

Come avanza un contatore

Dopo aver visto i parametri caratteristici dei bistabili, dobbiamo capire bene come funzionano i contatori digitali, dato che questi sono formati da una catena di bistabili, uno per ogni bit utilizzato.

Sequenza di conteggio

Prima di continuare, bisogna chiarire un concetto molto importante: un contatore è un circuito sequenziale, quindi segue in qualche modo una sequenza.

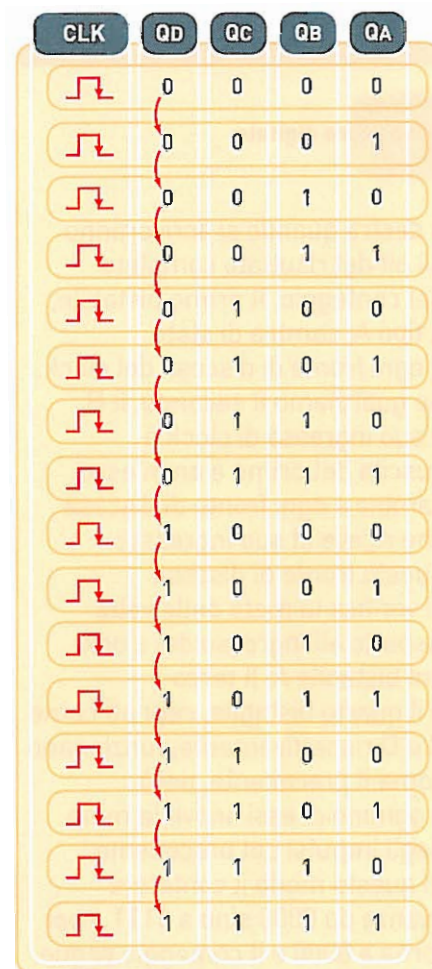
Pertanto, in un contatore è necessario definire il numero di bit da utilizzare, e in ultimo la sequenza. Normalmente siamo abituati al fatto che un contatore segua l'ordine dei numeri naturali, cioè che conti in codice binario i valori 1, 2, 3, 4, 5, ecc., oppure 8, 7, 6, 5, ecc. Un contatore tuttavia può seguire anche un'altra sequenza, se si costruisce il circuito che la genera, per esempio 7, 5, 11, 8, 2, 6, un'altra volta 7 e così via.

Contatore asincrono di base

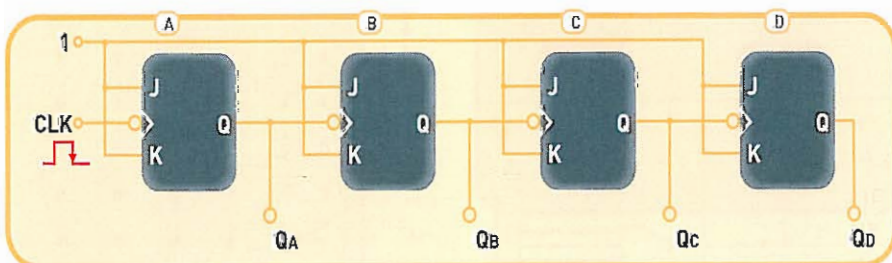
Costruiamo ora un contatore asincrono da quattro bit, abbiamo bisogno di 4 bistabili JK con attivazione sul fronte di discesa, uniremo i suoi due ingressi e otterremo così in realtà un bistabile tipo T. L'uscita di ogni bistabile si utilizza come clock del successivo. Faremo in modo che l'uscita del bistabile cambi stato ogni volta che riceve al suo ingresso un impulso di clock. Questo avviene collegando gli ingressi a 1, cioè, gli ingressi JK dovranno essere collegati insieme e tutti dovranno essere collegati a 1. Questo contatore dovrà "contare" gli impulsi di clock. L'uscita si ottiene in binario e si legge: Q_D, Q_C, Q_B, Q_A . Questo è il

	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
Stato iniziale	0	0	0	0
Dopo il primo impulso	0	0	0	1
Dopo il secondo impulso	0	0	1	0

contatore più semplice che si può costruire, e il suo funzionamento è facile da capire.



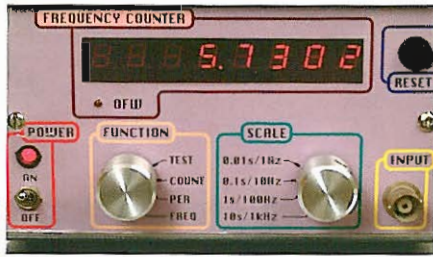
A ogni impulso di clock il contatore avanza di un conteggio.



Contatore asincrono base da 4 bit.

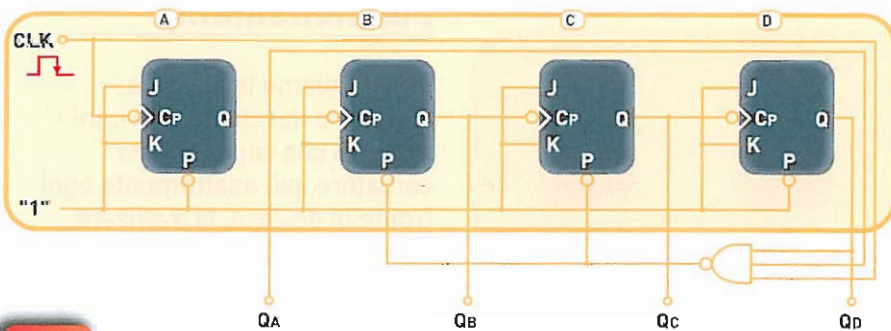
Funzionamento

Se guardiamo lo schema, l'ingresso del clock, cioè ogni impulso che capta questo contatore, più esattamente ogni fronte di discesa, fa avanzare il conteggio del contatore. Il bit meno significativo del risultato del conteggio corrisponde all'uscita del bistabile che identificheremo con la lettera A e si deve scrivere



Contatore digitale.

a destra quando si scriveranno i 4 bit del risultato completo del conteggio. Il primo bistabile, il tipo A, cambia di stato a ogni fronte di discesa del clock. Se guardiamo il secondo, il B, il suo ingresso di clock è l'uscita del primo e anch'esso cambia a ogni fronte di discesa che riceve al suo ingresso; questo fronte di discesa si verifica la metà delle volte rispetto all'ingresso del clock del bistabile A. Il terzo e il quarto bistabile, segnati come C e D rispettivamente, funzionano come il precedente, però a ognuno di essi arriva la metà degli impulsi del precedente. In questo modo il contatore avanza da 0000 sino a 1111 e poi torna a 0000 e il conteggio segue l'ordine naturale dallo 0 al 15 e dal 15 passa allo 0 e continua così fino a quando riceve impulsi al suo ingresso del clock.



Contatore asincrono di decadi da 4 bit.

Tipi di contatori

Questo è un contatore molto semplice, si tratta di un contatore asincrono e ha l'inconveniente di essere relativamente lento, in quanto i bistabili commutano in serie, cioè uno dopo l'altro, e si sommano i ritardi di tutti i bistabili.

I bistabili sincroni utilizzano l'ingresso di clock in modo simultaneo, sono più rapidi, ma hanno bisogno di una circuiteria addizionale per fare in modo che il conteggio sia corretto, e il loro funzionamento è un po' più complesso; per il momento ci accontenteremo di sapere che esistono. Ci sono anche molti tipi di circuiti per fare in modo che il contatore avanzi, retroceda oppure salti qualche numero, tutto ciò si realizza con circuiti addizionali, normalmente formati da combinazioni di porte logiche.

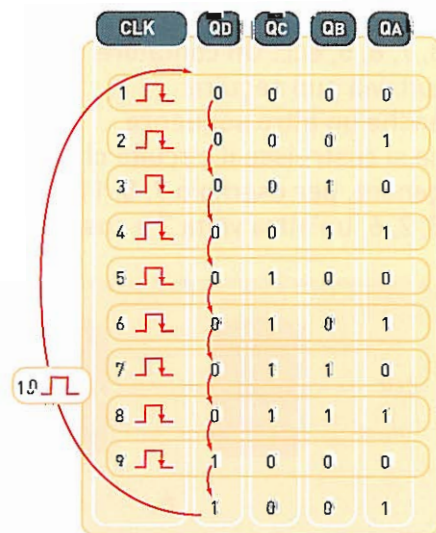
Divisori di frequenza

Se osserviamo attentamente il contatore di base potremo osservare che se applichiamo un segnale con degli impulsi di una determinata frequenza all'ingresso del clock, per esempio 400 KHz, sull'uscita del bistabile A otterremo 200 KHz,

e sull'uscita del bistabile B 100 KHz, sul C 50 KHz, e sul D 25 KHz. In realtà, quindi, abbiamo un divisore di frequenza con 4 uscite diverse.

Contatore di decadi

Vediamo un caso particolare e molto comune dell'utilizzo di circuiti logici addizionali, per modificare il contatore di base ed evitare che passi per alcuni numeri, alterando il suo conteggio. Partiamo, in questo caso, da un contatore che conta da 0 a 15 e otterremo un contatore che conta da 0 a 9, e che da 9 passa a 0, cioè da 1001 a 0000. I primi dieci stati entro cui passa il conteggio, sono uguali a quelli del contatore base, però arrivando al 9, l'uscita della porta NAND a tre ingressi attiva l'ingresso preset dei bistabili B e C, quindi tutte le uscite passano a 1 e il passaggio successivo sarà lo zero. Questo circuito è conosciuto anche come divisore per 10.



Sequenza di conteggio del contatore di decadi.