



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 361 280**

51 Int. Cl.:
H01L 31/042 (2006.01)
H02J 7/35 (2006.01)
G05F 1/67 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08801878 .3**
96 Fecha de presentación : **05.09.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2179451**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.04.2010**

54 Título: **Dispositivo de conmutación controlable para un módulo solar.**

30 Prioridad: **12.10.2007 DE 10 2007 048 974**
16.01.2008 DE 10 2008 004 675

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.06.2011

73 Titular/es: **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung
der Angewandten Forschung e.V.**
Hansastraße 27C
80686 München, DE

72 Inventor/es: **Burger, Bruno y
Schmidt, Heribert**

74 Agente: **Arizti Acha, Mónica**

ES 2 361 280 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de conmutación controlable para un módulo solar.

La presente invención se refiere a un dispositivo de conmutación controlable para un módulo solar y a un procedimiento para controlar el mismo.

- 5 Un módulo solar convierte la radiación electromagnética, como por ejemplo la luz solar, en energía eléctrica y presenta, por ejemplo, varias células solares.

Los módulos solares se utilizan individualmente o interconectados en grupos, por ejemplo en plantas fotovoltaicas, en pequeños equipos consumidores independientes de la red eléctrica o para el suministro eléctrico de vehículos espaciales.

- 10 Los valores de conexión eléctricos de un módulo solar que caracterizan el módulo solar son, por ejemplo, tensión en vacío y corriente de cortocircuito. Éstos pueden depender de las características de cada célula solar y de la interconexión de las células solares dentro del módulo.

- 15 Si se hacen funcionar varios módulos en serie, pueden estar conectados en antiparalelo a cada módulo o subhilera un diodo de circulación libre o diodo de derivación. El diodo de circulación libre puede estar conectado a los bornes de conexión de cada módulo de tal manera que, en el estado de funcionamiento normal, en el que el módulo suministra corriente, está polarizado en la dirección de bloqueo.

Los módulos solares por regla general están equipados con una caja de conexiones en la que están alojados los diodos de derivación, conectados en antiparalelo a subhileras correspondientes en el módulo, y los bornes de conexión para el módulo solar.

- 20 Si se sombrea una subhilera del módulo, entonces su diodo de derivación conduce la corriente diferencial entre la corriente de la hilera de módulo sombreada y del cable del generador solar. Debido a que el diodo de derivación se encuentra en conducción, la tensión de la hilera de módulo sombreada se convierte casi a cero (aproximadamente -1 voltio) de tal manera que la hilera de módulo sombreada deja de producir potencia.

- 25 Para evitar esto pueden utilizarse convertidores CC/CC que adaptan la corriente y la tensión de tal manera que la hilera de módulo sombreada aun así sigue emitiendo potencia. Sin embargo, a este respecto es una desventaja que el convertidor CC/CC también funciona en el caso de no existir sombreado y de esta manera genera pérdidas eléctricas y reduce el rendimiento total del generador solar. Una hilera de módulo de este tipo se da a conocer por el documento WO-A-03098703.

- 30 La figura 7A muestra el caso de un módulo 101 solar que está acoplado directamente con la conexión 102 de módulo, mientras que la figura 7B muestra el caso de un módulo 101 solar que está conectado a través de un convertidor 105 CC/CC a la conexión 102 de módulo. En el caso de la figura 7Aa, aunque no se producen pérdidas de potencia debido a un convertidor 105 CC/CC, un sombreado del módulo 101 solar conduce sin embargo a los problemas descritos anteriormente. Al revés, en el caso de la figura 7B, aunque un sombreado del módulo 101 solar no conduce a una interrupción de la emisión de potencia, sin embargo durante una iluminación total del módulo 101 solar también se ve perjudicado el rendimiento total del generador solar.

- 35 El objetivo de la presente invención consiste en aumentar el rendimiento de un módulo solar.

Este objetivo se resuelve mediante un dispositivo de conmutación controlable para un módulo solar según la reivindicación 1 o mediante un procedimiento para controlar un dispositivo de conmutación controlable para un módulo solar según la reivindicación 11.

- 40 Una idea principal de la presente invención se basa en que puede conseguirse un aumento de la potencia si se prevé una conmutabilidad según la cual el módulo solar se conecta directamente a una conexión de salida o de módulo o a través de un convertidor CC/CC a la conexión de módulo. Cuál de los dos tipos de conexión debe utilizarse para un aprovechamiento óptimo de la energía puede determinarlo un control que, usando una característica de potencia presente en la salida de potencia del módulo solar o una presente en la conexión de módulo, traslada una unidad de conmutación controlable a la primera posición, en la que el módulo solar está conectado a través del convertidor CC/CC a la conexión de módulo, o a la segunda posición, en la que el módulo solar está conectado directamente a la conexión de módulo. Dicho de otro modo, la característica de potencia en la salida de potencia del módulo solar, que contiene información sobre la potencia del módulo solar generada en ese momento, puede aprovecharse para conseguir un control eficaz de la unidad de conmutación controlable en el sentido de aumentar el rendimiento del módulo solar.

- 50 Ejemplos de realización preferidos de la presente invención se explican a continuación con detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Muestran:

la figura 1, un diagrama de bloques de un dispositivo de conmutación controlable para un módulo solar según un ejemplo de realización, mostrando la figura 1A un ejemplo de realización modificado;

las figuras 2A y 2B, las curvas características de tensión/corriente de un módulo solar para radiaciones de diferente intensidad (a) a (d) o las curvas características de tensión/potencia del módulo solar para radiaciones de diferente intensidad (a) a (d);

5 la figura 3, un diagrama de bloques de un dispositivo de conmutación controlable para un módulo solar según un ejemplo de realización adicional;

la figura 4, un diagrama de bloques de un dispositivo de conmutación controlable para un módulo solar según de nuevo un ejemplo de realización adicional;

la figura 5, un diagrama de bloques para un control para un dispositivo de conmutación controlable según un ejemplo de realización;

10 la figura 6, un diagrama de flujo para ilustrar el modo de funcionamiento del control de la figura 5; y

las figuras 7A y 7B, diagramas de bloques para configuraciones de conexión convencionales para módulos solares.

La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un dispositivo 100 de conmutación controlable para un módulo 101 solar. Comprende una conexión 102 de salida, una unidad 103 de conmutación controlable, un control 104, así como un convertidor 105 CC/CC.

15 El módulo 101 solar tiene una salida 110 que está unida con una entrada de la unidad 103 de conmutación controlable y del control 104. La unidad 103 de conmutación controlable presenta dos salidas 113 y 115, de las que la salida 113 está unida a través del convertidor 105 CC/CC con una conexión 102 de salida y la salida 115 está unida directamente con la conexión 102 de salida. El control 104 tiene una entrada 110 que está unida con la salida del módulo solar, y/o una segunda entrada 111 que está unida con la conexión 102 de salida. Dicho de otro modo, en la figura 1 existe un nodo 20 al que están conectadas una salida del convertidor 105 CC/CC y la segunda salida 115 de la unidad 103 de conmutación controlable así como la conexión 102 de salida y la segunda entrada del control 104.

25 El dispositivo 100 de conmutación controlable puede aumentar el rendimiento del módulo 101 solar, teniendo en cuenta que, en momentos de iluminación alta del módulo 101 solar y en momentos de iluminación baja, se preferirá el acoplamiento directo del módulo solar a través de la unidad 103 de conmutación controlable con la conexión 102 de salida o el acoplamiento indirecto a través del convertidor 105 CC/CC.

30 A continuación se explican los cuatro casos que se refieren, por un lado, a diferentes combinaciones de acoplamiento directo e indirecto y, por otro lado, a la alta y baja iluminación, y se presentan asimismo las ventajas y desventajas de los cuatro casos. Pueden diferenciarse las siguientes cuatro variantes: "V1. Radiación solar fuerte sin convertidor CC/CC", "V2. Radiación solar fuerte con convertidor CC/CC", "V3. Radiación solar débil con convertidor CC/CC" y "V4. Radiación solar débil sin convertidor CC/CC".

35 En el caso de una radiación solar fuerte, la característica de potencia en la salida 110 de potencia del módulo 101 solar es grande y el módulo 101 solar debería estar unido directamente con la salida 102 de módulo, es decir, se utilizará la variante V1. Si en este caso el módulo 101 solar está unido a través del convertidor 105 CC/CC con la salida 102 de módulo, es decir, si se utiliza la variante V2, entonces en el convertidor 105 CC/CC puede producirse, a causa de, por ejemplo, su construcción no ideal, una pérdida de potencia, que reduce el rendimiento total.

40 En el caso de una radiación solar débil o un sombreado, la característica de potencia en la salida 110 de potencia del módulo 101 solar es pequeña y el módulo 101 solar debería estar unido según la variante V3 a través de un convertidor 105 CC/CC con la salida 102 de módulo. Si en este caso el módulo 101 solar está unido directamente con la salida 102 de módulo, es decir, si se utiliza la variante V4, entonces se reduce la potencia generada, en un caso extremo puede suceder que el módulo 101 solar deje de suministrar corriente y que la tensión cambie de polaridad en los bornes de tal modo que el diodo de circulación libre (no mostrado) se ponga en conducción dentro del módulo 101 solar y el módulo 101 solar deje de producir potencia. En cualquier caso se reduce el rendimiento del módulo 101 solar si se hace funcionar sin el convertidor 105 CC/CC.

45 Como se explica más detalladamente a continuación, se evitan las dos variantes negativas "V2. Radiación solar fuerte con convertidor CC/CC" y "V4. Radiación solar débil sin convertidor CC/CC" a través del dispositivo 100 de conmutación controlable, eligiendo el control 104 en el caso de una característica de potencia superior en 110 y/o 111 el acoplamiento directo a través de 115 y viceversa. Sin embargo, antes de explicar más detalladamente el modo de funcionamiento del dispositivo 100 de conmutación controlable, se comentarán a continuación brevemente los componentes individuales.

50 El módulo 101 solar puede presentar varias células solares semiconductoras (no mostradas) que están interconectadas entre sí para la obtención de energía. Las células pueden estar conectadas en serie con vías conductoras en, por ejemplo, un lado frontal y un lado posterior, por lo que puede sumarse la tensión de las células individuales y, para la interconexión, pueden utilizarse hilos más finos que en una conexión en paralelo. Como protección frente a una disrupción en avalancha en los casos individuales mencionados anteriormente, como por ejemplo en el caso de un 55 sombreado parcial, los diodos de derivación o diodos de protección no mostrados mencionados anteriormente, que

pueden puentear las células afectadas por el sombreado, pueden estar montados en paralelo a las células.

5 El módulo 101 solar puede estar definido por determinados valores característicos, como por ejemplo, tensión en vacío, corriente de cortocircuito, tensión en el punto de funcionamiento con potencia máxima, corriente en el punto de funcionamiento con potencia máxima, potencia en el punto de funcionamiento con potencia máxima, factor de relleno, coeficiente para la variación de potencia con la temperatura de la célula y rendimiento de módulo. Para alcanzar un rendimiento alto, el módulo 101 solar debería funcionar en la medida de lo posible en el punto de trabajo con potencia máxima, que se describe por la corriente en el punto de funcionamiento con potencia máxima y la tensión en el punto de funcionamiento con potencia máxima. La potencia en la salida 110 del módulo 101 solar oscila, como ya se ha mencionado, con el grado de iluminación del módulo 101 solar. Como medida de la potencia o del grado de utilización del módulo 101 solar, el control 104 utiliza una característica de potencia de la señal 110 de salida del módulo 101 solar, que puede presentar la corriente y/o tensión en la salida 110, para controlar la unidad 103 de conmutación controlable. De manera alternativa o adicional, el control 104 utiliza una característica de potencia de la señal 111 en la conexión 102 de salida, que puede depender de la corriente y/o la tensión, para el control de la unidad 103 de conmutación controlable.

15 Además, el control 104 puede estar configurado para ajustar, en función de la característica de potencia en la salida 110 de potencia del módulo 101 solar, el punto de trabajo del módulo solar, sin mostrarse por motivos de claridad en la figura 1 una flecha correspondiente. El punto de trabajo podría regularse o controlarse de manera alternativa evidentemente por un control (no mostrado) más allá del dispositivo 100 de conmutación controlable, como por ejemplo dentro del propio módulo 101 solar. En este caso el control 104 podría utilizar el ajuste de punto de trabajo del control de punto de trabajo como característica de potencia.

25 La unidad 103 de conmutación controlable es una unidad de conmutación con dos posiciones de conmutación, estando conectada, en una primera posición de conmutación, una salida 110 de potencia del módulo 101 solar a través del convertidor 105 CC/CC a la conexión 102 de salida, y estando conectada, en una segunda posición de conmutación, la salida 110 de potencia del módulo 101 solar a la conexión 102 de salida, evitando el convertidor 105 CC/CC. El conmutador de la unidad 103 de conmutación controlable se conmuta a través del control 104, que proporciona una señal 112 de control con la que se conmuta el conmutador a la primera o a la segunda posición. El control 104 controla la unidad 103 de conmutación controlable utilizando la característica 110 de potencia presente en la salida de potencia del módulo 101 solar y/o una característica 111 de potencia presente en la conexión 102 de salida, conmutándose la unidad 103 de conmutación controlable a la primera o a la segunda posición de conmutación. Una descripción más detallada de una posible realización del control 104 se deduce de la figura 5 y de la figura 6.

35 La unidad 103 de conmutación controlable puede comprender un conmutador realizado en tecnología de circuitos analógica o en tecnología de circuitos digital, y concretamente, en la tecnología de circuitos analógica, por ejemplo, un amplificador operacional que, en función de una tensión presente, interconecta la una u otra entrada a la salida, o en la tecnología de circuitos digital, un circuito de transistores cuyos transistores están configurados como elementos de conmutación discretos.

40 El control 104 también puede estar configurado en tecnología de circuitos analógica o digital. Un control 104 puede realizarse, por ejemplo, mediante un comparador que puede estar configurado, en tecnología de circuitos analógica, como un amplificador operacional. En esta configuración, el comparador tiene una entrada de tensión positiva y una negativa, dos entradas de suministro de tensión y una salida de tensión. Si la tensión en la entrada positiva es más alta que la tensión en la entrada negativa, entonces la tensión de salida se aproxima a la tensión de suministro positiva. En condiciones opuestas, la tensión de salida va hacia la tensión de suministro negativa. El comparador se realiza frecuentemente como amplificador operacional especial, que se hace funcionar sin realimentación, es decir con amplificación muy alta. Existen circuitos integrados desarrollados especialmente para su aplicación como comparador, con varios comparadores en un chip, cuyas etapas de amplificación no están optimizadas para un funcionamiento lineal sino para una conmutación rápida y compatibilidad con circuitos lógicos. Además de comparadores, el control 104 puede contener amplificadores operacionales adicionales configurados como amplificadores sumadores, amplificadores de diferencia, amplificadores restadores, o amplificadores inversores, que pueden sumarse. Mediante estos elementos puede realizarse toda la lógica del control 104 en tecnología de circuitos analógica. Además el control también puede estar configurado en tecnología de circuitos digital, es decir, como un microprocesador que ejecuta un código de programa o como una FPGA (*field programmable gate array*, disposición de puertas programables en campo), que interconecta elementos lógicos digitales, o como un circuito integrado mediante elementos semiconductores que están realizados en hardware.

50 El convertidor 105 CC/CC es un circuito electrónico para la conversión de tensión. Para la acumulación de la energía puede usarse a este respecto una inductancia (convertidor inductivo).

55 El control 104 controla la unidad 103 de conmutación controlable en función de la potencia 110 suministrada por el módulo 101 solar, de tal manera que el módulo 101 solar o bien está unido directamente con la conexión 102 de salida o bien a través del convertidor 105 CC/CC con la conexión 102 de salida. En el caso de una iluminación suficientemente alta del módulo 101 solar, es decir, con radiación fuerte, el módulo 101 solar genera una alta potencia que detecta el control 104 gracias a la alta característica de potencia, consiguiendo conectar la potencia sin pérdidas, a través de la unidad 103 de conmutación controlable, a la conexión 102 de salida.

El control 104, para evaluar la potencia 110 suministrada por el módulo 101 solar, necesita un valor umbral mediante el cual puede decidir si el módulo 101 solar se encuentra en el estado de radiación fuerte o en el estado de sombreado, y en función de eso puede dirigir la potencia suministrada directamente a la conexión 102 de salida o intercalar el convertidor 105 CC/CC.

- 5 El diagrama de bloques en la figura 5 muestra un ejemplo de realización del control 104. El valor umbral indicado anteriormente está configurado a este respecto como una característica 320 de potencia de referencia que se lleva desde fuera al control 104.

10 En el caso de un sombreado parcial del módulo 101 solar, es decir, con radiación baja, el módulo 101 solar genera solamente una potencia baja. En este caso el control 104 detecta la reducción de la potencia 110 suministrada por el módulo 101 solar y conecta el convertidor 105 CC/CC entre el módulo 101 solar y la conexión 102 de salida.

Gracias al dispositivo 100 de conmutación controlable se aumenta el rendimiento del módulo 101 solar, ya que el convertidor 105 CC/CC solamente se conecta cuando se requiere, y de esta manera no se produce una pérdida de potencia innecesaria en sus elementos constructivos.

15 La figura 1A muestra un diagrama de bloques de un dispositivo 100 de conmutación controlable para un módulo 101 solar según un ejemplo de realización modificado. Los elementos que ya se han descrito mediante la figura 1 no vuelven a describirse. En este ejemplo de realización, la unidad de conmutación controlable está modificada con respecto a la mostrada en la figura 1. A diferencia de la figura 1, en la configuración según la figura 1A el convertidor 105 CC/CC está interconectado en paralelo con una unidad 103' de conmutación como circuito de derivación o de puenteo (por ejemplo un conmutador mecánico o conmutador semiconductor) en la línea 115. La unidad 103' de conmutación se controla a través del control 104, como se describió anteriormente mediante la figura 1, para conectar, en una primera posición de conmutación (abierta), la salida 110 de potencia del módulo 101 solar a través del convertidor 105 CC/CC a la conexión 102 de salida, y para puentear, en la segunda posición de conmutación (cerrada), el convertidor 105 CC/CC, para conectar la salida 110 de potencia del módulo 101 solar directamente a la conexión 102 de salida.

25 Las figuras 2A y 2B muestran curvas características para un módulo solar para radiaciones diferentes, mostrando la figura 2A la curva característica de tensión/corriente para radiaciones que van en aumento de (a) a (d). En el cuadrante I se representan las zonas 1, 2 y 3, donde en la zona 1 el transcurso de la corriente es esencialmente horizontal, cae ligeramente a lo largo de la zona 2 y en la zona 3 cae bruscamente y pasa al cuadrante IV. En el cuadrante II la corriente aumenta bruscamente, ya que en esta zona los diodos de derivación se encuentran en conducción.

30 En la figura 2B se muestra la curva característica de tensión/potencia también para radiaciones de diferente intensidad (a) a (d), mostrándose en este caso también en el cuadrante I las zonas 1, 2 y 3. Como puede verse, la potencia aumenta en la zona 1 de modo esencialmente lineal, alcanza un máximo en la zona 2 y cae en la zona 3.

35 Según la presente invención, el control 104 está configurado para conseguir la conexión del convertidor CC/CC en las zonas 1 y 3, mientras que en la zona 2 se efectúa una unión directa del módulo solar con la conexión de salida. La zona 2 en los diagramas en las figuras 2A y 2B es la zona alrededor del punto de máxima potencia, que se produce con el ajuste del punto de funcionamiento óptimo del módulo solar, extendiéndose la zona 2, según el ejemplo de realización, desde una potencia de aproximadamente un 2% por debajo de la potencia máxima atravesando el punto de la potencia máxima hasta un punto otra vez aproximadamente un 2% por debajo de la potencia máxima.

40 Mientras la potencia emitida por el módulo solar y detectada por el control se encuentre dentro de esta zona, se efectúa una unión directa de la salida del módulo solar con la conexión de salida, en caso contrario, es decir en las zonas 1 y 3, se intercala, tal como se ha mencionado, el convertidor CC/CC.

45 La figura 3 muestra un ejemplo de realización adicional del dispositivo de conmutación controlable según la invención, que se corresponde esencialmente con la estructura de la figura 1, estando en este caso conectada la unidad 103 de conmutación, a diferencia de la figura 1, entre el convertidor 105 CC/CC y el nodo 120. La salida del módulo 101 solar está unida por tanto en paralelo con una entrada de la unidad 103 de conmutación y a través del convertidor CC/CC y una entrada adicional de la unidad 103 de conmutación, de tal modo que a través de ésta, en función de la señal de control presente, de la manera descrita anteriormente, la salida del módulo solar o bien puede unirse directamente con la conexión 102 de salida o bien a través del convertidor CC/CC con la conexión 102 de salida.

50 La figura 4 muestra un diagrama de bloques de un dispositivo 100 de conmutación controlable con una parte 200 en el lado de módulo y una parte 201 en el lado de conexión. En la figura 1 el acoplamiento en el lado de conexión está realizado mediante un punto 120 de ramificación, partiéndose de que la señal 110 de salida del módulo 101 solar o bien se dirige a través del convertidor 105 CC/CC o bien se dirige directamente a la conexión 102 de salida. En la figura 4 el punto 120 de ramificación de la figura 1 forma parte de la unidad 103 de conmutación controlable, que está configurada por una parte en el lado de módulo, a continuación denominada unidad 200 de conmutación controlable en el lado de módulo, y una parte en el lado de conexión, a continuación denominada unidad 201 de conmutación controlable en el lado de conexión. La figura 1 y la figura 4 muestran por tanto dos configuraciones del dispositivo de conmutación controlable. La salida 110 del módulo 101 solar está unida con la entrada 110 del dispositivo 100 de conmutación controlable. El dispositivo 100 de conmutación controlable consiste en una conexión 102 de salida, una unidad 200 de conmutación controlable en el lado de módulo, una unidad 201 de conmutación controlable en el lado de conexión, un

control 104 así como un convertidor 105 CC/CC.

5 El módulo 101 solar tiene una salida que está unida con una entrada de la unidad 200 de conmutación controlable en el lado de módulo. La unidad 200 de conmutación controlable en el lado de módulo tiene dos entradas y dos salidas. Una entrada 110 está unida con la salida del módulo 101 solar. La segunda entrada 112 está unida con la salida del control 104. Una salida 202 de la unidad 200 de conmutación controlable en el lado de módulo está unida con la entrada del convertidor 105 CC/CC, la otra salida 204 está unida con la segunda entrada de la unidad 201 de conmutación controlable en el lado de conexión. La unidad 201 de conmutación controlable en el lado de conexión tiene tres entradas y una salida. Una entrada 203 está unida con la salida del convertidor 105 CC/CC. La segunda entrada 204 está unida con la segunda salida de la unidad 200 de conmutación controlable en el lado de módulo. Una tercera entrada 112 de la unidad 201 de conmutación controlable en el lado de conexión está unida con la salida del control 104. La salida 111 de la unidad de conmutación controlable en el lado de conexión está unida con la entrada de la conexión 102 de salida.

15 El control 104 tiene dos entradas y dos salidas. Una entrada 110 está unida con la salida 110 del módulo 101 solar. La segunda entrada 111 está unida con la conexión 102 de salida. Una salida 112 del control 104 está unida con la entrada de la unidad 200 de conmutación controlable en el lado de módulo, la segunda salida 112 del control 104 está unida con la unidad 201 de conmutación controlable en el lado de conexión.

El convertidor 105 CC/CC tiene una entrada y una salida. La entrada 202 está unida con la salida de la unidad 200 de conmutación controlable en el lado de módulo y la salida 203 del convertidor 105 CC/CC está unida con la entrada 203 de la unidad 201 de conmutación controlable en el lado de conexión.

20 Tanto la unidad 200 de conmutación controlable en el lado de módulo como el convertidor 105 CC/CC funcionan de igual manera, como ya se ha descrito en la figura 1. En vez de la ramificación 120 de la figura 1, en la figura 4 está conectada en este punto una unidad 201 de conmutación controlable en el lado de conexión que representa una configuración alternativa. La unidad 200 de conmutación controlable en el lado de módulo así como la unidad 201 de conmutación controlable en el lado de conexión pueden realizarse tanto en tecnología de circuitos discreta como en tecnología de circuitos analógica, como ya se describió de manera detallada en la figura 1. El control 104 funciona de igual manera a la descrita en la figura 1, siendo en este caso la diferencia que se generan dos señales 112 de control en vez de una señal de control como en la figura 1. Sin embargo, ambas señales 112 de control son idénticas a la señal 112 de control de la figura 1, por lo que tampoco se hace ninguna distinción en la designación. Con la señal 112 de control pueden controlarse tanto la unidad 200 de conmutación controlable en el lado de módulo como la unidad 201 de conmutación controlable en el lado de conexión. Si el control 104 controla mediante una señal 112 de control la unidad 200 de conmutación controlable en el lado de módulo de manera que ésta se conmuta a la primera posición de conmutación, entonces se conmuta al mismo tiempo la unidad 201 de conmutación controlable en el lado de conexión a la primera posición de conmutación. Lo mismo sucede para la segunda posición de conmutación.

35 En la primera posición de conmutación la salida de potencia del módulo 110 solar está conectada a través del convertidor 105 CC/CC a la conexión 102 de salida. En la segunda posición de conmutación la salida de potencia del módulo 110 solar está conectada, evitando el convertidor 105 CC/CC, a la conexión 102 de salida. En este caso, la unidad 200 de conmutación controlable en el lado de módulo conecta una entrada 110 a una salida 202 o una segunda salida 204 en función de la señal 112 de control. En cambio, la unidad 201 de conmutación controlable en el lado de conexión conecta una entrada 203 o una segunda entrada 204 a una salida 111 en función de la señal 112 de control del control 104.

40 La figura 5 muestra un posible diagrama de bloques del control 104 para el dispositivo 100 de conmutación controlable. El control 104 comprende un comparador 300, una unidad 301 de gestión de errores y una unidad 302 de gestión de alarmas. El control 104 presenta cuatro entradas y una salida. Una entrada 330 alimenta una característica de potencia y está unida, en una realización preferida, con la salida 110 del módulo 101 solar, pero también puede comprender una característica de potencia medida de otra manera, por ejemplo una característica de potencia derivada de la salida 110 del módulo 101 solar y la entrada 111 de la conexión 102 de salida. En otra configuración la entrada 330 también puede estar configurada por una primera entrada, que por ejemplo alimenta la salida 110, y una segunda entrada, que por ejemplo alimenta la entrada 111.

50 La segunda entrada 320 sirve para conectar una característica de potencia de referencia externa o interna para el módulo solar al control 104. La tercera entrada 310 alimenta una señal F de error a la unidad de gestión de errores. La cuarta entrada 311 alimenta una señal de alarma a la unidad de gestión de alarmas. La salida 112 del control 104 está unida con la unidad 103 de conmutación controlable según la figura 1 o, al mismo tiempo, con la unidad 200 de conmutación controlable en el lado de módulo según la figura 4 y la unidad 201 de conmutación controlable en el lado de conexión según la figura 4. La flecha discontinua en la figura 4 lo indica, el control 104 proporciona una salida o adicionalmente una segunda salida (en línea discontinua) según la configuración de la unidad 103 ó 200 y 201 de conmutación controlable.

55 El comparador 300 tiene dos entradas y una salida. Una entrada 330 alimenta una característica de potencia y está unida, en una realización preferida, con la salida del módulo 101 solar, pero también puede estar unida, según la realización anterior, con una u otras varias entradas o salidas. La segunda entrada 320 está unida con una entrada para conectar una característica de potencia de referencia. La salida 312 del comparador 300 está unida con la entrada de la

unidad 301 de gestión de errores.

La unidad 301 de gestión de errores presenta dos entradas y una salida. Una entrada 312 está unida con la salida del comparador 300, la segunda entrada 310 está unida con una entrada para conectar una señal de error. La salida 313 de la unidad 301 de gestión de errores está unida con la entrada de la unidad 302 de gestión de alarmas.

- 5 La unidad 302 de gestión de alarmas presenta dos entradas y una salida. Una entrada 313 está unida con la salida de la unidad 301 de gestión de errores, la segunda entrada 311 está unida con una entrada para conectar una señal de alarma. La salida 112 de la unidad 302 de gestión de alarmas es igual que la salida 112 del control 104 y está unida con la entrada 112 de control de la unidad 103 de conmutación controlable según la figura 1 o de la unidad 200 de conmutación controlable en el lado de módulo y la unidad 201 de conmutación controlable en el lado de conexión según la figura 4. Para el segundo caso, la línea discontinua en la figura 5 indica que la señal 112 de control debe llegar tanto a 200 como a 201.

- 15 El comparador 300 del control 104 está configurado para realizar una comparación entre la característica de potencia en la entrada 330 y la característica 320 de potencia de referencia. En una realización especial del comparador 300 se comprueba si la característica de potencia en la entrada 330 es mayor o igual que la característica 320 de potencia de referencia. Si se da esta condición, entonces el comparador 300 conmuta su señal 312 de salida al estado de "segunda posición de conmutación", lo cual debe controlar el dispositivo de conmutación controlable en el sentido de conectar la salida 110 de potencia del módulo 101 solar, evitando el convertidor 105 CC/CC, a la conexión 102 de salida. Si la condición mencionada anteriormente no se cumple, es decir la característica de potencia en la entrada 330 es menor que la característica 320 de potencia de referencia, entonces el comparador 300 conmuta su señal 312 de salida al estado de "primera posición de conmutación", lo que significa que la unidad 103 de conmutación controlable se controla para conectar la salida 110 de potencia del módulo 101 solar, a través del convertidor 105 CC/CC, a la conexión 102 de salida.

- 25 En otra configuración el comparador 300 está configurado para conmutar la unidad 103 de conmutación controlable a la segunda posición de conmutación cuando la característica de potencia presente en la entrada 330 presenta una relación determinada con respecto a la característica 320 de potencia de referencia, y para conmutar la unidad 103 de conmutación controlable a la segunda posición de conmutación cuando esta característica de potencia presente en la entrada 330 no presenta esta relación con respecto a la característica 320 de potencia de referencia.

- 30 La característica 320 de potencia de referencia puede alimentarse externamente a través de la entrada para la característica de potencia de referencia, almacenarse, integrarse de forma fija o derivarse de la característica 110 de potencia de la salida de potencia del módulo 101 solar. La característica 320 de potencia de referencia es, por ejemplo, una característica de potencia fija que sirve como referencia para la característica de potencia en la entrada 330. Es decir que con la característica 320 de potencia de referencia es posible distinguir si el módulo 101 solar funciona a plena potencia o si se encuentra en el estado sombreado y funciona con potencia reducida. La característica de potencia de referencia puede alimentarse por ejemplo externamente, es decir generarse mediante un generador y entonces almacenarse en una memoria del dispositivo 100 de conmutación controlable. La característica 320 de potencia de referencia también puede tener un valor fijo que está integrado de manera fija en el dispositivo 100 de conmutación controlable. En una realización preferida, la característica 320 de potencia de referencia se deriva de la característica 110 de potencia en la salida de potencia del módulo 101 solar y la característica 111 de potencia en la conexión 102 de salida.

- 40 Una realización preferida de la derivación de la característica 320 de potencia de referencia consiste en calcular un valor máximo en el tiempo a partir de la característica 110 de potencia en la salida de potencia del módulo 101 solar o a partir de la característica 111 de potencia en la conexión 102 de salida y en utilizar el máximo como característica 320 de potencia de referencia. En aplicaciones típicas, la característica 110 de potencia varía con el tiempo en la salida de potencia del módulo 101 solar. En momentos de radiación solar fuerte, el módulo 101 solar suministra la potencia máxima, en momentos de radiación solar débil o de sombreado, el módulo 101 solar suministra sólo una potencia reducida que se manifiesta en la característica 110 de potencia en la salida de potencia del módulo 101 solar. Si se calcula el máximo de esta característica 110 de potencia en la salida de potencia del módulo 101 solar, entonces se obtiene el valor de máxima generación de potencia del módulo solar. Con ayuda de este valor puede decidirse si la salida 110 del módulo 101 solar puede conectarse directamente a la conexión 102 de salida o si es necesario un convertidor 105 CC/CC.

- 55 La unidad 301 de gestión de errores presenta como entrada 312 la salida del comparador 300. La unidad 301 de gestión de errores está unida con la salida de errores por una segunda entrada 310. A través de la salida de errores se comunican errores al control 104, es decir, si se produce un defecto en la unidad 103 de conmutación controlable o en la unidad 200 de conmutación controlable en el lado de módulo o la unidad 201 de conmutación controlable en el lado de conexión, entonces, a través de la conexión de errores de la unidad 301 de gestión de errores, se indica que existe un error. De igual manera se comunican errores del convertidor 105 CC/CC a la entrada 310 de errores del control 104. En una realización preferida, cuando se produce un error en la salida 310 de errores, la unidad 301 de gestión de errores decide conmutar la unidad 103 de conmutación controlable a la segunda posición de conmutación. Esto significa que el módulo 101 solar, evitando el convertidor 105 CC/CC, se conecta directamente a la conexión 102 de salida. Si no se produce ningún error, entonces la señal de salida del comparador 312 se conecta directamente a la salida de la unidad

313 de gestión de errores. En el caso de producirse un error, la señal de salida de la unidad 313 de gestión de errores controla la unidad 103 de conmutación controlable de tal manera que la conmuta a la segunda posición de conmutación.

5 La unidad 302 de gestión de alarmas presenta dos entradas y una salida. Una entrada 313 está interconectada con la salida de la unidad 301 de gestión de errores, la segunda entrada 311 está conectada a la salida de alarma. La salida de la unidad 112 de gestión de alarmas se corresponde con la salida del control 104 y es entrada de la unidad 103 de conmutación controlable. La unidad 302 de gestión de alarmas está configurada para conmutar la unidad 103 de conmutación controlable a una tercera posición de conmutación cuando se produce una alarma. Esta tercera posición de conmutación está configurada para separar la salida del módulo 101 solar de la conexión 102 de salida, es decir, en caso de producirse una alarma se desacopla el módulo 101 solar de su conexión 102 de salida. Esto es práctico en caso de incendio. Para ello la salida 311 de alarma está acoplada con un detector de incendios y comunica a la unidad 10
10 302 de gestión de alarmas una alarma de incendio. Realizaciones adicionales de alarmas serían, por ejemplo, un defecto del convertidor 105 CC/CC que puede llevar a aplicar a la conexión 102 de salida una potencia demasiado alta. Si bien es cierto que el caso de un error del convertidor 105 CC/CC ya está cubierto con ayuda de la salida 310 de error, conectando la conexión 101 de módulo solar directamente a la conexión 102 de salida, otra posibilidad de proceder puede ser, sin embargo, separar la conexión 101 de módulo solar de la conexión 102 de salida y al mismo tiempo comunicar al usuario una alarma. Esto puede conseguirse mediante la unidad 302 de gestión de alarmas.

Mientras que en la configuración preferida el comparador 300 se conecta delante de la unidad 301 de gestión de errores y ésta delante de la unidad 302 de gestión de alarmas, esta secuencia también puede permutarse. En otra configuración también es posible conectar la salida 312 del comparador a la entrada de la unidad 302 de gestión de alarmas y la salida de la unidad 302 de gestión de alarmas a la entrada de la unidad 301 de gestión de errores y su salida a la entrada de la unidad 103 de conmutación controlable. También pueden instalarse la unidad 301 de gestión de errores y la unidad 302 de gestión de alarmas delante del comparador 300, es posible cualquier permutación de la secuencia de los tres bloques 300, 301 y 302.

25 Si el dispositivo 100 de conmutación controlable se encuentra en un estado no controlado, entonces la salida 112 del control 104 conecta la unidad 103 de conmutación controlable de tal manera que la lleva a la segunda posición de conmutación. Si no está presente ninguna señal 112 de salida del control 104, entonces la unidad 103 de conmutación controlable está configurada de tal manera que se encuentra en el estado de la segunda posición de conmutación, es decir, la salida 101 del módulo solar se conecta a la conexión 102 de salida evitando el convertidor 105 CC/CC.

30 Aunque en la figura 5 el comparador 300 solamente está representado con una entrada 330 para la característica de potencia, el comparador 300 también puede presentar, como ya se ha expuesto anteriormente, una entrada adicional para una segunda característica de potencia. Por ejemplo, puede presentar una entrada 110 y una entrada 111 y relacionarlas con la característica de potencia de referencia (PR) en la entrada 320.

35 El comparador 300 también puede presentar, en otra configuración, una entrada adicional para una segunda característica de potencia de referencia. Además, el comparador 300 puede presentar varias entradas para características de potencia, y varias entradas para características de potencia de referencia, pudiendo entonces relacionar las características de potencia con las características de potencia de referencia.

40 La figura 6 muestra un diagrama de flujo para ilustrar el funcionamiento del control de la figura 5. Las magnitudes de entrada del diagrama de flujo son la característica de potencia (P) en la entrada 330, la característica de potencia de referencia (PR) en la entrada 111, el error (F) en la entrada 310 y la alarma (A) en la entrada 311. La salida del diagrama de flujo es la salida 112 del control 104 y, por tanto, a la vez la entrada de la unidad 103 de conmutación controlable.

45 En una primera etapa de comparación de un divisor 400 condicional se comprueba si la característica de potencia (P) en la entrada 330 es mayor o igual que la característica de potencia de referencia (PR) en la entrada 320. En este caso, la unidad 103 de conmutación controlable se controla con una instrucción 401 en el sentido de que se pone en la segunda posición de conmutación, es decir, el módulo 101 solar se conecta directamente, evitando el convertidor 105 CC/CC, a la conexión 102 de salida. Si no se cumple la condición del divisor 400 condicional, entonces la unidad 103 de conmutación controlable se controla en el sentido de que se conmuta a la primera posición de conmutación, es decir, la salida 101 del módulo solar se conecta a través del convertidor 105 CC/CC a la conexión 102 de salida. Después del control de conmutación se juntan de nuevo las dos ramificaciones del divisor 400 condicional en un punto 407 y, dependiendo de si se ha pasado por la condición del caso afirmativo o del caso negativo del divisor 400 condicional, se produce otra señal 312 de control que es ahora la señal de entrada para la pregunta en el divisor 403 condicional.

55 En esta pregunta se comprueba si existe un error (F) en la entrada 310. Para el caso afirmativo, la señal de control se controla con una instrucción 404 en el sentido de que se conmuta la unidad 103 de conmutación controlable a la segunda posición de conmutación. Para el caso negativo, es decir, no existe ningún error, no se modifica la señal 312 de control presente. Ambas ramificaciones de la pregunta del divisor 403 condicional se juntan en un punto 408 de tal manera que se forma una señal 313 de control que es la señal de entrada para la pregunta en el divisor 405 condicional.

En la pregunta del divisor 405 condicional se comprueba si en la entrada 311 de alarma existe una alarma. En este caso, se controla la unidad 103 de conmutación controlable en el sentido de que se conmuta con una instrucción 406 a la

- 5 tercera posición de conmutación, lo que implica separar el módulo 101 solar de la conexión 102 de salida. Si la pregunta del divisor 405 condicional muestra que no se ha producido ninguna alarma, entonces se conecta la señal 313 de control de entrada de la unidad 302 de gestión de alarmas sin cambios a la salida. Ambas ramificaciones del divisor 405 condicional se juntan en un punto 409 y determinan la salida 112 del control 104 para controlar la unidad 103 de conmutación controlable.
- 10 Como ya se ha mencionado en la figura 5 es posible permutar la secuencia de las preguntas. En una realización adicional puede realizarse en primer lugar, por ejemplo, la pregunta 405 de alarma y, en caso de existir una alarma, pueden saltarse las demás preguntas. A continuación puede realizarse la pregunta 403 de error y, cuando exista un error, pueden saltarse las demás preguntas. Por último podría efectuarse entonces la comparación 400 de potencia entre la característica en la salida de potencia del módulo solar y la característica de potencia de referencia.
- 15 En las figuras 7A y 7B se muestran diagramas de bloques para configuraciones de conexión convencionales para módulos 101 solares. El módulo 101 solar se une de modo convencional directamente con su conexión 102 de salida, tal como se representa en la figura 7A. Sin embargo, una desventaja de la conexión directa según la figura 7A se produce en el caso de sombreado parcial del módulo 101 solar.
- 20 Si se sombrea una subhilera del módulo 101 solar, entonces, como ya se mencionó anteriormente, su diodo de circulación libre conduce la corriente diferencial entre la corriente de la hilera 101 de módulo sombreada y del cable del generador solar y la hilera 101 de módulo sombreada deja de producir potencia suficiente. Para evitar esto, puede utilizarse el convertidor 105 CC/CC, tal como se representa en la figura 7B. El convertidor 105 CC/CC adapta la corriente y la tensión de tal manera que la hilera 101 de módulo sombreada sigue emitiendo potencia. Sin embargo, el convertidor 105 CC/CC también funciona en el estado no sombreado y perjudica entonces el rendimiento total del generador solar debido a la potencia que disminuye en sus elementos constructivos.
- 25 Una realización adicional también puede describirse de la siguiente manera: la invención consiste en un control 104, que también puede estar configurado como unidad de detección, que detecta el caso del sombreado de una hilera 101 de módulo, y en una unidad 103 de conmutación que, en el caso de no sombreado, establece una unión directa entre la hilera 101 de módulo y los bornes 102 de salida del módulo solar y, en el caso de sombreado, une la subhilera 101 sombreada, a través de un convertidor 105 CC/CC, con los bornes 102 de salida del módulo solar.
- Este dispositivo 100 de conmutación está configurado de manera ventajosa de tal modo que establece de manera convencional la unión directa y la unión debe conectarse activamente a través del convertidor 105 CC/CC.
- 30 Además el dispositivo 100 de conmutación está configurado de manera ventajosa de tal modo que, en el caso de un error o un defecto del detector 104 de desconexión o del convertidor 105 CC/CC, se establece la unión directa con los bornes de salida.
- Una realización adicional ventajosa de la invención permite que a través del dispositivo 100 de conmutación pueda separarse el módulo 101 solar de las conexiones 102. Esto es especialmente práctico en caso de incendio. Para ello la unidad D de detección recibe un detector adicional para detectar un incendio.
- 35 En función de las circunstancias, el procedimiento según la invención puede implementarse en hardware o software. La implementación puede realizarse en un medio de almacenamiento digital, especialmente un disquete o un CD con señales de control legibles electrónicamente, que pueden actuar conjuntamente con un sistema informático programable de tal modo que se realiza el procedimiento correspondiente. La invención consiste por tanto en general también en un producto de programa informático con un código de programa almacenado en un soporte legible por máquina para la realización del procedimiento según la invención, cuando el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador. Dicho de otro modo, la invención puede realizarse por tanto como un programa informático con un código de programa para la realización del procedimiento, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.
- 40

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (100) de conmutación controlable para un módulo (101) solar con las siguientes características:
una conexión (102) de salida;
un convertidor (105) CC/CC;
5 una unidad (103, 103') de conmutación controlable con una primera posición de conmutación y una segunda posición de conmutación; y
un control (104) para controlar la unidad (103) de conmutación controlable para, usando una característica (110) de potencia presente en la salida de potencia del módulo (101) solar o una característica (111) de potencia presente en la conexión (102) de salida, conmutar la unidad (103) de conmutación controlable a la primera o a la segunda posición de conmutación,
10 estando unida una salida (110) de potencia del módulo (101) solar, en la primera posición de conmutación, solamente a través de un primer trayecto que comprende el convertidor (105) CC/CC, con la conexión (102) de salida, y
estando unida la salida (110) de potencia del módulo (101) solar, en la segunda posición de conmutación, solamente a través de un segundo trayecto que evita el convertidor (105) CC/CC, con la conexión (102) de salida.
2. Dispositivo (100) de conmutación controlable según la reivindicación 1, en el que el control (104) está configurado además para ajustar, en función de la característica (110) de potencia presente en la salida de potencia del módulo (101) solar, un punto de trabajo del módulo solar.
3. Dispositivo (100) de conmutación controlable según las reivindicaciones 1 ó 2, en el que el control (104) presenta las siguientes características:
una entrada para una característica (320) de potencia de referencia,
20 un comparador (300) para comparar la característica (110) de potencia presente en la salida de potencia del módulo (101) solar con la característica (320) de potencia de referencia,
estando el comparador (300) configurado para conmutar la unidad (103) de conmutación controlable a la segunda posición de conmutación cuando la característica (110) de potencia presente en la salida de potencia del módulo (101) solar presenta una relación determinada con respecto a la característica (320) de potencia de referencia, y para
25 conmutar la unidad (103) de conmutación controlable a la segunda posición de conmutación cuando la característica (110) de potencia presente en la salida de potencia del módulo (101) solar no presenta esa relación con respecto a la característica (320) de potencia de referencia.
4. Dispositivo (100) de conmutación controlable según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la unidad (103) de conmutación controlable está configurada de tal modo que, en un caso no controlado, se encuentra en la segunda
30 posición de conmutación.
5. Dispositivo (100) de conmutación controlable según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el control (104) presenta además la siguiente característica:
una unidad (301) de gestión de errores para detectar un defecto de la unidad (103) de conmutación controlable o del convertidor (105) CC/CC, que está configurada para conmutar la unidad (103) de conmutación controlable a la segunda
35 posición de conmutación en caso de que se produzca un error de la unidad (103) de conmutación controlable o del convertidor (105) CC/CC.
6. Dispositivo (100) de conmutación controlable según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad (103) de conmutación controlable presenta además la siguiente característica:
40 una tercera posición de conmutación en la que la salida (110) de potencia del módulo (101) solar está separada de la conexión (102) de salida.
7. Dispositivo (100) de conmutación controlable según la reivindicación 6, en el que el control (104) presenta además la siguiente característica:
una unidad (302) de gestión de alarmas para detectar una alarma del dispositivo (100) de conmutación controlable, del
45 módulo (101) solar o de la conexión (102) de salida, que está configurada para conmutar la unidad (103) de conmutación controlable a la tercera posición de conmutación en caso de que se produzca una alarma del dispositivo (100) de conmutación controlable, del módulo (101) solar o de la conexión (102) de salida.
8. Dispositivo (100) de conmutación controlable según la reivindicación 3, en el que la característica (320) de potencia de referencia está alimentada externamente a través de la entrada para la característica de potencia de referencia, almacenada, integrada de forma fija o derivada de la característica (110) de potencia de la salida de potencia

del módulo (101) solar.

9. Dispositivo (100) de conmutación controlable según la reivindicación 1, en el que la unidad (103') de conmutación controlable y el convertidor (105) CC/CC están conectados en paralelo entre una salida (110) de potencia del módulo solar y la conexión de salida.

5 10. Dispositivo (100) de conmutación controlable según la reivindicación 9, en el que la unidad (103') de conmutación controlable comprende un conmutador mecánico o un conmutador semiconductor.

10 11. Procedimiento para controlar un dispositivo (100) de conmutación controlable para un módulo (101) solar, comprendiendo el dispositivo (100) de conmutación controlable una conexión (102) de salida, un convertidor (105) CC/CC, y una unidad (103) de conmutación controlable con una primera posición de conmutación y una segunda posición de conmutación, y presentado el procedimiento la siguiente etapa:

controlar la unidad (103) de conmutación controlable para, usando la característica (110) de potencia presente en la salida de potencia del módulo (101) solar o la característica (111) de potencia presente en la conexión (102) de salida, conmutar la unidad (103) de conmutación controlable a la primera o a la segunda posición de conmutación,

15 estando unida una salida (110) de potencia del módulo (101) solar, en la primera posición de conmutación, solamente a través de un primer trayecto que comprende el convertidor (105) CC/CC, con la conexión (102) de salida, y

estando unida la salida (110) de potencia del módulo (101) solar, en la segunda posición de conmutación, solamente a través de un segundo trayecto que evita el convertidor (105) CC/CC, con la conexión (102) de salida.

12. Programa informático con un código de programa para realizar el procedimiento según la reivindicación 11, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

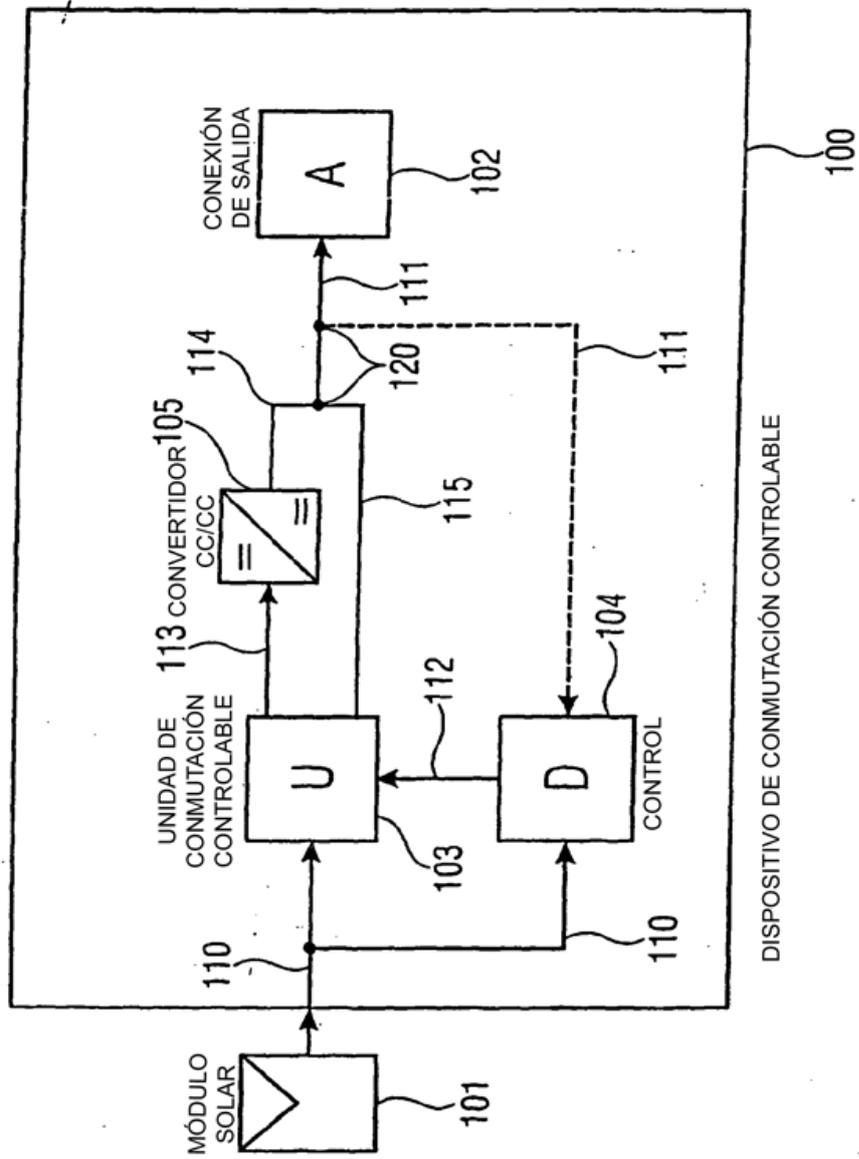


Fig. 1

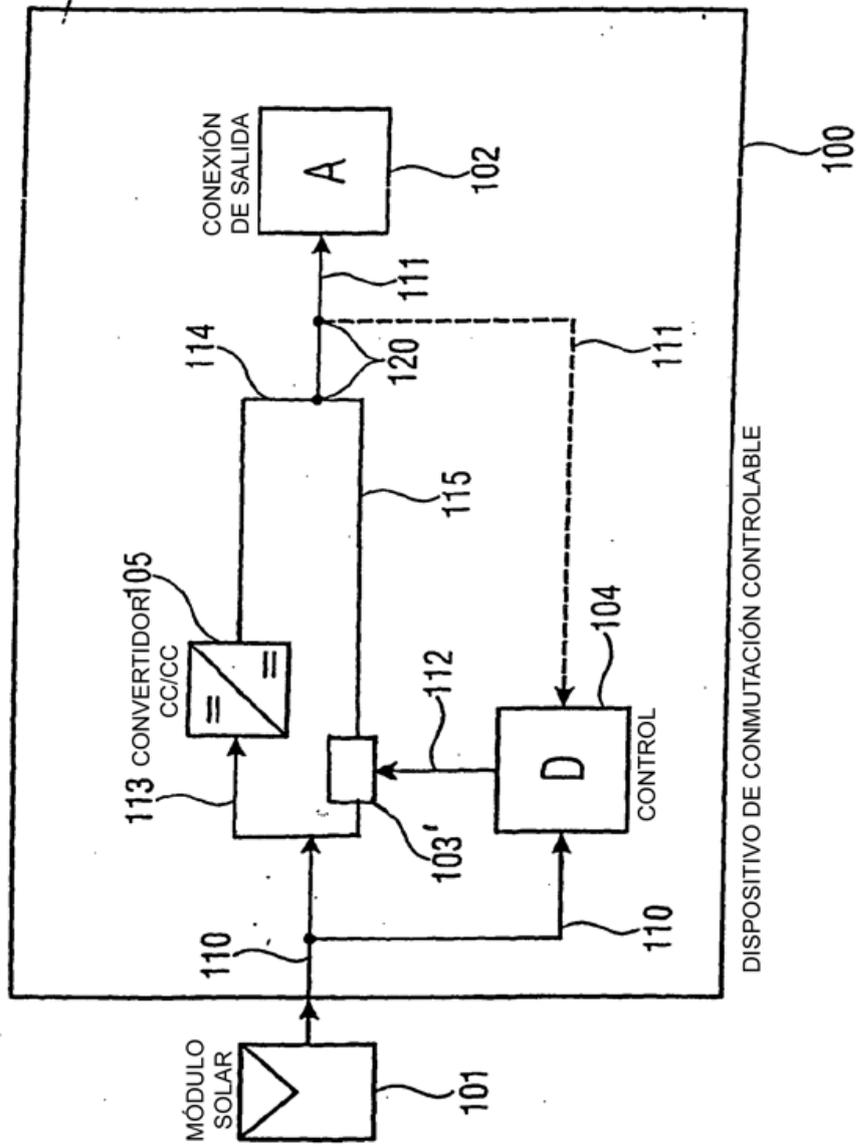


Fig. 1A

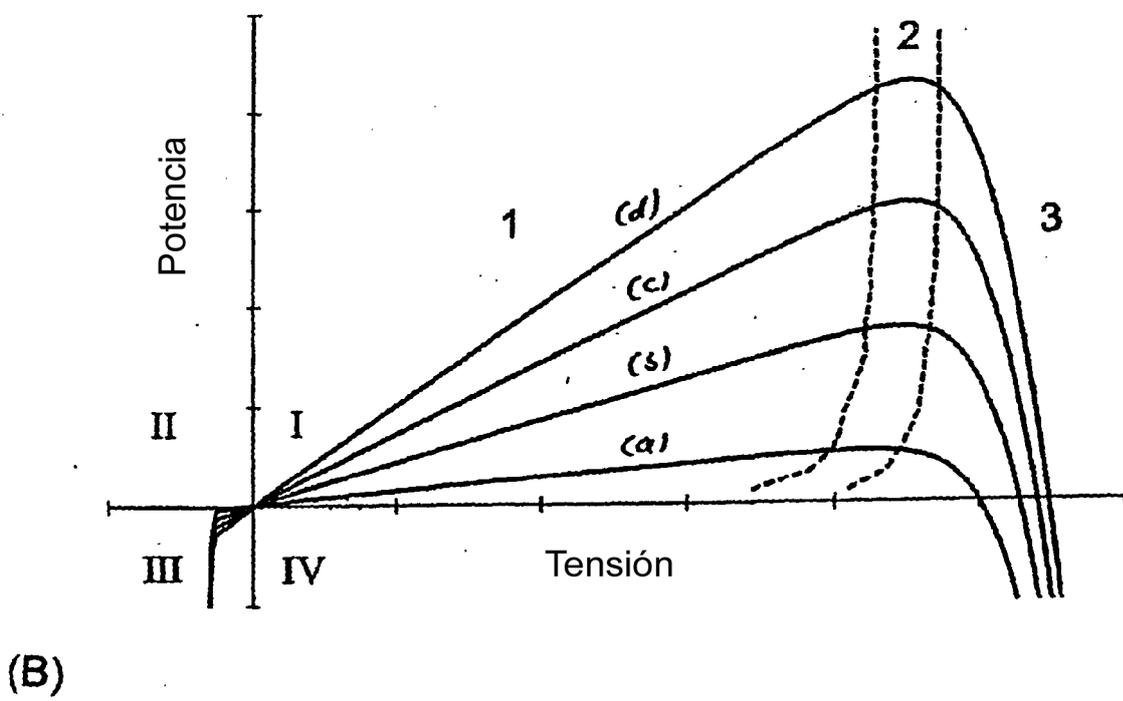
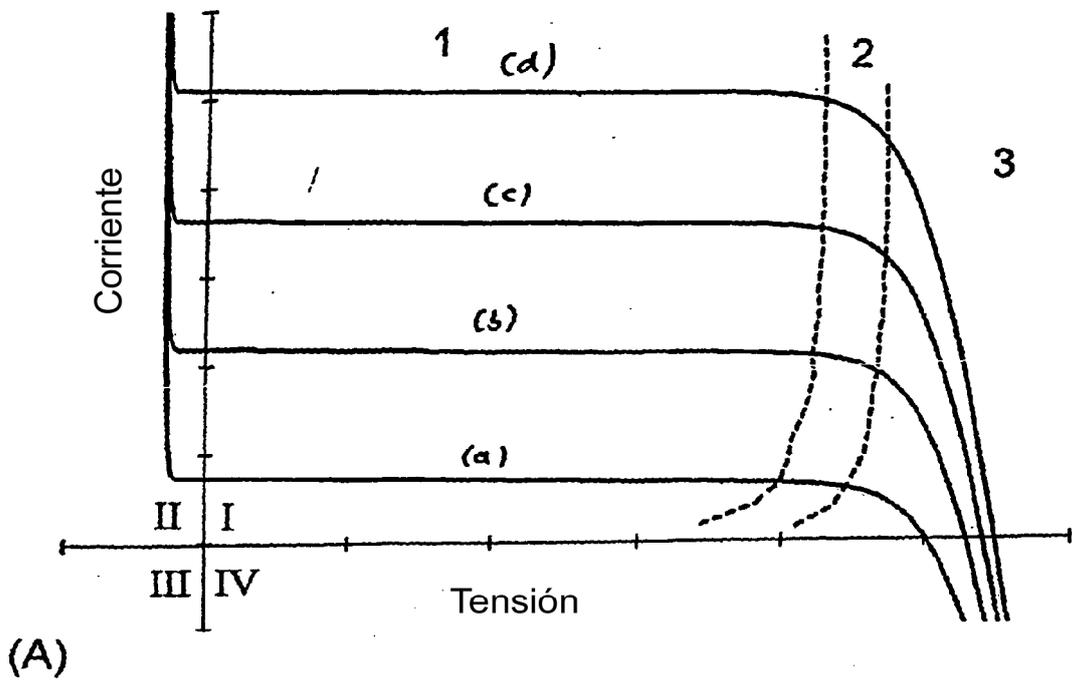


Fig. 2

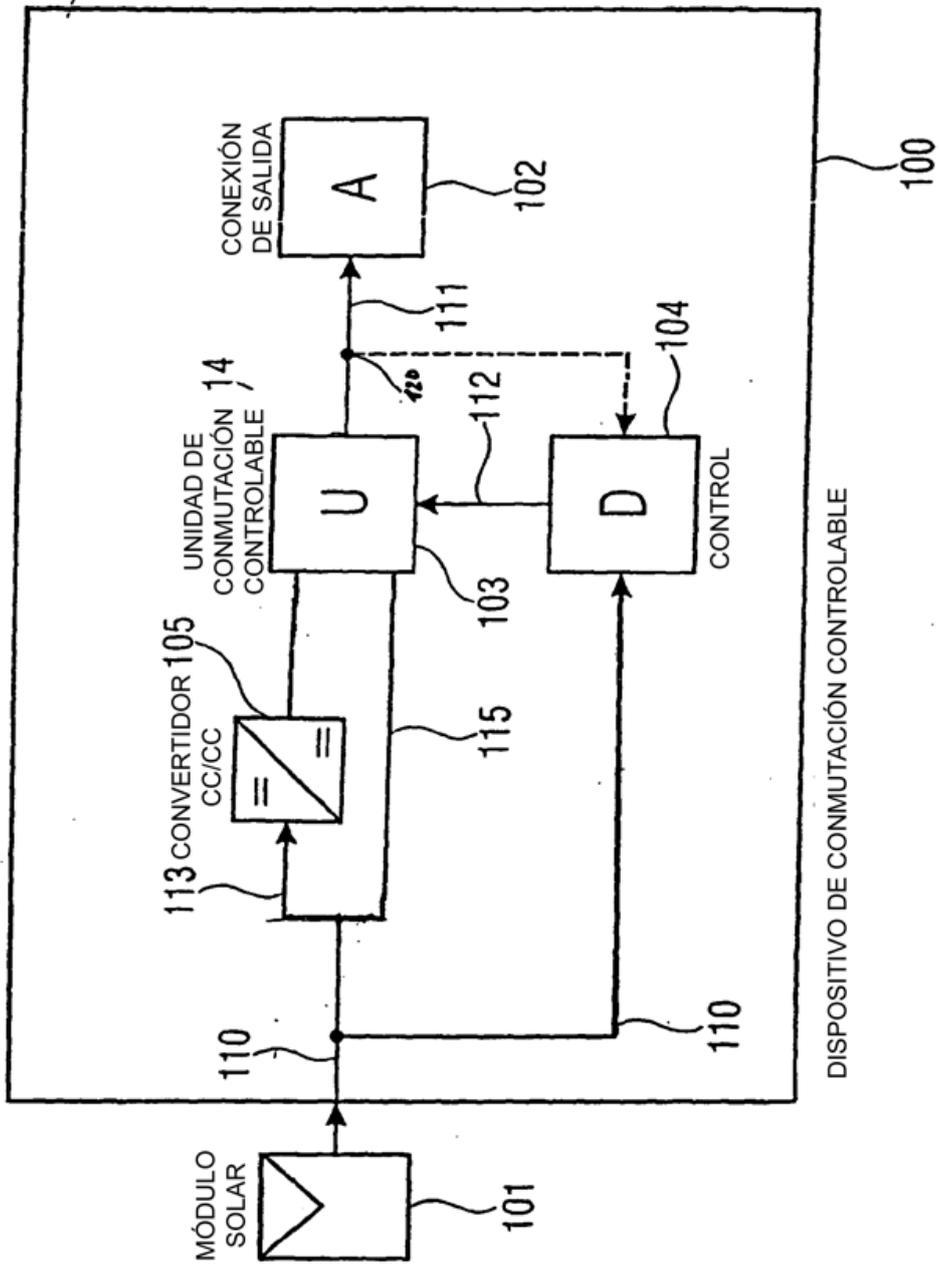


Fig. 3

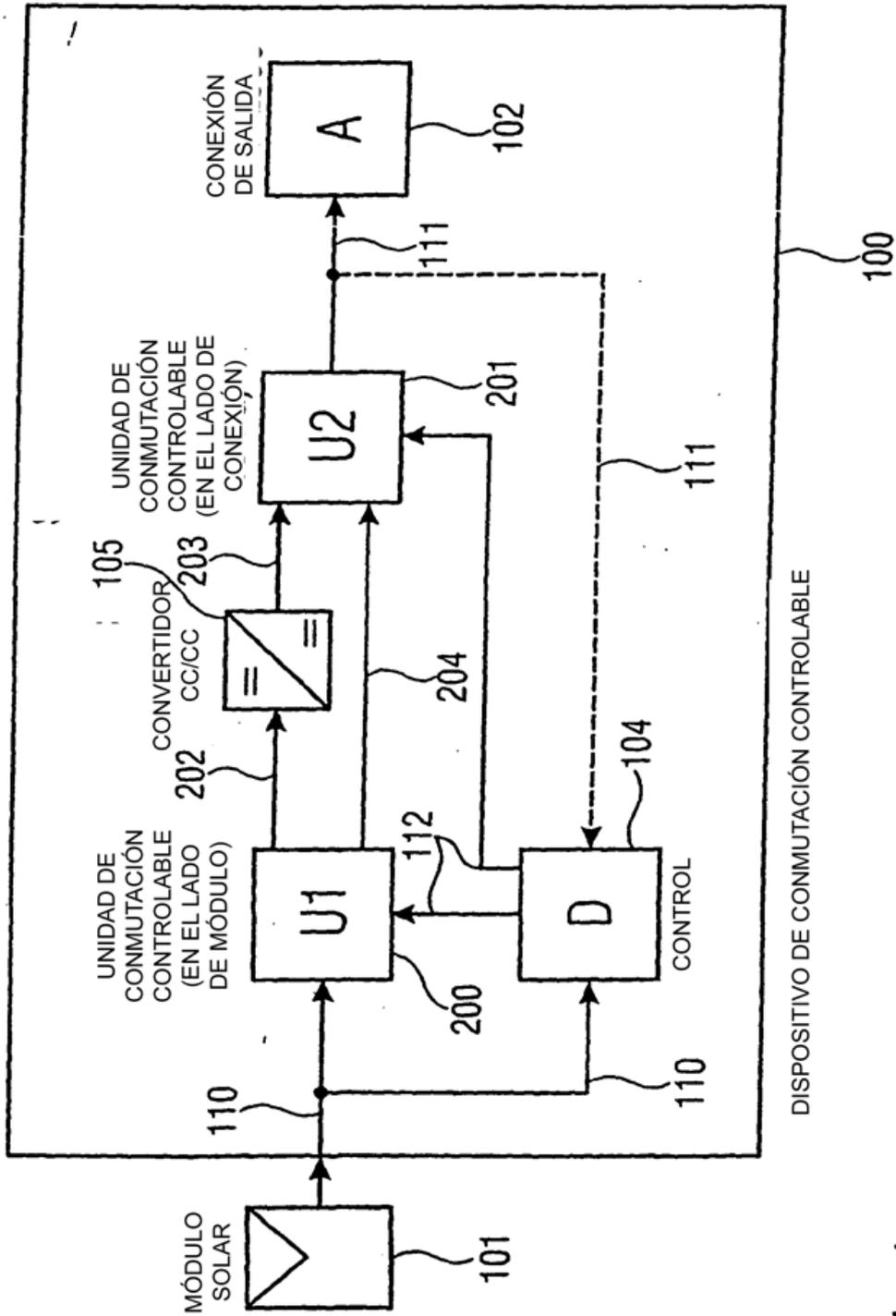


Fig. 4

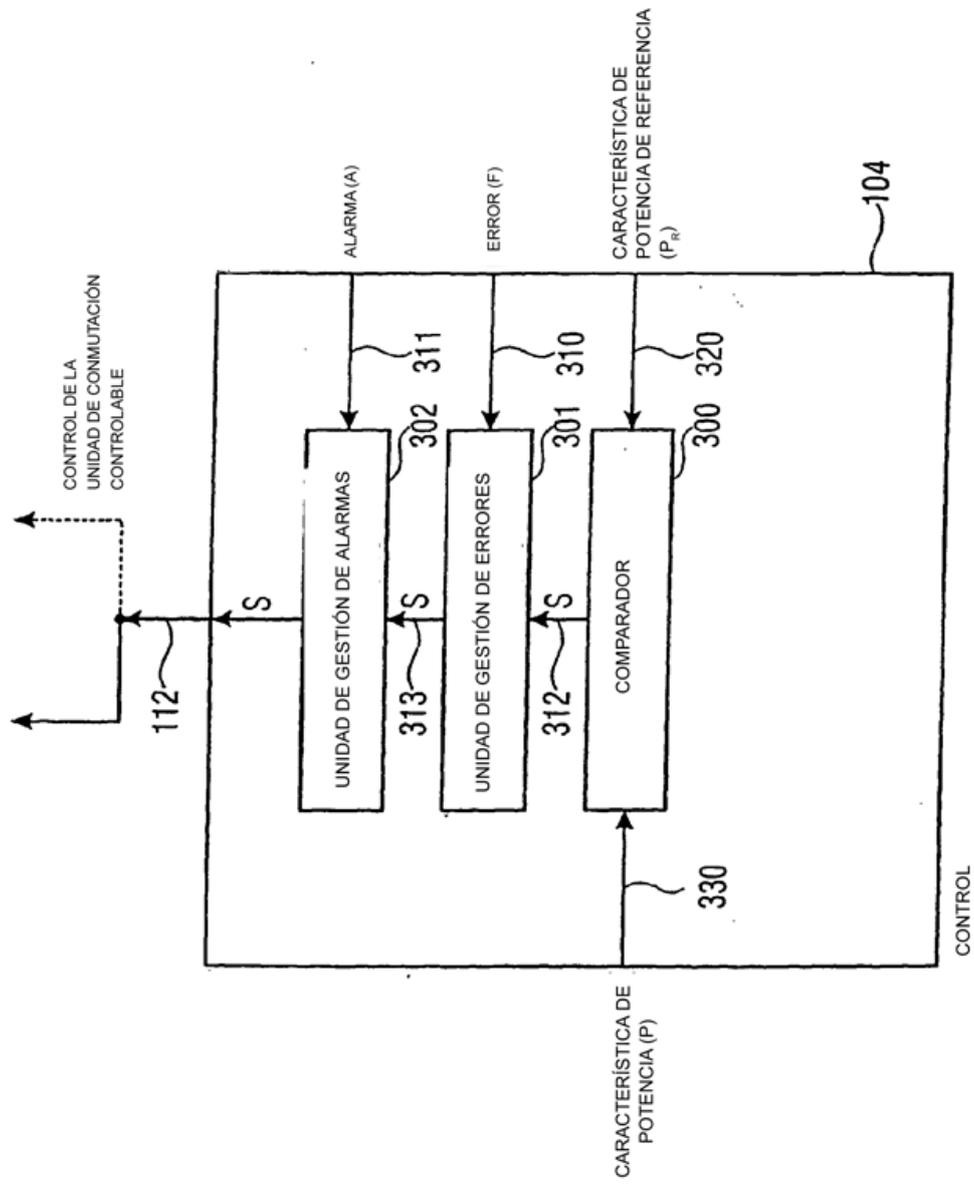


Fig. 5

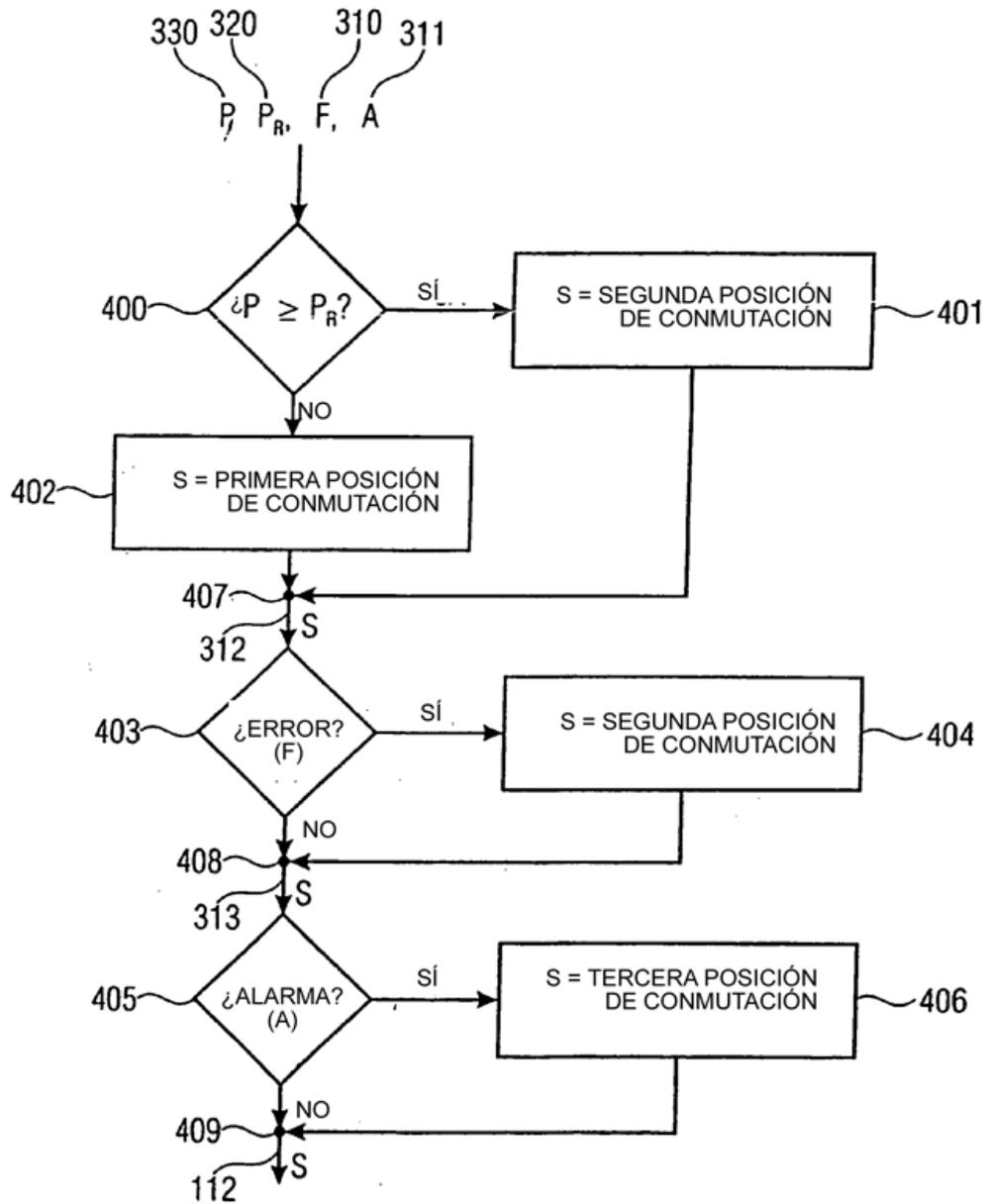
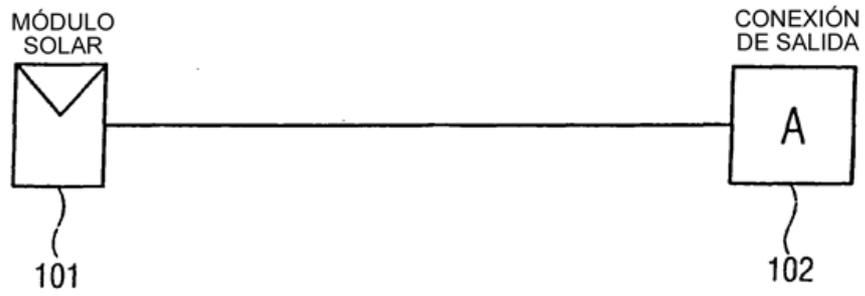
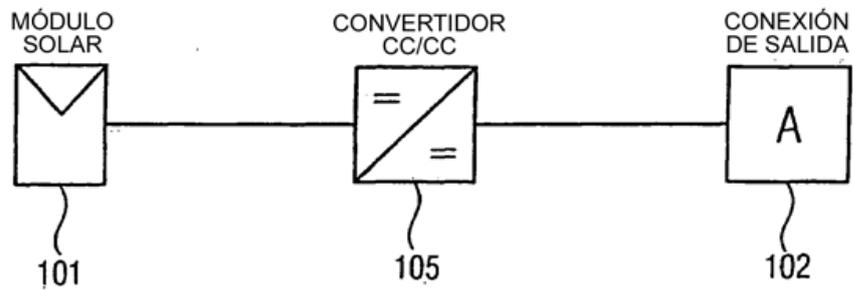


Fig. 6



(A) ESTADO DE LA TÉCNICA



(B) ESTADO DE LA TÉCNICA

Fig. 7