

Il testo deve essere riconsegnato nella cartellina. Non è ammessa la consultazione degli appunti e dei compiti precedenti. Si possono consultare i data sheet. **Non usare il colore rosso nello svolgimento.**

ESERCIZIO N°1

5 punti

Determinare la rappresentazione nel formato frazionario [3.13] in C2 dei seguenti numeri e valutare l'errore assoluto (nel caso di valori non rappresentabili esattamente, si scelga la rappresentazione con il minimo errore assoluto in modulo):

$$-e^{e/3}$$

$$\log_5(0,145)$$

$$-6/\pi$$

$$-\pi^2/5$$

ESERCIZIO N°2

8 punti

Realizzare un sottoprogramma per il microcontrollore AVR XMEGA256A3BU che, in un vettore di 1024 byte presente in memoria, sostituisce tutte le eventuali occorrenze del valore 0xBB con il valore 0x33. Il sottoprogramma restituisce nella coppia di registri R25:R24 il numero di sostituzioni effettuate. Il vettore ha 1024 elementi in sequenza, e la prima componente è puntata da Y.

ESERCIZIO N°3

5 punti

Realizzare in forma NOR-NOR ottima una rete combinatoria a 5 ingressi (Y_1, Y_0, X_2, X_1 e X_0), che sono le cifre binarie dei numeri Y e X , e una uscita U , che indica con 0 i casi (e solo quelli) in cui X è multiplo di $Y + 1$.

Indicare tutti gli **implicati essenziali** della funzione, evidenziando un maxtermine che giustifica l'indicazione di essenziale.

ESERCIZIO N°4

5 punti

Usando liberamente chip di memoria da 512k x 4 (costo 3 €) e da 1M x 5 (costo 4 €) realizzare un modulo SRAM da 2M x 13 di costo minimo. Specificare il costo del modulo realizzato.

ESERCIZIO N°5

5 punti

Progettare una macchina sequenziale sincrona (secondo Moore) in grado di riconoscere le 3 sequenze comunque interallacciate 111, 1001 e 11011.

ESERCIZIO N°6

5 punti

Disegnare lo schema logico, usando esclusivamente porte NOR, di un D latch, con reset R , preset P e abilitazione E (ordine di priorità: R, P ed E).

1

Determinare la rappresentazione nel formato frazionale [3.13] in C2 dei seguenti numeri e valutare l'errore assoluto

Nel caso di valori non rappresentabili esattamente, si scelga la rappresentazione con il minimo errore assoluto in modulo

$$-e^{\frac{e}{3}}; \log_5(0,145); -\frac{6}{\pi}; -\frac{\pi^2}{5}$$

Il range rappresentabile della rappresentazione C2 [3.13] è

$$-4 \leq x \leq (4 - 2^{-13}) = 4 - 0,0001220703125$$

I valori (espressi in base 10 approssimati con 6 cifre significative) sono:

-2,47464; -1,19981; -1,90986; -1,97392

Quindi tutti rappresentabili con la notazione proposta.

Per minimizzare l'errore assoluto in modulo si ricorgerà all'arrotondamento.

Essendo tutti numeri negativi, per trovare i bit della rappresentazione si adotta la seguente procedura (la funzione round approssima per arrotondamento all'intero più vicino)

$$\text{round}[2^{13}(x + 4)]$$

Si ottengono i valori (hex e bin)

30D0	0011 0000 1101 0000
599B	0101 1001 1001 1011
42E2	0100 0010 1110 0010
40D6	0100 0000 1101 0110

Per ottenere la rappresentazione C2 dei valori proposti, si pone a 1 il bit MSb, di peso -4

```
101.1000011010000
110.1100110011011
110.0001011100010
110.0000011010110
```

Come verifica, si valuta l'errore assoluto, $(x'-x)$,

che in modulo deve essere minore di $\sim 6,1 \times 10^{-5}$ cioè $\text{LSb}/2$

```
2,8179868867273E-05
-1,79615098203634E-05
-5,27922722559637E-05
4,39270928715985E-05
```

/* Realizzare un sottoprogramma per il microcontrollore AVR XMEGA256A3BU che, in un vettore di 1024 byte presente in memoria, sostituisce tutte le eventuali occorrenze del valore 0xBB con il valore 0x33. Il sottoprogramma restituisce nella coppia di registri R25:R24 il numero di sostituzioni effettuate. Il vettore ha 1024 elementi in sequenza, e la prima componente è puntata da Y.
*/

exchange:

```

push XL      //X contatore di cicli
push XH
push R18     //registro di appoggio
clr R24      //inizializza risultato
clr R25
ldi XL,0     //contatore per il ciclo; 0 è la parte bassa di 1024
ldi XH,4     //4 è la parte alta di 1024=256*4
loop:
    ld R18,Y
    cpi R18,0xBB
    brne oltre
        adiw R25:R24,1    //aggiorna il numero di sostituzioni
        ldi R18,0x33
    oltre:
        st Y+,R18        //rimette il valore eventualmente modificato
        sbiw XH:XL,1     //decrementa il contatore
brne loop
sbi YH,4     //ripristina Y (YL è già tornato al valore iniziale)
pop R18
pop XH
pop XL
ret

```

Realizzare in forma NOR-NOR ottima una rete combinatoria a 5 ingressi (Y_1, Y_0, X_2, X_1 e X_0), che sono le cifre binarie dei numeri X e Y , e una uscita U , che indica con 0 i casi (e solo quelli) in cui X è multiplo di $Y + 1$. Indicare tutti gli implicati essenziali della funzione, evidenziando un maxtermine che giustifica l'indicazione di essenziale.

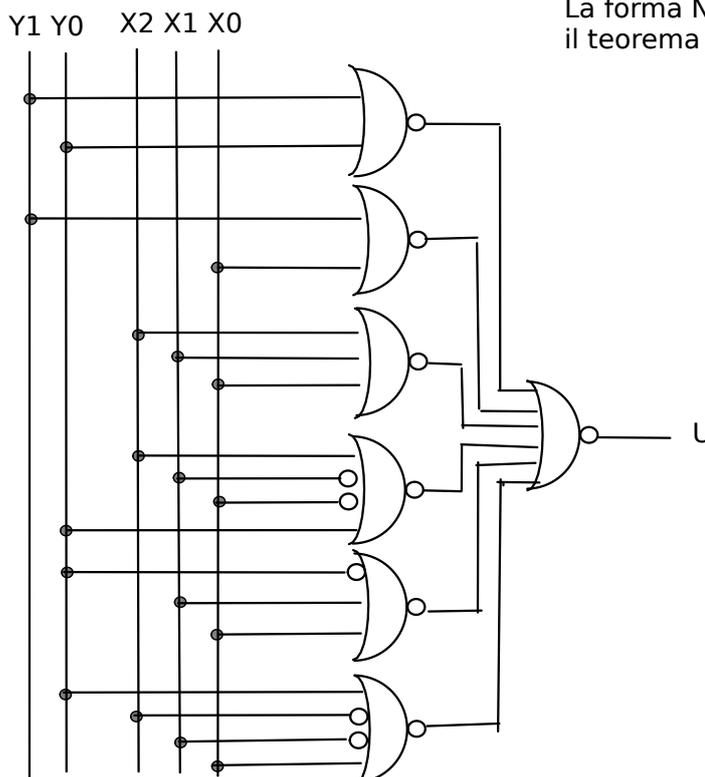
Y_1, Y_0		$X_2=0$				$X_2=1$			
		X_1, X_0 00	01	11	10	00	01	11	10
1	00	0	0*	0	0	0	0	0	
2	01	0	1	1	0*	1	1	0	
4	11	0	1	1	1	0*	1	1	
3	10	0*	1	0*	1	1	1	0*	
		0	1	3	2	4	5	7	6

X

Forma PS (tutti essenziali)

$$U = (Y_1 + Y_0)(Y_1 + X_0)(X_2 + X_1 + X_0)(X_2 + \overline{X_1} + \overline{X_0} + Y_0) \\ (\overline{Y_0} + X_1 + X_0)(Y_0 + \overline{X_2} + \overline{X_1} + X_0)$$

L'asterisco (*) evidenzia il maxtermine che rende essenziale l'implicato che lo contiene. La forma NOR-NOR si ottiene applicando il teorema di De Morgan



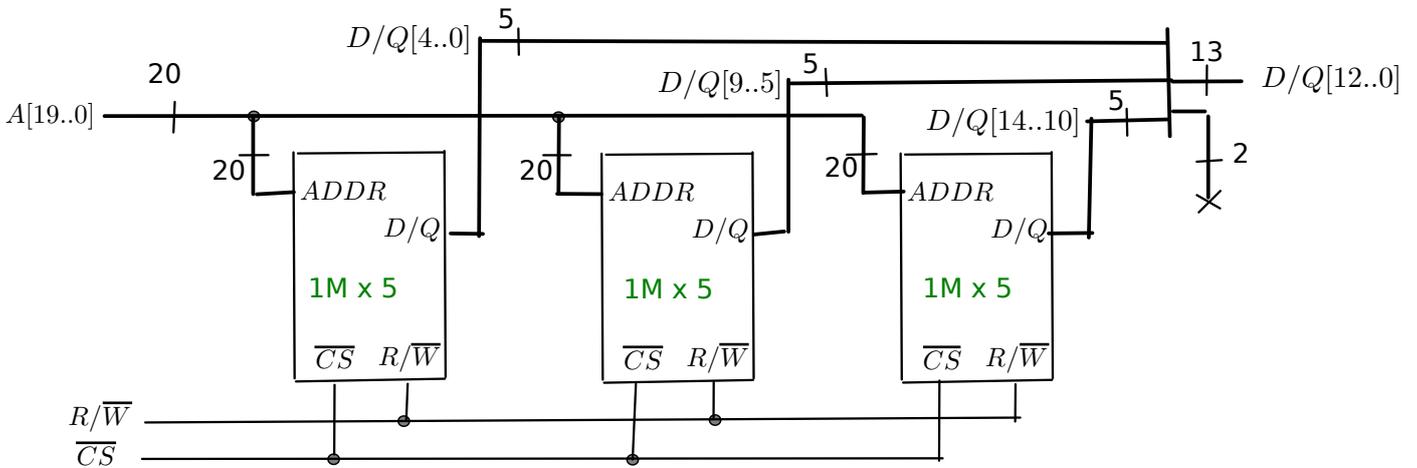
Usando liberamente chip di memoria da 512kx4 (A:3€) e da 1Mx5 (B:4€) realizzare un modulo SRAM da 2Mx13 di costo minimo. Specificare il costo del modulo realizzato.

Analisi dei costi.

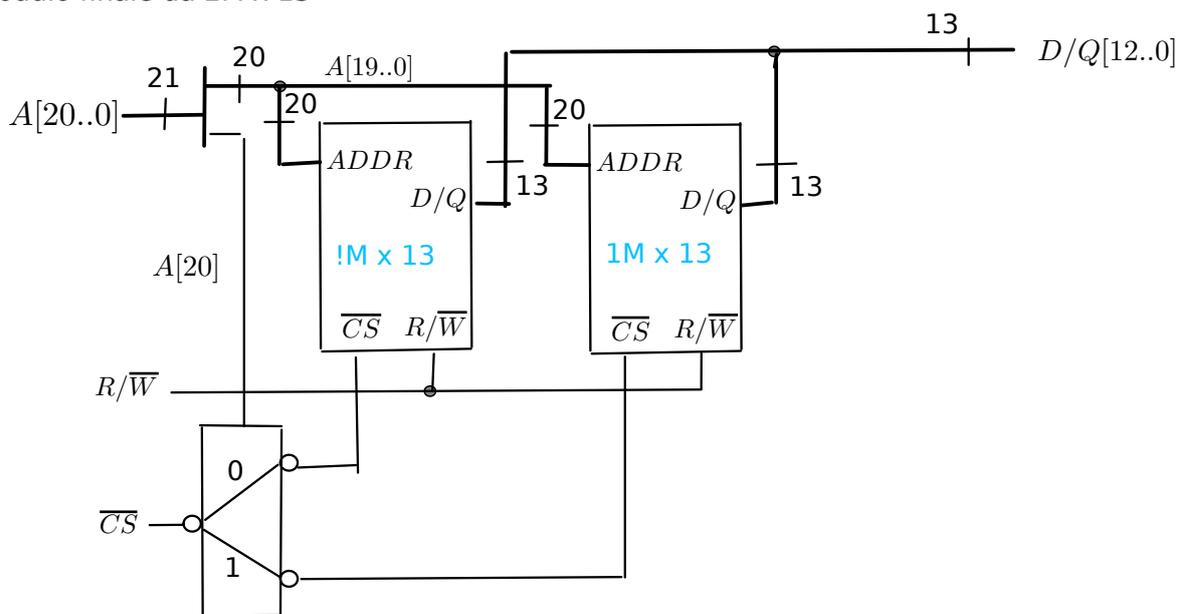
Per ottenere la parola da 13b possiamo usare moduli 4A da 2Mx4 (12€) e 2B da 2Mx5 (8€)
Vista l'economicità del modulo 2B, conviene usare 3(2B), con 2b non utilizzati e costo totale 24€

Nel montaggio, conviene prima ottenere la parola da 13b (+2 non usati) e poi raddoppiare il numero di parole. Si usa così solo 1 demux in logica invertita.

Modulo da 1M x 13(+2)



Modulo finale da 2M x 13



5

Progettare una macchina sequenziale sincrona (secondo Moore) in grado di riconoscere le 3 sequenze comunque interallacciate 111, 1001 e 11011.

La soluzione tipica per questo genere di problemi è costituita da uno shift-register da 5 bit e una rete in grado di identificare la presenza delle tre sequenze. Poiché tutte le sequenze iniziano con 1, l'uso di D-FF con valore di accensione nullo garantisce l'assenza di falsi riconoscimenti nei primi cicli di clock.

