

## RELACIÓN DE PROBLEMAS DEL TEMA V

1. Considera un transistor NMOS fabricado sobre Si tal que el óxido de puerta tiene un espesor de 15 nm. El óxido de puerta es  $\text{SiO}_2$ , con una permitividad relativa  $\epsilon_r = 3,9$ . La movilidad de electrones en el canal es  $\mu_n = 550 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ . La relación entre la anchura del canal y la longitud del canal es  $W/L = 20$ . La tensión umbral es  $V_T = 2,3 \text{ V}$ .
  - a) Determina el valor de  $V_{GS}$  necesario para que el transistor opere en saturación con  $I_D = 0,2 \text{ mA}$ .
  - b) ¿Para qué rango de la tensión  $V_{DS}$  el transistor operará en las condiciones especificadas en el apartado anterior?
  - c) Determina la corriente  $I_D$  para  $V_{DS} = 20 \text{ mV}$ . Compruebe la validez de la aproximación lineal en este caso.

Datos: permitividad del vacío  $\epsilon_0 = 8,854 \times 10^{-14} \text{ Fcm}^{-1}$ ,  $k = \frac{W}{L} \mu_n C_{ox}$
2. El transistor del circuito de la figura 2 está caracterizado por  $V_T = -3 \text{ V}$  y  $k = 0,05 \text{ AV}^{-2}$ . Determina en qué región opera el transistor y calcula  $V_{GS}$ ,  $V_{DS}$  e  $I_D$  para las siguientes tensiones de alimentación:
  - a)  $V_1 = 2 \text{ V}$ ;  $V_2 = 5 \text{ V}$ .
  - b)  $V_1 = 3,5 \text{ V}$ ;  $V_2 = 4 \text{ V}$ .
  - c)  $V_1 = 5 \text{ V}$ ;  $V_2 = 1 \text{ V}$ .

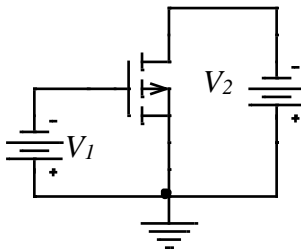
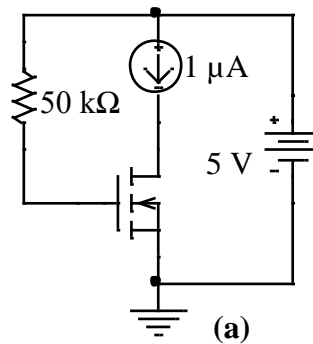
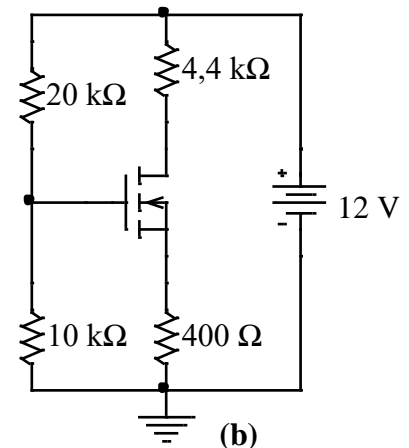


Fig. 2



(a)

Fig. 3



(b)

3. Para los dos circuitos de la figura 3 determina en qué región opera el transistor y los valores de  $V_{GS}$ ,  $V_{DS}$  e  $I_D$ . Parámetros del transistor:  $V_T = 2,5 \text{ V}$  y  $k = 10 \text{ mAV}^{-2}$ .
4. El transistor del circuito de la figura 4 se caracteriza por:  $V_T = -3 \text{ V}$  y  $k = 3 \text{ mAV}^{-2}$ . Determina en qué región opera y los valores de  $V_{GS}$ ,  $V_{DS}$  e  $I_D$  para  $R_D = 800 \Omega$  y  $R_D = 25 \text{ k}\Omega$ .

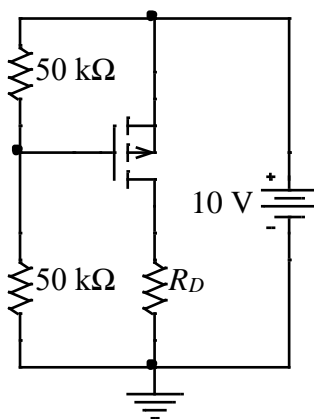


Fig. 4

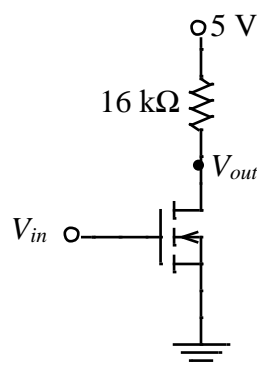


Fig. 5

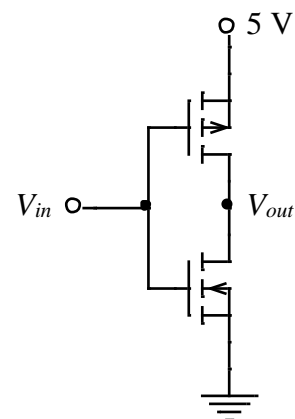


Fig. 6

5. Los parámetros del transistor de la figura 5 son:  $V_T = 2,5 \text{ V}$  y  $k = 4 \times 10^{-4} \text{ AV}^{-2}$ .
- Determina la tensión de salida  $V_{out}$  para las entradas  $V_{in} = 0$  y  $V_{in} = 5 \text{ V}$ . (Observe que el circuito opera como un inversor lógico).
  - Calcula el rango de valores de  $R$  que garantiza que  $V_{out} \leq 0,5 \text{ V}$ , cuando  $V_{in} = 5 \text{ V}$ .
6. El circuito de la figura 6 corresponde a un inversor CMOS. Calcula  $V_{out}$  para  $V_{in} = 0$  y  $V_{in} = 5 \text{ V}$ . Considera que para los dos transistores  $|V_T| = 2,5 \text{ V}$  y  $k = 84 \times 10^{-4} \text{ AV}^{-2}$ .
7. El transistor del circuito de la figura 7 tiene los siguientes parámetros:  $V_T = 1 \text{ V}$ ,  $k = 2 \text{ mAV}^{-2}$ . Determina en que región de operación se encuentra el transistor, la corriente  $I_D$  y las tensiones  $V_{GS}$  y  $V_{DS}$ .
8. El transistor del circuito de la figura 8 tiene los siguientes parámetros:  $V_T = -0,3 \text{ V}$ ;  $k = 0,6 \text{ mAV}^{-2}$ .
- Demuestra que si  $V_{IN} = V_{DD}$  entonces  $V_{OUT} = 0$ .
  - Calcula el rango de valores de  $R_D$  que garantiza que cuando  $V_{IN} = 0$  se cumple  $V_{OUT} \geq 1,1 \text{ V}$ .

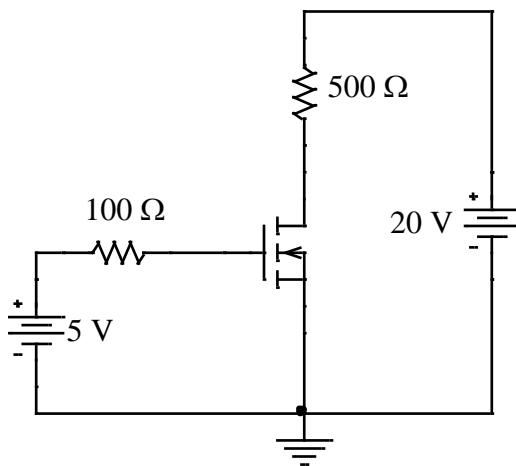


Fig. 7

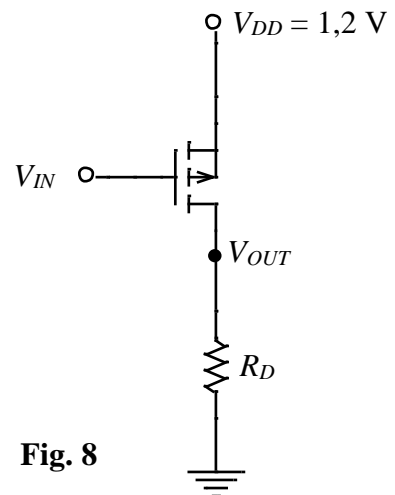


Fig. 8

## CUESTIONES

- Justifica por qué la corriente de puerta de un MOSFET es prácticamente nula.
- Define o explica qué es la tensión umbral de un MOSFET.
- ¿Qué cambia en la estructura física entre un transistor NMOS y un transistor PMOS? ¿Y qué cambia en la manera de crear el canal de conducción?