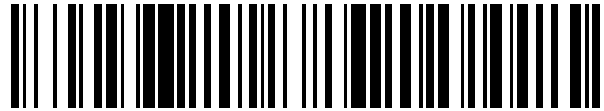


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 669 032**

51 Int. Cl.:

G05B 23/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.12.2004 PCT/JP2004/018918**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.08.2005 WO05071332**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2004 E 04807276 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.04.2018 EP 1731857**

54 Título: **Dispositivo de diagnóstico de dispositivo**

30 Prioridad:

21.01.2004 JP 2004013165

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

23.05.2018

73 Titular/es:

**MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA (100.0%)
7-3, Marunouchi 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8310, JP**

72 Inventor/es:

**YAMASHITA, KOJI;
TOYOSHIMA, MASAKI y
NAKATA, HIROSHI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 669 032 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de diagnóstico de dispositivo

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a una tecnología concerniente a un diagnóstico de fallo o monitorización de equipos o dispositivos, tales como un compresor, un circuito de fluido, un soplador de aire, etc. para un aparato de ciclo de refrigeración para su uso en una unidad de refrigeración o acondicionador de aire.

Antecedentes de la técnica

10 Como diagnóstico de fallo para la máquina de acondicionador de aire, se ha ofrecido una tecnología para diagnóstico de fallo en la que se toman los datos de control de un sensor, un valor establecido, y una señal anormal, etc. y una secuencia de condiciones de operación para cada fallo se memoriza en un microordenador, junto con los datos de operación de presión y temperatura. Consulte el documento de patente 1. Por otra parte, se han hecho frecuentemente muchos intentos que emplean la distancia de Mahalanobis implicada en un método de análisis multivariado para diagnosticar el fallo. Anteriormente, la señal de un sensor de vibración se comparaba con la señal en el tiempo normal. Consulte el documento de patente 2. Recientemente, un síntoma de deterioro se detecta usando varios tipos de sensores. Consulte el documento de patente 3.

15 En el aparato de ciclo de refrigeración convencional como se describe en el documento de patente 4, un depósito de líquido (tanque de recepción de líquido) y un tanque auxiliar se comunican a través de un tubo de comunicación para hacer que el refrigerante líquido del depósito de líquido esté al mismo nivel que el del tanque auxiliar, por lo que se detecta el nivel de líquido por un sensor de nivel de tipo flotador instalado en el tanque auxiliar, y una fuga de refrigerante se detecta dependiendo de si el nivel de líquido detectado del depósito de líquido está o no por encima de un nivel de líquido normal preestablecido.

20 También, en el aparato de ciclo de refrigeración convencional como se describe en el documento de patente 5, una mirilla (vista de flujo) está unida a una línea de drenaje de líquido que se extiende desde la parte inferior del depósito de líquido (tanque receptor), y la luz se proyecta desde un emisor de luz al líquido refrigerante que fluye a través de la mirilla y se recibe por un receptor de luz, por lo cual una burbuja de aire mezclada en el líquido refrigerante, esto es, una fuga de refrigerante, se detecta, en base al nivel de una señal detectada por el receptor de luz.

A partir del documento JP 04-128610 A, se conoce un motor diesel que utiliza la distancia de Mahalanobis con el fin de determinar anomalías.

30 El documento US 6.101.820 A se refiere a un método de diagnóstico de un bucle de acondicionador de aire de un vehículo a motor. El documento US 5.987.903 describe las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Documento de patente 1: JP-A-2-110242 (Fig. 4 a 11)

Documento de patente 2: JP-A-59-68643 (columnas superior izquierda a superior derecha en la página 23)

Documento de patente 3: JP-A-2000-259222 (Fig. 3 a 9)

Documento de patente 4: JP-A-10-103820 (reivindicación 1, Fig. 1, 2 y 4)

35 Documento de patente 5: JP-A-6-185839 (reivindicación 1, Fig. 1 y 3)

Descripción de la invención

40 Con el intento convencional de diagnóstico de fallo en el que se toman datos de control de un sensor, un valor establecido y una señal anormal y se diagnostica la condición de operación de cada fallo con los datos operacionales, tales como presión y temperatura, había un problema de que la precisión era mala, aunque se podía evaluar la condición extremadamente anormal. Por ejemplo, si el valor medido excede un valor límite de tolerancia preestablecido, se puede activar una señal anormal desde unos medios de advertencia, pero un cambio diminuto y compuesto de datos en el aparato de ciclo de refrigeración general no se podía captar debido a que solamente se observaba el umbral para datos de operación específicos, por lo que la posible anomalía no se podía detectar en el momento de un síntoma de fallo.

45 También, si se mejora la precisión, se requiere que se tomen muchos datos, y la evaluación se hace bajo varias condiciones, por lo que los costes se aumentan debido no solamente al sensor, sino también a una capacidad aumentada de microordenador o un cambio del microordenador cada vez que se cambia el equipo objeto. Dado que el umbral para la determinación de fallo se decidía en base a los valores de diseño o la prueba de una máquina específica, llevaba mucho tiempo tomar esta decisión, y las diferencias individuales de la máquina real no se podían considerar, por lo que había posibilidad de error de detección.

También, incluso si se empleaba una técnica del análisis multivariado, la evaluación para el umbral era insuficiente o era necesaria una gran cantidad de datos para las medidas, por lo que no se podían poner en uso práctico. Además, dado que no se podía especificar la causa del fallo, no era posible responder inmediatamente a la monitorización y mantenimiento del fallo.

5 También, el aparato de ciclo de refrigeración convencional tenía un problema de que el aparato era muy caro, debido a que se requería medir el nivel de líquido de un depósito de líquido o la burbuja de aire mezclada en el líquido refrigerante fluyendo fuera del depósito de líquido, esto es, instalar un sensor especial para datos específicos.

10 También, el aparato de ciclo de refrigeración convencional tenía otro problema de que reequipar el aparato de ciclo de refrigeración existente era difícil porque estaba ensamblado con el aparato un sensor especial para los datos necesarios.

15 También, el aparato de ciclo de refrigeración convencional tenía otro problema de que no se podía detectar una fuga de refrigerante antes de que la cantidad de fuga de refrigerante alcanzase el límite capaz de mantener la potencia de refrigeración normal, por lo que la fuga de refrigerante no se descubría en la etapa temprana, y no se tomaba ninguna medida antes del límite.

También, el aparato de ciclo de refrigeración convencional tenía otro problema de que no era posible discriminar entre la fuga de refrigerante y otras anomalías, porque la fuga de refrigerante se detectaba en base a datos específicos.

20 Es un objeto de la invención permitir la detección de fallo en la etapa temprana en base a las cantidades de estado operadas que implican al aparato global tal como el ciclo de refrigeración además del equipo, por ejemplo, una unidad de compresor. También es otro objeto de la invención proporcionar un producto practicable que absorba las diferencias individuales de la máquina real en la determinación de fallo, es fácil establecer el umbral, y utilizable para todo fácilmente en cualquier lugar y en cualquier momento. También, es un objeto adicional de la invención proporcionar una técnica para especificar la causa de fallo en la determinación de fallo con alta precisión y fiabilidad.

25 Además, es otro objeto de un ejemplo comparativo proporcionar un aparato de ciclo de refrigeración barato y fiable o una técnica de diagnóstico o monitorización capaz de detectar la anomalía en el ciclo de refrigeración tal como fuga de refrigerante solamente con la información de medios de medición de la temperatura general y medios de medición de presión. También, es otro objeto de un ejemplo comparativo proporcionar un aparato de ciclo de refrigeración o una técnica de diagnóstico o monitorización que se pueda aplicar fácilmente al aparato de ciclo de refrigeración existente.

30 También, es otro objeto de un ejemplo comparativo proporcionar un aparato de ciclo de refrigeración o una técnica de diagnóstico o monitorización capaz de detectar la anomalía en la etapa temprana discriminando cada anomalía tal como el ciclo de refrigeración empleando la correlación entre dos o más datos, en el que la anomalía se puede pronosticar en la práctica.

35 Medios para resolver los problemas

40 Un dispositivo de diagnóstico de equipo de la presente invención comprende medios de instrumento para medir una pluralidad de cantidades de instrumentación para el equipo que succiona y descarga el fluido, medios aritméticos para realizar la operación aritmética sobre la correlación entre la pluralidad de cantidades de instrumentación que se miden, y medios de almacenamiento de cantidad de estado normal para almacenar las cantidades de estado que incluyen al menos la correlación operada entre la pluralidad de cantidades de instrumentación como las cantidades de estado en la condición normal del equipo, las cantidades de estado que son valores aritméticos tales como un valor medio obtenido de las cantidades de instrumentación medidas cuando la operación se evalúa que es normal, en donde las cantidades de estado de la condición anormal se obtienen haciendo la operación aritmética de las cantidades de estado de la condición normal almacenadas en los medios de almacenamiento de cantidad de estado normal.

45 También, un dispositivo de diagnóstico de equipo de la invención comprende medios de instrumento para medir una pluralidad de cantidades de instrumentación para el equipo que succiona y que descarga el fluido, medios aritméticos para realizar la operación aritmética sobre la correlación entre la pluralidad de cantidades de instrumentación que se miden, medios de almacenamiento de cantidad de estado para almacenar las cantidades de estado, incluyendo al menos la correlación operada entre la pluralidad de cantidades de instrumentación como las cantidades de estado en la condición normal del equipo, las cantidades de estado que son valores aritméticos tales como un valor medio obtenido a partir de las cantidades de instrumentación medidas cuando la operación se evalúa que es normal, o almacenar las cantidades de estado incluyendo al menos la correlación entre la pluralidad de cantidades de instrumentación operadas por los medios aritméticos a partir de la pluralidad de cantidades de instrumentación medidas cuando el equipo se evalúa como la condición anormal o se establece para lograr la condición anormal como las cantidades de estado en la condición anormal del equipo, y medios de evaluación para inferir la extensión o causa de la anomalía si se evalúa que la condición de operación actual no es el estado normal comparando las cantidades de estado actual incluyendo al menos la cantidad de estado en la cual los

medios aritméticos hacen la operación aritmética en la correlación entre la pluralidad de cantidades de instrumentación para el fluido como las variables durante la operación actual del equipo y al menos una de las cantidades de estado del estado normal y las cantidades de estado del estado anormal que se almacenan en los medios de almacenamiento de cantidad de estado.

5 Un aparato de ciclo de refrigeración de un ejemplo comparativo comprende un ciclo de refrigeración formado conectando un compresor, un condensador, medios de expansión y un evaporador a través de una tubería, y fluyendo un refrigerante a través del interior de la misma, medios de medición del lado de alta presión que son medios de medición de alta presión para medir la alta presión de una presión de refrigerante en cualquier posición en un paso de flujo que conduce desde el lado de descarga del compresor a los medios de expansión o medios de medición de la temperatura de condensación para medir la temperatura de saturación a la alta presión, medios de medición del lado de baja presión que son medios de medición de baja presión para medir la baja presión que es la presión del refrigerante en cualquier posición en el paso de flujo que se conduce desde los medios de expansión al lado de succión del compresor o medios de medición de la temperatura de evaporación para medir la temperatura de saturación a la baja presión, medios de medición de la temperatura del refrigerante que son medios de medición de la temperatura del líquido para medir de la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo que se conduce desde el condensador a los medios de expansión, medios de medición de la temperatura de descarga para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo que se conduce desde el compresor al condensador, o medios de medición de la temperatura de succión para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo que se conduce desde el evaporador al compresor, medios aritméticos para realizar la operación aritmética sobre las variables compuestas a partir de los valores medidos de los medios de medición del lado de alta presión, los medios de medición del lado de baja presión y los medios de medición de la temperatura del refrigerante, y medios de evaluación para evaluar la anormalidad del ciclo de refrigeración en base al resultado de la comparación comparando los valores almacenados en el pasado y los valores medidos actuales o valores aritméticos, así como el almacenamiento de cada uno de los valores medidos o los valores aritméticos.

25 Un aparato de ciclo de refrigeración de un ejemplo comparativo comprende un ciclo de refrigeración formado conectando un compresor, un condensador, medios de expansión y un evaporador a través de una tubería y haciendo fluir un refrigerante a través del interior de la misma, medios de almacenamiento de cantidad de estado normal para almacenar, como las cantidades de estado de una condición de operación normal, las cantidades de estado que incluyen al menos la cantidad de estado obtenida haciendo la operación aritmética sobre la correlación entre una pluralidad de valores medidos como una pluralidad de variables cuando el ciclo de refrigeración está operando normalmente, medios de almacenamiento de cantidad de estado anormal para almacenar, como las cantidades de estado de una condición de operación anormal, las cantidades de estado que incluyen al menos la cantidad de estado obtenida haciendo la operación aritmética sobre la correlación entre la pluralidad de valores medidos como la pluralidad de variables cuando hay una anormalidad en el ciclo de refrigeración, medios de comparación para comparar las distancias entre las cantidades de estado de operación actual que incluyen al menos la cantidad de estado obtenida haciendo la operación aritmética sobre la correlación entre la pluralidad de valores medidos en la condición de operación actual de dicho ciclo de refrigeración como la pluralidad de variables y la pluralidad de cantidades de estado almacenadas en los medios de almacenamiento de cantidad de estado normal o la pluralidad de cantidades de estado almacenadas en los medios de cantidades de estado anormal, y medios de evaluación para evaluar un grado de normalidad, un grado de anormalidad o una causa de anormalidad del ciclo de refrigeración a partir de las distancias comparadas por los medios de comparación o un cambio en la distancia.

Un aparato de ciclo de refrigeración de un ejemplo comparativo comprende un ciclo de refrigeración formado conectando un compresor, un condensador, medios de expansión y un evaporador a través de una tubería y haciendo fluir un refrigerante a través del interior de la misma, medios de medición del lado de alta presión que son medios de medición de alta presión para medir la alta presión de una presión de refrigerante en cualquier posición en un paso de flujo que conduce desde el lado de descarga del compresor a los medios de expansión o medios de medición de la temperatura de condensación para medir la temperatura de saturación a la alta presión, medios de medición del lado de baja presión que son medios de medición de baja presión para medir la baja presión que es una presión de refrigerante en cualquier posición en el paso de flujo que se conduce desde los medios de expansión al lado de succión del compresor o medios de medición de la temperatura de evaporación para medir la temperatura de saturación a la baja presión, medios de medición de la temperatura del refrigerante que son medios de medición de la temperatura del líquido para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo que se conduce desde el condensador a los medios de expansión, medios de medición de la temperatura de descarga para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo que se conduce desde el compresor hasta el condensador, o medios de medición de la temperatura de succión para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo que se conduce desde el evaporador al compresor, medios de evaluación para evaluar la anormalidad del ciclo de refrigeración incluyendo una fuga de refrigerante almacenando los valores medidos de cada medio de medición o los valores aritméticos calculados a partir de los valores medidos, y comparar los valores almacenados y los valores medidos actuales o los valores aritméticos, y medios de salida para emitir la información de fuga de refrigerante en preferencia a otras anomalías del ciclo de refrigeración, cuando se evalúa la fuga de refrigerante.

Un método de diagnóstico de circuito de fluido de un ejemplo comparativo incluye un paso de medición para medir una pluralidad de cantidades de medición a partir de las cantidades físicas de un fluido que fluye a través de un circuito en el equipo que succiona y que descarga el fluido, un paso de operación aritmética para hacer la operación

aritmética sobre un agregado en el que una pluralidad de parámetros obtenidos a partir de los datos medidos se combinan como una pluralidad de variables y se asocian entre sí para calcular el resultado de la operación aritmética, y un paso de evaluación para evaluar si el fluido está o no en la condición de operación normal comparando el resultado de la operación aritmética con un umbral establecido.

5 Un método de diagnóstico de circuito de fluido de un ejemplo comparativo incluye un paso de medición para medir una pluralidad de cantidades de medición a partir de las cantidades físicas de un fluido en el equipo que succiona y que descarga el fluido que circula a través del circuito de fluido, un paso de operación aritmética para hacer la operación aritmética sobre un agregado en el que una pluralidad de parámetros obtenidos de las cantidades de medición que se miden se combinan como una pluralidad de variables y se asocian entre sí para calcular el resultado de la operación aritmética, y un paso de vista previa de fallo para suponer el tiempo transcurrido antes de que el fluido dentro del circuito de fluido llegue a ser anormal a partir de al menos uno del resultado de la operación aritmética en el tiempo de operación normal y el resultado de la operación aritmética en el tiempo de operación anormal, los resultados de la operación aritmética que se almacenan, y el tiempo de operación transcurrido.

15 Un método de diagnóstico de circuito de fluido de un ejemplo comparativo incluye un paso de medición para medir una pluralidad de cantidades de medición a partir de las cantidades físicas de un fluido en el equipo que succiona y que descarga el fluido que circula a través de un circuito de fluido, un paso de operación aritmética para hacer la operación aritmética sobre un agregado en el que una pluralidad de parámetros obtenidos a partir de dichas cantidades de medición que se miden se combinan como una pluralidad de variables y se asocian entre sí para calcular el resultado de la operación aritmética, y un paso de vista previa de fallo para suponer el tiempo transcurrido antes de que el fluido dentro de dicho circuito de fluido llegue a ser anormal a partir de al menos uno del resultado de la operación aritmética en el tiempo de operación normal y el resultado de la operación aritmética en el tiempo de operación anormal, los resultados de la operación aritmética que se almacenan, y el tiempo de operación transcurrido.

25 Un sistema de monitorización de ciclo de refrigeración de un ejemplo comparativo comprende un sistema de monitorización de equipo para monitorizar la condición de operación del equipo durante la operación con un dispositivo de diagnóstico de equipo, en donde al menos una de las cantidades de instrumentación medidas por el dispositivo de diagnóstico de equipo, los valores aritméticos obtenidos por la operación aritmética, y el resultado de la evaluación en cuanto a si el equipo está o no en la condición de operación normal comparando los valores aritméticos con un umbral establecido se transmite a través de una línea de comunicación o la comunicación de radio a un aparato de monitorización remoto para monitorizar la condición de operación del equipo.

35 Un sistema de monitorización de ciclo de refrigeración de un ejemplo comparativo comprende medios de medición del lado de alta presión que son medios de medición de alta presión para medir la alta presión de una presión de refrigerante en cualquier posición en un paso de flujo que conduce desde el lado de descarga de un compresor a medios de expansión en un aparato de ciclo de refrigeración que constituye un ciclo de refrigeración conectando el compresor, un condensador, los medios de expansión y un evaporador a través de una tubería y haciendo fluir un refrigerante a través del interior de la misma o medios de medición de la temperatura de condensación para medir la temperatura de saturación a la alta presión, medios de medición del lado de baja presión que son medios de medición de baja presión para medir la baja presión que es una presión de refrigerante en cualquier posición en el paso de flujo que se conduce desde los medios de expansión al lado de succión del compresor o medios de medición de la temperatura de evaporación para medir la temperatura de saturación a la baja presión, medios de medición de la temperatura del refrigerante que son medios de medición de la temperatura del líquido para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo que se conduce desde el condensador a los medios de expansión, medios de medición de la temperatura de descarga para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo que se conduce desde el compresor al condensador, o medios de medición de la temperatura de succión para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo que se conduce desde el evaporador al compresor, medios aritméticos para adquirir las variables compuestas a partir de los valores medidos de los medios de medición del lado de alta presión, los medios de medición del lado de baja presión y los medios de medición de la temperatura del refrigerante, medios de almacenamiento para almacenar el valor medido de cada medio de medición y los valores aritméticos tales como las variables compuestas haciendo la operación aritmética sobre los valores medidos, medios de evaluación para evaluar la anomalía del ciclo de refrigeración en base al resultado de la comparación comparando los valores almacenados en el pasado por los medios de almacenamiento y los valores medidos actuales o los valores aritméticos, y los medios de transmisión, formados por cable o radio, para transmitir al menos uno de los valores medidos o los valores aritméticos o el resultado de la evaluación de los medios de evaluación a un aparato de monitorización remota proporcionado en un sitio alejado del aparato de ciclo de refrigeración.

Efecto de la invención

En esta invención, dado que la condición de operación se diagnostica a partir de las cantidades de instrumentación generales del fluido, es posible detectar la anomalía y prever el tiempo de anomalía a través de un diagnóstico simple y seguro. También, la invención proporciona una técnica de diagnóstico precisa y práctica capaz de especificar la causa de fallo. También, con la invención, es posible monitorizar el equipo y la fiabilidad del ciclo de refrigeración.

Breve descripción de los dibujos

- La Fig. 1 es una vista conceptual general de una realización comparativa 1.
- La Fig. 2 es un diagrama de bloques de un aparato de ciclo de refrigeración según una realización comparativa 1.
- 5 La Fig. 3 es un gráfico de Mollier que muestra la acción de un ciclo de refrigeración según la realización comparativa 1.
- La Fig. 4 es un gráfico explicativo para explicar la relación entre la distancia de Mahalanobis y su relación de aparición según la realización comparativa 1.
- La Fig. 5 es un diagrama de flujo para calcular la distancia de Mahalanobis según la realización comparativa 1.
- La Fig. 6 es una vista que muestra el concepto de la distancia de Mahalanobis según la realización comparativa 1.
- 10 La Fig. 7 es una vista que muestra la relación entre el grado de fuga de refrigerante y la distancia de Mahalanobis según la realización comparativa 1.
- La Fig. 8 es un diagrama de flujo de operación según la realización comparativa 1.
- La Fig. 9 es otro diagrama de bloques del aparato de ciclo de refrigeración según la realización comparativa 1.
- 15 La Fig. 10 es una vista explicativa que muestra la transición de tiempo de la distancia de Mahalanobis según la realización comparativa 1.
- La Fig. 11 es otro diagrama de bloques del aparato de ciclo de refrigeración según la realización comparativa 1.
- La Fig. 12 es otro diagrama de bloques del aparato de ciclo de refrigeración según la realización comparativa 1.
- La Fig. 13 es otro diagrama de bloques del aparato de ciclo de refrigeración según la realización comparativa 1
- La Fig. 14 es otro diagrama de bloques del aparato de ciclo de refrigeración según la realización comparativa 1
- 20 La Fig. 15 es otro diagrama de bloques del aparato de ciclo de refrigeración según la realización comparativa 1
- La Fig. 16 es otro diagrama de bloques del aparato de ciclo de refrigeración según la realización comparativa 1
- La Fig. 17 es una vista que muestra la relación entre el espacio de referencia y los espacios anormales según la realización comparativa 1.
- La Fig. 18 es un diagrama de flujo de operación según la realización comparativa 1.
- 25 La Fig. 19 es una vista que muestra los resultados de prueba de fuga de refrigerante según la realización comparativa 1.
- La Fig. 20 es una vista que muestra un método para dividir el espacio de referencia durante un año según la realización comparativa 1.
- La Fig. 21 es otro diagrama de bloques del aparato de ciclo de refrigeración según la realización comparativa 1.
- 30 La Fig. 22 es una vista explicativa que muestra el concepto de la distancia de Mahalanobis para los espacios anormales y el espacio normal según la realización comparativa 1.
- La Fig. 23 es un diagrama de flujo que muestra los contenidos de una nueva función de aprendizaje anormal según la realización comparativa 1.

Explicación de los números de referencia

- 35 1: aparato de ciclo de refrigeración
- 2: microordenador
- 3: línea de teléfono o LAN
- 4: sala de monitorización remota
- 5: ordenador
- 40 6: dispositivo de visualización
- 7: dispositivo de entrada

- 8: lámpara de alarma
- 9: altavoz
- 10: acumulador
- 11: compresor
- 5 12: condensador
- 13: válvula de expansión
- 14: evaporador
- 35: depósito de líquido
- 36: medios de apertura/cierre de paso de flujo
- 10 37: medios de subenfriamiento
- 38: medios de detección de temperatura de tubería de líquido
- 41: medios de recogida de datos
- 45: soplador de aire para condensador
- 48: separador de aceite
- 15 53: oficina
- 54: unidad de alarma
- 55: medios de envío/recepción de datos
- 56: red o línea pública
- 61: medios de detección de temperatura de descarga
- 20 62: medios de detección de temperatura de succión

Realización comparativa 1

Con referencia a las Fig. 1 a 8, se describirá a continuación la configuración de una realización comparativa 1. La Fig. 1 es una vista conceptual general. El número de referencia 1 indica un aparato de ciclo de refrigeración tal como un refrigerador o acondicionador de aire, 2 indica una placa que contiene un circuito de detección para la cantidad de estado de operación del aparato de ciclo de refrigeración 1, una unidad aritmética en el resultado de la detección, un almacenamiento, una unidad de salida a una pantalla de visualización o una lámpara de advertencia, o un componente de envío o recepción de datos al exterior, o un microordenador, 3 indica medios de comunicación para comunicarse con el exterior a través de la línea de teléfono o LAN o por radio, 4 indica una sala de monitorización remota para hacer el control centralizado tal como monitorización y control remoto del aparato de ciclo de refrigeración 1, 5 indica un ordenador que es un medio de monitorización remoto instalado dentro de la sala de monitorización remota 4 y que tiene un visualizador y una función aritmética para transmitir y recibir los datos con el aparato de ciclo de refrigeración 1, 6 indica un dispositivo de visualización tal como un visualizador de cristal líquido provisto en el aparato de ciclo de refrigeración 1, 7 indica un dispositivo de entrada tal como un panel o botón táctil, 8 indica una lámpara de advertencia para informar de una aparición de anomalía, y 9 indica un altavoz para producir el sonido que informa de la aparición de la anomalía. El aparato de ciclo de refrigeración 1 tal como un refrigerador o un acondicionador de aire puede ser el equipo acondicionador de aire instalado en el edificio, un congelador o un sistema de acondicionador de aire instalado en el supermercado o una tienda grande, un aparato de refrigeración/acondicionador de aire para la pequeña tienda, o un acondicionador de aire para cada hogar en viviendas colectivas. La sala de monitorización remota puede monitorizar una pluralidad de instalaciones o una instalación individual. O puede estar conectada a un ordenador de monitorización o a un aparato de monitorización dentro de cada residencia, tal como una vivienda unifamiliar. Aunque el dispositivo de visualización 6, el dispositivo de entrada 7, la lámpara de advertencia 8 y el altavoz 9 están contenidos dentro del aparato de ciclo de refrigeración 1 en la Fig. 1, es natural que la totalidad o parte de ellos se puedan instalar fuera del aparato de ciclo de refrigeración 1, o una parte o la totalidad de ellos pueden no ser proporcionados si se instala cualquier medio alternativo, por ejemplo, un ordenador conectado a través de medios de comunicación 3 al sitio de remoto.

La Fig. 2 es un diagrama de bloques que muestra los detalles del aparato de ciclo de refrigeración 1 como se muestra en la Fig. 1. El número de referencia 11 indica un compresor, 12 indica un condensador, 35 indica un depósito de líquido, 37 indica medios de subenfriamiento, 36 indica medios de apertura/cierre de paso de flujo, 13

indica medios de expansión, y 14 indica un evaporador. Se constituye un ciclo de refrigeración conectándolos a través de una tubería y haciendo fluir un refrigerante a través del interior de la misma. Cada uno del compresor 11, los medios de apertura/cierre de paso de flujo 36, los medios de expansión 13 y el evaporador 14 se proporciona de manera individual o plural. El condensador 12 se instala en una sala de máquinas o en el exterior, y el evaporador 14 está contenido en una vitrina, por ejemplo. El número de referencia 16 son medios de detección de cantidad de instrumentación de refrigerante para detectar la condición del refrigerante tal como presión y temperatura del aparato de ciclo de refrigeración 1, 16a indica medios de detección de alta presión para el refrigerante, 16b indica medios de detección de baja presión para el refrigerante, 38 indica medios de detección de la temperatura de la tubería de líquido, 61 indica medios de detección de la temperatura de descarga para el refrigerante, 62 indica medios de detección de la temperatura de succión para el refrigerante, 41 medios de recogida de datos, 18 indica medios aritméticos para realizar diversas operaciones aritméticas en base al resultado de la detección de los medios de detección de cantidad de estado de refrigerante 16, 19 indica medios de almacenamiento para almacenar el resultado de la operación aritmética en el pasado y el valor de referencia, 20 indica medios de comparación para comparar el resultado de la operación aritmética con el contenido almacenado, 21 indica un medio de evaluación para hacer la evaluación en base al resultado de la comparación, y 22 indica medios de salida para emitir el resultado de la evaluación a los medios de visualización o al sitio remoto. La Fig. 3 es un gráfico de Mollier que representa la acción del ciclo de refrigeración en el aparato de ciclo de refrigeración. En la Fig. 3, el eje transversal representa la entalpía y el eje longitudinal representa la presión, en el que se muestra un ciclo de compresión, condensación, expansión y evaporación donde los signos de referencia (1) a (5) corresponden a los de la Fig. 2. Aunque no se muestra en la Fig. 2, el condensador 12 y el evaporador 14 están provistos de un soplador de aire para enfriamiento. También, el compresor 11 puede ser de tipo espiral, de tipo rotativo, de tipo alternativo o de tipo tornillo, pero la mayoría de los compresores se accionan por un motor (no mostrado) directamente acoplado a un mecanismo de compresión dentro de su alojamiento. Este motor puede ser un motor de inducción que gira a velocidad casi constante mediante una potencia comercial de la fuente de alimentación de AC, o un motor sin escobillas de DC que convierte la potencia comercial en DC, ajusta la frecuencia mediante un inversor, y cambia el número de rotaciones para el compresor. Se aplica un voltaje al motor para accionar este compresor, y una corriente según fluye una carga a través del motor. Los medios de recogida de datos 41 detectan y recogen no solamente las cantidades físicas del fluido, sino también la corriente del motor que acciona el equipo para hacer circular el fluido a través de este aparato de ciclo de refrigeración, esto es, la cantidad de electricidad que acciona los medios de accionamiento del equipo, como los datos.

En la Fig. 2, los medios aritméticos 18 hacen la operación aritmética sobre las variables compuestas, en base a las cantidades de estado tales como la presión y la temperatura de cada parte en el ciclo de refrigeración, en el que las cantidades de estado se detectan por cada medio de detección y se recogen por los medios de recogida de datos 41. Y la información se transporta a los medios de almacenamiento 19 para almacenar los datos pasados y el valor umbral preestablecido, los medios de comparación 20 para comparar el valor actual con los datos almacenados, los medios de evaluación 21 para hacer la evaluación exhaustiva en base al resultado de la comparación, los medios de salida 22 para emitir el resultado de la evaluación, los medios de visualización 6 para mostrar el resultado de la determinación de salida y los medios de monitorización remota 5 para monitorizar la condición de operación en el sitio remoto. En la explicación de las Fig. 1 y 2, un circuito de refrigerante para hacer que el acondicionamiento de aire de calentamiento o enfriamiento haciendo circular el refrigerante y la refrigeración o congelación en el refrigerador o congelador, los sensores para detectar la condición de operación del circuito de refrigerante, un microordenador requerido para el control o la operación aritmética, y las placas se acomodan dentro del aparato de ciclo de refrigeración, en el que se mide la condición de operación y se evalúa a través de la operación aritmética y la comparación. No obstante, aunque la instrumentación de los sensores se proporciona cerca del ciclo de refrigeración, los medios aritméticos 18 y las siguientes piezas se pueden proporcionar en la sala de monitorización remota 4.

Con referencia a la Fig. 2, se describirá a continuación la operación del aparato de ciclo de refrigeración. El refrigerante está encerrado en el circuito de refrigerante del aparato de ciclo de refrigeración 1. El refrigerante se comprime y presuriza por el compresor 11. El refrigerante de alta temperatura y alta presión se enfría y licua por un ventilador de enfriamiento de aire o un sistema de enfriamiento líquido (no mostrado) tal como enfriamiento por agua en el condensador 12 y se reduce en presión y se expande por la válvula de expansión 13 de modo que el refrigerante tenga baja temperatura y baja presión. Además, el refrigerante se evapora en el evaporador 14 mediante intercambio de calor con un ventilador de refrigeración de aire o un medio de calentamiento líquido (no mostrado) tal como agua, y se calienta y gasifica. Y el refrigerante gasificado vuelve al lado de succión del compresor 11, y se transfiere a un proceso de compresión/presurización de nuevo. En este momento, el aire o el líquido que ha intercambiado calor con el refrigerante en el condensador 12 se calienta a la alta temperatura para ser empleado como una fuente de calor para calentar o intercambiar calor con el exterior. El aire o líquido que ha intercambiado calor con el refrigerante en el evaporador 14 se enfría a la baja temperatura para ser empleado como fuente de calor de refrigeración o congelación, o intercambiar calor con el exterior. Los refrigerantes utilizables incluyen refrigerantes naturales tales como dióxido de carbono, hidrocarburo, helio, refrigerantes alternativos como HFC410A y HFC407C, refrigerantes que no contienen cloro y refrigerantes de Freón tales como R22 y R134a usados para productos existentes. El equipo de fluido tal como el compresor para hacer circular el refrigerante puede ser de tipo alternativo, rotativo, de espiral o de tornillo. La determinación de la anomalía en esta invención se

puede implementar no solamente para los nuevos productos sino también para los productos existentes ya colocados en la condición de operación instalando adicionalmente un sensor deficiente más tarde.

La constitución de los medios de recogida de datos 41 a los medios de salida 22, como se muestra en la Fig. 2 está contenida dentro del aparato de ciclo de refrigeración 1 con cada medio construido en la placa. Además, el ordenador 5 dentro de la sala de monitorización remota 4 de la Fig. 1 se puede dotar con las funciones desde los medios aritméticos 18 a los medios de salida 22 para realizar el procesamiento de cada medio. También, tanto el aparato de ciclo de refrigeración 1 como el ordenador 5 dentro de la sala de monitorización remota 4 se puede dotar con las funciones por separado o comúnmente. También, cada uno del aparato de ciclo de refrigeración y el ordenador se pueden dotar con los medios de almacenamiento 19, en los que los datos de los medios de almacenamiento en el aparato de ciclo de refrigeración 1 con menos área de almacenamiento se pueden reescribir sobre los datos correspondientes dentro del ordenador 5 con gran capacidad de almacenamiento. Este método es efectivo cuando se desea emplear datos diferentes dependiendo de la temporada. También, la función de cada medio se puede colocar en el cuerpo principal del aparato de ciclo de refrigeración 1 o la sala de monitorización remota 4, siempre que su función se pueda cumplir. El ordenador 5 se proporciona dentro de la sala de monitorización remota 4 para ser adecuado para la monitorización centralizada de una pluralidad de aparatos. No obstante, cuando se trata el aparato específico, un aparato de monitorización móvil tal como un móvil se puede emplear para que se mueva el reparador para monitorización en cualquier momento, o se puede proporcionar un simple aparato de monitorización dentro del hogar.

Con referencia a la Fig. 2, se describirán a continuación la operación de diagnóstico y la determinación de anomalía del aparato de ciclo de refrigeración. Las cantidades de instrumentación recogidas por cada medio de detección del aparato de ciclo de refrigeración son las cantidades de instrumentación tales como la presión y la temperatura de cada parte para que fluya el refrigerante a través del circuito de refrigerante requerido para captar la condición de operación del ciclo de refrigeración. Se detectan diversos tipos de datos por los medios de detección de cantidad de instrumentación de refrigerante 16, y se recogen mediante los medios de recogida de datos 41. Para captar la condición de operación del ciclo de refrigeración, el aparato de ciclo de refrigeración 1 comprende un ciclo de refrigeración formado conectando el compresor 11, el condensador 12, los medios de expansión 13 y el evaporador 14 a través de la tubería y haciendo fluir el refrigerante a través del interior de un circuito de circulación, medios de medición del lado de alta presión 16a que son medios de medición de alta presión para medir la alta presión de una presión de refrigerante en cualquier posición en el paso de flujo que se conduce desde el lado de descarga del compresor 11 a los medios de expansión 13 en este aparato de ciclo de refrigeración 1 o los medios de medición de la temperatura de condensación para medir la temperatura de saturación en esta alta presión, medios de medición del lado de baja presión 16b que son medios de medición de baja presión para medir la baja presión que es la presión del refrigerante en cualquier posición en el paso de flujo que se conduce desde los medios de expansión 13 al lado de succión del compresor 11 o medios de medición de la temperatura de evaporación para medir la temperatura de saturación a la baja presión, medios de medición de la temperatura del refrigerante que son medios de medición de la temperatura del líquido 38 para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo que se conduce desde el condensador 12 a los medios de expansión 13, medios de medición de la temperatura de descarga 61 para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo que se conduce desde el compresor 11 al condensador 12, o medios de medición de la temperatura de succión 62 para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo que se conduce desde el evaporador 14 al compresor 11, y medios de medición para medir la cantidad física de refrigerante en cada parte, como se muestra en la Fig. 2. Es sencillo emplear estos medios de medición dispuestos normalmente en el ciclo de refrigeración, pero algunos medios de medición se pueden añadir externamente más tarde, según sea necesario.

Las cantidades de estado que indican las características de los datos se pueden obtener aritméticamente a partir de los valores medidos de los medios de medición del lado de alta presión, los medios de medición del lado de baja presión y los medios de medición de la temperatura del refrigerante. Por ejemplo, los medios aritméticos 18 hacen la operación aritmética sobre las variables compuestas, que son valores medidos plurales de cada medio de medición o los valores aritméticos con características obtenidas a partir de las cantidades medidas, por lo que los valores medidos y los valores aritméticos se almacenan en los medios de almacenamiento 19. La anomalía del ciclo de refrigeración se puede evaluar en base al resultado de la comparación para comparar los valores medidos actuales o los valores aritméticos con los valores pasados almacenados en los medios de almacenamiento. La presión se mide empleando un transductor de presión para convertir la presión del refrigerante en una señal eléctrica, y la temperatura se mide empleando medios de detección de temperatura tales como un termistor o un termopar. Las posiciones de medición de presión y temperatura se pueden cambiar o expandir según las características de constitución y operación del ciclo de refrigeración de interés para captar más exactamente la condición de operación de ciclo de refrigeración. La cantidad de estado se mide en ciertos intervalos, por ejemplo, en una unidad de minuto u hora, y la información se pasa a los medios de recogida de datos 41.

La cantidad física de refrigerante se mide por cada medio de medición en un estado asociado con el fluido de refrigerante que fluye a través del circuito de refrigerante que es el circuito de fluido, a partir del cual se recogen los datos, en donde los datos se miden en la misma zona horaria o zona horaria relacionada. Aunque la cantidad de estado se obtiene aritméticamente a partir de datos medidos plurales, la operación aritmética se realiza coordinando los intervalos de medición para tratar cada uno de los datos medidos como el mismo rango, o la operación aritmética

se realiza en intervalos de tiempo regulares. Por consiguiente, la cantidad de estado se obtiene a partir de los datos relacionados.

Un método para combinar datos medidos plurales en las variables compuestas y un método para detectar la anomalía en el equipo tal como el compresor o el sistema tal como el ciclo de refrigeración que emplea las variables compuestas se describirán a continuación. Como método ejemplar para procesar cantidades de instrumentación plurales, generalmente es bien conocida una distancia de Mahalanobis. La distancia de Mahalanobis fue descrita en "Easy multivariable analysis" publicado por Tokyo Tosho, 26 de octubre de 1992, y se emplea en el campo del análisis multivariable. A continuación, se describirá un método para detectar la anomalía en el compresor que emplea la distancia de Mahalanobis. Para la fuga, deterioro o fallo, las cantidades de operación, datos y el fenómeno que aparece en la superficie son más complejos en la etapa anterior, excepto para la etapa final en que la rotura o el cortocircuito de aislamiento aparece claramente en la superficie. Los datos son la combinación de factores complejos, y captados no unitariamente, sino en múltiples dimensiones para simplificar la estructura compleja, por lo cual se emplea el método de análisis multivariable. No obstante, el resultado previsto, por ejemplo, un mal funcionamiento en la etapa temprana no se puede encontrar simplemente empleando el análisis multivariable. Esta invención proporciona una técnica práctica de diagnóstico de la correlación entre las variables.

Suponiendo que el número total de datos medidos que representan la condición de operación del ciclo de refrigeración es m, cada cantidad de instrumentación o cantidad de estado se asigna a la variable X, por lo que se definen m cantidades de estado de operación X1 a Xm. Entonces, en la condición normal de operación como referencia, por ejemplo, la condición en que se instala un acondicionador de aire y se confirma que es normal como resultado de la ejecución de la prueba, o en que se opera el acondicionador de aire alcanzando la capacidad de salida completamente establecida, se recopilan los datos de referencia correspondientes a un total de n (2 o más) combinaciones de las cantidades de estado de operación X1 a Xm.

Y el valor medio m_i y la desviación estándar σ_i (dispersión de datos de referencia) para cada una de X1 a Xm se obtienen a partir de las siguientes expresiones (1) y (2). Donde i es el número de elementos (parámetros), y se establece de 1 a m para indicar el valor correspondiente a X1 a Xm. En la presente memoria, la desviación estándar se obtiene tomando el cuadrado de la diferencia entre cada variable y su valor medio y calculando la raíz cuadrada positiva del valor esperado.

[Expresión numérica 1]

$$m_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{ij} \quad (1)$$

[Expresión numérica 2]

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (X_{ij} - m_i)^2} \quad (2)$$

Entonces, las X1 a Xm originales se normalizan a x1 a xm, empleando el valor medio m_i y la desviación estándar σ_i que son las cantidades de estado calculadas que representan las características, según la siguiente expresión (3). Es decir, la variable se convierte en la variable aleatoria que tiene un valor medio de 0 y una desviación estándar de 1. En la siguiente expresión (3), j es de 1 a n, correspondiente a los n valores medidos.

[Expresión numérica 3]

$$X_{ij} = (X_{ij} - m_i) / \sigma_i \quad (3)$$

Entonces, para analizar las variables con los datos estandarizados en el valor medio de 0 y la desviación estándar de 1, una matriz de varianza/covarianza se define como la correlación de X1 a Xm, esto es, una matriz de correlación R que indica la correlación entre las variables y una matriz inversa R-1 de la matriz de correlación por la siguiente expresión (4). En la expresión (4), k es el número de elementos (parámetros), y se supone m aquí. También, i o p indica el valor de cada elemento y toma el valor de 1 a m.

[Expresión numérica 4]

$$R = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \dots & r_{1k} \\ r_{21} & 1 & \dots & r_{2k} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ r_{k1} & r_{k2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

$$R^{-1} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2k} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{k1} & a_{k2} & \dots & a_{kk} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \dots & r_{1k} \\ r_{21} & 1 & \dots & r_{2k} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ r_{k1} & r_{k2} & \dots & 1 \end{bmatrix}^{-1}$$

$$r_{ip} = r_{pi} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij} x_{pj} \quad (4)$$

Después de tal procesamiento aritmético, la distancia de Mahalanobis es la cantidad de estado que representa la característica se obtiene según la siguiente expresión (5). En la expresión (5), j es de 1 a n, correspondiente a n valores medidos. También, k es el número de elementos (parámetros) y se supone m aquí. También, all a_{kk} son factores de la matriz inversa de la matriz de correlación en la expresión (4). La distancia de Mahalanobis es de alrededor de 1 para los datos de referencia, esto es, en la condición de operación normal, y cae dentro de un intervalo de 4 o menos. No obstante, el valor numérico es mayor en la condición anormal, en la que existe la propiedad que la distancia de Mahalanobis se aumenta dependiendo del grado de anomalía (grado de separación de la condición normal). En la presente memoria, la distancia de Mahalanobis se emplea como la disimilitud o la distancia requerida para el análisis de la agrupación, pero se pueden emplear otros métodos de análisis multivariable tales como un método de la distancia más corta y un método de distancia más larga con la distancia de Euclides estandarizada o la distancia de Minkowski.

[Expresión numérica 5]

$$D_j^2 = \frac{1}{k} (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{kj}) \cdot \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2k} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{k1} & a_{k2} & \dots & a_{kk} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_{1j} \\ x_{2j} \\ \dots \\ x_{kj} \end{bmatrix}$$

$$= \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \sum_{p=1}^k a_{ip} x_{ij} x_{pj} \quad (5)$$

Con referencia a las Fig. 4 y 5, se describirán a continuación el concepto de la distancia de Mahalanobis y el flujo de cálculo. La Fig. 4 es un gráfico que muestra la relación entre la relación de aparición y la distancia de Mahalanobis en la que la distancia de Mahalanobis se toma a lo largo del eje transversal y la relación de aparición se toma a lo largo del eje longitudinal. Como se muestra en la Fig. 4, cuando hay cualquier número de parámetros, se evalúa la relación posicional entre la distancia de Mahalanobis calculada y un grupo de datos de referencia, por lo que se confirma la condición de fallo del aparato de ciclo de refrigeración. Para el grupo de datos de referencia, la distancia de Mahalanobis tiene el valor medio de alrededor de 1, y es 4 o menos en consideración de la dispersión.

La Fig. 5 es un diagrama de flujo de cálculo de la distancia de Mahalanobis. En primer lugar, se establecen el valor medio, la desviación estándar, la matriz inversa de la matriz de correlación y el número de elementos para los datos de referencia (ST1), y se adquieren las cantidades de estado medidas y calculadas durante la operación de ciclo de refrigeración (ST2). Los datos adquiridos se normalizan según la expresión (3) (ST3). Entonces, la distancia de Mahalanobis se establece al valor inicial 0 y los contadores i, j se establecen al valor inicial 1 (ST4). Y la distancia de Mahalanobis D2 se obtiene realizando repetidamente la operación aritmética según la expresión (5) mientras que los contadores i, j se cambian hasta el número k de elementos en ST5 a ST7 y dividiendo el valor integral por el número k de elementos en ST8.

Con referencia a la Fig. 2, se describirá a continuación el diagnóstico de fuga de refrigerante incluyendo la operación del ciclo de refrigeración y un método de inferencia de anomalía. Primero de todo, se describirá la cantidad de

refrigerante dentro del ciclo de refrigeración. Por ejemplo, en una unidad de refrigeración para enfriamiento de una vitrina en el supermercado, la vitrina está instalada en el sala de venta de alimentos, en la que el número, tamaño, tipo y disposición de las vitrinas son diferentes dependiendo de la tienda en que se instalan las vitrinas, y el volumen de contenido del evaporador 14 colocado dentro de la vitrina es variado. También los lugares en que el compresor 11, el condensador 12 y el depósito de líquido 35 se instalan son diferentes dependiendo de la estructura de la tienda. Por ejemplo, la vitrina se puede instalar en la parte posterior de la sala de venta de alimentos, o en el techo, por lo que la longitud de una tubería que conecta el evaporador 14, el compresor 11, el condensador 12 y el depósito de líquido 35 para constituir un ciclo de torre de maniobra es diferente. Para permitir que el ciclo de refrigeración muestre un rendimiento predeterminado, se requiere la cantidad de refrigerante adecuada para el volumen de contenido del ciclo de refrigeración. Si el volumen de contenido del evaporador o la longitud de la tubería es diferente, la cantidad de refrigerante requerida por el ciclo de refrigeración general es diferente, por lo que el refrigerante de la unidad de refrigeración se llena después de que el equipo se instala en el lugar real. También, dado que la cantidad de refrigerante requerida del ciclo de refrigeración es diferente dependiendo de la condición del ciclo de refrigeración, que varía dependiendo de la temperatura del aire exterior o la condición de operación del equipo del lado de la carga tal como la vitrina. Por lo tanto, cuando el refrigerante se llena, el refrigerante se llena normalmente un poco excesivamente de modo que la cantidad de refrigerante requerida para cada componente, tal como el condensador o el evaporador se pueda repartir, independientemente de la condición de operación, por lo que el exceso de refrigerante después de que cada componente del ciclo de refrigeración alcance la cantidad adecuada de refrigerante se reserva en el depósito de líquido 35.

Del refrigerante llenado en el ciclo de refrigeración, la cantidad de refrigerante requerida por cada componente cambia de vez en cuando, dependiendo de la condición del ciclo de refrigeración, de modo que la cantidad de exceso de refrigerante en el depósito de líquido 35 también cambia. Y si la cantidad de refrigerante requerida por cada componente del ciclo de refrigeración es completamente mayor que la cantidad llenada de refrigerante, el exceso de refrigerante no se puede dejar dentro del depósito de líquido 35, de modo que el refrigerante de dos fases que contiene gas fluye fuera del depósito de líquido 35. Si se mezcla más o menos gas, se licua debido al intercambio de calor de los medios de intercambio de calor de la tubería de líquido 37b a través de los medios de expansión de rama 37a en los medios de subenfriamiento 37 (incluyendo el enfriamiento de la tubería de líquido por el aire circundante), sin causar graves problemas. No obstante, si la cantidad arrastrada de gas hacia el refrigerante que fluye fuera del depósito de líquido 35 se incrementa aún más, el refrigerante de dos fases fluye dentro de los medios de expansión 13, dando como resultado una condición no enfriada en la que no se puede asegurar la potencia de enfriamiento requerida para activar la temperatura del aire circundante alrededor de los alimentos refrigerados o congelados, y degradan la calidad de los alimentos.

Para evitar esta situación, se instala el depósito de líquido 35 para reservar el exceso de refrigerante, por lo que el refrigerante se encierra en previsión de una variación de refrigerante requerida por el ciclo de refrigeración. No obstante, debido a un cambio secular como una holgura en la parte de conexión entre la tubería y la válvula debido a un trabajo defectuoso en la etapa temprana de instalación o la vibración, puede ocurrir una fuga de refrigerante en la que el refrigerante se fuga del ciclo de refrigeración. Si ocurre la fuga de refrigerante, el refrigerante dentro del ciclo de refrigeración disminuye gradualmente, dando como resultado finalmente la condición no enfriada.

No obstante, dado que el refrigerante se fuga a través de un intersticio diminuto de la tubería, en su mayoría ocurre una fuga lenta en la que el refrigerante se fuga a una velocidad muy lenta. En la fuga lenta, dado que el refrigerante se fuga gradualmente durante varias semanas o varios meses, no ocurre ningún sonido de soplado de refrigerante, y es muy difícil de encontrar un cambio del ciclo de refrigeración debido a la disminución del refrigerante debido a que la cantidad de variación diaria es pequeña. También, dado que el depósito de líquido 35 contiene el exceso de refrigerante en la unidad de refrigeración, incluso si el refrigerante se fuga un poco, el nivel de refrigerante dentro del depósito de líquido 35 solamente cae, pero no hay ningún cambio del ciclo de refrigeración, por lo que es aún más difícil encontrar la fuga de refrigerante. Y si el nivel de refrigerante dentro del depósito de líquido 35 alcanza un puerto de salida de refrigerante en la parte inferior del depósito de líquido, el refrigerante de dos fases que contiene gas fluye fuera del depósito de líquido 35, dando como resultado en última instancia la condición no enfriada. La fuga de refrigerante es difícil de encontrar porque la cantidad de fuga se evapora y no se queda. También, dado que la condición no enfriada ocurre de repente, el número de reclamaciones en el mercado es mayor, por lo que es muy significativo encontrar la fuga de refrigerante y tomar algunas medidas como recargar el refrigerante antes de que ocurra la condición no enfriada. Los estados de fuga de refrigerante en el ciclo de refrigeración se dividen en tres etapas en orden.

Primero de todo, en un estado inicial de fuga de refrigerante, el nivel de refrigerante dentro del depósito de líquido 35 es completamente alto, de modo que el ciclo de refrigeración no se cambia. Esta es la primera etapa. Y si la fuga de refrigerante progresa, el nivel de líquido dentro del depósito de líquido 35 cae, y el refrigerante que fluye fuera del depósito de líquido 35 llega a ser el refrigerante de dos fases que contiene gas, que luego se enfría y se licua por los medios de subenfriamiento 37 (incluyendo el enfriamiento de la tubería de líquido debido al aire circundante). En consecuencia, el refrigerante de dos fases vuelve al refrigerante líquido antes de llegar a los medios de expansión, por lo que la potencia de enfriamiento está completamente asegurada. Esta es la segunda etapa. Y si la fuga de refrigerante progresa aún más, la cantidad arrastrada de gas hacia el refrigerante que fluye fuera del depósito de líquido 35 aumenta, y el refrigerante no se puede enfriar completamente mediante la potencia de enfriamiento de los medios de subenfriamiento 37 (incluyendo el enfriamiento de la tubería de líquido con el aire circundante), de modo

que el refrigerante de dos fases que contiene el gas fluye hacia los medios de expansión, dando como resultado la condición no enfriada debido a que no se alcanza la potencia de enfriamiento requerida. Esta es la tercera etapa en la que el acondicionador de aire o la unidad de refrigeración llega a ser inútil. Dado que es demasiado tarde si se encuentra la fuga de refrigerante en esta etapa, la fuga de refrigerante se debe detectar en la primera etapa y en la segunda etapa.

Para detectar la fuga de refrigerante en la primera etapa, es requisito un sensor especial para medir el nivel de líquido dentro del depósito de líquido 35, pero no se puede aplicar a la máquina existente y puede ser diferente entre productos individuales. No obstante, dado que se pretende detectar la fuga de refrigerante para ser útil para la unidad de refrigeración práctica, barata y estándar, se considera aquí un método para detectar la fuga de refrigerante no en la primera etapa, sino en la segunda etapa. En la segunda etapa, dado que el refrigerante que fluye a los medios de subenfriamiento 37 es el refrigerante de dos fases, la potencia de enfriamiento de los medios de subenfriamiento 37 es más baja que en el momento del refrigerante líquido completo, y el subenfriamiento (grado de subenfriamiento) del refrigerante en la entrada de los medios de expansión 13 es menor que en la condición sin fuga de refrigerante o en la primera etapa de la fuga de refrigerante. De esta manera, si se capta un cambio de este subenfriamiento (una diferencia entre la temperatura de condensación y la temperatura de la tubería de líquido), se puede especificar la fuga de refrigerante.

No obstante, si la temperatura del aire exterior es diferente, la cantidad de intercambio de calor en el condensador 12 es diferente en la unidad de refrigeración. También, la temperatura del aire circundante alrededor del evaporador 14 contenido en el equipo del lado de la carga, tal como la vitrina o el refrigerador, se controla siempre abriendo o cerrando los medios de apertura/cierre de paso de flujo 36 y una divergencia de los medios de expansión 13. Además, el compresor 11 se coloca bajo control de volumen, control de número de instalación o control de ENCENDIDO/APAGADO, de modo que el ciclo de refrigeración pueda operar normalmente. En la unidad de refrigeración, el refrigerante se hace circular a través de la tubería para constituir el ciclo de refrigeración, por lo cual las cantidades de estado del ciclo de refrigeración se cambian en correlación entre sí. Cuando cambia la condición de operación, se varían las cantidades de estado del ciclo de refrigeración tales como alta presión, baja presión y subenfriamiento (una diferencia entre la temperatura de condensación y la temperatura de la tubería de líquido).

Es decir, el subenfriamiento (diferencia entre la temperatura de condensación y la temperatura de la tubería de líquido) del ciclo de refrigeración se cambia por cualquiera de la cantidad de intercambio de calor del condensador 12, el estado de control de los medios de apertura/cierre de paso de flujo 36 o los medios de expansión 13, el estado de control del compresor 11 y la cantidad de fuga de refrigerante. De manera similar, las otras cantidades de estado del ciclo de refrigeración, tales como alta presión y baja presión, distintas del subenfriamiento también se cambian por cualquiera de la cantidad de intercambio de calor del condensador 12, el estado de control de los medios de apertura/cierre de paso de flujo 36 o los medios de expansión 13, el estado de control del compresor 11, y la cantidad de fuga de refrigerante. Por consiguiente, incluso si solamente se mide un cambio del subenfriamiento (diferencia entre la temperatura de condensación y la temperatura de la tubería de líquido) del ciclo de refrigeración, no es posible especificar si el cambio del subenfriamiento es causado por la fuga de refrigerante o la condición de operación cambiada del ciclo de refrigeración.

No obstante, dado que otros factores de cambio distintos de la fuga de refrigerante ocurren en la operación normal de la unidad de refrigeración, una pluralidad de cantidades de estado incluyendo subenfriamiento para el ciclo de refrigeración se pueden medir en la condición de operación en que no hay fuga de refrigerante, y tratar como un agregado que tiene la correlación entre sí. Por ello, si ocurre la fuga de refrigerante, se puede especificar fuera del agregado. De esta manera, el método para captar la pluralidad de cantidades de estado como el agregado emplea la distancia de Mahalanobis como se ha descrito previamente.

Cuando se usaba el método de la distancia de Mahalanobis para detectar la fuga de refrigerante en el ciclo de refrigeración, se encontraba como resultado del examen que las cantidades características de la fuga de refrigerante de la unidad de refrigeración son de alta presión, baja presión y subenfriamiento. La cantidad característica significa la cantidad de estado a ser cambiada, cuando ocurre el fenómeno. Ahora, suponiendo que la alta presión del ciclo de refrigeración es X1, la baja presión es X2 y el sub-enfriamiento es X3, se producen un total de n (2 o más) combinaciones cambiando X1 y X2 en la condición en la que no hay fuga de refrigerante, y X1 a X3 se miden para cada combinación. Los valores medidos se convierten en los datos de referencia. Y el valor medio y la desviación estándar (dispersión de datos) de X1 a X3 ya se han explicado en las expresiones (1) y (2). Las X1 a X3 originales se normalizan a x1 a x3 como se muestra en la expresión (3) empleando estos valores. En la presente memoria, j es cualquier número de 1 a n, correspondiente a los n valores medidos. La matriz de correlación R que representa la correlación de x1 a x3 y la matriz inversa R-1 de la matriz de correlación se obtienen como se muestra en la expresión (4).

Empleando el valor medio, la desviación estándar y la matriz que representa la correlación, los datos se pueden tratar como el agregado que tiene una cierta distribución. Este agregado de datos se denomina espacio unidad. Y el espacio unidad para el estado normal que se basa en la evaluación, o estado sin fuga de refrigerante en la presente memoria, se denomina espacio de referencia. También, los datos que constituyen este espacio de referencia se llaman los datos de referencia.

La distancia de Mahalanobis D_2 se define por la expresión (5). En la expresión (5), j es cualquier número de 1 a n , correspondiente a n valores medidos. También, k es el número de elementos (parámetros), o 3 aquí. También, akk son factores de la matriz inversa de la matriz de correlación. La distancia de Mahalanobis es de alrededor de 1 en el espacio de referencia, esto es, cuando no hay fuga de refrigerante. Y se miden la alta presión X_1 , la baja presión X_2 y el subenfriamiento (diferencia entre la temperatura de condensación y la temperatura de la tubería de líquido) X_3 correspondiente a la cantidad de fuga de refrigerante a ser detectada, y la distancia de Mahalanobis en el estado de fuga de refrigerante se obtiene y se almacena como umbral. En este momento, se obtiene la matriz inversa de la matriz de correlación en el estado sin fuga de refrigerante como la referencia.

El concepto de la distancia de Mahalanobis se muestra en la Fig. 6. La Fig. 6 muestra la correlación entre dos parámetros en los que la alta presión se toma a lo largo del eje transversal y el subenfriamiento (diferencia entre la temperatura de condensación y la temperatura de la tubería de líquido) se toma a lo largo del eje longitudinal. Es decir, si se aumenta la alta presión, se aumenta el subenfriamiento. Aunque los datos medidos tienen alguna dispersión dependiendo de la condición de operación o una diferencia en el control del aparato, cae dentro de un cierto intervalo en el estado sin fuga de refrigerante, debido a que existe la correlación entre la alta presión y el subenfriamiento. El espacio de referencia se crea a partir de estos datos medidos como los datos de referencia. También existe la correlación entre otras cantidades de estado, tales como entre la alta presión y el subenfriamiento. Y se evalúa, en base a la distancia de Mahalanobis, si los datos para la evaluación son normales o anormales para el espacio de referencia (datos de referencia).

También, se puede evaluar si la distancia de Mahalanobis y su relación de aparición son normales o anormales, para cualquier número de parámetros, dependiendo de la relación posicional entre la distancia calculada de Mahalanobis y el espacio de referencia, como ya se ha descrito con la Fig. 4. En el espacio de referencia, existe la propiedad de que la distancia de Mahalanobis tiene el valor medio de alrededor de 1, y es 4 o menos en consideración de la dispersión. Y en la máquina real, se proporcionan medios de medición para medir cada cantidad de instrumentación de la unidad de refrigeración, siendo los valores medidos procesados según las expresiones previas para adquirir las cantidades de estado y la distancia de Mahalanobis. Entonces, la magnitud de la distancia de Mahalanobis corresponde a la cantidad de fuga de refrigerante, por lo cual la fuga de refrigerante se puede conocer a partir de la magnitud de la distancia de Mahalanobis. La distancia de Mahalanobis es normalmente 4 o menos en el espacio de referencia (espacio normal), en el que la operación es normal dentro de este umbral, o la operación se considera como anormal más allá de este umbral. En la práctica, no obstante, dado que hay un problema de error de detección, el umbral para evaluar la fuga de refrigerante se establece en un valor apropiado mayor que 4, por ejemplo, 50. El umbral se establece en el valor equivalente a la cantidad de refrigerante en la segunda etapa de fuga de refrigerante antes de que el ciclo de refrigeración llegue a estar en estado no refrigerado.

En la Fig. 7, la cantidad de refrigerante dentro del circuito de refrigerante se toma a lo largo del eje transversal, y la distancia de Mahalanobis se toma a lo largo del eje longitudinal. Es decir, la Fig. 7 es un ejemplo que representa la relación entre la cantidad de fuga de refrigerante y la distancia de Mahalanobis en la máquina real. En la Fig. 7, el círculo normal indica que el espacio de referencia se crea usando los datos en el estado sin fuga de refrigerante, el triángulo indica la primera etapa en la que el nivel de líquido del depósito de líquido es menor, el cuadrado indica la segunda etapa donde fluye fuera y se licua el refrigerante de dos fases, y la cruz indica la tercera etapa que está inmediatamente antes del estado no enfriado y el estado no enfriado. En el estado sin fuga de refrigerante y la primera etapa de fuga de refrigerante, la distancia de Mahalanobis no se cambia, pero en la segunda y tercera etapas, la distancia de Mahalanobis se aumenta gradualmente. Dado que las cantidades características son la alta presión, la baja presión y el subenfriamiento aquí, no es posible distinguir entre el estado normal y la primera etapa. No obstante, si se monta un sensor para detectar un cambio en el nivel de líquido del depósito de líquido (cantidad de refrigerante dentro del depósito de líquido), y la cantidad de refrigerante dentro del depósito de líquido se añade a las cantidades características, la distancia de Mahalanobis se cambia entre el estado normal y la primera etapa, haciendo posible por ello distinguir entre el estado normal y la primera etapa. Por consiguiente, el intervalo normal se puede establecer de manera más estricta aumentando las cantidades de instrumentación. Distinta de esta etapa normal y la etapa anormal de fallo o cercana al fallo, se puede proporcionar una etapa intermedia entre la etapa normal y la etapa anormal. Por ello, el tiempo transcurrido antes de que ocurra el fallo se infiere detectando la etapa intermedia, y se prevé el fallo. De esta manera, se puede asegurar la operación fiable del equipo o el aparato. En esta etapa intermedia, se captura un fenómeno de deterioro característico de las piezas eléctricas, se puede capturar un contacto anormal parcial de las piezas mecánicas o un cambio en la rugosidad o deterioro de la superficie.

Con referencia a un diagrama de flujo de la Fig. 8, se describirá a continuación la operación. Primero de todo, se establecen el valor medio, la variación estándar, la matriz inversa de la matriz de correlación y el número de elementos para los datos de referencia (ST61), y se establece el umbral para la distancia de Mahalanobis (ST62). Entonces, se miden la alta presión, la baja presión y la temperatura de la tubería de líquido, y el subenfriamiento se calcula a partir de la alta presión y la temperatura de la tubería de líquido (ST63), y la alta presión, la baja presión y el subenfriamiento se ponen en X_1 a X_3 en orden (ST64). Y los datos se normalizan según la expresión (9) (ST65), y la distancia de Mahalanobis se establece en el valor inicial 0 y los contadores i y j se establecen en el valor inicial 1 (ST66). Entonces, los contadores i y j se cambian hasta que se alcanza el número k de elementos, y se calcula la expresión (5) (ST67 a ST70). El cálculo anterior se realiza por medios aritméticos. Y la distancia de Mahalanobis calculada y el umbral se comparan por los medios de comparación, y si la distancia de Mahalanobis excede o no el

umbral se evalúa por medios de evaluación (ST71). Si la respuesta es Sí, se considera la aparición de fuga de refrigerante, y se emite a los medios de salida. Por ejemplo, se hace una indicación de la fuga de refrigerante o la salida de voltaje (ST72).

5 Aunque la fuga de refrigerante se infiere a partir de tres cantidades de instrumentación o cantidades de estado de la alta presión, la baja presión y el subenfriamiento (una diferencia entre la temperatura de condensación y la temperatura de la tubería de líquido) para el ciclo de refrigeración en el ejemplo anterior, la descripción no está limitada al ejemplo anterior. Se puede emplear la temperatura de condensación (temperatura de saturación del evaporador), en lugar de la alta presión, o se puede emplear la temperatura de evaporación (temperatura de saturación del evaporador) en lugar de la baja presión. También, se pueden emplear más de tres cantidades de estado para adquirir la distancia de Mahalanobis, por lo que se mejora la precisión de la detección. También, aunque los medios de detección de la temperatura de la tubería de líquido 38 están instalados a una tubería de salida de los medios de subenfriamiento en el ejemplo anterior, la descripción no está limitada al ejemplo anterior. Los medios de detección de la temperatura de la tubería de líquido se pueden instalar en cualquier parte de la tubería de líquido para lograr el mismo efecto. El subenfriamiento (diferencia entre la temperatura de condensación y la temperatura de la tubería de líquido) en la posición en la que están instalados los medios de detección de la temperatura de la tubería de líquido debería ser tan grande como sea posible, debido a que se mejora la precisión de detección de fuga de refrigerante. Es preferible que los medios de detección de la temperatura de la tubería de líquido estén instalados en el lado de alta presión y en la posición tan cerca como sea posible de los medios de expansión.

20 Aunque la unidad de refrigeración que tiene el depósito de líquido 35 se describe en el ejemplo anterior, otros aparatos tales como un acondicionador de aire que tiene el depósito de líquido 35 puede lograr el mismo efecto en base al mismo principio, siempre que el exceso de refrigerante se reserve en el depósito de líquido 35. También, si el exceso de refrigerante se reserva en el depósito de líquido, lo mismo se puede decir para la otra constitución diferente del equipo. Por ejemplo, en la unidad de refrigeración que tiene el depósito de líquido y un acumulador, debido a que el exceso de refrigerante se reserva en el depósito de líquido, se puede lograr el mismo efecto con el mismo principio.

30 También, la distancia de Mahalanobis se puede emitir directamente como la cantidad de fuga de refrigerante. La raíz cuadrada de la distancia de Mahalanobis se llama valor D. El valor D equivalente a la cantidad de fuga de refrigerante crítica se obtiene y se asocia con el voltaje de salida máximo, por ejemplo, 5V. El valor D se puede asociar con el voltaje de sin fuga de refrigerante, fuga pequeña, fuga intermedia, fuga grande hasta la cantidad de fuga de refrigerante crítica, como se muestra en la Fig. 9, y emitir desde los medios de salida 22. La Fig. 9 muestra la constitución del aparato de ciclo de refrigeración de la misma manera que se muestra en la Fig. 2, en la que el voltaje que indica el nivel grande o pequeño de la cantidad de fuga se emite desde los medios de salida 22, como se muestra en la Fig. 9. La distancia de Mahalanobis como se describe hasta ahora es proporcional al cuadrado de la desviación de cada cantidad de estado, pero el valor D, que es la raíz cuadrada de la distancia de Mahalanobis, es proporcional a la desviación de cada cantidad de estado, y fácil de tratar en asociación con el voltaje.

40 La Fig. 10 es un gráfico que representa una transición del valor D desde el estado normal con el paso del tiempo, cuando ocurre una cierta anomalía, en la que el tiempo se toma a lo largo del eje transversal y el valor D se toma a lo largo del eje longitudinal (raíz cuadrada de la distancia de Mahalanobis). El valor D es el valor de 2 o menos en el estado normal. Como se muestra en el gráfico, el valor D cambia gradualmente a un valor mayor con el paso del tiempo en la cierta anomalía. Por consiguiente, el tiempo transcurrido antes de que ocurra el fallo se puede inferir a partir de la relación entre la tendencia creciente del valor D y el umbral de fallo, por lo que es posible evitar que el aparato se detenga anormalmente haciendo un mantenimiento adecuado antes del tiempo de fallo inferido. Por ejemplo, si se pasa un mes para que el valor D alcance la mitad del umbral desde el estado normal en el momento inicial, se espera que lleva un mes más para que el valor D alcance el umbral, dando como resultado el estado de fallo. Además, cuando el valor D cambia menos proporcionalmente, por ejemplo, cuando la velocidad creciente del valor D durante una semana recientemente es mayor, el tiempo de fallo se puede prever empleando la velocidad cambiante del valor D para una semana, por lo que se puede hacer una predicción de fallo más precisa. En lugar del valor D, la distancia de Mahalanobis se puede emplear para lograr la misma cosa.

50 Un ejemplo de fuga de refrigerante se describirá con más detalle. Una vez que ocurre la fuga de refrigerante, la fuga de refrigerante que se expande no se detiene a menos que la parte de fuga de refrigerante se cierre o se rellene el refrigerante, por lo que la distancia de Mahalanobis y el valor de D tienen una tendencia continuamente creciente. Por consiguiente, cuando la distancia de Mahalanobis o el valor D tiene una tendencia continuamente creciente, existe la posibilidad de la fuga de refrigerante, por lo que se evalúa la fuga de refrigerante, incluso si la distancia de Mahalanobis o el valor D no alcanza el umbral. El tiempo transcurrido antes de que se alcance el umbral, esto es, el tiempo transcurrido antes de que la fuga de refrigerante alcance la cantidad crítica, se puede prever a partir de la velocidad cambiante de la distancia. Dado que las cantidades de estado del ciclo de refrigeración son siempre cambiantes, la distancia de Mahalanobis y el valor de D cambian incluso si la cantidad de fuga de refrigerante no se varía. Por consiguiente, la tendencia creciente, como se usa en la presente memoria, no significa el aumento monótono en cualquier momento, sino la tendencia creciente como un todo, excepto para el aumento o disminución diminutos. Y el momento cuando se alcanza la cantidad crítica de fuga de refrigerante se puede emitir mediante voltaje desde los medios de salida, en base al tiempo predicho transcurrido antes de que la fuga de refrigerante alcance la cantidad crítica.

La Fig. 11 muestra otra configuración del ciclo de refrigeración. La configuración de la Fig. 11 es la misma que la de las Fig. 2 y 9, excepto que la situación de fuga de refrigerante se puede establecer a partir de los medios de salida 22 con el tiempo proporcional a la distancia, tal como dentro de un día para 5V, dentro de una semana para 3V, dentro de un mes para 1V, y sin fuga de refrigerante para 0V.

5 También, aunque los datos medidos por cada medio de detección y empleados por los medios aritméticos son el valor fijo, los datos se pueden tratar de manera similar tomando el valor medio de los datos durante un cierto período de tiempo, incluso si se varían los datos, por lo que se puede lograr el mismo efecto. Se tratan aquí las cantidades físicas del fluido, tales como la presión y la temperatura. Dado que esas cantidades físicas se varían con un retardo de tiempo a ser tratado como los datos estacionarios incluso si hay un cambio de estado en el circuito de fluido, los
10 datos característicos de varias decenas de ciclos o varios kilociclos no se tratan, sino que se pueden promediar los resultados de detección de datos obtenidos en intervalos de tiempo regulares por encima, por ejemplo, de un minuto, diez minutos, varias horas o varios días, por lo que la fuga de refrigerante se puede detectar de manera simple y precisa.

15 También, aunque se ha descrito anteriormente el método para captar la pluralidad de cantidades de estado como un agregado empleando la distancia de Mahalanobis, se pueden emplear otros métodos tales como el análisis multivariable o hacer la operación aritmética sobre datos de detección correlacionados plurales. Uno de los otros métodos puede implicar calcular la cantidad de intercambio de calor en los medios de subenfriamiento. Con referencia al diagrama de bloques de la Fig. 2, se describirá a continuación un método para hacer la evaluación en base a las cantidades de estado resultantes de la operación aritmética distinta de la distancia.

20 La cantidad de intercambio de calor en los medios de subenfriamiento 37 se decide por la tasa de flujo y la temperatura del refrigerante que fluye a través del circuito principal, esto es, el refrigerante que fluye a través de los medios de apertura/cierre del paso de flujo 36 y los medios de expansión 13, y la tasa de flujo y la temperatura del refrigerante que fluye a través de la rama, esto es, el refrigerante que fluye a través de los medios de expansión de rama 37a. Suponiendo que la tasa de flujo y la temperatura del refrigerante que fluye a través del circuito principal
25 son GMR y TMR, la tasa de flujo y la temperatura del refrigerante que fluye a través de la rama son GBR y TBR, la cantidad de intercambio de calor en los medios de intercambio de calor de la tubería de líquido 37b es QSC, el área de transferencia de calor de los medios de intercambio de calor de la tubería de líquido 37b es ASC, y el coeficiente de transferencia de calor global es KSC, la siguiente expresión simplemente se mantiene.

[Expresión Numérica 6]

30 $D = \text{valor } D \text{ (distancia de Mahalanobis a la potencia de } 1/2) \text{ para espacio (normal o anormal)} \quad (6)$

En la presente memoria, el área de transferencia de calor ASC es constante, y el coeficiente de transferencia de calor general KSC no se cambia demasiado, sino que se aumenta si la tasa de flujo de refrigerante es mayor. También, la temperatura TMR del refrigerante en el circuito principal es la temperatura de la tubería de líquido detectada por los medios de detección de la temperatura de la tubería de líquido 38, y tiene una fuerte correlación
35 con la temperatura de condensación que es la temperatura de saturación a la alta presión detectada por los medios de detección de alta presión 16a. La temperatura del refrigerante TBR en la rama es la temperatura de evaporación que es la temperatura de saturación a la baja presión detectada por los medios de detección de baja presión 16b. Por consiguiente, la cantidad de intercambio de calor QSC en los medios de intercambio de calor de la tubería de líquido 37b se cambia dependiendo de una diferencia entre la temperatura de condensación y la temperatura de evaporación, en la que si esta diferencia es mayor, se aumenta la cantidad de intercambio de calor QSC. La cantidad de intercambio de calor es el valor de la variable compuesta del mismo. Y el refrigerante que fluye a los
40 medios de intercambio de calor de la tubería de líquido 37b es normalmente líquido. Si el refrigerante se fuga y es más pequeño en la cantidad, el refrigerante llega a estar en el estado de dos fases, por lo que la mayoría de la cantidad de calor se emplea para condensar el refrigerante de dos fases, de modo que el subenfriamiento (diferencia entre la temperatura de condensación y la temperatura de la tubería de líquido) se reduce a la salida de los medios de intercambio de calor de la tubería de líquido 37b.

Por lo tanto, el subenfriamiento (o temperatura de la tubería de líquido) en el estado normal se aprende y se almacena en la relación entre la alta presión (o temperatura de condensación) y la baja presión (o temperatura de evaporación), o la diferencia entre la alta presión y la baja presión (o diferencia entre la temperatura de condensación y la temperatura de evaporación), por lo que la fuga de refrigerante se detecta haciendo referencia a su cambio. Es decir, el cambio del parámetro específico se puede extraer y emitir sin depender de la distancia de Mahalanobis como se ha descrito anteriormente.
50

Para todos los métodos, se puede emplear cualquier tipo de refrigerante que fluya a través del ciclo de refrigeración de la unidad de refrigeración. Por ejemplo, se pueden emplear un refrigerante de un componente tal como R22 o R32, un sistema ternario de refrigerante mixto tal como R407C, un sistema binario de refrigerante mixto tal como R410A, un refrigerante HC tal como propano, o un refrigerante natural tal como CO2. El refrigerante que tiene influencia adversa sobre la protección atmosférica global se puede intercambiar si el refrigerante comienza a fugarse incluso un poco. También, la fuga del refrigerante combustible se puede tratar por adelantado antes de que ocurra el problema, si se muestra el valor crítico de seguridad como se define en las especificaciones. Además, en la unidad
55

de refrigeración que emplea el refrigerante combustible o el refrigerante que contiene una cantidad considerable de componente combustible, por ejemplo, propano, R32 o R410A, o el refrigerante nocivo para el cuerpo humano, la fuga de refrigerante es peligrosa en el sentido de la seguridad. Cuando la fuga de refrigerante se detecta y se emite como una señal eléctrica de voltaje o un código de comunicación, se emite antes de la anomalía en otras unidades de refrigeración para mejorar notablemente la seguridad.

La Fig. 12 muestra un diagrama de bloques de otro aparato de ciclo de refrigeración. Los medios de salida 22 están conectados como salida de voltaje o salida de corriente a una unidad de alarma 54 que activa la alarma mediante sonido o luz para notificar la fuga de refrigerante en su etapa temprana. Dado que la unidad de alarma 54 se proporciona en una oficina 53, cualquier fuga se puede notificar inmediatamente. Con esta configuración, incluso si el fluido es un gas combustible o un líquido nocivo para el cuerpo humano, por ejemplo, un producto químico, la fuga se puede notificar por la unidad de alarma en la etapa temprana con influencia limitada.

También, aunque la unidad de refrigeración tiene el depósito de líquido o los medios de detección de la temperatura de la tubería de líquido en el ejemplo anterior, la unidad de refrigeración puede ser un acondicionador de aire que tiene un mecanismo para reservar el exceso de refrigerante a la alta presión o presión intermedia, debido a que la anomalía del ciclo de refrigeración se puede evaluar igualmente para cualquier equipo del lado de la carga en el ciclo de refrigeración similar. También, para el fluido en un aparato de fabricación de productos químicos o un depósito de combustible, por ejemplo, distinto del ciclo de refrigeración, una pluralidad de cantidades de instrumentación tales como cantidades físicas del fluido pertinente se pueden detectar, y las cantidades de estado calculadas a partir de estas variables en el tiempo normal y el tiempo anormal se comparan, por lo que la anomalía se puede evaluar en su etapa temprana.

La Fig. 13 muestra un diagrama de bloques de otro aparato de ciclo de refrigeración. En un acondicionador de aire que tiene el acumulador 10, los medios de detección de temperatura de descarga 61 y los medios de detección de temperatura de succión 62 como se muestra en la Fig. 13, la explicación anterior puede mantenerse de la misma manera. En el caso del acondicionador de aire con la configuración que se muestra en la Fig. 13, el exceso de refrigerante se reserva en el acumulador 10. Si cualquier exceso de refrigerante reside dentro del acumulador 10, el refrigerante que fluye fuera del acumulador 10 es el refrigerante de gas saturado. No obstante, si ocurre una fuga de refrigerante, se reduce el exceso de refrigerante y el nivel de refrigerante dentro del acumulador cae por debajo de la posición de la tubería de salida del acumulador, el gas refrigerante fluye fuera del acumulador. Entonces, dado que se aumenta la temperatura de succión 62 o la temperatura de descarga 61 de los medios de detección, la fuga de refrigerante se puede determinar realizando el mismo procesamiento con la alta temperatura o la temperatura de condensación, la baja presión o la temperatura de evaporación, o temperatura de succión o la temperatura de descarga, como las cantidades características.

También, en el equipo sin el depósito de líquido 35 o el acumulador 10, por ejemplo, un acondicionador de aire de habitación o una unidad de enfriamiento, aunque el exceso de refrigerante se reserve dentro del condensador, la fuga de refrigerante se puede determinar por el mismo método, debido a que el cambio del comportamiento de las cantidades de estado del ciclo de refrigeración cuando ocurre la anomalía se puede prever mediante simple cálculo. Es decir, el exceso de refrigerante se reserva normalmente en una parte del condensador, pero si ocurre la fuga de refrigerante, se reduce la cantidad de refrigerante reservada dentro del condensador, y se aumenta el área que contribuye a la transferencia de calor del condensador, de modo que la alta presión cae ligeramente y disminuye el subenfriamiento. Por consiguiente, la fuga de refrigerante se puede determinar realizando el mismo procesamiento con la alta temperatura o la temperatura de condensación, la baja presión o la temperatura de evaporación, o la temperatura de la tubería de líquido como las cantidades características. También, dado que la temperatura de descarga es menor, la temperatura de descarga se puede seleccionar como la cantidad característica.

También, aunque la fuga de refrigerante como la anomalía del ciclo de refrigeración se ha descrito en el ejemplo anterior, la discriminación de anomalías se puede hacer para otras anomalías, debido a que el comportamiento del ciclo de refrigeración cuando ocurre la anomalía se puede prever mediante cálculo simple. La anomalía como se usa en la presente memoria significa no solamente el fallo del equipo, sino también un cambio secular tal como un deterioro del equipo, en el que cualquier anomalía se puede detectar si cambia la condición de operación. Las Fig. 14 y 15 son diagramas de bloques de otro aparato de ciclo de refrigeración. En la unidad de refrigeración que tiene el depósito de líquido 35 como se muestra en la Fig. 14 o el acondicionador de aire que tiene el acumulador como se muestra en la Fig. 15, es posible detectar o discriminar, con la misma configuración, un deterioro o flujo de retorno del líquido debido a la vida útil del compresor 11, un defecto o rotura en la superficie de intercambio de calor del intercambiador de calor para el condensador 12 o el evaporador 14, un deterioro o fallo de la unidad de soplador de aire 45 del condensador 12 o la unidad de soplador de aire 46a del evaporador, una obstrucción de un filtro 49a para eliminar el contaminante en el interior donde el refrigerante de fluido se hace circular o un secador 49b para evitar la humedad del refrigerante, una curva, ruptura u obstrucción de la tubería, o un deterioro del aceite del refrigerador usado para el compresor 11 (que se detecta obstruyendo la tubería, la lubricación falsa del compresor, o un cambio de la cantidad de transferencia de calor).

También, el espacio unidad en la operación aritmética se compone del valor medio, la desviación estándar y los coeficientes de correlación de cada cantidad característica, pero se almacenan en una memoria en la placa en el

aparato de ciclo de refrigeración. Cuando la totalidad o una parte de ellos se aprenden en la máquina real, se requiere que se almacenen en la memoria regrabable. También, si se establece el espacio unidad, se puede captar una etapa intermedia en la distancia entre las condiciones normales y anormales. Proporcionando esta etapa intermedia, es posible capturar la característica que cambia gradualmente, tal como la fuga de refrigerante como ya se ha descrito, por lo que se puede predecir el fallo. Es posible hacer el diagnóstico para distinguir con precisión el grado de anormalidad de un malfuncionamiento en la etapa intermedia, que no está motivado por el estado normal y el estado anormal, tal como un fenómeno de flujo de retorno del líquido en que el compresor tiene una cantidad de retorno de líquido grande o pequeña, una disminución gradual de las características eléctricas debido a piezas eléctricas deterioradas, una deformación parcial de las piezas mecánicas, una rugosidad gradual de la superficie de contacto, un mal estado del equipo o pieza de conexión pertinente, una expansión o deformación debida a altas temperaturas, o un malfuncionamiento debido a bajas temperaturas, distinto de la fuga.

Como será evidente a partir de la explicación anterior, con la configuración del ejemplo comparativo, la anormalidad del ciclo de refrigeración, tal como la fuga de refrigerante, se puede detectar de manera precisa comprendiendo los medios de medición de alta presión para medir la alta presión del aparato de ciclo de refrigeración o los medios de medición de la temperatura de condensación para medir la temperatura de saturación a la alta presión, los medios de medición de baja presión para medir la baja presión o los medios de medición de la temperatura de evaporación para medir la temperatura de saturación a la baja presión, y los medios de medición de la temperatura del líquido, los medios de medición de la temperatura de descarga o los medios de medición de la temperatura de succión, y que comprenden además los medios aritméticos para realizar la operación aritmética sobre las variables compuestas a partir de los valores medidos, los medios de almacenamiento para almacenar los valores medidos de cada medio de medición o los valores aritméticos tales como las variables compuestas obtenidas aritméticamente a partir de los valores medidos, los medios de comparación para comparar el valor almacenado en el pasado en los medios de almacenamiento con el valor medido actual o el valor aritmético, y los medios de evaluación para evaluar la fuga de refrigerante en base al resultado de la comparación. Los medios de medición de datos de presentación, tales como la medición de temperatura, pueden ser de cualquier otro tipo, por ejemplo, en base a la corriente de fuente para el motor de accionamiento. Los datos medidos tomados en las variables compuestas se pueden cambiar, o se pueden emplear más datos medidos para las variables compuestas, por lo que la precisión se aumenta aún más.

También, el grado de anormalidad, tal como la cantidad de fuga de refrigerante en el ciclo de refrigeración, se calcula mediante los medios aritméticos, y el tiempo en el que se alcanza el límite de anormalidad capaz de mantener la potencia de enfriamiento predeterminada se predice a partir del valor del grado de anormalidad, por lo cual la anormalidad del ciclo de refrigeración se puede encontrar en la etapa temprana. Además, si se proporcionan medios de salida para emitir el tiempo predicho en el que se alcanza el límite de anormalidad mediante una señal eléctrica con la magnitud de voltaje o corriente, la anormalidad encontrada se puede transportar en la etapa temprana. También, si el refrigerante no contiene un poco de componente combustible, y los medios de salida están conectados a una unidad de alarma que activa la alarma mediante sonido o luz, la anormalidad encontrada tal como el deterioro se puede transportar en la etapa temprana.

La anormalidad del aparato de ciclo de refrigeración se puede captar en alguna medida mediante un cambio de la distancia de Mahalanobis o del valor D, como ya se ha descrito. No obstante, es muy difícil especificar cuál es la causa de la anormalidad, o inferir el grado de anormalidad, tal como la cantidad de fuga de refrigerante, en la máquina real. Luego, se describirá a continuación un método para especificar la causa de la anormalidad e inferir el grado de anormalidad o el grado de normalidad. En la siguiente explicación, se ejemplificará la fuga de refrigerante en la unidad de refrigeración que tiene principalmente el depósito de líquido de la misma manera que ya se ha descrito. Primero de todo, se enumeran a continuación tres razones por las que es difícil especificar la causa de la anormalidad.

La primera razón es que hay una variedad de anormalidades. Para el estado normal donde no ocurre ninguna anormalidad, se crea el espacio de referencia. Dado que la distancia de Mahalanobis o el valor D toman un valor pequeño en el espacio de referencia, el estado anormal, esto es, la anormalidad, se puede captar mediante su cambio. No obstante, hay una variedad de anormalidades, incluyendo la fuga de refrigerante, un flujo de retorno del líquido al compresor, un defecto del condensador o del evaporador, un deterioro o fallo de la unidad de soplador de aire del condensador o del evaporador, obstrucción de la tubería, un secador o filtro, una curva, ruptura u obstrucción de la tubería, o un deterioro del aceite del refrigerador, por lo que incluso si ocurre cualquiera de las anormalidades, se aumentan la distancia de Mahalanobis y el valor D. Por consiguiente, es difícil especificar la causa de la anormalidad viendo solamente la distancia de Mahalanobis o el valor de D.

La segunda razón es que la distancia de Mahalanobis o el valor D no representa el grado de anormalidad en sí mismo. Incluso si la causa de la anormalidad se puede inferir a partir de la distancia de Mahalanobis o el valor D, el mayor valor de la distancia de Mahalanobis o el valor D indica que se aumenta con seguridad el grado de anormalidad. No obstante, tomando como ejemplo la fuga de refrigerante, no es posible saber, a partir de la distancia de Mahalanobis sola, qué porcentaje de refrigerante se fuga cuando la distancia de Mahalanobis es 10. Para especificar este porcentaje, se requiere clarificar la correspondencia entre la distancia de Mahalanobis y el grado de anormalidad, por ejemplo, de manera que la distancia de Mahalanobis de 50 sea la cantidad crítica de fuga de refrigerante. No obstante, es muy difícil regenerar todas las anormalidades por adelantado y cuantificarlas.

La tercera razón es que un trabajo de instalación para el aparato de ciclo de refrigeración o similar se realiza en el lugar real. Por ejemplo, tomando como ejemplo la unidad de refrigeración instalada en el supermercado, dado que la unidad de refrigeración y la vitrina no están hechas necesariamente del mismo marcador, no es posible captar qué vitrina está conectada a la unidad de refrigeración, cuánto volumen de contenido tiene la vitrina y cuántas vitrinas están conectadas. También, la distancia entre la unidad de refrigeración y la vitrina es bastante diferente dependiendo de si la tienda es o no de un piso, o si la tienda está en un edificio alto, y por ello la longitud de una tubería de extensión que conecta la unidad de refrigeración y el escaparate se varía, por lo que la cantidad de refrigerante llenado es diferente. Por consiguiente, el refrigerante de la unidad de refrigeración se llena en tal cantidad que el ciclo de refrigeración se puede operar apropiadamente después de que la unidad de refrigeración, el equipo del lado de la carga y la tubería de extensión se conecten en el lugar real. Por consiguiente, el espacio de referencia creado en el estado sin fuga de refrigerante no se puede hacer en la etapa de envío de fábrica de la unidad de refrigeración, sino que se debe hacer después de que el sistema esté conectado en el lugar real. Por consiguiente, es más difícil obtener la correspondencia entre la distancia de Mahalanobis o el valor D y la cantidad de fuga de refrigerante.

Un método para resolver el problema anterior se describirá a continuación. La Fig. 16 es un diagrama de bloques del aparato de ciclo de refrigeración. El número de referencia 16a indica los medios de detección de alta presión, 16b indica los medios de detección de baja presión, 38 indica los medios de detección de la temperatura de la tubería de líquido, 61 indica los medios de detección de la temperatura de descarga, y 62 indica los medios de detección de la temperatura de succión. El subenfriamiento se calcula a partir de los medios de detección de alta presión 16a y los medios de detección de la temperatura de la tubería de líquido 38, y el sobrecalentamiento se calcula a partir de los medios de detección de baja presión 16b y los medios de detección de la temperatura de succión 62. La otra configuración es la misma que en la explicación de la Fig. 2 y así sucesivamente.

La Fig. 17 es una vista que muestra la relación entre el espacio de referencia y el espacio anormal obtenido a partir de la distancia de Mahalanobis. En la presente memoria, el espacio de referencia representa un espacio unidad en el que el aparato de ciclo de refrigeración corresponde al estado normal. Los espacios anormales 1 a 3 representan los espacios unidad correspondientes a los estados en los que surge otra causa de anomalía, y el espacio anormal 4 representa un espacio unidad correspondiente al estado en que el grado de anomalía es menor que en el espacio anormal 1, cuando ocurre la misma causa de anomalía que en el espacio anormal 1. Aunque la definición del espacio unidad ya se ha descrito, los datos se pueden tratar como un agregado con una cierta distribución por el valor medio, la desviación estándar y la matriz que representa la correlación, por lo que el agregado de datos se denomina espacio unidad.

En cuanto a las cinco cantidades de estado de alta presión, baja presión, temperatura de descarga, sobrecalentamiento y subenfriamiento, el valor medio de los datos, la desviación estándar y la matriz que representa la correlación entre cada cantidad de estado como en las expresiones 1 a 4 se obtienen a partir de los datos de operación sobre un cierto período de tiempo en el estado normal, y almacenan como el espacio de referencia. Ahora, la fuga de refrigerante, el flujo de retorno del líquido y la obstrucción de la tubería se consideran como las anomalías del aparato de ciclo de refrigeración. Y se supone que las cantidades características de cada anomalía son tres variables de alta presión, baja presión y subenfriamiento para la fuga de refrigerante, cuatro variables de alta presión, baja presión, temperatura de descarga y sobrecalentamiento para el flujo de retorno del líquido, y tres variables de alta presión, baja presión y subenfriamiento para la obstrucción de la tubería.

Luego, se describirá a continuación un método para crear el espacio anormal. Se emplea un ejemplo de fuga de refrigerante en la unidad de refrigeración. En la unidad de refrigeración, cuando ocurre la fuga de refrigerante, se consideran tres estados desde la primera etapa hasta la tercera etapa según la cantidad de fuga, debido a la existencia del depósito de líquido 35. En la segunda etapa, la presión alta y la baja presión apenas cambian y solamente el subenfriamiento es más pequeño. Por consiguiente, del valor medio, la desviación estándar y la matriz que representa la correlación entre las cantidades de estado para la alta presión, baja presión y subenfriamiento almacenados en el estado normal, solamente el valor medio del subenfriamiento se procesa a un valor menor, y estos se definen como el espacio anormal 1. Para ejemplo, el subenfriamiento en el estado de fuga de refrigerante se realiza 0,2 veces el del tiempo normal. De esta manera, se crea el espacio unidad del espacio anormal 1 para la fuga de refrigerante en consideración de la distribución de refrigerante.

Del mismo modo, la alta presión, la baja presión, la temperatura de descarga y el sobrecalentamiento almacenados en el estado normal en el momento del flujo de retorno del líquido, o la alta presión, la baja presión y el subenfriamiento almacenados en el estado normal en el momento de la obstrucción de la tubería, se procesan para regenerar los estados respectivos, y se definen como el espacio anormal 2 o el espacio anormal 3. Y la distancia (la distancia de Mahalanobis o el valor D que es su raíz cuadrada) de cada espacio anormal se obtiene a partir de los datos de operación reales posteriores. Entonces, cuando ocurre la fuga de refrigerante, por ejemplo, la distancia (la distancia de Mahalanobis o el valor D) del espacio anormal 1 es gradualmente más pequeña, pero la distancia de otros espacios anormales no disminuye, por lo que la causa de la anomalía se especifica como la fuga de refrigerante. Del mismo modo, se pueden discriminar el flujo de retorno del líquido y la obstrucción de la tubería.

Luego, se describirá a continuación un procedimiento de procesamiento para evaluar la causa de la anomalía según un diagrama de flujo de operación de la Fig. 18. Primero de todo, se evalúa si se requiere o no el aprendizaje

inicial del número de días transcurridos desde que se instaló el aparato de ciclo de refrigeración, y la condición de aprendizaje (ST81). Si se requiere el aprendizaje inicial, el espacio de referencia se aprende a partir de la condición de operación en el estado normal (ST82). El espacio de referencia se define como el valor medio, la desviación estándar y la matriz que representa la correlación entre las cantidades de estado para todos los datos requeridos para discriminar cada anomalía, como se muestra en la Fig. 17 y ya descrito. Entonces, se estima el estado en que ocurre cada anomalía, y los datos del espacio de referencia se procesan obligatoriamente para crear el espacio anormal (ST83). Por ejemplo, en vista de la fuga de refrigerante de la unidad de refrigeración, cuando el refrigerante se fuga, solamente se reduce obligatoriamente el subenfriamiento para obtener los coeficientes de correlación. También, si el estado anormal se regenera en la máquina real, la operación anormal obligatoria se puede realizar de manera práctica para aprender el espacio anormal. Luego, se calcula la distancia (valor D) entre el espacio de referencia y cada espacio anormal, y se almacena como el valor D inicial (ST84). La distancia de Mahalanobis se puede emplear como la distancia, pero debido a que el valor D en el primer ciclo es más fácil de tratar, el valor D se emplea aquí. Si los datos suficientes para constituir cada espacio unidad se disponen a través de la operación anterior, se termina el aprendizaje inicial.

Luego, las operaciones aritméticas de las cantidades de estado en la condición de operación actual sobre la operación real se realizan por el método descrito anteriormente. Primero de todo, cada dato se mide en cada momento (ST85). Estos datos se normalizan (ST86), y se calcula el valor D (raíz cuadrada de la distancia de Mahalanobis) para cada espacio anormal (ST87). Y la probabilidad de aparición de cada anomalía se calcula empleando la siguiente expresión (8) (ST88). El sufijo en la expresión (8) indica el valor para cada espacio anormal.

[Expresión Numérica 7]

$$Q_{SC} = A_{SC} \cdot K_{SC} \cdot (T_{MR} - T_{BR}) \quad (7)$$

$$K_{SC} = f(G_{MR}, G_{BR})$$

Y la presencia o ausencia de anomalía, y la causa de la anomalía se evalúan comparando estas probabilidades de aparición de anomalía, y la causa de la anomalía se muestra o se emite (ST89). La Fig. 19 es una vista para explicar los resultados de hacer realmente una prueba de fuga de refrigerante para la unidad de refrigeración según el diagrama de flujo de procesamiento de operación de la Fig. 18 en el que el tiempo de operación transcurrido del aparato de ciclo de refrigeración se toma a lo largo del eje transversal. La prueba se hizo conectando una bomba de vacío a través de una válvula a la unidad de refrigeración, y manipulando la válvula para retirar gradualmente el refrigerante a la bomba, por lo que se hizo la simulación de fuga de refrigerante. La distancia como se representa a lo largo del eje longitudinal de las Fig. 19(1) y 19(2) es el valor D (raíz cuadrada de la distancia de Mahalanobis). También, el espacio anormal se creó de antemano suponiendo el estado de fuga de refrigerante. A partir de este dibujo, se puede encontrar que a medida que se aumenta la cantidad de fuga de refrigerante con el paso del tiempo a lo largo del eje transversal, la distancia desde el espacio de referencia es mayor, la distancia desde el espacio anormal creada debido a la fuga de refrigerante es menor, y la probabilidad de aparición de fuga de refrigerante como se muestra en la Fig. 19(3) es mayor, por lo que la anomalía se discrimina como la fuga de refrigerante. En el dibujo, el valor D o la probabilidad de aparición de anomalía fluctúa, debido a que la máquina de refrigeración realiza el control automático para estabilizar la temperatura en el lado de la carga, por lo que la fuga de refrigerante se puede detectar en esta condición de operación práctica.

Aunque los espacios anormales se crean para diferentes causas de anomalía en este ejemplo, se pueden adoptar dos etapas que tienen diferentes grados de anomalía para la misma anomalía para crear cada espacio anormal, como se muestra en la Fig. 17. De esta manera, cuando los espacios anormales creados para diferentes causas de anomalía están próximos entre sí, existe el efecto de que se mejora la precisión de discriminación de la anomalía. Aunque hay cuatro espacios anormales en este ejemplo, el número de espacios anormales no está limitado a cuatro, sino que cualquier número de espacios anormales se puede obtener por el método del ejemplo comparativo.

También, aunque cinco datos de la alta presión, la baja presión, la temperatura de descarga, el sobrecalentamiento y el subenfriamiento se proporcionan en el ejemplo anterior, la descripción está limitada a los mismos. También, en el aparato de ciclo de refrigeración, dado que no es preferible que la alta presión sea demasiado baja, en términos de la fiabilidad del equipo, se pueden proporcionar medios de mantenimiento de alta presión. En este caso, los medios de mantenimiento de alta presión pueden ser diferentes, en concreto, operables o inoperables, entre el horario de verano en el que la alta presión es alta y el horario de invierno en el que la alta presión es baja, por lo que se varía la operación del ciclo de refrigeración. Por lo tanto, si se emplean el mismo espacio de referencia y espacios anormales durante todo el año, se puede empeorar la precisión de la discriminación de la anomalía. En este caso, una pluralidad de espacios de referencia se usa adecuadamente, como se muestra en la Fig. 20, en la que se proporcionan una pluralidad de espacio de referencia y espacios anormales durante el año y se usan adecuadamente dependiendo de la temporada. El uso adecuado de la temporada se puede poner en práctica dependiendo de la temperatura del aire exterior, pero no se proporcionan a menudo medios de detección de la temperatura del aire exterior en la máquina real, en que el espacio de referencia deseable se usa adecuadamente, evaluando desde el intervalo de alta presión detectado. En la Fig. 20, la temperatura del aire exterior se toma a lo

largo del eje longitudinal, y el tiempo transcurrido durante el año se toma a lo largo del eje transversal, en el que se proporcionan una pluralidad de espacios de referencia según los cambios en la temperatura del aire exterior, de manera que el espacio de referencia cuando se instala en el horario de invierno es 1 y el espacio de referencia cuando la temperatura del aire exterior en el horario de verano es caliente es 4.

5 Aunque la unidad de refrigeración que tiene el depósito de líquido se ha descrito anteriormente, otros aparatos sin el depósito de líquido tales como el acondicionador de aire o enfriador también puede detectar la aparición de la anomalía tal como la fuga de refrigerante, prever el tiempo crítico anormal o discriminar la causa de la anomalía por el mismo método, aunque el método de estimación para la condición anormal es más o menos diferente. También, la invención se puede aplicar a cualquier otro aparato que constituya el ciclo de refrigeración para lograr los mismos efectos. Dado que la causa de la anomalía se puede discriminar, la prioridad de la contramedida se puede establecer de antemano según la causa de la anomalía. Por ejemplo, en una planta que emplea el fluido nocivo para el cuerpo humano, la contramedida contra la fuga de refrigerante se toma antes de otros problemas, por lo que en primer lugar la medición de la causa de la anomalía, la operación aritmética, la evaluación y la notificación se hacen con más frecuencia que otros fallos. En el caso en el que no hay un contenedor especial para reservar el refrigerante, como un acondicionador de aire doméstico, se mide la alta presión, la baja presión, el subenfriamiento, el sobrecalentamiento o la temperatura de descarga, por lo que se adquiere un agregado de ellos como las cantidades características, esto es, cantidades de estado. Dado que el exceso de refrigerante se reserva dentro del condensador sólo en base a la evaluación en este momento, las cantidades físicas medidas a través del ciclo de refrigeración general se cambian dependiendo de la cantidad de refrigerante dentro del circuito. En este momento, si el refrigerante se fuga, todas las cantidades de estado se ven afectadas, por lo que la evaluación se hace en la vista de todos los cambios.

La Fig. 21 es un diagrama de bloques de un sistema de monitorización remota. El número de referencia 11 indica el compresor, 12 indica el condensador, 35 indica el depósito de líquido, 37 indica los medios de subenfriamiento, 36 indica los medios de apertura/cierre de paso de flujo, 13 indica los medios de expansión, y 14 indica el evaporador. Estos están conectados a través de una tubería, y el refrigerante se hace circular a través de la tubería para constituir un ciclo de refrigeración de la misma manera que en la Fig. 2 y así sucesivamente. Cada uno del compresor 11, los medios de apertura/cierre de paso de flujo 36, los medios de expansión 13 y el evaporador 14 se proporciona de manera individual o plural. El condensador 12 se instala en una sala de máquinas o en el exterior, y el evaporador 14 está contenido en una vitrina, por ejemplo. El número de referencia 16a indica los medios de detección de alta presión, 16b indica los medios de detección de baja presión, 38 indica los medios de detección de la temperatura de la tubería de líquido, 41 indica los medios de recogida de datos, 18 indica los medios aritméticos, 19 indica los medios de almacenamiento, 20 indica los medios de comparación, 21 indica los medios de evaluación, 22 indica los medios de salida, 55 indica los medios de transmisión/recepción de datos, y 56 indica una red o la línea pública.

La operación del ciclo de refrigeración y el método para inferir la anomalía son los mismos que se han descrito en la Fig. 1 y así sucesivamente, y no se describen aquí. En la configuración de la Fig. 21, los datos se comunican entre los medios de recogida de datos 41 y los medios aritméticos 18 a través de los medios de transmisión/recepción de datos 55 y la red 56. Las cantidades físicas del refrigerante se obtienen midiendo la alta presión y la baja presión empleando un sensor de presión o un sensor de temperatura y calculando la presión saturada. El subenfriamiento se obtiene calculando la temperatura de condensación que es la temperatura de saturación de los valores medidos del sensor de alta presión, o midiendo la temperatura de condensación y restando la temperatura de condensación de la temperatura de la tubería de líquido. El sobrecalentamiento se obtiene calculando la temperatura de evaporación que es la temperatura de saturación de los valores medidos del sensor de baja presión, o midiendo la temperatura de evaporación y restando la temperatura de evaporación de la temperatura de succión medida cerca del puerto de succión del compresor.

Las anomalías del ciclo de refrigeración que se pueden detectar con la configuración de la Fig. 21 pueden incluir el fallo y un deterioro (un cambio con el paso del tiempo) de varios tipos de equipos. Si se cambia la condición de operación, se puede detectar cualquier anomalía a partir de las cantidades físicas del fluido, o los datos estacionarios de la corriente de accionamiento de un motor para accionar el compresor o el ventilador. Por ejemplo, se pueden detectar y discriminar un deterioro o flujo de retorno del líquido debido a la vida útil del compresor, un defecto o rotura del condensador o el evaporador, un deterioro o fallo de una unidad de soplador de aire del condensador o una unidad de soplador de aire del evaporador, una obstrucción de un filtro o un secador, una curva, ruptura u obstrucción de la tubería, o un deterioro del aceite del refrigerador (que se detecta mediante la obstrucción de la tubería, lubricación falsa del compresor, o un cambio de la cantidad de transferencia de calor). Además, los datos detectados se pueden transmitir a través de los medios de transmisión/recepción de datos 55 y la red 56, por lo que un centro de mantenimiento en el que está instalado un aparato de monitorización centralizado puede hacer simplemente la supervisión.

Con esta configuración, la anomalía (fallo y deterioro) del equipo se puede monitorizar remotamente. Por lo tanto, es innecesario ir al sitio para encontrar la anomalía del equipo, por lo que la anomalía se puede detectar en la etapa temprana. Y convencionalmente, hay dos etapas de captación en primer lugar de la causa de la anomalía en el sitio, y de tomar una contramedida algún día. No obstante, con la configuración de esta invención, dado que la causa de la anomalía se puede especificar de forma remota sin ir al sitio, es posible acortar el tiempo hasta la

recuperación haciendo los preparativos antes de ir al sitio. Por ejemplo, cuando ocurre la fuga de refrigerante, se puede conocer de forma remota, por lo que se puede preparar una bomba de refrigerante o las herramientas de mantenimiento antes de ir al sitio.

5 En la Fig. 21, los medios aritméticos 18, los medios de almacenamiento 19, los medios de comparación 20, los medios de evaluación 21 y los medios de salida 22 se ilustran por separado, pero se pueden integrar juntos. Cuando la supervisión remota se hace empleando un ordenador de propósito general tal como un ordenador personal, todas las funciones se pueden implementar por software de ordenador. En este caso, la salida se hace en el visualizador o se pasa a un medio de almacenamiento externo, tal como un disco duro, y se visualiza más tarde.

10 También, el espacio unidad se compone del valor medio, la desviación estándar y los coeficientes de correlación de cada cantidad característica. En el sistema de monitorización remota, se almacenan en una memoria en la placa para el aparato de ciclo de refrigeración o el ordenador personal instalado en un sitio remoto. Cuando la totalidad o una parte de ellos se aprenden en la máquina real, los datos que no requieren ser aprendidos se pueden almacenar o bien en la memoria en la placa para el aparato de ciclo de refrigeración o bien en el ordenador personal, pero los datos requeridos para ser aprendidos se almacenan en el disco duro del ordenador personal.

15 El aparato de ciclo de refrigeración del ejemplo comparativo tiene el compresor, el condensador, los medios de expansión y el evaporador que están conectados a través de la tubería, a través de la cual se hace circular el refrigerante para constituir un ciclo de refrigeración, y comprende los medios de medición de alta presión para medir la presión del refrigerante o la alta presión en cualquier posición en el paso de flujo desde el lado de descarga del compresor a los medios de expansión o los medios de medición de la temperatura de condensación para medir la temperatura de saturación a la alta presión, los medios de medición de baja presión para medir la presión del refrigerante o la baja presión en cualquier posición en el paso de flujo desde los medios de expansión al lado de succión del compresor o los medios de medición de la temperatura de evaporación para medir la temperatura de saturación a la baja presión, y los medios de medición de la temperatura del líquido para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el condensador a los medios de expansión, los medios de medición de la temperatura de descarga para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el compresor al condensador, o los medios de medición de la temperatura de succión para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el evaporador al compresor, en el que se proporcionan medios aritméticos para realizar la operación aritmética sobre las variables compuestas a partir de los valores medidos de los medios de medición de alta presión o los medios de medición de la temperatura de condensación, los medios de medición de baja presión o los medios de medición de la temperatura de evaporación, y los medios de medición de la temperatura del líquido, los medios de medición de la temperatura de descarga o los medios de medición de la temperatura de succión, los medios de almacenamiento para almacenar los valores medidos de cada medio de medición o los valores aritméticos tales como las variables compuestas calculadas a partir de los valores medidos, los medios de comparación para comparar el valor almacenado en el pasado en los medios de almacenamiento con el valor medido actual o el valor aritmético, y los medios de evaluación para evaluar la anormalidad del ciclo de refrigeración en base al resultado de la comparación, por lo que se puede construir el aparato fiable con la constitución simple.

20 También, la anormalidad del ciclo de refrigeración evaluada por los medios de evaluación es la fuga de refrigerante, por lo que se puede producir el aparato con la protección y seguridad atmosférica global alta. También, se proporcionan medios para recoger y aprender la condición en que el aparato de ciclo de refrigeración se opera normalmente a partir de los valores medidos de cada medio de medición o los valores aritméticos calculados a partir de los valores medidos, que están almacenados en los medios de almacenamiento, por lo cual se habilita el diagnóstico de fallo segura. Los contenidos aprendidos por estos medios de aprendizaje incluyen los valores numéricos que indican la correlación entre cantidades de estado plurales en el ciclo de refrigeración.

25 En el ejemplo comparativo, al menos uno de los valores medidos de cada medio de medición o los valores aritméticos calculados a partir de los valores medidos, que se almacenan en los medios de almacenamiento, se convierten obligatoriamente en otro valor, la operación aritmética se hace nuevamente para las variables compuestas después de la conversión, y los medios de evaluación establecen las variables compuestas recientemente calculadas al umbral para evaluar la fuga de refrigerante, por lo que la condición de fuga de refrigerante se puede configurar de manera sencilla. El valor que se convierte en otro valor puede incluir el valor medido por los medios de medición de la temperatura del líquido, o el valor aritmético calculado a partir del valor medido. Se pueden convertir en otro valor uno o más valores.

30 Dado que el grado de anormalidad del ciclo de refrigeración se evalúa en base al del valor aritmético calculado por los medios aritméticos del ejemplo comparativo, y el tiempo crítico en el que el ciclo de refrigeración no puede continuar se prevé una operación segura, se garantiza la operación más fiable y segura. Por ejemplo, los medios aritméticos realizan la operación aritmética sobre la cantidad de refrigerante dentro del ciclo de refrigeración, la cantidad de fuga de refrigerante, o su valor aritmético equivalente, y el tiempo en el que se alcanza la cantidad de refrigerante crítica capaz de mantener la potencia de enfriamiento almacenada previamente se prevé a partir de la cantidad de fuga de refrigerante calculada o su valor aritmético equivalente. Se proporcionan los medios de salida para emitir el tiempo crítico previsto por una señal eléctrica que representa la magnitud voltaje o corriente, y la señal eléctrica emitida por estos medios de salida es la salida de voltaje o la salida de corriente según el grado de

anormalidad en el que el valor de anormalidad crítico capaz de mantener una potencia de enfriamiento predeterminada es el máximo valor, por lo cual cualquiera puede conocer la condición anormal y realizar fácilmente el mantenimiento.

5 El aparato de ciclo de refrigeración del ejemplo comparativo tiene el compresor, el condensador, los medios de expansión y el evaporador que están conectados a través de la tubería, a través de la cual se hace circular el refrigerante para constituir un ciclo de refrigeración, el refrigerante que no contiene un poco de componente combustible, y comprende los medios de medición de alta presión para medir la presión del refrigerante o la alta presión en cualquier posición en el paso de flujo desde el lado de descarga del compresor hasta los medios de expansión o los medios de medición de la temperatura de condensación para medir la temperatura de saturación a la alta presión, los medios de medición de baja presión para medir la presión del refrigerante o la baja presión en cualquier posición en el paso de flujo desde los medios de expansión al lado de succión del compresor o los medios de medición de la temperatura de evaporación para medir la temperatura de saturación a la baja presión, y los medios de medición de la temperatura del líquido para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el condensador a los medios de expansión, los medios de medición de la temperatura de descarga para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el compresor al condensador, o los medios de medición de la temperatura de succión para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el evaporador al compresor, los medios de almacenamiento para almacenar los valores medidos de cada medio de medición o los valores aritméticos calculados a partir de los valores medidos, los medios de comparación para comparar el valor almacenado en el pasado en los medios de almacenamiento con el valor medido actual o el valor aritmético, los medios aritméticos para realizar la operación aritmética sobre la cantidad de refrigerante dentro del ciclo de refrigeración, la cantidad de fuga de refrigerante, o su valor aritmético equivalente, y los medios de salida para emitir la anormalidad del ciclo de refrigeración como una señal eléctrica o comunicarla como un código de comunicación con el otro sitio, en el que cuando se detecta la fuga de refrigerante, se emite antes de otras anomalías del ciclo de refrigeración, por lo que se puede realizar la operación segura con la constitución simple, incluso si se emplea cualquier refrigerante. Los medios de salida emiten el voltaje o la corriente de modo que una unidad de alarma para activar la alarma mediante sonido o luz se pueda conectar a los medios de salida.

El dispositivo de diagnóstico de equipo de la invención comprende medios para almacenar las cantidades de instrumentación o los valores aritméticos de las cantidades de instrumentación cuando el equipo se opera normalmente, medios para inferir las cantidades de estado o los valores aritméticos de las cantidades de estado en la condición anormal donde el equipo es anormal o medios para regenerar la condición anormal del equipo, medios para hacer la operación aritmética sobre la distancia entre la condición normal o la condición anormal y la condición de operación actual del equipo, y medios para estimar la condición normal o la condición anormal del equipo, el grado de anormalidad o la causa de anormalidad a partir de un cambio en la distancia entre la condición de operación actual del equipo y la condición normal o la condición anormal, por lo que se permite el diagnóstico preciso.

También, el dispositivo de diagnóstico de equipo de la invención comprende una pluralidad de medios para almacenar las cantidades de instrumentación o las cantidades de estado que son los valores aritméticos de las cantidades de instrumentación cuando el equipo se opera normalmente, medios para inferir las cantidades de instrumentación o los valores aritméticos a partir de las cantidades de instrumentación en la condición anormal en que el equipo es anormal o medios para regenerar la condición anormal del equipo, medios para hacer la operación aritmética para la distancia entre la condición normal y anormal y la condición de operación actual del equipo, y medios para estimar la condición normal o la condición anormal del equipo, el grado de anormalidad o la causa de anormalidad de la distancia entre la condición de operación actual del equipo y la condición normal, y un cambio en la distancia de la condición anormal, por lo que se habilita el diagnóstico anormal fiable.

También, se define una pluralidad de condiciones anormales según el grado de anormalidad del equipo para una causa de anormalidad, y el grado de anormalidad del equipo se infiere a partir de un cambio en la distancia entre la condición de operación actual del equipo y dos o más condiciones anormales, por lo que se puede obtener el aparato de diagnóstico que tiene excelente usabilidad para continuar la operación en diversas condiciones. Además, se proporcionan medios para recoger y aprender la condición normal del equipo a partir de los datos de operación reales para permitir la evaluación segura. También, en el caso de las variables compuestas del aparato de ciclo de refrigeración, el valor aritmético o la distancia equivalente a la cantidad de refrigerante es la distancia de Mahalanobis o el valor numérico calculado a partir de la distancia de Mahalanobis, por lo que se obtienen los datos precisos para la evaluación.

El sistema de monitorización remota del ejemplo comparativo tiene el aparato de ciclo de refrigeración en el que el compresor, el condensador, los medios de expansión y el evaporador están conectados a través de la tubería, a través de la cual se hace circular el refrigerante para constituir un ciclo de refrigeración, el aparato de ciclo de refrigeración que comprende los medios de medición de alta presión para medir la presión del refrigerante o la alta presión en cualquier posición en el paso de flujo desde el lado de descarga del compresor a los medios de expansión o los medios de medición de la temperatura de condensación para medir la temperatura de saturación a la alta presión, los medios de medición de baja presión para medir la presión del refrigerante o la baja presión en cualquier posición en el paso de flujo desde los medios de expansión al lado de succión del compresor o los medios de medición de la temperatura de evaporación para medir la temperatura de saturación a la baja presión, y los

medios de medición de la temperatura del líquido para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el condensador a los medios de expansión, los medios de medición de la temperatura de descarga para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el compresor al condensador, o los medios de medición de la temperatura de succión para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el evaporador al compresor, en los que se proporcionan medios aritméticos para adquirir las variables compuestas a partir de los valores medidos de los medios de medición de alta presión o los medios de medición de la temperatura de condensación, los medios de medición de baja presión o los medios de medición de la temperatura de evaporación, y los medios de medición de la temperatura del líquido, los medios de medición de la temperatura de descarga o los medios de medición de la temperatura de succión, los medios de almacenamiento para almacenar los valores medidos de cada medio de medición o los valores aritméticos tales como las variables compuestas calculadas a partir de los valores medidos, los medios de comparación para comparar el valor almacenado en el pasado en los medios de almacenamiento con el valor medido actual o el valor aritmético, y los medios de evaluación para evaluar la anormalidad del ciclo de refrigeración en base al resultado de la comparación, cerca del aparato de ciclo de refrigeración o remotamente a través de la red o la línea pública, los datos medidos o los valores aritméticos que se transmiten a través de la red o la línea pública. Por lo tanto, incluso si ocurre algún problema, es posible simplemente hacer frente al problema, de modo que la operación pueda continuarse de manera efectiva.

El sistema de monitorización remota del ejemplo comparativo tiene un aparato de ciclo de refrigeración en el que el compresor, el condensador, los medios de expansión y el evaporador están conectados a través de la tubería, a través de la cual se hace circular el refrigerante que no contiene un poco de componente combustible para constituir un ciclo de refrigeración, el aparato de ciclo de refrigeración que comprende los medios de medición de alta presión para medir la presión del refrigerante o la alta presión en cualquier posición en el paso de flujo desde el lado de descarga del compresor a los medios de expansión o los medios de medición de la temperatura de condensación para medir la temperatura de saturación a la alta presión, los medios de medición de baja presión para medir la presión del refrigerante o la baja presión en cualquier posición en el paso de flujo desde los medios de expansión al lado de succión del compresor o los medios de medición de la temperatura de evaporación para medir la temperatura de saturación a la baja presión, y los medios de medición de la temperatura del líquido para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el condensador a los medios de expansión, los medios de medición de la temperatura de descarga para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el compresor al condensador, o los medios de medición de la temperatura de succión para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el evaporador al compresor, en el que se proporcionan los medios de almacenamiento para almacenar los valores medidos de cada medio de medición o los valores aritméticos calculados a partir de los valores medidos, los medios de comparación para comparar el valor almacenado en el pasado en los medios de almacenamiento con el valor medido actual o el valor aritmético, los medios aritméticos para realizar la operación aritmética para la cantidad de refrigerante o la cantidad de fuga de refrigerante dentro del ciclo de refrigeración, o su valor aritmético equivalente, y los medios de salida para emitir la anormalidad del ciclo de refrigeración como una señal eléctrica o comunicarla como un código de comunicación con otro aparato cerca del aparato de ciclo de refrigeración o de manera remota a través de la red o la línea pública, los datos medidos o los valores aritméticos que se transmiten a través de la red o la línea pública, y cuando se detecta la fuga de refrigerante, se emite antes de otras anomalías del ciclo de refrigeración, por lo que se habilita la operación segura.

También, se proporcionan medios para almacenar las cantidades de instrumentación o los valores aritméticos de las cantidades de instrumentación cuando se opera normalmente el equipo, medios para inferir las cantidades de instrumentación o los valores aritméticos de las cantidades de instrumentación en la condición anormal en que el equipo es anormal o medios para regenerar la condición anormal del equipo, medios para hacer la operación aritmética para la distancia entre la condición normal y la condición anormal y la condición de operación actual del equipo, y medios para estimar la condición normal o la condición anormal del equipo, el grado de anomalía o la causa de anomalía de la distancia entre la condición de operación actual del equipo y la condición normal, y un cambio en la distancia de la condición anormal, cerca del aparato de ciclo de refrigeración o de manera remota a través de la red o la línea pública, los datos medidos o los valores aritméticos que se transmiten a través de la red o la línea pública, por lo que el mantenimiento es fácil.

También, se proporciona una pluralidad de medios para almacenar las cantidades de instrumentación o los valores aritméticos de las cantidades de la instrumentación cuando se opera normalmente el equipo, medios para inferir las cantidades de instrumentación o los valores aritméticos de las cantidades de instrumentación en la condición anormal en que el equipo es anormal o medios para regenerar la condición anormal del equipo, medios para hacer la operación aritmética para la distancia entre la condición normal y la condición anormal y la condición de operación actual del equipo, y medios para estimar la condición normal o la condición anormal del equipo, el grado de anomalía o la causa de anomalía a partir de la distancia entre la condición de operación actual del equipo y la condición normal, y un cambio en la distancia desde la condición anormal, cerca del aparato de ciclo de refrigeración o de manera remota a través de la red o la línea pública, los datos medidos o los valores aritméticos que se transmiten a través de la red o la línea pública, por lo que el equipo es fácil de manejar.

Aunque el valor D se emplea como la distancia en el diagrama de flujo de la Fig. 18, se adquieren en primer lugar la distancia de Mahalanobis D2 para cada uno del espacio de referencia y los espacios anormales, la raíz cuadrada de D2 se calcula según la siguiente expresión (6), se calcula la probabilidad de aparición de cada anomalía según la

expresión (8), y la causa de la fallo se valora y estima a partir de la probabilidad de aparición de cada anomalía. En la presente memoria, la razón de por qué la distancia de Mahalanobis D_2 se eleva a la potencia de $1/2$ en la expresión (6) es que la distancia D_2 es el valor cuadrado que aumenta cuadráticamente junto con la distancia creciente, pero la distancia de la raíz cuadrada D aumenta linealmente según el grado de anomalía, el aumento de la distancia es proporcional al aumento del grado de anomalía, por lo que la distancia es sensiblemente fácil de manejar. También, en la expresión (8), la “ D inicial” es la distancia de Mahalanobis cuando el espacio anormal se aplica a los datos de estado normal inicial, y representa la distancia hasta la normalidad sobre la base de la anomalía en el estado normal inicial. La “ D actual” representa la distancia cuando el espacio anormal se aplica a los datos medidos actuales. La “ D actual” toma un valor grande en el estado normal inicial (debido a una diferencia grande entre el estado anormal y el estado normal), pero a medida que la anomalía progresa, la “ D actual” es más pequeña (acercándose gradualmente desde la normalidad a la anomalía), por lo que la probabilidad de aparición de anomalía se acerca al 100%.

[Expresión numérica 8]

$$\text{Probabilidad de aparición de anomalía 1} = 100x (1 - D_1 \text{ actual}/D_1 \text{ inicial})$$

$$\text{Probabilidad de aparición de anomalía 2} = 100x (1 - D_2 \text{ actual}/D_2 \text{ inicial})$$

$$\text{Probabilidad de aparición de anomalía 3} = 100x (1 - D_3 \text{ actual}/D_3 \text{ inicial}) \quad (8)$$

Si la condición no se evalúa que es normal por los medios de evaluación del ejemplo comparativo, en concreto, de la relación entre la distancia y el umbral como se muestra en el diagrama de flujo, el fallo se muestra en la pantalla o se notifica mediante sonido, o la anomalía se notifica al sitio remoto. Y el reparador al que se le notifica el fallo hace el mantenimiento de las reparaciones o la revisión del fallo, por lo que la instalación se recupera al estado normal. Cada proceso del diagrama de flujo en esta explicación se realiza por los medios aritméticos 18, los medios de almacenamiento 19, los medios de comparación 20, los medios de evaluación 21 y los medios de salida 22 como se muestra en la Fig. 2, y así sucesivamente. La determinación de presencia o ausencia de aprendizaje inicial ST81 se realiza por los medios de evaluación 21, el proceso asociado de aprendizaje ST82 y ST83 se realiza de forma aritmética por los medios aritméticos 18, y los resultados se almacenan en los medios de almacenamiento 19. El proceso de operación aritmética ST84, 86 y 87 para la distancia de Mahalanobis se realiza por los medios aritméticos 18, en base a los datos en el espacio de referencia y los espacios anormales almacenados en los medios de almacenamiento 19. La determinación de fallo ST88 y 89 se realiza por los medios de comparación 20 y los medios de evaluación 21. La salida se realiza por los medios de salida 22. Naturalmente, la determinación de fallo se puede hacer a partir de la relación entre la distancia de los datos entre el espacio de referencia y el espacio anormal sin emplear el umbral.

En la explicación anterior, una operación de aprendizaje para aprender el espacio de referencia para el estado normal o el espacio anormal para cada estado anormal implica calcular el valor de referencia requerido para calcular la distancia de Mahalanobis a partir de los datos medidos, y almacenar el valor de referencia. Específicamente, la operación de aprendizaje implica calcular el valor medio m en la expresión (1), la desviación estándar en la expresión (2) y la matriz inversa R^{-1} de la matriz de correlación en la expresión (4).

Para cada espacio anormal, se almacenan el valor medio y la desviación estándar de cada parámetro, y los coeficientes de correlación de cada parámetro. La distancia entre el espacio de referencia y cada espacio anormal se puede obtener calculando la distancia de Mahalanobis del espacio de referencia normal, empleando el valor medio de cada parámetro en cada espacio anormal, y configurado como el umbral. Por ejemplo, en la operación de la máquina real, los datos se miden en primer lugar, y se determina la presencia o ausencia del fallo, en la que las distancias (raíz cuadrada de la distancia de Mahalanobis) entre cada espacio anormal y el espacio de referencia normal se establecen como la D_1 inicial y la D_2 inicial. Se obtienen los datos de cantidad de estado de operación actual que se miden, la distancia D_0 desde el espacio de referencia normal, y las distancias D_1 , D_2 de cada espacio anormal. D_0 es un valor de 2 o menos en el estado inicial. Y el grado de aproximación a cada espacio anormal se calcula según la expresión (8), y se calcula la probabilidad de aparición de cada anomalía. Y la causa del fallo se evalúa comparando las probabilidades de aparición de anomalía.

Como se ha descrito anteriormente, se definen el espacio de referencia normal y los espacios anormales, y se calcula la probabilidad de aparición de cada anomalía, por lo que el grado de anomalía se puede captar según un aumento de la distancia del espacio de referencia normal (la distancia de Mahalanobis o la raíz cuadrada de la distancia de Mahalanobis), y el grado de anomalía se especifica según una disminución de la distancia de cada espacio anormal (la distancia de Mahalanobis o la raíz cuadrada de la distancia de Mahalanobis). Aunque el concepto de la distancia de Mahalanobis entre el espacio anormal y el espacio normal se ha descrito en la Fig. 17, el espacio de referencia normal está situado en el centro de coordenadas, y cada espacio anormal está situado lejos del origen en una vista de imagen. Prácticamente, dado que la distancia de Mahalanobis está implicada en un espacio multidimensional, la Fig. 17 es una vista de imagen en la que la distancia de Mahalanobis se representa en dos dimensiones. Cada uno del espacio de referencia normal y los espacios anormales tiene un área con dispersión, en la que si la condición de operación actual es normal o anormal se evalúa determinando a qué espacio pertenecen los datos. La distancia entre cada espacio anormal y el espacio normal se puede calcular obteniendo la distancia de

Mahalanobis entre los datos representativos (datos de valor medio) del espacio de referencia normal y el espacio anormal. Por ejemplo, cuando esta distancia es igual a 1.000, se calculan las cantidades de estado de operación de ciclo de refrigeración actuales, empleando el espacio de referencia normal, o cuando la distancia es igual a 1.000 y la distancia desde este espacio anormal es cercana a cero, existe la posibilidad de que ocurra la anomalía en este espacio anormal. El umbral para cada anomalía se puede establecer realizando la operación aritmética para la distancia de Mahalanobis entre el espacio de referencia normal y cada espacio anormal en cada anomalía, en el que si la anomalía se detecta en la etapa temprana, por ejemplo, el umbral para la anomalía se puede establecer a 1/10.

También, en un examen de prueba de fallo en el sitio de la instalación, dado que la prueba no se puede hacer en la condición de operación extremadamente mala en que puede ocurrir la ruptura del compresor, los estados de fallo se pueden clasificar en varios niveles, por lo que el espacio anormal se aprende según cada nivel. Esta clasificación de nivel se describirá con referencia a la Fig. 22 que es una vista de concepto de espacio multidimensional para la distancia de Mahalanobis. En la Fig. 22, el espacio anormal 1 es un ejemplo, en el que los niveles anormales 1 a 3 se establecen según el grado de anomalía en este ejemplo. En una prueba en el sitio de la instalación, se aprenden los espacios anormales de los niveles 1 y 2. En el nivel 3, puede ocurrir realmente una ruptura del compresor, en la que este espacio anormal se aprende haciendo las mediciones de antemano en un laboratorio.

De esta manera, para un área en el nivel con un pequeño grado de anomalía en el que la operación de simulación sobre la máquina real se habilita clasificando la anomalía en varios niveles según el grado de anomalía, el espacio anormal se puede crear mediante la medición de la máquina real en el lugar, por lo que la anomalía se puede encontrar en la etapa temprana según la máquina real.

También, los grados de anomalía se clasifican en niveles, y el espacio anormal se crea en cada nivel anormal. Por ello, incluso si el nivel anormal es bajo, se habilita la predicción de fallo correcta, y es fácil discriminar entre fallos, por lo que la previsión de fallo y la especificación de la causa del fallo se habilitan en la etapa temprana antes de que el aparato de ciclo de refrigeración se averíe debido al fallo.

A continuación, se describirá el aprendizaje del espacio anormal. Para el espacio anormal, se proporciona un método para aprender sobre la máquina real después de que se instale el equipo en el lugar de la instalación y un método para crear el espacio anormal empleando los datos obtenidos simulando de antemano la condición de fallo para el mismo tipo de máquina en el laboratorio. El método anterior se ocupa de las condiciones de fallo que se pueden simular en el lugar de la instalación, por ejemplo, el flujo de retorno del líquido refrigerante y el agotamiento del aceite de la máquina de refrigeración, además de la fuga de refrigerante. Para estos fallos, la condición de flujo de retorno del líquido refrigerante se simula abriendo ligeramente una válvula de expansión del ciclo de refrigeración, o la condición de fallo se simula en el lugar drenando temporalmente el aceite fuera de la parte inferior del compresor, por lo que el espacio anormal se crea a partir de estas condiciones de operación. El espacio anormal creado se almacena en los medios de almacenamiento, y se emplea para determinar la condición anormal.

Este último método para hacer de antemano las pruebas de ensayo de fallo en el laboratorio trata los fallos en los que la simulación de fallo en el lugar de la instalación es difícil. Para estos fallos, se crea el aparato de ciclo de refrigeración capaz de simular la condición anormal, las pruebas del aparato de ciclo de refrigeración se hacen en el laboratorio, se muestrean los datos de cantidad de estado de operación anormal, y se crea el espacio anormal empleando estos datos. El espacio anormal preparado de esta manera se almacena de antemano en los medios de almacenamiento cuando se envía el aparato de ciclo de refrigeración, y se puede aplicar sobre la máquina real. También, una parte de las pruebas de ensayo de fallo se puede sustituir por simulación.

Otro método de aprendizaje para el espacio anormal ya se ha descrito, en el que en el caso en que ocurra el fallo de cometido, si el parámetro que indica un síntoma está claro por adelantado, el valor del parámetro que exhibe el síntoma notable tras la aparición de la anomalía entre los datos de cada parámetro usado para el espacio de referencia normal después de aprender que el espacio de referencia normal se convierte obligatoriamente en el valor estimado cuando ocurre el fallo, y se crean nuevamente los datos de cantidad de estado de operación anormal. Uno o más valores se pueden convertir por separado. Por ello, si el parámetro que exhibe el síntoma cuando ocurre la anomalía está claro por adelantado, el espacio anormal se puede crear en base al estado normal de la máquina real, por lo que es posible absorber completamente las diferencias individuales debidas a la dispersión de la máquina real.

Por otra parte, un fallo inesperado que puede no ser cubierto por los espacios anormales previstos al comienzo puede ocurrir al continuar la operación del aparato de ciclo de refrigeración. Como contramedida contra este caso, se proporciona una nueva función de aprendizaje de anomalía, y su concepto se muestra en un diagrama de flujo de la Fig. 23. En la Fig. 23, ST51 implica la detección de la aparición de la anomalía. Aunque la causa del fallo no está especificada en el flujo de determinación de la valoración de la causa del fallo, se aumenta la distancia de Mahalanobis, por lo que el aparato de ciclo de refrigeración se evalúa como anormal. En este estado, la zona horaria correspondiente en que ocurre la anomalía se selecciona a partir de la zona horaria pasada mostrada en los medios de visualización 6 de la Fig. 1 manipulando la unidad de entrada 7 de la Fig. 1. Los datos de varios días en el pasado siempre se almacenan en los medios de almacenamiento. En ST52, se selecciona una zona arbitraria de estos datos. En ST53, se aprende el espacio anormal, empleando los datos operativos (datos anormales) en la zona

horaria seleccionada. En ST54, el espacio anormal aprendido se almacena como el nuevo espacio anormal en los medios de almacenamiento. En la valoración de la causa del fallo después de que se almacena el nuevo espacio anormal, también se puede determinar el nuevo espacio anormal.

5 Aunque la operación de aprendizaje en el dispositivo de operación de los medios de entrada para el aparato de ciclo de refrigeración sobre la máquina real se ha descrito anteriormente, un terminal de información tal como un ordenador personal remoto en los medios de monitorización remota puede hacer la misma operación de aprendizaje. O es innecesario que los medios de entrada se proporcionen siempre en el aparato de ciclo de refrigeración, pero cuando ocurre la anomalía, el reparador puede ir al mantenimiento llevando un ordenador personal que tiene instalada una herramienta de mantenimiento capaz de adsorber los datos del aparato de ciclo de refrigeración, analizarlos y escribir la información en el aparato de ciclo de refrigeración. Empleando el método de aprendizaje como se describe en conexión con la Fig. 23, esta invención es aplicable a la máquina existente que opera normalmente en la actualidad, aunque la información en el momento de la fabricación o de la instalación ya es desconocida. Primero de todo, se realiza el aprendizaje en el tiempo normal como se describe en conexión con la Fig. 8, y el espacio anormal se aprende procesando esta información. Entonces, los datos de operación se almacenan y establecen para realizar el nuevo aprendizaje de anomalía de la Fig. 23. Es decir, la invención es aplicable a cualquier aparato que ya esté operando. Por consiguiente, si el aparato de monitorización remota del ejemplo comparativo se proporciona como se muestra en la Fig. 21, el mantenimiento se puede ejecutar transmitiendo los datos del equipo tal como el aparato de ciclo de refrigeración propiedad del usuario contratado a través de Internet.

10

15

20 Primero de todo, el departamento de mantenimiento o la persona a cargo acepta una orden de mantenimiento del propietario de la nueva orden de mantenimiento, empleando la red 56 de la Fig. 21 o la línea de teléfono 3 de la Fig. 1. En el circuito de fluido del ciclo de refrigeración proporcionado en el lugar tal como el supermercado en que está instalado el aparato de ciclo de refrigeración 1 de la Fig. 1 para mantenimiento, están montados los medios de medición como ya se ha descrito. Las cantidades de instrumentación se almacenan en los medios de almacenamiento proporcionados para el microordenador 2. La persona a cargo del mantenimiento puede extraer las cantidades de instrumentación medidas por los medios de medición a través de los medios de comunicación. Las cantidades físicas del fluido en el equipo que succiona y que descarga el fluido circulado a través del circuito de fluido se miden por una pluralidad de medios de medición, y los resultados de la operación aritmética se pueden obtener haciendo la operación aritmética sobre un agregado en el que las cantidades de instrumentación almacenadas o los parámetros plurales adquiridos a partir de las cantidades de instrumentación se combinan como variables plurales y se asocian entre sí. Si la operación aritmética se realiza en el lugar, los resultados de la operación aritmética se pueden leer a través de los medios de comunicación. Las cantidades de estado actual del aparato de ciclo de refrigeración se pueden captar evaluando si la operación aritmética resulta o no de hacer la operación aritmética sobre el agregado en el que los resultados de la operación aritmética leídos o los parámetros plurales obtenidos a partir de las cantidades medidas se combinan como las variables plurales y se asocian entre sí están dentro de un intervalo preestablecido. Las cantidades de estado actuales continúan siendo acumuladas, y el estado normal o el estado anormal, el grado de anomalía, el tiempo hasta un límite de tolerancia de fuga y la causa de la anomalía se evalúan a partir de la distinción entre el estado normal y el estado anormal y la distancia entre el espacio normal y el espacio anormal según los diagramas de flujo de las Fig. 8, 18 y 23. Aunque los resultados evaluados se comunican al propietario de la orden de mantenimiento, los resultados evaluados incluyen una pluralidad de propuestas concernientes a los contenidos de mantenimiento y el tiempo. Es decir, dado que los contenidos de mantenimiento son diferentes dependiendo del grado de anomalía y la causa de anomalía, el sistema del ejemplo comparativo capaz de predicción de anomalía puede proponer los contenidos de mantenimiento en cada rango dividiendo el tiempo hasta el límite de tolerancia en intervalos plurales. Esta propuesta incluye el coste estimado de hacer el mantenimiento, y el propietario de la orden de mantenimiento puede conocer la extensión de la anomalía y decidir cuándo y cómo se realiza el mantenimiento a partir del tiempo, del coste y de los contenidos. Si se emplea el sistema de mantenimiento, la operación del aparato o del equipo se puede realizar de forma segura sin riesgo. Dado que el historial de operación y los contenidos del problema se registran automáticamente, el informe se puede hacer de manera simple y en cualquier momento, cuando sea necesario. La máquina existente, o el aparato con especificaciones desconocidas existente en el sitio remoto tal como en el extranjero se puede diagnosticar adquiriendo las cantidades de instrumentación a través de los medios de comunicación, o las especificaciones del equipo, las condiciones de instalación y el historial de operación a través de los medios de comunicación, por lo que la recomendación y la evaluación del mantenimiento se hace de manera simple en un corto tiempo. El negocio para diagnosticar el fallo empleando Internet se puede realizar independientemente del negocio para operar la instalación que emplea el aparato o equipo o el negocio para hacerse cargo del mantenimiento. Para el mantenimiento preciso que incluye la predicción del fallo, es favorable usar el aparato y tener el historial, por ejemplo, los registros de operación en el pasado, los registros del fallo y los registros de mantenimiento. Además, se puede añadir una función de aprendizaje adicional al nuevo fallo, por lo que la determinación precisa del fallo se puede hacer a través del procesamiento posterior para el fallo imprevisto inicialmente en el diseño. También, la información aprendida del nuevo espacio anormal se acumula en el dispositivo de diagnóstico del equipo o en los medios de monitorización remota, por lo que esta información se puede añadir a los medios de almacenamiento para el aparato del mismo tipo o similar que se envía nuevamente, y se expande sobre diversos aparatos del mismo tipo o similar.

25

30

35

40

45

50

55

60

Aunque en la explicación anterior, la distancia de Mahalanobis se emplea como los medios de determinación de anomalía, y los elementos múltiples de parámetros se convierten en un índice para determinar la anomalía, la anomalía se puede discriminar observando el elemento específico tal como la desviación estándar, y evaluando si este elemento excede o no el umbral, si el elemento que causa la anomalía está especificado de antemano. En la explicación anterior, las cantidades de estado se obtienen mediante operación aritmética después de medir las cantidades físicas concernientes al refrigerante con un tiempo de retraso grande de cambio o el valor efectivo actual y adquiriendo las cantidades de instrumentación tales como la corriente sin tener en cuenta los valores instantáneos. Combinando muchas variables adquiridas a partir de tales datos, el diagnóstico de fallo se habilita como un todo incluyendo influencias mecánicas, eléctricas u otras no dependientes del accidente. El compresor para uso en el ciclo de refrigeración hace circular el refrigerante descargando y succionando el refrigerante que fluye a través del ciclo de refrigeración, en el cual es efectivo para el diagnóstico práctico que las variables incluyan las cantidades físicas del refrigerante. Del mismo modo, se tratan las máquinas hidráulicas tales como un soplador de aire que tiene un controlador y concerniente a las cantidades físicas de flujo de aire o una bomba concerniente a agua, comida o líquido químico, y el fax o la impresora, o un dispositivo de accionamiento para un aparato que mueve el objeto en la línea de fabricación también se trata de la misma manera. Especialmente en un caso del soplador de aire usado en el ciclo de refrigeración, es evidente que las cantidades físicas del refrigerante, distintas del flujo de aire, ya que el fluido se puede medir de la misma manera que anteriormente, debido a que se cambian el rendimiento y las características del ciclo de refrigeración.

Aunque una de las cantidades de estado a ser medidas como las variables es la corriente de accionamiento para el motor, como se ha descrito anteriormente, se pueden medir otras cantidades de electricidad, por ejemplo, una fuerza electromagnética entre el estator y el rotor para el motor que está relacionada con un par de accionamiento, una corriente de tierra o una onda de ruido que se fuga en los alrededores, y un voltaje de eje, debido a que los datos medidos de diferentes fenómenos están asociados eléctricamente entre sí, y para distinguir entre los accidentes eléctricos y los mecánicos. Por ejemplo, en el caso de un motor de inducción o un motor DC sin escobillas, la salida de armónicos superiores varía, de modo que la corriente de tierra estacionaria, la onda de ruido y el voltaje de eje son diferentes. Además, cuando se notifica la anomalía en el lugar de instalación, se pueden emplear un método para notificar la anomalía con la lámpara de advertencia 8 o el altavoz 9 mostrado en la Fig. 1, y un método para mostrar el contenido de la anomalía en la unidad de visualización 6 tal como un visualizador de cristal líquido, o ambos. Cuando la situación anormal es urgente y grave, es efectivo el uso concurrente de la lámpara de advertencia 8, el altavoz 9 y la unidad de visualización 6. En la etapa en que la anomalía es pequeña o la etapa de predicción, solamente se puede emplear la unidad de visualización 6 para hacer el informe, y en el mantenimiento, el reparador comprueba una tendencia anormal, por lo que se puede captar el tiempo de mantenimiento adecuado. Para hacer el informe a una sala de monitorización remota, el contenido de la anomalía y el grado de la anomalía se notifica a través de los medios de comunicación tales como la línea telefónica, la LAN o la radio a la sala de monitorización remota. En la sala de monitorización remota, se envía al reparador en base a la condición anormal, pero si la causa de la anomalía se capta de forma remota, es posible preparar las piezas necesarias para hacer frente a la anomalía correspondiente antes de ir al lugar real, por lo que el mantenimiento se puede realizar rápidamente. Además, la información se puede notificar directamente a los medios de recepción de información tales como un teléfono portátil del reparador, al mismo tiempo de hacer el informe para la sala de monitorización remota.

Aunque la corriente de la fuente para accionar el motor es una de las cantidades medidas como ya se ha descrito, es natural que la corriente de la fuente en sí misma no se pueda medir directamente. La corriente que fluye a través del motor tal como una bobina alrededor del motor se recoge por el voltaje inducido, o la corriente desequilibrada que fluye a través de cada capa de devanados del motor se puede recoger como la cantidad de estado. El par de accionamiento relacionado con la corriente del motor tiene una gran pulsación de par debido al refrigerante comprimido en el caso del compresor, y la influencia debida a que el fallo se oculta. En el compresor, dado que el par se cambia extremadamente dependiendo de la relación de compresión, esto es, la relación de baja presión a alta presión, es necesario medir no solamente la corriente sino también la alta presión y la baja presión, y hacer la evaluación realizando la operación aritmética sobre la correlación entre ellos. Por ejemplo, la alta presión y la baja presión del ciclo de refrigeración no se estabilizan durante varias decenas de minutos después de que se arranca el compresor. Por consiguiente, cuando los datos estacionarios se emplean como la cantidad de estado como se describe en esta invención, se recomienda comenzar las mediciones después de que estén estabilizadas las cantidades físicas del refrigerante. Por otra parte, cuando las cantidades físicas del refrigerante son inestables, el fallo tal como un contacto de diente afectado por una señal causada por el par del compresor o el par se puede discriminar del fallo del sistema eléctrico tal como el condensador no afectado por el par en ese momento, debido a que la señal puede variar durante ese tiempo. También, incluso si la frecuencia del compresor no se cambia controlando el equipo del lado de la carga abriendo o cerrando la válvula electromagnética para la vitrina, las cantidades de estado del ciclo de refrigeración tales como la alta presión y la baja presión se cambian de modo que el par fluctúa. Por el contrario, el estado de referencia se puede almacenar en relación con el par o la relación de compresión, o se puede emplear el valor medio durante un período fijo de tiempo, por ejemplo.

Un método de diagnóstico para el aparato de ciclo de refrigeración según el ejemplo comparativo tiene un paso de extracción y de aprendizaje de un estado en el que el aparato de ciclo de refrigeración se opera normalmente a partir de las cantidades de instrumentación por cada medio de detección de cantidad de instrumentación y se almacena en los medios de almacenamiento o los valores de características de estado calculados a partir de las cantidades de

instrumentación. También, el método de diagnóstico para el aparato de ciclo de refrigeración según el ejemplo comparativo tiene un paso de convertir obligatoriamente una cualquiera de las cantidades de instrumentación por cada medio de detección de cantidad de instrumentación durante el tiempo de operación normal aprendido o los valores de características de estado calculados a partir de las cantidades de instrumentación en otro valor, un paso de hacer nuevamente la operación aritmética sobre las variables compuestas después de la conversión, y un paso de establecer las nuevas variables compuestas obtenidas aritméticamente en el umbral cuando los medios de evaluación evalúan la anormalidad del compresor, por lo que la condición anormal se puede concebir y aprender, en base a la condición normal, sin producir y aprender la condición anormal en la máquina real. También, el método de diagnóstico para el aparato de ciclo de refrigeración según este ejemplo comparativo tiene un paso de cálculo del tiempo transcurrido antes de que el grado de anormalidad alcance el umbral a partir de los valores de las variables compuestas en la condición normal, los valores aritméticos de las variables compuestas actuales por los medios aritméticos y el umbral, o el umbral preestablecido por el usuario y el tiempo transcurrido, esto es, un paso de predicción del fallo.

El aparato de ciclo de refrigeración según este ejemplo comparativo comprende los medios de medición de alta presión para medir la alta presión de la unidad de refrigeración o los medios de medición de la temperatura de condensación para medir la temperatura de saturación a la alta presión, los medios de medición de baja presión para medir la baja presión o los medios de medición de la temperatura de evaporación para medir la temperatura de saturación a la baja presión, y los medios de medición de la temperatura del líquido, los medios de medición de la temperatura de descarga o los medios de medición de la temperatura de succión, en los que se proporcionan los medios aritméticos para adquirir las variables compuestas a partir de los valores medidos, los medios de almacenamiento para almacenar los valores medidos de cada medio de medición o los valores aritméticos tales como las variables compuestas calculadas a partir de los valores medidos, los medios de comparación para comparar el valor almacenado en el pasado en los medios de almacenamiento con el valor medido actual o el valor aritmético, y los medios de evaluación para evaluar la fuga de refrigerante en base al resultado de la comparación, por lo que la anormalidad del ciclo de refrigeración tal como la fuga de refrigerante se puede detectar con precisión.

También, el grado de anormalidad tal como la cantidad de fuga de refrigerante dentro del ciclo de refrigeración se calcula por los medios aritméticos, y el tiempo en el que se alcanza el límite de anormalidad capaz de mantener una potencia de enfriamiento predeterminada se prevé a partir del grado de anormalidad, por lo que la anormalidad del ciclo de refrigeración se puede encontrar en la etapa temprana. Además, si se proporcionan los medios de salida para emitir el tiempo previsto en el que se alcanza el límite de anormalidad mediante una señal eléctrica con la magnitud de voltaje o corriente, la anormalidad encontrada se puede transportar en la etapa temprana. También, si el refrigerante no contiene un poco de componente combustible, y los medios de salida se conectan a una unidad de alarma que activa la alarma mediante sonido o luz, la anormalidad encontrada se puede transportar en la etapa temprana. También, los datos se monitorizan y evalúan remotamente, por lo que la anormalidad se puede encontrar en la etapa temprana.

Los ejemplos de anormalidad del ciclo de refrigeración que se pueden detectar en el ejemplo comparativo pueden incluir el fallo y el deterioro (cambio con el paso del tiempo) de varios tipos de equipos, y si se cambia la condición de operación, se puede detectar cualquier anormalidad. Por ejemplo, se pueden detectar y discriminar un deterioro o flujo de retorno del líquido debido a la vida útil del compresor, un defecto o rotura del condensador o del evaporador, un deterioro o fallo del soplador de aire del condensador o del soplador de aire del evaporador, una obstrucción del filtro o del secador, una curva, ruptura u obstrucción de la tubería, o un deterioro del aceite del refrigerador (que se detecta por la obstrucción de la tubería, la lubricación falsa del compresor, o un cambio de la cantidad de transferencia de calor).

En el ejemplo comparativo constituido de esta manera, la anormalidad (fallo o deterioro) del equipo se puede monitorizar remotamente. Por lo tanto, la anormalidad del equipo se puede encontrar sin ir al lugar real, por lo que la anormalidad se puede detectar en la etapa temprana. Convencionalmente, hay dos etapas de captación en primer lugar de la causa de la anormalidad yendo al lugar real y tomando una contramedida algún día más tarde. No obstante, con la constitución de este ejemplo comparativo, dado que la causa de la anormalidad se puede especificar remotamente sin ir al lugar real, es posible acortar el tiempo hasta la recuperación haciendo los preparativos antes de ir al lugar real. Por ejemplo, cuando ocurre la fuga de refrigerante, se puede conocer remotamente, por lo que se puede preparar una bomba de refrigerante antes de ir al lugar real.

En el ejemplo comparativo que se ha descrito anteriormente, dado que el ciclo de refrigeración evaluado por los medios de evaluación puede detectar la fuga de refrigerante desde el paso de fluido, el aparato de seguridad se puede producir monitorizando el refrigerante combustible o un flujo del fluido nocivo para el cuerpo humano. También, se proporcionan medios para extraer y aprender un estado en el que el aparato de ciclo de refrigeración se opera normalmente a partir de los valores medidos de cada medio de medición almacenado en los medios de almacenamiento o los valores aritméticos calculados a partir de los valores medidos, por lo que siempre se obtienen los datos estables. Además, dado que los contenidos aprendidos por estos medios de aprendizaje incluyen el valor numérico que representa la correlación entre una pluralidad de cantidades de estado para el ciclo de refrigeración, se permite el diagnóstico preciso. También, se proporciona un paso de conversión obligatoria de uno cualquiera de los valores medidos de cada medio de medición almacenado en los medios de almacenamiento o los valores aritméticos calculados a partir de los valores medidos en otro valor, un paso de hacer nuevamente la operación

aritmética sobre las variables compuestas después de la conversión, y un paso de establecimiento de las nuevas variables compuestas al umbral con el cual los medios de evaluación evalúan la fuga de fluido, por lo que la anomalía se puede establecer de manera simple, y la condición anormal se puede concebir y aprender, en base a la condición normal, sin causar y aprender la condición anormal en la máquina real.

5 El grado de anomalía del ciclo de refrigeración se evalúa a partir de los valores aritméticos obtenidos por los medios aritméticos del ejemplo comparativo, y se puede prever el tiempo crítico en el cual el ciclo de refrigeración no puede continuar la operación de seguridad, por lo que se pueden proporcionar el aparato y la operación fiables. También, la cantidad de refrigerante o fluido o la cantidad de fuga de refrigerante o de fluido dentro del ciclo de paso de flujo, o su valor aritmético equivalente, se calculan por los medios aritméticos, y el tiempo transcurrido antes de que se alcance la cantidad crítica capaz de mantener la potencia de enfriamiento preestablecida o la cantidad de suministro se prevé a partir de la cantidad de fuga o su valor aritmético equivalente, por lo que se puede proporcionar el aparato de seguridad. También, se proporcionan los medios de salida para emitir el tiempo crítico previsto por una señal eléctrica con la magnitud de voltaje o corriente, con la salida de voltaje o la salida de corriente según el grado de anomalía en el que el valor máximo es el límite de tolerancia para mantener una capacidad de aparato predeterminada en base a la señal eléctrica emitida por estos medios de salida, por lo que la supervisión es fácil.

El ejemplo comparativo tiene el compresor, el condensador, los medios de expansión y el evaporador que están conectados a través de la tubería, a través de la cual se hace circular el refrigerante para constituir un ciclo de refrigeración, el refrigerante que no contiene un poco de componente combustible, y comprende los medios de medición de alta presión para medir la presión del refrigerante o la alta presión en cualquier posición en el paso de flujo desde el lado de descarga del compresor a los medios de expansión o los medios de medición de la temperatura de condensación para medir la temperatura de saturación a la alta presión, los medios de medición de baja presión para medir la presión del refrigerante o la baja presión en cualquier posición en el paso de flujo desde los medios de expansión al lado de succión del compresor o los medios de medición de la temperatura de evaporación para medir la temperatura de saturación a la baja presión, y los medios de medición de la temperatura del líquido para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el condensador a los medios de expansión, los medios de medición de la temperatura de descarga para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el compresor al condensador, o los medios de medición de la temperatura de succión para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el evaporador al compresor, los medios de almacenamiento para almacenar los valores medidos de cada medio de medición o los valores aritméticos calculados a partir de los valores medidos, los medios de comparación para comparar el valor almacenado en el pasado en los medios de almacenamiento con el valor medido actual o el valor aritmético, los medios aritméticos para realizar la operación aritmética para la cantidad de refrigerante o la cantidad de fuga de refrigerante dentro del ciclo de refrigeración, o su valor aritmético equivalente, y los medios de salida para emitir la anomalía del ciclo de refrigeración como una señal eléctrica o comunicándola como un código de comunicación con otro aparato, en el que cuando se detecta la fuga de refrigerante, se emite antes de otras anomalías del ciclo de refrigeración, por lo que se permite el mantenimiento seguro, y se obtiene el aparato económico y fiable.

El ciclo de refrigeración del ejemplo comparativo comprende medios para almacenar las cantidades de instrumentación o los valores aritméticos de las cantidades de instrumentación cuando el equipo se opera normalmente, medios para inferir las cantidades de instrumentación o los valores aritméticos de las cantidades de instrumentación en la condición anormal en que el equipo es anormal o medios para regenerar la condición anormal del equipo, medios para hacer la operación aritmética para la distancia entre la condición normal y la condición anormal y la condición de operación actual del equipo, y medios para estimar la condición normal o la condición anormal del equipo, el grado de anomalía o la causa de anomalía a partir de la distancia entre la condición de operación actual del equipo y la condición normal, y un cambio en la distancia de la condición anormal, por lo que el aparato de diagnóstico de fallos es preciso y fácil de usar

En este ejemplo comparativo, se puede crear una pluralidad de condiciones anormales para una causa de anomalía según el grado de anomalía del equipo, y el grado de anomalía del equipo se infiere a partir de un cambio en la distancia entre la condición de operación actual del equipo y la pluralidad de condiciones anormales. También, el valor aritmético o la distancia equivalente a la variable compuesta o la cantidad de refrigerante es la distancia de Mahalanobis, o el valor numérico obtenido a partir de la distancia de Mahalanobis. También, el ejemplo comparativo proporciona el aparato de ciclo de refrigeración en el que el compresor, el condensador, los medios de expansión y el evaporador están conectados a través de la tubería, a través de la cual se hace circular el refrigerante para constituir un ciclo de refrigeración, el aparato de ciclo de refrigeración que comprende los medios de medición de alta presión para medir la presión del refrigerante o la alta presión en cualquier posición en el paso de flujo desde el lado de descarga del compresor a los medios de expansión o los medios de medición de la temperatura de condensación para medir la temperatura de saturación a la alta presión, los medios de medición de baja presión para medir la presión del refrigerante o la baja presión en cualquier posición en el paso de flujo desde los medios de expansión al lado de succión del compresor o los medios de medición de la temperatura de evaporación para medir la temperatura de saturación a la baja presión, y los medios de medición de la temperatura del líquido para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el condensador a los medios de expansión, los medios de medición de la temperatura de descarga para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el compresor al condensador, o los medios de medición de la temperatura de succión para medir la

temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el evaporador al compresor, en el que se proporcionan medios aritméticos para adquirir las variables compuestas a partir de los valores medidos de los medios de medición de alta presión o los medios de medición de la temperatura de condensación, los medios de medición de baja presión o los medios de medición de la temperatura de evaporación, los medios de medición de la temperatura del líquido, los medios de medición de la temperatura de descarga o los medios de medición de la temperatura de succión, los medios de almacenamiento para almacenar los valores medidos de cada medio de medición o los valores aritméticos tales como las variables compuestas calculadas a partir de los valores medidos, los medios de comparación para comparar el valor almacenado en el pasado en los medios de almacenamiento con el valor medido actual o el valor aritmético, y los medios de evaluación para evaluar la anormalidad del ciclo de refrigeración en base al resultado de la comparación, cerca del aparato de ciclo de refrigeración o remotamente a través de la red o la línea pública, los datos medidos o los valores aritméticos que se transmiten a través de la red o la línea pública, por lo cual la monitorización es barata.

El ejemplo comparativo proporciona un aparato de ciclo de refrigeración en el que el compresor, el condensador, los medios de expansión y el evaporador están conectados a través de la tubería, a través de la cual se hace circular el refrigerante que no contiene un poco de componente combustible para constituir un ciclo de refrigeración, el aparato de ciclo de refrigeración que comprende los medios de medición de alta presión para medir la presión del refrigerante o la alta presión en cualquier posición en el paso de flujo desde el lado de descarga del compresor a los medios de expansión o los medios de medición de la temperatura de condensación para medir la temperatura de saturación a la alta presión, los medios de medición de baja presión para medir la presión del refrigerante o la baja presión en cualquier posición en el paso de flujo desde los medios de expansión al lado de succión del compresor o los medios de medición de la temperatura de evaporación para medir la temperatura de saturación a la baja presión, y los medios de medición de la temperatura del líquido para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el condensador a los medios de expansión, los medios de medición de la temperatura de descarga para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el compresor al condensador, o los medios de medición de la temperatura de succión para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el evaporador al compresor, en el que se proporcionan los medios de almacenamiento para almacenar los valores medidos de cada medio de medición o los valores aritméticos calculados a partir de los valores medidos, los medios de comparación para comparar el valor almacenado en el pasado en los medios de almacenamiento con el valor medido actual o el valor aritmético, los medios aritméticos para realizar la operación aritmética para la cantidad de refrigerante o la cantidad de fuga de refrigerante dentro del ciclo de refrigeración, o su valor aritmético equivalente, y los medios de salida para emitir la anormalidad del ciclo de refrigeración como una señal eléctrica o comunicarla como un código de comunicación con otro aparato, cerca del aparato de ciclo de refrigeración o remotamente a través de la red o la línea pública, los datos medidos o valores aritméticos que se transmiten a través de la red o la línea pública, y cuando se detecta la fuga de refrigerante, se emite antes de otras anomalías del ciclo de refrigeración.

También, el ejemplo comparativo comprende medios para almacenar las cantidades de instrumentación o los valores aritméticos de las cantidades de instrumentación cuando el equipo se opera normalmente, medios para inferir las cantidades de instrumentación o los valores aritméticos de las cantidades de instrumentación en la condición anormal en que el equipo es anormal o medios para regenerar la condición anormal del equipo, medios para hacer la operación aritmética para la distancia entre la condición normal y la condición anormal y la condición de operación actual del equipo, y medios para estimar la condición normal o la condición anormal del equipo, el grado de anormalidad o la causa de anormalidad de la distancia entre la condición de operación actual del equipo y la condición normal, y un cambio en la distancia desde la condición anormal cerca del aparato de ciclo de refrigeración o remotamente a través de la red o la línea pública, en la que se transmiten los datos medidos o los valores aritméticos a través de la red o la línea pública.

También, el ejemplo comparativo comprende una pluralidad de medios para almacenar las cantidades de instrumentación o los valores aritméticos de las cantidades de instrumentación cuando el equipo se opera normalmente, medios para inferir las cantidades de instrumentación o los valores aritméticos de las cantidades de instrumentación en la condición anormal en que el equipo es anormal o medios para regenerar la condición anormal del equipo, medios para hacer la operación aritmética para la distancia entre la condición normal y la condición anormal y la condición de operación actual del equipo, y medios para estimar la condición normal o la condición anormal del equipo, el grado de anormalidad o la causa de anormalidad de la distancia entre la condición de operación actual del equipo y la condición normal o un cambio en la distancia desde la condición anormal, cerca del aparato de ciclo de refrigeración o remotamente a través de la red o la línea pública, en el que los datos medidos o los valores aritméticos se transmiten a través de la red o la línea pública.

El aparato de ciclo de refrigeración según el ejemplo comparativo comprende los medios de medición de alta presión para medir la alta presión de la unidad de refrigeración o los medios de medición de la temperatura de condensación para medir la temperatura de saturación a la alta presión, los medios de medición de baja presión para medir la baja presión o los medios de medición de la temperatura de evaporación para medir la temperatura de saturación a la baja presión, y los medios de medición de la temperatura del líquido, los medios de medición de la temperatura de descarga o los medios de medición de la temperatura de succión, en los que se proporcionan medios aritméticos para realizar la operación aritmética sobre las variables compuestas a partir de los valores medidos, los medios de almacenamiento para almacenar los valores medidos de cada medio de medición o los valores aritméticos tales

como las variables compuestas calculadas a partir de los valores medidos, los medios de comparación para comparar el valor almacenado en el pasado en los medios de almacenamiento con el valor medido actual o el valor aritmético, y los medios de evaluación para evaluar la fuga de refrigerante en base al resultado de la comparación, por lo que se puede detectar con precisión la anormalidad del ciclo de refrigeración tal como la fuga de refrigerante.

5 También, el grado de anormalidad tal como la cantidad de fuga de refrigerante dentro del ciclo de refrigeración se calcula por los medios aritméticos, y el tiempo en el que se alcanza el límite de anormalidad capaz de mantener la potencia de enfriamiento predeterminada se prevé a partir del grado de anormalidad, por lo que la anormalidad del ciclo de refrigeración se puede encontrar en la etapa temprana. También, pueden estar integrados los medios aritméticos 22, los medios de almacenamiento 23, los medios de comparación 24, los medios de evaluación 25 y los
10 medios de salida 26, por lo que cuando se realiza la monitorización remota empleando un ordenador de propósito general tal como un ordenador personal, todas las funciones se pueden implementar por software de ordenador, y en este caso, la salida se hace en el visualizador o un medio de almacenamiento externo tal como un disco duro.

También, el espacio unidad se compone del valor medio y la desviación estándar de cada cantidad característica y los coeficientes de correlación, pero se pueden añadir otras condiciones. En el sistema de monitorización remota, se
15 almacenan en una memoria en la placa en el aparato de ciclo de refrigeración, o un ordenador personal instalado en el sitio remoto. Cuando la totalidad o una parte de ellos se aprenden en la máquina real, los datos innecesarios para aprender se pueden almacenar o bien en la memoria en la placa en el aparato de ciclo de refrigeración o bien en el ordenador personal, pero los datos necesarios para aprender se almacenan en el disco duro del ordenador personal.

El ejemplo comparativo tiene el compresor, el condensador, los medios de expansión y el evaporador que están
20 conectados a través de la tubería, a través de la cual se hace circular el refrigerante para constituir un ciclo de refrigeración, y comprende los medios de medición de alta presión para medir la presión del refrigerante o la alta presión en cualquier posición en el paso de fluido desde el lado de descarga del compresor a los medios de expansión o los medios de medición de la temperatura de condensación para medir la temperatura de saturación a la alta presión, los medios de medición de baja presión para medir la presión del refrigerante o la baja presión en
25 cualquier posición en el paso de flujo desde los medios de expansión al lado de succión del compresor o los medios de medición de la temperatura de evaporación para medir la temperatura de saturación a la baja presión, y los medios de medición de la temperatura del líquido para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el condensador a los medios de expansión, los medios de medición de la temperatura de descarga para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el compresor al condensador, o los medios de
30 medición de la temperatura de succión para medir la temperatura en cualquier posición en el paso de flujo desde el evaporador al compresor, en el que se proporcionan los medios aritméticos para realizar la operación aritmética en las variables compuestas a partir de los valores medidos de los medios de medición de alta presión o los medios de medición de la temperatura de condensación, los medios de medición de baja presión o los medios de medición de la temperatura de evaporación, los medios de medición de la temperatura del líquido, los medios de medición de la
35 temperatura de descarga o los medios de medición de la temperatura de succión, los medios de almacenamiento para almacenar los valores medidos de cada medio de medición o los valores aritméticos tales como variables compuestas calculadas a partir de los valores medidos, los medios de comparación para comparar el valor almacenado en el pasado en los medios de almacenamiento con el valor medido actual o el valor aritmético, y los medios de evaluación para evaluar la anormalidad del ciclo de refrigeración en base al resultado de la comparación.

40 Además, si se proporcionan los medios de salida para emitir el tiempo en el que el límite de anormalidad previsto se alcanza por una señal eléctrica con la magnitud de voltaje o corriente, la anormalidad encontrada tal como deterioro o fuga se puede transportar en la etapa temprana. También, si el refrigerante no contiene un poco de componente combustible, y los medios de salida están conectados a una unidad de alarma que activa la alarma mediante sonido o luz, la anormalidad encontrada se puede transportar en la etapa temprana. También, si los datos se monitorizan y
45 evalúan remotamente, la anormalidad se puede encontrar en la etapa temprana.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de diagnóstico de equipo que comprende:

medios de instrumento (16) para medir una pluralidad de cantidades de instrumentación para equipos que succionan y que descargan un fluido;

5 medios aritméticos (18) para realizar una operación aritmética sobre la correlación entre la pluralidad de cantidades de instrumentación que se miden; y

medios de almacenamiento de cantidad de estado normal (19) para almacenar cantidades de estado que incluyen al menos la correlación entre dicha pluralidad de cantidades de instrumentación como las cantidades de estado en la condición normal de dicho equipo, siendo las cantidades de estado valores aritméticos tales como un valor medio obtenido a partir de las cantidades de instrumentación medidas cuando la operación se evalúa que es normal;

en donde las cantidades de estado de una condición anormal se obtienen haciendo una operación aritmética de las cantidades de estado de la condición normal almacenadas en dichos medios de almacenamiento de cantidad de estado normal,

15 caracterizado por que las cantidades de instrumentación medidas durante la operación de dicho equipo son cantidades físicas del fluido y cantidades de electricidad para accionar dichos medios de accionamiento de equipo, o las cantidades de electricidad que se producen desde dicho equipo durante la operación de dicho equipo, en el que las cantidades de electricidad que se producen durante la operación de dicho equipo incluyen una fuerza electromagnética, una onda eléctrica, una corriente de fuga y un voltaje de eje, y por que comprende además medios de evaluación (21) que evalúa si dicho equipo está o no en la condición de operación normal en base a si las cantidades de estado en la condición de operación actual se encuentra o no dentro de un intervalo de umbral que indica la normalidad o fuera de un intervalo de umbral que indica las cantidades de estado de la condición anormal, e infiere un tiempo de fallo de dicho equipo a partir de la relación entre las cantidades de estado de la condición de operación actual y el umbral.

25 2. Un dispositivo de diagnóstico de equipo que comprende:

medios de instrumento (16) para medir una pluralidad de cantidades de instrumentación para equipos que succionan y descargan un fluido;

medios aritméticos (18) para realizar una operación aritmética sobre la correlación entre la pluralidad de cantidades de instrumentación que se miden;

30 medios de almacenamiento de cantidad de estado (19) normales para almacenar cantidades de estado que incluyen al menos la correlación operada entre dicha pluralidad de cantidades de instrumentación como las cantidades de estado en la condición normal de dicho equipo, siendo las cantidades de estado valores aritméticos tales como un valor medio obtenido a partir de las cantidades de instrumentación medidas cuando la operación se evalúa que es normal;

35 medios de almacenamiento de cantidad de estado (19) anormales para preestablecer un umbral para evaluar las cantidades de estado en una condición anormal; y

medios de evaluación (21) para evaluar qué cantidades de estado actual están entre al menos tres o más etapas, incluyendo una etapa normal, una etapa anormal y una etapa intermedia entre las etapas normales o anormales comparando las cantidades de estado actuales que incluyen al menos la cantidad de estado en la que dichos medios aritméticos hacen la operación aritmética sobre la correlación entre dicha pluralidad de cantidades de instrumentación para dicho fluido como las variables durante la operación actual de dicho equipo y las cantidades de estado del estado normal almacenadas en dichos medios de almacenamiento de cantidad de estado normal o dicho umbral,

45 caracterizado por que las cantidades de instrumentación medidas durante la operación de dicho equipo son cantidades físicas del fluido y cantidades de electricidad para accionar dichos medios de accionamiento de equipo, o las cantidades de electricidad que se producen desde dicho equipo durante la operación de dicho equipo, en el que las cantidades de electricidad que se producen durante la operación de dicho equipo incluyen una fuerza electromagnética, una onda eléctrica, una corriente de fuga y un voltaje de eje, y

50 dichos medios de evaluación (21) evalúan si dicho equipo está o no en la condición normal de operación en base a si las cantidades de estado en la condición actual de operación se encuentran o no dentro de un intervalo de umbral que indica la normalidad o fuera de un intervalo de umbral que indica las cantidades de estado de la condición anormal, e infiere un tiempo de fallo de dicho equipo a partir de la relación entre las cantidades de estado de la condición actual de operación y el umbral.

3. Un dispositivo de diagnóstico de equipo que comprende:

medios de instrumento (16) para medir una pluralidad de cantidades de instrumentación para equipos que succionan y descargan el fluido;

5 medios aritméticos (18) para realizar una operación aritmética sobre la correlación entre la pluralidad de cantidades de instrumentación que se miden;

10 medios de almacenamiento de cantidad de estado (19) para almacenar las cantidades de estado que incluyen al menos la correlación operada entre dicha pluralidad de cantidades de instrumentación como las cantidades de estado en la condición normal de dicho equipo, siendo las cantidades de estado valores aritméticos tales como un valor medio obtenido a partir de las cantidades de instrumentación medidas cuando la operación se evalúa que es normal, o almacenar de las cantidades de estado que incluyen al menos la correlación entre la pluralidad de cantidades de instrumentación operadas por dichos medios aritméticos a partir de la pluralidad de cantidades de instrumentación medidas cuando dicho equipo se evalúa como la condición anormal o se establece para alcanzar la condición anormal como las cantidades de estado en la condición anormal de dicho equipo; y

15 medios de evaluación (21) para inferir la extensión o causa de la anomalía si se evalúa que la condición de operación actual no es el estado normal comparando las cantidades de estado actuales que incluyen al menos la cantidad de estado en que dichos medios aritméticos hacen la operación aritmética sobre la correlación entre la pluralidad de cantidades de instrumentación para dicho fluido como las variables durante la operación actual de dicho equipo y al menos una de las cantidades de estado del estado normal y las cantidades de estado del estado anormal que se almacenan en dichos medios de almacenamiento de cantidad de estado,

20 caracterizado por que las cantidades de instrumentación medidas durante la operación de dicho equipo son las cantidades físicas del fluido y las cantidades de electricidad para accionar dichos medios de accionamiento de equipo, o las cantidades de electricidad que se producen desde dicho equipo durante la operación de dicho equipo, en el que las cantidades de electricidad que se producen durante la operación de dicho equipo incluyen una fuerza electromagnética, una onda eléctrica, una corriente de fuga y un voltaje de eje, y

25 dichos medios de evaluación (21) evalúan si dicho equipo está o no en la condición de operación normal en base a si las cantidades de estado en la condición de operación actual se encuentran o no dentro de un intervalo de umbral que indica la normalidad o fuera de un intervalo de umbral que indica las cantidades de estado de la condición anormal, e infiere un tiempo de fallo de dicho equipo a partir de la relación entre las cantidades de estado de la condición de operación actual y el umbral.

30 4. El dispositivo de diagnóstico de equipo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por comprender además medios de comparación (20) para comparar las distancias entre las cantidades de estado actual en la condición de operación actual que incluyen al menos la cantidad de estado obtenida por la operación aritmética sobre la correlación entre dicha pluralidad de cantidades de instrumentación como una pluralidad de variables con las cantidades de estado de dicha condición normal o condición anormal que se almacenan, en donde
35 el grado de anomalía en la condición de operación se evalúa a partir de un cambio en la distancia de las cantidades de estado de dicho estado normal o las cantidades de estado de dicho estado anormal, mientras que dichos medios de comparación repiten la comparación en la condición de operación.

40 5. El dispositivo de diagnóstico de equipo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que las cantidades de estado de dicha condición de operación actual o las cantidades de estado de dicha condición anormal proporcionan una pluralidad de agregados diferentes que tienen diferentes cantidades o variables de instrumentación.

45 6. El dispositivo de diagnóstico de equipo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el grado de anomalía de las cantidades de estado en la operación actual se puede mostrar clasificando las distancias entre las cantidades de estado de dicho estado normal y las cantidades de estado de dicho estado anormal.

50 7. El dispositivo de diagnóstico de equipo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que un intervalo para establecer la condición de operación normal o un umbral para evaluar el estado anormal se adquiere teniendo las cantidades de instrumentación que se miden o los valores aritméticos tales como un valor medio obtenido a partir de dichas cantidades de instrumentación, convirtiendo obligatoriamente al menos una de dichas cantidades de medición o dichos valores aritméticos en otro valor, y haciendo la operación aritmética sobre las variables compuestas incluyendo el valor después de la conversión.

55 8. El dispositivo de diagnóstico de equipo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que dichos medios de evaluación (21) evalúan si la condición de operación del equipo de fluido tal como un compresor, una bomba o un soplador de aire que trata un fluido combustible o un fluido nocivo para el cuerpo humano, o un aparato de accionamiento de dicho equipo de fluido, es normal o anormal.

- 5 9. El dispositivo de diagnóstico de equipo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que dicho equipo es el equipo de fluido para hacer circular el fluido, y dichos medios de evaluación (21) discriminan un cambio en las cantidades físicas del fluido que indica una situación de no conformidad que ocurre cuando dicho fluido se fuga de dicho equipo o del aparato conectado a dicho equipo, o se succiona en un estado líquido a dicho equipo, dicho equipo está deteriorado, un paso de flujo para hacer circular dicho fluido está obstruido, doblado o roto en cualquier posición, dicho fluido está deteriorado, o la operación de otro aparato constitucional conectado a dicho paso de flujo del fluido para dicho equipo está fuera de servicio, o evaluar que cualquier anomalía del mismo está incluida.
- 10 10. Un sistema de monitorización de equipo para monitorizar la condición de operación del equipo operado por el dispositivo de diagnóstico de equipo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que al menos una de las cantidades de instrumentación medidas por dicho dispositivo de diagnóstico de equipo, las cantidades operadas obtenidas por operación aritmética, y el resultado de la evaluación en cuanto a si dicho equipo está o no en la condición de operación normal comparando dichos valores aritméticos dentro de un umbral establecido se transmite a través de una línea de comunicación o una comunicación por radio a un aparato de monitorización remoto para monitorizar la condición de operación del equipo.
- 15 11. Un sistema de monitorización de equipo caracterizado por comprender medios de visualización previa de fallo para suponer el tiempo que lleva hasta que ocurre un fallo del equipo en base al resultado de la operación aritmética en el tiempo de operación normal, siendo el resultado de la operación aritmética actual obtenido haciendo la operación aritmética sobre una pluralidad de cantidades de instrumentación obtenidas a partir de la condición de operación actual de dicho dispositivo de diagnóstico de equipo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, y el tiempo transcurrido desde que se almacena el resultado de la operación aritmética.
- 20

FIG. 1

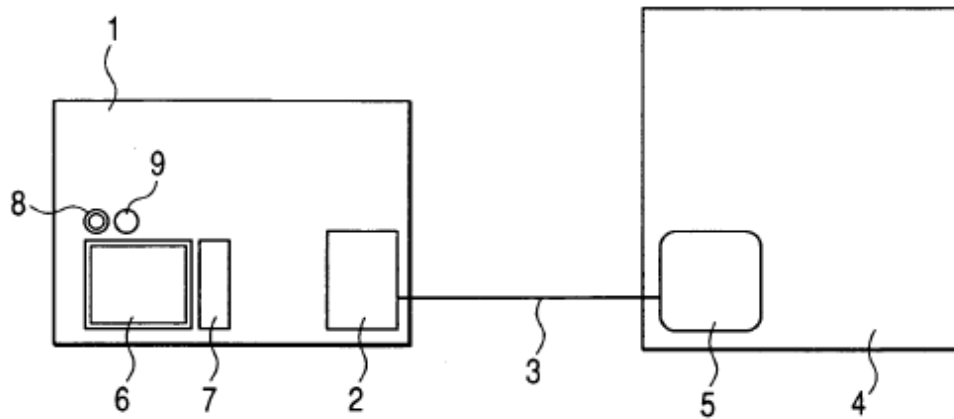


FIG. 2

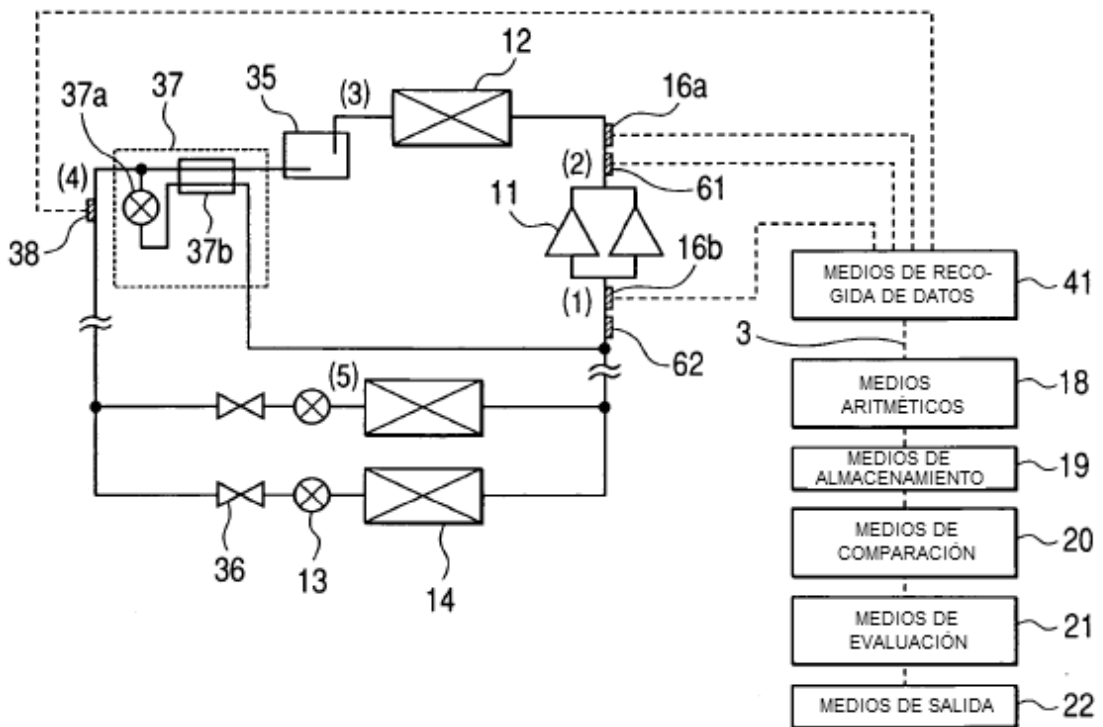


FIG. 3

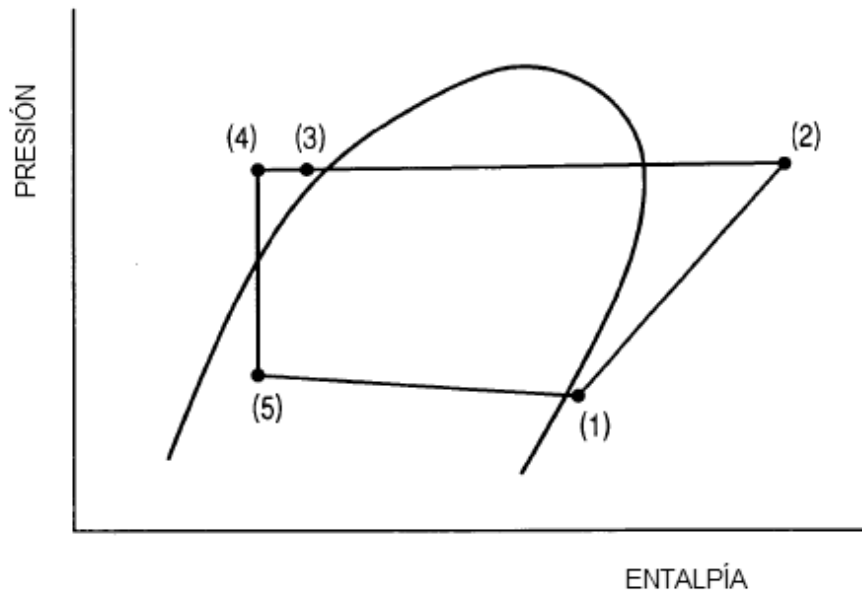


FIG. 4

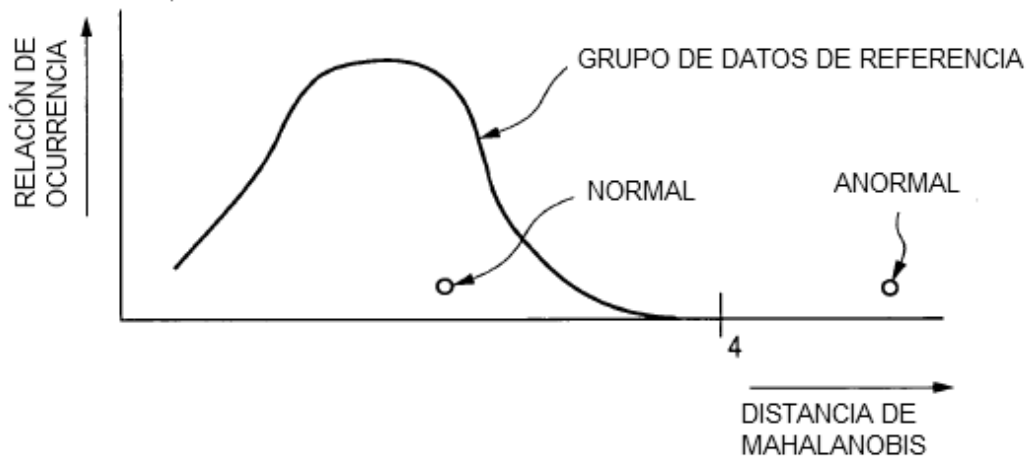
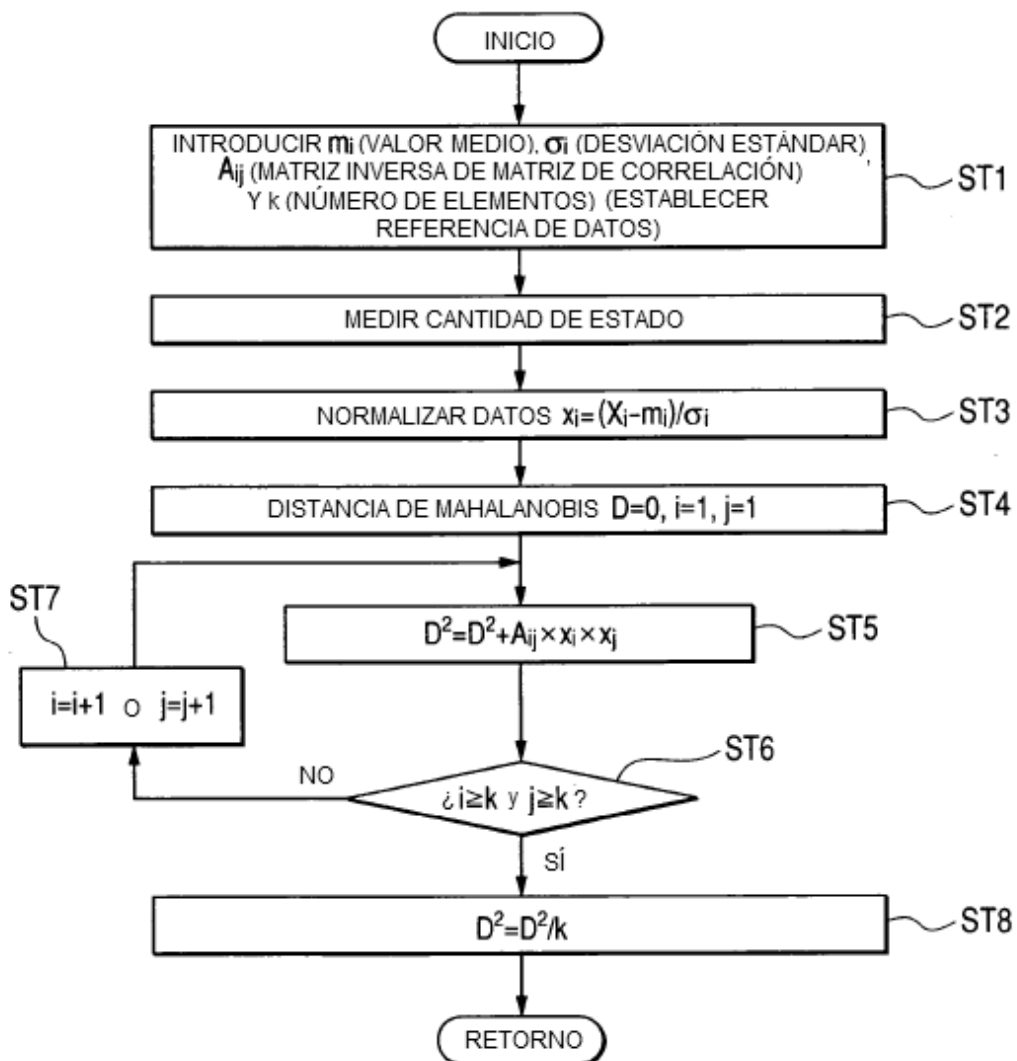


FIG. 5



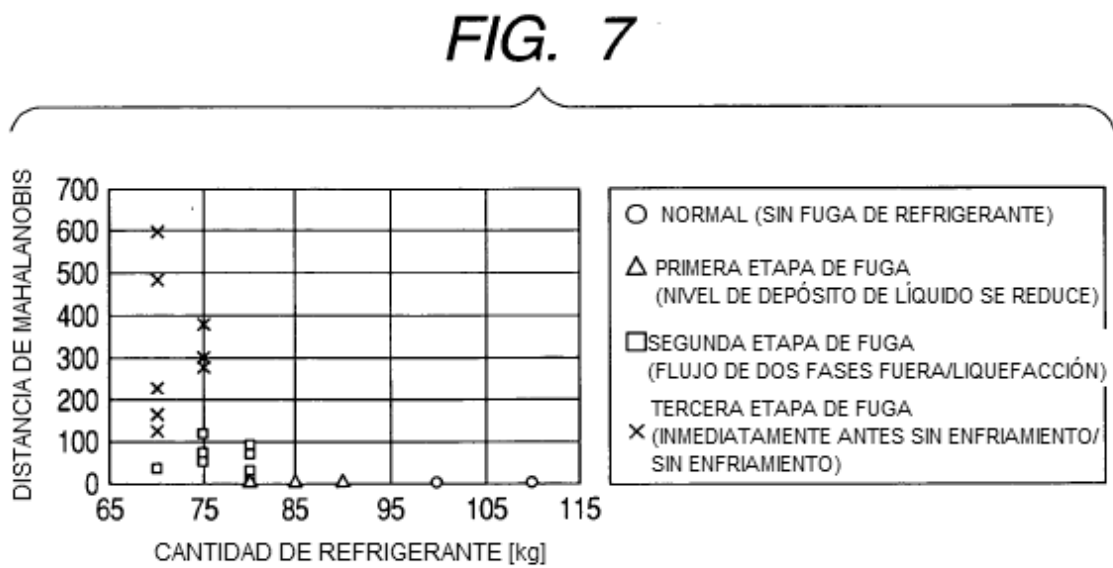
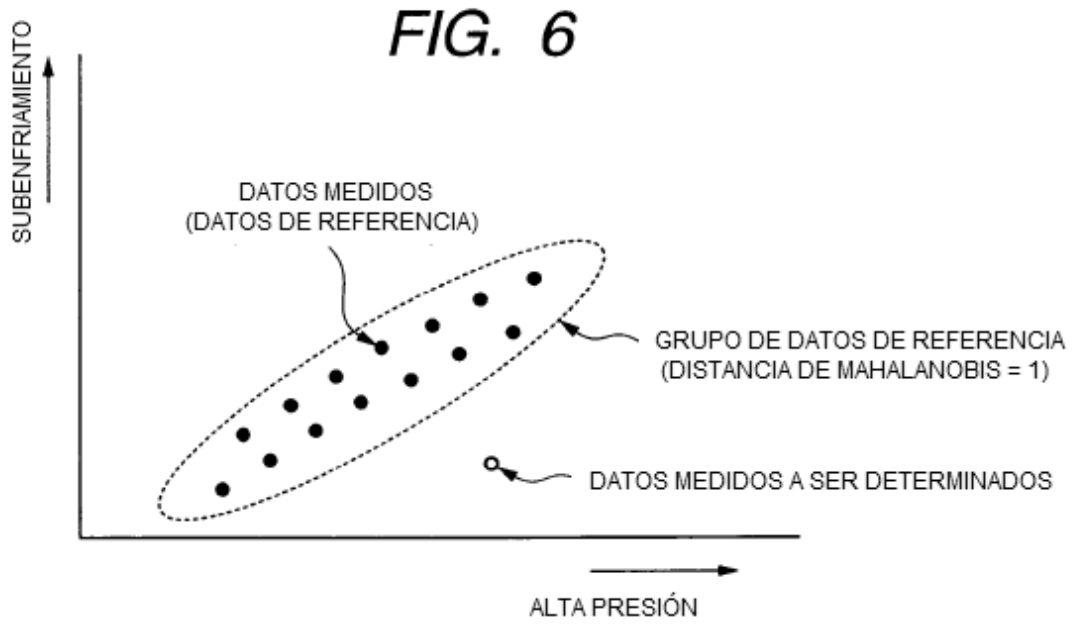


FIG. 8

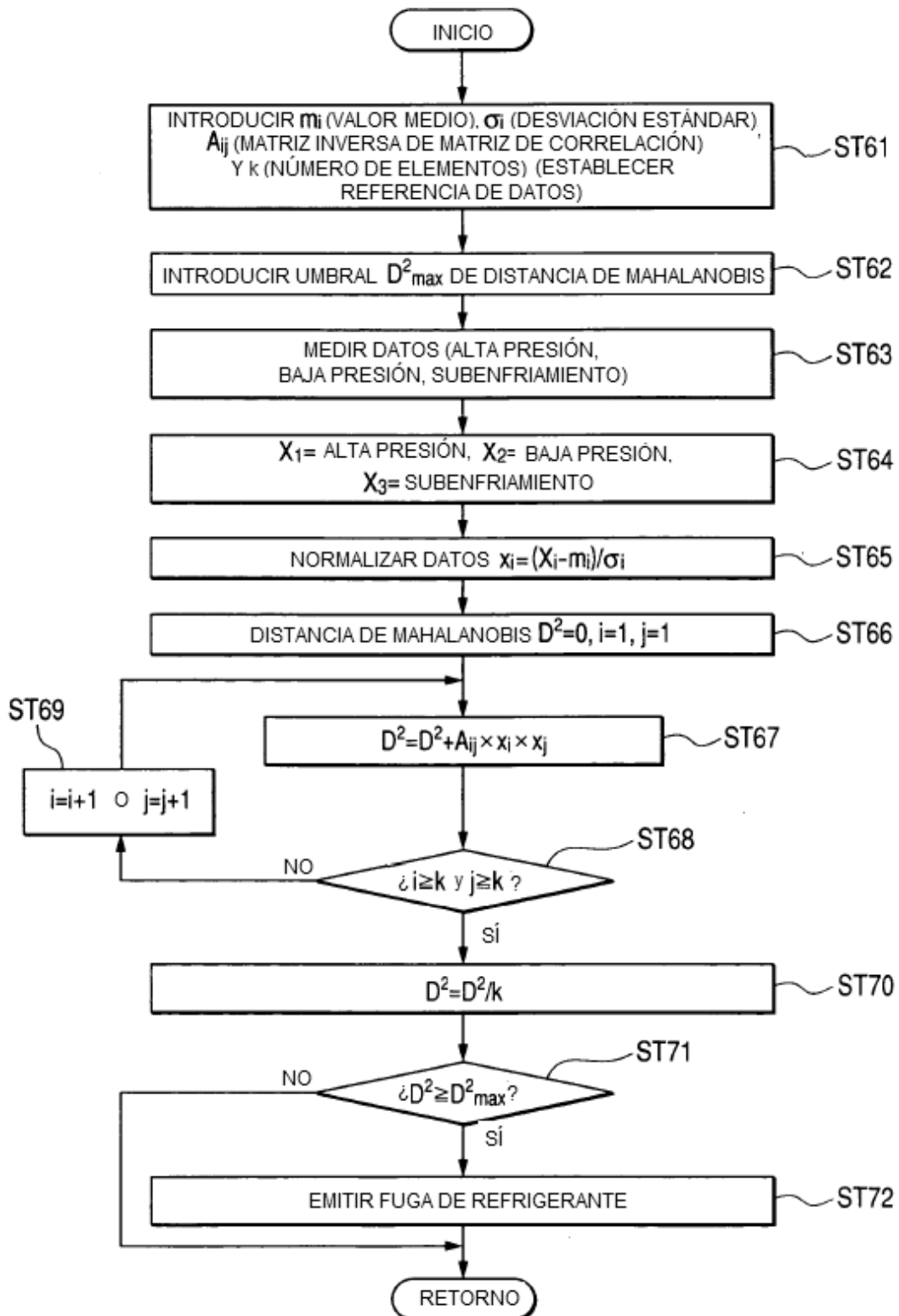


FIG. 9

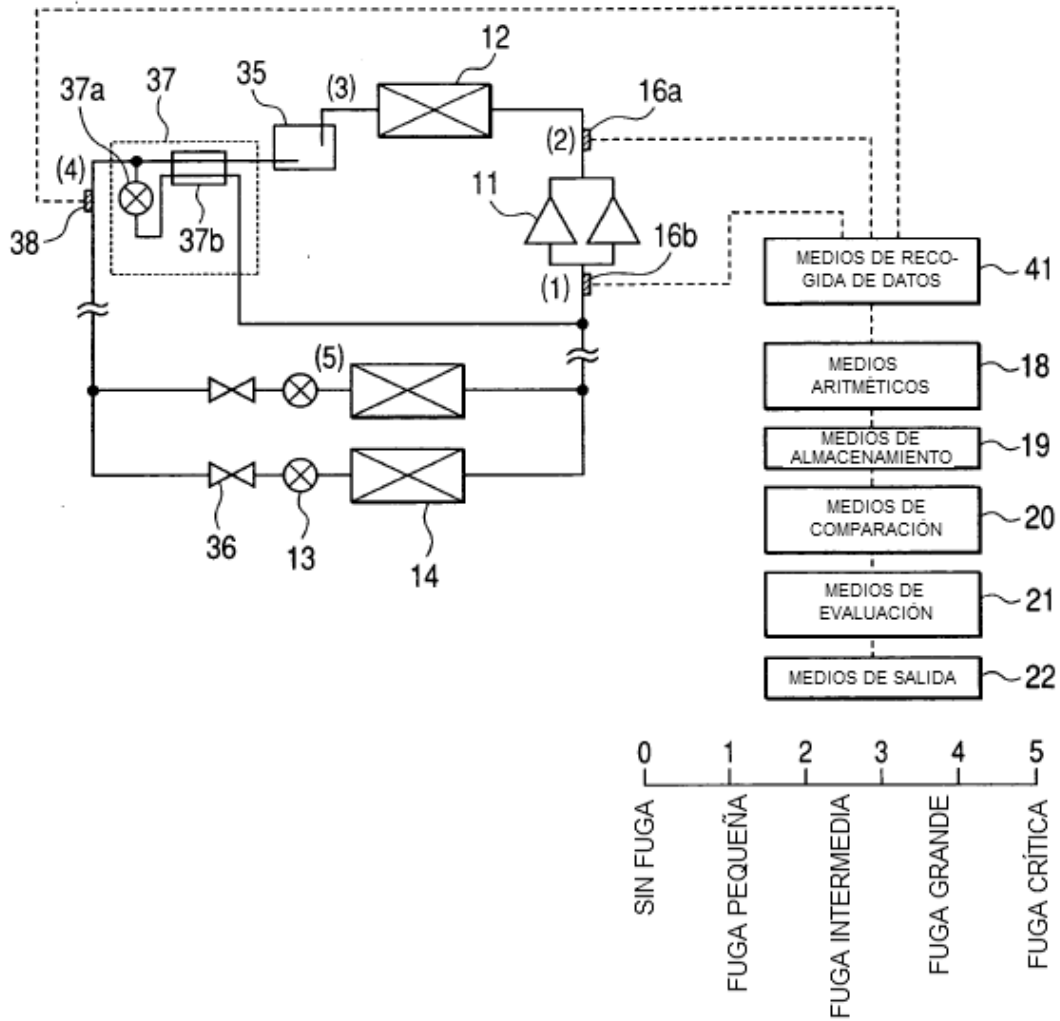


FIG. 10

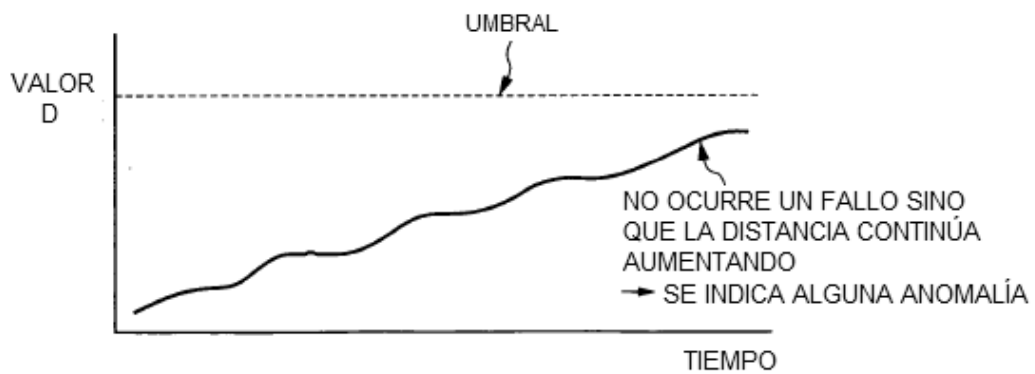
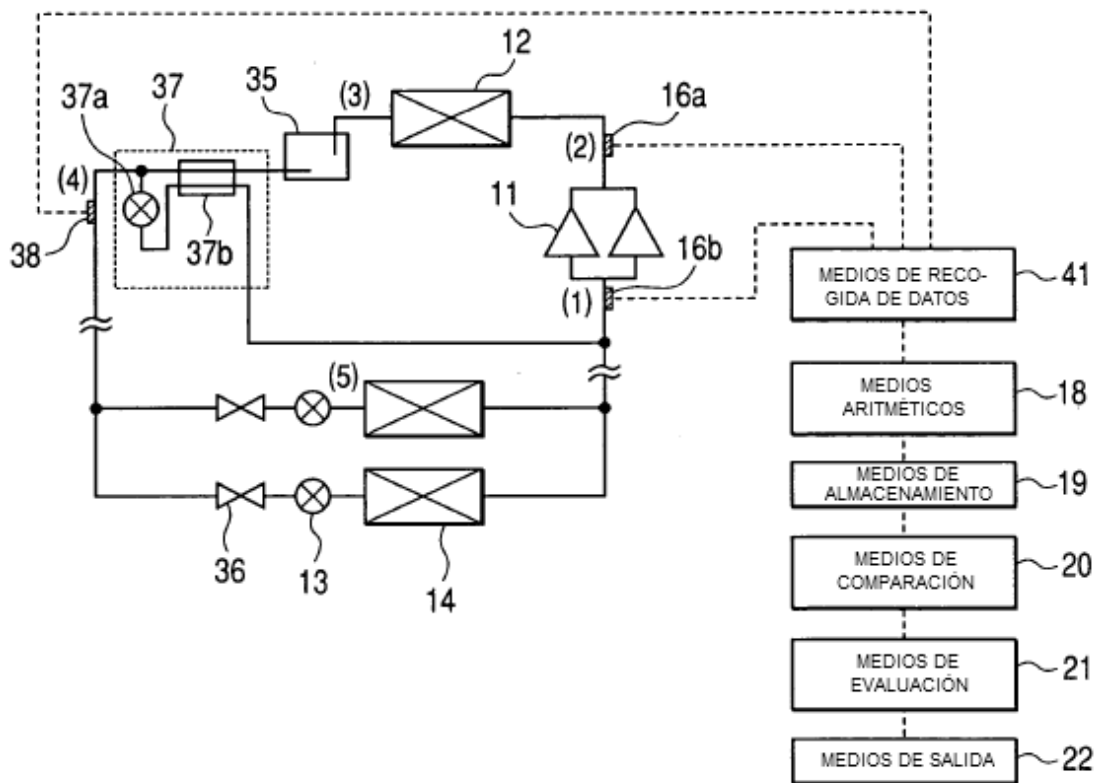


FIG. 11



0 1 2 3 4 5
 SIN FUGA DENTRO DE UN MES DENTRO DE UNA SEMANA DENTRO DE UN DÍA

FIG. 12

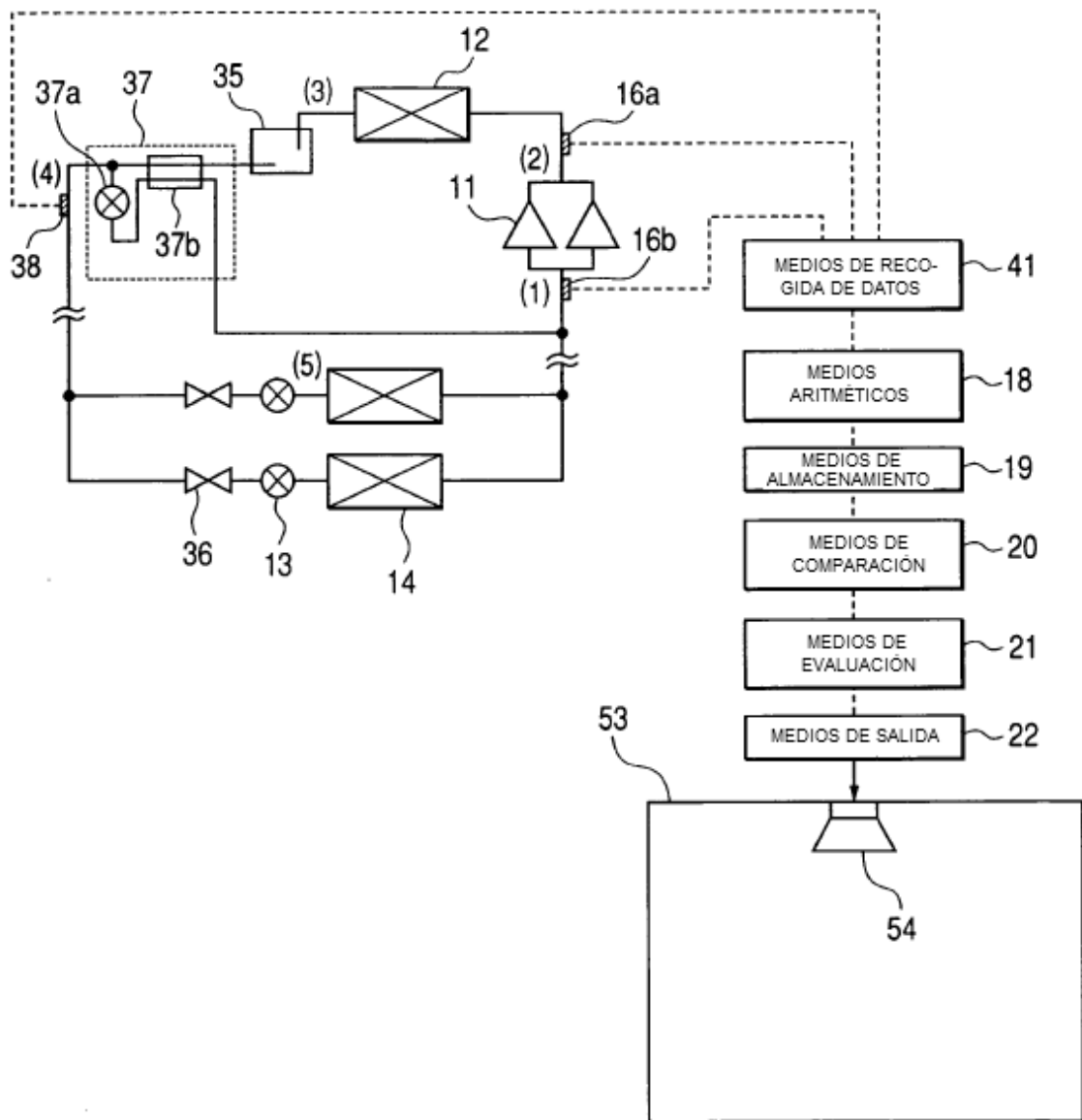


FIG. 13

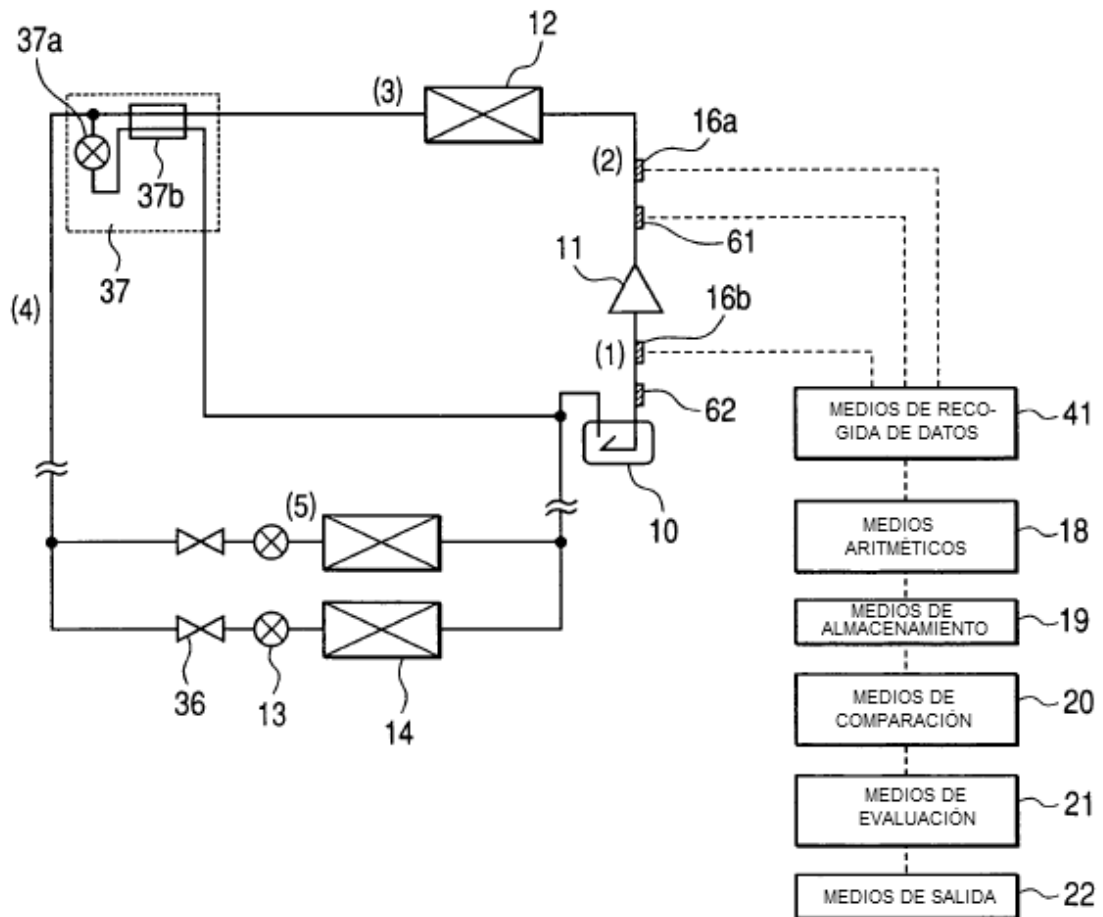


FIG. 14

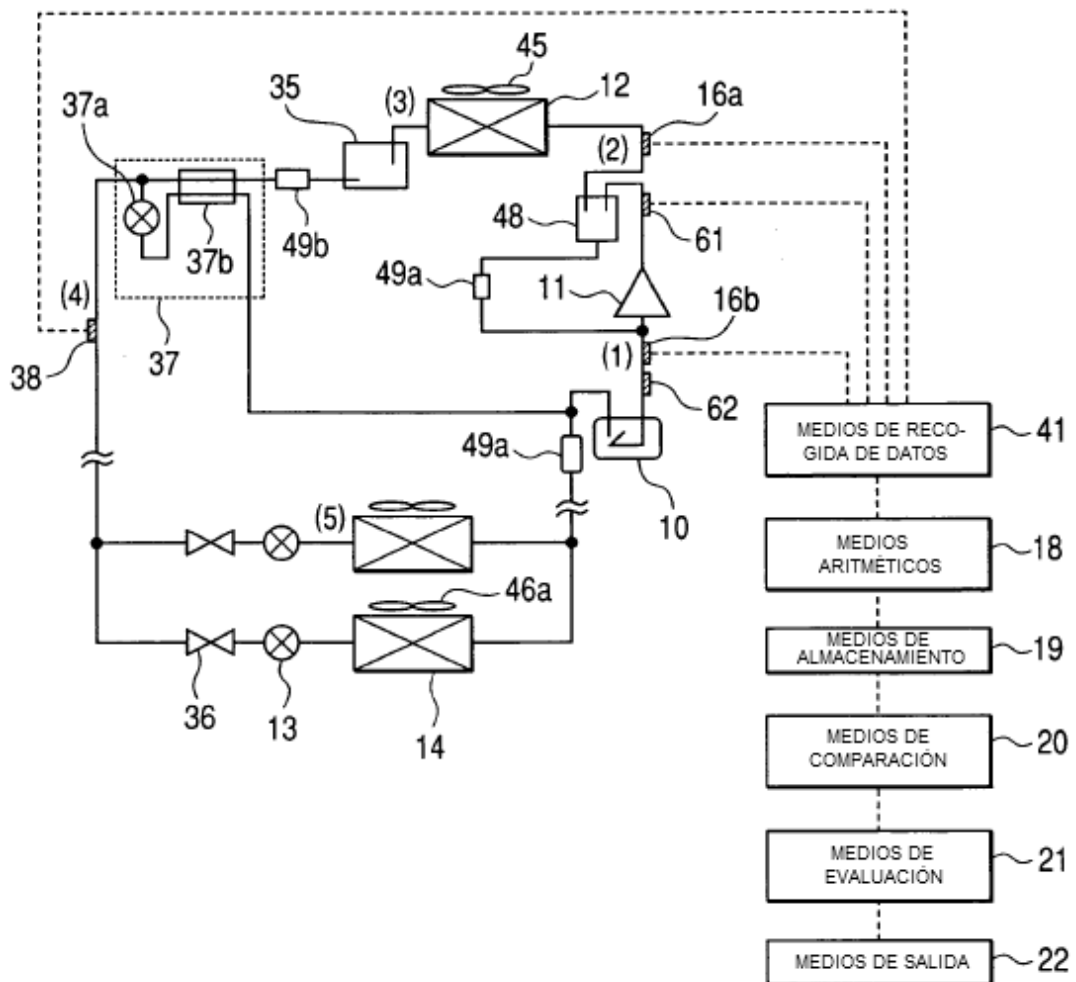


FIG. 15

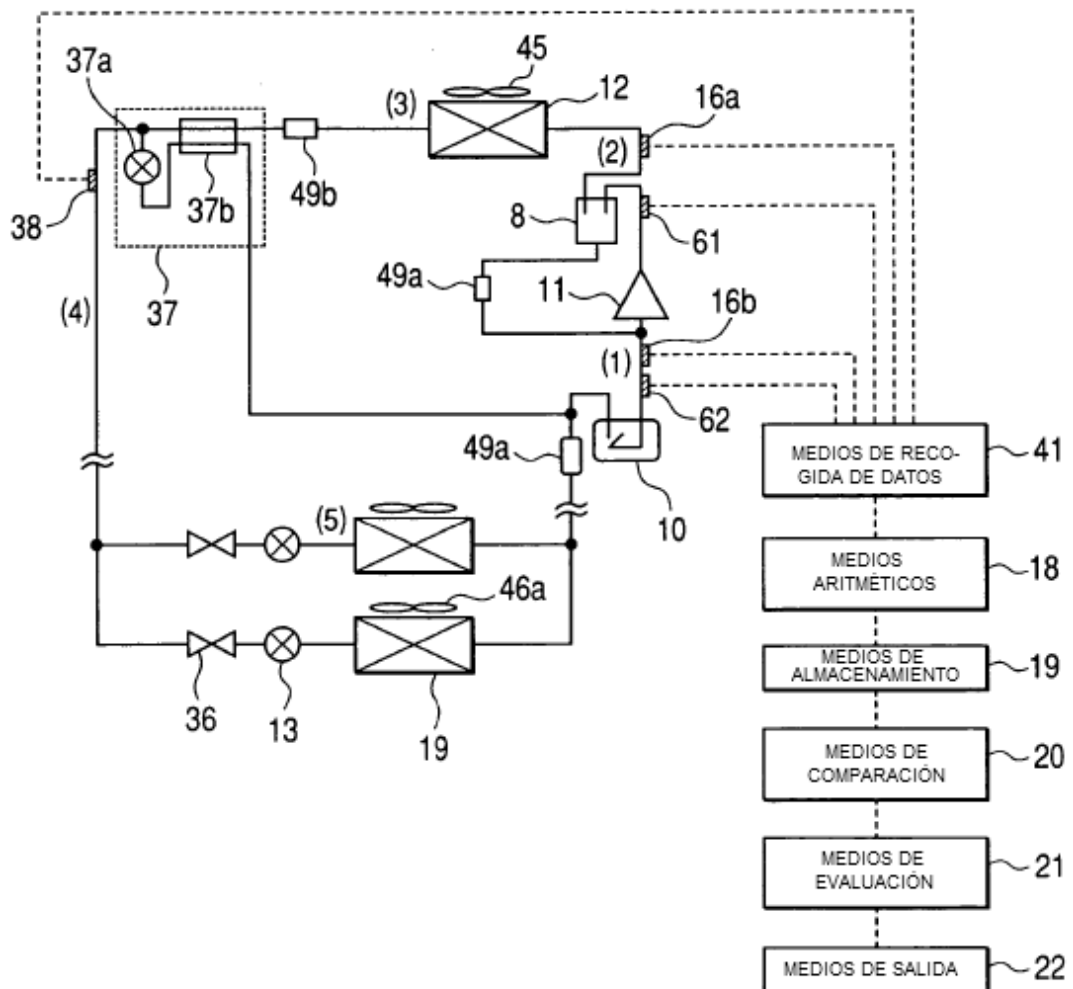


FIG. 16

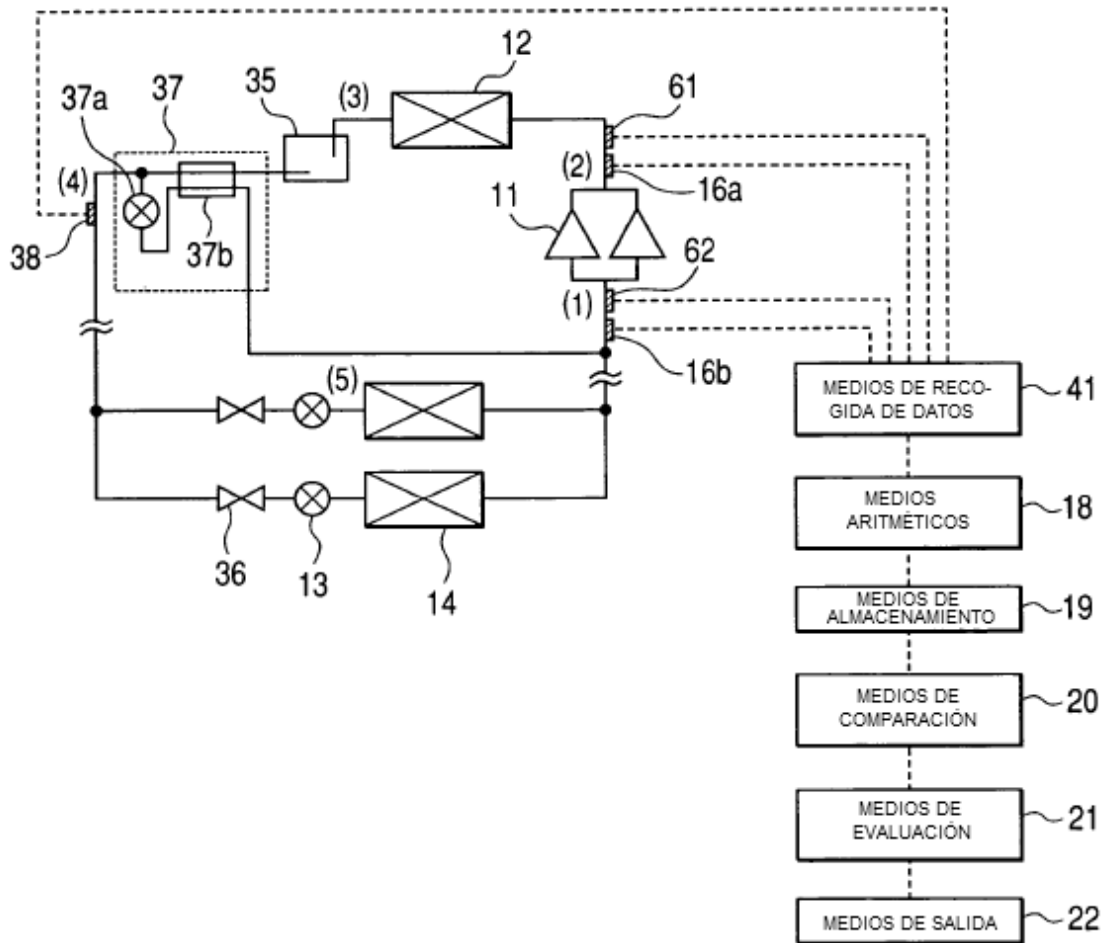


FIG. 17

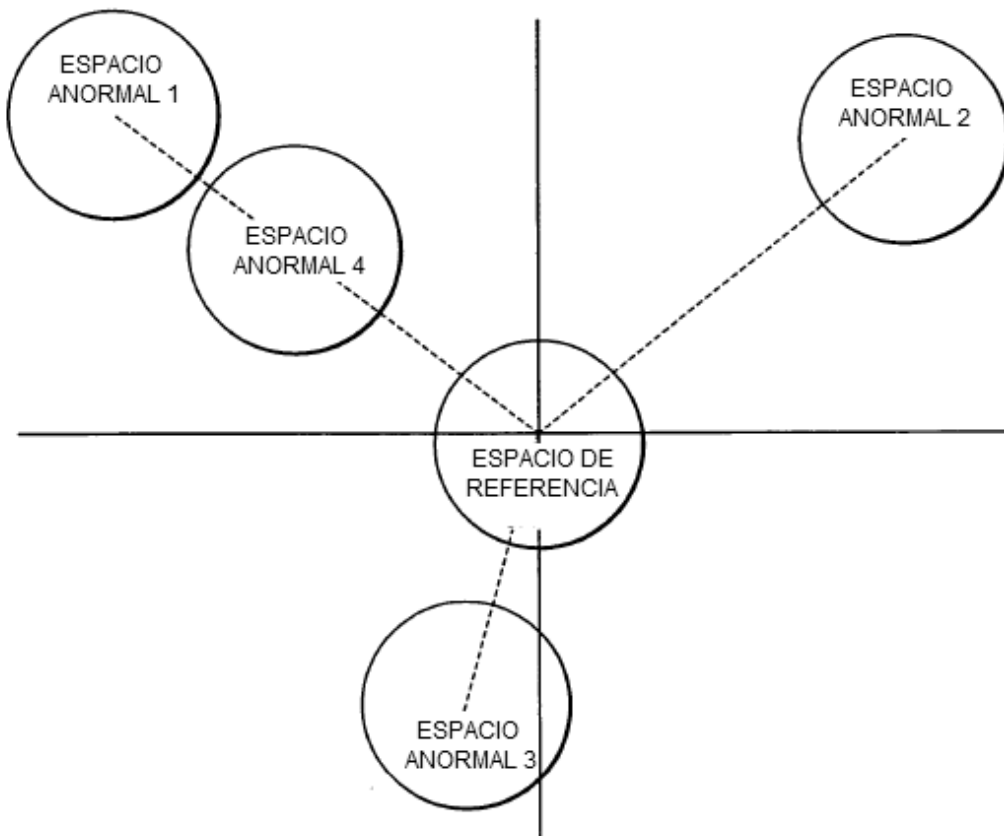


FIG. 18

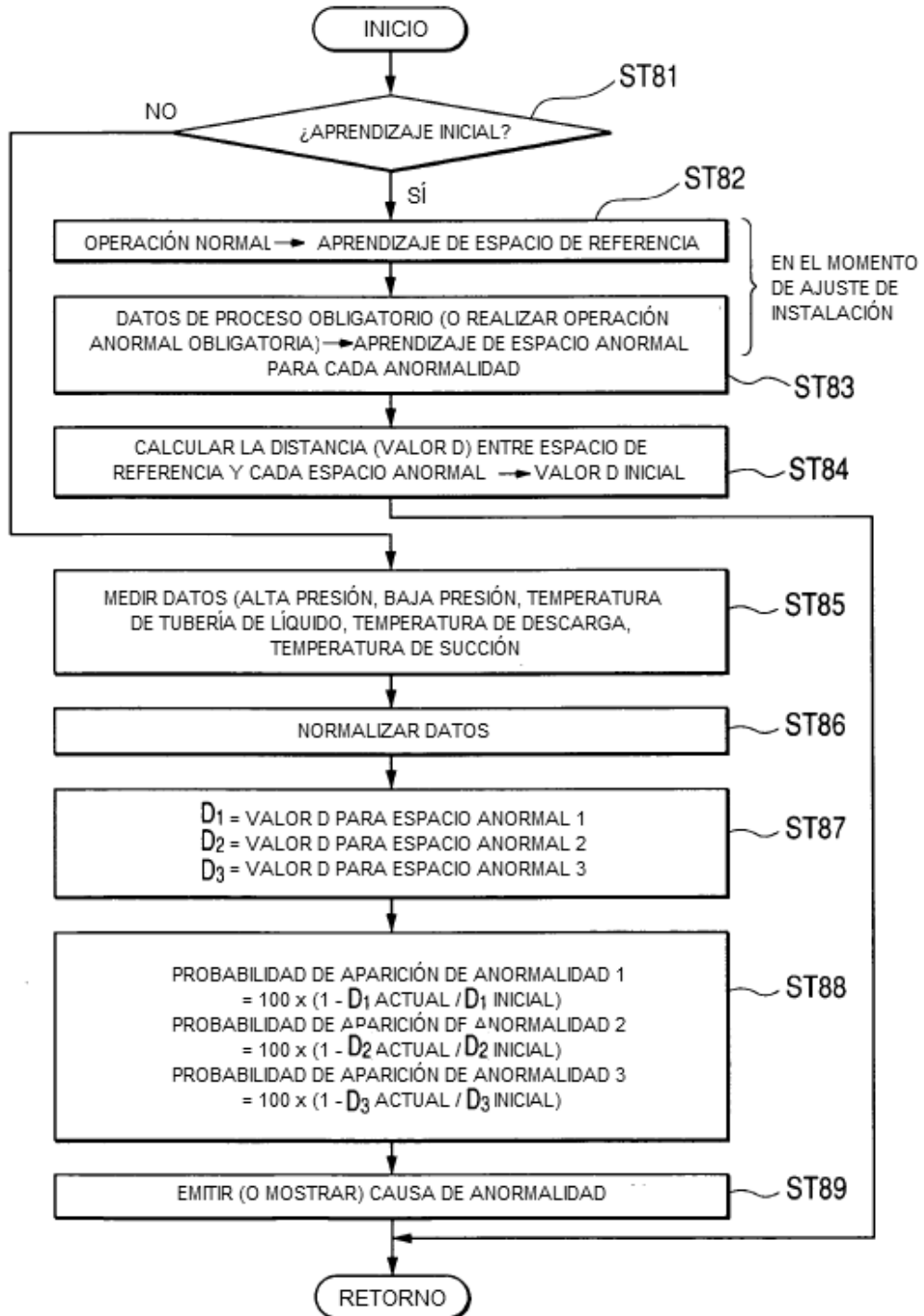


FIG. 19

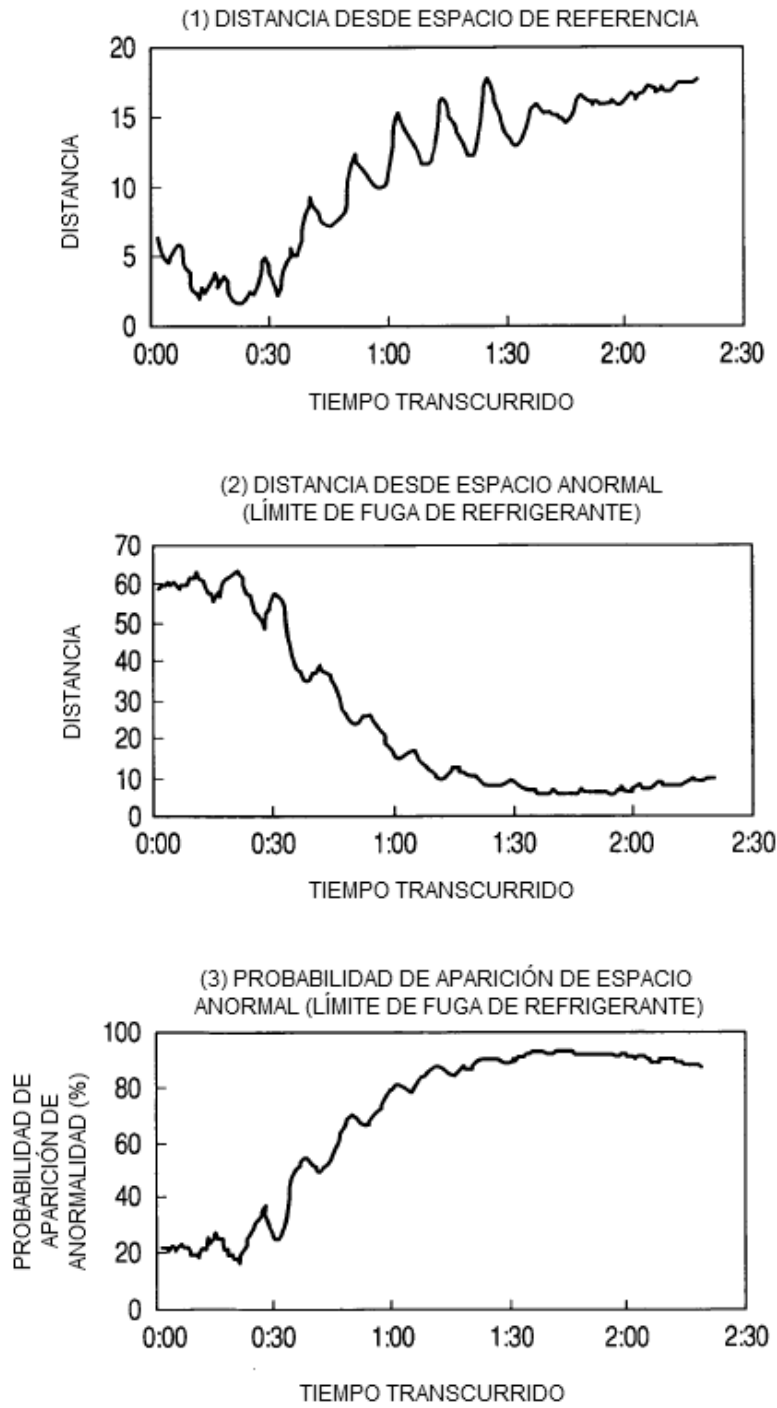


FIG. 20

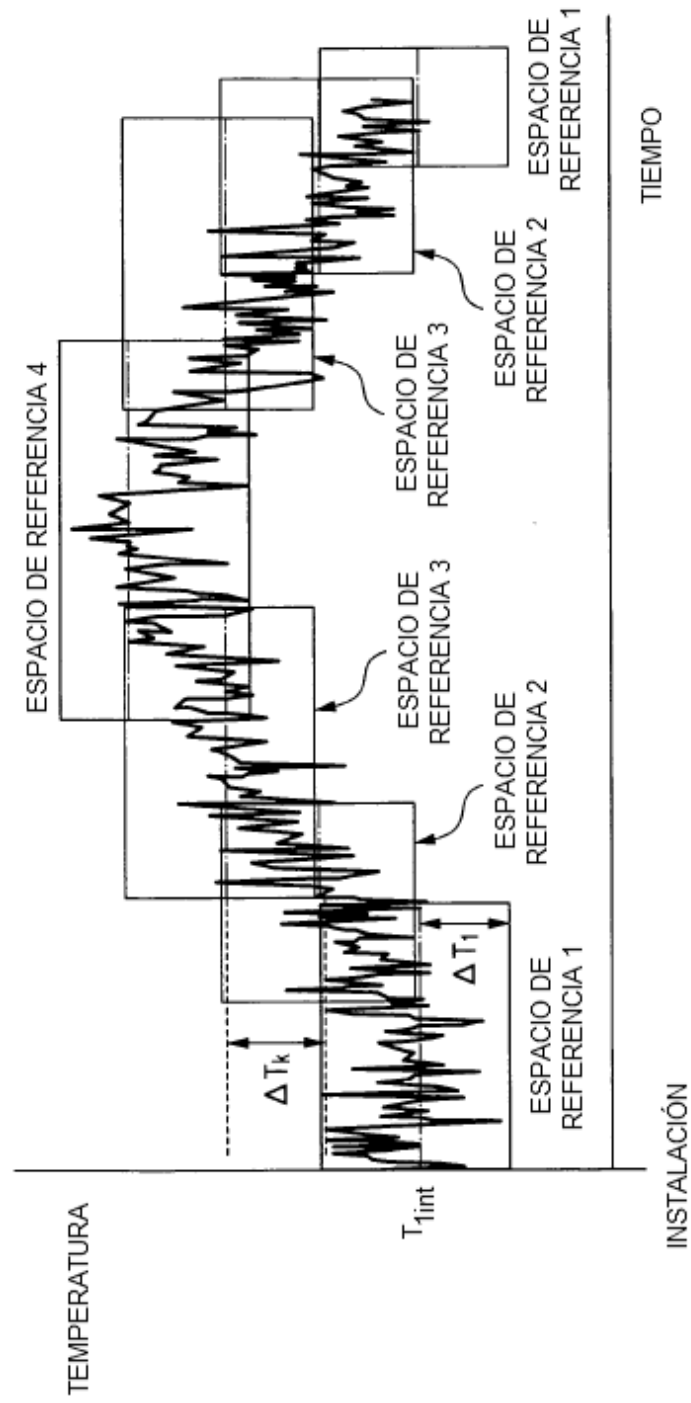


FIG. 21

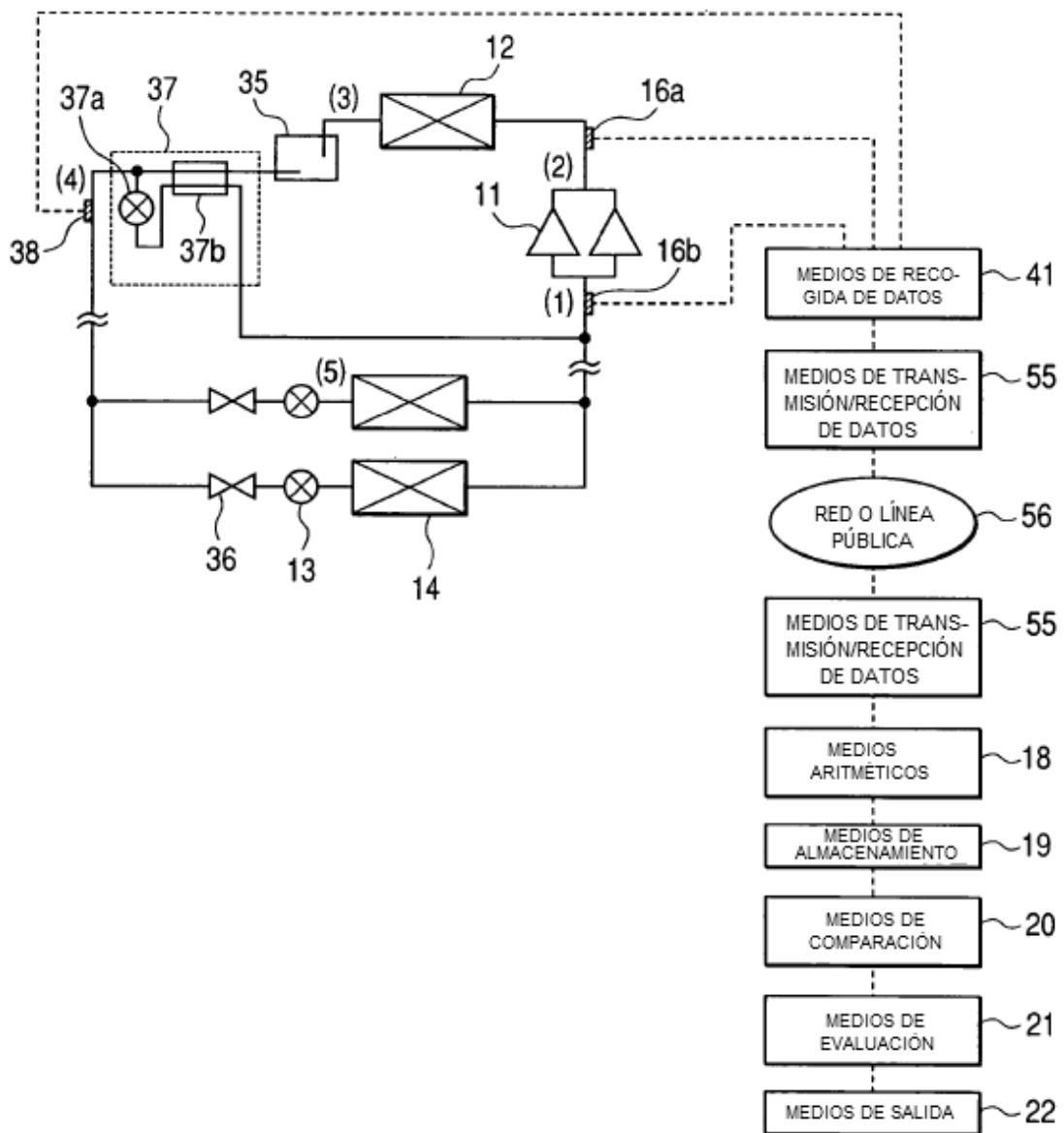


FIG. 22

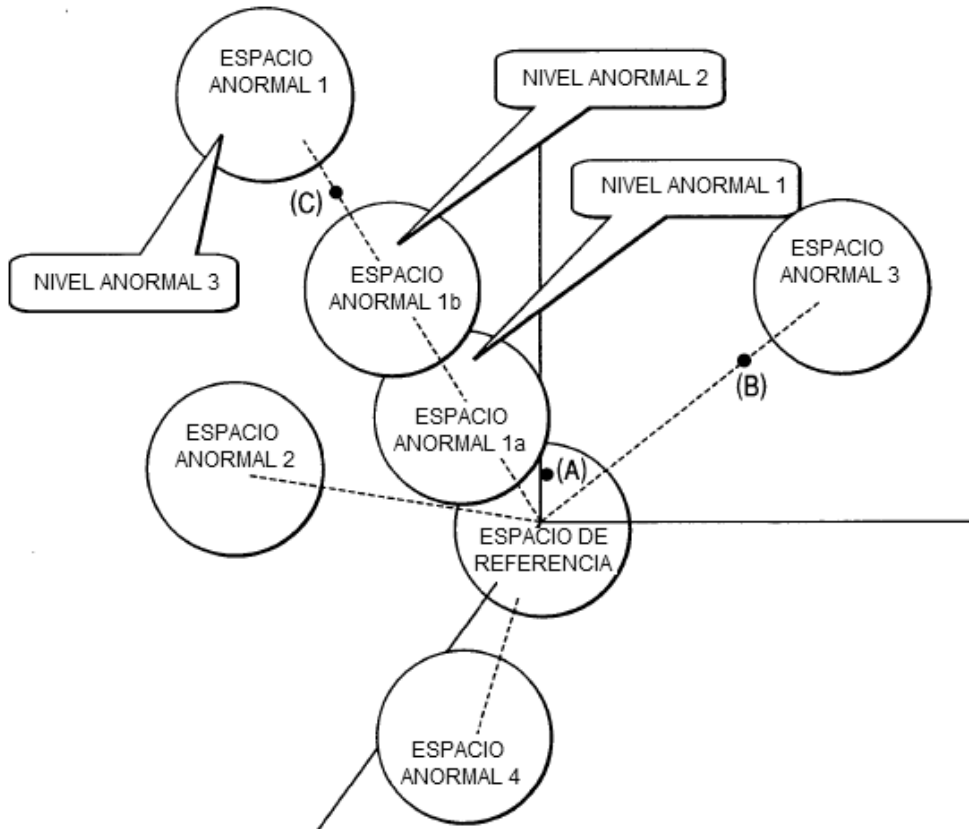


FIG. 23

