



Trabajo práctico de laboratorio nº2

Emisor 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 Gaston Riva

Fecha: 30/07/15



Índice

- Diseño _____ Página 03
- Análisis de trazado de cargas _____ Página 06
- Rediseño para Mes _____ Página 08
- Análisis de trazado de cargas Mes _____ Página 10
- Mediciones en pequeña señal (Z_i, Z_o, A_i, A_v) _____ Página 12



1)Diseño

Elegimos

$$I_{CQ} = 5mA$$

$$V_{CC} = 10V$$

$$V_{CEQ} = 6V$$

$$\text{Transistor BC348B con } \beta = 400$$

$$R_L = 1k\Omega$$

$$C_1 = 100\mu F$$

$$C_2 = 47\mu F$$

$$C_e = 47\mu F$$

- Calculo de las resistencias de polarización:

$$R_E = \frac{V_{CC}}{10I_{CQ}} = \frac{10V}{10.5mA} = 200\Omega$$

$$V_{CC} - I_{CQ} \cdot R_C - V_{CEQ} - I_{CQ} \cdot R_e = 0$$

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CEQ} - I_{CQ} \cdot R_e}{I_{CQ}} = \frac{10V - 6V - (5.10^{-3} \times 200)A}{5mA} = 600\Omega$$

$$R_E = 10 \frac{R_B}{\beta}$$

$$R_B = \frac{\beta \cdot R_E}{10} = \frac{400 \times 200\Omega}{10} = 8000\Omega$$

$$V_{BB} = I_{CQ} \left(R_E + \frac{R_B}{\beta} \right) + 0,7 = 5.10^{-3}A \left(200\Omega \times \frac{8000\Omega}{400} \right) + 0,7 = 1,8V$$

$$R_1 = \frac{R_B}{1 - \frac{V_{BB}}{V_{CC}}} = \frac{8000\Omega}{1 - \frac{1,8V}{10V}} = 9756,097\Omega$$

$$R_2 = \frac{R_B}{\frac{V_{BB}}{V_{CC}}} = \frac{8000\Omega}{\frac{1,8V}{10V}} = 44444,4\Omega$$



Valores de resistencias exactos normalizados

$$R_E = 200\Omega$$

$$R_C = 600\Omega$$

$$R_1 = 9756,097\Omega$$

$$R_2 = 44444,4\Omega$$

Valores de resistencias

$$R_E = 220\Omega$$

$$R_C = 560\Omega$$

$$R_1 = 10K\Omega$$

$$R_2 = 47K\Omega$$

- Mediciones

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

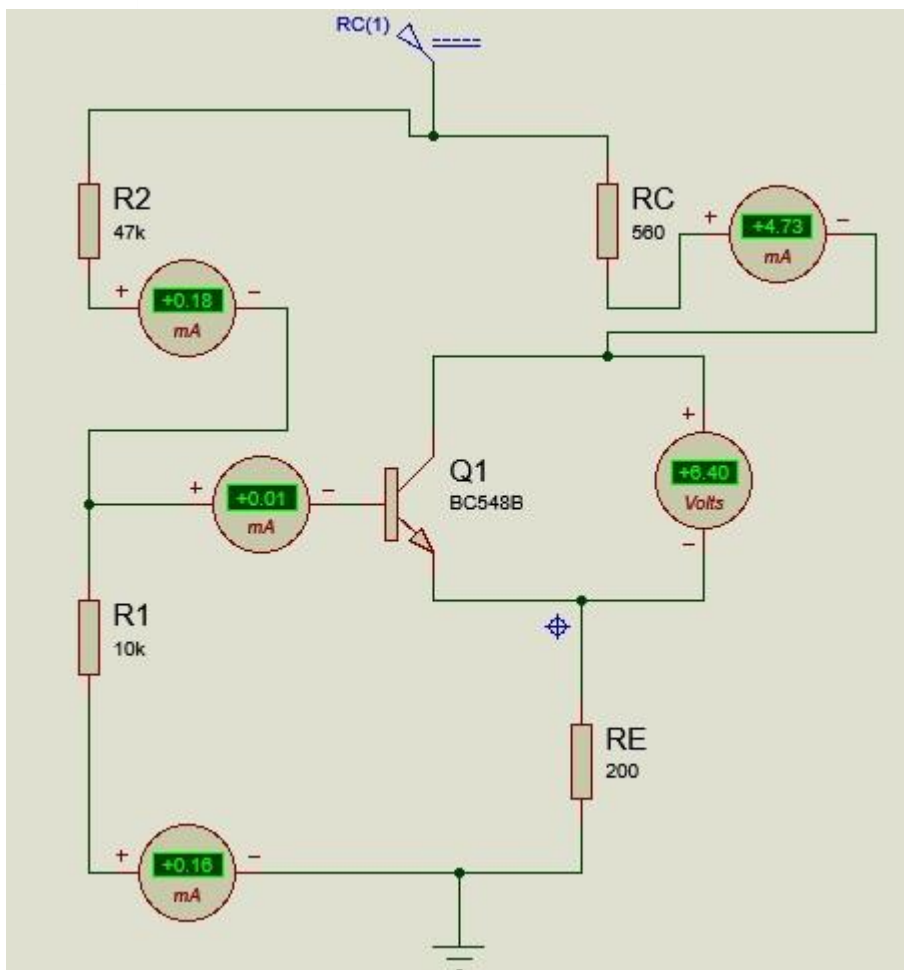
$$V_{CEQ} = 6,25V$$

$$I_{R2} = 0,18\text{ mA}$$

$$I_{BQ} = 0,0135\text{ mA}$$

$$I_{CQ} = 4,9\text{ mA}$$

$$I_{R1} = 0,17\text{ mA}$$



• Mediciones de ganancia

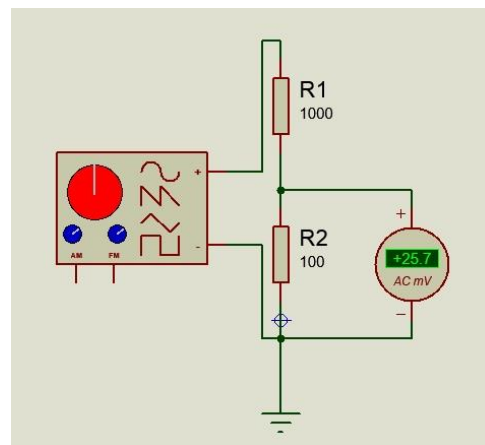
Para poder observar en el osciloscopio debimos hacer un divisor resistivo para poder mirar la señal

$$V_S = \frac{V_E}{1100} \times 100 = \frac{1}{11} V_E$$

$$V_I = 25,3 \text{ mV}$$

$$\text{Ganancia} = \frac{1}{25,3 \text{ mV}} = 42,5$$

Cuando utilizamos el generador y aumentamos la amplitud, observamos que la señal se iba recortando por arriba y por debajo no lo hacia, de esta manera pudimos verificar que no tenía una máxima excursión simétrica.





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.

$$R_B = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10K\Omega \cdot 47K\Omega}{10K\Omega + 47K\Omega} = 8245,61\Omega$$

$$V_{BB} = \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2} \cdot R_1 = \frac{10V}{10K\Omega + 47K\Omega} \cdot 10K\Omega = 1,75V$$

$$I_{CQ} = \frac{V_{BB} - 0,7V}{R_E + \frac{R_B}{\beta}} = \frac{1,75V - 0,7V}{220\Omega + \frac{8245,61\Omega}{400}} = 4,36mA$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}(R_C + R_E) = 10V - 4,36mA(560\Omega + 220\Omega) = 6,51V$$

$$I_{R1} = \frac{V_{R1}}{R_1} = \frac{(I_{CQ} \cdot R_E) + 0,7V}{R_1} = \frac{(4,36mA \cdot 220\Omega) + 0,7V}{10K\Omega} = 0,16mA$$

$$I_{R2} = \frac{V_{CC} - (I_{CQ} \cdot R_E + 0,7V)}{R_2} = \frac{10V - (4,36mA \cdot 220\Omega) + 0,7V}{47K\Omega} = 0,17mA$$

$$\text{Si } I_{R2} = I_{BQ} + I_{R1} \quad \text{entonces} \quad I_{BQ} = I_{R2} - I_{R1} = 0,17mA - 0,16mA = 0,011mA$$

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

$$\text{Si } V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}(R_C + R_E) \quad \text{y teniendo en cuenta que } I_C = 0$$

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

$$\text{Si } V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}(R_C + R_E) \quad \text{y teniendo en cuenta que } V_{CEQ} = 0$$

$$I_{CMAX} = \frac{V_{CEQ}}{(R_C + R_E)} = \frac{10}{560\Omega + 220\Omega} = \frac{1}{78}A$$



Para CA en el punto Q

$$\text{Si } V_{CE} = V_{CEQ} + I_{CQ}(R_C // R_L) - I_{CQ}(R_C // R_L)$$

$$\text{Considerando } V'_{CC} = V_{CEQ} + I_{CQ}(R_C // R_L) = 6,51V + 4,36mA \left(\frac{560\Omega \cdot 1K\Omega}{560\Omega + 1K\Omega} \right) = 8,15V$$

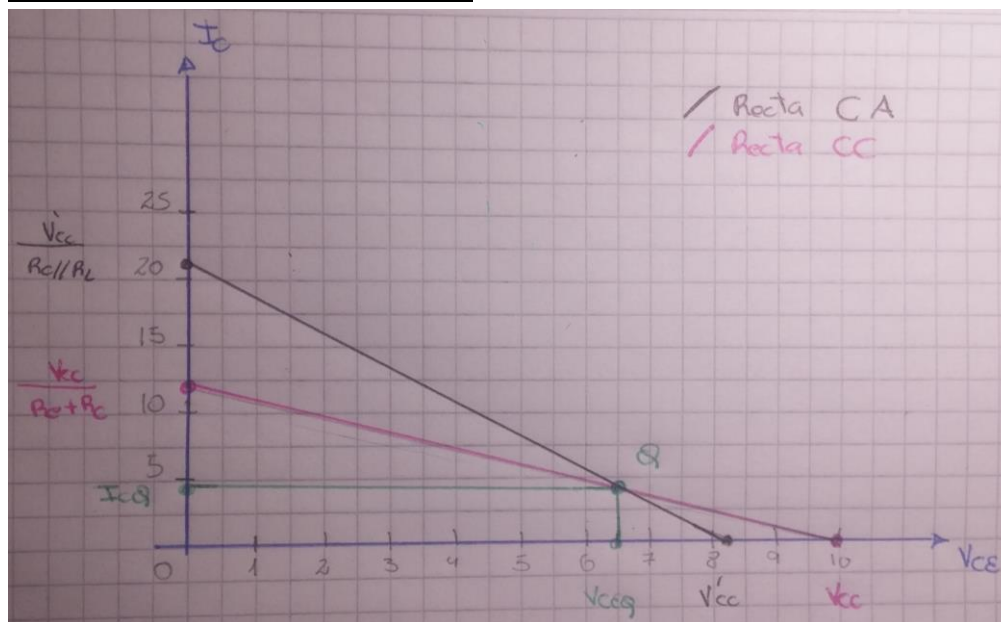
teniendo en cuenta que $I_C = 0$

$$V_{CEMAX} = V'_{CC} = 8,15V$$

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

$$I_{CMAX} = \frac{V'_{CC}}{(R_C // R_L)} = \frac{8,15V}{\frac{560\Omega \cdot 1K\Omega}{560\Omega + 1K\Omega}} = 0,022703A$$

- Grafico de Rectas de Carga



$$V_{CEQ} = 6,51V$$

$$I_{CQ} = 4,36mA$$

$$V'_{CC} = 8,15V$$

$$\frac{V_{CC'}}{R_C // R_L} = 22,7 \text{ mA}$$

$$V_{CC} = 10V$$

$$\frac{V_{CC}}{R_E + R_C} = 12,82mA$$



3)Rediseño para mes

$$I_{CQMES} = \frac{V_{CC}}{(R_{CC} + R_{CA})} = \frac{V_{CC}}{(R_E + R_C + R_C // R_L)} = \frac{10V}{(220\Omega + 560\Omega + \frac{560\Omega \cdot 1K\Omega}{560\Omega + 1K\Omega})}$$

$$= 8,7798mA$$

$$V_{CEQMES} = V_{CC} - I_{CQMES}(R_C + R_E) = 10V - 8,7798mA(220\Omega + 560\Omega) = 3,1517V$$

$$R_B = \frac{\beta \cdot R_E}{10} = \frac{400 \times 220\Omega}{10} = 8,800\Omega$$

$$V_{BB} = I_{CQMES} \left(R_E + \frac{R_B}{\beta} \right) + 0,7 = 8,7798mA \left(220\Omega \times \frac{8800\Omega}{400} \right) + 0,7 = 2,82V$$

$$R_1 = \frac{R_B}{1 - \frac{V_{BB}}{V_{CC}}} = \frac{8800\Omega}{1 - \frac{2,82V}{10V}} = 12236,26\Omega$$

$$R_2 = \frac{R_B}{\frac{V_{BB}}{V_{CC}}} = \frac{8800\Omega}{\frac{2,82V}{10V}} = 31205,674\Omega$$

Valores de resistencias exactos
normalizados

$$R_1 = 12236,26\Omega$$

$$R_2 = 31205,674\Omega$$

Valores de resistencias

$$R_1 = 12K\Omega$$

$$R_2 = 33K\Omega$$



- Mediciones con MES

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

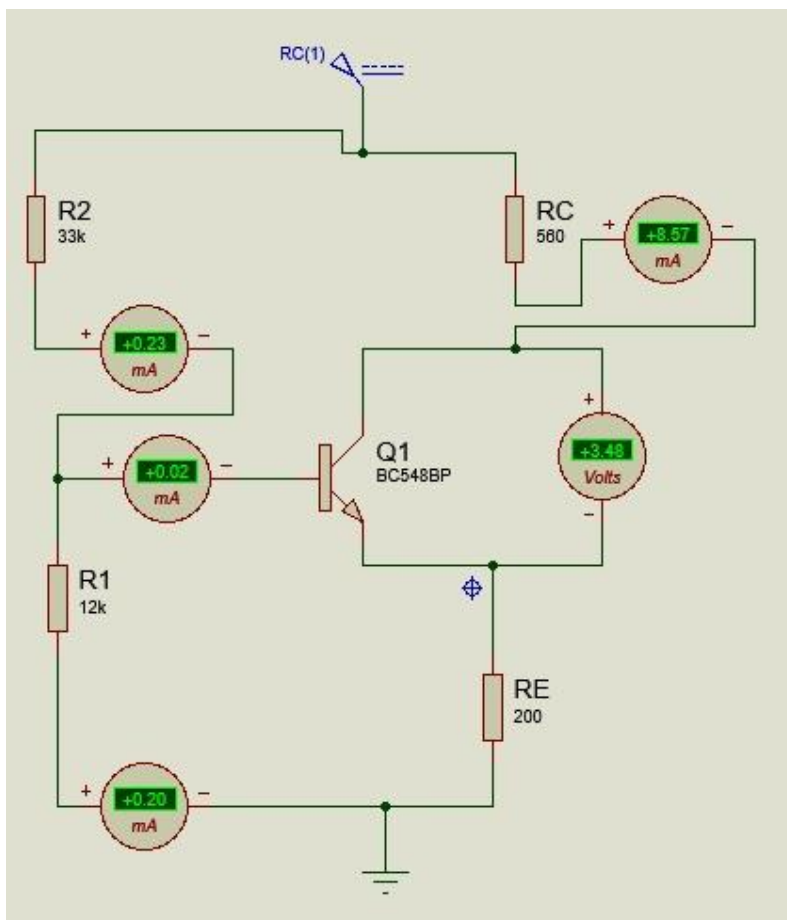
$$V_{CEQMES} = 3,35V$$

$$I_{R2} = 0,264mA$$

$$I_{BQ} = 0,042 mA$$

$$I_{CQMES} = 8,97mA$$

$$I_{R1} = 0,222mA$$





4) Análisis y Trazado de Cargas para Mes

$$R_B = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{12K\Omega \cdot 33K\Omega}{12K\Omega + 33K\Omega} = 8800\Omega$$

$$V_{BB} = \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2} \cdot R_1 = \frac{10V}{12K\Omega + 33K\Omega} \cdot 12K\Omega = \frac{8}{3}V$$

$$I_{CQMES} = \frac{V_{BB} - 0,7V}{R_E + \frac{R_B}{\beta}} = \frac{\frac{8}{3}V - 0,7V}{220\Omega + \frac{8800\Omega}{400}} = 8,12mA$$

$$V_{CEQMES} = V_{CC} - I_{CQMES}(R_C + R_E) = 10V - 8,12mA(560\Omega + 220\Omega) = 3,664V$$

$$I_{R1} = \frac{V_{R1}}{R_1} = \frac{(I_{CQMES} \cdot R_E) + 0,7V}{R_1} = \frac{(8,12mA \cdot 220\Omega) + 0,7V}{12K\Omega} = 0,20mA$$

$$I_{R2} = \frac{V_{CC} - (I_{CQMES} \cdot R_E + 0,7V)}{R_2} = \frac{10V - (8,12mA \cdot 220\Omega) + 0,7V}{33K\Omega} = 0,22mA$$

$$I_{R2} = I_{BQ} + I_{R1} \quad I_{BQ} = I_{R2} - I_{R1} = 0,22mA - 0,20mA = 0,02mA$$

Trazado de las rectas de cargas CC y CA

Para CC

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

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

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

$$I_{CMAX} = \frac{V_{CEQ}}{(R_C + R_E)} = \frac{10}{560\Omega + 220\Omega} = \frac{1}{78}A$$



Para CA en el punto Q

$$\text{Si } V_{CE} = V_{CEQ} + I_{CQ}(R_C // R_L) - I_{CQ}(R_C // R_L)$$

$$\text{Considerando } V'_{CC} = V_{CEQ} + I_{CQ}(R_C // R_L) = 3,664V + 8,12mA \left(\frac{560\Omega \cdot 1K\Omega}{560\Omega + 1K\Omega} \right) = 6,58V$$

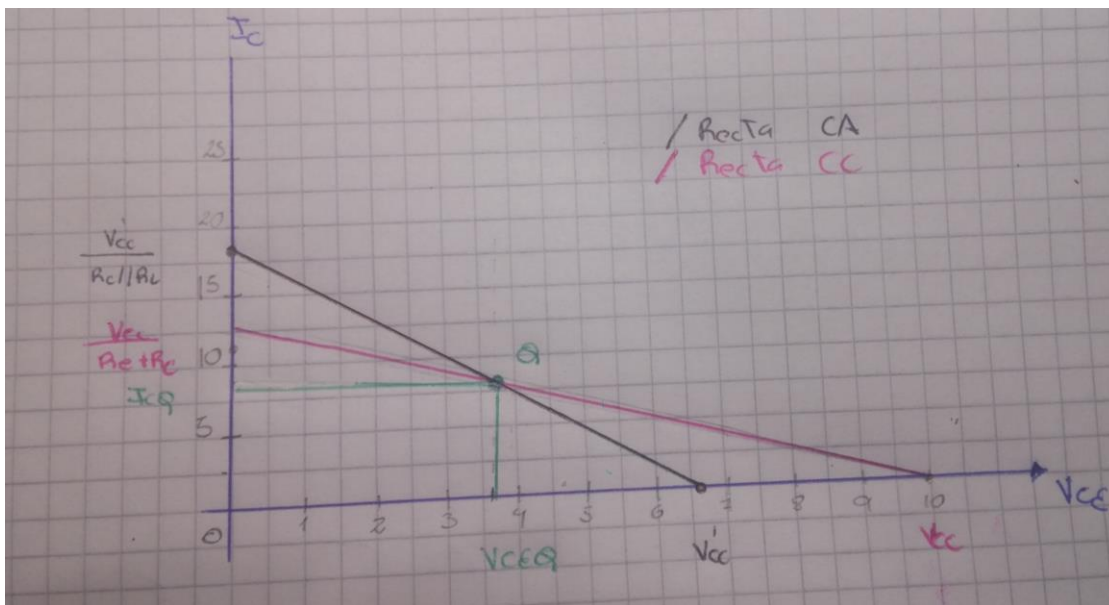
teniendo en cuenta que $I_C = 0$

$$V_{CEMAX} = V'_{CC} = 6,58V$$

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

$$I_{CMAX} = \frac{V'_{CC}}{(R_C // R_L)} = \frac{6,58V}{\frac{560\Omega \cdot 1K\Omega}{560\Omega + 1K\Omega}} = 0,01833A$$

- Grafico de Rectas de Carga



$$V_{CEQ} = 3,66V$$

$$I_{CQ} = 8,12mA$$

$$V'_{CC} = 6,58V$$

$$\frac{V'_{CC}}{R_C // R_L} = 18,4mA$$

$$V_{CC} = 10V$$

$$\frac{V_{CC}}{R_e + R_c} = 12,82mA$$



5) Mediciones en pequeña señal de Zi, Zo, Ai y Av

Para medir la impedancia de entrada pusimos una resistencia sensora $R_s=1000\ \Omega$ en serie con el capacitor que inyecta la señal a la base. La ley de ohm nos permitió determinar Zi.

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

$$Z_i = \frac{v_i}{i_i} = \frac{v_i}{\frac{v_s - v_i}{R_s}} = \frac{14mV}{\frac{23,5mV - 14mV}{1000}} = 1478,68$$

$$A_v = \frac{v_l}{v_i} = \frac{1V}{14mV} = 71,42$$

$$A_i = \frac{i_l}{i_i} = \frac{\frac{v_l}{R_l}}{\frac{v_s - v_i}{R_s}} = \frac{\frac{1}{1000}}{\frac{23,5mV - 14mV}{1000}} = 103,2$$

Impedancia de salida Z_0 :

$$Z_0 = \frac{v_0}{i_0} = \frac{v_0}{\frac{v_s - v_i}{R_s}} = \frac{1}{\frac{2,025 - 1}{500}} = 545$$

$$Z_0 = \frac{R_c \cdot \frac{1}{hoe}}{R_c + \frac{1}{hoe}}$$

$$Z_0 \left(R_c + \frac{1}{hoe} \right) = R_c \frac{1}{hoe}$$

$$Z_0 R_c + \frac{Z_0}{hoe} = \frac{R_c}{hoe}$$

$$Z_0 R_c = \frac{1}{hoe} (R_c - Z_0)$$

$$\frac{Z_0 R_c}{R_c - Z_0} = \frac{1}{hoe} = 2040$$

$$\frac{R_c - Z_0}{Z_0 R_c} = hoe = 4 \times 10^{-4}$$

