

Microelectrònica

Examen Final. 22 de gener de 2020

EPSEM. Enginyeria de Sistemes TIC
Temps per a la resolució: 2,5 hores.

1. (2 punts) El diagrama que es mostra a la Figura 1 correspon al d'un transistor MOS d'enriquiment de canal N.

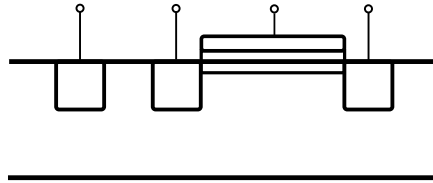


Figura 1

- a) Completeu el diagrama descrivint cadascun dels materials que constitueixen el transistor i expliqueu quina funció realitzen.
 - b) Dibuixeu amb detall com es modifica el diagrama anterior en els diferents modes de funcionament del transistor, explicant qualitativament com es comporta el dispositiu en cada cas.
2. (2 punts) Al llarg de la història, la indústria de la microelectrònica ha invertit una gran quantitat de recursos en aconseguir integrar dispositius de dimensions cada cop menors. Feu una llista el més exhaustiva possible dels avantatges que resulten de reduir l'escala d'integració, i justifiqueu el motiu pel qual s'aconsegueix una millora en cadascun dels aspectes considerats.
 3. (2 punts) En aquest problema es tracta de dissenyar un circuit digital que realitzi la funció lògica

$$F = (\bar{A} + B) \cdot \bar{C}$$

- a) Dibuixeu l'esquema d'un circuit CMOS que, utilitzant transistors de dimensió mínima ($W_{min} = 240 \text{ nm}$, $L_{min} = 180 \text{ nm}$), realitzi la funció F .
- b) Sabent que aquest circuit ha de controlar una càrrega capacitiva molt més gran que les capacitats paràsites dels transistors, identifiqueu les circumstàncies sota les quals els temps de retard de pujada i/o de baixada seran més grans.
- c) Proposeu una modificació del circuit anterior que permeti corregir el comportament en les transicions més desfavorables, i així aconseguir un funcionament general més equilibrat (suposeu $K'_P = K'_N/2$).

4. (2 punts) En el disseny d'un circuit integrat que va alimentat a $V_{DD} = 5 \text{ V}$, es necessita incorporar una resistència lineal de 1100Ω connectada al node de referència per un dels extrems. Amb aquest objectiu, es consideren dues possibilitats:
- Utilitzar silici policristal·lí (polisilici), amb les següents característiques: resistència laminar $R_s = 65 \Omega/\text{quadrat}$, dimensió mínima $W = L = 2 \mu\text{m}$.
 - Utilitzar un transistor MOS de canal N d'enriquiment funcionant en zona òhmica. Paràmetres: $K' = 70,28 \times 10^{-6} \text{ A/V}^2$, $V_T = 0,7 \text{ V}$, dimensió mínima $W = 3 \mu\text{m}$, $L = 2 \mu\text{m}$.

Dissenyeu la resistència de dimensió mínima per a cadascun dels plantejaments proposats, i discutiu els avantatges i inconvenients que ofereix cada solució.

5. (2 punts) El circuit de la Figura 2 mostra l'esquema bàsic d'un amplificador amb transistor NMOS.

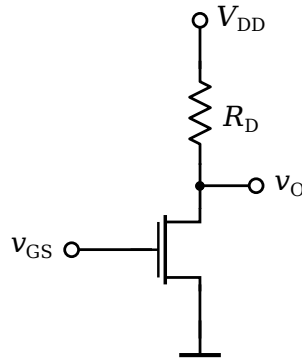


Figura 2

La tecnologia utilitzada és de $0,18 \mu\text{m}$ amb $K' = 20 \mu\text{A/V}^2$, $V_T = 0,5 \text{ V}$ i $V_{DD} = 1,5 \text{ V}$. Es demana:

- Sabent que $R_D = 5 \text{ k}\Omega$ i que es vol que la tensió de sortida en el punt de treball sigui la meitat de la d'alimentació V_{DD} , dimensioneu el transistor per tal d'obtenir una amplificació en petit senyal $|A_v| = 10$.
- Determineu el valor al que cal fixar el punt de treball de la tensió d'entrada del transistor, V_{GSQ} , necessari per aconseguir el funcionament desitjat.
- Comenteu diverses possibilitats per implementar la resistència R_D en un circuit integrat.