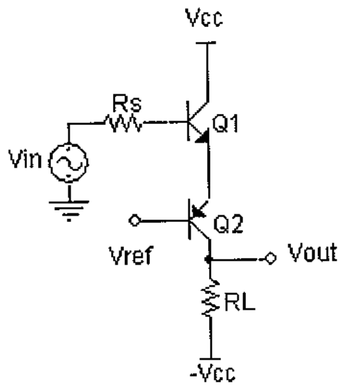
1er Parcial de Electrónica 2
29/09/2010

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 ptos):

Para el circuito de la Figura calcule:
a) Ganancia a frecuencias medias.
b) Frecuencia de corte superior.

Datos:
Q1,Q2 : $C_\mu = 5$ pF, $C_{je} = 1$ pF, $f_{T@25mA} = 500$ MHz, $\beta = 100$, VBE = 0.7V, VA= ∞,
Rs = 2 kΩ, RL = 1 kΩ, Vcc = 15V, Vref = -1.5V
El nivel de continua de la fuente Vin es 0V.



Problema 2 (36 ptos):

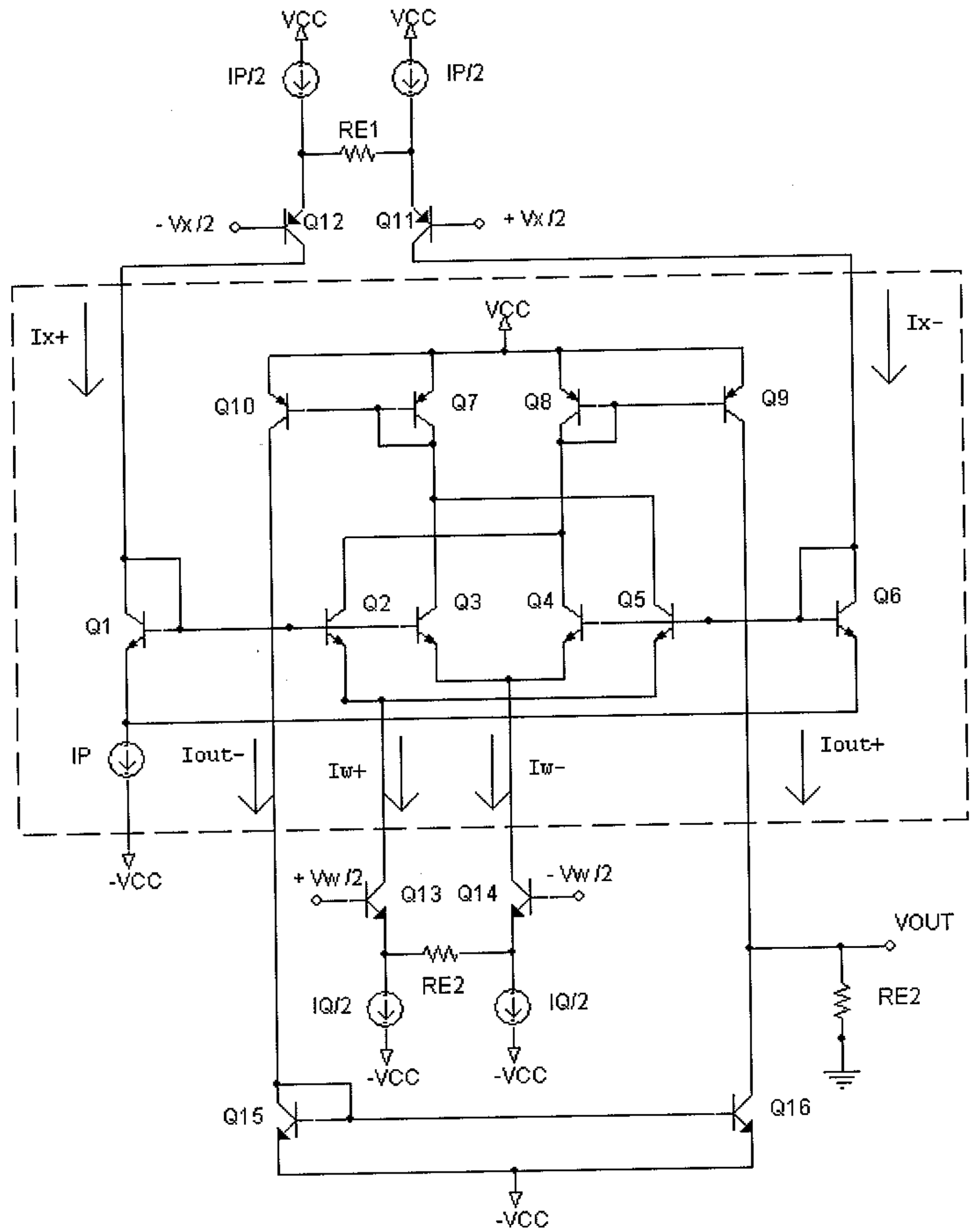
a) Para el circuito de la figura calcule Vout en función de Vx y Vw.

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 $\beta >> 1$. 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 (30 ptos):

El circuito de la figura es un amplificador de potencia. Para el mismo se pide:

a) ¿Cual es la máxima corriente que se puede entregar a la carga manteniendo el circuito polarizado como etapa clase AB (Multiplicador de V_{BE} funcione correctamente)?

b) Calcule RL para poder entregar a la carga 5 Watts. Para esta parte asuma que Vcc no limita el funcionamiento del circuito.

c) En las condiciones de la parte b) calcule el Vcc mínimo necesario para que el circuito funcione correctamente.

d) Determine la potencia disipada en cada uno de los transistores de Q1 a Q4 para las condiciones antes calculadas.

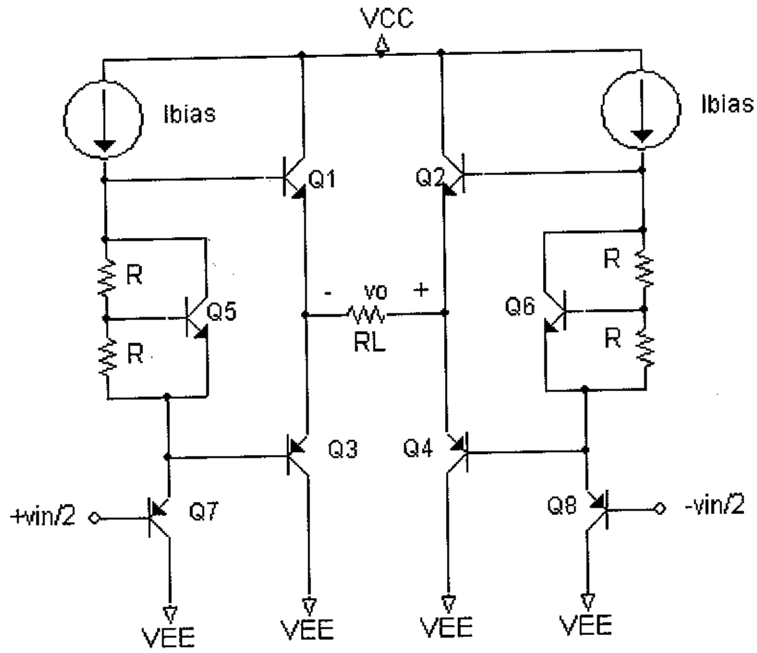
e) Para estas condiciones del circuito, ¿la potencia disipada calculada en c) es el peor caso? De no ser así calcular el peor caso. Justifique.

Datos del problema.

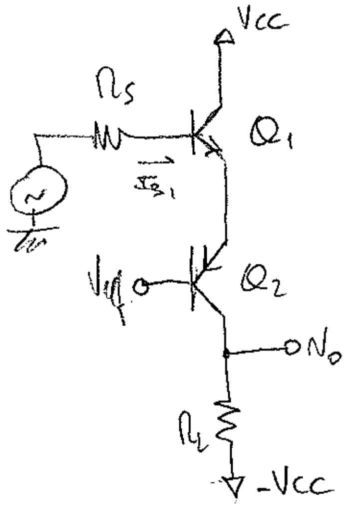
Q1, Q2, Q3, y Q4: $\beta = 50$, $V_{BE} = 0.7V$, $V_{CEsat} = 0.3V$

Q5, Q6, Q7, y Q8: $\beta = 200$, caída $V_{BE} = 0.7V$. Para Q5 y Q6 asuma un comportamiento de caída de tensión V_{BE} constate (recta vertical).

Ibias = 10 mA (Fuentes ideales), R = $500\,\Omega$.



1º Parcial E2 Set/2010



(a) DC: $V_{E1} = V_{E2} = V_{ref} + V_{EB} = -0{,}8V$

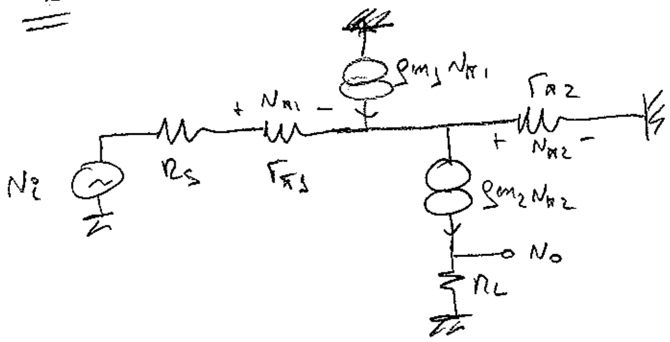
$V_{B1} = V_{E1} + V_{BE} = -0{,}1V$

$\Rightarrow I_{B1} = \frac{0 - V_{B1}}{R_S} = 50\mu A$

$\Rightarrow I_{C1} = I_{C2} = 5mA$

$\Rightarrow \begin{cases} r_{\pi1} = r_{\pi2} = 520\,\Omega \\ g_{m1} = g_{m2} = 0{,}19\ A/V \end{cases}$

AC



(1) $v_o = g_{m2} v_{\pi2} R_L$

(2) $v_{\pi1} = (v_i - v_{\pi2}) \frac{r_{\pi1}}{R_s + r_{\pi1}}$

(3) $g_{m1} v_{\pi1} + \frac{v_{\pi1}}{r_{\pi1}} = \frac{v_{\pi2}}{r_{\pi2}} + g_{m2} v_{\pi2}$

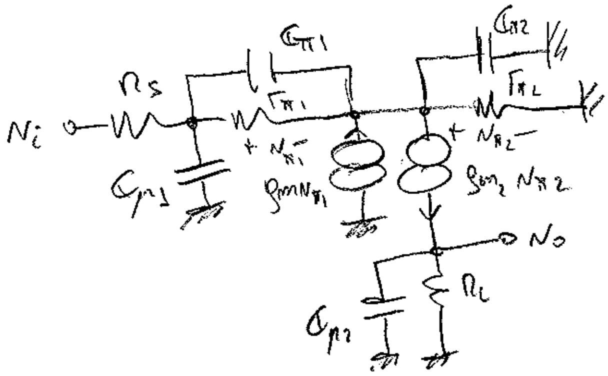
(3) $\underset{\substack{g_{m1} = g_{m2} \\ r_{\pi1} = r_{\pi2}}}{\Rightarrow}$ $v_{\pi1} = v_{\pi2}$ $\longrightarrow$ (2): $v_{\pi2}\left(1 + \frac{r_\pi}{R_s + r_\pi}\right) = v_i \frac{r_\pi}{R_s + r_\pi}$

$\Rightarrow v_{\pi2} = v_i \cdot \frac{r_\pi}{R_s + 2r_\pi}$ $\longrightarrow$ $\frac{v_o}{v_i} = \frac{g_m r_\pi}{R_s + 2r_\pi} R_L$ $\Rightarrow \boxed{\frac{v_o}{v_i} = \frac{\beta R_L}{R_s + 2r_\pi}}$

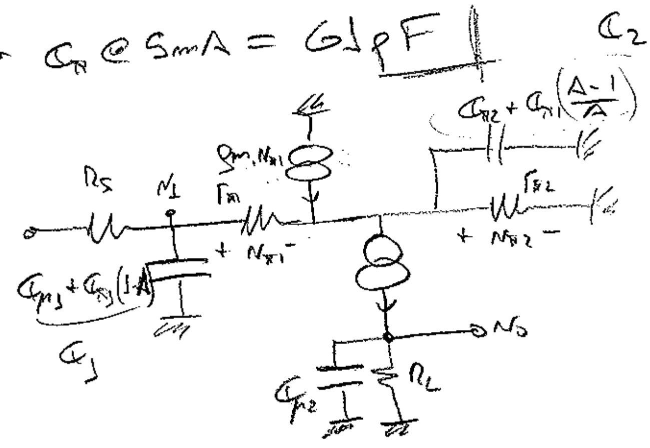
$\Rightarrow \boxed{\frac{v_o}{v_i} = 32{,}9\ V/V}$

(b) $f_T = \frac{1}{2\pi} \frac{g_m @ 25mA}{C_\mu + C_{je} + kI_C} = 500\ MHz$ $\Rightarrow k = 12\ pF/mA$

$\Rightarrow C_\pi @ 5mA = 61\ pF$



paso $C_{\pi1}$ x' Miller



$A = \frac{v_{\pi2}}{v_1} = \frac{v_{\pi2}}{v_{\pi2} + v_{\pi1}} \overset{v_{\pi1} = v_{\pi2}}{=} 0{,}5$

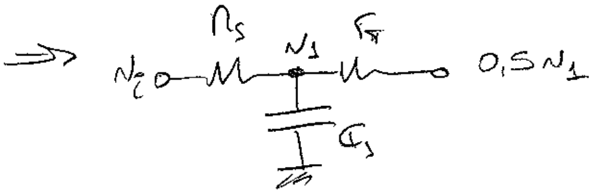
1º PARCIAL SEP / 2010

(b) (sigue) : 3 polos : C_1 , C_2 , $C_{\mu 2}$

$$C_1 = C_{\mu 1} + C_{\pi 1}(1-A) = C_{\mu 1} + \frac{C_{\pi 1}}{2} = \underline{35,5\ pF}$$

$$C_2 = C_{\pi 2} + C_{\pi 1}\left(\frac{A-1}{A}\right) = C_{\pi 2} - C_{\pi 1} = 0$$ ← se anula $C_{\pi 2}$ por el efecto Miller de $C_{\pi 1}$!

$\boxed{\omega_{p2} = \infty}$



$$\Rightarrow \frac{v_i - v_1}{R_S} = C_1 s v_1 + \frac{0,5 v_1}{r_\pi} \Rightarrow \frac{v_1}{v_i} = \frac{2r_\pi}{R_S + 2r_\pi} \cdot \frac{1}{(R_S // 2r_\pi) C_1 s + 1}$$

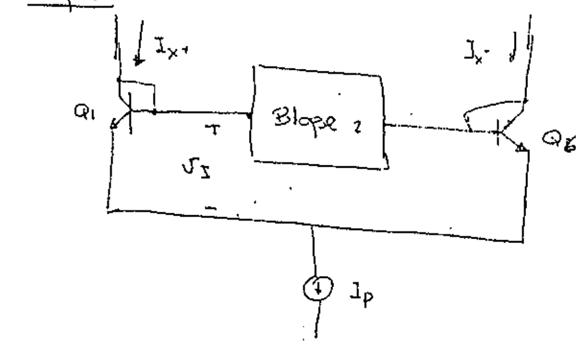
$$\Rightarrow \omega_{p1} = \frac{1}{\underbrace{(R_S // 2r_\pi)}_{684\ \Omega} C_1} \Rightarrow \boxed{f_{p1} = 6,55\ MHz}$$

$$\omega_{p3} = \frac{1}{R_L C_\mu} \Rightarrow \boxed{f_{p3} = 31,8\ MHz}$$

Problema 1

Solución

Bloque 1.



$I_{x+} + I_{x-} = i_{c_1} + i_{c_2} \cong I_p$

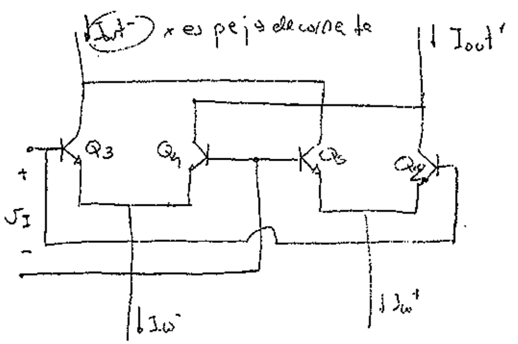
$$\left.\begin{aligned} i_{c_1} &= I_s \cdot e^{\frac{v_{BE_1}}{V_T}} \\ i_{c_2} &= I_s \cdot e^{v_{BE_2}/V_T} \end{aligned}\right\} \quad \begin{aligned} v_{BE_1} - v_{BE_2} &= V_T \ln\left(i_{c_1}/I_s\right) - V_T \ln\left(i_{c_2}/I_s\right) \\ &\parallel \\ v_I &= V_T \cdot \ln\left(i_{c_1}/i_{c_2}\right) \cong V_T \ln\left(I_{x+}/I_{x-}\right) \end{aligned}$$

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

$$\frac{1+x}{1-x} = \frac{I_x^+}{I_x^-} \rightarrow x = \frac{I_x^+ - I_x^-}{I_x^+ + I_x^-} = \frac{\Delta I_x}{I_p}$$

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

Estudio el bloque 2:



$$i_{c_3} = \frac{I_w^-}{1 + e^{-v_I/V_T}} \qquad i_{c_5} = \frac{I_w^-}{1 + e^{v_I/V_T}}$$

$$i_{c_4} = \frac{I_w^-}{1 + e^{v_I/V_T}} \qquad i_{c_2} = \frac{I_w^+}{1 + e^{-v_I/V_T}}$$

entonces.

$$\Delta I_{out} = \left(i_{c_4} + i_{c_2}\right) - \left(i_{c_3} + i_{c_5}\right)$$

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

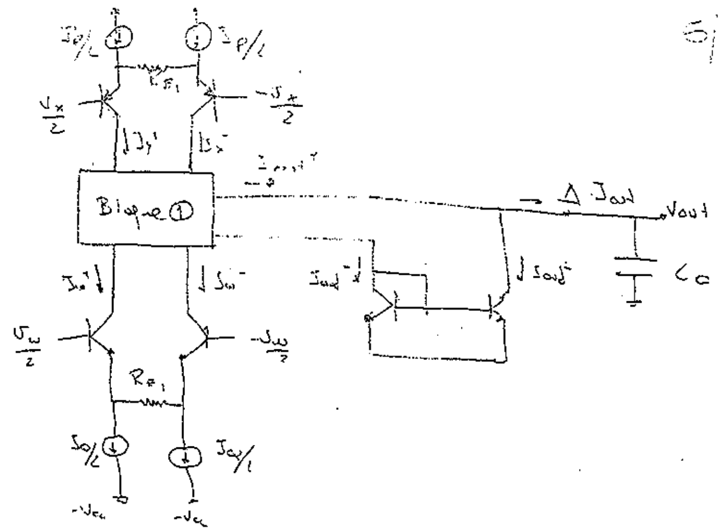
$$= \Delta I_w \cdot \frac{\left(e^{v_I/2V_T} - e^{-v_I/2V_T}\right)\left(e^{v_I/2V_T} + e^{-v_I/2V_T}\right)}{\left(e^{v_I/2V_T} + e^{-v_I/2V_T}\right)\left(e^{v_I/2V_T} + e^{-v_I/2V_T}\right)} = \Delta I_w \cdot \tanh\left(\frac{v_I}{2V_T}\right) \text{ (2)}$$

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

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

21 A

5/10



Como $\begin{cases} I_P \cdot R_{E1} \gg 4V_T \\ I_Q \cdot R_{E1} \gg 4V_T \end{cases}$ puedo trabajar en zona lineal. Lo que se halla por el bloque ① sale también en esta zona

$\Rightarrow \Delta I_x = I_x^+ - I_x^- = R_{E1}^{-1} \cdot \frac{v_x}{2} - \left(-R_{E1}^{-1} \cdot \frac{v_x}{2}\right) = R_{E1}^{-1} \cdot v_x$

$\Delta I_w = I_w^+ - I_w^- = R_{E2} \cdot v_w$

$\Rightarrow \boxed{\Delta I_{out} = \frac{\cancel{R_{E1}}\,\cancel{R_{E2}}\, v_x \cdot v_w}{R_{E1} R_{E2}\, I_P}}$

$\Rightarrow \boxed{v_{out} = \Delta I_{out} \cdot \overbrace{(r_{out} /\!/ R_2)}^{R_{E2}}}$

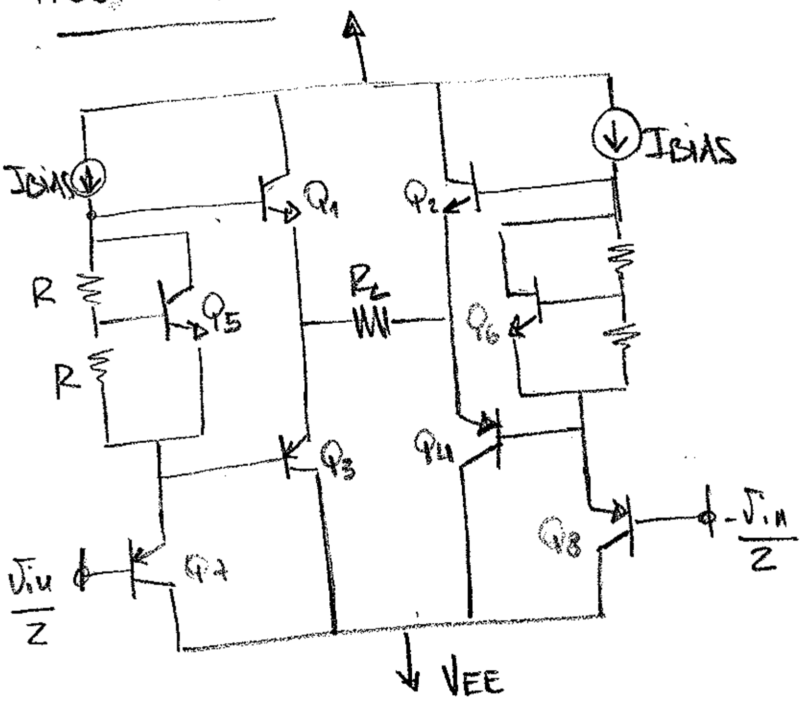
$v_{out} = \Delta I_{out} R_{E2} = \frac{v_x v_w}{R_{E1} I_P}$

$r_{out} = r_{oQ10} /\!/ r_{oQP} = \frac{I_Q}{4} \cdot \frac{1}{V_A}$

$r_{oQ10} = \frac{I_Q/2}{V_A} = r_{oQP}$

Rafael Fiel[illegible]

Problema



Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 : $\beta_1 = 50$, $V_{CE} = 0{,}7\,V$, $V_{CESAT} = 0{,}3V$

Q_5, Q_6, Q_7, Q_8 : $\beta_2 = 200$, $V_{BE} = 0{,}7$

$I_{BIAS} = 10\,mA$

$R = 500\,\Omega$

(a) I_{RLmax} | $I_{BIAS} = \frac{V_{BE}}{R} + \frac{I_{RLmax}}{\beta_1}$

$\Rightarrow I_{Lmax} = \left(I_{BIAS} - \frac{V_{BE}}{R}\right)\beta_1 = 430\,mA$

(b) $P = \frac{I_{Lmax}^2 R_L}{2} \Rightarrow \boxed{R_L = 54\Omega}$

(c) $V_{CCmin} = \frac{R_L I_{Lmax}}{2} + V_{BE} + V_{CESAT}$

$\Rightarrow \boxed{V_{CCmin} = 12{,}6V}$

(d) $P_D @ (\hat{v}_o = 2V_{CC}) = ?$

si $v_i = 2V_{CC}\,\text{sen}(wt) \Rightarrow v_{CE} = V_{CC}(1 - \text{sen}(wt))$

(en el semiciclo activo)

$\Rightarrow P_{D_{Q_i}}(t) = V_{CC}(1 - \text{sen}(wt))\,\frac{2V_{CC}}{R_L}\,\text{sen}(wt)$

$$P_{D_{Q_i}} = \frac{1}{T}\int_0^{T/2} \frac{2V_{CC}^2}{R_L}(1 - \text{sen}(wt))\,\text{sen}(wt)\,dt = \frac{2V_{CC}^2}{\pi R_L} - \frac{V_{CC}^2}{2R_L}$$

$(P_{DQ_i} = .36\,W)$

(e) No, existe una amplitud q' maximiza la P_D.

$P_D = P_S - P_L$ $\qquad P_L = \frac{v_o^2}{2R_L}$

$P_S = \underbrace{P_S^+ + P_S^-}$ $\qquad P_S^+ = P_S^-$

$P_S^+(t) = V_{CC}\frac{v_o}{R_L}|\text{sen}(wt)| \Rightarrow \langle P_S^+(t)\rangle = \frac{2}{T}\int_0^{T/2} V_{CC}\frac{v_o}{R_L}\,\text{sen}\,wt\,d$

$\Rightarrow \boxed{P_S^+ = \frac{2V_{CC}v_o}{\pi R_L}}$

$\Downarrow$

$P_S = 2P_S^+ = \frac{4V_{CC}v_o}{\pi R_L} \Rightarrow \boxed{P_D = \frac{4V_{CC}v_o}{\pi R_L} - \frac{v_o^2}{2R_L}}$

$\frac{dP_D}{dv_o} = 0 \Rightarrow v_o^* = \frac{4V_{CC}}{\pi} \Rightarrow P_{Dmax} = P_D @ v_o = v_o^* = \frac{8V_{CC}^2}{\pi^2 R_L} \rightarrow \boxed{P_{DQ_i}max = \frac{2V_{CC}^2}{\pi^2 R_L}}$

$(P_{DQ_i}max = .54\,W)$

FIERRO.