

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 532 282**

51 Int. Cl.:

H02J 3/38 (2006.01)

H02J 1/10 (2006.01)

H02J 7/35 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2008 E 08857910 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.02.2015 EP 2224571**

54 Título: **Sistema de suministro de potencia**

30 Prioridad:

04.12.2007 JP 2007313816

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

25.03.2015

73 Titular/es:

**SHARP KABUSHIKI KAISHA (100.0%)
22-22, Nagaike-cho, Abeno-ku
Osaka-shi, Osaka 545-8522 , JP**

72 Inventor/es:

**MATSUI, RYOJI y
NISHIMURA, KAZUHITO**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 532 282 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 suministro de potencia

SECTOR TÉCNICO

5 La presente invención se refiere a un sistema de suministro de potencia eléctrica para alimentar potencia eléctrica a una carga utilizando un generador de CC y potencia del sistema, y asimismo a un sistema de suministro de potencia eléctrica para alimentar potencia eléctrica a una carga utilizando un generador de CC, una batería de almacenamiento y potencia del sistema.

ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

10 Se han desarrollado muchas técnicas para manejar de manera efectiva un sistema de suministro de potencia eléctrica utilizando un generador de CC y potencia del sistema.

15 Por ejemplo, el documento de patente 1 muestra un sistema de suministro de potencia eléctrica para alimentar potencia eléctrica a una carga utilizando un transformador eléctrico que funciona normalmente con una eficiencia de funcionamiento casi del 100% combinando potencia de energía natural y potencia nocturna. Más en particular, la tensión de la potencia nominal de un generador de potencia eólica, un generador fotovoltaico y una pila de combustible es coincidente con la tensión nominal de una batería de almacenamiento para construir una fuente de potencia de CC. Hasta que la batería de almacenamiento está totalmente cargada mediante la fuente de potencia de CC, se suministra potencia de CA a la carga desde la fuente de potencia de CA comercial. Cuando la batería de almacenamiento está totalmente cargada o la fuente de potencia de CA comercial acusa un fallo de potencia, se suministra potencia de CC desde la fuente de potencia de CC y la batería de almacenamiento. Mientras la batería de almacenamiento está descargando potencia eléctrica, la energía de potencia se complementa desde la pila de combustible. Durante el suministro de potencia diurna o el suministro de potencia nocturna, se suministra potencia de CA a la carga desde la fuente de potencia de CA comercial.

25 El documento de patente 2 muestra asimismo una construcción en la que una salida de un generador de CC, tal como una pila de combustible, está conectada una salida de CC de un inversor de potencia CC-CA bidireccional, a cuya conexión está acoplada una salida de CC a través de un dispositivo de conversión de potencia de CC. La potencia del sistema de CA y la carga de CA están acopladas a un terminal de CA del inversor de potencia CC-CA bidireccional.

30 Además, el documento de patente 3 incluye un inversor de potencia de CC para invertir tensión de CC generada por un generador de pila de combustible, y un convertidor de potencia de CA-CC para convertir potencia de CA en potencia de CC. Una carga de CC y un terminal de salida de CC del convertidor de potencia de CA-CC están conectados a un terminal de salida del inversor de potencia de CC, y la potencia del sistema de CA y una carga de CA están conectadas a un terminal de entrada de CA del convertidor de potencia de CA-CC.

Documento de patente 1: publicación de solicitud de patente japonesa no examinada número 2006-254694

Documento de patente 2: publicación de solicitud de patente japonesa no examinada número 2003-204682

35 Documento de patente 3: publicación de solicitud de patente japonesa no examinada número 2007-124830

40 El documento US 2006/192435 A1 da a conocer que un medio de almacenamiento de energía de respuesta rápida permite la creación de un bus de CC de múltiples puertos en un UPS, permitiendo que el bus de CC de múltiples puertos se acople a una serie de fuentes de CC intermitentes y cargas de CC intermitentes. La descripción del documento US 2006/192435 A1 incluye sistemas de potencia de energía renovable con un UPS que tiene un bus de CC de múltiples puertos y un medio sensible de almacenamiento de energía, acoplado eléctricamente al bus de CC de múltiples puertos. Un aspecto del documento US 2006/192435 A1 incluye un sistema de potencia de energía renovable con un UPS que tiene un bus de CC de múltiples puertos con, por lo menos, un acoplamiento además del mínimo de tres requerido para que un UPS funcione. El acoplamiento adicional está adaptado para acoplar ya sea una carga de CC o una fuente de CC al bus de CC de múltiples puertos. Un medio de almacenamiento de energía sensible está acoplado para suministrar potencia al bus de CC de múltiples puertos y puede funcionar para mantener un nivel de potencia sustancialmente constante en el bus de CC de múltiples puertos.

CARACTERÍSTICAS DE LA INVENCIÓN

PROBLEMAS A RESOLVER MEDIANTE LA INVENCIÓN

5 Sin embargo, en la técnica convencional, es necesario controlar un inversor, un convertidor de CA/CC y un convertidor de CC/CC en respuesta a variaciones de salida del generador de CC, a variaciones de la carga y al fallo de potencia de la fuente de potencia de CA comercial (sistema de potencia de CA). Es necesario un controlador para este control, pero el controlador necesita un cronómetro y un sensor, tal como un voltímetro, para controlar el inversor, el convertidor de CA/CC y el convertidor de CC/CC, y además es necesario construir un sistema que funcione para efectuar un control en respuesta a la salida del cronómetro y del sensor.

10 Para resolver los problemas anteriores, el objetivo de la presente invención es dar a conocer un sistema de suministro de potencia eléctrica para alimentar una salida de una fuente de potencia de CC a una carga, a eficiencia elevada y, sin un control complicado, a efectos de permitir el intercambio de potencia eléctrica entre un sistema de potencia de CA, una fuente de potencia de CC y una carga, o entre un sistema de potencia de CA, una fuente de potencia de cable CA, una carga y una batería de almacenamiento.

MEDIOS PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS

Los objetivos anteriores se consiguen mediante la materia reivindicada de acuerdo con las reivindicaciones independientes.

15 Para resolver los problemas anteriores, el sistema de suministro de potencia eléctrica de la presente invención incluye una línea de bus de CC para conectar entre sí un generador de CC, una carga y la potencia del sistema; un convertidor de CC/CC conectado entre el generador de CC y la línea de bus de CC para controlar una tensión de salida a la línea de bus de CC, a una tensión V1; un inversor conectado entre la potencia del sistema y la línea de bus de CC para manejar un control en respuesta a una tensión de entrada V2 procedente de la línea de bus de CC; y un convertidor de CA/CC conectado entre la potencia del sistema y la línea de bus de CC para controlar una tensión de salida a la línea de bus de CC, a una tensión V3, en el que las respectivas tensiones se configuran como $V1 > V2 > V3$.

25 Además, está dispuesta una batería de almacenamiento que está conectada a la línea de bus de CC. Cuando la tensión a plena carga de la batería de almacenamiento es V4 y la tensión en vacío de la misma es V5, las tensiones respectivas se configuran como $V1 > V2 > V4 > V3 > V5$.

30 De acuerdo con esta construcción, el valor de tensión de la línea de bus de CC decide si el generador de CC o la potencia del sistema pueden o no suministrar potencia a la línea de bus de CC, o la potencia del sistema puede recibir potencia desde la línea de bus de CC. Además, el valor de la tensión de la línea de bus de CC decide si el generador de CC, la batería de almacenamiento o la potencia del sistema pueden o no suministrar potencia a la línea de bus de CC, o la potencia del sistema puede recibir potencia desde la línea de bus de CC.

35 Cuando las tensiones respectivas están configuradas como $V1 > V2 > V4 > V3 > V5$, el orden en que suministrar a la línea de bus de CC se decide automáticamente como sigue. (1) Cuando la tensión de la batería de almacenamiento es mayor que la tensión de salida del convertidor de CA/CC, el primero es el generador de CC, la segunda es la batería de almacenamiento y la tercera es la potencia del sistema. (2) Cuando la tensión de la batería de almacenamiento es menor que la tensión de salida del convertidor de CA/CC, el primero es el generador de CC, la segunda es la potencia del sistema y la tercera es la batería de almacenamiento.

Por lo tanto, no es necesario ningún dispositivo de control para controlar el convertidor de CC/CC, el inversor y el convertidor de CA/CC.

40 De este modo, la anterior configuración de tensiones permite que la potencia generada por el generador de CC se suministre a la línea de bus de CC con mayor prioridad que la potencia del sistema.

45 Además, la anterior configuración de tensiones permite que la potencia generada por el generador de CC fluya automáticamente e invertida desde la potencia del sistema cuando la potencia generada es mayor que la cantidad consumida por la carga. Sin embargo, la potencia no fluye invertida desde la batería de almacenamiento a la potencia del sistema. Además, el convertidor de CA/CC produce salida, cuando es necesario, para cargar la batería de almacenamiento. La batería de almacenamiento se puede cargar en función de la tensión cargada de la misma.

En una realización, el sistema de suministro de potencia eléctrica de la presente invención integra un inversor y el convertidor de CA/CC para realizar un inversor bidireccional. De este modo, el número de componentes del sistema de suministro de potencia eléctrica se puede minimizar para construir el sistema a menor coste.

RESULTADO DE LA INVENCION

50 De acuerdo con la presente invención, la potencia generada por el generador de CC se puede suministrar a una carga de CC a alta eficiencia.

5 Solamente cuando los convertidores respectivos y el inversor se hacen funcionar independientemente, se puede realizar adecuadamente el intercambio de potencia entre el generador de CC, la potencia del sistema y la carga, incluyendo la batería de almacenamiento si está incluida, de manera que no se requiere ningún circuito de control complicado y se puede proporcionar a bajo coste un sistema de suministro de potencia eléctrica muy fiable. Incluso cuando esté equipada la batería de almacenamiento, no se requiere ningún circuito de control complicado para impedir el flujo inverso de potencia desde la batería de almacenamiento a la potencia del sistema.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema construido como una realización 1 de la presente invención.

10 La figura 2 es un diagrama de circuito de un convertidor de CC/CC utilizado en la realización 1 de la presente invención.

La figura 3 es un diagrama de circuito de un inversor utilizado en la realización 1 de la presente invención.

La figura 4 es un diagrama de circuito de un convertidor de CA/CC utilizado en la realización 1 de la presente invención.

La figura 5 es un diagrama de bloques de un sistema construido como una realización 2 de la presente invención.

15 La figura 6 es un diagrama de circuito de un inversor bidireccional utilizado en la realización 2 de la presente invención.

La figura 7 es un diagrama de bloques de un sistema construido como una realización 3 de la presente invención.

La figura 8 es un diagrama de bloques de un sistema construido como una realización 4 de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DE LOS NUMERALES DE REFERENCIA

20 1: potencia del sistema

2: convertidor de CA/CC

3: célula solar

4: convertidor de CC/CC

5: carga

25 6: inversor

7: inversor bidireccional

10: línea de bus de CC

11: batería de almacenamiento

MEJOR MODO DE LLEVAR A CABO LA INVENCION

30 (Realización 1)

La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema construido como una realización 1 de la presente invención.

35 La potencia del sistema 1 está acoplada a un convertidor de CA/CC 2, uno de cuyos terminales de salida está conectado a una línea 10 de bus de CC. Una célula solar 3 que tiene una salida nominal, por ejemplo, de 1 kW está conectada al convertidor de CC/CC 4. Un terminal de salida del convertidor de CC/CC 4 está conectado a la línea 10 de bus de CC. A la línea 10 de bus de CC, están acoplados una carga 5 y un terminal de entrada del inversor 6. Un terminal de salida de un inversor 6 está acoplado a la potencia del sistema 1. Entre una tensión de salida V1 del convertidor de CC/CC 4, una tensión de entrada V2 del inversor 6 y una tensión de salida V3 del convertidor de CA/CC 2, está establecida una relación $V1 > V2 > V3$.

5 Cuando el sistema de suministro de potencia eléctrica de la presente invención es para uso doméstico, la carga 5 puede ser doméstica, tal como una lámpara, una televisión, un ordenador personal, un dispositivo de grabación/reproducción, un equipo de audio, un acondicionador de aire, una lavadora, un refrigerador y una máquina limpiadora, o similares. Cuando es para una oficina, la carga puede ser un equipo de oficina tal como una fotocopiadora, un ordenador personal, un ordenador, una lámpara y un teléfono, o similares. Cuando es para una instalación pública, la carga puede ser un alumbrado público, una señal de tráfico, una señal y una placa de mapa guía, o similares. Cuando es para una fábrica, la carga puede ser una máquina de la fábrica, tal como un motor y una máquina de procesamiento, o similares.

10 A continuación, se describirá en detalle la tensión objetivo del convertidor de CA/CC 2, del convertidor de CC/CC 4 y del inversor 6, respectivamente, a la línea 10 de bus de CC, haciendo referencia a un valor específico de tensión de la misma. Estos valores específicos de tensión se ejemplifican sólo a modo de ejemplo, pero no son limitativos.

15 El convertidor de CC/CC 4 controla la salida de una tensión, por ejemplo, de 210 V a la línea 10 de bus de CC. En el decir, cuando la tensión de la línea 10 de bus de CC es menor que 210 V, el convertidor de CC/CC 4 controla que se aumente la cantidad de suministro de potencia procedente de la célula solar 3. A la inversa, cuando la tensión de la línea 10 de bus de CC es mayor de 210 V, el convertidor de CC/CC 4 controla que se reduzca la cantidad de suministro de potencia procedente de la célula solar 3. En esta operación, el convertidor de CC/CC 4 controla que se mantenga a 210 V la tensión de salida a la línea 10 de bus de CC.

20 El inversor 6 controla para aumentar la cantidad de potencia para la demanda de la línea 10 de bus de CC, de manera que provoca un flujo inverso de potencia a la potencia del sistema, cuando la tensión de la línea 10 de bus de CC está por encima, por ejemplo, de 200 V. Cuando la tensión de la línea 10 de bus de CC es menor que 200 V, el inversor 6 controla para reducir la cantidad de potencia a la demanda de la línea 10 de bus de CC. En esta operación, el inversor 6 controla para mantener a 200 V la tensión de la línea 10 de bus de CC.

25 El convertidor de CA/CC 2 controla la salida de una tensión, por ejemplo, de 190 V a la línea 10 de bus de CC. Es decir, cuando la tensión de la línea 10 de bus de CC es menor que 190 V, el inversor de CA/CC 2 controla para aumentar la cantidad de potencia a la demanda de la potencia del sistema 1. Cuando la tensión de la línea 10 de bus de CC es mayor de 190 V, el inversor de CA/CC 2 controla para reducir la cantidad de potencia a la demanda de la potencia del sistema 1. En esta operación, el convertidor de CA/CC 2 controla para mantener a 190 V la tensión de la línea 10 de bus de CC.

30 A continuación, se explicará el funcionamiento del sistema de suministro de potencia eléctrica construido según la realización 1, en el caso de configuración de las tensiones respectivas según lo anterior.

35 Se asume que la potencia eléctrica generada por la célula solar 3 es, por ejemplo, de 1000 W para tiempo soleado. En este caso, se asume que la cantidad de potencia eléctrica requerida por la carga 5 es, por ejemplo, de 700 W. Dado que la potencia eléctrica generada por la célula solar 3 satisface la potencia requerida por la carga 5, el convertidor de CC/CC 4 controla para suministrar la potencia de 700 W a la carga 5 y, simultáneamente, procede para controlar a 210 V la tensión de la línea 10 de bus de CC. Sin embargo, cuando la tensión de la línea 10 de bus de CC es mayor que 200 V, el inversor 6 controla para aumentar la cantidad de potencia a la demanda de la línea 10 de bus de CC, de manera que provoca el flujo inverso de potencia a la potencia del sistema 1.

40 Como resultado, la tensión de la línea 10 de bus de CC pasa a ser de 200 V, en cuyo caso se estos hacen funcionar en una situación en la que la potencia eléctrica generada por la célula solar 3 es de 1000 W, la magnitud del suministro de potencia a la carga 5 es de 700 W y la magnitud del flujo inverso de potencia, a la potencia del sistema 1, a través del inversor 6 es de 300 W. Además, dado que la tensión de la línea 10 de bus de CC es de 200 V, en este caso, se impide la salida del convertidor de CA/CC 2 a la línea 10 de bus de CC.

45 Seguidamente, se asume que la potencia eléctrica generada por la célula solar 3 es, por ejemplo, de 500 W. Dado que se asume que la magnitud de la potencia eléctrica de la carga 5 se mantiene, por ejemplo, a 700 W, la potencia eléctrica generada por la célula solar 3 no puede satisfacer la potencia demandada por la carga 5. En tal caso, el convertidor de CC/CC 4 no puede mantener la tensión de la línea 10 de bus de CC a 200 V para reducir la tensión. Cuando la tensión de la línea 10 de bus de CC es menor que 190 V, la potencia se suministra a la carga 5 desde la potencia del sistema 1 a través del convertidor de CA/CC 2.

50 Como resultado, la tensión de la línea 10 de bus de CC pasa a ser de 190 V, en cuyo caso éstos se hacen funcionar en una condición tal que la potencia eléctrica generada por la célula solar 3 es de 500 W, la magnitud del suministro de potencia desde la potencia del sistema 1 a la carga 5 a través del convertidor de CA/CC es de 200 W, y por consiguiente la carga 5 consume 700 W. Además, dado que en este caso la tensión de la línea 10 de bus de CC es de 190 V, no se provoca un flujo inverso de potencia a la potencia del sistema 1 a través del inversor 6.

5 Seguidamente, se asume que la magnitud de la potencia eléctrica de la carga 5 es, por ejemplo, de 300 W. Dado que se asume que la potencia eléctrica generada por la célula solar 3 se mantiene a 500 W, se realiza la misma operación que anteriormente, de manera que la tensión de la línea 10 de bus de CC es de 200 V, la potencia eléctrica generada por la célula solar 3 es de 500 W, la magnitud del suministro de potencia a la carga 5 es de 300 W, y el flujo inverso de potencia a la potencia del sistema 1 a través del inversor 6 es de 200 W.

En esta realización, la célula solar se ejemplifica como un generador de CC, pero se puede utilizar cualquier otro tipo de fuente de potencia, tal como un generador de potencia eólica, una pila de combustible, una batería o similares, siempre que pueda suministrar potencia. Además, el número de generadores de CC no tiene por qué limitarse a uno y, por ejemplo, se puede utilizar tanto un generador fotovoltaico como un generador de potencia eólica.

10 Además, en esta realización, la tensión objetivo del convertidor de CC/CC 4, del inversor 6 y del convertidor de CA/CC 2, respectivamente, a la línea 10 de bus de CC se diferencian en 10 V, pero cualquier diferencia de los valores de tensión puede ser válida, o cada valor diferencial de la tensión puede no ser el mismo. Por ejemplo, preferentemente, el valor diferencial de la tensión está comprendido entre 1 y 20 V.

15 Incluso si el valor diferencial de la tensión es de 1 V, el funcionamiento del sistema de la presente invención es posible siempre que se pueda hacer funcionar el convertidor de CC/CC 4, el inversor 6 y el convertidor de CA/CC 2 en el interior de sus zonas de sensibilidad dinámica. Cuando el valor diferencial de la tensión es de 20 V, se determina, por ejemplo, que la tensión de salida del convertidor de CC/CC 4 desde la célula solar 3 es de 200 V, la tensión de entrada del inversor 6 es de 180 V, la tensión de salida del convertidor de CA/CC 2 es de 160 V. De este modo, cuando la salida del convertidor de CC/CC 4 se suministra desde la célula solar 3, el suministro de potencia a la carga 5 es de 200 V. Además, cuando el suministro de potencia es desde la potencia del sistema 1 a través del convertidor de CA/CC 2, el suministro de potencia a la carga 5 es de 160 V. Por lo tanto, la tensión recibida por la carga 5 varía en función de las variaciones de salida de la célula solar 3. Por lo tanto, si el suministro de potencia a la carga 5 varía excesivamente, la carga 5 puede quedar inoperativa en función del tipo de la misma, o puede ser necesario que se interponga adicionalmente un convertidor de CC/CC en la etapa frontal de la carga 5 para estabilizar la tensión de la misma.

25

Dado que la carga 5 puede quedar inoperativa en el caso de un gran valor diferencial de la tensión, es necesaria una configuración tal que la carga 5 esté situada en una zona operativa. Además, cuando se interpone adicionalmente un convertidor de CC/CC para estabilizar la tensión, se puede reducir la eficiencia debido al convertidor de CC/CC, desfavorablemente.

30 En vista de lo anterior, no es preferible un valor de tensión con diferencias de tensión de 20 V o más, digamos de 50 V o de 100 V. Sin embargo, dependiendo de la clase de carga 5, algunas clases de carga pueden funcionar con el gran valor diferencial de la tensión, en cuyo caso puede ser posible el valor diferencial de la tensión de 20 V o más.

35 Tal como se ha descrito anteriormente, el valor diferencial de la tensión se deberá decidir en función de que la carga esté en la zona de tensión operativa, y de que la presencia del convertidor de CC/CC no reduzca la eficiencia. Además, el valor diferencial de la tensión se puede decidir en vista de la capacidad de control y de la sensibilidad dinámica del convertidor de CA/CC 2, del convertidor de CC/CC 4 y del inversor 6. Por lo tanto, es preferible un valor diferencial de la tensión de 1 V o más y de 20 V o menos.

40 En esta realización, la tensión objetivo del convertidor de CC/CC 4 a la línea 10 de bus de CC se configura para ser una tensión de 210 V, pero es posible configurar una zona predeterminada tal como de 210 a 220 V. La tensión objetivo del convertidor de CA/CC 4 y del inversor 6, respectivamente, a la línea 10 de bus de CC es similar. En este caso, se impide que solape cada tensión objetivo a la línea 10 de bus de CC.

45 Además, la explicación anterior se ha descrito asumiendo que la resistencia del cableado de la línea 10 de bus de CC es cero, pero de hecho existe cierta resistencia del cableado de tal modo que el valor diferencial de la tensión se debería determinar en vista de la caída de tensión debida a la resistencia del cableado. Además, el sistema de suministro de potencia eléctrica acorde con esta realización se puede hacer funcionar cuando la potencia del sistema 1 está cortada debido a un fallo de potencia.

Además, en esta realización, se puede colocar un convertidor de CC/CC, si es necesario, en la etapa frontal de la carga 5. En este caso, la potencia generada por la célula solar 3 es consumida por la carga 5 con la máxima prioridad.

50 A continuación, se describirán en detalle el convertidor de CC/CC 4, el convertidor de CA/CC 2 y el inversor 6.

La figura 2 muestra el convertidor de CC-CC 4, con un circuito de conversión de tensión, configurado mediante un recortador elevador para elevar a 210 V la corriente de CC de salida procedente de la célula solar 3. Tal como se muestra en la figura 2, el circuito recortador elevador es un circuito general en el que un elemento de conmutación

41 está activado en PWM (pulse Width Modulation, modulación de anchura de impulsos) aproximadamente a 20 kHz, para elevar la tensión de CC introducida a través de los terminales de entrada 42 y 43 a efectos de proporcionar una alta tensión de CC a través de los terminales de salida 44 y 45. El condensador 47 es un condensador suave. Se proporciona una reactancia 48. En lugar de los elementos de circuito mostrados en la figura 2, se puede aplicar un convertidor aislado de tipo resonante en corriente, un convertidor de CC/CC de tipo recortador bidireccional, o un convertidor de CC/CC de tipo Cuk aislado bidireccional.

A continuación se describe el circuito recortador elevador de la figura 2. Cuando el elemento de conmutación 41 se pone en estado conectado, la energía se almacena en la reactancia 48. Cuando el elemento de conmutación 41 se pone en estado desconectado, la energía almacenada en la reactancia 48 se descarga para cargar la energía en el condensador electrolítico 47. El control de la proporción de tiempo entre los estados conectado y desconectado mediante el elemento de conmutación 41 permite que la tensión introducida desde los terminales de entrada 42 y 43 se eleve hasta una tensión predeterminada (210 V en esta realización) para entregar la tensión elevada desde los terminales de salida 44 y 45. De este modo, el convertidor de CC/CC 4 controla la tensión de salida del mismo, de tal modo que hace la tensión de salida del convertidor de CC/CC coincidente con la tensión objetivo V1.

El elemento de conmutación 41 puede ser utilizado por un MOS FET o un IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor, transistor bipolar de puerta aislada).

Tal como se muestra en la figura 3, el inversor 6 puede ser un circuito de puente completo que comprende cuatro elementos de conmutación 61, 62, 63 y 64. Estos elementos de conmutación pueden ser utilizados por un MOS FET o un IGBT, que se activa en PWM aproximadamente a 20 kHz. La potencia de CC introducida a través de los terminales de entrada 65 y 66 se invierte a una tensión de CA mediante el circuito de puente completo y se suaviza mediante las reactancias 67 y 68, para entregar ondas de salida casi sinusoidales a través de los terminales de salida 69 y 70.

Cuando la potencia del sistema está acoplada a los terminales de salida 69 y 70 del inversor 6, la tensión de salida del inversor 6 se decide como la tensión de la potencia del sistema, de manera que el inversor 6 se controla para que sea operativo cuando la tensión de CC a través de los terminales de entrada 65 y 66 es idéntica a la tensión decidida. Es decir, éste se controla como un inversor de tipo corriente.

El inversor 6 se hace funcionar para invertir la potencia de CC a potencia de CA intercambiando el estado conectado y el estado desconectado por semiciclos, mediante un par de elementos de conmutación 61 y 64 y otro par de elementos de conmutación 62 y 63. Los elementos de conmutación 61 a 64 controlan la tensión a través de los terminales de entrada 65 y 66 controlando la activación PWM en respuesta a la tensión V2 de la tensión de CC aplicada a través de los terminales de entrada 65 y 66.

Tal como se muestra en la figura 4, el convertidor de CA/CC 2 puede ser un circuito de puente de diodos que comprende los elementos de diodo 21, 22, 23 y 24. La potencia de CA introducida a través de los terminales de entrada 25 y 26 se rectifica a potencia de CC mediante el circuito de puente de diodos y se suaviza mediante el condensador suave 27, para entregar potencia de CC a la tensión V3 a través de los terminales de salida 28 y 29.

(Realización 2)

La figura 5 es un diagrama de bloques de un sistema construido como una realización 2 de la presente invención. La realización 2 está caracterizada porque el inversor 6 y el convertidor de CA/CC 2 de la realización 1 están integrados para constituir un inversor bidireccional 7, mientras que los puntos restantes de la realización 2 son idénticos a la realización 1.

El inversor bidireccional 7 de la realización 2 se hace funcionar según las funciones integradas por el inversor 6 y el convertidor de CA/CC 2 en la realización 1, de tal modo que cuando la tensión de la línea 10 de bus de CC es de 200 V, el inversor bidireccional 7 provoca el flujo inverso de potencia a la potencia del sistema 1, y cuando la tensión de la línea 10 de bus de CC es de 190 V, el inversor bidireccional 7 permite el suministro de potencia desde la potencia del sistema 1 a la carga 5. Los puntos restantes son idénticos a la realización 1. Se omite en este caso una explicación adicional.

La figura 6 es un diagrama de circuito del inversor bidireccional 7. El inversor bidireccional 7 es diferente del inversor que se muestra en la figura 2, porque un condensador 81 está conectado a través de los terminales 75 y 76, siendo el resto idéntico.

El inversor bidireccional 7 se hace funcionar de tal modo que una potencia de CC introducida a través de los terminales 75 y 76 se invierte a una tensión de CA mediante el circuito de puente completo y se suaviza mediante las reactancias 77 y 78 para entregar ondas de salida casi sinusoidales a través de los terminales 79 y 80.

El inversor bidireccional 7 se hace funcionar para invertir la potencia de CC a la potencia de CA comercial, intercambiando el estado conectado y el estado desconectado por semiciclos, mediante un par de elementos de conmutación 71 y 74 y otro par de elementos de conmutación 72 y 73. Los elementos de conmutación 71 a 74 invierten una tensión de potencia de CA comercial a través de los terminales de salida, controlando las anchuras de impulso de la activación PWM, en respuesta a la tensión V2 de la potencia de CC aplicada a través de los terminales de entrada 75 y 76.

Cuando se introduce potencia de CA a través de los terminales 79 y 80, no son necesarias las operaciones de conmutación de los elementos de conmutación 71 a 74, en que se realiza un funcionamiento similar al del convertidor de CA/CC mostrado en la figura 4 para entregar potencia de CC de tensión V3 a través de los terminales 75 y 76.

(Realización 3)

La figura 7 es un diagrama de bloques de un sistema construido como una realización 3 de la presente invención.

La realización 3 se diferencia en que una batería de almacenamiento está conectada a la realización 1. En otras palabras, una batería de ión de litio 11 de 1 kW está conectada a la línea 10 de bus de CC a través de un diodo 12 y un segundo convertidor de CA/CC 13 está acoplado a través de la potencia del sistema 1 y de la batería de almacenamiento 11. Los otros elementos del circuito son los mismos que los de la realización 1 mostrada en la figura 1. En esta realización 3, cuando la tensión a plena carga de la batería de almacenamiento 11 es V4 y la tensión en vacío de la misma es V5, las tensiones respectivas se configuran como $V1 > V2 > V4 > V3 > V5$.

En este caso, en la realización 3, se describirá en detalle la tensión objetivo del convertidor de CA/CC 2, del convertidor de CC/CC 4 y del inversor 6, respectivamente, para la línea de bus de CC haciendo referencia a un valor específico de tensión de los mismos. Estos valores específicos de tensión se ejemplifican sólo a modo de ejemplo, pero no se limitan a esto.

El convertidor de CC/CC 4 se controla para entregar una tensión de 115 V a la línea 10 de bus de CC. Es decir, cuando la tensión de la línea 10 de bus de CC es menor que 115 V, éste controla para aumentar el suministro de potencia desde la célula solar 3, y cuando la tensión de la línea 10 de bus de CC es mayor que 115 V, controla para reducir el suministro de potencia desde la célula solar 3. En esta operación, el convertidor de CC/CC 4 controla para mantener a 115 V la tensión de la línea 10 de bus de CC.

Cuando la tensión de la línea 10 de bus de CC es mayor que 110 V, el inversor 6 controla para aumentar el suministro demandado de potencia desde la línea 10 de bus de CC a efectos de provocar el flujo inverso de potencia a la potencia del sistema 1. Cuando la tensión de la línea 10 de bus de CC es menor que 110 V, el inversor 6 controla para reducir el suministro demandado de potencia desde la línea 10 de bus de CC. En esta operación, el inversor 6 controla para mantener a 110 V la tensión de la línea 10 de bus de CC.

El convertidor de CA/CC 2 se controla para entregar una tensión de 80 V a la línea 10 de bus de CC. Es decir, cuando la tensión de la línea 10 de bus de CC es menor que 80 V, el convertidor de CA/CC 2 controla para aumentar el suministro de potencia desde la potencia del sistema 1. Cuando la tensión de la línea 10 de bus de CC es mayor que 80 V, el convertidor de CA/CC 2 controla para reducir el suministro de potencia desde la potencia del sistema 1. En esta operación, el convertidor de CA/CC 2 controla para mantener a 80 V la tensión de la línea 10 de bus de CC.

A continuación, se explicará la tensión a plena carga V4 y la tensión en vacío V5 de la batería recargable de ión de litio 11 y la posible influencia de la misma sobre la línea 10 de bus de CC. En el sistema de suministro de potencia eléctrica de la realización 3, están conectadas en serie 25 baterías recargables de ión de litio, en las que la tensión a plena carga de una sola es de 4,2 V y la tensión en vacío de la misma es de 3 V, de tal modo que el total de las tensiones a plena carga es de 105 V y el total de las tensiones en vacío desde 75 V.

Además, la tensión de salida del segundo convertidor de CA/CC 13 está gobernada siempre por la tensión de la batería recargable de ión de litio 11. Dado que la batería recargable de ión de litio 11 está acoplada a la línea 10 de bus de CC a través de un diodo de bloqueo 12, la tensión de la batería recargable de ión de litio 11 es menor que la tensión de la línea 10 de bus de CC para no influir en caso de que la magnitud de la potencia generada por la célula solar 3 sea grande y la tensión de la línea 10 de bus de CC esté por encima de 110 V. Cuando la magnitud de la potencia generada por la célula solar 3 es pequeña, posiblemente la tensión de la batería recargable de ión de litio 11 puede ser igual a la tensión de la línea 10 de bus de CC.

Se explicará el funcionamiento del segundo convertidor de CA/CC 13. El segundo convertidor de CA/CC 13 se hace funcionar solamente durante el tiempo de potencia nocturna de la potencia del sistema comercial, establecido por la compañía de potencia eléctrica. Durante el tiempo de la potencia nocturna, el segundo convertidor de CA/CC 13

comienza a cargar la batería recargable de ión de litio 11. Una vez ha completado la carga, el segundo convertidor de CA/CC 13 deja de funcionar y no funciona hasta el siguiente tiempo de potencia nocturna. Por lo tanto, el funcionamiento del segundo convertidor de CA/CC 13 está temporizado.

A continuación, se explicará el funcionamiento de la realización 3 en el caso de configuración de las tensiones.

5 Se asume que la tensión de la potencia eléctrica generada por la célula solar 3 es de 1000 W por la mañana en un día soleado. En este caso, se asume que la tensión a plena carga de la batería recargable de ión de litio 11 es de 105 V, y se asume que la potencia requerida por la carga 5 es de 700 W. Dado que en la potencia eléctrica generada por la célula solar 3 satisface la potencia requerida por la carga 5, el convertidor de CC/CC 4 controla para suministrar la potencia de 700 W a la carga 5 y, simultáneamente, procede a controlar a 115 V la tensión de la línea
10 10 de bus de CC. Sin embargo, cuando la tensión de la línea 10 de bus de CC es mayor que 110 V, el inversor 6 controla para aumentar la cantidad de potencia a la demanda de la línea 10 de bus de CC, de manera que provoca el flujo inverso de potencia a la potencia del sistema 1.

15 Como resultado, la tensión de la línea 10 de bus de CC pasa a ser de 110 V, en cuyo caso estos se hacen funcionar en una situación en la que la potencia eléctrica generada por la célula solar 3 es de 1000 W, la magnitud del suministro de potencia a la carga 5 es de 700 W y la magnitud del flujo inverso de potencia, a la potencia del sistema 1, a través del inversor 6 es de 300 W. Además, dado que la tensión de la línea 10 de bus de CC es de 110 V, en este caso, se impide la salida del convertidor de CA/CC 2 a la línea 10 de bus de CC. Análogamente, la tensión de la batería recargable de ión de litio 11 es de 105 V, de tal modo que se impide su salida a la línea de bus de CC.

20 Seguidamente, cuando se pone el sol, se asume que la potencia eléctrica generada por la célula solar 3 es de 500 W. Dado que se asume que la magnitud de la potencia eléctrica de la carga 5 se mantiene a 700 W, la potencia eléctrica generada por la célula solar 3 no puede satisfacer la potencia demandada por la carga 5. En tal caso, la tensión de la línea 10 de bus de CC no se puede mantener a 110 V para reducir la tensión. Cuando la tensión de la línea 10 de bus de CC es menor que 105 V, la potencia se suministra a la carga 5 desde la batería recargable de ión de litio 11.

25 Como resultado, la tensión de la línea 10 de bus de CC pasa a ser de 105 V, en cuyo caso éstos se hacen funcionar en una condición en que la potencia eléctrica generada por la célula solar 3 es de 500 W, la magnitud de la potencia de suministro desde la batería recargable de ión de litio 11 a la carga 5 es de 200 W, y en consecuencia la carga 5 se puede hacer funcionar a 700 W. Por supuesto, cuando se suministra potencia, la tensión de la batería recargable de ión de litio 11 se reduce de manera que la tensión de la línea 10 de bus de CC se reduce gradualmente. Además,
30 dado que en este caso la tensión de la línea 10 de bus de CC es de 105 V o menor, no se provoca un flujo inverso de potencia a la potencia del sistema 1 a través del inversor 6. Además, dado que la tensión de salida del convertidor de CA/CC 2 es de 80 V, la potencia del sistema 1 no suministra potencia hasta que la tensión de la batería recargable de ión de litio 11 se descarga hasta 80 V.

35 Después de ello, se mantienen las condiciones anteriores, de tal modo que la tensión de la batería recargable de ión de litio 11 se reduce por debajo de 80 V. Después, se suministra potencia de 200 W desde la potencia del sistema 1 a la carga 5 a través del convertidor de CA/CC 2.

40 Seguidamente, cuando vuelve a estar soleado, se asume que la potencia eléctrica generada por la célula solar 3 es de 1000 W. Dado que se asume que la magnitud de potencia eléctrica de la carga 5 permanece a 700 W, de nuevo la potencia eléctrica generada por la célula solar 3 satisface la potencia requerida por la carga 5. Por lo tanto, tal como se ha mencionado anteriormente, la tensión de la línea 10 de bus de CC es de 110 V, de tal modo que el flujo inverso de potencia a la potencia del sistema 1 a través del inversor 6 es de 300 V.

45 A continuación, por la noche, la potencia eléctrica generada por la célula solar 3 pasa a ser de 0 W, pero la potencia requerida por la carga 5 aumenta a 1000 W. En tal caso, la tensión de la batería recargable de ión de litio 11 es 80 V o menor, de tal modo que se suministra potencia de 1000 W desde la potencia del sistema 1 a la carga 5 a través del inversor de CA/CC 2, de manera que la tensión de la línea 10 de bus de CC es de 80 V.

50 Después de ello, durante el tiempo de potencia nocturna de la potencia del sistema comercial configurada por la compañía de potencia eléctrica, comienza a estar activo el segundo convertidor de CA/CC 13. En este momento, mientras que la potencia del sistema 1 carga la batería recargable de ión de litio 11 a través del segundo convertidor de CA/CC 13, la potencia del sistema 1 suministra potencia a la carga 5. Mientras la tensión de la batería recargable de ión de litio 11 es menor que 80 V, el suministro de potencia procedente de la potencia del sistema 1 a la carga 5 se realiza a través del convertidor de CA/CC 2, y cuando la tensión de la batería recargable de ión de litio 11 es de 80 V o más, el suministro de potencia desde la potencia del sistema 1 a la carga 5 se realiza a través del segundo convertidor de CA/CC 13. Mientras la tensión de la batería recargable de ión de litio 11 es menor que 80 V, la línea
55 10 de bus de CC se mantiene a 80 V, y cuando la tensión de la batería recargable de ión de litio 11 es de 80 V o más, la tensión de la batería recargable de ión de litio 11 es igual a la tensión de la línea 10 de bus de CC. Cuando

- la tensión de la batería recargable de ión de litio 11 alcanza una tensión de plena carga (105 V), finaliza la carga desde la potencia del sistema 1 a la batería recargable de ión de litio 11, pero durante el tiempo de potencia nocturna, se lleva a cabo el suministro de potencia desde la potencia del sistema 1 a la carga 5, que necesita la potencia de 1000 W, a través del segundo convertidor de CA/CC 13. Después de finalizar el tiempo de la potencia nocturna, se repite de nuevo la operación similar desde la mañana.
- 5
- También en la realización 3, la célula solar 3 se ejemplifica como un generador de CC, pero se puede utilizar cualquier otro tipo de fuente de potencia, tal como un generador de potencia eólica, una pila de combustible, una batería o similares, siempre que pueda suministrar potencia. Además, el número de generadores de CC no se debe limitar a uno, sino que son posibles dos o más.
- 10 Además, la tensión objetivo del convertidor de CC/CC 4, del inversor 6 y del convertidor de CA/CC 2, respectivamente, a la línea 10 de bus de CC, y la tensión a plena carga y la tensión en vacío de la batería recargable de ión de litio 11 se pueden diferenciar en 1 a 20 V, tal como se ha explicado en la realización 1, y dependiendo de la clase de la carga 5, pueden ser de más de 20 V.
- 15 La tensión objetivo del convertidor de CC/CC 4, del inversor 6 y del convertidor de CA/CC 2, respectivamente, a la línea 10 de bus de CC pueden estar dentro de una zona de tensión predeterminada, tal como se ha explicado en la reivindicación 1. En este caso, se impide que cada tensión objetivo a la línea 10 de bus de CC solape.
- Además, puede ser posible interponer adicionalmente un convertidor de CC/CC en la etapa frontal de la carga 5, si es necesario. En tal caso, la potencia generada por la célula solar 3 es consumida por la carga 5 con la máxima prioridad.
- 20 Además, no es necesario que el segundo convertidor de CA/CC 13 continúe funcionando durante el tiempo de la potencia nocturna, y éste se puede suspender después de que la batería recargable de ión de litio 11 está totalmente cargada. El segundo convertidor de CA/CC 13 puede funcionar para cargar la batería recargable de ión de litio 11 pero no sólo durante el tiempo de la potencia nocturna, sino asimismo durante el tiempo que resulte ventajoso para el usuario, incluyendo el tiempo en el que la potencia es económica, o similares. Además, cuando el sistema de potencia es anómalo, se puede hacer funcionar el segundo convertidor de CA/CC 13 de tal modo que la potencia generada por la célula solar 3 se cargue a través del inversor.
- 25
- En esta realización, el diodo 12 se utiliza como elemento de conmutación, pero se puede utilizar un FET, IGBT o similares para bloquear una corriente desde la carga 5 a la batería recargable de ión de litio 11.
- 30 Los circuitos del convertidor de CC/CC 4, del inversor 6 y del convertidor de CA/CC 2 utilizados para la realización 3 son los mismos que los mostrados en las figuras 2 a 4 en la realización 1.
- (Realización 4)
- La figura 8 es un diagrama de bloques de un sistema construido como una realización 4 de la presente invención.
- La realización 4 está caracterizada porque el inversor 6 y el convertidor de CA/CC 2 están integrados para constituir un inversor bidireccional 17, mientras que los puntos restantes de la realización 4 son idénticos a la realización 3.
- 35 La realización 4 se hace funcionar según las funciones integradas mediante el inversor 6 y el convertidor de CA/CC 2 en la realización 3, de tal modo que cuando la tensión de la línea 10 de bus de CC es de 110 V, el inversor bidireccional 17 provoca el flujo inverso de potencia a la potencia del sistema 1, y cuando la tensión de la línea 10 de bus de CC es de 80 V, el inversor bidireccional 17 permite que se suministre potencia desde la potencia del sistema 1 a la carga 5. Los puntos restantes son idénticos a los de la realización 3.
- 40 El circuito del inversor bidireccional 17 es el mismo que el mostrado en la figura 6 de la realización 2.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de suministro de potencia eléctrica, que comprende:

una línea (10) de bus de CC que conecta entre sí un generador de CC (3), una carga (5) y la potencia del sistema (1);

5 un convertidor de CC/CC (4) conectado entre el generador de CC (3) y la línea (10) de bus de CC, configurado para controlar una tensión de salida a la línea (10) de bus de CC, a una tensión de V1;

un inversor (6) conectado entre la potencia del sistema (1) y la línea (10) de bus de CC, configurado para manejar un control en respuesta a una tensión de entrada V2 procedente de la línea (10) de bus de CC; y

10 un convertidor de CA/CC (2) conectado entre la potencia del sistema (1) y la línea (10) de bus de CC, que tiene una tensión de salida V3 para la tensión de salida V3 a la línea (10) de bus de CC, y

una batería de almacenamiento (11) conectada a la línea (10) de bus de CC,

15 **caracterizado porque** cuando la tensión a plena carga de la batería de almacenamiento (11) es V4 y la tensión en vacío de la batería de almacenamiento (11) es V5, las tensiones respectivas se configuran como $V1 > V2 > V4 > V3 > V5$, y el orden en que se suministra potencia a la línea (10) de bus de CC se decide automáticamente mediante dicha configuración de tensiones, de tal modo que cuando la tensión de la batería de almacenamiento (11) es mayor que la tensión de salida del convertidor de CA/CC (2), el primero es el generador de CC (3), la segunda es la batería de almacenamiento (11) y la tercera es la potencia del sistema (1), y cuando la tensión de la batería de almacenamiento (11) es menor que la tensión de salida del convertidor de CA/CC (2), el primero es el generador de CC (3), la segunda es la potencia del sistema (1) y la tercera es la batería de almacenamiento (11).

20 2. El sistema de suministro de potencia eléctrica acorde con la reivindicación 1, en el que cuando la tensión de salida del convertidor de CC/CC (4) es menor que la tensión V1, el convertidor de CC/CC (4) funciona para aumentar la salida del mismo, y cuando la tensión de salida del convertidor de CC/CC (4) es mayor que la tensión V1, el convertidor de CC/CC (4) funciona para reducir la salida del mismo.

25 3. El sistema de suministro de potencia eléctrica acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que cuando la tensión de entrada del inversor (6) es mayor que la tensión V2, el inversor (6) funciona para aumentar la salida del mismo, y cuando la tensión de entrada del inversor (6) es menor que la tensión V2, el inversor (6) funciona para reducir la salida del mismo.

4. El sistema de suministro de potencia eléctrica acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el inversor (6) y el convertidor de CA/CC (2) comprenden un inversor bidireccional (7).

30 5. El sistema de suministro de potencia eléctrica acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la carga (5) es una lámpara, una televisión, un ordenador personal, un dispositivo de grabación/reproducción, un equipo de audio, un acondicionador de aire, una lavadora, un refrigerador, una máquina limpiadora, un alumbrado público, un equipo de oficina, una máquina de fabrica o similares.

35 6. El sistema de suministro de potencia eléctrica acorde con la reivindicación 1, en el que un segundo convertidor de CA/CC (13) está conectado además entre la potencia del sistema (1) y la batería de almacenamiento (11), y el segundo convertidor de CA/CC (13) se hace funcionar solamente durante el tiempo de potencia nocturna de la potencia del sistema comercial establecida por la compañía de potencia eléctrica, de tal modo que el segundo convertidor de CA/CC (13) carga la batería de almacenamiento (11) durante el tiempo de la potencia nocturna.

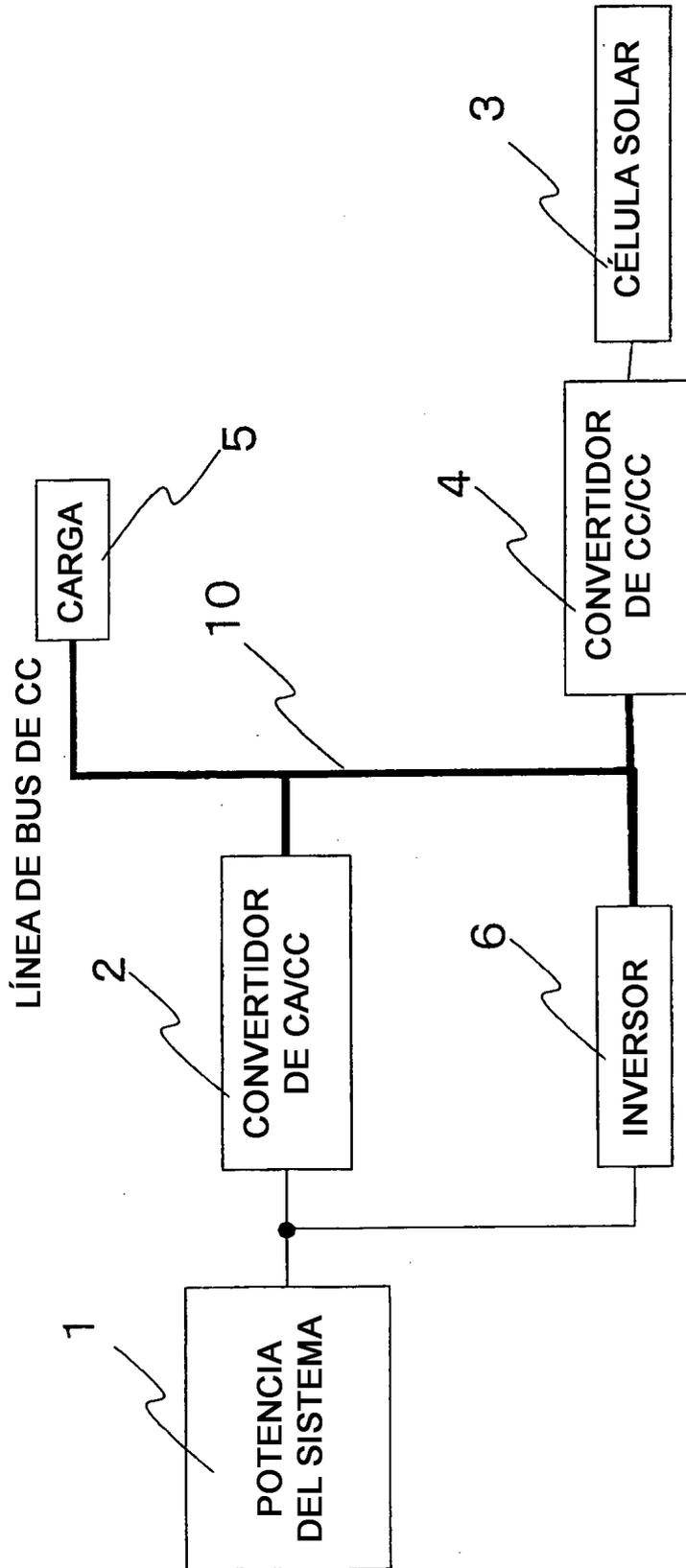


FIG. 1

FIG. 2

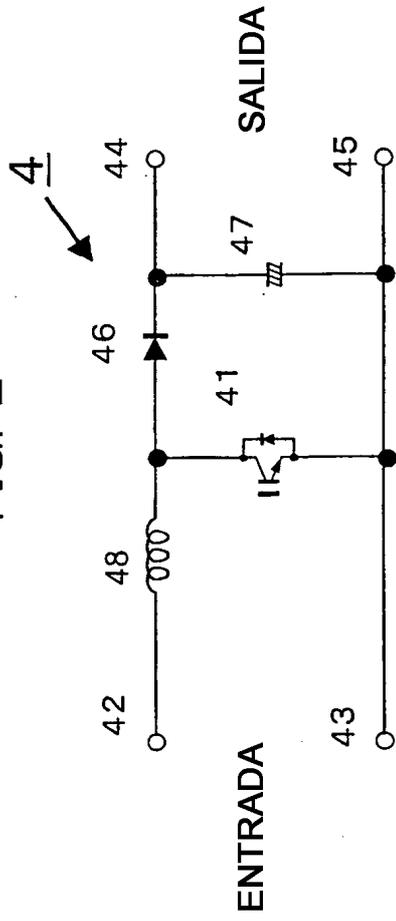


FIG. 3

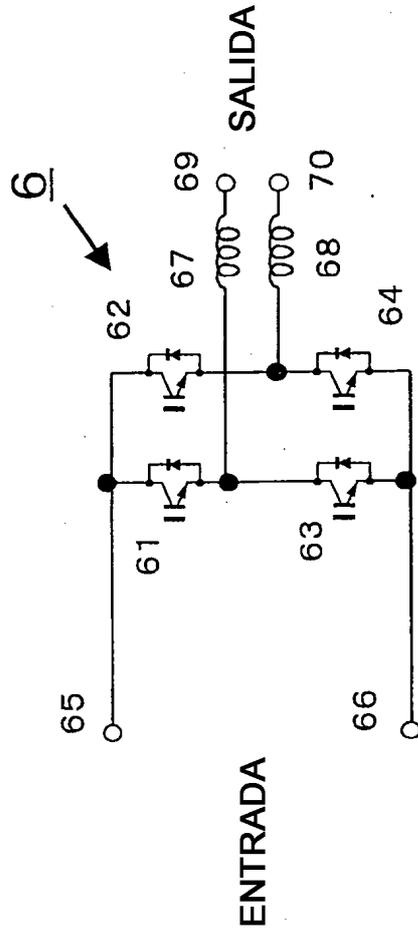
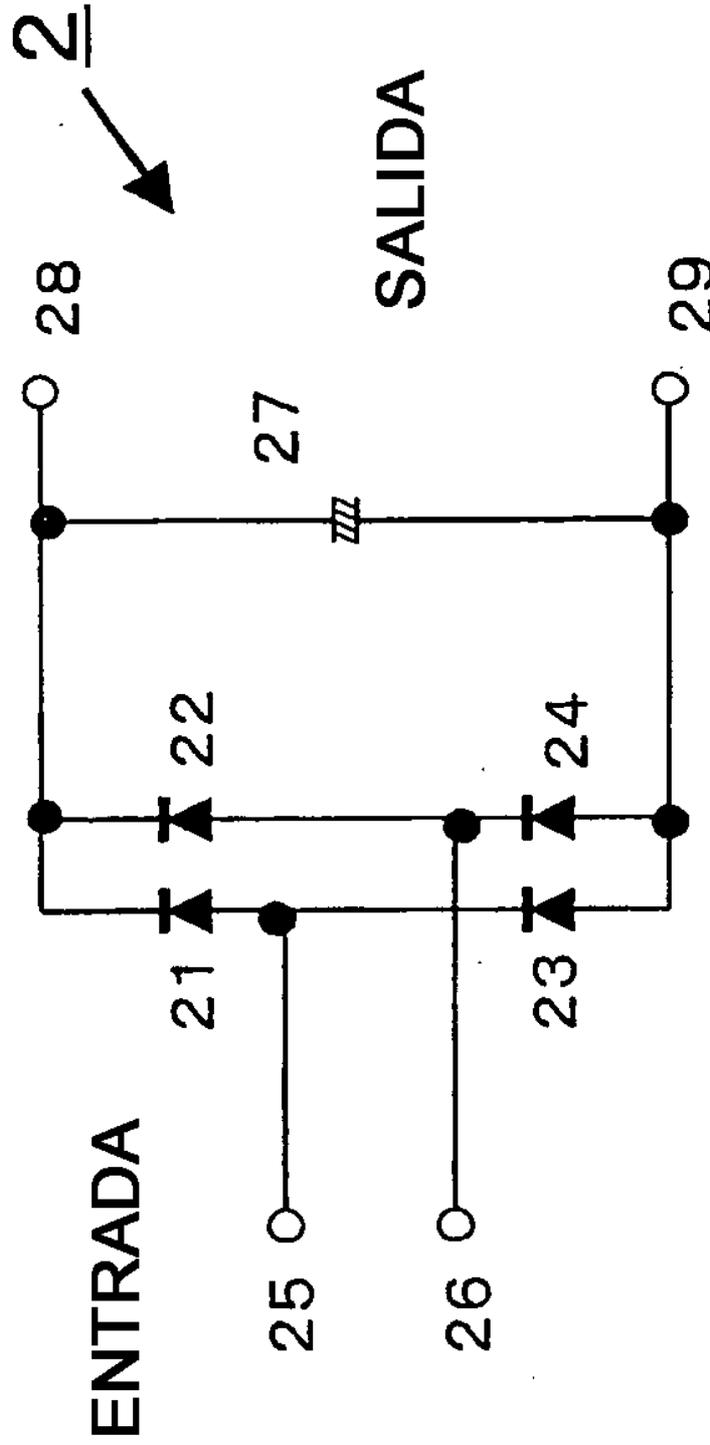


FIG. 4



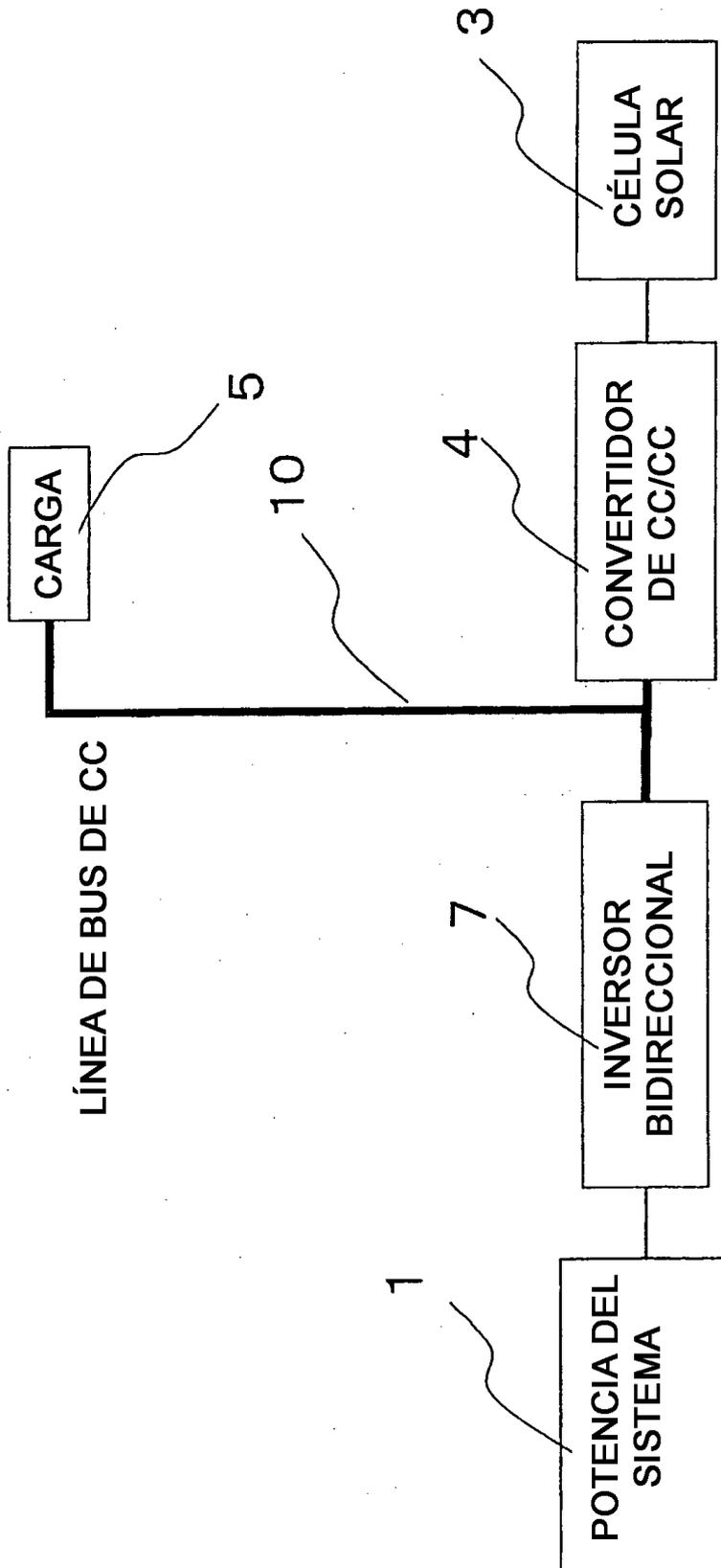
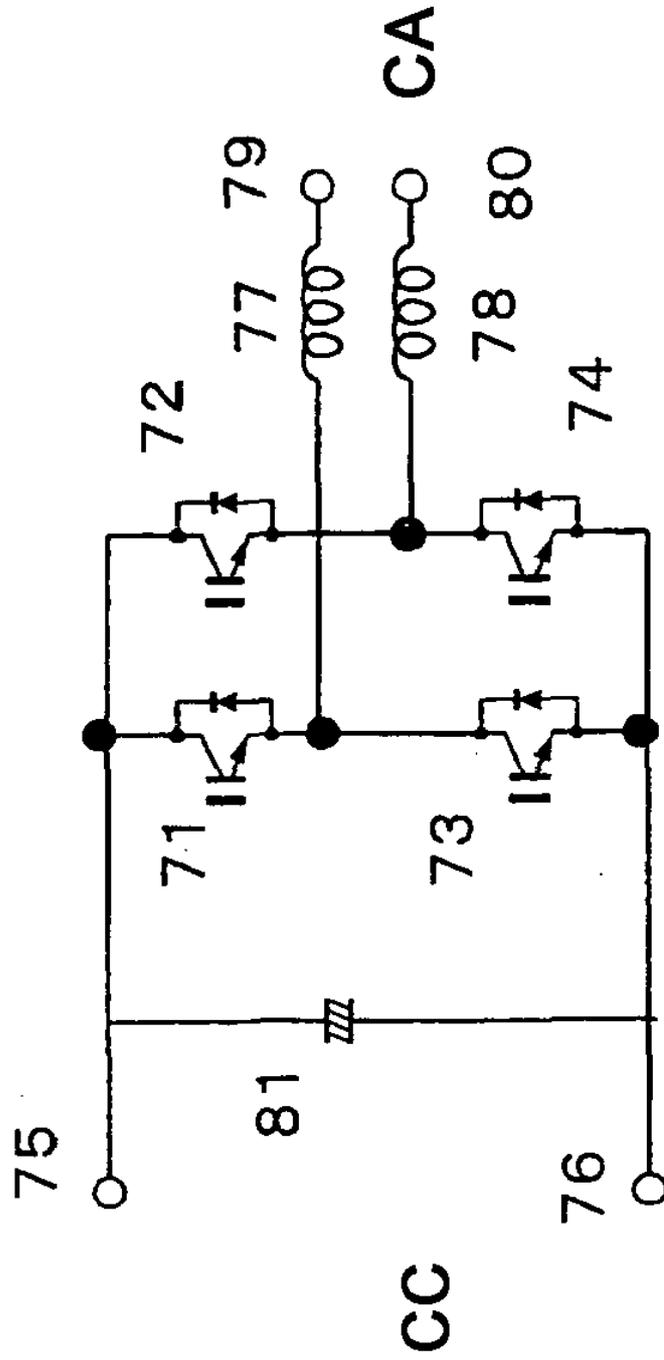


FIG. 5

FIG. 6



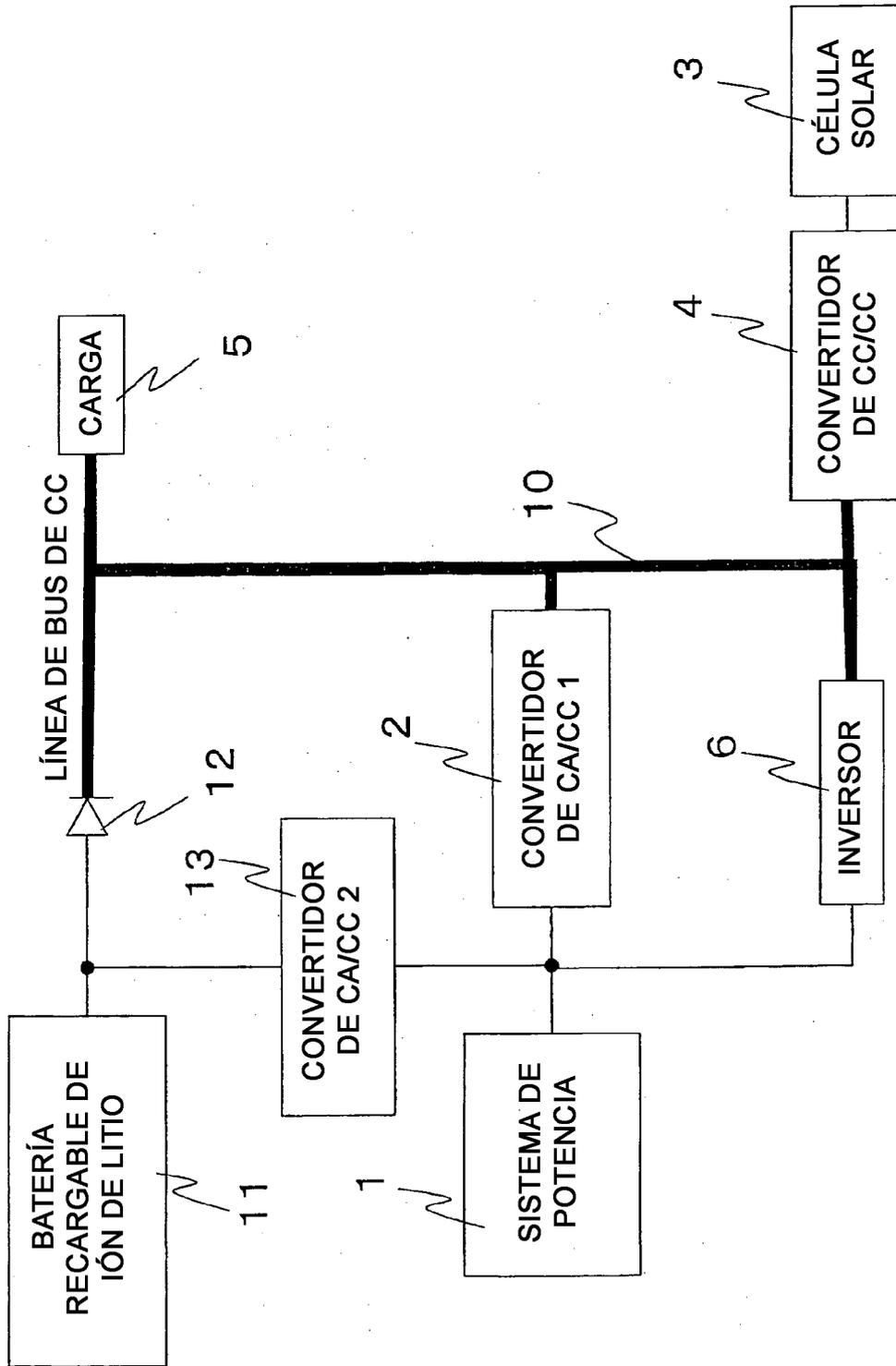


FIG. 7

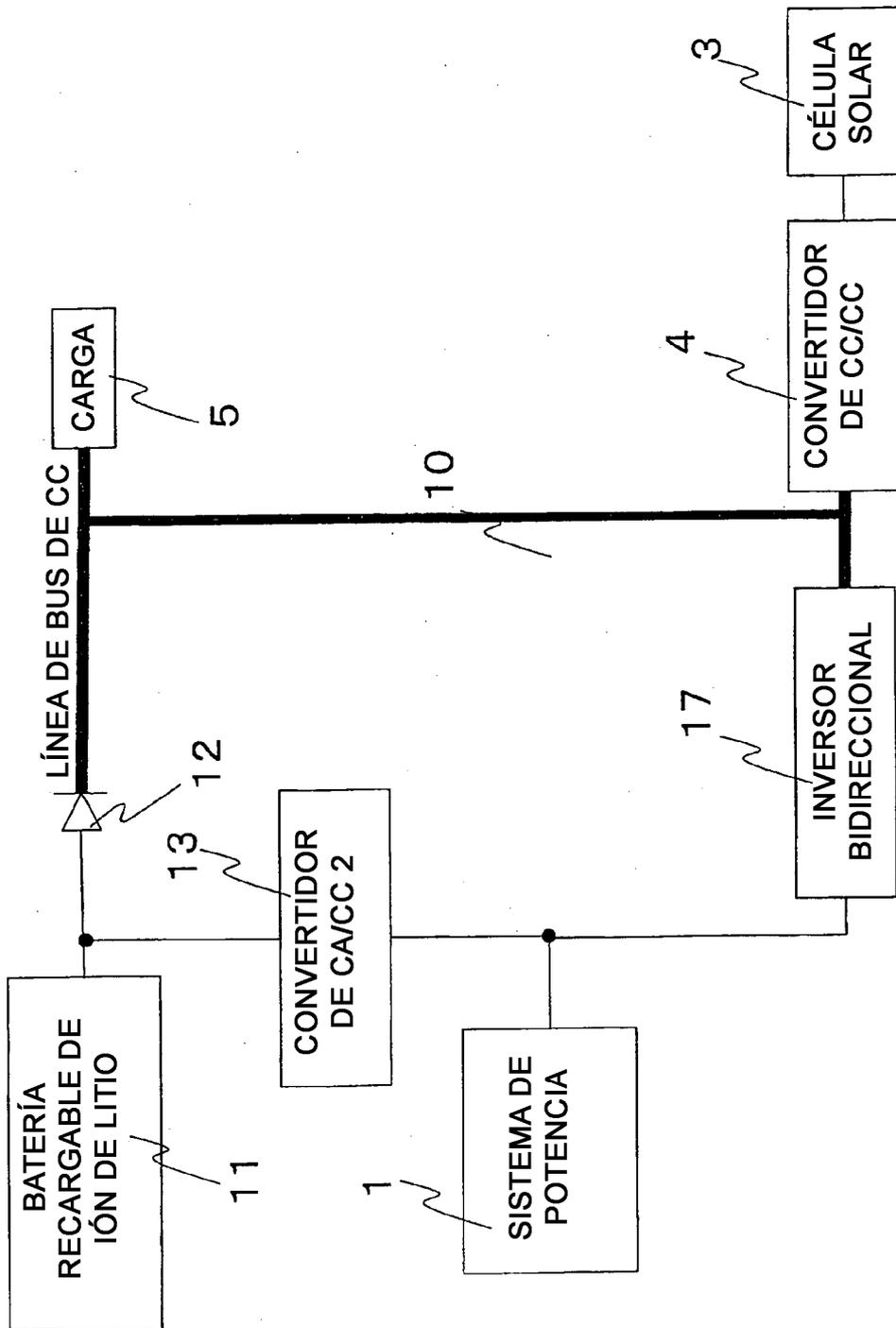


FIG. 8