

ELECTRÓNICA

Guía de estudio 26: TBJ – Emisor Común

Etapa amplificadora en emisor común

Nivel: Secundario - Modalidad Educación Técnico-Profesional.

Ciclo: Segundo ciclo.

Especialidades: Electrónica, Electricidad.

Introducción

En esta guía se resuelven dos circuitos en emisor común. Uno sin resistencia de emisor en alterna y otro con dicha resistencia. 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 las dos configuraciones.

¿Qué estamos aprendiendo? Etapa amplificadora en emisor común.

Se sugiere ver la Guía N° 25 "TBJ – Circuito equivalente de alterna" antes de iniciar esta guía.

Materiales de Estudio

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>

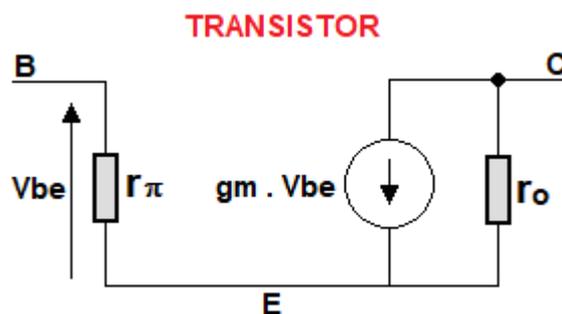


Ejercicio N° 1

En el libro de referencia, en la página 104, se muestra cómo resolver en alterna un amplificador en emisor común con capacitor de desacople en el emisor.

Para el circuito de la siguiente figura se pide:

- ¿Qué configuración es?
- ¿Qué función cumplen los capacitores C_B y C_C ?
- Dibujar el circuito equivalente de continua y determinar 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}).
- ¿La salida recorta primero por corte o por saturación? (Recta de carga dinámica)
- Calcular el máximo valor eficaz (señal senoidal) de la tensión de salida V_o sin que haya recorte. (Recta de carga dinámica)
- Dibujar el circuito equivalente de alterna CEA reemplazando al transistor por su modelo:



Dónde:

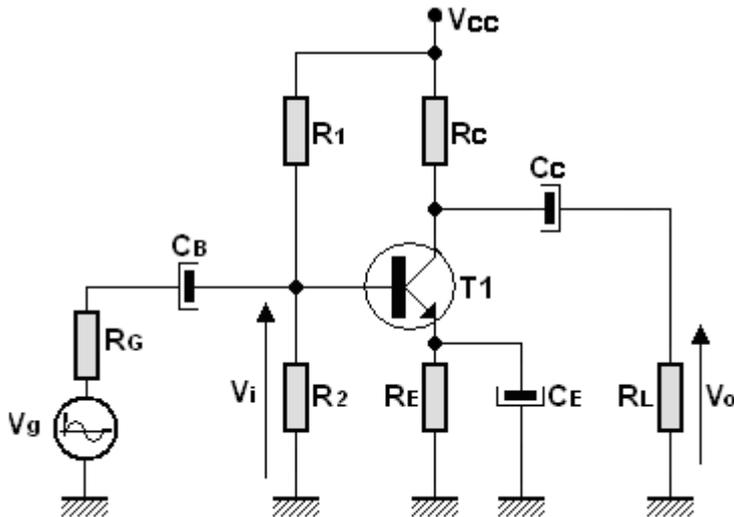
$$g_m = \frac{I_{CQ}}{V_T} = 40 \cdot I_{CQ} [mA]$$

$$r_{\pi} = \frac{\beta}{g_m}$$

$$r_o = 1/(\mu g_m)$$

- Hallar g_m .
- Hallar r_{π} .
- Hallar r_o .

- j) Hallar la ganancia de corriente $A_i = \beta$.
- k) Hallar la resistencia de entrada $R_i = R_B // r_{\pi}$
- l) Hallar la resistencia de salida $R_o = R_c // R_o$
- m) Hallar la ganancia de tensión $A_v = -g_m \cdot R_c // R_L$
- n) ¿Cuál es la máxima tensión de entrada V_{iMAX} sin que haya recorte a la salida?



DATOS

- $\beta = 200$
- $V_{CC} = 24V$
- $R_1 = 270 K\Omega$
- $R_2 = 33 K\Omega$
- $R_c = 12 K\Omega$
- $R_E = 2 K\Omega$
- $R_L = 10 K\Omega$
- $R_G = 600\Omega$
- $\mu = 10^{-4}$

HALLAR

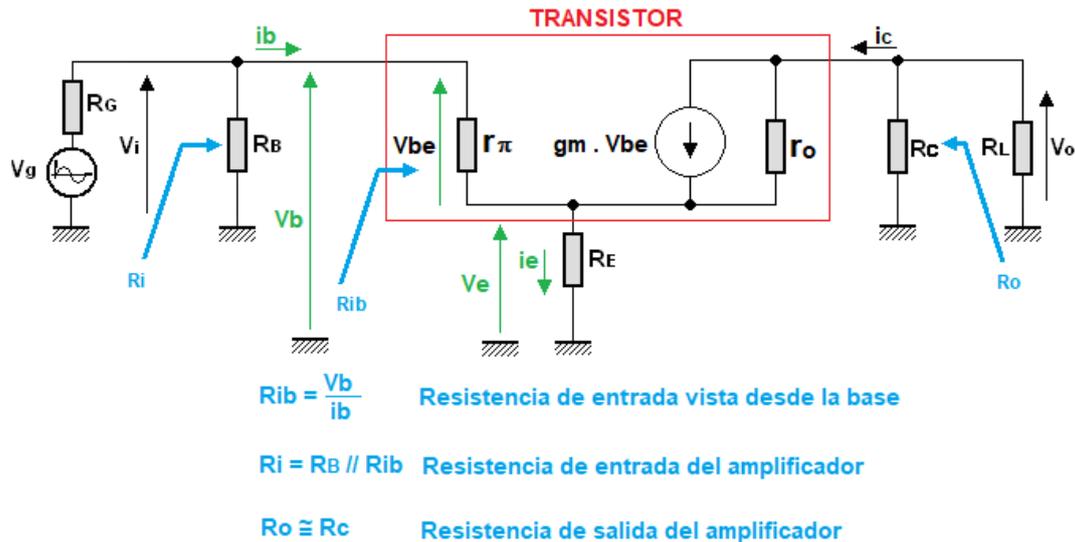
- I_{CQ}
- V_{CEQ}
- V_{BQ}
- V_{EQ}
- V_{CQ}
- R_{CE}
- R_{CD}
- C_{EA}
- V_{OMAX}
- V_{iMAX}
- A_v
- R_i
- R_o

Ejercicio N° 2: Emisor común con RE

Luego de leer la página 103 y 104 del libro de referencia y la siguiente explicación, resuelve el ejercicio.

En el ejercicio anterior, el capacitor de desacople CE logra que el emisor del transistor esté a masa para la alterna. ¿Y si ese capacitor no estuviera?

Sin ese capacitor, el circuito de alterna queda del siguiente modo.



Observemos las corrientes y tensiones indicadas con color verde.

Vemos que la tensión en la base (V_b) es la suma de las caídas de tensión en R_E (V_e) más la caída en r_π (V_{be}), por lo tanto, podemos escribir:

$$V_b = V_e + V_{be} = i_e \cdot R_E + i_b \cdot r_\pi$$

Sabemos que las corrientes de colector y de emisor son aproximadamente iguales, por lo que $i_e \cong i_c = \beta \cdot i_b$

Podemos reemplazar ese valor en la expresión de V_b :

$$V_b = \beta \cdot i_b \cdot R_E + i_b \cdot r_\pi = i_b (\beta \cdot R_E + r_\pi)$$

Si dividimos por i_b tenemos la resistencia de entrada vista desde la base del transistor (R_{ib}):

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

La resistencia de salida en una etapa amplificadora en emisor común sin R_E , es el paralelo entre R_C y r_o . Como normalmente $r_o \gg R_C$, casi siempre la resistencia de salida es R_C . En una etapa amplificadora en emisor común con R_E para la alterna, R_C tiene en paralelo una resistencia más grande que r_o , por lo tanto, la resistencia de salida también será R_C .

La ganancia de tensión es:

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

Ya vimos que $V_b = i_b (\beta \cdot R_E + r_\pi)$

Observando el circuito vemos que la tensión de salida es la corriente por el paralelo entre R_C y R_L . El signo es negativo porque corriente y tensión apuntan para el mismo lado. Por ese motivo la ganancia de tensión de un emisor común es negativa. En la práctica esto significa que invierte fase entre entrada y salida. Si en la entrada hay un semiciclo positivo de senoidal, en la salida habrá un semiciclo negativo y viceversa:

$$V_o = -i_c (R_C // R_L)$$

Reemplazando en A_v :

$$A_v = \frac{V_o}{V_b} = \frac{-i_c (R_C // R_L)}{i_b (\beta \cdot R_E + r_\pi)} = -\frac{i_c}{i_b} \cdot \frac{R_C // R_L}{\beta \cdot R_E + r_\pi} = -\beta \cdot \frac{R_C // R_L}{\beta \cdot R_E + r_\pi}$$

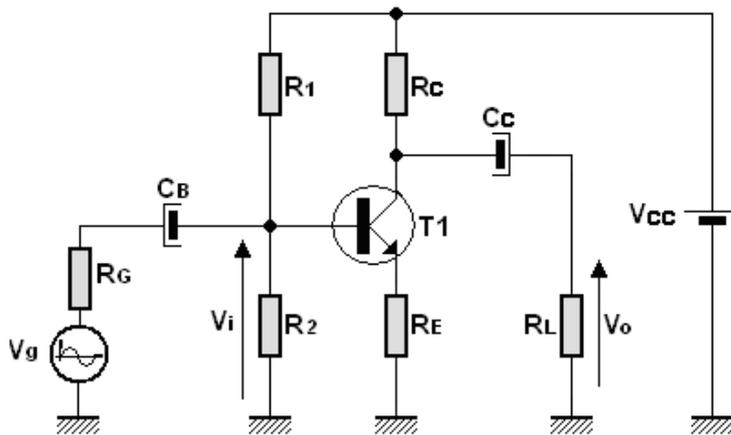
Observemos que si $\beta \cdot R_E \gg r_\pi$ la expresión de la ganancia de tensión se reduce a:

$$A_v = \frac{V_o}{V_b} = -\frac{R_C // R_L}{\beta}$$

Para el circuito de la siguiente figura se pide:

- ¿Qué configuración es?
- ¿Qué función cumplen los capacitores C_B y C_C ?
- Determinar 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}).
- ¿La salida recorta primero por corte o por saturación?
- Calcular el máximo valor eficaz (señal senoidal) de la tensión de salida V_o sin que haya recorte.
- ¿Es un circuito con realimentación por emisor que estabiliza la corriente de colector?
- Verifique si el siguiente análisis de la realimentación por emisor se cumple cuando I_c disminuye:
 - Si I_c aumenta, entonces $V_E = I_c \cdot R_E$ también aumenta.
 - Si V_E aumenta, entonces $V_{BE} = V_B - V_E$ disminuye.
 - Si V_{BE} disminuye, entonces I_B disminuye por ser una juntura en directa.
 - Si I_B disminuye, entonces $I_c = \beta \cdot I_B$ disminuye.

Note que el análisis comenzó suponiendo que I_c aumenta y terminó verificando que I_c disminuye, por lo que se observa que la realimentación negativa actúa.



DATOS

- $\beta = 250$
- $I_{CQ} = 1\text{mA}$
- $V_{CC} = 15\text{V}$
- $R_C = 6\text{K}\Omega$
- $R_E = 1\text{K}\Omega$
- $R_L = 30\text{K}\Omega$
- $R_G = 600\Omega$

HALLAR

- V_{CEQ}
- R_1
- R_2
- V_{BQ}
- V_{EQ}
- V_{CQ}
- R_{CE}
- R_{CD}
- C_{EA}
- 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.

	EC (sin R_E)	EC (con R_E)
R_i	$R_B // r_{\pi}$	$R_B // (r_{\pi} + \beta \cdot R_E)$
A_i	β	β
A_v	$-g_m \cdot R_C // R_L$	$-(\beta \cdot R_C // R_L) / (r_{\pi} + \beta \cdot R_E)$
R_o	$R_C // r_o$	$(R_C // r_o) \cdot (1 + g_m r_{\pi} // R_E) \cong R_C$