

ESERCIZIO N°1

8 punti

Realizzare un sottoprogramma per il microcontrollore AVR XMEGA256A3BU, in grado di verificare l'eguaglianza di 2 stringhe poste in memoria rispettivamente agli indirizzi 0x2100 e 0x2300; il risultato dovrà essere espresso dal valore di ritorno del flag Z (Z = 1 se le stringhe sono eguali). Una stringa, la cui massima lunghezza può essere di 255 caratteri (codici ASCII su 8 bit), è composta da un primo byte che contiene l'indicazione della lunghezza della stringa stessa (nel caso di stringa vuota l'indicazione di lunghezza è 0) seguito dai codici dei caratteri che compongono la stringa.

ESERCIZIO N°2

4 punti

Disegnare un flip-flop JK, facendo uso di un DE-FF e porte logiche elementari (AND, OR, NOT, XOR). Si cerchi di minimizzare l'uso di porte.

ESERCIZIO N°3

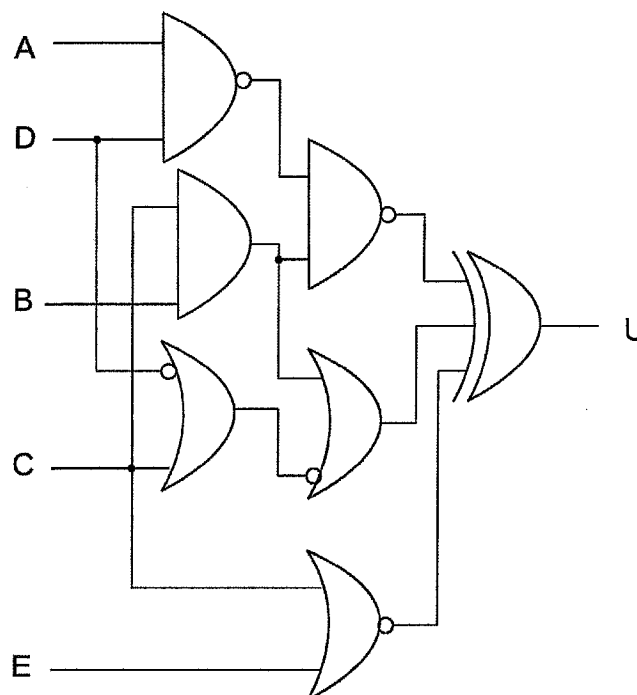
6 punti

Disegnare lo schema logico di una macchina sequenziale sincrona secondo il modello di Moore con un ingresso e una uscita; quando la macchina rileva 3 valori uguali consecutivi dell'ingresso reagisce ponendo in uscita un impulso di 3 cicli di clock. La presenza di ulteriori valori uguali durante l'impulso ne prolungano la durata, che si prolunga in ogni caso per 3 cicli dopo l'ultimo valore uguale rivelato. Si hanno a disposizione D-FF e porte logiche elementari (AND, OR, NOT).

ESERCIZIO N°4

5 punti

Determinare, tra tutte le forme normali, quella a minimo numero di letterali che realizza la stessa funzione logica dello schema seguente:



- a) Disegnare lo schema circuitale a porte logiche della forma trovata.
- b) Realizzare la stessa funzione logica usando esclusivamente multiplexer 2:1 e cercando di minimizzarne il numero.

ESERCIZIO N°5

4 punti

Disegnare lo schema logico di un contatore up modulo 12 con abilitazione, usando T-FF e porte logiche.

ESERCIZIO N°6

6 punti

Un sistema di acquisizione dati prevede l'uso di un sensore di temperatura analogico, la cui tensione di uscita varia linearmente da 0 a 1 V quando le temperature variano da -20 a 60 °C. La tensione è acquisita da un convertitore A/D (che si può considerare ideale) unipolare a 10 bit che opera proprio nello stesso range.

- a) Determinare la notazione frazionale C2 a 8 bit più conveniente per rappresentare il dato in gradi centigradi.
- b) Determinare le operazioni da compiere sul dato di uscita dal convertitore a 10 bit per ottenere il dato C2 a 8 bit da memorizzare (si usi l'arrotondamento classico).
- c) Determinare il range dell'errore di quantizzazione commesso nella rappresentazione del risultato.

1

Realizzare un sottoprogramma per il microcontrollore AVR XMEGA256A3BU, in grado di verificare l'eguaglianza di 2 stringhe poste in memoria rispettivamente agli indirizzi 0x2100 e 0x2300; il risultato dovrà essere espresso dal valore di ritorno del flag Z (Z = 1 se le stringhe sono eguali). Una stringa, la cui massima lunghezza può essere di 255 caratteri (codici ASCII su 8 bit), è composta da un primo byte che contiene l'indicazione della lunghezza della stringa stessa (nel caso di stringa vuota l'indicazione di lunghezza è 0) seguito dai codici dei caratteri che compongono la stringa.

```
string_compare:
  push R16 //L1
  push R17 //L2
  lds R16,0x2100
  lds R17,0x2300
  cp R16,R17
  brne ne1 //sicuramente diverse, Z falso
  tst R16
  breq ne1 //entrambe nulle, Z vero
  push R18
  push XL //puntatore a stringa1
  push XH
  push YL //puntatore a stringa2
  push YH
  ldi XL,low(0x2101)
  ldi XH,high(0x2101)
  ldi YL,low(0x2301)
  ldi YH,high(0x2301)
loop:
  ld R17,X+ //carica un carattere di stringa1
  ld R18,Y+ //carica un carattere di stringa2
  cp R17,R18
  brne ne2 //se salta fuori qui, Z falso
  dec R16
  brne loop //ripeti per tutti i caratteri uguali; se esce di qui Z vero
ne2:
  pop YH
  pop YL
  pop XH
  pop XL
  pop R18
ne1:
  pop R17
  pop R16
  ret
```

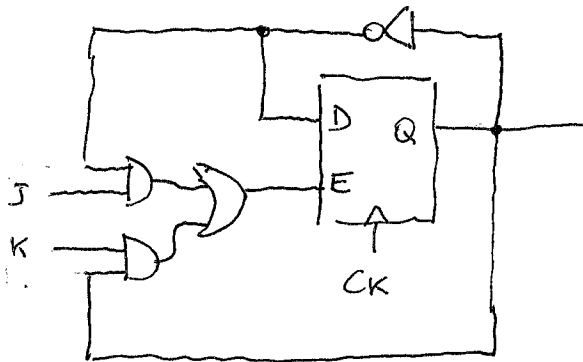
② Funzionamento JK

J	K	Q	Q ⁺	eccitazione per ottenere la stessa trans.		
				D	E	
0	0	0	0	-	0	oppure 0 1
0	1		0	-	0	0 1
1	0		1	1	1	
1	1		1	1	1	
0	0	1	1	-	0	oppure 1 1
0	1		0	0	1	
1	0		1	-	0	1 1
1	1		0	0	1	

JK	D		E	
	0	1	0	1
00	-	-	0	0
01	-	0	0	1
11	1	0	1	1
10	1	-	1	0

$$D = \bar{Q}$$

$$E = J\bar{Q} + KQ$$

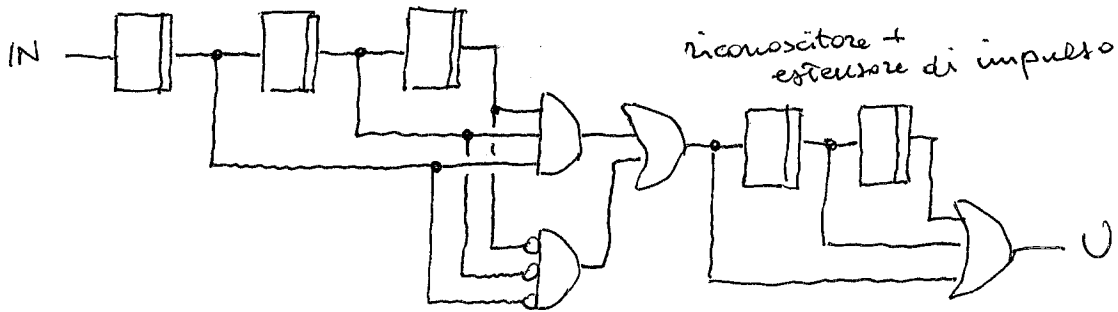


Nota:
Questa soluzione richiede un invertitore in meno di quella classica, ed solo D-FF.

$$D = \bar{Q}J + Q\bar{K}$$

$$(E = 1)$$

③ Trascurando la situazione iniziale (i primi 3 cicli di clock) il problema è risolto dalla rete:

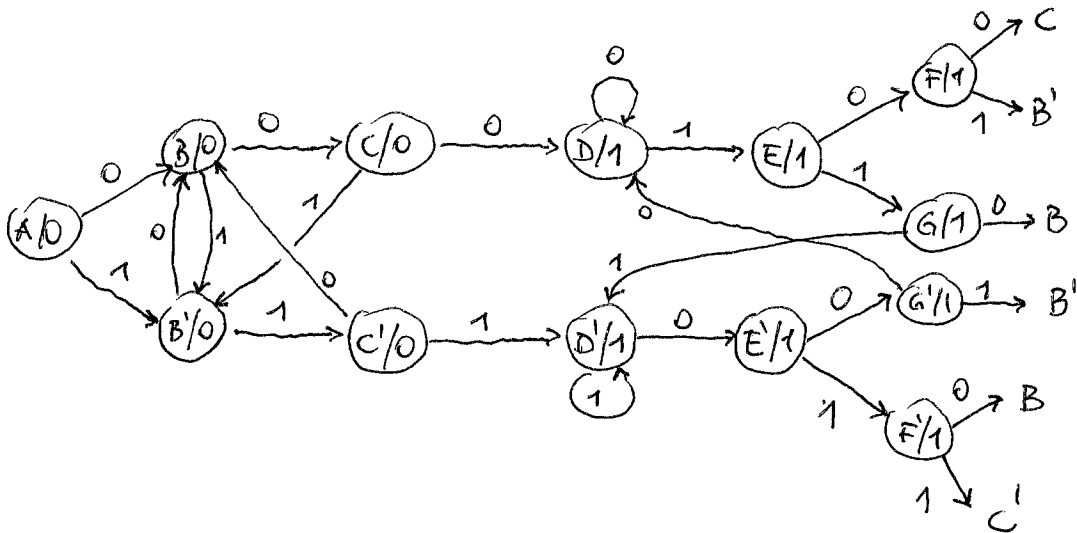


Nota:

Se il reset è importante, si può scindere il riconoscitore in due riconoscitori separati (000 e 111) inizializzandosi in modo da impedire riconoscimenti "precoci".

Nota:

Il grafo del problema (per la sintesi strutturata alternativa) è il seguente:



④ Per prime cose scriviamo l'espressione di U

$$U = (\bar{A} + \bar{D})BC \oplus (BC + D\bar{C}) \oplus (C + E)$$

nota: le due negazioni all'ingresso delle XOR si eliminano

Applico il teorema di scomposizione di Shannon, e partire dalla variabile C (la più rappresentata)

$$U = \bar{C} \{ D \oplus E \} + C \{ (\bar{A}B + \bar{D}B) \oplus \bar{B} \}$$

nota: eseguire $\oplus 1$ vuol dire negare uno dei termini della XOR

Scompongo il secondo termine usando B

$$U = \bar{C}D\bar{E} + \bar{C}\bar{D}E + \bar{B}C + BC\bar{A} + BCD\bar{E}$$

Esemino la mappa della funzione

		C=0				C=1			
		DE				DE			
AB	DE	00	01	11	10	00	01	11	10
	00	0	1	0	1	1	1	1	1
01	0	1*	0	1	1	1	1*	1	1
11	0	1	0	1*	1*	1	0	0	0
10	0	1	0	1	1	1	1*	1	1

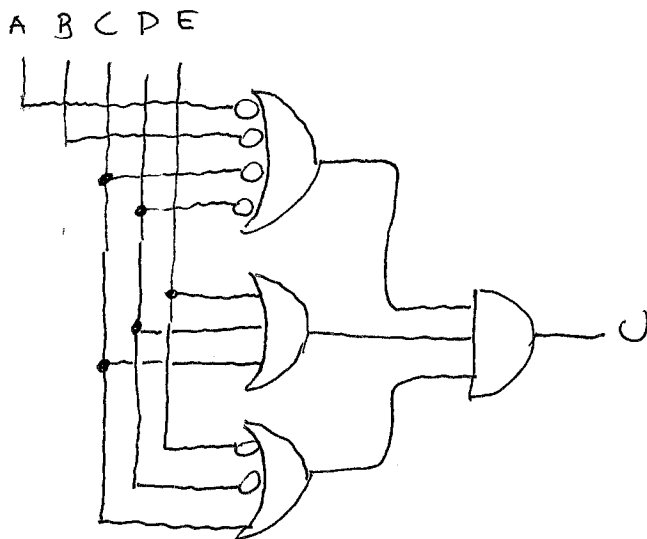
Sintesi ottima SP (tutti essenziali)

$$U = \bar{D}E + \bar{C}\bar{D}\bar{E} + \bar{A}C + \bar{B}C + \bar{D}C \quad (11 \text{ lettere})$$

Sintesi ottima PS (tutti essenziali)

$$U = (C + D + E)(C + \bar{D} + \bar{E})(\bar{C} + \bar{D} + \bar{A} + \bar{B}) \quad (10 \text{ lettere})$$

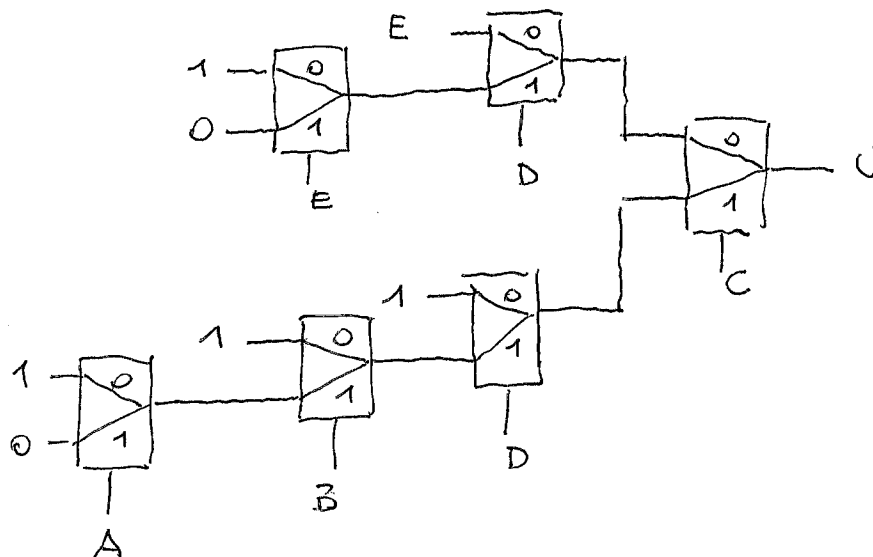
Schemi logico



Sintesi con MUX 2:1.

Senza ottimizzazione occorrerebbero $16+8+4+2+1=31$ mux, ma osservando la funzione, se ne possono eliminare molti.

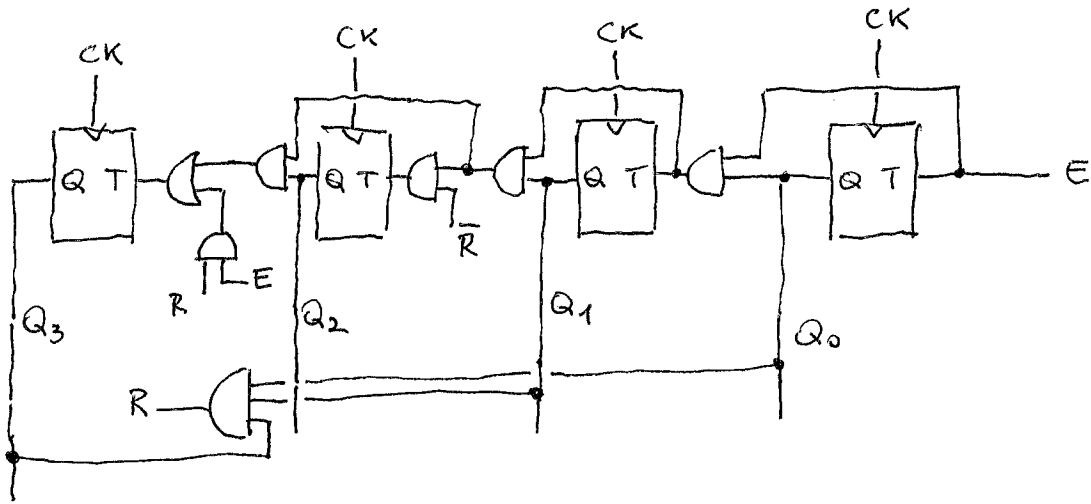
Una possibile realizzazione:



5

Contatore up modulo 12 con abilitazione

1010
1011
(1100)
0000
FB -- $\overline{\text{interruzione}}$



note: per R si può omettere $\overline{Q_2}$ (il conteggio non arriva a 15)

6

Per rappresentare su 8 bit in C2 in gradi Celsius un valore tra -20 e 60 conviene usare una notazione frazionale

7.1 (segno, 6 bit parte intera, 1 bit con risoluzione 0,5°C)

Le operazioni da fare sull'uscita del convertitore per avere il dato a 8 bit sono

- CAMBIO SCALA (80/1024)
- TRASLAZIONE (-20) con risultato C2
- ARROTONDAMENTO

L'errore di rappresentazione sarà principalmente quello dell'arrotondamento finale (trascurando quello dell'ADC)

$$0,25^\circ\text{C} < \epsilon < 0,25^\circ\text{C}$$

Approfondimento (non richiesto nella soluzione)

Nota: sia τ la temperatura e v la tensione

$$v = (\tau + 20^\circ\text{C}) \frac{1\text{V}}{80^\circ\text{C}} ; \tau = v \cdot \frac{80^\circ\text{C}}{1\text{V}} - 20^\circ\text{C}$$

passo del convertitore $\text{LSB} = \frac{1\text{V}}{1024}$ (0,9766 mV)

errore del convertitore $\pm \frac{\text{LSB}}{2}$ (corrisponde a $\pm 0,0391^\circ\text{C}$)

(a parte a fondo-scala dove ϵ è maggiore: $-\frac{\text{LSB}}{2} < \epsilon < \frac{3\text{LSB}}{2}$)

rete di conversione (senza errori aggiuntivi)

