

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 210**

51 Int. Cl.:

H01L 31/042 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.08.2011 PCT/AU2011/000985**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.02.2012 WO12016285**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.08.2011 E 11813949 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019 EP 2601682**

54 Título: **Sistema de conversión de energía solar**

30 Prioridad:

17.06.2011 AU 2011902366
24.09.2010 AU 2010904317
10.08.2010 AU 2010903566
04.08.2010 AU 2010903477

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.05.2020

73 Titular/es:

DAVIES, KEVIN STEPHEN (100.0%)
18 Tecoma Street
Duncraig, Western Australia 6023, AU

72 Inventor/es:

DAVIES, KEVIN STEPHEN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 763 210 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 conversión de energía solar

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un sistema y método para convertir la energía generada por los paneles solares en una forma adecuada para su uso en la industria energética.

10 Antecedentes de la invención

La generación de energía solar comprende actualmente cablear una serie de paneles solares entre sí para suministrar energía de CC a un inversor. Los paneles solares se conectan, en general, en serie de tal manera que la tensión de CC generada es mayor que la tensión de CA necesaria y un inversor convierte esta tensión de CC en energía de CA a la tensión de red necesaria.

15 En los inversores tradicionales, la eficacia de conversión está, en general, en el intervalo del 92 % al 96 % y este valor varía con el nivel de la luz solar y la tensión proporcionada por las células solares. Los inversores sin transformador pueden alcanzar eficiencias de hasta el 98 % con una tensión y alimentación de suministro óptimas. Normalmente, la eficacia cae del 2 al 5 % cuando se opera lejos de este punto óptimo.

20 Las células solares tienen una tensión de funcionamiento óptima. Esta es la tensión en el punto de máxima potencia (MPP). El MPP varía de acuerdo con la luz solar sobre el panel, la temperatura y la edad del panel. Los inversores modernos están provistos de un medio para controlar su potencia de salida, operando de este modo sus células solares en el MPP y un medio para rastrear y ajustar este nivel de potencia. También se han usado sensores de temperatura para medir la temperatura del panel y controlar la tensión de panel en consecuencia.

25 Una red convencional conectada al sistema de conversión de energía fotovoltaica se describe en Samir Kouro Et Al: "Control of a cascaded H-bridge multilevel converter for grid connection of photovoltaic systems" IECON 2009 - 35ª Conferencia anual de IEEE electrónica industrial (IECON 2009) - 3-5 de noviembre de 2009 - Oporto, Portugal, IEEE, Piscataway, NJ <USA, 3 de noviembre de 2009 (03-11-2009), páginas 3976-3982, XP031629960, ISBN: 978-1-4244-4648-3 * página 3978, columna 1; figuras 3, 6, 7*.

30 La presente invención se refiere a un sistema para convertir la energía de CC generada a partir de paneles solares a energía de CA. El sistema está destinado a proporcionar una mayor eficacia y una serie de otras ventajas, incluyendo el control de la tensión de panel de tal manera que permita que cada panel opere cerca de su punto de máxima potencia y un medio para desactivar el sistema de manera segura para el mantenimiento.

40 Sumario de la invención

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de conversión de energía tal como se define en la reivindicación 1 más adelante en el presente documento.

45 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para convertir energía como se define en la reivindicación 10 más adelante en el presente documento.

Breve descripción de los dibujos

50 A continuación, se describirá la invención, a modo de ejemplo, haciendo referencia a los siguientes dibujos en los que:

La figura 1 es un diagrama de circuito de un sistema de conversión de energía de acuerdo con la presente invención;

La figura 2 es una gráfica que muestra la salida gradual del sistema de la figura 1;

55 La figura 3 es un diagrama de circuito de una realización alternativa de la circuitería proporcionada dentro de un módulo de panel; y

La figura 4 es un diagrama de circuito de otra realización alternativa del módulo de panel.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

60 Haciendo referencia a las figuras 1 a 2, se muestra una primera realización de un sistema de conversión de energía 10 de acuerdo con la presente invención. El sistema de conversión de energía 10 se proporciona para convertir energía de CC de una pluralidad de paneles solares 12 en energía de CA del tipo adecuado para alimentar a una red eléctrica.

65 El sistema de conversión de energía 10 incluye una pluralidad de módulos de panel 14 estando cada uno asociado

con al menos uno de los paneles solares 12. Cada uno de los módulos de panel 14 está provisto de una entrada 16 y una salida 17. La tensión de CC generada por los paneles solares 12 debe proporcionarse a través de la entrada 16 y la salida 17 y los módulos de panel 14 deben conectarse en serie de tal manera que la salida 17 de cada módulo de panel 14 esté conectada a la entrada 16 de un módulo de panel posterior 14. Por lo tanto, el sistema de conversión de energía 10 incluye una entrada de sistema y una salida de sistema que proporciona la tensión en serie a través de cada uno de los módulos de panel 14. Es decir, la suma de las tensiones proporcionadas a través de las entradas 16 y las salidas 17 de todos los módulos de panel 14.

Cada uno de los módulos de panel 14 está provisto de una circuitería de control de tensión para variar la tensión suministrada a través de la entrada 16 y la salida 17 del módulo de panel 14. La tensión de módulo proporcionada a través de la entrada y la salida puede variarse entre una tensión de módulo máxima y una tensión de módulo mínima por la circuitería de control de tensión. En la realización mostrada, la circuitería de control de tensión incluye una pluralidad de dispositivos de conmutación. En la realización mostrada, los dispositivos de conmutación comprenden cada uno un MOSFET. Los dispositivos de conmutación están conectados de tal manera que el panel solar 12 puede conmutarse para proporcionar una tensión entre la entrada y la salida en una primera polaridad, proporcionar una tensión entre la entrada y la salida en una segunda polaridad o derivarse. Por lo tanto, en esta realización, la tensión de módulo máxima es la tensión de panel y la tensión de módulo mínima es la tensión de panel de polaridad inversa.

Cada uno de los módulos de panel 14 también está provisto de un dispositivo de almacenamiento 18 conectado a los terminales del panel solar 12. Los dispositivos de almacenamiento 18 en la realización mostrada comprenden unos condensadores electrolíticos, sin embargo, pueden usarse otros dispositivos tales como condensadores de polímero o baterías recargables. Los dispositivos de almacenamiento 18 almacenan la carga del panel solar 12 de tal manera que cuando se deriva el módulo de panel 14, la energía generada por el panel solar 12 continúa almacenándose en el dispositivo de almacenamiento 18 para su uso.

Los módulos de panel 14 se proporcionan en un número de configuraciones. Se proporciona un primer módulo de panel 20 de tal manera que el primer módulo de panel 20 proporciona energía desde el panel solar conectado 12 y el dispositivo de almacenamiento 18 en la primera o segunda polaridad a través de la entrada y salida 16 y 17 o deriva el panel 12 y el módulo de almacenamiento 18 de tal manera que la entrada 16 se conecta directamente a la salida 17. La tensión de módulo máxima en este caso está alrededor de la tensión de panel y la tensión de módulo mínima está alrededor de la negativa de la tensión de panel.

El primer módulo de panel 20 comprende una primera línea 22 y una segunda línea 26 conectadas en paralelo entre la entrada 16 y la salida 17. La primera línea 22 está provista de unos dispositivos de conmutación primero y segundo 24 y 25 y la segunda línea 26 está provista de unos dispositivos de conmutación tercero y cuarto 27 y 28. El panel solar 12 y el dispositivo de almacenamiento 18 se conectan a través de las líneas primera y segunda 22 y 26 entre los dispositivos de conmutación primero y segundo 24 y 25 y los dispositivos de conmutación tercero y cuarto 27 y 28.

El sistema de conversión de energía 10 está provisto de una unidad de control (no mostrada en la figura 1) para controlar la operación de los dispositivos de conmutación. La unidad de control está conectada a una línea de control 30 que comunica información a cada uno de los módulos de panel 14 que están conectados en serie y hace que los dispositivos de conmutación se activen o se desactiven individualmente. Cada uno de los módulos de panel está provisto de un controlador local 31 que recibe la información de la unidad de control. Los controladores locales de esta realización proporcionan funciones de supervisión, controlan localmente los dispositivos de conmutación y devuelven la información sobre el estado del módulo de panel 14 a la unidad de control principal. Si bien la realización mostrada usa una conexión de cable para pasar información de control entre la unidad de control y cada uno de los módulos de panel 14, pueden emplearse otros métodos. Por ejemplo, pueden usarse métodos de comunicación inalámbrica para transmitir información hacia y/o desde la unidad de control.

En el primer módulo de panel 20, puede observarse que activando los dispositivos de conmutación primero y cuarto 24 y 28, y desactivando los dispositivos de conmutación segundo y tercero 25 y 27, el dispositivo de almacenamiento 18 se conecta a través de la entrada 16 y la salida 17 en una primera polaridad. Desactivando los dispositivos de conmutación primero y cuarto 24 y 28, y activando los dispositivos de conmutación segundo y tercero 25 y 27, el dispositivo de almacenamiento 18 se conecta a través de la entrada 16 y la salida 17 en una segunda polaridad opuesta. Desactivando los dispositivos de conmutación primero y el segundo 24 y 25 y activando los dispositivos de conmutación tercero y cuarto 27 y 28, se realiza una conexión directa entre la entrada 16 y la salida 17 y se derivan el dispositivo de almacenamiento 18 y el panel solar 12. En el estado de derivación, la energía generada por el panel solar 12 se almacena en el dispositivo de almacenamiento 18.

La unidad de control principal conmuta cada uno de los módulos de panel 14 de tal manera que la tensión de salida resultante del sistema 10, que es la suma de las tensiones a través de los módulos de panel 14, comprende una señal de CA. La unidad de control está en comunicación con el suministro de red para recibir información con respecto a la fase de la señal de red y controla los módulos de panel de tal manera que la señal de CA creada esté en fase con el suministro de red.

Es decir, en general, a medida que la tensión de señal de red aumenta en la parte positiva de su ciclo, la unidad de control conmuta secuencialmente los módulos de panel 14 desde la configuración de derivación a la configuración en la que el dispositivo de almacenamiento 18 está conectado en la primera polaridad (positiva) para elevar la tensión de salida de sistema para seguir la señal de red. A medida que la tensión de red cae en la parte positiva del ciclo, la unidad de control comienza a conmutar los módulos de panel 14 al modo de derivación para reducir la tensión total y seguir la señal de red. Lo mismo ocurre durante la parte negativa del ciclo de red con los módulos de panel 14 que se conmutan de tal manera que la tensión se suministra en la segunda polaridad (negativa) para seguir la señal de red. Como puede verse en la figura 2, la señal de CA resultante creada comprende una aproximación gradual de una onda sinusoidal.

Los módulos de panel 14 pueden disponerse para proporcionar niveles de tensión sumados a la salida del sistema que son o bien múltiplos o fracciones de la tensión generada por los paneles solares 12 con el fin de permitir la aproximación más cercana de la señal de red. En la realización mostrada, se proporcionan los módulos de panel segundo y tercero 32 y 33 que proporcionan una función de duplicación de tensión. La disposición de los dispositivos de conmutación en los módulos de panel segundo y tercero 32 y 33 es la misma que en el primer módulo de panel 20. Sin embargo, los módulos de panel segundo y tercero 32 y 33 están provistos de unos dispositivos de almacenamiento primero y segundo 18a y 18b conectados en serie a través de las líneas primera y segunda 22 y 26. También se proporcionan los dispositivos de conmutación secundarios primero, segundo, tercero y cuarto 34, 35, 36 y 37.

El primer dispositivo de conmutación secundario 34 está conectado entre un primer terminal del panel solar 12 y un primer lado del primer dispositivo de almacenamiento 18a. El segundo dispositivo de conmutación secundario 35 está conectado entre el primer terminal del panel solar 12 y el segundo lado del primer dispositivo de almacenamiento 18a (que es el primer lado del segundo dispositivo de almacenamiento 18b). El tercer dispositivo de conmutación secundario 36 está conectado desde un segundo terminal del panel solar 12 al segundo lado del primer dispositivo de almacenamiento 18a. El cuarto dispositivo de conmutación secundario 37 está conectado entre un segundo terminal del panel solar 12 y el segundo lado del segundo dispositivo de almacenamiento 18b.

Activando los dispositivos de conmutación secundarios primero y tercero 34 y 36 y desactivando los dispositivos de conmutación secundarios segundo y cuarto 35 y 37, el panel solar 12 puede conectarse a través del primer dispositivo de almacenamiento 18a. Desactivando los dispositivos de conmutación secundarios primero y tercero 34 y 36 y activando los dispositivos de conmutación secundarios segundo y cuarto 35 y 37, el panel solar 12 puede conectarse a través del segundo dispositivo de almacenamiento 18b. Al cargar alternativamente los dispositivos de almacenamiento primero y segundo 18a y 18b, la tensión total a través de los dispositivos de almacenamiento 18a y 18b puede elevarse hasta aproximadamente el doble de la tensión del panel solar 12. Por lo tanto, los módulos de panel segundo y tercero 32 y 33 pueden conmutarse cuando se requieren etapas más grandes en la tensión total para aproximar la tensión de red sinusoidal. Como alternativa, el primer módulo de panel 20 puede conmutarse en la polaridad opuesta al mismo tiempo que el módulo duplicador de tensión 32 o 33 se conmuta en el circuito si se requiere una etapa más pequeña. Cuando los paneles se conmutan en la polaridad opuesta, se carga el dispositivo de almacenamiento 18 del módulo de panel de conmutación inversa. Los módulos de panel segundo y tercero 32 y 33, por lo tanto, actúan como duplicadores de tensión, lo que tiene la ventaja adicional de reducir el número de paneles requeridos.

El sistema de conversión de energía 10 está provisto también de otros módulos proporcionados para conmutar la tensión para aproximar con mayor precisión la señal de onda sinusoidal. Como es deseable mejorar la EMC no activando y desactivando los paneles solares demasiado rápido, estos módulos adicionales realizan la conmutación de frecuencia más alta por separado de los paneles solares. Es deseable no inyectar altas frecuencias en la energía de red y este proceso garantiza que la capacitancia entre un panel solar y un techo de metal conectado a tierra no provoque que estas señales no deseadas se conduzcan de vuelta por las líneas de energía de red.

En la realización mostrada, hay cuatro de tales módulos adicionales 40. Cada uno de los módulos adicionales 40 es de una configuración similar al primer módulo de panel 20 en que se incluyen los dispositivos de conmutación primero, segundo, tercero y cuarto y un dispositivo de almacenamiento 19 conectados de la misma manera. La unidad de control principal controla el estado de la carga y, por lo tanto, la tensión de los dispositivos de almacenamiento 19 de los módulos adicionales 40 eligiendo la polaridad a la que se conmutan en el circuito. Se descargan cuando se conmutan en el circuito de la misma manera que los módulos de panel y se cargan cuando se conmutan a la polaridad opuesta. Se cargan para proporcionar diferentes tensiones en cada módulo adicional 40. En la realización mostrada, el primer módulo adicional 42 está configurado de tal manera que el dispositivo de almacenamiento 19 proporciona una tensión de aproximadamente la de un panel solar 12. Por lo tanto, el primer módulo adicional 42 puede conmutarse en la polaridad opuesta a uno de los módulos de panel segundo o tercero 32 o 33 si solo se requiere un único nivel de aumento de tensión. Por lo tanto, el primer módulo adicional 42 actúa como un corrector para los módulos de panel duplicadores de tensión 32 y 33 y esto da como resultado que se cargue el dispositivo de almacenamiento 19 del primer módulo adicional 42. Si la carga en el dispositivo de almacenamiento 19 del primer módulo adicional 42 es suficientemente alta, el primer módulo adicional 42 puede simplemente activarse para proporcionar el nivel único de aumento de tensión.

Los módulos adicionales segundo, tercero y cuarto 43, 44 y 45 tienen cada uno de la misma configuración y los dispositivos de almacenamiento 19 se cargan para reducir los niveles de tensión por el mismo proceso descrito anteriormente. En la realización mostrada, el dispositivo de almacenamiento 19 del segundo módulo adicional 43 se carga a aproximadamente la mitad de la tensión de panel. El dispositivo de almacenamiento 19 del tercer módulo adicional 44 se carga a una tensión de aproximadamente la mitad del segundo módulo adicional 43 y el dispositivo de almacenamiento 19 del cuarto módulo adicional 45 se carga a una tensión de aproximadamente la mitad del tercer módulo adicional 44. Por lo tanto, los módulos adicionales segundo, tercero y cuarto 43, 44 y 45 pueden conmutarse para proporcionar etapas más pequeñas en tensión y actuar como suavizadores de tensión.

También se proporciona el sistema 10 con un inductor de potencia principal 48 conectado en serie con los módulos de panel 14 para suavizar la tensión conmutada. Se proporciona un relé principal 50 para conmutar la potencia del sistema 10 a la línea de red principal.

Los condensadores de alta tensión se proporcionan en serie con las líneas de control para garantizar la seguridad y parar la corrosión en estas líneas de conducción anódica o catódica. La información transmitida a lo largo de las líneas de control 30 podría retrasarse a medida que se transfiere a través de cada módulo de panel 14, pero si es así, el retraso será conocido o puede determinarse para que cada módulo sepa en qué momento conmutar. Esto es importante en situaciones donde, por ejemplo, un panel se activa y otro se desactiva. Como se conoce el retraso, ambos conmutan sincrónicamente, reduciendo de este modo la ondulación y mejorando la EMC de los picos del sistema.

La información podría transmitirse en ambas direcciones, hacia y desde la unidad de control, e incluir información de control, tal como cuándo los módulos deberían conmutar y de qué manera deben conmutar. La información también podría ser detallada e incluir información tal como el punto de máxima potencia de un módulo o la tensión de operación. La tensión escalonada también podría medirse en los terminales marcados A y B en los dibujos. La comunicación se retrasa momentáneamente durante la conmutación y de esta manera las comunicaciones confiables continúan a través del evento de conmutación.

El sistema actual funciona a tensiones más bajas que los inversores tradicionales. En general, estos inversores operan con la tensión en serie de todos los paneles solares, que en general es superior a 400 voltios. En el sistema actual, los MOSFET operan a alrededor de 50 voltios y, por lo tanto, pueden tener una resistencia mucho más baja que los MOSFET de alta tensión y no tienen la energía desperdiciada de los IGBT. Se espera que esto mejore la eficacia general del sistema actual en relación con los sistemas conocidos. Además, la tensión más baja dará como resultado una confiabilidad mejorada. Cuando el relé 50 se desactiva y se ordena a cada módulo de panel que lo derive, el sistema se apaga eléctricamente y es seguro realizar los trabajos de mantenimiento.

El inductor principal 48 suaviza alrededor de los 12 V en lugar de los 400 V resultando en considerablemente menos pérdidas por ciclo. Esto también significa que el inductor puede ser mucho más pequeño.

El sistema actual también permite el control sobre la operación de los paneles solares para garantizar que los paneles están operando cerca de su punto de máxima potencia. El sistema está provisto de un medio para medir la tensión a través de los dispositivos de almacenamiento de energía 18 a medida que se carga el dispositivo de almacenamiento de energía. Al usar esta tensión medida y la tasa de cambio de tensión, puede determinarse si el panel está operando por encima o por debajo del punto de máxima potencia.

Aunque los paneles solares 12 se conmutan de entrada y salida, la unidad de control principal controlará el tiempo total de activación para garantizar que los paneles solares 12 operan en su punto de máxima potencia. Este control puede ejercerse para cada panel de manera independiente, de tal manera que los paneles puedan operar cerca del punto de máxima potencia, independientemente de factores como la edad del panel y la cantidad de luz que reciben.

En una realización adicional, cada uno de los módulos de panel 14 está provisto de un regulador de conmutación. El regulador de conmutación se proporciona conectado al dispositivo de almacenamiento 18. El regulador de conmutación controla la tensión proporcionada por el dispositivo de almacenamiento 18 a través de la entrada 16 y la salida 17. En particular, el dispositivo de conmutación controla la tasa de cambio de tensión a través de la entrada 16 y salida 17. El regulador de conmutación permite que la tensión aplicada por el dispositivo de almacenamiento 18 se aumente o disminuya para aproximarse más estrechamente a la señal de red sinusoidal, en lugar de la aproximación gradual de la realización mostrada en la figura 1. El regulador de conmutación se controla por la unidad de control, que detecta la señal de tensión de red, de tal manera que la tensión aplicada por el dispositivo de almacenamiento 18 puede regularse adecuadamente.

Cuando la tensión de salida necesaria del módulo de panel está cerca de los niveles máximo o mínimo, el regulador de conmutación puede derivarse. Esta derivación del regulador de conmutación cuando no se requiere eliminará las pérdidas en el interior del regulador de conmutación durante el período que no se requiere.

La figura 3 muestra un diagrama de circuito de la circuitería de un módulo de panel 14 de este tipo. Los paneles

ES 2 763 210 T3

solares 12 y los dispositivos de almacenamiento 18 no se muestran en este diagrama para mayor claridad. La tensión de los dispositivos de almacenamiento 18 se proporciona al circuito en V+ desde los dispositivos de almacenamiento 18 como anteriormente.

5 La función de regulador de conmutación se proporciona por un primer par de dispositivos de conmutación de regulador Q7 y Q12 y un segundo par de dispositivos de conmutación de regulador Q6 y Q10. Los dispositivos de conmutación primero, segundo, tercero y cuarto Q8, Q5, Q13 y Q9 se usan para controlar la tensión aplicada a través de la entrada y salida de una manera similar a la primera realización. Todos los dispositivos de conmutación están controlados por la unidad de control 29.

10 Cuando se requiere aumentar la tensión durante la parte positiva del ciclo de CA, Q7 se activa en primer lugar durante un periodo necesario para cargar el inductor L1 para tener una corriente similar a la que fluye desde el terminal E/S1 al E/S2 y a continuación Q13 se desactiva. El primer par de dispositivos de conmutación de regulador Q7 y Q12 se usan a continuación para crear una señal modulada por ancho de pulso aplicada a un filtro que
15 comprende el inductor L3 y el condensador C3. Q7 y Q12 se activan alternativamente y aumenta el porcentaje de tiempo que Q7 está activo en relación con Q12. La tensión en Vpwm en el lado de la salida 17 aumenta suavemente y en proporción al PWM en virtud del inductor L3 y el condensador C3. La velocidad de rotación es preferentemente controlable por la unidad de control. Durante este tiempo, los dispositivos de conmutación Q9 y Q10 se activan para derivar el lado de entrada del circuito. Una vez que se alcanza la tensión completa, el dispositivo de conmutación Q8
20 se activa para proporcionar la tensión completa a través de la entrada 16 y la salida 17.

25 Cuando se requiere disminuir la tensión, Q8 se desactiva de manera controlada para permitir la corriente a través del inductor L1 para de nuevo coincidir con la corriente que fluye desde el terminal E/S1 al E/S2 y a continuación se produce el proceso de rampa inversa. Es decir, el tiempo que Q7 está activo en relación con Q12 se disminuye a cero para reducir la tensión. El dispositivo de conmutación Q13 se activa para derivar el lado de salida del circuito.

30 Durante la parte negativa del ciclo, se realiza el mismo proceso que anteriormente, pero con el segundo par de dispositivos de conmutación de regulador Q6 y Q10 que se activan para controlar la tensión creada en Vpwm en el lado de la entrada 16 mientras que el dispositivo de conmutación Q9 se desactiva.

35 Dos o más módulos de panel pueden proporcionar rampas PWM al mismo tiempo con la unidad de control usando una superposición de PWM para proporcionar una transición suave de la rampa desde un módulo de panel a otro. En este caso, el sistema puede operar sin los dispositivos de conmutación primero, segundo, tercero y cuarto Q8, Q5, Q13 y Q9.

40 La figura 4 muestra una realización alternativa adicional de la disposición del módulo de panel de 14. El circuito de la figura 4 es similar al de la figura 3 sin embargo solo se proporciona un lado para crear solo una forma de onda unidireccional. Por lo tanto, los módulos de panel conectados en serie crean una versión rectificadora de una señal de CA. A continuación, se proporcionan los dispositivos de conmutación Q100, Q101, Q102 y Q103 en la unidad de control para convertir a la forma de onda completa activando Q100 y Q103 durante medio ciclo y activando Q101 y Q102 durante el medio ciclo alternativo.

45 En una realización adicional, un dispositivo de almacenamiento adicional que recibe energía del panel solar 12 y un regulador de conmutación adicional entre este dispositivo de almacenamiento adicional y el dispositivo de almacenamiento 18 puede proporcionarse a través de los terminales del panel solar para el seguimiento del punto de máxima potencia y para aumentar la tensión del panel solar 12 de forma alternativa a los módulos duplicadores de tensión 32 y 33. El dispositivo de almacenamiento adicional tendrá mucha menos capacidad que los dispositivos de almacenamiento de energía 18 y se proporciona de tal manera que se use menos energía durante el seguimiento del punto de máxima potencia. Para medir el punto de máxima potencia, este regulador de conmutación adicional
50 extrae en primer lugar la energía adicional del dispositivo de almacenamiento adicional para que la tensión de panel solar caiga, a continuación, el regulador de conmutación adicional abre los circuitos del dispositivo de almacenamiento adicional y analiza las tasas de cambio de tensión a medida que el dispositivo de almacenamiento de energía se carga desde el panel solar. A continuación el punto de máxima potencia se determina como se ha descrito anteriormente. El regulador de conmutación adicional se opera en el MPP para recolectar energía óptima
55 del panel solar mientras no se mide el punto de máxima potencia.

60 Además, se proporciona un medio para medir la corriente de modo común al panel solar, aislando periódicamente el panel solar y midiendo la corriente común a y desde el panel. Esto se proporciona para mejorar la seguridad y verificar si los paneles presentan daños o corrosión. La corriente de fuga medida se comunica a la unidad de control y se activan advertencias o un apagado de sistema de acuerdo con las heurísticas programadas en la unidad de control. La unidad de control usa esta información para calcular tanto la corriente de fuga de CC como la capacitancia de CA del panel teniendo en cuenta las tasas de cambio de las corrientes mientras se toman las mediciones.

65 La unidad de control puede configurarse por un dispositivo que tenga una interfaz de usuario. La unidad de control puede configurarse de tal manera que el sistema produzca una salida de un nivel de tensión y frecuencia

configuradas. A continuación, el sistema producirá este nivel y frecuencia de tensión siempre que haya suficientes módulos de panel y mientras la señal de red detectada esté dentro de un intervalo aceptable de la tensión y frecuencia configuradas. Como alternativa, si el sistema no está conectado a un suministro de red y se usa para suministrar energía independiente, el sistema simplemente proporcionará la tensión y la frecuencia configuradas. Por lo tanto, la unidad de control puede configurarse para proporcionar energía a los sistemas de 110 V, 240 V y 415 V desde la interfaz de usuario, siempre que se proporcionen suficientes módulos de panel en el sistema.

Además, uno o más módulos de panel podrían operar con una sola polaridad. En esta disposición, los medios de control controlan otros módulos de panel para proporcionar la polaridad inversa necesaria o incorporan un medio de conmutación que convierte las tensiones unidireccionales recibidas desde los módulos de panel en una señal de CA para accionar los terminales de red.

También los medios de control pueden incorporar un regulador de conmutación en lugar de algunos o todos los módulos de suavizado, usándose el regulador de conmutación para compensar las tensiones recibidas desde los módulos de panel.

Por ejemplo, los paneles solares podrían reemplazarse con baterías para proporcionar almacenamiento y recuperación de energía de carga base. Para lograr esto, podría usarse el mismo hardware, sin embargo, los medios de control se reconfigurarían para proporcionar corrientes de carga apropiadas a las baterías cuando se va a almacenar energía.

Un experto en la materia podría darse cuenta de que puede usarse cualquier número de módulos de panel en lugar de solo los tres mostrados en la figura 1. Además, no es necesario derivar los paneles como se describe en relación con la realización de la figura 3 para una operación adecuada. Por ejemplo, todos los módulos de panel en serie podrían proporcionar una rampa PWM al mismo tiempo, formando de este modo una forma de onda senoidal de CA a través de los terminales 16 y 17 de cada módulo de panel. La unidad de control 29 proporcionaría información de sincronización, tensión y/o control a los módulos de panel de tal manera que los módulos conectados en serie proporcionen energía de CA que pueda alimentarse a una red eléctrica.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de conversión de energía para convertir energía de una pluralidad de paneles solares, comprendiendo el sistema:

5 una pluralidad de módulos de panel (14) en conexión con unos paneles solares (12), teniendo cada uno de los mismos una entrada (16), una salida (17) y un dispositivo de almacenamiento (18), y estando conectados en serie, estando el dispositivo de almacenamiento (18) en conexión con el panel solar (12), de tal manera que el panel solar (12) carga el dispositivo de almacenamiento (18); y
 10 una circuitería de control de tensión que se proporciona dentro de cada uno de los módulos de panel (14) en conexión con el panel solar (12) para variar la tensión suministrada entre la entrada (16) y la salida (17) por el panel solar (12) entre una tensión de módulo máxima y una tensión de módulo mínima, caracterizado por que el sistema comprende además:
 15 una unidad de control en comunicación con la circuitería de control de tensión de cada uno de los módulos de panel (14); en el que:

A) la unidad de control está configurada para controlar un regulador de conmutación en cada uno de los módulos de panel (14) para controlar la tensión proporcionada por el dispositivo de almacenamiento (18) a través de la entrada (16) y la salida (17) de tal manera que la tensión aplicada por cada módulo de panel (14) se aumenta o se disminuye,
 20 de tal manera que la tensión total a través de los módulos conectados en serie (14, 40) forma una señal de CA o una versión rectificada de una señal de CA que se aproxima a una señal de red sinusoidal; o
 B) el sistema comprende al menos un módulo adicional (40) que está conectado en serie con los módulos de panel (14), teniendo cada módulo adicional (40) una entrada, una salida, un dispositivo de almacenamiento (19) y una circuitería de control de tensión, estando la circuitería de control de tensión configurada para variar la tensión suministrada entre la entrada y la salida por el dispositivo de almacenamiento (19), estando la unidad de control configurada para controlar la circuitería de control de tensión de cada módulo adicional (40) para cargar el dispositivo de almacenamiento (19) de cada módulo adicional (40) de tal manera que se proporcione una tensión por debajo de la tensión de módulo máxima a la conexión en serie para proporcionar
 25 una función de suavizado de tensión,
 30 de tal manera que la tensión total a través de los módulos conectados en serie (14, 40) forma una señal de CA o una versión rectificada de una señal de CA que se aproxima a una señal de red sinusoidal.

2. Un sistema de conversión de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la unidad de control está en comunicación con un suministro de red para recibir información con respecto a la fase de la señal de red y la unidad de control controla los módulos de panel de tal manera que la señal de CA o la señal de CA rectificada está en fase con el suministro de red.

3. Un sistema de conversión de energía de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la unidad de control está configurada para controlar los módulos de panel (14) de tal manera que la tensión de salida del sistema sigue la señal de red.

4. Un sistema de conversión de energía de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de control está configurada para controlar el estado de la carga y, por lo tanto, la tensión de cada dispositivo de almacenamiento (19) de cada módulo adicional (40) eligiendo la polaridad con la que cada dispositivo de almacenamiento (19) se conmuta en el circuito.

5. Un sistema de conversión de energía de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el dispositivo de almacenamiento (19) de cada módulo adicional (40) se carga a aproximadamente la mitad de la tensión del módulo anterior (40) y los módulos adicionales (40) se conmutan para proporcionar etapas más pequeñas en tensión.

6. Un sistema de conversión de energía de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el regulador de conmutación comprende unos dispositivos de conmutación (Q5-Q10, Q12, Q13) proporcionados para crear una señal modulada por ancho de pulso a partir de la tensión de dispositivo de almacenamiento proporcionada a un filtro en el que se aumenta el tiempo de activación/desactivación para aumentar la señal de salida o se disminuye para disminuir la señal de salida, y
 55 en el que una vez que se alcanza la tensión plena, se activa un dispositivo de conmutación de derivación del regulador de conmutación (60) para proporcionar la tensión plena a través de la entrada (16) y la salida (17).

7. Un sistema de conversión de energía de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la circuitería de control de tensión comprende unos dispositivos de conmutación (24, 25, 27, 28) conectados de tal manera que los dispositivos de conmutación (24, 25, 27, 28) pueden operarse para conectar los dispositivos de almacenamiento (18) entre la entrada (16) y la salida (17) en una primera dirección para proporcionar la tensión de módulo de panel máxima, en una segunda dirección opuesta para proporcionar la tensión de módulo de panel mínima y operarse para derivar los dispositivos de almacenamiento (18) de tal manera que la tensión total a través
 65

- de los módulos de panel conectados en serie (14) forma una señal de CA, o en el que la circuitería de control de tensión comprende unos dispositivos de conmutación (24, 25, 27, 28) conectados de tal manera que los dispositivos de conmutación (24, 25, 27, 28) pueden operarse para conectar los dispositivos de almacenamiento (18) entre la entrada (16) y la salida (17) en una primera dirección para proporcionar la tensión de módulo de panel máxima y operarse para derivar los dispositivos de almacenamiento (18) para proporcionar una tensión cero entre la entrada (16) y salida (17) de tal manera que la tensión total a través de los módulos de panel conectados en serie (14) forme una señal de CA rectificada y la unidad de control incluye la circuitería para revertir la tensión de los paneles conectados en serie (14) cada medio ciclo de tal manera que la tensión resultante forme una señal de CA.
8. Un sistema de conversión de energía de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada uno de los módulos de panel (14) se conmuta por la unidad de control para controlar el tiempo de activación total para garantizar que los paneles solares (12) operen en o cerca de su punto de máxima potencia, y en el que uno o más de los módulos de panel (14) incluyen unos dispositivos de almacenamiento primero y segundo (18a, 18b) conectados en serie y en el que el sistema está configurado para conmutar uno de los paneles solares (12) alternativamente a través de los dispositivos de almacenamiento primero y segundo (18a, 18b) para proporcionar una función de duplicación de tal manera que el módulo de panel (14) pueda proporcionar una tensión de panel máxima entre la entrada (16) y la salida (17) que sea el doble de la tensión de panel.
9. Un sistema de conversión de energía de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de control está conectada a una línea de control (30) que comunica información a los módulos y en el que cada uno de los módulos de panel (14) está provisto de un controlador local (31) que recibe la información de la unidad de control y proporciona funciones de supervisión, proporciona control local de los dispositivos de conmutación (24, 25, 27, 28) y devuelve la información sobre el estado del módulo de panel (14) a la unidad de control principal, y en el que la información transferida desde la unidad de control a los módulos se retrasa y el retraso se conoce o puede determinarse de tal manera que cuando se activa un panel y se desactiva otro, ambos conmutan sincrónicamente, reduciendo de este modo la ondulación y mejorando la EMC de los picos del sistema.
10. Un método para convertir energía de una pluralidad de paneles solares, comprendiendo el método:
proporcionar una pluralidad de módulos de panel (14) en conexión con los paneles solares (12), teniendo cada uno de los mismos una entrada (16), una salida (17) y un dispositivo de almacenamiento (18), y estando conectados en serie, estando el dispositivo de almacenamiento (18) en conexión con el panel solar (12) de tal manera que el panel solar (12) carga el dispositivo de almacenamiento (18); y controlar la tensión aplicada a través de la entrada (16) y la salida (17) de cada uno de los módulos de panel (14) desde una unidad de control central de tal manera que dicha tensión varíe entre una tensión de módulo máxima y una tensión de módulo mínima, caracterizado por que:
A) el método comprende además controlar desde la unidad de control un regulador de conmutación en cada uno de los módulos de panel (14) para controlar la tensión proporcionada por el dispositivo de almacenamiento (18) a través de la entrada (16) y la salida (17) de tal manera que la tensión aplicada por cada módulo de panel (14) se aumenta o se disminuye, de tal manera que la tensión total a través de los módulos de panel conectados en serie (14, 40) forma una señal de CA o una versión rectificada de una señal de CA que se aproxima a una señal de red sinusoidal o B) en el que al menos un módulo adicional (40) está conectado en serie con los módulos de panel (14), teniendo cada módulo adicional (40) una entrada, una salida, un dispositivo de almacenamiento (19) y una circuitería de control de tensión, estando la circuitería de control de tensión configurada para variar la tensión suministrada entre la entrada y la salida por el dispositivo de almacenamiento (19), comprendiendo el método además controlar desde la unidad de control la circuitería de control de tensión de cada módulo adicional (40) para cargar el dispositivo de almacenamiento (19) de cada módulo adicional (40) de tal manera que se proporcione una tensión por debajo de la tensión de módulo máxima a la conexión en serie para proporcionar una función de suavizado de tensión, de tal manera que la tensión total a través de los módulos de panel conectados en serie (14, 40) forma una señal de CA o una versión rectificada de una señal de CA que se aproxima a una señal de red sinusoidal.
11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la unidad de control está en comunicación con un suministro de red para recibir información con respecto a la fase de la señal de red y controla los módulos de panel (14) de tal manera que la señal de CA o la señal de CA rectificada esté en fase con el suministro de red.
12. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la unidad de control controla los módulos de panel (14) de tal manera que la tensión de salida del sistema sigue la señal de red.
13. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que la unidad de control controla el estado de la carga y, por lo tanto, la tensión de cada dispositivo de almacenamiento (19) de cada módulo adicional (40) eligiendo la polaridad con la que cada dispositivo de almacenamiento (19) se conmuta en el circuito.

14. Un método de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el dispositivo de almacenamiento (19) de cada módulo adicional (40) se carga a aproximadamente la mitad de la tensión del módulo adicional anterior (40) en el que los módulos adicionales (40) se conmutan para proporcionar etapas más pequeñas en tensión, y
5 que incluye la etapa del regulador de conmutación (60) que crea una señal modulada por ancho de pulso desde el dispositivo de almacenamiento a proporcionar a un filtro en el que se aumenta el tiempo de activación a desactivación para aumentar la señal de salida o se disminuye para disminuir la señal de salida, y en el que una vez que se alcanza la tensión plena, se activa un dispositivo de conmutación adicional para proporcionar la tensión plena a través de la entrada (16) y la salida (17).
- 10 15. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en el que cada panel solar (12) está conectado a cada dispositivo de almacenamiento (18) en el módulo de panel (14) y el panel solar (12) carga el dispositivo de almacenamiento (18) cuando el módulo de panel (14) no está suministrando energía al sistema, o en el que la circuitería de control de tensión comprende unos dispositivos de conmutación (24, 25, 27, 28) y la unidad de control opera los dispositivos de conmutación (24, 25, 27, 28) para conectar el dispositivo de almacenamiento (18) entre la entrada (16) y la salida (17) en una primera dirección para proporcionar la tensión de módulo de panel
15 máxima y deriva el dispositivo de almacenamiento (18) para proporcionar una tensión cero entre la entrada (16) y la salida (17) de tal manera que la tensión total a través de los módulos de panel conectados en serie (14) forma una señal de CA y la unidad de control invierte la tensión de los paneles conectados en serie (14) cada medio ciclo de tal manera que la tensión resultante forma una señal de CA, y
20 en el que cada panel solar (12) está conectado a al menos un dispositivo de almacenamiento (18) en el módulo de panel (14) y el panel solar carga el dispositivo de almacenamiento (18) cuando el módulo de panel (14) no está suministrando energía al sistema, y en el que la circuitería de control de tensión comprende además unos dispositivos de conmutación (24, 25, 27, 28) y la unidad de control opera los dispositivos de conmutación (24, 25, 27, 28) para conectar el dispositivo de almacenamiento (18) entre la entrada (16) y la salida (17) en una primera
25 dirección para proporcionar la tensión de módulo de panel máxima, en una segunda dirección opuesta para proporcionar la tensión de módulo de panel mínima y deriva el dispositivo de almacenamiento (18) para proporcionar una tensión cero entre la entrada (16) y salida (17) de tal manera que la tensión total a través de los módulos de panel conectados en serie (14) forma una señal de CA, y
30 en el que cada uno de los módulos de panel (14) se conmuta por la unidad de control para controlar el tiempo de activación total para garantizar que los paneles solares (12) operen en o cerca de su punto de máxima potencia, y en el que uno o más de los módulos de panel (14) incluyen unos dispositivos de almacenamiento primero y segundo (18a, 18b) conectados en serie y en el que el método comprende conmutar uno de los paneles solares (12) alternativamente a través de los dispositivos de almacenamiento primero y segundo (18a, 18b) para proporcionar una función de duplicación de tal manera que el módulo de panel (14) pueda proporcionar una tensión de panel
35 máxima entre la entrada (16) y la salida (17) que sea el doble de la tensión de panel, y en el que la unidad de control comunica información a los módulos y en el que cada uno de los módulos de panel (14) a través de una línea de control (30) y un controlador local (31) dentro de cada módulo que recibe la información de la unidad de control y proporciona funciones de supervisión, proporcionan control local de los dispositivos de conmutación (24, 25, 27, 28) y devuelven la información sobre el estado del módulo de panel (14) a la unidad de control principal, y
40 en el que la información transferida desde la unidad de control a los módulos se retrasa y el retraso se conoce o puede determinarse de tal manera que cuando se activa un panel y se desactiva otro, ambos conmutan sincrónicamente, reduciendo de este modo la ondulación y mejorando la EMC de los picos del sistema.

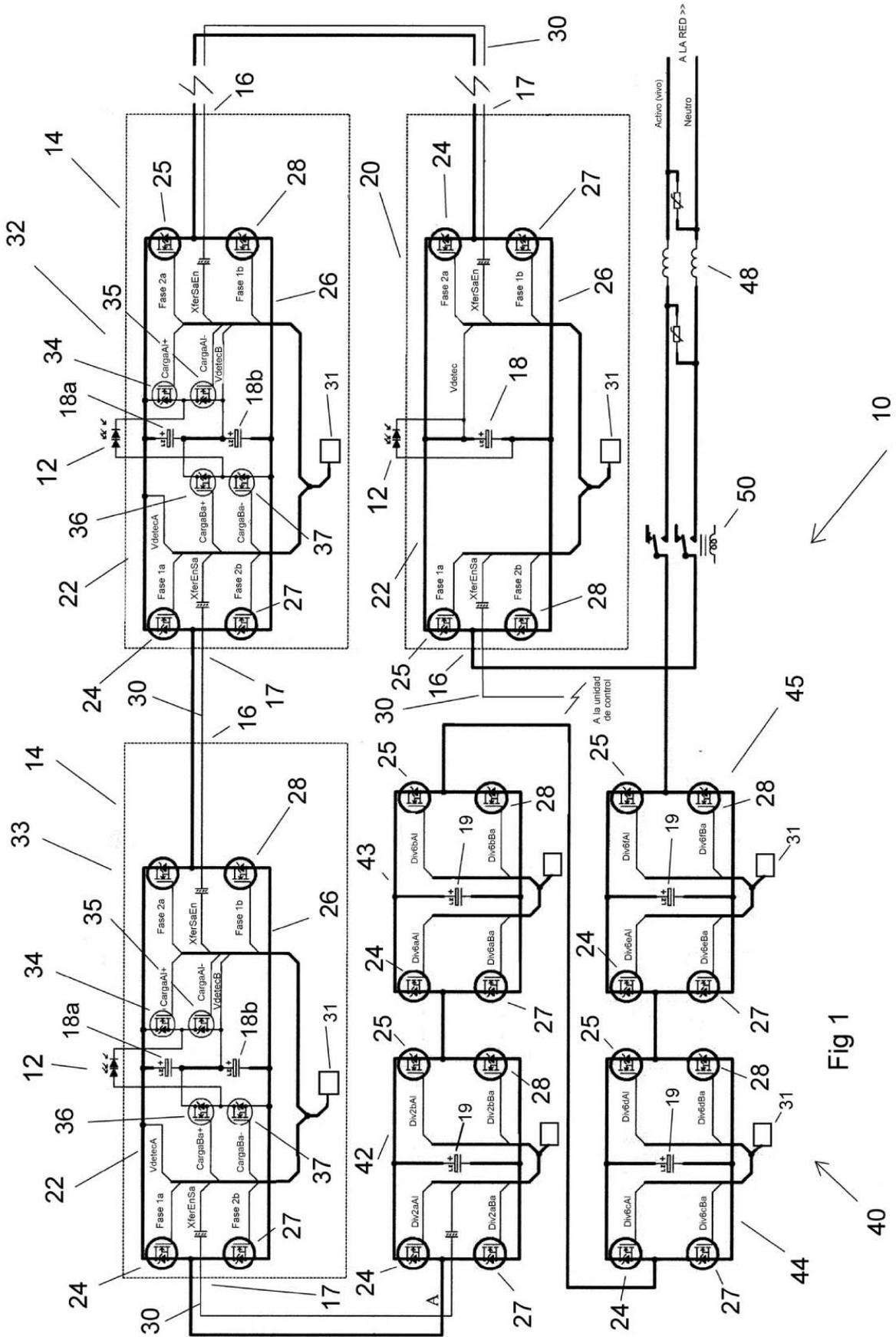


Fig 1

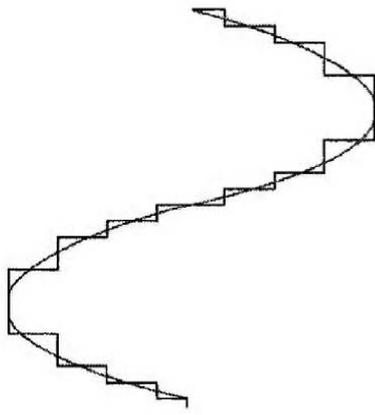


Fig 2

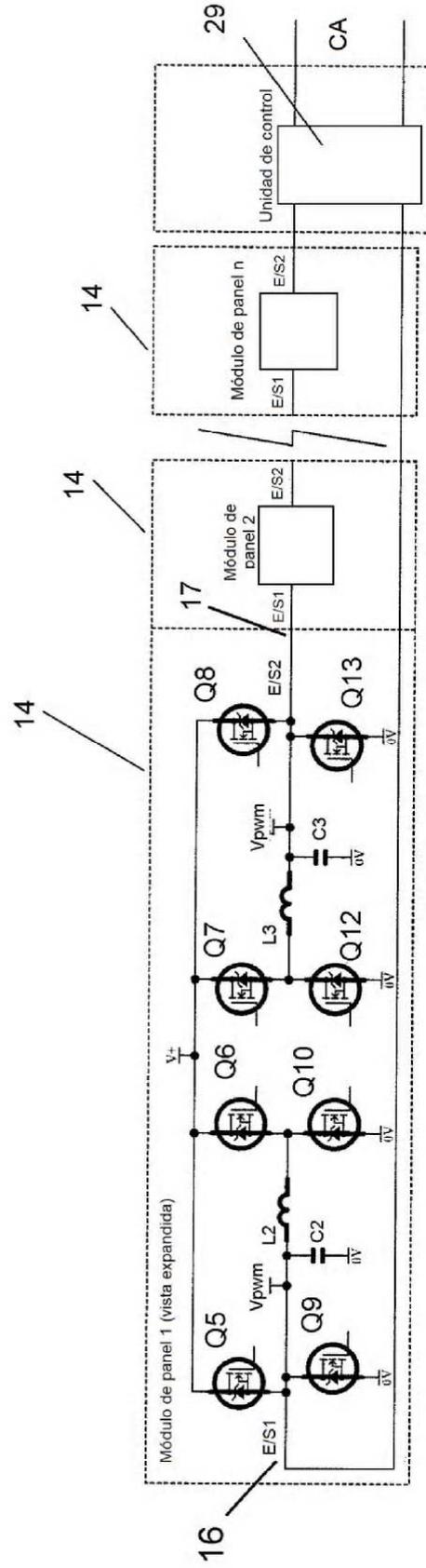


Fig 3

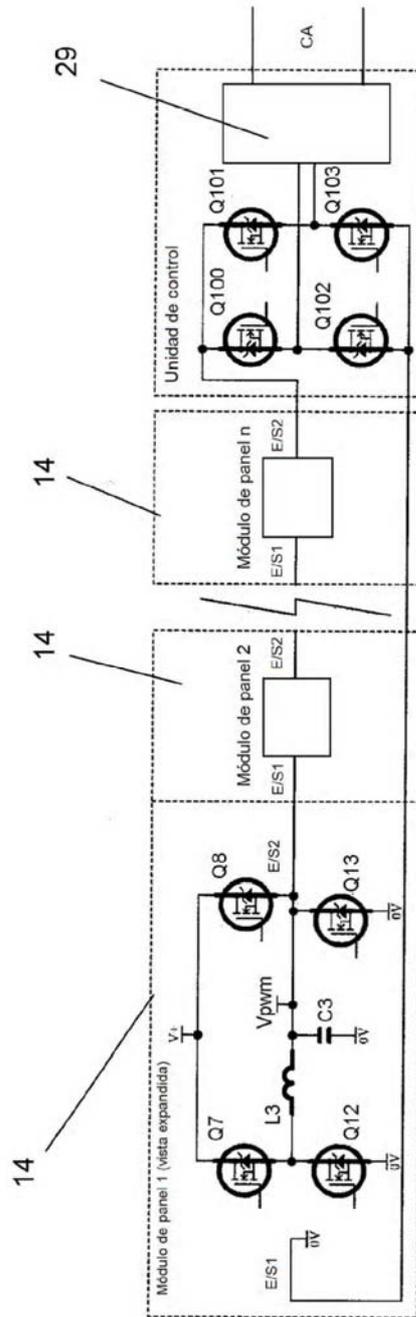


Fig 4