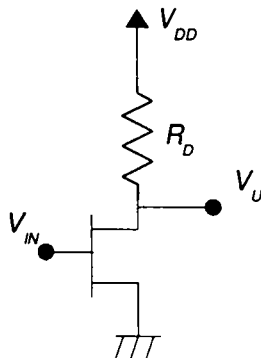


### ESERCIZIO N°1

7 punti

Determinare le equazioni che permettono di disegnare la caratteristica  $V_U-V_{IN}$  nella porta NOT seguente, per  $V_{IN}$  compresa tra 0 e  $V_{DD} = 5$  V. Per il MOSFET a canale  $n$  si ha  $V_T = 2$  V e  $K_n = 2$  mA/V<sup>2</sup>; la resistenza  $R_D$  vale 10 kΩ. Individuare il valore della tensione di ingresso per cui il transistoro passa dalla saturazione alla zona triodo. Determinare infine  $V_{IL}$ .



### ESERCIZIO N°2

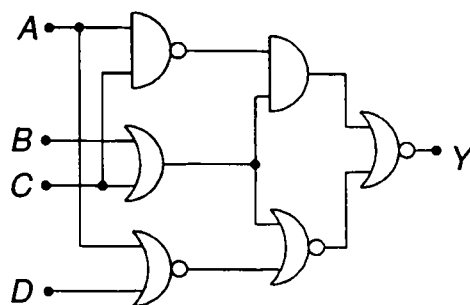
6 punti

Progettare, facendo uso di un flip-flop di tipo noto (D, JK o T, a scelta dello studente), un nuovo tipo di flip-flop sincrono con tre ingressi L, M e N caratterizzato dal seguente comportamento:  
 il segnale L è un reset, attivo basso, con priorità maggiore degli altri due segnali;  
 il segnale M, attivo basso, porta l'uscita a 1 e ha priorità maggiore di N;  
 il segnale N, attivo basso, commuta l'uscita.  
 Se nessun segnale è attivo, l'uscita mantiene il valore precedente.

### ESERCIZIO N°3

6 punti

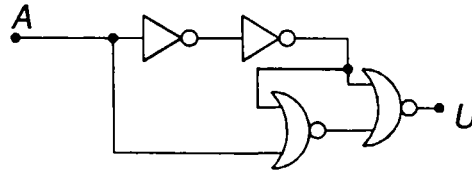
Determinare l'espressione logica in forma PS minima della rete seguente.



## ESERCIZIO N°4

7 punti

Disegnare nel tempo l'andamento dell'uscita  $U$  della rete seguente nel caso in cui l'ingresso  $A$  sia un'onda quadra di periodo  $8T$  e ciascuna delle porte abbia un ritardo di propagazione pari a  $T$ . Nel grafico si ponga  $T$  uguale a un quadretto.



## ESERCIZIO N°5

8 punti

Scrivere un programma per il microcontrollore AVR90S8515 che, dopo aver correttamente inizializzato le porte, acquisisca ciclicamente lo stato di 8 pulsanti collegati tra i pin della porta B e massa e ponga in uscita sui pin 0 e 1 della porta A i valori secondo la logica seguente:

Nessun pulsante premuto:

PA0 = 0      PA1 = 0

Sono premuti solo pulsanti di posto pari (0, 2, 4, 6):

PA0 = 1      PA1 = 0

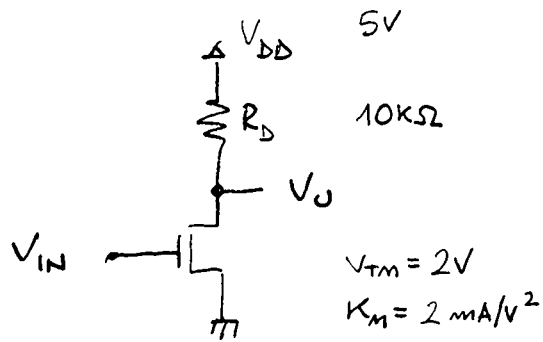
Sono premuti solo pulsanti di posto dispari (1, 3, 5, 7):

PA0 = 0      PA1 = 1

Sono premuti pulsanti sia di posto pari che dispari:

PA0 = 1      PA1 = 1

1



Relazioni significative

$$V_{GS} = V_{IN}$$

$$V_{GD} = V_{IN} - V_O$$

$$V_{DS} = V_O$$

$$V_O = V_{DD} - R_D I_{DS} \quad (1)$$

$0 < V_{IN} < V_{TM}$  Mosfet interdetto

$$I_{DS} = \emptyset \quad V_O = V_{DD}$$

$V_{IN} > V_{TM}$  } Mosfet saturato

$$V_{IN} - V_O < V_{TM} \quad \left. \vphantom{V_{IN} > V_{TM}} \right\} I_{DS} = \frac{K_M}{2} (V_{IN} - V_{TM})^2$$

$V_{IN} > V_{TM}$  } Mosfet triodo

$$V_{IN} - V_O > V_{TM} \quad \left. \vphantom{V_{IN} > V_{TM}} \right\} I_{DS} = \frac{K_M}{2} V_O (2V_{IN} - V_O - 2V_{TM})$$

• Confine saturazione - triodo

$$V_{IN} - V_O = V_{TM} \quad \text{me} \quad V_O = V_{DD} - \frac{R_D K_M}{2} (V_{IN} - V_{TM})^2 \quad \text{vedi (1)}$$

$$\frac{R_D K_M}{2} (V_{IN} - V_{TM})^2 + (V_{IN} - V_{TM}) - V_{DD} = \emptyset$$

$$V_{IN} - V_{TM} = \frac{-1 + \sqrt{1 + 2V_{DD} R_D K_M}}{R_D K_M} = 0,6589V \quad \text{confine}; \quad V_{IN} = 2,6589V$$

• Calcolo della  $V_{IL}$  - vedo se è nella zona con NMOS saturato  
Si è

$$\frac{dV_O}{dV_{IN}} = -R_D \frac{dI_{DS}}{dV_{IN}} = -R_D K_M (V_{IN} - V_{TM}) = -1 \quad \text{da cui}$$

$$V_{IL} = \frac{1}{R_D K_M} + V_{TM} = 2,05V \quad \text{che effettivamente è nella regione ipotesizzata}$$

- ② si può ricorrere a un flip-flop JK, che dispone di tutte le funzionalità richieste, anticipandolo una rete combinatoria

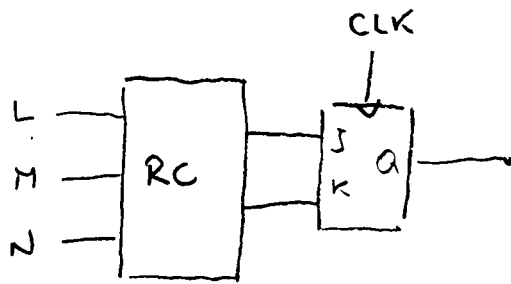


Tabella della rete

L	M	N	J	K
0	x	x	0	1
1	0	x	1	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0

Sintesi  $J = L\bar{M} + L\bar{N}$

L \ MN	00	01	11	10
0	0	0	0	0
1	1	1	0	1

Sintesi  $K = \bar{L} + M\bar{N}$

L \ MN	00	01	11	10
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1

- ③ Determino la funzione

se  $C = \emptyset$ :

se  $B = 1$ :  $Y = 0$

altrimenti:  $Y = \overline{A+D}$

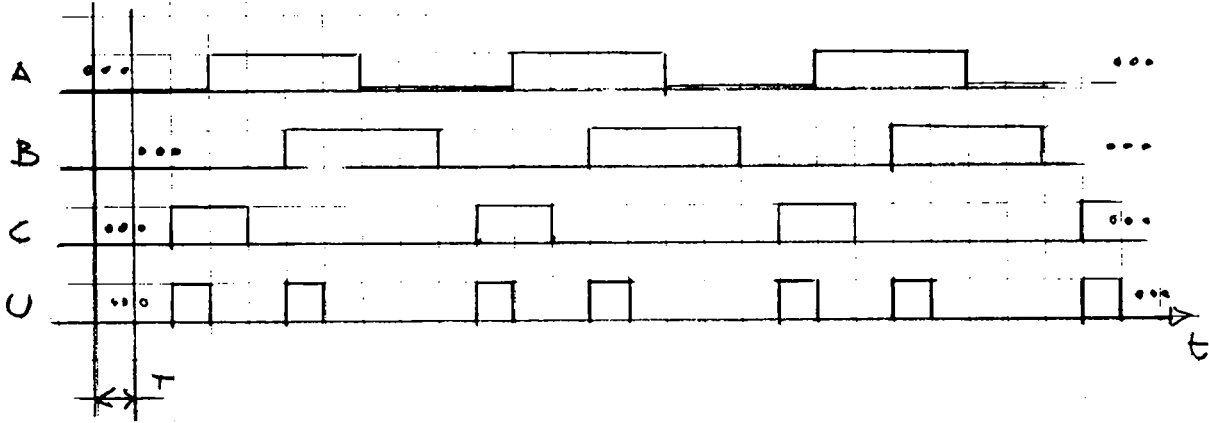
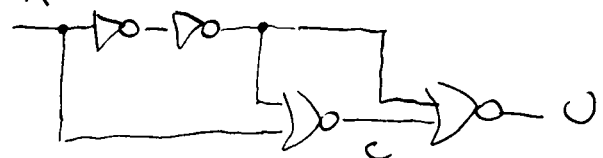
altrimenti:  $Y = A$

CD \ AB	00	01	11	10
00	1	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	1	1
10	0	0	1	1

Forma PS

$$Y = (A + \bar{B})(C + \bar{D})(\bar{A} + C)(A + \bar{C})$$

4



5

```

CLR R16
OUT DDRB, R16 ; porta B in ingresso
SER R16
OUT PORTB, R16 ; attiva i pull-up
LDI R16, 0b00000011
OUT DDRA, R16 ; pone PA0 e PA1 in uscite

```

loop:

```

IN R16, PINB ; acquisisce i testi
COM R16 ; 1 se testo premuto
MOV R17, R16 ; copia lo stato dei testi
ANDI R16, 0b01010101 ; vede se è premuto
BRNE pari ; posto pari
CBI PORTA, 0

```

```

e1: ANDI R17, 0b10101010 ; vede se è premuto in
BRNE dispari ; posto dispari
CBI PORTA, 1
RJMP loop

```

```

pari: SBI PORTA, 0
RJMP e1

```

```

dispari: SBI PORTA, 1
RJMP loop

```