



Trabajo práctico de laboratorio nº4

Amplificador colector común

Materia: Electrónica aplicada I

Integrantes:

Schamun Lucas	62378
Sueldo Alberto	62508
Sosa Javier	65337
Nicolás Ponce	64725
Ciceri Marcos	50506

Profesor: Ing. Fernando Cagnolo

Ing. Guillermo Gastón Riva

Fecha: 14/10/15



Índice

Diseño _____ Página 03

- Cálculo de las resistencias de polarización R1 Y R2:
- Mediciones

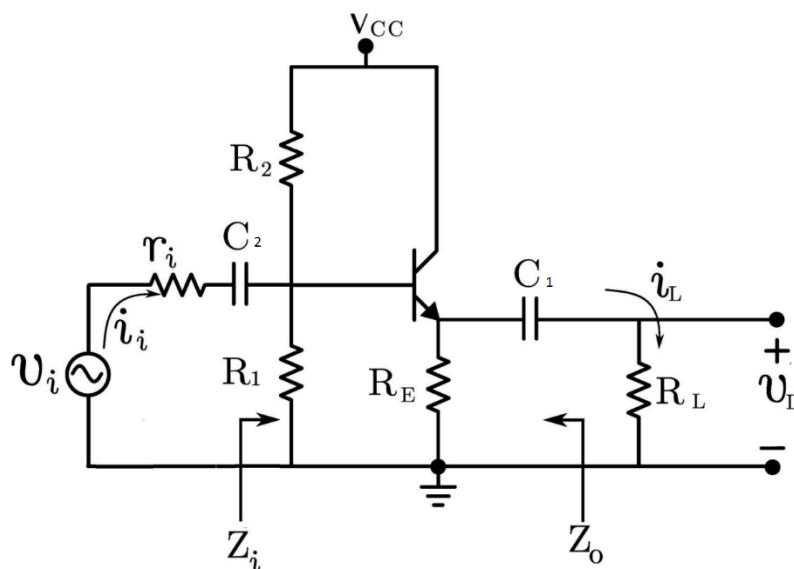
Análisis de trazado de cargas _____ Página 06

- Trazado de Cargas para CC y CA
- Gráfico de Rectas de Carga

Mediciones en pequeña señal (Z_i, Z_o, A_i, A_v) _____ Página 8



1)Diseño



Datos

$$R_E = 1.5 \text{ K}\Omega$$

$$R_L = 1 \text{ K}\Omega$$

Elegimos

$$V_{CC} = 10V$$

Transistor BC348A con $\beta = 303$

$$C_1 = 10\mu F$$

$$C_2 = 100\mu F$$



Cálculo de las resistencias de polarización R1 Y R2:

$$R_B = \frac{\beta \cdot R_E}{10} = \frac{303 \times 1,5K\Omega}{10} = 45,45K\Omega$$

$$I_{CQMES} = \frac{V_{CC}}{R_E + \frac{R_E R_L}{R_E + R_L}} = \frac{10V}{1,5K\Omega + \frac{1,5k\Omega \cdot 1k\Omega}{1,5k\Omega + 1k\Omega}} = 4,76mA$$

$$V_{CEQMES} = V_{CC} - I_{CQMES}(R_E) = 10V - 4,76mA(1,5K\Omega) = 2,857V$$

$$V_{BB} = I_{CQMES} \left(R_E + \frac{R_B}{\beta} \right) + 0,7 = 4,76 \cdot 10^{-3} A (1,5k\Omega + 150\Omega) + 0,7 = 8,554V$$

$$R_1 = \frac{R_B}{1 - \frac{V_{BB}}{V_{CC}}} = \frac{45,45K\Omega}{1 - \frac{8,554V}{10V}} = 314,315k\Omega$$

$$R_2 = \frac{R_B}{\frac{V_{BB}}{V_{CC}}} = \frac{45,45K\Omega}{\frac{8,554V}{10V}} = 53,133k\Omega$$

Valores de resistencias exactos

$$R_B = 45,45K\Omega$$

$$R_1 = 314,315k\Omega$$

$$R_2 = 53,133k\Omega$$

Valores de resistencias normalizados

$$R_B = 45,114K\Omega$$

$$R_1 = 270k\Omega + 47k\Omega = 317k\Omega$$

$$R_2 = 47k\Omega + 5,6k\Omega = 52,6k\Omega$$



- Mediciones

Implementamos el circuito utilizando las resistencias con valores normalizados, y con la ayuda del multímetro, pudimos observar los siguientes datos.

$$V_{CEQ} = 3,43V \quad I_{R2} = 51,33 \mu A \quad I_{BQ} = 189,86 \mu A$$

$$I_{CQ} = 4,77mA \quad I_{R1} = 22,49 \mu A$$

2) Análisis y Trazado de Cargas

En este punto calculamos los datos que medimos anteriormente con el multímetro, utilizando las resistencias con sus valores normalizados.

$$V_{BB} = \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2} \cdot R_1 = \frac{10V}{317k\Omega + 52,6k\Omega} \cdot 317k\Omega = 8,57V$$

$$I_{CQ} = \frac{V_{BB} - 0,7V}{R_E + \frac{R_B}{\beta}} = \frac{8,57V - 0,7V}{1,5k\Omega + \frac{45,114K\Omega}{303}} = 4,77mA$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}(R_E) = 10V - 4,77mA(1,5K\Omega) = 2,845V$$

$$I_{R1} = \frac{V_{R1}}{R_1} = \frac{(I_{CQ} \cdot R_E) + 0,7V}{R_1} = \frac{(4,77mA \cdot 1,5k\Omega) + 0,7V}{317K\Omega} = 21\mu A$$

$$I_{R2} = \frac{V_{CC} - (I_{CQ} \cdot R_E + 0,7V)}{R_2} = \frac{10V - (4,77mA \cdot 1,5k\Omega) + 0,7V}{52,6K\Omega} = 67.68\mu A$$

$$\text{Si } I_{R2} = I_{BQ} + I_{R1} \quad \text{entonces} \quad I_{BQ} = I_{R2} - I_{R1} = 67.68\mu A - 21\mu A = 46,68\mu A$$

De esta manera podemos comprobar que los valores calculados se aproximan a las mediciones que obtuvimos implementando el circuito y midiendo con el tester.



- Trazado de las rectas de cargas CC y CA

Para CC

Si $V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}R_E$ y teniendo en cuenta que $I_C = 0$

$$V_{CEMAX} = V_{CC} = 10V$$

Si $V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}R_E$ y teniendo en cuenta que $V_{CEQ} = 0$

$$I_{CMAX} = \frac{V_{CC}}{R_E} = \frac{10}{1500\Omega} = 6,6mA$$

Para CA en el punto Q

Si $V_{CE} = V_{CC} - I_{CQ}(R_E // R_L)$

Considerando $V'_{CC} = V_{CEQ} + I_{CQ}(R_E // R_L) = 2,845V + 4,77mA \left(\frac{1500\Omega \cdot 1K\Omega}{1500\Omega + 1K\Omega} \right) = 5,707V$

Teniendo en cuenta que $I_C = 0$

$$V_{cemax} = V'_{CC} = 5,713V$$

Teniendo en cuenta que $V_{CEQ} = 0$

$$I'_{CMAX} = \frac{V'_{CC}}{(R_C // R_L)} = \frac{5,707V}{\frac{1,5K\Omega \cdot 1K\Omega}{1,5K\Omega + 1K\Omega}} = 9,51mA$$



- Gráfico de Rectas de Carga

$$V_{CEQ} = 2,845V$$

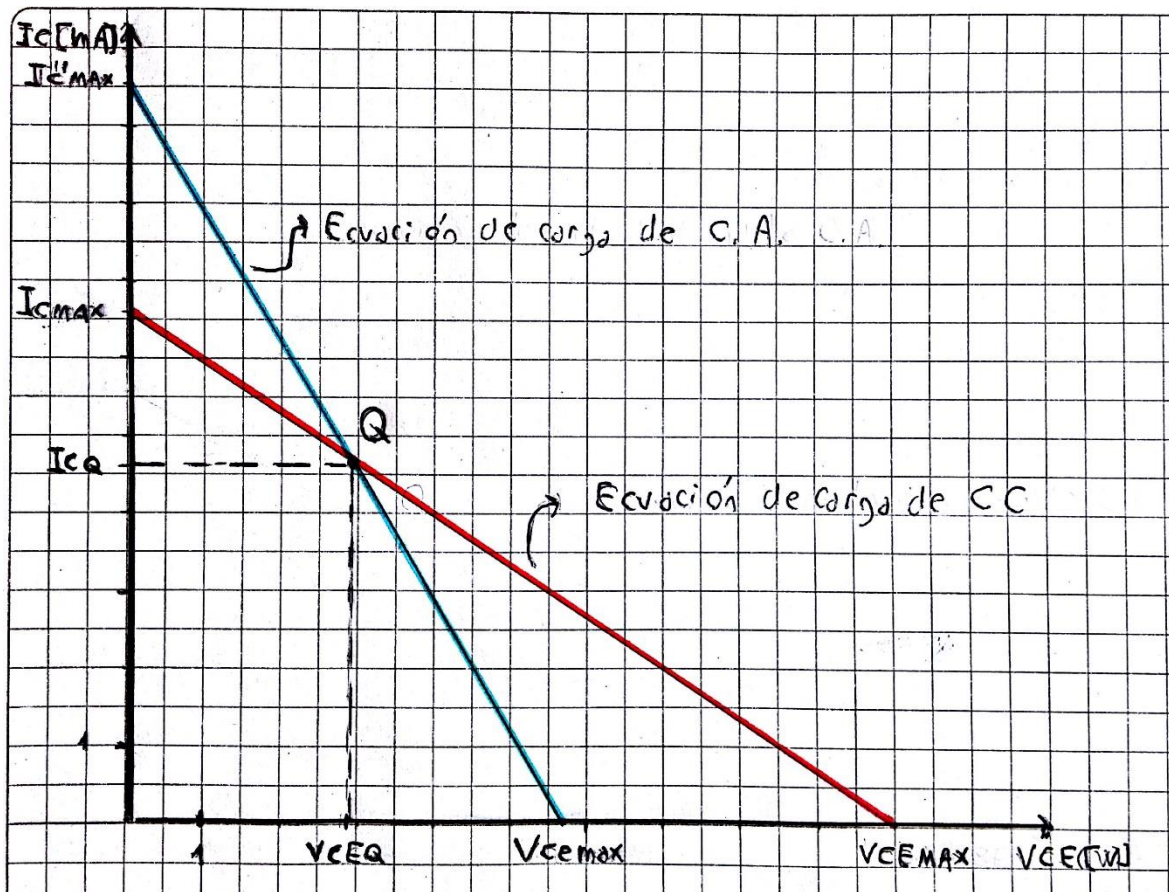
$$I_{CQ} = 4,77mA$$

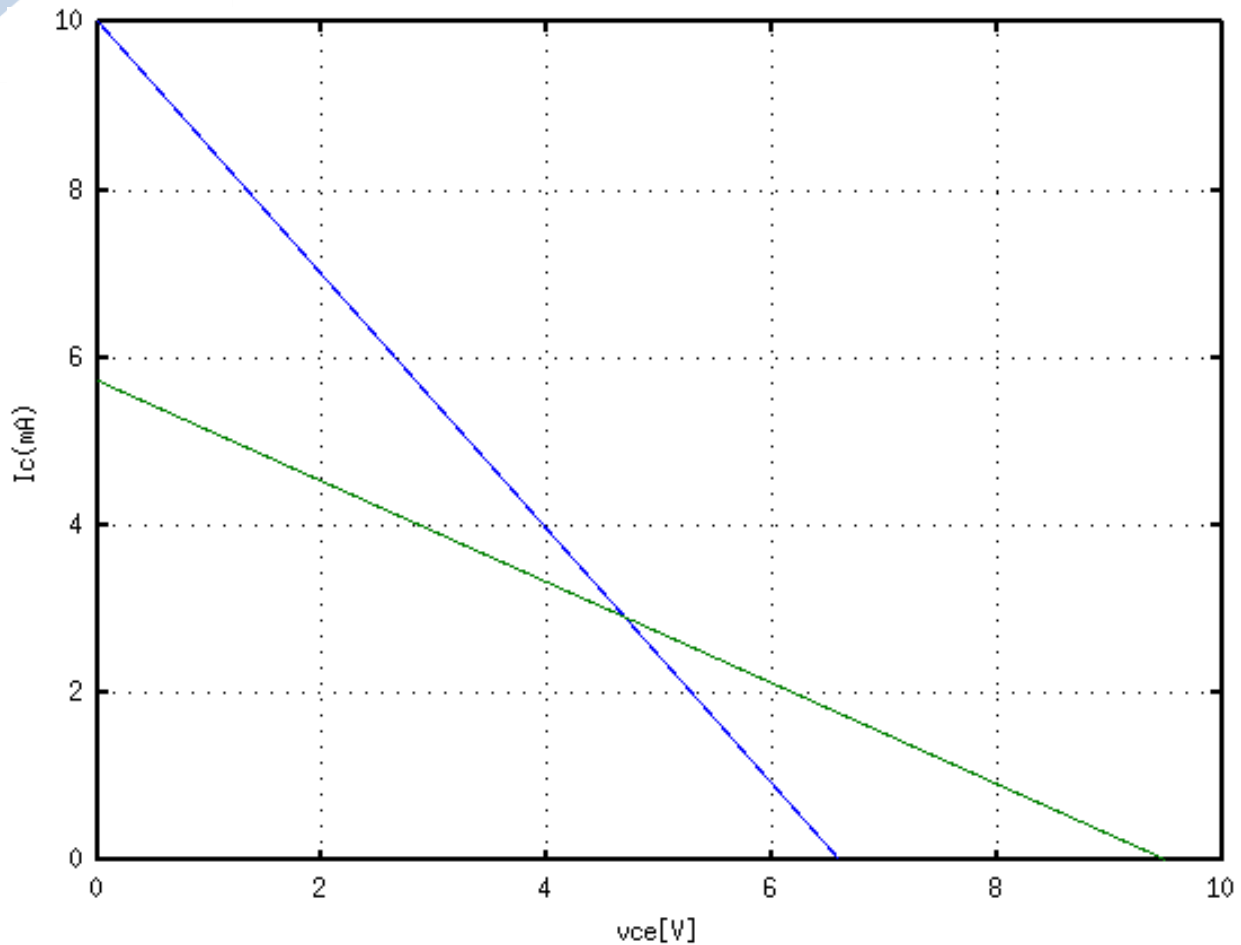
$$V'_{CC} = 5,713V$$

$$I'_{CMax} = 9,51 mA$$

$$V_{CC} = 10V$$

$$I_{CMax} = 6,6mA$$





4.71652, 2.89306



Ecuación de recta de carga de corriente alterna

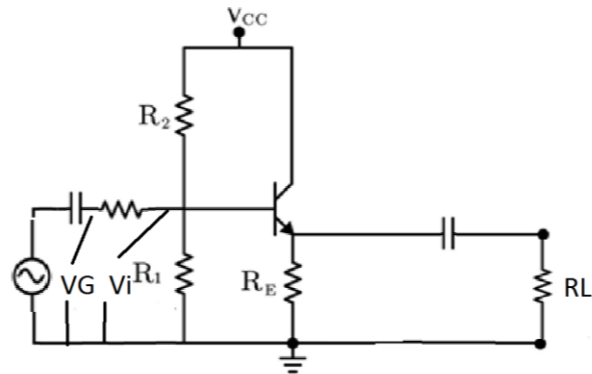
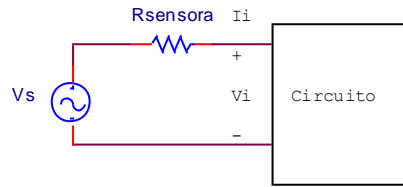


Ecuación de recta de carga de corriente continua

3) Mediciones en pequeña señal de Z_i , Z_o , A_i y A_v

Para medir la impedancia de entrada pusimos una resistencia sensora $R_s = 33\text{K}\Omega$. La ley de ohm nos permitió determinar Z_i .

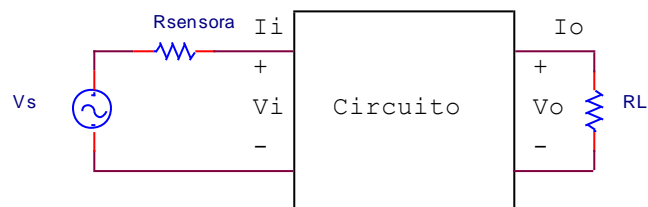
Medimos con el osciloscopio 1Vpp en la carga para determinar V_i , la ganancia de tensión. Los cálculos realizados son los siguientes:



$$I_i = \frac{V_s - V_i}{R_{sensor}}$$

$$Z_i = \frac{V_i}{I_i}$$

$$Z_i = \frac{v_i}{i_i} = \frac{v_i}{\frac{v_G - v_i}{R_s}} = \frac{0,585V}{\frac{1V - 0,585V}{33K\Omega}} = 46349,2\Omega$$



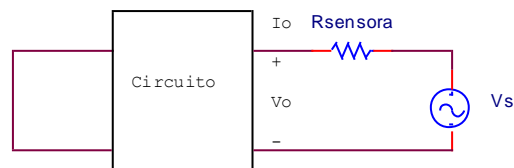
$$A_{V_{con\ carga}} = \frac{V_o}{V_i}$$



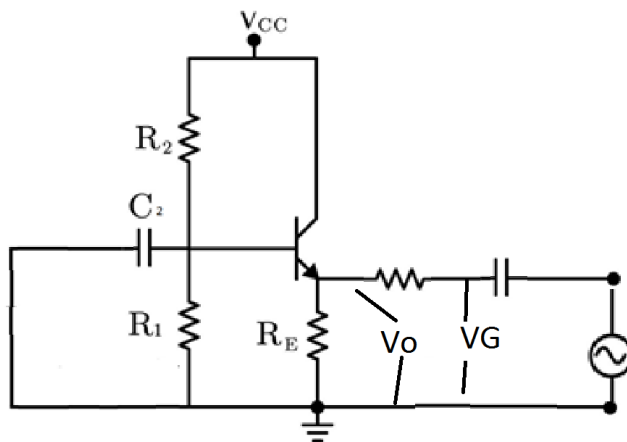
$$A_v = \frac{v_l}{v_i} = \frac{0.96V}{1V} = 0,96$$

$$A_i = \frac{i_l}{i_i} = \frac{\frac{v_l}{R_l}}{\frac{v_G - v_i}{R_s}} = \frac{\frac{0,96V}{1000}}{\frac{1V - 0,585V}{33K\Omega}} = 76,33$$

Impedancia de salida Z_0 :



$$Z_0 = \frac{V_o}{I_o} \quad \text{donde} \quad I_o = \frac{V_s - V_o}{R_{sensora}}$$

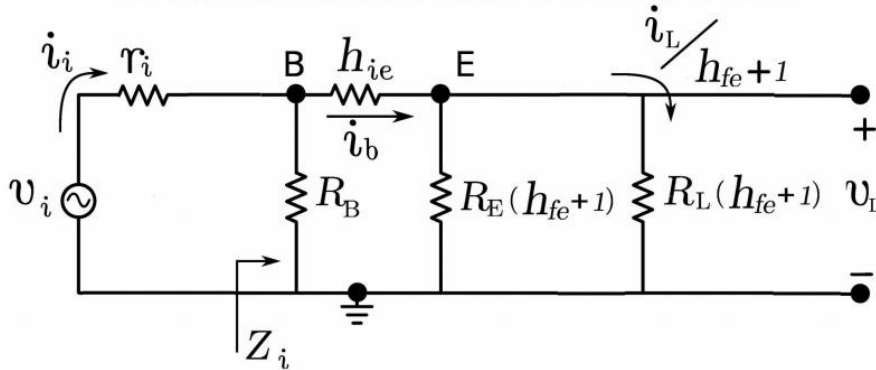


$$Z_0 = \frac{v_0}{i_0} = \frac{v_0}{\frac{v_G - v_i}{R_s}} = \frac{11,5mV}{\frac{30mV - 11,5mV}{10\Omega}} = 6,21\Omega$$



Por reflexión de impedancias

Circuito equivalente para pequeña señal.



$$Z_i = R_b // \left[h_{ie} + (R_E // R_L)(h_{fe} + 1) \right]$$

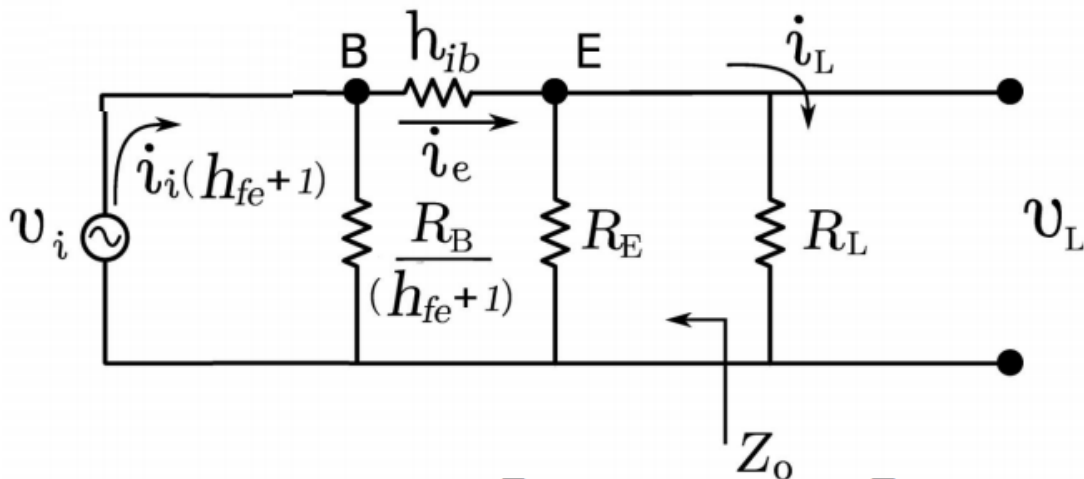
$$Z_i = \frac{R_b(h_{fe} + (\frac{R_E R_L}{R_E + R_L})(h_{fe} + 1))}{R_b + (h_{fe} + (\frac{R_E R_L}{R_E + R_L})(h_{fe} + 1))}$$

$$Z_i = \frac{45,114K\Omega(303 + (\frac{1500 \cdot 1000}{2500})(303 + 1))}{45,114K\Omega + (303 + (\frac{1500 \cdot 1000}{2500})(303 + 1))}$$

$$Z_i = 45329\Omega$$



Circuito equivalente para pequeña señal. Reflejando la base hacia el emisor.



$$Z_o = R_E // \left[h_{ib} + \frac{(r_i // R_b)}{h_{fe} + 1} \right]$$

$$\text{Si } r_i = 0 \Rightarrow Z_o = R_E // h_{ib}$$

$$Z_o = \frac{R_E \cdot h_{ib}}{R_E + h_{ib}}$$

$$Z_o(R_E + h_{ib}) = R_E \cdot h_{ib}$$

$$Z_o R_E + Z_o h_{ib} = R_E \cdot h_{ib}$$

$$h_{ib} = \frac{Z_o \cdot R_E}{R_E - Z_o}$$

$$h_{ib} = \frac{6,21 \cdot 1500}{1500 - 6,21}$$

$$h_{ib} = \frac{6,21 \cdot 1500}{1500 - 6,21}$$

$$h_{ib} = 6,23$$



$$A_v = \frac{\left(\frac{ReRl}{Re + Rl}\right)}{hib + \left(\frac{ReRl}{Re + Rl}\right)}$$

$$A_v = 0,98$$

$$A_i = \frac{Re(hie + \left(\frac{ReRl}{Re + Rl}\right)(hie + 1))}{Rl}$$

$$A_i = Ai \cdot \frac{Zi}{Rl}$$

$$A_i = 45,87$$

Resumen de Colector común

- Alta impedancias de entrada
- Baja impedancia de salida
- No tiene ganancia de tensión
- Si tiene ganancia de corriente