

Trabajo práctico N°3

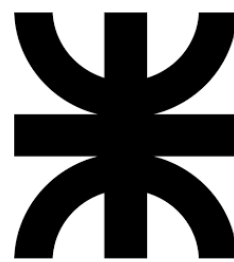
■ **Autores:**

- Ignacio Ismael Perea - Leg. 406265 (Coordinador)
- Mariano Alberto Condori - Leg. 406455 (Operador)
- Gonzalo Ezequiel Filsinger - Leg. 403797 (Doc.)
- Marcos Acevedo - Leg. 402898 (Doc)

■ **Curso:** 3R1

■ **Asignatura:** Dispositivos Electrónicos.

■ **Institución:** Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional de Córdoba.



U
T
N

F
R
C

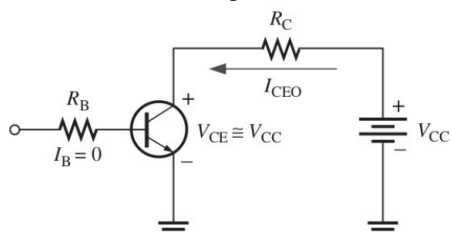
Índice

1. Actividad 1: Tansistor en zona de corte	1
1.1. Actividad de Simulación	1
1.2. Materiales usados:	1
1.3. Gráfico	1
1.4. Conclusiones	1
2. Actividad 2: Polarización de la juntura BE	1
2.1. Consigna de Laboratorio	1
2.2. Materiales usados:	1
2.3. Procedimiento	2
2.4. Tabla de Mediciones	2
3. Actividad 3: Curva Característica	2
3.1. Objetivo:	2
3.2. Materiales usados:	2
3.3. Procedimiento	2
3.4. Tablas de medición	3
3.5. Gráficos	3
3.6. Conclusiones	3
4. Actividad 4: Característica de transferencia de corriente	3
4.1. Materiales usados:	3
4.2. Tabla de medición	3
4.3. Gráficos	3
5. Actividad 5: Interpretación de las especificaciones del fabricante	4

1. Actividad 1: Tansistor en zona de corte

1.1. Actividad de Simulación

Para la simulacion implementamos el circuito presente

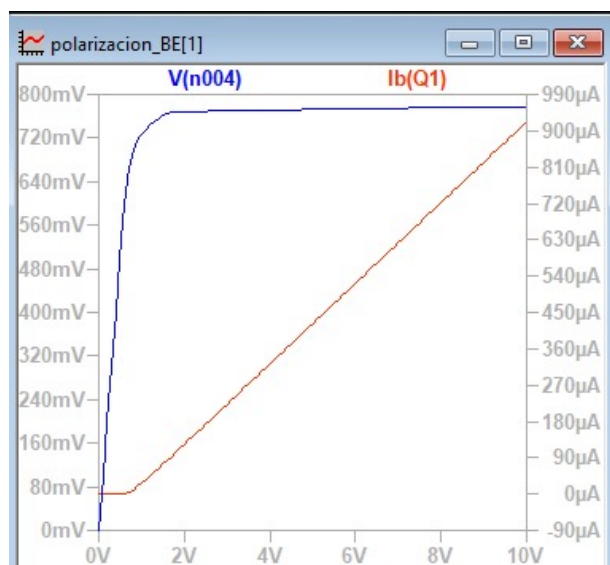


Al no tener una fuente de voltaje en la base, el objetivo de la simulacion es medir la corriente de fuga I_{CE0}

1.2. Materiales usados:

- Transistor NPN BC548A/B/C
- R_B de $10k\ \Omega$
- R_C de $1k\ \Omega$
- V_{CC} de 10V

1.3. Gráfico



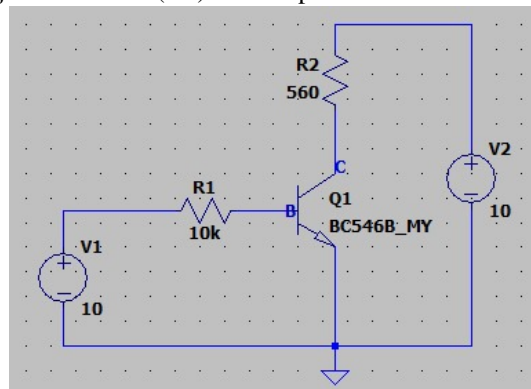
1.4. Conclusiones

Contestando a la pregunta presentada para esta parte del trabajo, podemos observar que la corriente de fuga I_{CE0} es muy pequeña, del orden de los nanoamperios, por lo que no podemos hacer la misma medición en el laboratorio, ya que los instrumentos de medición no tienen la precisión suficiente para medir corrientes tan pequeñas.

2. Actividad 2: Polarización de la juntura BE

2.1. Consigna de Laboratorio

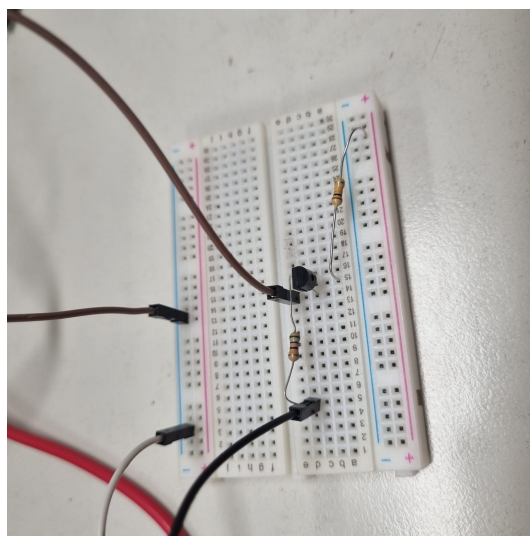
Armar el circuito en una plataforma de simulación con el objetivo de observar la curva de la corriente de base a medida que aumenta la tensión de polarización de la juntura base-emisor. Es importante identificar el codo de la corriente y la estabilidad de la tensión VBE una vez polarizada la juntura. Podría, sí le parece, hacer simulaciones modificando otros parámetros que en el circuito básico se encuentran fijos como $V_{CC}(V2)$ o la temperatura ambiente simulada.



2.2. Materiales usados:

- Transistor BC546/7/8/9.
- Resistores $R_s = 10k\Omega$, $R_c = 560\ \Omega$.
- Fuentes de alimentación.

Circuito implementado:



2.3. Procedimiento

Manteniendo la $V_{CC} = 10V$, realice un barrido de 0V a 10V de V_{BB} . Se recomienda variar la tensión cada 100mV a 500mV dependiendo de la proximidad a la región del codo de polarización de la juntura. Aplique las recomendaciones realizadas en el anterior trabajo práctico. Debe medir: V_{BB} , V_{BE} e I_B . Es importante tener en cuenta el límite de disipación de potencia tanto del transistor como del resistor R_C . Si bien el práctico está centrado en el comportamiento de la juntura BE, si el transistor pasa a la zona activa, permitirá corriente en I_C e incrementará la potencia disipada en el resistor del colector. Puede comprobar qué sucede en el simulador y graficar la disipación de potencia en función del barrido de la fuente V_{BB} .

2.4. Tabla de Mediciones

Mantenemos la $V_{CC} = 10V$, realizamos un barrido de 0V a 10V de V_{BB} para completar la siguiente tabla:

V_{BB}	500mV	1V	2V	3V	4V	5V
I_B	4,64 μA	30,43 μA	124 μA	220 μA	323 μA	913 μA
V_{BE}	0,493V	0,682V	0,73V	0,74V	0,74V	0,75V

En case a dicha tabla podemos armar el siguiente grafico:

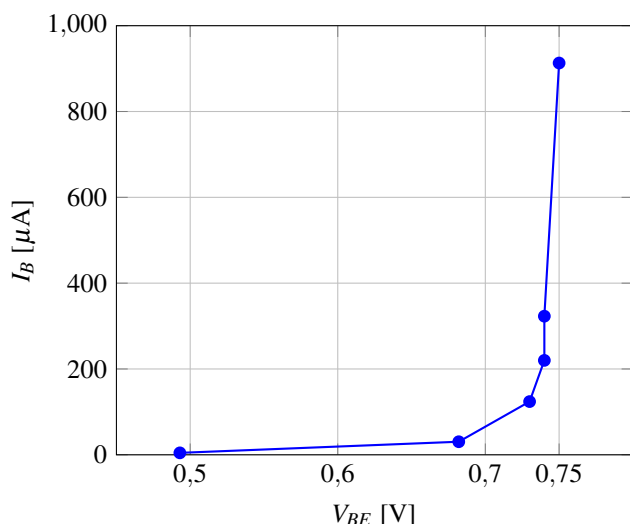
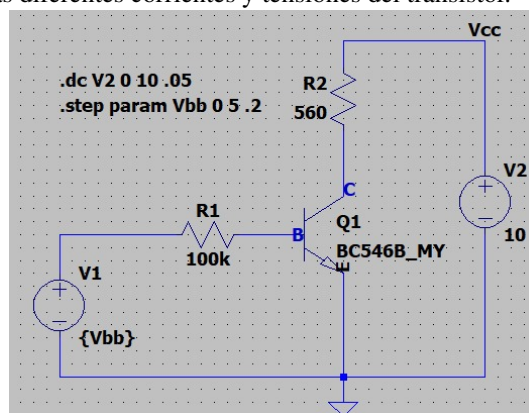


Figura 1: Curva de I_B en función de V_{BE}

3. Actividad 3: Curva Característica

3.1. Objetivo:

Obtener las diferentes curvas características del transistor NPN utilizando dos fuentes variables que permitirán obtener las diferentes corrientes y tensiones del transistor.



3.2. Materiales usados:

- Transistor BC546/7/8/9.
- Resistores $R_B = 100k\Omega$, $R_C = 560\Omega$.
- Dos fuentes variables de 0V hasta (al menos) 10V.

3.3. Procedimiento

El procedimiento para la obtención de las curvas es repetitivo. Se realizará un barrido de la V_{CC} por cada incremento de V_{BB} (en función de I_B). Por cada cambio de I_B se debe llevar a 0V la fuente V_{CC} .

- Con $V_{CC} = 0V$ e $I_B = 0A$, realice un barrido de la tensión V_{CC} y trate de obtener los valores que especifica la tabla 2 (primera columna). Registre el valor de I_C y V_{CE} . Analice con profundidad lo que espera medir y debe apoyarse con la simulación.
- Vuelva a configurar $V_{CC} = 0V$ e intente lograr un incremento de 10 μA para I_B . **Importante:** Si no tiene un instrumento con resolución de μA se puede obtener el valor de la corriente I_B utilizando el método indirecto mediante la tensión que cae en el resistor R_B y su valor óhmico. Es la principal razón por lo que se elige un valor de 100k Ω (su valor significativo de tensión será similar a la corriente).
- Repita el paso anterior para otro pequeño incremento de 5 μA y tome las mediciones. Recuerde que la tabla 2 es un ejemplo, debe ajustar la misma a sus condiciones de ensayo y en base a las conclusiones que haya llegado mediante la simulación. Es decir, tenga presente qué pasaría si $I_B = 0A$, o si es posible lograr $V_{CE} = 10V$. Es importante que sea criterioso, la propuesta es analizar el comportamiento del transistor y con los conocimientos que dispone, es posible que pueda dar respuestas a estos puntos.
- Cada variación de corriente I_B es una curva medida, se solicita que se obtenga mínimo 5 curvas.

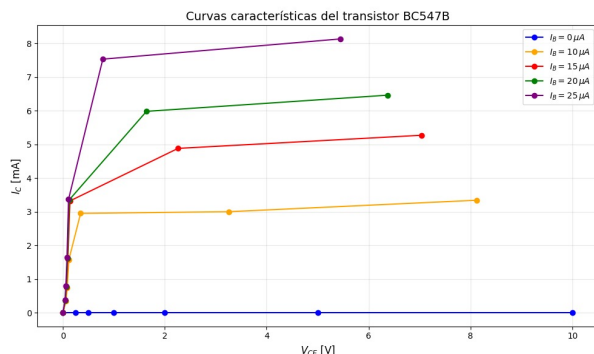
3.4. Tablas de medición

V_{CC} [V]	$I_B = 10\mu A$ $V_{BB} = 1,6V$		$I_B = 15\mu A$ $V_{BB} = 2,2V$	
	I_C	V_{CE}	I_C	V_{CE}
0,25	339,95 μA	59,65mV	358,29 μA	49,37mV
0,5	743,75 μA	83,49mV	768,11 μA	69,85mV
1	1,57mA	116mV	1,61mA	95,94mV
2	2,95mA	347,25mV	3,32mA	138,53mV
5	3mA	3,26V	4,88mA	2,26V
10	3,34mA	8,12V	5,27mA	7,04V

V_{CC} [V]	$I_B = 20\mu A$ $V_{BB} = 2,6V$		$I_B = 25\mu A$ $V_{BB} = 3,2V$	
	I_C	V_{CE}	I_C	V_{CE}
0,25	366,27 μA	44,9mV	375,06 μA	39,97mV
0,5	778,46 μA	64,06mV	789,82 μA	57,7mV
1	1,62mA	88,19mV	1,64mA	80mV
2	3,35mA	123,46mV	3,37mA	110,52mV
5	5,98mA	1,64V	7,53mA	783,2mV
10	6,46mA	6,37V	8,13mA	5,44V

3.5. Gráficos

En base a los datos obtenidos en las tablas anteriores, podemos graficar las curvas características del transistor BC548.



3.6. Conclusiones

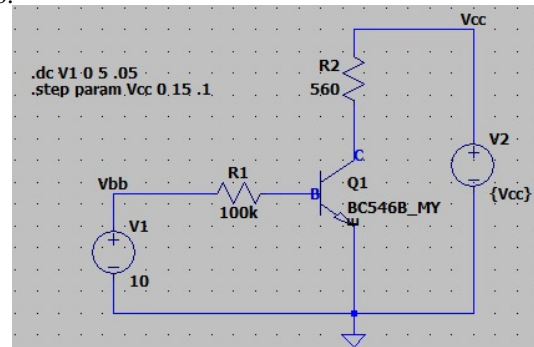
Como se observa en las tablas, despreciamos la parte de las mediciones para cuando ambas fuentes son 0, ya que los valores de V_{CE} y de I_C son irrelevantes en ese punto de operación, incluso algunos están dados por la mala regulación de voltaje de las fuentes, ya que es muy complicado llevarlas exactamente al 0.

4. Actividad 4: Característica de transferencia de corriente

Objetivo

Se propondrá una práctica de laboratorio que nos permitirá observar si la relación entre la I_C e I_B se mantiene constante en diferentes regiones de trabajo del transistor. Esta relación es la ganancia de corriente (β).

La simulación a realizar está dada por el siguiente circuito:



4.1. Materiales usados:

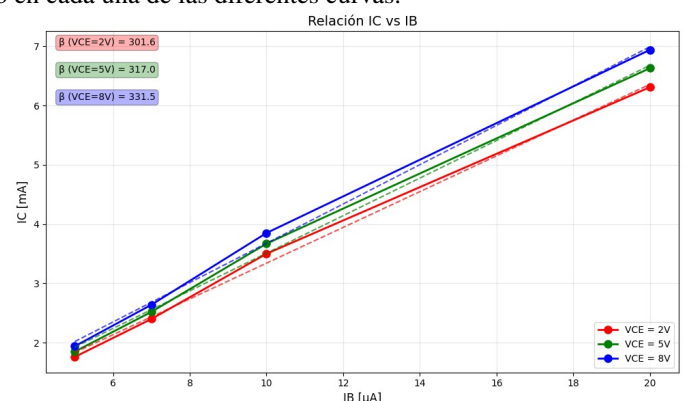
- Transistor BC546/7/8/9.
- Resistores $R_B = 100k\Omega$, $R_C = 560\Omega$.
- Dos fuentes variables de 0V hasta (al menos) 10V.

4.2. Tabla de medición

I_B [μA]	I_C (@ $V_{CE(initial)} = 2V$)	I_C (@ $V_{CE(initial)} = 5V$)	I_C (@ $V_{CE(initial)} = 8V$)
5	1,76mA	1,85mA	1,94mA
7	2,4mA	2,52mA	2,64mA
10	3,5mA	3,67mA	3,85mA
20	6,31mA	6,63mA	6,94mA

4.3. Gráficos

Gráfico $I_C = f(I_B)$ para las diferentes curvas ($V_{CE(initial)} = 2V$, $5V$ y $8V$) y el valor de β obtenido en cada una de las diferentes curvas.



5. Actividad 5: Interpretación de las especificaciones del fabricante

Características térmicas

En esta sección se completará el análisis sobre transistores BJT revisando algunos parámetros dados por el fabricante. El objetivo es continuar familiarizándose con los parámetros expresados en los datasheet.

Características eléctricas a 25°C

	BC548	BC557
$V_{(BR)CEO}$	30V	-45V
I_{CEO}	---	---
I_{CES}	0,2/15 _{max} nA	-0,2/ - 100nA
I_C	100mA _{dc}	-100mA _{dc}
I_{EBO}	---	---
h_{FE}	110/800	300
h_{fe}	125/900	450/900
V_{BE}	0,5/0,7V	-0,5/ - 0,7
$V_{CE(SAT)}$	0,2V	-0,25/ - 0,65
P_d	1,5W	1,5W

	2N2222	BU208
$V_{(BR)CEO}$	30V	700V
I_{CEO}	---	---
I_{CES}	---	< 1mA
I_C	800mA	< 5A
I_{EBO}	10nA	---
h_{FE}	75	< 2,25
h_{fe}	---	---
V_{BE}	1,3	< 1,5V
$V_{CE(SAT)}$	400mV	< 5V
P_d	500mW	1,25W

	MPS6514	TIP36
$V_{(BR)CEO}$	25V	40V
I_{CEO}	---	1mA
I_{CES}	---	0,7mA
I_C	200mA	25A
I_{EBO}	---	40V
h_{FE}	150/300	10/100
h_{fe}	---	25
V_{BE}	---	2V
$V_{CE(SAT)}$	0,5V	4V
P_d	625mW	125W

	BC548	BC557	2N2222	BU208
θ_{jc}	83,3C/W	83,3C/W	146K/W	1,6C/W
θ_{ja}	200C/W	200C/W	350K/W	---

	MPS6514	TIP36
θ_{jc}	83,3C/W	1C/W
θ_{ja}	200C/W	---

Características conmutación a 25°C

	BC548	BC557	2N2222	BU208
t_{on}	---	---	35nS	---

	MPS6514	TIP36
t_{on}	---	---

Significados

$V_{(BR)CEO}$ → Tensión de ruptura colector-emisor con la base abierta. Es el voltaje máximo que puede aplicarse entre colector y emisor sin que el transistor conduzca de forma descontrolada cuando la base está desconectada.

I_{CEO} → Corriente de fuga colector-emisor con base abierta. Es la pequeña corriente que fluye del colector al emisor cuando el transistor está en corte.

I_{CES} → Corriente de fuga colector-emisor con base unida a emisor. Indica la corriente que fluye del colector al emisor con la base y el emisor cortocircuitados.

I_C → Corriente de colector. Es la corriente principal que circula desde el colector al emisor cuando el transistor está en conducción.

I_{EBO} → Corriente de fuga emisor-base con colector abierto. Representa la corriente inversa mínima entre emisor y base cuando el colector está desconectado.

h_{FE} → Ganancia de corriente continua del transistor (también conocida como β). Relación entre la corriente de colector y la de base en modo activo.

h_{hf} → Ganancia de corriente en alta frecuencia. Es el parámetro de ganancia de corriente en respuesta a señales de frecuencia más alta.

V_{BE} → Tensión base-emisor. Es el voltaje necesario entre la base y el emisor para que el transistor comience a conducir (típicamente 0.6–0.7V en transistores de silicio).

$V_{CE(SAT)}$ → Tensión colector-emisor en saturación. Es el voltaje entre colector y emisor cuando el transistor está totalmente encendido (saturado). Suele ser bajo (por ejemplo, 0.2V).

P_d → Potencia máxima de disipación. Indica la máxima potencia que el transistor puede disipar como calor sin

dañarse.

$\theta_{ja} \rightarrow$ Resistencia térmica unión-ambiente. Mide cuán eficientemente el transistor transfiere calor desde la unión interna al aire circundante.

$\theta_{jc} \rightarrow$ Resistencia térmica unión-carcasa. Mide cuán eficientemente el calor pasa de la unión del transistor a su encapsulado.

$t_{on} \rightarrow$ Tiempo de encendido. Es el tiempo que tarda el transistor en pasar del estado de corte al de saturación.