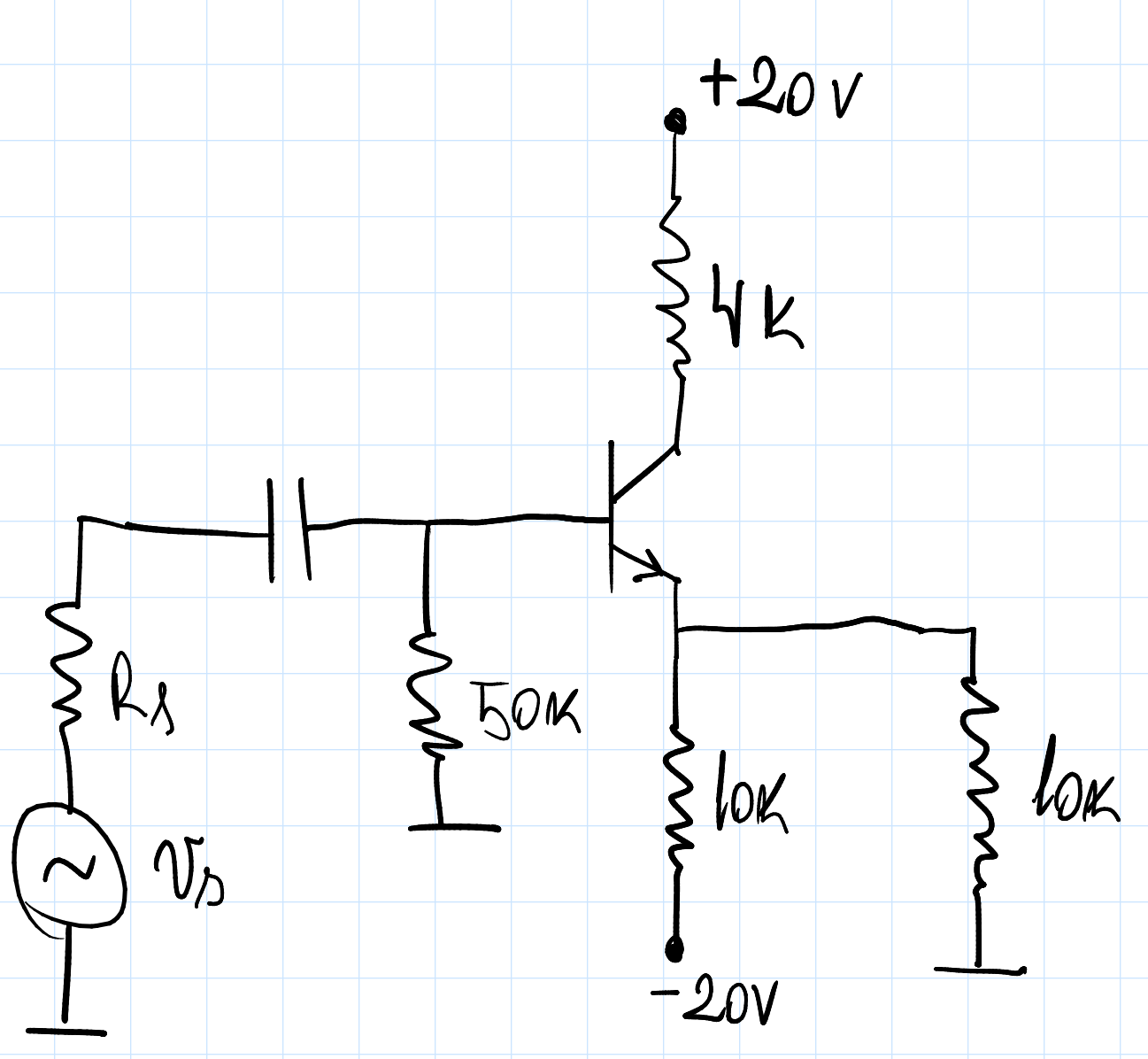
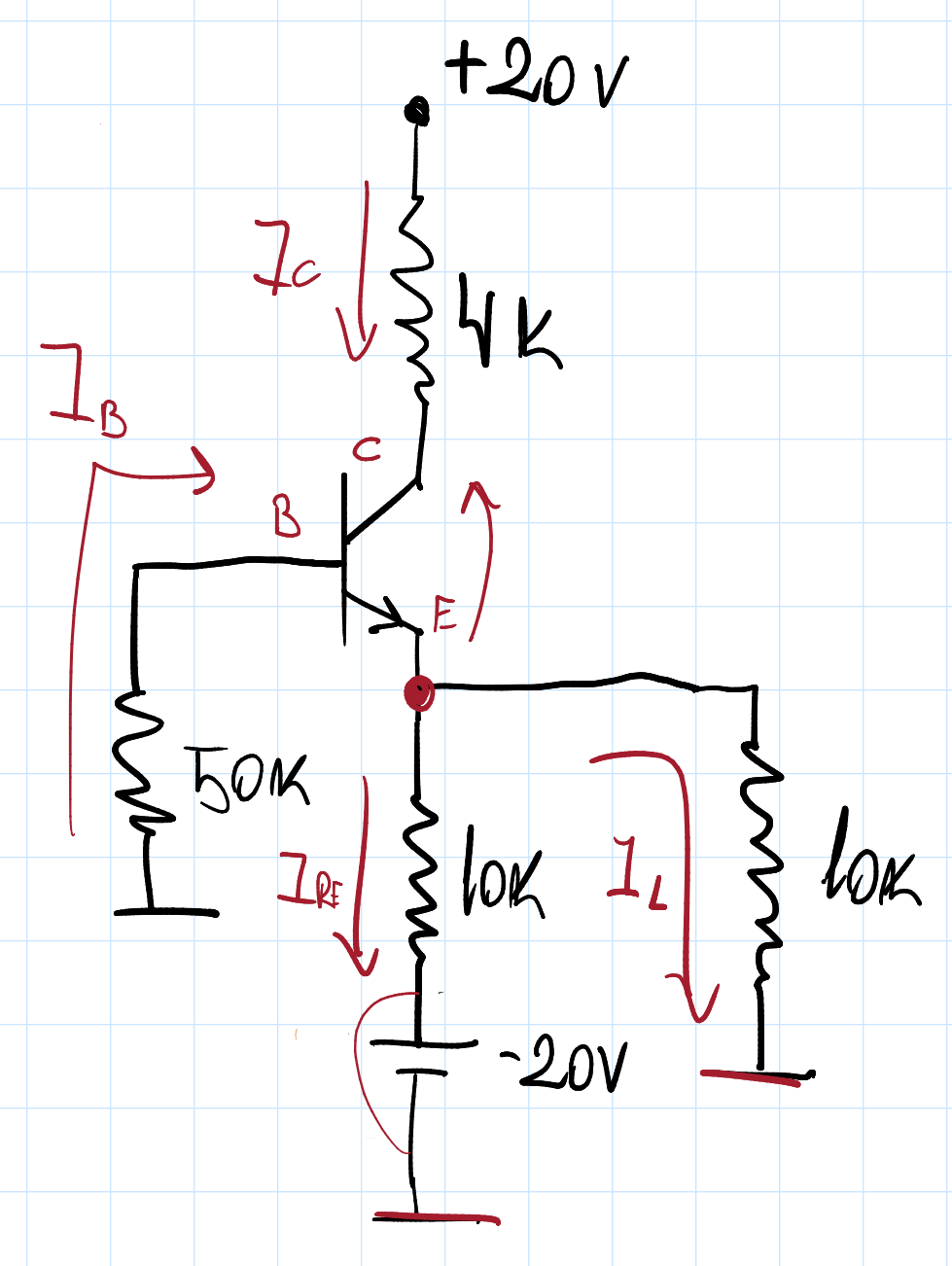


TBJ: BC548B

$R_s = 2K$

a) determinar la ubicación del punto Q indicando las tensiones de los tres electrodos contra común.
b) Dibujar el circuito de señal sin reemplazar el transisitor por su modelo. Determinar las expresiones de Rib; Ri; Roc; Ro; Av y Avs, y calcularlas. Indicar como se las puede obtener por simple inspección.
c) Trazar las rectas de carga estática y dinámica en el plano Ic - Vce. Determinar el valor de Vomax(pico) obtenible sin recorte en ninguno de los dos semiciclos.
NOTA: Tener en cuenta que siempre los calculos de deben ser efectuados con una tolerancia de alrededor de un 10%. Simplificarlos de acuerdo con ello.



$I_E = I_c + I_B$ $\quad$ $I_E = I_L + I_{RE}$

$20 - I_c 4K - V_{CE} - I_L 10K = 0$

$20 - I_c 4K - V_{CE} - I_{RE} 10K + 20 = 0$

$50K I_B - V_{BE} - I_L 10K$

$50K I_B - V_{BE} - I_{RE} 10K + 20 = 0$

Asumimos MAD

$I_c = \beta I_B$ y $V_{BE} = 0,7V$

$20 - \beta I_B 4K - V_{CE} - I_L 10K = 0$

$20 - \beta I_B 4K - V_{CE} - I_{RE} 10K + 20 = 0$

$50K I_B - 0,7 - I_L 10K = 0$

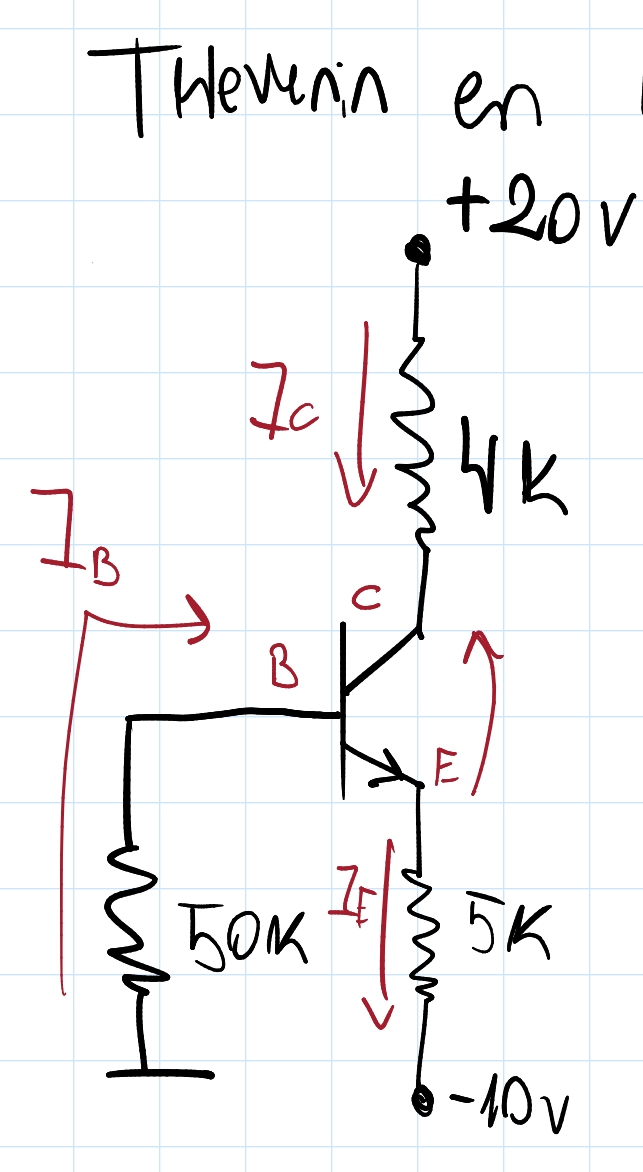
$50K I_B - 0,7 - I_{RE} 10K + 20 = 0$

① V_{CE}	② I_B	③ I_L	④ I_{RE}	
$+V_{CE}$	$+\beta I_B 4K$	$+I_L 10K$	$+0$	$= 20$
V_{CE}	$+\beta I_B 4K$	$+0$	$+I_{RE} 10K$	$= 40$
0	$+I_B 50K$	$-I_L 10K$	$+0$	$= 0,7$
0	$+I_B 50K$	$+0$	$-I_{RE} 10K$	$= -19,3$

BC546B/547B/548B | | 200 | 290 | 450

Tomando $\beta = 290$

Thevenin en Emisor



$20 - 4K I_c - V_{CE} - 5K I_E + 10 = 0$ ($I_c = \beta I_B$, $I_E = I_B(\beta+1)$)

$50K I_B - V_{BE} - 5K I_E + 10 = 0$ ($V_{BE} = 0,7$, $I_E = I_B(\beta+1)$)

$30 - 4K\beta I_B - V_{CE} - 5K(\beta+1) I_B = 0$

$30 - V_{CE} - I_B(4K\beta + 5K(\beta+1)) = 0$

$V_{CE} = 30 - I_B(4K\beta + 5K(\beta+1))$

$V_{CE} = 12,63V$

$V_{CE} > V_{CE(sat)} = 0,7$

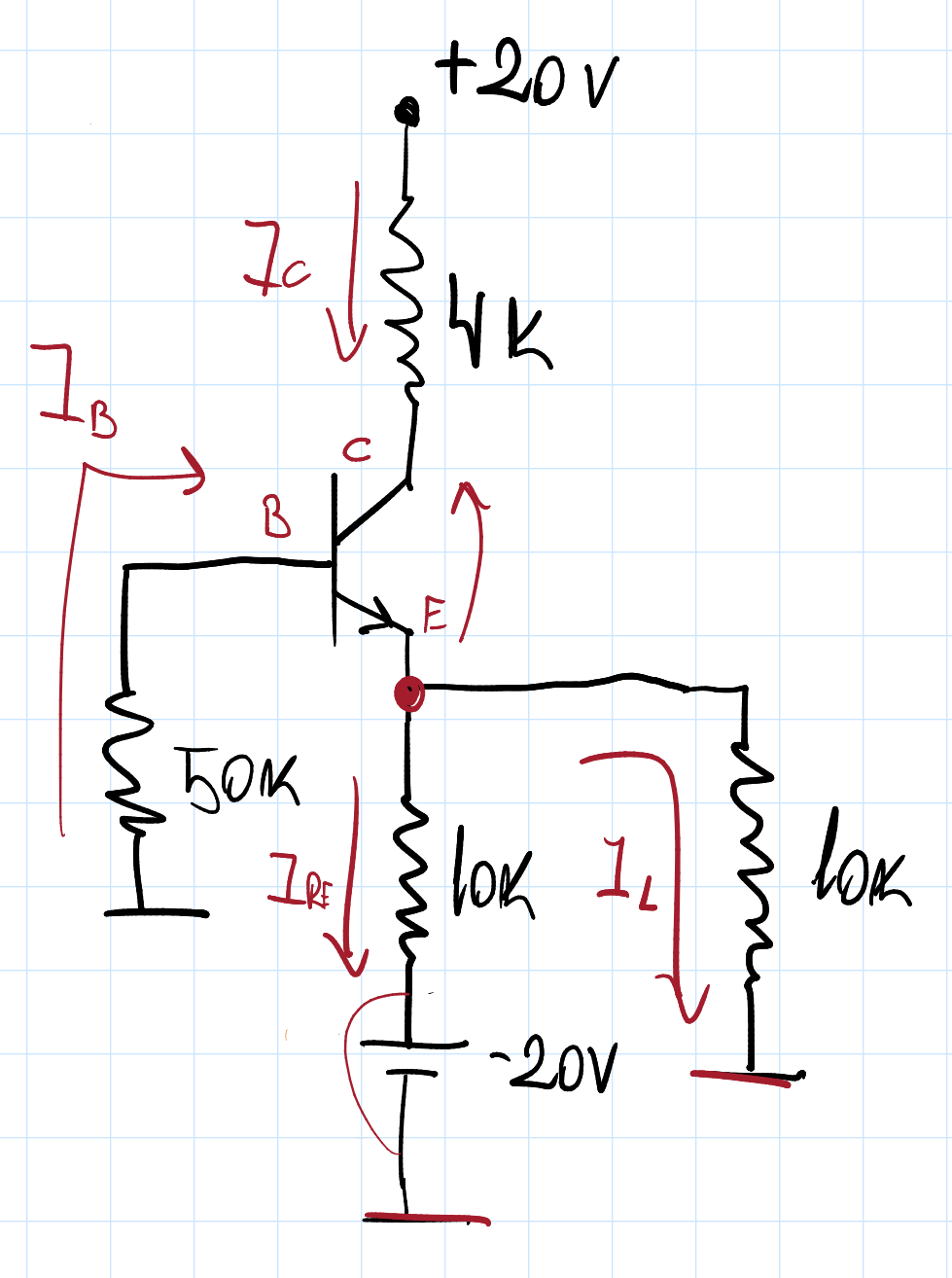
$50K I_B - 5K(\beta+1) I_B + 9,3 = 0$

$9,3 + I_B(50K - 5K(\beta+1)) = 0$

$I_B = \dfrac{-9,3}{50K - 5K(\beta+1)} = 6,6\mu A$

$I_c = 1,9mA$

Volvemos al circuito sin simplificar



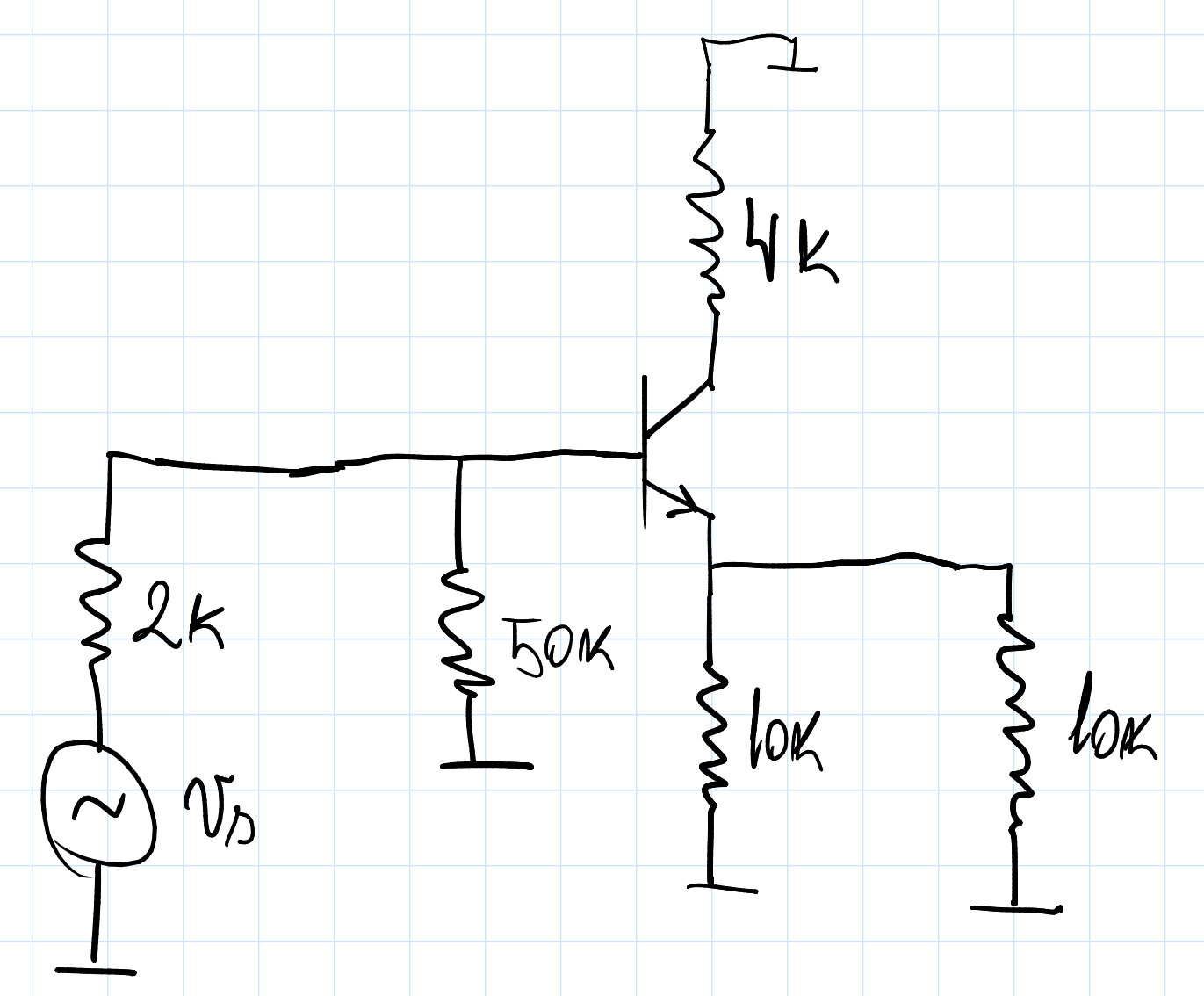
$I_{RE} + I_L = I_E$

$20 - 4K I_c - V_{CE} - 10K I_L = 0$

$I_L = \dfrac{20 - 4K I_c - V_{CE}}{10K}$

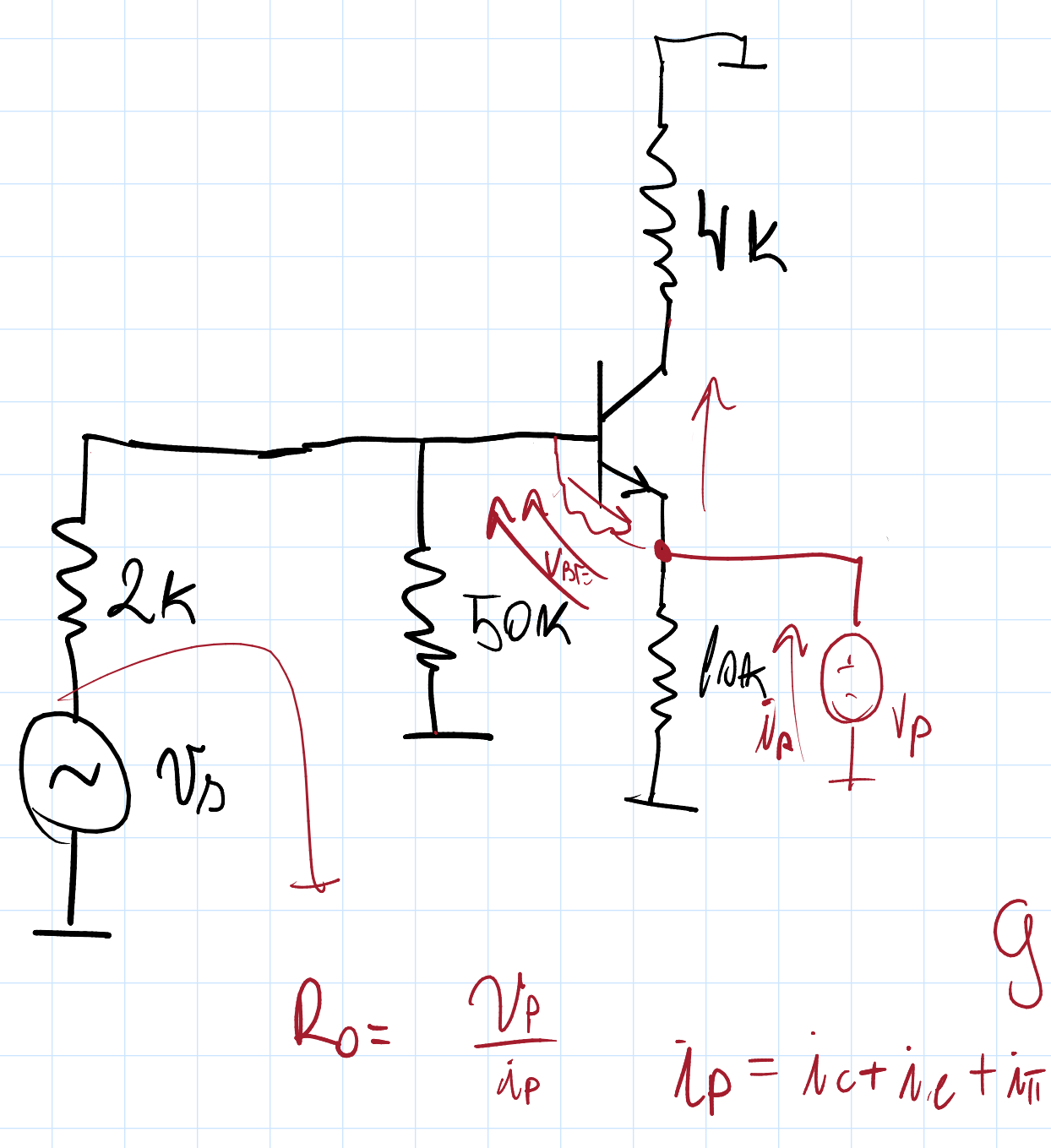
$I_L = -23\mu A$

$I_{RE} = I_E - I_L = 1,923mA$



$g_m = 0,1$

$r_\pi = 2590$



$R_{IB} = 1,3M\Omega$

$R_I = R_B // R_{IB} = 48K\Omega$

$R_{oc} \longrightarrow \infty$ Preguntar a oscarcito Habia que considerar r_o

$V_{BE} < 0$ $\quad$ $\dfrac{r_\pi}{r_\pi + 2k} V_p$

$g_m V_{BE}$

$R_o = \dfrac{V_p}{i_p}$ $\quad$ $i_p = i_c + i_e + i_{r\pi}$

$R_o = 17\Omega$

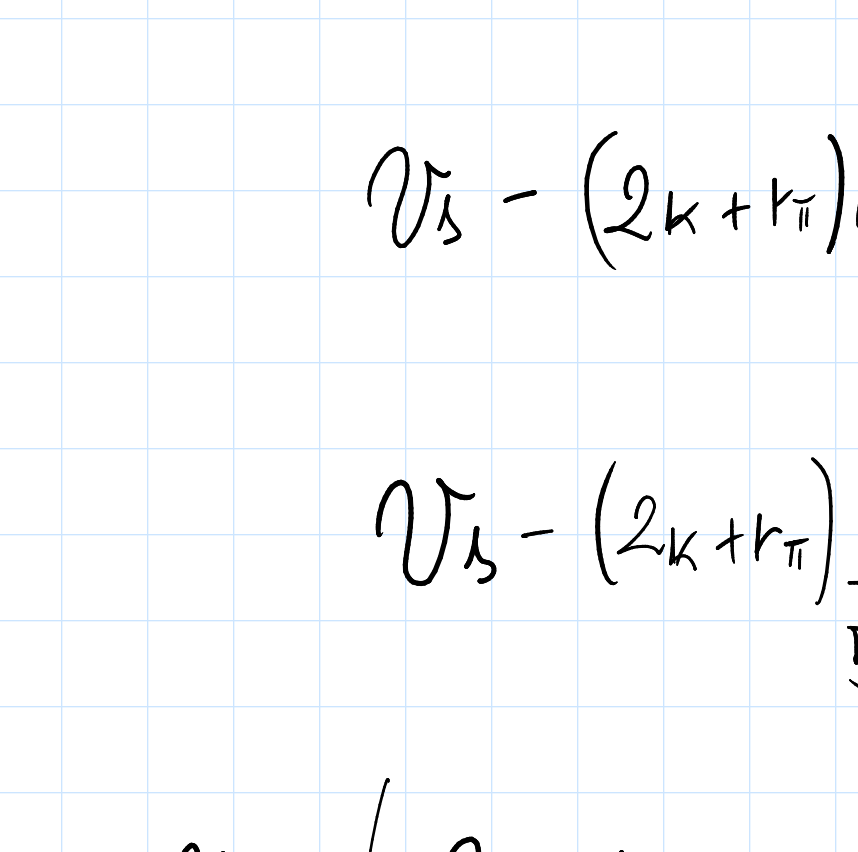
$i_p = \dfrac{V_p}{10K} + g_m \dfrac{r_\pi}{r_\pi 2K} V_p + \dfrac{V_p}{r_\pi + 2K}$

$\left(1/_{10K} + g_m \dfrac{r_\pi}{r_\pi 2K} + \dfrac{1}{r_\pi + 2K} \right)^{-1}$

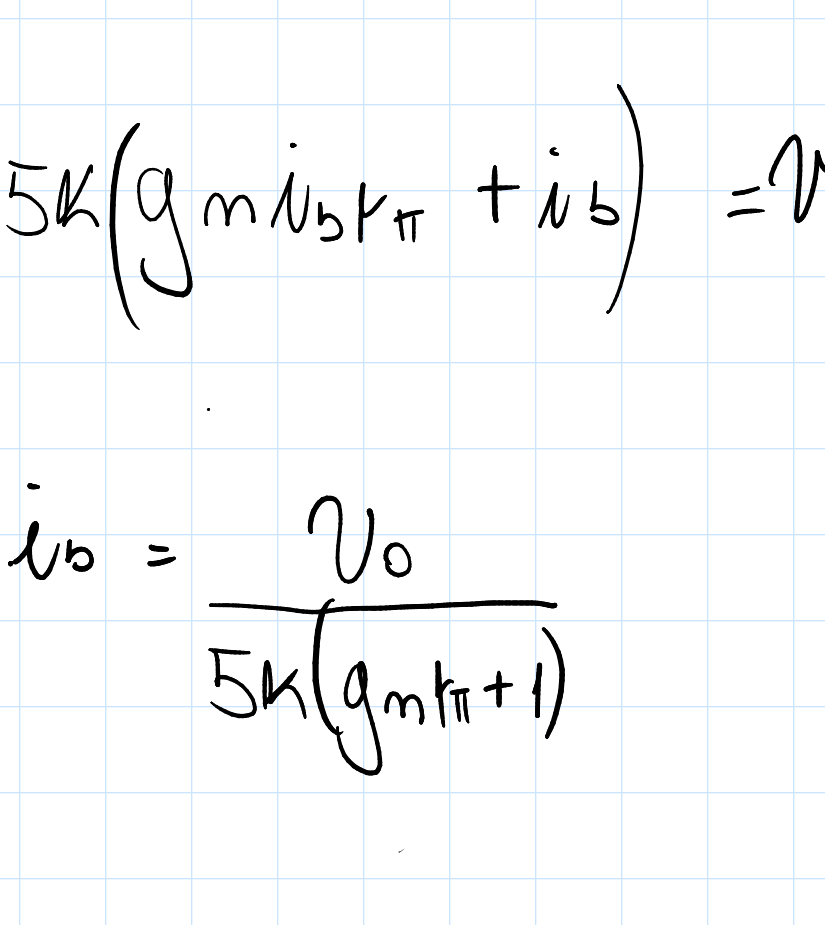
$V_P - I_p r_\pi - I_E 5K = 0$ → Está Bien?

$g_m I_p r_\pi + I_p = I_E = I_p(g_m r_\pi + 1) 5K$

$\dfrac{V_p}{I_p} = (r_\pi + g_m r_\pi 5K + 5K) = 1,3M\Omega = r_{ib}$



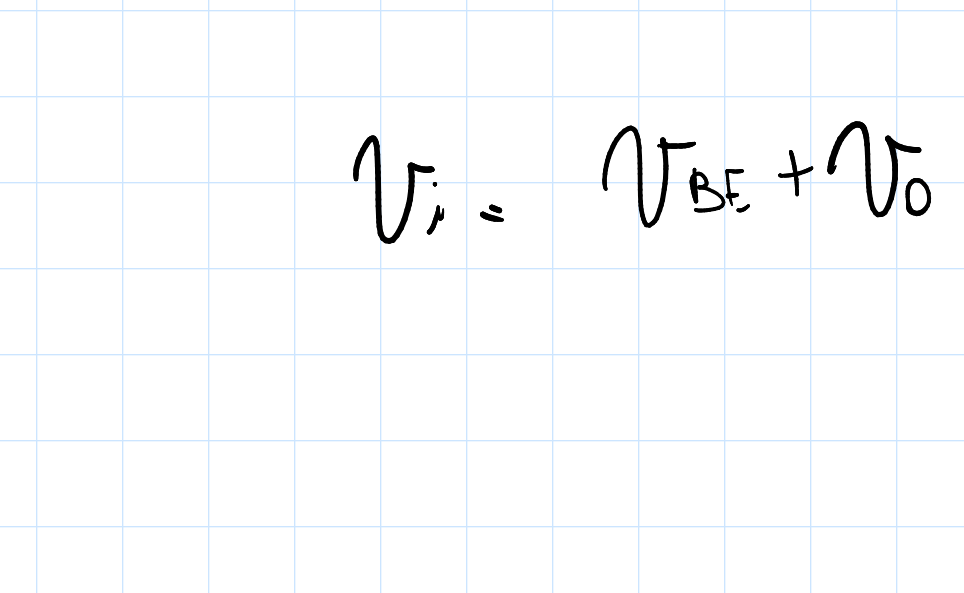
$\equiv$



$V_s - (2K + r_\pi) i_b - V_o = 0$ $\quad$ $5K(g_m i_b r_\pi + i_b) = V_o$

$V_s - (2K + r_\pi) \dfrac{V_o}{5K(g_m r_\pi + 1)} - V_o = 0$ $\quad$ $i_b = \dfrac{V_o}{5K(g_m r_\pi + 1)}$

$\dfrac{V_o}{V_s} = \left(\dfrac{2K + r_\pi}{5K(g_m r_\pi + 1)} + 1 \right)^{-1} = 0,996 = Av_s$



$Av = \dfrac{V_o}{V_i} = \dfrac{i_e 5K}{i_b r_\pi + i_e 5K}$

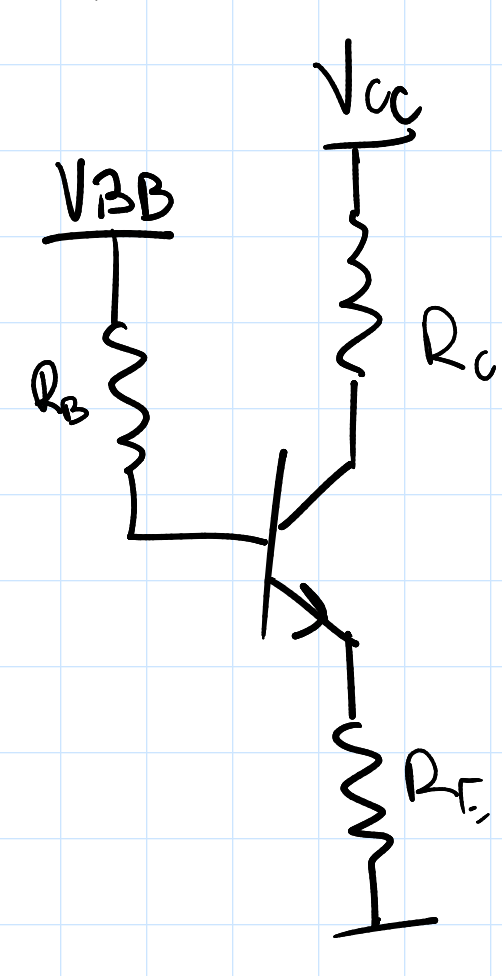
$V_i = V_{BE} + V_o$

$i_e = (1 + g_m r_\pi) i_b$

$Av = \dfrac{(1 + g_m r_\pi) 5K}{r_\pi + (1 + g_m r_\pi) 5K} = 0,998$

Diseño de nuestro Super Amplificador ($A_V > 20$)

NPN



$i_C = 1mA$

V_A No existe

$\beta i_b = i_c$

$V_{BB} - i_b R_B - \overset{0,7}{V_{BE}} - R_E(i_B + i_C) = 0$

$V_{BB} - i_b R_B - V_{BE} - R_E i_B(1+\beta) = 0$

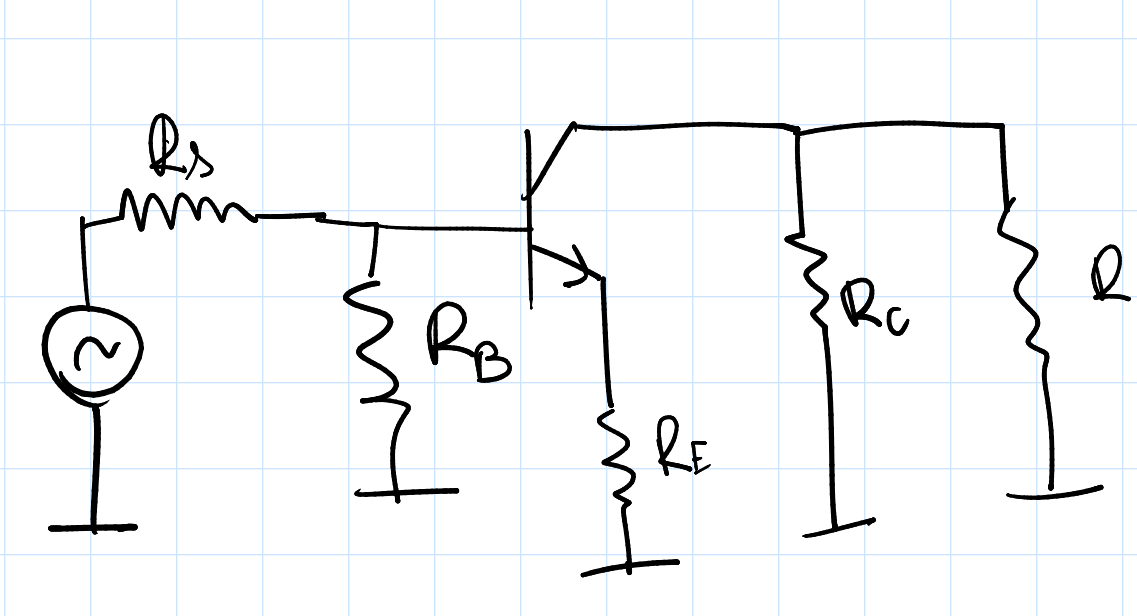
$\dfrac{\overset{10}{V_{BB} - 0,7}}{R_B + R_E(1+\beta)} = i_b$ $\quad 10^7 \quad 10^7 \quad 10^2 \cdot 10^2 = 10$

$i_c \approx 1mA$

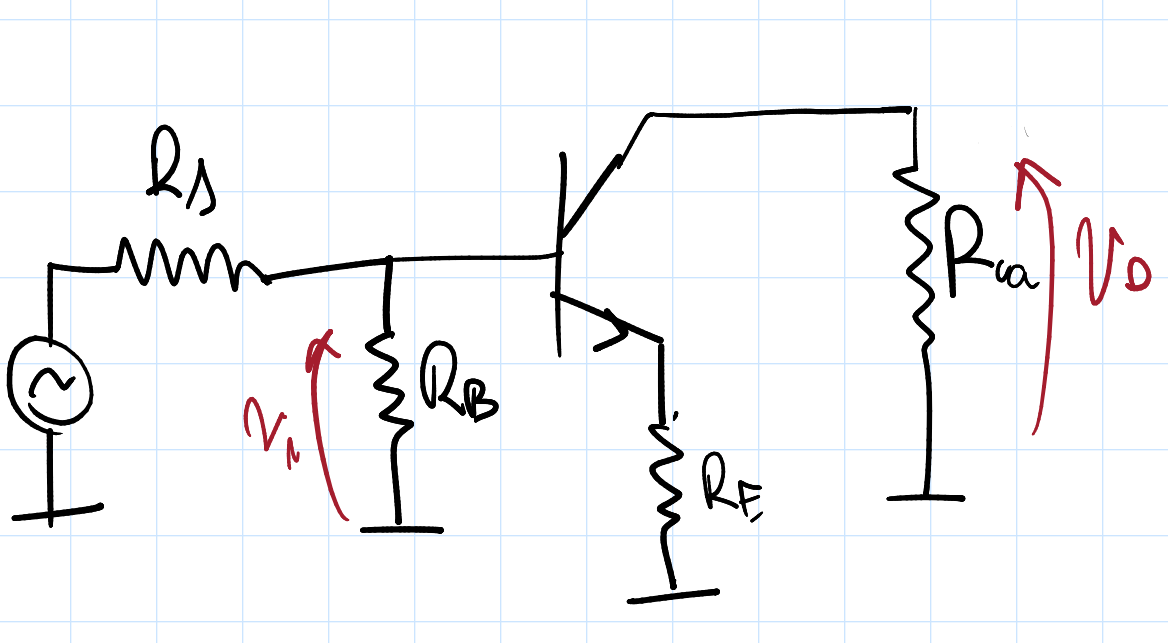
$200 < \beta < 450$

$\beta + 125\%$

$r_\pi = \dfrac{\beta}{g_m} \approx 0,039$



$\equiv$



$A_V = \dfrac{v_o}{v_i} = \dfrac{-g_m v_{be} R_{CA}}{i_E R_E + v_{be}}$ $\quad (v_{be} = i_b r_\pi)$

$i_E = i_b + g_m i_b r_\pi$

$i_E = i_b(1 + g_m r_\pi)$ $\quad (g_m r_\pi = \beta)$

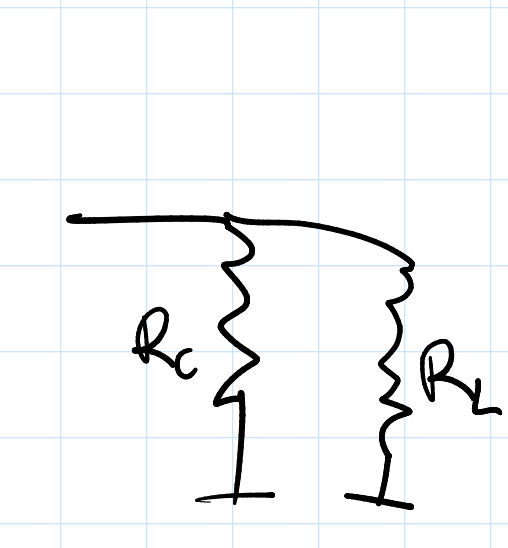
$= \dfrac{-i_b g_m r_\pi R_{CA}}{i_b((1+\beta)R_E + r_\pi)} = \dfrac{\overset{\beta}{g_m r_\pi} R_{CA}}{((1+\beta)R_E + r_\pi)} = \dfrac{\beta R_{CA}}{(\beta+1)R_E + r_\pi}$

→ Primero sin carga. $r_\pi = \dfrac{\beta}{g_m}$

$\Rightarrow \dfrac{-R_{CA}}{\frac{(\beta+1)}{\beta}R_E + \frac{r_\pi}{\beta}} = \dfrac{-R_{CA}}{R_E + 26,3} = \dfrac{-R_{CA}}{R_E} = 20 = A_V$

($\frac{\beta+1}{\beta}$ ≃ 1; $\frac{r_\pi}{\beta}$ → $\frac{1}{g_m}$)

$R_E = 100$ $\quad R_{CA} = 2K$



$R_C // R_L$ $\quad R_L = 4K$ $\quad R_C = 4K$ $\quad R_{C_{eq}} = 2K$

$R_E = 100$ $\quad R_C = 4K$ ⇝ $A_V > 20$ $\quad R_L \geq 4K$

$R_B = ?$ $\quad V_{BB} = ?$ $\quad V_{CC} = ?$

$\dfrac{V_{BB} - 0,7}{R_B + R_E(1+\beta)} = i_b \Rightarrow \dfrac{\beta(V_{BB} - 0,7)}{R_B + R_E(1+B)} = i_c$

$\Rightarrow \dfrac{(V_{BB} - 0,7)}{\frac{R_B}{\beta} + R_E\frac{(1+\beta)}{\beta}} \approx \dfrac{\overset{10}{(V_{BB} - 0,7)}}{\frac{R_B}{\beta} + R_E} = 1mA$

($\frac{(1+\beta)}{\beta}$ → 1)

10^6, 10^2 ⇒ el de LTSpice es de ≈ 300

entonces $\dfrac{R_B}{\beta} \approx \dfrac{10^4}{3}$

(R_E s desprecia) → queda $\dfrac{3(\overset{10}{V_{BB} - 0,7})}{10^4} \approx 3mA$

$V_{BB} = 10$ y $R_B = 1M$ $\quad V_{CC} = 15$

$V_{CC} - \underbrace{I_c R_c}_{4V} - V_{CE} - \underbrace{I_B(\beta+1)R_E}_{0,1V} = 0$

Nos dimos cuenta que R_E no estabiliza el punto Q porque es muy chico

$\dfrac{\overset{10}{(V_{BB} - 0,7)}}{\frac{R_B}{\beta} + R_E} = i_c \Rightarrow \dfrac{R_B}{\beta}$ es >> que R_E, por lo que R_E no incide lo suficiente para i_c. Si usamos $R_B = 200k$,

y $R_E = 8k$

Ahorita todo de nuevo pero con los Resistores disponibles.

$\dfrac{R_{CA}}{R_E} \approx 20 \Rightarrow$ Dudoso $\quad R_{CA} = R_C // R_L$

No estabilizamos en señal

$A_V(g_m)$ → Estable

R_{B1}: hay 2 valores disponibles
R_{B11} = 82KΩ ± 5% (carbón)
R_{B12} = 820KΩ ± 5% (carbón)

R_{B2}: hay 2 valores disponibles
R_{B21} = 10KΩ ± 5% (carbón)
R_{B22} = 100KΩ ± 5% (carbón)

R_C: hay 2 valores disponibles
R_{C1} = 1KΩ ± 5% (carbón)
R_{C2} = 4,7KΩ ± 5% (carbón)

R_E: hay 2 valores disponibles
R_{E1} = 470Ω ± 5% (carbón)
R_{E2} = 1KΩ ± 5% (carbón)

R_{LC}: hay 2 valores disponibles
R_{LC1} = 4,7KΩ ± 5% (carbón)
R_{LC2} = 10KΩ ± 5% (carbón)

R_{LE} = 4,7KΩ ± 5%

C_S = 2 μF ± 10% (cerámico)
C_E = 100 μF ± 20% (electrolítico)
C_{LC} = 2 μF ± 10% (cerámico)
C_{LE} = 2 μF ± 10% (cerámico)

Transistor TBJ = BC548B o BC558B
MOS = BS170

$\dfrac{R_B}{\beta} << R_E$

$200 < \beta < 450$

$\dfrac{V_{BB} - 0,7}{\frac{R_B}{\beta} + R_E} = 1mA$

$R_E = 1K$
$R_B = 82K$
$V_{BB} = 2V$

} $i_c \pm 10\%$ dentro del margen de β

$v_o = -g_m v_{in} R_{CA}$ $\quad g_m = \dfrac{I_{CQ}}{V_T}$

$\dfrac{v_o}{v_{in}} = g_m R_{CA}$

$34,7m < g_m < 42,47m$
$I_C = 0,9m$ $\quad I_C = 1,1m$

$R_C = 1K$ $\quad R_L = 4,7K$ $\quad V_{CC} = 10V$