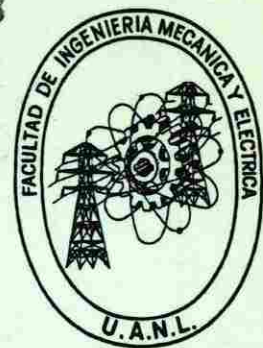
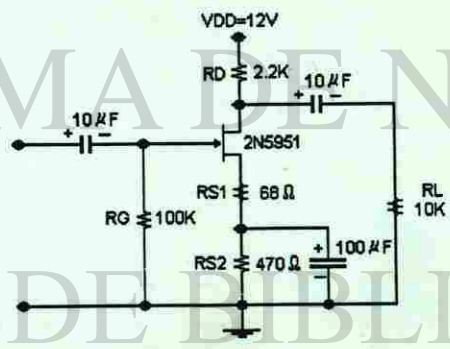


# FACULTAD DE INGENIERIA



## Experimentos de Electrónica I

### MECANICA Y ELECTRICA

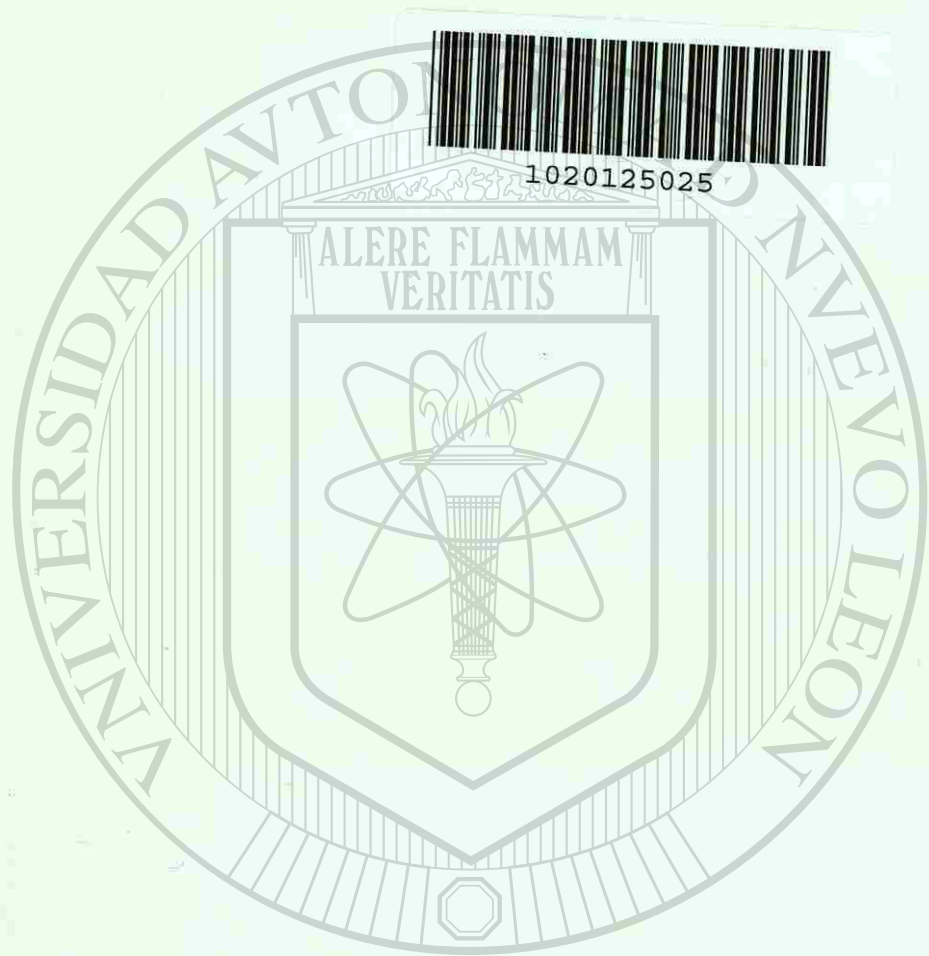


Ing. Juan Sarabia Ramos  
Departamento de Electrónica

K7860  
s2



TK  
.S



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

DATOS DE IDENTIFICACION:

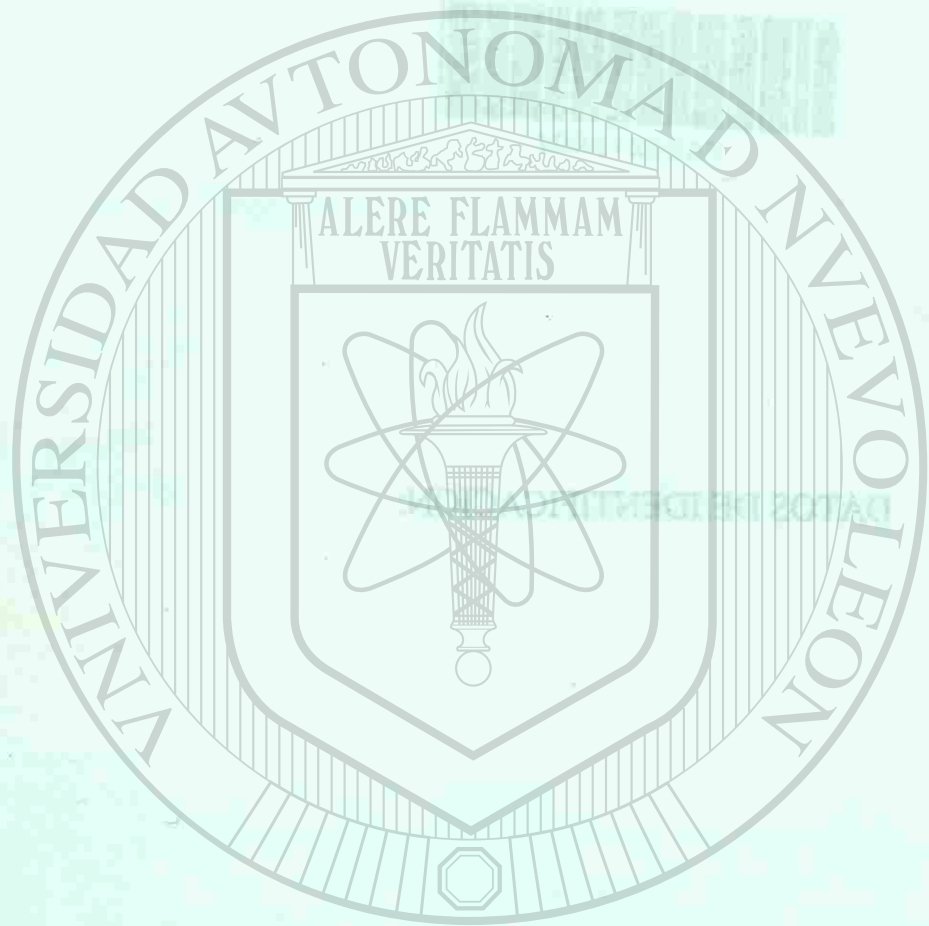
NOMBRE: \_\_\_\_\_  
MATRICULA: \_\_\_\_\_  
TELEFONO: \_\_\_\_\_  
LABORATORIO: \_\_\_\_\_  
BRIGADA: \_\_\_\_\_  
CATEDRATICO: \_\_\_\_\_  
CALIFICACION: \_\_\_\_\_



m

978413

TK7860  
.52



NOMBRE: \_\_\_\_\_  
 MATRÍCULA: \_\_\_\_\_  
 VEINTUNO: \_\_\_\_\_  
 LABORATORIO: \_\_\_\_\_  
 BRIGADA: \_\_\_\_\_

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Ing. Juan Sarabia Ramos  
Departamento de Electrónica

08-29-04  
EH

EXP101

CURVA CARACTERÍSTICA DEL DIODO

I- OBJETIVO:

1- Obtener la curva característica del diodo, utilizando el osciloscopio como un trazador de curvas.

EXPERIMENTOS  
DE  
ELECTRONICA I

II- LISTA DE MATERIAL Y EQUIPO:

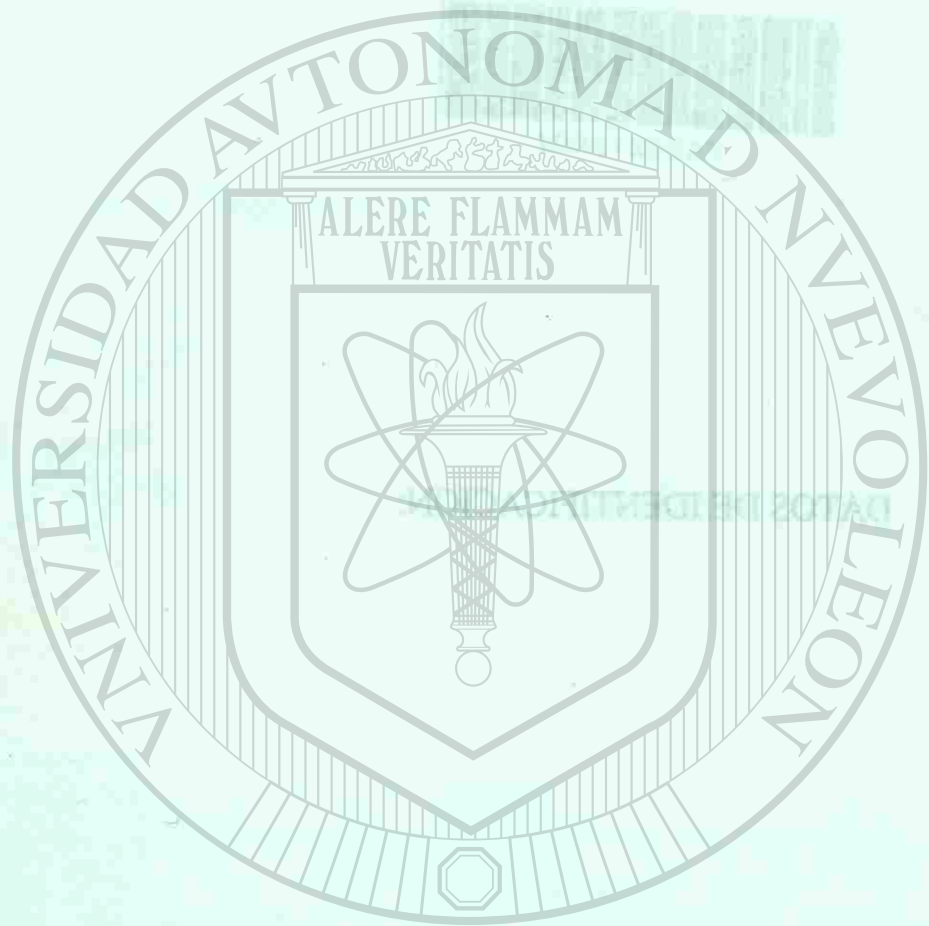
- 1 Osciloscopio
- 1 Microcomputadora 386
- 1 Puerto rectificador de 1 ampere y 50 volts
- 1 Diodo 1N914
- 1 Transistor 12012 V.C.A. 250mA
- 1 Resistencia de 1KΩ
- 1 Resistencia de 1KΩ

- EXP101 CURVA CARACTERÍSTICA DEL DIODO
- EXP102 RECTIFICADOR TIPO PUENTE
- EXP103 REGULADOR ZENER
- EXP104 CIRCUITO RECORTADOR
- EXP105 CIRCUITO SUJETADOR
- EXP106 CURVAS CARACTERÍSTICAS DEL TRANSISTOR BIPOLAR
- EXP107 CIRCUITO DE POLARIZACIÓN EMISOR-COMUN
- EXP108 DISEÑO DE UN AMPLIFICADOR EMISOR-COMUN
- EXP109 CURVAS CARACTERÍSTICAS DEL FET
- EXP110 DISEÑO DE UN AMPLIFICADOR SURTIDOR COMUN

EXP101  
FUND. Depto. de Electrónica

978413

TK7860  
.52



NOMBRE: \_\_\_\_\_  
 MATRÍCULA: \_\_\_\_\_  
 VEINTUNO: \_\_\_\_\_  
 LABORATORIO: \_\_\_\_\_  
 BRIGADA: \_\_\_\_\_

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Ing. Juan Sarabia Ramos  
 Departamento de Electrónica

08-29-04  
 EH

EXP101

CURVA CARACTERÍSTICA DEL DIODO

I- OBJETIVO:

1- Obtener la curva característica del diodo, utilizando el osciloscopio como un trazador de curvas.

**EXPERIMENTOS  
 DE  
 ELECTRONICA I**

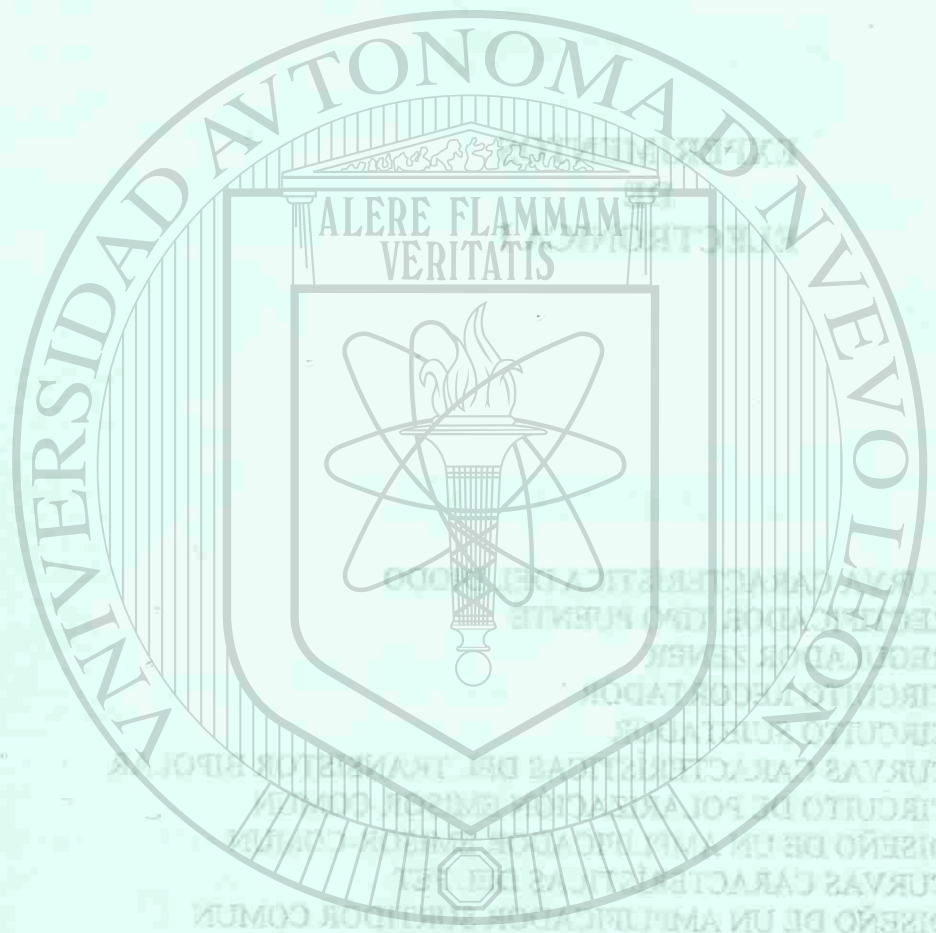
II- LISTA DE MATERIAL Y EQUIPO:

- 1 Osciloscopio
- 1 Microcomputadora 386
- 1 Puerto rectificador de 1 ampere y 50 volts
- 1 Diodo 1N914
- 1 Transistor 12012 V.C.A. 250mA
- 1 Resistencia de 1KΩ
- 1 Resistencia de 1KΩ

- EXP101 CURVA CARACTERÍSTICA DEL DIODO
- EXP102 RECTIFICADOR TIPO PUENTE
- EXP103 REGULADOR ZENER
- EXP104 CIRCUITO RECORTADOR
- EXP105 CIRCUITO SUJETADOR
- EXP106 CURVAS CARACTERÍSTICAS DEL TRANSISTOR BIPOLAR
- EXP107 CIRCUITO DE POLARIZACIÓN EMISOR-COMUN
- EXP108 DISEÑO DE UN AMPLIFICADOR EMISOR-COMUN
- EXP109 CURVAS CARACTERÍSTICAS DEL FET
- EXP110 DISEÑO DE UN AMPLIFICADOR SURTIDOR COMUN

EXP101  
 FUND. Depto. de Electrónica

TR 713M  
192



EXP101

### CURVA CARACTERISTICA DEL DIODO

#### I.- OBJETIVO.

- Obtener la curva característica del diodo, utilizando el osciloscopio como un trazador de curvas.

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

- 1 Osciloscopio
- 1 Microcomputadora 386
- 1 Puente rectificador de 1 ampere y 50 volts
- 1 Diodo 1N914.
- 1 Transformador 120/12 VCA, 250mA.
- 1 Resistencia de  $1K\Omega$
- 1 Resistencia  $3.3K\Omega$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### III.- CIRCUITO DEL EXPERIMENTO:

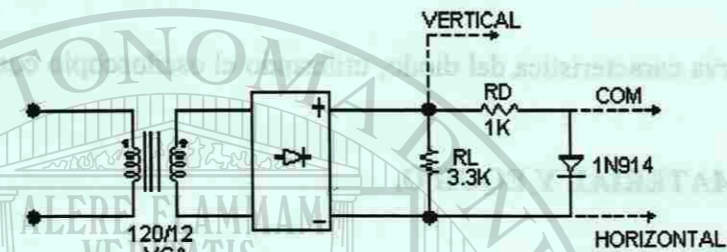


Figura 1. Obtención de la curva característica de un diodo.

### IV.- TEORIA PRELIMINAR

Una señal rectificadora de onda completa, se usará como fuente de excitación para un circuito serie formado por el diodo de prueba y una resistencia limitadora (fig. 1).

El voltaje en la resistencia  $R_D$  de  $1k$ , es proporcional a la corriente del diodo con un factor de conversión de 1 volt por cada miliampere de corriente. Esta señal de voltaje servirá para deflexionar el haz de electrones del osciloscopio operando en modo XY en dirección vertical.

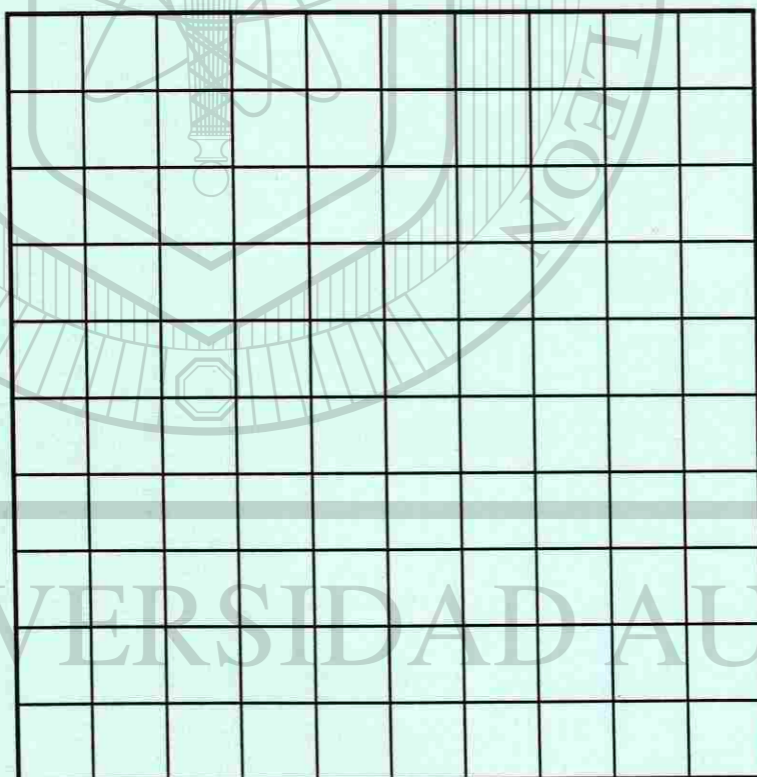
La caída de voltaje en el diodo se utilizará para deflexionar el haz de electrones horizontalmente.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## V.- PROCEDIMIENTO:

- 1.- Implementar el circuito de la fig. 1.
- 2.- Conecte al osciloscopio los puntos C, X, Y tal y como se indica en el diagrama.
- 3.- Ajuste los controles del osciloscopio para operar en modo XY; ganancia vertical 2 V/div, ganancia horizontal 1V/div. Asegúrese de que los vernieres de calibración estén en la posición correcta.
- 4.- Observe la curva característica del diodo; haga uso de los controles de posición vertical y horizontal para acomodar la curva. Con el vernier de calibración horizontal ajuste para tener una escala horizontal de 0.5 V/div.
- 5.- Dibuje lo mas aproximado posible la curva característica del diodo, en la siguiente cuadrícula, indicado los valores de las escalas de corriente y voltaje en el diodo.



## VI.- SIMULACION

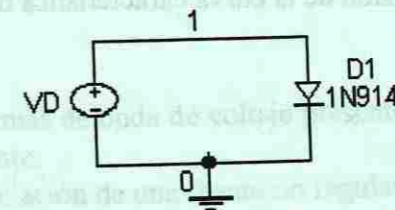


Figura 2. Obtención de la curva característica del diodo, mediante simulación.

- 1.- Crear el archivo EXP01.CIR , con los datos de la fig. 2.

### CURVA CARACTERISTICA DEL DIODO

```
*Archivo EXP01.CIR
VD 1 0 DC 0
D1 1 0 D1N914
.LIB DIODE.LIB
.DC LIN VD 0 1.5 0.05
.PRINT V(1), I(D1)
.PROBE
.END
```

- 2.- Obtener en el graficador de alta resolución el trazo de la corriente en el diodo.

Add-Trace I(D1)

- 3.- Agregar el trazo de una línea de carga de C.D. Suponiendo  $VCC = 3V$  y  $R = 150\Omega$ .

Add-Trace (3-VD)/0.15K.

- 4.- Determinar el valor del punto de operación:

$I_{DQ} =$  \_\_\_\_\_  
 $V_{DQ} =$  \_\_\_\_\_

- 5.- Imprima la gráfica.

- 6.- Observe en el archivo de salida, la impresión de los valores del comando .PRINT. Use la secuencia FILE, BROWSE.



## VII.- REPORTE.

1.-Explique el porqué de la inversión de la curva característica del diodo, obtenida en el paso 5 del procedimiento.

2.-Dibuje en la misma cuadrícula la curva obtenida en el simulador, explique el porqué de la diferencia.

3.-Dibuje en la cuadrícula una línea de carga de CD, con los siguientes valores:

$$V_{cc}=3V$$

$$R=150\Omega$$

4.-Determine con la ayuda del trazo anterior el punto de operación.

$$I_{DQ} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_{DQ} = \underline{\hspace{2cm}}$$

EXP102

## RECTIFICADOR TIPO PUENTE

### I.- OBJETIVOS.

- Observar y medir las formas de onda de voltaje presentes en un circuito rectificador de onda completa tipo puente.
- Obtener la curva de regulación de una fuente no regulada.
- Obtener la curva de rizado de una fuente no regulada.
- Observar y medir la corriente de pico repetitiva en los diodos.
- Observar el efecto que produce la modificación del valor del capacitor del filtro.

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

- 1 Osciloscopio.
- 1 Microcomputadora 386.
- 1 Multímetro digital.
- 1 Transformador 120/12 VCA.
- 4 Diodos 1N4148.
- 2 Capacitores electrolíticos de 330 $\mu$ f, 50V.
- 10 Resistencias de 100 $\Omega$ , 3W.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

III.- CIRCUITO DEL EXPERIMENTO.

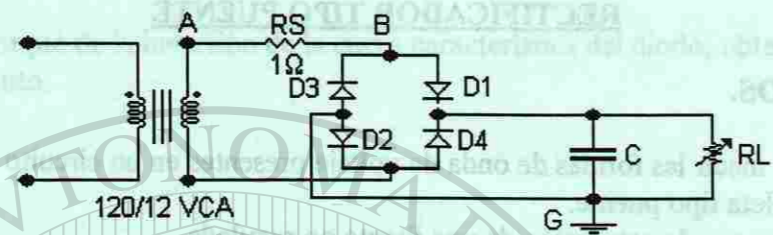


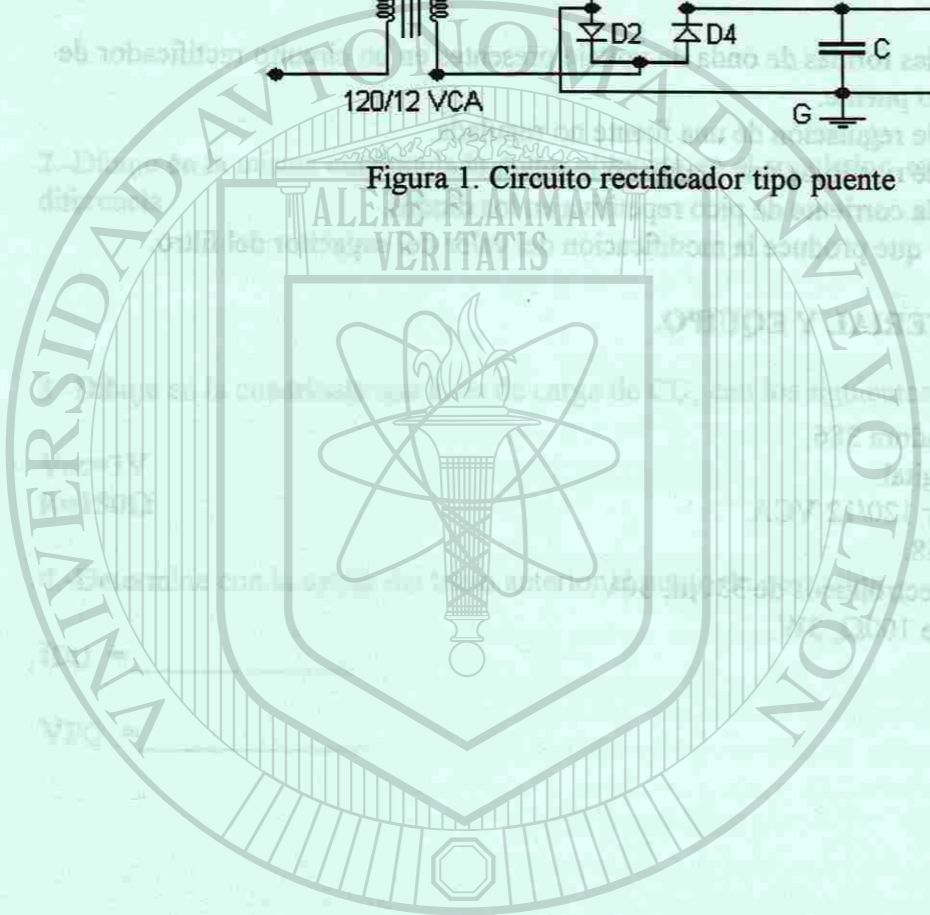
Figura 1. Circuito rectificador tipo puente

IV.- TEORÍA PRELIMINAR.

La señal rectificada de onda completa, se puede observar en el osciloscopio en modo de C.D. y entre los puntos O y G, siempre y cuando RL este conectado y el capacitor desconectado.

Si el capacitor C se conecta, la señal pulsante se filtra, obteniéndose un rizado cuya amplitud es función directa de la corriente de carga e inversa al valor del capacitor. El rizado puede observarse en el osciloscopio en el modo de C.A.

La resistencia RS tiene un valor prácticamente despreciable y su propósito es monitorear la corriente en los diodos. La caída de voltaje entre los puntos A y B es proporcional a dicha corriente.



UNANIL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

1000		
2000		
3000		
4000		
5000		
6000		
7000		
8000		
9000		
10000		

**V.- PROCEDIMIENTO.**

1.- Implementar el circuito de la figura 1. La resistencia RL es un arreglo de resistencias de 100Ω y el capacitor C puede tener un valor de 330μf o 660μf al conectar dos en paralelo.

2.- Conecte solamente la resistencia RL en su valor máximo 1KΩ.

3.- Conecte al osciloscopio solamente los puntos O y G. De la siguiente manera:

O a la entrada del canal A ó canal B.

G al común del osciloscopio.

4.- Ajuste los controles del osciloscopio para operar inicialmente en:

Modo de C.D.

2 o 5 V/div.

5 ms/div.

línea como fuente de disparo.

5.- Observe la forma de onda de la señal rectificada. Tome lectura del voltaje máximo.

Vm = \_\_\_\_\_

6.- Con el multímetro digital mida el voltaje de C.D. de salida.

VCD = \_\_\_\_\_

7.- Conecte un solo capacitor como filtro y efectúe las mediciones de voltaje de salida y de voltaje de rizo.

Vo -- Medirlo con multímetro digital volts de C.D.

Vr -- Medirlo en el osciloscopio en modo de C.A. en una escala adecuada.

RL	Vo	Vr	IL=Vo/RL
1000Ω			
900Ω			
800Ω			
700Ω			
600Ω			
500Ω			
400Ω			
300Ω			
200Ω			
100Ω			

8.- Conectar los dos capacitores electrolíticos en paralelo y observar que sucede en el voltaje de rizo. Al terminar desconecte el capacitor que agregó.

9.- Conecte al osciloscopio solamente los siguientes puntos de prueba:

A al canal A ó canal B.

B al común del osciloscopio.

10.- Observe y tome lectura del valor de la corriente de pico repetitiva con los diodos.

IPR = \_\_\_\_\_

RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA

\* Archivo EXPOS.CIR

Componente	Value	Unit
VIN	1	V (170.00)
RG	1	Ω
ROND	0	Ω
LPRI	2	Ω
LSEC	4	Ω
KTRAN	1	Ω
D1	4	Ω
D2	0	Ω
D3	0	Ω
D4	0	Ω

LIB DIODE LIB  
TRAIN 0 IN 33M  
PROB  
END

## VI.- SIMULACIÓN.

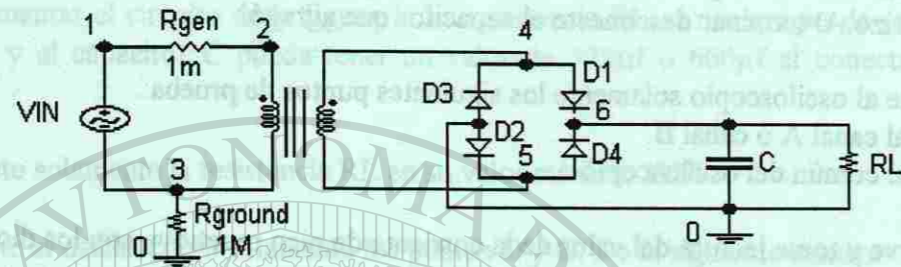


Figura 2. Simulación del rectificador de onda completa.

1.- Efectuar el análisis transitorio del circuito rectificador, considerando  $R_L = 100\Omega$  y  $C = 330\mu\text{f}$ . Para ello escriba la siguiente información en el archivo EXP02.CIR.

### RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA

\*Archivo EXP02.CIR

VIN 1 3 SIN(0,170,60)

RG 1 2 1M

RGND 3 0 1MEG

LPRI 2 3 1.5

LSEC 4 5 0.015

KTRAN LPRI LSEC 0.99

D1 4 6 D1N4148

D2 0 5 D1N4148

D3 0 4 D1N4148

D4 5 6 D1N4148

.LIB DIODE.LIB

.TRAN 0.1M 33.33M

.PROBE

.END

2.- Observar en el graficador de alta resolución las formas de onda de los voltajes en el primario y en el secundario.

Add-Trace V(2,3) V(4,5)

3.- Remover el trazo anterior para observar el voltaje de salida y de ser posible imprima la salida.

Add-Trace V(6)

4.- Remover el trazo anterior para observar la corriente en la carga.

Add-Trace I(RL)

5.- Graficar la corriente en los diodos D1 y D4.

Add-Trace I(D1) I(D4)

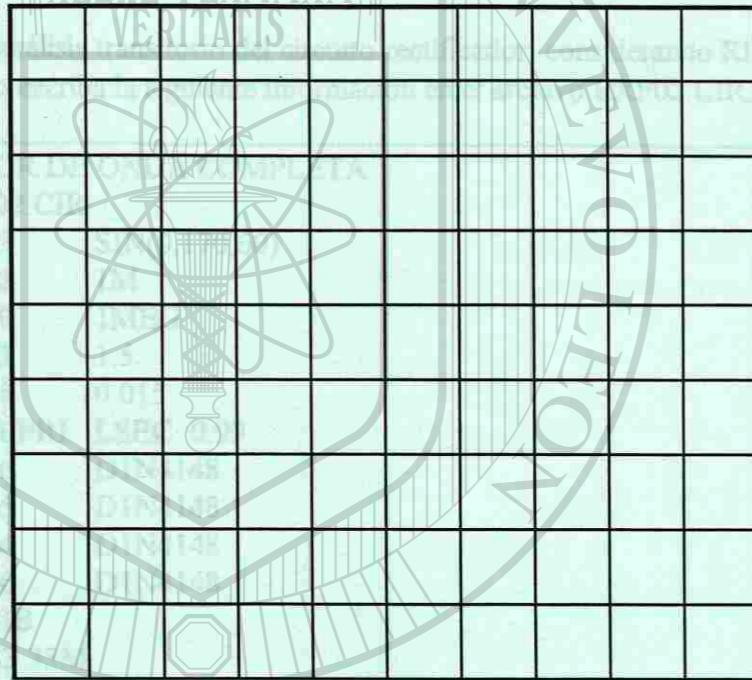
**VII.- REPORTE.**

1.- En los pasos 5 y 6 mediste los valores de los voltajes de salida máximo y de C.D. Determine el valor teórico del voltaje de C.D.

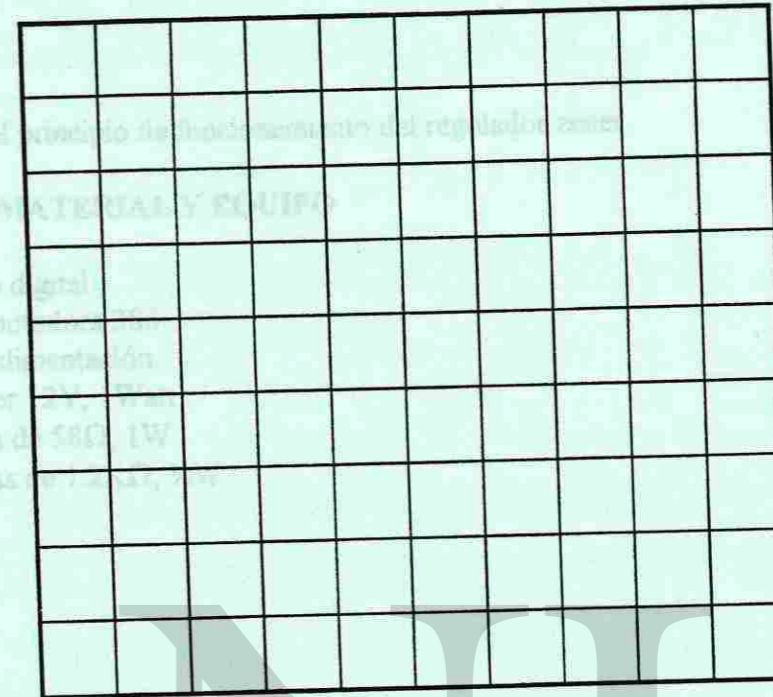
$$V_{CD} = 2V_m / \pi.$$

$$V_{CD} =$$

2.- Con los datos de la tabla obtenida en el punto 7 del procedimiento, obtener la curva de regulación de la fuente. Es decir graficar  $V_o$  contra  $I_L$ .



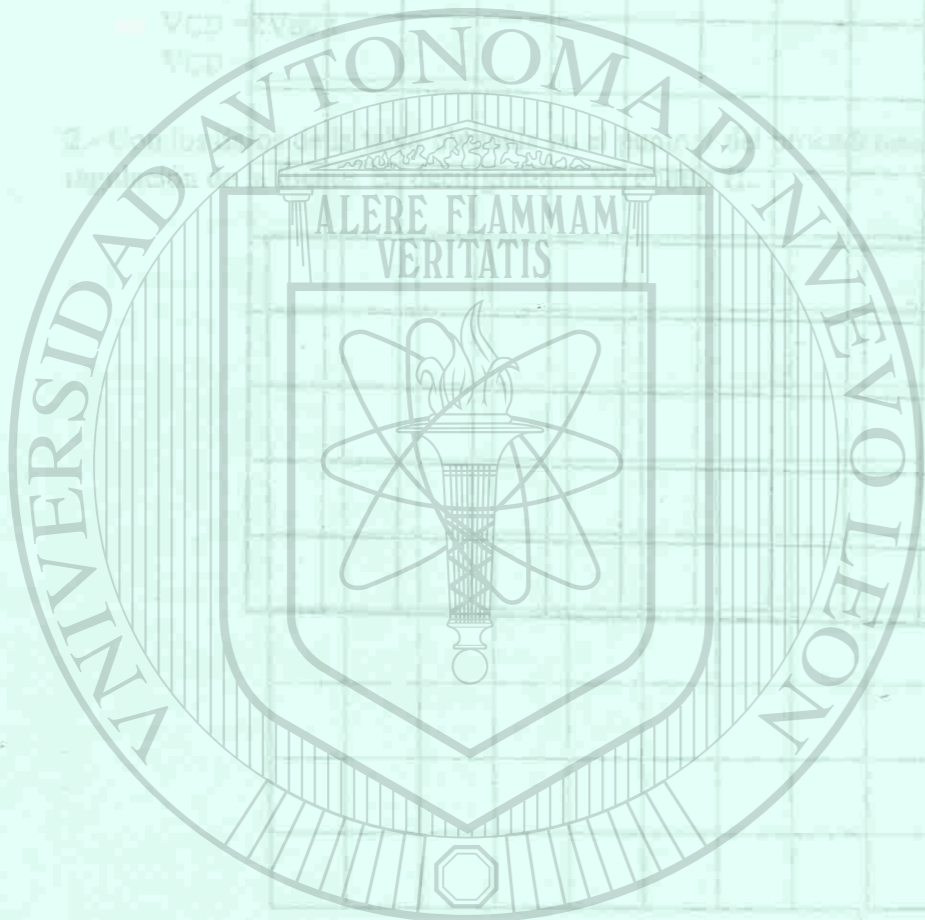
3.- Similar al punto anterior obtenga la curva de rizo de la fuente no regulada. Para ello graficar  $V_r$  contra  $I_L$ .



2.- Observar en el galvanómetro de alta resolución las formas de onda de los voltajes en el  
Add-Trace V(A,3) 2(A,3)

3.- Remover el trazo anterior para observar al voltaje de salida y de ser posible imprimir la  
salida.  
Add-Trace V(B)

4.- Remover el trazo anterior para observar la corriente en la carga.  
Add-Trace I(RL)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

EXP103

**REGULADOR ZENER**

**I.- OBJETIVO.**

- Comprobar el principio de funcionamiento del regulador zener.

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

- 1 Multímetro digital
- 1 Microcomputadora 386
- 1 Fuente de alimentación
- 1 Diodo zener 12V, 1Watt
- 1 Resistencia de 58Ω, 1W
- 2 Resistencias de 1.2KΩ, ½W

### III.- CIRCUITO DEL EXPERIMENTO.

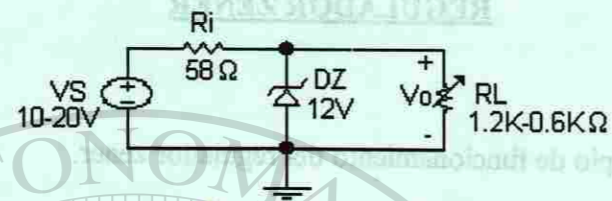
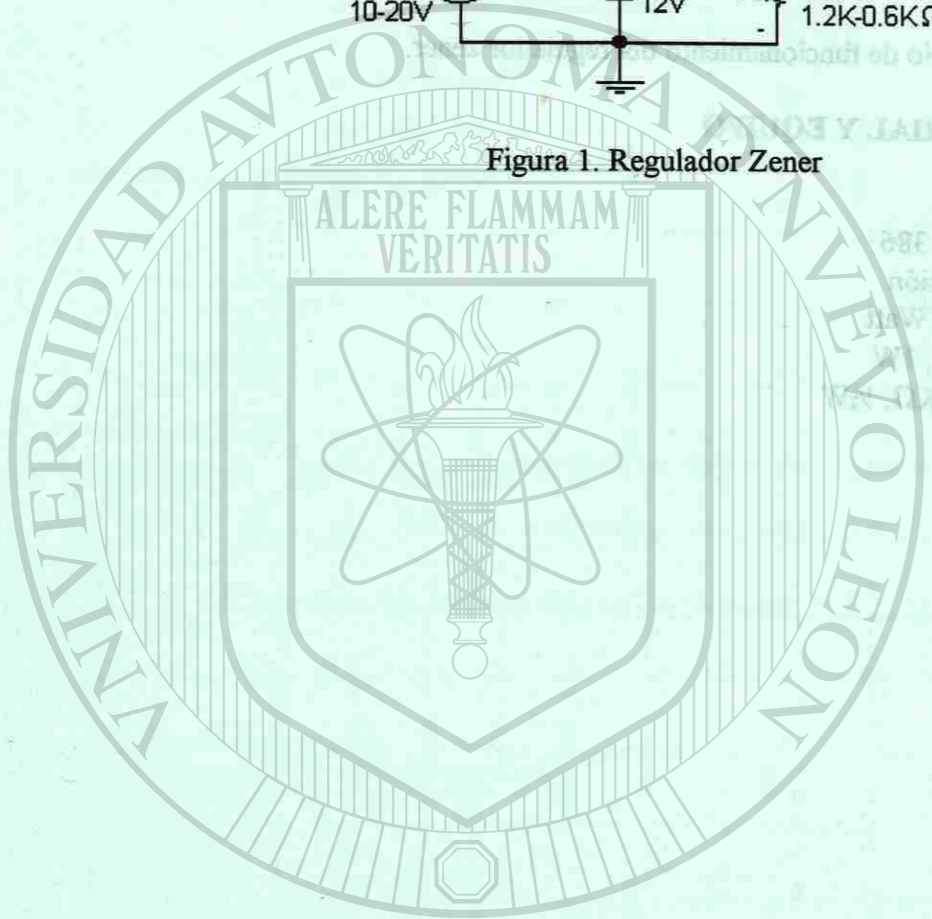


Figura 1. Regulador Zener



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### IV.- TEORIA PRELIMINAR.

Se diseñó el circuito regulador zener de la figura 1 bajo las siguientes condiciones:

- La corriente en la carga varía de 10 a 20 mA.
- El voltaje de la fuente VS varía de 10 a 20V.

Si consideramos constante el valor de la resistencia de carga es factible medir el porcentaje de regulación de la siguiente forma:

$$\% \text{ Reg} = (V_{\text{omax}} - V_{\text{omin}}) / V_{\text{onominal}}$$

en donde  $V_{\text{onominal}}$  es igual a 12 Volts.

REGULADOR ZENER 1

Archivo: EXP103-2.CIR

VS	1	0	10		$V_{\text{omax}} =$
Ri	1	2	58		
DZ	1	2	12		$V_{\text{omin}} =$
RL	1	2	1200		$V_{\text{omax}} =$

Add-Trace: V(2)

V(2) =

3. Revisar el trazo y practicar la corriente I(Ri), I(DZ), I(RL) en función de VS.

4. Repetir los pasos del 1 al 3 modificando el valor de la resistencia de carga RL a 1.2K.

**V.- PROCEDIMIENTO:**

1.- Implemente el circuito de la figura 1. Ajuste  $V_S = 10V$  y  $R_L = 0.6K\Omega$  (dos resistencia de  $1.2K$  en paralelo).

2.- Tome lectura del voltaje de salida mínimo  $V_{min}$ , utilizando el multímetro digital en Volts de C.D.

$V_{min} =$  \_\_\_\_\_

3.- Ajuste para obtener:  $V_S = 20V$  y  $R_L = 0.6K\Omega$ .

4.- Tome lectura del voltaje de salida máximo  $V_{max}$ , usando el multímetro digital en volts de C.D.

$V_{max} =$  \_\_\_\_\_

5.- Repita los pasos del 1 al 4 con un valor de  $R_L$  igual a  $1.2K\Omega$ .

$V_{min} =$  \_\_\_\_\_

$V_{max} =$  \_\_\_\_\_

**VI.- SIMULACION.**

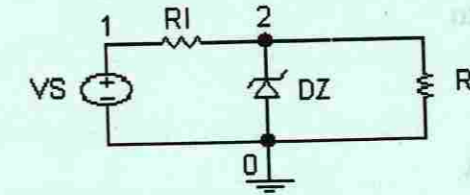


Figura 2. Regulador Zener

1.- Crear el archivo EXP03.CIR con la información del circuito de la figura 2.

```

REGULADOR ZENER 1
*Archivo EXP03.CIR
VS 1 0 10
RI 1 2 58
RL 2 0 0.6K
DZ 0 2 DZENER
.MODEL DZENER D(VS=0.7, BV=12, RS=0)
.DC LIN VS 10 20 0.05
.PROBE
.END
    
```

2.- Obtener la curva de regulación para  $R_L = 0.6K$ , para esto en el graficador de alta resolución agregar el trazo.

Add-Trace V(2)

Determine:

$V_{min} =$  \_\_\_\_\_

$V_{max} =$  \_\_\_\_\_

3.- Remover el trazo y graficar la corriente  $I(RI)$ ,  $I(DZ)$ ,  $I(RL)$  en función de  $V_S$ .

Add-Trace I(RI) I(DZ) I(RL)

4.- Repetir los pasos del 1 al 2 modificando el valor de la resistencia de carga  $R_L$  a  $1.2K$ .

$V_{min} =$  \_\_\_\_\_

$V_{max} =$  \_\_\_\_\_



## VII.- REPORTE.

1.- Calcular el valor de la resistencia  $R_i$  del circuito de la figura 1. Considere el circuito de diseño visto en el libro de texto.

Datos:

$$V_{Smax} = 20V$$

$$V_{Smin} = 10V$$

$$I_{Lmax} = 20mA$$

$$I_{Lmin} = 10mA$$

$$V_z = 12V$$

2.- Determinar el % de regulación del circuito con  $R_L = 0.6K\Omega$ . Utilice los resultados de los pasos del 2 al 4 del procedimiento de diseño.

3.- Determinar el % de regulación del circuito con  $R_L = 1.2K\Omega$ . Use los resultados obtenidos en el punto 5 del procedimiento de diseño.

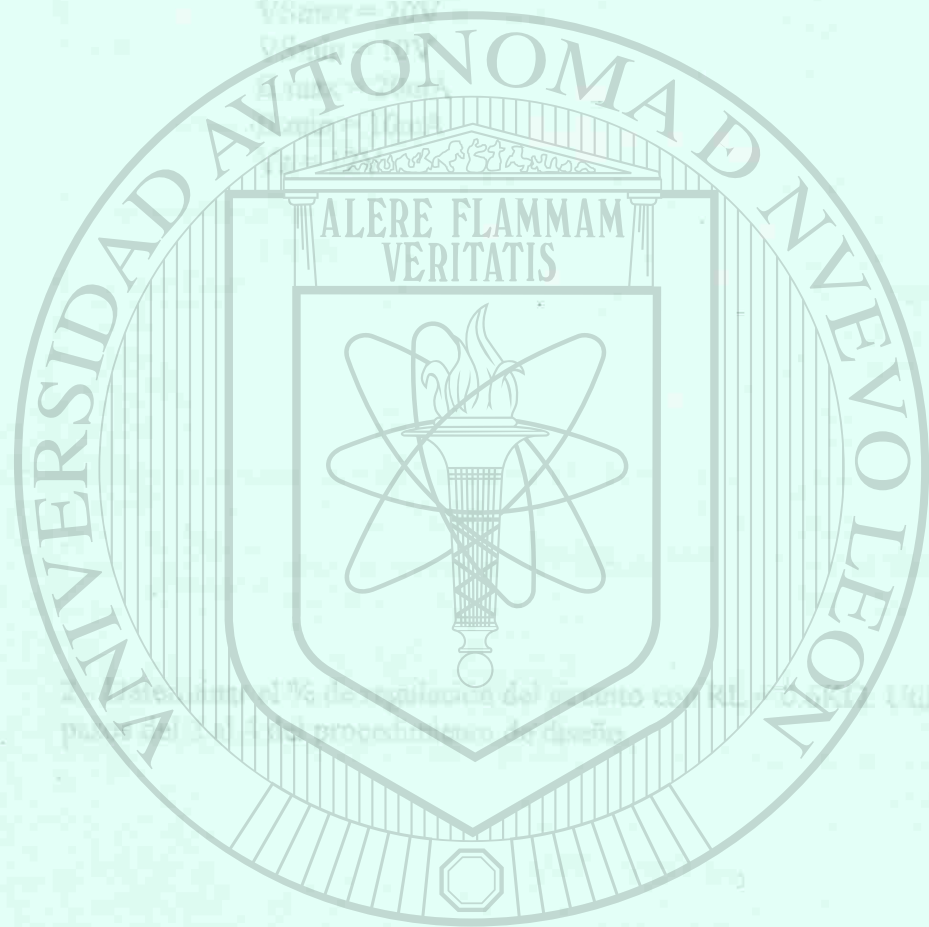
4.- Determine el % de regulación del circuito con  $R_L = 0.6 K\Omega$ . Use los resultados obtenidos en el punto 2 de la simulación.

### I.- OBJETIVO.

1. Comprobar el funcionamiento de un circuito recortador.

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

- 1. Osciloscopio
- 1. Microcomputadora 386
- 1. Fuente de alimentación
- 1. Generador de funciones
- 1. Potenciometro lineal de  $1K\Omega$
- 1. Diodo 1N914



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

EXP104

### CIRCUITO RECORTADOR

#### I.- OBJETIVO.

- Comprobar el funcionamiento de un circuito recortador.

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

- 1 Osciloscopio
- 1 Microcomputadora 386
- 1 Fuente de alimentación
- 1 Generador de funciones
- 1 Potenciómetro lineal de  $1K\Omega$
- 1 Diodo 1N914

EXP104-1

FIME, Depto. de Electronica.

### III.- CIRCUITO DEL EXPERIMENTO.

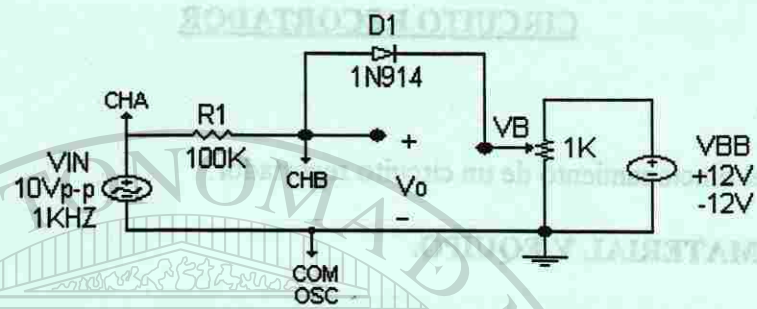


Figura 1. Circuito recortador.

### IV.- TEORIA PRELIMINAR.

En el circuito recortador serie de la figura 1, el diodo únicamente conduce cuando la señal de entrada  $V_{in}$  excede al voltaje de referencia  $V_B$ . De tal manera que el comportamiento del circuito se puede resumir de la siguiente manera

$$\begin{aligned} V_o &= V_i & \text{para} & V_i < V_B \\ V_o &= V_B & \text{para} & V_i > V_B \end{aligned}$$

lo anterior considerando que el diodo es ideal.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## VI.- SIMULACION.

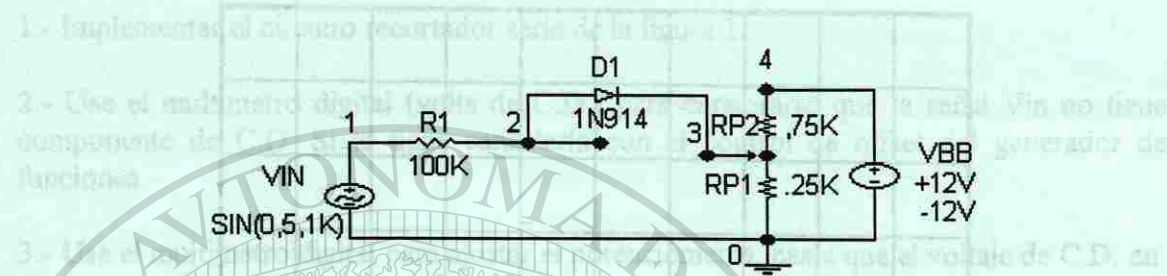


Figura 2. Circuito recortador serie.

- 1.- Crear el archivo EXP04.CIR con la información del circuito recortador serie de la figura 1.

```

CIRCUITO RECORTADOR 1
*Archivo EXP04.CIR
*DIODO Y FUENTE ORIGINAL
VIN 1 0 SIN(0.5 1K)
R1 1 2 100K
RP1 3 0 0.25K
RP2 3 4 0.75K
D1 2 3 D1N4148
VBB 4 0 DC 12
.LIB EVAL.LIB
.TRAN .01m 2m
.PROBE
.END
    
```

- 2.- En el graficador de alta resolución observar caso por caso las formas de onda de los voltajes de entrada y de salida.

Add-Trace V(1) V(2)

- 3.- Imprimir la gráfica del primer caso con el diodo y la fuente en posición original.

## VII.- REPORTE

- 1.-Explicar el funcionamiento del circuito recortador serie de la figura 1.

### 1.-OBJETIVO.

Observar el comportamiento de un circuito ajetador

- 2.-Explicar el comportamiento de del circuito de figura 1, si el potenciómetro se ajusta para  $V_B=0$ .

Osciloscopio

Microcomputadora 786

Generador de señales

Multímetro digital

- 3.-Explicar el comportamiento del circuito de la figura 1, cuando la fuente VBB es igual a -12 V.(Paso 6 del procedimiento).

Resistencia 100KΩ, 1W

Diodo 1N914

Capacitor 0.1μF, 100V

- 4.-En el circuito de la figura 2, porqué se asignaron los valores de  $RP1=0.25K$  y  $RP2=0.75K$ .

### III.-CIRCUITO DEL EXPERIMENTO.

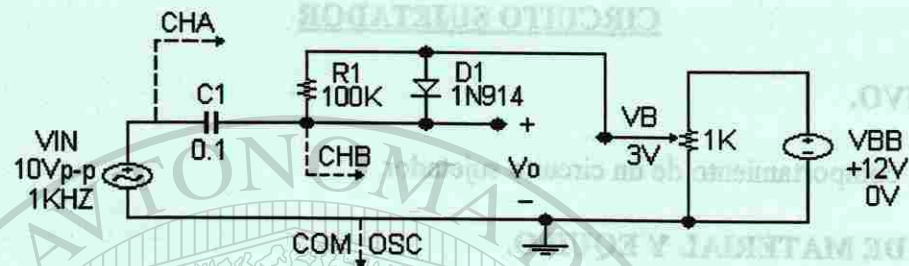


Figura 1. Circuito Sujetador.

### IV.-TEORIA PRELIMINAR.

Existen dos formas de agregar una componente de CD a una señal de entrada de CA.

- Agregando una fuente de voltaje de CD en serie.
- Agregando un circuito sujetador (Capacitor, Resistencia y Diodo).

En el circuito de la figura 1, durante el semiciclo negativo de la señal de entrada, el capacitor se carga hasta un voltaje igual a  $V_m - V_B$ .

Durante el semiciclo positivo la constante de tiempo  $RLC \gg T/2$  ( $T = \text{período}$ ) no permite que el capacitor se descarge y el diodo no conduce, por lo que:

$$V_o = V_i + V_m - V_B$$

Esta última ecuación es la expresión del voltaje de salida para todo el tiempo.



2. En el indicador de alta resolución observar los voltajes de entrada y de salida.

Adó Trace V(1)V(2)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## V.-PROCEDIMIENTO.

- 1.-Implementar el circuito sujetador de la figura 1.
- 2.-Use el multímetro digital (Volts de CD) para cerciorarse que la señal de entrada  $V_{in}$  no tiene componente de CD. Si la tiene cancelarla con control de offset del generador de funciones.
- 3.-Use el multímetro digital para ajustar el potenciómetro, hasta que el voltaje de CD en  $V_B$  sea de 3 volts.
- 4.-Observe en el osciloscopio en modo de CD, las señales de entrada y de salida respectivamente. Use la misma escala de deflexión vertical en ambos canales.
- 5.-Dibuje la forma de onda de los voltajes  $V_{in}$  y  $V_o$ .

## VI.-SIMULACION.

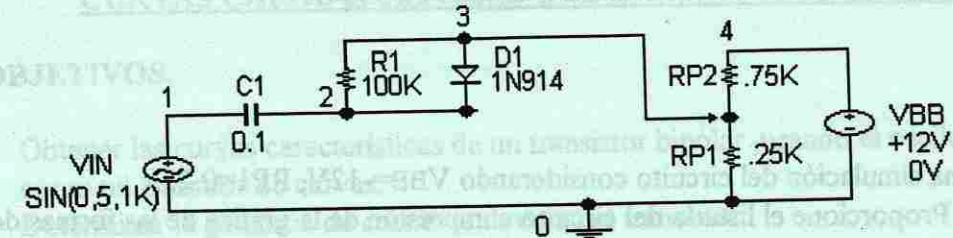


Figura 1. Circuito Sujetador.

- 1.-Crear el archivo EXP05.CIR con la información del circuito sujetador de la figura 2.

```
CIRCUITO SUJETADOR
*Archivo EXP05.CIR
VIN      1  0  SIN(0,5,1K)
C1       1  2  0.1UF
R1       2  3  100K
RP1      3  0  0.25K
RP2      4  3  0.75K
D1       3  2  D1N914
VBB      4  0  DC      0
.LIB DIODE.LIB
.TRAN0.001M 5M      UIC
.PROBE
.END
```

- 2.-En el graficador de alta resolución observar los voltajes de entrada y de salida.

Add Trace V(1) V(2)

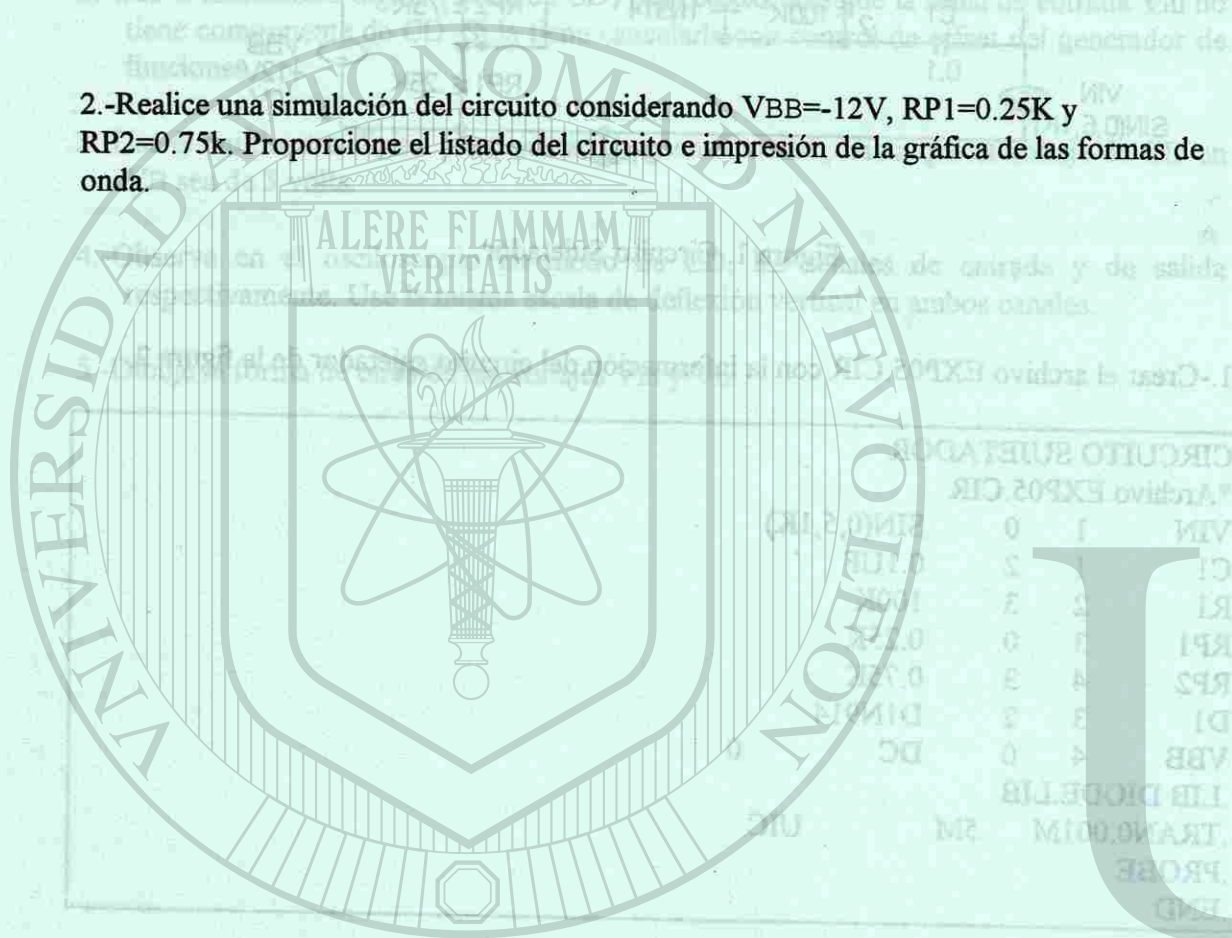
- 3.-Imprimir la gráfica anterior.

- 4.-Repetir los pasos 1,2 y 3, modificando el vaolr de la fuente VBB a 0 volts.

## VII.-REPORTE.

1.-Explicar el funcionamiento del circuito sujetador de la figura 1.

2.-Realice una simulación del circuito considerando  $V_{BB}=-12V$ ,  $RP1=0.25K$  y  $RP2=0.75k$ . Proporcione el listado del circuito e impresión de la gráfica de las formas de onda.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## EXP106

### CURVAS CARACTERISTICAS DEL TRANSISTOR BIPOLAR

#### I.-OBJETIVOS.

- Obtener las curvas características de un transistor bipolar ,usando el osciloscopio como un trazador de curvas.
- Determinar la ganancia de corriente directa del transistor.
- Determinar la ganancia de corriente alterna del transistor.

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

- 1 Osciloscopio
- 1 Microcomputadora 386
- 1 Multímetro digital
- 1 Fuente de alimentación
- 1 Puente rectificador 1 Ampere, 50 V
- 1 Transistor 2N3904
- 1 Resistencia  $100K\Omega$ ,  $\frac{1}{2}W$
- 1 Resistencia  $100\Omega$ ,  $\frac{1}{2}W$
- 1 Resistencia de  $3.3K\Omega$ ,  $\frac{1}{2}W$
- 1 Transformador 120/12 VCA, 250 mA

### III.-CIRCUITO DEL EXPERIMENTO.

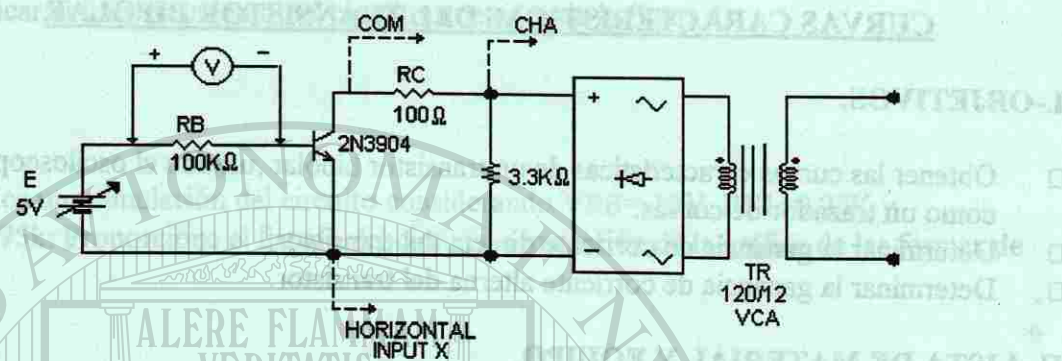


Figura 1. Circuito para obtener curvas características del transistor.

### IV.-TEORIA PRELIMINAR.

Las curvas características del transistor, es un conjunto de curvas, que representan la variación de la corriente de colector  $i_C$  con respecto al voltaje entre colector y emisor  $V_{CE}$ , para un valor constante de la corriente de base  $i_B$ .

El circuito de la figura 1, permite por el lado del circuito base-emisor, ajustar el valor de la corriente de base. Por ejemplo, si la fuente E se ajusta de tal modo que la caída en  $R_B$  sea de 2V, entonces la corriente de base es de  $20\mu A$ .

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

De la forma anterior es posible obtener una curva característica del transistor y sólo es cuestión de ajustar de nuevo la corriente de base para observar un nuevo trazo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## V.-PROCEDIMIENTO.

- 1.-Implementar el circuito de la figura 1.
- 2.-Con el multímetro digital mida la caída en RB y ajuste la fuente de alimentación para obtener una caída de voltaje igual a 2 volts.

- 3.-Ajuste los controles del osciloscopio de la siguiente forma:

Acoplamiento de CD  
500 mv/div  
Modo XY  
Atenuación horizontal 1:10  
Vernier en posición de calibración

- 4.-Observe lo siguiente:

- Se forma una curva característica del transistor.
- La deflexión vertical es provocada por la caída en RC.

$$i_c = \frac{V_{RC}}{R_C}$$

- La deflexión horizontal es provocada por el voltaje entre colector y emisor VCE y es negativa.
- La escala horizontal es 10v/div.
- La corriente de base está determinada por la caída de voltaje en RB.

$$i_B = \frac{V_{RB}}{R_B}$$

- 5.-Ajuste el vernier de calibración de ganancia horizontal hasta tener un desplazamiento horizontal igual a 4 veces el actual.

El resultado de esto es un escala horizontal de 2.5V/div.

En este paso utilice los controles de posición vertical y horizontal, para hacer que el origen de la curva esté cerca de la esquina inferior derecha de la pantalla del osciloscopio.

- 6.-Dibuje una familia de curvas características para los siguientes valores de caída de voltaje en RB. La

curva se observa en el osciloscopio y se debe dibujar en la cuadrícula.

VRB	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	V
iB	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	μA

Para cambiar el voltaje en RB, ajuste el valor de la fuente de alimentación E y mida solamente la caída

de voltaje con el multímetro digital.

Etiquete a cada curva con el valor de la corriente de base que le corresponde.



CURVAS CARACTERÍSTICAS DEL TRANSISTOR BIPOLAR

PROBE	0	0	0
DC VCE	0	0	0
IB	0	1	2
VCE	0	1	2

**VI.-SIMULACION.**

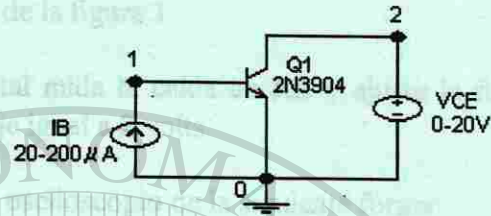


Figura 1. Circuito para obtener curvas características del transistor.

1.-Crear el archivo EXP06.CIR con la descripción del circuito de la figura 1.

```

CURVAS CARACTERISTICAS DEL TRANSISTOR BIPOLAR
*Archivo EXP06.CIR
VCE 2 0 0
IB 0 1 20VA
Q1 2 1 0 Q2N3904
LIB BIPOLAR.LIB
.DC VCE 0 20 0.1 IB 20VA 200VA 20VA
.PROBE
.END
    
```

2.-En el graficador de alta resolución observar la familia de curvas características del transistor.

Add Trace IC(Q1)

3.-Agregar el trazo de una línea de carga de CD, con los siguientes datos  $V_{CC}=15V$ ,  $R_C=1K\Omega$ ,  $R_E=0.5K$

Add Trace (15-VCE)/1.5K

4.-Imprimir la gráfica.

VBE	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	μA
IB	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	μA

Para cambiar el voltaje en RB, ajuste el valor de la fuente de alimentación E y mida nuevamente la caída.

**VII.-REPORTE.**

1.-Determine el valor de la ganancia de corriente directa ( $\beta_F$ ) del transistor para el punto de operación

dado por:  
 $I_{BQ}=60\mu A$   
 $V_{CEQ}=10V$

Emplear la familia de curvas obtenidas en el paso 6 del procedimiento.

$I_{CQ} =$  \_\_\_\_\_  
 $\beta_F =$  \_\_\_\_\_

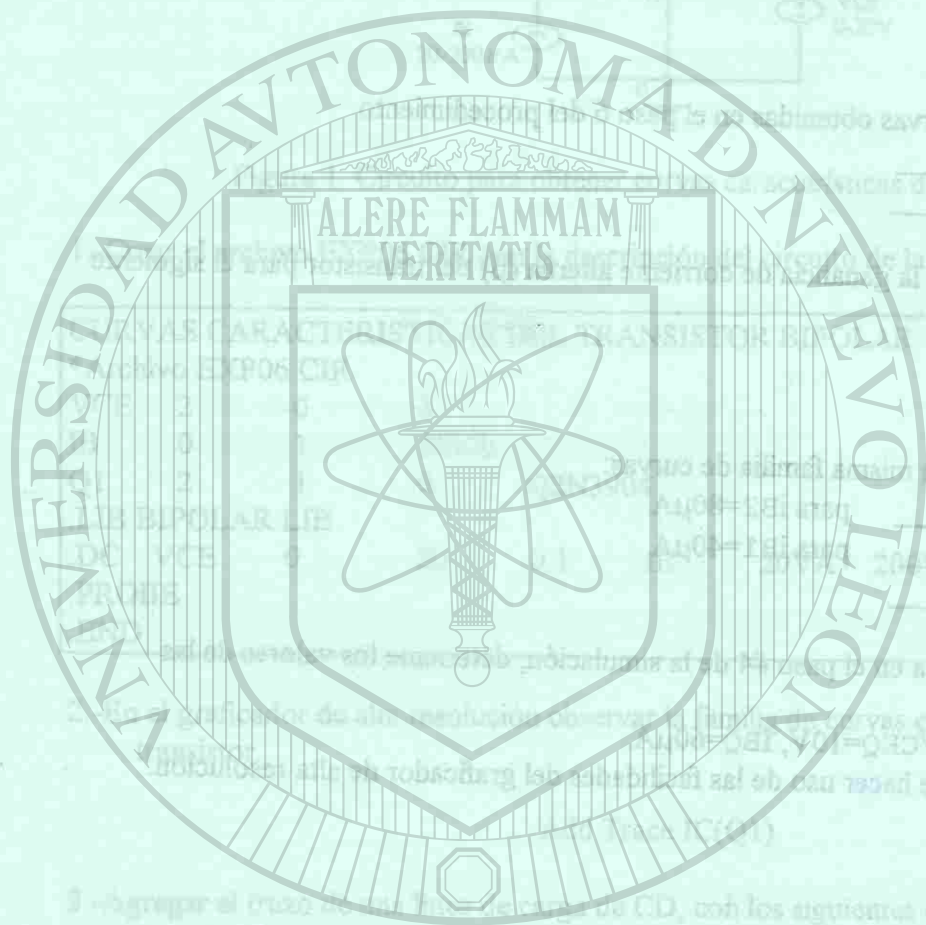
2.-Determine el valor de la ganancia de corriente alterna ( $\beta$ ) del transistor para el siguiente punto de operación:

$I_{BQ}=60\mu A$   
 $V_{CEQ}=10V$

Para ello determine de la misma familia de curvas:

$i_{C2} =$  \_\_\_\_\_ para  $i_{B2}=80\mu A$   
 $i_{C1} =$  \_\_\_\_\_ para  $i_{B1}=40\mu A$   
 $\beta =$  \_\_\_\_\_

3.-Con la gráfica impresa en el paso #4 de la simulación, determine los valores de las ganancias de CD y CA del transistor para  $V_{CEQ}=10V$ ,  $I_{BQ}=60\mu A$ . Alternativamente, puede hacer uso de las facilidades del graficador de alta resolución.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

EXP107

**CIRCUITO DE POLARIZACION EMISOR-COMUN**

**I.- OBJETIVO.**

- Diseñar la red de polarización de un amplificador EC, medir el punto de operación, determinar la máxima oscilación del voltaje de salida y medir la ganancia de voltaje.

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

- 1 Osciloscopio
- 1 Microcomputadora
- 1 Fuente de poder
- 1 Generador de funciones
- 1 Transistor 2N3904
- 1 Resistencia de 15KΩ, ½W
- 1 Resistencia 120KΩ, ½W
- 2 Resistencias 10KΩ, ½W
- 1 Resistencia 1KΩ, ½W
- 1 Resistencia 220Ω, ½W
- 2 Capacitores de 47μF, 50v
- 1 Capacitor 100μF, 50v

### III.- CIRCUITO DEL EXPERIMENTO

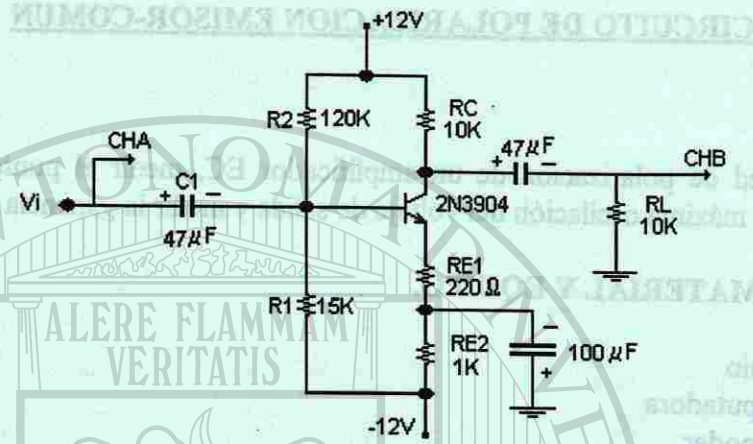


Figura 1. Amplificador Emisor-Común.

### IV.- TEORIA PRELIMINAR:

Se procederá a reparar el diseño del circuito de polarización del amplificador EC mostrado en la figura 1. Se seguirá el procedimiento de diseño sugerido en el libro de texto, pero modificado para el caso de dos fuentes de alimentación.

Los datos para el diseño son:

$$\begin{aligned} VCC &= 12V & RE1 &= 220\Omega \\ VEE &= -12V & RE2 &= 1K\Omega \\ RC &= 10K\Omega & BJT &= 2N3904 \\ RL &= 10K\Omega & \beta F &= 100 \end{aligned}$$

PASO 1.- Determinar  $ICQ$  para máxima oscilación simétrica.

$$\begin{aligned} RE &= RE1 + RE2 & RCD &= RC + RE \\ RE &= 1.22 K\Omega & RCD &= 11.22K\Omega \end{aligned}$$

$$RCA = RE1 + (RC \cdot RL) / (RC + RL)$$

$$RCA = 5.22K\Omega$$

$$ICQ = \frac{VCC - VEC}{RCA + RCD} = 1.46mA$$

PASO 2.- Determinar el valor de  $VCEQ$ .

$$VCEQ = ICQ \cdot RCA$$

$$VCEQ = VCC - VEE - ICQ \cdot RCD$$

$$VCEQ = 7.6V$$

PASO 3.- Seleccionar  $RB$ .

$$RB = \beta RE / 10$$

$$RB = 12.2K\Omega$$

PASO 4.- Determinar el voltaje de Thevenin  $VBB$ .

$$VBB = (ICQ \cdot RB) / \beta + VBE + ICQ \cdot RE + VEE$$

$$VBB = -9.34V$$

PASO 5.- Encontrar los valores de  $R1$  y  $R2$ .

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

$$R2 = (VCC - VEE) \cdot RB / (VBB - VEE)$$

$$R1 = 13.72K\Omega \quad \text{seleccionar } 15K\Omega$$

$$R2 = 110K\Omega \quad \text{seleccionar } 120K\Omega$$

**PASO 6.-** Determinar el voltaje máximo de salida.

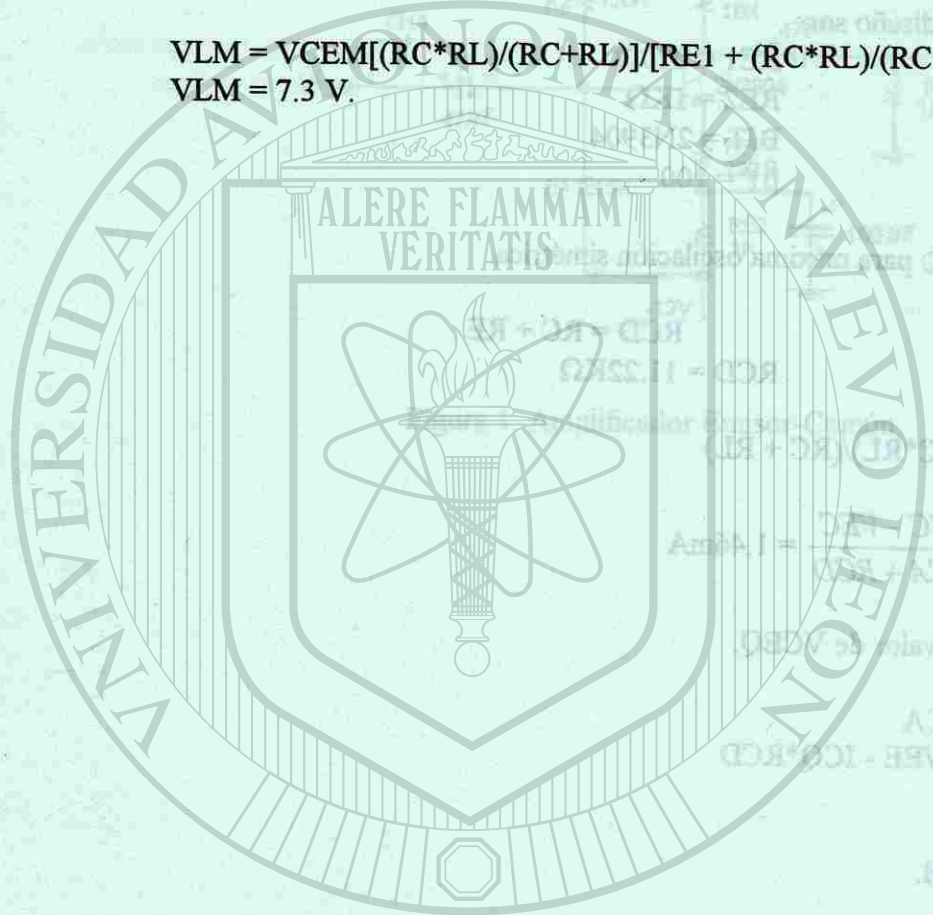
$$V_{CEM} = V_{CEQ}$$

$V_{CEM}$  = Voltaje máximo entre colector-emisor.

$V_{LM}$  = Voltaje máximo en la carga.

$$V_{LM} = V_{CEM} \left[ \frac{R_C \cdot R_L}{R_C + R_L} \right] / \left[ R_{E1} + \frac{R_C \cdot R_L}{R_C + R_L} \right]$$

$$V_{LM} = 7.3 \text{ V.}$$



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**V.- PROCEDIMIENTO.**

1.- Implementar el circuito mostrado en la figura 1. Observe que los valores corresponden a los resultados del diseño realizado en la teoría preliminar.

2.- Medir el punto de operación con la ayuda del multímetro digital. Tome lectura de los siguientes voltajes (todos son con respecto a tierra). Use escalas adecuadas.

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

3.- Una forma de saber si el circuito está funcionando bien es tomar en cuenta lo siguiente:

El voltaje de la base  $V_B$  debe de ser aproximadamente 0.7V mayor que el voltaje del emisor  $V_E$ .

El voltaje del colector  $V_C$  debe de ser mayor que el voltaje de la base  $V_B$ .

El voltaje del colector  $V_C$  es mayor que el voltaje del emisor  $V_E$ .

El voltaje del colector  $V_C$  debe de ser menor que el voltaje de alimentación  $V_{CC}$ .

Si lo anterior no se cumple revisar las conexiones del circuito, checar el transistor y repetir los pasos 2 y 3.

4.- Aplique en la entrada del amplificador una señal senoidal de 5KHz y 200mV aproximadamente. Observe en el osciloscopio las señales de entrada y 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 está invertida con respecto a la señal de entrada.

6.- Incremente la amplitud de la señal de entrada hasta observar que la salida empieza a distorsionarse.

7.- Tomar lectura de la máxima oscilación del voltaje de salida.

$$V_{LM} = \text{_____ } V_{pp}$$

VI.- SIMULACION.

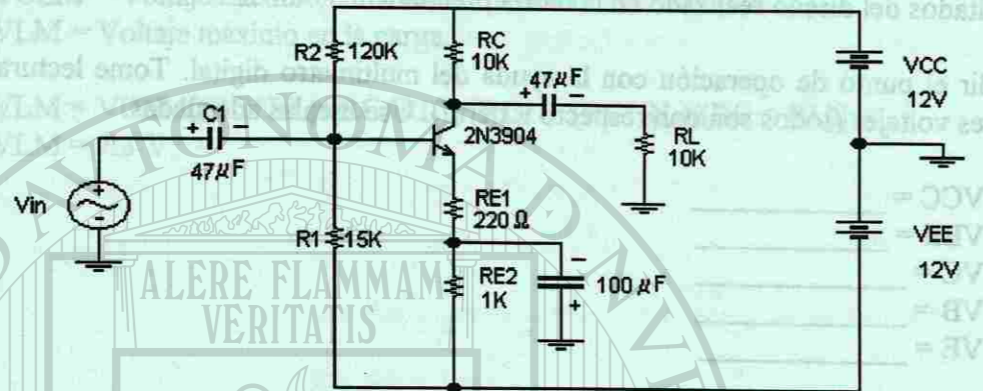


Figura 1. Amplificador Emisor Común.

1.- Crear el archivo EXP07.CIR con la información del amplificador emisor-común de la figura 1.

```

AMPLIFICADOR EMISOR-COMUN
VIN 1 0 SIN(0, .1, 5K)
VCC 3 0 12V
VEE 0 4 12V
C1 1 2 47uF
R1 2 4 15K
R2 2 3 120K
Q1 5 2 6 Q2N3904
RC 3 5 10K RE1 6 7 220
RE2 7 4 1K CE 0 7 100uF
C2 8 5 47uF
RL 8 0 10K

.LIB BIPOLAR.LIB
.TRAN .1m .5mS .005mS
.END
    
```

2.- Observar en el graficador de alta resolución, la forma de onda de los voltajes de entrada y de salida.

Add-Trace 10\*V(1) V(8)

3.- Use las facilidades del graficador para medir la amplitud del voltaje de salida.

Vo = \_\_\_\_\_

4.- Editar el archivo para modificar la amplitud de Vin a 0.32 o un valor cercano con el propósito de determinar la máxima oscilación posible del voltaje de salida. Repita los pasos 2 y 3.

Vo = \_\_\_\_\_

5.- Determinar la ganancia de voltaje con los resultados obtenidos en los pasos 2 y 3 de la simulación.

6.- Compare los valores teóricos y prácticos de la simulación del voltaje máximo de oscilación en la salida.

7.- Tome lectura de la máxima oscilación del voltaje de salida.

8.- Efectuar una comparación entre el valor teórico y práctico del voltaje máximo de salida.

9.- Revise la sección de teoría práctica y el resultado del paso 1 del procedimiento.

10.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

11.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

12.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

13.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

14.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

15.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

16.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

17.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

18.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

19.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

20.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

21.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

22.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

23.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

24.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

25.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

26.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

27.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

28.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

29.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

30.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento, determine el ganancia del amplificador.

## VII.- REPORTE.

1.- Con las mediciones realizadas en el paso 2 del procedimiento determinar indirectamente:

$$I_{CQ} = \underline{\hspace{2cm}}$$
$$V_{CEQ} = \underline{\hspace{2cm}}$$

2.- Explique el porqué de la pequeña diferencia entre la  $I_{CQ}$  de diseño y la  $I_{CQ}$ :

---

---

---

3.- Con las mediciones realizadas en el paso 5 del procedimiento, determine la ganancia del amplificador:

4.- Efectúe una comparación entre el valor teórico y práctico del voltaje máximo de salida. Revise la sección de teoría preliminar y el resultado del paso 7 del procedimiento.

5.- Determine la ganancia de voltaje con los resultados obtenidos en los pasos 2 y 3 de la simulación.

6.- Compare los valores teórico y práctico de la simulación del voltaje máximo de oscilación en la salida.

## EXP108

### DISEÑO DE UN AMPLIFICADOR EMISOR COMUN

#### I.- OBJETIVOS.

- Diseñar un amplificador EC; medir los parámetros de funcionamiento del amplificador.

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

- 1 Osciloscopio
- 1 Microcomputadora 386
- 1 Fuente de poder
- 1 Generador de funciones
- 1 Transistor 2N3904
- 1 Resistencia de  $22K\Omega$ ,  $\frac{1}{2}W$
- 1 Resistencia  $120K\Omega$ ,  $\frac{1}{2}W$
- 2 Resistencias  $10K\Omega$ ,  $\frac{1}{2}W$
- 1 Resistencia  $1.2K\Omega$ ,  $\frac{1}{2}W$
- 1 Resistencia  $330\Omega$ ,  $\frac{1}{2}W$
- 2 Capacitores de  $47\mu f$ , 50V
- 1 Capacitor  $100\mu f$ , 50V

### III.- CIRCUITO DEL EXPERIMENTO.

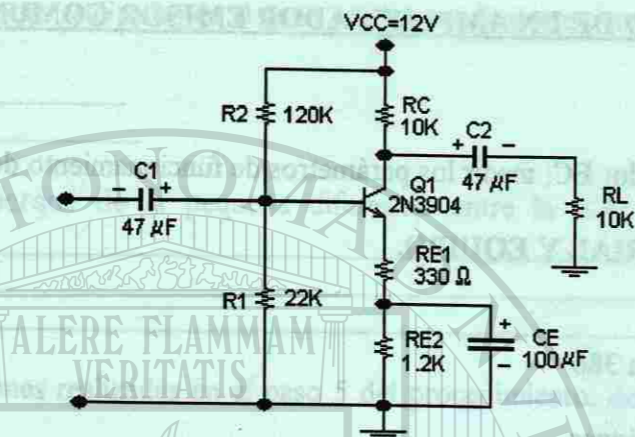


Figura 1. Amplificador Emisor-Común.

### IV.- TEORIA PRELIMINAR.

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

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

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

$$\begin{aligned} R_C &>= R_o \\ R_C &= 10K\Omega \end{aligned}$$

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

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

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

$$\begin{aligned} R_E &= V_{CC} / (10 * I_{CQ}) & R_{ib} &= 0.026 / I_{CQ} \\ R_E &= R_{E1} + R_{E2} \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned} I_{CQ} &= 12 / [5 + R_{E1} + 10 + R_E] \\ R_E &= 1.2 / I_{CQ} \end{aligned}$$

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

Se determinan resolviendo las ultimas tres ecuaciones del paso anterior:

$$\begin{aligned} I_{CQ} &= 0.699mA \\ R_E &= 1.72K\Omega \\ R_{E1} &= 0.363K\Omega & \text{Seleccionar } 330\Omega \\ R_{E2} &= 1.72 - 0.363 = 1.357K\Omega & \text{Seleccionar } 1.2K\Omega \end{aligned}$$

**PASO 4.-** Calcular RB

$$\begin{aligned} R_B &= \beta R_E / 10 \\ R_B &= 17.2K\Omega \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} V_{BB} &= I_{CQ} * R_B / \beta + V_{BE} + I_{CQ} R_E \\ V_{BB} &= 1.82V \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} R_1 &= V_{CC} * R_B / (V_{CC} - V_{BB}) \\ R_1 &= 20.27K\Omega & \text{Seleccionar } 22K\Omega \end{aligned}$$



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

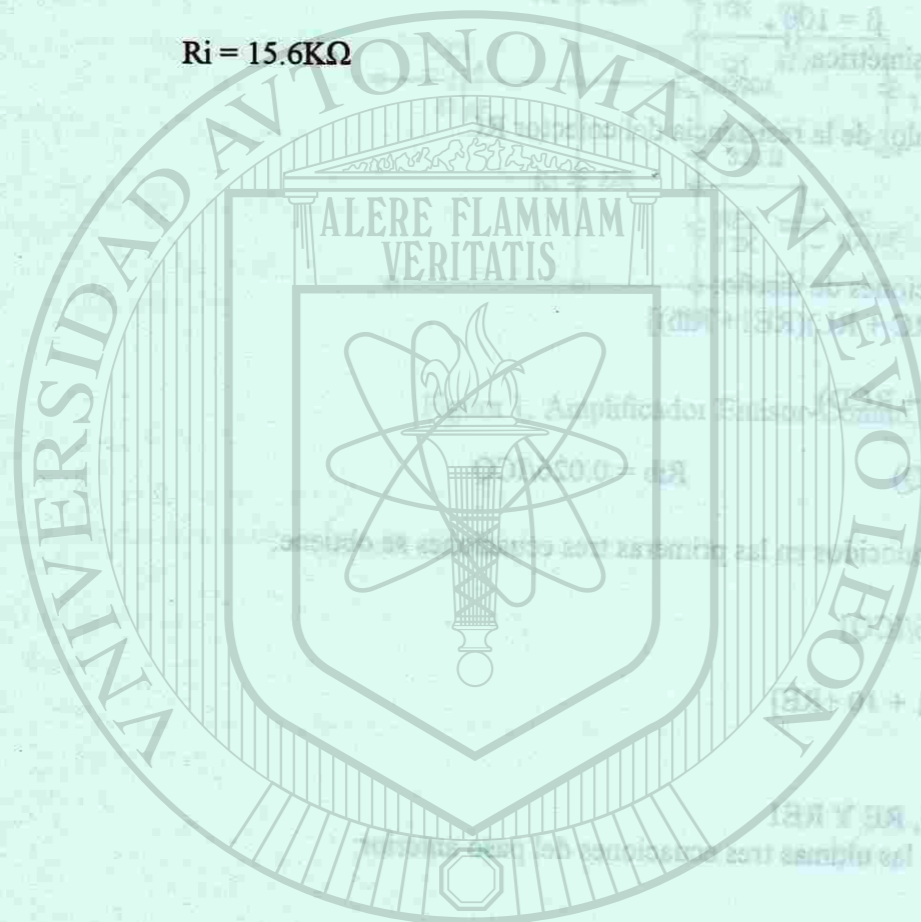
$$R2 = 113.4K\Omega$$

Seleccionar 120K $\Omega$

PASO 7.- Se determina la resistencia de entrada:

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

$$Ri = 15.6K\Omega$$



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

## V.- PROCEDIMIENTO.

1.- Implementar el circuito del amplificador EC de la figura 1. Observe que los valores corresonden 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:

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

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

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

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

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.

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

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

\*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.

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

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

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

El valor de Ri se puede determinar sabiendo que

$$VB = VA \cdot Ri / (10K + Ri)$$

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.

$V_o =$

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

$V_o' =$

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

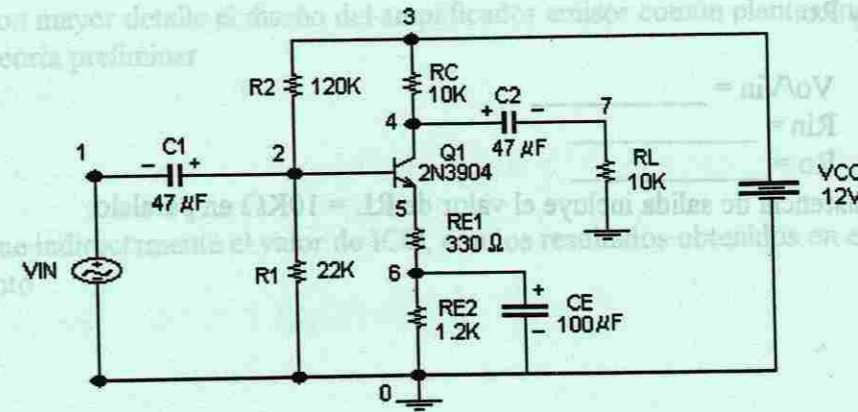


Figura 2. Amplificador Emisor-Común.

- 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 Vo/Vin, Rin y Ro.

Vo/Vin = \_\_\_\_\_  
 Rin = \_\_\_\_\_  
 Ro = \_\_\_\_\_

La resistencia de salida incluye el valor de RL = 10KΩ en paralelo.



**VII.- REPORTE.**

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

2.- Determine indirectamente el valor de ICQ, con los resultados obtenidos en el paso 2 del procedimiento

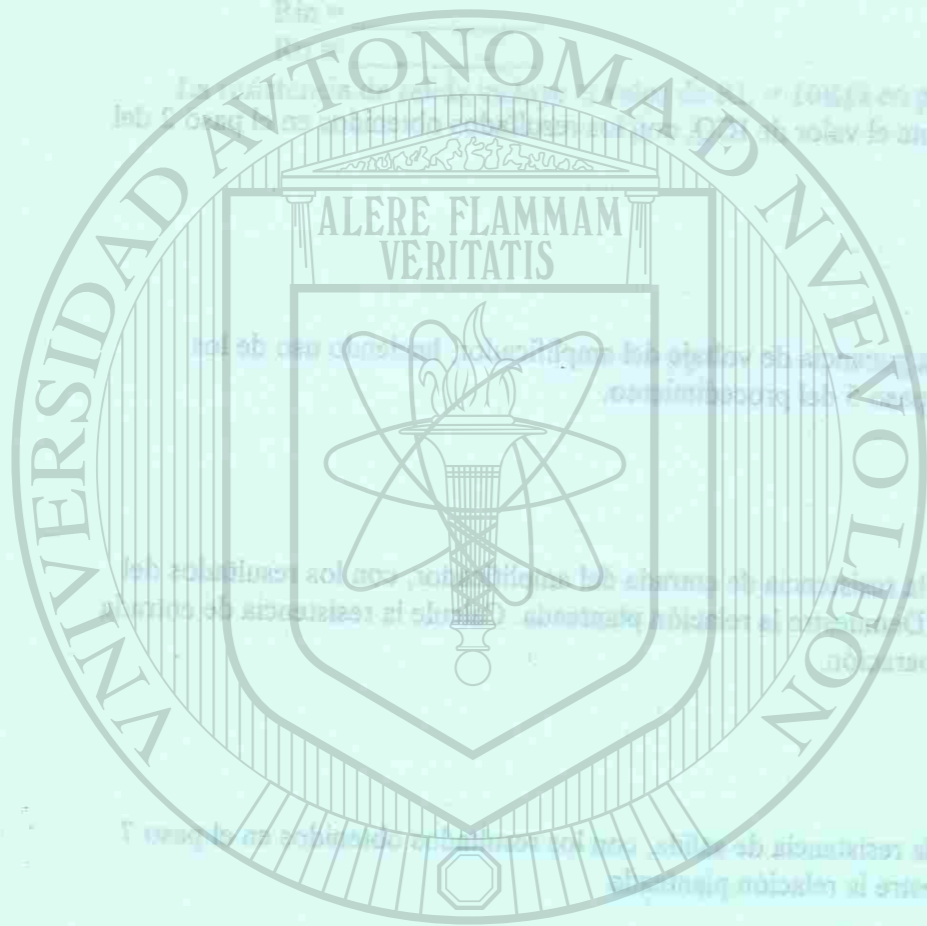
3.- Determine el valor de la ganancia de voltaje del amplificador, haciendo uso de los resultados obtenidos en el paso 5 del procedimiento.

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 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 ICQ.

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



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

EXP109

### CURVAS CARACTERÍSTICAS 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

EXP109-1

FIME, Depto de Electrónica.

### III.- CIRCUITO DEL EXPERIMENTO.

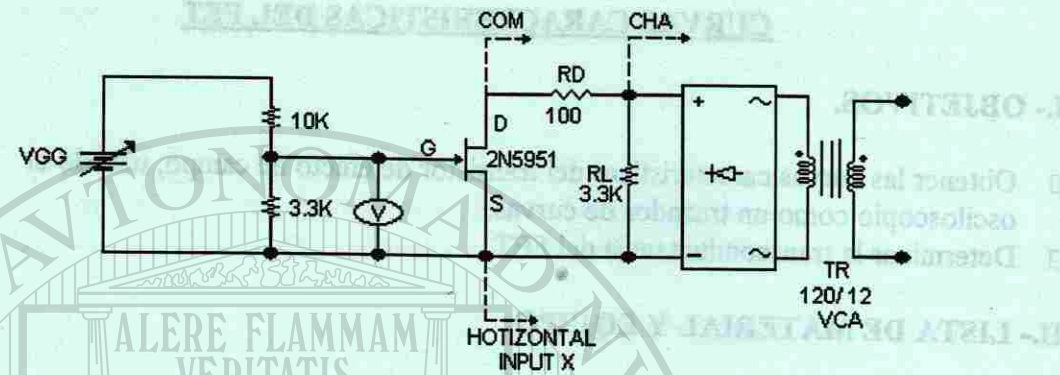


Figura 1. Determinación de las curvas características del FET.

### 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 rectificadada 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.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## V.- PROCEDIMIENTO.

- 1.- Implementar el circuito de la figura 1.
- 2.- Con el multímetro digital mida el voltaje entre compuerta 2 surtidor VGS. Inicie con VGS=0 Volts desconectando ó apagando la fuente de alimentación E.
- 3.- Ajuste los controles del osciloscopio de la siguiente forma:
  - Acoplamiento de C.D.
  - 200 mV/div inicialmente.
  - Modo XY.
  - Vernieres en posición de calibración.
- 4.- Observe lo siguiente:
  - Se forma una curva característica del FET.
  - La deflexión vertical es provocada por la caída en RD lo que significa 2 mA/div.
  - La deflexión horizontal es provocada por el voltaje entre drenador y surtidor y es negativa.
- 5.- Ajuste el vernier de calibración de ganancia horizontal hasta tener un desplazamiento horizontal igual a 2 V/DIV.
  - El resultado de esto es una escala horizontal de 2 V/div.
  - En este paso utilice los controles de posición vertical y horizontal, para hacer que el origen de la curva este cerca de la esquina inferior derecha de la pantalla del osciloscopio.
- 6.- Dibuje una familia de curva característica para los siguientes valores de VGS. La curva se observa en el osciloscopio y se tiene que dibujar en la cuadrícula.

VGS	0	-0.5	-1.0	-1.5	-2.0	-2.5	-3.0	V
-----	---	------	------	------	------	------	------	---

Para cambiar el voltaje VGS, ajuste el valor de la fuente de alimentación E y mida solamente el voltaje VGS con el multímetro digital.  
Etiquete a cada curva con el valor del voltaje VGS que le corresponde.

## VI.- SIMULACION.

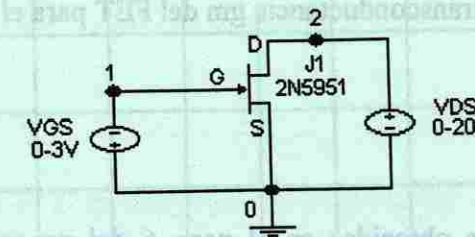


Figura 2. Circuito para obtener las curvas características del FET.

- 1.- Crear el archivo EXP09.CIR con la descripción del circuito de la figura 2.

### CURVAS CARACTERISTICAS DEL FET.

\* Archivo EXP09.CIR

```
VDS 2 0 0
VGS 0 1 0
J1 2 1 0
```

.LIB FET.LIB

.DC VDS 0 20 0.1 VGS 0 3 0.5

.PROBE

.END

- 2.- En el graficador de alta resolución observar la familia de curvas características del FET.
  - Add-Trace ID(J1)
- 3.- Agregar el trazo de una línea de carga de CD, con los siguientes datos VDD = 15, RD = 1KΩ, RS = 0.5KΩ.
  - Add-Trace (15 - VDS)/1.5K

- 4.- Imprimir la gráfica.

**VII.- REPORTE.**

1.- Determinar el valor de la transconductancia gm del FET para el punto de operación dado por:

$V_{GSQ} = -1.5V.$   
 $V_{DSQ} = 10V.$

Emplear la familia de curvas obtenidas en el paso 6 del procedimiento. Para lograr lo anterior determine con  $V_{DS} = 10V.$

$i_{D2} = \underline{\hspace{2cm}}$  para  $V_{GS} = -1.0V$   
 $i_{D1} = \underline{\hspace{2cm}}$  para  $V_{GS} = -2.0V$

$g_m = \frac{\Delta i_D}{\Delta V_{GS}} = \underline{\hspace{2cm}}$

2.- Graficar la curva de transferencia del FET. Para ello complete la siguiente tabla, haciendo uso de la familia de curvas obtenida en el paso 6 del procedimiento.

Para  $V_{DS} = 10V$

VGS	0	-0.5	-1.0	-1.5	-2.0	-2.5	-3.0
iD							

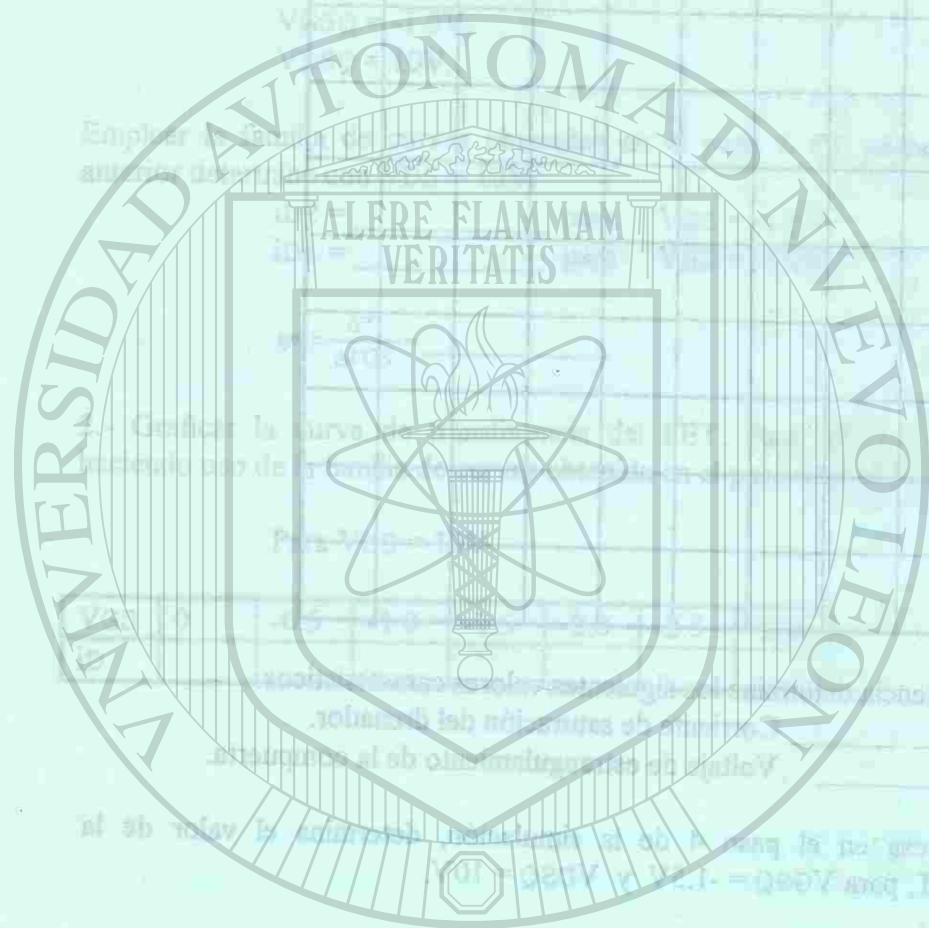
La curva de transferencia de la gráfica de  $i_D$  contra  $V_{GS}$ :


3.- De la curva de transferencia determine los siguientes valores característicos:

$I_{DSS} = \underline{\hspace{2cm}}$  Corriente de saturación del drenador.  
 $V_p = \underline{\hspace{2cm}}$  Voltaje de estrangulamiento de la compuerta.

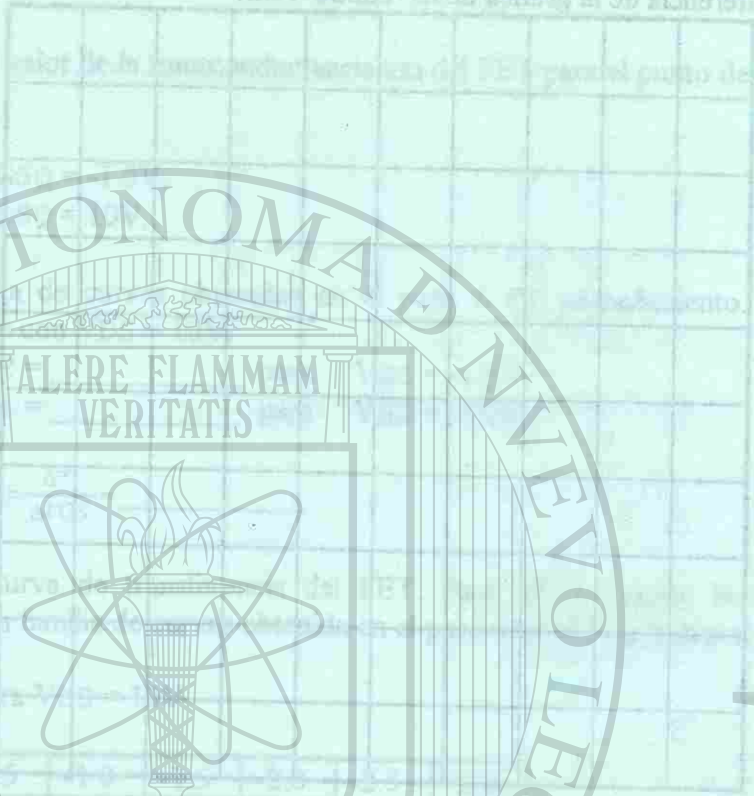
4.- Con la gráfica impresa en el paso 4 de la simulación, determina el valor de la transconductancia del FET, para  $V_{GSQ} = -1.5V$  y  $V_{DSQ} = 10V.$





## VII.- REPORTE

1.- Determinar el valor de la constante de ganancia del FET para el punto de operación dado por:



Para lograr lo

tabla.

3.- De la curva de transferencia del FET, se obtiene la siguiente tabla.

4.- Con la gráfica impresa en el punto 3, se obtiene el valor de la

## IV.- TEGRÍA PRELIMINAR

EXP110

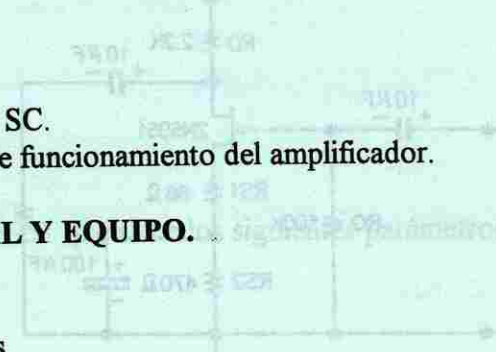
### DISEÑO DE UN AMPLIFICADOR SURTIDOR COMUN

#### I.- OBJETIVOS.

- Diseñar un amplificador SC.
- Medir los parámetros de funcionamiento del amplificador.

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

- 1 Osciloscopio
- 1 Generador de funciones
- 1 Fuente de alimentación
- 1 FET 2N5951
- 1 Resistencia 100K $\Omega$ , 1/2W
- 1 Resistencia 10K $\Omega$ , 1/4W
- 1 Resistencia 22K $\Omega$ , 1/2W
- 1 Resistencia 68 $\Omega$ , 1/2W
- 1 Resistencia 470 $\Omega$ , 1/2W
- 2 Capacitores 10 $\mu$ F, 50V
- 1 Capacitor 100 $\mu$ F, 50V



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



### III.-CIRCUITO DEL EXPERIMENTO.

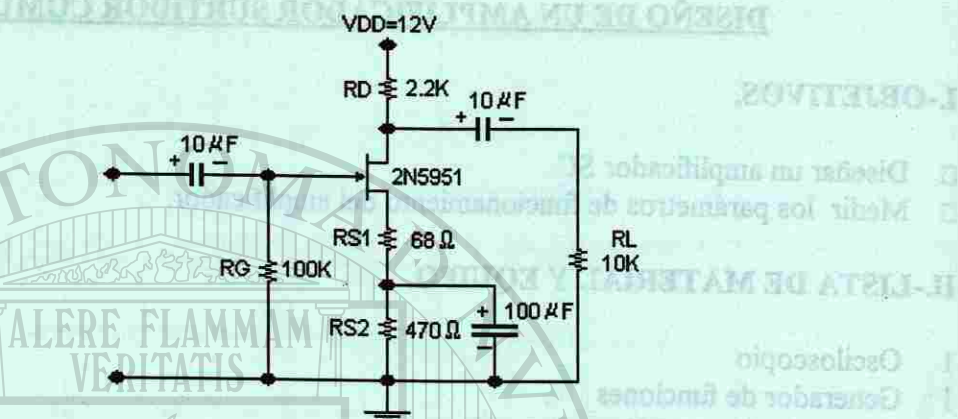


Figura 1.

### IV.-TEORIA PRELIMINAR.

Se desea diseñar un amplificador surtidor-común, como el de la figura 1, y con las siguientes especificaciones:

- Av = -5
- RL = 10KΩ
- Rin = 100KΩ

Usar el transistor JFET 2N5951 que tiene los siguientes parámetros:

- Vp = -2.5V
- IDSS = 10mA

La fuente de alimentación disponible es de 12 volts, y se recomienda el siguiente punto de operación:

- IDQ = 2.5mA
- VDSQ = 6V

Se procederá al diseño de acuerdo con el siguiente procedimiento:

**PASO 1.-** Especificar punto de operación.

$$I_{DQ} = 2.5mA$$

$$V_{DSQ} = 6V$$

$$g_{mo} = \frac{2I_{DSS}}{V_p}$$

$$g_{mo} = 8mmhos$$

$$g_m = g_{mo} \sqrt{\frac{I_{DQ}}{I_{DSS}}}$$

$$g_m = 4mmhos$$

$$V_{GSQ} = V_p \left( 1 - \sqrt{\frac{I_{DQ}}{I_{DSS}}} \right)$$

$$V_{GSQ} = -1.25V$$

**PASO2.-** Plantear ecuaciones de funcionamiento.

$$R_s + R_D = \frac{V_{DD} - V_{DSQ}}{I_{DQ}}$$

$$A_v = -g_m \frac{R_D // R_L}{1 + g_m R_{S1}}$$

$$V_{GSQ} = -I_{DQ} R_s$$

$$R_s = R_{S1} + R_{S2}$$

Sustituyendo valores en las ecuaciones anteriores, se determinan los siguientes valores:

$R_D = 1.9K \Omega$  Seleccionar  $2.2K\Omega$

$R_{S1} = 69 \Omega$  Seleccionar  $47\Omega$

$R_{S2} = 431 \Omega$  Seleccionar  $330\Omega$

**PASO 3.-** Seleccionar  $R_G$

$R_G \geq R_{in}$

$R_G = 100K\Omega$

## V.- PROCEDIMIENTO.

1.- Implementar el circuito del amplificador SC de la figura 1. Observe que los valores corresponden 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:

VDD = \_\_\_\_\_  
 VD = \_\_\_\_\_  
 VG = \_\_\_\_\_  
 VS = \_\_\_\_\_

3.- Observe que se cumplan las siguientes condiciones:

VG  $\approx$  0  
 VS  $>$  0  
 VD  $>$  VS  
 VD  $<$  VDD

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

Vo = \_\_\_\_\_  
 Vi = \_\_\_\_\_

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  $100K\Omega$  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.):

VA = \_\_\_\_\_  
 VB = \_\_\_\_\_

El valor de Ri se puede determinar sabiendo que

$$V_B = V_A \left( \frac{R_i}{100K + R_i} \right)$$

Al terminar retire del circuito la resistencia de 100KΩ.

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.

$V_o =$  \_\_\_\_\_

Con una carga  $R_L' = 2.2K\Omega$  (use un nuevo valor)

$V_o' =$  \_\_\_\_\_

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

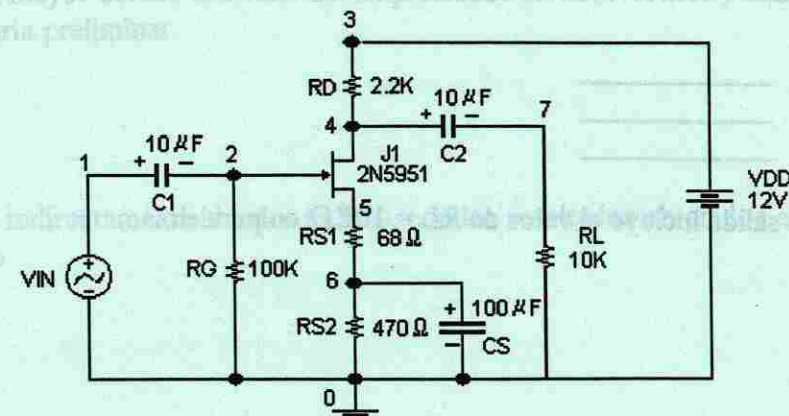


Figura 2. Amplificador Surtidor Común.

1.- Crear el archivo EXP10.CIR con la información del circuito amplificador SC de la figura 1.

### AMPLIFICADOR SURTIDOR COMUN

\*Archivo EXP10.CIR

```

VIN 1 0 AC 1
VDD 3 0 DC 12
C1 2 1 10UF
C2 4 7 10UF
CS 6 0 100UF
RG 2 0 100K
RD 3 4 2.2K
RS1 5 6 68
RS2 6 0 470
RL 7 0 10K
J1 4 2 5 J2N5951
LIB FET.LIB
TF V(7) VIN
END
    
```

2.- Los resultados de la simulación se pueden observar en el archivo de salida EXP10.OUT, para ello vea la opción FILE BROWSE.

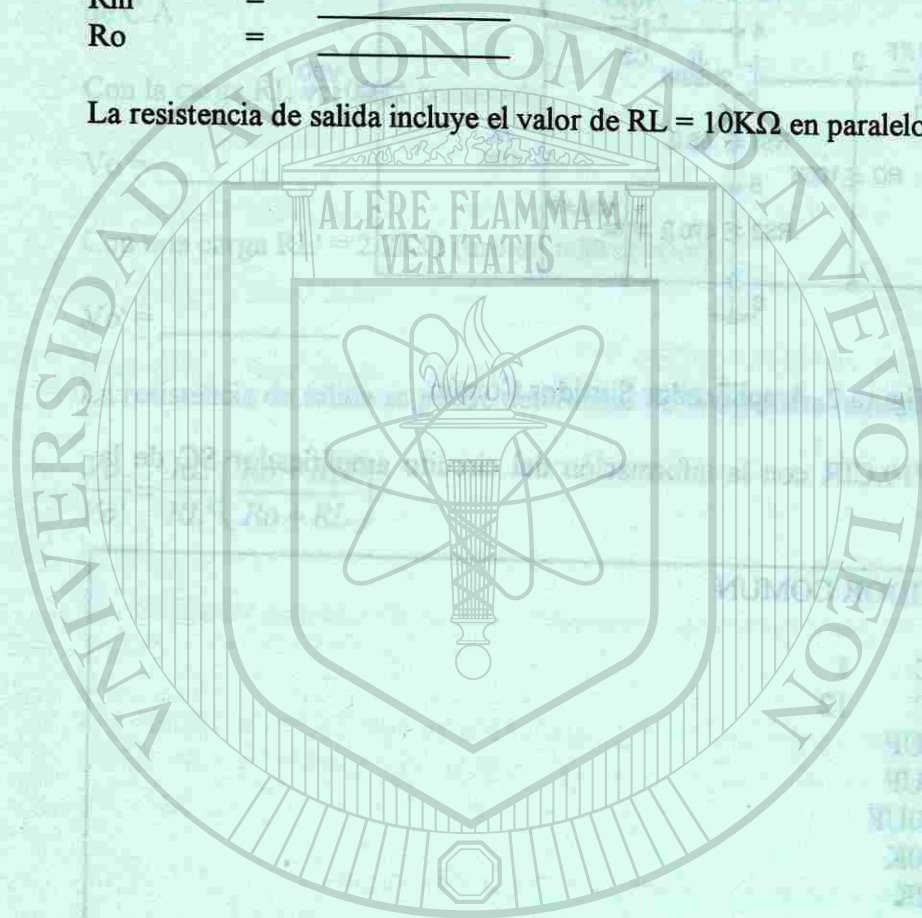
3.- Tome nota de los voltajes del punto de operación:

VD = \_\_\_\_\_  
 VG = \_\_\_\_\_  
 VS = \_\_\_\_\_

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.



Component	Value
AC	0
DC	0
CI	1
CO	7
CS	0
DA	0
RG	0
RD	0.1K
RS1	0
RS2	0
RL	10K

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACIONES Y TECNICAS

### VII.- REPORTE.

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

2.- Determine indirectamente el valor de  $I_{DQ}$ , con los resultados obtenidos en el paso 2 del procedimiento

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

4.- Determine el valor de la resistencia de entrada del amplificador, con los resultados del paso 6 del procedimiento. Compare con el valor teórico.

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

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

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.



JUAN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA