

|                      |      |                             |  |
|----------------------|------|-----------------------------|--|
| <b>SCHEDA D19_07</b> |      | Data: <b>19 Luglio 2019</b> |  |
| Cognome              | Nome | Matricola                   |  |

Il testo deve essere consegnato insieme allo svolgimento

### ESERCIZIO N°1

8 punti

Scrivere un sottoprogramma per il microcontrollore XMEGA256A3BU che calcola la somma con segno dei valori (su 8 bit in complemento a 2) contenuti in memoria tra gli indirizzi 0x2000 e 0x203F (estremi compresi). Il risultato, espresso in C2 su 16 bit in modo da non avere overflow, va lasciato nella coppia di registri R25:R24.

### ESERCIZIO N°2

7 punti

Disegnare lo schema logico in forma normale ottima (secondo il numero di letterali) scegliendo la migliore tra SP e PS, di una rete combinatoria a 5 ingressi (le cifre binarie di un numero) in grado di evidenziare i numeri primi (ponendo 1 in uscita). [Definizione di numero primo: "A prime number is a natural number greater than 1 that cannot be formed by multiplying two smaller natural numbers"]

### ESERCIZIO N°3

7 punti

Realizzare una macchina sequenziale sincrona secondo il modello di Moore con 2 ingressi (un numero binario su 2 bit) e 1 uscita che viene posta a 1 (dopo il clock) quando in ingresso si sono presentati un totale di 4 valori pari a 3 (anche intervallati da altri valori). Dopo il riconoscimento la macchina riparte dalle condizioni iniziali.

IN                    0233223321200120333433332332113310000

OUT (dopo  $t_{co}$ )    000000010000000000000100010000000100000

### ESERCIZIO N°4

5 punti

Mostrare come assemblare chip di SRAM da 512 M x 4 per ottenere una memoria da 4 G x 32. Indicare le dimensioni dei bus.

### ESERCIZIO N°5

6 punti

Determinare il valore della corrente di uscita di un invertitore CMOS nei due stati ( $V_{IN} = 0$  e  $V_{IN} = V_{DD}$ ) caricato con un resistore  $R_L = 1 \text{ k}\Omega$  collegato tra l'uscita e un generatore di tensione pari a  $V_{DD}/2$ . Si ha  $V_{DD} = 5 \text{ V}$ ,  $V_{Tn} = 1 \text{ V}$ ,  $k_n = 2 \text{ mA/V}^2$ ,  $V_{Tp} = -1,2 \text{ V}$ ,  $k_p = -2,4 \text{ mA/V}^2$ .

①

## Subroutine

```
somme : PUSH XL
        PUSH XH
        PUSH R2
        PUSH R16
        PUSH R17
        LDI R16, 0x40 //contatore
        LDI XL, low(0x2000)
        LDI XH, high(0x2000)
        CLR R2
        CLR R24 // reset accumulatore
        CLR R25
```

```
loop:   LD R17, X+
        SBRC R17, 7 // guarda il segno
        DEC R25 // sistema i negativi
        ADD R24, R17
        ADC R25, R2
        DEC R16
        BRNE loop
```

```
POP R17
POP R16
POP R2
POP XH
POP XL
RET
```

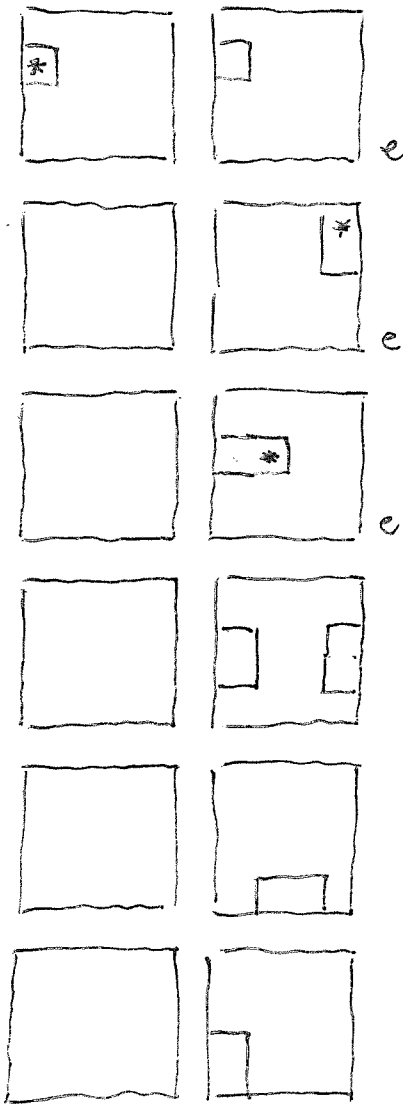
② Mappa della funzione.

| $x_2 x_1$ |   | $x_2 x_3$ |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------|---|-----------|----|----|----|----|----|----|----|
|           |   | 00        | 01 | 11 | 10 | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 00        | 0 | 8         | 24 | 16 | 1  | 9  | 25 | 17 |    |
| 01        | 2 | 10        | 26 | 18 | 3  | 11 | 27 | 19 |    |
| 11        | 6 | 14        | 30 | 22 | 7  | 15 | 31 | 23 |    |
| 10        | 4 | 12        | 28 | 20 | 5  | 13 | 29 | 21 |    |

$x_0 = 0$   
(pari)

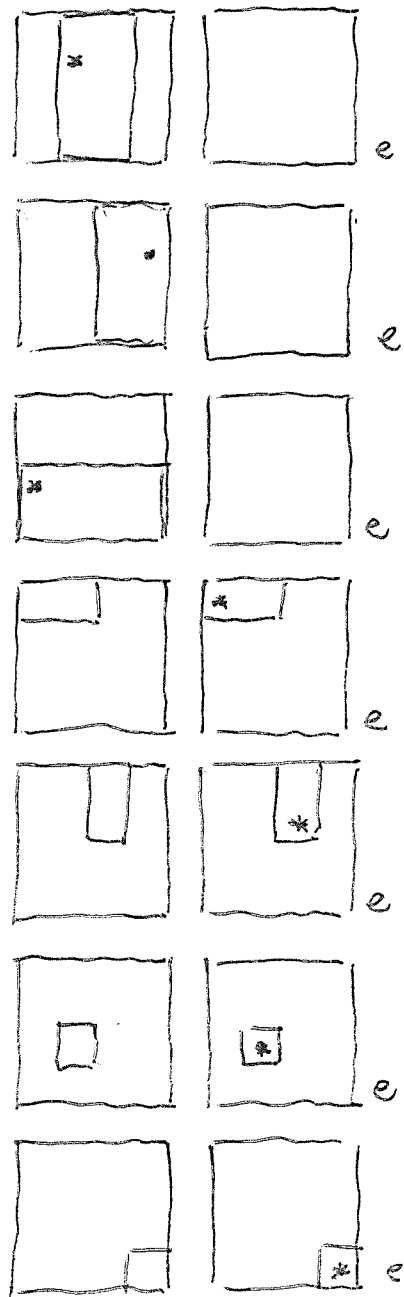
$x_0 = 1$   
(dispari)

SP



5 implicanti:  $0_1, 10_2$   
23 essenziali

PS



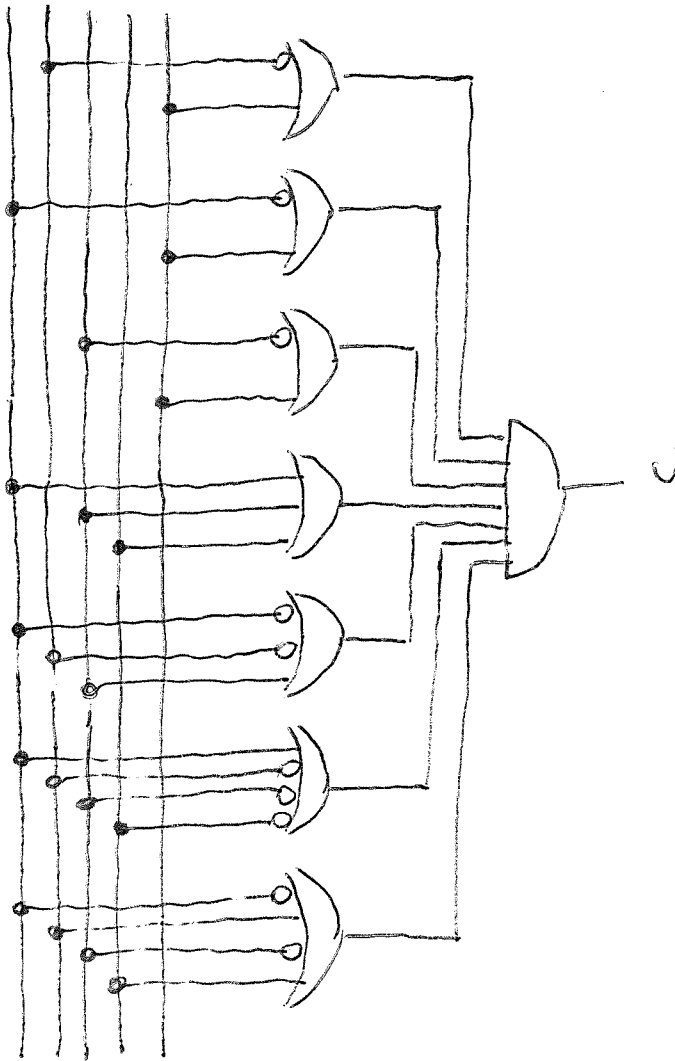
3 implicanti:  $0_3, 20_2, 20_1$   
 $6 + 6 + 8 = 20$  essenziali

Coveriere la sinistra  $\uparrow S$

$$U = (\bar{x}_3 + x_0)(\bar{x}_4 + x_0)(\bar{x}_2 + x_0)(x_4 + x_2 + x_1)(\bar{x}_4 + \bar{x}_3 + x_2) \cdot (x_4 + \bar{x}_3 + \bar{x}_2 + \bar{x}_1)(\bar{x}_4 + x_3 + \bar{x}_2 + x_1)$$

Schema logico

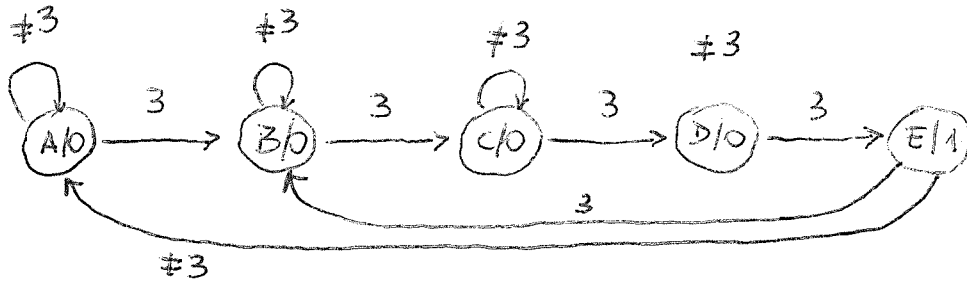
$x_4 \ x_3 \ x_2 \ x_1 \ x_0$



3

Macchina di Moore.

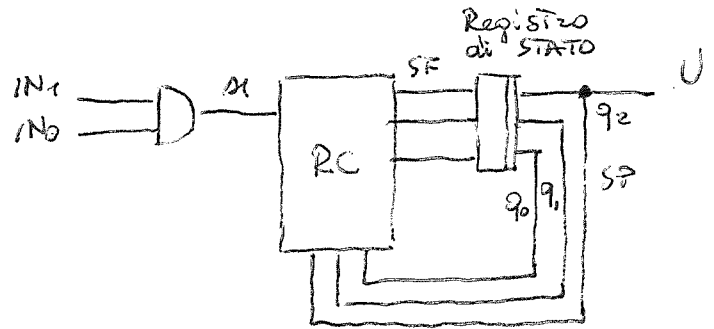
La decisione viene presa sulla base del valore  $x = IN_1 \cdot IN_0$   
 (uguale o diverso da 3)



|   | Codif | Uscite |
|---|-------|--------|
| A | 000   | 0      |
| B | 001   | 0      |
| C | 010   | 0      |
| D | 011   | 0      |
| E | 100   | 1      |

$q_2 q_1 q_0$

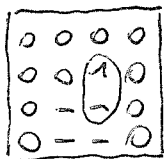
Architettura



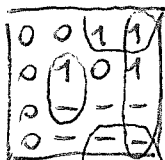
Sintesi della rete per lo stato futuro

|    |           |     |                |                |                |
|----|-----------|-----|----------------|----------------|----------------|
|    | $q_2 \ x$ | 00  | 01             | 11             | 10             |
| 00 |           | 000 | 001            | 011            | 010            |
| 01 |           | 001 | 010            | 100            | 011            |
| 11 |           | 001 | (0 <u>1</u> 0) | (1 <u>0</u> 0) | (0 <u>1</u> 1) |
| 10 |           | 000 | (0 <u>0</u> 1) | (0 <u>1</u> 1) | (0 <u>1</u> 0) |

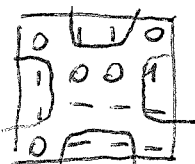
(gli stati non definiti NON creano problemi)



$$d_2 = x q_1 q_0$$

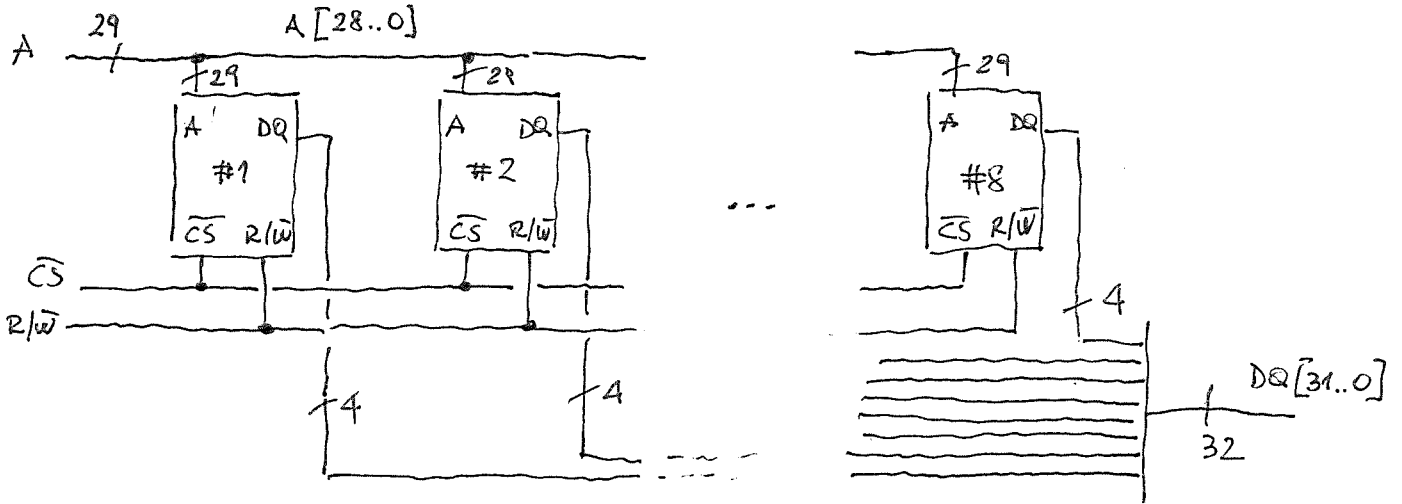


$$d_1 = \bar{x} q_1 + q_1 \bar{q}_0 + x \bar{q}_1 q_0$$

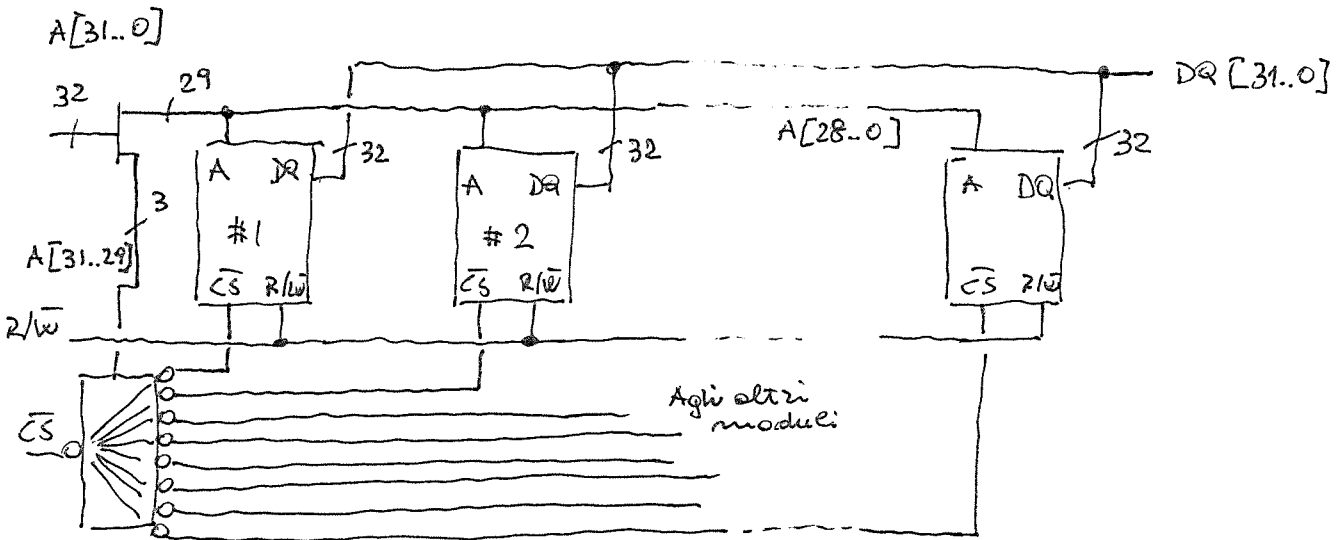


$$d_0 = x q_0 + \bar{x} \bar{q}_0$$

④ Aumento dim. parole  
 servono 8 chip  $512M \times 4 \mapsto 512M \times 32$

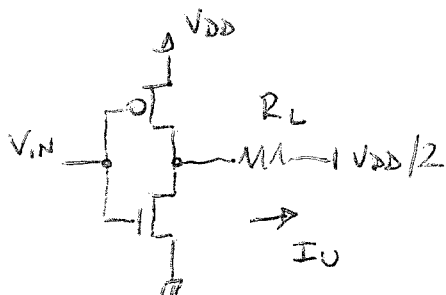


Aumento n° parole  
 servono 8 moduli  $512M \times 32 \mapsto 4G \times 32$  (64 chip in tutto)



5

inverter CMOS



$$V_O = R_L I_O + \frac{V_{DD}}{2}$$

caso  $V_{IN} = 0$   $\left\{ \begin{array}{l} \text{PMOS} > \text{punto} \\ \text{NMOS} \text{ s.p.} : \text{ saturato (piu' grande)} \end{array} \right.$

$$I_O = -\frac{K_P}{2} (-V_{DD} - V_{TP})^2 = -17,33 \text{ mA} \rightarrow \text{NON ACCETT.}$$

quindi:

$$I_O = -\frac{K_P}{2} (R_L I_O - V_{DD}/2) (-V_{DD} - R_L I_O - \frac{V_{DD}}{2} - 2V_{TP}) \quad \text{si. con (mA)}$$

$$x = 1,2 (x - 2,5) (-5,1 - x)$$

$$1,2 x^2 + 4,12 x - 15,3 = 0$$

$$x = 2,245$$

(neg non acc.)

$$I_O = 2,245 \text{ mA} \quad V_O = 4,745 \text{ V (triode OK)}$$

Caso  $V_{IN} = V_{DD}$   $\left\{ \begin{array}{l} \text{PMOS} > \text{punto} \\ \text{NMOS} \text{ s.p.} : \text{ saturato} \end{array} \right.$

$$I_O = -\frac{K_N}{2} (V_{DD} - V_{TN})^2 = -16 \text{ mA} \rightarrow \text{NON ACCETT.}$$

quindi:

$$I_O = -\frac{K_N}{2} (R_L I_O + V_{DD}/2) (V_{DD} + \frac{V_{DD}}{2} - R_L I_O - 2V_{TN})$$

$$x = -(x + 2,5) (5,5 - x)$$

$$x^2 - 4x - 13,75 = 0$$

$$x = -2,213$$

(pos. non acc.)

$$I_O = -2,213 \text{ mA} \quad V_O = 0,2869 \text{ V (triode OK)}$$