

2^{do} Parcial de Electrónica 2
22/12/2001



Resolver cada problema en hojas separadas.

Duración de la prueba: 3 horas 30 minutos.

La prueba es sin material.

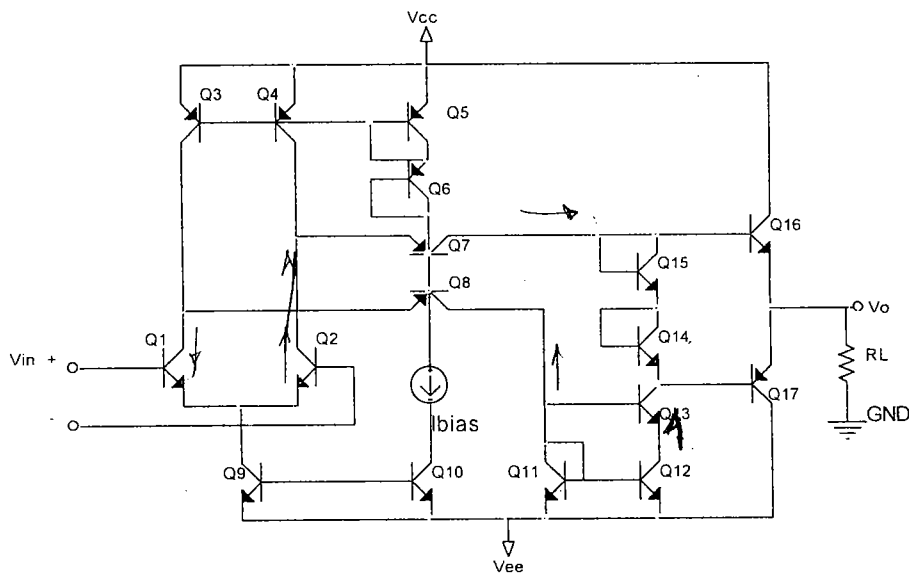
Los puntajes de los problemas se indican sobre un total de 100 puntos.

Problema 1 : (35 puntos)

- a) Calcular $K = \frac{I_{S16,17}}{I_{S14,15}}$ para que la corriente en reposo por Q_{16} y Q_{17} sea igual a $2 \cdot I_{bias}$, siendo

$I_{S16,17}$ la corriente de saturación de los transistores Q_{16} y Q_{17} ($I_{S16,17} = I_{S16} = I_{S17}$) e $I_{S14,15}$ análogamente para Q_{14} y Q_{15} ($I_{S14,15} = I_{S14} = I_{S15}$).

- b) ¿Cuál es el menor valor de I_{bias} necesario si se quiere poder entregar una potencia de $2W$ a una carga de 8Ω , siendo $\beta_{16} = \beta_{17} = 50$?
- c) ¿Cuál es la expresión de la ganancia del circuito?

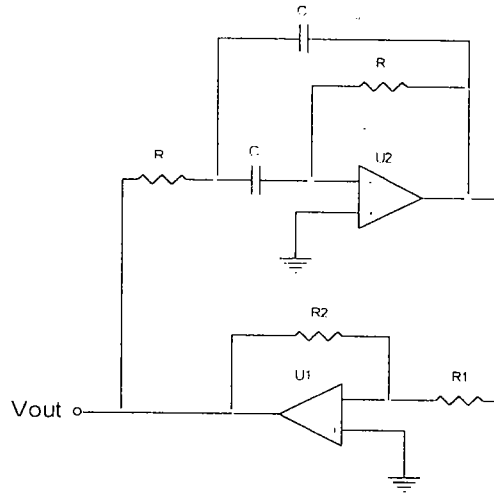


Problema 2:(35 puntos)

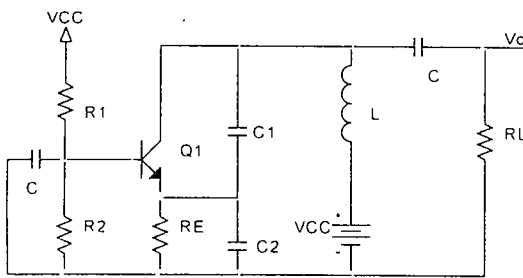
Dado el oscilador de la figura.

- a) Calcular la frecuencia y condición de oscilación.
- b) Se dispone de un elemento, cuya resistencia varía con la potencia P disipada en él como $R = (4700) \cdot e^{-65 \cdot P}$ con R en Ω s y P en Watts.
- Determinar dónde colocar este elemento, en R_1 o en R_2 , de modo de que el oscilador opere correctamente y este elemento fije la amplitud de las oscilaciones. Fundamentar claramente.
 - Calcular el valor de la resistencia que queda fija (aquella entre R_1 y R_2 en que no se colocó el elemento variable con la potencia disipada) para que en el arranque la ganancia de loop abierto sea 10.
 - Calcular la amplitud de pico de las oscilaciones en V_{out} .

Los amplificadores operacionales son ideales.

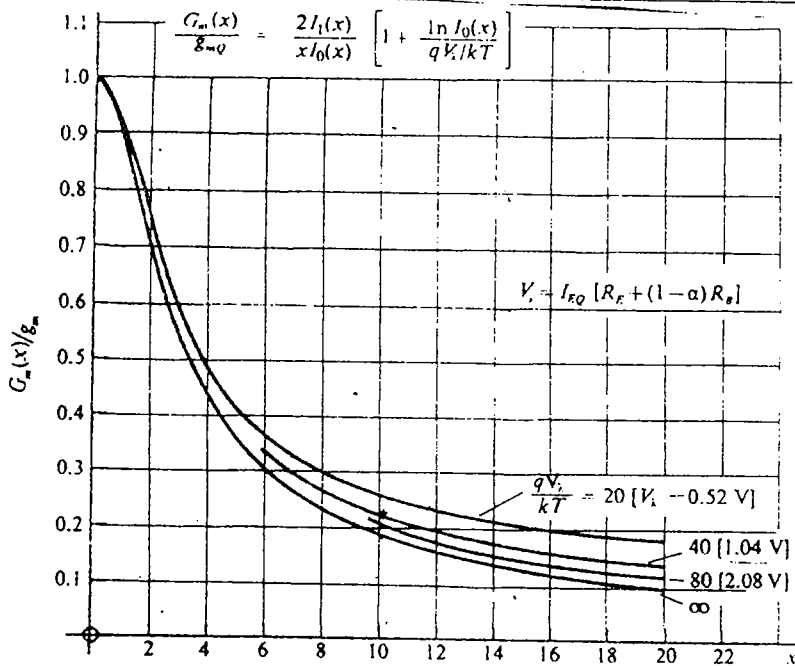


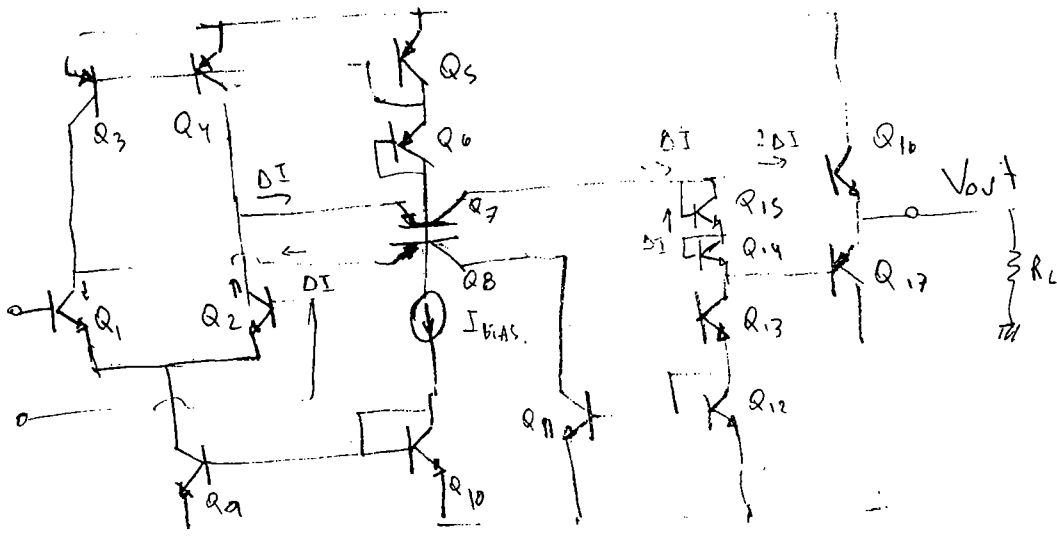
Problema 3 : (30 puntos)



En el oscilador de la figura calcular la frecuencia de oscilación y la tensión de pico sobre la carga.
 $L=14\mu\text{H}$, $C1=156\text{pF}$, $C2=4.7\text{nF}$, $V_{cc}=12\text{V}$, $R1=220\text{k}$, $R2=39\text{k}$, $R_E=2\text{k}$, $R_L=5.6\text{k}$, $\beta=100$, $V_{BE}=0.7\text{V}$, $\eta=1$.
 Los condensadores indicados como C se pueden considerar como un cortocircuito a la frecuencia de trabajo. Se dispone de las gráficas siguientes que relacionan G_m/g_{mq} con x , donde G_m es la

transconductancia equivalente considerando la fundamental de i_c y v_{be} , g_{mq} la transconductancia de pequeña señal en reposo y x es E_x/V_T siendo E_x la fundamental de la tensión emisor – base del transistor. Las curvas están paramétricas en $V_\lambda = I_{EQ}(R_E + (1-\alpha)R_S)$, donde R_S es la resistencia en la base, que en este caso es cero.





2) \rightarrow Calcular $k = \frac{I_{S16}}{I_{S15,14}}$ para que la corriente en reposo por

$$Q_{16}, Q_{17} = 2 I_{BIAS}$$

b) Cual es el menor valor de I_{BIAS} necesario si se quiere entregar una potencia de 2 W a una carga de 8 Ω .

$$P_{16,17} = 50.$$

c) Cual es la ganancia del circuito.

$$Q_{16} = \frac{I_{BIAS}}{\beta}$$

$$I_{S16} = K I_{S15,14} \Rightarrow I_{EQ16} = K I_{EQ15,14}$$

$$I_{CQ7} = I_{CQ15,14} + \frac{1}{\beta} I_{CQ16} = I_{CQ16} \left(\frac{1}{K} + \frac{1}{\beta} \right)$$

$$I_{CQ7} = \frac{I_{BIAS}}{2} = 2 \cdot I_{BIAS} \left(\frac{1}{K} + \frac{1}{\beta} \right)$$

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{K} + \frac{1}{\beta} \Rightarrow K = \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{50} \right)^{-1} = 4$$

$$b) P = 2W = \frac{\hat{V}^2}{2R_L} = \frac{R_L \hat{I}^2}{2} \Rightarrow \hat{I}^2 = \frac{2W \cdot 2}{R_L} = \frac{1}{2} \Rightarrow \hat{I} = 0,71 A$$

$$\Rightarrow \hat{I}_{BQ16} = \frac{0,71}{50} = 14 mA$$

En el pto de desplazamiento Q_1 cond Q_2 cortado

$$\Rightarrow I_{Q1} = I_{BIAS}$$

$$\Rightarrow I_{Q8} = 0$$

$$I_{Q2} = 0$$

$$I_{Q7} = I_{BIAS} = I_{BQ16}$$

$$\Rightarrow I_{BIAS} > 14 mA$$

c) Q_7, Q_8 base común \Rightarrow ganancia en corriente = 1

$$\Rightarrow \Delta I = i_{C7} = g_m \frac{V_{in}}{2}$$

$$Q_{16} = \frac{I_{bias}}{8}$$

$$I_{S_{16}} = K I_{S_{15,14}} \Rightarrow I_{C_{Q_{16}}} = K I_{C_{Q_{15,14}}}$$

$$I_{C_{Q_7}} = I_{C_{Q_{15,14}}} + \frac{1}{\beta} I_{C_{Q_{16}}} = I_{C_{Q_{16}}} \left(\frac{1}{K} + \frac{1}{\beta} \right)$$

$$I_{C_{Q_7}} = \frac{I_{bias}}{2} = 2 \cdot I_{bias} \left(\frac{1}{K} + \frac{1}{\beta} \right)$$

$$c) \quad \frac{1}{4} = \frac{1}{K} + \frac{1}{\beta} \Rightarrow K = \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{50} \right)^{-1} = 4$$

$$b) \quad P = 2W = \frac{\hat{V}^2}{2R_L} = \frac{R_L \hat{I}^2}{2} \Rightarrow \hat{I}^2 = \frac{2W \cdot 2}{R_L} = \frac{1}{2} \Rightarrow \hat{I} = 0,71A$$

$$\Rightarrow \hat{I}_{B_{Q_{16}}} = \frac{0,71}{50} = 14mA$$

c) En el pica = por desplazamiento Q_1 and Q_2 cortado

$$\Rightarrow I_{Q_1} = I_{bias}$$

$$I_{Q_2} = 0$$

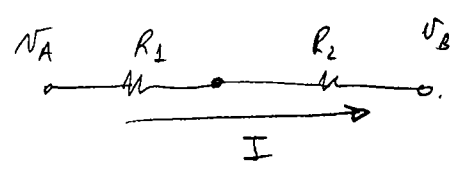
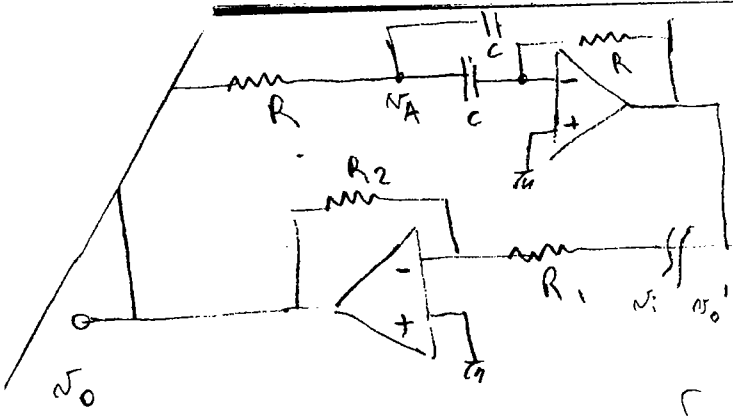
$$\Rightarrow I_{Q_8} = 0$$

$$I_{Q_7} = I_{bias} = I_{B_{Q_{16}}}$$

$$\Rightarrow I_{bias} > 14mA$$

c) Q_7, Q_8 base común \Rightarrow ganancia en corriente = 1

$$\Rightarrow \Delta I = i_{C_7} = g_m \frac{v_{i_7}}{2}$$



$$v_A C_S = -\frac{v_0'}{R}$$

$$\left\{ \begin{aligned} (v_0' - v_A) C_S + \frac{v_0'}{R} &= \frac{v_A - v_B}{R} \end{aligned} \right.$$

$$v_0 = -\frac{R_2}{R_1} v_i$$

$$\epsilon (v_0' - v_A) C_S + \frac{(v_0' - v_A)}{R + \frac{1}{C_S}} = \frac{v_A - v_0}{R}$$

$$\frac{v_0'}{R} = -v_A C_S \Rightarrow v_A = -\frac{v_0'}{R C_S}$$

$$v_0' \left(1 + \frac{1}{R C_S} \right) \left(C_S + \frac{C_S}{R C_S + 1} \right) = \frac{-\frac{v_0'}{R C_S} + \frac{R_2}{R} v_i}{R}$$

$$\epsilon v_0' \left(\frac{R C_S + 1}{R C_S} \right) \left(\frac{(R C_S + 1) C_S + C_S}{R C_S + 1} \right) = -\frac{v_0'}{R^2 C_S} + \frac{R_2}{R R_1} v_i$$

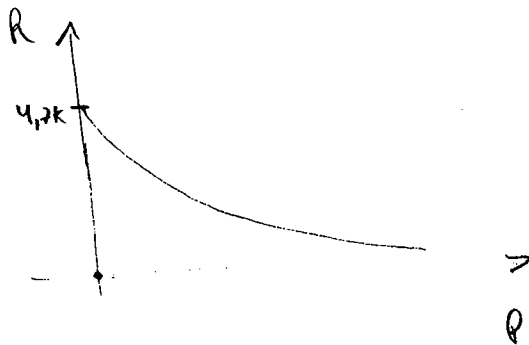
$$v_0' (R^2 C_S^2 + 2 R C_S + 1) = \frac{R R_2 C_S}{R_1} v_i$$

$$G = \frac{v_0'}{v_i} = \frac{R R_2 C_S}{R_1 (R^2 C_S^2 + 2 R C_S + 1)}$$

$$\text{Im } G = 0 \Rightarrow \text{Im} \left(\frac{R R_2 C_S j \omega}{R_1 (-R^2 C_S^2 \omega^2 + 1 + j 2 R C_S \omega)} \right) = 0 \Rightarrow \omega = \frac{1}{R C}$$

$$|G| = 1 \quad \frac{R_2 \cdot R_2 \cdot j \frac{1}{R_2}}{R_1 \cdot 2 \cdot R_2 \cdot \frac{1}{R_2} \cdot j} \Rightarrow \frac{R_2}{2R_1} = 1 \Rightarrow R_2 = 2R_1$$

$R = 4,7k \cdot e^{-65 \cdot P}$



Se requiere que para el arranque $G > 1 \Rightarrow$ como el elemento que se dispone disminuye su resistencia con P , debe ser colocado en R_2 de forma que

$G > 1$ al arranque y luego disminuye hasta su valor de régimen

En el arranque $R_2 = 4k7 \quad G = \frac{R_2}{2R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{4k7}{2} = 2350 \Omega$

En régimen $R_2 = 2R_1 = 470 \Omega$

$\Rightarrow e^{-65P} = 0,1 \Rightarrow 65 \cdot P = 2,3 \Rightarrow P = 35,4 \text{ mW}$

Page 1 of 1

$P = \frac{V_{ef}^2}{R} \Rightarrow V_{ef}^2 = 16,4 \Rightarrow V_{ef} = 4,08V \Rightarrow V_p = 5,77V$

$$12 \text{ V}$$

$$V_B = \frac{V_{CC} R_2}{R_1 + R_2} = 1,81 \text{ V}$$

$$\Rightarrow V_E = 1,81 - V_{BE} = 1,11 \text{ V} = V_T$$

$\therefore E_T$ y E_x dependen de C_1 y C_2

$$N = \frac{E_T}{E_x} = \frac{C_1 + C_2}{C_1} = 31,1$$

$$\omega^2 = \frac{1}{L} \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} + \frac{1}{R_V R_L C_1 C_2}$$

$$s: \frac{1}{R_V R_L C_1 C_2} \ll \frac{1}{L C} \quad \omega = \sqrt{\frac{1}{L C}} = 21,4 \times 10^3 \text{ rad/s}$$

| f_{osc} 3,405 MHz |

Condición de oscilación $g_m \approx \frac{N^2}{(N-1)R_L} = 5,73 \times 10^{-3} \Omega^{-1}$

$$g_{mQ} = \frac{V_T}{R_E \cdot V_T} = 19,2 \times 10^{-3} \Omega^{-1}$$

$$\Rightarrow \frac{g_m}{g_{mQ}} = \frac{5,73}{19,2} \approx 0,30 \quad \left. \begin{array}{l} \rightarrow \\ \text{Aritmética} \end{array} \right\} X \approx 7$$

$$V_T = 1,1$$

$$\Rightarrow E_x = X \cdot V_T = 182 \text{ mV} \Rightarrow \boxed{E_T \approx 5,7 \text{ V}}$$

Debo verificar $R_V \gg X C_2$

$$0 \dots R_T \parallel \frac{1}{s} = 2,2 \text{ k} \parallel 174,5 = 161 \Omega \quad /$$