

**EXAMEN DE ELECTRONICA 1****04/02/2019**

Resolver cada problema en hojas separadas.

Duración de la prueba: 3 horas 30 minutos.

La prueba es **sin** material.

Los puntajes de los problemas se indican sobre un total de 100 puntos.

**PROBLEMA 1 (42 puntos)**

El circuito de la Figura 1 busca implementar un amplificador de instrumentación.

a) Determinar su ganancia, asumiendo los amplificadores operacionales ideales, e indicar cuál es la entrada inversora y cuál la no inversora

En el resto del problema se asume  $R1 = 100 \times R2$ .

b) Si ambos amplificadores operacionales son del mismo modelo, con entrada MOS por lo que sus corrientes de polarización se pueden considerar despreciables y la tensión de offset máxima indicada en la hoja de datos es  $V_{offsetmax}$ . Determinar en el peor caso la tensión DC a la salida del circuito debida al offset.

c) Si los operacionales utilizados tienen frecuencia de ganancia unitaria  $f_T$ , hallar la frecuencia de -3dB del amplificador de instrumentación.

d) Si los operacionales tienen rango de entrada en modo común entre -5V y +5V y excursión de salida entre -4.2V y +4.2V, determinar el rango de entrada de modo común y la excursión de salida del amplificador de instrumentación, fundamentando claramente su respuesta.

e) Si el circuito se implementa con resistencias con tolerancia al 5%, calcular en el peor caso la ganancia en modo común y el CMRR del amplificador de instrumentación.

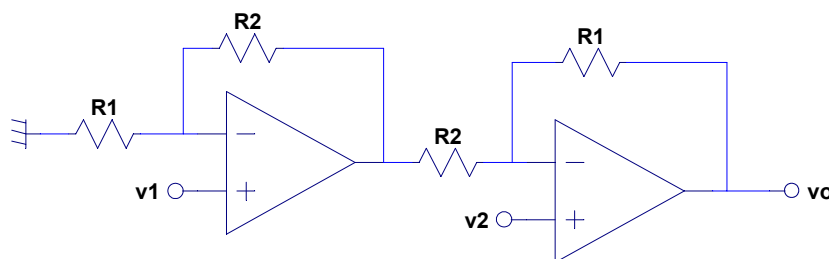


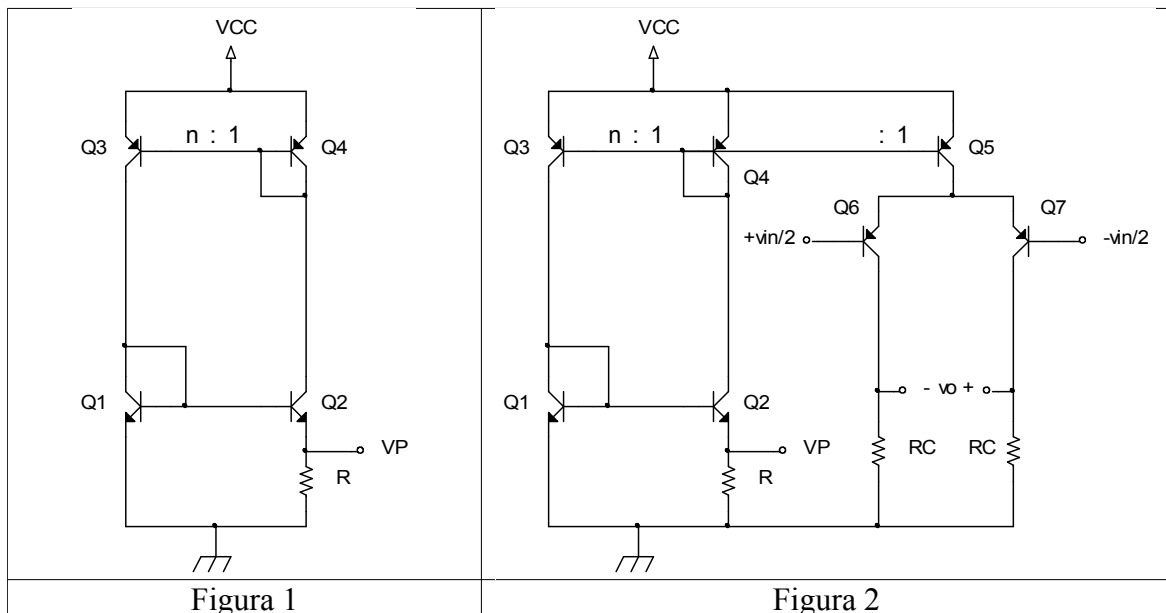
Figura 1

**PROBLEMA 2 (42 puntos)**

En los circuitos de las figuras suponga que los transistores están en zona activa.

- a) En el circuito de la Figura 1 determine la tensión  $V_P$ .
- b) Determine la ganancia  $v_o/v_{in}$  del circuito de la Figura 2 en función de  $R$ ,  $R_C$  y  $n$ .
- c) Determine el rango de entrada en modo común del amplificador de la Figura 2.

Para todo el problema asuma conocidos los parámetros usuales de los transistores y  $\beta \gg n+1$ .



**PREGUNTA (16 puntos)**

El circuito de la figura 1 se utiliza para conectar y desconectar la resistencia  $R_L$  a una fuente de alimentación  $V_{DD1}$ . Las fuentes de alimentación  $V_{DD1}$  y  $V_{DD2}$  son del mismo valor pero independientes.

- a) Indicar cuál es la mínima resistencia  $R_L$  que se puede manejar si se desea que la tensión aplicada a  $R_L$  cuando esta está conectada difiera de  $V_{DD}$  en menos de un 1%.
- b) Si  $R_L$  se conecta y desconecta cíclicamente, permaneciendo 0.3ms conectada y 0.7ms desconectada, estimar la potencia consumida de la fuente de alimentación  $V_{DD2}$ .

Datos: Transistores MOS:

$V_{tn}=|V_{tp}|=0.9V$ ,  $\beta_n=\beta_p=10mA/V^2$ ,  $\delta_n=\delta_p=0$

Capacidad gate-source: 50pF

$V_{DD1} = V_{DD2} = 5V$ .

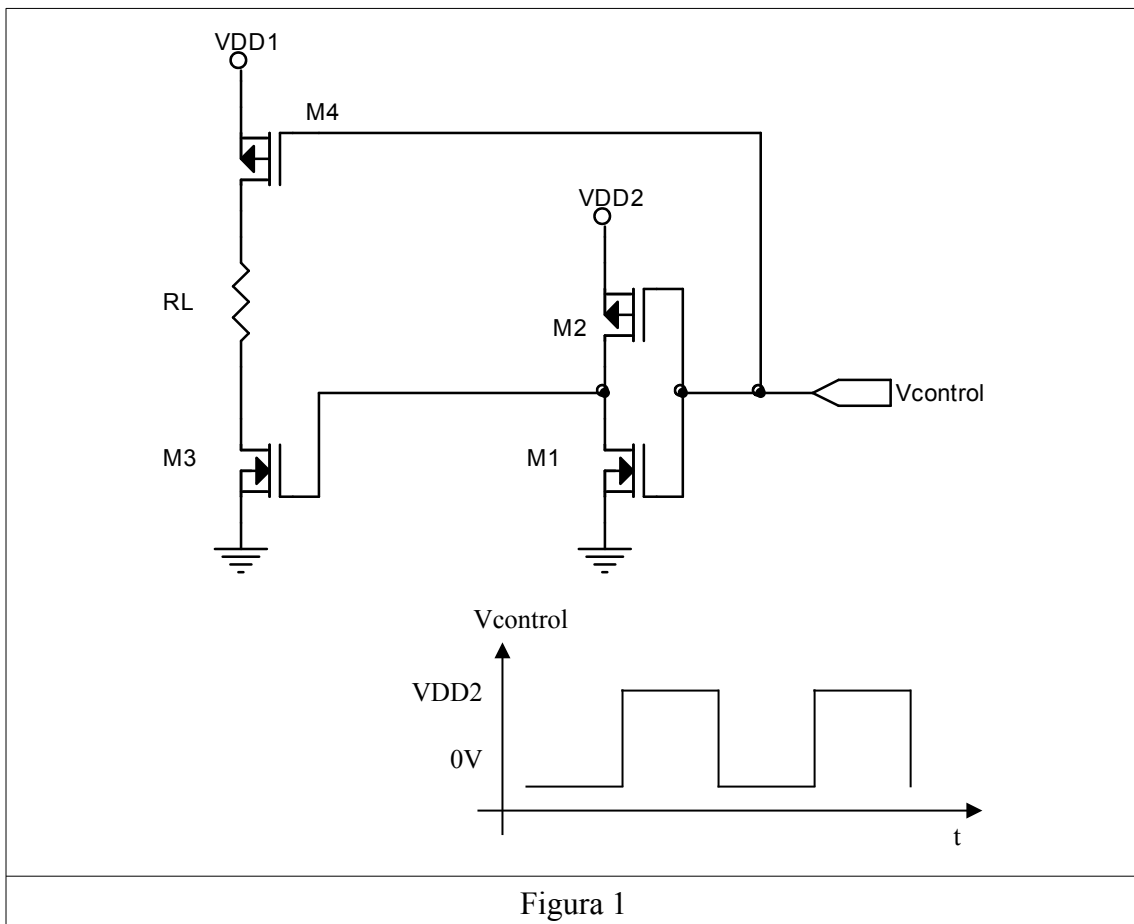
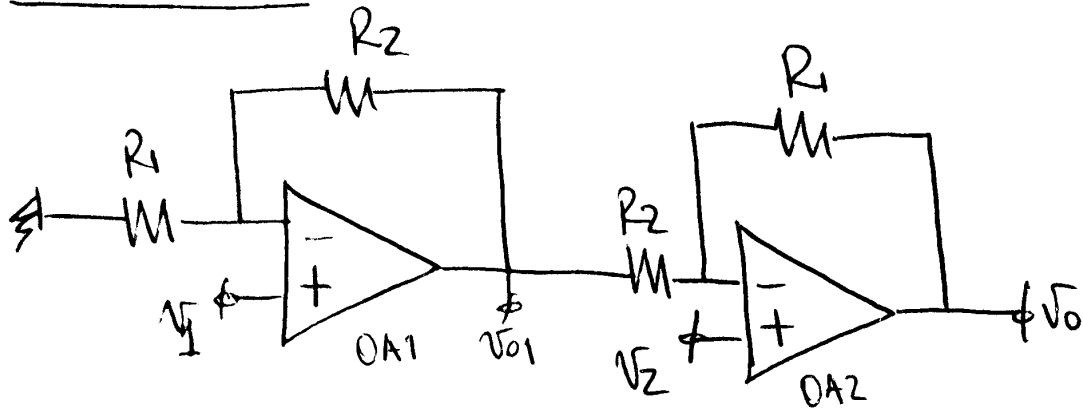


Figura 1

# Problema 1



$$v_0 = \left(1 + \frac{R_2}{R_2}\right) v_2 - \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \frac{R_1}{R_2} v_1$$

$v_1$ : inversora

$v_2$ : no. inversora

$$\rightarrow v_0 = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) (v_2 - v_1)$$

$$v_{\text{off@out}} = 2 \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) v_{\text{offsetmax}} \quad \left( \begin{array}{l} \text{peor caso de offset.} \\ v_2 - v_1 = 2 v_{\text{offsetmax}} \end{array} \right)$$

$$f_T = f_{-3dB} \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$$

BW limitado solo por OA2

debido a que OA1 no entrega ganancia

$$\rightarrow f_{-3dB} = \frac{f_T}{1 + \frac{R_1}{R_2}} = \frac{f_T}{101}$$

(d) Señal en  $v_{01}$  es afectada por el OSW de OA1

$$\rightarrow \left[ \begin{array}{l} v_{\text{emmax}} = \frac{4.2V}{1 + \frac{R_2}{R_1}} \approx 4.2V \\ v_{\text{emin}} = \frac{-4.2V}{1 + \frac{R_2}{R_1}} \approx -4.2V \end{array} \right.$$

• Rango de salida es afectado por el OSW del subbloque de mayor ganancia (OA2)

$$\rightarrow \text{OSW} = [-4.2V, 4.2V]$$

$$e) \quad v_0 = \left(1 + R_1/R_2\right) v_2 - \left(1 + R_2'/R_1'\right) R_1/R_2 v_1$$

como  $v_1 \pm v_2 = v_{cm}$ .

$$\Rightarrow v_0 = \left(1 + R_1/R_2\right) v_{cm} - \left(1 + R_2'/R_1'\right) R_1/R_2 v_{cm}$$

$$= v_{cm} - R_1/R_2 R_2'/R_1' v_{cm} = v_{cm} \left(1 - \frac{R_2'}{R_1} \frac{R_1}{R_2}\right)$$

Como  
por caso  $\rightarrow \left[ \begin{array}{l} R_2' = R_2(1-\delta) \\ R_1' = R_1(1+\delta) \end{array} \right] \left[ \begin{array}{l} R_1 = R_1(1-\delta) \\ R_2 = R_2(1+\delta) \end{array} \right]$

$$\rightarrow v_0 = v_{cm} \left(1 - \frac{(1-\delta)^2}{(1+\delta)^2}\right) = v_{cm} \frac{4\delta}{(1+\delta)^2} \approx \frac{4\delta}{1+2\delta+\delta^2} v_{cm} \approx \frac{4\delta}{1+2\delta} v_{cm}$$

$$\rightarrow A_{cm} = \frac{v_0}{v_{cm}} = \frac{4\delta}{1+2\delta} \stackrel{\delta=0.05}{=} 0.18 \text{ V/V}$$

Considera que la ganancia diferencial no varía demasiado con el desajuste de la  $R_s$

$$\sim A_d \approx \left(1 + R_2/R_2\right) = 101\%$$

$$\rightarrow CMRR = \frac{1 + R_1/R_2}{4\delta/1+2\delta} = 557 \text{ V/V}$$

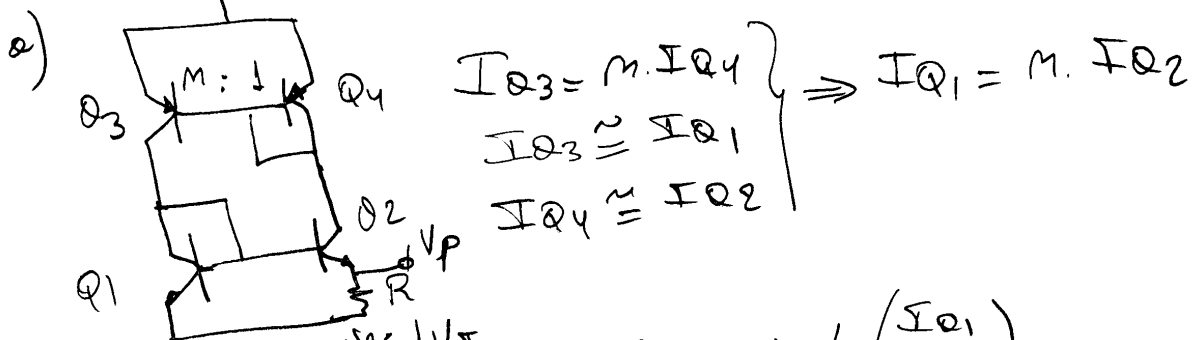
$CMRR = 55 \text{ dB}$

egp  
Griero

Examen Electronica I, Feb. 2019

Probl. 2.

$$V_{BE1} = V_{BE2} + V_P \Rightarrow V_P = V_{BE1} - V_{BE2}$$



$$I_{Q1} = I_S e^{V_{BE1}/V_T} \Rightarrow V_{BE1} = V_T L \left( \frac{I_{Q1}}{I_S} \right)$$

$$I_{Q2} = I_S e^{V_{BE2}/V_T} \Rightarrow V_{BE2} = V_T L \left( \frac{I_{Q2}}{I_S} \right)$$

$$\Rightarrow V_P = V_T \left[ L \left( \frac{I_{Q1}}{I_S} \right) - L \left( \frac{I_{Q2}}{I_S} \right) \right] = V_T L \left( \frac{I_{Q1}}{I_{Q2}} \right)$$

$$\Rightarrow \boxed{V_P = V_T L(m)}$$

b)

$$I_{Q5} = I_{Q4} = \frac{V_P}{R} = \frac{V_T L(m)}{R}$$

$$\frac{N_0}{N_{im}} = g_m \cdot R_C = \frac{I_C}{V_T} \cdot R_C = \frac{I_{Q5} \cdot R_C}{V_T}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{N_0}{N_{im}} = \frac{R_C L(m)}{2 R}}$$

c)

$$V_{CM} + V_{EB6,7} - \frac{I_{Q5} \cdot R_C}{2} \geq V_{ECSAT}$$

$$\Rightarrow \boxed{V_{CM} \geq V_{ECSAT} - V_{EB} + \frac{R_C}{2} \frac{V_T}{R} L(m)}$$

$$V_{CC} - (V_{CM} + V_{EB6,7}) \geq V_{ECSAT}$$

$$\Rightarrow \boxed{V_{CM} \leq V_{CC} - V_{EB} - V_{ECSAT}}$$