

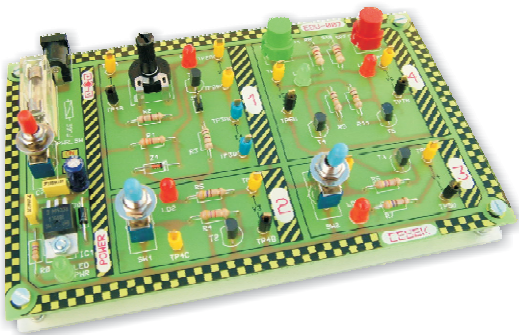


MÓDULOS EDUCACIONALES.

Para la ENSEÑANZA y la PRACTICA de la ELECTRÓNICA

www.cebek.com

EDU-007. Transistores bipolares NPN y PNP.



- La Edu-007 describe y experimenta los fundamentos básicos de funcionamiento de transistores bipolares NPN y PNP. Los distintos experimentos del módulo permiten monitorizar las tres regiones de funcionamiento del transistor: activa, corte y saturación, precisando únicamente un alimentador y un multímetro para poder desarrollarlas. Se incluyen gráficos de funcionamiento interno de la estructura del transistor.

- Práctica 1.** El transistor bipolar. Definición y funcionamiento.
- Práctica 2.** Funcionamiento de transistor como fuente de corriente.
- Práctica 3.** El transistor interruptor NPN.
- Práctica 4.** El transistor interruptor PNP.
- Práctica 5.** Báscula R.S. con transistores.

EDU-007

EDU-007. El transistor bipolar NPN y PNP.

Garantía y Consideraciones.

Los módulos Educativos Cebek de la serie EDU contienen distintas prácticas para analizar, experimentar y aprender los conocimientos básicos del tema tratado. No obstante, su función no es la de representar un mini-curso de cada materia, sino la de complementar, servir de base y permitir la experimentación para el material teórico del profesor. Por este motivo, aconsejamos el uso de los módulos EDU bajo la supervisión y atención del personal docente correspondiente.

Cebek no asumirá ni prestará servicio a consultas relacionadas con la teoría o principios de funcionamiento de la materia tratada por el módulo. Solamente facilitará asistencia técnica respecto a aquellas consultas o problemas derivados del funcionamiento intrínseco del circuito.

Todos los módulos Cebek de la serie EDU gozan de 3 años de garantía total en componentes y mano de obra.

Quedarán exentos de ésta, averías o fallos producidos por causas ajenas al circuito, conexión, instalación o funcionamiento no especificados en la documentación del módulo, o por trato o manipulación inadecuados. Además será necesario presentar la factura de compra del equipo para cualquier incidencia.

Para contactar con el dep. técnico remítase a:

sat@cebek.com ó al fax. 93.432.29.95 ó por correo a la dirección: c/Quetzal, 17-21. (08014), Barcelona.

Normativa e Identificación de Elementos de la serie EDU.

Para facilitar una rápida identificación y una normativa única para las distintas prácticas y circuitos de los módulos educativos Cebek, todos los elementos comunes responden a un código de colores o forma determinado.



Test Point. (TP).

Permite conectar puntas de osciloscopio o multímetro para realizar lecturas de parámetros relativos a la práctica. Según su color indicará que el Test Point, (TP) está conectado al positivo o negativo del circuito, lectura de corriente, de tensión, carga, etc.



TP. + circuito Rojo



TP. - circuito Negro



TP. Tensión Amarillo



TP. Corriente Azul



TP. Sin corriente ó TP. C.A. Blanco



Conmutador / Interruptor.

Según el color del capuchón controlará tensión, corriente, o alimentación.



Alimentación Rojo



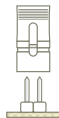
Corriente Azul



Tensión Amarillo



Lógica Verde



Jumper.

Permite cerrar o abrir una señal o circuito eléctrico.



Punto Destacable.

Punto de especial relevancia, recordatorio o parte para memorizar.

EDU-007

EDU-007. El transistor bipolar NPN y PNP.

Antes de empezar...

Antes de iniciar cualquiera de las prácticas, por favor lea detenidamente las instrucciones e indicaciones de la práctica.

Realice conexiones seguras en aquellos puntos de contacto indicados, de lo contrario las mediciones dependientes de estas conexiones serán confusas o incorrectas.

No realice, cortocircuite o una conexiones no especificadas en estas instrucciones. Podría averiar el circuito.

Si el led de alimentación "PWR" no se ilumina o cesa repentinamente en su función, desconecte rápidamente la alimentación del dispositivo y compruebe que no se está produciendo ningún cortocircuito, así como el estado del fusible.

Aunque las prácticas descritas pueden realizarse siguiendo las indicaciones del manual, aconsejamos se acompañe de la supervisión de personal docente que permita la consulta, ampliación y ayuda de los conceptos aquí descritos.

En el circuito, cada práctica quedará delimitada por un rectángulo con el correspondiente número. Sobre ésta podrán describir-se uno o diversos experimentos.

Alimentación del módulo.

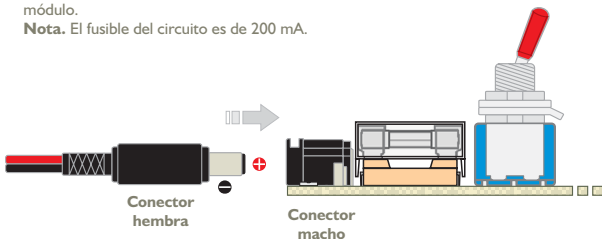
El módulo requiere 12 V.C.C. para su alimentación. Debe emplearse una fuente estabilizada de laboratorio o si se prefiere, la fuente Cebek FE-113.

La alimentación del circuito se realiza únicamente a través del conector macho de la placa, **no debe inyectarse ningún tipo de señal sobre cualquier otro terminal del circuito**. Una vez alimentado, el circuito proporciona las tensiones necesarias para experimentar en cada práctica.

Para la conexión de alimentación el módulo incluye un cable con conector macho en un extremo y los terminales desnudos del cable en el otro.

Conecte cada uno de los terminales, respetando la polaridad del conector, a la salida correspondiente de la fuente de alimentación. Finalmente podrá insertarlo en el módulo.

Nota. El fusible del circuito es de 200 mA.



Material necesario.

No precisará de ningún material ni componentes adicionales para utilizar y experimentar con éste módulo. Únicamente se requieren los instrumentos de medida necesarios para poder obtener y contrastar los valores de las prácticas.

Para este módulo serán necesarios uno o varios multímetros en su función como voltímetro y amperímetro. Si se dispone un Osciloscopio también podría utilizar en sustitución del voltímetro.

Bibliografía.

- Principios de Electrónica. E. McGraw-Hill. Autor: Albert Paul Malvino.
- En Google: El transistor bipolar | BC547 | BC557

EDU-007. El transistor bipolar NPN y PNP.

Práctica 1. El transistor bipolar. Definición y funcionamiento.

El transistor fue inventado en 1951 por el físico William Shockley. Su análisis de los portadores minoritarios en la unión p-n y el papel en la inyección y recolección de portadores permitió la creación del transistor de unión, formado por una plancha de materiales p-n-p.

El nuevo componente, con tan solo una pequeña corriente a baja impedancia, producía un considerable aumento de potencia a alta impedancia, lo que abriría las puertas a la amplificación de señales de radio y televisión. El transistor también podía operar como interruptor de corriente, realizando operaciones binarias. Así, posteriormente la integración de un conjunto de transistores sobre un fragmento de silicio originaba el circuito integrado, y con éste, el punto de partida trascendental para la electrónica y la informática.

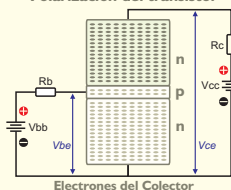
Un transistor puede ser de silicio o de germanio. La principal diferencia entre ambos es el valor de las barreras de potencial, 0,7 V a 25 °C en el primero y 0,3 V en el segundo. Aunque su funcionamiento eléctrico es similar, es el transistor de silicio el más extendido y emplazado por la industria.

El transistor se divide en tres zonas "de dopaje", el emisor, la base y el colector.

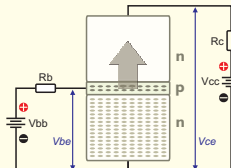
Cuando la configuración encierra una zona p entre dos n, se denomina transistor npn y cuando es una zona n la limitada entre dos zonas p, se trata de un transistor pnp.

Las uniones entre las zonas de dopaje se encuentran entre emisor y base, y entre base y colector.

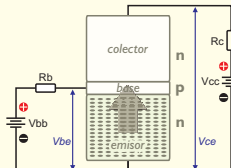
Polarización del transistor



Electrones del Colector



Electrones de la Base

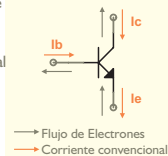


Electrones del Emisor

Al aplicar una fuente de alimentación entre base y emisor, (V_{bb}), los electrones libres del emisor se desplazan hasta la base. Como ésta es estrecha y prácticamente no está dopada, posibilita y facilita que los electrones dispongan del tiempo y vida necesarios para deslizarse hasta el colector y circular a través de R_c al positivo de la fuente V_{cc} , siendo un porcentaje muy bajo, normalmente inferior al 1%, el que se perderá por la base a través de R_b hacia el positivo de V_{bb} .

Al operar el emisor como el generador de electrones, se define $I_e = I_b + I_c$. No obstante, como la corriente de base es tan pequeña en comparación con la de colector, puede aproximarse que I_c es aproximadamente igual a I_e .

De la relación de las tres corrientes del transistor se obtienen los parámetros que establecen la ganancia y que cada fabricante ofrecerá en sus características. La Alfa de C.C. es igual cociente resultante de I_c dividido entre I_e . El valor de la Beta en C.C. de un transistor corresponde al valor obtenido de la división de I_c entre I_b .



→ Flujo de Electrones
→ Corriente convencional

EDU-007. El transistor bipolar NPN y PNP.

Práctica 2. Funcionamiento del transistor como fuente de corriente.

La Beta en continua representa la ganancia de corriente de un transistor; permitiendo obtener mediante una pequeña corriente de base una corriente muy superior de colector.

Aplicando las siguientes fórmulas, según el valor de I_b o I_c puede obtenerse con la Beta, la amplificación del transistor:

$$I_b = \frac{I_c}{\beta_{dc}}$$

$$I_c = \beta_{dc} \cdot I_b$$

β_{dc} = Beta en continua

I_b = Corriente de Base I_c = Corriente de Colector

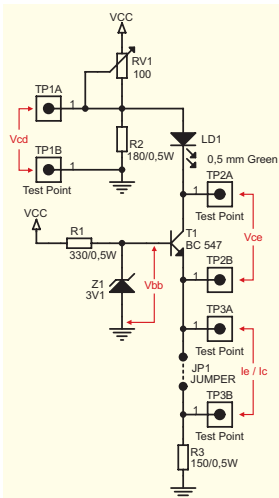
El transistor puede trabajar en tres zonas de funcionamiento: la región activa, la zona de corte y la zona de saturación.

La práctica 2 muestra una aplicación de funcionamiento del transistor en al región activa, mediante una polarización de emisor.

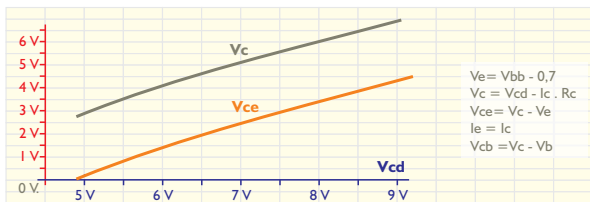
El circuito funciona como una fuente de corriente constante, adaptando los cambios de la tensión de alimentación para mantener siempre una misma corriente de emisor. Esta aplicación se hace de especial utilidad en circuitos de alimentación de leds. El potenciómetro RV1 y R2 conforman un divisor de tensión que permite ajustar la alimentación del circuito de la práctica, (V_{cd}), entre 4,5 y 8,5 V. aprox. El led, colocado en serie debería modificar su luminosidad según la alimentación aplicada, muy al contrario, la corriente permanece inalterable.

La fuente de alimentación constante sobre la base, establecida a 3,1 V. aprox, y la resistencia de emisor permiten una corriente constante de colector/emisor. Aplíquese un voltímetro entre los test point TP1A y TP1B, y otro voltímetro entre TP2A y TP2B, sitúese también un amperímetro entre TP3A y TP3B, extrayendo el jumper para permitir la lectura en serie.

Como muestra la gráfica, un aumento de V_c es absorbido proporcionalmente por V_{ce} .



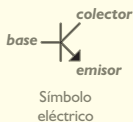
Esquema Eléctrico de la Práctica 2



EDU-007. El transistor bipolar NPN y PNP.

Práctica 3. El transistor interruptor.

Además del funcionamiento en la región activa, un transistor también puede operar en las zonas denominadas de corte y saturación, donde su función primordial no es la amplificación de corriente sino su trabajo en conmutación.



La práctica 3 emplea un transistor NPN BC547 para configurar un transistor trabajando en conmutación, o interruptor. El símbolo eléctrico del npn se representa como se muestra en la ilustración, donde también se refleja el patillaje del BC547.

El funcionamiento de un transistor bipolar en modo conmutación, equivale a un funcionamiento siempre en corte o en saturación, con una tensión de control y otra de salida.

Deben emplearse dos voltímetros, entre los tests points TP4C y TP4B para monitorizar la tensión de control del circuito y entre TP4A y TP4B para la lectura de la tensión de salida.

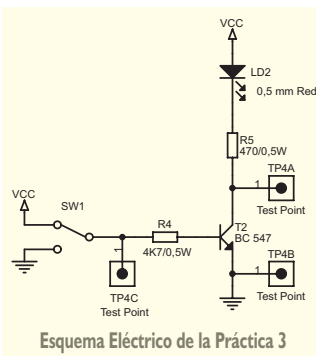
El interruptor SW1 asume la tensión de control. Aplica a la base del transistor, polarizada a través de R4, el valor de Vcc o la sitúa a masa.

Cuando TP4C se encuentre conectado a masa, el transistor se hallará en la zona de corte, y la tensión colector-emisor será igual a la máxima proporcionada por el circuito. Si $V_{cc} = 8,2 \text{ V}$. aprox, $V_{ce} = V_{cc} - V_{led}$. El transistor en corte equivale a un circuito abierto y por tanto, el circuito del led no puede conectarse a masa y consentir la iluminación.

Al conmutar SW1 e inyectar Vcc en TP4C, el transistor pasará a la zona de saturación y se comportará como un cortocircuito, o interruptor cerrado, permitiendo que el circuito del led se cierre a masa y por tanto, se ilumine.

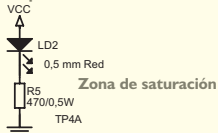
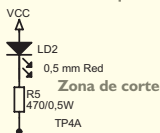
Para asegurar un funcionamiento del transistor en la zona de saturación, se busca la llamada saturación dura, mediante la cual se asegura que el transistor siempre opere en dicha zona.

A modo práctico existe una norma para asegura la saturación dura de un transistor. Esta se consiste al emplear una resistencia de base 10 veces superior a la resistencia de colector.



Esquema Eléctrico de la Práctica 3

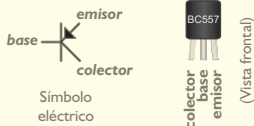
Circuito equivalente del transistor de la práctica en:



EDU-007. El transistor bipolar NPN y PNP.

Práctica 4. Conmutación con transistores PNP.

El funcionamiento del transistor en conmutación no está restringido, lógicamente, tan solo al NPN, la polarización de base se utiliza del mismo modo en transistores PNP.

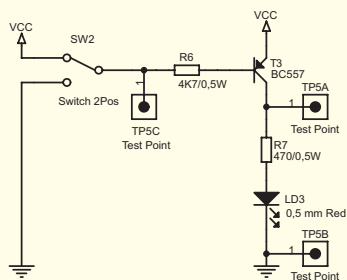


El homólogo al npn BC547 en configuración PNP es el BC557, éste mantiene el mismo patillaje y características casi idénticas. El símbolo eléctrico del PNP difiere del NPN, como refleja la ilustración.

- Un transistor pnp monta las zonas dopadas opuestamente a un npn, por lo que su funcionamiento debe considerarse de modo invertido. Si en la práctica 3 se conmutaba el circuito a masa mediante el emisor, con la carga referida a positivo, con el pnp, en cambio se conmutará el circuito a positivo, quedando la carga referida a negativo.

Conéctese un voltímetro entre los tests points TP5C y TP5B para monitorizar la tensión de control del circuito y otro voltímetro entre TP5A y TP5B para el circuito de salida. También la tensión de control se inyecta mediante un interruptor, en esta caso SW2, sobre la resistencia de base R6. No obstante, en esta ocasión, cuando TP5C está conectado a Vcc, el transistor, (T3), operará en la zona de corte y actuará como un interruptor abierto, impidiendo la alimentación del led.

Cuando TP5C se conecte a masa, T3 quedará saturado, comportándose como un interruptor cerrado, Vce será igual al máximo que permite el circuito, ($V_{cc} - V_{led}$), y el led se iluminará.



Esquema Eléctrico de la Práctica 4

Observando el funcionamiento de ambos transistores, npn y pnp en conmutación, puede definirse que los dos funcionan como una puerta inversora. En el npn, una tensión positiva proporciona negativo a la carga, y en el pnp, el negativo proporciona tensión positiva a la carga. Así, sea cual sea la señal de control, puede controlarse la activación/desactivación de una segunda señal empleando el transistor correspondiente.

Funcionamiento en Conmutación del transistor.

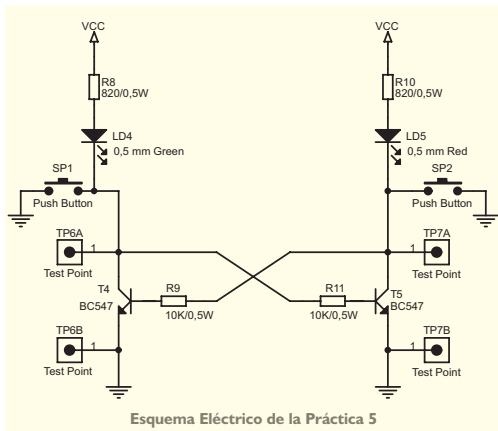
Señal de Control	Circuito de salida	
+		
0 V.		
	nnp	pnp

EDU-007. El transistor bipolar NPN y PNP.

Práctica 5. Báscula R,S con transistores.

La práctica 5 aprovecha el funcionamiento del transistor en conmutación para realizar un multivibrador estable. La principal aplicación del mismo es obtener dos estados lógicos en cada salida: cero o uno lógicos, opuestos entre sí.

Toda la información digital se codifica del mismo modo, ceros o unos lógicos, conocido como código binario. En muchas aplicaciones se hace necesario además que la misma señal, a medida que cambia, quede reflejada con un resultado opuesto, expresado como señal "negada".



Esquema Eléctrico de la Práctica 5

Para ilustrar el funcionamiento de la práctica deben monitorizarse las tensiones V_{ce} de cada transistor. Para ello debe conectarse un voltímetro entre TP6A y TP6B, y otro entre los test point TP7.

El ejercicio consiste en denominar cada pulsador según se corresponda al funcionamiento de la báscula, R o S.

Se denomina báscula RS porque una señal de control sitúa la salida del transistor principal o "Q" a nivel alto, denominada S, (Set). La otra señal, R, (Reset), cuando es accionada coloca la salida del transistor principal a nivel bajo. El otro transistor funciona siempre inversamente al principal a cuya salida se le denomina \bar{Q} , ("Q negada").

Cuando se presiona el pulsador verde, se coloca a través de R11 la base de T5 a masa. El transistor se establece en corte y $V_{ce} = V_{cc} - V_{led}$.

La tensión V_{ce} de T5, a través de R9 sitúa a T4 en saturación, que funcionando como cortocircuito permite la iluminación del led verde y a su vez mantiene a T5 en corte. Al presionar el pulsador rojo, el proceso se repetirá intercambiando el estado de corte y saturación de los transistores y permitiendo la iluminación del led rojo.

Queda establecido que al iluminarse un led, la salida correspondiente se encuentra a nivel bajo, mientras que el led apagado indica una salida a nivel alto.