Palabras sugeridas: efecto Early, el doble, mayor, exponencial, voltaje, corriente, lineal, transresistencia, inversa, huecos, efecto cuerpo, positiva, la mitad, minoritarios, constante, unitaria, dependiente, variable, transconductancia, directa, efecto avalancha, arrastre, colector, electrones, mayoritarios, difusión, independiente, emisor, negativa, menor, cuadrática

1) corriente, voltaje.

2) transconductancia.

3) directa

4) difusión

5) mayor

6) colector, inversa

7) electrones, huecos ?

¿Portadores mayoritarios, portadores minoritarios?
Porque depende del tipo de transistor (no se aclara en la pregunta que es un NPN)

8) minoritarios

9) el doble

10) independiente

11) negativa

12) constante

13) exponencial

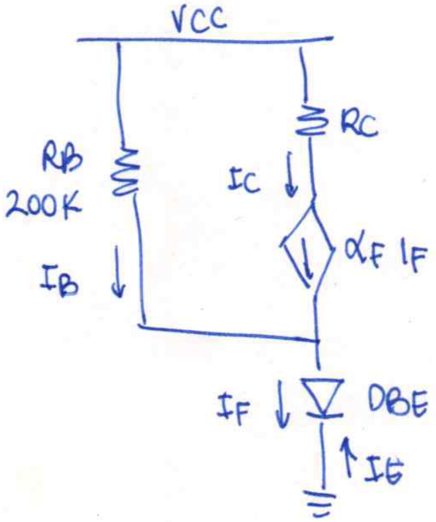
14) efecto Early

Problema 1

1) $\alpha_F = \dfrac{\beta_F}{\beta_F+1} = \dfrac{180}{181} = 0.994475$

$\alpha_R = \dfrac{\beta_R}{\beta_R+1} = \dfrac{0.899552}{0.899552+1} = 0.473560$

2. El modelo simplificado en Activa Directa:



3) Las ecuaciones de E-M:

$I_C = \alpha_F I_F - \cancel{I_R}$

$I_E = \cancel{\alpha_R I_R} - I_F$

con $I_F = I_{ES}(e^{V_{BE}/V_t} - 1)$

4) La malla por la base:

$V_{BE} = V_{CC} - I_B R_B$ (LVK)

con $I_B = I_F - \alpha_F I_F$ (LCK)

$V_{BE} = V_{CC} - (1-\alpha_F) I_F R_B$

5) Se resuelve la ecuación:

$$I_F = I_{ES}\left[e^{(V_{CC}-(1-\alpha_F)I_F R_B)/V_t} - 1\right]$$

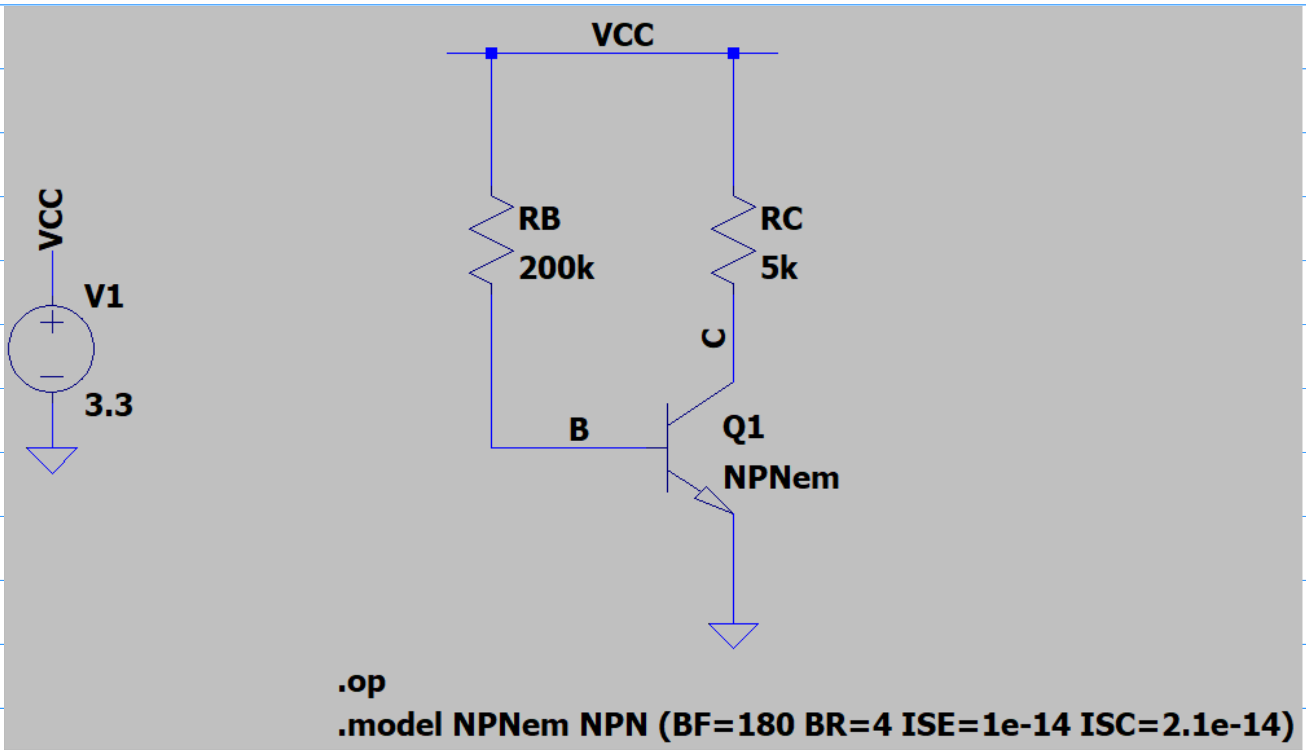
La solución numérica es

$$x = 10^{-14}\cdot\left[e^{(3.3-(1-0.994475)x\cdot 200K)/26\,mV} - 1\right]$$

$I_F = 2.37\times10^{-3}$ A $\Rightarrow$ $I_C = \alpha_F I_F = 2.35706$ mA

$I_E = -2.37016$ mA

$I_B = 13.0951$ μA



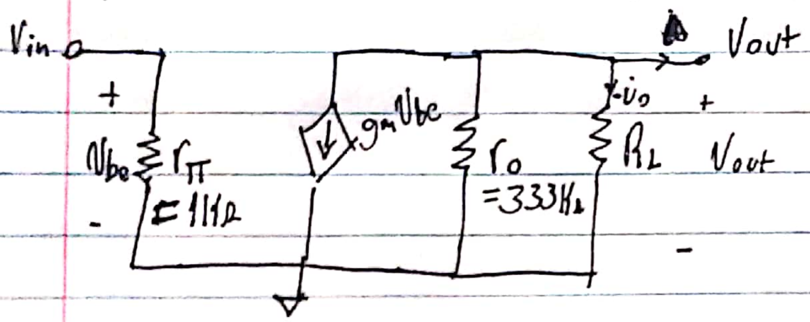
--- Operating Point ---

V(c):	2.222	voltage
V(b):	0.676591	voltage
V(vcc):	3.3	voltage
Ic(Q1):	0.00229365	device_current
Ib(Q1):	1.31172e-005	device_current
Ie(Q1):	-0.00230677	device_current
I(Rb):	1.3117e-005	device_current
I(Rc):	0.00229362	device_current
I(V1):	-0.00230674	device_current

Problema 2

$$\begin{bmatrix} V_{be} \\ i_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1K\Omega & 0 \\ 250 & 3\times10^{-6}s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_b \\ V_{ce} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{ie} & h_{re} \\ h_{fe} & h_{oe} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_b \\ V_{ce} \end{bmatrix}$$

1) Circuito resultante con modelo π (Peq. Señal)



(2pt)

2) Se sabe que $g_m = \frac{I_c}{U_T}$ ∧ $A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$

1pt

$V_{out} = -i_o \cdot R_L$ ∧ $r_o = \frac{1}{g_o} = 333K\Omega > 100K\Omega$

1pt

(4pts)

$\therefore V_{out} = -g_m V_{be} \cdot R_L$

$V_{in} = V_{be}$

2pt

$$\therefore \boxed{A_v = \frac{-g_m \cancel{V_{be}} \cdot R_L}{\cancel{V_{be}}} = -\frac{I_c \cdot R_L}{U_T}}$$

3) R_L para $A_v = -20$ e $I_c = 10mA$

$$R_L = \frac{A_v \cdot U_T}{I_c} = \frac{20 \cdot 26mV}{10mA} = 52\Omega$$

(1pt)

4) Tensión de Early para $i_b = 40\mu A$

de los parámetros híbridos $h_{fe} = \beta$

$\therefore I_C = I_B \cdot$ [redacted] $250 = 40\mu A \cdot 250$

$\beta_{CA} = \beta_F$

$$r_o = \frac{1}{g_o} = \frac{V_A}{I_C} \Rightarrow \frac{1}{3\times10^{-6}} = \frac{V_A}{40\mu A \cdot 250}$$

$V_A \simeq 3333\ V.$ 1pt

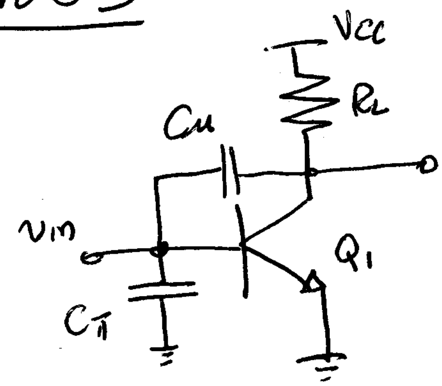
$V_A \simeq \infty$ ~~Es un efecto poco~~ No considerable. 1pt

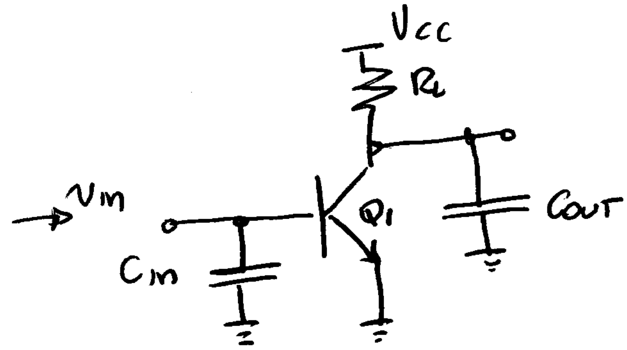
5) Como $I_C = \beta \cdot I_B = 11{,}25 mA$ 1pt

$$A_V = -\frac{I_C \cdot R_L}{V_T} = \frac{-11{,}25 mA \cdot 52\,\Omega}{450 \cdot 8{,}571\times10^{-5}}$$

$$\boxed{A_V = -15{,}17}$$ 1pt

Prob 3



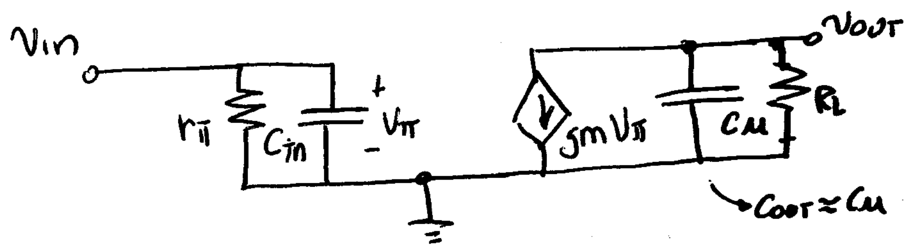


Con

$$C_{in} = C_\pi + (1 + g_m R_L) C_\mu$$

$$C_{out} = [1 + (g_m R_L)^{-1}] C_\mu \approx C_\mu$$

(a)



Con ro → ∞

$$V_{in} = V_\pi \qquad V_{out} = -g_m V_\pi (R_L \| 1/sC_\mu)$$

$$= -g_m V_{in} \frac{R_L/sC_\mu}{R_L + \frac{1}{sC_\mu}}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}}(s) = \frac{-g_m R_L}{1 + s R_L C_\mu}$$

(b) para $\omega = \frac{1}{R_L C_\mu}$, $|A(j\omega)| = ?$

$$|A(j\omega)| = \frac{g_m R_L}{\sqrt{1 + \omega^2 R_L^2 C_\mu^2}}$$

$$= \frac{g_m R_L}{\sqrt{1 + \frac{R_L^2 C_L^2}{(R_L C_\mu)^2}}} = \frac{g_m R_L}{\sqrt{2}}$$

Pruebe que

(c) La frecuencia a la cual $|A(j\omega)| = 1$ es $\omega_T = \frac{gm}{C\mu}$

$$|A(j\omega)| = \frac{gm R_L}{\sqrt{1 + \omega^2 R_L^2 C\mu^2}} = 1$$

$$gm R_L = \sqrt{1 + \omega^2 R_L^2 C\mu^2} \simeq \sqrt{\omega^2 R_L^2 C\mu^2}$$

$$gm^2 \cancel{R_L^2} = \omega^2 \cancel{R_L^2} C\mu^2$$

$$\boxed{\omega_T = \frac{gm}{C\mu}}$$