

Examen de Electrónica 1

05/02/2002



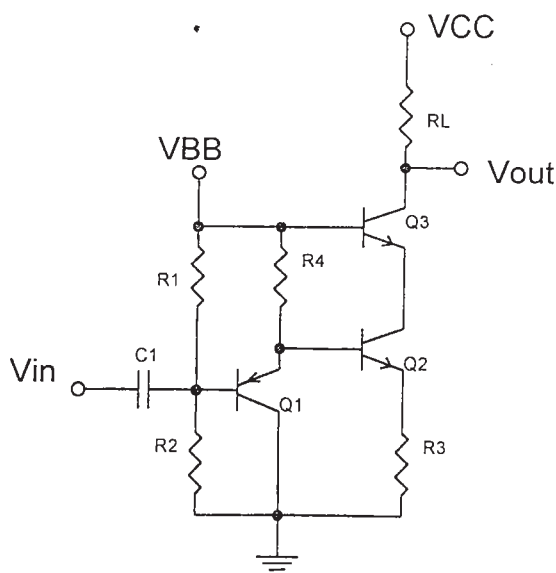
50700337

Problema 1 (35 puntos)

Para el circuito de la figura calcular:

- La corriente de polarización de todos los transistores.
- La ganancia V_{out}/V_{in} . Dar la expresión literal y numérica de esta ganancia, si bien para determinar la expresión literal se tendrán en cuenta los valores numéricos de los diferentes componentes y variables involucradas.
- La máxima excursión de la señal a la salida.

Nota: Para todos los transistores: $V_{BE}=0.7V$, $V_{CESAT}=0.3V$ y $\beta=200$. $R_1=47k$, $R_2=22k$, $R_3=2.2k$, $R_4=3.9k$, $R_L=4.7k$, C_1 se supondrá infinito, $V_{BB}=7V$, $V_{CC}=12V$

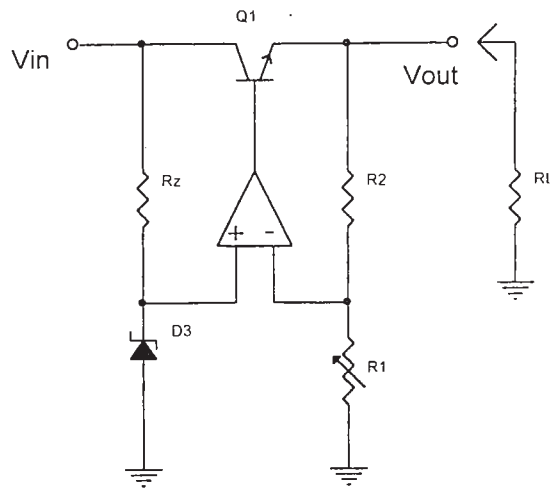


Problema 2 (35 puntos)

El circuito de la figura es un regulador lineal con tensión de salida ajustable.

- Hallar V_{out} . Suponer el transistor en zona activa y el Amplificador operacional ideal.
- Determinar la condición en V_{in} para que el transistor opere efectivamente en zona activa.
- Si V_{in} tiene un ripple de amplitud pico a pico V_{rip} que se supondrá varía simétricamente en torno a V_{in} nominal, determinar que condiciones debe cumplir R_z para que el zener opere correctamente.
- Con la carga R_L ¿cuál es la corriente I_c por el transistor y la corriente de salida que debe entregar el amplificador operacional?
- ¿Cuanto varía V_{out} debido a la tensión de offset y las corrientes de polarización del operacional?

Datos: El diodo zener tiene tensión V_z , corriente mínima I_{zmin} y potencia máxima P_{zmax} . El transistor tiene los datos usuales: V_{BE} , V_{CESAT} y β .



Pregunta (30 puntos)

- Indicar gráficamente en la característica estática de transferencia de tensión entrada – salida de un inversor ($V_o = f(V_i)$) los valores de V_{OL} , V_{OH} , V_{IH} , V_{IL} , margen de ruido en nivel alto (NM_{IH}) y margen de ruido en nivel bajo (NM_{L}). Explicar claramente cómo se definen los puntos V_{IH} y V_{IL} y porqué.
- Calcular V_{IH} y NM_{IH} para un inversor CMOS con tensión de alimentación V_{DD} y con los siguientes datos para los transistores n y p: $\beta_n = \beta_p$, $V_{in} = |V_{tp}|$, $\delta_n = \delta_p = 0$. Se despreciará el efecto Early.
- Determinar los valores de V_{IH} y NM_{IH} determinados en b) para el caso de una tecnología con tensión umbral $V_{in} = |V_{tp}| = 0.7V$ y tensión de alimentación $V_{DD} = 3.3V$.

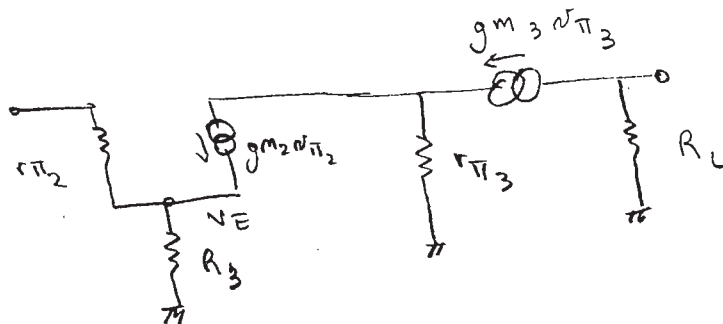
Examen de Electrónica I. 05/02/2002

2m2 1:

$$I_{C1} = \frac{V_{DB} - \left(\frac{V_{DB} \cdot R_2 + V_{BE1}}{R_1 + R_2} \right)}{R_4} = 1 \text{ mA}$$

$$I_{C2} = I_{C3} = \frac{V_{DB} \cdot R_2 + V_{BE1} - V_{BE2}}{R_1 + R_2} = 1 \text{ mA}$$

b)



$$v_o = -g_m v_{\pi 3} \cdot R_L$$

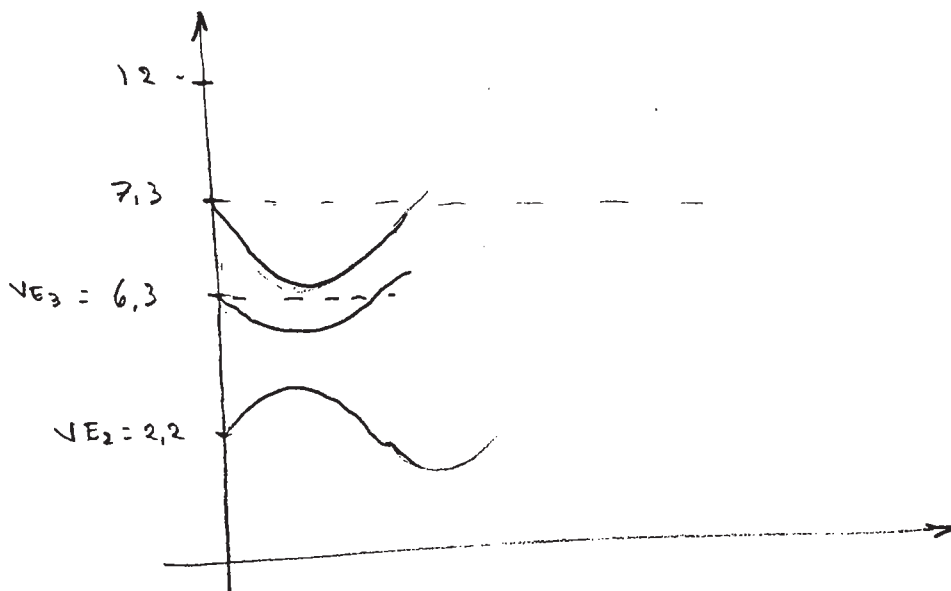
$$\frac{v_i - v_E}{r_{\pi 2}} + (v_i - v_E) g_m = \frac{v_E}{R_3} \Rightarrow v_E \left(\frac{1}{R_3} + g_m \right) = g_m v_i$$

$$v_E = \frac{R_3 \cdot g_m \cdot v_i}{1 + R_3 g_m}$$

$$v_{\pi 2} = \frac{1}{1 + R_3 g_m} \cdot v_i$$

$$g_m v_{\pi 3} = -\frac{v_{\pi 3}}{r_{\pi 3}} + g_m \cdot v_{\pi 2} \Rightarrow v_{\pi 3} \approx v_{\pi 2}$$

$$\Rightarrow v_o = -\frac{g_m R_L}{1 + R_3 g_m} \cdot v_i \approx -\frac{R_L}{R_E} \cdot v_i \Rightarrow \left| G \right| \approx \frac{R_L}{R_E}$$



De la entrada al emisor de Q_1 hay ganancia 1 (seguidor)

$$V_{CE2} > V_{CESAT}$$

(I) (II)

A ganancia desde base a colector de $Q_2 = \frac{1}{\beta_3 g_m} = 0,012$

$$V_{E3} - \frac{\beta_3 A}{\beta_3} - \left(V_{E2} + \frac{\beta_3 A}{\beta_3} \right) > V_{CESAT}$$

$$\beta_3 \left(\frac{A}{\beta_3} + \frac{1}{\beta_3} \right) < V_{E3} - V_{E2} - V_{CESAT} \Rightarrow \beta_3 < 0,12 \text{ V}$$

$$g = \frac{4,7}{2,2}$$

$$V_{CE3} > V_{CESAT}$$

$$7,3 - \beta_3 - \left(V_{E3} - \frac{\beta_3 A}{\beta_3} \right) > V_{CESAT}$$

$$\beta_3 \left(1 - \frac{A}{\beta_3} \right) < 7,3 - V_{E3} - V_{CESAT} \Rightarrow \boxed{\beta_3 < 0,7 \text{ V}}$$

$$\beta_3 < V_{DD} = V_{0DC} = 4,7 \text{ V}$$

ma 2.:

$$2) \frac{V_Z}{R_1} = \frac{V_0 - V_Z}{R_2} \Rightarrow V_0 = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot V_Z$$

b) $V_{CE} > V_{CE\text{SAT}}$

$$V_{CE} = V_Z - V_0 = V_Z - \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot V_Z > V_{CE\text{SAT}}$$

$$\Rightarrow V_Z > \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot V_Z + V_{CE\text{SAT}}$$

c) $V_{I\text{nom}} - \frac{V_{rIP}}{2} > R_Z \cdot I_{Z\text{min}} + V_Z \Rightarrow R_Z < \frac{V_{I\text{nom}} - \frac{V_{rIP}}{2} - V_Z}{I_{\text{min}}}$

$$V_Z \cdot I_Z < P_{\text{max}} \Rightarrow \frac{V_{I\text{nom}} + \frac{V_{rIP}}{2} - V_Z}{R_Z} \cdot V_Z < P_{\text{max}}$$

$$R_Z > \frac{V_{I\text{nom}} + \frac{V_{rIP}}{2} - V_Z}{P_{\text{max}}}$$

d) $I_C = \frac{\beta}{\beta + 1} I_E$, $I_E = \frac{V_0}{R_L} + \frac{V_0 - V_Z}{R_2} = V_Z \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} \right) \left(\frac{R_2 + R_L}{R_2 \cdot R_L} \right) - \frac{V_Z}{R_2}$

$$I_E = V_Z \frac{(R_1 + R_2 + R_L)}{R_1 \cdot R_L}$$

$$I_C = \frac{\beta}{\beta + 1} \cdot \frac{V_Z}{R_1 \cdot R_L} (R_1 + R_2 + R_L)$$

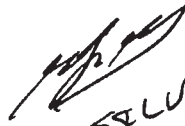
$$I_c = \frac{I_c}{\beta} = \frac{V_z}{(\beta+1)(R_1+R_2)}$$

e)

$$\frac{V_z + V_{off}}{R_1} + I_{p01} = \frac{V_0 - V_z - V_{off}}{R_2}$$

$$V_0 = (V_z + V_{off}) \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + R_2 I_{p01}$$

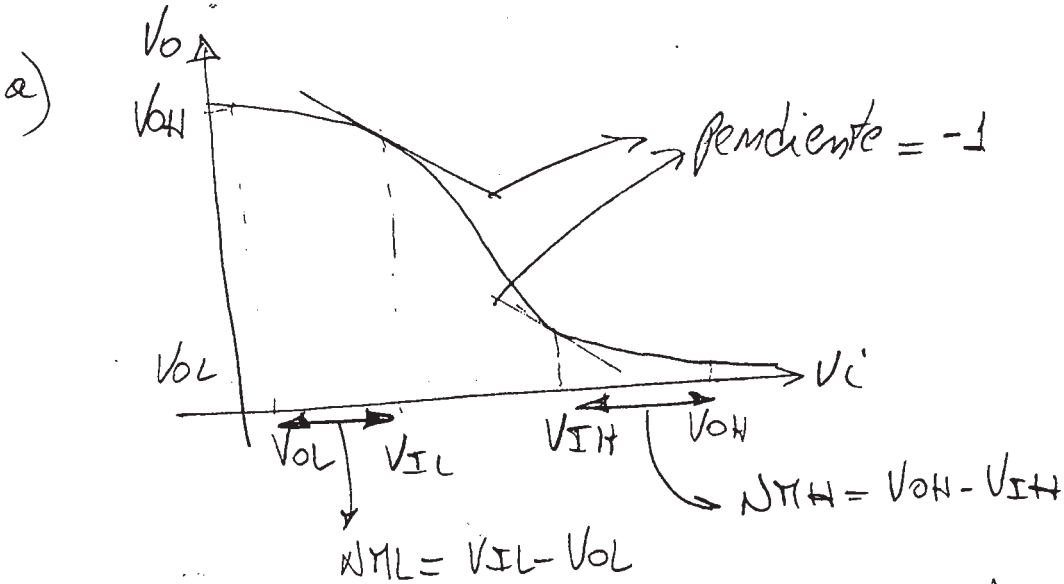
$$\Delta V_0 = V_{off} \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1} + R_2 I_{p01}$$


F. SILVA

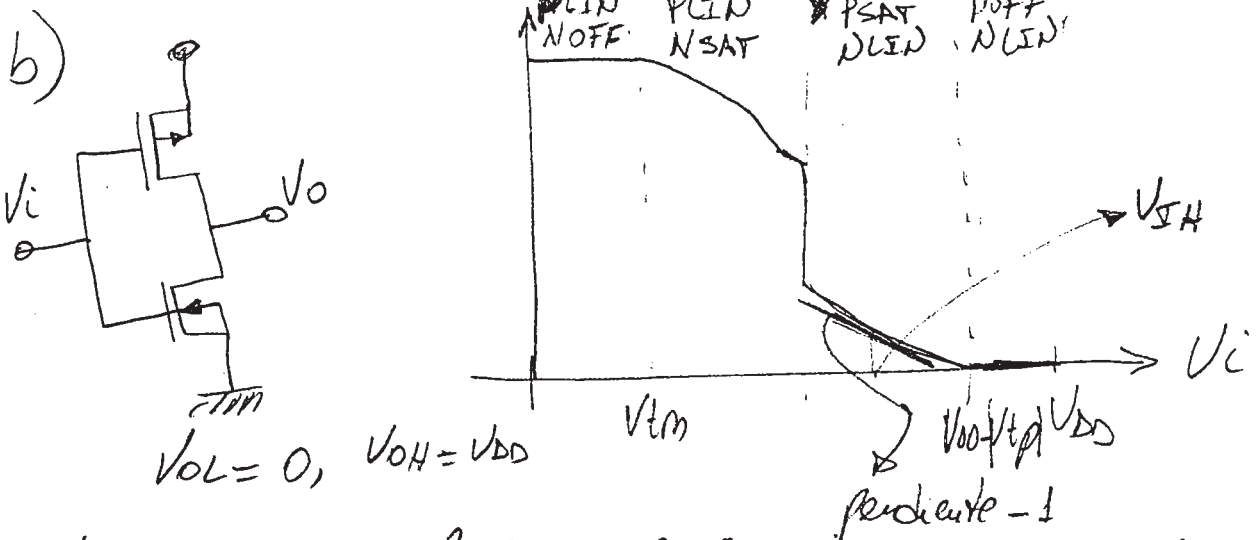


Linder Reyes

ELECTRÓNICA I



V_{IL} y V_{IH} corresponden a los puntos con pendiente -1, asegurando que si $V_i < V_{IL}$ o $V_i > V_{IH}$ \Rightarrow hay regeneración de la información, es decir una perturbación se atenúa pues la ganancia es menor que 1 en módulo.



V_{IH} ocurre en la zona en que I_{Dp} está saturado y I_{Dn} en zona lineal

$$\Rightarrow |I_{Dp}| = \frac{\beta}{2} (V_{GS} - V_t)^2 = \frac{\beta}{2} (V_{DD} - V_i - V_{tp})^2$$

$$I_{Dn} = \beta \left((V_{GS} - V_t) V_{DS} - \frac{1}{2} V_{DS}^2 \right)$$

$$= \beta \left((V_i - V_t) V_o - \frac{1}{2} V_o^2 \right)$$

ELECTRÓNICA 1

$$a) I_{DN} = |i_{DPL}| \Rightarrow$$

$$(V_i - V_t) V_o - \frac{1}{2} V_o^2 = \frac{1}{2} (V_{DD} - V_i - V_t)^2 \quad (*)$$

derivando respecto a V_i de ambos lados y sustituyendo

$$V_i = V_{IH} \text{ y } \frac{dV_o}{dV_i} = -1$$

$$\Rightarrow V_o = V_{IH} - \frac{V_{DD}}{2}$$

\Rightarrow Sustituyendo en (*)

$$\Rightarrow V_{IH} = \frac{\frac{5}{8} V_{DD}^2 - \frac{3}{2} V_{DD} V_t + \frac{V_t^2}{2}}{V_{DD} - 2V_t} = \frac{5/8 (V_{DD} - 2V_t) (V_{DD} - \frac{2}{3} V_t)}{V_{DD} - 2V_t}$$

$$= \boxed{\frac{5}{8} V_{DD} - \frac{2}{8} V_t = V_{IH}}$$

$$\Rightarrow N_{MH} = \underbrace{V_{DD}}_{V_{OH}} = V_{IH} = \boxed{\frac{3}{8} V_{DD} + \frac{2}{8} V_t}$$

$$c) \begin{matrix} V_{DD} = 3.3V \\ V_t = 0.7V \end{matrix} \Rightarrow$$

$$V_{IH} = 1.89V$$

$$N_{MH} = 1.41V$$

