

Examen de Electrónica 2
01/08/2013

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 (37 pts):

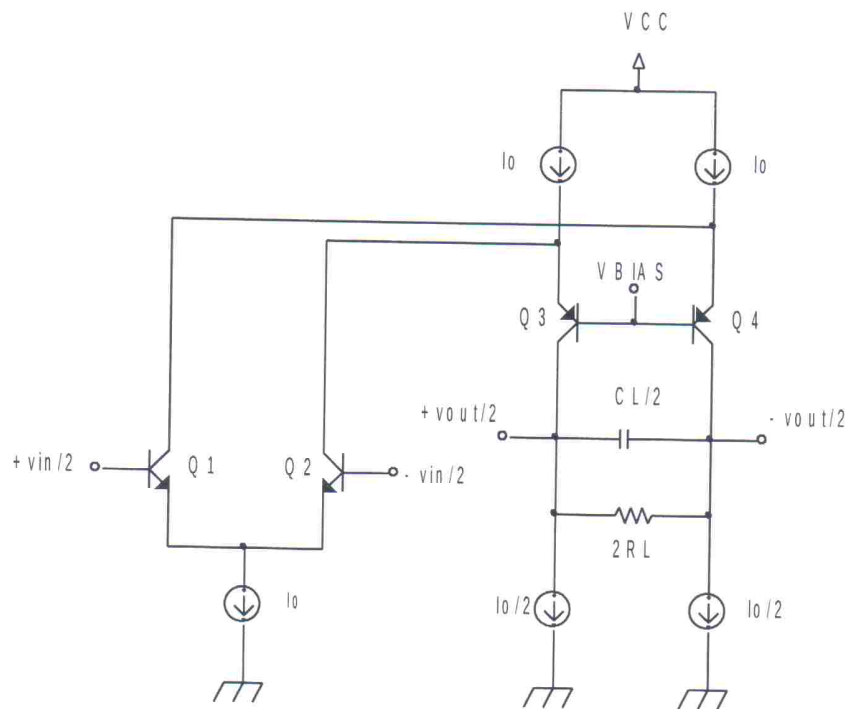
- En el amplificador diferencial de la figura, determine la ganancia a bajas frecuencias.
- Determine el producto ganancia por ancho de banda (f_T) y la frecuencia del polo no dominante.
- Determine el Margen de Fase del amplificador.
- Determine el Slew Rate

Datos:

Q1, Q2, Q3, Q4: $\beta = 200$, $V_{BE} = 0.7V$, Tensión de Early: $V_A = \infty$, $C_{\mu} = 1pF$, $C_{je} = 5pF$, $f_{T@1mA} = 950MHz$

V_{BIAS} es una tensión constante, tal que todos los transistores están en zona activa.

$R_L = 27k\Omega$, $C_L = 5pF$, $I_o = 200\mu A$

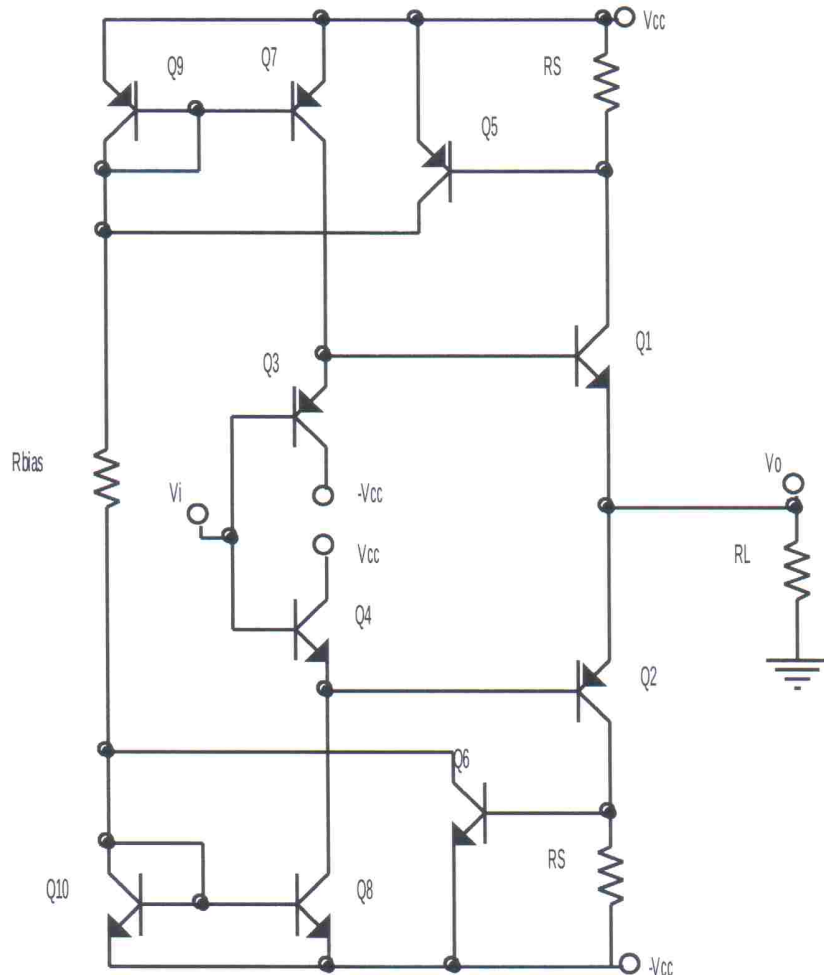


Problema 2 (37 pts):

El circuito de la figura es una etapa de potencia con protección contra sobre corriente.

- Identifique que componentes forman parte del circuito de protección contra sobrecorriente, explique cómo funciona e indique a partir de qué valor de la corriente de carga el mismo actúa. En lo que resta del problema se supondrá que la corriente de carga es tal que NO supera este valor.
- Se desea analizar la potencia máxima que la etapa puede entregar a la salida. Para ello se supondrá que $V_{CC} \gg V_{BE}, V_{CESAT}$.
 - ¿Qué condición debe cumplir R_{bias} para que la potencia máxima entregable a la carga NO esté determinada por su valor? En lo que resta se supone que se cumple esta condición.
 - ¿Cuánto vale la máxima potencia entregable a la carga? ¿Cuál es el rendimiento en este caso?
- ¿Cuánto es la máxima potencia que deben disipar Q1 y Q2 si se tiene una señal sinusoidal de entrada con amplitud entre 0 y V_{CC} ?

Todos los transistores tienen tensión base-emisor V_{BE} , tensión de saturación colector-emisor V_{CESAT} , $\beta \gg 10$ a excepción de Q1 y Q2 que tienen $\beta_{1,2} = 20$.



Pregunta (26 pts):

Para el oscilador clase C de la Figura 1:

- Definir la transconductancia G_m que se utiliza para modelar el transistor y analizar el oscilador.
- Obtener la condición y la frecuencia de oscilación considerando que los condensadores indicados como C son condensadores de desacople y que la impedancia de C_2 a la frecuencia de oscilación es mucho menor que la resistencia vista en paralelo con C_2 hacia el emisor de Q_1 y R_E .
- Explicar como funciona el control de amplitud considerando que G_m/g_{m_Q} están relacionados con $x = E_x/V_T$ como se muestra en la Figura 2.

Basándose en la Figura 2, ¿qué ocurre con la amplitud de salida si aumenta la corriente de polarización? Justifique claramente.

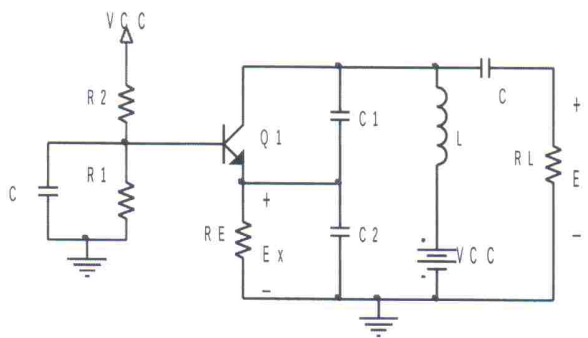


Figura 1

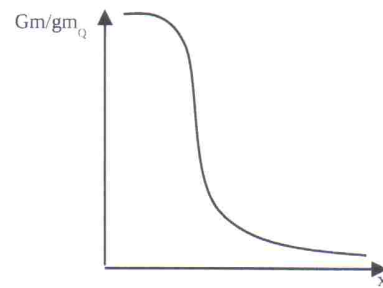


Figura 2

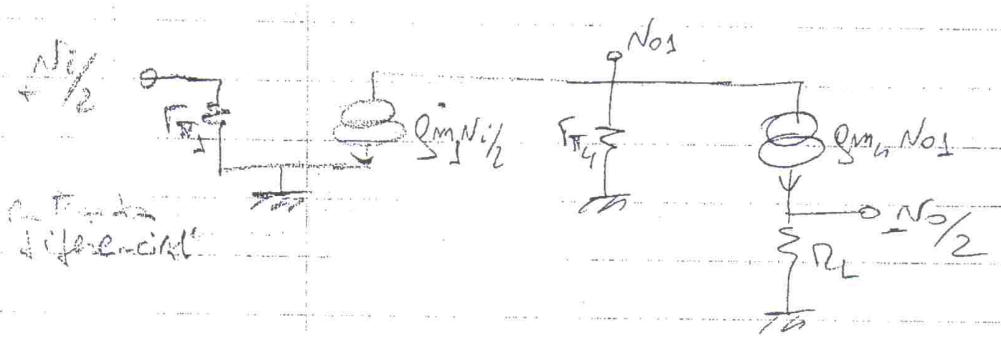
EXAMEN ELECTRONICA 2

09 / 12 / 2005

Problema 1

(a)

Parte el circuito a la mitad y usa el equivalente de un canal a bajas freq.



$$\frac{No1}{R_{FB}} + g_{m1} \frac{Ni}{2} + g_{m4} No1 = 0$$

$$\Rightarrow No1 = - \frac{g_{m1} Ni/2}{g_{m4} + 1/R_{FB}}$$

$$g_{m1} = g_{m4} = \frac{I_0}{2V_T} = g_m$$

$$g_m R_{FB} = \beta \gg 1$$

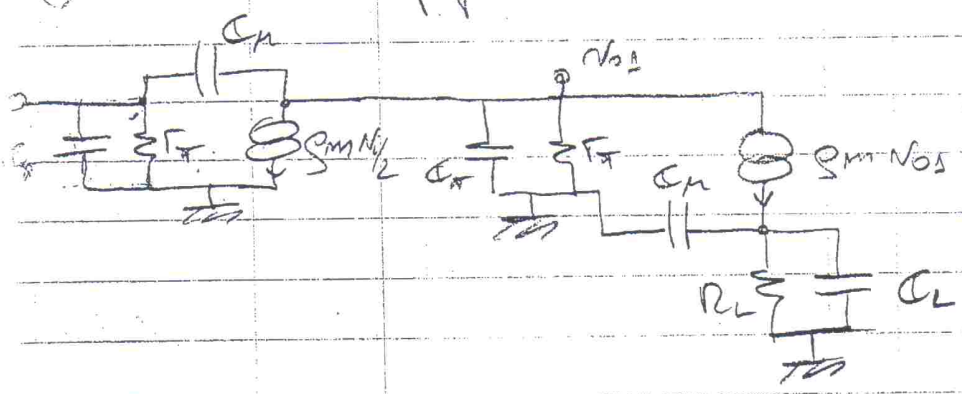
$$\Rightarrow No1 \approx - Ni/2$$

$$- \frac{No}{2} = g_m No1 R_L = - g_m \frac{Ni}{2} R_L$$

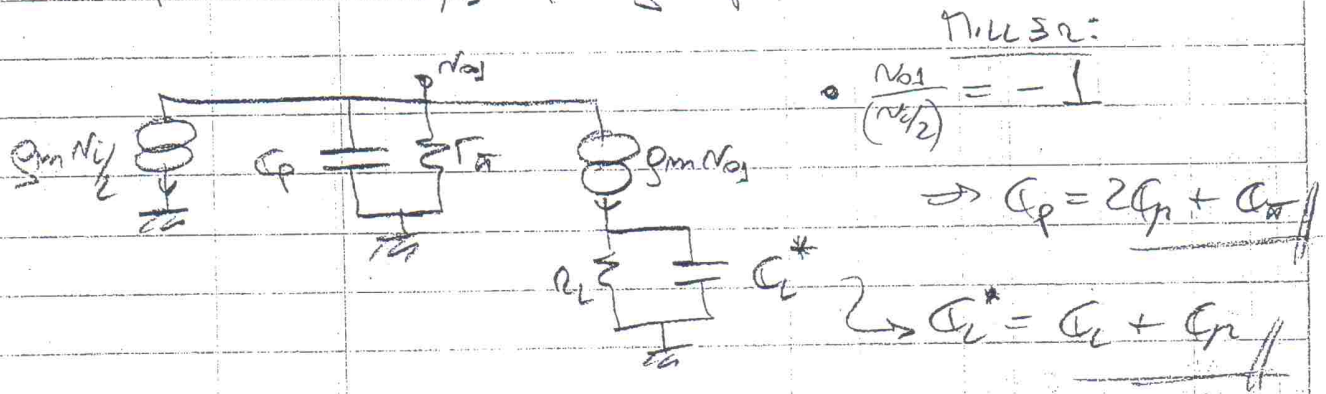
$$\Rightarrow |A| = \frac{No}{Ni} = g_m R_L = \frac{I_0}{2V_T} R_L$$

$$\Rightarrow |A| = 104 \text{ V/V} \approx 40 \text{ dB}$$

(b) Modelo e pequena sinal a ALTA freq.



Passo por MILLER C_{pi} e C_{mu} po:



$$v_{o1} = \frac{-g_m v_{i1/2}}{g_m + C_p s + \frac{1}{R_L}} = \frac{-\beta v_{i1/2}}{\beta + 1 + C_p R_L s}$$

$$\Rightarrow \frac{v_{o1}}{v_{i1/2}} \approx - \frac{1}{1 + \frac{C_p R_L s}{\beta}} \rightarrow |W_1| = \frac{g_m}{C_p}$$

na saída: $W_2 = \frac{1}{R_L C_L^*}$

Calculo de C_{pi} : $f_T = \frac{g_m}{2\pi(C_{pi} + C_{mu})} = 950 \text{ MHz} \mid_{I_C = 1 \text{ mA}}$

$\Rightarrow C_{pi} \mid_{0.1 \text{ mA}} = 5.4 \text{ pF} \Rightarrow C_{de} = 0.4 \text{ pF}$

$C_{de} \mid_{0.1 \text{ mA}} = 0.5 \text{ pF} \Rightarrow C_{mu} \mid_{0.1 \text{ mA}} = 0.9 \text{ pF}$

$\Rightarrow C_p = 2.9 \text{ pF} \quad C_L^* = 6 \text{ pF}$

Problema (A) parte (b)

$$\rightarrow f_1 = \frac{\omega_1}{2\pi} = 211 \text{ MHz} \quad \leftarrow \text{polo NO-dominante}$$

$$f_2 = \frac{\omega_2}{2\pi} = 0,98 \text{ MHz} \quad \leftarrow \text{polo dominante}$$

$$\rightarrow \boxed{f_T = 102 \text{ MHz}}$$

$$\boxed{f_{NDP} = 211,9 \text{ MHz}}$$

$$(c) \quad \phi_M = 180 - 90 - \tan^{-1}\left(\frac{\omega_T}{\omega_{NDP}}\right)$$

$$\phi_M = 90 - \tan^{-1}(0,48)$$

$$\Rightarrow \boxed{\phi_M = 69,2^\circ}$$

(A) Cuando se te balancea el par de entrada la corriente máxima por la carga es:

$$\boxed{I_{o \max} = I_o/2}$$

La carga capacitiva cuando Q_1 está OFF es:

$$C_L^* = C_L/2 + C_{p3} \quad \left(\begin{array}{l} \text{análogo si} \\ Q_3 \text{ OFF} \end{array} \right)$$

$$\rightarrow \boxed{SR = \frac{I_o}{2C_L^*} = 28,6 \text{ V/ns}}$$

Raytheon

Problema 2.

a) Q_5, Q_6 y R_5 's

Cuando la corriente por el transistor Q_1 (Q_2) supera el valor $I_{L\max}$ tal que $R_S \cdot I_{L\max} = V_{BE}$ Q_5 (Q_6) se enciende tomando parte de la corriente que pasa por R_{BIAS} y llega al nodo formado por el colector y base de Q_9 (Q_{10}) y el colector de Q_5 , disminuyendo entonces la corriente I_{BIAS} que se copia a Q_7 (Q_8) y alimenta la base del transistor de salida Q_1 (Q_2).

Como se mencionó la protección actúa para

$$I_L \geq I_{L\max} = \frac{V_{BE}}{R_S}$$

b) i) $I_{L\max}$ debida a I_{BIAS} , $I_{L\max\text{pol}} = \beta_{1,2} \cdot I_{BIAS} = \beta_{1,2} \cdot \frac{2(V_{CC} - V_{BE})}{R_{BIAS}}$

$$I_{L\max} \text{ debida a sat. de } Q_1, Q_2 \quad I_{L\max\text{sat}} = \frac{V_{CC}}{R_L}$$

$$I_{L\max\text{pol}} \geq I_{L\max\text{sat}} \Rightarrow \frac{\beta_{1,2} \cdot 2(V_{CC} - V_{BE})}{R_{BIAS}} > \frac{V_{CC}}{R_L}$$

$$R_{BIAS} \leq \frac{R_L \cdot \beta_{1,2} \cdot 2(V_{CC} - V_{BE})}{V_{CC}}$$

$$b) \text{ - ii) } P_L = \frac{\hat{V}_o^2}{2R_L} \Rightarrow P_{Lmax} = \frac{V_{CC}^2}{2R_L}$$

$$P_S = V_{CC} \cdot \hat{I}_C = \frac{V_{CC}^2}{\pi R_L}$$

$$\hat{I}_C = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \frac{V_{CC} \sin \omega t}{R_L} dt = \frac{V_{CC}}{R_L} \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \sin \omega t dt$$

$$= \frac{V_{CC}}{R_L \pi}$$

$$\eta = \frac{P_L}{P_{S, V_{CC} = V_{CC}}} = \frac{V_{CC}^2 R_L \cdot \pi}{2R_L \cdot 2V_{CC}^2} = \frac{\pi}{4} = 78\%$$

$$c) P_D = P_S - P_L = \frac{2}{\pi} \frac{\hat{V}_o}{R_L} \cdot V_{CC} - \frac{1}{2} \frac{\hat{V}_o^2}{R_L}$$

$$\hat{V}_o \mid P_{Dmax} = \frac{2}{\pi} V_{CC} \Rightarrow P_{Dmax} = \frac{2 V_{CC}^2}{\pi^2 R_L}$$

$$\frac{\partial P_D}{\partial \hat{V}_o} = 0$$

$$P_{D, Q_1, Q_2 \text{ max}} = \frac{P_{Dmax}}{2} = \frac{V_{CC}^2}{\pi^2 R_L}$$