

Cognome

Nome

Matricola

**ESERCIZIO N°1**

7/4 punti

Individuare il valore della tensione degli ingressi per cui una porta NAND CMOS, con i due ingressi cortocircuitati, e i cui transistori NMOS, come pure i PMOS, sono uguali tra loro, assorbe dalla rete la massima corrente. Determinare il valore di tale corrente.

( $V_{DD} = 5 \text{ V}$ ;  $V_{Tn} = |V_{Tp}| = 1.5 \text{ V}$ ;  $k_n = |k_p| = 8 \text{ mA/V}^2$ )

**ESERCIZIO N°2**

6/4 punti

Realizzare in forma NOR-NOR ottima una rete combinatoria non completamente specificata a 4 ingressi e 1 uscita, i cui mintermini siano  $\{0, 1, 3, 5, 7, 13, 15\}$  e l'insieme dei don't care sia  $\{2, 4, 6\}$ .

**ESERCIZIO N°3**

5/5 punti

Progettare un contatore sincrono (up/down con abilitazione) modulo 8 facendo uso di T-FF.

**ESERCIZIO N°4**

7/4 punti

Progettare una macchina sequenziale sincrona secondo il modello di Moore con un ingresso e una uscita in grado di generare una forma d'onda di periodo  $6T_{clk}$ , il cui ciclo di lavoro valga  $1/3$  se l'ingresso letto in corrispondenza della fine di ciascun ciclo vale 0 e  $2/3$  altrimenti.

**ESERCIZIO N°5**

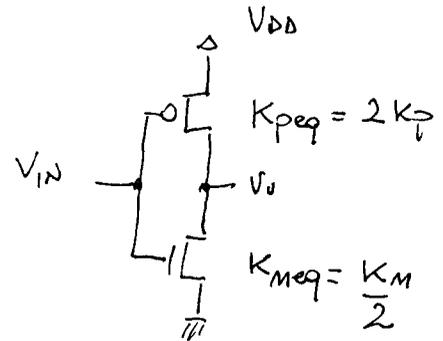
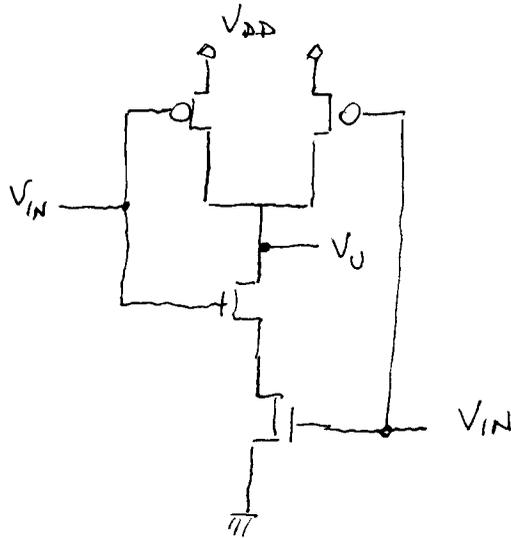
8/4 punti

Realizzare una subroutine per un microcontrollore della famiglia AVR che converte in binario le due cifre BCD contenute nel registro R0, lasciando il risultato nello stesso registro R0. Nel caso in cui il dato di partenza non rappresenti un valore BCD valido, il risultato deve essere posto a 0. La subroutine deve, come al solito, lasciare inalterati tutti gli altri registri.

1

## NAND CMOS

Nelle condizioni di pilotaggio date, è equivalente a



A vuoto, la max corrente erogata dall'alimentazione si ha, con NMOS e PMOS entrambi saturi.

Per le correnti nel nodo di uscita si ha

$$\frac{K_n}{4} (V_{IN} - V_{TM})^2 = -K_p (V_{IN} - V_{DD} - V_{TP})^2 \quad [1]$$

$$x - 1,5 = \pm 2 (x - 3,5)$$

$$x = 5,5 \text{ non accetti.}$$

$$x = 2,833$$

$$V_{IN} = 2,833 \text{ V}$$

$$I_{DD} = 3,556 \text{ mA}$$

(sostituendo in uno dei due membri di [1])

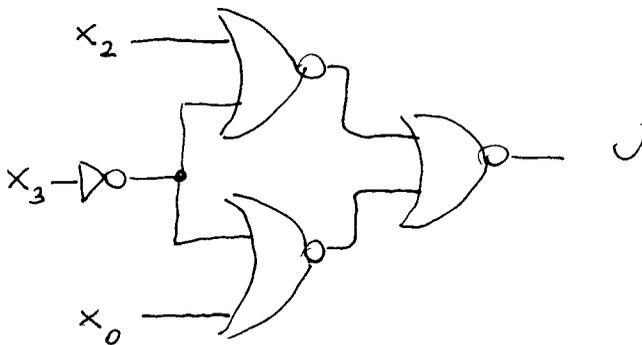
2

		$x_3 x_2$			
		00	01	11	10
$x_1 x_0$	00	1 <sup>0</sup>	- <sup>4</sup>	0 <sup>12</sup>	0 <sup>8</sup>
	01	1 <sup>1</sup>	1 <sup>5</sup>	1 <sup>13</sup>	0 <sup>9</sup>
	11	1 <sup>3</sup>	1 <sup>7</sup>	1 <sup>15</sup>	0 <sup>11</sup>
	10	- <sup>2</sup>	- <sup>6</sup>	0 <sup>14</sup>	0 <sup>10</sup>

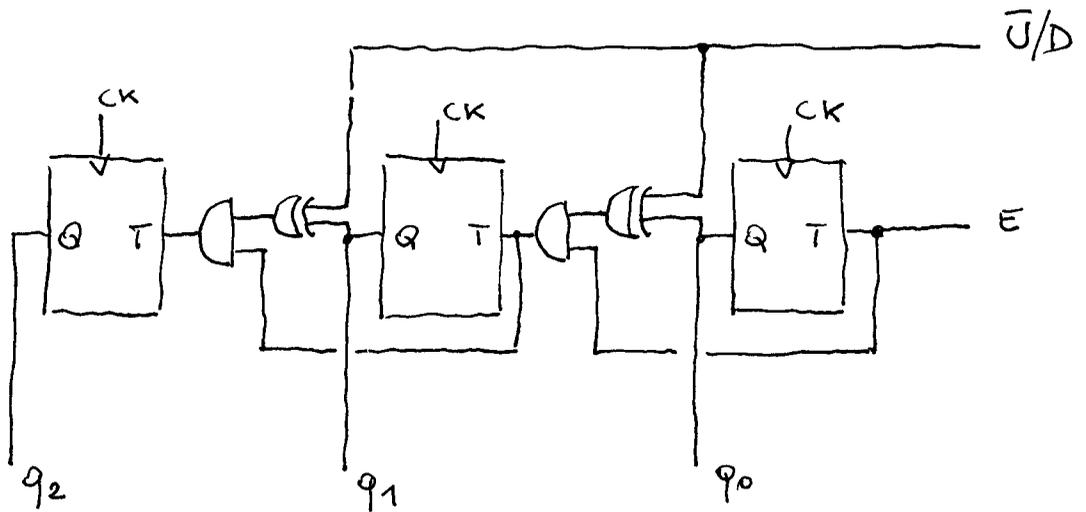
Le sintesi ottime NOR-NOR si ottiene dalla PS, modificandola e AND di uscite con il teorema di DeMorgan.

PS: si vedono immediatamente i due implicati principali che coprono gli zeri "originali" della funzione

$$U = (\bar{x}_3 + x_2) \cdot (\bar{x}_3 + x_0)$$

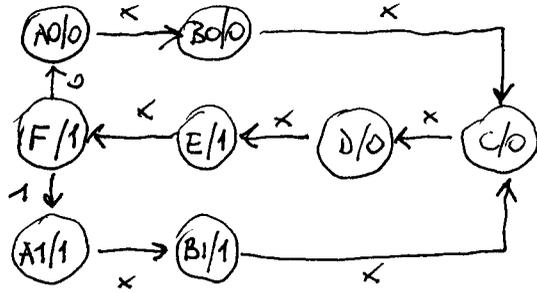


③ Contatore up/down modulo 8 con abilitazione



4

Grafo



sequenze da generare

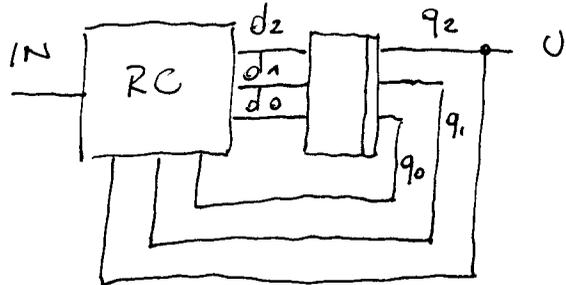
```

0 ... 000011 | 000011...
1 ... 110011 | 110011...
  
```

Codifica degli stati

	$q_2$	$q_1$	$q_0$
A0	0	0	0
B0	0	0	1
C	0	1	0
D	0	1	1
E	1	0	0
F	1	0	1
A1	1	1	0
B1	1	1	1

Architetture (uscita coincide con  $q_2$ )



Sintesi

$q_1, q_0$	$IN, q_2$			
	00	01	11	10
00	001	101	101	001
01	010	000	110	010
11	100	010	010	100
10	011	111	111	011

$$d_2 = q_2 \bar{q}_0 + IN q_2 \bar{q}_1 + \bar{q}_2 q_1 q_0$$

0	1	1	0
0	0	1	0
1	0	0	1
0	1	1	0

$$d_1 = q_1 \bar{q}_0 + q_2 q_1 + IN \bar{q}_1 q_0 + \bar{q}_2 \bar{q}_1 q_0$$

0	0	0	0
1	0	1	1
0	1	1	0
1	1	1	1

$$d_0 = \bar{q}_0$$

1	1	1	1
0	0	0	0
0	0	0	0
1	1	1	1

# 5

```
bcd2bin:
    PUSH R1           //salva i registri usati
    PUSH R16
    PUSH R17
    PUSH R18
    LDI R18,10
    MOV R16,R0       //unità u
    ANDI R16,0x0F
    CP R16,R18
    BRGE nv         //dato non valido
    MOV R17,R0       //decine d
    ANDI R17,0xF0
    SWAP R17
    CP R17,R18
    BRGE nv         //dato non valido
    MUL R17,R18      //10d
    ADD R0,R16       //10d+u
restore:
    POP R18
    POP R17
    POP R16
    POP R1           ;salva i registri usati
    RET
nv:
    CLR R0
    RJMP restore
```