

MICROCONTROLLORI Elaborazione segnali Display JREboard
Visione artificiale Arduino Due PWM SPI PIC18 DOT MATRIX
RASPBERRY PI LCD Mikropascal PLC USB Pannello solare



fare elettronica

www.farelettronica.com
331 Gennaio Mensile Anno XXIX € 6,00

***PLC con
interfaccia USB***

**REALIZZATO
CON PIC 18F4450**

**REGOLATORE PER
PANNELLO SOLARE**

**PREPARIAMO
LA SD CARD PER
RASPBERRY PI**

**ARDUINO DUE
senza veli**

**MIKROPASCAL
PILOTARE LCD ALFANUMERICI**

**VISIONE ARTIFICIALE
CALIBRARE LA TELECAMERA**

**COSTRUIRE UNA ECONOMICA
SCHEDA PER PIC**



331 gennaio 2013

Zoom in

24 PLC CON INTERFACCIA USB



Questo progetto rappresenta la naturale evoluzione del mini PLC, progetto pubblicato qualche anno fa e arricchito di nuove potenzialità tra cui un'interfaccia USB in grado di inviare al PC lo stato di tutte le funzioni implementate dal PLC e visualizzate in un'unica schermata.

di Silvano Breggion

Progettare & costruire

34 RASPBERRY PI PREPARIAMO LA SD CARD

Un utilissimo articolo di pronto intervento sulla preparazione della SD Card contenente il sistema operativo del Raspberry Pi.

di Giovanni Di Maria

38 UNA JREBOARD PER PIC

Come realizzare una pratica e comoda Jreboard, utile per lo sviluppo, la didattica e per monitorare i registri del PIC.

di Giuseppe Aquilani

54 ARDUINO DUE SENZA VELI

Nell'ottobre 2012 ha visto la luce la nuova versione della scheda la Arduino DUE, basata sulla CPU Atmel ARM Cortex-M3 SAM3X8E



e la prima della famiglia Arduino basata su un microcontrollore a 32 bit con core ARM.

di Adriano Gandolfo

68 MINIREGOLATORE CMOS PER PANNELLO SOLARE

Un piccolo impianto realizzato, quasi per caso, poco meno di 20 anni fa. Storia di un recupero andato a buon fine.

di Daniele Cappa

Imparare & approfondire

74 INTERFACCIAMENTO DEI PROCESSORI (PARTE 14ª) DISPLAY A MATRICE CON ADDRESSABLE LATCH

Tra le macchine logiche impiegate nella gestione dei display a matrice ne esiste una non del

Rispondi e... VINCI! pag. 52



DIVERTITI E METTI ALLA PROVA LE TUE CONOSCENZE CON **ELETTRO QUIZ** E VINCI OGNI MESE ESCLUSIVI PREMI!

tutto combinatoria, in grado di assicurare la decodifica del codice necessario per governare le sue Colonne, affidandola alla sua imponente struttura interna, nata per indirizzare elementi di memoria di tipo Latch.

di Giorgio Ober

80 TUTORIAL PIC18 (PARTE OTTAVA) UN ALTRO SISTEMA PER COMUNICARE

Continua la carrellata sui modi di comunicazione seriale utilizzabili tramite il PIC. In questo articolo illustreremo una tipologia di BUS ideata per la comunicazione tra circuiti integrati.

di Roberto D'Amico (IW0GTF)

84 SENSORI: ELABORAZIONE DEI SEGNALI (PARTE PRIMA)

Dopo aver presentato, nei mesi passati, alcuni esempi significativi delle moderne famiglie di sensori, prima di proseguire con la nostra carrellata sensoristica approfondiamo ora gli aspetti teorici e pratici legati all'elaborazione dei segnali misurati dai sensori, sia in ambito analogico sia, soprattutto, digitale.

di Marco Carminati

90 CORSO DI MIKROPASCAL (PARTE QUINTA) PILOTARE LCD ALFANUMERICI

Gli LCD (Liquid Crystal Display) sono terminali di visualizzazione dati comunemente impiegati nelle apparecchiature elettroniche. In questa puntata vedremo come interfacciare un LCD testuale a un controllore PIC e come utilizzare le funzioni della libreria LCD di MikroPascal Pro for PIC per pilotarlo in maniera semplice ed efficace.

di Antonio Giannico

Robot Zone

104 VISIONE ARTIFICIALE PARTE SESTA LA TEORIA DEI SENSORI E DELLE TELECAMERE



In questo articolo sulla visione artificiale abbandoneremo momentaneamente le applicazioni pratiche della libreria OpenCV per illustrare la teoria dei sensori visivi.

di Walter Lucetti

rubriche

- 7** Editoriale
- 10** Idee di progetto
- 14** News
- 22** Eventi
- 52** Elettroquiz
- 108** IESHOP

Blu Nautilus pag. 19

Piazzale Cesare Battisti 22/E - 47921 Rimini (RN)
Tel. 0541 439575 - www.blunautilus.it

Elettroshop pag. 37

Via Giotto, 7 - 20032 Cormano (MI)
Tel. 02 66504755 - www.elettroshop.com

Futura Elettronica pag. 6

Via Adige 11 - 21013 Gallarate (VA)
Tel. 0331 799775 - www.futuranet.it

Grifo pag. 16

Via dell'Artigiano 8/6 - 40016 San Giorgio Di Piano (BO)
Tel. 051-892052 - www.grifo.it

Italfiere pag. 23

Via Caduti di via Fani 65 - 47023 Cesena (FC)
Tel. 0547 415674 - www.italfiere.net

Microchip Technology pag. 13

Via Pablo Picasso, 41 - 20025 Legnano (MI)
Tel: +39 0331 74261 - www.microchip.com

MikroElektronika pag. 9

Visegradska, 1A - 11000 Belgrade
Tel. +381 11 3628830 - www.mikroe.com

Millennium Dataware pag. 17

Corso Repubblica 48 - 15057 Tortona (AL)
Tel. 0131 860254 - www.mdsrl.it

RS Components pag. IVcop

Via M. V. De Vizzi 93/95 - 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Tel. 02 66058257 - <http://rswww.it>

Teledyne LeCroy pag. 3

via E. Mattei Valecenter 1/C - 30020 Marcon (VE)
Tel. 041/5997011 / +41-(0)227192210 - www.lecroy.com

LUPUS IN FABULA

- 4D System, 14 - Anritsu, 15 - AVX Corporation, 17**
- Fluke, 15 - Fujitsu Semiconductor Europe, 18**
- Grifo, 14 - Integrated Device Technology, 16**
- Koe Europe, 18 - Linear Technology Corporation, 14**
- Maxim Integrated Products, 17 - Melexis, 18**
- Toshiba Electronics Europe, 15**
- Vicor Corporation, 16**

GLI ARTICOLI CONTRASSEGNA TI CON IL SIMBOLO



sono già disponibili in formato PDF* all'indirizzo www.farelettronica.com/club

*Puoi iscriverti al CLUB di Fare Elettronica versando una piccola quota annuale.



ABBIAMO BISOGNO DEL TUO AIUTO!

FACCI CONOSCERE

LE TUE PREFERENZE VOTANDO

IL TUO ARTICOLO PREFERITO SUL SITO

WWW.FARELETRONICA.COM



ARDUINO **DUE** *senza veli*

Ne ha fatta di strada il team che ha dato il via al progetto Arduino.

Nel 2005 nascono i primi prototipi con la scheda diventata ormai famosa in tutto il mondo.

Un'idea tutta italiana nata a Ivrea, città già famosa per la sede dell'Olivetti.

Dopo vari aggiornamenti, nell'ottobre 2012 ha visto

la luce la nuova versione della scheda, la Arduino DUE, basata sulla CPU Atmel ARM Cortex-M3 SAM3X8E

e la prima della famiglia Arduino basata su un microcontrollore a 32 bit con core ARM.

Vediamo di che cosa si tratta.

Prima di passare alla presentazione della scheda vediamo chi sono i suoi ideatori. Si tratta del Team Arduino (**figura 1**) Massimo Banzi, David Cuartielles, Dave Mellis, Tom Igoe e Gianluca Martino. Il progetto Arduino ha preso avvio in Italia a Ivrea, nel 2005; lo scopo era quello di rendere disponibile un dispositivo per il controllo che fosse più economico rispetto ad altri sistemi di prototipazione disponibili all'epoca.

LA SCHEDA ARDUINO DUE

La Arduino Due è una scheda basata sulla CPU Atmel ARM Cortex-M3 SAM3X8E e, la prima della famiglia Arduino, basata su un microcontrollore a 32 bit con core ARM.

La scheda contiene tutta la circuiteria necessaria a supportare il nuovo micro-

processore; per iniziare è sufficiente disporre di un PC con sistema operativo Windows XP oppure Windows 7. La connessione USB sarà utilizzata sia per lo scambio dati sia per l'alimentazione, ovviamente rimane la possibilità di alimentare la scheda con un alimentatore esterno utilizzando l'apposito connettore jack previsto a bordo scheda.

La retrocompatibilità con le precedenti schede

La Arduino Due mantiene la completa compatibilità con tutti gli shield che lavorano a 3,3 Vcc e hanno una piedinatura compatibile con la versione 1.0 di Arduino: in particolare i pin SDA e SCL per la connessione I2C/TWI sono posizionati accanto al pin AREF. È presente il pin IO-REF che permette di adattare correttamente uno shield all'alimentazione fornita dalla scheda.



Figura 1: il Team Arduino: (dietro) Dave Mellis, Tom Igoe; (in primo piano) Gianluca Martino, David Cuartielles, Massimo Banzi.

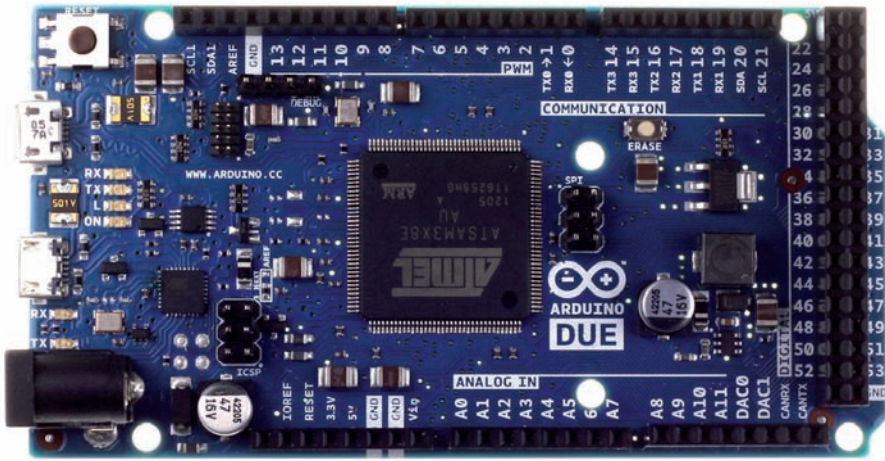


Figura 2: la scheda Arduino DUE.

I benefici del core ARM

L'aver utilizzato un core ARM a 32 bit ha permesso di alzare sensibilmente la frequenza di clock del microprocessore (84

MHz nel caso della Arduino Due).

Le operazioni su 4 byte vengono effettuate all'interno di un solo ciclo di clock, sono disponibili 96 kByte di ram statica (SRAM)

e 512 kB di memoria Flash per il codice; viene inoltre implementato un DMA che permette di alleggerire il dialogo del microprocessore con la memoria di sistema.

Caratteristiche salienti

- Microcontrollore AT91SAM3X8E;
- tensione di lavoro 3,3 Vcc;
- tensione di alimentazione (raccomandata) compresa tra 7 Vcc e 12 Vcc;
- 54 pin di I/O (12 utilizzabili come uscite PWM);
- 12 Ingressi analogici;
- 2 uscite analogiche (DAC);
- corrente di uscita su tutte le linee di I/O 130 mA;
- frequenza di clock 84 MHz;
- 4 UART (porte seriali hardware);
- 2 connessioni TWI;
- una connessione SPI;
- un connettore JTAG;

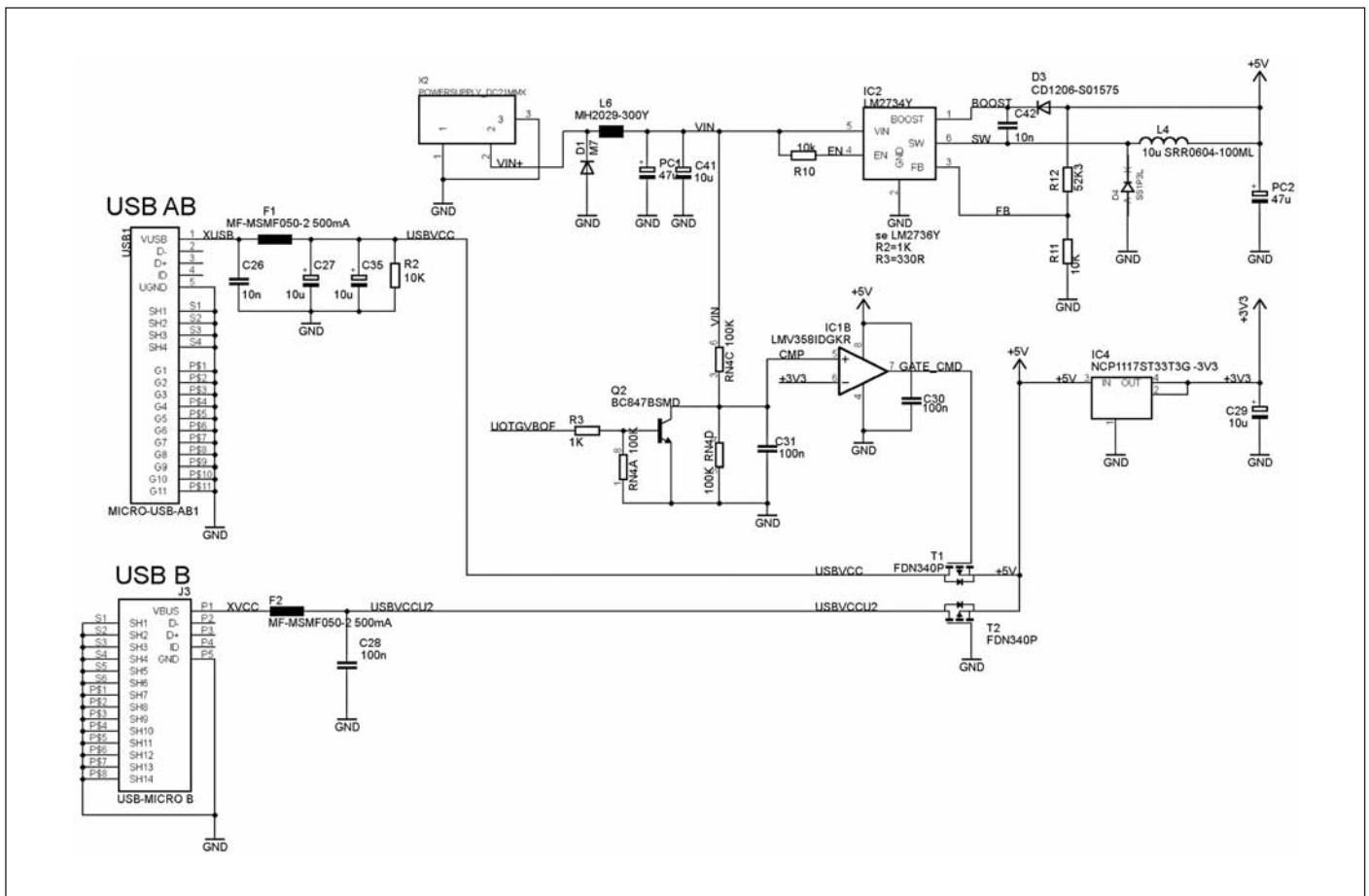


Figura 3: dettaglio schema elettrico sezione di alimentazione.

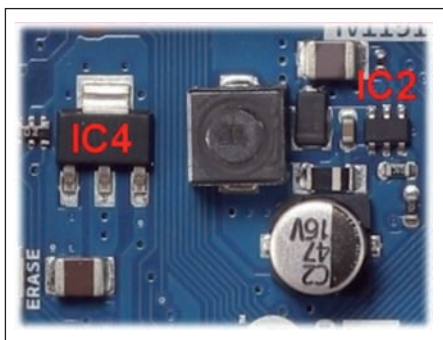


Figura 4: Integrati sezione di alimentazione.

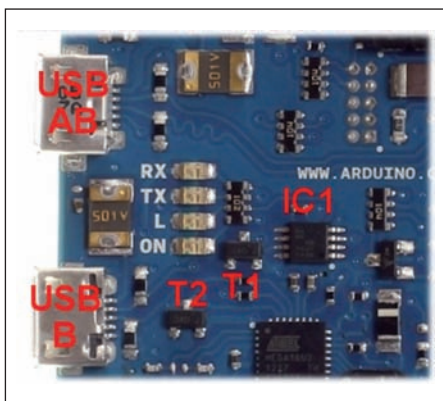


Figura 5: porte USB.

- una connessione USB con capacità OTG (“On The Go” trasferimento diretto di dati da qualsiasi dispositivo esterno);
- 512 kB di memoria Flash;
- 96 kB di memoria statica (suddivisa in due banchi da 64 kB e da 32 kB);
- pulsanti Reset e Erase on board.

DESCRIZIONE DELLA SCHEDA ARDUINO DUE

Sezione di alimentazione

Come per le precedenti versioni della scheda, l'alimentazione può avvenire da due fonti: tramite le porte USB o tramite un alimentatore esterno collegato al connettore X3. In ogni caso la fonte di alimentazione sarà scelta automaticamente dalla scheda.

Esaminando il circuito (figura 3) si nota che la tensione in ingresso della presa polarizzata X2 viene prima filtrata tramite la ferrite L6 e i due condensatori PC1 e C41 per poi arrivare al circuito IC2 che può essere un LM2734Y o LM2736Y.

A differenza delle precedenti versioni di Arduino, che prevedevano regolatori a basso dropout, in questa versione è stato

utilizzato un regolatore DC-DC di tipo step-down con un'efficienza del 90%, alimentati con una tensione minima di 3 V e una massima di 18-20 V che garantiscono una tensione d'uscita di 5 V con una corrente che varia tra i 750 mA (LM2736Y) e 1A (LM2734Y) (figura 4).

La tensione di 5 V raggiunge poi l'integrato IC4 tipo NCP1117ST33T3, regolatore a basso dropout, con un'uscita a 3,3 V con una corrente massima di 1 A.

La tensione di +5 V, come detto in precedenza, può derivare dalle prese USB presenti sulla scheda USB AB e USB B (USBVCC, USBVCCU2). La tensione arriva ai due MOSFET a canale P, T1 e T2 tipo FDN340P, che opportunamente pilotati attraverso uno dei due amplificatori operazionali contenuti nell'integrato IC1 tipo LMV358 permette di selezionare automaticamente la fonte di alimentazione (figura 5).

Sull'uscita delle porte USB sono presenti fusibili tipo MF-MSMF050-2 da 500 mA, di tipo autoripristinante. In pratica sono costituiti da un resistore “PTC” (Positive Temperature Coefficient), ovvero un resistore il cui valore di resistenza aumenta con la temperatura. Al superamento di un valore di corrente, l'aumento di temperatura causa un aumento di resistenza, che a sua volta causa un aumento dell'effetto Joule e così via, con effetto valanga.

Nel circuito è anche presente il transistor NPN Q2 tipo BC847B, la cui base è pilotata dalla porta PB10 del processore U1. Questo permette di forzare a OFF l'alimentazione alla porta USB quando la porta è in modalità USB HOST (scheda alimentata da alimentatore esterno).

La presenza della tensione è data dall'accensione del led verde con la scritta ON connesso alla tensione di +3,3 V. I vari pin di alimentazione sono raggruppati e sono:

- **VIN** - alimentazione generale qualora sia utilizzato un alimentatore esterno;
- **GND** - riferimento di massa;
- **5 V** - su questo pin è disponibile una tensione a 5 V stabilizzata e fornita dal regolatore presente sulla scheda; l'assorbimento non deve superare 800 mA;
- **3,3 V** - su questo pin è presente una tensione a 3,3 V stabilizzata e fornita dal regolatore montato sulla scheda; l'assorbi-

TABELLA 1

SERIALE	PIN RX	PIN TX
Seriale N. 0	0	1
Seriale N. 1	19	18
Seriale N. 2	17	16
Seriale N. 3	15	14

Tabella 1: pin I/O delle porte seriali.

mento non deve superare 800 mA. Questa tensione è la medesima che alimenta il microcontrollore AT91SAM3X8E, si raccomanda la massima cautela nell'utilizzo;

- **IOREF** - questo pin fornisce la tensione di riferimento utilizzata dal microcontrollore; uno shield configurato correttamente è in grado di leggere questo valore per settare la corretta tensione di lavoro o per attivare traslatori di livello.

Memoria

Il SAM3X dispone di 512 kB (2 blocchi di 256 kB) di memoria Flash (anche chiamata Flash memory, è una tipologia di memoria a stato solido, di tipo non volatile) per la memorizzazione del codice.

Il bootloader è programmato in una memoria ROM (acronimo di Read Only Memory Memoria di sola lettura) dedicata. La SRAM (acronimo di Static Random Access Memory, è un tipo di RAM volatile che non necessita di refresh) a disposizione è di 96 kB, in due banchi contigui di 64 kB e 32 kB.

È possibile cancellare la memoria Flash del SAM3X con il tasto di cancellazione presente a bordo. Questa operazione rimuoverà il programma attualmente caricato dalla MCU.

Per cancellare, premere e tenere premuto il pulsante ERASE per alcuni secondi, mentre la scheda è alimentata.

Il comando può anche essere impartito tramite l'attivazione del MOSFET a canale P, T3 tramite la linea ERASE_CMD connessa al pin 23 dell'integrato IC6 tipo ATMEGA16U2.

Ingressi e uscite

Ciascuno dei 54 pin disponibili può essere utilizzato sia come ingresso sia come uscita, utilizzando le funzioni **PinMode ()**, **digitalWrite ()**, e **digitalRead ()**.

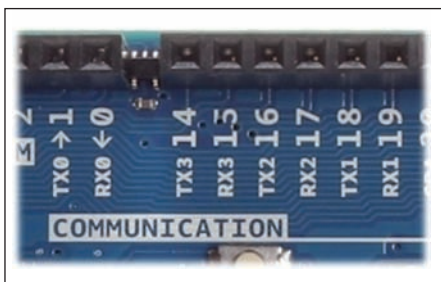


Figura 6: pin porte Seriali TTL.

Ogni pin può fornire (source) una corrente compresa fra 3 e 15 mA, o ricevere (sink) una corrente tra 6 e 9 mA; la corrente di source e sink dipende dalla funzione del pin.

Su ogni pin è presente una resistenza interna di pull-up da 100 kohm (disconnessa per impostazione predefinita). Alcuni pin hanno funzioni specializzate.

Nel connettore con i pin numerati da 22 a 53 i due pin in alto sono connessi a +5 V, mentre i due pin in basso a GND.

Pin per comunicazione seriale

La scheda Arduino DUE dispone di 4 gruppi di pin per la comunicazione seriale (figura 6), diversamente dai modelli precedenti che erano TTL a 5 V, queste sono TTL a 3,3 V.

I pin N.0 e N.1 sono collegati direttamente ai corrispondenti pin del chip IC6 tipo ATmega16U2 utilizzato come convertitore USB/Seriale (tabella 1).

Pin PWM

I pin da 2 a 13 (figura 7) sono utilizzati come uscite PWM (acronimo di Pulse Width Modulation) a 8 bit, utilizzando la funzione `analogWrite()`.

La risoluzione delle uscite PWM può essere variata con l'utilizzo della funzione `analogWriteResolution()`.

Connettore SPI

Per la comunicazione si utilizza la libreria SPI e le connessioni sono disponibili sul connettore a 6 pin presente a centro scheda. Questo connettore è fisicamente compatibile con le versioni Uno, Leonardo e mega2560 (tabella 2).

Questi pin supportano la comunicazione SPI (acronimo di Serial Peripheral Interface) con il processore SAM3X. Il connettore è denominato ICSP sulle precedenti schede Arduino.

La connessione SPI può essere utilizzata solo per comunicare con altri dispositivi SPI, non per la programmazione del SAM3X con la modalità "In-Circuit-Serial-Programming".

Connettore ICSP per IC6.

Nelle vicinanze del Processore IC6, un Atmega16U2 utilizzato come convertitore USB-to-serial, è presente un connettore ICSP (acronimo di In Circuit Serial Programming) per la sua programmazione senza rimozione dal circuito.

I pin del connettore sono collegati ai relativi pin del processore (tabella 3).

Connettore JTAG

La scheda Arduino DUE dispone di un connettore denominato JTAG (acronimo di Joint Test Action Group (creato da un'associazione di produttori di circuiti integrati che ha voluto definire un protocollo standard per effettuare i test funzionali di tali dispositivi).

Questo protocollo ha la funzione di bloc-

care il funzionamento normale di tutti i pin del dispositivo, ponendolo in uno stato speciale di funzionamento che permette la sua programmazione diretta.

I segnali presenti sul connettore sono riportati nella tabella 4.

Connettore DEBUG

A fianco del connettore JTAG è presente il connettore DEBUG. In esso sono presenti i segnali TCK, TMS e Reset (tabella 5).

Pin CAN RX e CAN TX

Questi pin (figura 8) supportano il protocollo di comunicazione CAN (acronimo di Controller Area Network), noto anche come CAN-bus: è uno standard seriale per bus di campo, ideato allo scopo di collegare diverse unità di controllo elettronico.

Il protocollo per il momento non è ancora supportato dalle API di Arduino. I pin sono connessi alle porte PA0, PA1 del SAM3X

Tasto RESET

Sulla scheda a sinistra è presente il tasto RESET che permette, premendolo, di riavviare l'esecuzione del programma presente nella memoria del processore.

LED

Sulla scheda Arduino DUE sono presenti in totale sei LED (tabella 6).

Due coppie si occupano del monitoraggio del traffico seriale (un gruppo connesso al processore SAM3X e uno all' ATMEGA16U2), uno mostra se la scheda è alimentata mentre il led L è di servizio ed è collegato al pin 13, quando il pin è HIGH il led è acceso, quando il pin è LOW, il led è spento.

Interessante la possibilità di "dimmerare", cioè cambiare la luminosità del led sfruttando il fatto che il pin 13 è anche una uscita PWM.

Pin connessione TWI/ I₂C

La scheda ha due gruppi di porte per connessione secondo il protocollo hardware TWI, detto anche I₂C (figura 9), formato da due linee seriali di comunicazione:

- SDA (Serial DATA line) per i dati;

TABELLA 2

PIN	FUNZIONE
1	MISO (Master Input Slave Output)
2	+5 V
3	SCK (Serial Clock Signal)
4	MOSI (Master Output Slave Input)
5	RESET
6	GND

Tabella 2: pin del connettore SPI.

TABELLA 3

PIN	FUNZIONE
1	MISO (Master Input Slave Output)
2	+5 V
3	SCK (Serial Clock Signal)
4	MOSI (Master Output Slave Input)
5	RESET
6	GND

Tabella 3: pin del connettore ICSP.

TABELLA 4

PIN	FUNZIONE	NOME DEL PIN SAM3X
1	+3V3 – Alimentazione	
2	TMS (Test Mode Select) Selezione del modo test	PB31
3	GND	
4	TCK (Test Clock) Pin di clock dei dati	PB28
5	GND	
6	TDO (Test Data Out) Pin di uscita dei dati	PB30
7	NC – non collegato	
8	TDI (Test Data In) Pin di ingresso dei dati	PB29
9	GND	
10	TRST (Test Reset) Segnale di reset del test	NRSTB

Tabella 4: pin del connettore JTAG.

- SCL (Serial Clock Line) per il clock.

La porta 2 dispone già di resistori di pull-up da 1,5 kΩ. Il piedino supporta la connessione TWI utilizzando la libreria Wire. I pin sono connessi alle porte del SAM3X come riportato nella **tabella 7**.

Ingressi analogici

La Arduino Due possiede 12 ingressi analogici (Pin da A0 a A11, vedi **figura 10**): ogni pin presenta una risoluzione a 12 bit (4096 livelli); per mantenere la compatibilità con le altre schede Arduino, la risoluzione è fissata a 10 bit ma è possibile variarla con la funzione **analogReadResolution()**.

Su questi pin è ammessa una tensione massima pari a 3,3 V e applicare una tensione superiore potrebbe danneggiare il chip.

Nella Arduino Due la funzione **analogReference()** viene ignorata.

Il pin AREF è collegato al riferimento analogico del SAM3X attraverso una serie di resistenze: per utilizzare questo pin occorre dissaldare dalla scheda la resistenza siglata BR1.

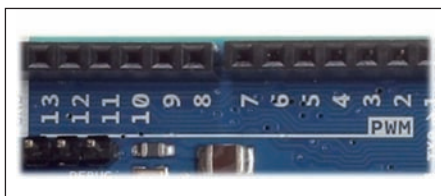


Figura 7: pin PWM.

Uscite analogiche

Arduino DUE ha due porte di uscita analogiche, segnate come DAC1 e DAC2 e connesse alle porte PB16 e PB15 del SAM3X (**figura 11**).

Questi pin forniscono uscite analogiche con 12-bit di risoluzione (4096 livelli) con l'utilizzo della funzione **analogWrite()**.

Essi possono anche essere utilizzati per creare un output audio utilizzando la libreria audio.

Sulla scheda sono presenti anche il pin AREF, utilizzato come tensione di riferimento per gli ingressi analogici, e il pin RESET attivo basso.

Comandi speciali per gestione ingressi e uscite analogiche

Per la gestione degli ingressi e delle uscite analogiche sono state inserite nelle API del programma due nuove funzioni: **analogReadResolution()** e **analogWriteResolution()**. Vediamo in breve a che cosa servono:

analogReadResolution()

Imposta la dimensione (in bit) del valore restituito da analogRead(). Il valore predefinito è 10 bit (restituisce i valori tra 0-1023) per garantire la compatibilità con le altre schede basate su AVR.

Come abbiamo visto però la Arduino DUE può operare con una risoluzione a 12 bit, in questo caso la funzione analogRead() restituirà un numero compreso tra 0 e 4095.

La sua sintassi è: analogReadResolution (bit)

Dove (bit) determina la risoluzione in bit del valore restituito dalla funzione analogRead(). È possibile impostare questo 1 e 32. È possibile impostare una risoluzione superiore a 12, ma i valori restituiti da analogRead() subiranno un'approssimazione.

analogWriteResolution()

La funzione analogWriteResolution() imposta la risoluzione della funzione analogWrite(). Il valore predefinito è 8 bit (valori compresi tra 0-255) per garantire la compatibilità con le altre schede basate su AVR.

Come abbiamo visto la Arduino DUE possiede:

- 12 pin con 8-bit PWM (come le schede basate su altri AVR);
- 2 pin con 12-bit DAC (Digital-to-Analog Converter).

Impostando la risoluzione di scrittura a 12 è possibile utilizzare analogWrite() con valori compresi tra 0 e 4095 e sfruttare la piena risoluzione DAC o per impostare il segnale PWM senza approssimazione. La sua sintassi è: analogWriteResolution (bit)

Dove (bit) determina la risoluzione in bit dei valori utilizzati nella funzione analogWrite(). Il valore può variare da 1 a 32. Se si sceglie una risoluzione superiore o inferiore alle caratteristiche hardware, il valore utilizzato nella analogWrite() viene troncato se è troppo alto o riempito con zeri, se è troppo bassa.

Comunicazione

La scheda Arduino Due fornisce diverse



Figura 8: pin comunicazione CAN.

TABELLA 5

PIN	FUNZIONE	NOME DEL PIN SAM3X
1	GND	
2	TCK (Test Clock) Pin di clock dei dati	PB28
3	TMS (Test Mode Select) Selezione del modo test	PB31
4	TRST (Test Reset) Segnale di reset del test	NRSTB

Tabella 5: pin del connettore DEBUG.

possibilità di comunicazione con un computer, con un'altra scheda Arduino o con un altro microprocessore.

Il SAM3X mette a disposizione una **UART** (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) e tre **USART** (Universal Synchronous-Asynchronous Receiver/Transmitter) hardware per la comunicazione seriale (TTL - 3,3 V).

La porta di programmazione è collegata a un ATmega16U2 che viene riconosciuto dal PC come una porta COM virtuale.

Il 16U2 è collegato anche alla UART hardware del SAM3X.

I pin RX0 e TX0 si occupano della comunicazione seriale/USB attraverso il microcontrollore ATmega16U2.

Il software Arduino include un monitor seriale che permette di inviare e ricevere dati testuali da e verso la scheda.

I LED RX e TX posti sulla scheda lam-

peggiano durante la connessione USB al computer (ma non nella comunicazione seriale sui pin 0 e 1).

La porta USB nativa permette la comunicazione seriale su USB: questo permette di utilizzare una connessione seriale per il Serial Monitor o per altre applicazioni presenti sul PC. Esso consente, inoltre, alla Arduino Due di simulare il funzionamento di un mouse o di una tastiera: per utilizzare queste funzionalità è necessario fare riferimento alle librerie Mouse e Keyboard.

La porta USB nativa può anche funzionare come Host per le periferiche collegate, siano esse mouse, tastiere o smartphone. Per utilizzare queste funzioni, vedere le pagine di riferimento USBHost. <http://arduino.cc/en/Reference/USBHost>.

Il SAM3X supporta anche le comunicazioni TWI e SPI, tramite le apposite librerie Wire. Per semplificare l'utilizzo del bus TWI, vedere la documentazione per i dettagli <http://arduino.cc/en/Reference/Wire>.

Per la comunicazione SPI, occorre utilizzare la libreria SPI. <http://arduino.cc/en/Reference/SPI>.

Programmazione

La Arduino Due può essere programmata con il software Arduino. Sul sito web Arduino è già presente la nuova versione dell'IDE, release 1.5: <http://arduino.cc/en/Main/SoftwareDue>

L'upload degli sketches sul SAM3X funziona diversamente rispetto alle schede Arduino perché la memoria Flash deve essere cancellata prima di essere riprogrammata.

L'upload nel chip è gestito dalla ROM del SAM3X, e viene eseguito solo quando la memoria Flash del chip è vuota.

Per la programmazione possono essere utilizzate entrambe le connessioni USB, è comunque consigliabile utilizzare la

“Programming Port” per la particolare modalità di cancellazione del chip (figura 12).

Porta di programmazione

Per utilizzare questa porta andrà selezionata nell'IDE la voce “Arduino Due” (programming Port), poi si provvederà alla connessione della scheda a una porta USB del PC. La gestione della connessione viene effettuata tramite il chip ATmega16U2, due pin di questo chip sono collegati alla prima UART del SAM3X (RX0 e TX0), e questa verrà riconosciuta dal PC come una porta COM “virtuale”.



Figura 11: uscite analogiche.

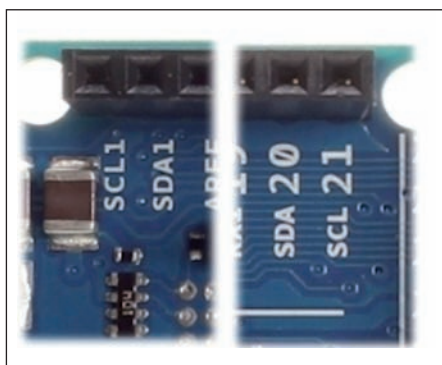


Figura 9: pin SDA, SCL.



Figura 10: porte analogiche.

Inoltre il chip ATmega16U2 possiede due pin collegati rispettivamente al pin “Reset” e al pin “erase” del SAM3X.

Dopo avere fissato la velocità di connessione a 1200 bps si provvederà a scollegare e a ricollegare la porta di comunicazione. Questa operazione produce una cancellazione “forzata” del SAM3X attivando le funzioni Reset e Erase prima di abilitare la comunicazione tramite il dispositivo UART.

Questa procedura è attiva esclusivamente sulla porta di programmazione ed è quella che si raccomanda di utilizzare poiché è molto più affidabile rispetto al metodo “Soft Erase” disponibile sulla porta nativa e perché è in grado di funzionare anche nel caso di crash dell'unità centrale.

TABELLA 6

NOME	CONNESSO A	COLORE
RX	PC30 SAM3X	Giallo
TX	PA22 SAM3X	Giallo
L	IC1A – Pin 13 PWM	Giallo
ON	+3V3	Verde
RX	PD4 ATMEGA16U2	Giallo
TX	PD5 ATMEGA16U2	Giallo

Tabella 6: LED della scheda Arduino DUE.

TABELLA 7

TWI	PIN SDA	PIN SCL
1	SDA -20 (PB12)	SCL-21 (PB13)
2	SDA 1 (PA17)	SCL 1 (PA18)

Tabella 7: pin delle porte TWI/I²C.

Porta nativa

Per utilizzare questa porta andrà selezionata nell'IDE la voce "Arduino Due" (Native USB Port).

Contrariamente alla porta di programmazione, questa porta è collegata direttamente al SAM3X. Dopo avere compiuto, se necessario, la procedura di rico-

noscimento della "COM virtuale" e avere configurato la velocità di connessione a 1200 bps, si provvederà a scollegare e a ricollegare la porta nativa; questa operazione innesca un "Soft Erase", cioè viene azzerata la memoria Flash del SAM3X e la scheda viene fatta ripartire utilizzando il bootloader interno.

Questa procedura, essendo effettuata interamente via software, non produrrà nessun effetto qualora l'unità centrale si trovasse in crash.

L'operazione andrà compiuta necessariamente fissando la velocità di comunicazione a 1200 bps; utilizzando velocità diverse non sarà possibile compiere il reset del SAM3X.

Caratteristiche fisiche e compatibilità Shield

La scheda Arduino DUE è stata progettata per essere compatibile con la maggior parte degli schermi progettati per le schede Diecimila, Uno o Duemilanove.

TABELLA 8

FUNZIONE DEI VARI PIN DEL DISPLAY

PIN	NOME	FUNZIONE
1	GND	Ground – Pin che deve essere collegato al negativo d'alimentazione.
2	VDD	Power Supply – Pin da collegare a +5 V d'alimentazione.
3	Vo	A questo pin si deve applicare una tensione variabile da 0 a +5 V tramite un trimmer per regolare il contrasto del display.
4	RS	Register Select – Questo pin è una linea di controllo con cui si comunica al display se si sta inviando sul bus dati (linee da DB0 a DB7) un comando (RS=0) oppure un dato (RS=1).
5	R/W	Read, Write – Questo pin è un'altra linea di controllo con cui si comunica al display se s'intende inviare un dato al display (R/W=0) oppure leggere un dato dal display (R/W=1).
6	E	Enable – Questo pin è una linea di controllo con cui si può abilitare il display ed accettare dati ed istruzioni dal bus dati (E=1).
7	DB0	Data Bus line 0 – Le linee su cui transitano i dati tra processore e display.
8	DB1	Data Bus line 1
9	DB2	Data Bus line 2
10	DB3	Data Bus line 3
11	DB4	Data Bus line 4
12	DB5	Data Bus line 5
13	DB6	Data Bus line 6
14	DB7	Data Bus line 7
15	A	Anodo LED della retroilluminazione tensione da 4,2 a 5 V, corrente 110 mA
16	K	Catodo LED della retroilluminazione

Tabella 8: pin del display LCD.

LISTATO 1

```
#include <LiquidCrystal.h>
//Include la libreria per la gestione del display LCD
#define RS 9
#define EN 8
#define D7 7
#define D6 6
#define D5 5
#define D4 4
// Corrispondenza pin LCD <-> pin digitali di Arduino
int sensorPin = 1;
// Numero del pin analogico sul quale è collegato TMP36
int val = 0;
// Definizioni globali
LiquidCrystal lcd( RS, EN, D4, D5, D6, D7 );
// Impostazione del display LCD
void setup()
{
  analogReadResolution(12);
  //Imposta la risoluzione a 12 bit
  lcd.begin( 2, 16 );
  // Impostazione per 1' LCD (2x16)
  Serial.begin(9600);
  //Imposta la velocità della porta seriale
  lcd.clear();
  // Pulisce lo schermo LCD
  lcd.setCursor( 0, 0 );
  // Va in posizione di home: colonna 1, riga 1
  lcd.print( "Temperatura di: " );
}
void loop()
{
  val = analogRead(sensorPin);
  //Legge il valore dalla porta analogica
  float voltage = (val * 3.289)/4096;
  // converte il valore letto in tensione
  float celsius = (voltage - 0.5) * 100 ;
  //converte la tensione in temperatura
  Serial.print(voltage,4);
  Serial.print(" volts  ");
  // Trasmette sulla seriale il valore della tensione let-
  to
  Serial.print(celsius,2);
  Serial.println(" gradi celsius");
  // Trasmette sulla seriale il valore in gradi
  lcd.setCursor( 0, 1 );
  // Va in posizione di home: colonna 1, riga 2
  lcd.print( celsius,1 );
  // scrive la temperatura
  lcd.print( ' ' );
  // lascia uno spazio
  lcd.print( (char) 223 );
  // Scrive '°'
  lcd.print( 'C' );
  //Scrive il carattere "C"
  delay( 500 );
  //Pausa di mezzo secondo tra le misure
}
```

I pin digitali da 0 a 13 (e i pin adiacenti AREF e GND), gli ingressi analogici 0 a 5, l'intestazione di alimentazione e "ICSP" (SPI) intestazione sono tutti in punti equivalenti alle altre schede.

Inoltre la principale UART (porta seriale) si trova sugli stessi pin (0 e 1), così come lo sono gli interrupt esterni 0 e 1 (pin 2 e 3 rispettivamente).

Diverso invece il discorso per i pin I₂C che si trovano nella DUE in posizione diversa (20 e 21) a differenza della Duemilanove / Diecimila (ingressi analogici 4 e 5).

Prima di iniziare la sperimentazione si raccomanda di porre la massima attenzione al fatto che, contrariamente alle altre schede della famiglia, la Arduino Due funziona a 3,3 Vcc e collegare i pin di I/O a tensioni più elevate (ad esempio 5 Vcc) potrebbe danneggiarla irrimediabilmente.

Un riassunto della funzione dei pin è visibile in **figura 13**.

CONNESSIONE DELLA SCHEDA AL PC

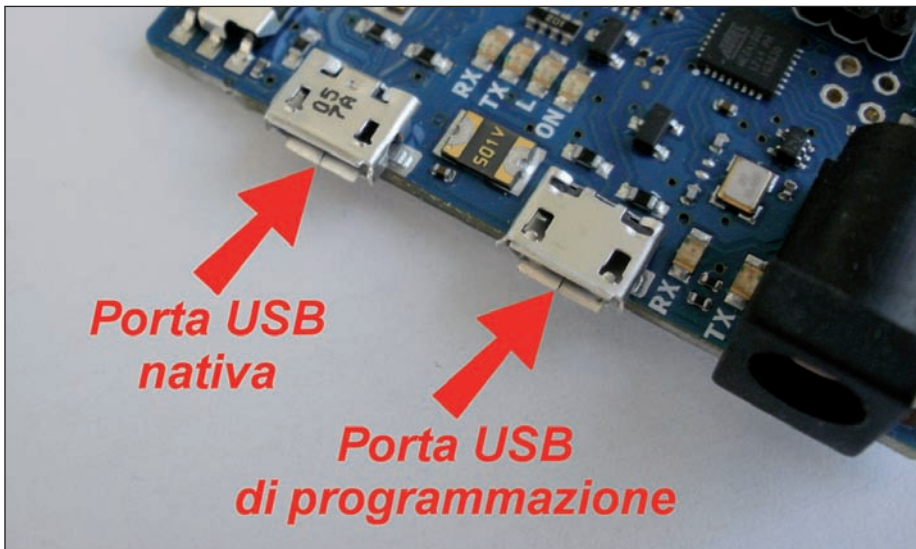
Cavo di collegamento

Per collegare la scheda Arduino DUE al computer è necessario un cavo USB dotato di un connettore di tipo Micro-B. Il cavo USB permette sia la programmazione sia l'alimentazione della scheda (**figura 14**).

Quindi occorre inserire la spina nella porta di programmazione che si trova a lato del connettore di alimentazione DC.

Installazione del driver su Windows XP e 7

- Occorre prima di tutto scaricare la versione per Windows del software Arduino. Una volta terminato il download, decomprimere il file scaricato, assicurandosi di conservare la struttura delle cartelle. Collegare la scheda Arduino DUE al computer con un cavo USB (**figura 14**) tramite la porta di programmazione;
- a questo punto Windows dovrebbe avviare il processo di installazione del driver una volta che la scheda è collegata, ma non sarà in grado di trovare il driver da solo e dovrete indicare dove questo è localizzato.
- fare clic sul menu Start e aprire il Pannello di controllo;
- passare alla cartella Sistema, quindi Hardware e fare clic su Sistema e aprire Gestione periferiche;



- cercare l'elenco denominato Porte (COM & LPT), si dovrebbe vedere una porta aperta di nome "Arduino Due Prog. Port";
- selezionare l'opzione "Browse mio computer per il driver software";
- premere il tasto destro su "Arduino Due Prog. Port" e scegliere "Update Driver Software";
- passare alla cartella con l'IDE Arduino che si era scaricato e decompresso in precedenza. Individuare e selezionare la cartella "Driver" nella cartella principale di Arduino (non il "FTDI driver USB" sottodirectory). Premere il tasto "OK" e "Avanti" per procedere;
- se viene chiesto con una finestra di av-

Figura 12: porte USB.

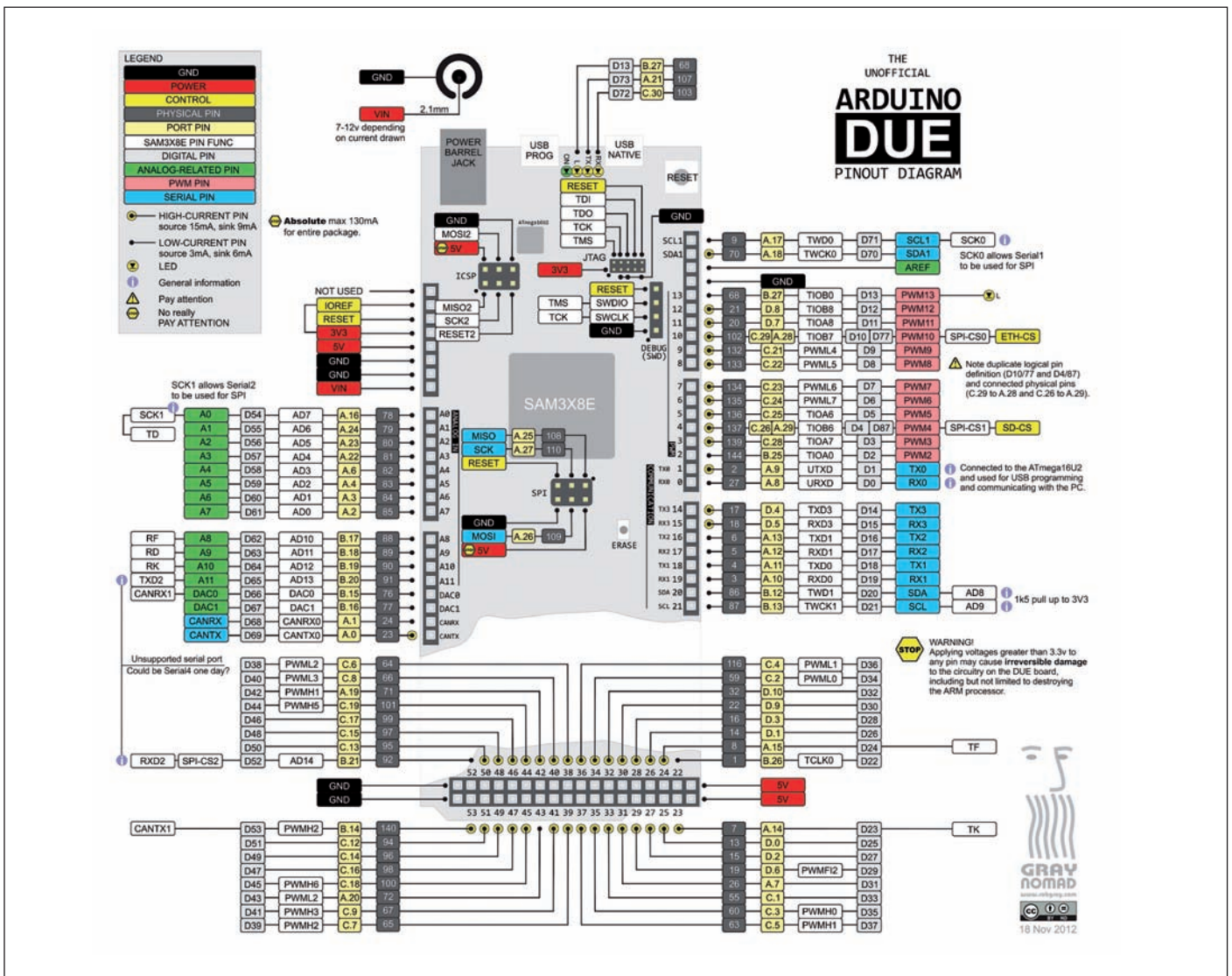


Figura 13: pinout scheda Arduino.

LISTA COMPONENTI

R1,	10 Ω ¼ W 5%
POT1	Trimmer 10 K Ω ¼ W 5%
C1	100 nF multistrato
LCD1	LCD 16 caratteri per due righe LCM1602A
IC1	Sensore TMP36

viso di non passare il test Windows Logo, fare clic su "Continua";

- Windows ora procederà all'installazione del driver;
- a conclusione sarà installato il driver sul computer. In Gestione periferiche si dovrebbe ora vedere un elenco simile a quello di **figura 15**, "Arduino Due Programming Port (COM16)".

PROGRAMMA IDE DI GESTIONE SCHEDA

Con l'uscita della Arduino DUE è anche stata rilasciata una nuova versione dell'IDE, attualmente ancora in versione beta, la release 1.5.1r2 (**figura 16**), che contiene tutta la parte relativa alla compilazione del codice per ARM. Il lavoro è stato sicuramente impegnativo per poter mantenere la compatibilità con tutte le varie versioni di schede. L'utilizzo è rimasto quello di sempre, la novità è ovviamente nella presenza delle schede della famiglia ARM che, se selezionate, modificano alcuni dei contenuti e delle librerie in modo contestuale.

PROGRAMMA DI PROVA

Passiamo adesso a provare la scheda: per fare questo collegheremo un sensore di

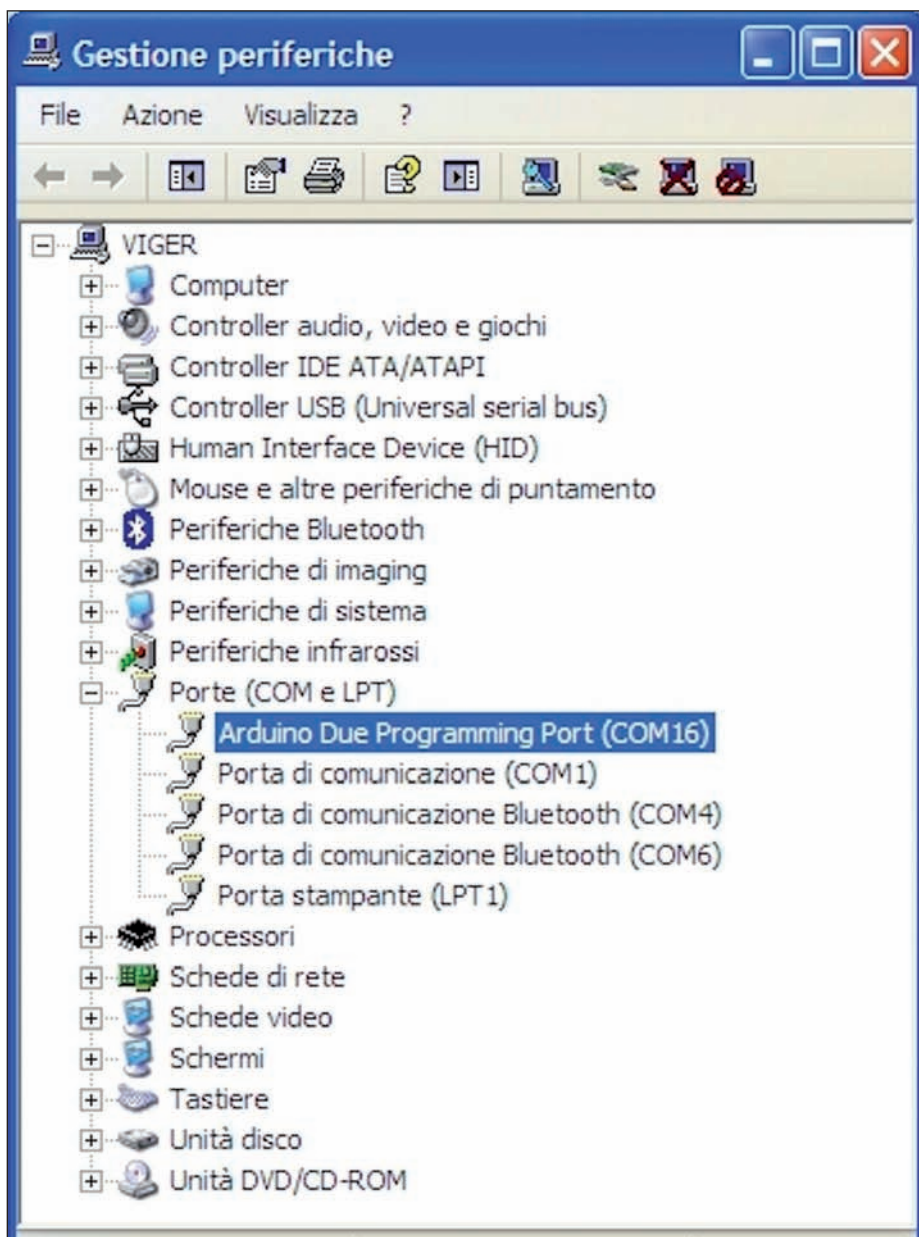


Figura 15: installazione del driver.



Figura 14: cavo di collegamento.

temperatura mostrando il valore letto su un display LCD.

Il sensore di temperatura

Il sensore scelto è il modello TMP36 prodotto da Analog Devices, che può essere alimentato con una tensione compresa tra 2,7 e 5,5 V. Il sensore fornisce una tensione di uscita che è linearmente proporzionale alla temperatura in gradi Celsius. Esso non richiede alcuna regolazione esterna per fornire precisioni tipiche di ± 1 °C a $+25$ °C e ± 2 °C nel suo range di temperatura compreso tra -40 °C e $+125$ °C.

La corrente di alimentazione è minore di 50 μ A, fornendo un basso auto-riscaldamento inferiore a $0,1$ °C in aria calma. Il TMP36 fornisce un'uscita di 750 mV a 25 °C e ha un fattore di scala di uscita di 10 mV / °C. Il sensore si presenta come un transistor dotato di 3 pin, la cui funzione è raffigurata in **figura 17**.

Il display LCD

Il display a cristalli liquidi o LCD (dall'inglese Liquid Crystal Display) utilizzato in questo modulo è dotato di 2 linee di 16 caratteri ciascuna. Il modello utilizzato è

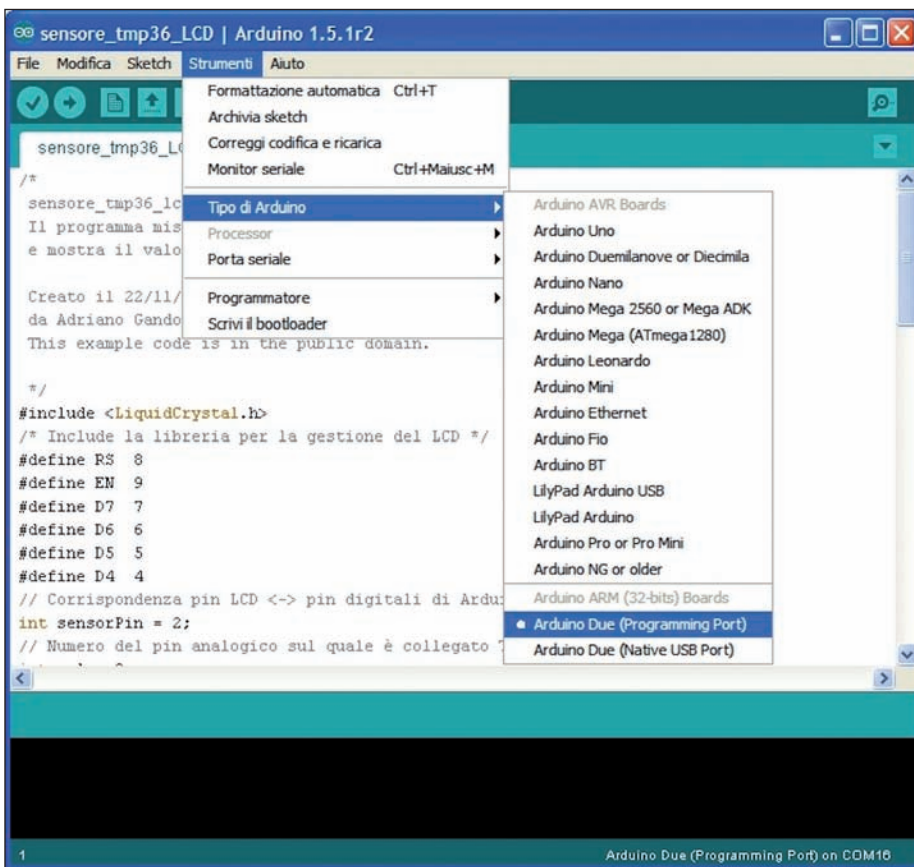


Figura 16: IDE di Arduino DUE.



Figura 17: piedinatura del sensore TMP36.

il tipo LCM1602A ma può essere utilizzato qualsiasi altro modello, poiché i più comuni reperibili in commercio hanno un'interfaccia ideata da Hitachi che, nel tempo, è diventata uno standard industriale utilizzato anche da altre case produttrici. Dei 16 pin presenti se ne utilizzano però solamente 10. Oltre ai pin di alimentazione GND, VDD, quello per la regolazione del contrasto V_0 e quello per la retroilluminazione, vengono utilizzati sei pin per i segnali:

- RS: Register select signal;
- E: Enable signal;

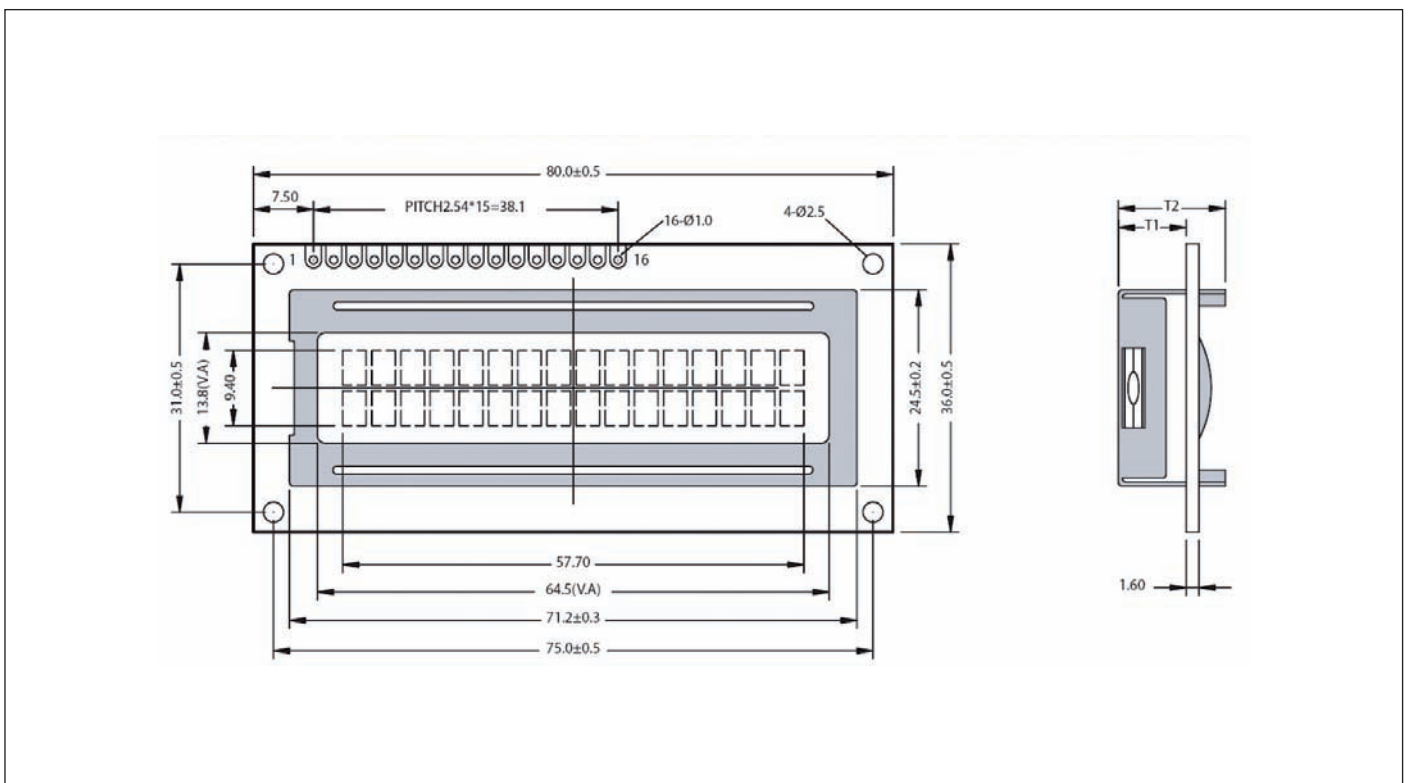


Figura 18: misure del display LCD.

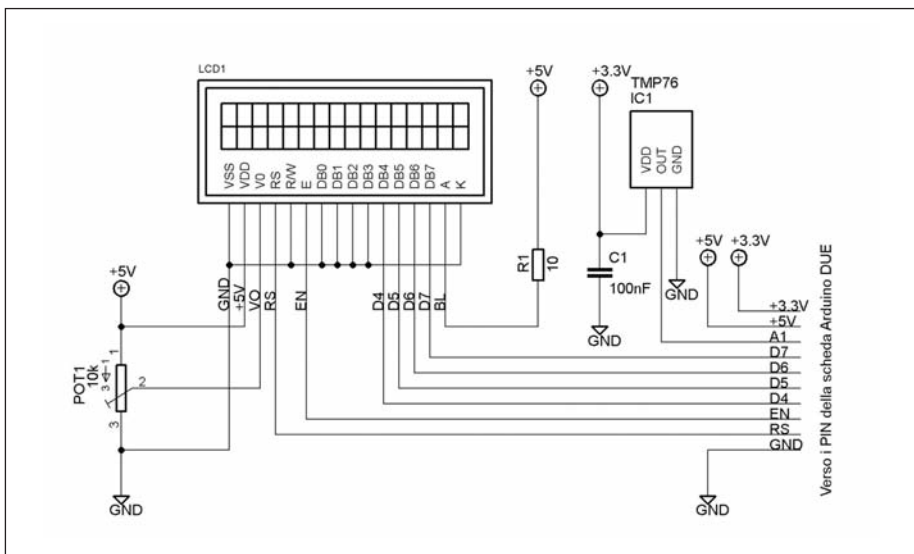


Figura 19: schema elettrico (cambiare da TMP76 a TMP36).

- DB4: Data bit 4;
- DB5: Data bit 5;
- DB6: Data bit 6;
- DB7: Data bit 7.

Gli altri sono tutti collegati alla linea di massa. Essendo le linee dati tutti in ingresso, possono essere direttamente connesse ai pin I/O della Arduino DUE. Il loro livello di tensione a +3,3 V è sufficiente per il pilotaggio (figura 18).

Schema elettrico

In figura 19 è rappresentato lo schema elettrico del misuratore di temperatura, i cui componenti sono riportati nel riquadro a pag 62. In pratica dobbiamo collegare i pin di controllo del display LCD ai pin I/O e il pin di uscita del sensore all'ingresso Analogico della scheda Arduino DUE.

Restano poi i collegamenti di alimentazione e del

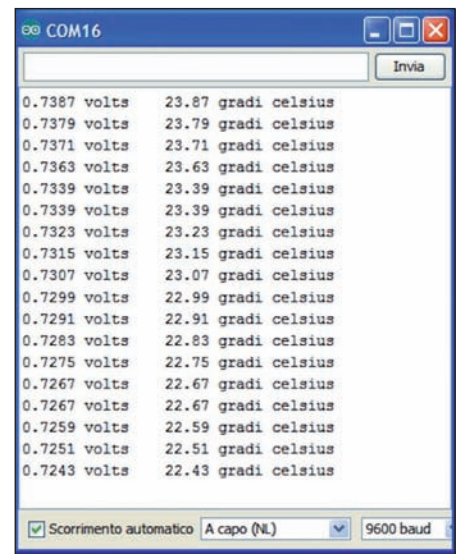


Figura 21: dati letti tramite monitor seriale.

trimmer di regolazione del contrasto e la resistenza posta sulla retroilluminazione. Vista la semplicità dello schema si potrà montare il circuito su una basetta mille fori o una breadboard. Nella figura 20 un esempio di montaggio.

Una volta montato il tutto, non ci resterà che caricare nella memoria del processore il programma riportato nel listato 1, che può essere scaricato dal sito della rivista. Il programma è ampiamente commentato, appena attivo sarà mostrato sul display il valore della temperatura letta. In alternativa il valore potrà essere letto tramite il serial monitor (figura 21).

Una dimostrazione del funzionamento potrà essere vista su YouTube al link <http://youtu.be/w6hU8iVCczc>.

CONCLUSIONI

Abbiamo così analizzato la nuova scheda Arduino DUE e l'abbiamo provata con una semplice applicazione. Il gran numero di I/O e la presenza di molte porte analogiche ci permetterà di realizzare applicazioni che con la più piccola Arduino UNO sembravano impossibili.

Occorrerà ancora qualche tempo affinché l'IDE sia completato e che il numero di librerie disponibili aumenti. Vista la diffusione dell'hardware Arduino c'è da scommettere su un roseo futuro per questa scheda. □



Figura 20: foto del prototipo in prova.

PER approfondire...

- <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardDue> - link originale della scheda
- <http://arduino.cc/en/uploads/Main/arduino-Due-schematic.pdf> - Schema elettrico della scheda
- <http://arduino.cc/en/Main/SoftwareDue> - Link per scaricare l'IDE completo di driver.
- http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/TMP35_36_37.pdf - Data sheet del sensore