

### III.- CIRCUITO DEL EXPERIMENTO.

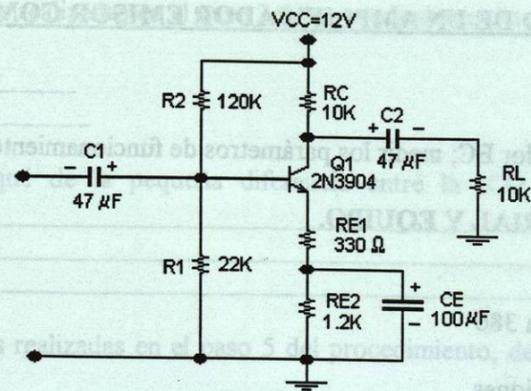


Figura 1. Amplificador Emisor-Común.

### IV.- TEORIA PRELIMINAR.

Se efectuará el diseño de un amplificador EC, con las siguientes características:

- $A_v = -20$
- $V_{CC} = 12V$
- $R_o > = 8K\Omega$
- BJT = 2N3904
- $R_L = 10K\Omega$
- $\beta = 100$
- Máxima oscilación simétrica.

**PASO 1.-** Seleccionar el valor de la resistencia del colector RC

$$R_C > = R_o$$

$$R_C = 10K\Omega$$

**PASO 2.-** Establecer ecuaciones de diseño:

$$A_v = -[R_C * R_L] / [(R_C + R_L)(R_{E1} + R_{ib})]$$

$$I_{CQ} = V_{CC} / (R_{CA} + R_{CD})$$

$$R_E = V_{CC} / (10 * I_{CQ}) \quad R_{ib} = 0.026 / I_{CQ}$$

$$R_E = R_{E1} + R_{E2}$$

Sustituyendo los valores conocidos en las primeras tres ecuaciones se obtiene:

$$20 = 5 / [R_{E1} + 0.026 / I_{CQ}]$$

$$I_{CQ} = 12 / [5 + R_{E1} + 10 + R_E]$$

$$R_E = 1.2 / I_{CQ}$$

**PASO 3.-** Valores de ICQ, RE Y RE1

Se determinan resolviendo las ultimas tres ecuaciones del paso anterior:

$$I_{CQ} = 0.699mA$$

$$R_E = 1.72K\Omega$$

$$R_{E1} = 0.363K\Omega \quad \text{Seleccionar } 330\Omega$$

$$R_{E2} = 1.72 - 0.363 = 1.357K\Omega \quad \text{Seleccionar } 1.2K\Omega$$

**PASO 4.-** Calcular RB

$$R_B = \beta R_E / 10$$

$$R_B = 17.2K\Omega$$

**PASO 5.-** Calcular el voltaje de Thevenin VBB

$$V_{BB} = I_{CQ} * R_B / \beta + V_{BE} + I_{CQ} R_E$$

$$V_{BB} = 1.82V$$

**PASO 6.-** Calcular las resistencias R1 Y R2

$$R_1 = V_{CC} * R_B / (V_{CC} - V_{BB})$$

$$R_1 = 20.27K\Omega \quad \text{Seleccionar } 22K\Omega$$

$$R2 = VCC \cdot RB / VBB$$

$$R2 = 113.4K\Omega$$

Seleccionar 120K $\Omega$

PASO 7.- Se determina la resistencia de entrada:

$$Ri = RB \cdot (hie + \beta RE) / (RB + hie + \beta RE)$$

$$Ri = 15.6K\Omega$$

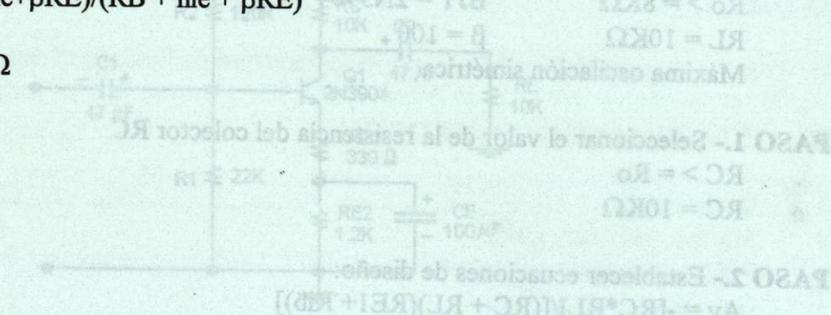


Figura 1. Amplificador Emisor (EBC)

$$Ri = 15.6K\Omega$$

Sustituyendo los valores conocidos en las primeras tres ecuaciones se obtiene:

$$20 = 2(RE1 + 0.026ICQ)$$

$$ICQ = 12(I2 + RE1 + 10 + RE)$$

$$RE = 1.2K\Omega$$

PASO 3.- Valores de ICQ, RE Y RE1

$$ICQ = 0.699mA$$

$$RE = 1.2K\Omega$$

$$RE1 = 0.363K\Omega$$

$$RE2 = 1.72 - 363 = 1.357K\Omega$$

PASO 4.- Calcular RB

$$RB = 8RE10$$

$$RB = 17.2K\Omega$$

PASO 5.- Calcular el voltaje de Thevenin VBB

$$VBB = ICQ \cdot RB + VBE + ICQ \cdot RE$$

$$VBB = 1.82V$$

PASO 6.- Calcular las resistencias R1 Y R2

$$R1 = VCC \cdot RB / (VCC - VBB)$$

$$R1 = 20.27K\Omega$$

### V.- PROCEDIMIENTO.

1.- Implementar el circuito del amplificador EC de la figura 1. Observe que los valores correspondeen al diseño planteado en la teoría preliminar.

2.- Medir el punto de operación, tomando lectura de los siguientes voltajes de CD con el multímetro digital:

- VCC = \_\_\_\_\_
- VC = \_\_\_\_\_
- VB = \_\_\_\_\_
- VE = \_\_\_\_\_

3.- Observe que se cumplan los siguientes requisitos:

- $VB \approx VE + 0.6$
- $VC > VB$
- $VC > VE$
- $VC < VCC$

Si no se cumplen estas condiciones, revisar las conexiones, checar el transistor y analizar los pasos del 1 al 3 nuevamente.

4.- Aplique en la entrada del amplificador una señal senoidal de 5KHz y 200mVp-p aproximadamente. Observe en el osciloscopio las señales de entrada y de salida simultáneamente.

5.- Tomar lectura de las amplitudes de los voltajes de entrada y de salida.

- $V_o =$  \_\_\_\_\_
- $V_i =$  \_\_\_\_\_

\*Observe que la señal de salida, esta invertida con respecto a la señal de entrada.

6.- Para medir el valor de la resistencia de entrada del amplificador, inserte una resistencia de 10K $\Omega$  entre los puntos A y B.

Tome lectura con el osciloscopio de los siguientes voltajes (alternativamente puede utilizar el multímetro digital en voltaje de C.A.):

- $V_A =$  \_\_\_\_\_
- $V_B =$  \_\_\_\_\_

El valor de Ri se puede determinar sabiendo que

$$V_B = V_A \cdot Ri / (10K + Ri)$$

Al terminar retire del circuito la resistencia de 10K $\Omega$ .

7.- Para medir la resistencia de salida del amplificador, tome nota de los siguientes voltajes de C.A.

Con la carga  $R_L = 10K\Omega$  conectada.

$$V_o = \underline{\hspace{2cm}}$$

Con una carga  $R_L' = 5K\Omega$  (use dos de  $10K\Omega$  en paralelo)

$$V_o' = \underline{\hspace{2cm}}$$

La resistencia de salida se puede determinar de la siguiente relación:

$$\frac{V_o}{V_o'} = \frac{R_L}{R_L'} \left( \frac{R_o + R_L'}{R_o + R_L} \right)$$

## VI.- SIMULACION

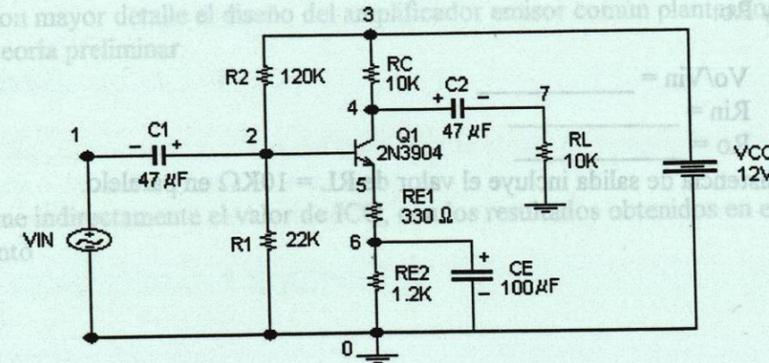


Figura 2. Amplificador Emisor-Común.

- 1.- Crear el archivo EXP08.CIR con la información del circuito amplificador EC de la figura 2.

### AMPLIFICADOR EMISOR COMUN

\* Archivo EXP08.CIR

```
VIN 1 0 AC 1
VCC 3 0 DC 12
C1 2 1 47UF
C2 4 7 47UF
CE 6 0 100UF
R1 2 0 22K
R2 3 2 120K
RC 3 4 10K
RE1 5 6 330
RE2 6 0 1.2K
RL 7 0 10K
Q1 4 2 5 Q2N3904
.LIB BIPOLAR.LIB
.TF V(7) VIN
.END
```

- 2.- Los resultados de la simulación se pueden observar en el archivo de salida EXP08.OUT, para ello vea la opción FILE, BROWSE

- 3.- Tome nota de los voltajes del punto de operación:

VC = \_\_\_\_\_  
VB = \_\_\_\_\_  
VE = \_\_\_\_\_

4.- Tome nota de los resultados del comando .TF, que determina la función de transferencia  $V_o/V_{in}$ ,  $R_{in}$  y  $R_o$ .

$V_o/V_{in} =$  \_\_\_\_\_  
 $R_{in} =$  \_\_\_\_\_  
 $R_o =$  \_\_\_\_\_

La resistencia de salida incluye el valor de  $R_L = 10K\Omega$  en paralelo.

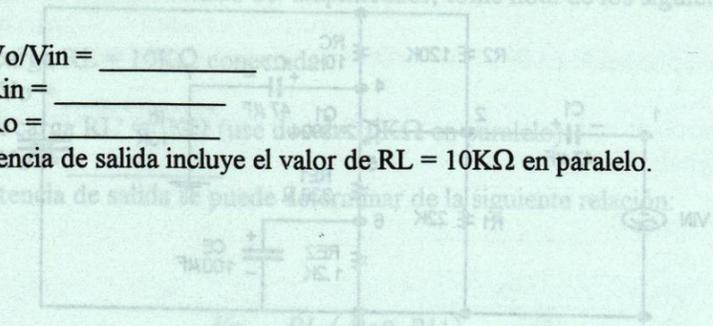


Figura 2. Amplificador Emisor-Común.

1.- Crear el archivo EXP08.CIR con la información del circuito amplificador EC de la figura 2.

Componente	Valor	Referencia
VIN	1	0
VCC	3	0
CI	2	1
C2	4	7
CE	6	0
R1	2	0
R2	3	2
RC	3	4
RE1	2	6
RE2	6	0
RL	7	0
Q1	4	2

2.- Los resultados de la simulación se pueden observar en el archivo de salida EXP08.OUT para ello ver la opción FILE, BROWSE

3.- Tome nota de los voltajes del punto de operación:

VC = \_\_\_\_\_  
 VB = \_\_\_\_\_  
 VE = \_\_\_\_\_

### VII.- REPORTE.

1.- Repita con mayor detalle el diseño del amplificador emisor común planteado en la sección de teoría preliminar.

#### I.- OBJETIVOS.

- Obtener las curvas características del transistor de efecto de campo, usando el osciloscopio como un trazador de curvas.
- Determine indirectamente el valor de  $I_{CQ}$ , con los resultados obtenidos en el paso 2 del procedimiento

#### II.- LISTA DE MATERIAL Y EQUIPO.

- Osciloscopio
- Microcomputadora 386
- Puente rectificador 1 Ampere 50V
- Transistor 2N5951
- Resistencia 100Ω, 1/4W

3.- Determine el valor de la ganancia de voltaje del amplificador, haciendo uso de los resultados obtenidos en el paso 5 del procedimiento.

4.- Determinar el valor de la resistencia de entrada del amplificador, con los resultados del paso 6 del procedimiento. Demuestre la relación planteada. Calcule la resistencia de entrada teórica y efectue una comparación.

5.- Determine el valor de la resistencia de salida, con los resultados obtenidos en el paso 7 del procedimiento. Demuestre la relación planteada.

6.- Con los resultados obtenidos en el paso 3 de la simulación, determine el valor de  $I_{CQ}$ .

7.- Determine el valor de la resistencia de salida del amplificador, tomando como base la  $R_o$  obtenida en el paso 4 de la simulación.

**CURVAS CARACTERISTICAS DEL FET**

**I.- OBJETIVOS.**

- Obtener las curvas características del transistor de efecto de campo, usando el osciloscopio como un trazador de curvas.
- Determinar la transconductancia del FET.

**II.- LISTA DE MATERIAL Y EQUIPO.**

- 1 Osciloscopio
- 1 Microcomputadora 386
- 1 Multímetro digital
- 1 Fuente de alimentación
- 1 Puente rectificador 1 Ampere, 50V
- 1 Transistor 2N5951
- 1 Resistencia 100Ω, ½W
- 1 Resistencia 3.3KΩ, ½W
- 1 Transformador 120/12 VCA

4.- Tome nota de los resultados del comando TF, que determina la función de transferencia. Repita con mayor detalle el diseño del amplificador en un plano de  $V_o/V_{in}$  en la sección de teoría preliminar.

$V_o/V_{in} =$  \_\_\_\_\_  
 $R_{in} =$  \_\_\_\_\_  
 $R_o =$  \_\_\_\_\_

3.- Determine indirectamente el valor de  $I_{CQ}$  con los resultados obtenidos en el paso 2 del procedimiento. La resistencia de salida incluye el valor de  $R_L = 10k\Omega$  en paralelo.

3.- Determine el valor de la ganancia de voltaje del amplificador, haciendo uso de los resultados obtenidos en el paso 2 del procedimiento.

4.- Determine el valor de la resistencia de entrada del amplificador, con los resultados del paso 6 del procedimiento. Demuestre la relación planteada. Calcule la resistencia de entrada teórica y estructure una comparación.

5.- Determine el valor de la resistencia de salida, con los resultados obtenidos en el paso 7 del procedimiento. Demuestre la relación planteada.

6.- Con los resultados obtenidos en el paso 3 de la simulación, determine el valor de  $I_{CQ}$ .

7.- Determine el valor de la resistencia de salida del amplificador, tomando como base la  $R_o$  obtenida en el paso 4 de la simulación.

### III.- CIRCUITO DEL EXPERIMENTO.

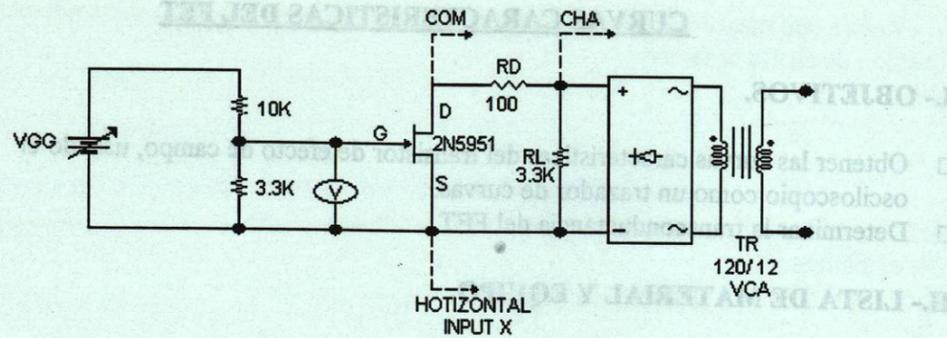


Figura 1. Determinación de las curvas características del FET.

### IV.- TEORIA PRELIMINAR.

Las curvas características del FET, son un conjunto de curvas que describen el comportamiento de la corriente de salida  $i_D$ , con respecto al voltaje de salida  $V_{DS}$ , para distintos valores de voltaje de entrada  $V_{GS}$ .

El circuito de la figura 1, permite por el lado del circuito compuerta-surtidor, ajustar el valor del voltaje  $V_{GS}$ . Por ejemplo  $V_{GS} = 0$  si la fuente E esta desconectada, ó bien  $V_{GS}$  puede tomar un valor negativo como  $-0.5V$  si el valor de E se ajusta convenientemente.

Por el lado del circuito drenador-surtidor, se aplica una señal rectificada de onda completa. La caída de voltaje en la resistencia del drenador  $R_D$ , es proporcional a la corriente del drenador  $i_D$ , por lo que se usará para la deflexión vertical del haz de electrones en el osciloscopio. El voltaje entre drenador y surtidor  $V_{DS}$  con signo negativo se aplicará a la entrada horizontal del osciloscopio, operando en modo XY.

De la forma anterior es posible obtener una sola curva característica del FET y solo es cuestión de ejecutar de nuevo el voltaje  $V_{GS}$ , para observar un nuevo trazo.

V <sub>GS</sub>	0	-0.2	-1.0	-1.2	-2.0	-2.2	-3.0	V
-----------------	---	------	------	------	------	------	------	---