

Non è ammessa la consultazione degli appunti e dei compiti precedenti. Si possono consultare i data sheet, anche su PC. Per lo svolgimento dei calcoli è possibile usare, oltre alla solita calcolatrice, anche il PC con applicativi numerici (es.: Matlab, Excel, ...). Non usare il colore rosso nello svolgimento.

### ESERCIZIO N°1

5 punti

Rappresentare in binary32 i seguenti valori:

$-256 M/600000$ ;  $(M/60000)^{40}$ ;  $(M/6000000)^{40}$ ;

valutando l'eventuale errore relativo commesso  $(x_r - x)/x$ . Esprimere il valore dell'errore con 4 cifre significative.

### ESERCIZIO N°2

8 punti

Realizzare un sottoprogramma per il microcontrollore AVR XMEGA256A3BU che valuta la somma di 256 interi (con segno) rappresentati su 4 byte e contenuti in memoria a partire dall'indirizzo in Z. Ciascun intero è memorizzato a partire dal byte meno significativo. Le operazioni vanno eseguite scegliendo per il risultato il numero minimo di byte che garantisce in ogni caso la rappresentabilità. Il risultato deve essere posto in memoria a partire dall'indirizzo contenuto in Y (partendo dal byte meno significativo).

### ESERCIZIO N°3

5 punti

Determinare il valore finale del registro R16 (valore iniziale pari a  $[M + 157]$  modulo 256) e di (Z), cioè la cella all'indirizzo in Z, (con valore iniziale pari a 0xBC) dopo aver eseguito di seguito le seguenti istruzioni; determinare la relazione generale tra valore iniziale di (Z) e valore finale.

LAC Z,R16

LAT Z, R16

XCH Z, R16

LAS Z,R16

### ESERCIZIO N°4

5 punti

Sintetizzare in forma SP ottima (minimo numero di letterali), indicando in modo esplicito e motivato quali sono gli implicati essenziali (non è richiesto il disegno dello schema logico, ma solo l'espressione della forma ottima) la funzione di 5 variabili (le cifre di un numero binario da 0 a 31) che individua i multipli non primi di tutte le cifre contenute nella matricola M, a parte ovviamente 1, se presente. I numeri primi hanno valore don't care.

### ESERCIZIO N°5

5 punti

Lo studente realizzi la funzione dell'esercizio precedente esclusivamente multiplexer 2:1 e invertitori, evitando ripetizioni evidenti.

### ESERCIZIO N°6

5 punti

Determinare il grafo secondo Moore di un riconoscitore per le sequenze non interallacciate costituite dai 4 bit delle 3 cifre esadecimali meno significative della propria matricola (a partire dal bit meno significativo, per esempio 0xB corrisponde alla sequenza 1101).

Realizzare poi il riconoscitore, se possibile, usando registri a scorrimento e comuni porte logiche.

①

determinare i bit delle rappresentazioni binary 32 di  
(a titolo di esempio  $\pi = 560\,000$ )

a)  $-238,933\dots$

$$S=1 \quad E=134 \quad (0 \times 86) \quad T=7270127 \quad (0 \times 6EFFF)$$

$$0|10000110|110.1110.1110.1110.1110.1111|$$

$$E = 4,257 \cdot 10^{-9}$$

b)  $6,331 \cdot 10^{38} > 3,4028 \cdot 10^{38}$  (MAX rappresentabile)

$$S=0 \quad E=255 \quad T=0 \quad (\text{reppres di } +\infty)$$

$$E = \infty$$

$$0|11111111|000.0000.0000.0000.0000.0000|$$

c)  $6,33098 \dots \cdot 10^{-42}$  (non normalizz.)

$$S=0 \quad E=0 \quad T=4518 \quad (0 \times 0011A6)$$

$$0|00000000|0000000,0001,0001,1010,0110|$$

## 2

Realizzare un sottoprogramma per il microcontrollore AVR XMEGA256A3BU che valuta la somma di 256 interi (con segno) rappresentati su 4 byte e contenuti in memoria a partire dall'indirizzo in Z. Ciascun intero è memorizzato a partire dal byte meno significativo. Le operazioni vanno eseguite scegliendo per il risultato il numero minimo di byte che garantisce in ogni caso la rappresentabilità. Il risultato deve essere posto in memoria a partire dall'indirizzo contenuto in Y (partendo dal byte meno significativo).

```
/* Il risultato sarà rappresentabile su 5 byte in quanto il suo range è
   [-2^31*2^8..(2^31-1)*2^8], incluso nel range [-2^39..2^39-1] che si ha
   con 40 bit */
```

```
sum256:
  push R2
  push R16
  push R17
  push R18
  push R19
  push R20
  push R21
  push R22
  clr R2 //registro nullo ausiliario
  clr R16 //per eseguire 256 cicli
  clr R18 //inizializza il risultato
  clr R19
  clr R20
  clr R21
  clr R22
  loop:
    ld R17,Y+
    add R18,R17
    ld R17,Y+
    adc R19,R17
    ld R17,Y+
    adc R20,R17
    ld R17,Y+
    adc R21,R17
    adc R22,R2
    sbrc R17,7 //test per vedere se il numero sommato è positivo
    dec R22 //estensione del segno se il numero era negativo
    dec R16
    brne loop
  std Y+0,R18
  std Y+1,R19
  std Y+2,R20
  std Y+3,R21
  std Y+4,R22
  dec ZH //ripristina il puntatore Z
  pop R22
  pop R21
  pop R20
  pop R19
  pop R18
  pop R17
  pop R16
  pop R2
  ret
```

3

Se eseguiamo le operazioni proposte con la matricola a caso 512239, troviamo per il valore iniziale di R16 il valore 239 (0xEF). Possiamo eseguire le operazioni scrivendo i valori in binario, in modo che sia semplice trovare il risultato.

```
// iniziale      R16=0b1110 1111 (Z)=0b1011 1100
lac Z,R16//     R16=0b1011 1100 (Z)=0b0001 0000
lat Z, R16//    R16=0b0001 0000 (Z)=0b1010 1100
xch Z,R16//    R16=0b1010 1100 (Z)=0b0001 0000
las Z,R16//    R16=0b0001 0000 (Z)=0b1011 1100
```

Per avere la relazione generale tra valore iniziale degli operandi e quello finale, usiamo le variabili  $x$  e  $y$  e analizziamo i valori risultanti. Usiamo l'apostrofo per l'operazione di complemento e  $\#$  per la XOR.

```
// iniziale      R16=x          (Z)=y
lac Z,R16//     R16=y          (Z)=x'y
lat Z, R16//    R16=x'y       (Z)=x'y#y
xch Z,R16//    R16=x'y#y     (Z)=x'y
las Z,R16//    R16=x'y       (Z)=x'y+(x'y#y)
```

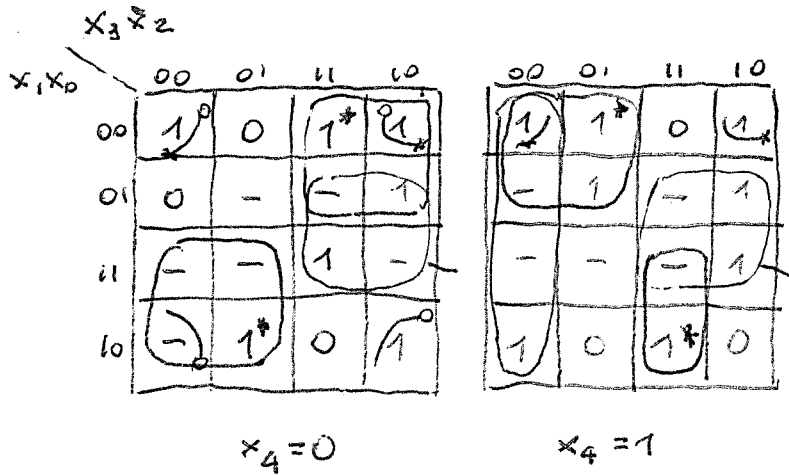
Analizziamo l'espressione finale di (Z)

$$(Z)=x'y+[x'yy'+(x+y')y]=x'y+0+xy=y$$

Quindi, in generale, il valore finale di (Z) dopo la sequenza delle istruzioni proposte, sarà sempre uguale a quello iniziale.

④ Prendiamo una matricola a caso : 596863  
 la mappa sarà

0	4	12	8	16	20	28	14
1	5	13	9	17	21	29	15
2	6	14	10	18	22	30	16
3	7	15	11	19	23	31	17



Ci sono 4 implicant **ESSENZIALI**

Restano fuori : mintermini 0, 15, 10, 24, 25, 27, 18

Esaminiamo le diverse modalità di copertura

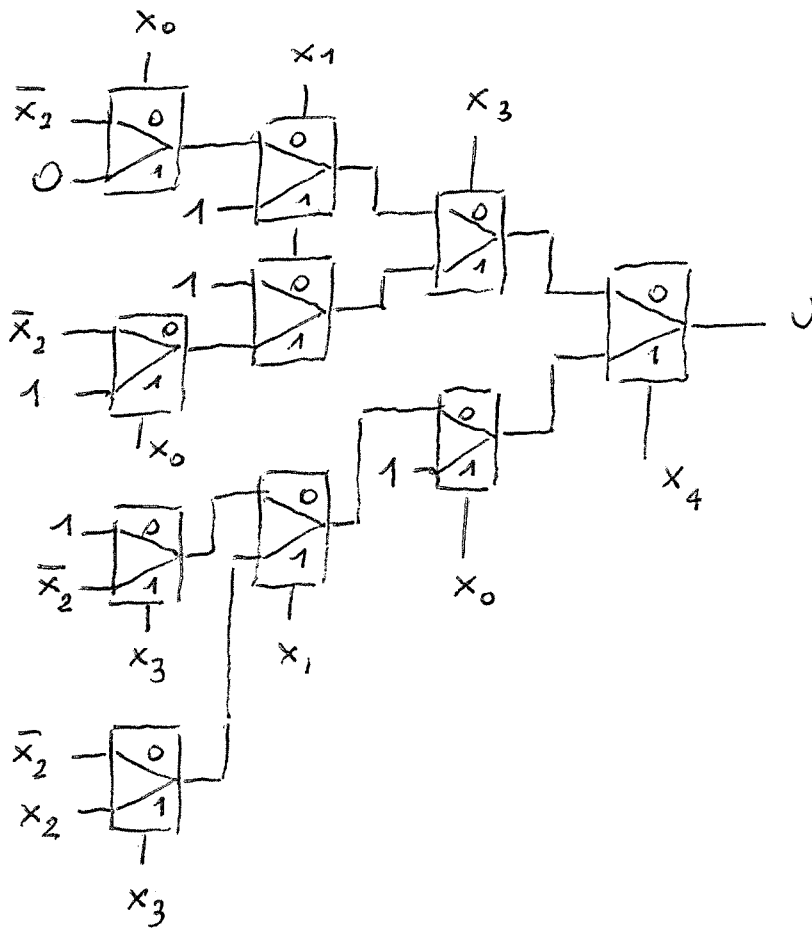
↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓  
 0 15 10 24 25 27 18

→	$\bar{x}_4 \bar{x}_2 \bar{x}_0$	x		x			
	$\bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_0$	x					x
Ⓐ	$\bar{x}_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0$	x		x			
	$x_1 x_0$		x		x		no
	$x_2 x_0$		x				no
→	$x_3 x_0$		x		x	x	
	$\bar{x}_4 x_3 \bar{x}_2$			x			no
	$\bar{x}_4 \bar{x}_2 x_1$			x			no
eq ↗	$x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2$					x	
	$\bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1$					x	
Ⓐ	$x_4 \bar{x}_2 \bar{x}_1$			x	x		
Ⓐ	$x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1$			x	x		

Ⓐ equivalenti per prendere 24

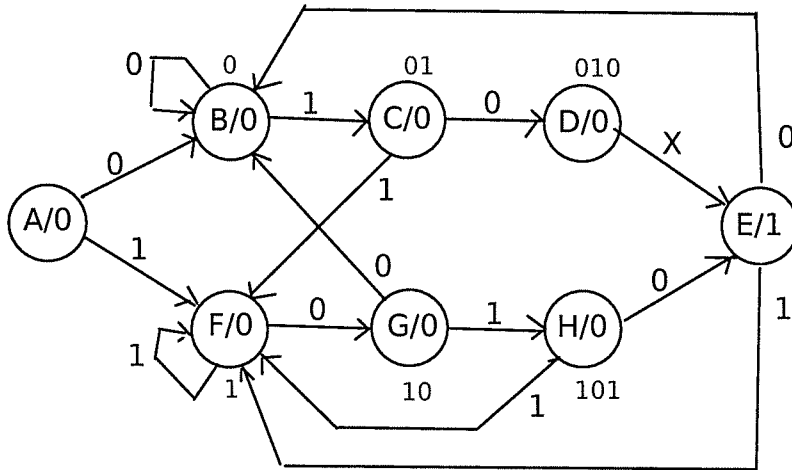
$$y = \bar{x}_4 x_3 \bar{x}_1 + \bar{x}_4 \bar{x}_3 x_1 + x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_1 + x_4 x_3 x_2 x_1 + \bar{x}_4 \bar{x}_2 \bar{x}_0 + \bar{x}_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0 + x_3 x_0 + x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2$$

5



6

Prendiamo per esempio la matricola 567890; in esadecimale 0x8AA52. Le tre sequenze da riconoscere sono 0101, 1010 e 0100.



La soluzione a partire dal grafo prevede l'uso di 3 D-FF, con la classica architettura di Moore. Volendo usare invece shift register e porte, si può avere il seguente schema. I D-FF sono inizializzati a 0.

