



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 358 946**

51 Int. Cl.:
H02H 9/04 (2006.01)
H02H 9/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07822072 .0**
96 Fecha de presentación : **31.10.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1961096**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.08.2008**

54 Título: **Dispositivo de protección contra sobretensiones para la utilización en redes de corriente continua, particularmente para instalaciones fotovoltaicas.**

30 Prioridad: **04.01.2007 DE 10 2007 001 091**
02.04.2007 DE 10 2007 015 933

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.05.2011

73 Titular/es: **DEHN + SÖHNE GmbH + Co KG.**
Hans-Dehn-Strasse 1
92318 Neumarkt/Opf, DE

72 Inventor/es: **König, Raimund;**
Ehrhardt, Arnd y
Hohenwald, Wilhelm

74 Agente: **Blanco Jiménez, Araceli**

ES 2 358 946 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de protección contra sobretensiones para la utilización en redes de corriente continua, particularmente para instalaciones fotovoltaicas.

La invención se refiere a un dispositivo de protección contra sobretensiones para su empleo en redes de corriente continua, particularmente para instalaciones fotovoltaicas, con una conexión en paralelo energéticamente coordinada de una primera pista de derivación y de una segunda pista de derivación triggerable (disparable), las cuales presentan respectivamente una reacción diferente a los acontecimientos perturbadores y sobretensiones, según el concepto genérico de la reivindicación 1.

La combinación de diferentes elementos de protección contra sobretensiones para obtener una unidad de protección modular contra sobretensiones a fin de limitar sobretensiones transitorias es conocida por ejemplo de la patente DE 32 28 471 A1. En ella, una limitación de sobretensiones producidas por maniobras se efectúa por disposición paralela de un explosor con un varistor con la misma eficacia que la limitación de acontecimientos perturbadores que surgen a causa de rayos y presentan por regla general un contenido energético mucho más grande.

Para ello, según el estado de la técnica conocido, los elementos protectores están distribuidos sobre dos pistas de derivación y coordinados de tal manera que se dirijan sobre una primera pista principalmente las sobretensiones causadas por maniobras con un flanco ascendente abrupto y con un aporte energético relativamente escaso y que se dirijan sobre una segunda pista aquellas sobretensiones con un alto aporte energético, p.ej. de una descarga de rayo.

Además, según la patente DE 198 38 776 C2 una circuitería para el control de la coordinación necesaria durante la conexión en paralelo de varios elementos de protección contra sobretensiones corresponde al estado de la técnica. Así, en la solución conocida la evaluación del aporte energético es realizada en un elemento protector preciso, p. ej. un varistor y a partir de entonces es activado un elemento protector bruto, es decir un explosor, según la necesidad. Las pistas previstas en este caso por consiguiente son coordinadas energéticamente, es decir en el sentido de que por un componente necesario para ello es captado y evaluado el aporte energético en la primera pista y en caso de sobrepasar un valor límite o varios parámetros de valor límite críticos se efectúa un proceso de conmutación de la primera pista a la segunda pista.

La patente US 5,325,259 A describe un dispositivo de protección contra sobretensiones para una capacidad conectada en serie con dos pistas de derivación. Una pista de derivación contiene un explosor y la otra pista de derivación contiene un interruptor de potencia. Después de la activación del explosor de una de las pistas de derivación, el explosor es desconectado de nuevo por cierre del interruptor de potencia en la otra pista de derivación. Un tal dispositivo de protección contra sobretensiones sin embargo no es adecuado para redes de corriente continua, puesto que debido a la capacidad no puede fluir ninguna corriente continua. Además, la velocidad de conexión del interruptor de potencia es muy baja y durante la conmutación del interruptor de potencia pueden producirse arcos eléctricos.

Desde hace mucho tiempo son conocidos en la técnica de protección contra rayos unos explosores aptos de soportar corrientes de rayo, que se emplean principalmente en el campo de bajas tensiones. Su desarrollo técnico ulterior se basa en un dispositivo de encendido que permite determinar dentro de amplios límites el momento de encendido del recorrido de descarga principal de un tal explosor disparable, pudiendo efectuarse una sintonización óptima del momento de encendido, p.ej. con la tensión residual de un varistor dispuesto en paralelo. Por la asociación de la tensión residual de un elemento de varistor a la corriente conducida a través del mismo se puede deducir la carga energética surgida a través del varistor hasta el momento de encendido del explosor.

Según la configuración de un disparo descrita en la patente DE 199 52 004 B4 existe la posibilidad de ajustar diferentes momentos de encendido y su duración de tiempo con ayuda de al menos dos valores de tensión residual y de optimizar así más la coordinación. Así se ocasiona p.ej. el encendido inmediato del explosor en caso de un impulso breve de corriente por el varistor no antes de un valor cresta relativamente alto de la corriente, mientras que esto en un impulso de corriente de larga duración ya es el caso con un valor cresta relativamente bajo, en cuanto este sobrepase una señal de tiempo que se encuentre fuera del tiempo del impulso de corta duración.

De lo anteriormente mencionado es consecuentemente una tarea de la invención indicar un dispositivo de protección contra sobretensiones perfeccionado, el cual está adaptado especialmente para su empleo en redes de corriente continua y en estas particularmente para las instalaciones fotovoltaicas. Este dispositivo de protección contra sobretensiones debe ser realizado de manera modular y ser adecuado para la derivación de descargas de rayo y las corrientes de rayo relativas a esto, es decir bajo tales condiciones que aparecen en el sistema de corriente continua mencionado. Así varían en instalaciones solares los niveles de tensión y corrientes de servicio, lo cual no es el caso en otras redes de corriente alterna. La problemática de la utilización del dispositivo de protección contra sobretensiones preferiblemente en el sector de instalaciones fotovoltaicas industriales consiste también en que allí aparecen tensiones continuas del orden de 1000 V.

La solución de la tarea de la invención se realiza mediante un dispositivo de protección contra sobretensiones según la combinación de características conforme a la reivindicación 1, representando las reivindicaciones secundarias al menos configuraciones y perfeccionamientos oportunos.

ES 2 358 946 T3

El dispositivo de protección contra sobretensiones se compone de varias unidades funcionales que están alojadas sobre una placa de soporte común, conteniendo la placa de soporte dispositivos para fijar mecánicamente las unidades funcionales y permitiendo sus conexiones eléctricas entre sí en la mayor brevedad posible teniendo en cuenta la compatibilidad electromagnética.

En el dispositivo de protección contra sobretensiones para la utilización en redes de corriente continua se refiere a una conexión en paralelo coordinada energéticamente de un primera pista de derivación y una segunda pista de derivación disparable (triggerable), teniendo las dos pistas de derivación una reacción diferente respecto a los acontecimientos perturbadores y sobretensiones dadas.

La primera pista de derivación presenta al menos un varistor, cuyo valor de tensión residual es captado y pasado a un circuito de mando, para determinar la carga energética de esta primera pista de derivación.

La segunda pista de derivación presenta al menos un explosor, cuya entrada de disparador se encuentra en comunicación con una primera salida del circuito de mando.

Un tercer ramal está conectado en paralelo a la primera y segunda pista de derivación como una pista de conmutación y pista de extinción que contiene un interruptor de cortocircuito consistente en al menos un transistor de potencia, cuya entrada de mando está conectada a una segunda salida del circuito de mando. En este punto debe hacerse la observación de que en lugar de un transistor de potencia pueden emplearse también otros elementos que conectan rápidamente, como p. ej. tiristores o similares.

La segunda pista de derivación con explosor únicamente es activada por el circuito de mando cuando se espera una sobrecarga energética, reconocida con ayuda de una vigilancia de tensión residual, de la primera pista de derivación, preferiblemente del varistor. Además, para la supresión eficaz de la corriente sucesiva de red, el interruptor de cortocircuito es cerrado, es decir activado en el tercer ramal durante un periodo de tiempo prefijado después del transcurso del tiempo de retardo, contado a partir de la respuesta del explosor en la segunda pista.

La reacción del explosor en la segunda pista de derivación es reconocida por vigilancia de la tensión del sistema en cuanto a la presencia de caídas de tensión con ayuda del circuito de mando mencionado.

Alternativamente puede estar previsto un sensor de corriente para reconocer la reacción del explosor en la segunda pista de derivación.

El circuito de mando comprende un generador de reloj para fijar el tiempo de retardo y/o el período de tiempo de conexión del interruptor de cortocircuito.

El período de tiempo de conexión en una variante de realización preferida de la invención es del orden de entre 10 μ s y 3 msf.

En la situación de un cortocircuito se vigila la corriente fluyente en el tercer ramal y en caso de una sobrecarga, el al menos un transistor de potencia es pasado a un estado de alta resistencia óhmica.

En caso de una sobrecarga de corriente particularmente de tipo corriente de impulso, la primera y/o la segunda pista de derivación puede ser activada de nuevo en el sentido de una coordinación retroactiva.

El tiempo de retardo para activar el interruptor de cortocircuito o el al menos un transistor de potencia está ajustado de tal manera que se puenten las longitudes de impulso de impulsos de corriente de choque normalizados.

Puesto que en el caso de una derivación no está presente una tensión del sistema, el circuito de mando presenta una unidad de acumulación de energía para su funcionamiento seguro también en el caso de una derivación.

Para la puesta a tierra según la técnica de instalaciones de pararrayos, el dispositivo de protección contra sobretensiones en una configuración está dotado de un aislamiento de chispas que es insertado en la puesta a tierra.

La invención debe ser explicada a continuación más en detalle con ayuda de un ejemplo de realización así como con ayuda de las figuras.

Aquí muestran:

Fig. 1 una representación en perspectiva de la estructura mecánica del dispositivo de protección contra sobretensiones con las respectivas unidades funcionales;

Fig. 1a un detalle del dispositivo de protección contra sobretensiones con un explosor así como un aislamiento de chispas previsto facultativamente;

Fig. 2 un esquema de conexiones de principio del dispositivo de protección contra sobretensiones con respecto a un modo de conexión entre los polos L+ y L- de una instalación fotovoltaica;

ES 2 358 946 T3

Fig. 2a el esquema eléctrico del dispositivo de protección contra sobretensiones con un aislamiento de chispas adicional;

Fig. 2b la interconexión de las unidades funcionales, como están dispuestas sobre la cara superior de la placa de soporte según la Fig. 1;

Fig. 2c la interconexión de las unidades funcionales, como están dispuestas sobre el lado inferior de la placa de soporte según la Fig. 1, así como

Fig. 3 curvas de corriente y tensión durante el proceso de derivación en una representación esquemática.

El dispositivo de protección contra sobretensiones según la Fig. 1 y 1a comprende una platina de soporte 5, sobre la cual están dispuestos dos elementos de varistor 3 (VDR1 y VDR2) en la cara superior. En la imagen mostrada a la derecha se halla un circuito disparador que es componente del circuito de mando que sirve de unidad de coordinación y de vigilancia CCU, referencia 4.

El explosor de la segunda pista de derivación está dotado de la referencia 1 y el aislamiento de chispas de la referencia 2. En la Fig. 1 y 1a está representado el carril a tierra con la referencia 6 y la conexión a tierra con la referencia 6' (Fig. 1).

Sobre la primera pista de derivación según la Fig. 2 fluye la corriente I_{p1} . La segunda pista de derivación con un explosor disparable lleva la corriente I_{p2} .

En la pista de conmutación o de extinción con un transistor como interruptor de cortocircuito fluye la corriente I_{p3} . En la segunda pista de derivación se halla aun otro sensor de corriente S que es guiado sobre una entrada del circuito de mando CCU (E3).

La tensión sobre el varistor VDR2, es decir U_{VDR} , accede a las entradas E1 y E2 del circuito de mando CCU, a cuya salida A1 está conectada la entrada del disparador del explosor de la segunda pista de derivación.

La salida A2 del circuito de mando CCU se encuentra en comunicación con la base, es decir, la entrada de conexión del transistor en el tercer ramal.

U_{VDR} representa la tensión residual sobre el varistor VDR2, U_Z la tensión de encendido o tensión de reacción del explosor, U_{BO} la tensión de mantenimiento del arco del explosor y U_{TR} la tensión de cortocircuito sobre el transistor de conmutación de la pista de extinción o del interruptor de cortocircuito.

La coordinación de la primera pista con la corriente I_{p1} con la de la segunda pista que conduce la corriente I_{p2} , ocurre mediante el circuito de mando CCU, activando esta mediante una señal de mando el dispositivo disparador del explosor disparable en la segunda pista a causa de la carga energética de la primera pista.

A raíz de ello, el recorrido de descarga principal del explosor es encendido por un impulso de encendido correspondiente y la corriente de derivación que ha sido derivada al principio por la primera pista conmuta a la segunda pista. Una condición para una conmutación completa, en la que la primera pista queda completamente sin corriente, es una tensión de arco a ser posible baja con respecto a la tensión del varistor, que se produce después de su reacción sobre el recorrido de descarga del explosor.

Debido a la conmutación, el varistor sufre una descarga, asumiendo el explosor más potente en cierto modo el proceso de derivación y por lo tanto la corriente de choque.

Puesto que la pista del varistor en estos momentos ya no es activa eléctricamente, el explosor mismo debe terminar el proceso de derivación, de modo que luego se presenten de nuevo las condiciones normales de la red. Esto significa que en muchos casos el explosor debe desconectar, es decir, eliminar la corriente subsiguiente de la red aplicada después de haber disminuido el impulso de corriente de choque. Esta corriente secuencial de la red o denominada corriente de seguimiento surge, en cuanto o mientras la tensión "flotante" de la red sobre el explosor sea superior a su tensión de arco.

Las corrientes de seguimiento pueden representar una carga considerable para el explosor según el nivel de corriente y/o duración de tiempo y por eso generalmente no han de abandonarse en el dictamen de su balance energético. En estado no regulado y descontrolado pueden dar lugar a que el explosor envejezca anticipadamente y finalmente falla.

Es por lo tanto necesario evitar la aparición de corrientes de seguimiento o limitar éstas temporalmente así como en la amplitud.

Para la solución de la problemática de corrientes de seguimiento debe tenerse ahora aún en cuenta que en redes de tensión continua de instalaciones solares se presentan valores muy elevados de tensión.

ES 2 358 946 T3

Según la invención, como primera medida debe ser evitada la aparición de una corriente de seguimiento, teniendo lugar la reacción del explosor únicamente cuando exista el riesgo de una sobrecarga energética para el varistor. Si no existe este riesgo, el varistor asume el proceso de derivación completamente y de esta manera una corriente de seguimiento debido al funcionamiento es imposible.

La evaluación energética se efectúa en el circuito de mando CCU que genera preferiblemente con ayuda de la curva de tensión residual una señal de disparador orientada de manera selectiva por el varistor, haciendo que el explosor disparable reaccione.

Puesto que la conexión de la segunda pista de derivación se efectúa en dependencia del rendimiento de los varistores en la primera pista, entonces resulta una zona amplia seleccionable, dentro de la cual el varistor puede efectuar la derivación completa del impulso de corriente, sin que exista por una parte el riesgo de una sobrecarga del varistor y por otra parte si se presenta una corriente de seguimiento.

Esta zona puede ser ampliada mediante la evaluación orientada de manera selectiva con ayuda del circuito de mando con respecto a métodos de evaluación sencillos, de modo que p.ej. en caso de un impulso de corriente de choque pobre en energía de la forma de ondas $8/20 \mu s$, un determinado tipo de varistor puede ser cargado hasta 10 kA y el mismo tipo en otro impulso de corriente rico en energía de la forma de ondas $10/350 \mu s$ puede ser cargado hasta 1,5 kA.

Con el método arriba descrito es imposible que se presente una corriente de seguimiento ya con corrientes de impulso débiles en energía, que puedan surgir p.ej. a consecuencia de tensiones de conmutación o de influencias indirectas de rayos moderadas en una secuencia relativamente frecuente. También por la gama total de las influencias indirectas de rayos, representadas por la forma de ondas $8/20 \mu s$, no se esperan corrientes de seguimiento. Por lo contrario, el explosor es conectado adicionalmente conforme a su destino en caso de influencias directas del rayo reproducidas por la forma de ondas $10/350 \mu s$. Se tiene que contar por lo tanto con pocos acontecimientos de corriente de seguimiento a título comparativo debido a esta configuración.

Como otra medida para impedir la presencia de corrientes de seguimiento se vigila en primer lugar, cuando el explosor está conectado directamente y cuando comienza el transcurso de un tiempo de retardo. Si se evalúa el momento en el cual ha disminuido la corriente de impulso o si ha terminado el tiempo de retardo prefijado, se activa el interruptor que cortocircuita la tensión de arco del explosor en el tercer ramal, es decir, en la pista de conmutación y de extinción, de modo que se conmuta la corriente de seguimiento que está a punto de comenzar o ha comenzado y se apaga el explosor que se encuentra entonces sin corriente. Después de un corto tiempo de conexión, el cortocircuito es eliminado de nuevo abriendo el interruptor en la pista de extinción y se restablece el estado de funcionamiento originario, como ha existido antes del proceso de derivación.

En comparación con métodos conocidos, la solución se puede poner en práctica fácilmente, ahorrando espacio y de manera económica. Por ello resulta la ventaja de que pueden ser aprovechadas las configuraciones de explosores, las cuales de la manera habitual hasta ahora sólo se emplean en redes de tensión alterna o han sido concebidas para redes de este tipo.

Como ya se puede deducir de los diagramas de bloques, la pista de extinción presenta un interruptor de cortocircuito que físicamente es apto de cumplir tanto los requisitos eléctricos como mecánicos, como se presentan en relación con el proceso de conmutación. Además, el interruptor es controlable para que pueda realizarse una conexión y desconexión coordinada por el circuito de mando CCU.

En relación con el proceso de conmutación existe la exigencia de que, además de la capacidad de una alta carga de conexión, el proceso de conmutación en sí ocurra sin formación de un arco eléctrico por conexión. Por ello pueden ahorrarse cámaras apagachispas laboriosas y por lo tanto una alta necesidad en espacio que resultaría adicionalmente. Puesto que es posible apagar la corriente de seguimiento dentro de un corto tiempo de conexión o lograr una reestabilización de la distancia de aislamiento de un explosor, el interruptor está concebido tanto para ser conectado rápidamente como también para ser desconectado de nuevo, es decir, tiene una alta velocidad de conmutación dinámica.

En cuanto a las ventajas que resultan de la puesta en práctica de la teoría de invención, deberá señalarse aún lo siguiente.

El esfuerzo de apagar una corriente de seguimiento en caso de una tensión continua de aprox. 1000 V es con la utilización de un explosor muy alto y requiere habitualmente medidas muy caras para la extinción del arco eléctrico. Los explosores habitualmente bastante económicos están dimensionados y concebidos para el dominio de tensiones alternas en el campo de baja tensión. Las tensiones a dominar son claramente más bajas en este caso de aplicación, además se apaga el arco eléctrico independientemente en el retorno a cero natural de la corriente. En una tensión continua no existe ningún retorno a cero natural de la corriente y los explosores por lo tanto deben trabajar según el principio de apagado de la corriente continua. La potencia conmutada necesitada para una desconexión exitosa de la corriente de seguimiento es considerable y requiere explosores desarrollados de una manera especial así como también explosores que precisan de mucho espacio y son muy caros, los cuales han de adaptarse exclusivamente para el caso de aplicación previamente citada. El envejecimiento de un explosor de este tipo es considerable a causa de la potencia

conmutada necesitada que se ha aumentado. Finalmente, los explosores correspondientes deben disponer de cámaras apagachispas complicadas con una alta necesidad en espacio.

Con la invención se consigue mediante la pista de cortocircuito retornable separadamente hacer utilizables los explosores habituales y convencionales del campo de bajas tensiones, los cuales disponen sólo de un poder de apagado suficiente de la corriente de seguimiento en caso de corriente alterna y de tensiones claramente más bajas, también para aplicaciones en el rango de tensiones continuas de hasta 1000 V.

Ventajosa es además la reducción drástica de la potencia convertida dentro del explosor, puesto que la tensión de arco eléctrico de > 1000 V necesaria en el principio de apagado de corriente continua habitual no debe ser generada, sino la tensión de arco p.ej. puede ser sólo de 30 V. En caso de corriente continua, la potencia conmutada, la carga del explosor y el envejecimiento por consiguiente pueden ser reducidos en más del factor 30.

El principio básico según la invención se basa en apagar la corriente de seguimiento no con ayuda del explosor, sino en desplazar la función de apagado para la corriente secuencial de la red a un componente de semiconductor sin envejecimiento y sin arco eléctrico. Por consiguiente existe prácticamente una separación funcional y un reparto de funciones entre el explosor y el componente del semiconductor. La combinación del explosor y el varistor realiza en total la función de la derivación de magnitudes perturbadoras en forma de impulso, asumiendo el semiconductor la función de apagado de la corriente de seguimiento sin arco eléctrico. Una condición para ello es la conmutación completa de la corriente de seguimiento desde el explosor a la pista de semiconductor y una reestabilización suficiente del explosor tanto en la altura como también en la velocidad, antes de que el elemento del semiconductor desconecte la corriente de seguimiento. La conmutación completa se logra en que la caída de tensión de la pista de apagado sea mas baja que la tensión de arco eléctrico del explosor. El tiempo de conexión del semiconductor depende de la diferencia de las tensiones U_{TR} y U_{BO} así como del tiempo de reestabilización del explosor, según se describe esto más en detalle en el ejemplo de realización con referencia a la Fig. 3 del mismo.

Para poder determinar exactamente el momento de conexión adicional para la pista de extinción así como para evitar que una corriente de impulso fluya sobre la misma o la corriente de seguimiento permanezca demasiado tiempo en la pista de derivación del explosor, no sólo es necesaria una conexión de reacción rápida del interruptor de cortocircuito, sino también es necesario un dispositivo técnico de circuitos que ofrezca la posibilidad de un acoplamiento con una unidad sensorial para la vigilancia de la pista del explosor.

Así p.ej. la corriente es detectable por el explosor, de modo que puede ser activado el interruptor de cortocircuito directamente después de la disminución de la corriente de impulso. Una corriente de seguimiento indeseada se evita por el explosor y se reduce la carga energética del explosor así como el envejecimiento debido al guiado de la corriente de impulso, como resulta de una sobretensión transitoria. Como interruptor de cortocircuito se utiliza preferiblemente un transistor de potencia que no está sometido a ningún fenómeno de envejecimiento o de desgaste, bajo la condición de que no se excedan sus valores límites eléctricos.

Según la invención se ha cuidado de que aquellas partes de conexión, de las cuales parte una gran emisión interferente, se encuentren desacopladas de aquellos componentes que están expuestos a una sensibilidad a la perturbación. Esto se realiza de manera que las funciones individuales estén divididas en grupos que reúnan por un lado solamente fuentes perturbadoras o partes de conexión insensibles, y por otra parte aquellas que son sensibles a la perturbación, siendo proyectadas las combinaciones de los grupos entre sí por la vía más breve a pesar de la separación espacial.

El interruptor de cortocircuito puede ser compuesto de transistores en cascada, para lograr en estado desconectado una alta resistencia a tensiones que se encuentra por encima del nivel de protección del dispositivo de protección contra sobretensiones.

Para impedir un deterioro del interruptor de transistor, éste es conmutado con alta resistencia óhmica, cuando se alcanza o sobrepasa la integral máxima admisible de la corriente. En caso de sobrecarga de corriente para el caso de la conexión, esta casi desconexión de emergencia prevista da eventualmente lugar a que se interrumpa el proceso de extinción o de conmutación. Es por lo tanto necesario distinguir tal desconexión de emergencia de un proceso de conmutación regular e iniciar contrariamente a esto otros intentos de extinción, hasta que se lleve a cabo un proceso de conmutación regular.

Como proceso de conmutación regular rige aquel que dispone del tiempo de conexión total fijo ajustado sin interrupción. El tiempo de conexión se compone del tiempo de extinción y el tiempo de reposo que necesita el explosor generalmente en dependencia de la carga para pasar del área conductor de baja resistencia óhmica al área aislante de alta resistencia óhmica. Conforme a ello, el tiempo de conexión preciso puede estar en el margen de aprox. $10 \mu s$ a 3 ms.

Si la sobrecarga de corriente tiene lugar después de estar ya conectados los transistores, la desconexión de emergencia debe producirse igualmente y según está descrito debe generar en su caso uno o varios otros ciclos de apagado, hasta que se inicie un proceso de conmutación regular.

La desconexión de emergencia da lugar a que el interruptor de cortocircuito conmute la pista de apagado con alta resistencia óhmica. Esto sin embargo significa también que, para el caso de que la sobrecarga de corriente sea una

corriente de impulso, la tensión puede ascender ampliamente vía la pista de apagado, de manera que dé lugar a una nueva reacción de la primera o incluso de la segunda pista de derivación. Por ello el dispositivo de protección contra sobretensiones presenta ventajosamente no sólo una coordinación continua sencilla, sino también retroactiva, en la cual la última fase de la disposición (tercer ramal) en el caso de necesidad repercute a la primera fase.

Por ello, el dispositivo de protección contra sobretensiones puede superar también las llamadas descargas de rayo múltiples, en las cuales aparecen en ciertos intervalos varias sobretensiones o impulsos de corriente, cuando debía tener lugar otra carga eléctrica durante la fase activada de la pista de extinción. Por esta función de reacoplamiento se reacciona casi automáticamente el correspondiente escalón del descargador, es decir la primera o segunda pista de derivación.

El circuito de mando CCU está destinado a detectar todas las informaciones sobre los transcurros temporales de los grupos funcionales y de emitir las correspondientes órdenes de ajuste o de mando a los elementos de ajuste. Una de las funciones más importante del circuito de mando CCU es la coordinación de las funciones implementadas en la pista de extinción, además de la evaluación de la carga del varistor y la emisión de los señales resultantes para el disparo selectivo del explosor.

A las mismas pertenecen las funciones auxiliares que están relacionadas con la desconexión de emergencia, también aquellas que van acompañadas con el proceso de apagado, es decir comenzando con el reconocimiento de que el explosor ha reaccionado a la conexión del interruptor de cortocircuito controlada por sucesos o tiempo hasta incluso su desconexión o redisparo con el proceso definitivo de conmutación regular.

La detección de que el explosor ha respondido, puede ser realizada de manera que la tensión del sistema aplicada es controlada respecto a caídas de tensión que típicamente corresponden a la reacción de un explosor y presentan p.ej. una determinada velocidad de crecimiento de la tensión, quedando un determinado valor de tensión simultáneamente por debajo de su valor mínimo.

Las caídas de tensión de procesos externos que corresponden a esta trama, se detectan por ello ventajosamente también, por lo cual igualmente puede ser controlado y apagado p.ej. un arco eléctrico perturbador producido por errores de aislamiento en el circuito total.

Las presentes informaciones son evaluadas por el circuito de mando CCU y rigen por ejemplo como condición de arranque para el tiempo de retardo y transcurrido este tiempo se conecta la pista de cortocircuito.

El tiempo de retardo puede ser ajustado de manera que haga desaparecer o puentee p.ej. las longitudes de impulso de los impulsos de corriente de choque normalizados de la forma de ondas 8/20 μ s o 10/350 μ s.

Para un impulso eléctrico 10/350 μ s habría que estimar entonces un tiempo de retardo de aprox. 2 ms, el cual causa posiblemente también en caso de impulsiones más breves una corriente de seguimiento que corresponde aproximadamente a este período de tiempo.

Dada la función de la desconexión de emergencia, puede ser ajustado también un tiempo inefectivo más breve que se orienta en el impulso eléctrico más breve de 8/20 μ s, p.ej. un tiempo de 60 μ s, de modo que en caso de impulsos más largos, p.ej. 10/350 μ s, se activa la desconexión de emergencia cíclicamente durante tanto tiempo que la corriente es superior a la corriente de conexión admisible en la pista de cortocircuito.

En el supuesto tiempo inefectivo de 60 μ s la pista de cortocircuito intenta activar el interruptor de cortocircuito mediante varios ciclos de conexión periódicos para iniciar la conmutación, hasta que finalmente el valor restante de la corriente de impulso haya disminuido hasta la corriente de conexión admisible. Con esta medida se puede realizar una predeterminación temporal en el sentido de un tiempo de ciclo mediante el ajuste del tiempo de retardo y una vez transcurrido este tiempo debe tener lugar un intento de conexión para la conmutación. La ventaja de este ajuste se encuentra en la reducción de la fase de corriente de seguimiento particularmente en caso de elevadas corrientes de seguimiento a esperar.

En otra forma de realización de la invención se dispone en la segunda pista de derivación un sensor de corriente, cuya detección de señal es ajustable por el circuito de mando en la corriente de impulso o la corriente de seguimiento o ambos tipos de corriente. Con ello existe la posibilidad de iniciar el proceso de conmutación independientemente de un tiempo de retardo fijo ajustado ya en el momento en el que haya bajado la corriente de impulso sobre el explosor a un valor que corresponde a la corriente de conexión admisible en la pista de extinción. Debido al tiempo de reacción más reducido de la conexión con la alta velocidad de conmutación de los interruptores de cortocircuito en la pista de extinción no se produce por lo tanto ninguna corriente de seguimiento. Esta es otra posibilidad para poner el momento de conexión a ser posible cerca de la transición de la corriente de choque decreciente a la corriente de seguimiento a aplicar en caso de esperar elevadas corrientes de seguimiento.

Los ejemplos de realización comentados para la detección de las condiciones de conexión para la pista de cortocircuito muestran que una adaptabilidad y flexibilidad es posible en un margen amplio utilizando el circuito de mando. En las funciones ulteriores que puede efectuar el circuito de mando es también posible una combinación o un enlazamiento lógico de diferentes características, para p.ej. ampliar los criterios de conexión, creando la pista de

extinción un cortocircuito permanente deseado para determinadas situaciones o limitando a un valor determinado una sobretensión persistente durante mucho tiempo y que aparece fuera del intervalo de tiempo transitorio. Otras tareas que han de efectuarse con el circuito de mando CCU es también una prolongación automática del tiempo de conexión, cuando dentro de un lapso de tiempo predeterminado en principio no se efectúa ninguna extinción o la inclusión de la temperatura de calentamiento del explosor en el cálculo del tiempo de conexión del interruptor de cortocircuito, es decir, del tiempo de extinción.

En virtud de los hechos de que durante todo el proceso de derivación la tensión del sistema prácticamente no está disponible, el circuito de mando dispone de un acumulador de energía que asegura la alimentación eléctrica necesaria para esta fase.

Como ya se había explicado, el interruptor del semiconductor, como interruptor de cortocircuito, consiste preferiblemente en un transistor de potencia que como componente apropiado dispone de las funciones de conexión y de desconexión exigidas en intervalos de tiempo cortos también en caso de elevadas corrientes de conexión. En este caso son imaginables también soluciones alternativas que utilizan p.ej. un tiristor conmutable o un tiristor o descargador de gas disparable en serie con un varistor o un elemento PTC.

Con referencia a la Fig. 2a y 2c y bajo determinadas condiciones de utilización se exige que el circuito activo, p.ej. los polos caracterizados en instalaciones solares con L+/L debe ser separado con seguridad del potencial de tierra (tierra) o debe estar instalado.

Desde el punto de vista técnico de protección contra rayos, en este caso debe tener lugar la puesta a tierra necesaria mediante un aislamiento de chispas. Para este caso de necesidad puede ser integrado en el dispositivo de protección contra sobretensiones modular un tal aislamiento de chispas 2 (véase la Fig. 1 y 1a), abriendo el carril de tierra 6 y conectándolo por medio del aislamiento de chispas a la conexión a tierra 6'. No habiendo necesidad en este sentido, no procede este explosor 2 y se sustituye por parte de la fábrica por un carril de tierra continuo (conexión 6 y 6').

La fig. 3 muestra curvas típicas de corriente y de tensión durante el proceso de derivación.

El área "impulso" se refiere en este caso al proceso de derivación en sí hasta la disminución de la magnitud de influencia U_{rayo} , mientras que el área "sistema" representa la fase de cancelación con una corriente de seguimiento que aparece sobre el explosor hasta el retorno de la tensión del sistema.

Para la conmutación de corriente mostrada en las fases individuales I_{p1} hasta I_{p3} rige la condición siguiente:

$$U_{\text{TR}} < U_{\text{BO}} < U_{\text{VDR}}$$

En el intervalo de tiempo $t0$ a $t1$, la magnitud de influencia U_{rayo} solicita en principio el varistor en la pista de derivación I_{p1} y provoca allí la tensión U_{VDR} .

Si esta tensión sobrepasa la carga admisible del varistor (un valor ajustado a la cantidad y la duración) en relación con la corriente correspondiente, la corriente en el momento $t1$ conmuta a la pista de derivación I_{p2} del explosor conforme a la representación según la Fig. 1 y 1a, de modo que la tensión del varistor U_{VDR} interviene en el valor U_{BO} por debajo de la tensión del sistema U_{dc} . Una vez disminuida la magnitud de influencia, aparece sobre el explosor 1 en el momento $t2$ una corriente secuencial de la red que es conmutada en el momento $t3$ a la pista de cortocircuito I_{p3} y es desconectada por esta en el momento $t4$. Entre los momentos $t3$ y $t4$ se baja la tensión a la tensión del transistor U_{TR} .

El intervalo de tiempo $t2$ a $t3$ representa un intervalo, en el cual en el presente caso aparece una corriente de seguimiento indeseada sobre el explosor (representación rayada). En combinación con una sensórica, particularmente un sensor de corriente S, y un interruptor de cortocircuito rápido, puede ser acortado este intervalo de tiempo indeseado hasta que ya no represente ninguna carga adicional más allá de la carga eléctrica de impulso para el explosor.

En resumen, el dispositivo de protección contra sobretensiones según la invención dispone de propiedades, para sistemas de corriente continua, que permiten utilizar explosores según el estado de la técnica en aplicaciones de corriente continua, aspirando las soluciones a evitar una corriente de seguimiento mientras se incluye el explosor únicamente en caso de necesidad en el proceso de derivación. Las corrientes de seguimiento se evitan de manera que el interruptor de cortocircuito en la pista de extinción conmuta inmediatamente después de la disminución de la corriente de impulso o las corrientes de seguimiento pueden ser limitadas temporalmente, mientras una caída de tensión definida en la tensión del sistema impulsa un tiempo de retardo y transcurrido este tiempo, el interruptor de cortocircuito es activado en la pista de extinción.

Junto a la pista del explosor en sí está prevista otra pista de derivación con un elemento protector contra sobretensión que puede conducir corrientes de impulso más bajas hasta incluso medias, sin crear el mismo corrientes de seguimiento. Adicionalmente está presente una pista de extinción que reconoce una corriente de seguimiento y que provoca una conmutación de corriente de la pista del explosor en la pista de extinción debido al cortocircuito de la

ES 2 358 946 T3

tensión de arco del explosor. El proceso de extinción es controlado y eventualmente repetido, en cuanto se reconozca que no ha tenido lugar ninguna extinción regular.

El dispositivo de protección contra sobretensiones está coordinado de manera que la primera pista de derivación con el varistor conmute en caso de sobrecarga a la segunda pista de derivación de mayor rendimiento con explosor. Una vez disminuido el impulso de corriente en la pista del explosor, tiene lugar una conmutación en la pista de extinción. En caso de sobrecarga de la pista de extinción del cortocircuito se puede conmutar de nuevo con una desconexión de emergencia a la primera pista del varistor y desde donde se puede conmutar eventualmente a la segunda pista con explosor.

Lista de referencias

- 1 Explosor disparable (FS1)
- 2 Aislamiento de chispas (FS2)
- 2' Soporte de conexión
- 3 Elemento de varistor (VDR1/VDR2)
- 4 Circuito de mando como unidad de coordinación y de control (CCU)
- 5 Placa de soporte
- 6 Carril de tierra
- 6' Conexión a tierra

Documentos citados en la descripción

Esta lista de los documentos relacionados por el solicitante ha sido recopilada exclusivamente para la información del lector y no forma parte del documento de patente europea. La misma ha sido confeccionada con la mayor diligencia; la OEP sin embargo no asume responsabilidad alguna por eventuales errores u omisiones.

Documentos de patente mencionados en la descripción

- DE 3228471 A1 [0002]
- US 5325259 A [0005]
- DE 19838776 C2 [0004]
- DE 19952004 B4 [0007]

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de protección contra sobretensiones para la utilización en redes de corriente continua, particularmente para instalaciones fotovoltaicas con un circuito paralelo coordinado energéticamente de una primera pista de derivación y una segunda pista de derivación disparable, las cuales presentan cada una un comportamiento de reacción diferente relativo a acontecimientos perturbadores y sobretensiones, en el cual
 - 10 - la primera pista de derivación presenta al menos un varistor (3), cuyo valor de tensión residual es detectado y pasado a un circuito de mando (4), a fin de determinar la carga energética de la primera pista de derivación,
 - la segunda pista de derivación presenta al menos un explosor (1), cuya entrada del disparador está conectada a una primera salida del circuito de mando (4), **caracterizado** por el hecho de que
 - 15 - un tercer ramal está conectado en paralelo a la primera y segunda pista de derivación como pista de conmutación y de extinción, el cual contiene un interruptor de cortocircuito, cuya entrada de mando está conectada a una segunda salida del circuito de mando (4),
 - 20 - en el cual la segunda pista de derivación con explosor (1) es activada por el circuito de mando (4) únicamente cuando se espera una sobrecarga energética de la primera pista de derivación reconocida con ayuda de la vigilancia de tensión residual y además, para la limitación eficaz de la corriente secuencial de la red, el interruptor de cortocircuito en el tercer ramal es cerrado durante un período predeterminado después de haber transcurrido un tiempo de retardo, contado desde la reacción del explosor (1) en la segunda pista de derivación.
- 25 2. Dispositivo de protección contra sobretensiones según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que la reacción del explosor (1) en la segunda pista de derivación es reconocida por la vigilancia de la tensión del sistema en relación a la aparición de caídas de tensión, con ayuda del circuito de mando (4).
- 30 3. Dispositivo de protección contra sobretensiones según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que un sensor de corriente está previsto en la segunda pista de derivación para reconocer la reacción del explosor (1).
- 35 4. Dispositivo de protección contra sobretensiones según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por el hecho de que el circuito de mando (4) presenta un generador de reloj para fijar el tiempo de retardo y/o el tiempo de conexión del interruptor de cortocircuito.
5. Dispositivo de protección contra sobretensiones según la reivindicación 4, **caracterizado** por el hecho de que el período de tiempo de conexión es del orden de entre 10 μ s y 3 ms.
- 40 6. Dispositivo de protección contra sobretensiones según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por el hecho de que en la situación de cortocircuito, la corriente fluyente en el tercer ramal es vigilada y en caso de sobrecarga, un transistor de potencia empleado como interruptor de cortocircuito es pasado a un estado abierto, de alta resistencia óhmica.
- 45 7. Dispositivo de protección contra sobretensiones según la reivindicación 6, **caracterizado** por el hecho de que en caso de sobrecarga de corriente particularmente del tipo de corriente de impulso son activadas la primera y/o la segunda pista de derivación.
- 50 8. Dispositivo de protección contra sobretensiones según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por el hecho de que el tiempo de retardo es ajustado de tal manera que se puentean las longitudes de impulso de impulsos de corriente de choque normalizados.
- 55 9. Dispositivo de protección contra sobretensiones según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por el hecho de que el circuito de mando (4) presenta una unidad de acumulación de energía para su funcionamiento en el caso de derivación.
- 60 10. Dispositivo de protección contra sobretensiones según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por el hecho de que para la puesta a tierra según la técnica de protección contra rayos está previsto un aislamiento de chispas (2) que está integrado en la puesta a tierra.

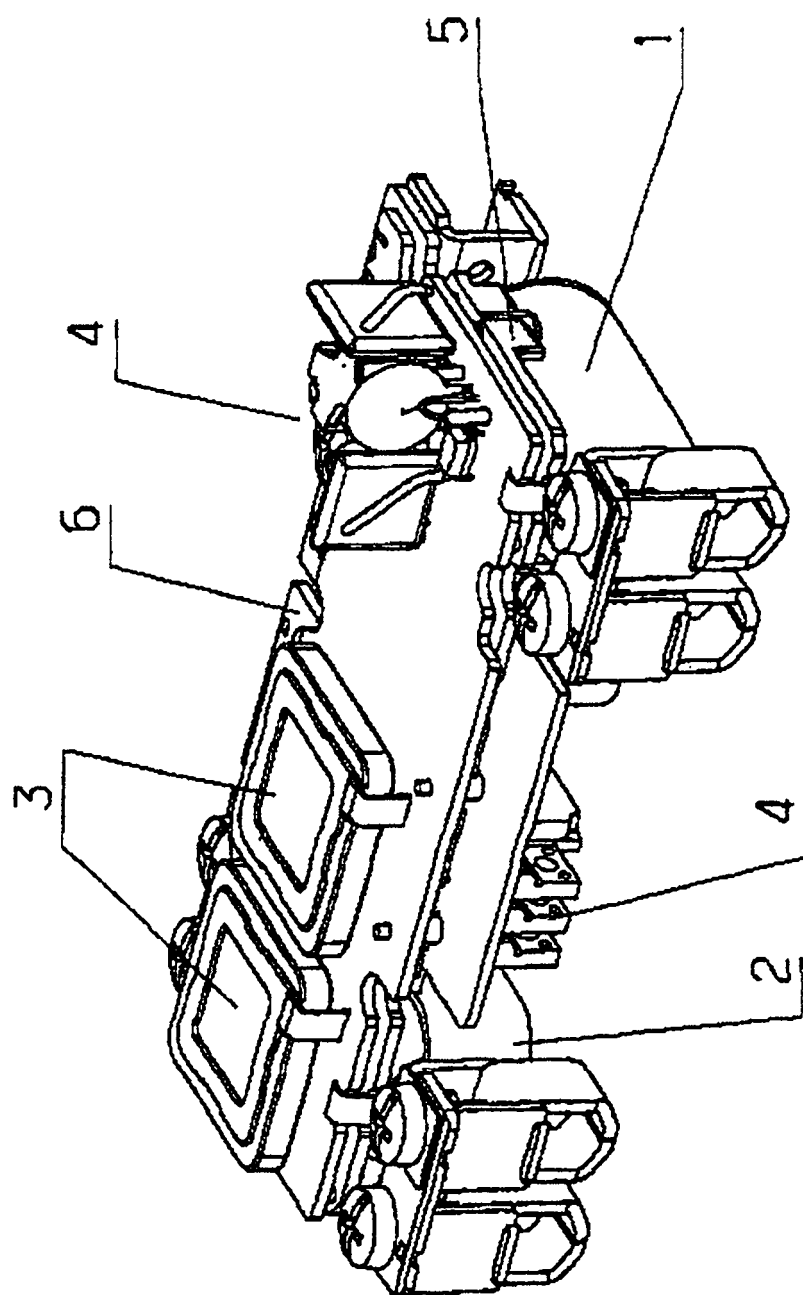


Fig. 1

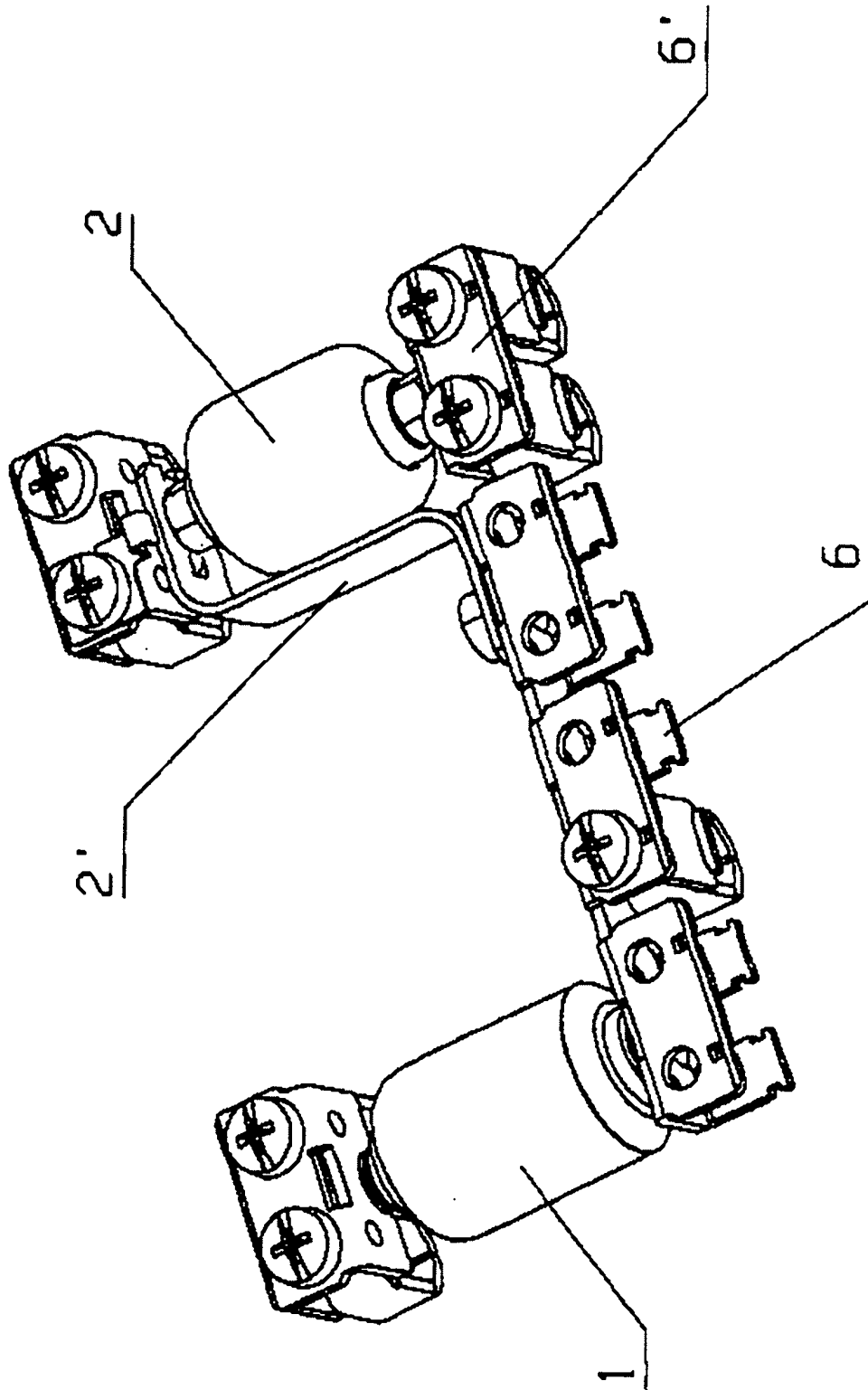


Fig. 1e

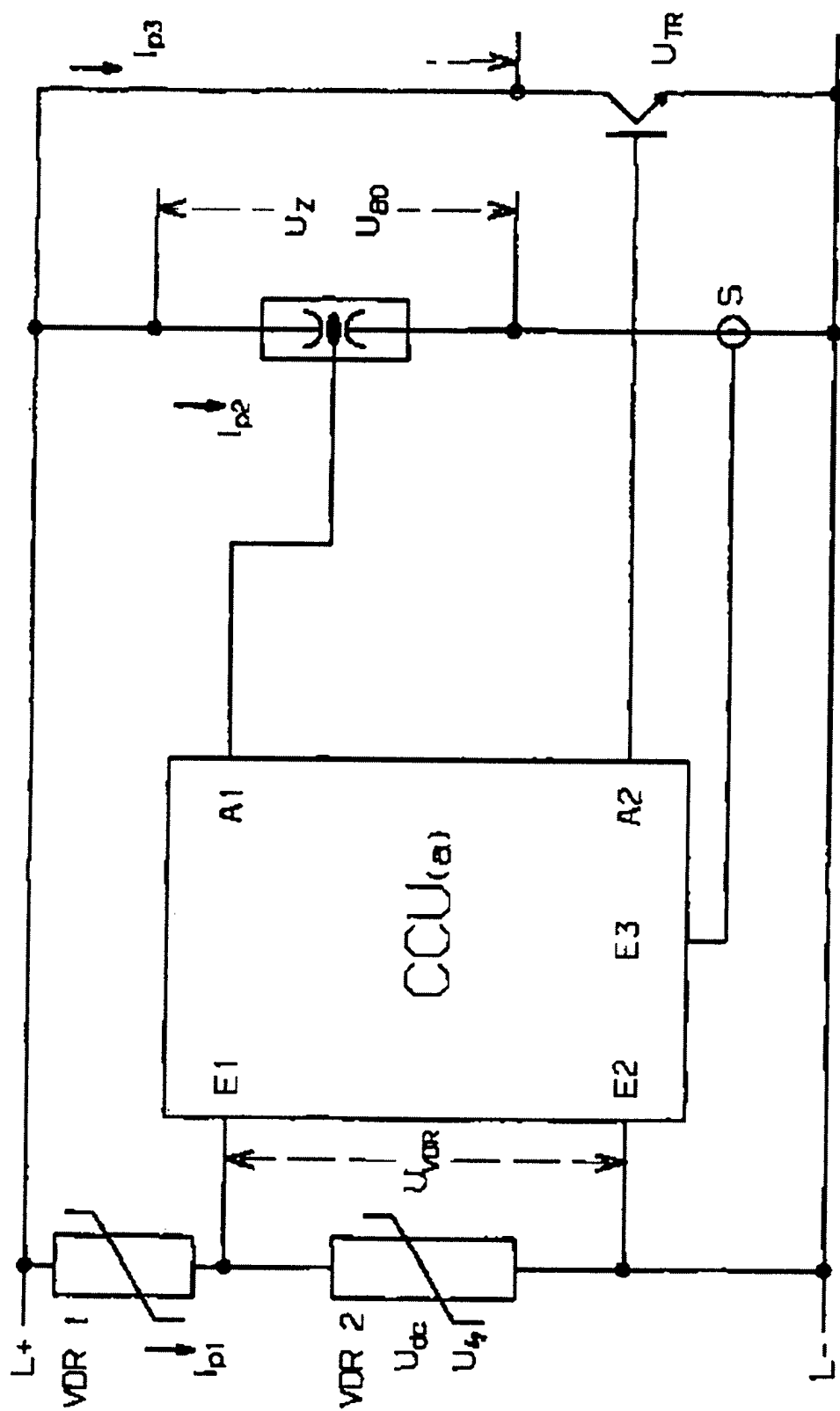


Fig 2

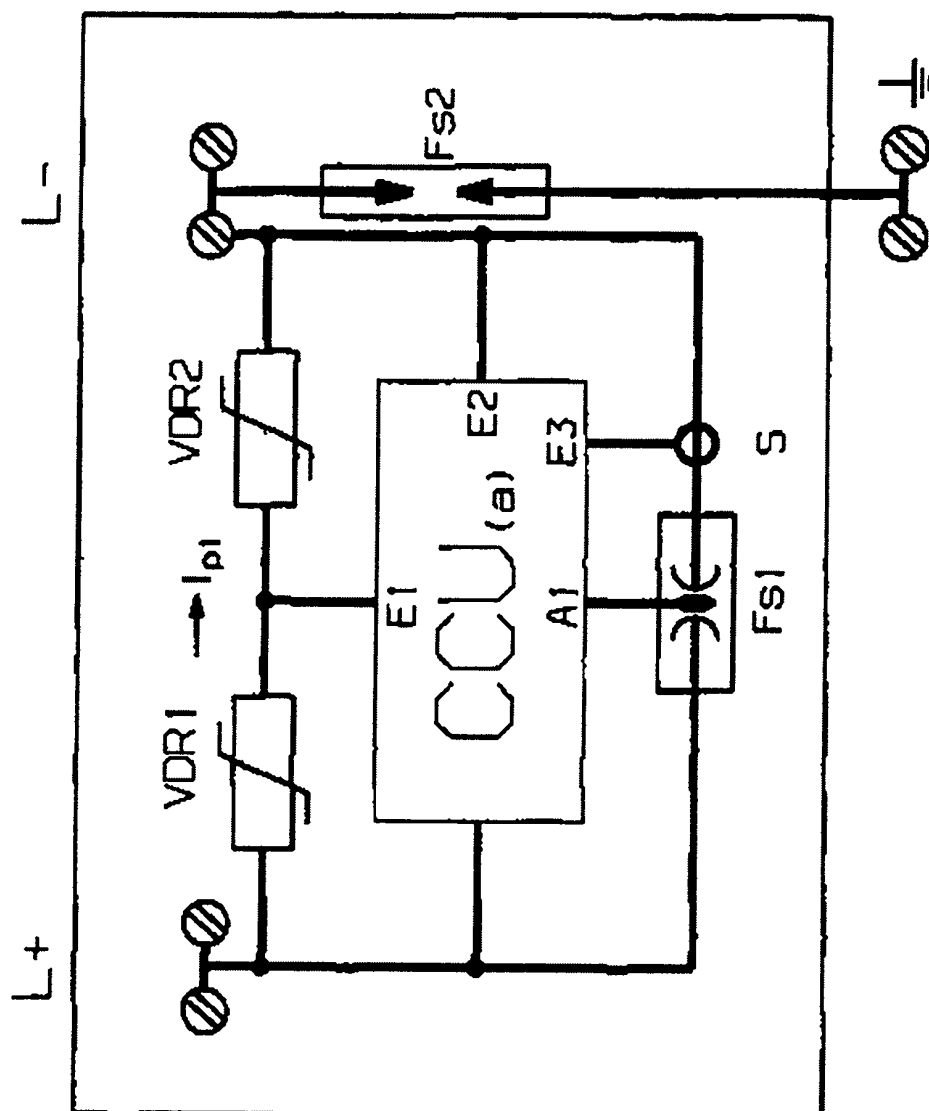


Fig. 2a

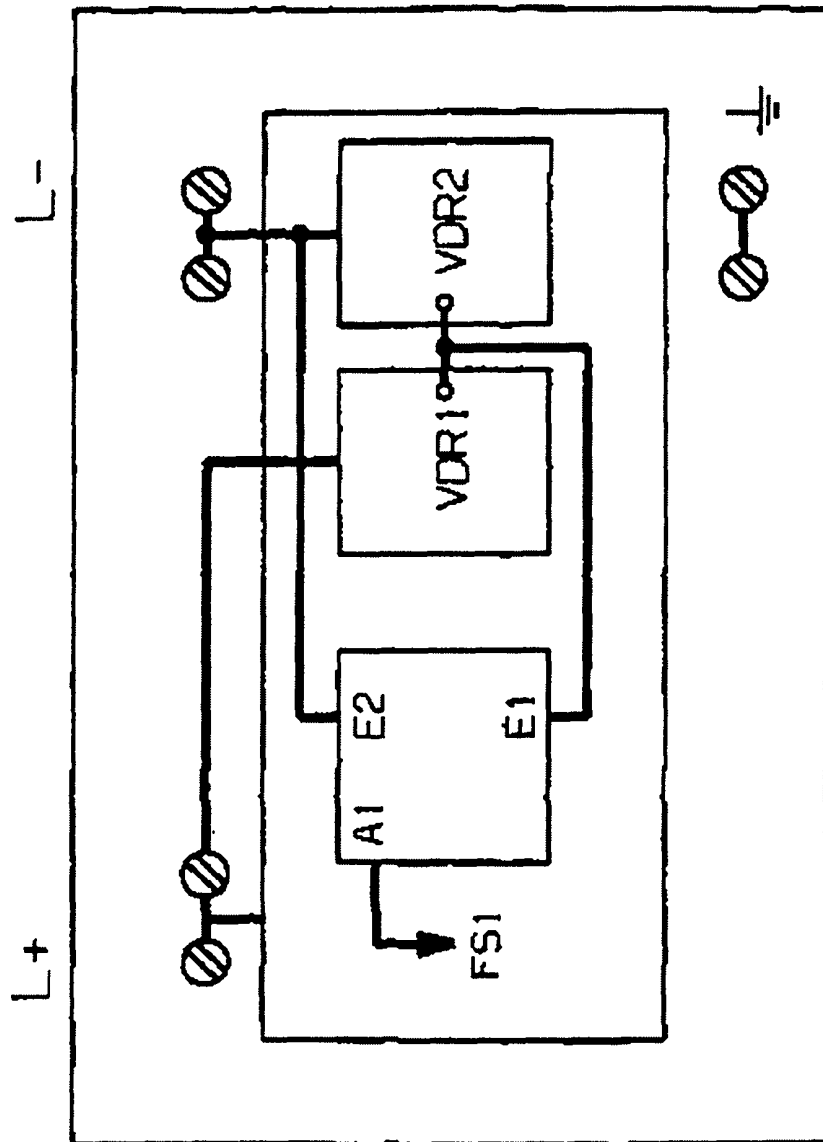


Fig. 2b

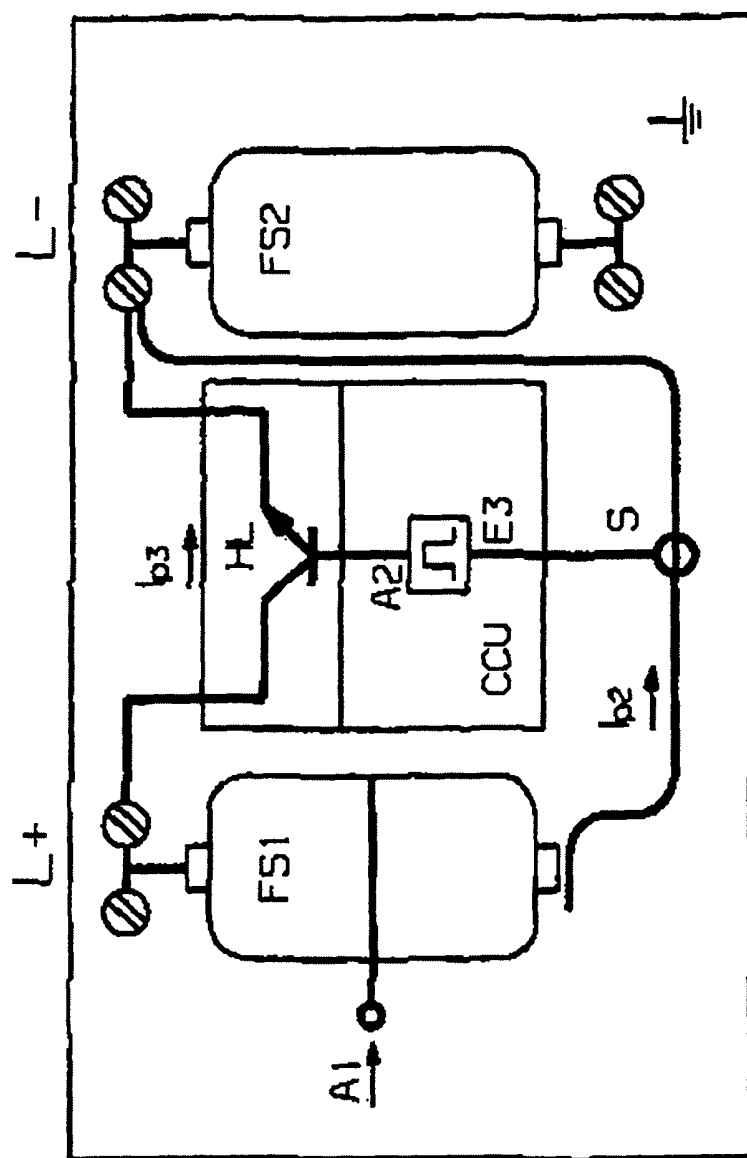


Fig. 2c

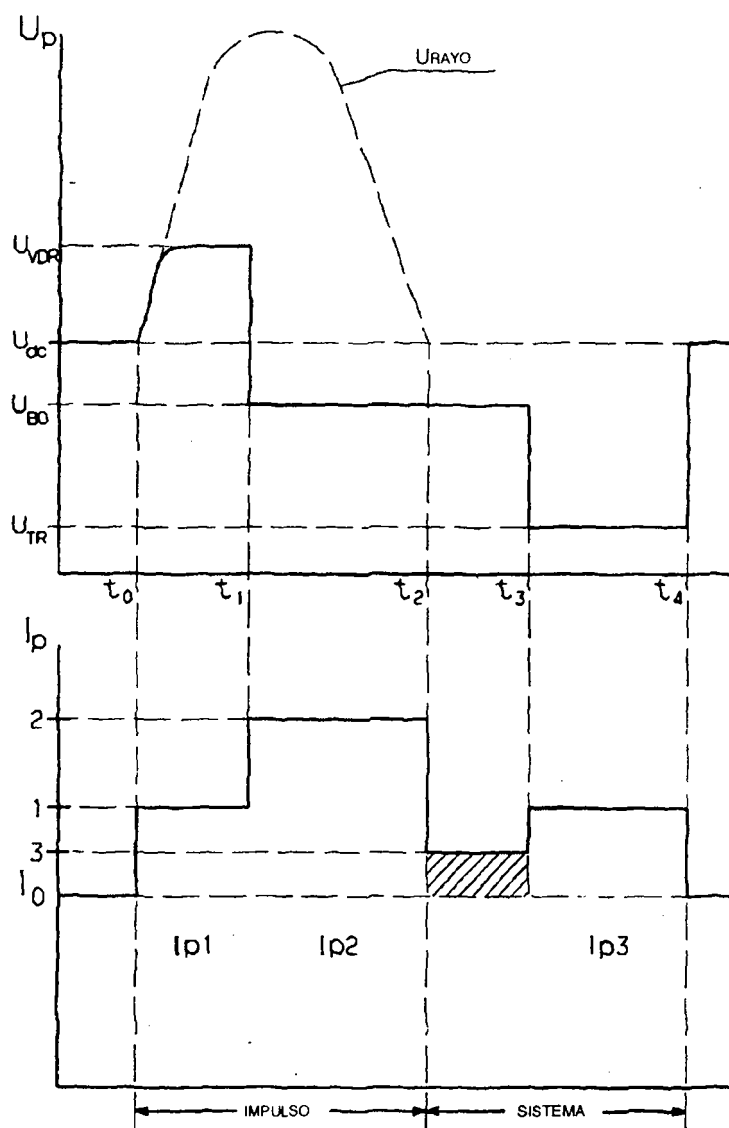


Fig 3