

**ESERCIZIO N° 1**

6 punti (4)

Determinare la tensione di uscita  $V_P$  di un invertitore CMOS a vuoto, alimentato con  $V_{DD} = 3,3$  V, con tensione di ingresso  $V_{IN} = 0,7$  V e  $V_{IN} = 2,6$  V ( $V_{th} = 0,5$  V;  $-V_{tp} = 1$  V;  $K_n = -K_p = 2$  mA/V<sup>2</sup>).

**ESERCIZIO N° 2**

6 punti (4)

Dimostrare che la funzione XOR in un'algebra booleana a 2 valori è associativa.

**ESERCIZIO N° 3**

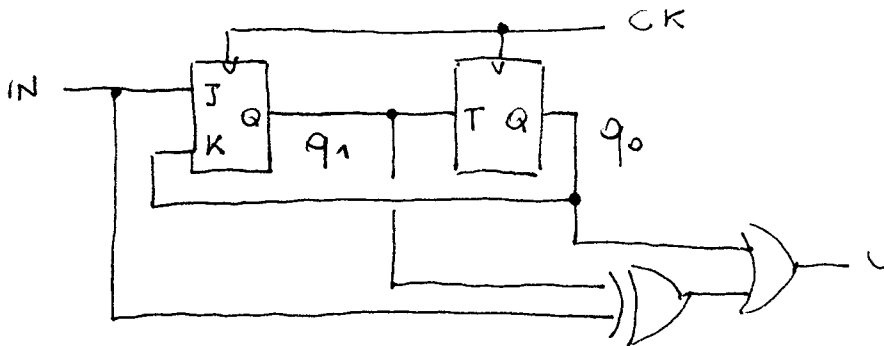
6 punti (4)

Realizzare un registro a 8 bit con 2 segnali di controllo in grado di eseguire le seguenti operazioni:  
 0) caricamento parallelo 1) shift destro logico 2) shift destro aritmetico 3) rotazione sinistra.

**ESERCIZIO N° 4**

7 punti (3)

Determinare tipologia architetturale e ricavare il grafo di flusso della seguente macchina sincrona.

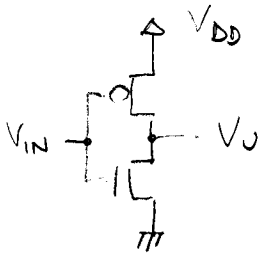


**ESERCIZIO N° 5**

8 punti (6)

Realizzare una porzione di codice per un microcontrollore Atmel della famiglia AVR che scriva sulla locazione di memoria puntata dal registro  $Z$  una sequenza di conteggio modulo 60. L'uscita deve essere aggiornata regolarmente al nuovo valore ogni 12 cicli di clock del processore. La presenza di un valore nullo nella locazione puntata da  $Y$  deve agire sul conteggio come un reset sincrono.

1



$$V_{DD} = 3,3V$$

$$V_{TN} = 0,5V ; V_{TP} = -1V$$

Caso  $V_{IN} = 0,7V$

nMOS saturo pMOS triodo  
perche  $I_{DSN} = -I_{DSP}$

$$\frac{k_n}{2} \cdot (V_{IN} - V_{TN})^2 = -\frac{k_p}{2} (V_O - V_{DD}) (V_{IN} - V_{DD} + V_{IN} - V_O - 2V_{TP})$$

$$0,04 = (x - 3,3)(0,1 - x)$$

$$x^2 - 3,4x + 0,37 = 0$$

$$x = 1,7 \pm \sqrt{2,52} = 3,287$$

(la soluzione minore di 1,7V non è compatibile con pMOS triodo)

$$V_O = 3,287V$$

Caso  $V_{IN} = 2,6$

nMOS triodo pMOS interdetto

$$V_O = \phi$$

②

Dalla definizione di XOR

$$1) a \oplus b \oplus c = (a\bar{b} + \bar{a}b) \oplus c = a\bar{b}\bar{c} + \bar{a}b\bar{c} + a\bar{b}c + \bar{a}b\bar{c}$$

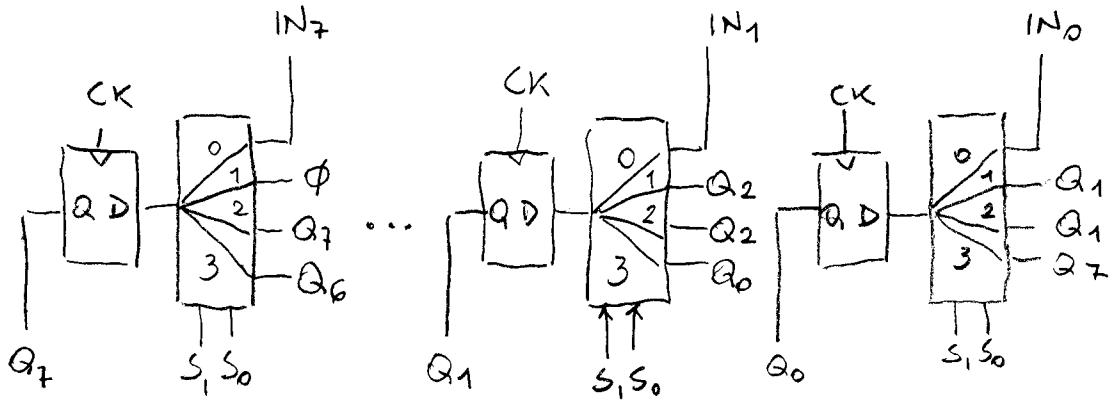
$$2) a \oplus (b \oplus c) = a \oplus (b\bar{c} + \bar{b}c) = a\bar{b}\bar{c} + a\bar{b}c + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}b\bar{c}$$

Dalle proprietà associative e commutative di somma e prodotto deriva l'uguaglianza dei termini 1) e 2)

La prova vale anche per logiche booleane generiche, quindi anche per quelle a due valori.

③

### Registro universale



- 0: caricamento parallelo
- 1: shift logico destro
- 2: shift aritm. destro
- 3: rotazione sinistra

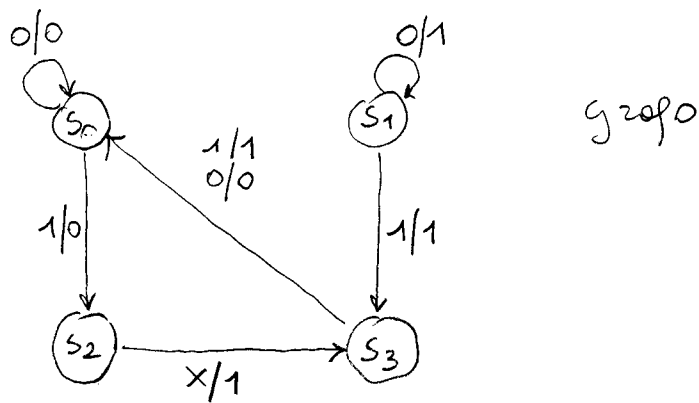
④

Macchina di MEALY

$\left\{ \begin{array}{l} \text{Stato} \leftarrow \text{Stato e ingresso} \\ \text{Uscita} \leftarrow \text{Stato e ingresso (NON sincronizzata)} \end{array} \right.$

Tabelle di eccitazione e di fuoro

	$q_1$	$q_0$	$IN$	$J$	$K$	$T$	$q_1^+$	$q_0^+$	$U = q_0^+ + (IN \oplus q_1^+)$
$s_0$	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	1	1	0	0	1	0	0
$s_1$	0	1	0	0	1	0	0	1	1
	0	1	1	1	1	0	1	1	1
$s_2$	1	0	0	0	0	1	1	1	1
	1	0	1	1	0	1	1	1	1
$s_3$	1	1	0	0	1	1	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	0	0	1



5

		#	xMEGA	8515
	⋮			
restart:	CLR R16		(5)	(5)
	RJMP poi		(7)	(7)
loop:	LD R17, Y ; controls reset		1	1
	TST R17		2	2
	BREQ restart ; azzera		3/4	3/4
	INC R16		4	4
	CPI R16, 60		5	5
	BRNE poi		6/7	6/7
	CLR R16		(7)	(7)
poi:	ST Z, R16		8	9
	mNOP	(m=2)	10	(m=1) 10
	RJMP loop		12	12
	⋮			