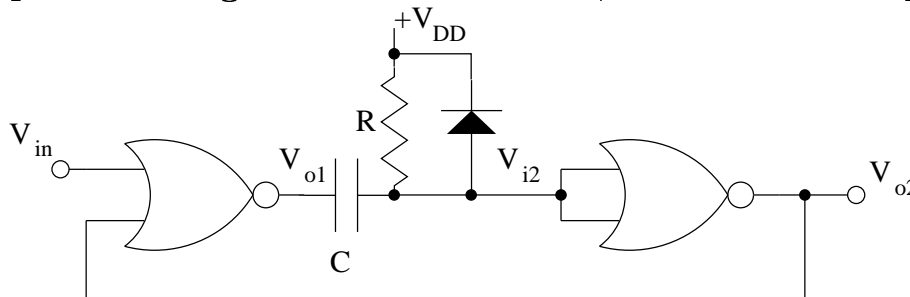


Multivibratori monostabili

- Il flip-flop è un dispositivo *bistabile*: può restare indefinitamente (in assenza di segnali applicati all'ingresso) sia nello stato $Q = 1$ sia nello stato $Q = 0$; le due porte logiche che lo costituiscono sono accoppiate direttamente.

Otteniamo un comportamento diverso se introduciamo un accoppiamento capacitivo (in serie) tra l'uscita della prima porta e l'ingresso della seconda, come nell'esempio seguente:



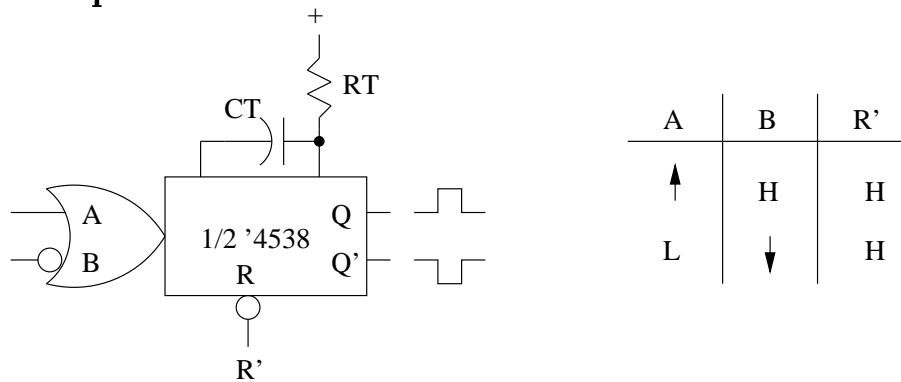
inizialmente (con $V_{in} = 0$) non circola corrente in R , per cui $V_{i2} = +V_{DD}$, $V_{o2} = 0$, $V_{o1} = +V_{DD}$ e la tensione ai capi di C è nulla; l'applicazione di un impulso positivo all'ingresso della prima porta V_{in} fa temporaneamente cambiare stato al dispositivo:

1. V_{o1} va a zero
2. la tensione ai capi di C non può cambiare istantaneamente $\Rightarrow V_{i2}$ scende a zero
3. V_{o2} si porta a $+V_{DD}$
4. lentamente il condensatore si carica e la tensione V_{i2} tende a $+V_{DD}$ con costante di tempo RC
5. quando V_{i2} supera la tensione di soglia $V_{DD}/2$, l'uscita V_{o2} si porta immediatamente a zero e il circuito ritorna nello stato iniziale (la durata dell'impulso in uscita è $RC \ln 2$)
6. il diodo serve a limitare superiormente la tensione V_{i2} quando V_{o1} ritorna bruscamente a $+V_{DD}$

questo è un esempio di **multivibratore monostabile** (detto anche *one-shot*); notiamo che la durata dell'impulso prodotto dipende solo dai valori di R e C , e non dalla durata dell'impulso in ingresso, purchè questa sia $< RC \ln 2$.

- Il multivibratore monostabile è utile per generare impulsi di durata e polarità volute, con la durata che può andare da circa 40 ns a parecchi ms; i circuiti effettivamente usati richiedono una durata dell'impulso in ingresso tra 25 e 100 ns, indipendentemente dalla durata dell'impulso in uscita.

- Un esempio di *one-shot* CMOS con due ingressi A e B sensibili rispettivamente al fronte di salita e di discesa è il '4538; le combinazioni degli ingressi A, B e del reset R che danno luogo a impulsi in uscita sono indicate.



- In generale è bene usare con cautela i monostabili in un circuito per diversi motivi:
 1. la durata dell'impulso è sensibile a variazioni di temperatura e di tensione di alimentazione,
 2. un circuito contenente diversi monostabili sarà difficilmente adattabile a cambiamenti della frequenza di clock,
 3. un monostabile, dato che contiene componenti lineari, è intrinsecamente più sensibile al rumore rispetto ai normali componenti digitali;

in particolare un ritardo realizzato con una coppia di monostabili in serie può essere rimpiazzato da un ritardo digitale costituito da una coppia di flip-flop di tipo D in serie.

Registri a scorrimento

- Se colleghiamo in serie n flip-flop, con gli ingressi di clock collegati in parallelo, otteniamo una memoria a n bit denominata **registro a scorrimento** (*shift register*), in quanto per leggere i dati dobbiamo farli “scorrere” lungo la catena di flip-flop. Usando per es. quattro flip-flop di tipo D, con uscite denominate Q_A , Q_B , Q_C e Q_D , ad ogni ciclo di clock avviene che:

1. ciascun dato in uscita viene “visto” dall’ingresso del successivo flip-flop ($Q_A \rightarrow D_B$, $Q_B \rightarrow D_C$, $Q_C \rightarrow D_D$) e il dato esterno viene visto dall’ingresso D_A ;
2. dopo il ritardo di propagazione interno, le uscite Q_A , Q_B , Q_C e Q_D vengono aggiornate.

Non c’è rischio di conflitti tra queste due operazioni grazie al ritardo interno di propagazione.

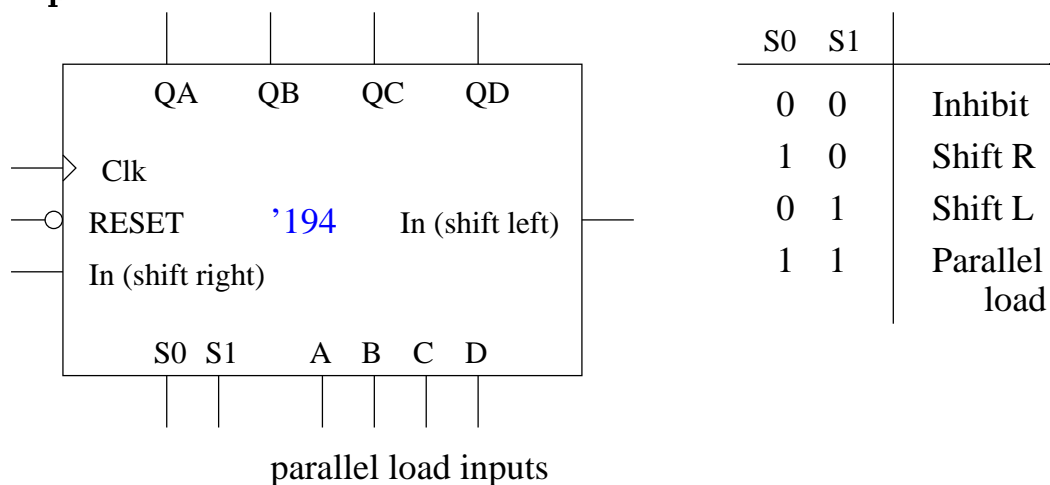
- Un primo utilizzo del registro a scorrimento è per la conversione da seriale (dati che si presentano all’ingresso in tempi successivi) a parallelo (tutti i dati sono presenti simultaneamente sulle uscite):

ciclo	In	Q_A	Q_B	Q_C	Q_D
1	1	1	0	0	0
2	1	1	1	0	0
3	0	0	1	1	0
4	1	1	0	1	1

dopo un numero di cicli di clock pari alla profondità del registro, la sequenza seriale 1101 è stata memorizzata (da destra verso sinistra) nel registro e può essere letta in parallelo.

- Un altro modo di utilizzo è quello di leggere serialmente l’uscita di destra (Q_D nell’esempio precedente), riottenendo la sequenza temporale originale (la velocità di lettura può essere diversa da quella di scrittura).
- Parecchi registri a scorrimento hanno porte logiche aggiuntive che permettono di caricare i dati in parallelo (questa operazione richiede di disabilitare l’ingresso seriale); in seguito è possibile leggere i dati serialmente sull’uscita di destra.

- Infine, alcuni registri a scorrimento possono funzionare in due direzioni: verso destra e verso sinistra. Un esempio è il registro a scorrimento universale '194, che offre tutte le possibilità sopra citate:



mediante i due bit di controllo $S1$ e $S2$ è possibile scegliere lo scorrimento a destra, lo scorrimento a sinistra, il caricamento parallelo oppure l'inibizione del funzionamento.

- Le applicazioni più importanti dei registri a scorrimento sono:
 1. trasformazione di dati da seriale a parallelo e viceversa (ad es. nelle porte seriali di ingresso/uscita dei calcolatori)
 2. adattamento tra due velocità di propagazione diverse per dati seriali
 3. linee di ritardo digitali
 4. generazione di sequenze binarie
 5. moltiplicazione per 2 e divisione per 2 di numeri binari