

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 379**

51 Int. Cl.:

H02J 3/36 (2006.01)
H02J 3/16 (2006.01)
H02J 3/18 (2006.01)
H02M 1/42 (2007.01)
H02M 5/44 (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 15165602 (2)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.01.2018** EP 2945252

54 Título: **Sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión con compensación de energía reactiva en el lado de CA**

30 Prioridad:

13.05.2014 KR 20140057390

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

19.04.2018

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 2 664 379 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 de alta tensión con compensación de energía reactiva en el lado de CA

5 ANTECEDENTES

[1] La presente divulgación se refiere a un sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión y, más particularmente, a un sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión capaz de controlar la energía reactiva.

10 [2] La transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) se refiere a un procedimiento de transmisión de energía eléctrica en el que la energía de corriente alterna (CA) generada desde una central eléctrica se convierte en energía de corriente continua (CC) y se transmite mediante una parte de transmisión de energía y la energía de CC transmitida se convierte de nuevo en energía de CA en una parte receptora de energía para suministrar la energía.

15 [3] Los sistemas HVDC se aplican a la transmisión por cable submarino, a la transmisión en volumen de larga distancia, a la interconexión entre sistemas de CA y similar. Además, los sistemas HVDC permiten la posible interconexión entre sistemas de frecuencia que tengan diferentes frecuencias e interconexión asíncrona.

20 [4] La parte de transmisión de energía convierte la energía de CA en energía de CC. Es decir, puesto que es muy peligrosa la situación en la que la energía de CA se transmite usando cables submarinos y similar, la parte de transmisión de energía convierte la energía de CA en energía de CC y luego transmite la energía de CC a una parte receptora de energía.

25 [5] En general, cuando la parte de transmisión de energía está en un modo de control de la tensión de CC controlando la tensión de CC de una línea de transmisión de energía de CC, la parte receptora de energía puede estar en un modo de control de la energía de CA, un modo de control de la tensión de CA y un modo de control de la energía reactiva. La parte de transmisión de la energía proporciona la energía activa requerida por la parte de recepción de energía, y tiene una función para mantener una tensión de CC.

30 [6] Sin embargo, en el sistema de transmisión HVDC, una avería específica, en particular una avería temporal de una parte generadora de energía que genera energía de CA, interrumpe una transmisión precisa de la energía activa.

35 [7] Por lo tanto, incluso si ocurre una avería en el sistema de transmisión HDVC, se exige un procedimiento a través del cual se posibilite una transmisión precisa de la energía activa.

40 [8] El documento EP 0 554 804 A1 divulga un equipo de control para un sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión en el que se usan circuitos de control constante de la energía reactiva.

SUMARIO

45 [9] Este objeto se logra mediante la invención definida en las reivindicaciones independientes; los modos de realización de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

50 [10] Los aspectos proporcionan un sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) y un procedimiento de control del mismo, que realiza un control de realimentación de la energía reactiva de un sistema de transmisión HVDC.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[11]

55 La Figura 1 muestra un sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC). La Figura 2 muestra un sistema de transmisión HVDC de tipo monopolar. La Figura 3 muestra un sistema de transmisión HVDC de tipo bipolar. La Figura 4 muestra una conexión entre un transformador y un puente de válvula trifásico.

60 La Figura 5 es una vista que muestra la configuración de un sistema de transmisión HVDC según un modo de realización.

Las Figuras 6 y 7 son vistas que ilustran una segunda parte de control incluida en un sistema de transmisión HVDC de acuerdo con otro modo de realización de la presente divulgación.

65 La Figura 8 es un diagrama de flujo que representa un procedimiento de control de un sistema de transmisión HVDC según un modo de realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS MODOS DE REALIZACIÓN

- 5 **[12]** En adelante, los modos de realización a modo de ejemplo se describirán en más detalle con referencia a los dibujos adjuntos. Los sufijos "parte", "módulo" y "unidad" utilizados para significar componentes se usan indistintamente en el presente documento para ayudar en la redacción de la memoria descriptiva y, por lo tanto, no se debe considerar que tengan significados o roles específicos.
- 10 **[13]** La figura 1 muestra un sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) de acuerdo con un modo de realización.
- 15 **[14]** Como se muestra en la Figura 1, un sistema HVDC 100 de acuerdo con un aspecto incluye una parte de generación de energía 101, una parte de corriente alterna (CA) del lado de la transmisión 110, una parte de transformación de energía del lado de la transmisión 103, una parte de transmisión de energía de corriente continua (CC) 140, una parte de transformación de energía del lado receptor 105, una parte de CA del lado receptor 170, una parte receptora de la energía 180 y una parte de control 190. La parte de transformación de la energía del lado de la transmisión 103 incluye una parte de transformador del lado de la transmisión 120 y una parte de convertidor CA-CC del lado de la transmisión 130. La parte de transformación de la energía del lado receptor 105 incluye una parte de convertidor CC-CA del lado receptor 150 y una parte de transformador del lado receptor 160.
- 20 **[15]** La parte de generación de energía 101 genera energía de CA trifásica. La parte de generación de energía 101 puede incluir una pluralidad de centrales eléctricas.
- 25 **[16]** La parte de CA del lado de la transmisión 110 transmite la energía de CA trifásica generada por la parte de generación de energía 101 a una subestación de transformación de la energía de CC que incluye la parte de transformador del lado de la transmisión 120 y la parte de convertidor CA-CC del lado de la transmisión 130.
- 30 **[17]** La parte de transformador del lado de la transmisión 120 aísla la parte de CA del lado de la transmisión 110 de la parte de convertidor CA-CC del lado de la transmisión 130 y de la parte de transmisión de energía de CC 140.
- 35 **[18]** La parte de convertidor CA-CC del lado de la transmisión 130 convierte, en energía de CA, la energía de CA trifásica correspondiente a la salida de la parte de transformador del lado de la transmisión 120.
- [19]** La parte de transmisión de CC 140 transfiere la energía de CC del lado de la transmisión a la parte receptora.
- 40 **[20]** La parte de convertidor CC-CA del lado receptor 150 convierte la energía de CC transferida por la parte de transmisión de energía de CC 140 en energía de CA.
- 45 **[21]** La parte de transformador del lado receptor 160 aísla la parte de CA del lado receptor 170 de la parte de convertidor CC-CA del lado receptor 150 y de la parte de transmisión de energía de CC 140.
- [22]** La parte de CA del lado receptor 170 proporciona a la parte receptora de energía 180 la energía de CA trifásica correspondiente a la salida de la parte de transformador del lado receptor 160.
- 50 **[23]** La parte de control 190 controla al menos una de la parte de generación de energía 101, la parte de CA del lado de la transmisión 110, la parte de transformación de energía del lado de la transmisión 103, la parte de transmisión de energía de CC 140, la parte de transformación de energía del lado receptor 105, la parte de CA del lado receptor 170, la parte de cliente 180, la parte de control 190, la parte de convertidor CA-CC del lado de la transmisión 130 y la parte de convertidor CC-CA del lado receptor 150. En particular, la parte de control 190 puede controlar los tiempos de encendido y apagado de una pluralidad de válvulas que se proporcionen en la parte de convertidor CA-CC del lado de la transmisión 130 y en la parte de convertidor CC-CA de lado receptor 150. En este caso, la válvula pueden ser un tiristor o un transistor bipolar de puerta aislada (IGBT).
- 55 **[24]** La parte de control 190 incluye una primera unidad de control 191 y una segunda unidad de control 193.
- [25]** La primera unidad de control 191 controla al menos una de la parte de generación de energía 101, la parte de CA del lado de la transmisión 110, la parte de transformación de energía del lado de la transmisión 103 y la parte de transmisión de energía de CC 140.
- 60 **[26]** La segunda unidad de control 193 controla al menos una de la parte de transformación de energía del lado receptor 105, la parte de CA del lado receptor 170 y la parte de recepción de energía 180.
- 65 **[27]** La primera unidad de control 191 y la segunda unidad de control 193 pueden transmitir y recibir información usando comunicación por cable.

- [28] La Figura 2 muestra un sistema de transmisión HVDC de tipo monopolar de acuerdo con un modo de realización.
- [29] En particular, la Figura 2 muestra un sistema que transmite la energía de CC con un polo. De aquí en adelante, el único polo se describe suponiendo un polo positivo, pero no está necesariamente limitado al mismo.
- [30] La parte de CA del lado de la transmisión 110 incluye una línea de transmisión de CA 111 y un filtro de CA 113.
- [31] La línea de transmisión de energía de CA 111 transfiere la energía de CA trifásica generada por la parte de generación de energía 101 a la parte de transformación de energía del lado de la transmisión 103.
- [32] La parte de transformador del lado de la transmisión 120 incluye uno o más transformadores 121 para el polo positivo. Para el polo positivo, la parte de convertidor CA-CC del lado de la transmisión 130 incluye un convertidor de CC de polo positivo en CA 131, y el convertidor de CC de polo positivo en CA 131 incluye uno o más puentes de válvula trifásicos 131a correspondientes a uno o más transformadores 121 respectivamente.
- [33] El filtro de CC de polo positivo del lado de la transmisión 141 incluye un inductor L1 y un condensador C1 y realiza el filtrado de CC en la salida de energía de CC de polo positivo emitida por el convertidor de CC de polo positivo en CA 131.
- [34] La línea de transmisión de energía de CC de polo positivo 143 tiene una línea de CC para la transmisión de la energía de CC de polo positivo, y la toma de tierra puede usarse como una vía de realimentación de corriente. Uno o más conmutadores pueden estar dispuestos en la línea de CC.
- [35] El filtro de CC de polo positivo del lado receptor 145 incluye un inductor L2 y un condensador C2 y realiza el filtrado de la energía de CC de polo positivo transferida a través de la línea de transmisión de energía de CC de polo positivo 143.
- [36] La parte de convertidor CC-CA del lado receptor 150 incluye un convertidor CC-CA de polo positivo 151, y el convertidor CC-CA de polo positivo 151 incluye uno o más válvulas trifásicos 151a.
- [37] La parte de transformador del lado receptor 160 incluye, para el polo positivo, uno o más transformadores 161 correspondientes respectivamente a uno o más puentes de válvula trifásicos 151a. Cuando se use un puente de válvula trifásico 151a, el convertidor CC-CA de polo positivo 151 puede generar energía de CA que tenga seis impulsos usando la energía de CC de polo positivo. En este caso, una bobina primaria y una bobina secundaria de uno de los transformadores 161 pueden tener una conexión Y-Y o una conexión Y-delta (Δ).
- [38] La Figura 3 muestra un sistema de transmisión HVDC de tipo bipolar de acuerdo con un modo de realización.
- [39] En particular, la Figura 3 ilustra un sistema que transmite la energía de CC con dos polos. En la siguiente descripción, se describen dos polos suponiendo un polo positivo y un polo negativo, pero no están necesariamente limitados a los mismos.
- [40] La parte de CA del lado de la transmisión 110 incluye una línea de transmisión de CA 111 y un filtro de CA 113.
- [41] La línea de transmisión de energía de CA 111 transfiere la energía de CA trifásica generada por la parte de generación de energía 101 a la parte de transformación de energía del lado de la transmisión 103.
- [42] La línea de transmisión de energía de CC de polo positivo 143 tiene una línea de CC para la transmisión de la energía de CC de polo positivo, y
- [43] la toma de tierra se puede usar como ruta de realimentación de corriente. Uno o más conmutadores pueden estar dispuestos en la línea de CC.
- [44] La línea de transmisión de energía de CC de polo negativo 144 tiene una línea de CC para la transmisión de la energía de CC de polo negativo, y la toma de tierra puede usarse como una vía de realimentación de corriente. Uno o más conmutadores pueden estar dispuestos en la línea de CC.
- [45] La parte de convertidor CC-CA del lado receptor 150 incluye un convertidor CC-CA de polo positivo 151 y un convertidor CC-CA de polo negativo 152. El convertidor CC-CA de polo positivo 151 incluye uno o más puentes de válvula trifásicos 151a, y el convertidor CC-CA de polo negativo 152 incluye uno o más puentes de válvula trifásicos 152a.

- [46] A continuación, con referencia a la Figura 5, se describirá una configuración de otro sistema de transmisión HVDC de acuerdo con un modo de realización.
- [47] La Figura 5 es una vista que ilustra la configuración de un sistema de transmisión HVDC de acuerdo con otro modo de realización de la presente divulgación.
- [48] En el modo de realización de la Figura 5, algunos componentes descritos en las Figuras 1 a 4 no están ilustrados.
- [49] Con referencia a la figura 5, un sistema de transmisión HVDC de acuerdo con otro modo de realización de la presente divulgación incluye una parte de transmisión de energía 10 y una parte de recepción de energía 20.
- [50] La parte de transmisión de energía 10 puede convertir la energía de CA en energía de CC y proporcionar la energía de CC a la parte receptora de la energía 20, y la parte receptora de la energía 20 puede convertir la energía de CC recibida de la parte de transmisión de energía 10 en energía de CA.
- [51] La parte de transmisión de energía 10 y la parte receptora de energía 20 pueden estar conectadas por líneas de transmisión de energía de CC de polo positivo W1 y W2. Las líneas de transmisión de energía de CC W1 y W2 pueden transmitir la salida de corriente de CC o tensión de CC de la parte de transmisión de energía 10 a la parte receptora de energía 20.
- [52] Las líneas de transmisión de CC W1 y W2 pueden incluir bien una línea aérea o un cable, y una combinación de los mismos. La parte de transmisión de energía 10 incluye una parte generadora de energía 101, un primer filtro de CA 113, una línea de transmisión de CA 111, una parte de convertidor CA-CC de transmisión 130, un primer condensador C1, una primera parte de medición M1, una segunda parte de medición M2, una tercera parte de medición M5, y una primera unidad de control 191.
- [53] La parte generadora de energía 101 puede generar y transferir energía de CA a la parte de convertidor CA-CC del lado de la transmisión 130. La parte generadora de energía 101 puede ser una planta de energía, tal como una planta de energía eólica, capaz de producir y proporcionar energía eléctrica.
- [54] La parte generadora de energía 101 puede transferir energía de CA trifásica a la parte de convertidor CA-CC del lado de la transmisión 130.
- [55] En un modo de realización, el primer filtro de CA 113 puede incluir un circuito resonante que incluye un condensador, un inductor y una resistencia.
- [56] Además, el primer filtro de CA 113 puede proporcionar energía reactiva consumida en la parte de conversión de CA-CC del lado de la transmisión 130. La línea de transmisión de energía de CA 111 transfiere energía de CA trifásica generada por la parte de generación de energía 101 a la parte de convertidor de CA-CC del lado de la transmisión 130.
- [57] La línea de transmisión de energía de CA 111 puede estar dispuesta entre el primer filtro de CA 113 y la parte de conversión de CA-CC del lado de la transmisión 130.
- [58] La parte de conversión de CA-CC del lado de la transmisión 130 puede convertir la energía de CA transferida desde la parte generadora de energía 101. La parte de conversión de CA-CC del lado de la transmisión 130 puede ser una válvula semiconductora capaz de convertir la energía de CA en energía de CC. En un modo de realización, la válvula semiconductora puede ser una válvula de tiristor o una válvula de IGBT.
- [59] La primera unidad de medición M1 puede medir una tensión de CA UL1 proporcionada por la parte generadora de energía 101 y transmitir la tensión medida a la primera parte de control 191. La primera unidad de medición M1 puede medir una tensión de CA UL1 en un punto entre la parte generadora de energía 101 y el primer filtro de CA 113 y transmitir la tensión medida a la primera parte de control 191. La tensión de CA medida en un punto entre la parte generadora de energía 101 y el primer filtro de CA 113 puede denominarse tensión de bus UL1.
- [60] La segunda parte de medición M2 puede medir la entrada de corriente de CA IV1 o de tensión de CA UV1 desde el convertidor de CA-CC del lado de la transmisión 130, y transferir los datos medidos a la primera parte de control 191. La entrada de la tensión de CA UV1 al convertidor de CA-CC del lado de la transmisión 130 puede denominarse tensión de puente UV1.
- [61] La tercera parte de medición M5 puede medir la tensión de CC Udc1 aplicada a ambos extremos del primer condensador C1 y transferir los datos medidos a la primera parte de control 191.
- [62] La primera parte de control 191 puede controlar el funcionamiento global de la parte de transmisión de energía 10.

- 5 [63] La parte de control 190 descrita en la Figura 1 puede incluir la primera parte de control 191 y la segunda parte de control 193. La primera parte de control 191 se puede incluir en la parte de transmisión de energía 10, y la segunda parte de control 193 se puede incluir en la parte de recepción de energía 20.
- 10 [64] La primera parte de control 191 puede controlar el funcionamiento del convertidor de CA-CC del lado de la transmisión 130, basándose en la tensión de bus UL1 de la primera parte de medición M1, la corriente de CA IV1 que se recibe desde la segunda parte de medición M2 y se introduce en el convertidor de CA-CC del lado de la transmisión 130, y la tensión de CC Udc1 que se recibe desde la tercera parte de medición M5 y se aplica a ambos extremos del primer condensador C1.
- 15 [65] Si el convertidor de CA-CC del lado de la transmisión 130 es una válvula de tipo IGBT, la primera parte de control 191 puede controlar el funcionamiento del convertidor de CA-CC del lado de la transmisión 130 transfiriendo una señal de encendido o una señal de apagado al convertidor de CA-CC del lado de la transmisión 130, basándose en la tensión de bus UL1 recibida de la primera parte de medición M1, la corriente de CA IV1 que se recibe de la segunda parte de medición M2 y se introduce en el convertidor de CA-CC del lado de la transmisión 130, y la tensión de CC Udc1 que se recibe desde la tercera parte de medición M5 y se aplica a ambos extremos del primer condensador C1. Mediante las señales de encendido o apagado, se puede controlar la conversión de la energía de CA en energía de CC.
- 20 [66] La configuración de la primera parte de control 191 se describe a continuación con referencia a la figura 6.
- 25 [67] La parte de recepción de energía 20 incluye una parte de convertidor de CC-CA del lado receptor 150, un segundo condensador C2, una línea de transmisión de energía de CA 173, un segundo filtro de CA 171, una parte de cliente 180, una cuarta parte de medición M6, una quinta parte de medición M4, una sexta parte de medición M3 y una segunda parte de control 193.
- 30 [68] La parte de convertidor de CC-CA del lado receptor 150 puede ser una válvula semiconductor capaz de convertir la energía de CC transferida desde la parte del convertidor de CA-CC 130 del lado de la transmisión a energía de CA. En un modo de realización, la válvula semiconductor puede ser cualquiera de una válvula de tiristor o una válvula de IGBT.
- 35 [69] La parte del convertidor de CC-CA del lado receptor 150 puede recibir corriente de CC o tensión de CC a través de las líneas de transmisión de energía de CC W1 y W2 desde la parte del convertidor de CA-CC 130 del lado de la transmisión, y convertir la corriente de CC o la tensión de CC recibida en corriente de CA o tensión de CA.
- 40 [70] El segundo condensador C2 puede ser un condensador de suavizado que está conectado en paralelo con el convertidor de CC-CA del lado receptor 150 y suaviza la entrada de tensión de CC al convertidor de CC-CA del lado receptor 150.
- 45 [71] La línea de transmisión de energía de CA 173 puede proporcionar la energía de CA recibida desde el convertidor de CC-CA del lado receptor 150 a la parte del cliente 180.
- 50 [72] La línea de transmisión de energía de CA 173 puede incluir un inductor dispuesto entre el convertidor de CC-CA del lado receptor 150 y el segundo filtro de CA 171. El inductor puede transferir la salida de corriente de CA desde el convertidor de CC-CA del lado receptor 150 a la parte de cliente 180. El inductor puede ser un inductor de fase que ajusta la fase de la corriente de CA.
- 55 [73] Además, el segundo filtro de CA 171 puede proporcionar la energía reactiva consumida en la parte de conversión de CC-CA del lado receptor 150.
- 60 [74] La parte del cliente 180 puede recibir la energía de CA de la cual se eliminaron los componentes armónicos a través del segundo filtro de CA 171, y consumir la energía recibida.
- 65 [75] La cuarta parte de medición M6 puede medir la tensión de CC Udc2 aplicada a ambos extremos del segundo condensador C2 y transferir los datos medidos a la segunda parte de control 193.
- [76] La quinta parte de medición M4 puede medir la corriente de CA IV2 y transferir los datos medidos a la segunda parte de control 193.
- [77] La sexta parte de medición M3 puede medir la tensión de CA UL2 proporcionada/recibida a/desde la parte de cliente 180 y transferir los datos medidos a la segunda parte de control 193. La sexta parte de medición M3 puede medir la tensión de CA UL2 en un punto entre la parte de cliente 180 y el segundo filtro de CA 171 y transferir la tensión medida a la primera parte de control 193. La tensión de CA UL2 medida en un punto entre la parte del cliente 180 y el segundo filtro de CA 171 se denomina tensión de bus UL2.

- 5 [78] La segunda parte de control 193 puede controlar el funcionamiento global de la parte receptora de energía 20.
- 10 [79] La primera parte de control 193 puede controlar el funcionamiento del convertidor de CC-CA del lado receptor 150 basándose en la tensión de bus UL2 desde la sexta parte de medición M3, la corriente de CA IV2 que se recibe desde la quinta parte de medición M4 y la salida del convertidor de CC-CA del lado receptor 150, y la tensión de CC Udc2 que se recibe desde la cuarta parte de medición M6 y se aplica a ambos extremos del segundo condensador C2.
- 15 [80] Si el convertidor de CC-CA del lado receptor 150 es una válvula de tipo IGBT, la segunda parte de control 193 puede controlar el funcionamiento del convertidor de CC-CA del lado receptor 150 transfiriendo una señal de encendido o una señal de apagado al convertidor de CC-CA del lado receptor 150, basándose en la tensión de bus UL2 recibida de la sexta parte de medición M3, la corriente de CA IV2 que se recibe de la quinta parte de medición M4 y se emite desde el convertidor de CC-CA del lado receptor 150, y la tensión de CC Udc2 que se recibe desde la cuarta parte de medición M6 y se aplica a ambos extremos del segundo condensador C2. Mediante las señales de encendido o apagado, se puede controlar la conversión de energía de CC en energía de CA.
- 20 [81] En lo sucesivo, se describirán las configuraciones de la primera parte de control 191 y la segunda parte de control 193.
- 25 [82] Con referencia a la figura 5, la primera parte de control 191 incluye una primera parte de control de la tensión de CC 191a, un primer conmutador SW11, una primera parte de control de la tensión de CA 191b, un segundo conmutador SW21 y una unidad de control de energía 191c.
- 30 [83] La primera parte de control de la tensión de CC 191a emite una señal de control de energía activa P1C basándose en la tensión de CC Udc1 medida en la tercera parte de medición M5 y una primera tensión de CC de referencia Udc1R. El conmutador SW11 puede seleccionar una primera señal de energía activa de referencia P1R o la señal de control de energía activa P1C emitidas desde la primera parte de control de la tensión de CC 191a. Específicamente, el conmutador SW11 puede seleccionar la primera señal de energía activa de referencia P1R o la señal de control de energía activa P1C emitidas desde la primera parte de control de la tensión de CC 191a basándose en una primera señal de modo MD11.
- 35 [84] La primera señal de energía activa de referencia P1R es una señal de referencia para controlar la energía activa de la parte de convertidor de CA-CC del lado de la transmisión 130, y puede incluir información sobre el valor preestablecido de energía activa.
- 40 [85] La primera señal de modo MD11 puede ser una señal generada de acuerdo con un modo de funcionamiento de la parte de transmisión de energía 10.
- 45 [86] Cada una de la parte de transmisión de energía 10 y la parte de recepción de energía 20 puede funcionar en cualquier modo de un modo de control de la tensión de CC, un modo de control de la energía activa, un modo de control de la tensión de CA y un modo de control de la energía reactiva. En general, cuando una de la parte de transmisión de energía 10 y la parte de recepción de energía 20 funcionan en el modo de control de la tensión de CC, la otra puede funcionar en cualquiera de los modos de control de la energía activa, el modo de control de la tensión de CA y el modo de control de la energía reactiva.
- 50 [87] La primera señal de modo puede ser una señal generada que corresponde a un modo de entre el modo de control de la tensión de CC, el modo de control de la energía activa, el modo de control de la tensión de CA y el modo de control de la energía reactiva.
- 55 [88] El primer conmutador SW 11 puede emitir, como una señal de control de la energía activa pref1, la señal seleccionada entre la primera señal de energía activa de referencia P1R y la señal de control de la energía activa P1C, y transferir la señal de control de la energía activa de salida pref1 a la unidad de control de energía 191c.
- 60 [89] La primera parte de control de la tensión de CA 191b emite una señal de control de la energía reactiva Q1C basándose en la tensión de CA UL1 medida en la primera parte de medición M1 y una primera tensión de CA de referencia UL1R.
- 65 [90] El conmutador SW21 puede seleccionar la primera señal de energía activa de referencia Q1R o la señal de control de la energía reactiva Q1C emitidas desde la primera parte de control de la tensión de CA 191b. Específicamente, el conmutador SW21 puede seleccionar la primera señal de energía activa de referencia Q1R o la señal de control de la energía reactiva Q1C emitidas desde la primera parte de control de la tensión de CA 191b, en base a una segunda señal de modo MD21.
- [91] La primera señal reactiva de referencia Q1R es una señal de referencia para controlar la energía reactiva de la parte de transmisión de la energía 10, y puede incluir información sobre el valor preestablecido de la energía

reactiva.

[92] La segunda señal de modo MD21 puede ser una señal generada de acuerdo con un modo de funcionamiento de la parte de transmisión de la energía 10.

[93] El segundo conmutador SW 21 puede emitir, como señal de control de la energía reactiva qref1, la señal seleccionada entre la primera señal de energía reactiva de referencia Q1R y la señal de control de energía reactiva Q1C, y transferir la señal de control de la energía reactiva de salida qref1 a la unidad de control de la energía 191c.

[94] La unidad de control de la energía 191c puede calcular la energía activa correspondiente a la señal de control de la energía activa pref1, y la energía reactiva correspondiente a la señal de control de la energía reactiva qref1, usando idref e iqref que representan valores de la corriente de referencia con respecto al marco de referencia dq. Para esto, se puede usar la siguiente ecuación bien conocida.

$$\text{pref} = \text{ud} * \text{irefd} + \text{uq} * \text{irefq}$$

$$\text{qref} = \text{ud} * \text{irefq} - \text{uq} * \text{irefd}$$

[95] Aquí, las tensiones de CA ud y uq son tensiones en las que la tensión de salida de la parte generadora de energía 101 se convierte con respecto al marco de referencia dq de acuerdo con un procedimiento bien conocido.

[96] La unidad de control de la energía 191c puede transferir la señal de control de encendido/apagado Fp1 al convertidor de CC-CA del lado de la transmisión 130 basándose en la señal de control de la energía activa pref1 y la señal de control de la energía reactiva qref1. Los tiempos de encendido/apagado del convertidor de CC-CA del lado de la transmisión 130 puede controlarse mediante la señal de encendido/apagado Fp1. En consecuencia, puede controlarse la energía activa o la energía reactiva de salida del convertidor CC-CA del lado de la transmisión 130.

[97] La segunda parte de control 193 incluye los mismos componentes que la primera parte de control 191, y solo una diferencia es que el índice '1' en el número de referencia se sustituye por el índice '2'.

[98] Las figuras 6 y 7 son vistas que ilustran una segunda parte de control incluida en un sistema de transmisión HVDC de acuerdo con otro modo de realización de la presente divulgación.

[99] En las Figuras 6 y 7, aunque solo se describe por conveniencia la segunda parte de control 200, la configuración y el funcionamiento de la segunda parte de control 200 también pueden aplicarse idéntica o similarmente a la primera parte de control incluida en la parte de transmisión de la energía 10.

[100] La segunda unidad de control 200 puede controlar el funcionamiento global de la parte receptora de la energía 20.

[101] Particularmente, la segunda parte de control 200 puede realizar un control de realimentación que ajusta la energía activa, la energía reactiva, la tensión de CC y la tensión de CA mediante el uso de valores medidos.

[102] Con referencia a las Figuras 6 y 7, la segunda parte de control 200 incluye una parte de control de la tensión de CC 210, una parte de conmutación 220, una parte de control de la tensión de CA 230, una unidad de control de la energía reactiva 240 y una unidad de control de la energía 250.

[103] La parte de control de la tensión de CC 210 emite una señal de control de la energía activa P2C, basándose en una tensión de CC Udc2 medida en una cuarta parte de medición M6 y una tensión de CC de referencia Udc2R.

[104] La parte de conmutación 220 puede seleccionar una señal de energía activa de referencia P2R o la señal de control de la energía activa P2C emitidas desde la parte de control de la tensión de CC 210. Específicamente, la parte de conmutación 220 puede seleccionar la señal de energía activa de referencia P2R o la señal de control de la energía activa P2C emitidas desde la parte de control de la tensión de CC 210, en base a una señal de modo MD12.

[105] La señal de energía activa de referencia P2R es una señal de referencia para controlar la energía activa de la parte receptora de la energía 20, y puede incluir información sobre un valor preestablecido de la energía activa.

[106] La señal de modo MD12 puede ser una señal generada de acuerdo con un modo de funcionamiento de la parte receptora de la energía 20. Cada una de la parte de transmisión de la energía 10 y la parte receptora de la energía 20 puede funcionar en cualquiera de un modo de control de la tensión de CC, un modo de control de la energía activa, un modo de control de la tensión de CA y un modo de control de la energía reactiva. En general, cuando una de la parte de transmisión de la energía 10 y la parte de recepción de la energía 20 funcionan en el modo de control de la tensión de CC, la otra puede funcionar en uno del modo de control de la energía activa, el modo de control de la tensión de CA y el modo de control de la energía reactiva.

- 5 [107] La señal de modo MD12 puede ser una señal generada correspondiente a cualquiera del modo de control de la tensión de CC, el modo de control de la energía activa, el modo de control de la tensión de CA y el modo de control de la energía reactiva.
- [108] La parte de conmutación 220 puede emitir, como una señal de control de la energía activa pref2, la señal seleccionada de entre la señal de energía activa de referencia P2R y la señal de control de la energía activa P2C, y transferir la señal de control de la energía activa de salida pref2 a la unidad de control de la energía 250.
- 10 [109] La parte de control de la tensión de CA 230 genera una primera señal de control de la energía reactiva Q2C basada en la tensión de CA UL2 medida en una sexta parte de medición M3 y una tensión de referencia de CA UL2R.
- 15 [110] La tensión de CA de referencia UL2R puede ser una tensión de CA preestablecida para un funcionamiento estable de un sistema de transmisión HDVC.
- [111] La primera señal de control de la energía reactiva Q2C puede ser una señal de compensación para controlar la energía reactiva de la parte receptora de la energía 20. La primera señal de control de la energía reactiva Q2C puede ser una señal generada que corresponde a la diferencia entre la tensión de CA medida UL2 y la tensión de CA de referencia UL2R. La primera señal de control de la energía reactiva Q2C puede ser una señal de compensación para controlar la energía reactiva de la parte receptora de la energía 20 ajustando la tensión de CA medida UL2 en la tensión de CA de referencia UL2R.
- 20 [112] La unidad de control de la energía reactiva 240 genera una segunda señal de control de la energía reactiva Q2D basada en la primera señal de control de la energía reactiva Q2C y una señal de energía reactiva de referencia Q2R. La señal de energía reactiva de referencia Q2R puede ser una señal correspondiente a una energía reactiva preestablecida para un funcionamiento estable del sistema de transmisión HDVC.
- 25 [113] La segunda señal de control de energía reactiva Q2D puede ser una señal correspondiente a la diferencia entre la energía reactiva correspondiente a la señal de energía reactiva de referencia Q2R y la energía reactiva correspondiente a la primera señal de control de la energía reactiva Q2C. La segunda señal de control de la energía reactiva Q2D puede ser una señal para ajustar la energía reactiva correspondiente a la primera señal de control de la energía reactiva Q2C en la energía reactiva correspondiente a la señal de energía reactiva de referencia Q2R.
- 30 [114] La unidad de control de la energía 250 puede ajustar la energía activa basándose en la señal de energía activa recibida desde la parte de conmutación 220. La unidad de control de la energía 250 puede ajustar la energía activa de la parte receptora de energía 20 en la energía activa correspondiente a la señal de control de la energía activa pref2.
- 35 [115] La unidad de control de la energía 250 puede generar una señal de encendido/apagado Fp2 basada en la señal de control de la energía activa generada y transfiere la señal generada a la parte de convertidor de CC-CA del lado de recepción 150. La parte del convertidor de CC-CA del lado receptor 150 puede recibir la señal de encendido/apagado Fp2 y ajustar la energía activa emitida desde la parte del convertidor de CC-CA del lado de recepción 150.
- 40 [116] La unidad de control de la energía 250 puede controlar la energía reactiva de la parte receptora de la energía 20 en base a la segunda señal de control de la energía reactiva Q2D. Específicamente, la unidad de control de la energía 250 puede ajustar la energía reactiva de la parte receptora de la energía 20 en la energía reactiva correspondiente a la segunda señal de control de la energía reactiva Q2D.
- 45 [117] La unidad de control de la energía 250 puede generar la señal de encendido/apagado Fp2 basada en la segunda señal de control de la energía reactiva Q2D y transferir la señal generada a la parte de convertidor de CC-CA del lado receptor 150. La parte del convertidor CC-CA del lado receptor 150 puede recibir la señal de encendido/apagado Fp2 y ajustar la energía reactiva emitida desde la parte del convertidor de CC-CA del lado receptor 150.
- 50 [118] La Figura 8 es un diagrama de flujo que representa un procedimiento de control de un sistema de transmisión HVDC de acuerdo con un modo de realización.
- 55 [119] Una sexta parte de medición M3 mide la tensión de CA proporcionada a una parte receptora de la energía 20 (S101). Es decir, la sexta parte de medición M3 puede medir la tensión de CA aplicada entre un segundo filtro de CA 171 y una parte de cliente 180.
- 60 [120] Una parte de control de la tensión de CA 230 genera una primera señal de control de la energía reactiva Q2C basada en la tensión de CA medida UL2 y una tensión de CA de referencia UL2R (S103).
- 65

[121] La tensión de CA de referencia UL2R puede ser una tensión de CA preestablecida para un funcionamiento estable de un sistema de transmisión HDVC.

[122] La primera señal de control de la energía reactiva Q2C puede ser una señal de compensación para controlar la energía reactiva de la parte receptora de la energía 20. La primera señal de control de la energía reactiva Q2C puede ser una señal generada que corresponde a la diferencia entre la tensión de CA medida UL2 y la tensión de CA de referencia UL2R. La primera señal de control de la energía reactiva Q2C puede ser una señal de compensación para controlar la energía reactiva de la parte receptora de la energía 20 ajustando la tensión de CA medida UL2 en la tensión de CA de referencia UL2R.

[123] La unidad de control de la energía reactiva 240 genera una segunda señal de control de la energía reactiva Q2D basada en la primera señal de control de la energía reactiva Q2C recibida de la parte de control de la tensión de CA 230 y una señal de energía reactiva de referencia Q2R (S105). La señal de energía reactiva de referencia Q2R puede ser una señal correspondiente a una energía reactiva preestablecida para un funcionamiento estable del sistema de transmisión HDVC.

[124] La segunda señal de control de la energía reactiva Q2D puede ser una señal correspondiente a la diferencia entre la energía reactiva correspondiente a la señal de la energía reactiva de referencia Q2R y la energía reactiva correspondiente a la primera señal de control de la energía reactiva Q2C. La segunda señal de control de la energía reactiva Q2D puede ser una señal para ajustar la energía reactiva correspondiente a la primera señal de control de la energía reactiva Q2C en la energía reactiva correspondiente a la señal de energía reactiva de referencia Q2R.

[125] Una unidad de control de la energía 250 puede controlar la energía reactiva de la parte receptora de la energía 20 en base a la segunda señal de control de la energía reactiva Q2D (S107). Específicamente, la unidad de control de la energía 250 puede ajustar la energía reactiva de la parte receptora de la energía 20 en la energía reactiva correspondiente a la segunda señal de control de la energía reactiva Q2D.

[126] La unidad de control de la energía 250 puede generar una señal de encendido/apagado Fp2 basada en la segunda señal de control de la energía reactiva Q2D y transferir la señal generada a la parte de convertidor de CC-CA del lado receptor 150. La parte del convertidor de CC-CA del lado receptor 150 puede recibir la señal de encendido/apagado Fp2 y ajustar la energía reactiva emitida desde la parte del convertidor de CC-CA del lado receptor 150.

[127] De acuerdo con diversos modos de realización, es posible hacer frente de forma activa a la anomalía que se produce en una parte de CA cuando se realiza un control de realimentación de la energía reactiva de un sistema de transmisión de HVDC a través de la unidad de control de la energía reactiva 240.

[128] En los modos de realización mencionados anteriormente, se proporcionó una descripción de solo una conexión entre dos terminales, pero la presente invención no está limitada a esto. Por lo tanto, la conexión también se puede aplicar a una o más partes de transmisión de la energía y a partes receptoras de la energía de un sistema de múltiples terminales, y también se aplica a un sistema de conexión asincrónica (back to back).

[129] Además, de acuerdo con los modos de realización a modo de ejemplo, el procedimiento mencionado anteriormente puede presentarse como códigos legibles por ordenador en un medio de grabación legible por ordenador. Los ejemplos del medio de grabación legible por ordenador incluyen la memoria de solo lectura (ROM), la memoria de acceso aleatorio (RAM), el CD-ROM, las cintas magnéticas, los disquetes y los dispositivos de almacenamiento de datos ópticos e incluye asimismo otro medio implementado en forma de ondas portadoras (por ejemplo, la transmisión por Internet).

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC), que comprende:
- 5 una parte de transmisión de energía (10) configurada para convertir energía de corriente alterna (CA) de conversión en energía de corriente continua (CC);
- una parte de recepción de la energía (20) configurada para convertir la energía de CC de conversión en energía de CA; y
- 10 una parte de transmisión de energía de CC (140) configurada para transferir la energía de CC convertida en la parte de transmisión de energía a la parte de recepción de energía, en el que una de la parte de transmisión de energía (10) y la parte de recepción de energía (20) incluye:
- 15 una parte de medición que está configurada para medir una tensión de CA;
- una unidad de control de la tensión de CA (230) configurada para generar una primera señal de control de la energía reactiva basada en la tensión de CA medida y una tensión de CA de referencia, en el que la unidad de control de la tensión de CA genera un primer valor de diferencia entre la tensión de CA medida y la tensión de CA de referencia como la primera señal de control de la energía reactiva;
- 20 una unidad de control de la energía reactiva (240) configurada para generar una segunda señal de control de la energía reactiva basada en la primera señal de control de la energía reactiva y una señal de la energía reactiva de referencia; y
- 25 una unidad de control de la energía (250) configurada para controlar la energía reactiva de la parte de transmisión de la energía o la parte de recepción de la energía basada en la segunda señal de control de la energía reactiva,
- 30 **caracterizado por que** la unidad de control de la energía reactiva (240) está configurada, además, para generar un segundo valor de diferencia entre una energía reactiva preestablecida de la señal de energía reactiva de referencia y una energía reactiva de la primera señal de control de la energía reactiva como la segunda señal de control de la energía reactiva,
- 35 la unidad de control de la energía (250) está configurada, además, para generar una señal de control de encendido/apagado basada en la segunda señal de control de la energía reactiva y transferir la señal de control de encendido/apagado generada a una parte de convertidor para controlar la energía reactiva del parte de transmisión de la energía o la parte de recepción de la energía.
- 40 2. El sistema de transmisión HVDC según la reivindicación 1, en el que la segunda señal de control de la energía reactiva es una señal para ajustar la energía reactiva correspondiente a la primera señal de control de la energía reactiva, a la energía reactiva preestablecida correspondiente a la señal de energía reactiva de referencia.
- 45

FIGURA 1

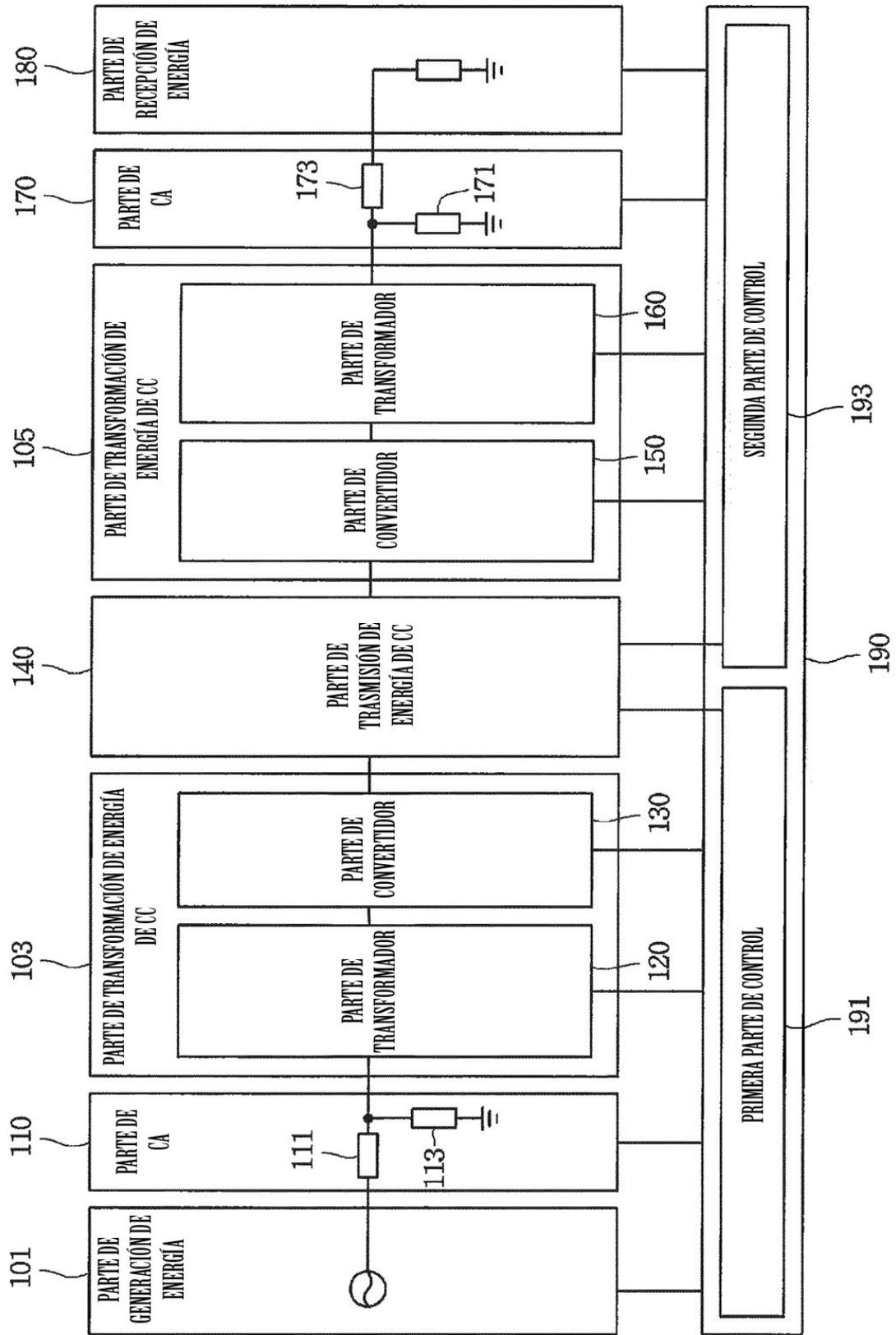


FIG.2

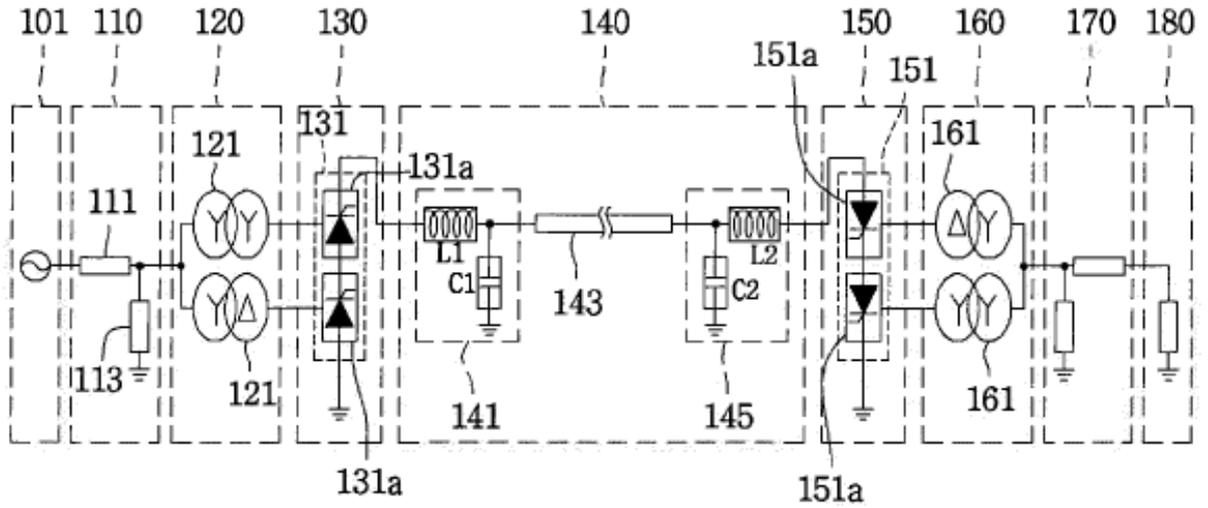


FIG.3

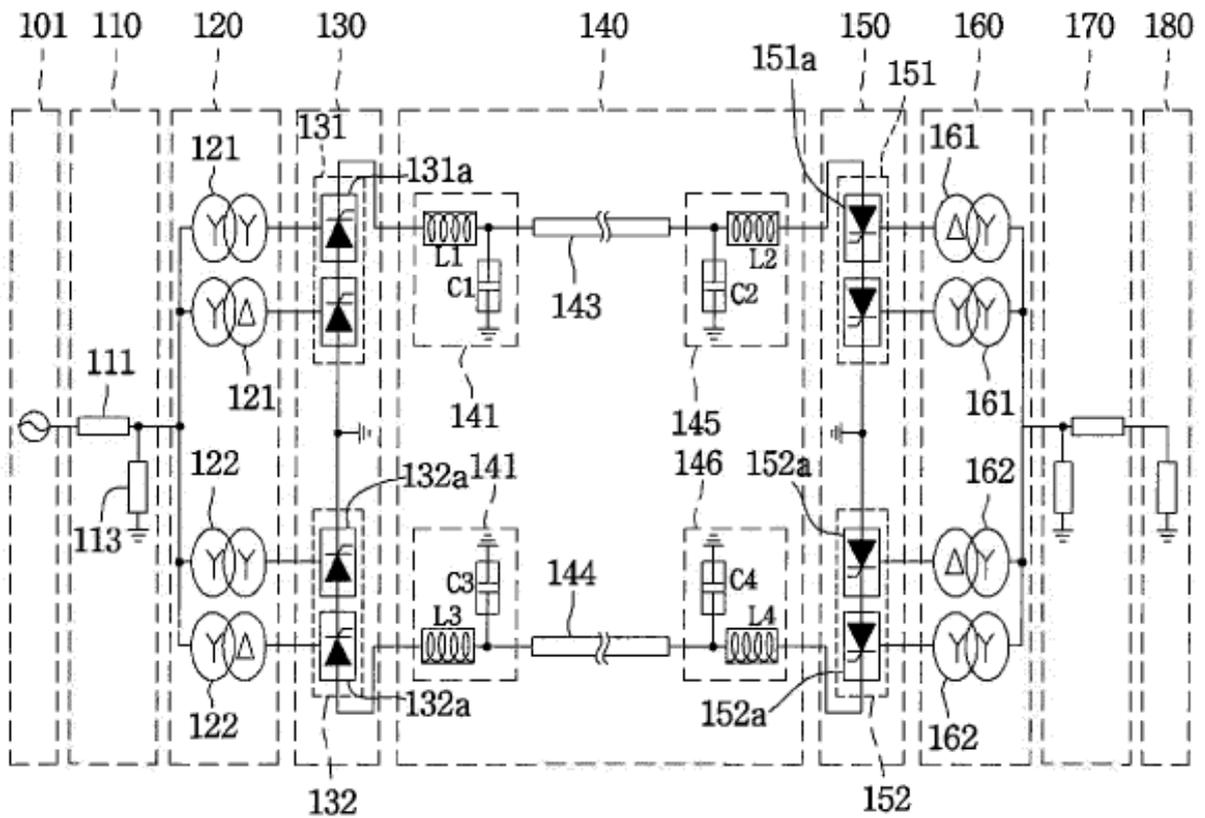


FIG.4

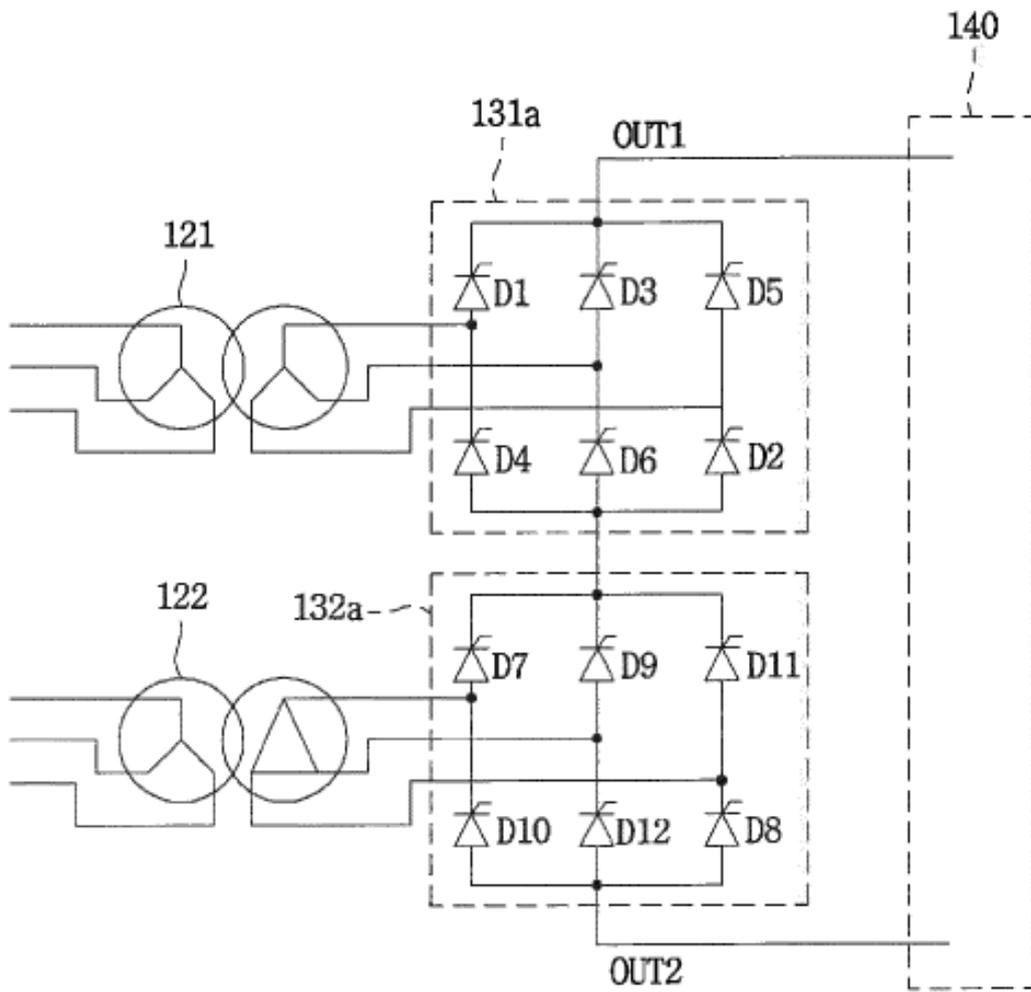


FIG.5

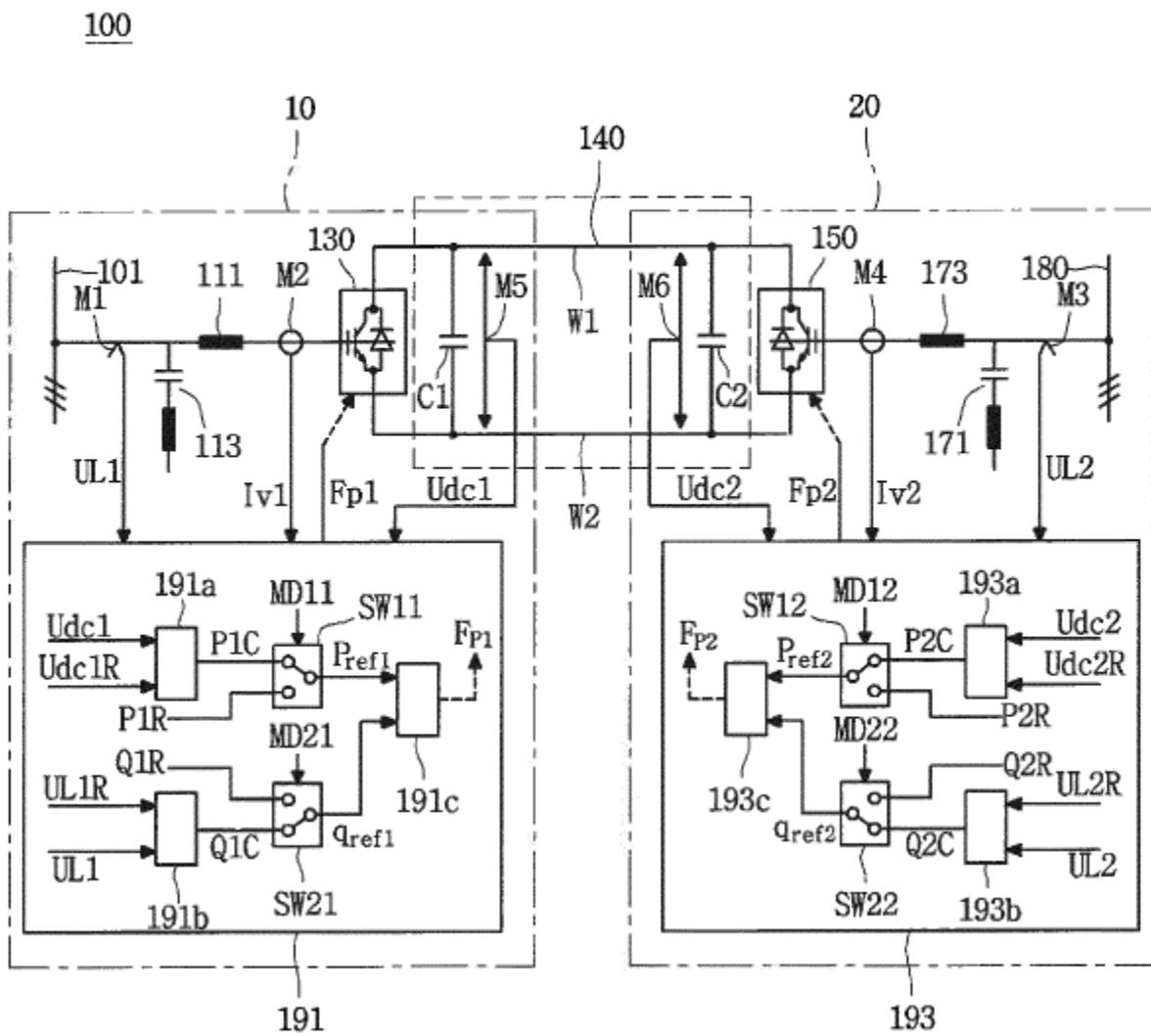


FIG.6

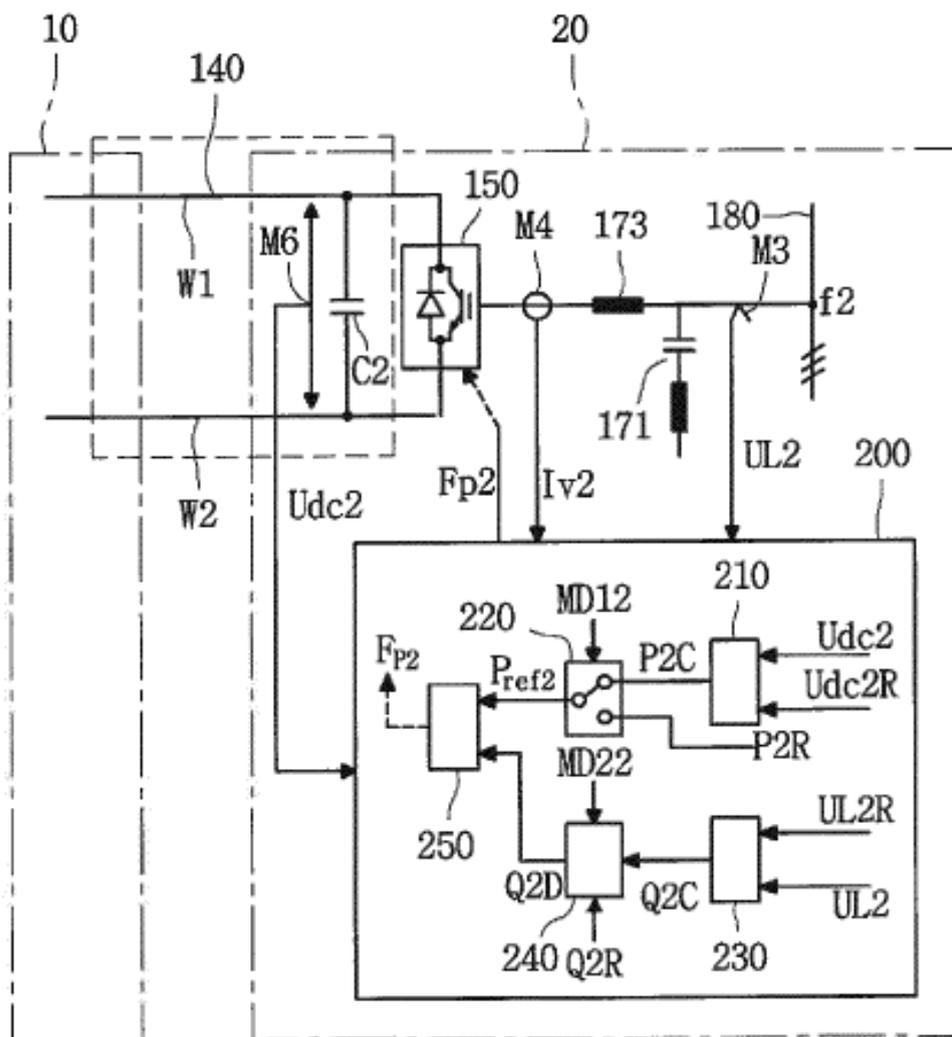


FIGURA 7

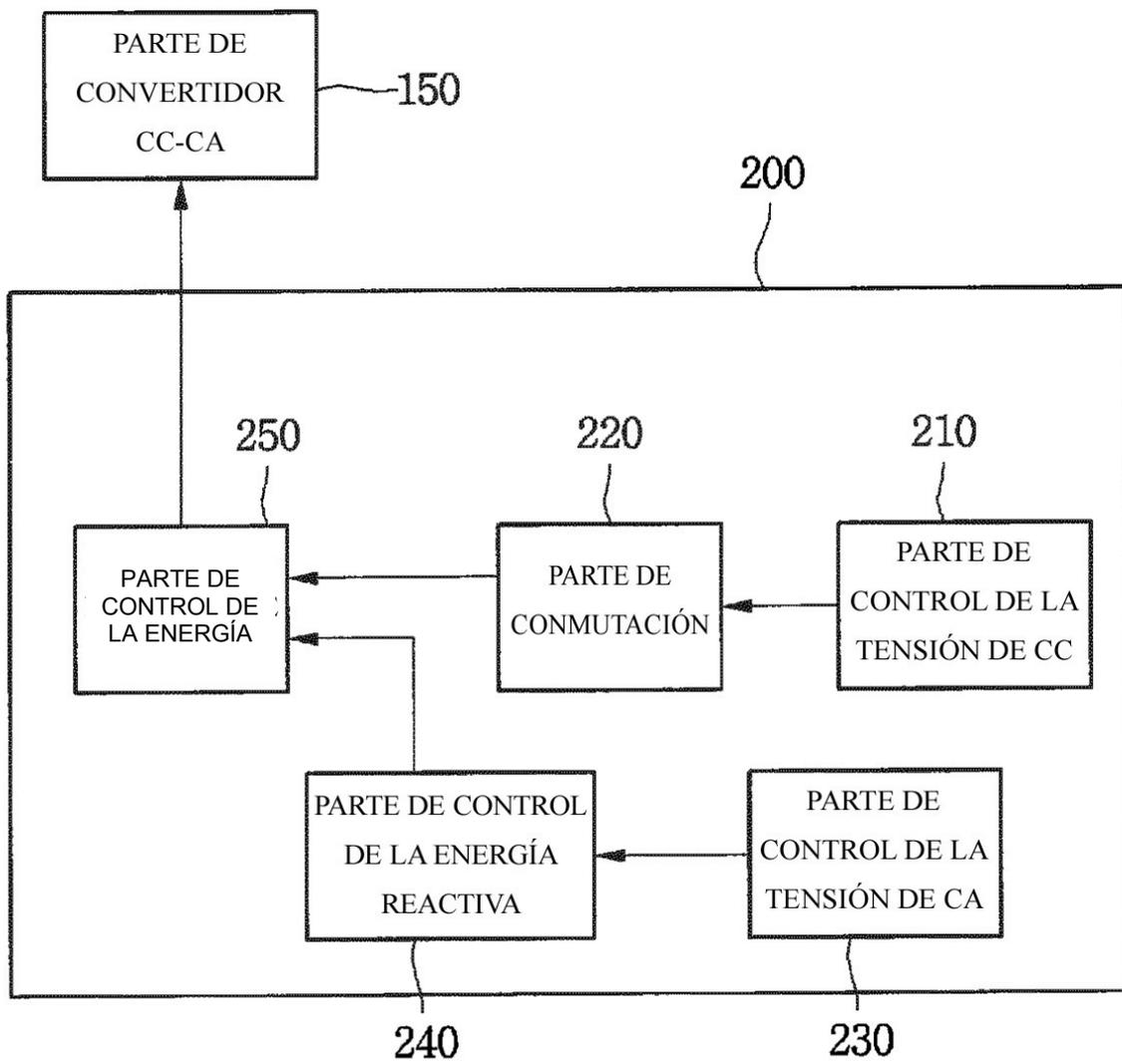


FIGURA 8

