



419643

419643 Ho16

F.C. 12-2-76

MEMORIA DESCRIPTIVA

Correspondiente a la solicitud de registro de una Patente de In-  
troducción que, por diez años se solicita para España, a favor de  
la firma GENERAL ELECTRIC COMPANY, de nacionalidad jurídica esta-  
dounidense, domiciliada en Schenectady, N.Y. (EE.UU.) - - - - -

**REVISADO**

" DISPOSITIVO CONMUTADOR BIDIRECCIONAL ESTÁTICO LIMITADOR DE  
CORRIENTE "

La presente patente se relaciona con conmutadores estáticos  
conmutados forzadamente que están adaptados para ser conectados a  
un circuito de energía eléctrica para permitir o bloquear selecti-  
vamente el flujo de corriente alterna en el mismo. Más particular-  
mente el invento se refiere a un conmutador de corriente alterna  
compuesto de tiristores conectados en serie, asociados con circui-  
tos de conmutación, operativos selectivamente para interrumpir co-  
rrientes a través del conmutador, medios para acelerar el proceso  
de conmutación y medios de supresión de sobre-tensión.

5

10

En la técnica de la distribución de energía eléctrica y su

419643

15 OC



utilización es una práctica común emplear conmutadores o interruptores de circuito con el fin de iniciar o terminar el flujo de corriente de carga al mando de un circuito de control. Estos conmutadores pueden estar ventajosamente contruidos de dispositivos conmutadores controlables de estado sólido, tales como tiristores. Un 5  
rectificador controlado de silicio (SCR) es un tipo de tiristor útil en tales conmutadores. Puesto que los conmutadores de tiristor no utilizan ninguna parte móvil para completar o interrumpir el circuito, son conocidos en la técnica como conmutadores estáticos. Los 10  
conmutadores estáticos pueden estar provistos de medios protectores de sobrecorriente para permitirles interrumpir el flujo de corriente de carga en respuesta a una sobrecorriente tanteada de una magnitud preseleccionada.

Como es bien conocido un SCR comprende un cuerpo de material 15  
semi-conductor teniendo una pluralidad de capas, de conductividades alternativas del tipo P y N, que forman una pluralidad de juntas rectificadoras de dorso contra dorso en el mismo. El cuerpo semiconductor está dispuesto entre un par de electrodos principales, uno conocido como ánodo y otro conocido como cátodo. Los tiristores incluyen 20  
adicionalmente alguna forma de medios de paso (es decir, en un SCR convencional es el electrodo de paso) que es operativo para iniciar la conducción de corriente entre el ánodo y el cátodo. Cuando está conectado a una fuente de voltaje y una carga, un SCR ordinariamente bloqueará apreciable flujo de corriente entre su ánodo y 25  
cátodo hasta que se dispare o ponga en marcha por una señal aplicada a su electrodo de paso en un tiempo, en que su ánodo es obligado hacia el positivo, respecto a su cátodo, después de lo cual conmuta repentinamente a un estado conductivo de resistencia, relativamente fácil. Una vez conduciendo, el SCR continuará conduciendo corriente 30  
de carga, aún cuando no se provea ulterior disparo, en tanto que la

419643

15 OCT 1971



magnitud de la corriente esté por encima de un nivel de retención predeterminado. Cuando la magnitud de la corriente cae por debajo de aquel nivel, el SCR conmuta a un estado de resistencia relativamente alto, después de lo cual el flujo de corriente de carga es bloqueado hasta que el SCR sea disparado de nuevo subsiguientemente. Por lo tanto, cuando se conecta a una fuente de corriente alterna un SCR, necesariamente cesará de conducir cuando concorra una corriente natural cero.

Los SCR son conmutadores controlados unidireccionales, por lo tanto, en un sistema de distribución de energía de corriente alterna, están normalmente conectados en una configuración paralela inversa para formar un conmutador estático teniendo un par de caminos conductivos (un camino conduce semi-ciclos positivos o de avance de corriente de carga y el otro camino conduce semi-ciclos negativos o invertidos de corriente de carga). Un circuito de control normalmente está previsto para suministrar señales de paso al conmutador o para dar potencia a los SCR para iniciar la conducción en los mismos. El circuito de control incluye medios para efectuar interrupción en corriente de carga en respuesta a una falta o sobrecorriente tanteada. Esto suele efectuarse deteniendo el suministro de señales de paso desde el circuito de control, después de lo cual el conmutador o el SCR de potencia, comenzaría a bloquear corriente de carga al concurrir la próxima corriente natural cero. Debería observarse que esta manera de interrupción de corriente puede permitir que se forme la corriente de falta hasta niveles peligrosos antes de que el conmutador conductivo vuelva a alcanzar su estado bloqueador en la siguiente corriente cero que suceda a la detección de la corriente de falta.

Con el fin de procurar capacidad de interrupción de corriente dentro de una fracción del semi-ciclo del voltaje de fuente alter

419643



na, tienen que procurarse medios para forzar a desconectar el SCR de potencia conductivo (es decir, retornarle a su estado bloqueador). El proceso de desconectar el SCR de potencia conductivo, es conocido en la técnica como conmutación forzada o simplemente conmutación. Un conmutador estático, equipado con medios de conmutación para interrumpir corriente dentro de una fracción de un semiciclo de la detección de una falta, es conocido como conmutador limitador de corriente. Tal conmutador limita la magnitud de la corriente de falta a un máximo aceptable interrumpiendo la corriente de falta tempranamente en su semi-ciclo (es decir, antes de que alcance su magnitud de punta).

El medio conmutador puede adoptar una variedad de formas que son bien conocidas en la técnica. Un circuito de conmutación, comúnmente usado, comprende un capacitor cargado, conectado en serie con un tiristor (el tiristor es conocido en la técnica como un tiristor conmutador, y el capacitor es conocido como un capacitor conmutador). Este circuito está conectado en shunt a través del SCR de potencia del conmutador estático. El tiristor conmutador está polarizado en la misma dirección que el SCR de potencia y está normalmente en un estado no conductivo. El capacitor conmutador es cargado a un voltaje de corriente continua predeterminado, en oposición a la polaridad del tiristor de potencia y se aísla del tiristor de potencia por el tiristor conmutador no conductor. Cuando una corriente/falta, cuya magnitud exceda de un nivel preseleccionado, es detectada en el sistema, el tiristor conmutador es disparado por su circuito de control. Esto permite que se descargue el capacitor conmutador cargado, en la dirección inversa a través del tiristor de potencia conductor. La descarga del capacitor conmutador sirve para la fuerza invertida obligada sobre el tiristor de potencia y para impulsar la corriente, que fluye a través del mismo por

419643 19 001



debajo de su nivel de retención, después de lo cual se desconecta (reanuda su estado bloqueador).

5 Para aplicaciones de alto voltaje, un conmutador de corriente alterna puede comprender tiristores de potencia múltiples, conectados en serie, unos con otros, para formar cada camino conductor del conmutador, por lo que el pleno voltaje impuesto sobre el conmutador es dividido o compartido igualmente entre los tiristores individuales de voltaje inferior. En un conmutador de corriente alterna, en que cada camino conductor está compuesto de un par de  
10 tiristores de potencia conectados en serie, se ha sugerido que la función de conmutación se procure, bien sea por via de un circuito de conmutación separado para cada tiristor, o por via de un circuito de conmutación común para cada camino conductor.

15 En tanto concierne a la última disposición, debería cuidarse en la construcción del conmutador el utilizar en cada camino, tiristores teniendo sustancialmente idénticas características de desconexión. De otro modo, el tiristor de potencia que se desconecte primeramente, estará sometido, en la dirección inversa, al pleno voltaje, que permanezca sobre el capacitor conmutador y, debido a  
20 esta solicitud excesiva del voltaje, el primer tiristor desconectado puede eventualmente ser degradado o dañado permanentemente. La necesidad de emparejar las características de desconexión de tiristores producidos en masa, de modo que se construya un conmutador que funcione con éxito, con sólo un circuito conmutador para camino  
25 conductor, es costoso y consume tiempo.

Utilizando un circuito conmutador separado para cada uno de los tiristores colocados en serie en un camino de conducción, se evita la necesidad de emparejar con precisión las características de desconexión. Con esta disposición, puesto que el voltaje sobre  
30 cada capacitor conmutador no excederá de un nivel, que es compati-

419643

150



5 ble con el régimen de su tiristor de potencia individualmente asociado, y aún cuando un tiristor en el camino se desconectase antes que el otro, no debería ocurrir daño de voltaje invertido. Por esta razón un circuito conmutador separado para cada tiristor de potencia en el camino conductor se prefiere, aunque tal disposición requiera capacitores conmutadores extra y tiristores conmutadores extra. Desde un punto de vista económico sería deseable poderse construir un conmutador de corriente alterna, limitador de corriente, teniendo, tanto tiristores de potencia sin emparejar, como menos componentes conmutadores. De acuerdo con esto, es un objeto primario del presente invento procurar un conmutador estático de corriente alterna, limitador de corriente de voltaje relativamente alto, utilizando un número mínimo de componentes conmutadores, permitiendo el uso de tiristores de potencia sin emparejar.

15 En un conmutador estático de corriente alterna, cualesquiera (pero no ambos) de los caminos de corriente de carga, puesto a polo inversamente, puede ser conductivo en un momento particular de detectar una falta o sobrecorriente.

20 Con el fin de asegurar que la conmutación proceda efectivamente si todos los circuitos conmutadores son accionados en aquel tiempo, se ha propuesto en la patente de EE.UU. nº 3.558.983 (Steen) usar inductores desacopladores, conectados entre los respectivos caminos en un extremo del conmutador. Esto reduce al mínimo el efecto forzador de avance sobre los tiristores de potencia conductivos de la descarga de los capacitores conmutadores asociados con un camino no conductivo. Otra forma de abordar el asegurar que la conmutación prosiga con éxito, una vez que haya comenzado, es accionar sólo los circuitos de conmutación asociados con el camino, que estaba actualmente conduciendo. Tal acercamiento discriminador se ilustra y reivindica en la solicitud de patente, pendiente

419643



te al mismo tiempo, serie nº 76.446 presentada el 29 de septiembre de 1970 y transferida al mismo titular de la presente solicitud. Mientras que esto ahora el espacio y el coste de por lo menos el par de inductores desacopladores, añade la complicación y el coste de los circuitos discriminadores de dirección de corriente de carga y de control.

Por lo tanto, es otro objeto de la presente patente procurar un conmutador de corriente alterna de tiristor en serie, limitador de corriente, incluyendo medios relativamente simples y poco costosos, para asegurar la conmutación con éxito no obstante al hecho de que todos los circuitos conmutadores son accionados simultáneamente. Cuando los tiristores conmutan desde su estado conductivo a sus estados bloqueadores a la incidencia de una corriente cero, se generan transientes de voltaje (mencionados a continuación como transientes de conmutación) en el circuito de potencia. En el caso de un conmutador estático, que sea conmutado para desconectar, por la descarga de un capacitor conmutador asociado, el resultante transiente de conmutación aparece sobre el capacitor conmutador y es de polaridad opuesta al voltaje, al que estaba cargado el capacitor para su tarea de conmutación. Si el transiente conmutador es grande, puede resultar daño al capacitor conmutador.

Por lo tanto, es otro objeto de la presente patente procurar medios mejorados, acoplados a un conmutador estático conmutador forzadamente para suprimir transientes de conmutación de voltaje inducido. Cuando se conecta en un sistema de energía un conmutador estático, puede estar ocasionalmente sometido a una sobretensión de voltaje producida externamente (por ejemplo, un rayo que toque a un conductor del sistema) en un tiempo, en que los tiristores de potencia estén en su estado no conductivo. Si la sobretensión es severa y si el sistema de energía carece de circuitos supresores

419643<sup>150</sup>



de sobretensión, pueden dañarse algunos de los tiristores de potencia no conductivos.

5 Por lo tanto, es todavía otro objeto de la presente patente el procurar medios, acoplados a un conmutador estático conmutado forzadamente, que sean eficaces para proteger al conmutador de sobretensiones de voltaje, generadas externamente.

10 De acuerdo con una forma de la presente patente, se procura un conmutador estático limitador de corriente bidireccional. El conmutador está compuesto de cuatro tiristores de potencia conectados en un circuito de puente incluyendo dos caminos conductivos. Un camino compuesto de dos tiristores de potencia conectados en serie, está adaptado para transportar corriente de carga de polaridad positiva, y el otro camino compuesto de otros dos tiristores de potencia conectados en serie, está adaptado para transportar corriente de carga de polaridad negativa. Medios de conmutación están incluidos en el conmutador para interrumpir el flujo de corriente de carga a través del mismo en respuesta a una señal de "parada". El medio de conmutación incluye un conmutador no conductivo normalmente, asociado con cada divisor de potencia y un par de capacitores conmutadores. Cada uno de dichos capacitores está asociado con un tiristor de potencia de un camino y un tiristor de potencia del otro camino. Cuando se dispone de esta manera, cada capacitor está adaptado para suministrar energía conmutadora a dos tiristores de potencia. Con el fin de asegurar que prosiga la conmutación con éxito en el caso de que todos los conmutadores de conmutación resulten conductivos, se procura en el conmutador un medio limitador de impedancia. El medio limitador de impedancia está conectado entre los tiristores de potencia, de tal manera, que esté incluido en cada camino conductivo. Un circuito supresor de transiente de conmutación, que también es eficaz para

15

20

25

30

419643 15 00



proteger los tiristores de potencia del conmutador de sobretensiones de voltaje, generadas externamente, se dispone en shunt a través de los capacitores de conmutación y de los medios de impedancia limitadores de corriente.

5           La presente patente se comprenderá mejor y se apreciarán más plenamente sus varios objetos y ventajas de la siguiente descripción, tomada conjuntamente con el dibujo anexo, que es un diagrama esquemático de un sistema de energía utilizando un conmutador estático de acuerdo con el presente invento.

10           Como puede observarse, una fuente -1- de voltaje al torno, se dispone para suministrar energía eléctrica a una carga -3-. Con el fin de iniciar o terminar el flujo de corriente a la carga, está previsto un interruptor -2- de circuito estático entre la fuente y la carga. Este interruptor de circuito incluye un conmutador  
15 -4- de estado sólido o estático. Aunque solo se ilustra un conmutador de fase simple, se comprenderá que podrían usarse dos o más conmutadores duplicados en un típico interruptor estático trifásico. Con el fin de controlar la conducción del conmutador estático, es decir, iniciar o terminar la conducción de corriente en el mismo, el interruptor también incluye un circuito -5- de control de  
20 potencia, teniendo dos estados o modos, es decir, "conectado" y "desconectado". Cuando el circuito de control -5- es accionado desde sus estados de "conexión" a "desconexión" el conmutador estático interrumpe el flujo de corriente hacia la carga. Además, el  
25 interruptor incluye medios de conmutación para conmutar forzosamente al conmutador estático en respuesta de alta velocidad a la detección de una corriente de falta por un circuito -6- detector de sobrecorriente. Los medios de conmutación están controlados por un circuito -7- de control de conmutación.

30           El conmutador -4- estático comprende cuatro tiristores de po

4196435 OCT.



tencia -4a-, -4b-, -4c- y -4d-, conectados en un circuito de puente para procurar un conmutador teniendo una capacidad de conducción de corriente de carga bidireccional. Como puede observarse, el ánodo del tiristor -4a-, está conectado al cátodo del tiristor -4c- en un terminal de corriente alterna, AC1 del conmutador. De una manera similar, el ánodo del tiristor -4d-, está conectado al cátodo de tiristor -4b-, en el otro terminal de corriente alterna, AC2, del conmutador. Los cátodos de los tiristores -4a- y -4d- están conectados juntos en un terminal de corriente continua, DC1 del conmutador, y los ánodos de los tiristores -4c- y -4b- están conectados al otro terminal de corriente continua DC2, del conmutador. Cuando están dispuestos de esta manera, los tiristores -4a- y -4b-, forman un camino conductivo, y los tiristores -4c- y -4d- forman un segundo camino conductivo. Como debería apreciarse, un camino conductivo está adaptado, para conducir corriente de polaridad positiva a la carga, y el otro camino está adaptado para conducir corriente de polaridad negativa a la misma. Puesto que cada camino incluye dos tiristores de potencia conectados en serie, el conmutador está particularmente adaptado para el uso en aplicaciones interruptoras de circuito de alto voltaje. Para regimenes de corriente más alta, los tiristores individuales mostrados pueden ser respectivamente puestas en paralelo por dispositivos duplicados, que funcionan al unísono con los mismos. Respectivos circuitos de derivación, divisores de voltaje, están conectados en shunt con cada uno de los tiristores de potencia conectados en serie. Tales circuitos se mencionan algunas veces como "circuitos amortiguadores" e incluyen comúnmente un resistor, conectado en serie con un capacitor. Para mayor simplicidad del dibujo, los circuitos amortiguadores, incluidos en el conmutador estático -4-, no se ilustran.

El circuito de control -5- en su modo conectado procura ade-

419643 19 oct.



cuadas señales de paso a los tiristores de potencia haciendo que el conmutador -4- haga conductivo al conmutador, después de lo cual es capaz de fluir corriente de carga entre la fuente -1- y la carga -3-. En su modo "desconectado" no se procuran señales de paso por el circuito de control -6- a ninguno de los tiristores de potencia del conmutador. Por lo tanto, cuando el circuito de control -6- está en este modo, el conmutador estático -4- bloquea el flujo de corriente de carga.

El interruptor de circuito estático -2- es del tipo limitador de corriente y, por lo tanto, está equipado con medios para forzar rápidamente a todos los tiristores de potencia conductivos a la posición "desconectada" en respuesta a una falta detectada. Aquel medio incluye un par de circuitos de conmutación -8- y -9-. El circuito de conmutación -8- incluye un capacitor -8a- y un inductor -8b- y está conectado en un extremo a un terminal de corriente alterna del circuito de puente. De una manera similar el circuito de conmutación -9- incluye un capacitor -9a- y un inductor -9b- y está conectado en un extremo al otro terminal de corriente continua del circuito de puente. Un tiristor -10a- conmutador, normalmente no conductivo, está conectado entre un terminal de corriente alterna del circuito de puente en un extremo de circuito conmutador -8-. Un tiristor -10d- conmutador normalmente no conductivo, está conectado entre el otro terminal de corriente alterna del circuito de puente y el extremo del circuito conmutador -8-. De una manera similar un tiristor -10c- conmutador normalmente no conductivo, está conectado entre un terminal de corriente alterna del circuito de puente y un extremo del circuito de conmutación -9-. Otro tiristor -10c- conmutador no conductivo, está conectado entre el otro terminal de corriente alterna del puente y un extremo del circuito de conmutación -9-. Cuando está conectado de esta manera, cada

419643

15 U



tiristor de potencia tiene asociado con el mismo un tiristor conmutador conectado a polo similarmente. El capacitor -8a- del circuito conector -8- y el capacitor -9a- del circuito conmutador -9- están cargados a un nivel de voltaje de corriente continua, cuya polaridad se ilustra. Aunque no se ilustra en el dibujo, se considera el uso de un esquema recargador, como el reivindicado en la patente de EE.UU. nº 3.098.949 de Goldberg.

Cuando ocurre una falta, la corriente que fluye en el conmutador, se incrementa anormalmente. Cuando la magnitud de la corriente de falta alcanza un nivel preseleccionado, se activa el circuito -6- detector de sobrecorriente e inmediatamente procura una señal de "parada" al circuito de control de potencia -5- y al circuito -7- de control de conmutación. Después de la recepción de una señal de parada, el circuito de control -5- cesa de producir señales de paso para los tiristores de potencia. En respuesta al mismo acontecimiento, el circuito de control de conmutación -7- está dispuesto para suministrar una señal de paso a todos los tiristores conmutadores.

Si la corriente falsa es grande, sin tener en cuenta de qué camino conductor está transportando aquella corriente, un voltaje de la polaridad mostrada, aparecerá sobre el conductor -11- y será de suficiente magnitud para invertir la dirección de fuerza de los tiristores conmutadores asociados con los tiristores de potencia no conductivos. Esta acción impedirá que aquellos tiristores conmutadores resulten conductivos, no obstante a la aplicación de las señales de disparo a los mismos, desde el circuito de control -7-. Por ejemplo, supóngase que la corriente defectuosa está fluyendo a través del camino conductivo compuesto por el tiristor de potencia -4a-, inductor -11- y tiristor de potencia -4b- y alcance un nivel preseleccionado. El circuito -6- detector de sobrecorrien-

419643<sup>15 OCT</sup>



te alimenta una señal de parada al circuito -5- de control de potencia y al circuito -7- de control de conmutación y este último circuito procura señales de disparo a los pasos de todos los tiristores conmutadores. Si la corriente defectuosa es lo bastante alta, el voltaje, que aparece sobre el inductor -11-, invertirá la fuerza de dirección del tiristor conmutador -10d- y -10c- no obstante al hecho de que el capacitor conmutador, conectado a cada uno de ellos, tienda a obligarles hacia adelante. Los tiristores conmutadores -10a- y -10b- ahora comenzarán a conducir, y la conmutación de los tiristores de potencia conductivos -4a- y -4b-, ocurrirá de la manera siguiente: la energía acumulada en el capacitor acumulador -8a- será capacitada para fluir en la dirección inversa a través del tiristor de potencia -4a- por vía del tiristor conmutador -10a- conductivo. De una manera similar, la energía almacenada en el capacitor conmutador -9a- podrá fluir en la dirección inversa a través del tiristor de potencia -4b- por vía del tiristor conmutador -10b-. La corriente inversa, que fluye a través de los tiristores de potencia, apaga en los mismos la conducción de corriente de carga. Debido al hecho de que cada circuito conmutador contiene un inductor (es decir, el circuito conmutador -8- incluye el inductor -8a- y el circuito conmutador -9- incluye el inductor -9a-) la corriente, que fluye a través de los tiristores conmutadores conductivos, es de naturaleza oscilatoria y, al concurrir la corriente cero, los tiristores conmutadores cesan de conducir y el flujo de corriente de carga se termina.

Como podrá apreciarse, la magnitud del voltaje, que aparece sobre el inductor -11- cuando fluye a través del mismo corriente defectuosa, es una función del régimen de subida de aquella corriente (di/dt). En ciertas situaciones, el di/dt puede ser rela

419643

15 OCT 1961



5      tivamente pequeño, de modo que el voltaje, que aparece sobre el inductor -11- puede ser insuficiente para obligar inversamente los tiristores conmutadores, asociados con los tiristores de potencia no conductivos (es decir, el voltaje que aparece sobre el inductor -11- puede ser menor que el voltaje sobre los capacitores -8a- y -9a- ). Por lo tanto, todos los tiristores conmutadores pueden comenzar a conducir a la recepción de señales de disparo desde el circuito -7- de control de conmutación. En interés de conmutación con éxito de la corriente defectuosa, que transportan los tiristores de potencia, 10 es importante que la energía que se descarga desde los capacitores de los circuitos conmutadores, se suministre en la dirección inversa a través de los tiristores de potencia conductivos. En aquel aspecto, es de máxima importancia impedir que la corriente de descarga de capacitor conmutador circule alrededor de caminos de circuito, 15 incluyendo tiristores conmutadores conductivos, pero excluyendo los tiristores de potencia conductivos, (uno de tales caminos consiste en el tiristor conmutador -10a-, capacitor conmutador -8a-, inductor conmutador -8b-, inductor limitador de corriente -11-, inductor conmutador -9b-, capacitor conmutador -9a- y tiristor conmutador -10c-, 20 y un segundo camino de esta clase consistente en el tiristor conmutador -10d-, capacitor conmutador -8a-, inductor conmutador -8b-, inductor limitador de corriente -11-, inductor conmutador -9b-, capacitor conmutador -9a- y tiristor conmutador -10b-).

25      El inductor -11- limitador de corriente sirve para impedir que la corriente de descarga desde los capacitores conmutadores circule en aquellos caminos por lo menos hasta que la corriente defectuosa, que transportan los tiristores de potencia, se haya desconectado. Haciéndolo así, el inductor limitador de corriente asegura que la conmutación de los tiristores de potencia, transportadores de corriente 30 defectuosa, pueda proseguir hasta una conclusión con éxito, sin

419643

15



tener en cuenta de si los tiristores conmutadores, asociados con un  
tiristor de potencia no conductivos, resulten o no conductivos. El  
funcionamiento del inductor en este aspecto se describirá con refe-  
rencia a la conmutación del tiristor de potencia -4a- (suponiendo  
5 que la corriente defectuosa esté fluyendo a través de los tiristo-  
res -4a- y -4b- y que todos los tiristores conmutadores se conecten  
al ser disparados por el circuito -7- de control de conmutación).  
Cuando el tiristor conmutador -10a- es disparado, comienza a fluir  
corriente desde el capacitor conmutador -8a- en la dirección inver-  
10 sa a través del tiristor de potencia -4a- por vía del camino consis-  
tente en el tiristor -10a- conmutador conductivo, el capacitor -8a-  
conmutador, el inductor conmutador -8b- y el tiristor de potencia  
-4a-. Al mismo tiempo, la corriente, que fluye a través del tiris-  
tor de potencia conductivo -4a- en la dirección de avance, incluye  
15 no sólo la corriente defectuosa, sino que también incluye corriente  
desde el capacitor -9a- conmutador, que se descarga. Esta última  
corriente puede fluir por vía del tiristor conmutador conductivo  
-10c- (el mismo fluye a través del camino consistente en el tiristor  
conmutador -10c-, tiristor de potencia -4a-, inductor -11- limita-  
20 dor de corriente, inductor conmutador -9b- y capacitor conmutador  
-9a-). La inductancia de cada inductor conmutador -8a- y -9a- es me-  
nor que la inductancia del inductor limitador de corriente -11- (es  
decir, el inductor -11- tiene aproximadamente 10 veces la inductan-  
cia del inductor -8a- y el inductor -9a-). Por lo tanto, la corrien-  
25 te, que fluye en la dirección inversa a través del tiristor de po-  
tencia conductivo -4a- (es decir, la corriente desde el capacitor  
conmutador -8a-) se encuentra con menor impedancia que la corriente,  
que fluye a través del mismo en la dirección de avance (es decir,  
la corriente defectuosa, que asciende de un modo relativamente len-  
30 to, y la corriente desde el capacitor -9a- conmutador, que tiene

419643<sup>15</sup> OCT.



que atravesar el inductor -11- limitador de corriente, relativa-  
mente grande), y se reduce rápidamente la corriente de avance ne-  
ta. Esta acción da por resultado el apagamiento del flujo de co-  
rriente a través del tiristor de potencia -4a-. Una vez que el  
5 tiristor de potencia -4a- cesa de conducir, la corriente de des-  
carga restante, desde los capacitores conmutadores puede fluir a  
través del camino, que incluye los tiristores conmutadores -10a-  
y -10c-, el inductor limitador de corriente -11- y los circuitos  
conmutadores -8- y -9-. Debido a la inductancia en este camino, la  
10 corriente es de naturaleza oscilatoria y al concurrir la corrien-  
te 0, los tiristores conmutadores cesan de conducir y se termina  
el flujo de corriente defectuosa. Deberá apreciarse que en el ejem-  
plo arriba indicado, el tiristor de potencia -4b- sería conmutado  
para desconectarse de una manera similar. Bien sea que todos los  
15 tiristores conmutadores se conecten o solo aquellos asociados  
con los tiristores de potencia conductivos de corriente defectuo-  
sa fueran conectados, la secuencia de conmutación es completada  
en el plazo de unos pocos cientos de micro-segundos desde el tiem-  
po en que se tantea la falta de una magnitud preseleccionada. Por  
20 lo tanto la corriente defectuosa, a la que se permite fluir, pue-  
de ser limitada a una magnitud aceptable (es decir, bien por deba-  
jo de la magnitud de corriente defectuosa de punta disponible)  
por la respuesta muy rápida del interruptor de circuito estático  
-2-.

25 El conmutador estático -2- también incluye circuitos comunes  
eficaces para proteger los capacitores conmutadores de sobreten-  
siones de voltaje, creados al conmutar y para proteger tiristores  
de potencia no conductivos de sobretensiones de voltaje produci-  
das externamente.

30 Como es conocido, cuando un tiristor de potencia se conmuta

419643

15



desde su estado conductivo a su estado no conductivo, se genera un transiente de voltaje. Este transiente aparecerá a través del capacitor conmutador, asociado con el tiristor de potencia, que se esté desconectando y será de polaridad opuesta al voltaje normal sobre el capacitor conmutador. Si la magnitud del transiente conmutador es grande, puede resultar daño al capacitor conmutador o al tiristor de potencia.

Como puede observarse en el dibujo, un circuito -12- supresor de sobretensión está conectado entre los puntos comunes de los tiristores conmutadores -10a- y -10d- y el punto común de los tiristores conmutadores -10c- y -10b-. El circuito -12- incluye un elemento conductivo unipolar o diodo -12a- conectado en serie con un elemento disipador de energía o resistor -12b-. El diodo está conectado a polo en oposición a la polaridad del voltaje, que aparece normalmente sobre los capacitores conmutadores cargados, de modo que la energía almacenada en aquellos capacitores, no será desviada hacia el circuito supresor de sobretensión durante el proceso de conmutación.

El funcionamiento del circuito supresor de sobretensión -12-, se considerará más abajo respecto a la conmutación del tiristor de potencia -4a-. Estando ausente el circuito supresor de sobretensión, cuando el tiristor -4a- se desconecta (es decir, vuelve a alcanzar su estado bloqueador) aparecería un transiente de voltaje de conmutación sobre el capacitor -8a- conmutador en descarga con polaridad inversa en comparación con la carga inicial. El transiente es generado por la corriente defectuosa conmutando hacia el tiristor conmutador conductivo. Al fluir a través del tiristor conmutador conductivo, la corriente defectuosa tiende a formar carga sobre el capacitor en la dirección inversa. Sin embargo, el circuito -12- supresor de sobretensión, según el invento, limita eficazmente tal formación

419643 OCT 1964



de voltaje inverso, y cualquier energía excesiva en el transiente de conmutación, en lugar de solicitar excesivamente al capacitor conmutador, pasará a través del diodo -12a- al resistor -12b-, para ser disipado con seguridad en el mismo.

5 El circuito -12- supresor de sobretensión, también puede ser usado para proteger los tiristores de potencia del conmutador de sobretensiones de voltaje generadas externamente, que pudiera aparecer en el lado de puente del conmutador cuando esté en su modo desconectado. Como se ha observado previamente, cuando el conmutador

10 -2- está en su modo desconectado, todos los tiristores de los conmutadores están en sus estados bloqueadores o no conductivos. Para efectuar supresión de sobretensión, en este caso, se inserta el circuito -12- en el camino, a través del que pasará la sobretensión, disparando todos los tiristores conmutadores hacia la conducción, en respuesta a la detección de la sobretensión. A este objeto,

15 está previsto un medio -13- detector de sobretensión en el interruptor estático de circuito, acoplado al circuito -7- de control de conmutación y al circuito -5- de control de potencia. Tal medio hace que el circuito de control de conmutación procure señales

20 de disparo a los tiristores conmutadores en respuesta a la detección de una sobretensión de línea por encima de una magnitud pre-seleccionada en un tiempo, en que el circuito -5- de control de potencia, esté en su modo desconectado. Hasta donde concierne a las sobretensiones de líneas externas, el funcionamiento del circuito

25 supresor de sobretensión, es como sigue. Al ser disparado, los tiristores conmutadores comienzan a conducir, formando por ello dos caminos de corriente local, a través de los cuales puede circular la energía almacenada en los capacitores conmutadores. Uno de tales caminos incluye el tiristor conmutador -10a-, el capacitor conmutador -8a-, el inductor conmutador -8b-, el inductor -11- limita

30

41964315 OCT



dor de corriente, el inductor conmutador -9b-, el capacitor conmutador -9a- y el tiristor conmutador -10c-. El otro camino local incluye el tiristor conmutador -10d-, el capacitor conmutador -8a-, el inductor conmutador -8b-, el inductor limitador de corriente -11-, el inductor conmutador -9b-, el capacitor conmutador -9a- y el tiristor conmutador -10b-. La circulación de la corriente de descarga de capacitor alrededor de ambos caminos locales, eficazmente transfiere la energía del capacitor de conmutación al inductor limitador de corriente en la polaridad mostrada. Además, una vez que todos los cuatro tiristores conmutadores estén conduciendo y las corrientes de descarga de capacitor comiencen a circular en los caminos locales, el voltaje, que aparece a través de los terminales de corriente alterna del conmutador, es efectivamente cero (despreciando el ligero descenso de voltaje a través de los tiristores conmutadores conductivos). Por lo tanto, los tiristores de potencia no conductivos, del conmutador, no tienen que resistir a la sobretensión de voltaje y en lugar de ello la sobretensión es pasada hacia la carga.

Puesto que cada uno de los caminos locales incluyen una inductancia y capacitancia, la corriente, que circula a través de los mismos, es de naturaleza oscilatoria. Al concurrir la corriente natural cero, los tiristores conmutadores dejan de conducir y cesan de fluir las corriente circulantes. Ahora la energía almacenada en el inductor limitador de corriente, comenzará a descargar en el circuito supresor de sobretensión, donde se disipa con seguridad en el resistor -12b-.

Deberá observarse que al proteger los tiristores de potencia no conductivos, de sobretensiones externas de línea, la conducción de los tiristores conmutadores necesariamente hace pasar la sobretensión a la carga. Por lo tanto, se supone que, cuando se procura

419643 15 00



5 un interruptor estático de circuito con tales medios protectores de sobretensión de voltaje, la carga debería ser capaz de absorber tales sobretensiones de voltaje, y si no fuera capaz de absorber tales sobretensiones, deberían procurarse circuitos protectores adicionales (es decir, pararrayos).

10 Aunque se ha ilustrado y descrito una ejecución particular de la presente patente, será evidente para los expertos en la materia que pueden introducirse varios cambios y modificaciones, sin apartarse del objeto de la patente en sus aspectos más amplios y, por lo tanto, aquí se propone cubrir todos aquellos cambios y modificaciones que caigan dentro de la verdadera idea y alcance de la patente.

N O T A

15 EN RESUMEN: la presente Patente de Introducción que por diez años se solicita para España, ha de recaer sobre las siguientes reivindicaciones:

20 1ª.- Dispositivo conmutador bidireccional estático limitador de corriente para uso en un sistema de energía, incluyendo una fuente de energía de corriente alterna y una carga, un conmutador bidireccional, que conduce corriente entre la fuente y la carga y para interrumpir el flujo de tal corriente mediante un mando, caracterizado porque dicho conmutador comprende, primeros, segundos, terceros y cuartos tiristores, conectados para formar un circuito de puente, teniendo un par de terminales de corriente alterna y pri-  
25 meros y segundos terminales de corriente continua, incluyendo cada uno de dichos tiristores un ánodo y un cátodo, estando conectados los cátodos de dichos primeros y segundos tiristores en común a dicho primer terminal de corriente continua, y estando conectados los ánodos de dichos segundos y cuartos tiristores en común, a  
30 dicho segundo terminal de corriente continua, medios de impedancia

MG

419643

15 00



limitadores de corriente, conectados entre dichos terminales de corriente continua, formando dichos medios de impedancia, junto con dichos primeros y segundos tiristores, un primer camino conductivo de corriente de carga entre dichos terminales de corriente alterna, formando dichos medios de impedancia, junto con dichos terceros y cuartos tiristores, un segundo camino conductivo de corriente de carga entre dichos terminales de corriente alterna, primeros medios de almacenaje de energía, conectados entre dichos primeros terminales de corriente continua y un primer punto; segundos medios de almacenaje de energía, conectados entre dicho terminal de corriente continua y un segundo punto y, primeros, segundos, terceros y cuartos medios conmutadores controlados para ser disparados sobre mando, estando conectados dichos primeros y terceros medios conmutadores en serie entre sí, entre dichos terminales de corriente alterna, comprendiendo su juntura, dicho primer punto, y estando conectados dichos segundos y cuartos medios conmutadores en serie entre sí entre dichos terminales de corriente alterna, comprendiendo su juntura dicho segundo punto.

2ª.- Dispositivo según la reivindicación 1ª, caracterizado porque dicho medio de impedancia limitador de corriente es un inductor.

3ª.- Dispositivo según la reivindicación 1ª, caracterizado porque cada uno de dichos medios de almacenaje de energía es un capacitor.

4ª.- Dispositivo según la reivindicación 3ª, caracterizado porque dicho medio de impedancia limitador de corriente es un inductor.

5ª.- Dispositivo según la reivindicación 3ª, caracterizado porque cada uno de dichos medios conmutadores controlados es un tiristor

6ª.- Dispositivo según la reivindicación 1ª, caracterizado porque un circuito supresor de sobretensión, está conectado entre dichos primero y segundo puntos.

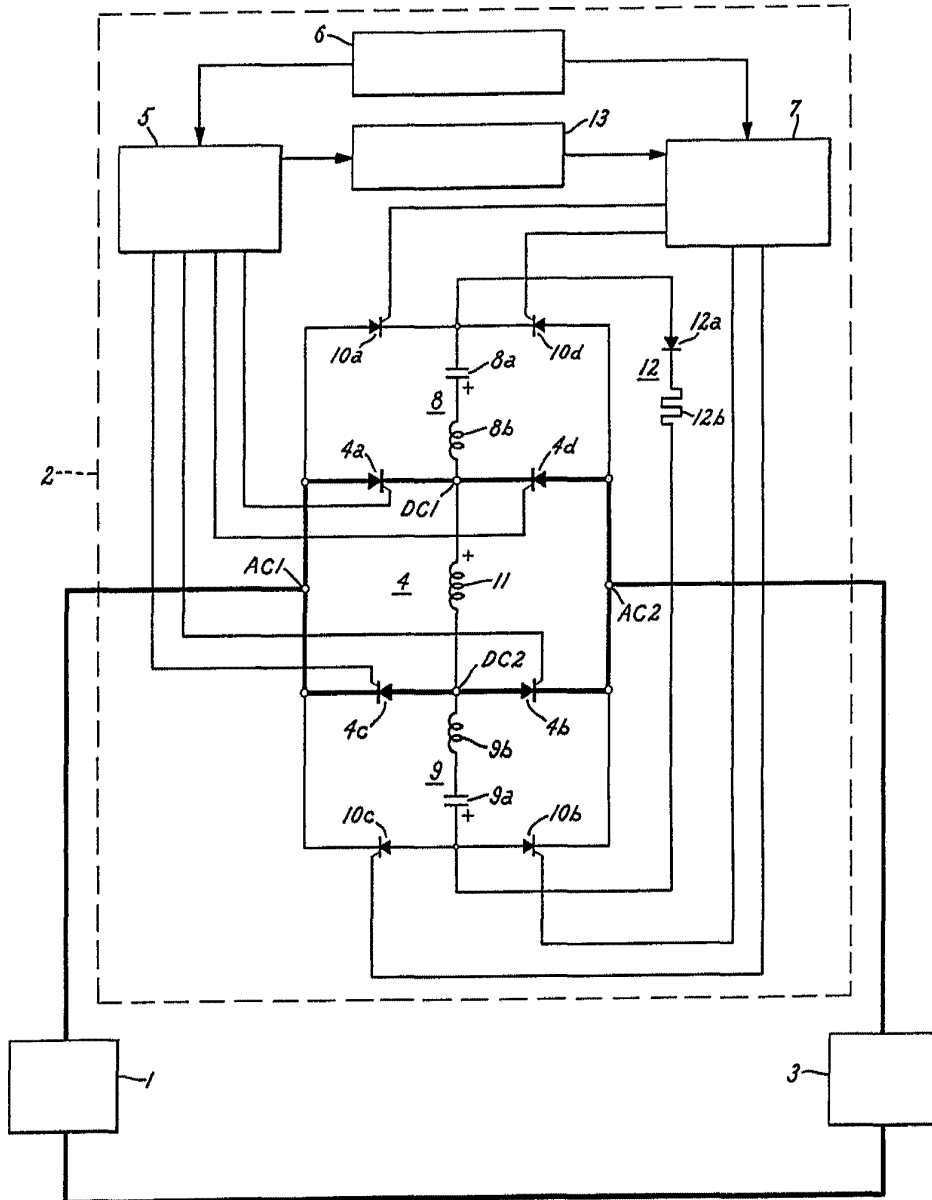
7ª.- Dispositivo según la reivindicación 6ª, caracterizado por-

30 M/E



419643

15



Madrid, 15 OCT. 1973

P. A.-1

FEDERICO MANA

*[Handwritten signature]*

Escala variable