

DAL TRIGGER AL CIRCUITO FINALE

In questo fascicolo procediamo con la progettazione della scheda di controllo dei motori di RZB-1. Cominciamo col vedere insieme lo schema del circuito associato a uno dei due servocomandi analogici a rotazione continua che abbiamo modificato nei fascicoli precedenti.

Nel Workshop 34 abbiamo introdotto un nuovo dispositivo elettronico chiamato **trigger di Schmitt**. Abbiamo anche visto come, con l'aggiunta di pochi semplici componenti, tale elemento possa essere sfruttato per costruire **generatori di onde quadre** con duty cycle pari al 50% (il caso più semplice) o differente (con la creazione di canali di carica e scarica indipendenti). In questo fascicolo faremo un ulteriore passo avanti realizzando un circuito concettualmente simile all'ultimo incontrato nel Workshop precedente, ma che **ci darà la possibilità di selezionare la durata degli impulsi agendo sul valore logico di un ingresso di controllo di tipo digitale.**

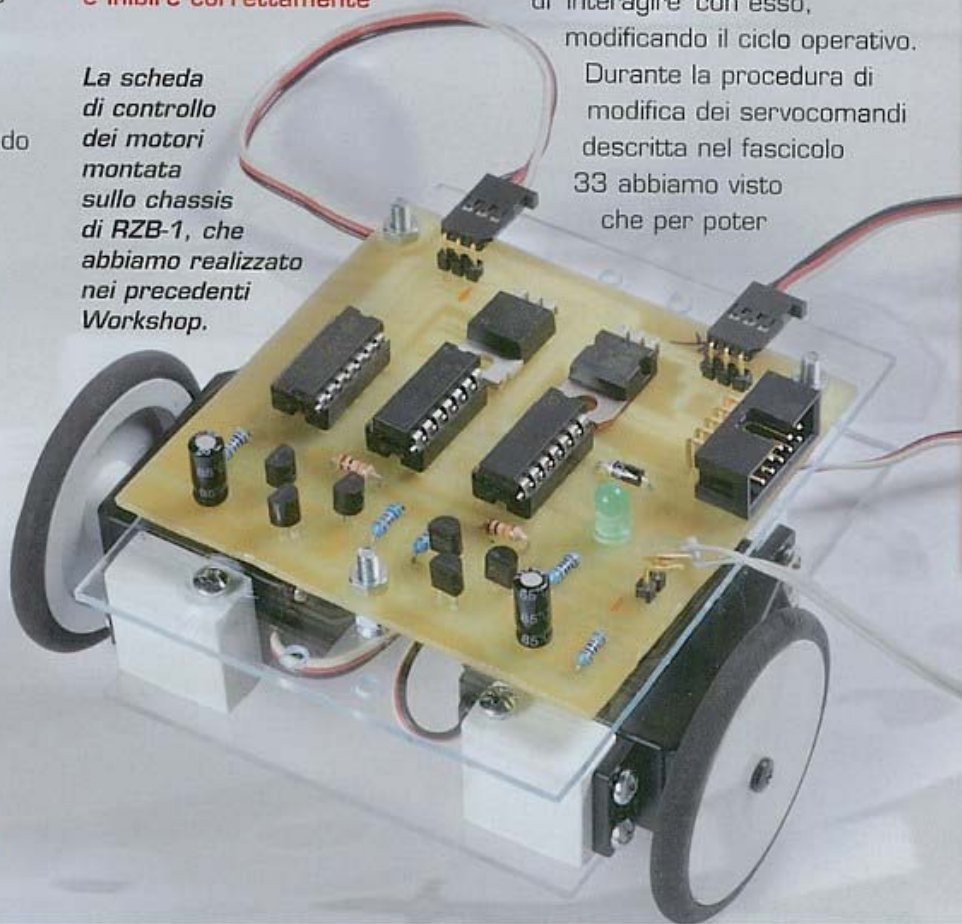
UN RAMO IN PIÙ >>>

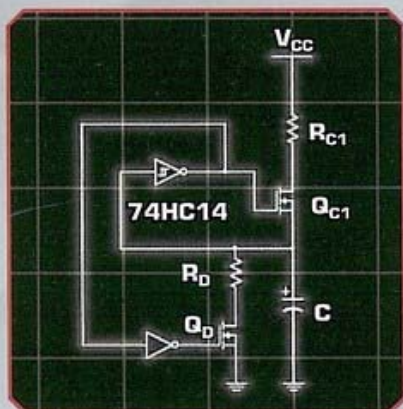
Richiamiamo per un momento l'ultimo circuito osservato nel fascicolo precedente (in alto nella pagina seguente). Abbiamo visto come esso funzioni grazie alla presenza dei due **transistor che abilitano in modo mutuamente esclusivo**

i rami di carica e scarica del condensatore, due differenti vie caratterizzate da differenti parametri resistivi, con i quali riusciamo a impostare il duty cycle dell'onda prodotta. Come ricorderai, inoltre, è stata aggiunta anche **una porta NOT, che ha la funzione di 'elaborare' il livello logico dell'uscita del trigger in modo da attivare e inibire correttamente**

La scheda di controllo dei motori montata sullo chassis di RZB-1, che abbiamo realizzato nei precedenti Workshop.

i transistor Q_C e Q_D . Pur essendo estremamente semplice, **la porta NOT costituisce a tutti gli effetti la rete combinatoria di attivazione dei FET.** Ma allora è anche possibile sostituire tale rete combinatoria con un circuito più complesso che ci permetta non solo di far funzionare l'oscillatore, ma anche di 'interagire' con esso, modificando il ciclo operativo. Durante la procedura di modifica dei servocomandi descritta nel fascicolo 33 abbiamo visto che per poter





↗ **L'oscillatore a rami di carica e scarica indipendenti visto nel fascicolo precedente.**

controllare il verso di rotazione è indispensabile **inviare sulla linea di controllo impulsi con due durate differenti: una inferiore a quella associata alla posizione di centratura del servo e una a essa superiore.** Dovremo quindi creare un circuito in cui sia possibile **'selezionare' in maniera specifica una tra più linee di carica**, in modo da impostare la durata della componente 'alta' del segnale.

VERSO IL CIRCUITO FINALE >>>

Iniziamo a riprogettare il circuito in maniera da introdurre **una seconda linea di carica.** Concettualmente tale circuito sarà molto simile a quello visto in precedenza, con la differenza che sarà presente **un secondo ramo di carica** (formato dal transistor Q_{C2} e dal resistore R_{C2}). Inoltre vi sarà una **rete combinatoria** più complessa che si occuperà di **attivare correttamente i transistor sulla base dello stato del trigger e di un segnale di ingresso** con il quale potremo scegliere se generare un segnale a **'impulsi lunghi'** o a **'impulsi brevi'**. La

rete combinatoria sarà strutturata secondo uno schema a **due ingressi** (stato del trigger, verso di rotazione) e **tre uscite** ($GateQ_D$, $GateQ_{C1}$, $GateQ_{C2}$). Dedichiamoci, allora, alla sintesi di queste tre semplici sottoreti iniziando da $GateQ_D$: si tratta della **rete di attivazione del transistor di scarica del condensatore C** e dovrà fornire un'uscita 'alta' (che porta Q_D in conduzione) quando l'uscita del trigger è 'bassa' (non importa il valore impostato sull'ingresso). Vediamone la tabella di verità:

TriggerOUT	Dir	Gate Q_D
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	0

Osservando la tabella di verità è facile vedere che $GateQ_D$ non è altro che **TriggerOUT negato**. La rete combinatoria in ingresso al gate del transistor Q_D sarà:

$$GateQ_D = \overline{TriggerOUT}$$

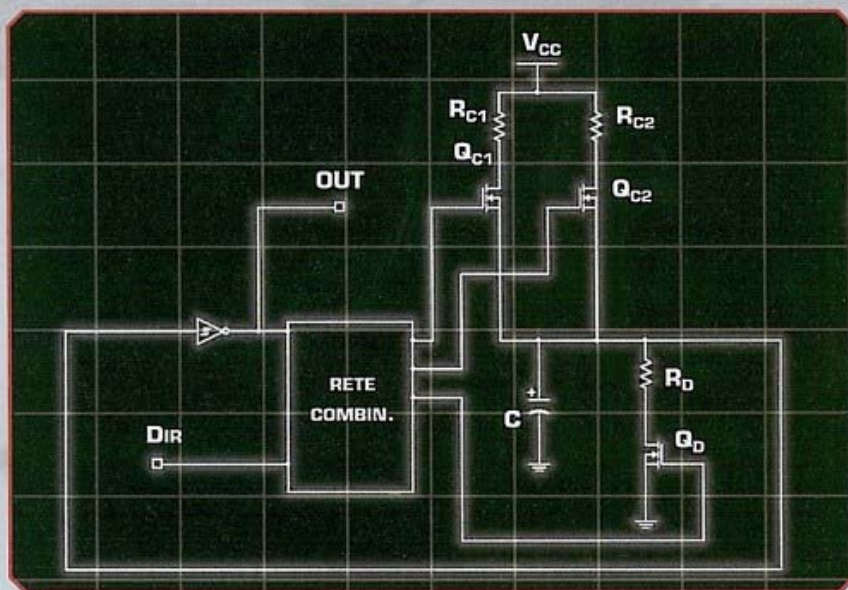
Passiamo ora alle **due reti di ingresso ai transistor di**

carica Q_{C1} e Q_{C2} . Per entrambi la **condizione di attivazione necessaria è che l'uscita del trigger sia alta**; tuttavia, la loro attivazione deve avvenire in maniera esclusiva e in funzione del verso di rotazione scelto: ossia **se Q_{C1} è in conduzione Q_{C2} deve essere inibito e viceversa.** Le due tabelle associate a questo comportamento sono quindi:

TriggerOUT	Dir	Gate Q_{C1}
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

TriggerOUT	Dir	Gate Q_{C2}
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

↘ **Lo schema dell'oscillatore con due rami di carica: il primo è formato dal transistor Q_{C1} e dal resistore R_{C1} , il secondo da Q_{C2} e da R_{C2} . L'attivazione dei due rami dipende dalla rete logica combinatoria al centro.**



Anche in questo caso la sintesi è molto semplice. Nella prima tabella di verità l'uscita è alta quando **TriggerOUT è alto e Dir basso**. Si ha quindi:

$$\text{Gate}_{Q_{C1}} = \text{TriggerOUT} \cdot \overline{\text{Dir}}$$

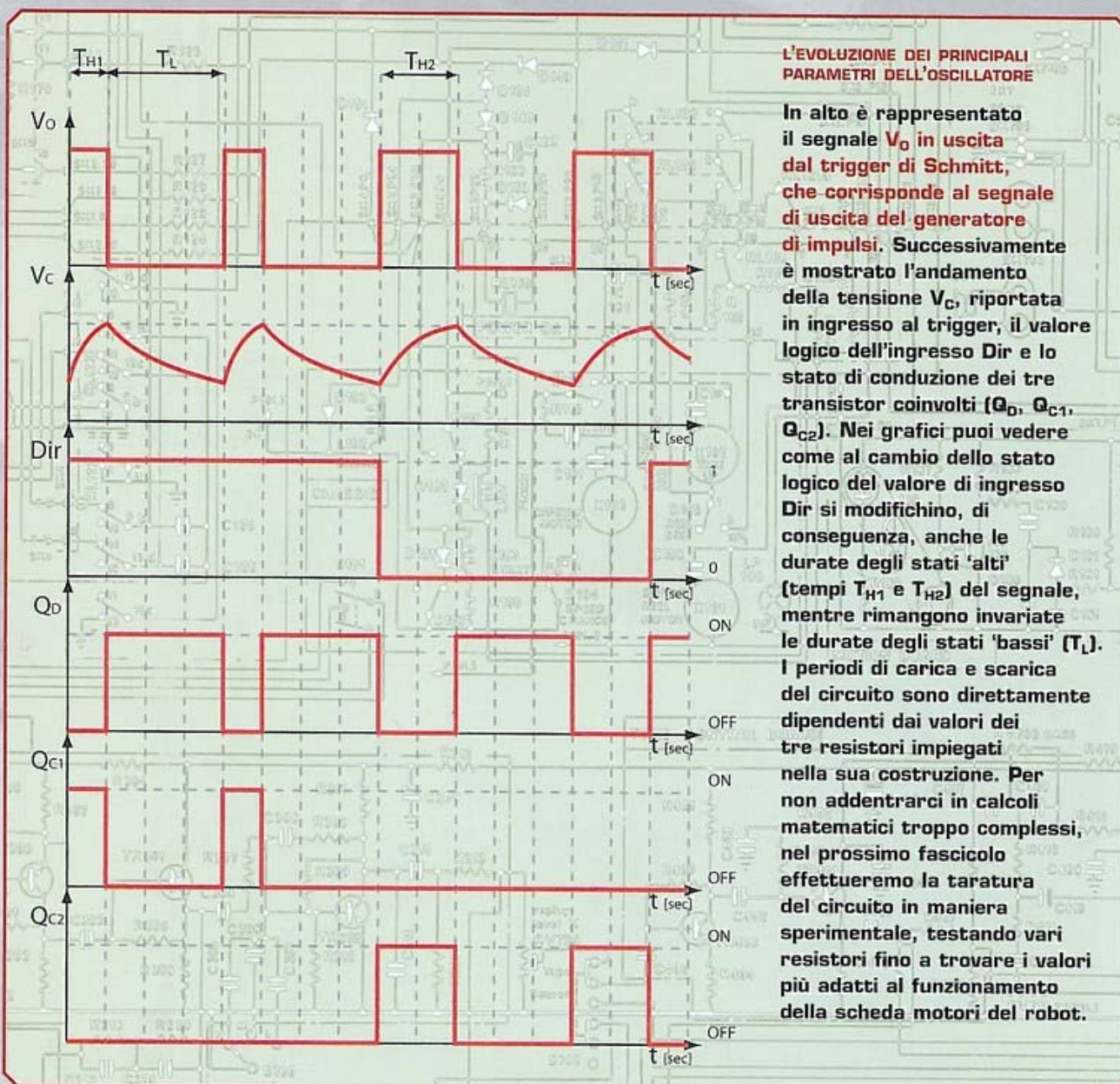
Per $\text{Gate}_{Q_{C2}}$, invece, si ha l'uscita alta quando **TriggerOUT e Dir sono entrambi alti**.

La sintesi è semplicemente:

$$\text{Gate}_{Q_{C2}} = \text{TriggerOUT} \cdot \text{Dir}$$

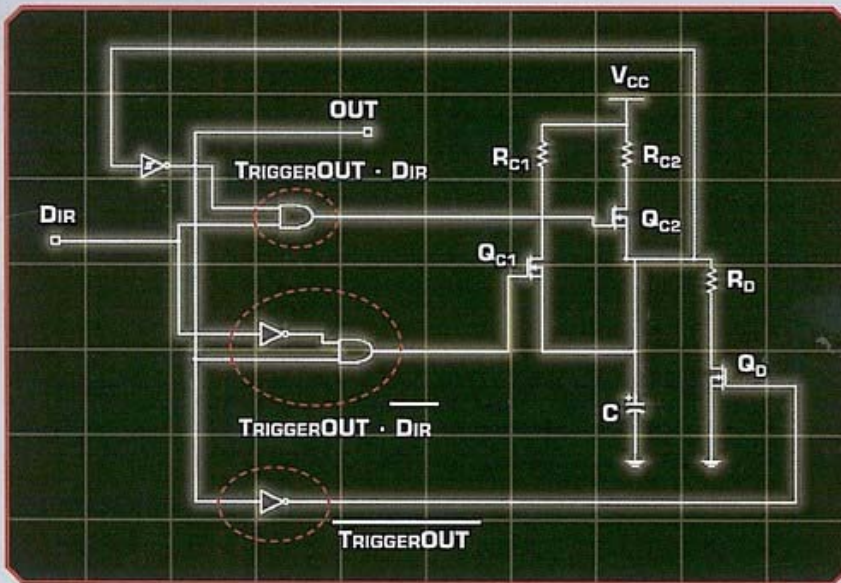
Nello schema posto in alto nella pagina seguente puoi vedere come appare il circuito dopo aver inserito le tre reti combinatorie. Per comprendere meglio il suo funzionamento puoi aiutarti con i diagrammi temporali mostrati nel box sottostante. Vediamo brevemente come si sviluppa il suo ciclo operativo. In termini pratici non vi è molta differenza rispetto a quanto abbiamo visto nel Workshop 34, a parte

la presenza di un secondo ramo di carica (pilotato dal transistor Q_{C2}) e di una rete logica combinatoria molto più complessa rispetto alla semplice porta NOT del caso iniziale. Come nel caso precedente la rete logica ha il compito di 'accendere' o 'spegnere' i FET in modo da controllare i flussi elettrici da e verso il condensatore. Ma se per la fase di scarica tutto è rimasto invariato (anche in questo caso



L'EVOLUZIONE DEI PRINCIPALI PARAMETRI DELL'OSCILLATORE

In alto è rappresentato il segnale V_o in uscita dal trigger di Schmitt, che corrisponde al segnale di uscita del generatore di impulsi. Successivamente è mostrato l'andamento della tensione V_c , riportata in ingresso al trigger, il valore logico dell'ingresso Dir e lo stato di conduzione dei tre transistor coinvolti (Q_d , Q_{C1} , Q_{C2}). Nei grafici puoi vedere come al cambio dello stato logico del valore di ingresso Dir si modificano, di conseguenza, anche le durate degli stati 'alti' (tempi T_{H1} e T_{H2}) del segnale, mentre rimangono invariate le durate degli stati 'bassi' (T_L). I periodi di carica e scarica del circuito sono direttamente dipendenti dai valori dei tre resistori impiegati nella sua costruzione. Per non addentrarci in calcoli matematici troppo complessi, nel prossimo fascicolo effettueremo la taratura del circuito in maniera sperimentale, testando vari resistori fino a trovare i valori più adatti al funzionamento della scheda motori del robot.



Il generatore di impulsi completo di reti combinatorie, evidenziate in rosso.

è ricomparsa la negazione sull'uscita del trigger], abbiamo dovuto introdurre due nuove

semplici reti logiche che in fase di carica permettessero di attivare correttamente solo uno dei transistor Q_C , utilizzando il valore logico (0 o 1) del segnale Dir come discriminante. Infine,

poiché i due rami di carica sono caratterizzati da resistenze differenti (R_{C1} e R_{C2}), in base al transistor in stato di conduzione otterremo tempi di carica diversi e, conseguentemente, treni regolari di impulsi con durate differenti. **Se opportunamente dimensionati, questi impulsi ci permetteranno di azionare i servo del robot nei suoi due versi di rotazione.** Abbiamo anche detto, però, che vogliamo poter accendere e spegnere i servocomandi attraverso una linea di ingresso, che chiameremo 'ServoEnable' (**ServoEnable=1: servo acceso, ServoEnable=0: servo spento**). Anche per questo scopo ricorreremo all'uso di un transistor e in particolare di un FET a canale-N collegato

IL CONTROLLO DELLA ROTAZIONE DEL SERVO...

I servocomandi sono azionati e controllati attraverso una sequenza più o meno regolare di impulsi tramite i quali viene regolata la posizione angolare dell'albero. Nel servo a rotazione continua che abbiamo realizzato, al contrario, la durata degli impulsi condiziona il verso di rotazione del motore, permettendoci di far muovere la ruota in senso orario o antiorario. In particolare, i servo interpreteranno gli impulsi di durata inferiore a quella associata alla posizione centrale come rotazione in verso antiorario (esempio a sinistra dell'immagine), mentre gli impulsi di durata superiore a questo limite comporteranno la rotazione in verso orario (esempio a destra).

T_{CEN} : DURATA DELL'IMPULSO ASSOCIATO ALLA POSIZIONE CENTRALE
 T_{IN} : DURATA DELL'IMPULSO DI INGRESSO

