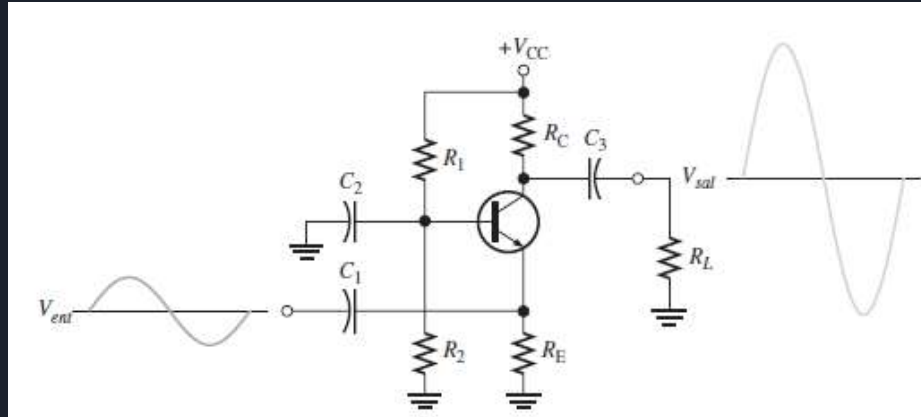




Tp nº4 Amplificador Base Común

El amplificador base común tiene ese nombre por que la base del transistor es común tanto a la entrada como a la salida.





Este amplificador se caracteriza por tener:

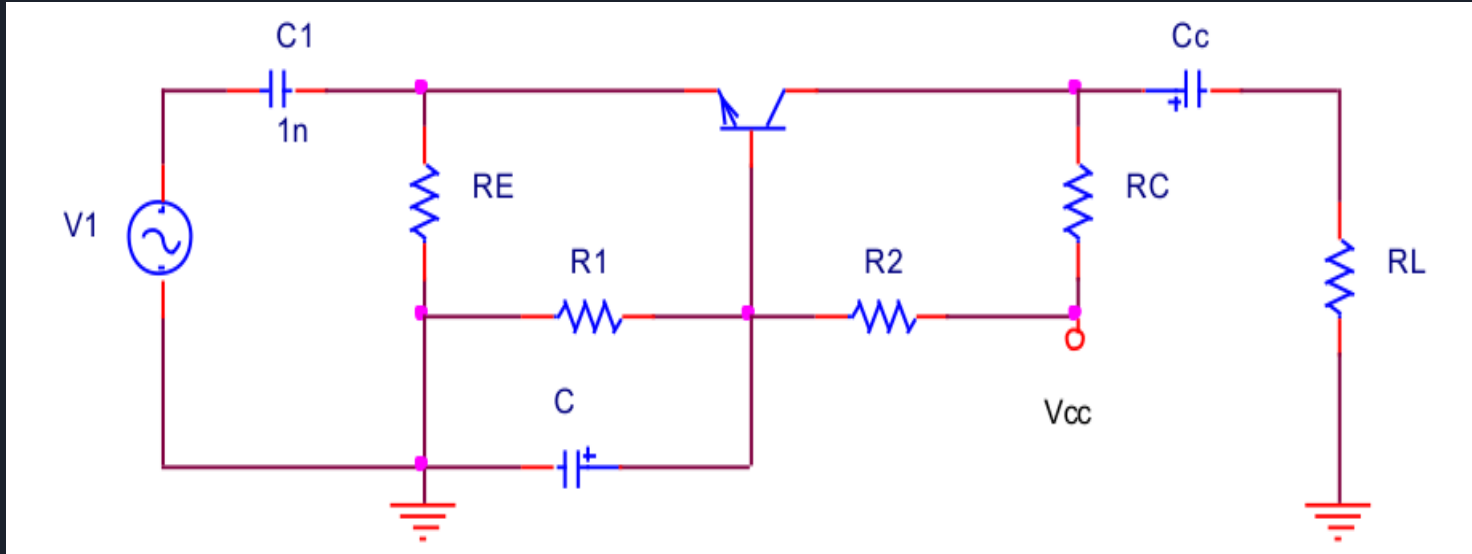
- ❖ Baja impedancia de entrada.
- ❖ Alta ganancia de Voltaje.
- ❖ La ganancia de corriente es aproximadamente a 1.
- ❖ Alta impedancia de salida.



Tiene aplicaciones útiles en altas frecuencias

- ❖ Como amplificadores de radiofrecuencia (RF).
- ❖ Como buffer de corriente.
- ❖ Amplificador de alta frecuencia.
- ❖ Se emplea en configuraciones cascode.
- ❖ En etapa amplificadora en circuitos multietapa,

Circuito base común



Diseño para máxima excursión simétrica

Partimos con los valores:

$$V_{CC} = 17,4 \text{ V}$$

$$\beta = 200$$

$$R_E = 220 \, \Omega$$

$$R_C = 2.2 \text{ K}\Omega$$

$$R_L = 2.2 \text{ K}\Omega$$

Cálculo de los valores

Por criterio de estabilidad del punto Q

$$R_E = \frac{10 \cdot R_B}{\beta} \Rightarrow \frac{R_E}{10} = \frac{R_B}{\beta} = \mathbf{22}$$

Cálculo de V_{bb}

$$V_{bb} = \frac{V_{CC} \cdot (R_E + \frac{R_B}{\beta}) + V_{be} \cdot (R_C - \frac{R_B}{\beta} + R_C \parallel R_L)}{R_E + R_C + R_C \parallel R_L} = \mathbf{1,85 \text{ V}}$$

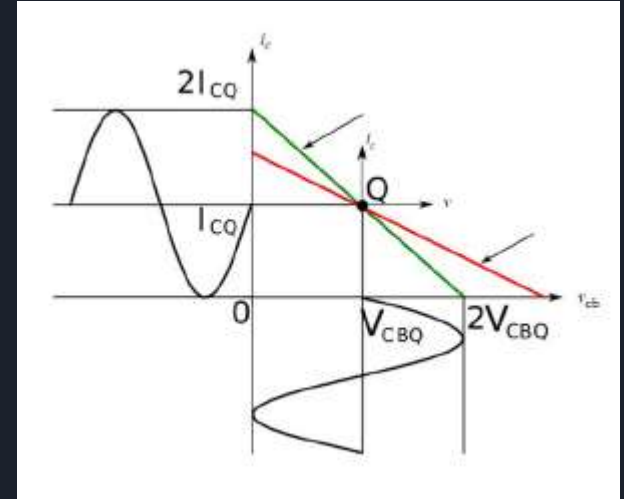
Diseño para máxima excursión simétrica

Corriente de colector para MES

$$I_{CQ.MES} = \frac{V_{CC} - V_{bb}}{(R_C - \frac{R_b}{\beta}) + (R_C \parallel R_L)} = 4,74\text{mA}$$

Tensión colector base para MES

$$V_{CBQ.MES} = V_{CC} - V_{bb} - I_{CQ.MES} \cdot (R_C - \frac{R_B}{\beta}) = 5,22\text{V}$$



Diseño para máxima excursión simétrica

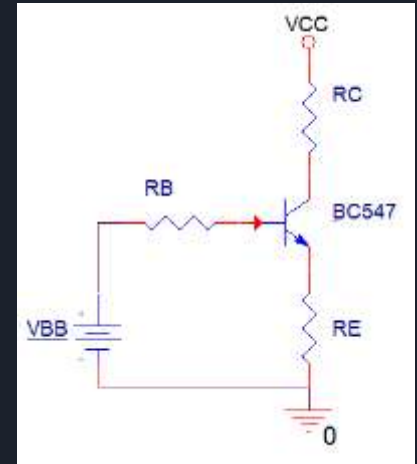
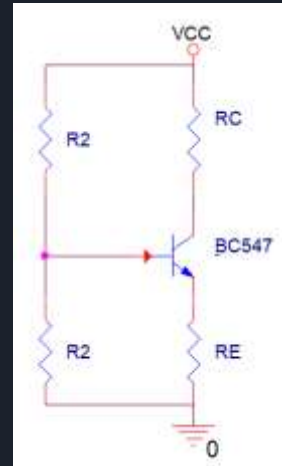
Cálculo de R1 y R2. Por thevenin tenemos la siguiente ecuación

$$V_{BB} = \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2} \cdot R_1 \quad R_B = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad R_B = \frac{R_E}{10} \cdot \beta = 4400\Omega$$

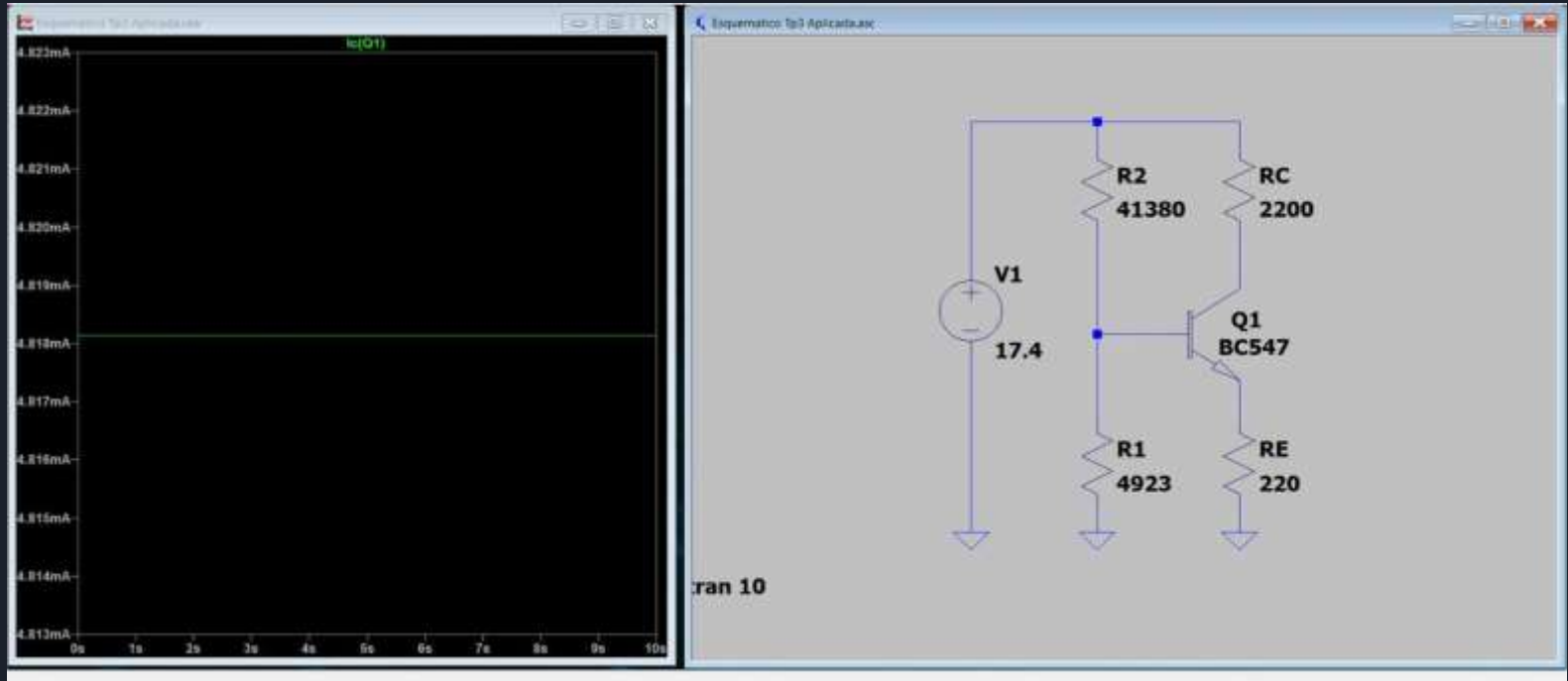
Desarrollando obtenemos R1 y R2

$$R_2 = R_B \cdot \frac{V_{CC}}{V_{BB}} = 41,38K\Omega$$

$$R_1 = \frac{R_2}{\frac{V_{CC}}{V_{BB}} - 1} = 4,9K\Omega$$

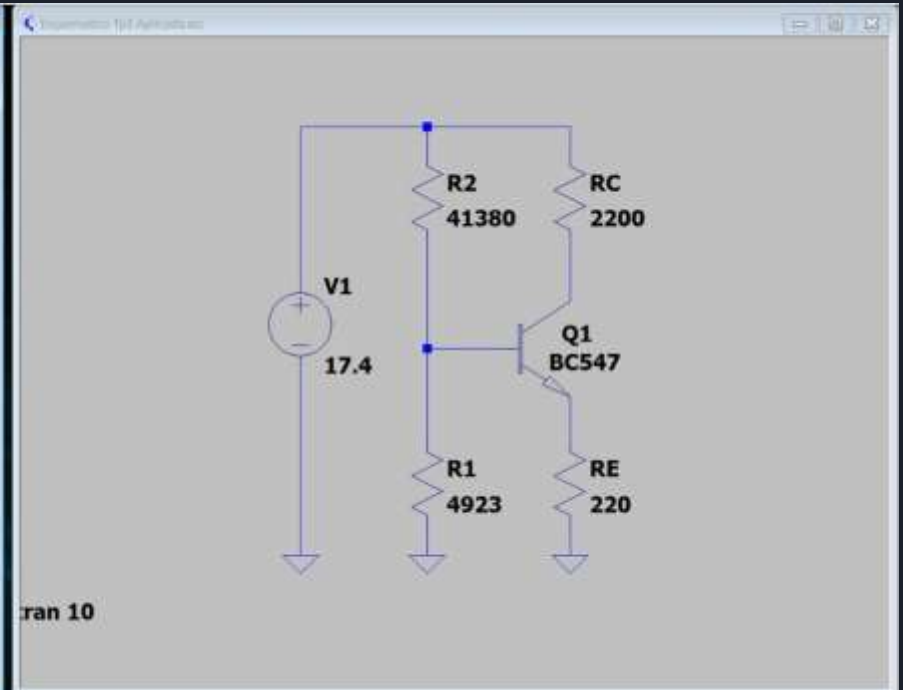
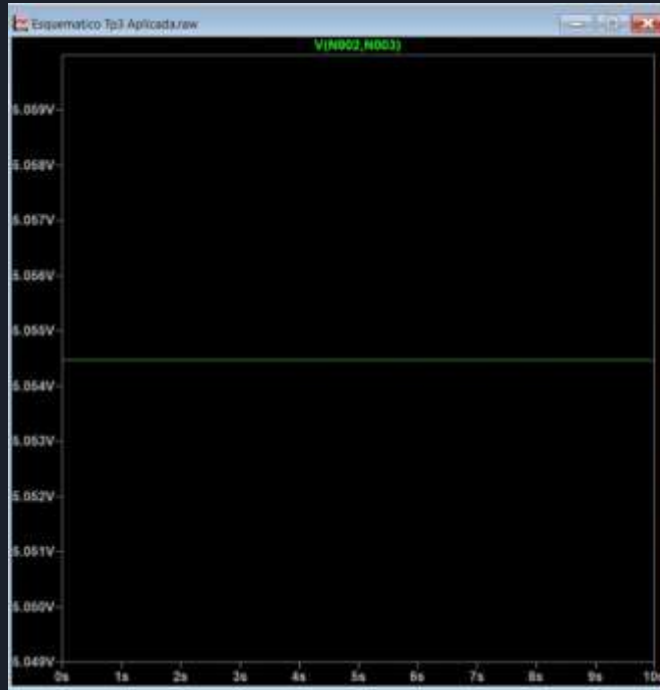


Simulación con valores calculado




$$I_{CQ}=4.81\text{mA}$$

Simulación con valores calculado



ran 10

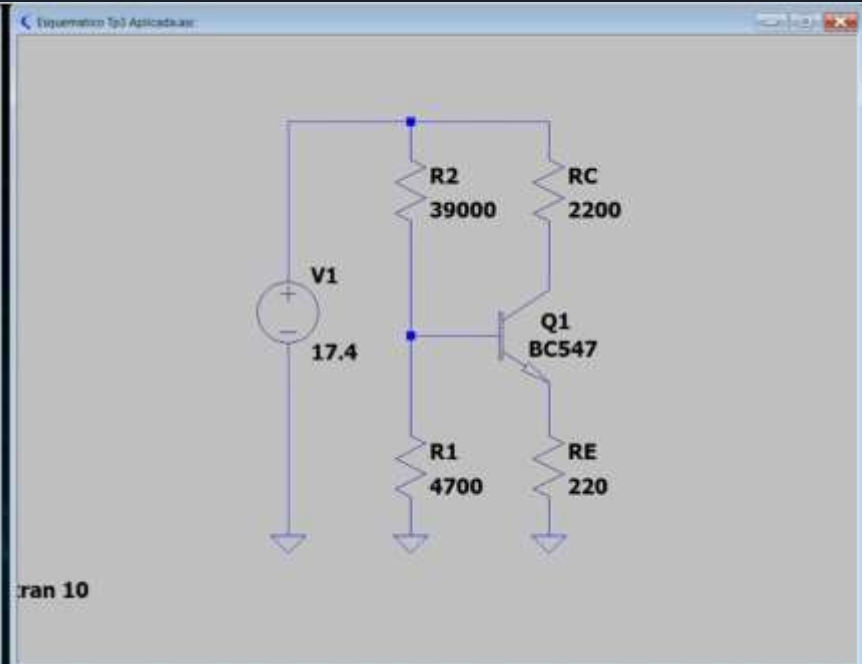
$V_{CB}=5,06V$



Diseño para máxima excursión simétrica

Resistencia	Calculado	Normalizado
RE	220	220
RC	2,2K	2,2K
R1	4,9K	4,7K
R2	41,38K	39K
RL	2,2K	2,2K

Simulación con valores normalizado



ran 10

$V_{CB}=4.8V$

$I_{CQ}=4.92mA$



Horquilla de valores

VCB=5.22V

+10%=5.742V

-10%=4.698V

ICQ=4.74mA

+10%=5.214mA

-10%=4.266mA

Análisis y recta de carga

Con los valores de las resistencias normalizada, calculamos nuevamente los valores teórico.

Thevenin

$$R_B = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \mathbf{4194,5\Omega}$$

$$V_{BB} = \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2} \cdot R_1 = \mathbf{1,87V}$$



Análisis y recta de carga

mediante la ecuación de la malla de entrada

$$V_{BB} - I_{CQ.MES} \cdot \frac{R_B}{\beta} - V_{EBQ} - I_{CQ.MES} \cdot R_E = 0$$

$$I_{CQ.MES} = \frac{V_{BB} - 0,7V}{R_E + \frac{R_B}{\beta}} = \mathbf{4,86mA}$$

Con la ecuación de la malla de salida

$$V_{CC} - I_{CQ.MES} \cdot R_C - V_{CBQ.MES} + \frac{I_{CQ.MES}}{\beta} \cdot R_B - V_{BB} = 0$$

$$V_{CBQ.MES} = V_{CC} - V_{BB} - I_{CQ.MES} \cdot \left(R_C - \frac{R_B}{\beta} \right) = \mathbf{4,94V}$$



Análisis y recta de carga

Corriente de base

$$I_{R_1} = \frac{V_{R_1}}{R_1} = \frac{I_{CQ.MES} \cdot R_E + 0,7}{R_1} = \mathbf{0,376mA}$$

$$I_{R_2} = \frac{V_{CC} - V_{R_1}}{R_2} = \mathbf{0,401mA}$$

$$I_{BQ} = I_{R_2} - I_{R_1} = \mathbf{24,7\mu A}$$



Análisis y recta de carga

Ecuación de la recta de carga CC

$$v_{CBQ} = V_{CC} - V_{BB} - i_C \cdot \left(R_C - \frac{R_B}{\beta} \right)$$

$$v_{CBQ} = 15,53 - i_C \cdot (2179,03)$$

Intersección con los ejes

$$i_C = 0 \implies v_{CB_{max}} = 15,53V$$

$$v_{CB} = 0 \implies i_{C_{max}} = 7,127mA$$



Análisis y recta de carga

Ecuación de la recta de carga CA

$$v_{CBQ} = V_{CBQ.MES} + I_{CQ.MES} \cdot \left(\frac{R_C \cdot R_L}{R_C + R_L} \right) - i_C \left(\frac{R_C \cdot R_L}{R_C + R_L} \right)$$

$$v_{CBQ} = 10,286 - i_C (1100)$$

Intersección con los ejes

$$i_C = 0 \implies v_{CB_{max}} = 10,286V$$

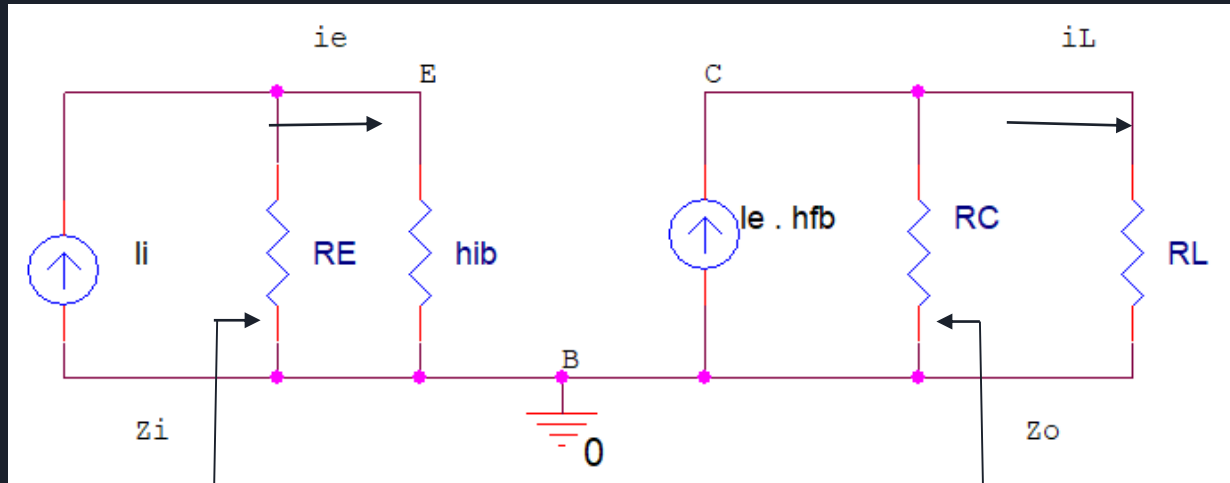
$$v_{CB} = 0 \implies i_{C_{max}} = 9,35mA$$

Análisis y recta de carga



Cálculos en pequeña señal

Circuito híbrido del transistor en base común



Cálculos en pequeña señal

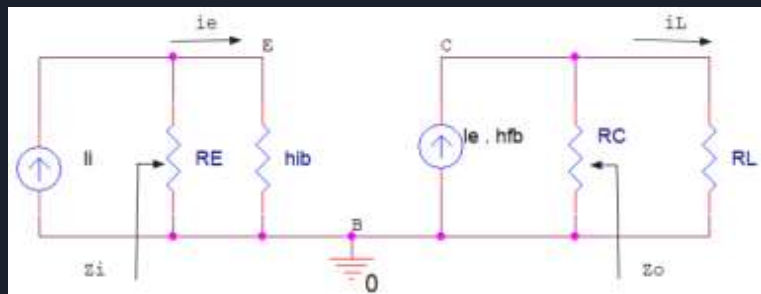
Impedancia de entrada

$$h_{ib} = \frac{25mV}{I_{CQ}} = 5,14\Omega$$

$$Z_i = R_E \parallel h_{ib} = 5,023\Omega$$

Impedancia de salida

$$Z_o \cong R_C = 2,2K\Omega$$



Cálculos en pequeña señal

Ganancia de corriente

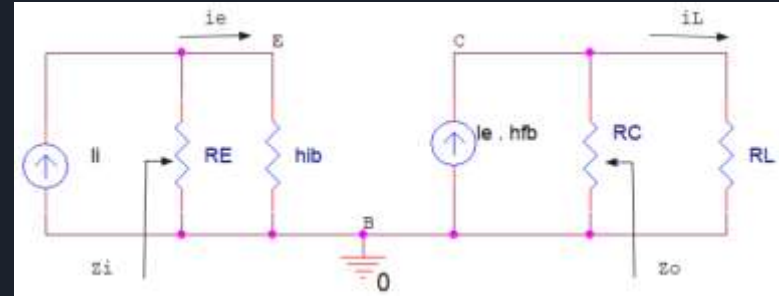
$$A_i = \frac{i_L}{i_i} = \frac{i_L}{i_e} \cdot \frac{i_e}{i_i}$$

$$\frac{i_L}{i_e} = hfb \cdot \frac{R_C}{R_C + R_L}$$

$$\frac{i_e}{i_i} = -\frac{R_E}{R_E + h_{ib}}$$

$$A_i = hfb \cdot \frac{R_C}{R_C + R_L} \cdot \left(-\frac{R_E}{R_E + h_{ib}} \right) \Rightarrow hfb = -1$$

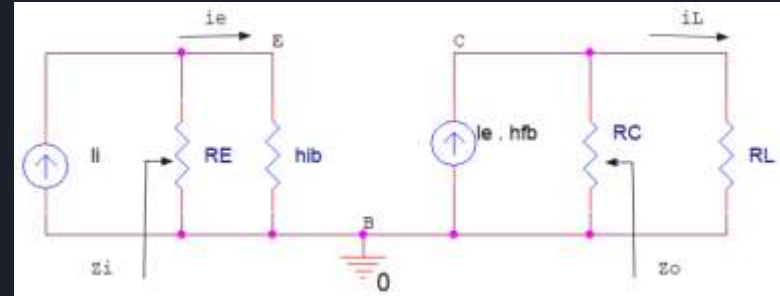
$$A_i = \frac{R_C}{R_C + R_L} \cdot \frac{R_E}{R_E + h_{ib}} = \mathbf{0,488A}$$



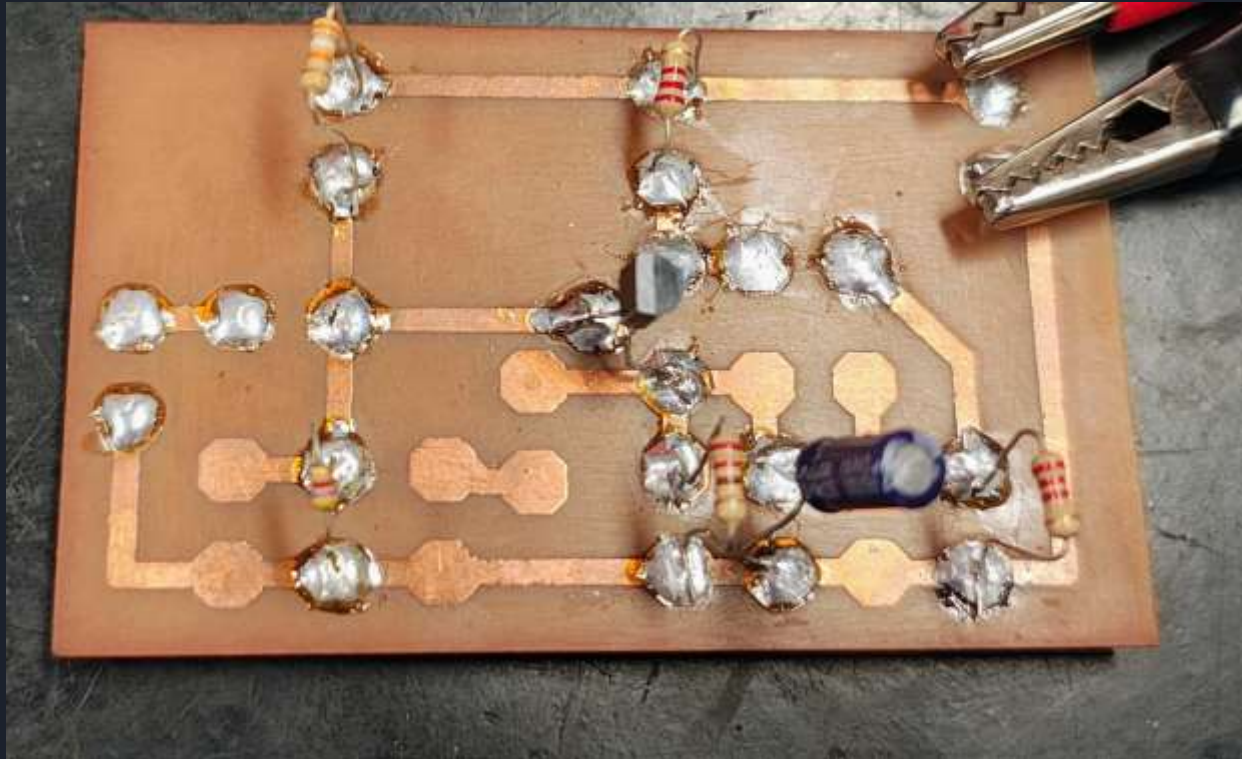
Cálculos en pequeña señal

Ganancia de tensión

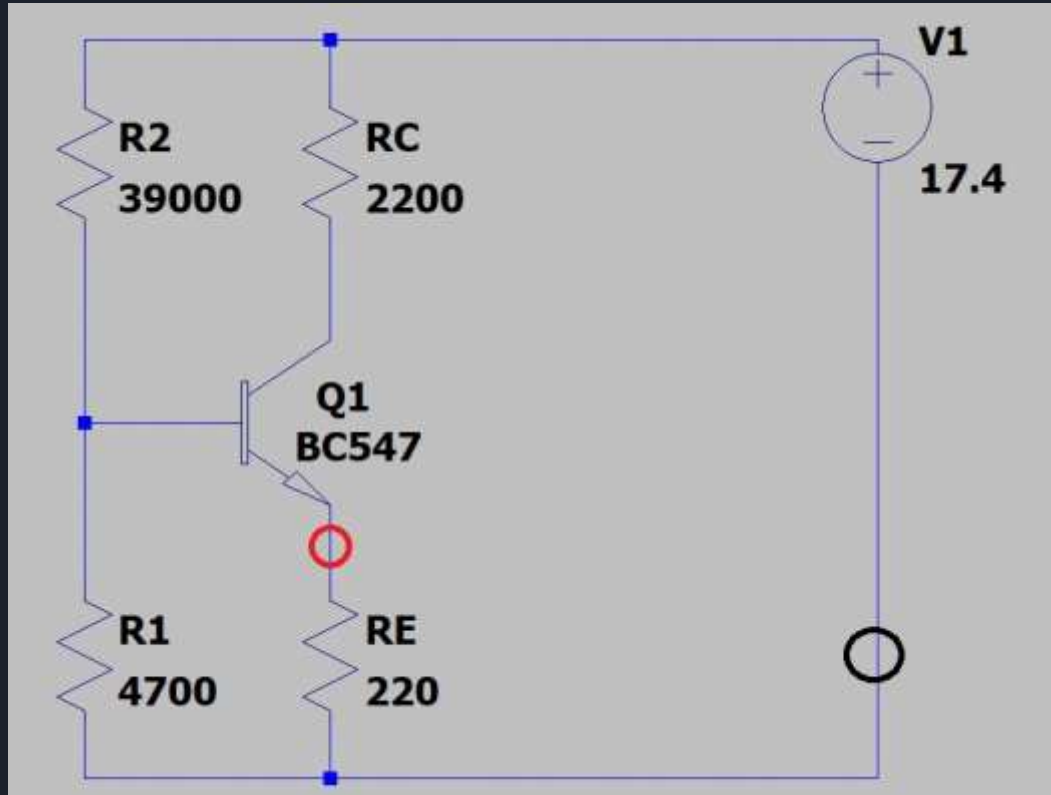
$$A_V = \frac{V_L}{V_i} = \frac{i_L \cdot R_L}{i_i \cdot Z_i}$$
$$A_V = A_i \cdot \frac{R_L}{Z_i} = \mathbf{213,99}$$



Implementación

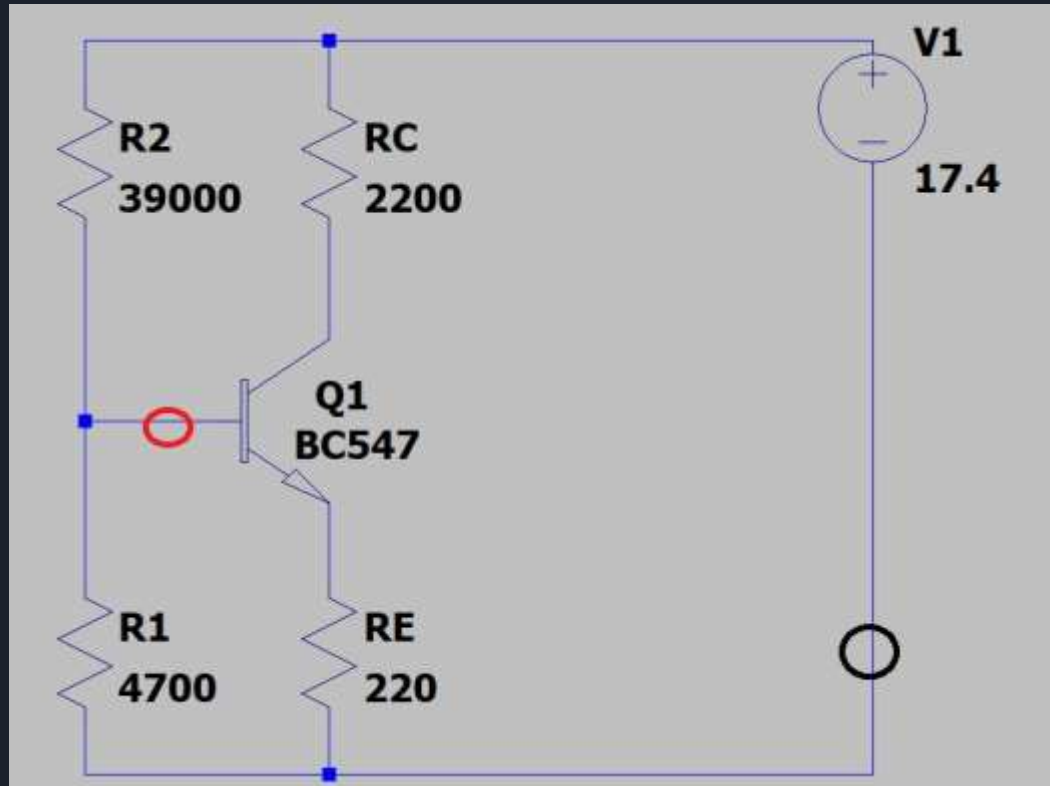


Mediciones indirectas



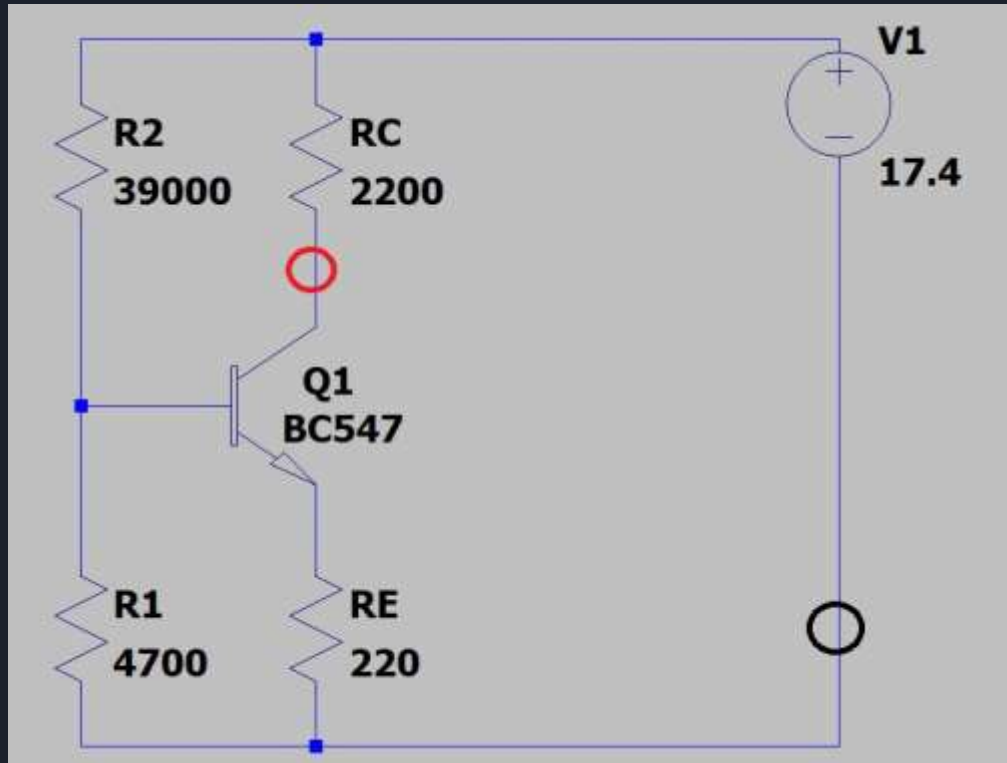
$$V_E = 1,06V$$

Mediciones indirectas



$$V_B = 1,71$$

Mediciones indirectas



$$V_C = 7,36V$$



Mediciones indirectas

$$V_{CB} = V_C - V_B = 7,36V - 1,71V = 5,65V$$

$$I_{CQ} = (V_{CC} - V_C) / R_C = (17,4V - 7,36V) / 2200\Omega = 4,56 \text{ mA}$$

$$I_{R1} = V_B / R_1 = 1,71V / 4700\Omega = 0,362 \text{ mA}$$

$$I_{R2} = (V_{CC} - V_B) / R_2 = (17,4V - 1,71V) / 39000\Omega = 0,402 \text{ mA}$$

$$I_{BQ} = I_{R2} - I_{R1} = 0,402 \text{ mA} - 0,362 \text{ mA} = 0,038 \text{ mA}$$

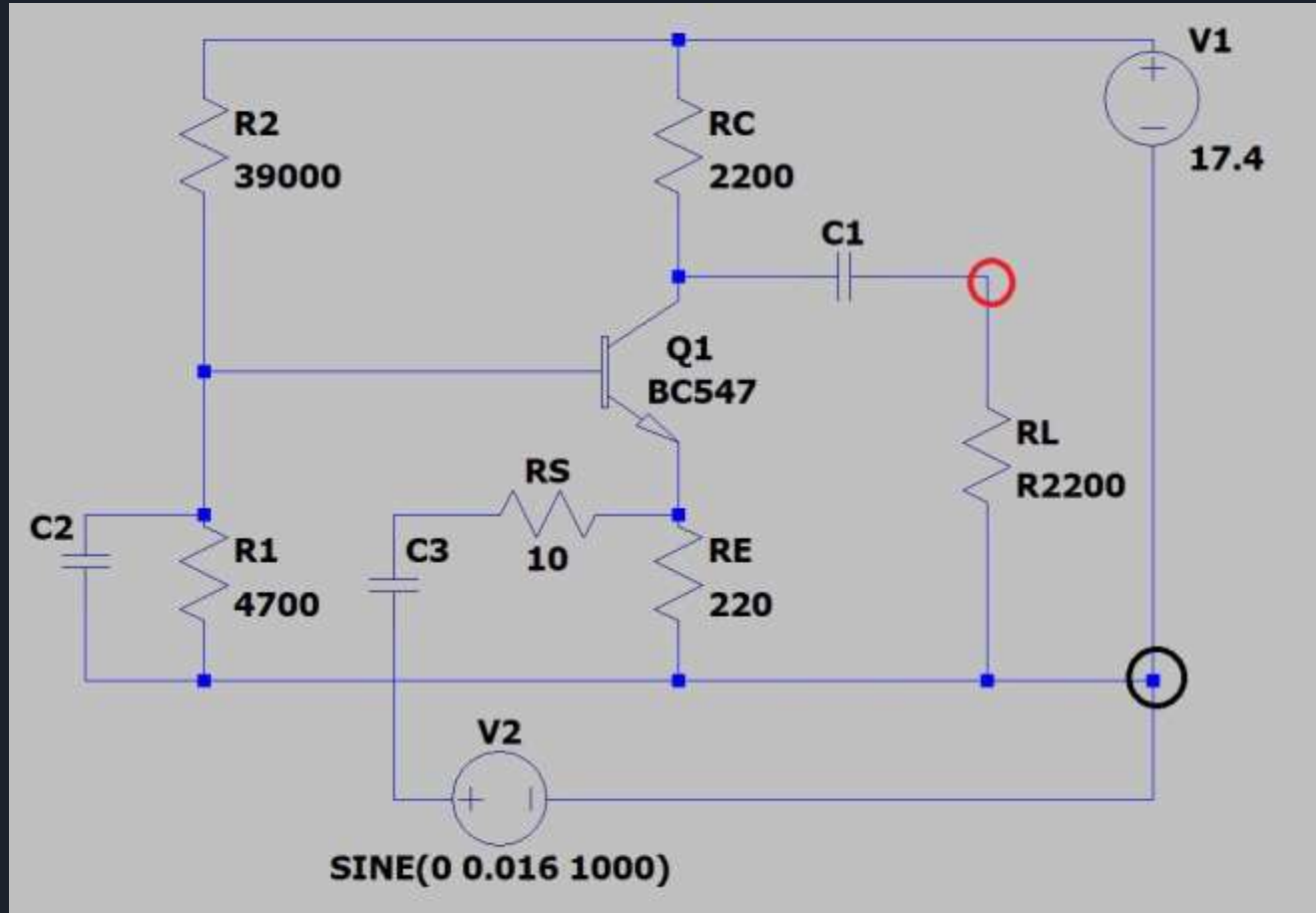


Tabla de comparación

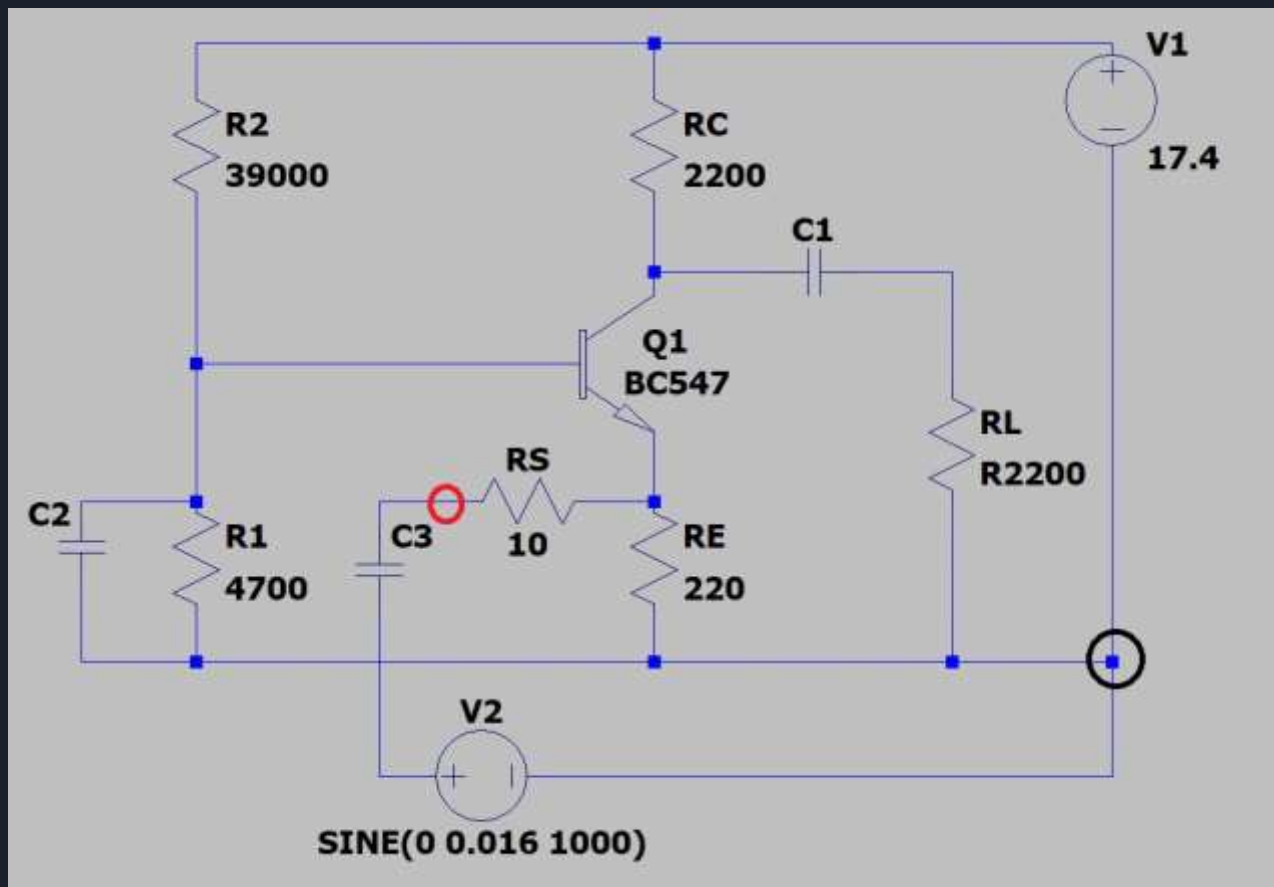
	Análisis	Medición
VCBQ	4,94V	5,65 V
ICQ	4,86 mA	4,56 mA
IR1	0,376 mA	0,362 mA
IR2	0,401 mA	0,402 mA
IBQ	0,0247 mA	0,038 mA

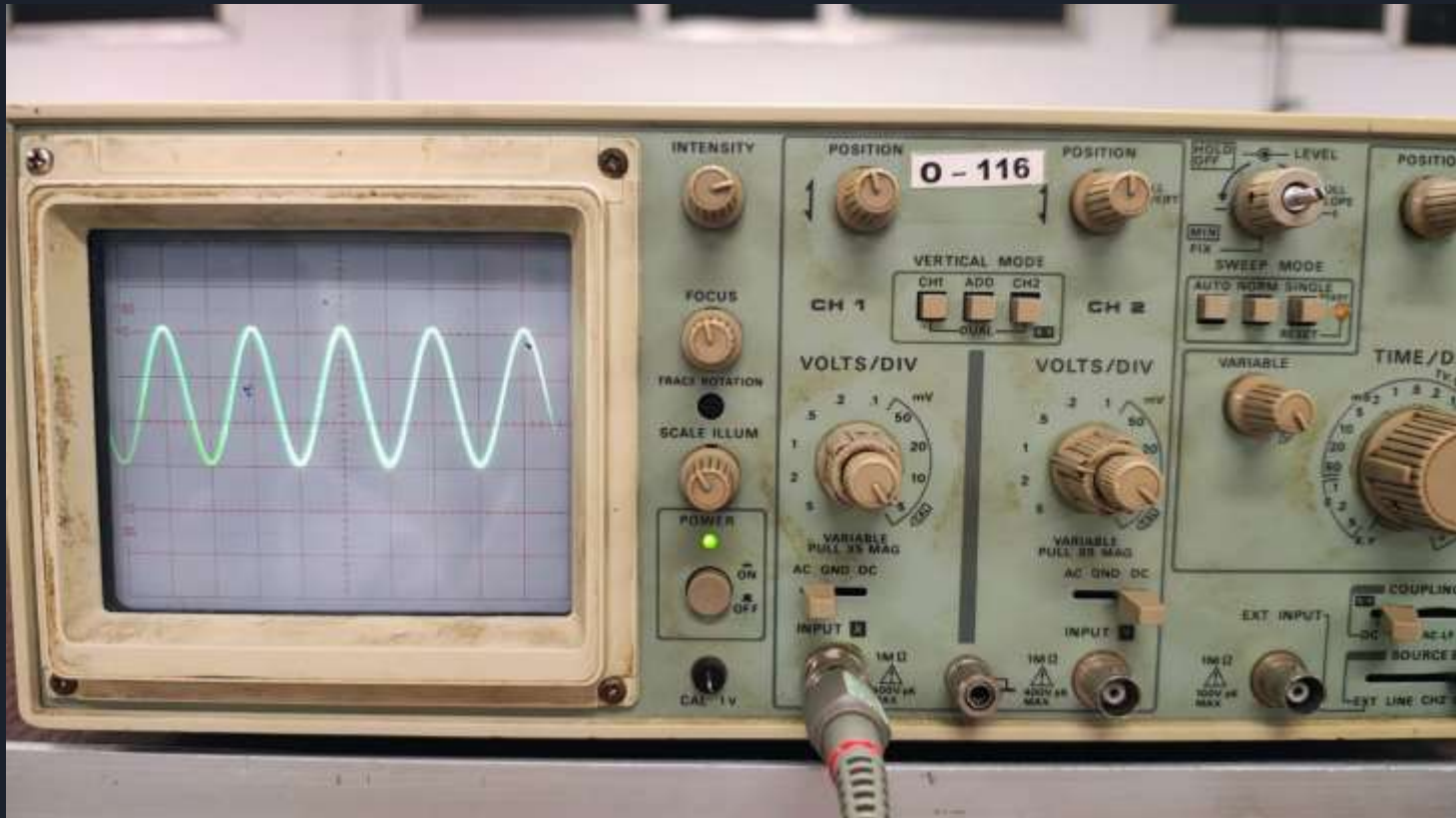
Pequeña Señal



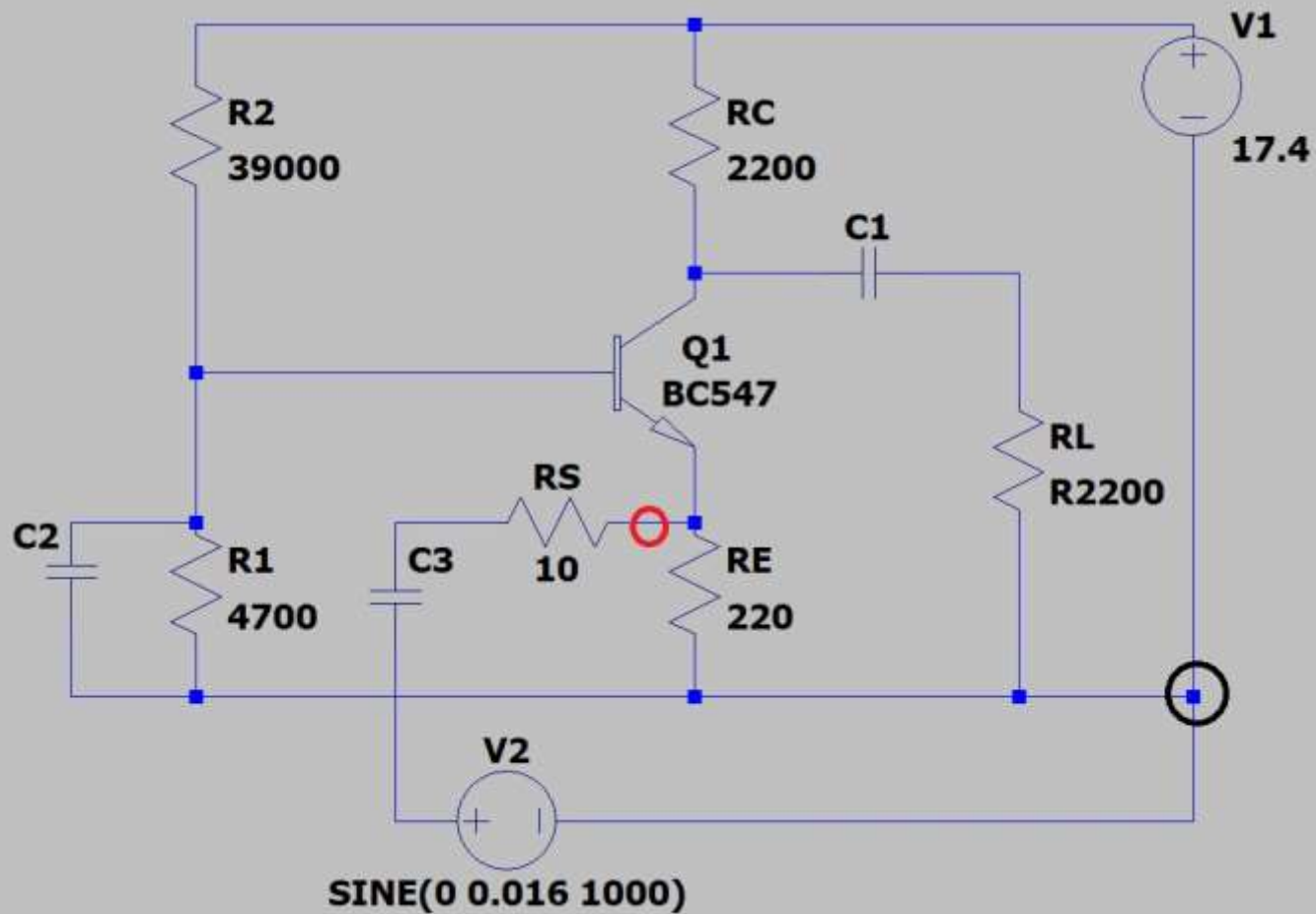


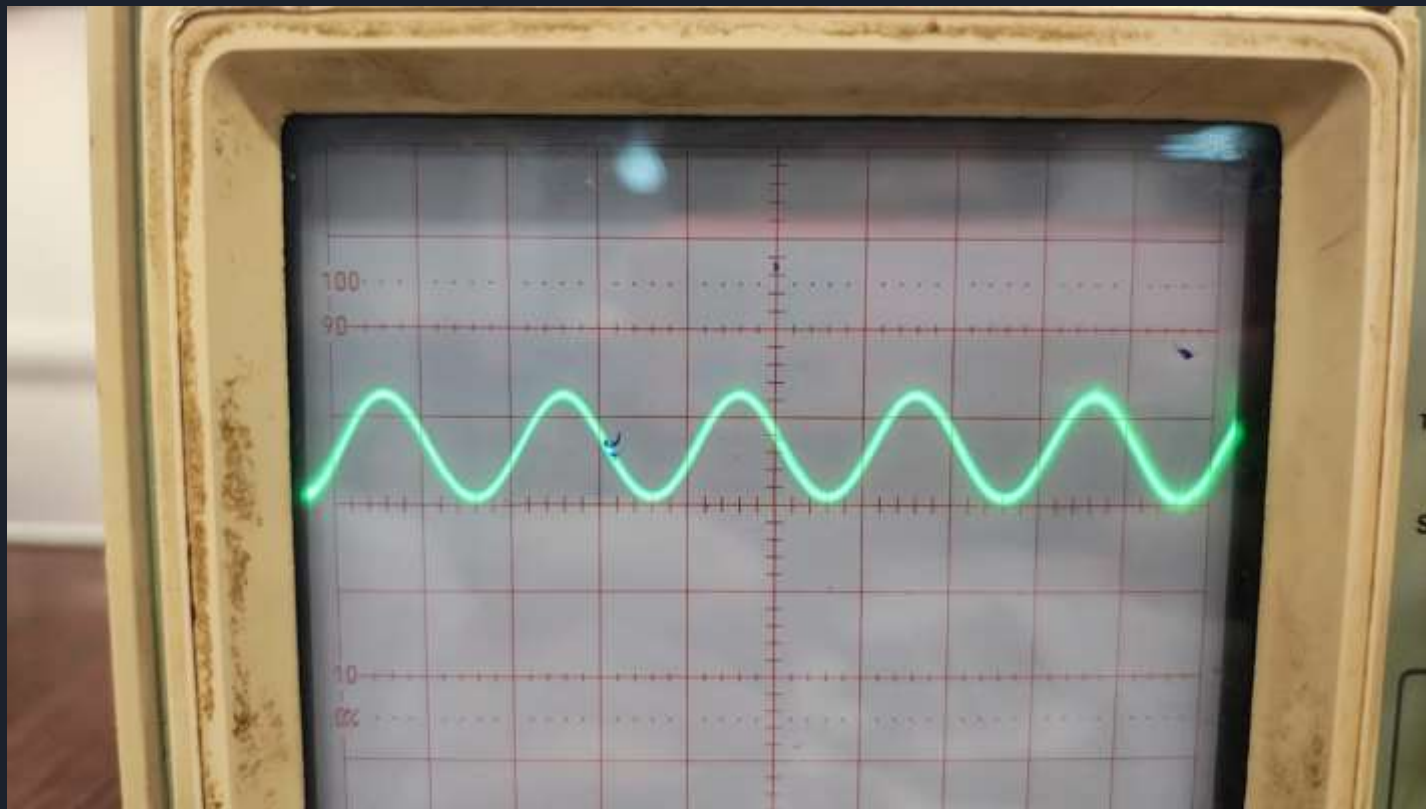
$$V_L = 1V_{pp}$$



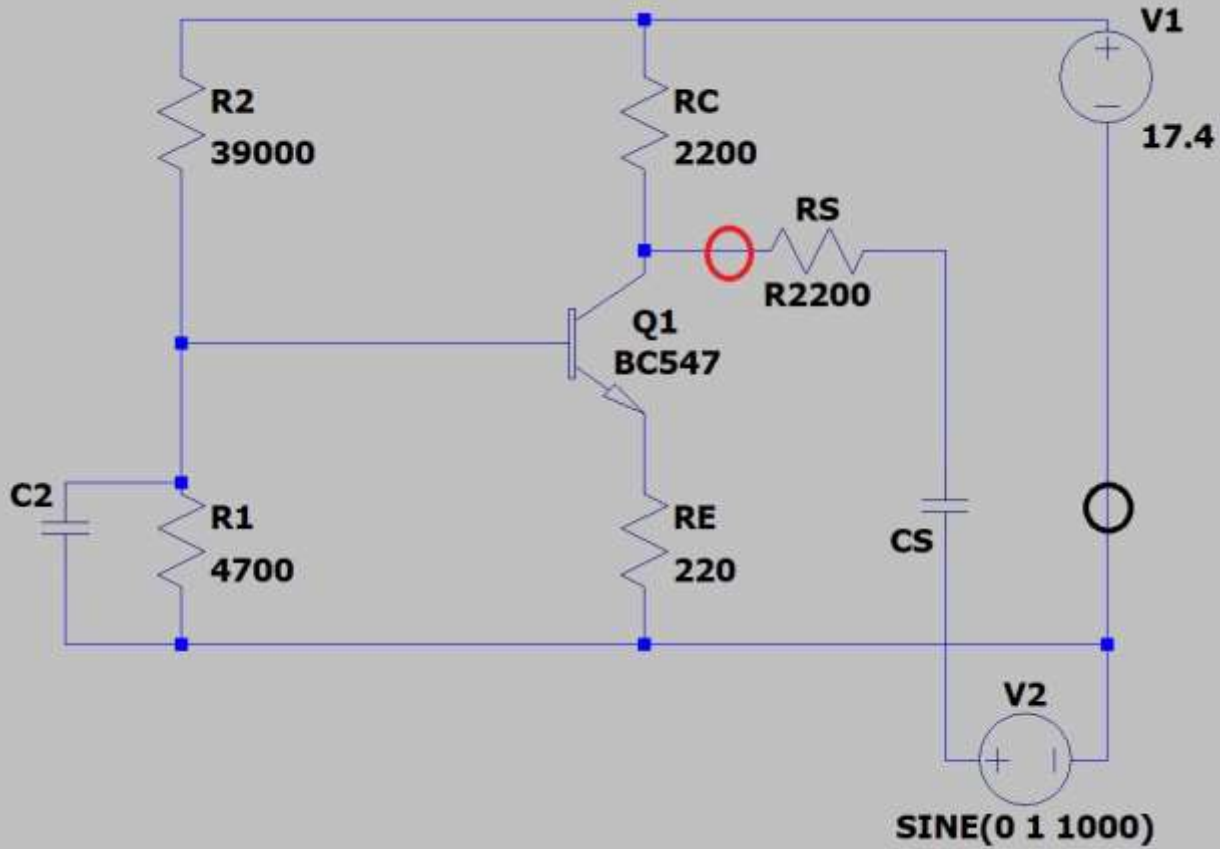


$V_S = 16 \text{ mV}_{pp}$

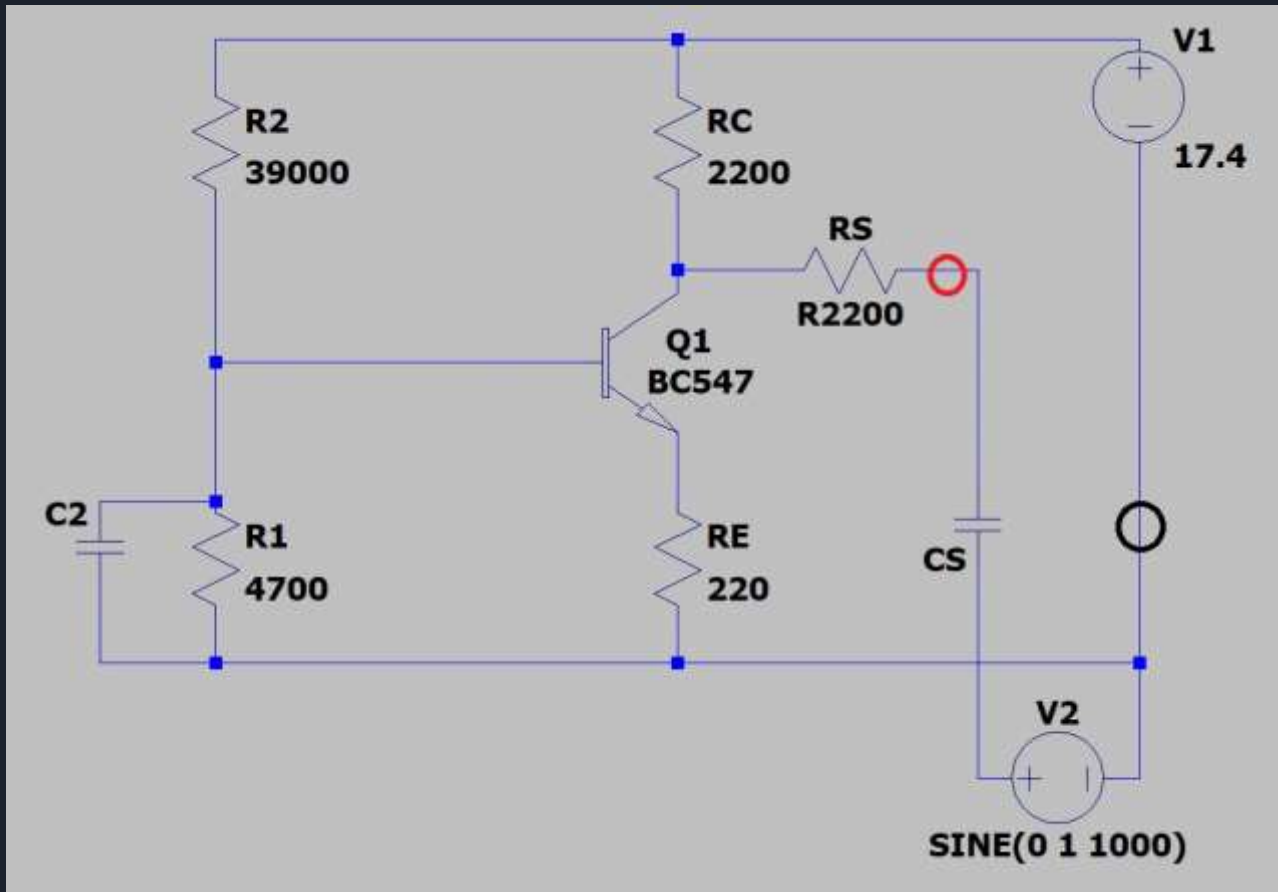




$V_I = 7 \text{ mV}_{pp}$



$$V_o = 1 \text{ V}_{pp}$$



$V_S = 2,1 \text{ V}_{pp}$



Mediciones en pequeña señal

Entrada

$$V_s = 16 \text{ mVpp}$$

$$V_i = 7 \text{ mVpp}$$

$$V_L = 1 \text{ Vpp}$$

$$A_V = \frac{V_L}{V_i} = 142,5$$

$$A_i = \frac{\frac{v_L}{R_L}}{\frac{v_s - v_i}{R_s}} = 0,50$$

Salida

$$V_o = 1 \text{ Vpp}$$

$$V_s = 2,1 \text{ Vpp}$$

$$Z_i = \frac{v_i}{\frac{v_s - v_i}{R_s}} = 7,77 \Omega$$

$$Z_o = \frac{v_o}{\frac{v_s - v_o}{R_s}} = 2000 \Omega$$



Tabla de comparación

	Análisis	Medición
A_v	213,99	143,5
A_i	0,488	0,50
Z_i	5,023 Ω	7,77 Ω
Z_o	2200 Ω	2000 Ω



Conclusiones