

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 998 559**

51 Int. Cl.:

F25B 49/02 (2006.01)

F25B 49/00 (2006.01)

F25B 13/00 (2006.01)

F25B 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.09.2020 PCT/US2020/050172**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.03.2021 WO21050707**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2020 E 20776044 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2024 EP 4028702**

54 Título: **Diagnóstico para la verificación de la composición de refrigerante**

30 Prioridad:

12.09.2019 US 201962899418 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.02.2025

73 Titular/es:

**CARRIER CORPORATION (100.00%)
13995 Pasteur Blvd.
Palm Beach Gardens, FL 33418, US**

72 Inventor/es:

LORD, RICHARD G.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 998 559 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

Diagnóstico para la verificación de la composición de refrigerante

- 5 La presente invención se refiere a un sistema de refrigeración, y más particularmente a un método para determinar si un fluido en un sistema de refrigeración representa una composición refrigerante correcta.

10 Los edificios, tal como los edificios comerciales, incluidos los edificios universitarios, los edificios de oficinas, los hospitales, los restaurantes y los edificios residenciales, como los residenciales unifamiliares, multifamiliares y de gran altura, y similares, incluyen sistemas de refrigeración que pueden hacer funcionar para controlar el clima dentro del edificio. Un sistema de refrigeración típico incluye un evaporador, un ventilador de circulación interior, uno o más compresores, un condensador, una válvula de expansión y un sistema de control. Este sistema y sus componentes utilizan refrigerante circulante para mantener una temperatura interior del edificio en un nivel deseado.

15 Tradicionalmente, los sistemas de refrigeración han utilizado refrigerantes A1, que son no inflamables. Sin embargo, el calentamiento global y otras preocupaciones ambientales han provocado que la industria de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) explore refrigerantes alternativos de bajo potencial de calentamiento global (GWP), como los refrigerantes A2L, en lugar de los refrigerantes A1 existentes en los sistemas HVAC. Muchos refrigerantes de bajo GWP son mezclas. Aunque estos refrigerantes alternativos tienen un GWP menor, suelen ser ligeramente inflamables. El documento US 2014/216082 A1 divulga un método para un sistema de refrigeración y un sistema de refrigeración según el preámbulo de la reivindicación 1 y la reivindicación 9, respectivamente.

25 Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para un sistema de refrigeración como se define en la reivindicación 1 y comprende medir una presión de fluido en una línea de refrigerante de un intercambiador de calor de un sistema de refrigeración, y medir un valor de al menos una de una temperatura del punto de rocío y una temperatura del punto de burbuja del fluido a la temperatura medida. El método también incluye determinar un valor esperado asociado con dicha al menos una de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja del fluido a la presión medida, y determinar si el fluido incluye una composición de refrigerante correcta basándose en una comparación de los valores medidos y esperados. El sistema de refrigeración incluye un intercambiador de calor interior y un intercambiador de calor exterior, y el método incluye determinar una temperatura ambiente de cada uno del intercambiador de calor interior y del intercambiador de calor exterior y seleccionar cual del intercambiador de calor interior y del intercambiador de calor exterior tiene una temperatura ambiente más baja como el intercambiador de calor.

En una realización adicional de cualquiera de las realizaciones anteriores, las etapas de medición se realizan mientras un compresor del sistema de refrigeración está apagado.

40 En una realización adicional de cualquiera de las realizaciones anteriores, antes de las etapas de medición y mientras el compresor está apagado, se hace funcionar un ventilador durante un período de tiempo predefinido, para hacer pasar aire a través del intercambiador de calor que tiene la temperatura ambiente más baja.

45 En una realización adicional de cualquiera de las realizaciones anteriores, determinar si el fluido tiene una composición refrigerante correcta incluye determinar una diferencia entre el valor medido y el valor esperado asociado con cada uno de al menos una de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja. El método también incluye determinar que el fluido representa una composición de refrigerante correcta basándose en que cada diferencia está dentro de un umbral de error predefinido y determinar que el fluido no representa la composición de refrigerante correcta basándose en que al menos una de las diferencias es mayor que el umbral de error predefinido.

50 En una realización adicional de cualquiera de las realizaciones anteriores, determinar que el fluido no representa el refrigerante correcto incluye determinar que el fluido tiene un refrigerante incorrecto o un refrigerante contaminado.

55 En una realización adicional de cualquiera de las realizaciones anteriores, la al menos una de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja incluye una única temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja, y cada diferencia incluye una única diferencia.

60 En una realización adicional de cualquiera de las realizaciones anteriores, la al menos una de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja incluye cada una de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja, y cada diferencia incluye una diferencia del punto de rocío y una diferencia del punto de burbuja.

65 En una realización adicional de cualquiera de las realizaciones anteriores, determinar un valor esperado incluye determinar un deslizamiento esperado del fluido a la presión medida basándose en una diferencia entre las

- temperaturas del punto de rocío y del punto de burbuja esperadas. La determinación de si el fluido tiene una composición de refrigerante correcta incluye determinar un deslizamiento real del fluido basándose en una diferencia entre las temperaturas del punto de rocío y del punto de burbuja medidas, determinar que el fluido representa una composición de refrigerante correcta basándose en una diferencia de deslizamiento entre el deslizamiento esperado y el deslizamiento real que está dentro de un umbral de error predefinido, y determinar que el fluido no representa la composición de refrigerante correcta basándose en que la diferencia de deslizamiento es mayor que el umbral de error predefinido.
- En una realización adicional de cualquiera de las realizaciones anteriores, la composición refrigerante correcta incluye una mezcla correcta de múltiples fluidos constituyentes.
- Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de refrigeración como se define en la reivindicación 9 e incluye un intercambiador de calor configurado para intercambiar calor con fluido en una línea de refrigerante, un sensor de presión configurado para medir una presión del fluido, al menos un sensor de temperatura configurado para medir una temperatura del fluido. Un controlador está configurado para utilizar el al menos un sensor de temperatura para medir un valor de al menos una de una temperatura del punto de rocío y una temperatura del punto de burbuja del fluido a la presión medida, determinar un valor esperado asociado con dicha al menos una de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja del fluido a la presión medida, y determinar si el fluido incluye una composición de refrigerante correcta basándose en una comparación de los valores medidos y esperados. El sistema de refrigeración incluye un intercambiador de calor interior y un intercambiador de calor exterior, cada uno pudiéndose hacer funcionar para intercambiar calor con el fluido en la línea de refrigerante. El controlador está configurado para determinar una temperatura ambiente de cada uno del intercambiador de calor interior y el intercambiador de calor exterior y seleccionar cual del intercambiador de calor interior y exterior tiene una temperatura ambiente más baja como el intercambiador de calor.
- En una realización adicional de cualquiera de las realizaciones anteriores, un compresor está configurado para comprimir el fluido en la línea de refrigerante, y el controlador está configurado para realizar la comparación basándose en lecturas del sensor de presión y al menos un sensor de temperatura tomadas cuando el compresor está apagado.
- En una realización adicional de cualquiera de las realizaciones anteriores, el controlador está configurado para hacer funcionar un ventilador para hacer pasar aire a través del intercambiador de calor durante un período de tiempo predefinido antes de obtener las lecturas del sensor de presión y al menos un sensor de temperatura.
- En una realización adicional de cualquiera de las realizaciones anteriores, para determinar si el fluido tiene una composición de refrigerante correcta, el controlador está configurado para determinar una diferencia entre el valor medido y el valor esperado asociado con cada una de al menos una de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja, determinar que el fluido representa una composición de refrigerante correcta basándose en que cada diferencia está dentro de un umbral de error predefinido, y determinar que el fluido no representa la composición de refrigerante correcta basándose en que al menos una de las diferencias es mayor que el umbral de error predefinido.
- En una realización adicional de cualquiera de las realizaciones anteriores, para determinar que el fluido no representa el refrigerante correcto, el controlador está configurado para determinar que el fluido tiene un refrigerante incorrecto o un refrigerante contaminado.
- En una realización adicional de cualquiera de las realizaciones anteriores, la al menos una de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja incluye una única temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja, y cada diferencia incluye una única diferencia.
- En una realización adicional de cualquiera de las realizaciones anteriores, la al menos una de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja incluye cada una de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja, y una única diferencia incluye una diferencia del punto de rocío y una diferencia del punto de burbuja.
- En una realización adicional de cualquiera de las realizaciones anteriores, para determinar el valor esperado, el controlador está configurado para determinar un deslizamiento esperado del fluido a la presión medida basándose en una diferencia entre las temperaturas del punto de rocío y del punto de burbuja esperadas. Para determinar si el fluido incluye una composición de refrigerante correcta, el controlador está configurado para determinar un deslizamiento real del fluido basándose en una diferencia entre las temperaturas del punto de rocío y del punto de burbuja medidas, determinar que el fluido representa una composición de refrigerante correcta basándose en una diferencia de deslizamiento entre el deslizamiento esperado y el real que está dentro de un umbral de error predefinido y determinar que el fluido no representa la composición de refrigerante correcta basándose en que la diferencia de deslizamiento es mayor que el umbral de error predefinido.

En una realización adicional de cualquiera de las realizaciones anteriores, la composición de refrigerante correcta incluye una mezcla correcta de múltiples fluidos constituyentes.

5 Las realizaciones, ejemplos y alternativas de los párrafos anteriores, las reivindicaciones o la siguiente descripción y dibujos, incluidos cualquiera de sus diversos aspectos o respectivas características individuales, pueden tomarse independientemente o en cualquier combinación. Las características descritas en relación con una realización son aplicables a todas las realizaciones, a menos que tales características sean incompatibles.

10 La FIG. 1 es una vista esquemática de un ejemplo de sistema de refrigeración que es un sistema de enfriamiento.

La FIG. 2 es una vista esquemática de un sistema de refrigeración de ejemplo que utiliza una bomba de calor.

15 La FIG. 3 es una vista esquemática de un intercambiador de calor de ejemplo.

La FIG. 4 es una vista esquemática de un diagrama de temperatura vs. entalpía de ejemplo para una mezcla refrigerante.

20 La FIG. 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo para un sistema de refrigeración.

La FIG. 6 es un diagrama de flujo que ilustra otro método de ejemplo para un sistema de refrigeración.

La FIG. 7 es una vista esquemática de un controlador para un sistema de refrigeración.

25 La FIG. 1 es una vista esquemática de un sistema 20A de refrigeración de ejemplo que incluye un compresor 22A, un primer intercambiador de calor 24A, un dispositivo 26A de expansión y un segundo intercambiador de calor 28A. El refrigerante en una línea de succión 29 se comprime en el compresor 22A, y sale del compresor 22A a alta presión, alta temperatura y alta entalpía, y fluye hacia el primer intercambiador de calor 24A. Aunque sólo se muestra un único compresor 22A, se entiende que se podrían utilizar varios compresores.

30 En una operación de enfriamiento, el primer intercambiador de calor 24A funciona como un condensador que rechaza el calor. En el primer intercambiador de calor 24A, el refrigerante fluye a través de uno o más tubos de serpentín 30A y rechaza el calor al aire que es aspirado sobre el (los) tubo(s) de serpentín 30A por un ventilador 32A. En el primer intercambiador de calor 24A, el refrigerante se condensa en un líquido que sale del primer intercambiador de calor 24A a una entalpía baja y una presión alta. El medio de rechazo de calor podría ser agua en una disposición de carcasa y tubos, por ejemplo.

35 El refrigerante fluye desde el primer intercambiador de calor 24A al dispositivo 26A de expansión, tal como una válvula de expansión termostática o una válvula de expansión electrónica. La válvula de expansión 26 reduce el refrigerante a una presión y temperatura bajas. Después de la expansión, el refrigerante fluye a través del segundo intercambiador de calor 28A, que funciona como un evaporador que acepta calor. Un ventilador sopladador 34A (que puede ser un ventilador centrífugo) aspira aire a través del segundo intercambiador de calor 28A y sobre un serpentín 36A. El refrigerante que fluye a través del serpentín 36A acepta calor del aire, saliendo del segundo intercambiador de calor 28A a una entalpía alta y una presión baja. A continuación, el refrigerante fluye hacia el compresor 22A, completando su ciclo de refrigeración. El medio de enfriamiento podría ser aire o agua en una disposición de carcasa y tubos, por ejemplo.

40 Un controlador 38A controla el funcionamiento de cada uno del compresor 22A, el ventilador 32A y el ventilador 34A y hace funcionar cada uno de estos componentes durante un modo de intercambio de calor cuando el sistema 20A de refrigeración está funcionando. En el modo de intercambio de calor, el sistema 20 de refrigeración se hace funcionar para enfriar y deshumidificar el aire. En realizaciones que utilizan una válvula de expansión electrónica para el dispositivo 26A de expansión, el controlador 38A también podría controlar el dispositivo 26A de expansión y hacer funcionar el dispositivo 26A de expansión en el modo de intercambio de calor.

55 Cada intercambiador de calor 24A, 28A tiene un sensor 72 de presión asociado, un primer sensor 74 de temperatura y un segundo sensor 76 de temperatura, que están en comunicación con el controlador 38A y se analizarán con mayor detalle a continuación.

60 La FIG. 2 ilustra otro tipo de sistema de refrigeración, que es una bomba de calor 20B, capaz de funcionar tanto en modo de refrigeración como de calefacción. La bomba de calor 20B incluye un compresor 22B que suministra refrigerante a través de un puerto de descarga 44 que regresa al compresor 22B a través de un puerto de succión 46. Aunque sólo se muestra un único compresor 22B, se entiende que se podrían utilizar varios compresores.

65 El refrigerante se mueve a través de una válvula 48 de cuatro vías que puede cambiarse entre posiciones de

- calentamiento y enfriamiento para dirigir el flujo de refrigerante de la manera deseada (indicada por las flechas asociadas con la válvula 48 en la FIG. 2) dependiendo del modo de operación solicitado, como es bien conocido en la técnica. Cuando la válvula 48 está colocada en la posición de enfriamiento, el refrigerante fluye desde el puerto de descarga 44 a través de la válvula 48 hasta un intercambiador de calor exterior 24B, que incluye un serpentín 30B, y donde el calor del refrigerante comprimido se rechaza a un fluido secundario, como el aire ambiente. Se utiliza un ventilador 32B para proporcionar flujo de aire a través del intercambiador de calor exterior 24B.
- El refrigerante fluye desde el intercambiador de calor exterior 24B a través de un primer paso de fluido 56 hacia un dispositivo 26B de expansión, que puede ser una válvula de expansión termostática o una válvula de expansión electrónica, por ejemplo. El refrigerante, cuando fluye en esta dirección hacia adelante, se expande a medida que se mueve desde el primer paso de fluido 56 a un segundo paso de fluido 58, reduciendo así su presión y temperatura. El refrigerante expandido fluye a través de un intercambiador de calor interior 28B, que incluye un serpentín 36B, para aceptar calor de otro fluido secundario y suministrar aire frío al interior. Un ventilador 34B (que puede ser un ventilador centrífugo) proporciona flujo de aire a través del intercambiador de calor 28B. El refrigerante regresa desde el intercambiador interior 28B al puerto de succión 46 a través de la válvula 48.
- Cuando la válvula 48 está en la posición de calefacción, el refrigerante fluye desde el puerto de descarga 44 a través de la válvula 48 hasta el intercambiador de calor interior 28B donde el calor se rechaza al interior. El refrigerante fluye desde el intercambiador de calor interior 28B a través del segundo paso de fluido 58 hasta el dispositivo 26B de expansión. A medida que el refrigerante fluye en esta dirección inversa desde el segundo paso de fluido 58 a través del dispositivo 26B de expansión hasta el primer paso de fluido 56, el flujo de refrigerante está más restringido en esta dirección en comparación con la dirección hacia adelante. El refrigerante fluye desde el primer paso de fluido 56 a través del intercambiador de calor exterior 24B, la válvula 48 de cuatro vías y regresa al puerto de succión 46 a través de la válvula 48.
- Un controlador 38B controla el funcionamiento de cada uno del compresor 22B, el ventilador 32, el ventilador 34B y la válvula 48 cuando la bomba de calor 20B está funcionando en modo de calefacción o refrigeración. En realizaciones que utilizan una válvula de expansión electrónica para el dispositivo 26B de expansión, el controlador 38B también controlaría el dispositivo 26B de expansión mientras la bomba de calor 20B está funcionando en un modo de calefacción o refrigeración.
- Aunque no se muestra en la FIG. 3, se entiende que cada intercambiador de calor 24B, 28B también podría incluir el sensor 72 de presión y los sensores 74, 76 de temperatura de la FIG. 1.
- El sistema 20 de refrigeración se puede utilizar en diversas aplicaciones, como por ejemplo una unidad residencial o comercial de sistema dividido o una azotea residencial o comercial empaquetada. Cuando se utiliza con un sistema dividido, el intercambiador de calor 28 se ubica dentro de una residencia o edificio y el ventilador 34 aspira aire a través del intercambiador de calor 28. Además, cuando se utiliza en el sistema dividido, el intercambiador de calor 24 se ubica posiciona de la residencia o edificio.
- Cuando se utiliza con una unidad empaquetada, el sistema 20 de refrigeración se ubica en un tejado o en el exterior de un edificio. En esta configuración, el sistema 20 de refrigeración incluye una sección de evaporador que extrae aire del interior del edificio y lo acondiciona con el intercambiador de calor 28 y dirige el aire de regreso al edificio. Además, el sistema 20 de refrigeración para la aplicación en la azotea incluiría una sección exterior con el ventilador 32 aspirando aire ambiente a través del intercambiador de calor 24 para eliminar calor del intercambiador de calor 24 como se describió anteriormente.
- La FIG. 3 es una vista esquemática de un intercambiador de calor 60 de ejemplo que puede utilizarse como cualquiera de los intercambiadores de calor 24 o 28. El intercambiador de calor 60 incluye un serpentín 62 que proporciona un flujo de refrigerante desde una entrada 64 a una salida 66. Un ventilador 68 está configurado para proporcionar un flujo de aire a través de la bobina 62 y facilitar un intercambio de calor con la bobina 62. Una pluralidad de aletas 70 aumentan la superficie específica del intercambiador de calor 60 para maximizar el intercambio de calor.
- El sensor 72 de presión (por ejemplo, un transductor de presión) se hace funcionar para medir la presión del refrigerante que entra a la bobina 62. Aunque se muestra dentro de la entrada 64, se entiende que se podrían utilizar otras ubicaciones (por ejemplo, fuera pero cerca de la entrada 64). El primer sensor 74 de temperatura está configurado para medir la temperatura del punto de rocío del refrigerante en o cerca de la parte superior del serpentín. La temperatura del punto de rocío se refiere a una temperatura por debajo de la cual empiezan a condensarse gotas de refrigerante.
- El segundo sensor 76 de temperatura está configurado para medir la temperatura del punto de burbuja del refrigerante en o cerca de la parte inferior del serpentín y donde el refrigerante líquido se ha condensado. La temperatura del punto de burbuja se refiere a una temperatura a la cual todo o prácticamente todo el

refrigerante se ha condensado a líquido. Los sensores 72 y 74 están en o cerca de la parte superior de la bobina 62, y el sensor 76 está en o cerca de la parte inferior de la bobina 62.

La FIG. 4 ilustra un diagrama de temperatura vs. entalpía de ejemplo para una mezcla de refrigerantes. En el lado izquierdo de la curva 82 se representa una línea 81 de líquido y en el lado derecho de la curva 82 se representa una línea 83 de vapor. El segmento de línea A-B indica una temperatura disminuida a medida que el refrigerante fluye a través del intercambiador de calor 24 que sirve como condensador. El segmento de línea B-C representa un cambio en la entalpía a medida que el refrigerante pasa a través del dispositivo 26 de expansión. El segmento de línea C-D representa refrigerante que pasa a través del intercambiador de calor 28 que funciona como un evaporador.

El punto A representa un punto de rocío del intercambiador de calor 24, y el punto B representa un punto de burbuja del intercambiador de calor 24. De manera similar, el punto D representa un punto de rocío del intercambiador de calor 28, y el punto C representa un punto de burbuja del intercambiador de calor 28. Como se muestra en la FIG. 4, los segmentos de línea A-B y C-D tienen pendientes distintas de cero, lo que indica que el refrigerante es una mezcla de refrigerantes que tiene un "deslizamiento" en cada uno de los intercambiadores de calor 24, 28. El deslizamiento de cada intercambiador de calor 24, 28 se puede calcular basándose en la diferencia entre su temperatura del punto de rocío y su temperatura del punto de burbuja, utilizando la ecuación 1 a continuación.

$$\text{Deslizamiento} = \text{Temp_rocío} - T_{\text{burbuja}} \quad \text{ec. 1}$$

donde: $T_{\text{rocío}}$ se refiere a la temperatura del punto de rocío; y

T_{burbuja} se refiere a la temperatura del punto de burbuja.

Para los refrigerantes que utilizan un solo tipo de fluido constituyente (es decir, un refrigerante sin mezcla), se espera que el deslizamiento sea cero, dentro de un margen de error. Sin embargo, para las mezclas de refrigerantes, a menudo se espera que el deslizamiento no sea cero, ya que los fluidos constituyentes probablemente tengan diferentes propiedades de condensación, así como puntos de ebullición.

El controlador 38 se puede hacer funcionar para detectar si se está utilizando una composición de refrigerante correcta en función de la temperatura del punto de rocío, la temperatura del punto de burbuja y/o el "deslizamiento" del refrigerante. El controlador 38 está configurado para medir una presión de fluido en una línea de refrigerante de un intercambiador de calor del sistema 20 de refrigeración utilizando el sensor 72 de presión, y medir un valor de al menos una de una temperatura del punto de rocío y una temperatura del punto de burbuja del fluido a la temperatura medida. El controlador 38 está configurado además para determinar un valor esperado asociado con la al menos una de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja del fluido a la presión medida (por ejemplo, una temperatura del punto de rocío esperada, una temperatura del punto de burbuja esperada o un deslizamiento esperado), y determinar si el fluido incluye una composición de refrigerante correcta basándose en una comparación de los valores medidos y esperados.

Si una diferencia entre los valores de deslizamiento esperados y medidos excede un umbral predefinido correspondiente, esto es indicativo de una mezcla de refrigerante incorrecta que incluye una proporción incorrecta de refrigerantes, posiblemente debido a una fuga. Si una diferencia entre los valores del punto de rocío esperados y medidos o las temperaturas del punto de burbuja esperadas y medidas excede un umbral predefinido correspondiente, esto es indicativo de una composición de refrigerante incorrecta debido a que se está utilizando un refrigerante incorrecto y/o debido a que un refrigerante que de otro modo sería correcto está contaminado (por ejemplo, por aire o nitrógeno no condensable).

La temperatura del punto de rocío esperada y las temperaturas del punto de burbuja esperadas se pueden determinar utilizando la presión medida (por ejemplo, con una tabla de búsqueda de temperatura almacenada en el controlador 38).

La FIG. 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método 100 de ejemplo para un sistema 20 de refrigeración para detectar si una mezcla de refrigerante incorrecta está presente. El controlador está configurado para comparar una temperatura ambiente interior T_{interior} y una temperatura ambiente exterior T_{exterior} , y determinar cuál es más baja (etapa 102). Cualquiera del intercambiador de calor interior (por ejemplo, el intercambiador de calor 28) y el intercambiador de calor exterior (por ejemplo, el intercambiador de calor 24) que tengan una temperatura ambiente más baja se selecciona como intercambiador de calor para las etapas posteriores.

Por lo tanto, si la temperatura ambiente exterior es inferior a la temperatura ambiente interior (un "sí" a la etapa 102), se selecciona el intercambiador de calor exterior (por ejemplo, el intercambiador de calor 24) para un ensayo de diagnóstico (etapa 104). De otro modo, si la temperatura ambiente interior es inferior a la temperatura ambiente exterior (un "no" a la etapa 102), se selecciona el intercambiador de calor interior (por

ejemplo, el intercambiador de calor 28) para el ensayo de diagnóstico (etapa 106).

El ventilador asociado con el intercambiador de calor seleccionado se hace funcionar durante un período de tiempo predefinido mientras el compresor 22 está apagado (etapa 108), lo que ayuda a migrar refrigerante hacia el serpentín del intercambiador de calor seleccionado, incluido tanto refrigerante líquido como vapor, de modo que el intercambiador de calor tiene líquido en la parte inferior y vapor en la parte superior de su serpentín, lo que permite medir las temperaturas del punto de rocío y del punto de burbuja. Cuando el compresor está apagado, es posible observar las condiciones del refrigerante mientras que no hay prácticamente flujo ni transferencia de calor, lo que constituye un momento ventajoso para medir la temperatura del punto de burbuja del líquido y la temperatura del punto de burbuja del vapor en la parte superior e inferior del serpentín.

Mientras el compresor 22 está apagado, el controlador 38 mide la presión del refrigerante utilizando el sensor 72 de presión, mide las temperaturas del punto de rocío y del punto de burbuja utilizando los sensores 74, 76 de temperatura a la presión medida y determina un deslizamiento basado en la diferencia (etapa 110).

Basándose en la presión medida, el controlador 38 determina los valores esperados para la temperatura del punto de rocío, la temperatura del punto de burbuja y el deslizamiento (por ejemplo, utilizando un repositorio de valores almacenados en una tabla de búsqueda) (etapa 112).

El controlador 38 calcula un error entre los valores de deslizamiento medidos y esperados (etapa 114). Esto se puede calcular utilizando la ecuación 2 a continuación, por ejemplo.

$$\text{Error_deslizamiento} = \text{Referencia_deslizamiento} - \text{Deslizamiento_medido} \quad \text{ec. 2}$$

Si una magnitud del error está dentro de una tolerancia permisible al ser menor que un umbral predefinido (un "sí" a la etapa 116), el controlador 38 determina que la mezcla de refrigerante es correcta (etapa 118). De otra forma, si una magnitud del error está fuera de una tolerancia permisible al ser mayor que un umbral predefinido (un "no" en la etapa 116), el controlador 38 determina que la mezcla de refrigerante es incorrecta e incluye una relación incorrecta de refrigerantes constituyentes (etapa 120).

La FIG. 6 es un diagrama de flujo que ilustra un método 200 de ejemplo para un sistema 20 de refrigeración para detectar si está presente un refrigerante incorrecto. Las etapas 202-208 de la FIG. 5 son las mismas que las etapas 102-108 de la FIG. 4.

Después de hacer funcionar el ventilador en la etapa 208, el controlador 38 mide la presión del refrigerante utilizando el sensor 72 de presión y también mide una o ambas de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja mientras el compresor 22 está apagado (etapa 210).

Basándose en la presión medida, el controlador 38 determina los valores esperados para la temperatura del punto de rocío y/o la temperatura del punto de burbuja (por ejemplo, utilizando un repositorio de valores almacenados en una tabla de búsqueda) (etapa 212).

El controlador 38 calcula un error entre la temperatura del punto de rocío medida y la esperada y/o determina un error entre la temperatura del punto de burbuja medida y la esperada (etapa 214). Estos cálculos se pueden realizar utilizando las ecuaciones 3 y 4 a continuación, por ejemplo.

$$T_{\text{error_rocío}} = T_{\text{ref_rocío}} - T_{\text{med_rocío}} \quad \text{ec. 3}$$

donde: $T_{\text{ref_rocío}}$ se refiere al valor de temperatura del punto de rocío de referencia; y

$T_{\text{med_rocío}}$ se refiere al valor de temperatura del punto de rocío medido.

$$T_{\text{error_burbuja}} = T_{\text{ref_burbuja}} - T_{\text{med_burbuja}} \quad \text{ec. 4}$$

donde: $T_{\text{ref_burbuja}}$ se refiere al valor de temperatura del punto de burbuja de referencia; y

$T_{\text{med_burbuja}}$ se refiere al valor de temperatura del punto de burbuja medido.

Si una magnitud de (de los) valor(es) de error está dentro de una tolerancia permisible respectiva al ser menor que un umbral predefinido respectivo (un "sí" en la etapa 216), el controlador 38 determina que se está utilizando el refrigerante correcto (etapa 218). Si una magnitud de cualquiera de los valores de error está fuera de una tolerancia permisible respectiva al ser mayor que un umbral predefinido respectivo (un "no" en la etapa 216), el controlador 38 determina que el refrigerante es incorrecto o está contaminado (etapa 220). El refrigerante en cuestión en la etapa 220 podría ser un solo refrigerante (es decir, una no mezcla) o podría ser una mezcla de refrigerantes.

El controlador puede realizar la determinación de la etapa 220 utilizando solo un error de temperatura del punto de rocío, solo un error de temperatura del punto de burbuja o ambos errores de temperatura del punto de rocío y del punto de burbuja.

5

Las tolerancias permisibles utilizadas en las etapas 116 y 216 dependerían del refrigerante utilizado.

La FIG. 7 es una vista esquemática de un controlador 300 que puede utilizarse como cualquiera de los controladores 38A-B. El controlador 300 incluye un procesador 302 que está conectado operativamente a la memoria 304 y a una interfaz 306 de comunicación. El procesador 302 puede incluir uno o más microprocesadores, microcontroladores, circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC) o similares, por ejemplo.

10

La memoria 304 puede incluir uno cualquiera o una combinación de elementos de memoria volátil (por ejemplo, memoria de acceso aleatorio (RAM, tales como DRAM, SRAM, SDRAM, VRAM, etc.)) y/o elementos de memoria no volátil (por ejemplo, ROM, disco duro, cinta, CD-ROM, etc.). Además, la memoria 304 puede incorporar medios de almacenamiento electrónicos, magnéticos, ópticos y/u otros tipos. La memoria 304 también puede tener una arquitectura distribuida, donde varios componentes están situados de forma remota entre sí, pero pueden ser accedidos por el procesador 302. La memoria 304 podría usarse para almacenar los valores esperados de punto de rocío, punto de burbuja y/o deslizamiento para el sistema 20 de refrigeración a una pluralidad de presiones diferentes.

15

20

La interfaz 306 de comunicación está configurada para facilitar la comunicación entre el controlador 300 y algunos o todos los compresores 22, ventiladores 32 y/o 34, y dispositivo 26 de expansión (si es un dispositivo electrónico), sensor 72 de presión y sensores 74, 76 de temperatura. En un ejemplo, se incluyen múltiples controladores 300 (por ejemplo, un controlador para el funcionamiento general del sistema 20 de refrigeración en el modo de intercambio de calor, y un controlador para realizar los métodos 100 y/o 200). En un ejemplo, la interfaz 306 de comunicación incluye una interfaz inalámbrica para comunicación inalámbrica y/o una interfaz cableada para comunicaciones cableadas.

25

30

Aunque se han divulgado realizaciones de ejemplo, un trabajador con experiencia normal en esta técnica reconocería que algunas modificaciones entrarían dentro del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones. Por tal motivo, las siguientes reivindicaciones deberían estudiarse para determinar el alcance y contenido de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método (100) para un sistema (20) de refrigeración que comprende:
 - 5 medir (110) una presión de fluido en una línea de refrigerante de un intercambiador de calor (24; 28) de un sistema de refrigeración;

medir (110; 210) un valor de al menos una de una temperatura del punto de rocío y una temperatura del punto de burbuja del fluido a la presión medida;
 - 10 determinar (112; 212) un valor esperado asociado con dicha al menos una de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja del fluido a la presión medida; y

determinar (116; 216) si el fluido incluye una composición refrigerante correcta basándose en una comparación de los valores medidos y esperados, en donde
 - 15 el sistema de refrigeración incluye un intercambiador de calor interior (28) y un intercambiador de calor exterior (24), caracterizado por que
 - 20 el método comprende:

determinar (102; 202) una temperatura ambiente de cada uno del intercambiador de calor interior y del intercambiador de calor exterior; y
 - 25 seleccionar (104, 106; 204, 206) cualquiera del intercambiador de calor interior e intercambiador de calor exterior que tenga una temperatura ambiente más baja que el intercambiador de calor.
2. El método de la reivindicación 1, en donde las etapas de medición se realizan mientras un compresor (22) del sistema de refrigeración está apagado.
3. El método de la reivindicación 1 o 2, que comprende:

antes de las etapas de medición y mientras el compresor está apagado, hacer funcionar un ventilador (68) durante un período de tiempo predefinido para hacer pasar aire a través del intercambiador de calor.
4. El método de cualquier reivindicación precedente, en donde dicha determinación de si el fluido incluye una composición refrigerante correcta comprende:

determinar una diferencia entre el valor medido y el valor esperado asociado con cada una de dichas al menos una de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja;
- 40 determinar que el fluido representa una composición de refrigerante correcta basándose en que cada diferencia se encuentra dentro de un umbral de error predefinido;
- 45 determinar que el fluido no representa la composición del refrigerante correcta basándose en que al menos una de las diferencias es mayor que el umbral de error predefinido.
5. El método de la reivindicación 4, en donde dicha determinación de que el fluido no representa el refrigerante correcto comprende determinar que el fluido incluye un refrigerante incorrecto o un refrigerante contaminado.
6. El método de las reivindicaciones 4 o 5, en donde:

dicha al menos una de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja comprende una sola de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja; y
- 55 dicha cada diferencia incluye una sola diferencia.
7. El método de las reivindicaciones 4 o 5, en donde:

dicha al menos una de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja comprende cada una de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja; y
- 60 dicha cada diferencia incluye una diferencia del punto de rocío y una diferencia del punto de burbuja.
8. El método de cualquier reivindicación precedente, en donde:

dicha determinación de un valor esperado comprende determinar un deslizamiento esperado del fluido a la presión medida basándose en una diferencia entre las temperaturas del punto de rocío y punto de burbuja esperadas; y

- 5 dicha determinación de si el fluido incluye una composición refrigerante correcta comprende:

determinar un deslizamiento real del fluido basándose en una diferencia entre las temperaturas del punto de rocío y punto de burbuja medidas;

- 10 determinar que el fluido representa una composición refrigerante correcta basándose en una diferencia de deslizamiento entre el deslizamiento real y el esperado que se encuentra dentro de un umbral de error predefinido; y

- 15 determinar que el fluido no representa la composición del refrigerante correcta basándose en que al menos una de las diferencias es mayor que el umbral de error predefinido.

9. Un sistema (20) de refrigeración que comprende:

- 20 un intercambiador de calor (24; 28) configurado para intercambiar calor con fluido en una línea de refrigerante;

un sensor (72) de presión configurado para medir una presión del fluido;

al menos un sensor (74, 76) de temperatura configurado para medir una temperatura del fluido; y

- 25 un controlador (38) configurado para:

utilizar el al menos un sensor de temperatura para medir (110; 210) un valor de al menos una de una temperatura del punto de rocío y una temperatura del punto de burbuja del fluido a la presión medida;

- 30 determinar (112; 212) un valor esperado asociado con dicha al menos una de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja del fluido a la presión medida; y

determinar (116; 216) si el fluido incluye una composición refrigerante correcta basándose en una comparación de los valores medidos y esperados, en donde

- 35 el sistema de refrigeración incluye un intercambiador de calor interior (28) y un intercambiador de calor exterior (24), cada uno pudiéndose hacer funcionar para intercambiar calor con el fluido en la línea de refrigerante; caracterizado porque

- 40 el controlador está configurado para:

determinar (102; 202) una temperatura ambiente de cada uno del intercambiador de calor interior y del intercambiador de calor exterior; y

- 45 seleccionar (104, 106; 204, 206) cualquiera del intercambiador de calor interior e intercambiador de calor exterior que tenga una temperatura ambiente más baja que el intercambiador de calor.

10. El sistema de refrigeración de la reivindicación 9, que comprende:

- 50 un compresor (22) configurado para comprimir el fluido en la línea de refrigerante;

en donde el controlador está configurado para realizar la comparación basándose en lecturas del sensor de presión y al menos un sensor de temperatura tomadas cuando el compresor está apagado.

- 55 11. El sistema de refrigeración de las reivindicaciones 9 o 10, que comprende:

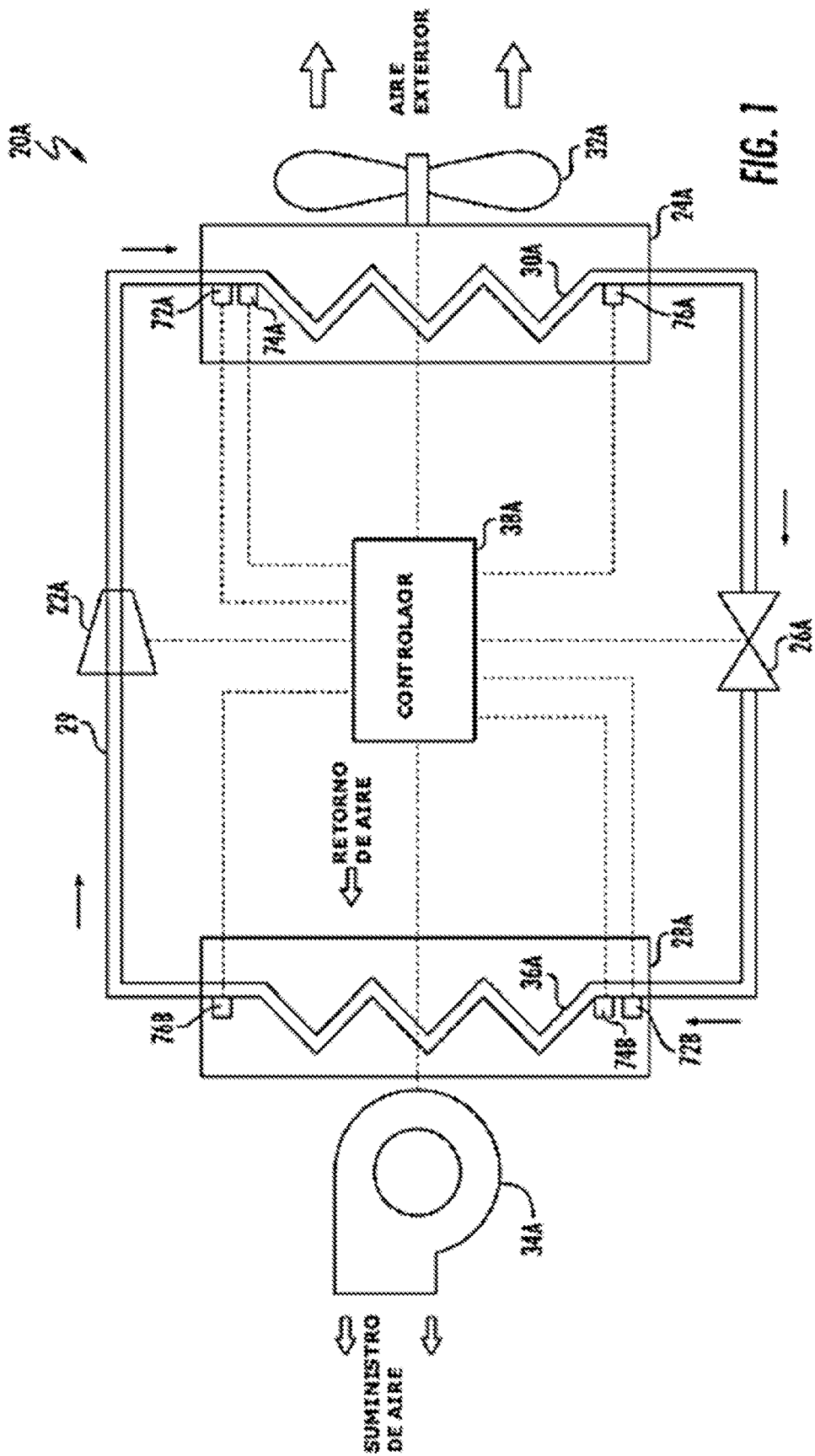
un ventilador (68);

- 60 en donde el controlador está configurado para hacer funcionar un ventilador para hacer pasar aire a través del intercambiador de calor durante un período de tiempo predefinido antes de obtener las lecturas del sensor de presión y el al menos un sensor de temperatura.

12. El sistema de refrigeración de cualquier reivindicación anterior, en donde para determinar si el fluido incluye una composición de refrigerante correcta, el controlador está configurado para:

- 65 determinar una diferencia entre el valor medido y el valor esperado asociado con cada una de dichas al menos

- una de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja;
- determinar que el fluido representa una composición de refrigerante correcta basándose en que cada diferencia se encuentra dentro de un umbral de error predefinido;
- 5 determinar que el fluido no representa la composición del refrigerante correcta basándose en que al menos una de las diferencias es mayor que el umbral de error predefinido.
- 10 13. El sistema de refrigeración de la reivindicación 12, en donde para determinar que el fluido no representa el refrigerante correcto, el controlador está configurado para determinar que el fluido incluye un refrigerante incorrecto o un refrigerante contaminado.
14. El sistema de refrigeración de las reivindicaciones 12 o 13, en donde:
- 15 dicha al menos una de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja comprende cada una de la temperatura del punto de rocío y la temperatura del punto de burbuja; y
- dicha cada diferencia incluye una diferencia del punto de rocío y una diferencia del punto de burbuja.
- 20 15. El sistema de refrigeración de cualquier reivindicación anterior, en donde:
- para determinar el valor esperado, el controlador está configurado para determinar un deslizamiento esperado del fluido a la presión medida basándose en una diferencia entre las temperaturas del punto de rocío y del punto de burbuja esperadas; y
- 25 para determinar si el fluido incluye una composición de refrigerante correcta, el controlador está configurado para:
- 30 determinar un deslizamiento real del fluido basándose en una diferencia entre las temperaturas del punto de rocío y punto de burbuja medidas;
- determinar que el fluido representa una composición refrigerante correcta basándose en una diferencia de deslizamiento entre el deslizamiento real y el esperado que se encuentra dentro de un umbral de error predefinido; y
- 35 determinar que el fluido no representa la composición del refrigerante correcta basándose en que la diferencia de deslizamiento es mayor que el umbral de error predefinido.



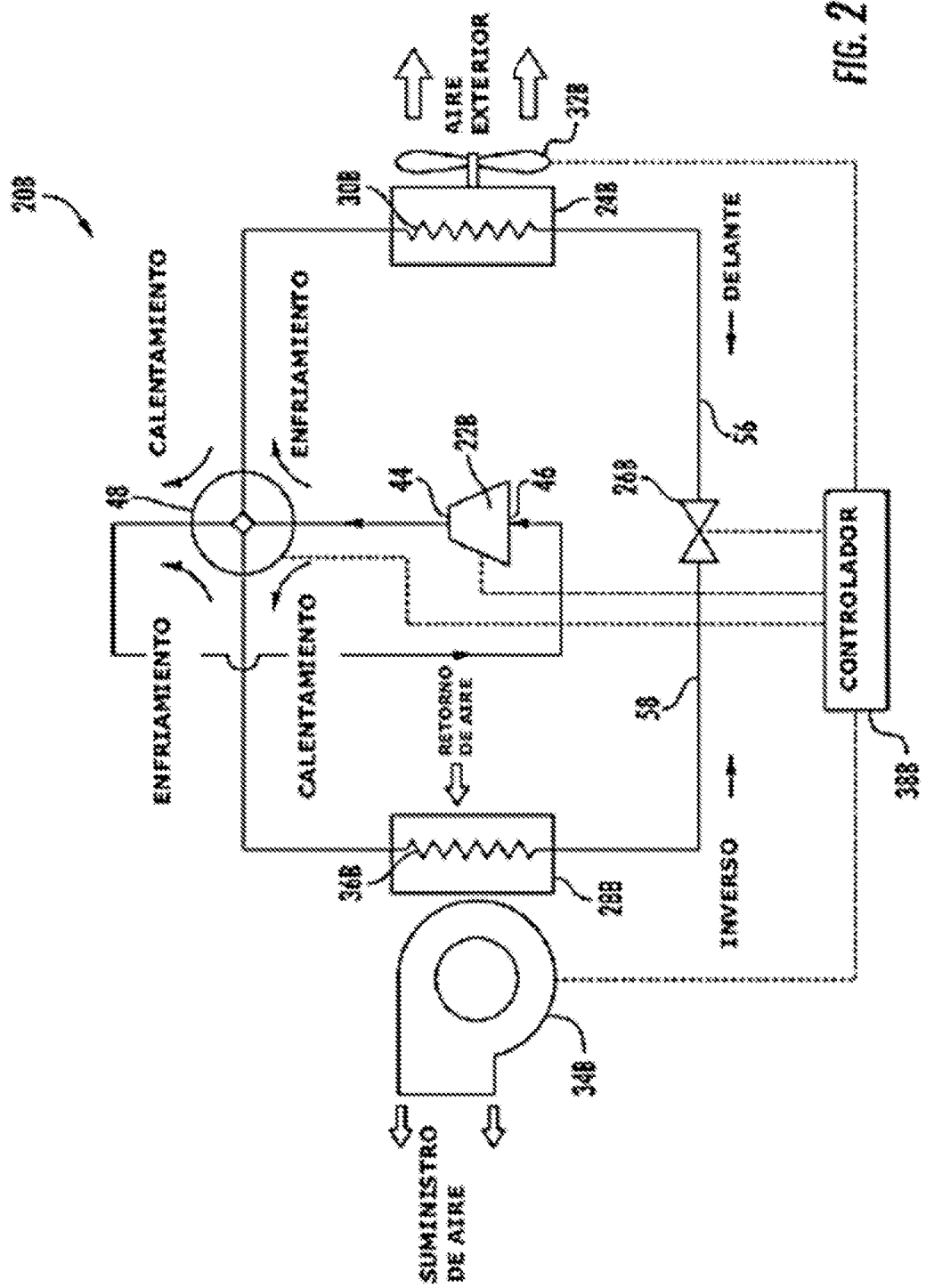


FIG. 2

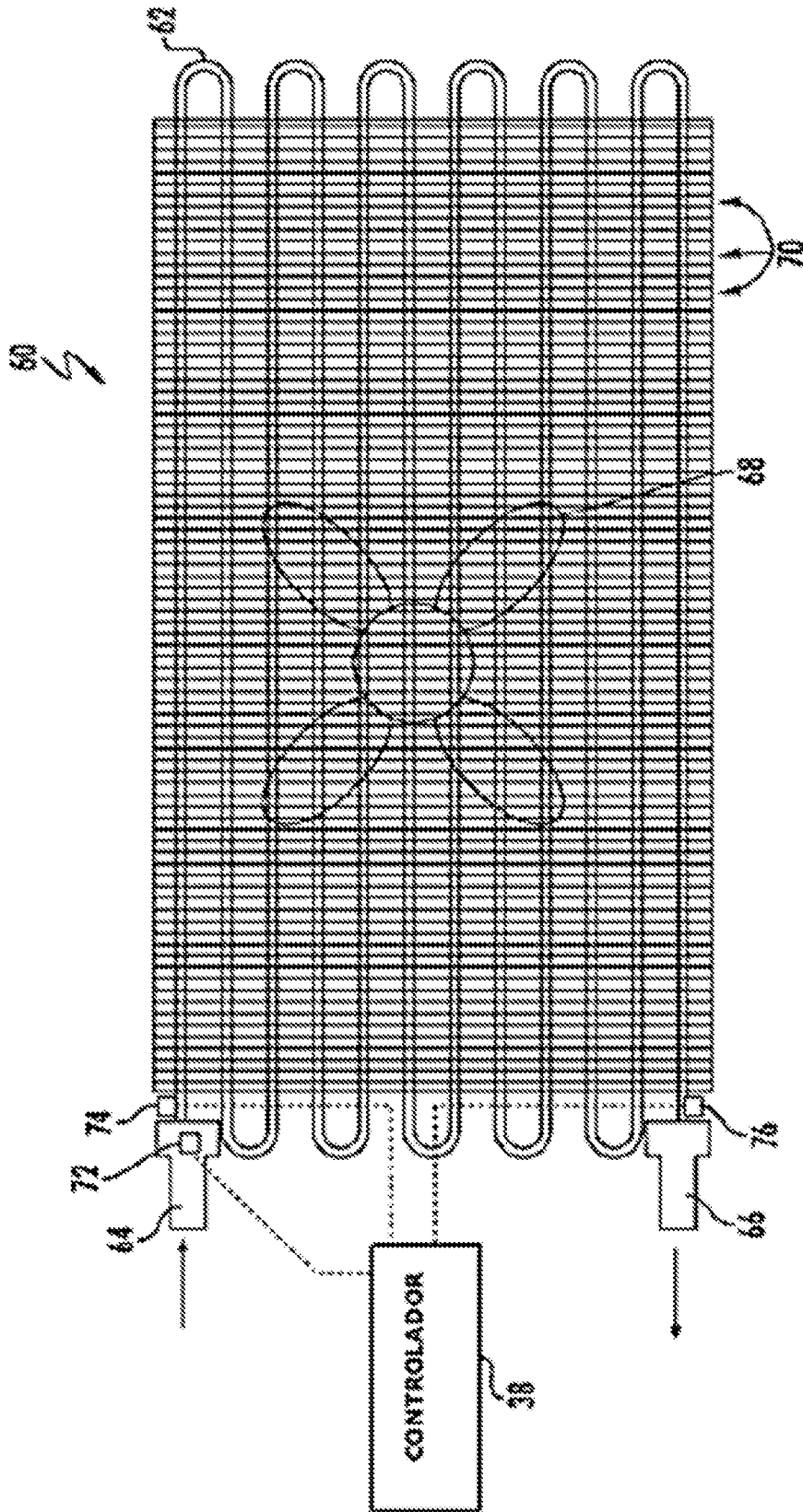


FIG. 3

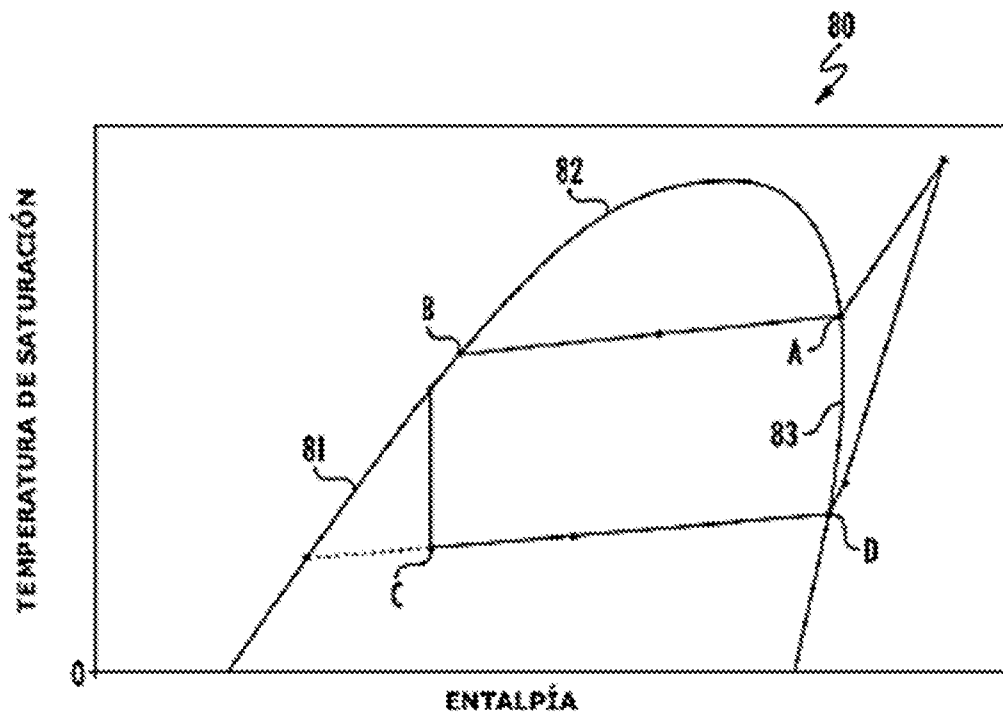


FIG. 4

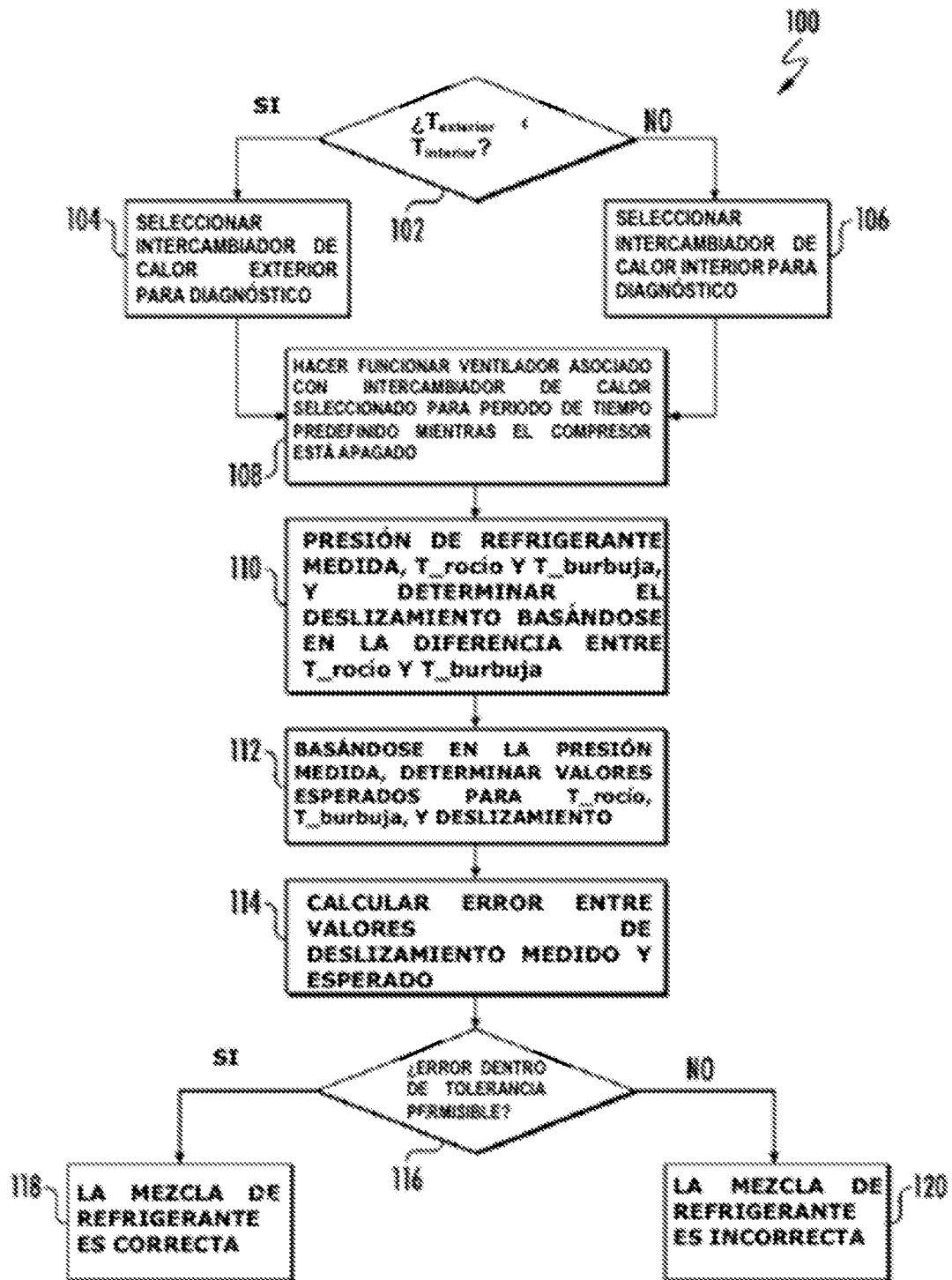


FIG. 5

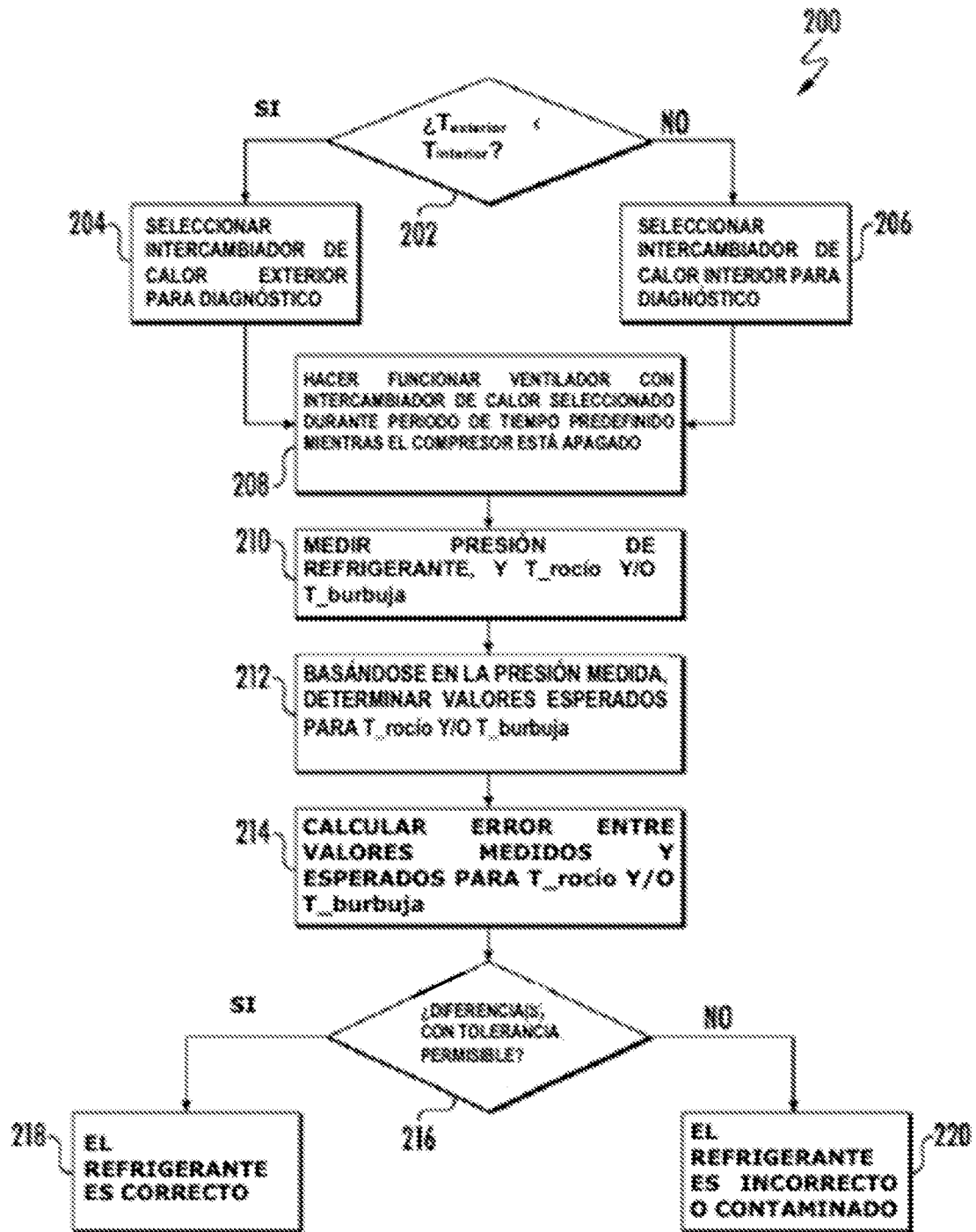


FIG. 6

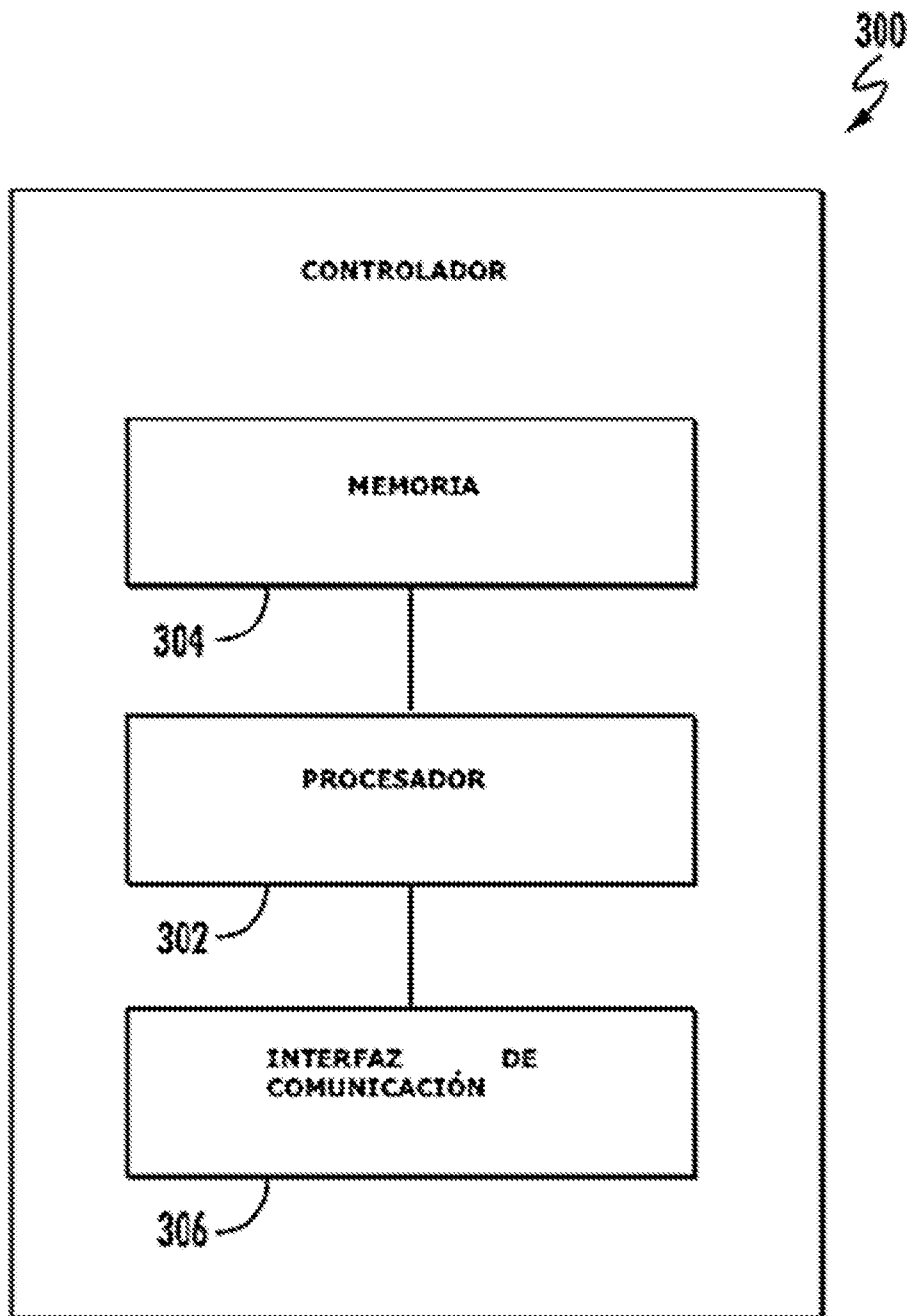


FIG. 7