

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 281**

51 Int. Cl.:

H01L 31/02 (2006.01)

H01L 31/042 (2014.01)

H02M 1/36 (2007.01)

H02J 3/38 (2006.01)

H02M 7/797 (2006.01)

H02S 40/32 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.01.2011 E 11150368 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 2346084**

54 Título: **Sistema y procedimiento de protección en circuito abierto**

30 Prioridad:

19.01.2010 US 689410

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

08.10.2018

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**EL-BARBARI, SAID FAROUK SAID;
ROESNER, ROBERT y
SHEN, JIE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 685 281 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 y procedimiento de protección en circuito abierto

La materia objeto divulgada en la presente memoria, se refiere, en general, al bloqueo de altas tensiones y, más concretamente, al bloqueo de tensiones en los bornes de formaciones fotovoltaicas.

5 Una célula fotovoltaica convierte la energía solar en energía eléctrica que es enviada a uno o más convertidores de energía. La generación de energía fotovoltaica afronta determinados problemas que no se encuentran en los sistemas de generación de energía convencionales. Ejemplos de estos incluyen la salida de alta tensión en estados de arranque en frío, características de caídas de IV de las células fotovoltaicas y densidad de energía relativamente baja (eficacia) de las células fotovoltaicas. A bajas temperaturas (por ejemplo por debajo de aproximadamente -10°

10 C) la tensión en circuito abierto de una célula fotovoltaica puede ser lo suficientemente alta para que el inversor sea dañado durante las operaciones de arranque en frío. Un enfoque para bloquear la alta tensión en circuito abierto durante un arranque en frío incluye el acoplamiento de un conmutador disyuntor en la entrada de los terminales del inversor e incluye una resistencia. Sin embargo este enfoque conlleva un gasto considerable porque el conjunto de circuitos de tensión del conmutador y la resistencia deben poder operar bajo altas tensiones. Otro enfoque incluye el corte del inversor a bajas temperaturas y ello se traduce en una pérdida de energía en la red de distribución eléctrica. El documento JP 11312022 A divulga un procedimiento de activación de un inversor de energía fotovoltaica. Se necesita un sistema eficaz y rentable para hacer posible el arranque de los módulos fotovoltaicos sometidos a estados operativos fríos sin que se produzcan daños derivados de las tensiones en circuito abierto.

En resumen, de acuerdo con un aspecto de la presente invención, se propone un procedimiento para bloquear una tensión en circuito abierto de un módulo fotovoltaico. El procedimiento incluye el acoplamiento de una resistencia de carga en los bornes de un módulo inversor, la iniciación del módulo inversor y la carga del módulo inversor por medio de la resistencia de carga, y el acoplamiento del módulo inversor cargado con el módulo fotovoltaico. El procedimiento incluye además la disipación de energía por medio de la resistencia de carga para bloquear la tensión en circuito abierto del módulo fotovoltaico, la sincronización de una tensión de salida del módulo inversor con una

20 tensión de una red de distribución eléctrica y, a continuación, el acoplamiento del módulo inversor a la red de distribución eléctrica, y el desacoplamiento de la resistencia de carga en los bornes del módulo inversor.

En otro aspecto, se presenta un sistema para bloquear una tensión en circuito abierto en los bornes de un módulo fotovoltaico. El sistema incluye una resistencia de carga y un primer conmutador acoplado en los bornes de una salida de un módulo inversor y un segundo conmutador acoplado entre el módulo inversor y el módulo fotovoltaico.

30 Un tercer conmutador está acoplado entre el módulo inversor y la red de distribución eléctrica. Un procesador está acoplado al sistema y está configurado para controlar los conmutadores, sincronizar las tensiones, y controlar el módulo inversor. La resistencia de carga está configurada para bloquear la tensión en circuito abierto del módulo fotovoltaico en respuesta a las señales de control emitidas por el procesador.

Diversas características, aspectos y ventajas de la presente invención serán comprendidas con mayor nitidez tras la lectura de la descripción detallada subsecuente con referencia a los dibujos que se acompañan en los que los mismos caracteres representan las mismas partes a lo largo de los dibujos, en los que:

35

La FIG. 1 ilustra una forma de realización de un sistema de generación distribuida de energía solar de acuerdo con un aspecto de la invención;

40 la FIG. 2 ilustra un sistema ejemplar para bloquear una tensión en circuito abierto del módulo fotovoltaico de la FIG. 1;

la FIG. 3 ilustra otro sistema ejemplar para bloquear la tensión en circuito abierto del módulo fotovoltaico de la FIG. 1;

la FIG. 4 ilustra unos perfiles de corriente de la tensión durante una operación ejemplar del sistema de la FIG. 3, y

45 la FIG. 5 ilustra un procedimiento ejemplar de bloqueo de una tensión en circuito abierto en los bornes del módulo fotovoltaico.

Se comprenderá fácilmente que los componentes de las formas de realización según se describen e ilustran en términos genéricos en las Figuras de la presente memoria, podrían estar dispuestos y ser diseñados en una amplia variedad de diferentes configuraciones. Así, la descripción más detallada subsecuente de diversas formas de realización, según se representan en las Figuras, no está destinada a limitar el alcance de la invención, tal como se reivindica, sino que es meramente representativa de diversas formas de realización. Aunque los diversos aspectos de las formas de realización se representan en los dibujos, los dibujos no están necesariamente trazados a escala a menos que se indique explícitamente en contra.

50

Las frases "conectado a", "acoplado a" y "en comunicación con" se refieren a cualquier forma de interacción entre dos o más entidades, incluyendo la interacción mecánica, eléctrica, magnética, electromagnética, de fluido y térmica. Dos componentes pueden estar acoplados entre sí aun cuando no están en contacto directo uno con otro.

5 Los generadores de energía distribuida son generadores de energía modulares generalmente pequeños situados próximos a las cargas del consumidor. Dichos generadores de energía distribuida ofrecen ventajas que los sistemas de distribución y las plantas de energía de estación central, capital intensivo y a gran escala pueden no proporcionar. Las tecnologías de generación de energía distribuida utilizan una diversidad de combustibles incluyendo gas natural, diésel, combustibles derivados de biomasa, fueloil, propano e hidrógeno. Las fuentes de combustible también se basan a menudo en fuentes de energía renovables por ejemplo fotovoltaicas, eólicas, e hidrofuentes, reduciendo con
10 ello el impacto medioambiental de un sistema de generación de energía distribuida. Utilizando sistemas más pequeños, más flexibles en cuanto a combustible, cerca del consumidor de la energía, la generación distribuida evita las pérdidas de energía de transmisión y distribución y proporciona al consumidor una más amplia elección de los sistemas de energía. La generación de energía distribuida típicamente ofrece una energía fiable, rentable y de alta calidad durante periodos de picos de demanda y puede ser una alternativa a la energía generada por una estación
15 central. Así mismo, muchos sistemas de energía distribuida producen un ruido y unas emisiones tan bajas que pueden estar situados cerca de edificios o de infraestructuras en las que se necesite la energía, simplificando con ello los problemas del desarrollo de infraestructuras de distribución convencionales.

20 Las características redes de transmisión y distribución de energía transmiten energía eléctrica a partir de instalaciones de generación hasta los usuarios terminales. Múltiples sistemas de generación distribuida pueden estar interconectados para formar una red de distribución eléctrica. Puede destacarse que la red de distribución eléctrica puede incluir también redes de distribución y generación convencionales. Los recursos de los sistemas de generación distribuida pueden ser conectados en línea para complementar la red de distribución eléctrica ya sea como exigencia de la implantación del servicio público o por un propietario de la energía generada con la finalidad de vender electricidad.

25 Los módulos fotovoltaicos típicamente incluyen múltiples formaciones fotovoltaicas y conjuntos interconectados de células fotovoltaicas. Dado que las células fotovoltaicas típicamente requieren protección respecto del medio ambiente, múltiples células fotovoltaicas están conectadas y empaquetadas en un solo módulo. Muchos módulos de este tipo a menudo están acoplados para operar como una unidad de generación de energía. Una instalación fotovoltaica típicamente incluye una formación de módulos fotovoltaicos, inversores, baterías y cableado de interconexión. La FIG. 1 ilustra una forma de realización de un sistema de generación de energía solar distribuida que puede ser utilizado en formas de realización de la presente invención divulgadas en la presente memoria. El sistema de generación de energía solar distribuida (en lo sucesivo designado como "DSPGS") según se representa mediante la referencia numeral 10, incluye múltiples módulos 12 fotovoltaicos, estando cada módulo fotovoltaico acoplado a al menos uno o más inversores 14 y 16.
30

35 En una forma de realización ejemplar, los inversores 14 están acoplados entre sí para formar una fase del DSPGS. En la forma de realización ilustrada, los inversores 14 están acoplados entre sí para formar una primera fase, una segunda fase y una tercera fase. Incluyendo dichas tres fases unas conexiones que pueden estar acopladas entre sí en un nodo 24. A su vez, el DSPGS 10 está acoplado a una red de servicio público o convencional indicada mediante la referencia numeral 30.

40 Cada módulo 12 fotovoltaico del DSPGS con la referencia 10 puede incluir uno o más sistemas de protección para el arranque en frío desarrollado de acuerdo con una forma de realización de la invención según se analiza con detalle más adelante.

45 La FIG. 2 ilustra un sistema 36 ejemplar para bloquear una tensión en circuito abierto del módulo fotovoltaico. El sistema 36 incluye un módulo 12 fotovoltaico y un inversor 14 con una resistencia 38 de carga y un primer conmutador 40 acoplado en los bornes de una salida 42 del módulo 14 inversor. Un segundo conmutador 44 está acoplado entre el módulo 14 inversor y el módulo 12 fotovoltaico, un condensador 49 de enlace de cc está acoplado en los bornes del módulo 12 fotovoltaico, y un tercer conmutador 46 está acoplado entre el módulo 14 inversor y la red de distribución eléctrica 30. En una forma de realización, un sensor de tensión está acoplado a unos terminales 50, 52 para medir la tensión 54 en circuito abierto. Un procesador 48 está acoplado a los conmutadores (40, 44, 46) y el inversor 14 y está configurado para controlar los conmutadores (40, 44, 46), sincronizar las tensiones y controlar el módulo 12 inversor. La resistencia 38 de carga está configurada para bloquear la tensión en circuito abierto del módulo fotovoltaico para que se sitúe en un intervalo seguro y aceptable para la tensión de entrada del módulo inversor en respuesta a las señales de control emitidas por el procesador 48.
50

55 En una forma de realización ejemplar, el sistema 36 es controlado por las señales emitidas por el procesador 48 de manera secuencial. El módulo 12 fotovoltaico puede producir alta tensión en los terminales 50, 52 durante un arranque en frío, por ejemplo, cuando la temperatura ambiente esté en o por debajo de -10° C. Como se analizó anteriormente, si el módulo 12 fotovoltaico tuviera que ser acoplado al inversor 14 en condiciones de alta tensión, los componentes alojados en el inversor 14 podrían resultar dañados. Para evitar dicho daño, determinadas formas de realización de la invención están diseñadas para bloquear la tensión (54) en circuito abierto del módulo 12 fotovoltaico en los terminales 50, 52. Por ejemplo, en una forma de realización, antes de que el inversor 14 se active,
60

el procesador 48 emite un comando para cerrar el primer conmutador 40 y acoplar la resistencia 38 de carga en los bornes de los terminales 42 de salida del inversor 14. El esquema de control del módulo 14 inversor en una forma de realización comprende una configuración de control de bucle abierto que incluye una modulación de vector espacial o una modulación sinusoidal de ancho de pulso.

5 El inversor 14 cargado puede entonces ser acoplado al módulo 12 fotovoltaico cerrando el segundo conmutador 44. Acoplando el inversor cargado en los bornes del módulo 12 fotovoltaico, la energía sobrante es transferida a la resistencia 38 de carga y la tensión 54 en circuito abierto en los terminales 50, 52 queda bloqueada en un nivel aceptable como se aprecia mediante la tensión 56 de entrada del inversor 14. Acoplando el inversor cargado en los bornes del módulo fotovoltaico, el algoritmo de seguimiento del punto de energía máxima puede conmutar a un punto de energía cero hacia la tensión en circuito abierto.

10 Mediante su diseño, la tensión máxima en los terminales 54, 56 en el momento del acoplamiento (o inmediatamente después del acoplamiento) el inversor 14 y el módulo 12 fotovoltaico están limitados a unos límites de seguridad que son manejables por el inversor 14. La tensión 58 de salida del inversor 14 cargado es sincronizada con una tensión sobre la red 30 de distribución de energía antes del acoplamiento del inversor 14 y de la red de distribución de energía 30 por medio del tercer conmutador 46. Una vez que el inversor 14 y el módulo 12 fotovoltaico son acoplados a la red, se desarrolla un esquema de control alternativo, por ejemplo una configuración de bucle cerrado para el inversor 14 y, a continuación, el primer conmutador 40 es abierto para desacoplar la resistencia 38 de carga respecto del inversor 14.

15 La FIG. 3 ilustra una forma de realización alternativa de un módulo fotovoltaico acoplado a la red por medio de unos condensadores de sobrealimentación y de un inversor. El sistema 37 incluye al menos dos convertidores 58, 59 de sobrealimentación acoplados entre el módulo 12 fotovoltaico y el inversor 14. El sistema incluye también un condensador 57 de formaciones de cc acoplado en los bornes de la entrada de los convertidores de sobrealimentación. La configuración en circuito del condensador 49 de enlace de cc y del inversor 14 hasta la red 30 son similares al sistema 36 como se describe con respecto a la FIG. 2.

20 Inicialmente, en el caso de un arranque en frío, el módulo 12 fotovoltaico puede producir unas tensiones 54 en circuito abierto altas que pueden dañar el módulo inversor cuando esté acoplado directamente sin protección. En una forma de realización ejemplar, el sistema 37 es controlado por las señales emitidas por el procesador 48 de manera secuencial para impedir que la tensión en circuito abierto alta dañe el inversor. Las condiciones iniciales incluyen la desactivación de los conmutadores 42, 44, 46 y el estado de descarga de los condensadores 49, 57. Antes del acoplamiento del módulo 12 fotovoltaico con el inversor 14, el procesador 48 emite un comando para cerrar el primer conmutador 40 para acoplar la resistencia 38 de carga en los bornes de los terminales 42 de salida del inversor 14. Bajo dicho estado del inversor cargado, un primer procedimiento de control como por ejemplo un procedimiento de control de bucle abierto es desarrollado por el procesador 48 para poner en marcha el inversor 14. No hay flujo de energía en la resistencia 38 de carga dado que la tensión en los bornes del condensador 49 de enlace de cc es cero. En este supuesto, el procesador 48 está programado para cerrar el segundo conmutador 44 para cargar los condensadores 49 y 57. El condensador 49 de enlace de cc es cargado por la corriente que fluye a través del diodo 61 de circulación libre y los inductores 63 de línea. La tensión en los bornes de los condensadores 49 y 57 nunca alcanzarán la tensión en circuito abierto del módulo 12 fotovoltaico en cuanto el inversor 14 está en el estado cargado, bloqueando así la tensión en circuito abierto hasta límites aceptables. A continuación, otro procedimiento de control, por ejemplo un procedimiento de control de tensión es desarrollado para controlar el inversor 14 controlando la tensión en los bornes de la resistencia 38 de carga. La tensión 58 de salida del inversor 14 cargado está sincronizada con una tensión de la red de distribución eléctrica 30 antes del acoplamiento del inversor 14 y de la red 30 por medio del tercer conmutador 46. A continuación, un segundo procedimiento de control, por ejemplo un procedimiento de control de la corriente es desarrollado para controlar el inversor 14 antes de desactivar el primer conmutador 40 para desacoplar la resistencia 38 de carga. El convertidor 59 de sobrealimentación es operado con arreglo al ciclo de servicio unitario (con el convertidor 58 de sobrealimentación desactivado) en el caso de altas tensiones procedentes del módulo 12 fotovoltaico. Sin embargo, en el caso de que los módulos 12 fotovoltaicos produzcan tensiones menores, el convertidor 58 de sobrealimentación puede ser activado para compensar la caída de la tensión de entrada del inversor 14.

25 La FIG. 4 ilustra unos perfiles de corriente y tensión simulados durante una operación ejemplar del sistema 37 de la FIG. 3. El gráfico 62 incluye el tiempo sobre el eje de las abscisas 66 y la magnitud de la tensión & corriente sobre el eje de las ordenadas 64, 68. Los perfiles de la tensión y la corriente están en los condensadores 49 y 57 como se referencia en la FIG. 2 y en la FIG. 3, respectivamente. El perfil 70 ilustra una variación de la magnitud de la corriente respecto del supuesto (82) del segundo conmutador 44 (como se referencia en la FIG. 2 y en la FIG. 3) es activado a un estado constante 80. De forma similar, el perfil 72 ilustra una variante de la magnitud de la tensión desde el momento (82) en que el segundo conmutador 44 (como se referencia en las Fig 2 y Fig 3) es activado hasta un estado 78 estable. La línea 74 límite horizontal indica la tensión en circuito abierto y la línea 76 indica la tensión máxima en los bornes de los condensadores 49 o 57.

30 En un supuesto 82 cuando el segundo conmutador 44 es activado, la corriente (70) en los bornes de los condensadores 49 o 57 comienza a disminuir y la tensión (72) comienza a aumentar. Sin embargo, la elevación

máxima de la tensión en los bornes del condensador 49 o 57 de formaciones de cc se limita a un valor (78) inferior a la tensión 74 en circuito abierto, bloqueando así la tensión de entrada del inversor hasta límites más seguros.

La FIG. 5 ilustra un procedimiento ejemplar de bloqueo de la tensión en circuito abierto en los bornes del módulo fotovoltaico. En una forma de realización, el procedimiento 90 ejemplar puede ser desarrollado en el sistema 36 por medio del procesador 48 de la FIG. 2. El procedimiento 90 incluye la detección de una tensión en circuito abierto del módulo fotovoltaico en la etapa 92. Un bucle de decisión es implementado el cual incluye la verificación de si la tensión en circuito abierto es alta en la etapa 94. Si la tensión no es alta tensión, el bucle es revertido a través de la etapa 96 para detectar la tensión en circuito abierto. Por otra parte, si la tensión en circuito abierto es alta, la etapa de decisión conduce (a través de la etapa 98) a la realización de una serie de etapas 100 - 114 para bloquear la alta tensión de acuerdo con una forma de realización de la invención. Como alternativa, si las condiciones de la temperatura son lo suficientemente frías, las etapas 92 y 94 pueden ser omitidas comenzando el proceso en la etapa 100. Las etapas 110 - 114 de bloqueo incluyen el cierre de un primer conmutador para acoplar una resistencia de carga en los bornes del módulo inversor en la etapa 100. El módulo inversor es iniciado mediante la implementación de un primer procedimiento de control y la carga del módulo inversor por medio de la resistencia de carga en la etapa 102. El segundo conmutador se cierra para acoplar el módulo inversor cargado con el módulo fotovoltaico en la etapa 104. La energía es disipada por medio de la resistencia de carga para bloquear la tensión en circuito abierto del módulo fotovoltaico en la etapa 106. Una tensión de salida del módulo inversor es sincronizada con una tensión de la red en la etapa 108. Un tercer conmutador se cierra para acoplar el módulo inversor con la red en la etapa 110. Un segundo procedimiento de control es implementado en el inversor en la etapa 112. La resistencia de carga es entonces desacoplada en los bornes del módulo inversor en la etapa 114.

De modo ventajoso, las formas de realización divulgadas en la presente memoria permiten la generación de energía y la sincronización con la red y la evitación del cierre a bajas temperaturas y hacen posible un retardo mínimo incluso en días fríos. Las formas de realización, además, llevan a la práctica una solución rentable y pueden ser fácilmente reconvertibles a los sistemas actualmente operativos. Las formas de realización divulgadas en la presente memoria son simples adiciones en el lado de la ca y pueden ser incluidas junto con una actualización del software en los sistemas actualmente operativos.

Aunque se han ilustrado y descrito en la presente memoria solo determinadas características de la invención, los expertos en la materia advertirán la posibilidad de efectuar muchas modificaciones y cambios. Por tanto, se debe entender que las reivindicaciones adjuntas están destinadas a amparar todas estas comunicaciones y cambios en cuanto se incluyan en el auténtico espíritu de la invención.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un procedimiento (60) para bloquear una tensión en circuito abierto de un módulo (12) fotovoltaico, comprendiendo el procedimiento:
- (a) el acoplamiento de una resistencia (38) de carga en los bornes de un módulo (14) inversor;
 - 5 (b) la iniciación del módulo (14) inversor y la carga del módulo inversor a través de la resistencia de carga (38);
 - (c) el acoplamiento del módulo (14) inversor cargado al módulo (12) fotovoltaico;
 - (d) la disipación de energía a través de la resistencia (38) de carga para bloquear la tensión en circuito abierto del módulo (12) fotovoltaico;
 - 10 (e) la sincronización de una tensión de salida del módulo (14) inversor con una tensión de una red de distribución eléctrica (30) y, a continuación, el acoplamiento del módulo (14) inversor a la red de distribución eléctrica (30); y
 - (f) el desacoplamiento de la resistencia (38) de carga en los bornes del módulo (14) inversor.
- 2.- El procedimiento (60) de la reivindicación 1, en el que la iniciación del módulo (14) inversor comprende el control de los estados de activación y desactivación de los conmutadores (40, 44, 46) del módulo inversor.
- 3.- El procedimiento (60) de la reivindicación 2, en el que el control de los estados de activación y desactivación de los conmutadores (40, 44, 46) comprende la utilización de al menos una modulación de vector espacial o una modulación de ancho de pulso.
- 4.- El procedimiento (60) de cualquier reivindicación precedente, en el que el bloqueo de la tensión en circuito abierto comprende la limitación de la tensión en circuito abierto del módulo (12) fotovoltaico para situarlo en un intervalo seguro y aceptable de la tensión de entrada del módulo (14) inversor.
- 5.- El procedimiento (60) de cualquier reivindicación precedente, que comprende además la implementación de un control de inversor de bucle cerrado después del acoplamiento del módulo (14) inversor a la red (30) y antes del desacoplamiento de la resistencia (38) de carga.
- 6.- El procedimiento (60) de cualquier reivindicación precedente, que comprende además la detección de una tensión en los bornes del módulo (12) fotovoltaico para detectar la tensión en circuito abierto.
- 7.- Un sistema (10) para bloquear una tensión en circuito abierto en los bornes de un módulo (12) fotovoltaico, comprendiendo el sistema:
- 30 una resistencia (38) de carga y un primer conmutador (40) en los bornes de una salida de un módulo (14) inversor;
 - un segundo conmutador (44) entre el módulo (14) inversor y el módulo (12) fotovoltaico;
 - un tercer conmutador (46) entre el módulo (14) inversor y una red (30); y
 - un procesador (48) para controlar los primero, segundo y tercero conmutadores (40, 44, 46) y los conmutadores de inversor del módulo (14) inversor,
 - 35 en el que la resistencia (38) de carga está configurada para bloquear la tensión en circuito abierto del módulo (12) fotovoltaico en respuesta a las señales de control emitidas por el procesador.
- 8.- El sistema (10) de la reivindicación 7, en el que el primer conmutador (40) está configurado para acoplar la resistencia (38) de carga o desacoplar la resistencia (38) de carga en los bornes del módulo (14) inversor.
- 9.- El sistema (10) de la reivindicación 7 o de la reivindicación 8, en el que el segundo conmutador (44), tras su activación está configurado para estabilizar la tensión en los bornes del módulo (14) inversor y el módulo (12) fotovoltaico.
- 10.- El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que el procesador (48) está configurado para enviar una señal de control para activar el tercer conmutador (46) después de que una tensión de salida del módulo inversor esté sincronizada con una tensión de la red.
- 45 11.- El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que el procesador (48) está también configurado para detectar y comparar la tensión en circuito abierto, la tensión de salida del módulo (14) inversor y la tensión de la red.

- 12.- El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, en el que el procesador (48) está configurado para enviar unas señales de control para operar los conmutadores (40, 44, 46) de manera que la resistencia (38) de carga cargue el módulo (14) inversor antes de que el módulo inversor quede acoplado al módulo (12) fotovoltaico.
- 5 13.- El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, en el que el módulo (14) inversor cargado está configurado para bloquear la tensión en circuito abierto del módulo (12) fotovoltaico.
- 14.- El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, que comprende además un sensor de tensión acoplado al módulo (12) fotovoltaico para obtener una señal de tensión para su uso en la detección de la tensión en circuito abierto.
- 10 15.- El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 14, que comprende además al menos un convertidor de sobrealimentación acoplado entre el módulo (14) inversor y el módulo (12) fotovoltaico.

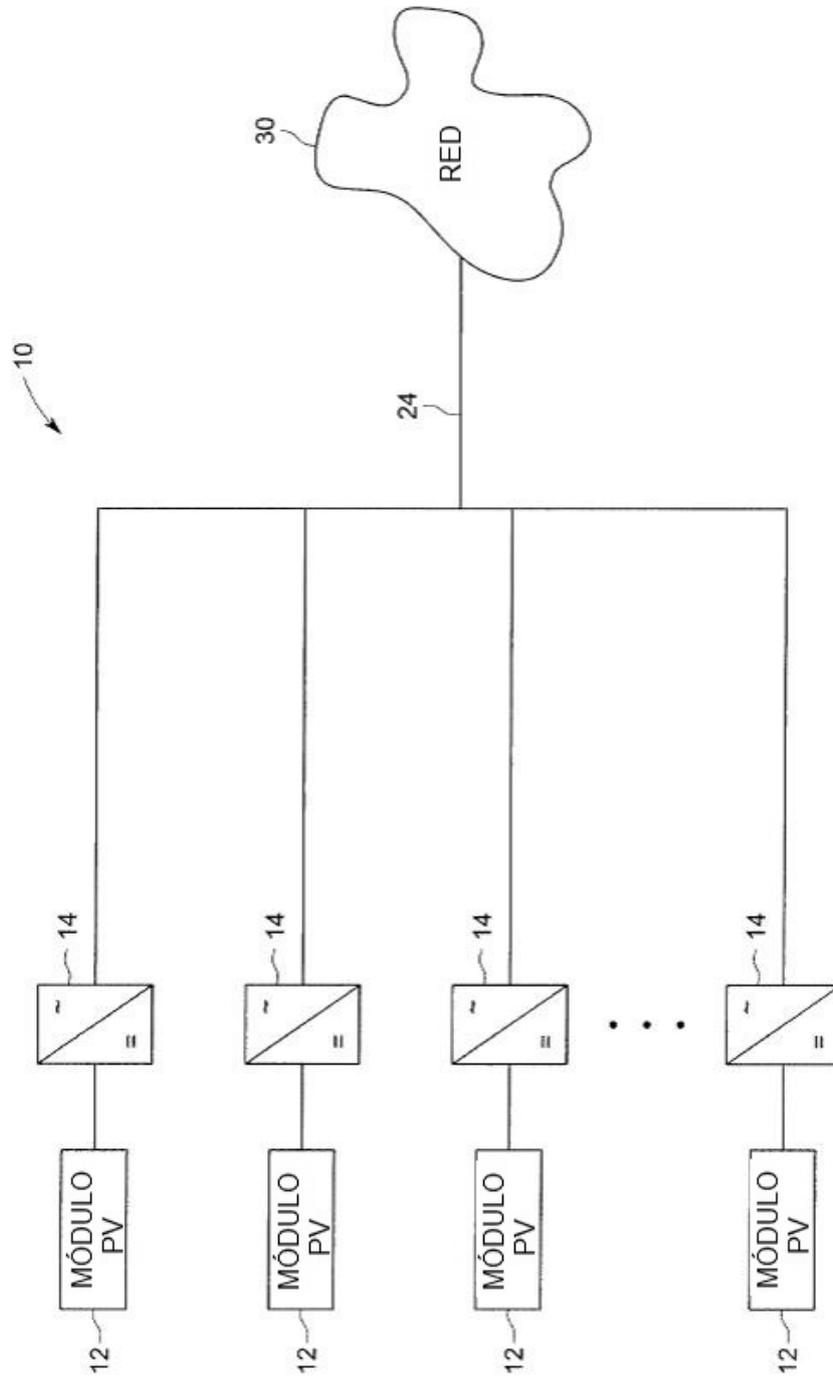


FIG. 1

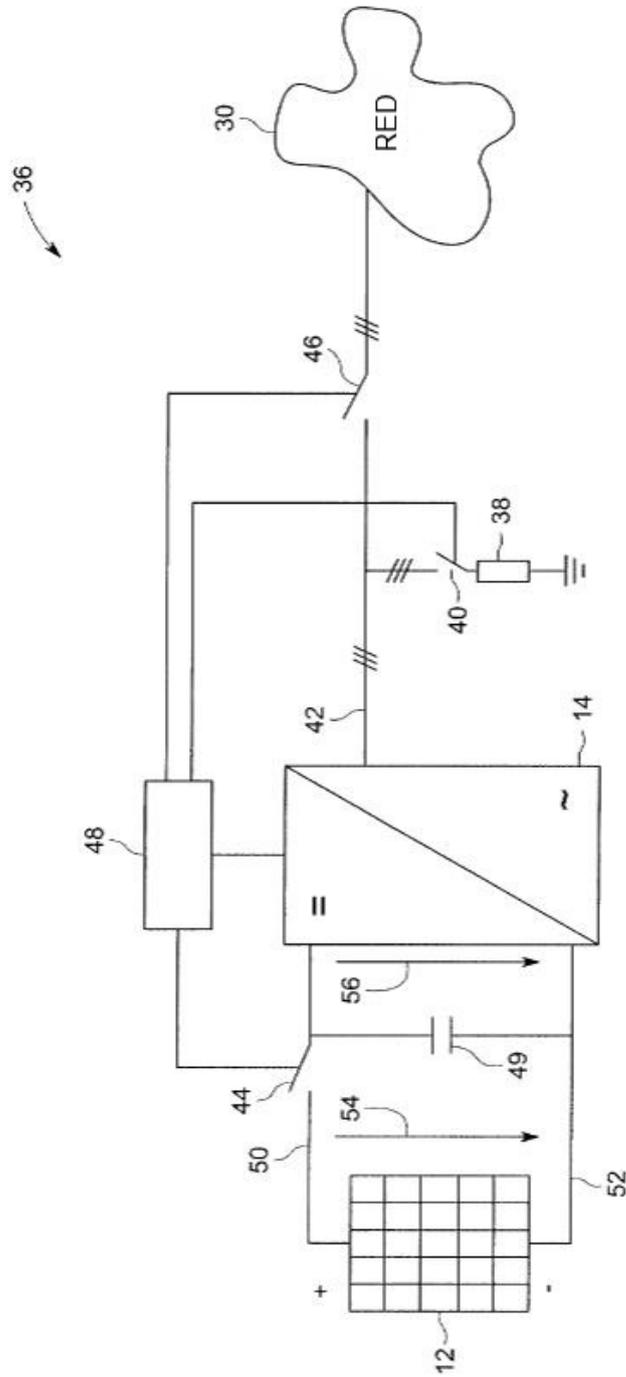


FIG. 2

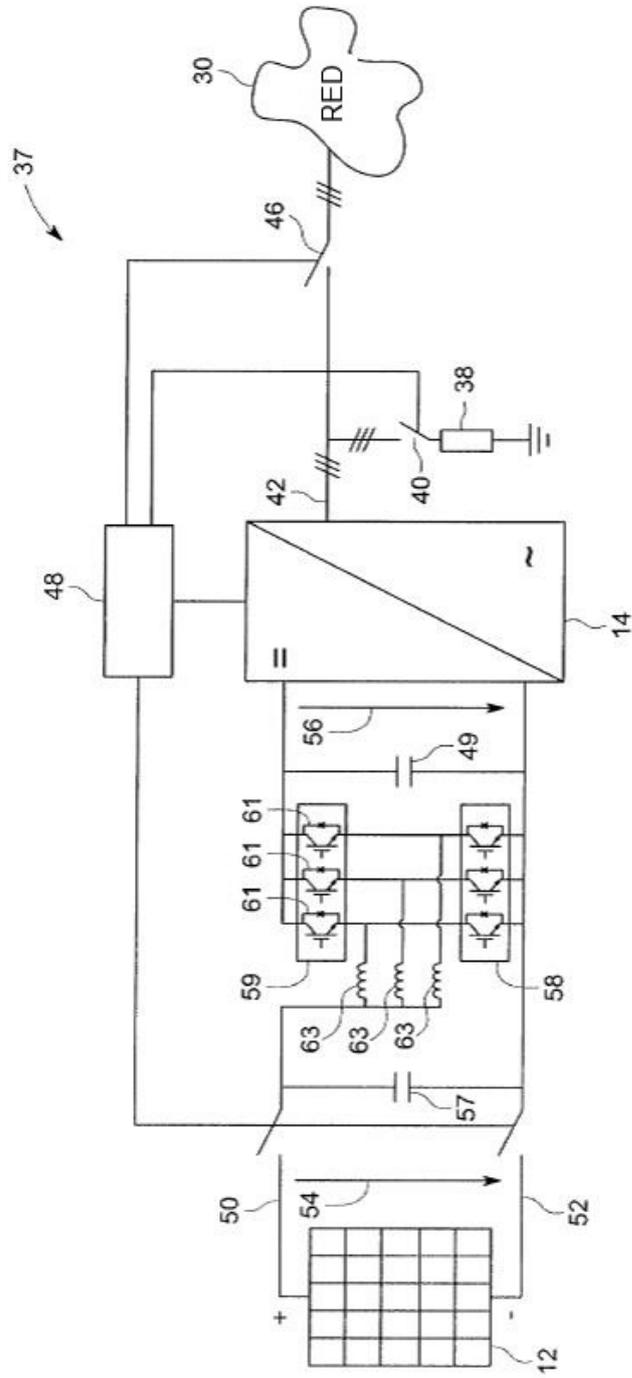


FIG. 3

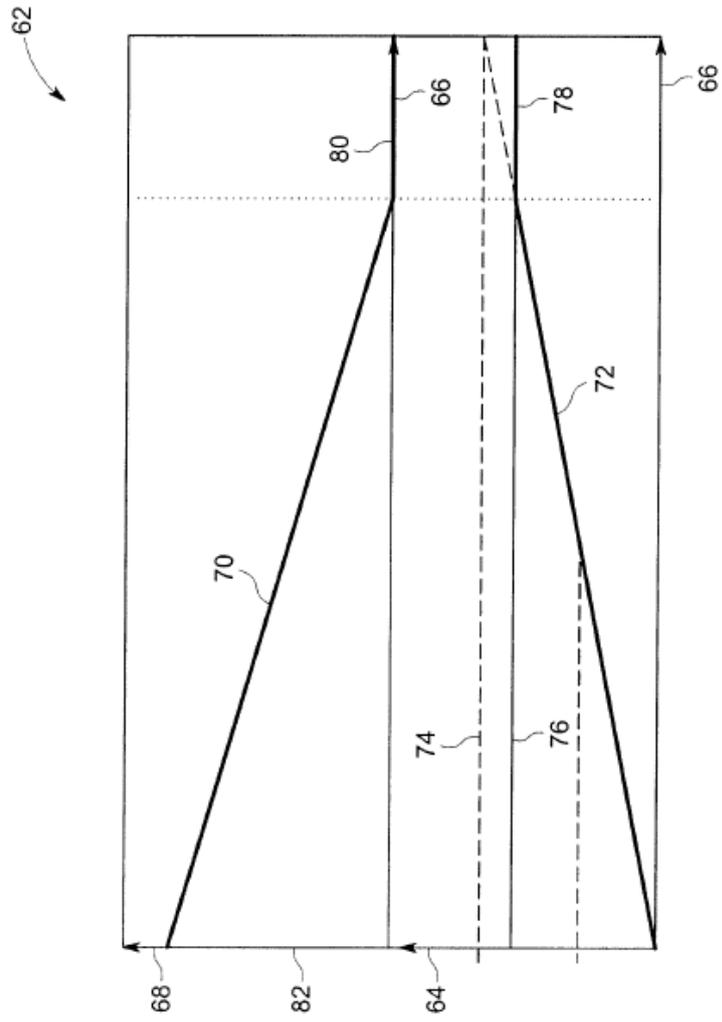


FIG. 4

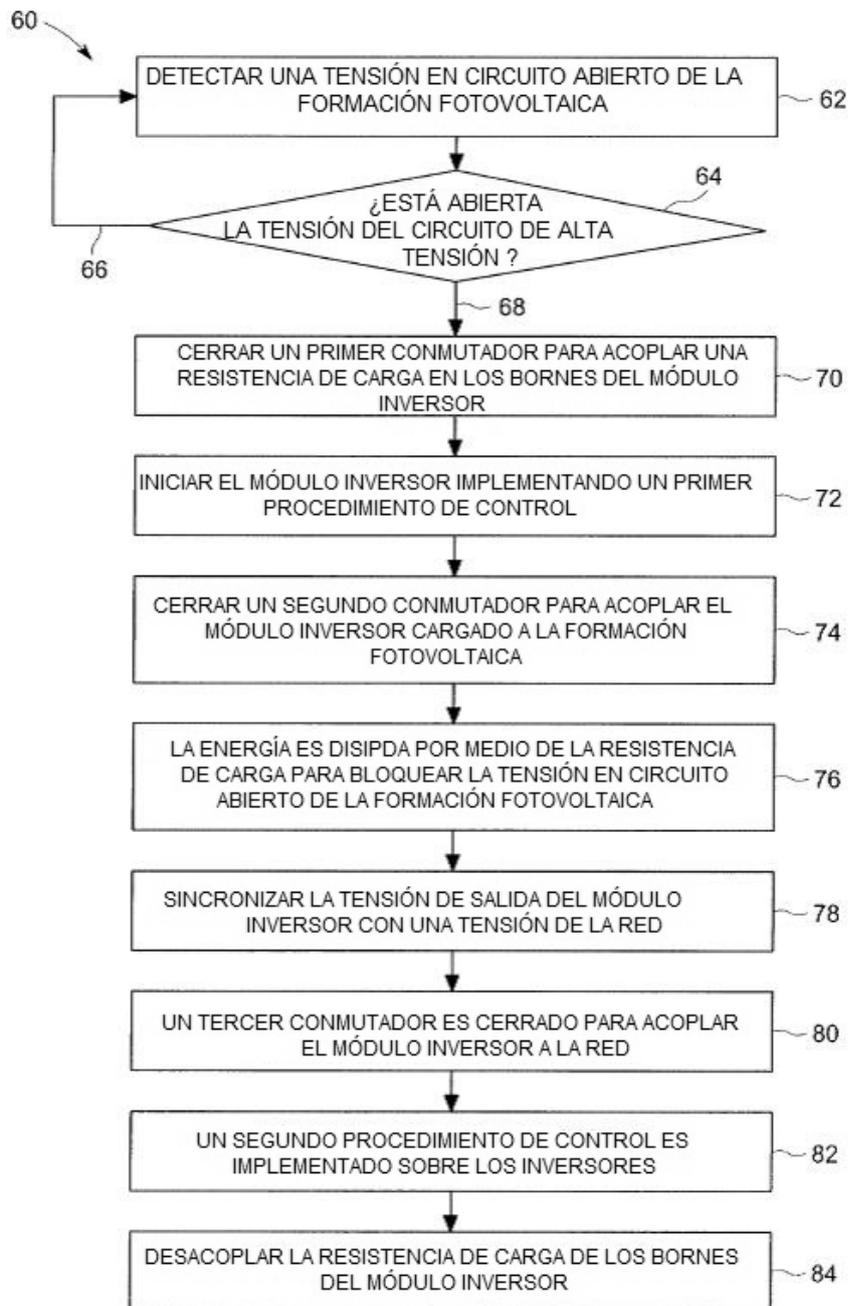


FIG. 5