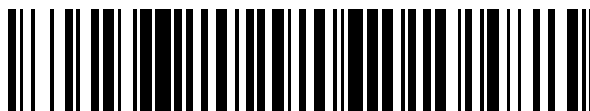


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 189**

51 Int. Cl.:

H02M 1/00 (2007.01)
H02M 1/32 (2007.01)
H02M 1/36 (2007.01)
H02M 7/5387 (2007.01)
H02H 7/122 (2006.01)
H02H 7/125 (2006.01)
H02H 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.02.2015 E 15156249 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.02.2017 EP 2930840**

54 Título: **Dispositivo de conversión de energía**

30 Prioridad:

28.03.2014 JP 2014069757

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

05.07.2017

73 Titular/es:

**KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA (100.0%)
1-1 Shibaura 1-chome
Minato-kuTokyo 105-8001, JP**

72 Inventor/es:

**KOUNO, YUUSUKE;
MORISHIMA, YOICHI;
SUGIMOTO, YOSHINORI;
SUGINOHARA, TAKAO;
HAMAI, TERUYA y
MATSUMOTO, HIROAKI**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 622 189 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

Dispositivo de conversión de energía

5 **Campo**

Las realizaciones descritas en la presente memoria descriptiva se refieren generalmente a un dispositivo de conversión de energía.

10 **Antecedentes**

Se conoce un dispositivo de conversión de energía para convertir la tensión de CC en tensión de CA para la salida a un sistema de energía. La tensión de CC se introduce desde una fuente de tensión de CC tal como un panel de célula solar. En el dispositivo de conversión de energía, ante una caída instantánea de tensión en el sistema de energía, puede producirse una sobretensión en la salida y detener la operación. Por ejemplo, en el caso en que un gran número de dispositivos de conversión de energía están conectados al sistema de energía, el paro simultáneo de los dispositivos de conversión de energía puede perder el equilibrio de energía suministrado a la carga. Esto puede hacer que el sistema de energía sea inestable. En este contexto, se conoce un dispositivo de conversión de energía como sigue. Se detecta una caída de tensión instantánea en función de la tensión del sistema. La salida se detiene temporalmente para continuar la acción. Por lo tanto, el cambio abrupto en el sistema de energía se suprime. Sin embargo, en el caso de detectar una caída instantánea de tensión basada en la tensión del sistema, existe la preocupación de disminuir innecesariamente la salida.

25 “Implemental Control Strategy for Grid Stabilization of Grid-Connected PV Systems Based on German Grid Code in Symmetrical Low-to-Medium Voltage Network”, IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY CONVERSION, vol. 3,1 de septiembre de 2013, páginas 619-631, describe una estrategia de control de energía para la estabilización de red de sistemas fotovoltaicos conectados a la red basados en código de red alemana en una red simétrica de tensión de baja a media tensión.

30 “Benchmarking of Grid Fault Modes in Single-Phase Grid-connected Photovoltaic Systems”, IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATION, vol. 5,1 de septiembre de 2013, páginas 2167-2176, describe una evaluación comparativa de los modos de falla de red en sistemas fotovoltaicos conectados a una red monofásica.

35 El documento US 2014/056041 A1 describe un sistema de generación de energía, un sistema convertidor de energía y métodos de funcionamiento de un sistema convertidor de energía.

40 “Variable speed wind turbine generator system with current controlled voltage source inverter”, ENERGY CONVERSION AND MANAGEMENT, vol. 7,11 de febrero de 2011, páginas 2688-2694, describe un sistema de generador de turbina eólica de velocidad variable con un inversor de fuente de tensión controlada por corriente.

45 “Low voltage Ride-through of DFIG Wind Turbines Complying with Western-Power Grid Code in Australia”, POWER AND ENERGY SOCIETY GENERAL MEETING, 24 de julio de 2011, páginas 1-8, describe un paseo a baja tensión de las turbinas eólicas DFIG que cumplen con el código de la red de energía occidental en Australia.

45 **Sumario de la invención**

Los problemas de la técnica anterior se resuelven con las características de la reivindicación independiente 1.

50 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente un dispositivo de conversión de energía de acuerdo con una primera realización;

La figura 2 es un gráfico que muestra esquemáticamente el funcionamiento del controlador de acuerdo con la primera realización;

55 La figura 3 es un diagrama de bloques funcional que muestra esquemáticamente parte del controlador de acuerdo con la primera realización;

Las figuras 4A y 4B son gráficos que muestran un ejemplo del funcionamiento del controlador de acuerdo con la primera realización;

60 Las figuras 5A a 5E son gráficos que muestran un ejemplo del funcionamiento del controlador de acuerdo con la primera realización;

La figura 6 es un diagrama de bloques funcional que muestra esquemáticamente parte del controlador de acuerdo con una segunda realización;

La figura 7 es un diagrama de bloques funcional que muestra esquemáticamente parte del controlador de acuerdo con una tercera realización;

65 La figura 8 es un diagrama de bloques funcional que muestra esquemáticamente parte del controlador de acuerdo con una cuarta realización;

La figura 9 es un diagrama de bloques funcional que muestra esquemáticamente parte del controlador de acuerdo con una quinta realización;

La figura 10 es un diagrama de bloques funcional que muestra esquemáticamente parte de un controlador alternativo de acuerdo con la quinta realización; y

5 La figura 11 es un diagrama de bloques funcional que muestra esquemáticamente parte del controlador de acuerdo con una sexta realización.

Descripción detallada

10 Según una realización, un dispositivo de conversión de energía incluye una unidad de circuito principal, un primer detector de corriente, un segundo detector de corriente, un detector de tensión y un controlador. La unidad de circuito principal se conecta a una fuente de tensión de CC y un sistema de energía de CA. La unidad principal del circuito incluye un inversor. El inversor incluye una pluralidad de elementos de conmutación. La unidad de circuito principal convierte una CC suministrada desde la fuente de tensión continua a una CA adaptada al sistema de energía de CA activando/desactivando los elementos de conmutación. La unidad de circuito principal envía la CA al sistema de energía de CA. El primer detector de corriente detecta una corriente de salida del inversor. El segundo detector de corriente detecta una corriente del sistema de energía de CA. El detector de tensión detecta una tensión del sistema de energía de CA. El controlador controla el encendido/apagado de los elementos de conmutación basándose en una tensión de referencia y una señal portadora. La tensión de referencia y la señal portadora se cambian periódicamente. Una frecuencia de la señal portadora es mayor que la frecuencia de la tensión de referencia. El controlador está configurado para realizar una primera operación y una segunda operación. La primera operación ha decidido que si la corriente de salida del inversor cae dentro de un rango entre un valor límite superior y un valor límite inferior, deteniendo un funcionamiento de los elementos de conmutación cuando la corriente de salida del inversor cae fuera del rango, confirmando la corriente de salida del inversor cuando la señal portadora toma un valor prescrito después de que el controlador detiene el funcionamiento de los elementos de conmutación y reanudando el funcionamiento de los elementos de conmutación cuando la corriente de salida del inversor vuelve al rango. La segunda operación ha calculado una energía de salida de la unidad de circuito principal basada en la corriente de salida del inversor detectada por el primer detector de corriente, la corriente del sistema de energía de CA detectada por el segundo detector de corriente y la tensión del sistema de energía de CA detectada por el detector de tensión, calcular un valor de comando de corriente de la corriente de salida del inversor desde la energía de salida de la unidad de circuito principal y controlar una salida de la unidad de circuito principal corrigiendo la tensión de referencia basada en el valor de comando de corriente de la corriente de salida del inversor.

35 A continuación, se describirán diversas realizaciones con referencia a los dibujos adjuntos.

Los dibujos son esquemáticos o conceptuales. La relación entre el grosor y la anchura de cada porción, y la relación de tamaño entre las porciones, por ejemplo, no son necesariamente idénticas a las de la realidad. Además, la misma porción puede mostrarse con diferentes dimensiones o relaciones dependiendo de las figuras.

40 En esta memoria descriptiva y en los dibujos, los componentes similares a los descritos anteriormente con referencia a las figuras anteriores están marcados con los mismos números de referencia, y la descripción detallada de los mismos se omite apropiadamente.

(Primera realización)

45 La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente un dispositivo de conversión de energía de acuerdo con una primera realización.

50 Como se muestra en la figura 1, el dispositivo de conversión de energía 10 está conectado a una fuente de tensión de CC 2 y a un sistema de energía 4. El dispositivo de conversión de energía 10 está conectado de forma desmontable a la fuente de tensión CC 2 y al sistema de energía 4 a través de, por ejemplo, conectores. En esta memoria descriptiva, el término "conectado" incluye no sólo el caso de estar conectado en contacto directo, sino también el caso de estar conectado eléctricamente a través de otro elemento conductor y similares. El término "conectado" también incluye el caso de estar acoplado magnéticamente a través de un transformador y similares.

55 La fuente de tensión CC 2 suministra CC al dispositivo de conversión de energía 10. La fuente de tensión CC 2 es, por ejemplo, un panel de células solares. La fuente de tensión CC 2 puede ser, por ejemplo, un motor de turbina de gas. La fuente de tensión CC 2 puede ser una fuente de energía arbitraria capaz de suministrar CC.

60 El sistema de energía 4 es, por ejemplo, una línea de transmisión para suministrar energía a la instalación de recepción de energía de un cliente. La energía suministrada por el sistema de energía 4 es de CA. La energía suministrada por el sistema de energía 4 es, por ejemplo, CA trifásica. El sistema de energía 4 es, por ejemplo, una línea de transmisión de la fuente de energía comercial. La tensión de la energía de CA del sistema de energía 4 es, por ejemplo, 100 V (valor efectivo). La frecuencia de la energía de CA del sistema de energía 4 es, por ejemplo, 50 Hz o 60 Hz. La energía del sistema de energía 4 puede ser de CA monofásica. El sistema de energía 4 puede ser, por ejemplo, una línea de transmisión en un sistema privado de generación de energía.

- 5 El dispositivo de conversión de energía 10 convierte la energía de CC suministrada desde la fuente de tensión de CC 2 a la energía de CA adaptada al sistema de energía 4. El dispositivo de conversión de energía 10 envía la corriente de CA convertida al sistema de energía 4. El dispositivo de conversión de energía 10 suministra energía activa al sistema de energía 4. El dispositivo de conversión de energía 10 es lo que se denomina acondicionador de energía. El término “salida de energía al sistema de energía 4” incluye no sólo lo que se denomina flujo de energía inversa para suministrar energía a una línea de transmisión y similares, sino también el caso de suministrar energía a una carga de línea (tal como equipo electrónico) a través, por ejemplo, de un tablero de distribución o una placa de distribución.
- 10 El dispositivo de conversión de energía 10 incluye una unidad de circuito principal 12 y un controlador 14. La unidad de circuito principal 12 incluye un inversor 20 y una unidad de filtro/transformador 22. El inversor 20 incluye una pluralidad de elementos de conmutación 30. El inversor 20 está conectado a la fuente de tensión CC 2. El inversor 20 convierte la energía de CC suministrada desde la fuente de tensión de CC 2 a CA activando/desactivando los elementos de conmutación 30.
- 15 En este ejemplo, el inversor 20 es un inversor trifásico en el que seis elementos de conmutación 30 están conectados en puente. El inversor 20 convierte la CC en CA trifásica. Por ejemplo, en el caso en que el sistema de energía 4 es una CA monofásica, el inversor 20 está configurado como un inversor monofásico en el que cuatro elementos de conmutación 30 están conectados en puente. Así, el inversor 20 puede ser un inversor monofásico.
- 20 Cada elemento de conmutación 30 es, por ejemplo, un elemento de auto-apagado. Más concretamente, por ejemplo, se utiliza, GTO (transistor de bloqueo de puerta) o IGBT (transistor bipolar de puerta aislada) para el elemento de conmutación 30.
- 25 Cada elemento de conmutación 30 incluye un par de electrodos principales 30a, 30b y un electrodo de control 30c para controlar la corriente que fluye entre los electrodos principales 30a, 30b. El electrodo de control 30c es, por ejemplo, un electrodo de puerta.
- 30 Cada elemento de conmutación 30 se conmuta entre el estado de encendido y el estado de apagado en respuesta a la tensión aplicada al electrodo de control 30c. Cada elemento de conmutación 30 se gira hacia el estado encendido, por ejemplo, cuando se aplica una primera tensión al electrodo de control 30c. Cada elemento de conmutación 30 se cambia al estado de apagado cuando se aplica una segunda tensión menor que la primera tensión al electrodo de control 30c, o cuando no se aplica tensión al electrodo de control 30c. El estado apagado es un estado en el que no existe sustancialmente corriente que fluya entre los electrodos principales 30a, 30b. El estado fuera de estado puede ser un estado en el que, por ejemplo, una corriente extremadamente débil que no afecta la conversión de energía en el inversor 20 fluye entre los electrodos principales 30a, 30b. En otras palabras, el estado encendido es un primer estado en el que una corriente fluye entre los electrodos principales 30a, 30b. El estado apagado es un segundo estado en el que la corriente que fluye entre los electrodos principales 30a, 30b es inferior a la del primer estado. En este ejemplo, cada elemento de conmutación 30 es del tipo normalmente apagado. Cada elemento de conmutación 30 puede ser del tipo normalmente encendido.
- 35 Además, un diodo está conectado a cada elemento de conmutación 30. El diodo está conectado en paralelo a los electrodos principales 30a, 30b de cada elemento de conmutación 30. La dirección de avance de cada diodo está configurada para ser opuesta a la dirección de la corriente que fluye entre los electrodos principales 30a, 30b. Es decir, cada diodo es lo que se llama un diodo de vía libre.
- 40 La unidad de filtro/transformador 22 incluye un filtro 32 y un transformador 34. La unidad de filtro/transformador 22 incluye, por ejemplo, tres filtros 32 previstos para las respectivas fases de la energía CA trifásica y tres transformadores 34. Cada filtro 32 suprime componentes armónicos de la energía CA suministrada desde el inversor 20. Por ejemplo, cada filtro 32 lleva la energía de CA suministrada desde el inversor 20 cerca de una onda sinusoidal. Cada transformador 34 transforma, por ejemplo, la tensión de la CA que sale del filtro 32. El transformador 34 envía la CA transformada al sistema de energía 4. Por ejemplo, cada transformador 34 transforma la energía de CA suministrada desde el inversor 20 a una energía de CA adaptada al sistema de energía 4. De este modo, la unidad de circuito principal 12 convierte la energía de CC suministrada desde la fuente de tensión de CC 2 a energía de CA adaptada al sistema de energía 4.
- 45 El controlador 14 es un procesador tal como CPU y MPU. Por ejemplo, el controlador 14 lee un programa prescrito de una memoria, no mostrada, y procesa secuencialmente el programa. De este modo, el controlador 14 controla generalmente las secciones del dispositivo 10 de conversión de energía. La memoria que almacena el programa puede estar prevista en el controlador 14. La memoria puede proporcionarse separadamente del controlador 14, y conectada al controlador 14.
- 50 El controlador 14 está conectado a cada elemento de conmutación 30 del inversor 20. Más específicamente, el controlador 14 está conectado al electrodo de control 30c de cada elemento de conmutación 30. El controlador 14 controla el encendido/apagado de cada elemento de conmutación 30. El controlador 14 controla el encendido/apagado de cada elemento de conmutación 30, por ejemplo, introduciendo una señal de control en el
- 55
- 60
- 65

electrodo de control 30c del elemento de conmutación 30 y cambiando la tensión de la señal de control. La señal de control es lo que se denomina señal de puerta. De este modo, el controlador 14 convierte, por ejemplo, la energía de CC a la energía CA de la tensión y la frecuencia adaptadas al sistema de energía 4.

5 El controlador 14 está conectado a, por ejemplo, una fuente de energía interna, no mostrada, y operada por la energía suministrada desde la fuente de energía interna. La fuente de energía interna está conectada a la fuente de tensión de CC 2 y al sistema de energía 4. La fuente de energía interna incluye, por ejemplo, un elemento de acumulación de carga tal como una batería de manera que la energía suministrada desde la fuente de tensión de CC 2 y el sistema de energía 4 se acumula en el elemento de acumulación de carga. La fuente de energía interna
10 suministra la energía acumulada en el elemento de acumulación de carga al controlador 14. Esto suprime, por ejemplo, la aparición de caída de tensión instantánea en el controlador 14. La fuente de energía interna es, por ejemplo, una fuente de energía ininterrumpida. La fuente de energía interna puede estar prevista en el dispositivo de conversión de energía 10, o proporcionada separadamente del dispositivo de conversión de energía 10.

15 La figura 2 es un gráfico que muestra esquemáticamente la operación del controlador de acuerdo con la primera realización.

Como se muestra en la figura 2, el controlador 14 controla el encendido/apagado de cada elemento de conmutación 30 basado en la señal portadora CS y la tensión de referencia VR. El controlador 14 ajusta la tensión de referencia VR para cada fase de la energía CA trifásica. Es decir, en este ejemplo, el controlador 14 establece tres referencias de tensión VR. Por ejemplo, las tres referencias de tensión VR se establecen con fases desplazadas en 120 grados cada una. Por otra parte, la señal portadora CS se utiliza comúnmente para cada fase.

La tensión de referencia VR y la señal portadora CS cambian periódicamente. La tensión de referencia VR es, por ejemplo, una onda sinusoidal. La frecuencia de la tensión de referencia VR se ajusta en función de la frecuencia de la energía de CA del sistema de energía 4. La frecuencia de la tensión de referencia VR es, por ejemplo, 50 Hz o 60 Hz. La señal portadora CS es, por ejemplo, una onda triangular. La señal portadora CS puede ser una onda de diente de sierra o una onda trapezoidal. La frecuencia de la señal portadora CS es mayor que la frecuencia de la tensión de referencia VR. La frecuencia de la señal portadora CS es, por ejemplo, 1 kHz o más.

El controlador 14 compara la tensión de referencia VR con la señal portadora CS. Por ejemplo, el controlador 14 activa el elemento de conmutación 30 en el lado del brazo superior y desconecta el elemento de conmutación 30 en el lado del brazo inferior cuando la tensión de referencia VR es mayor o igual que la señal portadora CS. En este caso, el controlador 14 apaga el elemento de conmutación 30 en el lado del brazo superior y enciende el elemento de conmutación 30 en el lado del brazo inferior cuando la tensión de referencia VR es menor que la señal portadora CS. De este modo, el controlador 14 enciende/apaga alternativamente el elemento de conmutación 30 en el lado del brazo superior y el elemento de conmutación 30 en el lado del brazo inferior. Por el contrario, el controlador 14 puede apagar el elemento de conmutación 30 en el lado del brazo superior y enciende el elemento de conmutación 30 en el lado del brazo inferior cuando la tensión de referencia VR es mayor o igual que la señal portadora CS.

Volviendo a la figura 1, el dispositivo de conversión de energía 10 incluye además un primer detector de corriente 40, un segundo detector de corriente 42 y un detector de tensión 44.

El primer detector de corriente 40 detecta la corriente de salida del inversor 20 (en lo sucesivo, corriente de inversor). El primer detector de corriente 40 detecta, por ejemplo, la corriente inversora de cada fase de la energía CA trifásica emitida desde el inversor 20. El primer detector de corriente 40 está conectado al controlador 14. El primer detector de corriente 40 introduce la corriente de inversor detectada de cada fase en el controlador 14.

El segundo detector de corriente 42 detecta la corriente del sistema de energía 4 (en adelante denominada corriente del sistema). La corriente del sistema es, en otras palabras, la corriente de salida de la unidad de circuito principal 12. El segundo detector de corriente 42 detecta, por ejemplo, la corriente del sistema de cada fase de la energía CA trifásica del sistema de energía 4. El segundo detector 42 de corriente está conectado al controlador 14. El segundo detector de corriente 42 introduce la corriente de sistema detectada de cada fase en el controlador 14.

El detector de tensión 44 detecta la tensión del sistema de energía 4 (en lo sucesivo denominada tensión del sistema). La tensión del sistema es, en otras palabras, la tensión de salida de la unidad de circuito principal 12. El detector de tensión 44 detecta, por ejemplo, la tensión del sistema de cada fase de la energía CA trifásica del sistema de energía 4. El detector de tensión 44 está conectado al controlador 14. El detector de tensión 44 introduce la tensión de sistema detectada de cada fase en el controlador 14.

El controlador 14 detecta la anomalía de la energía del sistema de energía 4 basándose en los resultados de detección del segundo detector de corriente 42 y del detector de tensión 44. El controlador 14 detiene el funcionamiento de la unidad de circuito principal 12 cuando la tensión del sistema y la corriente del sistema caen fuera de un intervalo de funcionamiento prescrito. El controlador 14 está sometido a lo que se denomina parada de error. Es decir, el controlador 14 detiene la salida de CA desde la unidad de circuito principal 12. En el caso de la parada de error, el controlador 14 continúa el estado de parada hasta que se realiza un proceso de recuperación

prescrito. El proceso de recuperación incluye, por ejemplo, reiniciar la fuente de energía del dispositivo de conversión de energía 10 e introducir un comando de recuperación.

5 El controlador 14 detecta, por ejemplo, una caída instantánea de tensión basada en el resultado de detección del detector de tensión 44. El controlador 14 detecta una caída de tensión instantánea, por ejemplo, cuando la duración del estado de una relación de tensión restante de 20 % o menos es de 1 segundo o menos. La relación de tensión restante se refiere a la relación del valor de tensión de la tensión del sistema después de la aparición de la caída de tensión al valor de tensión de la tensión del sistema inmediatamente antes de la ocurrencia.

10 El dispositivo de conversión de energía cumple con el requisito FRT (capacidad de respuesta ante averías) para continuar la acción incluso en el momento de la perturbación en el sistema de energía 4. De este modo, el controlador 14 continúa la acción durante el período de detección de una caída de tensión instantánea. Por otra parte, por ejemplo, cuando el estado de una relación de tensión restante de 20 % o menos se prolonga más de 1 segundo, el controlador 14 determina que la tensión del sistema ha caído fuera del margen de funcionamiento y se somete a un paro de error.

15 La figura 3 es un diagrama de bloques funcional que muestra esquemáticamente parte del controlador de acuerdo con la primera realización.

20 Como se muestra en la figura 3, el controlador 14 incluye un determinador de corriente 50, un calculador de energía 51, un controlador de energía 52, un selector de valor de comando de corriente 53 y un controlador de corriente 54.

25 El determinador de corriente 50 se introduce con la corriente del inversor detectada por el primer detector de corriente 40. El determinador de corriente 50 decide si la corriente del inversor introducida es superior o igual a un valor límite superior UL y si la corriente del inversor es inferior o igual a un valor límite inferior LL (véase la figura 4A). Es decir, el determinador de corriente 50 decide si la corriente del inversor cae dentro del intervalo entre el valor límite superior UL y el valor límite inferior LL. El determinador de corriente 50 se introduce, por ejemplo, una corriente trifásica del inversor. El determinador de corriente 50 decide si la corriente del inversor cae dentro del intervalo entre el valor límite superior UL y el valor límite inferior LL para cada fase. El determinador de corriente 50 emite una señal de decisión que indica el resultado de la decisión anterior.

30 Las figuras 4A a 5E son gráficos que muestran un ejemplo del funcionamiento del controlador de acuerdo con la primera realización.

35 La figura 4A muestra un ejemplo de la corriente del inversor.

La figura 4B muestra un ejemplo de la tensión del sistema.

40 La figura 5A muestra un ejemplo de la corriente del inversor. En la figura 5A, parte de la corriente inversora mostrada en la figura 4A se agranda a lo largo del eje de tiempo.

La figura 5B muestra un ejemplo de la señal portadora CS.

45 La figura 5C muestra un ejemplo de la señal de operación que permite o detiene el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30.

La figura 5D muestra un ejemplo de la señal de control introducida en el electrodo de control 30c del elemento de conmutación 30 del brazo superior.

50 La figura 5E muestra un ejemplo de la señal de control introducida en el electrodo de control 30c del elemento de conmutación 30 del brazo inferior.

En las figuras 5D y 5E, una de las tres fases se muestra a modo de ejemplo.

55 Como se muestra en las figuras 4A a 5E, el valor absoluto del valor límite superior UL y el valor límite inferior LL se establecen más altos que el valor máximo de la amplitud de la corriente del inversor que fluye en el inversor 20 durante la acción nominal. Por lo tanto, cuando el determinador de corriente 50 ha decidido que la corriente del inversor cae fuera del intervalo entre el valor límite superior UL y el valor límite inferior LL, el controlador 14 determina que la corriente del inversor es una sobretensión. El valor límite superior UL es, en otras palabras, un umbral positivo de la corriente del inversor. El valor límite inferior LL es, en otras palabras, un umbral negativo de la corriente del inversor. La señal de decisión emitida por el determinador de corriente 50 es, en otras palabras, una señal que indica si la corriente del inversor es una sobretensión. El valor absoluto del valor límite superior UL es, por ejemplo, igual al valor absoluto del valor límite inferior LL. El valor absoluto del valor límite superior UL puede ser diferente del valor absoluto del valor límite inferior LL.

65

- 5 En el valor convertido de la corriente del sistema que pasa a través de la unidad de filtro/transformador 22, el valor límite superior UL se establece más bajo que el intervalo de funcionamiento de la corriente del sistema en el que el controlador 14 se somete a un fallo de error. En el valor convertido de la corriente del sistema que pasa a través de la unidad de filtro/transformador 22, el valor de límite inferior LL se establece más alto que el rango de funcionamiento de la corriente del sistema en el que el controlador 14 es sometido a un fallo de error.
- 10 Como se muestra en las figuras 5C a 5E, cuando el determinador de corriente 50 ha decidido que la corriente del inversor cae fuera del intervalo entre el valor límite superior UL y el valor límite inferior LL, el controlador 14 detiene el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30. Es decir, el controlador 14 detiene la salida de CA del inversor 20. De este modo, se suprime la sobretensión de la corriente del inversor. Por ejemplo, el controlador 14 suprime la sobretensión deteniendo el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30 antes de ser sometido a un paro de error fuera del rango de funcionamiento de la corriente del sistema. El controlador 14 realiza lo que se denomina bloqueo de puerta de cada elemento de conmutación 30.
- 15 Por ejemplo, el controlador 14 conmuta la señal de operación de ALTO a BAJO. A continuación, el controlador 14 detiene la operación de cada elemento de conmutación 30 por ejemplo, aplicando la segunda tensión al electrodo de control 30c de cada elemento de conmutación 30.
- 20 Por ejemplo, el controlador 14 detiene todos los elementos de conmutación 30 cuando se decide que la corriente del inversor de una de las fases cae fuera del intervalo entre el valor límite superior UL y el valor límite inferior LL. En este ejemplo, la señal de operación se ajusta a ALTA cuando se permite el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30. La señal de operación se pone a BAJA cuando se detiene el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30. El ajuste de la señal de operación puede ser opuesto al precedente.
- 25 En el caso en que cada elemento de conmutación 30 es del tipo normalmente apagado, el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30 puede ser detenido parando la entrada de la señal de control al electrodo de control 30c. Por ejemplo, el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30 puede interrumpirse rompiendo la conexión eléctrica entre el controlador 14 y el electrodo de control 30c utilizando otro conmutador y similares.
- 30 El controlador 14 confirma la corriente del inversor (el resultado de decisión del determinador de corriente 50) cuando la señal portadora CS toma un valor prescrito después de que el controlador 14 detiene el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30. Por ejemplo, el controlador 14 confirma si la corriente del inversor cae dentro del intervalo entre el valor límite superior UL y el valor límite inferior LL cuando se maximiza la señal portadora CS y cuando se minimiza la señal portadora CS. Es decir, el controlador 14 confirma si la corriente del inversor ha vuelto a un rango adecuado.
- 35 Cuando la corriente del inversor ha vuelto al rango entre el valor límite superior UL y el valor límite inferior LL, el controlador 14 restaura la señal de operación de BAJA a ALTA y reanuda el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30. Es decir, el controlador 14 reanuda la operación de cada elemento de conmutación 30 en el valor de pico positivo (arriba) de la señal portadora CS o el valor de pico negativo (parte inferior) de la señal portadora CS.
- 40 La temporización de reanudar el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30 no se limita al tiempo cuando se maximiza la señal portadora CS y cuando se minimiza la señal portadora CS. Por ejemplo, cuando la señal portadora CS cruza cero, se puede confirmar que la corriente del inversor reanuda el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30. La temporización de reanudar el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30 puede ser el momento en que la señal portadora CS toma un valor prescrito. Por ejemplo, en el caso en que la señal portadora CS toma valores positivos y negativos, es posible utilizar el tiempo cuando el valor absoluto de la señal portadora CS toma un valor prescrito.
- 45 De este modo, cuando se detecta sobretensión de la corriente del inversor, el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30 se detiene temporalmente. Después de que la corriente del inversor vuelve a un valor apropiado, se reanuda el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30. En caso de sobretensión debida a caída de tensión instantánea, como se ha descrito anteriormente, se suprime la sobretensión temporal. Por lo tanto, después de que la tensión del sistema vuelva a un valor apropiado, la acción normal puede ser restaurada. En consecuencia,
- 50 incluso cuando se produce una caída instantánea de tensión, la acción puede continuar sin provocar una parada de error del controlador 14.
- 55 Como se ha descrito anteriormente, la frecuencia de la señal portadora CS es mayor que la frecuencia de la tensión de referencia VR. Es decir, la frecuencia de la señal portadora CS es mayor que la frecuencia de energía de CA del sistema de energía 4. Por lo tanto, en el dispositivo de conversión de energía 10, por ejemplo, el tiempo de detención de cada elemento de conmutación 30 puede suprimirse a varios ciclos de la señal portadora CS. Por ejemplo, el tiempo de parada de cada elemento de conmutación 30 se puede suprimir a aproximadamente varias a varias decenas de microsegundos.
- 60 Por ejemplo, se conoce un dispositivo de conversión de energía como sigue. El bloqueo de puerta de cada elemento de conmutación y la inicialización de parámetros de la cantidad de manipulación de control se realizan basándose en
- 65

la información de la tensión del sistema. Por lo tanto, la sobretensión en el momento de la caída de tensión instantánea se suprime para continuar la acción.

5 Sin embargo, en el caso de realizar bloqueo de compuertas basándose en la información de la tensión del sistema, el tiempo de parada de cada elemento de conmutación puede ascender a varios milisegundos. En este caso, toma tiempo reanudar el funcionamiento de cada elemento de conmutación. Por lo tanto, existe la preocupación por disminuir innecesariamente la salida del dispositivo de conversión de energía.

10 Por el contrario, en el dispositivo de conversión de energía 10 de acuerdo con esta realización, cuando se detecta sobretensión de la corriente del inversor, se detiene el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30. Después de que la corriente del inversor vuelve a un valor apropiado, se reanuda el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30. Por lo tanto, en el dispositivo de conversión de energía 10, el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30 puede reanudarse en un tiempo más corto que en el caso de realizar el bloqueo de puerta basándose en la información de la tensión del sistema. Por consiguiente, el dispositivo de conversión de energía 10 puede suprimir la disminución de la salida en el caso de acción continua en el momento de la caída instantánea de tensión.

20 Por ejemplo, en el caso de que se produzca una sobretensión debido a una causa distinta de la caída instantánea de tensión, existe la preocupación de volver a detectar la sobretensión después de reanudar el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30. Así, por ejemplo, el controlador 14 puede someterse a una parada de error cuando el proceso de detección de sobretensión y detención del funcionamiento de cada elemento de conmutación 30 se ha producido consecutivamente una pluralidad de veces.

25 Volviendo a la figura 3, el calculador de energía 51 es introducido con la corriente del inversor detectada por el primer detector de corriente 40, la corriente del sistema detectada por el segundo detector de corriente 42 y la tensión del sistema detectada por el detector de tensión 44. El calculador de energía 51 se introduce, por ejemplo, con la corriente del inversor, la corriente del sistema y la tensión del sistema de cada fase.

30 El calculador de energía 51 calcula la energía de salida de la unidad de circuito principal 12 (dispositivo de conversión de energía 10) basándose en la corriente del inversor, la corriente del sistema y la tensión del sistema introducida en ella. El calculador de energía 51 calcula, por ejemplo, la energía activa y la energía reactiva de la energía de salida de la unidad de circuito principal 12. El calculador de energía 51 introduce la energía de salida calculada de la unidad de circuito principal 12 al controlador de energía 52.

35 El controlador de energía 52 se introduce, por ejemplo, con la energía de salida de la unidad de circuito principal 12 calculada por el calculador de energía 51 y un valor de comando de energía. El controlador de energía 52 se introduce, por ejemplo, con el valor de comando de energía de energía activa y el valor de comando de energía de energía reactiva. Cada valor de comando de energía se introduce a partir, por ejemplo, de un controlador de nivel superior para controlar el sistema de energía 4 al dispositivo de conversión de energía 10. Cada valor de comando de energía puede generarse en el dispositivo de conversión de energía 10. Por ejemplo, la fuente de tensión CC 2 puede ser un panel de célula solar. En este caso, la energía del punto de funcionamiento óptimo determinado a partir de la tensión de salida y de la corriente de salida del panel de célula solar puede utilizarse como un valor de comando de energía. El valor de comando de energía introducido en el controlador de energía 52 puede ser solamente el valor de comando de energía de energía activa.

45 El controlador de energía 52 calcula un valor de comando de corriente de la corriente del inversor basándose en la energía de salida y los valores de comando de energía introducidos en la misma. El valor de comando de corriente de la corriente del inversor es un valor de comando de corriente para llevar la energía de salida de la unidad de circuito principal 12 cerca del valor de comando de energía. El controlador de energía 52 calcula el valor de comando de corriente de la corriente del inversor, por ejemplo, por el control PI. El valor de comando de corriente de la corriente del inversor se puede calcular utilizando otras técnicas de control tales como control PID y control I-P. El controlador de energía 52 introduce el valor de comando de corriente calculado de la corriente del inversor al selector de valor de comando de corriente 53.

55 El selector de valor de comando de corriente 53 se introduce con el valor de comando de corriente de la corriente del inversor calculado por el controlador de energía 52 y la señal de decisión del determinador de corriente 50. El selector 53 de valores de comando de corriente incluye un valor de comando especificado predeterminado de la corriente del inversor. El valor de comando especificado es, por ejemplo, una constante. En este ejemplo, el valor de comando especificado es cero. Es decir, en este ejemplo, el valor de comando especificado significa impedir que se emita la corriente del inversor.

60 Cuando el determinador de corriente 50 ha decidido que la corriente del inversor cae dentro del intervalo entre el valor límite superior UL y el valor límite inferior LL, el selector de valor de comando de corriente 53 introduce el valor de comando de corriente de la corriente inversora calculada por el controlador de energía 52 al controlador de corriente 54. Por otra parte, cuando el determinador de corriente 50 ha decidido que la corriente del inversor cae fuera del intervalo entre el valor límite superior UL y el valor límite inferior LL, el selector de valores de comando de

corriente 53 introduce el valor de comando especificado de la corriente del inversor al controlador de corriente 54. Es decir, cuando el determinador de corriente 50 ha decidido que la corriente del inversor cae fuera del intervalo entre el valor límite superior UL y el valor límite inferior LL, el selector de valor de comando de corriente 53 ajusta el valor de comando de corriente de la corriente del inversor a cero. De este modo, el selector de valor de comando de corriente 53 selecciona uno del valor de comando de corriente calculado por el controlador de energía 52 y el valor de comando especificado dependiendo del valor de corriente de la corriente del inversor. De acuerdo con ello, el selector de valor de comando de corriente 53 introduce el seleccionado en el controlador de corriente 54.

El controlador de corriente 54 se introduce con el valor de comando de corriente o el valor de comando especificado de la corriente del inversor y la corriente del inversor detectada por el primer detector de corriente 40. Cuando se introduce el valor de comando de corriente de la corriente del inversor calculado por el controlador de energía 52, el controlador de corriente 54 calcula un valor de comando de tensión de la tensión de salida del inversor 20 (denominada en lo sucesivo tensión del inversor) basado en el valor de comando de corriente y la corriente inversora introducida en el mismo. Por otra parte, cuando se introduce el valor de comando especificado de la corriente del inversor, el controlador de corriente 54 calcula un valor de comando de tensión de la tensión del inversor basado en el valor de comando especificado y la corriente del inversor introducida en el mismo. El valor de comando de tensión de la tensión del inversor se calcula usando, por ejemplo, control PI.

El controlador 14 corrige la tensión de referencia VR basada en el valor de comando de tensión de la tensión del inversor calculada por el controlador de corriente 54. Por ejemplo, el controlador 14 corrige al menos una de las componentes de tensión de amplitud, fase y tensión de la CC de referencia VR basándose en el valor de comando de tensión de la tensión del inversor.

En consecuencia, cuando la corriente del inversor cae dentro del intervalo entre el valor límite superior UL y el valor límite inferior LL, la salida de la unidad de circuito principal 12 se controla dependiendo del valor de comando de energía introducido en el controlador de energía 52. De este modo, el controlador 14 realiza una primera operación para continuar la acción en el momento de la caída de tensión instantánea y una segunda operación para controlar la salida de la unidad de circuito principal 12.

Por otra parte, cuando la corriente del inversor cae fuera del intervalo entre el valor límite superior UL y el valor límite inferior LL, la salida de la unidad de circuito principal 12 se controla a un valor correspondiente al valor de comando especificado. En este ejemplo, la salida de la unidad de circuito principal 12 se ajusta sustancialmente a cero. El controlador 14 ajusta la amplitud de la tensión de referencia VR a cero cuando, por ejemplo, se introduce el valor de comando especificado. De este modo, cada elemento de conmutación 30 se gira al estado apagado, y la corriente del inversor se pone sustancialmente a cero. Es decir, la salida de la unidad de circuito principal 12 está sustancialmente puesta a cero.

Por lo tanto, cuando la corriente del inversor cae fuera del intervalo entre el valor límite superior UL y el valor límite inferior LL, el controlador 14 detiene el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30 basándose en la señal de control introducida en el electrodo 30c de control del elemento de conmutación 30. Además, el controlador 14 ajusta el valor de comando de corriente de la corriente del inversor al valor de comando especificado. En este ejemplo, el controlador 14 ajusta el valor de comando de corriente de la corriente del inversor a cero. A continuación, el controlador 14 reanuda la operación de cada elemento de conmutación 30. Posteriormente, el controlador 14 restaura el valor de comando de corriente de la corriente del inversor al valor de comando de corriente calculado por el controlador de energía 52. Por ejemplo, el controlador 14 restablece el valor de comando de corriente sustancialmente al mismo tiempo que reanuda el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30. La temporización de restauración del valor de comando de corriente no está limitada a la misma, pero puede ser una temporización arbitraria después de reanudar el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30.

Por lo tanto, cuando se detecta una sobretensión de la corriente del inversor, el valor de comando de corriente de la corriente del convertidor se pone a cero. Esto puede suprimir que el valor de comando de tensión de la tensión del inversor se establezca en un valor anormal basado en la corriente del inversor de la sobretensión cuando, por ejemplo, retoma el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30. Así, por ejemplo, el funcionamiento del dispositivo de conversión de energía 10 puede estabilizarse adicionalmente.

Por ejemplo, se conoce un dispositivo de conversión de energía como sigue. Después de que el bloqueo de la compuerta se realiza ante la detección de la sobretensión, el valor de comando de corriente para el circuito inversor se reduce. Al desactivar el valor de comando de corriente, el valor de comando se incrementa gradualmente para suprimir el rebasamiento. En este caso, la salida del dispositivo de conversión de energía disminuye durante el proceso de incrementar gradualmente el valor de comando de corriente.

Por el contrario, en el dispositivo de conversión de energía 10 de acuerdo con esta realización, por ejemplo, el valor de comando de corriente de la corriente del inversor se restablece al valor de comando de corriente calculado por el controlador de energía 52 después de desactiva el bloqueo de puerta. Por lo tanto, la disminución de la salida puede suprimirse más que en el caso de aumentar gradualmente el valor de comando de corriente. Además, cuando se detecta sobretensión de la corriente del convertidor, el valor de comando de corriente de la corriente del convertidor

se pone a cero para suprimir que el valor de comando de tensión de la tensión del inversor se establezca en un valor anormal. Por lo tanto, también se puede suprimir la sobretensión de la corriente del sistema (corriente de salida).

El valor de comando especificado de la corriente del inversor no está limitado a cero, pero puede ser un valor arbitrario. El valor de comando especificado se establece en, por ejemplo, aproximadamente el 20 % o menos de la corriente nominal de la corriente del inversor. Esto puede suprimir, por ejemplo, la anomalía del valor de comando de tensión de la tensión del inversor después de reanudar el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30. Sin embargo, el efecto de supresión de sobretensión puede maximizarse ajustando el valor de comando especificado a cero.

(Segunda realización)

La figura 6 es un diagrama de bloques funcional que muestra esquemáticamente parte del controlador de acuerdo con una segunda realización.

Los componentes que son sustancialmente los mismos en función o configuración que los de la primera realización anterior están marcados con los mismos números de referencia, y se omite su descripción detallada.

Como se muestra en la figura 6, el controlador 104 incluye un limitador 55. El limitador 55 está dispuesto entre el controlador de energía 52 y el selector de valor de comando corriente 53. El limitador 55 se introduce con el valor de comando de corriente de la corriente del inversor calculado por el controlador de energía 52. Cuando el valor de comando de corriente de entrada de la corriente del inversor es mayor que un valor límite prescrito, el limitador 55 limita el valor de comando de corriente de la corriente del inversor al valor límite. A continuación, el limitador 55 introduce el valor de comando de corriente limitado en el selector de valor de comando de corriente 53. El limitador 55 limita el valor de comando de corriente, por ejemplo, 150 % o menos de la corriente nominal de la corriente del convertidor.

Cuando la corriente del inversor cae fuera del intervalo entre el valor límite superior UL y el valor límite inferior LL, el controlador 104 decide si la tensión del sistema es menor o igual a un valor prescrito basado en el valor de detección de la tensión del sistema detectada por el detector de tensión 44. El controlador 104 decide, por ejemplo, Si la relación de tensión restante de la tensión del sistema es inferior al 20 %. Es decir, el controlador 104 decide, por ejemplo, Si la tensión del sistema disminuye significativamente. El controlador 104 define la información de tensión del sistema como el resultado de la decisión de si la tensión del sistema es menor o igual que el valor prescrito e introduce la información de la tensión del sistema al selector de valor de comando de corriente 53.

Cuando el controlador 104 ha decidido que la tensión del sistema es mayor que el valor prescrito, el controlador 104 detiene el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30 como se ha descrito anteriormente. Por otra parte, cuando el controlador 104 ha decidido que la tensión del sistema es menor o igual que el valor prescrito, el controlador 104 continúa el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30.

El selector de valor de comando de corriente 53 confirma si la tensión del sistema es menor o igual que el valor prescrito basado en la información de tensión del sistema introducida. Cuando la tensión del sistema es mayor que el valor prescrito, el selector de valor de comando de corriente 53 selecciona el valor de comando de corriente calculado por el controlador de energía 52 o el valor de comando especificado de la corriente del inversor en respuesta a la señal de decisión como se describe en la realización anterior.

Por otra parte, cuando la tensión del sistema es menor o igual que el valor prescrito, el selector de valor nominal de corriente 53 selecciona el valor de comando de corriente de la corriente del inversor introducida desde el limitador 55. El selector de valor de comando de corriente 53 introduce el valor de comando de corriente seleccionado en el controlador de corriente 54. Es decir, cuando la tensión del sistema ha disminuido significativamente, el selector de valor de comando de corriente 53 introduce el valor de comando de corriente limitado al valor límite al controlador de corriente 54.

Cuando la tensión del sistema ha disminuido significativamente, se puede permitir el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30. Por otra parte, cuando se reduce significativamente la tensión del sistema, existe la preocupación de que el controlador de energía 52 calcule un valor de comando de corriente significativamente alto de la corriente del inversor para responder al valor de comando de energía.

Por lo tanto, en este ejemplo, cuando la tensión del sistema es significativamente disminuida, el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30 se continúa con el valor de comando de corriente de la corriente del inversor limitado al valor límite prescrito. Esto puede suprimir más la disminución de la salida en el caso de, por ejemplo, acción continua en el momento de la caída instantánea de tensión. Además, el valor límite del limitador 55 se puede ajustar suficientemente bajo. Esto puede suprimir otra ocurrencia de sobretensión después de que se recupera la tensión del sistema.

(Tercera realización)

La figura 7 es un diagrama de bloques funcional que muestra esquemáticamente parte del controlador de acuerdo con una tercera realización.

5 Como se muestra en la figura 7, el controlador 114 incluye un soporte de valor de comando 56. El soporte de valores de comando 56 está dispuesto entre el controlador de energía 52 y el selector de valor de comando de corriente 53. El portador de valor de comando 56 es introducido con el valor de comando de corriente de la corriente del inversor calculado por el controlador de energía 52. El soporte de valores de comando 56 mantiene el valor de comando de corriente de la corriente del inversor en tiempo normal. El soporte de valores de comando 56 introduce el valor de comando de corriente retenida en el selector de valor de comando de corriente 53. El soporte de valores de
10 comando 56 mantiene, por ejemplo, el valor de comando de corriente de la corriente del inversor inmediatamente antes de que se detecte la sobretensión.

15 Por ejemplo, cuando el determinador de corriente 50 ha decidido que la corriente del inversor cae fuera del intervalo entre el valor límite superior UL y el valor límite inferior LL, el soporte de valor de comando 56 mantiene el valor de comando de corriente de la corriente del inversor introducido justo previamente desde el controlador de energía 52. Entonces, cuando el determinador de corriente 50 ha decidido que la corriente del inversor ha regresado al intervalo entre el valor límite superior UL y el valor límite inferior LL, el soporte de valor de comando 56 desactiva la retención del valor de comando corriente.

20 Cuando el determinador de corriente 50 ha decidido que la corriente del inversor cae dentro del intervalo entre el valor límite superior UL y el valor límite inferior LL, el selector de valor de comando de corriente 53 introduce el valor de comando de corriente de la corriente inversora calculada por el controlador de energía 52 al controlador de corriente 54. Por otra parte, cuando el determinador de corriente 50 ha decidido que la corriente del inversor cae fuera del intervalo entre el valor límite superior UL y el valor límite inferior LL, el selector de valor de comando de
25 corriente 53 introduce el valor de comando de corriente de la corriente del inversor en un tiempo normal mantenido por el soporte de valor de comando 56 al controlador de corriente 54.

30 De este modo, el valor de comando de corriente de la corriente de inversor ajustada a la sobretensión de detección de la corriente del inversor puede ser el valor de comando de corriente en tiempo normal. También en este ejemplo, la disminución de la salida en el caso de la acción continua en el momento de la caída de tensión instantánea puede suprimirse como en las primeras y segundas realizaciones anteriores. Por ejemplo, es posible suprimir que el valor de comando de tensión de la tensión del inversor se fije en un valor anormal basado en la corriente del inversor de la sobretensión cuando se reanuda el funcionamiento de cada elemento de conmutación 30.

35 (Cuarta realización)

La figura 8 es un diagrama de bloques funcional que muestra esquemáticamente parte del controlador de acuerdo con una cuarta realización.

40 Como se muestra en la figura 8, el controlador 124 incluye un limitador de energía 60. El limitador de energía 60 está conectado al controlador de energía 52.

45 El limitador de energía 60 se introduce con el valor de comando de energía de energía activa y energía reactivada y la información de la relación de tensión restante. El limitador de energía 60 limita el valor de comando de energía dependiendo de la relación de tensión restante. El limitador de energía 60 introduce el valor de comando de energía limitado en el controlador de energía 52. La información de la relación de tensión restante puede ser, por ejemplo, el valor de detección de la tensión del sistema detectada por el detector de tensión 44. Es decir, el limitador de energía 60 puede calcular la relación de tensión restante basándose en el valor de detección de la tensión del sistema.

50 El limitador de energía 60 limita el valor de comando de energía de manera que, por ejemplo, la energía nominal (energía de salida) de la unidad de circuito principal 12 tiene un valor correspondiente a la relación de tensión restante. Es decir, el limitador de energía 60 limita la energía de salida de la unidad de circuito principal 12 a un valor correspondiente a la relación de tensión restante. Por ejemplo, considere un caso en el que una caída de tensión instantánea con una relación de tensión restante del 20 % se ha producido cuando la unidad de circuito principal 12
55 emite energía con una energía nominal del 100 %, es decir, con una corriente nominal del 100 %. En este caso, mantener una salida del 100 % requiere aumentar la corriente nominal al 500 %. De este modo, el limitador de energía 60 limita la energía nominal de la unidad de circuito principal 12 al 20 %. Por otra parte, considere un caso en el que se ha producido una caída de tensión instantánea con una relación de tensión restante del 20 % cuando la unidad de circuito principal 12 emite energía con una energía nominal del 20 %, es decir, con una corriente nominal
60 del 20 %. En este caso, se puede emitir una energía nominal del 20 % igual a la del tiempo normal, ajustando la corriente nominal al 100 %. Por ejemplo, también es posible aumentar el valor de comando de corriente para suprimir la disminución de la energía de salida incluso en el momento de la aparición de la caída de tensión instantánea.

65 El controlador de energía 52 calcula el valor de comando de corriente de la corriente del inversor basándose en los valores de comando de energía introducidos desde el limitador de energía 60. A continuación, el controlador de

energía 52 introduce el valor de comando de corriente calculado de la corriente del inversor al controlador de corriente 54. En el controlador 124, se omite el selector de valores de comando de corriente 53. El controlador de corriente 54 calcula un valor de comando de tensión de la tensión del inversor basado en el valor de comando de corriente de la corriente del inversor calculado por el controlador de energía 52 y la corriente del inversor.

5 También en este ejemplo, se puede suprimir la disminución de la salida en el caso de acción continua en el momento de la caída instantánea de tensión. Por ejemplo, en el caso en el que la energía nominal de la unidad de circuito principal 12 se establece baja, la energía igual a la del tiempo normal puede ser emitida incluso en el momento de la aparición de la caída instantánea de tensión. Por ejemplo, también es posible suprimir que el valor de comando de tensión de la tensión del inversor se ajuste a un valor anormal.

(Quinta realización)

15 La figura 9 es un diagrama de bloques funcional que muestra esquemáticamente parte del controlador de acuerdo con una quinta realización.

Como se muestra en la figura 9, el controlador 134 incluye un circuito de sincronización de fase 61 y un controlador de fase 62. En este ejemplo, la porción del controlador 134 distinta del circuito de sincronización de fase 61 y del controlador de fase 62 es sustancialmente la misma que el controlador 14 de la primera realización. La porción del controlador 134 distinta del circuito de sincronización de fase 61 y del controlador de fase 62 puede ser sustancialmente la misma que el controlador 104, el controlador 114 o el controlador 124.

20 El circuito de sincronización de fase 61 está conectado al controlador de fase 62. El circuito de sincronización de fase 61 detecta la fase de la tensión del sistema 4. El circuito de sincronización de fase 61 introduce la fase de tensión del sistema detectada en el controlador de fase 62. El circuito de sincronización de fase 61 es lo que se denomina PLL (bucle bloqueado en fase).

25 El controlador de fase 62 está conectado al circuito de sincronización de fase 61 y al controlador de corriente 54. El controlador de fase 62 se introduce con el valor de comando de tensión de la tensión inversora calculada por el controlador de corriente 54 y la fase de tensión de sistema detectada por el circuito de sincronización de fase 61. Además, el controlador de fase 62 es introducido con un valor de comando de ángulo de fase de la tensión del sistema. El valor de comando de ángulo de fase se calcula basándose, por ejemplo, en la corriente del sistema detectada por el segundo detector de corriente 42 y la tensión del sistema detectada por el detector de tensión 44. El valor de comando de ángulo de fase puede ser calculado por el controlador de fase 62 por ejemplo, introduciendo el valor de detección de la corriente del sistema y el valor de detección de la tensión del sistema al controlador de fase 62.

30 El controlador de fase 62 corrige la tensión de referencia VR basada en el valor de comando de tensión, el valor de comando de ángulo de fase y la fase de tensión de sistema introducida en el mismo. De este modo, el controlador de fase 62 lleva el valor de tensión de la tensión suministrada desde la unidad de circuito principal 12 cerca del valor de comando de tensión. Además, el controlador de fase 62 lleva la fase de la tensión suministrada desde la unidad de circuito principal 12 cerca del valor de comando de ángulo de fase. Es decir, el controlador de fase 62 lleva el valor de tensión de la tensión de salida de la unidad de circuito principal 12 cerca de la tensión de la tensión del sistema. Además, el controlador de fase 62 lleva la fase de la tensión de salida de la unidad de circuito principal 12 cerca de la fase de la tensión del sistema. En otras palabras, el controlador de fase 62 sincroniza la fase de la tensión de salida de la unidad de circuito principal 12 con la fase de la tensión del sistema.

35 El circuito de sincronización de fase 61 incluye un transformador de coordenadas 70, un controlador PI 71, un sumador 72, un calculador de frecuencia 73, un selector de frecuencia 74 y un integrador 75.

40 El transformador de coordenadas 70 se introduce con el valor de detección de la tensión del sistema de cada fase detectada por el detector de tensión 44. El transformador de coordenadas 70 transforma el valor de detección de la tensión del sistema trifásico en una señal de tensión bifásica. Además, el transformador de coordenadas 70 transforma la señal de tensión bifásica del sistema de coordenadas estacionario en la del sistema de coordenadas de rotación que gira a la misma frecuencia que la tensión del sistema. Por ejemplo, el transformador de coordenadas 70 transforma la señal de tensión bifásica en una señal de la componente de eje directo (señal de eje d) y una señal de la componente de eje de cuadratura (señal de eje q) del sistema de coordenadas de rotación. El transformador de coordenadas 70 realiza lo que se denomina transformación dq en el valor de detección de la tensión del sistema trifásico. La señal del eje d es, por ejemplo, el componente activo de la tensión del sistema. La señal del eje q es, por ejemplo, el componente reactivo de la tensión del sistema. El transformador de coordenadas 70 está conectado al controlador PI 71. El transformador de coordenadas 70 introduce la señal del eje d transformado y la señal del eje q en el controlador PI 71.

45 El controlador PI 71 realiza el control PI (control integral proporcional) en la señal del eje d y la señal del eje q introducida en el mismo. El controlador PI 71 realiza el control PI de manera que una de la señal del eje d y la señal del eje q se ajustan sustancialmente a cero. El controlador PI 71 realiza el control PI de manera que, por ejemplo, la

señal del eje q está sustancialmente puesta a cero. Por tanto, el controlador PI 71 calcula, por ejemplo, la cantidad de corrección de frecuencia de la señal del eje d y la señal del eje q. El controlador PI 71 está conectado al sumador 72. El controlador PI 71 introduce el resultado de cálculo del control PI en el sumador 72.

5 El calculador de frecuencia 73 se introduce con una fase de la tensión del sistema trifásico. El calculador de frecuencia 73 calcula la frecuencia de la tensión del sistema mediante, por ejemplo, detectar el punto de cruce cero de la tensión de sistema introducida y calcular el tiempo entre una pluralidad de puntos de cruce cero. El calculador de frecuencia 73 está conectado al selector de frecuencia 74. El calculador de frecuencia 73 introduce la frecuencia calculada en el selector de frecuencia 74.

10 El selector de frecuencia 74 está conectado a cada uno de los determinadores de corriente 50, el sumador 72 y el calculador de frecuencia 73. El selector de frecuencia 74 se introduce con la frecuencia de la tensión del sistema calculada por el calculador de frecuencia 73 y la señal de decisión del determinador de corriente 50. El selector de frecuencia 74 incluye un valor de referencia de la frecuencia de la tensión del sistema. El valor de referencia es, por ejemplo, 50 Hz o 60 Hz.

15 Cuando el determinador de corriente 50 ha decidido que la corriente del inversor cae dentro del intervalo entre el valor límite superior UL y el valor límite inferior LL, el selector de frecuencia 74 introduce el valor de referencia en el sumador 72. Por otra parte, cuando el determinador de corriente 50 ha decidido que la corriente del inversor cae fuera del intervalo entre el valor límite superior UL y el valor límite inferior LL, el selector de frecuencia 74 introduce la frecuencia calculada por el calculador 73 de frecuencia al sumador 72.

20 El sumador 72 está conectado al integrador 75. El sumador 72 añade la frecuencia introducida desde el selector de frecuencia 74 al resultado de cálculo del controlador PI 71. El sumador 72 introduce el resultado de adición al integrador 75. El sumador 72 añade la frecuencia calculada por el calculador de frecuencia 73 o el valor de referencia al resultado de cálculo del controlador PI 71. Es decir, el sumador 72 calcula una frecuencia de tensión del sistema.

25 El integrador 75 calcula una fase de tensión del sistema a partir del resultado de adición integrando el resultado de adición del sumador 72. Es decir, el integrador 75 calcula una fase de tensión del sistema integrando la frecuencia de tensión del sistema. El integrador 75 está conectado al controlador de fase 62. El integrador 75 introduce la fase de tensión del sistema calculada en el controlador de fase 62. El controlador de fase 62 corrige la tensión de referencia VR como se ha descrito anteriormente basándose en la fase de tensión del sistema introducida desde el integrador 75.

30 Cuando se produce una caída instantánea de tensión, se puede variar la frecuencia de la tensión del sistema. En este contexto, el controlador 134 calcula la frecuencia de la tensión del sistema y calcula la fase de tensión del sistema basándose en la frecuencia. A continuación, el controlador de fase 62 corrige la tensión de referencia VR basándose en la fase de tensión del sistema calculada. De este modo, también en el caso en que la frecuencia varíe con la aparición de caída de tensión instantánea, la fase de la tensión de salida de la unidad de circuito principal 12 puede ser sincronizada apropiadamente con la fase de la tensión del sistema. Por ejemplo, el funcionamiento del dispositivo de conversión de energía 10 puede estabilizarse adicionalmente.

35 En el controlador 134, el selector de frecuencia 74 selecciona una frecuencia basada en la señal de decisión del determinador de corriente 50. El controlador 134 no está limitado a ello. Por ejemplo, el valor de detección de la tensión del sistema detectada por el detector de tensión 44 puede ser introducido en el selector de frecuencia 74. Por lo tanto, la selección de frecuencia se puede realizar basándose en el valor de detección de la tensión del sistema. Por ejemplo, cuando el valor de detección de la tensión del sistema es superior o igual a un umbral prescrito, se selecciona el valor de referencia. Cuando el valor de detección de la tensión del sistema es menor que el umbral, se selecciona la frecuencia calculada por el calculador de frecuencia 73. De este modo, se puede detectar una caída instantánea de tensión basada en el valor de detección de la tensión del sistema. En el momento de la aparición de caída de tensión instantánea, se puede seleccionar la frecuencia calculada por el calculador de frecuencia 73. Alternativamente, el selector de frecuencia 74 puede omitirse. La fase de tensión del sistema puede calcularse constantemente sobre la base de la frecuencia calculada por el calculador de frecuencia 73.

40 La figura 10 es un diagrama de bloques funcional que muestra esquemáticamente parte de un controlador alternativo de acuerdo con la quinta realización.

45 Como se muestra en la figura 10, en el controlador 144, cada una de las tensiones del sistema trifásico se introduce en el calculador de frecuencia 73. En este ejemplo, el calculador de frecuencia 73 calcula la frecuencia media de las tensiones del sistema trifásico e introduce la frecuencia media en el selector de frecuencia 74.

50 Por lo tanto, en el caso en que la tensión del sistema sea trifásica, la frecuencia calculada de la tensión del sistema puede ser la media de las frecuencias de las fases. Esto puede suprimir, por ejemplo, un cambio abrupto de la frecuencia calculada debido al cambio abrupto de la fase. En el caso en que la tensión del sistema sea de CA monofásica, la frecuencia de CA monofásica solo necesita ser calculada por el calculador de frecuencia 73. En el

65

caso en que la tensión del sistema sea de CA monofásica, el control PI sólo debe realizarse en la tensión del sistema de CA monofásica.

(Sexta realización)

5 La figura 11 es un diagrama de bloques funcional que muestra esquemáticamente parte del controlador de acuerdo con una sexta realización.

10 Como se muestra en la figura 11, en el controlador 154, el circuito de sincronización de fase 61 incluye además un determinador de desequilibrio 76.

15 El determinador de desequilibrio 76 se introduce con el valor de detección de la tensión del sistema de cada fase detectada por el detector de tensión 44. El determinador de desequilibrio 76 decide la ocurrencia de caída de tensión instantánea desequilibrada basándose en el valor de detección de la tensión del sistema de cada fase. En este caso, la caída de tensión instantánea desequilibrada se refiere a una caída de tensión instantánea en la que el valor de la amplitud cambia en la tensión del sistema de cada fase.

20 El determinador de desequilibrio 76 determina, por ejemplo, la diferencia del máximo de la amplitud de la tensión del sistema para cada fase. Entonces, cuando la diferencia del máximo es mayor o igual que un valor prescrito, el determinador de desequilibrio 76 decide que ha ocurrido una caída de tensión instantánea desequilibrada. El determinador de desequilibrio 76 está conectado al controlador PI 71. El determinador de desequilibrio 76 introduce el resultado de la decisión anterior como una señal de desequilibrio para el controlador PI 71.

25 Cuando el determinador de desequilibrio 76 ha decidido la aparición de una caída de tensión instantánea desequilibrada, el controlador PI 71 disminuye al menos una de la ganancia del término proporcional y la ganancia del término integral en el control PI.

30 Cuando se produce una caída de tensión instantánea desequilibrada, la señal del eje d y la señal del eje q emitida desde el transformador de coordenadas 70 pueden oscilar al doble de la frecuencia de la tensión del sistema. En este momento, si el control PI se realiza con la misma ganancia que en tiempo normal, por ejemplo, la fase de tensión del sistema oscila. Esto distorsiona, por ejemplo, la corriente de salida de la unidad de circuito principal 12. Por otra parte, si la ganancia del control PI se establece baja, se reduce la posibilidad de continuar la tensión del sistema a la variación de fase.

35 Por el contrario, en el controlador 154, la ganancia de control PI se establece relativamente alta en tiempo normal. La ganancia del control PI disminuye en el momento de la aparición de una caída de tensión instantánea no equilibrada. Esto puede suprimir, por ejemplo, la disminución de la posibilidad de seguir la tensión del sistema a la variación de fase en tiempo normal. Además, la distorsión de la corriente de salida de la unidad de circuito principal 12 puede suprimirse en el momento de la aparición de una caída de tensión instantánea no equilibrada. El funcionamiento del dispositivo de conversión de energía 10 puede estabilizarse adicionalmente.

40 La ganancia del control PI puede cambiarse entre dos niveles dependiendo de si se produce una caída de tensión instantánea desequilibrada. Alternativamente, la ganancia del control PI se puede cambiar paso a paso dependiendo del grado de desequilibrio de la caída de tensión instantánea no equilibrada. Por ejemplo, la ganancia del control PI disminuye con el aumento del grado de desequilibrio (la diferencia del máximo de la amplitud de la tensión del sistema). Esto puede suprimir más apropiadamente, por ejemplo, la distorsión de la corriente de salida de la unidad de circuito principal 12. El funcionamiento del dispositivo de conversión de energía 10 puede estabilizarse adicionalmente.

45 En el controlador 154, como en el controlador 134, el calculador de frecuencia 73 calcula la frecuencia usando una fase de la tensión del sistema trifásico. El controlador 154 no está limitado a ello. Como en el controlador 144 mostrado en la figura 10, el calculador de frecuencia 73 puede calcular la frecuencia media de las tensiones del sistema trifásico.

55 Las realizaciones proporcionan un dispositivo de conversión de energía que suprime la disminución de la salida en el caso de acción continua en el momento de la caída instantánea de tensión.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de conversión de energía (10), que comprende:

- 5 una unidad de circuito principal (12) conectada a una fuente de tensión de CC (2) y un sistema de energía de CA (4), incluyendo la unidad de circuito principal (12) un inversor (20), incluyendo el inversor (20) una pluralidad de elementos de conmutación (30), convirtiendo la unidad de circuito principal (12) una energía de CC suministrada desde la fuente de tensión de CC (2) en una energía de CA adaptada al sistema de energía de CA (4) encendiendo/apagando los elementos de conmutación (30), emitiendo la unidad de circuito principal (12) la energía de CA al sistema de energía de CA (4);
- 10 un primer detector de corriente (40) que detecta una corriente de salida del inversor (20);
un segundo detector de corriente (42) que detecta una corriente del sistema de energía de CA (4);
un detector de tensión (44) que detecta una tensión del sistema de energía de CA (4); y
- 15 un controlador (14, 104, 114, 124, 134, 144, 154) que controla el encendido/apagado de los elementos de conmutación (30) basándose en una tensión de referencia (VR) y una señal portadora (CS), cambiándose periódicamente la tensión de referencia (VR) y la señal portadora (CS),
siendo una frecuencia de la señal portadora (CS) superior a una frecuencia de la tensión de referencia (VR),
estando configurado el controlador (14, 104, 114, 124, 134, 144, 154) para realizar una primera operación y una segunda operación,
- 20 la primera operación teniendo que
- decidir si la corriente de salida del inversor (20) cae dentro de un intervalo entre un valor límite superior y un valor límite inferior,
detener un funcionamiento de los elementos de conmutación (30) cuando la corriente de salida del inversor (20) cae fuera del rango,
- 25 y
reanudar el funcionamiento de los elementos de conmutación (30) cuando la corriente de salida del inversor (20) vuelve al rango,
- 30 la segunda operación teniendo que
- calcular una energía de salida de la unidad de circuito principal (12) basándose en la corriente de salida del inversor (20) detectada por el primer detector de corriente (40), la corriente del sistema de energía de CA (4) detectada por el segundo detector de corriente (42) y la tensión del sistema de energía de CA (4) detectada por el detector de tensión (44),
- 35 calcular un valor de comando de corriente de la corriente de salida del inversor (20) a partir de la energía de salida de la unidad de circuito principal (12), y
controlar una salida de la unidad de circuito principal (12) corrigiendo la tensión de referencia (VR) basándose en el valor de comando de corriente de la corriente de salida del inversor (20);
- 40 **caracterizado por:**
confirmar entre la interrupción del funcionamiento de los elementos de conmutación (30) y la reanudación del funcionamiento de los elementos de conmutación (30), si la corriente de salida del inversor (20) cae dentro del rango cuando la señal portadora (CS) toma un valor prescrito después de que el controlador (14, 104, 114, 124, 134, 144, 154) detiene el funcionamiento de los elementos de conmutación (30).
- 45
2. El dispositivo de conversión de energía (10) según la reivindicación 1, en el que el controlador (14, 104, 114, 124, 134, 144, 154) confirma si la corriente de salida del inversor (20) cae dentro del intervalo entre el valor límite superior y el valor límite inferior cuando se maximiza la señal portadora (CS) y cuando se minimiza la señal portadora (CS) después de que el controlador (14, 104, 114, 124, 134, 144, 154) detiene el funcionamiento de los elementos de conmutación (30).
- 50
3. El dispositivo de conversión de energía (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que el controlador (14, 104, 134, 144, 154) ajusta el valor de comando de corriente a un valor de comando especificado cuando la corriente de salida del inversor (20) cae fuera del intervalo entre el valor límite superior y el valor límite inferior.
- 55
4. El dispositivo de conversión de energía (10) según la reivindicación 3, en el que el valor de comando especificado es cero.
- 60
5. El dispositivo de conversión de energía (10) según cualquiera de las reivindicaciones 3 y 4, en el que el controlador (14, 104, 134, 144, 154) restaura el valor de comando especificado al valor de comando de corriente calculado a partir de la energía de salida después de reanudar el funcionamiento de los elementos de conmutación (30).
- 65
6. El dispositivo de conversión de energía (10) según la reivindicación 5, en el que el controlador (14, 104, 134, 144, 154) restaura el valor de comando de corriente simultáneamente con la reanudación del funcionamiento de los

elementos de conmutación (30).

- 5 7. El dispositivo de conversión de energía (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que el controlador (104) limita el valor de comando de corriente cuando la tensión del sistema de energía de CA (4) es menor o igual que un valor prescrito.
- 10 8. El dispositivo de conversión de energía (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que el controlador (114) mantiene el valor de comando de corriente en un tiempo normal, y el controlador (114) ajusta el valor de comando de corriente en el tiempo normal cuando la corriente de salida del inversor (20) cae fuera del intervalo entre el valor límite superior y el valor límite inferior.
- 15 9. El dispositivo de conversión de energía (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que el controlador (124) limita la energía de salida de la unidad de circuito principal (12) a un valor correspondiente a una relación de tensión restante de la tensión del sistema de energía de CA (4).
- 20 10. El dispositivo de conversión de energía (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el controlador (134, 144, 154) calcula una frecuencia de la tensión del sistema de energía de CA (4), realiza un control integral proporcional sobre la tensión del sistema de energía de CA (4), añade la frecuencia calculada a un resultado de cálculo del control integral proporcional, e integra un resultado de la adición, el controlador (134, 144, 154) detecta una fase de la tensión del sistema de energía de CA (4) integrando el resultado de la adición, y el controlador (134, 144, 154) corrige la tensión de referencia basada en la fase detectada y el valor de comando de corriente.
- 25 11. El dispositivo de conversión de energía (10) según la reivindicación 10, en el que una energía del sistema de energía de CA (4) es una energía de CA trifásica, el detector de tensión (44) detecta cada una de las tensiones trifásicas del sistema de energía de CA (4), y el controlador (133, 144, 154) transforma un valor de detección de las tensiones trifásicas en una señal de tensión bifásica, transforma la señal de tensión bifásica en una señal de un sistema de coordenadas rotacionales, realiza el control integral proporcional en la señal del sistema de coordenadas de rotación y calcula la frecuencia a partir de la tensión de al menos una fase de las tensiones trifásicas.
- 30 12. El dispositivo de conversión de energía (10) según la reivindicación 11, en el que el controlador (144) calcula una frecuencia media de las tensiones trifásicas.
- 35 13. El dispositivo de conversión de energía (10) según cualquiera de las reivindicaciones 11 y 12, en el que el controlador (154) disminuye al menos una de una ganancia de un término proporcional y una ganancia de un término integral en el control integral proporcional cuando se produce una caída de tensión instantánea no equilibrada.
- 40 14. El dispositivo de conversión de energía (10) según la reivindicación 13, en el que el controlador (154) determina una diferencia de un máximo de una amplitud de las tensiones trifásicas para cada fase y decide que la caída de tensión instantánea no equilibrada se ha producido cuando la diferencia del máximo es superior o igual a un valor prescrito.
- 45 15. El dispositivo de conversión de energía (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que el controlador (14, 104, 114, 124, 134, 144, 154) detecta una anomalía del sistema de energía de CA (4) basándose en un resultado de detección del segundo detector de corriente (42) y un resultado de detección del detector de tensión (44), realiza la primera operación cuando la tensión y la corriente del sistema de energía de CA (4) caen dentro de un rango de funcionamiento prescrito y detiene el funcionamiento de la unidad de circuito principal (12) cuando la tensión y la corriente del sistema de energía de CA (4) caen fuera del rango de funcionamiento.
- 50

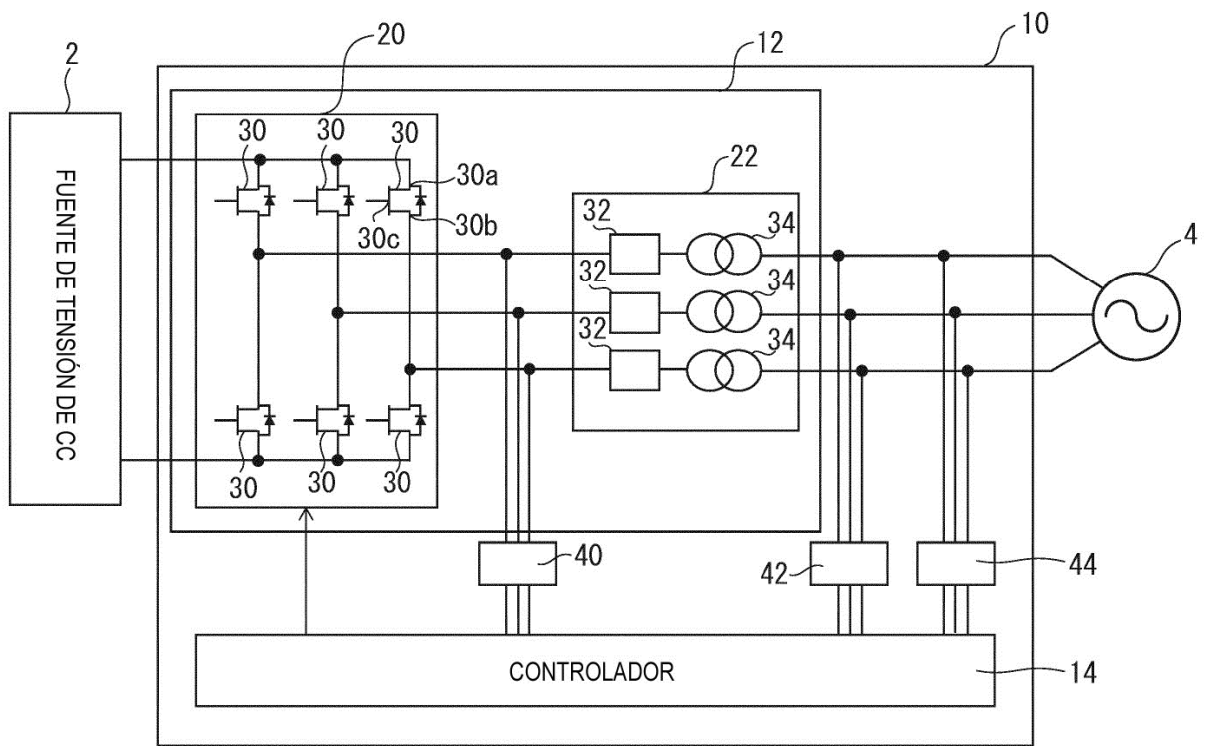


FIG. 1

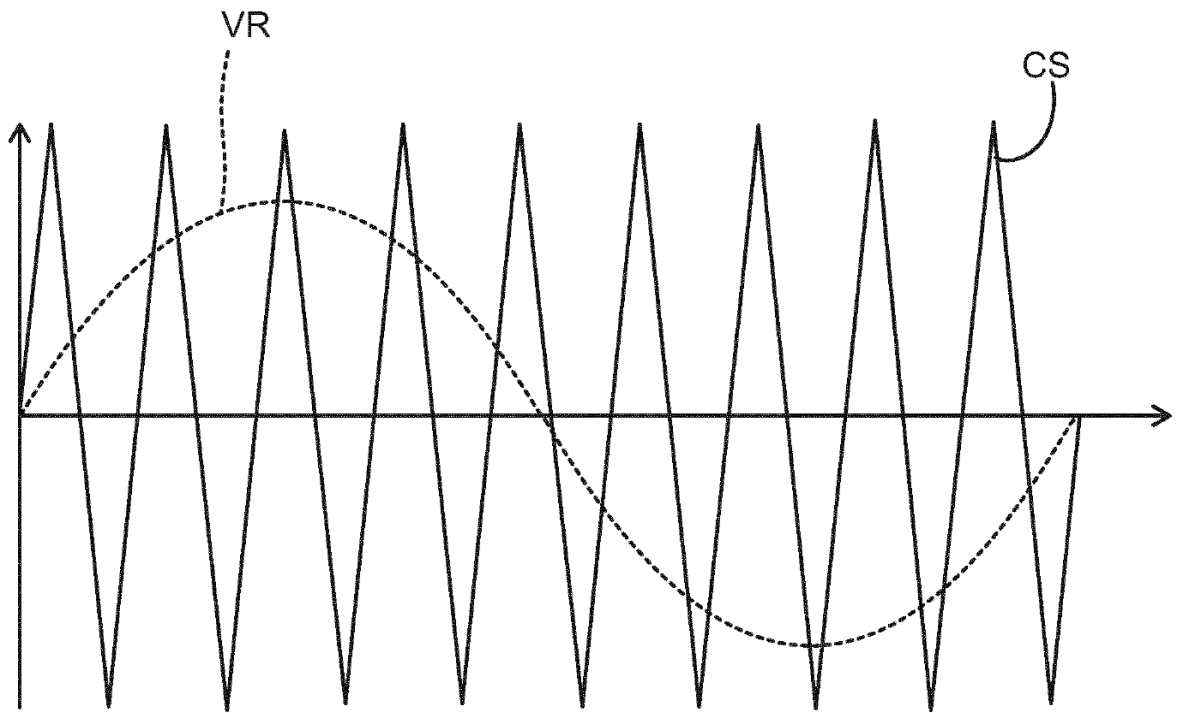


FIG. 2

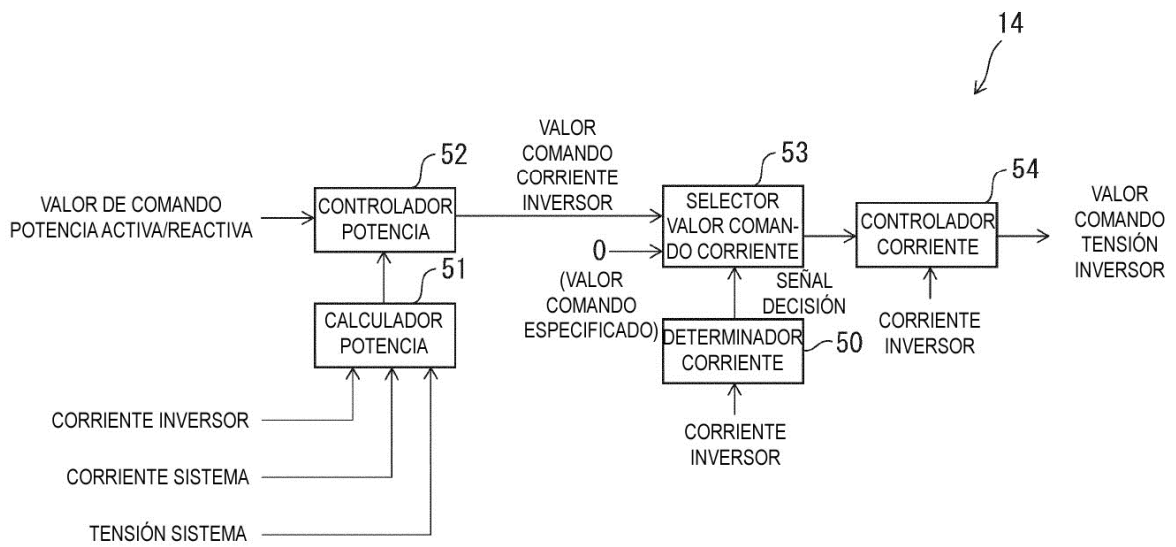


FIG. 3

FIG. 4A

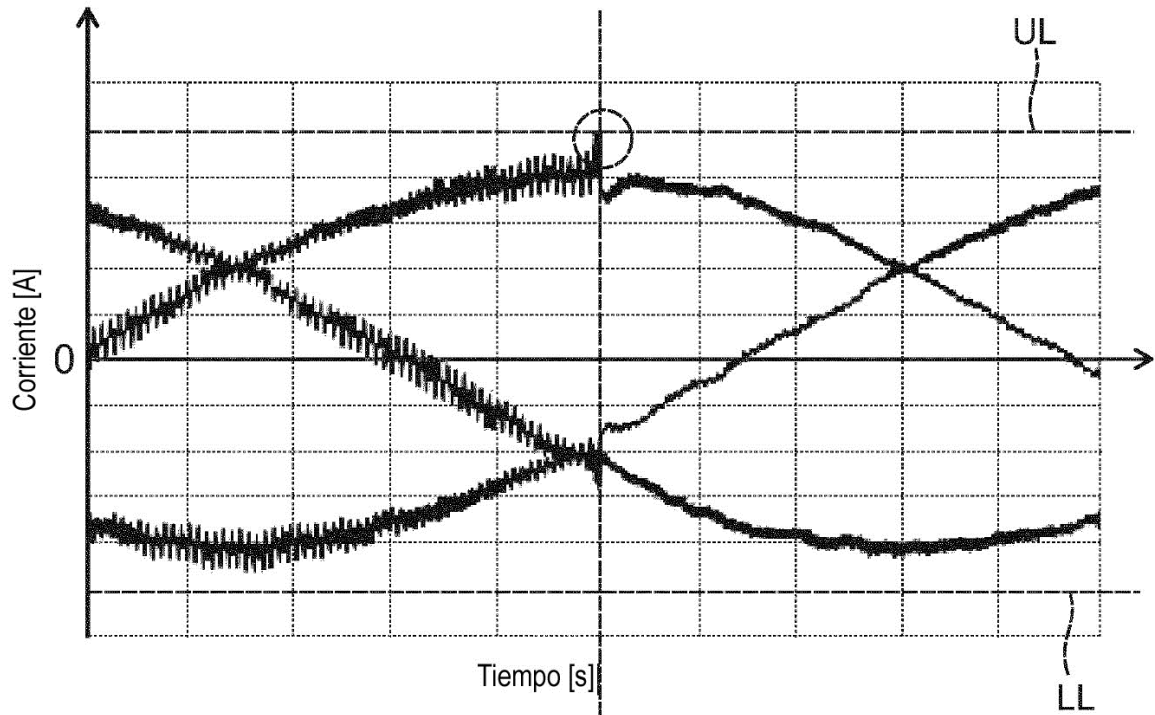


FIG. 4B

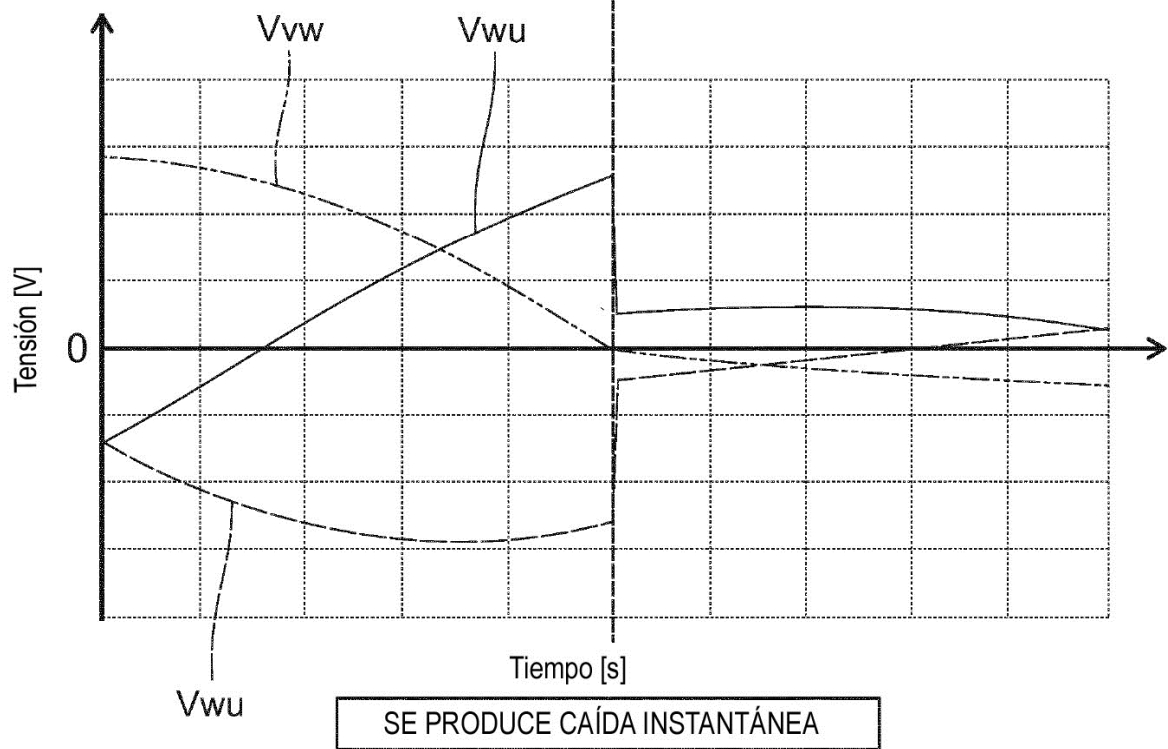


FIG. 5A

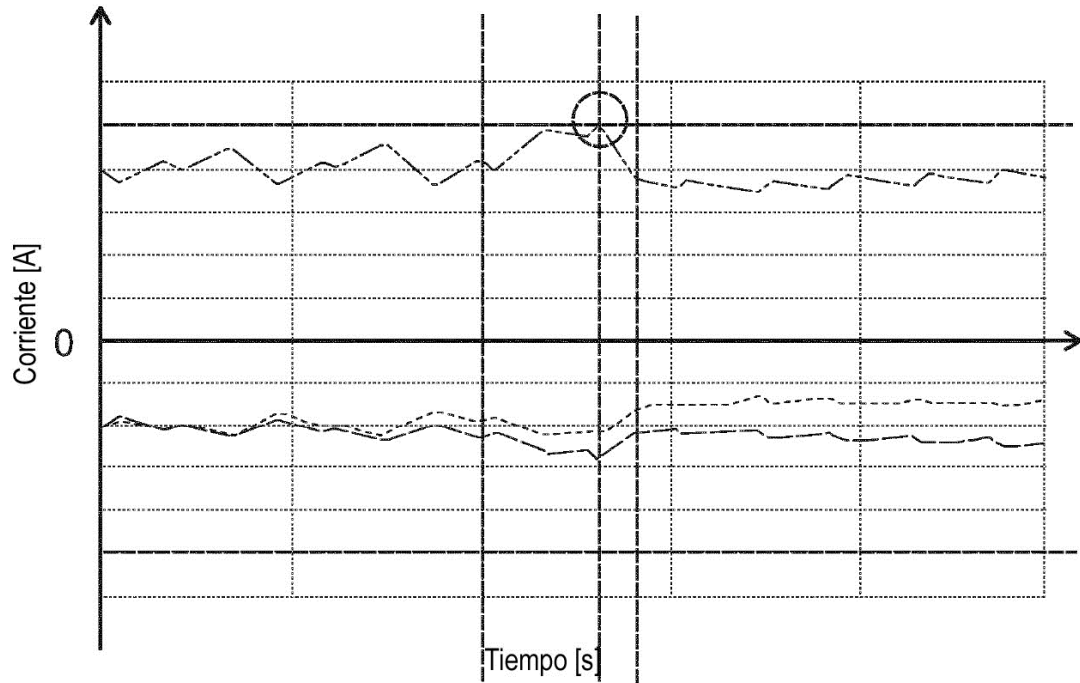


FIG. 5B

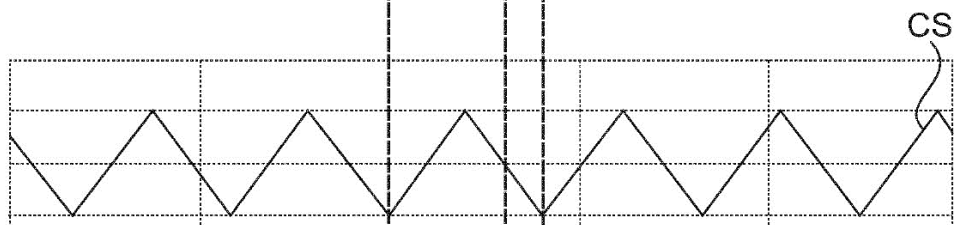


FIG. 5C



FIG. 5D



FIG. 5E



Tiempo [s]

SE PRODUCE CAÍDA INSTANTÁNEA

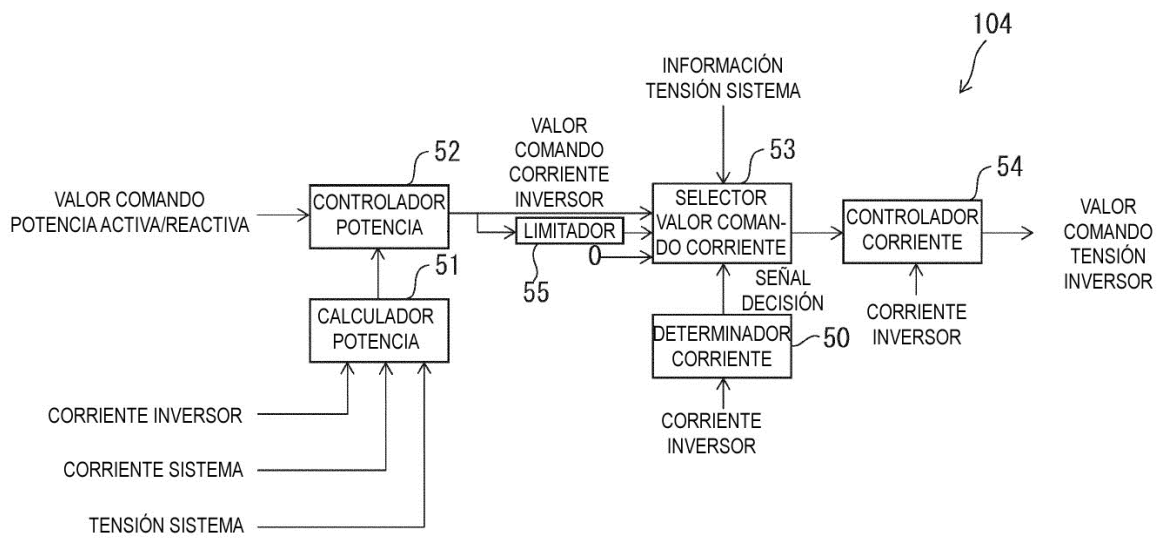


FIG. 6

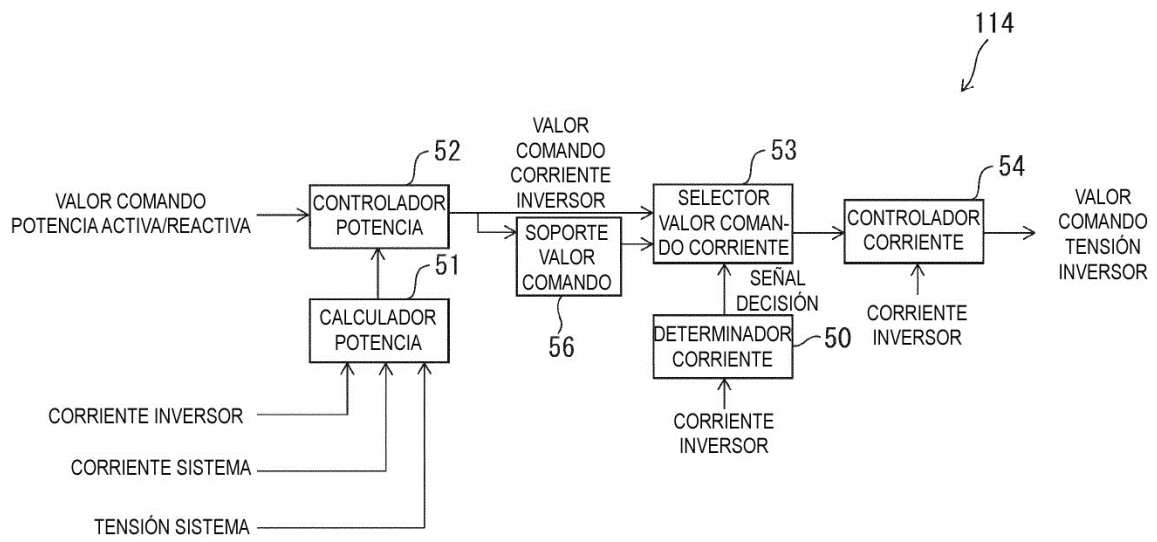


FIG. 7

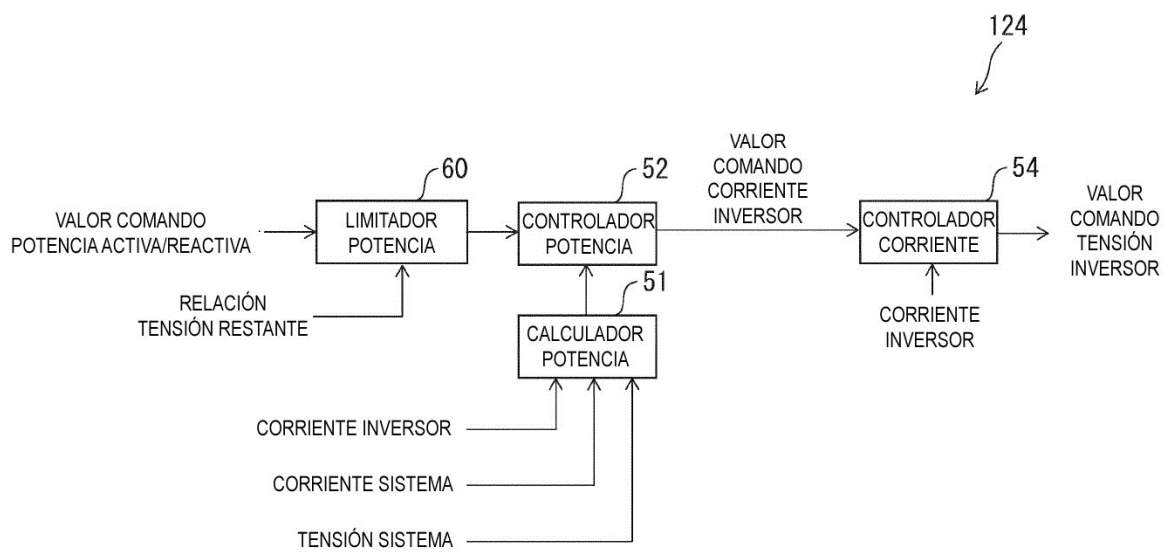


FIG. 8

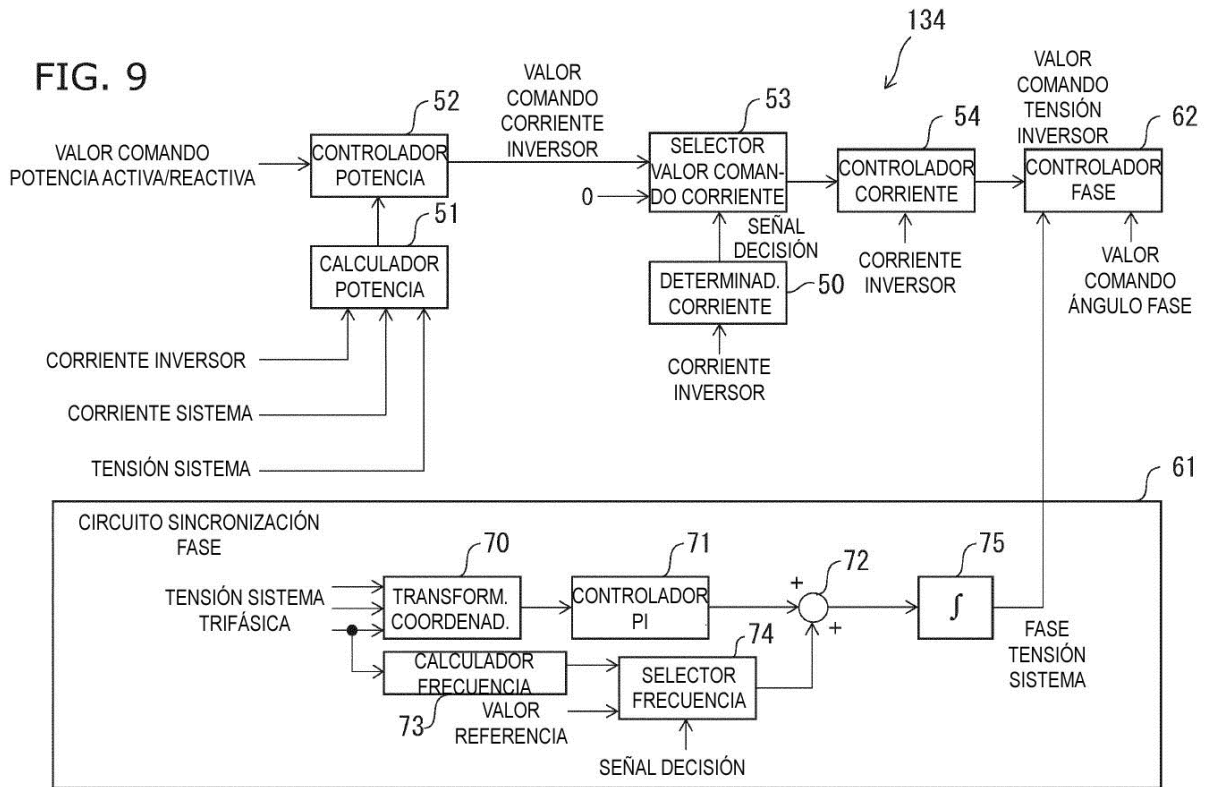


FIG. 10

