

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 718**

51 Int. Cl.:

**F25B 49/00** (2006.01)

**F24F 11/00** (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.06.2010 PCT/DK2010/000094**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2010 WO10145657**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.06.2010 E 10727648 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 2443403**

54 Título: **Método para determinar conexiones cableadas en un sistema de compresión de vapor**

30 Prioridad:

**19.06.2009 DK 200900753**

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

**02.12.2019**

73 Titular/es:

**DANFOSS A/S (100.0%)**

**Nordborgvej 81**

**6430 Nordborg, DK**

72 Inventor/es:

**IZADI-ZAMANABAD, ROOZBEH;**

**LARSEN, LARS, FINN, SLOTH y**

**THYBO, CLAUS**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 733 718 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**

Método para determinar conexiones cableadas en un sistema de compresión de vapor

**CAMPO DE LA INVENCION**

5 La presente invención se refiere a un método para determinar conexiones cableadas en un sistema de compresión de vapor, tal como un sistema de refrigeración, una bomba de calor o un sistema de aire acondicionado. En particular, el método de la invención se puede utilizar para determinar los cables que conectan uno o más dispositivos de detección y una unidad de control de un sistema de compresión de vapor y/o para determinar los cables que conectan uno o más actuadores y una unidad de control de un sistema de compresión de vapor.

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

10 En un sistema de compresión de vapor, tal como un sistema de refrigeración, una bomba de calor o un sistema de aire acondicionado, se conectan diversos cables entre distintos componentes del sistema de compresión de vapor, p. ej., los cables que interconectan distintos sensores y una unidad de control y/o los cables que interconectan distintos actuadores y la unidad de control. Es importante que estos cables estén conectados de manera correcta con el fin de garantizar un funcionamiento adecuado del sistema de compresión de vapor.

15 El documento EP 0 426 450 A2 expone un método de confirmación de cableado/canalización de un acondicionador de aire múltiple. Se accionan manual o automáticamente o mediante control remoto una pluralidad de unidades internas, se abre una tubería de refrigerante para una única unidad interna y el cambio resultante es detectado mediante la unidad interna. Los datos cambiantes se devuelven al controlador. El controlador confirma la relación de correspondencia entre el cableado que ha recibido los datos o el número de identificación de la unidad interna y la canalización abierta. Este proceso se repite con respecto a cada unidad interna. De ese modo, se determina de  
20 manera secuencial una correspondencia entre la canalización y el cableado para cada una de las unidades.

El documento EP 2 028 426 expone un aparato y un método de búsqueda de conexiones de tuberías para un acondicionador de aire múltiple de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, El acondicionador de aire múltiple comprende una única unidad exterior y un pluralidad de unidades interiores, estando conectada cada unidad interior a la unidad exterior por medio de una conexión de tubería. Cada una de las unidades interiores está provista de un sensor de temperatura. Una unidad de apertura/cierre de tuberías que abre cada una de una pluralidad de tuberías, de una en una, está conectada a la unidad exterior cuando la unidad exterior está en funcionamiento. Una  
25 unidad de búsqueda de tuberías busca e identifica la unidad interior con el sensor de temperatura cuya señal de temperatura satisfaga en primer lugar un valor fijado predeterminado, después de que la unidad exterior y la unidad de apertura/cierre de tuberías comience a funcionar, en comparación con las demás unidades interiores y sensores de temperatura.  
30

**DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

35 Es un objeto de las realizaciones de la invención proporcionar un método para determinar las conexiones cableadas en un sistema de compresión de vapor, en el que se puede garantizar un cableado correcto del sistema de compresión de vapor de una manera sencilla.

Es un objeto adicional de las realizaciones de la invención proporcionar un método para determinar las conexiones cableadas en un sistema de compresión de vapor, en el que se puede garantizar un cableado correcto del sistema de compresión de vapor sin que se requiera la reconexión de los cables.

40 Es un objeto adicional más de las realizaciones de la invención proporcionar un método para determinar las conexiones cableadas en un sistema de compresión de vapor, en el que se pueden determinar dos o más conexiones cableadas del sistema de compresión de vapor de manera simultánea.

Es un objeto adicional más de las realizaciones de la invención proporcionar un método para determinar las conexiones cableadas en un sistema de compresión de vapor, en el que se puede evitar una asignación incorrecta de los canales de medición en una unidad de control.

45 La invención proporciona un método para determinar las conexiones cableadas de acuerdo con la reivindicación 1.

En el presente contexto, la expresión "sistema de compresión de vapor" se debería interpretar que implica un sistema en el que circula un flujo de refrigerante y se comprime y expande de manera alternativa, lo que proporciona de ese modo la refrigeración o calentamiento de un volumen. Dichos sistemas incluyen, aunque sin carácter limitante, un sistema de refrigeración, un sistema de aire acondicionado, una bomba de calor, etc.

50 El compresor puede ser un único compresor, aunque también podrían ser dos o más compresores, p. ej., que forman un bastidor de compresores. En cualquier caso, al menos uno de los compresores puede ser un compresor de velocidad variable.

El evaporador puede estar en forma de un único evaporador o pueden ser dos o más evaporadores dispuestos de manera fluida en paralelo. Cada evaporador puede comprender un único serpentín del evaporador o puede comprender dos o más serpentines del evaporador dispuestos de manera fluida en paralelo.

5 De manera similar, el condensador puede estar en forma de un único condensador o pueden ser dos o más condensadores dispuestos de manera fluida en paralelo.

10 El dispositivo de expansión es un dispositivo que expande el refrigerante antes de que el refrigerante entre al evaporador. Este puede estar en forma de, p. ej., una válvula de expansión. Como alternativa o de manera adicional, el dispositivo de expansión puede ser o comprender un orificio fijo, un tubo capilar y/o cualquier otro tipo adecuado de dispositivo de expansión. Un sistema de compresión de vapor funciona habitualmente de la siguiente manera. Un medio fluido, tal como un refrigerante, se comprime en el compresor. El fluido comprimido se suministra al condensador donde este se condensa, es decir, sale del condensador en un estado sustancialmente líquido. El medio fluido se expande en el dispositivo de expansión antes de alimentarse al evaporador, donde se evapora, al menos parcialmente, la parte líquida del medio fluido.

15 En el presente contexto, la expresión "conexión cableada" se debería interpretar que implica un cable que interconecta dos partes del sistema de compresión de vapor, tal como un dispositivo de detección y un canal de entrada de una unidad de control, un actuador y un canal de salida de una unidad de control u otro tipo similar de conexión. La conexión cableada puede ser una conexión cableada permanente. Como alternativa, la conexión entre dos partes se puede establecer por medio de un canal de comunicación inalámbrico.

20 El sistema de compresión de vapor comprende además dos o más dispositivos de detección dispuestos para medir variables que son relevantes para el funcionamiento del sistema de compresión de vapor. Dichos dispositivos de detección pueden ser, p. ej., sensores de temperatura, que miden la temperatura del medio fluido en distintas posiciones a lo largo de la trayectoria del refrigerante, o una temperatura del aire en las cercanías del sistema de compresión de vapor, tal como la temperatura de un flujo de aire secundario a través del evaporador o el condensador, o la temperatura de un volumen refrigerado o calefactado. Otro ejemplo de un dispositivo de detección es un sensor de presión dispuesto para medir la presión del medio fluido en una posición específica a lo largo de la trayectoria del refrigerante.

25 Las variables que se miden por medio de los dispositivos de detección son de un tipo que es relevante para el funcionamiento del sistema de compresión de vapor, y estas pueden ser los parámetros de control utilizados durante el control del funcionamiento del sistema de compresión de vapor. Otras variables adecuadas pueden ser entidades que se comportan de una manera significativa en respuesta a ciertos cambios en los ajustes de funcionamiento.

30 Cuando se realiza el método de acuerdo con la invención, se cambia inicialmente un ajuste de funcionamiento para el sistema de compresión de vapor. Esto puede incluir, p. ej., cambiar un grado de apertura de una válvula de expansión, cambiar la velocidad de un ventilador y provocar un flujo secundario a través del evaporador o el condensador, activar o desactivar un elemento de descongelamiento, y/o cualquier otro tipo de cambio adecuado que tenga una influencia significativa sobre el funcionamiento del sistema de compresión de vapor.

35 Durante esto, se monitorizan valores de variables que se miden mediante al menos dos dispositivos de detección, detectando de ese modo el comportamiento de las variables medidas en respuesta al cambio del ajuste de funcionamiento. A continuación, se compara este comportamiento detectado con el comportamiento esperado de al menos una variable. Por ejemplo, en el caso de que el cambio en un ajuste de funcionamiento sea un aumento del grado de apertura de la válvula de expansión, entonces se espera que disminuyan, p. ej., la temperatura del refrigerante que sale del evaporador y la temperatura de un flujo de aire secundario a través del evaporador. Asimismo, se espera que la temperatura del refrigerante que sale del evaporador disminuya más rápido que la temperatura del flujo de aire secundario a través del evaporador, y la temperatura del aire que sale del evaporador se espera que sea menor que la temperatura del aire que entra al evaporador. Por tanto, al comparar mediciones de temperatura realizadas por medio de los dispositivos de detección dispuestos en distintas posiciones del sistema de compresión de vapor con dicho comportamiento esperado de las temperaturas específicas, es posible establecer una correspondencia entre un sensor dado y una señal de temperatura medida dada. En el ejemplo anterior, se puede establecer de manera simultánea la correspondencia entre tres dispositivos de detección y tres señales medidas.

40 Como alternativa o de manera adicional, la conexión cableada determinada puede ser una conexión cableada entre una unidad de control y un actuador. Por ejemplo, en el caso de que el cambio del ajuste de funcionamiento sea conmutar un ventilador dispuesto para generar un flujo de aire secundario a través del evaporador, entonces se esperará un comportamiento diferente de las distintas temperaturas del sistema al descrito anteriormente. En consecuencia, la monitorización de las temperaturas medidas puede establecer si una señal de accionamiento dada por la unidad de control provoca un aumento en el grado de apertura de la válvula de expansión o un aumento en la velocidad de rotación del ventilador. Por tanto, en base a la comparación de las variables medidas y el comportamiento esperado, se puede establecer una correspondencia entre una conexión de salida de la unidad de control y un actuador, p. ej., un actuador para la válvula de expansión o un actuador para el ventilador.

- En consecuencia, se puede determinar al menos una conexión cableada, p. ej., entre un dispositivo de detección dado y una entrada dada de una unidad de control, sobre la base del paso de comparación, y la información referente a la conexión cableada determinada se puede almacenar en el sistema y utilizar durante el funcionamiento normal del sistema de compresión de vapor. En consecuencia, se puede garantizar un cableado correcto del sistema de compresión de vapor sin el requisito de volver a cablear el sistema. Asimismo, la instalación del sistema de compresión de vapor es muy sencilla, ya que la persona que lleva a cabo la instalación puede simplemente conectar los cables de manera más o menos aleatoria y la correspondencia entre un sensor o actuador dado y una conexión de entrada o salida dada de la unidad de control se puede determinar posteriormente, lo que garantiza de ese modo un funcionamiento adecuado del sistema de compresión de vapor.
- 5 El paso de determinar al menos una conexión cableada puede comprender, determinar al menos una conexión cableada entre un dispositivo de detección dado y una unidad de control. Tal como se describe anteriormente, esto puede incluir establecer una correspondencia entre un sensor dado, p. ej., un sensor de temperatura y una conexión de entrada dada de la unidad de control, p. ej., de la manera descrita anteriormente.
- 10 Como alternativa o de manera adicional, el paso de determinar al menos una conexión cableada puede comprender determinar al menos una conexión cableada entre un actuador conectado a un componente del sistema de compresión de vapor y una unidad de control. De acuerdo con esta realización, se determina qué actuador estaba accionado durante el paso de cambiar un ajuste de funcionamiento del sistema de compresión de vapor, p. ej., tal como se describe anteriormente.
- 15 El paso de determinar al menos una conexión cableada puede comprender determinar la posición de al menos un dispositivo de detección. De acuerdo con esta realización, el paso de determinar al menos una conexión cableada puede comprender establecer que una medición de temperatura dada se origina en un sensor de temperatura dispuesto en una posición específica en el sistema de compresión de vapor, p. ej., en la salida del evaporador, en la pared del evaporador o cerca de esta, en el interior de un volumen refrigerado o calefactado, en un flujo de aire secundario a través del evaporador, tanto antes como después de pasar por el evaporador, o en cualquier otra posición adecuada donde se pueda medir una temperatura pertinente.
- 20 El paso de cambiar un ajuste de funcionamiento del sistema de compresión de vapor puede comprender cambiar un grado de apertura del dispositivo de expansión. En este caso, el dispositivo de expansión puede ser o comprender convenientemente una válvula de expansión. Tal como se describe anteriormente, cuando el grado de apertura del dispositivo de expansión cambia, las temperaturas medidas en diversas posiciones del sistema de compresión de vapor se espera que se comporten de acuerdo con patrones de comportamiento específicos, y mediante la monitorización de las mediciones de temperatura obtenidas por medio de los dos o más sensores de temperatura, y comparando las mediciones con el comportamiento esperado de las temperaturas, se puede determinar a qué dispositivo de detección pertenece una señal de temperatura medida dada.
- 25 El paso de cambiar un ajuste de funcionamiento del sistema de compresión de vapor puede comprender cambiar un grado de apertura del dispositivo de expansión. En este caso, el dispositivo de expansión puede ser o comprender convenientemente una válvula de expansión. Tal como se describe anteriormente, cuando el grado de apertura del dispositivo de expansión cambia, las temperaturas medidas en diversas posiciones del sistema de compresión de vapor se espera que se comporten de acuerdo con patrones de comportamiento específicos, y mediante la monitorización de las mediciones de temperatura obtenidas por medio de los dos o más sensores de temperatura, y comparando las mediciones con el comportamiento esperado de las temperaturas, se puede determinar a qué dispositivo de detección pertenece una señal de temperatura medida dada.
- 30 Como alternativa, se pueden cambiar otros ajustes de funcionamiento relevantes, tal como conectar o desconectar un ventilador, conectar o desconectar un elemento de descongelamiento, etc. Asimismo, el paso de cambiar un ajuste de funcionamiento puede comprender una combinación de cualquiera de estos ejemplos. Esto se describirá más adelante.
- 35 El paso de monitorizar los valores de variables puede comprender monitorizar el comportamiento dinámico de dichos valores de variables. De acuerdo con esta realización, se monitorizan los cambios en las variables medidas y posiblemente las velocidades de los cambios de las variables medidas. Dichos cambios y velocidades de los cambios son normalmente característicos para los sensores, tales como los sensores de temperatura, dispuestos en posiciones específicas del sistema de compresión de vapor. Por lo tanto, es adecuado monitorizar el comportamiento dinámico de los valores de variables. En este caso, el paso de comparación puede comprender comparar el comportamiento dinámico medido de dichos valores de variables con el comportamiento dinámico esperado de al menos una variable medida mediante un dispositivo de detección en respuesta a dicho cambio del ajuste de funcionamiento.
- 40 Como alternativa o de manera adicional a monitorizar el comportamiento dinámico de los valores de variables, se pueden monitorizar los valores en régimen permanente o valores estacionarios de los valores de variables, p. ej., después de que se haya dejado transcurrir un intervalo de tiempo desde que se ha cambiado el ajuste de funcionamiento.
- 45 El método puede comprender además el paso de aplicar una etiqueta electrónica a una conexión cableada determinada. La etiqueta electrónica permite al sistema de compresión de vapor reconocer la conexión cableada determinada y esto se puede utilizar durante el funcionamiento normal del sistema de compresión de vapor.
- 50 El método puede comprender además el paso de determinar, en base al paso de comparación, un estado de error de un actuador conectado a un componente del sistema de compresión de vapor. En el caso de que el comportamiento de los valores de variables monitorizados sea diferente del comportamiento esperado de los valores de variables en respuesta al cambio de ajuste de funcionamiento, esto puede ser una indicación de que el actuador
- 55

que se supone que inicia el cambio en el ajuste de funcionamiento no funciona de manera adecuada. En este caso, no tiene lugar el cambio previsto en el ajuste de funcionamiento o no se realiza como estaba previsto.

5 El método puede comprender además el paso de obtener una señal identificativa del sistema de compresión de vapor, reflejando dicha señal identificativa el comportamiento esperado de al menos una variable medida mediante un dispositivo de detección en respuesta a los cambios predefinidos en los ajustes de funcionamiento del sistema de compresión de vapor. La señal identificativa puede reflejar el comportamiento esperado de una variable medida mediante un único dispositivo de detección. Como alternativa, la señal identificativa puede reflejar el comportamiento esperado de variables medidas mediante dos o más dispositivos de detección. La señal identificativa puede reflejar incluso el comportamiento esperado de las variables medidas mediante todos los dispositivos de detección, en cuyo caso la señal identificativa refleja el comportamiento global del sistema de compresión de vapor en respuesta a un cambio dado de un ajuste de funcionamiento. El paso de obtener la señal identificativa se puede tomar como un tipo de “calibración” del método, y el paso de comparación se basa en la información obtenida de manera empírica relacionada con el comportamiento del sistema de compresión de vapor.

15 El paso de monitorizar los valores de variables puede comprender monitorizar al menos dos parámetros de temperatura del sistema de compresión de vapor. De acuerdo con esta realización, el paso de determinar al menos una conexión cableada puede incluir comparar los dos parámetros de temperatura medidos entre sí así como también con el comportamiento esperado. Por ejemplo, tal como se menciona anteriormente, se espera que la temperatura del flujo de aire secundario a través del evaporador antes del evaporador sea más elevada que la temperatura del flujo de aire secundario a través del evaporador después del evaporador. Por tanto, si se monitorizan las temperaturas medidas mediante dos dispositivos de detección diferentes, se puede concluir que la temperatura más elevada se mide mediante un dispositivo de detección dispuesto en el flujo de aire secundario a través del evaporador antes del evaporador, mientras que la temperatura más baja se mide mediante un dispositivo de detección dispuesto en el flujo de aire secundario a través del evaporador después del evaporador.

El método puede comprender además los pasos de:

- 25
- cambiar un ajuste de funcionamiento adicional del sistema de compresión de vapor,
  - monitorizar los valores de variables que se miden mediante al menos dos dispositivos de detección, en respuesta a dicho cambio del ajuste de funcionamiento,
  - comparar los valores de variables medidas con el comportamiento esperado de al menos una variable medida mediante un dispositivo de detección, en respuesta a dicho cambio del ajuste de funcionamiento adicional, y
- 30
- en base al paso de comparación, determinar al menos una conexión cableada del sistema de compresión de vapor.

De acuerdo con esta realización, los pasos del método, del método, más o menos se repiten. No obstante, el ajuste de funcionamiento que se cambia es diferente del ajuste de funcionamiento que se cambió inicialmente. En este caso, p. ej., el método se puede realizar de la siguiente manera. Inicialmente se activa un actuador del dispositivo de expansión con el fin de aumentar el grado de apertura del dispositivo de expansión. En el caso de que no se observen cambios en los valores de variables monitorizados, esto se puede deber, p. ej., a que la válvula está averiada o en un estado de error, a que la válvula está montada de una manera incorrecta, o a que el actuador está conectado de manera incorrecta, es decir, el actuador del dispositivo de expansión en realidad no se ha activado, aunque se puede haber activado otro actuador.

Posteriormente, se puede activar otro actuador. Se pueden contemplar tres posibles escenarios en respuesta a esto.

En el caso de que una temperatura comience a aumentar, es probable que el actuador que estaba activado inicialmente estuviera conectado al ventilador, lo que genera que un flujo de aire secundario a través del evaporador, y el actuador que se activó posteriormente estuviera conectado a un elemento de descongelamiento.

45 En el caso de que una temperatura comience a disminuir, es probable que el actuador que estaba activado inicialmente estuviera conectado al ventilador, lo que genera un flujo de aire secundario a través del evaporador, y el actuador que se activó posteriormente estuviera conectado al dispositivo de expansión.

En el caso de que las temperaturas permanezcan sin cambios, es probable que exista un error en el sistema. Por ejemplo, el actuador del dispositivo de expansión puede estar averiado o no conectado de manera adecuada. En cualquier caso, se deben realizar inspecciones adicionales con el fin de localizar de manera adecuada el error.

## DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS DIBUJOS

Ahora se describirá la invención con más detalle haciendo referencia a los dibujos anexos, en los cuales

la figura 1 es una vista esquemática de un sistema de compresión de vapor en el que se puede utilizar un método de acuerdo con una realización de la invención,

la figura 2 es una gráfica que ilustra variaciones de temperaturas medidas en un primer sistema de compresión de vapor, en respuesta a cambios en el grado de apertura de un dispositivo de expansión,

5 la figura 3 es una gráfica que ilustra la velocidad de cambio de las temperaturas ilustradas en la figura 2,

la figura 4 es una gráfica que ilustra las variaciones de temperaturas medidas en un segundo sistema de compresión de vapor, en respuesta a cambios en el grado de apertura de un dispositivo de expansión, y

la figura 5 es una gráfica que ilustra la velocidad de cambio de las temperaturas ilustradas en la figura 4.

### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS DIBUJOS

10 La figura 1 es una vista esquemática de un sistema de compresión de vapor 1. El sistema de compresión de vapor 1 comprende un compresor (no se muestra), un condensador (no se muestra) y una válvula de expansión 2 y un evaporador 3, dispuestos en una trayectoria del refrigerante 4. El sistema de compresión de vapor 1 comprende además un controlador 5 dispuesto para controlar el funcionamiento del sistema de compresión de vapor 1. Se disponen tres ventiladores 6 para generar un flujo de aire secundario a través del evaporador 3. El sistema de compresión de vapor 1 puede comprender además un elemento de descongelamiento (no se muestra) dispuesto para calentar el evaporador 3 en el caso de que sea necesario descongelar.

Se disponen diversos dispositivos de detección en distintas posiciones en el sistema de compresión de vapor 1. Se dispone un sensor de temperatura 7 en la abertura de salida del evaporador 3, y de ese modo mide la temperatura del refrigerante que sale del evaporador 3,  $T_{ref, sal}$ . Las mediciones de temperatura realizadas por un sensor de temperatura 7 se puede utilizar convenientemente durante el funcionamiento normal del sistema de compresión de vapor 1. El sobrecalentamiento se define como la diferencia de temperaturas entre la temperatura del refrigerante que sale del evaporador 3 y el punto de rocío del refrigerante. Habitualmente se desea controlar el sistema de compresión de vapor 1 de tal manera que el sobrecalentamiento sea el más pequeño posible, pero positivo. De ese modo, se utiliza en la máxima medida posible la capacidad de refrigeración del evaporador 3, mientras se evita que salga refrigerante líquido del evaporador 3. Con el fin de obtener esto, las mediciones de temperatura realizadas mediante el sensor de temperatura 7 constituyen un parámetro de control importante.

El sensor de temperatura 8 se dispone en el flujo de aire secundario a través del evaporador 3 que se genera mediante los ventiladores 6. El sensor de temperatura 8 se dispone en una posición antes de que el flujo de aire alcance el evaporador 3 y de ese modo mide la temperatura del aire que se suministra al evaporador 3,  $T_{aire, ent}$ .

30 El sensor de temperatura 9 también se dispone en el flujo de aire secundario a través del evaporador 3 que se genera mediante los ventiladores 6. No obstante, el sensor de temperatura 9 se dispone en una posición después de que el flujo de aire haya pasado el evaporador 3 y de ese modo mide la temperatura del aire que ha pasado por el evaporador 3,  $T_{aire, sal}$ . Como el evaporador 3 proporciona refrigeración al flujo de aire secundario durante el funcionamiento normal, se debe esperar que las temperaturas medidas mediante el sensor de temperatura 9 sean menores que las temperaturas medidas mediante el sensor de temperatura 8.

El sensor de temperatura 10 se dispone en una pared del evaporador 3 o cerca de esta, cerca de la abertura de entrada del evaporador 3. De ese modo, el sensor de temperatura 10 mide la temperatura de la pared del evaporador 3 en esta posición,  $T_{pared}$ . Este sensor de temperatura 10 se puede utilizar convenientemente en relación con el descongelamiento del sistema de compresión de vapor 1. En el caso de una formación de hielo significativa en el evaporador, la temperatura medida mediante el sensor de temperatura 10 es baja. En consecuencia, una medición de temperatura muy baja por parte del sensor de temperatura 10 indica que se requiere descongelar. Cuando se conecta el elemento de descongelamiento y se inicia de ese modo el proceso de descongelamiento, la temperatura medida por el sensor de temperatura 10 aumenta a 0 °C. Cuando la temperatura medida mediante el sensor de temperatura 10 supera 0 °C es una indicación de que se ha fundido el hielo y que se ha completado el proceso de descongelamiento. En consecuencia, se puede desconectar el elemento de descongelamiento.

Se dispone un sensor de presión 11 para medir la presión de succión del sistema de compresión de vapor.

Cada uno de los dispositivos de detección 7-11 transmite las señales medidas al controlador 5. En respuesta a las señales recibidas, el controlador 5 envía unas señales de accionamiento a la válvula de expansión 2, los ventiladores 6 y/o al elemento de descongelamiento (no se muestra), controlando de ese modo el funcionamiento del sistema de compresión de vapor 1 de una manera adecuada.

El controlador 5 está adaptado además de modo que realice los pasos del método, de un método de acuerdo con una realización de la invención. Con este fin, el controlador 5 envía inicialmente una señal de accionamiento, p. ej., a la válvula de expansión 2, a los ventiladores 6 y/o al elemento de descongelamiento (no se muestra). Habitualmente, una señal de accionamiento enviada a la válvula de expansión 2 dará como resultado un cambio en el grado de

5 apertura de la válvula de expansión 2, es decir, un aumento o disminución en el grado de apertura. Habitualmente, una señal de accionamiento enviada al elemento de descongelamiento (no se muestra) dará como resultado que se conecta o desconecta el elemento de descongelamiento. Habitualmente, una señal de accionamiento enviada a los ventiladores 6 dará como resultado que se conectan o desconectan los ventiladores 6. Como alternativa, se pueden conectar o desconectar solo uno o algunos de los ventiladores 6. Como otra alternativa, la velocidad de cada ventilador 6 puede ser variable, en cuyo caso la señal de accionamiento puede dar como resultado que aumente o disminuya la velocidad de uno o más de los ventiladores 6. En cualquier caso, habitualmente, una señal de accionamiento enviada a los ventiladores 6 cambiará el flujo de aire secundario a través del evaporador 3.

10 Posteriormente, se monitoriza el comportamiento de las variables medidas mediante los dispositivos de detección 7-11, en respuesta al cambio en un ajuste de funcionamiento del sistema de compresión de vapor 1 provocado por la señal de accionamiento. A continuación, el comportamiento monitorizado se compara con el comportamiento esperado de, p. ej., las temperaturas medidas mediante los sensores de temperatura 7-10. Como se espera que las temperaturas  $T_{ref, sal}$ ,  $T_{aire, ent}$ ,  $T_{aire, sal}$  y  $T_{pared}$ , medidas mediante los sensores de temperatura 7, 8, 9 y 10, respectivamente, exhiban un comportamiento claramente diferente en respuesta a los cambios en el ajuste de funcionamiento descrito anteriormente, el paso de comparación permitirá a un operario determinar qué señal de temperatura se origina en cada sensor de temperatura 7-10. Esto se describirá con más detalle a continuación haciendo referencia a las figuras 2-5. En consecuencia, este método permite determinar la configuración real del sistema de compresión de vapor 1, lo que garantiza de ese modo que las señales obtenidas de los sensores se interpreten de manera correcta durante el funcionamiento del sistema de compresión de vapor 1.

20 Como alternativa, el comportamiento monitorizado de las temperaturas medido mediante los sensores de temperatura 7-10 puede revelar que el cambio en el ajuste de funcionamiento fue provocado por la señal de accionamiento. En este caso, p. ej., se puede determinar si el actuador que recibió la señal de accionamiento está conectado a la válvula de expansión 2, a los ventiladores 6 o a un elemento de descongelamiento (no se muestra). El accionamiento de estos tres elementos dará como resultado un comportamiento muy diferente de la temperaturas medidas y, por lo tanto, se puede determinar una conexión cableada entre el controlador 5 y un actuador dado sobre la base del paso de comparación.

La figura 2 es una gráfica que ilustra el comportamiento de las variables detectadas por los dispositivos de detección 7-11 mostrados en la figura 1, en respuesta a los cambios en el grado de apertura de la válvula de expansión 2. En la situación ilustrada en la figura 2, los ventiladores 6 están conectados.

30 Inicialmente el grado de apertura (OD, por sus siglas en inglés) de la válvula de expansión 2 es cero, es decir, la válvula de expansión 2 está cerrada. Es evidente a partir de la gráfica que las temperaturas  $T_{ref, sal}$ ,  $T_{aire, ent}$ ,  $T_{aire, sal}$  y  $T_{pared}$  se mantienen sustancialmente constantes al mismo nivel de temperatura. Esto se debe al hecho de que cuando la válvula de expansión 2 está cerrada, no se alimenta refrigerante al evaporador 3 y por tanto no se produce refrigeración, y por lo tanto las temperaturas  $T_{ref, sal}$ ,  $T_{aire, ent}$ ,  $T_{aire, sal}$  y  $T_{pared}$  han alcanzado un nivel de equilibrio determinado por la temperatura ambiente.

35 La temperatura  $T_e$  es la temperatura de evaporación, es decir, la temperatura a la cual se evapora el refrigerante en el evaporador 3. Esta temperatura depende del tipo de refrigerante y de la presión del refrigerante, es decir, la presión de succión del sistema de compresión de vapor. Como el refrigerante no cambia durante el funcionamiento,  $T_e$  es de hecho una medida para la presión de succión, es decir, es la señal de medición obtenida por el dispositivo de detección 11. Es evidente a partir de la gráfica, que la presión de succión se estabiliza a un nivel sustancialmente constante mientras la válvula de expansión 2 está cerrada. No obstante, cabe destacar que, en el caso de que existan otros evaporadores en el sistema de compresión de vapor 1, entonces la presión de succión se puede ver afectada por la activación de los demás evaporadores, es decir,  $T_e$  en este caso no estará estabilizada a un nivel sustancialmente constante. Esta situación se describirá con más detalle a continuación haciendo referencia a la figura 4. En cualquier caso, cuando el compresor está en funcionamiento y la válvula de expansión 2 está cerrada, entonces  $T_e$  es sustancialmente menor que cualquier otra temperatura medida en el sistema de compresión de vapor 1.

50 En  $t = 400$  s, el grado de apertura (OD) de la válvula de expansión 2 aumenta de manera drástica. Esto provoca inmediatamente el aumento de la presión de succión, es decir, de  $T_e$ , aunque poco después esta disminuye lentamente. Cabe destacar que en algunas situaciones el aumento de  $T_e$  puede ser menos drástico que el ilustrado en la figura 2 y  $T_e$  puede incluso no aumentar en absoluto. Esto se debe a que  $T_e$  es una función de la capacidad de enfriamiento disponible del sistema de compresión de vapor 1 y del sistema de compresor.

55 Asimismo, todas las señales de temperatura comienzan a disminuir cuando aumenta el grado de apertura. No obstante, las temperaturas disminuyen a velocidades muy diferentes. Se debe esperar que las dos curvas 12, 13 que disminuyen más rápidamente representen  $T_{pared}$  y  $T_{ref, sal}$ , mientras que las dos curvas 14, 15 restantes se correspondan con las dos temperaturas del aire  $T_{aire, ent}$  y  $T_{aire, sal}$ , debido a que las temperaturas del aire disminuyen en respuesta al intercambio de calor con el evaporador 3, y que por lo tanto las temperaturas que están

directamente relacionadas con el evaporador 3 disminuyan necesariamente de manera más rápida que las temperaturas relacionadas con el flujo de aire secundario a través del evaporador 3.

5 Con respecto a las temperaturas del flujo de aire 14, 15, se debe esperar que el aire que sale del evaporador 3 tenga una temperatura menor que el aire que entra al evaporador 3, ya que el aire que fluye a través del evaporador 3 se refrigera mediante el evaporador 3. En consecuencia, se puede concluir que la curva 14 se corresponde con  $T_{\text{aire, sal}}$ , mientras que la curva 15 se corresponde con  $T_{\text{aire, ent}}$ .

10 En  $t = 600$  s, el grado de apertura (OD) disminuye, aunque la válvula de expansión 2 permanece en un estado abierto. Esto es debido a que las curvas 12 y 13 se acercan a la temperatura de evaporación,  $T_e$ . Con el fin de mantener el sobrecalentamiento positivo y evitar de ese modo que pase refrigerante líquido a través del evaporador 3, no se debería dejar que  $T_{\text{ref, sal}}$  caiga por debajo de  $T_e$ . Como inicialmente no se conoce cuál de las mediciones de temperatura se corresponde con  $T_{\text{ref, sal}}$ , esto se puede obtener garantizando que no se permite que ninguna de las temperaturas medidas cae por debajo de  $T_e$ . Por tanto, el grado de apertura (OD) de la válvula de expansión 2 disminuye cuando al menos una de las curvas de temperatura 12-15 se acerca a  $T_e$ , lo que reduce de ese modo la cantidad de refrigerante suministrado al evaporador 3 y disminuye el riesgo de que pase refrigerante líquido a través del evaporador 3.

15 En respuesta al menor grado de apertura (OD), la curva de temperatura 13 aumenta en aproximadamente  $t = 700$  s, mientras que la temperatura de la curva 12 continúa disminuyendo. Tal como se describe anteriormente, la disminución del grado de apertura (OD) da como resultado que se alimenta una menor cantidad de refrigerante al evaporador 3 y, en consecuencia, la temperatura del refrigerante gaseoso que sale del evaporador 3 aumenta. Por otra parte, la temperatura de la pared del evaporador no se ve afectada por la disminución del grado de apertura (OD), debido al hecho de que la estrategia del controlador garantiza que al menos una de las temperaturas, en este caso  $T_{\text{pared}}$ , se encuentra cerca de  $T_e$ . En consecuencia, el comportamiento de las curvas 12, 13 revela que la curva 13 se corresponde con  $T_{\text{ref, sal}}$ , y que la curva 12 se corresponde con  $T_{\text{pared}}$ .

20 A partir de  $t = 900$  s y en adelante, el sistema de compresión de vapor 1 funciona de manera ordinaria, es decir, el grado de apertura (OD) de la válvula de expansión 2 conmuta entre dos posiciones de manera que garantice que el sobrecalentamiento se mantiene a un nivel bajo pero positivo.

25 La figura 3 es una gráfica que muestra la velocidad de cambio, es decir, la derivada con respecto al tiempo de las mediciones de temperatura mostradas en la figura 2. Dichas curvas también reflejan la dinámica del sistema de compresión de vapor 1 y se pueden utilizar convenientemente cuando se analiza el comportamiento de los valores de temperatura medidos en respuesta a un cambio dado en un ajuste de funcionamiento, p. ej., un cambio en el grado de apertura de la válvula de expansión 2, tal como se ilustra en la figura 3 y/o la activación o desactivación de los ventiladores 6 y/o del elemento de descongelamiento. Las líneas 16a-16d representan los valores mínimos de la velocidad de cambio de cada curva de temperatura. Comparar estos valores mínimos entre sí también proporciona información relacionada con el comportamiento mutuo de las temperaturas medidas. Dicha información también puede ser útil cuando se determina una correspondencia entre una señal medida dada y un sensor de temperatura dado. Independientemente del comportamiento de las temperaturas medidas en distintas posiciones, p. ej., durante una puesta en marcha o tras una apertura de la válvula de expansión 2, los niveles mutuos de los valores mínimos de la velocidad de cambio de las curvas de temperatura serán siempre los mismos en unas condiciones de accionamiento dadas. Por lo tanto, a partir de los valores mínimos mostrados en la figura 3 se puede concluir que el valor mínimo más elevado 16a representa  $T_{\text{aire, ent}}$ , que el valor mínimo 16b representa  $T_{\text{aire, sal}}$ , que el valor mínimo 16c representa  $T_{\text{pared}}$  y que el valor mínimo 16d representa  $T_{\text{ref, sal}}$ .

30 La figura 4 es una gráfica que ilustra el comportamiento de las variables detectadas por los dispositivos de detección 7-11 mostrados en la figura 1, en respuesta a cambios en el grado de apertura de la válvula de expansión 2. En la situación ilustrada en la figura 4 se conectan los ventiladores 6. En el ejemplo ilustrado en la figura 4, se trabaja con un sistema de compresión de vapor 1 ligeramente diferente al descrito haciendo referencia a la figura 2. El comportamiento de las curvas de temperatura 12-15 mostrado en la figura 4 es similar al comportamiento de las curvas de temperatura 12-15 mostradas en la figura 2 y por lo tanto no se describirá con detalle en la presente.

35 En  $t = 275$  s aumenta  $T_e$  y por lo tanto la presión de succión, aunque el grado de apertura (OD) de la válvula de expansión 2 se mantenga a cero, es decir, la válvula de expansión 2 está en un estado cerrado. Esto es debido a que el sistema de compresión de vapor 1 forma parte de un sistema mayor que comprende dos o más entidades de compresión de vapor, p. ej., en forma de expositores separados, conectados de manera fluida en paralelo al mismo compresor o bastidor de compresores. En este caso, la presión de succión de una entidad de compresión de vapor dada se ve afectada cuando aumenta el grado de apertura de la válvula de expansión de una de las demás entidades de refrigeración. En consecuencia, el aumento de la presión de succión en  $t = 275$  s ilustrado en la figura 4 puede estar provocado por un aumento en el grado de apertura de una válvula de expansión de otra entidad de compresión de vapor.

40 En  $t = 400$  s el grado de apertura (OD) de la válvula de expansión 2 aumenta de manera drástica y el comportamiento posterior de las temperaturas medidas es sustancialmente tal como se describe con anterioridad.

5 Desde aproximadamente  $t = 540$  s y en adelante, el sistema de compresión de vapor 1 funciona de manera normal, lo que garantiza que el sobrecalentamiento se mantiene bajo pero positivo. Se puede observar a partir de la figura, que incluso durante este período de tiempo, las cuatro curvas de temperatura 12-15 se comportan suficientemente de diferentes maneras como para permitir identificar que cada una de ellas se origina en un sensor de temperatura específico, en base a su comportamiento dinámico. En consecuencia, las conexiones cableadas del sistema de compresión de vapor 1 se pueden determinar incluso durante el funcionamiento normal, esencialmente de la manera descrita anteriormente.

10 La figura 5 es una gráfica que muestra la velocidad de cambio, es decir, la derivada con respecto al tiempo de las mediciones de temperatura mostradas en la figura 4. La gráfica de la figura 5 es muy similar a la gráfica de la figura 3.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para determinar conexiones cableadas, estando dispuestas dichas conexiones cableadas en un sistema de compresión de vapor (1), comprendiendo el sistema de compresión de vapor (1) un compresor, un condensador, un dispositivo de expansión (2) y un evaporador (3), que están interconectados de manera fluida en una trayectoria del refrigerante (4), y estando dispuestos dos o más dispositivos de detección (7, 8, 9, 10, 11) para medir variables que son relevantes para el funcionamiento del sistema de compresión de vapor (1), comprendiendo el método los pasos de:
- cambiar un ajuste de funcionamiento del sistema de compresión de vapor (1), **caracterizado por que** el método comprende además los pasos de:
  - monitorizar las velocidades de cambio de los valores de variables que se miden mediante al menos dos dispositivos de detección (7, 8, 9, 10, 11), en respuesta a dicho cambio del ajuste de funcionamiento,
  - comparar las velocidades de cambio de los valores de variables medidas con el comportamiento dinámico esperado de al menos dos variables medidas mediante los dispositivos de detección (7, 8, 9, 10, 11) en respuesta a dicho cambio del ajuste de funcionamiento, y
  - en base al paso de comparación, determinar de manera simultánea al menos dos conexiones cableadas del sistema de compresión de vapor (1).
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, donde el paso de determinar al menos dos conexiones cableadas comprende determinar al menos una conexión cableada entre un dispositivo de detección dado (7, 8, 9, 10, 11) y una unidad de control (5).
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde el paso de determinar al menos dos conexiones cableadas comprende determinar al menos una conexión cableada entre un actuador conectado a un componente del sistema de compresión de vapor (1) y una unidad de control (5).
4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el paso de determinar al menos dos conexiones cableadas comprende determinar la posición de al menos un dispositivo de detección (7, 8, 9, 10, 11).
5. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el paso de cambiar un ajuste de funcionamiento del sistema de compresión de vapor (1) comprende cambiar un grado de apertura del dispositivo de expansión (2).
6. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además el paso de aplicar una etiqueta electrónica a una conexión cableada determinada.
7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además el paso de, en base al paso de comparación, determinar un estado de error de un actuador conectado a un componente del sistema de compresión de vapor (1).
8. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además el paso de obtener una señal identificativa del sistema de compresión de vapor (1), reflejando dicha señal identificativa el comportamiento esperado de al menos una variable medida mediante un dispositivo de detección (7, 8, 9, 10, 11) en respuesta a cambios predefinidos en los ajustes de funcionamiento del sistema de compresión de vapor (1).
9. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el paso de monitorizar los valores de variable comprende monitorizar al menos dos parámetros de temperatura del sistema de compresión de vapor (1).
10. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además los pasos de:
- cambiar un ajuste de funcionamiento adicional del sistema de compresión de vapor (1),
  - monitorizar los valores de variables que se miden mediante al menos dos dispositivos de detección (7, 8, 9, 10, 11), en respuesta a dicho cambio del ajuste de funcionamiento,
  - comparar los valores de variables medidas con el comportamiento esperado de al menos una variable medida mediante un dispositivo de detección (7, 8, 9, 10, 11), en respuesta a dicho cambio del ajuste de funcionamiento adicional, y
  - en base al paso de comparación, determinar al menos una conexión cableada del sistema de compresión de vapor (1).

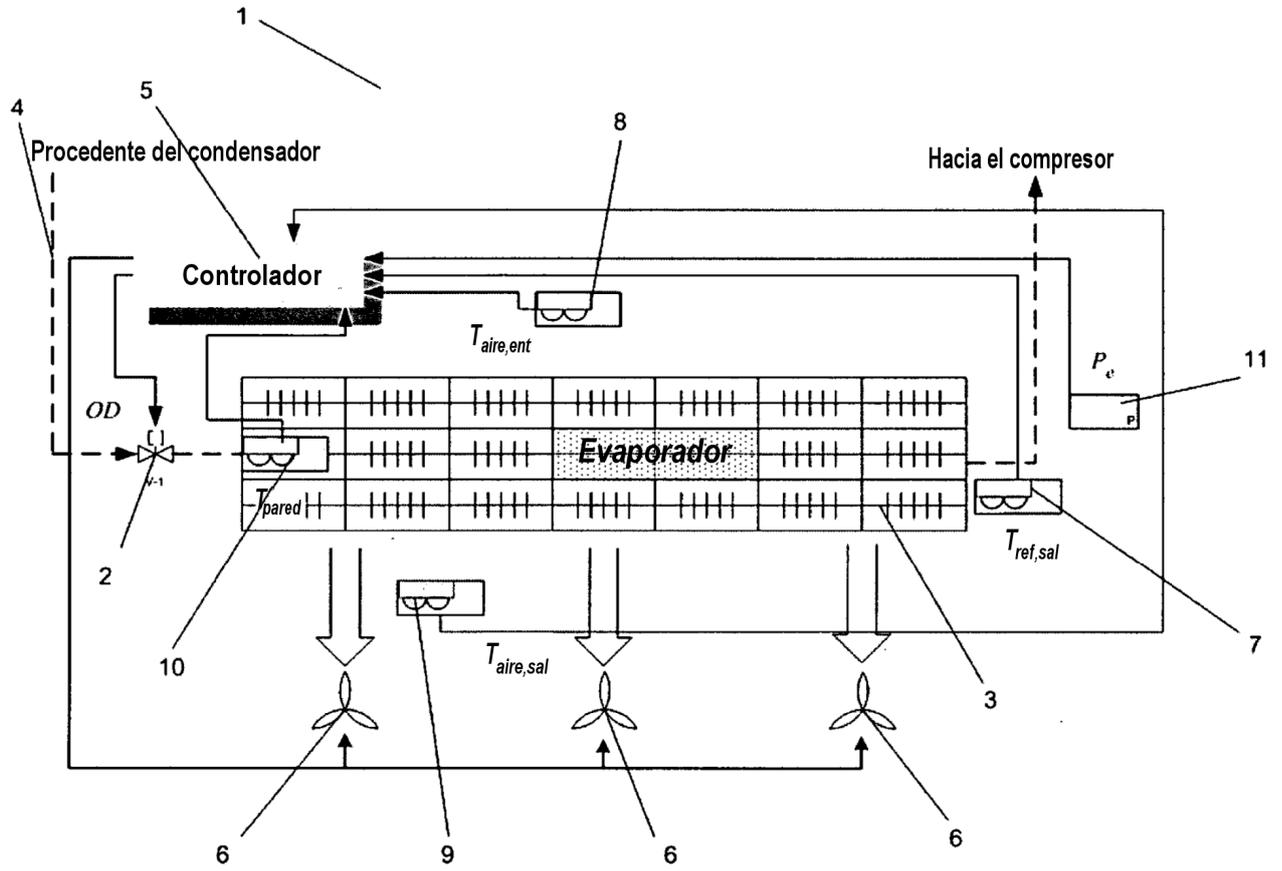


Fig. 1

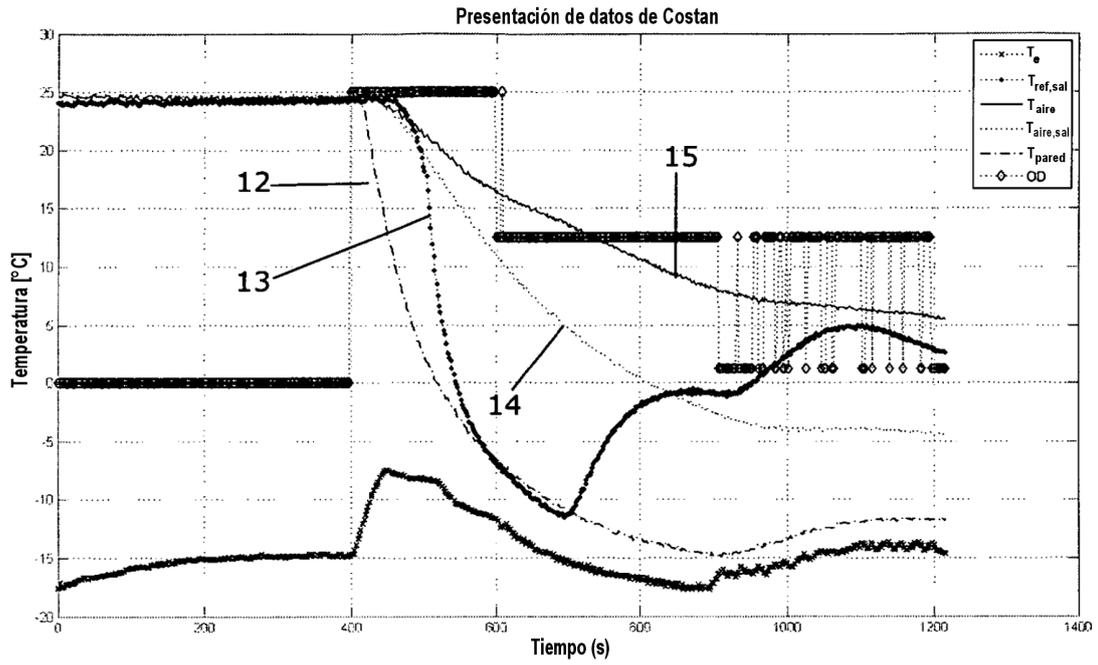


Fig. 2

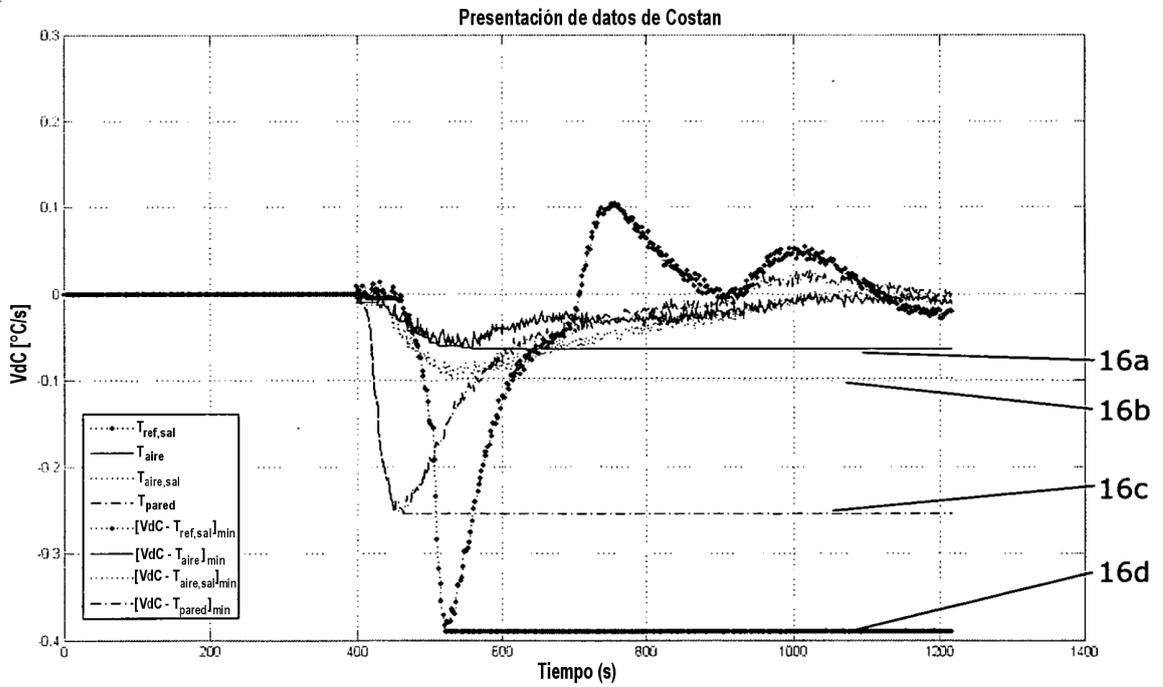


Fig. 3

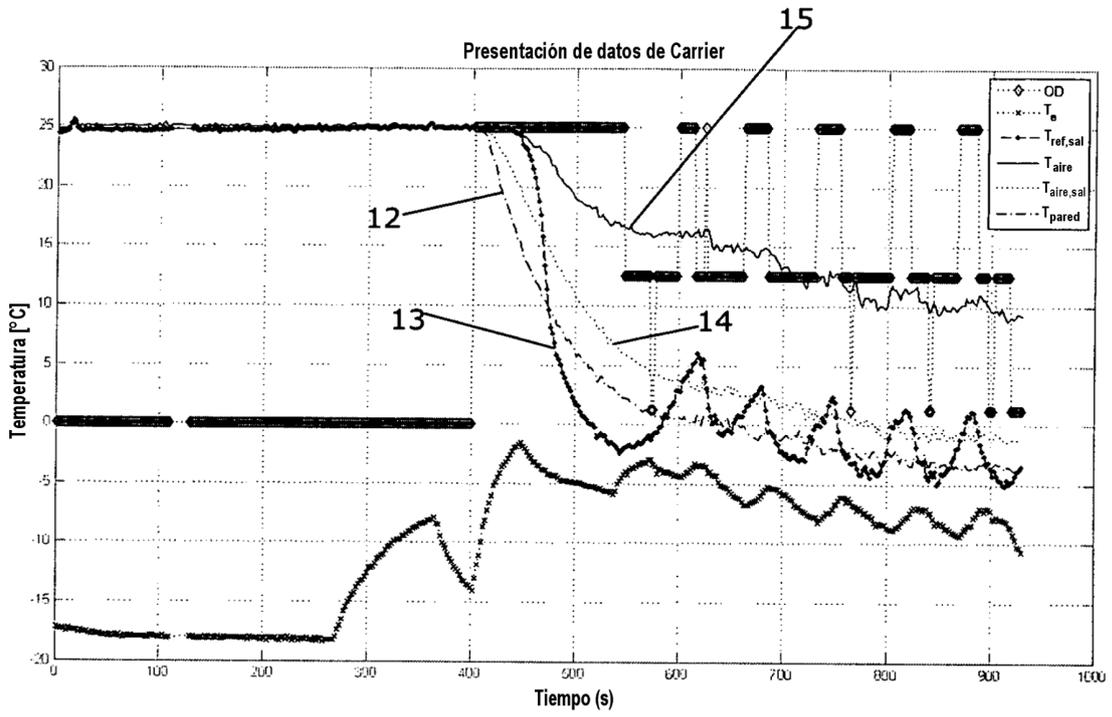


Fig. 4

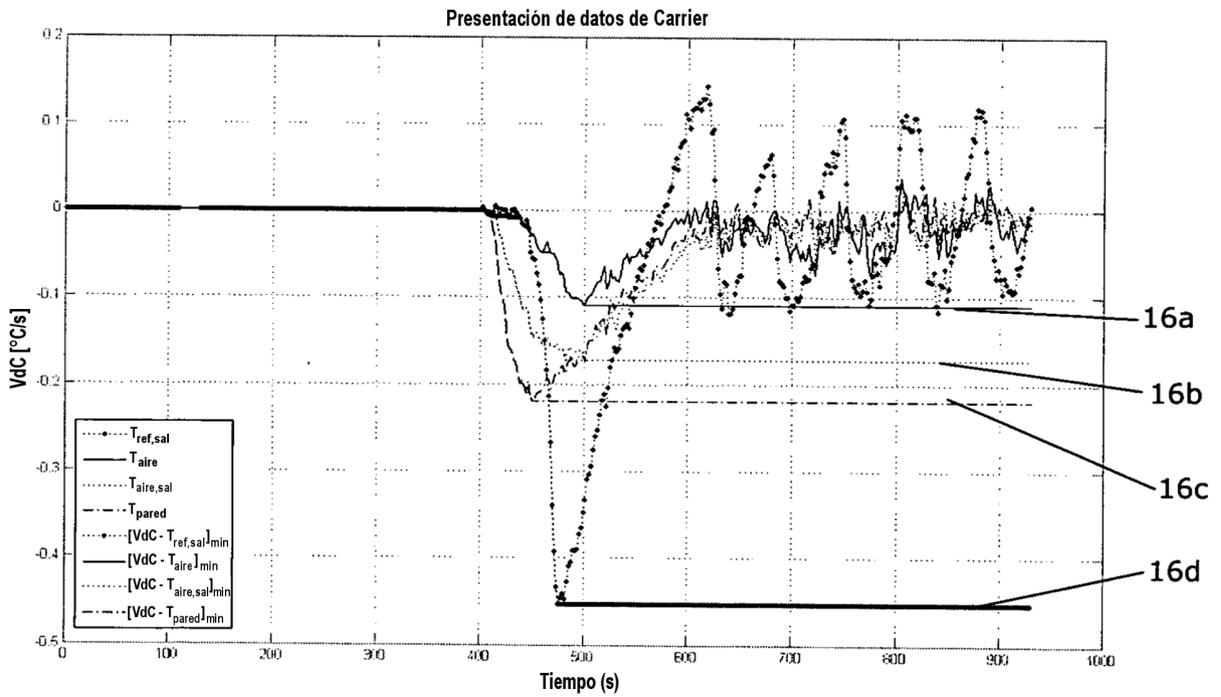


Fig. 5