

Apellidos
Nombre
DNI

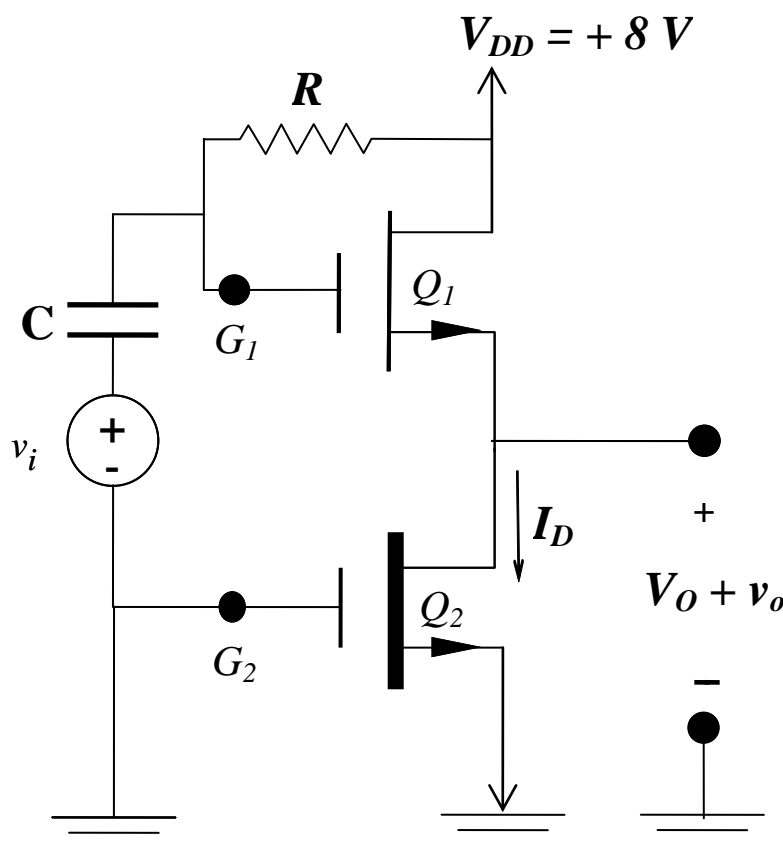
Ejercicio 3. El circuito de la figura es un amplificador realizado con transistores NMOS. Los transistores Q_1 y Q_2 son dimensionalmente iguales (es decir, $k_1 = k_2$) pero Q_1 es “de acumulación” (o “normalmente OFF”) con $V_{T1} = 1$ V y Q_2 es “de deplexión” (“normalmente ON”) con $V_{T2} = -2$ V.

El transistor Q_2 sirve para fijar la corriente de polarización de Q_1 y también como carga de Q_1 en pequeña señal (es decir, equivale a una resistencia en el circuito de pequeña señal).

- Suponiendo que Q_2 está en saturación, calcule el valor de la corriente I_D . (1 p.)
- Si también suponemos que Q_1 está en modo de saturación, calcule la tensión V_{GS1} para que la corriente por éste sea igual a I_D . (1 p.)
- Calcule el valor en continua V_O y compruebe que efectivamente ambos transistores están en saturación. (1 p.)
- Dibuje el circuito equivalente de pequeña señal, suponiendo que los transistores Q_1 y Q_2 presentan una resistencia de salida en pequeña señal r_{o1} y r_{o2} , respectivamente, que puede suponer idénticas. (1 p.)
- Calcule la ganancia de tensión en pequeña señal v_o/v_i en función de la transconductancia g_{m1} y las resistencias de salida r_{o1} y r_{o2} . (1 p.)

DATOS:

$V_{DD} = 8$ V; $V_{T1} = 1$ V; $V_{T2} = -2$ V; $C = \infty$; $k_1 = k_2 = 1 \times 10^{-3}$ A·V⁻²; $r_{o1} = r_{o2} = 50$ kΩ; $R = 5$ MΩ



SOLUCION DEL EJERCICIO 1

a)

$$I_D = k_2(V_{GS,2} - V_{T,2})^2 = 4 \text{ mA}$$

b)

$$I_D = k_1(V_{GS,1} - V_{T,1})^2 = 4 \text{ mA} \Rightarrow V_{GS,1} = \begin{cases} 3 \text{ V} \\ -1 \text{ V (descartada)} \end{cases}$$

c)

$$V_{DD} = V_{GS,1} + V_O \Rightarrow V_O = 5 \text{ V}$$

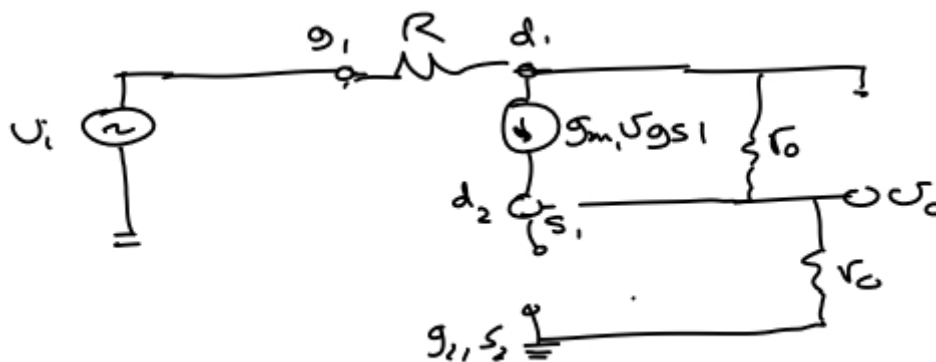
$$V_{DS2,sat} = V_{GS,2} - V_{T,2} = 2 \text{ V}$$

$$V_{DS1,sat} = V_{GS,1} - V_{T,1} = 2 \text{ V}$$

$$V_{DS,2} = V_O > V_{DS2,sat}$$

$$V_{DS,1} = V_{DD} - V_O = 3 \text{ V} > V_{DS1,sat}$$

d)



e)

$$v_o = g_{m1}(v_i - v_o) \frac{r_o}{2} \Rightarrow v_o = \frac{g_m v_i}{\frac{2}{r_o} + g_{m1}}$$

$$\frac{v_o}{v_i} = \frac{g_m}{\frac{2}{r_o} + g_{m1}}$$

Ejercicio 4. La figura 4.1 muestra un circuito excitado por el generador de tensión v_G con un diodo Zener D cuya tensión de disrupción es V_Z . La señal v_G conmuta en $t = 0$ desde V_{CC} a 0 V como se muestra en la figura 4.2. Se le pide calcular:

- La tensión v_L antes de $t = 0$ (1 p.)
- La tensión v_L cuando $t \rightarrow \infty$ (1 p.)
- La tensión v_L justo después de la conmutación (es decir, en $t = 0^+$) y el estado del diodo en ese instante (1 p.)
- La ecuación diferencial con incógnita v_L que rige su evolución durante los instantes posteriores a $t = 0$ (2 p.)

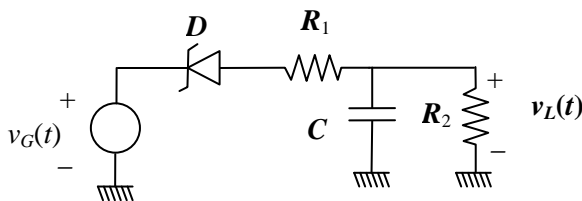


Figura 4.1

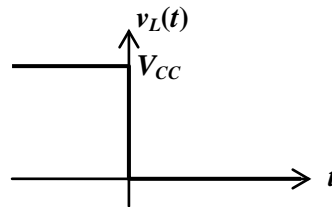


Figura 4.2

DATOS:

$V_{CC} = 10$ V; $R_1 = 2$ k Ω ; $R_2 = 3$ k Ω ; $C = 1,5$ μ F. Para el diodo D : $V_\gamma = 0,8$ V, $|V_Z| = 3$ V

SOLUCIÓN EJERCICIO 4

a)

Diodo D en disrupción

$$v_L = (V_{CC} - V_Z) \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 4,2 \text{ V}$$

b)

Diodo D en OFF

$$v_L = 0 \text{ V}$$

c)

$$v_L(t = 0^+) = v_L(t = 0^-) = 4,2 \text{ V}$$

Diodo D en $t=0^+$ está en ON ya que

$$i_D(t = 0^+) = \frac{v_L(t = 0^+) - V_\gamma}{R_1} = 1,7 \text{ mA} > 0$$

d)

La ecuación diferencial es

$$\frac{v_L}{R_2} + C \frac{dv_L}{dt} + \frac{v_L - V_\gamma}{R_1} = 0, \text{ o lo que es lo mismo: } \frac{dv_L}{dt} + \frac{v_L}{C(R_1 \parallel R_2)} = \frac{V_\gamma}{CR_1}$$