

ELECTRÓNICA BÁSICA

5

PROBLEMAS

de transistores MOSFET

ELECTRÓNICA BÁSICA

Problema 1

- a) Un determinado transistor MOSFET de enriquecimiento para el que $V_t=1V$ y $K=0.25mA/V^2$ se va a utilizar polarizado en su región de saturación. Si la corriente de drenador I_D debe ser de 4mA, hallar el valor de V_{GS} y el valor mínimo necesario de V_{DS} .
- b) Repetir el apartado anterior si la corriente de drenador debe ser de $I_D=16mA$.

Solución: a) $V_{GS}=5V$. $V_{DSmin}=4V$. b) $V_{GS}=9V$. $V_{DSmin}=8V$.

Problema 2

Un transistor de enriquecimiento NMOS con una tensión umbral V_t de 2V y un factor de transconductancia $K=0.1mA/V^2$ se utiliza como una resistencia lineal controlada por tensión. Hallar el rango de valores de V_{GS} para el que se obtiene una resistencia comprendida entre 0.5k Ω y 5k Ω .

Solución: $3V \leq V_{GS} \leq 12V$

Problema 3

Un transistor MOSFET de depleción canal n con $I_{DSS}=9mA$, $K=1mA/V^2$ y $V_p=-3V$ tiene sus terminales de puerta y fuente conectados a tierra. Hallar la región de funcionamiento del transistor y la corriente de drenador I_D cuando:

- a) $V_D=0.1V$.
 b) $V_D=1V$.
 c) $V_D=3V$.
 d) $V_D=5V$.

Solución: a) Ohmica. $I_D=0.59mA$. b) Ohmica. $I_D=5mA$. c) Saturación. $I_D=9mA$. d) Saturación. $I_D=9mA$.

Problema 4

Un transistor NMOS de depleción con $I_{DSS}=9mA$, $K=1mA/V^2$ y $V_p=-3V$ tiene su terminal de puerta conectado a tierra y una fuente de 1V conectada al terminal de fuente. Hallar el mínimo valor de drenador V_D necesario para que el dispositivo esté trabajando en saturación. ¿Cuál es el valor de la corriente de drenador que se obtiene para el valor de tensión V_D determinado?

Solución: $V_{Dmin}=3V$. $I_D=4mA$.

Problema 5

Un transistor MOSFET de depleción canal n trabajando en la región ohmica con $V_{DS}=0.1V$, conduce una corriente de drenador de valor $I_D=1mA$ cuando $V_{GS}=-1V$, y de valor $I_D=3mA$ cuando $V_{GS}=1V$. Hallar el valor de K y la tensión umbral V_p .

Solución: $K=5mA/V^2$. $V_p=-2.05V$.

Problema 6

Un transistor MOSFET de depleción canal n trabajando en saturación con $V_{DS}=5V$, conduce una corriente de drenador de valor $I_D=5mA$ cuando $V_{GS}=-1V$, y de valor $I_D=45mA$ cuando $V_{GS}=1V$. Hallar el valor de I_{DSS} y la tensión de pinch-off V_p .

Solución: $I_{DSS}=20mA$. $V_p=-2V$.

Problema 7

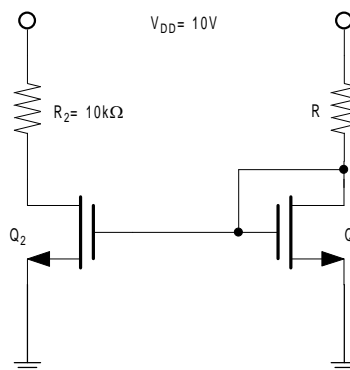
- a) A partir de la expresión de la corriente de drenador I_D en saturación de un MOSFET de enriquecimiento canal n, hallar una expresión que represente la variación porcentual (%) del valor de la corriente de drenador por $^{\circ}C$ en función de la variación porcentual del valor del factor de transconductancia K por $^{\circ}C$, del coeficiente de temperatura de V_t en $V/^{\circ}C$, de V_{GS} y de V_t .
- b) Si el valor de la tensión umbral V_t disminuye $2mV$ cada $^{\circ}C$ de aumento de la temperatura, hallar el coeficiente de temperatura de K que hace que el valor de la corriente de drenador I_D disminuya un $(0.2\%)/^{\circ}C$ cuando el transistor NMOS está polarizado con $V_{GS}=5V$, y el valor de la tensión umbral es $V_t=1V$.

Solución: a) $\frac{\partial I_D / I_D}{\partial T} = \frac{\partial K / K}{\partial T} - 2 \cdot \frac{\partial V_t}{\partial T} \cdot \frac{1}{(V_{GS} - V_t)}$ b) $\frac{\partial K / K}{\partial T} = (-0.3\%)/^{\circ}C$

Problema 8

Considerar el circuito de la figura, en el que los valores de los parámetros característicos de los transistores Q_1 y Q_2 son $V_t=2V$, $\mu_n C_{ox}=20\mu A/V^2$, $L_1=L_2=10\mu m$ y $W_1=50\mu m$. Sabiendo que $k = (1/2) \mu_n C_{ox} (W/L)$

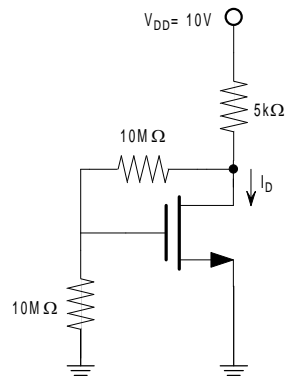
- a) Hallar el valor de R para el que se establece una corriente de drenador $I_D=0.4mA$ en el transistor Q_1 .
- b) Hallar el valor de W_2 (ancho de la puerta del transistor Q_2) para el que Q_2 trabaja en la saturación con una corriente $I_D=0.6mA$.



Solución: a) $R=12.93k\Omega$. b) $W_2=75\mu m$.

Problema 9

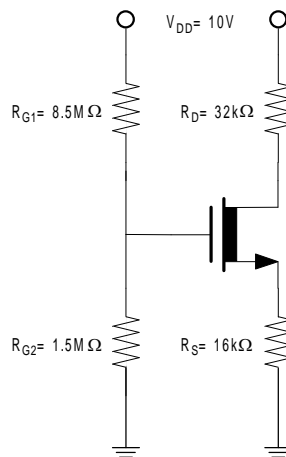
Analizar el circuito de la figura para determinar el valor de la corriente de drenador I_D y la tensión de drenador V_D , teniendo en cuenta que los parámetros característicos del transistor NMOS son $V_t=1V$ y $K=0.5mA/V^2$.



Solución: $I_D=1.0268mA$. $V_D=4.866V$.

Problema 10

- a)** Analizar el circuito de la figura para determinar el valor de la corriente de drenador I_D y la tensión de drenador V_D , teniendo en cuenta que los parámetros característicos del transistor MOSFET de deplexión son $V_p=-1V$ e $I_{DSS}=0.5mA$.
- b)** Hallar los nuevos valores de R_S y R_D para los que se obtiene una corriente de drenador $I_D=0.5mA$ y una tensión de drenador $V_D=4V$.

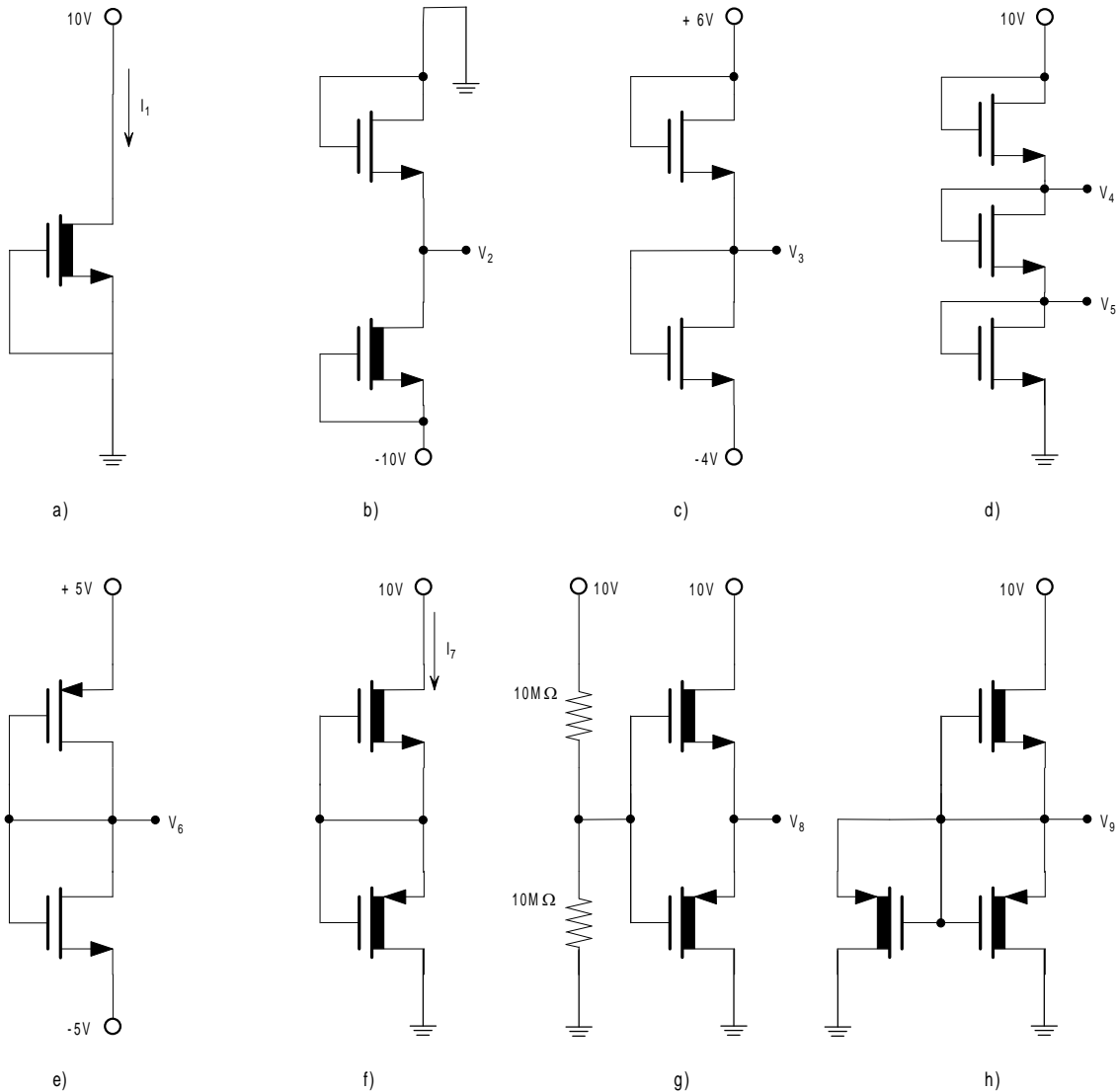


Solución: a) $I_D=0.125mA$. $V_D=6V$. **b)** $R_S=3kΩ$. $R_D=12kΩ$.

Problema 11

Calcular las corrientes y tensiones señaladas en los circuitos de la figura teniendo en cuenta que para todos los dispositivos $|V_{t1}|=1V$ y $K=0.5mA/V^2$. Suponer que la expresión de la corriente de drenador en la región de saturación para todos los transistores tanto de deplexión como de enriquecimiento es

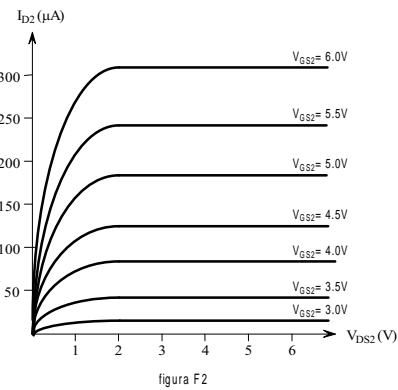
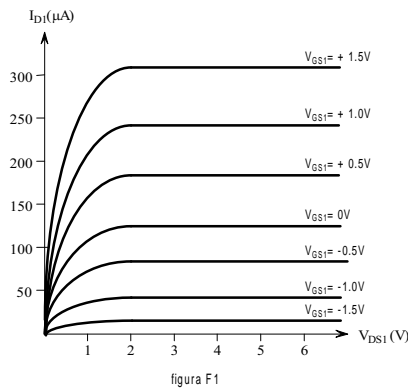
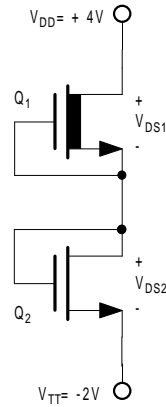
$$I_D = K(V_{GS} - V_{P,T})^2.$$



Solución: a) $I_1=0.5mA$. b) $V_2=-2V$. c) $V_3=1V$. d) $V_4=6.66V$, $V_5=3.33V$. e) $V_6=0V$. f) $I_7=0.5mA$. g) $V_8=5V$. h) $V_9=0.293$.

Problema 12

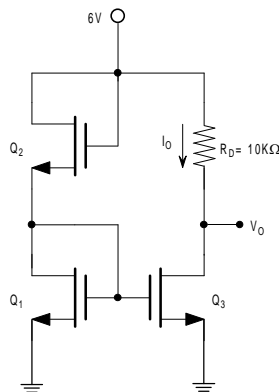
Hallar el valor de las tensiones V_{DS1} y V_{DS2} señaladas en el circuito de la figura teniendo en cuenta que las características de los transistores NMOS Q_1 y Q_2 empleadas son las dadas por las figuras F_1 y F_2 respectivamente.



Solución: $V_{DS1} = 1.5V$, $V_{DS2} = 4.5V$.

Problema 13

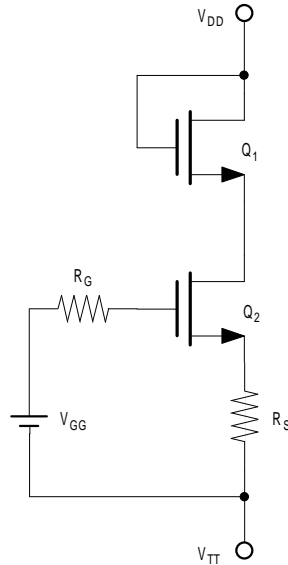
- En el circuito representado en la figura, los transistores NMOS Q_1 , Q_2 y Q_3 son idénticos, siendo sus parámetros característicos $V_t = 2V$ y $K = 20\mu A/V^2$. Determinar el valor de la corriente I_0 y de la tensión V_0 .
- Repetir el apartado **a)** suponiendo que se intercambian las conexiones de la resistencia R_D y del transistor Q_2 .
- Repetir el apartado **a)** suponiendo que se sustituye el transistor Q_2 por un transistor NMOS de depleción conectado como resistencia (conectando los terminales G y S del transistor), siendo sus parámetros característicos $V_p = -2V$ e $I_{DSS} = 0.08mA$.



Solución: **a)** $I_0 = I_{D3} = 20\mu A$, $V_0 = V_{DS3} = 5.8V$. **b)** $I_0 = I_{D1} = 0.138mA$, $V_0 = V_{DS3} = 0.672V$. **c)** $I_0 = I_{D3} = 0.08mA$, $V_0 = V_{DS3} = 5.2V$.

Problema 14

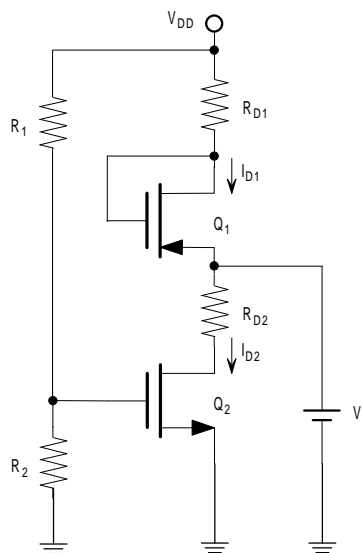
Determinar el punto de trabajo de los transistores Q_1 y Q_2 en el circuito de la figura, teniendo en cuenta que los parámetros característicos del transistor son $V_{t1}=2.5V$, $V_{t2}=3V$, $K_1=0.08mA/V^2$, $K_2=0.125mA/V^2$, y que en el circuito $V_{DD}=12V$, $V_{TT}=-4V$, $V_{GG}=11V$, $R_G=1M\Omega$ y $R_S=2k\Omega$.



Solución: $I_{D1}=2mA$. $V_{DS1}=7.5V$. $I_{D2}=2mA$. $V_{DS2}=4.5V$.

Problema 15

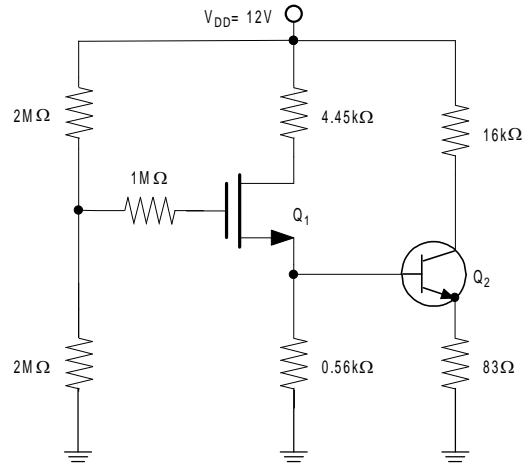
Determinar el punto de polarización de los transistores Q_1 y Q_2 en el circuito de la figura, teniendo en cuenta que los parámetros característicos del transistor son $V_{t1}=-3V$, $V_{t2}=1V$, $K_1=0.12mA/V^2$, y que en el circuito $V_{DD}=4V$, $V_1=15V$, $R_{D1}=1k\Omega$, $R_{D2}=18k\Omega$, $R_1=100k\Omega$ y $R_2=300k\Omega$. **Nota:** Suponer $K_2=0.2mA/V^2$.



Solución: $I_{D1}=-3mA$. $V_{DS1}=-8V$. $I_{D2}=0.75mA$. $V_{DS2}=1.5V$.

Problema 16

Calcular y justificar en qué región están polarizados los transistores en el circuito de la figura, teniendo en cuenta que los parámetros característicos del transistor MOSFET de enriquecimiento canal n son $V_t=2V$ y $K=0.2mA/V^2$, y para el transistor bipolar npn $V_{BE}=0.7V$ y $\beta=200$.



Solución: $I_D=1.3mA$ y $V_{DS}=4.78V$. $I_C=0.3016mA$. $V_{CE}=7.15V$.