1^{er} Parcial de Electrónica 2
24/09/2018

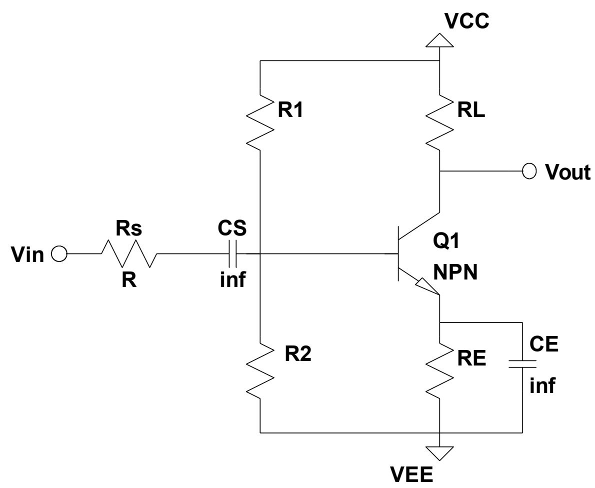
Resolver cada problema en hojas separadas.
Duración de la prueba: 3 horas 30 minutos.
La prueba es **sin** material.
Los puntajes de los problemas se indican sobre un total de 100 puntos.

Problema 1 (28 ptos):

Ejercicio 4 del Práctico de Alta Frecuencia.

Hallar la frecuencia de caída de 3dB superior de la transferencia Vout/Vin del circuito de la figura utilizando el teorema de Miller y utilizando el método de las constantes de tiempo de circuito abierto (se obtendrá una expresión literal en función de las resistencias del circuito y los parámetros del transistor).

Datos: Rs//R1//R2 = 1kΩ, R1=R2, Ic = 1mA, RL = 313Ω, CE y CS infinitos, VCC = 15V, VEE=0V, β=200, Cμ =4pF, C_{JE} =20pF, f_T@5mA =150MHz.



Problema 2 (36 ptos):

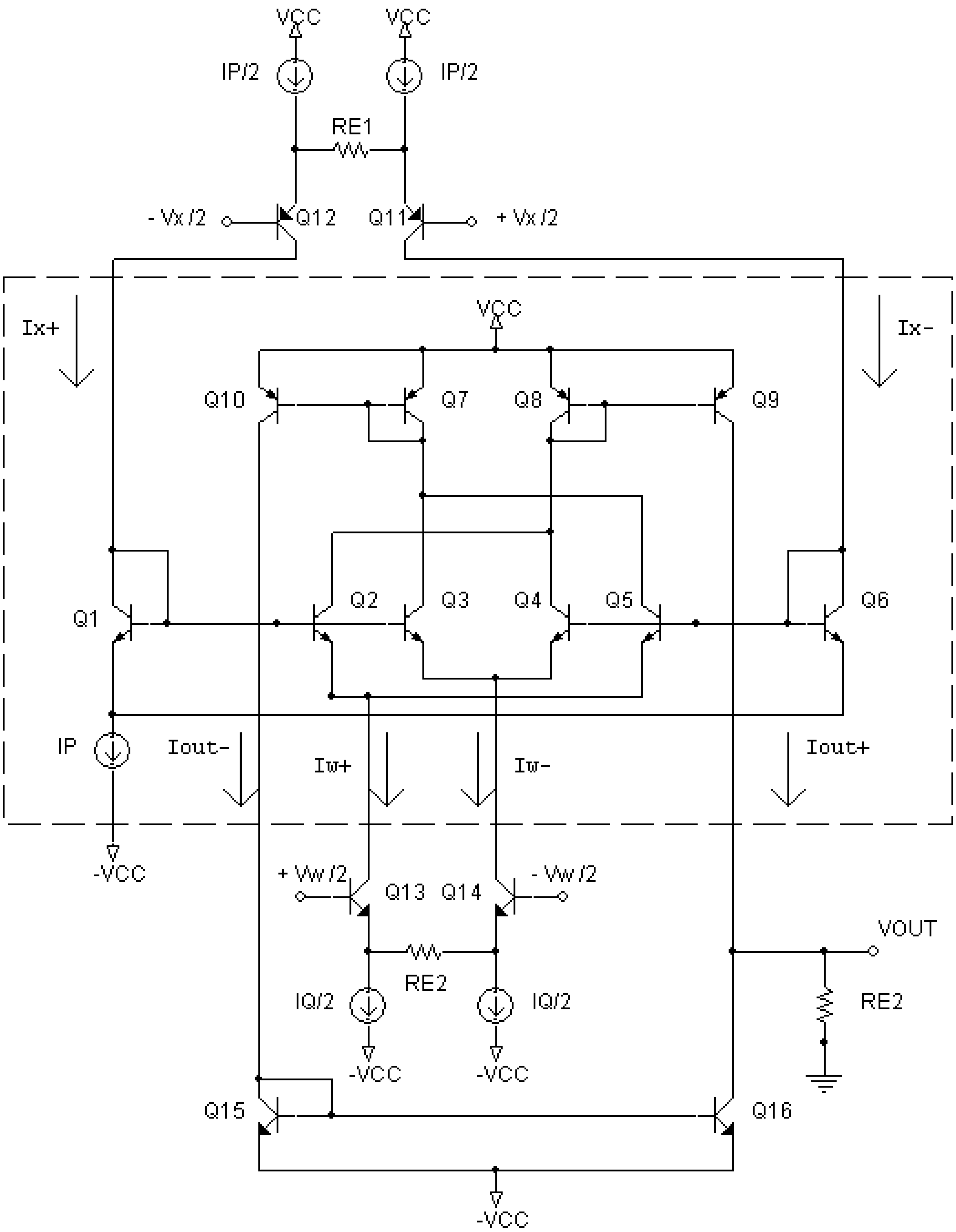
a) Para el circuito de la figura calcule Vout en función de Vx y Vw.

Sugerencia: Suponiendo que todos los transitores trabajan en zona activa, primero determine la transferencia del bloque rodeado por la línea punteada, es decir la corriente $\Delta Iout = Iout^+ - Iout^-$ en función de las corrientes $\Delta Ix = Ix^+ - Ix^-$, $\Delta Iw = Iw^+ - Iw^-$ y la corriente de polarizacion Ip.

b) ¿Cuál es la función de los transistores Q1 y Q6?

Nota: Todos los transistores se supondrán idénticos con β >> 1. Las corrientes de polarización I_P e I_Q se supondrán tales que $I_P R_{E1} >> 4V_T$ e $I_Q R_{E2} >> 4\,V_T$

Recuerde que: $Ln\left(\frac{1+x}{1-x}\right)=2\tanh^{-1}(x)$ y que $\tanh(x)=\frac{e^x-e^{-x}}{e^x+e^{-x}}$



Problema 3 (36 ptos):

En el oscilador de la Figura 1, X es un multiplicador de 4 cuadrantes cuya salida es igual a (K*v1*v2). Se supondrá que las entradas v1 y v2 tienen amplitud compatible con la operación correcta del multiplicador. El multiplicador se supondrá ideal en otros aspectos (impedancias de entrada infinitas y resistencia de salida 0). C1 se supondrá un cortocircuito a la frecuencia de oscilación.

a) Determinar la frecuencia de oscilación, condición de oscilación y condición de arranque.

Se utiliza el circuito de control de amplitud que se muestra en la Figura 2, en la que D1 se supondrá ideal y C2 es tal que la frecuencia de oscilación es mucho mayor que 1/(C2*(R1+R2)).

b) Determinar que condición tiene que cumplir Vref para que cuando no hay aún oscilaciones a la salida se cumpla la condición de arranque del oscilador.
c) Si Vref cumple la condición hallada en b), determinar la amplitud de la oscilación a la salida Vout del oscilador.

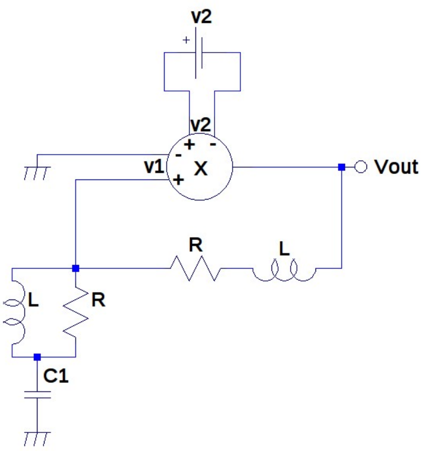


Figura 1

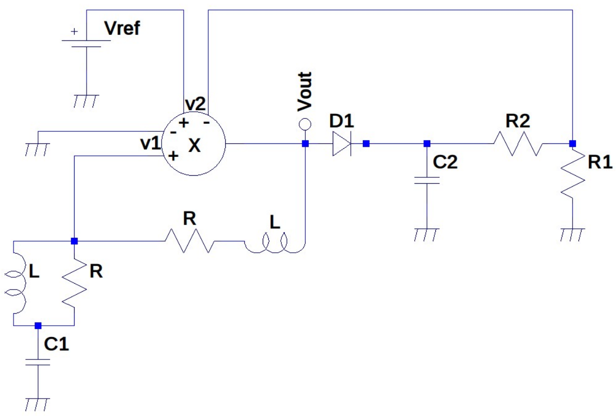
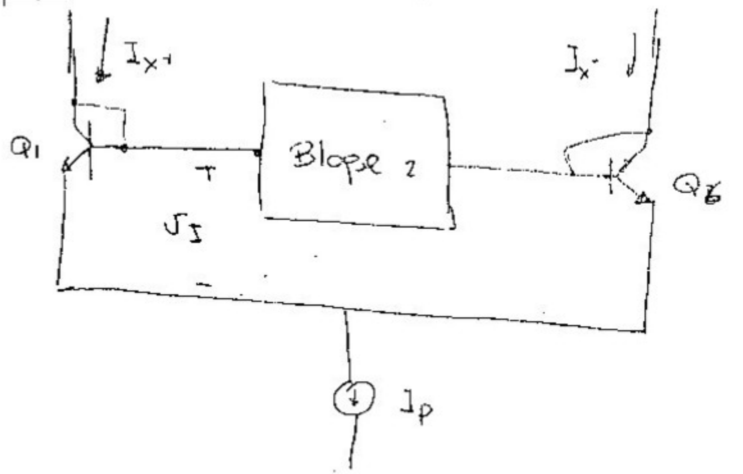


Figura 2

Solución

Bloque 1:



$$I_{x+} + I_{x-} = i_{c+} + i_{c-} \cong I_P$$

$$i_{c_1} = I_s \cdot e^{\frac{v_{BE_1}}{V_T}} \qquad v_{BE_1} - v_{BE_2} = V_T \, Ln\left(i_{c_1}/I_s\right) - V_T \, Ln\left(i_{c_2}/I_s\right)$$

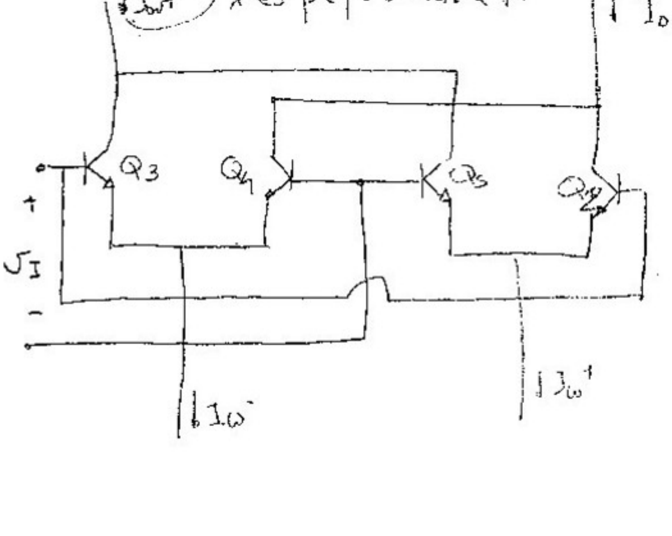
$$i_{c_2} = I_s \cdot e^{v_{BE_2}/V_T} \qquad v_I = V_T \cdot Ln\left(i_{c_1}/i_{c_2}\right) \cong V_T \, Ln\left(I_{x+}/I_{x^-}\right)$$

Si $Ln\left(\frac{1+x}{1-x}\right) = 2\tanh^{-1} x$ y defino x tal que.

$$\frac{1+x}{1-x} = \frac{I_x^+}{I_x^-} \longrightarrow x = \frac{I_x^+ - I_x^-}{I_x^+ + I_x^-} = \frac{\Delta I_x}{I_P}$$

entonces $\quad v_I = 2V_T \cdot \tanh^{-1}\left(\Delta I_x / I_P\right)$ (1)

Estudio el bloque 2:



$$i_{c3} = \frac{I_{\omega}^{-}}{1 + e^{-v_I/V_T}} \qquad i_{c5} = \frac{I_{\omega}^{-}}{1 + e^{v_I/V_T}}$$

$$i_{c4} = \frac{I_{\omega}^{-}}{1 + e^{v_I/V_T}} \qquad i_{c2} = \frac{I_{\omega}^{+}}{1 + e^{-v_I/V_T}}$$

entonces.

$$I_{out} = (i_{c4} + i_{c2}) - (i_{c3} + i_{c5})$$

$$= \frac{\overbrace{I_{\omega}^{-} - I_{\omega}^{+}}^{\Delta I_{\omega}}}{1 + e^{+v_I/V_T}} - \frac{\overbrace{I_{\omega}^{-} - I_{\omega}^{+}}^{\Delta I_{\omega}}}{1 + e^{-v_I/V_T}}$$

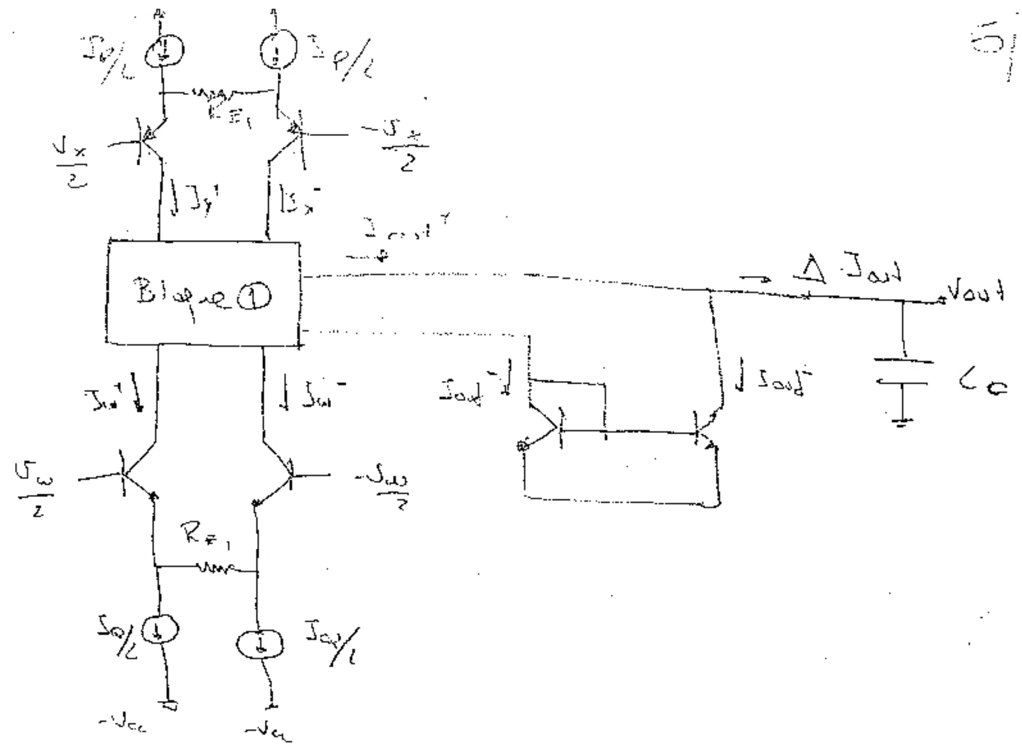
$$= \Delta I_{\omega} \cdot \frac{\left(e^{v_I/2V_T} - e^{-v_I/2V_T}\right)\left(e^{v_I/2V_T} + e^{-v_I/2V_T}\right)}{\left(e^{v_I/2V_T} + e^{-v_I/2V_T}\right)\left(e^{v_I/2V_T} + e^{-v_I/2V_T}\right)} = \Delta I_{\omega} \cdot \tanh\left(\frac{v_I}{2V_T}\right) \quad (2)$$

e (1) y (2)

$$\Delta I_{out} = \Delta I_{\omega} \cdot \tanh\left(\frac{\cancel{2V_T} \cdot \tanh^{-1}\left(\frac{\Delta I_x}{I_p}\right)}{\cancel{2V_T}}\right)$$

$$\boxed{\Delta I_{out} = \Delta I_{\omega} \frac{\Delta I_x}{I_p}}$$

21 A



Como $\begin{cases} I_p \cdot R_{E_1} \gg 4 V_T \\ I_Q \cdot R_{E_1} \gg 4 V_T \end{cases}$ puedo trabajar en zona lineal. Lo que se halló para el bloque ① vale también en esta zona

$$\Rightarrow \Delta I_x = I_x^+ - I_x^- = R_{E_1} \cdot \frac{V_x}{2} - \left(-R_{E_1} \cdot \frac{V_x}{2}\right) = R_{E_1} \cdot V_x$$

$$\Delta I_w = I_w^+ - I_w^- = R_{E_2} \cdot V_w$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta I_{out} = \frac{R_{E_1} R_{E_1} V_x \cdot V_w}{I_p}}$$

$$\Rightarrow \boxed{V_{out} = \Delta I_{out} \cdot (r_{out} // R_L)}$$

$$r_{out} = r_{o Q_{10}} // r_{o Q_p} = \frac{I_Q}{4} \cdot \frac{1}{V_A}$$

$$r_{o Q_{10}} = \frac{I_Q/2}{V_A} = r_{o Q_p}$$

Rafael Fuello

ⓐ

$$V_1 = V_{at} \cdot \frac{j\omega L // R}{j\omega L // R + j\omega L + R} = \frac{j\omega L R}{j\omega L R + (j\omega L + R)^2} \cdot V_{at} = \frac{j\omega L R \quad V_{at}}{3 j\omega L R + R^2 - (\omega L)^2}$$

$$V_{at} = V_1 . V_2 . K$$

$$\Rightarrow A_{ol} = \frac{V_2 . K . j\omega L R}{3 j\omega L R + R^2 - (\omega L)^2}$$

Frecuencia oscilacion:

$$f_{osc} = \frac{R}{2\pi L}$$

condicion de oscilacion

$$\frac{V_2 K}{3} = 1$$

condicion de arranque

$$\frac{V_2 K}{3} > 1$$

ⓑ $V_2 = V_{ref} - V_{at\,pico} . \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

arranque:

$$\left(V_{ref} - V_{at\,pico} \frac{R_1}{R_1 + R_2}\right) \frac{K}{3} > 1 \Rightarrow V_{ref} > \frac{3}{K}$$

ⓒ $\left(V_{ref} - V_{at\,pico} \frac{R_1}{R_1 + R_2}\right) \frac{K}{3} = 1 \Rightarrow$

$$V_{at\,pico} = \left(V_{ref} - \frac{3}{K}\right)\left(\frac{R_2}{R_1} + 1\right)$$

PP