

TEMA 5. EL TIRISTOR

5.1. INTRODUCCIÓN

5.1.1. Estructura Básica.

5.1.2. Característica Estática

5.2. FUNCIONAMIENTO DEL SCR.

5.2.1. Polarización Inversa

5.2.2. Polarización Directa

5.2.3. Mecanismo de Cebado

5.2.4. Mecanismo de Bloqueo.

5.3. RELACIÓN DEL BLOQUEO DEL SCR CON SU CIRCUITO EXTERNO

5.4. CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS

5.4.1. Encendido del SCR

5.4.2. Bloqueo Dinámico del SCR

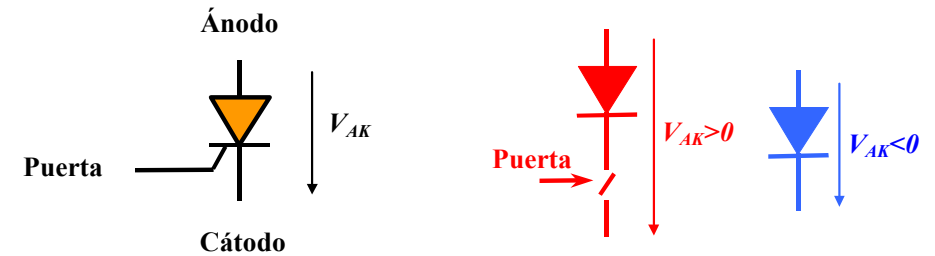
5.5. FORMAS DE PROVOCAR EL DISPARO DEL SCR

5.6. TRIAC

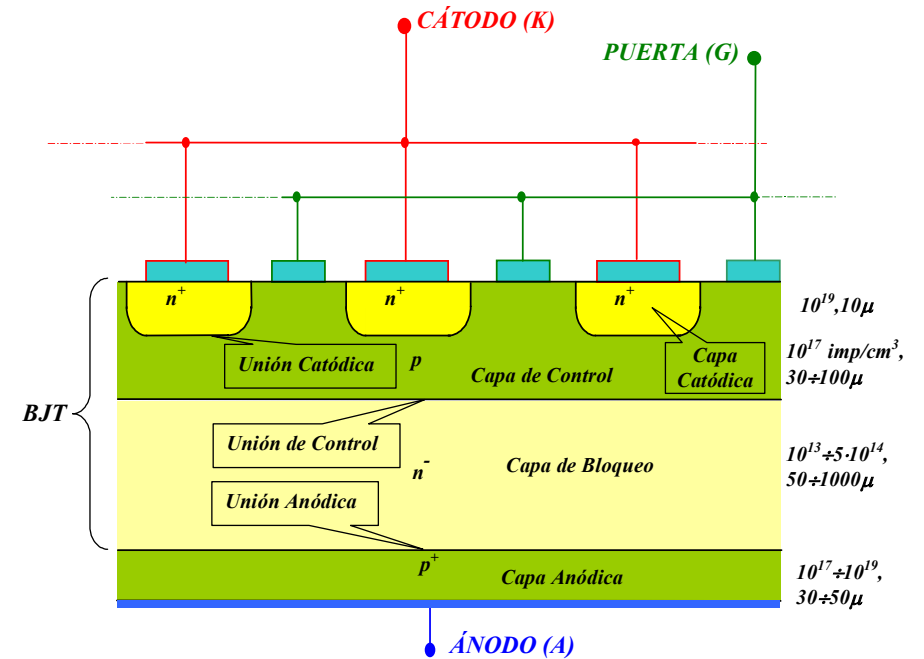
5.6.1. Constitución y Funcionamiento

5.6.2. Característica Estática

INTRODUCCIÓN. Estructura Básica del SCR

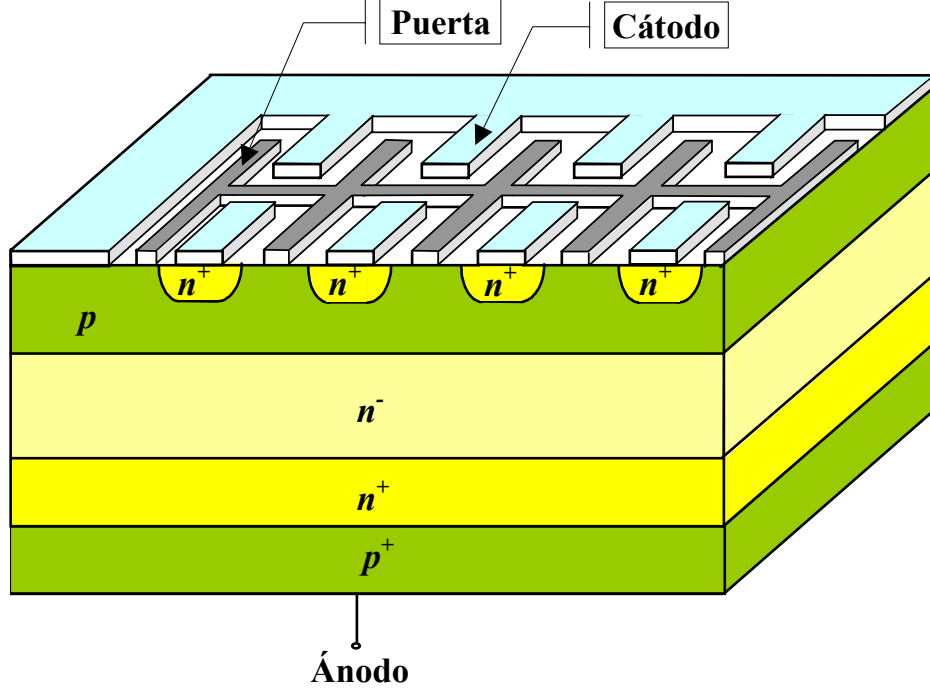


Símbolo y circuitos equivalentes del Tiristor SCR



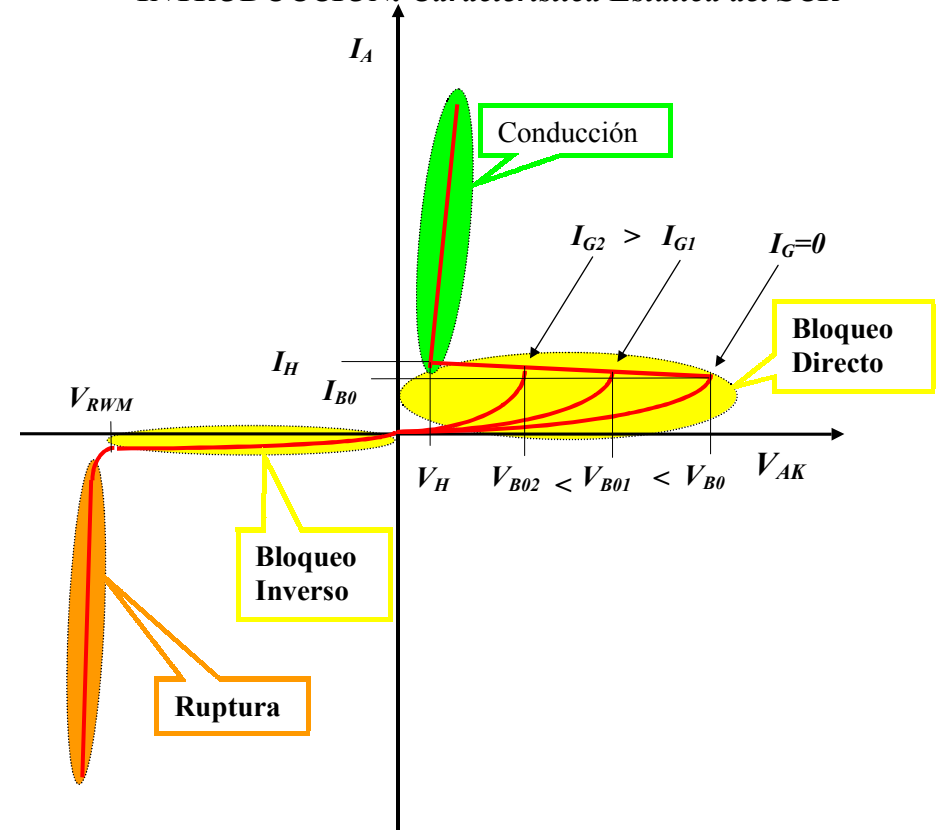
Sección Longitudinal de un SCR

INTRODUCCIÓN. Estructura Básica del SCR



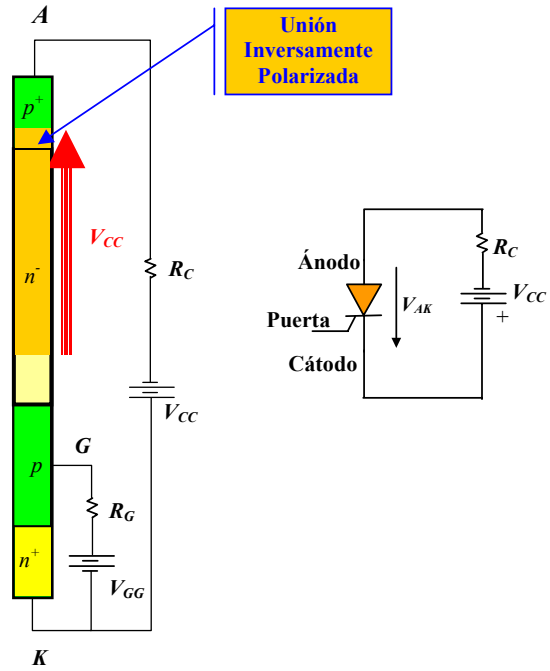
Sección de un SCR para potencias muy elevadas

INTRODUCCIÓN. Característica Estática del SCR



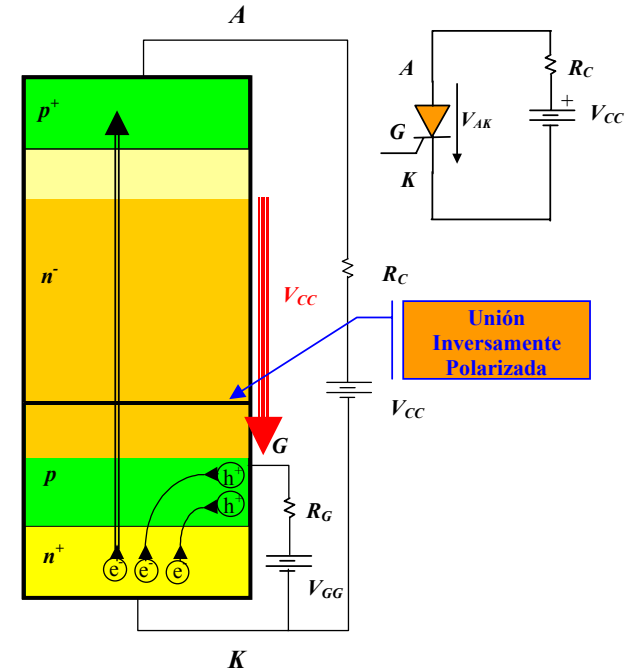
Característica Estática del SCR

FUNCIONAMIENTO DEL SCR. Polarización Inversa



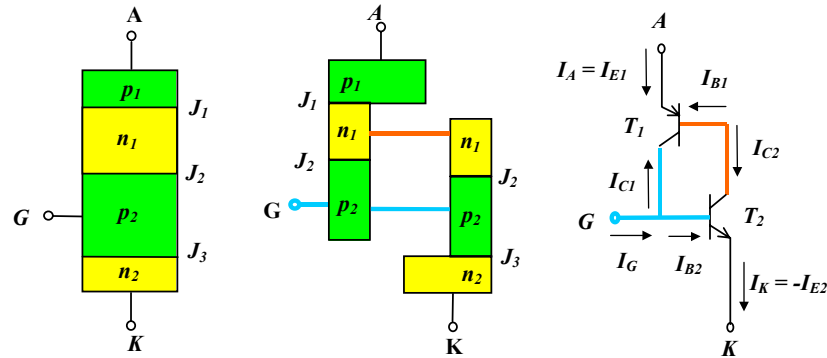
SCR polarizado Inversamente

FUNCIONAMIENTO DEL SCR. Polarización Directa



SCR polarizado Directamente

FUNCIONAMIENTO DEL SCR. Mecanismo de Cebado



a) SCR Simplificado b) SCR como dos Transistores c) Circuito Equivalente

Para el transistor *pnp*: $I_{C1} = -\alpha_1 \cdot I_{E1} - I_{CO1}$ (a)

Y para el transistor *npn*: $I_{C2} = -\alpha_2 \cdot I_{E2} + I_{CO2}$ (b)

Como: $I_K = -I_{E2} = I_A + I_G$ (c)

$I_A = I_{E1}$ (d)

Sustituyendo (c) y (d) en (a) y (b) respectivamente, se obtiene:

$I_{C1} = -\alpha_1 \cdot I_A - I_{CO1}$ (e)

$I_{C2} = \alpha_2 \cdot (I_A + I_G) + I_{CO2}$ (f)

Teniendo en cuenta que la suma de corrientes en T_1 es cero, se obtiene:

$I_A + I_{C1} = I_{C2}$ (g)

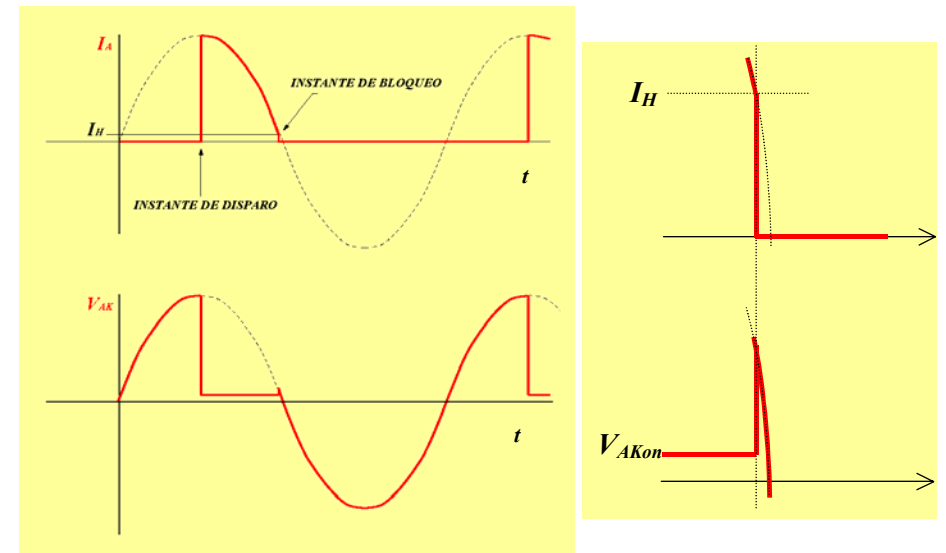
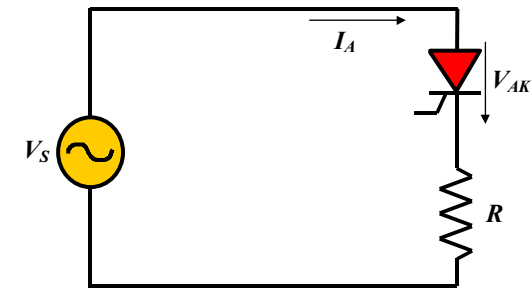
Y, sustituyendo I_{C1} e I_{C2} en (g) por sus valores dados por sus respectivas expresiones (e) y (f), se obtiene:

$I_A - \alpha_1 I_A - I_{CO1} = \alpha_2 (I_A + I_G) + I_{CO2}$ (h)

Finalmente, se despeja I_A en (h) y se obtiene:

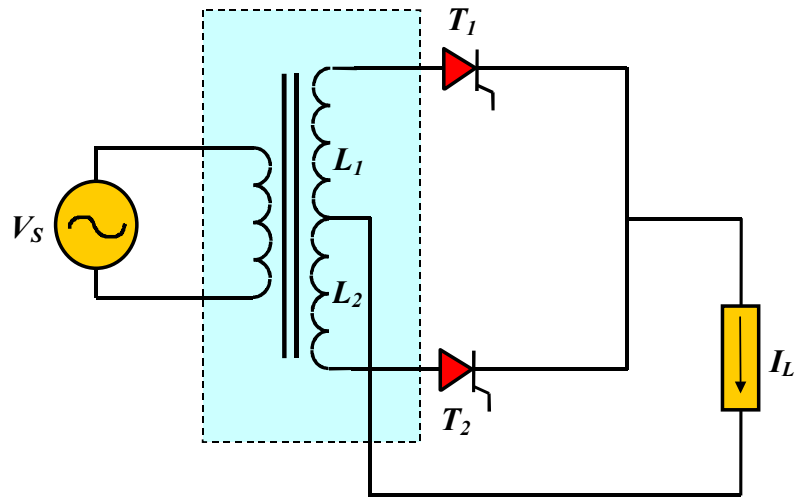
$$I_A = \frac{I_G \alpha_1 + I_{CO1} + I_{CO2}}{1 - \alpha_1 - \alpha_2}$$

RELACIÓN DEL BLOQUEO DEL SCR CON SU CIRCUITO EXTERNO



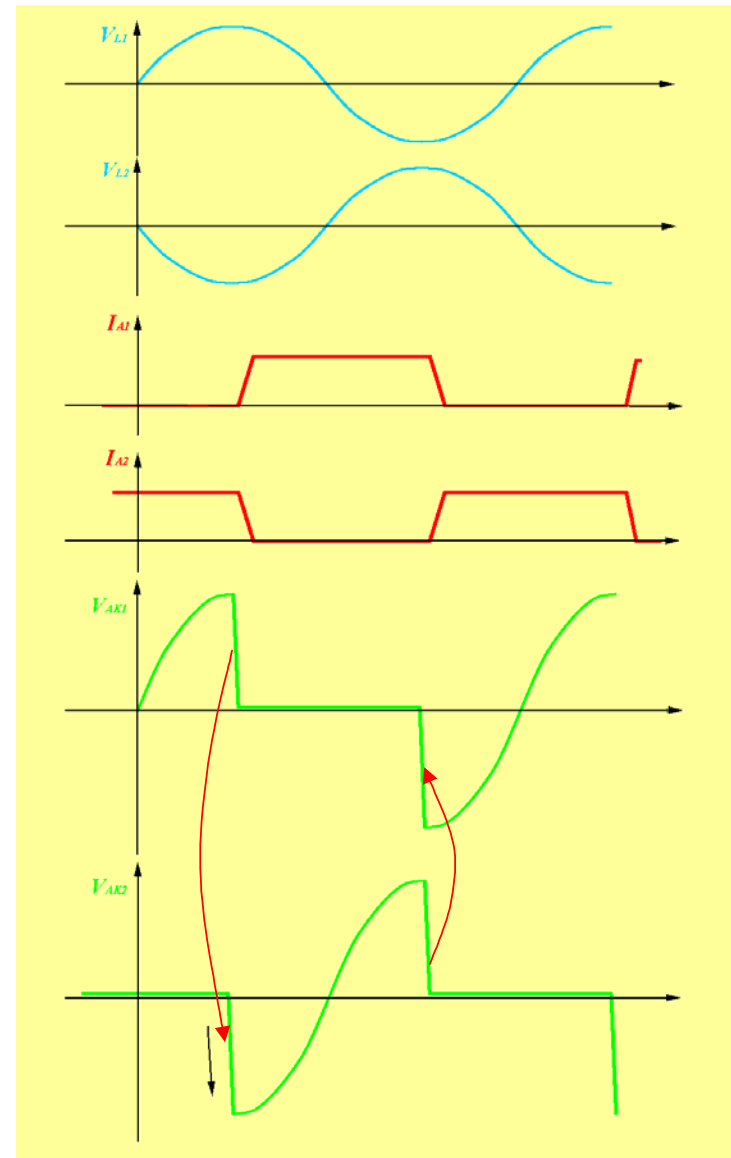
Circuito Simple de SCR con Bloqueo Estático. Frecuencias Bajas

RELACIÓN DEL BLOQUEO DEL SCR CON SU CIRCUITO EXTERNO



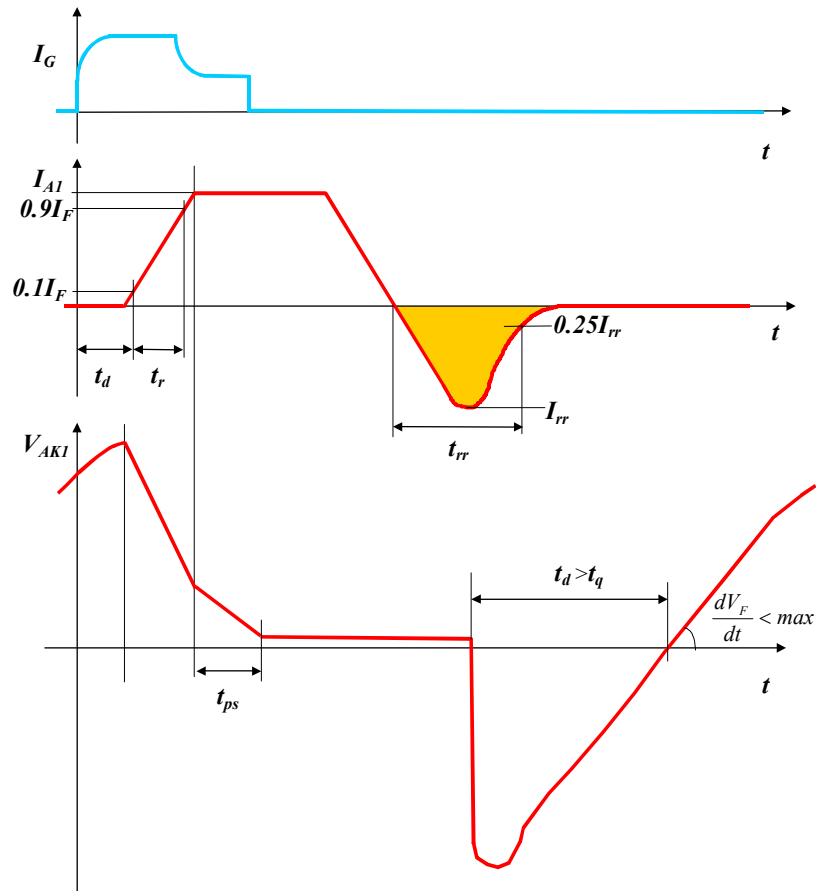
Circuito Rectificador con Bloqueo Dinámico

RELACIÓN DEL BLOQUEO DEL SCR CON SU CIRCUITO EXTERNO



Formas de Onda del Circuito con Bloqueo Dinámico

CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS

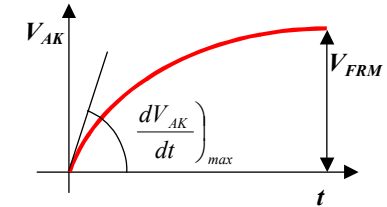


Curvas de Tensión y Corriente del SCR durante la Conmutación

FORMAS DE PROVOCAR EL DISPARO DEL SCR

1. Corriente de Puerta.
2. Elevada tensión Ánodo-Cátodo ($V_{AK} > V_{DWM}$). Ruptura
3. Aplicación de tensión Ánodo-Cátodo positiva antes de que el proceso de bloqueo haya terminado ($t < t_q$)
4. Elevada derivada de la tensión Ánodo-Cátodo

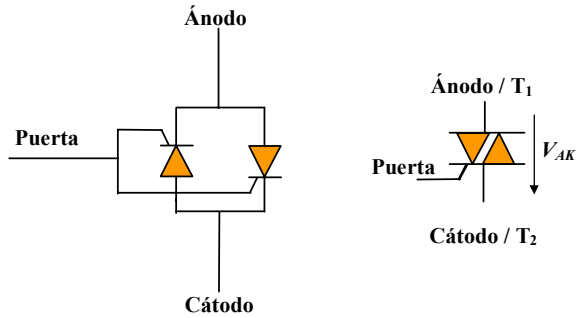
Los fabricantes definen un valor máximo



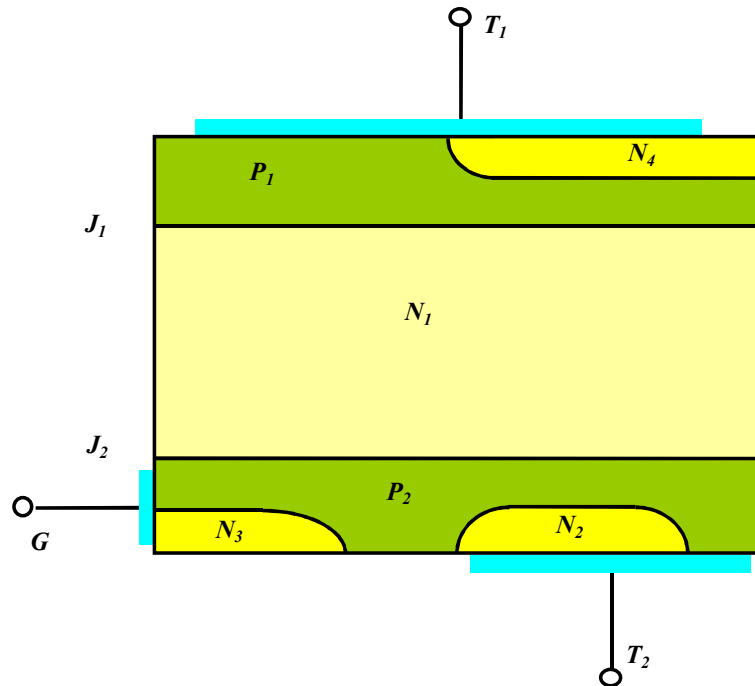
Uso de redes RC (Snubbers)

5. Temperatura elevada
Normalmente no ocurre, aunque si se produce una combinación de varias causas, podría provocarse la entrada en conducción
6. Radiación luminosa
Sólo se ocurre en los dispositivos especialmente contruidos para funcionar de esta forma (LASCR)

TRIAC. Constitución y Funcionamiento

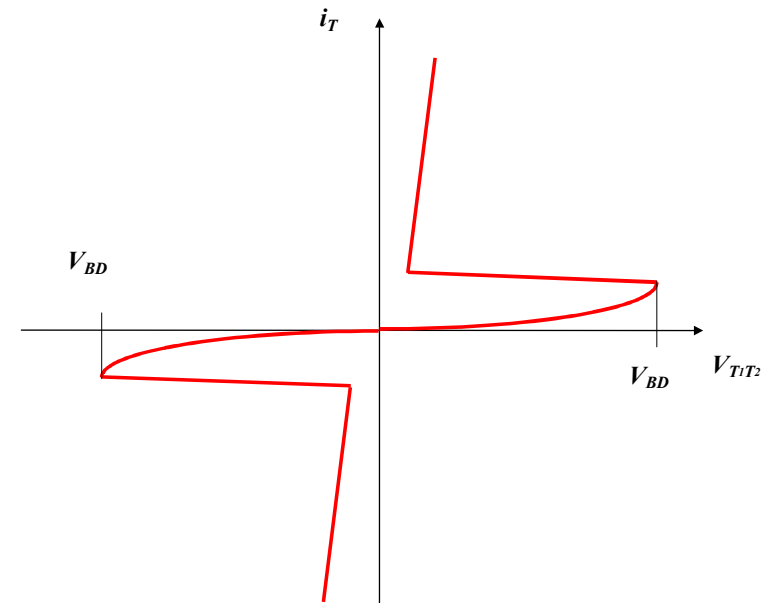


Combinación de dos SCR para formar un TRIAC. Símbolo del TRIAC

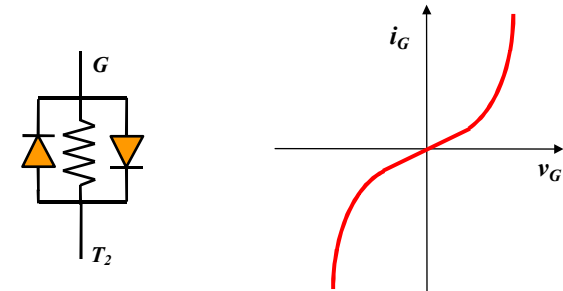


Estructura Interna del TRIAC

TRIAC. Característica Estática



Característica Estática del TRIAC



Característica de Puerta de un TRIAC

Características generales del TRIAC:

- Estructura compleja (6 capas).
- Baja velocidad y poca potencia.
- Uso como interruptor estático.

RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS DEL SCR

Características mas destacadas del SCR:

- Estructura de **cuatro capas** p-n alternadas.
- Directamente polarizado tiene dos estados: **cebado** y **bloqueado**. Inversamente polarizado estará bloqueado.
- Dispositivo **capaz de soportar las potencias más elevadas**. Único dispositivo capaz de soportar $I > 4000 \text{Amp.}$ ($V_{on} \approx 2-4 \text{Volt.}$) y $V > 7000 \text{Volt.}$
- Control del encendido por **corriente de puerta** (pulso). **No es posible apagarlo desde la puerta** (sí GTO tema 7). El circuito de potencia debe bajar la corriente anódica por debajo de la de mantenimiento.
- **Frecuencia máxima de funcionamiento baja**, ya que se sacrifica la velocidad (vida media de los portadores larga) para conseguir una caída en conducción lo menor posible. Su funcionamiento se centra en aplicaciones a frecuencia de red.
- La **derivada de la corriente anódica** respecto al tiempo en el momento del cebado debe limitarse para dar tiempo a la expansión del plasma en todo el cristal evitando la focalización de la corriente.
- La **derivada de la tensión ánodo cátodo** al reaplicar tensión positiva debe limitarse para evitar que vuelva a cebarse. También se debe esperar un tiempo mínimo para reaplicar tensión positiva.