

ELECTRÓNICA

Guía de estudio 17: TBJ - Introducción

Nivel: Secundario - Modalidad Educación Técnico-Profesional.

Ciclo: Segundo ciclo.

Especialidades: Electrónica, Electricidad.

Introducción

Veremos qué es un transistor bipolar de juntura, cuáles son los dos tipos de TBJ que hay, qué es el efecto transistor, qué modos de funcionamiento tiene, cómo deben estar polarizadas las junturas para cada modo de funcionamiento, qué ocurre microscópicamente con los portadores de carga dentro del semiconductor, cómo se llaman los tres terminales, qué sentido tienen las corrientes en cada terminal, la ecuación de Kirchoff de las corrientes en el transistor y la ganancia de corriente.

¿Qué estamos aprendiendo? Transistor Bipolar de Juntura (TBJ).

Se recomienda haber trabajado con las Guías de estudio N° 12 Semiconductores y N° 13 Diodo, antes de iniciar esta guía.

Materiales de Estudio

Recurso: Video: ¿Qué es un transistor? ¿Qué hace? Conceptos básicos

<https://www.youtube.com/watch?v=Wg7bqwjG1dc>



Conceptos relevantes, explicaciones y ejercitaciones.

Luego de ver el video del siguiente enlace, resuelve los ejercicios:

¿Qué es un transistor? ¿Qué hace? Conceptos básicos
<https://www.youtube.com/watch?v=Wq7bqwjG1dc>



Ejercicio N° 1

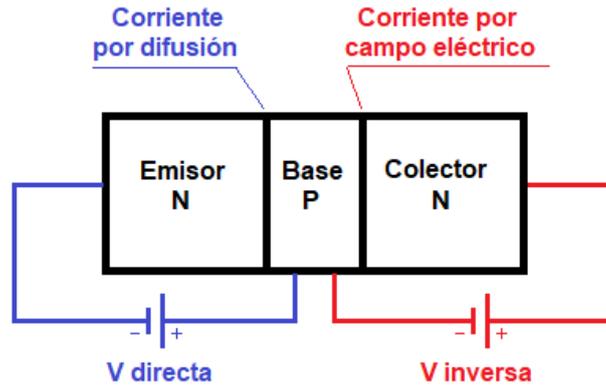
Siempre, a través de la historia, el hombre buscó diferentes formas para realizar grandes trabajos con el menor esfuerzo posible. Por ejemplo, una palanca para mover una roca o un molino de viento para moler grano. Teniendo en cuenta esto y recordando la analogía del transistor con la canilla, responde las siguientes preguntas:

- ¿Qué es el efecto transistor?
- ¿Cuál es la corriente grande que se quiere controlar?
- ¿Mediante qué corriente chica se desea lograr la acción de control?
- ¿Qué es un transistor?

Ejercicio N° 2

En un diodo polarizado en directa los portadores de carga mayoritarios del lado N (electrones) se difunden en el lado P donde son minoritarios. Del mismo modo, los portadores de carga mayoritarios del lado P (lagunas) se difunden en el lado N donde son minoritarios. Esto permite la circulación de una corriente grande, equivalente a la cantidad de electrones que del lado N pasan al lado P.

En un diodo polarizado en inversa los portadores de carga minoritarios del lado N (lagunas) se trasladan por campo eléctrico hacia el lado P donde son mayoritarios. Del mismo modo, los portadores de carga minoritarios del lado P (electrones) se mueven por campo eléctrico hacia el lado N donde son mayoritarios. Esto permite la circulación de una corriente muy chica o corriente de saturación inversa.



Un transistor es una juntura (diodo) polarizada en directa, en la cual, la gran cantidad de electrones que el lado N (Emisor) inyecta por difusión en el lado P (base) son pasados a otra juntura polarizada en inversa. De este modo, el lado N (colector) de la juntura en inversa, por campo eléctrico, recibe el 99% de los electrones que el emisor inyectó en la base por difusión.

Cada 100 electrones que del borne negativo de la batería en directa entran al emisor y llegan a la base, 99 los saca el colector por campo eléctrico y los absorbe el borne positivo de la batería en inversa. El electrón restante vuelve a la batería en directa por el borne positivo.

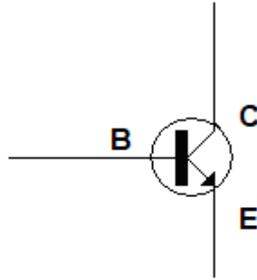
Ese único electrón constituye la corriente de base y los 99 electrones la corriente de colector.

Recordemos que los electrones y las lagunas son portadores de carga y que una corriente se define como menos la velocidad de las cargas eléctricas:

$$i = - \frac{dq}{dt}$$

¿Qué significa el signo menos? Simplemente que, si los portadores de carga se mueven en una dirección, la corriente fluye en la opuesta.

- a) De acuerdo con el video y esta explicación, y teniendo en cuenta que el sentido de circulación de una corriente es contrario al sentido de circulación de los electrones, dibuja las flechas de corriente de base I_B , corriente de emisor I_E y corriente de colector I_C en el siguiente transistor NPN.



- b) Recordando la Ley de Kirchoff de las corrientes en un nodo (la suma de todas las corrientes entrantes es igual a la suma de todas las corrientes salientes) establece una relación entre las tres corrientes.
- c) La flechita que tiene en su símbolo un transistor representa siempre es el sentido de circulación de la corriente de emisor. Las otras dos corrientes tienen sentido opuesto. Para las tres corrientes de un transistor NPN como el analizado, indica si las corrientes son entrantes o salientes.

Corriente	Entrante / Saliente
I_E	
I_B	
I_C	

- d) Teniendo en cuenta que en un transistor PNP todas las corrientes circulan al revés que en un NPN, dibuja las flechas de corriente de base I_B , corriente de emisor I_E y corriente de colector I_C en el siguiente transistor PNP.
- e) Sabiendo que un transistor no es una fuente ni un sumidero de corriente y que toda la corriente que entra tiene que salir, plantea la relación entre las tres corrientes, corriente de base I_B , corriente de emisor I_E y corriente de colector I_C en el transistor PNP.
- f) Completa la tabla para el transistor PNP

Corriente	Entrante / Saliente
I_E	
I_B	
I_C	

Ejercicio N° 3

Si la corriente de salida del transistor es I_C y la de entrada es I_B , La ganancia de corriente es I_C/I_B .

- a) ¿Con que letra llama en el video la ganancia de corriente?
- b) Sabemos que en un transistor $I_E = I_C + I_B$. Según la explicación del video y del ejercicio anterior, ¿cómo es I_B comparada con I_C ? ¿Se podría despreciar para la mayoría de los circuitos? ¿Cómo es I_E comparada con I_C ? ¿Según la analogía de la canilla, I_E e I_C son corrientes diferentes o es la misma?

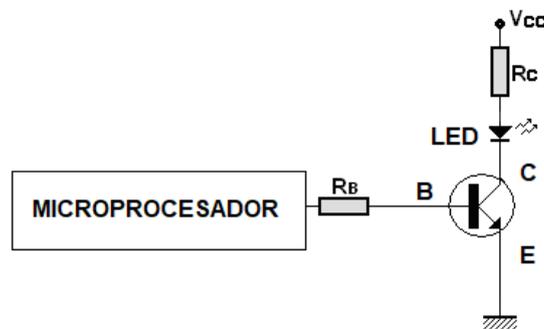
Ejercicio N° 4

Un transistor tiene 3 modos de trabajo útiles que son Modo de Corte, Modo de Saturación y Modo Activo Directo. De acuerdo al video, indica si la corriente de colector en cada caso es máxima, nula o intermedia.

MODO DE FUNCIONAMIENTO	CORRIENTE DE COLECTOR (Máxima, intermedia, 0)
Modo de Corte	
Modo de Saturación	
Modo Activo Directo	

Ejercicio N° 5

- a) En el siguiente circuito el microprocesador pone a su salida un "1" lógico con una tensión alta. ¿En qué modo de funcionamiento se pone el transistor? ¿El led se enciende?
- b) Cuando el microprocesador pone a su salida un "0" lógico con una tensión baja. ¿En qué modo de funcionamiento se pone el transistor? ¿El led se enciende?



- c) Los dos modos de funcionamiento anteriores son alineales porque la salida no es proporcional a la entrada. ¿Cómo se llama el modo de funcionamiento lineal del transistor?
- d) En un amplificador la salida es proporcional a la entrada. ¿En qué modo de funcionamiento debe estar un TBJ para funcionar como amplificador?

Ejercicio N° 6

En la explicación del Ejercicio N°2 el transistor funciona en Modo Activo Directo.

- ¿La juntura base emisor está en directa o en inversa?
- ¿La juntura base colector está en directa o en inversa?
- ¿Un diodo en inversa tiene mucha o poca corriente?
- ¿Un diodo en directa tiene mucha o poca corriente?
- Completa la tabla con las palabras Directa e Inversa según corresponda.

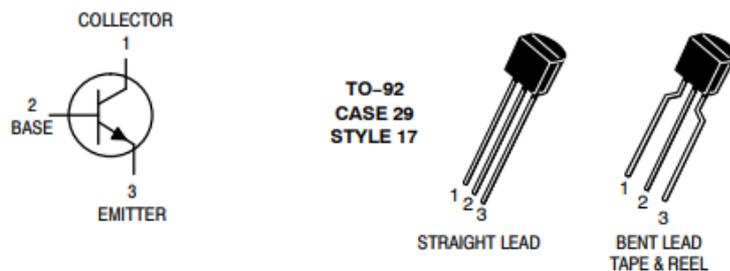
Juntura	Modo Activo Directo	Modo de Saturación	Modo de Corte
Base Emisor			
Base Colector			

Para seguir aprendiendo:

Ejercicio N° 7

A partir de la hoja de datos que se muestra a continuación, de un transistor BC548, responder:

- ¿Cómo sabemos dónde está la base, el emisor y el colector?
- ¿Cuál es la ganancia de corriente típica de un transistor BC548B?
- En vez de beta como en el video, en la hoja de datos a la ganancia de corriente la llaman de otro modo ¿Con que letras la llaman?



ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	
OFF CHARACTERISTICS						
Collector – Emitter Breakdown Voltage ($I_C = 1.0\text{ mA}$, $I_B = 0$)	BC546 BC547 BC548	$V_{(BR)CEO}$	65 45 30	– – –	– – –	V
Collector – Base Breakdown Voltage ($I_C = 100\ \mu\text{Adc}$)	BC546 BC547 BC548	$V_{(BR)CBO}$	80 50 30	– – –	– – –	V
Emitter – Base Breakdown Voltage ($I_E = 10\ \mu\text{A}$, $I_C = 0$)	BC546 BC547 BC548	$V_{(BR)EBO}$	6.0 6.0 6.0	– – –	– – –	V
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 70\text{ V}$, $V_{BE} = 0$) ($V_{CE} = 50\text{ V}$, $V_{BE} = 0$) ($V_{CE} = 35\text{ V}$, $V_{BE} = 0$) ($V_{CE} = 30\text{ V}$, $T_A = 125^\circ\text{C}$)	BC546 BC547 BC548 BC546/547/548	I_{CES}	– – – –	0.2 0.2 0.2 –	15 15 15 4.0	nA μA
ON CHARACTERISTICS						
DC Current Gain ($I_C = 10\ \mu\text{A}$, $V_{CE} = 5.0\text{ V}$)	BC547A BC546B/547B/548B BC548C	h_{FE}	– – –	90 150 270	– – –	–
($I_C = 2.0\text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0\text{ V}$)	BC546 BC547 BC548 BC547A BC546B/547B/548B BC547C/BC548C		110 110 110 110 200 420	– – – 180 290 520	450 800 800 220 450 800	
($I_C = 100\text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0\text{ V}$)	BC547A/548A BC546B/547B/548B BC548C		– – –	120 180 300	– – –	
Collector – Emitter Saturation Voltage ($I_C = 10\text{ mA}$, $I_B = 0.5\text{ mA}$) ($I_C = 100\text{ mA}$, $I_B = 5.0\text{ mA}$) ($I_C = 10\text{ mA}$, $I_B = \text{See Note 1}$)		$V_{CE(sat)}$	– – –	0.09 0.2 0.3	0.25 0.6 0.6	V
Base – Emitter Saturation Voltage ($I_C = 10\text{ mA}$, $I_B = 0.5\text{ mA}$)		$V_{BE(sat)}$	–	0.7	–	V