

Es. 1

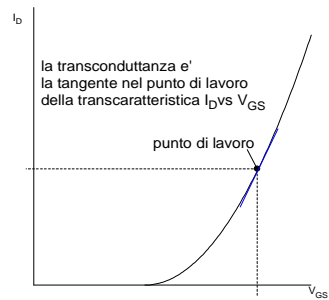
Sia dato un transistor MOSFET a canale n.

- a) Definire analiticamente la trasconduttanza quando il MOSFET funziona in saturazione ed esprimerla in funzione delle grandezze di polarizzazione.
- b) Illustrare graficamente il significato della trasconduttanza.

a)

$$g_m = 2k(V_{GS} - V_T) = 2\sqrt{kI_D}$$

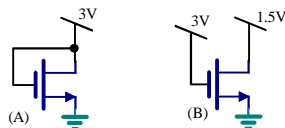
b)



Es. 2

- a) Dire in che zona di funzionamento si trovano i MOSFET nei due casi in figura, spiegandone il perché.
- b) Calcolare la corrente di drain in almeno uno dei due casi.

$$V_T = 1V \quad K = 1/2 \mu n C_{ox} W/L = 0.3mA/V^2$$



a)

MOSFET A: opera in zona di saturazione (c'e' canale al source e pinch-off in prossimita' del drain)

MOSFET B: opera in zona ohmica (c'e' canale sia al source che al drain)

b)

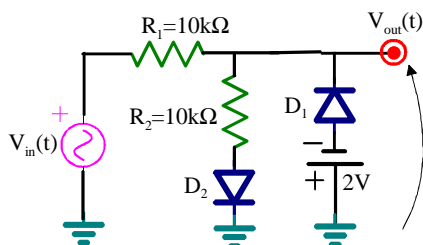
$$I_{DA} = k(V_{GS} - V_T)^2 = 1.2mA$$

$$I_{DB} = k[2(V_{GS} - V_T)V_{DS} - V_{DS}^2] = 1.125mA$$

Es. 3

Il segnale è sinusoidale del tipo $V_{in}(t) = 5\sin(\omega t)$ [V]. Si modellizzino i diodi con una soglia di "accensione" di 0.7V.

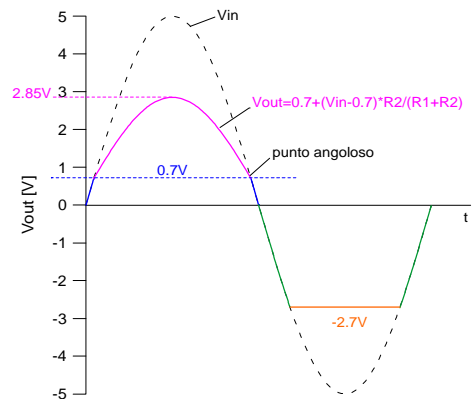
- a) Indicare quale diodo si accende e per quale valore di V_{in} avviene l'accensione sia nel semiperiodo positivo che negativo.
- b) Disegnare l'andamento di $V_{out}(t)$ in un periodo di V_{in} .



a)

semiperiodo positivo: D1 off – D2 on per $V_{in} \geq 0.7V$, D2 off per $V_{in} < 0.7V$
 semiperiodo negativo: D2 off – D1 on per $V_{in} \leq -2.7V$, D1 off per $V_{in} > -2.7V$

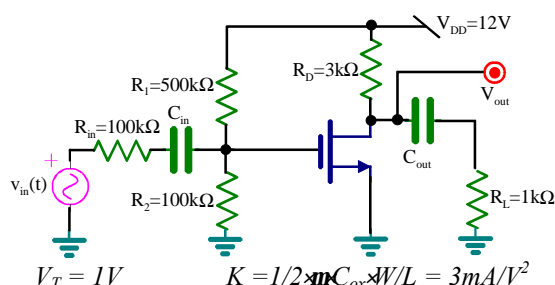
b)



Es. 4

Nell'amplificatore in figura si ha $C_{in} \gg C_{out}$. Calcolare:

- a) la polarizzazione (correnti e tensioni, senza segnale).
- b) il guadagno v_{out}/v_{in} a media frequenza (C_{in} in "corto", C_{out} "aperta");
- c) il guadagno v_{out}/v_{in} ad alta frequenza (C_{in} e C_{out} in "corto").
- d) Discutere infine la funzione del condensatore C_{in} .



a)

$$V_G = 2V; V_D = 3V; V_{out} = 3V; V_{RL} = 0V; I_{R1} = 20\mu A; I_{R2} = 20\mu A; I_D = 3mA; I_{RL} = 0V$$

b)

$$g_m = 6mA/V; v_{out} / v_{in} = -g_m R_D \frac{R_1 \parallel R_2}{R_1 \parallel R_2 + R_{in}} = -8.2$$

c)

$$v_{out} / v_{in} = -g_m (R_D \parallel R_L) \frac{R_1 \parallel R_2}{R_1 \parallel R_2 + R_{in}} = -2.05$$

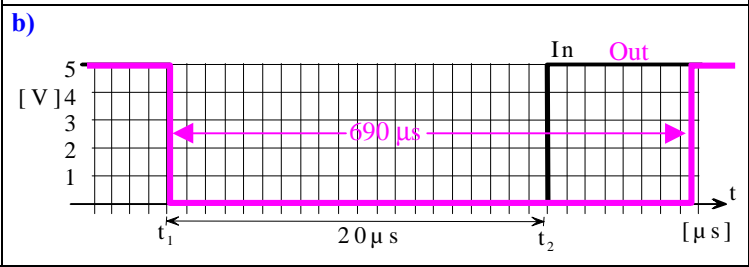
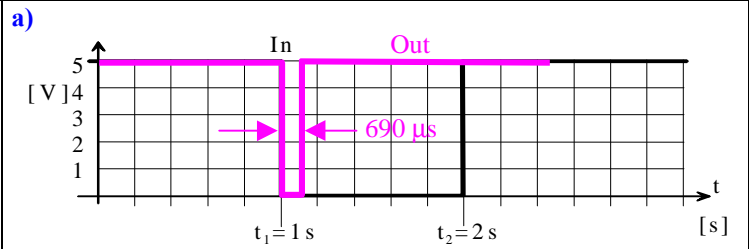
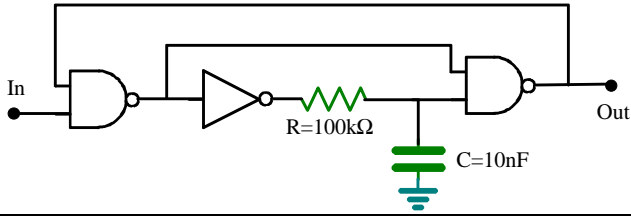
d)

Il condensatore C_{in} serve per disaccoppiare il generatore di segnale v_{in} dal gate in modo da non alterare il punto di polarizzazione del transistor. C_{in} e' un circuito aperto per la continua e deve essere dimensionata in maniera tale da essere un cortocircuito per tutte le frequenze di segnale di interesse.

Es. 5

Al circuito riportato in basso si applica l'ingresso mostrato qui a lato, caratterizzato dall'essere *low* per un tempo di $1s$.

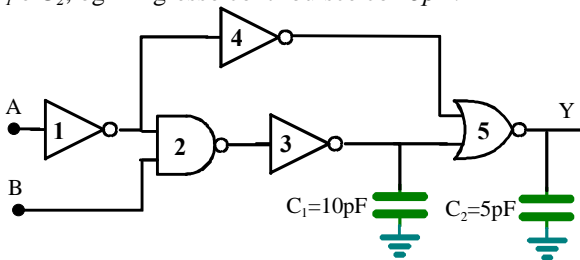
- Disegnare l'andamento temporale dell'uscita *Out*, considerando nullo il ritardo di propagazione delle porte e pari a $V_{DD}/2$ la loro soglia di commutazione.
- Dire cosa cambia se l'ingresso *In* resta basso per soli $20\mu s$ (ossia $t_2=t_1+20\mu s$).



Es. 6

Il circuito è alimentato a $5V$.

- Scrivere la tabella della verità della funzione implementata.
- Calcolare il ritardo di propagazione ingresso-uscita quando agli ingressi A e B connessi insieme si applica la transizione *high-low* (ignorare la presenza di C_1 e C_2 e supporre che il ritardo di propagazione di ciascuna porta sia $t_p=50ns$).
- Calcolare la potenza dinamica dissipata da ciascuna porta quando $A=low$ e B è un clock a $1MHz$, sapendo che oltre a C_1 e C_2 , ogni ingresso contribuisce con $3pF$.



a)

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

b)

$$T_{p\max} = t_{p1} + t_{p4} + t_{p5} = 150ns$$

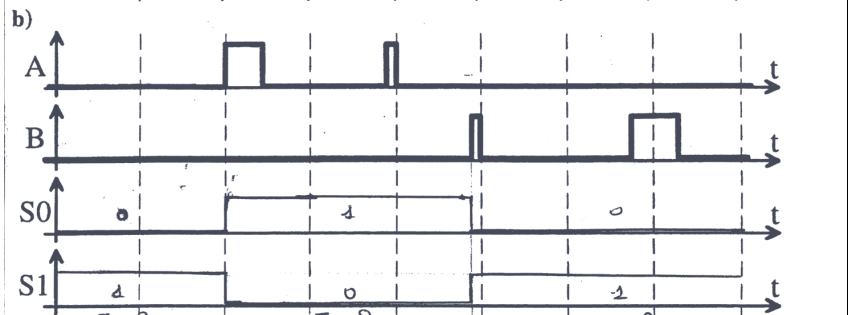
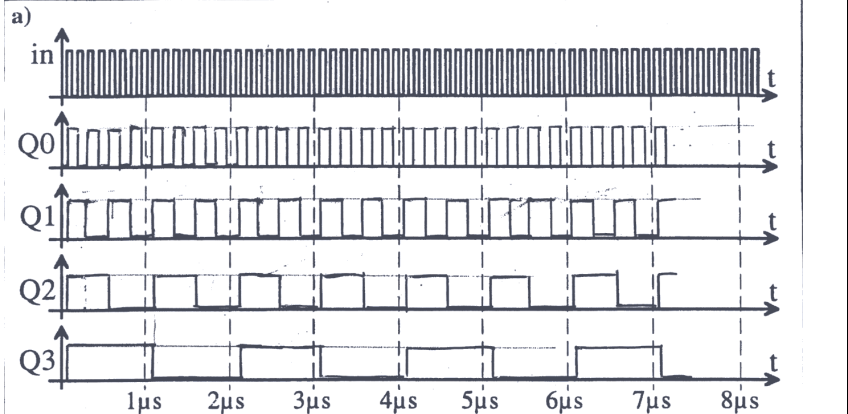
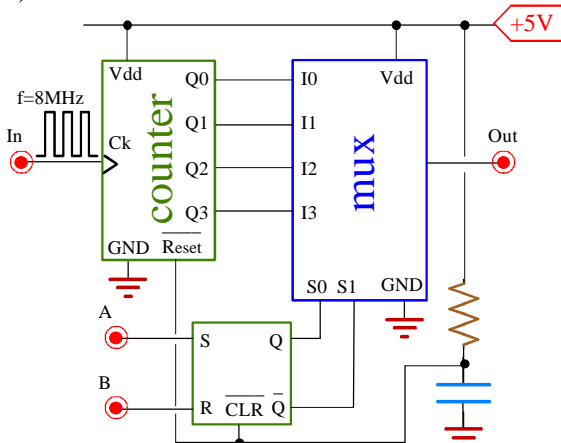
- c)
- $P_1 = 0$
 - $P_2 = 75\text{ mW}$
 - $P_3 = 325\text{ mW}$
 - $P_4 = 0$
 - $P_5 = 125\text{ mW}$

Es. 7

All'istante $t=0$ il circuito viene alimentato a $5V$; sempre a $t=0$ la rete RC assicura un istantaneo reset automatico del counter *modulo-16* e del flip-flop. I segnali di comando sono mostrati qui a lato; il clock è a $8MHz$. Il flip-flop è di tipo attivo alto (ossia quando si asserisce S, Q va *high*).

Disegnare:

- gli andamenti delle uscite $Q0 \div Q3$ del counter.
- gli andamenti degli ingressi $S0$ e $S1$ del mux.
- l'andamento dell'uscita *Out*.



n.b: se qualcuno ha risolto l'esercizio considerando il contatore UP invece che DOWN ma e' coerente con se stesso, va bene ugualmente.