

**1<sup>er</sup> Parcial de Electrónica 2**  
**27/09/2011**

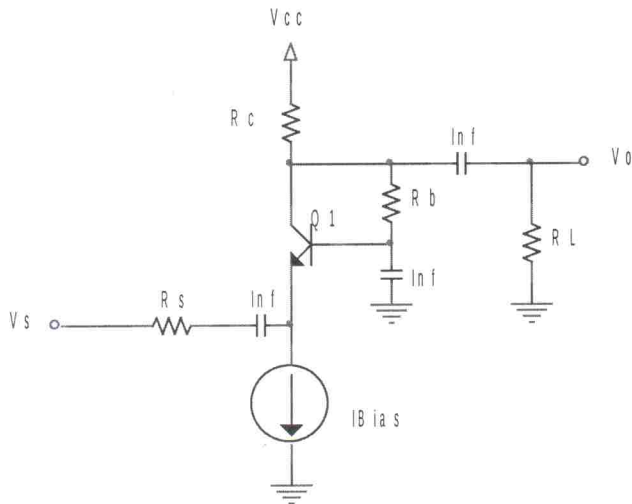
Resolver cada problema en hojas separadas.

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 ( 34 pts):**



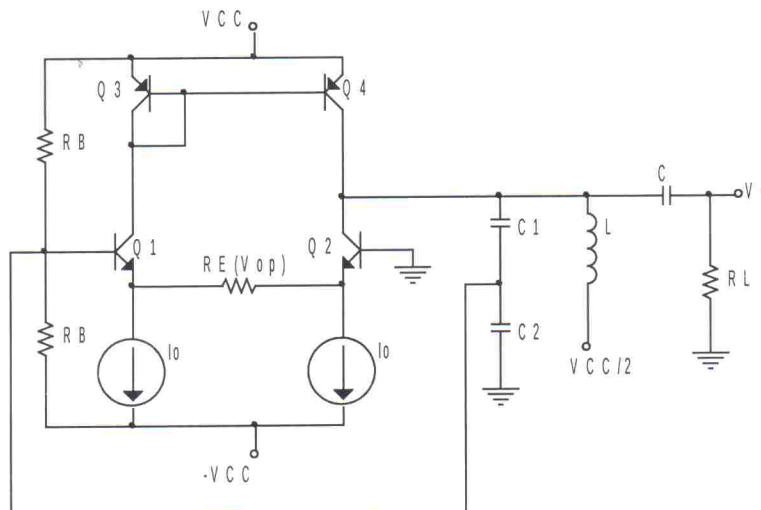
Para el circuito de la Figura para  $I_{Bias}=0.1mA$  e  $I_{Bias}=2mA$  calcule:

- a) Ganancia a frecuencias medias.
  - b) Frecuencia de corte superior. *( $C_{zid2} - 3dB$ )*
- Compare los resultados.

Datos:

Q1:  $C_{mu} = 7 pF$ ,  $C_{je} = 60 pF$ ,  
 $f_T@20mA = 300 MHz$ ,  $\beta = 100$ ,  
 $V_{BE} = 0.7V$ ,  $V_A = inf.$   
 $R_c = R_L = 3k\Omega$ ,  $R_s = 1k$ ,  $R_b = 47k$ ,  
 $V_{cc} = 10V$

**Problema 2 ( 38 pts):**



En el Oscilador de la Figura:

- Las resistencia indicada como  $R_E(V_{op})$  tiene un valor que depende del valor de pico de la amplitud de salida  $V_{op}$ , fijado por un bloque no lineal de control de amplitud que no está mostrado en la Figura. A los efectos de la partes a) y b) se considera que esta resistencia vale  $R_E$ .
- Los transistores tienen  $\beta \gg 1$  y Tensión de Early infinita.
- Los valores de los componentes son tales que:

- o la impedancia vista hacia la base de Q1 en paralelo con  $R_B/2$  es mucho mayor que  $1/(\omega_0 * C_2)$ , siendo  $\omega_0$  la frecuencia angular de oscilación.
- o  $g_m * R_E/2 \gg 1$ , siendo  $g_m$  la transconductancia de Q1 y Q2.
- El condensador C es un condensador de desacople.

## Preguntas

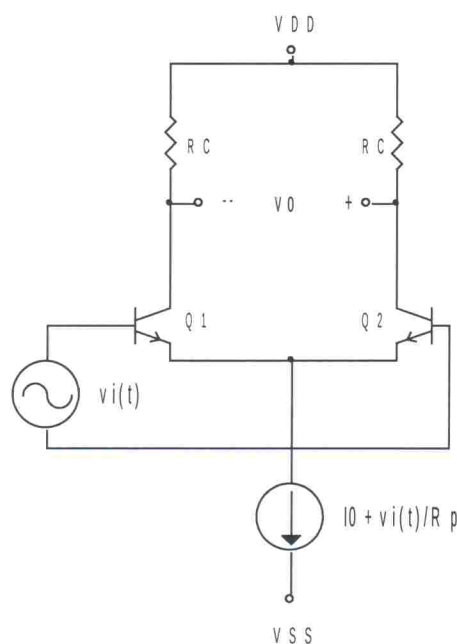
1. ¿Que condición debe cumplir  $R_E$  si se desea que el amplificador opere linealmente para una amplitud de pico  $V_{op}$  en  $V_o$  ?
2. Si se cumple la condición de a), determinar frecuencia de oscilación, condición de oscilación y condición de arranque del oscilador.
3. Si la dependencia  $R_E(V_{op})$  es de la forma  $R_E(V_{op}) = R_{Ebase} + k * V_{op}$ , indicar fundamentando claramente sus respuestas:
  - a. ¿qué condición debe cumplir  $R_{Ebase}$  para que el oscilador arranque y fije su amplitud correctamente?
  - b. ¿qué signo debe tener  $k$  para que el oscilador arranque y fije su amplitud correctamente?
  - c. ¿ a qué amplitud  $V_{opfinal}$  oscilará el oscilador en función de los datos del problema ?

**Problema 3 ( 28 ptos):**

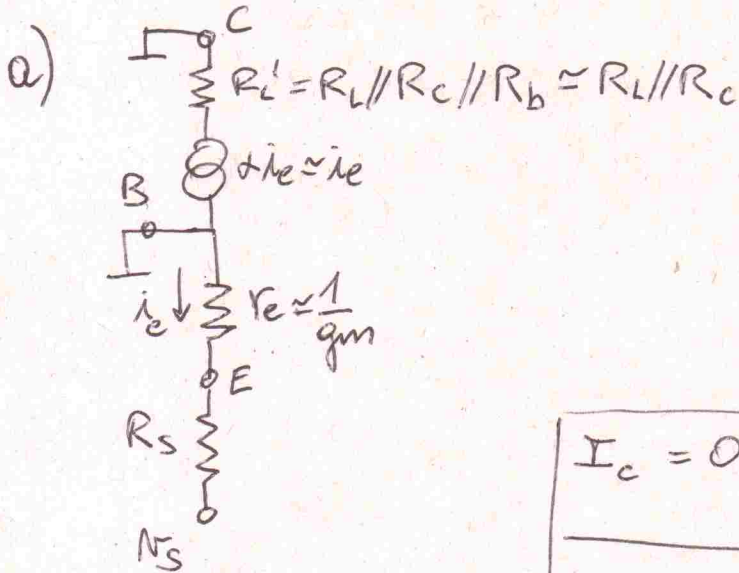
En el par diferencial de la figura acoplamiento parásitos entre la entrada de señal  $v_i$  y el circuito de generación de la corriente  $I_0$  hacen que esta fuente de corriente tenga superpuesta una componente alterna que varía como la señal de entrada  $v_i$ .

La señal de entrada  $v_i$  es de la forma:  $A \cdot \cos(\omega_i t)$ , con  $A \ll V_T$  y la señal de alterna que aparece superpuesta a la corriente  $I_0$  es  $(A/R_p) \cos(\omega_i t)$ , siendo  $R_p$  tal que  $(A/R_p) = (I_0/10)$ . Si se observa el espectro de la señal a la salida  $v_o$ , indicar:

- a) las componentes de frecuencia (incluyendo DC) que aparecen a la salida  $v_o$ , fundamentar la respuesta.
- b) el valor de cada una de estas componentes.



# PROBLEMA 1

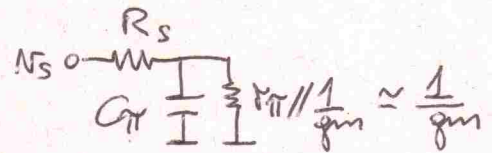
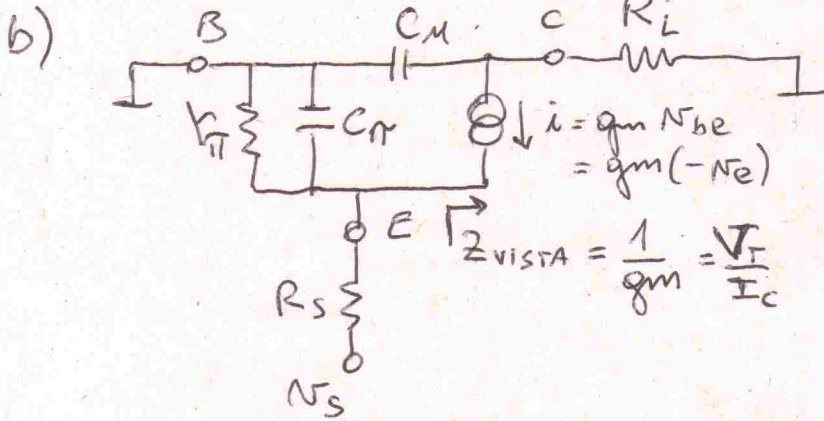


$$i_e = -\frac{N_S}{R_S + r_e}$$

$$N_0 = -i_e R_L' \approx i_e R_L'$$

$$G = \frac{N_0}{N_S} = \frac{R_L'}{R_S + r_e}$$

$I_c = 0,1 \text{ mA}$	$G = 1,55$
$I_c = 2 \text{ mA}$	$G = 1,92$



$$f_1 = \frac{1}{2\pi C_{\pi} \left( \frac{1}{g_m} // R_S \right)}$$

$$f_2 = \frac{1}{2\pi C_{\mu} R_L'}$$

$$f_T @ 20 \text{ mA} = 300 \text{ MHz}$$

$$f_T = \frac{g_m}{2\pi(C_{\pi} + C_{\mu})}; C_{\pi} = C_{je} + \left(\frac{C_{de}}{I_c}\right) \cdot I_c; \left(\frac{C_{de}}{I_c}\right) = \frac{\frac{I_c}{\beta V_T} - C_{je} - C_{\mu}}{I_c}$$

$$\left(\frac{C_{de}}{I_c}\right) = 1,74 \times 10^{-8} \frac{\text{F}}{\text{A}}$$

$C_{\pi} @ 0,1 \text{ mA} = 62 \text{ pF}$	$C_{\pi} @ 2 \text{ mA} = 94 \text{ pF}$
$\frac{1}{g_m} @ 0,1 \text{ mA} = 13 \Omega$	$\frac{1}{g_m} @ 2 \text{ mA} = 260 \Omega$

	$f_1$	$f_2$
0,1 mA	12,5 MHz	12 MHz
2 mA	131 MHz	12 MHz

FRECUENCIA DE CORTE  $f_c$ :

$$0,1 \text{ mA} \quad f_1 \approx f_2 \rightarrow f_c = f_1 \cdot \sqrt{2} - 1 = 7,7 \text{ MHz}$$

$$2 \text{ mA} \quad f_2 \ll f_1 \rightarrow f_c = f_2 = 12 \text{ MHz}$$

B



# Problema 2

$$2) N_B = \frac{1/C_2 \Delta \parallel R_B/2 \parallel (R_{\pi} + (\beta+1)R_E)}{1/C_1 \Delta + 1/C_2 \Delta \parallel R_B/2 \parallel (2R_{\pi} + (\beta+1)R_E)} N_o$$

por letra

$$\uparrow \frac{1/C_2 \Delta}{1/C_1 \Delta + 1/C_2 \Delta} N_o = \frac{C_1 N_o}{C_1 + C_2}$$

$$\Rightarrow V_{BP} = \frac{C_1 V_{op}}{C_1 + C_2}$$

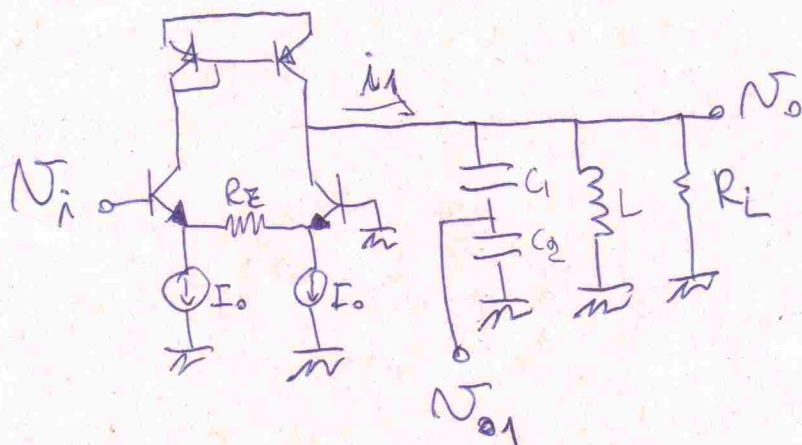
Para que el amplificador opere linealmente  $N_o \ll \frac{R_E I_o}{2}$

$$\Rightarrow V_{BP} = \frac{C_1 V_{op}}{C_1 + C_2} \ll \frac{R_E I_o}{2} \Rightarrow$$

$R_E \gg \frac{C_1 V_{op}}{C_1 + C_2 I_o}$

b) Abro el lazo en la base de  $Q_1$  y e que

$$\left( \frac{R_E}{2} \parallel (R_{\pi} + (\beta+1)R_E) \right) \gg 1/C_2 \omega_o \Rightarrow$$



## Problems 2

$$b) Y_{\text{tange}}(\Omega) = \frac{1}{R_L} + \frac{1}{L\Omega} + \frac{1}{\frac{1}{C_1\Omega} + \frac{1}{C_2\Omega}} = \frac{1}{R_L} + \frac{1}{L\Omega} + \frac{C_1 C_2 \Omega}{C_1 + C_2}$$

$$N_o = \frac{\dot{N}_i}{Y_{\text{tange}}(\Omega)} \Rightarrow N_{o1} = N_o \frac{C_1}{C_1 + C_2} = \frac{C_1}{C_1 + C_2} \frac{\dot{N}_i}{Y_{\text{tange}}(\Omega)}$$

$$\dot{N}_i = 2 \frac{N_{i1}}{R_E} \Rightarrow N_{o1} = \frac{C_1}{C_1 + C_2} \frac{2 N_{i1}}{R_E Y_{\text{tange}}(\Omega)}$$

$$A\beta(j\omega) = \frac{C_1}{C_1 + C_2} \frac{2}{R_E Y_{\text{tange}}(j\omega)}$$

$$\Rightarrow \text{Im}(A\beta(j\omega_0)) = \phi \Rightarrow \frac{1}{L j\omega_0} + \frac{C_1 C_2 j\omega_0}{C_1 + C_2} = \phi$$

$$\Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}}$$

$$\Rightarrow A\beta(j\omega_0) = \frac{2 C_1}{C_1 + C_2} \frac{R_L}{R_E} \Rightarrow \frac{2 C_1}{C_1 + C_2} \frac{R_L}{R_E} = 1$$

$$\frac{2 C_1}{C_1 + C_2} \frac{R_L}{R_E} > 1$$

## Problema 2

c) i)  $R_E(\emptyset) = R_{Ebase} \Rightarrow \frac{2C_1}{C_1+C_2} \frac{R_L}{R_{Ebase}} > 1$

$$\Rightarrow R_{Ebase} < \frac{2C_1}{C_1+C_2} R_L$$

ii)  $\frac{2C_1}{C_1+C_2} \frac{R_L}{R_E(\emptyset)} > \frac{2C_1}{C_1+C_2} \frac{R_L}{R_E(V_{op})} = 1$

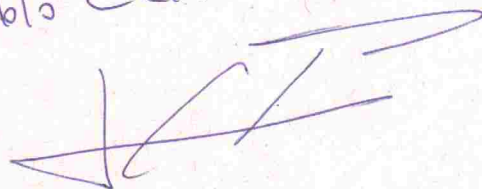
$$\Rightarrow R_E(V_{op}) > R_E(\emptyset) \Rightarrow R_E(V_{op}) \uparrow$$

$$\Rightarrow R_E > \emptyset$$

iii)  $\frac{2C_1}{C_1+C_2} \frac{R_L}{R_{Ebase} + R_{Vop}} = 1$

$$V_{op} = \frac{1}{k} \left[ \frac{2C_1}{C_1+C_2} R_L - R_{Ebase} \right]$$

Pablo Castro





Problema 4

$$N_o = R_c \cdot f_m \cdot N_i = R_c \frac{(I_o + n_i/R_p) \cdot N_i}{2V_T}$$

$$\Rightarrow N_o = \frac{R_c \cdot A}{2V_T} \left[ I_o \cdot \cos \omega_i t + \frac{I_o A}{I_o} \cos^2 \omega_i t \right]$$

$$\cos^2 \omega_i t = \frac{1 + \cos 2\omega_i t}{2}$$

$$\Rightarrow N_o = \frac{R_c A I_o}{2V_T} \left[ \cos \omega_i t + \frac{1}{20} + \frac{\cos 2\omega_i t}{20} \right]$$

$\Rightarrow$  Debido a que el pa diferencial actúa como un multiplicador a la salida obtenida de la frecuencia de la señal de entrada se tiene la frecuencia doble y una componente de corriente, con los amplitudes que se muestran en la expresión anterior.

*Fuente: [illegible]*