

Il testo va riconsegnato

### **ESERCIZIO N°1**

8 punti

Realizzare un sottoprogramma per il microcontrollore AVR XMEGA256A3BU, in grado di analizzare lo spazio di memoria compreso tra 0x2000 e 0x20FF (compresi gli estremi) e di porre in uscita il flag T=1 se e solo se nello spazio analizzato sono stati trovati 5 valori consecutivi (crescenti; si consideri 0x00 il successore di 0xFF).

### **ESERCIZIO N°2**

6 punti

Sintetizzare in forma ottima SP la funzione combinatoria non completamente determinata delle 5 variabili  $X_4, X_3, X_2, X_1$  e  $X_0$ , individuata dalla seguente tabella di verità

1, 1, 1, -, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 0, -, 1, 0, 0, -, -, -, 1, -, 0, 1, 1, 1, 0, -.

Indicare gli implicanti essenziali, evidenziando uno dei mintermini che giustificano tale proprietà.

### **ESERCIZIO N°3**

6 punti

Sintetizzare un flip flop *JK* (sensibile al fronte in salita del clock  $Ck_1$ ) usando porte logiche elementari e l'approccio master-slave. Si ha a disposizione un sistema di clock non sovrapposti  $Ck_1$  e  $Ck_2$  di cui deve essere mostrato l'andamento temporale.

### **ESERCIZIO N°4**

6 punti

Progettare una macchina di Moore con 2 ingressi  $A$  e  $B$  e una sola uscita  $C$  che viene posta e mantenuta a 1 nel caso in cui, a partire dalla situazione in cui entrambi gli ingressi sono 0, si ha prima la transizione a 1 di  $A$  seguita nel clock successivo (con  $A$  sempre al valore 1) da quella di  $B$ . L'uscita viene riportata a 0 soltanto da una sequenza per cui, a partire dalla situazione in cui entrambi gli ingressi sono 0, si ha la transizione a 1 del solo  $A$  seguita nel clock successivo dal suo ritorno a 0 (con  $B$  che si mantiene 0).

### **ESERCIZIO N°5**

7 punti

Determinare i valori di  $R_B$  e  $R_C$  di una porta RTL base in modo che il fan-out sia 35 e che la potenza media (considerando i due casi statici possibili con ingresso alto e basso) dissipata dalla porta a vuoto sia 5 mW ( $V_{CC} = 5$  V;  $h_{FE} = 200$ ).

Il testo va riconsegnato

### **ESERCIZIO N°1**

8 punti

Realizzare un sottoprogramma per il microcontrollore AVR XMEGA256A3BU, in grado di analizzare lo spazio di memoria compreso tra 0x2100 e 0x21FF (compresi gli estremi) e di porre in uscita il flag T=1 se e solo se nello spazio analizzato sono stati trovati 5 valori consecutivi (decrementi; si consideri 0xFF il successore di 0x00).

### **ESERCIZIO N°2**

6 punti

Sintetizzare in forma ottima PS la funzione combinatoria non completamente determinata delle 5 variabili  $X_4, X_3, X_2, X_1$  e  $X_0$ , individuata dalla seguente tabella di verità

1, -, 0, 1, 1, -, -, -, 0, -, 1, 0, 0, 0, 1, -, 0, 0, 0, -, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0.

Indicare gli implicati essenziali, evidenziando uno dei maxtermini che giustificano tale proprietà.

### **ESERCIZIO N°3**

6 punti

Sintetizzare un flip flop *DE* (sensibile al fronte in discesa del clock  $Ck_1$ ) usando porte logiche elementari e l'approccio master-slave. Si ha a disposizione un sistema di clock non sovrapposti  $Ck_1$  e  $Ck_2$  di cui deve essere mostrato l'andamento temporale.

### **ESERCIZIO N°4**

6 punti

Progettare una macchina di Moore con 2 ingressi  $A$  e  $B$  e una sola uscita  $C$  che viene posta e mantenuta a 1 nel caso in cui, a partire dalla situazione in cui entrambi gli ingressi sono 1, si ha prima la transizione a 0 di  $A$  seguita nel clock successivo (con  $B$  sempre al valore 1) dal ritorno a 1 di  $A$ . L'uscita viene riportata a 0 soltanto da una sequenza per cui, a partire dalla situazione in cui entrambi gli ingressi sono 1, si ha la transizione a 0 del solo  $A$  seguita nel clock successivo anche dalla transizione a 0 di  $B$  (con  $A$  che si mantiene 0).

### **ESERCIZIO N°5**

7 punti

Determinare i valori di  $R_B$  e  $R_C$  di una porta RTL base in modo che il fan-out sia 40 e che la potenza media (considerando i due casi statici possibili con ingresso alto e basso) dissipata dalla porta a vuoto sia 10 mW ( $V_{CC} = 5$  V;  $h_{FE} = 200$ ).

1

/\* Realizzare un sottoprogramma per il microcontrollore AVR XMEGA256A3BU, in grado di analizzare lo spazio di memoria compreso tra 0x2000 e 0x20FF (compresi gli estremi) e di porre in uscita il flag T=1 se e solo se nello spazio analizzato sono stati trovati 5 valori consecutivi crescenti; (si consideri 0x00 il successore di 0xFF).

Questa per righe dispari. La subroutine per righe pari è del tutto simile, con un diverso intervallo di memoria e valori decrescenti \*/

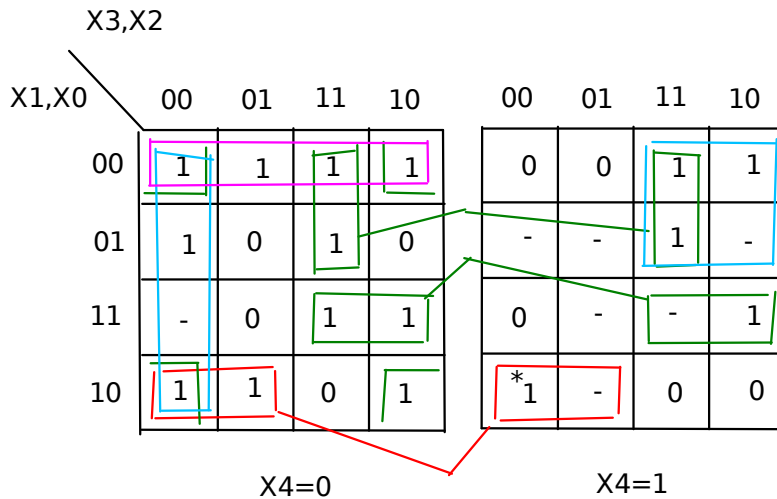
rivela\_scala:

```
push R16    //contatore (per 256 iterazioni)
push R17    //valore attuale
push R18    //valore precedente incrementato
push R19    //contatore di coincidenze (0 alla prima iterazione, poi tra 1 e 5)
push XL     //puntatore all'intervallo
push XH
ldi XL,low(0x2000)
ldi XH,high(0x2000)
clr R16     //per 256 iterazioni
clr R19     //ancora nessuna cella esaminata
cld        //cancella flag T
loop:
  ld R17,X+
  tst R19
  breq iniz
  cp R17,R18
  brne iniz
  inc R19
  cpi R19,5
  brne endloop
  set                //test positivo, può uscire con T=1
  rjmp end
iniz:
  ldi R19,1
endloop:
  inc R17            //incremento modulo 256
  mov R18,R17      //lo salva per successivi confronti
  dec R16
  brne loop
end:
pop XH
pop XL
pop R19
pop R18
pop R17
pop R16
ret
```

2d

Sintetizzare in forma ottima SP la funzione combinatoria non completamente determinata, delle 5 variabili  $X_4, X_3, X_2, X_1$  e  $X_0$ , individuata dalla seguente tabella di verità  
 1, 1, 1, -, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 0, -, -, -, 1, -, 0, 1, 1, 1, 0, -.  
 Indicare gli implicanti essenziali, evidenziando uno dei mintermini che giustificano tale proprietà.

Trasferiamo la tabella di verità in mappa, seguendo l'ordine naturale rispetto al peso delle variabili.



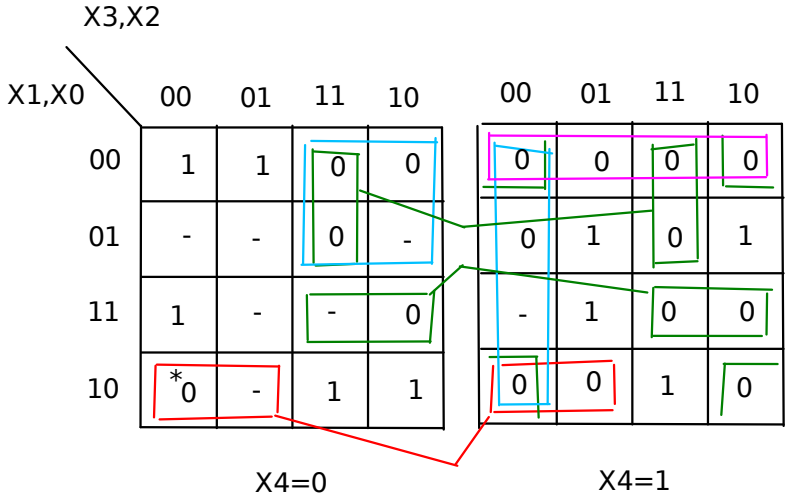
C'è un solo implicante essenziale. Copro gli altri 1 usando sei implicanti principali di ordine massimo (2).

$$\begin{aligned}
 U = & \overline{X_3} X_1 \overline{X_0} + \overline{X_4} \overline{X_1} \overline{X_0} + \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} + \overline{X_4} \overline{X_2} \overline{X_0} + \\
 & + X_3 X_2 \overline{X_1} + X_3 X_1 X_0 + X_4 X_3 \overline{X_1}
 \end{aligned}$$

2p

Sintetizzare in forma ottima PS la funzione combinatoria non completamente determinata, delle 5 variabili  $X_4, X_3, X_2, X_1$  e  $X_0$ , individuata dalla seguente tabella di verità:  
 1, -, 0, 1, 1, -, -, -, 0, -, 1, 0, 0, 0, 1, -, 0, 0, 0, -, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0.  
 Indicare gli implicati essenziali, evidenziando uno dei maxtermini che giustificano tale proprietà.

Trasferiamo la tabella di verità in mappa, seguendo l'ordine naturale rispetto al peso delle variabili.



C'è un solo implicato essenziale. Copro gli altri 0 usando sei implicati principali di ordine massimo (2).

$$U = (X_3 + \overline{X_1} + X_0)(\overline{X_4} + X_1 + X_0)(\overline{X_4} + X_3 + X_2)(\overline{X_4} + X_2 + X_0)$$

$$(\overline{X_3} + \overline{X_2} + X_1)(\overline{X_3} + \overline{X_1} + \overline{X_0})(X_4 + \overline{X_3} + X_1)$$

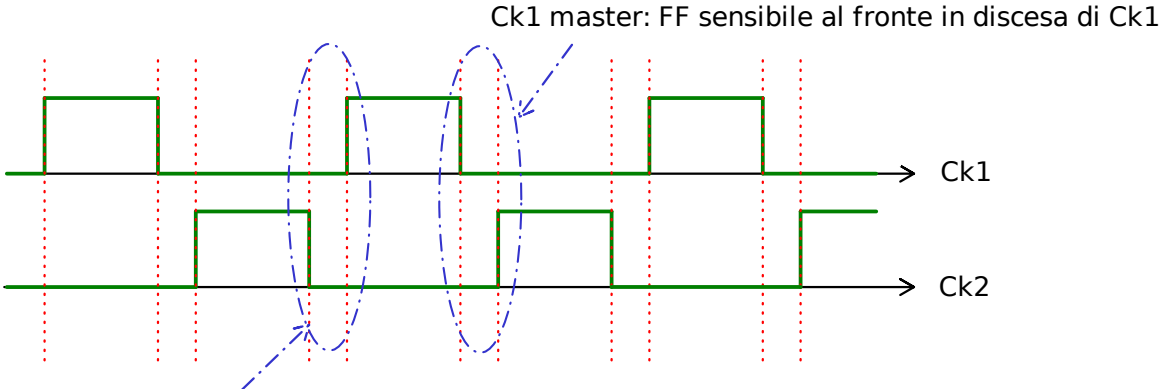
3

DISPARI: Sintetizzare un flip flop JK (sensibile al fronte in salita del clock Ck1)

PARI: Sintetizzare un flip flop DE (sensibile al fronte in discesa del clock Ck1)

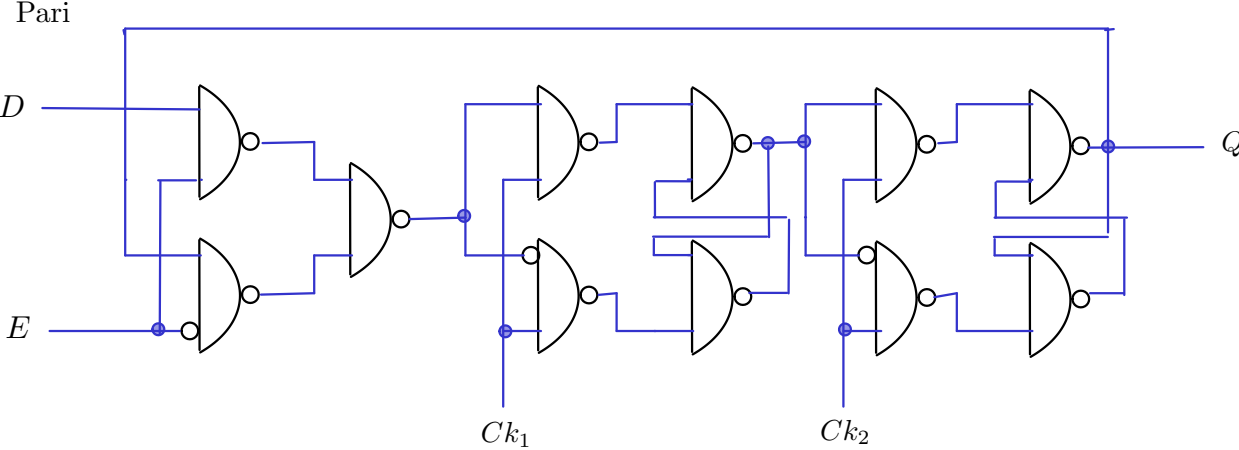
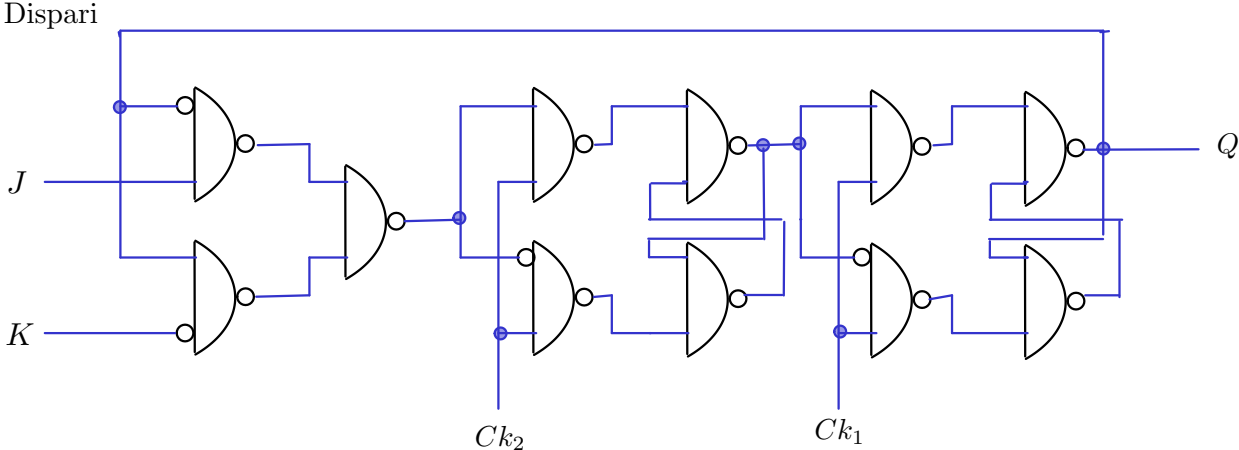
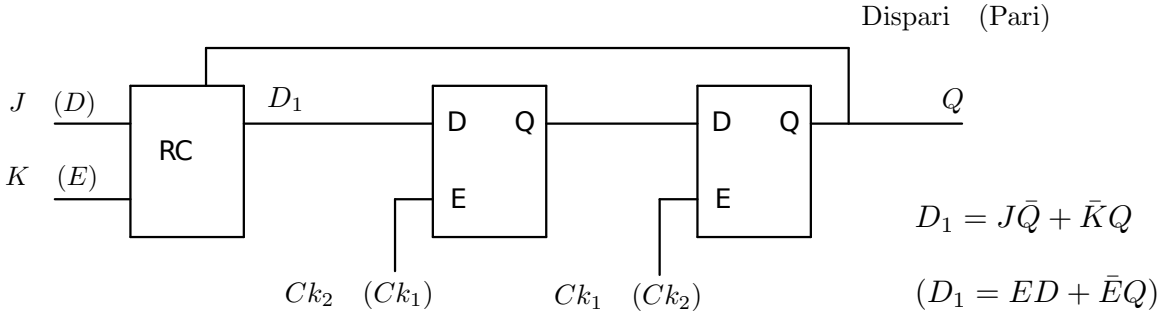
Porte logiche elementari, approccio master-slave.

Si ha a disposizione un sistema di clock non sovrapposti Ck1 e Ck2 di cui deve essere mostrato l'andamento temporale.



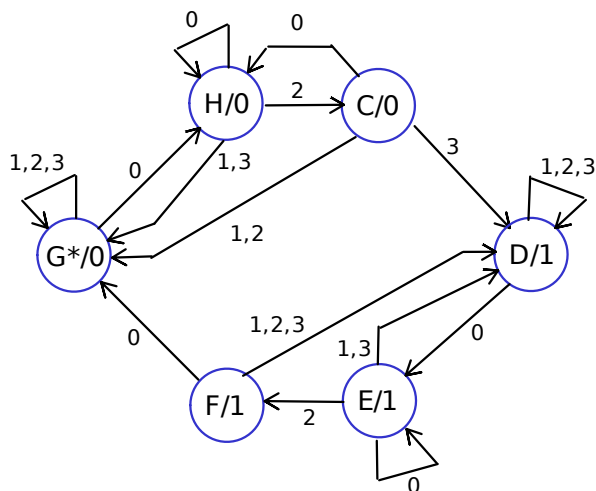
Ck1 master: FF sensibile al fronte in discesa di Ck1

Ck2 master: FF sensibile al fronte in salita di Ck1



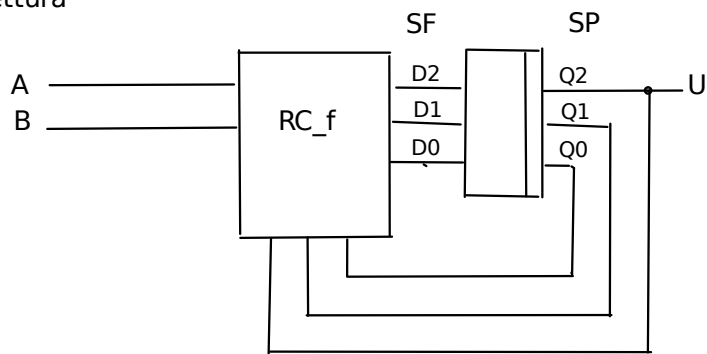
4

Progettare una macchina di Moore con 2 ingressi A e B (sia  $IN=2A+B$ ) e una sola uscita C che viene posta e mantenuta a 1 nel caso in cui si ha di seguito 0, 2, 3 (3, 1, 3). L'uscita viene riportata a 0 nel caso in cui si ha di seguito 0, 2, 0 (3, 1, 0). Le due sequenze devono avvenire dopo la commutazione (tra parentesi il testo per righe PARI).



Codifica degli stati  
 G: 000 stato iniziale  
 H: 001  
 C: 011  
 D: 111  
 E: 101  
 F: 100

Architettura



Sintesi di RC\_f

A,B \ Q1,Q0		Q2=0				Q2=1			
		00	01	11	10	00	01	11	10
00	001	001	001	---	000	101	101	---	
01	000	000	000	---	111	111	111	---	
11	000	000	111	---	111	111	111	---	
10	000	011	000	---	111	100	111	---	
	G	H	C	-	F	E	D	-	

A,B \ Q1,Q0		Q2=0				Q2=1			
		00	01	11	10	00	01	11	10
00	0	0	0	-	0	1	1	-	
01	0	0	0	-	1	1	1	-	
11	0	0	1	-	1	1	1	-	
10	0	0	0	-	1	1	1	-	

$$D_2 = Q_1AB + Q_2Q_0\bar{A} + Q_2A + Q_2B$$

A,B \ Q1,Q0		Q2=0				Q2=1			
		00	01	11	10	00	01	11	10
00	0	0	0	-	0	0	0	-	
01	0	0	0	-	1	1	1	-	
11	0	0	1	-	1	1	1	-	
10	0	1	0	-	1	0	1	-	

$$D_1 = \bar{Q}_2\bar{Q}_1\bar{A}\bar{B} + Q_1AB + Q_2B + Q_2Q_1A + Q_2\bar{Q}_1\bar{Q}_0A$$

A,B \ Q1,Q0		Q2=0				Q2=1			
		00	01	11	10	00	01	11	10
00	1	1	1	-	0	1	1	-	
01	0	0	0	-	1	1	1	-	
11	0	0	1	-	1	1	1	-	
10	0	1	0	-	1	0	1	-	

$$D_0 = \bar{Q}_2\bar{A}\bar{B} + \bar{Q}_2\bar{Q}_1\bar{A}\bar{B} + Q_1AB + Q_2B + Q_2Q_1A + Q_2\bar{Q}_1\bar{Q}_0A + Q_2Q_0\bar{A}$$

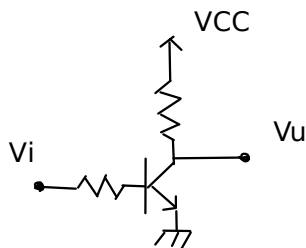
Nota: Sintesi di più variabili con riuso di implicanti (non ottima singolarmente)



5

Determinare i valori di  $R_B$  e  $R_C$  di una porta RTL base in modo che il fan-out sia 35 (40) e che la potenza media (considerando i due casi statici possibili con ingresso alto e basso) dissipata dalla porta a vuoto sia 5 (10) mW ( $V_{CC} = 5$  V;  $h_{FE} = 200$ ). Tra parentesi i dati per le colonne PARI.

La  $R_C$  è l'unico elemento responsabile della potenza media.



$$P_m = \frac{V_{CC}(V_{CC} - V_{CEsat})}{2R_C}$$

$$R_C = \frac{V_{CC}(V_{CC} - V_{CEsat})}{2P_m} = 2,450 \text{ k}\Omega \quad (1,225 \text{ k}\Omega)$$

Il fan-out (con margini uguali) dipende dal rapporto  $R_B/R_C$ . Ricordiamo l'espressione, ricavando i punti notevoli della caratteristica di trasferimento a vuoto.

$$V_{IL} = V_{BEon} \quad V_{OH0} = V_{CC}$$

$$V_{IH} = V_{BEsat} + \frac{R_B(V_{CC} - V_{CEsat})}{h_{FE}R_C} \quad V_{OL} = V_{CEsat}$$

Condizione da cui si ricava N.

$$V_{OHN} = V_{CC} - \frac{R_C(V_{CC} - V_{BEsat})}{R_C + R_B/N} = V_{IH} + NML$$

Pongo  $x=R_B/R_C$  e sostituisco numericamente

$$5 - \frac{4,9}{1 + x/N} = 1,4 + 0,0245x \quad (3,6 - 0,0245x)(1 + x/N) = 4,9$$

$$\frac{0,0245}{N}x^2 + \left(0,0245 - \frac{3,6}{N}\right)x + 1,3 = 0$$

Risolvero ponendo  $N=35,5$  (40,5) - per sicurezza rispetto alle approssimazioni; scelgo la soluzione minore, evitando valori esagerati di  $R_B$ .

$$x_1 = 20,777 \quad R_B = 50,903 \text{ k}\Omega \quad \text{righe dispari}$$

$$x_1 = 27,079 \quad R_B = 33,172 \text{ k}\Omega \quad \text{righe pari}$$