

# AMPLIFICADOR BASADO EN MOSFET PARA COMUNICACIONES ÓPTICAS

## SOLUCIÓN

### Apartado a

Para resolver el punto de polarización del circuito, suponemos ambos transistores en saturación y, por tanto, el LED en directa y el zener en ruptura.

En la malla exterior la tensión  $V_{DD}$  se divide por igual en las resistencias, ya que tienen el mismo valor. Por tanto, la malla puerta-fuente del  $T_1$  nos permite calcular la  $V_{GS}$  e  $I_{DS}$  del  $T_1$ :

$$\frac{V_{DD}}{2} = V_{GS1} + I_{DS1}R_3$$

Como la intensidad del LED es la óptima, conocemos la corriente  $I_{DS}$  del transistor  $T_2$ , y calculamos su  $V_{GS}$ :

$$V_{GS2} = \sqrt{\frac{I_{opt}}{\frac{k}{2} \frac{W}{L}}} + V_T$$

La ley de ohm aplicada en  $R_2$  nos permite calcular su valor:

$$R_2 = \frac{V_{DD} - V_{GS2} - V_Y - V_Z}{I_{DS1}} = 276.8 \Omega$$

Comprobamos que las dos tensiones  $V_{DS}$  cumplen la condición de saturación:

$$V_{DS1} = V_{DD} - I_{DS1}(R_2 + R_3)$$

$$V_{DS2} = V_{DD} - V_Y - V_Z$$

El estado de los diodos es correcto porque la intensidad  $I_D = I_{DS2}$  sale positiva, y además es mayor que la intensidad mínima impuesta por el diodo zener y menor que la intensidad máxima impuesta por el diodo LED (que es más restrictiva que la corriente máxima impuesta por el diodo Zener).

### Apartado b

Aplicando el modelo de pequeña señal obtenemos las siguientes expresiones:

$$I_D = g_{m2}v_{gs2}$$

$$v_{gs2} = -g_{m1}v_{gs1}R_2$$

$$v_{gs1} = -I_{IN} \frac{R_1}{2}$$

Obteniendo la ganancia como:

$$\frac{I_D}{I_{IN}} = \frac{g_{m2}g_{m1}R_2R_1}{2} = 198$$

La resistencia  $r_o$  que incluye el efecto Early del  $T_1$  queda en paralelo con  $R_2$ , mientras que la del  $T_2$  no influye. Por lo que la ganancia queda:

$$\frac{I_D}{I_{IN}} = \frac{g_{m2}g_{m1}(R_2||r_o)R_1}{2} = 187.6$$

### Apartado c

Aplicando el modelo de pequeña señal obtenemos las siguientes expresiones:

$$I_D = g_{m2}v_{gs2}$$

$$v_d = g_{m1}v_{gs1}R_2 + v_{gs2}$$

$$v_{gs1} = \frac{v_d}{2}$$

Obteniendo la relación como:

$$\frac{I_D}{v_d} = g_{m2} \left( 1 - \frac{g_{m1}R_2}{2} \right) = 2.71 \text{ mA/V}$$

La relación solo puede ser nula si se cumple la condición:

$$g_{m1}R_2 = 2$$

### Apartado d

Si aumenta  $R_2$

- disminuye  $V_{GS2}$ , que lleva  $T_2$  hacia corte
- disminuye  $V_{DS1}$ , que lleva  $T_1$  hacia saturación

Para  $V_{GS2} = V_T$  (límite para  $T_2$  en corte):

$$V_{DS1} = V_T + V_\gamma + V_Z - I_{DS1}R_3 > V_{GS1} - V_T$$

Por lo que  $T_1$  sigue en saturación y es  $T_2$  el que marca el límite. Calculamos  $R_2$  para esta condición:

$$R_2 = \frac{V_{DD} - V_T - V_\gamma - V_Z}{I_{DS1}} = 1.69 \text{ k}\Omega$$