U.T.N. - F.R.C.

3R1 - Electrónica Aplicada I

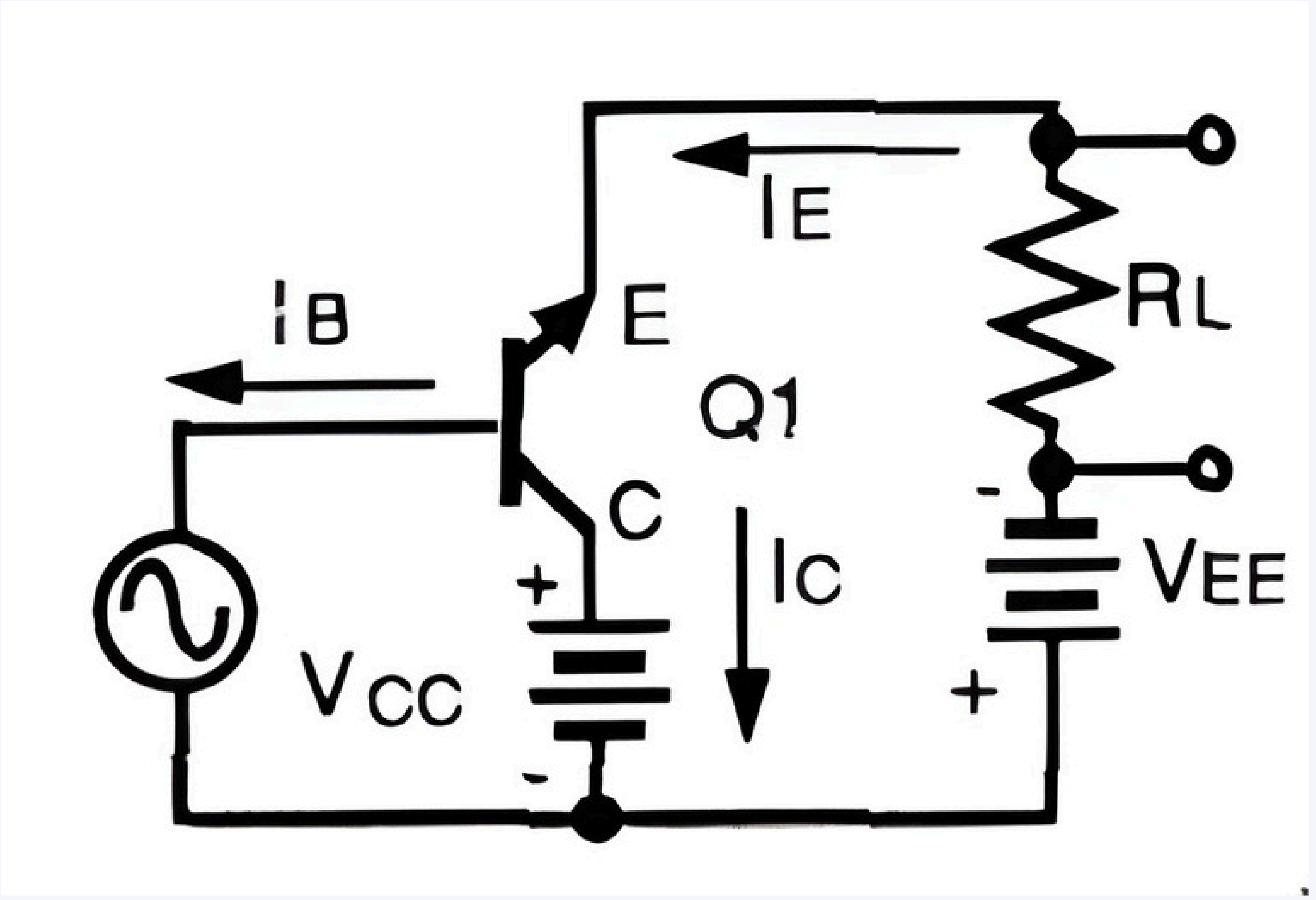
Colector común

TRABAJO PRÁCTICO 5

Rao Valentino [402308] - León Parfait Manuel [406599] - Gatica Marcos Raúl [402006]

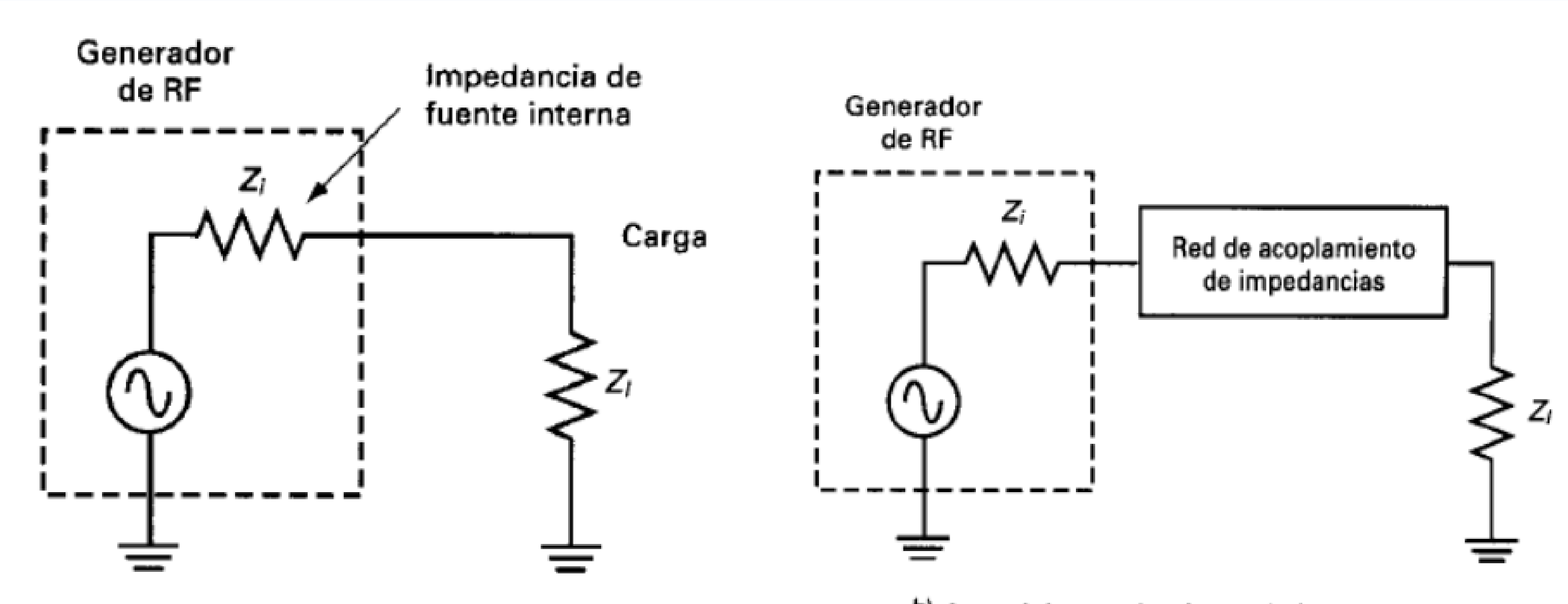
¿Qué es y para qué sirve?

- Es una de las tres configuraciones clásicas de un transistor BJT, donde la pata del colector del dispositivo es común con la malla de entrada y la de salida desde el emisor.



Usos

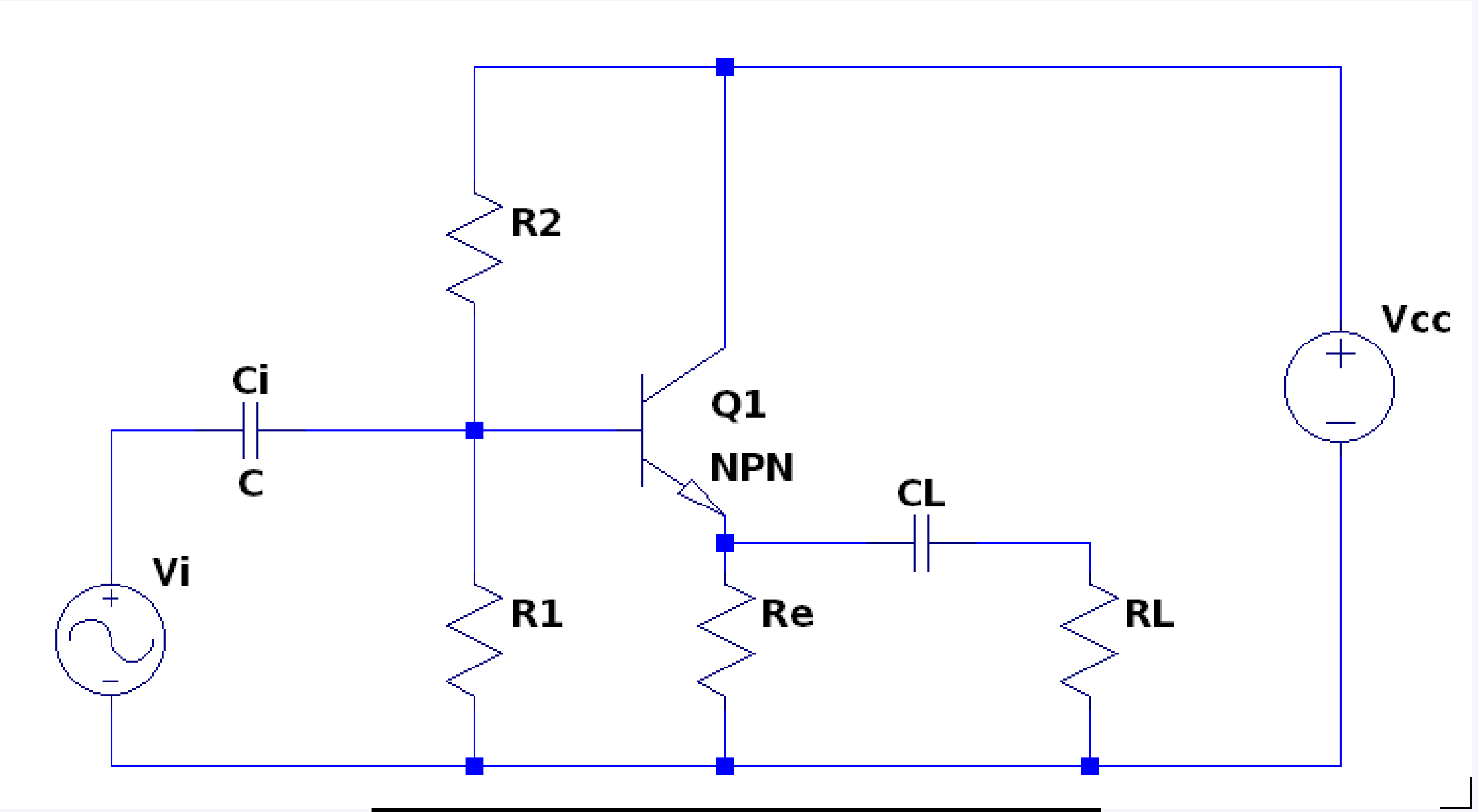
- Alta impedancia de entrada y baja de salida.
- Ganancia de tensión (=1)
- Ganancia de corriente (< 1)



a) Caso ideal: $Z_i = Z_l$.

b) La red de acoplamiento de impedancias hace que Z_l "se parezca a" Z_i.

Circuito propuesto



<u>DATOS:</u>

- R_e = 1,5 kΩ
- R_L = 1 kΩ
- V_cc = 17,4 V

Diseño de máxima excursión simétrica

DATOS:

- R_e = 1,5 kΩ
- R_L = 1 kΩ
- V_cc = 17,4 V
- Beta = 233

$$V_{CEMES} = I_{CQMES} \cdot (R_e//R_L)$$
$$\Rightarrow V_{CC} - I_{CQMES} \cdot (R_e//R_L) - I_{CQMES} \cdot R_e = 0$$
$$\Rightarrow I_{CQMES} = \frac{V_{CC}}{(R_e//R_L) + R_e}$$
$$\boxed{I_{CQMES} \approx 8,2857mA}$$

Diseño de máxima excursión simétrica

DATOS:

- R_e = 1,5 kΩ
- R_L = 1 kΩ
- V_cc = 17,4 V
- Beta = 233
- I_CQMES = 8,2857mA

0,7 V

$$V_{BB} = I_{CQ} \cdot (R_e + \frac{R_B}{\beta}) + V_{BEQ}$$

$$\Rightarrow V_{BB} = I_{CQ} \cdot [R_e + (\frac{R_e}{10}) \cdot \frac{1}{\beta}] + V_{BEQ}$$

$$\boxed{\Rightarrow V_{BB} \approx 14,3714V}$$

Diseño de máxima excursión simétrica

Cálculo R_1 y R_2

DATOS:

- R_e = 1,5 kΩ
- R_L = 1 kΩ
- V_cc = 17,4 V
- Beta = 233
- I_CQMES = 8,2857mA
- V_BB = 14,3714V

$$R_B = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \rightarrow \frac{R_B}{R_2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$V_{BB} = \frac{V_{CC} \cdot R_1}{R_1 + R_2} \rightarrow \frac{V_{BB}}{V_{CC}} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Diseño de máxima excursión simétrica

DATOS:
- R_e = 1,5 kΩ
- R_L = 1 kΩ
- V_cc = 17,4 V
- Beta = 233
- I_CQMES = 8,2857mA
- V_BB = 14,3714V

Cálculo R_1 y R_2

$$\Rightarrow \frac{R_B}{R_2} = \frac{V_{BB}}{V_{CC}}$$

$$R_2 = \frac{V_{CC}}{V_{BB}} \cdot R_B$$

$$R_2 = \frac{V_{CC}}{V_{BB}} \cdot \frac{R_e}{10} \cdot \beta$$

$$\boxed{R_2 \approx 45,7658k\Omega}$$

Diseño de máxima excursión simétrica

DATOS:

- R_e = 1,5 kΩ
- R_L = 1 kΩ
- V_cc = 17,4 V
- Beta = 233
- I_CQMES = 8,2857mA
- V_BB = 14,3714V
- R_2 = 45,7658 kΩ

Cálculo R_1 y R_2

$$V_{BB} \cdot (R_1 + R_2) = V_{CC} \cdot R_1$$
$$V_{BB} \cdot R_1 + V_{BB} \cdot R_2 - V_{CC} \cdot R_1 = 0$$
$$R_1 \cdot (V_{BB} - V_{CC}) + V_{BB} \cdot R_2 = 0$$

$$R_1 = -\frac{V_{BB} \cdot R_2}{V_{BB} - V_{CC}}$$

$$\boxed{R_1 \approx 217,1692k\Omega}$$

Diseño de máxima excursión simétrica

DATOS:

- R_e = 1,5 kΩ
- R_L = 1 kΩ
- V_cc = 17,4 V
- Beta = 233
- I_CQMES = 8,2857mA
- V_BB = 14,3714V
- R_2 = 45,7658 kΩ
- R_1 = 217,1692 kΩ

Cálculo R_B

$$R_B = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\boxed{R_B = 37,7999 k\Omega}$$

Diseño de máxima excursión simétrica

Resumen

- R_e = 1,5 kΩ
- R_L = 1 kΩ
- V_cc = 17,4 V
- Beta = 233
- I_CQMES = 8,2857mA
- V_BB = 14,3714V
- R_2 = 45,7658 kΩ
- R_1 = 217,1692 kΩ
- R_B = 37,7999 kΩ

Polarización	Simulación (ideal)	Simulación (normalizado)	Medido	Calculado
I_CQ	**8,24 mA**	**8,20 mA [7,38 - 9,02]mA**	**8,33 mA**	**8,2857mA [7,46 - 9,11]mA**
V_CE	4,98 V	5,044 V [4,53 - 5,54]V	4,87 V	4,97 V [4,47 - 5,46] V
I_R1	60,366 μA	59,327 μA	59,68 μA	-----------
I_R2	93,742 μA	92,509 μA	90,216 μA	----------
I_BQ	33,3763 μA	33,182 μA	30,532 μA	---------
V_BB	----------	------------	----------	14,3714 V

Normalización de resistencias

Resistor	Calculado	Normalizado
R_1	217,1692 kΩ	220kΩ
R_2	45,7658 kΩ	47kΩ
R_B	37,7999 kΩ	---

ANÁLISIS Y TRAZADO DE RECTAS DE CARGA

Recta de carga de corriente continua

$$V_{CC} - V_{CE} + I_C \cdot R_e = 0$$
$$\Rightarrow V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_e$$

 # malla de salida

$$\text{Para } V_{CE} = 0 \rightarrow I_{CMAX} = \frac{V_{CC}}{R_e}$$

$$\boxed{I_{CMAX} = 11,6mA}$$

$$\text{Para } I_C = 0 \rightarrow V_{CEMAX} = V_{CC}$$

$$\boxed{V_{CEMAX} = 17,4V}$$

Recta de carga de corriente alterna

$$v_{CE} = V'_{CC} - i_C \cdot (R_e//R_L) \quad (1)$$

$$V_{CEQ} = V'_{CC} - I_{CQ} \cdot (R_e//R_L) \quad (2)$$

$$V'_{CC} = V_{CEQ} + I_{CQ} \cdot (R_e//R_L) \quad (3)$$

Despejando V'_CC

Reemplazamos (3) en (1):

$$v_{CE} = [V_{CEQ} + I_{CQ} \cdot (R_e//R_L)] - i_C \cdot (R_e//R_L)$$

Recta de carga de corriente alterna

$$v_{CE} = 4,97V + 8,2857mA \cdot 600\Omega - i_C \cdot 600\Omega$$

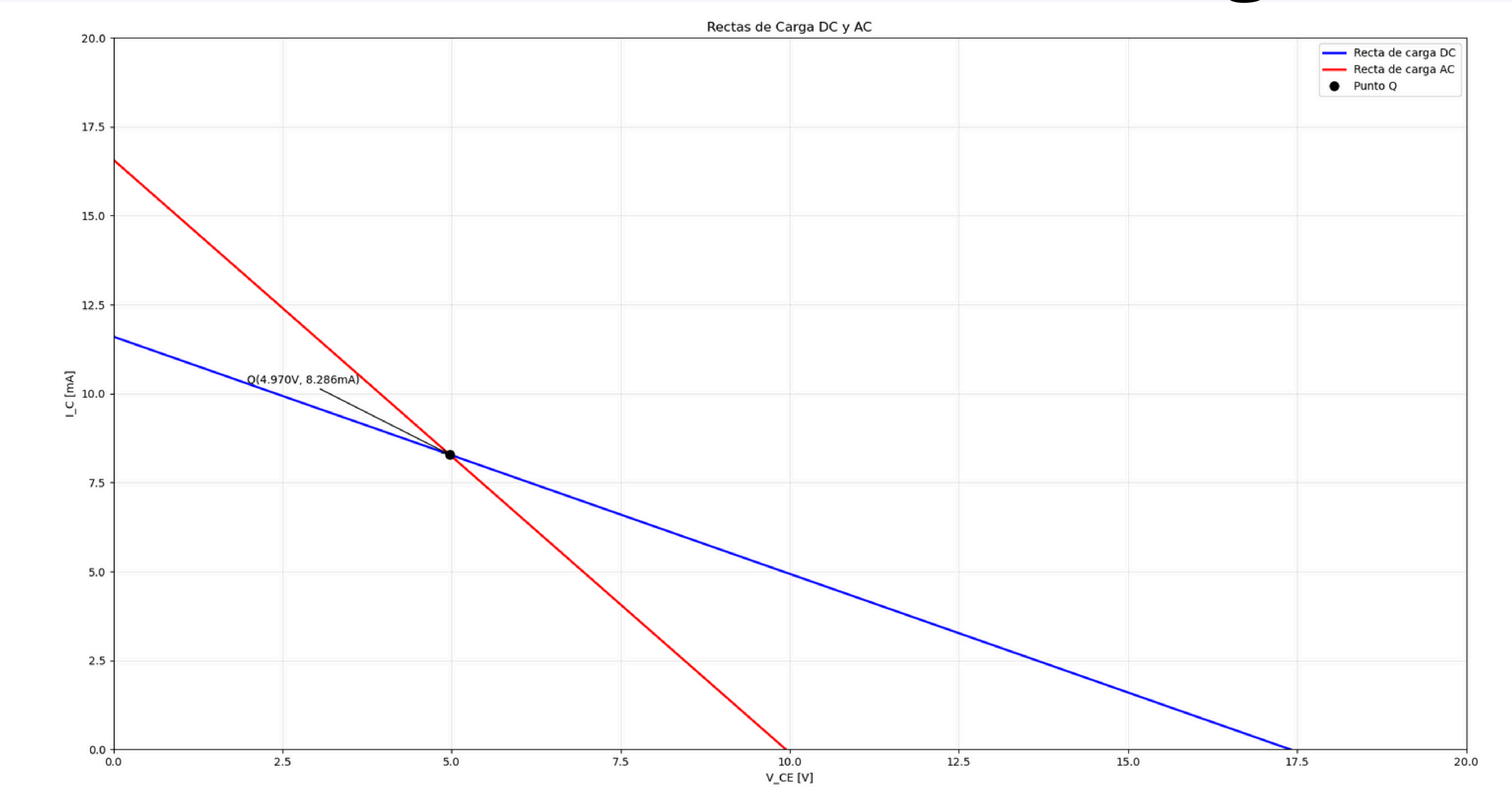
$$\text{Para } v_{CE} = 0 \rightarrow i_{CMAX} = \frac{4,97V + 8,2857mA \cdot 600\Omega}{600\Omega}$$

$$\boxed{i_{CMAX} = 16,5690mA}$$

$$\text{Para } i_C = 0 \rightarrow v_{CEMAX} = 4,97V + 8,2857mA \cdot 600\Omega$$

$$\boxed{v_{CEMAX} = 9,9414V}$$

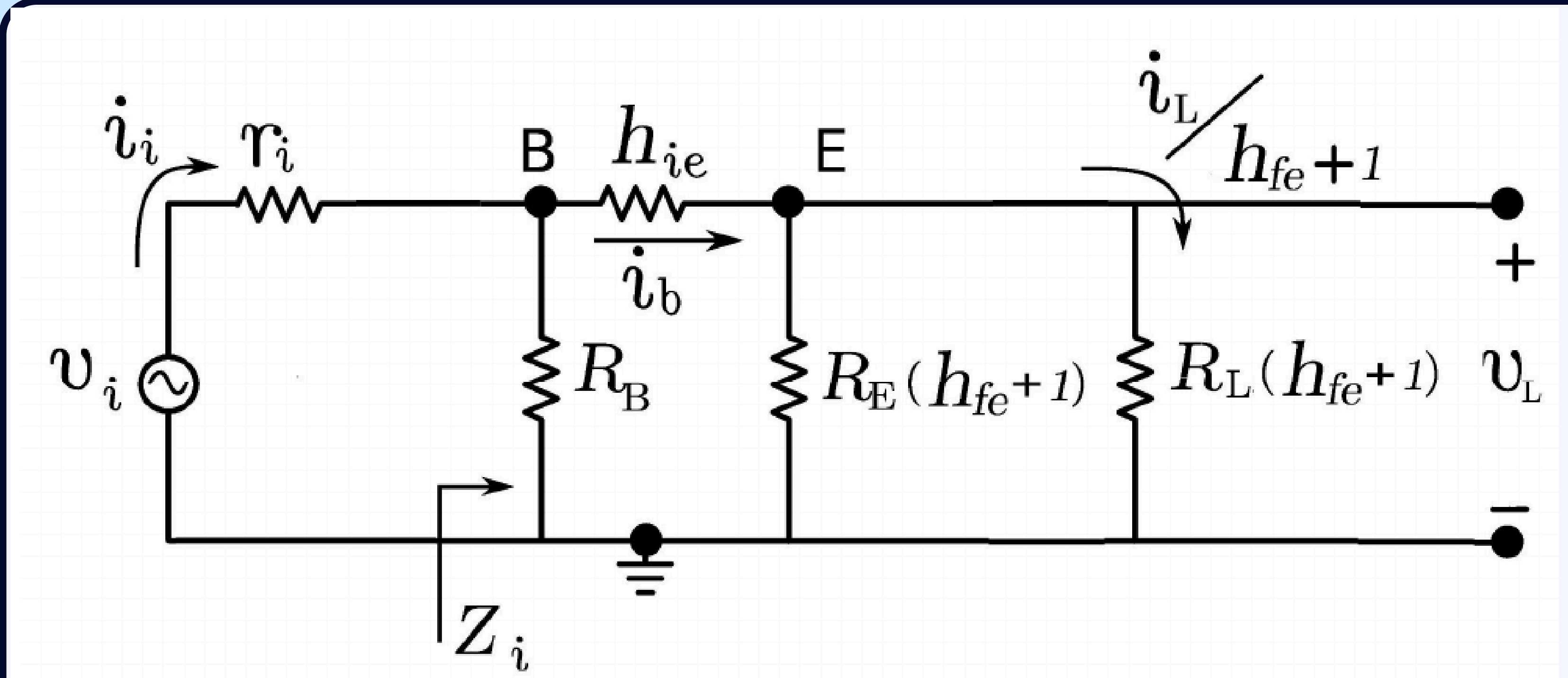
Gráfico de rectas de carga



MEDICIONES DE PEQUEÑA SEÑAL:

ANALÍTICO

IMPEDANCIA DE ENTRADA



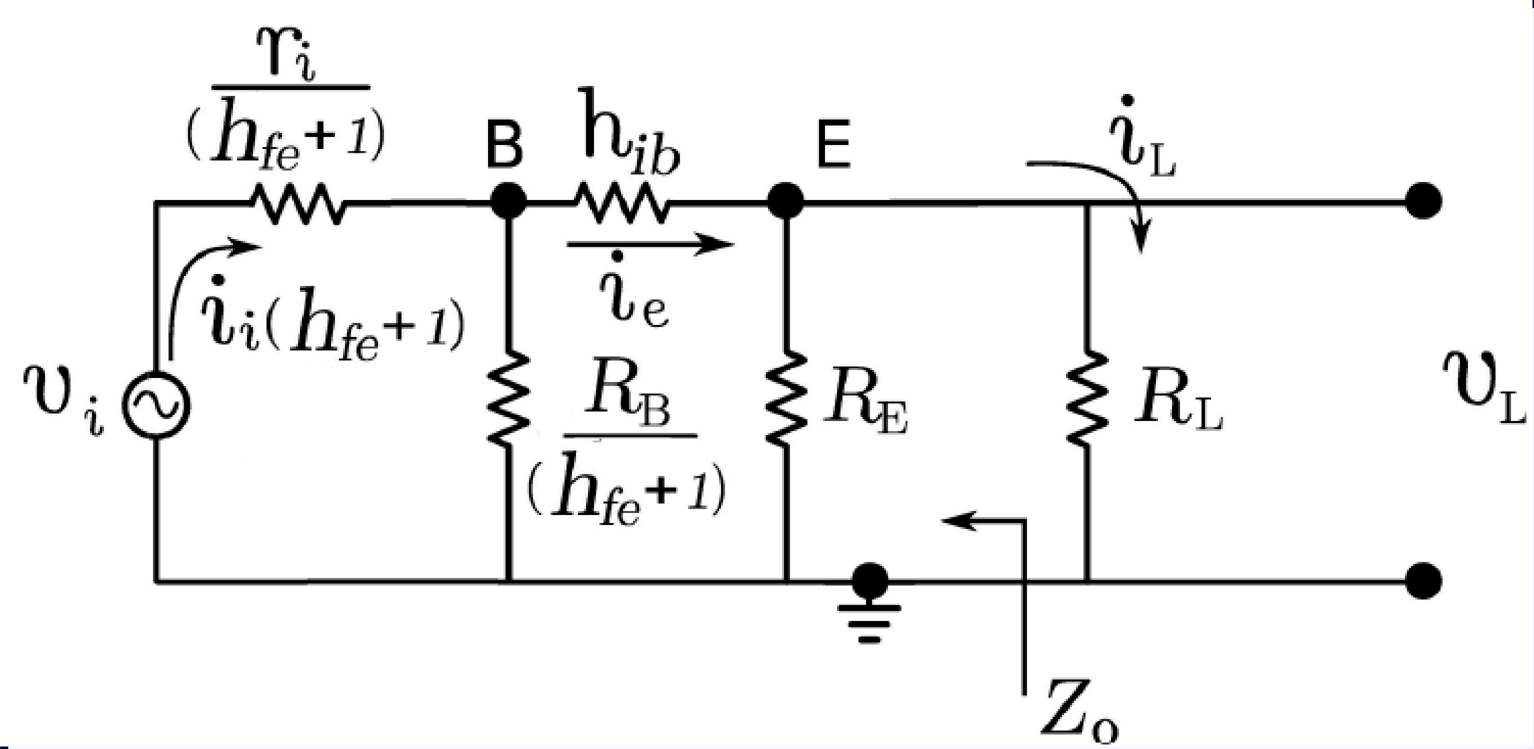
$$Z_i = R_b \,//\, \left[h_{ie} + (R_E \,//\, R_L)(h_{fe} + 1)\right]$$

- h_{ie} = βx25mV/ I_{CQ}
- h_{ie} = 760,345Ω

- R_b = 377700,923Ω
- R_E =1,5KΩ
- R_L =1KΩ
- h_{fe} = 233

Z_i = 30293,975Ω

Normalizada: Z_i = 30KΩ



IMPEDANCIA DE SALIDA

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

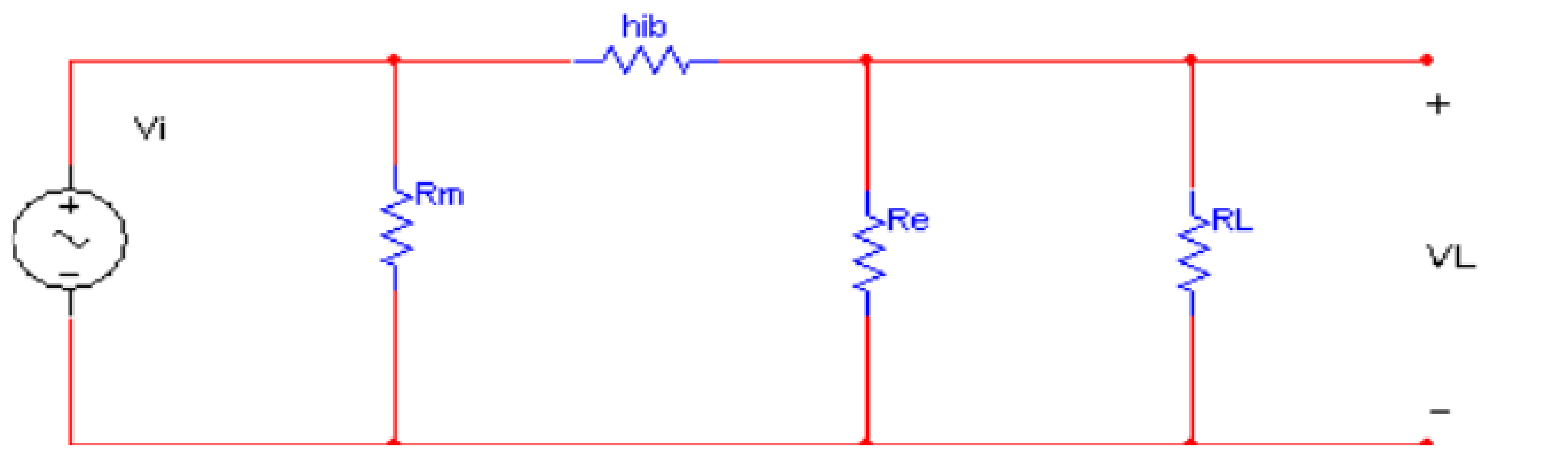
$$Si\ r_i = 0 \quad \Rightarrow \quad Z_o = R_E \,//\, h_{ib}$$

- h_{ib} = 25mV/ I_{CQ}
- h_{ib} = 3,017Ω
- R_E =1,5KΩ

Z_0 =3,0109Ω

Normalizada: Z_0 =3Ω

GANANCIA DE TENSIÓN

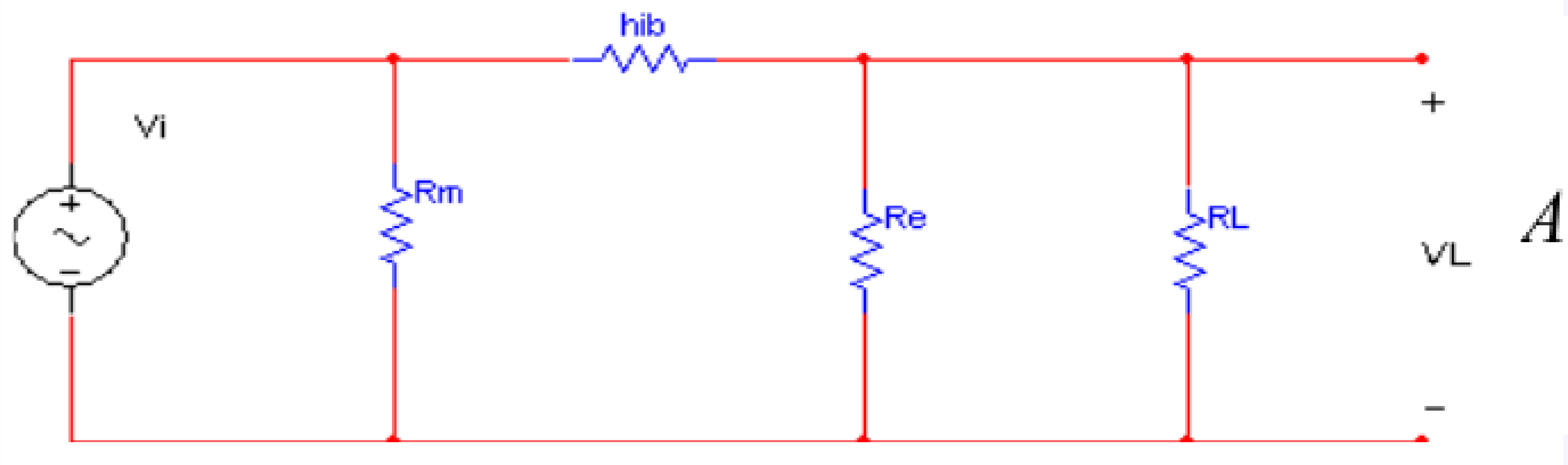


$$A_v = \frac{v_L}{v_i} = \frac{R_e // R_L}{h_{ib} + R_e // R_L}$$

$$v_L = \frac{v_i}{(h_{ib} + R_e // R_L)} \times R_e // R_L$$

$A_v = 0{,}9949 \cong 1$

GANANCIA DE CORRIENTE



$$A_i = \frac{i_L}{i_i} = \frac{\frac{v_L}{R_L}}{\frac{v_i}{Z_i}} = \frac{v_L}{R_L} \times \frac{Z_i}{v_i}$$

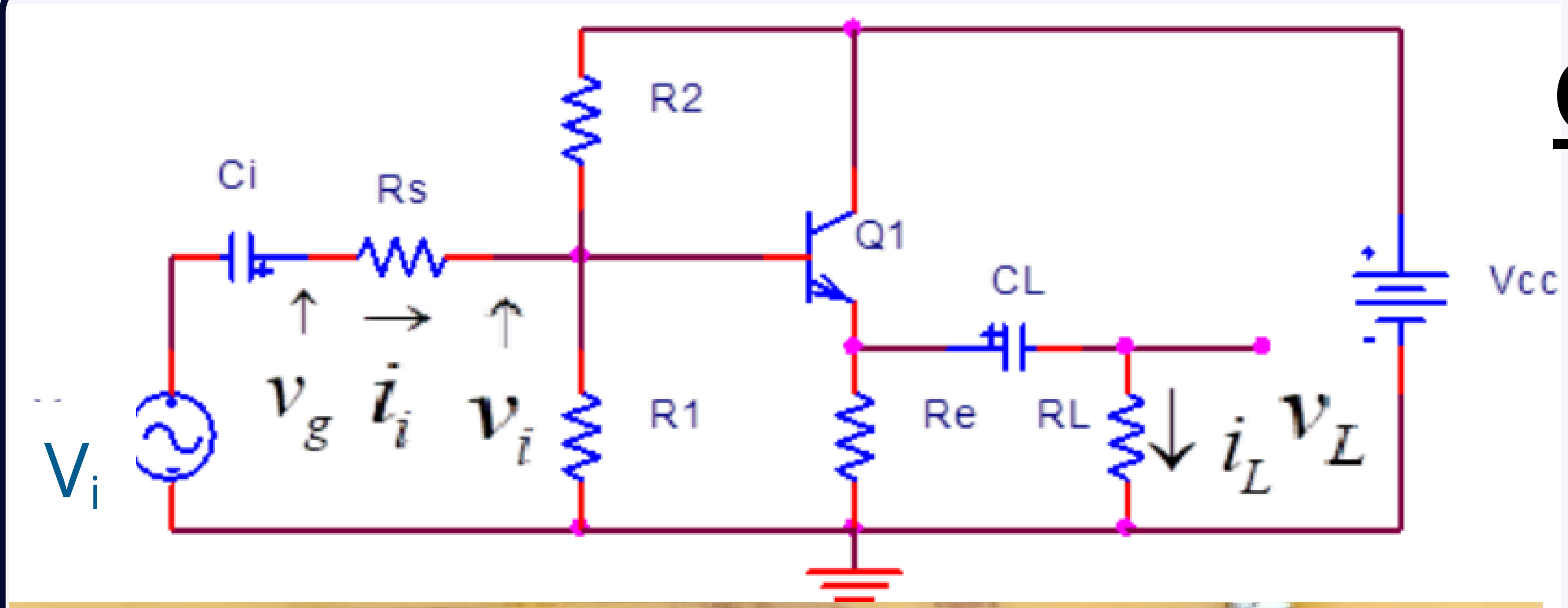
$$A_i = A_v \times \frac{Z_i}{R_L}$$

$A_i = 30,142$

- $Z_i = 30293,975\Omega$

MEDICIONES DE PEQUEÑA SEÑAL:

EXPERIMENTAL

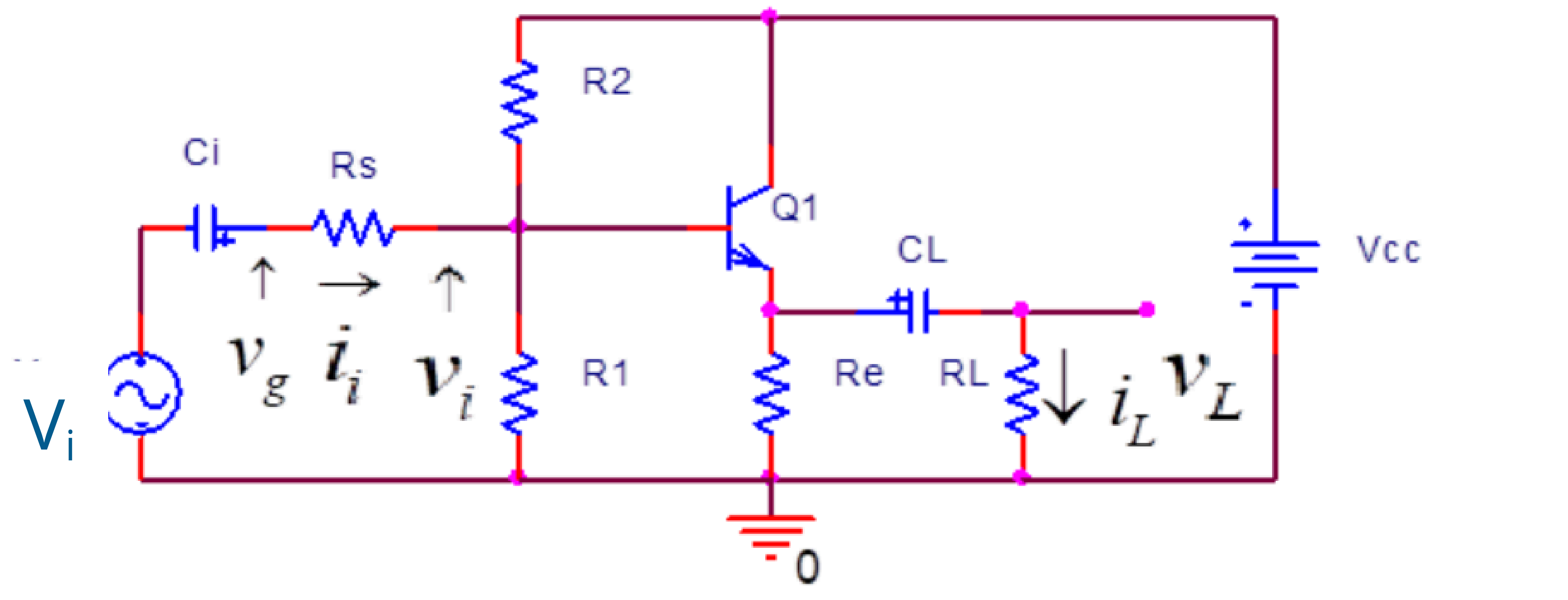


GANANCIA DE TENSIÓN

- Entrada con $1KH_Z$ y un $V_{p-p}=1V$ en V_L
- Medido: $V_i = 1V$

$$A_V = \frac{v_L}{v_i}$$

$$A_v = 1V/1V = 1$$



GANANCIA DE CORRIENTE

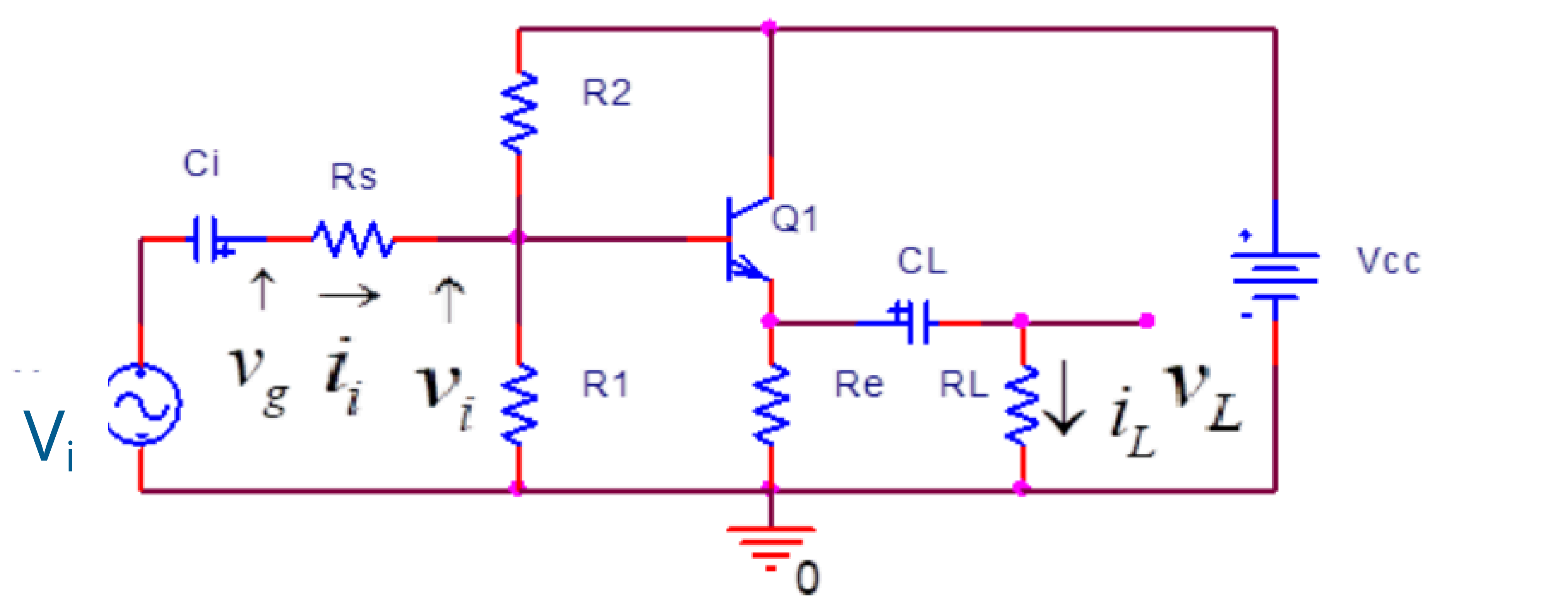
$$A_i = \frac{i_L}{i_i} = \frac{\dfrac{v_L}{R_L}}{\dfrac{v_g - v_i}{R_s}}$$

- Entrada con 1KH$_Z$ y un $V_{p\text{-}p}$=1V en V_L

Medido:

- V_i = 1V
- V_g = 2,6V
- R_s = 33KΩ

$$A_i = \frac{\dfrac{1V}{1k\Omega}}{\dfrac{2{,}6V - 1V}{33K\Omega}} = 20{,}625$$



IMPEDANCIA DE ENTRADA

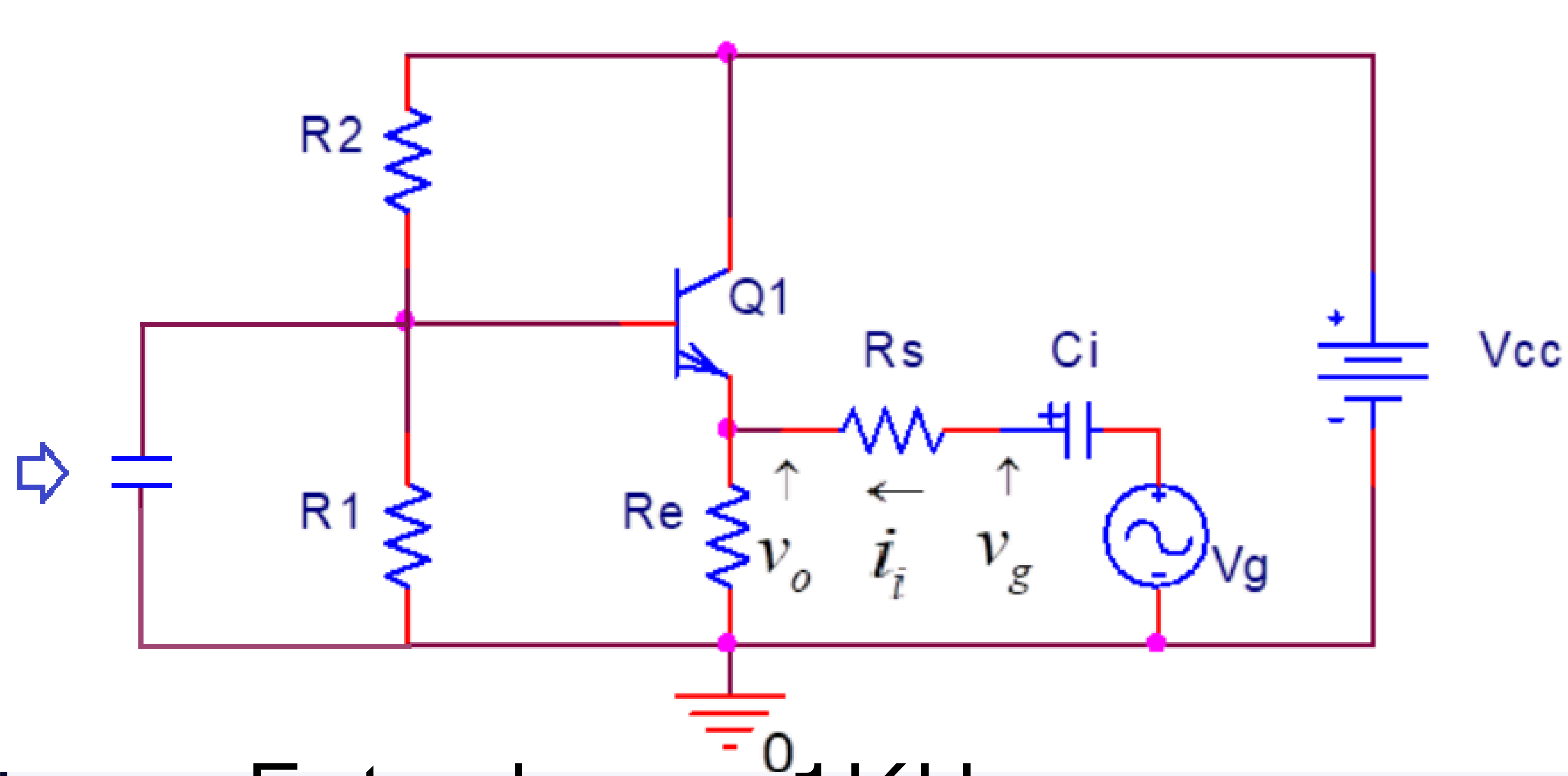
$$Z_i = \frac{v_i}{i_i} = \frac{v_i}{\dfrac{v_g - v_i}{R_s}}$$

- Entrada con $1KH_Z$ y un $V_{p\text{-}p}$=1V en V_L

Medido:

- V_i = 1V
- R_s = 33KΩ
- V_g = 2,6V

$$Z_i = \frac{1V}{\dfrac{2{,}6V - 1V}{33K\Omega}} = 20625\Omega$$



IMPEDANCIA DE SALIDA

$$Z_o = \frac{v_o}{i_o} = \frac{v_o}{\frac{v_g - v_o}{R_s}}$$

- Entrada con 1KH$_Z$ y un $V_{p\text{-}p}$=0,005V en V_o

Medido:

- V_i = 1V
- R_s = 10Ω
- V_g = 0,015V

$$Z_o = \frac{0,005V}{\frac{0,015V - 0,005V}{10\Omega}} = 5\Omega$$

	Calculado	EXPERIMENTAL
Z_I	30293,975Ω	20625Ω
Z_O	3,0109Ω	$5\Omega_{RS\ =10\Omega}$
A_i	30,142	20,625
A_V	0,9949	1