

PROBLEMA 1 (2 puntos)

Dado el circuito de la figura, calcular los siguientes valores:

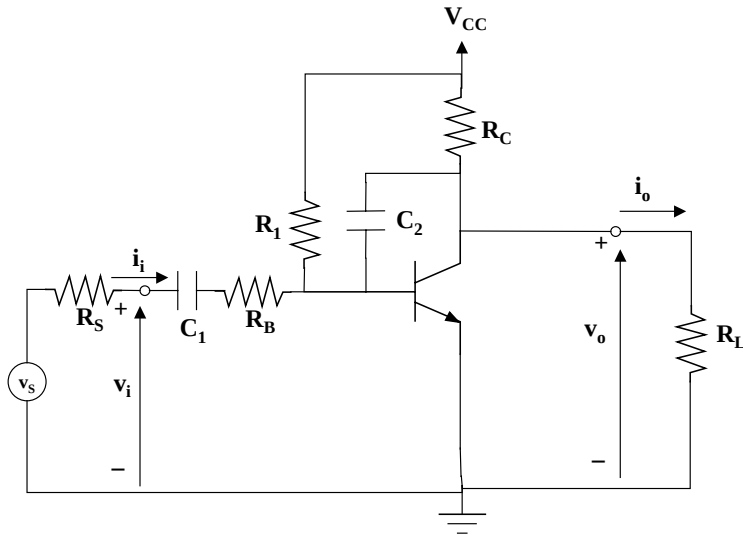
a) La ganancia de tensión, ganancia de corriente, resistencia de entrada y resistencia de salida a frecuencias medias. (1 punto)

b) La frecuencia de corte superior si las capacidades internas del transistor son despreciables ($C \rightarrow 0$). (1 punto)

Datos: $C_1 = 47 \mu\text{F}$ $C_2 = 120 \text{ pF}$

$R_S = 500 \Omega$ $R_B = 5 \text{ k}\Omega$ $R_1 = 200 \text{ k}\Omega$ $R_C = 10 \text{ k}\Omega$ $R_L = 1 \text{ k}\Omega$

$h_{fe} = 50$ $h_{ie} = 1 \text{ k}\Omega$



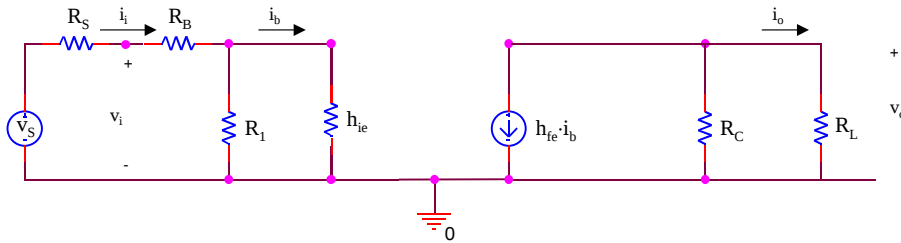
Solución apartado a)

A_V	A_I	R_i	R_o
-7,54	-45,22	5,995 k Ω	10 k Ω

Solución apartado b)

f_H
33,912 kHz

a) Circuito equivalente de pequeña señal a frecuencias medias (C_1 es un cortocircuito y C_2 es un circuito abierto):



$$A_V = \frac{v_o}{v_i}; \quad v_o = -h_{fe} \cdot i_b \cdot (R_C // R_L); \quad R_C // R_L = \frac{10K \cdot 1K}{10K + 1K} = 0,90909K$$

$$v_i = i_i \cdot (R_B + (R_1 // h_{ie})); \quad R_1 // h_{ie} = \frac{200K \cdot 1K}{200K + 1K} = 0,995K$$

$$i_b = i_i \frac{R_1}{R_1 + h_{ie}} \Rightarrow i_i = \frac{R_1 + h_{ie}}{R_1} i_b \Rightarrow v_i = \frac{R_1 + h_{ie}}{R_1} i_b \cdot (R_B + (R_1 // h_{ie}))$$

$$A_V = \frac{v_o}{v_i} = \frac{-h_{fe} \cdot i_b \cdot (R_C // R_L)}{\frac{R_1 + h_{ie}}{R_1} i_b \cdot (R_B + (R_1 // h_{ie}))} = -\frac{h_{fe} \cdot (R_C // R_L)}{\frac{R_1 + h_{ie}}{R_1} \cdot R_B + h_{ie}} = -\frac{50 \cdot 0,90909K}{\frac{200K + 1K}{200K} \cdot 5K + 1K} = -7,54$$

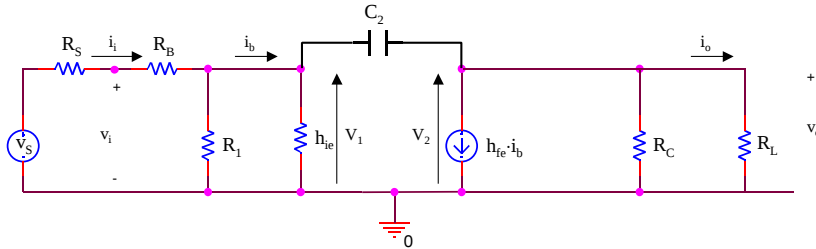
$$A_I = \frac{i_o}{i_i}; \quad i_o = -h_{fe} \cdot i_b \cdot \frac{R_C}{R_C + R_L}; \quad i_i = \frac{R_1 + h_{ie}}{R_1} i_b \Rightarrow A_I = -\frac{h_{fe} \cdot i_b \cdot \frac{R_C}{R_C + R_L}}{\frac{R_1 + h_{ie}}{R_1} i_b} = -\frac{h_{fe} \cdot \frac{R_C}{R_C + R_L}}{\frac{R_1 + h_{ie}}{R_1}}$$

$$A_I = -\frac{50 \cdot \frac{10K}{10K + 1K}}{\frac{200K + 1K}{200K}} = -45,22$$

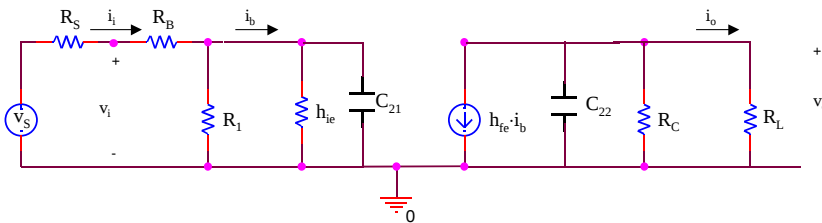
$$R_i = \frac{v_i}{i_i} = R_B + R_1 // h_{ie} = 5K + 0,995K = 5,995k\Omega$$

$$R_o = R_C = 10k\Omega$$

b) La frecuencia de corte superior la establece el condensador C_2 . El circuito equivalente de pequeña señal a altas frecuencias es el siguiente (hay que considerar C_2 y C_1 es un cortocircuito):



Se aplica el teorema de Miller y se obtiene el siguiente circuito:



$$C_{21} = C_2 \cdot (1 - K), \quad K = \frac{v_2}{v_1} = \frac{v_o}{v_i} = \frac{v_o}{v_i \frac{R_B + (R_1 // h_{ie})}{R_1 // h_{ie}}} = A_V \frac{R_B + (R_1 // h_{ie})}{R_1 // h_{ie}} = -7,54 \frac{5K + 0,995K}{0,995K} = -45,42$$

$$C_{21} = 120pF \cdot (1 + 45,42) = 5,5704nF \quad C_{22} = C_2 \cdot \left(1 - \frac{1}{K}\right) \approx C_{22} = 120pF$$

El condensador C_{21} provoca un polo en:

$$f_{p1} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_{21} \cdot C_{21}}; \quad R_{21} = (R_1 // h_{ie}) // (R_S + R_B) = \frac{(R_1 // h_{ie}) \cdot (R_S + R_B)}{(R_1 // h_{ie}) + (R_S + R_B)} = \frac{0,995K \cdot 5,5K}{0,995K + 5,5K} = 0,8425K$$

$$f_{p1} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 0,8425K \cdot 5,5704nF} = 33,912kHz$$

El condensador C_{22} provoca un polo en:

$$f_{p2} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_{22} \cdot C_{22}}; \quad R_{22} = (R_C // R_L) = 0,90909K \Rightarrow f_{p2} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 0,90909K \cdot 120pF} = 1,458MHz$$

Por lo tanto, la frecuencia de corte superior va a ser $f_H = 33,912 \text{ kHz}$