



# Trabajo práctico

## Emisor común

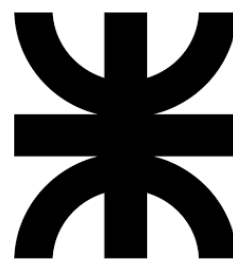
### ■ Autores:

- Manuel León Parfait - Leg. 402006
- Marcos Raúl Gatica - Leg. 402006
- Valentino Rao - Leg. 402006

### ■ Curso: 3R1

### ■ Asignatura: Electrónica Aplicada I

### ■ Institución: Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional de Córdoba.



U  
T  
N  
  
F  
R  
C



## Índice

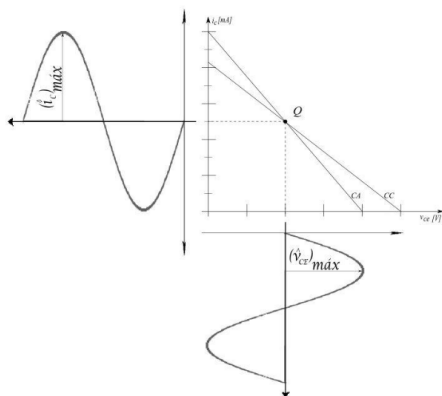
|  |          |
|--|----------|
| <b>1. Diseño para máxima excursión simétrica</b>   | <b>1</b> |
| 1.1. Cálculo de $R_1$ y $R_2$ . . . . .  | 1        |
| 1.2. Simulación e Implementación . . . . .   | 2        |
| 1.2.1. Simulación ideal . . . . .  | 2        |
| 1.2.2. Simulación normalizada . . . . .  | 2        |
| 1.3. Implementación . . . . .  | 2        |
| <b>2. Análisis y trazado de rectas de carga</b>  | <b>4</b> |
| <b>3. Mediciones en pequeña señal de <math>Z_i</math>, <math>Z_o</math>, <math>A_i</math> y <math>A_v</math></b> | <b>4</b> |
| 3.1. Análisis . . . . .  | 4        |
| 3.2. Experimental . . . . .  | 4        |



## 1. Diseño para máxima excursión simétrica

Se tiene el siguiente circuito, consiste en un transistor configurado en base común cuya entrada es una pequeña señal y en la salida se obtiene la misma señal con mayor tensión.

El circuito se diseñó para obtener la máxima excursión simétrica, dícese el punto donde se obtiene la mayor variación posible de la señal de entrada (o salida) que no provoca recorte ni por saturación ni por corte del transistor, y que se da de manera simétrica respecto al punto de operación (Q).



**Figura 1:** Gráfico de máxima excursión simétrica

### Componentes dados:

- $R_e = 180\Omega$
- $R_L = 1K\Omega$
- $R_C = 1,2K\Omega$

### Componentes a calcular:

- $R_1 = ?\Omega$
- $R_2 = ?\Omega$

Los componentes usados para este amplificador y en este trabajo fueron:

- $V_{CC} = 15V$
- Transistor BC547B ( $\beta = 540$ )

### 1.1. Cálculo de $R_1$ y $R_2$

Para calcular  $R_1$  y  $R_2$  primero tenemos que hacer los cálculos de nuestro punto Q, primero calculamos la  $I_{CQMES}$ , para esto dividimos la tensión de entrada del circuito, por la suma de la resistencia para el circuito en corriente continua ( $R_{CC}$ ) y la resistencia entre corriente alterna ( $R_{CA}$ ).

$$I_{CQMES} = \frac{V_{CC}}{R_{CC} + R_{CA}}$$

$$I_{CQMES} = \frac{V_{CC}}{(R_C + R_e) + (R_C // R_L)}$$

$$I_{CQMES} = \frac{15V}{(180\Omega + 1,2K\Omega) + (180\Omega // 1K\Omega)}$$

$$I_{CQMES} = \frac{15V}{(1380\Omega) + (542,45\Omega)}$$

$$I_{CQMES} = 7,7903mA$$

Luego podemos decir que  $I_C \approx I_E$ , para hacer LKT en la malla de salida y calcular  $V_{CE}$ . (Aclaración  $I_{CQMES}$  e  $I_C$  van a ser iguales a partir de ahora)

$$V_{CC} - I_C \cdot R_C - V_{CE} - I_E \cdot R_e = 0$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_C - I_E \cdot R_e$$

$$V_{CE} = 15V - 7,7903mA \cdot 1,2K\Omega - 7,7903mA \cdot 180\Omega$$

$$V_{CE} = 4,2493V$$

Ahora debemos encontrar  $V_{BB}$ , una regla de diseño importante es que  $I_B \cdot \beta = I_C$  y que para la estabilidad  $\frac{R_e}{10} = \frac{R_B}{\beta}$ , como nosotros no conocemos  $R_B$  vamos a tratar de reemplazar por el valor de  $R_e$ .

$$V_{BB} - R_B \cdot I_B - V_{BE} - I_E \cdot R_e = 0$$

$$V_{BB} - R_B \cdot I_B - V_{BE} - I_C \cdot R_e = 0$$

$$V_{BB} = R_B \cdot I_B + V_{BE} + I_C \cdot R_e$$

Ahora reemplazamos  $R_B$  e  $I_B$

$$V_{BB} = \frac{R_e}{10} \beta \cdot \frac{I_C}{\beta} + V_{BE} + I_C \cdot R_e$$

Los  $\beta$  se cancelan

$$V_{BB} = \frac{R_e}{10} \cdot I_C + V_{BE} + I_C \cdot R_e$$

$$V_{BB} = \frac{180\Omega}{10} \cdot 7,7903mA + 0,7V + 7,7903mA \cdot 180\Omega$$

$$V_{BB} = 2,24V$$

Ahora ya podemos calcular  $R_1$  y  $R_2$  con el siguiente sistema de ecuaciones:

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

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

Si resolvemos  $R_2$

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

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

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

$$R_2 = \frac{15V}{2,24V} \cdot \frac{180 \cdot \beta}{10}$$

$$R_2 = 120,4054055\Omega \cdot \beta$$

Con el mismo modo si resolvemos  $R_1$  queda que  $R_1 = 21,163893\Omega \cdot \beta$ , entonces  $R_1$  y  $R_2$  quedan:

$$\blacksquare R_2 = 120,4054055\Omega \cdot \beta$$

$$\blacksquare R_1 = 21,163893\Omega \cdot \beta$$

### Valores ajustados al $\beta$

- $R_1 = 11,4285022k\Omega$
- $R_2 = 65,0189189k\Omega$

### Valores normalizados

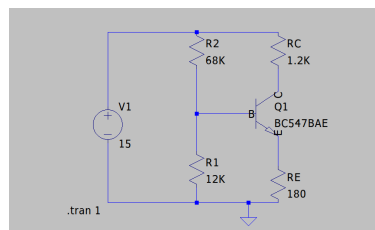
- $R_1 = 12k\Omega$

- $R_2 = 68k\Omega$

### Valores Importantes Obtenidos

- $I_{CQMES} =$
- $V_{CE} =$
- $R_1 = 12k\Omega$
- $R_2 = 68k\Omega$

### 1.2.2. Simulación normalizada



**Figura 3:** Simulación ideal

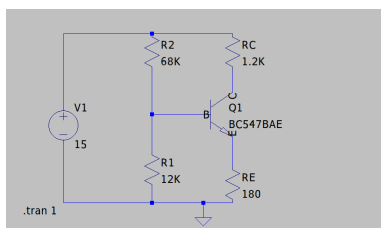
### Valores Obtenidos

- $V_{CE} = 4,6084311V$
- $I_{CQ} = 7,5278841mA$
- $I_B = 17,159407\mu A$
- $I_{R1} = 172,914\mu A$
- $I_{R2} = 190,07392\mu A$

## 1.2. Simulación e Implementación

Se hicieron 2 simulaciones, una con los valores ideales de las resistencias obtenidas a partir de las reglas de diseño y otra con los valores normalizados más cercanos de las mismas, los circuitos se simularon en Itspice, lo que pretendemos con las simulaciones es que los valores calculados no difieran del %10 con respecto a las simulaciones.

### 1.2.1. Simulación ideal



**Figura 2:** Simulación ideal

### Valores Obtenidos

- $V_{CE} = 4,6041008V$
- $I_{CQ} = 7,5310208mA$
- $I_B = 17,167742\mu A$
- $I_{R1} = 181,61203\mu A$
- $I_{R2} = 198,77977\mu A$

## 1.3. Implementación

Cuando implementamos el circuito no medimos directamente los valores, sino que medimos las tensiones claves con respecto a masa para tener una medición más acertada de los valores.

### Valores Obtenidos

- $V_{CC} = 14,56V$
- $V_C = 6,12V$
- $V_E = 17,159407\mu A1,32V$
- $V_B = 1,99V$

### Cálculos de la Implementación

$$V_{CE} = V_C - V_E$$

$$V_{CE} = 6,12V - 1,32V$$

$$V_{CE} = 4,8V$$

$$I_{CQ} = \frac{V_{CC} - V_C}{R_C}$$

$$I_{CQ} = \frac{14,56V - 6,12V}{1,2k\Omega}$$

$$I_{CQ} = 7,03mA$$

$$I_{R_1} = \frac{V_B}{R_1}$$
$$I_{R_1} = \frac{1,99V}{12k\Omega}$$
$$I_{R_1} = 166,58\mu A$$

$$I_B = I_{R_2} - I_{R_1}$$
$$I_B = 184,85\mu A - 166,58\mu A$$
$$I_B = 18,27\mu A$$

$$I_{R_2} = \frac{V_{CC} - V_B}{R_2}$$
$$I_{R_2} = \frac{14,56V - 1,99V}{68k\Omega}$$
$$I_{R_2} = 184,85\mu A$$

Como podemos concluir los valores de la polarización están dentro del 10 % por lo tanto, podemos continuar con las mediciones de impedancia y ganancia

## 2. Análisis y trazado de rectas de carga

Una vez adoptados los valores de los resistores normalizados (de  $1/4W$ ), se procedió a calcular nuevamente los valores teóricos de:

$$V_{CEQ}, I_{CQ}, I_{R1}, I_{R2} \text{ y } I_{BQ}$$

para ser comparados con los valores medidos con el multímetro en el punto anterior.

## 3. Mediciones en pequeña señal de $Z_i$ , $Z_o$ , $A_i$ y $A_v$

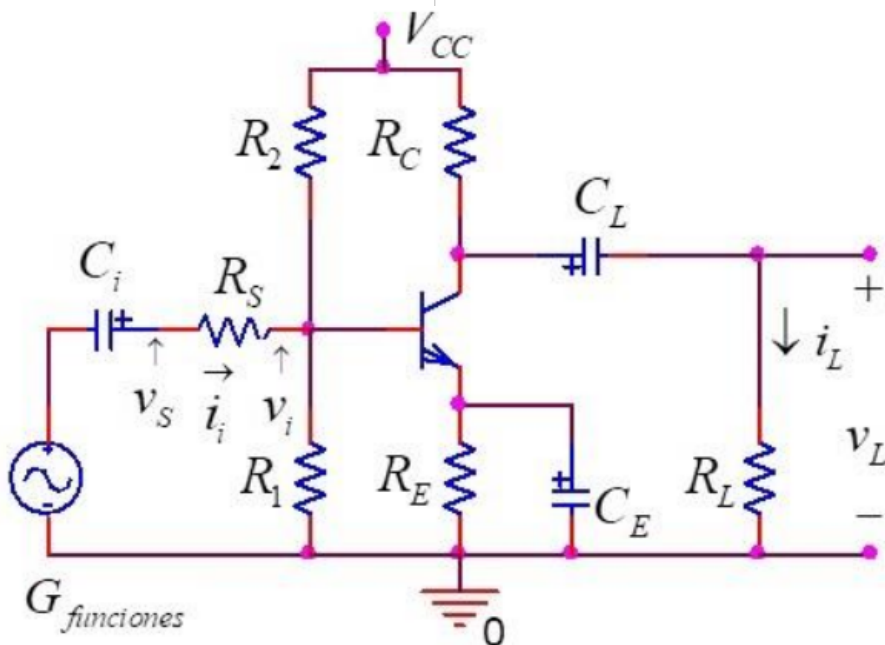
### 3.1. Análisis

En este apartado se reemplaza al transistor por su modelo equivalente para pequeñas señales.

En este punto también se han trazado rectas de carga de corriente continua y corriente alterna tomando como valores de resistencias los normalizados para reemplazar en las ecuaciones. El objetivo es visualizar gráficamente la excursión simétrica real sin distorsión.

### 3.2. Experimental

Se coloca el generador de señales mostrado en la siguiente figura, inyectando una señal (sinusoidal en este caso) con una frecuencia de  $1\text{ KHz}$  y con una tensión pico a pico de  $1\text{ V}$ . El objetivo es medir la tensión en antes y después del resistor sensor ( $R_S$ ).



**Figura 4:** Conexión del generador de señales