

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 742**

51 Int. Cl.:

H02J 3/38 (2006.01)

H02J 7/35 (2006.01)

H02J 3/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2011 E 11155418 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.02.2020 EP 2362519**

54 Título: **Sistema y procedimiento para un sistema de conversión de energía de una sola etapa**

30 Prioridad:

26.02.2010 US 714029

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

22.07.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**O'BRIEN, KATHLEEN ANN y
TEICHMANN, RALPH**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 774 742 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 para un sistema de conversión de energía de una sola etapa

Antecedentes

5 La invención se refiere en general a la conversión de energía y, más específicamente, a un sistema de conversión de energía de una sola etapa.

10 Con el aumento del coste y la escasez de fuentes de energía convencionales y las preocupaciones sobre el medio ambiente, existe un interés significativo en las fuentes de energía alternativas, tales como la energía solar y la eólica. La generación de energía solar utiliza fuentes fotovoltaicas para generar electricidad a partir del sol. Múltiples fuentes fotovoltaicas están acopladas eléctricamente entre sí en tales sistemas. La electricidad generada por las fuentes fotovoltaicas se transmite a la red de energía a través de uno o más convertidores electrónicos de energía. Los convertidores electrónicos de energía se clasifican comúnmente como convertidores de doble etapa y convertidores de una sola etapa, dependiendo del número de etapas empleadas para convertir la energía de corriente continua en energía de corriente alterna.

15 Los sistemas de conversión de energía de una sola etapa convencionales incluyen un convertidor de una sola etapa conectado a un controlador que implementa un algoritmo de punto de energía máxima (MPP) para transmitir la energía máxima alterna a la red de energía desde el convertidor de una sola etapa. Por lo general, un sistema de conversión de energía de una sola etapa se controla de manera que su rendimiento se pueda comparar con una fuente de corriente rígida. En tales realizaciones con rigidez de corriente, el controlador asegura que un voltaje de corriente continua, en adelante voltaje de CC, se mantenga en un valor deseado garantizando que la energía inyectada en la red de energía coincida con la energía obtenida de la fuente fotovoltaica. Esto se logra regulando una corriente alterna de la red, en adelante corriente CA, de modo que siga cualquier variación de la energía de entrada obtenida de la fuente fotovoltaica. Los sistemas actuales de conversión de energía rígida no establecen un voltaje de red. En aplicaciones solares, se desea ajustar constantemente el voltaje de CC para extraer la energía máxima del conjunto solar.

25 El documento de la técnica anterior WO 2009/155445 A2, describe un sistema integrado de convertidor/inversor que incluye (1) un bus de corriente continua para conectarse a una matriz de células fotovoltaicas sin el uso de un dispositivo de transformación de voltaje, (2) un bus de corriente alterna para conectarse a una carga, (3) un bus de almacenamiento de energía para conectarse a un subsistema de almacenamiento de energía, (4) un inversor o un inversor/ cargador conectado entre el bus de corriente continua y el bus de corriente alterna para conectar el bus de corriente continua con el bus de corriente alterna, y (5) un convertidor CC a CC conectado entre el bus de corriente continua y el bus de almacenamiento de energía. El convertidor CC a CC admite la transferencia de energía bidireccional entre el bus de corriente continua y el bus de almacenamiento de energía.

35 El documento US 7.612.466 B2 describe un sistema que mejora la eficiencia y la funcionalidad de un sistema de energía interactivo o conectado a la red que utiliza una o más fuentes de energía locales y uno o más dispositivos locales de almacenamiento de energía. El objeto es la coordinación, optimización y control eficiente, regulación y transferencia de energía eléctrica entre varios dispositivos de almacenamiento de energía, generadores de energía, la red pública y las cargas eléctricas locales conectadas. El control coordinado y la utilización del almacenamiento local y la generación combinados con la integración coordinada con la red de servicios públicos dan como resultado un sistema general que puede ser más flexible, económico y eficiente que cualquiera de los componentes individuales, cuando se opera por separado. Utiliza ajuste dinámico, retroalimentación y otros módulos/procedimientos de control.

40 El papel "Control de inversor fotovoltaico monofásico de una sola etapa" publicado en Power Electronics and Applications, 2005 European Conference on Dresden, Alemania 11-14 sept. 2005, presenta una estrategia de control para inversores fotovoltaicos (PV) de una sola etapa. Por lo tanto, es conveniente determinar un procedimiento y sistema que aborden los problemas antes mencionados.

Breve descripción

De conformidad con una realización de la invención, se proporciona un sistema de conversión de energía según la reivindicación 1. De conformidad con otra realización de la invención, se proporciona un procedimiento según la reivindicación 12.

50 Dibujos

Estas y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor cuando se lea la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos adjuntos en los que caracteres similares representan partes similares en todos los dibujos, en los que:

La figura 1 es un diagrama de bloques que representa una configuración ejemplar de un sistema de conversión de energía de una sola etapa que incluye una unidad de equilibrio de carga que incluye un elemento de almacenamiento de energía y un convertidor de CC a CC para controlar el componente de voltaje de la energía de corriente alterna alimentada a la red de energía de conformidad con una realización de la invención.

5 La figura 2 es una representación esquemática de otra configuración ejemplar del sistema de conversión de energía de una sola etapa que incluye una unidad de equilibrio de carga que incluye un elemento de almacenamiento de energía acoplado a un convertidor de CC a CA para controlar el componente de voltaje de la energía de corriente alterna alimentada a la red de energía de conformidad con una realización de la invención.

10 La figura 3 es una representación esquemática de una configuración ejemplar del sistema de conversión de energía de una sola etapa que incluye una carga variable acoplada a un enlace de CC entre una fuente fotovoltaica y un inversor de una sola etapa de conformidad con una realización de la invención.

La figura 4 es una representación esquemática de una configuración ejemplar del sistema de conversión de energía de una sola etapa que incluye una carga variable acoplada a una línea de alimentación entre el inversor de una sola etapa y la red de energía de conformidad con una realización de la invención.

15 La figura 5 es un diagrama de flujo que representa las etapas involucradas en un procedimiento para controlar un sistema de conversión de energía de conformidad con una realización de la invención.

Descripción detallada

20 Como se discute en detalle a continuación, las realizaciones de la presente invención incluyen un sistema y un procedimiento para un sistema de conversión de energía de una sola etapa. El sistema de conversión de energía de una sola etapa está diseñado para proporcionar un voltaje de corriente alterna sustancialmente constante, en adelante voltaje de CA, a una red de energía y para controlar el equilibrio de energía entre la energía de entrada y la energía de salida. El componente de voltaje de la energía de CA se controla a través de una unidad de equilibrio de carga conectada además a un controlador. El controlador determina un punto de energía máxima, en adelante MPP, para el sistema de conversión de energía. El MPP se define como el punto en el que una fuente fotovoltaica proporciona la energía máxima como salida de la fuente fotovoltaica. El controlador establece además el componente de voltaje de la energía de CA en una salida de un inversor de una sola etapa durante el funcionamiento. Además, el controlador calcula una diferencia de equilibrio de energía entre una demanda de energía de la red de energía y la energía de salida del inversor de una sola etapa obtenible en el MPP. El controlador controla la unidad de equilibrio de carga en tiempo real según la diferencia de equilibrio de energía. La unidad de equilibrio de carga proporciona una energía de equilibrio de carga adecuada al inversor de una sola etapa, de modo que la unidad de conversión solar funciona a MPP y asegura un voltaje de CA sustancialmente constante en condiciones de red variables a la salida del inversor de una sola etapa.

35 La energía de CA se alimenta a una red de energía que puede comprender, por ejemplo, una red de energía, una mini red, una carga o combinaciones de las mismas. La energía de CA alimentada a la red de energía en la mayoría de los sistemas convencionales de conversión de energía de una sola etapa se controla mediante la regulación de un componente de corriente de energía de CA. Al regular el componente de corriente de energía de CA, puede ser difícil proporcionar un voltaje de CA constante a una red de energía durante las condiciones de carga cambiantes y las condiciones de energía de entrada variables.

40 En contraste con las realizaciones de control actuales, la figura 1 es una representación en diagrama de bloques de un sistema de conversión de energía de una sola etapa 10 que incluye una unidad de equilibrio de carga 12 para controlar el componente de voltaje de la energía de CA alimentada a una red de energía 14 de conformidad con una realización de la invención. El sistema de conversión de energía 10 incluye una fuente fotovoltaica 16, en adelante fuente PV 16, para generar una energía de corriente continua, en adelante energía de CC. En una realización ejemplar, la fuente PV 16 puede incluir uno o más conjuntos o módulos fotovoltaicos fabricados a través de la interconexión de múltiples células solares. La fuente fotovoltaica 16 captura la energía solar 18 y convierte la energía solar 18 en energía de CC. La energía de CC incluye un componente de voltaje V_{dc} en la fuente fotovoltaica 16. La energía de CC se transmite a un inversor de una sola etapa 20 a través de un enlace de CC 22 como entrada de CC_{dentro} al inversor de una sola etapa 20. En una realización, el inversor de una sola etapa 20 comprende un inversor trifásico. El inversor de una sola etapa 20 convierte la entrada de CC_{dentro} a una energía de corriente alterna, en adelante energía de CA, como una salida de CA_{fuera}. La CA_{fuera} se suministra a una red de energía 14 a través de una línea eléctrica 24.

45 La CA_{fuera} está regulada para mantener el rendimiento máximo del sistema de conversión de energía 10 controlando el MPP del sistema de conversión de energía 10 al tiempo que proporciona un componente de voltaje de la CA_{fuera}. La unidad de equilibrio de carga 12 está acoplada a un controlador 26 que controla la unidad de equilibrio de carga 12 y determina el MPP del sistema de conversión de energía 10. En una realización ejemplar, el MPP se determina mediante un procedimiento de perturbación y observación. El procedimiento de perturbación y observación proporciona un procedimiento en el que se perturba el voltaje extraído del conjunto solar y se observa el cambio de energía. Si la perturbación resulta en un aumento de energía, la perturbación posterior se realiza en la misma dirección y viceversa. Aunque el controlador 26 se muestra como un bloque discreto para fines de ilustración, en algunas

realizaciones, el controlador puede incluir la funcionalidad de control en múltiples unidades de control. En un ejemplo particular, al menos una parte del controlador 26 está ubicada dentro del inversor de CC a CA 20.

5 El controlador 26 regula el componente de voltaje V_{CA} de la salida CA_{fuera} . En una realización, un sensor de voltaje está acoplado a la línea de energía 24, y el controlador 26 calcula una diferencia V_d entre el componente de voltaje V_{CA} y un voltaje de red regulado deseado V_r . En una realización más específica, el controlador 26 compara además la diferencia V_d con una tolerancia de diferencia de voltaje predefinida que representa una diferencia aceptable en el componente de voltaje V_{CA} y la tensión de red regulada V_r . En caso de diferencia V_d fuera de la tolerancia de diferencia de voltaje, el controlador 26 envía una señal de control al inversor de una sola etapa 20 que impulsa el componente de voltaje V_{CA} hacia la tensión de red regulada V_r .

10 La señal de control al inversor de una sola etapa está diseñada para conducir el voltaje de salida hacia el voltaje de red regulado; sin embargo, para proporcionar coincidencia de voltaje en condiciones de desequilibrio de energía, también es necesario abordar el desequilibrio de energía. Por lo tanto, además de la regulación de voltaje, el controlador 26 se usa además para calcular una diferencia de equilibrio de energía (S) entre la demanda de energía de la red de energía y la energía de salida del inversor de una sola etapa obtenible en el punto de energía máxima. El controlador 26 controla la unidad de equilibrio de carga en tiempo real en función de la diferencia de equilibrio de energía.

15 En una realización, la unidad de equilibrio de carga 12 incluye un elemento de almacenamiento de energía 28. En una realización ejemplar, el elemento de almacenamiento de energía 28 incluye una batería o un ultracondensador. En otra realización, la unidad de equilibrio de carga 12 incluye una resistencia o un elemento disipador de energía. Cuando sea necesario, en respuesta a una señal de control del controlador 26, la unidad de equilibrio de carga 12 absorberá o proporcionará energía mientras permite que el controlador 26 habilite el voltaje V_{CA} para mantenerse en el nivel de referencia deseado V_r o dentro de la tolerancia de diferencia de voltaje mientras se alimenta la red de energía 14 con una característica de impedancia variable y se opera el sistema de conversión de energía 10 en el MPP. En una realización, la unidad de equilibrio de carga se controlará para absorber energía cuando la energía demandada por la red de energía sea menor que la energía de salida del inversor de una sola etapa obtenible en el punto de energía máxima mediante una primera tolerancia de diferencia de energía y se controlará para proporcionar energía cuando la energía demandada por la red de energía sea mayor que la energía de salida del inversor de una sola etapa obtenible en el punto de energía máxima mediante una segunda tolerancia de diferencia de energía (que puede tener la misma magnitud o una magnitud diferente en comparación con la primera tolerancia de energía diferente). En un ejemplo no limitativo, la unidad de equilibrio de carga 12 incluye además un convertidor de CC a CC 30 que incluye interruptores que pueden controlarse para proporcionar o absorber selectivamente la energía de CA en la salida del inversor de una sola etapa 20.

20 La figura 2 es una representación esquemática de otra configuración ejemplar del sistema de conversión de energía de una sola etapa 10 que incluye una unidad de equilibrio de carga 12 que incluye un elemento de almacenamiento de energía 28 acoplado a un convertidor de CC a CA 32 para regular el voltaje y controlar la energía alimentada a la red de energía 14 de conformidad con una realización de la invención. En esta realización, la unidad de equilibrio de carga 12 está acoplada a la línea de energía 24 entre el convertidor de una sola etapa 20 y la red de energía 14. Como se discutió anteriormente en la figura 1, el controlador 26 regula el componente de voltaje V_{CA} para que coincida con el voltaje de red regulada V_r , calcula la diferencia de equilibrio de energía S entre la demanda de energía de la red de energía y la energía de salida del inversor de una sola etapa que se puede obtener en el punto de energía máxima, y controla la unidad de equilibrio de carga en tiempo real en base a la diferencia de equilibrio de energía S. En respuesta a una señal de control del controlador 26, la unidad de equilibrio de carga 12 absorberá o proporcionará energía permitiendo que el controlador 26 habilite el voltaje V_{CA} para mantenerse en el nivel de referencia deseado V_r o deseado dentro de la banda de tolerancia V_{th} mientras alimenta la red de energía 14 con una característica de impedancia variable y opera el sistema de conversión de energía 10 en el MPP. En una realización, la unidad de equilibrio de carga 12 incluye el convertidor de CC a CA 32.

25 La figura 3 es una representación esquemática de una configuración ejemplar de un sistema de conversión de energía de una sola etapa 10 que incluye una unidad de equilibrio de carga 12 que comprende una carga variable 42 acoplada al enlace de CC 22 entre una fuente de PV 16 y un inversor de una sola etapa 20 de conformidad con una realización de la invención. En una realización ejemplar, la carga variable 42 incluye una bomba o un calentador. La carga variable 42 puede estar acoplada al enlace de CC 22 a través de al menos un dispositivo de conmutación 44. Como se describe anteriormente en la figura 1, el controlador 26 regula el componente de voltaje V_{CA} para que coincida con el voltaje de red regulada V_r , calcula la diferencia de equilibrio de energía S entre la demanda de energía de la red de energía y la energía de salida del inversor de una sola etapa que se puede obtener en el punto de energía máxima, y controla la unidad de equilibrio de carga en tiempo real basándose en la diferencia de equilibrio de energía. En una realización, en caso de que la diferencia de equilibrio de energía S exceda una tolerancia de diferencia de equilibrio de energía, el controlador 26 envía una señal de control al menos a un dispositivo de conmutación 44 para cambiar a un estado cerrado y proporcionar una energía de equilibrio de carga adecuada generada por la carga variable 42 en el enlace de CC 22. Esto permitirá que el controlador 26 habilite el voltaje V_{CA} para mantenerse en el nivel de referencia deseado V_r o dentro de la banda de tolerancia V_{th} mientras alimenta la red de energía 14 con una característica de impedancia variable y opera el sistema de conversión de energía 10 en el MPP.

La figura 4 es una representación esquemática de otra configuración ejemplar del sistema de conversión de energía de una sola etapa 10 que incluye una carga variable 42 acoplada a una línea de energía 24 entre el inversor de una sola etapa 20 y la red de energía 14 de conformidad con una realización de la invención. Como se describió anteriormente en la figura 2, el controlador 26 regula el componente de voltaje V_{CA} para que coincida con el voltaje de red regulada V_r , calcula la diferencia de equilibrio de energía S entre la demanda de energía de la red de energía y la energía de salida del inversor de una sola etapa que se puede obtener en el punto de energía máxima, y controla la unidad de equilibrio de carga en tiempo real basándose en la diferencia de equilibrio de energía S . En una realización, en el caso de que la diferencia de equilibrio de energía S exceda una tolerancia de diferencia de equilibrio de energía, el controlador 26 envía una señal de control a la carga variable 42 para absorber o proporcionar energía permitiendo que el controlador 26 habilite el voltaje V_{CA} para mantenerse en el nivel de referencia deseado o dentro de la banda de tolerancia V_{th} mientras alimenta la red de energía 14 con una característica de impedancia variable y opera el sistema de conversión de energía de una sola etapa 10 en el MPP.

La figura 5 es un diagrama de flujo que representa las etapas involucradas en un procedimiento para controlar un sistema de conversión de energía que incluye una fuente fotovoltaica para generar energía de corriente continua (CC) y una corriente continua (CC) a un inversor de una sola etapa de corriente alterna (CA) para convertir la energía de corriente continua (CC) desde la fuente fotovoltaica en energía de corriente alterna (CA) para su suministro a una red de energía de conformidad con una realización de la invención. El procedimiento 50 incluye la determinación de un punto de energía máxima (MPP) para el sistema de conversión de energía en la etapa 52. Además, un voltaje de salida del inversor de una sola etapa se regula en la etapa 54. Se calcula una diferencia de equilibrio de energía entre una demanda de energía de la red de energía y una energía de salida del inversor de una sola etapa obtenible en el punto de energía máxima en la etapa 56. Una unidad de equilibrio de carga se controla en tiempo real en función de la diferencia de equilibrio de energía en la etapa 58. En una realización de la invención, la unidad de equilibrio de carga se acopla a un enlace de CC entre la fuente fotovoltaica y el inversor de una sola etapa en una conexión paralela. En otra realización de la invención, la unidad de equilibrio de carga puede estar acoplada a una línea de energía entre el inversor de una sola etapa y la red de energía. En realizaciones ejemplares de la invención, la unidad de equilibrio de carga incluye un elemento de almacenamiento de energía o una carga variable.

Las diversas realizaciones de un sistema de conversión de energía descrito anteriormente proporcionan un sistema de conversión de energía de una sola etapa controlado por voltaje que incluye una unidad de equilibrio de carga. La unidad de equilibrio de carga proporciona un voltaje de equilibrio de carga a un inversor de una sola etapa para garantizar que la energía de CA en el MPP se alimente a la red de energía a un voltaje regulado. Por lo tanto, estas técnicas permiten un sistema de conversión de energía controlado por fuente de voltaje que es particularmente útil para la red débil y las condiciones aisladas. Además, los sistemas existentes de conversión de energía de una sola etapa se pueden actualizar para operar en entornos de red débiles agregando unidades de equilibrio de carga y modificando los sistemas de control como se describe en esta invención.

Por supuesto, debe entenderse que no necesariamente todos los objetos o ventajas descritos anteriormente pueden lograrse de conformidad con cualquier realización particular. Así, por ejemplo, los expertos en la materia reconocerán que los sistemas y técnicas descritos en esta invención pueden realizarse o llevarse a cabo de una manera que logre u optimice una ventaja o grupo de ventajas como se enseña en esta invención sin lograr necesariamente otros objetos o ventajas como se puede enseñar o sugerir en esta invención.

Además, el experto en la materia reconocerá la intercambiabilidad de varias características de diferentes realizaciones. Por ejemplo, el convertidor de CC a CA con respecto a una realización puede adaptarse para su uso con la carga variable descrita con respecto a otra realización de la invención para generar energía en el punto de energía máxima en el sistema de conversión de energía de una sola etapa controlado por fuente de voltaje. De manera similar, las diversas características descritas, así como otros equivalentes conocidos para cada característica, pueden ser mezclados y combinados por un experto en esta materia para construir sistemas y técnicas adicionales de conformidad con los principios de esta descripción.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de conversión de energía (10) que comprende:
 - una fuente fotovoltaica (16) configurada para generar energía de corriente continua (CC);
 - 5 un inversor de una sola etapa (20) de corriente continua (CC) a una corriente alterna (CA) configurado para convertir la energía de corriente continua (CC) de la fuente fotovoltaica (16) a energía de corriente alterna (CA) para la entrega de una red de energía (14);
 - un sensor de voltaje configurado para obtener un componente de voltaje de la energía de corriente alterna;
 - una unidad de equilibrio de carga (12) acoplada al inversor de una sola etapa (20); y
 - un controlador (26) configurado para:
 - 10 determinar un punto de energía máxima para el sistema de conversión de energía (10);
 - calcular una diferencia entre el componente de voltaje de la energía de corriente alterna y un voltaje de red regulado deseado;
 - 15 utilizar la diferencia entre el componente de voltaje de la energía de corriente alterna y el voltaje de red regulado deseado para generar una señal de control para que el inversor de una sola etapa impulse el componente de voltaje de la energía de corriente alterna hacia el voltaje de red regulado;
 - calcular una diferencia de equilibrio de energía (S) entre una demanda de energía de la red de energía (14) y una energía de salida del inversor de una sola etapa (20) obtenible en el punto de energía máxima; y
 - controlar en tiempo real la unidad de equilibrio de carga (12) en función de la diferencia de equilibrio de energía (S).
- 20 2. El sistema (10) de la reivindicación 1, en el que la unidad de equilibrio de carga (12) comprende un elemento de almacenamiento de energía (28).
3. El sistema (10) de la reivindicación 2, en el que el elemento de almacenamiento de energía (28) comprende una batería o un ultracondensador.
- 25 4. El sistema (10) de cualquier reivindicación anterior, en el que la unidad de equilibrio de carga (12) comprende una resistencia o un elemento disipador de energía.
5. El sistema (10) de cualquier reivindicación anterior, en el que la unidad de equilibrio de carga (12) comprende además un convertidor CC a CC (30) y el elemento de almacenamiento de energía (28) está acoplado a través del convertidor CC a CC (30) a un enlace de CC (22) entre la fuente fotovoltaica (16) y el inversor de una sola etapa (20).
- 30 6. El sistema (10) de cualquier reivindicación anterior, en el que la unidad de equilibrio de carga (12) comprende además un convertidor de CC a CA (32) y el elemento de almacenamiento de energía (28) está acoplado a través del convertidor de CC a CA (32) a una línea de energía (24) entre el inversor de una sola etapa (20) y la red de energía (14).
7. El sistema (10) de cualquier reivindicación anterior, en el que la unidad de equilibrio de carga (12) comprende una carga variable (42).
- 35 8. El sistema (10) de la reivindicación 7, en el que la carga variable (42) comprende una bomba o un calentador.
9. El sistema (10) de la reivindicación 7 o la reivindicación 8, en el que la carga variable (42) está acoplada al enlace de CC (22) entre la fuente fotovoltaica (16) y el inversor de una sola etapa (20) o a una línea de energía (24) entre el inversor de una sola etapa (20) y la red de energía (14).
- 40 10. El sistema (10) de cualquier reivindicación anterior, en el que la unidad de equilibrio de carga (12) comprende al menos un dispositivo de conmutación (44) y el controlador (26) está configurado para enviar señales de control al al menos un dispositivo de conmutación (44).
11. El sistema (10) de cualquier reivindicación anterior, en el que el inversor de una sola etapa (20) comprende un inversor trifásico.
- 45 12. Un procedimiento (50) para controlar un sistema de conversión de energía (10) que comprende una fuente fotovoltaica (16) para generar energía de corriente continua (CC) y una corriente continua (CC) a un inversor de una sola etapa (20) de corriente alterna (CA) para convertir la energía de corriente continua (CC) de la fuente fotovoltaica

(16) en energía de corriente alterna (CA) para suministrarla a una red de energía (14), comprendiendo el procedimiento:

determinar (52) un punto de energía máxima (MPP) para el sistema de conversión de energía (10);

detectar un componente de voltaje de la energía de corriente alterna;

5 calcular una diferencia entre el componente de voltaje de la energía de corriente alterna y un voltaje de red regulado deseado;

utilizar la diferencia entre el componente de voltaje de la energía de corriente alterna y el voltaje de red regulado deseado para generar una señal de control para que el inversor de una sola etapa impulse el componente de voltaje de la energía de corriente alterna hacia el voltaje de red regulado;

10 calcular (56) una diferencia de equilibrio de energía (S) entre una demanda de energía de la red de energía (14) y una energía de salida del inversor de una sola etapa (20) obtenible en el punto de energía máxima (MPP); y

controlar (58) en tiempo real una unidad de equilibrio de carga (12) basada en la diferencia de equilibrio de energía (S).

15 **13.** El procedimiento (50) de la reivindicación 12, en el que el acoplamiento de la unidad de equilibrio de carga (12) comprende el acoplamiento de la unidad de equilibrio de carga (12) a un enlace de CC (22) entre la fuente fotovoltaica (16) y el inversor de una sola etapa (20).

14. El procedimiento (50) de la reivindicación 12 o la reivindicación 13, en el que el acoplamiento de la unidad de equilibrio de carga (12) comprende el acoplamiento de la unidad de equilibrio de carga (12) a una línea de energía (24) entre el inversor de una sola etapa (20) y la red de energía (14)

20 **15.** El procedimiento (50) de cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en el que la unidad de equilibrio de carga (12) comprende un elemento de almacenamiento de energía (28) o una carga variable (42).

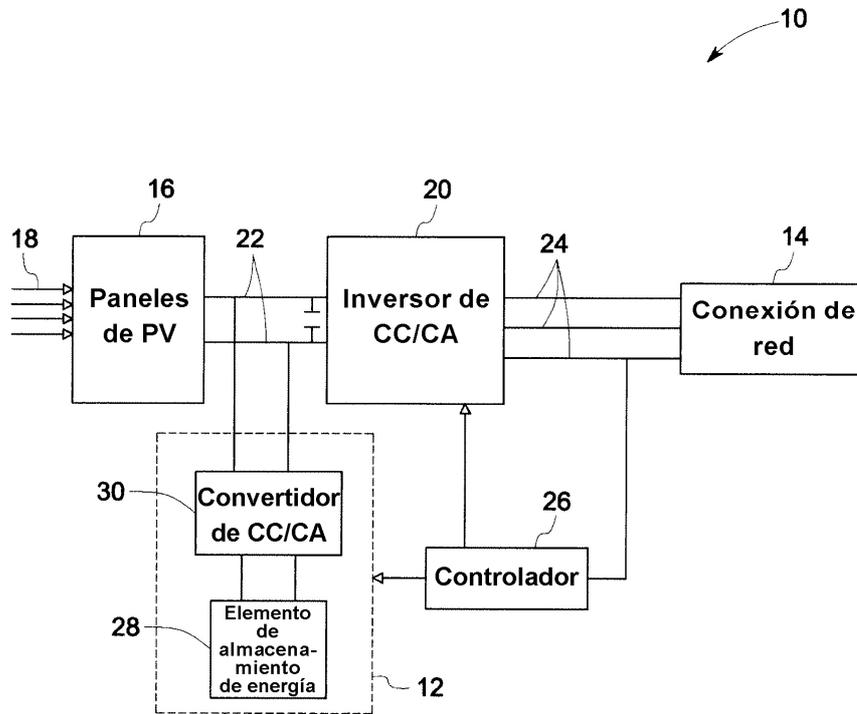


FIG. 1

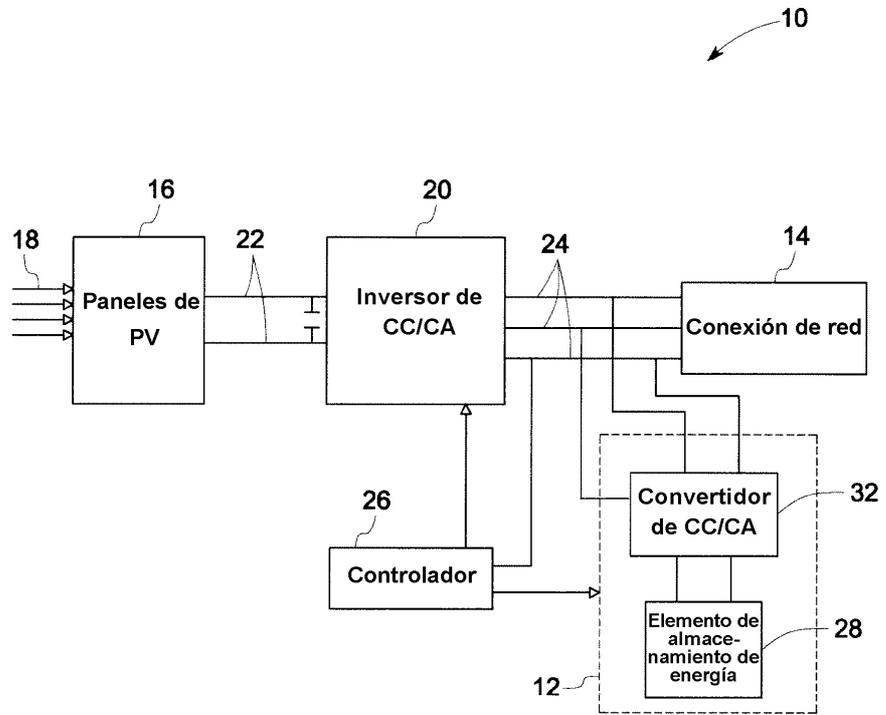


FIG. 2

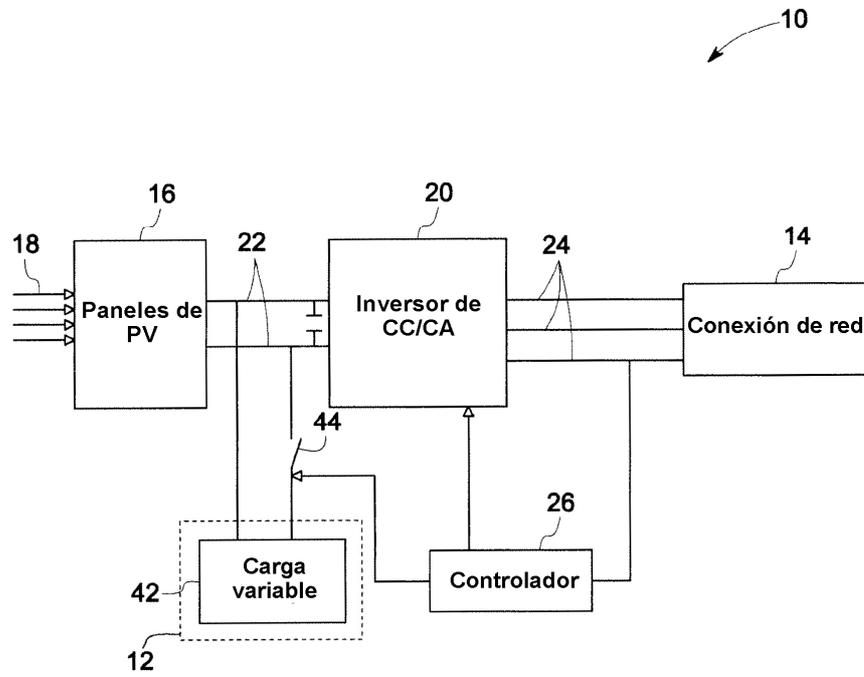


FIG. 3

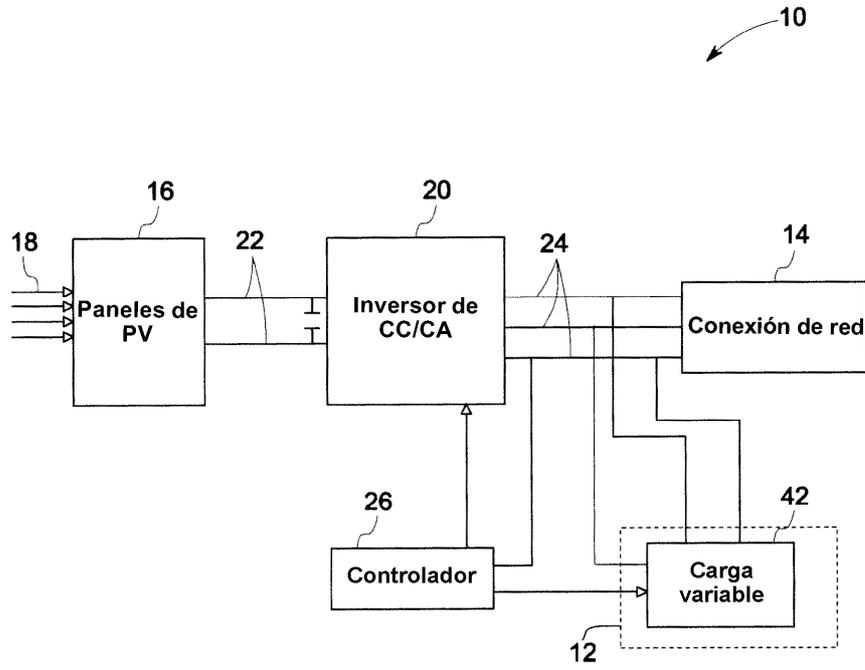


FIG. 4

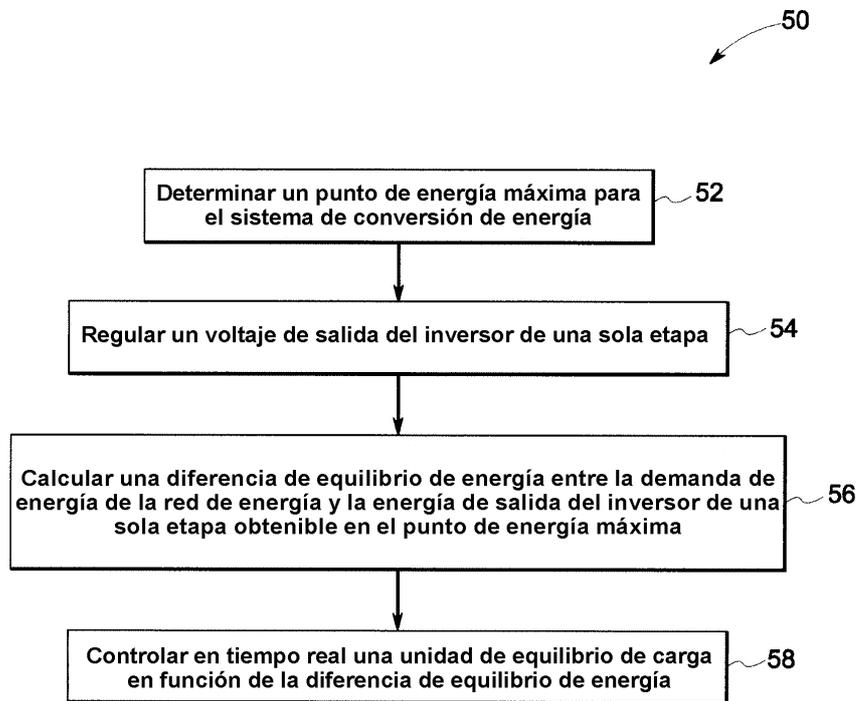


FIG.5