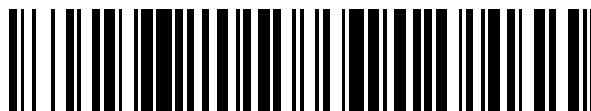


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 341**

51 Int. Cl.:

H01L 31/02 (2006.01)

H02H 3/02 (2006.01)

H01L 31/05 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.08.2010** **E 10747618 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.11.2015** **EP 2457258**

54 Título: **Circuito de derivación y protección para un módulo solar y procedimiento para el control de un módulo solar**

30 Prioridad:

26.08.2009 DE 102009038601

19.10.2009 DE 102009049922

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

03.02.2016

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**SCHMIDT, HERIBERT y
ROTH, WERNER**

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 558 341 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).

Circuito de derivación y protección para un módulo solar y procedimiento para el control de un módulo solar

DESCRIPCIÓN

La presente invención se refiere al campo de la tecnología solar, en este caso en particular a un circuito de derivación y protección para un módulo solar, así como a un procedimiento para el control de un módulo solar que está puentado mediante un elemento de derivación.

Durante el funcionamiento de los módulos solares se pueden presentar distintas situaciones, en las que los módulos solares dejan de funcionar en el punto de trabajo óptimo o en las que se pueden producir daños en los módulos solares a causa de condiciones internas o externas. Asimismo, se pueden presentar situaciones, en las que los módulos solares constituyen un peligro para su entorno.

Al existir una iluminación no homogénea/un sombreado parcial o al existir también propiedades diferentes de las células solares, en particular de la corriente de cortocircuito, se origina en una conexión en serie de células solares el problema de que, por una parte, las células en cuestión determinan el flujo de corriente en todo el circuito y, por otra parte, la tensión en estas células se invierte, o sea, las mismas se convierten en consumidor y se pueden dañar en el peor de los casos. A continuación se utilizan los términos "sombreado" o "caso de sombreado", independientemente de la causa real de esta inversión de la tensión. Una medida conocida para evitar daños consiste en utilizar los llamados diodos de derivación que se conectan generalmente en un módulo solar en paralelo a los subgrupos de, por ejemplo, 16 a 24 células solares cristalinas. Durante el funcionamiento normal, los diodos de derivación se operan en inversa. En presencia de un sombreado parcial, los diodos de derivación están polarizados en directa y absorben la corriente de fase generada por las células no sombreadas. En este caso, la tensión del punto de trabajo sobre la sección parcial en cuestión del generador solar disminuye del funcionamiento normal de aproximadamente +8 V a +12 V (tomándose como base una tensión MPP (Punto de Potencia Máxima) de 16 a 24 células) a la tensión directa del diodo de derivación, o sea, aproximadamente -0,4 V a -0,6 V.

La corriente máxima a través del diodo de derivación depende de la tecnología de la célula y del tamaño de la célula, pudiendo ascender la corriente máxima hasta 8,5 A en las células de silicio que son usuales en la actualidad y que presentan una superficie de 156 mm x 156 mm. Como resultado de las superficies de célula más grandes y también de una mayor eficiencia de las células solares utilizadas se ha de contar en el futuro con corrientes superiores en el intervalo de más de 10 A.

Los diodos de derivación utilizados son típicamente diodos pn de silicio comerciales, pero también diodos Schottky, utilizando también desarrollos más recientes dispositivos MOSFET (transistor de efecto de campo metal-óxido-semiconductor) como elementos de derivación activos.

Los diodos de derivación no provocan casi pérdidas en el funcionamiento normal, o sea, sin sombreado, porque se operan en inversa y a través de los mismos circula sólo una pequeña corriente inversa. Sin embargo, en caso de sombreado, toda la corriente generada por los módulos no sombreados y conectados en serie puede circular a través del diodo de derivación. En correspondencia con su tensión directa y la corriente circulante se origina entonces una pérdida de potencia de varios watt por diodo que produce un fuerte calentamiento del componente al persistir el sombreado. Este calentamiento influye negativamente sobre los componentes circundantes del módulo, por ejemplo, la caja de conexión, el cable de conexión, o sobre la estructura modular, y en el peor de los casos se producen daños en los propios componentes o en el propio diodo de derivación.

El documento DE102005036153B4 propone sustituir el diodo por un componente activo, específicamente un dispositivo MOSFET de bajo ohmiaje que se activa en caso de sombreado. Esta medida permite reducir la pérdida de potencia, que pudiera originarse aún, por ejemplo, en un factor 20 o superior, lo que impide los problemas de sobrecalentamiento mencionados arriba. El objetivo de esta solución es crear un circuito o un componente que sea compatible con los diodos convencionales respecto a la conexión, o sea, disponga asimismo sólo de dos conexiones. Sin embargo, surge el problema de que sólo la tensión muy baja, que cae a través del elemento de derivación activo, queda disponible para controlar el elemento de derivación en caso de sombreado, por lo que, según las instrucciones del documento DE102005036153B4, deberá estar previsto adicionalmente un circuito de carga, dispuesto junto con un seccionador, para transformar la tensión disponible en el intervalo de milivoltios en una tensión de control adecuada en el intervalo de 10 a 15 V. Por consiguiente, esta solución requiere un elevado coste técnico por concepto de conexión, en particular en relación con la implementación del circuito de carga, por ejemplo, en forma de un convertidor de reactancia o convertidor inverso, o también en relación con la configuración como bomba de carga de baja tensión. Esto dificulta y encarece la implementación de un circuito de derivación y protección activo como circuito integrado.

Los módulos solares tienen además la propiedad de generar tensión eléctrica, mientras reciben radiación, lo que significa que no se pueden desconectar. Esto va a requerir medidas de precaución especiales durante la instalación y el mantenimiento. Resulta un problema también la tensión del generador solar, elevada a menudo, de varios cientos de voltios en caso de un incendio doméstico con un generador solar que se encuentra montado en el techo.

Los módulos solares comerciales no disponen de la posibilidad de desconexión. El documento DE102005036153B4, mencionado arriba, propone utilizar también el elemento de derivación activo para la desconexión o la conexión selectiva del módulo mediante una señal de control externa. La empresa Aixcon (www.aixcon.de) propone otra variante para la desconexión de generadores solares con el sistema "ebreak", según el que todo el generador solar se pone en cortocircuito en caso de emergencia mediante un simple interruptor, por ejemplo, un tiristor. Esto, sin embargo, no soluciona el problema fundamental, porque según esta variante, sólo se van a conmutar al estado sin tensión sólo aquellas líneas que pasan por detrás de esta unidad, pero se va a volver a originar una tensión alta al separarse la unión del módulo en el techo. El documento DE102006060815A1 describe también la posibilidad general de una desconexión selectiva de módulos solares individuales mediante una señal externa, representándose aquí tanto la puesta en cortocircuito de los módulos solares como la separación de la conexión en serie, sin darse detalles sobre una implementación. La solución, que se propone aquí mediante el uso de un interruptor en serie, es desventajosa, porque su resistencia a la tensión deberá estar adaptada a la tensión máxima del sistema, por ejemplo, de hasta 1000 V, ya que en una conexión en serie de muchos módulos no se puede garantizar que todos los interruptores se abran sincronizadamente. Este tipo de interruptor resulta costoso y produce siempre una alta pérdida de potencia debido a su resistencia comparativamente alta a la conexión, así como da lugar a los problemas descritos arriba con respecto a la generación de calor y al peligro de daños asociado a esto. La solución mediante el uso de un interruptor en paralelo tiene asimismo las desventajas, mencionadas antes, de un suministro costoso de la tensión de alimentación requerida y además la desventaja de que un funcionamiento del módulo en cortocircuito aumenta la probabilidad de daños a causa de los llamados "hotspots".

La desconexión de un módulo solar por medio de un interruptor en paralelo se indica también en el documento DE102005036153B4 del solicitante, que se menciona arriba.

El documento EP2256822A1, que es un documento en virtud del artículo 54(3) del Convenio sobre la Patente Europea (CPE), describe un dispositivo de conmutación para una instalación solar, compuesta de al menos un elemento fotovoltaico y dos conexiones por cada línea de alimentación a un consumidor. El dispositivo de conmutación comprende un elemento de derivación que está dispuesto entre las dos conexiones y delante de las líneas de alimentación y presenta al menos un mecanismo de conmutación para cerrar los puntos de contacto, estando dispuesto en cada una de las dos líneas de alimentación al menos otro mecanismo de conmutación para abrir los puntos de contacto. El al menos un mecanismo de conmutación en el elemento de derivación y los otros mecanismos de conmutación, que se encuentran en cada línea de alimentación de la instalación fotovoltaica, están dispuestos y se pueden activar conjuntamente mediante un acoplamiento de tal modo que al activarse el dispositivo de conmutación se abre primero el punto de contacto del al menos un mecanismo de conmutación en cada una de las dos líneas de conmutación y a continuación se cierran con retardo los puntos de contacto del al menos un mecanismo de conmutación que se encuentra en el elemento de derivación.

El documento DE102007032605A1 describe una instalación fotovoltaica con al menos un elemento fotovoltaico, en particular con varios elementos fotovoltaicos, unidos entre sí por electricidad, así como líneas de unión eléctricas para suministrar corriente eléctrica, pudiéndose controlar el flujo de corriente y/o la tensión y/o la unión eléctrica en al menos un elemento fotovoltaico y/o dentro de al menos un elemento fotovoltaico y/o entre varios elementos fotovoltaicos.

Por tanto, la presente invención tiene el objetivo de crear un circuito de derivación y protección mejorado para un módulo solar, así como un procedimiento mejorado para el control de un módulo solar que está puenteado mediante un elemento de derivación.

Este objetivo se consigue mediante un circuito de derivación de acuerdo con la reivindicación 1 y mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10.

Ejemplos de realización de la invención crean un circuito de derivación y protección para un módulo solar con:

una entrada para conectar el módulo solar,

una salida,

un elemento de derivación, conectado en paralelo a la salida, y

un elemento de separación conectado entre la entrada y la salida y configurado para controlar la unión entre la entrada y la salida,

estando configurado el elemento de separación para controlar una unión entre la entrada y la salida en dependencia de si el módulo solar, asignado al circuito, está sombreado completa o parcialmente o si el módulo solar, asignado al circuito, debe estar conectado o desconectado.

Según un ejemplo de realización, la señal de control interrumpe la unión normalmente cerrada entre la entrada y la salida del circuito, si el módulo solar, asignado al circuito, está completa o parcialmente sombreado o si el módulo solar, asignado al circuito, se debe desconectar. Asimismo, el circuito puede estar configurado para crear una unión normalmente abierta entre la entrada y la salida, si el módulo solar, asignado al circuito, se debe conectar. Según ejemplos de realización, el circuito se puede conectar al módulo solar de tal modo que una interrupción de la unión mediante el elemento de separación provoca una marcha en vacío del módulo solar.

El circuito puede presentar una conexión de señal de control para recibir la señal de control o la señal de control se puede recibir a través de una entrada y/o a través de la salida del circuito. Según un ejemplo de realización, el circuito comprende un control que está unido activamente al elemento de separación y configurado para generar la señal de control. En este caso, el control puede presentar una conexión de alimentación de potencia, unida a la entrada del circuito. El control puede estar configurado para determinar sobre la base de las señales de potencia, presentes en la entrada y en la salida, si un módulo solar, asignado al circuito de derivación y protección, está parcial o completamente sombreado y para generar la señal de control, si se determina que el módulo solar está completa o parcialmente sombreado. En este caso puede estar previsto controlar asimismo el elemento de derivación real mediante una señal de control, siendo generada la misma también por el control, si se determina que el módulo solar está completa o parcialmente sombreado. El control puede estar configurado además para comprobar, después de determinarse un estado completa o parcialmente sombreado, si la situación de sombreado persiste para conmutar al estado normal, al dejar de existir una situación de sombreado.

Según un aspecto de la invención, la señal de control para crear la unión normalmente abierta se puede generar externamente y enviar al circuito con el fin de conectar el módulo solar. Alternativamente, la señal de control para interrumpir la unión normalmente cerrada se puede generar sobre la base de una o varias señales de sensores internos y/o externos con el fin de desconectar el módulo solar.

El elemento de separación puede comprender un interruptor, por ejemplo, un transistor o similar, y el elemento de derivación puede comprender un diodo o un diodo con un interruptor dispuesto en paralelo.

Ejemplos de realización de la invención crean un procedimiento para el control de un módulo solar que está puenteado mediante un elemento de derivación, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:

determinar si el módulo solar está completa o parcialmente sombreado o si se desea desconectar el módulo solar y

si se determina que el módulo solar está completa o parcialmente sombreado o se debe desconectar, operar el módulo solar en marcha en vacío.

El módulo solar puede formar parte de un circuito en serie con una pluralidad de módulos solares, incluyendo la operación del módulo solar en marcha en vacío una separación del módulo solar del circuito en serie. Además, sobre la base de las señales de potencia en una conexión del módulo solar y sobre la base de las señales de potencia en una conexión del circuito en serie se puede determinar si un módulo solar está parcial o completamente sombreado, pudiendo estar previsto también que después de determinarse un estado de sombreado parcial o completo se compruebe si éste persiste para, dado el caso, conmutar a un estado normal.

Ejemplos de realización de la presente invención posibilitan así una desconexión deseada o una conexión selectiva de un módulo solar mediante una señal de control externa o interna, siendo posible también una desconexión automática del módulo al detectarse estados operativos inadmisibles.

Ejemplos de realización de la invención crean un circuito de derivación y protección para un módulo solar con al menos un elemento de derivación eléctrico, cuyo tramo de conmutación está conectado en paralelo a las conexiones de salida del circuito de derivación y protección, estando conectado en serie a una de las líneas de unión entre las conexiones de entrada y las conexiones de salida del circuito de derivación y protección al menos un elemento de conmutación eléctrico controlable que se puede controlar mediante un circuito de control.

Según este otro aspecto se puede utilizar como elemento de conmutación un dispositivo MOSFET. Además, la energía necesaria para alimentar al circuito de control se puede suministrar a partir del módulo solar correspondiente y/o a partir de la tensión a través del elemento de derivación. Puede estar previsto también un búfer de energía para superar faltas de alimentación de corta duración. Para el circuito de control puede estar previsto un convertidor de tensión continua con el fin de suministrar una tensión de alimentación. El circuito de derivación y protección se puede diferenciar mediante un circuito lógico entre los estados operativos "normal" y "sombreado", conectándose o desconectándose de manera correspondiente el elemento de conmutación. El interruptor se puede activar también mediante una señal de control externa para conectar y desconectar el módulo. Otro elemento de conmutación controlable puede estar conectado en paralelo al elemento de derivación, pudiendo ser el otro elemento de

conmutación un dispositivo MOSFET. El circuito lógico para diferenciar entre los estados operativos, mencionados arriba, está previsto también para conectar o desconectar de manera correspondiente los dos elementos de conmutación. Los interruptores se pueden activar asimismo mediante una señal de control externa para conectar o desconectar el módulo. El circuito puede estar implementado en forma de un circuito integrado.

5 Otros ejemplos de realización de la invención crean un circuito de derivación y protección para un módulo solar con al menos un elemento de derivación eléctrico que está conectado en paralelo a las conexiones de salida del circuito de derivación y protección y puede conducir la corriente generada por otro módulo solar, conectado en serie con el módulo solar, o por una pluralidad de módulos conectados en serie, existiendo en una o en ambas líneas de unión
10 entre las conexiones de entrada y las conexiones de salida del circuito de derivación y protección un elemento de separación eléctrico controlable que se puede controlar mediante un circuito de control .

Según este otro aspecto se puede utilizar como elemento de separación un transistor y la energía necesaria para alimentar al control se puede suministrar a partir de la disposición de células solares correspondiente y/o a partir de la tensión a través del elemento de derivación. Puede estar previsto también un búfer de energía para la alimentación del control. Asimismo, puede estar previsto un convertidor de tensión continua con el fin de suministrar una tensión de alimentación al control. Mediante un circuito lógico se puede diferenciar entre los estados operativos "normal" y "sombreado", pudiéndose conectar o desconectar el elemento de separación de manera correspondiente. El elemento de separación se puede activar también mediante una señal de control externa y/o interna y de este modo se puede conectar o desconectar el módulo. Como elemento de derivación se puede utilizar un diodo, pudiendo estar conectado otro elemento de conmutación controlable en paralelo al elemento de derivación. Alternativamente se puede utilizar como elemento de derivación un elemento de conmutación que es, por ejemplo, un transistor. En este caso, los dos elementos de conmutación se controlan mediante el circuito lógico o mediante una señal de control interna y/o externa para conectar o desconectar el módulo. El circuito puede estar
25 implementado a su vez en forma de un circuito integrado.

A continuación se explican detalladamente ejemplos de realización de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos que muestran:

- 30 Fig. 1 un diagrama de bloques de un circuito de derivación y protección según un ejemplo de realización de la invención;
- Fig. 2 un circuito de derivación y protección según un ejemplo de realización de la invención;
- Fig. 3 un diagrama de bloques de un control del circuito de la figura 2 según un ejemplo de realización de la invención;
- 35 Fig. 4 un circuito de derivación y protección según otro ejemplo de realización de la invención;
- Fig. 5 un diagrama de bloques de un control del circuito de la figura 4 según otro ejemplo de realización de la invención; y
- Fig. 6 un diagrama de estado para explicar el modo funcionamiento de los controles de las figuras 3 y 5 con el fin de determinar si persiste un estado sombreado de un módulo solar.

40 En la descripción siguiente de los ejemplos de realización, los elementos iguales o de igual funcionamiento se proveen de los mismos números de referencia.

Ejemplos de realización de la invención crean un circuito de derivación y protección que

- 45 - aprovecha las ventajas de los elementos de conmutación activos para reducir la generación de calor en caso de sombreado y para conectar de manera selectiva y opcional los módulos solares, y presenta a la vez, sin embargo, un coste claramente menor en relación con el suministro de la tensión de control que se necesita internamente,
- 50 - opera las células solares sombreadas en marcha en vacío, en vez de en cortocircuito,
- es compatible con componentes de sistema comerciales, por ejemplo, inversores, y
- se puede implementar con componentes de poca pérdida, económicos y de baja resistencia a la tensión.

La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un circuito de derivación y protección 100 según un ejemplo de
55 realización de la invención. El circuito de derivación y protección 100 comprende dos conexiones de entrada 102 y 104, así como dos conexiones de salida 106 y 108. Entre la primera conexión de entrada 102 y la primera conexión de salida 106 está conectado un elemento de separación (TE) 110. Entre la primera conexión de salida 106 y la segunda conexión de salida 108 está conectado un elemento de derivación (BE) 112. Según ejemplos de realización, el circuito de derivación y protección puede comprender también un control (ST) 114 que se describirá en detalle más adelante. El circuito 100 puede comprender además uno o varios sensores internos (IS) 116, así como otra conexión 118 que puede estar prevista para recibir señales de sensores externos (ES) 120. Puede estar prevista también una interfaz (IF) 122. Adicionalmente puede estar prevista una conexión de control 124 para recibir una señal de control externa que puede ser suministrada a través de una línea de control o comunicación externa 126. De manera adicional al elemento de separación 110 y al elemento de derivación 112, entre la primera conexión
60

de entrada 102 y la segunda conexión de entrada 104 puede estar conectado un elemento de protección (PE) 128. Una disposición de células solares (SZ) 130 se puede unir al circuito 100, pudiéndose unir una primera conexión de la disposición de células solares 130 a la primera conexión de entrada 102 mediante una primera línea 132 y pudiéndose unir una segunda conexión de la disposición de células solares 130 a la segunda conexión de entrada 104 del circuito 100 mediante una segunda línea 134. La primera conexión de salida 106 del circuito 100 está unida a una primera línea de conexión 136 que conduce hacia otra disposición de células solares 130, pudiendo estar previsto también aquí un circuito 100, mostrado en la figura 1. La segunda conexión de salida 108 está unida a una segunda línea de conexión 138 que conduce hacia una disposición previa de células solares que puede presentar asimismo un circuito de protección 100. En una configuración alternativa del circuito 100, el elemento de separación 110 puede estar dispuesto también en la línea de unión negativa entre la segunda conexión de entrada 104 y la segunda conexión de salida 108.

En el circuito de derivación y protección 100 según la figura 1, la disposición de células solares 130, conectada a las entradas 102, 104 mediante las dos líneas 132, 134, se separa de la salida 106, 108 en caso de sombreado mediante el elemento de separación 110 en serie. La corriente de generador solar I_{SG} , aplicada en las líneas de conexión externas 136, 138 por los módulos no sombreados, conectados en serie al módulo sombreado, sigue circulando a través del elemento de derivación 112 dispuesto en paralelo a los bornes de salida 106, 108. A diferencia del estado de la técnica, las células solares sombreadas se encuentran en el modo de marcha en vacío y están protegidas contra daños por sobrecarga (hotspots). En este modo operativo es posible también aumentar la cantidad de células solares, conectadas en serie y pertenecientes a un circuito de derivación y protección, de las 16 existentes aproximadamente en la actualidad a 24 células, necesitándose así en total una menor cantidad de circuitos de derivación y protección y simplificándose la fabricación de los módulos, porque se requieren menos tomas en las células conectadas en serie dentro del módulo.

En el circuito de derivación y protección 100 según la figura 1, la tensión necesaria para la alimentación del control 114 se puede obtener ventajosamente de la tensión de entrada U_E de la disposición de células solares sombreadas 130 y no, como es usual en el estado de la técnica, de la tensión muy baja U_A a través del elemento de derivación 112. En este sentido se aprovecha la propiedad de la célula solar de que la corriente disponible disminuye fuertemente durante el sombreado y la tensión en marcha en vacío o también la tensión en caso de una pequeña carga corresponde casi a la tensión de una célula no sombreada incluso durante un sombreado extremo. Opcionalmente, la tensión de alimentación para el circuito de control 114 se puede obtener también de la tensión U_A a través del elemento de derivación 112 en correspondencia con los enfoques del estado de la técnica o también de ambas fuentes.

En comparación con el concepto indicado en el documento DE102006060816A1, el circuito de derivación según ejemplos de realización de la invención es ventajoso, porque a través del elemento de separación 110 en serie se puede producir en inversa como máximo la tensión de marcha en vacío suministrada por la disposición de células solares asignadas 130, lo que permite utilizar elementos de conmutación de bajo ohmio, poca pérdida y económicos para la implementación del elemento de separación 110. Además de los grupos funcionales principales, mencionados hasta el momento, específicamente el elemento de separación 110, el elemento de derivación 112 y el control 114, el circuito de derivación y protección 100 puede comprender opcionalmente otros grupos constructivos que aparecen representados con líneas discontinuas en la figura 1. La entrada 102, 104 puede estar protegida contra una polarización inversa y una sobretensión mediante el elemento de protección 128. El control 114 puede estar unido además a los sensores internos o externos 116 o 120, por ejemplo, para detectar la temperatura del propio circuito o de la disposición de células solares o su entorno. La interfaz 122 permite una comunicación uni o bidireccional entre el circuito y otros componentes de la instalación fotovoltaica. Esta comunicación se puede llevar a cabo mediante una Power-Line-Communication (comunicación mediante línea de potencia, PLC) a través de las líneas 136, 138 o a través de la línea de comunicación adicional 126. El circuito puede comprender otros grupos constructivos que sirven, por ejemplo, para proteger componentes individuales del circuito contra sobretensión, pero que no están representados para simplificar.

La figura 2 muestra un circuito de derivación y protección según un ejemplo de realización de la invención. En el ejemplo de realización mostrado en la figura 2, el elemento de separación 110 se ha implementado mediante un circuito en paralelo, integrado por un interruptor S_1 y un diodo D_1 . El elemento de derivación se ha implementado asimismo mediante un circuito en paralelo, integrado por un interruptor S_2 y un diodo D_2 . El elemento de protección 128 está diseñado en forma de un diodo D_0 . El control 114 recibe la tensión U_E en una entrada. El control 114 recibe también una señal de control ST que se envía al circuito 100 a través de la línea de comunicación 126 y la conexión de control 124, así como recibe la tensión de salida U_A . El control proporciona señales correspondientes para controlar los interruptores S_1 y S_2 . En el circuito 100 según la figura 2, la tensión necesaria para alimentar a la tensión de control 114 y para controlar los elementos de conmutación activos S_1 y S_2 ya no se obtiene de la tensión muy baja U_A a través del elemento de derivación 112, sino de la tensión de entrada U_E del módulo solar desconectado 130. Como se menciona arriba, se hace uso aquí de la propiedad de la célula solar de que la corriente disminuye fuertemente durante el sombreado y de que la tensión en marcha en vacío o también la tensión en caso de una carga pequeña corresponde casi a la tensión de una célula no sombreada, incluso durante un sombreado

externo. Por tanto, en el circuito 100, el generador parcial (SM) 130 en cuestión se separa en caso de sombreado del circuito en serie de los módulos mediante el interruptor en serie S_1 y se opera en el modo de marcha en vacío, exceptuando un consumo propio mínimo del control 114. La corriente de generador solar I_{SG} , aplicada por los módulos no sombreados y conectados en serie al módulo sombreado, sigue circulando a través del diodo D_2 que actúa así básicamente como un diodo de derivación convencional. Al mismo tiempo, las células solares sombreadas se encuentran casi en el modo de marcha en vacío y están protegidas así contra daños (hotspots).

En los módulos solares con corrientes bajas es tolerable la pérdida de calor producida en el diodo D_2 debido a su tensión directa. Sin embargo, en caso de intensidades de corriente superiores se puede presentar el problema de sobrecalentamiento, mencionado arriba, que se soluciona al estar conectado el interruptor de bajo ohmio S_2 en paralelo al diodo D_2 . Cuando se produce un sombreado parcial, éste se conecta según una estrategia indicada más adelante a modo de ejemplo y absorbe la corriente de generador solar I_{SG} . En correspondencia con la resistencia directa del interruptor S_2 se genera sólo una cantidad mínima de calor. A diferencia del estado de la técnica de acuerdo con el documento DE102005036153B4, que se describe arriba, resulta ventajoso el bajo coste para suministrar la tensión de alimentación al control 114. Como se menciona arriba, la tensión de alimentación se puede obtener también opcionalmente, de manera similar al estado de la técnica, de la tensión U_A a través del elemento de derivación D_2 o S_2 . En una configuración alternativa del circuito 100 según la figura 2, el interruptor en serie S_1 puede estar posicionado también en una línea de unión negativa entre la segunda conexión de entrada 104 y la segunda conexión de salida 108. En paralelo al interruptor S_1 puede estar conectado el diodo D_1 que protege el interruptor S_1 contra tensiones inversas negativas. Opcionalmente, el diodo D_0 puede estar previsto como medida de protección adicional contra tensiones negativas del módulo. Para una mejor comprensión no se han representado otros elementos de protección adicionales, por ejemplo, contra sobretensiones en las entradas y las salidas del circuito de derivación y protección o en los propios elementos de conmutación.

La figura 3 muestra un esquema de bloques del control 114 del circuito de la figura 2 según un ejemplo de realización de la invención. Como se puede observar, el control 114 comprende un primer bloque 140 que recibe y mide la tensión de entrada U_E . El control 114 comprende además un bloque 142 que recibe y mide la tensión de salida U_A . El control 114 comprende también una primera fuente de tensión de referencia (E) 144, así como una segunda fuente de tensión de referencia (A) 146. Asimismo, están previstos un primer comparador 148 y un segundo comparador 150. El primer comparador (K_E) 148 recibe la tensión de entrada U_E , medida por el bloque U_E 140, así como la tensión de referencia de la fuente de tensión de referencia 144 y envía una señal L_E a un circuito lógico 152. El comparador 150 recibe la señal de tensión de salida, medida por el bloque U_A 142, así como la señal de tensión de referencia de la fuente de tensión de referencia 146 y envía la señal de salida de comparador L_A al circuito lógico 152. La lógica 152 recibe además una señal de temporizador de un temporizador 154, así como una señal de control ST de la interfaz 122. La lógica 152 recibe mediante circuitos de protección 156 señales que indican la tensión de entrada U_E , la tensión de salida U_A , la corriente de entrada I_E y la corriente de salida I_A . La lógica 152 comprende mediante un excitador 158 las señales de control S_1 y S_2 para controlar los elementos de conmutación S_1 y S_2 del elemento de separación 110, así como del elemento de derivación 112. El control 114 comprende también un sistema de alimentación de corriente interna 160 que puede presentar un convertidor DC/DC. El sistema de alimentación de corriente interna 160 recibe la tensión de entrada U_E y/o la tensión de salida U_A . El sistema de alimentación de corriente 160 está conectado además a un búfer 160, por ejemplo, un condensador o similar, para suministrar también energía en momentos, en los que no se dispone de energía externa.

El control 114 comprende los dos bloques de entrada 140 y 142, con los que se mide tanto la tensión de entrada U_E (la tensión del módulo solar SM) como la tensión de salida U_A (la tensión a través del tramo de derivación S_2 , D_2 , figura 2). Las dos tensiones se comparan con los valores de referencia E o A mediante los comparadores 148 y 150. Las señales de salida lógicas L_E , L_A de los comparadores 148 y 150 son "1", si la respectiva tensión de medición se encuentra por encima del valor de referencia. Las dos señales de conmutación se enlazan entre sí en el circuito lógico 152, estando unido este circuito al circuito de temporizador 150, a los circuitos de protección 156 contra sobrecorrientes y sobretensiones, así como opcionalmente a una interfaz de comunicación 122, de modo que mediante los circuitos de excitador 158 se pueden controlar los dos interruptores S_1 y S_2 . El control 114 se alimenta a partir de la tensión de entrada mediante el sistema de alimentación de corriente interna 160 que puede disponer de un convertidor de tensión continua (convertidor DC/DC, por ejemplo, una bomba de carga) que debido a su tensión de alimentación U_E comparativamente alta puede presentar, sin embargo, una construcción claramente más simple que en el estado de la técnica. El sistema de alimentación de corriente puede disponer también de un acumulador de energía 162 para superar faltas de alimentación transitorias. Opcionalmente, la tensión de alimentación se puede obtener, en correspondencia también con el estado de la técnica, de la tensión U_A a través del elemento de derivación en caso de sombreado.

Por medio de la figura 4 se explica a continuación otro ejemplo de realización de la invención. La figura 4 muestra un circuito de derivación y protección según un ejemplo de realización de la invención, estando en correspondencia la realización del elemento de separación 110, del elemento de derivación 112 y del elemento de protección 128 con la explicada por medio de la figura 2. El circuito 100 comprende también los sensores internos 116, la interfaz 122 y la conexión 118 para recibir señales de los sensores externos 120. La disposición de células solares 130 comprende

dos módulos solares SM_1 y SM_2 que están puenteados respectivamente mediante diodos asignados D_{BYP} . El modo de funcionamiento del circuito 100 de la figura 4 está en correspondencia con el modo de funcionamiento del circuito de la figura 2, por lo que se prescinde aquí de una nueva descripción del mismo y se remite, en su lugar, a las explicaciones anteriores.

5 Según una forma de realización alternativa, en el circuito según la figura 4 se puede utilizar como elemento de derivación exclusivamente el interruptor S_2 que se controla de la manera descrita más adelante. Como elementos de conmutación S_1 y S_2 se pueden utilizar relés, pero preferentemente componentes semiconductores. En este caso se pueden utilizar tanto componentes de autobloqueo como componentes autoconductores. El uso de un componente
10 autoconductor como interruptor S_2 tiene la ventaja de un comportamiento "fail safe", es decir, en caso de fallar el control 114, el interruptor S_2 pondría en cortocircuito la salida del circuito de derivación y protección y lo conmutaría así al estado sin tensión.

15 La figura 5 muestra un esquema de bloques del control 114 de la figura 4, estando en correspondencia esencialmente el diseño del control según la figura 5 con el diseño del control de la figura 3, aunque en vez de los circuitos de protección 156 de la figura 3 se indica un bloque 156' que contiene circuitos y algoritmos de vigilancia y recibe además señales de temperatura T_{int} y T_{ext} que indican una temperatura interna y una temperatura externa. El sistema de alimentación de corriente interna 160 puede comprender también circuitos de estabilización.

20 Por medio de la figura 6 se explica a continuación en detalle el modo de funcionamiento de los controles según las figuras 3 y 5 para controlar los interruptores S_1 y S_2 , en particular se describe cómo se determina si persiste un estado sombreado del módulo solar. La descripción siguiente se refiere a la forma de realización según las figuras 2 y 4 con un tramo de derivación eléctrica conmutable adicional mediante el interruptor S_2 , aunque se puede aplicar convenientemente también a la variante sin el interruptor S_2 o la variante sin el diodo D_2 .

25 Como se explica arriba, el interruptor en serie S_1 se abre y el interruptor en paralelo opcional S_2 se cierra en caso de sombreado. Después de eliminarse la situación de sombreado, este estado operativo se mantendría permanentemente sin medidas especiales. Se tendrá que comprobar entonces si sigue siendo lógica la activación de la función de derivación y si se seleccionan de manera correspondiente las posiciones de interruptor de S_1 y S_2 .
30 Según ejemplos de realización de la invención, esto se puede llevar a cabo mediante la creación breve de determinadas constelaciones de los interruptores S_1 y S_2 , así como mediante una evaluación de las tensiones y las corrientes que se originan en las conexiones o dentro del circuito de derivación y protección.

35 Esto se lleva a cabo mediante los controles 114 que están representados por medio de las figuras 3 y 4 y cuyo modo de funcionamiento se explica a continuación por medio de la figura 6 que muestra como diagrama de estado las relaciones temporales entre la señal de comparador L_E , la señal de conmutación S_1 , la señal de comparador L_A y la señal de conmutación S_2 . En la figura 6 están representados tanto el modo operativo normal sin sombreado, el modo operativo con sombreado como el modo operativo después de una transición del sombreado al modo operativo normal.

40 En el modo operativo normal, tanto la tensión de entrada como la tensión de salida están por encima de los dos valores de referencia E y A , por lo que ambas señales de comparador están en un "1" lógico. De manera correspondiente, el circuito lógico 152 provoca que el interruptor S_1 esté conectado y que el interruptor S_2 esté desconectado. La corriente de entrada I_E , generada por la disposición de células solares 130, se sigue conduciendo
45 casi sin pérdidas a la salida 106, 108 mediante el interruptor de bajo ohmiaje S_1 .

En el momento T_1 se produce un sombreado. La tensión a través del módulo en cuestión se colapsa primero, hasta alcanzarse el valor de referencia E de, por ejemplo, +3 V. La señal L_E cambia de un "1" lógico a "0". El interruptor S_1 se abre mediante el circuito lógico 152 después de un tiempo de retardo breve, condicionado por el circuito, lo que está representado con la flecha "a". La corriente de generador solar I_{SG} , aplicada desde el exterior, es absorbida momentáneamente por el diodo D_2 , mediante lo que la tensión de salida U_A cambia su signo y se limita a la tensión directa del diodo D_2 de, por ejemplo, -0,4 V a -0,6 V. Por consiguiente, no se supera el valor de referencia A del comparador K_A de, por ejemplo, +0,1 V, y su señal de salida L_A cambia asimismo después de un tiempo de retardo breve de un "1" lógico a "0", lo que está representado con la flecha "b". Esto provoca inmediatamente o después de
50 transcurrir un tiempo de retardo T_{S2} la conexión del elemento de derivación S_2 que absorbe a continuación la corriente I_{SG} y no produce casi ninguna pérdida de calor. El tiempo de retado T_{S2} puede estar ajustado para impedir la operación de conexión descrita del interruptor S_2 en caso de sombreados parciales, por ejemplo, al volar un pájaro por encima del lugar.

60 La apertura del interruptor S_1 provoca, como se explica al inicio, un nuevo incremento rápido de la tensión U_E a valores de varios voltios, de manera que, por una parte, la señal de salida L_E del comparador K_E vuelve a asumir un "1" lógico (véase flecha "d") y, por otra parte, se garantiza la alimentación permanente del control 114. El circuito se puede alimentar a partir del búfer de energía 162 configurado, por ejemplo, como condensador, durante las operaciones de conmutación descritas.

El estado estable de la disposición, que se produce después de un sombreado, se mantendría también después de eliminarse el sombreado. Por tanto, se tendrá que comprobar si la situación de sombreado persiste, y se tendrán que adaptar de manera correspondiente las posiciones del interruptor. En un ejemplo de realización, el circuito lógico 152 provoca mediante el uso del circuito de temporizador (timer) 154 que el interruptor S_2 se abra periódicamente con una duración de período T_{per} por una duración T_{test} y que al mismo tiempo se cierre el interruptor S_1 . Si persiste una situación de sombreado (la corriente I_{SG} , aplicada desde el exterior, es mayor que la corriente de entrada I_E generada por la disposición de células solares 130 en cuestión), la constelación vieja se restablece conforme a este pulso de prueba, lo que aparece representado a modo de ejemplo en la sección central de la figura 6. Según ejemplos de realización, la duración de período T_{per} seleccionada es claramente mayor que la duración del pulso de prueba T_{test} (por ejemplo, en el factor 5 o superior), por lo que la potencia pérdida promedio en el diodo D_2 se sigue manteniendo baja.

En la figura 6, el sombreado se elimina en el momento T_2 . Por consiguiente, la tensión de entrada no se colapsa en el próximo pulso de prueba, la señal L_E se mantiene en un "1" lógico y también el interruptor S_1 se mantiene conectado. La tensión de salida U_A aumenta por encima del valor de referencia A, de manera que la señal L_A cambia asimismo a un "1" lógico y el interruptor S_2 permanece abierto, consiguiéndose así nuevamente el modo operativo normal estable.

El circuito de derivación y protección, descrito según los ejemplos de realización de la invención, se puede diseñar simplemente como circuito integrado, porque no se necesitan circuitos de convertidor DC/DC costosos. Estos se pueden instalar en un volumen pequeño y, por tanto, integrar por laminación en el propio módulo solar. Los circuitos pueden estar montados también en la caja de conexión de módulo o conectados como unidad constructiva externa a módulos convencionales. Como se muestra por medio de la figura 4, las propias células solares/los propios módulos solares, unidos al circuito de derivación y protección, pueden disponer nuevamente de diodos de derivación D_{BYP} que pueden estar diseñados como diodos convencionales o como circuitos activos.

El circuito de derivación y protección según ejemplos de realización de la invención se puede ampliar fácilmente al poderse conectar de manera selectiva el módulo 130 mediante una señal de control externa ST que se transmite a través de las líneas de conexión 136, 138 (transmisión power line) o a través de la línea de comunicación adicional 126 o también de manera inalámbrica vía radio o mediante campos magnéticos. En este caso se cierra el interruptor S_1 abierto en el estado no conectado. El interruptor S_2 puede estar abierto permanentemente o cerrado opcionalmente en el estado no conectado y se controla en correspondencia con la estrategia indicada arriba al activarse el módulo. La conexión selectiva de los módulos mediante una señal de control se puede utilizar para una instalación o un mantenimiento sin peligro, para la desconexión en caso de un incendio o también con señales de conexión codificadas de manera correspondiente para la protección contra robo. La interfaz de comunicación 122 puede estar diseñada también de manera bidireccional con el fin de transmitir señales de estado del módulo solar a dispositivos de evaluación externos.

La desconexión del módulo se puede llevar a cabo también dentro del circuito mediante los sensores internos y/o externos. Esto incluye la desconexión en presencia de sobrecorriente o sobretensión, en presencia de una temperatura excesiva T_{int} del propio circuito o T_{ext} del módulo o de su entorno, o también la detección de estados operativos inadmisibles, por ejemplo, interrupciones o contactos flojos dentro del generador solar.

Según ejemplos de realización de la invención, los circuitos de derivación y protección para corrientes pequeñas pueden estar diseñados sin el interruptor S_2 , porque aquí no es imprescindible la función del interruptor de derivación activo S_2 para reducir la generación de calor, sino que es suficiente el diodo de derivación D_2 . Esto da como resultado un ahorro de los costes, manteniéndose la función de protección, así como la posibilidad de una conexión y desconexión selectiva del módulo mediante las señales obtenidas externa o internamente.

En el caso de los ejemplos de realización descritos, el elemento de derivación comprende un circuito en paralelo, integrado por un interruptor S_2 y un diodo D_2 . Como se describe, por ejemplo, en el documento DE102005036153B4, se puede utilizar alternativamente un diodo de derivación activo que no se opera como interruptor. La tensión de alimentación se obtiene exclusivamente de la tensión (baja) a través del elemento de derivación, manteniéndose de manera permanente el elemento de derivación (MOSFET) en el modo operativo lineal (por ejemplo, con una tensión de 50 mV a través del dispositivo MOSFET) mediante un circuito de regulación.

Aunque algunos aspectos se describieron en relación con un dispositivo, se entiende que estos aspectos representan también una descripción del procedimiento correspondiente, por lo que un bloque o un componente de un dispositivo se ha de entender también como una etapa de procedimiento correspondiente o como una característica de una etapa de procedimiento. De manera análoga, los aspectos descritos en relación con una etapa de procedimiento o como una etapa de procedimiento representan también una descripción de un bloque o un detalle o una característica correspondiente de un dispositivo correspondiente.

En dependencia de determinados requisitos de implementación, ejemplos de realización de la invención pueden estar implementados en hardware o en software. La implementación se puede llevar a cabo mediante la utilización de un medio de almacenamiento digital, por ejemplo, un disquete, un DVD, un disco Blu-ray, un CD, una memoria ROM, PROM, EPROM, EEPROM o FLASH, un disco duro u otra memoria magnética u óptica, en la que están almacenadas señales de control que se pueden leer electrónicamente y que pueden interactuar o interactúan con un sistema informático programable de tal modo que se ejecuta el procedimiento respectivo. Por esta razón, el medio de almacenamiento digital se puede leer por ordenador. Algunos ejemplos de realización según la invención comprenden entonces un soporte de datos que presenta señales de control legibles electrónicamente y capaces de interactuar con un sistema informático programable de tal modo que se ejecuta uno de los procedimientos descritos aquí.

En general, ejemplos de realización de la presente invención pueden estar implementados como producto de programa informático con un código de programa, siendo eficaz el código de programa para ejecutar uno de los procedimientos si el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador. El código de programa puede estar almacenado también, por ejemplo, en un soporte legible por máquina.

Otros ejemplos de realización comprenden el programa informático para ejecutar uno de los procedimientos descritos aquí, estando almacenado el programa informático en un soporte legible por máquina.

Con otras palabras, un ejemplo de realización del procedimiento según la invención es, por tanto, un programa informático que presenta un código de programa para ejecutar uno de los procedimientos descritos aquí, si el programa informático se ejecuta en un ordenador. Otro ejemplo de realización del procedimiento según la invención es, por tanto, un soporte de datos (o un medio de almacenamiento digital o un medio legible por ordenador), en el que está instalado el programa informático para ejecutar uno de los procedimientos descritos aquí.

Otro ejemplo de realización del procedimiento según la invención es, por tanto, un flujo de datos o una secuencia de datos que representa el programa informático para ejecutar uno de los procedimientos descritos aquí. El flujo de datos o la secuencia de señales puede estar configurado, por ejemplo, para ser transferido a través de una conexión de comunicación de datos, por ejemplo, vía Internet.

Otro ejemplo de realización comprende un dispositivo de procesamiento, por ejemplo, un ordenador o un componente lógico programable, configurado o adaptado para ejecutar uno de los procedimientos descritos aquí.

Otro ejemplo de realización comprende un ordenador, en el que está instalado el programa informático para ejecutar uno de los procedimientos descritos aquí.

En algunos ejemplos de realización se puede utilizar un componente lógico programable (por ejemplo, una matriz de puertas programable por campo, FPGA) para ejecutar algunas o todas las funciones de los procedimientos descritos aquí. En algunos ejemplos de realización, una matriz de puertas programable por campo puede interactuar con un microprocesador para ejecutar uno de los procedimientos descritos aquí. En general, los procedimientos se ejecutan en algunos ejemplos de realización mediante cualquier dispositivo de hardware. Éste puede ser un hardware de uso universal tal como un procesador (CPU) o un hardware específico para el procedimiento, por ejemplo, un Circuito Integrado para Aplicaciones Específicas, ASIC.

Los ejemplos de realización descritos arriba ilustran únicamente los principios de la presente invención. Se entiende que las modificaciones y variaciones de las disposiciones descritas aquí son evidentes para otros técnicos. Por consiguiente, se pretende que la invención esté limitada únicamente por el alcance de protección de las reivindicaciones siguientes y no por los detalles específicos, presentados aquí por medio de la descripción y la explicación de los ejemplos de realización.

REIVINDICACIONES

1. Circuito de derivación y protección (100) para una disposición de células solares (130) con:

- 5 una entrada (102, 104) para conectar la disposición de células solares (130);
una salida (106, 108);
un elemento de derivación (112) que está conectado en paralelo a la salida (106, 108);
un elemento de separación (110) que está conectado entre la entrada (102, 104) y la salida (106, 108) y
10 configurado para controlar la unión entre la entrada (102, 104) y la salida (106, 108), estando configurado el
elemento de separación (110) para controlar una unión entre la entrada (102, 104) y la salida (106, 108) en
respuesta a una señal de control (S_1); y
un control (114) que está unido al elemento de separación (110), estando configurado el control (114) para
generar la señal de control (S_1) en dependencia de si la disposición de células solares (130) asignada al circuito
15 (100) está parcial o completamente sombreada o si la disposición de células solares (130) asignada al circuito
(100) debe estar conectada o desconectada,
caracterizado por que el control (114) obtiene la tensión necesaria para alimentar al control (114) de la
disposición de células solares (130).

20 2. Circuito de derivación y protección de acuerdo con la reivindicación 1, que se puede conectar a la disposición de
células solares (130) de tal modo que una interrupción de la unión entre la entrada (102, 104) y la salida (106, 108)
mediante el elemento de separación (110) provoca una marcha en vacío de la disposición de células solares (130).

3. Circuito de derivación y protección de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, con una conexión de señal de control
25 (124) que está unida activamente al control (114) y configurada para recibir una señal de control externa (ST).

4. Circuito de derivación y protección de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la entrada (102, 104) y/o la
salida (106, 108) están configuradas para recibir una señal de control externa (ST) y enviarla al control (114).

5. Circuito de derivación y protección de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el control (114)
30 comprende una conexión de alimentación de potencia que está unida a la entrada (102, 104).

6. Circuito de derivación y protección de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el control (114) está configurado
para determinar sobre la base de las señales de potencia, presentes en la entrada y en la salida, si la disposición de
células solares (130) asignada al circuito (100) está parcial o completamente sombreada, y para generar la señal de
35 control (S_1) si se determina que la disposición de células solares (130) asignada al circuito (100) está completa o
parcialmente sombreada.

7. Circuito de derivación y protección de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el elemento de derivación (112)
40 está configurado para ser controlado mediante otra señal de control (S_2), estando configurado el control (114) para
generar la otra señal de control (S_2) si se determina que la disposición de células solares (130) asignada al circuito
está completa o parcialmente sombreada.

8. Circuito de derivación y protección de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el control está
45 configurado para comprobar, después de determinarse que la disposición de células solares (130) asignada al
circuito (100) está completa o parcialmente sombreada, si la situación de sombreado todavía persiste, y para
conmutar al estado normal si se determina que la situación de sombreado ya no persiste.

9. Circuito de derivación y protección de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el elemento de
50 separación (110) comprende un interruptor (S_1) y/o en el que el elemento de derivación (112) comprende un diodo
(D2) o un diodo (D2) con un interruptor (S_2) dispuesto en paralelo.

10. Procedimiento para el control de una disposición de células solares (130) que está puenteada mediante un
elemento de derivación (112), comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:

- 55 determinar si la disposición de células solares (130) está completa o parcialmente sombreada o si se desea
desconectar la disposición de células solares (130); y
si se determina que la disposición de células solares (130) está completa o parcialmente sombreada o se debe
desconectar, operar la disposición de células solares (130) en marcha en vacío en respuesta a una señal de
control (S_1),
60 generándose la señal de control (S_1) mediante un control (114) y obteniéndose la tensión necesaria para
alimentar al control (114) de la disposición de células solares (130).

11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, en el que sobre la base de señales de potencia se determina
si la disposición de células solares (130) está parcial o completamente sombreada.

12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, en el que después de determinarse que la disposición de células solares está completa o parcialmente sombreada, se comprueba si la situación de sombreado todavía persiste, conmutándose al estado normal si se determina que la situación de sombreado ya no persiste.
- 5 13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, en el que una unión normalmente cerrada entre la entrada (102, 104) y la salida (106, 108) se interrumpe si la disposición de células solares (130) asignada al circuito (100) está completa o parcialmente sombreada, o
- 10 una unión normalmente cerrada entre la entrada (102, 104) y la salida (106, 108) se interrumpe si la disposición de células solares (130) asignada al circuito (100) se debe desconectar, o una unión normalmente abierta entre la entrada (102, 104) y la salida (106, 108) se crea si la disposición de células solares (130) asignada al circuito (100) se debe conectar.
- 15 14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la señal de control (S1) para crear la unión normalmente abierta entre la entrada (102, 104) y la salida (106, 108) se genera externamente y se envía al circuito (100) para conectar la disposición de células solares, y/o la señal de control para interrumpir la unión normalmente cerrada entre la entrada (102, 104) y la salida (106, 108) se genera sobre la base de una o varias señales de sensores internos y/o externos para desconectar la disposición de células solares.

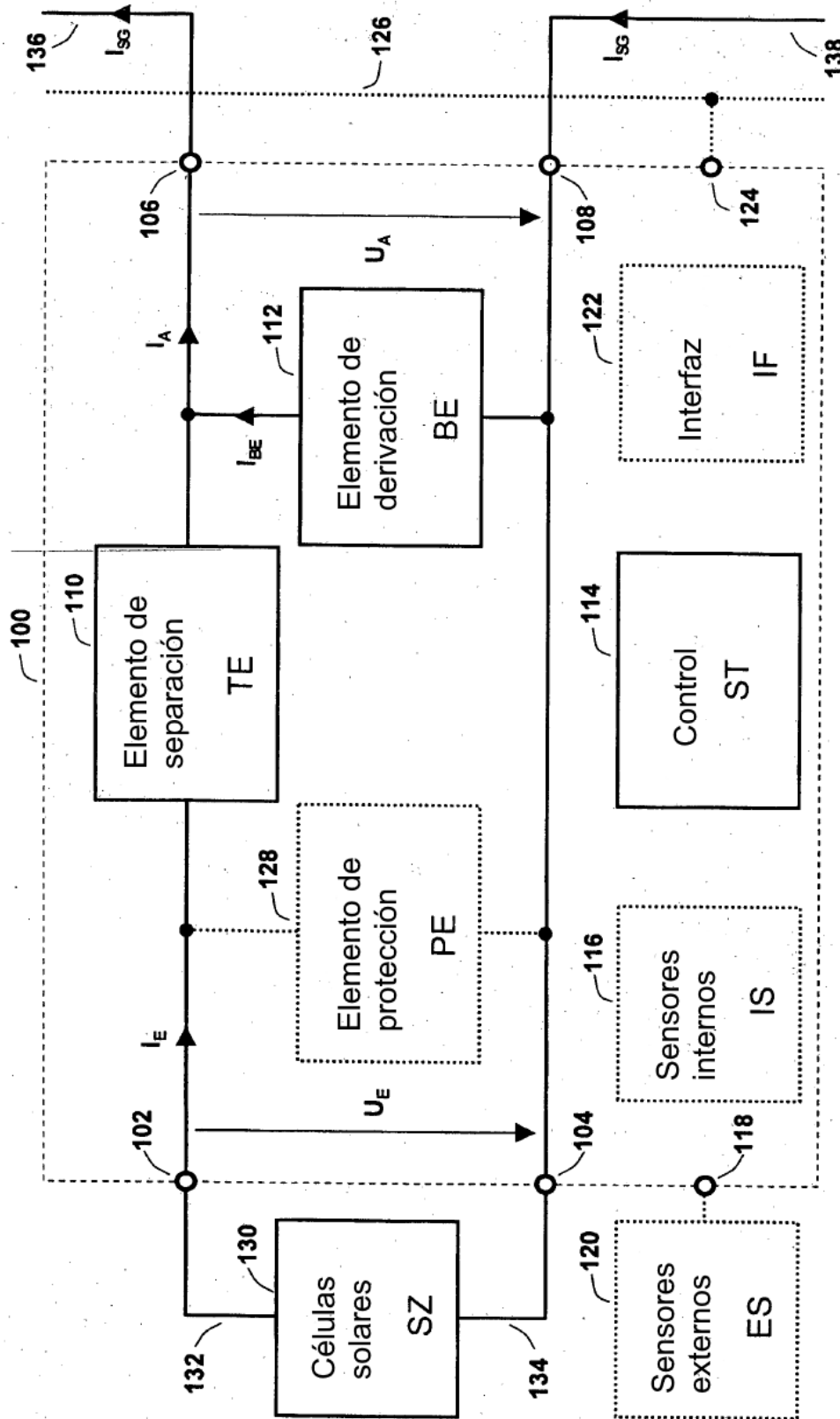


Figura 1

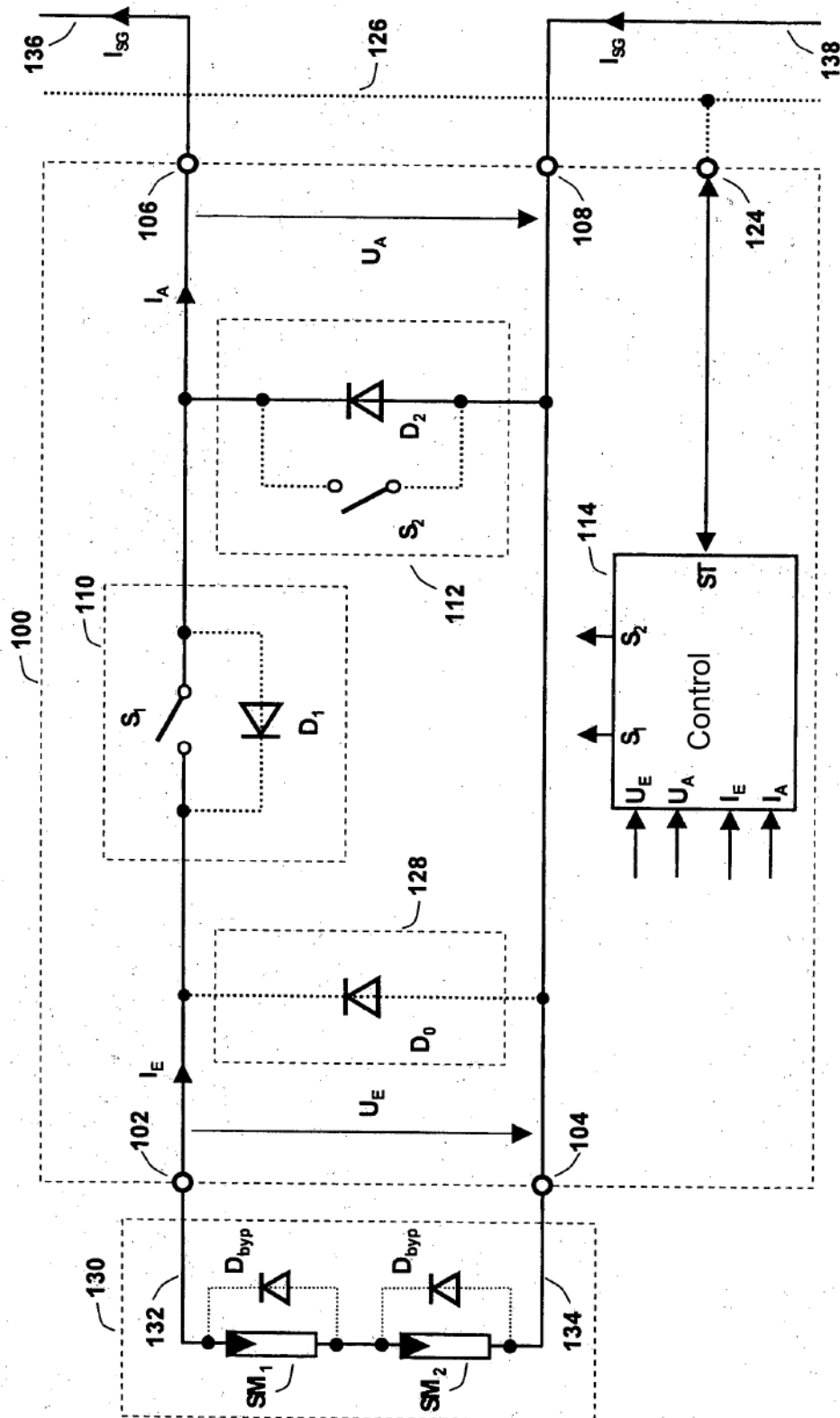


Figura 2

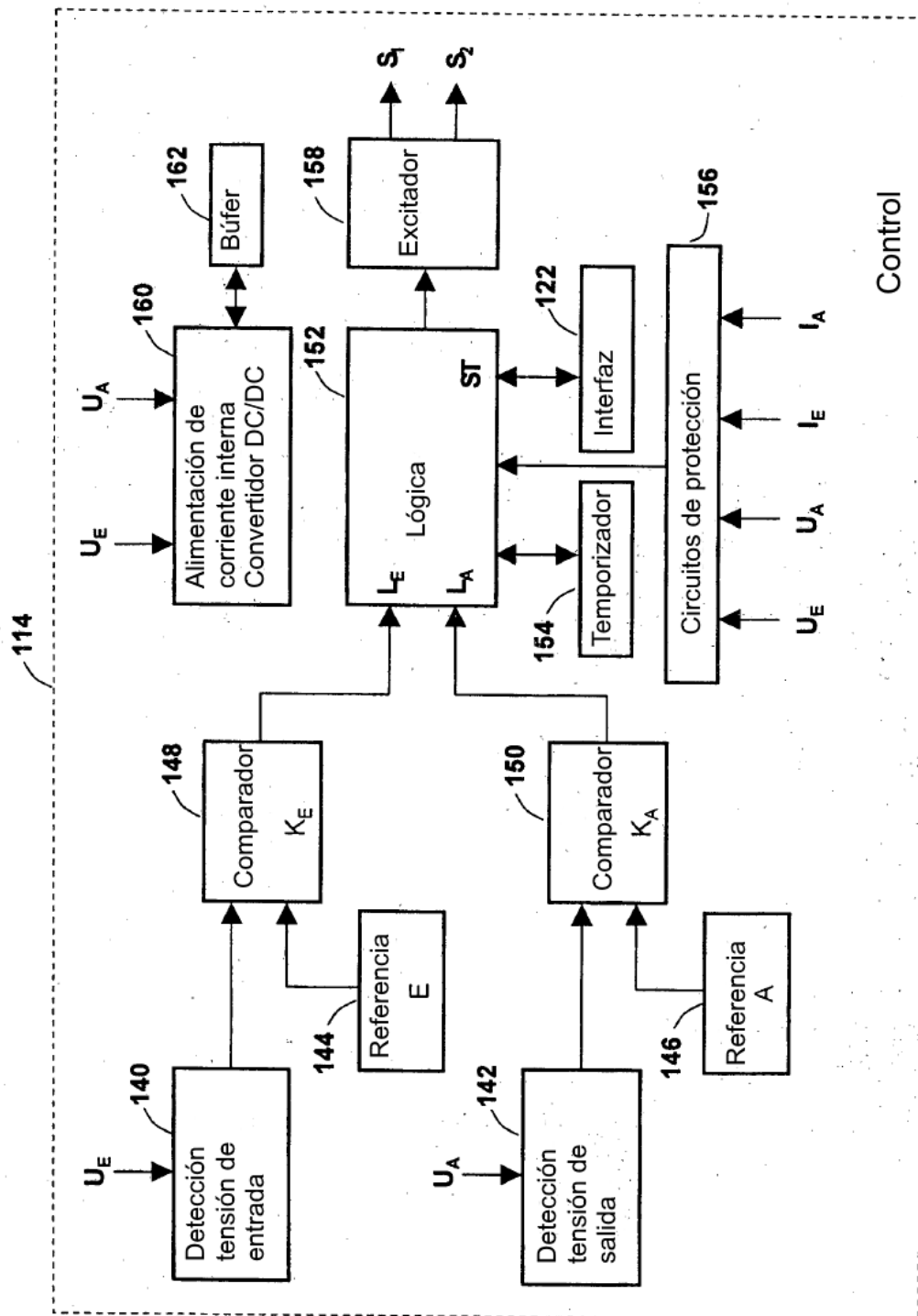


Figura 3

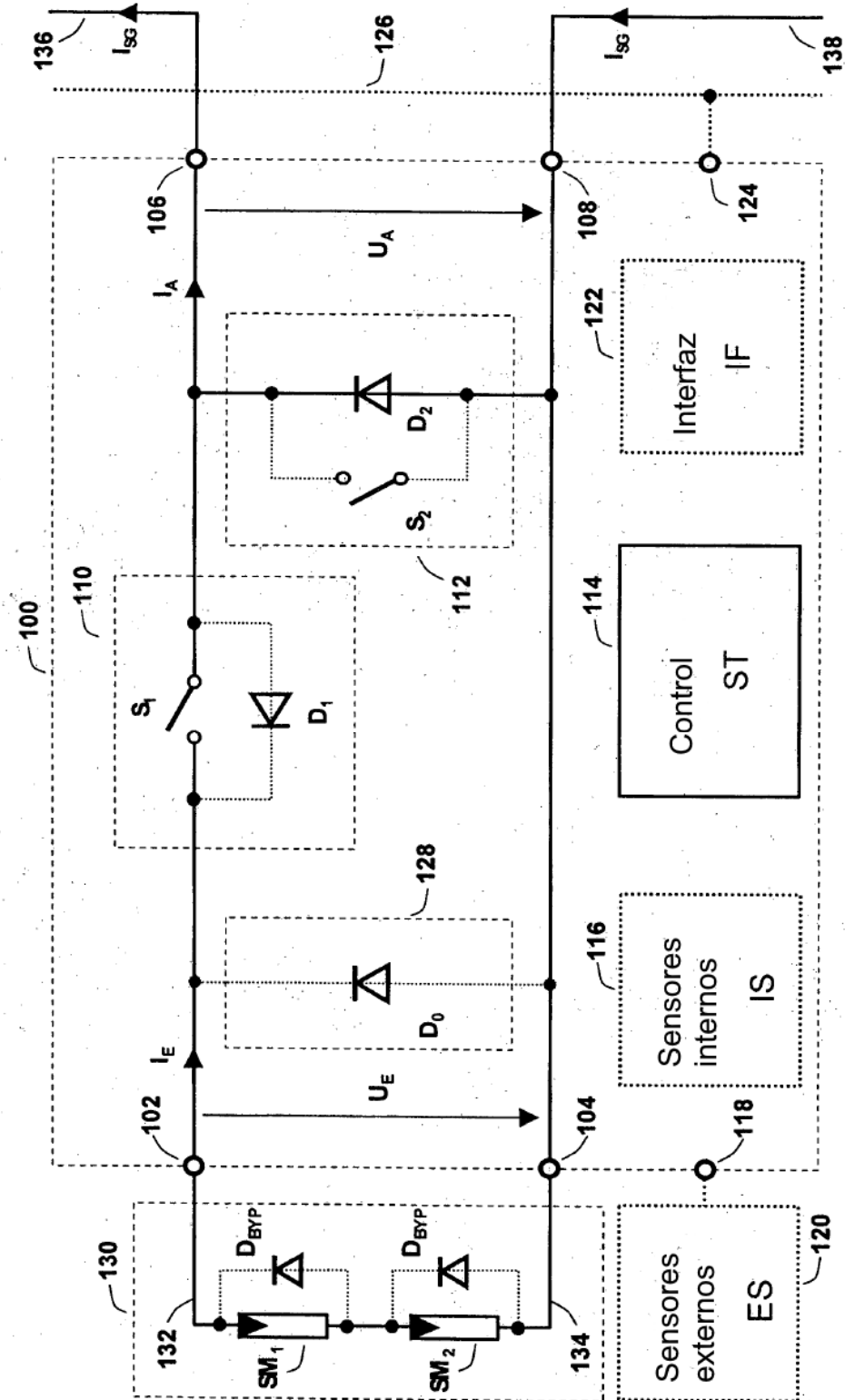


Figura 4

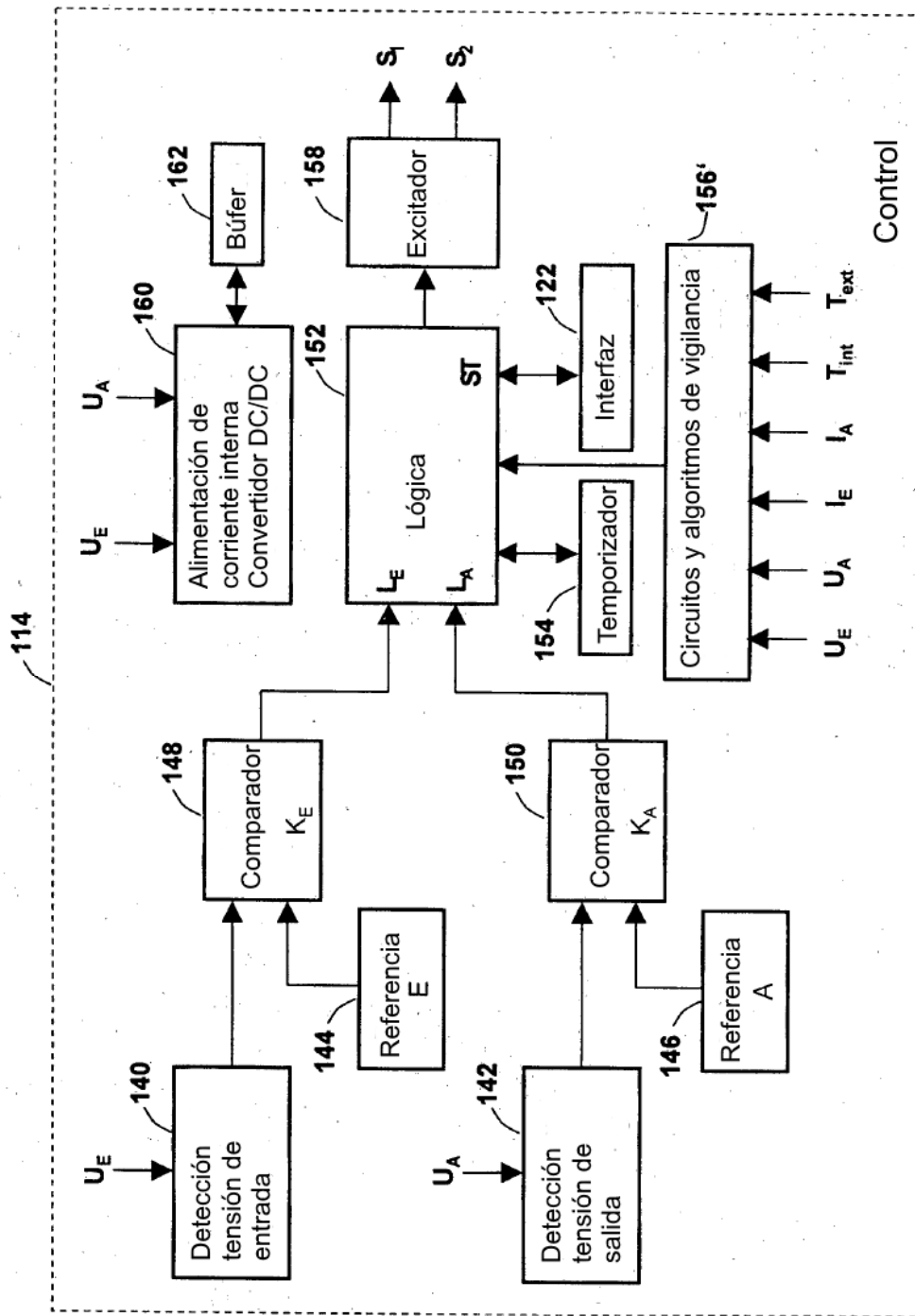


Figura 5

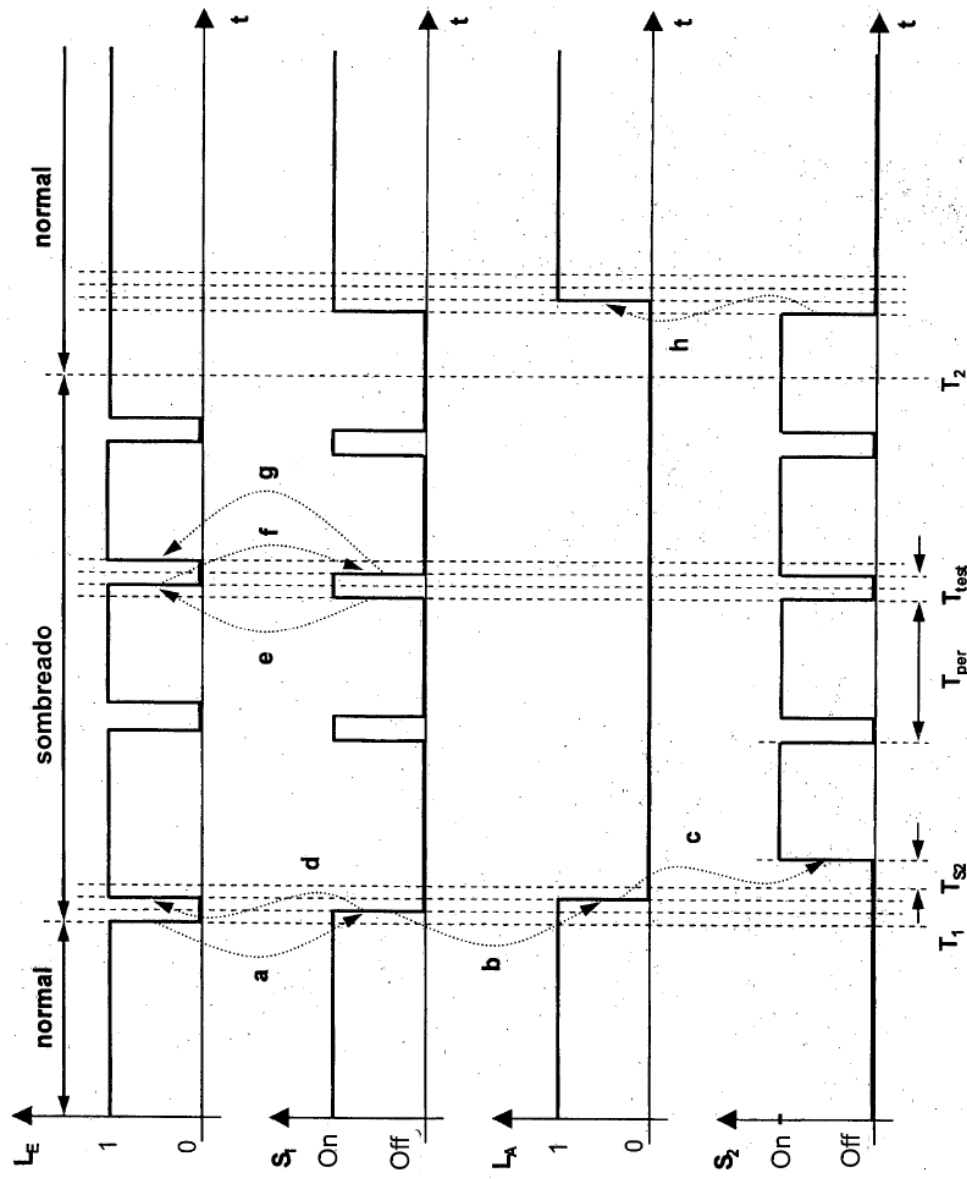


Figura 6