

OBJETIVO

Medición de las líneas características relevantes de un transistor npn

RESUMEN

Un transistor bipolar es un elemento electrónico compuesto tres capas de semiconductor. Dotadas en p y en n alternando entre sí; la base, el colector y el emisor. Según la ordenación de las capas de semiconductores se habla de un transistor npn o de un transistor pnp. El comportamiento de un transistor bipolar se caracteriza, entre otras cosas, por las líneas características, de entrada, de control y de salida, las cuales se miden, se representan gráficamente y se evalúan, como ejemplo en el experimento, para un transistor npn.

TAREAS

- Medición de la línea característica de entrada, es decir, de la corriente de base I_B en dependencia de la tensión de Base-Emisor U_{BE} .
- Medición de la línea característica de control, es decir, de la corriente de colector I_C en dependencia de la corriente de base I_B , manteniendo constante la tensión Colector-Emisor U_{CE} .
- Medición de la línea característica de salida, es decir, de la corriente de colector I_C en dependencia de la tensión de Colector-Emisor U_{CE} , manteniendo constante la corriente de base I_B .

EQUIPO REQUERIDO

Número	Aparato	Artículo N°
1	Placa enchufable p. componentes electro.	1012902
1	Juego de 10 enchufes puente, P2W19	1012985
1	Resistencia 1 kΩ, 2 W, P2W19	1012916
1	Resistencia 47 kΩ, 0,5 W, P2W19	1012926
1	Potenciómetro 220 Ω, 3 W, P4W50	1012934
1	Potenciómetro 1 kΩ, 1 W, P4W50	1012936
1	Transistor NPN BD 137, P4W50	1012974
1	Fuente de alimentación de CA/CC, 0 – 12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz)	1002776
1	Fuente de alimentación de CA/CC, 0 – 12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz)	1002775
3	Multímetro analógico AM50	1003073
1	Juego de 15 cables de experimentación, 75 cm, 1 mm²	1002840

FUNDAMENTOS GENERALES

Un transistor bipolar es un elemento electrónico compuesto de tres capas de semiconductores dotados p y n alternativamente, la base B, el colector C y el emisor E. La base se encuentra entre el colector y el emisor y sirve para el control. En principio, el transistor bipolar corresponde a dos diodos con un ánodo común, conectados uno en contrario del otro. La bipolaridad está condicionada al hecho de que las diferentes clases de dotación hacen que tanto los electrones como los huecos formen parte del transporte de cargas.

Según la ordenación de las capas se habla de un transistor npn o de un transistor pnp (Fig. 1). Dependiendo entre que contactos está conectada la tensión de entrada y la tensión de salida el transistor bipolar trabaja como elemento de cuatro polos en tres variantes de conexión características; conexión de emisor, conexión de colector o conexión de base. Las denominaciones de las conexiones indican cada vez el conector común de entrada y de salida.

A continuación se considerará sólo el transistor npn.

Dependiendo si la conexión de la unión base-emisor resp. la unión base-colector está en dirección de paso ($U_{BE}, U_{BC} > 0$) o de bloqueo ($U_{BE}, U_{BC} < 0$), se tienen cuatro modos de operación del transistor npn (ver Tab. 1). En la operación hacia adelante del transistor ($U_{BE} > 0$), la unión BE polarizada en dirección de paso inyecta electrones del emisor hacia la base y huecos de la base hacia el emisor.

Como el emisor está mucho más dotado que la base, se inyectan correspondientemente más electrones en la base que huecos en el emisor y por lo tanto así se minimizan las recombinaciones. Como la anchura de la base es mucho menor que la longitud de difusión de los electrones, los cuales son portadores de carga minoritarios, los electrones se difunden a través de la base en la capa de bloqueo entre la base y el colector y se mueven más en avance hacia el colector, porque la capa de bloque sólo representa un obstáculo para los portadores de carga mayoritarios. Se establece al final una corriente de transmisión I_T del emisor en el colector que en funcionamiento hacia adelante representa la parte principal de la corriente de colector I_C ; la corriente I_C a la salida puede ser controlada por la tensión U_{BE} a la entrada. Los electrones que recombinan en la base son extraídos de la base como corriente de base I_B , para garantizar una corriente de I_T transmisión constante y así una estabilidad del transistor. Por medio de una corriente de entrada I_B pequeña se puede controlar una corriente de salida I_C ($I_C \approx I_T$) mayor y tiene lugar una amplificación de corriente.

El comportamiento de un transistor bipolar está definido por cuatro líneas características, la de entrada, la de control, la de salida y la de relación de retroceso (ver Tab. 2). En el experimento se miden y se representan gráficamente las líneas características de entrada, de control y de salida tomando como ejemplo el transistor npn.

Tab. 1: Los cuatro modos de trabajo de un transistor npn

U_{BE}	U_{BC}	Modo de trabajo
> 0	< 0	Trabajo en avance / funcionamiento normal
> 0	> 0	Saturación
< 0	> 0	Trabajo en retroceso / funcionamiento inverso
< 0	< 0	Operación en bloqueo

Tab. 2: Las cuatro características de un transistor npn en funcionamiento en avance

Denominación	Dependencia	Parámetros
Característica de entrada	$I_B(U_{BE})$	
Característica de control	$I_C(I_B)$	$U_{CE} = \text{const.}$
Característica de salida	$I_C(U_{CE})$	$I_B = \text{const.}$
Característica de relación de retroceso	$U_{BE}(U_{CE})$	$I_B = \text{const.}$

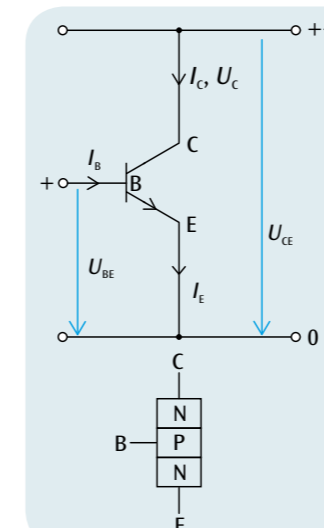


Fig. 1: Estructura básica de un transistor npn con sus correspondientes símbolos de conexión y las tensiones y corrientes que aparecen

EVALUACIÓN

De la línea característica de entrada se determina la tensión de umbral U_S , de la característica de control el factor de amplificación

$$B = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$$

y de la característica de salida las pérdidas de potencia $P = U_{CE} \cdot I_C$.

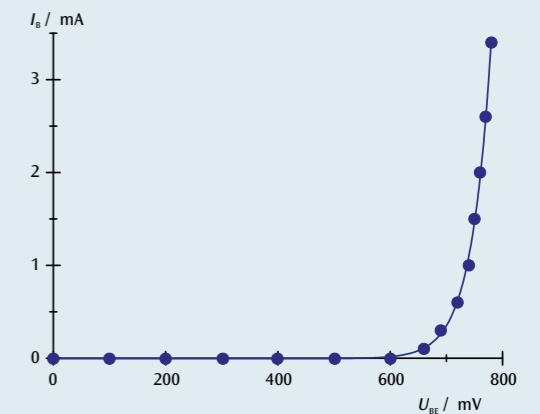


Fig. 2: Característica de entrada

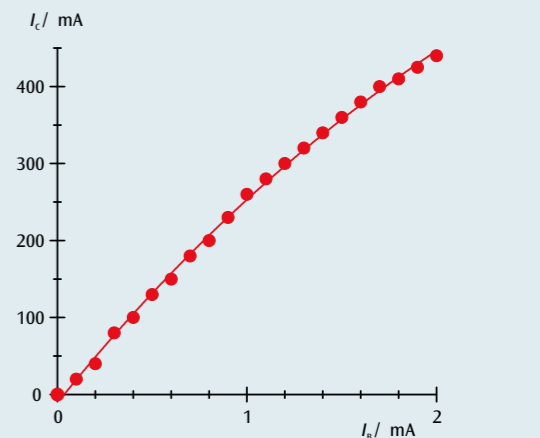


Fig. 3: Característica de control para $U_{CE} = 5,2$ V

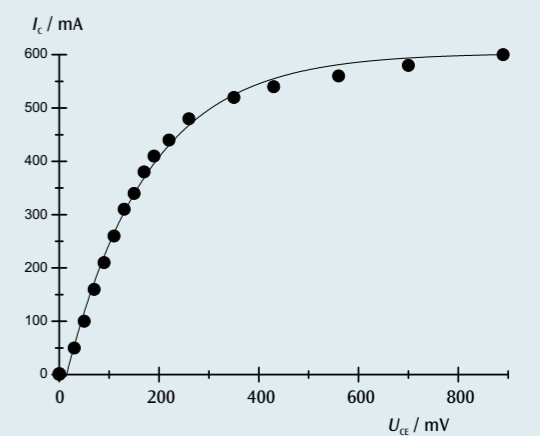


Fig. 4: Característica de salida para $I_B = 4,2$ mA

