

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 572 741**

51 Int. Cl.:

**G01R 31/04** (2006.01)

**H02H 7/20** (2006.01)

**H02S 50/10** (2014.01)

**H02H 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.08.2011 E 11751541 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016 EP 2612410**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la conmutación segura de un sistema fotovoltaico tras la diferenciación del tipo de arco voltaico**

30 Prioridad:

**08.01.2011 DE 102011008140**

**31.08.2010 DE 102010035960**

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

**02.06.2016**

73 Titular/es:

**ELLENBERGER & POENSGEN GMBH (100.0%)**  
**Industriestrasse 2-8**  
**90518 Altdorf, DE**

72 Inventor/es:

**STROBL, CHRISTIAN y**  
**MIKLIS, MARKUS**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 572 741 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

Procedimiento y dispositivo para la conmutación segura de un sistema fotovoltaico tras la diferenciación del tipo de arco voltaico

5 El invento trata de un procedimiento y de un dispositivo para la conmutación segura de un sistema de corriente continua en el caso de que se produzca un arco voltaico por el lado de la corriente continua de acuerdo con el término genérico de la reivindicación 1 y la reivindicación 9. Un procedimiento de este tipo y un dispositivo correspondiente, son conocidos por el documento WO 95/25374 A1. Bajo el sistema de corriente continua se entiende aquí, en particular, un sistema fotovoltaico.

10 Un sistema de corriente continua del tipo mencionado también puede ser denominado como un sistema de baja tensión para corriente continua hasta, por ejemplo, 1000 V de corriente continua. Un sistema de este tipo, es por ejemplo, un sistema de baterías, un sistema con pila de combustible, una instalación eléctrica en un vehículo de motor, en particular en un vehículo eléctrico o híbrido, y un sistema fotovoltaico con, generalmente, un número de generadores de corriente continua.

15 Un sistema fotovoltaico como sistema de corriente continua comprende típicamente una pluralidad de módulos fotovoltaicos (paneles) que están conectados en serie mediante las así llamadas cadenas. También se pueden conectar en paralelo varias cadenas de modo que un generador fotovoltaico está conformado con una pluralidad de módulos fotovoltaicos y una o más cadenas. De este modo, el número de módulos (paneles) dentro de una cadena determina en principio la corriente continua generada, mientras que a través del número de cadenas conectadas en paralelo se determina la corriente continua del generador fotovoltaico.

20 En el caso de que el sistema fotovoltaico sirva para suministrar a una red de energía pública, energía eléctrica convertida a partir de energía solar, se utilizará como es habitual un inversor que convierte la corriente continua producida en los módulos fotovoltaicos, en corriente alterna con una frecuencia de corriente alterna adaptada a la frecuencia de la red. En el caso de un sistema de corriente continua o bien, de un sistema fotovoltaico ajeno a la red se puede almacenar temporalmente la energía generada o también se puede utilizar directamente para el suministro de carga.

25 El inversor o en general un convertidor, en conjunción con una así llamada gestión de potencia (seguimiento del punto de máxima potencia) se encarga de que la carga o el consumidor trabajen siempre en o al menos cerca del así denominado punto de máxima potencia. La potencia del sistema fotovoltaico determinante, en conformidad con la curva característica I-V de un sistema fotovoltaico a partir del producto de la tensión continua y de la potencia del sistema fotovoltaico que determina la corriente continua es en marcha en vacío ( $I_{DC} = 0$ ) y en el caso de cortocircuito ( $U_{DC} = 0$ ) cero, es decir, en estos casos extremos el sistema fotovoltaico no suministra ninguna potencia. En el punto MPP, la potencia suministrada por las celdas solares y por lo tanto por los módulos fotovoltaicos será máxima. La posición de este punto de máxima potencia (punto de trabajo) depende de varios factores, tales como la radiación solar en particular, la temperatura y el envejecimiento. Un conmutador MPPT para la gestión de potencia (máxima) ajusta la corriente continua y la corriente alterna del generador fotovoltaico en el punto de trabajo correspondiente a la potencia máxima.

35 En un sistema de corriente continua de este tipo, y por lo tanto también en un sistema fotovoltaico dependiendo de la arquitectura del sistema, y como resultado de conectores o cables envejecidos o dañados y como consecuencia de módulos dañados, se pueden presentar arcos voltaicos en diferentes lugares y con diferente potencia. Para reconocer un arco voltaico acompañado por un cortocircuito o bien por una interrupción de una trayectoria de corriente, se sabe por el documento WO 95/25374, que se debe detectar la radiación electromagnética proveniente del arco voltaico y para proteger el sistema se debe conmutar con seguridad el área de conexión que presenta el circuito o bien la ruta de interrupción de corriente.

40 El objetivo del invento consiste en proporcionar un procedimiento particularmente adecuado para la conmutación segura de un sistema de corriente continua de este tipo, en particular un sistema fotovoltaico en caso de que se produzca un arco voltaico. Además, se debe presentar un aparato adecuado para llevar a cabo el procedimiento.

55 En cuanto al procedimiento, se consigue el objetivo mediante las características de la reivindicación 1. Otros desarrollos ventajosos son objeto de las reivindicaciones dependientes relacionadas.

60 Para ello se ajusta la gestión de potencia del sistema o del consumidor (carga) en el caso de un arco voltaico detectado por sensores y registra un cambio en la potencia del arco voltaico. En caso de una disminución de potencia del arco voltaico condicionada por el ajuste de potencia, se detecta en función de la dirección de ajuste de la gestión de potencia, un arco voltaico en serie o en paralelo. En este caso, tratándose de un arco voltaico en serie

se inicia una interrupción de corriente continua y tratándose de un arco voltaico en paralelo se produce una corriente de cortocircuito, es decir, se fuerza conscientemente un cortocircuito.

5 En una configuración favorable, la gestión de potencia en la dirección de marcha en vacío, es decir, en la dirección de corriente continua creciente, se ajusta en torno a un valor de ajuste y se registra un cambio de potencia del arco voltaico. Este ajuste de potencia se prefiere cuando, en base a datos sensoriales suficientemente significativos, ya es posible al menos una clasificación aproximada del tipo de arco voltaico como un arco voltaico en serie. De lo contrario, si los datos sensoriales clasifican el arco voltaico con una probabilidad predominantemente como arco voltaico en paralelo, se produce un ajuste de la gestión de potencia o bien del punto de trabajo entre corriente-tensión o entre potencia-tensión en la dirección de cortocircuito. Si a consecuencia del ajuste de la gestión de potencia se determina una pérdida de potencia, por ejemplo una disolución del arco voltaico, se detecta dependiendo de la dirección de ajuste anterior de la gestión de potencia, un arco voltaico en serie o en paralelo. De lo contrario, es decir, en el caso de no existir ningún cambio de potencia o un aumento de potencia del arco voltaico, se reestablece la gestión de potencia primeramente en torno al valor de ajuste y luego se desplaza en la dirección de ajuste contraria respectiva en torno a un valor de ajuste.

20 El invento se basa en la idea de que se produce una conmutación segura y fiable de un sistema de corriente continua o bien de un sistema fotovoltaico cuando también está garantizada una extinción del arco voltaico a través de la medida de protección iniciada. Por lo tanto, en el caso de un arco voltaico en serie, se debe aislar presumiblemente la carga o el inversor del generador de corriente continua y por lo tanto apagar para interrumpir o para extinguir el arco voltaico. Si durante un arco voltaico en paralelo se desconecta la carga o el inversor del generador de corriente continua como consecuencia de dicho circuito de separación, permanece únicamente el arco voltaico como carga, con el resultado de que la totalidad de la corriente continua restante que fluye a través del arco voltaico, refuerza éste correspondientemente y no lo extingue precisamente.

25 Por lo tanto, en un arco voltaico en paralelo se debe cortocircuitar el inversor y la carga por el lado de la corriente continua. Puesto que la mayor parte de posibles arcos voltaicos se pueden clasificar supuestamente como arcos en serie por una parte y en arcos voltaicos paralelos, por otra parte, se debería identificar primeramente un arco voltaico detectado como un arco voltaico en serie o en paralelo, lo cual sería sensorialmente extremadamente difícil o posible sólo con un gran esfuerzo sensorial.

35 El invento, debido a estos hallazgos, se basa ahora en la consideración de que el comportamiento de potencia de un arco voltaico que se presenta en un sistema de este tipo, se puede detectar sensorialmente de una manera simple inicialmente independientemente del tipo de arco voltaico (en serie o en paralelo), mientras que la identificación del tipo de arco voltaico se hace posible independientemente del sensor mediante una intervención controlada en la gestión de potencia. Si se ajusta (distorsiona) el punto de trabajo, es decir la gestión de potencia en la dirección de marcha en vacío, y en consecuencia se reduce la potencia del arco voltaico, se puede concluir de manera fiable que es un arco voltaico en serie. Análogamente, en el caso de un ajuste específico de la gestión de potencia o bien del punto de trabajo y la consecuente reducción de potencia del arco voltaico detectada sensorialmente, se puede concluir de forma fiable en un arco en paralelo.

45 La identificación como arco voltaico en serie o en paralelo forma entonces el criterio de control, por ejemplo para un interruptor de desconexión en el trayecto de la corriente por el lado de la corriente continua o para controlar un interruptor de cortocircuito por el lado de la corriente continua hacia la carga o el inversor o convertidor en su posición cerrada. En el caso de inversores diseñados adecuadamente o convertidores, estas funciones de interruptores de cortocircuito o de interruptores de desconexión pueden integrarse también en las funciones de los inversores o convertidores a través de mecanismos de conmutación electrónicos apropiados.

50 Con respecto al dispositivo, el objetivo se consigue, según el invento, mediante las características de la reivindicación 6. Las configuraciones favorables son el tema de las reivindicaciones dependientes.

55 Para este fin, el dispositivo incluye un controlador para la gestión de potencia y para ajustar o establecer el punto de funcionamiento del sistema. Al convertidor está conectado aguas arriba por el lado de la corriente continua, al menos un sensor de arco voltaico, que está conectado al controlador. El convertidor puede ser, dependiendo del sistema de corriente continua, un inversor (convertidor CC-CA), un convertidor CC-CC, un controlador de carga o similares.

60 Por medio del controlador se lleva a cabo un ajuste de la gestión de potencia, cuando se detecta sensorialmente un arco voltaico. El controlador clasifica el arco voltaico como arco voltaico en serie o en paralelo en base al cambio de potencia detectado en la gestión de potencia y en función de la dirección de ajuste de la gestión de potencia. En una clasificación como un arco voltaico en serie, el controlador produce una separación por el lado de la corriente continua y en una clasificación como un arco voltaico en paralelo, un cortocircuito del convertidor por el lado de la corriente continua.

Para la conmutación segura del sistema está previsto convenientemente un interruptor de desconexión conectado en serie aguas arriba del convertidor y un interruptor de cortocircuito conectado en paralelo al convertidor, estando dichos interruptores conectados a una salida de control del controlador. En el caso de un arco voltaico en serie, el controlador controla el interruptor de desconexión en su posición abierta, mientras que en el caso de un arco voltaico en paralelo, el controlador controla el interruptor de cortocircuito en su posición cerrada. El ajuste de la gestión de potencia o bien del punto de funcionamiento, especialmente en el caso de un inversor, se puede llevar a cabo por medio de un cambio de impedancia.

A continuación se explicará un ejemplo de fabricación del invento en base a un dibujo, mostrándose allí en la:

figura 1, esquemáticamente un sistema fotovoltaico con una serie de módulos fotovoltaicos interconectados en cadenas y con un sensor del lado de la corriente continua, así como con un inversor con controlador del lado de la corriente continua para la gestión de potencia, y figura 2, una curva característica I-V y P-V del controlador para la gestión de potencia específicamente ajustable para un arco voltaico.

La figura 1 ilustra esquemáticamente un sistema fotovoltaico 1 con una pluralidad de módulos fotovoltaicos 2, que pueden estar provistos de diodos de bypass y están conectados para formar múltiples cadenas  $S_n$ . Las cadenas  $S_n$  están conectadas a un inversor común 3, que convierte la corriente continua generada por los módulos fotovoltaicos 2 en corriente alterna y la suministra a una red eléctrica 4 (pública). Por el lado de la corriente continua en una línea de suministro 5 se conecta un sensor de arco voltaico 7 entre los módulos fotovoltaicos 2 conectados en serie o en paralelo que conforman el generador fotovoltaico (6), y el inversor 3. El sensor de arco voltaico 7 está conectado por el lado de salida a través de una línea de señal 8 a un controlador 9 para la gestión de potencia (MPPT), que en el ejemplo de fabricación está asignado al inversor 3. El controlador 9 está conectado por el lado de salida a través de una primera línea de control 10 a un interruptor de desconexión 11, que se conecta en serie en la línea de suministro 5. A través de una segunda línea de control 12, el controlador 9 está conectado a un interruptor de cortocircuito 13, que por el lado de la corriente continua en paralelo al inversor 3 está conectado en la línea de suministro 5.

Si en el sistema fotovoltaico 1 se presenta un un arco voltaico, éste es detectado por el sensor 7, y una señal de sensor correspondiente es transmitida a través del cable del sensor 8 al controlador 9. En el caso del sensor 7 puede tratarse de uno que detecta, en particular, cambios en la corriente con flancos muy inclinados, como se conoce por el documento WO 2005/098458 A1. La evaluación de tales cambios de corriente más rápidos detectados se puede llevar a cabo dentro del sensor 7 o mediante el controlador 9, de acuerdo con el procedimiento conocido por el documento DE 10 2007 013 712 A1.

Para una detección de arcos voltaicos se puede recurrir también a una evaluación de la señal del sensor (analógica) en base a una cierta densidad de impulsos de rebasamientos de los valores de umbral generados a consecuencia de un arco voltaico, de un comparador de 1 bit, estableciéndose una determinada densidad de impulsos, es decir un cierto número de impulsos por unidad de tiempo, pudiendo partir de un arco voltaico detectado técnicamente por sensores. La idea del invento ya de por sí, consiste en someter una señal del sensor (analógica) a una evaluación de densidad de impulsos digitales que se pueden generar a consecuencia de arcos voltaicos digitales y para producir convenientemente éstos desde el punto de vista de procesamiento y almacenamiento por medio de un comparador de 1 bit, en lugar de reconocimientos de patrones complejos o de cálculos aritméticos de bits de varios dígitos.

El controlador 9 clasifica el arco voltaico y genera, en función del tipo de arco voltaico, una señal de control para la separación de la línea de suministro 5. Para este fin, el controlador 9 proporciona por medio de la línea de control 10 una señal correspondiente para abrir el interruptor de desconexión 11. Alternativamente, el controlador 9 genera una señal de control, que a través de la línea de control 12, se suministra al interruptor de cortocircuito 13, y dirige éste hacia la posición cerrada 13. De acuerdo con ello, el inversor 3 es separado del generador fotovoltaico mediante la apertura del interruptor de desconexión 11, o se pone en cortocircuito cerrando el interruptor de cortocircuito 13. El tipo de la conmutación segura depende de si el arco voltaico se ha clasificado como un arco voltaico en serie o como un arco voltaico paralelo.

En los arcos voltaicos indicados en la figura 1 y marcados con las letras mayúsculas A hasta D se trata de arcos voltaicos en serie, mientras que en el caso de los arcos voltaicos marcados con las letras mayúsculas E y F se trata de arcos voltaicos en paralelo. Un arco voltaico en serie se produce, por ejemplo, en una cadena  $S_n$  (A), en un módulo fotovoltaico 2 (B), en una unión de cadenas (C) o en un conducto colector (D) hacia el inversor 3. Un arco voltaico en paralelo puede presentarse hacia uno o más módulos 2 (E) o hacia un inversor 3 (F). Sin embargo, por otra parte, es mucho menos probable que un arco voltaico no representado en este caso, se pueda presentar entre dos cadenas  $S_n$ .

Sensores de arcos voltaicos acoplados en serie en las cadenas  $S_n$  o en el conducto colector dentro o fuera del inversor 3 tampoco pueden distinguir, por lo general, entre arcos voltaicos en serie o en paralelo a través de la tecnología de sensores de alta frecuencia. Incluso con la inclusión de sensores de corriente de baja frecuencia de alta sensibilidad, no se puede llevar a cabo con fiabilidad la tipificación del arco voltaico debido a las fluctuaciones de tensión y corriente de la fuente condicionadas a la nubosidad, ya que, por ejemplo, durante el encendido del arco voltaico se pueden observar corrientes inversas evidentes en el caso del arco voltaico F a partir del condensador del inversor 3 normalmente previsto. En el caso del arco voltaico E se observan además sólo pequeñas caídas de corriente en las cadenas  $S_n$ , con un gran número de módulos 2 conectados en serie. Conceptos alternativos requieren un gran número de sensores de tensión, y en principio en cada módulo 2 y en el inversor 3, que tendrían que ser evaluados en una unidad central de una manera complicada.

Si por el contrario se detecta un arco voltaico en serie (A hasta D), se extingue éste mediante la apertura del interruptor de desconexión 11 o a través de un separador de cadena posiblemente previsto. En contraste, cuando se detecta un arco voltaico en paralelo (E, F) por medio de un cortocircuito controlado, que es provocado por el cierre del interruptor de cortocircuito 13, se puede extinguir el arco voltaico en la entrada del inversor 3.

Con el fin de clasificar un arco voltaico detectado por el sensor 7 se influye selectivamente sobre la gestión de potencia del inversor 3 o bien del generador fotovoltaico 6 por medio del controlador 9. Para este propósito, la figura 2 muestra en la curva característica I-V (superior)  $I(V)$  el típico desarrollo de la corriente-tensión del generador fotovoltaico 6. La curva característica P-V (inferior)  $P(V)$  muestra el desarrollo de potencia del generador fotovoltaico 6 resultante según la relación  $P = I \times V$ , en función de la corriente continua V generada.

Se puede observar tanto en marcha en vacío  $V_0$ , en la que la tensión del generador V es máxima y la corriente del generador I es igual a cero, como también en el caso de cortocircuito  $I_k$ , en el que la tensión del generador V es cero y la corriente de cortocircuito  $I_k$  fluye, siendo la potencia P suministrada por el generador fotovoltaico 6 en cada caso cero ( $P=0$ ). En un determinado punto, que se designa con MPP (punto de máxima potencia), la potencia suministrada por el generador fotovoltaico 6  $P_{max}$  es máxima. El controlador 9 para la gestión de potencia, que también se llama seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT), ajusta la gestión de potencia y por lo tanto el punto de funcionamiento por medio de control o regulación apropiada de la manera más precisa posible, de modo que un consumidor conectado, en este caso el inversor 3, trabajará siempre en este punto de trabajo MPP y por lo tanto trabaja a potencia máxima  $P_{max}$ .

La clasificación del arco voltaico detectado por sensores como arco voltaico en serie o en paralelo se lleva a cabo por medio del controlador 9 por medio de un ajuste o afinación de la gestión de potencia y por lo tanto del punto de trabajo MPP o bien  $P_{max}$  en torno a un determinado valor  $\Delta P_{V_0}$ ,  $\Delta P_{I_k}$  en marcha en vacío  $V_0$  o bien en la dirección del cortocircuito  $I_k$ . Este ajuste puede realizarse, por ejemplo, por un cambio en la impedancia del inversor 3 en la dirección de la impedancia aumentada o disminuida.

Ya sea si primero se realiza un ajuste de la gestión de potencia MPP en marcha en vacío  $V_0$ , o en la dirección de cortocircuito  $I_k$ , se puede producir con una técnica sensorial suficientemente sensible, una probabilidad determinable en base a los datos del sensor 7 para un arco voltaico en serie o en paralelo. En este caso, por ejemplo al tratarse de un arco voltaico en serie predeterminado, con gran probabilidad se realizará el ajuste específicamente en dirección de marcha en vacío  $V_0$ . En consecuencia se espera una disminución de potencia del arco voltaico. Si se presenta dicha disminución de potencia del arco voltaico, se detecta de forma fiable un arco voltaico en serie. De lo contrario, si no se evidencia ningún cambio de potencia o incluso un aumento de la potencia del arco voltaico, se reestablece la gestión de potencia en torno al valor de ajuste  $\Delta P_{V_0}$ . Acto seguido se produce un ajuste de la gestión de potencia MPP en torno al valor de ajuste  $\Delta P_{I_k}$  en la dirección de cortocircuito  $I_k$ . Si luego se detecta una reducción de potencia del arco voltaico, entonces se reconoce de manera fiable un arco voltaico en paralelo y se inicia la conmutación de seguridad apropiada del sistema 1, mediante el hecho que consiste en que el controlador 9 provoque el cierre del interruptor de cortocircuito 13.

Por el contrario, si a partir de la señal del sensor 7 es más probable clasificar un arco voltaico en paralelo, el controlador desencadena primeramente un ajuste de potencia MPP en torno al valor de ajuste  $\Delta P_{I_k}$  en dirección de cortocircuito  $I_k$ . En este caso por ejemplo, al tratarse de un arco voltaico en paralelo predeterminado, con gran probabilidad se realizará el ajuste específicamente en dirección de cortocircuito  $I_k$ . En consecuencia se espera nuevamente una disminución de potencia del arco voltaico. Si se presenta dicha disminución de potencia del arco voltaico, se detecta de forma fiable un arco voltaico en paralelo. De lo contrario, si no se evidencia ningún cambio de potencia o incluso un aumento de la potencia del arco voltaico, se reestablece la gestión de potencia en torno al valor de ajuste  $\Delta P_{I_k}$ . Acto seguido se produce un ajuste de la gestión de potencia MPP en torno al valor de ajuste  $\Delta P_{V_0}$  en la dirección de marcha en vacío  $V_0$ . Si luego se detecta una reducción de potencia del arco voltaico, entonces se reconoce de manera fiable un arco voltaico en serie y se inicia la conmutación de seguridad apropiada del sistema 1, mediante el hecho que consiste en que el controlador 9 provoque la apertura del interruptor de desconexión 11.

Analógico a un ajuste de dicha gestión de potencia en la dirección de marcha en vacío o de cortocircuito se da también un aumento o disminución correspondiente en la impedancia del inversor 3, a partir del punto de trabajo actual del inversor 3.

5 Si en lugar de arcos voltaicos en combustión durante un largo periodo de tiempo comparativamente, se presenta una serie de arcos voltaicos con un periodo de combustión relativamente corto, por ejemplo debido a las vibraciones, se puede ampliar el análisis de potencia o la verificación de extinción a las consecuencias de los arcos voltaicos. En este caso se verifica si con los correspondientes ajustes de potencia o con los cambios de impedancia sólo se producen arcos de baja potencia, o si se impiden nuevos encendidos de arcos voltaicos.

15 Si en un sistema 1 de mayores dimensiones se utilizan múltiples sensores de arcos voltaicos sólo en las cadenas  $S_n$  o también en las cadenas  $S_n$  y en el conducto colector, y si además se puede asignar de forma fiable a una cadena  $S_n$  un arco voltaico producido, entonces en el caso de un arco voltaico en serie detectado en lugar del interruptor de desconexión 11, se puede abrir también un aislador de cadena opcionalmente existente. Sin embargo, si no es posible una clara detección de cadena o se detecta el arco voltaico en el conducto principal o de suministro 5, entonces se lleva a cabo el procedimiento según el invento, es decir, un ajuste de la gestión de potencia en la dirección de marcha en vacío  $V_0$  y/o en la dirección de cortocircuito  $I_k$ .

20 El sistema 1 puede ser generalmente un sistema de corriente continua, por ejemplo, con un generador de corriente continua compuesto por una cantidad de generadores de corriente individuales, para corrientes continuas mayores (alrededor de 1000 V). El inversor 3 está compuesto generalmente por un convertidor (convertidores CC-CC, convertidores CC-CA, controladores de carga, o similares) con control de impedancia/control y gestión de potencia

25 Lista de números de referencia

- |    |   |
|----|---|
| 1  | Sistema de corriente continua/sistema fotovoltaico        |
| 2  | módulo  |
| 3  | inversor/convertidor                                      |
| 30 | 4 red pública   |
|    | 5 conducto de suministro                                  |
|    | 6 generador de corriente continua/ generador fotovoltaico |
|    | 7 sensor de arco voltaico                                 |
|    | 8 conducto de señal                                       |
| 35 | 9 controlador   |
|    | 10 conducto de control                                    |
|    | 11 interruptor de desconexión                             |
|    | 12 conducto de control                                    |
| 40 | 13 interruptor de cortocircuito                           |
|    | A - D arco voltaico en serie                              |
|    | E, F arco voltaico en paralelo                            |
|    | $S_n$ cadena  |

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para llevar a cabo una conmutación segura de un sistema de corriente continua (1), en particular un sistema fotovoltaico en el caso de que se genere un arco voltaico por el lado de la corriente continua, en el que la corriente continua generada y la tensión continua producida se ajustan con respecto a una gestión de potencia, generándose en el caso de un arco voltaico en serie, una interrupción de la corriente continua y en el caso de un arco voltaico paralelo, una corriente de cortocircuito, **caracterizado** porque en el caso de un arco voltaico detectado por sensores, se ajusta la gestión de potencia (MPP) y se detecta el cambio de potencia del arco voltaico, detectándose un arco voltaico en serie o en paralelo en el caso de una reducción de la potencia del arco voltaico en dependencia con la dirección de ajuste ( $\Delta P_{V_0}$ ,  $\Delta P_{I_k}$ ) de la gestión de potencia (MPP).  
10
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la gestión de potencia (MPP) en la dirección de marcha en vacío ( $V_0$ ) se varía en torno a un valor de ajuste ( $\Delta P_{V_0}$ ) y se registra un cambio de potencia en el arco voltaico, reconociéndose un arco voltaico en serie en el caso de una pérdida de potencia del arco voltaico, y en el caso de no producirse ningún cambio de potencia o en el caso de un aumento de la potencia del arco voltaico, se restablece la gestión de potencia (MPP) en torno al valor de ajuste ( $\Delta P_{V_0}$ ).
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque en el caso de no existir ningún cambio de potencia o un incremento de potencia del arco voltaico se clasifica éste como un arco voltaico en paralelo.
- 25 4. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la gestión de potencia (MPP) en la dirección de cortocircuito ( $I_k$ ) varía en torno a un valor de ajuste ( $\Delta P_{I_k}$ ) y se registra un cambio de potencia en el arco voltaico, reconociéndose un arco voltaico en paralelo en el caso de una pérdida de potencia del arco voltaico, y en el caso de no producirse ningún cambio de potencia o en el caso de un aumento de la potencia del arco voltaico, se restablece la gestión de potencia (MPP) en torno al valor de ajuste ( $\Delta P_{V_0}$ ).
- 30 5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque en el caso de no existir ningún cambio de potencia o un incremento de potencia del arco voltaico se clasifica éste como un arco voltaico en serie.
- 35 6. Dispositivo para llevar a cabo una conmutación seguridad de un sistema de tensión de corriente continua (1) que tiene un convertidor (3) y un controlador (9) para la gestión de potencia (MPP), estando conectado aguas arriba del convertidor (3) por el lado de la corriente continua, un sensor de arco voltaico (7) que está conectado al controlador (9), y provocando el controlador (9) en una clasificación como un arco voltaico en serie, un aislamiento por el lado de la corriente continua y en una clasificación como un arco voltaico en paralelo, un cortocircuito en el convertidor (3) por el lado de la corriente continua, caracterizado  
40 - porque en el caso de un arco voltaico detectado por sensores a través de un controlador (9) se produce un ajuste de la gestión de potencia (MPP), y  
- porque que el controlador (9) clasifica el arco voltaico en base a un cambio de potencia detectado en el arco voltaico y, dependiendo de la dirección de ajuste ( $\Delta P_{V_0}$ ,  $\Delta P_{I_k}$ ) de la gestión de potencia (MPP).
- 45 7. Dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado porque el controlador (9) del lado de salida está conectado a un interruptor de desconexión (11) conectado a su vez en serie aguas arriba de un convertidor (3) y porque también está conectado a un conmutador de cortocircuito (13) conectado en paralelo o a un convertidor (3), controlando el controlador (9) en el caso de un arco voltaico en serie, el interruptor de desconexión (11) en su posición abierta, y en el caso de un arco voltaico en paralelo controlando el interruptor de cortocircuito (13) en su posición cerrada.
- 50 8. Dispositivo según la reivindicación 6 ó 7, caracterizado porque para la variación de la gestión de potencia (MPP) se lleva a cabo un cambio en la impedancia del convertidor (3).
- 55 9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado porque el convertidor (3) es un inversor, un convertidor CC-CA, o un regulador de carga.
10. Sistema fotovoltaico (1) con un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 9.

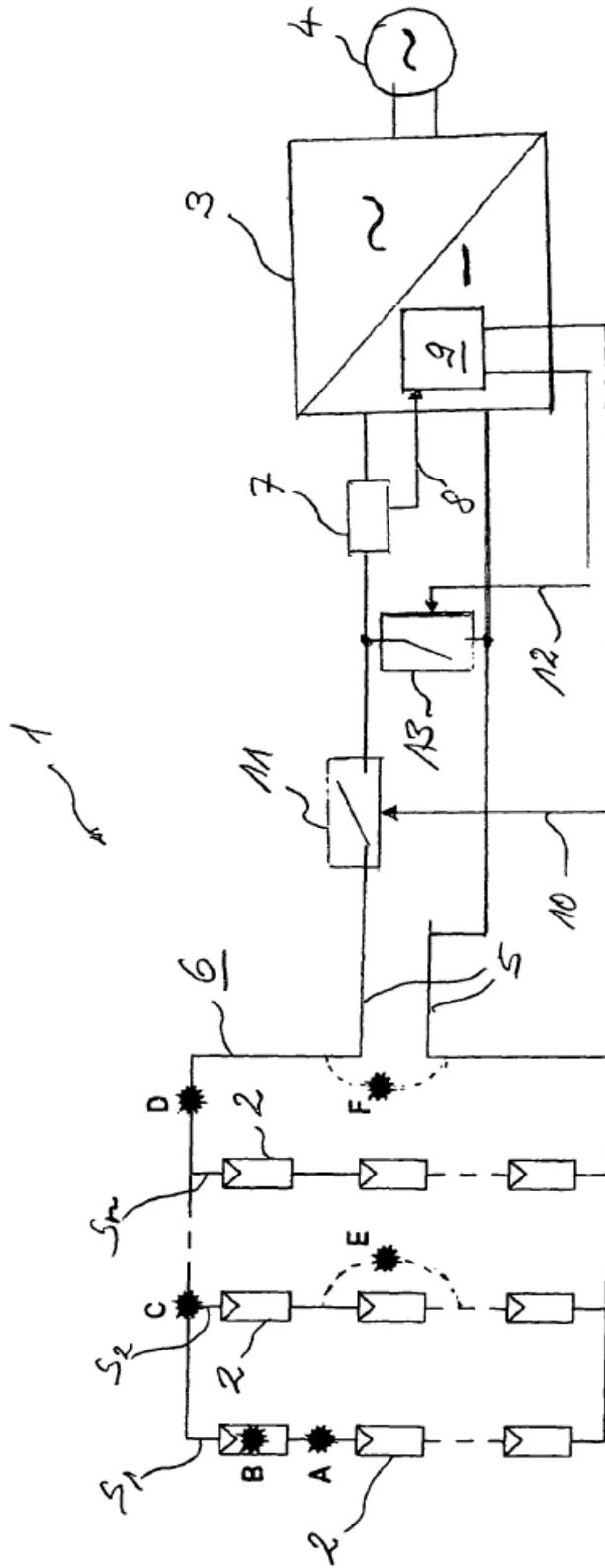


Fig. 1

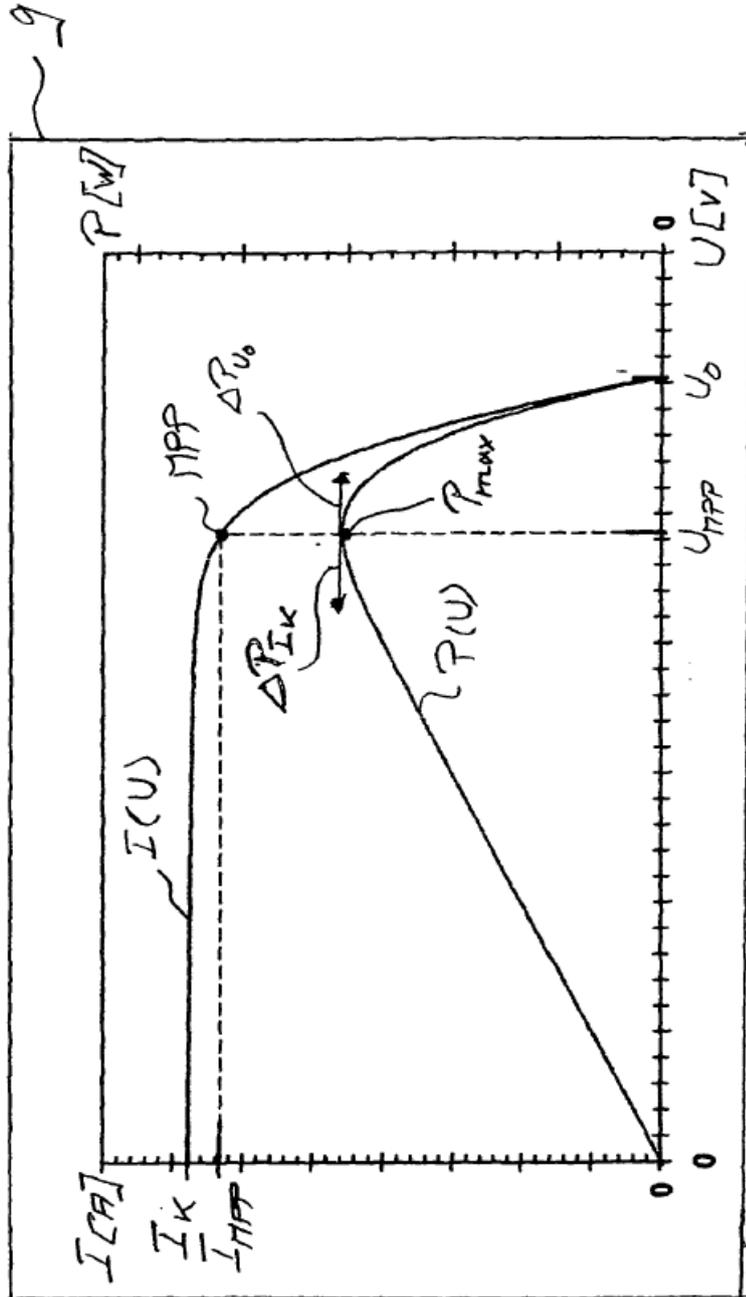


Fig. 2