

CAPÍTULO

8

APLICACIONES DEL TRANSISTOR BIPOLAR EN
CONDICIONES NO LINEALES.

8. APLICACIONES DEL TRANSISTOR BIPOLAR EN CONDICIONES NO LINEALES

Si el punto de operación del transistor se aleja de la región central de las características de colector se puede pensar que el transistor deja de operar en forma lineal y lleguen a la zona de corte y saturación.

Esta forma de conducción sugiere la analogía de la operación de un interruptor, es decir cuando conduce existe la condición SI y cuando no conduce la condición NO.

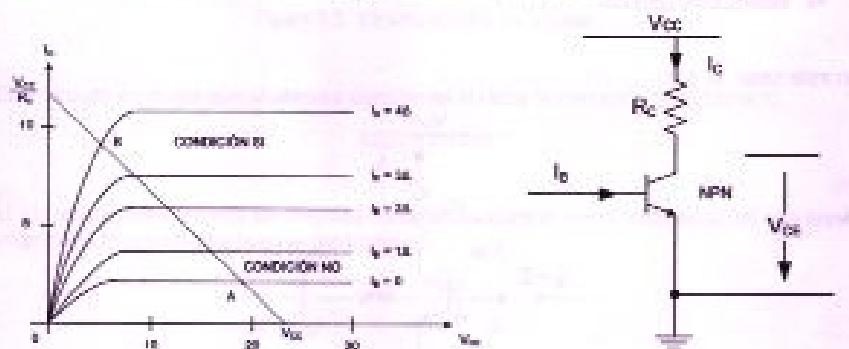


Figura 8.1. Curva de estado de conducción para el T.B.J.

8.1. MODOS DE CONDUCCIÓN.

En la operación no lineal existen tres posibilidades de conducción llamadas modos, los cuales son:

a) MODO ACTIVO O LINEAL.

Se caracteriza porque la operación del transistor está en la región lineal o activa en forma TRANSITORIA o TEMPORAL la cual existe durante el cambio entre los límites SI y NO y VICEVERSA.

Esta condición tiene interés solo desde el punto de vista de su tiempo de duración.

b) MODO DE CORTE (MODO NO).

Cuando NO conduce el transistor su equivalente es de alta impedancia; en este modo la I_b tiene que ser "cero".

c) MODO DE SATURACIÓN (MODO SI).

El transistor conduce ó condición de baja impedancia.

8.1.1. MODO DE CONDUCCIÓN NO.

Existen tres configuraciones que llevan al estado de NO conducción:

a) BASE FLOTANTE.

En este caso: $I_b = 0$

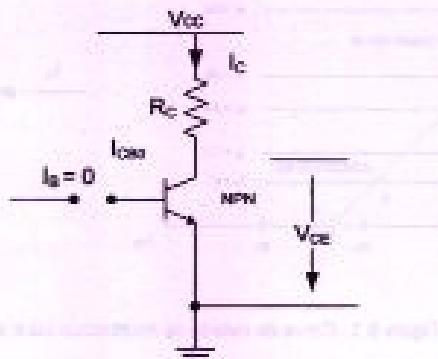


Figura 8.2. Base flotante para el T.B.J.

$$I_b = 0$$

$$I_c = I_c(\text{may}) + I_{\text{bo}}(\text{min}) \quad (\text{Ecuación 8.1})$$

$$I_c = \alpha I_E + I_{\text{bo}}$$

$$I_c = I_c + I_b$$

$$I_c = \alpha(I_c + I_b) + I_{\text{bo}} \quad (\text{Ecuación 8.2})$$

$$I_c = \frac{\alpha}{1-\alpha} I_b + \frac{1}{1-\alpha} I_{\text{bo}}$$

$$I_c(\text{NO}) - \frac{I_{\text{bo}}}{1-\alpha} \approx \beta I_{\text{bo}} = h_F E I_{\text{bo}} \quad (\text{Ecuación 8.3})$$

Para algunas aplicaciones este circuito NO es recomendable ya que I_C no es cero y se produce una amplificación de la I_{CBO} .

b)

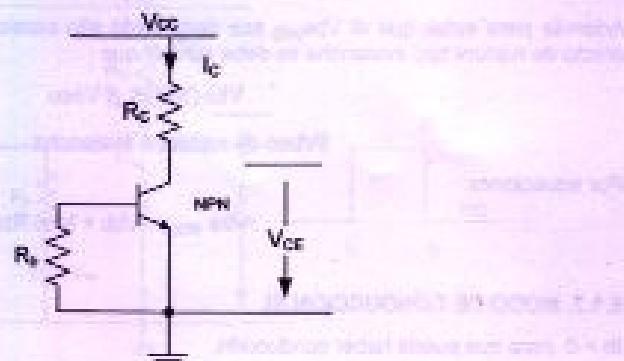


Figura 8.3. Circuito con R_b en la Base.

Este circuito es mejor que el anterior pero no se obtiene la condición de mínima I_C .

$$I_{CBO} < |I_{CBO}|$$

c) El circuito que presenta las mejores condiciones para el modo (NO) es aquel que tiene polarizado inversamente la base del transistor.

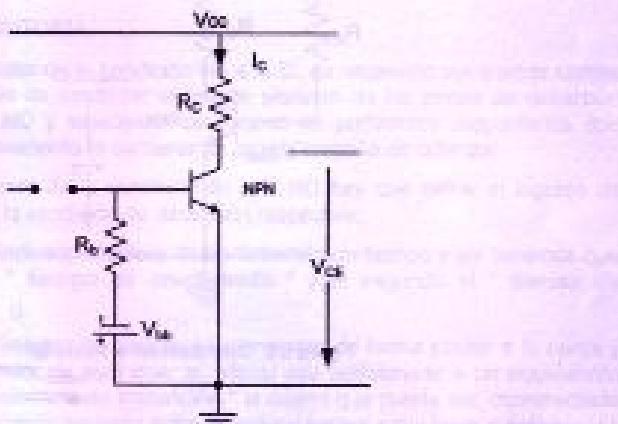


Figura 8.4. Polarización inversa en la base del transistor.

Al polarizar inversamente la juntura JBE se bloquea la inyección de portadores a dicha juntura haciendo que:

$$I_c = 0 \quad \alpha = 0$$

$$I_{CNO} = \frac{I_{CEO}}{1 + \beta} \quad (\text{Ecuación 8.4})$$

Además para evitar que el $V_{BE(NO)}$ sea demasiado alto ocasionando que conduzca por efecto de ruptura tipo avalancha se debe cumplir que :

$$V_{BE(NO)} \leq \beta V_{BE} \quad (\text{Ecuación 8.5})$$

βV_{BE} de ruptura ó avalancha

Por ecuaciones:

$$V_{BE(NO)} = -V_{BB} + I_{CEO} R_B \quad (\text{Ecuación 8.6})$$

8.1.2. MODO DE CONDUCCIÓN SI.

$I_b > 0$ para que pueda haber conducción.

Las condiciones de operación en el modo SI son:

a) $V_{CESS} = 0.1 \text{ ó } 0.2 \text{ V}$.

Si $V_{CC} \gg V_{CESS}$

$$I_{CEO} = \frac{V_{CC} - V_{CESS}}{R_C} = \frac{V_{CC}}{R_C} \quad (\text{Ecuación 8.7})$$

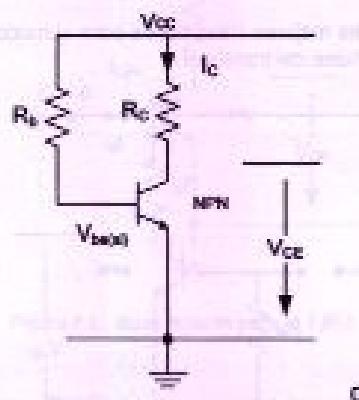


Figura 8.5. Operación en el modo SI.

b) Las corrientes de base deben ser grandes:

Aseguramos que este en saturación.

$$I_{BNO} \geq \frac{I_{CEO}}{\beta}$$

$$V_{CC} = R_B I_{BNO} + V_{BE(NO)}$$

$$I_{BNO} = \frac{V_{CC}}{R_B} - \frac{V_{BE}}{R_B} \geq \frac{I_{CEO}}{\beta} \quad (\text{Ecuación 8.8})$$

8.1. CIRCUITO DE AMPLIFICACIÓN

Un circuito que se lo puede hacer trabajar en los dos estados ó modos:

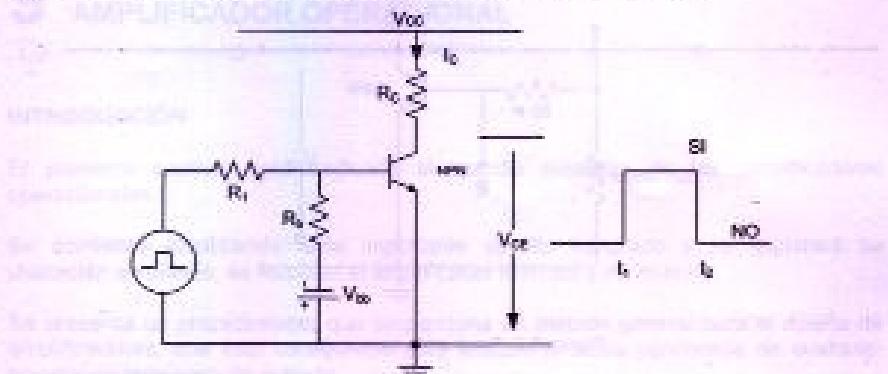


Figura 8.6. Operación en los dos estados ó modos.

- Condición de SI estacionario.
- Condición de NO estacionario.
- Condición de transición t_1 .
- Condición de transición t_2 .

8.2. RESPUESTA TRANSITORIA:

Para hacer pasar al transistor de la condición No a la Si, es necesario suministrar cargas a la base con el propósito de modificar el estado eléctrico de las zonas de deserción propias de la condición NO y establecer un exceso de portadores mayoritarios que posibiliten sustentar primeramente la corriente de base y luego la de colector.

En forma similar, para pasar de la condición Si a la NO hay que retirar el ingreso de cargas y luego establecer la condición de deserción respectiva.

El movimiento de cargas indicado requiere de un determinado tiempo y así tenemos que el primero constituye el "tiempo de crecimiento" y el segundo el "tiempo de decrecimiento".

El crecimiento y el decrecimiento de cargas, se comportan de forma similar a la carga y descarga de un condensador de aquí que, su efecto sea aproximado a un equivalente capacitivo llamado "capacitancia de transición" la misma que puede ser representada en forma equivalente por condensadores entre colector y base y entre base y emisor.

La variación de la corriente de carga o descarga en función del tiempo es algo diferente a la que se tiene en un condensador tradicional ya que se trata de elementos de naturaleza diferente.

Para mejor comprensión de la manera en la cual se produce la transición consideremos el siguiente circuito en los siguientes casos:

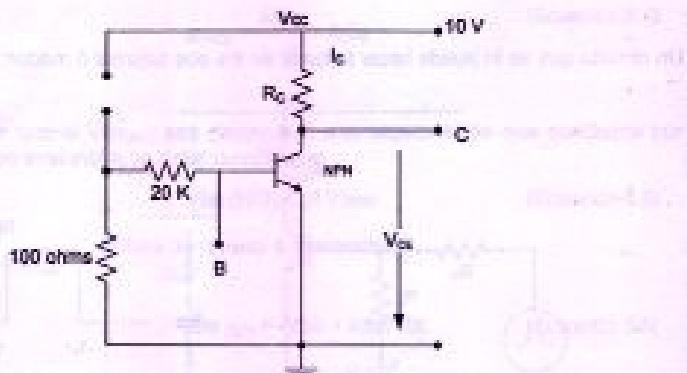


Figura 8.7. Respuesta transitoria.

- a) Con S abierto (Modo NO estacionario)
- b) Instante del cierre de S (Transición de NO a SI)
- c) Con S cerrado (modo si estacionario) y
- d) Instante de apertura de S (transición de SI a NO).

Algunas referencias recomiendan que el efecto de la respuesta de modo transitorio es más pronunciado en los circuitos que utilizan la modulación de placa, lo que ocurre al no cumplir las condiciones establecidas en el diseño de la red de retroalimentación y Cif menciona que el efecto es menor en los circuitos que utilizan la retroalimentación de tensión.

En cambio, se sugiere que para que el efecto de los transitorios sea menor deben cumplir las siguientes condiciones: el dispositivo debe tener una respuesta rápida a los cambios de señal, la respuesta de retroalimentación debe ser rápida y la respuesta de la red de retroalimentación debe ser lenta.

En general, se considera que el efecto de los transitorios es más pronunciado en los circuitos que utilizan la modulación de placa, ya que la respuesta de la red de retroalimentación es más rápida que la respuesta de la red de retroalimentación de tensión.

En conclusión, el efecto de los transitorios es menor en los circuitos que utilizan la modulación de placa, ya que la respuesta de la red de retroalimentación es más rápida que la respuesta de la red de retroalimentación de tensión.