

PRACTICA 8 AMPLIFICADOR CONECTADO EN POLARIZACIÓN FIJA

Objetivo. Demostrar por medio de un osciloscopio, la amplificación de un circuito conectado en polarización fija.

MATERIAL	EQUIPO
1 Transistor 2N2222 ó 2N3904	1 Osciloscopio con puntas
4 Resistencias 470KΩ, Tres de 1KΩ	1 Generador con puntas
2 Capacitores de 470 μF	1 Multímetro con puntas
	1 Fuente de voltaje con puntas

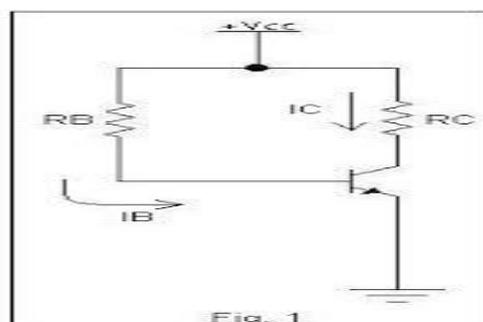
MARCO TEÓRICO: POLARIZACIÓN DEL BJT: POLARIZACIÓN FIJA

Los transistores tienen como función principal la amplificación de señales, para lograr este cometido deben ser polarizados adecuadamente mediante la aplicación de voltajes DC en sus uniones B-E y B-C. Esto se consigue a través de circuitos de polarización, los cuales garantizan que el transistor se encuentre ubicado en un punto sobre su "recta de carga" y en su zona activa.

Existen una gran variedad de circuitos de polarización, dentro de los cuales podemos identificar claramente cuatro tipos básicos:

- circuito de polarización fija (corriente de base constante)
- circuito de polarización estabilizada por emisor
- circuito de polarización por divisor de voltaje (tipo H o universal)
- circuito de polarización por realimentación de colector

Empezaremos analizando el más sencillo de éstos circuitos. **a) circuito de polarización fija:** este circuito es el más sencillo de todos los circuitos de polarización. La resistencia R_c limita la corriente máxima que circula por el transistor cuando este se encuentra en saturación, mientras que la resistencia de base R_B regula la cantidad de corriente que ingresa a la base del transistor (I_B), la cual determina en que zona se polarizará el transistor (saturación, activa o corte).



Eligiendo adecuadamente el valor de estas resistencias podremos determinar con exactitud el punto de trabajo (Q) del transistor. Como se mencionó al inicio, lo que se busca es polarizar al transistor en su zona activa, sobre su recta de carga, para lograr esto debemos hacer uso de ecuaciones características del circuito. Empezaremos por analizar dichas ecuaciones. Para realizar esto último, debemos identificar la malla de entrada y de salida del circuito.

Malla de entrada: partiendo de V_{cc} , la corriente atraviesa R_B , la unión B-E (produciendo el voltaje V_{BE}) hasta llegar a tierra. Entonces podemos plantear la siguiente ecuación de malla:

$$V_{cc} = I_B \cdot R_B + V_{BE} \quad \dots(1)$$

Por tratarse de transistores de silicio, $V_{BE} = 0,7 \text{ v}$

De la ecuación (1) podemos despejar el valor de I_{BQ} (corriente de base en el punto Q), considerando que tenemos como datos R_B , R_C , beta (β) y V_{cc} . Entonces:

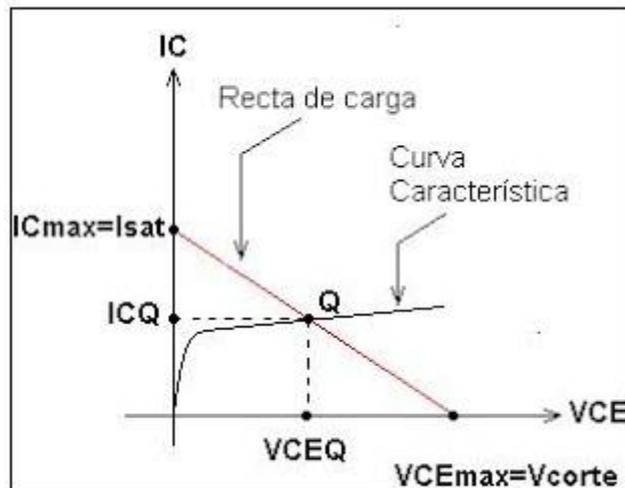
$$I_{BQ} = (V_{cc} - V_{BE})/R_B \quad \dots (2)$$

Malla de salida: partiendo de V_{cc} , la corriente atraviesa R_c , los terminales C-E (produciendo el V_{CE}) hasta llegar a tierra. Entonces podemos plantear la siguiente ecuación:

$$V_{cc} = I_C \cdot R_C + V_{CE} \quad \dots (3)$$

De la ecuación (3) podemos despejar I_C :

$$I_C = -(1/R_C) \cdot V_{CE} + (V_{cc}/R_C) \quad \dots (4)$$



La ecuación (4) representa la Ecuación de la Recta de Carga, cuya gráfica nos permite encontrar dos puntos característicos: la corriente máxima de colector (I_{sat}) y el voltaje colector-emisor máximo (V_{corte}). Además podemos ubicar sobre ella el punto de trabajo (Q) del transistor, que gráficamente representa la intersección de la Recta de carga con la curva característica.

Para: $V_{CE} = 0$, tenemos:

$$I_{Cmax} = I_{sat} = V_{cc}/R_C \text{ (saturación)}$$

Para: $V_{CEmax} = V_{corte} = V_{cc}$, tenemos: $I_C = 0$

Además, conociendo I_{BQ} podemos determinar el valor de I_{CQ} y de I_{EQ} , y con ello el valor de V_{CEQ} :

$$I_{CQ} = \beta \cdot I_{BQ}$$

$$I_{EQ} = (1+b) \cdot I_{BQ}$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} \cdot R_C$$

Estos valores definen el punto de trabajo del transistor y con ello su zona de trabajo. Este tipo de polarización no es muy estable, pues el punto Q varía bastante a medida que el transistor se encuentra trabajando más tiempo.

Cuando se requiere realizar el diseño de un circuito de este tipo, es necesario tener como datos el punto Q, el V_{CC} y el beta (b) del transistor. Por ejemplo, si deseamos polarizar a un transistor 2N2222A en el punto: $I_{CQ} = 10 \text{ mA}$ y $V_{CEQ} = 10 \text{ V}$, con $V_{CC} = 20 \text{ V}$, debemos calcular el valor de R_B y R_C .

Considerando el beta típico que proporciona el fabricante, $b = 200$. Entonces:

$$R_B = (V_{CC} - V_{BE}) / I_{BQ}$$

Como: $I_{BQ} = I_{CQ} / b$, entonces: $R_B = (V_{CC} - V_{BE}) / (I_{CQ} / b)$, reemplazando valores:

$$R_B = (20 - 0.7) / (10 / 200) = 386 \text{ k}$$

Ahora calculamos R_C :

$R_C = (V_{CC} - V_{CEQ}) / I_{CQ}$, reemplazando valores tenemos:

$$R_C = (20 - 10) / 10 = 1 \text{ k}$$

El beta típico considerado en los cálculos no necesariamente coincide con el beta real, cada transistor posee un valor de beta diferente, a pesar de pertenecer al mismo código. Por esta razón es necesario a veces recalcular los valores iniciales, cuando en las mediciones obtenemos valores bastante alejados de los teóricos.

También es importante obtener el valor de R_B que satura al transistor, este valor se obtiene de la misma fórmula utilizada anteriormente, solo que esta vez se evalúa en saturación, entonces:

$R_B = (V_{CC} - V_{BE}) / (I_{sat} / b)$, entonces: hallamos primero el valor de I_{sat} .

$I_{sat} = V_{CC} / R_C$, reemplazando valores tenemos:

$I_{sat} = 20 / 1 = 20 \text{ mA}$, entonces:

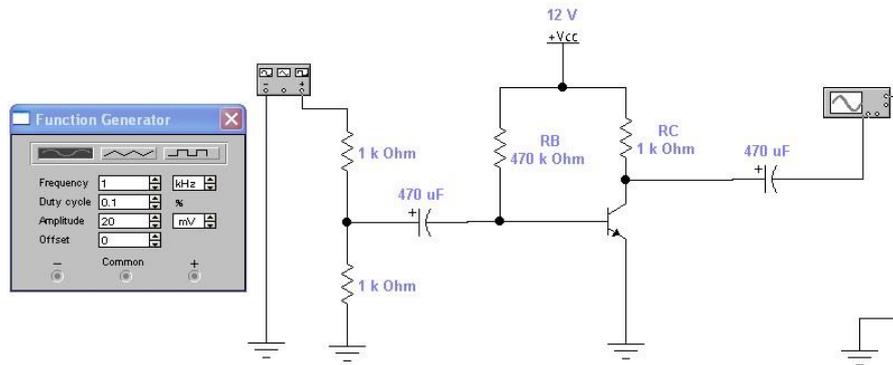
$$R_B = (20 - 0.7) / (20 / 200) = 193 \text{ K}$$

PROCEDIMIENTO:

1. Calibrar el osciloscopio. ¡CALIBRADORES DE VOLTAJE Y TIEMPO EN POSICIÓN. UTILIZE LA SEÑAL DE CALIBRACIÓN DE SU OSCILOSCOPIO PARA COMPROBAR!

2. Ajustar los controles del generador y verificar conectando las puntas del osciloscopio y el generador en paralelo para obtener una amplitud de 10mV.

3. Conecta el siguiente circuito: Armar en el protoboard, consulta armado.



4. Conecta el generador a la entrada del circuito y mide con el osciloscopio esa entrada, la amplitud del generador debe ser de 20 mV y la frecuencia en 1 KHz.

$V_i =$

5. Mide con el osciloscopio la salida del circuito (debe ser mayor que la entrada ya que es un amplificador)

$V_o =$

6. Calcula la ganancia del amplificador

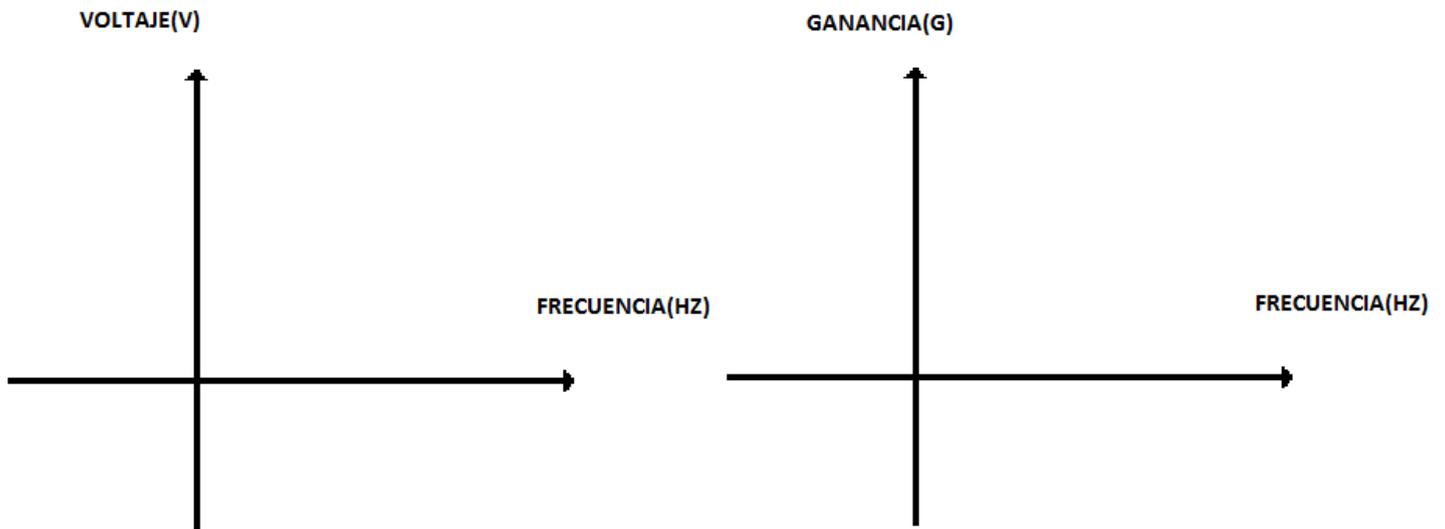
$A_v = \text{VOLTAJE DE SALIDA} / \text{VOLTAJE DE ENTRADA} (\text{NO TIENE UNIDAD})$

$A_v =$

7.-Completa la siguiente table:Mida con el osciloscopio el voltaje de salida para cada una de las siguientes frecuencias. ($V_i = 20 \text{ mV}$)
Calcule la ganancia para cada caso.

$V_o(V)$	F(HZ)	Ganancia
	2KHZ	
	5KHZ	
	10KHZ	
	20KHZ	
	50KHZ	
	100KHZ	
	200KHZ	
	500KHZ	
	1MHZ	
	2MHZ	

8.-GRAFICA 1ERO. VOLTAJE DE SALIDA VS FRECUENCIA Y LUEGO GANANCIA VS FRECUENCIA DE ACUERDO A TUS RESULTADOS:



9.-COMPLETA LA SIGUIENTE TABLA. AHORA LO QUE VAS A VARIAR ES EL VOLTAJE DE ENTRADA, EMPEZANDO CON 20 milivolts a 1 KHZ. Y VAS A MEDIR EL VOLTAJE DE SALIDA V_o

$V_i(V)$	F(HZ)	$V_o(V)$	GANANCIA
20 mV	1KHZ		
50 mV	1KHZ		
80 mV	1KHZ		
100 mV	1KHZ		
150 mV	1KHZ		
200 mV	1KHZ		
300mV	1KHZ		
400mV	1KHZ		
500mV	1KHZ		
800mV	1KHZ		

10.-ELABORA UNA CONCLUSIÓN TECNICA DE TU PRÁCTICA.

11.-ENTREGAR REPORTE A LA SIGUIENTE SEMANA:PORTADA, OBJETIVO, MEDICIONES, SIMULACIÓN, Y CONCLUSIÓN BIEN ELABORADA.

REVISO:

LISTA DE COTEJO PRACTICAS DE LABORATORIO

IMPLEMENTA CIRCUITOS DE CONTROL DE BAJA POTENCIA

SEMESTRE 2018A

GRUPO: _____ FECHA: _____

NOMBRE DEL ALUMNO: _____

	SI	NO	%
LLEGA A TIEMPO AL LABORATORIO			5
LLENA VALE DE MATERIAL COMPLETO			5
LLEVA HOJA IMPRESA DE LA PRACTICA AL LABORATORIO			10
LLEVA MATERIAL PARA REALIZAR LA PRACTICA			10
ARMA CIRCUITO EN PROTOBOARD EN FORMA ORDENADA CIRCUITO PLANCHADO(CABLE TELEFÓNICO)			20
FUNCIONA CORRECTAMENTE SU CIRCUITO EN EL PROTOBOARD			20
ANOTA SUS MEDICIONES EN LA HOJA DE LA PRACTICA			10
REALIZA LA PRACTICA EN EL TIEMPO ESTABLECIDO			10
MUESTRA ORDEN Y RESPETO HACIA COMPAÑEROS Y FACILITADOR			5
APLICA LAS NORMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO DE LABORATORIO			5
TOTAL			