Examen de Electrónica 2
30/07/2010

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.

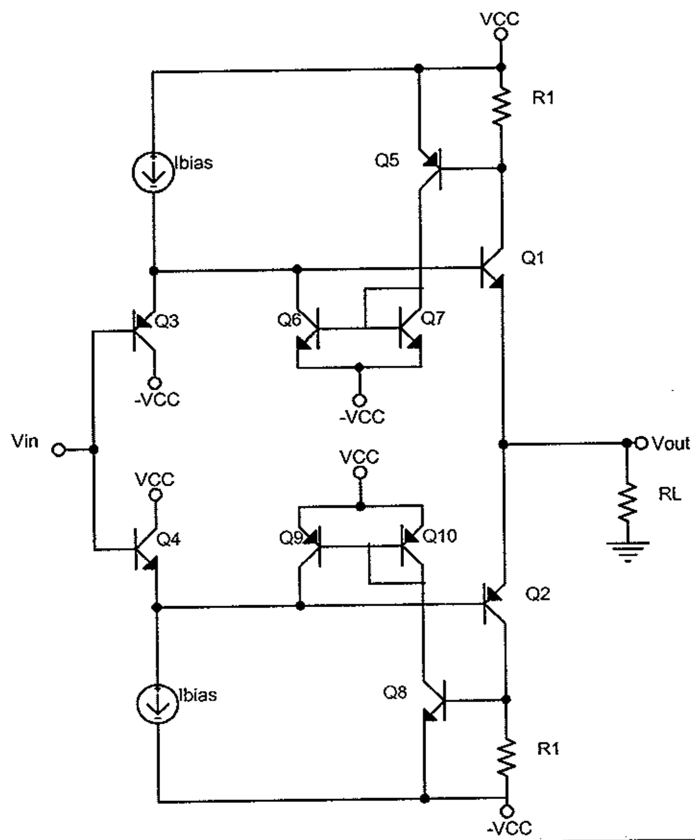
Problema 1 : (35 puntos)

a) Explique que función cumplen las R1 y Q5–Q10 y explique cualitativamente como funciona dicho sistema.
b) Calcule R1 para que el circuito no pueda entregar una corriente de pico a la salida mayor a 1.5A.
c) Calcular Vcc e Ibias para que se pueda entregar 6 Watts a la carga y se tenga la mayor eficiencia posible.
Para el resto del problema utilizar el Vcc obtenido en la parte c), e Ibias el doble a la obtenida en la parte c)
d) Determine la corriente de reposo de los transistores Q1 y Q2.
e) Determine la eficiencia, cuando se entregan 4 Watts a la carga. No considerar la corriente entregada a las fuentes de polarización Ibias para el calculo de esta eficiencia.
f) Determine la máxima potencia que deben disipar los transistores si la potencia entregada a la carga está entre 0 y 3 Watts.

Datos: Q1 y Q2: $\beta_{1\_2} = 30$; $I_{S1\_2} = 5.I_{S3\_10}$, Q3 a Q10: $\beta = 100$; I_{S3_10}.

Para todos los transistores: $V_{CESAT} = 0{,}3$; $V_{BE} = 0{,}7$. $R_L = 8\Omega$;

En todo el problema se considera que la entrada es sinusoidal.



Problema 2 : (40 puntos)

a) En el circuito de la figura 1 calcular el condensador C para minimizar el efecto del condensador $C\mu$ en la respuesta en frecuencia. Se supondrá que $gm*RL >> 10$, $C\pi >> C\mu$, $r\pi//Rs$ y RL del mismo orden., $Q1 \equiv Q2$.

b) Para el circuito de la figura 2 explicar la función de los transistores Q3 y Q4. Calcular la frecuencia de caída 3 dB de la transferencia *vout/vin* si $Rs = 3k\Omega$, $C\mu = 5pF$, $f_T = 100MHz @ I_C = 2mA$, $\beta = 200$, $Io = 4mA$, $RL = 1.5k\Omega$, $Q1 \equiv Q2 \equiv Q3 \equiv Q4$. ¿Cuál sería la frecuencia de caída de 3 dB sin Q3 y Q4?

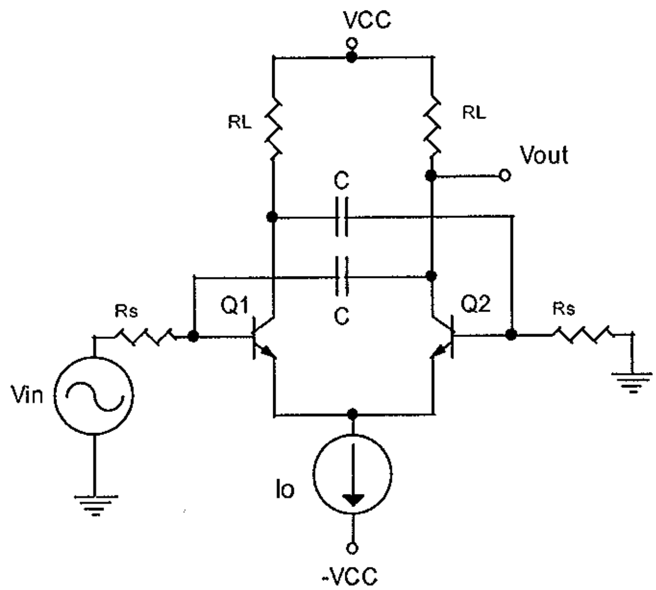


Figura 1

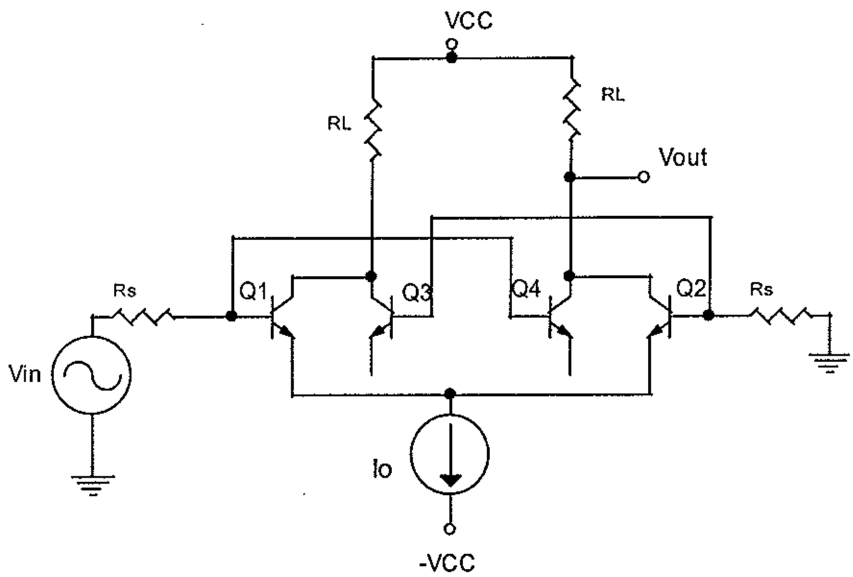
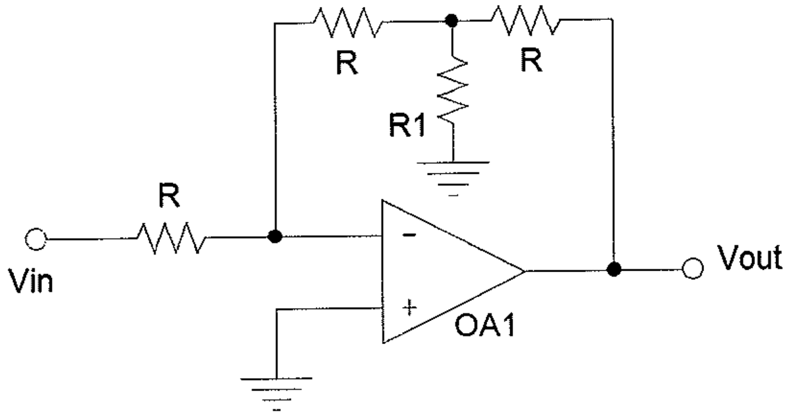


Figura 2

Pregunta : (25 puntos)

Para el circuito de la figura determinar el voltaje rms de ruido equivalente en la salida Vout. Para ello se deberá considerar el ruido aportado por las resistencias, que se trabaja sobre un ancho de banda ideal de B Hz y que el amplificador operacional OA1 tiene, en ese ancho de banda, un ruido equivalente de entrada con densidad espectral de potencia constante igual a S_A V^2/Hz.



Problema 1 ELECTRONICA 2 - Julio 2010

a) R_1 y Q_5 - Q_{10} son protecciones contra sobre-corrientes en Q_1 y Q_2

Explicaré para Q_5 - Q_6 - Q_7, es análogo para Q_8, Q_9 y Q_{10}.

Q_5, Q_6 y Q_7 normalmente están cortados. Si empieza a pasar una corriente muy alta por Q_1 ($I_{CQ1}\uparrow$), se desarrolla una caida en R_1 (V_{BEQ5}) que hace conducir a Q_5, Q_6 y Q_7 es un espejo que copia la corriente I_{CQ5}, Q_6 le quita corriente a la base de Q_1, haciendo disminuir la corriente por Q_1 ($I_{CQ1}\downarrow$).

b) $I_{CQ1} < 1{,}5\,A \Rightarrow I_{R1} < 1{,}5\,A \Rightarrow \frac{V_{BE}}{R_1} < 1{,}5 \Rightarrow \boxed{R_1 > 0{,}5\,\Omega}$

c) Considero $I_{at} < 1{,}5\,A$.

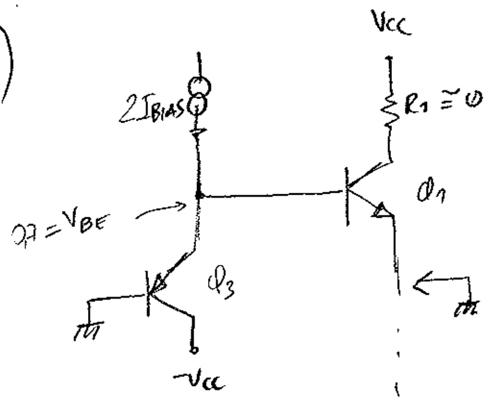
$\eta = max \Rightarrow \hat{V}_o = V_{cc}$

$P_L = \frac{\hat{V}_o^2}{2R_L} = \frac{V_{cc}^2}{2R_L} = 6\,W \Rightarrow V_{cc} = 9{,}8\,V \Rightarrow \boxed{V_{cc} = 10\,V}$

$\hat{V}_o = V_{cc} \Rightarrow \hat{I}_o = \frac{\hat{V}_o}{R_L} = 1{,}25\,A$

$I_{BIAS} > \frac{\hat{I}_o}{\beta_1} + \underbrace{I_{CQ3}}_{\text{desprecio}} = 42\,mA \Rightarrow \boxed{I_{BIAS} = 42\,mA}$

d)



$$2\,I_{BIAS} = I_{CQ3} + \frac{I_{CQ1}}{\beta_1}$$

$$I_{CQ_1} = 5\,I_{CQ3}$$

$$\uparrow$$

$$I_{S_1} = 5\,I_{S3}$$

$$V_{EB_1} = V_{BE3}$$

$$\Rightarrow 2\,I_{BIAS} = \frac{I_{CQ1}}{5} + \frac{I_{CQ1}}{\beta_1} = I_{CQ1}\left(\frac{1}{5} + \frac{1}{\beta_1}\right)$$

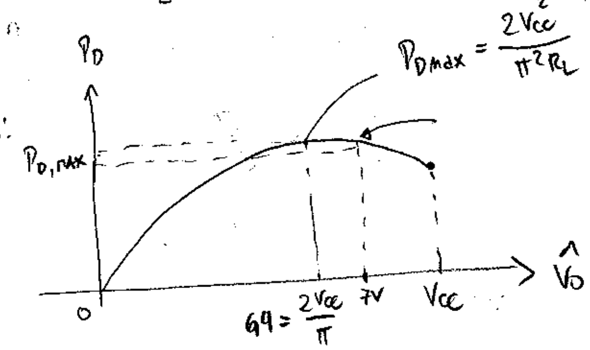
$$\boxed{I_{CQ1} = \frac{2 \cdot 5\beta_1}{\beta_1 + 5} \cdot I_{BIAS} = 0{,}36\,A}$$

e) $$\eta = \frac{P_L}{P_S} = \frac{\pi}{4}\,\frac{\hat{V}_o}{V_{cc}}$$

$$P_L = \frac{\hat{V}_o^{\,2}}{2R_L} = 4W \Rightarrow \hat{V}_o = 8V$$

$$\Rightarrow \boxed{\eta = 63\%}$$

f) teórico:



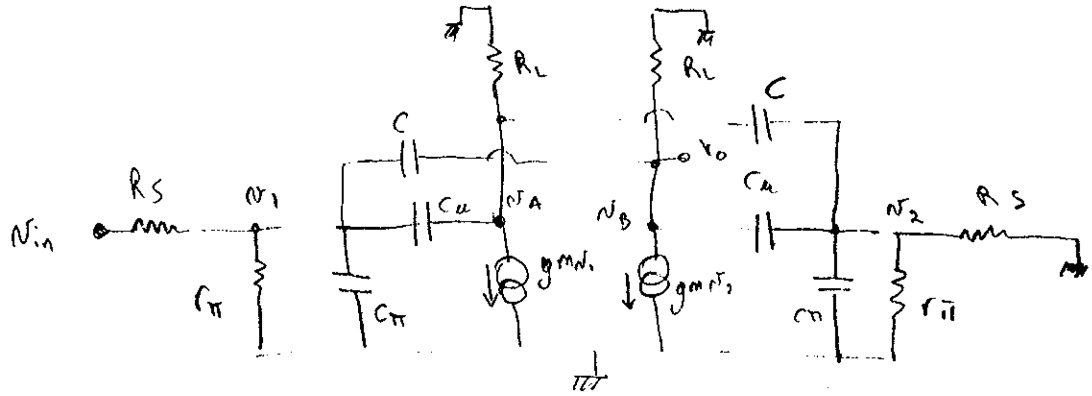
$$\boxed{P_{Dmax} = 2{,}5\,W}$$

$$\boxed{P_{Dmax1,Q1} = P_{Dmax,Q2} = 1{,}25W}$$

$$P_L = \frac{\hat{V}_o^{\,2}}{2R_L} = 3W \Rightarrow \hat{V}_o = 7V \Rightarrow \text{EL MÁXIMO SE DA EN } \hat{V}_o = \frac{2V_{cc}}{\pi} = 6{,}4V$$

30/07/2010

Problema 2.

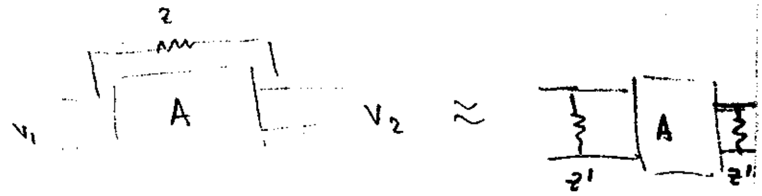


En baja frec.:

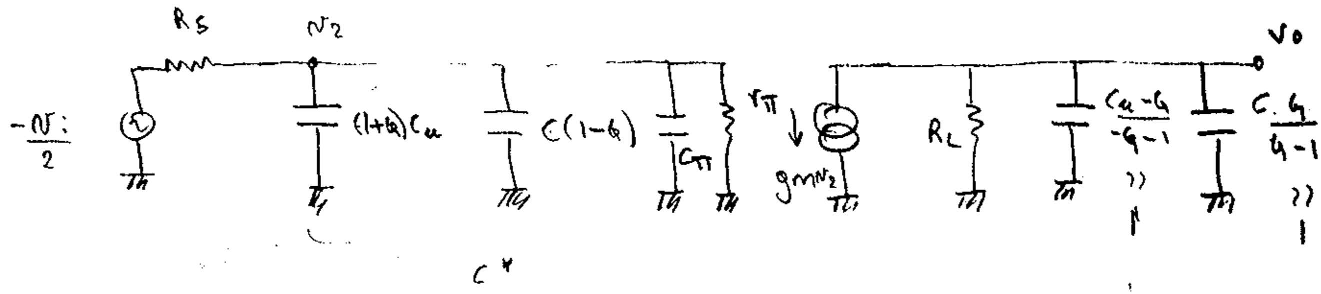
$$\frac{v_A}{v_1} = \frac{v_B}{v_2} = -\frac{v_B}{v_1} = -\frac{v_A}{v_2} = -g_m R_L = -G$$

$$z' = \frac{z}{1-A}$$

$$z'' = \frac{A}{A-1} z$$



Por simetría y aplicando Miller el circuito equivalente es:



$$C^* = C_\pi + C_\mu + C + G(C_\mu - C)$$

$$\omega_{p1} = \frac{1}{r_\pi // R_s \cdot C^*}$$

$$\omega_{p2} = \frac{1}{R_L \cdot (C_\mu + C)}$$

Como $G \gg 10 \Rightarrow$ para minimizar el efecto de C_μ elijo $C_\mu = C$

$$\omega_{p1} \cong \frac{1}{r_\pi // R_s . C_\pi} < \omega_{p2} = \frac{1}{R_L . 2 C_\mu}$$

$r_\pi // R_s$ del orden de R_L

$c_\pi >> C_\mu$

Q_3 y Q_4 aportan el $C = C_\mu$. dado que son idénticos a Q_1 y Q_2 y tiene la misma tensión colector base aplicada.

$$f_T = \frac{g_m}{2\pi . (C_\pi + C_\mu)} \Rightarrow C_\pi = \frac{g_m}{2\pi f_T} - C_\mu = 117 pf$$

$$g_m = \frac{2}{26} = \frac{1}{13} = 0{,}077$$

$$r_\pi = \frac{200}{0{,}077} = 2600 \ \Omega$$

$$r_\pi // R_s = 1393 \ \Omega$$

$$\omega_{p1} = \frac{1}{r_\pi // R_s (C_\pi + 2 C_\mu)} = 5{,}7 \ MRad/s$$

$$f_{p1} = 900 \ KHz$$

Sin Q_3 y Q_4

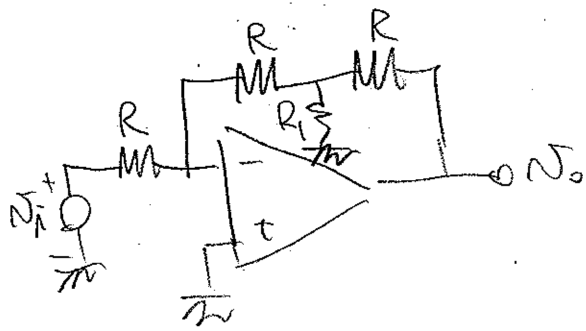
$$\omega_{p1} = \frac{1}{r_\pi // R_s . (C_\pi + 116{,}5 . C_\mu)} = 1{,}0 \ MRad/s \Rightarrow f_{p1} = 163 \ KH$$

$$g_m . R_C = 115{,}5$$

Pregunta

Hallo por separado la contribución de cada elemento al ruido en la salida. Luego sumo cuadraticamente

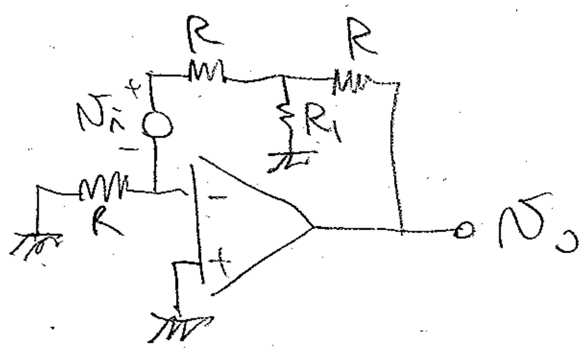
1°)



$$\Rightarrow v_{o_1}^2 = 4kTR \left(2+\frac{R}{R_1}\right)^2 B$$

$$\frac{v_o}{v_i} = -\left(2+\frac{R}{R_1}\right)$$

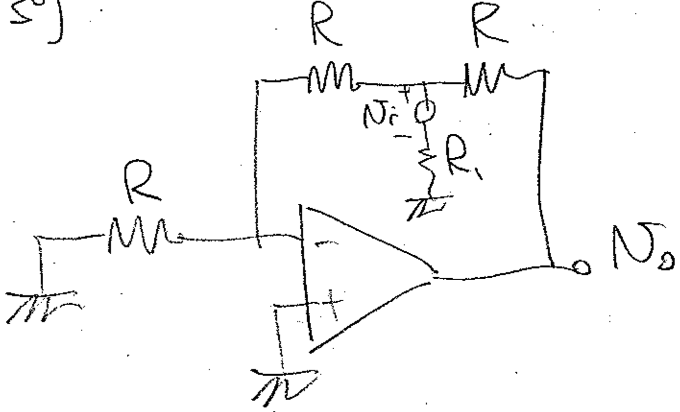
2°)



$$\Rightarrow \frac{v_o}{v_i} = \left(1+\frac{R}{R_1}\right)$$

$$v_{o_2}^2 = 4kTR\left(1+\frac{R}{R_1}\right)^2 B$$

3°)

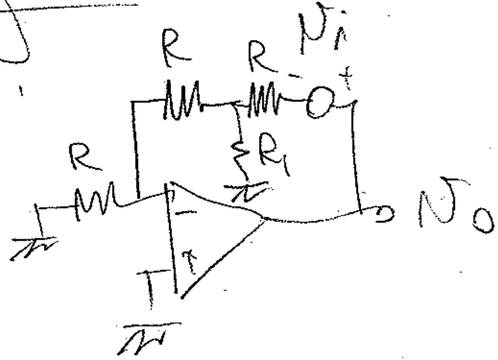


$$\frac{v_o}{v_i} = -\frac{R}{R_1}$$

$$v_{o_3}^2 = 4kTR\left(\frac{R}{R_1}\right)^2 B = 4kTR\left(\frac{R}{R_1}\right)^B$$

Pregunta

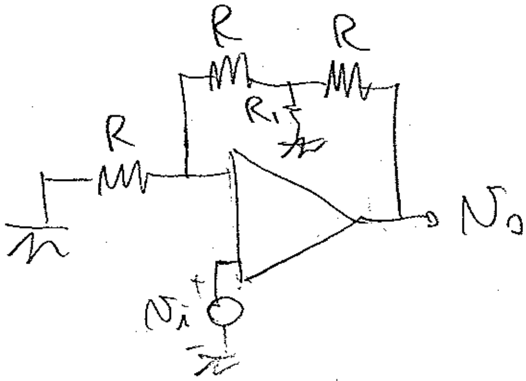
4°)



$$\frac{V_o}{V_i} = 1$$

$$V_{o4}^2 = 4kTRB$$

5°)



$$\frac{V_o}{V_i} = \left(3 + \frac{2R}{R_1}\right)$$

$$V_{o5}^2 = S_A\left(3+2\frac{R}{R_1}\right)^2 B$$

$$V_{orms} = \sqrt{V_{o1}^2+V_{o2}^2+V_{o3}^2+V_{o4}^2+V_{o5}^2}$$

$$V_{orms} = \sqrt{\left(4kTR\left[\left(2+\frac{R}{R_1}\right)^2+\left(1+\frac{R}{R_1}\right)^2+\left(\frac{R}{R_1}\right)+1\right]+S_A\left(3+2\frac{R}{R_1}\right)^2\right)B}$$

$$\boxed{V_{orms} = \sqrt{\left[4kTR\left(2\left(\frac{R}{R_1}\right)^2+7\frac{R}{R_1}+6\right)+S_A\left(3+\frac{2R}{R_1}\right)^2\right]B}}$$