

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 673**

51 Int. Cl.:

H02J 3/36	(2006.01)
H02M 1/12	(2006.01)
H02M 1/32	(2007.01)
H02M 5/44	(2006.01)
H02M 5/45	(2006.01)
H02M 7/757	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2015 E 15165573 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2018 EP 2945250**

54 Título: **Sistema de transmisión de corriente continua (CC) de alta tensión con detección de disparidad de potencia debido a tensión anormal**

30 Prioridad:

13.05.2014 KR 20140057388

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

28.02.2018

73 Titular/es:

**LSIS CO., LTD. (100.0%)
127 LS-ro, Dongan-gu
Anyang-si, Gyeonggi-do 431-080, KR**

72 Inventor/es:

**SON, GUM TAE y
PARK, HO HWAN**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 656 673 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 transmisión de corriente continua (CC) de alta tensión con detección de disparidad de potencia debido a tensión anormal.

5

ANTECEDENTES

[0001] La presente descripción se refiere a un sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) y un procedimiento de control del mismo, y más particularmente, a un sistema de transmisión HVDC y un procedimiento de control del mismo que puede detectar una tensión anormal en una línea de transmisión de CC.

10

[0002] La transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) indica la conversión de potencia de corriente alterna (CA) producida en una central eléctrica en potencia en CC por un sitio de transmisión para transmitir la potencia en CC, y luego reconvertir la potencia en CC en potencia en CA mediante un sitio de recepción para suministrar la potencia en CA.

15

[0003] Un sistema de transmisión HVDC se aplica a la transmisión de energía usando un cable submarino, a la transmisión de energía de larga distancia en gran cantidad, a la interconexión entre los sistemas de CA, etc. Además, el sistema de transmisión HVDC permite la interconexión de diferentes sistemas de frecuencia y la interconexión de asincronismo.

20

[0004] El sitio de transmisión convierte la potencia en CA en potencia en CC. Es decir, dado que la transmisión de potencia en CA usando un cable submarino es significativamente peligrosa, el sitio de la transmisión convierte la potencia en CA en la potencia en CC para transmitir la potencia en CC al sitio de la recepción.

25

[0005] En este caso, el sitio de transmisión transmite la potencia en CC al sitio de recepción a través de una línea de transmisión. Sin embargo, cuando hay una CC anormal que fluye en la línea de transmisión o hay una tensión anormal en la línea de transmisión, es decir, cuando hay una sobrecorriente o sobretensión en la línea de transmisión, un sistema de transmisión HVDC puede dañarse.

30

[0006] Por lo tanto, existe la necesidad de detectar rápidamente un estado anormal en la línea de transmisión y hacer frente al estado.

[0007] El documento JP H04 193030 A (TOSHIBA CORP) 13 de julio de 1992 (13-07-1992.) describe un circuito de supervisión para un convertidor CA/CC para sistemas de transmisión HVDC.

35

RESUMEN

[0008] Las realizaciones proporcionan un sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) y un procedimiento de control del mismo que puede detectar de manera eficiente un estado de tensión anormal en una línea de transmisión de CC y controlar el funcionamiento del sistema de transmisión HVDC.

40

[0009] En un modo de realización, un sistema de transmisión (HVDC) de corriente continua de alta tensión incluye: un rectificador que convierte la potencia en corriente alterna (CA) en CC; un inversor que convierte la potencia en CC en CA; una línea de transmisión de CC que transmite, al inversor, la potencia en CC obtenida a través de la conversión por el rectificador; una primera unidad de medición de potencia activa que mide la primera entrada de potencia activa al rectificador; una segunda unidad de medición de potencia activa que mide la segunda salida de potencia activa del inversor; y una primera unidad de control que detecta un estado de tensión anormal en la línea de transmisión de CC basándose en la primera y segunda potencia activa medida.

45

[0010] La primera unidad de control puede medir la relación de la segunda potencia activa con respecto a la primera potencia activa para detectar el estado de tensión anormal en la línea de transmisión de CC.

50

[0011] La primera unidad de control puede confirmar que hay una tensión anormal en la línea de transmisión de CC, cuando la relación de la segunda potencia activa con respecto a la primera potencia activa está fuera de un intervalo de relación de referencia.

55

[0012] La primera unidad de control puede generar una señal de disparo que detiene el funcionamiento del sistema de transmisión HVDC cuando se confirma que hay tensión anormal en la línea de transmisión de CC.

60

[0013] La primera unidad de medición de potencia activa puede medir una CA y una tensión de CA introducida en el rectificador para medir la primera potencia activa, y la segunda unidad de medición de potencia activa mide la CA y la tensión de CA que sale del inversor para medir la segunda potencia activa.

65

[0014] El sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) puede incluir además una segunda unidad de control que recibe la segunda potencia activa medida por la segunda unidad de medición de potencia

activa.

5 **[0015]** La primera unidad de control puede recibir información sobre la segunda potencia activa de la segunda unidad de control, y detectar el estado de tensión anormal en la línea de transmisión de CC en base a la primera potencia activa y la información recibida en la segunda potencia activa.

10 **[0016]** El sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) puede incluir además: un primer filtro de CA que elimina una corriente armónica generada en el procedimiento de conversión de potencia del rectificador, y un segundo filtro de CA que elimina la corriente armónica generada en el procedimiento de conversión de potencia del inversor.

[0017] Tanto el rectificador como el inversor pueden incluir uno cualquiera de un valor tiristor y una válvula de transistor bipolar de puerta aislada (IGBT).

15 **[0018]** El sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) puede incluir además: un primer condensador conectado al rectificador en paralelo y que estabiliza una salida de CC del rectificador; y un segundo condensador conectado al inversor en paralelo y que estabiliza una entrada de CC al inversor.

20 **[0019]** Los detalles de uno o más modos de realización se exponen en los dibujos adjuntos y en la descripción siguiente. Otras características resultarán evidentes a partir de la descripción y los dibujos, y a partir de las reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

25 **[0020]**

La Fig. 1 es un diagrama para explicar la configuración de un sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) según un modo de realización.

30 La Fig. 2 es un diagrama para explicar la configuración real de un sistema de transmisión HVDC según un modo de realización.

35 La Fig. 3 es un diagrama para explicar la configuración de un sistema de transmisión HVDC según otro modo de realización.

La Fig. 4 es un diagrama para explicar un procedimiento de control de un sistema de transmisión HVDC según un modo de realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS MODOS DE REALIZACIÓN

40 **[0021]** A continuación, se describen en mayor detalle algunos modos de realización con referencia a los dibujos adjuntos. Dado que los sufijos "módulo" y "unidad" para los componentes usados en la siguiente descripción se dan e intercambian con el fin de facilitar la realización de la presente divulgación, estos no tienen significados ni funciones distintas.

45 **[0022]** Las combinaciones de cada bloque de los dibujos adjuntos y las combinaciones de cada etapa de un diagrama de flujo también pueden realizarse mediante instrucciones de un programa informático. Dado que las instrucciones de un programa informático pueden cargarse en el procesador de un ordenador de uso general, un ordenador de uso especial u otro equipo de procesamiento de datos programable, las instrucciones realizadas por el procesador del ordenador u otro equipo de procesamiento de datos programable crean medios que realizan unas funciones descritas en cada bloque de un dibujo o cada etapa de un diagrama de flujo. Dado que las instrucciones del programa informático también pueden almacenarse en una memoria utilizable por ordenador o legible por ordenador que puede dirigirse al ordenador u otro equipo de procesamiento de datos programable para implementar funciones de una manera específica, las instrucciones almacenadas en la memoria utilizable por ordenador o legible por ordenador pueden también generar un elemento que incluye un medio de instrucción que realiza las funciones descritas en cada bloque de un dibujo o cada etapa de un diagrama de flujo. Las instrucciones del programa informático también pueden cargarse en el ordenador u otro equipo de procesamiento de datos programable. Por lo tanto, dado que una serie de etapas de operación se realizan en el ordenador u otro equipo de procesamiento de datos programable para crear procesos ejecutados por un ordenador, las instrucciones que operan el ordenador u otro equipo de procesamiento de datos programable también pueden proporcionar etapas para realizar unas funciones descritas en cada bloque de un dibujo y cada etapa de un diagrama de flujo.

60 **[0023]** Además, cada bloque o cada etapa pueden representar una parte de un módulo, un segmento o un código que incluye una o más instrucciones ejecutables para realizar funciones lógicas específicas. Además, debe tenerse en cuenta que algunos modos de realización alternativos pueden realizarse de tal forma que las funciones mencionadas en bloques o etapas se realizan en un orden diferente. Por ejemplo, dos bloques o etapas mostrados

uno después de otro también puede realizarse sustancialmente al mismo tiempo o los bloques o etapas también pueden realizarse a veces en orden inverso según una función correspondiente.

5 **[0024]** La Fig. 1 es un diagrama para explicar la configuración de un sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) según un modo de realización.

10 **[0025]** Un sistema de transmisión HVDC 1 según un modo de realización puede ser uno cualquiera de un sistema de transmisión HVDC de tiristor y un sistema HVDC de tensión. El sistema HVDC de tiristor puede ser un sistema de transmisión HVDC de corriente que usa una válvula de tiristor como rectificador, y el sistema de transmisión HVDC de tensión puede ser un sistema que usa un dispositivo de transistor bipolar de puerta aislada (IGBT).

15 **[0026]** En el caso del sistema HVDC de tiristor, un dispositivo giratorio, tal como un generador o compensador síncrono con el fin de rectificar una válvula de tiristor se necesita un sistema del lado del inversor, y una banda de condensador para la compensación de la potencia reactiva puede incluirse en el rectificador o el sistema del lado del inversor.

[0027] Con referencia a la Fig. 1, el sistema de transmisión HVDC 1 según un modo de realización incluye un primer convertidor de potencia 10 y un segundo convertidor de potencia 20.

20 **[0028]** El primer convertidor de potencia 10 incluye un dispositivo de alimentación de potencia en corriente alterna (CA) 11, un primer transformador 12, un rectificador 13, un refrigerador 14, y una primera unidad de control 15.

25 **[0029]** El dispositivo de alimentación de potencia en CA 11 puede producir potencia en CA y transmitir la potencia en CA al primer transformador 12. En un modo de realización, el dispositivo de alimentación de potencia en CA 11 puede ser una estación de energía que puede producir y suministrar energía, tal como una estación de energía eólica.

30 **[0030]** El primer transformador 12 puede aumentar el tamaño de la tensión de CA de la potencia en CA recibida desde el dispositivo de alimentación de potencia en CA 11 y convertir la potencia en CA que tiene una alta tensión.

[0031] El rectificador 13 puede convertir la energía HVAC obtenida a través de la conversión por el primer transformador 12 en potencia en CC.

35 **[0032]** La primera unidad de control 15 puede controlar las operaciones globales del primer convertidor de potencia 10. En particular, la primera unidad de control 15 puede controlar el tamaño de la potencia en CA, la fase de la potencia en CA, la potencia activa y la potencia reactiva de cualquier terminal del primer convertidor de potencia 10.

40 **[0033]** La potencia en CC obtenida a través de la conversión por el rectificador 13 puede ser transmitida al segundo convertidor de potencia 20 a través de una línea de CC.

[0034] El segundo convertidor de potencia 20 incluye un inversor 21, un segundo transformador 22, un dispositivo de alimentación de potencia en CA 23, un refrigerador 24, y una segunda unidad de control 25.

45 **[0035]** El convertidor 21 convierte la potencia en CC transmitida desde el primer convertidor de potencia 10 a través de la línea de CC, en potencia en CA.

[0036] El segundo transformador 22 convierte la potencia en CA obtenida a través de la conversión por el inversor 21, en potencia en CA de baja tensión.

50 **[0037]** El dispositivo de alimentación de potencia en CA 23 recibe la CA de baja tensión del segundo transformador 23.

55 **[0038]** La segunda unidad de control 25 controla los componentes generales del segundo convertidor 20. La segunda unidad de control 25 puede controlar el tamaño de la potencia en CA, la fase de la potencia en CA, la potencia activa y la potencia reactiva de cualquier terminal del segundo convertidor de potencia 20.

[0039] La Fig. 2 es un diagrama para explicar la configuración real de un sistema de transmisión HVDC según un modo de realización.

60 **[0040]** Con referencia a la Fig. 2, el sistema de transmisión HVDC 1 según un modo de realización incluye el primer convertidor de potencia 10 y el segundo convertidor de potencia 20.

65 **[0041]** El primer convertidor de potencia 10 puede convertir la potencia en CA en potencia en CC para proporcionar la potencia en CC al segundo convertidor de potencia 20, y el segundo convertidor de potencia 20 puede convertir la potencia en CC recibida del primer convertidor de potencia 10 en potencia en CA.

- [0042] El primer convertidor de potencia 10 y el segundo convertidor de potencia 20 pueden estar conectados por líneas de transmisión de CC de polo positivo W1 y W2. Las líneas de transmisión de CC W1 y W2 pueden transmitir una CC o tensión de CC transmitida por el primer convertidor de potencia al segundo convertidor de potencia 20.
- 5 [0043] Las líneas de transmisión de CC W1 y W2 pueden ser uno cualquiera de una línea aérea y un cable, o una combinación de los mismos.
- [0044] El primer convertidor de potencia 10 incluye un dispositivo de alimentación de potencia en CA 11, un primer filtro de CA 16, un primer inductor 17, un rectificador 13, un primer condensador C1, una primera unidad de medición M1, una segunda unidad de medición M3, una tercera unidad de medición M7, y una primera unidad de control.
- 10 [0045] El dispositivo de alimentación de potencia en CA 11 puede producir potencia en CA y transmitir la potencia en CA al rectificador 13. El dispositivo de alimentación de potencia en CA 11 puede ser una estación de energía que puede producir y suministrar energía, tal como una estación de energía eólica.
- 15 [0046] El dispositivo de alimentación de potencia en CA 11 puede transmitir CA trifásica al rectificador 13.
- [0047] El primer filtro de CA 16 puede estar dispuesto entre el dispositivo de alimentación de potencia en CA 11 y el rectificador 13. El primer filtro de CA 16 puede eliminar los armónicos de corriente generados en el procedimiento de convertir la CA en potencia en CC mediante el rectificador 13. Es decir, el primer filtro de CA 16 puede eliminar los armónicos de corriente para bloquear la entrada de los armónicos de corriente en el dispositivo de alimentación de CA 11. En un modo de realización, el primer filtro de CA 16 puede incluir un circuito resonante que incluye un condensador, un inductor y una resistencia.
- 20 [0048] El rectificador 13 puede ser una válvula semiconductor que puede convertir la potencia en CA en potencia en CC. En un modo de realización, la válvula semiconductor puede ser cualquiera de una válvula de tiristor y una válvula de IGBT.
- 25 [0049] El primer condensador C1 puede ser un condensador de filtrado que está conectado al rectificador 13 en paralelo y estabiliza una salida de tensión de CC del rectificador 13.
- 30 [0050] La primera unidad de medición M1 puede medir una tensión de CA UL1 suministrada por el dispositivo de alimentación de CA 11 y transmitir una tensión medida a la primera unidad de control 15. La primera unidad de medición M1 puede medir una tensión de CA UL1 de un punto entre el dispositivo de alimentación de potencia en CA 11 y el primer filtro de CA 16 y transmitir una tensión medida a la primera unidad de control 15. A continuación, la tensión de CA UL1 medida en el punto entre el dispositivo de alimentación de la potencia en CA 11 y el primer filtro de CA 16 se denomina tensión de bus UL1.
- 35 [0051] La segunda unidad de medición M3 puede medir una CA o tensión de CA UV1 introducida en la salida del primer inductor 17 o al rectificador 13 y transmitir una corriente o tensión medida a la primera unidad de control 15. A continuación, la tensión de CA UV1 introducida en la salida del primer inductor 17 o al rectificador 13 se denomina tensión de puente UV1.
- 40 [0052] La tercera unidad de medición M7 puede medir una tensión de CC Ud1 través del primer condensador C1 y transmitir una tensión medida a la primera unidad de control 15.
- 45 [0053] La primera unidad de control 15 puede controlar las operaciones globales del primer convertidor de potencia 10.
- 50 [0054] La primera unidad de control 15 puede controlar las operaciones del rectificador 13 basándose en la tensión de bus UL1 recibida de la primera unidad de medición M1, la CA IV1 recibida de la segunda unidad de medición M3 e introducida al rectificador 13, y la tensión de CC Ud1 recibida desde la tercera unidad de medición M7 y a través del primer condensador C1.
- 55 [0055] Cuando el rectificado 13 es de un tipo válvula de IGBT, la primera unidad de control 15 puede transmitir una señal de encendido o apagado al rectificador 13 basándose en la tensión de bus UL1 recibida de la primera unidad de medición M1, la CA IV1 recibida de la segunda unidad de medición M3 e introducida al rectificador 13, y la tensión de CC Ud1 recibida desde la tercera unidad de medición M7 y a través del primer condensador C1 para controlar las operaciones del rectificador 13. La conversión de la potencia en CA en potencia en CC puede controlarse mediante la señal de encendido o la señal de apagado.
- 60 [0056] Además, la primera unidad de control 15 puede generar una señal de comando de cambio de fase basado en un estado de tensión anormal en las líneas de transmisión de CC W1 y W2, y ajustar la diferencia de fase entre la tensión de puente UV1 y la tensión de bus UL1 según una señal de comando de cambio de fase generada.
- 65 [0057] En particular, cuando una tensión de CC (por ejemplo, la tensión de CC Ud1 a través del primer condensador

C1) medido en un punto sobre la línea de transmisión de CC W1 supera un valor de referencia durante un cierto tiempo, la primera unidad de control 15 puede confirmar que hay una tensión anormal en la línea de transmisión de CC. Cuando se confirma que existe una tensión anormal en la línea de transmisión de CC, la primera unidad de control 15 puede generar una señal de comando de cambio de fase y ajustar la diferencia de fase entre la tensión de puente UV1 y la tensión de bus UL1.

[0058] El segundo convertidor de potencia 20 incluye un inversor 21, un segundo condensador C2, un segundo inductor 27, un segundo filtro de CA 26, un dispositivo de alimentación de potencia en CA 23, una cuarta unidad de medición M8, una quinta unidad de medición M6, una cuarta unidad de medición M4, y una segunda unidad de control 25.

[0059] El inversor 21 puede ser una válvula semiconductor que puede convertir la potencia en CC recibida desde el rectificador 13 en potencia en CA. En un modo de realización, la válvula semiconductor puede ser cualquiera de una válvula de tiristor y una válvula de IGBT.

[0060] El inversor 21 puede recibir una CC o una tensión de CC del inversor 21 a través de las líneas de transmisión de CC W1 y W2, y convertir la CC recibida o la tensión de CC en una CA o una tensión de CA.

[0061] El segundo condensador C2 puede estar conectado al rectificador 13 en paralelo, y puede ser un condensador de filtrado que estabiliza la tensión de CC introducida en el inversor 21.

[0062] El segundo filtro de CA 26 puede disponerse entre el segundo inductor 27 y el dispositivo de alimentación de CA 23. El segundo filtro de CA 26 puede eliminar los armónicos de corriente generados en el procedimiento de convertir la CA en CC mediante el inversor 21. Es decir, el segundo filtro de CA 26 puede eliminar los armónicos de corriente para bloquear la entrada de los armónicos de corriente en el dispositivo de alimentación de CA 23. En un modo de realización, el segundo filtro de CA 26 puede incluir un circuito resonante que incluye un condensador, un inductor y una resistencia.

[0063] El dispositivo de alimentación de potencia en CA 23 puede recibir, a través del segundo filtro de CA 26, potencia en CA de la que se han eliminado los armónicos.

[0064] La cuarta unidad de medición M8 puede medir una tensión de CC Ud2 través del segundo condensador C2 y transmitir una tensión medida a la segunda unidad de control 25.

[0065] La quinta unidad de medición M6 puede medir una CA IV2 o una tensión de CA UV2 transmitida desde la entrada del segundo inductor 27 o desde el inversor 21, y transmitir una corriente o tensión medida a la segunda unidad de control 25. A continuación, la tensión de CA UV2 transmitida desde la salida del segundo inductor 27 o del inversor 21 se denomina tensión de puente UV2.

[0066] La sexta unidad de medición M4 puede medir una tensión de CA UL2 suministrada por el dispositivo de alimentación de CA 23 y transmitir una tensión medida a la segunda unidad de control 25. La sexta unidad de medición M4 puede medir una tensión de CA UL2 de un punto entre el dispositivo de alimentación de potencia en CA 23 y el segundo filtro de CA 26 y transmitir una tensión medida a la segunda unidad de control 25. A continuación, la tensión de CA UL2 medida en el punto entre el dispositivo de alimentación de CA 23 y el segundo filtro de CA 26 se denomina tensión de bus UL2.

[0067] La segunda unidad de control 25 puede controlar las operaciones globales del segundo convertidor de potencia 20.

[0068] La segunda unidad de control 15 puede controlar las operaciones del inversor 21 basándose en la tensión de bus UL2 recibida de la sexta unidad de medición M4, la CA IV2 recibida de la quinta unidad de medición M6 y transmitida desde el inversor 21, y la tensión de CC Ud2 recibida desde la sexta unidad de medición M4 y a través del segundo condensador C2.

[0069] Si el inversor 21 es de un tipo de válvula de IGBT, la segunda unidad de control 25 puede transmitir una señal de encendido o de apagado al inversor 21 basándose en la tensión de bus UL2 recibida de la sexta unidad de medición M4, la CA IV2 recibida desde la quinta unidad de medición M6 y transmitida desde el inversor 21, y la tensión de CC Ud2 recibida desde la cuarta unidad de medición M8 y a través del segundo condensador C2 para controlar las operaciones del inversor 21. La conversión de la potencia en CC en potencia en CA puede controlarse mediante la señal de encendido o la señal de apagado.

[0070] En particular, cuando una tensión de CC (por ejemplo, la tensión de CC Ud2 a través del segundo condensador C2) medido en un punto sobre la línea de transmisión de CC W1 supera un valor de referencia durante un cierto tiempo, la segunda unidad de control 15 puede confirmar que hay una tensión anormal en la línea de transmisión de CC. Cuando se confirma que existe una tensión anormal en la línea de transmisión de CC, la segunda unidad de control 25 puede generar una señal de comando de cambio de fase y ajustar la diferencia de

fase entre la tensión de puente UV2 y la tensión de bus UL2.

[0071] El sistema de transmisión HVDC 1 según un modo de realización de la Fig. 2, detecta el estado de tensión anormal en la línea de transmisión de CC para ajustar la diferencia de fase entre la tensión de puente UV1 y la tensión del bus UL1. Por lo tanto, dado que es posible evitar que se aplique una tensión de CC excesiva a la línea de transmisión de CC, el sistema de transmisión HVDC 1 puede funcionar dentro de un límite de operación segura.

[0072] La Fig. 3 es un diagrama para explicar la configuración de un sistema de transmisión HVDC según otro modo de realización.

[0073] Con referencia a la Fig. 3, un sistema de transmisión HVDC 2 según otro modo de realización incluye un primer convertidor de potencia 10 y un segundo convertidor de potencia 20.

[0074] El primer convertidor de potencia 10 puede convertir la potencia en CA en potencia en CC para proporcionar la CC al segundo convertidor de potencia 20, y el segundo convertidor de potencia 20 puede convertir la potencia en CC recibida del primer convertidor de potencia 10 en potencia en CA.

[0075] El primer convertidor de potencia 10 y el segundo convertidor de potencia 20 pueden estar conectados por líneas de transmisión de CC de polo positivo W1 y W2. Las líneas de transmisión de CC W1 y W2 pueden transmitir una CC o tensión de CC transmitida por el primer convertidor de potencia 10 al segundo convertidor de potencia 20.

[0076] Las líneas de transmisión de CC W1 y W2 pueden ser uno cualquiera de una línea aérea y un cable, o una combinación de los mismos.

[0077] El primer convertidor de potencia 10 incluye un dispositivo de alimentación de potencia en CA 11, un primer filtro de CA 16, un primer inductor 17, un rectificador 13, un primer condensador C1, una primera unidad de medición M1, una primera unidad de medición de potencia activa M18, una tercera unidad de medición M7, y una primera unidad de control 15.

[0078] El dispositivo de alimentación de CA 11 puede producir potencia en CA y transmitir la potencia en CA al rectificador 13. El dispositivo de alimentación de potencia en CA 11 puede ser una estación de energía que puede producir y suministrar energía, tal como una estación de energía eólica.

[0079] El dispositivo de alimentación de CA 11 puede transmitir CA trifásica al rectificador 13.

[0080] El primer filtro de CA 16 puede estar dispuesto entre el dispositivo de alimentación de potencia en CA 11 y el rectificador 13. El primer filtro de CA 16 puede eliminar los armónicos de corriente generados en el procedimiento de convertir la potencia en CA en potencia en CC mediante el rectificador 13. Es decir, el primer filtro de CA 16 puede eliminar los armónicos de corriente para bloquear la entrada de los armónicos de corriente en el dispositivo de alimentación de CA 11. En un modo de realización, el primer filtro de CA 16 puede incluir un circuito resonante que incluye un condensador, un inductor y una resistencia.

[0081] El primer inductor 17 puede estar dispuesto entre el primer filtro de CA 13 y el rectificador 13.

[0082] El primer inductor 17 puede transmitir, al rectificador 13, una CA de la que los armónicos de corriente se han eliminado a través del primer filtro de CA 16. El primer inductor 17 puede ser un inductor que ajusta la fase de la CA de la que se han eliminado los armónicos de corriente a través del primer filtro de CA 16.

[0083] El rectificador 13 puede convertir la potencia en CA recibida desde el dispositivo de alimentación de potencia en CA 11, en particular, desde el primer inductor 17, en potencia en CC.

[0084] El rectificador 13 puede ser una válvula semiconductor que puede convertir la potencia en CA en potencia en CC. En un modo de realización, la válvula semiconductor puede ser cualquiera de una válvula de tiristor y una válvula de IGBT.

[0085] El primer condensador C1 puede ser un condensador de filtrado que está conectado al rectificador 13 en paralelo y estabiliza una salida de tensión de CC del rectificador 13.

[0086] La primera unidad de medición M1 puede medir una tensión de CA UL1 suministrada por el dispositivo de alimentación de potencia en CA 11 y transmitir una tensión medida a la primera unidad de control 15. La primera unidad de medición M1 puede medir una tensión de CA UL1 de un punto entre el dispositivo de alimentación de CA 11 y el primer filtro de CA 16 y transmitir una tensión medida a la primera unidad de control 15. A continuación, la tensión de CA UL1 medida en el punto entre el dispositivo de alimentación de potencia en CA 11 y el primer filtro de CA 16 se denomina tensión de bus UL1.

[0087] La primera unidad de medición de potencia activa 18 puede medir la potencia activa de, por ejemplo, un

primer punto A en la Fig. 3, o puede medir cualquier punto entre la salida del primer inductor 17 y la entrada del rectificador 13.

5 **[0088]** En particular, la primera unidad de medición de potencia activa 18 puede medir la CA IV1 y la tensión de CA UV1 introducida en la salida del primer inductor 17 o al rectificador 13, medir la primera potencia activa P1 usando la CA medida IV1 y UV1, y luego transmitir la primera potencia activa P1 medida a la primera unidad de control 15. A continuación, la tensión de CA UV1 introducida en la salida del primer inductor 17 o al rectificador 13 se denomina tensión de puente UV1.

10 **[0089]** La tercera unidad de medición M7 puede medir una tensión de CC Ud1 través del primer condensador C1 y transmitir una tensión medida a la primera unidad de control 15.

15 **[0090]** La primera unidad de control 15 puede controlar las operaciones globales del primer convertidor de potencia 10.

20 **[0091]** La primera unidad de control 15 puede medir la relación de la segunda potencia activa P2 con respecto a la primera potencia activa P1 basándose en la primera potencia activa P1 medida y la segunda potencia activa P2. En un modo de realización, la primera unidad de control 15 puede recibir información sobre la segunda potencia activa P2 desde la segunda unidad de control 25. Cada una de la primera unidad de control 15 y la segunda unidad de control 25 puede incluir una interfaz de comunicación remota para el intercambio de información entre el primer convertidor de potencia 10 y el segundo convertidor de potencia 20, y recibir información sobre la primera potencia activa P1 y la segunda potencia activa P2 a través de la interfaz de comunicación remota.

25 **[0092]** La primera unidad de control 15 puede utilizar la información sobre la segunda potencia activa P2 recibida de la segunda unidad de control 25 para medir la relación de la segunda potencia activa P2 con respecto a la primera potencia activa P1 ($a = P2/P1 \times 100$). En un modo de realización, la primera unidad de control 15 puede recibir información sobre la segunda potencia activa P2 desde la segunda unidad de control 25. Cada una de la primera unidad de control 15 y la segunda unidad de control 25 puede incluir una interfaz de comunicación remota para el intercambio de información entre el primer convertidor de potencia 10 y el segundo convertidor de potencia 20, transmitir y recibir información sobre la primera potencia activa P1 y la segunda potencia activa P2 a través de la interfaz de comunicación remota.

30 **[0093]** La primera unidad de control 15 puede utilizar la información sobre la segunda potencia activa P2 recibida de la segunda unidad de control 25 para medir la relación de la segunda potencia activa P2 con respecto a la primera potencia activa P1 ($a = P2/P1 \times 100$).

35 **[0094]** La primera unidad de control 15 puede comprobar si la relación medida está dentro de un intervalo de relación de referencia. En un modo de realización, el intervalo de relación de referencia puede ser un intervalo de relación que puede confirmarse que no existe un estado de tensión anormal en la línea de transmisión de CC, y tiene un intervalo de aproximadamente el 95 % a aproximadamente el 98 %. Sin embargo, estas cifras solo se proporcionan a modo de ejemplo.

40 **[0095]** Por ejemplo, cuando la primera potencia activa P1 es de aproximadamente 100 MW y la segunda potencia activa P2 es de aproximadamente 96 MW, la relación de la segunda potencia activa P2 con respecto a la primera potencia activa P1 es de aproximadamente el 96 % y, por lo tanto, puede confirmarse que la relación está en el intervalo de relación de referencia, en cuyo caso la primera unidad de control 15 puede confirmar que no hay un estado de tensión anormal en la línea de transmisión de CC.

45 **[0096]** Si la primera potencia activa P1 es de aproximadamente 100 MW y la segunda potencia activa P2 es de aproximadamente 90 MW, la relación de la segunda potencia activa P2 con respecto a la primera potencia activa P1 es de aproximadamente el 90% y, por lo tanto, puede confirmarse que la relación no está en el intervalo de relación de referencia, en cuyo caso la primera unidad de control 15 puede confirmar que hay un estado de tensión anormal en la línea de transmisión de CC.

50 **[0097]** La primera unidad de control 15 puede generar una señal de disparo cuando la relación medida no está dentro del intervalo de relación de referencia.

55 **[0098]** Es decir, cuando la relación de la segunda potencia activa con respecto a la primera potencia activa no está dentro del intervalo de relación de referencia, la primera unidad de control 15 puede determinar que hay un estado de tensión anormal en la línea de transmisión de CC y generar la señal de disparo para detener el funcionamiento del sistema de transmisión HVDC 2.

60 **[0099]** Si la relación de la segunda potencia activa con respecto a la primera potencia activa está dentro del intervalo de relación de referencia, la primera unidad de control 15 puede determinar que no hay un estado de tensión anormal en la línea de transmisión de CC y no generar la señal de disparo para detener el funcionamiento del sistema de transmisión HVDC 2.

- 5 **[0100]** El segundo convertidor de potencia 20 incluye un inversor 21, un segundo condensador C2, un segundo inductor 27, un segundo filtro de CA 26, un dispositivo de alimentación de potencia en CA 23, una cuarta unidad de medición M8, una segunda unidad de medición de potencia activa 28, una sexta unidad de medición M4, y una segunda unidad de control 25.
- 10 **[0101]** El inversor 21 puede ser una válvula semiconductor que puede convertir la CC recibida desde el rectificador 13 en potencia en CA. En un modo de realización, la válvula semiconductor puede ser cualquiera de una válvula de tiristor y una válvula de IGBT.
- [0102]** El inversor 21 puede recibir una CC o una tensión de CC del inversor 21 a través de las líneas de transmisión de CC W1 y W2, y convertir la CC recibida o la tensión de CC en una CA o una tensión de CA.
- 15 **[0103]** El segundo condensador C2 puede estar conectado al inversor 13 en paralelo, y puede ser un condensador de filtrado que estabiliza la tensión de CC introducida en el inversor 21.
- 20 **[0104]** El segundo filtro de CA 26 puede disponerse entre el segundo inductor 27 y el dispositivo de alimentación de CA 23. El segundo filtro de CA 26 puede eliminar los armónicos de corriente generados en el procedimiento de convertir la potencia en CA en potencia en CC mediante el inversor 21. Es decir, el segundo filtro de CA 26 puede eliminar los armónicos de corriente para bloquear la entrada de los armónicos de corriente en el dispositivo de alimentación de potencia en CA 23. En un modo de realización, el segundo filtro de CA 26 puede incluir un circuito resonante que incluye un condensador, un inductor y una resistencia.
- 25 **[0105]** El dispositivo de alimentación de potencia en CA 23 puede recibir, a través del segundo filtro de CA 26, potencia en CA de la que se han eliminado los armónicos.
- [0106]** La cuarta unidad de medición M8 puede medir una tensión de CC Ud2 través del segundo condensador C2 y transmitir una tensión medida a la segunda unidad de control 25.
- 30 **[0107]** La segunda unidad de medición de potencia activa 28 puede medir la potencia activa de, por ejemplo, un segundo punto B en la Fig. 3, o puede medir cualquier punto entre la salida del primer inductor 17 y la entrada del rectificador 2.
- 35 **[0108]** La segunda unidad de medición de potencia activa 28 puede medir la CA IV2 y la tensión de CA UV2 transmitida desde la entrada del segundo inductor 27 o desde el inversor 21, medir la segunda potencia activa P2 mediante el uso de la CA medida IV2 y UV2, y luego transmitir la segunda potencia activa P2 medida a la segunda unidad de control 25. A continuación, la tensión de CA UV2 transmitida desde la salida del segundo inductor 27 o del inversor 21 se denomina tensión de puente UV2.
- 40 **[0109]** La sexta unidad de medición M4 puede medir una tensión de CA UL2 suministrada por el dispositivo de alimentación de CA 23 y transmitir una tensión medida a la segunda unidad de control 25. La sexta unidad de medición M4 puede medir la tensión de CA UL2 de un punto entre el dispositivo de alimentación de potencia en CA 23 y el segundo filtro de CA 26 y transmitir una tensión medida a la segunda unidad de control 25. A continuación, la tensión de CA UL2 medida en el punto entre el dispositivo de alimentación de potencia en CA 23 y el segundo filtro de CA 26 se denomina tensión de bus UL2.
- 45 **[0110]** La segunda unidad de control 25 puede controlar las operaciones globales del segundo convertidor de potencia 20.
- 50 **[0111]** La segunda unidad de control 25 puede medir la relación de la segunda potencia activa P2 con respecto a la primera potencia activa P1 basándose en la primera potencia activa P1 medida y la segunda potencia activa P2. En un modo de realización, la segunda unidad de control 25 puede recibir información sobre la primera potencia activa P1 desde la primera unidad de control 15. Cada una de la primera unidad de control 15 y la segunda unidad de control 25 puede incluir una interfaz de comunicación remota para el intercambio de información entre el primer convertidor de potencia 10 y el segundo convertidor de potencia 20, transmitir y recibir información sobre la primera potencia activa P1 y la segunda potencia activa P2 a través de la interfaz de comunicación remota.
- 55 **[0112]** La segunda unidad de control 25 puede utilizar la información sobre la primera potencia activa P1 recibida de la primera unidad de control 15 para medir la relación de la segunda potencia activa P2 con respecto a la primera potencia activa P1 ($a = P2/P1 \times 100$).
- 60 **[0113]** La segunda unidad de control 25 puede comprobar si la relación medida está dentro de un intervalo de relación de referencia. En un modo de realización, el intervalo de relación de referencia puede ser un intervalo de relación que puede confirmarse que no existe un estado de tensión anormal en la línea de transmisión de CC, y tiene un intervalo de aproximadamente el 95 % a aproximadamente el 98 %. Sin embargo, estas cifras solo se proporcionan a modo de ejemplo.
- 65

- [0114] La segunda unidad de control 25 genera una señal de disparo cuando la relación medida no está dentro del intervalo de relación de referencia.
- 5 [0115] Es decir, cuando la relación de la segunda potencia activa con respecto a la primera potencia activa no está dentro del intervalo de relación de referencia, la segunda unidad de control 25 puede determinar que hay un estado de tensión anormal en la línea de transmisión de CC y generar la señal de disparo para detener el funcionamiento del sistema de transmisión HVDC 2.
- 10 [0116] Si la relación de la segunda potencia activa con respecto a la primera potencia activa está dentro del intervalo de relación de referencia, la segunda unidad de control 25 puede determinar que no hay un estado de tensión anormal en la línea de transmisión de CC y no generar la señal de disparo para detener el funcionamiento del sistema de transmisión HVDC 2.
- 15 [0117] La Fig. 4 es un diagrama para explicar un procedimiento de control de un sistema de transmisión HVDC según un modo de realización.
- [0118] A continuación, se describe el procedimiento de control del sistema de transmisión HVDC según un modo de realización, junto con las Figs. 1 a 3.
- 20 [0119] En primer lugar, la primera unidad de medición de potencia activa 18 del primer convertidor de potencia 10 mide la primera potencia activa en la potencia en CA introducida en el rectificador 13 en la etapa S201.
- [0120] En un modo de realización, la primera unidad de medición de potencia activa 18 puede medir la potencia activa de, por ejemplo, el primer punto A en la Fig. 3, o puede medir cualquier punto entre la salida del primer inductor 17 y la entrada del rectificador 13.
- 25 [0121] La primera unidad de medición de potencia activa 18 puede medir la primera potencia activa en el primer punto A basándose en la CA UV1 y la tensión de CA IV1 medida en el primer punto A.
- 30 [0122] La primera unidad de medición de potencia activa 18 puede usar la CA UV1 y la tensión de CA IV1 introducida en el rectificador 13 para medir la primera potencia activa P1 introducida en el rectificador 13.
- [0123] La segunda unidad de medición de potencia activa 28 del segundo convertidor de potencia 20 mide la segunda potencia activa en la CA transmitida desde el inversor 13 en la etapa S203.
- 35 [0124] En un modo de realización, la segunda unidad de medición de potencia activa 28 puede medir la potencia activa de, por ejemplo, el segundo punto A en la Fig. 3, o puede medir cualquier punto entre la entrada del segundo inductor 27 y la salida del inversor 21.
- 40 [0125] La segunda unidad de medición de potencia activa 28 puede medir la segunda potencia activa en el segundo punto B basándose en la CA UV2 y la tensión de CA IV2 medida en el segundo punto B.
- [0126] La segunda unidad de medición de potencia activa 28 puede utilizar la CA IV2 y la tensión de CA UV2 transmitida desde el inversor 21 para medir la segunda potencia activa P2 transmitida desde el inversor 21.
- 45 [0127] La primera unidad de control 15 del primer convertidor de potencia 10 mide la relación de la segunda potencia activa P2 con respecto a la primera potencia activa P1 basándose en la primera potencia activa P1 y la segunda potencia activa P2 medidas.
- 50 [0128] En un modo de realización, la primera unidad de control 15 puede recibir información sobre la segunda potencia activa P2 desde la segunda unidad de control 25. Tanto la primera unidad de control 15 como la segunda unidad de control 25 puede incluir una interfaz de comunicación remota para el intercambio de información entre el primer convertidor de potencia 10 y el segundo convertidor de potencia 20, transmitir y recibir información sobre la primera potencia activa P1 y la segunda potencia activa P2 a través de la interfaz de comunicación remota.
- 55 [0129] En un modo de realización, la comunicación por cable puede usarse para la transmisión/recepción de señales de información y de control entre la primera unidad de control 15 y la segunda unidad de control 25.
- 60 [0130] La primera unidad de control 15 puede utilizar la información sobre la segunda potencia activa P2 recibida de la segunda unidad de control 25 para medir la relación de la segunda potencia activa P2 con respecto a la primera potencia activa P1 ($a = P2/P1 \times 100$).
- 65 [0131] La primera unidad de control 15 del primer convertidor de potencia 10 comprueba si la relación medida está dentro del intervalo de relación de referencia. En un modo de realización, el intervalo de relación de referencia puede ser un intervalo de relación que puede confirmarse que no existe un estado de tensión anormal en la línea de

transmisión de CC, y tiene un intervalo de aproximadamente el 95 % a aproximadamente el 98 %. Sin embargo, estas cifras solo se proporcionan a modo de ejemplo.

5 **[0132]** Por ejemplo, cuando la primera potencia activa P1 es de aproximadamente 100 MW y la segunda potencia activa P2 es de aproximadamente 96 MW, la relación de la segunda potencia activa P2 con respecto a la primera potencia activa P1 es de aproximadamente el 96 % y, por lo tanto, puede confirmarse que la relación está en el intervalo de relación de referencia, en cuyo caso la primera unidad de control 15 puede confirmar que no hay un estado de tensión anormal en la línea de transmisión de CC.

10 **[0133]** Si la primera potencia activa P1 es de aproximadamente 100 MW y la segunda potencia activa P2 es de aproximadamente 90 MW, la relación de la segunda potencia activa P2 con respecto a la primera potencia activa P1 es de aproximadamente el 90% y, por lo tanto, puede confirmarse que la relación no está en el intervalo de relación de referencia, en cuyo caso la primera unidad de control 15 puede confirmar que hay un estado de tensión anormal en la línea de transmisión de CC.

15 **[0134]** Si la relación medida está dentro del intervalo de relación de referencia, el proceso vuelve a la etapa S201, y cuando la relación medida no está dentro del intervalo de relación de referencia, la primera unidad de control 15 del primer convertidor de potencia 10 genera una señal de disparo en la etapa S209.

20 **[0135]** Es decir, cuando la relación de la segunda potencia activa con respecto a la primera potencia activa no está dentro del intervalo de relación de referencia, la primera unidad de control 15 puede determinar que hay un estado de tensión anormal en la línea de transmisión de CC y generar la señal de disparo para detener el funcionamiento del sistema de transmisión HVDC 2.

25 **[0136]** Si la relación de la segunda potencia activa con respecto a la primera potencia activa está dentro del intervalo de relación de referencia, la primera unidad de control 15 puede determinar que no hay un estado de tensión anormal en la línea de transmisión de CC y no generar la señal de disparo para detener el funcionamiento del sistema de transmisión HVDC 2.

30 **[0137]** La primera unidad de control 15 del primer convertidor de potencia 10 detiene el funcionamiento del sistema de transmisión HVDC 2 según la señal de disparo generada.

35 **[0138]** Se describe en el modo de realización de la Fig. 4 que la primera unidad de control 15 realiza las etapas S205 a S211, pero también pueden realizarse por la segunda unidad de control 25.

40 **[0139]** De acuerdo con el procedimiento de control del sistema de transmisión HVDC 2 según diversos modos de realización, es posible detectar el estado de tensión anormal en la línea de transmisión de CC sin un medio para generar una señal de comando de cambio de fase para el ajuste de la diferencia de fase entre la tensión de puente UV1 y la tensión de bus UL1 y un medio para ajustar la diferencia de fase entre la tensión de puente UV1 y la tensión de bus UL1 según la señal de comando de cambio de fase para evitar así que el sistema funcione de forma inestable, y también es posible reducir el coste del sistema de transmisión HVDC.

45 **[0140]** Además, según el procedimiento de control del sistema de transmisión HVDC 2 según otro modo de realización, es posible comprobar fácilmente el estado de tensión anormal en la línea de transmisión de CC usando sólo potencia activa medida en un punto del primer convertidor de potencia 10 y potencia activa medida en un punto del segundo convertidor de potencia 20.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) (1) que comprende:
 - 5 un rectificador (13) configurado para convertir la potencia en corriente alterna (CA) en potencia en CC;
 - un inversor (21) configurado para convertir la potencia en CC en potencia en CA;
 - 10 una línea de transmisión de CC (W1, W2) configurada para transmitir, al inversor, la potencia en CC obtenida a través de la conversión por el rectificador;
 - una primera unidad de medición de potencia activa (18) configurada para medir la primera potencia activa introducida en el rectificador;
 - 15 una segunda unidad de medición de potencia activa (28) configurada para medir la segunda potencia activa transmitida desde el inversor; y
 - una primera unidad de control (15) configurada para detectar una tensión anormal en la línea de transmisión de CC (W1, W2) en función de la primera y segunda potencias activas medidas, caracterizado por que la primera unidad de control está configurada además para:
 - 20 confirmar que hay una tensión anormal en la línea de transmisión de CC (W1, W2), cuando una relación de la segunda potencia activa con respecto a la primera potencia activa está fuera de un intervalo de relación de referencia, en el que
 - 25 la primera unidad de medición de potencia activa (18) mide una corriente de CA y una tensión de CA introducida en el rectificador (13) para medir la primera potencia activa,
 - 30 la segunda unidad de medición de potencia activa (28) mide una corriente de CA y una tensión de CA transmitida desde el inversor (21) para medir la segunda potencia activa.
2. El sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) según la reivindicación 1, en el que la primera unidad de control (15) genera una señal de disparo que detiene el funcionamiento del sistema de transmisión HVDC (1) cuando se confirma que existe una tensión anormal en la línea de transmisión de CC (W1, W2).
3. El sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, que comprende además una segunda unidad de control (25) que recibe la segunda potencia activa medida por la segunda unidad de medición de potencia activa (28).
4. El sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) según la reivindicación 3, en el que la primera unidad de control (15) recibe información sobre la segunda potencia activa de la segunda unidad de control (25), y detecta el estado de tensión anormal en la línea de transmisión de CC (W1, W2) basándose en la primera potencia activa y la información recibida sobre la segunda potencia activa.
5. El sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además:
 - 50 un primer filtro de CA (16) que elimina una corriente armónica generada en el procedimiento de conversión de potencia del rectificador (13), y
 - un segundo filtro de CA (26) que elimina la corriente armónica generada en el procedimiento de conversión de potencia del inversor.
6. El sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que tanto el rectificador (13) como el inversor (21) comprende una cualquiera de una válvula de tiristor y una válvula de transistor bipolar de puerta aislada (IGBT).
7. El sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además:
 - 60 un primer condensador (C1) conectado al rectificador en paralelo y que estabiliza una CC transmitida desde el rectificador (13); y
 - 65 un segundo condensador (C2) conectado al inversor en paralelo y que estabiliza una CC introducida en el inversor.

FIG. 1

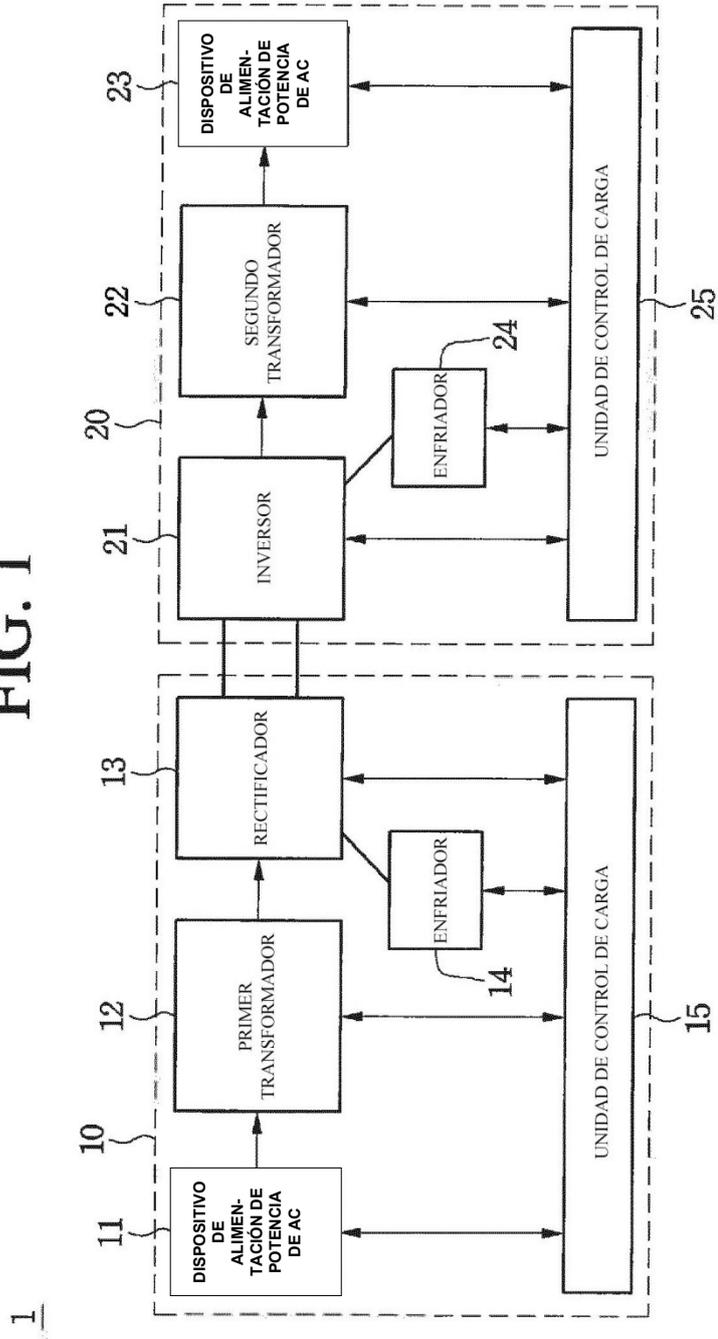
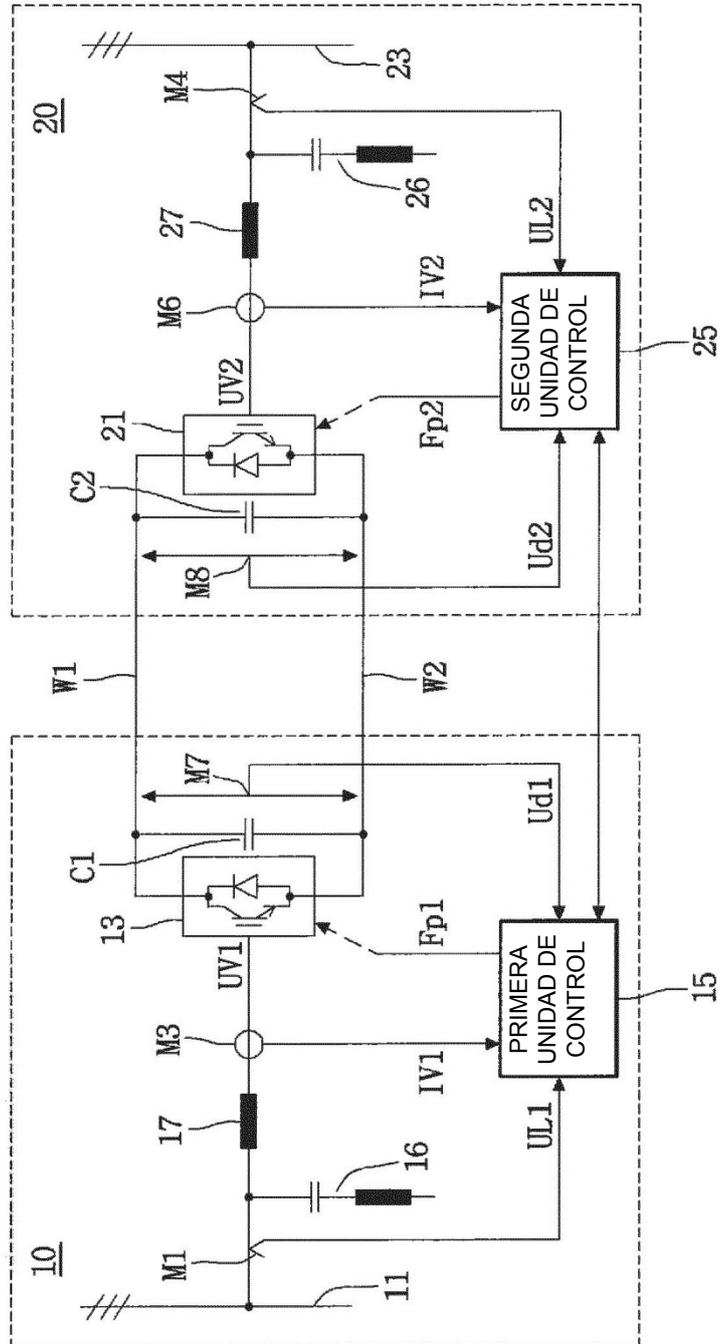
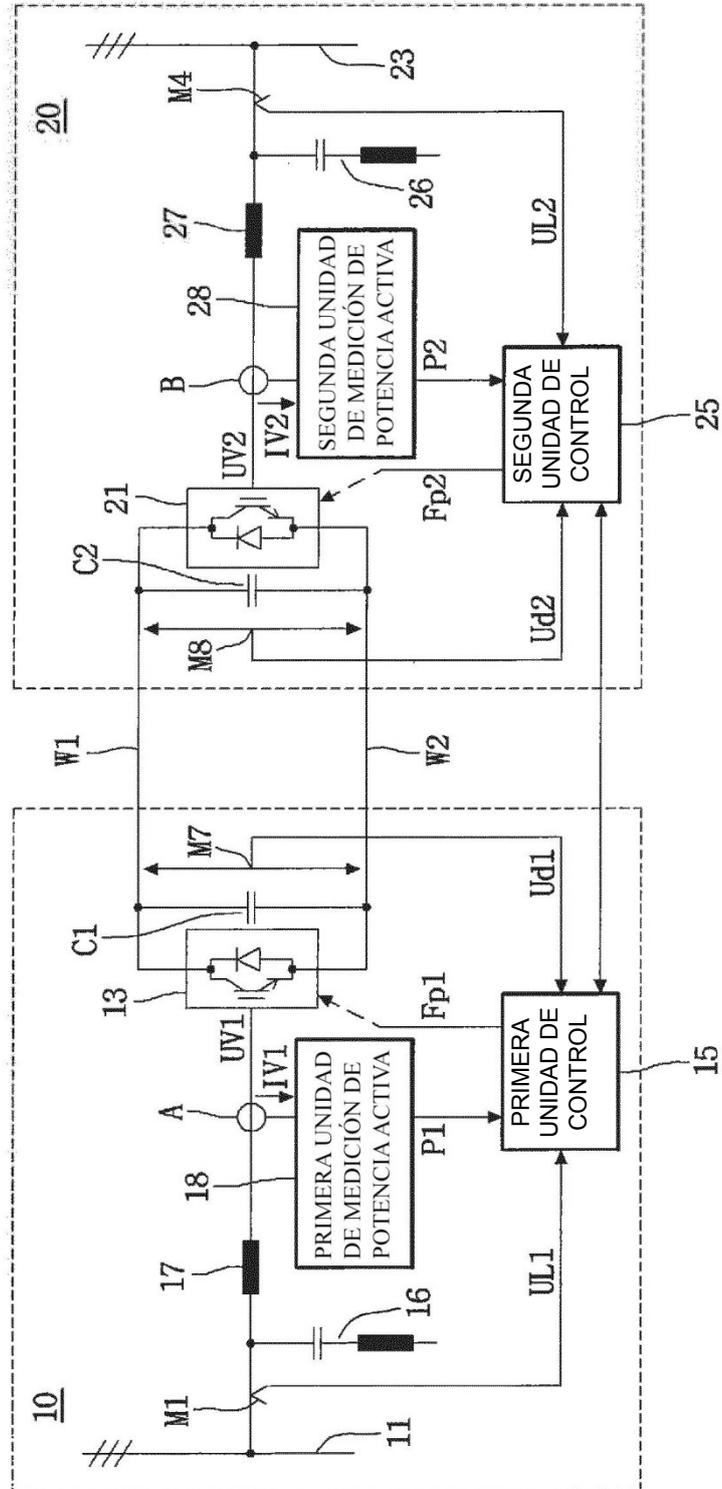


FIG. 2



1

FIG. 3



2

FIG. 4

