

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 925 036**

51 Int. Cl.:

**H02M 3/155** (2006.01)

**H02J 3/38** (2006.01)

**H02J 3/46** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.08.2017 E 17186812 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.08.2022 EP 3297117**

54 Título: **Sistema de potencia distribuida que incluye un arreglo solar, un convertidor DC-DC, y un inversor**

30 Prioridad:

**20.09.2016 JP 2016183509**

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

**13.10.2022**

73 Titular/es:

**OMRON CORPORATION (100.0%)  
801, Minamifudodo-cho, Horikawahigashiiru,  
Shiokoji-dori, Shimogyo-Ku  
Kyoto-shi, Kyoto 600-8530, JP**

72 Inventor/es:

**TSUBOTA, YASUHIRO;  
IRIE, TOMOYA;  
AONO, KUNIO;  
MIZOKAMI, TAKAO;  
MABUCHI, MASAO y  
KOBAYASHI, KENJI**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 925 036 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 potencia distribuida que incluye un arreglo solar, un convertidor DC-DC, y un inversor

Campo

- 5 La presente invención se relaciona con un sistema de potencia distribuida, un convertidor DC-DC, y un acondicionador de potencia.

Antecedentes

Un sistema fotovoltaico para generar potencia usando luz solar incluye un arreglo solar conectado a la red de servicios públicos o una carga a través de un acondicionador de potencia que incluye componentes tales como un inversor, y alimenta la potencia generada en el arreglo solar a la red de servicios públicos y la carga.

- 10 Los sistemas fotovoltaicos recientes tienen voltajes más altos, y usan cada vez más inversores que no incluyen transformadores para lograr una eficiencia más alta. Esto puede provocar que aparezca una gran diferencia de potencial entre las celdas solares y el marco conectado a tierra. Se conoce que la diferencia de potencial, combinada con factores externos tales como temperatura y humedad (alta temperatura y alta humedad), produce una corriente de fuga, que posiblemente puede provocar el fenómeno de degradación inducida por potencial (PID).

- 15 La figura 47 es una ilustración conceptual de un fenómeno de PID de ejemplo. La figura 47 muestra una cadena 10 de módulos solares incluida en un arreglo solar en un sistema fotovoltaico. La cadena 10 de módulos solares incluye múltiples módulos solares (paneles solares) 1 que están conectados en serie. La cadena 10 de módulos solares está conectada a una red 40 de servicios públicos a través de un acondicionador 30 de potencia. Cada módulo 1 solar en la cadena 10 de módulos solares recibe luz solar durante el día para generar potencia, produciendo de este modo una  
20 diferencia de potencial entre un terminal 301 de entrada positivo y un terminal 302 de entrada negativo.

La figura 48 es un diagrama esquemático que muestra la estructura del módulo 1 solar. Como se muestra en la figura 48, el módulo 1 solar incluye un marco 11, una lámina 12 posterior, una celda 13, una lámina 14 de vidrio, y un sellador 15.

- 25 La celda 13 es un dispositivo que incluye una capa semiconductor (capa de generación de potencia) que convierte la energía luminosa en potencia con el efecto fotovoltaico. La lámina 14 de vidrio se coloca encima de la celda 13 en su lado receptor de luz, mientras que la lámina 12 posterior se coloca debajo de la celda 13 en el lado no receptor de luz. La celda 13 está sellada por el sellador 15 colocado entre la lámina 14 de vidrio y la celda 13 y entre la celda 13 y la lámina 12 posterior. El marco 11, que está en la periferia exterior del módulo 1 solar, fija el módulo 1 solar sobre un soporte. El marco 11 está formado de metal conductor, y está conectado a tierra.

- 30 De los módulos 1 solares que están conectados en serie, como se muestra en la figura 47, los módulos 1 solares adyacentes al terminal 301 de entrada incluyen celdas 13 que tienen potenciales positivos a tierra, mientras que los módulos 1 solares adyacentes al terminal 302 de entrada incluyen celdas 13 que tienen potenciales negativos a tierra. A medida que aumenta la diferencia entre los potenciales a tierra, puede aparecer una corriente de fuga entre la celda 13 y el marco 11 en un módulo 1 solar o entre el agua 91 en la superficie de vidrio y la celda 13 como se indica con  
35 flechas discontinuas en la figura 48. En este caso, los iones de sodio en la lámina 14 de vidrio y otros componentes pueden moverse hacia la celda 13 e interferir con la transferencia de electrones de la celda 13 para reducir el rendimiento de la celda 13 o provocar el fenómeno de PID. Por ejemplo, en una celda del módulo 1 solar que incluye un semiconductor de tipo p, un potencial negativo a tierra puede reducir el rendimiento. En una celda del módulo 1 solar que incluye un semiconductor de tipo n, un potencial positivo a tierra puede reducir el rendimiento.

- 40 El documento WO 2008/154918 A1 divulga un inversor sin transformador y sin potencial negativo en las conexiones de celdas solares, de tal manera que dicho inversor puede usarse con paneles de película delgada y particularmente con paneles de película delgada de la configuración de superestrato, sin provocar daños por corrosión aumentados o extendidos.

- 45 El documento US 2012/120694 A1 divulga un acondicionador de potencia para la generación de potencia fotovoltaica. La potencia generada por una batería solar del tipo de película delgada se aumenta a un voltaje DC predeterminado mediante un circuito de corte de aumento, y el voltaje DC predeterminado se convierte en potencia AC trifásica mediante un circuito inversor, y la potencia AC trifásica se suministra a un sistema de suministro de potencia AC a través de un circuito de voltaje DC de salida.

- 50 El documento US 2011/103117 A1 divulga un inversor de interconexión de red que incluye: un circuito de conversión de voltaje configurado para emitir un voltaje intermedio elevando o bajando un voltaje de entrada desde una fuente de potencia de corriente continua; y un circuito de conversión de forma de onda configurado para convertir el voltaje intermedio en una potencia de corriente alterna en una conformación de forma de onda sinusoidal. El circuito de conversión de voltaje incluye: un circuito de lado positivo dispuesto en una línea de lado positivo entre una polaridad positiva de la fuente de potencia de corriente continua y el circuito de conversión de forma de onda; y un circuito de  
55 lado negativo dispuesto en una línea de lado negativo entre una polaridad negativa de la fuente de potencia de

corriente continua y el circuito de conversión de forma de onda. El circuito de lado positivo y el circuito de lado negativo tienen configuraciones de circuito simétricas entre sí.

#### Lista de citas

#### Literatura no de patente

- 5 Literatura no de patente 1: Mega-solar/business/trouble, Nikkei Business Publications, Inc., (en línea) disponible en: <<http://techon.nikkeibp.co.jp/atcl/feature/15/302961/010500010/?ST=msb&P=1>> (consultado el 13 de septiembre de 2016)

#### Resumen

#### Problema técnico

- 10 La reducción de rendimiento provocada por PID es más notable a medida que aumenta el potencial a tierra del módulo 1 solar. Los sistemas de módulos solares recientes con voltajes más altos pueden ser más susceptibles a PID.

Se conoce que el rendimiento reducido de cada módulo solar provocado por PID se recupera gradualmente a medida que el potencial a tierra disminuye después de que el módulo solar deja de generar potencia en la noche. De este modo, un sistema de módulos solares que no tiene potencial a tierra durante la noche puede evitar tal reducción de

- 15 rendimiento provocada por PID.

Sin embargo, un sistema de suministro de potencia híbrido que incluye una batería de almacenamiento además de módulos solares involucra la operación de carga y descarga de la batería de almacenamiento también durante la noche, y de este modo no reduce los potenciales a tierra de los módulos solares. Este sistema puede tener reducción de rendimiento de los módulos solares provocada por PID.

- 20 Uno o más aspectos de la presente invención están dirigidos a una técnica para prevenir la reducción de rendimiento provocada por PID.

#### Solución al problema

El asunto anterior se resuelve mediante el sistema de potencia distribuida de acuerdo con la reivindicación independiente 1. Realizaciones del sistema de potencia distribuida se describen en las reivindicaciones dependientes.

- 25 En particular, un primer aspecto proporciona un sistema de potencia distribuida que está conectado a una red de servicios públicos tanto durante el día como durante la noche. El sistema incluye una pluralidad de fuentes de alimentación que incluyen un arreglo solar, un convertidor DC-DC no aislado que tiene un terminal de entrada y un terminal de salida y eleva, en una relación de aumento predeterminada, una entrada de voltaje DC desde las fuentes de alimentación a través del terminal de entrada y emite el voltaje DC a través del terminal de salida, un inversor que
- 30 convierte la salida de voltaje DC desde el convertidor DC-DC a través del terminal de salida en una corriente alterna, y una sección de ajuste de potencial que ajusta un potencial en un electrodo negativo del arreglo solar a un potencial mayor que un potencial en un electrodo negativo del inversor al menos durante la noche.

- En esta estructura, la sección de ajuste de potencial puede mantener fácilmente un potencial muy alto en el electrodo negativo del arreglo solar durante la noche, y puede ya sea prevenir o retrasar la degradación inducida por potencial (PID).
- 35

En el aspecto anterior, la sección de ajuste de potencial incluye una configuración de circuito que incluye un potencial común en un electrodo positivo de un terminal de salida del arreglo solar y un electrodo positivo del terminal de salida del convertidor DC-DC.

- Esta estructura puede tener un potencial común en el electrodo positivo del terminal de salida del convertidor DC-DC. En este caso, el potencial en el electrodo negativo del arreglo solar se puede obtener restando el voltaje entre los terminales del arreglo solar antes de la operación de elevación de voltaje del potencial en el electrodo positivo del terminal de salida del convertidor DC-DC después de la operación de elevación de voltaje. De este modo, el potencial puede ser mayor que el potencial en el electrodo negativo del inversor de una manera más fiable.
- 40

- En el aspecto anterior, el convertidor DC-DC incluye al menos un reactor, un diodo, y un elemento de conmutación. La sección de ajuste de potencial incluye además una configuración de circuito conectado en serie en la cual un primer terminal del reactor está conectado a un electrodo negativo del arreglo solar, un segundo terminal del reactor está conectado a un cátodo del diodo, y un ánodo del diodo está conectado a un electrodo negativo del terminal de salida del convertidor DC-DC.
- 45

- Esta estructura permite que el potencial en el electrodo negativo del arreglo solar sea mayor que el potencial en el electrodo negativo del inversor de una manera más fiable usando al menos el voltaje entre el ánodo y el cátodo del diodo.
- 50

En el aspecto anterior, la sección de ajuste de potencial incluye una configuración de circuito en la cual aparece un voltaje equivalente entre un electrodo positivo del terminal de entrada del convertidor DC-DC y un electrodo positivo del terminal de salida del convertidor DC-DC y entre un electrodo negativo del terminal de entrada del convertidor DC-DC y un electrodo negativo del terminal de salida del convertidor DC-DC cuando se eleva un voltaje. Esta estructura permite que el potencial en los electrodos positivo y negativo del arreglo solar se ajuste al potencial del voltaje DC entre los electrodos positivo y negativo del inversor. De este modo, el potencial en el electrodo negativo del arreglo solar puede ser mayor que el potencial en el electrodo negativo del inversor de una manera más fiable.

En el aspecto anterior, el convertidor DC-DC incluye al menos un primer reactor y un segundo reactor, un primer diodo y un segundo diodo, un condensador, y un elemento de conmutación. La sección de ajuste de potencial incluye una configuración de circuito conectado en serie en la cual un primer terminal del primer reactor está conectado al electrodo positivo del terminal de entrada del convertidor DC-DC, un segundo terminal del primer reactor está conectado a un ánodo del primer diodo, y un cátodo del primer diodo está conectado al electrodo positivo del terminal de salida del convertidor DC-DC, y un primer terminal del segundo reactor está conectado al electrodo negativo del terminal de entrada del convertidor DC-DC, un segundo terminal del segundo reactor está conectado a un cátodo del segundo diodo, y un ánodo del segundo diodo está conectado al electrodo negativo del terminal de salida del convertidor DC-DC.

En el aspecto anterior, cuando el sistema incluye un circuito de detección de DCV que detecta un voltaje DC entre dos terminales del arreglo solar. La sección de ajuste de potencial incluye una configuración de circuito que incluye un resistor que tiene una resistencia equivalente a una resistencia del circuito de detección de DCV entre el electrodo positivo del terminal de entrada del convertidor DC-DC y el electrodo positivo del terminal de salida del convertidor DC-DC.

En esta estructura, el circuito de detección de DCV y el resistor que tiene la resistencia equivalente a la resistencia del circuito de detección de DCV permiten que el potencial en los electrodos positivo y negativo del arreglo solar se ajuste al potencial del voltaje DC entre los electrodos positivo y negativo del inversor. De este modo, el potencial en el electrodo negativo del arreglo solar puede ser mayor que el potencial en el electrodo negativo del inversor de una manera más fiable.

En el aspecto anterior, el sistema incluye un circuito de detección de DCV que detecta un voltaje DC entre dos terminales del arreglo solar. La sección de ajuste de potencial incluye una configuración de circuito que incluye una GND para un circuito de control del convertidor DC-DC entre el electrodo positivo y el electrodo negativo del terminal de salida del convertidor DC-DC. Esta estructura permite que el voltaje de control sea el valor medio del potencial de los electrodos positivo y negativo del inversor, y de este modo permite que el potencial en los electrodos positivo y negativo del arreglo solar se ajuste al potencial del voltaje DC entre los electrodos positivo y negativo del inversor de una manera más fiable. De este modo, el potencial en los electrodos positivo y negativo del arreglo solar puede ser mayor que el potencial en el electrodo negativo del inversor de una manera más fiable.

En el aspecto anterior, el sistema incluye un circuito de detección de DCV que detecta un voltaje DC entre dos terminales del arreglo solar. La sección de ajuste de potencial incluye una configuración de circuito en la cual el electrodo positivo del terminal de salida del convertidor DC-DC está conectado a un primer terminal de un resistor que tiene una resistencia equivalente a una resistencia del circuito de detección de DCV, un segundo terminal del resistor está conectado a un cátodo de un tercer diodo, un ánodo del tercer diodo está conectado al electrodo negativo del terminal de salida del convertidor DC-DC, y el segundo terminal del resistor y el cátodo del tercer diodo están conectados al electrodo negativo del arreglo solar.

Esta estructura permite que el potencial obtenido al dividir el potencial del voltaje DC entre el electrodo positivo y el electrodo negativo del inversor sea el potencial en el electrodo negativo del arreglo solar. De este modo, el potencial en el electrodo negativo del arreglo solar puede ser mayor que el potencial en el electrodo negativo del inversor de una manera más fiable.

En el aspecto anterior, el tercer diodo está conectado a un resistor en paralelo con el tercer diodo entre el cátodo y el ánodo del tercer diodo. Esta estructura permite que el potencial obtenido al dividir el potencial del voltaje DC entre el electrodo positivo y el electrodo negativo del inversor sea el potencial en el electrodo negativo del arreglo solar.

En el aspecto anterior, el sistema incluye un circuito de detección de DCV que detecta un voltaje DC entre dos terminales del arreglo solar. La sección de ajuste de potencial incluye una configuración de circuito en la cual un electrodo positivo del terminal de salida del convertidor DC-DC está conectado a un primer terminal de un resistor que tiene una resistencia equivalente a una resistencia del circuito de detección de DCV, un segundo terminal del resistor está conectado a un electrodo positivo de un transistor de efecto de campo semiconductor de óxido de metal, un electrodo negativo del transistor de efecto de campo semiconductor de óxido de metal está conectado a un electrodo negativo del terminal de salida del convertidor DC-DC, y el segundo terminal del resistor y el electrodo positivo del transistor de efecto de campo semiconductor de óxido de metal están conectados al electrodo negativo del arreglo solar.



Esta estructura permite que el potencial en los electrodos positivo y negativo del arreglo solar se ajuste al potencial del voltaje DC entre los electrodos positivo y negativo del inversor. De este modo, el potencial en el electrodo negativo del arreglo solar puede ser mayor que el potencial en el electrodo negativo del inversor de una manera más fiable. En esta estructura, el resistor puede tener sus dos terminales cada uno conectado a un condensador. Esta estructura reduce el ruido generado cuando los transistores de efecto de campo semiconductores de óxido de metal se encienden o apagan.

En el aspecto anterior, el tercer diodo está conectado a un condensador en paralelo con el tercer diodo entre el cátodo y el ánodo del tercer diodo. Esta estructura también reduce el ruido.

En el aspecto anterior, el sistema incluye un circuito de detección de DCV que detecta un voltaje DC entre dos terminales del arreglo solar. La sección de ajuste de potencial incluye una configuración de circuito en la cual un electrodo positivo del terminal de salida del convertidor DC-DC está conectado a un primer terminal de un resistor que tiene una resistencia equivalente a una resistencia del circuito de detección de DCV, un relé de tres terminales está conectado a un segundo terminal del resistor, el electrodo negativo del arreglo solar, un electrodo negativo del terminal de salida del convertidor DC-DC, y el relé de tres terminales están conectados al electrodo negativo del arreglo solar y el electrodo negativo del terminal de salida del convertidor DC-DC durante el día, y durante la noche, el segundo terminal del resistor está conectado al electrodo negativo del arreglo solar bajo control.

En esta estructura, el resistor incluido en el circuito de detección de DCV y el resistor que tiene la resistencia equivalente a la resistencia del circuito de detección de DCV permiten, al menos durante la noche, que el potencial obtenido al dividir el potencial del voltaje DC entre el electrodo positivo y el electrodo negativo del inversor sea el potencial en el electrodo negativo del arreglo solar. De este modo, el potencial en el electrodo negativo del arreglo solar puede ser mayor que el potencial en el electrodo negativo del inversor de una manera más fiable.

En el aspecto anterior, la sección de ajuste de potencial incluye una configuración de circuito que incluye desconectores que desconectan eléctricamente el arreglo solar desde el terminal de entrada del convertidor DC-DC, entre el electrodo positivo del arreglo solar y un electrodo positivo del terminal de entrada del convertidor DC-DC, y entre el electrodo negativo del arreglo solar y un electrodo negativo del terminal de entrada del convertidor DC-DC.

Esta estructura puede desconectar eléctricamente el arreglo solar y el terminal de entrada del convertidor DC-DC durante la noche, y permite que el potencial en el electrodo negativo del arreglo solar sea mayor que el potencial en el electrodo negativo del inversor de una manera más fiable. En esta estructura, los desconectores pueden ser transistores de efecto de campo semiconductores de óxido de metal. Los desconectores pueden incluir relés colocados en paralelo con los transistores de efecto de campo semiconductores de óxido de metal.

El convertidor DC-DC puede incluir resistores entre un electrodo positivo del terminal de salida y un electrodo negativo del terminal de salida, y una sección intermedia entre los resistores, el electrodo negativo del arreglo solar, y uno de los desconectores conectado al electrodo negativo puede estar conectado eléctricamente.

Esta estructura puede desconectar eléctricamente el arreglo solar y el terminal de entrada del convertidor DC-DC durante la noche, y permite que el potencial en el electrodo negativo del arreglo solar sea el potencial obtenido al dividir el potencial del voltaje DC entre el electrodo positivo y el electrodo negativo del inversor. De este modo, el potencial en el electrodo negativo del arreglo solar puede ser mayor que el potencial en el electrodo negativo del inversor de una manera más fiable.

El arreglo solar puede ser un arreglo de módulos solares que incluye una pluralidad de paneles solares conectados en serie o en paralelo. Otro aspecto proporciona un convertidor DC-DC incluido en el sistema de potencia distribuida. Otro aspecto puede ser un acondicionador de potencia para ser usado en el sistema de potencia distribuida.

#### Efectos ventajosos

Realizaciones de la presente invención evitan la reducción en el rendimiento de módulo solar provocada por PID.

#### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama que muestra la configuración de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con una primera realización.

La figura 2 es un diagrama que muestra la configuración de circuito del sistema de potencia distribuida de acuerdo con la primera realización (durante el día).

La figura 3 es un diagrama que muestra la configuración de circuito del sistema de potencia distribuida de acuerdo con la primera realización (durante la noche).

La figura 4 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con el ejemplo comparativo 1 (durante el día).

- La figura 5 es un diagrama que muestra la configuración de circuito del sistema de potencia distribuida de acuerdo con el ejemplo comparativo 1 (durante la noche).
- La figura 6 es un diagrama que muestra potenciales a tierra durante el día de acuerdo con el ejemplo comparativo 1.
- 5 La figura 7 es un diagrama que muestra potenciales a tierra durante la noche de acuerdo con el ejemplo comparativo 1.
- La figura 8 es un diagrama esquemático que muestra el potencial a tierra variable en tiempo del módulo solar más cercano al electrodo negativo en una cadena de módulos solares.
- La figura 9 es un diagrama esquemático que muestra el potencial a tierra variable en tiempo del módulo solar más cercano al electrodo positivo en la cadena de módulos solares.
- 10 La figura 10 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con el ejemplo comparativo 2 (durante el día).
- La figura 11 es un diagrama que muestra la configuración de circuito del sistema de potencia distribuida de acuerdo con el ejemplo comparativo 2 (durante la noche).
- 15 La figura 12 es un diagrama que muestra la configuración de circuito del sistema de potencia distribuida de acuerdo con el ejemplo comparativo 2 (durante la interrupción).
- La figura 13 es un diagrama que muestra potenciales a tierra durante el día de acuerdo con el ejemplo comparativo 2.
- La figura 14 es un diagrama que muestra potenciales a tierra durante la noche de acuerdo con el ejemplo comparativo 2.
- 20 La figura 15 es un diagrama que muestra potenciales a tierra durante la interrupción de acuerdo con el ejemplo comparativo 2.
- La figura 16 es un diagrama esquemático que muestra el potencial a tierra variable en tiempo del módulo solar más cercano al electrodo negativo en una cadena de módulos solares de acuerdo con el ejemplo comparativo 2.
- La figura 17 es un diagrama esquemático que muestra el potencial a tierra variable en tiempo del módulo solar más cercano al electrodo positivo en la cadena de módulos solares.
- 25 La figura 18 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con el ejemplo comparativo 3 (durante el día).
- La figura 19 es un diagrama que muestra la configuración de circuito del sistema de potencia distribuida de acuerdo con el ejemplo comparativo 3 (durante la noche).
- 30 La figura 20 es una tabla de comparación que muestra los potenciales a tierra y la influencia de PID en realizaciones y los ejemplos comparativos.
- La figura 21 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con una segunda realización (durante el día).
- La figura 22 es un diagrama que muestra la configuración de circuito del sistema de potencia distribuida de acuerdo con la segunda realización (durante la noche).
- 35 La figura 23 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 2-1.
- La figura 24 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 2-2.
- 40 La figura 25 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con una tercera realización (durante el día).
- La figura 26 es un diagrama que muestra la configuración de circuito del sistema de potencia distribuida de acuerdo con la tercera realización (durante la noche).
- La figura 27 es un diagrama que describe la relación de división de voltaje entre un circuito de resistor y un circuito de detección de DCV en un convertidor DC-DC de acuerdo con la tercera realización.
- 45 La figura 28 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 3-1.

La figura 29 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 3-2.

La figura 30 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 3-3.

5 La figura 31 muestra un ejemplo con un condensador reductor de ruido conectado en paralelo con un resistor.

La figura 32 muestra un ejemplo con un condensador reductor de ruido conectado en paralelo con un resistor.

La figura 33 muestra un ejemplo con el condensador reductor de ruido conectado en paralelo con un diodo.

Las figuras 34A y 34B son diagramas que muestran cada uno la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 3-4.

10 Las figuras 35A y 35B son diagramas que muestran cada uno la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 3-5.

La figura 36 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 3-6.

15 Las figuras 37A y 37B son diagramas que muestran cada uno la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 3-7.

La figura 38 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 3-8.

La figura 39 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 3-9.

20 La figura 40 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con una cuarta realización.

Las figuras 41A y 41B son diagramas que describen el estado del arreglo solar eléctricamente desconectado.

La figura 42 es un diagrama que describe el estado del arreglo solar eléctricamente desconectado.

25 La figura 43 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 4-1.

La figura 44 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 4-2.

La figura 45 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 4-3.

30 La figura 46 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 4-4.

La figura 47 es una ilustración conceptual de un fenómeno de PID de ejemplo.

La figura 48 es un diagrama esquemático que muestra una estructura de módulo solar.

Descripción detallada

35 Ahora se describirán realizaciones específicas de la presente técnica con referencia a los dibujos.

Primera realización

40 La figura 1 es un diagrama que muestra la configuración de un sistema de potencia distribuida de acuerdo con una primera realización. En la figura 1, un sistema 100 de potencia distribuida incluye un arreglo 110 solar, una batería 210 de almacenamiento, convertidores 120 y 220 DC-DC, y un acondicionador de potencia (también un sistema de acondicionamiento de potencia, PCS) 30. El sistema 100 de potencia distribuida está conectado a la red de servicios públicos o a una carga a través de un tablero 40 de instrumentos.

45 El arreglo 110 solar incluye múltiples módulos 1 solares conectados en serie, que forman múltiples cadenas 10 de módulos solares conectadas en paralelo. Cada módulo 1 solar convierte la energía solar en energía eléctrica con el efecto fotovoltaico, y emite la energía resultante como potencia de corriente continua. El módulo 1 solar tiene una estructura conocida como se muestra en, por ejemplo, la figura 48, e incluye un marco 11 que sostiene un panel en el cual una celda 13 está sellada entre una lámina 14 de vidrio y una lámina 12 posterior. Aunque la figura 48 muestra

- una celda 13 como ejemplo, el módulo 1 solar incluye múltiples celdas 13 conectadas en serie a través de un patrón de electrodos, y los múltiples conjuntos de las celdas 13 conectadas en serie están conectados en paralelo. Las celdas 13 están conectadas a un terminal de salida (no se muestra) del módulo 1 solar, y la potencia generada en cada celda 13 se emite desde el terminal de salida. El marco 11 está conectado a tierra por separado desde el circuito interno de la celda 13, y la celda 13 tiene una diferencia de potencial (potencial a tierra) entre la celda 13 y el marco 11. Esto evita que la degradación inducida por potencial (PID) sea provocada por el potencial a tierra como se describe más adelante.
- El convertidor 120 DC-DC convierte el voltaje de la salida del arreglo 110 solar (eleva el voltaje en este ejemplo) a un voltaje predeterminado, y alimenta la potencia resultante al acondicionador 30 de potencia.
- La batería 210 de almacenamiento es una batería secundaria tal como una batería de iones de litio, y almacena la potencia alimentada por el arreglo 110 solar y la red de servicios públicos. La batería 210 de almacenamiento también descarga la potencia almacenada en una carga durante la noche o en caso de escasez de potencia.
- El convertidor 220 DC-DC convierte el voltaje de la potencia eléctrica descargada de la batería 210 de almacenamiento (eleva el voltaje en este ejemplo) a un voltaje predeterminado, y alimenta la potencia resultante al acondicionador 30 de potencia. El convertidor 220 DC-DC también recibe la potencia alimentada desde el arreglo 110 solar y la red de servicios públicos a través del acondicionador 30 de potencia. El convertidor 220 DC-DC convierte el voltaje de la potencia recibida desde el acondicionador 30 de potencia (reduce el voltaje en este ejemplo) a un voltaje predeterminado, y alimenta la potencia resultante a la batería 210 de almacenamiento para carga.
- El acondicionador 30 de potencia incluye un inversor que convierte la potencia DC alimentada desde el convertidor 120 o 220 DC-DC en potencia AC, y alimenta la potencia resultante a la red de servicios públicos o a una carga. Por el contrario, el inversor convierte la potencia AC desde la red de servicios públicos en potencia DC, y alimenta la potencia resultante al convertidor 220 DC-DC. El acondicionador 30 de potencia también incluye un relé de conexión a red de servicios públicos para controlar la conexión (interconexión) a y desconexión desde la red de servicios públicos.
- Las figuras 2 y 3 son diagramas que muestran cada uno la configuración de circuito del sistema 100 de potencia distribuida de acuerdo con la primera realización. La figura 2 muestra el estado de sistema durante el día. La figura 3 muestra el estado de sistema durante la noche.
- El convertidor 120 DC-DC conectado al arreglo 110 solar es un circuito elevador no aislado que incluye un reactor L1, un elemento S1 de conmutación de aumento, y un diodo D1.
- El reactor L1 tiene un terminal conectado al electrodo negativo del arreglo 110 solar, y el otro terminal conectado al cátodo del diodo D1 y al terminal de menor potencial del elemento S1 de conmutación.
- El diodo D1 tiene el cátodo conectado al reactor L1 y al terminal de menor potencial del elemento S1 de conmutación, y el ánodo conectado al electrodo negativo del terminal de salida del convertidor 120 DC-DC. Más específicamente, el reactor L1 y el diodo D1 están conectados en serie en la línea negativa del convertidor 120 DC-DC.
- El elemento S1 de conmutación está conectado en paralelo con el arreglo 110 solar. El terminal de mayor potencial del elemento S1 de conmutación está conectado al electrodo positivo del arreglo 110 solar y al electrodo positivo del terminal de salida del convertidor 120 DC-DC.
- El elemento S1 de conmutación puede ser, por ejemplo, un dispositivo de conmutación tal como un transistor de efecto de campo semiconductor de óxido de metal (MOS) o un transistor bipolar de puerta aislada (IGBT).
- El convertidor 120 DC-DC eleva la entrada de voltaje DC (por ejemplo, 250 V) desde el arreglo 110 solar a un voltaje predeterminado (por ejemplo, 320 V) y emite el voltaje resultante al acondicionador 30 de potencia a través de la operación de conmutación realizada por el elemento S1 de conmutación.
- El convertidor 220 DC-DC conectado a la batería 210 de almacenamiento incluye un reactor L2 y elementos S2 y S3 de conmutación de aumento/reducción. El convertidor 220 DC-DC también puede incluir diodos cada uno conectado en paralelo inverso a los elementos S2 y S3 de conmutación.
- El reactor L2 tiene un terminal conectado al electrodo positivo de la batería 210 de almacenamiento, y el otro terminal conectado a un terminal de cada uno de los elementos S2 y S3 de conmutación.
- El elemento S2 de conmutación está conectado en paralelo con la batería 210 de almacenamiento. El terminal de menor potencial del elemento S2 de conmutación está conectado al electrodo negativo de la batería 210 de almacenamiento y al electrodo negativo del acondicionador 30 de potencia, mientras que el terminal de mayor potencial está conectado al reactor L2 y al elemento S3 de conmutación.
- El elemento S3 de conmutación tiene un terminal conectado al electrodo positivo del acondicionador 30 de potencia, y el otro terminal conectado al reactor L2 y al elemento S2 de conmutación.

El convertidor 220 DC-DC eleva el voltaje DC (por ejemplo, 100 V) descargado desde la batería 210 de almacenamiento a un voltaje predeterminado (por ejemplo, 320 V), y emite el voltaje resultante al acondicionador 30 de potencia a través de la operación de conmutación realizada por los elementos S2 y S3 de conmutación. El convertidor 220 DC-DC también reduce el voltaje DC (por ejemplo, 320 V) desde el acondicionador 30 de potencia a un voltaje predeterminado (por ejemplo, 100 V), y alimenta la potencia resultante a la batería 210 de almacenamiento para carga.

El acondicionador 30 de potencia incluye un condensador C1, un inversor 31, y reactores AC ACL1 y ACL2.

El condensador C1 es un circuito de filtro conectado entre los electrodos positivo y negativo para DC en el acondicionador 30 de potencia. El circuito de filtro suaviza los componentes de ruido en la entrada de voltaje DC desde el arreglo 110 solar a través del convertidor 120 DC-DC.

El inversor 31 convierte la potencia DC desde el arreglo 110 solar y la batería 210 de almacenamiento en potencia AC, y emite la potencia resultante a través de los reactores AC ACL1 y ACL2. El inversor 31 también convierte la potencia AC desde la red de servicios públicos en potencia DC, y emite la potencia resultante a través de los electrodos 32 y 33 positivo y negativo para DC.

Un convertidor DC-DC conocido en la técnica incluye una línea negativa como una línea común, y una línea positiva conectada a un reactor y un diodo. El convertidor 120 DC-DC en el sistema 100 de potencia distribuida de acuerdo con la primera realización tiene la línea negativa conectada al reactor L1 y al diodo D1, y la línea positiva del convertidor 120 DC-DC que es común. El potencial a tierra del arreglo 110 solar es de este modo igual al potencial a tierra en el electrodo positivo del acondicionador 30 de potencia. En un ejemplo que se muestra en la figura 2, cuando la diferencia de potencial entre los electrodos 32 y 33 positivo y negativo para DC en el acondicionador 30 de potencia es 320 V y el potencial en el electrodo 32 positivo es +160 V en relación con la tierra 39, el potencial en el electrodo positivo del arreglo 110 solar es +160 V en relación con la tierra 19. Durante el día, cuando el arreglo 110 solar genera potencia hasta que, por ejemplo, la diferencia de potencial entre los electrodos positivo y negativo es 250 V, el potencial en el electrodo negativo en relación con la tierra 19 (potencial a tierra) es -90 V. El módulo 1 solar tiene de este modo el potencial negativo a tierra en el electrodo negativo, y puede involucrar PID para una celda 13 que incluye un semiconductor de tipo p. Sin embargo, este potencial a tierra tiene una menor probabilidad de PID que en la estructura conocida en la cual el potencial a tierra se convierte en -160 V, que es igual al potencial a tierra en el electrodo negativo del acondicionador 30 de potencia, cuando la línea negativa se usa como una línea común.

Durante la noche cuando el arreglo 110 solar no genera potencia, la diferencia de potencial entre los electrodos positivo y negativo del arreglo 110 solar es 0 V como se muestra en la figura 3. Sin embargo, en esta realización, el relé de conexión a red de servicios públicos permanece encendido y conectado a la red de servicios públicos y a la carga para cargar y descargar la batería 210 de almacenamiento. Como en el ejemplo diurno que se muestra en la figura 2, la diferencia de potencial entre los electrodos 32 y 33 positivo y negativo para DC en el acondicionador 30 de potencia es 320 V, y el potencial en el electrodo 32 positivo en relación con la tierra 39 es +160 V. De este modo, el potencial en el electrodo positivo del arreglo 110 solar también es +160 V en relación con la tierra 19. Cuando el arreglo 110 solar no genera potencia y no tiene diferencia de potencial entre los electrodos positivo y negativo, el potencial a tierra de cada módulo 1 solar es igualmente +160 V, y de este modo el potencial en el electrodo negativo (potencial a tierra) es +160 V, que es mayor que el potencial en el electrodo negativo del inversor 31. En otras palabras, la configuración de circuito que incluye una línea positiva como una línea común y una línea negativa a la cual están conectados en serie el reactor L1 y el diodo D1 en el convertidor 120 DC-DC es una sección de ajuste de potencial en la presente realización.

De esta manera, cada módulo 1 solar tiene un potencial positivo a tierra, y de este modo una celda 13 que incluye un semiconductor de tipo p no tiene probabilidad de PID durante la noche. Si PID reduce el rendimiento durante el día, el rendimiento puede recuperarse durante la noche.

Comparación con otros ejemplos de estructuras

La prevención de PID habilitada por el sistema 100 de potencia distribuida de acuerdo con la primera realización se describirá ahora en comparación con otros ejemplos de estructuras.

Las figuras 4 y 5 son diagramas que muestran cada uno la configuración de circuito de un sistema 109 de potencia distribuida de acuerdo con el ejemplo comparativo 1. La figura 4 muestra el estado de sistema durante el día. La figura 5 muestra el estado de sistema durante la noche. La figura 6 muestra el potencial a tierra durante el día en el ejemplo comparativo 1. La figura 7 muestra el potencial a tierra durante la noche.

El sistema 109 de potencia distribuida en el ejemplo comparativo 1 difiere del sistema 100 de potencia distribuida de acuerdo con la primera realización en que ninguna batería 210 de almacenamiento está conectada al arreglo 110 solar y un convertidor 129 DC-DC tiene una línea negativa común. Los mismos componentes que aquellos en el sistema 100 de potencia distribuida se les dan los mismos números de referencia, y no se describirán de manera redundante.

El convertidor 129 DC-DC en el ejemplo comparativo 1 es un circuito elevador no aislado que incluye un reactor L9, un elemento S1 de conmutación de aumento, y un diodo D9.

El reactor L9 tiene un terminal conectado al electrodo positivo del arreglo 110 solar, y el otro terminal conectado al ánodo del diodo D9 y al terminal de mayor potencial del elemento S1 de conmutación.

El diodo D9 tiene el ánodo conectado al reactor L9 y el terminal de mayor potencial del elemento S1 de conmutación, y el cátodo conectado al electrodo positivo del terminal de salida del convertidor 129 DC-DC.

- 5 El elemento S1 de conmutación está conectado en paralelo con el arreglo 110 solar. El terminal de menor potencial está conectado al electrodo negativo del arreglo 110 solar y al electrodo negativo del terminal de salida del convertidor 129 DC-DC.

El convertidor 129 DC-DC en el sistema 109 de potencia distribuida en el ejemplo comparativo 1 tiene una línea positiva a la cual están conectados el reactor L9 y el diodo D9, y una línea negativa como una línea común en el convertidor 129 DC-DC. El potencial a tierra del arreglo 110 solar es de este modo igual al potencial a tierra en el electrodo negativo del acondicionador 30 de potencia. En un ejemplo que se muestra en la figura 4, cuando la diferencia de potencial entre los electrodos 32 y 33 positivo y negativo para DC en el acondicionador 30 de potencia es 320 V y el potencial en el electrodo 33 negativo es -160 V en relación con la tierra 39, el potencial en el electrodo negativo del arreglo 110 solar es -160 V en relación con la tierra 19. Durante el día, cuando el arreglo 110 solar genera potencia hasta que, por ejemplo, la diferencia de potencial entre los electrodos positivo y negativo es 250 V, el potencial de electrodo positivo en relación con la tierra 19 (potencial a tierra) es + 90 V. De este modo, los módulos 1 solares adyacentes al electrodo negativo tienen potenciales negativos a tierra como se muestra en la figura 6, y las celdas 13 cada una incluyendo un semiconductor de tipo p tienen una probabilidad de PID (en un área sombreada en la figura 6) que puede reducir el rendimiento.

- 20 Durante la noche cuando el arreglo 110 solar no genera potencia, el acondicionador 30 de potencia se apaga y desconecta los relés 36 y 37 de conexión a red desde la red de servicios públicos. El potencial a tierra del acondicionador 30 de potencia y el arreglo 110 solar de este modo se convierte en 0 V.

De esta manera, el potencial a tierra de cada módulo 1 solar es 0 V como se muestra en la figura 7, y de este modo el módulo 1 solar no tiene probabilidad de PID durante la noche. Si PID reduce el rendimiento durante el día, el rendimiento puede recuperarse gradualmente durante la noche.

La figura 8 es un diagrama esquemático que muestra el potencial a tierra variable en tiempo de un módulo 1-1 solar más cercano al electrodo negativo en una cadena 10 de módulos solares. La figura 9 es un diagrama esquemático que muestra el potencial a tierra variable en tiempo de un módulo 1-10 solar más cercano al electrodo positivo en la cadena 10 de módulos solares.

- 30 En el sistema 109 de potencia distribuida en el ejemplo comparativo 1, el módulo 1-1 solar más cercano al electrodo negativo tiene un potencial negativo a tierra (por ejemplo, -160 V) como se muestra en la figura 8 durante el período de tiempo en el cual el arreglo 110 solar genera potencia, aumentando de este modo la probabilidad de PID. Por el contrario, el módulo 1-1 solar tiene un potencial a tierra que es 0 V durante el período de tiempo en el cual el arreglo 110 solar no genera potencia. De este modo, el rendimiento reducido por PID se recupera gradualmente.

- 35 En el sistema 109 de potencia distribuida en el ejemplo comparativo 1, el módulo 1-10 solar más cercano al electrodo positivo tiene un potencial positivo a tierra (por ejemplo, +90 V) como se muestra en la figura 9 durante el período de tiempo en el cual el arreglo 110 solar genera potencia, y no tiene probabilidad de PID que pueda reducir el rendimiento. Adicionalmente, el módulo 1-10 solar tiene un potencial a tierra de 0 V durante el período de tiempo en el cual el arreglo 110 solar no genera potencia, y no tiene probabilidad de PID que pueda reducir el rendimiento.

- 40 Las figuras 10 a 12 son diagramas que muestran cada uno la configuración de circuito de un sistema 108 de potencia distribuida en el ejemplo comparativo 2. La figura 10 muestra el estado de sistema durante el día. La figura 11 muestra el estado de sistema durante la noche. La figura 12 muestra el estado de sistema durante la interrupción. La figura 13 muestra el potencial a tierra durante el día en el ejemplo comparativo 2. La figura 14 muestra el potencial a tierra durante la noche en el ejemplo comparativo 2. La figura 15 muestra el potencial a tierra durante la interrupción en el ejemplo comparativo 2.

El sistema 108 de potencia distribuida en el ejemplo comparativo 2 difiere del sistema 100 de potencia distribuida de acuerdo con la primera realización en que un convertidor 129 DC-DC tiene una línea negativa común. Los mismos componentes que aquellos en los sistemas 100 y 109 de potencia distribuida se les dan los mismos números de referencia, y no se describirán.

- 50 El convertidor 129 DC-DC en el sistema 108 de potencia distribuida en el ejemplo comparativo 2 tiene el electrodo positivo conectado al reactor L9 y al diodo D9, y el electrodo negativo del convertidor 129 DC-DC que es común. El potencial a tierra del arreglo 110 solar es de este modo igual al potencial a tierra en el electrodo negativo del acondicionador 30 de potencia. En un ejemplo que se muestra en la figura 10, cuando la diferencia de potencial entre los electrodos 32 y 33 positivo y negativo para DC en el acondicionador 30 de potencia es 320 V y el potencial en el electrodo 33 negativo es -160 V en relación con la tierra 39, el potencial en el electrodo negativo del arreglo 110 solar es -160 V en relación con la tierra 19. Durante el día, cuando el arreglo 110 solar genera potencia hasta que, por ejemplo, la diferencia de potencial entre los electrodos positivo y negativo es 250 V, el potencial de electrodo positivo

en relación con la tierra 19 (potencial a tierra) es +90 V. De este modo, los módulos 1 solares adyacentes al electrodo negativo tienen potenciales negativos a tierra como se muestra en la figura 13, y las celdas 13 cada una incluyendo un semiconductor de tipo p tienen una probabilidad de PID (en un área sombreada en la figura 13) que puede reducir el rendimiento.

- 5 Durante la noche cuando el arreglo 110 solar no genera potencia, la diferencia de potencial entre los electrodos positivo y negativo del arreglo 110 solar es 0 V como se muestra en la figura 11. En el ejemplo comparativo 2, sin embargo, el relé de conexión a red de servicios públicos permanece encendido y conectado a la red de servicios públicos y a la carga para cargar y descargar la batería 210 de almacenamiento. Como en el día, la diferencia de potencial entre el electrodo 32 positivo y el electrodo 33 negativo para DC en el acondicionador 30 de potencia es 320 V, y el potencial en el electrodo 33 negativo en relación con la tierra 39 es -160 V. De este modo, el potencial en el electrodo negativo del arreglo 110 solar también es -160 V en relación con la tierra 19. Cuando el arreglo 110 solar no genera potencia y no tiene diferencia de potencial entre los electrodos positivo y negativo, el potencial a tierra de cada módulo 1 solar es igualmente -160 V como se muestra en la figura 14. El módulo 1 solar durante la noche puede convertir la luz de la luna o iluminación en potencia (por ejemplo, 25 V). En ese caso, el potencial a tierra en el electrodo positivo puede ser aproximadamente -135 V.

De esta manera, cada módulo 1 solar tiene un potencial negativo a tierra. De este modo, las celdas 13 cada una incluyendo un semiconductor de tipo p tienen una probabilidad de PID (en un área sombreada en la figura 14) que puede reducir el rendimiento.

- 20 En el sistema 108 de potencia distribuida, el potencial en el electrodo 33 negativo del acondicionador 30 de potencia es -100 V rms (valor teórico) en relación con la tierra 39 durante la interrupción nocturna como se muestra en la figura 12. De este modo, el potencial en el electrodo negativo del arreglo 110 solar también es -100 V rms en relación con la tierra 19. Cuando el arreglo 110 solar no genera potencia y no tiene diferencia de potencial entre los electrodos positivo y negativo, el potencial a tierra de cada módulo 1 solar es igualmente -100 V rms como se muestra en la figura 15.

- 25 De esta manera, cada módulo 1 solar tiene un potencial negativo a tierra. De este modo, las celdas 13 cada una incluyendo un semiconductor de tipo p tienen una probabilidad de PID (en un área sombreada en la figura 15) que puede reducir el rendimiento.

- 30 La figura 16 es un diagrama esquemático que muestra el potencial a tierra variable en tiempo del módulo 1-1 solar más cercano al electrodo negativo en la cadena 10 de módulos solares de acuerdo con el ejemplo comparativo 2. La figura 17 es un diagrama esquemático que muestra el potencial a tierra variable en tiempo del módulo 1-10 solar más cercano al electrodo positivo en la cadena 10 de módulos solares.

En el sistema 108 de potencia distribuida en el ejemplo comparativo 2, el módulo 1-1 solar más cercano al electrodo negativo tiene constantemente un potencial negativo a tierra (por ejemplo, -160 V) como se muestra en la figura 16, aumentando de este modo la probabilidad de PID.

- 35 En el sistema 108 de potencia distribuida en el ejemplo comparativo 2, el módulo 1-10 solar más cercano al electrodo positivo tiene un potencial negativo a tierra (por ejemplo, -160 V) durante el período de tiempo en el cual el arreglo 110 solar no genera potencia (noche) como se muestra en la figura 17, aumentando de este modo la probabilidad de PID. Por el contrario, el módulo 1-10 solar tiene un potencial positivo a tierra (por ejemplo, +90 V) durante el período de tiempo en el cual el arreglo 110 solar genera potencia (día). De este modo, se recupera el rendimiento reducido por PID.

- 40 Las figuras 18 y 19 son diagramas que muestran cada uno la configuración de circuito de un sistema 107 de potencia distribuida de acuerdo con el ejemplo comparativo 3. La figura 18 muestra el estado de sistema durante el día. La figura 19 muestra el estado de sistema durante la noche.

- 45 El sistema 107 de potencia distribuida en el ejemplo comparativo 3 difiere del sistema 100 de potencia distribuida de acuerdo con la primera realización en que incluye un convertidor 128 DC-DC aislado. Los mismos componentes que aquellos en el sistema 100 de potencia distribuida se les dan los mismos números de referencia, y no se describirán.

- 50 En el sistema 107 de potencia distribuida en el ejemplo comparativo 3, el convertidor 128 DC-DC es un convertidor aislado que incluye un transformador, y aísla la entrada del arreglo 110 solar desde la salida del acondicionador 30 de potencia. Este aislamiento evita que el potencial a tierra del arreglo 110 solar se afecte por la salida desde el acondicionador 30 de potencia. En un ejemplo que se muestra en la figura 18, cuando el arreglo 110 solar genera potencia durante el día hasta que, por ejemplo, la diferencia de potencial entre los electrodos positivo y negativo es 250 V, el potencial de electrodo positivo en relación con la tierra 19 (potencial a tierra) es +125 V, mientras que el potencial en el electrodo negativo en relación con la tierra 19 (potencial a tierra) es -125 V. De este modo, los módulos 1 solares adyacentes al electrodo negativo tienen potenciales negativos a tierra, y las celdas 13 cada una incluyendo un semiconductor de tipo p tienen una probabilidad de PID que puede reducir el rendimiento.

- 55 Durante la noche cuando el arreglo 110 solar no genera potencia, la diferencia de potencial entre los electrodos positivo y negativo del arreglo 110 solar es 0 V como se muestra en la figura 19, y no se afecta por la salida desde el acondicionador 30 de potencia. Como resultado, los potenciales de electrodo tanto positivo como negativo en relación

con la tierra 19 son ambos 0 V, sin tener probabilidad de PID que pueda reducir el rendimiento durante la noche. Si PID reduce el rendimiento durante el día, el rendimiento puede recuperarse gradualmente durante la noche.

La figura 20 es una tabla de comparación que muestra los potenciales a tierra y la influencia de PID en sistemas de potencia distribuida con diversas estructuras.

- 5 Como se muestra en la figura 20, aunque algunos de los módulos 1 solares en el ejemplo comparativo 1 se afectan por PID durante el día, el potencial nocturno a tierra es 0 V. De este modo, el rendimiento puede restaurarse gradualmente, y PID provoca menos problemas (calificado como B en la figura 20). Sin embargo, el sistema en el ejemplo comparativo 1 incluye el arreglo 110 solar como una fuente de alimentación distribuida solitaria. En el reciente uso extendido de sistemas fotovoltaicos, la demanda está aumentando para fuentes de alimentación distribuida
- 10 adicionales no solo para exportar potencia generada en el arreglo solar a la red de servicios públicos, sino también para cargar una batería de almacenamiento que pueda alimentar la potencia durante la noche. Esta demanda no puede ser satisfecha por el sistema en el ejemplo comparativo 1.

- El sistema en el ejemplo comparativo 2 incluye la batería 210 de almacenamiento. Sin embargo, los módulos 1 solares diurnos adyacentes al electrodo negativo y todos los módulos 1 solares nocturnos tienen voltajes negativos a tierra. Para los módulos 1 solares cada uno incluyendo un semiconductor de tipo p, la reducción de rendimiento provocada por PID es notable (calificada como C en la figura 20). En el ejemplo comparativo 2, casi no se observa reducción de rendimiento provocada por PID para módulos solares cada uno incluyendo un semiconductor de tipo n. Sin embargo, la mayoría de los módulos 1 solares modernos incluyen un semiconductor de tipo p. En el ejemplo comparativo 2, el sistema fabricado usando un semiconductor de tipo n no es realista.
- 15

- 20 Aunque algunos de los módulos 1 solares en el ejemplo comparativo 3 se afectan por PID durante el día, el potencial nocturno a tierra es 0 V. De este modo, el rendimiento puede restaurarse gradualmente, y PID provoca menos problemas. Sin embargo, el sistema en el ejemplo comparativo 3 incluye el convertidor 128 DC-DC aislado que incluye un transformador, y de este modo puede ser costoso.

- En la primera realización, el terminal negativo del módulo 1 solar tiene un pequeño potencial negativo a tierra durante el día, y el potencial a tierra es positivo durante la noche. De este modo, el módulo 1 solar que incluye un semiconductor de tipo p evita sustancialmente PID. Incluso con PID, el voltaje positivo nocturno a tierra permite que se recupere el rendimiento reducido por la PID.
- 25

#### Segunda realización

- Las figuras 21 y 22 son diagramas que muestran cada uno la configuración de circuito de un sistema 101 de potencia distribuida de acuerdo con una segunda realización. La figura 21 muestra el estado de sistema durante el día. La figura 22 muestra el estado de sistema durante la noche. El sistema 101 de potencia distribuida de acuerdo con la segunda realización incluye un convertidor 121 DC-DC. La línea negativa del convertidor 121 DC-DC tiene un reactor L1 y un diodo D1, mientras que la línea positiva tiene un reactor L4 y un diodo D2 equivalente al reactor 1 y el diodo D1. En otras palabras, la línea positiva conectada al electrodo positivo del arreglo 110 solar es equivalente a la línea negativa conectada al electrodo negativo del arreglo 110 solar. La segunda realización difiere de la primera realización en que incluye las líneas positiva y negativa equivalentes, e incluye los mismos otros componentes que en la primera realización. En la segunda realización, los mismos componentes que aquellos en la primera realización se les dan los mismos números de referencia, y no se describirán.
- 30
- 35

- Como se muestra en las figuras 21 y 22, el convertidor 121 DC-DC en la segunda realización incluye, como una sección de ajuste de potencial, un reactor (primer reactor) L4 y un diodo (primer diodo) D2 además de un reactor (segundo reactor) L1, un elemento S1 de conmutación de aumento, y un diodo (segundo diodo) D1.
- 40

El reactor L4 tiene un terminal conectado al electrodo positivo del arreglo 110 solar, y el otro terminal conectado al ánodo del diodo D2 y el terminal de mayor potencial del elemento S1 de conmutación.

- El diodo D2 tiene el ánodo conectado al reactor L4 y al terminal de mayor potencial del elemento S1 de conmutación, y el cátodo conectado al electrodo positivo del terminal de salida del convertidor 121 DC-DC.
- 45

- En el sistema 101 de potencia distribuida de acuerdo con la segunda realización, la línea positiva del convertidor 121 DC-DC conectada al electrodo positivo del arreglo 110 solar es equivalente a la línea negativa conectada al electrodo negativo del arreglo 110 solar. Los electrodos positivo y negativo del arreglo 110 solar tienen un potencial equivalente a tierra en consecuencia. Como se muestra en la figura 21, cuando el arreglo 110 solar genera potencia durante el día hasta que, por ejemplo, la diferencia de potencial entre los electrodos positivo y negativo es 250 V, los potenciales de electrodos positivo y negativo en relación con la tierra 19 (potencial a tierra) son +125 V y -125 V.
- 50

Durante la noche cuando el arreglo 110 solar no genera potencia y la diferencia de potencial entre los electrodos positivo y negativo del arreglo 110 solar es 0 V como se muestra en la figura 22, cada uno de los potenciales de electrodos positivo y negativo en relación con la tierra 19 (potencial a tierra) es 0 V.



En el sistema 101 de potencia distribuida de acuerdo con la segunda realización, aunque los módulos 1 solares adyacentes al electrodo negativo tienen potenciales negativos a tierra durante el día, el voltaje nocturno a tierra es 0 V. Esto evita que PID reduzca el rendimiento. Si el rendimiento disminuye durante el día, el rendimiento puede recuperarse durante la noche. Adicionalmente, el sistema 101 de potencia distribuida tiene el voltaje a tierra de 0 V durante la noche, y de este modo evita que la PID reduzca el rendimiento como se muestra en la figura 20, independientemente de si el módulo 1 solar es de tipo p o tipo n.

#### Modificación 2-1

La figura 23 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema 101 de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 2-1.

El sistema 101 de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 2-1 incluye un circuito 21 de detección de DCV para detectar el voltaje DC a través del arreglo 110 solar, y un resistor R1 equivalente a los componentes R2 y R3 de resistor en el circuito 21 de detección de DCV. El sistema incluye los mismos otros componentes que en la segunda realización, que se les dan los mismos números de referencia y no se describirán. La figura 23 muestra principalmente la configuración de circuito de un convertidor 122 DC-DC, y no muestra el circuito del acondicionador 30 de potencia u otros componentes tales como la batería 210 de almacenamiento.

El convertidor 122 DC-DC en este ejemplo tiene una sección de ajuste de potencial que incluye, como se muestra en la figura 23, el resistor R1 entre un electrodo positivo de un terminal de entrada del convertidor 122 DC-DC y un electrodo 24 positivo de un terminal de salida del convertidor 122 DC-DC, teniendo el resistor R1 una resistencia equivalente a la de los componentes R2 y R3 de resistor del circuito 21 de detección de DCV. Esta estructura permite que los electrodos positivo y negativo del terminal de entrada del convertidor 122 DC-DC sean equivalentes. Cuando el arreglo 110 solar genera potencia durante el día y tiene una diferencia de potencial entre los electrodos positivo y negativo como en la figura 21, cada uno de los potenciales de electrodos positivo y negativo es un potencial positivo a tierra. Cuando el arreglo 110 solar no genera potencia durante la noche y la diferencia de potencial entre los electrodos positivo y negativo del arreglo 110 solar es 0 V como en la figura 22, y cada uno de los potenciales de electrodos positivo y negativo a tierra es 0 V.

#### Modificación 2-2

La figura 24 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema 101 de potencia distribuida de acuerdo con las modificaciones 2-2.

Un convertidor 123 DC-DC en la modificación 2-2 incluye un circuito 26 de control que incluye un circuito 21 de detección de DCV para detectar el voltaje DC a través del arreglo 110 solar. El circuito 26 de control controla el convertidor 123 DC-DC con base en, por ejemplo, un valor de detección desde el circuito 21 de detección de DCV. El circuito 26 de control también puede incluir un detector para detectar una corriente de cortocircuito desde el elemento S1 de conmutación. El elemento S1 de conmutación se cortocircuita en la noche. Al amanecer cuando el arreglo 110 solar recibe luz solar y la corriente de cortocircuito desde el elemento S1 de conmutación excede un valor predeterminado, el detector puede detectar el amanecer para conmutar a, por ejemplo, control diurno.

El circuito 26 de control tiene una configuración de circuito que incluye GND entre el electrodo 24 positivo y el electrodo 25 negativo del terminal de salida del convertidor 123 DC-DC (en este ejemplo, en un punto medio). Esto habilita los terminales positivo y negativo equivalentes en relación con GND para el convertidor 123 DC-DC. Como en la figura 21, cuando el arreglo 110 solar genera potencia durante el día y tiene una diferencia de potencial entre los electrodos positivo y negativo, cada uno de los potenciales de electrodos positivo y negativo es un potencial positivo a tierra. Como en la figura 22, cuando el arreglo 110 solar no genera potencia durante la noche y la diferencia de potencial entre los electrodos positivo y negativo del arreglo 110 solar es 0 V, y cada uno de los potenciales de electrodos positivo y negativo a tierra es 0 V.

#### Tercera realización

Las figuras 25 y 26 son diagramas que muestran cada uno la configuración de circuito de un sistema 102 de potencia distribuida de acuerdo con una tercera realización. La figura 25 muestra el estado de sistema durante el día. La figura 26 muestra el estado de sistema durante la noche. El sistema 102 de potencia distribuida de acuerdo con la tercera realización incluye un circuito 21 de detección de DCV y un circuito de resistor que divide el voltaje de electrodo positivo y el voltaje de terminal negativo en relación con GND para un convertidor 124 DC-DC, y ajusta el potencial a tierra del módulo 1 solar. El sistema de acuerdo con la tercera realización difiere del sistema de acuerdo con la segunda realización en sus componentes para ajustar el potencial a tierra del módulo 1 solar, e incluye los mismos otros componentes que en la segunda realización. En la tercera realización, los mismos componentes que aquellos en la segunda realización se les dan los mismos números de referencia, y no se describirán.

Como se muestra en las figuras 25 y 26, el convertidor 124 DC-DC en la tercera realización incluye una sección de ajuste de potencial que tiene un diodo D3 (tercer diodo) y un resistor R4 que tiene una resistencia equivalente a la del circuito 21 de detección de DCV. El resistor R4 tiene un primer terminal conectado al electrodo 24 positivo del terminal de salida del convertidor DC-DC, y un segundo terminal conectado al cátodo del diodo D3. El ánodo del diodo D3 está

conectado al electrodo 25 negativo del terminal de salida del convertidor DC-DC. El segundo terminal del resistor R4 y el cátodo del diodo D3 están conectados al electrodo negativo del arreglo 110 solar.

La figura 27 es un diagrama que describe la relación de división de voltaje entre el circuito 21 de detección de DCV y el circuito de resistor que incluye los diodos D2 a D4 y los resistores R2 a R4 en el convertidor 124 DC-DC de acuerdo con la tercera realización.

En este ejemplo que se muestra en la figura 27, el diodo D3 se coloca igualmente que los diodos D2 y D4, mientras que el resistor R4 se coloca igualmente que los resistores R2 y R3 en el circuito 21 de detección de DCV. De este modo, cuando no se genera potencia durante la noche, los voltajes de extremos positivo y negativo a tierra del arreglo 110 solar tienen sustancialmente el mismo potencial. Los voltajes a tierra del arreglo 110 solar se pueden establecer en cualquier valor cambiando la relación de división de voltaje entre el circuito de resistor y el circuito 21 de detección de DCV. Por ejemplo, se puede aplicar un voltaje positivo a tierra al electrodo negativo del arreglo 110 solar ajustando el resistor R4 a un valor menor que los resistores R2 y R3.

En el sistema 102 de potencia distribuida de acuerdo con la tercera realización, aunque algunos de los módulos 1 solares adyacentes al electrodo negativo tienen potenciales negativos a tierra durante el día, el voltaje nocturno a tierra es 0 V. Esto evita que PID reduzca el rendimiento. Si el rendimiento disminuye durante el día, el rendimiento puede recuperarse durante la noche. Adicionalmente, el sistema 102 de potencia distribuida tiene el voltaje a tierra del módulo 1 solar de 0 V durante la noche, y de este modo evita que PID reduzca el rendimiento como se muestra en la figura 20, independientemente de si el módulo 1 solar es de tipo p o tipo n.

#### Modificación 3-1

La figura 28 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema 131 de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 3-1.

El sistema de acuerdo con la modificación 3-1 difiere del sistema de acuerdo con la tercera realización en que incluye un resistor R5 en paralelo con un diodo D3 en un convertidor 321 DC-DC, e incluye los mismos otros componentes que en la tercera realización.

Como se muestra en la figura 28, el resistor R5 y el resistor R4 pueden dividir el voltaje para ajustar los potenciales de electrodos positivo y negativo a tierra del arreglo 110 solar. Por ejemplo, el potencial nocturno a tierra del módulo 1 solar se ajusta a 0 V para evitar que PID reduzca el rendimiento.

#### Modificación 3-2

La figura 29 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema 132 de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 3-2.

El sistema de acuerdo con la modificación 3-2 difiere del sistema de acuerdo con la tercera realización en que incluye un transistor de efecto de campo semiconductor de óxido de metal (MOSFET) 51 en paralelo con un diodo D3 en un convertidor 322 DC-DC, e incluye los mismos otros componentes que en la tercera realización.

Como se muestra en la figura 29, el MOSFET 51 se coloca en paralelo con el diodo D3. Cuando se acciona el convertidor 322 DC-DC, se pasa una corriente a través del MOSFET 51 en lugar del diodo D3. Esto reduce la pérdida de potencia. El diodo D3 puede estar incluido en el MOSFET.

#### Modificación 3-3

La figura 30 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema 133 de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 3-3.

El sistema de acuerdo con la modificación 3-3 difiere del sistema de acuerdo con la tercera realización en que incluye un condensador C4 en paralelo con un resistor R4 en un convertidor 323 DC-DC, e incluye los mismos otros componentes que en la tercera realización.

El condensador C4 colocado en paralelo con el resistor R4 como se muestra en la figura 30 reduce el ruido.

El condensador reductor de ruido no se limita al condensador C4 que se muestra en la figura 30. Como se muestra en la figura 31, el condensador C4 reductor de ruido se puede colocar en paralelo con el resistor R4 en el sistema 131 de potencia distribuida que se muestra en la figura 28.

Adicionalmente, el condensador reductor de ruido no se limita al condensador C4 que se muestra en la figura 30. Como se muestra en la figura 32, un condensador C5 reductor de ruido se puede colocar en paralelo con el resistor R5 en el sistema 131 de potencia distribuida que se muestra en la figura 28.

Adicionalmente, el condensador reductor de ruido no se limita al condensador C4 que se muestra en la figura 30. Como se muestra en la figura 33, el condensador C5 reductor de ruido también se puede colocar en paralelo con el diodo D3 en el sistema 102 de potencia distribuida que se muestra en la figura 26. Modificación 3-4

5 Las figuras 34A y 34B son diagramas que muestran cada uno la configuración de circuito de un sistema 134 de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 3-4.

El sistema de acuerdo con la modificación 3-4 difiere del sistema de acuerdo con la tercera realización en que incluye un relé 52 de tres terminales (cambio) en un convertidor 324 DC-DC. El sistema incluye los mismos otros componentes que en la tercera realización, que se les dan los mismos números de referencia y no se describirán.

10 Como se muestra en la figura 34A, el electrodo positivo del terminal de salida del convertidor 324 DC-DC en la modificación 3-4 está conectado a un terminal de un resistor R4 equivalente a los componentes R2 y R3 de resistor en un circuito 21 de detección de DCV. El otro terminal del resistor R4 está conectado al contacto A del relé 52 de tres terminales.

15 El relé 52 de tres terminales tiene un terminal común conectado al electrodo negativo del terminal de entrada del convertidor 324 DC-DC, y el contacto B conectado al terminal de salida negativo. El cambio del relé 52 de tres terminales está controlado por un circuito 26 de control que incluye un circuito 21 de detección de DCV. Por ejemplo, el contacto A está abierto con el contacto B que está cerrado durante el día, y el electrodo negativo del arreglo 110 solar está conectado a un electrodo 25 negativo de un terminal de salida del convertidor 324 DC-DC. Durante la noche, el circuito 26 de control abre el contacto B del relé 52 de tres terminales con el contacto A que está cerrado, y el electrodo negativo del arreglo 110 solar está conectado a un terminal del resistor R4.

20 La figura 34B es un diagrama que describe la operación de división de voltaje realizada por el circuito 21 de detección de DCV y el resistor R4 de división de voltaje con el contacto A del relé 52 de tres terminales que está cerrado durante la noche. Aunque no se muestra en la figura 34A, el circuito 21 de detección de DCV está conectado al electrodo 25 negativo del terminal de salida en un punto más cercano al terminal de salida del convertidor 324 DC-DC que el contacto B del relé 52 de tres terminales, y este punto sirve como una referencia de potencial.

25 Cuando el contacto B del relé 52 de tres terminales está abierto, el convertidor 324 DC-DC tiene el componente R2 de resistor en el circuito 21 de detección de DCV entre el electrodo 25 negativo de su terminal de salida y el electrodo negativo del arreglo 110 solar, y el componente R3 de resistor en el circuito 21 de detección de DCV entre el electrodo 25 negativo y el electrodo positivo del arreglo 110 solar. El voltaje a través del arreglo 110 solar se divide de este modo por los componentes R2 y R3 de resistor en el circuito 21 de detección de DCV, el resistor R4 de división de voltaje, y los diodos D2 y D4 para ajustar los potenciales de electrodos positivo y negativo a tierra del arreglo 110 solar. El sistema 134 de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 3-4 evita PID ajustando los potenciales de electrodos positivo y negativo a tierra a 0 V mientras que el arreglo 110 solar no genera potencia durante la noche. En la modificación 3-4, la estructura que incluye el resistor R4, el relé 52 de tres terminales, y el circuito 21 de detección de DCV que divide el voltaje para ajustar los potenciales de electrodos positivo y negativo a tierra del arreglo 110 solar corresponde a un sección de ajuste de potencial.

#### Modificación 3-5

Las figuras 35A y 35B son diagramas que muestran cada uno la configuración de circuito de un sistema 135 de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 3-5.

40 El sistema de acuerdo con la modificación 3-5 difiere del sistema de acuerdo con la modificación 3-4 en que el relé 52 de tres terminales en el sistema 134 de potencia distribuida se reemplaza con un relé normalmente cerrado y un diodo MOS. El sistema incluye los mismos otros componentes que en la modificación 3-4, que se les dan los mismos números de referencia y no se describirán.

45 Un convertidor 325 DC-DC en la modificación 3-5 incluye un circuito 261 de control que incluye un circuito 21 de detección de DCV para detectar el voltaje DC a través del arreglo 110 solar y un circuito 27 de detección de soldadura. El circuito 261 de control controla el elemento S1 de conmutación o el cambio del relé 52 de tres terminales con base en, por ejemplo, un valor de detección desde el circuito 21 de detección de DCV. El circuito 261 de control también detecta la soldadura en un contacto del relé 52 de terminal con base en un valor de detección desde el circuito 27 de detección de soldadura. El circuito 27 de detección de soldadura detecta el voltaje entre el terminal común del relé 52 de tres terminales y el contacto B. Cuando el contacto B está cerrado, se detecta un voltaje. Cuando el contacto B está abierto, no se detecta un voltaje. De este modo, el circuito 261 de control determina la soldadura en un contacto cuando el circuito 27 de detección de soldadura detecta un voltaje aunque el circuito 261 de control abre el contacto B durante, por ejemplo, la noche, o cuando el circuito 27 de detección de soldadura no detecta un voltaje aunque el circuito 261 de control cierra el contacto B durante el día. Cuando se detecta soldadura, el circuito 261 de control puede desactivar el convertidor 124 DC-DC o proporcionar una alerta a otro dispositivo.

55 En la modificación 3-5, con el contacto A del relé 52 de tres terminales que está cerrado como se muestra en la figura 35A, un componente R6 de resistor en el circuito 27 de detección de soldadura está en paralelo con el componente R3 de resistor del circuito 21 de detección de DCV como se muestra en la figura 35B. El voltaje a través del arreglo

110 solar se divide de este modo por los componentes R2 y R3 de resistor en el circuito 21 de detección de DCV, el componente R6 de resistor en el circuito 27 de detección de soldadura, el resistor R4 de división de voltaje, y los diodos D2 y D4 para ajustar los potenciales de electrodos positivo y negativo a tierra del arreglo 110 solar. El sistema 135 de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 3-5 evita PID ajustando los potenciales de electrodos positivo y negativo a tierra a 0 V mientras que el arreglo 110 solar no genera potencia durante la noche. En la modificación 3-5, la estructura que incluye el resistor R4, el relé 52 de tres terminales, el circuito 21 de detección de DCV, y el circuito 27 de detección de soldadura que dividen el voltaje para ajustar los potenciales de electrodos positivo y negativo a tierra del arreglo 110 solar corresponde a una sección de ajuste de potencial.

#### Modificación 3-6

La figura 36 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema 136 de potencia distribuida de acuerdo con las modificaciones 3-6.

El sistema de acuerdo con la modificación 3-6 difiere del sistema de acuerdo con la modificación 3-4 en que el circuito 21 de detección de DCV en el sistema 136 de potencia distribuida se reemplaza con un resistor R5 de división de voltaje. El sistema incluye los mismos otros componentes que en la modificación 3-4, que se les dan los mismos números de referencia y no se describirán. La figura 36 muestra principalmente la configuración de circuito de un convertidor 326 DC-DC, y no muestra el circuito del acondicionador 30 de potencia u otros componentes tales como la batería 210 de almacenamiento.

En la modificación 3-4, los componentes R2 y R3 de resistor en el circuito 27 de detección de DCV se usan para dividir el voltaje. Sin embargo, en la configuración sin el circuito 27 de detección de DCV o la configuración en la cual los componentes de resistor en el circuito 27 de detección de DCV no son responsables de dividir el voltaje entre los electrodos positivo y negativo del arreglo 110 solar, el resistor R5 puede dividir el voltaje como se muestra en la figura 36. El resistor R5 tiene un terminal conectado al electrodo negativo del resistor R4, y el otro terminal conectado al electrodo 25 negativo del terminal de salida del convertidor 326 DC-DC. Esto permite que, cuando el contacto A del relé 52 de tres terminales está cerrado durante la noche, el resistor R4, los diodos D2 y D4, y el resistor R5 dividan el voltaje para ajustar los potenciales de electrodos positivo y negativo a tierra del arreglo 110 solar.

#### Modificación 3-7

Las figuras 37A y 37B son diagramas que muestran cada uno la configuración de circuito de un sistema 137 de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 3-7. El sistema de acuerdo con la modificación 3-7 difiere del sistema 135 de potencia distribuida en las modificaciones 3-5 en que incluye un circuito 27 de detección de soldadura para detectar la deposición en un contacto de un relé 52 de tres terminales. El sistema incluye los mismos otros componentes que en las modificaciones 3-5, que se les dan los mismos números de referencia y no se describirán.

En un convertidor 327 DC-DC en la modificación 3-7, el relé 52 de tres terminales tiene un primer terminal conectado al electrodo negativo del arreglo 110 solar, un segundo terminal conectado al electrodo 25 negativo del terminal de salida del convertidor 327 DC-DC, y un tercer terminal conectado al resistor R4 como se muestra en la figura 37A.

El cambio del relé 52 de tres terminales es controlado por el circuito 261 de control que incluye el circuito 21 de detección de DCV. Por ejemplo, un contacto se cierra durante el día, y el electrodo negativo del arreglo 110 solar se conecta al electrodo 25 negativo del terminal de salida del convertidor 324 DC-DC.

El relé 52 de tres terminales está controlado por el circuito 261 de control para conectar eléctricamente el electrodo negativo del arreglo 110 solar al resistor R4 durante la noche, o para interrumpir la corriente entre el electrodo negativo del arreglo 110 solar y el resistor R4 durante el día.

La figura 37B es un diagrama que describe la operación de división de voltaje realizada por el circuito 261 de control y el resistor R4 de división de voltaje con un contacto del relé 52 de tres terminales que está abierto durante la noche y el electrodo negativo del arreglo 110 solar conectado eléctricamente al resistor R4 por un MOSFET 54. De este modo, en el convertidor 327 DC-DC de acuerdo con la modificación 3-7, los componentes R2 y R3 de resistor en el circuito 21 de detección de DCV, el componente R6 de resistor en el circuito 27 de detección de soldadura, el resistor R4 de división de voltaje, y los diodos D2 y D4 dividen el voltaje para ajustar los potenciales de electrodos positivo y negativo a tierra del arreglo 110 solar. El sistema 137 de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 3-7 evita PID ajustando los potenciales de electrodos positivo y negativo a tierra a 0 V mientras que el arreglo 110 solar no genera potencia durante la noche. En la modificación 3-7, la estructura que incluye el resistor R4, el relé 52, el MOSFET 54, el circuito 21 de detección de DCV, y el circuito 27 de detección de soldadura que dividen el voltaje para ajustar los potenciales de electrodos positivo y negativo a tierra del arreglo 110 solar corresponde a una sección de ajuste de potencial.

#### Modificación 3-8

La figura 38 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema 138 de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 3-8.

El sistema de acuerdo con la modificación 3-8 difiere del sistema de acuerdo con la modificación 3-4 en que incluye un diodo D31 entre el terminal común y el contacto B del relé 52 de tres terminales. El sistema incluye los mismos otros componentes que en la modificación 3-4, que se les dan los mismos números de referencia y no se describirán.

5 Como se muestra en la figura 38, en un convertidor 328 DC-DC en la modificación 3-8, el diodo D31 tiene un terminal conectado al terminal de salida negativo, y el otro terminal conectado al electrodo negativo del terminal de entrada del convertidor 328 DC-DC. Más específicamente, el diodo D31 se coloca entre el terminal común y el contacto B del relé 52 de tres terminales.

Este sistema de acuerdo con la modificación 3-8 evita de este modo que se genere un voltaje abierto igual a o mayor que un voltaje DDV a través del arreglo 110 solar cuando el contacto B está abierto durante la noche.

#### 10 Modificación 3-9

La figura 39 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema 139 de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 3-9.

15 El sistema de acuerdo con la modificación 3-9 difiere del sistema de acuerdo con la modificación 3-6 en que incluye un diodo D31 entre el terminal común y el contacto B del relé 52 de tres terminales. El sistema incluye los mismos otros componentes que en la modificación 3-6, que se les dan los mismos números de referencia y no se describirán.

Como se muestra en la figura 39, en un convertidor 329 DC-DC en la modificación 3-9, el diodo D31 tiene un terminal conectado al terminal de salida negativo, y el otro terminal conectado al electrodo negativo del terminal de entrada del convertidor 329 DC-DC. Más específicamente, el diodo D31 se coloca entre el terminal común y el contacto B del relé 52 de tres terminales.

20 La estructura de acuerdo con la modificación 3-9 evita que se genere un voltaje abierto igual a o mayor que un voltaje DDV a través del arreglo 110 solar cuando el contacto B está abierto durante la noche.

#### Cuarta realización

25 La figura 40 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema 140 de potencia distribuida de acuerdo con una cuarta realización. El sistema 140 de potencia distribuida de acuerdo con la cuarta realización incluye desconectores para desconectar eléctricamente el arreglo 110 solar desde el convertidor 124 DC-DC. El sistema de acuerdo con la cuarta realización difiere del sistema de acuerdo con la segunda realización en que incluye los desconectores, y los otros componentes que son iguales en la cuarta realización. En la cuarta realización, los mismos componentes que aquellos en la segunda realización se les dan los mismos números de referencia, y no se describirán.

30 El sistema 140 de potencia distribuida en la cuarta realización incluye MOSFETs 61 y 62, diodos D11 y D12, y un circuito 262 de control como desconectores.

El MOSFET 61 tiene un terminal conectado al electrodo positivo del arreglo 110 solar, y el otro terminal conectado a un terminal 22 de entrada positivo del convertidor 124 DC-DC.

35 El diodo D11 está conectado en paralelo con el MOSFET 61. El ánodo del diodo D11 está conectado al electrodo positivo del arreglo 110 solar, y el cátodo está conectado al terminal 22 de entrada positivo del convertidor 124 DC-DC.

El MOSFET 62 tiene un terminal conectado al electrodo negativo del arreglo 110 solar, y el otro terminal conectado a un terminal 23 de entrada negativo del convertidor 124 DC-DC.

40 El diodo D12 está conectado en paralelo con el MOSFET 62. El ánodo del diodo D12 está conectado al electrodo negativo del arreglo 110 solar, y el cátodo está conectado al terminal 23 de entrada negativo del convertidor 124 DC-DC.

45 El circuito 262 de control controla los MOSFETs 61 y 62 y enciende los MOSFETs 61 y 62 durante el día, y apaga los MOSFETs 61 y 62 durante la noche. El circuito 262 de control distingue el día de la noche al detectar, por ejemplo, el voltaje a través del arreglo 110 solar o el voltaje a través de los MOSFETs 61 y 62 y los diodos D11 y D12. El circuito 262 de control también puede obtener una señal de control que indica el día o la noche desde el circuito 26 de control para el convertidor 124 DC-DC. Aunque los desconectores y el convertidor 124 DC-DC se colocan por separado en este ejemplo, el convertidor 124 DC-DC puede incluir los desconectores. En este caso, el circuito 26 de control para el convertidor 124 DC-DC puede controlar los MOSFETs 61 y 62, y puede eliminar el circuito 262 de control separado.

50 En la cuarta realización, los MOSFETs 61 y 62 se encienden durante el día para conectar eléctricamente el arreglo 110 solar al convertidor 124 DC-DC, mientras que los MOSFETs 61 y 62 se apagan durante la noche para desconectar eléctricamente el arreglo 110 solar desde el convertidor 124 DC-DC.

En este caso, el arreglo 110 solar como se muestra en la figura 41A tiene los diodos D11 y D12 entre el arreglo 110 solar y el acondicionador 30 de potencia adyacente al convertidor 124 DC-DC. Esto evita que el arreglo 110 solar reciba las corrientes eléctricas cuando la batería de almacenamiento se carga y descarga durante la noche para provocar los potenciales en los electrodos positivo y negativo del acondicionador 30 de potencia. Los diodos D11 y D12 como se muestra en las figuras 41B y 42 tienen componentes Rsy1 y Rsy2 de resistor con resistencias considerablemente más grandes (por ejemplo, aproximadamente 130 MΩ) que las resistencias de los resistores Rsh1 y Rsh2 en el arreglo 110 solar y los componentes Rg1 y Rg2 de resistor entre las celdas 13 y los marcos 11 del arreglo 110 solar.

Como se muestra en la figura 42, cuando  $Rsy1 = Rsy2 \gg Rsh1, Rsh2, Rg1, Rg2, V1 = V2 \approx -160 \text{ V}$ , y el potencial a tierra en las celdas 13 es sustancialmente 0 V. Esto evita que PID reduzca el rendimiento del arreglo 110 solar.

En este ejemplo, el MOSFET 61 único se coloca en la línea positiva, y el MOSFET 62 único se coloca en la línea negativa. Sin embargo, se puede colocar una pluralidad de MOSFETs en serie en cada una de las líneas positivas y negativas.

#### Modificación 4-1

La figura 43 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema 141 de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 4-1. El sistema de acuerdo con la modificación 4-1 difiere del sistema de acuerdo con la cuarta realización en que incluye un circuito de resistor para ajustar el potencial del arreglo solar cuando los MOSFETs 61 y 62 están apagados. El sistema incluye los mismos otros componentes que en la cuarta realización, que se les dan los mismos números de referencia y no se describirán.

El sistema 141 de potencia distribuida en este ejemplo tiene resistores R8 y R9 de división de voltaje conectados en serie entre las terminales de salida positiva y negativa en un convertidor 421 DC-DC. El electrodo negativo del terminal de entrada del convertidor 421 DC-DC está conectado entre el resistor R8 y el resistor R9.

Cuando los MOSFETs 61 y 62 están apagados, la operación de división de voltaje realizada por los resistores R8 y R9 ajusta el potencial a tierra del arreglo 110 solar. En la modificación 4-1, cuando el arreglo 110 solar no genera potencia durante la noche, ajustar el potencial a tierra del arreglo 110 solar a 0 V evita que PID reduzca el rendimiento.

#### Modificación 4-2

La figura 44 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema 142 de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 4-2. El sistema de acuerdo con la modificación 4-2 difiere del sistema de acuerdo con la cuarta realización en que incluye relés colocados en paralelo con los MOSFETs 61 y 62. El sistema incluye los mismos otros componentes que en la cuarta realización, que se les dan los mismos números de referencia y no se describirán.

El sistema 142 de potencia distribuida en este ejemplo incluye relés (normalmente cerrados) 63 y 64 conectados en paralelo con los MOSFETs 61 y 62 para un convertidor 422 DC-DC. Al amanecer, un circuito 263 de control enciende los MOSFETs 61 y 62, y también enciende los relés 63 y 64. Al anochecer, el circuito 263 de control apaga los MOSFETs 61 y 62, y también apaga los relés 63 y 64.

El sistema 142 de potencia distribuida en la modificación 4-2 permite de este modo una desconexión más fiable del arreglo 110 solar durante la noche.

#### Modificación 4-3

La figura 45 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema 143 de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 4-3. El sistema de acuerdo con la modificación 4-3 difiere del sistema de acuerdo con la modificación 3-1 que se muestra en la figura 28 en que incluye un MOSFET 65 en paralelo con el diodo D3. El sistema incluye los mismos otros componentes que en la modificación 3-1, que se les dan los mismos números de referencia y no se describirán. También en la modificación 4-3, el diodo D3 puede incluirse en el MOSFET 65.

El sistema 143 de potencia distribuida en este ejemplo incluye el MOSFET 65 conectado en paralelo con el diodo D3 en un convertidor 423 DC-DC. Más específicamente, el MOSFET 65 tiene un terminal conectado al electrodo negativo del terminal de salida del convertidor 423 DC-DC, y el otro terminal conectado al electrodo negativo del terminal de entrada del convertidor 423 DC-DC. Al amanecer, el circuito 262 de control enciende el MOSFET 65. Al anochecer, el circuito 262 de control apaga el MOSFET 65.

Durante la noche, el sistema 143 de potencia distribuida en la modificación 4-3 de este modo desconecta eléctricamente el arreglo 110 solar y ajusta el voltaje a tierra del arreglo 110 solar a través de la operación de división de voltaje realizada por el resistor R5 y el resistor R4. Cuando, por ejemplo, el arreglo 110 solar no genera potencia durante la noche, ajustar el potencial a tierra del arreglo 110 solar a 0 V evita que PID reduzca el rendimiento.

#### Modificaciones 4-4

La figura 46 es un diagrama que muestra la configuración de circuito de un sistema 144 de potencia distribuida de acuerdo con la modificación 4-4. El sistema de acuerdo con la modificación 4-4 difiere del sistema de acuerdo con la modificación 4-3 en que el MOSFET 65 se reemplaza con un relé 66. El sistema incluye los mismos otros componentes que en la modificación 4-3, que se les dan los mismos números de referencia y no se describirán.

- 5 El sistema 144 de potencia distribuida en este ejemplo tiene el relé (normalmente cerrado) 66 conectado en paralelo con el diodo D3 en un convertidor 424 DC-DC. Más específicamente, el relé 66 tiene un terminal conectado al electrodo negativo del terminal de salida del convertidor 424 DC-DC, y el otro terminal conectado al electrodo negativo del terminal de entrada del convertidor 424 DC-DC. Al amanecer, el circuito 262 de control enciende el relé 66. Al anochecer, el circuito 262 de control apaga el relé 66.
- 10 Durante la noche, el sistema 144 de potencia distribuida en la modificación 4-4 de este modo desconecta eléctricamente el arreglo 110 solar y ajusta el voltaje a tierra del arreglo 110 solar a través de la operación de división de voltaje realizada por el resistor R5 y el resistor R4. Cuando, por ejemplo, el arreglo 110 solar no genera potencia durante la noche, ajustar el potencial a tierra del arreglo 110 solar a 0 V evita que PID reduzca el rendimiento.

#### Lista de signos de referencia

- 15 1 módulo solar  
10 cadena de módulos solares  
11 marco  
12 lámina posterior  
13 celda
- 20 14 lámina de vidrio  
15 sellador  
16 patrón de electrodos  
19 tierra  
21 circuito de detección
- 25 26 circuito de control  
27 circuito de detección de soldadura  
30 acondicionador de potencia  
31 inversor  
40 tablero de instrumentos
- 30 S1 elemento de conmutación

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100, 101, 102, 131, 132, 133) de potencia distribuida para ser conectado a una red de servicios públicos tanto durante el día como la noche, comprendiendo el sistema (100, 101, 102, 131, 132, 133):

una pluralidad de fuentes de alimentación que incluyen un arreglo (110) solar;

5 un convertidor (120 - 124) DC-DC no aislado que tiene un terminal (22, 23) de entrada y un terminal (24, 25) de salida, y configurado para elevar, en una relación de aumento predeterminada, una entrada de voltaje DC desde las fuentes de alimentación a través del terminal (22, 23) de entrada y para salida el voltaje DC a través del terminal (24, 25) de salida; y

10 un inversor (31) configurado para convertir la salida de voltaje DC desde el convertidor (120 -124) DC-DC no aislado a través del terminal de salida en una corriente alterna,

en donde el convertidor (120 - 124) DC-DC no aislado incluye una sección de ajuste de potencial,

en donde el convertidor (120 - 124) DC-DC no aislado incluye además al menos un primer reactor (L4) y un segundo reactor (L1), un primer diodo (D2) y un segundo diodo (D1), un condensador (C1,C4,C5), y un elemento (S1) de conmutación, y

15 la sección de ajuste de potencial incluye una configuración de circuito conectado en serie en la cual un primer terminal del primer reactor (L4) está conectado a un electrodo positivo del terminal (22) de entrada del convertidor (120-124) DC-DC no aislado, un segundo terminal del primer reactor (L4) está conectado a un ánodo del primer diodo (D2), y un cátodo del primer diodo (D2) está conectado a un electrodo positivo del terminal (24) de salida del convertidor (120 - 124) DC-DC no aislado, y

20 un primer terminal del segundo reactor (L1) está conectado a un electrodo negativo del terminal (23) de entrada del convertidor (120 - 124) DC-DC no aislado, un segundo terminal del segundo reactor (L1) está conectado a un cátodo del segundo diodo (D1), y un ánodo del segundo diodo (D1) está conectado a un electrodo negativo del terminal (25) de salida del convertidor (120-124) DC-DC no aislado,

caracterizado porque

25 la sección de ajuste de potencial está configurada para ajustar un potencial en un electrodo negativo del arreglo (110) solar a un potencial mayor que un potencial en un electrodo negativo del terminal (25) de salida del convertidor (120-124) DC-DC no aislado al menos durante la noche.

2. El sistema de potencia distribuida de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

30 un circuito (21) de detección de DCV (voltaje DC) configurado para detectar un voltaje DC entre dos terminales del arreglo (110) solar,

en donde la sección de ajuste de potencial incluye una configuración de circuito que incluye un resistor (R1,R4,R5) que tiene una resistencia equivalente a una resistencia (R2, R3) del circuito (21) de detección de DCV entre el electrodo positivo del terminal de entrada del convertidor (120 - 124) DC-DC y el electrodo positivo del terminal de salida del convertidor (120 - 124) DC-DC no aislado.

35 3. El sistema de potencia distribuida de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

un circuito (21) de detección de DCV configurado para detectar un voltaje DC entre dos terminales del arreglo (110) solar,

40 en donde la sección de ajuste de potencial incluye una configuración de circuito que incluye una GND para un circuito (26) de control del convertidor (120 -124) DC-DC no aislado entre el electrodo positivo y el electrodo negativo del terminal de salida del convertidor (120 - 124) DC-DC no aislado.

4. El sistema de potencia distribuida de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

un circuito (21) de detección de DCV configurado para detectar un voltaje DC entre dos terminales del arreglo (110) solar,

45 en donde la sección de ajuste de potencial incluye una configuración de circuito en la cual el electrodo positivo del terminal de salida del convertidor (120 -124) DC-DC no aislado está conectado a un primer terminal de un resistor (R4, R5) que tiene una resistencia equivalente a una resistencia del circuito (21) de detección de DCV, un segundo terminal del resistor (R4, R5) está conectado a un cátodo de un tercer diodo (D3), un ánodo del tercer diodo (D3) está conectado al electrodo negativo del terminal de salida del

50 convertidor (120 - 124) DC-DC no aislado, y el segundo terminal del resistor (R4, R5) y el cátodo del tercer diodo (D3) están conectados al electrodo negativo del arreglo (110) solar.



5. El sistema de potencia distribuida de acuerdo con la reivindicación 4, en donde

el tercer diodo (D3) está conectado al resistor (R4, R5) o condensador en paralelo con el tercer diodo (D3) entre el cátodo y el ánodo del tercer diodo (D3).

6. El sistema de potencia distribuida de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

5 un circuito (21) de detección de DCV configurado para detectar un voltaje DC entre dos terminales del arreglo (110) solar,

en donde la sección de ajuste de potencial incluye una configuración de circuito en la cual un electrodo positivo del terminal de salida del convertidor (120 - 124) DC-DC no aislado está conectado a un primer terminal de un resistor (R4, R5) que tiene una resistencia equivalente a una resistencia (R2, R3) del circuito (21) de detección de DCV,

10 un segundo terminal del resistor (R4, R5) está conectado a un electrodo positivo de un transistor (51) de efecto de campo semiconductor de óxido de metal,

un electrodo negativo del transistor (51) de efecto de campo semiconductor de óxido de metal está conectado a un electrodo negativo del terminal de salida del convertidor (120-124) DC-DC no aislado y el segundo terminal del resistor (R4, R5) y el electrodo positivo del transistor (51) de efecto de campo semiconductor de óxido de metal están conectados al electrodo negativo del arreglo (110) solar.

15

7. El sistema de potencia distribuida de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en donde el condensador (C4, C5) está conectado al resistor (R4, R5) en paralelo entre el primer terminal y segundo terminal del resistor (R4, R5).

8. El sistema de potencia distribuida de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

20 un circuito (21) de detección de DCV configurado para detectar un voltaje DC entre dos terminales del arreglo (110) solar,

en donde la sección de ajuste de potencial incluye una configuración de circuito en la cual un electrodo positivo del terminal de salida del convertidor (120 -124) DC-DC no aislado está conectado a un primer terminal de un resistor (R4, R5) que tiene una resistencia equivalente a una resistencia (R2, R3) del circuito (21) de detección de DCV,

25 un relé (52) de tres terminales está conectado a un segundo terminal del resistor (R4, R5), el electrodo negativo del arreglo (110) solar, y el electrodo negativo del terminal de salida del convertidor (120 -124) DC-DC no aislado,

el relé (52) de tres terminales está conectado al electrodo negativo del arreglo (110) solar y al electrodo negativo del terminal de salida del convertidor (120 -124) DC-DC no aislado durante el día, y

30 durante la noche, el segundo terminal del resistor (R4, R5) está conectado al electrodo negativo del arreglo (110) solar bajo control.

9. El sistema de potencia distribuida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde

la sección de ajuste de potencial incluye unos desconectores configurados para desconectar eléctricamente el arreglo (110) solar desde el terminal de entrada del convertidor (120-124) DC-DC no aislado,

35 en donde los desconectores están conectados entre el electrodo positivo del arreglo (110) solar y un electrodo positivo del terminal de entrada del

convertidor (120 -124) DC-DC no aislado, y entre el electrodo negativo del arreglo (110) solar y un electrodo negativo del terminal de entrada del convertidor (120-124) DC-DC no aislado.

10. El sistema de potencia distribuida de acuerdo con la reivindicación 9, en donde

40 los desconectores son transistores (61, 62) de efecto de campo semiconductores de óxido de metal, y opcionalmente incluyen relés conectados en paralelo con los transistores (61, 62) de efecto de campo semiconductores de óxido de metal.

11. El sistema de potencia distribuida de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, en donde

el convertidor (120 -124) DC-DC no aislado incluye un primer resistor (R8) y un segundo resistor (R9) conectados en serie entre el electrodo positivo del terminal de salida y el electrodo negativo del terminal de salida, y

45 una sección intermedia entre el primer resistor (R8) y el segundo resistor (R9), el electrodo negativo del arreglo (110) solar, y el desconector conectado al electrodo negativo están conectados eléctricamente.

FIG. 1

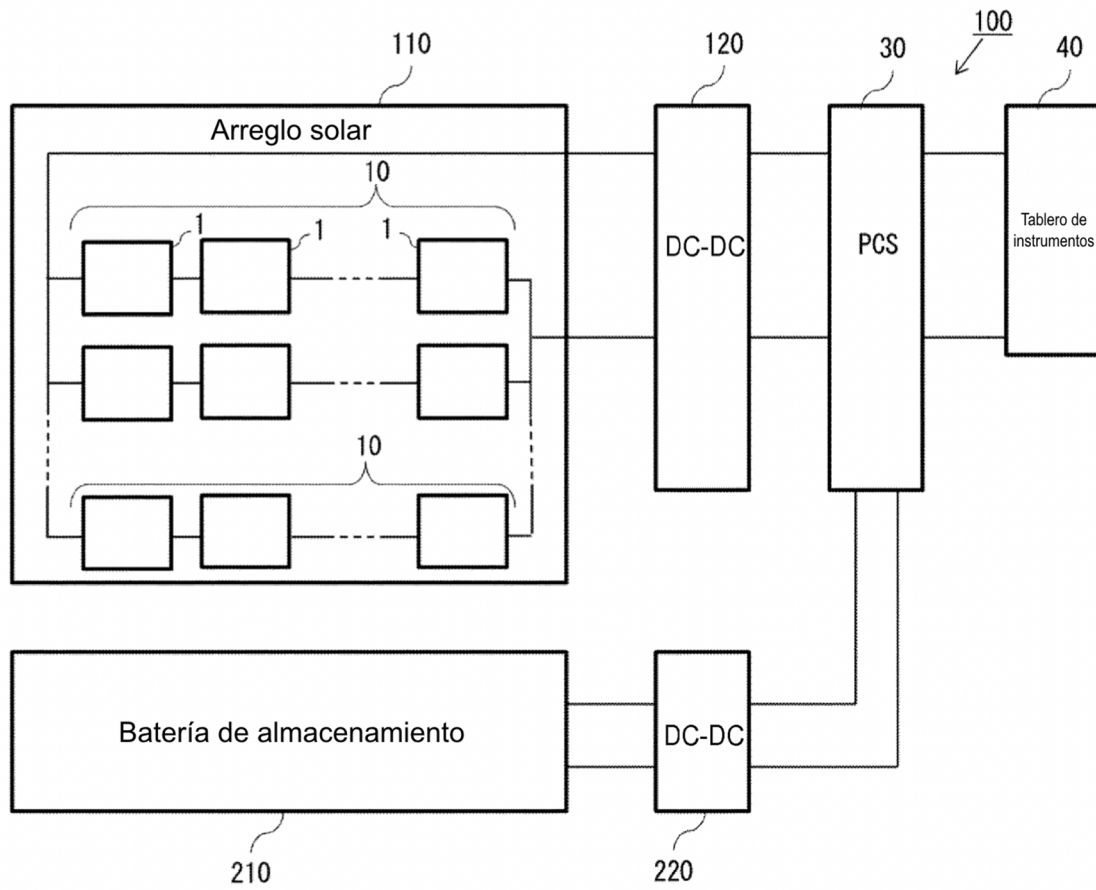


FIG. 2

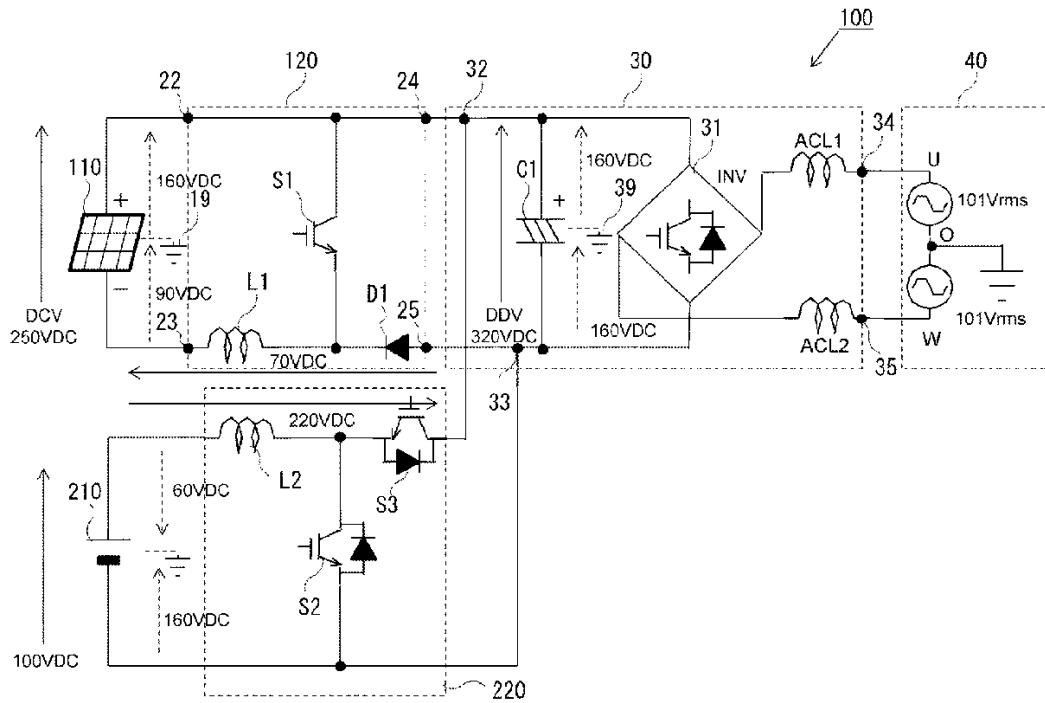


FIG. 3

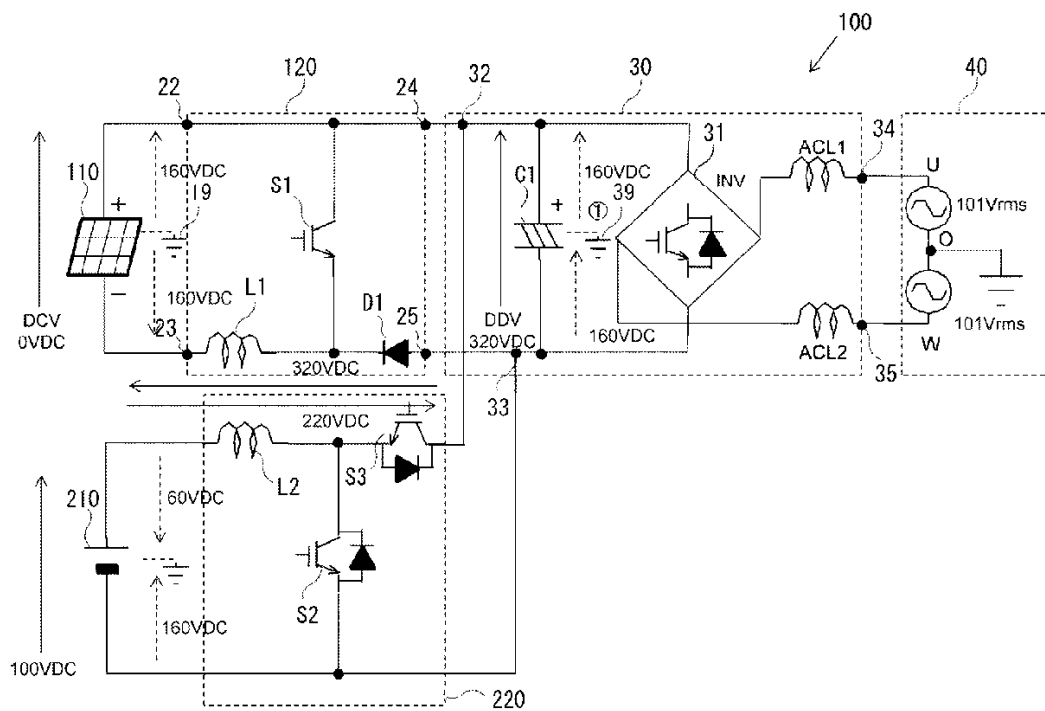


FIG. 4

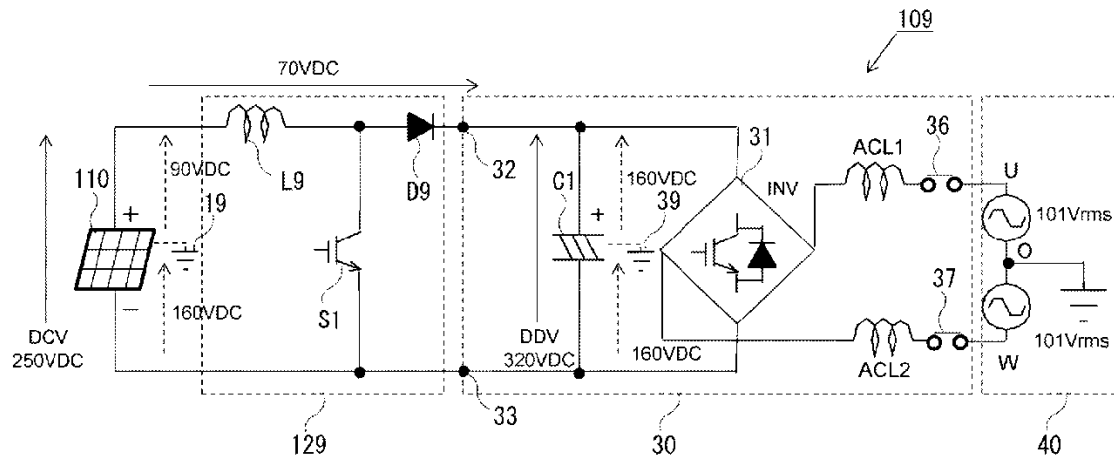


FIG. 5

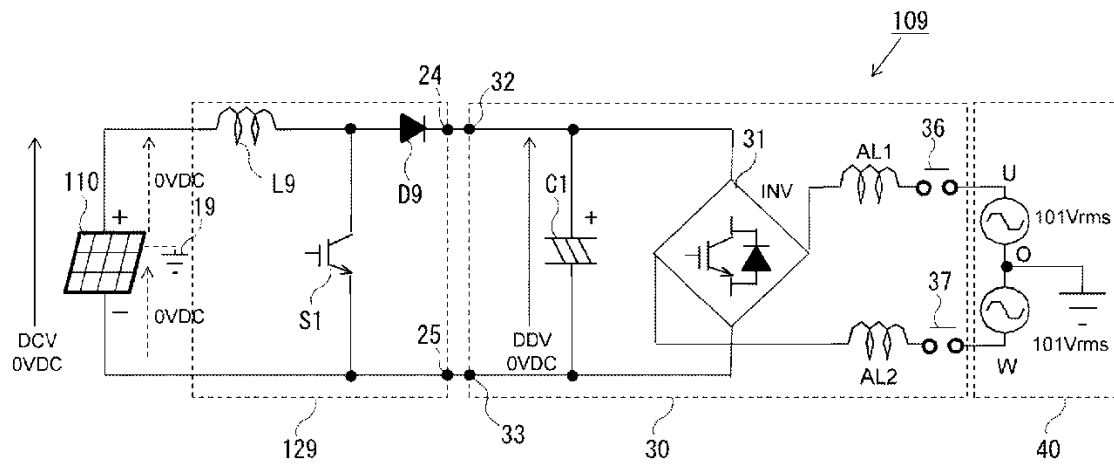


FIG. 6

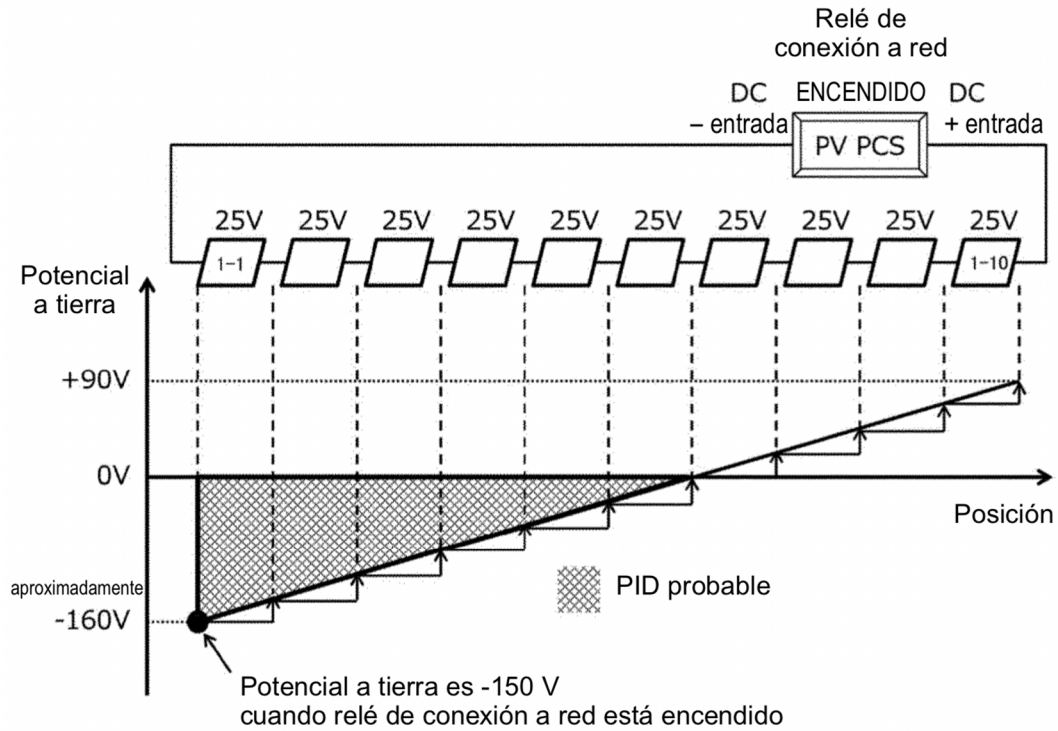


FIG. 7

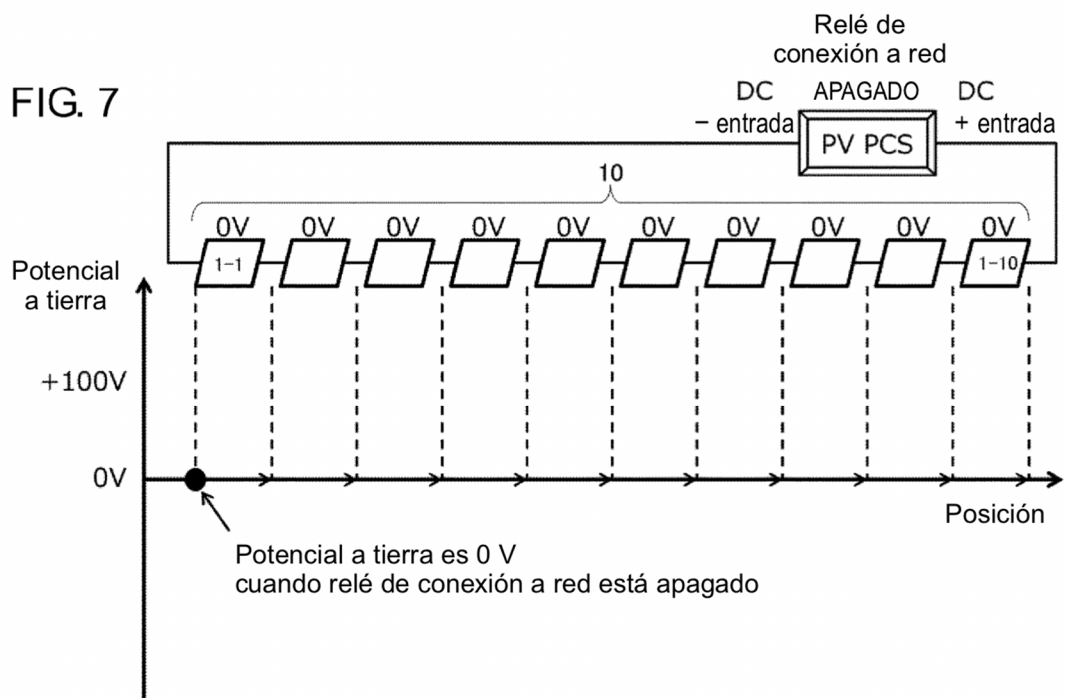


FIG. 8

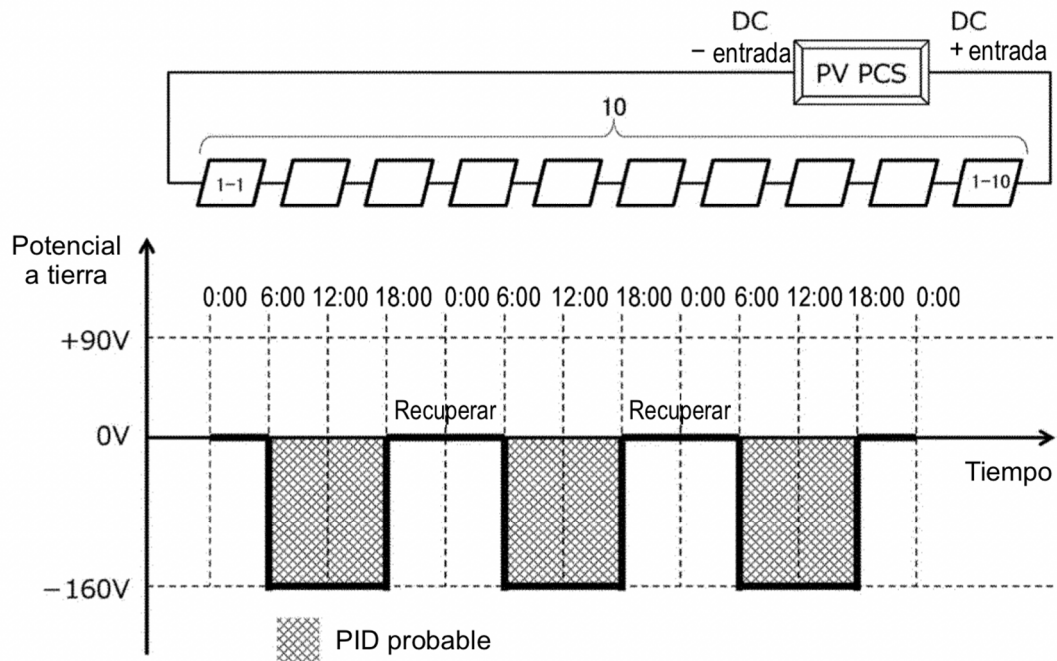


FIG. 9

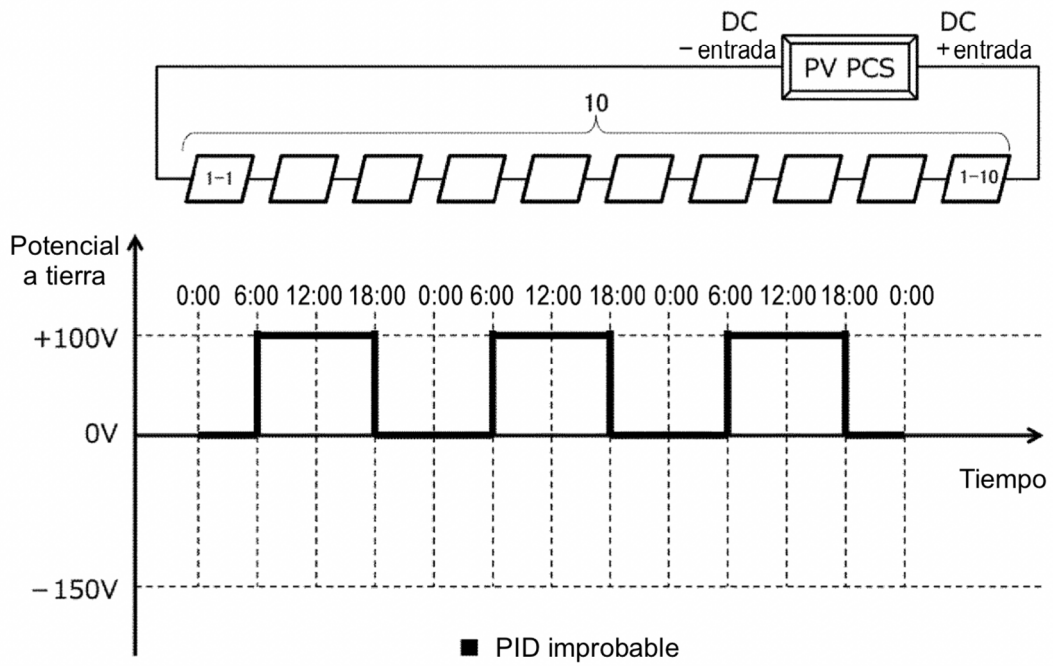


FIG. 10

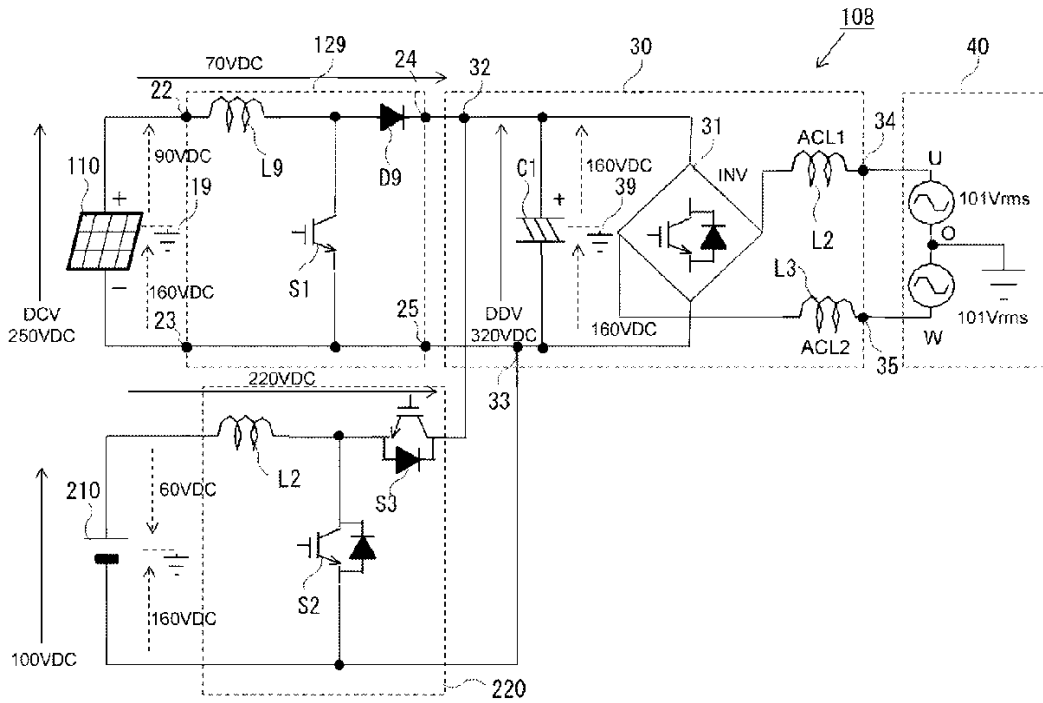


FIG. 11

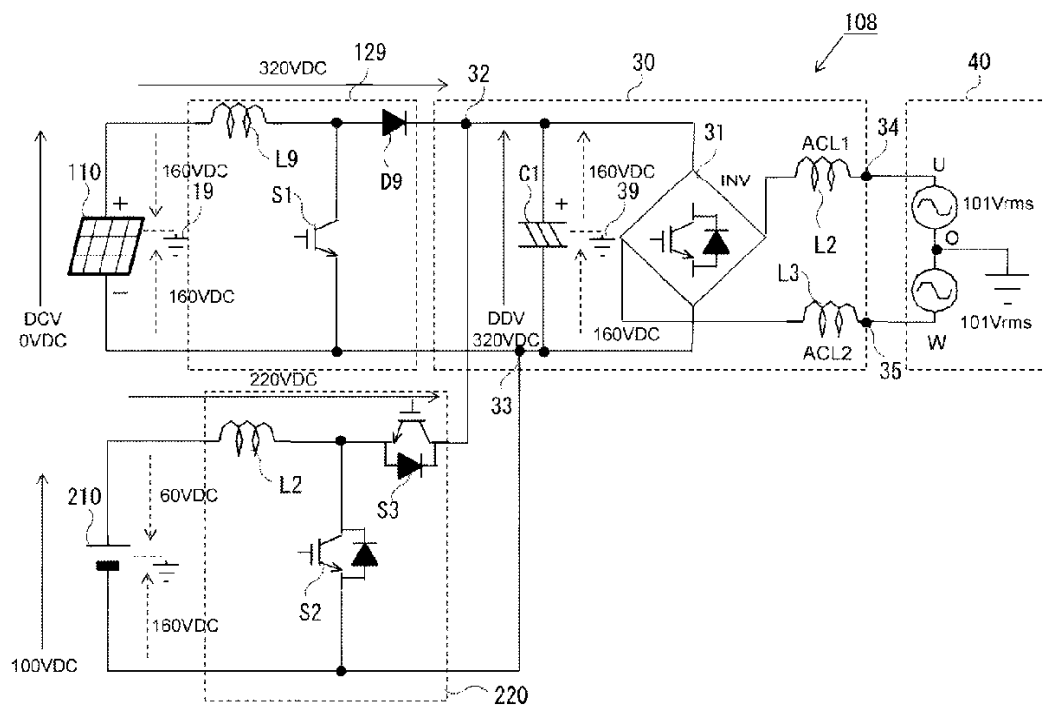


FIG. 12

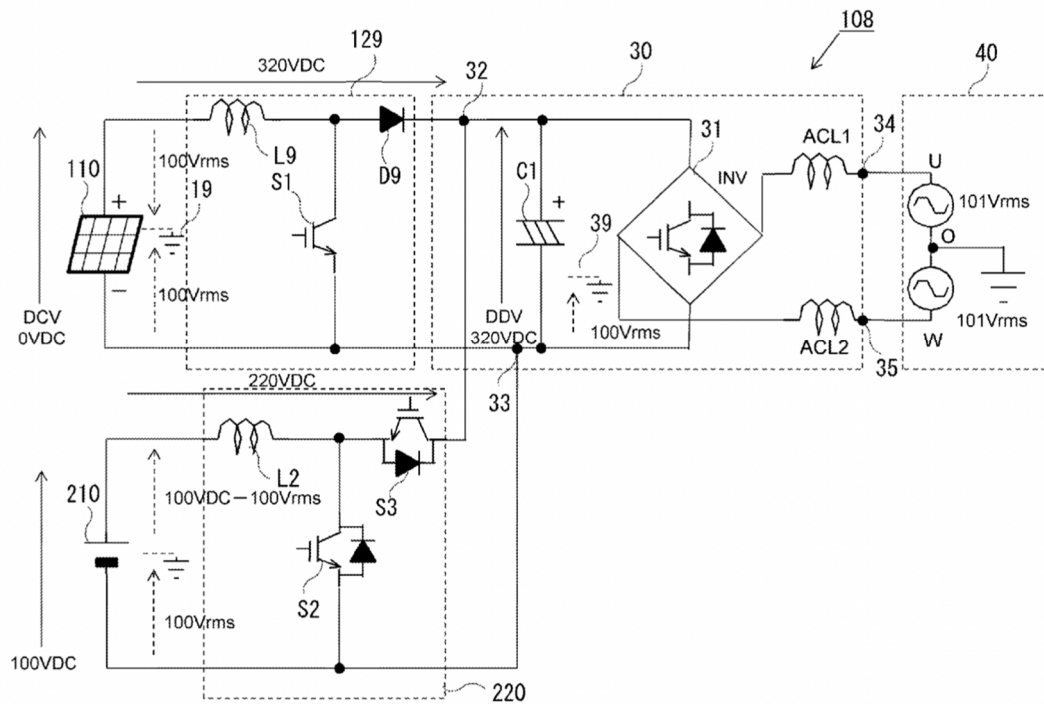


FIG. 13

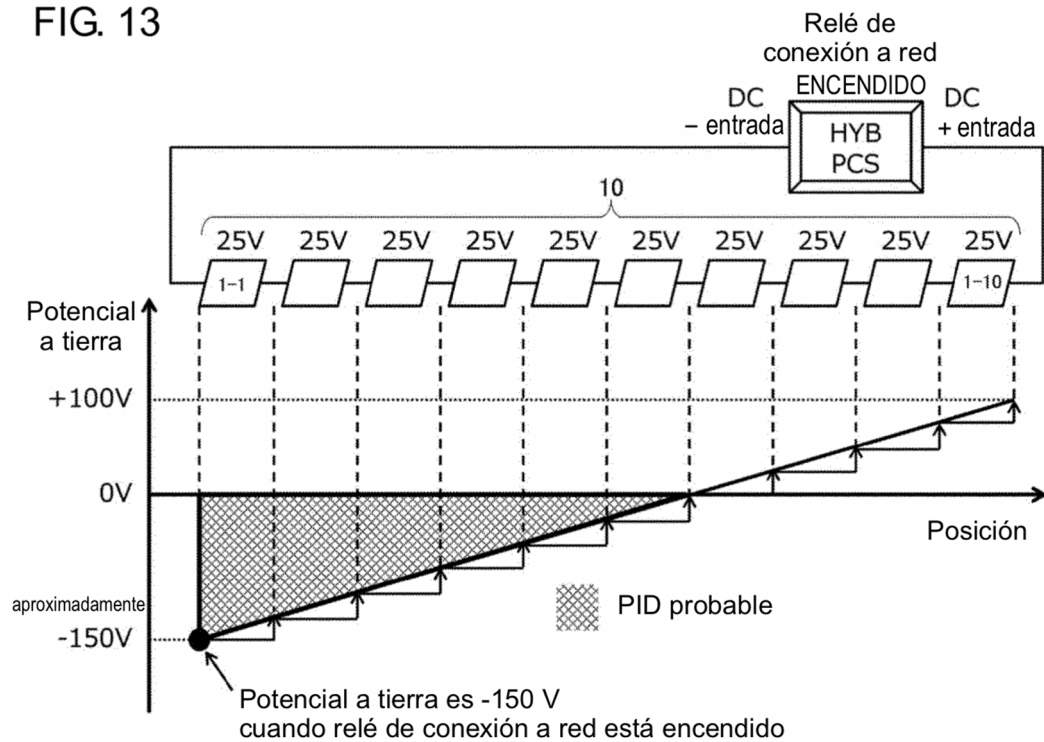




FIG. 14

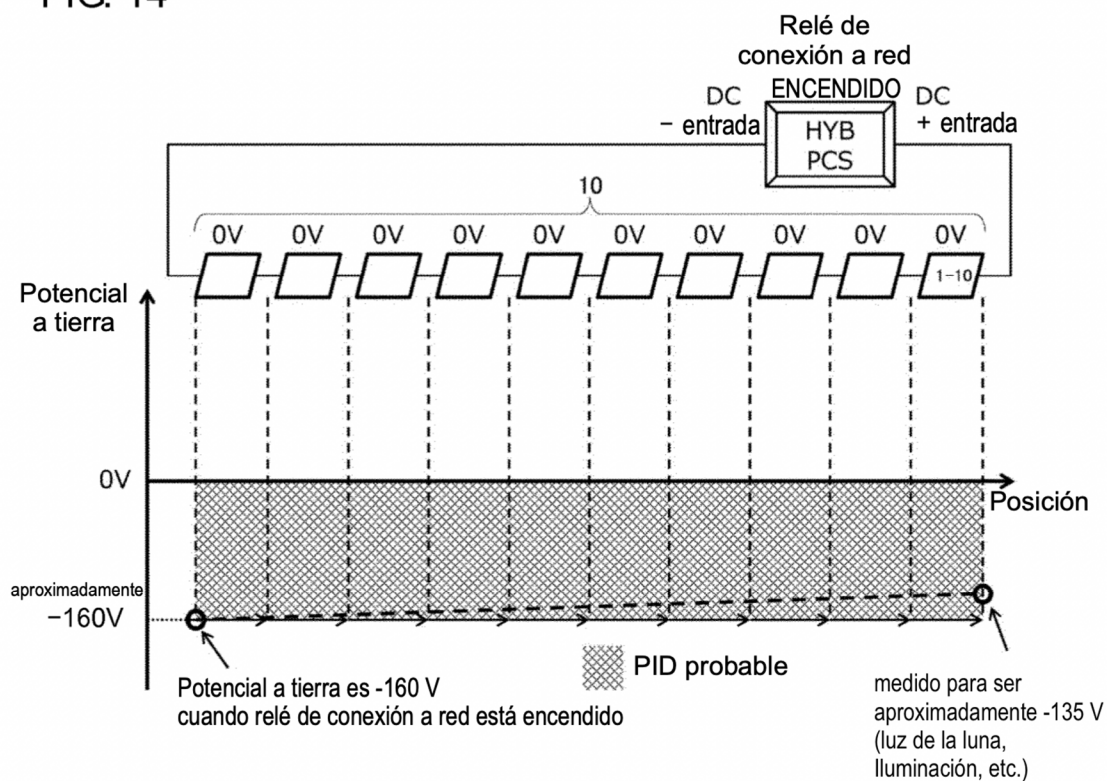


FIG. 15

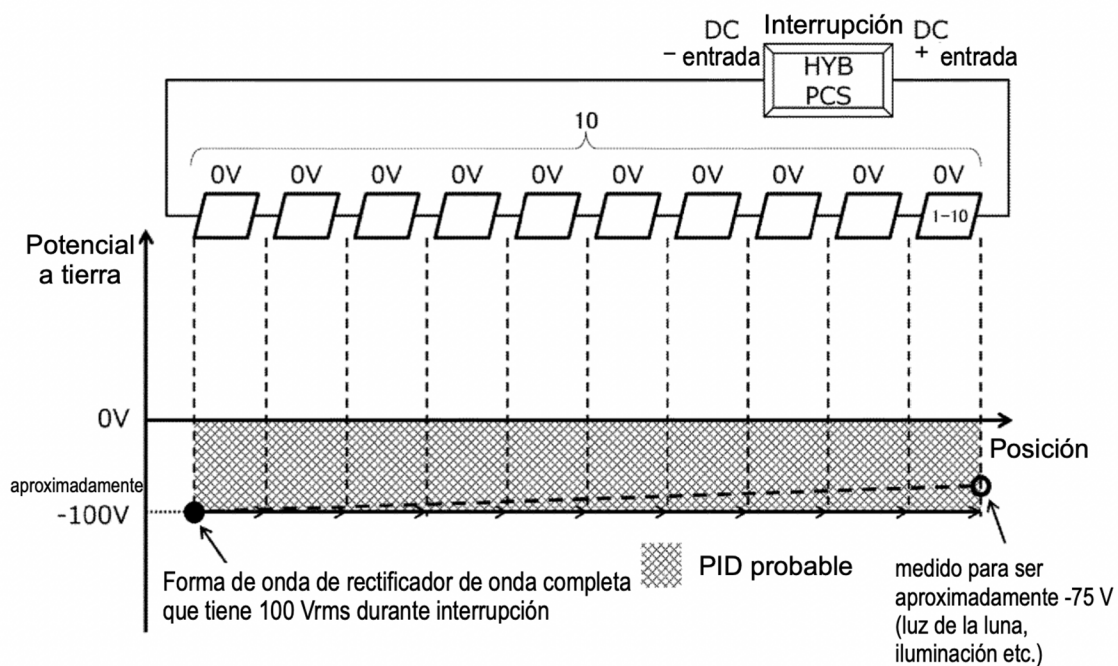


FIG. 16

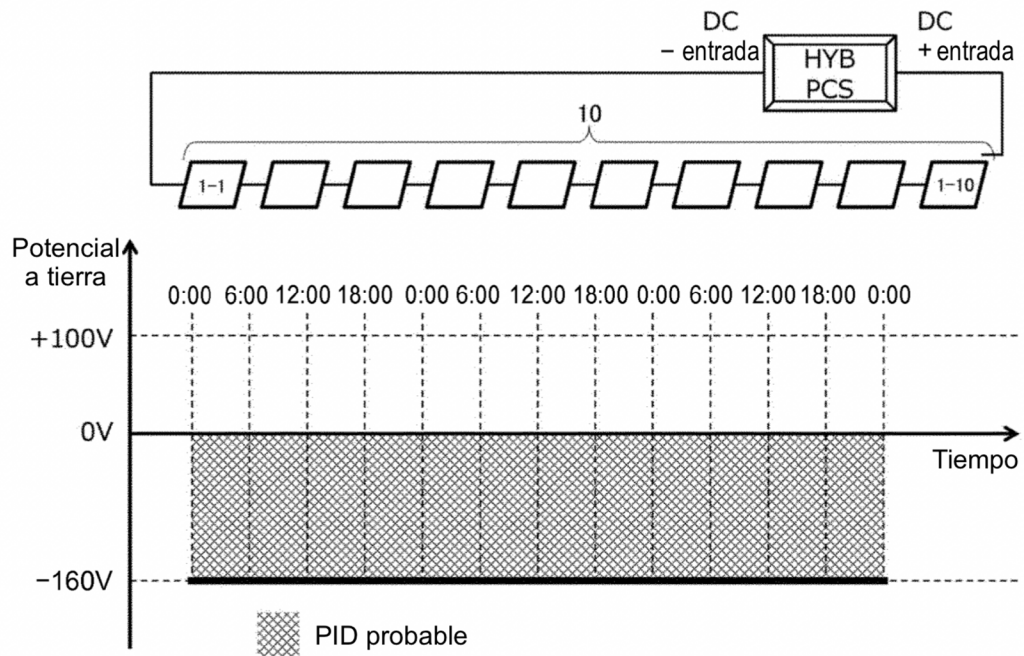


FIG. 17

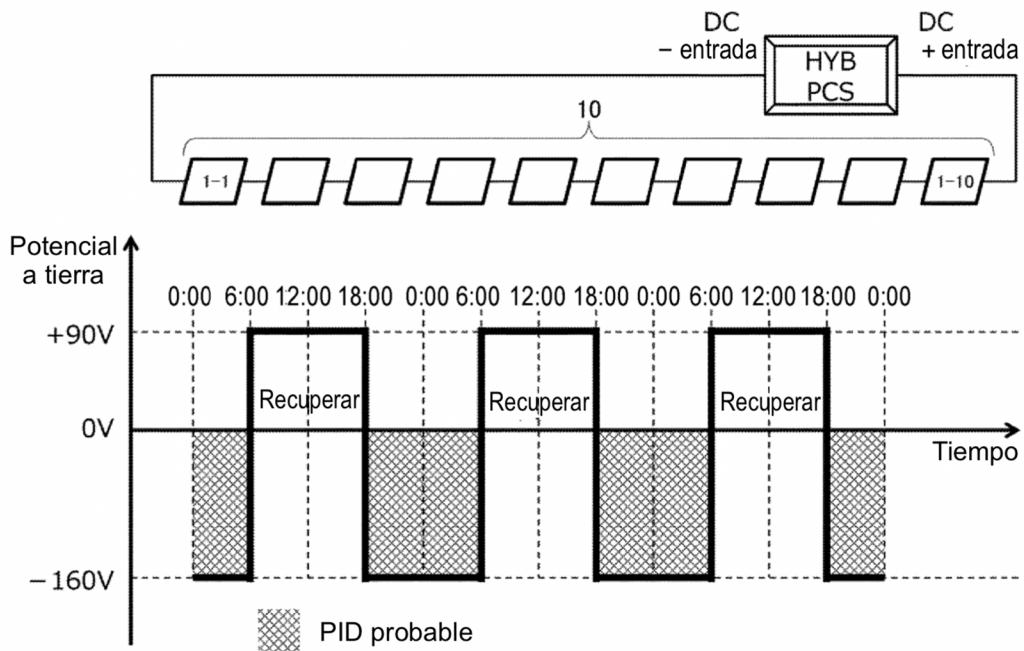


FIG. 18

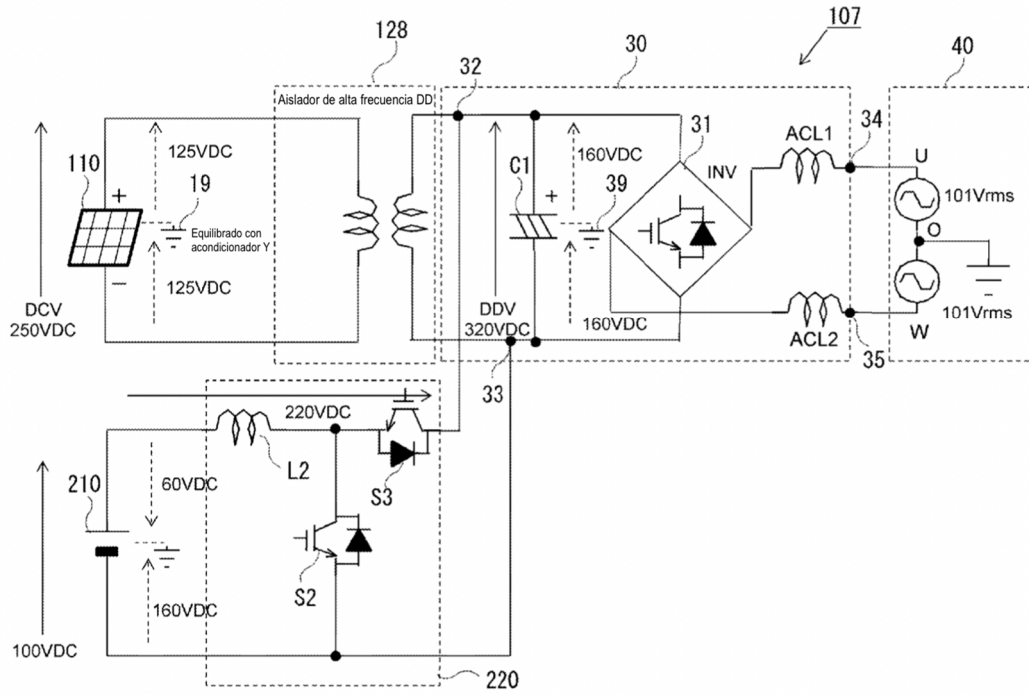


FIG. 19

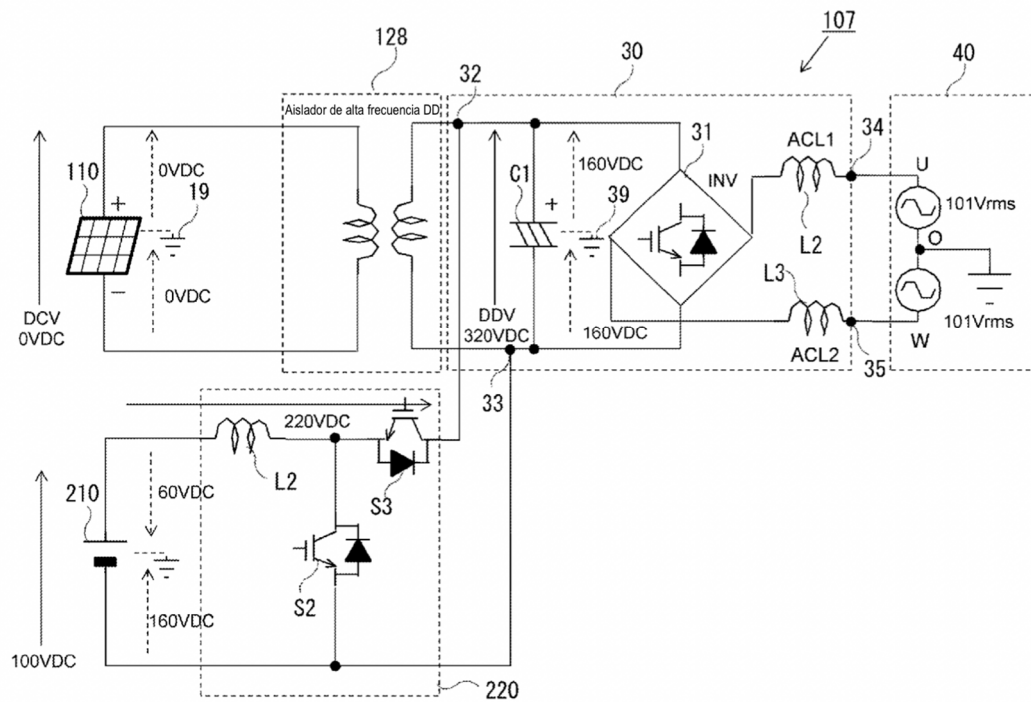


FIG. 20

	Día (PV = 250V)		Noche (cuando se carga)		Módulo PV	
	P a E	N a E	P a E	N a E	tipo P	tipo N
Ejemplo Comparativo 1	+90VDC	-160VDC	0VDC	0VDC	B	B
Ejemplo Comparativo 2	+90VDC	-160VDC	-160VDC	-160VDC	C	A
Ejemplo Comparativo 3	+125VDC	-125VDC	0VDC	0VDC	B	B
Primera realización	+160VDC	-90VDC	+160VDC	+160VDC	B	C
Segunda realización	+125VDC	-125VDC	0VDC	0VDC	B	B
Tercera realización	+90VDC	-160VDC	0VDC	0VDC	B	B
Cuarta realización	+90VDC	-160VDC	0VDC	0VDC	B	B

A: Bueno, B: Regular, C: Pobre

FIG. 21

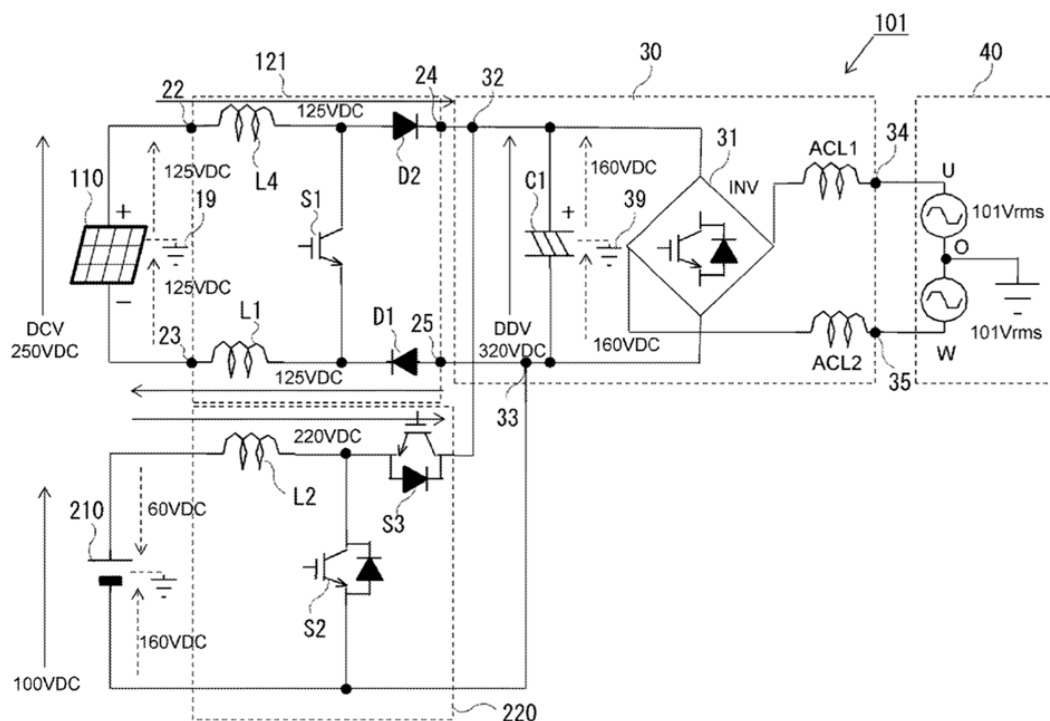


FIG. 22

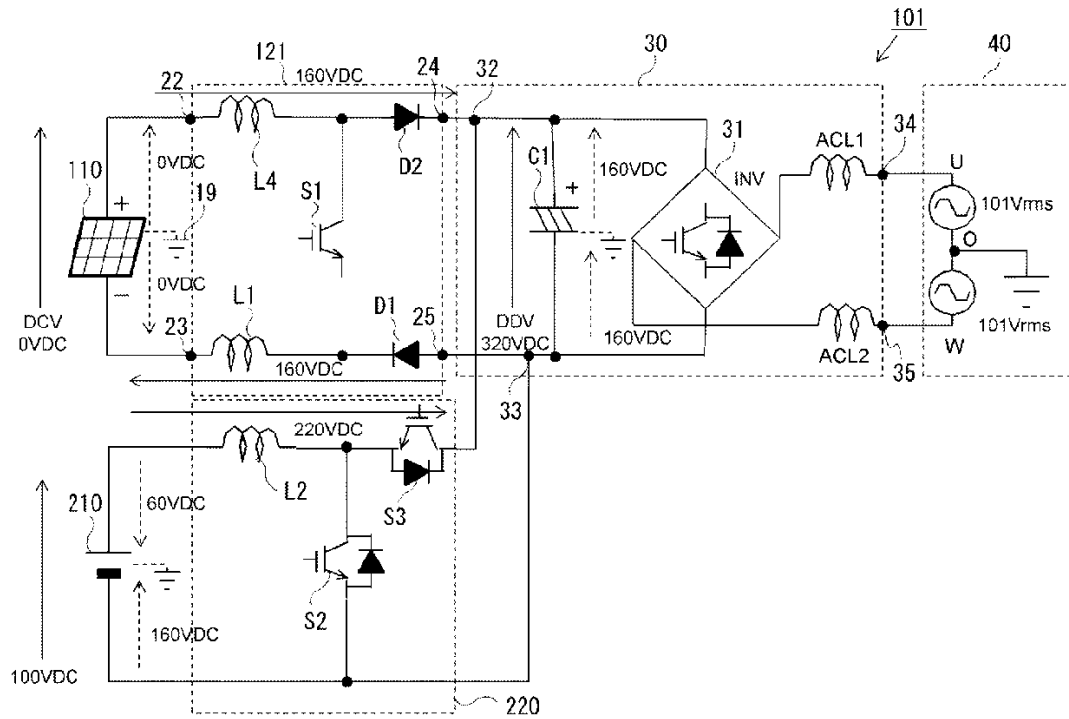


FIG. 23

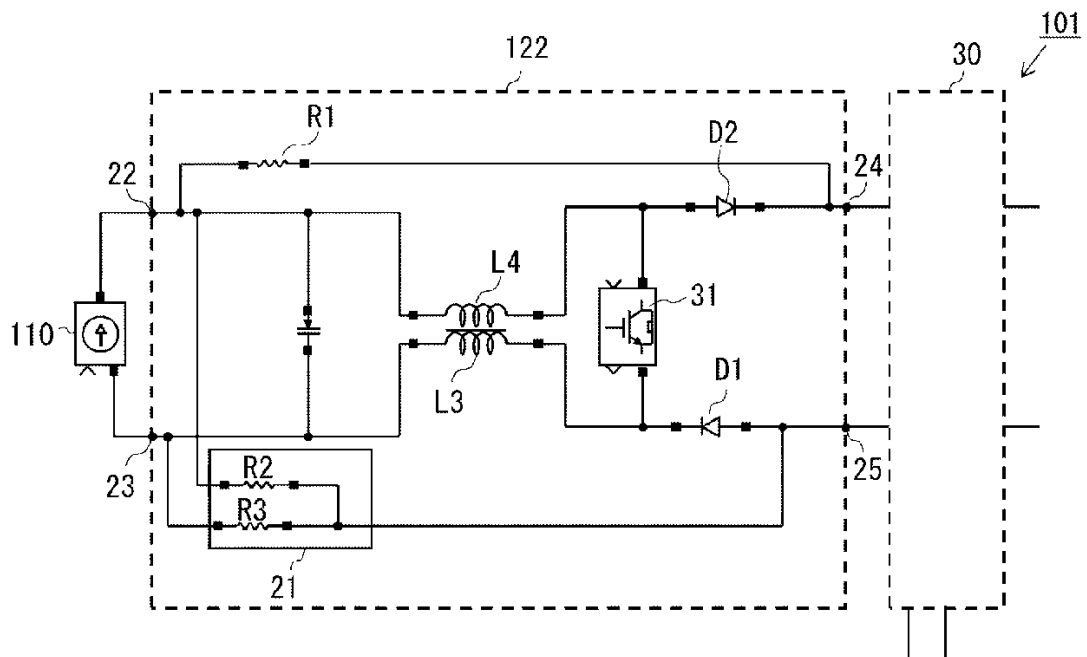


FIG. 24

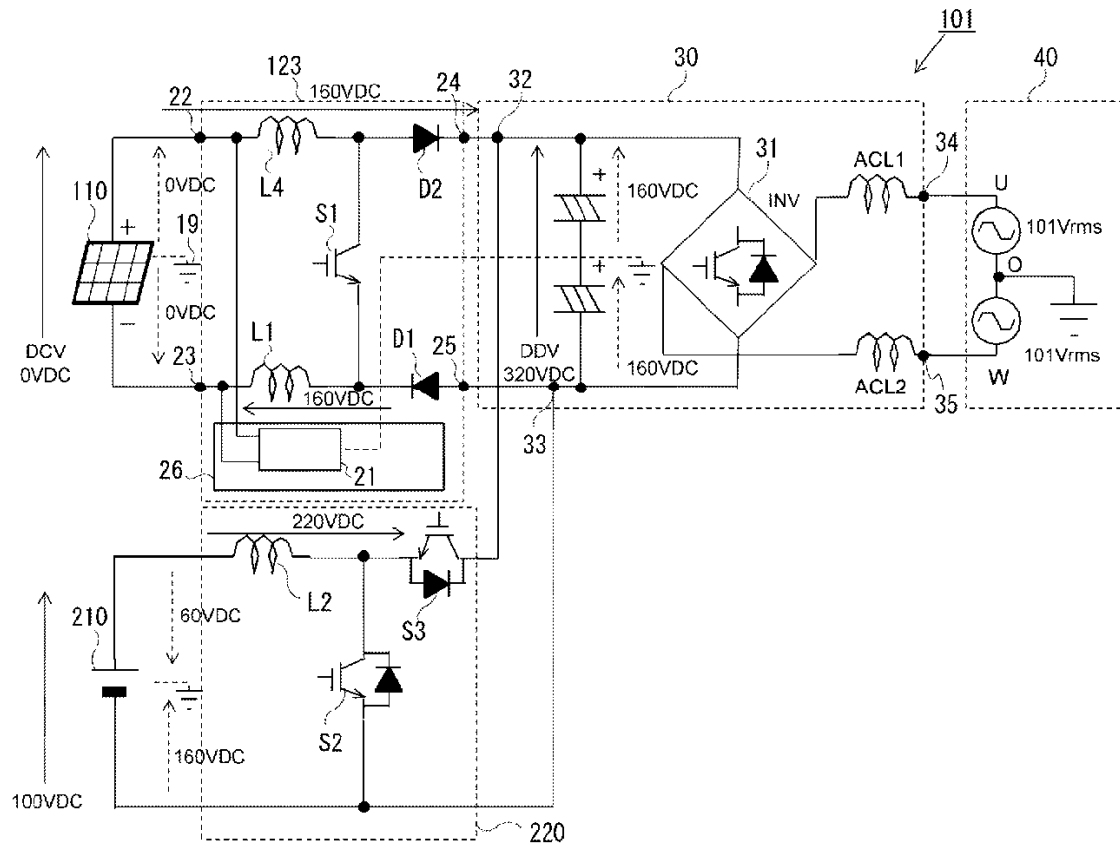


FIG. 25

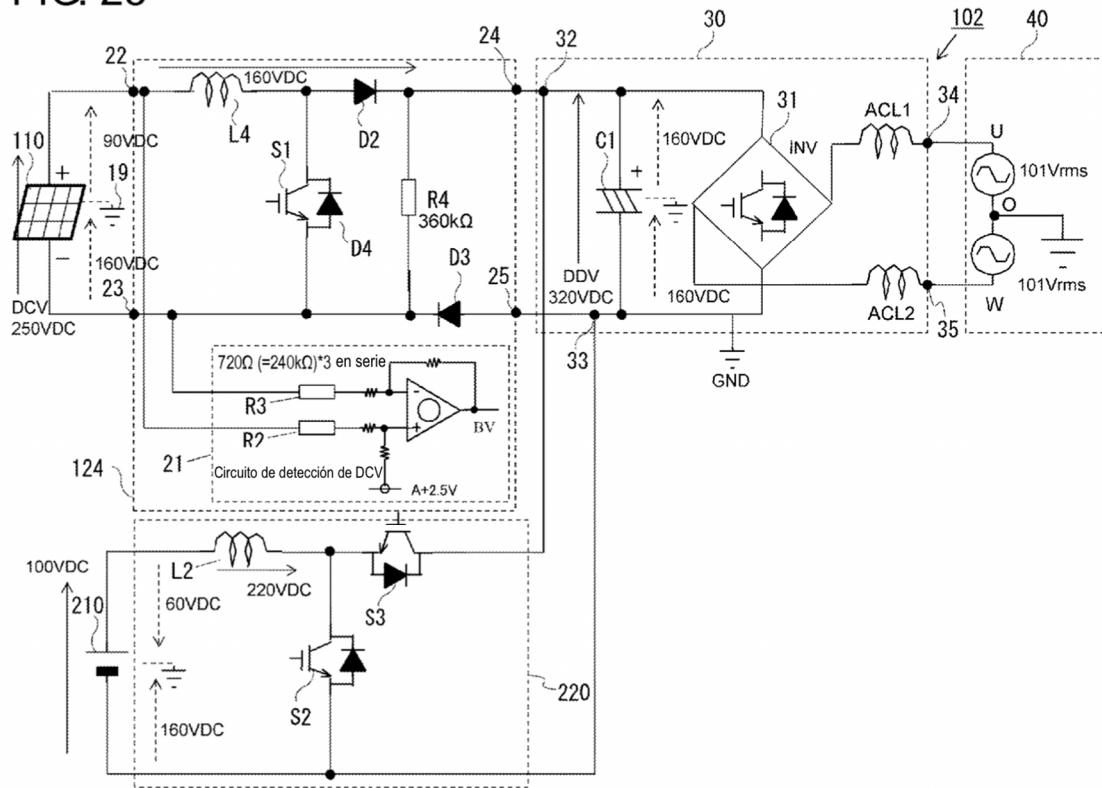


FIG. 26

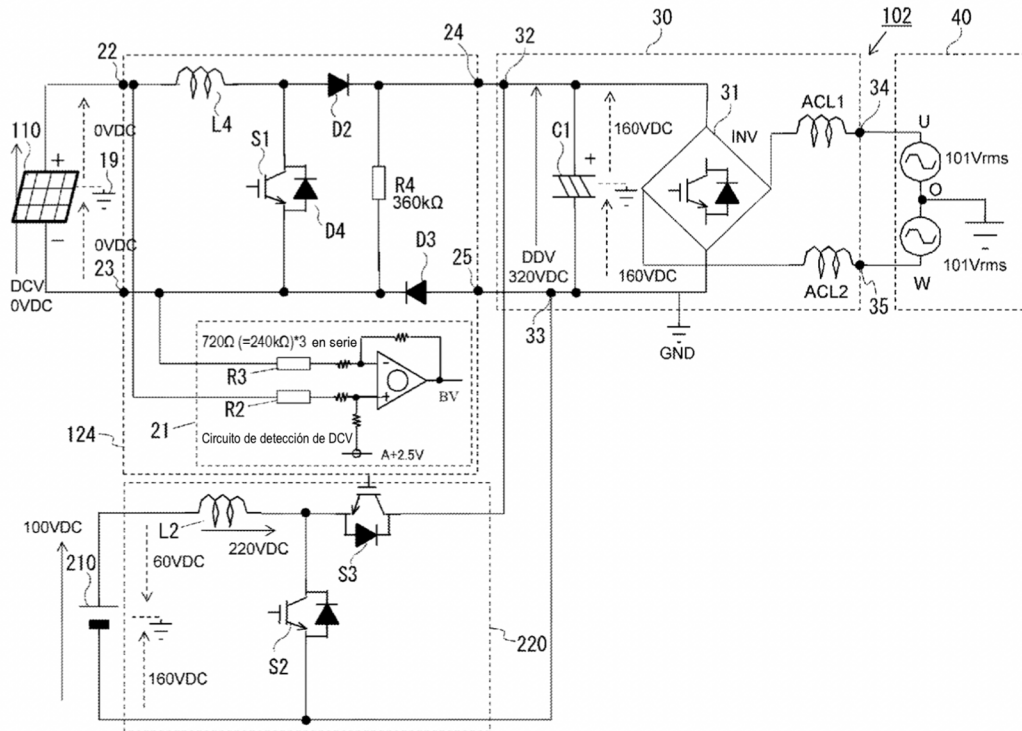


FIG. 27

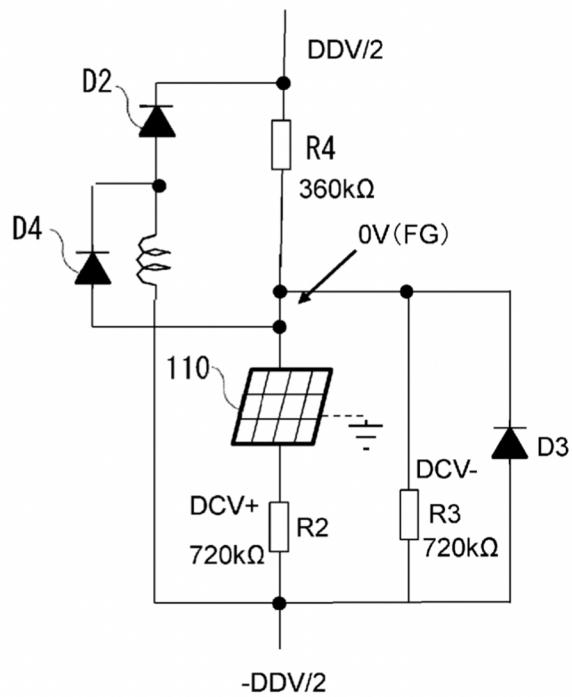




FIG. 28

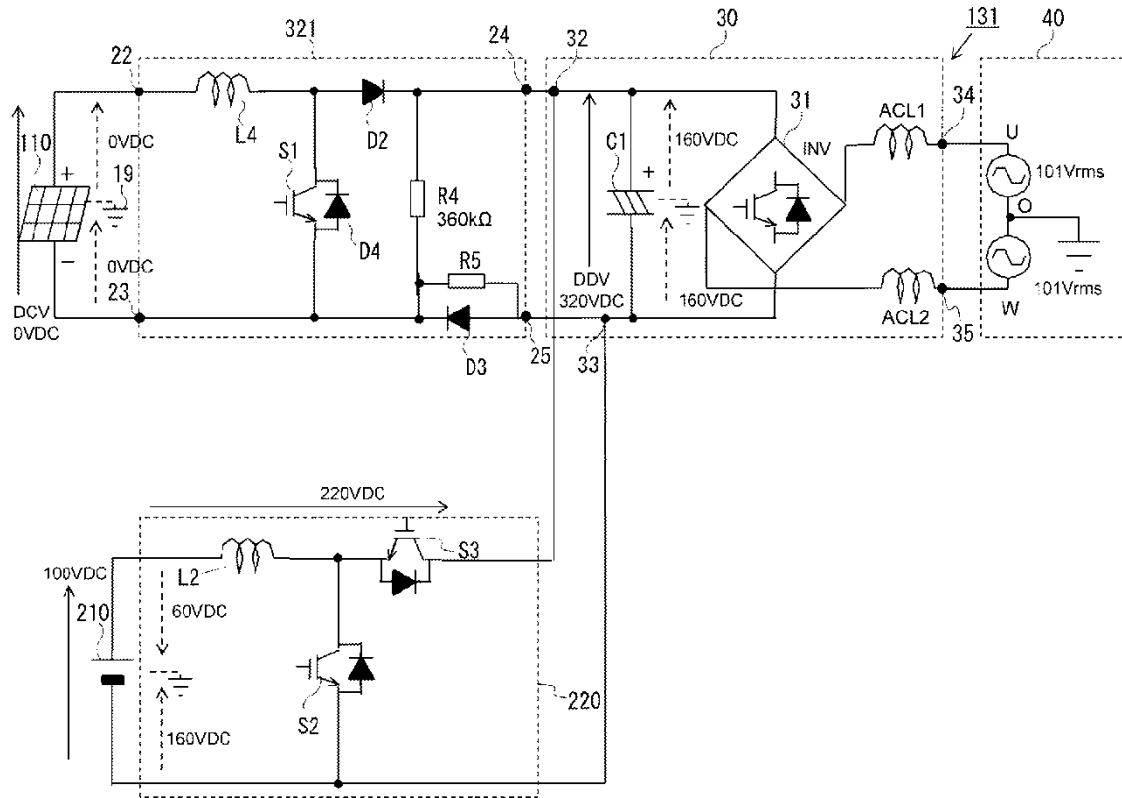


FIG. 29

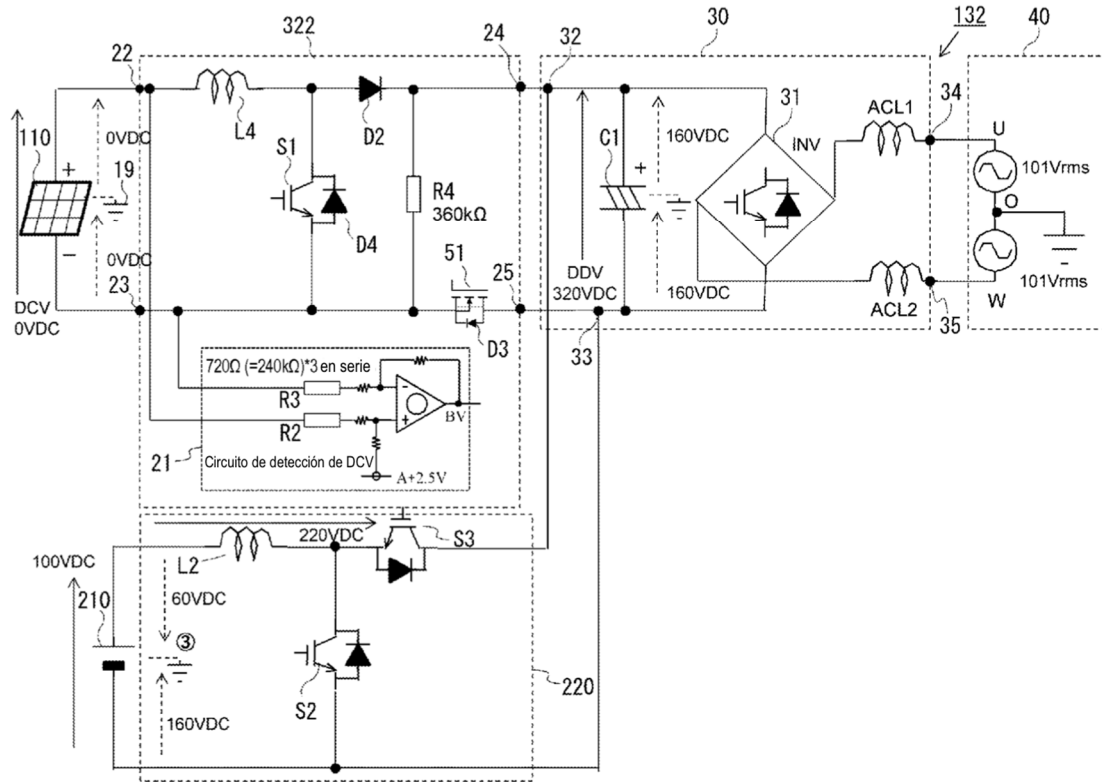


FIG. 30

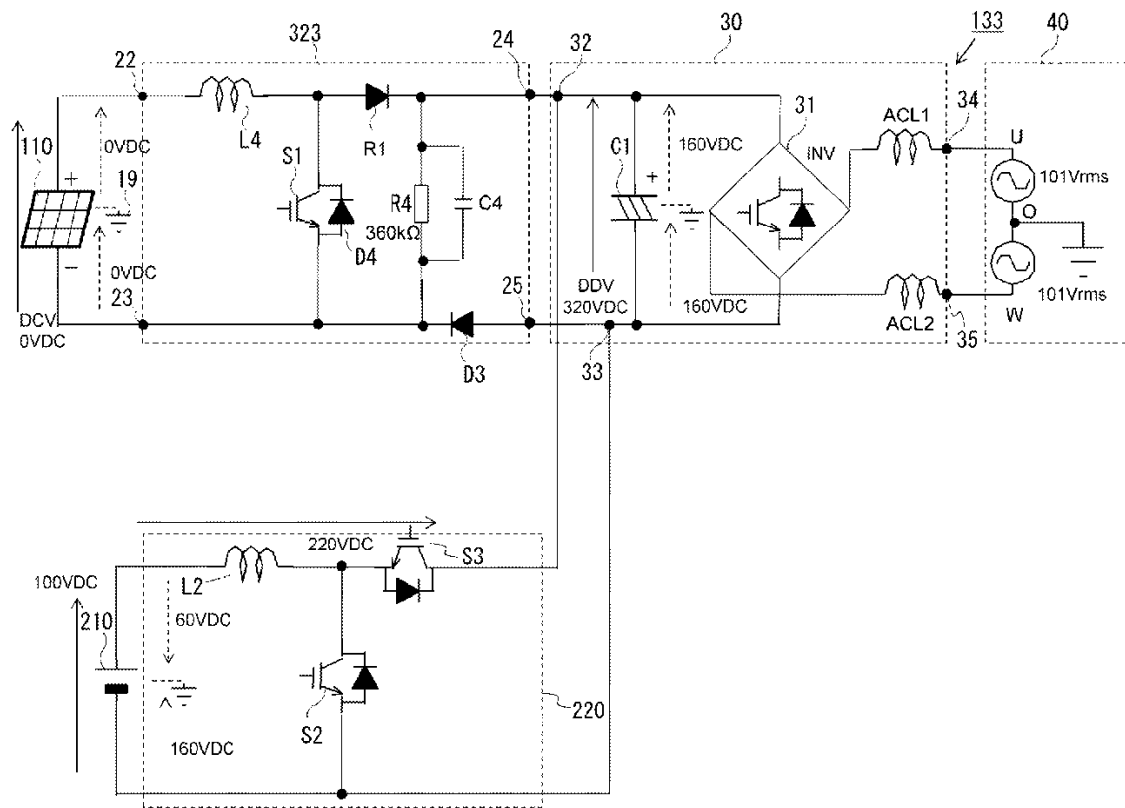


FIG. 31

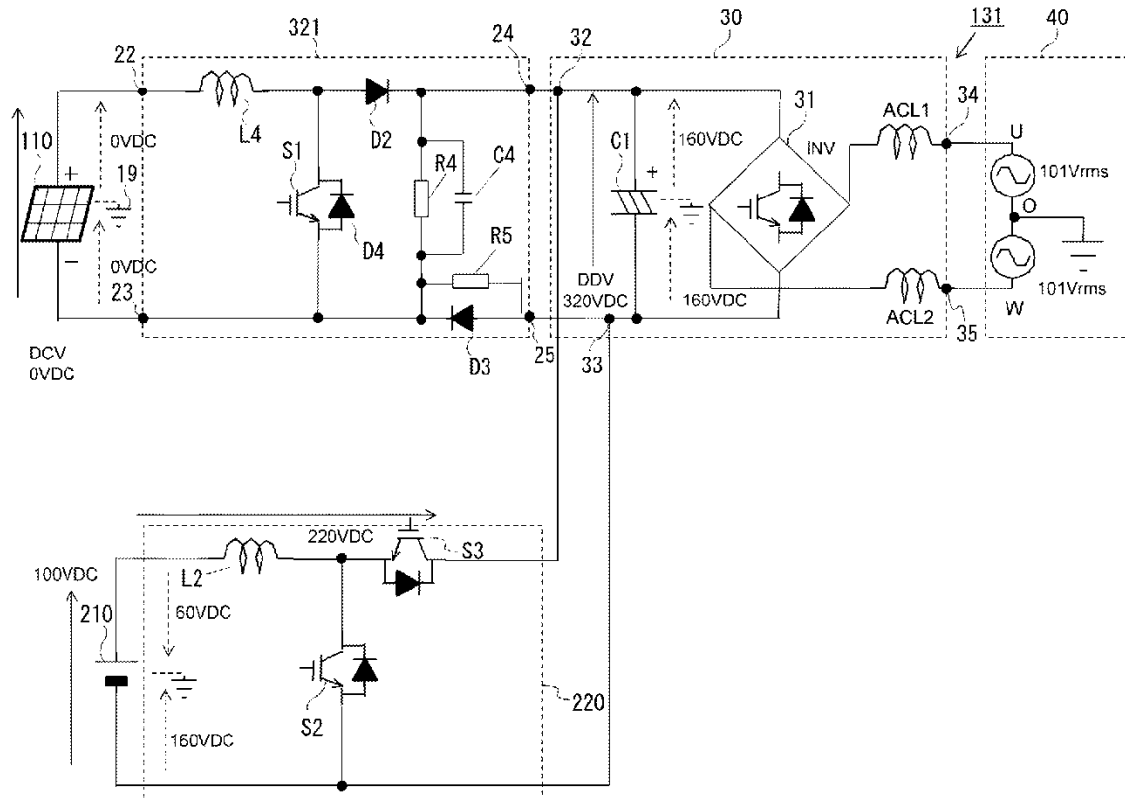


FIG. 32

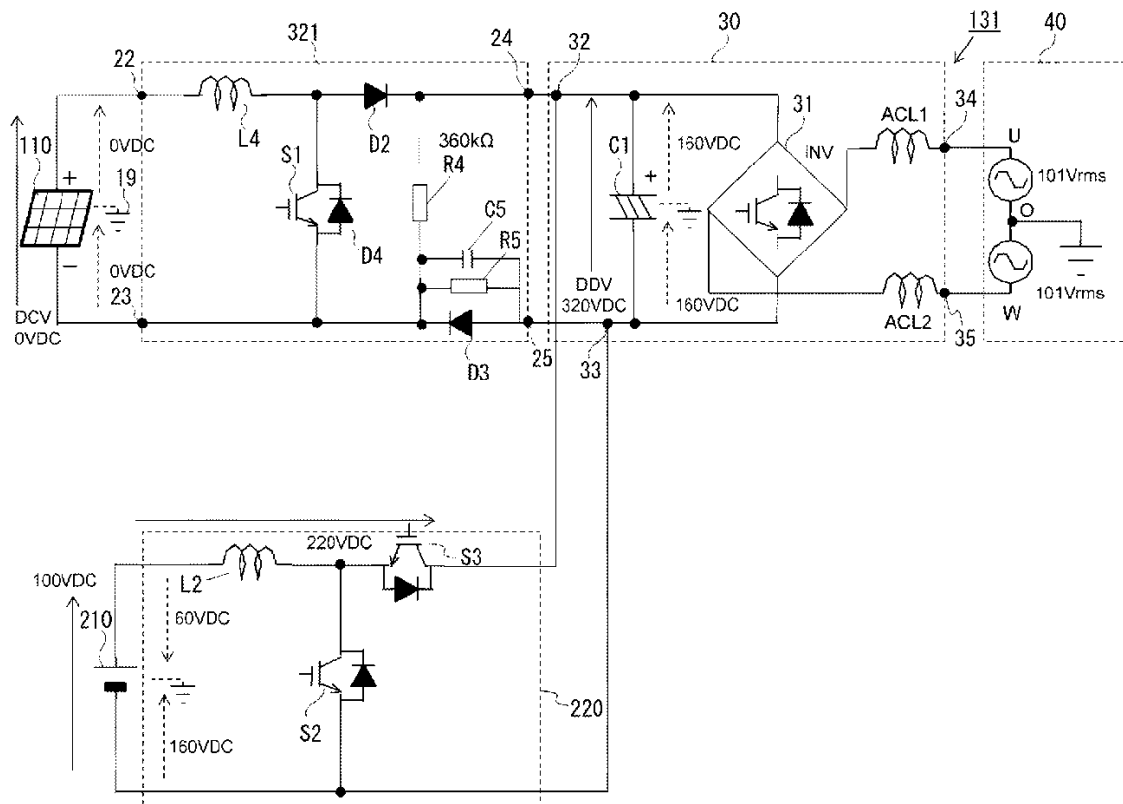


FIG. 33

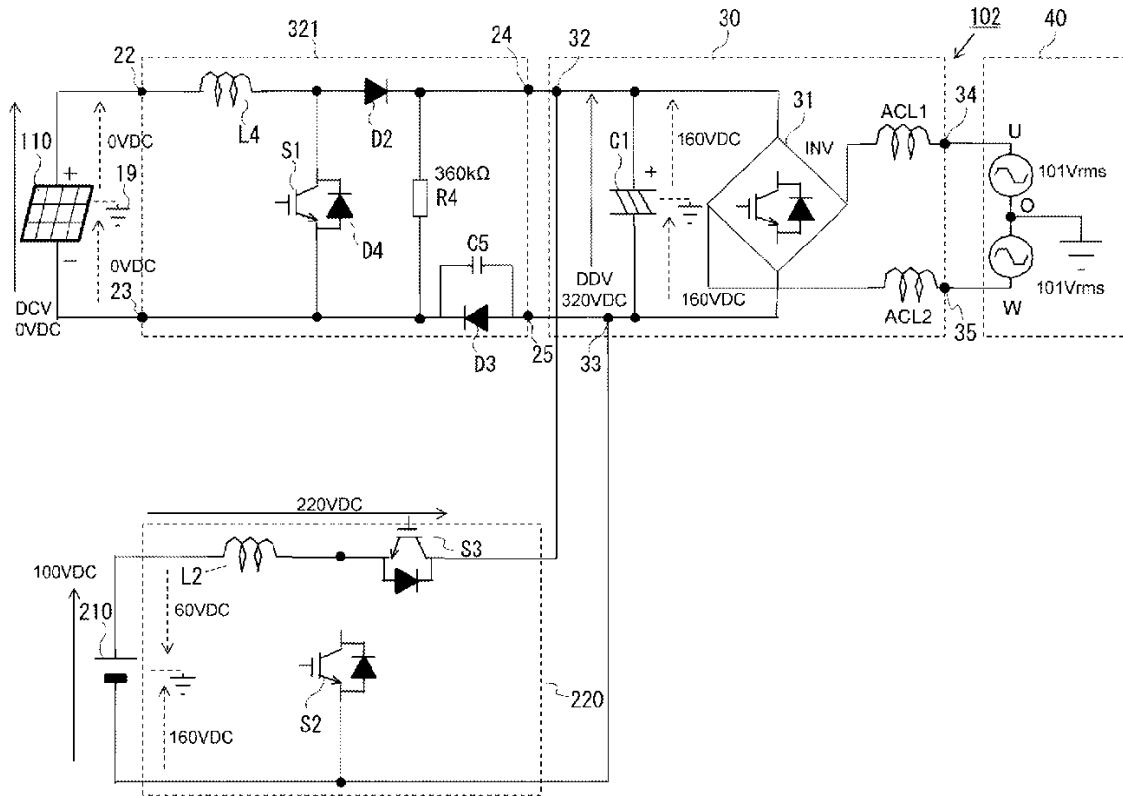


FIG. 34A

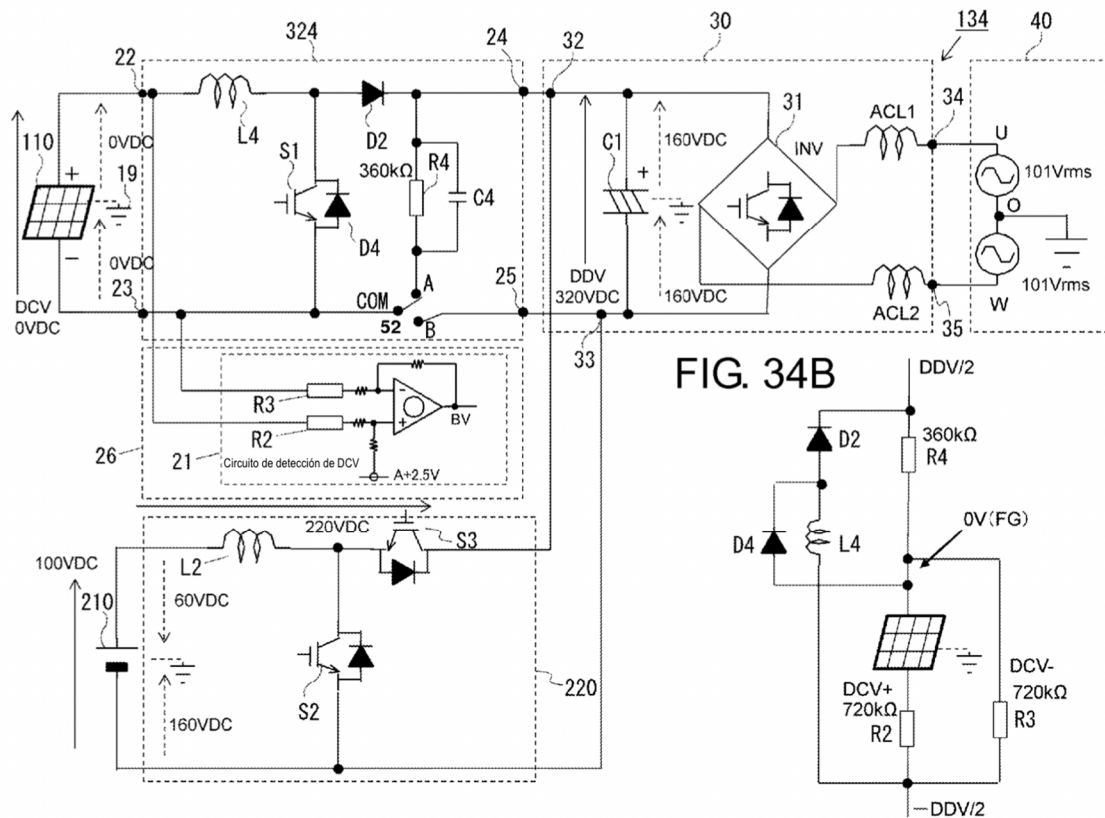


FIG. 34B

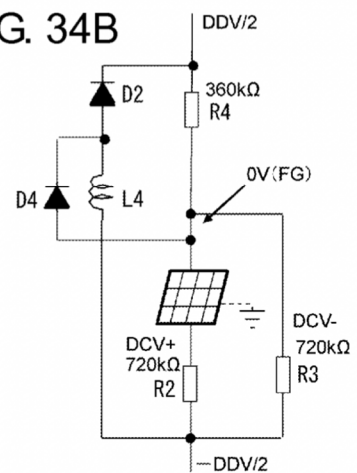


FIG. 35A

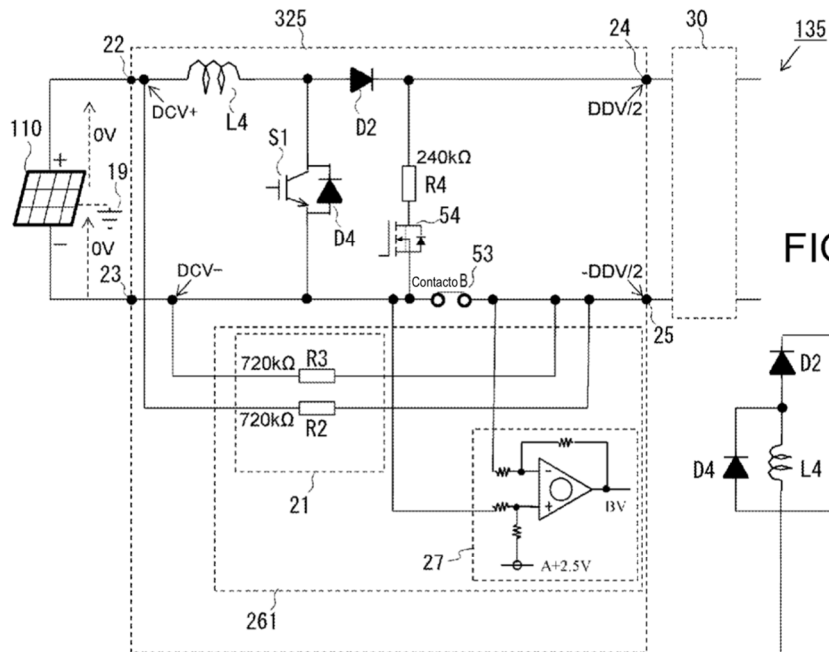


FIG. 35B

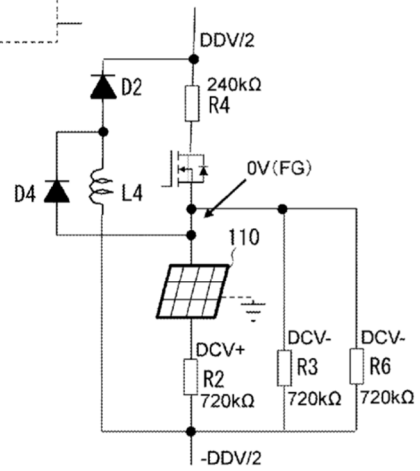


FIG. 36

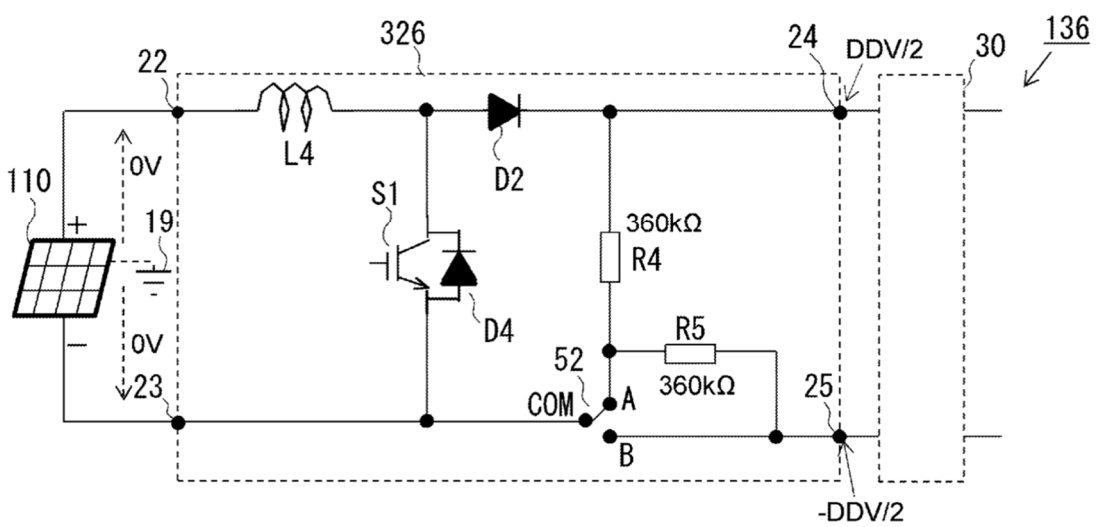




FIG. 37A

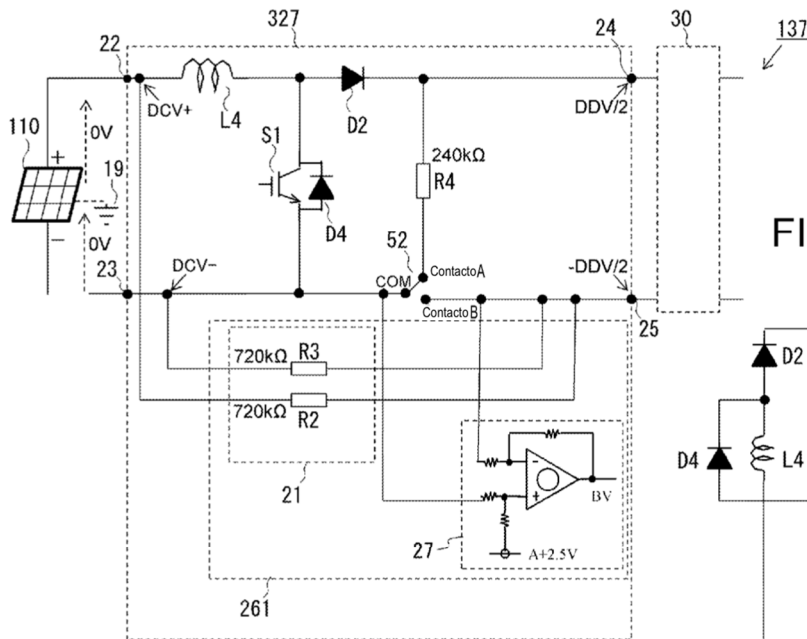


FIG. 37B

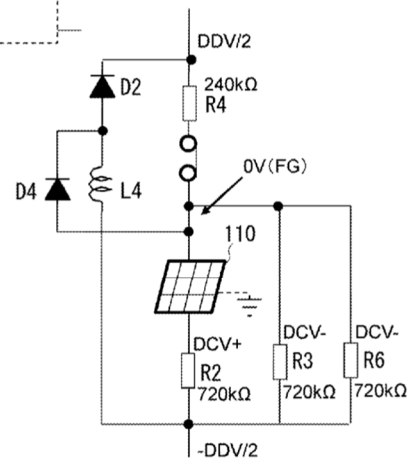


FIG. 38

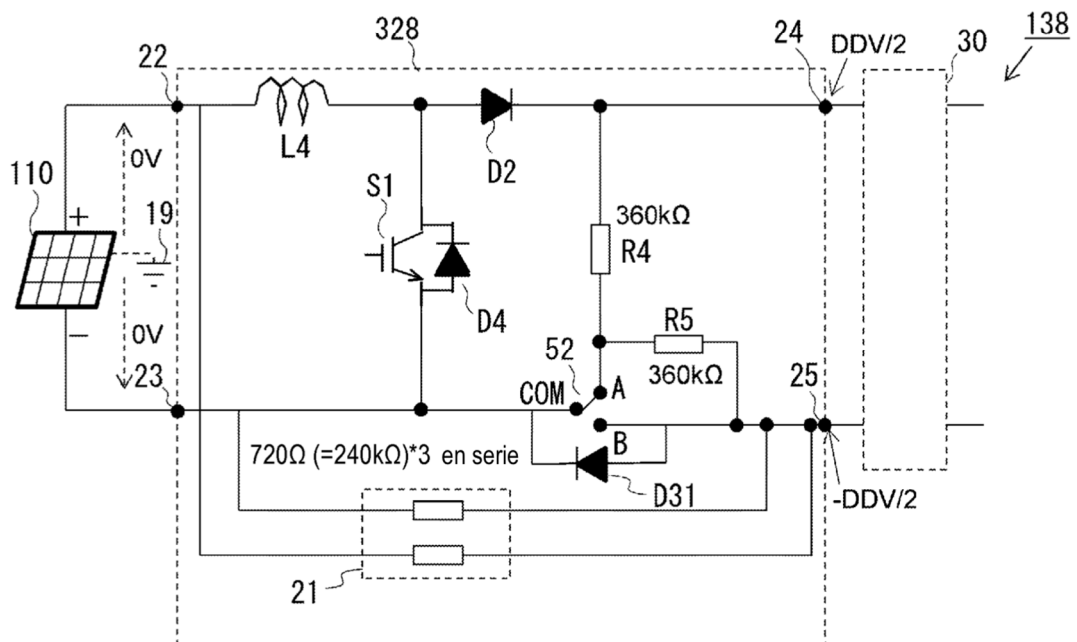


FIG. 39

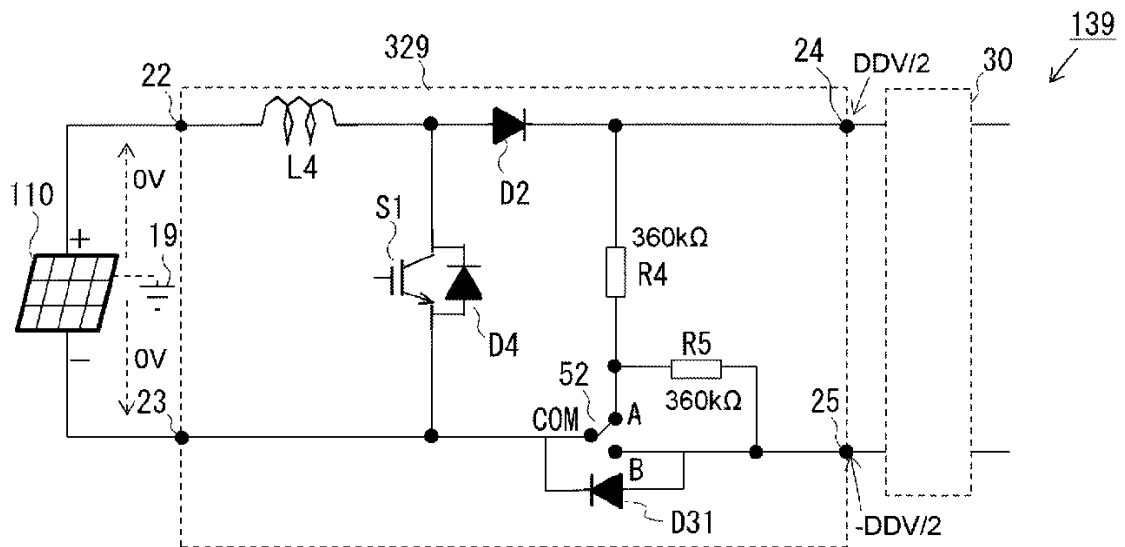


FIG. 40

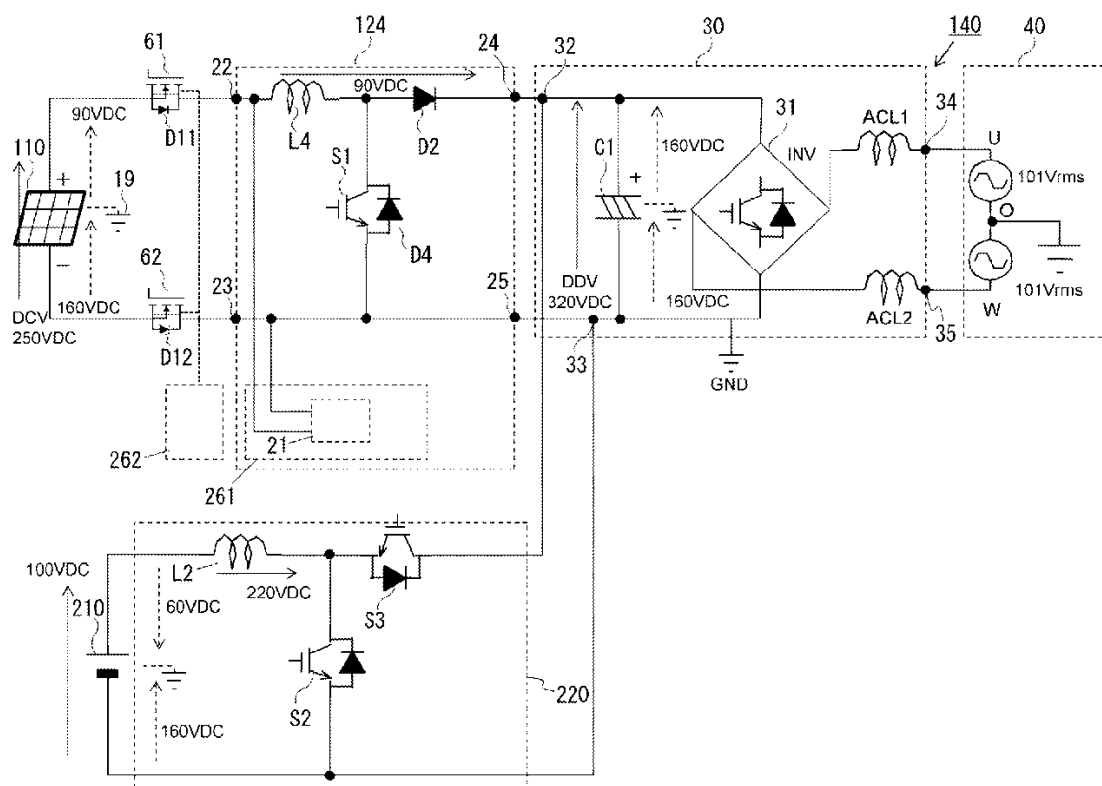


FIG. 41A

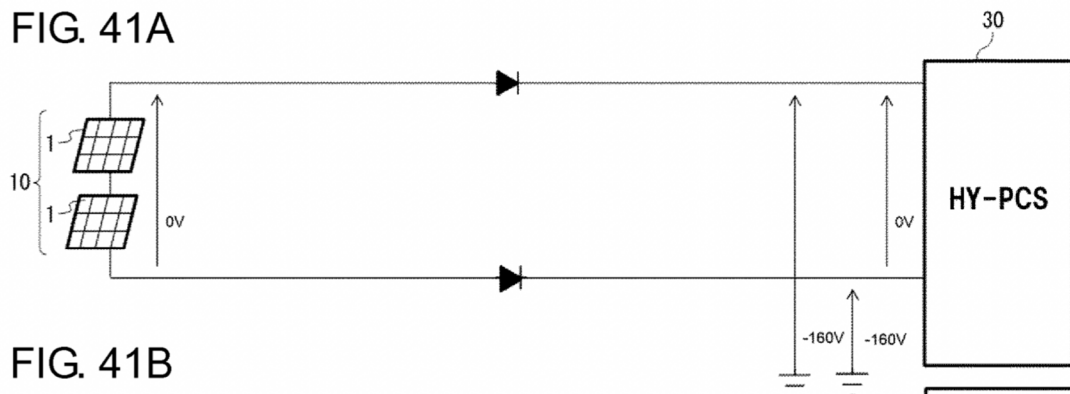


FIG. 41B

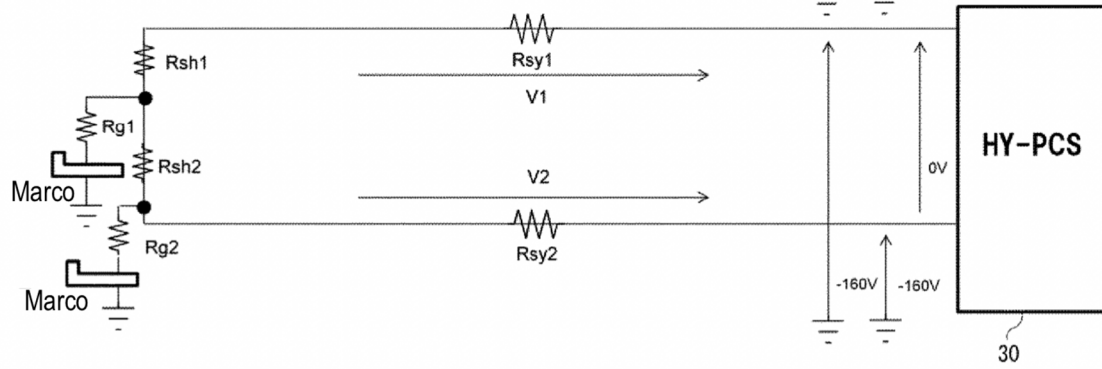


FIG. 42

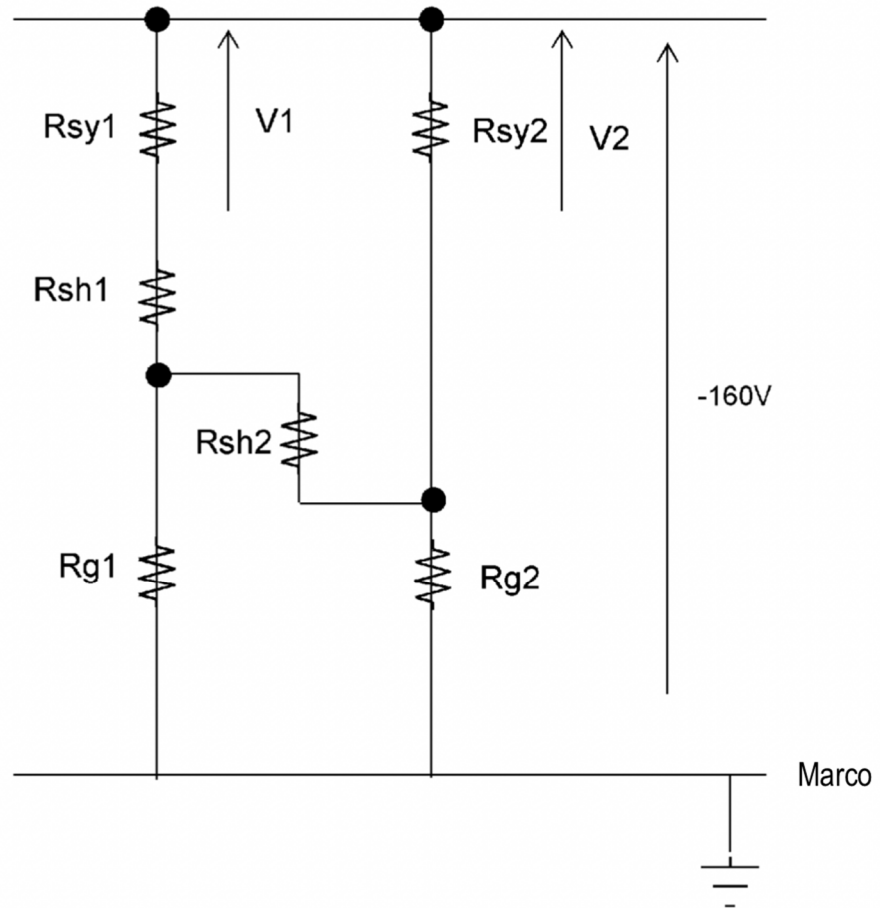


FIG. 43

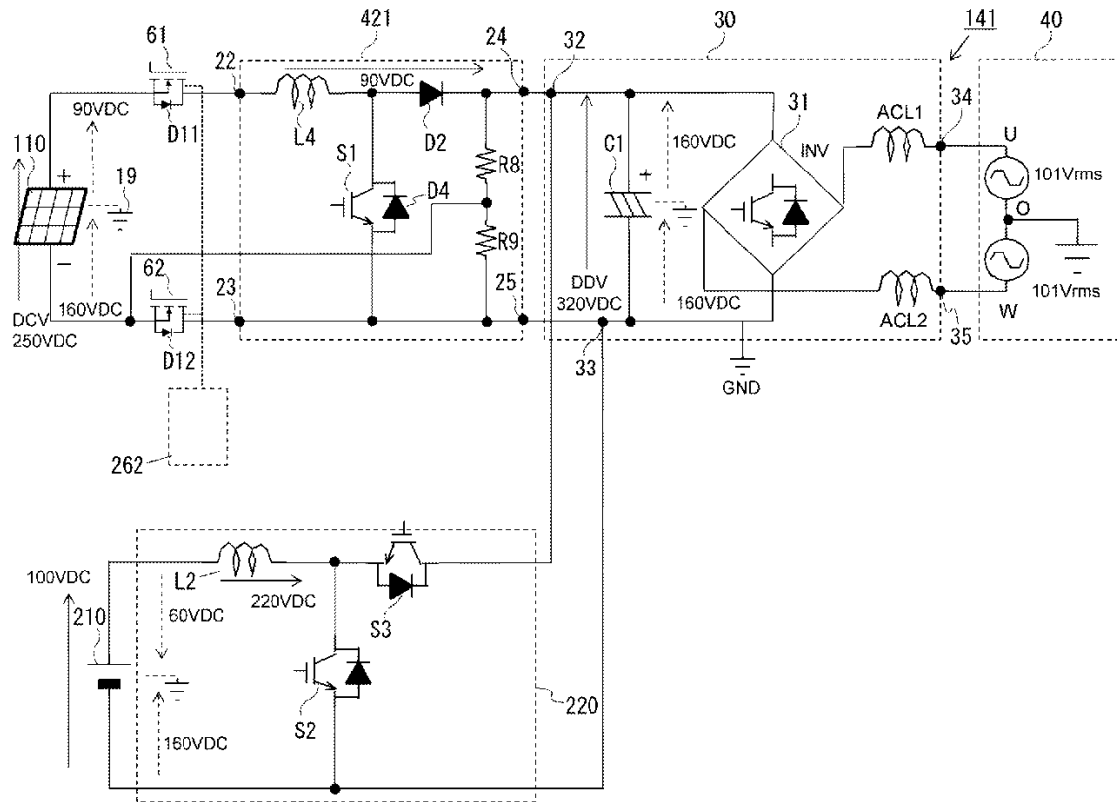


FIG. 44

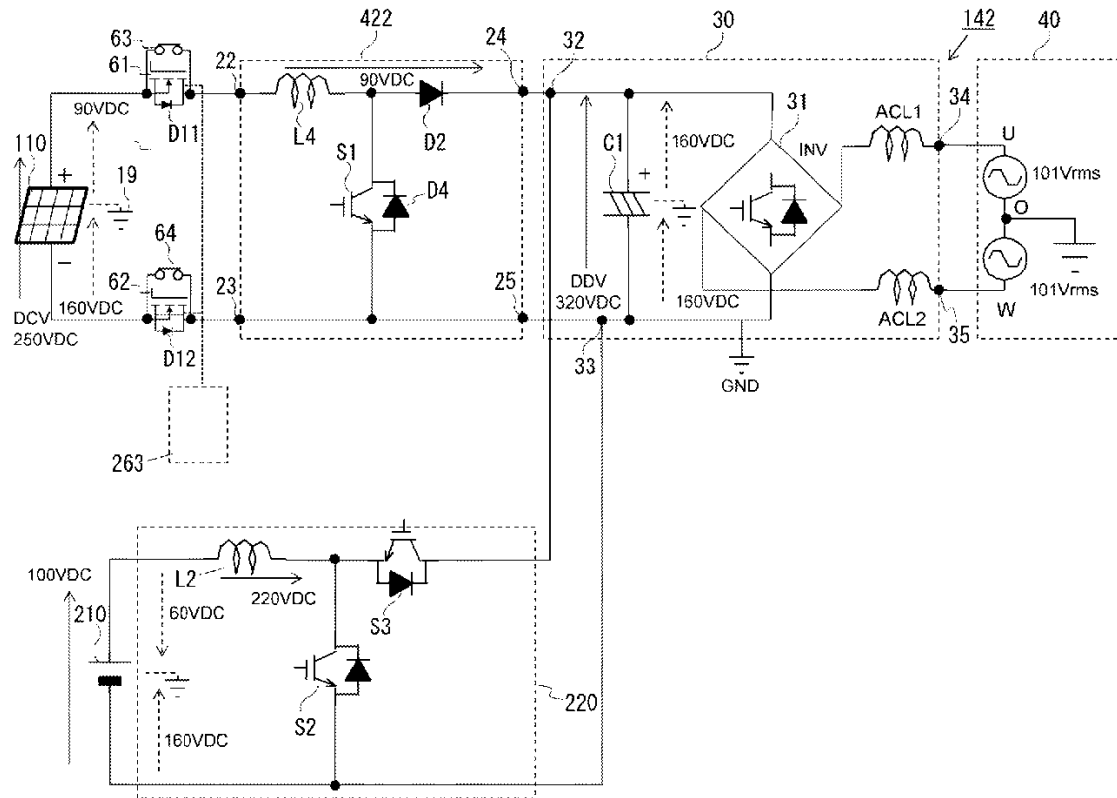


FIG. 45

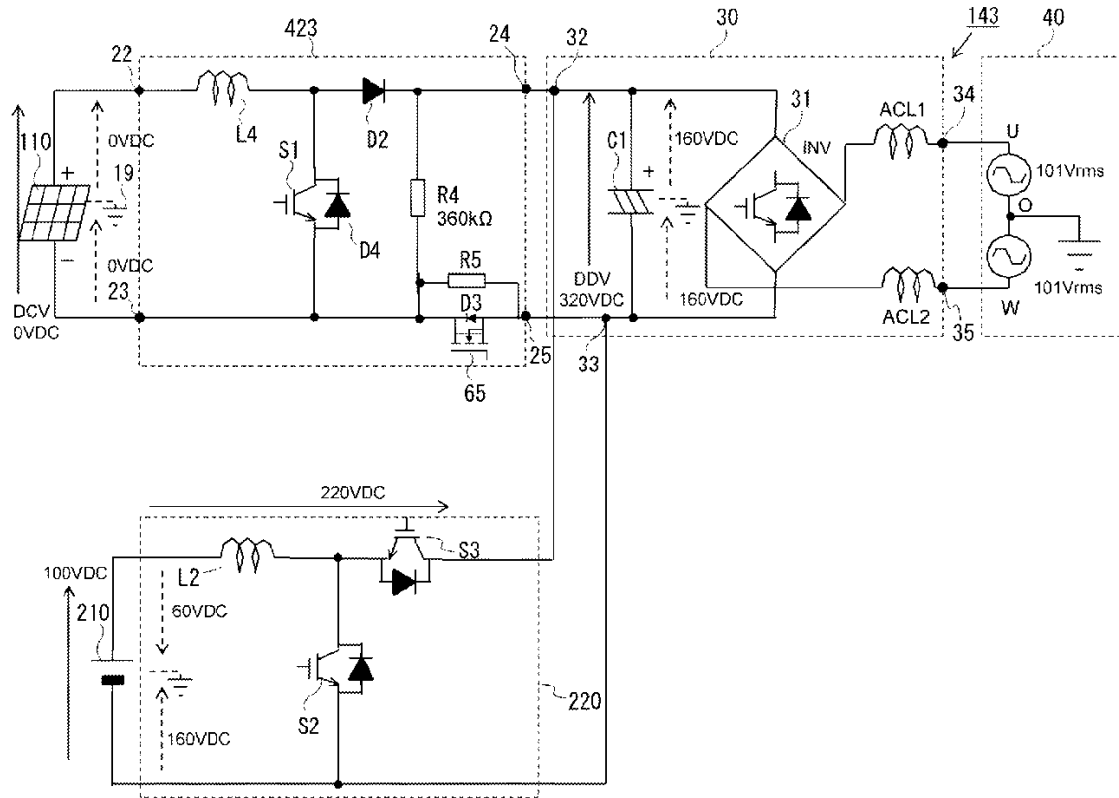


FIG. 46

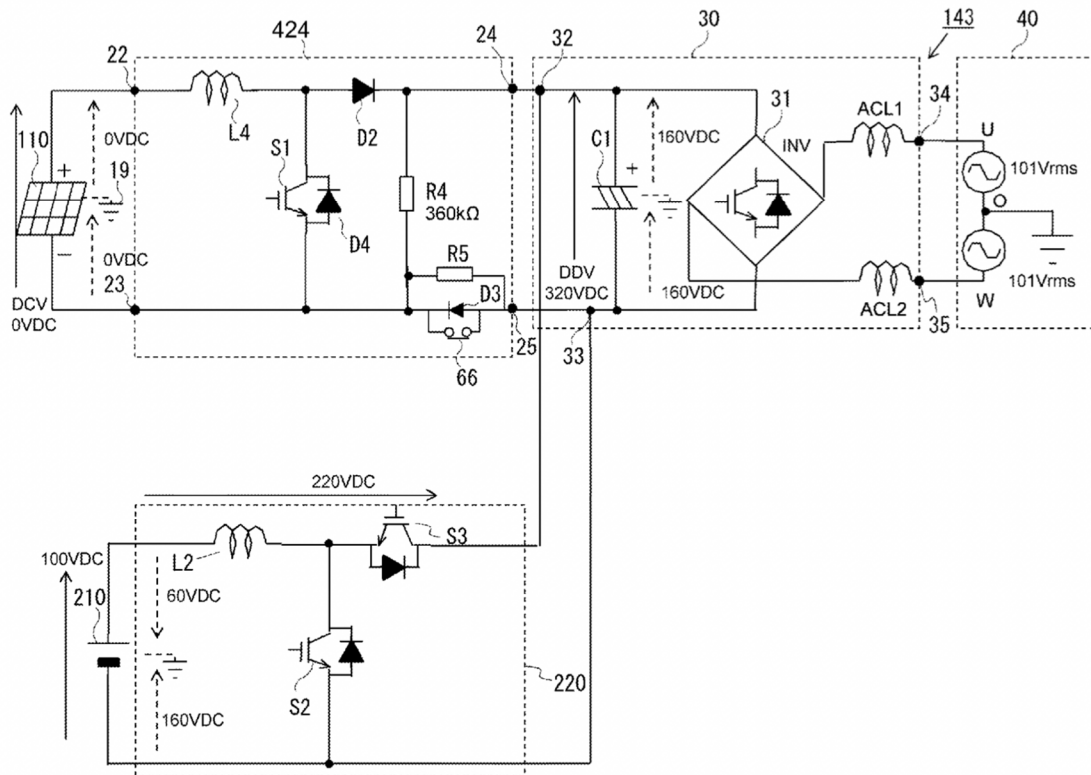


FIG. 47

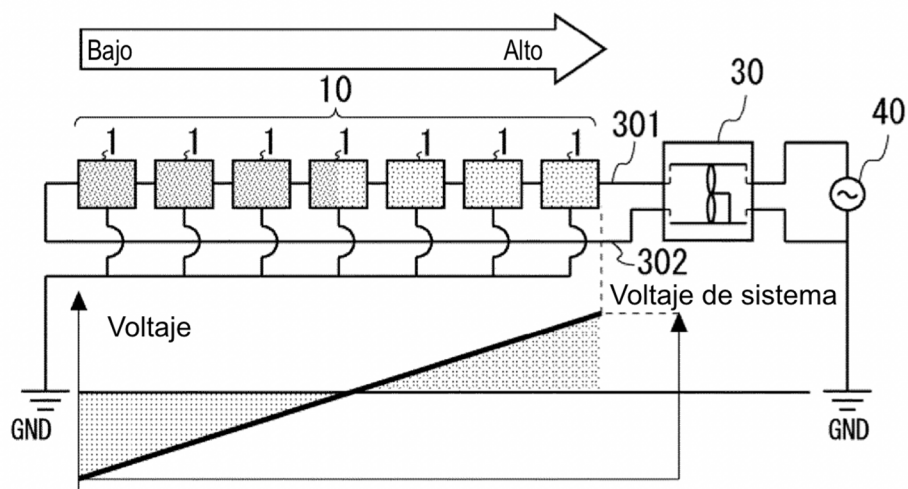




FIG. 48

