

Electrónica

Práctica N°3 Transistores bipolares

10 de abril de 2023

1. Objetivos

- Analizar el funcionamiento del transistor bipolar en conmutación.
- Armar y probar un circuito de polarización por división de tensión.
- Analizar el funcionamiento de un amplificador de tensión.
- Armar y probar una fuente de corriente construida con un transistor bipolar NPN.
- Aprender a leer una hoja de datos de un transistor bipolar.

2. Listado de componentes e instrumentos

- Resistencias (1/4 watt): 47 Ω , 100 Ω , 470 Ω , 820 Ω , 1 k Ω , 3.3 k Ω y 10 k Ω .
- Diodos: LED y 1N4007 (dos).
- Transistor: BC547.
- Capacitores electrolíticos (25 Volt): 22 μ F (dos) y 47 μ F.
- Protoboard.
- Multímetro digital.
- Generador de funciones.
- Osciloscopio.
- Fuente de tensión de 12 Volts.

3. El transistor en conmutación

- Usando el multímetro digital medir el valor de la ganancia de corriente para continua del transistor NPN BC547 (tener en cuenta la distribución de los pines B, C y E reportada en la hoja de datos):

$$\beta_{dc} =$$

Comparar este valor con el que aparece reportado en la hoja de datos.

Nota: En la hoja de datos a esta cantidad se la denomina h_{FE} .

- Armar el circuito de la Figura 1.

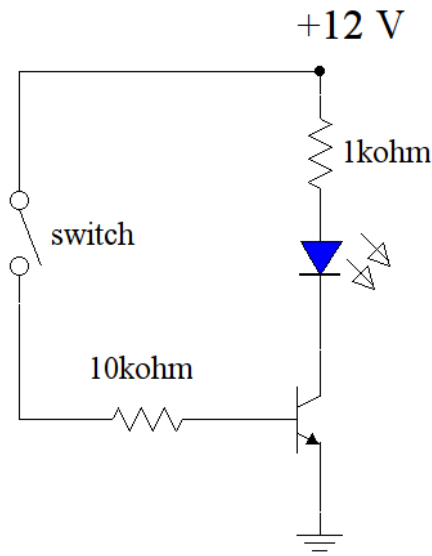


Figura 1: Transistor en conmutación.

- Verificar que abriendo y cerrando el switch se apaga y se enciende el LED. Medir la caída en directa de este diodo:

$$V_{LED} =$$

- Calcular los valores de polarización de continua para este circuito cuando el switch está cerrado, y anotar los resultados en el Cuadro 1.

	Valor calculado	Valor medido
V_B		
I_B		
I_C		
V_E		
V_C		
V_{CE}		

Cuadro 1: Valores de polarización de continua para el circuito de la Figura 1.

- Utilizando el multímetro digital, medir estas mismas cantidades y anotar sus valores en el Cuadro 1.

- ¿Entre qué estados trabaja el transistor cuando se abre y se cierra el switch?. Justificar la respuesta.

.....

.....

.....

4. Polarización por división de tensión

- Armar el circuito de la Figura 2.

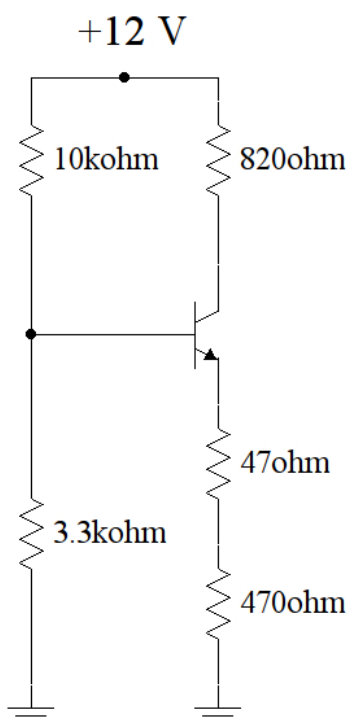


Figura 2: Polarización por división de tensión.

- Calcular y medir los valores de polarización de continua para este circuito. Anotar los resultados en el Cuadro 2.

	Valor calculado	Valor medido
V_B		
V_E		
I_E		
I_C		
V_C		
V_{CE}		

Cuadro 2: Valores de polarización de continua para el circuito de la Figura 2.

- Usando la Figura 3, trazar la recta de carga e indicar tanto la posición del punto de trabajo calculado como del medido.

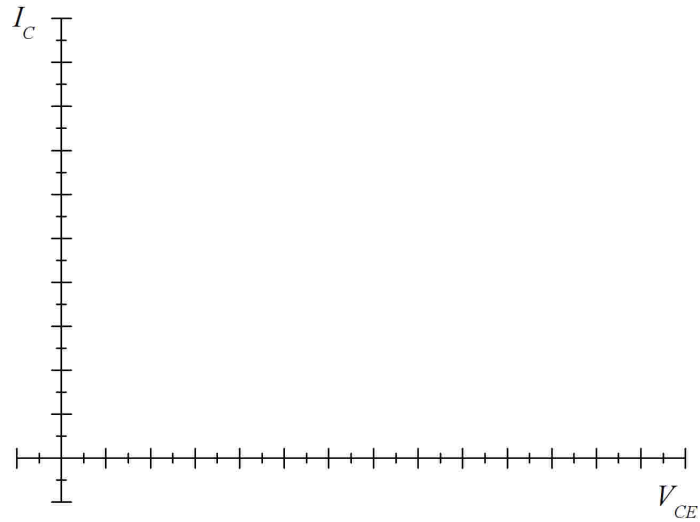


Figura 3: Recta de carga.

5. Amplificador de tensión

- Usando como base el circuito de la Figura 2, armar el de la Figura 4 incorporando capacitores electrolíticos tanto para acoplar las señales de entrada y de salida, como para desacoplar parte de la resistencia de emisor.

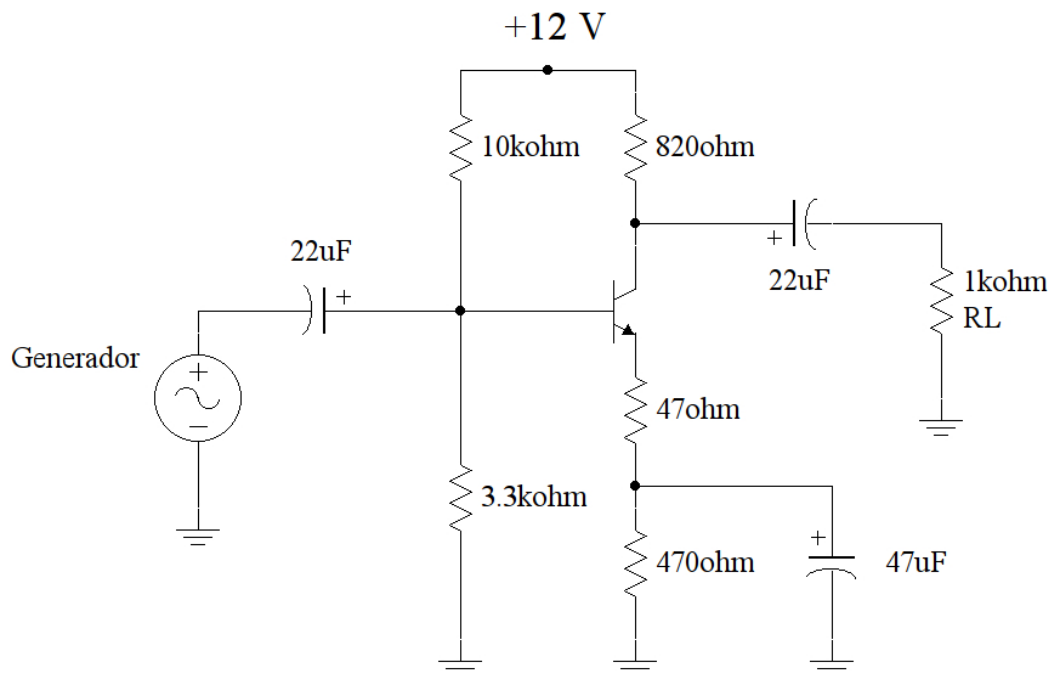


Figura 4: Amplificador de tensión.

- Usando el osciloscopio, ajustar el generador de funciones para que entregue una señal

senoidal de 10 kHz, sin offset de continua y con una amplitud cercana a los 100 mV.

- Medir y calcular la ganancia de tensión del circuito de la Figura 4:

$$A_{\text{medida}} = \quad (\text{circuito completo})$$

$$A_{\text{calculada}} = \quad (\text{circuito completo})$$

Nota: Recordar que la ganancia de tensión se puede calcular a partir de la siguiente expresión:

$$A = \frac{R_C // R_L}{r'_E + R_E}$$

donde R_C y R_L son, respectivamente, las resistencias de colector y de carga, R_E es la resistencia de emisor sin desacoplar y $r'_E = 25(\text{mV})/I_E(\text{mA})$ es la resistencia del diodo de emisor (siendo I_E la corriente de emisor de polarización).

- Desconectando la resistencia de carga, medir y calcular nuevamente la ganancia de tensión:

$$A_{\text{medida}} = \quad (\text{sin carga})$$

$$A_{\text{calculada}} = \quad (\text{sin carga})$$

- Reconectar la resistencia de carga pero ahora eliminar el capacitor de desacoplo de emisor. Medir y calcular la ganancia de tensión para este circuito:

$$A_{\text{medida}} = \quad (\text{sin capacitor de desacoplo})$$

$$A_{\text{calculada}} = \quad (\text{sin capacitor de desacoplo})$$

- Desacoplar completamente la resistencia de emisor (es decir, reconectar el capacitor de desacoplo directamente al emisor del transistor). Medir y calcular la ganancia de tensión para este nuevo caso:

$$A_{\text{medida}} = \quad (\text{con resistencia de emisor desacoplada})$$

$$A_{\text{calculada}} = \quad (\text{con resistencia de emisor desacoplada})$$

Si se aumenta la amplitud del voltaje de entrada, qué le sucede a la ganancia de tensión y a la forma de onda de la señal de salida?. Justificar la respuesta.

.....

- Finalmente, reconectando los componentes para volver a la configuración mostrada en la Figura 4, analizar la respuesta en frecuencia del amplificador. ¿Qué le sucede a la ganancia de tensión en el rango de las bajas frecuencias?. Justificar la respuesta.

.....

6. Fuente de corriente

- Armar el circuito de la Figura 5 conectando un cortocircuito como carga ($R_L = 0$).

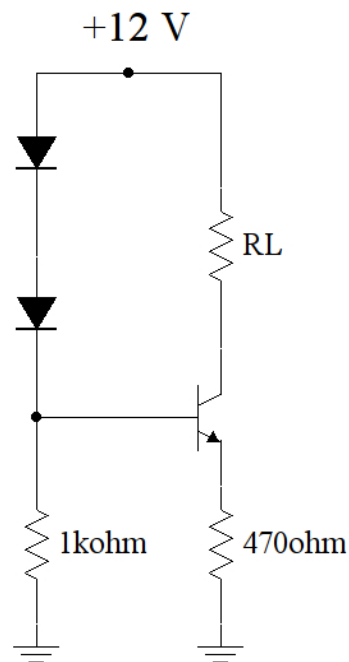


Figura 5: Fuente de corriente.

- Calcular la corriente que debería circular por la carga:

$I_L =$	(calculada)
---------	-------------

- Medir la corriente de carga para los diferentes valores de R_L previstos en el Cuadro 3.

R_L	I_L (medida)
0 Ω	
47 Ω	
100 Ω	
820 Ω	
3.3 k Ω	
10 k Ω	

Cuadro 3: Corriente de carga medida para diferentes valores de R_L .

- Analizando los valores registrados en el Cuadro 3, explicar cómo se comporta la fuente de corriente cuando aumenta la resistencia de carga.

.....

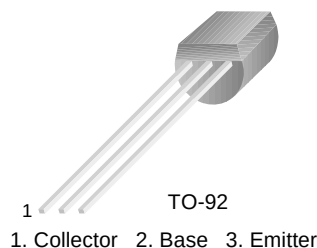
.....

.....

BC546/547/548/549/550

Switching and Applications

- High Voltage: BC546, $V_{CE0}=65V$
- Low Noise: BC549, BC550
- Complement to BC556 ... BC560



NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_a=25^\circ C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage : BC546	80	V
	: BC547/550	50	V
	: BC548/549	30	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage : BC546	65	V
	: BC547/550	45	V
	: BC548/549	30	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage : BC546/547	6	V
	: BC548/549/550	5	V
I_C	Collector Current (DC)	100	mA
P_C	Collector Power Dissipation	500	mW
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ C$
T_{STG}	Storage Temperature	-65 ~ 150	$^\circ C$

Electrical Characteristics $T_a=25^\circ C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
I_{CBO}	Collector Cut-off Current	$V_{CB}=30V, I_E=0$			15	nA
h_{FE}	DC Current Gain	$V_{CE}=5V, I_C=2mA$	110		800	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C=10mA, I_B=0.5mA$		90	250	mV
		$I_C=100mA, I_B=5mA$		200	600	mV
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C=10mA, I_B=0.5mA$		700		mV
		$I_C=100mA, I_B=5mA$		900		mV
$V_{BE(on)}$	Base-Emitter On Voltage	$V_{CE}=5V, I_C=2mA$	580	660	700	mV
		$V_{CE}=5V, I_C=10mA$			720	mV
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE}=5V, I_C=10mA, f=100MHz$		300		MHz
C_{ob}	Output Capacitance	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$		3.5	6	pF
C_{ib}	Input Capacitance	$V_{EB}=0.5V, I_C=0, f=1MHz$		9		pF
NF	Noise Figure : BC546/547/548 : BC549/550 : BC549 : BC550	$V_{CE}=5V, I_C=200\mu A$		2	10	dB
		$f=1KHz, R_G=2K\Omega$		1.2	4	dB
		$V_{CE}=5V, I_C=200\mu A$		1.4	4	dB
		$R_G=2K\Omega, f=30\sim 15000MHz$		1.4	3	dB

h_{FE} Classification

Classification	A	B	C
h_{FE}	110 ~ 220	200 ~ 450	420 ~ 800