



## 1. TIEMPOS DE CONMUTACIÓN EN EL TRANSISTOR BIPOLAR

Como muestra el gráfico del núcleo de conocimiento, el tema de estudio en esta lección será los tiempos de conmutación propios del funcionamiento del transistor bipolar. Para poder entender estos fenómenos es necesario que el estudiante tenga claros los conceptos dados en las lecciones anteriores correspondientes a la temática del Transistor Bipolar.

Los temas que trataremos son los siguientes:

- Tiempo de encendido y tiempo de apagado
- Retardo de conmutación
- Retardo de bajada
- Retardo de almacenamiento
- Retardo de subida

### 1.1. Tiempos de conmutación

Recordemos que la corriente de base controla el paso de electrones de colector a emisor, es decir, controla la magnitud de la corriente de colector y por tanto puede usarse para disparar (poner en conducción) o bloquear (cortar la conducción) el transistor.

**Nota:**

Se dice que un transistor funciona en conmutación cuando este trabaja en corte y saturación. Un transistor trabajando en conmutación se comporta como interruptor.

Idealmente el transistor debe conducir en el mismo instante en que aparece la corriente de base o pasar a circuito abierto en el mismo instante en que esta desaparece. En otras palabras, el transistor se convierte en corto circuito entre emisor y colector en el instante en que la corriente de base  $I_b$  alcanza el nivel de saturación, bajando instantáneamente la tensión de colector a cero:  $V_{ce} \approx 0$  [V].

Pero en la realidad la tensión de colector tarda un determinado tiempo en cambiar su valor.



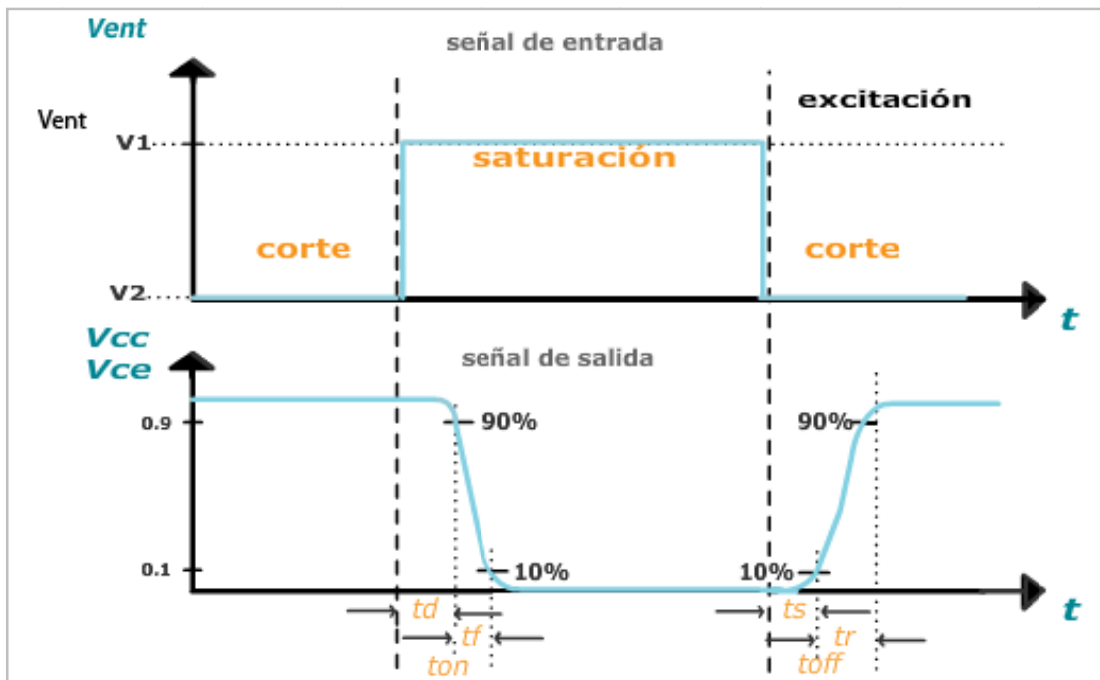


Figura 2. Tiempos de conmutación en el transistor bipolar.

### 1.2.1 Retardo de conmutación: (Delay Time, $t_d$ ).

Es el tiempo que transcurre desde el instante en que se aplica la señal de entrada ( $V_{ent}$ ), en el dispositivo conmutador, hasta que la señal de salida ( $V_c$ ) disminuye al 90%.

Este retardo se debe a:

1. El tiempo que necesitan los portadores de carga para viajar del colector al emisor.
2. El tiempo necesario para cargar la capacidad base-emisor del transistor.
3. El tiempo que necesita la tensión del colector para disminuir un 10%.

#### Nota:

El tiempo de conmutación más importante, desde el punto de vista de la disipación de potencia es el de caída, y desde el punto de vista de la conmutación, es el de caída más el de almacenamiento.



### 1.2.2 Retardo de bajada: (Fall Time, $t_f$ ).

Es el tiempo que necesita la tensión de colector ( $V_c$ ) para bajar del 90 al 10%. Refleja el tiempo que necesita la corriente de colector del transistor para atravesar la región activa y es debida a la capacidad del colector.

El retardo total a la conducción, tiempo de encendido, es:

$$t_{on} = t_d + t_f$$

### 1.2.3 Retardo de almacenamiento: ( $t_s$ ).

Es el tiempo que transcurre entre la bajada a cero de la tensión de entrada (desde que se quita la excitación de entrada) y el instante en que la tensión de colector sube al 10% de su valor final. Este retardo se debe al tiempo necesario para eliminar el exceso de carga almacenado en la unión de base cuando el transistor estaba saturado.

### 1.2.4 Retardo de subida: ( $t_r$ ).

Es el tiempo necesario para que la tensión de colector suba del 10 al 90% de su valor final. Refleja el tiempo que necesita la corriente de colector del transistor para atravesar la región activa.

El retardo total al bloqueo o al corte, tiempo de apagado, es:

$$t_{off} = t_s + t_r$$

Si quieres conocer más acerca de los tiempos de conmutación en el transistor bipolar, te invitamos a que estudies los contenidos de esta lección.

## Bibliografía

- GONZALEZ, Luis Ignacio. Introducción a los sistemas digitales. 39-41 p.
- DEMPSEY, John A. Electrónica Digital Básica Con Aplicaciones MSI. México, DF. Editorial Alfaomega, 1992. 50 p. ISBN 968-6223-68-1