

# ELECTRÓNICA

# Guía de estudio 27:

# TBJ – Colector Común

## Etapa amplificadora en colector común

|   |
|---|
| <b>Nivel:</b> Secundario - Modalidad Educación Técnico-Profesional. |
| <b>Ciclo:</b> Segundo ciclo.  |
| <b>Especialidades:</b> Electrónica, Electricidad.                   |

### Introducción

En esta guía se resuelven dos circuitos en colector común. Se calculan los componentes del modelo del transistor, las resistencias de entrada y salida y las ganancias de tensión y corriente. Por último, se incluye una tabla de resumen de los parámetros de alterna para una etapa amplificadora en colector común.

**¿Qué estamos aprendiendo?** Etapa amplificadora en colector común.

Se sugiere ver la Guía N° 26 "TBJ – Etapa amplificadora en emisor común" antes de iniciar esta guía.

**Recursos:** Libro de cátedra "Dispositivos Electrónicos" de la Universidad Nacional de La Plata <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/49424>



## Conceptos relevantes, explicaciones y ejercitaciones.

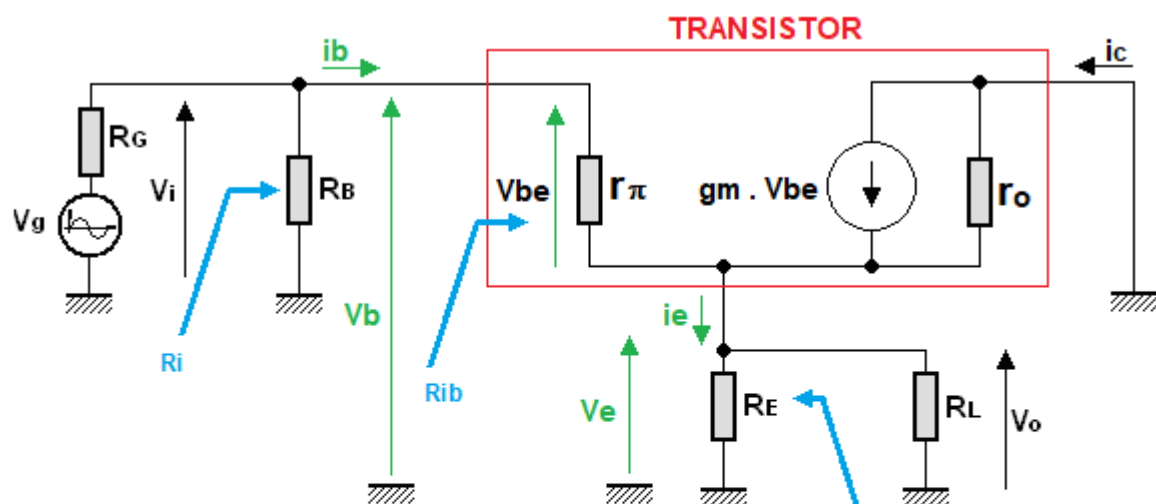
Usaremos el libro de cátedra "Dispositivos Electrónicos" de la Universidad Nacional de La Plata <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/49424>



### Ejercicio N°1

Vea en el libro de referencia, en la página 105, cómo resolver en alterna un amplificador en colector común. Luego lea la siguiente explicación resuelva el ejercicio.

El circuito equivalente de alterna para una etapa en colector común tiene el colector a masa y la resistencia de carga está en el emisor:



$$R_{ib} = \frac{V_b}{i_b} \quad \text{Resistencia de entrada vista desde la base}$$

$$R_i = R_B \parallel R_{ib} \quad \text{Resistencia de entrada del amplificador}$$

$$R_o \quad \text{Resistencia de salida del amplificador}$$

La ganancia de tensión es  $V_e/V_b$ :

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_e}{V_b}$$

Sabemos que

$$V_b = V_e + V_{be} = i_e \cdot (R_E // R_L) + i_b \cdot r_\pi = \beta \cdot i_b \cdot (R_E // R_L) + i_b \cdot r_\pi = i_b (\beta \cdot (R_E // R_L) + r_\pi)$$

$$V_e = i_e (R_E // R_L)$$

Dividiendo y teniendo en cuenta que  $\beta \cdot (R_E // R_L) \gg r_\pi$  :

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_e}{V_b} = \frac{i_e (R_E // R_L)}{i_b (\beta \cdot (R_E // R_L) + r_\pi)} = \frac{\beta \cdot (R_E // R_L)}{\beta \cdot (R_E // R_L) + r_\pi} \cong \frac{\beta \cdot (R_E // R_L)}{\beta \cdot (R_E // R_L)} = 1$$

La ganancia de corriente es  $-\beta$  porque es la relación entre la corriente de salida  $i_e$  que tiene sentido saliente del circuito y la corriente de entrada  $i_b$  que es entrante.

Para la resistencia de entrada vista desde la base, a partir de la expresión de  $V_b$ . Si pasamos dividiendo a la corriente de base queda:

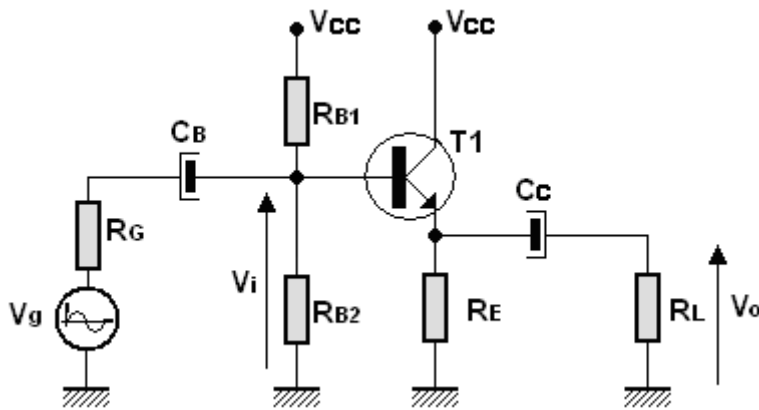
$$R_{ib} = \frac{V_b}{i_b} = \beta \cdot (R_E // R_L) + r_\pi$$

Para calcular la resistencia de salida, ponemos a masa la base y vemos que la resistencia que "ve" la resistencia de carga es, en principio,  $R_E$  en paralelo con  $r_\pi$  sin embargo, por  $r_\pi$  circula la corriente de base que es  $\beta$  veces menor que la corriente de emisor. Por eso es  $R_E$  en paralelo con  $r_\pi / \beta$ .

$$R_o = R_E // \frac{r_\pi}{\beta} \cong \frac{r_\pi}{\beta} = \frac{1}{g_m}$$

Para el circuito de la siguiente figura se pide:

- ¿Qué configuración es? ¿Por qué?
- Determine el punto de reposo ( $I_{CQ}$  y  $V_{CEQ}$ ) y las tensiones de los tres terminales del transistor respecto de común ( $V_{BQ}$ ,  $V_{EQ}$  y  $V_{CQ}$ ).
- Calcule la máxima amplitud de tensión de salida senoidal que puede obtenerse sin que haya recorte en ningún semiciclo. (Recta de Carga Dinámica RCD)
- ¿Hay desfase entre las tensiones de entrada y salida?
- Dibuje el circuito equivalente de alterna.
- Halle los parámetros de alterna:  $A_v$ ,  $R_i$  y  $R_o$



**DATOS**

$\beta = 200$   
 $V_{CC} = 12V$   
 $R_{B1} = 39\text{ K}\Omega$   
 $R_{B2} = 20\text{ K}\Omega$   
 $R_E = 1\text{ K}\Omega$   
 $R_L = 2\text{ K}\Omega$   
 $R_G = 10\text{ K}\Omega$

**HALLAR**

$I_{CQ}$   
 $V_{CEQ}$   
 $V_{BQ}$   
 $V_{EQ}$   
 $V_{CQ}$   
 $R_{CE}$   
 $R_{CD}$   
 $C_{EA}$   
 $V_{OMAX}$   
 $V_{iMAX}$   
 $A_V$   
 $R_i$   
 $R_o$

**Respuestas:**

$R_B = 13,22\text{ K}\Omega$     $V_{BB} = 4,06\text{ V}$     $I_{CQ} = 3,15\text{ mA}$     $V_{CEQ} = 8,84\text{ V}$     $V_{EQ} = 3,15\text{ V}$

$V_{BQ} = 3,85\text{ V}$     $V_{CQ} = 12\text{ V}$

$R_{CE}$ : Ordenada al origen =  $12\text{ mA}$    Abscisa al origen:  $12\text{ V}$

$R_{CD}$ : Ordenada al origen =  $I_{CQ} + \Delta I = I_{CQ} + V_{CEQ} / (R_E // R_L) = 3,15\text{ mA} + 13,4\text{ mA} = 16,5\text{ mA}$

$R_{CD}$ : Abscisa al origen =  $V_{CEQ} + \Delta V = V_{CEQ} + I_{CQ} \cdot (R_E // R_L) = 8,84\text{ V} + 2\text{ V} = 10,84\text{ V}$

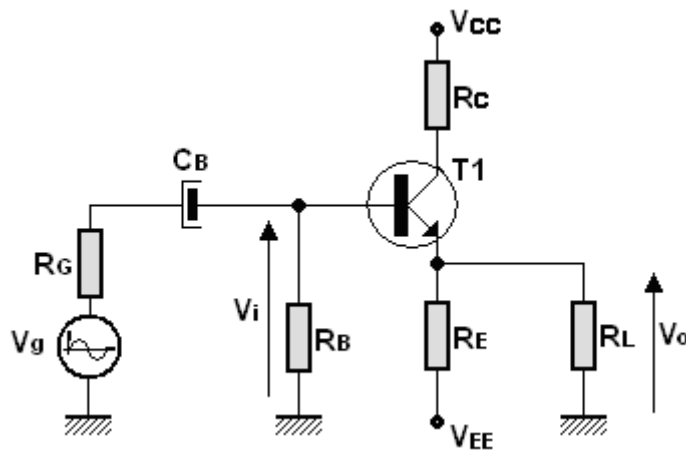
$V_{OMAX} = \Delta V = 2V$     $V_{iMAX} = V_{OMAX} / A_V = 2V$     $A_V = 1$     $R_o = 7,9\ \Omega$     $R_i = 3,88\text{ K}\Omega$

**Ejercicio N° 2**

Para el circuito de la siguiente figura se pide:

- a) ¿Qué configuración es?
- b) Determine el punto de reposo ( $I_{CQ}$  y  $V_{CEQ}$ ) y las tensiones de los tres electrodos del transistor respecto de común ( $V_{BQ}$ ,  $V_{EQ}$  y  $V_{CQ}$ ) siguiendo las siguientes pautas:
  - ¿La tensión en el emisor es positiva o negativa respecto de común?
  - Muestre sobre la figura el sentido de las corrientes de emisor ( $I_C$ ), por  $R_L$  ( $I_L$ ) y por  $R_E$  ( $I_{RE}$ )
  - Plantee dos ecuaciones de mallas: la malla que tiene los componentes  $R_B$ - $V_{BE}$ - $R_E$ - $V_{EE}$  y la malla de  $R_L$ - $R_E$ - $V_{EE}$
  - Obtenga el valor de las tres corrientes involucradas en el nodo del emisor y la tensión del emisor ( $I_C$ ,  $I_L$ ,  $I_{RE}$ ,  $V_E$ )
- c) Calcule la máxima amplitud de tensión de salida senoidal que puede obtenerse sin que haya recorte en ningún semiciclo.

- d) Halle los valores de los componentes del modelo del transistor para alterna.
- e) Dibuje el circuito equivalente de alterna.
- f) Halle los parámetros de alterna:  $A_v$ ,  $R_i$  y  $R_o$



**DATOS**

- $\beta = 200$
- $V_{CC} = 20V$
- $V_{EE} = -20V$
- $R_B = 50\text{ K}\Omega$
- $R_C = 4\text{ K}\Omega$
- $R_E = 10\text{ K}\Omega$
- $R_L = 10\text{ K}\Omega$
- $R_G = 2\text{ K}\Omega$

**HALLAR**

- $I_{CQ}$
- $V_{CEQ}$
- $V_{BQ}$
- $V_{EQ}$
- $V_{CQ}$
- RCE
- RCD
- CEA
- $V_{OMAX}$
- $V_{iMAX}$
- $A_v$
- $R_i$
- $R_o$

Para seguir aprendiendo:

**Ejercicio N°3**

Repasa los ejercicios 1 y 2 y verifica si la siguiente tabla es correcta.

**PARÁMETROS DE ALTERNA PARA COLECTOR COMÚN**

|       |  |
|-------|--|
| $R_i$ | $R_B // [\beta \cdot (R_E // R_L) + r_\pi]$      |
| $A_i$ | $-\beta$   |
| $A_v$ | 1  |
| $R_o$ | $R_E // \frac{r_\pi}{\beta} \cong \frac{1}{g_m}$ |