

**PROBLEMA 3.- (1,5 p.)**

El circuito de la figura 3 muestra un **Par Diferencial** con transistores MOFET con entradas v_1 y v_2 y salida v_{o1} . Se pide:

- a) (0,8 p.) Obtener el valor de g_m que le corresponde a ese punto de polarización. Aplicar la técnica del circuito mitad para **dibujar** los circuitos equivalentes en pequeña señal, tanto para la entrada diferencial como para la entrada común, indicando en ambos, las condiciones aplicadas. **Calcular** las expresiones y el valor de las ganancias del amplificador para ambos modos A_d y A_c , así como el **CMRR** resultante.

NOTA: Suponer que la impedancia de la fuente de corriente en pequeña señal es $R_{eq} = 100 \text{ k}\Omega$

- b) (0,5 p.) Obtener **la expresión** y **dibujar** la tensión de salida v_{o1} completa (**continua + alterna**) resultante para las entradas siguientes:

$$v_{i1} = 50 \cdot \sin(2\pi \cdot 1000 \cdot t) \text{ (mV)} \quad \text{y} \quad v_{i2} = -50 \cdot \sin(2\pi \cdot 1000 \cdot t) \text{ (mV)}$$

- c) (0,2 p.) Explicar justificadamente (sin necesidad de hacer cálculos), qué cambiaría, si en lugar de obtener la salida por el drenador del transistor M_1 , la hubiéramos obtenido en el drenador del transistor M_2 .

DATOS: $V_{DD} = +5\text{V}$; $-V_{SS} = -5\text{V}$; $R_D = 2,2 \text{ k}\Omega$;
 $M_1 \equiv M_2 \{K = 22 \text{ mA/V}^2$; $V_T = 1,9 \text{ V}$; $r_d = \infty\}$

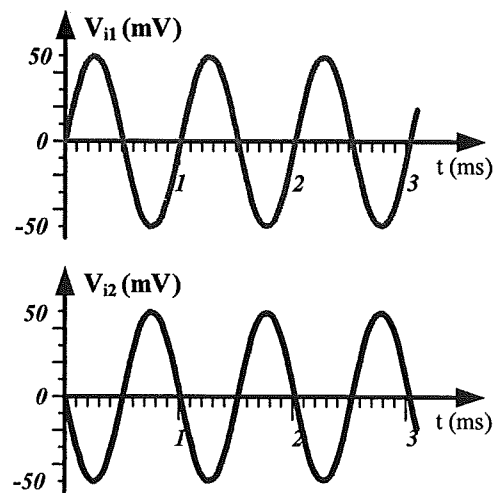
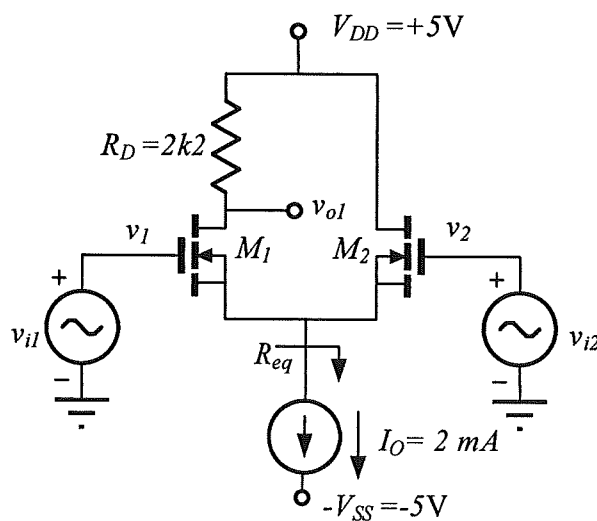
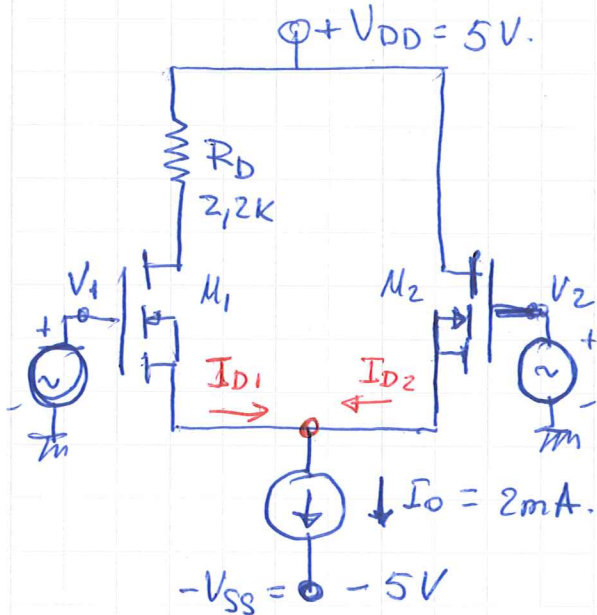


Figura 3

P3

21-12-2018.



En continua las puertas

$$\left. \begin{aligned} G_1 &= 0V \\ G_2 &= 0V \end{aligned} \right\}$$

los sumideros unidos $S_1 = S_2$

$$\left. \begin{aligned} V_{GS1} &= V_{GS2} \\ M_1 \text{ idéntico a } M_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_{D1} = I_{D2}$$

$$I_{D1} + I_{D2} = I_0 = 2mA.$$

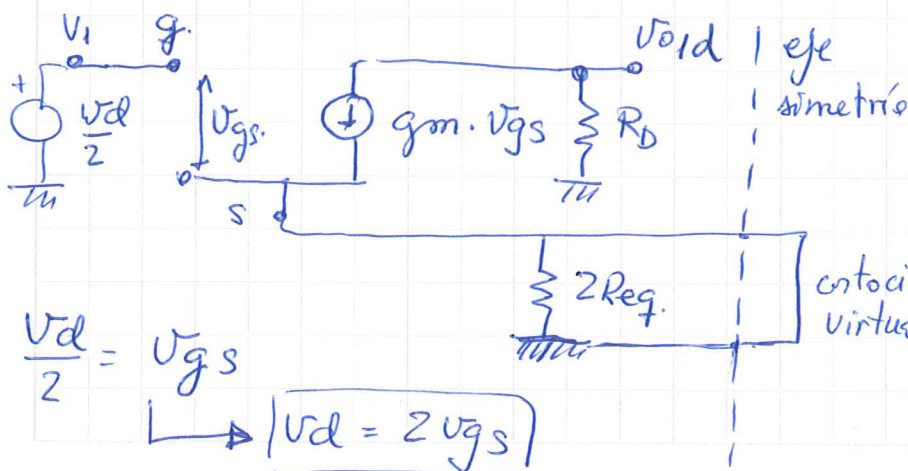
$$I_{D1} = I_{D2} = \frac{I_0}{2} = 1mA$$

$$a) \quad g_m = \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}} = 2k \cdot (V_{GS} - V_T) = 2k \cdot \sqrt{\frac{I_D}{k}} = 2\sqrt{k \cdot I_D}$$

$$I_D = k(V_{GS} - V_T)^2 \Rightarrow V_{GS} - V_T = \sqrt{\frac{I_D}{k}}$$

$$g_m = 2 \cdot \sqrt{22 \cdot \frac{mA}{V^2} \cdot 1mA} = 9,38 \frac{mA}{V}$$

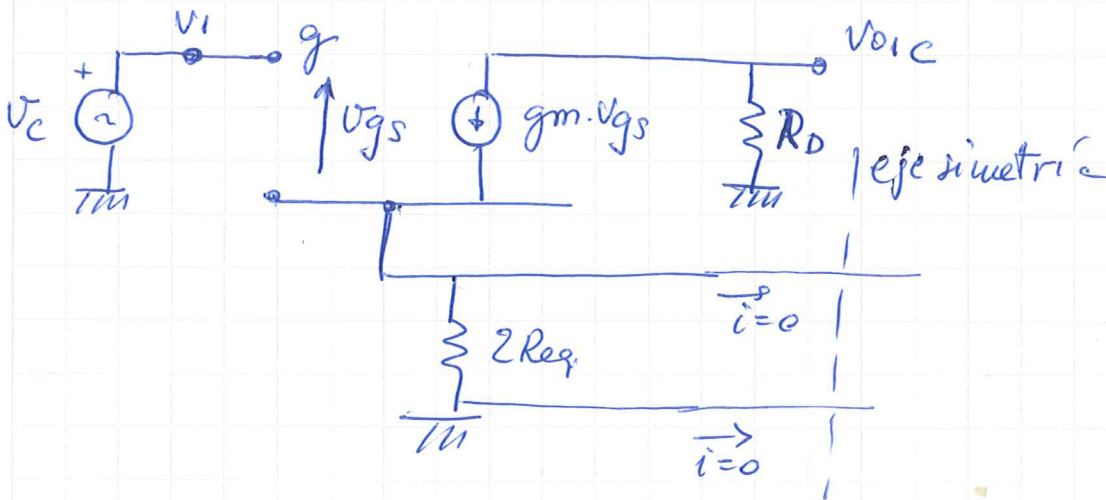
*** MODO DIFERENCIAL *** se conecta $V_1 = + \frac{V_d}{2}$ y $V_2 = - \frac{V_d}{2}$



$$A_{d1} = \frac{V_{oid}}{V_d} = \frac{-g_m V_{gs} \cdot R_D}{2 \cdot V_{gs}}$$

$$A_{d1} = - \frac{g_m \cdot R_D}{2} = -10,32$$

* MODO COMÚN : Se conecta la misma señal a ambas entradas $V_1 = V_2 = V_c$.



$$V_c = V_{gs} + (g_m \cdot V_{gs}) \cdot 2R_{eq} = V_{gs} \cdot (1 + 2g_m \cdot R_{eq})$$

$$V_{o1c} = -g_m \cdot V_{gs} \cdot R_D$$

$$A_{c1} = \frac{V_{o1c}}{V_c} = - \frac{g_m \cdot V_{gs} \cdot R_D}{V_{gs} \cdot (1 + 2g_m \cdot R_{eq})} = - \frac{g_m \cdot R_D}{1 + 2g_m \cdot R_{eq}} = -0,011$$

$$CMRR = \left| \frac{A_d}{A_{c1}} \right| = 938,68 \rightarrow \underline{CMRR_{dB} = 59,45 \text{ dB}}$$



b) En continua

$$V_D = V_{DD} - I_D \cdot R_D = 5 - 1\text{mA} \cdot 2,2\text{k} = 2,8\text{V}$$

$$V_{O1} = A_{d1} \cdot v_d + A_{c1} \cdot v_c$$

$$\begin{aligned} * \quad v_d &= v_{i1} - v_{i2} = [50 - (-50)] \cdot \sin(2\pi 1000t) \\ &= 100 \sin(2\pi 1000 \cdot t) \text{ (mV.)} \end{aligned}$$

$$* \quad v_c = \frac{v_{i1} + v_{i2}}{2} = 0 \text{ (mV.)}$$

Señal de salida completa (continua + alterna).

$$V_{O1} = V_D + v_{O1} = 2,8 + 10,32 \cdot 0,1 \cdot \sin(2\pi 1000t) \text{ (V)}$$

$$V_{O1} = 2,8 - 1,32 \cdot \sin(2\pi \cdot 1000 \cdot t) \text{ (V)}$$

c) En el drenador del transistor M_2 la tensión.

$V_{D2} = 5\text{V}$. (no se puede utilizar como salida del amplificador. por no haber resistencia..).