

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 552 857**

51 Int. Cl.:

H02H 7/122 (2006.01)

H02H 7/06 (2006.01)

H02H 7/22 (2006.01)

H02H 7/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.02.2012 E 12157487 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.09.2015 EP 2634885**

54 Título: **Un sistema de alimentación de corriente continua con capacidades de protección del sistema**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.12.2015

73 Titular/es:

**ABB TECHNOLOGY LTD (100.0%)
Affolternstrasse 44
8050 Zürich, CH**

72 Inventor/es:

LINDTJOERN, JOHN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 552 857 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

Un sistema de alimentación de corriente continua con capacidades de protección del sistema

5 CAMPO TECNICO

La presente invención se refiere, en general, a sistemas de alimentación de energía y en particular, a un sistema de alimentación de corriente continua con capacidades de protección.

10 ANTECEDENTES

Los sistemas de suministro de energía eléctrica suelen comprender una pluralidad de componentes, tales como una o más de entre una fuente de generación de energía, unidades de control y módulos de almacenamiento de energía. Estos componentes suelen estar interconectados por medio de un sistema de barras colectoras en donde pueden circular corrientes para proporcionar energía a una o más cargas conectadas al sistema de suministro de energía eléctrica.

En algún punto en condición defectuosa, tal como un cortocircuito, se producirá inevitablemente en el sistema de suministro de energía eléctrica, en el sistema de barras colectoras, en uno de los componentes del sistema o en una carga. En caso de un fallo, es importante aislar el fallo respecto a la parte sin fallos del sistema de modo que la provisión de energía normal pueda continuarse por medio de la parte no defectuosa y para proteger las partes no defectuosas con respecto a posibles daños. Para esta finalidad, un sistema de protección se suele incluir en el sistema de suministro de energía.

Un sistema de protección dispuesto para gestionar los fallos en un sistema de suministro de energía eléctrica suele comprender un equipo supervisor dispuesto para controlar los parámetros eléctricos tales como las intensidades de corriente en el sistema de suministro de energía y disyuntores controlados por el equipo supervisor. Los disyuntores están dispuestos de tal manera en el sistema de suministro de energía que pueda obtenerse un aislamiento de fallo selectivo en caso de producirse un fallo.

El documento US2003/0071633 da a conocer una red de suministro de energía eléctrica (sic) que comprende un sistema de barras colectoras y alimentadores para distribuir energía a lugares distantes. Entre cada línea y la barra colectora se proporciona un disyuntor.

El documento EP1843443 da a conocer una barra colectora de corriente continua eléctrica asociada con circuitos y dispositivos de cargas eléctricas así como fuentes que requieren protección. Con el fin de proporcionar dicha protección, se utilizan las denominadas leyes de Kirchoff de modo que los valores de las intensidades de las corrientes eléctricas sean tomados casi simultáneamente y sumados con el fin de identificar las desviaciones con respecto a los valores umbral diferenciales previstos. A la detección de dichas desviaciones y en general, como resultado de varias desviaciones sucesivas se utiliza un dispositivo de aislamiento eléctrico con el fin de aislar la corriente eléctrica con respecto a la barra colectora. El conjunto de datos de valores de corrientes eléctricas puede utilizarse con el fin de proporcionar un sistema de protección de reserva para internos y dispositivos de cargas eléctricas individuales, mediante una comparación similar con los valores previstos para dichos dispositivos y circuitos.

El documento GB1151457 da a conocer un dispositivo de seguridad para inversores que alimentan motores asíncronos. En la sección de antecedentes de esta invención, se menciona que "en el caso de fallos en el equipo inversor, que represente un cortocircuito del circuito de corriente continua, el condensador de alisado se descarga a través del cortocircuito. Puesto que el condensador de alisado tiene una alta capacitancia, la corriente de descarga puede alcanzar muy altos valores de intensidad. Esto hace que se produzca la respuesta de las barras colectoras conectadas en flujo ascendente respecto a los convertidores de corriente en circuitos conocidos. En consecuencia, los convertidores son desconectados desde el cortocircuito".

El documento WO2011/141052 da a conocer una instalación para transmitir energía eléctrica que comprende una línea de corriente continua de alta tensión, un disyuntor de corriente continua conectado en serie con la línea de corriente continua y configurado para disyunción de una corriente de fallos al producirse un fallo en dicha línea de corriente continua, medios configurados para detectar la ocurrencia de una corriente de fallo, una unidad de control, configurada para controlar un dicho disyuntor de corriente continua para proteger el equipo conectado a la línea de corriente continua al producirse el fallo y la corriente subsiguiente y medios configurados para disipar la energía almacenada en un recorrido de corriente defectuoso de la línea de corriente continua entre dicho lugar y estos medios al producirse dicho fallo hasta el momento de dicho control de dicho disyuntor de corriente continua. El medio de disipación de energía comprende una conexión en serie de una resistencia disyuntora consumidora de energía y un elemento de rectificación del tipo anti-retorno conectado entre la masa y dicha línea de corriente continua para conducir corriente al mismo tiempo que se forma un recorrido anti-retorno a través de dicho control de dicho disyuntor de corriente continua al producir dicho fallo.

Los sistemas de protección existentes pueden, sin embargo, en algunas aplicaciones, ser, a la vez, de muy alto coste y consumidores de espacio.

SUMARIO

5 Los disyuntores de corriente continua (CC) son particularmente de grandes dimensiones, siendo lo contrario para los disyuntores de circuitos de corriente alterna (CA), por lo que no pueden depender de los cruces de cero. Por lo tanto, se necesitan mayores separaciones de aire para los disyuntores de corriente continua para garantizar una protección adecuada. En consecuencia, los disyuntores de corriente continua suelen consumir gran cantidad de espacio y son de alto coste de fabricación.

10 Considerando lo que antecede, un objetivo general de la presente invención es dar a conocer un sistema de alimentación de corriente continua que tenga capacidades protectoras que requiera menos espacio que en la técnica anterior.

15 Otro objetivo es dar a conocer un sistema de alimentación de corriente continua que sea asequible.

La invención se define por lo estipulado en la reivindicación 1.

20 De este modo, se da a conocer un sistema de alimentación de corriente continua que comprende: una barra colectora de corriente continua principal, una unidad de generación de energía eléctrica dispuesta para alimentar la barra colectora de corriente continua principal, un conmutador-aislador dispuesto entre la barra colectora de corriente continua principal y la unidad de generación de energía para aislar la unidad de generación de energía con respecto a la barra colectora de corriente continua principal en caso de un fallo de la barra colectora de corriente continua principal y una unidad de control dispuesta para ser alimentada por la barra colectora de corriente continua principal, en donde la unidad de control comprende un sistema de barras colectoras de la unidad de control, unidades convertidoras conectadas al sistema de barras colectoras de la unidad de control y fusibles dispuestos entre el sistema de barras colectoras de la unidad de control y las unidades convertidoras para proteger las unidades convertidoras en caso de producirse un fallo de la unidad de control.

25 De este modo, las diversas unidades en el sistema de alimentación de corriente continua pueden protegerse selectivamente en caso de fallos en cualquiera de las unidades o en la barra colectora de corriente continua principal sin necesidad de utilizar disyuntores de grandes dimensiones, consumidores de espacio y de alto coste.

30 La unidad de control comprende un primer tipo de unidad de entrada dispuesta entre la barra colectora de corriente continua principal y el sistema de barras colectoras de la unidad de control y en donde el primer tipo de unidad de entrada comprende un conmutador-aislador para desconectar la unidad de control desde la barra colectora de corriente continua principal en caso de un fallo de la unidad de control. De este modo, la unidad de control puede desconectarse del sistema de alimentación de corriente continua restante en caso de un fallo en la unidad de control sin la utilización de disyuntores.

35 Según una forma de realización de la invención, el primer tipo de unidad de entrada comprende un dispositivo de bloqueo de corriente, dispuesto para bloquear corrientes en un sentido desde el sistema de barras colectoras de la unidad de control a la barra colectora de corriente continua principal y para permitir la circulación de corriente desde la barra colectora de corriente continua principal a la unidad de control. De este modo, las corrientes de fallos que se proporcionarían al producirse un fallo en la barra colectora de corriente continua principal o en otra unidad conectada a la barra colectora de corriente continua principal desde los bancos de condensadores de las unidades convertidoras en la unidad de control pueden reducirse o eliminarse, puesto que el dispositivo de bloqueo de corriente actúa esencialmente como un circuito abierto en el sentido desde el sistema de barras colectoras de la unidad de control a la barra colectora de corriente continua principal.

40 Una forma de realización comprende una unidad de almacenamiento de energía dispuesta para la alimentación de la barra colectora de corriente continua principal, en donde la unidad de almacenamiento de energía comprende un sistema de barras colectoras de unidad de almacenamiento de energía, unidades de provisión de energía y fusibles dispuestos entre el sistema de barras colectoras de unidad de almacenamiento de energía y las unidades de provisión de energía para la protección de las unidades de provisión de energía en caso de producirse un fallo en la unidad de almacenamiento de energía. De este modo, si un componente de alimentación de reserva para, a modo de ejemplo, fines de redundancia, se añade al sistema, también este componente puede protegerse contra los fallos internos sin necesidad de utilizar disyuntores.

45 En conformidad con una forma de realización, la unidad de almacenamiento de energía comprende un segundo tipo de unidad de entrada dispuesta entre el sistema de barras colectoras de la unidad de almacenamiento de energía y la barra colectora de corriente continua principal, en donde el segundo tipo de unidad de entrada comprende un conmutador-aislador para desconectar la unidad de almacenamiento de energía desde la barra colectora de corriente continua principal en caso de producirse un fallo de la unidad de almacenamiento de energía. De este modo, la unidad de almacenamiento de energía puede desconectarse de la barra colectora de corriente continua

principal sin necesidad de la utilización de disyuntores.

En conformidad con una forma de realización, el segundo tipo de unidad de entrada comprende un dispositivo de bloqueo de corriente dispuesto para bloquear corrientes en un sentido desde el sistema de barras colectoras de la unidad de almacenamiento de energía a la barra colectora de corriente continua principal para permitir la circulación de corriente desde la barra colectora de corriente continua principal a la unidad de almacenamiento de energía y una unidad de conmutación de semiconductores para permitir selectivamente que la corriente realice una derivación respecto al dispositivo de bloqueo de corriente y circule hacia la barra colectora de corriente continua principal. De este modo, puede permitirse la circulación de corriente hacia la barra colectora de corriente continua principal en caso de que se necesite una alimentación adicional desde la unidad de almacenamiento de energía estableciendo la unidad de conmutación de semiconductores en su estado de activación.

Como alternativa, las corrientes de fallos procedentes de la unidad de almacenamiento de energía para un fallo en la barra colectora de corriente continua principal o en otra parte del sistema de alimentación de corriente continua pueden minimizarse en caso de que la unidad de conmutación de semiconductores esté establecida en su estado de desactivación.

En conformidad con una forma de realización, el dispositivo de bloqueo de corriente y la unidad de conmutación de semiconductores están conectados en una disposición en anti-paralelo.

En conformidad con otra forma de realización, la unidad de generación de energía eléctrica comprende un generador un rectificador, en donde el rectificador incluye una pluralidad de fusibles dispuestos para proteger el rectificador en caso de un fallo del rectificador. De este modo, los fallos del rectificador internos pueden gestionarse por medio de los fusibles sin necesidad de utilizar disyuntores locales en la unidad de generación de energía eléctrica.

En conformidad con otra forma de realización, la pluralidad de fusibles incluidos en el rectificador están dimensionados de modo que no salten operativamente cuando estén sometidos a corrientes de fallos como resultado de producirse fallos en flujo abajo del rectificador. De este modo, los fusibles solamente saltan operativamente por corrientes causadas por fallos internos del rectificador. De este modo, los fusibles solamente saltan por corrientes causadas por fallos internos en el rectificador. Las corrientes de fallos procedentes de fallos operativos ocurridos fuera de la unidad de generación de energía eléctrica no deben disparar el fusible para su salto operativo. El régimen nominal de la corriente de los fusibles en el rectificador debería seleccionarse, por lo tanto, para ser un nivel de corriente umbral que solamente se alcance o se supere por la corriente de fallos creada por fallos del rectificador en esa unidad de generación de energía eléctrica particular.

En conformidad con otra forma de realización, cada unidad convertidora tiene terminales conectados a la barra colectora de unidad de control, en donde cada terminal de una unidad convertidora está conectado a un fusible.

En conformidad con otra forma de realización, el dispositivo de bloqueo de corriente es un diodo.

En conformidad con otra forma de realización, la primera unidad de entrada comprende una unidad de conmutación de semiconductores conectada en una disposición anti-paralelo con el dispositivo de bloqueo de corriente para permitir selectivamente que la corriente efectúe una derivación con respecto al dispositivo de bloqueo de corriente y pueda circular hacia la barra colectora de corriente continua principal.

Combinando los fusibles y los conmutadores-aisladores según se da a conocer en esta invención, se obtiene un sistema de protección híbrido en donde los fallos locales, esto es, los fallos en una unidad específica, son gestionados por fusibles y en donde los fallos globales, esto es, los fallos en la barra colectora de corriente continua principal, se gestionan mediante la interrupción de la circulación de corriente en la fuente de modo que conmutadores-aisladores adecuados puedan aislar la parte afectada del sistema de alimentación de corriente continua. De este modo, las dimensiones de los fusibles pueden mantenerse más pequeñas, con lo que se asegura que la magnitud de la corriente de fallos locales serán capaces de bloquear el fusible en caso de un fallo local, con lo que se garantiza una protección del sistema de alimentación de corriente continua fiable tanto a nivel local como a nivel global. Si fuere necesario, pueden instalarse bancos de condensadores adicionales para proporcionar una corriente de fallo extraordinaria para garantizar que los fusibles tengan una corriente de fallo suficiente disponible para eliminar un fallo.

En general, todos los términos utilizados en las reivindicaciones han de interpretarse en conformidad con su significado ordinario en el campo técnico, a no ser que se defina explícitamente de otro modo en esta descripción. Todas las referencias a "un /el elemento, aparato, componente, medio, etc. han de interpretarse, de forma abierta, como haciendo referencia a por lo menos una instancia operativa del elemento, aparato, componente, medio, etc. a no ser que se indique explícitamente lo contrario.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las formas de realización específicas de la idea inventiva se describirán a continuación, a modo de ejemplo,

haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

La Figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de alimentación de corriente continua;

5 La Figura 2 es un diagrama esquemático de una unidad de generación de energía eléctrica en el sistema de alimentación de corriente continua representado en la Figura 1;

La Figura 3a ilustra, a modo de ejemplo, un fallo en el sistema de alimentación de corriente continua representado en la Figura 1; y

10 La Figura 3b ilustra otra realización, a modo de ejemplo, de un fallo en el sistema de alimentación de corriente continua representado en la Figura 1.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

15 La idea inventiva se describirá a continuación, de forma más completa, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en donde se muestran formas de realización a modo de ejemplo. La idea inventiva puede, sin embargo, materializarse en numerosas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las formas de realización aquí descritas; en cambio, estas formas de realización se dan a conocer, a modo de ejemplo, de modo que esta idea inventiva se exponga de forma más clara y completa y dará a conocer completamente el alcance de la presente invención para los expertos en esta técnica. Las referencias numéricas similares están en relación con elementos similares a través de toda la descripción.

20 La Figura 1 ilustra un diagrama esquemático de una realización, a modo de ejemplo, de un sistema de alimentación de corriente continua 1. El sistema de alimentación de corriente continua 1 comprende una barra colectora de corriente continua principal 3 que tiene una primera barra colectora 3-1 y una segunda barra colectora 3-2 separables por medio de un interruptor Bustie 5, una primera unidad de generación de energía eléctrica P1, una segunda unidad de generación de energía eléctrica P2, una tercera unidad de generación de energía eléctrica P3, una cuarta unidad de generación de energía eléctrica P4, una unidad de almacenamiento de energía E, una primera unidad de control D1 y una segunda unidad de control D2.

25 La primera unidad de control D1 y la segunda unidad de control D2 están dispuestas para la alimentación de motores eléctricos o equipos similares. Realizaciones, a modo de ejemplo, de dichas unidades de control son unidades de control únicas, unidades de control múltiples y convertidores de frecuencias estáticos previstos para suministrar energía a consumidores normales de corriente alterna con frecuencia de 50 Hz o 60 Hz.

30 Este sistema de alimentación de corriente continua 1 comprende, además, conmutadores-aisladores 7, esto es, desconectores, asociados con una respectivamente unidad de generación de energía eléctrica P1, P2, P3, P4 para ser capaz de desconectar las unidades de generación de energía eléctrica P1, P2, P3, P4 desde la barra colectora de corriente continua principal 3. De este modo, cada unidad de generación de energía eléctrica puede aislarse respecto a un fallo en, a modo de ejemplo, la barra colectora de corriente continua principal 3 o pueden aislarse para fines de mantenimiento.

35 La primera unidad de generación de energía eléctrica P1 está dispuesta para alimentar la barra colectora de corriente continua principal 3 y es conectable a la barra colectora de corriente continua principal 3 por intermedio de un conmutador-aislador 7. En conformidad con la realización, a modo de ejemplo, representada en la Figura 1, la primera unidad de generación de energía eléctrica P1 es conectable a la primera barra colectora 3-1.

40 La segunda unidad de generación de energía eléctrica P2 está dispuesta para alimentar la barra colectora de corriente continua principal 3 y es conectable a la barra colectora de corriente continua principal 3 por intermedio de un conmutador-aislador 7. En conformidad con la realización, a modo de ejemplo, representada en la Figura 1, la segunda unidad de generación de energía eléctrica P2 es conectable a la primera barra colectora 3-1.

45 La tercera unidad de generación de energía eléctrica P3 está dispuesta para alimentar la barra colectora de corriente continua principal 3 y es conectable a la barra colectora de corriente continua principal 3 por intermedio de un conmutador-aislador 7. En conformidad con la realización, a modo de ejemplo, representada en la Figura 1, la tercera unidad de generación de energía eléctrica P3 es conectable a la segunda barra colectora 3-2.

50 La cuarta unidad de generación de energía eléctrica P4 está dispuesta para alimentar la barra colectora de corriente continua principal 3 y es conectable a la barra colectora de corriente continua principal 3 por intermedio de un conmutador-aislador 7. En conformidad con la realización, a modo de ejemplo, representada en la Figura 1, la cuarta unidad de generación de energía eléctrica P1 es conectable a la segunda barra colectora 3-2.

55 La primera unidad de generación de energía eléctrica P1 comprende un generador G1, tal como un generador impulsado por motor diésel, dispuesto para generar corriente alterna, y un rectificador R1 dispuesto para convertir la corriente alterna en corriente continua para alimentar a la barra colectora de corriente continua principal 3. El

rectificador R1 puede estar provisto de fusibles dimensionados para su 'salto operativo' en caso de producirse un fallo en el rectificador R1.

La segunda unidad de generación de energía eléctrica P2, la tercera unidad de generación de energía eléctrica P3 y la cuarta unidad de generación de energía eléctrica P4 pueden tener un diseño similar como la primera unidad de generación de energía eléctrica P1. Con esta finalidad, cada una de la segunda unidad de generación de energía eléctrica P2, la tercera unidad de generación de energía eléctrica P3 y la cuarta unidad de generación de energía eléctrica P4 pueden comprender un respectivo generador G2, G3, G4 y un respectivo rectificador R2, R3, R4 para proporcionar señales de corriente continua a la barra colectora de corriente continua principal 3. No obstante, conviene señalar que una combinación de diferentes tipos de generadores es posible dentro del mismo sistema.

Cada una de la primera unidad de control D1 y la segunda unidad de control D2 tiene un sistema de barras colectoras de unidad de control DB que comprende una primera barra colectora DB1 y una segunda barra colectora DB2. Además, cada una de la primera unidad de control D1 y la segunda unidad de control D2 tiene varias unidades convertidoras, a continuación indicadas, a modo de ejemplo por los inversores I1, I2, I3, conectados a su respectivo sistema de barras colectoras de unidad de control DB y fusibles F dispuestos entre los terminales de los inversores I1, I2, I3 y el sistema de barras colectoras de la unidad de control DB. Una realización, a modo de ejemplo, de un inversor adecuado es el inversor ACS800 de ABB.

Cada una de la primera unidad de control D1 y la segunda unidad de control D2 tiene, además, un primer tipo de unidad de entrada 17 que, en un extremo, está dispuesta para la conexión con la barra colectora de corriente continua principal 3. En su otro extremo, el primer tipo de unidad de entrada 17 está conectado al sistema de barras colectoras de la unidad de control DB. El primer tipo de unidad de entrada 17 comprende un conmutador-aislador dispuesto para desconectar la unidad de control D1, D2, desde la barra colectora de corriente continua principal 3 y un dispositivo de bloqueo de corriente 11 que es capaz de bloquear la circulación de corriente en un sentido desde el sistema de barras colectoras de unidad de control DB a la barra colectora de corriente continua principal 3 y para permitir la circulación de corriente en un sentido desde la barra colectora de corriente continua principal 3 al sistema de barras colectoras de la unidad de control DB. Dicho dispositivo de bloqueo de corriente puede ser un dispositivo de semiconductores tal como un diodo o varios diodos o un transistor bipolar de puerta aislada (IGBT), un tiristor o dispositivo similar.

Conviene señalar que dependiendo de la aplicación, las unidades de control pueden diseñarse con diferentes números de inversores, desde un inversor a una pluralidad de inversores. Además, el primer tipo de unidad de control puede, en una forma de realización, comprender una unidad de conmutación de semiconductores conectada en una disposición anti-paralelo con el dispositivo de bloqueo de corriente, con lo que se permite una alimentación de energía eléctrica inversa durante el funcionamiento normal del sistema de alimentación de corriente continua. Dicha unidad de conmutación de semiconductores puede ser, a modo de ejemplo, un transistor bipolar de puerta aislada (IGBT).

La unidad de almacenamiento de energía E tiene un sistema de barras colectoras de unidad de almacenamiento de energía EB que tiene una primera barra colectora EB1 y una segunda barra colectora EB2. La unidad de almacenamiento de energía E comprende, además, unidades de provisión de energía tales como una unidad de batería B y un banco de condensadores C conectados al sistema de barras colectoras de unidad de almacenamiento de energía EB, un convertidor corriente continua-corriente continua 15 conectado al sistema de barras colectoras de unidad de almacenamiento de energía EB y fusibles F. Los fusibles F están dispuestos entre los terminales del convertidor corriente continua-corriente continua 15 y el sistema de barras colectoras de unidad de almacenamiento de energía EB entre el banco de condensadores C y el sistema de barras colectoras de la unidad de almacenamiento de energía EB y entre la unidad de batería B y el sistema de barras colectoras de la unidad de almacenamiento de energía EB.

Por medio del convertidor corriente continua-corriente continua 15, la salida de nivel de tensión de la unidad de batería B puede controlarse si ha de proporcionarse energía a la barra colectora de corriente continua principal 3 desde la unidad de almacenamiento de energía E.

Conviene señalar que la unidad de almacenamiento de energía E es una realización, a modo de ejemplo, de numerosas configuraciones posibles con respecto al número de unidades de provisión de energía y los convertidores. A modo de ejemplo, algunas variantes de la unidad de almacenamiento de energía E no tienen un banco de condensadores. La finalidad general de un banco de condensadores en la unidad de almacenamiento de energía es servir de soporte al salto operativo de los fusibles en el caso de producirse un fallo interno.

La unidad de almacenamiento de energía E, tiene, además, un segundo tipo de unidad de entrada 9 que, en un extremo, está dispuesta para la conexión con la barra colectora de corriente continua principal 3. En su otro extremo, el segundo tipo de unidad de entrada 9 está conectado al sistema de barras colectoras de unidad de almacenamiento de energía EB. El segundo tipo de unidad de entrada 9 comprende un conmutador-aislador para desconectar la unidad de almacenamiento de energía E desde la barra colectora de corriente continua principal 3, una unidad de conmutación de semiconductores 13 y un dispositivo de bloqueo de corriente 11 que es capaz de

bloquear la circulación de corriente en el sentido desde el sistema de barras colectoras de la unidad de almacenamiento de energía EB a la barra colectora de corriente continua principal 3 y para permitir la circulación de corriente en un sentido desde la barra colectora de corriente continua principal 3 al sistema de barras colectoras de la unidad de almacenamiento de energía EB. Dicho dispositivo de bloqueo de corriente puede ser un dispositivo de semiconductores tal como un diodo o varios diodos, o un IGBT, un tiristor o dispositivo similar. La unidad de conmutación de semiconductores 13 puede, a modo de ejemplo, ser un IGBT. La unidad de comunicación de semiconductores 13 y el dispositivo de bloqueo de corriente 11 pueden estar dispuestos en un montaje denominado anti-paralelo, con lo que se permite la circulación de corriente en el sentido desde el sistema de barras colectoras de la unidad de almacenamiento de energía EB a la barra colectora de corriente continua principal 3 si el dispositivo de conmutación de semiconductores 13 se establece en su estado saturado o abierto por medio de señales de control adecuadas. De este modo, por medio del dispositivo de bloqueo de corriente 11 y de la unidad de conmutación de semiconductores 13, puede permitirse selectivamente que la corriente circule efectuando una derivación respecto al dispositivo de bloqueo de corriente y circule hacia la barra colectora de corriente continua principal 3.

La Figura 2 es un diagrama esquemático de una unidad de generación de energía eléctrica P1. Los componentes internos del rectificador R1 se ilustran a este respecto. Para cada fase eléctrica, la señal de corriente alterna generada por el generador G1 se proporciona a una rama respectiva del rectificador R1. Los dispositivos de conmutación T se proporcionan en cada rama, cuyo dispositivo de conmutación T pueden controlarse de tal manera que una señal de corriente continua pueda proporcionarse a la salida por el rectificador R1. En la realización, a modo de ejemplo, representada en la Figura 2, los dispositivos de conmutación se representan por tiristores, aunque son también posibles otros medios de conmutación p.e., IGBTs. Además, el rectificador R1 comprende fusibles F para la protección del rectificador R1 en caso de un fallo, esto es, un cortocircuito en el rectificador R1. En ese caso, uno o más de los fusibles tendrá un salto operativo en respuesta a corrientes de fallos que circulan hacia la zona defectuosa y a través de los fusibles F. En la realización, a modo de ejemplo, representada en la Figura 2, cada dispositivo de conmutación T está asociado con un fusible F. De este modo, cada rama, esto es, cada fase, está asociada con dos fusibles F. Otras realizaciones posibles de la unidad de generación de energía eléctrica P1 incluyen un diseño denominado de 'pie de cabra' junto con un diodo en el polo positivo de los terminales de corriente continua del rectificador. La idea general es que si se produce un fallo interno el rectificador con generador se aislará por sí mismo respecto al sistema de alimentación de corriente continua para minimizar las consecuencias para el sistema más amplio.

Los fusibles F en el rectificador están dimensionados, de forma ventajosa, de modo que no efectúen un salto operativo cuando se sometan a corrientes de fallos como resultado de fallos producidos flujo abajo del rectificador. El término de flujo abajo ha de entenderse en relación con un sentido de circulación de corriente en el sistema de alimentación de corriente continua 1.

La Figura 3a es una realización, a modo de ejemplo, de una situación cuando se ha producido un fallo 19 en el sistema de alimentación de corriente continua 1. En la realización, a modo de ejemplo, representada en la Figura 3a, el fallo 19 es un cortocircuito y se ha producido en la barra colectora de corriente continua principal 3. Por lo tanto, el fallo 19 es un fallo global. Varias estrategias de gestión de fallos diferentes son posibles en este caso.

En uno u otro caso, debido al fallo 19, las corrientes de fallos 20-1, 20-2, 20-3, 20-4 circulan hacia el emplazamiento del fallo 19, que está en la primera barra colectora 3-1 en esta realización a modo de ejemplo. En general, el fallo 19 se detecta por al menos uno de entre una pluralidad de sensores que controlan el sistema de alimentación de corriente continua 1, p.e., sensores medidores de la corriente.

En conformidad con una estrategia para gestionar el fallo, al interruptor Bustie 5 se proporciona el mando abierto cuando se detecta el fallo. El lado no defectuoso, esto es, la segunda barra colectora 3-2 se reinicia automáticamente después de la división. De este modo, una vez que el sistema de alimentación de corriente continua ha sido dividido, el lado no defectuoso reanuda el funcionamiento. El lado defectuoso, esto es, la primera barra colectora 3-1, si tiene conocimiento del emplazamiento del fallo, no sería reiniciado. Si no tiene conocimiento del emplazamiento, debido a falta de información, el lado defectuoso intentaría efectuar un reinicio para detectar el fallo.

En otra versión de la estrategia, los rectificadores R1, R2, R3, R4 de las unidades de generación de energía eléctrica P1-P4 están controlados de modo que su salida de corriente tienda hacia cero y cualquier otro fuente de energía limitaría también la corriente en el sistema de alimentación de corriente continua al mismo tiempo que proporciona la orden de apertura el interruptor Bustie 5. Una vez realizada la división del sistema, el lado no defectuoso detecta que se elimina el fallo, mientras que el lado defectuoso verá persistir el fallo. Lo que antecede hará que la fuente de energía, p.e., las unidades de generación de energía eléctrica, en el lado defectuoso, bloqueen la corriente en fallo.

En otra versión de la estrategia, las fuentes de energía pueden limitar su tensión de salida y corrientes a un nivel que permitiría funcionar a los conmutadores-aisladores dentro de sus regímenes nominales, en donde los conmutadores-aisladores 7 pueden desconectar las unidades de generación de energía eléctrica desde la barra colectora de corriente continua principal 3.

La primera unidad de control D1 y la segunda unidad de control D2 no contribuyen, o al menos contribuyen en magnitud mínima, a la corriente de fallo debido a la característica de bloqueo de corriente de los dispositivos de bloqueo de corriente 11. Además, debido a los conmutadores-aisladores del primer tipo de unidades de entrada 17, la primera unidad de control D1 y la segunda unidad de control D2 pueden desconectarse de la barra colectora de corriente continua principal 3. De este modo, cada una de la primera unidad de control D1 y la segunda unidad de control D2 pueden protegerse en caso de producirse un fallo en la barra colectora de corriente continua principal 3.

La unidad de almacenamiento de energía E está también protegida durante el fallo 19 en la barra colectora de corriente continua principal 3. Si la unidad de almacenamiento de energía E estaba en el intermedio operativo de proporcionar energía eléctrica a la barra colectora de corriente continua principal 3 antes de la ocurrencia del fallo 19, la salida de corriente del convertidor corriente continua-corriente continua 15 puede controlarse, p.e., establecerse a cero. De este modo, la unidad de almacenamiento de energía E puede aislarse de la barra colectora de corriente continua principal 3 por intermedio del conmutador-aislador del segundo tipo de unidad de entrada 9. Además, antes de que la unidad de almacenamiento de energía E esté aislada de la barra colectora de corriente continua principal 3, el segundo tipo de unidad de entrada 9 puede bloquear la circulación de corriente hacia el emplazamiento del fallo 19. Lo que antecede se obtiene por medio del dispositivo de bloqueo de corriente 11 del segundo tipo de unidad de entrada 9 y estableciendo la unidad de conmutación de semiconductores 13 en su estado de desactivación.

Por medio de las propiedades de bloqueo de la circulación de corriente del primer tipo de dispositivo de entrada 17 y del segundo tipo de dispositivo de entrada 9, las corrientes de fallos hacia el emplazamiento del fallo 19 pueden reducirse en gran medida.

Haciendo referencia a la Figura 3b, se describirá ahora una situación operativa en donde ha ocurrido un fallo 22 en la primera unidad de control D1. Este fallo, es por lo tanto, un fallo local en la primera unidad de control D1.

En conformidad con la realización a modo de ejemplo en la Figura 3b, se ha producido un cortocircuito en el sistema de barras colectoras de la unidad de control DB. La primera barra colectora DB-1 y la segunda barra colectora DB-2 pueden, a modo de ejemplo, estar cortocircuitadas. Cuando ha ocurrido el fallo 22, las corrientes 23-1, 23-2, 23-3, 23-4 y 23-5 circulan hacia el emplazamiento del fallo 22. Las corrientes 23-3, 23-4, 23-5 se proporcionan por los bancos de condensadores en los inversores I1, I2, I3. Puesto que las corrientes 23-3, 23-4, 23-5 proporcionadas por los bancos de condensadores circulan a través de los fusibles F dispuestos en la primera unidad de control D1, los fusibles F probablemente efectuarán un salto operativo, con lo que se desconectan los inversores I1, I2, I3 desde el emplazamiento del fallo 22. La carga conectada a los inversores I1, I2, I3 se desconecta, de este modo, del sistema de barras colectoras de la unidad de control DB. Puesto que se reduce la intensidad de corriente desde la unidades de generación de energía eléctrica P1, P2, P3, P4, a modo de ejemplo, mediante un control adecuado de los rectificadores R1, R2, R3, R4, el conmutador-aislador del primer tipo de unidad de entrada 17 de la primera unidad de control D1 puede desconectar la primera unidad de control D1 desde la barra colectora de corriente continua principal 3 y de este modo, aislar completamente el emplazamiento del fallo 22. Cuando se haya aislado el emplazamiento del fallo 22, las partes restantes del sistema de alimentación de corriente continua 1 pueden reanudar su funcionamiento normal.

Esencialmente, ninguna corriente se proporciona al emplazamiento del fallo 22 por los bancos de condensadores de la segunda unidad de control D2 debido al dispositivo de bloqueo de corriente 11 en el primer tipo de unidad de entrada 17 de la segunda unidad de control D2.

Además, el segundo tipo de unidad de entrada 9 de la unidad de almacenamiento de energía E puede bloquear la circulación de corriente hacia el emplazamiento del fallo 22. Esto se obtiene por medio del dispositivo de bloqueo de corriente 11 del segundo tipo de unidad de entrada 9 y estableciendo la unidad de conmutación de semiconductores 13 en su estado de desactivación.

Por lo tanto, por medio de las propiedades de bloqueo de corriente del primer tipo de dispositivo de entrada 17 y del segundo tipo de dispositivo de entrada 9, pueden reducirse las corrientes de fallo hacia el emplazamiento del fallo 22.

En situaciones cuando se produce un fallo flujo abajo de un inversor I1, I2, I3, dicho fallo se suele gestionar por los fusibles F de ese inversor.

En general, los fallos flujos debajo de los fusibles dentro una unidad, tal como una unidad de generación de energía eléctrica, la unidad de almacenamiento de energía y o la unidad de control, se gestionan por los fusibles de esa unidad.

El sistema de alimentación de corriente continua aquí descrito puede utilizarse ventajosamente como un sistema de alimentación de energía a bordo para suministrar energía a un buque o como un sistema de suministro de energía eléctrica en otros espacios confinados en donde la presencia de grandes disyuntores de corriente continua es indeseable. El presente sistema de alimentación de corriente continua suele utilizarse en un entorno de baja tensión

aunque se consideran también las aplicaciones de más alta tensión p.e., de tensión media.

5 El concepto inventivo ha sido descrito principalmente con anterioridad haciendo referencia a algunos ejemplos de realización. Sin embargo, como se aprecia fácilmente por los expertos en esta técnica, son igualmente posibles otras formas de realización que las anteriormente descritas dentro del alcance de la idea inventiva, según se define por las reivindicaciones adjuntas. A modo de ejemplo, un sistema de alimentación de corriente continua, en conformidad con la presente invención, puede incluir menos o más unidades de generación de energía eléctrica que las utilizadas en el ejemplo descrito en la Figura 1. Además, el sistema de alimentación de corriente continua no tiene que incluir una unidad de almacenamiento de energía o puede incluir unidades de almacenamiento de energía adicionales y/o
10 menos o más unidades de control.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de alimentación de corriente continua (1) para suministrar energía a un buque, que comprende:

5 una barra colectora de corriente continua principal (3),

una unidad de generación de energía eléctrica (P1, P2, P3, P4) adaptada para la alimentación de la barra colectora de corriente continua principal (3),

10 un desconector (7) dispuesto entre la barra colectora de corriente continua principal (3) y la unidad de generación de energía eléctrica (P1, P2, P3, P4) para aislar la unidad de generación de energía eléctrica (P1, P2, P3, P4) con respecto a la barra colectora de corriente continua principal (3) en caso de un fallo de la barra colectora de corriente continua principal, en donde cuando se ha producido un fallo en el sistema de alimentación de corriente continua (1), la unidad de generación de energía eléctrica puede limitar su tensión y su corriente de salida a un nivel que permita al desconector funcionar dentro de los límites de su régimen nominal, y

15 una unidad de control (D1, D2) dispuesta para ser alimentada por la barra colectora de corriente continua principal (3), en donde la unidad de control (D1, D2) comprende un sistema de barras colectoras de unidad de control (DB), unidades convertidoras (I1, I2, I3) conectadas al sistema de barras colectoras de unidad de control (DB), y fusibles (F) dispuestos entre el sistema de barras colectoras de unidad de control (DB) y las unidades convertidoras (I1, I2, I3) para proteger las unidades convertidoras (I1, I2, I3) en caso de un fallo de la unidad de control,

20 en donde la unidad de control (D1, D2) comprende un primer tipo de unidad de entrada (17) dispuesta entre la barra colectora de corriente continua principal (3) y el sistema de barras colectoras de unidad de control (DB) y en donde el primer tipo de unidad de entrada (17) comprende un desconector para desconectar la unidad de control (D1, D2) desde la barra colectora de corriente continua principal (3) en caso de un fallo de la unidad de control.

25 **2.** El sistema de alimentación de corriente continua (1) según la reivindicación 1, en donde el primer tipo de unidad de entrada (17) comprende un dispositivo de bloqueo de la corriente (11) dispuestos para bloquear las corrientes en un sentido desde el sistema de barras colectoras de la unidad de control (DB) a la barra colectora de corriente continua principal (3) y para permitir la circulación de corriente desde la barra colectora de corriente continua principal (3) a la unidad de control (D1, D2).

30 **3.** El sistema de alimentación de corriente continua (1) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende una unidad de almacenamiento de energía (E) dispuesta para la alimentación de la barra colectora de corriente continua principal (3), en donde la unidad de almacenamiento de energía (E) comprende un sistema de barras colectoras de unidad de almacenamiento de energía (EB), unidades de provisión de energía (B, C) y fusibles (F) dispuestos entre el sistema de barras colectoras de unidad de almacenamiento de energía (EB) y las unidades de provisión de energía (B, C) para protección de las unidades de provisión de energía (B, C) en caso de un fallo de la unidad de almacenamiento de energía.

35 **4.** El sistema de alimentación de corriente continua (1) según la reivindicación 3, en donde la unidad de almacenamiento de energía (E) comprende un segundo tipo de unidad de entrada (9) dispuesta entre el sistema de barras colectoras de unidad de almacenamiento de energía (EB) y la barra colectora de corriente continua principal (3), en donde el segundo tipo de unidad de entrada (9) comprende un desconector para desconectar la unidad de almacenamiento de energía (E) desde la barra colectora de corriente continua principal (3) en caso de un fallo de la unidad de almacenamiento de energía.

40 **5.** El sistema de alimentación de corriente continua (1) según la reivindicación 4, en donde el segundo tipo de unidad de entrada (9) comprende un dispositivo de bloqueo de corriente (11) dispuesto para bloquear corrientes en un sentido desde el sistema de barras colectoras de unidad de almacenamiento de energía (EB) a la barra colectora de corriente continua principal (3) y para permitir la circulación de corriente desde la barra colectora de corriente continua principal (3) a la unidad de almacenamiento de energía (E) y una unidad de conmutación de semiconductores (13) para permitir selectivamente a la corriente efectuar una desviación, bypass, del dispositivo de bloqueo de corriente (11) y circular hacia la barra colectora de corriente continua principal (3).

45 **6.** El sistema de alimentación de corriente continua (1) según la reivindicación 5, en donde el dispositivo de bloqueo de corriente (11) y la unidad de conmutación de semiconductores (13) están conectados en una disposición anti-paralelo.

50 **7.** El sistema de alimentación de corriente continua (1) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la unidad de generación de energía eléctrica (P1, P2, P3, P4) comprende un generador (G1, G2, G3, G4) y un rectificador (R1, R2, R3, R4), en donde el rectificador (R1, R2, R3, R4) incluye una pluralidad de fusibles (F) dispuestos para proteger el rectificador (R1, R2, R3, R4) en caso de un fallo del rectificador.

55 **8.** El sistema de alimentación de corriente continua (1) según la reivindicación 7, en donde la pluralidad de fusibles

(F) incluidos en el rectificador (R1, R2, R3, R4) están dimensionados de modo que no 'salten' cuando están sometidos a corrientes de fallos en flujo descendente del rectificador (R1, R2, R3, R4).

5 **9.** El sistema de alimentación de corriente continua (1) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde cada unidad convertidora (I1, I2, I3) tiene terminales conectados a las barras colectoras de la unidad de control (DB), en donde cada terminal de una unidad convertidora (I1, I2, I3) está conectado a un fusible (F).

10 **10.** El sistema de alimentación de corriente continua (1) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, en donde el dispositivo de bloqueo de corriente (11) es un diodo.

15 **11.** El sistema de alimentación de corriente continua (1) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 10, en donde la primera unidad de entrada comprende una unidad de conmutación de semiconductores conectada en una disposición anti-paralelo con el dispositivo de bloqueo de corriente para permitir selectivamente que la corriente circule en derivación respecto al dispositivo de bloqueo de corriente y circule hacia la barra colectora de corriente continua principal.

20

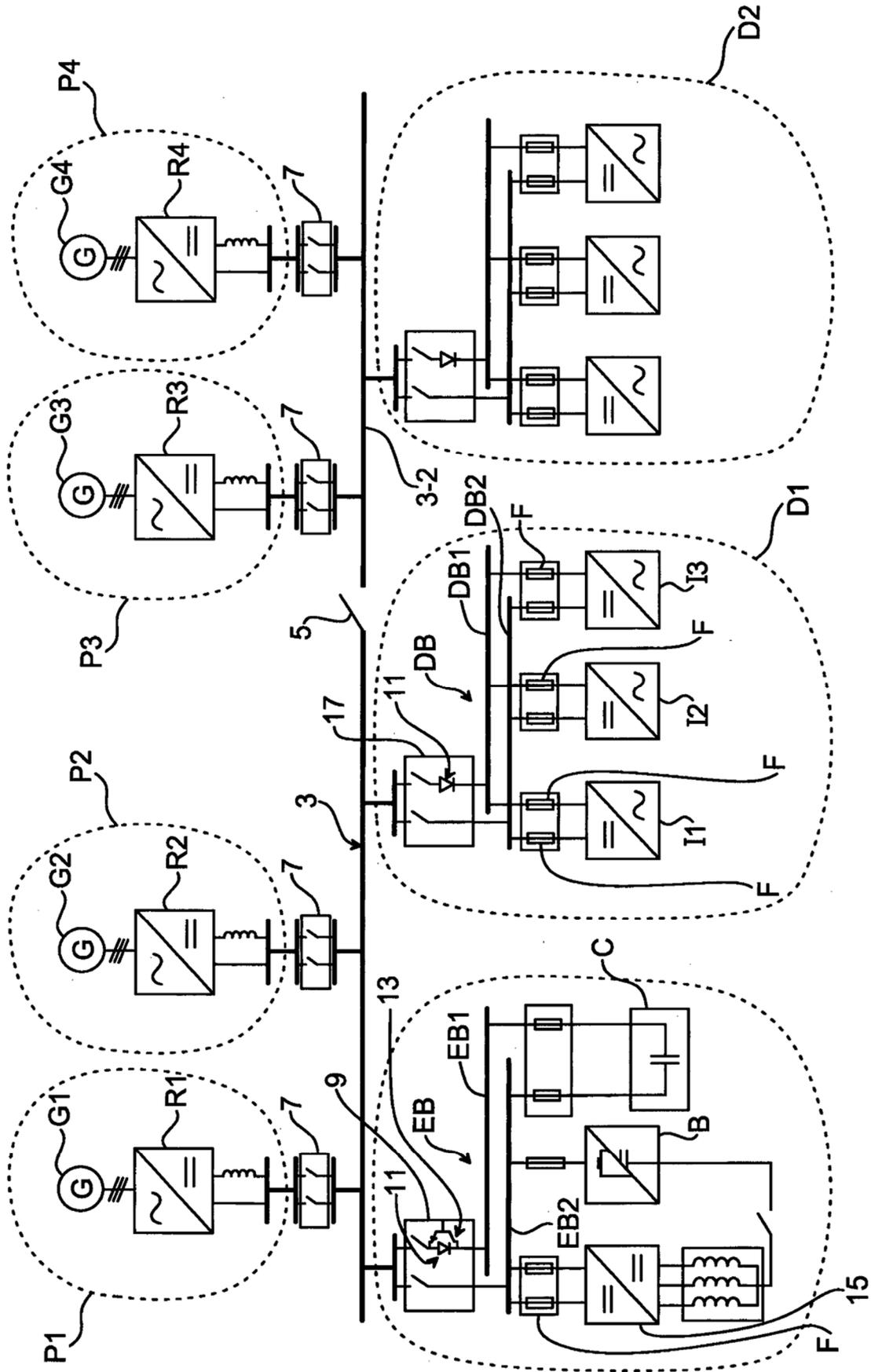


Fig. 1

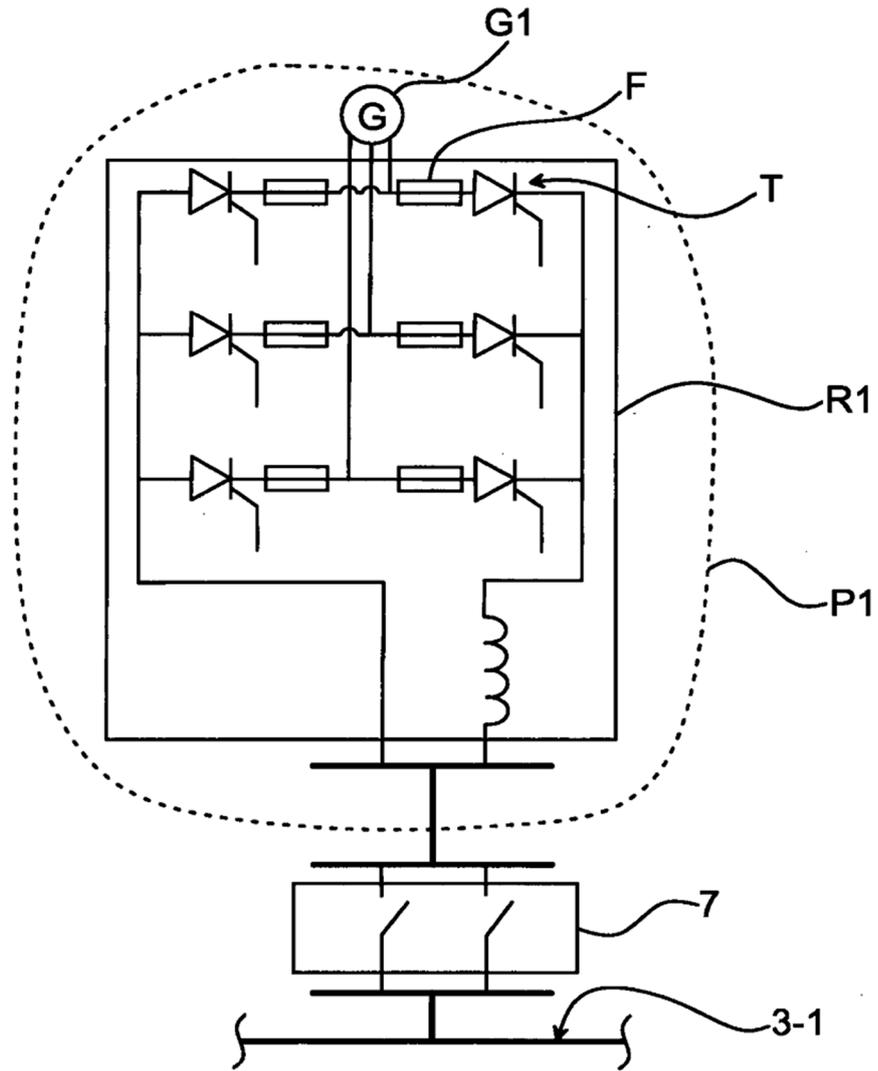


Fig. 2

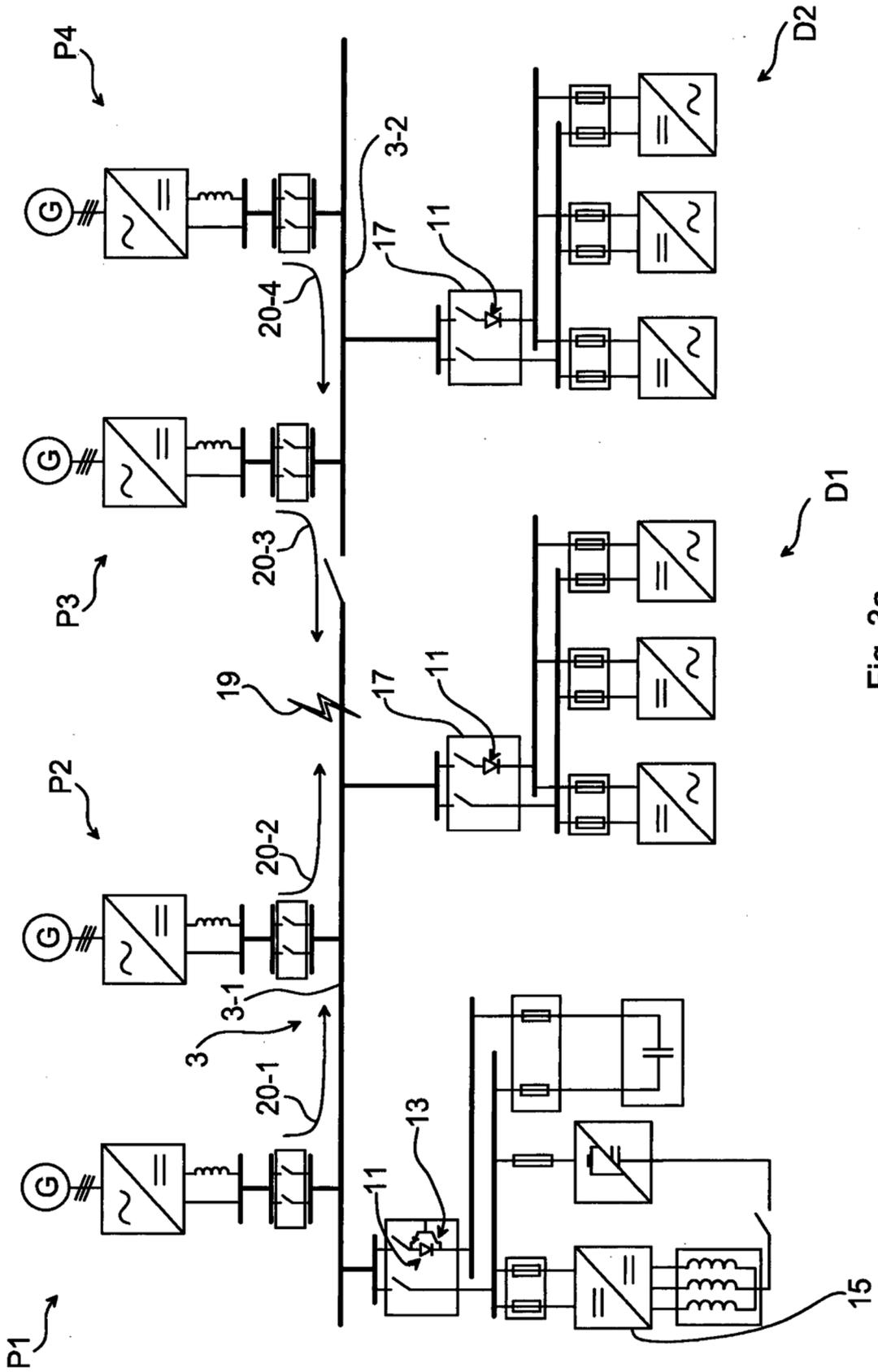


Fig. 3a

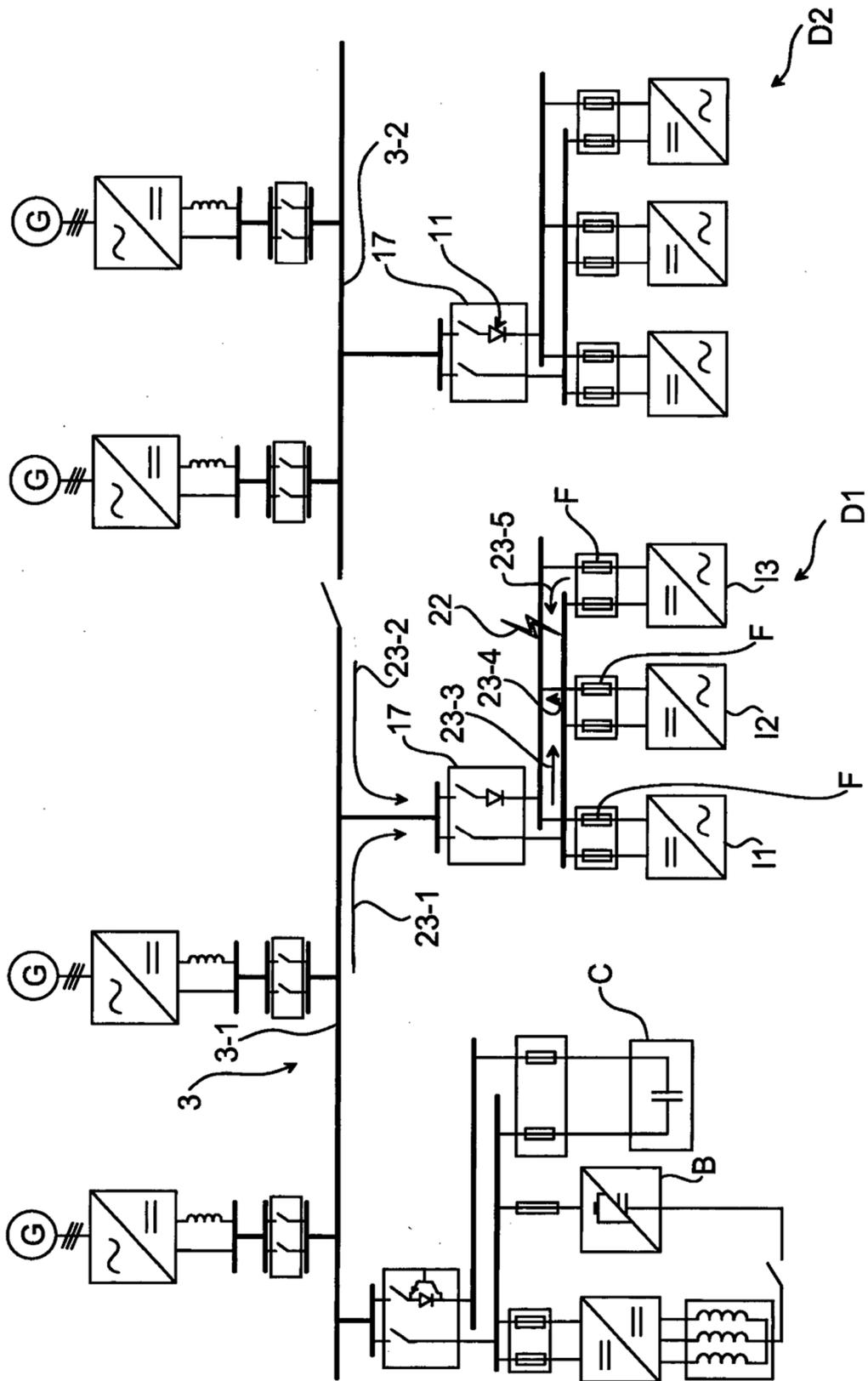


Fig. 3b