

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 983 232**

51 Int. Cl.:

F04B 15/06 (2006.01)
F04B 49/06 (2006.01)
F25B 23/00 (2006.01)
F28D 15/02 (2006.01)
F28F 27/00 (2006.01)
F04B 23/02 (2006.01)
F04B 49/10 (2006.01)
F25D 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2022** **E 22180652 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2024** **EP 4108918**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento de control de las inestabilidades hidráulicas en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente**

30 Prioridad:

24.06.2021 FR 2106765

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.10.2024

73 Titular/es:

THALES (100.0%)
4 Rue de la Verrerie
92190 Meudon, FR

72 Inventor/es:

SACCONE, GIACOMO;
DOMPNIER, RÉMI;
DELMAS, ANTHONY;
MIGNON, KEVIN;
CHAIX, ALAIN y
HUGON, JULIEN

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 983 232 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

Dispositivo y procedimiento de control de las inestabilidades hidráulicas en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente

- 5 La presente invención se refiere al campo del control térmico de conjuntos de equipos disipadores. La invención se refiere a un dispositivo y un procedimiento de control de las inestabilidades hidráulicas en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente. Se describe en el ámbito de las naves espaciales tipo satélite, pero puede aplicarse a cualquier sistema de bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente.
- 10 Tradicionalmente, un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente comprende un circuito cerrado en el que circula un fluido caloportador, al menos un evaporador, a través del cual circula el fluido en forma predominantemente líquida a la entrada del evaporador, estando configurado el evaporador para transformar el fluido en forma líquida en un fluido en forma parcialmente gaseosa, al menos un condensador, a través del cual circula el fluido en forma parcialmente gaseosa a la entrada del condensador, estando configurado el condensador para transformar el fluido en forma parcialmente gaseosa en un fluido en forma líquida, una bomba, dispuesta entre la salida del condensador y la entrada del evaporador, destinada a poner en movimiento el fluido en el circuito cerrado, desde el evaporador hacia el condensador en forma parcialmente gaseosa y desde el condensador hacia el evaporador en forma líquida, un depósito de fluido conectado al circuito cerrado, destinado a compensar las variaciones de volumen del fluido en el circuito cerrado.
- 15 Históricamente, los sistemas bifásicos por excelencia han sido las centrales eléctricas tradicionales (que utilizan ciclos Rankine o Rankine Hirn) y los reactores nucleares de agua en ebullición.
- 20 En general, estos sistemas, cuya finalidad es producir vapor para su propagación en una turbina, pueden fijar la potencia térmica a la entrada del sistema termofluidico. Así, pueden fijar con la mayor precisión posible los parámetros que determinarán el problema (en particular, la presión, el caudal y la potencia térmica) antes de abrir el paso a la turbina.
- 25 Este tipo de aplicación puede clasificarse como: "Potencia térmica al servicio de la termofluidica".
- Por el contrario, un bucle bifásico para la gestión térmica de satélites se diseña más comúnmente como: "La termofluidica al servicio de la potencia térmica". En este contexto, la optimización de los parámetros mencionados se hace más difícil: las centrales eléctricas trabajan a potencia constante, mientras que un satélite modifica constantemente su potencia térmica en función del entorno (exposición al sol), del tráfico de usuarios y del modo de utilización de los equipos. En este contexto, la termohidráulica del bucle cambia constantemente, mientras que las aplicaciones terrestres mencionadas anteriormente funcionan a potencia térmica constante y, por tanto, también en condiciones hidráulicas constantes.
- 30 En las aplicaciones terrestres conocidas en el estado de la técnica, los procedimientos de configuración y encendido son muy estrictos y la potencia térmica, así como su variación en el tiempo, se dimensionan para relajar las restricciones termohidráulicas. La secuencia normal de encendido es la siguiente:
- 35
- Activación del sistema de bombeo (no necesariamente al nivel nominal);
 - Aumento de la presión (generalmente por calentamiento de la zona bifásica, no necesariamente hasta el nivel nominal);
 - Admisión de vapor a la turbina;
 - 40 • Aumento gradual de la potencia (limitado entre el 2% de la potencia nominal por minuto y el 5% de la potencia nominal por minuto) hasta alcanzar un valor constante.
- En general, para el encendido de los reactores nucleares de agua en ebullición, se han normalizado las cartografías, las instrucciones de dimensionamiento y los procedimientos de encendido.
- 45 Con las soluciones propuestas, la secuencia de encendido de un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente (o MPL por Mechanically Pumped Loop) es la siguiente:
- Aumento de la presión (calentando la zona bifásica hasta el nivel mínimo para aumentar la velocidad);
 - Activación del sistema de bombeo (a nivel nominal);
 - Aumento gradual de la potencia (sin límite de tiempo);
 - Tras esta fase de inicialización, la potencia térmica puede variar un 100% de forma instantánea.
- 50 Cabe señalar asimismo que, en el contexto de las aplicaciones terrestres mencionadas, el acumulador (o vaso de expansión) y el evaporador forman un único componente. Se trata de una diferencia notable con respecto al MPL, en la que la presión se gestiona en otro punto en relación con el punto de ebullición. En otras palabras, el acumulador (vaso de expansión o depósito) y el evaporador son dos componentes separados para el MPL.

Las soluciones técnicas conocidas en el estado de la técnica no están diseñadas para gestionar grandes transitorios de potencia térmica. En el mejor de los casos, las soluciones anteriores están diseñadas para variaciones muy pequeñas de la potencia térmica. En el entorno espacial, la disipación de los equipos puede variar considerablemente. Dado que los organismos de telecomunicaciones tienen especificaciones de encendido cada vez más estrictas, es necesario gestionar los transitorios de potencia térmica.

El estado de la técnica está representado por el documento WO 2013/034170.

Las soluciones actuales consisten en imponer restricciones de variación térmica muy estrictas, o incluso ninguna variación térmica.

En el pasado, los bucles bifásicos se utilizaban para producir energía, por lo que la potencia térmica estaba al servicio de la fluidica. El objetivo de la invención es gestionar los transitorios violentos y diseñar un bucle de fluido bifásico que sirva a los equipos a refrigerar.

La invención pretende aliviar algunos o todos los problemas anteriores ofreciendo control térmico de un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente, en particular para una aplicación espacial. El control térmico se utiliza aquí para controlar las inestabilidades hidráulicas en el bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente. Este control térmico garantiza un comportamiento hidráulico estable en el bucle, para garantizar la salud de la bomba, la salud del propio producto y optimizar el rendimiento del sistema.

A tal fin, el objeto de la invención es un dispositivo para el control térmico de un fluido en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente, comprendiendo el bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente:

- un circuito cerrado en el que circula un fluido caloportador;
- al menos un evaporador que comprende una entrada y una salida, a través del cual el fluido fluye desde la entrada del evaporador en forma líquida hasta la salida del evaporador, estando el evaporador configurado para transformar el fluido en forma líquida en un fluido en forma parcialmente gaseosa;
- al menos un condensador que comprende una entrada y una salida, a través de las cuales fluye fluido en forma parcialmente gaseosa desde la entrada del condensador hasta la salida del condensador, estando el condensador configurado para transformar el fluido en forma parcialmente gaseosa en fluido en forma líquida;
- una bomba, situada entre la salida del condensador y la entrada del evaporador, destinada a poner en movimiento el fluido en el circuito cerrado desde el evaporador hasta el condensador en forma parcialmente gaseosa y desde el condensador hasta el evaporador en forma líquida;
- un depósito de fluido conectado al circuito cerrado, diseñado para compensar las variaciones del volumen de fluido en el circuito cerrado;

estando el dispositivo de control caracterizado porque comprende un dispositivo dinámico de gestión térmica bifásico capaz de absorber las variaciones de potencia térmica a las que está sometido el bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente.

Ventajosamente, el dispositivo dinámico de gestión térmica bifásico es el depósito de fluido conectado al circuito cerrado aguas abajo de la bomba y aguas arriba del evaporador.

Ventajosamente, como el depósito está conectado al circuito cerrado por un conducto a través del cual el fluido transita desde el depósito al circuito cerrado, el dispositivo dinámico de gestión térmica bifásico puede comprender una restricción del conducto.

Ventajosamente, el dispositivo de gestión térmica puede comprender además:

- un dispositivo de medición de la temperatura del fluido a la salida del evaporador, capaz de suministrar un valor medido de la temperatura del fluido; y/o
- un dispositivo de medición de una corriente utilizada por una carga útil a la que está conectado el dispositivo de control, siendo el dispositivo de medición capaz de proporcionar un valor de corriente medido; estando el dispositivo de medición configurado para calcular una variación de temperatura o de corriente a partir de los valores medidos; y
- un dispositivo de ajuste de la presión en el circuito cerrado; y
- un medio para controlar el dispositivo de ajuste de la presión en función del valor medido y en los que el medio de control está configurado para activar el dispositivo de ajuste de la presión en el circuito cerrado si el valor medido o la variación calculada es superior a un valor umbral previamente definido.

Ventajosamente, el dispositivo de ajuste de la presión en el circuito cerrado es un dispositivo mecánico de control de la presión o un dispositivo para calentar el fluido en el depósito.

La invención también se refiere a un procedimiento de control térmico de un fluido en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente, el bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente que comprende:

- un circuito cerrado en el que circula un fluido caloportador;
- al menos un evaporador que comprende una entrada y una salida, a través del cual el fluido fluye desde la entrada del evaporador en forma líquida hasta la salida del evaporador, estando el evaporador configurado para transformar el fluido en forma líquida en un fluido en forma parcialmente gaseosa;
- 5 • al menos un condensador que comprende una entrada y una salida, a través de las cuales fluye fluido en forma parcialmente gaseosa desde la entrada del condensador hasta la salida del condensador, estando el condensador configurado para transformar el fluido en forma parcialmente gaseosa en fluido en forma líquida;
- una bomba, situada entre la salida del condensador y la entrada del evaporador, destinada a poner el fluido en movimiento en el circuito cerrado desde el evaporador hasta el condensador en forma parcialmente gaseosa y desde el condensador hasta el evaporador en forma líquida;
- 10 • un depósito de fluido conectado al circuito cerrado, diseñado para compensar las variaciones del volumen de fluido en el circuito cerrado;

estando el procedimiento de control caracterizado porque comprende:

- 15 • una etapa para medir la temperatura del fluido a la salida del evaporador en el circuito cerrado y/o para medir una corriente utilizada por una carga útil a la que está conectado el bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente;
- opcionalmente, una etapa para calcular una variación de temperatura o de corriente a partir de los valores medidos;
- 20 • si el valor medido de la temperatura del fluido y/o de la corriente y/o de la variación, bien de la temperatura del fluido que sale del evaporador, bien de la corriente utilizada por la carga útil, es superior a un valor umbral previamente definido, una etapa de ajuste de la presión en el circuito cerrado.

La invención se comprenderá mejor y otras ventajas se pondrán de manifiesto a partir de la descripción detallada de una realización ejemplar, que se ilustra mediante los dibujos adjuntos en los que:

25 [Fig.1] La figura 1 representa esquemáticamente un dispositivo para el control térmico de un fluido en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente según la invención;

[Fig.2] La figura 2 representa esquemáticamente un procedimiento de implementación de un dispositivo para el control térmico de un fluido en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente según la invención;

[Fig. 3] La figura 3 representa esquemáticamente otra realización de un dispositivo para el control térmico de un fluido en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente según la invención;

30 [Figura 4] La figura 4 representa esquemáticamente otra realización de un dispositivo para el control térmico de un fluido en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente según la invención;

[Figura 5] La figura 5 representa esquemáticamente otra realización de un dispositivo para el control térmico de un fluido en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente según la invención;

35 [Fig. 6] La figura 6 representa esquemáticamente otra realización de un dispositivo para el control térmico de un fluido en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente según la invención;

[Fig.7] La figura 7 representa la evolución de la potencia térmica máxima, la presión en el bucle y la activación del depósito en función del tiempo según la invención;

[Fig.8] La figura 8 representa esquemáticamente un diagrama de flujo de las etapas del procedimiento de control térmico de un fluido en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente según la invención.

40 En aras de la claridad, los mismos elementos llevarán las mismas marcas de referencia en las distintas figuras. Para una mejor visibilidad y comprensión, los elementos no siempre se muestran a escala.

Como se ha explicado en la introducción, el MPL puede enfrentarse al problema de absorber hasta el 100% de la variación de potencia de los equipos de la nave espacial situados en los evaporadores. Por lo tanto, la invención pretende proporcionar una buena gestión de los transitorios.

45 La figura 1 representa esquemáticamente un dispositivo de control térmico 10 para un fluido caloportador en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente según la invención. El bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente comprende un circuito cerrado 11 por el que circula un fluido caloportador 20. El bucle comprende al menos un evaporador 12 que comprende una entrada 13 y una salida 14, a través de los cuales el fluido fluye desde la entrada 13 del evaporador 12 en forma líquida 20-liq hasta la salida 14 del evaporador 12, estando el evaporador 12 configurado para transformar el fluido en forma líquida 20-liq en fluido en forma parcialmente gaseosa 20-g. Puede especificarse que el fluido fluye desde la entrada 13 del evaporador 12 en forma predominantemente líquida, es decir, no está necesariamente sólo en forma líquida, hasta la salida 14 del evaporador 12. Esta condición es bien conocida por los profesionales del sector. En lo sucesivo, para facilitar la comprensión, nos referiremos al fluido en forma líquida.

El evaporador está configurado para recuperar y captar cierta cantidad de energía térmica del exterior del bucle, en particular de los equipos disipadores del satélite. El fluido caloportador 20, entonces en forma líquida 20-liq a la entrada del evaporador, recibe esta energía térmica y se evapora parcialmente para transformarse en un fluido en forma parcialmente gaseosa 20-g en el evaporador, y abandona el evaporador en fluido en forma parcialmente gaseosa 20-g. El bucle comprende al menos un condensador 15 que comprende una entrada 16 y una salida 17, a través de los cuales el fluido en forma parcialmente gaseosa 20-g fluye desde la entrada 16 del condensador 15 hasta la salida 17 del condensador 15, estando configurado el condensador 15 para transformar el fluido en forma parcialmente gaseosa 20-g en fluido en forma líquida 20-liq. El condensador está configurado para liberar cierta cantidad de energía térmica fuera del bucle, por ejemplo en el espacio frío que rodea al satélite. El fluido caloportador 20, entonces en forma parcialmente gaseosa 20-g a la entrada del condensador, pierde esta energía térmica y se condensa parcialmente, transformándose en fluido en forma líquida 20-liq en el condensador, y saliendo del condensador en fluido en forma líquida 20-liq. El bucle comprende una bomba 18, dispuesta entre la salida 17 del condensador 15 y la entrada 13 del evaporador 12, diseñada para mover el fluido en el circuito cerrado 11 desde el evaporador 12 al condensador 15 en forma parcialmente gaseosa 20-g, y desde el condensador 15 al evaporador 12 en forma líquida 20-liq. Por último, el bucle incluye un depósito de fluido 19 conectado al circuito cerrado 11, diseñado para compensar las variaciones del volumen de fluido en el circuito cerrado 11, en relación con la cantidad de vapor, debido a la evaporación, presente en el circuito cerrado.

En el dispositivo de la invención, la bomba puede ser una bomba centrífuga. De forma más general, el término bomba se utiliza para designar un dispositivo de circulación de fluidos. Un experto en la materia entenderá que es concebible cualquier dispositivo de circulación de fluidos, por ejemplo un compresor. La invención se describe en el caso de una bomba, pero es igualmente aplicable al caso de un compresor.

Según la invención, el dispositivo de control 10 comprende un dispositivo dinámico de gestión térmica bifásico 80 capaz de absorber las variaciones de potencia térmica a las que está sometido el bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente sin ninguna restricción en el uso de los equipos disipadores ni en la variación de su disipación y, por lo tanto, sin ninguna restricción en el rendimiento operativo.

Gracias al dispositivo dinámico de gestión térmica bifásico 80, ya no existen limitaciones operativas para los usuarios. De hecho, no es necesario establecer restricciones térmicas, como quedará más claro con la ayuda de los ejemplos que se describen a continuación.

El dispositivo según la invención permite controlar un bucle de fluido bifásico durante transitorios de potencia térmica. El objetivo de la invención es estabilizar los parámetros hidráulicos con el fin de respetar ciertas restricciones de funcionamiento de los equipos disipadores instalados y de los componentes del bucle. Así se garantiza que la bomba, uno de los componentes críticos del MPL, funcione correctamente durante toda la vida útil del satélite. Gracias a la invención, la bomba puede funcionar dentro de un estrecho margen de su punto de máximo rendimiento. Además, los equipos disipadores también tienen ciertas limitaciones operativas, como una temperatura máxima. La invención también garantiza que este equipo funcione en su rango de funcionamiento óptimo.

La figura 2 representa esquemáticamente una realización de un dispositivo 50 para el control térmico de un fluido en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente según la invención. En esta realización, el dispositivo dinámico de gestión térmica bifásico 80 es el depósito de fluido 19 conectado al circuito cerrado 11 aguas abajo de la bomba 18 y aguas arriba del evaporador 12.

El resultado es la compensación de las variaciones de volumen de fluido en el circuito cerrado 11 aguas abajo de la bomba, es decir, sin ningún impacto destructivo en la bomba, incluso cuando el bucle tiene que absorber una gran cantidad de tensión térmica.

La figura 3 representa esquemáticamente otra realización de un dispositivo para el control térmico 60 de un fluido en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente según la invención. En esta realización, como el depósito 19 está conectado al circuito cerrado 11 por una tubería a través de la cual pasa el fluido entre el depósito 19 y el circuito cerrado, el dispositivo dinámico de gestión térmica bifásico comprende una restricción 81 en la tubería. La restricción 81 puede ser una válvula de mariposa, una válvula micrométrica, una válvula manual, una reducción de la sección transversal de la tubería o cualquier otro dispositivo de restricción de tuberías.

La figura 4 representa esquemáticamente otra realización de un dispositivo para el control térmico 60 de un fluido en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente según la invención. Este procedimiento es idéntico al de la figura 3, salvo que el depósito 19, cuya tubería incluye una restricción, está conectado al circuito cerrado 11 aguas abajo del evaporador 12 y aguas arriba del condensador 15.

El objetivo de la restricción 81 es impedir, o al menos limitar, la entrada de fluido en el depósito.

La figura 5 representa esquemáticamente otra realización de un dispositivo para el control térmico 60 de un fluido en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente según la invención. Este procedimiento es idéntico al procedimiento mostrado en la figura 2, excepto que el conducto del depósito 19 también incluye una restricción. Al

igual que en la figura 2, el depósito 19 está conectado al circuito cerrado 11 aguas abajo de la bomba 18 y aguas arriba del evaporador 12.

La figura 6 representa esquemáticamente otra realización de un dispositivo 70 para el control térmico de un fluido en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente según la invención. En esta realización, el dispositivo de gestión térmica 80 también comprende un dispositivo de medición de la temperatura del fluido 21 capaz de proporcionar un valor medido de la temperatura del fluido 22. El dispositivo de gestión térmica 80 comprende un dispositivo 25 de ajuste de la presión en el circuito cerrado 11. Por último, el dispositivo de gestión térmica 80 comprende un medio 26 para controlar el dispositivo de ajuste de la presión 25 en función del valor 22 de la temperatura del fluido medida. De acuerdo con la invención, el medio de control 26 está configurado para activar el dispositivo 25 de ajuste de la presión en el circuito cerrado 11 si el valor 22 de temperatura del fluido medido es superior a un valor umbral 43 definido previamente.

El dispositivo 25 de ajuste de la presión en el circuito cerrado 11 puede ser un dispositivo mecánico de control de la presión o un dispositivo para calentar el fluido en el depósito 19.

En esta realización, el dispositivo de gestión térmica 80 corresponde a un regulador anticipador del estado de la carga útil. Se trata de una ley de control activo que anticipa la fase transitoria de la carga útil. A partir de una medición de temperatura, la comparación entre el valor 22 de temperatura del fluido medido y un valor umbral 43 (que puede variar en función de las fases de utilización del equipo disipador) da una indicación de la aparición de una fase transitoria. También puede consistir en una comparación entre una variación de temperatura calculada y un valor umbral de variación autorizado 43. En ese caso, el depósito 19 se presuriza durante una fase transitoria de aumento de potencia. La presurización del depósito impide la entrada de fluido en forma líquida en el depósito. La invención se basa pues en la anticipación de las fases transitorias y permite así adaptar el comportamiento del dispositivo de regulación térmica de bucle 70. Alternativa y/o adicionalmente, a partir de una medida de la corriente consumida por la carga útil (es decir, el equipo disipador), la comparación entre el valor medido 22 de la corriente y un valor umbral 43 (que puede variar en función de las fases de utilización del equipo disipador) da una indicación de la aparición de una fase transitoria. En este caso, el dispositivo 21 es un dispositivo de medición de corriente 21. Del mismo modo, si este es el caso, el depósito 19 se presuriza para una fase transitoria de aumento de potencia. El dispositivo 21 está configurado para calcular una variación de temperatura o de corriente, en particular para realizar un cálculo diferencial de la variación de temperatura en relación con la variación de tiempo y/o un cálculo diferencial de la variación de intensidad de corriente en relación con la variación de tiempo. Ventajosamente, la variación de temperatura o de corriente se utiliza en comparación con un valor umbral. Una variación brusca de este valor, del orden del 30% por ejemplo, debe provocar la activación del dispositivo de ajuste de la presión 25 en el circuito cerrado 11.

Dependiendo de la gravedad de los transitorios de potencia en la fase de diseño, pueden combinarse dos o tres realizaciones de la invención para incluir un depósito situado aguas abajo de la bomba, una restricción en la entrada del depósito y la ley de control activo dedicada a la presión del depósito relativa al transitorio esperado.

También hay que señalar que estas realizaciones específicas del dispositivo de la invención se refieren a todos los depósitos que controlan la presión del circuito cerrado en el caso en que el bucle comprenda una pluralidad de depósitos.

La figura 7 representa la evolución de la potencia térmica máxima (anotada Pth, curva 91), la presión (anotada P, curva 92) en el bucle y la activación del depósito (curva 93) en función del tiempo según la invención. Este gráfico muestra la activación del depósito (es decir, el calentamiento del fluido del depósito 19 o la presurización a través de una membrana presurizada) durante los transitorios de potencia ascendente. La ruptura de la pendiente de la subida de presión está relacionada con la ebullición: un volumen considerable de líquido entra en el depósito, lo que hace menos eficaz el calentamiento del mismo. Se puede observar que, activando el depósito, es posible absorber potencia térmica manteniendo la presión a un cierto nivel.

La activación del depósito puede adaptarse en función de la aplicación. Como ejemplo no limitativo, es posible considerar una variación del 30% en la corriente consumida por la carga útil para iniciar el calentamiento del fluido en el depósito.

La figura 8 representa esquemáticamente un diagrama de flujo de los pasos del procedimiento para el control térmico de un fluido en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente según la invención. El procedimiento de control térmico de un fluido en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente descrito anteriormente comprende los siguientes pasos:

- una etapa (101) para medir la temperatura del fluido en el circuito cerrado 11 y/o medir la corriente consumida por la carga útil (equipo disipador);
- si el valor medido de la temperatura del fluido o de la corriente 22 es superior a un valor umbral 43 o si la variación calculada de la temperatura (o de la corriente) ha variado más que un valor umbral 43 previamente definido durante una o varias muestras, una etapa (103) para ajustar la presión en el circuito cerrado 11.

La invención permite gestionar transitorios de ignición más severos y, por tanto, una configuración más rápida y segura de la carga útil. La invención también permite una flexibilidad en el uso de la carga útil que no tiene precedentes en la historia de los bucles bifásicos, al tiempo que garantiza la NPSHR (abreviatura de "Net Positive Suction Head Required") para la diferencia mínima requerida entre la presión absoluta total del líquido en ese punto y su presión de vapor de saturación. Se trata de un límite para garantizar la ausencia de cavitación) y la estabilidad hidráulica.

5 Las soluciones propuestas por la invención tienen también la ventaja de ofrecer un sistema controlado por el uso que se haga de él, garantizando la buena salud del bucle y de los equipos disipadores montados en los evaporadores. Gracias a la invención, ya no es necesario establecer restricciones estrictas de variación de la potencia térmica, o incluso ninguna variación, como ocurre en la técnica anterior.

10 Más en general, será evidente para el experto en la materia que se pueden hacer varias modificaciones a las realizaciones descritas anteriormente, a la luz de la enseñanza que se acaba de revelar. En las reivindicaciones siguientes, los términos utilizados no deben interpretarse como limitativos de las reivindicaciones a las realizaciones expuestas en la presente descripción, sino que deben interpretarse como inclusivos de todos los equivalentes que las reivindicaciones pretenden abarcar en virtud de su redacción y cuya previsión está al alcance del experto en la materia basándose en sus conocimientos generales.

15

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (10, 50, 60, 70) para el control térmico de un fluido en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente, comprendiendo el bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente:

- 5 - un circuito cerrado (11) en el que circula un fluido caloportador (20);
- al menos un evaporador (12) que comprende una entrada (13) y una salida (14), a través de las cuales el fluido fluye desde la entrada (13) del evaporador (12) en forma líquida (20-liq) hasta la salida (14) del evaporador (12), estando el evaporador (12) configurado para transformar el fluido en forma líquida (20-liq) en fluido en forma parcialmente gaseosa (20-g);
- 10 - al menos un condensador (15) que comprende una entrada (16) y una salida (17), a través de las cuales el fluido en forma parcialmente gaseosa (20-g) fluye desde la entrada (16) del condensador (15) hasta la salida (17) del condensador (15), estando el condensador (15) configurado para transformar el fluido en forma parcialmente gaseosa (20-g) en fluido en forma líquida (20-liq);
- una bomba (18), dispuesta entre la salida (17) del condensador (15) y la entrada (13) del evaporador (12), destinada a poner el fluido en movimiento en el circuito cerrado (11) desde el evaporador (12) hasta el condensador (15) en forma parcialmente gaseosa (20-g) y desde el condensador (15) hasta el evaporador (12) en forma líquida (20-liq);
- 15 - un depósito de fluido (19) conectado al circuito cerrado (11), destinado a compensar las variaciones del volumen de fluido en el circuito cerrado (11);

20 estando el dispositivo de control (10) **caracterizado porque** comprende un dispositivo dinámico de gestión térmica bifásico (80) capaz de absorber las variaciones de potencia térmica a las que está sometido el bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente, siendo el dispositivo dinámico de gestión térmica bifásico (80) el depósito de fluido (19) conectado al circuito cerrado (11) aguas abajo de la bomba (18) y aguas arriba del evaporador (12).

2. Dispositivo de control (60) según la reivindicación 1, en el que el depósito (19) está conectado al circuito cerrado (11) por un conducto a través del cual el fluido transita desde el depósito (19) hasta el circuito cerrado, en el que el dispositivo dinámico de gestión térmica bifásico comprende una restricción (81) del conducto.

3. Dispositivo de control (70) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que el dispositivo de gestión térmica (80) comprende además:

- 30 - un dispositivo (21) de medición de la temperatura del fluido a la salida del evaporador, capaz de suministrar un valor medido (22) de la temperatura del fluido; y/o
- un dispositivo (21) de medición de una corriente utilizada por una carga útil a la que está conectado el dispositivo de control, pudiendo el dispositivo de medición (21) suministrar un valor medido (22) de corriente; estando el dispositivo de medición (21) configurado para calcular una variación de temperatura o de corriente a partir de los valores medidos (22);
- 35 - un dispositivo (25) de ajuste de la presión en el circuito cerrado (11);
- un medio (26) para controlar el dispositivo de ajuste de la presión (25) en función del valor medido (22) y en los que el medio de control (26) está configurado para activar el dispositivo de ajuste de la presión (25) en el circuito cerrado (11) si el valor medido (22) o la variación calculada es superior a un valor umbral (43) previamente definido.

4. Dispositivo de control (10, 50, 60) según la reivindicación 3, en el que el dispositivo (25) de ajuste de la presión en el circuito cerrado (11) es un dispositivo mecánico de control de presión o un dispositivo para calentar el fluido en el depósito (19).

5. Procedimiento de control térmico de un fluido en un bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente, comprendiendo el bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente:

- 45 - un circuito cerrado (11) en el que circula un fluido caloportador (20);
- al menos un evaporador (12) que comprende una entrada (13) y una salida (14), a través de las cuales el fluido fluye desde la entrada (13) del evaporador (12) en forma líquida (20-liq) hasta la salida (14) del evaporador (12), estando el evaporador (12) configurado para transformar el fluido en forma líquida (20-liq) en fluido en forma parcialmente gaseosa (20-g);
- 50 - al menos un condensador (15) que comprende una entrada (16) y una salida (17), a través de las cuales el fluido en forma parcialmente gaseosa (20-g) fluye desde la entrada (16) del condensador (15) hasta la salida (17) del condensador (15), estando el condensador (15) configurado para transformar el fluido en forma parcialmente gaseosa (20-g) en fluido en forma líquida (20-liq);
- una bomba (18), dispuesta entre la salida (17) del condensador (15) y la entrada (13) del evaporador (12), destinada a poner el fluido en movimiento en el circuito cerrado (11) desde el evaporador (12) hasta el condensador (15) en forma parcialmente gaseosa (20-g) y desde el condensador (15) hasta el evaporador (12) en forma líquida (20-liq);
- 55 - un depósito de fluido (19) conectado al circuito cerrado (11), destinado a compensar las variaciones del volumen de fluido en el circuito cerrado (11);

- un dispositivo dinámico de gestión térmica bifásico (80) capaz de absorber las variaciones de potencia térmica a las que está sometido el bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente, siendo el dispositivo dinámico de gestión térmica bifásico (80) el depósito de fluido (19) conectado al circuito cerrado (11) aguas abajo de la bomba (18) y aguas arriba del evaporador (12),

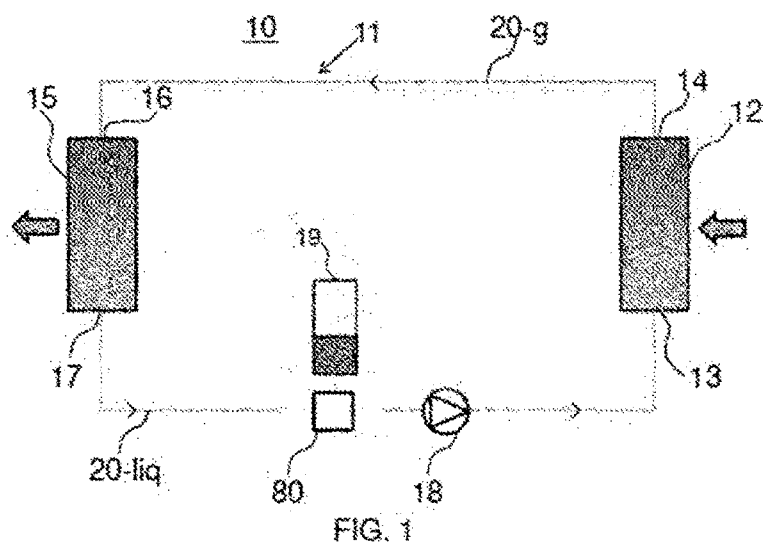
5 estando el procedimiento de control **caracterizado porque** comprende:

- una etapa (101) de medición de la temperatura del fluido a la salida del evaporador (12) del circuito cerrado (11) y/o de medición de una corriente utilizada por una carga útil a la que está conectado el bucle de fluido bifásico bombeado mecánicamente;

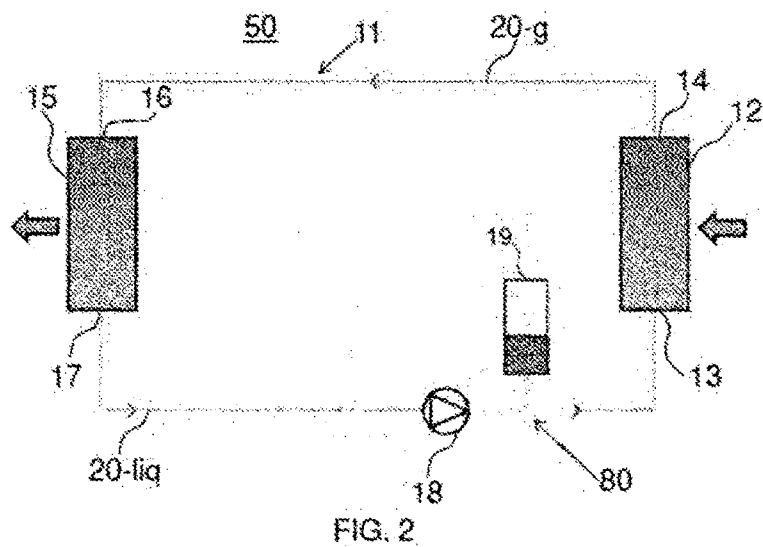
10 - opcionalmente, una etapa para calcular una variación de temperatura o de corriente a partir de los valores medidos;

- si el valor medido (22) de la temperatura del fluido y/o de la corriente y/o de la variación ya sea de la temperatura del fluido que sale del evaporador o de la corriente utilizada por la carga útil, es superior a un valor umbral (43) previamente definido, una etapa (103) de ajuste de la presión en el circuito cerrado (11).

[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]

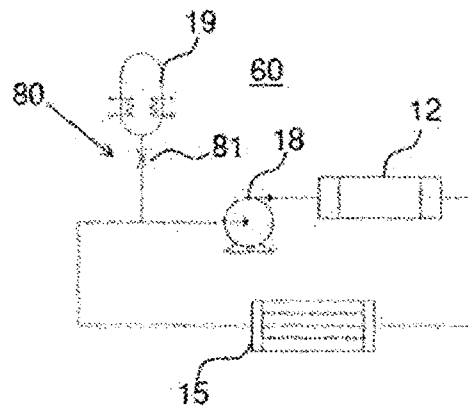


FIG. 3

[Fig. 4]

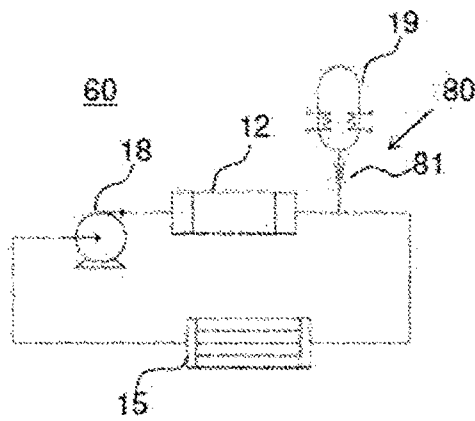
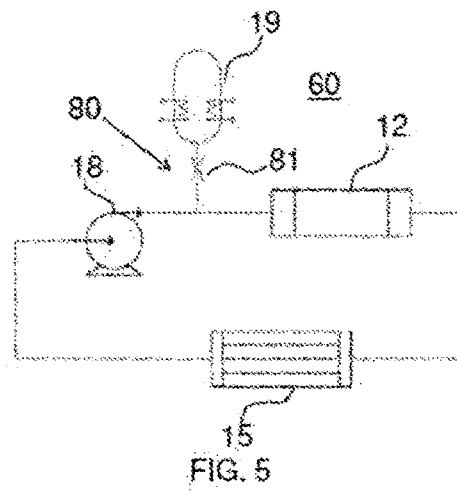
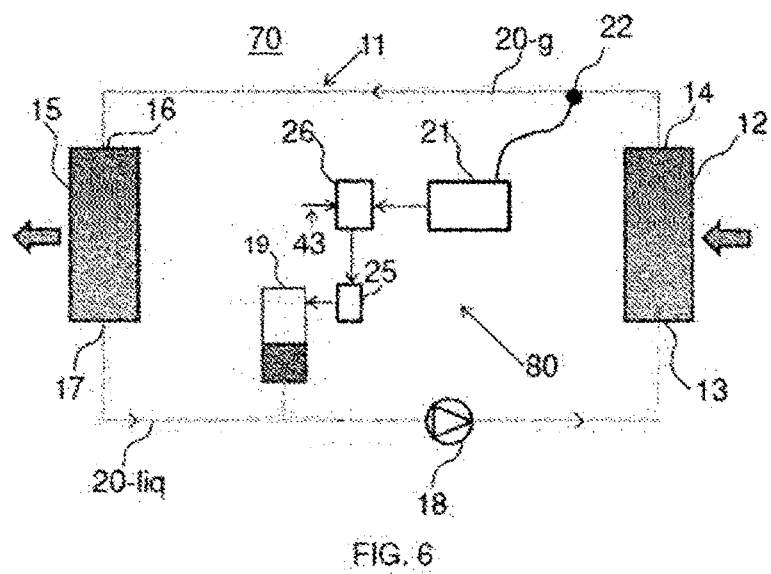


FIG. 4

[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]

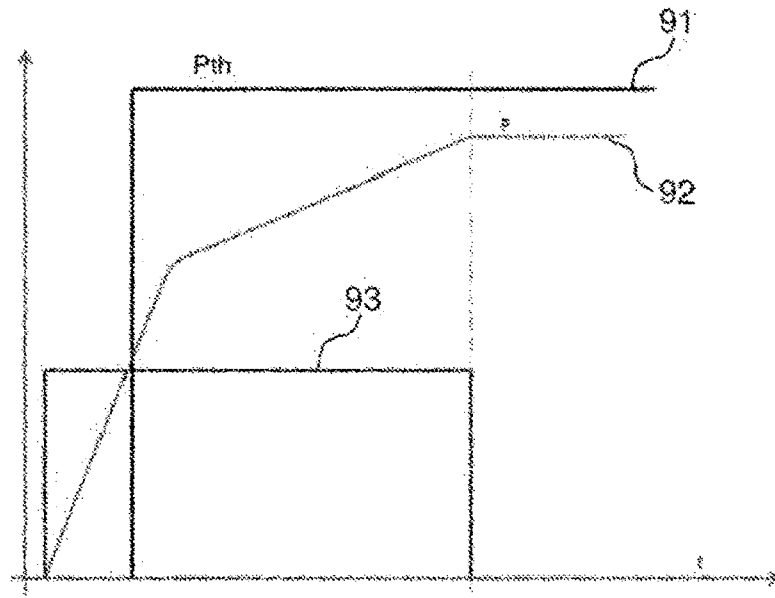


FIG. 7

[Fig. 8]

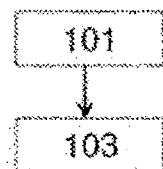


FIG. 8