



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 329 323**

⑫ Número de solicitud: 200650078

⑬ Int. Cl.:
F25B 9/00 (2006.01)

⑭

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

⑮ Fecha de presentación: **02.05.2005**

⑯ Prioridad: **18.05.2004 US 10/847,342**

⑰ Fecha de publicación de la solicitud: **24.11.2009**

Fecha de la concesión: **25.05.2010**

⑲ Fecha de anuncio de la concesión: **08.06.2010**

⑳ Fecha de publicación del folleto de la patente:
08.06.2010

㉑ Titular/es: **PRAXAIR TECHNOLOGY, Inc.**
39 Old Ridgebury Road
Danbury, Connecticut 06810-5113, US

㉒ Inventor/es: **Arman, Bayram;**
Volk, James Joseph;
Richards, Steve A.;
Ahmed, Mushtaq y
Acharya, Arun

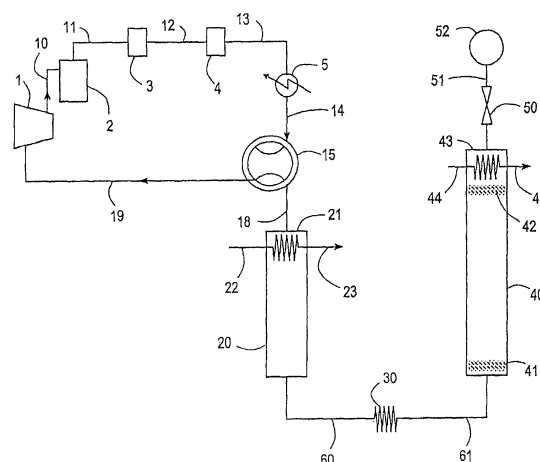
㉓ Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

㉔ Título: **Operación de un refrigerador criogénico usando una monitorización de contaminantes en línea.**

㉕ Resumen:

Operación de un refrigerador criogénico usando una monitorización de contaminantes en línea.

Un método para operar un refrigerador criogénico que proporciona la oportunidad de intervenir a tiempo, antes de que se produzca el fallo, mejorando de este modo la fiabilidad de la provisión de la refrigeración, en el que se monitoriza la concentración de contaminante aguas abajo de un compresor (1) pero aguas arriba del refrigerador criogénico, y se utiliza la velocidad de cambio de la concentración de contaminantes para calcular el momento de dar el servicio.



ES 2 329 323 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 40.2.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Operación de un refrigerador criogénico usando una monitorización de contaminantes en línea.

5 Campo técnico

Esta invención se refiere generalmente a la refrigeración a baja temperatura o criogénica y, más particularmente, al funcionamiento de un refrigerador criogénico.

10 Técnica anterior

Los refrigeradores criogénicos se emplean para generar refrigeración y para proporcionar esa refrigeración para aplicaciones tales como la superconductividad a alta temperatura, y las imágenes por resonancia magnética. El fallo del refrigerador criogénico puede tener unas consecuencias graves para tales sistemas de aplicación. Es deseable por tanto operar a un refrigerador criogénico de manera que se evite el fallo del refrigerador criogénico mientras esté en línea.

Por consiguiente, es un objeto de esta invención proporcionar un método para operar un refrigerador criogénico de manera que se reduzca o elimine la probabilidad del fallo del refrigerador criogénico mientras esté en línea y proporciona una refrigeración crítica a una aplicación tal como un sistema de imágenes por resonancia magnética o una aplicación de superconductividad a alta temperatura.

Resumen de la invención

Se alcanzan el anterior y otros objetos, que resultarán obvios para los expertos en la técnica al leer esta descripción, mediante la presente invención, la cual es:

Un método para operar un refrigerador criogénico que comprende:

(A) comprimir un gas de trabajo usando un compresor y hacer pasar el gas de trabajo a un refrigerador criogénico que tiene un regenerador en comunicación de flujo con un tubo amortiguador térmico;

(B) monitorizar la concentración de contaminantes del gas de trabajo entre el compresor y el regenerador del refrigerador criogénico para determinar la velocidad de cambio de la concentración de contaminantes en el gas de trabajo;

(C) emplear el valor determinado de la velocidad de cambio de la concentración de contaminantes en el gas de trabajo para calcular un tiempo de servicio; y

(D) dar servicio al refrigerador criogénico si el tiempo de servicio calculado es menor que un valor predeterminado.

Tal como se usa aquí, el término “contaminante” significa uno o varios de los siguientes: dióxido de carbono, monóxido de carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, argón, hidrocarburo(s), y humedad.

Tal como se usa aquí, el término “tiempo de servicio” significa el tiempo remanente antes de que la formación de contaminante(s) dentro de un refrigerador criogénico degrade el funcionamiento del refrigerador criogénico de tal manera que la refrigeración que se genera por el refrigerador criogénico esté por debajo de un mínimo predeterminado.

Tal como se usa aquí, el término “regenerador” significa un dispositivo térmico en forma de una masa o medio poroso distribuido, tal como esferas, mallas apiladas, hojas metálicas perforadas, y dispositivos análogos, con buena capacidad térmica para enfriar el gas caliente que llega y para calentar el gas frío que retorna a través de una transferencia de calor indirecta con la masa porosa distribuida.

Tal como se usa aquí, el término “tubo amortiguador térmico” significa un componente del refrigerador criogénico separado del regenerador y próximo al intercambiador de calor frío y que presenta un rango de temperaturas desde la más fría a la temperatura de rechazo de calor más caliente para esa etapa.

Tal como se usa aquí, el término “intercambio de calor indirecto” significa la aportación de fluidos a la relación de intercambio de calor sin contacto físico o entremezclado alguno de los fluidos entre sí.

Tal como se usa aquí, el término “intercambio de calor directo” significa la transferencia de refrigeración mediante el contacto de las entidades de refrigeración y de calentamiento.

Tal como se usa aquí, el término “válvula de modulación de frecuencia” significa una válvula o sistema de válvulas que genera una presión oscilante y un flujo de masas a una frecuencia deseada.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una representación esquemática de una realización preferida de un sistema de refrigerador criogénico que se puede emplear en la práctica de esta invención.

La Figura 2 es un gráfico de contaminantes de línea de base, que muestra la disminución del nivel de contaminantes dentro del fluido de trabajo en el extremo caliente a partir de su nivel inicial debido a la congelación de alguno de los contaminantes.

Las Figuras 3 a 6 son gráficos que representan el nivel de contaminantes con el tiempo en diferentes circunstancias del refrigerador criogénico.

La Figura 7 muestra el efecto de la migración de contaminantes al intercambiador de calor frío y finalmente al enderezador de flujo en el extremo frío del tubo amortiguador del refrigerador criogénico.

Descripción detallada

En general, la invención es un método para operar un refrigerador criogénico usando la monitorización en línea de la contaminación del gas de trabajo aguas abajo del generador de onda de presión pero aguas arriba del regenerador como una herramienta de diagnóstico para proporcionar un aviso anticipado del fallo de un refrigerador criogénico antes de que se comprometa el funcionamiento de la aplicación que recibe la refrigeración del refrigerador criogénico.

La Figura 1 ilustra una realización preferida de un refrigerador criogénico que se beneficiará de la práctica de esta invención. Haciendo referencia a continuación a la Figura 1, el gas de trabajo del refrigerador criogénico, tal como helio, neón, argón, y mezclas de los mismos, siendo preferible el helio, es comprimido en un compresor 1, el cual puede ser lubricado por aceite. El gas de trabajo comprimido, si procediera de un compresor lubricado por aceite, se hace pasar por la línea 10 al filtro o filtros coalescente(s) 2 que forma(n) parte del tren de eliminación de aceite, el cual incluye también el separador por adsorción 3 y el filtro de ultrafinos 4. El gas de trabajo comprimido pasa del filtro coalescente 2 al separador por adsorción 3 de la línea 11, y desde el separador por adsorción 3 al filtro de ultrafinos (4) de la línea 12.

El filtro coalescente 2 elimina las gotitas y la niebla de aceite, y el lecho del separador por adsorción 3 elimina el vapor de aceite. El filtro de ultrafinos (4) elimina todas las micropartículas remanentes y la niebla de aceite extrafina. Al término del tren de eliminación de aceite, las impurezas relacionadas con el aceite o nivel de contaminación del gas de trabajo en la línea 13 será inferior a 1 ppbv. Los materiales típicos para el lecho 3 por adsorción podrían ser una zeolita, un carbono activo y alúmina. El calor de la compresión se elimina del gas de trabajo en un postenfriador 5, el cual puede situarse en cualquier lugar entre la válvula 15 de modulación de frecuencia y la línea 11 de descarga del compresor. La válvula 15 de modulación de frecuencia conecta la descarga 14 limpia o aspiración 19 del compresor con la línea 18 para producir las oscilaciones necesarias a fin de impulsar la cabeza fría. La válvula es accionada por un sistema motorizado (no representado). La frecuencia de funcionamiento del puede ser hasta el intervalo de 50 a 60 hertzios, aunque típicamente es inferior a 30 hertzios, preferiblemente inferior a 10 hertzios, y más preferiblemente inferior a 5 hertzios.

El gas de trabajo pulsatorio aplica un impulso al extremo caliente del regenerador 20 con lo cual genera un gas de trabajo oscilante e inicia la primera parte de la secuencia del tubo de impulsos. El gas de trabajo caliente comprimido es enfriado, preferentemente por intercambio de calor indirecto con el fluido 22 de transferencia de calor en el intercambiador de calor 21, para producir un fluido de transferencia de calor calentado en la corriente 23 y para enfriar el gas de trabajo comprimido de la compresión de calor. Los ejemplos de fluidos útiles como fluido 22, 23 de transferencia de calor en la práctica de esta invención incluyen agua, aire, etilenglicol y análogos.

El regenerador 20 contiene unos medios de regenerador o transferencia de calor. Los ejemplos de medios de transferencia de calor adecuados en la práctica de esta invención incluyen bolas de acero, malla de alambre, estructuras de colmena de alta densidad, metales expandidos, bolas de plomo, cobre y sus aleaciones, complejos de elemento(s) de tierras raras y metales de transición. El gas de trabajo pulsatorio u oscilante es enfriado en el regenerador 20 por intercambio de calor directo con el medio frío del regenerador para producir un gas de trabajo frío de tubo de impulso.

El tubo 40 amortiguador térmico y el regenerador 20 están en comunicación de flujo. La comunicación de flujo incluye el intercambiador de calor 30 frío. El gas de trabajo frío pasa por la línea 60 al intercambiador de calor 30 frío y por la línea 61 desde el intercambiador de calor 30 frío. Al extremo frío del tubo 40 de amortiguador térmico. Dentro del intercambiador de calor 30 frío, el gas de trabajo frío es calentado por intercambio de calor indirecto con una carga de refrigeración, proporcionando de esta manera refrigeración a la carga de refrigeración. No se ilustra este intercambio de calor con la carga de refrigeración. Un ejemplo de carga de refrigeración es para el uso en un sistema de imágenes por resonancia magnética. Otro ejemplo de carga de refrigeración es para el uso en superconductividad a alta temperatura.

Se hace pasar el gas de trabajo desde el regenerador 20 al tubo 40 amortiguador térmico en el extremo frío. Preferiblemente, como se ilustra en la Figura 1, el tubo 40 amortiguador térmico tiene un enderezador 41 de flujo en su extremo frío y un enderezador 42 de flujo en su extremo caliente. Conforme pasa el gas de trabajo al interior

ES 2 329 323 B2

del tubo 40 amortiguador térmico comprime el gas del tubo amortiguador térmico y empuja algo del gas a través del intercambiador de calor 43 y del orificio 50 por la línea 51 al depósito 52. El flujo se detiene cuando las presiones, tanto en el tubo amortiguador térmico como en el depósito, se igualan. El tubo del amortiguador térmico puede tener un flotador mecánico para facilitar el bombeo de calor del intercambiador de calor frío al caliente, tal como en los refrigeradores criogénicos de Glifford, McMahon y Stirling.

Se hace pasar el fluido refrigerante 44 al intercambiador de calor 43 donde es calentado o vaporizado por intercambio de calor indirecto con el gas de trabajo, sirviendo de este modo como un disipador de calor para enfriar el gas de trabajo comprimido. El fluido refrigerante calentado o vaporizado resultante es retirado del intercambiador de calor 43 en la corriente 45. Preferiblemente, el fluido refrigerante 44 es agua, aire, etilenglicol o análogos.

En el punto de baja presión de la secuencia pulsatoria, el gas de trabajo dentro del tubo amortiguador térmico se expande y por tanto se enfría, y se invierte el flujo desde el depósito 52, ahora a una presión relativamente más alta, al tubo 40 amortiguador térmico. El gas de trabajo frío es empujado al intercambiador de calor 30 frío y de vuelta al extremo caliente del regenerador mientras proporciona refrigeración al intercambiador de calor 30 y refrigeración al medio de transferencia de calor del regenerador para la siguiente secuencia pulsatoria. El orificio 50 y el depósito 52 se emplean para mantener las ondas de presión y de flujo en la fase adecuada, de manera que el tubo amortiguador térmico genere refrigeración neta durante los ciclos de compresión y expansión en el extremo frío del tubo 40 de amortiguador térmico. Otros medios para mantener las ondas de presión y de flujo en fase que se pueden usar en la práctica de esta invención incluyen tubo y orificio de intersección, expansionador, alternador lineal, disposiciones de fuelles, y una línea de recuperación de trabajo conectada de vuelta al compresor con un supresor de flujo de masa. En la secuencia de expansión, el gas de trabajo se expande para producir un gas de trabajo en el extremo frío del tubo 40 amortiguador térmico. El gas expandido invierte su dirección de tal manera que fluye desde el tubo amortiguador térmico hacia el regenerador 20. El gas a una presión relativamente más alta en el depósito fluye a través de la válvula 50 al extremo caliente del tubo 40 amortiguador térmico. En resumen, el tubo 40 amortiguador térmico. Rechaza el resto del trabajo de presión volumen generado por el sistema de compresión y de modulación de frecuencia como calor al intercambiador de calor 43.

El gas de trabajo expandido que emerge del intercambiador de calor 30 se hace pasar por la línea 60 al regenerador 20 donde entra directamente en contacto con el regenerador para producir el medio de transferencia de calor antes mencionado, con lo cual completa la segunda parte de la secuencia de refrigeración del refrigerador criogénico y pone el regenerador en condiciones para la primera parte de una secuencia de refrigeración del refrigerador criogénico subsiguiente. El gas pulsatorio del regenerador 20 pasa de vuelta a la válvula 15 y por el conducto 19 de aspiración al compresor 1.

Las prestaciones del refrigerador criogénico se pueden degradar con el tiempo debido a la contaminación del gas de trabajo y a la congelación de los contaminantes dentro del refrigerador criogénico. La monitorización de la concentración de contaminantes dentro del refrigerador criogénico no sirve porque los contaminantes se congelarán saliendo del gas de trabajo dentro del refrigerador criogénico. Esta invención implica el reconocimiento de que la monitorización válida de la concentración de contaminantes tiene lugar aguas arriba del regenerador del refrigerador criogénico, y además, la velocidad de cambio de la concentración de contaminantes, no meramente la concentración de contaminantes, permite determinar con precisión un tiempo de servicio para asegurarse una intervención a tiempo y dar servicio al refrigerador criogénico antes de que falle el refrigerador criogénico en proporcionar la refrigeración mínima necesaria para la aplicación.

La concentración de contaminantes se monitoriza después del filtro final, es decir, aguas abajo del filtro 4 en el sistema ilustrado en la Figura 1, pero aguas arriba del regenerador. La monitorización de la concentración de contaminantes puede estar entre el filtro 4 y la válvula 15 de modulación de frecuencia, o puede estar entre la válvula 15 de modulación de frecuencia y el regenerador 20. Se podría monitorizar todos los contaminantes usando un cromatógrafo de gases o un detector de infrarrojos adecuado. Por ejemplo, los resultados de un cromatógrafo de gases calibrado proporcionarían unos niveles de contaminación cuantitativos. Las técnicas de detección por infrarrojos y de detección catalítica se podrían usar para determinar los niveles de hidrocarburos y de hidrógeno. Se podría medir los niveles de oxígeno por métodos electrolíticos. También se podría usar técnicas de detección por infrarrojos para las mediciones de dióxido de carbono y de humedad. Se puede medir la humedad también por un transductor capacitivo y por técnicas electroquímicas.

La invención utiliza las tendencias del nivel de contaminantes como un instrumento de diagnóstico. La refrigeración disponible de un sistema de refrigerador criogénico se degrada con el tiempo. La velocidad de degradación podría ser diferente en función de las causas en juego. Se espera que los refrigeradores criogénicos tengan refrigerantes en (a) forma de vapor, (b) gotitas de líquido y (c) forma de partículas. Los dispositivos contadores de partículas podrían medir los niveles de partículas y de gotitas de líquido dentro del fluido de trabajo. Las especies de vapor tales como los gases del aire atmosférico, el hidrógeno y los hidrocarburos se miden usando dispositivos que utilizan diversas técnicas tales como la electroquímica, los cromatógrafos de gases, los infrarrojos, etc. En la mayoría de las técnicas se pierde la muestra de gas de trabajo ensayada, de tal manera que las mediciones deben ser de manera intermitente.

Si no existe contaminante nuevo alguno que entre en el refrigerador criogénico, disminuirá el nivel de contaminantes dentro del fluido de trabajo en el extremo caliente a partir de su nivel inicial debido a la congelación de alguno de los contaminantes, lo cual se representan en forma gráfica en la Figura 2 -esto se podría denominar gráfico de

contaminantes de línea de base. Cualquier aumento en el nivel de contaminantes en cualquier momento dado a partir de esta tendencia impactaría de forma negativa en la vida útil del refrigerador criogénico y en sus prestaciones. Por ejemplo, si el nivel de contaminantes es considerablemente más alto para un refrigerador criogénico recién cargado, se puede evacuar y recargar el refrigerador criogénico. Si los niveles de contaminación iniciales son comparables al caso de línea de base, entonces no es necesaria acción alguna.

Supongamos que el refrigerador criogénico bajo su carga de diseño funciona a una temperatura T_c y la temperatura máxima que se podría tolerar para el funcionamiento de un sistema de superconductividad fuera T_h ; entonces se puede definir que la ventana de funcionamiento del refrigerador criogénico está entre T_c y T_h .

En un refrigerador criogénico, conforme disminuye el nivel de contaminantes dentro del fluido de trabajo, es decir congelándose los contaminantes existentes como se muestra en la Figura 3, la temperatura del refrigerador criogénico tenderá a aumentar. Se puede establecer una correlación entre el nivel de contaminantes y la temperatura para predecir el tiempo de servicio, $\Delta t_{\text{service}}$, de la manera siguiente:

Para un tiempo t dado designado como t^* , es decir, para $t = t^*$, tenemos:

$$T^* = T_c + 0,20 * (T_h - T_c)$$

en la que T^* es la temperatura máxima permisible del refrigerador criogénico en el tiempo t^* ; T_c es la temperatura el refrigerador criogénico bajo su carga de diseño, T_h es la temperatura máxima tolerable para el funcionamiento de un sistema de superconductividad, y el factor 0,20 es un factor de seguridad que expresa que el aumento de temperatura desde T_c hasta T_h nunca pueda ser superior a un determinado porcentaje, establecido en este caso como un 20% (por ejemplo).

Entonces, cuando la temperatura del intercambiador de calor frío aumenta en un cierto porcentaje de la ventana de temperaturas admisibles (según este ejemplo, el 20%), entonces existirán tres posibles tendencias de los niveles de contaminación, es decir, tres posibilidades para la velocidad de cambio de la concentración de contaminantes (" dC ") con el tiempo (" dt "), o lo que es lo mismo dC/dt :

Caso I: $dC/dt = 0$

Caso II: $dC/dt < 0$

Caso III: $dC/dt > 0$

Para el caso I casi todos los contaminantes están ya congelados y así se espera que este refrigerador criogénico dé sus prestaciones durante un intervalo de tiempo indefinido. Para el caso II, los contaminantes todavía se están congelando y así se espera que las prestaciones del refrigerador criogénico se deterioren adicionalmente. Para el caso III, existe una nueva contaminación que se está introduciendo en el refrigerador criogénico, y se debería dar servicio al refrigerador criogénico rápidamente.

Uno de los principales problemas con los actuales refrigeradores criogénicos accionados por compresores en baño de aceite es el fallo del sistema de separación de aceite. Si el aceite en forma de partículas o de vapores de hidrocarburos pasa el sistema de separación de aceite, entonces aumenta el nivel de contaminantes o permanece a un nivel elevado, como se verá a continuación. Si un contaminante rompiera el sistema pasando a través del mismo y se introdujera todavía, el gráfico del nivel de contaminantes puede mostrar las tendencias siguientes en el caso de que se introduzca un contaminante adicional en el sistema en un momento t_1 , y el nivel continuara aumentando (Figura 5) o se estabilizase en la asíntota superior (Figura 4). Si este fuera el caso, entonces se podría esperar que el refrigerador criogénico fallara en algún momento. Se podría deducir el valor de la acumulación de contaminantes dentro de la cabeza fría usando la velocidad inicial de aumento de contaminantes en el momento t_1 , en el cual se introducen en el sistema contaminantes adicionales. Esta velocidad inicial se puede expresar como:

Tasa inicial de aumento =

$$\left\langle \frac{dm}{dt} \right\rangle_{\text{initial}}$$

donde " m " es el nivel de contaminantes, y por tanto dm/dt es la velocidad de cambio del nivel de contaminantes con el tiempo. Usando los datos históricos de los refrigeradores criogénicos en servicio, se puede determinar el nivel total de: contaminantes permisible, que viene representado por $m_{\text{Total Allowed}}$. Entonces, el tiempo de servicio previsto $\Delta t_{\text{service}}$ puede calcularse dividiendo $m_{\text{Total Allowed}}$ por $\langle dm/dt \rangle_{\text{initial}}$, dando lugar a la siguiente fórmula:

$$\Delta t_{\text{service}} = \frac{m_{\text{Total Allowed}}}{\left\langle \frac{dm}{dt} \right\rangle_{\text{initial}}}$$

ES 2 329 323 B2

Si éste tiempo de servicio es inferior a un valor predeterminado, el refrigerador criogénico debe ser intervenido inmediatamente.

Por otro lado, si un contaminante perforara el sistema pasando a través del mismo en una ocasión y no se introdujera de manera continua, el gráfico del nivel de contaminantes puede mostrar la tendencia siguiente a un aumento a partir de su línea de base en un momento t_1 y a un descenso subsiguiente a una asíntota inferior (Figura 6). En este caso, no se requiere acción alguna.

Se puede usar el nivel de contaminantes en el fluido de trabajo como una instrumento de diagnóstico conjuntamente con la temperatura de refrigeración. La acumulación de contaminantes afectará adversamente a esta temperatura como se muestra en la Figura 7, que muestra el efecto de la migración de contaminantes desde el extremo frío del regenerador (1) al intercambiador de calor frío (2) y finalmente al enderezador de flujo (3) en el extremo frío del tubo amortiguador del refrigerador criogénico. La velocidad del cambio de temperatura promediada a lo largo del tiempo será diferente para los distintos emplazamientos y cantidades de contaminantes que se congelan.

Aunque se ha descrito la invención en detalle haciendo referencia a algunas realizaciones preferidas, los expertos en la técnica reconocerán que existen otras realizaciones de la invención dentro del espíritu y del objeto de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para operar un refrigerador criogénico que comprende:

(A) comprimir un gas de trabajo usando un compresor y hacer pasar el gas de trabajo a un refrigerador criogénico que tiene un regenerador en comunicación de flujo con un tubo amortiguador térmico;

(B) monitorizar la concentración de contaminantes del gas de trabajo entre el compresor y el regenerador del refrigerador criogénico para determinar la velocidad de cambio de la concentración de contaminantes en el gas de trabajo;

(C) emplear el valor determinado de la velocidad de cambio de la concentración de contaminantes en el gas de trabajo para calcular un tiempo de servicio; y

(D) dar servicio al refrigerador criogénico si el tiempo de servicio calculado es menor que un valor predeterminado.

2. El método de la reivindicación 1, en el que el gas de trabajo pasa a través de una válvula de modulación de frecuencia entre el compresor y el regenerador, y la monitorización de la concentración de contaminantes tiene lugar entre el compresor y la válvula de modulación de frecuencia.

3. El método de la reivindicación 1, en el que el gas de trabajo pasa a través de una válvula de modulación de frecuencia entre el compresor y el regenerador, y la monitorización de la concentración de contaminantes tiene lugar entre la válvula de modulación de frecuencia y el regenerador.

4. El método de la reivindicación 1, en el que el gas de trabajo pasa a través de un filtro entre el compresor y el regenerador, y la monitorización de la concentración de contaminantes tiene lugar entre el filtro y el regenerador.

5. El método de la reivindicación 1, en el que el gas de trabajo pasa a través de un filtro y una válvula de modulación de frecuencia entre el compresor y el regenerador, y la monitorización de la concentración de contaminantes tiene lugar entre el filtro y la válvula de modulación de frecuencia.

6. El método de la reivindicación 1, en el que el gas de trabajo pasa a través de una pluralidad de filtros entre el compresor y el regenerador, y la monitorización de la concentración de contaminantes tiene lugar después de la pluralidad de filtros.

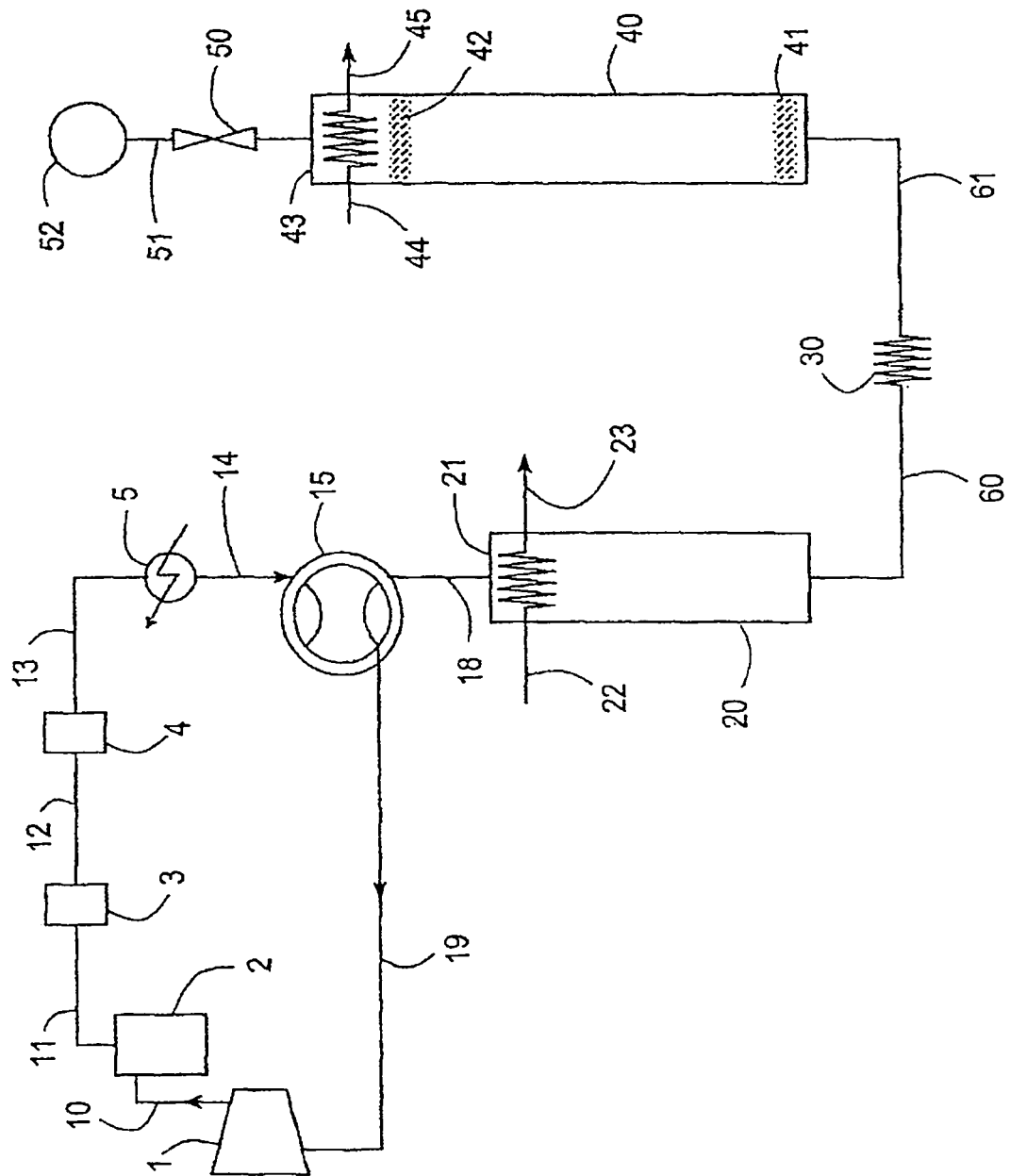


FIGURA 1

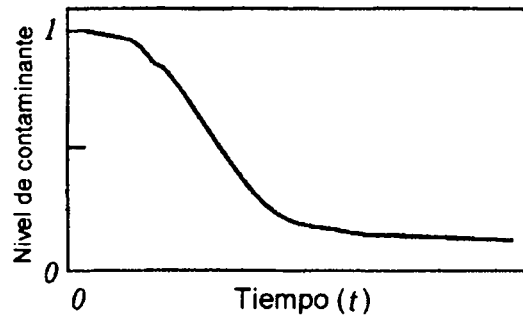


Figura 2

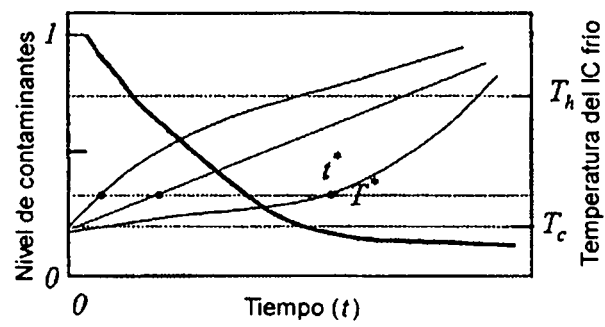


Figura 3

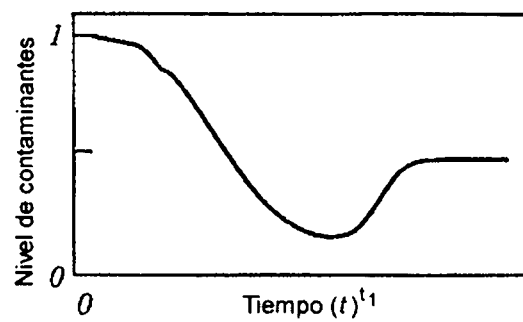


Figura 4

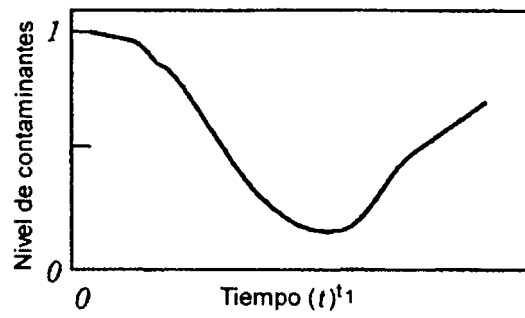


Figura 5

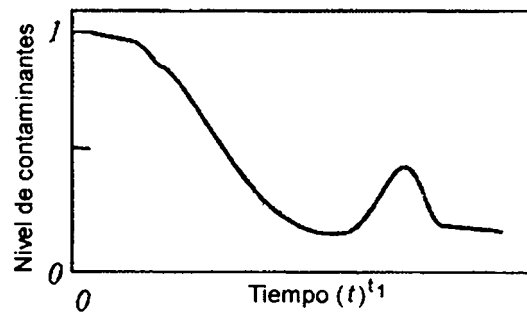


Figura 6

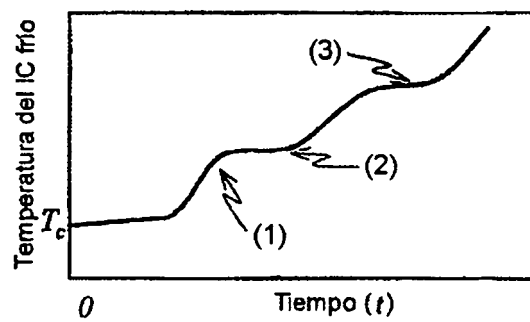


Figura 7



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 329 323

⑫ Nº de solicitud: 200650078

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: **02.05.2005**

⑭ Fecha de prioridad: **18.05.2004**

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: **F25B 9/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑯ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 3793846 A (DEHNE et al.) 26.02.1974, todo el documento.	1
A	EP 1026755 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 09.08.2000, todo el documento.	1
A	US 5806328 A (MUSTON et al.) 15.09.1998, todo el documento.	1
A	US 4872316 A (BROWNE et al.) 10.10.1989, todo el documento.	1
A	US 4417451 A (SPAUSCHUS et al.) 29.11.1983, todo el documento.	1

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

20.10.2009

Examinador

D. Herrera Alados

Página

1/4

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

F25B

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

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 20.10.2009

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-6	SÍ
	Reivindicaciones		NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-6	SÍ
	Reivindicaciones		NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de **aplicación industrial**. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión:

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como ha sido publicada.

1. Documentos considerados:

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 3793846 A	26.02.1974
D02	EP 1026755 A1	09.08.2000
D03	US 5806328 A	15.09.1998
D04	US 4872316 A	10.10.1989
D05	US 4417451 A	29.11.1983

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Ninguno de los documentos citados describe un método para operar un refrigerado criogénico en el que se monitorice la variación de la concentración de los contaminantes de un gas de trabajo para calcular el tiempo de servicio del refrigerador. No se considera obvio que un experto en la materia conciba dicho método a partir de los documentos citados D01-D05, tomados solos o en combinación. Por tanto, la invención reivindicada en las reivindicaciones 1 a 6 es nueva, implica actividad inventiva y tiene aplicación industrial (Art. 8 y 9 de la Ley de Patentes 11/86).