

<b>SCHEDA N°D_04_04</b>		Data: _____
Cognome _____	Posizione	Valutazione
Nome _____		
Tempo disponibile: .....	1ora	
Durante la prova: .....	NON è consentito uscire dall'aula, né consultare testi esclusi i data sheet NON usare il colore rosso Riconsegnare tutti i fogli ricevuti. I risultati devono essere motivati chiaramente.	

## ESERCIZIO N°1

7 punti

Determinare il *fan-out* ( $MN_H = NM_L$ ) di un invertitore RTL. Per l'alimentazione si ha  $V_{CC} = 5\text{ V}$ , per le resistenze di base e di collettore si ha  $R_B = 12\text{ k}\Omega$ ,  $R_C = 1.8\text{ k}\Omega$  e per il transistor  $V_{BE(on)} = 0.7\text{ V}$ ,  $V_{BE(sat)} = 0.8\text{ V}$ ,  $V_{CE(sat)} = 0.1\text{ V}$ ,  $h_{FE} = 200$

## ESERCIZIO N°2

6 punti

Realizzare in tecnologia CMOS un circuito digitale a 3 ingressi  $A$ ,  $B$  e  $C$  e un'uscita  $U$  che implementi la funzione logica  $U = (C+AB)'$ .

## ESERCIZIO N°3

7 punti

Disegnare il grafo di flusso e progettare la rete sequenziale di Mealy ritardata che lo implementa, di un sistema sequenziale con un ingresso e una uscita, che viene posta a 1 ogni volta che l'ingresso assume due volte di seguito lo stesso valore. A titolo di esempio viene presentata l'uscita della rete per una possibile sequenza di ingresso:

```
IN  00010010010101010001X
OUT XX1100100100000000110
```

## ESERCIZIO N°4

5 punti

Si supponga di avere a disposizione moduli di memoria RAM da  $16\text{k} \times 8$ . Disegnare un loro possibile assemblaggio che realizzi un modulo da  $128\text{k} \times 8$ .

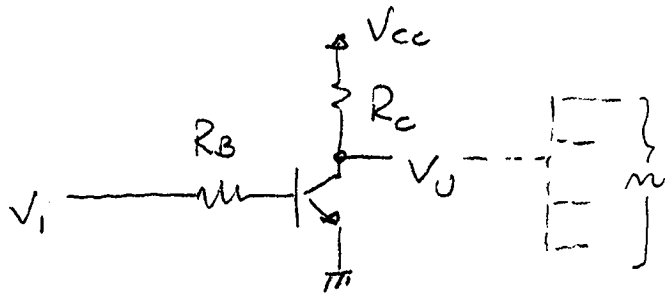
## ESERCIZIO N°5

8 punti

Scrivere un programma per il microcontrollore AT90S8515 che, dopo avere correttamente inizializzato le porte, legga continuamente lo stato degli 8 pin della porta A e ponga in uscita sulla porta B un numero binario pari alla somma dei due valori ottenuti considerando i primi 4 pin (A7, A6, A5 e A4) e i secondi 4 pin (A3, A2, A1, A0) della porta A.

```
PORTA A (IN)  PORTA B (OUT)
00101001      00001011
10111011      00010110
00000000      00000000
```

1



- $V_{cc} = 5V$
- $R_B = 12k\Omega$
- $R_c = 1.8k\Omega$
- $V_{BE_{on}} = 0.7V$  ;  $V_{BE_{set}} = 0.8V$
- $V_{CE_{set}} = 0.1V$
- $h_{FE} = 200$

calcolare fan-out con  
 $N_{MH} = N_{ML}$

- $V_{OL} = 0.1V$  (BJT pilotante saturo, BJT pilotati off)
- $V_{IL} = 0.7V$  (BJT pilotante inizia a condurre)
- $N_{ML} = 0.6V$

$$V_{OH} = V_{BE_{set}} + \frac{V_{cc} - V_{BE_{set}}}{R_c + R_B/m} \cdot R_B/m \quad (\text{BJT pilotati saturi})$$

$$V_{IH} = V_{BE_{set}} + R_B \frac{V_{cc} - V_{CE_{set}}}{h_{FE} R_c} = 0.963 \quad (\text{BJT pilotante al limite della saturazione; BJT pilotati off})$$

impone  $N_{MH} = N_{ML}$  ; si ha

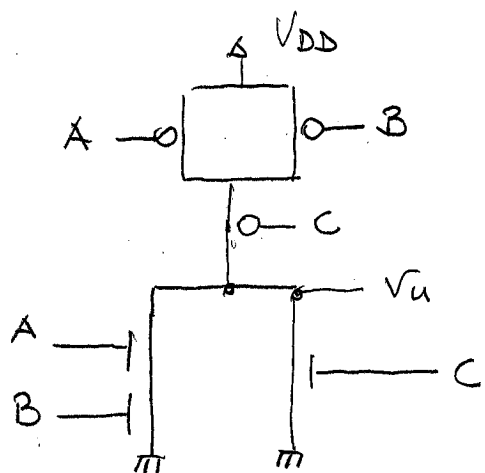
$$V_{BE_{set}} + \frac{V_{cc} - V_{BE_{set}}}{R_c + R_B/m} R_B/m = N_{ML} + V_{IH}$$

$$(V_{cc} - V_{BE_{set}}) R_B = (m R_c + R_B) (N_{ML} + V_{IH} - V_{BE_{set}})$$

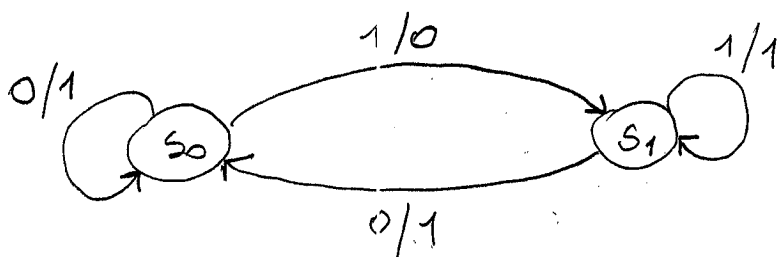
$$m = \frac{12 \cdot 4.2 - 12 \cdot 0.763}{1.8 \cdot 0.763} = 30.01$$

fan-out = 30

②  $U = (C + AB)'$  in CMOS



③ Rete di Mealy che riconosce due ingressi uguali consecutivi (o più)



Codifica stati (1 solo bit) ST

$$S_0 = 0$$

$$S_1 = 1$$

Simulazione

ST \ IN	0	1
0	0	1
1	0	1

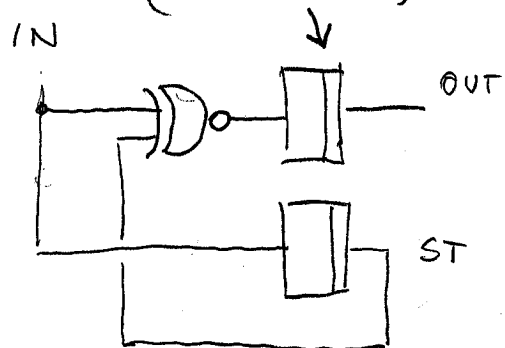
ST

ST \ IN	0	1
0	1	0
1	0	1

OUT

(not xor)

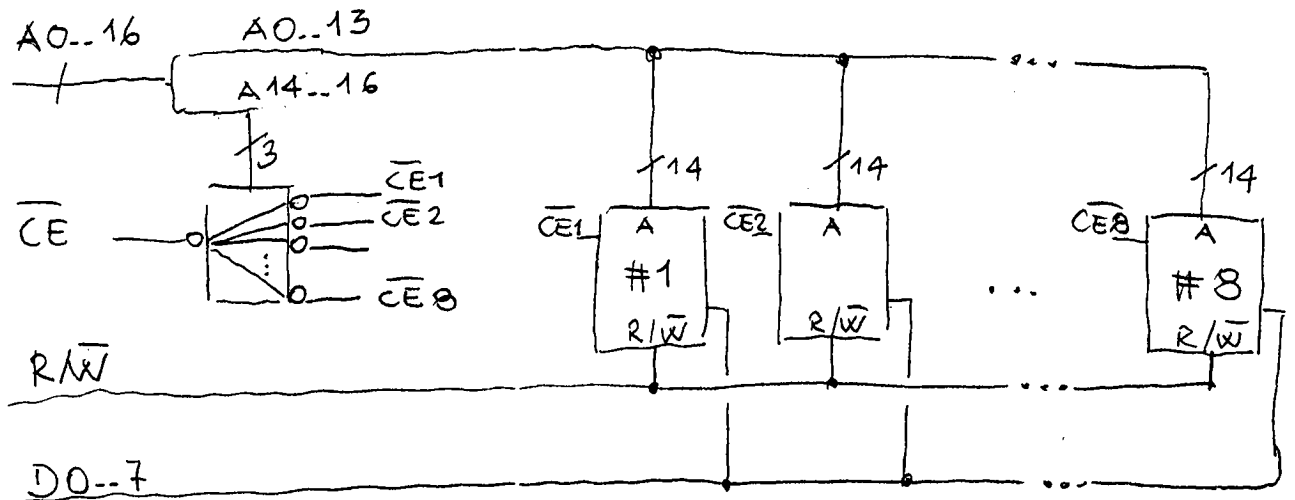
Rete di Mealy  
(RITARDATA)



④ Soluzione con 8 chip

16K → 14b di indirizzo

128K → 14b + 3b



⑤

```

.include "8515def.inc"
main:
    clr    R16                ;inizializza le porte
    ser    R17                ;tutti 0
    out    DDRA, R16         ;tutti 1
    out    PORTA, R16        ;porta A in ingresso
    out    DDRB, R17         ;pull-up disattivi (opzionale)
    out    PORTB, R17        ;porta B in uscita
loop:
    in     R16, PINA         ;lettura dall'esterno
    mov    R17, R16
    andi  R16, 0x0F         ;prende i 4b meno significativi
    andi  R17, 0xF0         ;prende i 4b più significativi
    swap  R17                ;sposta di 4 posizioni
    add   R16, R17          ;somma
    out   PORTB, R16        ;risultato in uscita
    rjmp  loop              ;ripeti sempre
    
```