

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 076**

51 Int. Cl.:

F25D 21/02 (2006.01)
F25D 29/00 (2006.01)
F25D 21/00 (2006.01)
F25B 47/02 (2006.01)
F25D 3/10 (2006.01)
F25D 3/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.01.2017** E 17150233 (9)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2019** EP 3190362

54 Título: **Optimización del desescarche de un intercambiador de calor de camiones frigoríficos**

30 Prioridad:

11.01.2016 FR 1650192

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

01.10.2019

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES
GEORGES CLAUDE (100.0%)
75 Quai d'Orsay
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**ZERBINATTI, CELSO;
LAMBERT, MAXIME;
YUBI-IDRISSI, MOHAMMED;
DALLAIS, ANTONY;
BIGOT, DAVID y
DUBOUDIN, THIERRY**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 726 076 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

Optimización del desescarche de un intercambiador de calor de camiones frigoríficos

5 La presente invención se refiere al campo de los procedimientos de transporte y distribución de productos termosensibles, tales como los productos farmacéuticos y los productos alimenticios, en camiones frigoríficos, y se interesa más particularmente por una de las técnicas utilizadas en este tipo de camiones, llamada «inyección indirecta», que pone en práctica un (o varios) intercambiador(es) de calor (por ejemplo, de serpentines o baterías con aletas), en el que circula un fluido criogénico, tal como nitrógeno líquido o CO₂ líquido, estando el recinto interno (cámara fría) en el camión, por otro lado, provisto de un sistema de circulación de aire (ventiladores) que pone en contacto este aire con las paredes frías del intercambiador, lo que permite así refrigerar el aire interno en la cámara fría del camión, donde el fluido criogénico que alimenta el o los intercambiadores proviene de un depósito de criógeno líquido situado tradicionalmente debajo del camión.

Los tipos de ambiente que se mantienen en el interior de la cámara fría pueden estar previstos tanto para productos frescos (de manera clásica una temperatura cercana a 4°C) como para productos congelados (de manera clásica una temperatura cercana a -20°C).

15 A título ilustrativo, estos intercambiadores o unidades frigoríficas pueden estar constituidos por batería(s) intercambiadora(s) de extensión superficial de tipo tubos/aletas (aletas continuas o independientes), de cobre y/o aluminio, estando la batería alimentada con criógeno líquido, por ejemplo con nitrógeno líquido. Esta batería está colocada, por ejemplo, en una caja que guía el flujo de aire aspirado por el ventilador mencionado anteriormente. El aire aspirado se refrigera por ello durante su paso a través de la batería con el contacto de las aletas frías y los tubos alimentados con nitrógeno líquido.

20 Se asiste entonces al fenómeno siguiente: la humedad contenida en la atmósfera interna a la cámara produce, en funcionamiento, la formación de una niebla escarchada y la formación de escarcha que llega a acumularse sobre los tubos y las aletas de la batería. Esta capa de escarcha que se deposita sobre los elementos constitutivos de la batería forma una resistencia (capa aislante) a la transferencia de calor entre el aire caliente a refrigerar y el fluido criogénico, que tiene como consecuencia una disminución del rendimiento de estos intercambiadores.

25 La consecuencia de este fenómeno es que, en un ciclo clásico de funcionamiento de estos intercambiadores, por ejemplo de más de 20 horas, serán necesarios varios desescarches en el transcurso de este ciclo.

30 La presente invención se refiere entonces, más particularmente, a la secuencia de desescarche necesitada por tales intercambiadores, que integra, por un lado, su activación con los parámetros asociados y, por otro lado, la fase de desescarche propiamente dicha, que consiste en retirar o hacer fundir la escarcha acumulada sobre el intercambiador.

Una de las soluciones de desescarche catalogadas en la literatura técnica es desescarchar mediante resistencias eléctricas colocadas próximas al intercambiador o, más generalmente, recurriendo a la generación de calor como, por ejemplo, enviar el aire «caliente» en dirección al intercambiador.

35 Otra solución descrita en la literatura técnica para desescarchar el intercambiador consiste en aplicar una acción mecánica sobre dicho intercambiador, como por ejemplo vibraciones, de manera que se desprenda y se haga caer la escarcha formada sobre la superficie del intercambiador.

40 La presente invención se refiere más particularmente al primer modo de desescarche (aportación de calor). La duración de un ciclo de desescarche es un parámetro importante frente al objetivo global de mantener la temperatura de la caja en la consigna, de manera clásica cercana a 4°C o cercana a -20°C, según los productos considerados.

45 En efecto, durante la duración del desescarche y, por ello, la puesta a voltaje de las resistencias eléctricas, la inyección de criógeno y, por ello, el intercambiador debe estar parado. En consecuencia, la temperatura de la caja va a aumentar por ello durante el tiempo de desescarche. Conviene por ello minimizar tanto como sea posible la duración del desescarche. Otro interés para minimizar esta fase está relacionado con el consumo eléctrico de tal desescarche, porque el funcionamiento y el control del o de los intercambiadores criogénicos están asegurados por baterías eléctricas o acumuladores.

50 Por otro lado, para garantizar una buena eficacia del desescarche y permitir que el intercambiador vuelva a experimentar su rendimiento inicial, conviene parar la alimentación de las resistencias eléctricas en un buen momento, es decir, ni demasiado pronto, porque entonces el desescarche no sería suficientemente eficaz, ni demasiado tarde, por las razones mencionadas en el párrafo precedente.

Los procedimientos anteriores de gestión del desescarche de un intercambiador en un camión de transporte frigorífico son conocidos, por otro lado, de los documentos US 2015/0204589, US 2003/0019219 y WO 2013/182766.

Uno de los objetivos de la presente invención es por ello proponer una estrategia para optimizar la «secuencia de desescarche», es decir, su activación y, de manera preferentemente igual, su parada en el momento oportuno.

Como se verá con más detalle en lo que sigue, según la invención, los criterios de activación están basados en tener en cuenta las temperaturas siguientes:

- 5 - T_{int} : la temperatura del aire en la entrada del intercambiador (lo que viene a ser sensiblemente la temperatura interna en la cámara);
- $T_{salida\ de\ fluido}$: la temperatura del fluido frigorígeno en la salida del intercambiador (es decir, la temperatura de los vapores fríos que salen del intercambiador); y
- 10 - $T_{aire\ soplado}$: la temperatura del aire «soplado», es decir, la temperatura del aire, que se vuelve frío, después de su paso por el intercambiador,

y, particularmente, tener en cuenta dos magnitudes relacionadas con estas tres temperaturas.

- Se recuerda en este caso que, como es bien conocido por el experto en la técnica, dos de las temperaturas mencionadas anteriormente caracterizan el «pinzamiento del intercambiador»: el «pinzamiento» del intercambiador representa la diferencia entre la temperatura del aire en la entrada del intercambiador y la temperatura del fluido frigorígeno en la salida del intercambiador (es decir, la temperatura de los vapores fríos que salen del intercambiador), es la diferencia $T_{int} - T_{salida\ de\ fluido}$.
- 15

- En general, se dedica, según el modo de funcionamiento clásico impuesto al intercambiador por la tendencia de los algoritmos de control de procedimiento conocidos, a limitar el pinzamiento a un valor cercano a 15 K, principalmente con el objetivo de mantener un nivel de rendimiento energético elevado. En la práctica, cuando este valor de pinzamiento se aproxima a 15 K, el sistema va a actuar sobre la válvula de regulación del caudal de criógeno que llega al intercambiador para limitarlo de manera que se conserve un pinzamiento inferior o igual a 15 K (modo de regulación del pinzamiento).
- 20

Y el sistema está dimensionado en general para que el intercambiador tenga un pinzamiento llamado «natural», es decir, con la válvula de regulación del caudal de criógeno abierta al 100%, situada, por ejemplo, entre 5 y 10 K.

- 25 Al comenzar el funcionamiento del intercambiador, es decir, cuando no está atascado por la escarcha, puede suministrar su potencia máxima con un pinzamiento $T_{int} - T_{salida\ de\ fluido}$ medido entre 5 y 10 K conforme al dimensionamiento.

- Pero en funcionamiento, apertura tras apertura de las puertas del camión, la escarcha va a acumularse sobre el intercambiador, lo que tiene como consecuencia crear una resistencia térmica que va a reducir su eficacia. Por consiguiente, el valor del pinzamiento va a aumentar progresivamente hasta que se aproxima a 15 K, lo que conduce a una acción de control del intercambiador de «regulación de pinzamiento» (limitación del caudal de criógeno para tener un pinzamiento inferior o igual a 15 K).
- 30

- La acumulación del tiempo en cuyo transcurso el intercambiador está controlado en modo «regulación de pinzamiento» es por ello un indicador del estado de atasco del intercambiador por la escarcha. En la práctica, acumulando el tiempo que el pinzamiento $T_{int} - T_{salida\ de\ fluido}$ es superior a, por ejemplo, 13°C (valor del pinzamiento máximo del que se suprime un margen), se puede conocer el estado de atasco del intercambiador y activar su desescarche al final de una duración t , determinándose t , por ejemplo, mediante una serie de ensayos.
- 35

- Por otro lado, la adquisición de escarcha por el intercambiador crea una restricción del paso libre para la circulación del aire a través de la batería, con pérdidas de carga adicionales que van a conducir a una disminución del caudal de aire. El aire soplado, que sale del intercambiador, va a volverse por ello cada vez más frío de acuerdo con la disminución del caudal de aire, debido a la adquisición de escarcha por el intercambiador. El seguimiento en el tiempo de la temperatura de soplado ($T_{aire\ soplado}$) es por ello un segundo indicador del estado de atasco del intercambiador por la escarcha. En la práctica, se concibe por ello el interés de seguir la diferencia de temperatura $T_{int} - T_{aire\ soplado}$.
- 40

- 45 La sonda de medición de la temperatura $T_{aire\ soplado}$ estará situada ventajosamente en la trayectoria en la que el aire experimenta las pérdidas de carga más grandes, dicho de otro modo, en la trayectoria en la que se forma en su mayor parte la escarcha de manera que se tiene una sensibilidad aumentada.

- Un segundo indicador interesante para la activación del desescarche es por lo tanto el seguimiento de la diferencia de temperatura $T_{int} - T_{aire\ soplado}$. El desescarche se activará entonces ventajosamente cuando esta diferencia de temperatura sea superior a una consigna dada, $Cons_{T_{int} - T_{aire\ soplado}}$, durante una duración t dada, siendo t y $Cons_{T_{int} - T_{aire\ soplado}}$ los parámetros determinados, por ejemplo, mediante la tendencia del ensayo.
- 50

En resumen, la presente invención recomienda, y es completamente nuevo con relación a los enfoques de desescarche catalogados en la literatura técnica, tener en cuenta dos indicadores para la activación del desescarche:

- el seguimiento del pinzamiento: $T_{\text{int}} - T_{\text{salida de fluido}}$, y más preferentemente del tiempo acumulado que el pinzamiento es superior a una consigna $\text{Cons}_{\text{pinzamiento}}$, por ejemplo a 13°C, que ordena la activación del desescarche cuando el pinzamiento es superior a esta consigna durante un tiempo t dado, determinándose t , por ejemplo, mediante una serie de ensayos,

5 y

- el seguimiento de la temperatura del aire soplado, y más preferentemente de la diferencia de temperatura $T_{\text{int}} - T_{\text{aire soplado}}$, que ordena la activación del desescarche cuando esta diferencia es superior a una consigna dada, $\text{Cons}_{T_{\text{int}} - T_{\text{aire soplado}}}$, durante la duración t dada.

10 Se puede pensar que el interés de seguir estas dos diferencias, en combinación, radica particularmente en los aspectos siguientes:

- la primera diferencia (pinzamiento) informa sobre la eficacia del intercambiador y, particularmente, informa sobre el momento en el que el intercambiador está cargado de escarcha sobre una gran parte de su superficie de intercambio, lo que impacta a la vez en la aerólita del intercambiador y la transferencia del frío hacia el aire que circula a través de este intercambiador, de ahí una potencia frigorífica reducida ($T_{\text{salida de fluido}}$ se eleva),

15 - la segunda diferencia (aire soplado) informa, con respecto a ello, sobre un fenómeno característico de los intercambiadores criogénicos de criógeno/aire húmedo, los de la producción de una niebla escarchada que, una vez producida, bloquea los pasos de aire y altera, incluso anula, la potencia frigorífica,

- la supervisión de los dos factores es por ello más particularmente ventajosa para detectar el momento adecuado de activar un desescarche.

20 Para comprender mejor la invención, se da a conocer la figura 1, que ilustra un ejemplo de configuración de intercambiador, con la localización de las temperaturas que se tienen en cuenta:

- la referencia 1 designa un intercambiador del tipo de batería de tubos y aletas,

- la referencia 2 designa un ventilador que fuerza el aire (el aire a refrigerar, es decir, de la cámara frigorífica del camión) a pasar a través del intercambiador,

25 - la referencia 3 designa una posición posible para la sonda de medición de la temperatura T_{int} (aire en la entrada del intercambiador),

- la referencia 4 designa las aletas,

- la referencia 5 designa el tubo de llegada del criógeno,

30 - la referencia 6 designa una posición posible para la sonda de medición de la temperatura $T_{\text{aire soplado}}$ (aire soplado en la salida del intercambiador),

- la referencia 7 designa el tubo de retorno del fluido frigorígeno,

- la referencia 8 designa una posición posible para la sonda de medición de la temperatura $T_{\text{salida de fluido}}$.

Se describe a continuación un ejemplo de algoritmo deducido según la invención para activar el desescarche del intercambiador:

35 -- $> (T_{\text{int}} - T_{\text{salida de fluido}} > \text{Cons}_{\text{pinzamiento}})$

y

$(T_{\text{int}} - T_{\text{aire soplado}} > \text{Cons}_{T_{\text{int}} - T_{\text{aire soplado}}})$

durante un tiempo t_1 .

A continuación con ejemplos de los parámetros determinados por las tandas de ensayos:

40 - $\text{Cons}_{\text{pinzamiento}} = 13^\circ\text{C}$

- $\text{Cons}_{T_{\text{int}} - T_{\text{aire soplado}}} = 40^\circ\text{C}$

- $t_1 = 20 \text{ min}$

La figura 2 anexa ilustra un ejemplo de aplicación de este algoritmo en un ensayo con 3 aperturas de puertas del camión.

Como se ve en la figura 2, este ensayo comprende una primera fase de enfriamiento de la caja frigorífica desde la temperatura ambiente hasta aproximadamente -20°C (temperatura de consigna de los productos congelados), fase que tarda aproximadamente 1 h, y luego, una fase de estabilización a -20°C durante aproximadamente 1 h 30.

5 Una primera apertura de puerta (OP1) se realiza a $t=2$ h 30, luego, una segunda (OP2) a $t=3$ h 06, y más tarde, una tercera (OP3) a $t=3$ h 46.

Se puede señalar que durante la fase de refrigeración, que interviene después de cada apertura de puerta, la diferencia de temperatura $T_{\text{int}} - T_{\text{aire soplado}}$ aumenta con el número de aperturas de puerta:

- zona A: entre 20°C y 30°C después de OP1

- zona B: entre 40°C y 50°C después de OP2

10 - zona C: superior a 50°C después de OP3.

Esto se explica por una disminución de la temperatura de soplado, apertura tras apertura de puerta, relacionada con la adquisición de escarcha por el intercambiador (disminución del caudal de aire).

15 Por otro lado, las zonas D (después de OP2) y E (después de OP3) representan dos períodos en cuyo transcurso el intercambiador está controlado en modo «regulación de pinzamiento», sinónimo de una pérdida de eficacia del intercambiador relacionada con la formación de escarcha.

Con el algoritmo definido anteriormente, el desescarche se activa a $t=4$ h 18 (referencia F). Esta activación tiene lugar en un momento muy pertinente en la medición en la que se observa, después de la tercera apertura de puerta, una disminución importante de la velocidad de descenso de la temperatura, y las dificultades para alcanzar la temperatura de consigna (-20°C).

20 Otro aspecto de la invención se refiere a la fase de desescarche propiamente dicha, es decir, la fase en cuyo transcurso se busca retirar la escarcha acumulada sobre la batería del intercambiador con el objetivo de permitir que el mismo vuelva a experimentar, lo más rápido posible, una eficacia próxima a su eficacia inicial.

25 Como se ha indicado anteriormente, mientras que el intercambiador está en modo de desescarche, está parado y ya no puede producir frío. La duración de la fase de desescarche deberá ser por ello la más corta posible de manera que el intercambiador pueda funcionar de nuevo.

Se debe encontrar por ello un compromiso entre la duración del desescarche y su eficacia.

30 La estrategia de desescarche, que tiene por objetivo optimizar su duración y su eficacia, descansa, por un lado, sobre un posicionamiento de las resistencias adaptado con relación al reparto de la escarcha sobre la batería y, por otro lado, sobre una medición de temperatura con una sonda colocada en la batería, en un lugar en el que la escarcha va a acumularse en su mayor parte.

Generalmente, se observa que la acumulación de la escarcha sobre la batería no es homogénea; tiene tendencia a depositarse preferentemente sobre las partes más frías de la batería, es decir, en el presente caso, en la zona de llegada del nitrógeno líquido, sobre los primeros tubos/aletas donde va a vaporizarse el criógeno, por ejemplo el nitrógeno líquido.

35 También, cuando se esté en las condiciones en las que existe una formación de una niebla escarchada en la caja frigorífica, las microgotitas de agua líquida en estado de sobrefusión van a solidificarse cuando choquen contra un obstáculo, tal como el borde de ataque de las aletas de la batería. La entrada de la batería va a obstruirse así progresivamente hasta formar un muro de escarcha.

40 Se considera como niebla escarchada una atmósfera comprendida entre 0° y -40°C , saturada o no de humedad y cargada de microgotitas de agua líquida en estado de sobrefusión. Este estado permite que las gotitas se hielen instantáneamente cuando chocan contra un obstáculo, permitiendo así la formación de escarcha sobre los bordes de ataque de los objetos sometidos a un flujo de aire (por ejemplo: rejillas de aspiración, aspas de ventiladores, bordes de aletas de intercambiadores). Este fenómeno puede atascar y «ahogar» en pocos minutos los intercambiadores de convección forzada, dejándolos así ineficaces.

45 Considerando el ejemplo de intercambiador presentado en la figura 3 anexa, con una llegada 9 del fluido frigorígeno sobre los tubos superiores de la batería (la salida de fluido, gaseoso, se produce con la referencia 10), la escarcha va a depositarse preferentemente sobre la parte alta de la batería y, también, en el caso en que se tenga la formación de una niebla escarchada, sobre el borde de ataque de las aletas. La escarcha va a depositarse por ello preferentemente según la zona señalada con 11 en la figura.

50 Según la invención, una sonda de temperatura, que puede indicar la parada del desescarche (con la ayuda de las resistencias 13), puede estar situada con la referencia 12, es decir, próxima a la llegada del fluido frigorígeno, en

este caso, por ejemplo, entre los tubos de llegada de nitrógeno líquido, y de 5 a 20 cm en el interior de la batería. Esta medición de temperatura va a permitir detectar en el momento oportuno el final de la fase de desescarche.

5 Conforme al funcionamiento del intercambiador, la batería va a cargarse progresivamente de escarcha hasta recubrir totalmente la sonda 12. En el momento en el que va a activarse el desescarche, según los criterios definidos anteriormente, la temperatura indicada por la sonda va a ser muy baja, del orden de -100°C en el ejemplo considerado, dado que se toma la misma en la masa de escarcha, estando esta masa de escarcha en contacto con los tubos en los que circula nitrógeno líquido a una temperatura comprendida entre -180 y -196°C .

10 Una vez activado el desescarche, las resistencias van a subir progresivamente de temperatura y a proporcionar la energía necesaria para calentar, en primer lugar, la escarcha, y luego, hacer que se funda. La evolución de la temperatura «12» durante el desescarche puede descomponerse en 3 fases:

- La primera fase (A), en la que la temperatura va a aumentar progresivamente, corresponde al calentamiento de la escarcha.

- La segunda fase (B), en cuyo transcurso la temperatura alcanza un nivel próximo a 0°C , está relacionada con la licuefacción de la escarcha.

15 - Por último, el comienzo de la tercera fase (C), en la que la temperatura va a aumentar de nuevo, coincide con el final de la fusión de la escarcha y, por ello, el final de la etapa de desescarche.

También, conforme a la invención, un desescarche con un tiempo optimizado se detendrá automáticamente cuando la temperatura de la sonda 12 se vuelve positiva.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de gestión del funcionamiento de un camión de transporte frigorífico de productos termosensibles, del tipo de inyección indirecta, en el que el camión está provisto:
- de al menos una cámara de almacenamiento de los productos,
- 5
- de una reserva de un fluido criogénico, tal como nitrógeno líquido o CO₂ líquido,
 - de un sistema de intercambiador térmico (1) en el que circula el fluido criogénico, comprendiendo el sistema de intercambiador al menos un intercambiador térmico interno a dicha al menos una cámara,
 - así como un sistema de circulación de aire (2), por ejemplo de tipo con ventiladores, apto para poner en contacto el aire interno a la cámara con las paredes frías del o de los intercambiadores internos a dicha al menos una cámara;
- 10
- que se caracteriza por la puesta en práctica de las medidas siguientes:
- a) disponer sondas de temperatura (3, 6, 8) aptas para medir las temperaturas siguientes:
- T_{int}: la temperatura del aire en la entrada del intercambiador;
 - T_{salida de fluido}: la temperatura de los vapores fríos que salen del intercambiador; y
 - T_{aire soplado}: la temperatura del aire «soplado», es decir, la temperatura del aire, que se vuelve frío, después
- 15
- de su paso por el intercambiador.
- b) y ordenar una operación de desescarche de dicho intercambiador cuando se alcanzan las condiciones siguientes:
- el pinzamiento del intercambiador: T_{int} – T_{salida de fluido} es superior a una consigna dada Cons_{pinzamiento}, durante un tiempo acumulado t1,
- y
- la diferencia de temperatura T_{int} – T_{aire soplado} es superior a una consigna dada Cons_{Tint - Taire soplado} durante el tiempo acumulado t1.
- 20
2. Procedimiento según la reivindicación 1, que se caracteriza por que la consigna Cons_{pinzamiento} está comprendida entre 5 y 40 K, y más preferentemente entre 10 y 15 K.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, que se caracteriza por que la consigna Cons_{Tint - Taire soplado} está
- 25
- comprendida entre 10 y 40 K, y más preferentemente entre 10 y 20 K.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, que se caracteriza por que dicho tiempo acumulado t1 está comprendido entre 10 y 50 minutos, y más preferentemente entre 10 y 20 minutos.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, que se caracteriza por que se da por terminada la operación de desescarche así activada, de la siguiente manera:
- 30
- se dispone una sonda de temperatura (12) apta para medir la temperatura del aire en la zona del intercambiador en la que entra el fluido criogénico;
 - se efectúa un seguimiento de la temperatura, proporcionado por esta sonda de temperatura, durante la operación de desescarche;
 - se para la operación de desescarche cuando esta temperatura vuelve a ser positiva después de haber pasado por
- 35
- las fases siguientes:
- una primera fase (A), que interviene después del comienzo de la operación de desescarche, fase en la que aumenta la temperatura y que corresponde al calentamiento de la escarcha formada anteriormente;
 - una segunda fase (B), en cuyo transcurso la temperatura alcanza un nivel próximo a 0°C, fase que está relacionada con la licuefacción de la escarcha;
 - una tercera fase (C), en la que la temperatura comienza de nuevo a aumentar, fase que está relacionada con el final de la fusión de la escarcha.
- 40

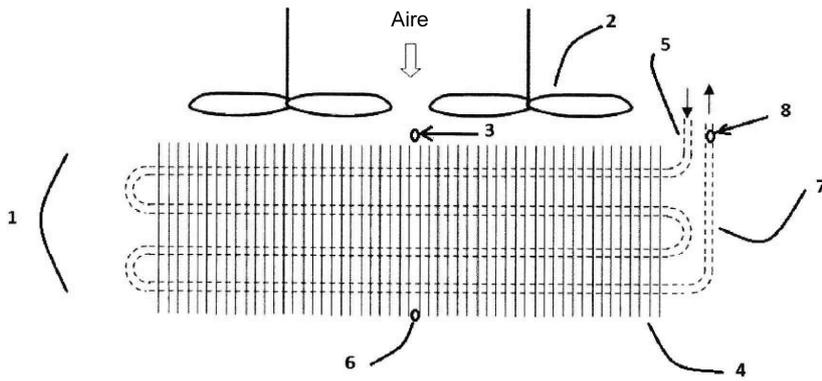


Figura 1

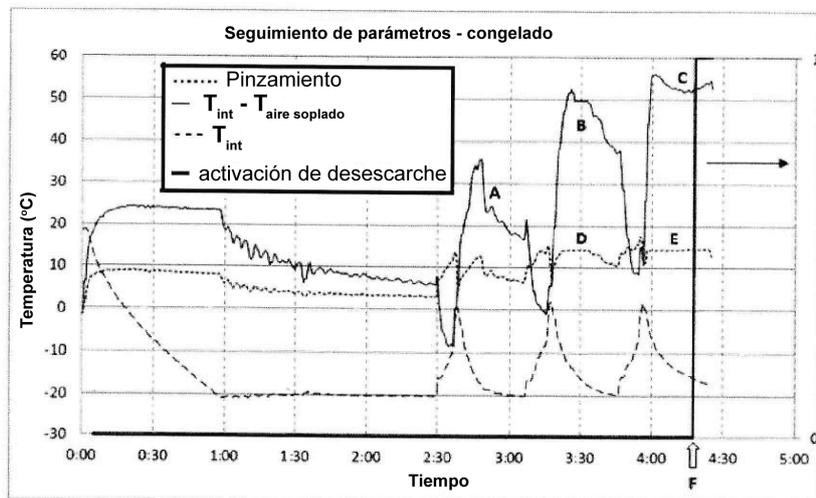


Figura 2

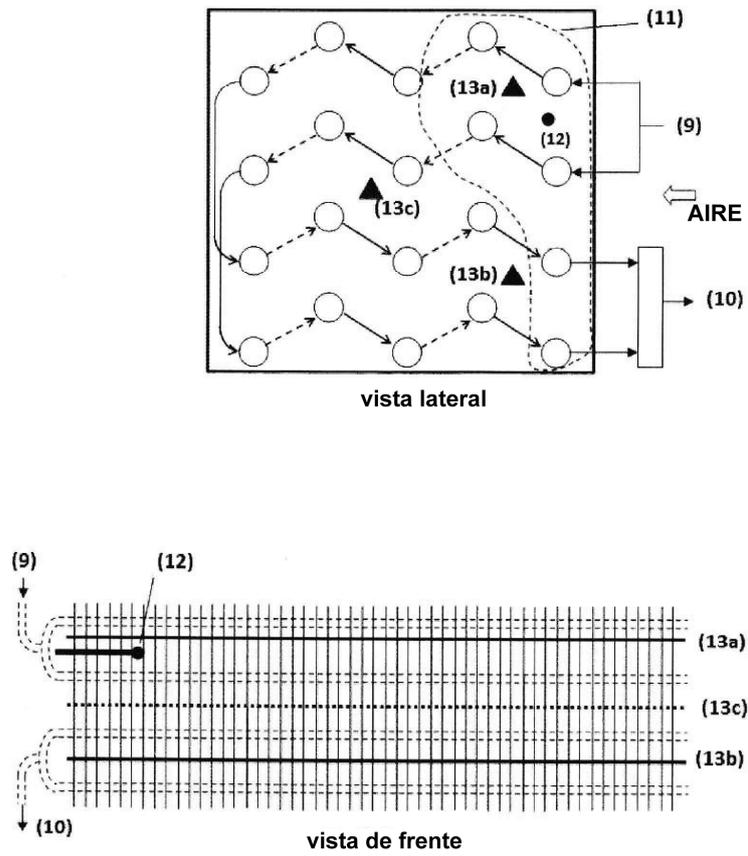


Figura 3

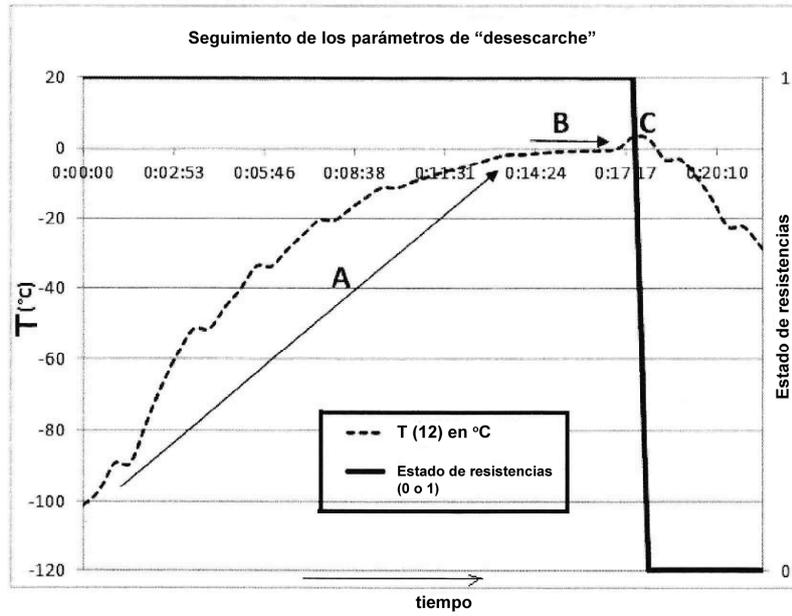


Figura 4