

Práctica 1: El transistor bipolar en conmutación

OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

Estudio de las características y comportamiento del transistor bipolar cuando se emplea como interruptor, utilizando para ello un circuito típico, el inversor básico en emisor común, que constituye además uno de los circuitos lógicos fundamentales de la electrónica digital.

DESARROLLO

1. Inversor básico en emisor común

- 1.1. En el circuito de la figura 1, la resistencia R_B es de $2,2K\Omega$ y la entrada es una tensión continua de +5V. Realizar el cálculo teórico de I_B , I_C , y la relación I_C/I_B con la que trabaja el transistor, a partir de los datos reflejados en las hojas de características del transistor.

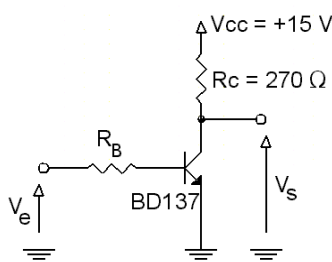


Figura 1

- 1.2. En las condiciones del apartado anterior, montar el circuito y medir con el polímetro I_B , I_C , V_{CE} y V_{BE} . Deducir en qué zona de funcionamiento se encuentra el transistor. Comparar los resultados obtenidos con los valores teóricos calculados anteriormente.
- 1.3. Medida de tiempos de subida y bajada de la fuente.

Conectar la salida del generador a uno de los canales del osciloscopio y ajustarlo para que proporcione una onda cuadrada **unipolar** de +5V de amplitud (**entre 0 y 5V**) y 100 KHz. Comprobar las posibles imperfecciones de la forma de onda y medir los tiempos de subida y bajada de la señal con ayuda del magnificador de la base de tiempos (Ver **MÉTODO DE MEDIDA DE TIEMPOS** al final).

- 1.4. Aplicar a la entrada del circuito una onda cuadrada **unipolar** de +5V de amplitud (**0-5V**) y 100 KHz.
 - 1.4.1. Visualizar en el osciloscopio la forma de onda de la tensión de entrada (V_e) simultáneamente con la de la tensión de base (V_B).
 - 1.4.2. Representar la diferencia $V_e - V_B$ para ello invertir la entrada del osciloscopio de V_B y representar la suma de las señales (**ADD**). Determinar la forma de onda de I_B en función de la diferencia medida.

1.4.3. Visualizar la tensión de entrada (V_e) y la tensión de salida (V_s). Determinar la forma de onda de I_c en función de la tensión de salida.

1.4.4. Medir los tiempos de conmutación del transistor empleando el método explicado en el apdo. 1.3).

t_d = tiempo de retardo

t_s = tiempo de almacenamiento

t_r = tiempo de subida

t_f = tiempo de bajada

NOTA: Suponer que el generador es ideal y proporciona una onda cuadrada perfecta.

1.5. Justificar como afectaría a los tiempos de conmutación la sustitución de R_B por otra resistencia de valor de 390Ω .

2. Mejoras en la conmutación (opcional)

Una de las soluciones más simples para disminuir los tiempos de conmutación es el empleo de un condensador de aceleración, como se muestra en la figura 2.

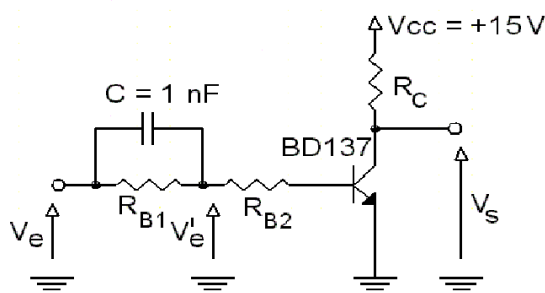


Figura 2

Efectuar el montaje de dicho circuito con $R_{B1} = 1K8$, $R_{B2} = 390\Omega$ y $R_C = 270\Omega$. Aplicar a su entrada una onda cuadrada **unipolar** de +5 V de amplitud y 100 KHz.

2.1. Visualizar en el osciloscopio la forma de onda de la V'_e simultáneamente con la de la tensión de base (V_B).

2.2. Representar la diferencia $V'_e - V_B$, para ello invertir la entrada del osciloscopio de V_B y representar la suma de las señales (**ADD**). Determinar la forma de onda de la corriente de base en función de la diferencia medida $I_B = (V'_e - V_B) / R_{B2}$, y hallar el valor de los picos que se producen en el paso de corte a conducción (corte-cond.) y de conducción a corte (cond.-corte).

2.3. Visualizar la tensión de entrada (V_e) y la tensión de salida (V_s).

2.4. Medir los tiempos de conmutación del transistor empleando el método explicado en el apdo. 1.3). Compararlos con los obtenidos en el apdo. 1.4.4).

3. Circuito inversor con carga capacitiva (opcional)

Montar el circuito de la figura 3 con $R_B = 2,2K\Omega$ y aplicar a la entrada del mismo una onda cuadrada de $5 V_{pp}$ **unipolar (0-5V.)**, de 20 KHz..

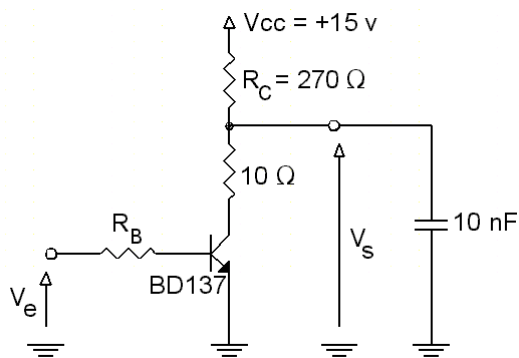


Figura 3

2.5. Visualizar la tensión de entrada (V_e) y la tensión de salida (V_s).

2.6. Medir los tiempos de subida y de bajada de la tensión de salida (V_s). Comprobar y justificar la diferencia de tiempos entre ambos flancos.

NOTA: Suponer que la resistencia de 10Ω y los tiempos de conmutación del transistor no influyen de manera apreciable en la respuesta del circuito.

MÉTODO DE MEDIDA DE TIEMPOS

1. Comprobar que magnificador de la base de tiempos (**XMAG**) y el del eje vertical (**YMAG**) están desactivados.
2. Visualizar en el osciloscopio varios flancos de la señal a medir, de manera que su amplitud quede delimitada entre las rejillas horizontales que marcan el 0 y el 100% en la pantalla (emplear el cursor de posición vertical y si es necesario el magnificador vertical **YMAG**).
3. Una vez ajustada verticalmente la señal, comenzar a aumentar la resolución en el eje de tiempos hasta el punto inmediatamente anterior al punto donde se deja de observar flanco alguno (máxima resolución que permite visualizar un flanco).
4. En este punto activar el magnificador horizontal (**XMAG**) y con el cursor de desplazamiento horizontal buscar el flanco, de este modo se obtiene la máxima resolución para medir los tiempos de subida/bajada. Si se quiere medir el flanco contrario basta con cambiar el flanco de disparo (*trigger*) del osciloscopio (Botones **slope** o **+/-**).
5. Para medir los tiempos de subida y bajada aprovechar las líneas verticales de la pantalla que delimitan el 10 y el 90%, de modo que para obtener el tiempo de subida por ejemplo se cuentan las divisiones horizontales que transcurren entre que la señal alcanza el 10% del valor final y llega al 90%.