

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 086**

51 Int. Cl.:

G05F 1/67

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.12.2009 PCT/IB2009/055852**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.06.2010 WO10070621**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2009 E 09799176 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 2380069**

54 Título: **Sistema de gestión electrónica de células fotovoltaicas**

30 Prioridad:

18.12.2008 FR 0807119

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

22.10.2019

73 Titular/es:

**CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE (50.0%)**

**3, rue Michel Ange
75794 Paris Cedex 16, FR y
TOTAL MARKETING SERVICES (50.0%)**

72 Inventor/es:

**VERMEERSCH, MARC;
ESTIBALS, BRUNO y
ALONSO, CORINNE**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 728 086 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

Sistema de gestión electrónica de células fotovoltaicas

La presente invención se refiere al dominio de los generadores fotovoltaicos y más específicamente de los módulos fotovoltaicos que integran la electrónica; tal módulo comprende un generador fotovoltaico y un sistema de gestión electrónica de células fotovoltaicas.

De manera conocida en sí, un generador fotovoltaico (GPV) comprende una o varias células fotovoltaicas (PV) unidas en serie y/o en paralelo. En el caso de materiales inorgánicos, una célula fotovoltaica está constituida esencialmente por un diodo (unión pn o pin) compuesto a partir de un material semiconductor. Este material presenta la propiedad de absorber energía luminosa de la que una parte significativa puede ser transferida a portadores de carga (electrones y huecos). La constitución de un diodo (unión pn o pin) por dopaje de dos zonas respectivamente de tipo N y de tipo P - eventualmente separadas por una región no dopada (denominada "intrínseca" y designada por "i" en la unión pin) - permite separar los portadores de carga para a continuación recogerlos mediante electrodos que incluye la célula fotovoltaica. La diferencia de potencial (tensión a circuito abierto, V_{oc}) y la corriente máxima (corriente de cortocircuito, I_{cc}) que puede proporcionar la célula fotovoltaica son función a la vez de los materiales constitutivos del conjunto de la célula y de las condiciones que rodean a esta célula (de entre las cuales la iluminación a través de intensidad espectral, la temperatura,...). En el caso de los materiales orgánicos, los modelos son sensiblemente diferentes - haciendo más referencia a la dosis de materiales donadores y aceptadores en los que se crean pares de electrón-hueco llamados excitones. La finalidad sigue siendo la misma: separar los portadores de carga para recoger y generar una corriente.

La fig. 1 ilustra esquemáticamente un ejemplo de generador fotovoltaico. La mayor parte de los generadores fotovoltaicos están constituidos por al menos un panel de células fotovoltaicas conectadas en serie y/o en paralelo. Se pueden conectar varios grupos de células en serie para aumentar la tensión total del agrupamiento de células; se pueden igualmente conectar varios grupos de células en paralelo para aumentar el amperaje global generador. De la misma manera, varios paneles pueden ser unidos en serie y/o en paralelo para aumentar la tensión y/o el amperaje del generador en función de la aplicación.

La fig. 1 ilustra un generador fotovoltaico que comprende dos ramas paralelas cada una de las cuales comprende tres grupos de células 2. Con el fin de garantizar la seguridad eléctrica del generador fotovoltaico, se han preconizado diodos anti-retorno 3 y diodos de derivación 4 (o bypass en terminología inglesa). Los diodos anti-retorno 3 son conectados en serie sobre cada rama paralela del generador con el fin de evitar la circulación en las células de una corriente negativa que llega de la aplicación o de otras ramas del generador. Los diodos de derivación 4 están conectados en anti-paralelo sobre grupos 2 de células. Los diodos de derivación 4 permiten cortocircuitar un grupo 2 de células que presentan un fallo o un problema de sombreado y resuelven el problema de puntos calientes (o « hot spot » en terminología inglesa).

La tensión máxima del generador corresponde a la suma de las tensiones máximas de las células que lo constituyen y la corriente máxima que puede entregar el generador corresponde a la suma de las corrientes máximas de las células. La tensión máxima V_{oc} de una célula es alcanzada por una célula tomada en vacío, es decir para una corriente descargada nula (circuito abierto) y la corriente máxima I_{cc} de una célula es alcanzada cuando sus bornes son cortocircuitados, es decir para una tensión nula en los bornes de la célula. Los valores máximos V_{oc} e I_{cc} dependen de la tecnología y del material empleados para realizar la célula fotovoltaica. El valor máximo de la corriente I_{cc} depende también mucho del nivel de insolación de la célula. Una célula fotovoltaica presenta así una característica corriente/tensión no lineal y una característica de potencia con un punto de potencia máximo (PPM) que corresponde a valores óptimos de tensión V_{opt} y de corriente I_{opt} . La fig. 2 representa las características corriente-tensión I_{PV} y de potencia P_{PV} de una célula fotovoltaica con su punto de potencia máxima (MPP). Igualmente, un generador fotovoltaico presentará una característica de corriente/tensión no lineal y una característica de potencia con un punto de potencia máxima. Si una parte de las células esta sombreada, o si una o varias células de un grupo son defectuosas, el punto de potencia máxima MPP de este grupo será desplazado.

Es conocida la optimización del funcionamiento de un generador fotovoltaico mediante la utilización de un controlador de búsqueda del punto de potencia máxima (o MPPT o sea Maximum Power Point Tracker en terminología inglesa). Tal controlador de MPPT puede estar asociado a un convertidor estático (CS) que, según las aplicaciones, puede ser un convertidor de corriente continua - corriente alterna (DC/AC según el acrónimo utilizado en inglés) o un convertidor de corriente continua - corriente continua (DC/DC según el acrónimo utilizado en inglés). La fig. 1 muestra así un convertidor estático 8 de DC/AC conectado a la salida del generador y que recoge la energía eléctrica producida por el conjunto de las células del generador para entregarla a una carga. Según las necesidades de la carga, el convertidor puede ser llevado a aumentar o descender la tensión de salida y/o a ondular la tensión de salida. La fig. 1 muestra también un controlador 6 de MPPT asociado al convertidor 8.

El controlador 6 de MPPT está concebido para controlar al convertidor 8 con el fin de obtener una tensión de entrada que corresponda a un valor óptimo de tensión V_{opt} , es decir que corresponda a un punto máximo de la característica de potencia. El punto de potencia máxima depende de varios parámetros variables en el curso del tiempo, en particular la insolación en presencia, la temperatura de las células o el número de células en estado de funcionamiento.

De esta manera, el rendimiento del generador fotovoltaico no resulta demasiado afectado por el mal funcionamiento o el sombreado de ciertas células. El rendimiento eléctrico del generador depende directamente del estado de cada célula fotovoltaica.

5 Por ejemplo, el controlador de búsqueda del punto de potencia máxima MPPT puede emplear un algoritmo que identifica la influencia de un cambio de tensión sobre la potencia entregada por el generador y provoca un desplazamiento de la tensión en el sentido identificado como que aumenta la potencia. Así, tal algoritmo consiste en medir la potencia entregada por el general para una primera tensión y, después de un cierto tiempo, en imponer una segunda tensión superior a la primera y luego en medir o estimar la potencia correspondiente. En el caso en que la potencia correspondiente a la segunda tensión es superior a la potencia correspondiente a la primera tensión, la etapa siguiente del algoritmo es imponer una tercera tensión aún mayor. En el caso contrario, la tercera tensión aplicada es menor que la primera tensión. Así, poco a poco, el sistema puede adaptar permanentemente la tensión en los bornes del generador fotovoltaico a fin de aproximarse lo más posible al punto de potencia máxima. Queda bien entendido que pueden emplearse otros algoritmos para el comando MPPT.

15 Existe sin embargo una necesidad de optimizar la gestión de la energía producida por cada grupo de células fotovoltaicas de un generador, en particular para adaptar mejor la potencia del generador a las necesidades de la carga y/o para paliar eficaz y rápidamente los fallos y/o variaciones de insolación que afectan a ciertas células.

20 A este efecto, la invención propone un sistema de gestión electrónica de un generador fotovoltaico que comprende una pluralidad de micro-convertidores asociados cada uno a una o varias células y al menos un módulo de reconfiguración adaptado para gestionar los flujos de energía que provienen de cada micro-convertidor. El módulo de reconfiguración puede así, en función de las necesidades de la carga/o en función del estado de los diferentes grupos de células, modificar la transferencia de los flujos de energía. La reconfiguración de la transferencia de los flujos de energía es controlada por una unidad central. Así es posible optimizar la producción de energía eléctrica del generador adaptando la potencia proporcionada según las necesidades requeridas y/o según el estado de funcionamiento de las diferentes células.

25 La invención se refiere más específicamente a un sistema de gestión electrónica de un generador fotovoltaico, comprendiendo el sistema:

- una pluralidad de micro-convertidores estáticos, estando conectado cada micro-convertidor eléctricamente al menos a una célula fotovoltaica,
- al menos un módulo de reconfiguración adaptado para transmitir flujos de energía de al menos un micro-convertidor hacia una carga,
- una unidad electrónica central adaptada para controlar una modificación de los flujos de energía transmitidos por al menos dicho módulo de reconfiguración.

35 Según un modo de realización, cada micro-convertidor está asociado a una electrónica de gestión adaptada para comunicar con la unidad electrónica central. La electrónica de gestión puede medir datos eléctricos a la entrada y/o a la salida del micro-convertidor. La electrónica de gestión puede comprender un controlador de búsqueda del punto de funcionamiento máximo (MPPT). La electrónica gestión puede comprender un reloj y/o un sensor de temperatura.

Según un modo de realización, un micro-convertidor está unido a cada célula de un dispositivo fotovoltaico de múltiples uniones.

40 Según los modos de realización, la unidad electrónica central está adaptada para comunicar con la carga y/o con una red exterior.

45 Según un modo de realización, el módulo de reconfiguración comprende una pluralidad de interruptores. Según los modos de realización, la unidad electrónica central está adaptada para controlar una puesta en serie o en paralelo de al menos dos micro-convertidores a través de un módulo de reconfiguración. La unidad electrónica central está también adaptada para controlar una puesta en cortocircuito o un contorneamiento de al menos un micro-convertidor a través de un módulo de reconfiguración.

La invención se refiere también a un generador fotovoltaico que comprende al menos una célula fotovoltaica y un sistema de gestión según la invención.

Otras características y ventajas de la invención aparecerán con la lectura de la descripción que sigue de los modos de realización de la invención, dados a título de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, que muestran:

- 50 - La fig. 1, ya descrita, un esquema de un generador fotovoltaico del estado de la técnica;
- La fig. 2, ya descrita, características de corriente-tensión y de potencia teóricas de una célula fotovoltaica;
- La fig. 3, un esquema de un ejemplo de sistema de gestión electrónico según la invención, y

- La fig. 4, un esquema de un módulo de reconfiguración del sistema según la invención.

La invención propone un sistema de gestión electrónico de un generador fotovoltaico que comprende una pluralidad de células fotovoltaicas unidas en serie y/o en paralelo. El sistema electrónico según la invención comprende una pluralidad de micro-convertidores estáticos. Se entiende por « micro-convertidor », un convertidor asociado a una célula fotovoltaica o asociado a un pequeño grupo de células fotovoltaicas por oposición a un único convertidor de salida asociado al conjunto de las células del generador. Cada micro-convertidor está conectado eléctricamente al menos a una célula fotovoltaica a fin de recoger la energía producida por esta célula y transferirla hacia una carga. Se denomina « carga » a la aplicación eléctrica a la que está destinado el generador fotovoltaico.

El sistema de gestión de la invención incluye igualmente una unidad electrónica central que controla al menos un módulo de reconfiguración. Tal módulo de reconfiguración está adaptado para transmitir las potencias de salida de varios micro-convertidores hacia la carga. La unidad central controla cada módulo de reconfiguración a fin de controlar la repartición de los flujos de energía que provienen de cada convertidor en función de las necesidades de la carga y/o del estado de las células del generador. La gestión de la energía producida por cada célula fotovoltaica puede por tanto ser optimizada a pesar de los fallos de células y/o de un envejecimiento prematuro de ciertas células y/o de la aparición de puntos calientes.

La fig. 3 ilustra un ejemplo de sistema de gestión electrónico de un generador fotovoltaico según la invención. El sistema permite optimizar la producción de energía eléctrica de las células fotovoltaicas.

El sistema de gestión según la invención comprende una pluralidad de micro-convertidores estáticos 14 (DC/DC o DC/AC) unidos cada uno al menos a una célula fotovoltaica. En el ejemplo de la fig. 3, seis micro-convertidores 14 están representados y están unidos a seis grupos de células 12 fotovoltaicas. Tan configuración esquemática no se ha dado más que a título de ilustración quedando entendido que el sistema puede gestionar decenas o incluso centenares de micro-convertidores 14, pudiendo cada micro-convertidor estar asociado a uno o varios centenares de células 12.

Cada micro-convertidor 14 puede ser asociado a una electrónica 16 de gestión de la energía de la o de las células 12 asociadas al micro-convertidor 14. Tal electrónica 16 puede en particular incluir un control de búsqueda del punto de potencia máxima MPPT de la o de las células 12 fotovoltaicas asociadas. El controlador de MPPT está adaptado para emplear un algoritmo de búsqueda del punto de potencia máxima de la o de las células 12 fotovoltaicas tal como el algoritmo descrito precedentemente por ejemplo. La electrónica de gestión 16 puede comprender sensores de tensión, de corriente y de temperatura. Puede así medir datos eléctricos (corriente y/o tensión) a la entrada y/a la salida del micro-convertidor 14 al que está asociada. Puede también medir la temperatura del panel. La electrónica de gestión 16 está en comunicación con una unidad electrónica central 20 y está adaptada para controlar una modificación del funcionamiento del micro-convertidor 14 al que está asociada. La electrónica de gestión 16 puede enviar sus medidas directamente a la unidad central 20 o tratarlas directamente para no señalar más que los casos de mal funcionamiento a la unidad central. A este efecto, la electrónica de gestión 16 puede comprender un micro controlador o un circuito lógico integrado (FPGA) integrante de los algoritmos de cálculo en tiempo real. Si la electrónica de gestión 16 integra un controlador de MPPT, incluye tal calculador en tiempo real que puede ser adaptado para la puesta en práctica de la invención.

En la fig. 3, la pluralidad de micro-convertidores 14 está igualmente unida a un convertidor estático 18 de salida del generador para adaptación con la carga 100. En la fig. 3 se ha ilustrado un único convertidor de salida 18, pero queda entendido que pueden colocarse varios convertidores 18 en serie, en paralelo o en cascada según el tamaño y la arquitectura del generador fotovoltaico. En el ejemplo de la fig. 3, el convertidor de salida 18 es un convertidor DC/AC pero podría tratarse de un convertidor DC/DC; el convertidor 18 puede ser elevador o reductor de tensión según las aplicaciones consideradas. Por ejemplo, el convertidor 18 permite disponer a la salida del sistema de una potencia eléctrica combinada o no con una señal de tipo CPL (Corriente Portadora de Línea) que puede ser utilizada en una red eléctrica.

La conexión de cada micro-convertidor 14 al convertidor 18 de salida es efectuada mediante módulos de reconfiguración 22 que constituyen unidades de orientación de potencia. En la fig. 3, un módulo de reconfiguración 22 está asociado a tres micro-convertidores 14, pero este ejemplo es puramente ilustrativo y no limitativo.

Los módulos de reconfiguración 22 permiten gestionar los flujos de energía que provienen de cada micro-convertidor 14 hacia el convertidor 18 de salida y permiten reconfigurar los flujos de energía en función de eventuales fallos de ciertos grupos de células 12 y/o en función de necesidades de energía específicas de la carga 100. El módulo de reconfiguración es controlado por una unidad electrónica central 20.

La unidad central 20 puede por ejemplo ser un micro controlador. La unidad central 20 recibe informaciones desde cada electrónica de gestión 16 y puede controlar cada módulo de reconfiguración 22 así como cada electrónica de gestión 16. La unidad central 20 puede también recibir informaciones desde la carga 100 - como por ejemplo una demanda de necesidad de energía específica - y puede igualmente transmitir informaciones a la carga 100 - como por ejemplo informarla de un corte de urgencia. La unidad central 20 puede igualmente comunicar con una red exterior - como por ejemplo un operador eléctrico para informarle de un fallo o de la necesidad de un mantenimiento.

Las comunicaciones entre la unidad central 20 y los otros elementos descritos anteriormente pueden ser aseguradas por cualquier medio apropiado, tales como cables de red, Corrientes Portadoras de Hilos (CPL), protocolos de comunicación inalámbrica (Wi-Fi) u otros. La comunicación entre la unidad central 20 y las electrónicas de gestión 16 es bidireccional, así como la comunicación entre la unidad central 20 y la carga 100 y la unidad central 20 y la red exterior. Por el contrario, la comunicación entre la unidad central 20 y los módulos de reconfiguración 22 es unidireccional, recibiendo los módulos 22 comandos de la unidad central 20 sin tener que comunicar información ellos mismos. Cada una de estas comunicaciones puede utilizar una tecnología y un protocolo diferentes.

A partir de las informaciones recibidas por cada electrónica de gestión 16 y/o por la carga 100, la unidad central 20 puede controlar cada módulo de reconfiguración 22 a fin de modificar los flujos de energía transmitidos por cada micro-conversor 14 teniendo en cuenta las necesidades y/o el estado de funcionamiento del conjunto de las células y de los micro-conversores del generador. La unidad central 20 puede también controlar cada electrónica 16 a fin de hacer modificar la gestión de cada micro-conversor 14 de manera óptima. En particular, en caso de malfuncionamiento o de fallo de ciertos grupos de células, la unidad central 20 tiene conocimiento de ello por las electrónicas de gestión 16 asociadas a cada uno de estos grupos y puede controlar una reconfiguración de los flujos de energía proporcionados por cada otro grupo de células.

La fig. 4 ilustra esquemáticamente detalles de un módulo de reconfiguración 22. En la fig. 4, el módulo de reconfiguración 22 está asociado a tres micro-conversores 14 pero queda entendido que esta representación no es limitativa. El módulo de reconfiguración 22 presenta $2n$ entradas de potencia, siendo n igual al número de micro-conversores 14 asociados al módulo y 2 salidas de potencia. El módulo de reconfiguración 22 recibe así a la entrada las potencias eléctricas proporcionadas por cada micro-conversor 14 y proporciona a la salida una potencia multiplicada. El módulo de reconfiguración 22 comprende una pluralidad de interruptores 26 que son controlados por la unidad electrónica central 20. Los interruptores 26 pueden ser de cualquier tipo apropiado según la electrónica empleada en el módulo 22 y según el protocolo de comunicación elegido con la unidad central 20; se puede por ejemplo utilizar transistores o circuitos lógicos programables (FPGA).

Según las necesidades de la carga, el módulo de reconfiguración 22 puede proporcionar una tensión importante, con una puesta en serie de los micro-conversores 14, o proporcionar una corriente importante, con una puesta en paralelo de los micro-conversores 14. La puesta en serie o en paralelo de los módulos es controlada por la unidad electrónica central 20 que controla el cierre y la apertura de los interruptores 26 apropiados. Las necesidades de la carga 100 son conocidas por la unidad electrónica central 20, bien por una encuesta enviada directamente por la carga, o bien por una orden que proviene de la red.

Varios módulos de reconfiguración 22 pueden estar dispuestos en serie, como ya se ha ilustrado en la fig. 3 para permitir una configuración del generador fotovoltaico en una gama de tensión importante. Igualmente, varios módulos de reconfiguración 22 pueden estar asociados en paralelo para permitir una configuración del generador fotovoltaico en una gama de corriente importante.

El sistema de gestión electrónica según la invención permite así gestionar las diferentes necesidades de la carga a la que el generador fotovoltaico está asociado, incluso cuando estas necesidades evolucionan en el tiempo. Por otra parte, el sistema de gestión electrónico según la invención permite también gestionar las situaciones de malfuncionamiento temporales o definitivas de los elementos del generador.

En caso de malfuncionamiento de un grupo de células 12 y/o de un micro-conversor 14, el módulo de reconfiguración 22 puede cortocircuitar o contornear temporal o definitivamente las entradas de potencia en cuestión. La puesta en cortocircuito o el contorneamiento de un micro-conversor 14 son controlados por la unidad electrónica central 20 que controla el cierre y la apertura de los interruptores 26 apropiados.

Las causas de malfuncionamiento de un grupo de células 12 pueden ser múltiples e incluyen en particular el envejecimiento de las células 12, un defecto de insolación o un fallo definitivo. La multiplicidad de las causas de malfuncionamiento hace deseable una detección del estado de funcionamiento del grupo de células 12 que sea fácil de realizar. Un malfuncionamiento de un grupo de células 12 fotovoltaicas puede ser detectado durante una modificación de la característica corriente-tensión a la entrada del micro-conversor 14 por ejemplo. La electrónica de gestión 16 mide de estos datos eléctricos a la entrada del convertidor 14. La medida puede ser hecha de manera continua o a intervalos regulares.

Un malfuncionamiento de un micro-conversor 14 puede ser detectado durante una modificación de su característica corriente-tensión. La electrónica de gestión 16 mide estos datos eléctricos a la salida del micro-conversor 14. La medida puede hacerse de manera continua o a intervalos regulares.

El sistema de gestión según la invención propone paliar estas situaciones de malfuncionamiento. Como se ha indicado más arriba, la electrónica de gestión 16 mide las corrientes y tensiones a la entrada y a la salida del micro-conversor 14.

Si el producto $I_{PV} \cdot V_{PV}$, es decir la potencia a la entrada del micro-conversor 14 es nula, esto significa que la o las células 12 asociadas están sombreadas o son defectuosas. A fin de discriminar entre un sombreado temporal, un sombreado prolongado y un fallo definitivo, la electrónica de gestión 16 puede incluir un reloj. Si el producto $I_{PV} \cdot V_{PV}$ queda nulo

durante un tiempo inferior a un primer umbral, la electrónica de gestión 16 concluye en un simple sombreado temporal y puede gestionar esta situación directamente mandando a su micro-convertidor 14 colocarse en cortocircuito temporalmente. Si el producto $I_{PV} \cdot V_{PV}$ queda nulo durante un tiempo superior a este primer umbral pero inferior a un segundo umbral, la electrónica de gestión 16 concluye en un sombreado prolongado y advierte a la unidad central. Si el producto $I_{PV} \cdot V_{PV}$ queda nulo durante un tiempo superior al segundo umbral, la electrónica de gestión 16 concluye en un fallo definitivo del grupo de células y advierte a la unidad central. Bien entendido, los umbrales temporales dependen de las aplicaciones. Se puede también elegir funcionar con un solo umbral temporal o sin ningún umbral.

En caso de sombreado, la unidad central 20 puede ordenar a los módulos 22 una reconfiguración de los flujos de energía cortocircuitando el grupo sombreado y reorganizando los flujos proporcionados por los micro-convertidores 14 de los grupos de células 12 no sombreadas. Por ejemplo, la unidad central 20 puede dar instrucción a ciertas electrónicas de gestión 16 de modificar el funcionamiento de su micro-convertidor 14 asociado a células no sombreadas. Bajo el control de la unidad central 20, la electrónica de gestión 16 puede incluso forzar un micro-convertidor 14 a modo degradado. En efecto, cada micro-convertidor puede elevar o bajar la tensión proporcionada por las células que le están asociadas (en los límites de la tensión máxima V_{oc}).

En caso de fallo definitivo de un grupo de células 12, la electrónica de gestión 16 informa de ello a la unidad central 20 y puede ordenar al micro-convertidor 14 que se coloque en modo de derivación. En efecto, cada micro-convertidor 14 puede reemplazar los diodos de derivación así como los diodos anti-retorno. Bien entendido, los micro-convertidores 14 no excluyen la presencia de períodos de protección clásicos como se ha descrito con referencia a la fig. 2. La unidad central 20 informada de este fallo definitivo, puede formar de ello al operador.

Si el producto $I_s \cdot V_s$ es decir la potencia a la salida del micro-convertidor 14, es nulo o infinito, esto significa que el micro-convertidor 14 es defectuoso. La electrónica de gestión 16 informa de ello a la unidad central 20 que ordena al módulo de reconfiguración 22 cortocircuitar las entradas de potencia correspondientes al micro-convertidor que falla. La única central 20 puede también ordenar una reorganización de los flujos de energía proporcionados por los otros micro-convertidores que no fallan. La unidad central 20 puede igualmente informar al operador de este fallo.

El sistema de gestión electrónico según la invención puede incluir igualmente funciones de seguridad. Por ejemplo, la unidad central 20 puede ordenar la detención del conjunto de los micro-convertidores 14 así como del convertidor 18. La unidad central 20 puede ordenar tal detención de urgencia sobre la orden de la carga 100 o de la red exterior o de ella misma a partir de las informaciones que recibe de las electrónicas de gestión 16, como por ejemplo una temperatura excesiva de varios grupos de células 12. Cada electrónica de gestión 16 puede también incluir funciones de seguridad locales, en particular en caso de sobrecalentamiento de un grupo de células 12; puede entonces colocar su micro-convertidor 14 en cortocircuito e informar de ello a la unidad central 20.

El sistema de gestión electrónico según la invención puede igualmente incluir una función antirrobo. Por ejemplo, la unidad central 20 puede ordenar la apertura del conjunto de los interruptores 26 de los módulos de reconfiguración 22 si está informada de un desplazamiento del generador - por un interruptor mecánico por ejemplo. Un código o una orden del operario puede entonces ser necesario para reactivar los interruptores 26 de los módulos de reconfiguración 22 y permitir de nuevo una transferencia de energía de las células fotovoltaicas hacia una carga 100.

La unidad central 20 del sistema de gestión puede además transmitir informaciones relativas al estado de funcionamiento de los grupos de células 12 y/o de los micro-convertidores 14 de cada panel 24 a una central de una red eléctrica. Ello permite facilitar el mantenimiento de los paneles 24. En particular, el operador encargado del mantenimiento es así advertido más rápidamente de un malfuncionamiento de ciertos grupos de células 12 fotovoltaicas o de ciertos micro-convertidores 14 y puede tomar medidas en consecuencia.

El sistema de gestión según la invención puede estar en su totalidad o en parte integrado en un generador fotovoltaico. El generador puede comprender varios paneles 24; cada panel 24 puede comprender varios grupos de células fotovoltaicas unidas en serie y/o en paralelo. Sobre el esquema de la fig. 3, se han ilustrado los paneles 24 que comprenden cada uno tres grupos de células 12 pero queda bien entendido que esta representación no es numéricamente limitativa.

Según un modo de realización posible, pueden utilizarse dispositivos fotovoltaicos de múltiples uniones. Resulta entonces necesario gestionar el problema del acoplamiento eléctrico de las diferentes uniones. Un dispositivo fotovoltaico de múltiples uniones, por ejemplo de unión tándem, designa un dispositivo fotovoltaico constituido por varias uniones simples apiladas de manera que aumenten la zona de absorción de espectro solar por el dispositivo. Los dispositivos fotovoltaicos con unión tándem permiten obtener un mejor rendimiento de conversión eléctrica. El inconveniente principal del acoplamiento eléctrico en un dispositivo o volcánico de unión tándem es la necesidad de un acuerdo de las prestaciones de las células fotovoltaicas que constituyen el tándem, cualesquiera que sean las condiciones de insolación. Este caso ideal no es accesible en la realidad pues la producción de corriente de cada célula del tándem es voluntariamente diferente según la región del espectro donde son activas y varía en función de las condiciones de insolación. Resulta de ello una limitación intrínseca del dispositivo fotovoltaico de unión tándem por el menor de sus elementos. Tal limitación de corriente reduce fuertemente el rendimiento teórico de un dispositivo fotovoltaico de unión tándem. Una solución consiste en desacoplar eléctricamente las uniones de un dispositivo fotovoltaico de unión tándem.

5 Las células fotovoltaicas del tándem están siempre acopladas ópticamente pero no están desacopladas eléctricamente. Cada unión está entonces asociada a dos electrodos eléctricos; se obtiene así un dispositivo fotovoltaico de cuatro electrodos (en el caso de un tándem). Uniendo un micro-convertidor 14 a cada célula fotovoltaica del tándem, el sistema permite obtener un dispositivo fotovoltaico de múltiples uniones que funciona con células fotovoltaicas desacopladas eléctricamente y gestionadas cada una de manera óptima mediante los módulos de reconfiguración 22.

10 La invención acaba de ser descrita con referencia a ejemplos ilustrados en las figuras adjuntas. Sin embargo queda entendido que esta descripción no es limitativa. En particular, el número y la disposición de los grupos de células 12, de los micro-convertidores 14 y de los módulos de reconfiguración 22 dependen de las aplicaciones consideradas y de la arquitectura del generador fotovoltaico. Los algoritmos utilizados en los controladores de MPPT que podrían estar incluidos en las electrónicas de gestión 16 pueden ser cualquier algoritmo existente o que será desarrollado ulteriormente y cada electrónica 16 puede no tener el mismo algoritmo empleado. Igualmente, los protocolos de comunicación utilizados entre la unidad central 20 y los elementos del sistema o una red exterior pueden ser adaptados en función de las tecnologías disponibles.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de gestión electrónico de un generador fotovoltaico que comprende un sistema de gestión electrónico de un generador fotovoltaico, comprendiendo el sistema:

- 5 - una pluralidad de micro-convertidores (14) estáticos, estando conectado cada micro-convertidor (14) eléctricamente al menos a una célula (12) fotovoltaica, formando la o las células una parte del conjunto de las células del generador,
- al menos un módulo (22) de reconfiguración que recibe a la entrada potencias eléctricas proporcionadas por micro-convertidores y que comprende una pluralidad de interruptores (26), estando adaptado el módulo (22) de reconfiguración para transmitir flujos de energía de dichos micro-convertidores (14) hacia una carga (100),
- 10 - una unidad (20) electrónica central adaptada para ordenar una modificación de los flujos de energía transmitidos por una orden de apertura o de cierre de los interruptores (26) apropiados del módulo de reconfiguración (22),

en el que incluye una etapa en la que, en caso de malfuncionamiento o de fallo de al menos una célula (12) fotovoltaica, la unidad (20) electrónica central ordena la apertura o el cierre de interruptores (26) apropiados del módulo (22) de reconfiguración para poner en cortocircuito o contornear al menos un micro-convertidor (14) asociado al menos a una célula (12) fotovoltaico que funciona mal o que falla.

2. Un procedimiento de gestión según la reivindicación 1, caracterizado por que un micro-convertidor (14) es puesto en cortocircuito temporalmente si la potencia a su entrada es nula.

3. Un procedimiento de gestión según la reivindicación 1, o 2, caracterizado por que en caso de sobrecalentamiento detectado de al menos una célula (12) fotovoltaica, al menos el convertidor (14) asociado es puesto en cortocircuito.

4. Un sistema de gestión electrónica de un generador fotovoltaico, comprendiendo el sistema:

- una pluralidad de micro-convertidores (14) estáticos, pudiendo cada micro-convertidor (14) conectarse eléctricamente al menos a una célula (12) fotovoltaica, formando la o las células una parte del conjunto de las células del generador,
- 25 - al menos un módulo (22) de reconfiguración que recibe a la entrada potencias eléctricas proporcionadas por micro-convertidores y que comprende una pluralidad de interruptores (26), estando adaptado el módulo (22) de reconfiguración adaptado para transmitir flujos de energía de dichos micro-convertidores (14) hacia una carga (100),
- 30 - una unidad (20) electrónica central adaptada para ordenar una modificación de los flujos de energía transmitidos por una orden de apertura o de cierre de los interruptores (26) apropiados por el módulo de reconfiguración (22),

en el que la unidad (20) electrónica central está configurada para ordenar la apertura o el cierre de interruptores (26) apropiados del módulo (22) de reconfiguración en caso de fallo de al menos una célula (12) fotovoltaica para poner en cortocircuito o contornear al menos un micro-convertidor (14) asociado al menos a una célula (12) fotovoltaica que funciona mal o que falla.

5. Un generador fotovoltaico, que comprende:

el sistema de gestión según la reivindicación 4; y una pluralidad de células fotovoltaicas, estando conectado cada micro-convertidor estático del sistema según la reivindicación 4 eléctricamente al menos a una de las células fotovoltaicas.

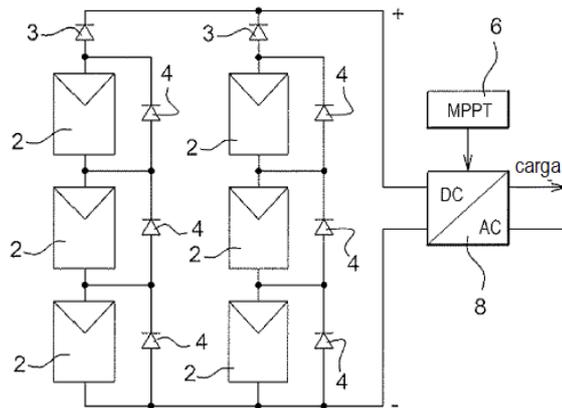


Fig. 1

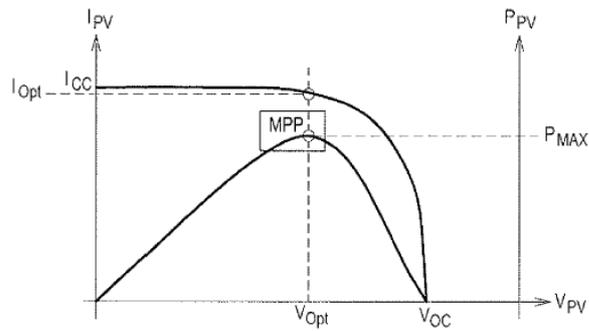


Fig. 2

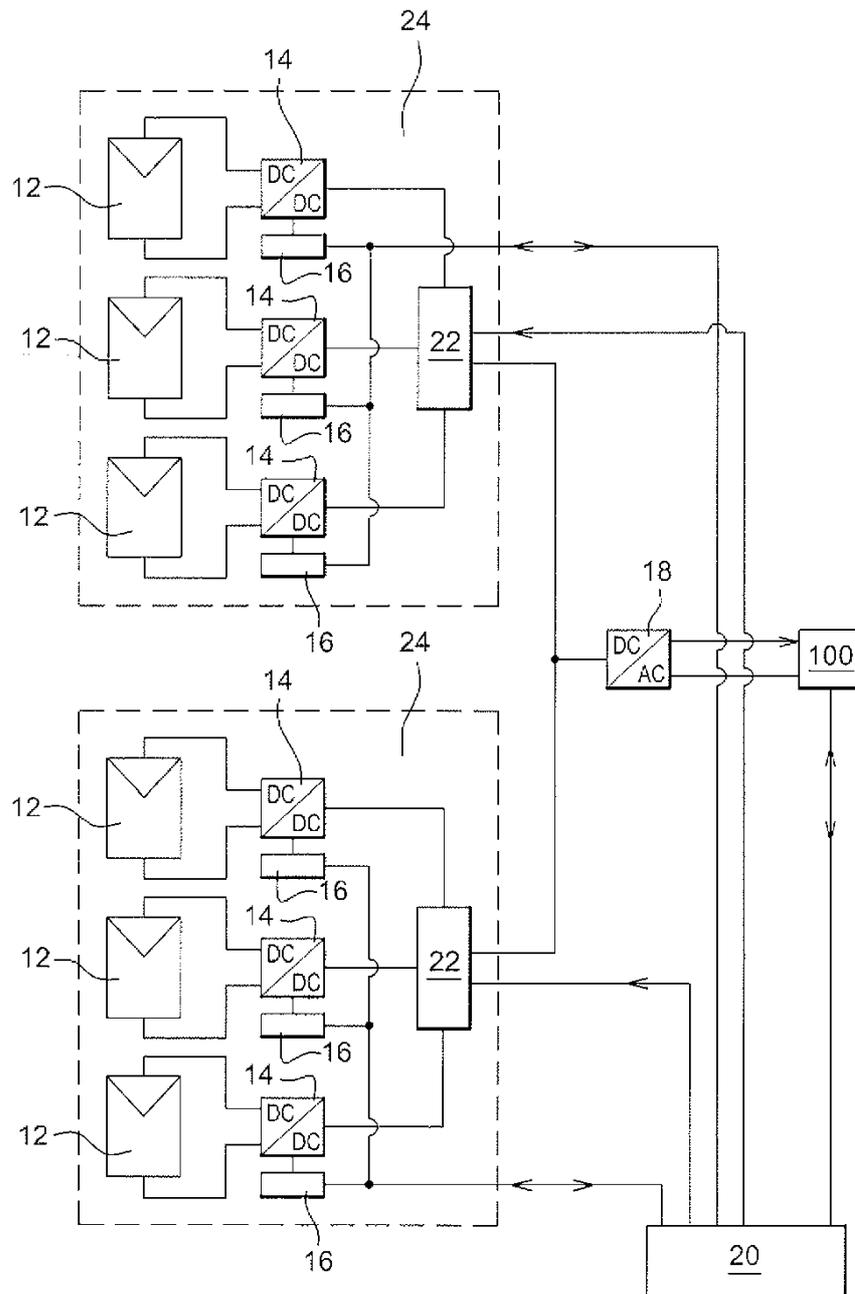


Fig. 3

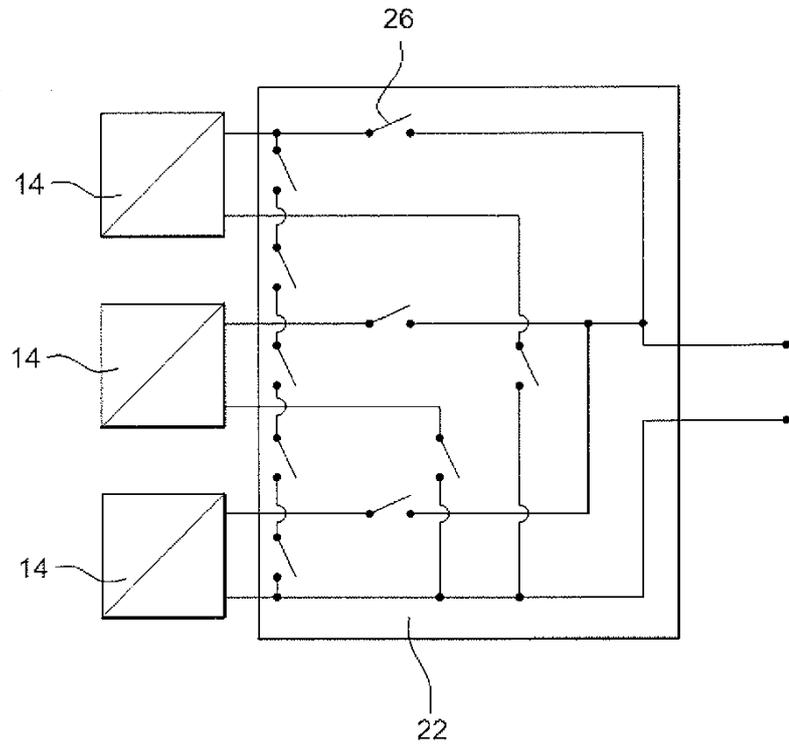


Fig. 4