

**ESERCIZIO N°1**

8 punti

Realizzare una subroutine `giornosett` per il microcontrollore AVR XMEGA256A3BU che determina il giorno della settimana corrispondente al tempo indicato dal valore in ore contenuto nel registro X, sapendo che lo 0 corrisponde alla prima ora di un lunedì. Il risultato (0 per lunedì, ecc. fino a 6 per domenica) va lasciato in R16.

**ESERCIZIO N°2**

6 punti

Lo studente proponga una funzione combinatoria a scelta con 5 variabili di ingresso  $X_4, X_3, X_2, X_1, X_0$ , nella cui tabella di verità siano presenti 11 "1", 13 "0" e 8 "-". La funzione non deve avere implicanti di ordine superiore a 2 (compresi i don't care considerati come "1"). Sintetizzare la funzione in forma PS ottima (minimo numero di letterali) indicando, con gli eventuali implicati essenziali, con sintetica motivazione (è sufficiente indicare con \* un maxtermine che rende essenziale l'implicato scelto).

**ESERCIZIO N°3**

6 punti

Disegnare il grafo e quindi progettare la corrispondente rete di Moore in grado di riconoscere l'arrivo di 2 sequenze di 4 bit (comunque interallacciate)  $S_1$  e  $S_2$  a scelta dello studente.

**ESERCIZIO N°4**

6 punti

Determinare il diagramma di flusso del seguente sequenziatore. Agli stati deve essere attribuito il nome  $S_i$ , con  $i$  corrispondente al codice dello stato. Le 8 righe della SRAM contengono i seguenti 8 valori:

$$| M + 5555 |_{512}$$

$$| M^2 + 676767 |_{512}$$

$$| 3M + 1 |_{512}$$

$$| 73M^3 + 3 |_{512}$$

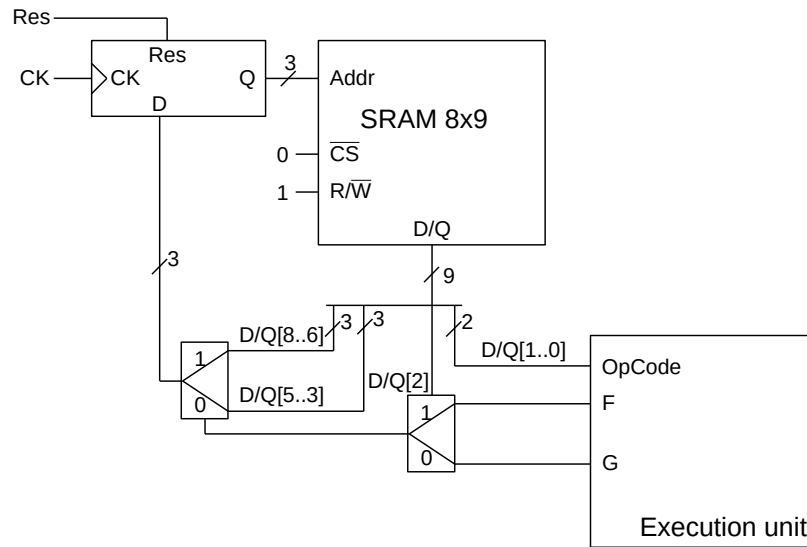
$$| 8^M |_{512}$$

$$| 5M + 493 |_{512}$$

$$| 7M + 178 |_{512}$$

$$| 9M + 334 |_{512}$$

Sarebbe stato possibile realizzare il sequenziatore con un contatore a caricamento parallelo, risparmiando sulla dimensione della SRAM (spiegare)? La notazione  $| x |_{512}$  indica l'operazione "x modulo 512".



## ESERCIZIO N°5

7 punti

Si hanno due invertitori CMOS identici le cui uscite sono collegate tra loro con un resistore di valore  $R = 1 \text{ k}\Omega$ . Determinare la corrente che scorre nel resistore per tutte le combinazioni dei valori degli ingressi degli invertitori. Si usino almeno 4 cifre significative.

$$V_{DD} = 5 \text{ V}; k_n = -k_p = (M/250000) \text{ mA/V}^2, V_{Tn} = -V_{Tp} = 1 \text{ V}.$$

1

$m \times d$  è un numero di ore

Occorre trovare a quale giorno della settimana corrispondono

(0 è la prima ora del lunedì)

Come prima cosa si possono togliere le settimane intere fatte di ore

$$7 \cdot 24 = 168$$

Poi divido per 24 (parte intera). Verrà un risultato  $R16 < 7$  che è quello richiesto

```
giorno sett: PUSH XH  
             PUSH XL
```

```
loop: SUBI XL, 158 // max 415 cicli  
      SBCI XH, 0  
      BRCC loop
```

```
      SUBI XL, -158 // ripristina l'ultimo valore corretto
```

```
      LDI R16, -1 // cioè 0xFF
```

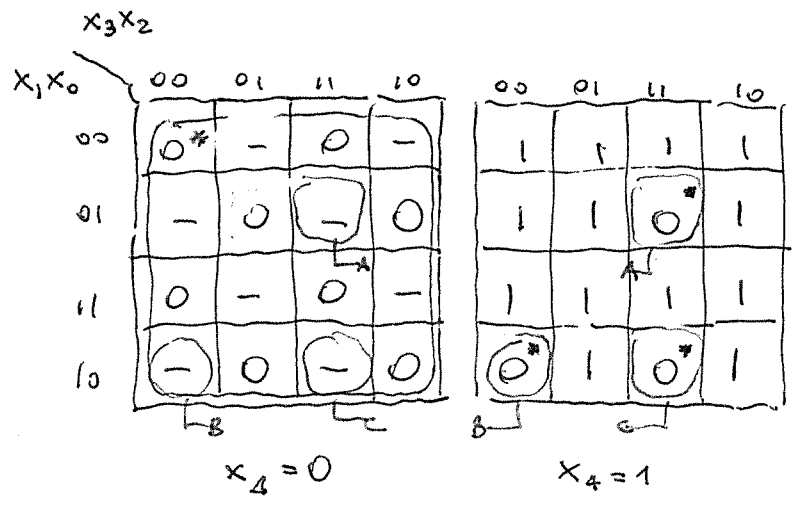
```
loop1: INC R16 // parte da 0  
       SUBI XL, // una giornata  
       BRCC loop1
```

```
POP XL  
POP XH  
RET
```

2

11 "1"  
13 "0"  
8 "1"

No IMPLICANTI 03 e superiori  
Sintesi PS



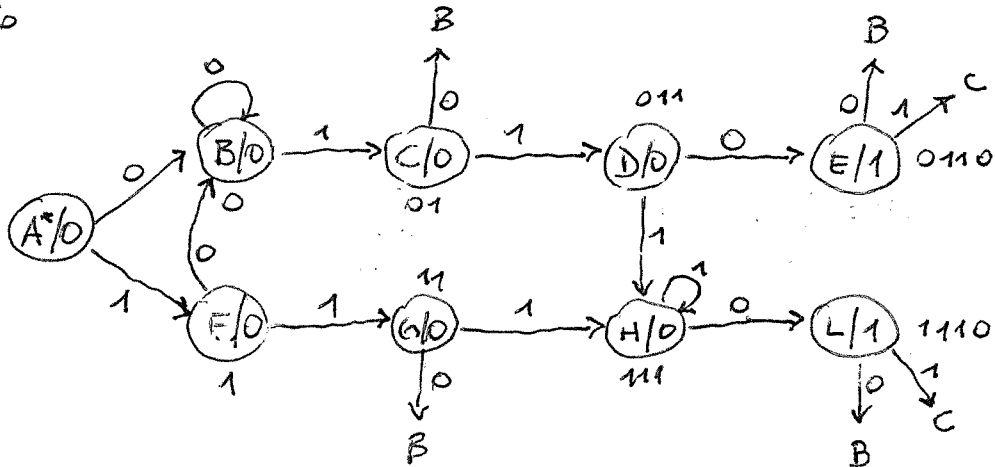
$$f = x_4 \cdot (\bar{x}_3 + \bar{x}_2 + x_1 + \bar{x}_0) (x_3 + x_2 + \bar{x}_1 + x_0) (\bar{x}_3 + \bar{x}_2 + \bar{x}_1 + x_0)$$

Tutti essenziali; con \* evidenziato un MAX termine coperto in esclusiva

③ Scelgo le sequenze

0110 e 1110

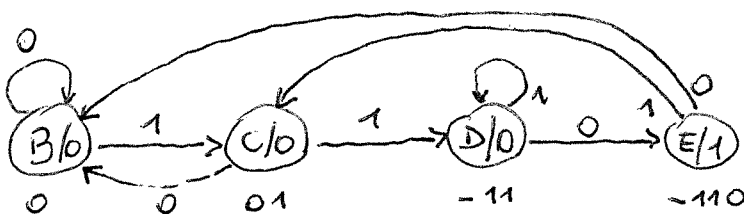
grafo



Osservazioni: in A, F, G non arriva alcuna freccia - possono essere eliminati con l'avvertenza di inizializzare la macchina con 2 zeri (va sempre in B) e scartare le uscite prima di ulteriori 4 cicli di clock (si evita il riconoscimento spurio di 110)

$E \equiv L$  (vanno negli stessi stati futuri B e C)  
 $D \equiv H$  (idem, dopo che  $E \equiv L$ )

grafo semplificato



codifica.

	$q_1 q_0$	$U$
B	00	0
C	01	0
D	10	0
E	11	1

Mappa, transizioni

$q_1 q_0$				
IN	00	01	11	10
0	00	00	00	11
1	01	10	01	10

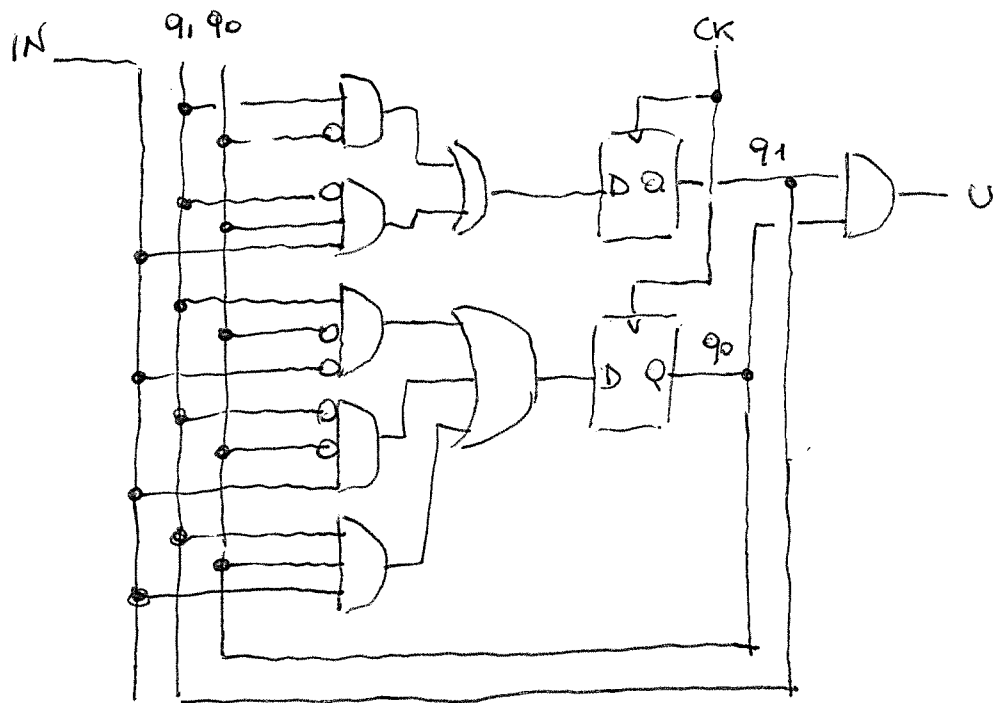
0	0	0	1	$d_1$
0	1	0	1	
0	0	0	1	$d_0$
1	0	1	0	

$U = q_1 q_0$

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

$d_0 = q_1 \bar{q}_0 \text{ IN} + \bar{q}_1 \bar{q}_0 \text{ IN} + q_1 q_0 \text{ IN}$

Schemo. logico



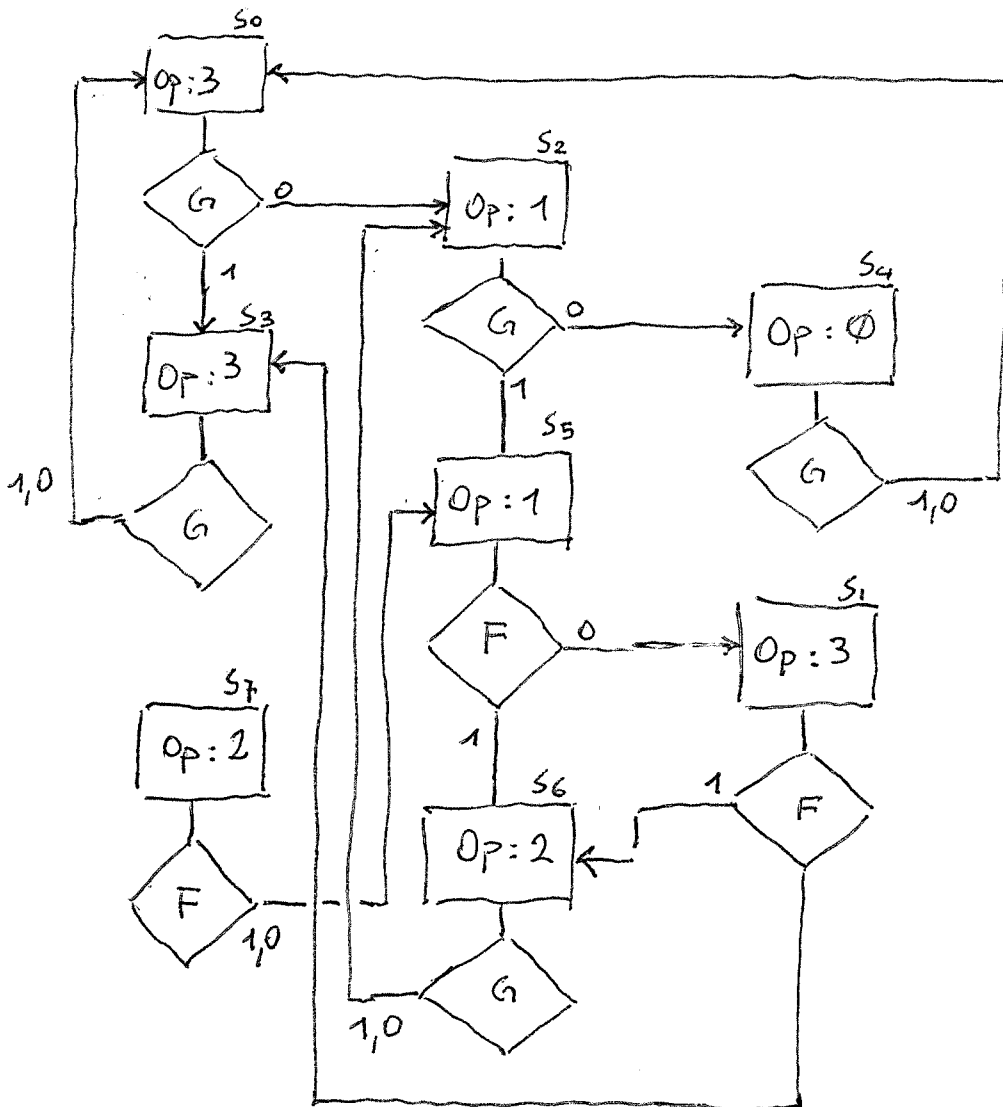
④ con l'aiuto di uno strumento di calcolo, per  $M=500000$  (es.) si ricava il contenuto della SRAM.

Stato	Valore	da cui i campi	ADD	SF_1	SF_0	Flag	OP
S <sub>0</sub>	211		0	3	2	0	3 -
S <sub>1</sub>	415		1	6	3	1	3 -
S <sub>2</sub>	353		2	5	4	0	1 -
S <sub>3</sub>	3		3	0	0	0	3 -
S <sub>4</sub>	0		4	0	0	0	0 -
S <sub>5</sub>	397		5	6	1	1	1 -
S <sub>6</sub>	146		6	2	2	0	2 -
S <sub>7</sub>	366		7	5	5	1	2

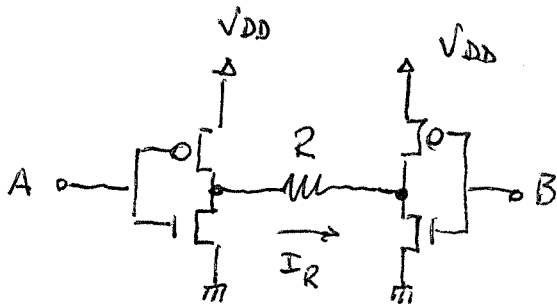
Flag 1: F  
0: G

Diagramma di flusso.

Non è possibile trarre vantaggio da una architettura a contatore in quanto non c'è alcun percorso CICLICO e COMPLETO.

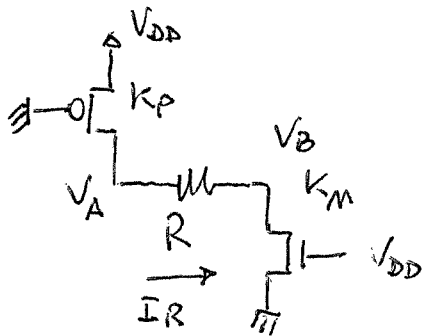


5



L'unico scenario per cui passa una corrente non nulla è quando A e B sono DIVERSE.

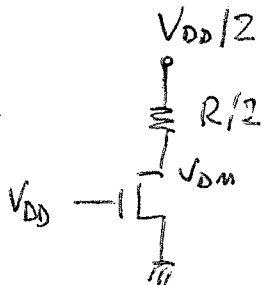
Si ha.



A	B	IR
0	0	∅
1	1	∅
0	1	IR
1	0	-IR

hp: entrambi in zona triodo (con la corrente di saturazione la caduta su R sarebbe eccessiva, sia per n sia per p)

inoltre, per la simmetria dei due MOS, posso limitarmi a studiare



$$I_R = \frac{k_M}{2} \left( \frac{V_{DD}}{2} - \frac{R}{2} I_R \right) \left( 2V_{DD} - \frac{V_{DD}}{2} + \frac{R}{2} I_R \right)$$

$$8x = k(5-x)(15+x)$$

$$8x = 75k - kx^2 - 10kx$$

$$x^2 + (10 + 8/k)x - 75 = 0$$

$$x = -(5 + 4/k) + \sqrt{(5 + 4/k)^2 + 75}$$

con  $M = 500000$

$k_n = 2$

$$I_R = 4,1355 \text{ mA} \quad V_{DSM} = 0,4322 \text{ V}$$