

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 811 055**

51 Int. Cl.:

F25B 49/00 (2006.01)

H05B 33/08 (2010.01)

G01M 3/20 (2006.01)

G01M 3/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.10.2018 E 18200669 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020 EP 3486583**

54 Título: **Circuito de refrigeración con protección contra fugas**

30 Prioridad:

16.11.2017 DE 102017126957

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

10.03.2021

73 Titular/es:

**VAILLANT GMBH (100.0%)
Berghauser Strasse 40
42859 Remscheid, DE**

72 Inventor/es:

**LINGK, TOBIAS;
SPAHN, HANS-JOSEF y
SZUDER, THOMAS-FRIEDRICH**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 811 055 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

Circuito de refrigeración con protección contra fugas

La invención se refiere a condiciones irregulares en circuitos de refrigeración, en los que un fluido de trabajo que actúa como refrigerante se conduce en un ciclo termodinámico, como por ejemplo el ciclo Clausius-Rankine. Principalmente esto son bombas de calor, instalaciones de climatización y equipos de refrigeración, como son comunes en los edificios residenciales. Bajo edificios residenciales se entienden a este respecto casas privadas, complejos de casas de alquiler, hospitales, instalaciones hoteleras, restauración y edificios residenciales y comerciales combinados y establecimientos industriales, en los que las personas viven y trabajan permanentemente, en contraste con dispositivos móviles como instalaciones de climatización de camiones o cajas de transporte, plantas industriales o equipos de tecnología médica. Es común a estos ciclos que generan calor útil o frío útil usando energía y forman sistemas de transferencia de calor. La invención se refiere a un dispositivo para la realización segura un ciclo termodinámico de Clausius-Rankine de giro a la izquierda por medio de un fluido de trabajo inflamable.

Los ciclos termodinámicos utilizados se conocen desde hace tiempo, al igual que los problemas de seguridad que pueden surgir al usar fluidos de trabajo adecuados. Aparte del agua, los fluidos de trabajo más conocidos de entonces son inflamables y tóxicos. En el siglo pasado, condujeron al desarrollo de refrigerantes de seguridad, que estaban hechos hidrocarburos fluorados. Sin embargo, se demostró que estos refrigerantes de seguridad dañan la capa de ozono, conducen al calentamiento global y que su inocuidad técnica respecto a la seguridad condujo a una falta de atención constructiva. Hasta el 70 % de las ventas se atribuyeron a la necesidad de rellenar las instalaciones no estancas y sus pérdidas por fugas, lo que se aceptó siempre y cuando esto se percibiera como económicamente justificable en el caso individual y promoviera la necesidad de reposición.

Por esta razón, el uso de estos refrigerantes ha estado sujeto a restricciones, por ejemplo, en la Unión Europea a través del Reglamento de gases fluorados (UE) 517/2014.

Por lo tanto, es extremadamente problemático, por un lado, adoptar los principios constructivos para procesos termodinámicos que conducen refrigerantes, que aparentemente han demostrado su valía adecuadamente en el caso de refrigerantes de seguridad y, por otro lado, añadirlos a los conceptos de instalación del tiempo antes de la introducción de los refrigerantes de seguridad. Esto también se debe al hecho de que entretanto a partir de equipos individuales se han convertido en instalaciones complejas, lo que ha multiplicado el número de posibilidades de averías y sus consecuencias. De este modo se producen, a modo de ejemplo, los siguientes requisitos en el concepto de seguridad:

- En funcionamiento normal, la instalación debe ser absolutamente estanca.
- El fluido de trabajo no debe entrar en el circuito de calefacción útil o refrigeración útil acoplado ni en el caso de una fuga en el condensador ni en el caso de una fuga en el fluidificador.
- Ningún fluido de trabajo debe poder escapar del ciclo de refrigeración sin ser notado.
- El fluido de trabajo en el compresor no debe escapar debido al almacenamiento.
- En el sistema de expansión, el fluido de trabajo no se debe difundir a través del asiento de la válvula ni provocar fugas debido a la cavitación.
- Las partes encapsuladas deben permanecer accesibles para fines de mantenimiento y control.
- No pueden surgir peligros en casos de emergencia.
- La instalación tiene poderse integrar en las dependencias presentes.
- El refrigerante tiene que poderse purgar e introducir.

El concepto de caso de emergencia se debe ver ampliamente. Son concebibles cortes de corriente, terremotos, deslizamientos de tierra, inundaciones, incendios, errores técnicos y condiciones climáticas extremas. Si las instalaciones se hacen funcionar en una red, una caída de la red o una perturbación de la red también se debe considerar como un caso de emergencia. El dispositivo debe ser inherentemente seguro contra tales peligros o perturbaciones. Sin embargo, una caída de la energía primaria disponible también puede justificar un caso de emergencia y no debe tener como consecuencia un desarrollo de peligro. Todos casos de emergencias también pueden ocurrir de forma combinada.

En este caso, las distintas formas constructivas y casos de aplicación para tales ciclos termodinámicos se deben tener en cuenta por separado, por ejemplo, los siguientes para instalaciones estacionarias para edificios residenciales:

- frigoríficos domésticos,
- congeladores domésticos,

- secadoras domésticas,
- combinaciones de frigorífico - congelador domésticas,
- cámaras frigoríficas para hostelería y restauración,
- cámaras congeladoras para hostelería y restauración,
- 5 - instalación de climatización para el hogar, hostelería y restauración,
- generación de agua caliente para hogar, hostelería y restauración,
- calefacción para el hogar, hostelería y restauración,
- instalaciones de piscina y sauna para el hogar, hostelería y restauración,
- instalaciones combinadas para las aplicaciones mencionadas anteriormente,
- 10 donde esta lista no es completa.

La energía para el funcionamiento de las instalaciones, incluida la energía térmica a mover, puede provenir de distintas fuentes:

- energía geotérmica de acumuladores de energía geotérmica,
- calor geotérmico,
- 15 - calefacción urbana,
- energía eléctrica del suministro de corriente general,
- energía solar eléctrica,
- calor solar,
- calor residual,
- 20 - acumulador de agua caliente,
- acumulador de hielo,
- acumulador de calor latente,
- fuentes de energía fósiles como el gas natural, petróleo, carbón,
- materias primas renovables como madera, pellets, biogás,
- 25 - combinaciones de las fuentes de energía mencionadas anteriormente,

donde esta lista tampoco es completa.

Los problemas que surgen en el diseño de seguridad de tales instalaciones se describen de forma gráfica en el documento WO 2015/032905 A1. El límite inferior de ignición del propano como fluido de trabajo se sitúa aproximadamente en 1,7 por ciento en volumen en aire, lo que corresponde a 38 g/m³ en aire. Si el proceso de refrigeración se lleva a cabo en un espacio circundante, cerrado herméticamente, pero lleno de aire con el propano del fluido de trabajo, se plantea el problema de detectar una situación crítica, explosiva después de una perturbación, en la que el fluido de trabajo sale a espacio cerrado herméticamente. Los sensores eléctricos para el reconocimiento de concentraciones críticas son difíciles de realizar a prueba de explosiones, por lo que la detección de propano por los propios sensores aumenta considerablemente el riesgo de explosión, con la excepción de los sensores infrarrojos.

30 El propano también es tóxico, cuando se inhala por encima de una concentración de aproximadamente 2 g/m³ surgen efectos narcóticos, dolores de cabeza y náuseas. Esto afecta a las personas que deben resolver un problema reconocido *in situ* antes de que exista riesgo de explosión.

35

El propano también es más pesado que el aire, por lo que cae al suelo con aire tranquilo y se acumula allí. Si una parte del propano se acumula en una zona de baja circulación del espacio cerrado en el que se sitúa el grupo defectuoso, los límites locales de explosión se pueden alcanzar esencialmente más rápido que el cociente del volumen total de espacio respecto a la cantidad de propano que ha salido. El documento WO 2015/032905 A1 busca resolver este problema integrándose un generador de corriente eléctrica en la apertura o su enclavamiento de este espacio y, en el caso de su accionamiento, en un primer paso genera y proporciona la energía eléctrica con la que se activa el sensor, y que no libera el enclavamiento en caso de alarma, sino que provoca una ventilación del espacio cerrado y solo permite un desenclavamiento y abertura en un segundo paso.

40

45

- Desde el comienzo de la tecnología de las máquinas de refrigeración por compresión, se intentó formar un espacio cerrado en la que los equipamientos en aparatos se pudieran acomodar de manera segura y que los envolviese por completo. El documento DE-PS 553 295 describe una máquina de refrigeración por compresión encapsulada, en la que el compresor de refrigerante 1, su motor de accionamiento 2, evaporador 3, condensador 4 y válvula de regulación 5 están encerrados en una cápsula de doble pared 6 y 7. Se crea una depresión en el espacio intermedio entre la cápsula de doble pared y se aspiran las fugas que pueden aparecer en los pasas para agua fría y la salmuera. El fluido de trabajo aspirado se puede recuperar eventualmente a continuación. A este respecto, cabe señalar que no hay aire ambiente dentro del espacio encapsulado y que tampoco puede penetrar en el espacio interior encapsulado debido a la depresión en la doble envolvente.
- El documento EP 3 106 780 A1 describe una instalación de bomba de calor que está alojado en una carcasa estanca, revestida con un aglutinante. Una unidad de adsorción con ventilación forzada, que limpia el aire en la carcasa en modo de recirculación, puede estar dispuesta dentro de esta carcasa. Este modo de recirculación se puede llevar a cabo de manera continua o solo en caso de perturbación o a intervalos regulares. Un quemador piloto, una llama piloto, un quemador catalítico o un cable calefactor también pueden estar dispuestos aguas abajo de esta etapa de sorción, que eventualmente quema las impurezas combustibles restantes. También es concebible un suministro de aire fresco en conexión con la descarga de aire de escape limpiado.
- El documento US 2005/0126264 A1 describe un equipo a operar manualmente para detectar fugas, que presenta un cabezal sensor con sensores. Estos sensores también pueden enviar y recibir pulsos de luz, por ejemplo, en el rango UV. Los sensores sirven principalmente para el reconocimiento de propiedades químicas de las sustancias que salen de las fugas.
- El documento US 2011/0146801 A1 describe un dispositivo para inyectar aditivos en un sistema cerrado por medio de una conexión de servicio en la sección de alta presión de una bomba de calor, una instalación de climatización o un congelador. Los aditivos pueden servir para hacer visibles los puntos de salida de las fugas.
- Además, el documento DE 195 25 064 C1 describe un dispositivo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 para llevar a cabo de manera segura un ciclo termodinámico de Clausius-Rankine de giro a la izquierda por medio de un fluido de trabajo inflamable.
- Sin embargo, los sistemas conocidos no son capaces de reconocer e informar del lugar exacto de una fuga, ni remediar la fuga de forma independiente. El objetivo de la invención es, por lo tanto, poner a disposición un dispositivo que sea adecuado para reconocer el lugar exacto de una fuga. Debe informar esto e idealmente remediar la fuga de forma independiente.
- La invención resuelve el objetivo mediante un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1. Es un dispositivo para la realización segura de un ciclo termodinámico de Clausius-Rankine de giro a la izquierda por medio de un fluido de trabajo inflamable, que en estado gaseoso es más pesado que el aire en condiciones atmosféricas y se guía en una circulación de fluido de trabajo cerrada, herméticamente estanca, que presenta
- al menos un compresor para el fluido de trabajo,
 - al menos un dispositivo de expansión para el fluido de trabajo,
 - al menos dos intercambiadores de calor para el fluido de trabajo, con respectivamente al menos dos conexiones para fluidos caloportadores,
 - una carcasa estanca que comprende todos los dispositivos conectados a la circulación de fluido de trabajo cerrada y puede comprender otros dispositivos,
 - donde con lo que un líquido fluorescente bajo luz UV o una sal finamente dispersa fluorescente bajo luz UV se mezcla con el fluido de trabajo,
 - una pluralidad de fuentes de luz que emiten luz UV está colocada en el interior de la carcasa,
 - en el interior de la carcasa está colocado al menos un chip CCD, que detecta la luz fluorescente y que posee un filtro UV,
 - el chip CCD emite una señal cuando reconoce luz fluorescente e indica la dirección de la que proviene esta señal, y
 - Una pluralidad de espejos está dispuesta en el espacio interior de la carcasa, de tal manera que la luz fluorescente, que se vuelve visible en el caso de fugas, se refleja en el chip CCD.
- Aquí, como fluidos caloportadores se pueden entender todos los medios gaseosos o líquidos con los que se transmite calor, es decir, aire, agua, salmuera, aceites caloportadores o similares. La mezcla del líquido fluorescente bajo luz UV o la sal finamente dispersa fluorescente bajo luz UV se puede efectuar de forma continua o una vez durante el llenado.

- De este modo se logra que, en un pequeño punto de fuga, además del fluido de trabajo también sale de un líquido fluorescente bajo luz UV o una sal fluorescente finamente dispersa bajo luz UV desde este punto de fuga. Mientras el fluido de trabajo se vuelve gaseoso en las condiciones del espacio interior de la carcasa, el líquido fluorescente o la sal fluorescente permanecen en el punto de fuga. Esto se estimula para brillar por las fuentes de luz, que generalmente son LED. Este brillo se reconoce por el chip CCD, con lo cual se infiere una fuga.
- En este caso se debe atender a que la luz UV irradiada no presente componentes de luz visible que puedan causar una señal falsa en el chip CCD. Eventualmente, el chip CCD debe estar provisto de filtros de color correspondientes, que filtran la luz emitida por las fuentes de luz UV y que no corresponde al espectro de frecuencia de la fluorescencia deseada.
- Los medios que pueden servir como líquidos o sales fluorescentes son bien conocidos en el estado de la técnica y se pueden obtener comercialmente para fluidos de trabajo inflamables, como por ejemplo, propano o R290. Por ejemplo, se puede utilizar fluoresceína o su sal de sodio uranina, que brilla de color verde intenso cuando se excita con rayos UV.
- Las configuraciones de la invención se refieren al chip CCD. Debido a los precios favorables entretanto, también se pueden usar varios de estos chips CCD. A diferencia de las cámaras digitales habituales en el mercado, estos no deben generar imágenes nítidas, sino determinar el origen de la luz fluorescente. En este caso se depende de que cada ángulo, cada tubo, cada conexión de tubos y cada componente que conduce el fluido de trabajo se observe desde todos los lados y en ningún lugar invisible y oculto puedan aparecer fugas de forma desapercibida.
- Por esta razón, el chip CCD presenta un objetivo gran angular sin diafragma, que permite una visión panorámica, que es preferentemente una lente gran angular o el llamado ojo de pez. El chip está configurado como un ojo compuesto, como es adquirible en el mercado en microlentes. De esta manera, es posible que se pueda asignar un cierto píxel del chip CCD a cada ángulo sólido, de esta manera se sabe de dónde proviene la señal de luz que indica una fuga. Por consiguiente, en primer lugar solo se pueden detectar rastros de luz que llegan en el camino directo al chip CCD.
- Otros perfeccionamientos de las invenciones se refieren a los medios para hacer también detectables los rastros de luz restantes. Para detectar también fugas que están ocultas por otros dispositivos de aparatos o que se sitúan en lados posteriores o lados inferiores, se disponen una pluralidad de espejos en el espacio interior, que dirigen dichos rastros de luz hacia el chip CCD. En muchos casos es razonable usar para ello espejos curvos como espejos cóncavos o espejos parabólicos. A partir del cálculo de la trayectoria del haz se puede inferir luego indirectamente los puntos de fuga correspondientes.
- Se puede lograr un aumento en la precisión si dos trazas de luz de la misma fuente de luz siempre golpean respectivamente en el chip CCD a través de diferentes espejos y se puede realizar un ajuste o corrección de error de esta manera. El mismo efecto también se puede lograr mediante el uso de varios chips CCD, no obstante, estos son más caros que los espejos.
- En otra configuración de la invención está previsto que después del chip CCD se conecte una unidad de evaluación, que a partir de las señales luminosas de los píxeles individuales determine los lugares en los que se produce la fluorescencia, y transmita estos lugares a una unidad de control que eventualmente desencadene una alarma o medidas de seguridad.
- Una de estas medidas de seguridad es agregar un agente obturador al fluido de trabajo para cerrar fugas pequeñas. Para ello se prevé que el agente obturador se mantenga en un recipiente separado que está conectado al circuito de fluido de trabajo a través de una conexión excitable y se pueda introducir por esclusa automáticamente en el circuito de fluido de trabajo de manera controlada. El dispositivo se puede realizar de acuerdo con el documento EP 2 918 987 A1, donde el pistón 40 allí representado se puede sustituir por un cilindro hidráulico excitable. El titular de la patente del documento EP 2 918 987 A1 Errecom también ofrece un agente obturador aprobado para R290 bajo el nombre comercial "Extreme White", que se puede usar aquí.
- En el caso de que se reconozca una pequeña fuga, se da la señal de suministrar automáticamente el agente obturador y luego examinar si la fuga existe acto seguido.
- La invención se explicará ahora con más detalle mediante la figura 1.
- Muestra un esquema de principio de un circuito de refrigeración 1 con un compresor 2, un condensador 3, una reducción de presión 4 y un evaporador 5 en una carcasa cerrada 6. La carcasa 6 dispone de una conexión de fuente de calor 7, un flujo de fuente de calor 8, un flujo de disipador de calor 9 y una conexión de disipador de calor 10. En este ejemplo, el circuito de refrigeración 1 funciona con el propano de fluido de trabajo inflamable, que también se conoce bajo la designación R290, al que se mezcla un líquido que es fluorescente bajo luz UV, como fluoresceína, o una sal finamente dispersa fluorescente bajo luz UV, como la uranina.
- Los LED UV 11 iluminan el espacio interior de la carcasa con luz UV. Esta iluminación se puede realizar de forma continua o durante intervalos de tiempo predefinidos. Si el fluido de trabajo sale en un punto de fuga 12, el agente fluorescente, que permanece en contraste con el propano que se evapora, provoca una señal luminosa 13 debido a

la excitación UV. Esta señal luminosa 13 se dirige a través de los espejos 14 al chip CCD 15, cuyos píxeles expuestos indican los dos ángulos sólidos de los que procede la señal luminosa. A partir de esto, la unidad de evaluación 16, que dispone de las coordenadas y la orientación de los espejos, calcula el lugar de la fuga y el tamaño supuesto.

- 5 Si se trata de una fuga pequeña, se suministra agente obturador al fluido de trabajo mediante la adición del agente obturador 17 y se examina después de un corto espacio de tiempo si la fuga se ha obturado con éxito.

Lista de referencias

- 1 Circuito de refrigeración
- 2 Compresor
- 3 Condensador
- 10 4 Reducción de la presión
- 5 Evaporador
- 6 Carcasa
- 7 Conexión de fuente de calor
- 8 Flujo de fuente de calor
- 15 9 Flujo de disipador de calor
- 10 Conexión de disipador de calor
- 11 LED UV
- 12 Punto de fuga
- 13 Señal luminosa
- 20 14 Espejo
- 15 Chip CCD
- 16 Unidad de evaluación
- 17 Adición de agente obturador

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para la realización segura de un ciclo termodinámico de Clausius-Rankine de giro a la izquierda (1) por medio de un fluido de trabajo inflamable, con un fluido de trabajo inflamable que es más pesado que el aire en estado gaseoso en condiciones atmosféricas, con una circulación de fluido de trabajo cerrada, herméticamente estanca, que presenta
- al menos un compresor (2) para el fluido de trabajo,
 - al menos un dispositivo de expansión (4) para el fluido de trabajo, y
 - al menos dos intercambiadores de calor (3, 5) para el fluido de trabajo, con respectivamente al menos dos conexiones (7, 8, 9, 10) para fluidos caloportadores, y con
- 10 - una carcasa estanca (6) que comprende todos los dispositivos conectados a la circulación de fluido de trabajo cerrada y puede comprender otros dispositivos,
- caracterizado por que
- un líquido fluorescente bajo luz UV o una sal finamente dispersa fluorescente bajo luz UV se mezcla con el fluido de trabajo,
- 15 - una pluralidad de fuentes de luz (11) que emiten luz UV están colocadas en el interior de la carcasa,
- en el interior de la carcasa está colocado al menos un chip CCD (15), que detecta la luz fluorescente y que posee un filtro UV,
 - el chip CCD emite una señal cuando reconoce luz fluorescente e indica la dirección de la que proviene esta señal, y
- 20 - una pluralidad de espejos (14) está dispuesta en el espacio interior de la carcasa (6), de tal manera que la luz fluorescente, que se vuelve visible en el caso de fugas, se refleja en el chip CCD (15), donde el dispositivo comprende la pluralidad de fuentes de luz (11) que emiten luz UV, el al menos un chip CCD (15) y la pluralidad de espejos (14).
- 25 2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el chip CCD (15) dispone de un objetivo gran angular sin diafragma, que permite una vista panorámica.
3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el chip CCD (15) dispone de un ojo compuesto que permite una vista panorámica.
4. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 o 3, caracterizado por que a cada píxel del chip CCD (15) se le asigna cada vez un ángulo sólido.
- 30 5. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que como una pluralidad de espejos (14) se usan espejos curvos, cuyo punto focal está dirigido hacia el chip CCD (15).
6. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 5, caracterizado por que cada lugar en el que se puede producir una fuga se lanza al chip CCD (15) por respectivamente al menos dos espejos (14).
- 35 7. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que después del chip CCD (15) se conecta una unidad de evaluación (16), que a partir de las señales luminosas de los píxeles individuales determina los lugares en los que se produce la fluorescencia, y transmite estos lugares a una unidad de control que eventualmente desencadena una alarma o medidas de seguridad.
8. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que se añade un agente obturador al fluido de trabajo para cerrar pequeñas fugas.
- 40 9. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que el agente obturador se mantiene en un recipiente separado que está conectado al circuito de fluido de trabajo a través de una conexión excitable y se puede introducir por esclusa automáticamente en el circuito de fluido de trabajo de manera controlada.

