SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA
DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

Registri: caricamento/scaricamento e shifter

Prof. Daniele Gorla

Registri

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

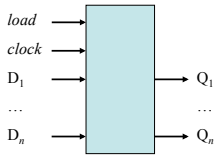
Un *registro* è un insieme di *n* FF ordinati (per *n* fissato) in cui memorizzare una parola da *n* bit.

Le problematiche relative ai registri sono:
- caricamento e scaricamento dell'informazione
- funzionalità che fornisce il registro
- interconnessione tra registri

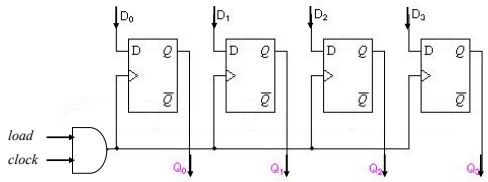
In base alla modalità di scrittura e lettura dei dati, abbiamo:
- Parallel Input Parallel Output (PIPO)
- Serial Input Serial Output (SISO)
- Serial Input Parallel Output (SIPO)
- Parallel Input Serial Output (PISO)

Parallel Input Parallel Output

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA DIPARTIMENTO DI INFORMATICA



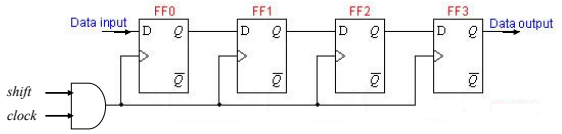
Specifica: riceve in input *n* linee di dati; tali linee vengono memorizzate quando il segnale *load* è a 1 e al momento di un fronte d'onda discendente del *clock* (rete sincrona). Il valore memorizzato viene riproposto in output dopo τ.



Serial Input Serial Output (1)

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

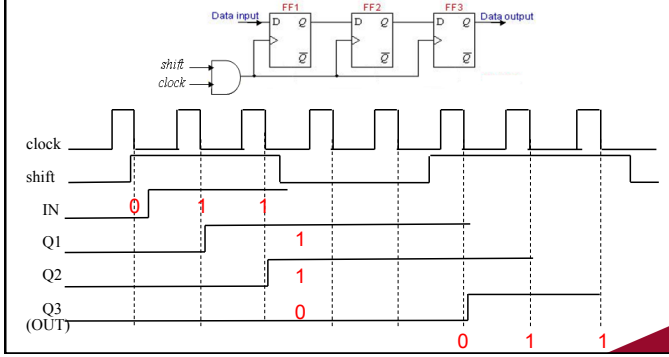
Specifica: *(caricamento)* riceve in input una linea di dati, i cui valori ad ogni fronte d'onda discendente di *clock* vengono memorizzati progressivamente, purché il segnale *shift* sia a 1. *(scaricamento)* Sull'unica linea di uscita vengono riproposti in sequenza gli *n* valori caricati dall'input, uno per ogni fronte d'onda discendente del *clock* in cui *shift* vale 1.



Serial Input Serial Output (2)

SAPIENZA Università di Roma Dipartimento di Informatica

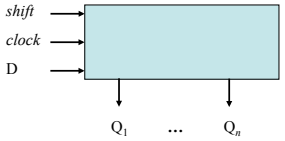
Funzionamento: per caricare *n* bit, devo fare in modo che *shift* sia a 1 per *n* fronti d'onda discendenti del *clock* e che ad ogni fronte la linea dati entrante contenga il nuovo valore da memorizzare. Per scaricare il registro, bisogna settare *shift* per *n* cicli di *clock* e prelevare i bit dalla linea dati uscente.

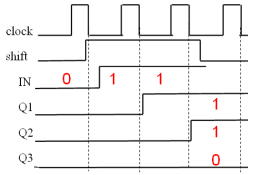


5

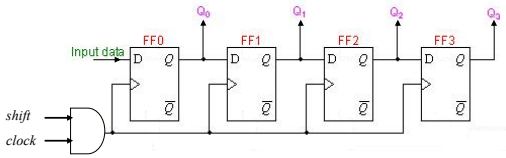
Serial Input Parallel Output

SAPIENZA Università di Roma Dipartimento di Informatica





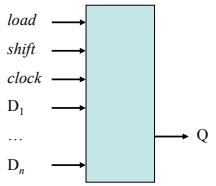
Specifica: caricamento come il SISO, scaricamento come il PIPO



6

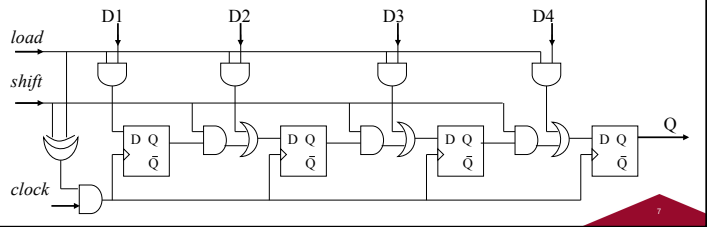
Parallel Input Serial Output (1)

SAPIENZA Università di Roma Dipartimento di Informatica



Specifica: memorizza gli *n* input delle linee di dati quando il segnale *load* è a 1 e al momento di un fronte d'onda discendente del *clock*. Il valore memorizzato viene scaricato quando *shift* vale 1 (in *n* fronti d'onda del *clock*).

N.B.: *load* e *shift* non possono essere entrambe a 1 nello stesso istante.

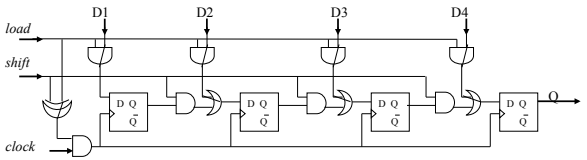


7

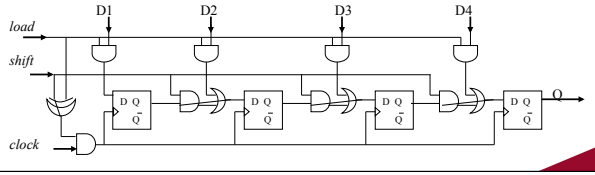
Parallel Input Serial Output (2)

SAPIENZA Università di Roma Dipartimento di Informatica

- *shift* = *load:* il loro XOR è 0, quindi il registro è in fase quiescente
- *shift* = 0, *load* = 1:



- *shift* = 1, *load* = 0:



8

Registri con operazioni

Indipendentemente dal tipo di caricamento/scaricamento, un registro può fornire delle funzionalità (operazioni sulla parola memorizzata).

Ci sono 2 tipi fondamentali di operazioni che un registro può fare:

- Shift
- Count

In questa lezione vedremo i vari tipi di registri shifter, nella prossima i vari tipi di registri counter.

Utilità dello shift

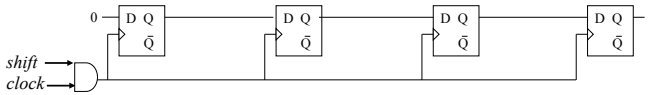
Moltiplicazione e divisione per 2 molto semplice ed efficiente:

$$\underbrace{00001000_2 \times 10_2 = 00010000_2}_{\text{shift a sinistra di 1 posizione}} \qquad \underbrace{00001000_2 \div 10_2 = 00000100_2}_{\text{shift a destra di 1 posizione}}$$

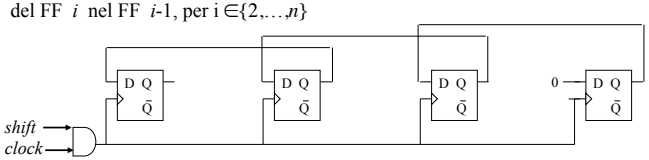
OSS.1: perdo il bit più/meno significativo.
OSS.2: rimpiazzo il bit perso inserendo uno 0 all'estremità opposta.

Shifter basilari

Right shifter (shift a destra):
Ad ogni fronte d'onda discendente del *clock* in cui *shift* vale 1, sposta il contenuto del FF i nel FF i+1, per i $\in\{1,\ldots,n\text{-}1\}$



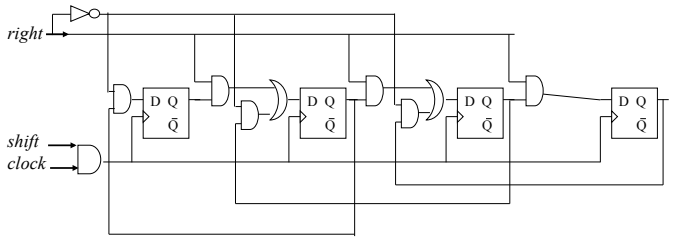
Left shifter (shift a sinistra):
Ad ogni fronte d'onda discendente del *clock* in cui *shift* vale 1, sposta il contenuto del FF i nel FF i-1, per i $\in\{2,\ldots,n\}$



N.B.: perdita del contenuto del FF n (right shifter) o del primo FF (left shifter): primo FF (right shifter) e FF n (left shifter) riempiti con 0.

Shifter bidirezionale

Si comporta come un left/right-shifter in base a un bit di controllo *right*: se tale bit vale 1, fa lo shift a destra, altrimenti a sinistra:



Shifter con mantenimento del bit

Se lavoro con interi in complemento a 2, lo shift non funziona per fare la divisione per 2:

$11111110_{Ca2} = -2_{10}$ $\quad$ $11111111_{Ca2} = -1_{10}$

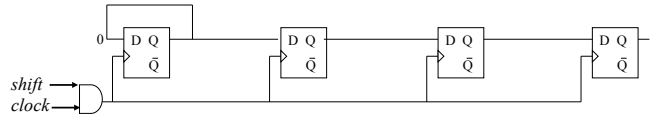
$11111110_{Ca2} \div 10_2 = 11111111_{Ca2}$

Con lo shift a destra, avrei 11111110_{Ca2} → $01111111_{Ca2} = 127_{10}$!!

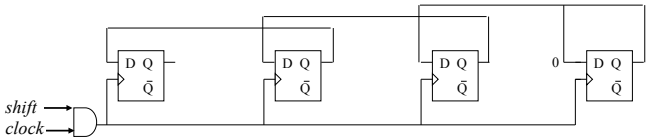
Nel fare lo shift a destra, devo quindi mantenere il bit più significativo, nel senso che non devo inserire uno 0 ma lasciare il bit che c'era.

Shifter con mantenimento

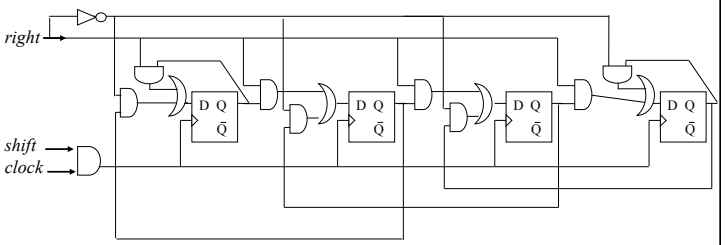
Right shifter:



Left shifter:

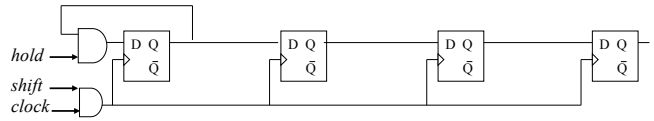


Shifter bidirezionale con mantenimento



Shifter con/senza mantenimento

Right shifter:



In maniera analoga si può fare un left shifter e uno shifter con o senza mantenimento bidirezionale (con entrambi i segnali *hold* e *right*).

Registri circolari

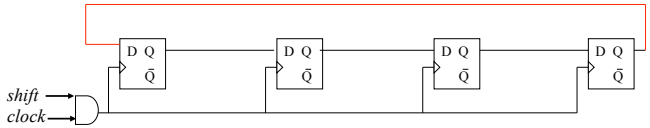
Un altro modo per non perdere il bit che esce è reinserirlo dall'estremità opposta del registro

Si vede, cioè, il registro come chiuso circolarmente su se stesso:

Questa operazione è molto usata quando si vogliono considerare sequenzialmente e ripetutamente tutti i bit, uno alla volta.

Registro circolare (antiorario)

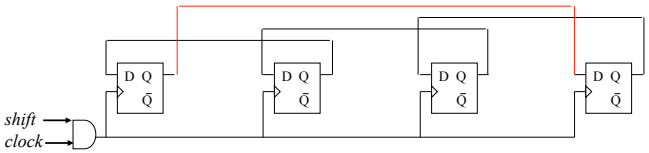
Rotazione dell'informazione memorizzata in senso antiorario (da sinistra a destra):



Ad ogni fronte d'onda discendente del *clock* in cui *shift* vale 1, sposta il contenuto del FF i nel FF i+1, per i $\in\{1,\ldots,n\text{-}1\}$ e il contenuto del FF n nel primo FF.

Registro circolare (orario)

Rotazione dell'informazione memorizzata in senso orario (da destra a sinistra):



Ad ogni fronte d'onda discendente del *clock* in cui *shift* vale 1, sposta il contenuto del FF i nel FF i-1, per i $\in\{2,\ldots,n\}$ e il contenuto del primo FF nel FF n.

Registro circolare bidirezionale