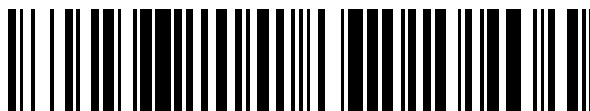


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 829 639**

51 Int. Cl.:

F17C 11/00 (2006.01)
F17C 3/10 (2006.01)
F17C 5/06 (2006.01)
F17C 6/00 (2006.01)
F17C 7/00 (2006.01)
F17C 13/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.10.2008** **E 08018458 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2020** **EP 2071225**

54 Título: **Procedimiento para repostar un depósito de hidruro metálico de un submarino con hidrógeno**

30 Prioridad:

07.12.2007 DE 102007059087

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

01.06.2021

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP MARINE SYSTEMS GMBH
(100.0%)
Werftstrasse 112-114
24143 Kiel, DE**

72 Inventor/es:

**DANIELS, DIETHELM;
KANNING, MICHAEL y
WITTE, BERND**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 829 639 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 repostar un depósito de hidruro metálico de un submarino con hidrógeno

5 La invención se refiere a un procedimiento para repostar un depósito de hidruro metálico de un submarino con hidrógeno, con las características indicadas en el preámbulo de la reivindicación 1, así como a una estación de repostaje de reactantes para llevar a cabo ese procedimiento.

10 Se conocen submarinos que obtienen energía eléctrica mediante una oxidación catalítica de oxígeno e hidrógeno en una celda de combustible, en donde el hidrógeno necesario para ello está almacenado a bordo de esos submarinos en depósitos de hidruro metálico. El llenado de esos depósitos de hidruro metálico con hidrógeno se realiza habitualmente con una estación de repostaje de reactantes. Un estación de repostaje de reactantes de este tipo se describe en el documento DE 103 43 977 A1. Este estación de repostaje de reactantes presenta una unidad dispensadora que puede conectarse al depósito de hidruro metálico. A través de esa unidad dispensadora se conduce hidrógeno gaseoso, de forma controlada, hasta el depósito de hidruro metálico del submarino. Debido a que la introducción del hidrógeno en el depósito de hidruro metálico discurre exotérmicamente, es decir con entrega de calor, la estación de repostaje de reactantes posee como componente básico asimismo una instalación de refrigeración. Esa instalación de refrigeración se usa para refrigerar el depósito de hidruro metálico dispuesto en el submarino durante el repostaje con hidrógeno. Con este fin la instalación de refrigeración presenta una bomba, con la que se aspira agua marina desde el entorno del submarino y se conduce hasta los depósitos de hidruro metálico, que allí refrigera los depósitos de hidruro metálico y a continuación se descarga de nuevo en el entorno del submarino. A este respecto se procura mantener la temperatura de los depósitos de hidruro metálico en un valor máximo de 5 °C. Para el caso en el que temperatura del agua marina sea superior a 5 °C, la instalación de agua de refrigeración de la depósito de hidruro metálico conocida presenta un grupo de refrigeración, con el que el agua marina se enfría hasta una temperatura necesaria para ello.

15 Los inconvenientes de la estación de repostaje de reactantes descrita en el documento DE 103 43 977 A1 se obtienen, en especial, cuando un submarino después del repostaje completo de los depósitos de hidruro metálico, es decir durante la navegación, está sometido a una temperatura del agua marina que es claramente superior a la temperatura del agua que se ha usado durante el repostaje para refrigerar los depósitos de hidruro metálico. Esto es problemático en cuanto a que los depósitos de hidruro metálico dispuestos por fuera del cuerpo de presión del submarino, después del repostaje, se calientan mediante el agua marina que lo rodea, con lo que se libera de nuevo de forma gaseosa hidrógeno en los depósitos de hidruro metálico, lo que conduce a una sobrepresión en los depósitos de hidruro metálico, que hace necesario descargar el hidrógeno liberado para compensar la presión a través de una válvula de sobrepresión accionada manualmente.

20 Con estos antecedentes, la invención se ha impuesto el objetivo de producir un procedimiento para repostar un depósito de hidruro metálico con hidrógeno, así como una estación de repostaje de reactantes adecuada para llevar a cabo este procedimiento, con los que puedan llenarse por completo los depósitos de hidruro metálico de un submarino, evitando los inconvenientes antes citados con independencia de la temperatura del agua del entorno.

25 Este objetivo se logra mediante un procedimiento para repostar un depósito de hidruro metálico de un submarino con hidrógeno conforme a la reivindicación 1, así como mediante una estación de repostaje de reactantes para llenar con hidrógeno un depósito de hidruro metálico de un submarino conforme a la reivindicación 3. Se obtienen unos perfeccionamientos ventajosos de la invención de las reivindicaciones dependientes, de la siguiente descripción y del dibujo.

30 El procedimiento conforme a la invención para repostar un depósito de hidruro metálico de un submarino con hidrógeno prevé que la temperatura del depósito de hidruro metálico, durante el repostaje, se mantenga en un valor por encima de una temperatura máxima a esperar del agua del entorno del submarino.

35 La idea básica de la invención es también repostar los depósitos de hidruro metálico de un submarino, a una temperatura a la que el agua del entorno no pueda calentar los depósitos de hidruro metálico después del repostaje a una temperatura mayor que durante el repostaje. De esta manera se impide que el hidrógeno almacenado se libere de forma gaseosa después del repostaje. Durante el repostaje se impide la liberación de hidrógeno gaseoso mediante una conducción de temperatura, que actúe en contra del calentamiento que se produce durante la recepción de hidrógeno que discurre exotérmicamente. De forma correspondiente, en el procedimiento conforme a la invención para repostar un depósito de hidruro metálico no puede producirse una sobrepresión inadmisibles, que en caso contrario habría que degradar. De este modo, ventajosamente, puede prescindirse por parte del submarino de una instalación para purgar hidrógeno gaseoso. Debido a que en el procedimiento conforme a la invención, al contrario que en el estado de la técnica, no es necesario rebajar la temperatura del depósito de hidruro metálico por debajo de la temperatura del agua del entorno, puede prescindirse ventajosamente de un grupo de refrigeración de la estación de repostaje de reactantes para ello necesaria. Si bien puede ser necesario, si la recepción exotérmica de hidrógeno del depósito de hidruro metálico no es suficiente, calentar el mismo, es cierto que el calentamiento es considerablemente más favorable, tanto en cuanto a energía como a instalación, que la refrigeración hasta ahora necesaria mediante un grupo de refrigeración.

40 En la fase inicial, la temperatura de los depósitos de hidruro metálico puede ascender provisionalmente claramente por encima de los 32 °C a causa de los procesos exotérmicos que allí tienen lugar, en donde esas temperaturas se rebajan

de nuevo a través de un intercambio de calor con el agua marina que rodea los depósitos de hidruro metálico y se iguala, al ir finalizando el repostaje, a causa del calor de proceso que se va reduciendo, a la temperatura del agua marina que rodea los depósitos de hidruro metálico.

5 Si para la máxima temperatura del agua del entorno a esperar, es decir la temperatura del agua marina, se supone un valor de p.ej. 32 °C, es conveniente regular de tal manera la temperatura del depósito de hidruro metálico durante el repostaje, que al finalizar el repostaje presente un valor dentro de un rango de temperatura de entre 32 °C y 34 °C, es decir, por encima de esa temperatura máxima asumida del agua marina.

10 En especial para llenar un depósito de hidruro metálico con hidrógeno, según el procedimiento conforme a la invención descrito anteriormente, la invención propone asimismo una estación de repostaje de reactantes, en la que están previstos unos medios para calentar un depósito de hidruro metálico. Esos medios hacen posible, con las ventajas ya descritas, ajustar y mantener la temperatura del depósito de hidruro metálico a una temperatura superior a la máxima temperatura del agua del entorno a esperar del submarino. Debido a que los medios para calentar el depósito de hidruro metálico están dispuestos por fuera del submarino en la estación de repostaje de reactantes, están configurados normalmente para calentar un medio portador de calor, que puede ser conducido hasta los depósitos de hidruro metálico a través de unos conductos de la estación de repostaje de reactantes previstos para ello en el submarino, y allí puede entregar su calor a los depósitos de hidruro metálico. Como medio portador de calor está prevista a este respecto de forma preferida el agua del entorno del submarino, que se calienta de forma preferida por medio de una calefacción eléctrica dispuesta en la estación de repostaje de reactantes. Para poder mantener constante la temperatura de los depósitos de hidruro metálico, la calefacción eléctrica de la estación de repostaje de reactantes conforme a la invención está configurada, de forma especialmente ventajosa, de manera que puede ajustarse continuamente.

20 Además de los medios para calentar el depósito de hidruro metálico del submarino, la estación de repostaje de reactantes conforme a la invención presenta también, en un perfeccionamiento preferido, unos medios para refrigerar el depósito de hidruro metálico. Estos medios son ventajosos, en cuanto que unas temperaturas excesivamente altas en el depósito de hidruro metálico obstaculizan la recepción de hidrógeno. Como medios para refrigerar el depósito de hidruro metálico la estación de repostaje de reactantes puede presentar por ejemplo un circuito de refrigerante, con el que la temperatura de un fluido que circule allí con el que también se calienta el depósito de hidruro metálico, puede rebajarse de tal manera mediante la recepción del calor del depósito de hidruro metálico, que el depósito de hidruro metálico puede refrigerarse con ese fluido. Como fluido está prevista aquí de forma preferida el agua del entorno del submarino.

25 En otra conformación ventajosa de la estación de repostaje de reactantes conforme a la invención, la misma puede conectarse a un sistema de conductos en el lado del submarino para formar un circuito de agua cerrado. En esta conformación la estación de repostaje de reactantes y un sistema de conductos del submarino, configurado para el intercambio de calor con el depósito de hidruro metálico, forman un circuito cerrado en el que se introduce de forma preferida el agua del entorno del submarino y a continuación, al circular en el circuito, puede entregar su calor al depósito de hidruro metálico o para refrigerar el agua puede recibir calor del depósito de hidruro metálico. Para conectar la estación de repostaje de reactantes al sistema de conductos en el lado del submarino, la estación de repostaje de reactantes presenta de forma preferida unos conductos flexibles, que pueden conectarse a unas conexiones previstas para ello del sistema de conductos en el lado del submarino.

30 Dentro de la parte del circuito de agua formada por la estación de repostaje de reactantes está acoplado a este circuito de agua de forma preferida la calefacción eléctrica, de tal manera que puede calentar de la manera requerida el agua que fluye a través del circuito. Asimismo, en el circuito de agua puede estar dispuesto ventajosamente un intercambiador de calor alimentado en el lado de entrada con agua del entorno, con el cual puede enfriarse dado el caso el agua y de forma inherente a ello el depósito de hidruro metálico. Este intercambiador de calor está configurado de forma preferida como un intercambiador de calor de placa, al que en el lado de entrada puede suministrarse como medio refrigerante agua del entorno del submarino desde una instalación de aspiración. En el lado de entrada de la instalación de aspiración está dispuesto convenientemente un dispositivo de filtrado, que impide que puedan entrar en el circuito de agua aquellas piezas situadas en el agua del entorno, que podrían obstruir el mismo en caso desfavorable. Para ajustar y mantener con precisión la temperatura del depósito de hidruro metálico a un valor superior a la máxima temperatura del agua del entorno a esperar, la estación de repostaje de reactantes conforme a la invención presenta ventajosamente un dispositivo regulador de temperatura. Este dispositivo regulador de temperatura forma una parte de un circuito de regulación, en el que de forma preferida forman un tramo de regulación los medios para calentar y refrigerar el depósito de hidruro metálico y también, de forma preferida, una bomba de circulación. El dispositivo regulador de temperatura está configurado de forma preferida como dispositivo regulador electrónico, en el que se regula la temperatura del depósito de hidruro metálico mediante un algoritmo archivado. A este respecto el dispositivo regulador de temperatura ajusta ventajosamente la potencia de caldeo de una calefacción eléctrica, la potencia de refrigeración de un circuito de refrigerante así como el número de revoluciones del motor de la bomba de circulación, como variables de ajuste del circuito de regulación.

35 En especial cuando la temperatura del depósito de hidruro metálico no puede tomarse directamente, resulta ser ventajoso detectar la temperatura del circuito de agua tanto en el lado de entrada como en el de salida del depósito de hidruro metálico, y establecer la temperatura del depósito de hidruro metálico mediante un modelo informático previsto para ello del dispositivo regulador de temperatura. De forma correspondiente, otra conformación conforme a la invención de la estación de repostaje de reactantes prevé ventajosamente, en el lado de entrada y en el de salida del depósito de hidruro metálico, unos medios para detectar la temperatura del agua, que están conectados por señales al dispositivo regulador

- de temperatura. La detección de la temperatura del agua del circuito de agua, delante y detrás de la estación de repostaje de reactantes, se usa por lo tanto en esta configuración para ajustar la temperatura del depósito de hidruro metálico como variable de regulación real, que no puede detectarse directamente y que puede mantenerse en el valor nominal requerido mediante una activación adecuada de los medios para calentar y refrigerar el depósito de hidruro metálico y la bomba de circulación, con unas fluctuaciones de regulación extremadamente reducidas.
- 5 El circuito de agua cerrado, formado por la estación de repostaje de reactantes y el sistema de conductos en el lado del submarino, tiene que llenarse primero con agua. Esto puede realizarse, por ejemplo, a través de la bomba de circulación dispuesta en el circuito de agua. Si esa bomba de circulación no es adecuada para aspirar agua en el circuito de agua, una conformación ventajosa de la estación de repostaje de reactantes conforme a la invención prevé disponer, en el lado de afluencia de la bomba de circulación, una instalación de aspiración, de forma preferida en forma de una instalación de aspiración por vacío, con la que el circuito de agua se llena primero con agua, antes de que a continuación se cierre y el agua se haga circular en el circuito de agua mediante la bomba de circulación. Además de para aspirar el agua, la instalación de aspiración por vacío se usa ventajosamente también para evacuar los gases de salida, que se producen conforme aumenta la temperatura en el circuito de agua, así como el aire que haya entrada en el circuito de agua, por ejemplo, a través de conductos flexibles defectuosos.
- 10 El agua del entorno aspirada por la instalación de aspiración llega al circuito de agua, de forma preferida, a través de una válvula abierta de agua marina del submarino, la cual está conectada por conductos al sistema de conductos que forma la sección en el lado del submarino del circuito de agua. En el lado de afluencia del circuito de agua están dispuestos a este respecto convenientemente unos filtros, que impiden la entrada de sustancias en suspensión situadas en el agua del entorno que, en caso contrario, podrían conducir a un daño a los componentes en el lado del submarino o de la estación de repostaje.
- 20 De forma ventajosa la estación de repostaje de reactantes puede presentar también un conducto de aspiración, que desemboque en el agua del entorno. Este conducto de aspiración se usa de forma preferida para, durante la circulación del agua del entorno en el circuito de agua, compensar pérdidas de agua que se produzcan a causa de fugas en el circuito de agua. En el conducto de aspiración está previsto en el conducto de aspiración un dispositivo de medición de caudal, de forma preferida en forma de un sensor de medición inductivo, con el que se mide continuamente el caudal de agua a través del conducto de aspiración. Los valores de medición establecidos por el dispositivo de medición pueden transmitirse ventajosamente a un dispositivo de vigilancia, que establece si es necesario compensar a través del conducto de aspiración una pérdida de agua normalmente habitual, o bien una pérdida de agua causada por un daño al sistema de conductos en el lado del submarino o de la estación de repostaje de reactantes.
- 25 El conducto de aspiración previsto para compensar pérdidas por fugas desemboca de forma preferida directamente, en el lado de la bomba de circulación, en el circuito de agua. Mediante esta medida se compensan pérdidas de flujo causadas por fugas directamente en el lado de aspiración de la bomba, de tal manera que las pérdidas de flujo entre el submarino y la estación de repostaje de reactantes no influyen en la presión absoluta del agua delante de la bomba, lo que podría conducir en caso desfavorable a una cavitación en la bomba de circulación y en un daño por ello motivado a la bomba de circulación. Además de esto, esta conformación hace posible un punto de colocación más elevado de la estación de repostaje de reactantes por encima del nivel del agua, es decir, la estación de repostaje de reactantes puede colocarse también sobre muelles elevados con respecto a la superficie del agua.
- 30 A continuación se explica la invención con más detalle basándose en un ejemplo de realización representado en el dibujo. La figura muestra esquemáticamente la estructura de principio de una estación de repostaje de reactantes.
- En la figura se ha representado una zona parcial de una estación de repostaje de reactantes 2, que se usa para llenar con hidrógeno un depósito de hidruro metálico 6 de un submarino 4 equipado con una propulsión por celdas de combustible. A este respecto el llenado real del depósito de hidruro metálico 6 se realiza mediante un dispensador no representado, a través del cual se conduce el hidrógeno en forma gaseosa hasta el depósito de hidruro metálico.
- 45 Durante el llenado del depósito de hidruro metálico 6 se mantiene su temperatura a un valor superior a la máxima temperatura a esperar del agua del entorno 8 del submarino 4, es decir, por encima de 32 °C. Con este fin el depósito de hidruro metálico 6 está configurado con doble pared, en donde se conduce un portador de calor, a través de un sistema de conductos 10 en el lado del submarino, hasta el espacio intermedio entre las dos paredes del depósito de hidruro metálico y allí entrega su calor al depósito de hidruro metálico 6 o recibe calor.
- 50 El portador de calor para calentar el depósito de hidruro metálico 6 o para recibir el calor del depósito de hidruro metálico 6 es puesto a disposición por la estación de repostaje de reactantes 2 en forma de agua temperada de forma correspondiente. Para ello la estación de repostaje de reactantes 2 puede conectarse de tal manera al sistema de conductos 10 del submarino 4, a través de unos conductos flexibles 12 y 14 resistentes al vacío, que la estación de repostaje de reactantes 2 forma junto con ese sistema de conductos 2 un circuito cerrado 16.
- 55 Como portadores de calor en ese circuito 16 se usa agua del entorno 8 del submarino 4. El llenado del circuito 16 o del circuito de agua 16 con el agua del entorno 8 se realiza por medio de que el agua del entorno 8 es aspirada por una instalación de aspiración por vacío 20, prevista en la estación de repostaje de reactantes 2, a través de una válvula de agua marina (no representada) prevista en el submarino 4, la cual está conectada por conductos a través de un conducto

18 al sistema de conductos 10. Para hacer circular el agua del entorno 8 en el circuito de agua 16, la estación de repostaje de reactantes 2 presenta una bomba de circulación 22, que está dispuesta en el circuito de agua 16 en el lado de descarga del dispositivo de aspiración por vacío 20. El número de revoluciones del motor de la bomba de circulación 22 puede ajustarse de forma continua.

- 5 Para poder elevar la temperatura del depósito de hidruro metálico 6 hasta una temperatura superior a la máxima temperatura a esperar del agua del entorno 8 del submarino 4, la estación de repostaje de reactantes 2 presenta una calefacción eléctrica 24, que está dispuesta de tal manera que entrega su calor al agua del entorno 8 que se encuentra en el circuito de agua 16. La potencia calorífica de la calefacción 14 puede ajustarse de forma continua.

- 10 Además de esto, en la estación de repostaje de reactantes 2 está dispuesto un intercambiador de calor 26 acoplado por calor al circuito de agua 16. El mismo está configurado de forma preferida como un intercambiador de calor de placa. El intercambiador de calor 26 se alimenta con agua del entorno 8 como refrigerante, a través de un conducto de entrada 28 que desemboca en el agua del entorno 8 del submarino 4, la cual es evacuada a continuación a través de un conducto de salida 30 dispuesto en el intercambiador de calor 26 y que también desemboca en el agua del entorno 8. Para aspirar el agua del entorno 8 hasta el intercambiador de calor 26 está dispuesta una bomba de aspiración 32 en el conducto de entrada 28.

- 15 El conducto de entrada 28 está conectado al conducto de salida a través de un conducto de cortocircuito 34, en donde el conducto de cortocircuito 34 desemboca en el conducto de entrada 28 en el lado de entrada de la bomba de aspiración 32. En el conducto de cortocircuito 34 está dispuesta una válvula, con la que puede abrirse o cerrarse, a elección total o parcialmente, el conducto de cortocircuito 34. Otra válvula 38 está dispuesta en el conducto de salida 30 en el lado de descarga del conducto de cortocircuito 34, con la que puede abrirse o cerrarse, a elección total o parcialmente, el conducto de salida 30. Tanto el conducto de entrada 28 como el conducto de salida 30 están formados por mangueras resistentes al vacío. La válvula 36 dispuesta en el conducto de cortocircuito 34 está primero totalmente abierta, cuando se pone en funcionamiento el intercambiador de calor 26. Conforme aumenta la demanda de refrigeración en el intercambiador de calor 26 se reduce la sección transversal de apertura de la válvula 26 y la válvula 38 se abre de forma correspondiente, de tal manera que al intercambiador de calor 26 se alimenta una cantidad mayor de agua más fría, mientras que el agua calentada por el intercambiador de calor se evacua a través del conducto de salida 30.

- 20 Para que respire el circuito de agua 16 en el caso de una dilatación térmica del agua situada en el mismo, pero también para compensar las pérdidas de agua provocadas por fugas, el mismo presenta en el lado de afluencia de la bomba de circulación 22 una ramificación de conducto, que forma un conducto de compensación 40 en forma de una manguera resistente al vacío, que desemboca en el agua del entorno 8. A través de ese conducto de compensación 40 se regula, con el circuito de agua 16 en circulación, la cantidad de agua del entorno 8 que se ha perdido previamente a causa de fugas en el circuito de agua 16.

- 25 Para poder determinar la cantidad de agua del entorno 8 regulada a través del conducto de compensación 40 y, de forma inherente a ello, poder determinar la cantidad de agua que se ha perdido como consecuencia de las fugas, en el conducto de compensación 40 está dispuesto un dispositivo de medición de caudal 42, que está conectado por señales a un dispositivo de vigilancia no representado. El dispositivo de vigilancia se usa para, basándose en el caudal del agua del entorno 8 regulada establecido por el dispositivo de medición de caudal 42, determinar si ese caudal del agua del entorno 8 compensa las pérdidas por fugas normales o causadas por daños al circuito de agua 16.

- 30 Asimismo, la estación de repostaje de reactantes 2 dispone de un dispositivo regulador de temperatura, no representado en la figura del dibujo. Este dispositivo regulador de temperatura está conectado por señales a la bomba de circulación 22, a la calefacción eléctrica 24 y a la bomba de aspiración 32, dispuesta en el lado de entrada del intercambiador de calor 26, así como a las válvulas 36 y 38.

- 35 También están conectados por señales al dispositivo regulador de temperatura dos sensores de temperatura 44 y 46, dispuestos en la estación de repostaje de reactantes 2 para detectar la temperatura del agua del entorno 8 en el circuito de agua 16. De estos dos sensores de temperatura 44 y 46, el sensor de temperatura 44 toma la temperatura en el circuito de agua 16 en el lado de salida del depósito de hidruro metálico 6 y el sensor de temperatura 46 la temperatura en el circuito de agua 16 en el lado de entrada del depósito de hidruro metálico 6. Para detectar la temperatura en el lado de entrada del intercambiador de calor 26, en el conducto de entrada 28 está dispuesto un sensor de temperatura 52 conectado por señales al dispositivo regulador de temperatura.

- 40 Además de esto, el caudal de agua en el circuito de agua 16 se detecta mediante un dispositivo de medición de caudal 48 y el caudal de agua a través del intercambiador de calor 26 mediante un dispositivo de medición de caudal 50. El dispositivo de medición de caudal 48 conectado por señales al dispositivo regulador de temperatura está dispuesto en el circuito de agua 16, en el lado de salida de la bomba de circulación 22. El dispositivo de medición de caudal 50, también conectado por señales al dispositivo regulador de temperatura, está dispuesto en el conducto de salida 30 en el lado de salida del intercambiador de calor 26.

El dispositivo regulador de temperatura, los componentes activados por el dispositivo regulador de temperatura bomba de circulación 22, calefacción 24, bomba de aspiración 32, válvulas 36 y 38 así como los sensores de temperatura 44, 46, 52 conectados por señales al dispositivo regulador de temperatura y los dispositivos de medición de caudal 42, 48 y 50

están dispuestos, de forma preferida, conjuntamente en un contenedor transportable. Este contenedor se usa también para almacenar las mangueras que pueden conectarse a unas conexiones de manguera, previstas para ello en el contenedor, para formar los conductos flexibles 12 y 14, el conducto de entrada 28, el conducto de salida 30 y el conducto de aspiración 40. El contenedor puede transportarse en estado estibado, sin limitaciones, por mar, aire y tierra y colocarse, para repostar el depósito de hidruro metálico 6 de un submarino 4, sobre el muelle de un puerto muy cerca del submarino 4afectado. La alimentación eléctrica de las partes de instalación dispuestas en el contenedor puede realizarse, a elección, con diferentes tensiones y frecuencias. Las necesarias conexiones cableadas están almacenadas en el contenedor sobre tambores de cable que pueden rodar (no representados).

A continuación se describe con más detalle el procedimiento conforme a la invención para repostar un depósito de hidruro metálico 6 de un submarino 4 con hidrógeno, basándose en la figura del dibujo.

En primer lugar se llena el circuito de agua 16 con agua del entorno 8 del submarino 4. Para ello se abre en el submarino 4 la válvula de agua marina. La instalación de aspiración por vacío 20 aspira seguidamente el agua el entorno 8 a través del conducto de conexión 18 en el circuito de agua 16. En cuanto el mismo esté lleno por completo de agua del entorno 8, se cierra la válvula de a gua marina del submarino 4 y se desconecta la instalación de aspiración por vacío 20. A continuación se pone en funcionamiento la bomba de circulación 22 y se hace circular el agua del entorno 8 en el circuito de agua 16. Para obtener un valor lo más fiable posible para la temperatura del depósito de hidruro metálico 6, primero se hace circular varias veces el agua del entorno 8 en el circuito de agua 16.

Solo entonces se inicia la regulación de temperatura. Esta regulación de temperatura se realiza sobre la base de la temperatura del agua del entorno 8 en el circuito de agua 16, establecida mediante el sensor de temperatura 46 en el lado de entrada del depósito de hidruro metálico 6, y de la temperatura del agua del entorno 8 en el circuito de agua 16, establecida mediante el sensor de temperatura 44 en el lado de salida del depósito de hidruro metálico 6. Los valores de temperatura establecidos se procesan en el dispositivo regulador de temperatura, en un algoritmo de regulación, en el que en primer lugar se determina si el agua del entorno que circula en el circuito de agua 17 tiene que calentarse o refrigerarse.

En el caso de que sea necesario un calentamiento del depósito de hidruro metálico 6, el dispositivo regulador de temperatura ajusta de forma correspondiente la potencia de caldeo de la calefacción 24 y, a través del número de revoluciones de la bomba de circulación 22 el caudal en el circuito de agua 16. Para el caso en el que deba refrigerarse el depósito de hidruro metálico, el dispositivo regulador de temperatura aumenta la potencia de refrigeración del intercambiador de calor 26. Para ello el dispositivo regulador de temperatura ajusta, primero para un ajuste grosero las válvulas 36 y 38 y después para un ajuste fino, el caadal de la bomba de aspiración 32 teniendo en cuenta la temperatura del agua del entorno 8 establecida por el sensor de temperatura 52.

Sobre la base de la temperatura del depósito de hidruro metálico 6, establecida mediante los sensores de temperatura 44 y 46, el dispositivo regulador de temperatura determina también cuándo y cómo debe cargarse el dispositivo regulador de temperatura 6. Por ello el dispositivo regulador de temperatura también está conectado por señales a un dispensador, a través del cual se realiza el repostaje real del depósito de hidruro metálico con hidrógeno.

Durante todo el funcionamiento de la estación de repostaje de reactantes 2 se compensan en el circuito de agua 16 las pérdidas por fugas que se produzcan, por medio de que el circuito de agua 16 se llena de nuevo con agua del entorno 8 a través del conducto de aspiración 40. A este respecto se detecta el caudal de agua en la instalación de aspiración continuamente mediante el dispositivo de medición de caudal 42, y se vigila mediante un dispositivo de vigilancia. Si el caudal de agua supera un valor normal, esto indica un daño a la estación de repostaje de reactantes 2, al sistema de conductos 10 en el lado del submarino, o bien una instalación incorrecta de los conductos flexibles 12 y 14. En ese caso puede detenerse o interrumpirse el proceso de repostaje.

Lista de símbolos de referencia

2	Estación de repostaje de reactantes
4	Submarino
6	Depósito de hidruro metálico
8	Agua del entorno
10	Sistema de conductos
12	Conducto flexible
14	Conducto flexible
16	Circuito, circuito de agua
18	Conducto, conducto de conexión
20	Dispositivo de aspiración por vacío
22	Bomba de circulación
24	Calefacción
26	Intercambiador de calor
28	Conducto de entrada
30	Conducto de salida
32	Bomba de aspiración

34	Conducto de cortocircuito
36	Válvula
38	Válvula
40	Conducto de compensación
42	Dispositivo de medición de caudal
44	Sensor de temperatura
46	Sensor de temperatura
48	Dispositivo de medición de caudal
50	Dispositivo de medición de caudal
52	Sensor de temperatura

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para repostar un depósito de hidruro metálico (6) de un submarino (4) con hidrógeno, con los pasos siguientes:
- 5 - puesta a disposición de un depósito de hidruro metálico (6) y de una estación de repostaje de reactantes (2) con unos medios para calentar el depósito de hidruro metálico (6),
- asunción de un valor máximo de una temperatura del agua del entorno,
- repostaje del depósito de hidruro metálico (6) con hidrógeno,
- 10 - ajuste y mantenimiento de la temperatura del depósito de hidruro metálico (6) durante el repostaje por encima del valor asumido de la temperatura del agua del entorno, a través de unos medios para calentar el depósito de hidruro metálico (6).
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la temperatura del depósito de hidruro metálico (6) se regula de tal manera durante el repostaje, que al finalizar el repostaje presenta un valor dentro de un rango de temperatura de 32-34 °C.
- 3.- Estación de repostaje de reactantes para repostar un depósito de hidruro metálico (6) de un submarino (4) con hidrógeno, así como depósito de hidruro metálico de un submarino, con unos medios para calentar el depósito de hidruro metálico (6) que están configurados como calefacción eléctrica (24) para calentar un medio portador de calor, y con un dispositivo regulador de temperatura para regular la temperatura del depósito de hidruro metálico (6) mediante un algoritmo archivado, y que está configurado para asumir un valor máximo de una temperatura del agua del entorno y ajustar y mantener la temperatura del depósito de hidruro metálico, durante el repostaje por encima del valor asumido de la temperatura del agua del entorno, a través de los medios para calentar el depósito de hidruro metálico (6), y en donde como portador de calor está prevista el agua del entorno (8) del submarino.
- 15
- 20
- 4.- Estación de repostaje de reactantes (2) según la reivindicación 3, **caracterizada porque** la estación de repostaje de reactantes (2) presenta unos medios para refrigerar el depósito de hidruro metálico (6).
- 5.- Estación de repostaje de reactantes (2) según una de las reivindicaciones 3 o 4, **caracterizada porque** están previstos unos conductos flexibles (12, 14), a través de los cuales la estación de repostaje de reactantes (2) puede conectarse a unos conductos de un sistema de conductos (10) en el lado del submarino para formar un circuito de agua cerrado (16).
- 25
- 6.- Estación de repostaje de reactantes (2) según la reivindicación 5, **caracterizada porque** en el circuito de agua (16) está dispuesto un intercambiador de calor (26) alimentado en el lado de entrada con agua del entorno (8).
- 7.- Estación de repostaje de reactantes (2) según una de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizada porque** está previsto un circuito de regulación, que presenta un dispositivo regulador de temperatura y un tramo de regulación, formado al menos por los medios para calentar y refrigerar el depósito de hidruro metálico (6), en donde la temperatura del depósito de hidruro metálico (6) se regula mediante un algoritmo archivado en el dispositivo regulador de temperatura.
- 30
- 8.- Estación de repostaje de reactantes (2) según la reivindicación 7, **caracterizada porque** para hacer circular el agua del entorno (8), el tramo de regulación comprende además una bomba de circulación (22).
- 35
- 9.- Estación de repostaje de reactantes (2) según una de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizada porque** en el lado de entrada y en el de salida del depósito de hidruro metálico (6) están previstos unos medios (44, 46) para detectar la temperatura del agua, que están conectados por señales al dispositivo regulador de temperatura.
- 10.- Estación de repostaje de reactantes (2) según una de las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizada porque** en el lado de afluencia de la bomba de circulación (22) está prevista una instalación de aspiración (20), para aspirar agua del entorno (8).
- 40
- 11.- Estación de repostaje de reactantes (2) según una de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizada porque** para compensar el agua del entorno (8) perdida a causa de las fugas, está previsto un conducto de compensación (40) que desemboca en el agua del entorno (8).
- 12.- Estación de repostaje de reactantes (2) según la reivindicación 11, **caracterizada porque** el conducto de compensación (40) desemboca directamente, en el lado de afluencia de la bomba de circulación (22), en el circuito de agua (16).
- 45

