

ESERCIZIO N°1

8 punti

Realizzare una subroutine per un microcontrollore della famiglia XMEGA AVR che esegue la somma di 2 numeri interi con segno rappresentati su 8 byte, in memoria nelle locazioni indicate rispettivamente da X e Y, e pone il risultato in memoria a partire dalla locazione indicata da Z. I byte meno significativi di tutti i numeri hanno indirizzi di memoria inferiori. Nel caso in cui il risultato non sia rappresentabile correttamente, la subroutine deve tornare al programma chiamante con il flag V vero.

ESERCIZIO N°2

6 punti

Realizzare con sintesi ottima SP la seguente funzione logica, non completamente specificata, delle 5 variabili X_4, X_3, X_2, X_1 e X_0 identificata dalla seguente tabella di verità:

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

Indicare tutti gli **implicanti essenziali** nella forma trovata.

ESERCIZIO N°3

7 punti

Realizzare una macchina sequenziale sincrona secondo il modello di Mealy sincrono con 2 ingressi (A e B) e una uscita Q in grado di riconoscere 2 valori uguali di A ponendo e mantenendo a 1 l'uscita Q. Dopo che l'uscita è stata posta a 1, per tornare a 0 devono presentarsi 2 variazioni consecutive su B.

ESERCIZIO N°4

5 punti

Disegnare lo schema logico di un registro universale a 8 bit (più un bit per il carry) con 3 linee di controllo, in grado di eseguire le seguenti operazioni nello stesso modo con cui sono eseguite in un microcontrollore AVR.

0: LDI; 1: ASR; 2: LSR; 3: ROR; 4: LSL; 5: ROL; 6: COM; 7: CLR.

ESERCIZIO N°5

7 punti

Realizzare in tecnologia CMOS un circuito digitale a 3 ingressi A, B e C e un'uscita U che implementi la seguente funzione logica $U = (A + B) \overline{C}$. Si supponga di avere a disposizione gli ingressi in forma affermata e negata.

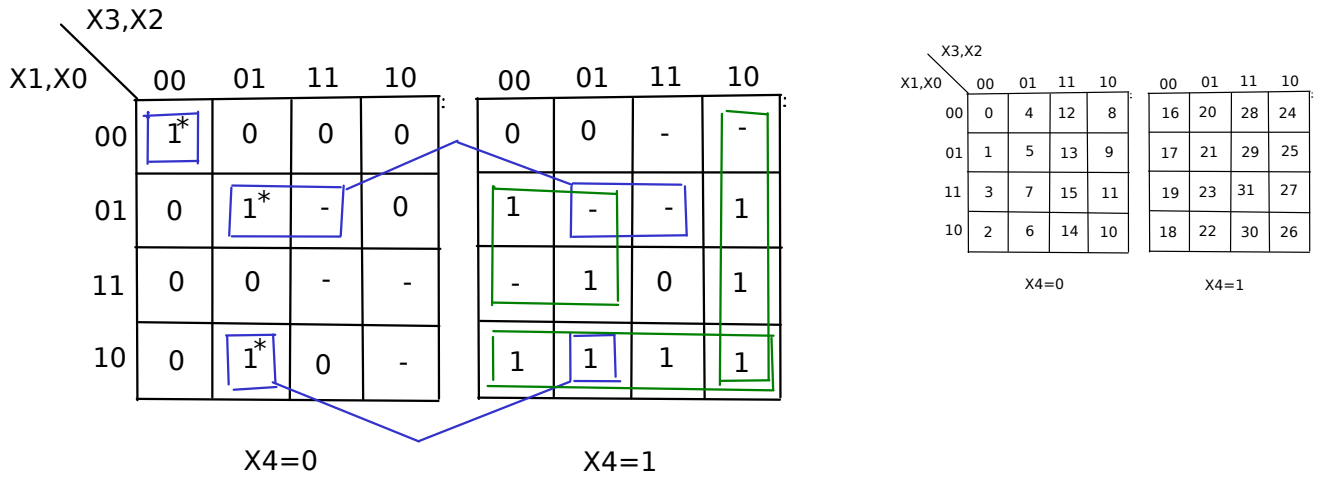
Per il circuito proposto individuare i valori logici degli ingressi per cui scorre la massima corrente in un resistore da 50Ω posto tra V_{CC} e l'uscita e determinarne il valore.

Si ha $V_{CC} = 5 \text{ V}$, $V_{Tn} = -V_{Tp} = 1 \text{ V}$ e $k_n = -k_p = 4 \text{ mA/V}^2$.

```
sum8:
  push R16
  push R20
  push R21
  push XL
  push XH
  push YL
  push YH
  push ZL
  push ZH
  ldi R16,6 //numero di iterazioni meno prima e ultima
  ld R20,X+
  ld R21,Y+
  add R20,R21 //prima somma senza C
  st Z+,R20
  ls1:
    ld R20,X+
    ld R21,Y+
    adc R20,R21 //somme successive con C
    st Z+,R20
    dec R16 //non modifica C, invece modifica V
    brne ls1
  ld R20,X+
  ld R21,Y+
  adc R20,R21 //ultima somma con V finale
  st Z+,R20
  pop ZH //ripristino senza modificare V
  pop ZL
  pop YH
  pop YL
  pop XH
  pop XL
  pop R21
  pop R20
  pop R16
  ret
```

Tabella di verità

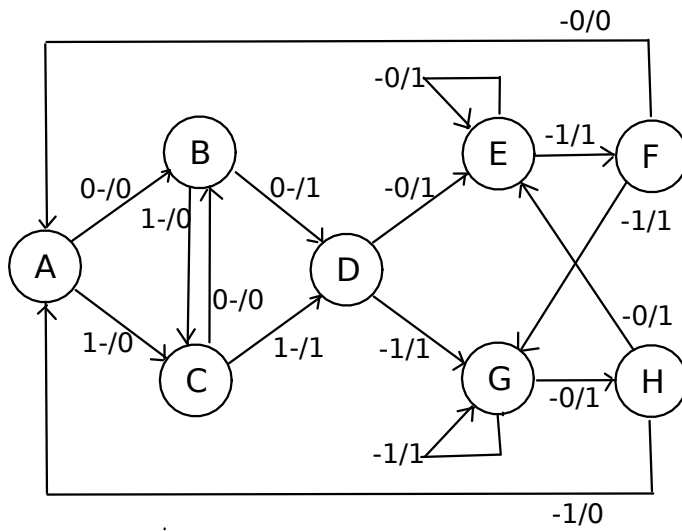
1, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, -, -, 0, -, 0, -, 0, 1, 1, -, 0, -, 1, 1, -, 1, 1, 1, -, -, 1, 0



Ci sono 3 implicantti essenziali; gli 1 rimanenti possono essere coperti con 3 implicantti principali (non essenziali) di ordine 2, per un totale di 21 letterali (e ci sono anche altri modi).

$$U = X4! X3! X2! X1! X0! + X2 X1! X0 + X3! X2 X1 X0! + X4 X3! X0 + X4 X3 X2! + X4 X1 X0!$$

3



Codifica

	Q2	Q1	Q0
A	0	0	0
B	0	0	1
C	0	1	1
D	1	1	1
E	1	1	0
F	1	0	0
G	0	1	0
H	1	0	1

La scelta della variabile da usare, A oppure B, è legata al valore dell'uscita

Q2,IN \ Q1,Q0	00	01	11	10
00	001/0	111/1	001/0	101/1
01	011/0	011/0	111/1	010/1
11	010/1	000/0	010/1	110/1
10	000/0	110/1	110/1	110/1

Q2,IN \ Q1,Q0	00	01	11	10
00	0	1	0	1
01	0	0	1	1
11	1	0	1	1
10	0	1	1	1

$$U = \text{IN}' Q1' Q0 + Q1 Q0' + \text{IN} Q1 + \text{IN} Q2 Q0' + Q2 Q1$$

Q2,IN \ Q1,Q0	00	01	11	10
00	0	1	0	1
01	0	0	1	0
11	0	0	0	1
10	0	1	1	1

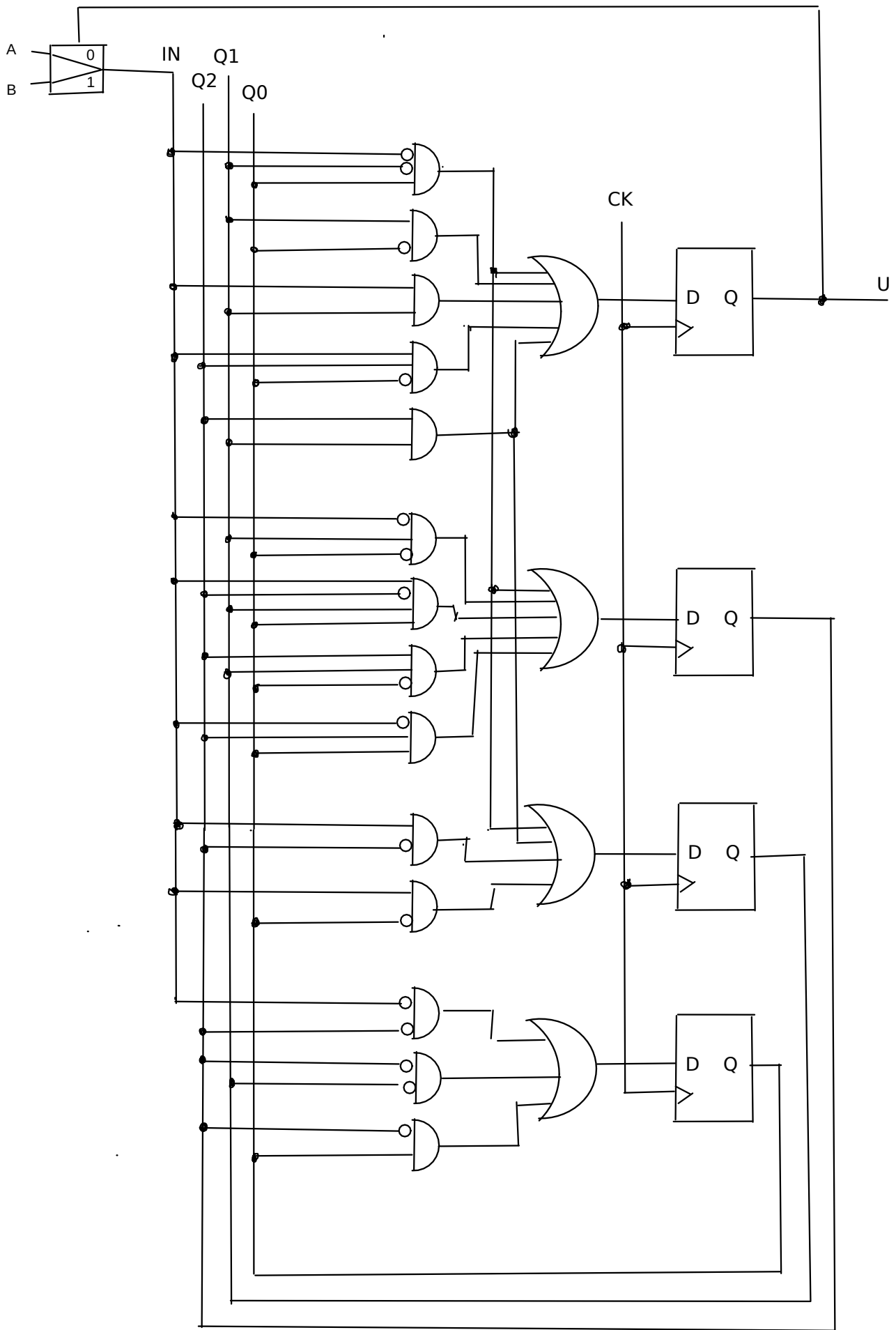
Q2,IN \ Q1,Q0	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	1	1	1	1
11	1	0	1	1
10	0	1	1	1

Q2,IN \ Q1,Q0	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1	1	1	0
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0

$$D2 = \text{IN}' Q1' Q0 + \text{IN}' Q1 Q0' + \text{IN} Q2' Q1 Q0 + Q2 Q1 Q0' + \text{IN}' Q2 Q0$$

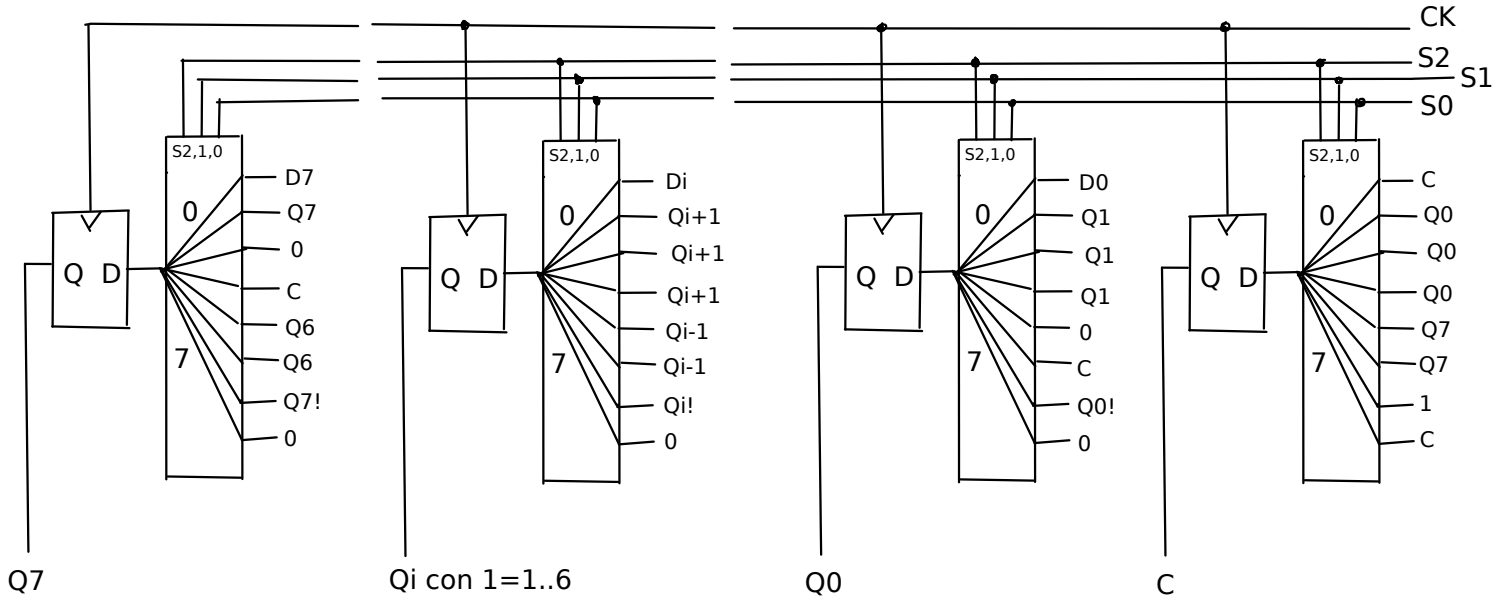
$$D1 = \text{IN}' Q1' Q0 + \text{IN} Q2' + \text{IN} Q0' + Q2 Q1$$

$$D0 = \text{IN}' Q2' + Q2' Q1' + Q2' Q0$$



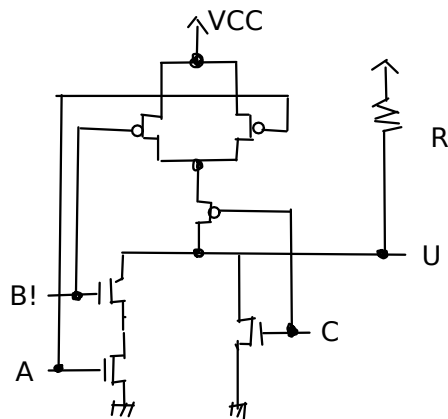
- Comandi
 0: LDI
 1: ASR
 2: LSR
 3: ROR
 4: LSL
 5: ROL
 6: COM
 7: CLR

Per la gestione del carry, si veda il data sheet



5

$$U = (A! + B) C!$$



Valori logici per la massima corrente.
 Sezione nMOS in conduzione con k_{eq} massimo.
 $A=1, B=0, C=1$

Si ha $k_{eq} = k_n + k_n/2 = 1,5k_n = 6\text{mA/V}^2$

Hp saturazione: $I_R = k_{eq}/2 (V_{CC} - V_{Tn})^2 = 48\text{ mA}$
 Con questa corrente: $V_u = V_{CC} - R I_R = 2,6\text{ V}$ (Hp ko)

Quindi il transistorore è in triodo:

$$(V_{DD} - V_u)/R = k_{eq}/2 V_u (2V_{CC} - V_u - 2 V_{Tn})$$

$$5-x=0,15x(8-x); \quad 0,15x^2-2,2x+5=0; \quad x=[2,2-\sqrt{(4,84-1,5)}]/0,3=2,812 \text{ (l'altra soluzione è } x>V_{DD})$$

Quindi $V_u = 2,812\text{ V}$ (Hp ok) e $I_R = 2,188/0,05 = 43,76\text{ mA}$