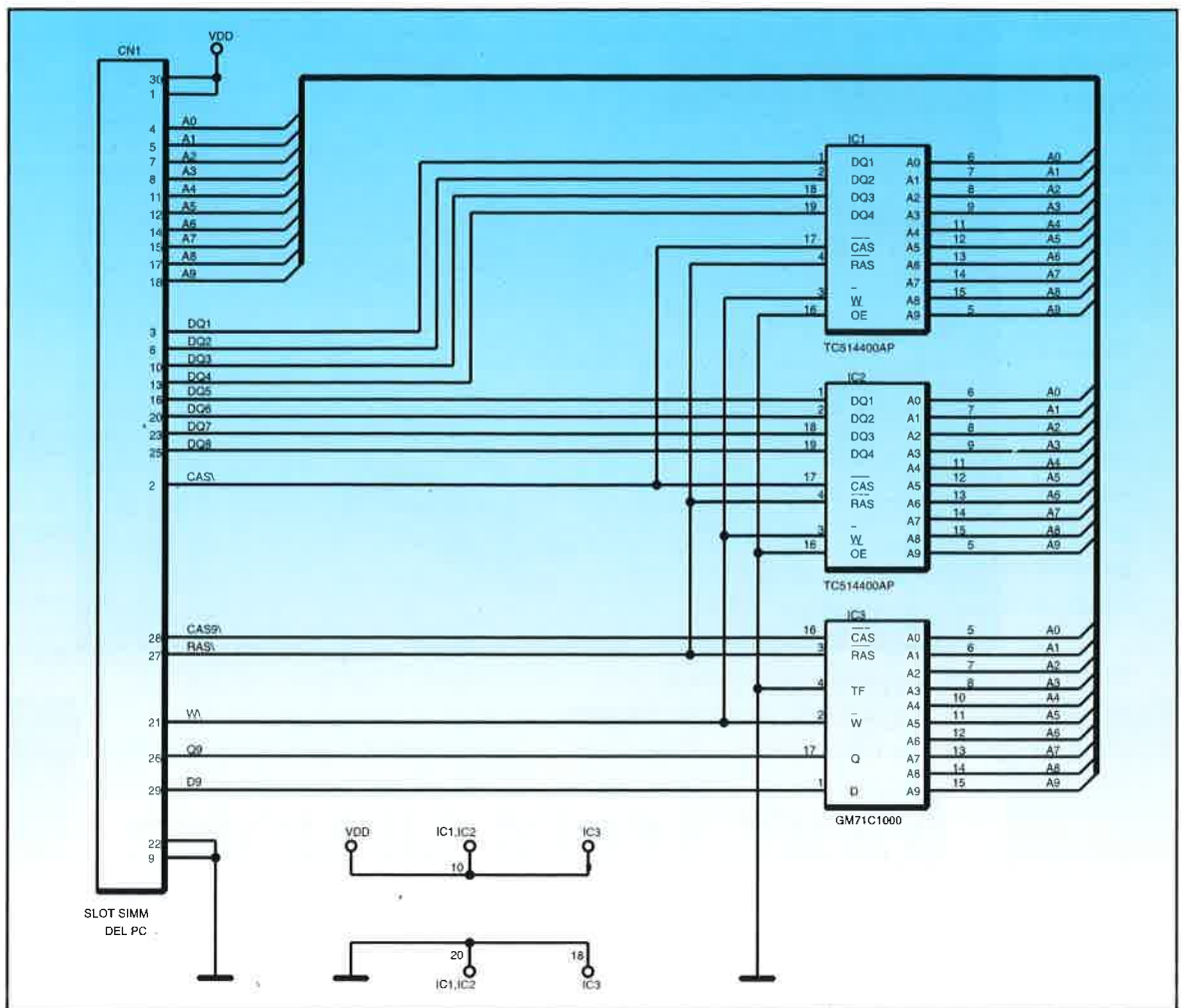
Le limitazioni imposte ai calcolatori dai programmi di più recente sviluppo sono generalmente riferite alla memoria, e più precisamente ne richiedono sempre una maggiore quantità per poter essere gestiti e sfruttati al massimo della loro potenzialità. La realizzazione proposta non rappresenta certamente una novità, ma il rapporto qualità-prezzo la renderà certamente interessante per risolvere il problema della memoria da aggiungere al proprio elaboratore.

nel breve giro di pochi anni quasi tutti i possessori di PC sono stati costretti a sostituire la loro apparecchiatura a causa del divario che si è venuto a creare rispetto ai nuovi prodotti sia hardware che software presenti in commercio. I nuovi programmi richiedono calcolatori sempre più potenti, e ciò si traduce in una necessità imprescindibile di migliorare le prestazioni del proprio sistema, sia aumen-



I programmi di recente sviluppo richiedono calcolatori più potenti

Lo schema elettrico del modulo di memoria SIMM differisce di pochissimo dallo schema funzionale; in questo si può osservare la destinazione di ciascuno dei suoi terminali



tando la velocità di elaborazione, utilizzando microprocessori dell'ultima generazione, che ampliando la memoria.

L'argomento affrontato in questo capitolo riguarda proprio la memoria, ed in particolare il modo con cui viene gestita dal PC; inoltre, viene proposto il montaggio di un modulo di espansione in grado di funzionare su qualsiasi PC dotato di zoccoli SIMM compatibili.

LE MEMORIE

Per definizione le memorie sono essenzialmente rappresentate da tutti i circuiti o dispositivi in grado di immagazzinare un determinato numero di dati che vengono utilizzati in una fase successiva (lettura dei dati). La memorizzazione massiva delle informazioni sta attualmente subendo uno sviluppo spettacolare, in quanto le nuove tecnologie consentono l'accesso a una quantità di dati

sempre maggiore e, caratteristica più importante, con una velocità sempre più elevata. Non si devono però dimenticare, in questo elenco di migliorie tecnologiche, quelle relative all'assorbimento elettrico di questi componenti, sempre in costante diminuzione.

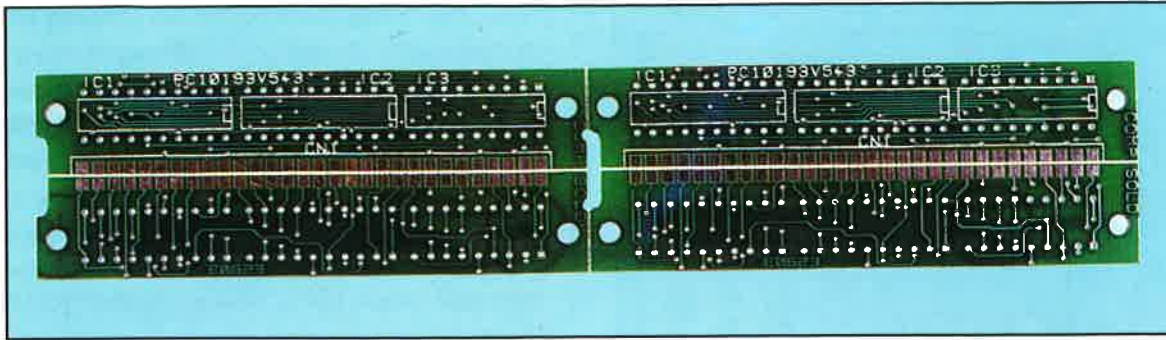
Riassumendo: le nuove tecnologie costruttive permettono di produrre memorie di maggior capacità, con una maggiore velocità di accesso e un minor assorbimento. Tutto questo, come si può facilmente verificare nel campo informatico, contribuisce all'abbattimento dei costi delle apparecchiature, anche se non a quelle dell'ultima generazione.

I diversi tipi di memorie disponibili possono essere classificati in base a determinate caratteristiche:

- tempo di accesso (scrittura/lettura)
- capacità di memorizzazione
- volatilità.

Come detto in precedenza, il tempo di accesso è

Le memorie di massa hanno avuto uno sviluppo spettacolare



Il sistema più conosciuto per esprimere la capacità di una memoria è il Kilobyte

Lo stampato viene fornito con i quattro moduli uniti tra di loro, ed è compito del lettore separarli

determinante: in pratica è il tempo impiegato dal dispositivo per registrare l'informazione dal momento in cui questa compare sui suoi terminali di ingresso (scrittura), oppure quello che il microprocessore o un qualunque altro dispositivo esterno impiega per estrarre nuovamente i dati (lettura), dal momento in cui invia l'ordine di lettura.

La capacità di memorizzazione è diretta funzione della tecnologia costruttiva del circuito; questa permette di classificare le memorie secondo una certa *scala di integrazione*. La capacità di memorizzazione di un determinato dispositivo dipende dalla particolare famiglia alla quale appartiene, che a sua volta è inserita in una classe di integrazione ben definita.

Il sistema più comune per esprimere la capacità di una memoria è il Kilobyte. Questo rappresenta un sistema approssimato per definire circa 1000 gruppi da 8 bit (è comunemente accettato che un

byte corrisponda a 8 bit). In realtà il numero delle locazioni di una memoria da 1 Kbyte è 1024, poiché richiede dieci linee di indirizzamento che soddisfano la condizione 2 elevato a 10 uguale a 1024.

Infine, la volatilità di una memoria è riferita alla capacità che ha il componente di mantenere memorizzati i dati; come si vedrà di seguito, le memorie possono essere suddivise in base alla possibilità che i dati memorizzati siano permanenti, di tipo temporaneo, modificabili, ecc.

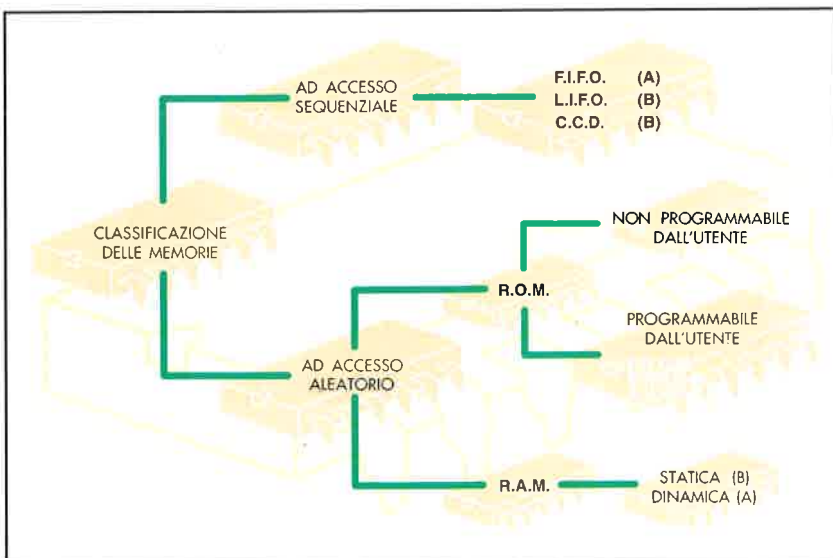
RAM E ROM

Come si può osservare nella relativa figura, i primi due grandi gruppi nei quali possono essere suddivise le memorie sono: ad *accesso diretto* o *aleatorio* e ad *accesso sequenziale*. Nel primo gruppo sono comprese quelle più utilizzate nei

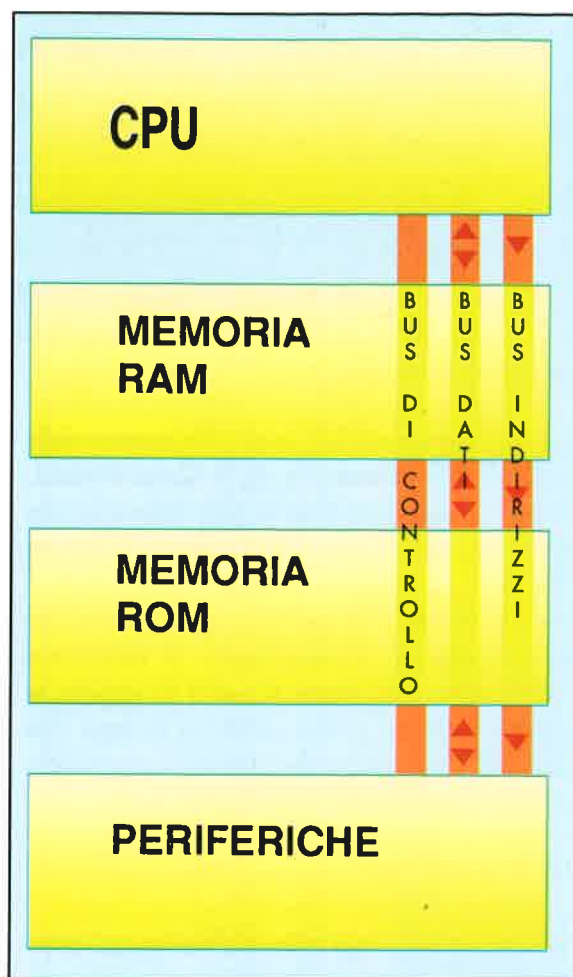
moderni calcolatori, a causa della loro maggiore velocità di accesso. Le memorie ad accesso sequenziale presentano il vantaggio di una gestione più semplice, ma richiedono la lettura di tutti i dati che precedono quello richiesto; ciò ovviamente le rende eccessivamente lente per l'impiego in apparecchiature che lavorano ad una certa velocità.

Il secondo sottogruppo nel quale si possono suddividere le memorie ad accesso casuale (o alea-

Esistono molte classi di memorie, ciascuna delle quali pensata per una diversa applicazione. In questa tabella sono riportate alcune tra le più conosciute e di uso più frequente



Nello schema a blocchi del funzionamento di un computer si può osservare il ruolo estremamente importante della memoria



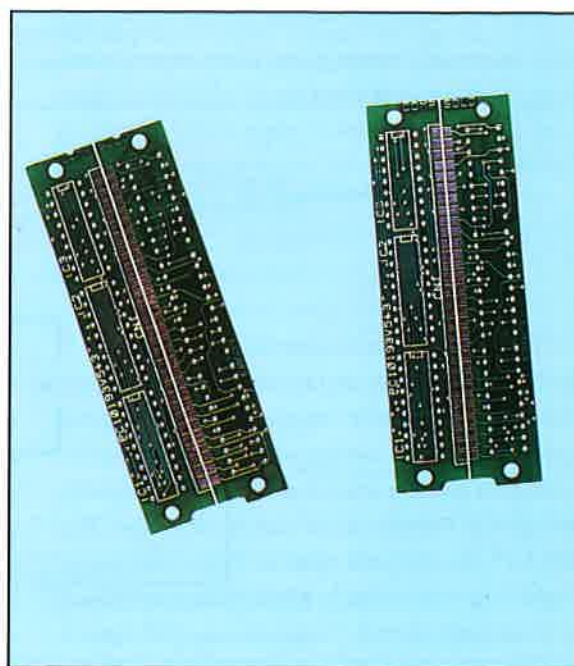
torio) comprende le RAM (*Random Access Memory*) e le ROM (*Read Only Memory*). Entrambe vengono largamente utilizzate in apparecchiature di calcolo. La memoria RAM è caratterizzata dal fatto che richiede sempre lo stesso tempo per accedere alle diverse posizioni di memoria, qualsiasi sia la loro posizione. La denominazione RAM è stata attribuita ad un solo tipo di memoria, anche se fondamentalmente l'accesso è aleatorio sia in una RAM che in una ROM. Viene comunemente accettato il fatto che la memoria RAM sia rappresentata da quel dispositivo che consente sia la scrittura che la lettura dei dati, mentre la memoria ROM si caratterizza per il fatto di consentire la sola lettura dei dati in essa contenuti. Bisogna però precisare che anche le memorie di tipo ROM possono essere riprogrammate, anche se in un modo leggermente più complesso rispetto alle memorie RAM. Infatti, le memorie ROM vergini vengono normalmente programmate direttamente in fabbrica, rendendo impossibili successive modifiche. Esistono però altre memorie, chia-

La memoria RAM (*Random Access Memory*) è caratterizzata dal fatto che richiede lo stesso tempo per l'accesso alle diverse locazioni di memoria

mate EPROM (*Erasable Programmable ROM*), che possono essere programmate utilizzando determinati valori di tensione di programmazione applicati sui terminali opportuni; successivamente possono essere cancellate tramite l'irradiazione con luce ultravioletta attraverso una "finestra" presente sulla parte superiore del contenitore. Uno dei tipi di memorie riprogrammabili più interessanti sono le EEPROM (*Electrically EPROM*), nelle quali il procedimento di cancellazione avviene per mezzo di un segnale elettrico.

A questo punto è però necessario focalizzare il discorso sulle memorie che riguardano l'argomento in questione, le memorie RAM. Queste memorie sono caratterizzate dalla loro volatilità, per cui perdono tutte le informazioni in esse registrate quando la tensione che le alimenta viene a mancare. Per il loro utilizzo è richiesta una tensione di alimentazione continua costante; in queste condizioni queste memorie sono sempre pronte per essere utilizzate dall'utente, come avviene per i 640 Kbyte della memoria base del proprio PC. Mentre si lavora l'informazione contenuta in queste memorie non viene perduta (l'alimentatore del PC provvede a questa funzione), ma quando si spegne l'elaboratore tutto il lavoro che non è stato salvato su disco viene irrimediabilmente perso. La memoria RAM rappresenta proprio l'elemento principale della realizzazione che viene proposta

Per prima cosa si devono separare i moduli longitudinalmente

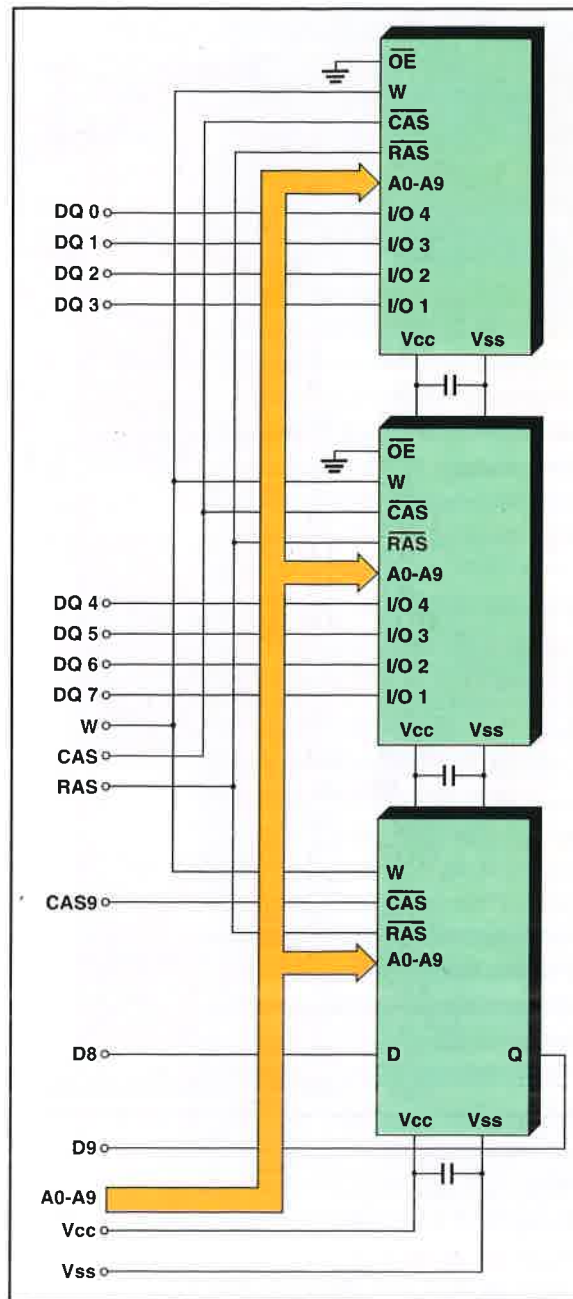


di seguito; prima di descrivere in dettaglio il dispositivo è però opportuno differenziare ulteriormente i componenti appartenenti a questa categoria. Queste memorie possono infatti essere divise in altri due gruppi, le RAM statiche e le RAM dinamiche. Le prime corrispondono al modello descritto in precedenza, sono molto semplici da utilizzare ma generalmente la loro capacità di immagazzinamento è molto limitata. Con le RAM dinamiche invece, costruite quasi esclusivamente in tecnologia MOS, si possono ottenere livelli di integrazione molto superiori, con un numero di celle più elevato per singolo chip. Questo fatto ne rende diffusissimo l'utilizzo in apparecchiature che richiedono quantità di memoria notevoli. Tuttavia, l'utilizzo delle RAM dinamiche in un circuito presenta una serie di svantaggi, tra i quali si può evidenziare la necessità di fornire un segnale di refresh per mantenere l'informazione, che deve essere gestito dal sistema sul quale è installato questo tipo di memorie.

All'interno dei PC sono presenti memorie sia di tipo ROM che di tipo RAM, e le relazioni che le legano (attraverso i diversi bus di controllo, indirizzi e dati) possono essere schematizzate molto semplicemente come illustrato nella figura corrispondente.

È ovvio che la memoria ROM, montata direttamente dal costruttore, viene programmata con l'autorizzazione dei proprietari del Copyright del BIOS; questa limitazione non vale per la RAM (i 640 Kbyte, il Mbyte o il valore che viene fornito con l'apparecchiatura). Quest'ultima viene comunemente chiamata memoria utente o di lavoro, per cui è opportuno fare in modo che la sua capacità sia la più elevata possibile, se non si vuole avere tra le mani una apparecchiatura obsoleta e non in grado di eseguire le applicazioni più complesse ed estese.

Per non incorrere nelle limitazioni imposte dalla prima versione del DOS, e per estensione dalle famiglie dei primi calcolatori PC, PC Junior, XT, ecc., le schede dell'ultima generazione vengono dotate di più slot destinati esclusivamente all'espansione della memoria. Attualmente le memorie RAM vengono fornite su moduli generalmente da 1 o 4 Mbyte conosciuti con le sigle SIMM e SIPP; il dispositivo di espansione che viene proposto in questo capitolo è riferito allo standard SIMM.



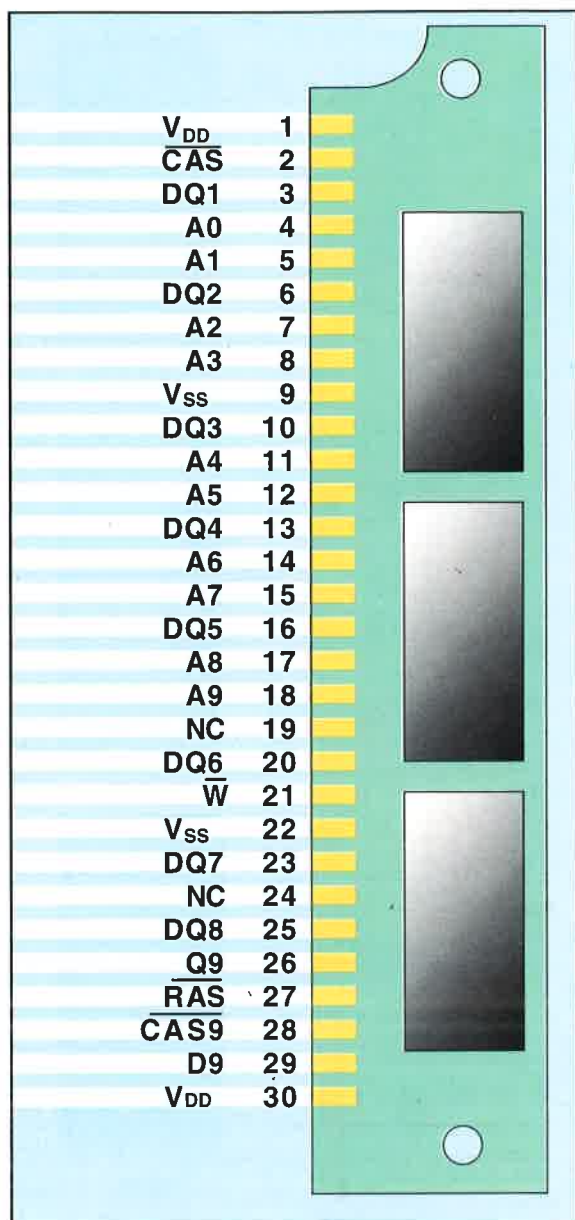
I MODULI SIMM

I moduli SIMM (dall'inglese *Single In-Line Memory Module*) rappresentano uno dei sistemi più semplici per espandere la memoria utente in un PC. Grazie al montaggio estremamente veloce (è sufficiente inserirle correttamente negli appositi alloggiamenti ed effettuare una leggera pressione sui bordi in modo da fissarle meccanicamente) e al costo non eccessivamente elevato, si è pensato di offrire al lettore la possibilità di effettuare una espansione a costi leggermente inferiori rispetto a quelli di mercato.

Il modulo SIMM proposto è molto semplice, ed è formato da tre soli circuiti di memoria convenzionale

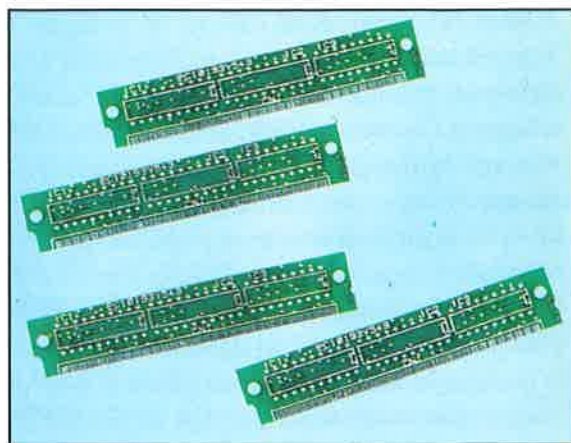
I moduli SIMM (Single In-line Memory Module) rappresentano uno dei sistemi più semplici per espandere la memoria utente di un PC

Aspetto fisico del modulo di memoria e sua piedinatura con indicate le funzioni di tutti i terminali



Nella gamma dei valori di espansione possibili con i moduli SIMM, sono compresi quelli da 256 Kbyte, da 1 Mbyte, da 4 Mbyte, ecc. Per questa realizzazione è stato scelto il modulo da 1 Mbyte, che è forse quello più diffuso grazie al rapporto qualità/prezzo sufficientemente accettabile. È opportuno precisare a questo punto che la maggior parte delle apparecchiature che accettano i moduli SIMM sono già predisposte, o per meglio dire lo è il BIOS, per alloggiare indifferentemente moduli da 1 Mbyte o da 4 Mbyte. L'unica limitazione in questo senso deriva dalla necessità (non in tutti i sistemi) di aumentare il numero dei moduli SIMM aggiuntivi in quantità sempre pari; ad esempio, alcune apparecchiature non consento-

Il circuito TC514400AP è una memoria RAM dinamica organizzata in 1.048.576 parole x 4 bit



Per ottenere quattro circuiti indipendenti i moduli devono ancora essere separati

no l'aggiunta di un unico modulo, ma ne devono essere integrati contemporaneamente due, quattro o otto. Non è necessario sottolineare che qualsiasi dubbio a riguardo può essere risolto consultando il manuale utente del proprio PC, nel quale sono riportate tutte le informazioni relative alle possibili impostazioni della memoria. Per configurare il sistema con i nuovi valori di memoria si possono verificare due situazioni: l'apparecchiatura rileva automaticamente l'espansione eseguita, oppure bisogna agire sui ponticelli di configurazione presenti sulla scheda madre per settare il valore desiderato. Anche in questo caso la consultazione del manuale, al capitolo relativo agli "upgrading" (aggiornamenti), consente di eseguire questa operazione nel modo più corretto.

Per concludere un ultimo consiglio: prima di procedere alla realizzazione pratica dell'espansione proposta è opportuno accertarsi che la propria scheda madre accetti questo standard, poiché il montaggio, anche se più economico rispetto ai moduli presenti in commercio, è comunque piuttosto costoso.

IL CIRCUITO

È sufficiente osservare lo schema elettrico che accompagna questo paragrafo per verificare la semplicità del progetto proposto. I tre circuiti integrati che compongono il modulo vengono collegati alla scheda madre tramite uno zoccolo a 30 terminali, la cui distribuzione è riportata nella figura relativa. Il circuito integrato TC514400AP è una memoria RAM dinamica organizzata in 1.048.576 parole x 4 bit; è costruito in tecnologia

CMOS e, grazie alla tecnica di moltiplicazione utilizzata per la realizzazione dei suoi ingressi di indirizzamento, consente di gestire la quantità di dati indicata e al tempo stesso di utilizzare un contenitore di dimensioni ridotte (DIP a 20 terminali). Ciò permette al circuito integrato di avere una grande quantità di memoria, e lo rende compatibile con le apparecchiature di prova e di inserimento automatico. Tra le sue caratteristiche principali si ricorda l'alimentazione a $5V \pm 10\%$, che contribuisce a renderlo completamente compatibile, unitamente ai livelli di ingresso e uscita, con le famiglie logiche di tipo Schottky TTL.

Nella figura corrispondente si può osservare lo schema a blocchi interno di questo circuito. I segnali che vengono utilizzati per il suo funzionamento sono i seguenti:

A0-A9 = ingressi di indirizzamento

/RAS = conferma dell'indirizzo relativo alla riga

/CAS = conferma dell'indirizzo relativo alla colonna

/WRITE = ingresso di lettura/scrittura

/OE = abilitazione dell'uscita

I/O1 - I/O4 = ingresso/uscita dei dati

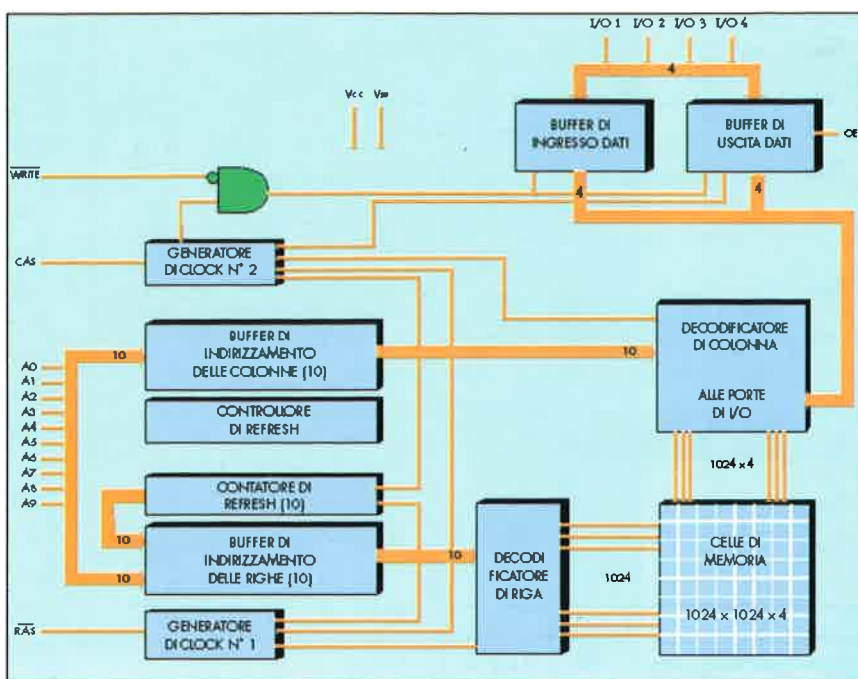
Vcc = alimentazione (+ 5V)

Vss = massa.

Come riportato nello schema, questo circuito è doppio; ciò significa che i 1.024 x 4 bit di ciascun chip sommati tra di loro forniscono il Mbyte ricercato. A questo punto nasce spontanea la domanda relativa alla funzione del terzo integrato. La risposta è semplice: in questo modo è disponibile una quantità di memoria il cui valore è di 1 Mbyte x 9, dove il nono bit serve per controllare la parità dell'insieme. Le figure corrispondenti forniscono certamente un'idea più chiara delle relazioni esistenti tra i tre circuiti integrati e della struttura interna degli stessi.

MONTAGGIO DEL CIRCUITO

La semplicità del circuito proposto rende quasi inutile qualsiasi delucidazione. In ogni caso è opportuno eseguire il ripasso di alcuni punti



Schema a blocchi interno di una memoria da 1 Mbyte x 4 bit, che può aiutare a comprendere meglio il funzionamento del modulo di memoria SIMM

essenziali che possono risultare fondamentali all'atto della sua realizzazione pratica. Il primo elemento al quale bisogna prestare attenzione è l'acquisto dei circuiti integrati che devono essere montati sullo stampato. Anche se potrebbe apparire sufficiente reperire i componenti indicati con le relative caratteristiche nell'elenco allegato, bisogna invece considerare anche la loro velocità. Come tutti sanno, o dovrebbero sapere, esiste una nomenclatura specifica per indicare ciascun tipo di integrato che viene fabbricato. Sarebbe molto dispersivo spiegare a questo punto quali sono le regole che reggono questa nomenclatura, per cui basti sapere che, anche se in linea di massima le notazioni riportate dai vari costruttori sui componenti tendono ad essere unificate, può capitare che queste non sempre risultino uguali tra di loro. Sulle memorie, al termine della sigla viene generalmente inserito un numero separato da quelli che lo precedono con un trattino, che indica la velocità delle stesse. Purtroppo, come detto, non sempre questi valori vengono riportati nello stesso modo, per cui è possibile incontrare indicazioni del tipo -07, -50, -6, che rappresentano la velocità della memoria espressa in nanosecondi. Nei casi indicati questa velocità è rispettivamente di 70, 50 e 60 nanosecondi. Come si può notare la regola non è del tutto chiara, ma si tenga presente che è sempre

Esistono delle sigle specifiche per indicare ciascun tipo di integrato

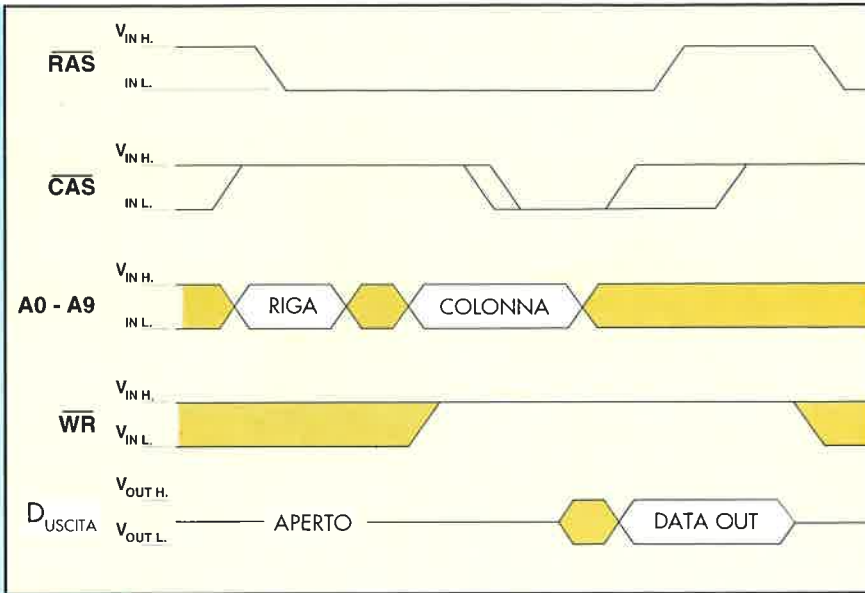


Diagramma temporale del ciclo di lettura della memoria. Si può osservare in ciascun istante quale operazione viene eseguita e come si evolve ogni segnale del circuito

Elenco componenti

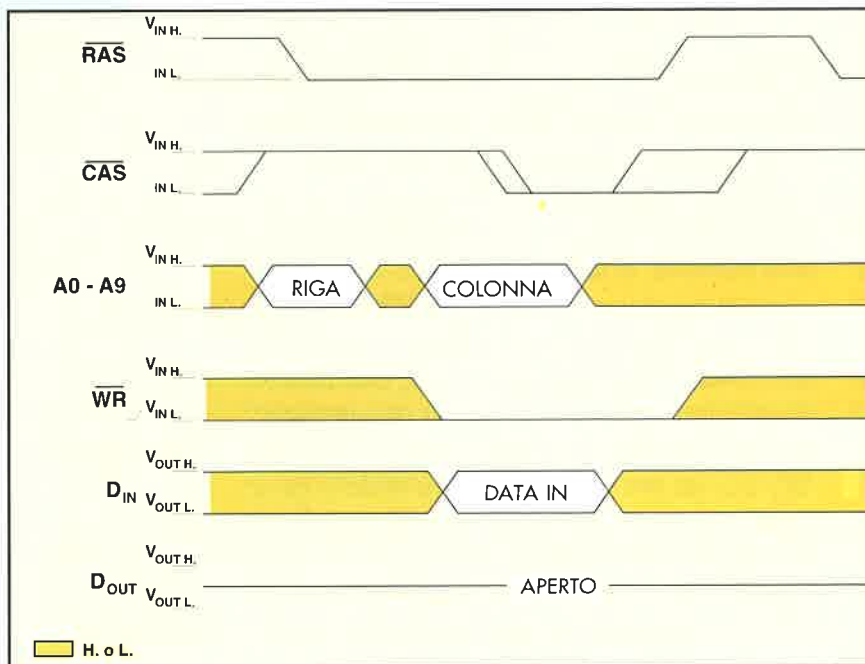
- IC1, IC2 = TC514400AP, o memoria dinamica equivalente da 1 Mbyte x 4 bit
- IC3 = GM71C1000, o memoria dinamica equivalente da 1 Mbyte x 1 bit
- Circuito stampato PC10193V543

meglio optare per il tipo di memoria più rapido, in questo caso quella da 50 nanosecondi.

Il valore minimo che deve essere rispettato per le memorie che devono essere installate su calcolatori che montano microprocessori della serie 486 è di 70 nanosecondi.

Quando si procede all'acquisto delle

Come nel diagramma precedente, in questo è possibile osservare lo stato delle linee durante il processo di scrittura di un dato nella memoria



memorie si consiglia perciò di rispettare questo valore, verificando che queste abbiano tutte la stessa velocità in modo da evitare problemi successivi.

Dopo che si sono acquistate le memorie non rimane che saldarle sugli stampati seguendo le operazioni di routine. Trattandosi di circuiti costruiti in tecnologia CMOS si deve prestare particolare attenzione all'elettricità statica, poiché questa potrebbe danneggiarli in modo irreparabile. Un accorgimento molto utile è quello di saldare gli integrati allo stampato utilizzando un saldatore provvisto di presa di terra oppure, se non si ha a disposizione questo tipo di strumento, staccare il saldatore dalla presa di rete un istante prima del suo impiego.

Come si può osservare dalle varie figure non si è utilizzato alcun tipo di zoccolo, poiché anche quelli a basso profilo potrebbero provocare dei problemi durante l'installazione dei moduli sulla scheda madre del calcolatore.

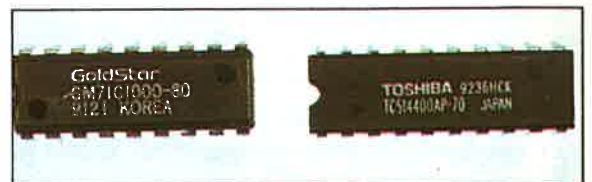
La saldatura degli integrati non dovrebbe comportare alcun problema, poiché è facilitata dal fatto che lo stampato ha i fori metallizzati.

Al termine non rimane che inserire i moduli all'interno del calcolatore.

Questa operazione deve essere eseguita rispettando le indicazioni fornite dal manuale utente del proprio PC. Si ricorda che è necessario verificare la posizione degli integrati prima di inserire i moduli sulla scheda madre del calcolatore.

Nel peggiore dei casi è necessario riconfigurare il SETUP del sistema per indicare al calcolatore la presenza di nuovi banchi di memoria. Se il BIOS di cui è dotato il calcolatore è recente (e pertanto più "intelligente"), quasi certamente la nuova memoria verrà riconosciuta automaticamente dal sistema.

I circuiti integrati possono essere quelli indicati nell'elenco componenti o qualsiasi altro tipo equivalente



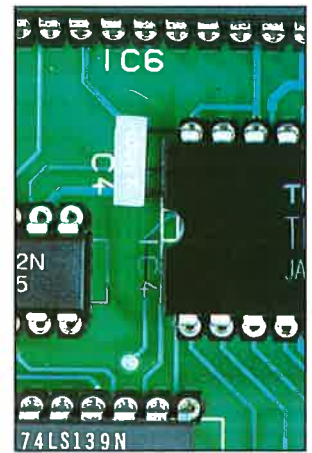


OSCILLOSCOPIO AD UN CANALE

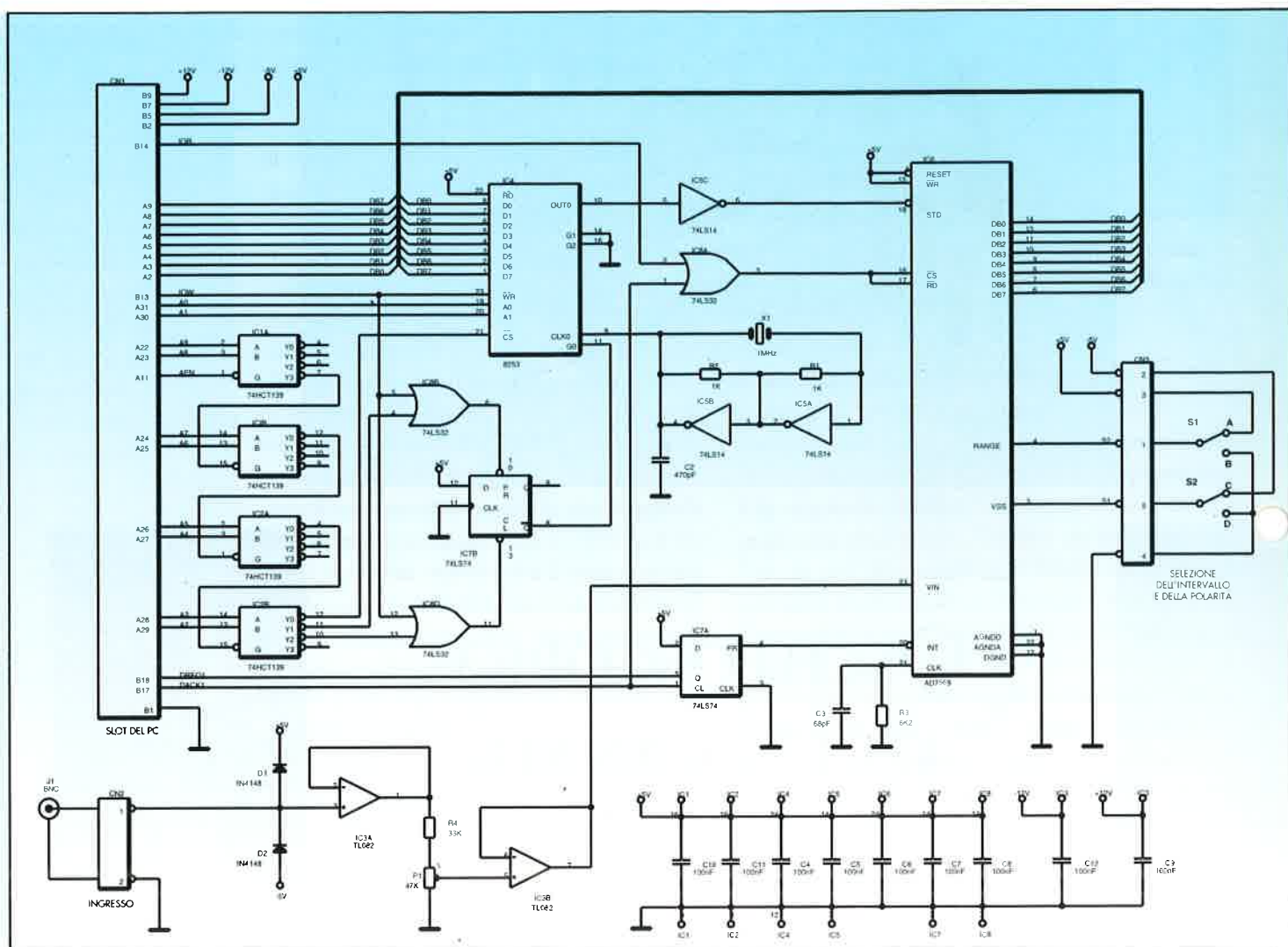
Per gli elettronici, siano questi hobbisti o professionisti, è fondamentale conoscere la forma d'onda di un segnale in un determinato punto di un circuito, per poter eseguire una analisi del sistema e studiare o progettare un circuito reale.

Poiché l'oscilloscopio è uno strumento utile e unico per la rilevazione di certi segnali, viene proposta la realizzazione di un piccolo oscilloscopio digitale che consente la visualizzazione di segnali in BF.

Il mondo analogico non è molto lontano da quello digitale dei calcolatori. Circuiti semplici basati su di un convertitore A/D (analogico/digitale) rappresentano una soluzione a basso costo per risolvere i problemi di misura che potrebbero viceversa richiedere una apparecchiatura molto costosa; con questi è possibile fare in modo che il calcolatore si comporti



Viene proposta ai lettori la realizzazione di un piccolo oscilloscopio digitale per visualizzare segnali in BF



Schema generale dell'oscilloscopio

come un occhio digitale, un orecchio o esegua un controllo specifico.

IL CIRCUITO

Il circuito proposto vuole essere un efficiente sistema di acquisizione dati a basso costo e grande versatilità per segnali sino a 20 kHz.

Le schede per l'acquisizione dei dati possono essere classificate in due grandi categorie:

1. - *con memoria intermedia*: nelle quali i dati vengono memorizzati durante la fase di acquisizione e solo successivamente vengono inviati al calcolatore.

Queste schede vengono utilizzate quando il campionamento è più rapido delle velocità supportate in ingresso dal calcolatore.

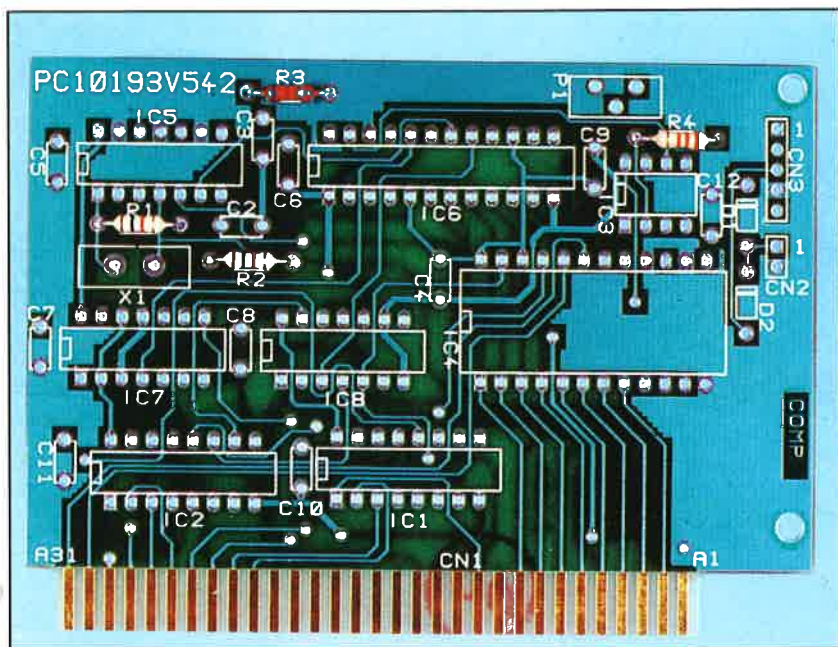
2. - *senza memoria intermedia*: nelle quali i dati vengono trasferiti direttamente al calcolatore al termine della conversione. Il campionamento in

questo caso deve essere più lento della velocità ammessa per l'ingresso dei dati.

Il tipo di scheda presentata di seguito appartiene a questa seconda categoria.

I processi che rallentano maggiormente la velocità operativa di un calcolatore sono quelli di I/O (ingresso/uscita) attraverso le relative porte; ne deriva che l'ingresso dei dati è limitato dalle prestazioni del calcolatore. Tuttavia, esiste la possibilità di effettuare il trasferimento direttamente alla memoria RAM del PC senza richiedere l'intervento della CPU: questo sistema è conosciuto come *trasferimento DMA (Direct Access Memory - accesso diretto alla memoria)*, poiché così si chiama l'integrato che esegue questa operazione. In questo modo si possono raggiungere velocità di 200 Kbyte/s, che permettono di raddoppiare la velocità del processo di trasferimento semplice che avviene attraverso una porta. Dopo aver trasferito i dati alla memoria bisogna rappre-

I processi che rallentano maggiormente la velocità operativa di un calcolatore sono quelli di I/O attraverso le relative porte



I primi componenti che devono essere montati sono le resistenze. Poiché il circuito è a doppia faccia con fori metallizzati, non è necessario eseguire saldature dal lato componenti

sentarli sul monitor del computer. È possibile fermare in qualsiasi istante il processo di acquisizione per modificare qualche opzione di configurazione, fare uno zoom dell'intervallo di tempo che si desidera, o visualizzare la tensione presente in un punto qualsiasi della rilevazione.

SPECIFICHE

Nella tabella seguente sono specificate le limitazioni della scheda:

	MINIMO	MASSIMO
Freq. di campionamento	1 kHz	200 kHz
Risoluzione	39 mV	9,76 mV
Intervallo	2,5 V	5 V
N° campionature	256	1024

Il valore al quale la frequenza di campionamento fa riferimento viene stabilito in ragione di dieci volte la frequenza massima di ingresso. Secondo il teorema di Nyquist per poter rilevare correttamente il segnale sarebbe sufficiente che il campionamento venisse eseguito ad una frequenza doppia rispetto a quella massima di ingresso,

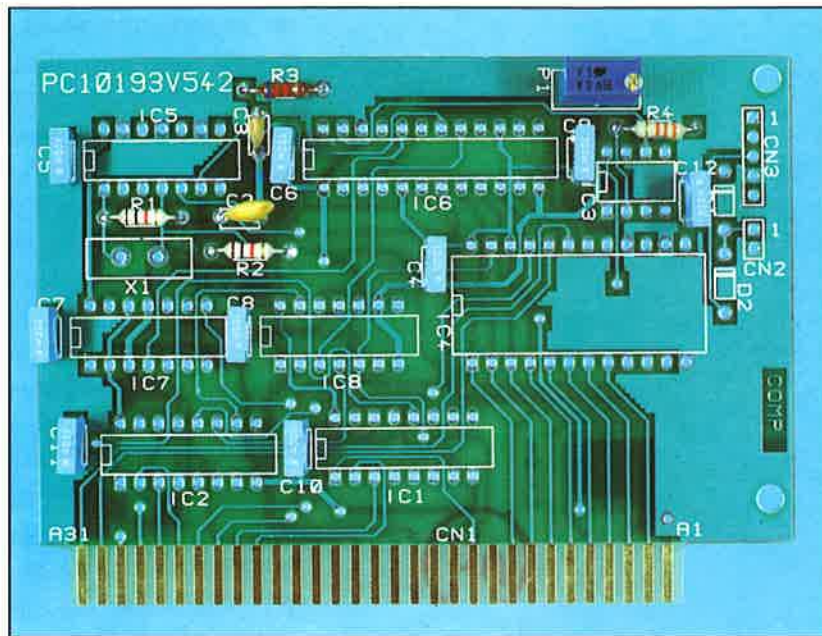
ma una rappresentazione grafica con due campionamenti per ciclo non è sufficiente per visualizzare il segnale originale. Di conseguenza, si è deciso di prelevare almeno dieci campionamenti per ciclo, ottenendo in questo modo rappresentazioni grafiche più che accettabili. Esiste anche la possibilità di impostare la risoluzione della scheda, che corrisponde al minimo segnale rilevabile. Questo valore varia in funzione dell'intervallo e della polarità che sono state impostate:

Intervallo	Polarità	Risoluzione (mV)
2,5 V	unipolare (+)	9,76
2,5 V	bipolare	19,5
5 V	unipolare (+)	19,5
5 V	bipolare (±)	39

DESCRIZIONE DEL CIRCUITO

Il circuito presentato nella figura di riferimento viene collegato tramite il connettore CN1 allo slot del computer, dal quale preleva l'alimentazione, tutti i segnali di controllo e i bus interni. Se si osserva attentamente lo schema elettrico si può osservare che una parte degli elementi circuitali corrisponde ad un semplice circuito per l'acquisizione dei dati, costituito da uno stadio di decodifica e da un convertitore compatibile con il microprocessore. Questo classico e semplice progetto che spesso compare sulle riviste di elettronica può essere utile per l'acquisizione di segnali a frequenza molto bassa, e normalmente viene impiegato per eseguire dei controlli sui segnali generati da un qualsiasi tipo di sensore (temperatura, umidità, ecc.). Tuttavia, molti lettori che conoscono la struttura interna del proprio calcola-

È possibile impostare la risoluzione della scheda, che corrisponde al segnale minimo rilevabile



La maggior parte dei condensatori di questo circuito sono di disaccoppiamento

tore sanno che questo è dotato di un dispositivo programmabile chiamato DMA che permette velocità di trasferimento eccezionali, poiché può assumere il controllo dei bus e trasferire i dati direttamente alla memoria.

Questo componente genera ad esempio il refresh della memoria e gestisce il trasferimento dei dati tra i disk drive e la memoria.

Ciò spiega perché, aggiungendo pochi componenti, si è scelta questa soluzione.

Il bus dati viene collegato direttamente al convertitore e al contatore programmabile, poiché entrambi sono compatibili con il microprocessore; infatti, i due possono assumere la condizione di alta impedenza sulle loro linee dati.

L'oscillatore IC7 inizia e mantiene il processo di conversione.

Quando l'uscita "/Q" di questo oscillatore è a livello alto, l'uscita OUT0 del divisore di frequenza 8253 commuta a livello alto, per cui il convertitore è fermo e il flus-

Il bus dati è collegato direttamente al convertitore e al contatore programmabile

so dei dati procede dal calcolatore verso la scheda.

Viceversa, quando il segnale "/Q" è a livello basso inizia la conversione, e il flusso dei dati procede dalla scheda al calcolatore.

In questo modo si isola leggermente la scheda e si evitano cadute di segnale sulle linee interne dei dati.

DECODIFICA

DEGLI INDIRIZZI

Quando si progetta una scheda, la prima soluzione che bisogna cercare è quella di definire in modo chiaro

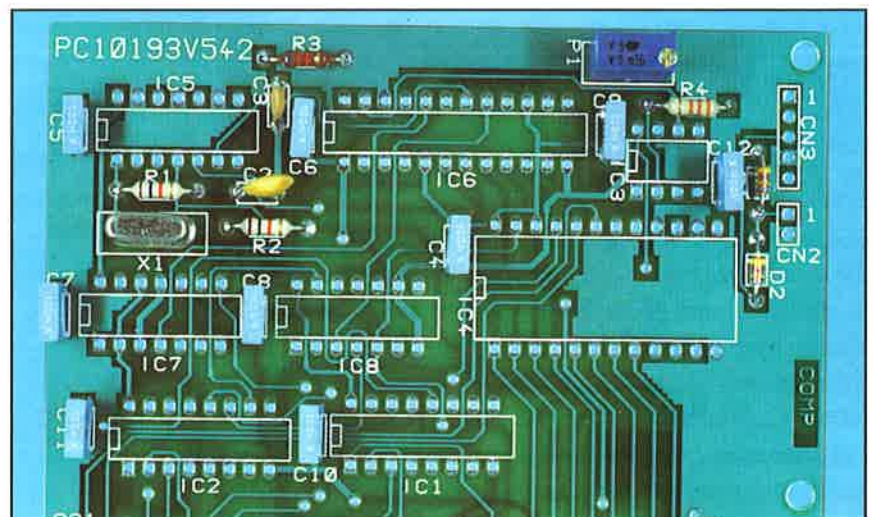
gli indirizzi dei diversi dispositivi indirizzabili dalla stessa.

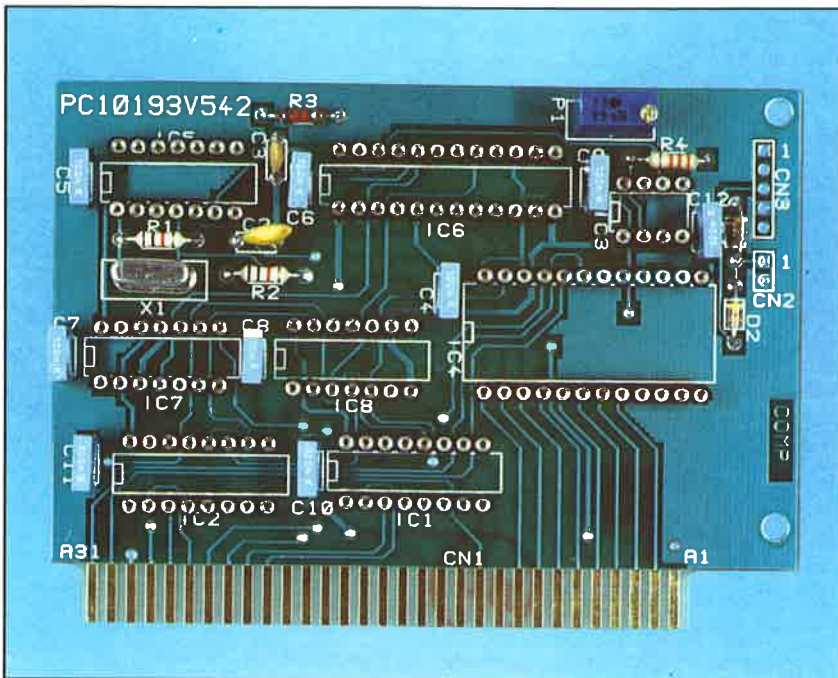
Il primo passo è quello di stabilire che gli indirizzi devono essere compresi nell'intervallo già previsto in tutti i personal computer per l'inserimento di schede prototipo.

Questo intervallo di indirizzamento è compreso tra **300H** e **31FH**

Gli indirizzi che sono stati scelti per i dispositivi della scheda sono indicati nella tabella riportata nella pagina seguente.

Si ricorda che il circuito monta un cristallo al quarzo per il funzionamento dell'oscillatore





Per gli integrati è necessario utilizzare degli zoccoli

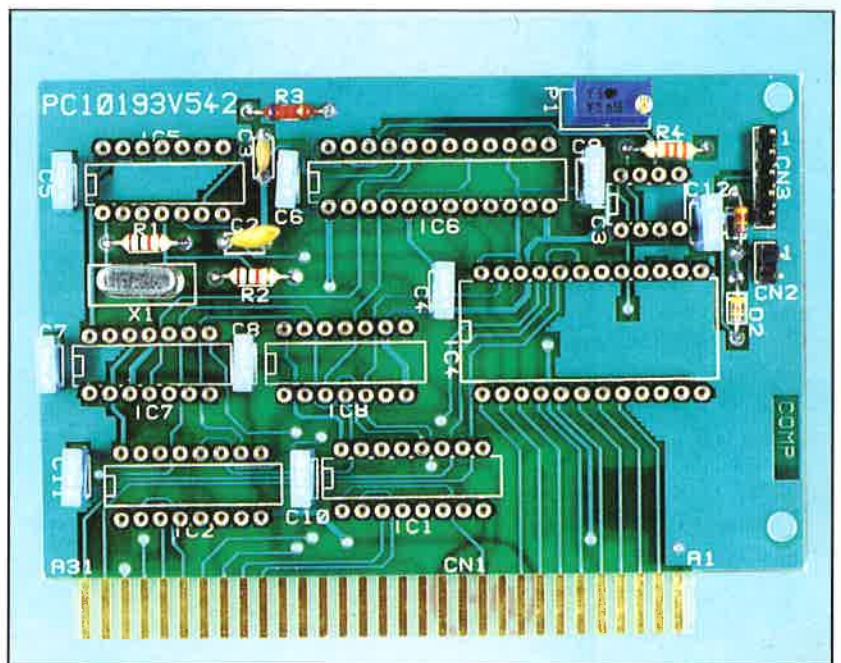
Indirizzo	Dispositivo
300H	byte registro contatore 0
303H	parola di controllo 8253
304H	inizio campionamento
308H	fermata campionamento

Bit	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
Binario	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

CLOCK

Il segnale di inizio conversione si ottiene partendo dalla frequenza di un oscillatore formato da un

Le strisce di terminali per circuito stampato sono utilizzate come connettori



Quando si stabiliscono gli indirizzi, bisogna fare particolare attenzione a non indirizzare la scheda durante l'esecuzione dei cicli interni di DMA, poiché utilizzano lo stesso intervallo di indirizzi.

Ciò si può evitare mascherando questi cicli con la linea AEN presente sul terminale A11 del connettore CN1, in modo che quando se ne verifica uno risulta mascherato e non possa provocare un indirizzamento errato della scheda; quando il processo di trasferimento dei dati è di tipo DMA, il calcolatore commuta a livello alto il terminale AEN per indicare che l'indirizzo presente sul bus indirizzi non è riferito ad alcuna scheda, anche se potrebbe coincidere con qualcuna di esse.

Per questa ragione il terminale AEN è stato collegato al terminale di abilitazione di uno dei

decodificatori. La scelta del decodificatore IC1A si deve al fatto che l'indirizzo base che si è scelto è **300H**, poiché i bit di maggior peso del bus, come si può osservare nella tabella che segue, sono A9 e A8.

Poiché i decodificatori 74HCT139 sono doppi, vengono collegati in cascata; disabilitando quello di maggior peso gli altri non verranno mai attivati, per cui durante questi cicli IC2B rimane disabilitato.

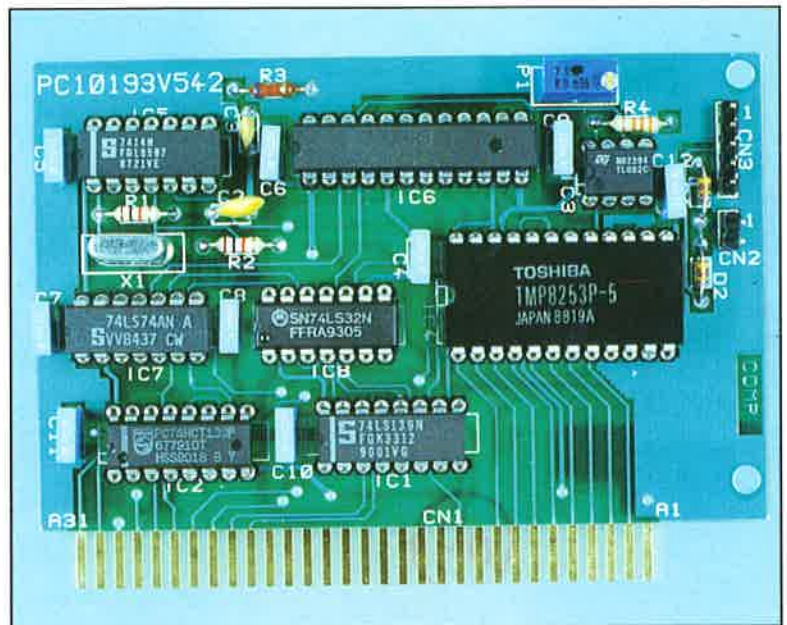
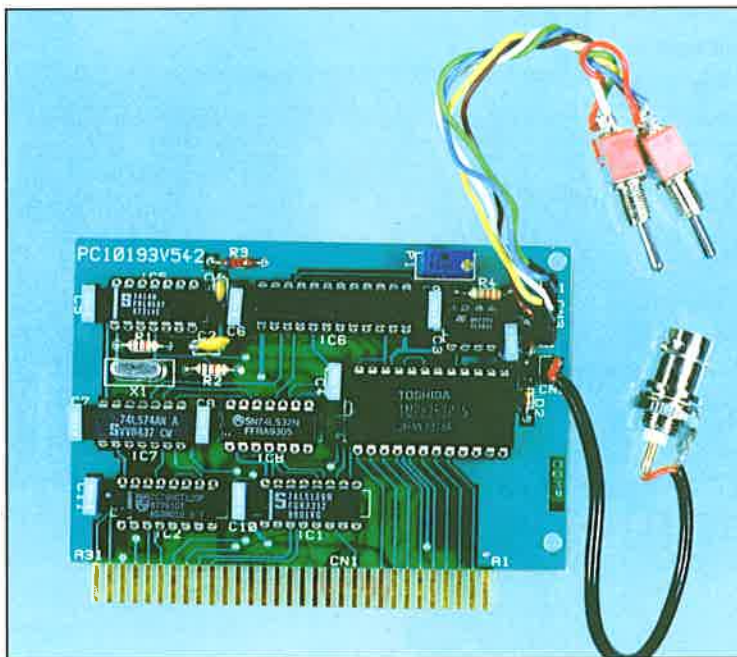
Il terminale AEN viene collegato al terminale di abilitazione di uno dei decodificatori

Il segnale di clock viene applicato ad un circuito integrato molto potente, l'8253

quarzo da 1 MHz e da due invertitori a "trigger di Schmitt". Dalla precisione del cristallo dipende la precisione dell'asse dei tempi nella rappresentazione grafica: si deve quindi scegliere un quarzo da 1,000000 MHz se si desidera una precisione piuttosto elevata (1Hz), o uno da 1,000 MHz se ci si accontenta di una precisione di 1 kHz. Poiché l'aspetto economico può essere decisivo per il lettore che si appresta a realizzare questo circuito, viene lasciata a lui la scelta del quarzo da utilizzare senza consigliarne uno in particolare.

Il segnale di questo clock viene applicato a un circuito integrato piuttosto importante, l'8253. Questo dispositivo programmabile della Intel può funzionare come contatore o come timer, e sono cinque le diverse modalità di programmazione di cui è dotato. In questo progetto viene utilizzato in MODALITÀ 3 come divisore di frequenza; poiché ciascun contatore dispone di 16 bit, è in grado di dividere fino a 65536, anche se in realtà la divisione massima che viene impostata è per 1000. Il dispositivo è dotato di un ingresso di abilitazione

Circuito completamente montato



Dopo aver saldato tutti i componenti si possono inserire gli integrati

su ciascuno dei tre contatori, terminale Gi, che viene utilizzato come detto in precedenza per avviare e fermare la conversione.

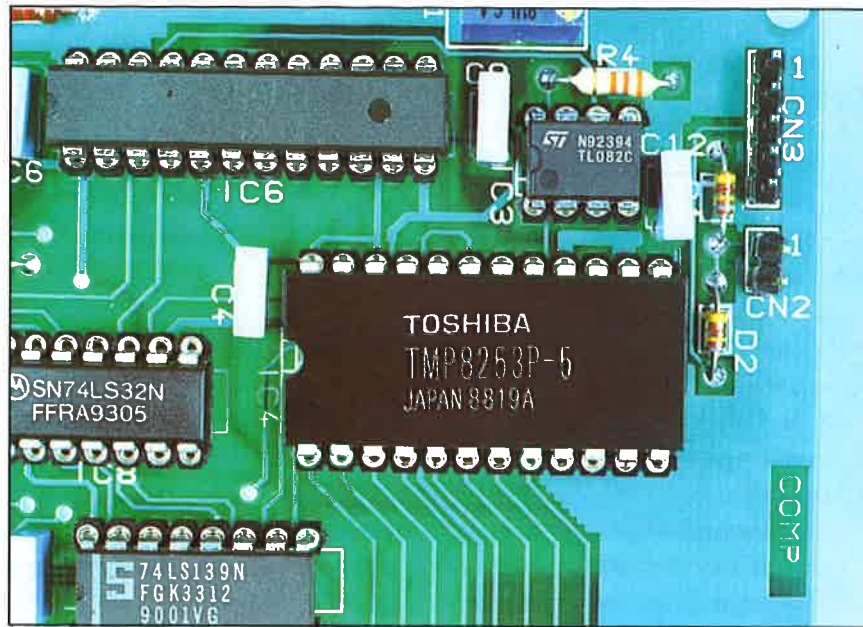
CONVERSIONE E TRASFERIMENTO

L'impiego in questo progetto del convertitore descritto nel paragrafo precedente è dovuto al suo eccellente rapporto qualità/prezzo; oltre ad essere compatibile con il microprocessore, è dotato di una tensione di riferimento stabilizzata, di "track/hold", e della possibilità di lavorare con segnali unipolari e bipolari.

I due processi più importanti sono la conversione e la sincronizzazione per la richiesta del DMA. Il processo di conversione ha inizio con un fronte discendente sul terminale STD; il processo dura circa 2 o 3 microsecondi, trascorsi i quali il dato digitale risulta "agganciato" internamente in attesa di essere letto.

Al termine di questo processo il terminale INT indica che un dato è disponibile, e successivamente inizia il processo di richiesta di trasferimento al DMA. Il segnale di dato disponibile viene utilizzato anche

per indicare all'oscillatore IC7B che l'uscita "/Q" deve commutare a livello basso; in questo modo la linea DREQ1 risulta attivata e viene effettuata la richiesta dei bus alla CPU. Questo terminale deve restare attivo finché non viene stabilito il collegamento con i bus, situazione che viene indicata attraverso il terminale DACK1 che diventa attivo a livello basso. Questo segnale viene sfruttato per annullare DREQ1, poiché viene attivato il "clear" dell'oscillatore IC7A. Il collegamento dei bus alla CPU viene effettuato nel momento in cui il dato è disponibile sul BUS DATI, per cui risultano attivi DACK1 e IOR. L'indirizzo della RAM nel quale deve essere allocato il dato deve essere caricato durante la programmazione del DMA dall'utente stesso. Questo indirizzo deve appartenere ad una zona di memoria precedentemente riservata dal programma, per evitare che i dati introdotti possano



L'integrato utilizzato come divisore di frequenza è l'8253

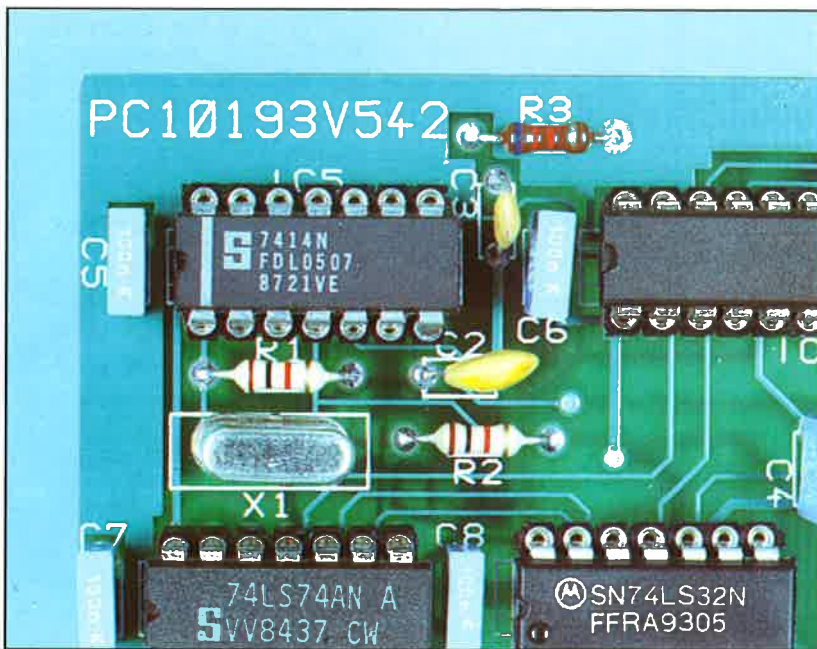
essere "falsati" dal programma stesso e per renderli facilmente accessibili in modo da poterli manipolare prima della loro rappresentazione grafica.

SEGNALE ANALOGICO

È molto importante che il segnale che si deve misurare non venga perso completamente o parzialmente a causa della misura stessa, per cui è opportuno effettuare un buon adattamento tra i sistemi presentando all'ingresso una impedenza elevata. Questo è il motivo per cui l'operazionale IC3A è stato configurato come inseguitore di emettitore; l'impedenza presente all'ingresso è in questo modo quella dell'operazionale stesso che, essendo un FET, vale diverse centinaia di MΩ. Poiché il valore massimo dell'intervallo di misura consentito dal convertitore è di 2,5 V, che rappresenta un valore di tensione relativamente piccolo, è stato inserito IC3B che provoca una

Il segnale di dato disponibile viene utilizzato per attivare l'oscillatore IC7B

Dettaglio dei componenti che formano l'oscillatore



Elenco componenti

Resistenze

R1, R2 = 1 k Ω R3 = 6,2 k Ω R4 = 33 k Ω P1 = 47 k Ω , potenziometro

Condensatori

C2 = 470 pF, ceramico

C3 = 68 pF, ceramico

C4 + C12 = 100 nF, ceramico

Semiconduttori

D1, D2 = 1N4148

IC1, IC2 = 74HCT139

IC3 = TL082

IC4 = 8253

IC5 = 74LS14

IC6 = AD7569

IC7 = 74LS74

IC8 = 74LS32

Varie

X1 = quarzo da 1 MHz

J1 = connettore BNC

S1, S2 = commutatori

130 terminali torniti femmina

7 terminali maschi per c.s.

Cavo schermato per BNC

Circuito stampato PC10193V542

attenuazione al 50%; in altre parole, non fa altro che permettere al convertitore di leggere solo la metà del segnale di ingresso, consentendo in questo modo di aumentare il valore massimo dell'intervallo di misura fino a 5 V.

Poiché il convertitore AD7569 è dotato di terminali per la selezione dell'intervallo e della polarità, bisogna sfruttare opportunamente questa caratteristica in modo da ottenere il massimo rendimento del sistema. Se i segnali che si devono misurare hanno valori piuttosto elevati è opportuno impostare sempre l'intervallo di 5 V massimi e la doppia polarità, in modo da sfruttare il massimo intervallo possibile per il segnale di ingresso corrispondente a 10 V (± 5 V). In funzione del segnale che si deve misurare è necessario verificare che i commutatori S1 e S2, collegati a CN3, siano selezionati correttamente, poiché la rappresentazione grafica dipende direttamente dalla loro corretta impostazione.

Le possibili combinazioni e il loro significato sono riportati nella tabella corrispondente. I diodi D1 e D2 servono per proteggere gli

Commutatore	Posizione	Polarità	Intervallo
S1	A	bipolare	-
S1	B	unipolare	-
S2	C	-	2,5 V
S2	D	-	5 V

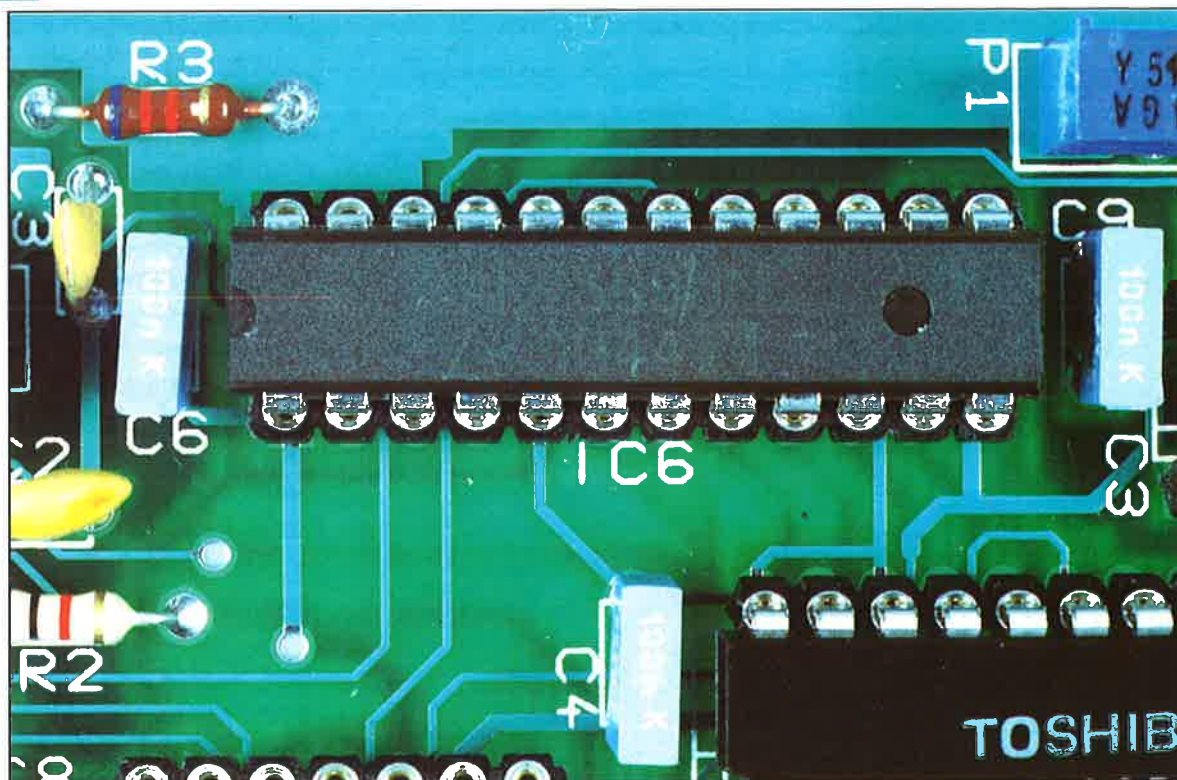
ingressi da possibili sovraccarichi di tensione, in modo da evitare possibili e indesiderabili guasti del calcolatore.

REGOLAZIONE E PRECAUZIONI

L'unica regolazione che si deve eseguire viene effettuata con il potenziometro P1. La procedura è la seguente: bisogna impostare S1=A e S2=D, applicare una $V_i=2V$, inserire un voltmetro sull'uscita di IC3B e agire su P1 finché sul voltmetro compare esattamente il valore di 1 V.

Il convertitore è un componente molto delicato, e il semplice tocco dei suoi terminali potrebbe provocare un suo danneggiamento irreversibile a causa della carica statica sempre presente sul corpo umano. Conviene perciò inserirlo nel relativo zoccolo solo dopo aver montato tutti gli altri componenti.

Circuito integrato convertitore analogico/digitale





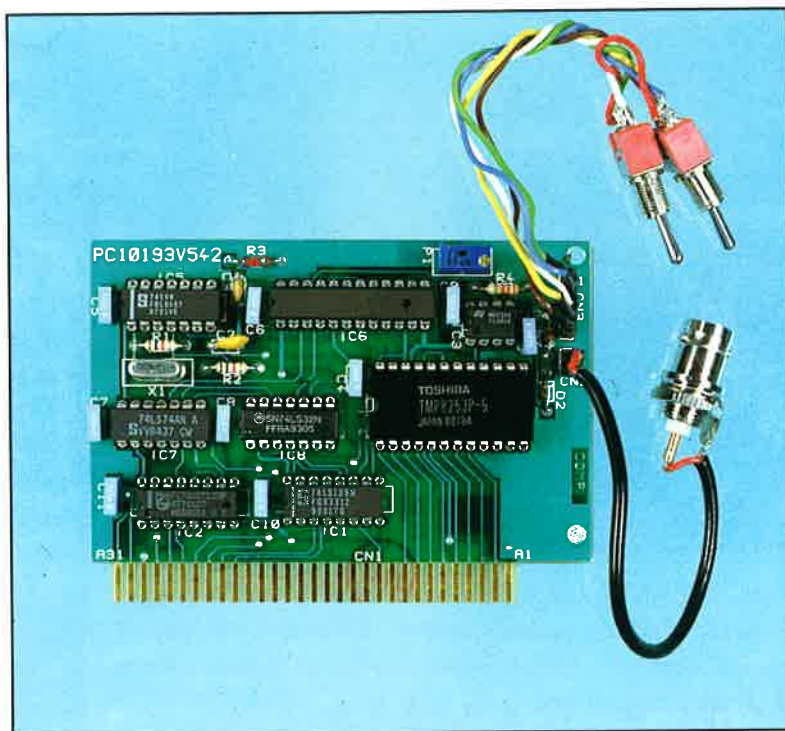
PROGRAMMA PER L'OSCILLOSCOPIO

Il ruolo del software in un sistema di acquisizione dati è di importanza fondamentale. Quello utilizzato in questo dispositivo può essere considerato di carattere polifunzionale, poiché sono ben tre le funzioni che svolge e che di seguito verranno esaminate.

Per il controllo dell'hardware bisogna avere a disposizione le funzioni di I/O e conoscere gli indirizzi della scheda e le parole di controllo dei dispositivi programmabili e della scheda stessa. Per poter gestire il sistema è necessario sapere quale è la finalità dei dati acquisiti, in modo da creare un algoritmo che possa elaborarli.

Per sviluppare la rappresentazione grafica si devono stabilire in precedenza una serie di obiettivi dai quali dipenderà la qualità grafica della visualizzazione. In qualsiasi caso, di seguito vengono fornite tutte le





Il commutatore e il connettore vengono collegati al circuito per mezzo di terminali

informazioni possibili per permettere al lettore di sfruttare completamente tutte le possibilità offerte da questa realizzazione. Una perfetta combinazione di questi tre fattori può

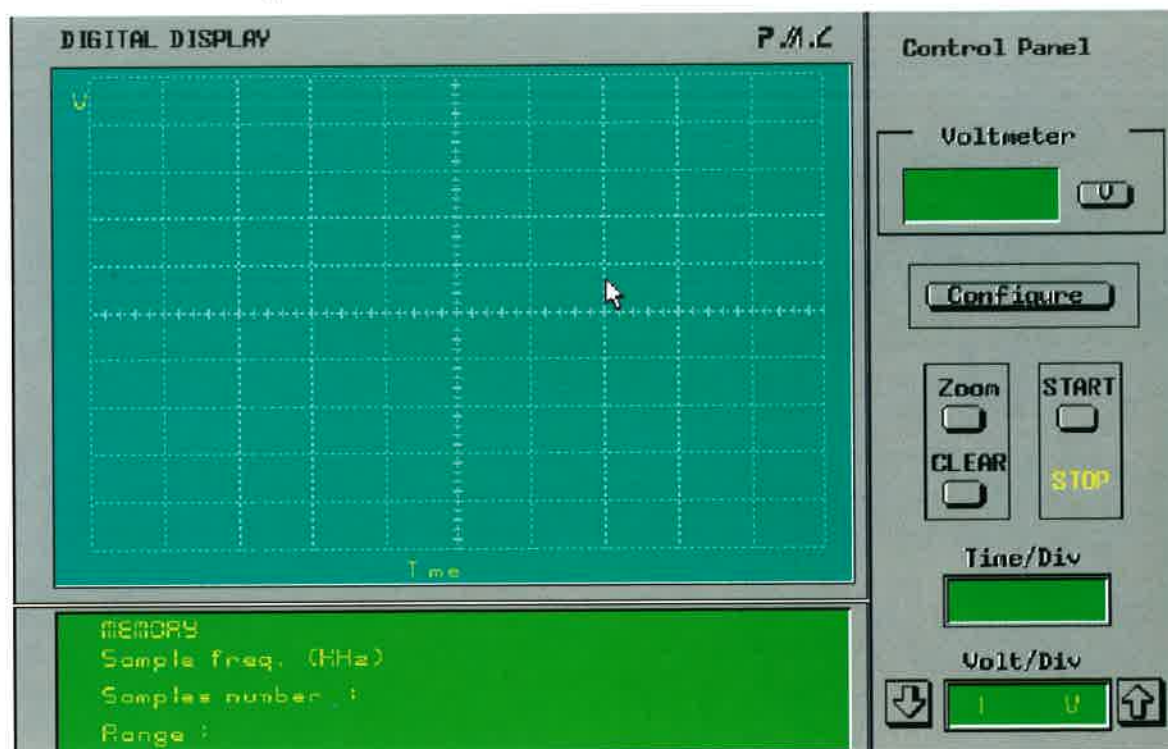
Per completare le fasi di questa pseudo-installazione è opportuno lanciare il programma in modo da poterne verificare il perfetto funzionamento, che deve avvenire senza alcun problema su qua-

dar vita a uno strumento virtuale che simula perfettamente lo strumento reale, in questo caso un oscilloscopio, con alcune funzioni migliorate a scapito di altre non particolarmente efficienti.

INSTALLAZIONE

Il programma di controllo della scheda di acquisizione dati non richiede in pratica alcun processo di installazione, poiché esegue lui stesso tutte le operazioni necessarie allo scopo; per lanciare il programma è infatti necessario solo il file OSC.EXE. Nel dischetto allegato vengono forniti anche due file con estensione .PMC che contengono dati relativi a segnali rilevati con la scheda.

Schermo del computer trasformato nel pannello di controllo di un oscilloscopio

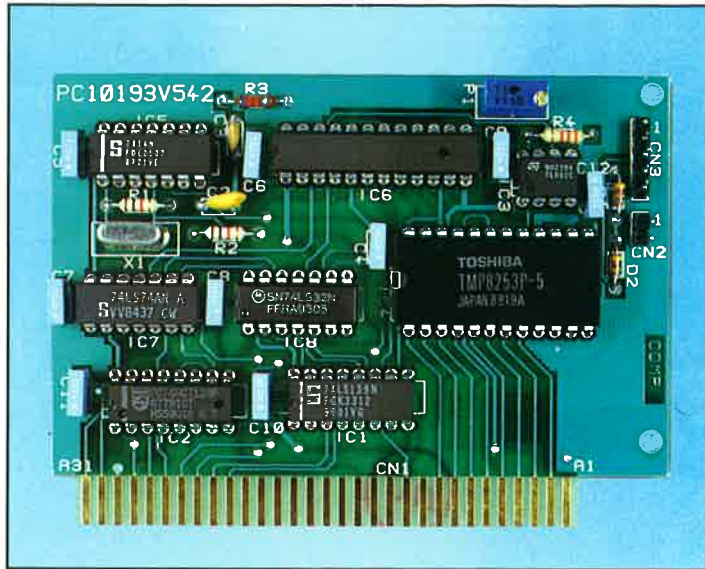


Vengono forniti anche due file con estensione .PMC che contengono i dati relativi a due segnali esaminati con questa scheda

lunque tipo di monitor, HERCULES, EGA, VGA o SVGA, sia monocromatico che a colori.

IL PROGRAMMA

Per familiarizzare con il programma è consigliabile visualizzare i file dati forniti con il floppy. Per fare ciò bisogna aprire il menu "File" e selezionare l'opzione "Open". A questo punto sullo schermo compare un elenco composto da due file: PRU1.PMC e PRU2.PMC. Con il puntatore del mouse posizionato sul nome di uno dei due file si deve premere il pulsante sinistro e di seguito cliccare su OK; la finestra di selezione del file scompare e il segnale viene visualizzato nel quadrante, con i relativi dati riportati sulla parte inferiore del pannello. È possibile osservare la tensione in un punto qualsiasi, eseguire uno zoom, o variare la scala delle tensioni. Per visualizzare l'altro file si deve per prima cosa eseguire la funzione "CLEAR", e poi procedere all'apertura del nuovo file con le stesse operazioni viste per il file precedente. Per uscire dal programma si deve aprire il menu "File" e scegliere l'opzione "Quit".



Circuito con tutti i componenti montati

LINEA DEI MENU

Sulla parte superiore dello schermo è presente un menu a tendina che si può osservare anche nella figura corrispondente. Per effettuare la scelta di una delle opzioni del menu si deve procedere come segue:

- spostare il cursore del mouse sull'area relativa all'opzione desiderata. Questa operazione può essere eseguita anche tramite tastiera, utilizzando

le frecce del tastierino numerico;

- il menu attivo viene evidenziato in negativo, e quando si apre visualizza tutte le opzioni di cui dispone;

- per selezionare l'opzione desiderata è sufficiente posizionarsi su questa e premere il pulsante del mouse o il tasto ENTER.

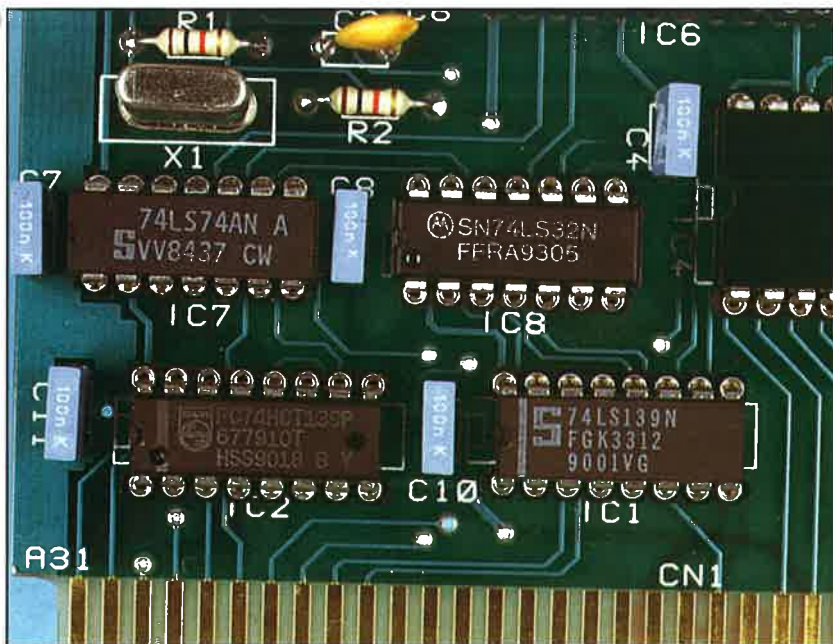
MENU FILE

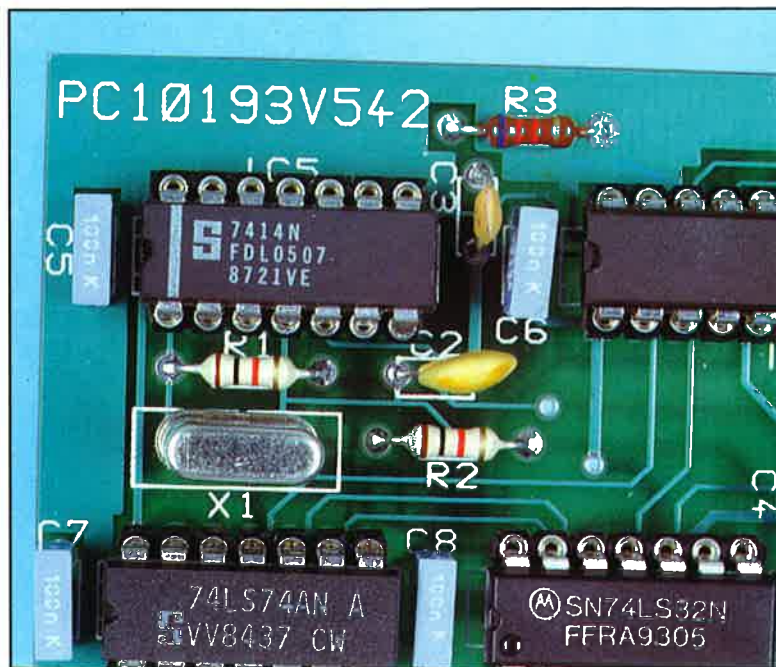
Open

Questa opzione serve per aprire dei file dati precedentemente memorizzati, che contengono i segnali digitalizzati.

Per selezionare l'opzione desiderata è sufficiente posizionarsi sull'indicatore corrispondente e premere il pulsante del mouse o il tasto "ENTER"

Circuiti integrati utilizzati come decodificatori di indirizzi





Dettaglio dei componenti che formano l'oscillatore dell'oscilloscopio

L'accesso a questi file si ottiene tramite una finestra interattiva con il computer, nella quale è possibile selezionare una qualunque unità o qualsiasi directory del calcolatore per ricercare il file contenente i dati desiderati.

Come si può osservare nella figura corrispondente, nella finestra si possono distinguere cinque sezioni:

1. - la directory attuale con l'estensione dei file con i quali è possibile lavorare,
2. - l'indicazione dei file che hanno l'estensione riportata nella sezione superiore,
3. - la finestrella per l'inserimento del nome del file desiderato. Il file può essere selezionato in due diversi modi:

- 3.1 - posizionando il cursore del mouse sul nome del file e cliccando con lo stesso, oppure premendo il tasto ENTER,
- 3.2 - scrivendo direttamente il nome del file all'interno della finestrella apposita; in questo caso bisogna posizionare il cursore all'interno della stessa e cliccare con il mouse o premere il tasto ENTER. Ciò fa apparire lampeggiante il cursore interno alla finestra, permettendo la scrittura del nome del file desiderato.

L'opzione "Quit" provoca la fine dell'esecuzione del programma. Prima di uscire completamente appare una finestra per la conferma della richiesta di abbandono

4. - Icone. Le frecce servono per spostarsi all'interno della directory corrente, mentre la barra spaziatrice deve essere utilizzata per passare alla directory superiore rispetto a quella corrente.

5. - I pulsanti "OK" e "CANCEL" servono per confermare o annullare la scelta effettuata.

View

Questa opzione presenta lo stesso tipo di finestra già descritta in precedenza e con le stesse sezioni, ma in questo caso serve per scrivere il nome del file nel quale si desiderano memorizzare i dati. È quindi sufficiente posizionare il cursore all'interno della fine-

stra presente al di sopra dei pulsanti e cliccare; compare un cursore lampeggiante per indicare che è possibile scrivere il nome del file, che può avere una lunghezza massima di 8 caratteri.

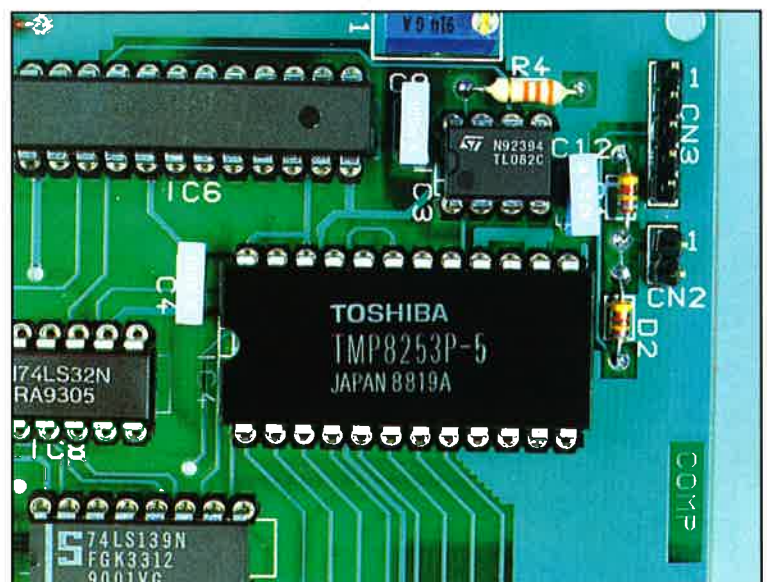
Clear

Cancella un file dati. L'accesso ai file si ottiene come nei casi precedenti.

Quit

Con questa opzione viene portata a termine l'esecuzione del programma. Prima di uscire appare una finestra di conferma della richiesta di abbandono del programma.

L'8253 viene utilizzato come divisore di frequenza





Linea del menu, posta al di sopra del pannello dell'oscilloscopio

LO STRUMENTO

Viene di seguito esaminato quello che è lo strumento virtuale propriamente detto. Per prima cosa si può osservare che la parte sinistra del pannello è occupata da due finestre: una superiore e l'altra inferiore. Quella superiore, perfettamente suddivisa in 10x10 riquadri, serve per visualizzare la grafica del segnale digitalizzato.

Gli assi dei tempi e delle tensioni hanno i valori che sono indicati sulla parte inferiore destra dello strumento. Nella finestra inferiore vengono visualizzati alcuni dati significativi che potrebbero essere interessanti per l'utente, quali il numero dei campionamenti, la loro frequenza e l'intervallo consentito del segnale di ingresso.

NUMERO DI CAMPIONAMENTI

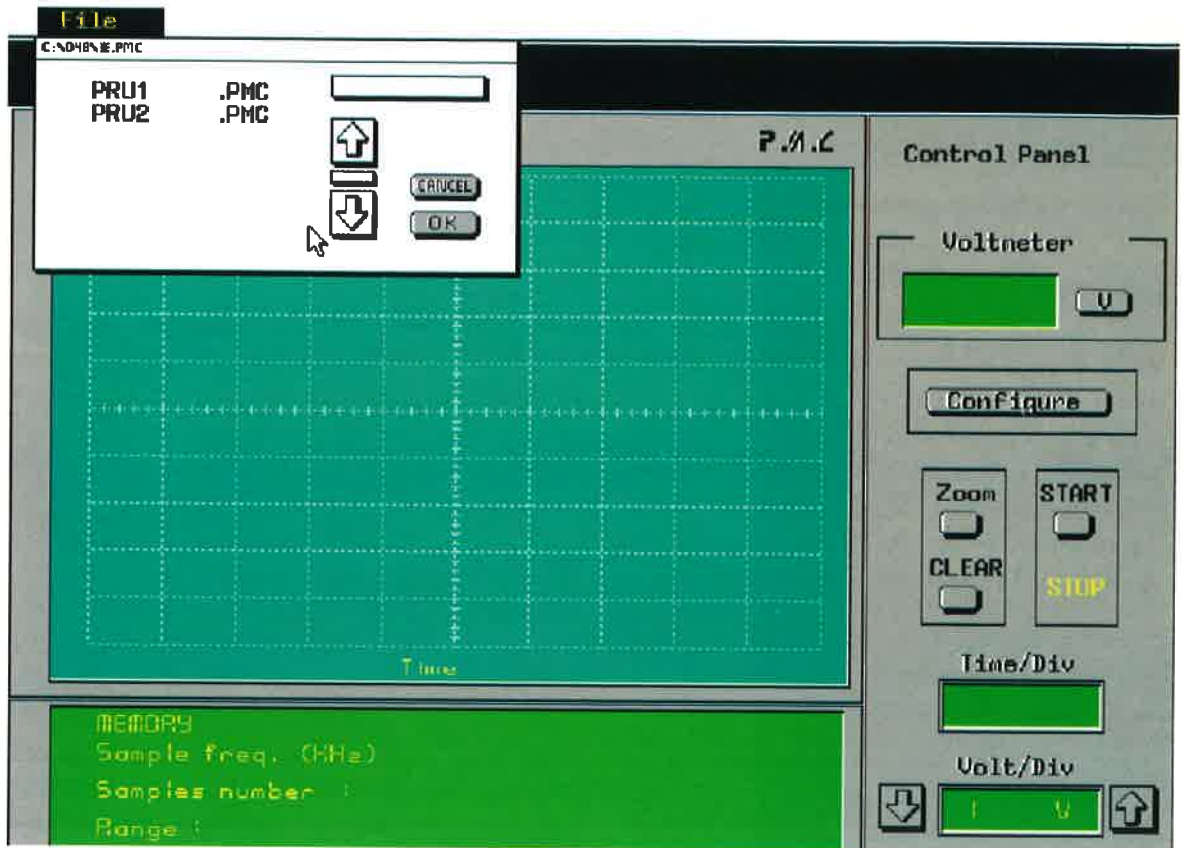
Corrisponde al numero dei valori di tensione rilevati sul segnale. Questa opzione offre la possibilità di scegliere tra tre diverse opzioni: 256, 512 o 1024 campionamenti. È molto importante poiché consen-

	Frequenza di campionamento (kHz)	N° di campionamenti	Tempo di campionamento (ms)
Tempo massimo	1	1.024	1024
Tempo minimo	200	256	1.28

Menu File aperto



L'opzione relativa ai campionamenti consente la scelta tra i valori: 256, 512 o 1024



Finestra dell'elenco dei file

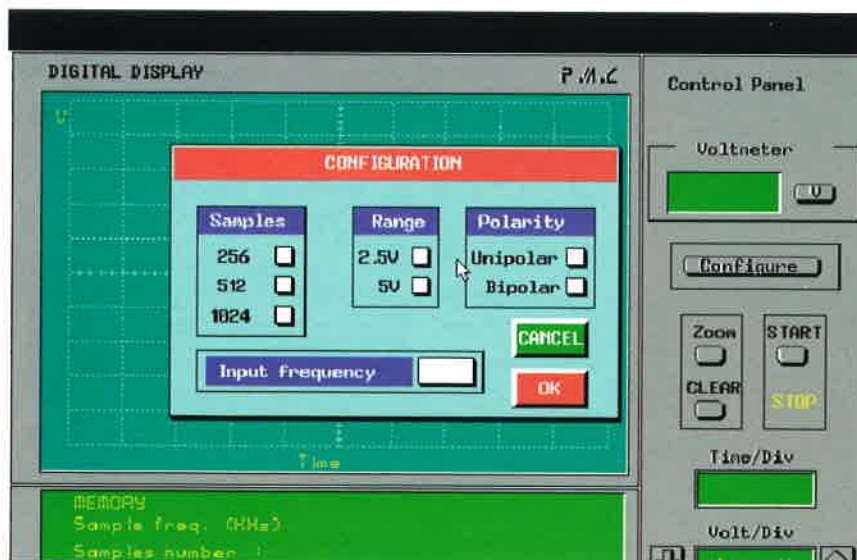
Per un segnale da 100 Hz rilevato a 1 kHz, si prelevano campionamenti per più di un secondo

te di selezionare intervalli di tempo diversi per la rilevazione del segnale oggetto del campionamento.

La tabella riporta i valori relativi ai tempi massimi e minimi selezionabili in funzione del numero di campionamenti e della frequenza di campionamento.

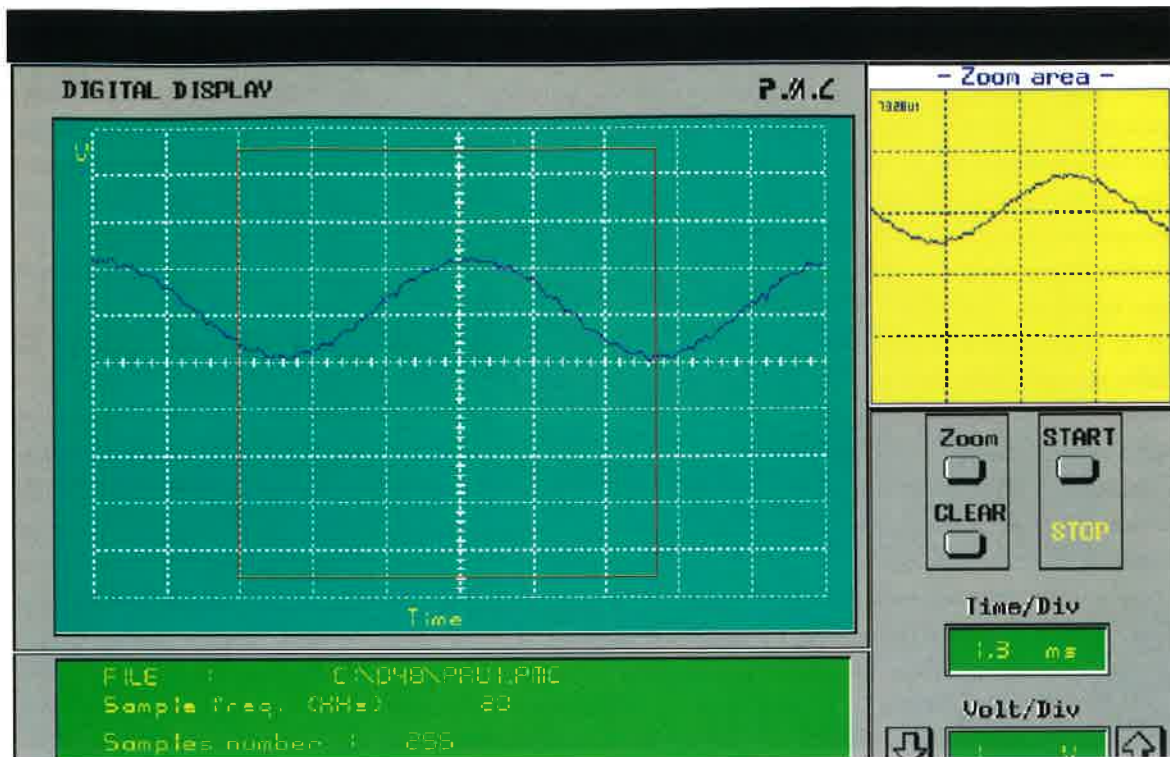
Si può osservare che se il valore impostato è 1024, per un segnale da 100 Hz rilevato alla frequenza di 1 kHz si prelevano campionamenti per più di un secondo. Viceversa, per prelevare 256 campionamenti su di un segnale da 20 kHz oggetto di campionamenti a 200 kHz occorre poco più di 1 millisecondo.

Finestra per la configurazione dell'oscilloscopio



FREQUENZA DI INGRESSO

Come detto in precedenza, questo dato viene immesso dall'utente in funzione della frequenza massima del segnale oggetto del campionamento. Nel caso non si conosca il tipo di segnale oggetto della misura, è consigliabile selezionare sempre il valore massimo (20 kHz) e 256



È possibile eseguire lo zoom di una zona determinata del grafico

campionamenti, in modo da ottenere la miglior visualizzazione possibile per i segnali di frequenza più elevata.

RANGE

L'AD7569 accetta in ingresso segnali compresi tra 1,25 V e 2,5 V. Questo valore è stato però raddoppiato per rendere la scheda più efficiente, per cui è disponibile un campo di valori che può arrivare fino a 5 V selezionabile con l'opzione 2. Sulla scheda si deve impostare il commutatore S2 nella posizione corrispondente all'intervallo che successivamente viene selezionato tramite software.

C ⇒ 2,5 V

D ⇒ 5 V

POLARITÀ

È possibile selezionare tramite software anche la polarità, rispettando quella impostata sulla scheda con il commutatore S1:

A ⇒ BIPOLARE

B ⇒ UNIPOLARE

La visualizzazione di queste opzioni è possibile unicamente ed esclusivamente dopo che sono stati introdotti tutti i dati nella finestra di configurazione; non è possibile iniziare il processo di rilevazione dei dati se tutte le opzioni non sono correttamente impostate.

Per inserire le opzioni di configurazione è presente il pulsante "Configure" che consente la visualizzazione della finestra di configurazione, rappresentata nella figura corrispondente.

L'impostazione delle opzioni è molto semplice; per attivare una opzione è sufficiente premere il pulsante posto sulla destra di quella desiderata per far cambiare il suo colore.

Per impostare la frequenza massima di ingresso si deve digitare il valore corrispondente tramite tastiera, ricordando che sono accettati valori sino a 20 kHz.

Al termine si può premere il pulsante di conferma "OK" o quello di annullamento "CANCEL", che ripristina le condizioni iniziali.

Come si può osservare nella figura corrispondente, sono disponibili anche altre opzioni disposte sulla parte destra del pannello.

La prima corrisponde all'indicazione "Voltmeter", e serve per visualizzare con precisione il valore

L'AD7569 consente un range di tensioni di ingresso selezionabile tra 1,25 e 2,5 V

della tensione corrispondente al punto sul quadrante selezionato con il cursore.

Sulla parte inferiore sono invece presenti due indicatori. Il primo, "Time/Div", indica la scala dell'asse orizzontale dei tempi, che dipende dal numero dei campionamenti e dalla frequenza di campionamento. L'indicatore inferiore, "Volt/Div", indica la scala dell'asse verticale delle tensioni, che può essere modificato quando il sistema è nella condizione di "STOP".

L'opzione "CLEAR" deve essere attivata quando si desidera passare dalla condizione di acquisizione dati a quella di visualizzazione o viceversa; in qualsiasi caso però, l'attivazione di questa opzione provoca la cancellazione della configurazione impostata.

Un'altra opzione disponibile è lo "Zoom"; osservando la figura corrispondente si può notare che

con questa opzione è possibile eseguire uno zoom dell'intervallo di tempo selezionato nel quadrante di visualizzazione del segnale. Questo intervallo viene definito cliccando su due punti con

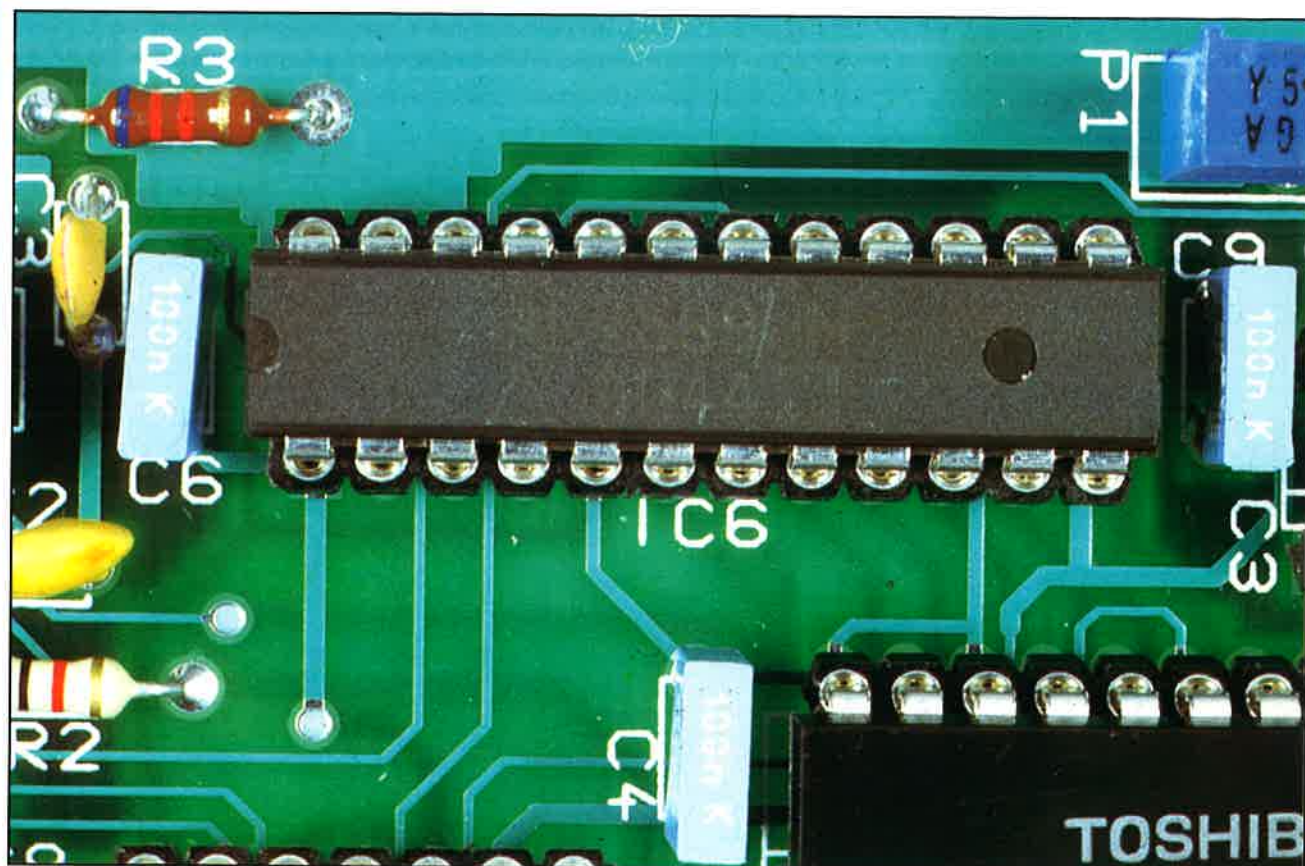
il mouse, dopo che si è selezionata l'opzione di "Zoom". Sulla parte superiore sinistra dello schermo appare ingrandita la zona selezionata.

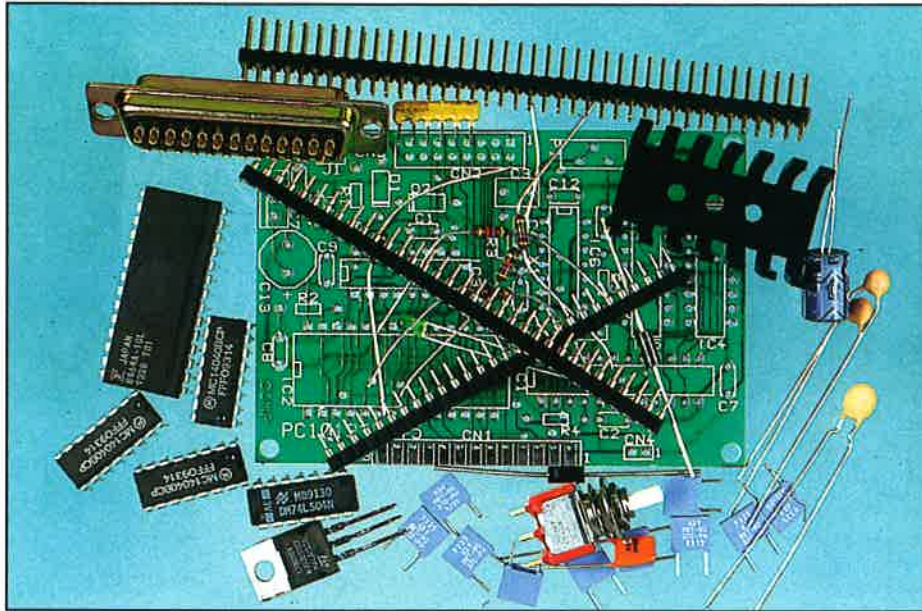
Infine, l'opzione "START" avvia il processo di acquisizione dati, purché tutte le opzioni di configurazione siano state correttamente impostate. Per interrompere l'acquisizione ed eseguire qualsiasi altra opera-

zione (sia di memorizzazione dei dati, di cambio della scala delle tensioni, di zoom, ecc.) è sufficiente mantenere premuto il mouse per qualche istante. L'arresto o l'attivazione del sistema viene visualizzata con l'evidenziazione dell'opzione corrispondente.

Sulla parte inferiore dello schermo sono presenti due indicatori: "Time/Div" e "Volt/Div"

Circuito integrato convertitore analogico/digitale AD7569



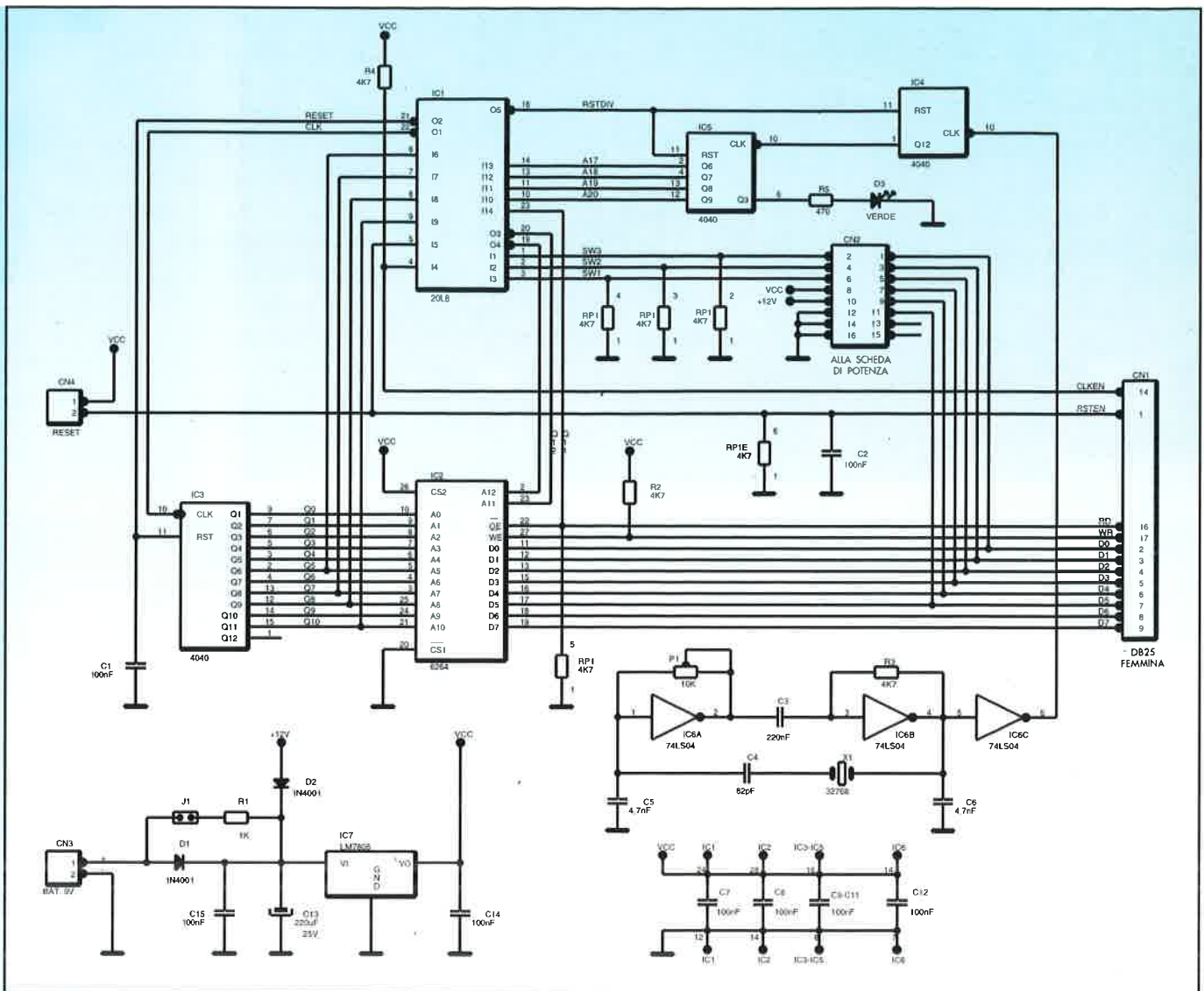


TEMPORIZZATORE UNIVERSALE PER PC

Se esiste un settore nel vasto mondo dell'elettronica nel quale i sistemi digitali hanno dimostrato un chiaro vantaggio rispetto ai sistemi analogici, questo è senza dubbio il campo della temporizzazione, e per estensione di tutte quelle applicazioni che sono strettamente legate al controllo automatico nel dominio del tempo.

In commercio sono disponibili molti prodotti che permettono di realizzare in modo semplice e rapido il controllo automatico di determinati dispositivi (generalmente gli elettrodomestici casalinghi). Se è vero che tutti questi hanno prestazioni simili, come la programmazione di eventi multipli, la variazione di questa programmazione a proprio piacimento, la facilità di implementazione, ecc., è altrettanto vero che la maggior parte di questi presenta uno svantaggio comune (non bisogna dimenticare che il riferimento è relativo a dispositivi di uso domestico e di basso costo, e non ad apparecchiature di tipo





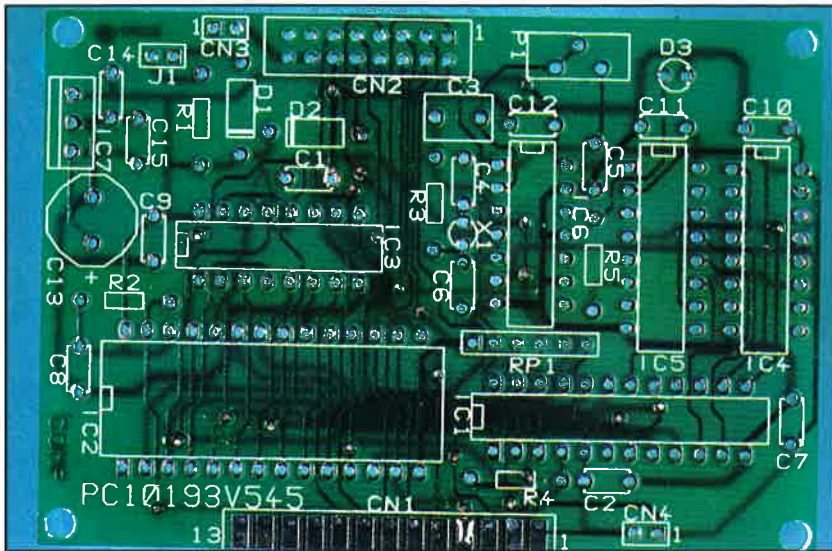
Schema del circuito di temporizzazione

industriale): la programmazione consente di gestire un solo dispositivo oppure, nel migliore dei casi, un gruppo di dispositivi con lo stesso periodo di programmazione.

Prima di denigrare la funzionalità e l'utilità di questi elementi, e prima di cedere ai temporizzatori di tipo più sofisticato e decisamente meno vantaggiosi dal punto di vista economico, si consiglia di leggere attentamente questo capitolo per rendersi conto che l'affidabilità e la versatilità non sono parametri strettamente legati all'aspetto economico, che senza alcun dubbio deve comunque essere considerato. Se si possiede un personal computer, ma anche nel caso non lo si abbia, il montaggio proposto di seguito può rivelarsi estremamente utile ed eclettico.

Il montaggio e la gestione del temporizzatore è alla portata di tutti

Qualche lettore potrebbe domandarsi come è possibile realizzare un temporizzatore controllato da PC senza possedere un PC. La risposta è semplice: il temporizzatore proposto richiede l'impiego di un personal computer solamente per effettuare la sua programmazione. Ciò significa che il circuito è completamente autonomo per quanto riguarda il suo funzionamento. Questo è il motivo per cui il montaggio e la gestione del temporizzatore può considerarsi alla portata di chiunque, anche di coloro che non posseggono un PC; è infatti sufficiente chiedere a qualche amico che ne possiede uno di poter programmare il proprio dispositivo, per poterlo poi utilizzare completamente e indipendentemente senza l'ausilio di altri elementi. Per facilitare le operazio-



Il circuito stampato non ha i fori metallizzati, per cui è necessario assicurare il collegamento tra le due facce dello stampato

ni di programmazione sia per coloro che già posseggono, e perciò conoscono, il personal, che per i lettori che si rivolgono ad altri per ottenere questa prestazione, è stato studiato un sistema di collegamento tra il circuito temporizzatore e il PC estremamente semplice e veloce, che rende questa operazione sicura sia per il circuito che per il PC stesso.

Come si può osservare nello schema a blocchi, il connettore destinato alla comunicazione tra il circuito e il calcolatore è indicato con CN1. Utilizzando un cavo piatto a 25 terminali si collega questo connettore alla porta parallela del PC, che normalmente serve per il collegamento della stampante. Con questa soluzione la gestione del temporizzatore diventa semplice e sicura, e viene evitata la necessità di effettuare delle operazioni noiose e spesso delicate all'interno del PC.

IL CIRCUITO

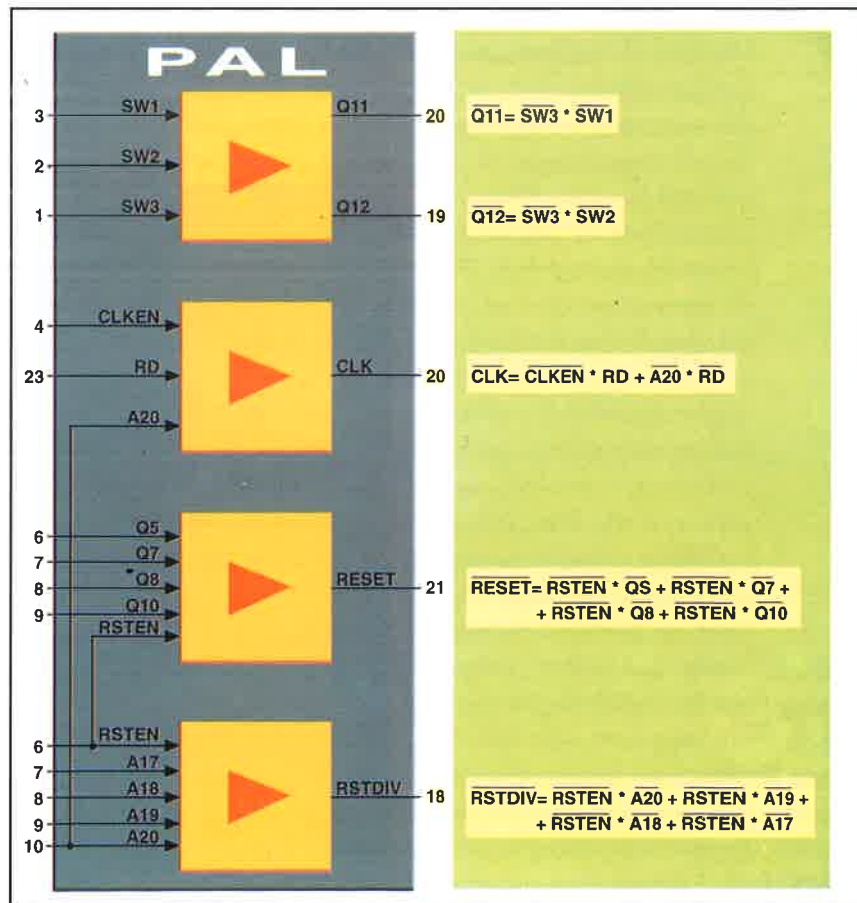
Come si può osservare nello schema elettrico del dispositivo, il cuore del circuito è costituito da una memoria RAM (6264). Tutta la sequenza di lettura della RAM può essere realizzata in modo autonomo, sen-

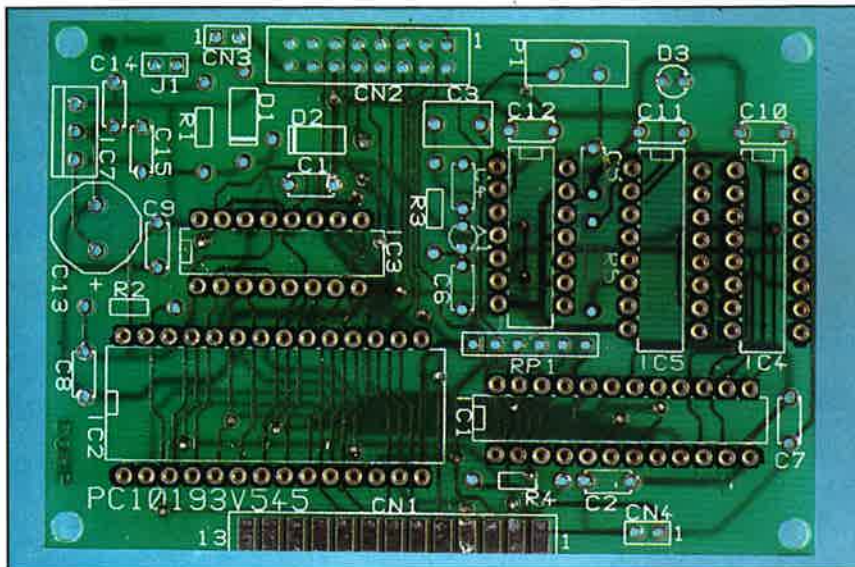
za la necessità di un PC, mentre per la programmazione, che prevede la scrittura della memoria attraverso il connettore CN1, è richiesto l'utilizzo di un personal. *Il cuore del circuito è una memoria RAM (in pratica una 6264)*

Poiché il temporizzatore dopo essere stato programmato deve poter funzionare in modo completamente autonomo, è stata prevista una batteria per l'alimentazione del sistema. Questa batteria deve essere di tipo ricaricabile, in quanto il dispositivo è dotato di un ingresso a 12 V (di cui si

parlerà successivamente) con il corrispondente circuito per la limitazione della carica. In condizioni normali di funzionamento il circuito è alimentato esternamente, e ciò consente di prolungare la

Schema ed equazioni della PAL





Gli zoccoli sono i primi componenti che devono essere saldati

durata della batteria limitandone l'utilizzo nei periodi durante il quale viene rimosso, ad esempio per procedere ad una nuova programmazione della memoria RAM.

È comunque possibile utilizzare anche una batteria standard non ricaricabile, poiché è stato previsto un ponte di by-pass del circuito di ricarica. Poiché il funzionamento è determinato dal sequenziatore composto dai contatori IC4 e IC5, è necessario un segnale di clock che consenta di eseguire il processo di avanzamento per la lettura delle diverse locazioni della RAM. Il generatore di clock, formato dal circuito integrato IC6, si trova nella zona inferiore destra dello schema elettrico allegato. La sua precisione è controllata da un quarzo a 32.768 Hz (XTAL1), e la sua uscita viene opportunamente divisa per generare la lettura prevista di 1 minuto, come si vedrà più dettagliatamente di seguito.

Della precisione del clock è incaricato il quarzo da 32.768 Hz (XTAL1)

Per ora è sufficiente elencare alcune caratteristiche di questo temporizzatore:

1. È dotato di un pulsante di

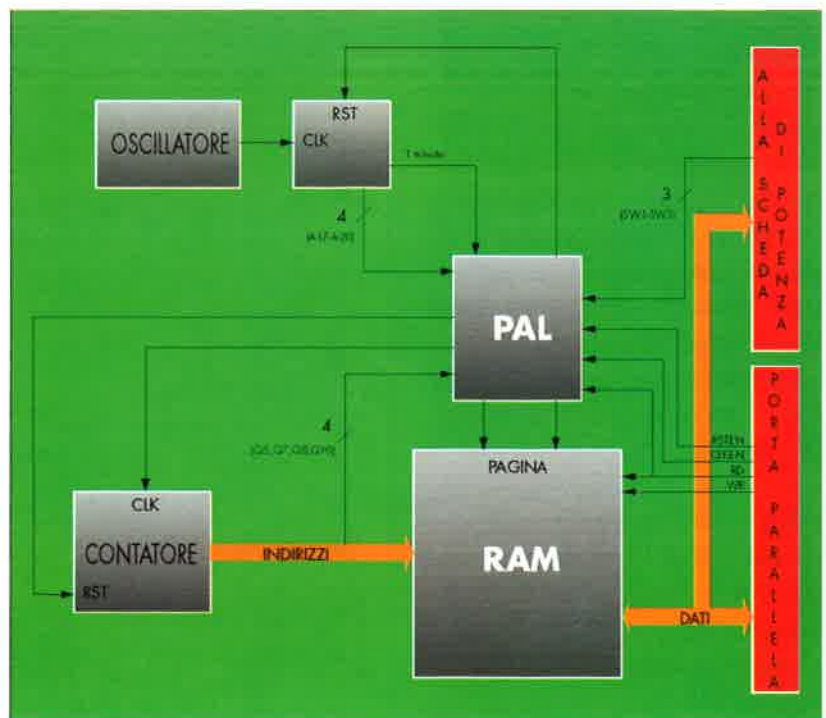
RESET che consente la sua calibrazione con una sola operazione. Questa manovra deve essere eseguita quando l'ora del giorno coincide con l'ora impostata per l'inizio del programma (anche questo argomento, relativo al supporto logico per la gestione del temporizzatore, verrà descritto di seguito).

2. Consente la gestione di un'uscita a 6 bit (facilmente espandibile a 8) ad intervalli di un solo minuto, che possono essere programmati in modo differenziato. Questo permette, attraverso una scheda di interfaccia di potenza (oggetto del prossimo capitolo), di controllare ad intervalli di 1 minuto sei

segnali completamente indipendenti tramite un solo programma; detto in altro modo, ciascuna delle uscite, indipendentemente dalle altre cinque, esegue in un minuto la sequenza (attivata/disattivata) precedentemente programmata.

3. Le uscite possono essere inviate al circuito di potenza o a qualsiasi altro circuito progettato per esigenze particolari; è sufficiente che quest'ultimo sia dotato di un bus dati a 6 bit per realizzare il

Schema a blocchi del circuito



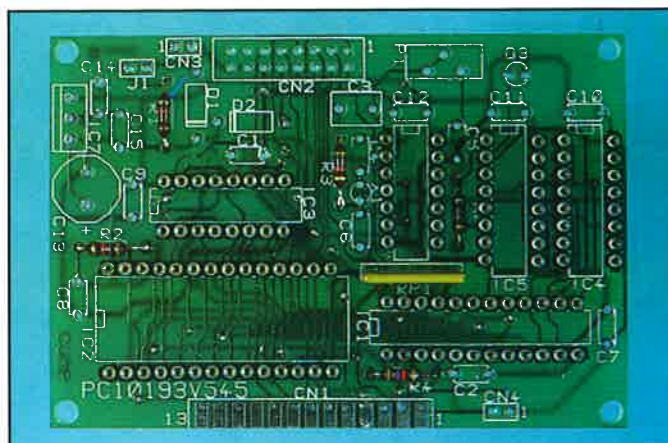
controllo ad intervalli programmabili. Il circuito di temporizzazione consente di controllare sia dei relé a bassa potenza (12 V), che a loro volta possono pilotare i carichi a cui sono collegati, che gli ingressi di sei fotoaccoppiatori (in pratica 6 foto-triac), le cui uscite corrispondenti sono in grado di supportare direttamente la tensione di rete standard (220 V).

4. Oltre alla possibilità di controllare la sequenza giornaliera ad intervalli della durata desiderata, si ha l'ulteriore vantaggio di disporre di un commutatore che consente di scegliere tra quattro diversi programmi. Questi ultimi sono contenuti nella RAM, e sono selezionabili tramite questo commutatore che controlla i segnali di ingresso alla memoria presenti sulle linee da A17 ad A20.

FUNZIONAMENTO

Il cuore di questo circuito è costituito in pratica dalla memoria RAM da 8K x 8 (il circuito integrato indicato con IC2), che viene campionata in modo continuativo per tutto il tempo in cui rimane alimentata. Per indirizzare i 2 Kbyte più bassi della memoria si utilizza il contatore binario a 12 bit contenuto nel circuito integrato IC3 (4040), che ha il compito di garantire l'indirizzamento corretto e completo di tutte le locazioni della memoria, ciascuna delle quali viene scandita ad ogni impulso di clock. In realtà si comporta come un divisore per 1440, valore che coincide con il numero di minuti che rappresentano un giorno e che corrisponde ad un ciclo completo del circuito.

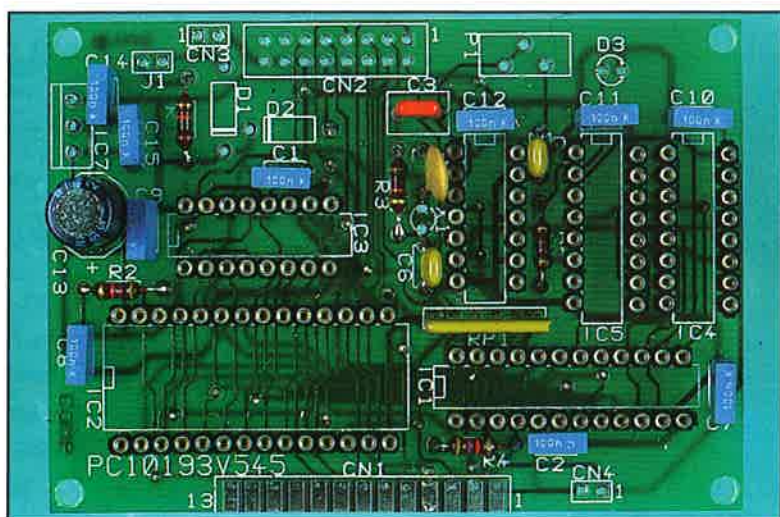
Bisogna tener presente che il condensatore C13 è polarizzato

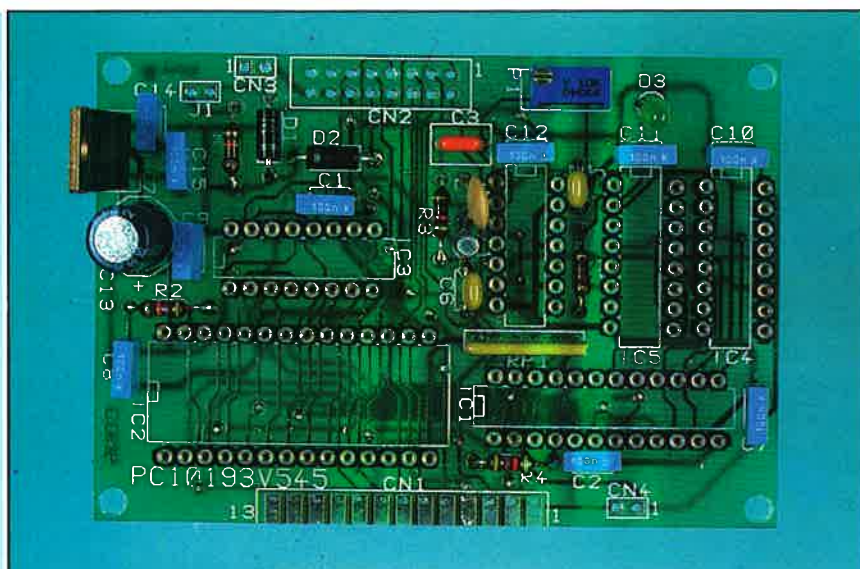


Dopo gli zoccoli si devono saldare le resistenze

In questo modo, quando il contatore arriva al termine del conteggio automaticamente passa nuovamente a zero e ricomincia un nuovo ciclo. Il generatore di clock, anche se non è importante come la memoria, risulta però indispensabile per il circuito temporizzatore non tanto per la sua operatività ma quanto per la sua precisione (da questa dipende l'affidabilità del circuito completo). Questo oscillatore, che contiene un cristallo al quarzo piuttosto particolare, simile a quelli utilizzati negli orologi digitali da polso, ha il compito di generare un impulso di clock al minuto, ed è costituito da un oscillatore ad alta precisione la cui frequenza è di 32.768 Hz. L'oscillatore è stato realizzato con degli invertitori, contenuti nel circuito integrato 74LS04 indicato nello schema con IC6. Un punto molto importante, e spesso critico, è la scelta della famiglia logica alla quale deve appartenere IC6. Si deve tener presente che è strettamente necessario utilizzare la serie LS e non un'altra qualsiasi, poiché in caso contrario potrebbero sorgere problemi di temporizzazione. L'uscita di questo oscillatore viene trasferita ad un'altra porta dello stesso integrato che si comporta da buffer, e di seguito viene inviata all'ingresso di clock di un divisore per 1.966.080. Questo numero associato alla frequenza fondamentale del quarzo consente di ottenere un'uscita ad alta precisione di un minuto esatto.

Per l'oscillatore si deve tener presente che è assolutamente necessario utilizzare la serie LS





Non è necessario montare un dissipatore sul regolatore di tensione LM7805

Il divisore è formato da due contatori binari a 12 bit 4040, simili a quelli utilizzati per l'indirizzamento della memoria. Questi formano in pratica un contatore a 24 bit che consente di ottenere il rapporto di divisione voluto.

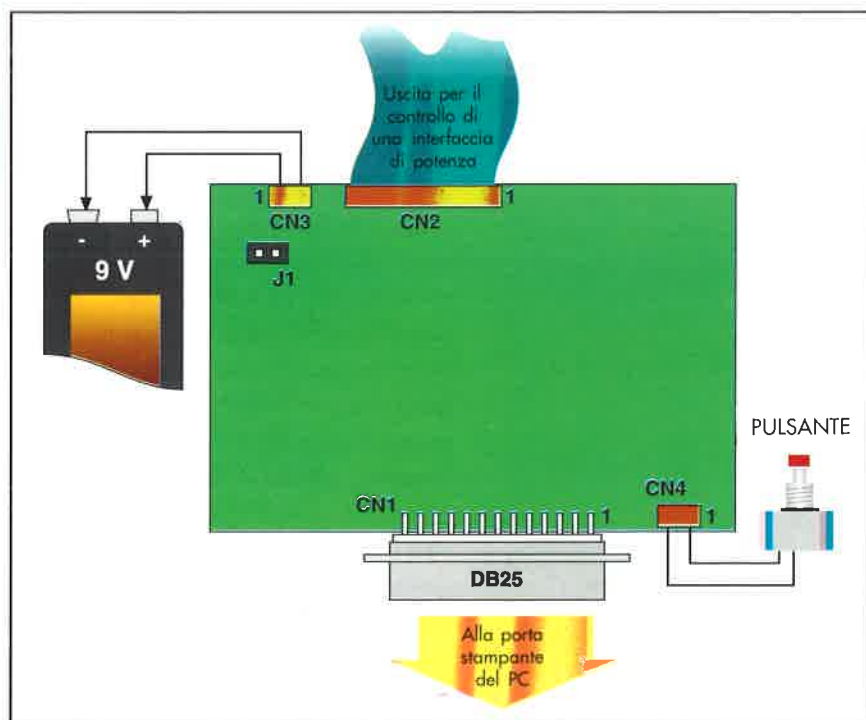
Il cervello logico del circuito è rappresentato da IC1, un dispositivo di tipo PAL (20L8). Questo componente ha il compito di supervisionare il conteggio di entrambi i divisori per verificare che ciascuno operi entro un rapporto di divisione

tramite la semplice variazione della posizione del commutatore.

Un altro compito della PAL è quello determinare quando il circuito è collegato alla porta parallela di un calcolatore. In questo caso vengono attivate le misure necessarie per permettere al programma di assumere il controllo, in modo che la gestione del circuito possa avvenire tramite il calcolatore. Come si può facilmente verificare, il circuito può essere alimentato in due diversi modi: attraverso

il connettore CN2 con un ingresso a 12 V, oppure attraverso il connettore CN3 al quale deve essere collegata una pila da 9 V; in entrambi i casi la tensione di ingresso viene poi inviata al regolatore di tensione LM7805 (IC7) che la trasforma in 5 V stabilizzati. In condizioni di funzionamento normale, e con entrambe le tensioni presenti, la batteria non fornisce energia al circuito, e viene mantenuta carica con una piccola corrente che le arriva attraverso R1 e J1; questo circuito agisce anche da limitatore di carica, per impedire un deterioramento della batteria a causa di un eccesso di carica. Quando viene a mancare la tensione principale a 12 V entra in funzione la batteria, che fornisce l'energia necessaria per il fun-

Schema di collegamento del circuito



zionamento dei circuiti. È importante segnalare la funzione del ponticello J1: nel caso non venga utilizzata una batteria di tipo ricaricabile (Ni-Cd) ma una pila comune, si deve aprire questo ponticello per evitare che circoli la piccola corrente di carica, descritta precedentemente, che potrebbe danneggiare la pila standard.

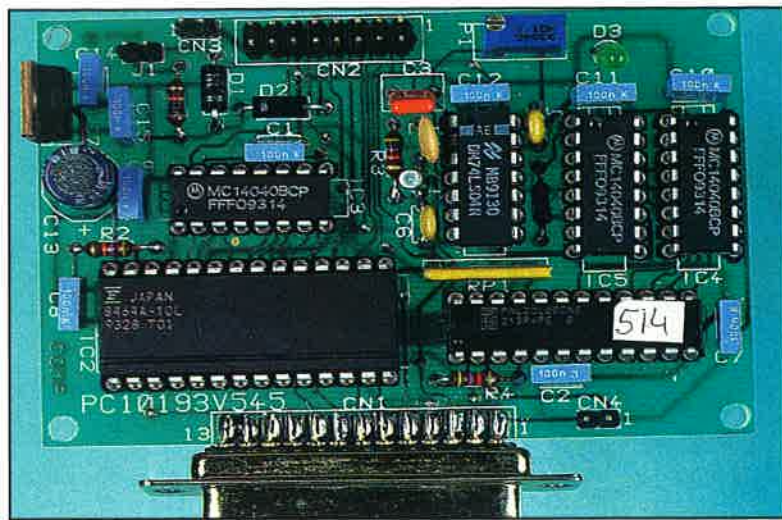
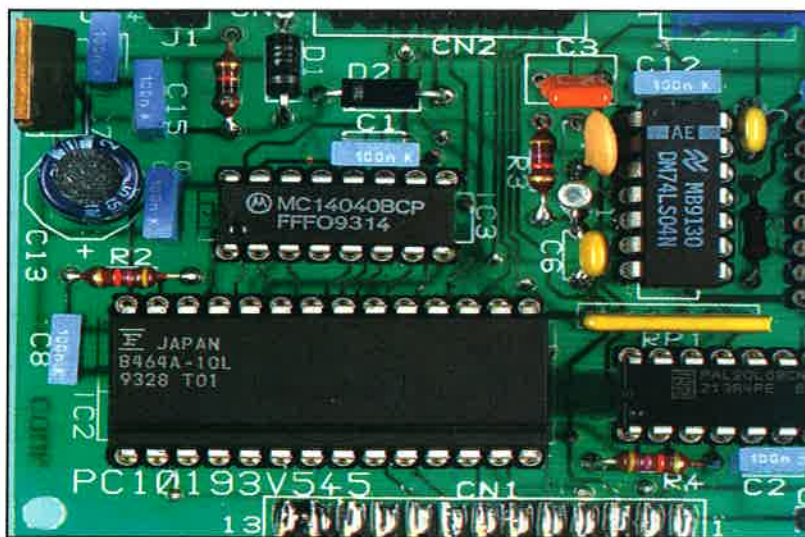
In quest'ultimo caso si deve tener presente che la pila, dopo un certo periodo, si esaurisce ed è perciò necessario sostituirla.

In condizioni normali di funzionamento gli ingressi /OE e /WE della memoria sono rispettivamente a livello basso e a livello alto; in questo modo il circuito è impostato nella modalità di lettura, per cui sulle linee dei dati è presente il contenuto della memoria corrispondente all'indirizzo selezionato in quel momento.

Quando si collega il circuito al computer per memorizzare un nuovo programma il terminale /OE viene portato a livello alto, e tramite software viene generato un impulso di scrittura sul terminale /WE per ciascuna locazione di memoria, il cui avanzamento viene eseguito sempre tramite il programma.

Il connettore CN4 viene utilizzato per inizializzare i contatori quando il circuito funziona in modo autonomo. Il risultato effettivo di questo RESET è la sincronizzazione del sistema con l'ora di riferimento programmata tramite software.

La memoria è il cuore del circuito temporizzatore



Aspetto finale del circuito

MONTAGGIO E VERIFICA DEL CIRCUITO

Quando si eseguono le operazioni di montaggio del circuito si devono osservare le solite precauzioni già indicate più volte. I primi componenti che devono essere montati sono costituiti dalle strisce di terminali torniti che rappresentano gli zoccoli per i circuiti integrati; ciò perché il circuito stampato ha i fori non metallizzati, per cui è necessario effettuare alcune saldature anche dal lato componenti. Al termine di questa operazione si può procedere al montaggio degli altri elementi secondo le regole tradizionali.

Inizialmente si possono montare i componenti passivi, costituiti dalle resistenze e dai condensatori. Per il condensatore elettrolitico, che è polarizzato, bisogna rispettare il corretto orientamento poiché, in caso di montaggio errato, il componente potrebbe subire danni irreparabili creando nel contempo una situazione pericolosa per l'operatore (si ricorda che i condensatori elettrolitici non correttamente alimentati possono anche scoppiare).

Si procede con i connettori e i terminali, il cui montaggio non dovrebbe presentare particolari problemi se non quello del loro inserimento nello stampato.

Il connettore CN4 viene utilizzato per inizializzare i contatori quando il circuito funziona in modo autonomo

Elenco componenti**Resistenze**

R1 = 1 k Ω
 R2, R3, R4 = 4,7 k Ω
 R5 = 470 Ω
 RP1 = 4,7 k Ω x 6, SIL 7 terminali
 P1 = 10 k Ω , potenziometro

Condensatori

C1, C2, C7, C8, C9, C10, C11,
 C12, C14, C15 = 100 nF
 C3 = 220 nF
 C4 = 82 pF
 C5, C6 = 4,7 nF
 C13 = 220 μ F/25 V, elettrolitico

Semiconduttori

IC1 = 2018 PAL
 IC2 = 6264, RAM 8K x 8
 IC3, IC4, IC5 = 4040
 IC6 = 74LS04
 IC7 = LM7805
 D1, D2 = 1N4001
 D3 = LED 3 mm verde

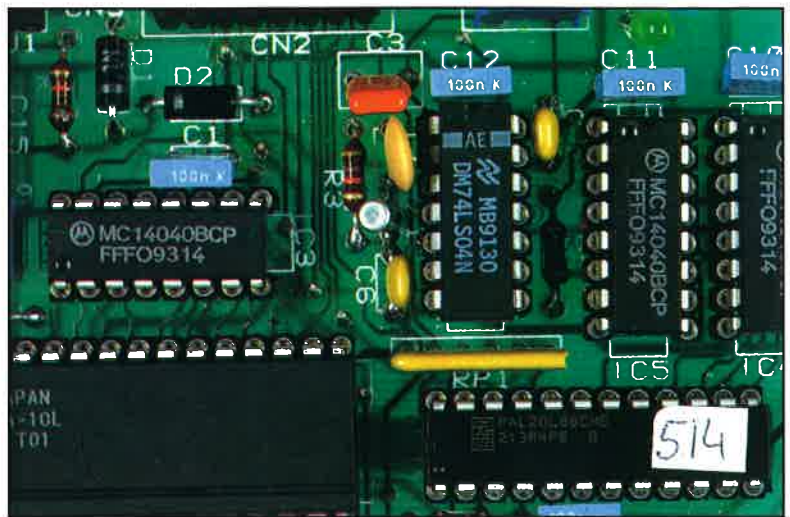
Varie

X1 = cristallo da 32768 Hz
 J1 = jumper
 CN1 = Connettore DB25 maschio
 CN2 = Striscia da 8x2 terminali
 CN3, CN4 = Striscie a 2 terminali
 1 Batteria ricaric. o standard da 9 V
 1 Connettore per pila da 9 V
 114 terminali torniti femmina
 1 Pulsante di Reset
 1 Circuito stampato PC10193V545

Di seguito si devono montare i diodi, anch'essi polarizzati, facilmente identificabili dall'anello colorato stampato sul loro corpo (l'anello colorato, generalmente bianco, indica che il terminale piú vicino corrisponde al catodo del diodo). Successivamente si possono montare il cristallo al quarzo e inserire gli integrati nei rispettivi zoccoli. A costo di risultare noiosamente ripetitivi si ricorda ancora una volta di prestare particolare attenzione al loro orientamento. Il sistema per non commettere errori è quello di osservare la serigrafia dello stampato, sulla quale è riportata la tacca presente anche sul corpo del circuito integrato. L'orientamento che fa coincidere le due tacche è quello corretto.

L'inserimento del jumper sul ponticello J1 dipende dal tipo di batteria utilizzato: non deve essere inserito se si usa una batteria standard, deve essere inserito se si usa una batteria ricaricabile.

Dopo aver montato tutti i componenti sulla scheda non rimane che effettuare una ispezione visiva accurata dell'insieme. Questa operazione consente di evitare noie successive e problemi di difficile soluzione. Tra i

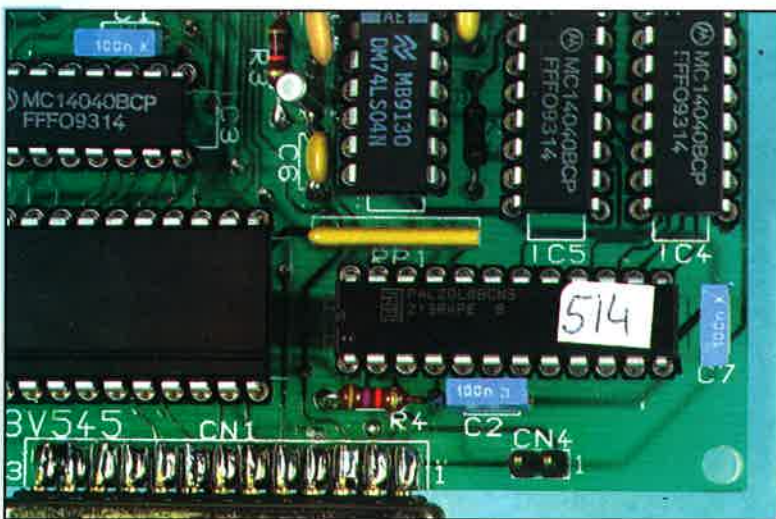


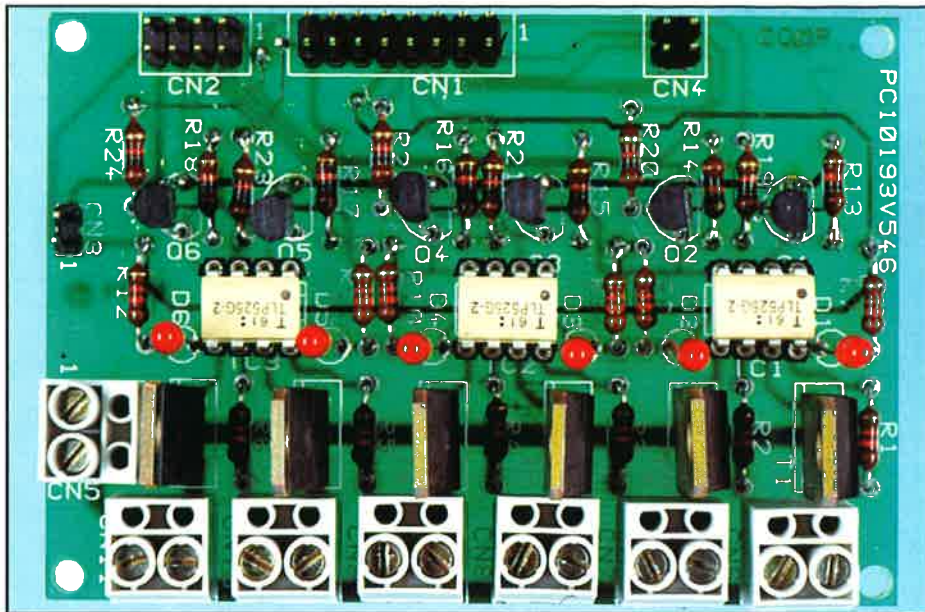
L'oscillatore è formato dall'integrato 74LS04

dettagli che si devono controllare con quest'ultima revisione si ricordano:

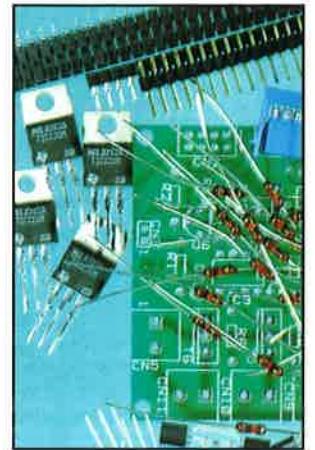
- l'orientamento di tutti i componenti polarizzati, quali i diodi, il LED, il condensatore elettrolitico e i circuiti integrati;
- l'eventuale presenza di cortocircuiti tra piste adiacenti. Questi possono essere stati provocati accidentalmente durante le operazioni di saldatura; è opportuno localizzarli prima di alimentare il circuito, evitando che manifestino la loro presenza con effetti deleteri per i componenti;
- saldature fredde. Questo è un problema che normalmente capita agli appassionati di elettronica non particolarmente abili nell'arte della saldatura a stagno. Gli effetti di una saldatura fredda sono del tutto imprevedibili: si possono manifestare come dei falsi contatti oppure come punti di collegamento a resistenza elevata dovuta alla saldatura stessa. Questa condizione può compromettere il funzionamento di tutto il dispositivo. Il metodo piú rapido, anche se non il piú sicuro, per localizzare una saldatura fredda è quello di osservarne la brillantezza. Una saldatura eseguita correttamente brilla in modo particolare, mentre una saldatura fredda appare generalmente opaca e spugnosa. Pertanto, per poter individuare questi difetti si consiglia di illuminare con una lampada, possibilmente azzurrognola, il lato saldature del circuito stampato e osservare attentamente quali sono i punti di saldatura che non riflettono in modo brillante la luce. In caso di dubbi si consiglia comunque di ripassare tutte le saldature dall'aspetto sospetto.

La PAL è il cervello logico del circuito





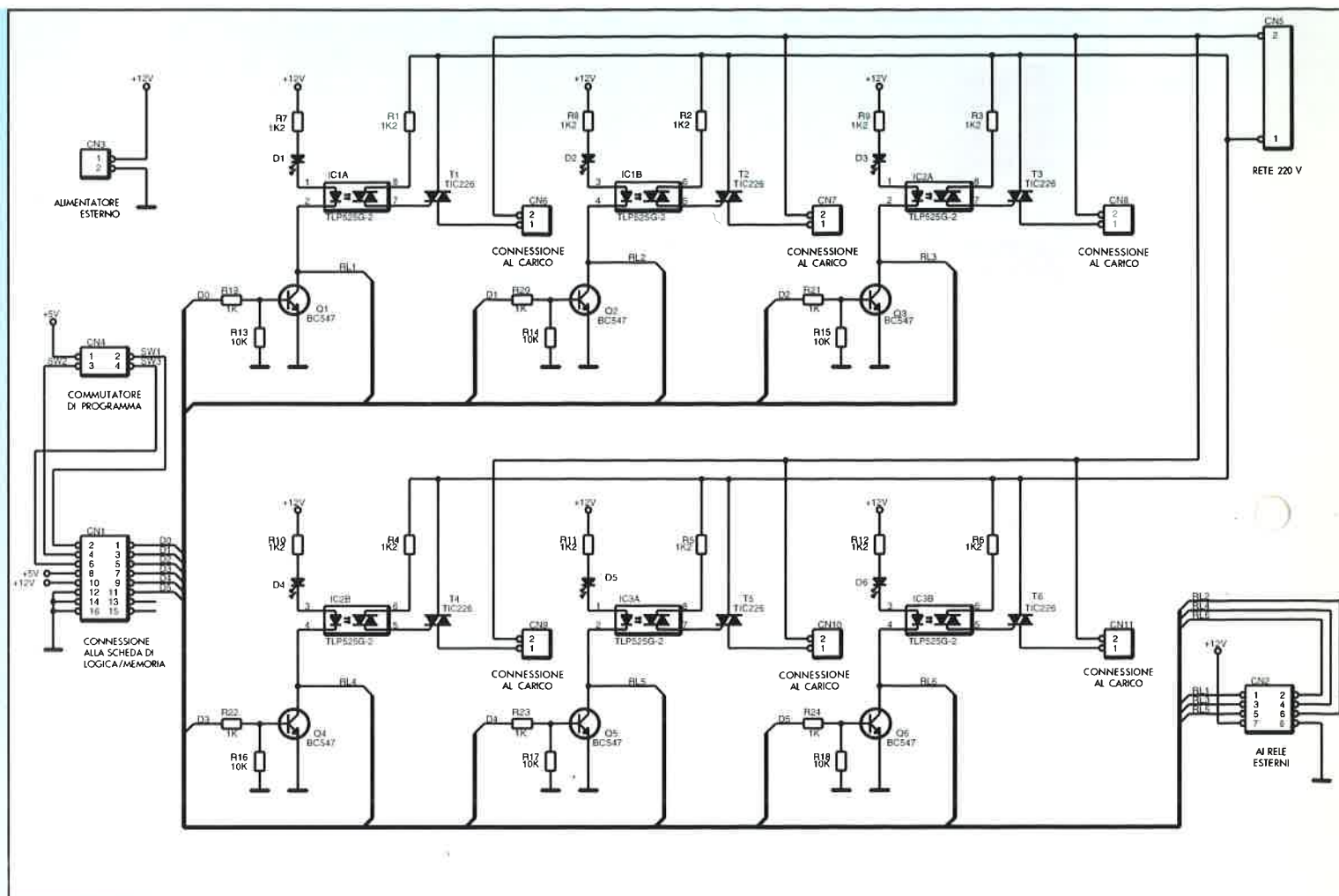
SCHEMA DI POTENZA PER IL TEMPORIZZATORE UNIVERSALE



Qualsiasi applicazione elettronica che si rispetti deve poter comunicare con il mondo esterno. La scheda di temporizzazione universale proposta nel capitolo precedente rispetta tutte le norme e i presupposti di affidabilità richiesti a questo tipo di circuiti, ma per poter gestire qualsiasi dispositivo richiede l'impiego di una interfaccia come quella presentata di seguito.

il compito del circuito proposto di seguito potrebbe non essere chiaro se non si prende in considerazione la scheda di temporizzazione presentata nel capitolo precedente. Quest'ultima è stata infatti progettata già pensando al suo collegamento con la scheda di controllo di potenza. Il temporizzatore, o stadio di logica/memoria, ha il compito di controllare la parte "intelligente" del sistema,

Lo stadio di logica/memoria ha il compito di controllare la parte "intelligente" dell'insieme



Schema elettrico del circuito di potenza per il temporizzatore universale

mentre la scheda di potenza gestisce, sotto il controllo della prima, i dispositivi esterni che si vogliono collegare al temporizzatore.

CONTROLLO DI POTENZA

Il metodo più semplice e intuitivo per pilotare un dispositivo esterno con un segnale logico di comando (segnale digitale) consiste nell'utilizzare un relè in grado di isolare elettricamente entrambi i circuiti.

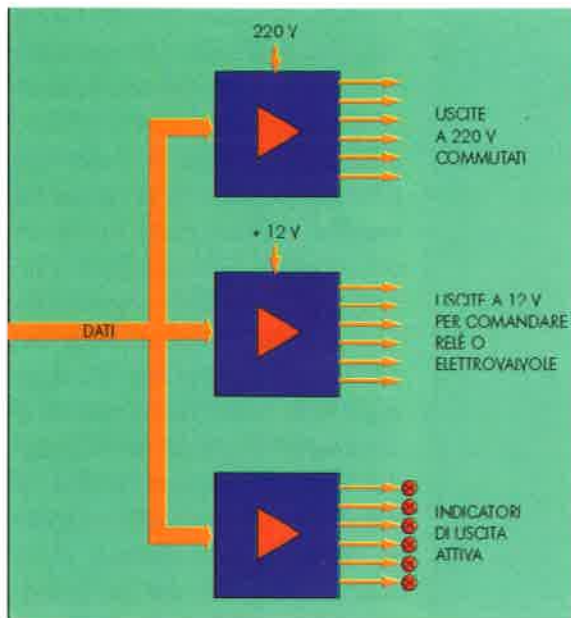
Un altro metodo altrettanto efficace di isolamento e protezione del circuito di controllo rispetto ai segnali di potenza prevede l'utilizzo di fotoaccoppiatori. La scheda proposta di seguito sfrutta entrambi i metodi, ed è pertanto sufficientemente versatile per accontentare e soddisfare tutte le applicazioni immaginabili.

Per prima cosa è opportuno esaminare i vantaggi

e gli svantaggi che presentano le due diverse soluzioni.

RELÈ E FOTOACCOPIATORI

L'impiego dei relè per il controllo di dispositivi di potenza associati a circuiti di controllo elettronico più o meno sofisticati è senza dubbio una delle opzioni che tradizionalmente si sono dimostrate più semplici, economiche e sufficientemente affidabili. Il loro vantaggio deriva dall'apparizione in commercio di relè di nuova concezione, dotati di dimensioni e di un rapporto peso/potenza ottimali, associati ad un costo relativamente contenuto. Anche i relè in grado di essere eccitati con le tensioni tradizionalmente utilizzate nel campo elettronico (valori di 5, 12 e 15 V) sono stati soppiantati da dispositivi che ai meno esperti potrebbero causare parecchia confusione. Tra



Schema a blocchi del circuito di potenza. È necessaria una alimentazione esterna a 12 Vcc

questi si devono segnalare ad esempio quelli dall'aspetto simile ad un circuito integrato, che si sono dimostrati estremamente utili ai progettisti elettronici. La somiglianza non si limita solamente alle dimensioni ma anche alla disposizione dei terminali, ed in particolare alla loro distanza di interesse che consente di mantenere per le loro isole il passo standard di 1/10 di pollice.

Poiché la realizzazione di una scheda di interfaccia a relè è decisamente molto semplice rispetto ad un circuito fotoaccoppiato, si è deciso di lasciare al lettore la sua progettazione e produzione. Questa decisione deriva dal fatto che in commercio sono presenti parecchi modelli di relè, strutturalmente molto diversi tra di loro; alcuni lettori avrebbero potuto trovare delle difficoltà nel reperire nella propria zona il modello proposto in queste pagine. Inoltre, il tipo di relè che deve essere utilizzato dipende principalmente dal carico che si desidera controllare, per cui la sua scelta risulta estremamente soggettiva.

La soluzione che prevede l'impiego dei fotoaccoppiatori è stata studiata per poter essere montata interamente

sul circuito stampato che viene fornito con il fascicolo. Uno dei principali vantaggi di questi circuiti è senza dubbio il loro aspetto molto compatto. Tra i componenti ottici disponibili in commercio si possono citare i fototransistor, i fototriac e i fotorelè; la semplicità di impiego è certamente una delle componenti più interessanti, che associata al costo contenuto rendono questi componenti molto apprezzati dai progettisti elettronici.

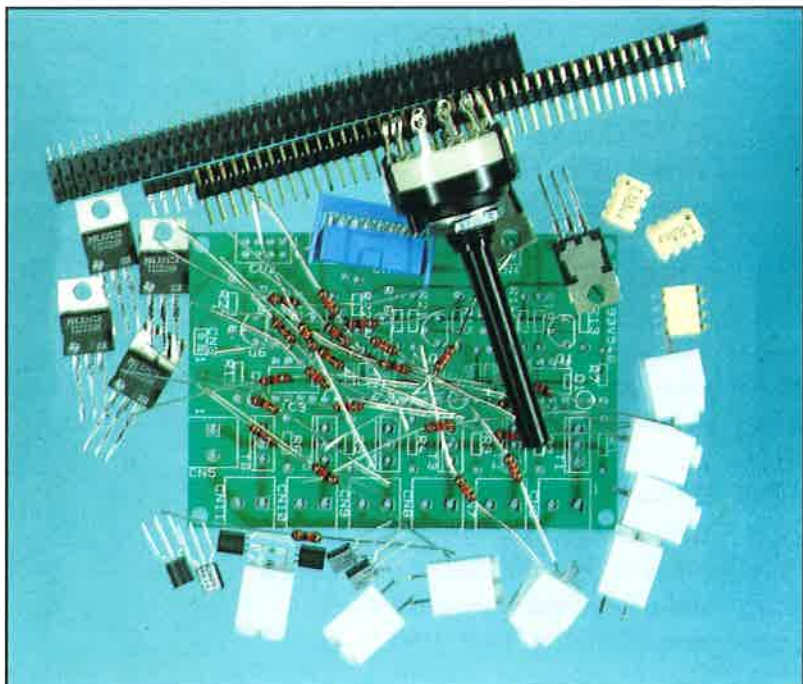
In questa realizzazione, come si può verificare dallo schema generale, si sono scelti dei triac di potenza per il pilotaggio della linea a 220 V; questi sono controllati da fototriac, che a loro volta vengono pilotati tramite il segnale logico inviato dalla scheda di logica/memoria. Il funzionamento dettagliato del circuito è descritto di seguito.

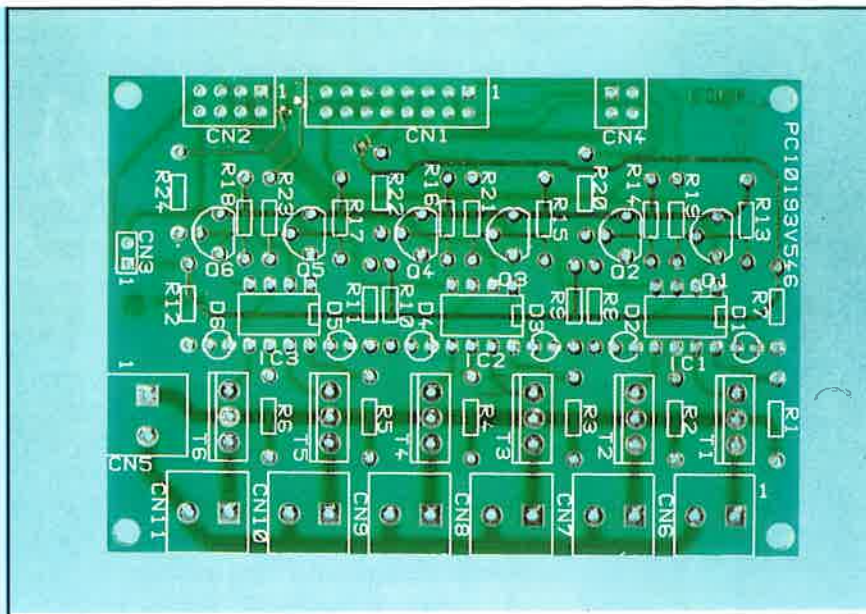
FUNZIONAMENTO DEL CIRCUITO

Si inizia l'esame del funzionamento del circuito partendo dai connettori di cui è dotato. Il connettore CN1 è destinato al collegamento delle due schede che formano il sistema: la scheda di logica/memoria e la scheda di controllo di potenza. Sui terminali 2, 4 e 6 arrivano le linee di commutazione del programma. Come detto in precedenza, la scheda di memoria permette quattro programma-

In questo circuito si è optato per l'impiego di un triac di potenza per gestire la linea a 220 V

Questi sono i componenti che devono essere montati sul circuito stampato descritto in questo capitolo





Circuito stampato utilizzato per il montaggio

zioni diverse che sono contenute in quattro blocchi separati della memoria.

Per selezionare questi programmi è sufficiente collegare ciascuna di queste linee all'alimentazione + 5 V, oppure lasciarle aperte ottenendo in questo modo le quattro possibilità di commutazione.

Un'altra delle funzioni di CN1 è quella di permettere l'alimentazione delle due schede.

La scheda di memoria non utilizza però la tensione di + 12 V (in quanto prevede l'impiego di una batteria di emergenza); quest'ultima si deve prelevare da un alimentatore esterno che deve essere collegato alla scheda di potenza tramite il connettore indicato con CN3. I 12 V vengono inviati alla scheda di memoria attraverso CN1, dove vengono stabilizzati e trasformati in + 5 V dal regolatore LM7805; in assenza dei 12 V l'alimentazione necessaria per entrambe le schede, ma indispensabile soprattutto per mantenere attiva la memoria del sistema, viene prelevata dalla batteria tampone.

I terminali rimanenti di CN1 corrispondono alle sei linee di controllo provenienti dal bus dati della memoria presente sulla scheda logica, e alla linea di massa.

Il funzionamento del fotoaccoppiatore è basato sull'attivazione della giunzione di ricezione tramite raggi infrarossi

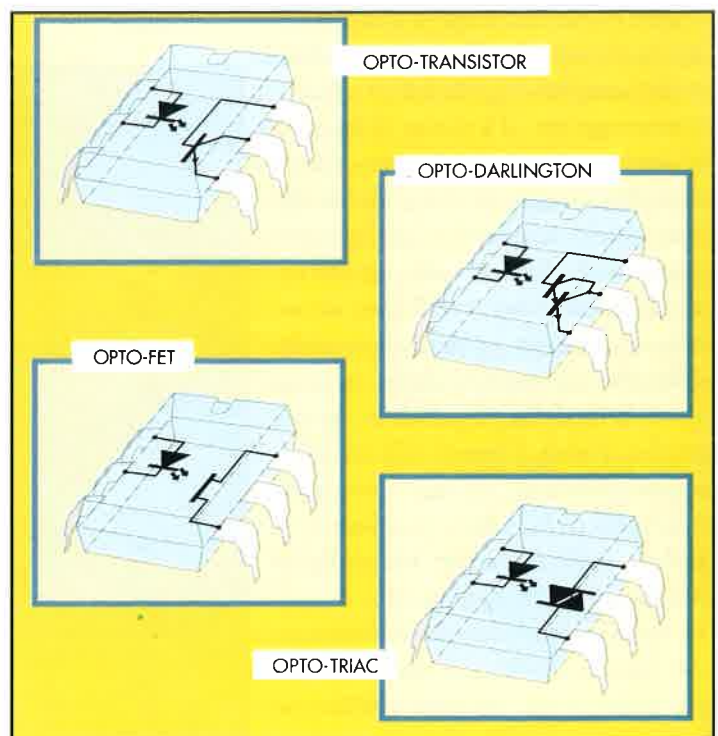
Ciascuna di queste linee (D0-D5) è collegata alla base di un transistor NPN configurato come interruttore ON/OFF.

Il funzionamento di ciascuno dei sei canali è simile: in presenza del segnale di attivazione (ossia un dato presente su di una linea compresa tra D0 e D5) proveniente da CN1, si polarizza la base del corrispondente transistor che commuta nello stato ON fornendo il riferimento di massa al terminale del fotoaccoppiatore relativo al catodo del diodo emettitore interno. In questa condizione viene attivato anche il diodo LED indicatore del canale interessato.

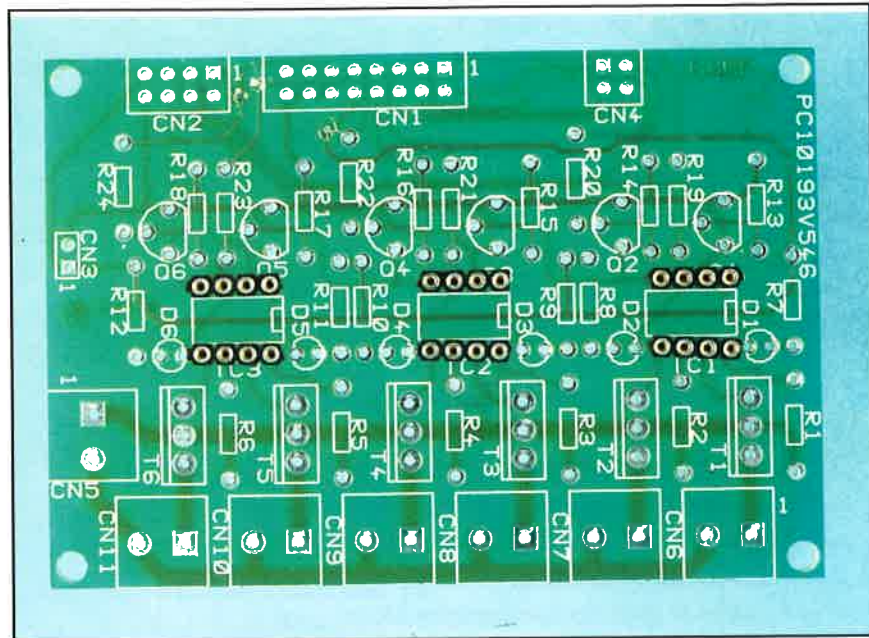
Il funzionamento del fotoaccoppiatore è molto semplice: la giunzione di ricezione (in questo caso il fototriac) viene attivata dal fascio di raggi infrarossi emesso dal fotodiode interno. Ciò consente di ottenere un isolamento elettrico perfetto, definito anche isolamento galvanico, tra il circuito di controllo e quello di potenza.

Nella configurazione proposta il fototriac ha il

In commercio sono disponibili diversi tipi di fotoaccoppiatori. Nella figura sono riportati alcuni esempi



compito di innescare un triac di potenza configurato come interruttore; ciò significa che ogni volta che il triac viene innescato entra in conduzione, per cui si può affermare che questo componente si comporta come un interruttore. Il cablaggio realizzato tra il connettore di ingresso dei 220 V (indicato con CN5) e i connettori di uscita (da CN6 a CN11) è stato realizzato in modo che il circuito rimanga alimentato in modo continuo dalla rete; quando la logica di controllo attiva uno dei sei canali (o più di uno), i 220 V vengono trasferiti al corrispondente connettore di potenza di uscita (CN6-CN11).



Si consiglia di saldare per primi gli zoccoli per gli integrati

La struttura interna dei fotoaccoppiatori permette di isolare la rete a 220 V da quella a bassa tensione del circuito di controllo. Dal collettore di ciascun transistor partono delle linee inviate al connettore CN2. Queste servono per collegare, e di conseguenza pilotare, il circuito alternativo a relè di cui si è parlato in precedenza. La funzione di queste linee è quella di fornire il riferimento di massa per l'eccitazione delle bobine dei diversi relè.

Sul connettore sono presenti anche i 12 V che devono essere collegati al morsetto positivo della

bobina di ciascun relè; l'eccitazione si ottiene fornendo il riferimento di massa controllato. Anche utilizzando il circuito a relè si accendono i diodi LED indicatori corrispondenti ai canali attivi.

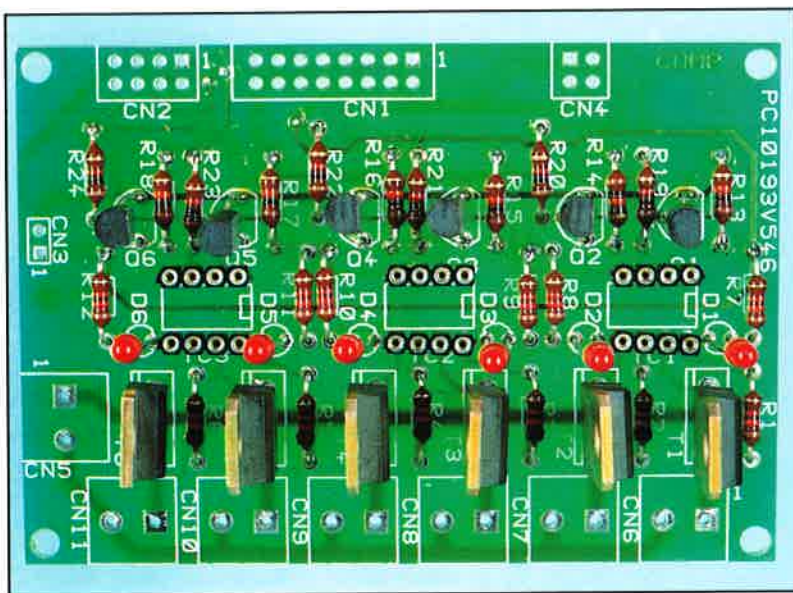
Come si può osservare, il circuito è stato progettato in modo da poter utilizzare indifferentemente sia l'interfaccia a relè che la presa diretta a 220 V. È comunque possibile operare in logica inversa, vale a dire collegare il morsetto negativo delle bobine dei relè ad una linea di massa comune e pilotare le singole eccitazioni con i 12 V presenti sui collettori dei transistor.

In questo caso però l'accensione dei diodi LED indica che i corrispondenti relè sono in stato di riposo. Questo è il motivo per cui sul connettore CN2 è presente anche un terminale di massa.

In questo progetto si è deciso di utilizzare dei relè a +12 V poiché sono quelli maggiormente diffusi in commercio; se fosse necessario, è possibile eseguire un adattamento dell'alimentazione (in pratica inserendo un regolatore di tensione) per controllare relè con

I fotoaccoppiatori isolano i 220 V di rete dalle basse tensioni di alimentazione del circuito

L'installazione dei componenti è molto semplice se si seguono le indicazioni fornite dalla serigrafia



La scheda è a doppia faccia, ma i fori non sono metallizzati

valori di alimentazione diversa (ad esempio relè a + 5 V).

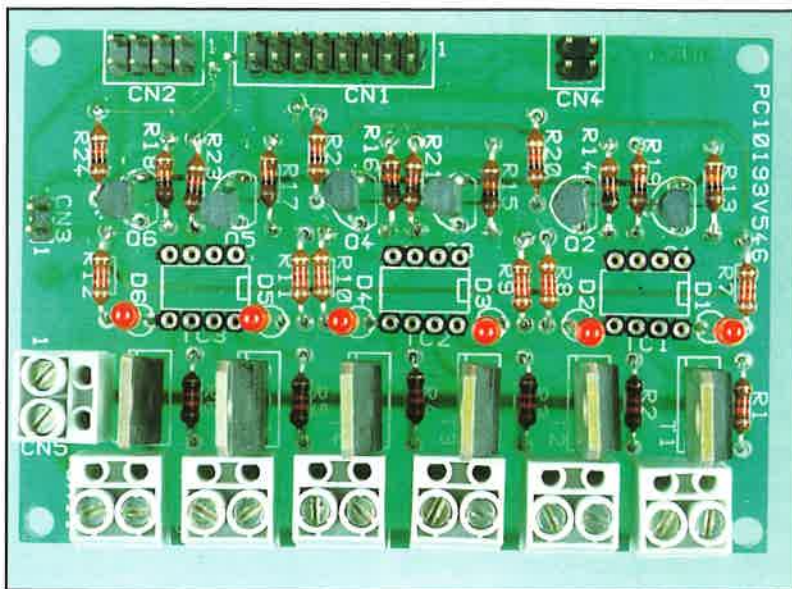
MONTAGGIO DEL CIRCUITO

Per la realizzazione del circuito bisogna per prima cosa procurarsi tutti i componenti necessari; successivamente bisogna montarli seguendo i criteri indicati di seguito.

Poiché il circuito stampato è a doppia faccia con fori non metallizzati, è necessario realizzare con dei pezzi di filo nudo gli opportuni collegamenti tra le due facce dello stesso

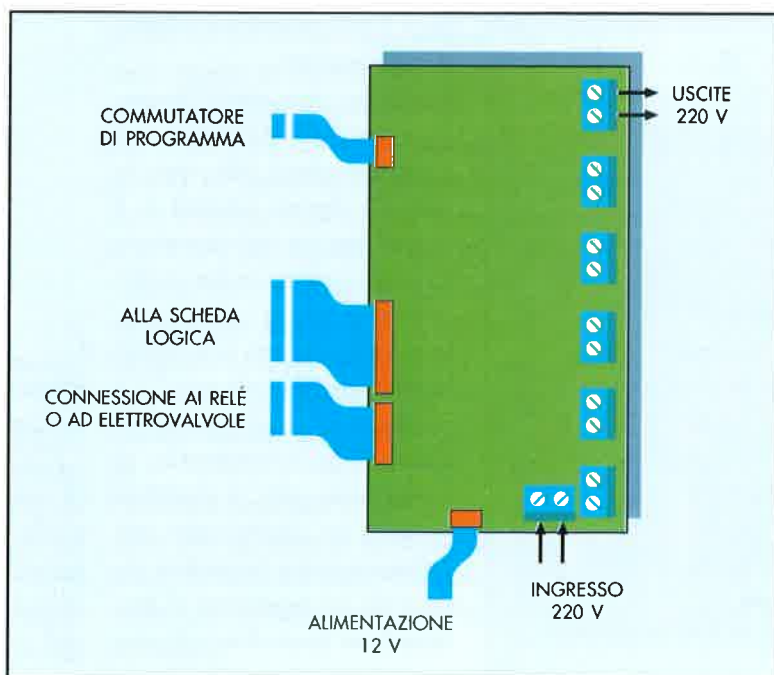
prima di eseguire il montaggio e la saldatura dei componenti; anche alcuni terminali di questi ultimi devono essere saldati su entrambe le facce dello stampato.

Dimenticare uno di questi collegamenti o una delle saldature sui terminali dei componenti interessati potrebbe generare dei problemi di funzionamento del circuito di difficile individuazione, per cui è necessario seguire scrupolosamente un ordine ed avere una attenzione rigorosa quando si effettua-



Circuito con tutti i componenti montati

Schema di cablaggio dei connettori



no queste operazioni.

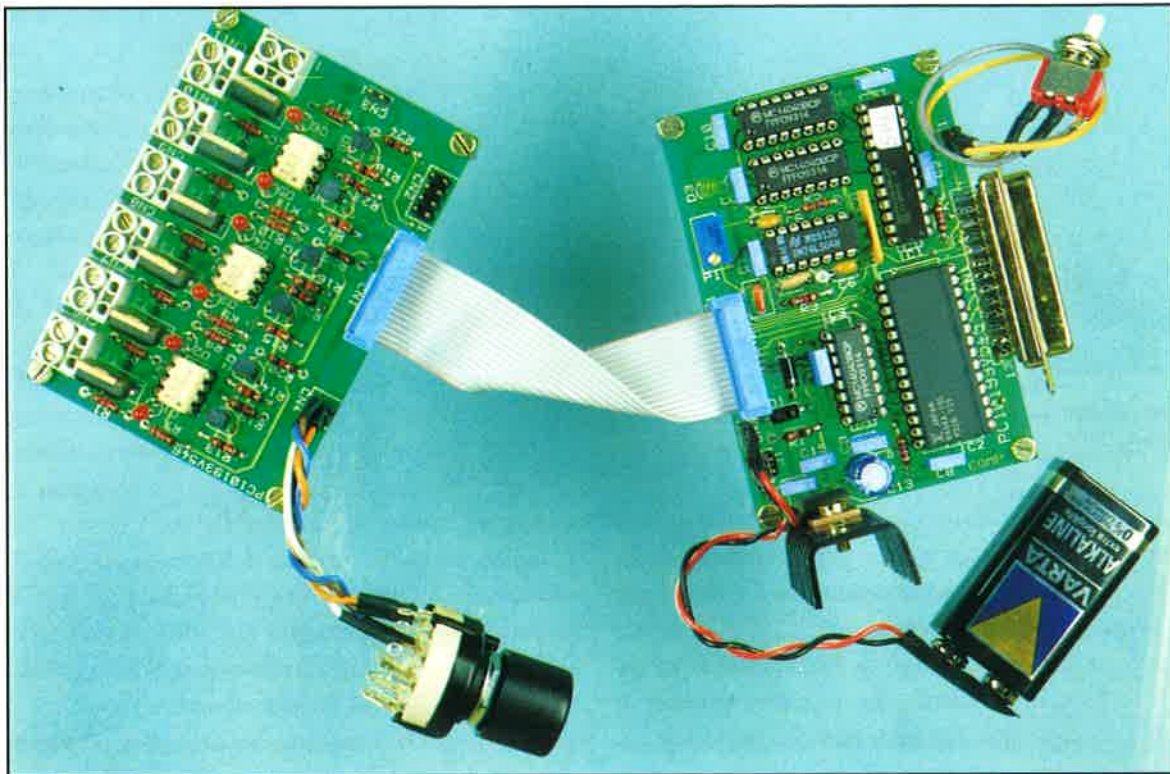
Per semplificare il lavoro, è consigliabile effettuare per prime tutte le saldature che presentano una difficoltà maggiore a causa della loro posizione, come ad esempio quelle dei componenti situati in zone del circuito a densità elevata.

Questa regola può essere applicata in deroga all'ordine convenzionale di montaggio dei componenti, tipico di qualsiasi montaggio elettronico.

Se invece si vogliono seguire scrupolosamente le regole convenzionali si deve iniziare con i componenti passivi, costituiti dalle resistenze, dai connettori a vite e da quelli realizzati con le strisce di terminali maschi.

Per i fotoaccoppiatori è consigliabile utilizzare degli zoccoli oppure delle strisce di terminali torniti femmina, saldando per primi i terminali che presentano connessioni su entrambi i lati dello stampato. Dopo aver montato gli zoccoli si possono inserire i componenti attivi, costituiti dai transistor, dai triac e dai diodi LED.

L'ultima fase del montaggio prevede l'inserimento dei fotoaccoppiatori nei rispettivi zoccoli, rispettando la posizione e l'orientamento indicati sulla serigrafia stampata sulla scheda. Quest'ultima raccomandazione vale anche per tutti gli altri componenti polarizzati, quali i transistor, i diodi LED, i triac, ecc.



Poiché il dispositivo utilizza la tensione di rete, bisogna tener presente i pericoli che derivano dall'uso di apparecchiature nelle quali sono presenti i 220 V

Sistema completo con entrambe le schede: di logica/memoria e di potenza

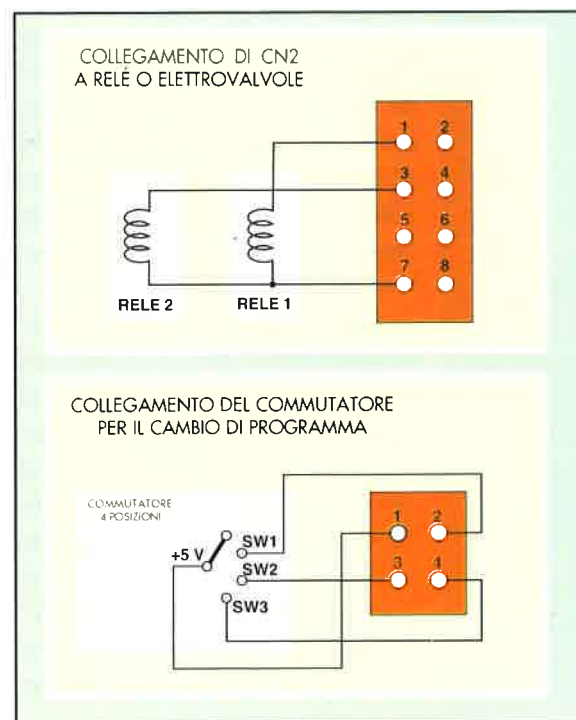
Poiché il circuito lavora alla tensione di rete, è buona regola maneggiarlo con molta precauzione quando è alimentato; è superfluo ricordare i pericoli che derivano dall'impiego di dispositivi alimentati a 220 V e i problemi che potrebbe provocare un loro incauto uso. Per questa ragione è consigliabile eseguire il collegamento dell'alimentazione a 220 V (morsetteria CN5) come ultima operazione. Per verificare i collegamenti della scheda si può utilizzare la relativa figura che riporta lo schema di cablaggio.

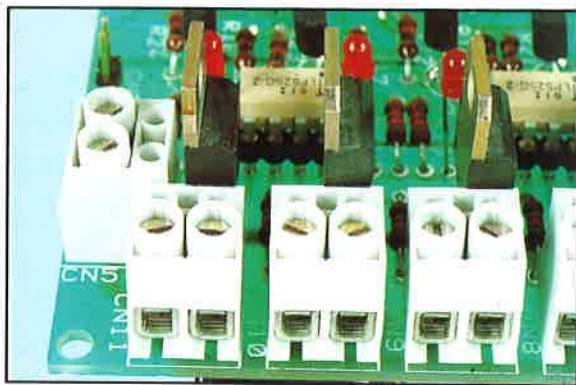
VERIFICA E REGOLAZIONE

Al termine del montaggio della scheda è necessario effettuare una sua verifica. Il primo controllo che si deve eseguire, prima di collegarla alla scheda di logica/memoria realizzata in precedenza, è un'attenta ispezione visiva. Lo scopo di questa operazione è quella di verificare, in modo non distruttivo, la presenza di eventuali cortocircuiti, saldature dimenticate, saldature fredde o componenti non montati correttamente.

È ovvio che l'alternativa a questa verifica è l'immediato collegamento della scheda all'alimentazione, con i conseguenti possibili danni che potreb-

Esempio di collegamento dei relè alla scheda





Dettaglio delle morsettiere di collegamento con l'uscita commutata a 220 V

bero derivare da un errore non identificato. Non si ritiene necessario descrivere il metodo per individuare eventuali cortocircuiti, poiché i lettori sono certamente in grado di riconoscerli in modo immediato; i problemi che possono provocare sono di vario tipo, ma sempre molto pericolosi sia per il circuito che per l'utilizzatore. Per quanto riguarda le saldature fredde, si può dire che sono facilmente rilevabili a causa del loro aspetto ruvido e opaco (in pratica lo stagno che ricopre il punto di saldatura manca di brillantezza); i loro effetti possono essere ancor più difficili da gestire rispetto a quelli che derivano da un cortocircuito.

Un'altra operazione importante è quella di verificare la presenza delle saldature su entrambe le facce dello stampato nei punti in cui sono previste. Questo controllo non sarebbe necessario se la scheda avesse i fori metallizzati, ma in questo caso diventa di estrema importanza.

Dopo aver ricontrollato attentamente la scheda si può procedere in modo intuitivo alla verifica del suo corretto funzionamento. Per questa operazione non è necessario collegare l'alimentazione a 220 V; è infatti sufficiente alimentare dall'esterno la scheda con i 12 V (morsettiere CN3). Con questa alimentazione in corrente continua collegata si possono attivare in

modo manuale i sei canali presenti sulla scheda di potenza.

Per ottenere ciò è sufficiente collegare alternativamente i segnali di 0 e 5 V sulle sei linee di ingresso di controllo della scheda (le stesse che successivamente saranno gestite dalla scheda di logica/memoria). Queste linee sono presenti sul connettore CN1, e corrispondono ai terminali 1, 3, 5, 7, 9 e 11. Applicando in modo manuale i segnali di controllo si ottiene come risultato che il transistor del canale corrispondente commuta; si può verificare immediatamente se ciò avviene effettivamente osservando se il diodo LED associato a questo canale si accende, in quanto risulta collegato a massa attraverso il transistor stesso.

È logico supporre che se il fotoaccoppiatore è montato correttamente il segnale emesso dal diodo interno attiva la giunzione del triac di uscita, e questo a sua volta agisce allo stesso modo sul triac di potenza (TIC226 o equivalente).

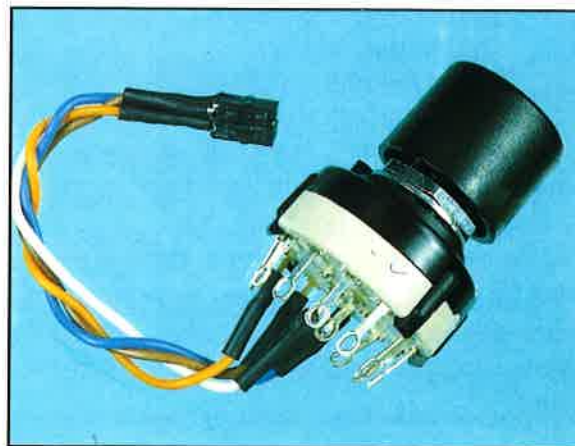
Se si desidera eseguire ancora una ulteriore verifica, è possibile misurare sui terminali di CN2 la presenza/assenza dell'alimentazione a + 12 V che deriva dagli stadi di controllo.

I terminali interessati sono quelli dall'1 al 6. In funzione di come vengono commutati gli ingressi su CN1 si ottengono i segnali di attivazione corrispondenti sulle uscite di controllo dell'interfaccia a relè.

L'ultima operazione, dopo che si è controllata e verificata la scheda, è il suo collegamento alla scheda logica.

Il controllo tramite software del gruppo completo sarà oggetto del prossimo capitolo.

Il commutatore deve essere prima cablato e poi collegato al rispettivo connettore



Elenco componenti

Resistenze

R1÷R12 = 1,2 kΩ

R13÷R18 = 10 kΩ

R19÷R24 = 1 kΩ

Semiconduttori

Q1÷Q6 = BC547

IC1÷IC3 = TLP525G-2

D1÷D6 = diodi LED 3 mm rossi

Varie

1 striscia doppia di terminali (2x15)

7 connettori a vite per c.s.

20 cm di flat cable a 16 conduttori

2 connettori a crimpare femmina 16 pin

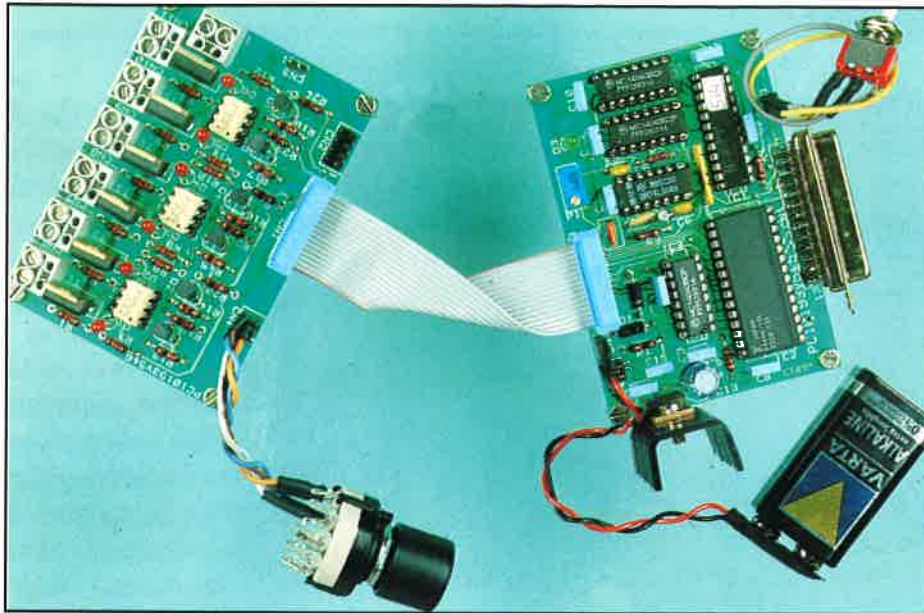
4 terminali femmina a saldare

24 terminali torniti per zoccoli

1 commutatore 1 via 4 posizioni

20 cm di cavo a 4 conduttori

1 Circuito stampato PCI0193V546

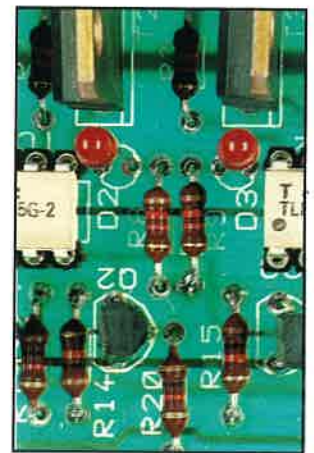


CONTROLLO DEL TEMPORIZZATORE

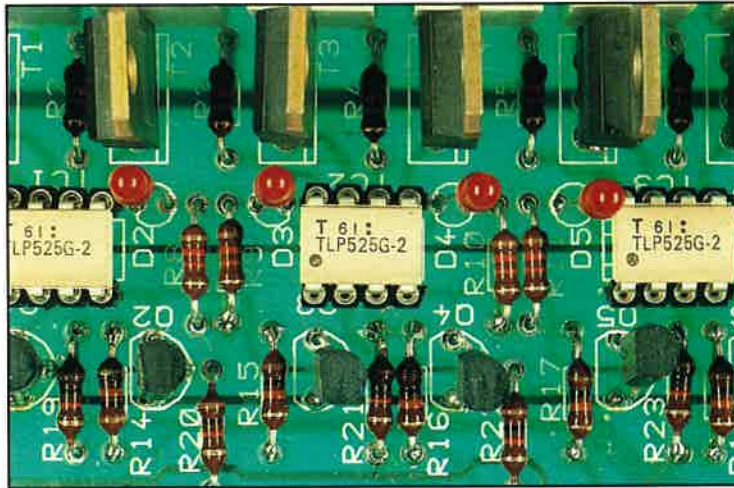
Dopo aver realizzato le schede del temporizzatore, o di controllo logica/memoria, e dello stadio di potenza non rimane che dotare il sistema di un programma in grado di stabilire la sequenza degli eventi di attivazione e disattivazione che deve essere eseguita durante il ciclo di funzionamento del dispositivo.

e ffettuato il collegamento tra le due schede che formano il dispositivo temporizzatore (scheda di logica/memoria e scheda di potenza), non rimane che collegare il sistema a un calcolatore per eseguire la programmazione della memoria.

Per questa operazione è necessario costruire un cavo piatto a 25 conduttori dotato di connettori DB-25 (maschi) Centronics. Uno degli estremi del cavo



Dettaglio dei fotoaccoppiatori, che svolgono la funzione più importante quando il temporizzatore deve comunicare con le apparecchiature sotto controllo



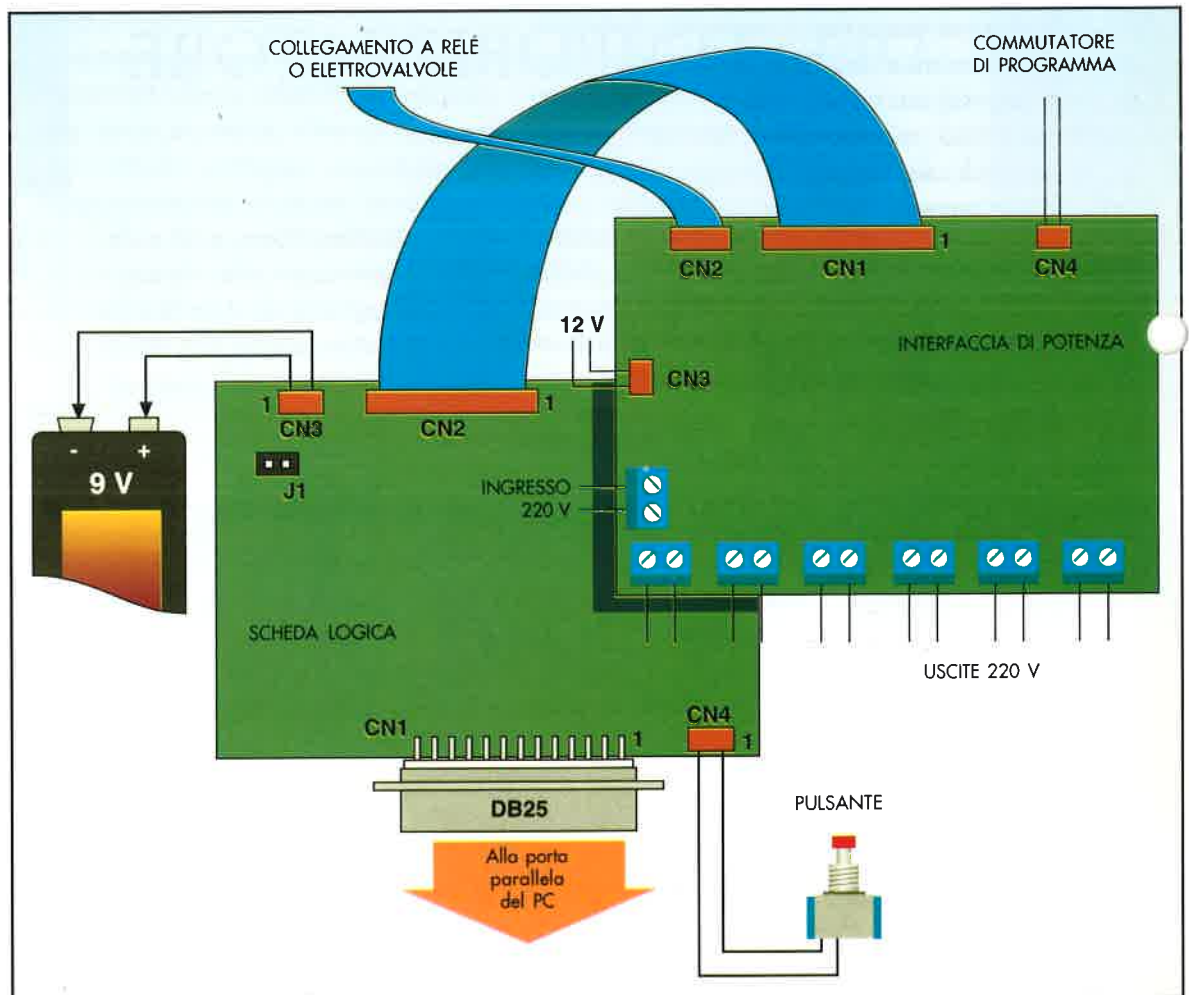
necessario che le due schede del temporizzatore siano collegate tra di loro. È infatti sufficiente utilizzare solo quella di controllo. Come qualsiasi circuito automatico controllato dal PC, il temporizzatore richiede l'impiego di un programma che permetta di controllare il processo di programmazione dello stesso. Per facilitare queste operazioni è stato sviluppato un sistema per consentire al lettore di avere sempre a disposizione la tabella dei tempi di attivazione e disattivazione. Per ottenere questa condizione è stata

deve essere collegato alla scheda logica, mentre l'altro deve essere connesso alla porta parallela (porta Centronics) del PC. Inizialmente, quando si esegue la programmazione della memoria della scheda logica, non è

creata una rappresentazione grafica che indica ogni ora del giorno la situazione del canale che si desidera controllare o programmare. Come detto in precedenza, il temporizzatore è predisposto per controllare 6 canali indipendenti.

Collegamento delle due schede che formano il dispositivo completo del temporizzatore universale

Non è necessario che le due schede che formano il temporizzatore siano tra loro collegate quando si effettua la programmazione della memoria della scheda logica



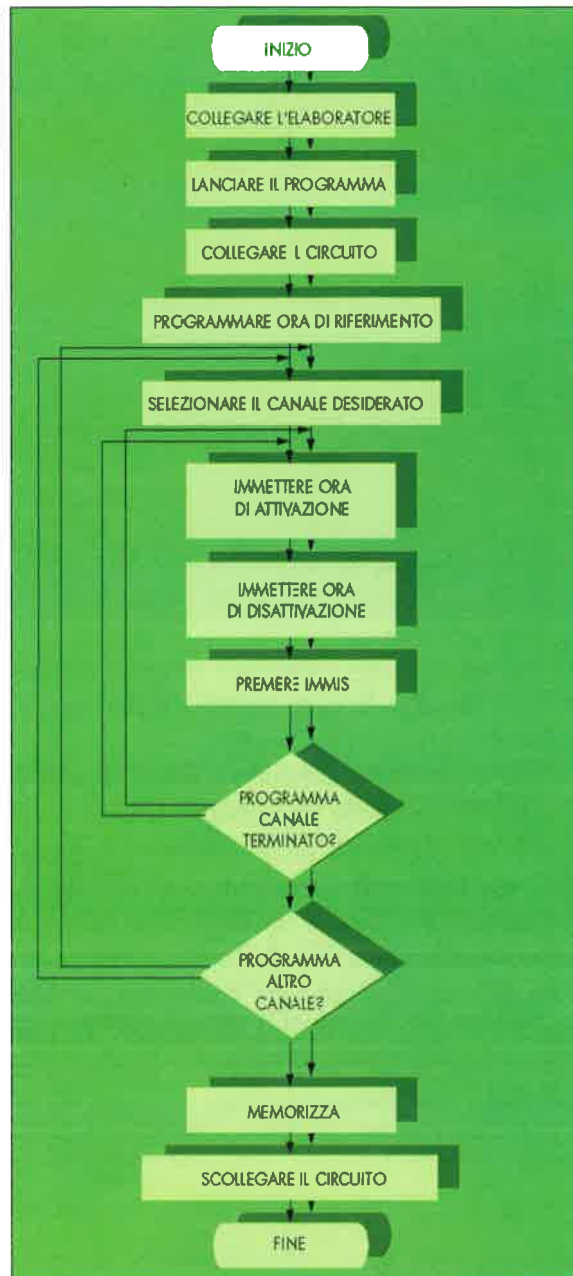
Il programma fornito è in grado di eseguire la programmazione contemporanea di tutti i sei canali, la loro cancellazione e correzione, e infine la memorizzazione del loro contenuto nella memoria della scheda logica.

Un'altra funzione interessante del dispositivo è quella di permettere la commutazione del controllo di ciascuno dei sei canali su quattro diversi programmi. Questa funzione può essere eseguita anche tramite il commutatore esterno presente sul dispositivo. Giunti a questo punto è logico chiedersi come possano essere memorizzati i sei canali ciascuno con quattro programmi diversi. La risposta è semplice: i quattro programmi vengono memorizzati per ciascuno dei 6 canali in modo indipendente. Detto in altro modo, è necessario spostare il commutatore sulle quattro possibili posizioni e per ciascuna di esse scrivere il programma adeguato; questo per ciascuno dei sei canali. Ciò non significa che si deve necessariamente eseguire la programmazione di tutti i quattro banchi di memoria, ma solo di quelli che vengono effettivamente utilizzati. Da quanto detto sinora si può dedurre che: in una certa posizione del commutatore è possibile utilizzare il programma per eseguire la temporizzazione dei sei canali disponibili, ma se si desidera utilizzare anche una delle altre tre posizioni bisogna spostare il commutatore manuale sulla stessa e rieseguire il processo di programmazione.

IL PANNELLO DI CONTROLLO

Dopo questa premessa è possibile cominciare a descrivere il programma propriamente detto. Per eseguire la programmazione è richiesto l'impiego di un personal computer (indipendentemente dal modello, XT, AT, 386, 486), i cui unici requisiti sono di essere dotato di una porta parallela per stampante (Centronics), di un disk drive da 3" 1/2 ad alta densità (1,44 Mbyte), di una scheda grafica VGA e di un mouse, anche se quest'ultimo non è strettamente necessario.

Dopo aver inserito il floppy fornito con questo fascicolo nell'unità corrispondente si lancia il programma TEMP.EXE. Questa operazione fa apparire sul monitor (in condizione di spento) il pannello di controllo del dispositivo. Come si può osservare, sulla parte sinistra sono presenti i pulsanti di controllo del pannello, mentre la zona

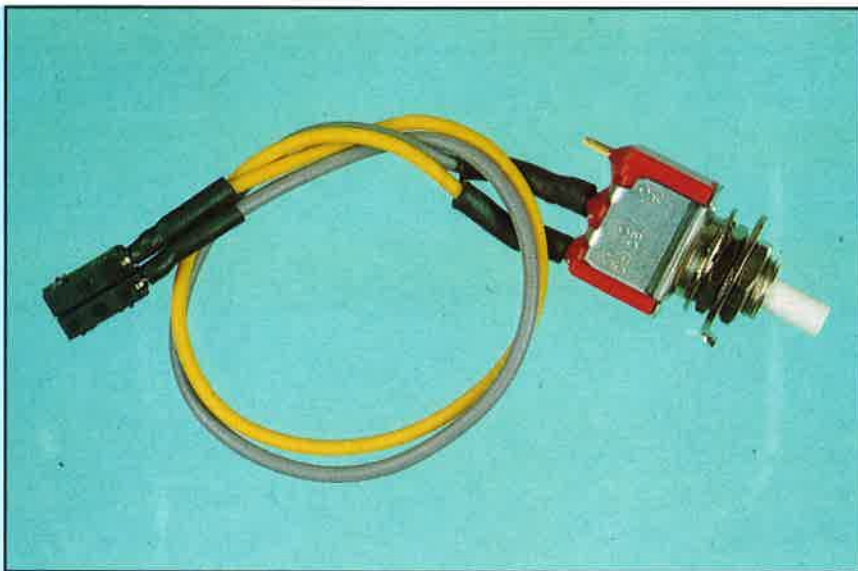


Il diagramma di flusso indica la sequenza di programmazione della memoria della scheda logica del temporizzatore

destra è occupata dalla grafica che ha il compito di rappresentare la sequenza oraria del temporizzatore. In alto a sinistra sono presenti due menu a tendina, le cui funzioni saranno descritte dettagliatamente in seguito.

La prima operazione che si deve eseguire per attivare il pannello è ovviamente quella di agire sull'interruttore di accensione dello stesso con il mouse per portarlo nella condizione di "Acceso". A questo punto il pannello di controllo risulta abilitato ed è possibile osservare la rappresentazione grafica del canale che per default (canale 1) è attivato; diventano operativi anche tutti i

Un altro aspetto interessante del circuito è la possibilità di commutare il controllo di ciascuno dei sei canali su quattro diverse programmazioni



Il pulsante di inizializzazione è molto importante quando si deve attivare il circuito

controlli situati sulla parte sinistra del pannello di controllo.

Poiché è possibile controllare tutti i 6 canali disponibili, per prima cosa bisogna selezionare il canale che si desidera programmare. A tal fine si deve agire sul controllo indicato con "Canale 1". Per cambiare il canale con il quale si lavora è possibile operare in due diversi modi. Nel primo caso è necessario premere con il mouse sulla freccia presente alla sinistra del controllo in questione; ogni volta che si preme si avanza o si retrocede nella rappresentazione numerica relativa al canale. L'altro metodo per la selezione del

temporizzatore durante questo periodo è disattivo. La condizione di attività del canale selezionato viene invece evidenziata con dei punti di colore rosso. Sulla linea di "Stato" presente sulla parte inferiore sinistra del pannello vengono evidenziate le informazioni di lavoro del programma.

Come si imposta però la programmazione di un periodo di tempo determinato? Poiché, come si suol dire, non vi è miglior spiegazione di un esempio pratico, se ne propone uno per descrivere il procedimento che si deve seguire per realizzare questa operazione.

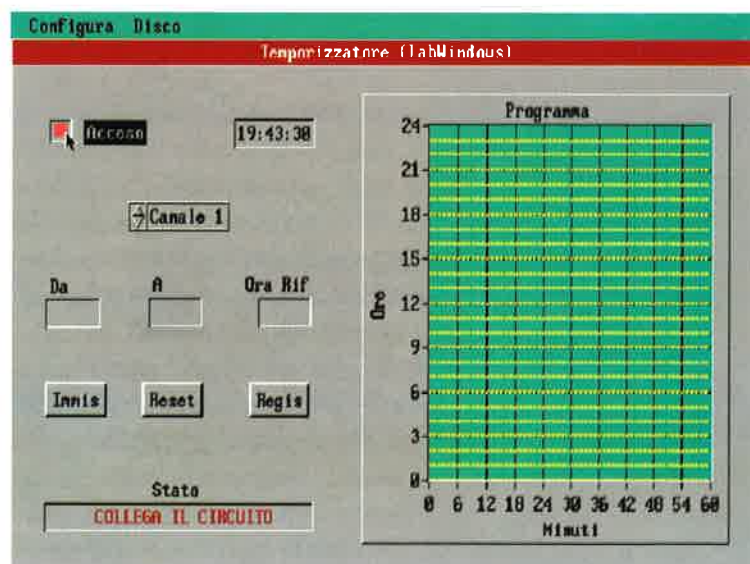
Un passo importante è la sequenza di collegamento del dispositivo al computer.

Come regola generale si deve seguire la seguente procedura:

- accendere il computer,
- lanciare il programma di controllo del temporizzatore,
- attivare l'interruttore di accensione del pannello,
- collegare il circuito del temporizzatore alla porta Centronics,
- programmare opportunamente i canali desiderati,
- premere il pulsante "Regis",
- scollegare il circuito del temporizzatore.

Questa sequenza di operazioni viene di seguito analizzata con

Pannello di controllo per la programmazione della memoria del temporizzatore



Ogni volta che si preme il pulsante del mouse si ottiene un avanzamento o un arretramento nella rappresentazione numerica del canale

un esempio pratico di programmazione.

Si supponga di voler programmare sul canale 3 una coppia di attivazioni. La prima di queste deve avvenire nell'intervallo temporale compreso tra le 13:05 e le 16:00, mentre la seconda tra le 21:30 e le 22:15. Il primo passo è quello di selezionare sul pannello di controllo il canale che si desidera impostare; per fare ciò bisogna cliccare sull'indicatore del canale finché non viene visualizzata l'indicazione "Canale 3". In questo modo la rappresentazione grafica del tempo è quella corri-

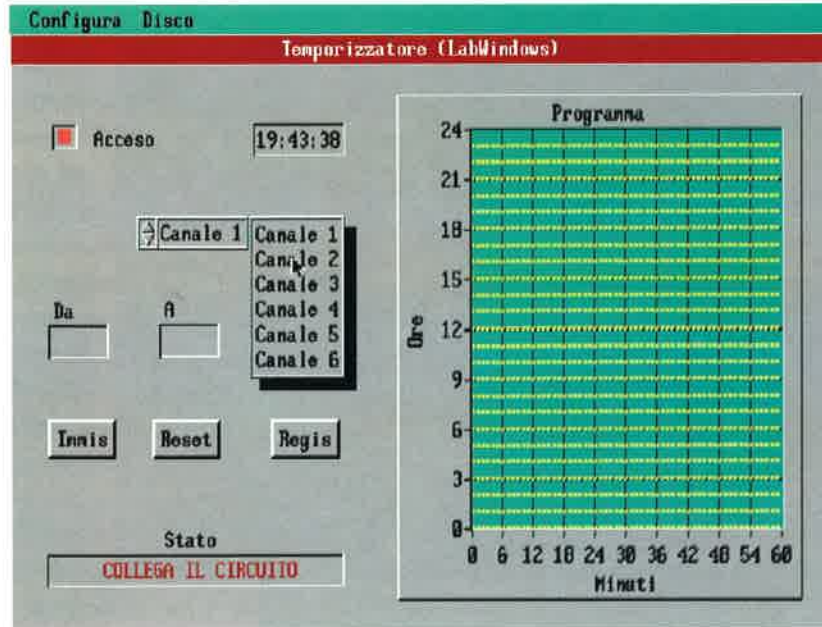
spondente esclusivamente a questo canale. Cliccando con il mouse nella finestra indicata con "Da", appare in quest'ultima un cursore; per la prima programmazione bisogna digitare 13:05 e premere il tasto "ENTER" (si ricorda che è assolutamente necessario terminare qualsiasi procedura di inserimento dati premendo il tasto ENTER presente sulla tastiera, poiché in caso contrario i dati inseriti non vengono memorizzati).

Al termine di questa prima fase si deve cliccare con il mouse nella finestra "A", e come in precedenza digitare 16:00 dopo che è apparso il relativo cursore, confermando il dato con il tasto ENTER.

A questo punto il periodo di tempo impostato è pronto per essere rappresentato graficamente. Se non vi sono correzioni si deve cliccare con il mouse sul tasto del pannello indicato con "Immis" per visualizzare sul grafico dello stesso il periodo di tempo impostato.

Lo stesso procedimento deve essere ripetuto con i tempi iniziale (21:30) e finale (22:15) del secondo periodo di programmazione previsto nell'esempio.

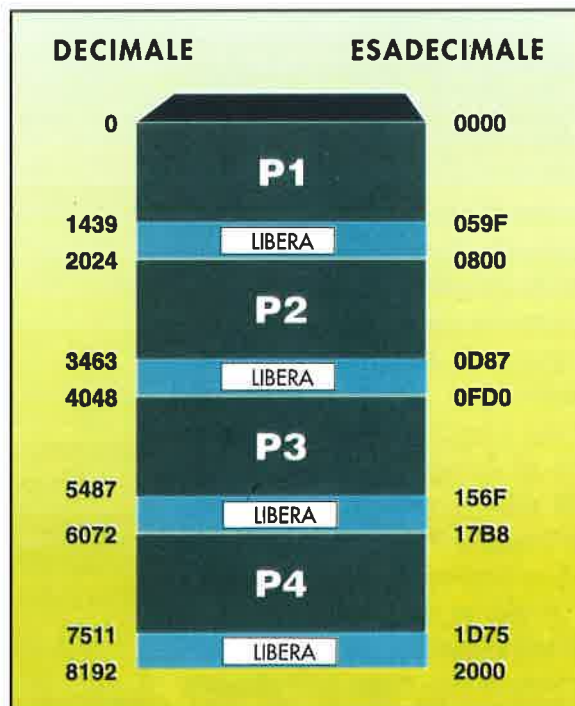
Al termine è possibile osservare sul grafico del pannello come vengono rappresentati questi periodi. Proseguendo con l'esempio, si supponga di non voler programmare alcun periodo in nessuno



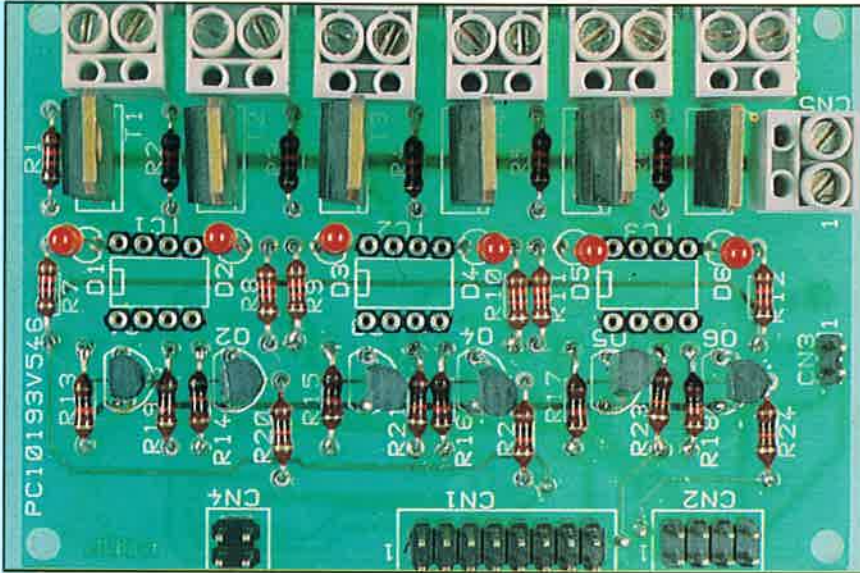
Tramite il commutatore dei canali è possibile selezionare i canali che si desiderano programmare

degli altri 5 canali ancora disponibili. In questo caso rimane solamente da verificare che il periodo riportato dalla grafica corrisponda a quello desiderato.

L'ultima operazione che si deve eseguire è la regolazione dell'ora di riferimento (della quale si parlerà successivamente) e trasferire i dati nella memoria della scheda logica del temporizzatore. Se il circuito è correttamente collegato come



Struttura delle quattro zone nelle quali viene divisa la memoria RAM utilizzata, che si possono selezionare tramite il commutatore montato sul circuito. Ciascuna di queste contiene le informazioni relative ai sei canali



Circuito di potenza completamente montato

indicato in precedenza, per ottenere la memorizzazione del programma appena impostato è sufficiente cliccare con il mouse sul tasto "Regis"; sulla linea di stato appare l'indicazione di registrazione in esecuzione e i dati vengono trasferiti alla memoria della scheda logica. Se si utilizzano calcolatori 386 o superiori questo processo è quasi istantaneo, per cui diventa quasi impossibile leggere questa indicazione sulla linea di stato.

CICLO DI FUNZIONAMENTO

Per meglio evidenziare la funzione e la gestione degli altri comandi disponibili sul pannello si è preferito dedicare un paragrafo esclusivamente a questo argomento. In un pannello di controllo generico l'indicazione dell'ora è nella maggior parte dei casi semplicemente figurativa; non è così in questo caso. Infatti, per questa applicazione l'ora è fondamentale nel momento in cui si esegue la programmazione della memoria. Poiché il dispositivo temporizzatore è basato su di un sequenziatore orario controllato da un oscillatore al quarzo, bisogna prestare particolare attenzione all'ora di programmazione

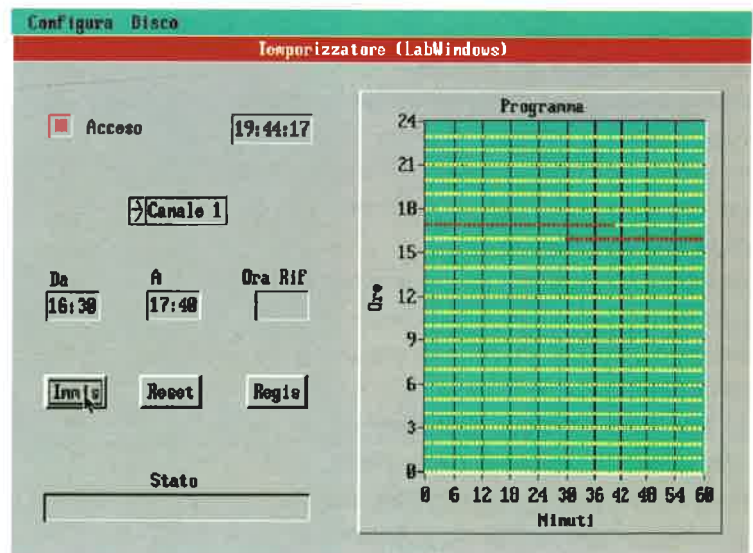
Il circuito temporizzatore è dotato di un pulsante di inicializzazione o "reset"

e all'ora di riferimento che viene definita di seguito. Come già detto in precedenza, la sequenza di funzionamento copre le 24 ore del giorno ed è ciclica, per cui ritorna al punto iniziale al termine di questo periodo di tempo. Il sottosistema sequenziale preleva esclusivamente i dati presenti nella memoria RAM (al ritmo di un byte al minuto), e in funzione di questi attiva le linee di uscita per la scheda di potenza. I quattro banchi di dati, selezionabili tramite il commutatore di cui è dotato il dispositivo, coesistono all'interno della memoria, come si può osservare nella figura corrispondente, e ciascuno di questi contiene le informazioni relative ai sei canali di uscita per le 24 ore, che corrispondo-

no alla programmazione impostata. Il circuito temporizzatore è dotato di un pulsante di inicializzazione o "Reset" la cui funzione è, come dice il nome stesso, quella di inicializzare il ciclo di lavoro. Il perfetto e puntuale funzionamento del dispositivo dipende pertanto da due fattori: l'esatta coincidenza del clock di sistema del calcolatore (PC) con l'ora reale, e la corretta impostazione dell'ora di riferimento.

Quest'ultima deve essere scelta in un intervallo orario al di fuori del periodo programmato (non deve perciò coincidere con quella di programma-

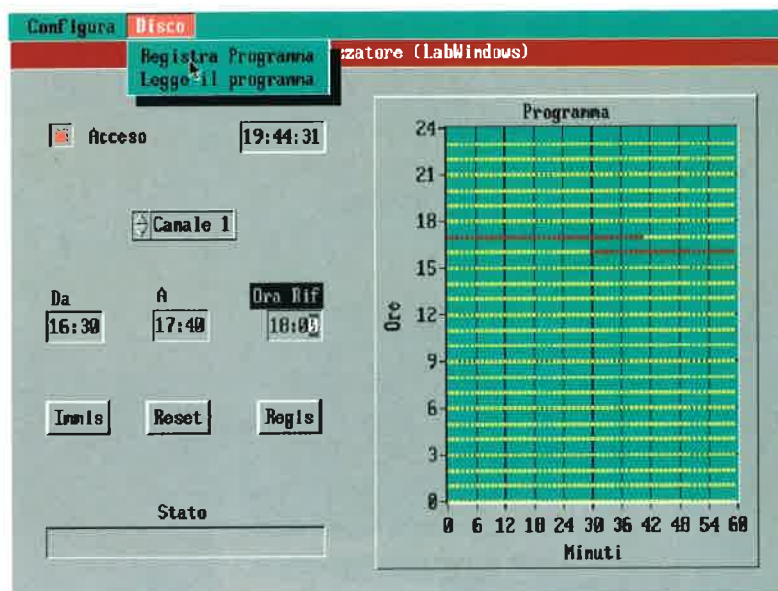
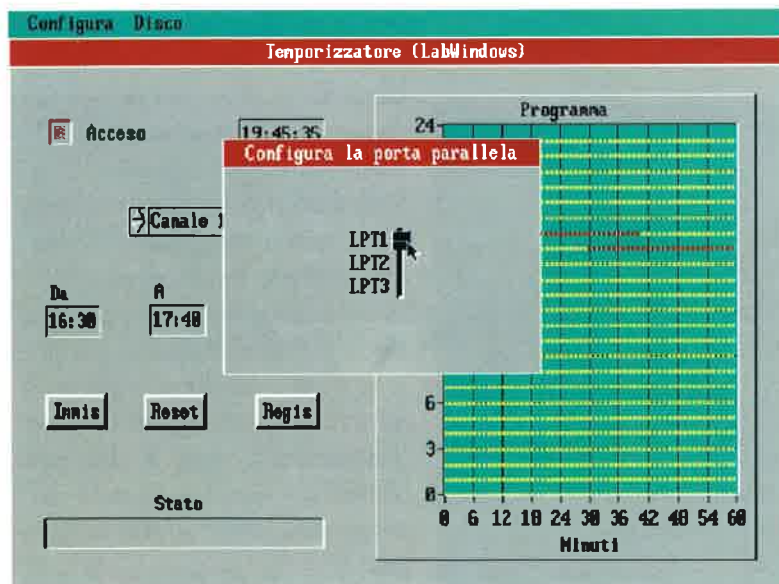
Dopo aver programmato l'ora di attivazione, questa compare sul grafico del pannello che è graduato in minuti



zione della memoria) e verrà utilizzata dal sistema come istante di partenza del ciclo memorizzato nella RAM. Per meglio comprendere questo concetto si propone un esempio come in precedenza. Si supponga di impostare la programmazione alle 14:06 del pomeriggio e di scegliere come ora di riferimento le 18:00; ciò significa che quando il clock del calcolatore indica le 14:06 deve proprio essere quell'ora del giorno. Dopo aver scollegato il dispositivo dal personal ed averlo installato nel luogo previsto per il suo funzionamento, è necessario premere il pulsante di "Reset" alle 18:00 in punto. Questa operazione deve essere eseguita una sola volta, poiché grazie alla sua precisione il dispositivo sarà in grado di mantenere successivamente perfettamente sincronizzato il temporizzatore durante il periodo di funzionamento normale.

Qualcuno potrebbe domandarsi perché, se l'ora indicata dal PC è esatta, non bisogna impostare come ora di riferimento quella di programmazione. In effetti questo tipo di selezione (prendere come ora di riferimento quella di programmazione - nell'esempio le 14:06) non comporta alcun problema e il dispositivo funziona comunque perfettamente. La scelta dell'ora di riferimento diversa serve solo per facilitare la gestione del sistema. Impostando un'ora di riferimento più semplice da ricordare (le 18:00) rispetto a quella di programmazione (le 14:06), si ottiene solo una maggior comodità.

Quando si apre il menu "Configurare" appare l'opzione "Porta parallela", che consente di selezionare la porta LPT desiderata



Il menu "Disco" presente sulla parte superiore del pannello consente di selezionare le opzioni di lettura e scrittura dal/sul disco

Dopo aver scollegato il circuito dal PC l'unica operazione che si deve eseguire, se l'ora di riferimento differisce da quella di programmazione, è quella di premere il pulsante di "Reset" del circuito. Quando il dispositivo è completamente funzionante, ma si verifica una discrepanza oraria a dispetto della precisione del quarzo, è sufficiente regolare nuovamente l'ora di riferimento ripremendo il pulsante di "Reset" nel momento esatto in cui l'ora solare coincide con l'ora di riferimento.

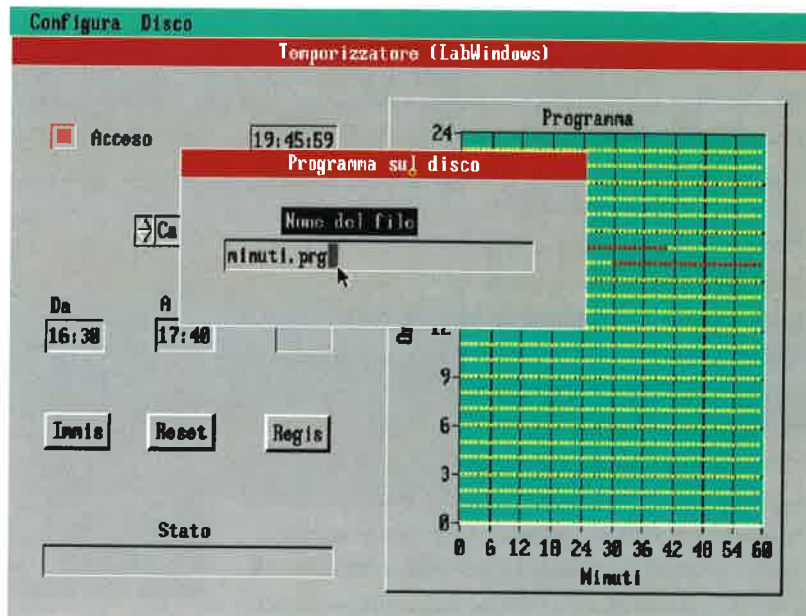
OPZIONI E CONFIGURAZIONE

Come si può osservare, sulla parte superiore del pannello di controllo è presente una linea di menu dotata di due opzioni: "Configurazione" e "Disco". La prima di queste consente di impostare la porta parallela con la quale si sta operando o, detto in altro modo, l'uscita per stampante alla quale è collegato il circuito. È importante ricordare che i personal computer sono dotati di una architettura che consente di indirizzare tre porte parallele su tre diversi

Quando si scollega il circuito dal PC si deve premere il reset del circuito

indirizzi e, in funzione del grado di compatibilità del PC, ad ognuno di questi viene assegnata una sigla LPTx. Per rendere più flessibile il programma è stata prevista la possibilità di scegliere come interfaccia di uscita una di queste tre porte. Anche se in quasi tutti i calcolatori la porta LPT1 è generalmente impostata per default all'indirizzo 378H, può capitare che in qualche clone l'indirizzamento sia diverso e non si riesca a stabilire la comunicazione con il dispositivo; in questo caso è possibile selezionare una diversa LPT e provare nuovamente a programmare il circuito. La stessa possibilità di scelta si ha nel caso in cui nel proprio personal la LPT1 risulti occupata e si desidera operare su di un'altra uscita.

La seconda opzione del menu consente di memorizzare e recuperare i diversi valori di programmazione che si sono impostati. Questa opzione rappresenta un grosso vantaggio, soprattutto nel caso di programmazioni piuttosto complesse, poiché evita di dover ripetere l'impostazione dei parametri di programmazione ogni volta; inoltre, consente di realizzare un archivio completo di



Nella finestra corrispondente si può indicare al programma quale file si desidera aprire (nell'esempio il file "minuti.prg")

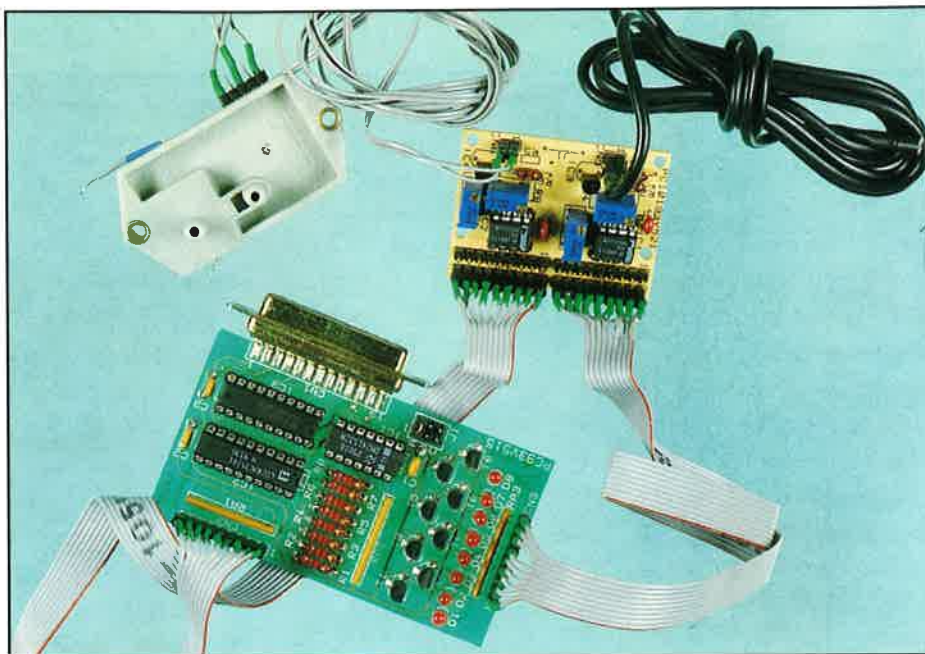
programmi che possono soddisfare tutte le proprie esigenze. La sua utilizzazione è molto semplice; è infatti sufficiente eseguire la programmazione secondo la procedura standard e al termine richiamare l'opzione "Disco" della linea di menu. Dopo aver effettuato questa operazione bisogna selezionare l'opzione "Salvare il programma sul disco" per far apparire una finestra nella quale viene richiesto il nome e l'estensione per quel file. Il nome può essere uno qualsiasi, così come l'estensione, con l'unica limitazione legata alla lunghezza della parola che non deve superare gli otto caratteri per il nome e i tre caratteri per l'estensione, come ammesso dal sistema operativo MSDOS.

Quando si deve recuperare una sequenza già programmata è sufficiente richiamare il file che la contiene sfruttando l'opzione corrispondente presente nel menu "Disco". Nel dischetto fornito sono presenti due file con esempi di programmazione piuttosto complessi che possono essere visualizzati richiamando i file "minuti.prg" e "ore.prg" (l'estensione .prg è del tutto aleatoria, e non è necessario che i programmi scritti dai lettori la riportino).

La pila (o la batteria ricaricabile) è fondamentale per mantenere stabile la memoria RAM durante i periodi di tempo nei quali il temporizzatore rimane scollegato dall'alimentazione permanente



La seconda opzione del menu consente di memorizzare e di recuperare i diversi parametri di programmazione

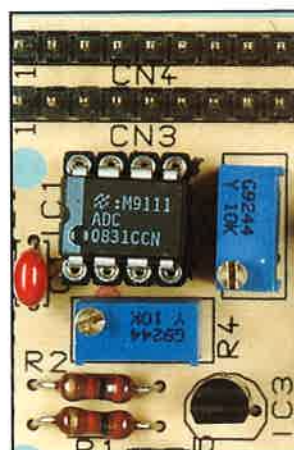


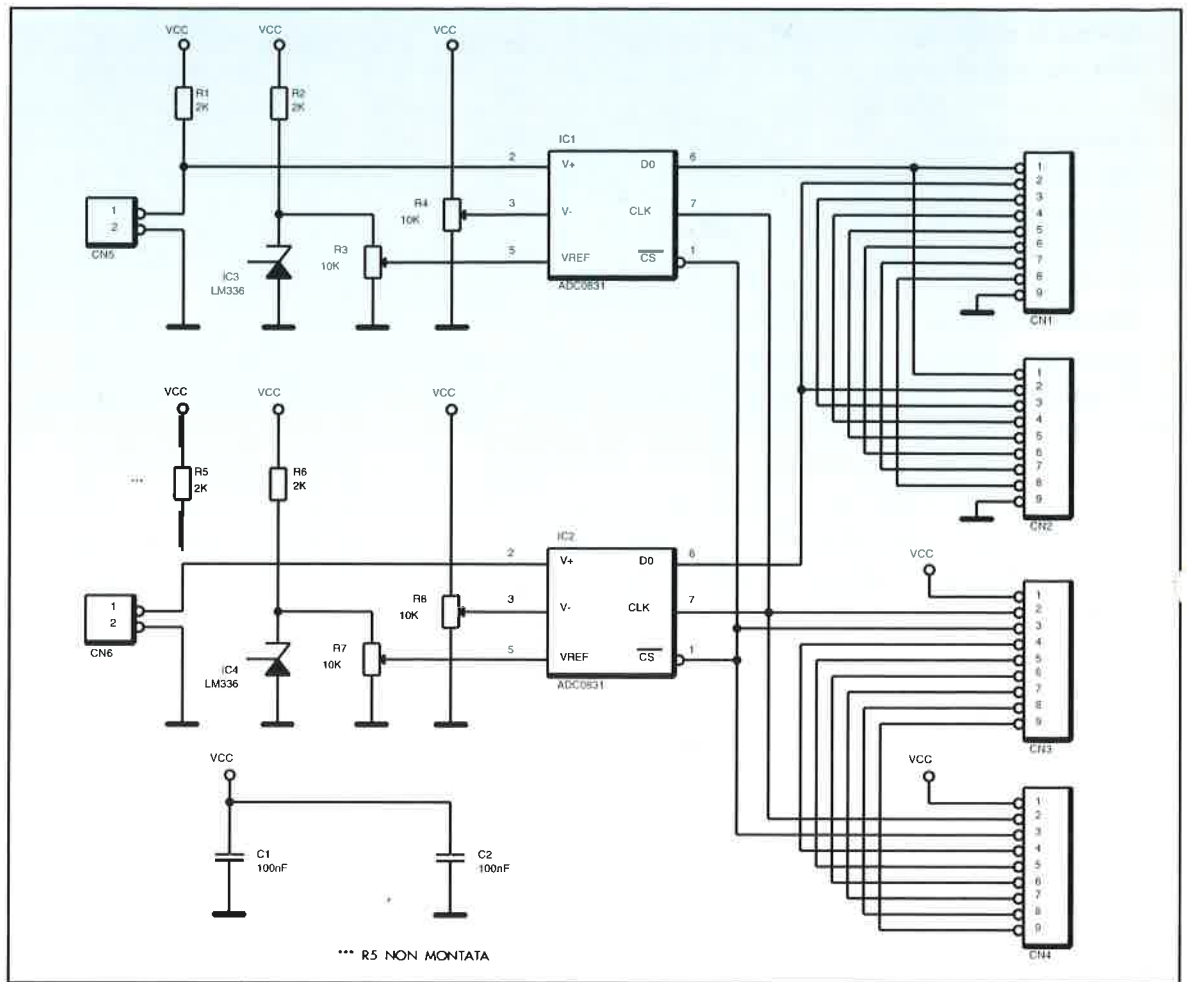
BAROMETRO DIGITALE

Nei capitoli precedenti era stata presentata una realizzazione relativa ad un termometro controllato tramite PC. Di seguito viene proposto un nuovo impiego per quella scheda che, con una piccola modifica, può essere convertita in un misuratore di pressione e temperatura. In questo modo ogni lettore potrà avere a disposizione nella propria casa una piccola ma completa stazione meteorologica controllata dal calcolatore.

Tutti coloro che hanno realizzato il termometro controllato da PC già conoscono la semplicità del circuito e la sua notevole affidabilità. In questo capitolo, partendo da quella base, viene descritto il modo per realizzare un misuratore di pressione barometrica (barometro) e un misuratore di altitudine (altimetro) per formare un insieme in grado di rappresentare una stazione meteorologica completa.

Coloro che hanno già realizzato il termometro possono, con il programma di controllo fornito e piccole modifiche al circuito, ottenere facilmente questa





Schema elettrico del sistema meteorologico

stazione meteorologica; i lettori che non avevano realizzato il termometro e che ora desiderano costruire la stazione non devono fare altro che recuperare lo stampato PC10193V521 e seguire i passi riportati a pagina 110 per la realizzazione del termometro, tenendo al termine presenti le modifiche descritte in questo capitolo.

INTRODUZIONE ALLE PREVISIONI METEOROLOGICHE

Le previsioni meteorologiche sono basate sulle variazioni di pressione atmosferica che precedono una variazione di temperatura

L'atmosfera terrestre è composta da milioni di tonnellate di aria che esercitano una certa pressione sulla superficie del pianeta.

Ovviamente, quanta più aria è presente al di sopra del punto considerato tanto maggiore è il peso o la pressione esercitata sullo stesso; ciò significa che più aumenta l'altezza rispetto al livello del mare (altitudine), più la pressione tende a diminuire, così come la temperatura. Di conseguenza, se si cono-

sce la pressione atmosferica di un determinato punto si può calcolare automaticamente la sua altitudine.

Quanto detto sinora è a grandi linee corretto, ma si devono però tener presente alcune considerazioni. La pressione atmosferica in un determinato punto non è fissa, mentre lo è l'altitudine. Ciò si deve al fatto che la pressione atmosferica varia anche in funzione della temperatura ambiente del punto in questione. Questa condizione invece di essere un inconveniente rappresenta un vantaggio, poiché consente di conoscere con anticipo le variazioni climatiche in una determinata zona.

Le previsioni meteorologiche si basano infatti sulla variazione della pressione atmosferica che precede una variazione della temperatura; un aumento della pressione atmosferica indica un aumento della temperatura a causa dell'avvicinarsi di un anticiclone, per cui si può presupporre che il tempo tenda a migliorare (simbolo A nelle

mappe meteorologiche).

Al contrario, una diminuzione della pressione atmosferica indica un abbassamento della temperatura per l'avvicinarsi di una burrasca, per cui è possibile prevedere che il tempo tenda a peggiorare (simbolo B nelle mappe meteorologiche).

Un misuratore di pressione atmosferica indica generalmente dei valori tarati sull'Atmosfera Standard Internazionale (ISO), che correla la pressione atmosferica e l'altezza come stabilito dall'Organizzazione dell'Aviazione Civile Internazionale (ICAO). Per fornire al lettore delle indicazioni di riferimento viene riportata di seguito una breve tabella che evidenzia la relazione esistente tra i parametri di cui si è parlato finora.

Le variazioni di temperatura medie sono di 6,5 °C per ogni 1000 metri, mentre quelle medie di pressione sono di circa 100 mbar (millibar) per ogni 1000 metri.

Come detto in precedenza la pressione atmosferica, o forza con la quale l'aria agisce sulla superficie terrestre, vale a livello del mare circa 15 libbre per pollice, che corrispondono a circa 1013 mbar. La pressione atmosferica indicata nei servizi televi-

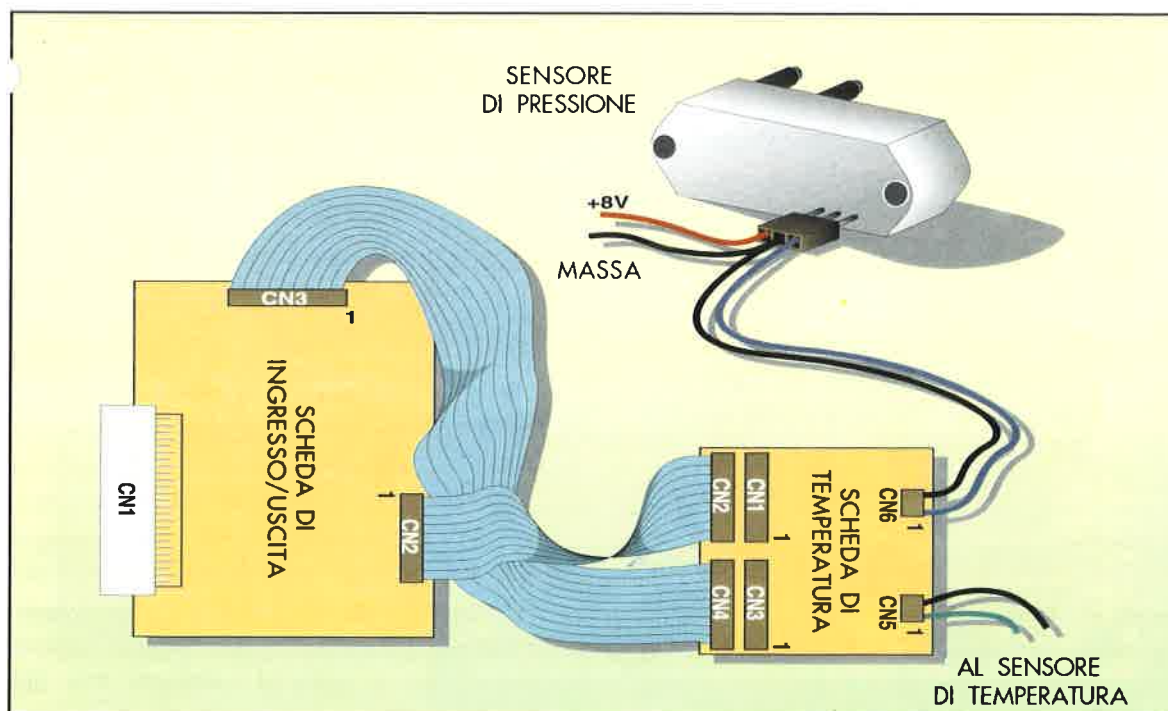
ALTITUDINE	PRESSIONE ATMOSFERICA	TEMPERATURA
da 0 a 500 m	1013 mbar	15 °C
da 1.000 a 1.500 m	895 mbar	9 °C
da 2.000 a 2.500 m	795 mbar	2 °C
da 3.000 a 3.500 m	701 mbar	-5 °C
4.000 m	616 mbar	-11 °C

sivi o sui quotidiani rappresenta una misura corretta di valori prelevati a livello del mare. Questa operazione viene chiamata *correzione a livello del mare*. Questa correzione si rende necessaria poiché la pressione atmosferica diminuisce con l'aumentare dell'altitudine rispetto al livello del mare: in una mappa del clima, che viene rappresentata come una superficie piana ad una altezza costante sopra il livello del mare o livello di riferimento, non è possibile constatare queste variazioni.

CONVERSIONE DEL TERMOMETRO IN BAROMETRO

Come si ricorderà, il termometro presentato a pagina 105 (vedere lo schema elettrico relativo a quel circuito) era composto da due canali esattamente uguali basati sui convertitori analogico/digitali

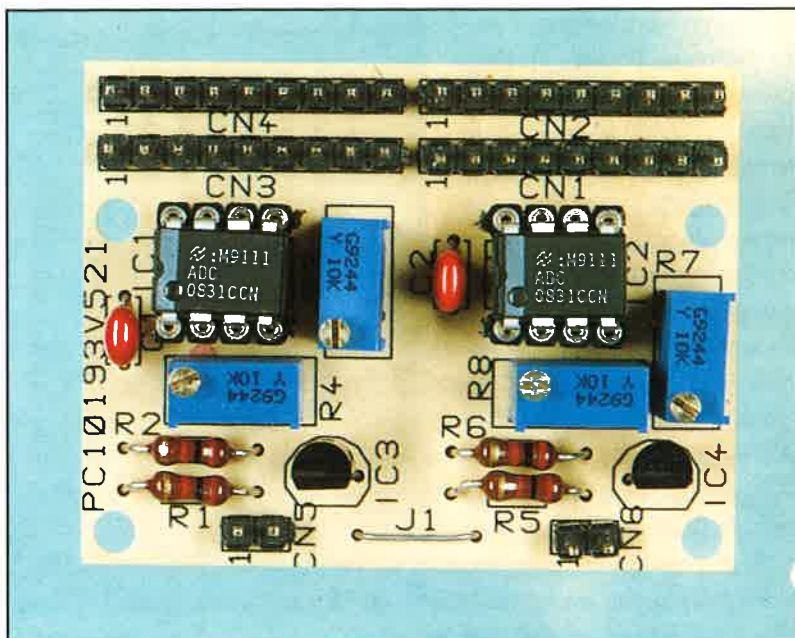
Schema a blocchi dei collegamenti tra le diverse schede e i sensori



Le variazioni di temperatura medie sono di circa 6,5 °C per ogni 1000 metri

Questo trasduttore è dotato di tre terminali di collegamento e due rilevatori di pressione atmosferica che devono essere lasciati all'aria aperta

ADC0831, ai quali erano stati collegati due trasduttori di temperatura (due termistori NTC) tramite i connettori CN5 e CN6 presenti sullo stampato PC10193V521. La modifica proposta prevede l'utilizzazione di uno di questi due canali per la misura della pressione atmosferica, nel quale viene sostituito uno dei due termistori NTC con il trasduttore di pressione 142SC30A della Sensor Technics GmbH, la cui gamma operativa di misura è compresa tra 0 e 30 psia (libre assolute per pollice quadrato) con una sensibilità di 167 mV/psi. Questo trasduttore è dotato di tre terminali e due rilevatori di pressione atmosferica, che devono essere lasciati all'aria aperta per consentirgli di svolgere la funzione di trasmissione della pressione al misuratore. I terminali di collegamento sono IN+ (il positivo di alimentazione del trasduttore), OUT (uscita del segnale del trasduttore che varia da 0 a 6 V max in funzione della pressione misurata) e GND (massa). Con questo trasduttore di pressione atmosferica si vuole che il barometro proposto risulti in grado di leggere un intervallo di pressione compreso tra 700 e 1050 mbar, che corrisponde ad un dislivello di



Scheda del termometro che deve essere modificata

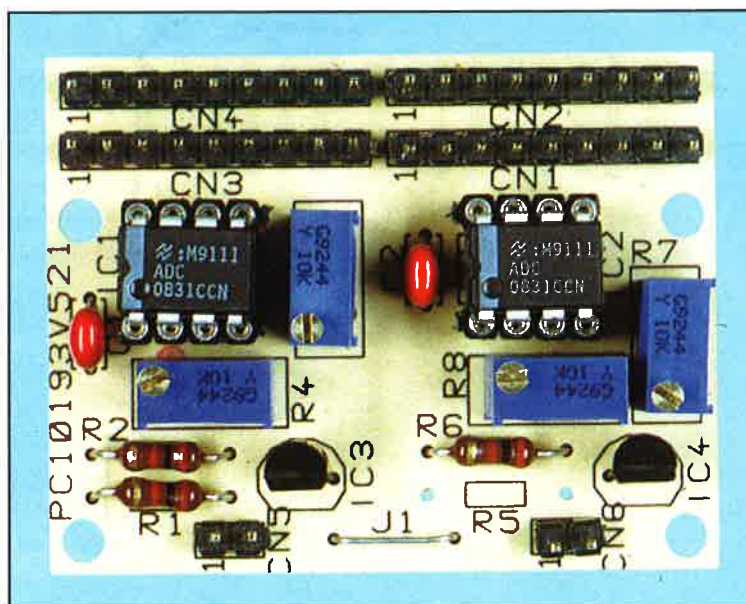
altitudine di 3000 e di -300 metri rispetto al livello del mare. Per eseguire la modifica si deve scollegare il trasduttore di temperatura, costituito dal termistore NTC LM355 del canale 2 del termometro, che risulta collegato al connettore CN6. Fatto questo bisogna costruire la sonda di pressione atmosferica con il trasduttore di pressione 142SC30A. Questo trasduttore deve essere alimentato con una tensione continua compresa tra 7 e 16 V, e presenta un assorbimento di circa 10 mA; a causa di ciò, e per l'estrema sensibilità del sensore alle variazioni della tensione di alimentazione, è necessario alimentarlo con una sorgente esterna molto stabile per evitare oscillazioni nelle misure realizzate. Dopo aver tenuto conto di questa considerazione è possibile iniziare la realizzazione della sonda per la rilevazione della pressione, saldando una coppia di cavi al terminale GND del trasduttore: uno di questi deve essere collegato al terminale 2 del connettore CN6, mentre l'altro deve essere collegato al terminale di massa dell'alimentazione esterna del trasduttore. Successivamente bisogna saldare un cavo al terminale IN+ del

altitudine di 3000 e di -300 metri rispetto al livello del mare.

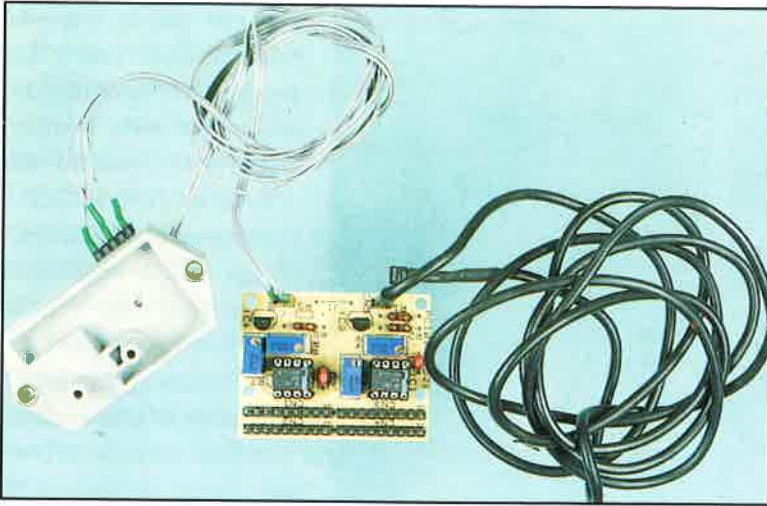
Per eseguire la modifica si deve scollegare il trasduttore di temperatura, costituito dal termistore NTC LM355 del canale 2 del termometro, che risulta collegato al connettore CN6. Fatto questo bisogna costruire la sonda di pressione atmosferica con il trasduttore di pressione 142SC30A. Questo trasduttore deve essere alimentato con una tensione continua compresa tra 7 e 16 V, e presenta un assorbimento di circa 10 mA; a causa di ciò, e per l'estrema sensibilità del sensore alle variazioni della tensione di alimentazione, è necessario alimentarlo con una sorgente esterna molto stabile per evitare oscillazioni nelle misure realizzate.

Dopo aver tenuto conto di questa considerazione è possibile iniziare la realizzazione della sonda per la rilevazione della pressione, saldando una coppia di cavi al terminale GND del trasduttore: uno di questi deve essere collegato al terminale 2 del connettore CN6, mentre l'altro deve essere collegato al terminale di massa dell'alimentazione esterna del trasduttore. Successivamente bisogna saldare un cavo al terminale IN+ del

Dettaglio della scheda dopo che è stata eliminata R5



Successivamente bisogna saldare un cavo al terminale IN+ del



Aspetto finale della scheda del sistema meteorologico

142SC30A, che deve essere collegato al terminale positivo della sorgente di alimentazione dello stesso. Infine, si deve saldare un cavo al terminale OUT del trasduttore; questo terminale invia al computer il segnale relativo alla pressione letta dal trasduttore dopo che è stata eseguita l'opportuna conversione analogico/digitale. Per questa ragione il cavo deve essere collegato al terminale 1 del connettore CN6.

Come già consigliato per i trasduttori di temperatura, è opportuno ricoprire le saldature con della guaina termorestringente posta sia sul terminale del trasduttore che su quello di collegamento alla scheda.

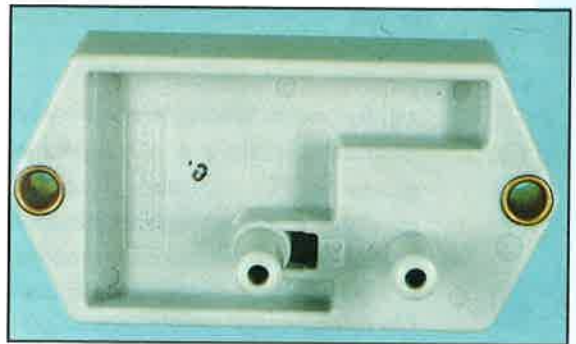
Si consiglia inoltre di proteggere le saldature dei

modo essere sostituita da un ponticello. Dopo che si è eliminata R5 si può procedere al collegamento della sonda, preparata in precedenza, al connettore CN6 e all'alimentatore esterno.

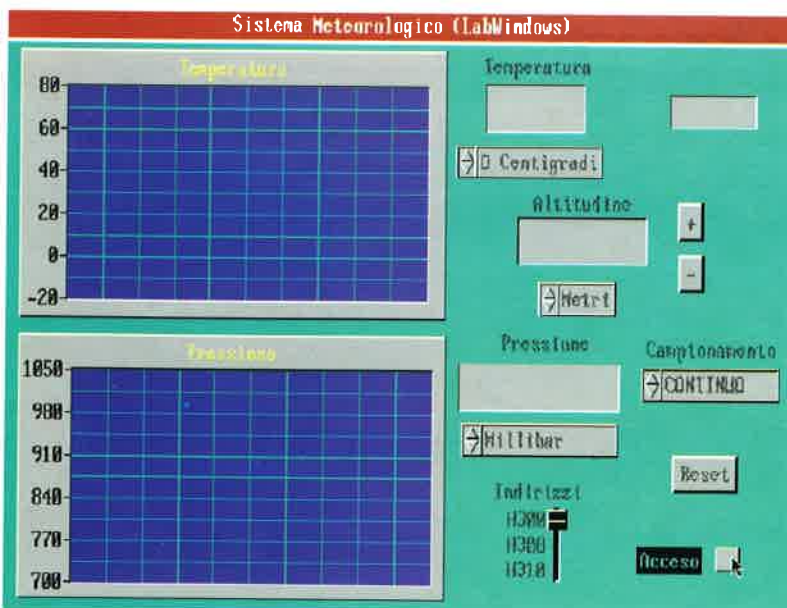
terminali del trasduttore con del silicone prima di ricoprirle con la guaina termorestringente.

Il canale destinato alla rilevazione della pressione è il numero 2; l'uscita analogica fornita dal sensore 142SC30A non richiede alcun tipo di adattamento di livello per la sua conversione a digitale (uscita di tensione da 0 a 6 Vcc), per cui si deve procedere eliminando la resistenza R5 da 2 k Ω del canale 2 semplicemente tagliandola con delle forbici o un tronchesino.

La resistenza non deve in alcun



Sensore di pressione atmosferica 142SC30A



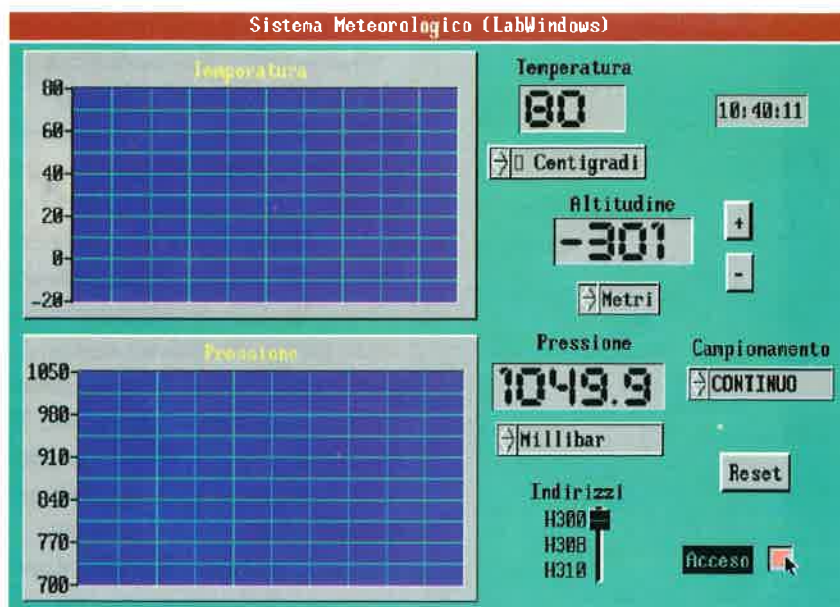
Inizialmente bisogna attivare l'interruttore di accensione

A questo punto si deve collegare la scheda del barometro alla scheda di ingresso/uscita tramite i connettori CN1, CN2, CN3 e CN4, e quest'ultima al PC.

Dopo aver eseguito le connessioni del dispositivo e delle interfacce necessarie è possibile accendere il computer e avviare il programma di controllo.

Si può osservare che sullo schermo compaiono una serie di comandi leggermente diversi rispetto a quelli del programma di controllo del termometro, e che l'apparecchiatura simulata sullo schermo è nella

Il canale destinato alla sonda del misuratore di pressione è il secondo



Indicatore di temperatura e commutatore delle unità di misura

condizione di spento. A questo punto si deve alimentare il sensore e successivamente, tramite il mouse del PC, accendere il pannello di controllo spostando l'interruttore di accensione nella posizione di "Acceso".

DESCRIZIONE DEL PANNELLO DELLA STAZIONE METEOROLOGICA

Il pannello di controllo che compare sullo schermo è formato da una parte grafica e da una serie di pulsanti attivabili tramite mouse. Sulla parte sinistra dello schermo sono presenti due grafici che corrispondono al diagramma della temperatura letta tramite il canale 1 (superiore) e a quello della pressione letta attraverso il canale 2 (inferiore). I controlli del sistema meteorologico sono situati sulla parte destra dello schermo, assieme ad un orologio collegato al clock del sistema operativo che visualizza l'ora in cui vengono eseguite le letture. Se l'ora indicata

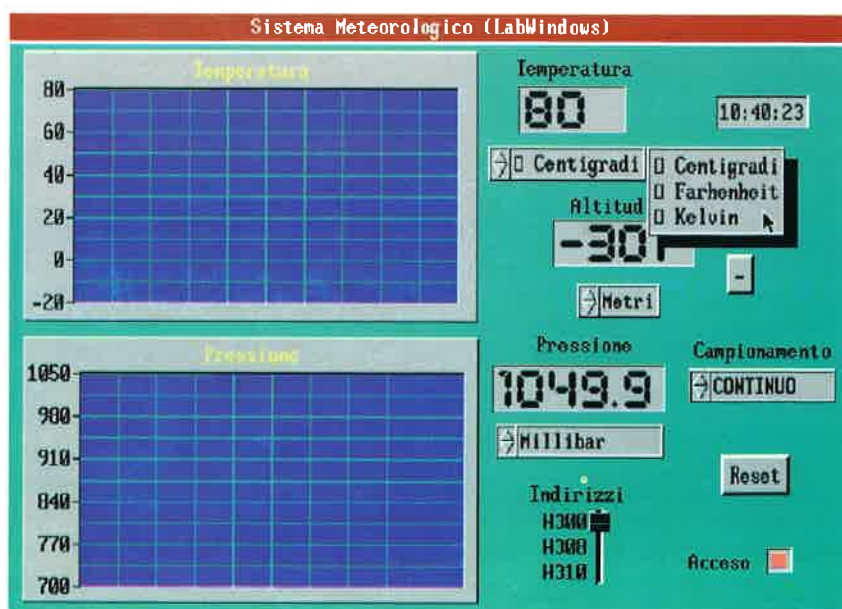
I controlli del sistema meteorologico sono situati sulla parte destra del pannello

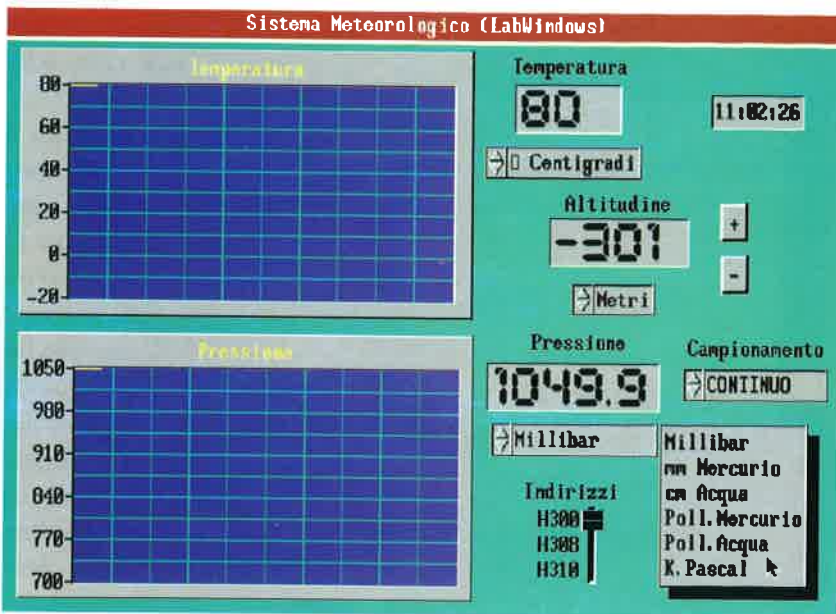
non corrisponde a quella reale bisogna uscire dal programma, tornare al sistema operativo, e impostare l'ora corretta tramite il comando TIME del DOS. Ritornando al programma di controllo è necessario verificare che l'ora visualizzata dall'indicatore sia coerente con quella impostata in precedenza. In questa zona sono presenti anche un indicatore numerico che riporta la temperatura letta attraverso il canale 1 (termistore LM355), ed un commutatore che consente di modificare l'unità di misura del-

la stessa: l'unità impostata di default sono i gradi Celsius ($^{\circ}\text{C}$), che possono essere trasformati in gradi Fahrenheit (F) oppure in gradi Kelvin (K). La lettura numerica riportata da questo indicatore corrisponde al valore grafico rappresentato nel diagramma superiore del pannello.

In corrispondenza del grafico inferiore del pannello è presente un indicatore numerico di pressione che visualizza la pressione letta attraverso il canale 2 (trasduttore di pressione 142SC30A); per default la lettura è riportata in millibar (mbar), ma

Unità di misura della temperatura





Unità di misura della pressione atmosferica

anche questa unità di misura può essere modificata tramite il relativo commutatore in millimetri di mercurio (mmHg), centimetri di acqua (cmH₂O), pollici di mercurio (inHg), pollici di acqua (inH₂O) o kiloPascal (kPa).

Dopo che questi parametri sono stati tutti impostati, il programma calcola automaticamente l'altitudine del punto in cui l'apparecchiatura è stata installata; questa misura viene fornita in metri, ma agendo sul commutatore corrispondente può essere espressa anche in piedi (ft).

Nei pressi dell'indicatore di altitudine sono presenti due pulsanti, indicati con i simboli "+" e "-", che consentono di regolare l'altitudine fornita dal calcolatore (le variazioni sono di 1 metro in più o in meno per ogni azione compiuta su uno dei due pulsanti) rispetto all'altitudine reale e nota del punto di installazione dell'apparecchiatura; questa correzione si deve al fatto che il calcolo effettuato dall'elaboratore è puramente teorico e dipende dalla pressione e

dalla temperatura standard a livello del mare.

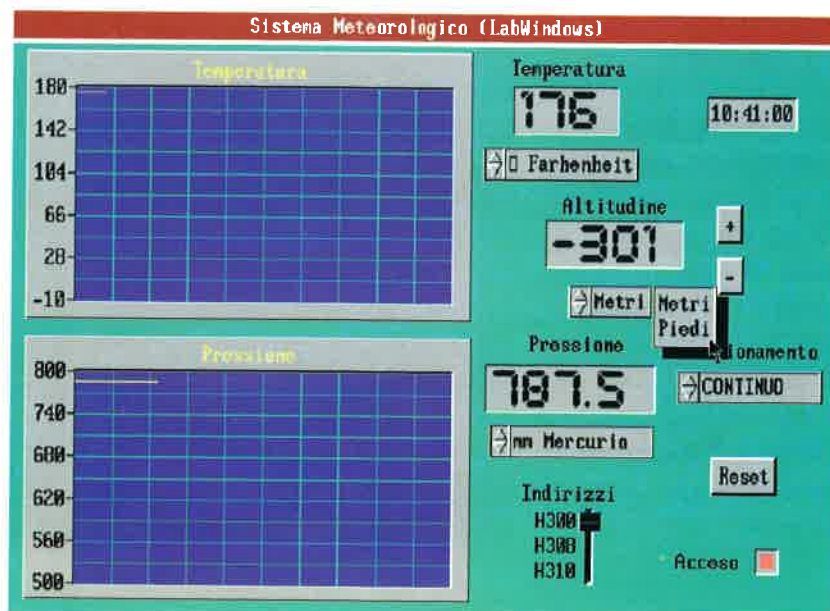
Il campionamento, che corrisponde al numero di volte che il calcolatore preleva le letture dai sensori, è regolabile da 1 minuto a 4 settimane; per default le letture vengono eseguite in modo continuo.

Se si desiderano controllare le variazioni della pressione atmosferica per cercare di prevedere le variazioni del tempo, i campionamenti devono avvenire ad una certa distanza uno dall'altro in modo da osservare la tendenza generale e non tener

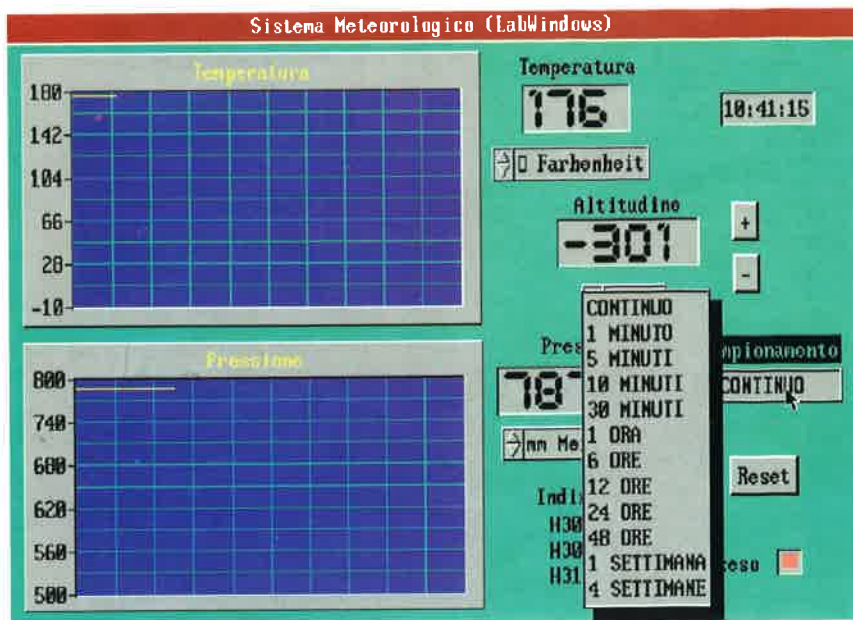
conto delle microvariazioni ambientali istantanee che possono distorcere la percezione della situazione climatica.

Come in tutte le realizzazioni destinate a essere controllate tramite PC, è presente anche un commutatore per la selezione degli indirizzi che consente di evitare possibili blocchi del calcolatore causati dall'impiego dello stesso indirizzo di memoria da parte di due o più periferiche contemporaneamente.

L'altitudine può essere espressa in metri o in piedi



Il campionamento, o numero di volte che il calcolatore preleva letture dai sensori, è regolabile in un intervallo di tempo compreso tra 1 minuto e 4 settimane



Diversi intervalli di tempo per il campionamento delle misure

Infine, bisogna ricordare che la modifica dell'unità di misura di uno qualsiasi degli indicatori provoca una reimpostazione automatica delle scale del grafico interessato dalla variazione, per cui quest'ultimo viene ripristinato dal punto in cui è stata eseguita la modifica.

Per questa ragione si è dotata l'apparecchiatura di un pulsante di "reset" che consente di riportare tutti i grafici nelle condizioni iniziali.

REGOLAZIONE DEL CIRCUITO

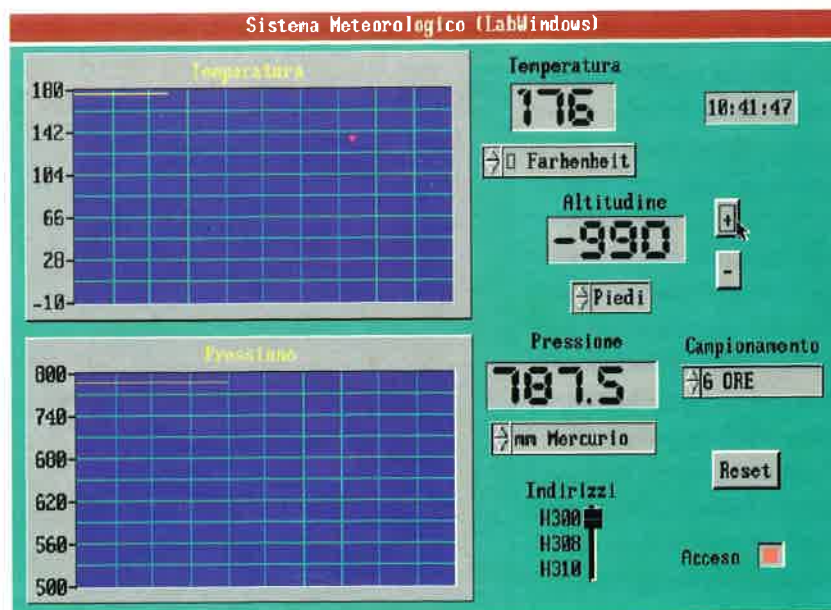
Per regolare il sistema meteorologico si deve agire sul potenziometro R7 da 10 k Ω del canale 2 in modo da ottenere sul terminale 5 dell'integrato IC2 ADC0831 (Vref) un valore di tensione di 847 mV (0,847 volt).

Al termine di questa operazione bisogna procurarsi un barometro per regolare

della stessa.

La presenza di condizionatori o di termoconvettori, oltre al calore stesso dell'edificio accumulato durante il giorno, possono influire sulla lettura del sistema meteorologico, per cui si consiglia di installare la sonda di temperatura, quella di pressione e il barometro di riferimento all'aria aperta.

L'altitudine può essere variata di un metro alla volta



Si è dotato il pannello dell'apparecchiatura di un pulsante di "reset" che riporta tutti i grafici nelle condizioni iniziali