

**ESERCIZIO N°1**

6 punti

Realizzare in tecnologia CMOS un multiplexer 2:1 (due linee di ingresso, una di selezione e una uscita).

**ESERCIZIO N°2**

6 punti

Avendo a disposizione dei multiplexer 2:1 realizzare un multiplexer 16:1 (sedici linee di ingresso, quattro di selezione e una uscita). In generale, quanti multiplexer 2:1 occorrono per realizzare un multiplexer  $2^n:1$ ?

**ESERCIZIO N°3**

7 punti

Progettare un registro a 4 bit, con due linee di controllo (C1, C0), 2 ingressi (SX, DX) e 4 uscite (Q3, Q2, Q1, Q0) che, in corrispondenza del fronte in salita del clock, possa eseguire le operazioni indicate nella tabella seguente

C1	C0	$Q3_{n+1}$	$Q2_{n+1}$	$Q1_{n+1}$	$Q0_{n+1}$	funzione
0	0	Q3	Q2	Q1	Q0	conserva
0	1	SX	Q3	Q2	Q1	shift destro
1	0	Q2	Q1	Q0	DX	shift sinistro
1	1	Q0	Q3	Q2	Q1	rotazione destra

**ESERCIZIO N°4**

6 punti

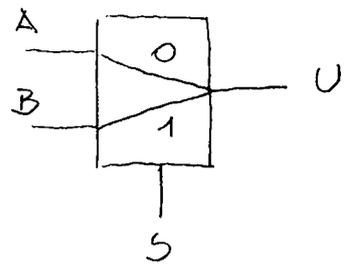
I registri di una macchina di Moore hanno  $t_{su} = 4$  ns,  $t_h = 2$  ns e  $t_{co} = 6$  ns. La rete combinatoria per il calcolo dello stato futuro ha un ritardo di propagazione  $t_{pd} = 10$  ns. Quale è la massima frequenza di clock compatibile con il corretto funzionamento della macchina? Motivare la risposta disegnando una possibile temporizzazione dei segnali nella macchina.

**ESERCIZIO N°5**

8 punti

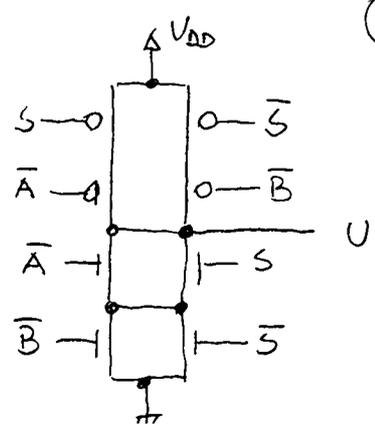
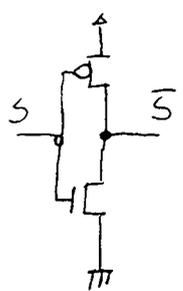
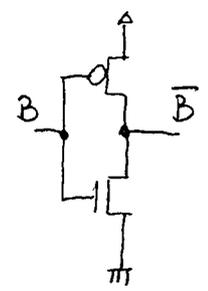
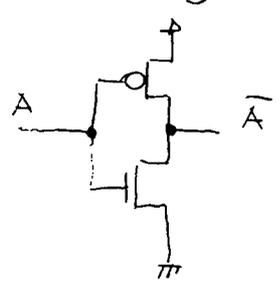
Scrivere un sottoprogramma per il microcontrollore AT90S8515 in grado di determinare se la locazione di memoria identificata dal puntatore X contiene lo stesso valore di quella identificata dal puntatore Y. Il risultato del confronto, al termine del sottoprogramma, deve essere posto nel flag Z (Z=1 indica l'uguaglianza tra i valori delle due locazioni).

①



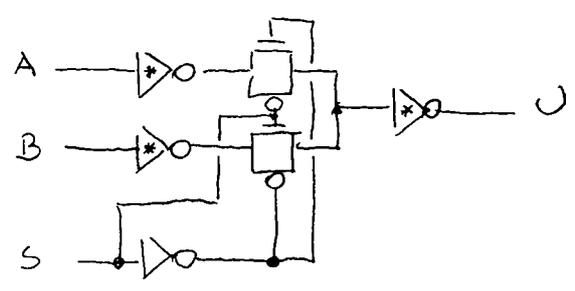
$$U = A\bar{S} + BS$$

$$\bar{U} = (\bar{A} + S)(\bar{B} + \bar{S})$$



14 MOS

un'alternativa



12 MOS

Di questi 12 MOS, 6 servono per gli inverteri con l'asterisco, che non sono strettamente indispens. alla funzione.

servono a rendere UNIDIREZIONALE la porta e a evitare la reciproca influenza tra A e B.

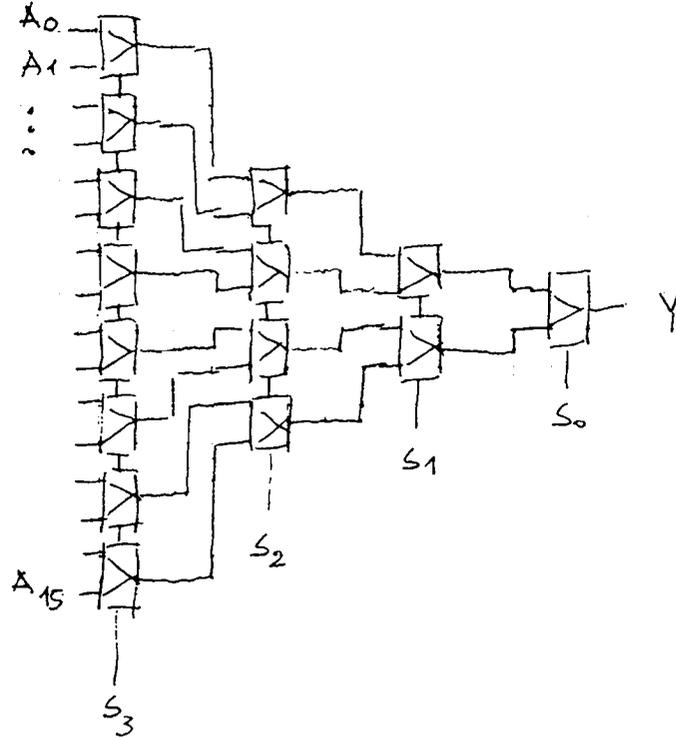
2

Per 4:1 occorrono 3 MUX 2:1 su 2 livelli

Per 8:1 occorrono 7 MUX 2:1 su 3 livelli

Per 16:1 occorrono 15 MUX 2:1 su 4 livelli

Per  $2^m:1$  occorrono  $2^m - 1$  MUX 2:1 su  $m$  livelli



### APPROFONDIMENTO

Una dimostrazione generale relativa al numero di MUX 2:1 necessari può essere data in modo rapido per induzione

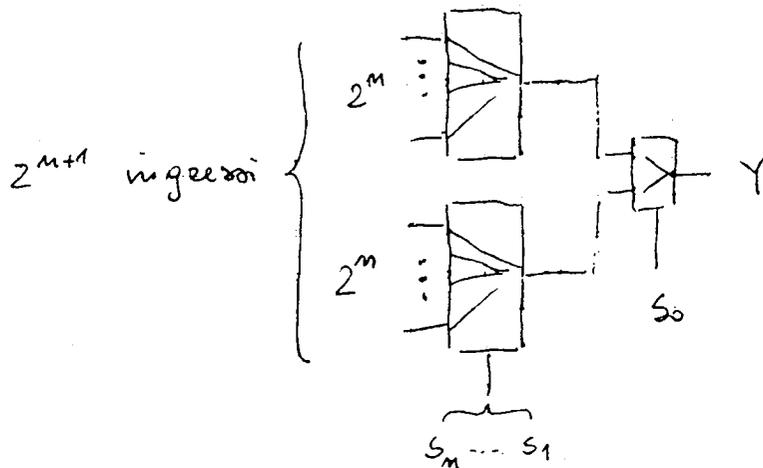
Tesi:  $M(2^m:1) = 2^m - 1$

Dimostrazione:

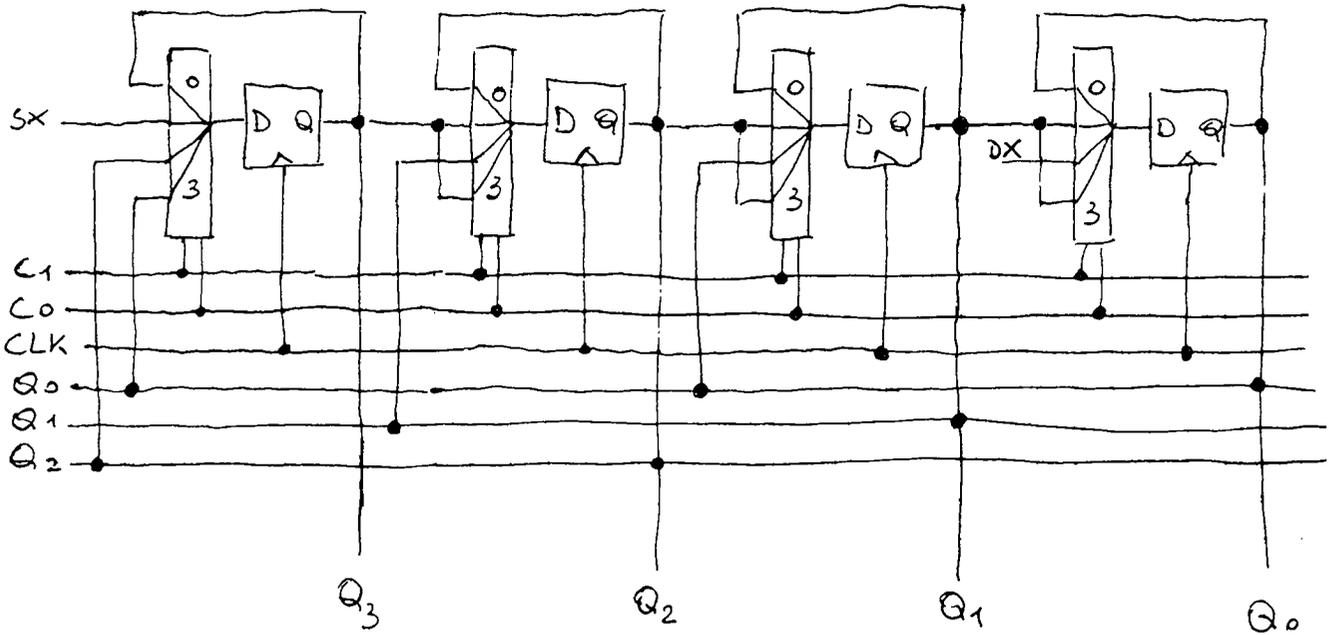
vale per  $n = 1$  (ovvio)

se vale per  $n$  vale anche per  $n + 1$  infatti

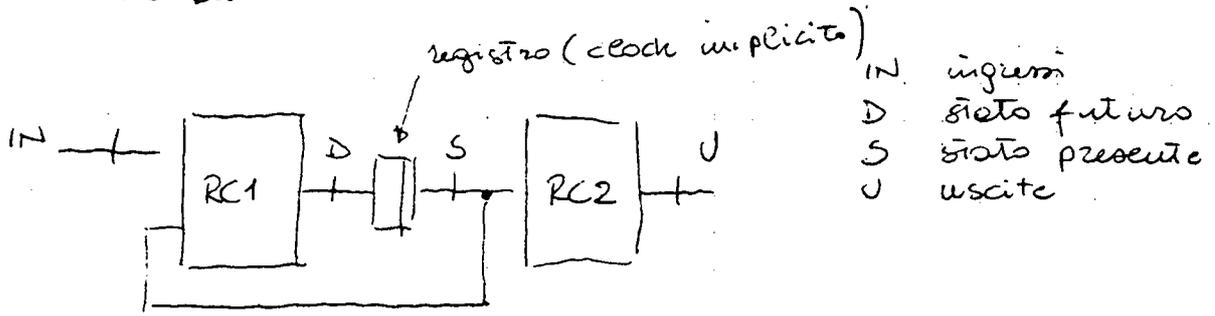
$$M(2^{m+1}:1) = 2M(2^m:1) + 1 = 2(2^m - 1) + 1 = 2^{m+1} - 1$$



③ Il problema può essere risolto direttamente con l'ARCHITETTURA del registro UNIVERSALE:

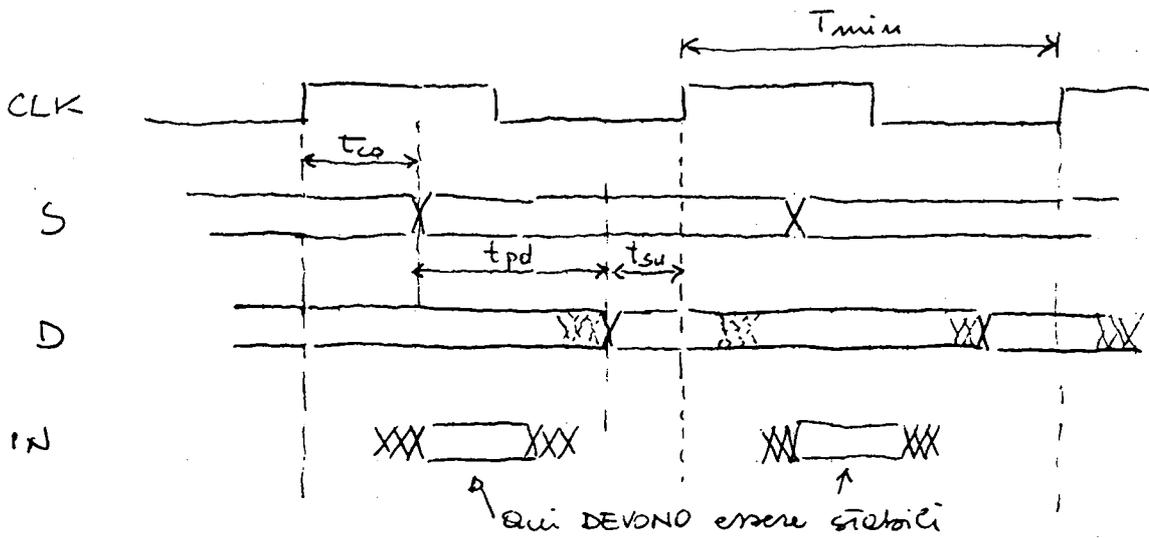


④ Macchina di MOORE



- IN ingresso
- D stato futuro
- S stato presente
- U uscite

Situazione con  $f_{max}$



$$f_{max} = \frac{1}{t_{co} + t_{pd} + t_{su}} = 50 \text{ MHz}$$

5

```
sub : PUSH R16  
      PUSH R17  
      LD R16, X  
      LD R17, Y  
      CP R16, R17  
      POP R17  
      POP R16  
      RET
```

; Sistema Z  
; Queste istruzioni non toccano i flag