

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 318**

51 Int. Cl.:

H01M 10/42	(2006.01)
B60L 11/12	(2006.01)
B60L 11/18	(2006.01)
H01M 10/46	(2006.01)
H01M 10/48	(2006.01)
H01M 16/00	(2006.01)
H02J 7/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.09.2015 PCT/EP2015/072581**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **21.04.2016 WO16058831**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.09.2015 E 15771149 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2019 EP 3207585**

54 Título: **Procedimiento para el funcionamiento de una red eléctrica, en particular una red eléctrica de una embarcación**

30 Prioridad:

13.10.2014 DE 102014114792

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.07.2019

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP MARINE SYSTEMS GMBH (50.0%)
Werftstrasse 112-114
24143 Kiel, DE y
THYSSENKRUPP AG (50.0%)**

72 Inventor/es:

**DANNENBERG, NORBERT y
LEITES, KENO**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 718 318 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

Procedimiento para el funcionamiento de una red eléctrica, en particular una red eléctrica de una embarcación

5 Estado de la técnica

La presente invención se refiere a un procedimiento para el funcionamiento de una red eléctrica, en particular una red eléctrica de una embarcación, estando conectada la red eléctrica con un dispositivo de batería para el almacenamiento intermedio de energía. Otro objeto de la invención es un sistema de suministro de energía, en particular para una embarcación, con una red eléctrica, que está conectada con un dispositivo de batería para el almacenamiento intermedio de energía.

Las embarcaciones, como, por ejemplo, los submarinos, presentan habitualmente una red eléctrica, a través de la cual se suministra energía eléctrica a consumidores eléctricos a bordo de la embarcación. Los consumidores eléctricos pueden ser, por ejemplo, un accionamiento eléctrico de la embarcación, un equipo de climatización o un sistema de control de armas. Al encender y/o apagar tales consumidores se producen fluctuaciones de la demanda de energía eléctrica, que se compensan por regla general a través de un dispositivo de batería.

Una red eléctrica de este tipo con un equipo de batería se conoce, por ejemplo, por el documento DE 10 2008 020 418 A1. En el equipo de batería de esta red eléctrica se almacena de manera intermedia la energía sobrante y, después, en caso necesario, se vuelve a entregar a la red eléctrica.

En el funcionamiento de esta red eléctrica se ha comprobado, sin embargo, que el sentido de la corriente en el equipo de batería varía muy a menudo como consecuencia de los frecuentes cambios entre la carga y la descarga del dispositivo de batería, con lo cual se ve afectada negativamente la vida útil del equipo de batería.

El documento AU 2012 200 438 A1 divulga otro sistema de este tipo.

Divulgación de la invención

Ante estos antecedentes, el objetivo de la presente invención es aumentar la vida útil del dispositivo de batería.

El objetivo se consigue mediante un procedimiento para el funcionamiento de una red eléctrica, en particular una red eléctrica de una embarcación, estando conectada la red eléctrica a un dispositivo de batería para el almacenamiento intermedio de energía, presentando el dispositivo de batería al menos dos subbaterías y funcionando al menos una primera subbatería en un modo de carga, en el que la subbatería puede cargarse para la recepción de la energía sobrante procedente de la red eléctrica, mientras que al menos una segunda subbatería funciona en un modo de descarga, en el que la subbatería puede descargarse para la entrega de energía adicional a la red eléctrica, pasando la primera o la segunda subbatería a un modo de espera cuando el estado de carga de la primera o la segunda subbatería alcanza un estado de carga de espera predefinido, que se sitúa en el intervalo del 50 % al 75 %.

Para conseguir el objetivo se propone, además, un sistema de suministro de energía, en particular para una embarcación, con una red eléctrica, que está conectada a un dispositivo de batería para el almacenamiento intermedio de energía, presentando el dispositivo de batería al menos dos subbaterías y estando configurado de tal modo que al menos una primera subbatería puede funcionar en un modo de carga, en el que la subbatería puede cargarse para la recepción de la energía sobrante procedente de la red eléctrica, mientras que al menos una segunda subbatería puede funcionar en un modo de descarga, en el que la subbatería puede descargarse para la entrega de energía adicional a la red eléctrica, estando configurado el dispositivo de batería de tal modo que la primera o la segunda subbatería pasa a un modo de espera cuando el estado de carga de la primera o la segunda subbatería alcanza un estado de carga de espera predefinido, que se sitúa en el intervalo del 50 % al 75 %.

El dispositivo de batería presenta, de acuerdo con la invención, varias subbaterías, funcionando una subbatería en un modo de descarga y la otra subbatería en un modo de carga. En el modo de descarga, la respectiva subbatería puede entregar energía a la red eléctrica. En el modo de carga, la respectiva subbatería puede recibir energía procedente de la red eléctrica. Por lo tanto, para la compensación de fluctuaciones de carga hay disponibles al mismo tiempo dos subbaterías, contribuyendo una subbatería a dar soporte a la red eléctrica mediante entrega de energía y contribuyendo la otra subbatería a dar soporte a la red eléctrica mediante recepción de energía. Gracias a este reparto de posibles operaciones de carga o descarga entre dos subbaterías del dispositivo de batería, el sentido de la corriente de las subbaterías cambia con menos frecuencia, con lo cual la vida útil del dispositivo de batería puede aumentar.

Preferentemente, una subbatería no puede descargarse en el modo de carga, de modo que la subbatería en el modo de carga es cargada desde la red eléctrica, pero no puede descargarse mediante entrega de energía a la red eléctrica. De manera especialmente preferente, la subbatería en el modo de carga puede conservar esencialmente su carga y, en caso necesario, cargarse desde la red eléctrica. Se prefiere, además, que una subbatería no pueda cargarse en el modo de descarga, de modo que la subbatería en el modo de descarga puede entregar energía a la

red eléctrica, pero no puede recibir energía procedente de la red eléctrica. De manera especialmente preferente, la subbatería en el modo de descarga puede conservar esencialmente su carga y, en caso necesario, entregar energía a la red eléctrica. En el modo de carga y/o en el modo de descarga pueden aparecer fenómenos de descarga espontánea, que tienen como consecuencia una descarga de la batería sin entrega de energía a la red eléctrica.

5 En una configuración ventajosa del procedimiento de acuerdo con la invención, al menos una tercera subbatería del dispositivo de batería funciona en un modo de espera, en el que la subbatería no puede ni cargarse ni descargarse. El dispositivo de batería puede estar configurado de tal modo que una tercera subbatería pueda funcionar en un modo de espera. En el modo de espera, la subbatería no puede ni cargarse mediante recepción de energía
10 procedente de la red eléctrica ni descargarse mediante entrega de energía a la red eléctrica. En el modo de espera, la subbatería solo se solicita un poco, de modo que puede conseguirse una nueva mejora de la vida útil del dispositivo de batería. Preferentemente, la tercera subbatería funciona en el modo de espera mientras que una primera subbatería funciona en el modo de carga y una segunda subbatería funciona en el modo de descarga. La tercera subbatería forma, en este sentido, una unidad adicional poco solicitada, que en caso necesario puede
15 ponerse, adicionalmente a o en lugar de la primera subbatería o de la segunda subbatería, en el modo de carga o en el modo de descarga, con lo cual se genera una cierta redundancia. En caso de avería de una subbatería del dispositivo de batería, esta puede ponerse permanentemente en el modo de espera, de modo que solo se carguen y descarguen aquellas subbaterías que funcionan correctamente.

20 En este contexto, ha resultado especialmente ventajoso que la subbatería en el modo de espera presente un estado de carga de espera, que se selecciona en función de una química de batería de la subbatería. Mediante tal elección del estado de carga de espera puede aumentarse la vida útil de la subbatería y, por tanto, también del dispositivo de batería. Preferentemente, el estado de carga de espera de la subbatería se sitúa en el intervalo del 50 % al 70 %, de manera especialmente preferente a aprox. un 66 %, lo que ha resultado ventajoso para aquellas subbaterías que
25 están configuradas a modo de una batería de iones de litio. En el caso de una subbatería configurada como batería de plomo, el estado de carga de espera se sitúa preferentemente en aprox. un 100 %. El estado de carga (en inglés: *State of Charge*, SoC) de una subbatería puede averiguarse a través de la medición de la densidad relativa del electrolito y/o del valor de pH del electrolito y/o de la tensión de la batería y/o de la corriente de la batería y/o de la presión interna de la batería. Alternativamente puede averiguarse el grado de descarga (en inglés: *Depth of*
30 *Discharge*) de la subbatería.

Preferentemente, las subbaterías funcionan en el modo de carga y/o en el modo de descarga dentro de un intervalo de estado de carga predefinido, tal como se explicará más detalladamente a continuación.

35 Resulta ventajosa una configuración en la que una subbatería, en particular la subbatería denominada anteriormente como primera subbatería, pasa del modo de carga al modo de descarga cuando el estado de carga de esta subbatería alcanza un valor máximo predefinido. Mediante la conmutación de la subbatería del modo de carga al modo de descarga puede evitarse una sobrecarga dañina de la subbatería. Por ejemplo, cuando el estado de carga de una primera subbatería alcanza un valor máximo predefinido, la primera subbatería puede pasar del modo de
40 carga al modo de descarga y una segunda subbatería puede pasar del modo de descarga al modo de carga. Ambas baterías pueden intercambiar en este sentido su funcionalidad.

De acuerdo con una configuración ventajosa está previsto que una subbatería, en particular la subbatería denominada anteriormente como segunda subbatería, pase del modo de descarga al modo de carga cuando el
45 estado de carga de esta subbatería alcanza un valor mínimo predefinido, de modo que se evita una descarga profunda dañina de la subbatería. Por ejemplo, si el estado de carga de una segunda subbatería alcanza un valor mínimo predefinido, la segunda subbatería puede pasar del modo de descarga al modo de carga y una primera subbatería puede pasar del modo de carga al modo de descarga. Ambas baterías pueden intercambiar en este sentido su funcionalidad.

50 Resulta ventajosa una configuración en la que una subbatería, en particular la subbatería denominada anteriormente como primera o segunda subbatería, pasa al modo de espera cuando el estado de carga de la subbatería alcanza un estado de carga de espera predefinido. Esto conlleva la ventaja de que las subbaterías, al cambiar al modo de espera y al cambiar desde el modo de espera, presentan esencialmente el mismo estado de carga, concretamente el
55 estado de carga de espera. Preferentemente, una tercera subbatería pasa del modo de espera al modo de descarga o al modo de carga cuando la primera subbatería o la segunda subbatería pasa al estado de carga de espera, de modo que tiene lugar un intercambio de subbaterías, permaneciendo invariable el estado de carga a disposición de la red eléctrica.

60 El sistema de suministro de energía presenta, preferentemente, una célula de combustible y/o un generador. La célula de combustible y/o el generador pueden alimentar energía eléctrica a la red eléctrica. De manera especialmente preferente, la célula de combustible está configurada como célula de combustible de óxido sólido (en inglés: *solid oxide fuel cell*, SOFC). La célula de combustible puede estar conectada a un reformador, desde el cual puede introducirse combustible, por ejemplo hidrógeno, a la célula de combustible. El reformador puede estar
65 configurado de tal manera que, a partir de un hidrocarburo suministrado al reformador, como por ejemplo diésel, metanol o etanol, se obtiene el combustible para la célula de combustible. El generador puede estar configurado

como generador diésel.

El procedimiento de acuerdo con la invención para el funcionamiento de una red eléctrica y el sistema de suministro de energía de acuerdo con la invención conllevan, en el caso del uso de una célula de combustible, la ventaja de que pueden utilizarse células de combustible, en particular células de combustible de óxido sólido, como sustituto equivalente de un generador. En el caso del uso de un generador, el procedimiento de acuerdo con la invención y el sistema de suministro de energía ofrecen la ventaja de que pueden reducirse las cargas transitorias de un motor del generador. De este modo puede aumentarse la duración media hasta una revisión (en inglés: *time between overhaul*, TBO), reducirse el ruido inducido y o la formación de hollín y puede producirse una menor formación de sustancias nocivas, en particular una menor formación de CO₂.

Preferentemente, el suministro de carburante de la célula de combustible, en particular el suministro de carburante del reformador conectado a la célula de combustible y/o el suministro de carburante del generador se ajusta en función de la suma de las corrientes de las subbaterías, de modo que la potencia de la célula de combustible y/o del generador pueda adaptarse a la demanda de energía de la red eléctrica. El suministro de carburante a la célula de combustible o al generador se realiza, por lo tanto, independientemente de qué subbaterías se encuentren en el modo de carga, en el modo de descarga o en el modo de espera. Alternativamente puede estar previsto que el suministro de carburante de la célula de combustible, en particular el suministro de carburante del reformador conectado a la célula de combustible, y/o el suministro de carburante del generador se ajuste en función de la suma de la potencia eléctrica de todas las subbaterías.

Una configuración preferida prevé que las subbaterías estén conectadas cada una de ellas a través de un regulador de carga a un circuito intermedio de corriente continua de la red eléctrica, ajustando el regulador de carga una corriente continua predefinida en el circuito intermedio de corriente continua. El control de los reguladores de carga puede realizarse de forma desacoplada del control de la célula de combustible y/o del control del generador. Por lo tanto, por parte del control de la célula de combustible o por parte del control del generador no se requiere reaccionar a variaciones bruscas de la demanda de carga. La célula de combustible y/o el generador pueden mantenerse durante un tiempo prolongado en un punto de funcionamiento esencialmente constante, mientras se compensan las fluctuaciones en la demanda de potencia del dispositivo de batería. De esta manera puede mejorarse la estabilidad y la robustez del sistema de suministro de energía. Preferentemente, los reguladores de carga están configurados como reguladores de carga bidireccionales, de manera especialmente preferente como convertidores CC/CC bidireccionales, de modo que el regulador de carga puede controlar tanto la carga como la descarga de la respectiva subbatería.

Otra configuración ventajosa prevé que el circuito intermedio de corriente continua esté conectado a través de un convertidor CC/CA a una red de corriente alterna de la red eléctrica, ajustando el convertidor CC/CA una corriente alterna predefinida en la red de corriente alterna. A la red de corriente alterna pueden conectarse consumidores de corriente alterna. Preferentemente, la red de corriente alterna está configurada como red de corriente alterna multifásica, en particular como red de corriente alterna trifásica o como red eléctrica trifásica. El convertidor CC/CA está configurado preferentemente como convertidor CC/CA bidireccional.

En una configuración preferida, el sistema de suministro de energía presenta una resistencia de carga, que puede conectarse, en particular cíclicamente, a la red eléctrica, a fin de recibir energía en lugar de o adicionalmente al dispositivo de batería. La resistencia de carga puede conectarse a la red eléctrica, si el dispositivo de batería o una subbatería del dispositivo de batería no puede recibir adicionalmente energía y/o si la tensión en la red eléctrica supera un umbral de tensión predefinido y/o si la frecuencia en la red eléctrica supera un umbral de frecuencia predefinido.

Las características ventajosas anteriormente descritas pueden aplicarse, por sí solas o en combinación, tanto en el procedimiento de acuerdo con la invención como en el sistema de suministro de energía de acuerdo con la invención.

Otras particularidades, características y ventajas de la invención se desprenden de los dibujos, así como de la descripción que sigue de formas de realización preferidas con ayuda de los dibujos. Los dibujos ilustran a este respecto únicamente forma de realización de la invención a modo de ejemplo, que no limitan la idea de la invención.

Breve descripción de las figuras

La **Figura 1** muestra un primer ejemplo de realización de un sistema de suministro de energía de acuerdo con la invención en un diagrama de bloques.

La **Figura 2** muestra un segundo ejemplo de realización de un sistema de suministro de energía de acuerdo con la invención en un diagrama de bloques.

La **Figura 3** muestra un tercer ejemplo de realización de un sistema de suministro de energía de acuerdo con la invención en un diagrama de bloques.

La **Figura 4** muestra un ejemplo de una curva de carga del sistema de suministro de energía de acuerdo con la invención.

Formas de realización de la invención

5 En las diversas figuras, las partes iguales llevan siempre las mismas referencias y, por lo tanto, solo se mencionan también, por lo general, una vez en cada caso.

10 La **Figura 1** muestra un sistema de suministro de energía 1 de una embarcación militar, que puede estar configurada como buque de superficie o submarino. Para alimentar los consumidores eléctricos de la embarcación, tal como, por ejemplo, un accionamiento eléctrico, un equipo de climatización o un sistema de control de armas, el sistema de suministro de energía presenta una red eléctrica 2 y, como fuentes de energía, varias células de combustible 14 conectadas a la red eléctrica 2. Las células de combustible 14 alimentan energía eléctrica en un circuito intermedio de corriente continua 3 de la red eléctrica 2. El circuito intermedio de corriente continua 3 está conectado a una red eléctrica trifásica 4 de la red eléctrica 2 de tal manera que la energía puede transmitirse bidireccionalmente entre el circuito intermedio de corriente continua 3 y la red eléctrica trifásica 4. Los consumidores eléctricos están conectados al circuito intermedio de corriente continua 3 y/o con la red eléctrica trifásica 4 y no están representados en la Figura 1 por motivos de claridad.

20 Para compensar fluctuaciones de la demanda de energía al conectar y/o desconectar consumidores, en el sistema de suministro de energía 1 está previsto, además, un dispositivo de batería 8. Cuando la potencia proporcionada por las células de combustible 14 supera la potencia que necesitan los consumidores, la energía sobrante es almacenada de manera intermedia en el dispositivo de batería 8. La energía almacenada en el dispositivo de batería 8 podrá emitirse a los consumidores cuando la potencia que necesitan los consumidores supere la potencia proporcionada por las células de combustible 14. Gracias a este almacenamiento intermedio no es necesario variar el punto de funcionamiento de las células de combustible 14 en caso de fluctuaciones de la demanda de potencia. Más bien, las células de combustible 14 pueden funcionar en un punto de funcionamiento esencialmente constante. El punto de funcionamiento de las células de combustible 14 puede variarse lentamente y sin dañar a las células de combustible 14. La variación del punto de funcionamiento puede seguir, a este respecto, una necesidad de carga promediada en el tiempo, guiándose la duración del promediado por la dinámica de las células de combustible 14. Para ilustrar este principio, en la **Figura 4** está representada la curva de carga A de trazado esencialmente constante de las células de combustible 14 o de un generador. La curva de carga A describe el desarrollo de la potencia P con respecto al tiempo t. En comparación con ello se muestra una curva de carga B del sistema de suministro de energía 1 de acuerdo con la invención. Al conectar y desconectar consumidores se producen variaciones de carga bruscas. La carga base es cubierta por las células de combustible 14, mientras que desviaciones a corto plazo de la carga base de las células de combustible 14 son almacenadas de manera intermedia por el dispositivo de batería 8. En caso de que se supere la línea de carga base A, el dispositivo de batería 8 se descarga, en caso de que no se alcance la línea de carga base A, el dispositivo de batería 8 se carga.

40 En el sistema de suministro de energía 1 de acuerdo con la **Figura 1** se adoptan medidas especiales. Para evitar un cambio frecuente entre la carga y la descarga de las células de batería individuales del dispositivo de batería 8, el dispositivo de batería 8 presenta tres subbaterías 5. Las subbaterías 5 están configuradas como baterías de iones de litio. Una primera subbatería 5 funciona en un modo de descarga, en el que la subbatería 5 puede cargarse para la recepción de la energía sobrante procedente de la red eléctrica 2, pero no puede descargarse mediante entrega de energía a la red eléctrica 2. Una segunda subbatería 5 funciona en un modo de descarga, en el que la subbatería 5 puede descargarse para la entrega de energía adicional a la red eléctrica 2, pero no puede recibir energía procedente de la red eléctrica 2. El dispositivo de batería 8 pone, por lo tanto, a disposición al mismo tiempo dos subbaterías 5 para la compensación de las fluctuaciones de carga, contribuyendo una subbatería 5 a dar soporte a la red eléctrica 2 mediante entrega de energía y contribuyendo la otra subbatería 5 a dar soporte a la red eléctrica 2 mediante recepción de energía. Gracias a este reparto de posibles operaciones de carga o descarga entre dos subbaterías 5 del dispositivo de batería 8, el sentido de la corriente de las subbaterías 5 cambia con menos frecuencia, con lo cual aumenta la vida útil del dispositivo de batería 8.

55 Una tercera subbatería 5 del dispositivo de batería 8 funciona al mismo tiempo en un modo de espera, en el que la subbatería 5 no puede ni cargarse ni descargarse. La tercera subbatería 5 forman una unidad adicional poco solicitada, que en caso necesario puede ponerse, adicionalmente a o en lugar de la primera subbatería 5 o de la segunda subbatería 5, en el modo de carga o en el modo de descarga, con lo cual se genera una cierta redundancia. En caso de avería de una subbatería 5 del dispositivo de batería 8, la subbatería 5 averiada puede ponerse permanentemente en el modo de espera, de modo que solo se carguen y descarguen aquellas subbaterías 5 que funcionan correctamente.

60 Las subbaterías 5 presentan varias células de batería interconectadas en serie. Preferentemente, las subbaterías 5 están configuradas de manera idéntica. Las subbaterías 5 están conectadas en cada caso a través de un regulador de carga 7 a la red eléctrica 2, en particular con el circuito intermedio de corriente continua 3 de la red eléctrica 2. A los bornes de salida de las subbaterías 5 está vinculado en cada caso un sistema de gestión de batería 6, a través del cual se supervisa el estado de las baterías, tal como, por ejemplo, la tensión de la batería o el estado de carga.

Los reguladores de carga 7 están configurados como convertidores CC/CC bidireccionales y se controlan a través de un equipo de control 28, configurado como regulador de circuito intermedio. Los reguladores de carga 7 se controlan mediante el equipo de control 28 de tal manera que se ajusta una corriente continua predefinida en el circuito intermedio de corriente continua 3. En este sentido, a través del dispositivo de batería 8 se regula la corriente continua del circuito intermedio de corriente continua 3.

Las subbaterías pueden funcionar, opcionalmente, en el modo de descarga, en el modo de carga o en el modo de espera y se encuentran a este respecto dentro de un intervalo de estado de carga predefinido, tal como se explica a continuación.

El dispositivo de batería 8 se controla de tal manera que una subbatería 5 pasa del modo de carga al modo de descarga cuando el estado de carga de la subbatería 5 alcanza un valor máximo predefinido, por ejemplo el 85 % o el 90 % o el 95 %. Al mismo tiempo, otra subbatería 5 pasa al modo de carga, de modo que siempre hay disponible una subbatería 5 para la recepción de energía sobrante. Preferentemente, la subbatería 5 que se encuentra en el modo de descarga pasa al modo de carga. Alternativamente, una subbatería 5 que se encuentra en el modo de espera puede pasar al modo de carga.

Además, el dispositivo de batería 8 se controla de tal manera que una subbatería 5 pasa del modo de descarga al modo de carga cuando el estado de carga de esta subbatería 5 alcanza un valor mínimo predefinido, por ejemplo el 15 % o el 10 % o el 5 %. Al mismo tiempo, otra subbatería 5 se pasa al modo de descarga, de modo que en cualquier momento hay una subbatería 5 lista para la entrega de energía. Preferentemente pasa al modo de descarga la subbatería 5 que se encuentra en el modo de carga. Alternativamente puede pasar al modo de descarga la subbatería 5 que se encuentra en el modo de espera.

Preferentemente, una subbatería 5 pasa al modo de espera cuando el estado de carga de esta subbatería 5 alcanza un estado de carga de espera predefinido. Este estado de carga de espera se sitúa en el intervalo del 50 % al 75 %, preferentemente a aprox. un 66 %.

Las células de combustible 14 del equipo de suministro de energía 1 están conectadas a través de convertidores CC/CC 15 al circuito intermedio de corriente continua 3. Las células de combustible 14 están configuradas como células de combustible de óxido sólido, que funcionan con hidrógeno gaseoso como combustible. El combustible es proporcionado por un reformador 13, en el que se genera el combustible a partir de un carburante, por ejemplo a partir de diésel. La regulación del suministro de carburante y, por tanto, también el suministro de combustible a las células de combustible 14 se realiza a través de un sistema de control de regenerador 12. El sistema de control de regenerador 12 ajusta el suministro de carburante al reformador 13 en función de la suma de las corrientes de las subbaterías 5. Para ello se miden las corrientes de las subbaterías 5 por medio de varios equipos de medición de corriente 9. Los valores medidos se suman en un sumador 10 y se suministran al sistema de control de regenerador 12. Además, las corrientes de las células de combustible 14 se detectan, a través de equipos de medición de corriente 16, y se suministran al sistema de control de regenerador 12. Además, a través de sumadores 10, 17 se calcula la suma de las corrientes de batería y corrientes de célula de combustible y se suministra igualmente al sistema de control de regenerador 12.

En una desviación del ejemplo de realización, en lugar del reformador 13 está previsto un equipo de provisión de combustible, que almacena el combustible y, en caso necesario, lo entrega a las células de combustible 14.

La red eléctrica trifásica 4 de la red eléctrica 2 está conectada a través de varios convertidores CC/CA 18 al circuito intermedio de corriente continua 3. El control del convertidor CC/CA 18 se realiza de tal manera que el convertidor CC/CA ajusta una corriente alterna predefinida en la red eléctrica trifásica 4. En la red eléctrica trifásica 4 está previsto un equipo de medición de tensión y frecuencia 19, cuyos valores de medición se usan para controlar los convertidores CC/CA 18.

En la **Figura 2** está representado un segundo ejemplo de realización de un sistema de suministro de energía 1 de acuerdo con la invención. El sistema de suministro de energía 1 presenta como fuente de energía un generador 23, que se acciona a través de un motor de combustión 22. El generador 23 genera corriente trifásica y la alimenta a la red eléctrica trifásica 4 de la red eléctrica 2. Para controlar el motor de combustión 22 y/o el generador 23 está previsto un sistema de control de generador 21, que ajusta el suministro de carburante al motor de combustión 22 en función de la suma de las corrientes de las subbatería 5. Para ello, el sistema de control de generador 22 está unido con los equipos de medición de corriente 9 a través del sumador 10. Alternativa o adicionalmente, el suministro de carburante al motor de combustión 22 puede ajustarse en función de la frecuencia y/o la tensión de la red eléctrica trifásica 4. Para ello, el sistema de control de generador 21 puede conectarse opcionalmente al equipo de medición de tensión y frecuencia 19 de la red eléctrica trifásica 4.

La **Figura 3** muestra un tercer ejemplo de realización de un sistema de suministro de energía 1 de acuerdo con la invención. En este ejemplo de realización, el dispositivo de batería 8 está enlazado, sin circuito intermedio, a la red eléctrica 2. Las subbaterías 5 están conectadas cada una de ellas a través de reguladores de carga 24, configurados como convertidores CC/CA bidireccionales, a la red eléctrica trifásica 4 de la red eléctrica 2. Entre los reguladores de

carga 24 y la red eléctrica trifásica 4 está previsto en cada caso un equipo de medición de corriente 25. Los valores medidos por medio de los equipos de medición de corriente 25 se suman en un sumador 26 y se suministran al sistema de control de generador 21 a través de un sumador 27 adicional.

- 5 Los sistemas de suministro de energía anteriormente descritos presentan en cada caso una red eléctrica 2, que está conectada a un dispositivo de batería 8 para el almacenamiento intermedio de energía. El dispositivo de batería 8 presenta varias subbaterías 5 y está configurado de tal manera que una primera subbatería 5 puede funcionar en un modo de carga, en el que la subbatería 5 puede cargarse para la recepción de la energía sobrante procedente de la red eléctrica 2, mientras que una segunda subbatería 5 puede funcionar en un modo de descarga, en el que la subbatería 5 puede descargarse para la entrega de energía adicional a la red eléctrica 2. En el procedimiento descrito para el funcionamiento de una red eléctrica 2, estando conectada la red eléctrica 2 a un dispositivo de batería 8 para el almacenamiento intermedio de energía, y presentando el dispositivo de batería 8 varias subbaterías 5, una primera subbatería 5 funciona en un modo de carga, en el que la subbatería 5 puede cargarse para la recepción de la energía sobrante procedente de la red eléctrica 2, mientras que una segunda subbatería 5 funciona en un modo de descarga, en el que la subbatería 5 puede descargarse para la entrega de energía adicional a la red eléctrica 2. De este modo puede aumentarse la vida útil del dispositivo de batería 8.

Lista de referencias

- 20 1 sistema de suministro de energía
 2 red eléctrica
 3 circuito intermedio de corriente continua
 4 red eléctrica trifásica
 5 subbatería
 25 6 sistema de gestión de batería
 7 regulador de carga
 8 dispositivo de batería
 9 equipo de medición de corriente
 10 sumador
 30 11 equipo de medición de tensión
 12 Sistema de control de regenerador
 13 reformador
 14 célula de combustible
 15 convertidor CC/CC
 35 16 equipo de medición de corriente
 17 sumador
 18 convertidor CC/CA
 19 equipo de medición de tensión y frecuencia
 20 sumador
 40 21 sistema de control de generador
 22 motor
 23 generador
 24 regulador de carga
 25 equipo de medición de corriente
 45 26 sumador
 27 sumador
 28 sistema de gestión de batería
 A curva de carga de un generador/una célula de combustible
 50 B curva de carga con almacenamiento intermedio mediante dispositivo de batería

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el funcionamiento de una red eléctrica (2), en particular una red eléctrica de una embarcación, estando conectada la red eléctrica a un dispositivo de batería (8) para el almacenamiento intermedio de energía, presentando el dispositivo de batería (8) al menos dos subbaterías (5) y funcionando al menos una primera subbatería (5) en un modo de carga, en el que la subbatería (5) puede cargarse para la recepción de la energía sobrante procedente de la red eléctrica (2), mientras que al menos una segunda subbatería (5) funciona en un modo de descarga, en el que la subbatería (5) puede descargarse para la entrega de energía adicional a la red eléctrica (2), **caracterizado por que** la primera o la segunda subbatería pasan a un modo de espera cuando el estado de carga de la primera o de la segunda subbatería alcanza un estado de carga de espera predefinido, que se sitúa en el intervalo del 50 % al 75 %.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que una subbatería (5) en el modo de carga no puede descargarse y/o una subbatería (5) en el modo de descarga no puede descargarse.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos una tercera subbatería (5) del dispositivo de batería (8) funciona en un modo de espera, en el que la subbatería (5) no puede ni cargarse ni descargarse.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que la subbatería (5) en el modo de espera presenta un estado de carga de espera, que se selecciona en función de una química de batería de la subbatería y que se sitúa preferentemente en el intervalo del 50 % al 75 %, de manera especialmente preferente a aprox. un 66 %.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera subbatería (5) pasa del modo de carga al modo de descarga cuando el estado de carga de la primera subbatería (5) alcanza un valor máximo predefinido.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la segunda subbatería (5) pasa del modo de descarga al modo de carga cuando el estado de carga de la segunda subbatería (5) alcanza un valor mínimo predefinido.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el suministro de carburante de una célula de combustible (14) y/o de un generador (23) se ajusta en función de la suma de las corrientes de las subbaterías (5).
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que las subbaterías (5) están conectadas cada una de ellas a través de un regulador de carga (7) a un circuito intermedio de corriente continua (3) de la red eléctrica (2), ajustando el regulador de carga (7) una corriente continua predefinida en el circuito intermedio de corriente continua (3).
9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que el circuito intermedio de corriente continua (3) está conectado a través de un convertidor CC/CA (18) a una red de corriente alterna (4) de la red eléctrica (2), ajustando el convertidor CC/CA (18) una corriente alterna predefinida en la red de corriente alterna (4).
10. Sistema de suministro de energía, en particular para una embarcación, con una red eléctrica (2), que está conectada a un dispositivo de batería (8) para el almacenamiento intermedio de energía, presentando el dispositivo de batería (8) varias subbaterías (5) y estando configurado de tal modo que una primera subbatería (5) puede funcionar en un modo de carga, en el que la subbatería (5) puede cargarse para la recepción de la energía sobrante procedente de la red eléctrica (2), mientras que una segunda subbatería (5) puede funcionar en un modo de descarga, en el que la subbatería (5) puede descargarse para la entrega de energía adicional a la red eléctrica (2), **caracterizado por que** el dispositivo de batería (8) está configurado de tal modo que la primera o la segunda subbatería pasan a un modo de espera cuando el estado de carga de la primera o la segunda subbatería alcanzan un estado de carga de espera predefinido, que se sitúa en el intervalo del 50 % al 75 %.
11. Sistema de suministro de energía según la reivindicación 10, en el que el dispositivo de batería (8) está configurado de tal modo que una tercera subbatería (5) pueda funcionar en un modo de espera.
12. Sistema de suministro de energía según una de las reivindicaciones 10 u 11, **caracterizado por que** el sistema de suministro de energía (1) presenta una célula de combustible (14) y/o un generador (23).

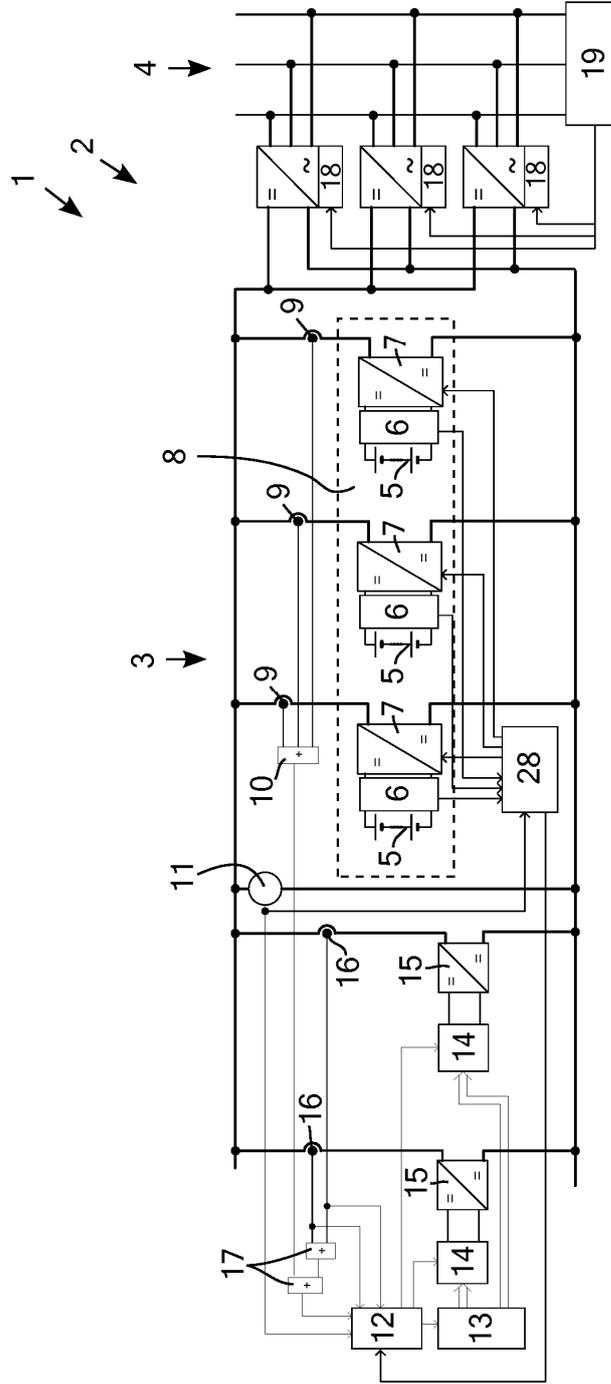


Fig. 1

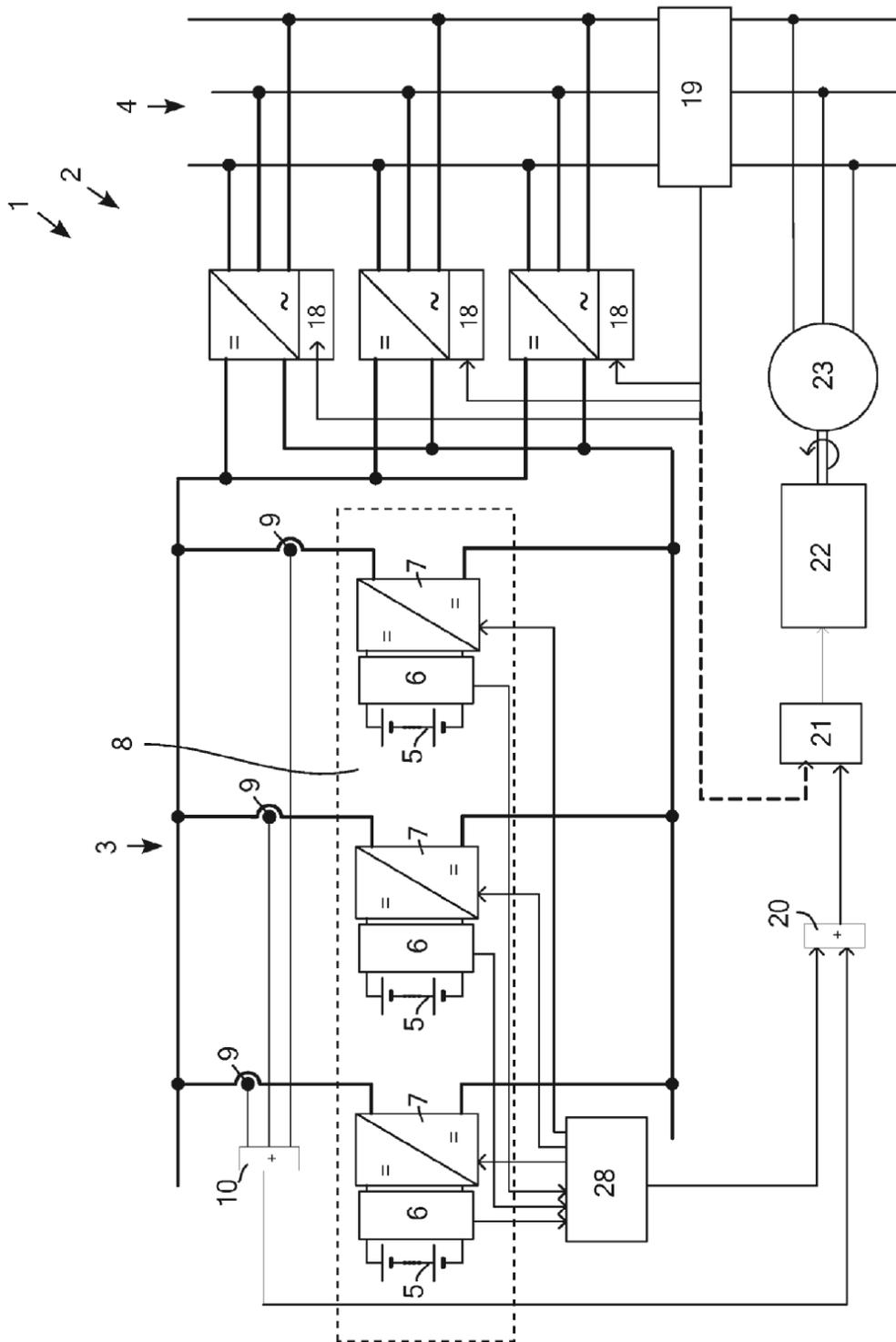


Fig. 2

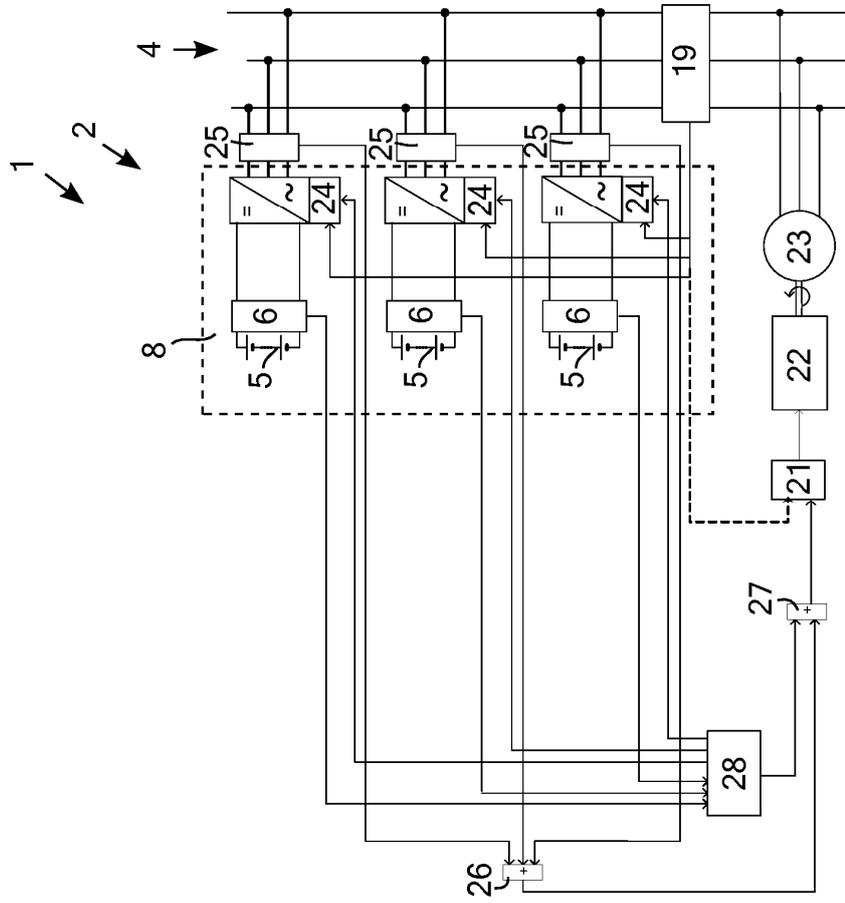


Fig. 3

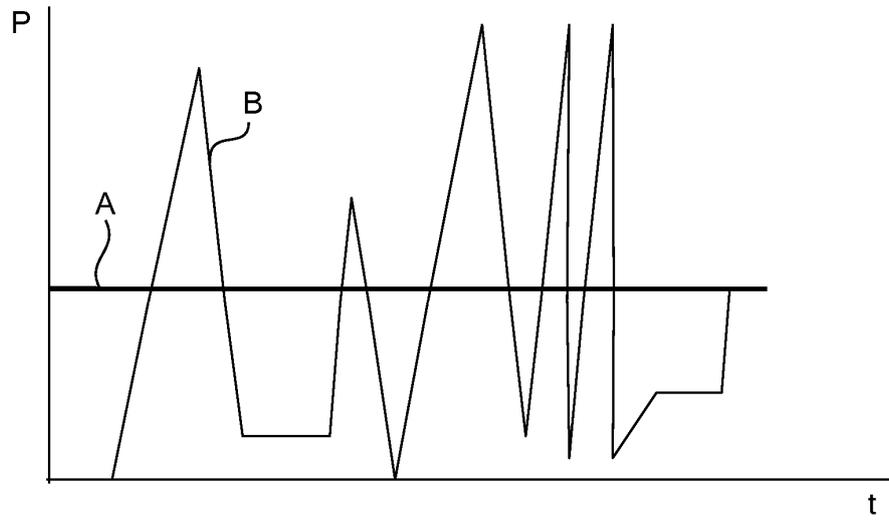


Fig. 4