

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 720 361**

51 Int. Cl.:

H02J 4/00 (2006.01)
H02J 3/38 (2006.01)
H02J 3/30 (2006.01)
H02J 3/32 (2006.01)
E21B 41/00 (2006.01)
H02J 3/14 (2006.01)
H02P 27/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.02.2016 PCT/DK2016/000006**
87 Fecha y número de publicación internacional: **25.08.2016 WO16131460**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2016 E 16711520 (3)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2019 EP 3259821**

54 Título: **Sistema de generación y distribución de energía para unidades de perforación marítima**

30 Prioridad:

20.02.2015 DK 201500099
20.07.2015 DK 201500424
07.12.2015 DK 201500789

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.07.2019

73 Titular/es:

MÆRSK DRILLING A/S (100.0%)
Esplanaden 50
1098 København K, DK

72 Inventor/es:

PEDERSEN, JOHN, RØN

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 720 361 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 generación y distribución de energía para unidades de perforación marítima

5 La presente invención se refiere a un sistema de generación y distribución de energía adecuado para su uso en una variedad de aplicaciones tales como Unidades de perforación marítimas móviles e instalaciones marítimas fijas que incluyen varios tipos de embarcaciones marítimas, plataformas de perforación, etc. En el campo de perforación de pozos de petróleo/gas se requieren cantidades importantes de energía durante la actividad de perforación. Las demandas de potencia que se utilizan en una plataforma de perforación sirven para alimentar al sistema de elevación, como cabrestantes, las unidades hidráulicas para el sistema de elevación con base hidráulica en el piso de perforación y muchos otros tipos de cargas eléctricas como propulsores eléctricos, bombas de lodo, accionamientos superiores, mesas giratorias, sistemas de frenado dinámico y otras cargas eléctricas. El equipo utilizado en las actividades de perforación de pozos de hidrocarburos a menudo comprende sistemas de energía de gran tamaño para adaptarse a los requisitos de potencia "pico" de todas las cargas eléctricas acopladas al sistema de generación y distribución de energía de la plataforma de perforación. Históricamente, el número de motores/generadores típicamente activos es mayor que el número requerido por la carga de la aplicación debido a la redundancia y la demanda de potencia pico necesaria durante ciertas fases de la operación, como se explica a continuación.

Las plataformas de perforación pueden estar provistas de sistemas de posicionamiento dinámico que comprenden hélices accionadas eléctricamente, es decir, propulsores eléctricos, alimentados por el sistema de generación de energía de la plataforma de perforación. La misión de los sistemas de posicionamiento dinámico es mantener una posición deseada de la plataforma de perforación en el mar durante las operaciones de perforación de petróleo y gas. Para ciertos tipos de operaciones de alto riesgo, es vital que una posición deseada en el mar de la plataforma de perforación y las operaciones esenciales de la plataforma se puedan mantener, ya que de lo contrario puede haber un mayor riesgo de contaminación por petróleo, pérdidas de vidas o pérdida del pozo. La integridad y la operación segura de fallos del sistema de generación y distribución de energía que suministra la energía a los propulsores múltiples de la plataforma de perforación son, por lo tanto, de particular importancia. Las plataformas de perforación que requieren posicionamiento dinámico a menudo se clasifican en diferentes clases, como DP2 (posicionamiento dinámico 2) o DP3 (posicionamiento dinámico 3). Para garantizar que un mal funcionamiento de un componente no lleve a un apagón completo de la generación de energía de la plataforma de perforación, el sistema de generación de energía a menudo se divide en varias secciones del sistema de energía eléctricamente interconectables, por ejemplo, en 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 o incluso más secciones separadas. Estas secciones de sistema de energía interconectables pueden estar conectadas eléctricamente, por ejemplo, en una configuración en anillo en condiciones normales de funcionamiento del sistema. Sin embargo, durante ciertos modos de funcionamiento de alto riesgo o cuando hay un fallo en una sección, las secciones interconectables del sistema de energía pueden estar aisladas eléctricamente entre sí abriendo las conexiones hechas por cables eléctricos, los llamados interruptores de acoplamiento del buscada sección del sistema de energía a menudo está aislada por separaciones ignífugas y estancas. Uno o más motores/generadores de CA están activos en cada una de las secciones del sistema de energía para suministrar energía eléctrica a las cargas de bus de CA conectadas, como los propulsores eléctricos. El funcionamiento de dicha generación de energía con secciones de sistema de energía interconectadas, es decir, con interruptores de acoplamiento de bus conectados, generalmente no es posible poco después de un fallo del sistema, como un cortocircuito o un fallo del generador diésel que generalmente puede resultar en un apagón total del sistema de generación y distribución de energía. El documento US 2013/0029543 proporciona una red de suministro de energía ejemplar que describe un sistema de suministro de energía con compensador de carga para un barco de perforación marítima.

En algunas realizaciones de la generación de energía, se minimiza el impacto de un fallo de un solo punto en una sección del sistema de energía. La sección del sistema de energía comprende una subsección de bus de CA dividida un primer y un segundo segmento que se conectan eléctricamente a través de un par de interruptores de acoplamiento de bus conectados en serie alojados en compartimentos de cuadros de conmutación físicamente separados para conectar y desconectar selectivamente el primer y segundo segmento de la subsección de bus de CA. Si uno de los compartimentos de cuadros de conmutación primero o segundo se inunda, o de lo contrario se daña o está defectuoso, por un fallo de un solo punto, el otro compartimento de cuadros de conmutación, junto con su segmento asociado de la subsección del bus de CA, el generador de CA y el propulsor eléctrico, no sufrirán daños. Por lo tanto, el fallo de un solo punto conduce simplemente a la pérdida de un solo generador de CA y un solo accionamiento del impulsor (y su impulsor asociado).

Las demandas de energía pico previamente discutidas de la generación de energía de la plataforma de perforación existen durante ciertas actividades u operaciones en la plataforma de perforación. Estas actividades u operaciones incluyen un llamado "disparo" de la tubería o del vástago de perforación dentro/ fuera del pozo, ejecutando y

recuperando el elevador, operaciones de elevación en el piso de perforación, operaciones de elevación con grúas u otros equipos de elevación, etc. Durante las operaciones normales, hay una carga base de iluminación, bombas, agitadores, mezcladores, compresores de aire, etc. en la generación de energía de la plataforma de perforación. Esta carga base puede suponer unas cargas típicas de 1-5 MW. Las bombas de lodo, los accionamientos superiores y las mesas rotativas contribuyen con otra carga de rango MW bastante consistente. Esta demanda variará según el pozo en particular, la profundidad de la perforación y el material que se está perforando y el equipo utilizado para las operaciones de perforación. Durante las actividades de perforación de pozos de petróleo/gas, la carga más intermitente es, a menudo, el dispositivo de elevación para el piso de perforación (es decir, el dispositivo de elevación para elevar tubulares en y fuera del centro del pozo y hacia/en el lecho marino, también denominado sistema de elevación) tales como cabrestantes y unidades hidráulicas HPU (unidad de alta presión) para elevar cilindros. Esta carga intermitente provoca una demanda de energía máxima durante el levantamiento o descenso de la tubería de perforación hacia arriba y hacia abajo en el pozo. Esta demanda de energía máxima puede alcanzar cargas 2-3 veces (o más) mayores que las cargas base de las otras demandas en la plataforma de perforación. Por ejemplo, durante una operación de perforación, puede ser necesario recuperar la cadena de perforación después de terminar una sección del pozo o reemplazar la broca. Esta cadena de perforación puede ser de 10 000 pies o más. Durante la entrada y particularmente cuando sale, del orificio, el perforador (operador) exige un consumo de energía extremo en las ráfagas de energía cuando el perforador levanta (o baja) la cadena de tubería de perforación. Debido a que existe una limitación en la altura del mástil de perforación, el operador debe levantar la cadena en secciones (generalmente en soportes de 2 a 4 tubos de perforación) levantando una sección sobre el piso de perforación, detener el levantamiento, romper un soporte y devolverlo y comenzar a levantar de nuevo. Este proceso se invierte durante la reinserción del tubo de perforación en el agujero. Este proceso a menudo se denomina "disparo" dentro o fuera del agujero. En algunas realizaciones, la demanda de energía pico intermitente, por ejemplo, ocurre cuando esta carga (por ejemplo, 300.000 libras o más) se aplica al motor eléctrico o motores que levantan la cadena de tuberías una y otra vez. La carga es variable, ya que el peso del vástago de la perforación disminuye cada vez que se eliminan las secciones de tubería. Los requisitos de carga base para una plataforma de perforación son, aproximadamente, de 1-5 MW o incluso más. La demanda pico puede ser de más de 3-9 MW o más grande que la carga base. Otro ejemplo de cargas intermitentes se produce cuando varias máquinas comienzan a funcionar simultáneamente. Tales eventos pueden ser más probables en plataformas de perforación con sistemas de automatización avanzados, de modo que una sola actuación del operador pueda coordinar varias máquinas para comenzar a trabajar hacia una operación en particular.

Para entregar tales ráfagas de energía sin sobrecargar los motores/generadores activos o requerir un número excesivo de motores/generadores simultáneamente activos es ventajoso entregar potencia o energía para estas ráfagas de energía mediante un almacenamiento de energía o almacenamiento de energía a través de un bus de CC o una subsección de bus de CC de la generación de energía. Este suministro de energía de un almacenamiento de energía para manejar los aumentos temporales de la carga a menudo se denomina "control de picos".

En algunas realizaciones de la invención, el almacenamiento de energía comprende uno o más dispositivos de almacenamiento de energía de volante de inercia que pueden poseer varias propiedades ventajosas para los sistemas de generación y distribución de energía de la plataforma de perforación, tales como alta densidad de energía, larga vida útil, por ejemplo, más de 10, 15 o 20 años, carga rápida de energía y gran salida de energía máxima.

En algunas realizaciones, la invención se refiere a un sistema de generación y distribución de energía para una plataforma de perforación que comprende:

- 45 un bus de CA y un bus de CC,
- un generador de CA eléctricamente conectado al bus de CA,
- una carga de bus de CA eléctricamente conectada al bus de CA,
- un primer transformador de energía configurado para convertir una pluralidad de fases de tensión del bus de CA en
- 50 una pluralidad de fases de tensión del lado secundario correspondientes,
- un primer convertidor de potencia CA-CC conectado entre las fases de tensión del lado secundario del primer transformador de potencia y el bus de CC para suministrar energía al bus de CC, una o más cargas de bus de CC conectadas al bus de CC, un segundo convertidor de potencia de CA-CC conectado entre el bus de CC y, al menos,
- 55 uno de un devanado de transformador auxiliar del primer transformador de potencia y un segundo transformador de potencia para suministrar energía desde el bus de CC al bus de CA.

El primer transformador de potencia puede comprender un transformador de potencia multifase tal como un transformador trifásico. El primer transformador de potencia puede comprender una pluralidad de devanados del transformador del lado primario, por ejemplo, tres devanados, y una pluralidad de devanados del transformador del

60 lado secundario, por ejemplo, tres devanados, enrollados alrededor de un núcleo magnético común. El devanado del

transformador auxiliar se enrolla preferiblemente alrededor del núcleo magnético común para proporcionar una estructura de transformador compacta y energizar eficientemente la pluralidad de los devanados del transformador del lado primario.

- 5 El segundo transformador de potencia puede comprender un transformador de potencia multifase tal como un transformador trifásico. El segundo transformador de potencia puede comprender una pluralidad de devanados del transformador del lado primario, por ejemplo, tres devanados, y una pluralidad de devanados del transformador del lado secundario, por ejemplo, tres devanados, enrollados alrededor de un núcleo magnético común.
- 10 A lo largo de lo siguiente, la invención se discutirá en relación con un bus de CA con tres fases, pero el experto se dará cuenta de que también se puede aplicar otro número de fases, tal como dos o seis fases.

El devanado del transformador auxiliar del primer transformador de potencia, o alternativamente el segundo transformador de potencia, permite, bajo ciertas condiciones, que el bus de CC energice el bus de CA a través del
 15 segundo convertidor de potencia de CA-CC. Por lo tanto, el bus de CC se puede utilizar para suministrar energía a la carga eléctrica o las cargas conectadas directamente al bus de CA, como un impulsor de empuje y su propulsor asociado y otras cargas, algunas de las cuales pueden ser esenciales para la plataforma marítima. Por lo tanto, la carga eléctrica se puede conectar al bus de CA a través de un interruptor de circuito de carga. Esta capacidad para energizar el bus de CA desde el bus de CC tiene varias ventajas. El bus de CA se puede alimentar a través del
 20 devanado del transformador auxiliar o el segundo transformador de potencia, durante un fallo o interrupción del generador de CA. En consecuencia, el suministro de energía a la carga o cargas eléctricas del bus de CA puede permanecer intacto a pesar de la pérdida temporal de energía del generador de CA. Esta característica es particularmente útil en una realización en la que el sistema de energía comprende un almacenamiento de energía conectado al bus de CC para suministrar energía de forma selectiva al bus de CC y absorber la energía del bus de
 25 CC. Con la capacidad de energizar el bus de CA desde el bus de CC, este almacenamiento de energía puede actuar como respaldo de energía o incluso como un generador de emergencia para el bus de CA. El control del modo de suministro de energía del almacenamiento de energía, es decir, si se debe suministrar energía al bus de CC o absorber la energía del bus de CC, se puede llevar a cabo mediante un controlador de administración de energía del sistema de distribución y generación de energía o, alternativamente, un dispositivo de control local asociado con diversos
 30 dispositivos electrónicos de control del almacenamiento de energía. El controlador de administración de energía o el dispositivo de control local pueden configurarse para generar y aplicar una señal de control de suministro al almacenamiento de energía para seleccionar o configurar el modo de suministro de energía. Esta señal de control de suministro puede ser un comando digital emitido a través de un bus de datos adecuado conectado entre el controlador de administración de energía y el almacenamiento de energía.

35 El almacenamiento de energía puede comprender diversos tipos de dispositivos o componentes de almacenamiento de energía, por ejemplo, uno o más dispositivos de almacenamiento de energía seleccionados de un grupo de {una batería recargable, un condensador, un volante de inercia}. El almacenamiento de energía puede comprender cualquier combinación de estos, uno o más dispositivos de almacenamiento de energía, ya que diferentes
 40 características físicas de diferentes tipos de dispositivos de almacenamiento de energía pueden complementarse entre sí. Además, un almacenamiento de energía normalmente comprenderá lógica de control y / o convertidores y otros circuitos para interactuar con la planta de energía. El almacenamiento de energía también puede referirse a un conjunto de almacenamiento de energía. El almacenamiento de energía puede disponerse para llevar a cabo el control de pico máximo del bus de CC mediante el suministro de energía, al menos temporalmente, a las demandas de
 45 potencia pico respectivas de una o más cargas del bus de CC. En algunas realizaciones, la planta de energía está dispuesta para realizar un control máximo de picos en el bus de CA. En algunas realizaciones esto se realiza con el controlador de administración de energía, en el caso de una carga aumentada en el bus de CA, aumenta la emisión de energía del almacenamiento de energía en el bus de CC que tienen como resultado la carga reducida en el bus de CA del bus de CC que a su vez deja más espacio libre para manejar otras cargas en el bus de CA. En algunas
 50 realizaciones, el control de pico máximo en el bus de CA que utiliza energía almacenada en los almacenes de energía directamente conectados al bus de CC se realiza cuando el bus de CA no suministra cargas en el bus de CC (ya sea generalmente cuando las secciones están conectadas o en una o más secciones aisladas del bus de CC) para que la energía pueda dirigirse desde el almacenamiento de energía al bus de CA a través de, al menos, uno de los devanados de un transformador auxiliar del primer transformador de potencia y un segundo transformador de potencia para
 55 suministrar energía desde el bus de CC al bus de CA. La situación en la que no hay cargas en el bus de CC puede ocurrir cuando estas cargas no están en uso o se suministran completamente desde otras fuentes, como el almacenamiento de energía.

El almacenamiento de energía puede servir para múltiples propósitos, por ejemplo, puede estar configurado para
 60 capturar y almacenar energía regenerativa capturada de la energía de frenado de uno o varios motores de las cargas

eléctricas del bus de CC. Esta característica reduce las demandas de producción de energía en el generador de CA y disminuye la carga de conversión de energía del primer convertidor de energía de CA-CC, etc.

Una realización del almacenamiento de energía comprende uno o más dispositivos de almacenamiento de energía de volante de inercia. El dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia puede comprender un convertidor de energía CA-CC bidireccional que permite que el dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia suministre energía al bus de CC, por ejemplo, suministrando la energía a una o más cargas eléctricas del bus de CC, o absorbiendo la energía del bus de CC y almacenando la energía absorbida en un volante de inercia como energía cinética a través de un motor/generador de CA integral acoplado a un miembro de rueda giratoria o miembros del volante de inercia. La presencia del primer almacenamiento de energía con la capacidad de transferencia de energía bidireccional a la subsección del bus de CC conlleva numerosas ventajas. La conexión de uno o más dispositivos de almacenamiento de energía de volante de inercia al bus de CC tiene numerosos beneficios. El dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia tiene un tiempo de respuesta corto y una alta potencia pico o capacidad de suministro de corriente que suprime de manera efectiva los picos de tensión en el bus de CC causados por las cargas de potencia pico intermitentes discutidas previamente por una o más de las cargas eléctricas del bus de CC, en particular, el dispositivo de elevación para el piso de perforación, por ejemplo, el motor del cabrestante. Además, el dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia puede utilizarse para alimentar el bus de CA, a través de una ruta de suministro de energía "inversa" que comprende, al menos, uno de los devanados del transformador auxiliar y el segundo transformador de potencia durante un período de tiempo considerable. Esta ruta de suministro de energía "inversa" puede ser activada por el controlador de administración de energía para energizar el bus de CA y las cargas del bus de CA acopladas al mismo, durante los fallos o interrupciones temporales del generador de CA discutidas anteriormente. Esta ruta de suministro de energía "inversa" puede ser activada por el controlador de administración de energía para energizar el bus de CA, y las cargas del bus de CA acopladas al mismo, durante los fallos o interrupciones temporales del generador de CA que se discutieron anteriormente. Además, el almacenamiento de energía basado en el volante de inercia se puede aplicar para realizar un control de picos en el bus de CA alimentando una mayor cantidad de cargas de CC o a través de esta ruta de suministro de energía "inversa" como se describe anteriormente. El almacenamiento de energía basado en volantes de inercia es típicamente adecuado para el control de picos porque el dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia típicamente podrá reaccionar mucho más rápido, es decir, poseer una constante de tiempo más pequeña que el generador de CA en respuesta a los picos o ráfagas en el consumo de energía de la carga del bus de CA o cargas. En algunas realizaciones, el almacenamiento de energía, por ejemplo, volantes de inercia, tiene un tiempo de respuesta del 50% o menos que el del sistema generador, como el 25% o menos, como el 10% o menos, como el 5% o menos como 1% o menos. En una realización, el tiempo de respuesta se mide como el tiempo para aumentar la potencia de salida en 1 MW. Por lo general, la entrega de potencia del volante de inercia estará limitada por la electrónica de potencia y, por lo tanto, se pueden requerir múltiples volantes de inercia para entregar picos altos (por ejemplo, 6 MW durante 1 o 2 segundos). Algunos de los múltiples volantes pueden estar conectados directamente a secciones separadas del bus de CC.

La capacidad de almacenamiento de energía del dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia puede ser suficientemente grande, tal como 360 MJ o más, tal como 500 MJ o más, tal como 1200 MJ o más para alimentar grandes cargas en el bus de CA durante un período determinado de tiempo. En una realización de la invención, el dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia está configurado para alimentar un propulsor de 5 MW de la plataforma de perforación durante, al menos, 5 minutos durante un fallo del primer generador de CA que habría dejado el bus de CA sin energía sin alimentación de energía inversa a través del devanado del transformador auxiliar del primer transformador de potencia o a través del segundo transformador trifásico. Otra realización del dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia está configurada para alimentar un propulsor de 6,5 MW durante, al menos, 5 minutos con una carga del 50%. El dispositivo de volante de inercia puede ser un volante único o varios volantes de inercia conectados a la misma sección del bus de CC.

El experto en la materia entenderá que el sistema de generación y distribución de energía puede comprender una pluralidad de dispositivos de almacenamiento de energía de volante de inercia individuales, por ejemplo, más de 2, 4 o 15 dispositivos de almacenamiento de energía de volante de inercia individuales. Una realización ejemplar del sistema de generación y distribución de energía comprende 18 dispositivos de almacenamiento de energía de volante de inercia individuales, cada uno de los cuales posee una capacidad de almacenamiento de energía de 360 MJ para proporcionar una capacidad de almacenamiento de energía total de, al menos, 6480 MJ para el sistema. Los 18 dispositivos individuales de almacenamiento de energía de volante de inercia pueden poseer una capacidad de suministro de energía pico combinada de 6 MW o incluso más, lo que permite a los volantes de inercia compensar grandes ráfagas de carga de las cargas del bus de CC. Al menos algunos, y posiblemente cada uno, de estos dispositivos de almacenamiento de energía de volante de inercia pueden estar conectados directamente al bus de CC. Si el sistema de generación y distribución de energía posee una topología multisegmentada que comprende *inter alia*

una pluralidad de subsecciones de bus de CC conectables, como se explica a continuación con detalle adicional, uno o varios dispositivo(s) de almacenamiento de energía de volante de inercia pueden estar conectados directamente a cada subsección de bus de CC o, al menos, algunas de las subsecciones de bus de CC.

- 5 El experto en la materia entenderá que el controlador de administración de energía puede usar diferentes tipos de parámetros del bus de CA y otros parámetros y criterios del sistema para controlar en qué condiciones debe configurarse el bus de CC para energizar el bus de CA o viceversa. Según dicha realización, el controlador de administración de energía está configurado para:
- 10 • detectar uno o más parámetros en el bus de CA,
 • activación y desactivación selectiva de cada uno del primer convertidor de potencia CA-CC y el segundo convertidor de potencia CA-CC en función de uno o más parámetros detectados del bus de CA. En una realización, uno o más parámetros pueden comprender una tensión de CA del bus de CA.
- 15 El experto en la materia entenderá que el controlador de administración de energía puede representar la tensión de CA detectada en el bus de CA en una variedad de formatos tales como tensión RMS, tensión máxima, tensión instantánea, tensión promedia, etc. Algunos parámetros del bus de CA pueden referirse a la duración de un determinado valor de tensión de CA u otra forma de onda o características de forma de onda de la tensión de CA en el bus de CA. Otros parámetros del bus de CA pueden estar relacionados con una corriente de CA o con la alimentación de CA que fluye a través del bus de CA.
- 20 de CA que fluye a través del bus de CA.

El uno o más parámetros del bus de CA pueden caracterizar la integridad eléctrica del bus de CA.

- El bus de CA puede energizar el bus de CC cuando una ruta de suministro de energía "hacia adelante" del sistema está activa. Esta ruta de suministro de energía "hacia adelante" se extiende a través del primer transformador de potencia y el primer convertidor de potencia CA-CC. El controlador de administración de energía puede configurarse para desactivar el segundo convertidor de energía CA-CC cuando la ruta de suministro de energía "hacia adelante" se activa para eliminar las pérdidas de energía internas de los componentes electrónicos del segundo convertidor de energía CA-CC y/o la carga inútil del devanado de transformador auxiliar. El segundo convertidor de potencia de CA-CC puede desactivarse mediante una señal de control del convertidor adecuada, por ejemplo, deteniendo o eliminando una señal de reloj o señal de frecuencia de conmutación del convertidor de potencia y/o desconectando el bus de CC de una entrada del segundo convertidor de potencia de CA-CC, por ejemplo, utilizando interruptores automáticos o interruptores.
- 25 está activa. Esta ruta de suministro de energía "hacia adelante" se extiende a través del primer transformador de potencia y el primer convertidor de potencia CA-CC. El controlador de administración de energía puede configurarse para desactivar el segundo convertidor de energía CA-CC cuando la ruta de suministro de energía "hacia adelante" se activa para eliminar las pérdidas de energía internas de los componentes electrónicos del segundo convertidor de energía CA-CC y/o la carga inútil del devanado de transformador auxiliar. El segundo convertidor de potencia de CA-CC puede desactivarse mediante una señal de control del convertidor adecuada, por ejemplo, deteniendo o eliminando una señal de reloj o señal de frecuencia de conmutación del convertidor de potencia y/o desconectando el bus de CC de una entrada del segundo convertidor de potencia de CA-CC, por ejemplo, utilizando interruptores automáticos o interruptores.
- 30 CC puede desactivarse mediante una señal de control del convertidor adecuada, por ejemplo, deteniendo o eliminando una señal de reloj o señal de frecuencia de conmutación del convertidor de potencia y/o desconectando el bus de CC de una entrada del segundo convertidor de potencia de CA-CC, por ejemplo, utilizando interruptores automáticos o interruptores.
- 35 El bus de CC puede, por el contrario, energizar el bus de CA cuando una ruta de suministro de energía "inversa" del sistema está activa, donde la última ruta se extiende a través del segundo convertidor de potencia de CA-CC y, además, a través del devanado del transformador auxiliar del primer transformador de potencia o el segundo transformador de potencia. El controlador de administración de energía puede configurarse para desactivar el primer convertidor de energía CA-CC para eliminar las pérdidas de energía internas de los componentes electrónicos del primer convertidor de energía CA-CC mediante una señal de control del convertidor adecuada, por ejemplo, detener o eliminar una señal de reloj o cambiar la señal de frecuencia del convertidor y/o desconectando las tres fases de tensión del lado secundario producidas por el primer transformador de potencia.
- 40 primer convertidor de energía CA-CC mediante una señal de control del convertidor adecuada, por ejemplo, detener o eliminar una señal de reloj o cambiar la señal de frecuencia del convertidor y/o desconectando las tres fases de tensión del lado secundario producidas por el primer transformador de potencia.

- El controlador de administración de energía puede configurarse para detectar una tensión de CA en el bus de CA y activar y desactivar selectivamente cada uno del primer convertidor de energía de CA-CC y el segundo convertidor de energía de CA-CC en base a la tensión de CA detectada del bus de CA. Esta activación y desactivación selectiva de cada uno de los primeros y segundos convertidores de potencia de CA-CC puede basarse en, al menos, un umbral de tensión de bus de CA, por ejemplo, de manera que el primer convertidor de potencia de CA-CC esté activo y el segundo convertidor de potencia de CA-CC inactivo cuando la tensión del bus de CA se encuentra por encima, al menos, del umbral de tensión del bus de CA y viceversa, si la tensión del bus de CA se encuentra por debajo del umbral de tensión del bus de CA. El, al menos, un umbral de tensión del bus de CA puede ser un nivel de tensión absoluto expresado como RMS, pico o tensión promedia en el bus de CA. Alternativamente, el umbral de tensión del bus de CA se puede expresar como un determinado porcentaje de una tensión de CA nominal del bus de CA. Por lo tanto, el controlador de administración de energía puede comprender, al menos, un umbral de tensión de bus de CA, por ejemplo, almacenado como datos en un dispositivo de memoria electrónica del controlador de administración de energía; en el que dicho controlador de administración de energía está configurado para:
- 45 activar y desactivar selectivamente cada uno del primer convertidor de energía de CA-CC y el segundo convertidor de energía de CA-CC en base a la tensión de CA detectada del bus de CA. Esta activación y desactivación selectiva de cada uno de los primeros y segundos convertidores de potencia de CA-CC puede basarse en, al menos, un umbral de tensión de bus de CA, por ejemplo, de manera que el primer convertidor de potencia de CA-CC esté activo y el segundo convertidor de potencia de CA-CC inactivo cuando la tensión del bus de CA se encuentra por encima, al menos, del umbral de tensión del bus de CA y viceversa, si la tensión del bus de CA se encuentra por debajo del umbral de tensión del bus de CA. El, al menos, un umbral de tensión del bus de CA puede ser un nivel de tensión absoluto expresado como RMS, pico o tensión promedia en el bus de CA. Alternativamente, el umbral de tensión del bus de CA se puede expresar como un determinado porcentaje de una tensión de CA nominal del bus de CA. Por lo tanto, el controlador de administración de energía puede comprender, al menos, un umbral de tensión de bus de CA, por ejemplo, almacenado como datos en un dispositivo de memoria electrónica del controlador de administración de energía; en el que dicho controlador de administración de energía está configurado para:
- 50 menos, del umbral de tensión del bus de CA y viceversa, si la tensión del bus de CA se encuentra por debajo del umbral de tensión del bus de CA. El, al menos, un umbral de tensión del bus de CA puede ser un nivel de tensión absoluto expresado como RMS, pico o tensión promedia en el bus de CA. Alternativamente, el umbral de tensión del bus de CA se puede expresar como un determinado porcentaje de una tensión de CA nominal del bus de CA. Por lo tanto, el controlador de administración de energía puede comprender, al menos, un umbral de tensión de bus de CA, por ejemplo, almacenado como datos en un dispositivo de memoria electrónica del controlador de administración de energía; en el que dicho controlador de administración de energía está configurado para:
- 55 por ejemplo, almacenado como datos en un dispositivo de memoria electrónica del controlador de administración de energía; en el que dicho controlador de administración de energía está configurado para:
- comparar la tensión de CA en el bus de CA con el umbral de tensión del bus de CA y en función del resultado de la comparación;

- 60 • desactivar el primer convertidor de potencia de CA-CC; y

- activar el segundo convertidor de potencia de CA-CC para energizar, al menos, uno de los devanados del transformador auxiliar y el segundo transformador de potencia del bus de CC. Antes de desactivar el segundo convertidor de potencia de CA-CC, pueden requerirse varias verificaciones, por ejemplo, para determinar que haya suficiente energía del generador.

5

Además, y como se indicó anteriormente, el controlador de administración de energía puede, en algunas formas de realización, hacer que el almacenamiento de energía realice un control de picos en el bus de CA. En algunas realizaciones, al hacer que el almacenamiento de energía suministre más energía al bus de CC en respuesta a que la tensión del bus de CA caiga por debajo de un umbral.

10

El nivel de tensión de CA nominal en el bus de CA generalmente se encuentra entre 11 kV y 6,6 kV y el nivel de tensión del bus de CC generalmente se encuentra entre 720 V CC - 1000 V CC, pero se pueden utilizar también niveles alternativos de tensión de CA y CC.

15

En algunas formas de realización del sistema de generación y distribución de energía, cada uno de los generadores de CA, la carga del bus de CA, el primer y el segundo transformadores de potencia están conectados directamente al bus de CA sin que intervengan planos o estructuras de bus de CA o CC. Sin embargo, en la presente memoria descriptiva de la patente, el término "directamente" abarca las conexiones al bus de CA realizadas a través de componentes o circuitos eléctricos que no sean un bus, tales como transformadores de potencia, convertidores de

20

potencia, convertidores de frecuencia, disyuntores, interruptores y resistencias. Del mismo modo, cada una de las una o más cargas del bus de CC y el almacenamiento de energía están preferiblemente conectados directamente al bus de CC.

El primer convertidor de potencia CA-CC puede ser un convertidor de potencia unidireccional configurado para la transmisión de energía desde las fases de tensión del lado secundario del primer transformador de potencia al bus de CC. El segundo convertidor de potencia de CA-CC puede ser un convertidor de potencia unidireccional configurado para la transmisión de energía desde el bus de CC a, al menos, uno de los devanados del transformador auxiliar y el segundo transformador de potencia. El tipo unidireccional de convertidor de potencia posee varias propiedades ventajosas como se explica con más detalle a continuación con referencia a los dibujos adjuntos.

30

Una o más cargas de bus de CC pueden comprender, al menos, uno de: un dispositivo de elevación para el piso de perforación, un motor de bomba de lodo, un motor de bomba de cemento, un motor de mesa giratoria. El dispositivo de elevación puede comprender un sistema de elevación, por ejemplo, un sistema de elevación con una capacidad de elevación mayor que 500 toneladas o mayor que 800 toneladas o mayor que 1000 toneladas o mayor que 1200

35

Algunas realizaciones del sistema de generación y distribución de energía pueden poseer una topología multisegmentada que comprende una pluralidad de subsecciones de bus de CA conectables y una pluralidad de subsecciones de bus de CC conectables. Por lo tanto, el bus de CA puede comprender una pluralidad de subsecciones de bus de CA en las que cada subsección de bus de CA comprende un primer y segundo disyuntores de acoplamiento de bus para conectar y desconectar selectivamente la subsección de bus de CA al bus de CA; y el bus de CC puede comprender una pluralidad de subsecciones de bus de CC en las que cada subsección de bus de CC comprende primer y segundo disyuntores de acoplamiento de bus para conectar y desconectar selectivamente la subsección de bus de CC al bus de CC. En algunas realizaciones, la pluralidad de subsecciones de bus de CA están conectadas eléctricamente al bus de CA en una configuración en anillo; y/o la pluralidad de subsecciones de bus de CC están conectadas eléctricamente al bus de CC en una configuración en anillo. Uno o varios generador(es) de CA pueden estar conectados directamente a cada una de la pluralidad de subsecciones de bus de CA conectables. Uno o varios dispositivo(s) de almacenamiento de energía de volante de inercia pueden estar conectados directamente a cada una de la pluralidad de subsecciones de bus de CC conectables. Cada subsección del bus de CA puede ser energizada por uno o más dispositivo(s) de almacenamiento de energía de volante de inercia, incluso en condiciones de operación del sistema las que el generador de CA de la subsección del bus de CA en cuestión falla y la sección del bus de CA está aislada por el primer y el segundo interruptor de acoplamiento del bus.

50

55

A continuación, se describen varias realizaciones ejemplares de un sistema de generación y distribución de energía multisegmentado según algunas realizaciones de la invención con detalle adicional con referencia a la FIG. 3.

En algunas realizaciones fuera de la invención, se describe un método para generar y distribuir energía en una plataforma de perforación, comprendiendo dicho método:

60

- conectar un generador de CA a un bus de CA y ejecutar el generador de CA para energizar el bus de CA con una

tensión de CA,

- cargar el bus de CA conectando una o más cargas de CA al bus de CA,
- monitorizar y detectar uno o más parámetros del bus de CA,
- comparar uno o más parámetros detectados con un criterio de tensión de bus, y

5

si el uno o más parámetros detectados no coinciden con el criterio de tensión del bus, entonces se activa una primera ruta de suministro de energía desde el bus de CA a un bus de CC para energizar el bus de CC y se desactiva una segunda ruta de suministro de energía desde el bus de CC al bus de CA; o

10 si el uno o más parámetros detectados coinciden con el criterio de tensión del bus, entonces se desactiva la primera ruta de suministro de energía y se activa la segunda ruta de suministro de energía desde el bus de CC al bus de CA para activar el bus de CA.

La primera ruta de suministro de energía puede comprender:

- 15 • un primer transformador de energía multifase configurado para convertir una pluralidad de fases de tensión del bus de CA en una pluralidad correspondiente de fases de tensión del lado secundario y un primer convertidor de energía de CA/CC configurado para convertir la pluralidad de fases de tensión del lado secundario a una tensión de CC; y

la segunda ruta de suministro de energía comprende:

20

- un segundo convertidor de potencia de CA-CC conectado entre el bus de CC y al menos uno de los devanados de un transformador auxiliar del primer transformador de potencia y un segundo transformador de potencia, en el que un lado secundario del segundo transformador de potencia está conectado al bus de CA.

25 El método puede comprender:

- conectar una o más cargas de bus de CC al bus de CC,
 - conectar un dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia al bus de CC,
 - controlar el dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia para suministrar selectivamente la
- 30 energía almacenada al bus de CC y absorber la energía del bus de CC. En algunas realizaciones, el control del dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia para suministrar selectivamente la energía almacenada puede ser en respuesta a una mayor carga en el bus de CC, en el bus de CA y/o en el bus de CA o CC.

El método puede comprender además suministrar energía desde el dispositivo de almacenamiento de energía de

35 volante de inercia al bus de CA a través de la segunda ruta de suministro de energía.

El almacenamiento de energía puede disponerse para llevar a cabo el control de picos máximos del bus de CC mediante el suministro de energía, al menos temporalmente, a las demandas de potencia pico respectivas de una o

40 más cargas del bus de CC.

40

En algunas realizaciones, la invención se refiere a un sistema de generación y distribución de energía para una plataforma de perforación, que comprende dos o más secciones del sistema de energía interconectables eléctricamente, en las que cada sección del sistema de energía comprende:

45 una subsección de bus de CA conectable eléctricamente a un bus de CA común del sistema de generación y distribución de energía a través de los primeros y segundos disyuntores de acoplamiento de bus conectados a los respectivos extremos de la subsección de bus de CA para desconectar y conectar selectivamente la subsección de bus de CA al bus de CA común,

un primer generador de CA conectado eléctricamente a un primer segmento de la subsección del bus de CA a través

50 de un primer interruptor automático del generador,

un primer impulsor del propulsor conectado eléctricamente al primer segmento de la subsección del bus de CA a través de un primer interruptor automático del propulsor,

un segundo generador de CA conectado a un segundo segmento de la subsección del bus de CA a través de un segundo interruptor automático del generador,

55 un segundo impulsor del propulsor conectado eléctricamente al segundo segmento de la sección del bus de CA a través de un segundo interruptor automático del propulsor,

un tercer interruptor de acoplamiento de bus y un cuarto interruptor de acoplamiento de bus conectados en serie entre el primer y el segundo segmento de la subsección de bus de CA para conectar y desconectar selectivamente el primer y el segundo segmento de la subsección de bus de CA, en el que el tercer interruptor de acoplamiento de bus está

60 alojado en el primer compartimento de cuadros y el cuarto interruptor de acoplamiento de bus están alojados en un

segundo compartimento de cuadros separado físicamente.

En algunas realizaciones, cada subsección de bus de CA está conectada directamente solo a un único generador.

- 5 El sistema de generación y distribución de energía, según la presente invención, puede ser utilizado en algunas formas de realización en varios tipos de plataformas de perforación, tales como embarcaciones de perforación, plataformas semisumergibles, plataformas elevadoras, barcasas o terrestres, etc.

Los compartimentos de cuadros primero y segundo están preferiblemente aislados físicamente entre sí por paredes ignífugas y estancas de los compartimentos. Existen varias ventajas notables por el uso de interruptores de acoplamiento de bus tercero y cuarto alojados en compartimentos de cuadros separados para separar los segmentos primero y segundo de la subsección de bus de CA y el uso de un solo compartimento físico para alojar un interruptor de acoplamiento de bus único como se usa en sistemas de distribución de potencia de plataformas de perforación de la técnica anterior. Si uno de los compartimentos de cuadros primero y segundo se inunda, o de lo contrario se daña y está defectuoso, por un fallo de un solo punto, el otro compartimento de cuadros junto con su segmento asociado de la subsección del bus de CA y el generador de CA no sufrirán daños. Por lo tanto, un fallo de un solo punto dentro del sistema de generación y distribución de energía simplemente conduce a la pérdida de un solo generador de CA y un solo impulsor de empuje (y su propulsor asociado) conectado al mismo en contraste con la pérdida de los dos primeros generadores de CA y los dos primeros impulsores de empuje (y sus propulsores asociados) en sistemas de distribución de potencia de plataformas de perforación de la técnica anterior. La pérdida de un solo propulsor de la plataforma de perforación en lugar de dos propulsores por un solo punto de fallo en la presente sección del sistema de potencia conduce a numerosas ventajas tales como una disminución marcada del requisito de potencia mínima para cada uno de los diversos propulsores individuales de la plataforma de perforación: por lo general, de cuatro a ocho propulsores individuales como se explica en detalle adicional a continuación en relación con los dibujos adjuntos. El fallo de un solo punto puede ocasionar la pérdida de un compartimento de cuadros que puede albergar uno de los dos generadores de CA primero y segundo. La tensión de CA en el bus de CA común suele estar entre 11 kV y 6,6 kV.

En una realización del sistema de generación y distribución de energía, el primer disyuntor del generador y/o el primer disyuntor del propulsor está/están dispuesto(s) dentro del primer compartimento de cuadros y el segundo disyuntor del generador y/o el segundo disyuntor del impulsor está/están dispuesto(s) dentro del segundo compartimento de cuadros.

En una realización, dicho primer disyuntor de acoplamiento de bus está alojado en dicho primer compartimento de cuadros y/o dicho segundo disyuntor de acoplamiento de bus está alojado en dicho segundo compartimento de cuadros.

Una realización comprende dos o más secciones del sistema de energía interconectadas eléctricamente, tales como tres o más secciones, tales como 4 o más secciones.

En una realización, cada conjunto del primer y segundo generadores de CA de cada sección del sistema de energía se aloja en un compartimento o sala de generador compartido, tal como una sala de generador compartida ignífuga y/o estanca.

En una realización, los primer y segundo generadores de CA están separados entre sí en salas de generadores separadas, tales como salas de generadores a prueba de incendios y/o estancas.

En una realización, el sistema de generación y distribución de energía comprende además: un primer transformador de potencia conectado eléctricamente entre el primer segmento de la subsección del bus de CA y un primer segmento de una subsección del bus de CC a través de un primer convertidor de potencia CA-CC trifásico, una o más cargas eléctricas de bus de CC, como un dispositivo de elevación para el piso de perforación, un motor de bomba de lodo, un motor de bomba de cemento, un motor de mesa giratoria, etc., conectados eléctricamente al primer segmento de la subsección del bus de CC, un segundo transformador de potencia conectado eléctricamente entre el segundo segmento de la subsección del bus de CA y un segundo segmento de la subsección del bus de CC a través de un segundo convertidor de potencia CA-CC trifásico, una o más cargas eléctricas de bus de CC, tales como un motor de cabrestante, un motor de bomba de lodo, un motor de bomba de cemento, un motor de mesa giratoria, etc., conectados eléctricamente al segundo segmento de la subsección del bus de CC, un interruptor de circuito de segmento de CC configurado para conectar y desconectar selectivamente el primer y segundo segmento de la subsección del bus de CC, en el que la subsección del bus de CC se puede conectar eléctricamente a un bus de CC común del sistema de generación y distribución de energía a través de los primeros y segundos interruptores de

circuito del bus de CC en los extremos respectivos de la subsección del bus de CC para desconectar y conectar selectivamente la subsección del bus de CC al bus de CC común.

5 En una realización, el sistema de generación y distribución de energía comprende además: un primer almacenamiento de energía, o primer almacenamiento de energía, conectado al primer segmento de la subsección del bus de CC para suministrar energía de manera selectiva al primer segmento de la subsección del bus de CC y absorber la potencia del primer segmento de la subsección del bus de CC, por ejemplo, según una señal de control de suministro.

10 En una realización, el primer almacenamiento de energía comprende uno o más dispositivos de almacenamiento de energía seleccionados de un grupo de una batería recargable, un condensador, un volante de inercia. El dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia puede poseer una capacidad de almacenamiento de energía de 360 MJ o más, como 500 MJ o más, preferiblemente 1200 MJ o más. El dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia puede poseer suficiente energía para impulsar los propulsores primero y segundo, por ejemplo, cada uno representa una carga de 4-6 MW, al 50% de su potencia máxima respectiva durante, al menos, 5 minutos.

15 El dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia, incluida la electrónica de potencia asociada que conecta el volante al bus, puede tener un suministro de potencia pico superior a 2,0 MW.

Una realización del primer almacenamiento de energía comprende además:

20 un convertidor de potencia de CA-CC bidireccional acoplado entre el dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia y el primer segmento de la subsección del bus de CC;
un controlador de motor configurado para seleccionar una dirección de transferencia de energía eléctrica del primer almacenamiento de energía según la señal de control de suministro.

25 En una realización, las subsecciones respectivas del bus de CA de las dos o más secciones del sistema de alimentación están conectadas eléctricamente al bus de CA común en una configuración en anillo. Las subsecciones respectivas del bus de CC de las dos o más secciones del sistema de alimentación pueden estar conectadas eléctricamente al bus de CC común en una configuración en anillo.

30 Una realización del sistema de generación y distribución de energía comprende además: una pluralidad (por ejemplo, seis) de devanados de transformadores principales individuales enrollados alrededor de un núcleo magnético común del primer transformador de energía para convertir tres fases de tensión individuales del primer segmento de la subsección del bus de CA a tres fases de tensión correspondientes a un nivel de voltaje de CA inferior; y otro devanado de transformador enrollado alrededor del núcleo magnético para energizar el primer segmento de la subsección del

35 bus de CA a través de la pluralidad de los devanados del transformador principal individual, un primer convertidor de potencia de CA-CC acoplado desde el primer segmento de la subsección del bus de CC al devanado del transformador adicional del primer transformador de potencia para energizar el nuevo devanado del transformador del primer segmento de la subsección del bus de CC.

40 Una realización del sistema de generación y distribución de energía comprende, además, un controlador de tensión. El controlador de tensión puede estar configurado para:

monitorizar una tensión de CA o nivel de voltaje de CA en el primer segmento de la subsección del bus de CA,
activar y desactivar de forma selectiva el primer convertidor de potencia de CA-CC en función de la tensión de CA, de

45 manera que el bobinado del transformador adicional se energice mediante el convertidor de potencia de CA-CC si el nivel de voltaje de CA o el voltaje de CA cumplen con los criterios de voltaje predeterminados.

Como se mencionó anteriormente, el controlador también puede hacer que el almacenamiento de energía aumente el flujo de energía hacia el bus de CC.

50 En una realización, el primer convertidor de potencia CA-CC trifásico puede ser un convertidor de potencia unidireccional configurado para transmitir potencia desde el primer transformador de potencia al primer segmento de la subsección del bus de CC.

55 La invención se define por el objeto de la reivindicación independiente. Otras realizaciones de la invención se exponen en las reivindicaciones dependientes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

60 Las realizaciones preferidas de la invención se describirán con más detalle en relación con los dibujos adjuntos, en

los que:

FIG. 1 es un diagrama esquemático de un sistema de generación y distribución de energía para una plataforma de perforación según una primera realización de la presente invención,

5 FIG. 2 es un diagrama esquemático de un sistema de generación y distribución de energía para una plataforma de perforación según una segunda realización de la presente invención; y

FIG. 3 es un diagrama esquemático de un sistema de generación y distribución de energía para una plataforma de perforación que comprende una pluralidad de subsecciones de bus de CA y subsecciones de bus de CC según una tercera realización de la presente invención.

10

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES PREFERIDAS

A continuación, se describen varias realizaciones ejemplares del sistema de generación y distribución de energía con referencia a los dibujos adjuntos. La persona experta entenderá que los dibujos adjuntos son esquemáticos y
15 simplificados para mayor claridad y, por lo tanto, simplemente muestran detalles que son esenciales para la comprensión de la invención, mientras que otros detalles se han omitido. Los números de referencia similares se refieren a elementos similares en todo. Por lo tanto, los elementos similares no se describirán necesariamente en detalle con respecto a cada figura.

20 FIG. 1 es un diagrama esquemático simplificado de un sistema de generación y distribución de energía 1 para una plataforma de perforación según una primera realización de la presente invención. El sistema de generación y distribución de energía 1 comprende un bus de CA 4 y un bus de CC 14. El bus de CA puede comprender un primer interruptor de conexión de bus de CA 2a y un segundo interruptor de conexión de bus de CA 2b que conecta eléctricamente el bus de CA 4 a ciertos segmentos vecinos de un bus de CA común del sistema de distribución y
25 generación de energía 1 en una realización de varios segmentos del sistema de generación y distribución de energía 1. El bus de CC 14 puede comprender los correspondientes interruptores de conexión de bus de CC 16, 40 configurados para dividir eléctricamente el bus de CC 14 en múltiples segmentos de bus de CC adyacentes que se pueden aislar selectivamente del bus de CC 14 activando y desactivando los interruptores de conexión de bus de CC 16, 40. Los interruptores de conexión de bus de CC 16, 40 y/o el primer y segundo interruptor de conexión de bus de
30 CA 2a, 2b pueden ser controlados por un controlador central de administración de energía (no mostrado).

El sistema de generación y distribución de energía 1 comprende adicionalmente un generador de CA 118 que está conectado directamente al bus de CA 4 a través de un disyuntor 13 opcional del generador. El generador de CA 18 puede comprender un generador trifásico síncrono que energiza el bus de CA 4 durante el funcionamiento del sistema
35 1, a menos que el disyuntor de circuito 13 esté activado para desconectar el generador de CA del bus de CA 4. El generador de CA 18 puede configurarse para generar un nivel de voltaje de CA como 0,4 kV, 0,6 kV, 0,69 kV, 3 kV, 4 kV, 16 kV, 6 kV, 11 kV, 13 kV, 20 kV, 30 kV, pero típicamente entre 5 kV y 15 kV, tal como alrededor de 11 kV en el bus de CA 4. El sistema de generación y distribución de energía 1 comprende además una carga de bus de CA conectada directamente al bus CA 4 a través de un disyuntor de circuito de carga 12. La carga del bus de CA puede
40 comprender, por ejemplo, una unidad de propulsión 15 que impulsa un propulsor asociado Th1. El impulsor 15 del propulsor puede comprender un convertidor de potencia de frecuencia variable (VFD) o CA-CC para impulsar un motor eléctrico (no mostrado) del propulsor Th1 de la plataforma de perforación. El VFD 15 está configurado para convertir una frecuencia de la tensión del bus de CA a otra frecuencia apropiada para impulsar el propulsor 15. El propulsor 15 del propulsor suministra alimentación de CA para hacer girar una hélice del propulsor Th1. La persona experta
45 entenderá que otras cargas, como un bus de distribución de energía de bajo voltaje (que no se muestra) pueden estar directamente conectadas y alimentadas por el bus de CA 4. El sistema de generación y distribución de energía 1 puede comprender un bus de CA de bajo voltaje (no mostrado), típicamente con un nivel de voltaje inferior a 1000 V, como pueden ser unos 690 V o 440 V utilizados para alimentar a varios consumidores de energía periféricos de la plataforma de perforación (es decir, consumidores que no forman parte de la operación de perforación o la integración
50 de la plataforma/embarcación) como sistemas de iluminación eléctrica, aparatos de cocina, etc. En algunas realizaciones, la CA de baja tensión tiene un nivel de voltaje que es el 20% del nivel de voltaje del bus de CA o menos, como el 10% o menos, como el 5% o menos.

El sistema de generación y distribución de energía 1 puede comprender uno o más generadores de CA adicionales
55 (no mostrados) conectados directamente al bus de CA 4 ya sea entre el primer y el segundo disyuntor de acoplamiento de bus de CA 2a, 2b o en un lado distante del primero y el segundo disyuntor de acoplamiento de bus de CA 2a, 2b. Al menos uno de estos generadores de CA adicionales puede alojarse junto con el generador de CA 18 en una sala de generadores compartida. La sala de generadores puede ser ignífuga y/o estanca. El generador de CA 18 puede poseer una capacidad de generación de energía máxima mayor que 1 MW, o mayor que 2 MW, o mayor que 5 MW,
60 o mayor que 9 MW.

El bus de CC 14 es alimentado por el bus de CA 4 (que en condiciones normales de funcionamiento del sistema recibe la alimentación del generador de CA 18) a través de un transformador de potencia trifásico 11 como se ilustra en la FIG. 1. El transformador de potencia trifásico 11 está configurado para convertir tres fases de voltaje del bus de CA 4 en tres fases de voltaje del lado secundario correspondientes en un lado secundario del transformador de potencia 11. Un convertidor de potencia CA-CC trifásico 3 está conectado entre las fases de voltaje del lado secundario del transformador de potencia trifásico 11 y el bus de CC 14 para suministrar energía o energía al bus de CC 14. La persona experta entenderá que una o más cargas eléctricas de bus de CC M1 (7), como un dispositivo de elevación para el piso de perforación, un motor de bomba de lodo, un motor de bomba de cemento, un motor de mesa giratoria, etc. pueden estar conectados eléctricamente al bus de CC 14 del actual sistema de generación y distribución de energía 1. Ciertas realizaciones del presente sistema de generación y distribución de energía 1 pueden comprender un almacenamiento de energía o dispositivo (no mostrado) conectado directamente al bus de CC para suministrar y absorber selectivamente la energía o la potencia del bus de CC 14 como se explica con más detalle a continuación con referencia a las FIGS. 2 y 3. El almacenamiento de energía puede ser particularmente útil para alimentar, al menos temporalmente, el bus de CA 4 a través de un devanado de transformador auxiliar 11a en caso de un fallo del generador de CA 18. Como se describió anteriormente, el transformador de potencia trifásico 11 está conectado eléctricamente entre el bus de CA 4 y el bus de CC 14 a través del convertidor de potencia trifásico de CA-CC 3. Por lo tanto, durante el funcionamiento normal del sistema de generación y distribución de energía 1, el bus de CC 14 recibe la alimentación del bus de CA, que a su vez es alimentado por el generador de CA 18, o alternativamente por uno o más generadores de CA adicionales conectados directamente al bus de CA 4 dependiendo de cuántos de estos estén activos en cualquier momento particular de operación normal.

El transformador de potencia trifásico 11 puede comprender una pluralidad de devanados del transformador del lado primario y una pluralidad de devanados del transformador del lado secundario (no mostrado) para convertir las tres fases de voltaje individuales del bus de CA aplicadas a los tres devanados del lado primario del transformador de potencia 11 en las tres fases de voltaje correspondientes en tres devanados laterales secundarios. La pluralidad de devanados de transformador del lado primario y la pluralidad de devanados de transformador del lado secundario se enrollan preferiblemente alrededor de un núcleo magnético común (no mostrado) del transformador 11. El núcleo magnético común puede comprender un solo núcleo magnético laminado. El nivel de voltaje de CA en los tres devanados del lado secundario del transformador 11 es más bajo que el nivel de voltaje de CA en los tres devanados del lado primario. Los tres devanados del lado secundario del transformador 11 están conectados a las entradas respectivas del convertidor de potencia trifásico CA-CC 3. El transformador de potencia trifásico 11 comprende un devanado de transformador auxiliar 11a además de la pluralidad, por ejemplo, seis, devanados de transformador de lado primario y lado secundario. Estos últimos podrían considerarse como devanados de transformadores principales. Este devanado auxiliar o adicional del transformador 11a se enrolla preferiblemente alrededor del núcleo magnético común de manera que el voltaje y la corriente de CA aplicadas al devanado auxiliar 11a se acoplan a cada uno de los tres devanados individuales del transformador del lado primario en el lado primario del transformador 11.

Los devanados del transformador del lado primario individual son capaces de energizar las fases de voltaje individuales del bus de CA 4 cuando un segundo convertidor de potencia de CA-CC 8 está activado o es operativo. Tenga en cuenta que, en el texto actual, el término convertidor de CA-CC se aplica independientemente de la dirección de la energía que se desprenda del contexto. El devanado 11a del transformador auxiliar recibe voltaje y corriente CA desde el bus de CC 14 a través del segundo convertidor de potencia CA-CC 8, que tiene su lado de entrada conectado directamente al bus de CC 14. Este flujo de energía a través del devanado del transformador auxiliar 11a se indica esquemáticamente con la flecha de encendido P_{aux} y se puede ver como una ruta de suministro de energía "inversa" para el bus de CA 4 del sistema 1. El controlador central de administración de energía anteriormente descrito puede configurarse para detectar un voltaje de CA en el bus de CA 4 y además para activar y desactivar selectivamente el segundo convertidor de energía de CA-CC 8 en función del voltaje de CA detectado en el bus de CA. El controlador central de administración de energía puede, por ejemplo, comparar el voltaje de CA detectado con un cierto criterio de voltaje de bus, como un voltaje de umbral u otro criterio adecuado, y activar el segundo convertidor de potencia CA-CC 8 si el voltaje de CA detectado cumple con el criterio de voltaje de bus - por ejemplo, que el voltaje de CA detectado es menor que el voltaje de umbral. Además, el controlador central de administración de energía puede configurarse para desactivar el convertidor de energía trifásico CA-CC 3 en respuesta al nivel de voltaje CA detectado que cumple con el criterio de voltaje de bus de CA para eliminar las pérdidas de energía internas en el convertidor de energía CA-CC trifásico 3. La desactivación del convertidor de potencia trifásico CA-CC 3 también puede evitar que la alimentación del transformador trifásico 11 a través del devanado del transformador auxiliar 11a lleve a una retroalimentación de energía inútil al bus de CC 14 a través de los devanados secundarios del convertidor de potencia trifásico de CA-CC 3. La persona experta entenderá que el controlador central de administración de energía puede representar el voltaje de CA detectado en el bus de CA en una variedad de formatos, como voltaje RMS, voltaje máximo, voltaje instantáneo, voltaje promedio, etc.

En contraste, cuando la tensión de CA detectada no coincide con el criterio o criterios del voltaje del bus, el controlador central de administración de energía puede configurarse para activar una ruta de suministro de energía "directa" que comprende el transformador de potencia trifásico 11 y el convertidor de potencia trifásico CA-CC 3 conectado al mismo.

5

La persona experta en la materia apreciará que un nivel de voltaje de CA en el bus de CA 4 por debajo del umbral de voltaje puede indicar que el generador de CA 18 está desconectado o defectuoso, de modo que el bus de CA 4 se queda sin alimentación activa/suministro de energía. En respuesta a esta condición, el controlador central de administración de energía puede activar el segundo convertidor de energía de CA-CC 8 y, de ese modo, energizar el bus de CA 4 a través del devanado del transformador auxiliar 11a, de modo que se restablezca el nivel de voltaje de CA apropiado o nominal en el bus de CA 4. En estas circunstancias, el bus de CC 14 puede ser energizado por la energía almacenada en el almacenamiento de energía. La capacidad de la segunda o "inversa" ruta de suministro de energía para alimentar el bus de CA durante un fallo del generador o un apagón tiene varias ventajas notables. Una ventaja es que el convertidor de potencia trifásico CA-CC 3 puede ser un convertidor de potencia unidireccional sin ninguna capacidad para transmitir potencia "inversa" desde el bus de CC 14 hacia el bus de CA 4. En cambio, esta transferencia inversa de energía se puede llevar a cabo mediante la combinación del devanado del transformador auxiliar 11a y el segundo convertidor de potencia CA-CC 8 que funciona como una segunda ruta de suministro de energía "inversa". El tamaño y los costes del convertidor de potencia CA-CC trifásico unidireccional 3 son notablemente más bajos que los costes de una contraparte bidireccional del mismo. Mientras que el segundo convertidor de potencia CA-CC 8 es un componente adicional, la potencia nominal del último convertidor 8 a menudo puede ser mucho más pequeña que la potencia nominal del convertidor de potencia trifásico CA-CC 3. La capacidad de potencia relajada del segundo convertidor de potencia CA-CC 8 se logra, a menudo, porque la cantidad de energía en la dirección de retroceso desde el bus de CC 14 al bus de CA 4 es, a menudo, significativamente menor que la cantidad de energía en la dirección de avance. Además, el segundo convertidor de potencia CA-CC 8 puede ser un tipo de convertidor unidireccional que conduce a un coste adicional y disminución de tamaño.

FIG. 2 es un diagrama esquemático simplificado de un sistema de generación y distribución de energía 50 para una plataforma de perforación según una segunda realización de la presente invención. El sistema de generación y distribución de energía 50 comprende, entre otros, un generador de CA 18, un bus de CA 4, un propulsor de propulsión 15 que impulsa un propulsor asociado Th1 y un bus de CC 14 similar a la realización descrita anteriormente del sistema de generación y distribución de energía 1. En el sistema actual de generación y distribución de energía 50, la funcionalidad anteriormente discutida del devanado del transformador auxiliar 11a se ha reemplazado por un segundo transformador de energía trifásico separado 51. Una entrada del convertidor de potencia CA-CC 8 o del inversor de potencia se conecta directamente al bus de CC 14 para generar un voltaje de salida de CA trifásico. La tensión de salida de CA trifásica del convertidor de potencia CA-CC 8 se aplica a una pluralidad de devanados del lado primario del segundo transformador de potencia trifásico 51. El segundo transformador de potencia trifásico 51 genera así tres fases de voltaje del lado secundario que están conectadas directamente a las respectivas fases de voltaje del bus de CA 4 para energizar este último cuando el convertidor de energía de CA-CC 8 está operativo. Por lo tanto, el funcionamiento combinado del convertidor de potencia CA-CC 8 y el segundo transformador de potencia trifásico 51 funciona como una segunda ruta de suministro de energía o "inversa" del sistema 50 capaz de transmitir energía desde el bus de CC 14 hacia el bus de CA 4 como se indica esquemáticamente con la flecha "P_{AUX}".

En contraste, la primera o la ruta de suministro de energía "directa" es capaz de transmitir energía desde el bus de CA 4 al bus de CC 14 y comprende un primer transformador de potencia trifásico 11 conectado en serie con el convertidor de potencia CA-CC trifásico anteriormente mencionados. Uno o ambos de los primeros y segundos convertidores de potencia de CA-CC trifásicos 3, 8 pueden ser un tipo de convertidor de potencia unidireccional por los motivos mencionados anteriormente. El sistema de generación y distribución de energía 50 puede comprender el controlador central de administración de energía discutido previamente y el último configurado para activar y desactivar selectivamente cada uno del primer y segundo convertidores de potencia de CA-CC trifásicos 3, 8 según una dirección deseada del flujo de energía entre el bus de CA 4 hacia el bus de CC 14. El controlador central de administración de energía puede incorporar los criterios de decisión discutidos previamente para determinar cuándo cada uno de los primeros y segundos convertidores de potencia de CA-CC trifásicos 3, 8 deben activarse o desactivarse. La persona experta entenderá que, en la práctica, cada uno de los primeros y segundos convertidores de potencia de CA-CC trifásicos 3, 8 se pueden desactivar abriendo un interruptor de bus (no mostrado) conectado en serie con una entrada o salida de uno o ambos primero y segundo convertidores de potencia trifásicos CA-CC 3, 8.

El sistema de generación y distribución de energía 50 comprende, adicionalmente, un conjunto de almacenamiento de energía o dispositivo 9, 20 conectado directamente al bus de CC 14 para suministrar y absorber selectivamente la energía o la potencia del bus de CC 14. El conjunto de almacenamiento de energía 9, 20 puede comprender un dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia 20, por ejemplo, con las propiedades que se discuten

en detalle a continuación con referencia a la FIG. 3. El dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia 20 es capaz de suministrar casi instantáneamente grandes corrientes, I_{punta} , al bus de CC 14 y, por lo tanto, suprimir de manera efectiva los picos de voltaje en el bus de CC causados por las cargas de potencia pico intermitentes discutidas anteriormente, tomadas por uno o más de las cargas eléctricas de bus de CC 5, 7 (M1), en particular el

5 dispositivo de elevación para el piso de perforación. Por lo tanto, el dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia 20 está dispuesto para realizar una reducción máxima del bus de CC 14. El conjunto de almacenamiento de energía 9, 20 también puede ser útil para alimentar, al menos temporalmente, de manera inversa el bus de CA 4 a través de la operación combinada del convertidor de potencia CA-CC 8 y el segundo transformador de potencia trifásico 51 en caso de un fallo del generador de CA 18. En cambio, durante el funcionamiento normal del

10 sistema de generación y distribución de energía 50, el bus de CC 14 y sus cargas de bus de CC 5, 7 se puede alimentar por el bus de CA 4 que a su vez es alimentado por el generador de CA 18, o alternativamente por uno o más generadores de CA adicionales conectados directamente al bus de CA 4 dependiendo de cuántos de estos estén activos en cualquier momento particular de operación normal del sistema. Una ventaja notable de la capacidad de transmisión de potencia "inversa" del sistema de generación y distribución de energía 50 es la capacidad de aumentar

15 la carga promedio del generador de CA activo 18 o una pluralidad de generadores de CA conectados al bus de CA. La carga promedio del generador o generadores de CA activo(s) puede aumentar debido a la reserva de energía del dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia 20 junto con la capacidad de transferir selectivamente esta energía según sea necesario al bus de CA 4 a través del convertidor de potencia de CA-CC 8 y segundo transformador de potencia trifásico 51. La energía/potencia suministrada por el dispositivo de almacenamiento de

20 energía de volante de inercia 20 reduce la demanda de energía pico requerida del (de los) generador(es) de CA activos porque la energía para picos o picos de energía intermitentes en la subsección del bus de CA 4 puede ser suministrada por el dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia 20 en lugar del (de los) generador(es) de CA activo(s). El dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia 20 puede, en una realización de la invención, poseer suficiente energía para impulsar el propulsor Th1 en el bus de CA 4 durante un tiempo

25 predeterminado durante un estado de emergencia del sistema de energía, por ejemplo, el llamado apagado de emergencia (ESD) del sistema de potencia. La potencia del propulsor Th1, y posiblemente otros propulsores, es crítica en numerosas operaciones de plataformas de perforación que requieren la capacidad de mantener dinámicamente una cierta posición de la plataforma de perforación en el mar.

30 FIG. 3 es un diagrama esquemático simplificado de un sistema de generación y distribución de energía para una plataforma de perforación según una tercera realización de la presente invención. El sistema actual de generación y distribución de energía posee una topología multisegmentada que comprende una pluralidad de subsecciones de bus de CA conectables y una pluralidad de subsecciones de bus de CC conectables. La persona experta entenderá que el sistema de generación y distribución de energía puede comprender dos o más secciones 100 del sistema de energía

35 conectables eléctricamente, en las que cada una de estas secciones del sistema de energía puede ser sustancialmente idéntica a la primera sección del sistema de energía ilustrada 100. Una segunda sección del sistema de energía y una tercera sección del sistema de energía se pueden conectar, por ejemplo, al lado derecho y al lado izquierdo, respectivamente, de la primera sección del sistema de energía 100 a través de las respectivas conexiones del bus de CA y las conexiones del bus de CC, como se explica en detalle adicional a continuación.

40 La primera sección del sistema de alimentación 100 comprende un primer disyuntor de acoplamiento de bus de CA 102a que conecta eléctricamente un primer segmento 104 de una primera subsección de bus de CA de la primera sección de sistema de potencia 100 a una subsección de bus de CA correspondiente de la segunda sección de sistema de potencia (no mostrado) a través del interruptor de acoplamiento 162b y 122b de la segunda sección del sistema de

45 potencia. Un primer interruptor de acoplamiento de bus de CC 160 está configurado para conectar eléctricamente un primer segmento 114 de la subsección de bus de CC a una subsección de bus de CC correspondiente de la segunda sección del sistema de potencia. Del mismo modo, un segundo interruptor de conexión de bus de CA 122a conecta eléctricamente un segundo segmento 124 de la subsección de bus de CA (BUS de CA) de la primera sección del sistema de potencia 100 a una subsección de bus de CA correspondiente de la tercera sección del sistema de potencia

50 (no mostrado) a través del interruptor de conexión 142a de la tercera sección del sistema de potencia. Un segundo interruptor de conexión de bus de CC 140 conecta eléctricamente un segundo segmento 134 de la subsección de bus de CC (BUS de CC) a una subsección de bus de CC correspondiente de la tercera sección del sistema de potencia. La persona experta entenderá que el primer y segundo segmento 104, 124 de la primera subsección de bus de CA y los segmentos de bus correspondientes de las subsecciones de bus de CA adicionales de la segunda y tercera sección

55 del sistema de potencia pueden formar parte de un bus de CA común del sistema de generación y distribución de energía. Del mismo modo, los segmentos primero y segundo 114, 134 de la primera subsección de bus de CC y los segmentos de bus correspondientes de las subsecciones de bus de CC adicionales de la segunda y tercera secciones del sistema de potencia pueden formar parte de un bus de CC común del sistema de generación y distribución de energía. En general, en algunas formas de realización, una conexión de bus entre dos habitaciones separadas, cada

60 una parte del bus común, requiere acopladores de bus en cada habitación. En una realización ejemplar del presente

sistema de generación y distribución de energía, las subsecciones respectivas del bus de CA de las dos o más secciones del sistema de energía están conectadas eléctricamente en la llamada configuración en anillo, de modo que el bus de CA común posee una configuración en anillo en ciertos tipos de aplicaciones como los recipientes de posicionamiento dinámico. Las subsecciones respectivas del bus de CC de las dos o más secciones del sistema de potencia están preferiblemente también conectadas eléctricamente en una configuración en anillo de tal manera que el bus de CC común posee una configuración en anillo. La configuración en anillo del bus de CA común tiene la ventaja de que incluso si una sola subsección de bus de CA, como la primera subsección de bus de CA ilustrada 104, 124, se desconecta del bus de CA común por el segundo y tercer disyuntores de conexión de bus de CA 102a, 102b dispuestos en los extremos respectivos de la primera subsección del bus de CA, todas las subsecciones del bus de CA restantes pueden permanecer con alimentación. Los segundos y terceros disyuntores de conexión del bus de CA 102a, 102b son operables para desconectar y conectar selectivamente la primera subsección del bus de CA a/desde el bus de CA común y pueden ser controlados por un controlador de administración/supervisión de energía central adecuado (no mostrado). La primera subsección del bus de CA se puede desconectar del bus de CA común por varios motivos, por ejemplo, en el caso de un fallo del generador de CA 18 o un cortocircuito en una carga o componente conectado a la primera subsección del bus de CA. La primera sección del sistema de potencia 100 comprende además el primer generador de CA 18 que está conectado eléctricamente al primer segmento 104 de la subsección del bus de CA a través de un primer interruptor automático del generador 113. El primer generador de CA 18 puede comprender un generador trifásico síncrono que al menos energice el primer segmento de la subsección de bus de CA 104 durante el funcionamiento de la primera sección del sistema de energía 100 a menos que el interruptor de circuito 113 esté activo para desconectar el primer generador de CA. El primer generador de CA 18 puede configurarse para generar un nivel de voltaje de CA entre 5 kV y 15 kV (o cualquiera de los niveles de voltaje de CA citados anteriormente), tal como alrededor de 11 kV en el primer segmento de la subsección de bus de CA 104. Un primer impulsor del propulsor 115 conectado eléctricamente al primer segmento de la subsección del bus de CA 104 a través de un primer interruptor automático del propulsor 112. El primer impulsor del propulsor 115 puede comprender un convertidor de potencia de frecuencia variable (VFD) o CA-CC para impulsar un motor eléctrico (no mostrado) del primer propulsor Th1 de la plataforma de perforación. La unidad VFD está configurada para convertir una frecuencia de la tensión de CA suministrada en el primer segmento 104 de la subsección del bus de CA a una frecuencia apropiada para operar el primer impulsor de propulsión 115. El primer propulsor 115 del propulsor suministra alimentación de CA para hacer girar una hélice del primer propulsor Th1. La persona experta entenderá que otras cargas, como un bus de distribución de energía de baja tensión (no mostrado) pueden estar conectadas y alimentadas por el primer segmento 104 de la subsección del bus de CA. El bus de distribución de energía de baja tensión puede comprender un bus de CA de baja tensión o un bus de CC de baja tensión con un nivel de voltaje de CA alrededor de 127 V, 230 V, 440 V, 480 V y 690 V y un nivel de voltaje de CC alrededor de 6 V, 12 V, 24 V, 48 V, 110 V y 220 V para alimentar a varios consumidores de energía periféricos de la plataforma de perforación, como sistemas de iluminación eléctrica, aparatos de cocina, etc.

La primera sección del sistema de potencia 100 comprende adicionalmente un segundo generador de CA 118A que está conectado eléctricamente al segundo segmento de la subsección de bus de CA 124 a través de un segundo interruptor automático del generador 133. El segundo generador de CA 118a puede ser sustancialmente idéntico al primer generador de CA 18 y operativo para, al menos, energizar el segundo segmento de la subsección de bus de CA 124 durante la operación de la primera sección del sistema de energía 100 a menos que el interruptor de circuito 133 esté activo para desconectar el segundo generador de CA. Un segundo impulsor del propulsor 135 conectado eléctricamente al segundo segmento de la subsección del bus de CA 124 a través de un segundo interruptor automático del propulsor 132. La persona experta entenderá que la segunda unidad de propulsión 135 y una segunda propulsión Th6 conectada a la misma pueden ser sustancialmente idénticas a la primera unidad de propulsión 115 y la primera propulsión Th1 discutidas anteriormente.

Los segmentos primero y segundo 104, 124 de la subsección de bus de CA están conectados eléctricamente a través de los interruptores de acoplamiento de bus tercero y cuarto conectados en serie 102b, 122b, respectivamente. El tercer y cuarto disyuntores de acoplamiento de bus 102b, 122b son, en consecuencia, operativos para conectar y desconectar selectivamente el primer y segundo segmento 104, 124 de la subsección de bus de CA. El tercer disyuntor de acoplamiento de bus 102b está dispuesto o alojado dentro de un primer compartimento de cuadros de conmutación 106, mientras que el cuarto disyuntor de acoplamiento de bus 122a está dispuesto o alojado dentro de un segundo compartimento de cuadros de conmutación 126 separado físicamente. Los compartimentos de cuadros primero y segundo 106, 126 están preferiblemente aislados físicamente entre sí por paredes ignífugas y estancas de los compartimentos. Existen varias ventajas notables por el uso de disyuntores de acoplamiento de bus conectados en serie 102b, 122b alojados en compartimentos de cuadros separados 106, 126 para separar los segmentos primero y segundo de la subsección de bus de CA 104, 124 en lugar de usar un solo compartimento físico para alojar un disyuntor de acoplamiento de bus único como se usa en sistemas de distribución de potencia de plataformas de perforación de la técnica anterior. En el caso de un fallo de un solo punto en el que uno de los compartimentos primero y segundo

del cuadro de distribución 106, 126 se inunde o se dañe de alguna otra manera y se deje sin funcionar, el otro compartimento del cuadro de distribución puede no estar dañado de manera tal que el generador de CA y el propulsor estén conectados al segmento aún funcional de la subsección del bus de CA que se mantienen operativos. Por lo tanto, el fallo de un solo punto solo conduce a la pérdida de un solo generador de CA y un solo propulsor conectado al mismo en el sistema actual de generación y distribución de energía, en lugar de una pérdida tanto del primer como del segundo generador(es) de CA y del primer y segundo propulsores asociados con ello como en los sistemas de distribución de potencia de la plataforma de perforación de la técnica anterior. El primer y el segundo generador de CA 118, 118a se pueden alojar en una sala de generador compartido 117 como se indica esquemáticamente en el dibujo.

10

Para apreciar las ventajas de los compartimentos separados de cuadros de distribución se puede considerar un sistema típico de generación y distribución de energía de la plataforma de perforación que puede comprender 6 propulsores conectados y alimentados por el bus de CA común del sistema de generación y distribución de energía de la plataforma de perforación. Además, el bus de CA común de tal sistema típico de generación y distribución de energía de la plataforma de perforación está alimentado por seis generadores de CA, cada uno de los cuales posee una cierta capacidad máxima de generación de energía, por ejemplo, mayor que 1, 2, 5 o 9 MW. Por ejemplo, en algunas realizaciones hay un requisito mínimo para cumplir con los requisitos de los estándares (como DP3) que pueden ser la disponibilidad de 20, 24 MW o incluso 26 MW de potencia del propulsor, incluso con un solo punto de fallo, como la inundación de un compartimento de cuadros de distribución o cuarto de máquinas. Por lo tanto, una inundación del compartimento del cuadro de distribución en los sistemas de distribución de energía de la plataforma de perforación de la técnica anterior discutida anteriormente conduce a la pérdida de dos propulsores. En un caso con 6 requisitos mínimos de potencia, cada uno de los seis propulsores es de 5, 6 o 6,5 MW (el requisito de potencia dividido por los 4 propulsores restantes). En contraste, el mismo fallo de un solo punto en el sistema de generación y distribución de energía según la presente invención solo conduce a la pérdida del propulsor único asociado con el compartimento de cuadros con fallo único, de modo que el requisito de potencia mínimo de cada uno de los seis propulsores es reducido a 3,3, 4,8 o 5,2 MW (el requisito de potencia dividido por los 5 propulsores restantes). Se pueden encontrar ventajas similares para, por ejemplo, una configuración de 8 propulsores. Está marcada disminución del requisito de potencia del propulsor lleva a dimensiones más pequeñas, reduce considerablemente los costes y mejora la eficiencia energética de cada uno de los seis propulsores.

30

La persona experta en la materia entenderá que incluso si la sala de generador compartido 117, donde están situados el primer y el segundo generadores de CA 118, 118a, en algunas realizaciones habrá suficiente capacidad del generador para alimentar el resto (por ejemplo, cuatro, cinco o seis propulsores) porque los restantes generadores de CA funcionales conectados al bus de CA común, después de la desconexión del primer y segundo generadores de CA 118, 118a (mediante la activación del primer y segundo disyuntores del generador 113, 133), todavía poseen una capacidad de generación de energía de, por ejemplo, 36 MW cuando se utilizan generadores de 9 MW. Como se mencionó, son factibles otros generadores con otros niveles de potencia.

35

En algunas realizaciones, el sistema de potencia comprende dos o más secciones de sistema de potencia según cualquiera de las reivindicaciones, tales como tres o más, tales como 4 o más. Normalmente, un equipo de perforación tendrá entre 4 o más (como 4, 5, 6, 7 u 8) generadores de CA, por ejemplo, 6 generadores de CA, en cuyo caso cada generador de CA se asignará a un segmento particular de las tres secciones del sistema de energía. En algunas realizaciones, cada conjunto de los primeros y segundos generadores de cada sección del sistema de energía se aloja en una sala de generadores compartida que normalmente es ignífuga y/o estanca. Por lo tanto, con 6 generadores de CA en la plataforma de perforación o en el recipiente, estos se ubicarán en tres salas de generadores. Sin embargo, se puede obtener mayor seguridad y/o libertad de capacidad de diseño en relación con los escenarios de fallo de un solo punto colocando cada generador de CA (también conocido como un grupo electrógeno) en una habitación separada, de modo que el primer y el segundo generador estén separados entre sí en cuartos de generador separados que típicamente son ignífugos y/o estancos.

50

Una realización de la primera sección del sistema de energía 100 del sistema actual de generación y distribución de energía comprende una subsección de bus de CC que se alimenta desde el primer y segundo segmento 104, 124 de la primera subsección de bus de CA a través de los primeros y segundos transformadores de potencia trifásicos 101, 121 como se ilustra en la FIG. 1. Esta realización de la invención comprende el primer transformador de potencia trifásico 101 conectado eléctricamente entre el primer segmento 104 de la subsección del bus de CA y un primer segmento 114 de la subsección del bus de CC a través de un primer convertidor de potencia trifásico CA-CC 103. La persona experta entenderá que una o más cargas eléctricas de bus de CC 107 (M1) como el dispositivo de elevación para el piso de perforación, un motor de bomba de lodo, un motor de bomba de cemento, un motor de mesa giratoria, etc. pueden estar conectados eléctricamente al primer segmento 114 de la subsección del bus de CC, por ejemplo, a través de los respectivos interruptores de circuito de CC (no mostrados). Tenga en cuenta que las cargas M1 107 y

60

- M1 127 no son necesariamente del mismo tipo. La persona experta entenderá que una o más cargas eléctricas del bus de CC se pueden conectar a la subsección del bus de CC mediante los respectivos convertidores de potencia de CA-CC unidireccionales. Cada uno de los convertidores de potencia CA-CC puede comprender un tipo de convertidor de frecuencia variable y/o de voltaje variable. A su vez, un segundo transformador de potencia trifásico 121 está conectado eléctricamente entre el segundo segmento 124 de la subsección del bus de CA y un segundo segmento 134 de la subsección del bus de CC a través de un segundo convertidor de potencia CA-CC trifásico 123. La persona experta entenderá que una o más cargas eléctricas de bus de CC 107 (M1) como el dispositivo de elevación para el piso de perforación, un motor de bomba de lodo, un motor de bomba de cemento, un motor de mesa giratoria, etc. pueden estar conectados eléctricamente al segundo segmento 134 de la subsección del bus de CC, por ejemplo, a través de los respectivos interruptores de circuito de CC (no mostrados). Un disyuntor de circuito de segmento de CC 110, también llamado acoplador de bus, está configurado para conectar y desconectar de manera selectiva eléctricamente el primer y segundo segmento 114, 134 de la subsección de bus de CC. El interruptor de circuito del segmento de CC 110 puede ser controlado por el controlador de administración o supervisión de energía central discutido previamente y lo mismo se aplica para el primer y el segundo interruptor de acoplamiento de bus de CC 140, 160 dispuestos anteriormente en los respectivos extremos de la subsección del bus de CC. Esta característica permite que el controlador central de administración/supervisión de energía aisle eléctricamente cada uno de los primeros y segundos segmentos 114, 134 de la subsección del bus de CC entre sí y/o aisle eléctricamente la subsección completa del bus de CC del bus de CC común de la generación de energía y del sistema de distribución cuando sea necesario.
- 20 El primer segmento 114 de la subsección del bus de CC comprende un primer almacenamiento de energía 109, 120 conectado eléctricamente al primer segmento 114 de la subsección del bus de CC para suministrar energía de manera selectiva al primer segmento 114 de la subsección del bus de CC y absorber la energía del primer segmento 114 de la subsección del bus de CC según una señal de control de suministro (no mostrada). El primer almacenamiento de energía comprende preferiblemente un dispositivo de almacenamiento de energía de volante 120 y puede comprender otros tipos de dispositivos de almacenamiento de energía tales como baterías recargables. El dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia 120 está conectado eléctricamente al primer segmento 114 de la subsección del bus de CC a través de un convertidor de potencia de CA-CC bidireccional 109 que permite que el ensamblaje suministre alimentación a la subsección del bus de CC para, por ejemplo, alimentar las cargas eléctricas del bus de CC 107 o absorber energía de la subsección del bus de CC y almacenar la energía absorbida en el volante de inercia 120 como energía cinética a través de un motor/generador de CA integrado acoplado a un miembro de rueda giratoria o miembros del volante de inercia 120.

La presencia del primer almacenamiento de energía con la capacidad de transferencia de energía bidireccional a la subsección del bus de CC conlleva numerosas ventajas. El primer almacenamiento de energía es capaz de suministrar casi instantáneamente grandes corrientes, I_{punta} , a la subsección común del bus de CC y, por lo tanto, suprimir de manera efectiva los picos de voltaje en el bus de CC causados por las cargas de potencia pico intermitentes discutidas anteriormente, tomadas por una o más de las cargas eléctricas del bus de CC, en particular el dispositivo de elevación para el piso de perforación, por ejemplo, el motor del cabrestante. El primer almacenamiento de energía 109, 120 pueden cargarse desde la alimentación en la subsección de bus de CC 114 generada por el generador de CA 118 y suministrarse a través de la subsección de bus de CA, el primer transformador de potencia trifásico 101 y el primer convertidor de potencia de CA-CC trifásico 103. El primer almacenamiento de energía 109, 120 pueden ser cargados adicional o alternativamente por la energía regenerativa capturada de la energía de frenado de una o más de las cargas eléctricas del bus de CC 107, de manera que los requisitos de producción de energía en el generador de CA 118 disminuyan y su consumo de combustible disminuya. El primer almacenamiento de energía 109, 120 también es importante para varios problemas de seguridad con el control y la circulación de pozos de fango de perforación y el control del dispositivo de elevación para el piso de perforación debido a la capacidad del conjunto de almacenamiento para suministrar energía de respaldo a la subsección del bus de CC 114 durante un período de tiempo prolongado si falla la fuente de alimentación ordinaria del generador de CA 118 (a través del transformador de alta tensión trifásico 101) por cualquier motivo. El primer almacenamiento de energía 109, 120 comprende preferiblemente un dispositivo de volante 120 como se mencionó anteriormente que añade propiedades ventajosas adicionales al almacenamiento de energía, por ejemplo, una alta densidad de energía, una larga vida útil, una carga rápida y una gran potencia de salida máxima. La gran salida de potencia máxima del almacenamiento de energía basado en el volante de inercia lo hace muy eficaz para suprimir los picos de voltaje descritos anteriormente en la subsección del bus de CC. El dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia 120 puede poseer una capacidad de suministro de potencia pico superior a 2,0 MW, es decir, 3000 A a 720 V CC - 1000 V CC en el bus de CC común. En general, puede ser ventajoso que el dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia 120 posea una capacidad de almacenamiento de energía de 360 MJ o más, como 500 MJ o más, como 1200 MJ o más y puede estar diseñado para cumplir con un tiempo de conducción particular de al menos dos, por ejemplo, propulsores Th1 y Th6, y opcionalmente de ciertas cargas auxiliares esenciales, como el sistema de dirección para barcos y semi sumergibles.

60

Las cargas generalmente críticas relacionadas con la operación de perforación suelen ser una o más de las siguientes, al menos durante un tiempo suficiente para cerrar el pozo (como 3 minutos o más, como 5 minutos o más, como 8 minutos o más, como 10 minutos o más): Sistema de elevación, bombas de lodo (pueden estar limitadas a una potencia mínima), carga constante de la bomba de cemento o con una rampa, motor superior, bombas de mezcla (generalmente bus de baja tensión) y HPU hidráulica para el piso de perforación que suministra las máquinas y el equipo del piso de perforación para la perforación con presión controlada. Las cargas críticas fundamentales (no perforadoras) pueden incluir uno o más de propulsor 1 +6, cabrestante de anclaje (generalmente bus de CC o bus de CA de bajo voltaje), bombas de sentina de lastre (generalmente bus de CA de baja tensión) y bombas contraincendios (generalmente bus de CA de alta tensión o bus de CA de baja tensión) y grúas (generalmente bus de CA de alta tensión o bus de CA de baja tensión). En alguna forma de realización, el almacenamiento de energía comprende suficiente energía para impulsar las cargas de perforación y auxiliares en 3 minutos o más, como 5 minutos o más, como 8 minutos o más, como 10 minutos o más.

Finalmente, el primer almacenamiento de energía 109, 120 es muy útil para alimentar temporalmente el primer segmento 104 de la subsección del bus de CA a través de un fallo del generador de CA 118.

Como se describió anteriormente, el primer transformador de potencia trifásico 101 está conectado eléctricamente entre el primer segmento 104 de la subsección del bus de CA y el primer segmento 114 de la subsección del bus de CC a través del primer convertidor de potencia trifásico CA-CC 103. Por lo tanto, durante el funcionamiento normal de la primera sección del sistema de alimentación 100, la subsección del bus de CC 114 recibe la alimentación del primer segmento 104 del bus de CA común, que a su vez recibe la alimentación del primer generador de CA 118, o uno o más generadores de CA restantes en las secciones del plan de energía según la cantidad de estas que estén activas en un momento particular de operación. El primer transformador de potencia trifásico 101 puede comprender una pluralidad de devanados del transformador del lado primario y una pluralidad de devanados del transformador del lado secundario (no mostrado) para convertir tres fases de voltaje individuales de la subsección del bus de CA aplicadas a tres devanados del lado primario en tres fases de voltaje correspondientes en tres devanados laterales secundarios. La pluralidad de los devanados del transformador del lado primario y del lado secundario se enrolla preferiblemente alrededor de un núcleo magnético común. El núcleo magnético común puede comprender un solo núcleo magnético laminado. El nivel de voltaje de CA en los tres devanados del lado secundario es inferior al nivel de voltaje de CA en los tres devanados del lado primario. Los tres devanados del lado secundario del transformador 101 están conectados a las entradas respectivas del convertidor de potencia trifásico CA-CC 103. Sin embargo, el primer transformador de potencia trifásico 101 comprende un devanado de transformador auxiliar 101a además de la pluralidad, por ejemplo, seis, devanados de transformador de lado primario y de lado secundario que podrían considerarse devanados de transformador principal. Este devanado del transformador auxiliar 101a se enrolla preferiblemente alrededor del núcleo magnético común de manera que el voltaje y la corriente de CA aplicadas al devanado auxiliar 101a se acoplan a cada uno de los tres devanados individuales del transformador del lado primario en el lado primario del transformador 101. Los tres devanados del transformador del lado primario individual activan de ese modo las fases de voltaje individuales del primer segmento 104 de la subsección del bus de CA. El devanado del transformador auxiliar 101a se suministra con voltaje y corriente de CA desde el primer segmento 114 de la subsección del bus de CC a través de un segundo convertidor de potencia CA-CC 108 acoplado entre el primer segmento 114 de la subsección del bus de CC y el devanado del transformador auxiliar 101a. El flujo de esta tensión de CA y la corriente a través del devanado auxiliar 101a se indica esquemáticamente mediante la flecha de encendido P_{aux} . El controlador central de administración/supervisión de la energía anteriormente descrito puede configurarse para controlar cuándo se activa el segundo convertidor de energía CA-CC 108 de manera que el devanado auxiliar 101a esté energizado. El controlador central de administración de energía puede, por ejemplo, monitorizar un nivel de voltaje de CA en el primer segmento 104 de la subsección del bus de CA y activar el segundo convertidor de energía de CA-CC 108 si el nivel de voltaje de CA cae por debajo de un cierto umbral de voltaje u otro criterio adecuado. Un nivel de voltaje de CA por debajo de este umbral de voltaje puede indicar que el generador de CA 118 está desconectado o está fallando, por lo que la subsección del bus de CA se queda sin suministro de energía. En respuesta a esta condición, el controlador central de administración de energía puede decidir activar el segundo convertidor de energía CA-CC 108 y activar el primer segmento 104 de la subsección del bus de CA a través del devanado auxiliar 101a, de manera que se restablezca el nivel de voltaje de CA apropiado o nominal. En estas circunstancias, el primer segmento 114 de la subsección del bus de CC puede ser energizado por la energía almacenada en el dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia 120 a través del convertidor de potencia 109. La capacidad del primer transformador de potencia trifásico 101 para alimentar el primer segmento 104 del bus de CA común a través del devanado auxiliar 101a durante el fallo del generador tiene varias ventajas notables. Una ventaja es que el primer convertidor de potencia trifásico CA-CC 103 puede ser un convertidor de potencia unidireccional sin la capacidad de transmitir potencia "inversa" desde la subsección del bus de CC 114 a la subsección del bus de CA 104. En cambio, esta transferencia inversa de energía puede ser manejada por el devanado del transformador auxiliar 101a y el segundo convertidor de energía CA-CC 108. El tamaño y los costes de una versión unidireccional del convertidor de potencia CA-CC trifásico 103 son notablemente

más bajos que los costes de una contraparte bidireccional del mismo. Mientras que el segundo convertidor de potencia CA-CC 108 es un componente adicional, la potencia nominal del último convertidor a menudo puede ser mucho más pequeña que la potencia nominal del convertidor de potencia trifásico CA-CC 103, debido a que a menudo se necesita mucha menos potencia en la dirección contraria. Normalmente, debido a que la cantidad de consumidores se ha restringido a los más críticos y/o algunos o todos los consumidores han sido limitados en el consumo de energía. En ambos casos para asegurar que se puedan realizar funciones críticas. Otra ventaja notable de la capacidad de la primera sección del sistema de potencia 100 para transmitir la energía "inversa" de la subsección del bus de CC 114 a la subsección del bus de CA 104 es la capacidad de aumentar la carga promedio de cada uno de los generadores de CA activos y así lograr una reducción del número de generadores de CA activos simultáneamente. La reducción del número de generadores de CA activos simultáneamente se logra gracias a la reserva de energía del dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia 120 y en algunas realizaciones junto con la capacidad de transferir selectivamente esta energía cuando sea necesario a la subsección de bus de CA 104 a través del segundo convertidor de potencia CA-CC 108 y devanado de transformador auxiliar 101a. El respaldo de energía reduce la demanda de energía pico requerida de los generadores de CA activos del sistema actual de generación y distribución de energía de la plataforma de perforación porque la energía para picos o puntas de potencia intermitentes en la subsección del bus de CA 104 es suministrada por el respaldo de energía (típicamente al bus de CC) en lugar de los generadores de CA activos. Por lo tanto, el sistema actual de generación y distribución de energía de la plataforma de perforación puede operar con un número menor de generadores de CA activos, cada uno funcionando con una carga promedio más alta que los sistemas de energía convencionales para las plataformas de perforación. La mayor carga promedio de los generadores de CA activos generalmente aumenta la eficiencia de cada generador de CA activo y reduce su consumo de combustible y la contaminación. Esto es particularmente cierto para los generadores de CA basados en la combustión, como los generadores diésel.

Además, el respaldo de energía del dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia 120 puede usarse para alimentar el bus de distribución de energía de baja tensión anteriormente descrito, conectado a la subsección del bus de CA 104 durante el disparo o fallo del primer generador de CA 118. De esta manera, el suministro de energía a los diversos consumidores de energía periféricos de la plataforma de perforación, tales como sistemas de iluminación eléctrica, sistemas de refrigeración por agua, sistemas de aire de servicio, aparatos de cocina, etc., permanece inalterado del fallo del generador.

El dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia 120 puede poseer en una realización de la invención suficiente energía para impulsar uno o ambos impulsores Th1 y Th6 energizando el primer segmento 104 de la subsección del bus de CA y, opcionalmente, el segundo segmento 124 de la subsección del bus de CA y/o la sección del bus de CC 114 durante un tiempo predeterminado durante un estado de emergencia del sistema de energía, por ejemplo, el llamado apagado de emergencia (ESD) del sistema de energía. En general, a menudo puede ser suficiente con solo alimentar unos pocos propulsores para mantener un buque DP suficientemente en posición durante una emergencia. Por ejemplo, en un barco estos propulsores pueden ser delanteros y en popa la mayoría de los propulsores. En este ejemplo la alimentación de los propulsores Th1 y Th6, y posiblemente otros propulsores, es crítica en numerosas operaciones de plataformas de perforación que requieren la capacidad de mantener dinámicamente una cierta posición de la plataforma de perforación en el mar. El segundo almacenamiento de energía 140 (incluido su convertidor 129) que comprende un segundo dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia está conectado eléctricamente al segundo segmento 134 de la subsección del bus de CC y puede ser operativo para energizar el segundo segmento 124 de la subsección del bus de CA a través de un devanado del transformador auxiliar 121a del segundo transformador de potencia trifásico 121 de manera correspondiente al primer transformador de potencia trifásico 101. De esta manera, los dispositivos de almacenamiento de energía de volante de inercia primero y segundo 120, 140 pueden cooperar para alimentar los propulsores primero y segundo Th1 y Th6 energizando los segmentos primero y segundo 104, 124 de la subsección del bus de CA.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de generación y distribución de energía (1) para una plataforma de perforación que comprende:
- 5 un bus de CA (4) y un bus de CC (14),
un generador de CA (18) conectado eléctricamente al bus de CA,
un bus de CA (15, TH1) conectado eléctricamente al bus de CA,
un primer transformador de energía (11) configurado para convertir una pluralidad de fases de tensión del bus de CA
10 en una pluralidad de correspondientes fases de tensión lateral secundaria,
un primer convertidor de potencia CA-CC (3) conectado entre las fases de voltaje del lado secundario del primer transformador de potencia y el bus de CC para suministrar alimentación al bus de CC,
una o más cargas de bus de CC (5, 7) conectadas al bus de CC,
un segundo convertidor de potencia CA-CC (8) conectado entre el bus de CC y al menos uno de un devanado de
15 transformador auxiliar (11a) del primer transformador de potencia y un segundo transformador de potencia (51) para suministrar energía desde el bus de CC al bus de CA,
el sistema de generación y distribución de energía se caracteriza porque el primer convertidor de energía CA-CC y el segundo convertidor de energía CA-CC son convertidores de energía unidireccionales.
- 20 2. Un sistema de generación y distribución de energía según la reivindicación 1, en el que el primer transformador de energía comprende:
una pluralidad de devanados de transformador de lado primario y una pluralidad de devanados de transformador de lado secundario enrollados alrededor de un núcleo magnético común en el que el devanado de transformador auxiliar se enrolla alrededor del núcleo magnético común para energizar la pluralidad de devanados de transformador de lado
25 primario.
3. Un sistema de generación y distribución de energía según la reivindicación 1 o 2, que comprende además un controlador de administración de energía configurado para:
- detectar uno o más parámetros del bus de CA,
30 - activación y desactivación selectiva de cada uno del primer convertidor de potencia CA-CC y el segundo convertidor de potencia CA-CC en función de uno o más parámetros detectados del bus de CA.
4. Un sistema de generación y distribución de energía según la reivindicación 3, en el que la administración de energía está configurada para:
35 comparar una tensión de CA en el bus de CA con, al menos, un umbral de voltaje de bus de CA y en base a dicha comparación:
- desactivar el primer convertidor de potencia CA-CC; y
- activar el segundo convertidor de potencia de CA-CC para activar al menos uno de los devanados del transformador
40 auxiliar y el segundo transformador de potencia del bus de CC.
5. Un sistema de generación y distribución de energía según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:
45 un primer almacenamiento de energía conectado al bus de CC para suministrar selectivamente alimentación al bus de CC y absorber la alimentación del primer bus de CC según una señal de control.
6. Un sistema de generación y distribución de energía según la reivindicación 5, en el que el primer almacenamiento de energía comprende uno o más dispositivos de almacenamiento de energía seleccionados de un grupo de {una batería recargable, un condensador, un volante de inercia}.
- 50 7. Un sistema de generación y distribución de energía según la reivindicación 6, que comprende un dispositivo de almacenamiento de energía de volante de inercia que posee una capacidad de almacenamiento de energía de más de 360 MJ.
- 55 8. Un sistema de generación y distribución de energía según cualquiera de las reivindicaciones 5-7, en el que el almacenamiento de energía está dispuesto para llevar a cabo la reducción de picos del bus de CC mediante el suministro de energía, al menos temporalmente, a las demandas de potencia pico respectivas de una o más cargas del bus de CC.
- 60 9. Un sistema de generación y distribución de energía según cualquiera de las reivindicaciones

precedentes, en el que una o más cargas de bus de CC comprenden, al menos, uno de: un dispositivo de elevación para el piso de perforación, un motor de bomba de lodo, un motor de bomba de cemento, un motor de mesa giratoria.

10. Un sistema de generación y distribución de energía según la reivindicación 11, en el que el dispositivo de elevación comprende un sistema de elevación, por ejemplo, un sistema de elevación con una capacidad de elevación superior a 500 toneladas.
11. Un sistema de generación y distribución de energía según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la carga del bus de CA comprende un impulsor de empuje conectado eléctricamente al bus de CA.
12. Un sistema de generación y distribución de energía según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el bus de CA comprende una pluralidad de subsecciones de bus de CA, en el que cada subsección de bus de CA comprende el primer y el segundo disyuntor de acoplamiento de bus para conectar y desconectar selectivamente la subsección de bus de CA al bus de CA; y el bus de CC comprende una pluralidad de subsecciones de bus de CC, en las que cada subsección de bus de CC comprende el primer y el segundo disyuntor de conexión de bus para conectar y desconectar selectivamente la subsección de bus de CC al bus de CC.
13. Un sistema de generación y distribución de energía según la reivindicación 12, en el que la pluralidad de subsecciones de bus de CA están conectadas eléctricamente al bus de CA en una configuración en anillo; y/o la pluralidad de subsecciones de bus de CC están conectadas eléctricamente al bus de CC en una configuración en anillo.
14. Un sistema de generación y distribución de energía según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que cada uno del primer generador de CA, la carga del bus de CA y el primer transformador de energía están conectados directamente al bus de CA sin que intervengan planos de bus de CA o CC, o líneas de bus de CA o CC.
15. Un sistema de generación y distribución de energía según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que cada uno de los convertidores de energía de CA-CC y una o más cargas del bus de CC se conectan directamente al bus de CC sin que intervengan planos o estructuras de bus de CA o CC.

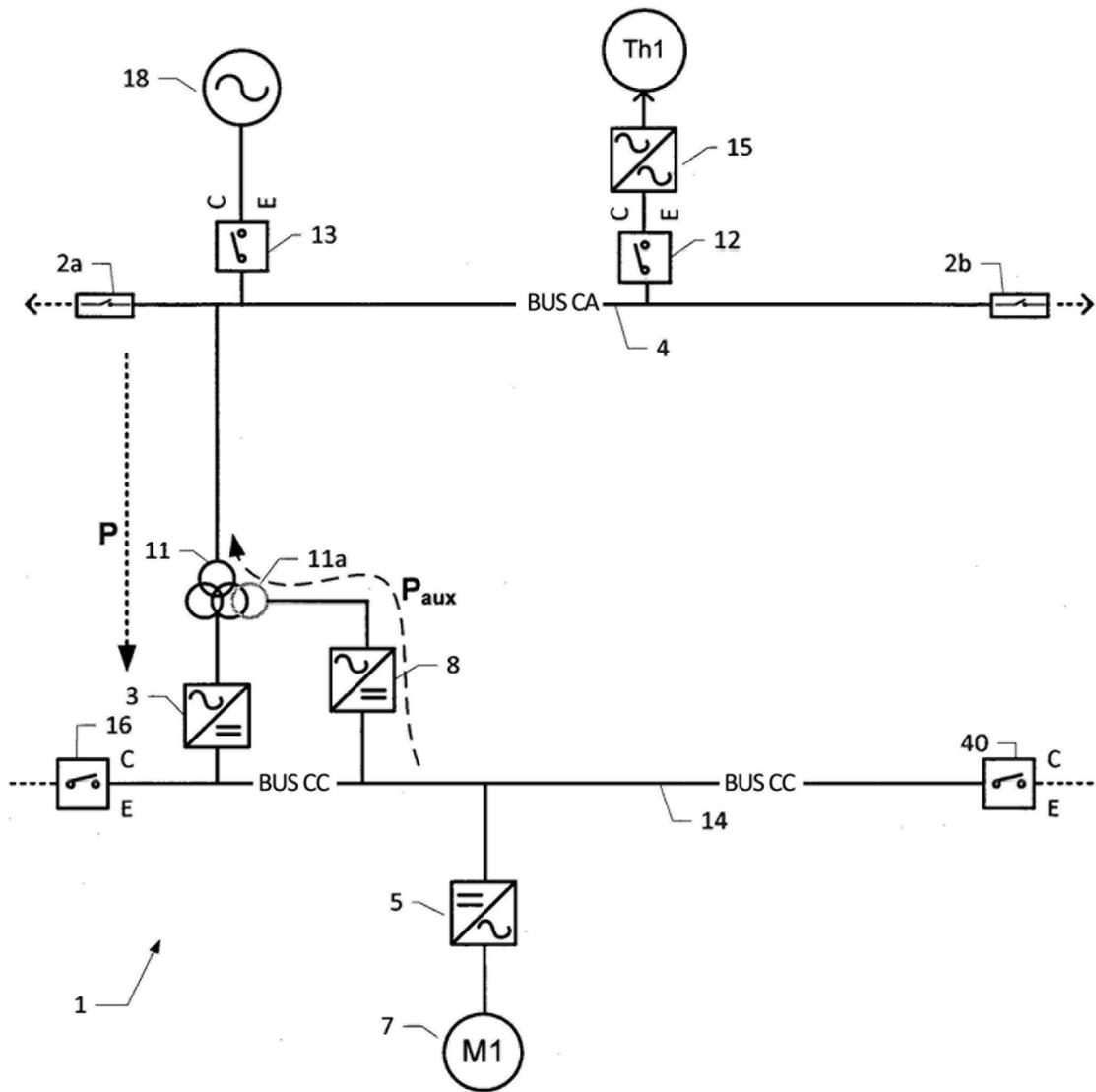


FIG. 1

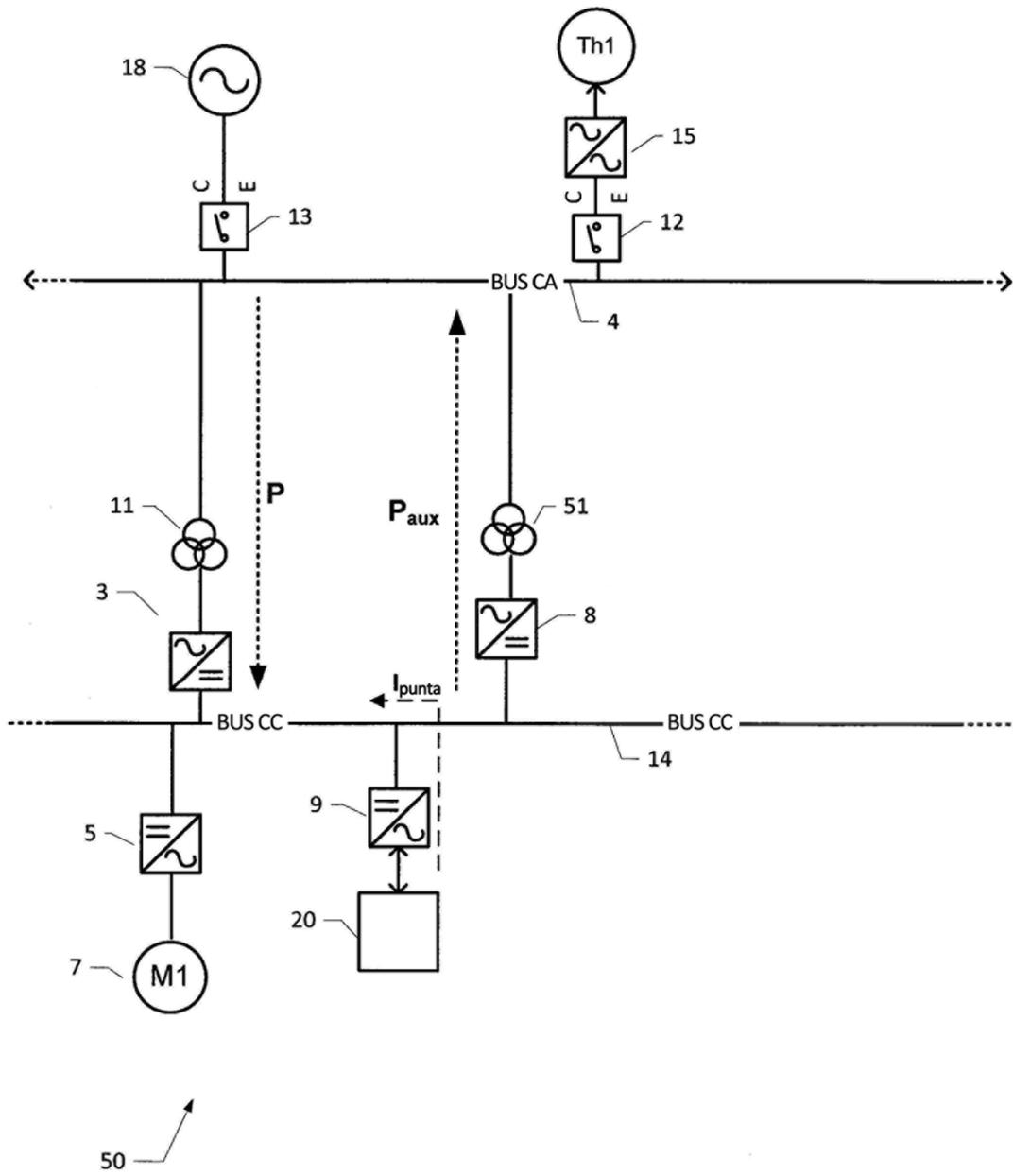


FIG. 2

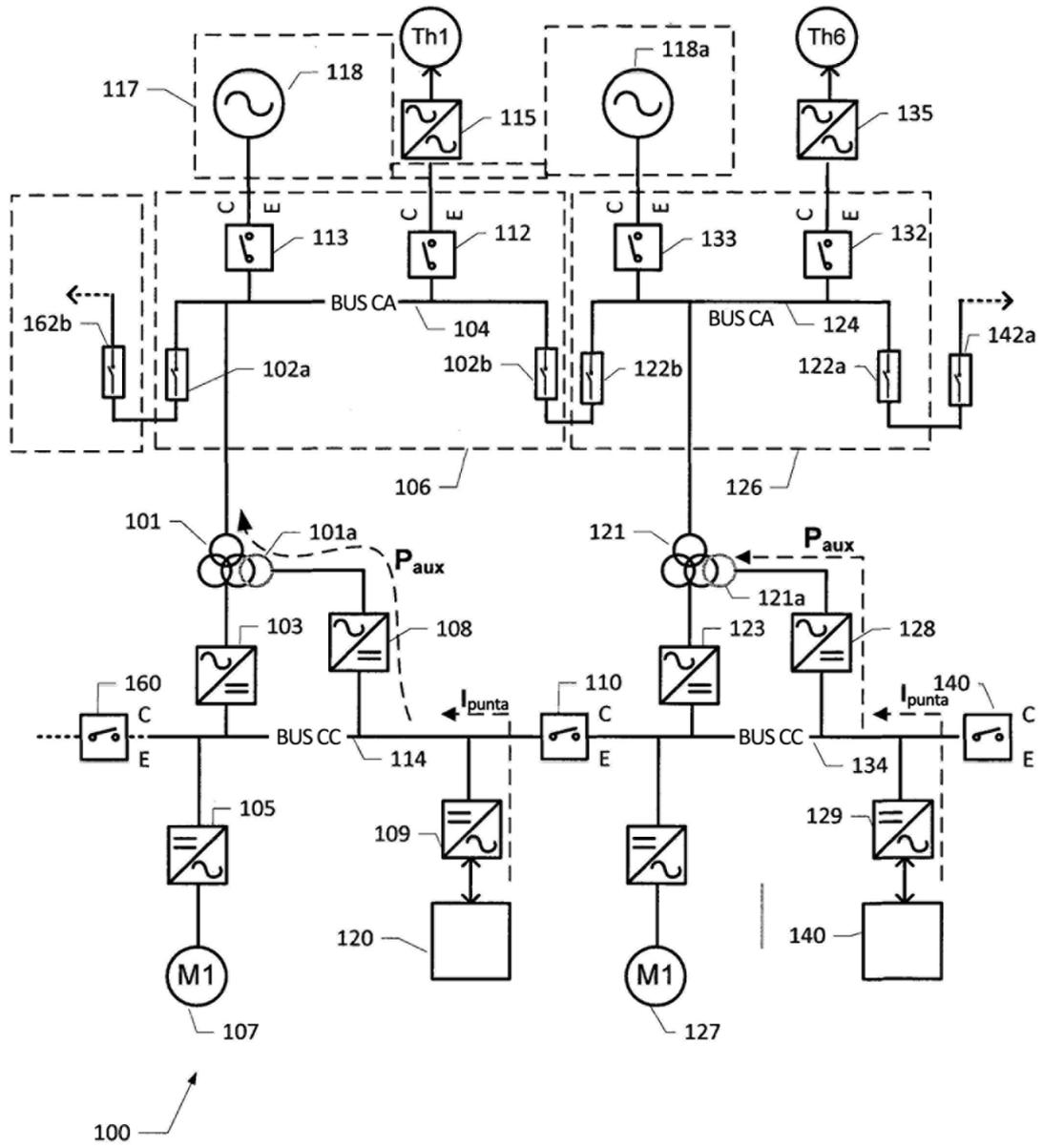


FIG. 3