



## TRABAJO PRÁCTICO Nº 8

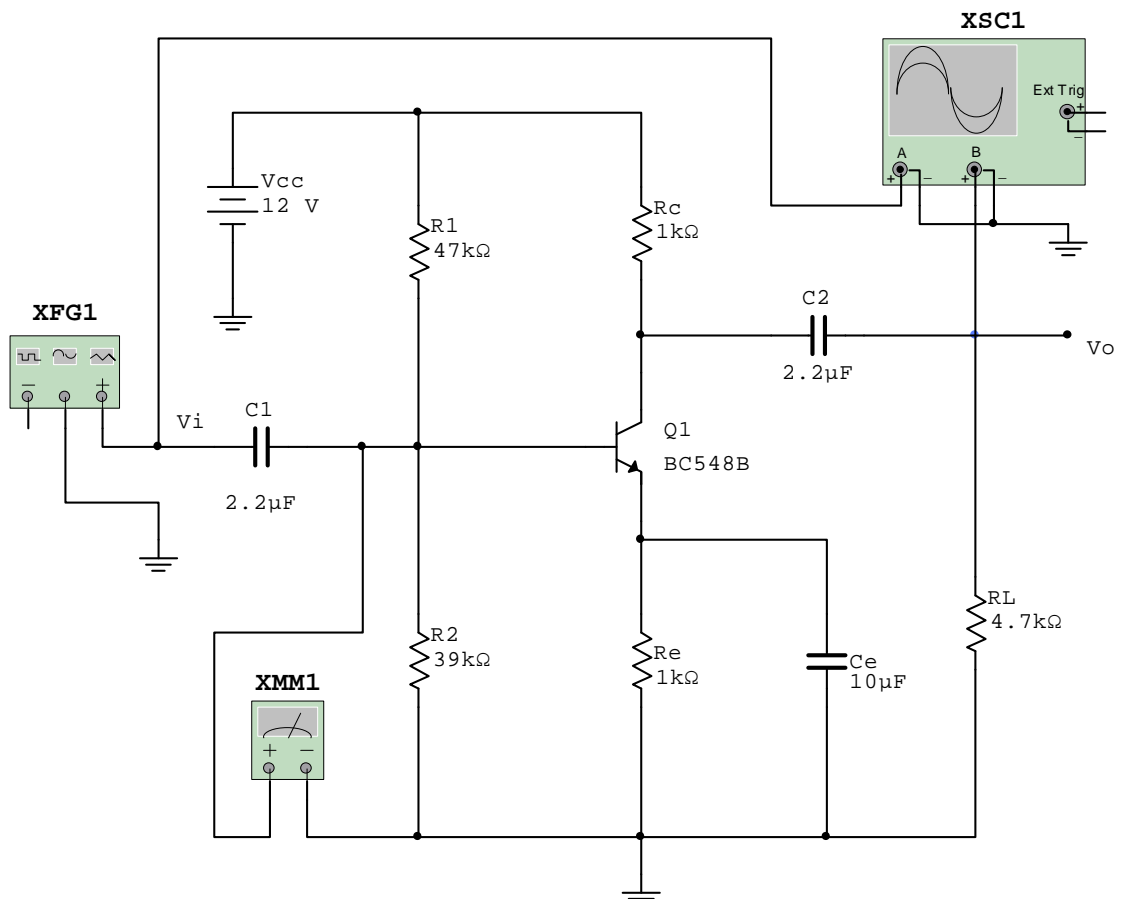
### EL TRANSISTOR BIPOLAR COMO AMPLIFICADOR DE SEÑAL

#### 1) Introducción Teórica y Circuito de Ensayo

Ya hemos visto cómo polarizar al TBJ de modo tal que su punto de trabajo estático (Q) se ubique en la zona activa de las curvas de salida. Esto se debe a que en dicha zona el mismo se comporta como elemento de transferencia lineal, permitiendo obtener valores de corriente de colector amplificando de forma casi proporcional a los valores de corriente de base (para configuración emisor común, esta relación entre ambas corrientes se denomina  $h_{FE}$  ó  $\beta$  y es la ganancia estática de corriente).

Por otro lado, vimos la importancia de lograr un punto de trabajo estable, lo cual es posible obtener mediante el circuito de polarización universal con realimentación de emisor.

El circuito completo del amplificador en emisor común será el de la siguiente figura, en el cual se indican los valores de los componentes con los que se armará el circuito de ensayo.

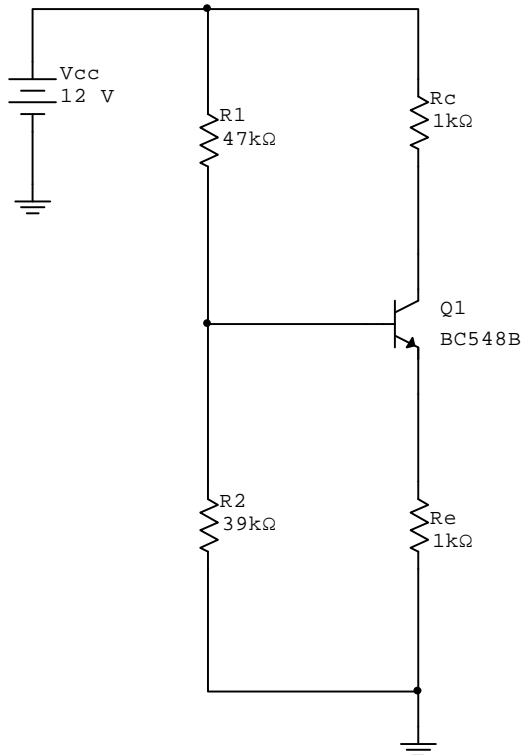


Dado que el circuito posee 2 fuentes de tensión (una de CC y otra de CA), podemos analizar al circuito por separado: primero en CC y luego en CA, para finalmente sumar los efectos totales, tal como expresa el principio de superposición.



**Análisis en CC:**

Abriendo todos los capacitores por considerarse a éstos circuitos abiertos para  $f = 0$ , el circuito resultante no es otra cosa que el ya visto circuito de polarización universal, para el cual se calcularán los valores correspondientes al punto Q:



Aplicando Thévenin en la malla de entrada, obtenemos la tensión y la resistencia equivalentes de Thévenin, que polarizarán la juntura base – emisor en directa:

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

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

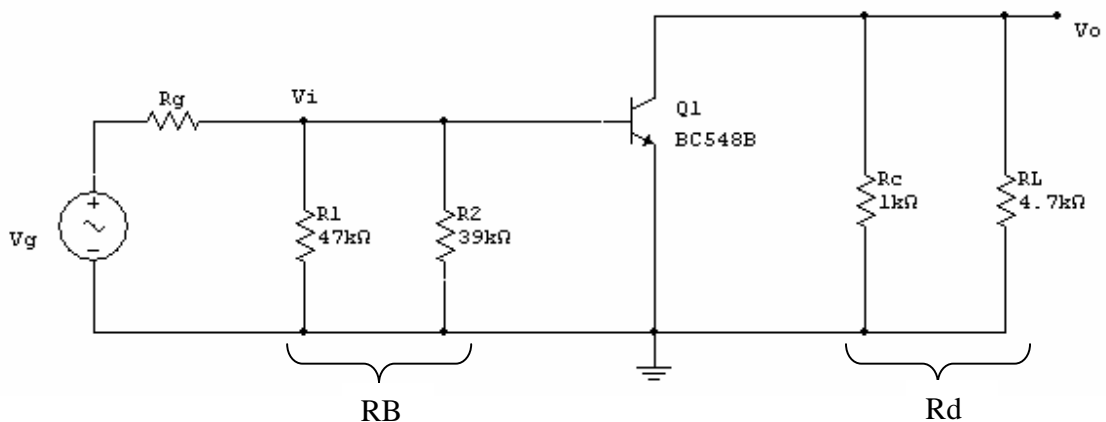
Luego, del análisis de la malla de salida y de la transferencia o ganancia de corriente  $h_{FE}$ , se deducen:

$$I_{CQ} = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_E + \frac{R_B}{h_{FE}}}$$

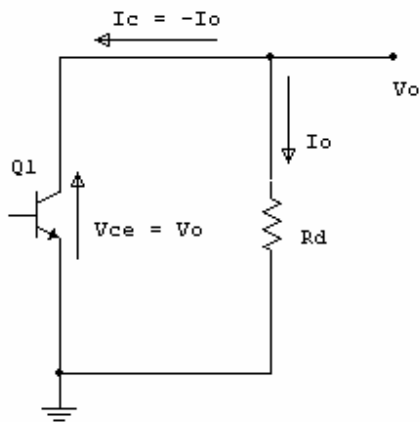
y:  $V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}(R_C + R_E)$

**Análisis en CA:**

Si pasivamos la fuente de alimentación de CC y consideramos a los capacitores como cortocircuitos para las frecuencias de trabajo, el circuito equivalente para CA queda:



Si analizamos sólo la malla de salida del transistor en CA:

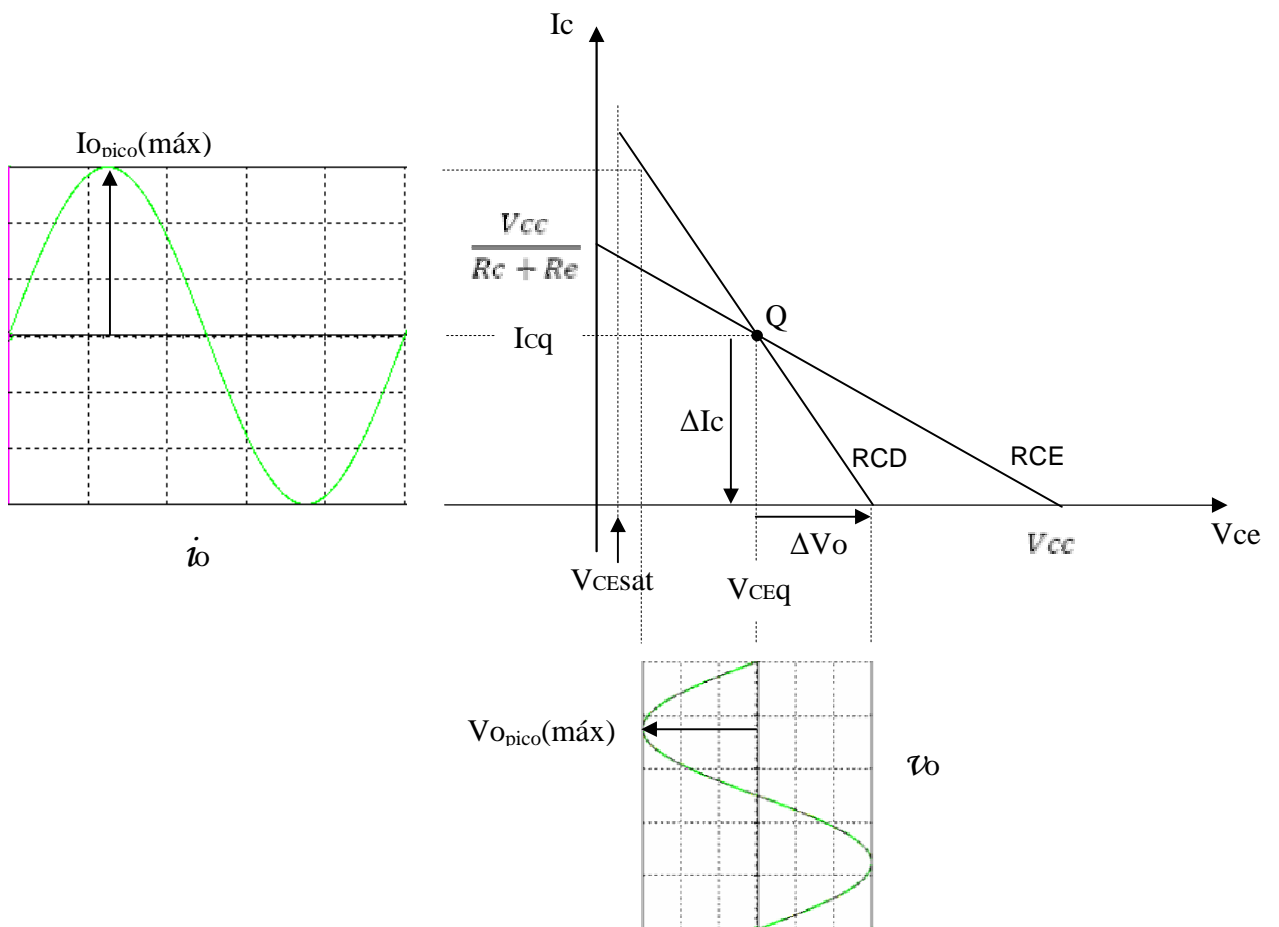


$$v_o = i_o \cdot R_d = -i_c \cdot R_d$$

De la cual deducimos la inversión de polaridad generada en la señal de salida y a partir de la cual obtenemos la ecuación de la Recta de Carga Dinámica (RCD) del circuito:

$$i_c = -\frac{v_o}{R_d}$$

Considerando para la señal  $i_c$  un incremento  $\Delta i_c = I_{cq}$ , la señal  $v_o$  experimentará un incremento  $\Delta v_o = -I_{cq} \cdot R_d$ . Estos incrementos tomados a partir del punto Q, nos permiten obtener otro punto de la RCD para poder representarla. De esta manera sabremos cuáles serán los valores máximos que pueden alcanzar  $V_{o\text{pico}}$  e  $I_{o\text{pico}}$  sin deformación ya sea por corte o por saturación.





## 2) Objeto de la Experiencia

El objeto de esta experiencia es realizar mediciones en CC para comprobar los valores de polarización calculados y mediciones en CA para observar la amplificación de señal obtenida y los recortes producidos en la señal de salida cuando se exceden determinados límites de aumento de la señal de entrada.

## 3) Elementos a utilizar

- 1 Generador de señales ó funciones, empleando su salida senoidal
- 1 Multímetro en su función como Voltímetro
- 1 Osciloscopio
- 1 Protoboard
- 1 Fuente de alimentación CC de por lo menos 12 V
- 1 Transistor BC548B
- 1 Resistencia de 47 K $\Omega$  x 1/8 W
- 1 Resistencia de 39 K $\Omega$  x 1/8 W
- 1 Resistencia de 4,7 K $\Omega$  x 1/8 W
- 2 Resistencias de 1 K $\Omega$  x 1/8 W
- 2 Capacitores cerámicos de 2,2  $\mu$ F x 25 V
- 1 Capacitor electrolítico de 10  $\mu$ F x 25 V
- Alambres para interconexiones

## 4) Desarrollo de la experiencia

Armar el circuito de ensayo, con los componentes indicados y proveerle su alimentación correspondiente. Medir con el voltímetro en forma directa la tensión  $V_{CEQ}$  y en forma indirecta  $I_{CQ}$ . Volcar estos valores en la siguiente tabla y comparar con los valores calculados.

Inyectar a la entrada una señal senoidal de una frecuencia aproximada de 10 KHz y una amplitud del orden de los 100 mV. Conectar el Osciloscopio, utilizando su entrada A para medir dicha señal, ajustando la sensibilidad del amplificador vertical de manera tal de poder visualizar la señal lo mejor posible (máxima amplitud dentro del reticulado de la pantalla). También ajustar la base de tiempo para poder observar por lo menos un ciclo completo de dicha señal. Conectar también la entrada B del osciloscopio para medir la señal sobre  $R_L$ . Comenzar luego a subir la amplitud de la señal provista por el generador hasta que se visualice en el osciloscopio el inicio de una deformación en la señal de salida del amplificador. Volcar también en dicha tabla el valor pico alcanzado por la señal de salida sin deformación.

Valores calculados				Valores medidos		
$I_{CQ}$	$V_{CEQ}$	$I_{Opico(máx)}$	$V_{Opico(máx)}$	$I_{CQ}$	$V_{CEQ}$	$V_{Opico(máx)}$
[mA]	[V]	[mA]	[V]	[mA]	[V]	[V]

**5) Cuestionario**

- a) Si intercambiamos el transistor del ensayo por otro de iguales características pero de otra partida ó serie de fabricación ¿se modifican sustancialmente los valores correspondientes al punto Q? ¿Por qué?
- b) Si acercamos algo caliente al encapsulado del transistor de modo que eleve su temperatura ¿se modifican sustancialmente los valores correspondientes al punto Q? ¿Por qué?
- c) ¿Qué observamos respecto a las fases de las señales de entrada y salida del amplificador?
- d) ¿Qué podemos deducir, comparando las amplitudes de las señales de entrada y salida del amplificador?
- e) ¿Por qué razón se comienza a deformar la onda de salida del amplificador al superar determinada amplitud la señal de entrada? Para el circuito analizado ¿qué sucede en primer lugar, la deformación por corte ó por saturación? ¿Por qué?

**6) Conclusiones**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---