

Examen de Electrónica 2
14/02/2011

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 (38 pts):

Para el circuito de la Figura 1, determinar si este presenta un margen de fase mayor a 69° fundamentando claramente su respuesta. En el caso de no ser así, qué condensador debería agregar para compensar el amplificador?

Recordar que en un esquema de compensación Miller como el de la figura 2, la frecuencia angular de los polos está dada aproximadamente por:

$$\omega_{p1} = \frac{1}{g_m R_1 R_2 C_f} \quad \omega_{p2} = \frac{g_m C_f}{(C_1 C_2 + C_f (C_1 + C_2))}$$

Datos:

$$C_L = 15 \text{ pF} \quad V_{\text{BIAS}} = 4 \text{ V}$$

$$R_{C1} = 2.7 \text{ k} \quad I_{\text{BIAS}} = 1 \text{ mA}$$

$$R_{C2} = 1 \text{ k} \quad V_{\text{CC}} = 10 \text{ V}$$

$$Q1, Q2: f_T = 50 \text{ MHz} @ 0.5 \text{ mA}, C_u = 45 \text{ pF}, V_{\text{BE}} = 0.7 \text{ V}, \beta = 100, V_A = \infty$$

NOTA: Se despreciará el efecto de las resistencias $r_{bb'}$ de los transistores

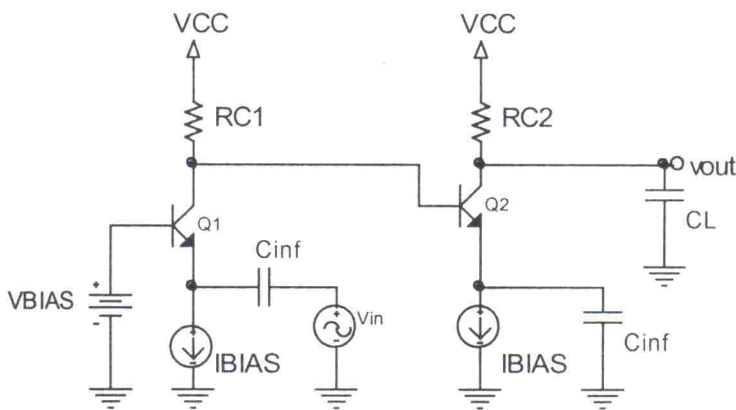


Figura 1

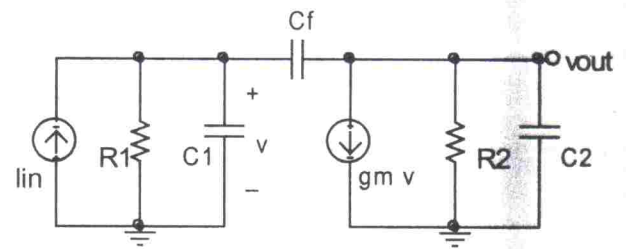


Figura 2

Problema 2 (38 ptos):

El circuito de la figura es un amplificador de potencia clase C sintonizado para $f = 10$ MHz.

a) Calcule C_1 para que el amplificador este sintonizado a la frecuencia deseada.

b) Determine la amplitud de tensión a la salida para la operación en gran señal (considerar el V_{in} dado en la tabla). Considere un inductor ideal.

NOTA: Se adjunta tabla de G_m/g_m para estudiar el funcionamiento gran señal. Asumir que se está en las condiciones en que $G_m/g_m \cong G_m/g_{mQ}$

c) Repita la parte b) considerando que el inductor tiene un factor de calidad igual a 10 a 10 MHz.

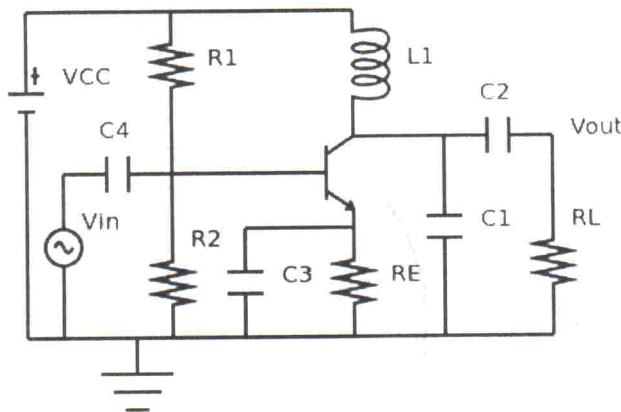
NOTA: Recuerde que el factor de calidad de un inductor se puede calcular como $Q = R_p / (2\pi fL)$, siendo R_p la resistencia de pérdidas en paralelo con el inductor.

DATOS:

VCC	10 V	RL	50 Ohms
Vin	250 mV @ 10 Mhz	RE	50 Ohms
R1	7 K Ohms	C2,C3,C4	inf
R2	3 K Ohms	L1	1 uH

$$G_m/g_m = 2 \cdot 11(X) / (X \cdot 10(X))$$

X	Gm/gm	X	Gm/gm
0,5	0.9700	10,5	0.1812
1	0.8928	11	0.1733
1,5	0.7948	11,5	0.1662
2	0.6978	12	0.1596
2,5	0.6120	12,5	0.1535
3	0.5400	13	0.1478
3,5	0.4806	13,5	0.1426
4	0.4318	14	0.1377
4,5	0.3913	14,5	0.1331
5	0.3574	15	0.1288
5,5	0.3287	15,5	0.1248
6	0.3041	16	0.1210
6,5	0.2829	16,5	0.1175
7	0.2644	17	0.1141
7,5	0.2482	17,5	0.1110
8	0.2338	18	0.1080
8,5	0.2210	18,5	0.1051
9	0.2095	19	0.1025
9,5	0.1991	19,5	0.0999
10	0.1897	20	0.0975

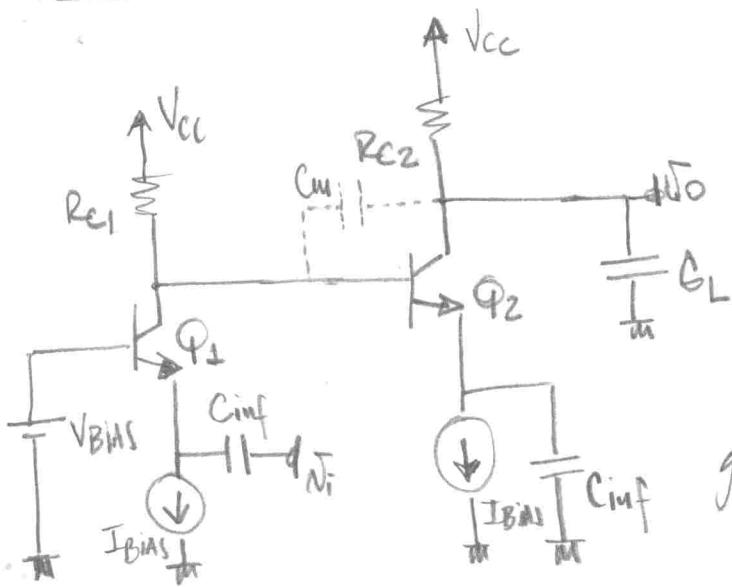


Pregunta (24 ptos):

a) Calcular el máximo rendimiento de una etapa de potencia clase A y clase B alimentadas con fuentes simétricas de $\pm V_{CC}$ y con resistencia de carga R_L . Se podrán considerar despreciables los valores de las tensiones de saturación (V_{CESAT} , V_{ECSAT}), tensiones base-emisor (V_{BE} , V_{EB}) y tensión mínima de operación de fuentes de corriente.

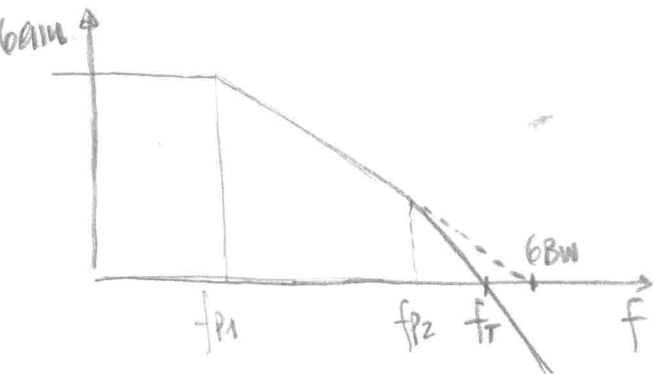
b) Calcular la tensión V_{in} para la cuál la potencia disipada en los transistores en una etapa clase B es máxima.

Problema 1



Datos:

$R_{C1} = 2,7K$ $C_L = 15pF$
 $R_{C2} = 1K$ $I_{BIAS} = 1mA$
 $V_{BIAS} = 4V$ $V_{CC} = 10V$



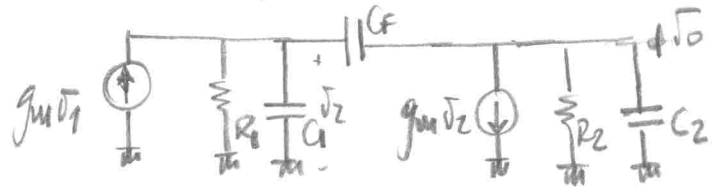
$$g_{m1} = g_{m2} = g_m = I_c / V_T = 38,5 \mu S$$

$$C_T + C_U = \frac{g_m}{2\pi f_T} = \frac{0,5mA}{2\pi \cdot 50MHz} = 61 pF$$

$$C_U = 45 pF \quad C_T = 16 pF @ 0,5mA$$

$$\rightarrow C_T = 32 pF @ 1mA$$

entonces, en este esquema *



Se verifica, $R_1 = r_{\pi} \parallel R_{C1}$ $R_2 = R_{C2}$
 $C_1 = C_U + C_T$ $C_2 = C_L$
 $C_F = C_U$

$$\rightarrow \left\{ \begin{aligned} f_{p1} &= \frac{1}{2\pi g_m R_2 R_1 C_F} = 69 kHz \\ f_{p2} &= \frac{g_m C_F}{2\pi (C_1 C_2 + C_F (C_1 + C_2))} = 5,1 MHz \end{aligned} \right.$$

$$G_{ain} = g_m r_{\pi} \parallel R_{C1} g_m R_{C2} = 1,9 kV/V$$

$$GBW = 136 MHz$$

Como $NDP \approx 0,4$, no se tiene un margen de fase de 69° , por lo q' hay que compensar el amplificador colocando un capacitor (C_m) entre las salidas de las dos etapas, como muestra la figura

compensacion \rightarrow se debe verificar: $2,2 G_{ain} \omega_{p1} = \omega_{p2}$ con $C_F = C_m + C_U$

$$\rightarrow \frac{2,2 G_{ain}}{g_m R_1 R_2 C_F} = \frac{g_m C_F}{C_1 C_2 + C_F (C_1 + C_2)}$$

$$\rightarrow (-R_1 R_2 g_m^2) C_F^2 + (2,2 G_{ain} (C_1 + C_2)) C_F + 2,2 G_{ain} C_1 C_2 = 0 \rightarrow C_F = 215 pF$$

$$C_F = C_U + C_m \rightarrow C_m = 170 pF$$

6Fierro

PROBLEMA AMP. CLASE C

$$a) f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC_1}} \quad f = 10 \text{ MHz}$$

$$\Rightarrow C_1 = \frac{1}{(2\pi f)^2 L} = 0,25 \text{ nF}$$

$$b) V_E = V_{BB} - 0,7V = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{CC} - 0,7V = 2,3V$$

$\underbrace{\hspace{2cm}}_{V_{BE}} \quad \underbrace{\hspace{2cm}}_{3V}$

$$I_{DCQ} = \frac{V_E}{R_E} = 46 \text{ mA} \quad \Rightarrow \quad g_{mQ} = \frac{I_{DCQ}}{V_T} = 1,77 \text{ S}$$

$V_T = 26 \text{ mV}$

$$G_m \approx g_{mQ} \cdot \left(\frac{G_m}{g_m} \right) = g_{mQ} \cdot 0,199 = 0,35 \text{ S}$$

\downarrow
Si $R_E I_{DCQ} > 0,5$ @ $x = \frac{V_{IN}}{V_T} = 9,5$

$$P_{OUT} = \frac{V_{OUT}^2}{2R_L} = 200 \text{ mW}$$

$$V_{OUT} = V_{IN} \cdot G_m \cdot R_L = 4,4 \text{ V} \Rightarrow$$

$$c) R_p = \frac{W \cdot Q \cdot L}{2\pi f} = 628 \Omega$$

$$R_L' = R_L // R_p = 46 \Omega$$

$$V_{OUT}' = V_{IN} \cdot G_m \cdot R_L' = 4 \text{ V}$$

$$P_{OUT}' = 130 \text{ mW}$$