

Examen de Electrónica 2
21/10/2008

Resolver cada problema en hojas separadas.

Duración de la prueba: 3 horas 30 minutos.

La prueba es sin material.

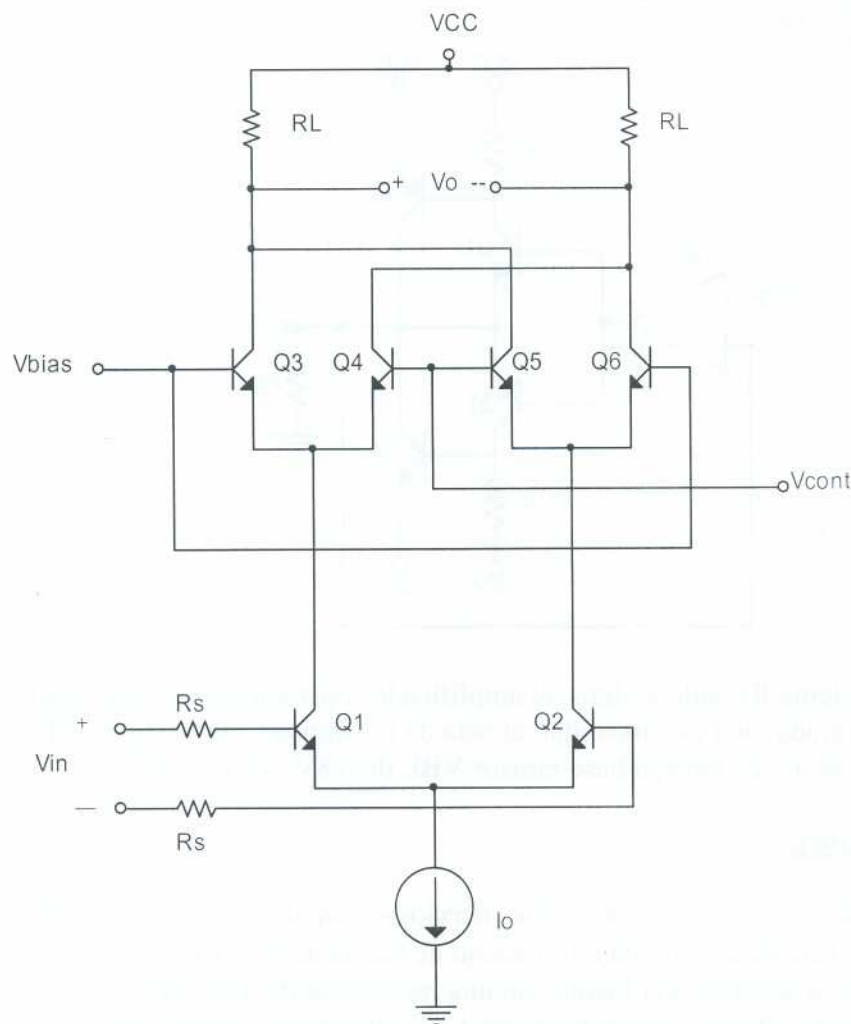
Los puntajes de los problemas se indican sobre un total de 100 puntos.

Problema 1 (42 puntos):

- a) Calcular $V_o = f(V_{in}, (V_{bias} - V_{cont}))$, siendo V_{bias} y V_{cont} tensiones continuas y V_{in} y $(V_{bias} - V_{cont})$ de amplitud mucho menor que V_T . En el resto del problema, $(V_{bias} - V_{cont})$ es tal que la corriente total por Q3 es el doble de la que pasa por Q4 y la corriente total por Q6 es el doble de la que pasa por Q5.
- b) Determinar la frecuencia de caída de 3dB de la transferencia $v_o = f(v_{in})$.

DATOS:

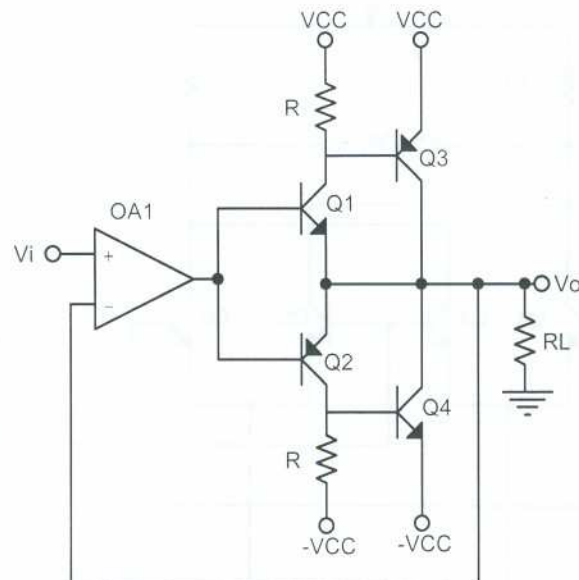
$C_{\mu} = 5\text{pF}$, $C_{j_e} = 50\text{pF}$, $f_T (@ 3\text{mA}) = 100\text{MHz}$, $\beta = 200$, $R_s = 1.5\text{K}\Omega$, $R_L = 1.5\text{K}\Omega$, $I_o = 6\text{mA}$,



Problema 2 (42 puntos):

El circuito de la figura permite aumentar la corriente entregada a la carga más allá de la que permite la etapa formada por Q1 y Q2.

- Determine R de modo que Q1, Q2 entreguen una corriente máxima de pico de 4A. Calcule el valor de la tensión v_o de pico (\hat{V}_o^{Limite}) cuando Q1 y Q2 entregan esta corriente.
- Si se desprecia la caída en las resistencias R, determinar la máxima disipación de Q1 y Q2 para señales de salida con tensiones de pico entre 0 y el \hat{V}_o^{Limite} hallado en a).
- Si la tensión de pico a la salida se mantiene dentro de los límites de la parte b), calcule el largo del disipador que se debe usar para Q1 y Q2 (uno para cada uno) para que los mismos no se dañen.
 $\theta_{JC} = 0.5^\circ C/W$; $\theta_{CS} = 1^\circ C/W$; $\theta_{SA}^* = 20^\circ C.cm/W$; $T_J^{Max} = 150^\circ C$; $T_{Amb}^{Max} = 50^\circ C$
- Si v_o de pico supera el valor calculado en a), graficar las formas de onda de $v_o(t)$, $i_{C1}(t)$ e $i_{C3}(t)$.
- Si a la carga se desea entregar 90W, determinar la corriente de pico que deben manejar Q3 y Q4.



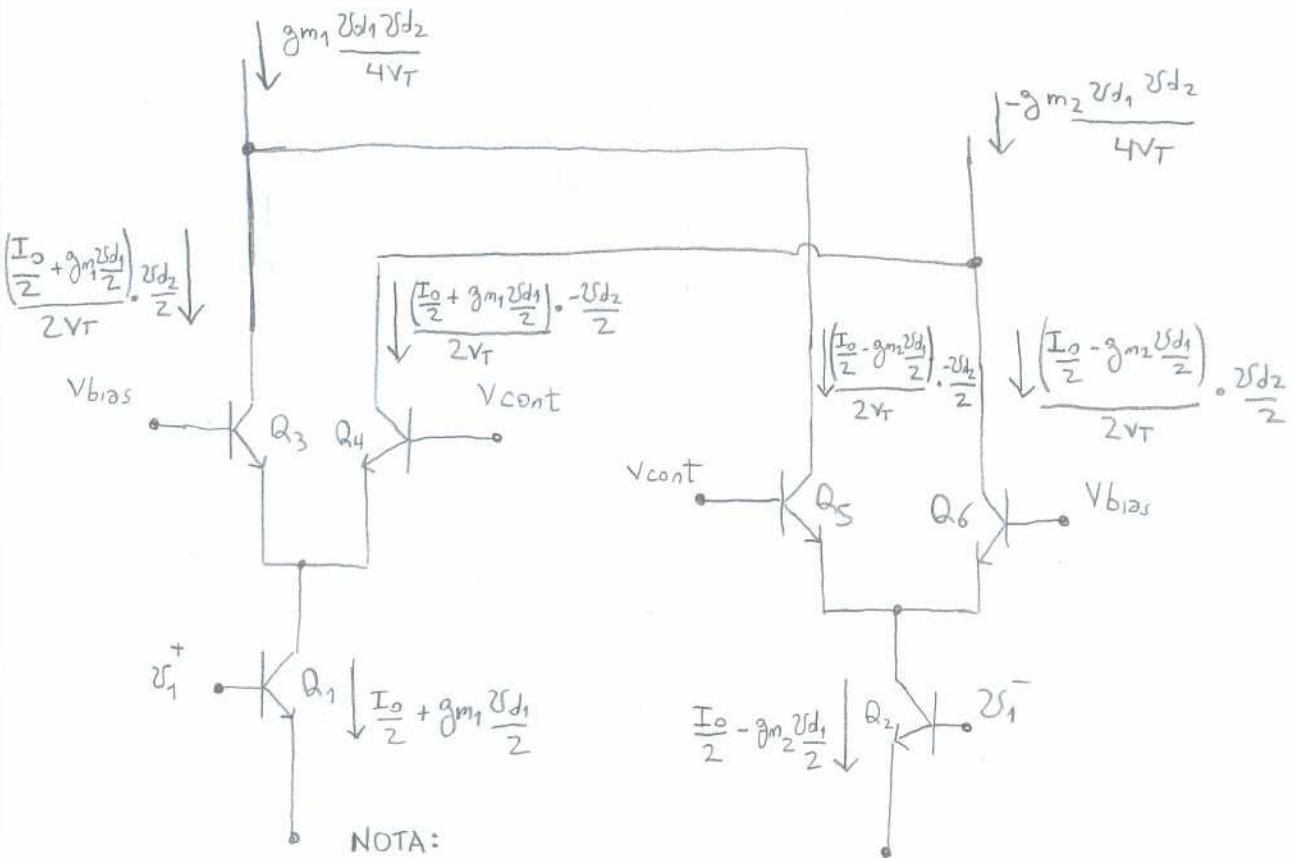
En todo el problema R_L vale 8 ohms, el amplificador operacional se supondrá ideal, la tensión de entrada $v_i(t)$ es sinusoidal, el beta de los transistores se supondrá infinito, Q3 y Q4 tienen tensión base-emisor V_{BE} de 0.8V, $V_{CC} = 40$ V.

Pregunta (16 puntos):

Se tiene un amplificador para registrar señales nerviosas con un ancho de banda de 10kHz y ruido equivalente de entrada en su ancho de banda de $0.8\mu V_{rms}$. Este amplificador recibe la señal de una fuente con una resistencia R_s . Determinar que condición debe cumplir R_s para que el ruido total a la entrada del amplificador (incluyendo el ruido equivalente de entrada del amplificador y el de la resistencia) sea menor a $1\mu V_{rms}$. Para todo el problema se considerará que la temperatura es de 290K.

Problema 1

a)



NOTA:

- $v_{d1} = v_1^+ - v_1^-$
- $v_{d2} = V_{bias} - V_{cont}$

$$\Rightarrow v_0^+ = \frac{g_{m1} v_{d1} v_{d2} R_L}{4V_T}$$

$$v_0^- = -\frac{g_{m2} v_{d1} v_{d2} R_L}{4V_T}$$

$$\left. \begin{array}{l} g_{m1} = g_{m2} \\ \Rightarrow v_0^+ - v_0^- = \frac{g_m v_{d1} v_{d2} R_L}{2V_T} = \frac{I_0}{4V_T^2} \cdot v_{d1} v_{d2} R_L \end{array} \right\}$$

$$\Rightarrow v_0 = \frac{I_0 R_L}{4V_T^2} \cdot v_1 \cdot (V_{bias} - V_{cont})$$

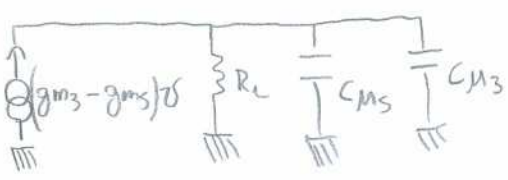
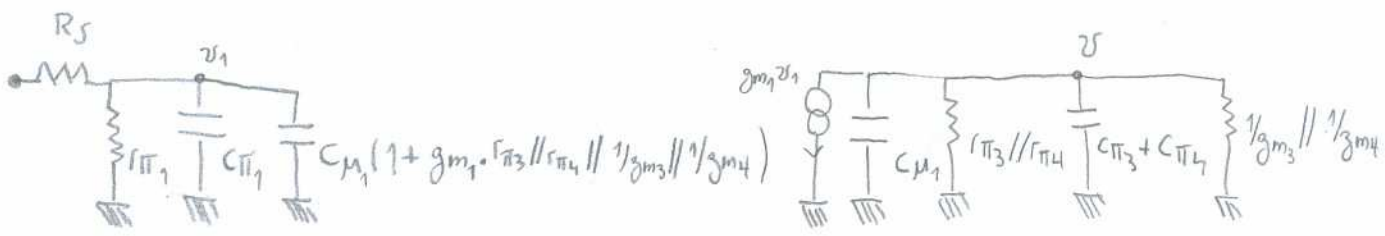
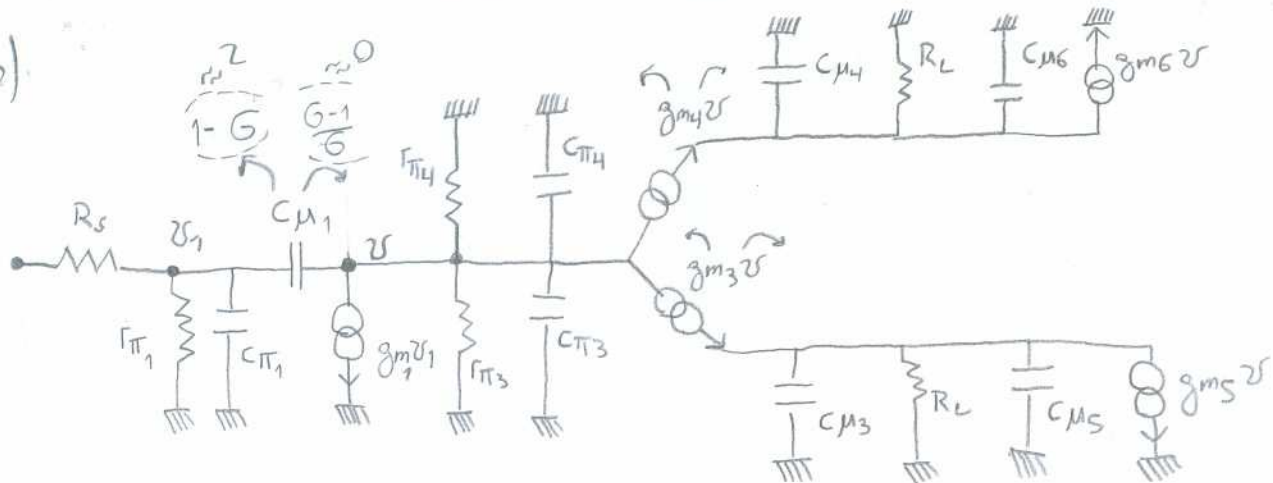
BL

$$\frac{v_1}{v_{in}} = \frac{r_{\pi}}{R_S + r_{\pi}}$$

\Rightarrow

$$v_0 = \frac{I_0 R_L}{4V_T^2} \cdot \frac{r_{\pi}}{R_S + r_{\pi}} \cdot v_{in} \cdot (V_{bias} - V_{cont})$$

b)



$$f_{P_1} = \frac{1}{2\pi (R_s \parallel r_{\pi 1}) (C_{\pi 1} + C_{\mu 1} (1 + g_{m 1} (r_{\pi 3} \parallel r_{\pi 4} \parallel 1/g_{m 3} \parallel 1/g_{m 4})))} = 1,53 \text{ MHz} \leftarrow \underline{\underline{f_{-3dB}}}$$

$$f_{P_2} = \frac{1}{2\pi (C_{\pi 3} + C_{\pi 4} \parallel (r_{\pi 3} \parallel r_{\pi 4} \parallel 1/g_{m 3} \parallel 1/g_{m 4}))} = 81,10 \text{ MHz}$$

$$f_{P_3} = \frac{1}{2\pi (C_{\mu 5} + C_{\mu 3}) R_L} = 10,61 \text{ MHz}$$

$$f_T = \frac{g_{m @ 3mA}}{2\pi (C_{\mu} + C_{\pi @ 3mA})} \Rightarrow \alpha = 4,288 e^{-8} \text{ F/A}$$

$$C_{\pi @ 3mA} = C_{je} + \alpha \cdot 3mA$$

$$C_{\pi 1} = C_{\pi 2} = C_{je} + \alpha \cdot 3mA = 1,7860 e^{-10} \text{ F}$$

$$C_{\pi 4} = C_{\pi 5} = C_{je} + \alpha \cdot 1mA = 9,288 e^{-11} \text{ F}$$

$$C_{\pi 3} = C_{\pi 6} = C_{je} + \alpha \cdot 2mA = 1,357 e^{-10} \text{ F}$$

BS

Problema 2

Mesa especial 21/10/2008
electrónica 2

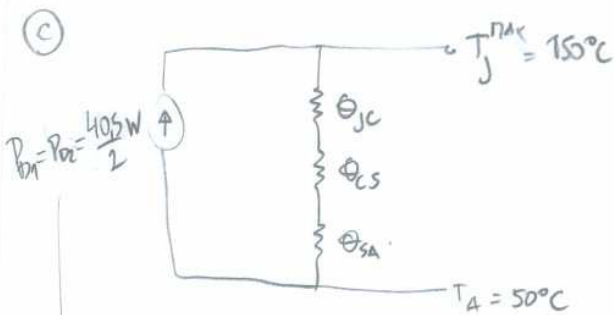
- (a) Para limitar la corriente por Q_1 y Q_2 debo activar Q_3 y Q_4 .
Mientras la caída en R (V_R) sea menor que V_{BE} , Q_3 no conducirá.

$$\bullet V_R \leq V_{BE} \Rightarrow R I_{CQ1,2} \leq V_{BE3,4} \Rightarrow R \leq 92 \Omega \Rightarrow \boxed{R = 92 \Omega}$$

$$I_{CQ1,2}^{MAX} = 4A$$

$$\bullet I_L = 4A \Rightarrow \hat{V}_o^{LIM} = R_L \cdot I_L \Rightarrow \boxed{\hat{V}_o^{LIM} = 32V}$$

- (b) Despreciando R queda solamente una etapa de salida B. Del teórico, la potencia disipada por ellos es: $P_D = \frac{2}{\pi} \frac{\hat{V}_o V_{CC}}{R_L} - \frac{\hat{V}_o^2}{2R_L}$, $\frac{dP_D}{d\hat{V}_o} = 0 \Leftrightarrow \hat{V}_o = \frac{2V_{CC}}{\pi} \approx 25,5V \Rightarrow \boxed{P_D = 40,5W}$
**



$$P_D = \frac{T_J^{MAX} - T_A}{\theta_{JC} + \theta_{CS} + \theta_{SA}} \Rightarrow \theta_{SA} = 3,4 \frac{^\circ C}{W}$$

$$\epsilon_{SA}^* = 20 \frac{\text{cm}^2}{W}$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{largo}_{e1} = \text{largo}_{e2} \approx 5,9 \text{ cm}}$$

La potencia calculada en (b) es la suma de Q_1 y Q_2 .

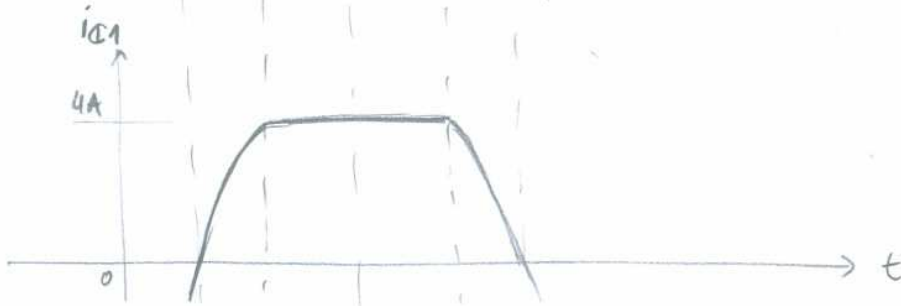
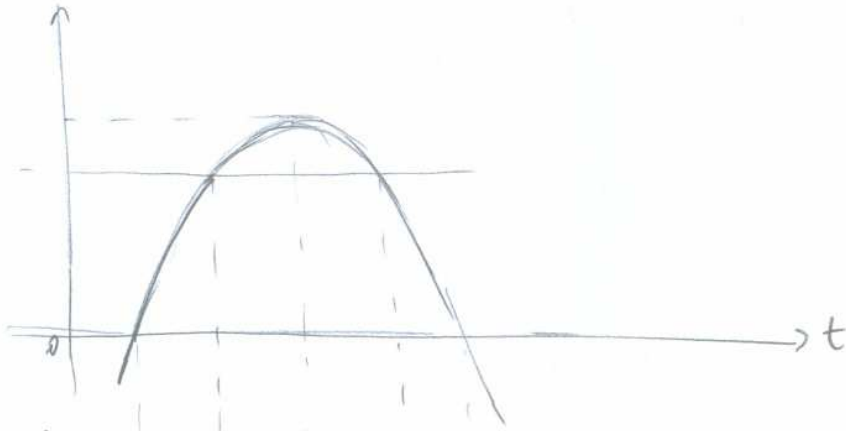
** En este caso P_D^{MAX} se da en el máximo de la parábola $P_D(\hat{V}_o)$ porque $\hat{V}_o^{LIM} > \frac{2V_{CC}}{\pi}$



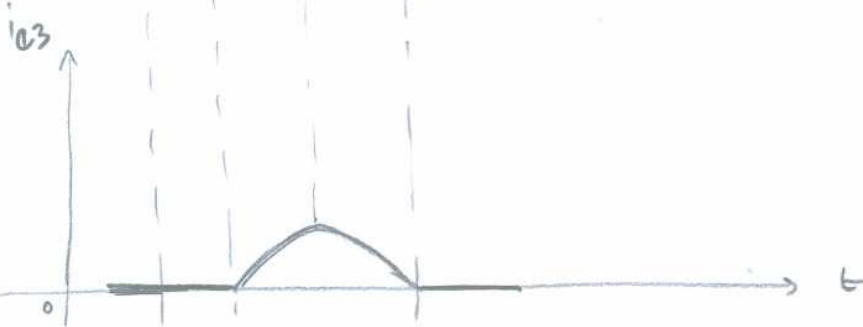
(sigue \Rightarrow)

~~Handwritten signature or scribble~~

d) $v_i = v_o$



← Queda limitada a 4A la corriente por Q_1



← Q_3 se encarga de proporcionar lo que falta

e) $P_L = \frac{\hat{V}_o^2}{2R_L} = \frac{R_L \cdot \hat{I}_o^2}{2} = 90W \Rightarrow \hat{I}_o = \sqrt{\frac{2 \cdot 90W}{R_L}} = 4.17 \Rightarrow \boxed{\hat{I}_{Q34} = 0.17A}$