

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 975 796**

21 Número de solicitud: 202231009

51 Int. Cl.:

H05K 7/20

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

23.11.2022

43 Fecha de publicación de la solicitud:

15.07.2024

71 Solicitantes:

UNIVERSIDADE DA CORUÑA (50.0%)
Edificio de Servicios Centrales de Investigación,
Campus de Elviña S/N
15071 A Coruña (A Coruña) ES y
GARCÍA GARCÍA, Francisco Javier (50.0%)

72 Inventor/es:

GARCÍA GARCÍA, Francisco Javier y
FARIÑAS ALVARIÑO, Pablo

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **Sistema de termoestabilización de una carga en el seno de un fluido dieléctrico**

57 Resumen:

La presente invención se refiere a un sistema de termoestabilización de una carga en el seno de un fluido dieléctrico que comprende al menos una vasija (2) hermética que comprende un volumen efectivo (11) configurado para contener la fase líquida y vapor del fluido primario (3) bifásico a una temperatura de consigna, donde la fase líquida del fluido primario (3) envuelve completamente la carga (4), y una apertura (7) con cierre hermético de la vasija (2), donde la vasija (2) está configurada para intercambiar calor a un fluido secundario (9) donde dicho fluido secundario (9) se encuentra dispuesto en contacto con, al menos, la pared exterior del volumen efectivo (11) de dicha vasija configurado para contener la fase vapor del fluido primario (3) y a un procedimiento de termoestabilización en dicho sistema.

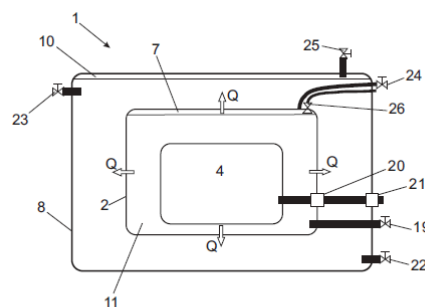


Fig. 1

DESCRIPCIÓN

Sistema de termoestabilización de una carga en el seno de un fluido dieléctrico

5 Campo de la invención

Esta invención se enmarca en el área de la ingeniería térmica y de fluidos, y es de utilidad para mantener la temperatura de cualquier equipo o sistema dentro de un rango de temperatura sensiblemente constante. La aplicación industrial más habitual se encuentra en el campo de la estabilización térmica de equipos eléctricos y/o electrónicos, a partir de la ebullición a presión y volumen controlado de un fluido dieléctrico, aunque esta invención es de utilidad para mantener la temperatura de cualquier elemento en su temperatura óptima de funcionamiento, independientemente de las condiciones de operación a las que se vea sometido.

15

Estado de la técnica

Las necesidades tecnológicas obligan a fabricar equipos eléctrico/electrónicos cada vez más compactos y de mayor potencia, lo que conlleva un aumento continuado de la densidad de potencia calorífica (medida en W/cm² o unidad equivalente) que disipan estos equipos, en adelante denominados "*cargas*". Ejemplos de tales cargas podrían ser, sin intención de limitarse, potentes microprocesadores de ordenadores en Centros de Proceso de Datos (CPD), semiconductores de potencia en sistemas de generación o distribución eléctrica (tiristores, IGBTs, IGCTs, SCRs, etc.), magnetrones que generan las microondas utilizadas en radares, etc. Todas estas cargas tienen algo en común: su elevada densidad de potencia calorífica que les lleva a generar una intensa disipación térmica, y si no se refrigeran adecuadamente alcanzan temperaturas tan altas que dejan de funcionar y, frecuentemente, se autodestruyen. Es preciso, por tanto, que su temperatura de funcionamiento se mantenga sensiblemente constante, dentro de un rango estrecho.

Tradicionalmente, estas cargas se han refrigerado con aire. Para ello, se diseñan grandes unidades de climatización que producen aire frío que mantiene el espacio donde se encuentran dichos elementos a una temperatura suficientemente baja. Mediante estos desarrollos, se enfría un volumen muy grande para controlar la

temperatura de unos componentes pequeños. Este proceso es extraordinariamente ineficaz, básicamente por dos razones:

- (i) el aire es un pésimo medio de transporte del calor y
- (ii) no es preciso enfriar paredes, techos, suelos, estructuras, soportes, equipos adyacentes, mobiliario, etc., para refrigerar unos componentes que, en conjunto, apenas alcanzan una superficie apreciable.

Existen versiones mejoradas de estos sistemas de refrigeración por aire, que canalizan el aire frío para que sólo fluya alrededor de las cargas calientes, aunque siguen padeciendo del inconveniente principal de cualquier sistema basado en el aire: la muy baja capacidad calorífica de este tipo de gases.

Recientemente, se están desarrollando sistemas de refrigeración basados en la inmersión de las cargas en un líquido dieléctrico, no conductor de la electricidad. Un ejemplo de este tipo de líquidos es el metoxinonafluorobutano ($C_4F_9OCH_3$), de nombre comercial 3M™ Novec™ 7100. Estos sistemas presentan una enorme mejora respecto a los refrigerados por aire, ya que la capacidad calorífica de estos líquidos es del orden de mil veces superior a la del aire. El calor desprendido por la carga aumenta la temperatura del líquido dieléctrico, que a continuación es enfriado mediante diversos procedimientos. Lo relevante es que la posible tasa de transferencia térmica entre la carga y el líquido dieléctrico es muy superior a la máxima que podría obtenerse con el aire. A pesar de esa notable mejora, los sistemas de refrigeración por inmersión están lejos de ser óptimos, puesto que no aprovechan todo el potencial refrigerador que ofrecen los líquidos dieléctricos.

Al entrar en contacto térmico con la carga, los líquidos dieléctricos subenfriados aumentan su temperatura, lo que aumenta su tasa de evaporación a la atmósfera, pudiendo llegar incluso a la ebullición. Esto provoca pérdidas de líquido dieléctrico, que es preciso reponer frecuentemente en tareas de mantenimiento ordinario. Además, la presencia de estos vapores en el aire suele convertirlo en irrespirable o, al menos, en potencialmente peligroso para la salud.

Como evolución a estos desarrollos, existe un tercer tipo de sistemas de refrigeración que emplean la ebullición de un líquido dieléctrico como mecanismo de refrigeración, aprovechándose de su calor latente de vaporización, junto con las vías adicionales de transferencia térmica inherentes a la ebullición. Se trata de un proceso no controlado,

es decir, la ebullición se produce de forma espontánea a la temperatura de ebullición correspondiente a la presión atmosférica, y los sistemas de refrigeración se limitan a aportar el frío suficiente para impedir que se vaporice más líquido dieléctrico del inicialmente previsto en el diseño del sistema.

5

Por tanto, las soluciones existentes en la actualidad basadas en sistemas de refrigeración por inmersión mejoran sustancialmente los desarrollos basados en aire, pero presentan aún múltiples limitaciones para los usuarios, tales como:

- a. Pérdida de líquido dieléctrico, generalmente en forma de vapor.
- 10 b. Contaminación del aire circundante con vapores tóxicos.
- c. Riesgo para la salud de las personas que trabajen en las proximidades de estos sistemas.
- d. Consumo adicional de energía al circular el líquido dieléctrico para su refrigeración, o al circular un fluido secundario que enfría al líquido dieléctrico.
- 15 e. Escasa flexibilidad para determinar las condiciones en que se desarrolla la refrigeración.
- f. Falta de conocimiento para prever el comportamiento del sistema en el caso de cargas rápidamente variables.
- g. Necesidad de una cantidad relativamente grande de líquido dieléctrico.
- 20 h. Sistemas demasiado voluminosos, ya que los sistemas actuales incorporan equipos auxiliares encargados de refrigerar la carga que requieren mucho espacio.

Existe, por tanto, la necesidad de una solución que permita mantener la temperatura de las cargas en un valor que resulte óptimo para su funcionamiento, y que sea capaz de adaptar dicho valor al óptimo determinado por las condiciones de operación de la misma. Salvo mención explícita, en lo que sigue se describirá la instancia de invención destinada a termoestabilizar cargas eléctricas o electrónicas, que constituyen un ejemplo de amplia utilidad industrial.

30

Descripción de la invención

Por este motivo, se presenta un nuevo sistema de estabilización térmica, o termoestabilización, de una carga en el seno de un fluido dieléctrico que permite explotar la natural tendencia de la fase líquida del fluido dieléctrico a entrar en ebullición, y

35

seleccionar la temperatura T a la que dicha ebullición se desarrolla controlando otras variables físicas (presión P y volumen V).

De este modo, el líquido dieléctrico extrae de modo óptimo la potencia calorífica
5 aportada por la carga sin modificar sensiblemente su temperatura, y mantiene indefinida y autónomamente el proceso de ebullición mediante la condensación indirecta del vapor generado en el interior de una vasija hermética, lo que garantiza que no haya pérdida de masa en el seno del fluido dieléctrico.

10 A diferencia con otras soluciones del estado de la técnica, la presente invención implica una transferencia de energía, sin producirse transferencia de masa.

Debido a que la transferencia térmica de la carga con el líquido dieléctrico en ebullición se desarrolla a temperatura sensiblemente constante, se denomina a la invención
15 sistema de termoestabilización de carga. Es decir, no se pretende que la temperatura de la carga baje, sino que se mantenga estable dentro de un estrecho rango. Si la temperatura no se sale de dicho rango, se dirá que se mantiene sensiblemente constante. El rango de temperaturas se establece para cada aplicación de la invención. Como se mencionó anteriormente, existen multitudes de cargas a estabilizar, por lo que
20 el funcionamiento de la invención depende del valor de la temperatura óptima establecida y de la potencia térmica máxima emitida por la carga a estabilizar.

A diferencia de las soluciones anteriores, el presente sistema de termoestabilización por inmersión de una carga en el seno de un fluido dieléctrico está configurado para extraer
25 el calor disipado por una carga sin modificar sensiblemente su temperatura, al mantener de manera indefinida y autónoma el proceso de ebullición, controlando la condensación del vapor generado en un entorno cerrado y evitando la pérdida de masa del fluido dieléctrico. Es decir, la transferencia térmica desde la carga hacia el líquido dieléctrico se efectúa mediante la ebullición controlada de éste, que se encuentra en contacto
30 directo envolviendo la carga, razón por la cual, al fluido dieléctrico, tanto en fase líquida como vapor, se le denomina fluido primario.

Para llevar a cabo la termoestabilización descrita anteriormente, el sistema comprende una vasija hermética que evita la pérdida de fluido primario dieléctrico, aquel en contacto

directo con la carga, en todo momento. Dicha vasija puede disponer en su interior de un bastidor, a modo de chasis estructural, destinado a soportar la carga.

El interior de la vasija hermética presenta un volumen efectivo, configurado para
5 contener tanto la fase líquida como la fase vapor del fluido primario.

De este modo, en uso, se puede introducir en el interior de la vasija una masa de líquido primario dieléctrico que dependerá de la aplicación. El líquido primario no llena completamente el interior de la vasija, sino que queda un volumen que será
10 posteriormente ocupado por la fase vapor del fluido primario.

Adicionalmente, la vasija tiene una apertura con cierre hermético. En uso, dicha apertura permite la entrada y manejo en el interior de la vasija evitando, además, la posterior pérdida de masa del fluido primario durante el ciclo de ebullición - condensación debido
15 a la estabilización de la carga.

A su vez, la vasija dispone de una válvula de seguridad, tarada a una presión inferior a la que soporta la vasija y su mecanismo de cierre. De este modo, se logra evitar accidentes causados por presión excesiva, al liberar automáticamente la presión de la
20 vasija en caso de superar un cierto nivel.

Como se describía, en uso, se lleva a cabo un ciclo de ebullición – condensación en el interior de la vasija. Es decir, el vapor primario producido por la carga tiene que volver a la fase líquida para cerrar el ciclo de ebullición - condensación.
25

Para ello, se dispone de un fluido secundario en contacto térmico con el exterior de la vasija hermética, al menos con la parte donde se acumula el vapor primario. El fluido secundario absorbe calor del vapor primario a través de las paredes de la vasija, y hace que dicho vapor primario se condense y se convierta nuevamente en líquido primario,
30 que se reincorpora a la restante masa de líquido primario cuya ebullición mantiene la temperatura de la carga estable.

Por tanto, de acuerdo con la presente invención, el fluido secundario nunca se mezcla con el fluido primario. Es decir, todo el intercambio térmico se efectúa a través de alguna
35 pared de la vasija hermética. En este sentido, el fluido secundario puede ser

seleccionado entre algún fluido abundante y económico en el lugar de instalación del sistema (agua, aire, etc.), dado que no tiene que contactar con otros elementos del sistema más allá de la pared de la vasija hermética.

- 5 A diferencia de otras soluciones presentes en el estado de la técnica, una vez llenada la vasija con líquido primario y sellada la apertura, la vasija se mantiene hermética evitando tanto la pérdida del fluido dieléctrico, como la eventual entrada de aire en su interior. Además, durante su funcionamiento está sometida a presión, positiva o negativa, que depende de la cantidad de vapor dieléctrico formado en el interior de la
10 vasija.

- Al tratarse de un sistema de termoestabilización, que mantiene sensiblemente constante la temperatura de la carga con independencia de la potencia térmica que ésta disipe, se establece en el sistema una temperatura de consigna para cada aplicación y condición
15 de operación. La temperatura de consigna se define por el intervalo óptimo de temperaturas dentro del cual la carga desarrolla su función. Esta temperatura de consigna se hace coincidir con la temperatura de ebullición del líquido dieléctrico empleado como líquido primario, por lo que el compuesto elegido como fluido primario dependerá de la carga que tenga en su interior. Las condiciones en que se desarrolla la
20 ebullición (presión P, temperatura T y volumen V) se fijan en el interior de la vasija para que la temperatura de ebullición permanezca dentro del rango definido por la temperatura de consigna.

- La extracción del calor generado por la carga se consigue a partir del cambio de fase
25 del fluido primario, sin producirse un cambio de temperatura. Toda la potencia calorífica disipada por la carga se emplea en la ebullición del líquido primario. En uso, el resultado es la presencia de un fluido primario dieléctrico bifásico, líquido y vapor, dispuesto en un volumen efectivo del interior de la vasija hermética en el que la fase vapor se desplaza en el interior de la vasija por efecto de la aceleración según la aplicación empleada. En
30 una realización estática, la gravedad desplaza a la fase vapor a la parte superior de la vasija, pero en una aplicación en movimiento, como un tren o un avión, el vapor se verá afectado por los movimientos de este. Este proceso se desarrolla sin más aportación de energía que la requerida para operar la carga. Así pues, la invención no requiere suministro adicional de energía para promover la generación de vapor.

El vapor primario así generado tiene que volver a la fase líquida para cerrar el ciclo. Para ello, se dispone de un fluido secundario que entra con contacto térmico con el exterior de la vasija hermética, al menos con la parte donde se acumula el vapor primario. El fluido secundario absorbe calor del vapor primario a través de las paredes de la vasija, y hace que el vapor primario se condense y se convierta nuevamente en líquido primario, que se reincorpora a la restante masa de líquido primario cuya ebullición mantiene la temperatura de la carga estable. El fluido secundario nunca se mezcla con el primario: todo el intercambio térmico se efectúa a través de alguna pared de la vasija hermética. Como fluido secundario normalmente se selecciona alguno abundante y económico en el lugar de instalación del sistema (agua, aire, etc.). El proceso de condensación tampoco requiere, necesariamente, aportación de energía. El único requerimiento es que la vasija hermética disponga de fluido secundario a una temperatura inferior a la de la vasija. Así pues, la invención tampoco requiere, necesariamente, suministro adicional de energía para promover la condensación del vapor.

En una realización preferente, la vasija dispone de una cámara adyacente en la que se aloja un regulador de volumen que interacciona sobre el volumen efectivo de la vasija sin producir transferencia de masa. Este regulador de volumen tiene la propiedad de modificar rápidamente dicho volumen efectivo en el interior de la vasija, y se utiliza fundamentalmente cuando la carga varía rápidamente la potencia térmica disipada. En aquellos casos en que la carga no modifique sensiblemente la potencia térmica disipada, manteniéndola dentro de un rango estrecho, se dirá que la carga es estacionaria. Cuando la carga no sea estacionaria, y además sea rápidamente variable, el sistema de termoestabilización aún puede seguir manteniendo sensiblemente constante la temperatura de ebullición del líquido primario mediante este regulador de volumen, cosa que se efectúa actuando sobre la tercera variable de estado, el volumen V . Por tanto, con la presencia del regulador de volumen se puede definir un volumen de consigna.

A diferencia de las soluciones conocidas, la presencia de un regulador de volumen como el descrito en la presente invención permite optimizar y controlar el proceso de termoestabilización de una carga, en particular para cargas rápidamente variables. Al capacitar al sistema de un medio para ajustar el volumen, y no sólo la presión, se logra una mejor respuesta en aquellos procesos donde la disipación térmica requerida sea muy variable y la condensación del vapor primario no presente una tasa adecuada, por

exceso o por defecto, mediante el incremento o reducción del volumen efectivo de la vasija.

El fluido secundario normalmente está contenido dentro de un recipiente, denominado
5 envolvente, en cuyo interior se coloca la vasija. La envolvente puede ser abierta o cerrada, y en este último caso tiene una tapa. Existen aplicaciones en las que no existe envolvente: cuando la vasija se sumerge directamente en un baño térmico (piscina, depósito, lago, río, mar, al aire en clima polar, etc.).

10 A fin de optimizar el proceso de termoestabilización de la carga, se purga el aire existente en el interior de la vasija para que el fluido primario dieléctrico sea el único componente presente en su interior, en fase líquida y vapor, y no existan gases no condensables en la fase vapor. Por tanto, el fluido primario se comportará como una
15 sustancia simple compresible a la que se pueden aplicar las leyes termodinámicas conocidas. Para ello, la vasija dispondrá de una válvula de purga que se emplea para eliminar el aire de su interior, una vez se ha introducido la carga y el líquido primario dieléctrico y se ha realizado el sellado hermético de la tapa.

Adicionalmente la invención puede incorporar una rejilla antiborbotones. Esta rejilla es
20 un dispositivo para evitar la oscilación de la superficie libre del líquido dieléctrico en la vasija. Este dispositivo es de especial utilidad cuando la invención se monta a bordo de vehículos cuya dinámica imponga aceleraciones sensibles, que podrían dejar la carga parcialmente seca.

25 En un segundo aspecto de la invención, se define un proceso de termoestabilización de una carga en el seno de un fluido dieléctrico empleando el sistema de termoestabilización descrito anteriormente, que responde al siguiente esquema:

- (i) Disposición de una carga a termoestabilizar en el interior de la vasija a través de la apertura de la vasija hermética a una temperatura de
30 consigna;
- (ii) Incorporación de líquido primario dieléctrico en el volumen efectivo de la vasija hermética, envolviendo completamente la carga;
- (iii) Sellado del volumen efectivo;
- (iv) Ebullición del líquido primario dieléctrico a causa del calor generado por
35 la carga;

- (v) Desplazamiento y acumulación, por aceleración, del vapor primario producido en la ebullición del líquido primario dieléctrico;
- (vi) Extracción del calor por parte del fluido secundario, en contacto térmico con, al menos, el exterior de la pared de la vasija donde se acumula el vapor primario; y
- (vii) Condensación del vapor primario en el interior de la vasija.

La condensación del vapor primario provoca la recuperación del líquido primario dieléctrico, de modo que la temperatura de operación se mantiene controlada de manera indefinida.

Adicionalmente, el proceso puede comprender una etapa de purga del aire introducido inicialmente durante la disposición de la carga y la incorporación del líquido. En esta etapa de purga se elimina dicho aire a través de una válvula de purga, dando lugar a un volumen efectivo que contiene exclusivamente fluido primario dieléctrico.

Opcionalmente, el fluido secundario puede ser enfriado mediante cualquier procedimiento convencional en caso de requerirlo.

En la presente invención, se denomina transferencia térmica primaria a la producida entre la carga y el líquido dieléctrico, y transferencia térmica secundaria a la producida entre el fluido primario y el fluido secundario, a través de las paredes de la vasija hermética.

La transferencia térmica primaria es intensiva y da lugar a una alta densidad superficial de potencia, mientras que la transferencia térmica secundaria es extensiva y presenta una densidad superficial de potencia menor. La transferencia térmica secundaria puede desarrollarse sobre una superficie muy superior a la de la transferencia térmica primaria, y tiene como consecuencia principal la condensación del vapor primario, que retorna como líquido dieléctrico al ciclo de ebullición-condensación que se produce en el interior de la vasija. De este modo, pueden definirse múltiples configuraciones para el fluido secundario, tales como un baño termostático donde se emplea una gran masa del fluido a una temperatura constante, o bien una corriente de fluido cuyo caudal se va renovando según va aumentando su temperatura. Mientras la potencia disipada por la carga se

mantenga aproximadamente constante, el régimen de ebullición-condensación se desarrolla en condiciones de presión y temperatura estables en el interior de la vasija.

La vasija del sistema de termoestabilización es un espacio cerrado herméticamente
5 capaz de soportar presión y esto permite reducir la masa de fluido primario al mínimo imprescindible que garantice la adecuada termoestabilización de la carga. Al ser un espacio cerrado, no existen fugas o pérdidas de fluido primario y la totalidad de la masa se involucra en el proceso de ebullición-condensación.

10 El sistema de termoestabilización de acuerdo con la presente invención puede presentar unas dimensiones reducidas en comparación con otros sistemas actuales, ya que el proceso de ebullición tiene una gran capacidad de absorción de calor (mientras quede líquido dieléctrico) y el hecho de haber, preferiblemente, purgado todo el aire interior de la vasija permite que todo el volumen efectivo esté ocupado exclusivamente por fluido
15 primario y que no existan gases no condensables en la fase vapor que puedan disminuir el desempeño térmico de la invención. Mientras la carga esté totalmente sumergida en la fase líquida del fluido primario y la tasa de condensación no sea inferior a la de ebullición, la termoestabilización de la carga está asegurada. Al poder operar con un reducido volumen efectivo, el presente sistema puede destinarse a nuevas aplicaciones
20 en las que sea fundamental mantener un tamaño reducido del sistema. Por tanto, este fin se alcanza mediante dos mejoras sustanciales de la invención: (i) no requiere necesariamente equipamiento adicional para funcionar y (ii) necesita exclusivamente la cantidad mínima de fluido primario para mantener la carga sumergida, ya que la vasija es hermética.

25 Como la transmisión de calor al fluido secundario se efectúa a través de la propia carcasa de la vasija, la presente invención puede funcionar en cualquier posición, incluso boca abajo. Sólo es preciso que el fluido primario cubra completamente la carga en cualquier posición: la condensación del vapor primario se producirá en aquella pared
30 que en cada momento esté en la vertical superior, ya que el vapor siempre asciende por gravedad. Esto es una ventaja para aquellas aplicaciones en que la carga esté montada en algún tipo de vehículo terrestre, marítimo o aéreo, o en aquellas en la carga esté sometida a cualquier tipo de movimiento.

35 Por tanto, a diferencia de las soluciones conocidas, la presente invención permite:

- Reducir o incluso evitar la pérdida de fluido primario.
- Operar sin consumo de energía alguno.
- Reducir el tamaño necesario del sistema de termoestabilización.
- Controlar la presión, temperatura y volumen en el interior de la vasija.
- 5 • Operar sin envoltente.
- Trabajar con fluido primario dieléctrico a presión, con la seguridad de que no se producirán accidentes.
- Operar en cualquier posición, incluso boca abajo.
- Operar en condiciones de movimiento, incluso brusco.

10

Por tanto, la solución según la presente invención puede ser empleada con cargas que aumenten su temperatura, con independencia de la potencia térmica que generen. Las posibles aplicaciones son muy variadas: refrigeración de servidores o computadoras en Centros de Proceso de Datos (CPD), centros que proporcionen servicios de datos en la

15 nube, centros de minado de criptomonedas, o en aplicaciones de simulación o realidad virtual; refrigeración de componentes en centros de transformación, distribución o generación eléctrica; grandes máquinas eléctricas en trenes, buques, generadores eólicos o turbinas; refrigeración en vehículos eléctricos incluyendo las baterías; refrigeración de cargas en sistema de radar, láser, microondas, infrarrojos, etc.;

20 refrigeración de cargas en máquinas voladoras que necesiten incorporar sistemas muy ligeros; refrigeración de cargas en vehículos militares y centros de mando móviles; aplicación en sistemas de medición, detección o instrumentación que tengan que mantenerse a temperatura constante, etc.

25 En las figuras, se muestran los siguientes elementos:

1. Sistema de termoestabilización.
2. Vasija.
3. Fluido primario.
4. Carga.
- 30 5. Vapor primario.
6. Líquido primario.
7. Apertura de la vasija.
8. Envoltente.
9. Fluido secundario.

10. Tapa de la envolvente.
11. Volumen efectivo.
12. Regulador de volumen.
13. Pistón deslizante del regulador de volumen.
- 5 14. Panel de control.
15. Subsistema de control.
16. Bastidor.
17. Rejilla antiborbotones.
18. Tubería de entrada de fluido secundario.
- 10 18'. Tubería de salida de fluido secundario.
19. Válvula del fluido primario.
20. Conexión al interior de la vasija.
21. Conexión al interior de la envolvente.
22. Válvula de entrada del fluido secundario.
- 15 23. Válvula de salida del fluido secundario.
24. Válvula de purga de la vasija.
25. Válvula de purga de la envolvente.
26. Válvula de seguridad de la vasija.
27. Sensor de presión en la vasija.
- 20 28. Sensor de temperatura en la vasija.
29. Sensor de volumen efectivo de la vasija.
30. Medidor de potencia consumida por la carga.
31. Sensor de temperatura de entrada del fluido secundario.
32. Sensor de temperatura del fluido secundario en la envolvente.
- 25 33. Sensor de temperatura de salida del fluido secundario.
34. Medidor de caudal del fluido secundario.
35. Bomba de circulación del fluido secundario.
36. Sensor de presión del fluido secundario en la envolvente.
37. Cámara de vídeo interior a la vasija.
- 30 38. Cámara de vídeo interior a la envolvente.
39. Cámara de vídeo exterior al sistema de termoestabilización.

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra "*comprende*" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, componentes o pasos. Además, la

35 palabra "*comprende*" incluye el caso "*consiste en*". Para los expertos en la materia, otros

objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y dibujos se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención. Además, la presente invención cubre todas las posibles
5 combinaciones de realizaciones particulares y preferidas aquí indicadas.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra el esquema de una realización de un sistema de termoestabilización con una vasija en el interior de una envolvente, para una carga poco variable en el
10 tiempo.

La Figura 2 muestra el esquema de una realización de un sistema de termoestabilización con una vasija en el interior de una envolvente, para una carga poco variable de alta
15 potencia térmica, donde el volumen efectivo presenta una gran superficie de condensación.

La Figura 3 muestra el esquema de una realización de un sistema de termoestabilización con una vasija en el interior de una envolvente, dotada además de un regulador de
20 volumen, para una carga rápidamente variable en el tiempo.

La Figura 4 muestra el esquema de una realización de un sistema de termoestabilización con un subsistema de control.

25 Descripción detallada de la invención

La Figura 1 muestra el esquema de una realización de un sistema de termoestabilización (1) con una vasija (2) en el interior de una envolvente (8), para una carga poco variable en el tiempo.
30

Como se aprecia, la presente realización del sistema de termoestabilización (1) comprende una vasija (2). El interior de la vasija (2) comprende un volumen efectivo (11) destinado a contener un fluido primario, tanto en su fase vapor como líquida. A diferencia con otras soluciones del estado de la técnica, la vasija (2) forma un espacio hermético.
35

Para ello, la vasija presenta una apertura (7) con cierre hermético. Gracias a esta apertura (7), un usuario puede introducir la carga (4) y el fluido primario (3) dieléctrico en el interior de la vasija (2).

- 5 Opcionalmente, la vasija (2) puede comprender además un bastidor (16) para soportar la carga. Es decir, el bastidor (16) está configurado para recibir y acomodar la carga (4) en el interior de la vasija (2). De este modo, en una realización preferente, el bastidor (16) comprende al menos un elemento estructural necesario para soportar y fijar adecuadamente y con seguridad la carga (4), permitiendo su fácil y cómoda
10 manipulación. Dicho elemento estructural puede ser, por ejemplo, un dispositivo amortiguador que absorbe las vibraciones que puedan producirse en el seno del fluido primario (3), al estar éste permanentemente en ebullición durante la operación del sistema. En esta realización, el bastidor (16) permite asegurar la estabilidad mecánica de la carga (4).

15

- Por su parte, el volumen efectivo (11) es un espacio configurado para ser ocupado por un fluido primario (3) bifásico, es decir, como líquido primario (6) y vapor primario (5) a una temperatura de consigna (T_{consigna}). Adicionalmente, el volumen efectivo (11) está configurado para que la fase líquida del fluido primario (3) envuelva completamente la
20 carga (4) una vez se encuentra situada en el bastidor (16).

- La vasija (2) se encuentra rodeada por un fluido secundario (9), capacitando el intercambio de calor con la vasija (2). En la realización mostrada en la Figura 1, específicamente, el fluido secundario (9) se encuentra a su vez en el interior de una
25 envolvente (8), en contacto con todo el exterior de la vasija (2). Como mínimo, se requiere que el fluido secundario (9) entre en contacto con la parte de la vasija (2) donde se acumule el vapor primario (5), que será la vertical determinada por la fuerza de la gravedad. En la Figura 1 dicha vertical coincide con la apertura (7) de la vasija (2).

- 30 La apertura (7) forma un cierre hermético con el cuerpo de la vasija (2), soportando la presión que se desarrolla en el interior de la vasija (2) durante su funcionamiento. En estas condiciones de sellado, se evita la fuga de fluido primario (3), incluida la fase vapor. Es decir, a diferencia con el estado de la técnica actual, se conserva indefinidamente la masa de fluido primario (3) empleada en el sistema (1).

35

Al tratarse de un producto que generalmente trabaja a presión, la vasija (2) puede presentar una válvula de seguridad (26), tarada a una presión inferior a la de deformación permanente de la vasija (2) y a la presión de rotura de los mecanismos de cierre.

5

En una realización alternativa, la vasija (2) presenta, además, una válvula de purga (24). Dicha válvula de purga (24) se sitúa, preferentemente, en la parte más alta de la zona superior de la vasija (2) y conducirá directamente al exterior. En una realización preferente, donde el vapor primario (5) es más denso que el aire, al abrir dicha válvula de purga (24) se puede eliminar el aire retenido en la vasija (2) tras abrir ésta para introducir la carga (4) y el líquido primario (6) sin generarse la pérdida del fluido primario (3) empleado. En otras palabras, gracias a la presencia de una válvula de purga (24) el sistema de termoestabilización es capaz de llenar el volumen efectivo (11) exclusivamente de fluido primario (3).

15

Adicionalmente, la vasija (2) puede incorporar en su interior una rejilla antiborbotones (17). Esta rejilla (17) evita la oscilación de la superficie libre del líquido primario (6) en la vasija (2). De este modo, en una realización aún más preferente, la rejilla antiborbotones (17) debe tener la capacidad de flotar en el líquido primario (6) y su celda elemental debe tener un tamaño sensiblemente inferior a la menor de las dimensiones de la superficie libre.

20

La vasija (2) está fabricada con materiales resistentes ya que, en uso, estará sometida a presión (positiva o negativa). En una primera realización, el material de fabricación favorecerá la transmisión del calor, al menos en la parte en que se acumule el vapor primario (5). En una realización preferente, esta capacidad de transmisión del calor es especialmente relevante en toda la zona en contacto con el fluido secundario (9). En aquellas realizaciones en las que el fluido secundario (9) se encuentre a temperatura muy baja (por ejemplo: aire en zonas de clima polar o agua marina), la vasija (2) puede presentar, al menos parcialmente, un aislamiento térmico en su superficie exterior. La cantidad de superficie aislada y el grosor del aislamiento dependerán de la temperatura del fluido secundario (9).

30

En la Figura 2, se muestra un esquema de una realización de un sistema de termoestabilización (1) con una vasija (2) en el interior de una envolvente (8), para una

35

carga (4) poco variable de alta potencia térmica, donde el volumen efectivo (11) presenta una gran superficie de condensación. A diferencia con la realización mostrada en la Figura 1, la vasija (2) presenta una mayor superficie de condensación, lo que se traduce en una mayor capacidad de condensación del vapor primario (6).

5

Alternativamente, la vasija (2) puede presentar modificadores de superficie que aumenten el área de contacto térmico con el fluido primario (3) y el fluido secundario (9), favoreciendo la transferencia térmica y mejorando los procesos de cambio de fase. Estos modificadores de superficie, a modo de ejemplo, comprenden aletas, superficies

10 texturizadas, recubrimiento con películas, etc. Las texturas se pueden obtener como resultado de un tratamiento superficial mecánico (abrasión, micrograbado, granallado...), térmico, químico, electroquímico, o de otro tipo, como la texturización superficial por láser (TSL) o la formación de masas porosas con microcavidades o espumas metálicas.

15

Por otro lado, la apertura (7) de la vasija (2) puede disponer de un interruptor anti-sabotaje. De este modo, en uso, cualquier alteración, como la ruptura del cierre hermético de la vasija (2), genera una señal eléctrica que puede ser recogida por un subsistema de control (15) de la invención o por un sistema de seguridad ajeno a la

20 invención.

El fluido primario (3), en sus fases líquida (6) y vapor (5), llena completamente el interior de la vasija (2) no ocupado por la carga (4), que constituye el volumen efectivo (11) de la vasija (2). En una realización preferente, el líquido primario (6) ocupa

25 aproximadamente un 40% del volumen efectivo (11) de la vasija (2).

En uso, el aire contenido en la vasija (2) se purga por la válvula (24), por lo que el único compuesto contenido en el volumen efectivo (11) es el propio fluido primario (3) dieléctrico y no quedan gases no condensables en la fase vapor. En una realización

30 preferente, la vasija (2) comprende una válvula del fluido primario (19) que controla la entrada y salida de éste. Esta válvula (19), ya sea manual o automática, facilita el llenado y vaciado de la vasija (2) para operaciones de mantenimiento, pero manteniéndose cerrada durante el funcionamiento del equipo, conservando el cierre hermético de la vasija (2).

35

De manera preferente, el fluido primario (3) empleado presenta una temperatura de ebullición, a presión atmosférica, superior a la temperatura ambiente del lugar donde se instale el sistema de termoestabilización (1). De este modo, durante las operaciones de mantenimiento, el fluido primario (3) puede mantenerse a temperatura y presión ambiental sin que se pierda una cantidad apreciable del mismo por evaporación.

Por su parte, la temperatura de ebullición del fluido primario (3), a presión atmosférica, se sitúa, preferiblemente, relativamente próxima al rango de temperaturas que se considera adecuado para que la carga (4) funcione en condiciones óptimas. De este modo, a través de cambios de presión, preferiblemente no muy acusados, en el interior de la vasija (2), se puede ajustar la temperatura de ebullición del fluido primario (3) para que coincida con la temperatura óptima de funcionamiento de la carga (4), denominada temperatura de consigna (T_{consigna}).

En una realización preferente, el fluido primario (3) es más denso que el fluido secundario (9), y de manera más preferente, es un fluido inmisible con éste. De este modo, en caso de producirse alguna fuga en la vasija (2), la entrada de fluido secundario (9) en su interior se vería muy limitada. De modo similar, se prefiere un fluido primario (3) cuyo vapor (5) sea bastante más denso que el aire, de forma que se produzca una estratificación natural siempre que exista aire en el interior de la vasija, siendo el aire la capa más elevada. Al abrir la válvula de purga (24) situada, preferentemente, en la parte superior, inicialmente se expulsa aire prácticamente puro y cuando comienza a salir el vapor primario (5) se considera que el interior de la vasija (2) está adecuadamente purgado de aire y sólo contiene fluido primario (3).

El fluido secundario (9), encargado de propiciar la condensación del vapor primario (5) en el interior de la vasija (2), puede presentar múltiples configuraciones. De este modo, puede constituirse como un baño térmico, es decir, una gran masa de fluido en el que la vasija (2) se encuentra sumergida, parcial o completamente. El baño térmico puede ser tanto natural (mar, río, lago, aire polar, etc.) como artificial (piscina, estanque, depósito, etc.). En el caso de que la carga (4) esté montada sobre un artefacto móvil (vehículo terrestre, avión, dron, barco, etc.), el fluido secundario (9) puede ser una corriente de aire a suficiente velocidad.

En una realización preferente, el fluido secundario (9) se encuentra confinado en una envolvente (8), que es un recipiente configurado para contener un volumen de fluido secundario (9). En una realización, la envolvente (8) puede comprender un cuerpo y una tapa (10) que permite el acceso al interior de la envolvente (8).

5

La envolvente (8) puede o no presentar una sobrepresión adicional. En una realización con una envolvente (8) sometida a sobrepresión, el fluido secundario (9) ocuparía la totalidad del volumen interior de dicha envolvente (8). Para ello, la envolvente (8) comprende una válvula de purga (25), una válvula de seguridad y una cámara
10 expansión. En aquellos casos que la envolvente (8) no esté sometida a presión, la envolvente (8) puede contener otras sustancias además del fluido secundario (9), por ejemplo, aire.

En una realización preferente, la envolvente (8) puede estar fabricada con materiales
15 conductores del calor. De este modo, se puede efectuar la refrigeración del fluido secundario (9) a través de las paredes de la propia envolvente (8). Este tipo de realizaciones pueden ser empleadas cuando la envolvente (8) se encuentre al aire libre, o bien cuando se emplee de manera secundaria para calentar la habitación en la que se encuentre.

20

Sin embargo, de manera alternativa, el fluido secundario (9) puede ser extraído de la envolvente (8) y refrigerado de manera externa mediante procedimientos convencionales. Para evitar la transferencia térmica a ambientes que no deban calentarse, la envolvente (8) puede comprender un aislamiento térmico externo, por
25 ejemplo, forrando la envolvente (8) con un material aislante. De este modo, la refrigeración del fluido secundario (9) se realiza de manera controlada en el exterior de la sala o espacio que no deba calentarse, y el sistema (1) comprende una bomba de circulación (35) que hace circular al fluido secundario (9), entrando por una tubería de entrada (18) y saliendo por una tubería de salida (18'), y controlando sus condiciones, a
30 través de una válvula de entrada (22) y una válvula de salida (23) del fluido secundario (9) y un medidor de caudal (34).

La vasija (2) puede comprender al menos un sensor configurado para medir las condiciones del interior de la vasija (2), seleccionado entre un sensor de temperatura

(28), presión (27), volumen (29), nivel de líquido, así como un medidor de la potencia consumida (30) por la carga (4), o combinación de los mismos.

La envolvente (8) también puede comprender también sensores de temperatura (32) y presión (36), así como un medidor de caudal (34) para realizaciones en que se necesite modificar o controlar el caudal del fluido secundario (9). Al igual que la vasija (2), la envolvente (8) puede presentar un interruptor anti-sabotaje, de modo que cualquier apertura genere una señal eléctrica.

Por otro lado, de manera adicional al control de la presión interior en la vasija (2) que efectúa el fluido secundario (9), la vasija (2) puede comprender un regulador de volumen (12). Así, la Figura 3 muestra el esquema de una realización de un sistema de termoestabilización con una vasija en el interior de una envolvente, dotada además de un regulador de volumen, para una carga rápidamente variable en el tiempo. Debido a la presencia de este regulador (12), el sistema (1) puede modificar el volumen efectivo (11) de la vasija (2), modificando el equilibrio existente entre las fases líquida y vapor del fluido primario (3) de forma rápida.

En una realización preferente, el regulador de volumen (12) comprende un pistón (13) alojado en una cámara anexa a la vasija (2), que se desplaza y penetra en la vasija (2) modificando su volumen efectivo (11). En otra realización preferente, el regulador de volumen (12) comprende una bolsa hinchable alojada en el interior de la vasija (2), que puede llenarse con aire u otro fluido, y al hincharse va desplazando fluido primario (3) de la vasija (2) y modificando su volumen efectivo (11).

Inicialmente, el regulador de volumen (12) se encuentra en posición de reposo. En estas condiciones, el volumen efectivo (11) es igual a un volumen de consigna definido para cada aplicación y condición de operación de la carga (4). En caso de generarse un cambio rápido en la potencia disipada por la carga (4), tal que la inercia térmica del fluido secundario (9) impida momentáneamente mantener el equilibrio del proceso ebullición-condensación, se activaría el regulador de volumen (12). De este modo, se puede modificar el volumen efectivo (11) de la vasija (2), desplazando el equilibrio del proceso ebullición-condensación, y manteniendo la temperatura de consigna necesaria para el funcionamiento óptimo de la carga (4), optimizando la termoestabilización del sistema.

El desarrollo de la presente invención se puede establecer de manera modular, según el número y tipo de elementos componentes y el grado de complejidad de la interrelación entre ellos. Los sistemas de termoestabilización (1) descritos en la presente invención se pueden clasificar, de más sencillo a más complejo, como:

- 5 • Módulo elemental. Comprende una vasija (2) configurada para alojar una carga (4) y un fluido primario (3) en su interior, en contacto con un fluido secundario (9) que constituye un baño térmico. La realización del módulo elemental comprende a su vez varias versiones: la vasija (2) puede estar sumergida completamente en el fluido secundario (9) con todas las paredes de la vasija transfiriendo calor;

10 puede estar sumergido completamente en el fluido secundario (9) con al menos una pared aislada térmicamente; o puede estar sumergido parcialmente en el fluido secundario (9) con al menos la pared en contacto con el vapor primario (5) incluida en la parte sumergida. En una realización preferente, la vasija (2) está completamente sumergida y aislada térmicamente por el exterior de las paredes

15 en contacto con el líquido primario (6), mientras que aquellas en contacto con el vapor primario (5) son muy transmisoras del calor.
 - Módulo elemental múltiple. Comprende un conjunto de vasijas (2), cada una alojando una carga (4) y un fluido primario (3), sumergidas, parcial o completamente, en el mismo fluido secundario (9).
 - 20 • Módulo simple. Comprende una vasija (2) donde se aloja una carga (4) y un fluido primario (3), rodeada por una envolvente (8) que contiene un fluido secundario (9). El fluido secundario (9) puede ser refrigerado a través de las propias paredes de la envolvente (8), o mantenerse en circulación y refrigerarse en el exterior mediante procedimientos convencionales.
 - 25 • Módulo compuesto. Comprende un conjunto de vasijas (2), cada una alojando una carga (4) y un fluido primario (3), en contacto con un fluido secundario (9) contenido en el interior de una misma envolvente (8). Al igual que el anterior, el fluido secundario (9) puede ser refrigerado a través de las propias paredes de la envolvente (8), o mantenerse en circulación y refrigerarse en el exterior mediante

30 procedimientos convencionales.

Por último, la Figura 4 muestra un esquema de una realización de un sistema de termoestabilización (1) con un subsistema de control (15).

Dicho subsistema de control (15) comprende un conjunto de sensores (temperatura, presión, volumen) tanto en la vasija (2) como en la envolvente (8), medidores (potencia eléctrica consumida, caudal de fluido secundario, etc.) tanto en la vasija (2) como en la envolvente (8), y/o actuadores (regulador de volumen (12), bomba, etc.) tanto en la vasija (2) como en la envolvente (8), para el control de sistema de termoestabilización desde un panel de control (14).

Además, otras señales eléctricas, como los interruptores anti-sabotaje de la vasija (2) y la envolvente (8), se pueden conectar a dicho subsistema de control (15).

10

En una realización preferente, el conjunto de sensores, transductores, medidores o actuadores situados dentro de la vasija (2), o que intervienen en el proceso que se desarrolla dentro de la vasija (2), forman parte de un subsistema de control (15). Normalmente, son sensores de presión, temperatura y volumen, medidores de consumo eléctrico, indicador de estado abierto/cerrado de la apertura (7) de la vasija (2), indicador de estado abierto/cerrado de la válvula del fluido primario (19), regulador de volumen (12), etc. Las conexiones asociadas a estos elementos pueden salir de la vasija (2) a través de un medio de conexión, que comprende una conexión al interior de la vasija (20) situadas en la pared de la vasija (2) que mantiene la estanqueidad de dicha vasija (2) incluso bajo presión. La conexión (20) también puede ser empleada para la entrada de los cables, conductos, tubos o cualquier otro elemento que requiera la carga (4) para su funcionamiento.

En una realización preferente, el conjunto de sensores, transductores, medidores o actuadores necesarios para la gestión del fluido secundario (9), tales como bomba, electroválvulas, sensores de presión y temperatura, caudalímetro, indicadores del estado abierto/cerrado de las válvulas, indicador del estado abierto/cerrado de la tapa, etc., forman también parte del subsistema de control (15). El medio de conexión del sistema de termoestabilización (1) comprende además una conexión al interior de la envolvente (21), que permite conectar los elementos internos a ésta con el exterior manteniendo la estanqueidad de la envolvente incluso bajo presión. De este modo, la conexión (21) puede contener los elementos que están incorporados en la conexión al interior de la vasija (20).

En una realización preferente, existen cámaras de vídeo (37, 38, 39) para la vigilancia del interior de la vasija (2), por ejemplo, la carga (4); del interior de la envolvente (8), por ejemplo, la vasija (2); y el exterior del sistema de termoestabilización (1) respectivamente. Dichas cámaras (37, 38, 39) de video pueden requerir cables y conexiones que pueden ejecutarse a través de los medios de conexión C1 y C2 (20, 21). Estas cámaras de vídeo (37, 38, 39) también se pueden conectar al subsistema de control (15).

De este modo, el subsistema de control (15) recoge en tiempo real la información relevante sobre el funcionamiento del sistema de termoestabilización (1) de acuerdo con la presente invención (presión y temperatura de los fluidos primario (3) y secundario (9), potencia eléctrica consumida por la carga (4), caudal de fluido secundario (9), etc.), detectando las modificaciones en el régimen de disipación de la carga (4) e identificando el nuevo patrón de disipación térmica adoptado por la carga (4).

Adicionalmente, el subsistema de control (15) puede almacenar los datos generados durante el funcionamiento del sistema (1) y organizarlos en una base de datos para su posterior evaluación y análisis, lo que permite aprender y mejorar continuamente la estrategia de control del sistema.

La medición, en tiempo real, de la potencia eléctrica consumida por la carga (4) aporta una importante funcionalidad a la invención, ya que permite anticipar la potencia calorífica que va a disipar la carga (4) antes de producirse, puesto que la variación del consumo eléctrico es prácticamente instantánea, mientras que las consecuencias térmicas derivadas de esta variación de consumo son más lentas y presentan un cierto retardo (inercia térmica). Este factor es relevante para la doble función, detección de cambios en el patrón de disipación e identificación de nuevos patrones de disipación, atribuida al subsistema de control (15) de la invención, y constituye la respuesta más eficaz ante una carga (4) que presenta variabilidad de potencia consumida. Sin esta doble función, el control anticipatorio que permite el sistema de termoestabilización de cargas rápidamente variables se hace mucho más difícil, y en algunos casos incluso no es posible.

Por lo expuesto anteriormente, este particular procedimiento de control del sistema de termoestabilización (1) se activa al modificarse, incrementando o disminuyendo, la

potencia térmica que debe disipar la carga (4). Como respuesta al incremento o reducción de la potencia disipada por la carga (4), se incrementa o reduce la cantidad de vapor primario (5) generada, lo que provoca un incremento o reducción de la presión interior de la vasija (2) y, al modificarse la presión, se incrementa o reduce la temperatura de ebullición del fluido primario (3).

En una realización en que el fluido secundario (9) sea renovado en la envolvente (8), el subsistema de control (15) puede controlar la temperatura a través de sensores de temperatura (31, 32) y el caudal de entrada y salida de dicho fluido secundario (9), actuando sobre la bomba de circulación (35) y la válvula de entrada (22) y la válvula de salida (23). Basándose en estos parámetros, el sistema de termoequilibrio (1) puede actuar y regular el calor disipado por el fluido primario (3) y mantener las condiciones óptimas de funcionamiento de la carga (4).

Mientras los cambios de potencia térmica disipada sean moderados, el sistema de termoequilibrio (1) se autorregula de forma natural sin más que variar ligeramente el caudal o la temperatura de entrada del fluido secundario (9). Es decir, el fluido secundario (9) tiene la capacidad para retornar la situación al equilibrio estable previo a la variación térmica.

Sin embargo, en caso de que la potencia disipada por la carga cambie muy rápidamente, incluso de forma acusada, y la inercia térmica del fluido secundario no permita recuperar el equilibrio con la suficiente rapidez, el subsistema de control (15) está configurado para actuar entonces sobre el regulador de volumen (12). La modificación de la tercera variable de estado, V , provoca un rápido cambio de las otras dos, P y T , acortando el tiempo necesario para que el fluido secundario (9) equilibre el sistema (1). Alcanzado el equilibrio estable, se actúa nuevamente sobre el regulador de volumen (12), recuperando lentamente el volumen de consigna establecido inicialmente.

Por tanto, en una primera realización, el sistema de termoequilibrio (1) mantiene constante el volumen efectivo de la vasija (2) mientras se efectúan pequeños cambios sobre la presión, para mantener la temperatura dentro del intervalo de consigna. Es decir, regulando el caudal o la temperatura del fluido secundario (9) se logra ajustar la condensación del vapor primario (5) para mantener la situación de equilibrio estable.

Mientras no se produzcan cambios bruscos en la potencia disipada por la carga (4), esta configuración puede mantenerse indefinidamente.

Adicionalmente, cuando se produce un cambio brusco en la potencia disipada por la carga (4), se genera una modificación en la tasa de producción de vapor primario (5), que puede seguir con poco retraso los cambios de potencia en la carga. Sin embargo, el fluido secundario (9) tiene una inercia térmica que normalmente no permite sincronizar las variaciones con la suficiente rapidez. En ese caso, el subsistema de control (15) debe modificar en tiempo real todas las variables de estado del fluido primario (3), incluido el volumen.

El subsistema de control (15) puede regular simultáneamente un conjunto compuesto por varios tipos de módulos (elemental, simple o compuesto), dando lugar al denominado módulo múltiple, en el que un mismo subsistema de control (15) puede encargarse de un conjunto de módulos conectados en paralelo o en serie, o en cualquier combinación de ambos.

A modo de ejemplo, se empleó un sistema de termoestabilización (1) de acuerdo con la presente invención para mantener una potente carga a una temperatura de funcionamiento sensiblemente constante y compatible con las condiciones óptimas de operación de la misma.

La carga (4) fue un tiristor (IGBT) trabajando a un voltaje de hasta 6500 V y una intensidad de corriente de hasta 2000 A. Dicha carga (4) disipaba una potencia térmica de hasta 8000 W que tenía que ser absorbida y gestionada por el sistema de termoestabilización (1). La carga tenía unas dimensiones de 190 x 140 x 48 mm con un peso de unos 2 kg, y fue atornillada al bastidor (16) del sistema de termoestabilización (1).

El objetivo fue mantener la carga (4) a una temperatura de consigna (T_{consigna}) de 65 °C, aproximadamente, incluso para la disipación térmica máxima de 8000 W. Como fluido primario (6) dieléctrico se eligió el NOVEC-7100 con una temperatura de ebullición de 61 °C a presión atmosférica.

La vasija (2) tenía unas dimensiones externas en planta de 410 x 305 mm en la parte superior y 300 x 250 mm en la parte inferior, con una altura total de 410 mm. Albergaba en su interior una masa aproximada de 23 kg de líquido primario dieléctrico (6), ocupando un volumen de 0,015 m³. El volumen efectivo (11) de la vasija (2) es de 0,038 m³, por lo que, una vez purgado el aire interior, el vapor primario (5) ocupó aproximadamente 0,023 m³.

En la superficie común de ambas fases, líquido y vapor, se encontraba una rejilla antiborbotones (17), que impidió que los efectos de baja frecuencia (longitud de onda alta) asociados a la formación de burbujas dejaran a la carga (4) sin contacto directo con el líquido primario (6).

En la presente realización se optó por una rejilla antiborbotones (17) con celdas hexagonales con forma de panel de abeja. La vasija (2) funcionó a una presión de consigna un 13,3% superior a la atmosférica (aproximadamente 114760 Pa), a la que corresponde una temperatura de ebullición del fluido primario (3) de 65°C, coincidente con la temperatura de consigna.

La apertura (7) de la vasija (2) estaba dotada de modificadores superficiales, específicamente aletas rectas en las dos direcciones, formando una retícula, mientras que las paredes de la parte superior de la vasija, en contacto con el vapor primario (5), disponía de aletas unidireccionales, en el sentido de la gravedad.

La vasija (2) se encontraba dispuesta en el interior de una envolvente (8) de 516 x 411 x 568 mm, con agua como fluido secundario (9). En esta envolvente (8) penetraban dos tuberías de entrada (18) de agua por la parte superior y una única tubería de salida (18') de agua por la parte inferior.

El sistema de termoestabilización (1) tenía la capacidad para mantener la carga funcionando a 65 °C, incluso aunque el agua entraba en la envolvente (8) a una temperatura máxima de unos 38 °C con un caudal de unos 14 litros/min.

Si el agua entrara a una temperatura inferior, entonces el caudal se reduciría automáticamente, pudiendo incluso llegar a hacerse pulsante para temperaturas de entrada del agua por debajo de unos 28 °C.

El sistema aquí descrito puede incluso funcionar en el interior de un vehículo en movimiento, ya que admitiría aceleraciones que confirieran una inclinación de hasta unos 45 ° a la superficie líquido-vapor, y la carga seguiría estando permanentemente
5 mojada por el líquido primario en ebullición.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de termoestabilización de una carga en el seno de un fluido dieléctrico caracterizado por que comprende al menos una vasija (2) hermética que
5 comprende un volumen efectivo (11) configurado para contener la fase líquida y vapor del fluido primario (3) dieléctrico bifásico a una temperatura de consigna (T_{consigna}), donde la fase líquida del fluido primario (3) envuelve completamente la carga (4), y una apertura (7) con cierre hermético de la vasija (2),
donde la vasija (2) está configurada para intercambiar calor a un fluido
10 secundario (9) donde dicho fluido secundario (9) se encuentra dispuesto en contacto con, al menos, la pared exterior del volumen efectivo (11) de dicha vasija configurado para contener la fase vapor del fluido primario (3).
2. El sistema de termoestabilización de una carga de acuerdo con la reivindicación
15 1, donde el sistema comprende además un regulador del volumen (12) configurado para modificar el volumen efectivo de la cámara.
3. El sistema de termoestabilización de una carga de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, donde el sistema de termoestabilización (1) comprende además
20 al menos una envolvente (8) configurada para contener el fluido secundario (9) en contacto con la al menos una vasija (2).
4. El sistema de termoestabilización de una carga de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde la al menos una vasija (2) comprende además una válvula
25 de purga (24) situada en la parte superior de la vasija (2).
5. El sistema de termoestabilización de una carga de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde la al menos una vasija (2) comprende además un medio de conexión configurado para conectar el interior de la vasija (2) con el exterior.
30
6. El sistema de termoestabilización de una carga de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde la al menos una vasija (2) comprende modificadores de superficie.

7. El sistema de termoestabilización de una carga de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde la al menos una vasija (2) comprende al menos un sensor, configurado para medir las condiciones del interior de cámara, seleccionado entre sensores de temperatura, presión, volumen, nivel de líquido, potencia consumida, o
5 combinación de éstos.
8. El sistema de termoestabilización de una carga de acuerdo con la reivindicación 7, donde el sistema de refrigeración (1) comprende un subsistema de control (15) configurado para accionar el regulador de volumen de (12) la al menos una vasija (2)
10 y/o modificar la temperatura del fluido secundario (9) en función de las condiciones reales y las condiciones de consigna.
9. El sistema de termoestabilización de una carga de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde la vasija comprende un interruptor anti-sabotaje
15 configurado para generar una señal eléctrica.
10. El sistema de termoestabilización de una carga de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, donde la vasija (2) comprende un bastidor (16) configurado para recibir y acomodar la carga (4)
20
11. El sistema de termoestabilización de una carga de acuerdo con la reivindicación 10, donde el bastidor (16) de la al menos una vasija (2) comprende un medio de amortiguación.
- 25 12. Un sistema de termoestabilización de una carga de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, donde la al menos una vasija (2) comprende además una rejilla antiborbotones (17) configurada para evitar la oscilación de la superficie libre de la fase líquida del fluido primario (3).
- 30 13. Procedimiento de termoestabilización de una carga en el seno de un fluido dieléctrico en un sistema de termoestabilización según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que comprende las siguientes etapas:
 - (i) Disposición de una carga (4) (16) a través de la apertura (7) de la vasija (2) hermética a una temperatura de consigna;

- (ii) Incorporación de líquido primario (6) dieléctrico en el volumen efectivo (11) de la vasija (2) hermética, envolviendo completamente la carga (4);
- (iii) Sellado hermético del volumen efectivo (11)
- (iv) Ebullición del líquido primario (6) a causa del calor generado por la carga (4);
- (v) Desplazamiento y acumulación del vapor primario (5) producido en la ebullición del líquido primario (6);
- (vi) Extracción por conducción del calor por parte del fluido secundario (9), en contacto térmico con, al menos, el exterior de la pared de la vasija (2) donde se acumula el vapor primario (5);
- (vii) Condensación del vapor primario (5) en el interior de la vasija (2).

13. Procedimiento de termoestabilización según la reivindicación 12, donde la etapa iii) de sellado comprende además la purga del aire contenido en el volumen efectivo (11).

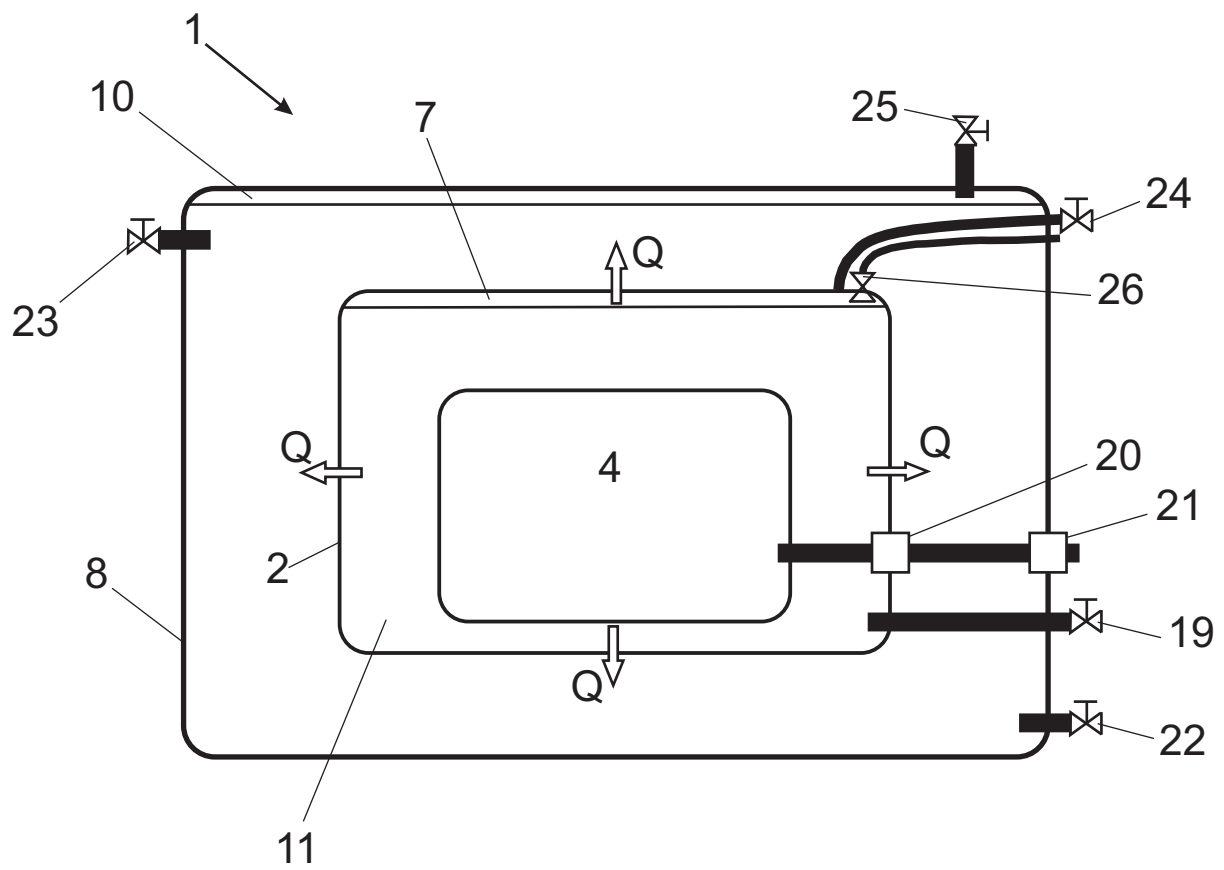


Fig. 1

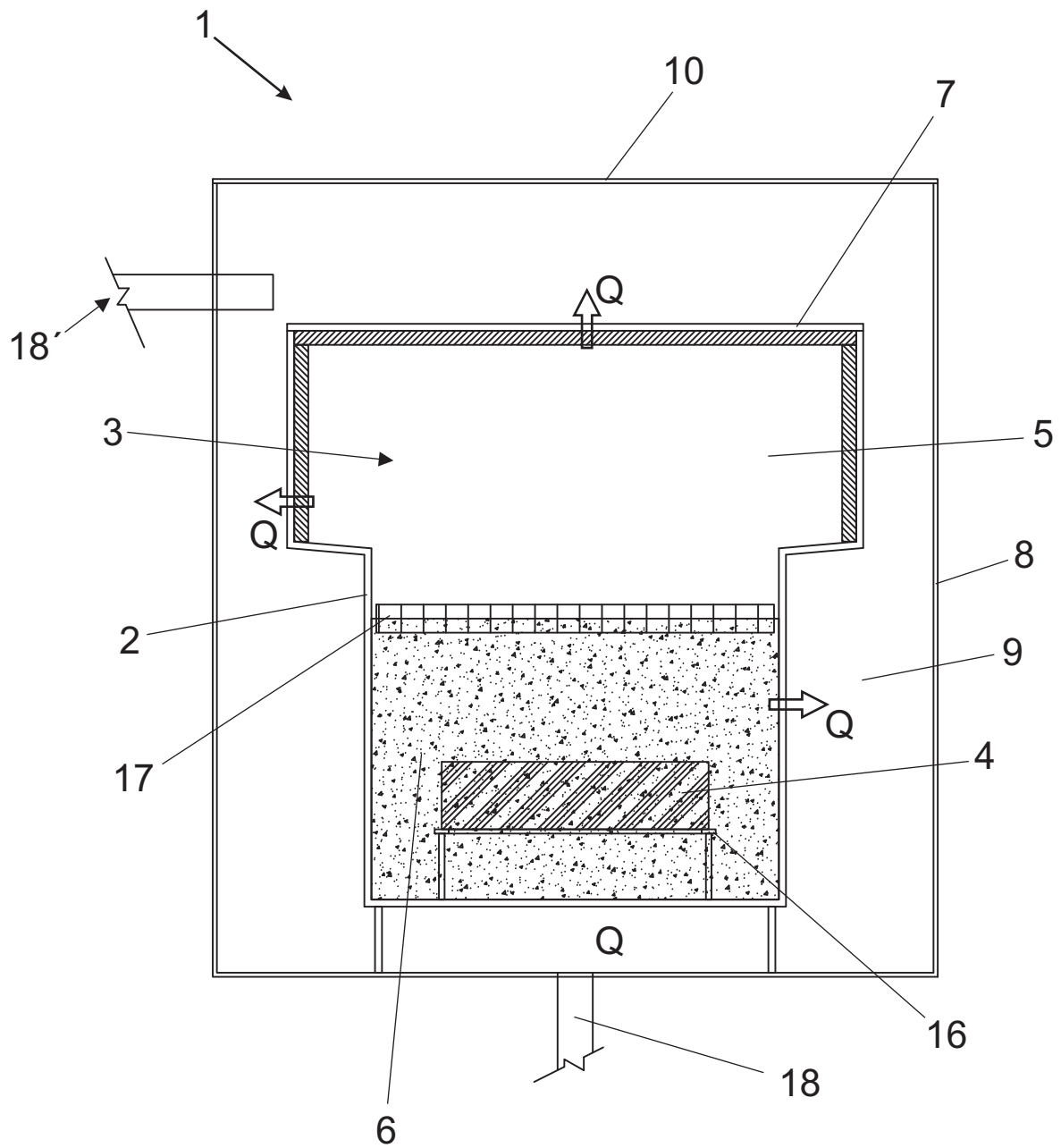
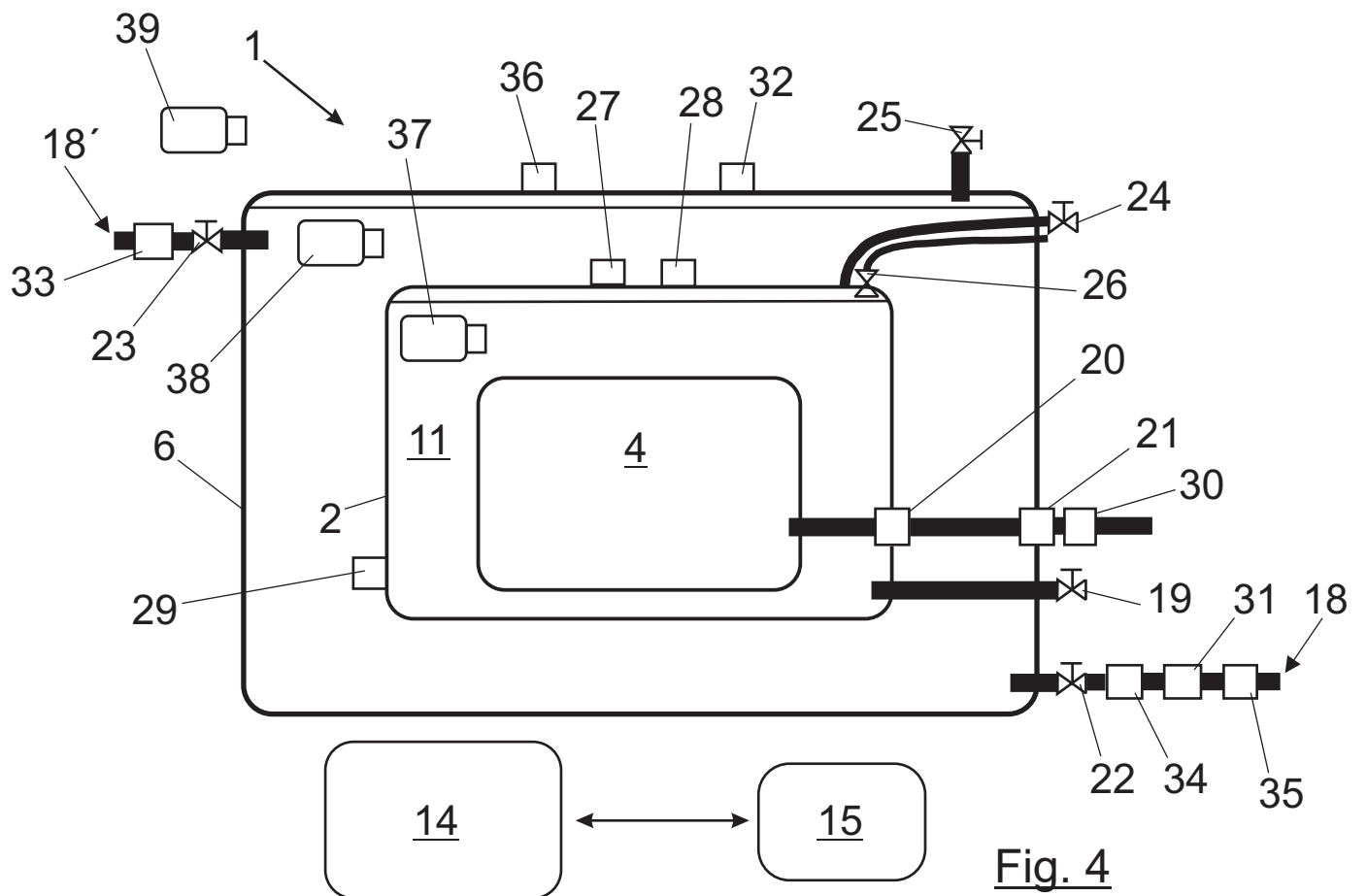
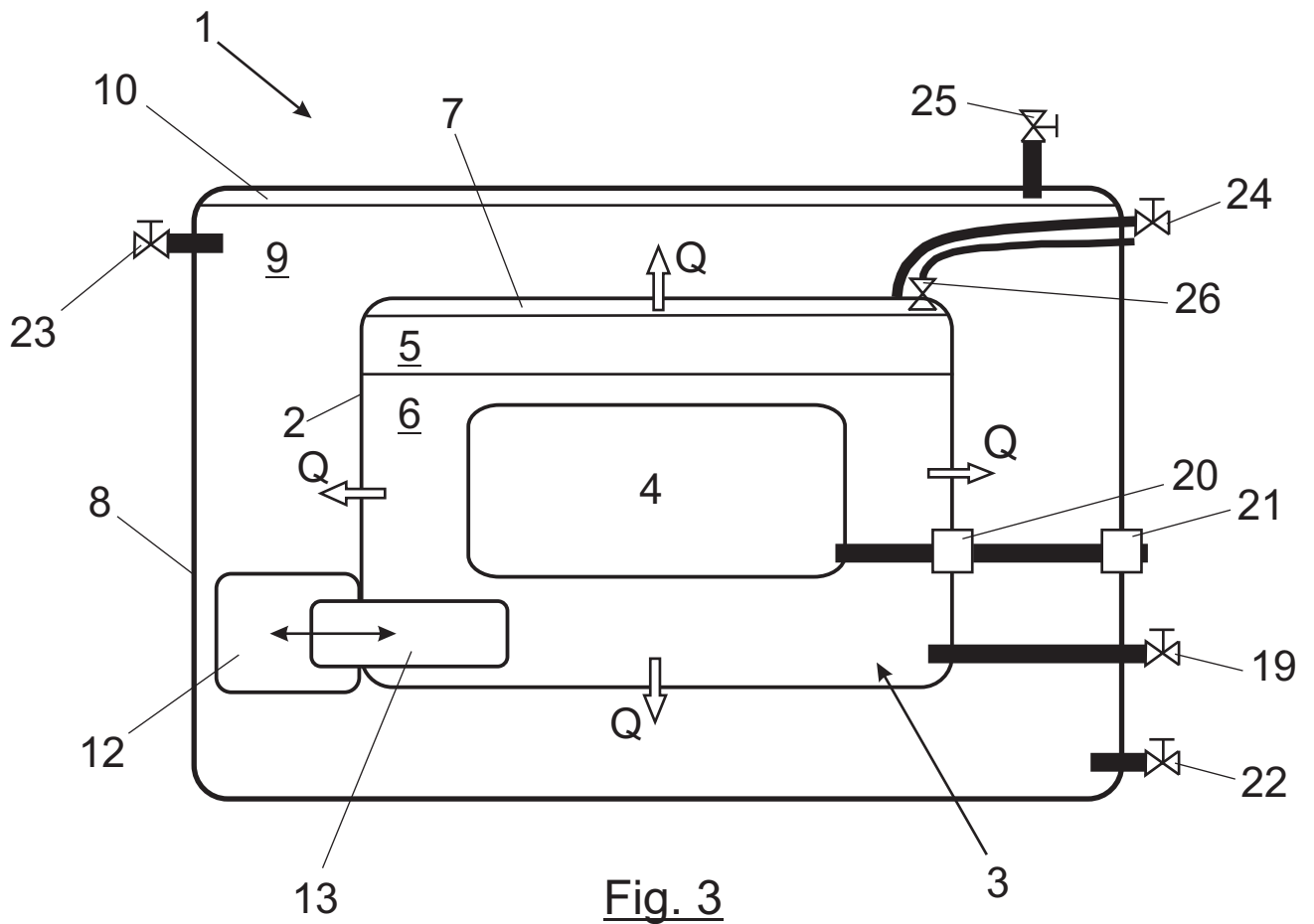


Fig. 2





- ②① N.º solicitud: 202231009
②② Fecha de presentación de la solicitud: 23.11.2022
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. cl.: **H05K7/20** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2014218859 A1 (SHELNUTT AUSTIN MICHAEL et al.) 07/08/2014, párrafos [78 - 93].	1-14
A	US 2022369493 A1 (ALISSA HUSAM ATALLAH et al.) 17/11/2022, todo el documento.	1-14
A	US 2019357379 A1 (KOLAR JACK) 21/11/2019, párrafos [36 - 37].	1-14
A	US 10773192 B1 (LAU KAR-WING) 15/09/2020, todo el documento.	1-14

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
12.04.2023

Examinador
J. A. Celemín Ortiz-Villajos

Página
1/2

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H05K

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC