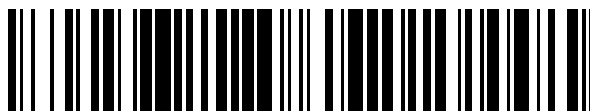


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 649**

51 Int. Cl.:
B60H 1/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **11150302 .5**
- 96 Fecha de presentación: **09.10.2009**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2301779**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.03.2011**

54 Título: **Método para la determinación de la carga de agua de un elemento de refrigeración que se utiliza para la refrigeración de aire, de una instalación de aire acondicionado de un vehículo a motor**

30 Prioridad:
15.10.2008 DE 102008051346

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.09.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.09.2012

73 Titular/es:
**Behr-Hella Thermocontrol GmbH
Mauserstrasse 3-5
70469 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:
**Michalek, David y
Trapp, Ralph**

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

ES 2 387 649 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 la determinación de la carga de agua de un elemento de refrigeración que se utiliza para la refrigeración de aire, de una instalación de aire acondicionado de un vehículo a motor.

5 La presente invención hace referencia a un método para la determinación de la carga de agua de un elemento de refrigeración que se utiliza para la refrigeración de aire, de una instalación de aire acondicionado de un vehículo a motor, con una refrigeración por aire variable del elemento refrigeración.

10 En vehículos a motor que se diseñan con equipos para la refrigeración del aire de la cabina del vehículo a motor (instalaciones de aire acondicionado), el aire húmedo útil para el acondicionamiento se seca mediante la refrigeración dependiendo del caso, en tanto que dicho aire circula a través de un elemento de refrigeración. En el caso que la temperatura sobre la superficie del elemento de refrigeración de la instalación de aire acondicionado, se encuentre por debajo de la temperatura del punto de rocío del aire útil para el acondicionamiento, de esta manera se condensa agua sobre la superficie de dicho elemento. Generalmente, en el caso de los dispositivos de aire acondicionado actuales, se utilizan circuitos de refrigeración basados en un ciclo de Carnot. Además, un elemento de refrigeración comprimido se expande sobre un elemento de moderación del flujo, y la fase líquida del elemento de refrigeración se evapora en un evaporador. Para la evaporación se requiere de una cantidad de energía que se extrae del entorno. Esto se realiza de manera controlada sobre la superficie exterior del evaporador. De esta manera, se puede enfriar el aire útil para el acondicionamiento. En principio, la refrigeración también se puede realizar mediante otros métodos. Por lo tanto, a continuación se utiliza, en lugar del término "evaporador", el término más amplio "elemento de refrigeración".

20 En el caso que el aire húmedo se enfríe, cuando la temperatura se encuentra por debajo del punto de rocío del aire, se genera una condensación. Dicha condensación se deposita sobre el elemento de refrigeración de la instalación de aire acondicionado. Convencionalmente, los elementos de refrigeración (evaporadores) disponen de una capacidad de acumulación de agua de condensación determinada, debido a circuitos de refrigeración actuales de vehículos a motor, cuya construcción en el lado exterior presenta nervaduras para incrementar la superficie. En el caso que se exceda dicha capacidad, el agua de condensación excedente se evacua. Se conduce a través de las cámaras de la instalación de aire acondicionado hacia el ambiente, en tanto que se escurre hacia abajo.

De la patente DE-A-10 2007 007 215 se conoce un método para la determinación de la cantidad de agua que permanece en el evaporador (elemento de refrigeración).

30 Los vehículos a motor de bajo consumo requieren de instalaciones de aire acondicionado económicas. El consumo de energía de la instalación de aire acondicionado o bien, del circuito de refrigeración, depende de manera decisiva, además del punto de funcionamiento, también de la capacidad de enfriamiento del aire necesaria del elemento de refrigeración. Mientras más rápido se disminuya la temperatura de una cantidad de aire determinada, más energía se necesita para dicho proceso. Además, no sólo cumple un papel importante la diferencia de temperatura del aire enfriado en relación con el aire del ambiente (es decir, la diferencia de temperatura del aire al frente y detrás del elemento de refrigeración), sino que también cumple un papel decisivo el grado de secado, dado que para el cambio de fase de vapor de agua a agua se requiere relativamente de mucha energía. Además, resulta importante saber que el aire sólo puede acumular una cantidad determinada de vapor de agua, en relación con su temperatura. Dicha capacidad de acumulación se incrementa con la temperatura en aumento. Mientras más aire húmedo se enfríe, más intensamente se seca dicho aire.

40 Desde hace algunos años, las instalaciones de aire acondicionado automáticas se diseñan con un dispositivo de control deslizable de la temperatura del aire después del elemento de refrigeración (evaporador). Además, la temperatura del aire se mide después del elemento de refrigeración en lo posible detrás del punto más frío, y se regula la capacidad del compresor en correspondencia, para mantener la temperatura del aire en un valor teórico después del evaporador. El valor teórico de la temperatura del aire después del elemento de refrigeración, actualmente varía en un rango de aproximadamente 1 a 12°C según la estrategia de regulación. Para evitar una congelación del elemento de refrigeración, la temperatura no debe encontrarse por debajo del límite inferior de aproximadamente 1°C. En los vehículos a motor sin sensores de humedad, el límite superior se incrementa hasta 12°C como máximo. Por una parte, de esta manera se impide la formación de bacterias y, por otra parte, el aire útil para el acondicionamiento se seca de manera suficiente, para evitar también el empañamiento de los cristales en casos críticos (por ejemplo, ocupantes con objetos húmedos o cabello húmedo). Sin embargo, dicha limitación de la temperatura hacia arriba no es necesariamente significativa. El algoritmo de regulación decide si la temperatura del aire después del elemento de refrigeración se puede incrementar (por ejemplo, porque corresponde a la indicación de la temperatura del espacio interior), de esta manera también resulta importante la reducción de la capacidad de enfriamiento del aire, debido al rendimiento energético. Además, también se puede realizar un incremento de la temperatura del aire después del elemento de refrigeración hasta alcanzar valores, por ejemplo, claramente mayores a los 12°C, y de esta manera se pueden generar los siguientes efectos. En el caso que durante el funcionamiento de la instalación de aire acondicionado, se reduzca demasiado rápido la capacidad de enfriamiento del aire de un elemento de enfriamiento humedecido previamente con agua, ante un flujo de aire continuo, de esta manera se

5 pueden observar salpicaduras de humedad con formación de olores desagradables del aire útil para el acondicionamiento que ingresa. Lo mismo sucede cuando el vehículo a motor se detiene con el elemento de refrigeración húmedo, y después de una nueva puesta en marcha del vehículo a motor y del circuito de refrigeración, la capacidad de enfriamiento del aire no resulta suficiente para mantener el agua de condensación en el elemento de refrigeración (evaporador). Dicho efecto se debe evitar en todos los casos, dado que representa una pérdida considerable del confort, y que también pueden resultar relevantes en relación con la seguridad, debido a la posibilidad de empañamiento de los cristales.

En la patente DE-A-10 2004 032 897 se describe el mantenimiento de la superficie del evaporador (elemento de refrigeración) siempre con humedad, para prevenir la formación de olores.

10 Desde el punto de vista energético, existe la demanda de una temperatura del aire en lo posible elevada después del elemento de refrigeración (es decir, una capacidad de enfriamiento del aire en lo posible reducida), que aún alcanza para un acondicionamiento confortable del espacio interior del vehículo. Existen enfoques para la detección mediante sensores del humedecimiento con agua de las superficies (observar, por ejemplo, DE-A-10 2007 039 990, DE-B-101 13 190 y EP-A-0 768 527). De esta manera, se puede detectar mediante medición si el elemento de refrigeración aún se encuentra húmedo.

15 Un método para la determinación de la carga de agua de un elemento de refrigeración que se utiliza para la refrigeración de aire, de una instalación de aire acondicionado de un vehículo a motor, con una capacidad de enfriamiento variable del elemento de refrigeración, se conoce de la patente DE-A-101 42 740. En este caso, la carga de agua del elemento de refrigeración se calcula en relación con la temperatura del aire, así como con la humedad del aire antes del elemento de refrigeración, el flujo másico de aire a través del elemento de refrigeración, la temperatura del aire así como la humedad del aire después del elemento de refrigeración, y la carga de agua del elemento de refrigeración al comienzo de la determinación.

20 El objeto de la presente invención consiste en determinar la carga de agua del elemento de refrigeración de una instalación de aire acondicionado de un vehículo a motor, particularmente mediante cálculos a partir de valores de medición de sensores previamente obtenidos.

25 Para resolver dicho objeto, con la presente invención se recomienda un método de acuerdo con la reivindicación 1. Cada acondicionamiento de dicho método es objeto de las reivindicaciones relacionadas.

30 De acuerdo con la presente invención, el funcionamiento del elemento de refrigeración de la instalación de aire acondicionado de un vehículo a motor, para el incremento de la temperatura del elemento de refrigeración (y de esta manera, para un perfeccionamiento del rendimiento energético), depende de si la superficie del elemento de refrigeración se encuentra seca o cargada con agua, es decir, húmeda. En el caso de un elemento de refrigeración seco, la capacidad de enfriamiento del aire activa se reduce rápidamente sin problemas, cuando esto es predeterminado por un sistema superordinado, por ejemplo, un circuito de control, como el circuito de control de la temperatura interior. Dado que en el caso de que el elemento de enfriamiento se encuentre seco, se modifica la carga de agua del aire que circula a través del elemento de refrigeración, en tanto que la temperatura del elemento de refrigeración se encuentre por encima del punto de rocío del aire que ingresa. De esta manera, cuando el elemento de refrigeración se encuentra seco, puede funcionar sin restricciones en relación con la velocidad de la reducción de la capacidad de enfriamiento del aire. Esto resulta ventajoso ante un consumo de energía en lo posible reducido de la instalación de refrigeración (rendimiento energético).

40 Otra es la situación cuando el elemento de refrigeración se carga con agua, y en dicho estado debe reducir su capacidad de enfriamiento del aire, situación iniciada, por ejemplo, por el circuito de control superordinado, mediante la especificación de una temperatura teórica mayor para el aire que abandona el elemento de refrigeración. Si dicha reducción de la capacidad de enfriamiento del aire se realiza de manera brusca (como se permite en el caso de que el elemento de refrigeración se encuentre seco), de esta manera el aire que circula a través del elemento de refrigeración se enriquece adicionalmente con humedad, debido a la carga de agua del elemento de refrigeración, hecho que después puede conducir a molestias por olores (para la medición de cargas de olores existe la norma DIN EN 13725), o a salpicaduras de humedad en el espacio interior del vehículo a motor. Por lo tanto, la capacidad de enfriamiento del aire en el caso anteriormente mencionado, se reduce de manera que el elemento de refrigeración se seque lentamente y de manera precisa, es decir, de una manera más lenta que cuando el elemento de refrigeración se encuentra seco. En cuanto el elemento de refrigeración se encuentra completamente seco, se puede incrementar su temperatura mediante la reducción repentina de la capacidad activa de enfriamiento del aire, para lograr el máximo ahorro de energía (cuando se permite mediante técnicas de acondicionamiento del aire).

55 Mientras que, conforme la presente invención, en el caso de un elemento de refrigeración seco, para un ahorro de energía se puede incrementar la temperatura teórica del aire que abandona el elemento de refrigeración, y la capacidad de enfriamiento del aire se puede reducir de manera repentina en correspondencia, esto se realiza más lentamente y de una manera controlada con el elemento de refrigeración húmedo, de la manera descrita anteriormente, para evitar molestias por olores y para evitar salpicaduras de humedad en el espacio interior del

vehículo a motor. En conjunto, de esta manera, mediante la presente invención se logra un funcionamiento óptimo de la instalación de aire acondicionado de un vehículo a motor, en relación con el rendimiento energético del elemento de refrigeración.

5 En el perfeccionamiento ventajoso de la presente invención, se prevé que en el caso que el elemento de refrigeración se encuentre cargado con agua, se reduzca la capacidad de refrigeración del aire sólo en la medida en que la temperatura del aire se incrementa y, de esta manera, el aire absorbe humedad del elemento de refrigeración para secar dicho elemento, sin embargo, sin presentar una cantidad de humedad tal que genere una condensación y que, de esta manera, conduzca al empañamiento de las superficies interiores del habitáculo de pasajeros, y/o que genere molestias por olores, y que dicho proceso se mantenga hasta que el elemento de refrigeración se encuentre seco, y que la capacidad de enfriamiento del aire se continúe reduciendo hasta el valor para el suministro de aire con la temperatura teórica deseada. Además, el conocimiento/valoración de la temperatura de las superficies interiores del habitáculo de pasajeros, particularmente de los cristales, y preferentemente del cristal frontal o bien, del parabrisas. La absorción de humedad del aire que abandona el elemento de refrigeración, se controla de manera que la temperatura del punto de rocío de dicho aire sea menor que la temperatura de las superficies interiores o bien, la temperatura de la superficie interior más fría.

10 En otro acondicionamiento ventajoso de la presente invención se prevé la determinación de la carga de agua del elemento de refrigeración mediante técnicas de medición y/o mediante cálculo, en relación con sus variables de influencia, con la ayuda de sistemas de sensores del vehículo a motor (hasta el momento disponibles). Las variables de influencia para la determinación de la carga de agua del elemento de refrigeración son particularmente la temperatura del aire frente al elemento de refrigeración, es decir, la temperatura del aire del ambiente o bien, del aire exterior, la humedad del aire frente al elemento de refrigeración, es decir, la humedad del aire exterior, el flujo másico de aire a través del elemento de refrigeración, la temperatura del aire después del elemento de refrigeración, es decir, la temperatura del aire que abandona el elemento de refrigeración (temperatura del evaporador), la humedad del aire después del elemento de refrigeración (humedad del aire que abandona el elemento de refrigeración), y la carga de agua del elemento de refrigeración al comienzo de la determinación. De manera alternativa, como variables de influencia para la determinación de la carga de agua del elemento de refrigeración, se considera la temperatura del aire antes del elemento de refrigeración, la humedad del aire antes del elemento de refrigeración, el flujo másico de aire a través del elemento de refrigeración, la temperatura del aire después del elemento de refrigeración, la capacidad activa de enfriamiento del aire del elemento de refrigeración, y la carga de agua del elemento de refrigeración al comienzo de la determinación. En tanto que se dispone previamente de sensores en el vehículo a motor para la determinación de dichas variables de influencia, se pueden utilizar dichos sensores. Las variables de influencia que no se obtienen mediante técnicas de medición, se pueden determinar o bien, evaluar generalmente mediante cálculos, es decir, en base a variables de influencia existentes detectadas mediante técnicas de medición o bien, en base a los estados de funcionamiento actuales de la instalación de aire acondicionado. De esta manera, se puede determinar, por ejemplo, el flujo másico del aire a partir de la capacidad actual del ventilador, y de la sección del flujo del canal de admisión de aire. Los cálculos mencionados anteriormente, se ocupan, entre otros, también del estado de la carga de agua del elemento de refrigeración al comienzo de la determinación, es decir, al comienzo de un proceso de arranque del vehículo a motor. Dicho estado de carga de agua depende, no en último término, del estado de carga de agua en el momento de la última detención del vehículo a motor, del tiempo de detención y de las condiciones ambientales a las cuales se ha sometido el vehículo a motor durante el tiempo de detención. Todas estas variables de influencia se pueden evaluar, al menos, mediante cálculos.

15 De manera alternativa a la determinación anteriormente mencionada de la carga de agua mediante variables de influencia determinadas mediante técnicas de medición y/o mediante cálculos, también se puede evaluar mediante cálculos la carga de agua del elemento de refrigeración en base al desarrollo de la temperatura del aire que abandona el elemento de refrigeración. Dicho concepto se basa en el conocimiento de que, en el caso de un elemento de refrigeración húmedo, se extrae calor del ambiente como consecuencia de una evaporación que se realiza durante un proceso de secado, el aire que pasa por encima del elemento de refrigeración húmedo, se continúa enfriando a pesar de la reducción de la capacidad de enfriamiento (hasta su detención). En la evaluación mencionada anteriormente, se considera también la capacidad de enfriamiento activa actual y/o el comportamiento de la disminución de la capacidad de enfriamiento del aire del elemento de refrigeración, después de una reducción de la capacidad de enfriamiento activa del aire.

20 Ambos procedimientos anteriormente mencionados se pueden aplicar independientemente de la clase de accionamiento, conforme a la presente invención, de un elemento de refrigeración que se utiliza para la refrigeración de aire de una instalación de aire acondicionado de un vehículo a motor, también de manera muy general para la determinación de la carga de agua del elemento de refrigeración. En este aspecto, ambos procedimientos anteriormente mencionados no se limitan a la utilización de la presente invención.

25 Para comenzar con el método conforme a la presente invención o con la determinación de la carga de agua del elemento de refrigeración, después de una interrupción del funcionamiento de la refrigeración del elemento de refrigeración, para que el elemento de refrigeración se pueda accionar de una manera óptima en relación con la

energía, resulta ventajoso evaluar la carga de agua como valor inicial para la carga de agua del elemento de refrigeración.

A continuación, se explica en detalle la presente invención de acuerdo con un ejemplo de ejecución.

Determinación mediante cálculos de la carga de agua del elemento de refrigeración

5 Humectación del elemento de refrigeración (evaporador)

En el caso que el aire se deba enfriar por debajo de su temperatura de punto de rocío actual, el agua cae en el elemento de refrigeración. El cálculo del agua que cae y se almacena en el elemento de refrigeración de la instalación del aire acondicionado, se puede realizar de diferentes maneras.

10 1. En el caso de un circuito de refrigeración convencional, el punto de trabajo del circuito de refrigeración se calcula incluyendo la potencia frigorífica y la cantidad de condensación que cae. Para ello, se deben conocer las siguientes variables físicas y técnicas en relación con el ambiente y el funcionamiento.

1. Presión de aspiración teórica
2. Velocidad de rotación del compresor
3. Densidad del flujo másico de aire en el condensador
- 15 4. Temperatura del aire en la entrada del condensador
5. Humedad del aire en la entrada del condensador
6. Flujo másico de aire a través del evaporador
7. Temperatura del aire en la entrada del evaporador
8. Humedad del aire en la entrada del evaporador

20 Dichas variables se detectan directa o indirectamente en casi todos los vehículos a motor, excepto la humedad del aire antes del evaporador y del condensador, o se pueden determinar mediante modelos, como por ejemplo, el flujo másico de aire a través del evaporador, o la densidad del flujo másico de aire a través del condensador. Si no se prevé una medición de la humedad del aire, en este caso también se puede realizar un cálculo de acuerdo al método descrito en la patente DE-C-102 13 094. Sin embargo, en este caso se deben medir a modo de sustitución dos
 25 variables adicionales del circuito de refrigeración, es decir, la alta presión del medio de enfriamiento y la temperatura del aire después del evaporador. El punto de trabajo del circuito de refrigeración y, de esta manera, la potencia frigorífica resultante (capacidad de enfriamiento del aire) \dot{Q}_v y la caída de condensación \dot{m}_w se pueden proporcionar en general, respectivamente como una función para diferentes variables, de acuerdo con las ecuaciones (1) y (2),

$$\dot{Q}_v = f(p_{R,CEsolH}; n_C; M_{L,K}; T_{L,KE}; \phi_{L,KE}; \dot{m}_{L,V}; T_{L,VE}; \phi_{L,VE}; T_{RU,VA}; T_{RU,KA}) \quad (1)$$

$$\dot{m}_w = f(p_{R,CEsolH}; n_C; M_{L,K}; T_{L,KE}; \phi_{L,KE}; \dot{m}_{L,V}; T_{L,VE}; \phi_{L,VE}; T_{RU,VA}; T_{RU,KA}) \quad (2)$$

30

en donde vale la nomenclatura que se indica al final de la descripción.

2. Otra posibilidad para la determinación del agua que cae, consiste en la medición adicional de la temperatura del aire después del evaporador, además de las variables enumeradas anteriormente en una lista como 7 y 8. El estado del aire frente al evaporador se conoce a través de las variables 7 y 8 (temperatura del aire y humedad). El estado
 35 medio del aire después del evaporador se puede evaluar de una manera óptima mediante la utilización de la temperatura del aire después del evaporador, que se mide generalmente de manera precisa. La temperatura del punto de rocío se puede determinar a partir de las variables de entrada: temperatura y humedad del aire. Además, se determina la presión parcial del vapor de agua, de acuerdo con la ecuación (3).

$$p_w = \varphi p_{sw}(T) \quad (3)$$

La temperatura de saturación que corresponde a dicha presión parcial, corresponde a la temperatura del punto de rocío. Dado que el aire que abandona el evaporador se encuentra saturado ante una temperatura por debajo de la temperatura del punto de rocío, de esta manera se conoce la carga de agua absoluta del aire antes y después del evaporador. La carga de agua antes del evaporador se puede determinar de acuerdo con la ecuación (1), y la carga de agua detrás del evaporador se puede determinar de acuerdo con la ecuación (5). A partir de la diferencia se obtiene el flujo másico del agua condensada, de acuerdo con la ecuación (6).

$$x_{VE} = 0.622 \frac{p_{sw}(T_{L,VE})}{p/\varphi - p_{sw}(T_{L,VE})} \quad (4)$$

$$x_{VA} = x_s(T_{L,VA}) \quad (5)$$

$$\dot{m}_w = \dot{m}_L (x_{VE} - x_{VA}) \quad (6)$$

Con el flujo másico de agua conocido $\dot{m}_w(t)$ que recibe el elemento de refrigeración, o que abandona nuevamente el elemento de refrigeración mediante un proceso de secado, la carga de agua del elemento de refrigeración se puede determinar en general de acuerdo con la ecuación (7).

$$m_w = \int \dot{m}_w(t) dt \quad \text{mit} \quad m_w \leq m_{w \max} \quad (7)$$

Si se toma la capacidad de acumulación de agua $m_{w \max}$ de un elemento de refrigeración como una variable fija, de esta manera se puede determinar el nivel de llenado de dicho acumulador, de acuerdo con la ecuación (8) mediante la acumulación de la cantidad de condensación resultante. Cuando el elemento de refrigeración alcanza su carga máxima, ya no se puede recibir más condensación y el agua condensada se evacua. La carga máxima del acumulador se conserva.

$$b_w = \frac{m_w}{m_{w \max}} \quad (8)$$

Secado del elemento de refrigeración (evaporador)

En el caso que la capacidad de enfriamiento se reduzca durante el funcionamiento de la refrigeración con una formación de condensación, el aire se enfría y se seca en primer lugar de una manera no tan intensa, y se reduce la cantidad de condensación que decrece. En otros casos de reducción de la capacidad de enfriamiento se puede configurar en algún momento un estado de régimen establecido, en el que el elemento de refrigeración puede recibir o entregar agua de condensación. Finalmente, se suministra nuevamente agua de condensación al aire útil para el acondicionamiento, cuando la capacidad de enfriamiento se continúa reduciendo.

Dado que mediante la temperatura del aire medida después del evaporador (generalmente el lugar de medición presenta la temperatura del aire más baja después del evaporador) se puede deducir la temperatura del aire media después del evaporador, de esta manera se puede determinar la entalpía del aire después del evaporador. En el caso del secado, la temperatura del punto de rocío del aire antes del evaporador se puede encontrar por debajo de la temperatura del aire después del evaporador. La determinación de la temperatura del punto de rocío se realiza mediante la conversión de la ecuación (3) de acuerdo con $p_{sw}(T)$. Para $\varphi = 1$ (100% de humedad relativa) la temperatura del punto de rocío corresponde precisamente a la temperatura actual del aire. Si se determina que el evaporador se encuentra seco, se debe determinar el grado de secado. Para ello, se puede establecer el balance energético de acuerdo con la ecuación (9). En dicho balance se considera la capacidad de enfriamiento activa aún

5 existente mediante \dot{Q}_v . Mediante la evaporación del agua condensada que se presenta en forma líquida, almacenada en el evaporador, se extrae del ambiente un flujo térmico. Esto conduce a la refrigeración del aire que circula a través del evaporador. En el caso que la variación de la temperatura de la masa de evaporación y del medio de refrigeración contenido en dicha masa, resulte insignificante, de esta manera se puede determinar la carga de agua del aire después del evaporador, directamente mediante la ecuación (9) a partir de la temperatura del aire medida después del evaporador. Además, se establece la entalpía del aire húmedo después del elemento de refrigeración (evaporador) de acuerdo con la ecuación (10).

$$0 = \dot{m}_L h_{L1+x,VE}(T_{L,VE}, \varphi_{L,VE}) - \dot{m}_L h_{L1+x,VA}(T_{L,VA}) - \dot{Q}_v_{aktiv} \quad (9)$$

$$h_{L1+x,VA}(T) = T + x(2500 + 1.86T) \quad (10)$$

10 Procedimiento para el funcionamiento del elemento de refrigeración con una temperatura en lo posible elevada, considerando la carga de agua calculada o medida.

15 La carga de agua del elemento de refrigeración limita la velocidad admisible con la que se puede incrementar la temperatura del elemento de refrigeración, para que no se generen salpicaduras de humedad indeseadas durante el secado del elemento. Si el elemento de refrigeración se encuentra seco, entonces no existe restricción alguna para la velocidad con la que se puede incrementar la temperatura del elemento de refrigeración. Si el elemento de refrigeración se encuentra húmedo y se debe calentar, entonces no se puede exceder una velocidad de secado determinada, para evitar las salpicaduras de humedad que ingresan con perjuicios por olores. El coeficiente de la velocidad de secado posible se determina de manera empírica para cada instalación de aire acondicionado de vehículos a motor.

20 En tanto que el elemento de refrigeración se encuentre seco, y su temperatura no se encuentre por debajo de la temperatura del punto de rocío en ningún punto, su temperatura puede variar a cualquier velocidad. En el caso que durante la refrigeración la temperatura descienda por debajo de la temperatura del punto de rocío, se genera la formación de condensación en el elemento de refrigeración. Si se detecta con un sensor que el elemento de refrigeración se encuentra húmedo, se debe establecer la velocidad de secado mediante la determinación de la velocidad de reducción de la capacidad de enfriamiento. En tanto que el sistema de sensores indica una superficie seca del elemento de refrigeración, se puede reducir la capacidad de enfriamiento activa a cualquier velocidad de acuerdo a la necesidad. Por el contrario, si se aplica un principio de cálculos, en la refrigeración por debajo del punto de rocío, como se ha mostrado anteriormente, se determina la carga de agua del elemento de refrigeración mediante la integración a lo largo del tiempo. Si la temperatura del elemento de refrigeración se debe incrementar a continuación, dado que ya no se requiere una temperatura reducida de esta clase del elemento de refrigeración, en este caso también se debe reducir la capacidad de enfriamiento. Además, en este caso también se correlaciona la velocidad máxima admisible de secado determinada anteriormente, con la velocidad de reducción de la capacidad de enfriamiento. En este caso, durante el proceso de secado se puede continuar el cálculo de la carga de agua actual del elemento de refrigeración, mediante una integración adicional de la cantidad de agua nuevamente suministrada. En el caso que el cálculo muestre que el elemento de refrigeración se encuentra seco, de esta manera también en este caso se puede reducir la capacidad de enfriamiento a cualquier velocidad.

35 En la práctica puede suceder que durante la refrigeración del aire por debajo del punto de rocío o también durante el proceso de secado, se genere una interrupción imprevisible. En este aspecto, se considera principalmente, por ejemplo, el caso del ventilador de aire útil para el acondicionamiento desconectado, como consecuencia del estado de detención del motor. Durante la detención, se puede realizar un secado en tanto que el elemento de refrigeración se encuentre húmedo. Dicha variación de la carga de agua del elemento de refrigeración durante el periodo de detención del motor, se debe evaluar. Para ello, se pueden realizar, por ejemplo, mediciones de la velocidad de secado bajo diferentes condiciones ambientales, y se pueden resumir en un diagrama característico. Además de los estados del aire exterior y del aire del espacio interior, también influyen los estados térmicos del vehículo a motor y de sus unidades, así como principalmente también el periodo de detención, y el propio coeficiente de secado. Dichas variables de influencia medibles se consideran en el diagrama característico. El estado de la carga de agua evaluado m_{wo} después del periodo de detención, se utiliza como un valor inicial después de la interrupción. De esta manera, se obtiene la carga de agua después de una interrupción del funcionamiento de la refrigeración, de acuerdo con la ecuación (11).

$$m_W = m_{W0} + \int \dot{m}_w(t) dt \quad \text{mit} \quad m_W \leq m_{W \max} \quad (11)$$

5 Con el valor inicial de la carga de agua, se puede proceder de la manera indicada anteriormente. Si se establece que elemento de refrigeración se encuentra seco y que no se debe refrigerar, la refrigeración puede permanecer desconectada. Sin embargo, si se detecta que el elemento de refrigeración aún se encuentra húmedo, se debe
 10 decidir si el aire se debe enfriar por debajo o por encima del punto de rocío. Si se debe proporcionar aire frío con una temperatura por debajo del punto de rocío después del elemento de refrigeración, se debe proporcionar lo más rápido posible una capacidad de enfriamiento correspondiente. En el caso que se incremente la temperatura del aire después del elemento de refrigeración por encima de la temperatura del punto de rocío, o en el caso que no se requiera refrigeración alguna, se puede proporcionar en primer lugar también una capacidad de enfriamiento suficiente para evitar salpicaduras de humedad. A continuación, se debe incrementar lentamente la capacidad de enfriamiento hasta alcanzar el secado calculado o medido, en correspondencia con la velocidad máxima admisible de secado. Después del secado completo, la refrigeración se puede reducir de nuevo rápidamente según sea necesario.

Nomenclatura

15	Símbolo	Significado	Unidad
	b	Carga del elemento de refrigeración	kg/kg
	h	Entalpía específica	kJ/kg
	m	Masa	kg
	\dot{m}	Flujo másico	kg/s
20	M	Densidad de flujo másico	kg/m ² s
	n	Velocidad de rotación	1/min.
	p	Presión	bares
	\dot{Q}	Rendimiento térmico	kJ/s
	T	Temperatura	°C
25	x	Carga de agua	kg/kg
	φ	Humedad relativa	%
	Indicaciones		
	A Salida		
	C Compresor		
30	E Entrada		
	K Condensador		
	L Aire		
	R Medio de refrigeración		
	S Saturación		
35	Ü Sobrecalentamiento		

Indicaciones (continuación)

U Sobreenfriamiento

V Evaporador

W Agua

1 + x Aire húmedo

5

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Método para la determinación de la carga de agua de un elemento de refrigeración que se utiliza para la refrigeración de aire, de una instalación de aire acondicionado de un vehículo a motor, con una capacidad de enfriamiento variable del elemento de refrigeración, **caracterizado porque** la carga de agua del elemento de refrigeración
- 10 (i) se determina, ya sea por detección mediante sensores o por cálculo, en relación con la temperatura de aire frente al elemento de refrigeración (temperatura del aire del ambiente o bien, del aire exterior, o la temperatura exterior), la humedad del aire frente al elemento de refrigeración (humedad del aire exterior), el flujo másico de aire a través del elemento de refrigeración, la temperatura del aire después del elemento de refrigeración (temperatura del aire que abandona el elemento de refrigeración), la capacidad de enfriamiento activa del elemento de refrigeración, y la carga de agua del elemento de refrigeración al comienzo de la determinación, o
- 15 (ii) se evalúa en relación con el desarrollo de la temperatura del aire que abandona el elemento de refrigeración, y considerando la capacidad de enfriamiento activa actual y/o el comportamiento de disminución de la capacidad de enfriamiento del aire del elemento de refrigeración, después de una reducción de la capacidad de enfriamiento activa.
- 2.** Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** después de una interrupción del funcionamiento de la refrigeración del elemento de refrigeración, se evalúa un valor inicial para la carga de agua del elemento de refrigeración.
- 20 **3.** Método para el accionamiento de un elemento de refrigeración que se utiliza para la refrigeración del aire de una instalación de aire acondicionado de un vehículo a motor, con una capacidad de enfriamiento variable del elemento de refrigeración, y el método se aplica de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en donde
- se influye sobre la temperatura del elemento de refrigeración y, de esta manera, la temperatura del aire que abandona el elemento de refrigeración, mediante la modificación de la capacidad de refrigeración del aire,
- 25 - a partir de una reducción de la capacidad de enfriamiento de aire, que se puede predeterminar particularmente mediante un sistema superordinado, como por ejemplo, un sistema de control de temperatura, se determina si el elemento de refrigeración se encuentra cargado con agua y/o qué tan cargado se encuentra, o si se encuentra seco, y
- 30 - cuando se incrementa la temperatura del aire después del elemento de refrigeración mediante la reducción de la capacidad de enfriamiento del aire, se considera la carga del agua del elemento de refrigeración, de manera tal que cuando el elemento de refrigeración del aire aún se encuentra húmedo, la capacidad de enfriamiento del aire se reduce hasta el secado del elemento de refrigeración, de una manera más lenta que en el caso que el elemento de enfriamiento se encuentre seco, con el fin de alcanzar el valor teórico deseado de la temperatura del aire después del elemento de refrigeración, de manera tal que no ingresen salpicaduras de humedad en el interior del vehículo a motor, y/o de manera que se puedan evitar molestias por olores, en donde la capacidad activa de enfriamiento del
- 35 aire se puede reducir de manera particularmente rápida, en particular inmediata, en el caso que elemento de refrigeración se encuentre seco, para incrementar la temperatura del aire después del elemento de refrigeración.
- 4.** Método de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque**
- se determina la humedad del aire que ingresa en el elemento de refrigeración, y
- se determina la humedad del aire que sale del elemento de refrigeración.
- 40 **5.** Método de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4, **caracterizado porque** en el caso que el elemento de refrigeración se encuentre cargado con agua, se reduce la capacidad de refrigeración del aire sólo en la medida en que la temperatura del aire se incremente y, de esta manera, el aire absorbe humedad del elemento de refrigeración para secar dicho elemento, sin embargo, sin que presente una cantidad de humedad tal que genere una condensación y que, de esta manera, conduzca al empañamiento del habitáculo de pasajeros, particularmente del parabrisas, y/o
- 45 que genere molestias por olores.