

Protección contra disparo por exceso de  $dV_{AK}/dt$ .

El disparo por exceder el valor  $dV_{AK}/dt$  crítico,  $dV_{AKMC}/dt$ , se produce debido al reordenamiento de cargas en la capacitancia asociada con la juntura que bloquea ( $C_j$ ).

El movimiento de cargas se manifiesta como una corriente ánodo-cátodo de valor:

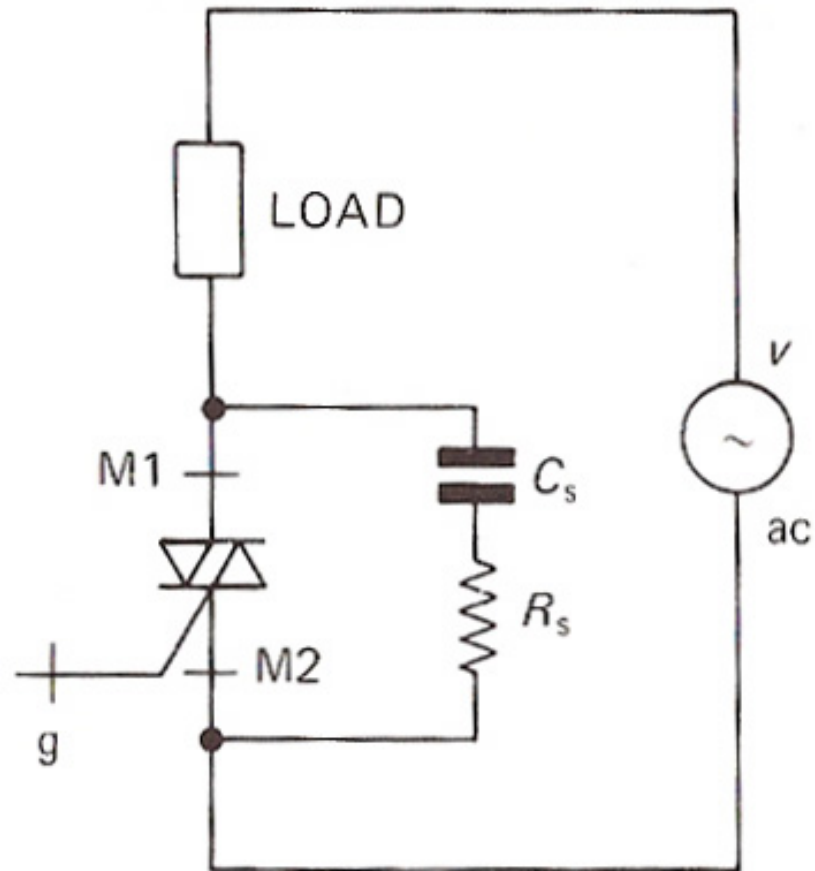
$$i_{AK} = C_j \frac{dV_{AK}(t)}{dt}$$

El valor crítico que produce el disparo por exceso de  $dV/dt$  es:

$$i_C = C_j \frac{dV_D(t)}{dt}$$

Si la corriente disponible en el circuito externo durante una transitoria de voltaje es superior a  $i_c$ , se producirá el disparo. Este problema es particularmente grave en los TRIACs.

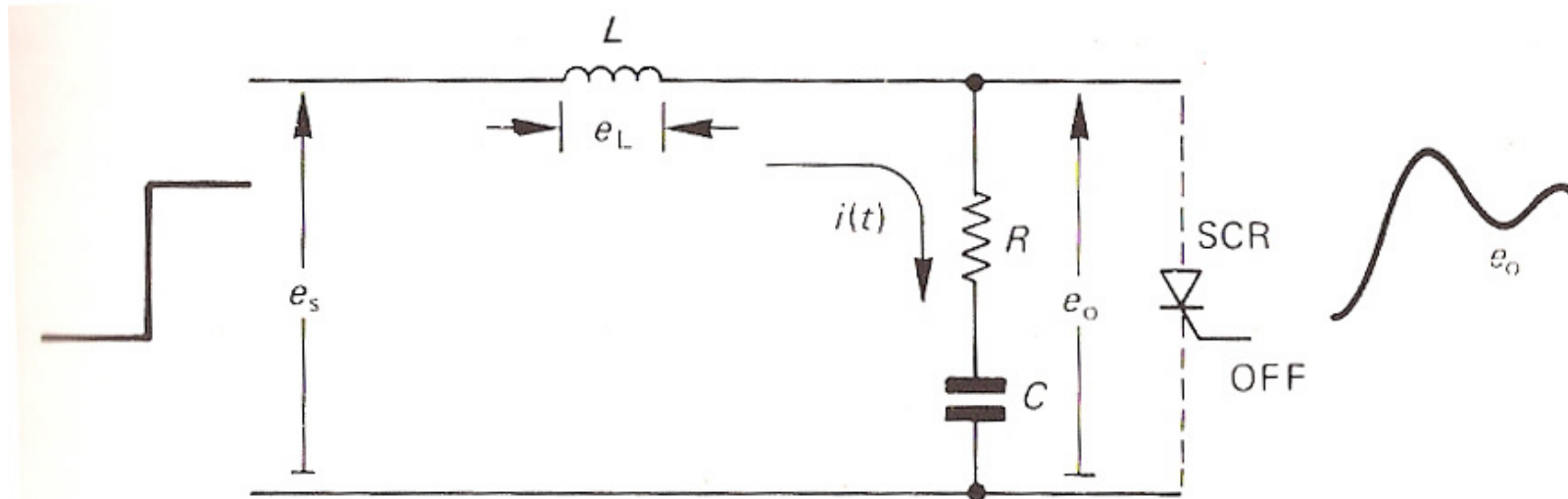
En este caso debe emplearse un tiristor con mayor  $dV_D/dt$  o colocarse un circuito de protección contra reencendido por  $dV/dt$  ("snubber" capacitivo) en paralelo con el tiristor que reduzca el  $dV/dt$  re-aplicado.



Circuito amortiguador de para protección contra re-  
encendido por  $dV_{AK}/dt$ .

El principio de operación de este amortiguador es conectar en paralelo con el tiristor un condensador de valor suficientemente grande para que sea este el que defina la velocidad de crecimiento de la tensión en el arreglo paralelo establecido entre los condensadores equivalentes de las junturas del tiristor en bloqueo y el condensador.

la resistencia debe incluirse ya que de lo contrario el disparo del tiristor cortocircuitaría directamente al condensador, descargando toda la energía almacenada en este con un  $di_{ak}/dt$  que podría ser excesivo.



Circuito equivalente para el cálculo del amortiguador de apagado para protección contra reencendido por  $dV_{AK}/dt$

El valor de la inductancia  $L$  en serie con el tiristor es, en general, la suma de la inductancia de línea con la de carga del circuito.

La tensión  $e_s$  es la amplitud del escalón de tensión aplicada al tiristor que se está apagando. En un circuito AC el peor caso, que debe ser el considerado en el diseño del amortiguador es cuando el apagado se produce en coincidencia con el pico de la tensión de línea.

En este caso el escalón instantáneo es igual al doble de la tensión pico de la senoide de alimentación, tomando en cuenta por supuesto el valor máximo de regulación de la línea AC.

Analizando el circuito equivalente, se puede demostrar que, para factores de amortiguamiento,  $\xi$ , que cumplan con la relación  $\frac{1}{2} < \xi < 1$  se cumple:

1.-  $dV_{AKM}/dt$  máximo reaplicado sobre el tiristor, con un escalón de tensión en la fuente de amplitud  $e_s$ :

$$\frac{dV_{AKM}}{dt} = \frac{e_s}{L} R$$

Donde  $dV_{AKM}/dt$  se fija cumpliendo la condición:

$$\frac{dV_{AKM}}{dt} < \frac{dV_{AKMC}}{dt}$$

$e_s$  y  $L$  son conocidos (deben medirse o estimarse)

2.- Resistencia del circuito amortiguador,  $R$ :

$$R = L \frac{\frac{dV_{AKM}}{dt}}{e_s}$$

3.- Factor de amortiguamiento del circuito,  $\xi$ :

$$\xi = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}}$$

El valor  $\xi$  se fija arbitrariamente, cumpliendo con la

relación:  $\frac{1}{2} < \xi < 1$

4.- Condensador del amortiguador, C:

$$C = \frac{4\xi^2 e_s}{R \frac{dV_{AKM}}{dt}}$$



5.- Corriente máxima en el amortiguador,  $I_{Max}$ :

$$I_{Max} = \frac{e_s}{R} \frac{2\xi}{\sqrt{(1-\xi^2)}}$$

6.- La potencia pico en la resistencia es:

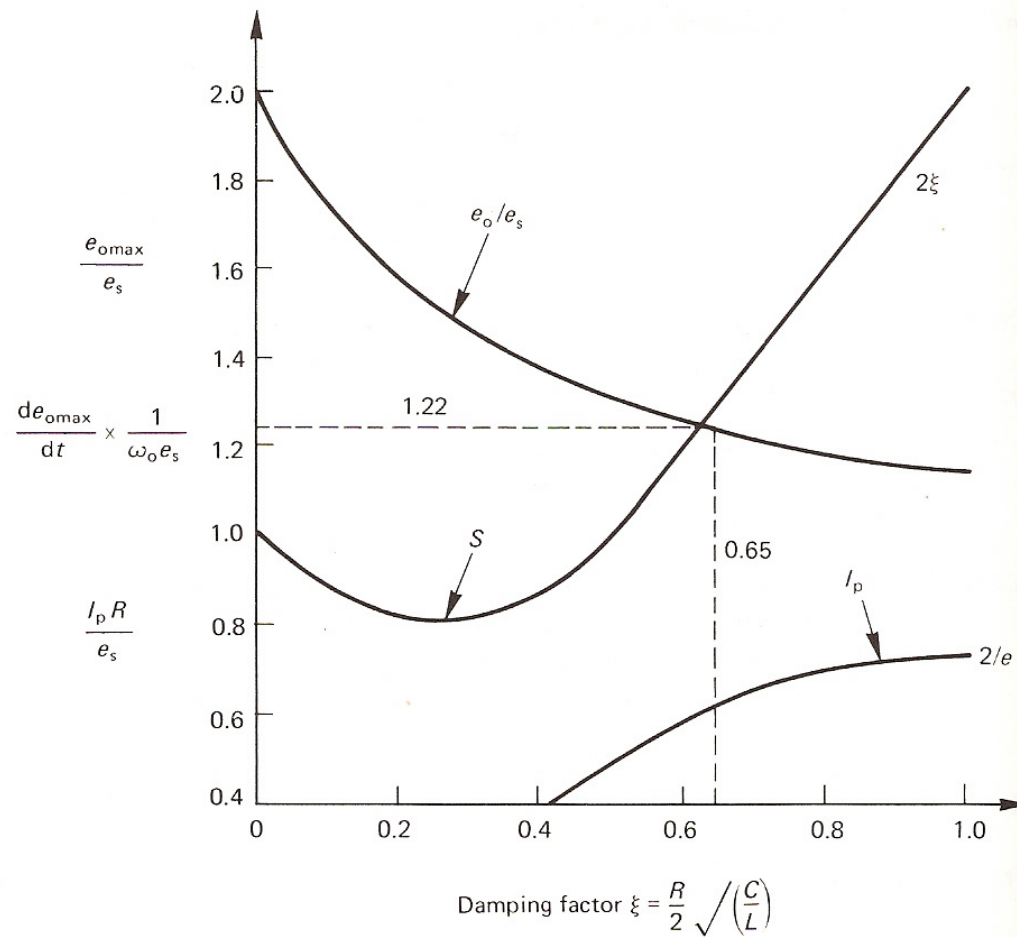
$$P_{Rp} = I_{Max}^2 R$$

Esta potencia se disipa dos veces en cada ciclo, la primera durante la carga del condensador y la segunda durante la descarga.

Seleccionar una resistencia cuya potencia máxima sea igual a esta potencia pico es inmediato, pero lleva a un nivel grande de sobre-especificación.

Si se desea ajustar el valor al mínimo necesario, hay que calcular (o estimar por simulación) la duración de los ciclos de carga y descarga y promediar la potencia disipada en estos dos ciclos respecto a la frecuencia de conmutación.

Los manuales de algunos fabricantes de componentes incluyen nomogramas que permiten realizar todos los cálculos relacionados con el diseño de estos amortiguadores en forma gráfica; por supuesto los resultados son solo aproximaciones.



Nomograma con las funciones principales que definen el comportamiento del amortiguador de apagado para protección contra re-encendido por  $dV_{AK}/dt$ .