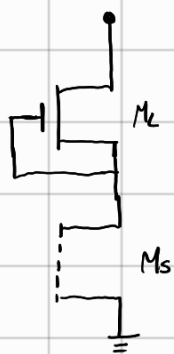


# ESERCIZIO ESAME (Impongo $I=0$ per avere $V_{OH}=V_{DD}$ )



$$V_{OL} = 0,2V$$

$$P_{diss} = 1mW$$

$$V_{DD} = 3,5V$$

$$V_{INL} = 1V$$

$$V_{TNL} = -2V$$

$$\gamma = 0,5\sqrt{V}$$

$$2\phi = 0,6V$$

$$k'_m = 20 \frac{\mu A}{V^2}$$

potenza dissipata ca uscita alta

$$\begin{cases} P_H = 0 \\ P_L = V_{DD} I_L \end{cases}$$

$$S = \text{duty cycle} = 50\%$$

$$= \frac{t}{T} = \text{rapporto tra durata impulso e periodo.}$$

$$\Rightarrow P_{diss} = \frac{V_{DD} I_L}{2}$$



trovare  $\left(\frac{W}{L}\right)_S$  e  $\left(\frac{W}{L}\right)_L$

Possio subito calcolare  $I_L$ :

$$P_{diss} = \frac{V_{DD} \cdot I_L}{2} \Rightarrow I_L = \frac{2P_{diss}}{V_{DD}} = \frac{2}{3,5} mA = 0,57mA$$

Andiamo su  $M_S$ :

Se  $V_I = V_{OH}$ ,  $V_O = V_{OL}$  e siccome  $I = I_L$

$$V_{OH} = V_{DD} = 3,5V$$

$$V_{GS_S} - V_{TN_S} > V_{DS_S}?$$

$$3,5 - 1 > 0,2? \text{ SÌ. Triodo}$$

$$I_L = k'_m \left(\frac{W}{L}\right)_S \left(V_{GS_S} - V_{TN_S} - \frac{V_{DS_S}}{2}\right) V_{DS_S}$$

$$0,57 \cdot 10^{-3} = k'_m \left(\frac{W}{L}\right)_S (3,5 - 1 - 0,1) 0,2$$

$$\left(\frac{W}{L}\right)_S = \frac{0,57 \cdot 10^{-3}}{2,4 \cdot 0,2 \cdot 20 \cdot 10^{-6}} = \left(\frac{53}{1}\right)$$

NOW: MOSFET L

$$V_{GS_L} = 0 \quad V_{TN_L} = -2V$$

$$V_{DS_L} = V_{DD} - V_{OL} = 3,5 - 0,2 = 3,3V$$

$$-V_{TN_L} > V_{DS_L}?$$

↑  
Effetto Body! NOTA: TRASCURABILE: TENSIONE DI SOGLIA SICURO NON DA' PROBLEMI

$$V_{TN_L} = V_{TN} + \gamma(\sqrt{2\phi_F + V_{OL}} - \sqrt{2\phi_F}) = -1,94V$$

SATURAZIONE:

$$I_L = k'_m \left(\frac{W}{L}\right)_L (-V_{TN_L})^2$$

$$0,57 \cdot 10^{-3} = \frac{20 \cdot 10^{-6}}{2} \left(\frac{W}{L}\right)_L \cdot (+1,94)^2$$

$$\left(\frac{W}{L}\right)_L = \frac{2 \cdot 0,97 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-6} \cdot (1,94)^2} = \left(\frac{15}{1}\right)_L$$

Questione 2)

$$C = 1 \text{ pF} = 1 \cdot 10^{-12} \text{ F}$$

Calcolare tempo necessario affinché tensione raggiunga valore di 1V.

Trascurare effetto body.

Con tutto spento:  $V_{OL}$  in ingresso.

Da  $V_{OL} = 0,2 \text{ V}$  fino a  $V = 1 \text{ V}$  in uscita.

Come calcolo  $\Delta t$ ? Mi serve la corrente.

Studiamo  $M_L$ : Venna nel tempo. Zona di lavoro:

Quanto uscita è bassa sono sicuro in saturazione con  $V_{OL} = 0,2 \text{ V}$

Ma si mantiene fino a 1V?

$$V_{DS_L} = V_{DD} - V_O = 2,5 \text{ V} \rightarrow V_{DS_L} > -V_{TN_L}?$$

↑ 0,2V (effetto body)

Assumiamo ragionevolmente che transistor rimanga

in saturazione

$$I_L = \frac{k'_M}{2} \left(\frac{W}{L}\right)_L (-V_{TN_L})^2$$

Ma  $V_{TN_L}$  è funzione di  $V_O$ ! Ma ci chiedono di trascurare effetto body! 🦴

$$I_L = 10 \cdot 10^{-6} \cdot 15 \cdot 4 = 600 \mu\text{A} = 0,6 \text{ mA}$$

Ma per la capacità:

$$I = C \frac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{C \Delta V}{I} = \frac{10^{-12} \cdot 0,8}{600 \cdot 10^{-6}} = 1,3 \cdot 10^{-9} = 1,3 \text{ ns}$$

↑

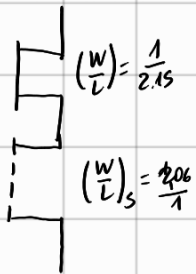
CORRENTE COSTANTE  $\Rightarrow$  Posso scriverla come rapporto



$$Y = \overline{(A+B)CD+EF}$$

Progettare porta logica che fa questo con invertitori a simbolo

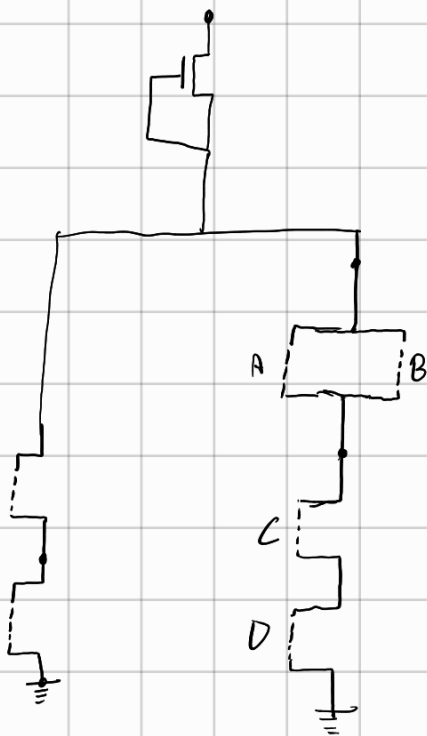
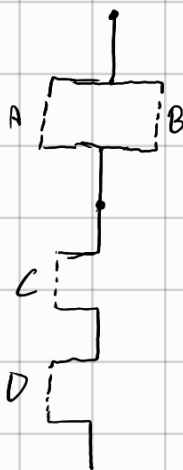
$$\text{Se } 2\frac{W}{L} \rightarrow \frac{1}{2}R$$



Somma logica: Parallelo  
Prodotto logico: Serie



CD(A+B):



Percorso che coinvolge numero maggiore di  
transizioni in serie:

$ACD$  e  $BCD$

$R_{\text{Ando}} = RC$

Per avere lo stesso risultato devo moltiplicare le dimensioni (cioè ridurre di un fattore 3 le pescentine).

Triplice rispetto a Commissione di Riferimento.



Le dimensioni invece per EF saranno il doppio di quella di riferimento.

NOTA: Calcolare area con feature SBO = 2,5  $\mu$ m

Max running for load:  $A = F^2 \cdot W = 2,15 \cdot 2,5^2 = 13,43 \mu m$

A cold down é somma delle aree:

$$A_{\text{Tot}} = (6,18 \cdot 1 \cdot 2,5^2) \cdot 4 + (4,12 \cdot 1 \cdot 2,5^2) \cdot 2 = 206 \text{ mm}^2 = A_{\text{Pneu}}$$

↑  
ce me 200 g
↑  
pull down Natrium

Riferimento: Vedilo all'elenco per la parte complessiva gli stessi articoli del riferimento.