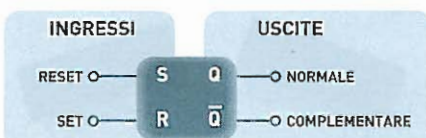


Circuiti sequenziali

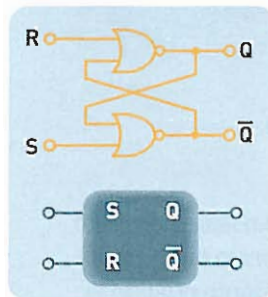
Il funzionamento di alcuni circuiti formati da porte logiche, è tale che quando ai loro ingressi si applica una determinata combinazione di uno e di zeri, danno sempre le stesse uscite. Questi circuiti ricevono il nome di circuiti combinatoriali. Altri tipi di circuiti invece, pur avendo uno schema simile ai precedenti in quanto anche loro sono formati da porte logiche, in determinate circostanze, pur applicando la stessa combinazione di ingresso, possono fornire uscite differenti; la loro uscita, inoltre, dipende dallo stato precedente dell'uscita stessa e dalle variazioni applicate all'ingresso. In molti circuiti contano anche gli impulsi ricevuti da un ingresso speciale, il clock. Questi circuiti si chiamano circuiti sequenziali.

Circuiti sequenziali

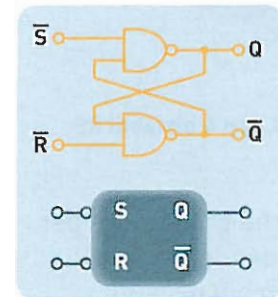
Per prima cosa vedremo il significato del termine sequenziale. Questi circuiti seguono una o più sequenze di funzionamento in base ai cambiamenti di uno o più ingressi. Normalmente il circuito è in un determinato stato e la variazione di uno degli ingressi lo fa passare a un altro degli stati possibili della



Rappresentazione simbolica di un bistabile asincrono.



Bistabile R-S con porte NOR.



Bistabile R-S con porte NAND.

sequenza. Cerchiamo di chiarirci le idee con un esempio classico di circuito sequenziale, un contatore di impulsi di clock. Supponiamo di avere un modello di contatore che conti da 0 a 9 e dopo il 9 passi a 0 e così via. Se a un determinato momento il contatore segna 4, ricevendo un impulso passa a 5, però se fosse a 7 e ricevesse lo stesso impulso passerebbe a 8 e non a 5. Questo esempio ci indica che il circuito segue la sequenza dei numeri naturali dallo 0 al 9.

Memoria

Da quanto detto in precedenza possiamo dedurre che il circuito in qualche modo deve aver memorizzato lo stato precedente; introduciamo quindi il concetto di memoria, dato che il circuito necessita di uno o più elementi di memoria.

S	R	Q _n	/Q _n	
0	0	Q _{n-1}	/Q _{n-1}	Non cambia
0	1	0	1	RESET
1	0	1	0	SET
1	1	0	0	Proibito

Bistabile R-S con porte NOR.

Tipi

I circuiti sequenziali più conosciuti sono i contatori e i registri. Questi circuiti sono formati da elementi di minore entità denominati bistabili, flip-flop o latch, che si dividono in diversi tipi. Li vedremo a poco a poco, dato che sono alla base dei circuiti sequenziali.

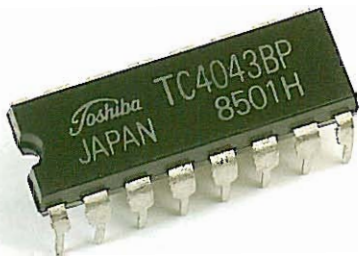
Bistabili

Un bistabile è un circuito la cui uscita, come dice il nome, può avere due stati, 1 oppure 0.

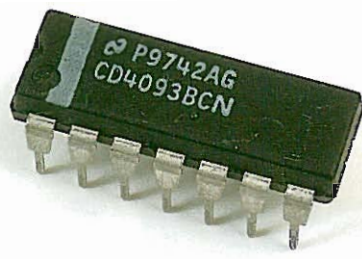
Il cambio di stato, oltre a essere prodotto grazie alla variazione su uno degli ingressi, tiene conto dello stato precedente dell'uscita. Ciò che è interessante notare sullo schema di un bistabile è la presenza di collegamenti dall'uscita verso l'ingresso. Un bistabile è un circuito sequenziale e fa parte di registri, contatori, memorie, ecc., in pratica è una cella elementare di memoria.

Attivazione

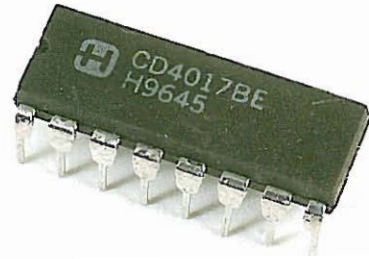
I bistabili si possono classificare per il modo in cui si produce



Integrato 4043, con 4 bistabili RS.



Contatore 4093.



Contatore decimale 4017.

l'attivazione che può essere per livello, cioè quando cambia il livello in uno o più dei suoi ingressi, oppure per fronte, nel momento in cui il segnale passa dal livello alto a basso o viceversa; ricordate che il fronte è il pezzo quasi verticale dell'impulso e può essere di salita o di discesa. Anche se in alcuni casi si confondono e si mescolano, la denominazione flip-flop si applica ai bistabili attivati per fronte, e latch a quelli attivati per livello. Inizieremo descrivendo questi ultimi.

Bistabili attivati per livello

Questi dispositivi possono essere a loro volta classificati in bistabili asincroni, in cui l'uscita cambia quando si produce una reazione sull'ingresso, cosa che può

succedere in qualsiasi momento, e bistabili sincroni in cui le uscite cambiano solamente quando lo determina il segnale del clock applicato all'ingresso del clock, infatti anche se gli ingressi cambiano di livello la variazione non si produce sino a quando non lo permette il clock. Questi bistabili si distinguono molto bene dai precedenti, perché hanno un ingresso di clock.

Bistabile di base

Per poterlo studiare dobbiamo osservare prima lo schema elettrico, o meglio, il diagramma logico in cui sono rappresentate le porte come blocchi funzionali. Questo circuito realizzato con porte NOR ha due stati stabili, denominati SET o attivazione, e RESET o disattivazione, nei quali può rimanere per un tempo indefinito, permettendo in questo modo la memorizzazione di un bit.

Osservate che normalmente i

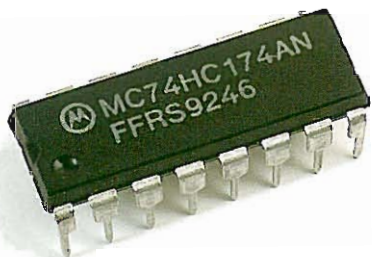
/S	/R	Qn	/Qn	
0	0	1	1	Proibito
0	1	1	0	SET
1	0	0	1	RESET
1	1	Qn-1	/Qn-1	Non cambia

bistabili dispongono anche di un pin per l'uscita negata. Bisogna evitare di applicare contemporaneamente il livello 1 su entrambi gli ingressi.

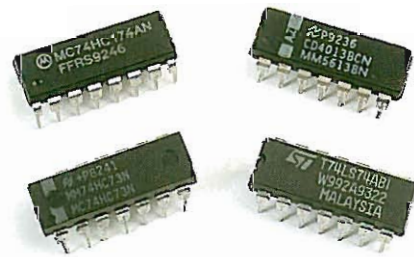
Bistabile R-S con porte NAND

Gli ingressi di un bistabile R-S (Reset-Set) realizzato con porte NAND sono attivi a livello basso. Questo dispositivo realizza la stessa funzione del bistabile di base, però con la logica d'ingresso invertita. Questi bistabili hanno gli ingressi attivati a livello basso.

In questo caso il modo in cui memorizza è quando i due ingressi sono mantenuti a livello 1. Quando l'ingresso /S passa a livello basso 0, l'uscita Q passa a '1' (SET) e se l'ingresso /R passa a livello 0 l'uscita Q passerà a 0 (RESET). In questo caso bisogna evitare che entrambi gli ingressi abbiano contemporaneamente il valore 0.



Integrato 74HC174 che contiene 6 bistabili tipo D.



Integrati con circuiti sequenziali.

Bistabile R-S con porte NAND sequenziali.