

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 368 607**

51 Int. Cl.:  
**B60H 1/32**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09172667 .9**

96 Fecha de presentación: **09.10.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2177384**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.04.2010**

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA HACER FUNCIONAR UN ELEMENTO DE REFRIGERACIÓN QUE SIRVE PARA REFRIGERAR EL AIRE DE UNA INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN VEHÍCULO.**

30 Prioridad:  
**15.10.2008 DE 102008051346**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**18.11.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**18.11.2011**

73 Titular/es:  
**BEHR-HELLA THERMOCONTROL GMBH  
MAUSERSTRASSE 3  
70190 STUTTGART, DE**

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

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 368 607 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**

Procedimiento para hacer funcionar un elemento de refrigeración que sirve para refrigerar el aire de una instalación de aire acondicionado de un vehículo

5 La invención se refiere a un procedimiento para hacer funcionar un elemento de refrigeración que sirve para refrigerar el aire de una instalación de aire acondicionado de un vehículo con potencia de refrigeración de aire variable del elemento de refrigeración.

10 En los vehículos que están equipados con instalaciones para refrigerar el aire de la cabina del vehículo (instalaciones de aire acondicionado) se seca el aire útil de climatización húmedo durante la refrigeración dependiendo de cada caso, por medio de que éste fluye a través de un elemento de refrigeración. Si la temperatura sobre la superficie del elemento de refrigeración de la instalación de aire acondicionado desciende por debajo de la temperatura del punto de rocío del aire útil de climatización, se condensa agua sobre la superficie de este elemento. Normalmente en las instalaciones de aire acondicionado actuales se usan circuitos refrigeradores sobre la base de un proceso de Carnot. Aquí se expande un medio refrigerador comprimido a través de un elemento de estrangulación y la fase líquida del medio refrigerador se vaporiza en un evaporador. Para la vaporización se necesita una cantidad de energía que se extrae del entorno. Esto se produce específicamente a través de la superficie exterior del evaporador. De este modo puede refrigerarse el aire útil de climatización. En principio la refrigeración es también posible con otros procedimientos. Por ello se utiliza a continuación en lugar del término "evaporador" el término global "elemento de refrigeración".

20 Si se refrigera aire húmedo se produce una caída de agua condensada si se desciende por debajo del punto de rocío del aire. Ésta se precipita sobre el elemento de refrigeración de la instalación de aire acondicionado. Normalmente los elementos de refrigeración (evaporadores) de los circuitos refrigeradores actuales de vehículos de motor, a causa de su construcción fuertemente nervada en el lado exterior para aumentar la superficie, disponen de una determinada capacidad de acumulación de agua condensada. Si se supera la misma se descarga el agua condensada sobrante. Ésta es conducida mediante la caja de aire acondicionado hasta el entorno, por medio de que se descarga hacia abajo.

25 Del documento DE-A-10 2007 007 215 se conoce un procedimiento para determinar la cantidad de agua que permanece en el evaporador (elemento de refrigeración). En los documentos DE-A-197 28 577, EP-A-1 293 367 y EP-A-1 300 266 se describen procedimientos para hacer funcionar una instalación de aire acondicionado en el caso de un elemento de refrigeración seco.

30 Los vehículos con poco uso exigen unas instalaciones de aire acondicionado económicas. El consumo de energía de la instalación de aire acondicionado o del circuito refrigerador depende, aparte del punto de funcionamiento, predominantemente de la potencia de refrigeración de aire necesaria del elemento de refrigeración. Cuanto más intensamente se refrigere una determinada cantidad de aire, más energía se necesita para este proceso. Con ello no sólo juega un papel importante la diferencia de temperatura del aire refrigerado con relación al aire ambiente (es decir, la diferencia de temperatura del aire delante y detrás del elemento de refrigeración), sino predominantemente 35 el grado de secado, ya que para el cambio de fase del vapor de agua al agua se precisa relativamente mucha energía. Aquí es importante saber que el aire en función de su temperatura sólo puede acumular una determinada cantidad de vapor de agua. Esta capacidad de acumulación aumenta conforme sube la temperatura. Cuanto más se enfríe el aire fresco, con más intensidad se seca.

40 Desde hace algunos años se equipan las instalaciones de aire acondicionado automáticas con una regulación deslizante de la temperatura del aire después del elemento de refrigeración (evaporador). Con ello la temperatura del aire se mide después del elemento de refrigeración lo más detrás posible del punto más frío y la potencia del evaporador se regula de forma correspondiente, para mantener la temperatura del aire después del evaporador en un valor nominal. El valor nominal de la temperatura del aire después del elemento de refrigeración varía hoy en día, según la estrategia de regulación, en un margen de aproximadamente 1 a 12 °C. El límite inferior de aproximadamente 1 °C no debería superarse, para impedir una congelación del elemento de refrigeración. El límite superior no se suele elevar por encima de los 12 °C en vehículos sin sensores de humedad. Por una parte se quiere con esto impedir la formación de bacterias y, por otra parte, el aire útil de climatización debería secarse suficientemente, para impedir que se empañen los cristales incluso en casos críticos (por ejemplo pasajeros con 45 prendas húmedas o con el pelo mojado). Sin embargo, energéticamente esta limitación de temperatura no es necesariamente conveniente hacia arriba. Si el algoritmo de regulación decide que la temperatura del aire puede aumentarse después del elemento de refrigeración (por ejemplo porque la prefijación de la temperatura del espacio interior es de forma correspondiente), sería conveniente por motivos de eficiencia energética reducir la potencia de refrigeración del aire. Si con ello es posible aumentar la temperatura del aire después del elemento de refrigeración hasta valores por ejemplo claramente superiores a 12 °C, pueden producirse efectos secundarios. Si por ejemplo 55 durante el funcionamiento de la instalación de aire acondicionado se reduce con excesiva rapidez la potencia de refrigeración del aire de un elemento de refrigeración previamente humedecido con agua, con la aplicación de una corriente de aire, puede percibirse un chorro de humedad con una inherente formación de olor desagradable del aire

útil de climatización. Lo mismo es aplicable si el vehículo se para con el elemento de refrigeración mojado y la potencia de refrigeración del aire, después de una nueva puesta en marcha del vehículo y del circuito refrigerador, no es suficiente para mantener el agua condensada en el elemento de refrigeración (evaporador). Este efecto debe evitarse en cualquier caso, ya que se considera como una pérdida de confort considerable y, a causa del posible empañamiento de cristales, también puede ser importante para la seguridad.

En el documento DE-A-10 2004 032 897 se describe cómo mantener siempre húmeda la superficie del evaporador (elemento de refrigeración), para prevenir una formación de olor.

Desde el punto de vista energético se produce el requisito de una temperatura del aire lo más elevada posible después del elemento de refrigeración (es decir, una potencia de refrigeración del aire lo más reducida posible), que sea precisamente todavía suficiente para una climatización confortable del espacio interior del vehículo. Existen planteamientos para la detección sensorial de la humectación con agua de superficies (véanse por ejemplo los documentos DE-A 10 2007 039 990, DE-B-101 13 190 y EP-A-0 768 527). De este modo podría detectarse, mediante técnica de medición, si el elemento de refrigeración está (todavía) mojado.

La tarea de la invención consiste en establecer la carga de agua del elemento de refrigeración de una instalación de aire acondicionado de un vehículo, en especial mediante cálculos a partir de valores de medición sensorial ya disponibles. Otra tarea prioritaria consiste en que el elemento de refrigeración, para ahorrar energía, pueda hacerse funcionar dentro de un mayor margen de temperatura hasta, en un caso ideal, con la temperatura del aire antes de su entrada en el elemento de refrigeración, y precisamente si un olor o un empañamiento de los cristales que limite el confort.

Para solucionar esta tarea se propone con la invención un procedimiento para hacer funcionar un elemento de refrigeración, que sirve para refrigerar el aire, de una instalación de aire acondicionado de vehículo con potencia de refrigeración del aire variable del elemento de refrigeración, en donde en el procedimiento

- se influye en la temperatura del elemento de refrigeración y con ello en la temperatura del aire que abandona el elemento de refrigeración activamente mediante la variación de la potencia de refrigeración del aire,
- antes de una reducción de la potencia de refrigeración del aire, en especial prefijable mediante un sistema prioritario como por ejemplo un sistema de regulación de temperatura, se establece sí y/o cómo de intensamente el elemento de refrigeración está cargado con agua o si está seco o no, y
- al aumentar la temperatura del aire después del elemento de refrigeración mediante la reducción de la potencia de refrigeración del aire, se tiene en cuenta la carga de agua del elemento de refrigeración, de tal modo que con el elemento de refrigeración todavía mojado se reduce más lentamente la potencia de refrigeración del aire para secar el elemento de refrigeración que con el elemento de refrigeración seco, para llegar al valor nominal deseado de la temperatura del aire después del elemento de refrigeración, de tal modo que no pueda producirse ningún empañamiento de cristales en el espacio interior del vehículo y/o puedan impedirse molestias por olor, en donde la potencia de refrigeración del aire activa con el elemento de refrigeración seco se reduce para aumentar la temperatura del aire después del elemento de refrigeración, en especial con la velocidad que se desee, en especial de inmediato.

Expresado de otro modo, para solucionar la tarea se propone un procedimiento para hacer funcionar un elemento de refrigeración de una instalación de aire acondicionado de un vehículo, que sirve para refrigerar aire, con potencia de refrigeración del aire variable, en el que

- se influye en la temperatura del elemento de refrigeración y con ello en la temperatura del aire que abandona el elemento de refrigeración mediante la variación de la potencia de refrigeración del aire,
- antes de una reducción de la potencia de refrigeración del aire, se establece sí y/o cómo de intensamente el elemento de refrigeración está cargado con agua o si está seco o no, y
- al aumentar la temperatura del aire después del elemento de refrigeración mediante la reducción de la potencia de refrigeración del aire, se tiene en cuenta la carga de agua del elemento de refrigeración, de tal modo que con el elemento de refrigeración todavía mojado se reduce sólo tan lentamente la potencia de refrigeración del aire para secar el elemento de refrigeración que la carga de agua  $x_{VA}$  detrás del elemento de refrigeración permanece inferior a la carga de agua crítica  $x_{Beschluss}$ , con la que se produciría un empañamiento de cristales y/o pueden impedirse molestias por olor. Con el elemento de refrigeración seco puede reducirse la potencia de refrigeración del aire activa con la velocidad que se desee, en especial de inmediato, de tal modo que se llegue al valor nominal deseado de la temperatura del aire después del elemento de refrigeración.

Según la invención el funcionamiento del elemento de refrigeración de la instalación de aire acondicionado del vehículo se hace depender, con el fin de aumentar la temperatura del elemento de refrigeración (y de este modo con el fin de mejorar la eficiencia energética), de si la superficie del elemento de refrigeración está seca o cargada con agua, es decir húmeda. En el caso del elemento de refrigeración seco puede reducirse la potencia de refrigeración del aire activa sin más con la velocidad que se desee, si esto se prefija desde un sistema prioritario, por ejemplo un circuito regulador como el circuito regulador de temperatura interior. Esto se debe a que con el elemento de refrigeración seco no varía la carga de agua del aire que fluye a través del elemento de refrigeración, siempre que la temperatura del elemento de refrigeración sea superior al punto de rocío del aire entrante. De este modo puede hacerse funcionar el elemento de refrigeración, si está seco, sin restricción de la velocidad de reducción de la potencia de refrigeración del aire. Esto es ventajoso basándose en una potencia absorbida lo más pequeña posible de la instalación de refrigeración (eficiencia energética).

La situación es distinta si el elemento de refrigeración está cargado con agua y en este estado se quiere reducir su potencia de refrigeración del aire, lo que por ejemplo puede provocar el circuito regulador prioritario mediante la prefijación de una mayor temperatura nominal para el aire que abandona el elemento de refrigeración. Si esta reducción de potencia de refrigeración del aire se realiza de repente (como puede autorizarse en el caso de un elemento de refrigeración seco), se enriquece el aire que circula a través del elemento de refrigeración a causa de la carga de agua del elemento de refrigeración adicionalmente con humedad, lo que después puede conducir a molestias por olor (para medir molestias por olor existe la norma DIN EN 13725) o a un empañamiento por humedad en el espacio interior del vehículo. Por ello se reduce la potencia de refrigeración del aire en el caso antes citado, de tal modo que el elemento de refrigeración se seca lentamente, de forma definida, y precisamente más lentamente que con el elemento de refrigeración seco. En cuanto después el elemento de refrigeración esté totalmente secado, su temperatura puede elevarse mediante una reducción repentina de la potencia de refrigeración del aire activa, para conseguir un ahorro máximo de energía (si esto es admisible en cuanto a técnica de climatización).

Por lo tanto, conforme a la invención, mientras que con el elemento de refrigeración seco con el fin de ahorrar energía la temperatura nominal del aire que abandona el elemento de refrigeración puede elevarse de repente y de forma correspondiente la potencia de refrigeración del aire activa puede reducirse de repente, esto se produce con el elemento de refrigeración mojado del modo y de la manera antes descritos de forma controlada y más lenta, para impedir molestias por olor y un empañamiento por humedad en el interior del vehículo. En total es posible de este modo mediante la invención, con relación a la eficiencia energética del elemento de refrigeración, un funcionamiento óptimo de la instalación de aire acondicionado del vehículo.

En un perfeccionamiento ventajoso de la invención está previsto que, en el caso de que el elemento de refrigeración esté cargado con agua, la potencia de refrigeración del aire sólo se reduzca hasta un punto tal, que aumente la temperatura del aire y con ello, con el fin de secar el elemento de refrigeración, absorba humedad del mismo sin que con ello presente sin embargo tanta humedad que se produzca la condensación y con ello el empañamiento sobre superficies internas de la cabina de pasajeros y/o molestias por olor, y que este proceso se mantenga hasta que el elemento de refrigeración se seque, y que después la potencia de refrigeración del aire se siga reduciendo hasta el valor con el que se proporcione aire con la temperatura nominal deseada. Para esto es ventajoso conocer/estimar la temperatura de las superficies internas de la cabina de pasajeros, en especial de los cristales y de forma preferida del parabrisas delantero o trasero. La absorción de humedad del aire que abandona el elemento de refrigeración se controla por lo tanto de tal manera, que la temperatura del punto de rocío de este aire sea inferior a la temperatura de las superficies internas o la temperatura de la superficie interna más fría.

En otra configuración ventajosa de la invención está previsto que la carga de agua del elemento de refrigeración se establezca en función de sus valores de influencia, con ayuda de los sensores del vehículo (siempre que estén disponibles), mediante técnica de medición y/o mediante cálculo. Los valores de influencia para establecer la carga de agua del elemento de refrigeración son en especial la temperatura del aire antes del elemento de refrigeración, es decir la temperatura del aire ambiente o exterior, la humedad del aire ante del elemento de refrigeración, es decir la humedad del aire exterior), la corriente másica del aire sobre el 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 inicio del establecimiento. Alternativamente se contemplan como valores de influencia para establecer la carga de agua del elemento de refrigeración la temperatura del aire antes del elemento de refrigeración, la humedad del aire antes del elemento de refrigeración, la corriente másica del aire sobre el elemento de refrigeración, la temperatura del aire después del elemento de refrigeración, la potencia de refrigeración del aire activa del elemento de refrigeración y la carga de agua del elemento de refrigeración al inicio del establecimiento. Siempre que para establecer estos valores de influencia ya se disponga de sensores en el vehículo, pueden utilizarse los mismos. Los valores de influencia no presentes mediante técnica de medición pueden establecerse o estimarse normalmente mediante cálculo, y precisamente a causa de valores de influencia disponibles establecidos mediante técnica de medición o estados de funcionamiento actuales de la instalación de aire acondicionado. De este modo puede establecerse por ejemplo la corriente másica del aire con base en la potencia de soplador actual y en la sección transversal de corriente del canal de alimentación de aire. En los cálculos antes citados también se incluye entre otras cosas también el estado

de carga del agua al inicio del establecimiento, es decir, al inicio de un proceso de arranque del vehículo. Este estado de carga del agua no depende en último término del estado de carga del agua en el momento de la última desconexión del vehículo, del tiempo sin funcionar y de las condiciones ambientales a las que estaba expuesto el vehículo mientras duró el tiempo sin funcionar. Todos estos valores de influencia pueden al menos estimarse mediante cálculo.

Alternativamente a la determinación antes citada de la carga de agua a causa de los valores de influencia establecidos mediante técnica de medición y/o mediante cálculo, también es posible estimar mediante cálculo la carga de agua del elemento de refrigeración con base en el desarrollo de temperatura del aire que abandona el elemento de refrigeración. Esta idea se basa en el reconocimiento de que, en el caso de un elemento de refrigeración mojado, como consecuencia de la evaporación que tiene lugar durante un proceso de secado del entorno se extrae calor, con lo que el aire que pasa sobre el elemento de refrigeración mojado a pesar de la disminución de la potencia de refrigeración (hasta su desconexión) sigue refrigerándose. En la estimación antes citada se incluye después también la potencia de refrigeración activa actual y/o el comportamiento de desconexión de la potencia de refrigeración del aire del elemento de refrigeración después de una disminución de la potencia de refrigeración del aire activa.

Los dos modos de proceder antes citados pueden usarse con independencia de la clase conforme a la invención del funcionamiento de un elemento de refrigeración, que sirva para refrigerar el aire de una instalación de aire acondicionado, también de forma muy general para establecer la carga de agua del elemento de refrigeración. Llegados a este punto los dos modos de proceder antes citados no están limitados por la invención en cuanto a su utilización.

Para después de una interrupción del funcionamiento refrigerador del elemento de refrigeración comenzar con el procedimiento conforme a la invención o con el establecimiento de la carga de agua del elemento de refrigeración, para que el elemento de refrigeración puede hacerse funcionar de forma optimizada energéticamente, es ventajoso como valor inicial para la carga de agua del elemento de refrigeración estimar la misma.

A continuación se explica con más detalle la invención con base en un ejemplo de ejecución.

Establecimiento mediante cálculo de la carga de agua del elemento de refrigeración

Humectación del elemento de refrigeración evaporador

Si se quiere refrigerar el aire a su temperatura del punto de rocío actual, caerá agua sobre el elemento de refrigeración. El cálculo del agua que cae sobre el elemento de refrigeración de la instalación de aire acondicionado y se acumula puede realizarse de diferentes formas.

1. En el caso de un circuito refrigerador convencional puede calcularse el punto de trabajo del circuito refrigerador, incluyendo la potencia de refrigeración y la cantidad de agua condensada que cae. Para ello deberían conocerse los siguientes valores ambientales y de funcionamiento físicos y técnicos:

1. Presión de aspiración nominal

2. Número de revoluciones del evaporador

3. Densidad de la corriente másica del aire sobre el condensador

4. Temperatura del aire a la entrada del condensador

5. Humedad de aire a la entrada del condensador

6. Corriente másica del aire sobre el evaporador

7. Temperatura del aire a la entrada de evaporador

8. Humedad del aire a la entrada de evaporador

Estos valores se detectan en casi todos los vehículos directa o indirectamente hasta la humedad del aire antes del evaporador y del condensador, o pueden determinarse como por ejemplo la corriente másica del aire sobre el evaporador o la densidad de la corriente másica del aire sobre el condensador a través de modelos. Si no está prevista una medición de las humedades del aire, también aquí es posible un cálculo según el procedimiento descrito en el documento DE-C-102 13 094. Sin embargo, aquí es necesario medir por sustitución otros dos valores

del circuito refrigerador, precisamente la alta presión del refrigerante y la temperatura del aire después del evaporador.

El punto de trabajo del circuito refrigerador y de este modo la potencia de refrigeración resultante (potencia de refrigeración del aire)  $\dot{Q}_v$  y la caída de agua condensada  $\dot{m}_w$  pueden indicarse en general, en cada caso en función de diferentes valores según las ecuaciones (1) y (2).

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

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

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

2. Otra posibilidad para determinar el agua que cae consiste en medir, además de los valores listados anteriormente con 7 y 8, también la temperatura del aire después del evaporador. El estado del aire antes del evaporador se conoce a través de los valores 7 y 8 (temperatura de del aire y humedad). El estado del aire medio después del evaporador puede estimarse bien utilizando la temperatura del aire, medida casi siempre puntualmente, después del evaporador. La temperatura del punto de rocío puede determinarse a partir de los valores iniciales temperatura y humedad del aire. Para esto se determina la presión parcial del vapor de agua según la ecuación (3).

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

15 La temperatura de saturación correspondiente a esta presión parcial se corresponde con la temperatura del punto de rocío. Si se supone que el aire abandona saturado el evaporador al descender por debajo de la temperatura del punto de rocío, se conoce la carga de agua absoluta del aire antes y después del evaporador. La carga de agua antes del evaporador puede indicarse mediante la ecuación (1) y la carga de agua después del evaporador según la ecuación (5). De la diferencia se obtiene la corriente másica del agua descondensada según la ecuación (6).

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

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

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

20 Con la corriente másica del agua conocida, que es absorbida por el elemento de refrigeración o que abandona de nuevo el elemento de refrigeración mediante un proceso de secado, puede indicarse en general la carga de agua del elemento de refrigeración según 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 admite como valor fijo la capacidad de acumulación de agua  $m_{Wmax}$  de un elemento de refrigeración, puede determinarse el grado de llenado de este acumulador según la ecuación (8) mediante acumulación de la cantidad de agua condensada que aparece. Si el elemento de refrigeración alcanza su carga máxima, ya no puede absorber más agua condensada y el agua condensada se descarga. La carga máxima del acumulador se conserva.

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

5

Secado del elemento de refrigeración (evaporador)

Si se recupera la potencia de refrigeración en funcionamiento de refrigeración, con formación de agua condensada, en primer lugar se refrigera y seca el aire con menos intensidad y se reduce la cantidad de agua condensada que baja. Si se sigue recuperando la potencia de refrigeración se ajusta en algún momento un estado de régimen, en el que el elemento de refrigeración ni absorbe ni entrega agua condensada. Por último se entrega de nuevo agua condensada al aire útil de climatización, si se sigue reduciendo la potencia de refrigeración.

10

Si se supone que a través de la temperatura del aire medida después del evaporador (generalmente punto de medición con la temperatura del aire más baja después del evaporador) puede deducirse la temperatura del agua media después del evaporador, puede determinarse la entalpía del aire después del evaporador. En el caso del secado la temperatura del punto de rocío del aire antes del evaporador tiene que ser inferior a la temperatura del aire después del evaporador. La determinación del punto de rocío se realiza resolviendo la ecuación (3) según  $p_{sw}(T)$ . Para  $\varphi = 1$  (100% de humedad relativa), la temperatura del punto de rocío se corresponde precisamente con la temperatura del aire actual. Si es seguro que el evaporador está seco, debe aclararse la cuestión del grado de secado. Para esto puede establecerse el balance energético según la ecuación (9). En este balance se tiene en cuenta la potencia de refrigeración activa todavía presente mediante  $\dot{Q}_v$ . Mediante la vaporización del agua condensada acumulada en el evaporador, presente en estado líquido, se extrae del entorno una corriente de calor. Esto conduce a la refrigeración del aire que circula a través del evaporador. Si se desprecia la variación de temperatura de la masa del evaporador y del refrigerante contenido en la misma, puede determinarse la carga de agua del aire según el procedimiento directamente a través de la ecuación (9), a partir de la temperatura del aire medida después del evaporador. Con ello se asigna la entalpía del aire húmedo después del elemento de refrigeración evaporador según la ecuación (10).

20

25

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

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

Procedimiento para hacer funcionar el elemento de refrigeración con la temperatura más alta posible, teniendo en cuenta la carga de agua calculada o medida

La carga de agua del elemento de refrigeración limita la velocidad admisible con la que puede aumentarse la temperatura del elemento de refrigeración, para que no se produzca un indeseado empañamiento por humedad durante el secado del elemento. Si el elemento de refrigeración está seco no existe ninguna restricción para la velocidad con la que puede aumentarse la temperatura del elemento de refrigeración. Si el elemento de refrigeración está mojado y se quiere calentar, no debe superarse una determinada velocidad de secado para eliminar el empañamiento por humedad inherente a una disminución de olor. La magnitud de la posible velocidad de secado deberá determinarse empíricamente para cada instalación de aire acondicionado de vehículo.

35

Mientras el elemento de refrigeración esté seco y no descienda por debajo de la temperatura del punto de rocío en ningún punto, su temperatura puede variar a cualquier velocidad. Si durante la refrigeración se desciende por debajo de la temperatura del punto de rocío, se produce una formación de agua condensada sobre el elemento de refrigeración. Si con un sensor se detecta si el elemento de refrigeración está mojado, debe determinarse la velocidad de secado a través de la determinación de la velocidad de recuperación de la potencia de refrigeración. En

40

cuanto los sensores comuniquen una superficie seca del elemento de refrigeración puede recuperarse la potencia de refrigeración activa, según cada necesidad, a la velocidad que se desee. Si por el contrario se sigue el planteamiento por cálculo, en el caso de refrigeración por debajo del punto de rocío se establece la carga de agua del elemento de refrigeración, como ya se ha mostrado, mediante integración en función del tiempo. Si a continuación se desea aumentar la temperatura del elemento de refrigeración, porque ya no se necesita una temperatura del elemento de refrigeración tan reducida, también aquí debe reducirse la potencia de refrigeración. Con ello se correlaciona también aquí la máxima velocidad de secado admisible previamente establecida con la velocidad de recuperación de la potencia de refrigeración. Durante el proceso de secado es necesario en este caso seguir calculándose la carga de agua actual del elemento de refrigeración mediante una integración ulterior de la cantidad de agua que a continuación se entrega de nuevo. Si el cálculo muestra que el elemento de refrigeración está seco, también aquí puede recuperarse la potencia de refrigeración con cualquier velocidad.

En la práctica puede suceder que durante la refrigeración del aire por debajo del punto de rocío o también durante el proceso de secado tenga lugar una interrupción imprevisible. Aquí debe contemplarse sobre todo el caso del soplador de aire útil de climatización, desconectado por ejemplo como consecuencia de una parada del motor. Durante la parada puede producirse un secado, siempre que el elemento de refrigeración estuviese previamente mojado. Esta variación de la carga de agua del elemento de refrigeración durante el tiempo sin funcionar del motor debe estimarse. Para esto pueden llevarse a cabo por ejemplo mediciones de la velocidad de secado, bajo diferentes condiciones ambientales y combinarse en un campo característico. Aparte de los estados del aire exterior y del espacio interior, los estados térmicos del vehículo y de sus conjuntos, así como sobre todo también el propio tiempo sin funcionar, influyen en la magnitud del secado. Estos valores de influencia mesurables se tienen en cuenta en el campo característico. El estado de carga de agua  $m_{w0}$  después del tiempo sin funcionar debe utilizar como valor inicial después de la interrupción. De este modo se obtiene la carga de agua después de una interrupción del funcionamiento de refrigeración según la ecuación (11).

$$m_W = m_{w0} + \int \dot{m}_w(t) dt \quad \text{mit} \quad m_W \leq m_{W \max} \quad (11)$$

Con el valor inicial de la carga de agua puede procederse, como se ha mostrado anteriormente. Si se determina que el elemento de refrigeración está seco y que no tiene que refrigerarse, puede permanecer desconectada la refrigeración. Sin embargo, si se detecta que el elemento de refrigeración sigue estando mojado, es necesario distinguir si el aire debe refrigerarse por debajo o por encima del punto de rocío. Si se quiere poner a disposición aire frío con una temperatura por debajo del punto de rocío después del elemento de refrigeración, debe proporcionarse lo más rápidamente posible una potencia de refrigeración correspondiente. Si se quiere elevar el aire después del elemento de refrigeración por encima de la temperatura del punto de rocío o no se necesita ninguna refrigeración, es necesario primero proporcionar también una potencia de refrigeración suficiente, para evitar un empañamiento por humedad. A continuación debe aumentarse la potencia de refrigeración hasta el secado calculado o medido, lentamente de forma correspondiente a la máxima velocidad de secado admisible. Una vez completado el secado puede reducirse de nuevo la refrigeración a la velocidad que se requiera.

Nomenclatura

Símbolo	Significado	Unidad
b	Carga del elemento de refrigeración	kg/kg
h	Entalpía específica	kJ/kg
m	Masa	kg
$\dot{m}$	Corriente másica	kg/s
M	Densidad de corriente másica	kg/m <sup>2</sup> s
n	Número de revoluciones	1/min
p	Presión	bar
$\dot{Q}$	Potencia térmica	kJ/s

## ES 2 368 607 T3

T	Temperatura	°C
x	Carga de agua	kg/kg
$\Phi$	Humedad relativa	%

### Abreviaturas

5	A	Salida
	C	Compresor
	E	Entrada
	K	Condensador
	L	Aire
10	R	Refrigerante
	S	Saturación
	Ü	Sobrecalentamiento
	U	Infra-refrigeración
	V	Evaporador
15	W	Agua
	1+x	Aire húmedo

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para hacer funcionar un elemento de refrigeración, que sirve para refrigerar el aire, de una instalación de aire acondicionado de vehículo con potencia de refrigeración del aire variable del elemento de refrigeración, en donde

- 5           - se influye en la temperatura del elemento de refrigeración y con ello en la temperatura del aire que abandona el elemento de refrigeración activamente mediante la variación de la potencia de refrigeración del aire,
- antes de una reducción de la potencia de refrigeración del aire, en especial prefijable mediante un sistema prioritario como por ejemplo un sistema de regulación de temperatura, se establece sí y/o cómo de  
10           intensamente el elemento de refrigeración está cargado con agua o si está seco o no, caracterizado porque
- al aumentar la temperatura del aire después del elemento de refrigeración mediante la reducción de la potencia de refrigeración del aire, se tiene en cuenta la carga de agua del elemento de refrigeración, de tal modo que con el elemento de refrigeración del aire todavía mojado se reduce más lentamente la potencia de refrigeración del aire para secar el elemento de refrigeración que con el elemento de refrigeración seco,  
15           para llegar al valor nominal deseado de la temperatura del aire después del elemento de refrigeración, de tal modo que no puede producirse ningún empañamiento de cristales en el espacio interior del vehículo y/o pueden impedirse molestias por olor, en donde la potencia de refrigeración del aire activa con el elemento de refrigeración seco se reduce para aumentar la temperatura del aire después del elemento de refrigeración, en especial con la velocidad que se desee, en especial de inmediato.

20   2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque

- se establece la humedad del aire que entra en el elemento de refrigeración, y
- se establece la humedad del aire que sale del elemento de refrigeración.

25   3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque en el caso de que el elemento de refrigeración esté cargado con agua, la potencia de refrigeración del aire sólo se reduce hasta un punto tal, que aumenta la temperatura del aire y con ello, con el fin de secar el elemento de refrigeración, absorbe humedad del mismo sin que con ello presente sin embargo tanta humedad que se produzca la condensación y con ello el empañamiento sobre superficies internas de la cabina de pasajeros, en especial del parabrisas, y/o molestias por olor.

30   4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde para establecer la carga de agua de un elemento de refrigeración que sirve para refrigerar el aire de una instalación de aire acondicionado de vehículo con potencia de refrigeración del aire variable del elemento de refrigeración, se calcula la carga de agua del elemento de refrigeración en función de

- 35           (i) la temperatura del aire antes del elemento de refrigeración (temperatura del aire ambiente o exterior – temperatura exterior), de la humedad del aire antes del elemento de refrigeración (humedad del aire del aire exterior), de la corriente másica del aire sobre el elemento de refrigeración, de la temperatura del aire después del elemento de refrigeración (temperatura del aire que abandona el elemento de refrigeración), de la humedad del aire después del elemento de refrigeración (humedad del aire que abandona el elemento de refrigeración) y de la carga de agua del elemento de refrigeración al inicio del establecimiento,

o se establece mediante sensores o cálculo en función

- 40           (ii) de la temperatura del aire antes del elemento de refrigeración (temperatura del aire ambiente o exterior – temperatura exterior), de la humedad del aire antes del elemento de refrigeración (humedad del aire del aire exterior), de la corriente másica del aire sobre el elemento de refrigeración, de la temperatura del aire después del elemento de refrigeración (temperatura del aire que abandona el elemento de refrigeración), de la potencia de refrigeración del aire activa del elemento de refrigeración y de la carga de agua del elemento de refrigeración al inicio del establecimiento.

45   5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde para establecer la carga de agua de un elemento de refrigeración que sirve para refrigerar el aire de una instalación de aire acondicionado de vehículo con potencia de refrigeración del aire variable del elemento de refrigeración, se estima su carga de agua con base en el desarrollo de temperatura del aire que abandona el elemento de refrigeración y teniendo en cuenta la potencia de refrigeración del aire activa actual y/o del comportamiento de desconexión de la potencia de refrigeración del aire del  
50           elemento de refrigeración después de una disminución de la potencia de refrigeración del aire activa.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque después de una interrupción del funcionamiento de refrigeración se estima un valor inicial para la carga de agua del elemento de refrigeración.