

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

3R1 - Electrónica Aplicada I

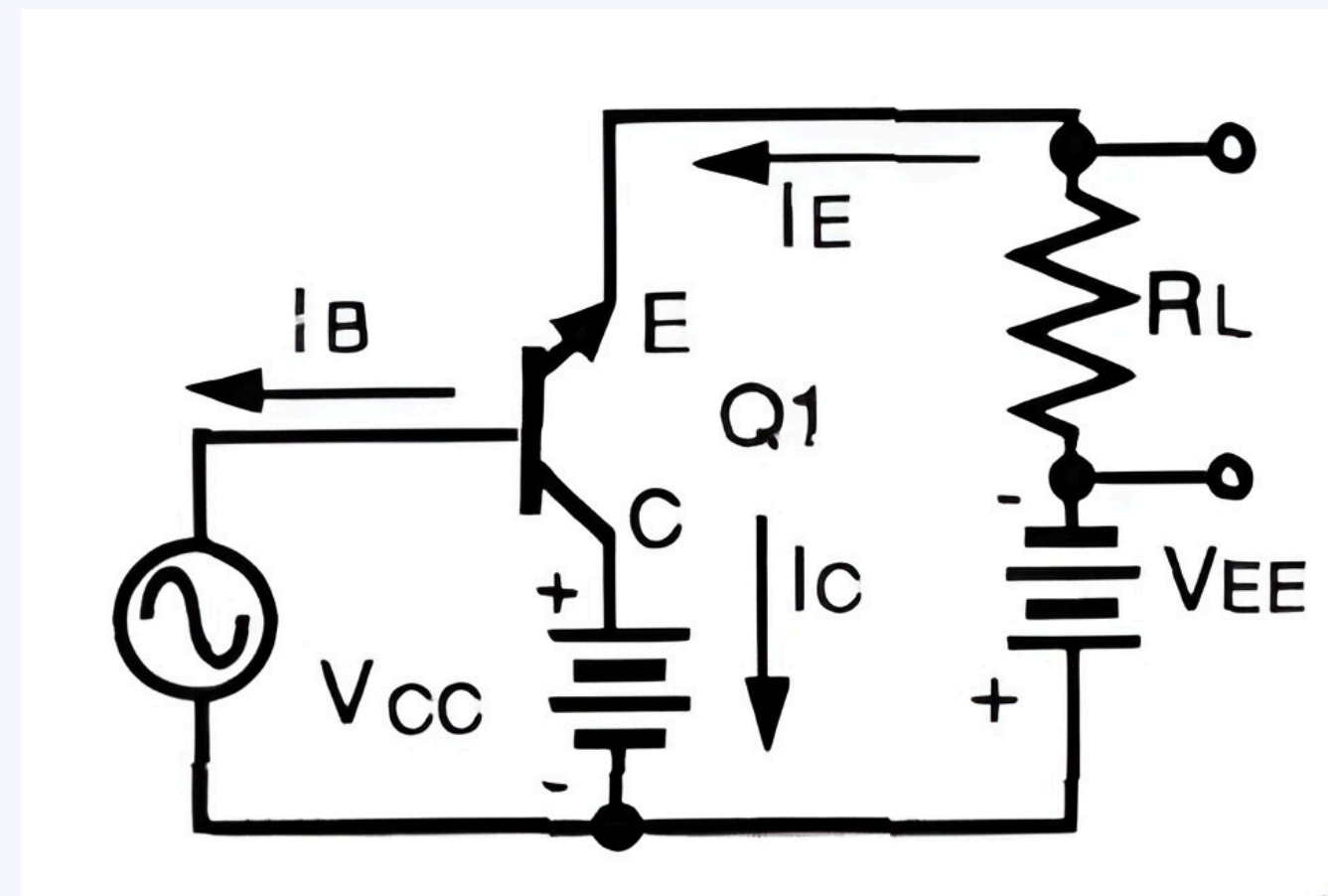
# **Colector común**

## **TRABAJO PRÁCTICO 5**

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

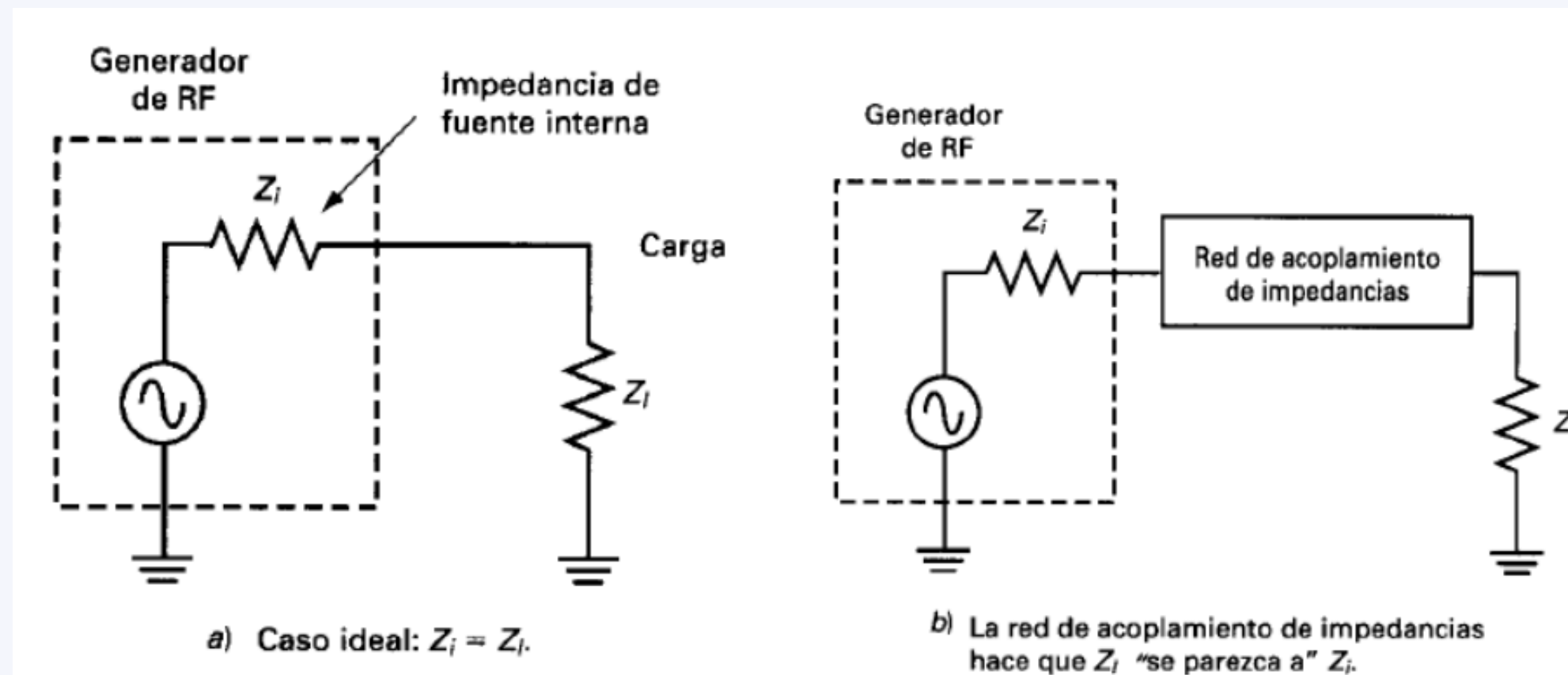
# ¿Qué es y para qué sirve?

- 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.

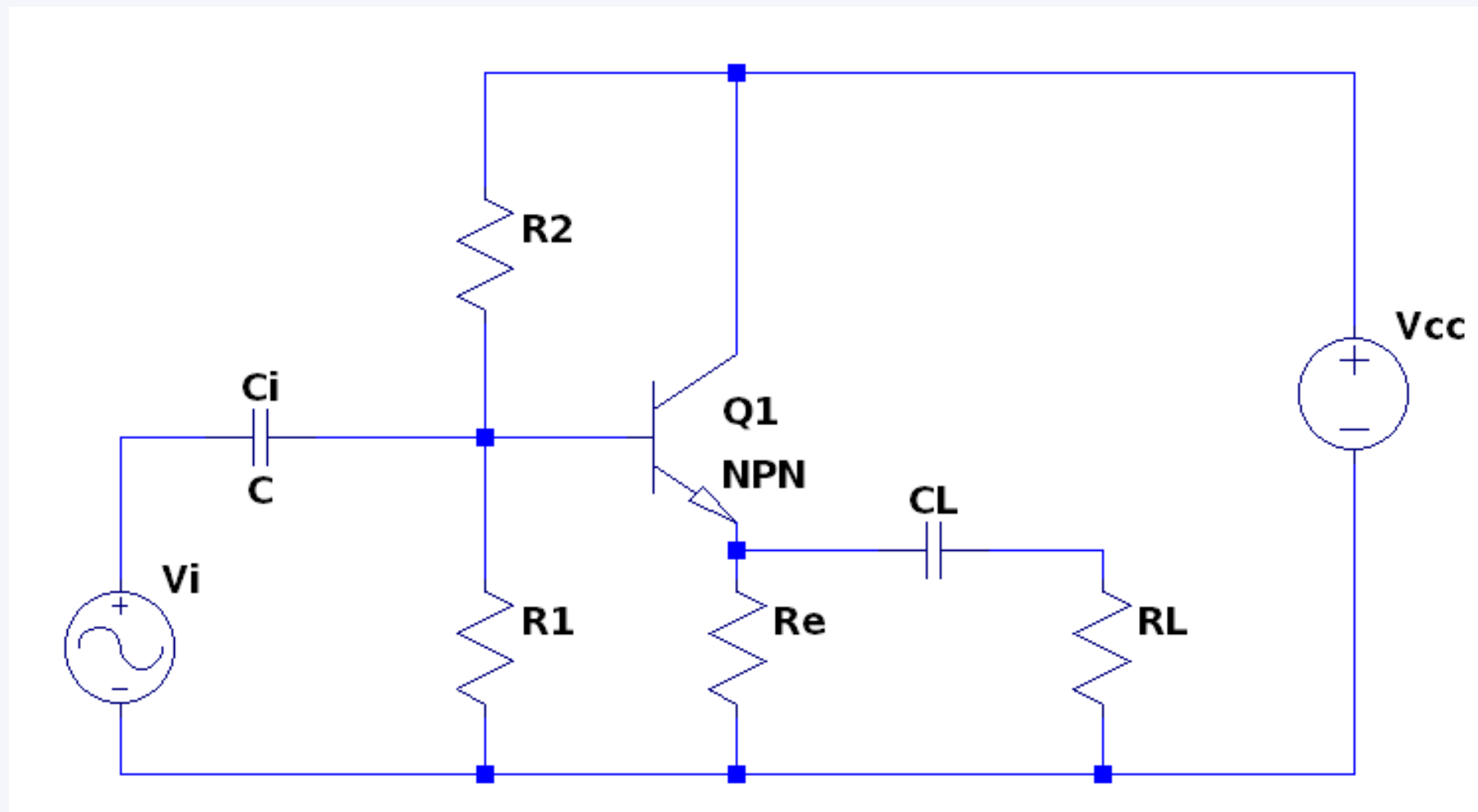


# Usos

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



# Circuito propuesto



## DATOS:

- $R_e = 1,5 \text{ k}\Omega$
- $R_L = 1 \text{ k}\Omega$
- $V_{cc} = 17,4 \text{ V}$

# Diseño de máxima excursión simétrica

## DATOS:

- $R_e = 1,5 \text{ k}\Omega$
- $R_L = 1 \text{ k}\Omega$
- $V_{cc} = 17,4 \text{ V}$
- $\text{Beta} = 233$

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

# Diseño de máxima excursión simétrica

## DATOS:

- $R_e = 1,5 \text{ k}\Omega$
- $R_L = 1 \text{ k}\Omega$
- $V_{cc} = 17,4 \text{ V}$
- $\text{Beta} = 233$
- $I_{CQMES} = 8,2857 \text{ mA}$

$$V_{BB} = I_{CQ} \cdot \left( R_e + \frac{R_B}{\beta} \right) + V_{BEQ}$$
$$\Rightarrow V_{BB} = I_{CQ} \cdot \left[ R_e + \left( \frac{R_e}{10} \right) \cdot \frac{1}{\beta} \right] + V_{BEQ}$$
$$\Rightarrow V_{BB} \approx 14,3714 \text{ V}$$

0,7 V




# Diseño de máxima excursión simétrica

*Cálculo  $R_1$  y  $R_2$*

## DATOS:

- $R_e = 1,5 \text{ k}\Omega$
- $R_L = 1 \text{ k}\Omega$
- $V_{cc} = 17,4 \text{ V}$
- $\text{Beta} = 233$
- $I_{CQMES} = 8,2857 \text{ mA}$
- $V_{BB} = 14,3714 \text{ V}$

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


# Diseño de máxima excursión simétrica

## DATOS:

- $R_e = 1,5 \text{ k}\Omega$
- $R_L = 1 \text{ k}\Omega$
- $V_{cc} = 17,4 \text{ V}$
- $\text{Beta} = 233$
- $I_{CQMES} = 8,2857 \text{ mA}$
- $V_{BB} = 14,3714 \text{ V}$

*Cálculo  $R_1$  y  $R_2$*

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

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

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

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



# Diseño de máxima excursión simétrica

## DATOS:

- $R_e = 1,5 \text{ k}\Omega$
- $R_L = 1 \text{ k}\Omega$
- $V_{cc} = 17,4 \text{ V}$
- $\text{Beta} = 233$
- $I_{CQMES} = 8,2857 \text{ mA}$
- $V_{BB} = 14,3714 \text{ V}$
- $R_2 = 45,7658 \text{ k}\Omega$

## *Cálculo $R_1$ y $R_2$*

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

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

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

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

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

# Diseño de máxima excursión simétrica

## DATOS:

- $R_e = 1,5 \text{ k}\Omega$
- $R_L = 1 \text{ k}\Omega$
- $V_{cc} = 17,4 \text{ V}$
- $\text{Beta} = 233$
- $I_{CQMES} = 8,2857 \text{ mA}$
- $V_{BB} = 14,3714 \text{ V}$
- $R_2 = 45,7658 \text{ k}\Omega$
- $R_1 = 217,1692 \text{ k}\Omega$

*Cálculo  $R_B$*

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

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

# Diseño de máxima excursión simétrica

*Resumen*

- $R_e = 1,5 \text{ k}\Omega$
- $R_L = 1 \text{ k}\Omega$
- $V_{cc} = 17,4 \text{ V}$
- $\text{Beta} = 233$
- $I_{CQMES} = 8,2857 \text{ mA}$
- $V_{BB} = 14,3714 \text{ V}$
- $R_2 = 45,7658 \text{ k}\Omega$
- $R_1 = 217,1692 \text{ k}\Omega$
- $R_B = 37,7999 \text{ k}\Omega$

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

# **ANÁLISIS Y TRAZADO DE RECTAS DE CARGA**

# Normalización de resistencias

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

# Recta de carga de corriente continua

$$V_{CC} - V_{CE} + I_C \cdot R_e = 0 \quad \# \text{ malla de salida}$$
$$\Rightarrow V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_e$$

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

$$I_{C\text{MAX}} = 11,6\text{mA}$$

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

$$V_{CE\text{MAX}} = 17,4\text{V}$$

# 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

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

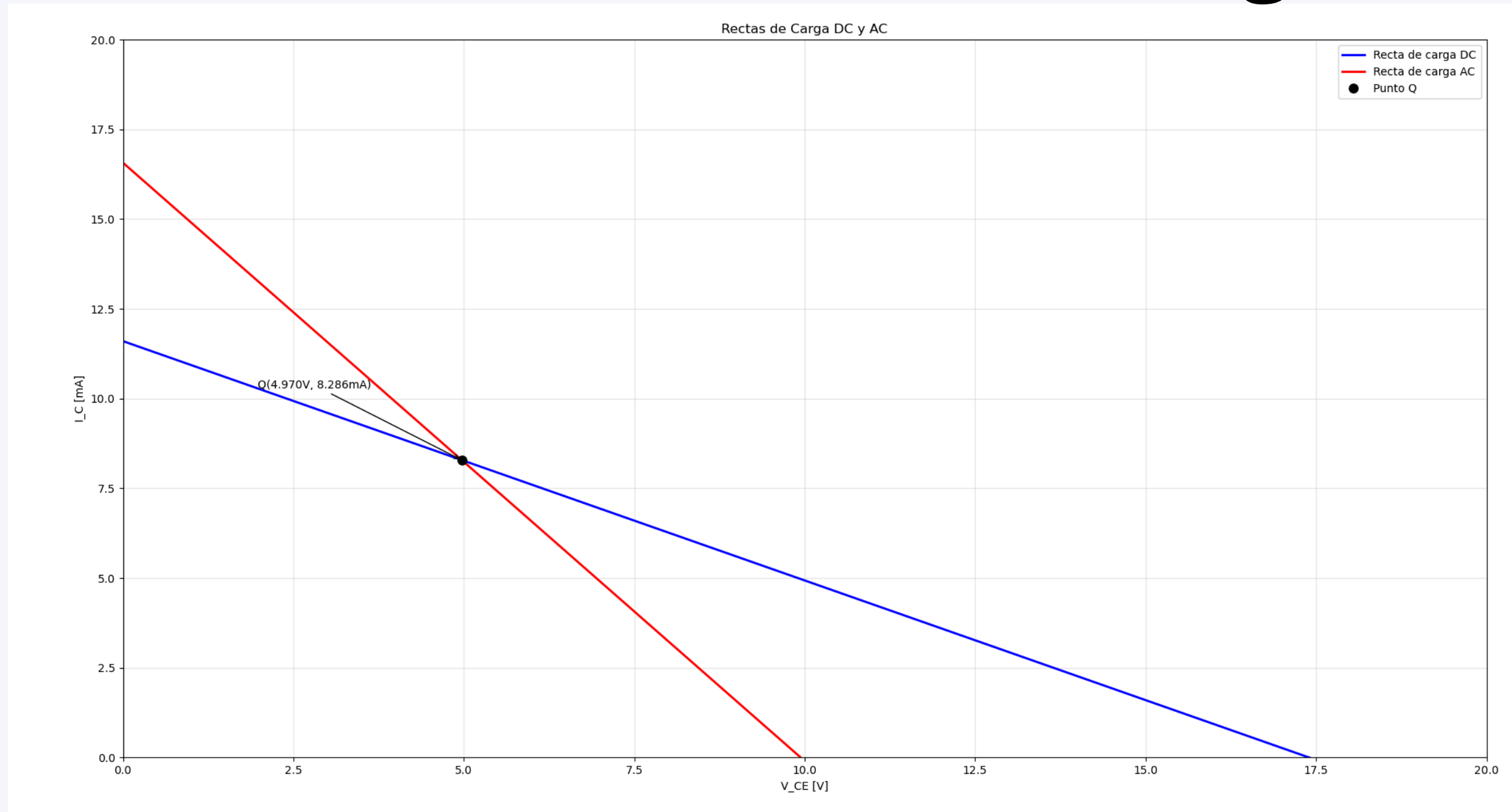
$$\text{Para } v_{CE} = 0 \rightarrow i_{C\text{MAX}} = \frac{4,97V + 8,2857mA \cdot 600\Omega}{600\Omega}$$

$$i_{C\text{MAX}} = 16,5690mA$$

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

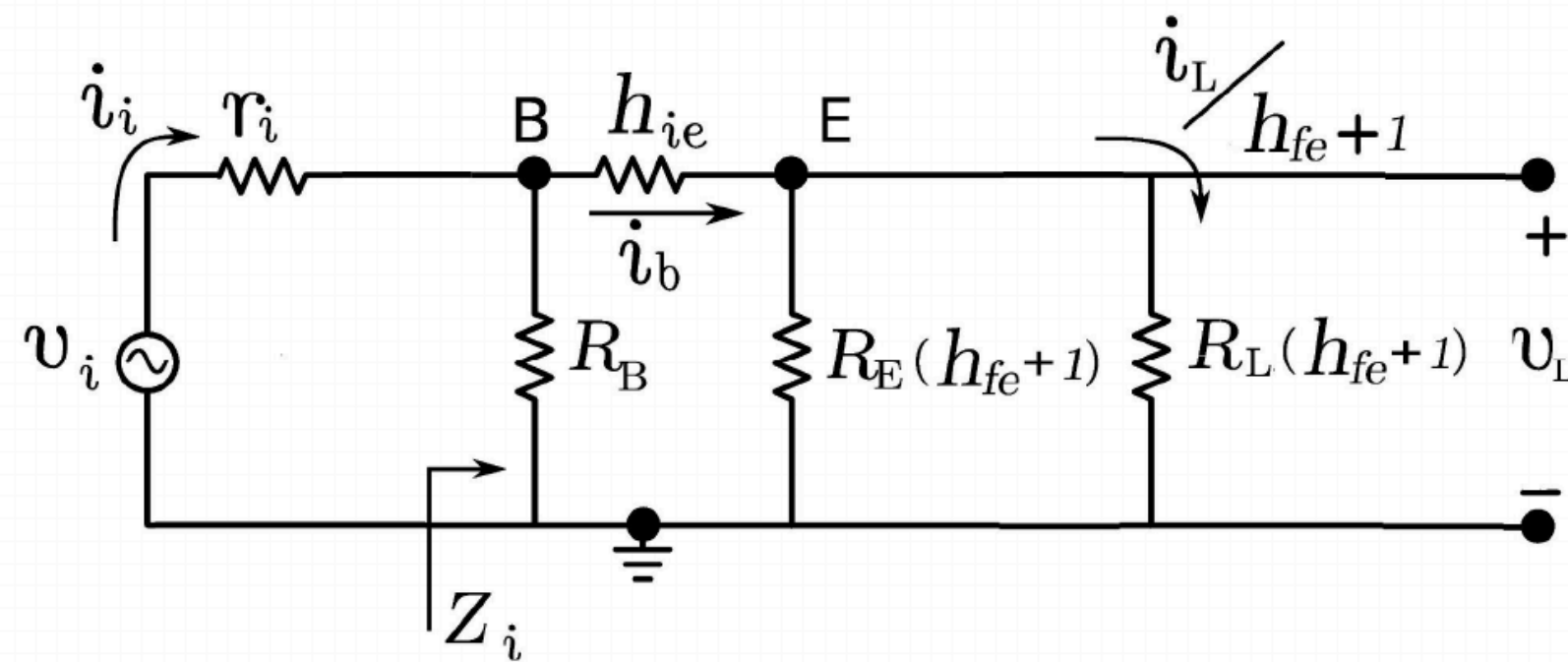
$$v_{CE\text{MAX}} = 9,9414V$$

# Gráfico de rectas de carga



# MEDICIONES DE PEQUEÑA SEÑAL: ANALÍTICO

## IMPEDANCIA DE ENTRADA



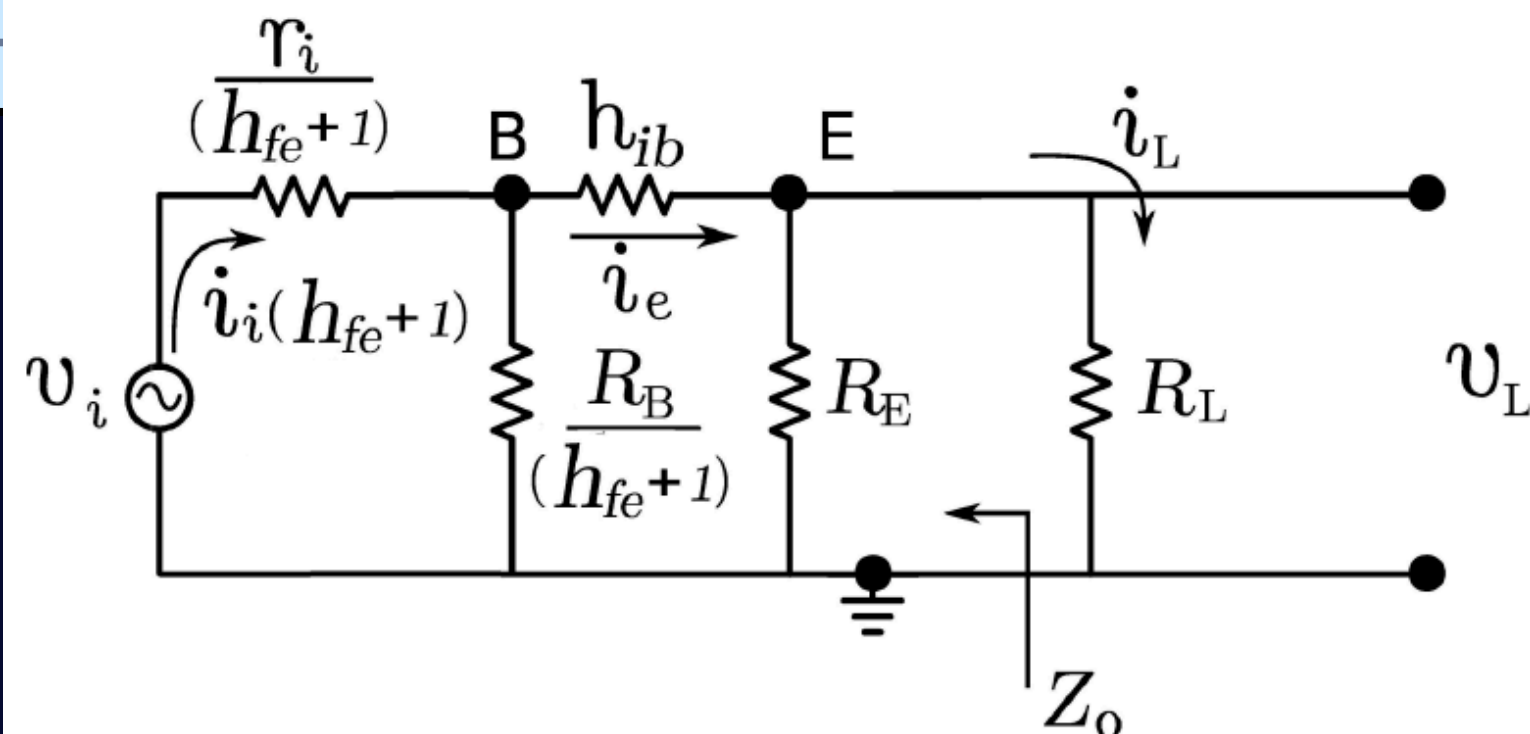
$$Z_i = R_b // \left[ h_{ie} + (R_E // R_L)(h_{fe} + 1) \right]$$

- $R_b = 377700,923\Omega$
- $h_{ie} = \beta \times 25\text{mV} / I_{CQ}$
- $R_E = 1,5\text{K}\Omega$
- $h_{ie} = 760,345\Omega$
- $R_L = 1\text{K}\Omega$
- $h_{fe} = 233$

$$Z_i = 30293,975\Omega$$

$$\text{Normalizada: } Z_i = 30\text{K}\Omega$$





## IMPEDANCIA DE SALIDA

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

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

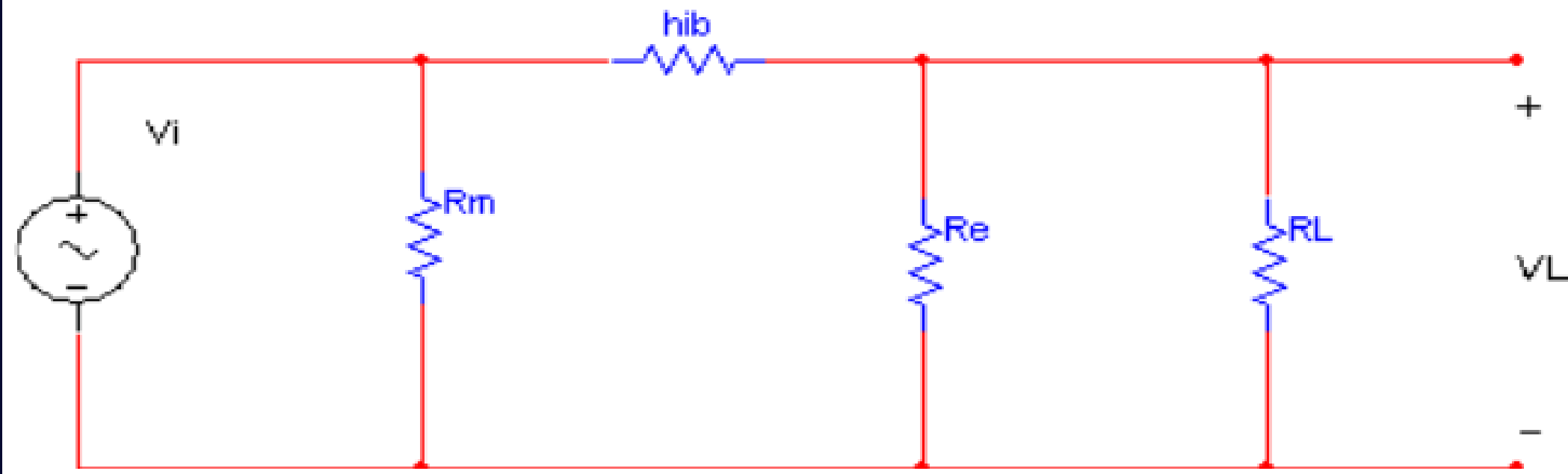
- $h_{ib} = 25\text{mV} / I_{CQ}$
- $R_E = 1,5\text{K}\Omega$
- $h_{ib} = 3,017\Omega$

$$Z_o = 3,0109\Omega$$

$$\text{Normalizada: } Z_o = 3\Omega$$



## GANANCIA DE TENSIÓN

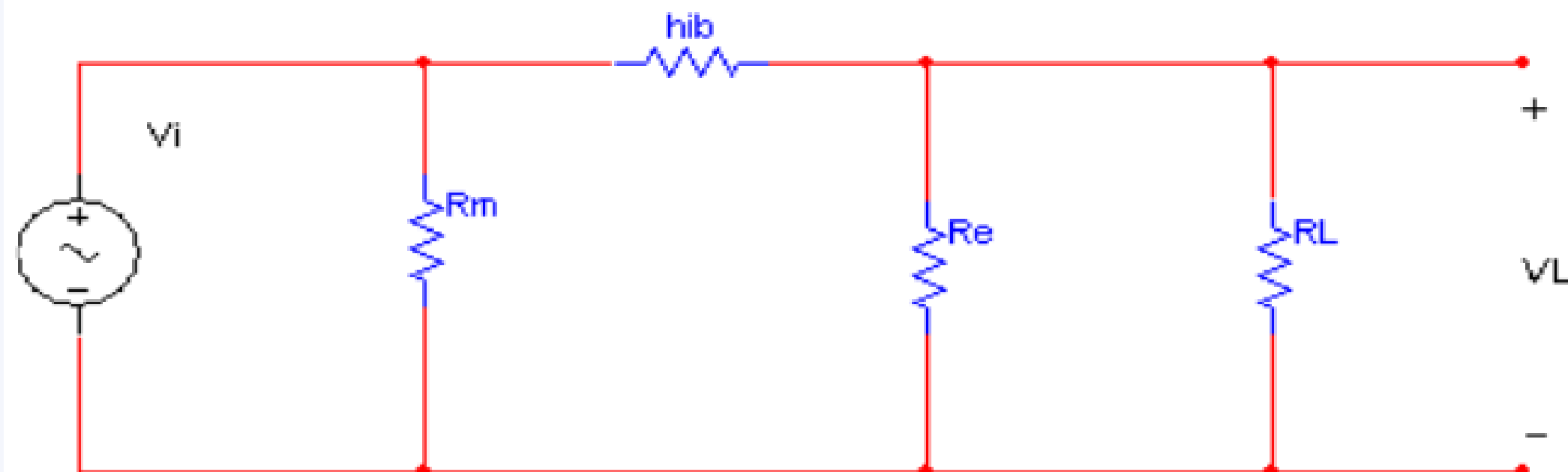


$$A_v = \frac{v_L}{v_i} = \frac{R_e // R_L}{h_{ib} + R_e // R_L}$$

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

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

## GANANCIA DE CORRIENTE



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

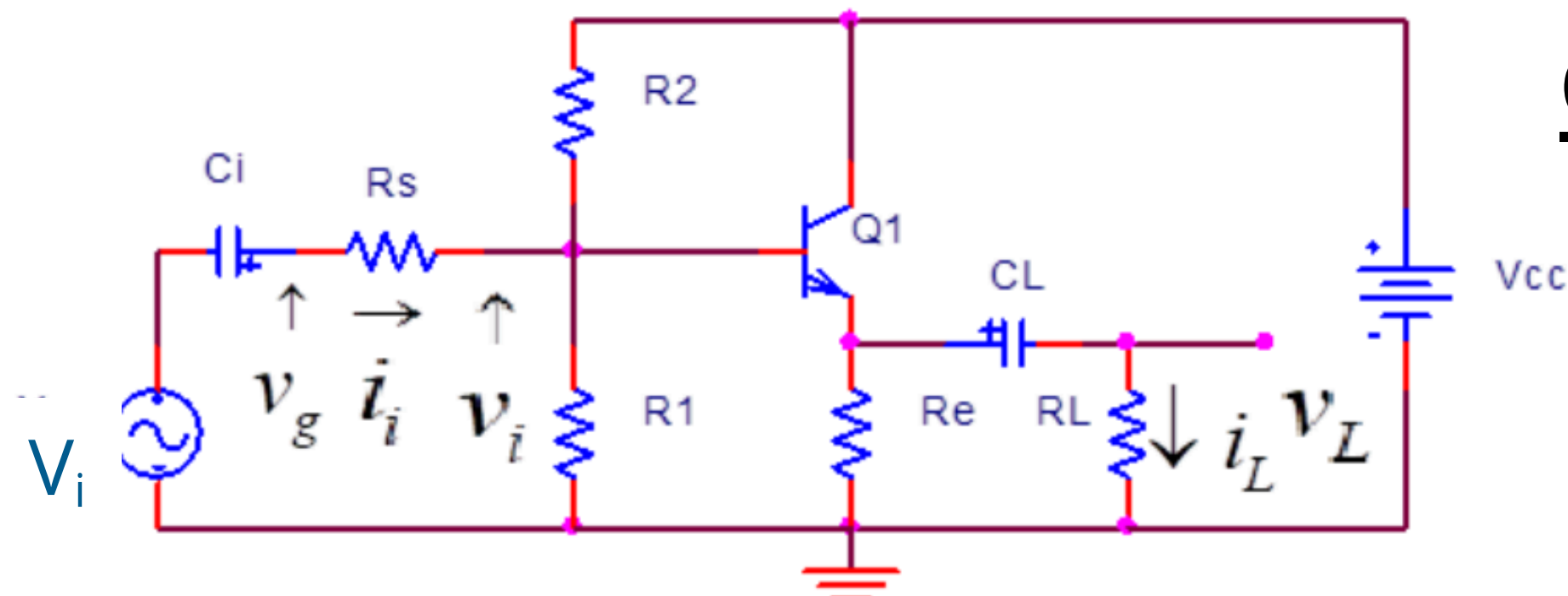
$$A_i = 30,142$$

- $Z_i = 30293,975\Omega$

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

# **MEDICIONES DE PEQUEÑA SEÑAL: EXPERIMENTAL**



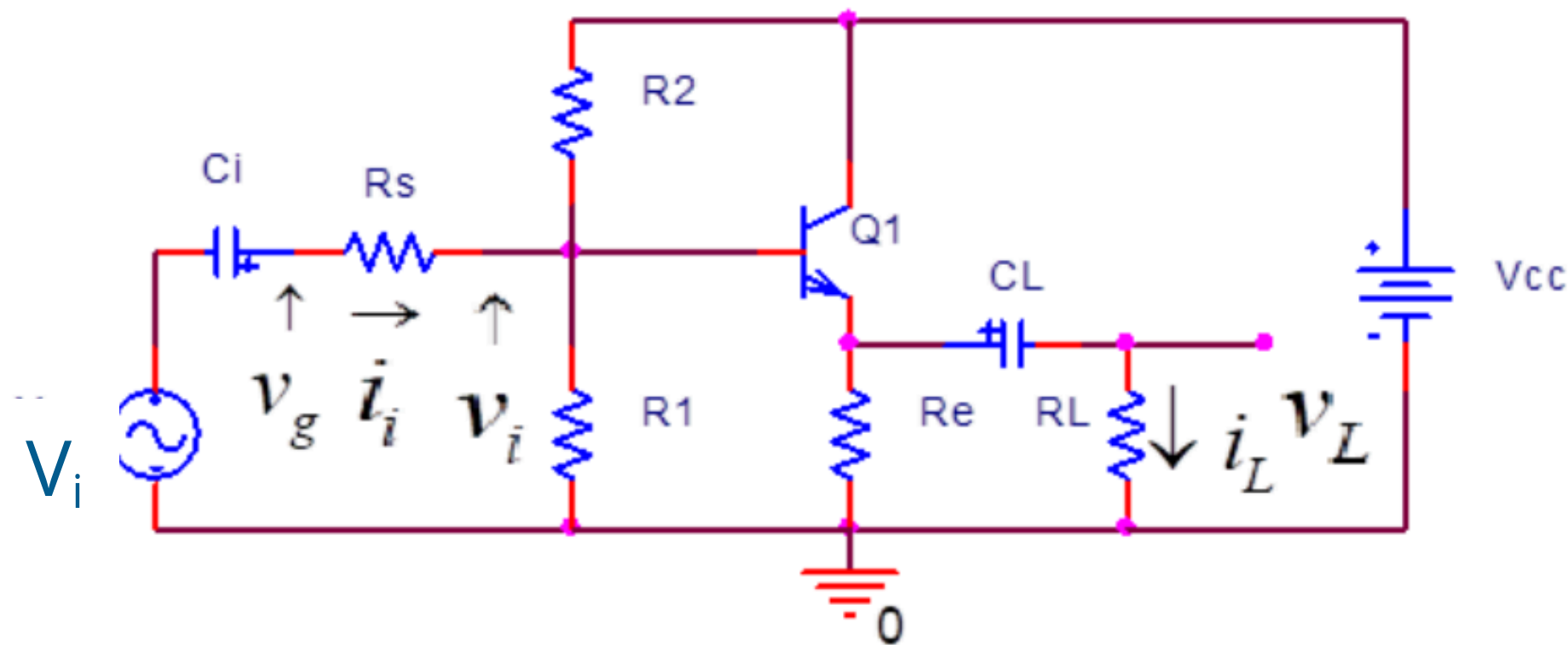


## GANANCIA DE TENSIÓN

- Entrada con 1KHz 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

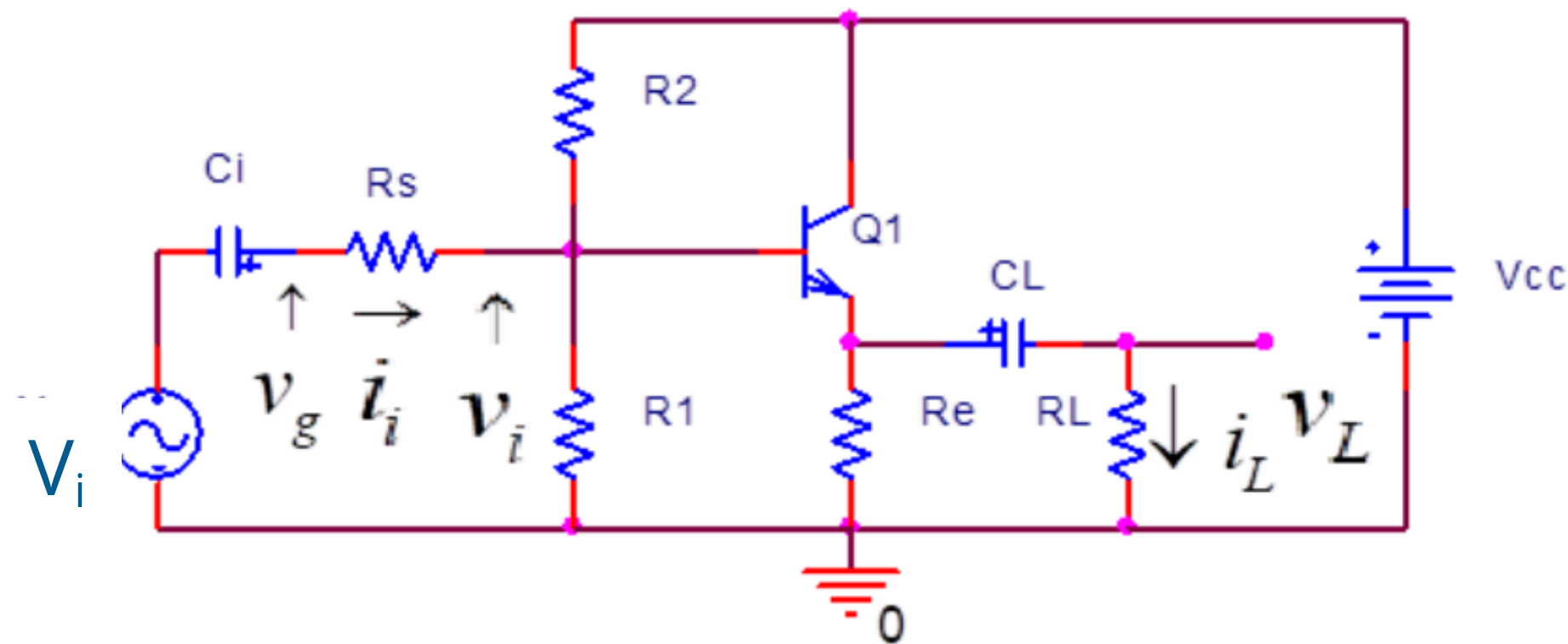
$$A_i = \frac{i_L}{i_i} = \frac{\frac{v_L}{R_L}}{\frac{v_g - v_i}{R_s}}$$

- Entrada con 1KHz y un  $V_{p-p} = 1V$  en  $V_L$

Medido:

- $V_i = 1V$
- $R_s = 33K\Omega$
- $V_g = 2,6V$

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



## IMPEDANCIA DE ENTRADA

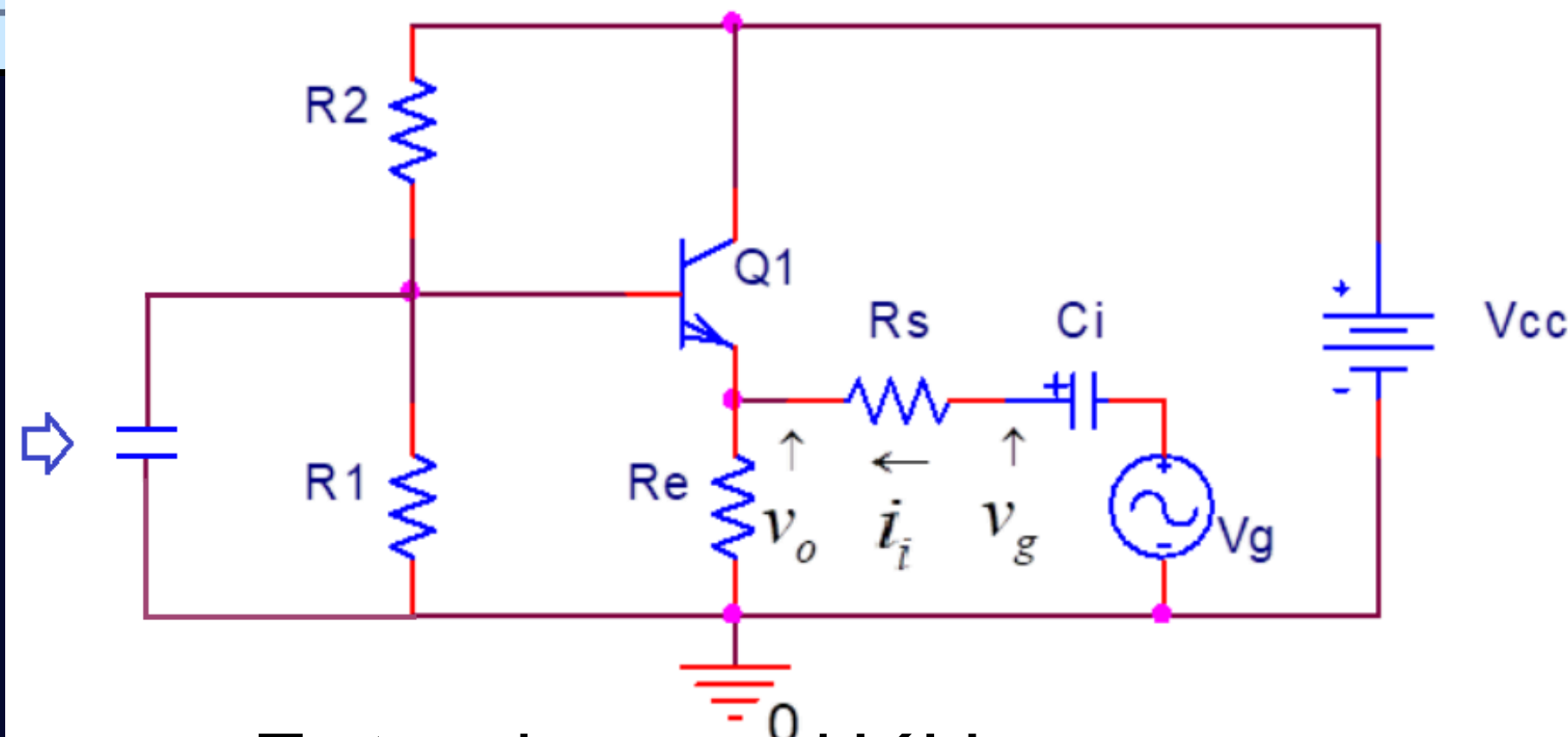
$$Z_i = \frac{v_i}{i_i} = \frac{v_i}{\frac{v_g - v_i}{R_s}}$$

- Entrada con 1KHz y un  $V_{p-p} = 1V$  en  $V_L$

Medido:

- $V_i = 1V$
- $R_s = 33K\Omega$
- $V_g = 2,6V$

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



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

Medido:

- $V_i = 1\text{V}$
- $R_s = 10\Omega$
- $V_g = 0,015\text{V}$

## IMPEDANCIA DE SALIDA

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

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

	Calculado	EXPERIMENTAL
$Z_i$	$30293,975\Omega$	$20625\Omega$
$Z_o$	$3,0109\Omega$	$5\Omega_{RS} = 10\Omega$
$A_i$	30,142	20,625
$A_v$	0,9949	1