

Objetivo: Obtener las curvas características de un BJT utilizando el trazador de curvas. Además se hará la síntesis del circuito que resulte de la selección de un punto de operación de la región más lineal de dichas curvas.

Material:

1 Transistor TIP31 (BJT).

Resistores varios.

Equipo:

1 Trazador de curvas c/dos puntas.

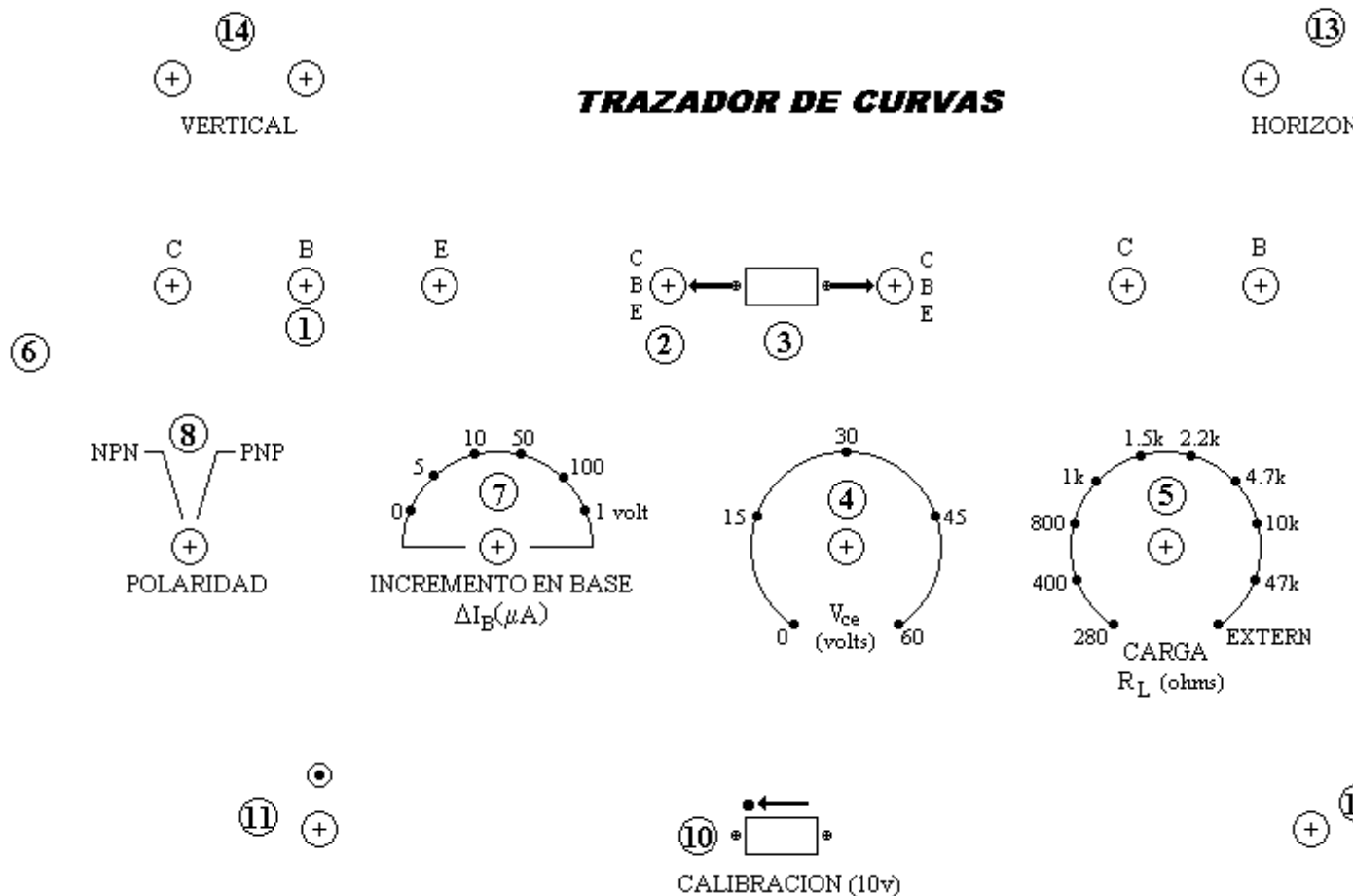
1 Fuente de alimentación.

1 Osciloscopio c/dos puntas.

1 Plantilla de experimentos.

Procedimiento:

- Identifique cada una de las terminales y controles del trazador de curvas e indique cual es su función.



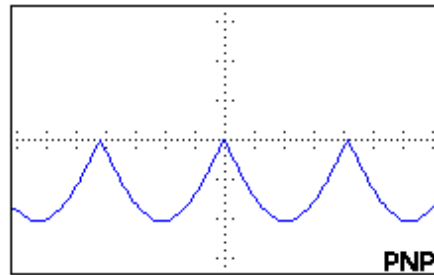
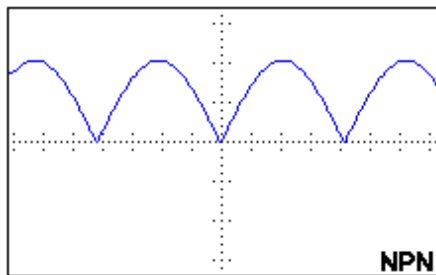
- Permite montar el componente por medio de caimanes, las terminales del conector estan identificadas con las letras C, B y E.
- Permite montar el componente directamente en el trazador, las terminales del conector estan identificadas con las letras C, B y E.

Nota:

Entre C y E se tiene el voltaje de magnitud variable con el tiempo y por tanto es donde deben conectarse los componentes de 2 terminales. Entre B y E, se tiene la escalera; la terminal de control de los elementos de 3 terminales deben conectarse a B; y las restantes terminales a C y E.

- El interruptor permite seleccionar la base operada.
- Por medio de este control (V_{ce}) se regula el voltaje entre C y E, el cual es variable en un rango entre 0 y 90 volts.
- El interruptor (R_L) es utilizado para limitar la corriente originada por V_{ce} , el cual permite elegir distintas resistencias de carga.
- En estos ciertos casos será conveniente usar como carga del componente bajo prueba una carga externa; para ello, con R_L en posición de carga externa; se conecta dicha carga con las terminales que para el efecto se tienen en la cara lateral izquierda del Trazador.
- El interruptor I_B permite seleccionar los incrementos de la escalera entre B y E (incrementos de corriente o de voltaje) en cada ciclo sucesivo.
- Permite seleccionar entre un componente NPN o PNP.

- El control $I_B = 0$ permite ajustar la componente continúa de I_B para lograr que la escalera se inicie en cero y así poder realizar las mediciones con mayor precisión.
 - El interruptor de calibración en la posición marcada por un punto, desconecta ambas bases y traza la pantalla del osciloscopio un voltaje fijo de 10 volts, para efectos de calibración.
 - Interruptor de encendido.
 - Señal de encendido.
 - Conexión vertical al osciloscopio.
 - Conexión horizontal al osciloscopio.
-
- Sin encender el trazador de curvas, ubique los siguientes controles como se indica a continuación:
 - Colocar la perilla V_{ce} en cero.
 - Colocar la perilla I_b en cero.
 - Colocar la perilla I_b en cero.
 - Poner el interruptor CAL (10 V) alejado de el punto indicador.
 - Poner el interruptor de polaridad en la posición PNP.
 - Encender el osciloscopio y conectar una punta en le canal x. Ajuste su escala vertical al valor más alto y la perilla de periodo (TIME) al valor de 2 mseg/cm para una señal de D.C.
 - Utilizar unas puntas de fuente para conectar las terminales del lado izquierdo del trazador, denominadas C (+) y E (-) con la punta de el osciloscopio, colocando el interruptor de selección del transistor en la posición izquierda.
 - Encender el trazador de curvas. Variar V_{ce} desde cero hasta 60 volts y medir estas variaciones. Cambiar el interruptor de polaridad a NPN. Reportar las curvas que se observe en el osciloscopio e indique: la amplitud máxima, el periodo y la frecuencia.



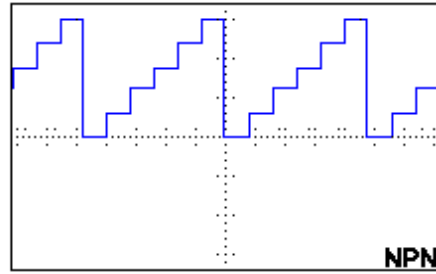
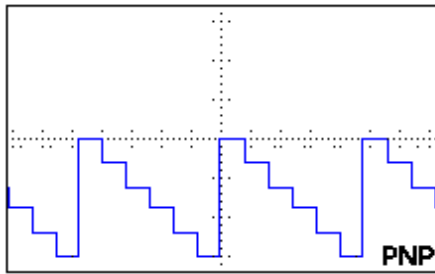
NPN		PNP	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Amplitud Máxima	100 V	Amplitud Máxima	-100 V
Período	8.2 mS	Período	8.2 mS
Frecuencia	121.9 Hz	Frecuencia	121.9 Hz

- Apague el trazador de curvas. Ponga V_{ce} en cero, el interruptor de polaridad en PNP y I_b en 5 . Cambie la punta de fuente que esta en la terminal C del trazador (la que se coloco entre las terminales C y E). A la terminal B.

Poner la perilla del osciloscopio V / cm en 1.

Poner la perilla del osciloscopio Time en 10 mseg/div.

- Encienda el trazador de curvas. Cambie el interruptor de polaridad. Dibujar las dos curvas observadas anteriormente indicando la amplitud máxima de cada escalón y amplitud máxima de la señal además indique el periodo de cada escalón y el periodo total de la señal así como su frecuencia.



NPN		PNP	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Amplitud Máxima/escalón	5 V	Amplitud Máxima/escalón	-5 V
Amplitud Máxima Total	29 V	Amplitud Máxima Total	-29 V
Período/escalón	8.2 mS	Período/escalón	8.2 mS
Período Total	50 mS	Período Total	50 mS
Frecuencia/escalón	121.9	Frecuencia/escalón	121.9
Frecuencia Total	20	Frecuencia Total	20

- Apagar el trazador de curvas. Conectar las puntas del osciloscopio al trazador de curvas (canal X del Osciloscopio a la salida horizontal del trazador de curvas y el canal Y del osciloscopio al vertical del trazador).

Poner el transistor en su base.

Poner el selector I_b en 5.

Poner el selector de polaridad en PNP.

Poner la perilla V_{ce} en aproximadamente 20 V.

Poner la perilla V/cm del canal X del Osciloscopio en 5.

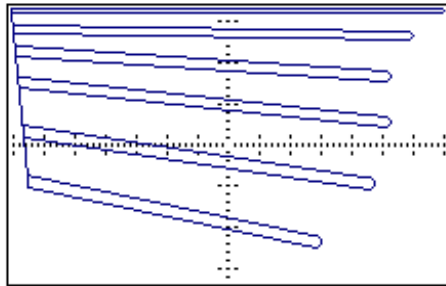
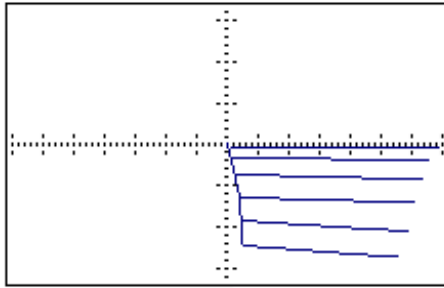
Poner la perilla V/cm del canal Y del osciloscopio en .2

Poner la perilla correspondiente del osciloscopio para operarlo en XY.

PRECAUCION: No permita que el punto que aparezca en el osciloscopio sea muy intenso o muy brillante.

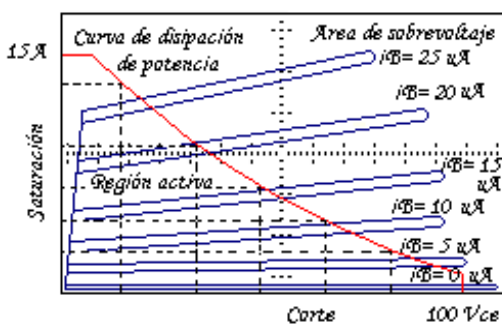
- Encender el trazador de curvas. Dibujar y reportar las curvas que aparecen en el osciloscopio. Anotar en la escala horizontal el valor que indica la perilla V/cm del canal X ya que este valor es la magnitud del voltaje V_{ce} (en volts) por cada cuadro de la pantalla del osciloscopio y por lo tanto en el dibujo de trazado.

Anotar de igual forma la posición de la perilla V/cm del canal Y del osciloscopio. Este valor multiplicado por 10 es la magnitud de la corriente I_c (en mA) por cada división de la pantalla del osciloscopio y por lo tanto también del dibujo trazado.



Valores de V/cm		Valores de V/cm		
Entrada	Valor			
Canal X	5		Entrada	Valor
Canal Y	0.1		Canal X	2
			Canal Y	0.2

- En el dibujo obtenido en el paso anterior, indicar:
- La región activa.
- La región de corte.
- La región de saturación .
- La región de sobrevoltaje.
- Una curva de disipación de potencia (calcule y proponga una).



- Dibujar una recta de carga DC sobre las curvas de salida obtenidas en el paso 9, similar a la ilustrada en la figura 1. Trata que esta recta cruce la región activa por su centro y con un ángulo con respecto al eje horizontal de aproximadamente 45 grados.

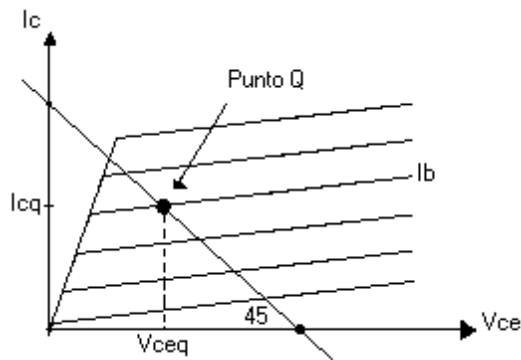


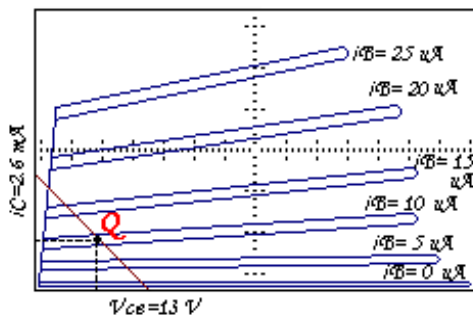
Fig. 1

La recta de la figura 1 puede ser representada matemáticamente por las siguiente ecuación:

$$V_{cc} = I_c R_c + V_{ce} \text{ o también por } V_{cc} = I_c (R_c + R_e) + V_{ce}$$

Escojamos por simplicidad la ecuación del lado izquierdo y de la figura 1 también podemos leer las intersecciones de la recta con los ejes horizontal (V_{cc} para $I_c = 0$) y vertical (V_{cc}/I_c para $V_{ce} = 0$) Reporte estos valores.

Observe en la figura que el punto de operación se ubica relativamente cercano al origen, debido a la alta capacidad de disipación de potencia del transistor, lo cual es bueno, ya que consume poca energía a pesar de estar encendido el circuito (y puede efectuar amplificación). Se escogió la recta de carga de tal forma que formara un ángulo de 45° con el eje horizontal.



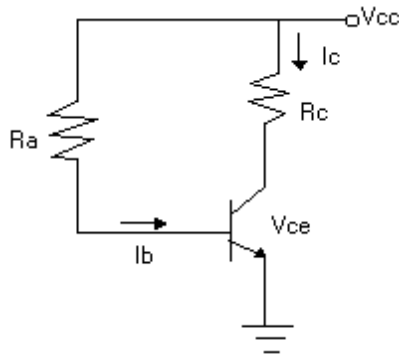
Intersección con el eje horizontal = $V_{cc} = 13 \text{ v}$.

Intersección con el eje vertical = $V_{cc} / R_c = 2.6 \text{ mA}$.

De la primera intersección encontramos el valor de V_{cc} y de la segunda intersección y despejando, podemos encontrar R_c .

.

- Un circuito que puede cumplir con la ecuación que se escogió anteriormente es el de la figura 2.



- Para encontrar el valor de R_b de la Figura 2, escoja I_b de tal forma que divida aproximadamente por la mitad de la recta de carga de la figura 1. Reporte los valores en el punto de operación de

$I_b = 10 \text{ A}$.	$I_c = 1.2 \text{ mA}$.	$V_{ce} = 8 \text{ v}$
------------------------	--------------------------	------------------------

De la figura 2 podemos establecer:

$V_{cc} = I_b R_b + V_{be}$ de donde $R_b = (V_{cc} - V_{be}) / I_b$ suponga que $V_{be} = 0.6 \text{ V}$ por que el transistor es de Silicio.

Después de sustituir los valores reporte el valor de

$$R_b = 1.24 \text{ M}$$

- Con los valores calculados anteriormente, usted puede construir el circuito de la figura 2. Si los valores calculados no están disponibles comercialmente aproximarlos con resistencias en serie o con un potenciómetro. Si coloca un potenciómetro en serie con la base, tenga la precaución de agregar una resistencia en serie (100 K) con el potenciómetro para evitar posible conexión V_{cc} directamente a la base del transistor.
- Energize su circuito y reporte el punto de operación del transistor indique también el error entre el valor teórico leído de las curvas y el valor real medido del circuito.

Variable	Valor calculado	Valor medido
I_b	10 A	10 A
I_c	1.2 mA	1.02 mA
V_{ce}	8 V	8.27 V

- Si el circuito tuviera una resistencia en el emisor, explique que pasos seguirla para calcularla. Incluya las precauciones que debe de tomar también

Al momento de agregar una resistencia de emisor seguiríamos teniendo dos mallas en el circuito de polarización, y aplicando la LVK obtendríamos:

$$V_{cc} = I_c(R_c + R_e) + V_{ce}$$

$$V_{cc} = I_b R_b + V_{be} + I_c R_e$$

por lo que tendríamos 2 ecuaciones con tres incógnitas,

suponiendo $R_e = 1/10 R_c$ tenemos que:

$$V_{cc}=1.1*I_c*R_c+V_{ce} \text{ y también } V_{cc}=I_bR_b+(I_c*R_c/10)+V_{be}$$

por lo tanto ecuaciones nos quedarían como:

$$V_{ce} = V_{cc} - 1.1 * R_c * I_c \qquad I_b = \frac{V_{cc} - V_{be} - \frac{I_c * R_c}{10}}{R_b}$$

La principal desventaja de esta configuración con resistencia de emisor consiste en que la resistencia de emisor consume cierta cantidad de potencia de salida, por lo cual es necesario tomar como precaución conectarle un capacitor en paralelo para evitar que R_e sea una carga para el circuito de ac y que únicamente actúe en el circuito de polarización de cd.

- Proporcione las conclusiones personales de cada componente de grupo.

En esta practica nos dimos cuenta de que se pueden hacer circuitos más exactos utilizando el trazador de curvas, con el cual se puede encontrar fácilmente el punto de operación de un transistor ya que las curvas pueden variar de un dispositivo a otro aun siendo del mismo tipo.

También vimos que el punto de operación obtenido se puede comprobar mediante la implementación de un circuito practico, cuyo punto de operación debe coincidir con el calculado gráficamente utilizando las curvas características obtenidas con el trazador de curvas.

Por medio de esta practica se aprendio a utilizar el trazador de curvas, por medio del cual se pueden obtener curvas características de un transistor ya sea NPN o PNP, ademas de que nos permite encontrar facilmente el punto de operación y calcular distintos valores que son caracteristicos de estos componentes.

PRÁCTICA No. 2

UBICACIÓN Y VARIACIÓN DEL PUNTO DE OPERACIÓN EN LA REGIÓN ACTIVA

OBJETIVO: Conocer las condiciones que se requieren para llevar al transistor a la región de corte y saturación e identificar los efectos de una no máxima oscilación simétrica alrededor del punto de operación estático.

MATERIAL

- 1 Transistor TIP31 ó TIP41
- 1 Resistor de 10 K $\frac{1}{2}W$
- 1 Resistor de 100 K $\frac{1}{2}W$
- 1 Resistor de 68 K $\frac{1}{2}W$
- 1 Resistor de 150 K $\frac{1}{2}W$
- 1 Resistor de 100 $\frac{1}{2}W$
- 2 Resistores R_C y R_B (Dependientes de los cálculos)
- 2 Capacitores de 100 F/63 V

EQUIPO

- 1 Osciloscopio con dos puntas
- 2 Fuentes de voltaje variables con puntas
- 1 Plantilla de experimentos
- 1 Generador de funciones con puntas

- 1 Trazador de curvas
- 2 Multímetros

PROCEDIMIENTO

1. Con base en la práctica No.1, para el circuito de la figura 2-A, calcule R_C . Reporte I_{CQ} , I_{BQ} , V_{CEQ} y los puntos en los cuales la recta de carga corta a los ejes I_C y V_{CE} . Sitúe a V_{CC} en el intervalo siguiente: $10\text{ V} < V_{CC} < 15\text{V}$.

La I_B es de 8 A , y tomando V_{CC} igual a 12 volts , analizando la primera malla tenemos:

$$V_{BB} - R_B I_B - V_{BE} = 0$$

Donde

$$V_{BB} = R_B I_B + V_{BE}$$

Sustituyendo valores :

$$V_{BB} = 10\text{ k} (8\text{ A}) + .6 = .68\text{ volts}$$

$$I_C = I_B = 63 (8\text{ A}) = .54\text{ mA}$$

$$V_{CE} = 1.2\text{ Volts}$$

De la siguiente malla tenemos que:

$$V_{CC} - R_C I_C - V_{BE} = 0$$

Por lo tanto

$$R_C = (V_{CC} - V_{BE}) / I_C$$

Sustituyendo valores tenemos a $R_C = 20\text{ K}$

Parámetro	Valor
I_{CQ}	$.54\text{ mA}$
I_{BQ}	8 A
V_{CEQ}	1.2 V .

Puntos en los que la recta de carga intersecta con los ejes:

a) $I_C = 0$; $V_{CE} = V_{CC} = 12\text{ V}$.

b) $V_{CE} = 0$; $I_C = (V_{CC}/R_C) = 6\text{ mA}$.

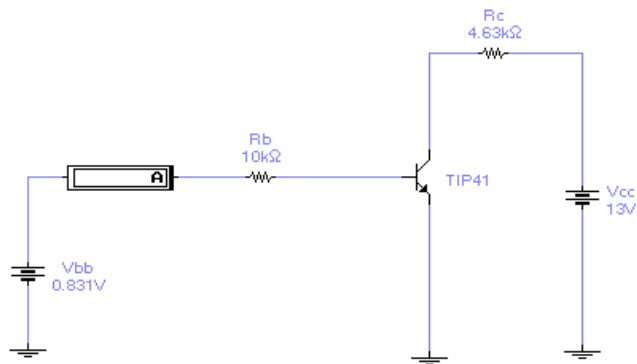


FIGURA 2-A

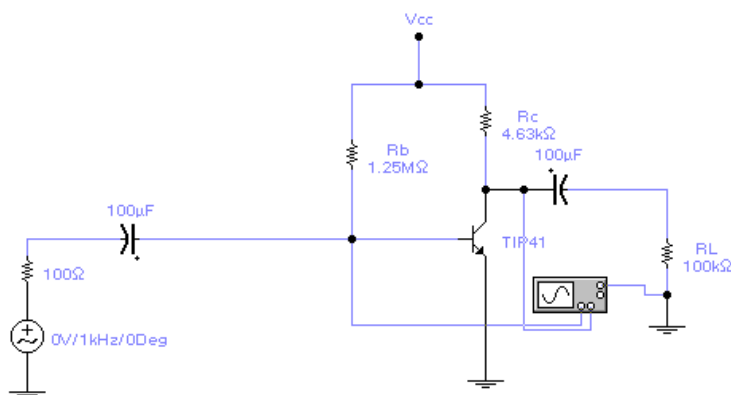


FIGURA 2-B

2. Construya el circuito de la figura 2-A y prevenga que VBB esté al mínimo. Encienda las fuentes y aumente VBB hasta obtener la IBQ del paso 1. Verifique los valores de ICQ y VCEQ en el transistor con los obtenidos en el paso 1. Reporte también IEQ, VCBQ y VBEQ.

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
IEQ	.53 mA	VCEQ	1.2 V.
ICQ	.51 mA	VBEQ	.45 V.
IBQ	8 A	VCBQ	.75 V.

3. Calcule y reporte β y β_{DC} a partir de los datos obtenidos en el paso 2.

$$\beta = I_C / I_B \text{ y } \beta_{DC} = I_C / I_E$$

Parámetro	Valor
β	0.96
β_{DC}	63.5

Cabe mencionar que la β del transistor utilizada fue de 63, lo cual el valor lo da muy aproximado.

4. Aumente y disminuya V_{BB} hasta llevar al transistor a saturación ($I_{Cmax} = V_{CC}/R_C$) y corte ($V_{Cemax} = V_{CC}$) respectivamente, reportando en ambos casos los siguientes parámetros.

Saturación		Corte	
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
I_B	20.7 A	I_B	.10 A
I_C	.6 mA	I_C	.001 A
I_E	.62 mA	I_E	.001 A
V_{CE}	.11 V.	V_{CE}	12 V.
V_{CB}	.34 V.	V_{CB}	12 V.
V_{BE}	.45 V.	V_{BE}	.65mV.
	.96		1
	28.98		.1

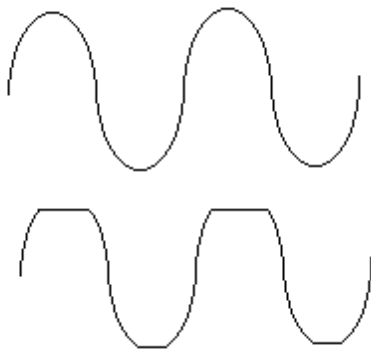
5. Con base en los resultados obtenidos en el paso 1, calcule:
$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BEQ}}{I_{BQ}}$$

, e implemente el circuito de la figura 2-B.

NOTA: V_i debe estar al mínimo de su amplitud y sin nivel de DC.

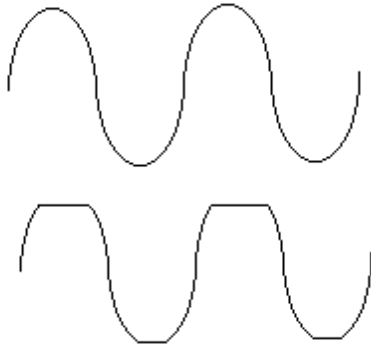
6. Aumente la amplitud de V_i (Señal senoidal) hasta que la señal de salida recorte a un extremo. Reporte las formas de onda y diga si el transistor llegó primero a corte o a saturación.

Con $R = 100\text{ K}$, el transistor llegó primero a corte. La señal se distorsionó primero en la parte de arriba antes que la parte de abajo.

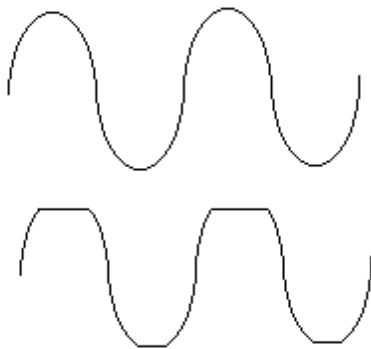


Cambie el valor de R_L de 100 K por otro resistor de 150 K y después por uno de 68 K repitiendo el procedimiento indicado en el párrafo anterior por cada valor de resistor de R_L .

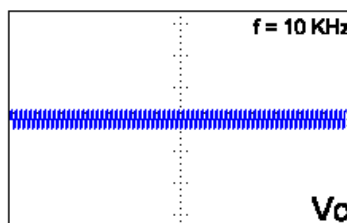
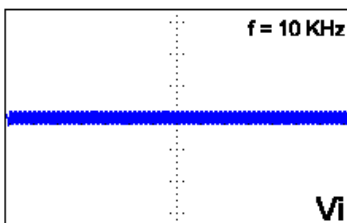
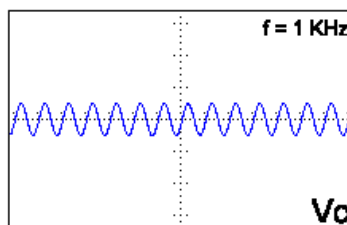
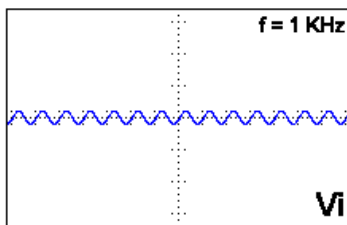
Con $R = 147\text{ K}$, el transistor llegó primero a corte. La señal se distorsionó primero en la parte de arriba antes que la parte de abajo.

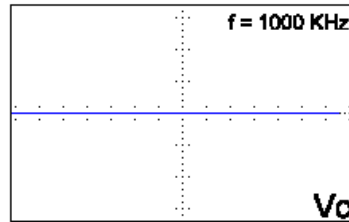
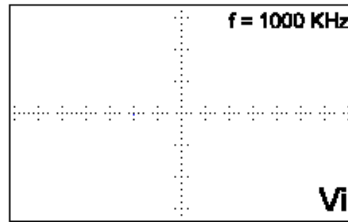
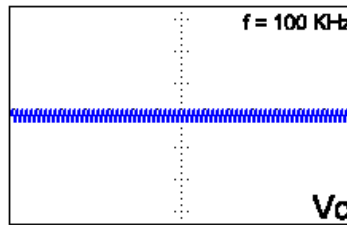
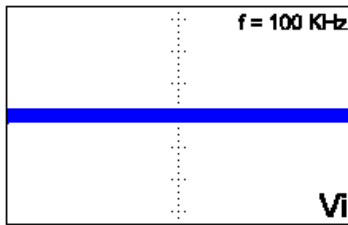


Con $R = 68\text{ K}$, el transistor llegó primero a corte. La señal se distorsionó primero en la parte de arriba antes que la parte de abajo.



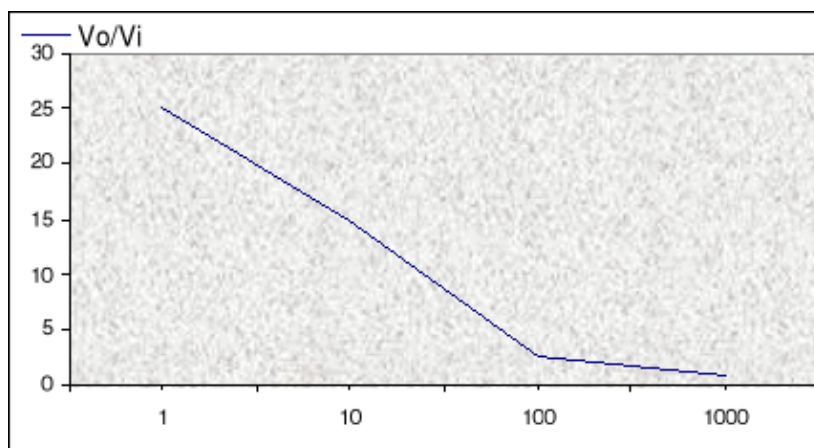
7. Basándose en la figura 2-B (V_i es una señal senoidal) encienda VCC y V_i (Con $R_L = 100\text{ K}$) y aumente la amplitud de V_i hasta que el voltaje en R_L sea de 5 VPP. Manteniendo la misma amplitud, varíe la frecuencia (en décadas) en todo el rango del generador de funciones y lea tanto la señal de entrada como la de salida haciendo una tabulación de esto. Calcule la relación V_o/V_i para todo el rango de frecuencia y haga una gráfica de lo anterior en escala semilogarítmica.





- En todas las frecuencias, la amplitud de V_i es de 0.2 V y se lee en la escala de 0.5 Volts/div.
- Para $f = 1$ KHz, V_O tiene una amplitud de 5 V y se lee en la escala de 5 Volts/div. La escala de tiempo es de 1 mS/div.
- Para $f = 10$ KHz, V_O tiene una amplitud de 3 V y se lee en la escala de 5 Volts/div. La escala de tiempo es de 0.5 mS/div.
- Para $f = 100$ KHz, V_O tiene una amplitud de 0.5 V y se lee en la escala de 0.5 Volt/div. La escala de tiempo es de 0.1 mS/div.
- Para $f = 1000$ KHz, V_O tiene una amplitud de 0.16 V y se lee en la escala de 0.5 Volt/div. La escala de tiempo es de 0.1 mS/div.

VO	Vi	f
5 V	0.2 V	1 KHz
3 V	0.2 V	10 KHz
0.5 V	0.2 V	100KHz
0.16 V	0.2 V	1000 KHz



Gráfica f vs. V_O/V_i

CUESTIONARIO

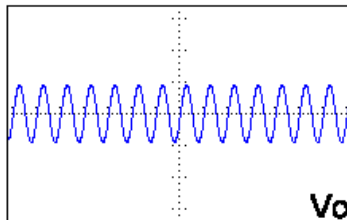
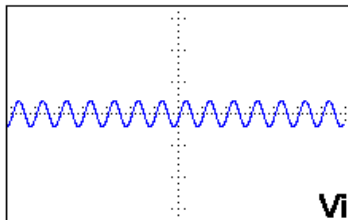
- Con respecto al paso 6, indique por qué se tiene ese comportamiento y no se recorta en los dos extremos al mismo tiempo.

Este comportamiento no sucede porque el punto de operación no está centrado en la recta de carga, es decir, no está ubicado para dar la máxima oscilación simétrica. Debido a esto, la señal no se recorta en los dos extremos al mismo tiempo.

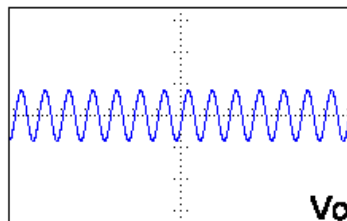
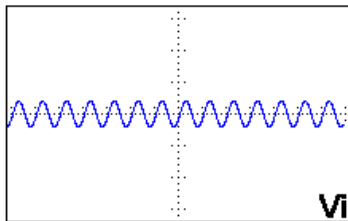
- Reporte y explique si hubo diferencia al cambiar las resistencias de 150 K y 68 K con respecto a la de 100 K .

Hubó diferencia pero muy pequeña, pues las amplitudes cambiaron de 9V a 10V($RL = 68\text{ K}$) y en $RL = 147\text{ K}$, se mantuvo igual en 9 V el VO.

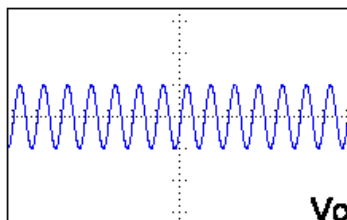
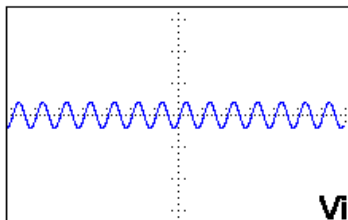
Las gráficas de los tres casos, se muestran a continuación:



La amplitud de Vi es de 0.4 VPP mientras que VO tiene una amplitud de 9 VPP. Vi se ve en la escala de 0.5 Volts/div y VO en la de 5 Volts/div. Para ambas, la escala de tiempo es de 1 mS/div($RL = 100\text{ K}$).



La amplitud de Vi es de 0.4 VPP mientras que VO tiene una amplitud de 9 VPP. Vi se ve en la escala de 0.5 Volts/div y VO en la de 5 Volts/div. Para ambas, la escala de tiempo es de 1 mS/div($RL = 147\text{ K}$).



La amplitud de Vi es de 0.4 VPP mientras que VO tiene una amplitud de 10 VPP. Vi se ve en la escala de 0.5 Volts/div y VO en la de 5 Volts/div. Para ambas, la escala de tiempo es de 1 mS/div($RL = 68\text{ K}$).

- ¿Qué función tienen los condensadores en el circuito?

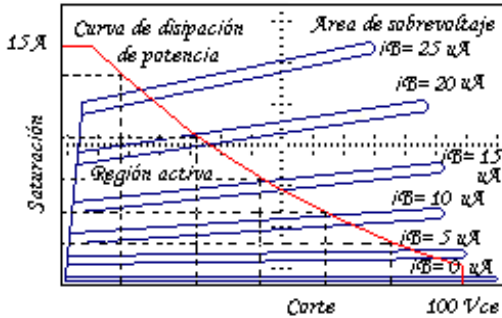
No permitir el paso de señales de DC y sólo el de señales de AC.

- ¿Qué sucede si la resistencia de 100 K se omite?

Prácticamente no se aprecia un cambio notorio en la señal de salida, pues el valor de 100 k se puede considerar como circuito abierto, es decir una resistencia muy elevada.

- Dibuje sobre las curvas de salida las hipérbolas de disipación de potencia de 1, 5 y 10 mW. Indague en algún manual de semiconductores cuál es la máxima potencia que disipa su transistor.

La máxima potencia disipada por el transistor TIP41, es de 90 W (Fuente: Manual de Semiconductores ECG).



- ¿Para qué sirve la R de $100\text{ }\Omega$ en serie con el V_i ?

Para limitar la amplitud de la señal de entrada al transistor.

- Explique las variaciones de y en los pasos 3 y 4.

Los valores de y en el paso 4 disminuyeron respecto a los del paso 3. Cuando el transistor entra en saturación, aumenta la corriente de colector, pero la corriente de base también aumenta de manera considerable, razón por la cual la relación de β disminuye. También aumenta la corriente de emisor, lo que hace que la relación de β se acerque a la unidad.

CONCLUSIONES

En el desarrollo de esta práctica pude observar que la acción amplificadora del transistor, se vio afectada de manera notable por la frecuencia, puesto que al ir aumentando esta magnitud por décadas, la amplitud de la señal de salida se volvió muy pequeña, casi igual que la señal de entrada.

Se comprobó que al no encontrarse el punto de operación del transistor en el centro de la recta de carga, la señal sufre distorsión, presentándose esta más rápidamente en la parte superior que en la inferior, este fue el caso que se presentó.

Se observó en esta práctica que al efectuar las mediciones de I_c e I_e se tuvieron que realizar al mismo tiempo, porque si se hacen indebidamente dan resultados erróneos.

OBJETIVO: Establecer una comparación de la respuesta en frecuencia entre un amplificador no retroalimentado y uno con retroalimentación negativa.

MATERIAL

2 Transistores ECG-128 o TIP 31

4 Resistencias de 4.7 k $\frac{1}{2}\text{W}$ 1 Resistencia de 10 k $\frac{1}{2}\text{W}$

2 Resistencia de 1 k $\frac{1}{2}\text{W}$ 1 Resistencia de 33 k $\frac{1}{2}\text{W}$

1 Resistencia de 100 $\frac{1}{2}$ W 2 Resistencia de 56 $\frac{1}{2}$ W

1 Resistencia de 56 k $\frac{1}{2}$ W 1 Resistencia de 3.9 k $\frac{1}{2}$ W

1 Resistencia de 47 k $\frac{1}{2}$ W 1 Resistencia de 470 $\frac{1}{2}$ W

2 Potenciómetros de 100 k 1 Capacitor de 100 F/63 V

5 Capacitor de 100 F/63 V 1 Capacitor de 100 F/63 V

EQUIPO

- Fuente de voltaje de C.D.
- Osciloscopio con dos puntas.
- Multímetro.
- Generador de funciones.
- Plantilla de experimentos.

PROCEDIMIENTO

- Construya el circuito de la figura 1 sin conectar C2, VS y con VR1 ajustado a 100 k y VR2 ajustado a 37 k .

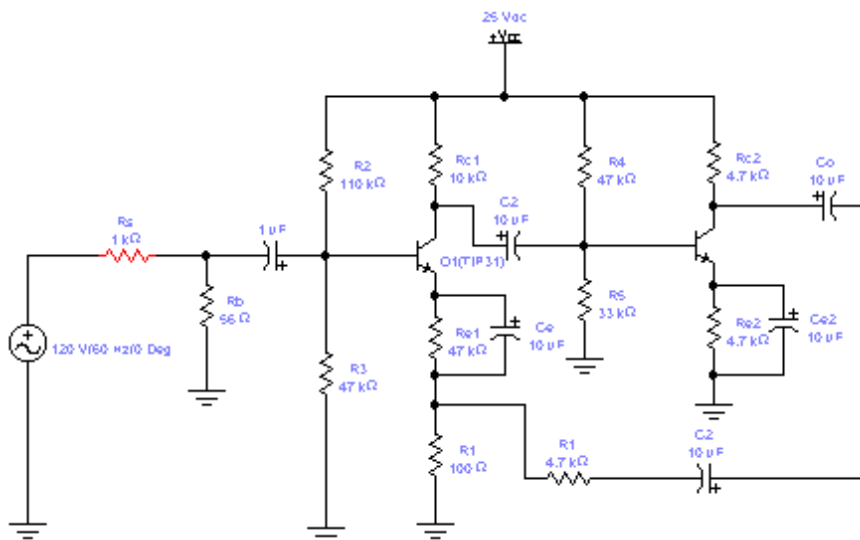


Figura 1

Encienda VCC y reporte los puntos de operación de Q1 y Q2.

$$I_{CQ1} = .98 \text{ mA} \quad I_{CQ2} = 1.18 \text{ mA}$$

$$I_{BQ1} = 11 \text{ A} \quad I_{BQ2} = 23.5 \text{ A}$$

$$V_{CEQ1} = 3.94 \text{ V} \quad V_{CEQ2} = 4.98 \text{ V}$$

- Si algún transistor esta fuera de la región activa, ajuste cuidadosamente con VR1 y VR2.
- Ajuste a la mínima amplitud de una señal senoidal y una frecuencia de 1 kHz.

Coloque CH1 y CH2 de su osciloscopio en los puntos A y B respectivamente.

- Conecte y encienda VS. Aumente su amplitud hasta obtener una señal de salida amplificada (por ejemplo de 2 VPP como mínimo) y sin distorsión.
- Mida las ganancias de voltaje, cambiando los canales del osciloscopio en el circuito de la figura 1 y de acuerdo a la medición que se pide:

$$AV2 = VBT(PP) / V1(PP) = 2V_{pp} / 16 mV = 125$$

$$AV1 = V1(PP) / VAT(PP) = 16mV / 2mV = 8$$

$$AV = VBT(PP) / VAT(PP) = 2V_{pp} / 2 mV = 1000$$

- Disminuya la frecuencia de su generador a 10 Hz y llene la tabla 8.1.

f (Hz)	VO / VA	f (Hz)	VO / VA	f (Hz)	VO / VA
10	2.34	1 k	456.65	100 k	127.35
100	68.76	10 k	434.67	1 M	11.23

Tabla 8.1

- Apague VS y VCC. Conecte ahora C2 y repita el punto 6.

f (Hz)	VO / VA	f (Hz)	VO / VA	f (Hz)	VO / VA
10	2.07	1 k	187.92	100 k	146.82
100	67.34	10 k	184.24	1 M	11.17

Tabla 8.2

- Identifique que tipo de amplificador se tiene en la figura 1 (de voltaje, de corriente, de transconductancia o de transresistencia).

Es un amplificador de voltaje

Que tipo de retroalimentación tenemos en el amplificador de la figura 1 (voltaje-serie, voltaje-shunt, corriente-serie o corriente-shunt).

Es una retroalimentación Voltaje-Serie.

Con los datos de la tabla 8.1 dibuje en forma semilogarítmica la información de los puntos 6 y 7.

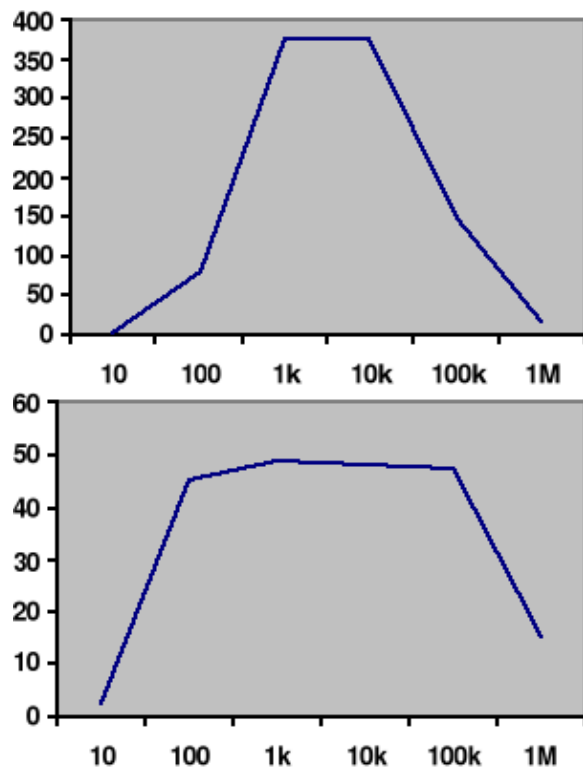


Tabla 8.1 Tabla 8.2

De acuerdo con las curvas obtenidas, ¿qué puede comentar del ancho de banda del amplificador no retroalimentado en comparación con el del amplificador retroalimentado?

El amplificador retroalimentado tiene un ancho de banda más grande que el amplificador no retroalimentado.

¿Qué mejoras sufre el amplificador retroalimentado en comparación con el no retroalimentado?

Explique su respuesta en base a RI, RIF, AI, AIF, AV, AVF, R0 y R0F.

En un amplificador retroalimentado:

La resistencia de entrada puede ser aumentada, mientras que la de salida se puede disminuir, la respuesta en frecuencia es mejor, la tensión de salida tiende a mantenerse constante

Rof	Disminuye
Rif	Aumenta
Mejora	Amplificador de tensión
Estabiliza...	Avf
Ancho de banda	Aumenta
Distorsión no lineal	Disminuye

Tabla 8.3

- Construya ahora el circuito de la figura 2.

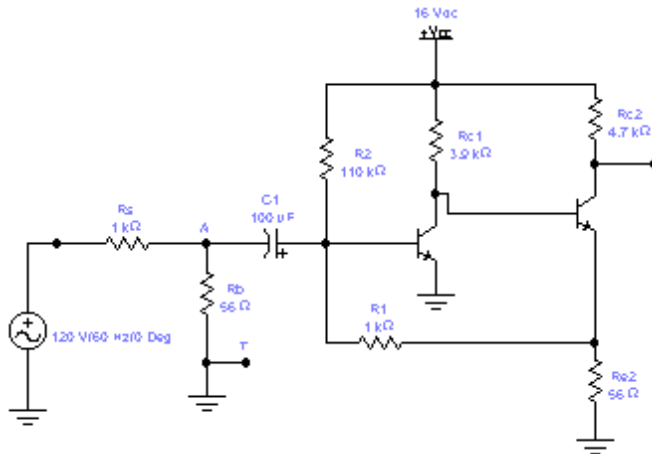


Figura 2

- Repita el paso 3. Los switches AC/DC/GND de los dos canales del osciloscopio deben estar en AC.
- Ajuste VCC al valor de la figura 2. VR1 debe estar a su valor máximo.

Encienda VCC y reporte los puntos de operación de Q1 y Q2.

$$I_{CQ1} = 3.96 \text{ mA} \quad I_{CQ2} = 6.34 \text{ mA}$$

$$I_{BQ1} = 43.68 \text{ A} \quad I_{BQ2} = 45.78 \text{ A}$$

$$V_{CEQ1} = 946 \text{ mV} \quad V_{CEQ2} = 11.65 \text{ V}$$

Ajuste VR1 para que los voltajes entre colector y emisor de Q1 y Q2 estén lo más

cercanos a 8 VDC y reporte estos valores.

$$V_{CEQ1} = 1.05 \text{ V} \quad V_{CEQ2} = 10.48 \text{ V}$$

- Encienda VS. Aumente la amplitud hasta obtener una señal senoidal de salida entre el punto B (salida) y tierra del amplificador de 5 VPP.
- Repita los puntos 5 y 6 referidos a la figura 2.

$$AV2 = V_{BT}(PP) / V_1(PP) = 2V_{pp} / 15 \text{ mV} = 133$$

$$AV1 = V_1(PP) / V_{AT}(PP) = 15 \text{ mV} / 2 \text{ mV} = 7.5$$

$$AV = V_{BT}(PP) / V_{AT}(PP) = 2V_{pp} / 2 \text{ mV} = 1000$$

f (Hz)	VO / VA	f (Hz)	VO / VA	f (Hz)	VO / VA
10	19.34	1 k	156	100 k	1258
100	208	10 k	1389	1 M	214

Tabla 8.4

- Apague VS. Desconecte R' del circuito. Encienda VS y reporte que sucede con la señal de salida VBT(PP).

Disminuya la amplitud de VS y diga que sucede.

La amplitud de la señal disminuye pero casi no se nota, podría decirse que se mantiene casi igual.

Cambie C1 por otro mas pequeño (10 F) y diga que sucede.

Cambie C1 por otro mas grande (220 F) y diga que sucede.

Se aprecia lo mismo que arriba , podría decirse que no sucede nada.

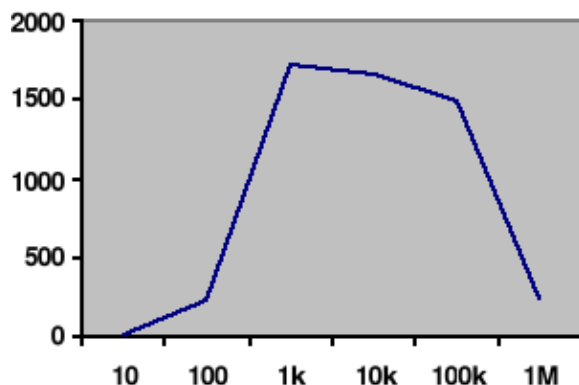
- Responda el punto 8 para la figura 2.

Identifique que tipo de amplificador se tiene en la figura 2 (de voltaje, de corriente, de transconductancia o de transresistencia) y diga que tipo de retroalimentación tenemos (voltaje-serie, voltaje-shunt, corriente-serie o corriente-shunt).

Es un amplificador de corriente

retroalimentación corriente-shunt.

Con los datos de la tabla 8.3 dibuje en forma semilogarítmica la información de los puntos 13.



De acuerdo con las curvas obtenidas, ¿qué puede comentar del ancho de banda del amplificador no retroalimentado en comparación con el del amplificador retroalimentado?

Se puede comentar que el amplificador no retroalimentado tiene un ancho de banda menor, aunque también se puede decir que tiene una mayor ganancia.

¿Qué mejoras sufre el amplificador retroalimentado en comparación con el no retroalimentado?

Explique su respuesta en base a RI, RIF, AI, AIF, AV, AVF, RO y ROF.

Rof	aumenta
-----	---------

Rif	disminuye
Mejora	Amplificador de corriente
Estabiliza...	Aif
Ancho de banda	Aumenta
Distorsión no lineal	Disminuye

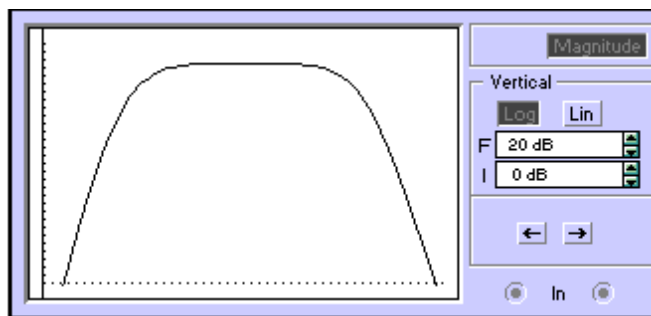
Tabla 8.5

16.- Haga el análisis por computadora con el simulador de circuitos Workbench (versión 4) para los circuitos de las figuras 1 y 2 y obtenga los diagramas de Bode de magnitud y fase.

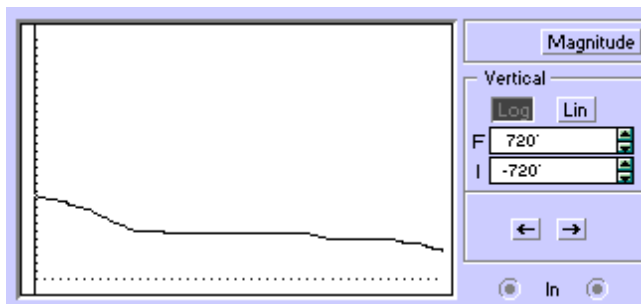
Reporte lo anterior y compare con los resultados de los puntos 8 y 15.

Para el circuito de la figura 1 tenemos las siguientes diagramas:

Sin retroalimentación.

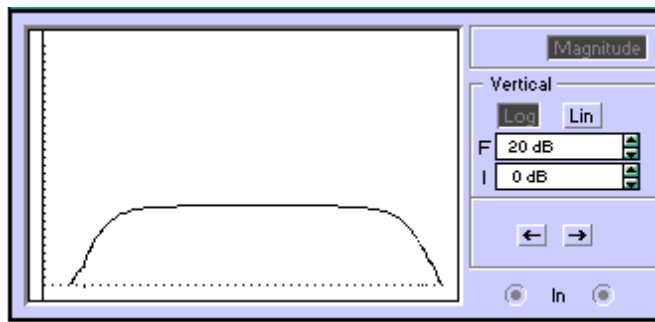


Magnitud

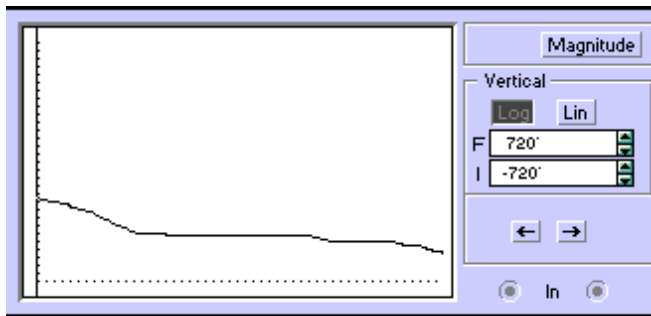


Fase

Con retroalimentación.



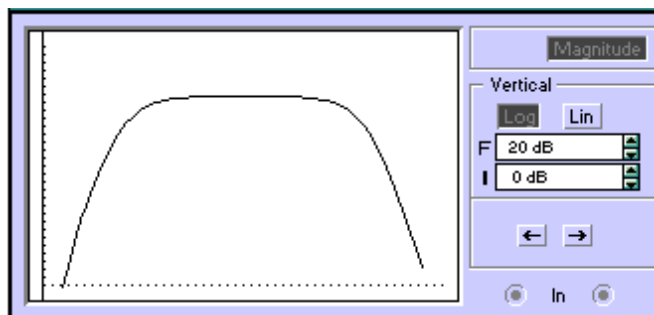
Magnitud



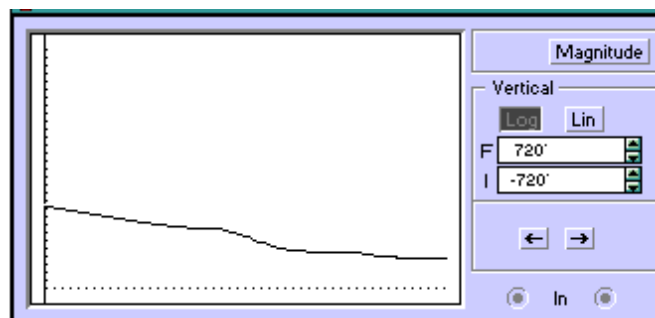
Fase

Para el circuito de la figura 2 tenemos:

Sin retroalimentación

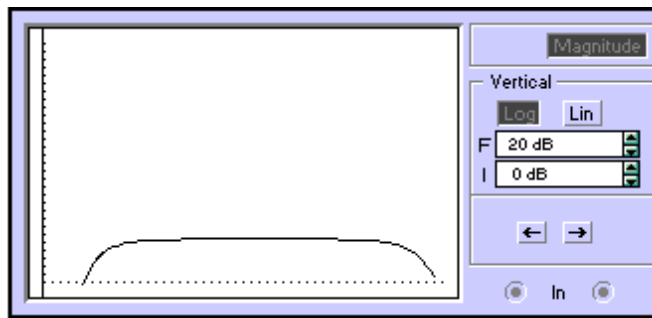


Magnitud

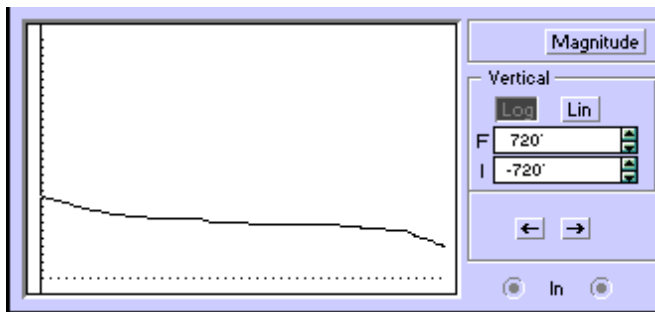


Fase

Con retroalimentación



Magnitud



Fase

Comente sus conclusiones personales e individuales de esta practica y como puede aplicar la información obtenida aquí en la selección de algún tipo de amplificador.

CONCLUSIONES

Durante el desarrolló de esta practica se vió que la retroalimentación disminuye la ganancia del amplificador, pero aumenta el ancho de banda, la resistencia de salida se hace menor, la resistencia de entrada aumenta. Si se utiliza retroalimentación se pueden tener varias desventajas, alguna de ellas si no se tiene cuidado, se puede crear inestabilidad. Según nuestras necesidades podemos seleccionar entre un amplificador retroalimentado y uno no retroalimentado. Entre los cuales existe de corriente, de voltaje, de transconductancia o de transresistencia.



Parámetro	Valor
Volts/div	5 V
Atenuación	X10
Time/div	2 mS

Parámetro	Valor
Volts/div	1 V
Atenuación	X10

Time/div	2 mS
----------	------

Fig. 2

La curva de disipación de potencia fue trazada tomando en cuenta los valores límite de operación del transistor TIP41 que tiene una $I_{cmax}=15\text{ A}$ y un $V_{cemax}=100\text{ V}$, esto debido a la amplia capacidad del transistor. El resto de la curva se traza dando puntos de V_{ce} y obteniendo los respectivos valores de I_c .

VO/Vi	f
25	1 KHz
15	10 KHz
2.5	100KHz
0.8	1000 KHz

Practica No. 8

Amplificador Retroalimentado

Laboratorio de Circuitos Electrónicos II

Practica I