(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 405 755**

(51) Int. Cl.:
B60H 1/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.08.2011 E 11006395 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2013 EP 2415623**

(54) Título: **Método y aparato para determinar la temperatura y humedad relativa para su uso en un sistema HVAC para vehículo**

(30) Prioridad:

06.08.2010 US 851578

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.06.2013

(73) Titular/es:

TRW AUTOMOTIVE U.S. LLC (100.0%)
12001 Tech Center Drive
Livonia, Michigan 48150, US

(72) Inventor/es:

BLAKE, THOMAS E. III;
NEWTON, ROBERT JAMES y
ZHANG, SONGWEI

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 405 755 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 y aparato para determinar la temperatura y humedad relativa para su uso en un sistema HVAC para vehículo

Campo técnico

La presente invención se refiere a un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado ("HVAC") para un vehículo y particularmente se refiere a un método y aparato para determinar la temperatura y humedad relativa para su uso en un sistema HVAC para vehículo.

Antecedentes

Un sistema HVAC para vehículo se usa para controlar el nivel de comodidad, por ejemplo, temperatura y humedad, dentro de la cabina del vehículo para los ocupantes del mismo. Los sistemas HVAC pueden permitir al operario configurar manualmente diversos parámetros de funcionamiento tales como estado de ENCENDIDO/APAGADO del aire acondicionado, una configuración de temperatura deseada, una velocidad de ventilador, dirección de flujo de aire, la cantidad de flujo de aire hacia los pies, la ventana, etc. Otros sistemas HVAC para vehículo usan una información introducida por el operario mínima, por ejemplo, una configuración de temperatura deseada para el operario y los demás parámetros del sistema se controlan automáticamente.

Una de las funciones del sistema HVAC para vehículo es prevenir que el parabrisas (luna) del vehículo se empañe durante el funcionamiento del vehículo. La prevención del empañado del parabrisas requiere una determinación precisa de la humedad relativa en el vehículo adyacente al parabrisas y la temperatura del propio parabrisas. Se sabe cómo combinar (integrar) varios sistemas de detección del vehículo en un módulo. Por ejemplo, un sensor de lluvia en el vehículo para el control del limpiaparabrisas se puede montar en un módulo que está montado contra la parte interna del parabrisas delante del espejo retrovisor. También se sabe cómo montar un sensor de humedad y un sensor de temperatura de aire ambiente en el módulo detector de lluvia. También se sabe cómo montar otros tipos de sensores en el módulo detector de lluvia tales como una cámara de visión delantera. Ciertos sensores, tales como el sensor de cámara, pueden tener un circuito de procesador asociado que genera una cantidad significativa de calor. El calor generado por cualquier fuente de calor, por ejemplo, un procesador de cámara o cualquier otro tipo de fuente de calor, puede afectar a la condición detectada de otros sensores dentro del módulo tales como sensores de temperatura y humedad. Este efecto de calentamiento puede dar como resultado una determinación inadecuada de la humedad relativa, por consiguiente, dando como resultado un control inadecuado del sistema HVAC del vehículo y empañado del parabrisas.

El documento 2006/0289458, que se considera como la técnica anterior más cercana, desvela un módulo detector de un tipo conocido.

Sumario de la invención

La presente invención se refiere a un método y aparato para determinar la humedad relativa para un sistema HVAC para vehículo midiendo la temperatura en una pluralidad de ubicaciones dentro del módulo detector, que incluye en cualquier fuente de calor dentro del módulo, y determinando la humedad relativa usando un esquema de triangulación de temperatura. El sistema HVAC para vehículo entonces se controla en respuesta a la temperatura y humedad relativa determinadas de acuerdo con la presente invención.

De acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención, se proporciona un módulo detector que tiene una carcasa. Una fuente de calor está ubicada dentro de la carcasa del módulo detector y una pluralidad de sensores de temperatura está montada en la carcasa de dicho módulo detector. Al menos uno de los sensores de temperatura se ubica junto a la fuente de calor y al menos uno de los sensores de temperatura está separado de la fuente de calor. Un sensor de humedad está ubicado dentro de la carcasa del módulo detector. Un controlador se conecta a la pluralidad de sensores de temperatura y al sensor de humedad para determinar la humedad relativa y temperatura en el parabrisas usando un análisis de regresión y para proporcionar una señal de control indicativa del mismo.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para ayudar en la prevención del empañado del parabrisas del vehículo que comprende un módulo detector que tiene una carcasa que puede montarse en la parte interna del parabrisas y una fuente de calor ubicada dentro de dicha carcasa del módulo detector. Al menos tres sensores de temperatura están montados en dicha carcasa de dicho módulo detector, estando ubicado al menos uno de estos sensores de temperatura junto a la fuente de calor, al menos otro de estos sensores de temperatura está en contacto térmico con el parabrisas, y al menos otro más de los sensores de temperatura está separado de dicha fuente de calor y dicho parabrisas. Un sensor de humedad está ubicado dentro de dicha carcasa del módulo detector y un controlador está conectado a dicha pluralidad de sensores de temperatura y a dicho sensor de humedad para determinar la humedad relativa y temperatura en el parabrisas usando un análisis de regresión y proporcionando una señal de control. Un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado funciona con el parabrisas del vehículo y es receptivo a dicha señal de control para controlar el flujo de aire, temperatura y humedad del aire que fluye dentro así como para ayudar así a prevenir que el parabrisas se

empañe.

De acuerdo con otra realización ejemplar de la presente invención, se proporciona un método para ayudar a prevenir que el parabrisas del vehículo se empañe que comprende las etapas de montar un módulo detector que tiene una carcasa en la parte interna del parabrisas, ubicando una fuente de calor dentro de dicha carcasa del módulo detector, ubicando al menos tres sensores de temperatura en dicha carcasa de dicho módulo detector, estando ubicado al menos uno de los sensores de temperatura junto a la fuente de calor, al menos otro de dichos sensores de temperatura está en contacto térmico con el parabrisas y al menos otro más de dichos sensores de temperatura está separado de dicha fuente de calor y dicho parabrisas, ubicando un sensor de humedad dentro dicha carcasa del módulo detector, determinando la humedad y temperatura relativas en el parabrisas en respuesta a las señales de dichos sensores de temperatura y dicho sensor de humedad usando un análisis de regresión y proporcionando una señal de control en respuesta a esto y controlando un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado que funciona con el parabrisas del vehículo en respuesta a dicha señal de control para controlar el flujo, la temperatura y humedad del aire que fluye en el interior para ayudar a prevenir que el parabrisas se empañe.

Breve descripción de los dibujos

Las precedentes y otras características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes para aquellos expertos en la materia a la que pertenece la presente invención tras la lectura de la siguiente descripción con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de una disposición de detección realizada de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención para determinar la temperatura y humedad relativa en un sistema HVAC para vehículo;
La Figura 2 es una vista esquemática más amplia del módulo detector de la Figura 1;
La Figura 3 es una vista en perspectiva de la parte inferior del módulo detector de la Figura 1;
La Figura 4 es una vista en perspectiva de la parte superior del módulo detector de la Figura 1;
La Figura 5 es una vista en perspectiva del módulo detector de la Figura 1 con la cubierta en una posición abierta;
La Figura 6 es una vista en sección transversal lateral ampliada de una porción del módulo detector de la Figura 1 que muestra un sensor de temperatura en el parabrisas;
La Figura 7 es una representación gráfica de las señales de salida de tres sensores de temperatura cuando ninguna fuente de calor está activa dentro del módulo detector de la Figura 1;
La Figura 8 es una representación gráfica de las señales de salida de los tres sensores de temperatura cuando una fuente de calor está activa dentro del módulo detector de la Figura 1 sin las determinaciones de temperatura y humedad de la presente invención;
La Figura 9 es una representación gráfica de un gráfico psicrométrico usado para determinar ciertos valores para su uso con la presente invención; y
La Figura 10 es una representación gráfica de las señales de salida de humedad desde los tres sensores de temperatura y humedad cuando una fuente de calor está activa dentro del módulo detector de la Figura 1 con las determinaciones de temperatura y humedad de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada

Con referencia a las Figuras 1-6, un vehículo 20 tiene un módulo 22 detector montado en la parte interna del parabrisas 24 del vehículo que usa, por ejemplo, un material de unión translúcido. El módulo 22 detector incluye una carcasa 30 en dos partes que tiene una porción de base 32 y una cubierta 34. La carcasa 30 puede estar fabricada de una gran variedad de materiales tales como metal y, específicamente, magnesio. La carcasa 30 contiene una pluralidad de sensores de funcionamiento tales como un sensor 40 para la lluvia, una cámara 42 de visión delantera y un sensor 44 de luz ambiente (Figura 4). Cada uno de los sensores 40, 42, 44 de funcionamiento proporciona señales del sensor que se usan para controlar las funciones del vehículo asociadas. Por ejemplo, el sensor 40 para la lluvia se puede usar para controlar los limpiaparabrisas del vehículo. El sensor 44 de la luz ambiente se puede usar para controlar los faros delanteros del vehículo. La cámara 42 de visión delantera se puede usar como parte de sistema de aviso de salida de carril, un sistema de detención de peatones o como parte de un sistema de detección de colisión de un vehículo. Los detalles estructurales del módulo 22 detector se describen en la solicitud de patente en trámite junto a la presente de Blake et al., Nº de serie 12/836, 125, presentada el 14 de julio de 2010 y titulada APPARATUS FOR USE IN ASSOCIATION WITH A VEHICLE, y por la presente se incorpora a este documento por referencia.

Los sensores dentro del módulo 22 detector pueden incluir circuitos de procesamiento de señales asociados. Las salidas de las señales del sensor, tanto si son señales directas como señales procesadas, se conectan a una unidad de control electrónico ("ECU") 50 mediante un conjunto 51 conector. La ECU 50 monitoriza las señales del sensor y controla los sistemas 52 del vehículo asociados, tales como limpiaparabrisas del vehículo, faros del vehículo, sistema de aviso de salida de carril, restricciones de actuación, dispositivos de detención de peatones, etc. De acuerdo con la presente invención, una pluralidad de sensores de temperatura y un sensor de humedad se ubican dentro del módulo 22 detector. La ECU 50, de acuerdo con la presente invención, monitoriza los sensores de

temperatura y el sensor de humedad y determina la temperatura, el punto de rocío y la humedad relativa y controla el sistema HVAC 54 del vehículo para prevenir que el parabrisas 24 se empañe.

Ciertos elementos operativos dentro del módulo 22 detector, tales como los circuitos de procesamiento asociados con el sensor o sensores, pueden generar una cantidad significativa de calor dentro del módulo 22 detector. Por ejemplo, la cámara 42 de visión delantera tiene un circuito 60 de procesamiento de señales asociado montado en una placa 62 de circuito impresa ("PCB") que procesa la señal de la cámara y saca las señales asociadas a la ECU 50 para un uso posterior, tales como detección de peatones, sistema de aviso de cambio de carril, etc. El circuito 60 de procesamiento puede generar una cantidad significativa de calor y, por consiguiente, actúa como una fuente de calor que puede calentar el interior del módulo 22 detector. Cualquier dispositivo que genere calor dentro del módulo 22 detector se denomina, en esta solicitud, fuente de calor. La presencia de una fuente de calor tal dentro del módulo 22 detector puede inhibir la capacidad del sensor de humedad y sensores de temperatura de proporcionar lecturas verdaderas que permitirían una determinación precisa de la temperatura, humedad relativa y punto de rocío, necesaria para prevenir que el parabrisas se empañe.

El módulo 22 detector, de acuerdo con la presente invención, incluye tres sensores de temperatura y un sensor de humedad ubicados en ubicaciones apropiadas dentro del módulo 22 detector para posibilitar la determinación de las temperaturas y la humedad relativa verdaderas necesarias para predecir/detectar una condición de empañado del parabrisas 24. Específicamente, un sensor 64 de temperatura del parabrisas está en contacto térmico con el parabrisas 24. Como se puede ver en la Figura 6, el sensor 64 de temperatura del parabrisas está incrustado en un material 66 compuesto térmicamente conductor que está en contacto con el parabrisas 24 y transfiere la temperatura del parabrisas al sensor 64. El sensor 64 de temperatura del parabrisas proporciona una señal indicativa de la temperatura del parabrisas a la ECU 50. El módulo 22 detector además incluye un segundo sensor 70 de la temperatura montado adyacente al circuito 60 de procesamiento (fuente de calor) en el PBC 62 opuesto al circuito de procesamiento. Este segundo sensor 70 de temperatura se denomina sensor de temperatura de la fuente de calor y proporciona una señal indicativa de la temperatura de la fuente de calor a la ECU 50. El módulo 22 detector además incluye un sensor 74 de humedad/temperatura montado en una abertura 76 del módulo 22 detector para quedar expuesto al aire ambiente. El sensor 74 de humedad/temperatura detecta el nivel de humedad del aire dentro de la cabina 78 del vehículo y proporciona una señal de humedad indicativa del mismo a la ECU 50. También, el sensor 74 de humedad/temperatura detecta la temperatura de la cabina y proporciona una señal de temperatura indicativa de la misma a la ECU 50. Si la fuente 60 de calor está en funcionamiento, por ejemplo, activa, y afecta a la temperatura dentro del módulo 22 detector, la señal de temperatura desde el sensor 74 de humedad/temperatura tendrá un valor de error atribuible a la fuente 60 de calor.

Con referencia a las Figuras 7 y 8, se apreciará el problema de medición y determinación de la temperatura y humedad relativa resultante de la presencia de la fuente 60 de calor en el módulo 22 detector. Los gráficos de las Figuras 7 y 8 muestran la configuración de ensayo que monitoriza la temperatura dentro del módulo detector y en la salida de la válvula de descongelación del vehículo para fines de ilustración y una representación gráfica de la humedad relativa medida del módulo, en la válvula de descongelación y dentro de la cabina del vehículo para fines de ilustración. El gráfico de la Figura 7 muestra la temperatura detectada del módulo detector cuando la fuente 60 de calor no está activa. Obsérvese que la temperatura del módulo es la misma que la temperatura detectada en la válvula de descongelación en esta configuración de ensayo. El valor de humedad relativa basado en la temperatura detectada en la válvula de descongelación, el módulo 22 y dentro de la cabina del vehículo muestra una pequeña variación cuando la fuente de calor no está conectada. Con referencia a la Figura 8, la temperatura del módulo se muestra cuando la fuente 60 de calor está activa. Obsérvese que la temperatura del módulo es mayor que la temperatura en la válvula de descongelación debido al calentamiento del módulo desde la fuente de calor. El valor de la humedad relativa con la fuente de calor conectada muestra una gran variación en las lecturas de la temperatura medida y la humedad relativa determinada. El efecto de auto-calentamiento del módulo integrado tiene como resultado un aumento de la temperatura en el punto de medida y una reducción en la cantidad de humedad relativa.

De acuerdo con la presente invención, se usa una técnica de triangulación junto con un análisis de regresión en las señales del sensor a partir de las tres señales del sensor de temperatura y la señal de sensor de humedad para predecir/detectar con precisión una condición de empañado del parabrisas. Se puede utilizar una ecuación lineal para calcular la temperatura real en el parabrisas por triangulación de las tres temperaturas disponibles. Los coeficientes de esta ecuación lineal se pueden obtener mediante un análisis de regresión sobre el intervalo de funcionamiento del módulo 22 detector.

Una triangulación lineal, de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención, para determinar la temperatura del parabrisas es:

Temp. del parabrisas = (7,95 – 0,0926 temp. de la fuente de calor – 0,0736 temp. del parabrisas medida + 0,889 de temp. del sensor de humedad

suponiendo que todas las temperaturas se miden en grados C. Para una temperatura T_s medida del sensor 74 de humedad, y una temperatura de parabrisas triangulada T_w, la humedad relativa en el parabrisas ϕ_w se puede calcular

a partir de la humedad relativa medida en el sensor 74 ϕ_s a través de la siguiente relación:

$$\frac{\phi_w}{\phi_s} = \frac{P_g(T_s)}{P_g(T_w)}$$

donde P_g (T_s) y P_g (T_w) son la presión de saturación de vapor de agua a T_s y T_w respectivamente. Usando el gráfico psicrométrico de la Figura 9 o usando cualquiera de las siguientes ecuaciones:

Ecuación de Arden Buck

de -40 ºC a 50 ºC

$$P = 6{,}1121 \exp\left(\frac{18{,}678 - T/234{,}5)T}{257{,}14 + T}\right)$$

P = Presión [hPa]

T= Temperatura [ºC]

Ecuación de Irvine Liley

de 0 ºC a 327 ºC

$$T = 42{,}6776 + \left(\frac{-3892{,}7}{-9{,}48654 + \mathrm{Lnp}}\right)$$

P = Presión [hPa]

T= Temperatura [ºC]

Ecuación de Antoine$_1$

de 1 ºC a 100 ºC

A= 8,07131

B= 1730,63

C= 233,426

$$P = = 10^{A \frac{B}{C+T}}$$

P = Presión [mmHg]

T= Temperatura [ºC]

Ecuación de Antoine$_2$

de 99 ºC a 374 ºC

A= 8,14019

B= 1810,94

C= 244,485

$$P = = 10^{A \frac{B}{C+T}}$$

P = Presión [mmHg]

T= Temperatura [ºC]

la saturación del vapor de agua se puede calcular para una temperatura proporcionada. De acuerdo con la presente invención, las temperaturas detectadas se usan para predecir la temperatura del parabrisas. La ECU 50 hace la determinación y realiza las correcciones y ajustes de humedad en base a las relaciones de presión de vapor de agua para prevenir el empañado del parabrisas. Varias de estas ecuaciones se usan para convertir el gráfico psicrométrico manual de la Figura 9 en un formato más útil.

Con referencia a la Figura 10, se representa un gráfico que muestra una comparación en una configuración de ensayo de la determinación de humedad relativa con y sin la técnica de triangulación de la presente invención. Un objetivo de la presente invención es ser capaz de determinar de manera precisa la humedad relativa dentro de un 63% del valor real en 30 segundos de análisis de datos. La Figura 10 muestra que la presente invención consigue este resultado. Debe apreciarse que la presente invención permite la determinación de la temperatura y humedad reales en el espacio de aire adyacente al parabrisas tomando medidas en una ubicación calentada artificialmente usando sensores discretos integrados en un módulo de señal y alta densidad.

La invención está limitada por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un módulo (22) detector que comprende:

una carcasa (30);
una fuente (10) de calor ubicada dentro de la carcasa (30) del módulo detector;
una pluralidad de sensores (64, 70, 74) de temperatura montados en la carcasa (30) de dicho módulo detector,
un sensor (74) de humedad ubicado dentro de dicha carcasa (30) de dicho módulo; y
un controlador (50) conectado a dicha pluralidad de sensores (64, 70, 74) de temperatura y a dicho sensor (74) de humedad para determinar la humedad relativa y la temperatura en el parabrisas usando un análisis de regresión y para proporcionar una señal de control indicativa del mismo, **caracterizado por que** al menos un sensor (70) de temperatura está ubicado adyacente a dicha fuente (60) de calor y al menos otro sensor (64, 74) de temperatura está separado desde dicha fuente de calor.

2. El módulo (22) detector de la reivindicación 1, donde dicha pluralidad de sensores (64, 70, 74) de temperatura incluye al menos tres sensores de temperatura y dicho análisis de regresión incluye una triangulación de temperatura.

3. El módulo (22) detector de la reivindicación 2, donde dicho módulo detector es adecuado para ser montado contra una superficie de vidrio y donde al menos uno de dichos sensores (64) de temperatura, en un estado montado, es adecuado para medir la temperatura de dicho vidrio.

4. El módulo detector de la reivindicación 3, donde dicho controlador (50) es adecuado para estar conectado a una unidad (54) de calefacción, ventilación y aire acondicionado y para controlar dicha unidad (54) en respuesta a la humedad relativa y temperatura determinadas para ayudar en la prevención de empañado de dicha superficie de vidrio.

5. Un aparato para ayudar en la prevención del empañado del parabrisas del vehículo que comprende:
un parabrisas (24) del vehículo;
un módulo (22) detector que tiene una carcasa que puede montarse en la parte interna del parabrisas (24);
una fuente (60) de calor ubicada dentro de dicha carcasa del módulo (22) detector;
al menos tres sensores (64, 70, 74) de temperatura montados en dicha carcasa (30) de dicho módulo detector, estando ubicado al menos uno de dichos sensores (70) de temperatura adyacente a dicha fuente (60) de calor, al menos otro de dichos sensores (64) de temperatura está en contacto térmico con el parabrisas (24) y al menos otro más de dichos sensores (74) de temperatura está separado de dicha fuente (60) de calor y dicho parabrisas (24);
un sensor (74) de humedad ubicado dentro de la carcasa del módulo (22) detector;
un controlador (50) conectado a dicha pluralidad de sensores (64, 70, 74) de temperatura y a dicho sensor (74) de humedad para determinar la humedad relativa y la temperatura en el parabrisas usando un análisis de regresión y proporcionando una señal de control; y
un sistema (54) de calefacción, ventilación y aire acondicionado que funciona con el parabrisas (24) del vehículo y en respuesta a dicha señal de control para controlar el flujo de aire y la temperatura y la humedad del aire que fluye en el interior para ayudar en la prevención del empañado del parabrisas.

6. Un método para ayudar en la prevención del empañado del parabrisas (24) que comprende las etapas de:

montar un módulo (22) detector que tiene una carcasa en el interior de la parabrisas (24);
(22) ubicar una fuente (60) de calor dentro de dicha carcasa del módulo (22) detector;
ubicar al menos tres sensores (64, 70, 74) de temperatura en dicha carcasa (30) de dicho módulo detector, estando ubicado al menos uno de dichos sensores (70) de temperatura adyacente a dicha fuente (60) de calor, al menos otro de dichos sensores (64) de temperatura está en contacto térmico con el parabrisas (24) y al menos otro más de dicho sensor (74) de temperatura está separado de dicha fuente (60) de calor y dicho parabrisas (24);
ubicar un sensor (74) de humedad dentro de dicha carcasa del módulo (22) detector;
determinar la humedad y temperatura relativas en el parabrisas en respuesta a las señales desde dichos sensores (64, 70, 74) de temperatura y dicho sensor (74) de humedad usando un análisis de regresión y proporcionando una señal de control en respuesta al mismo; y
controlar un sistema (54) de calefacción, ventilación y aire acondicionado que funciona con el parabrisas (24) del vehículo en respuesta a dicha señal de control para controlar el flujo de aire y la temperatura y humedad del aire que fluye en el interior para ayudar en la prevención del empañado del parabrisas.

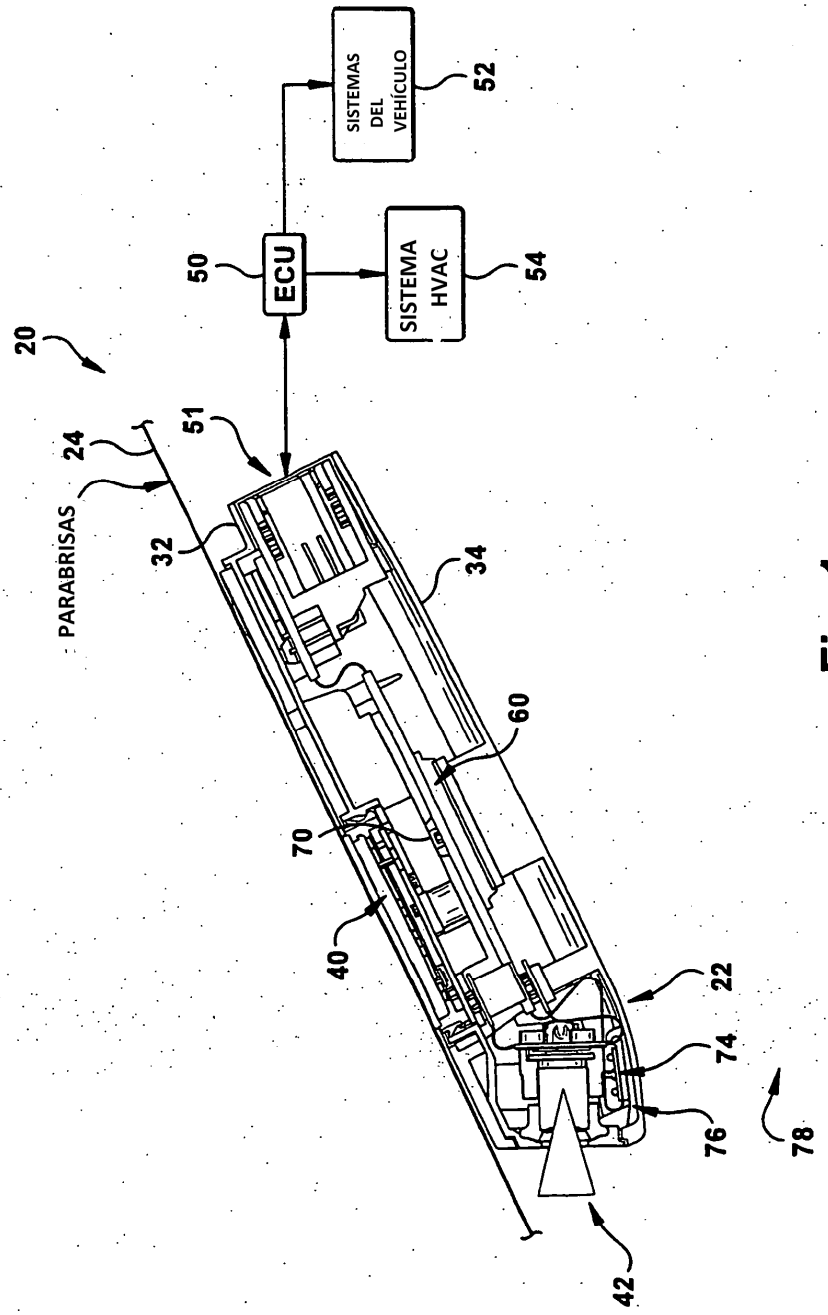
20
24
PARABRISAS
32
51
50
ECU
SISTEMAS DEL VEHÍCULO
52
SISTEMA HVAC
54
34
60
70
40
42
22
74
76
78

Fig. 1

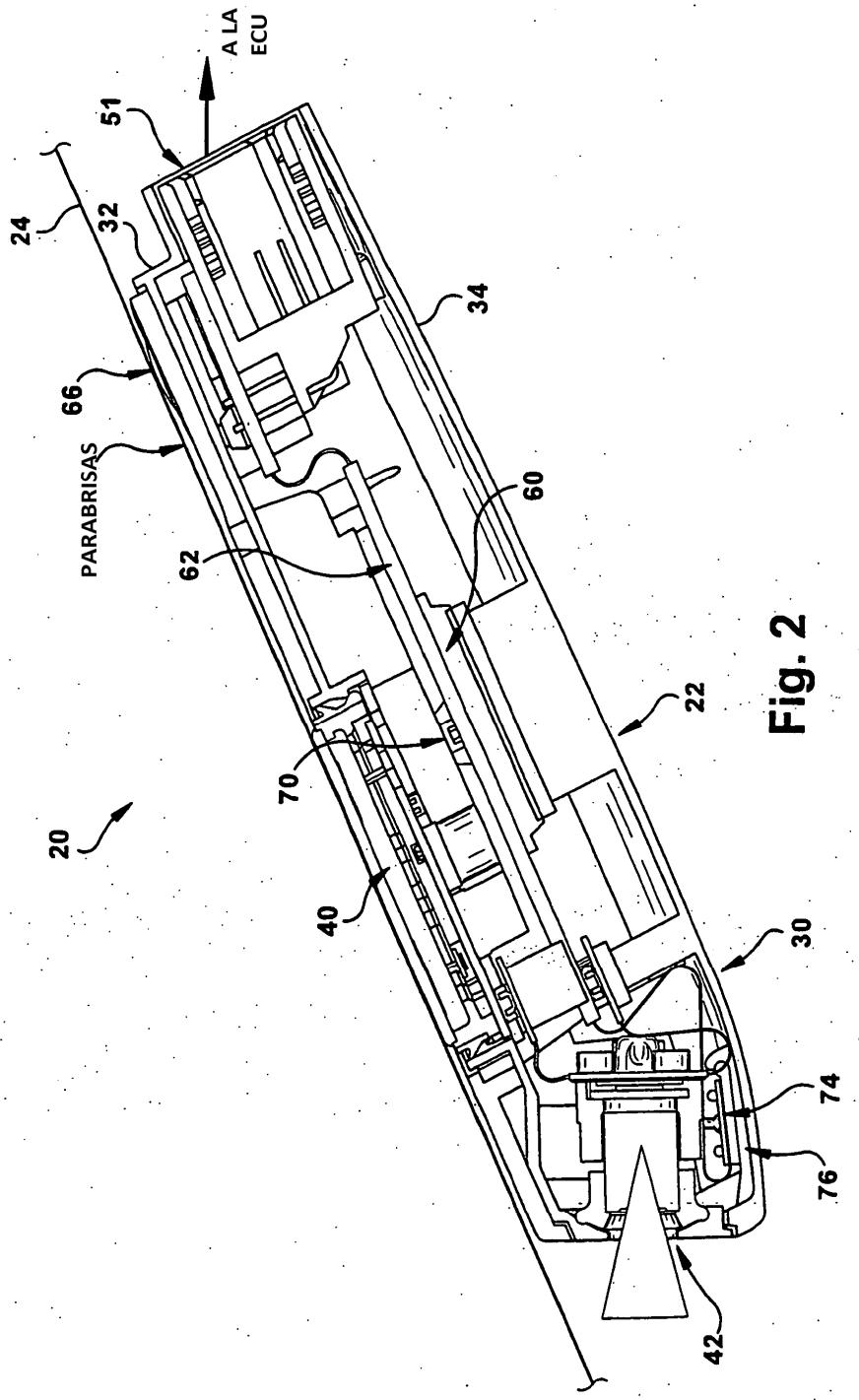

Fig. 2

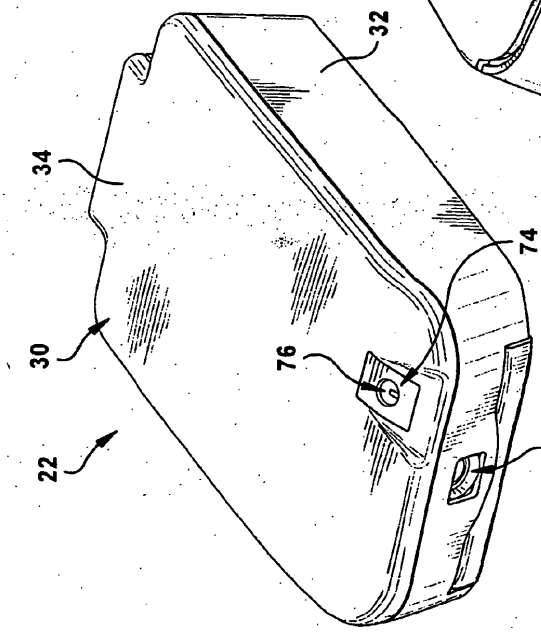

Fig. 3

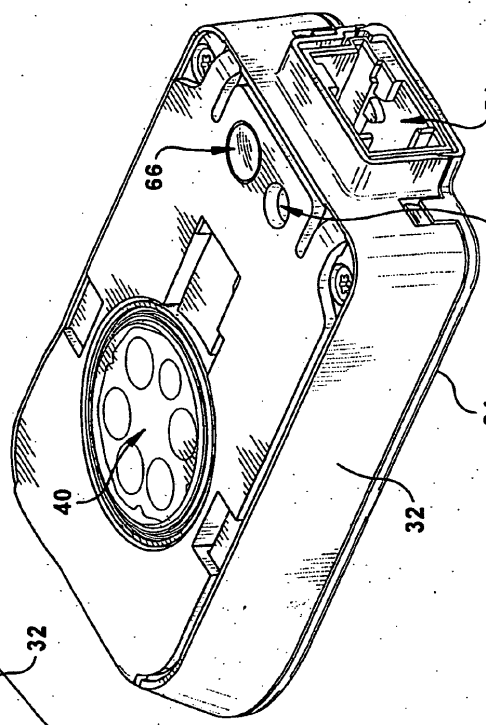

Fig. 4

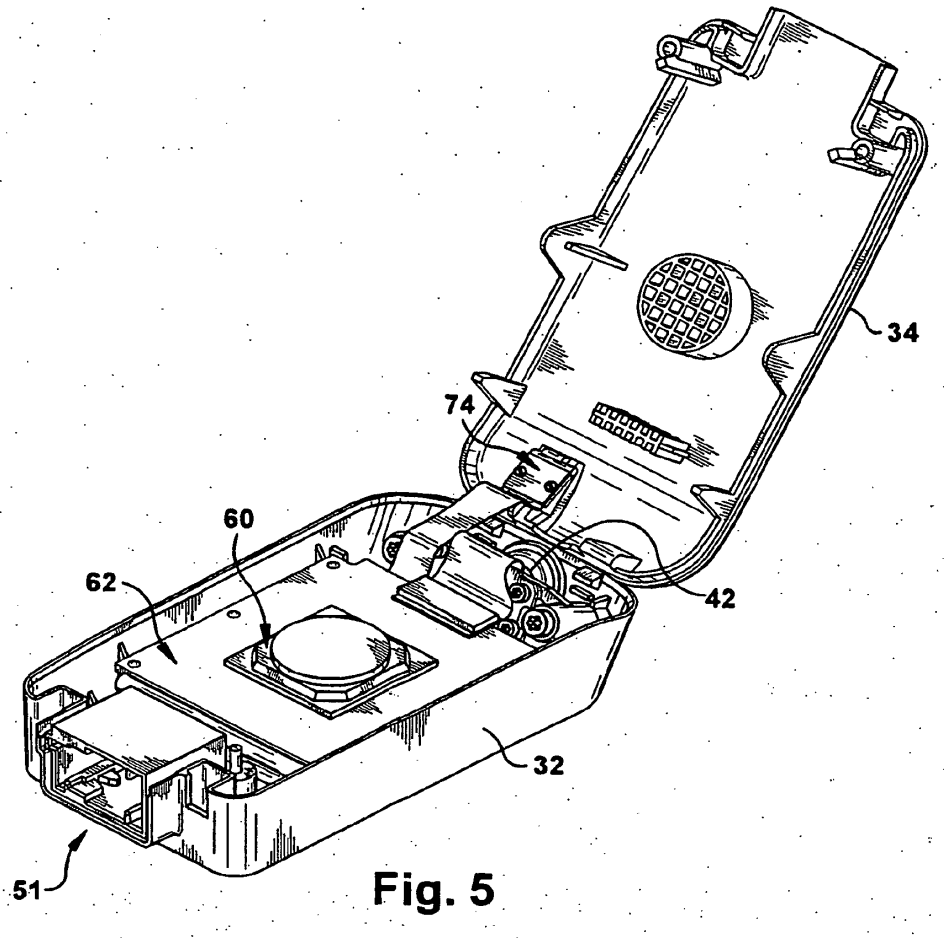

Fig. 5

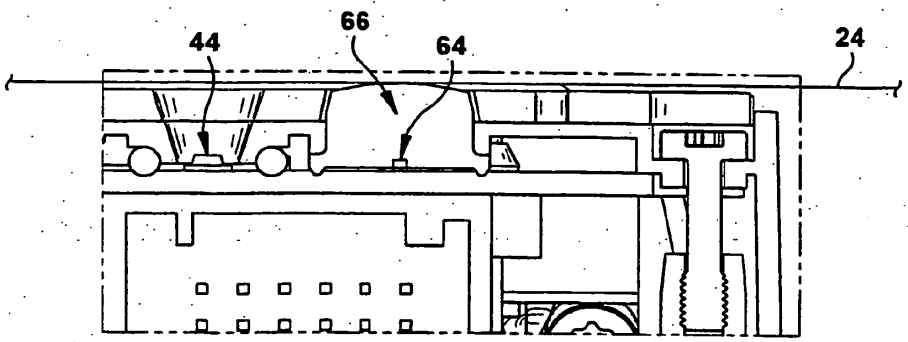

Fig. 6

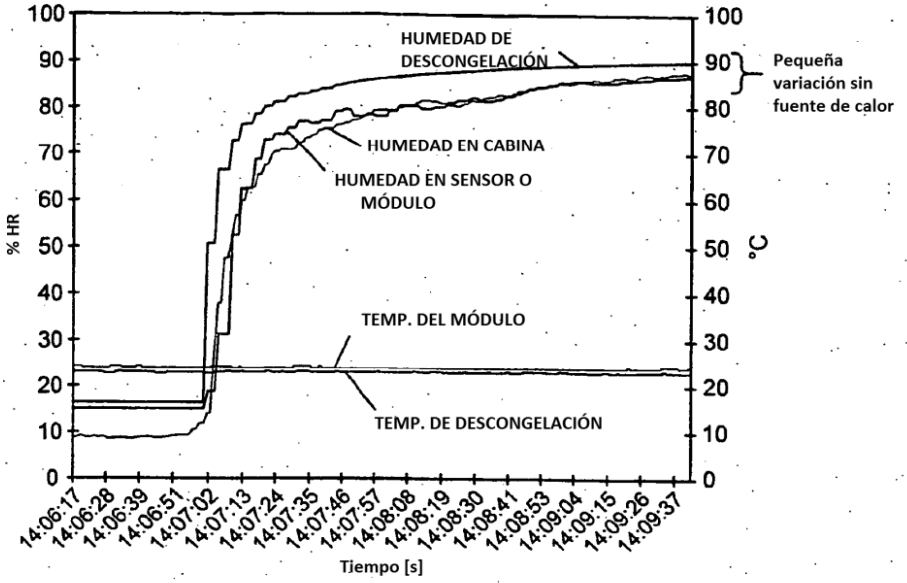
HUMEDAD DE DESCONGELACIÓN
Pequeña variación sin fuente de calor
HUMEDAD EN CABINA
HUMEDAD EN SENSOR O MÓDULO
TEMP. DEL MÓDULO
TEMP. DE DESCONGELACIÓN
% HR
°C
Tiempo [s]

Fig. 7

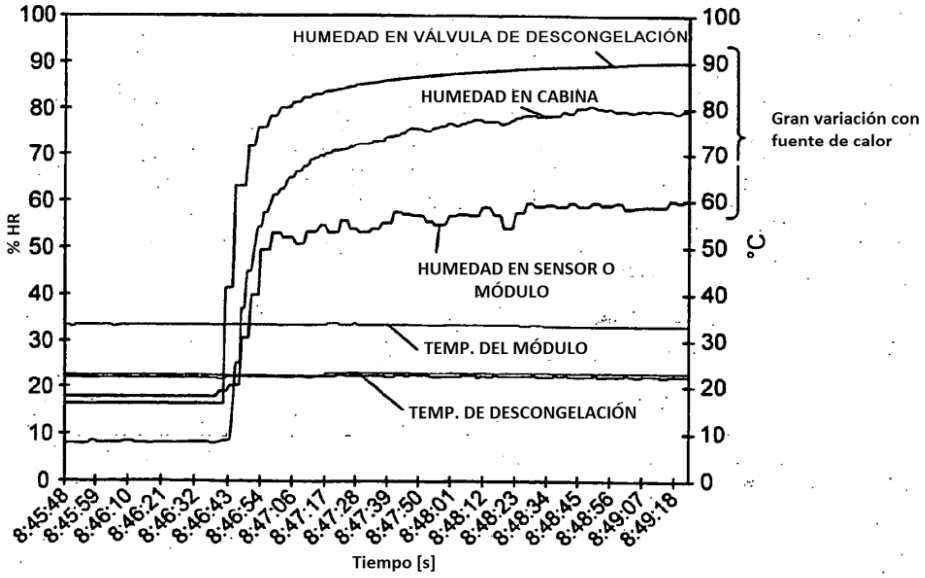
HUMEDAD EN VÁLVULA DE DESCONGELACIÓN
HUMEDAD EN CABINA
Gran variación con fuente de calor
HUMEDAD EN SENSOR O MÓDULO
TEMP. DEL MÓDULO
TEMP. DE DESCONGELACIÓN
% HR
°C
Tiempo [s]

Fig. 8

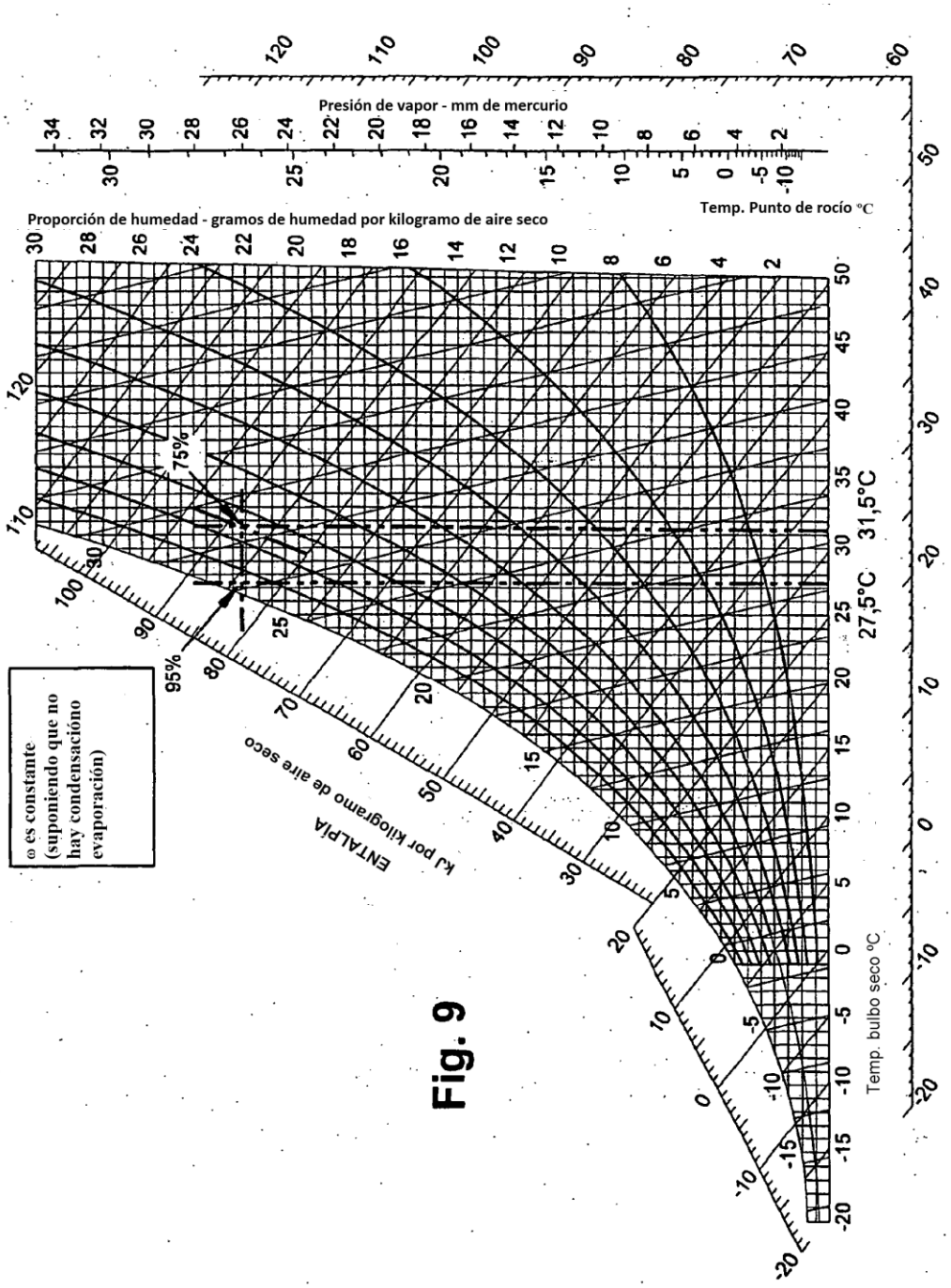
Presión de vapor - mm de mercurio
Temp. Punto de rocío °C
Proporción de humedad - gramos de humedad por kilogramo de aire seco
75%
95%
27,5°C
31,5°C
ω es constante (suponiendo que no hay condensacióno evaporación)
ENTALPÍA
kJ por kilogramo de aire seco
Temp. bulbo seco °C

Fig. 9

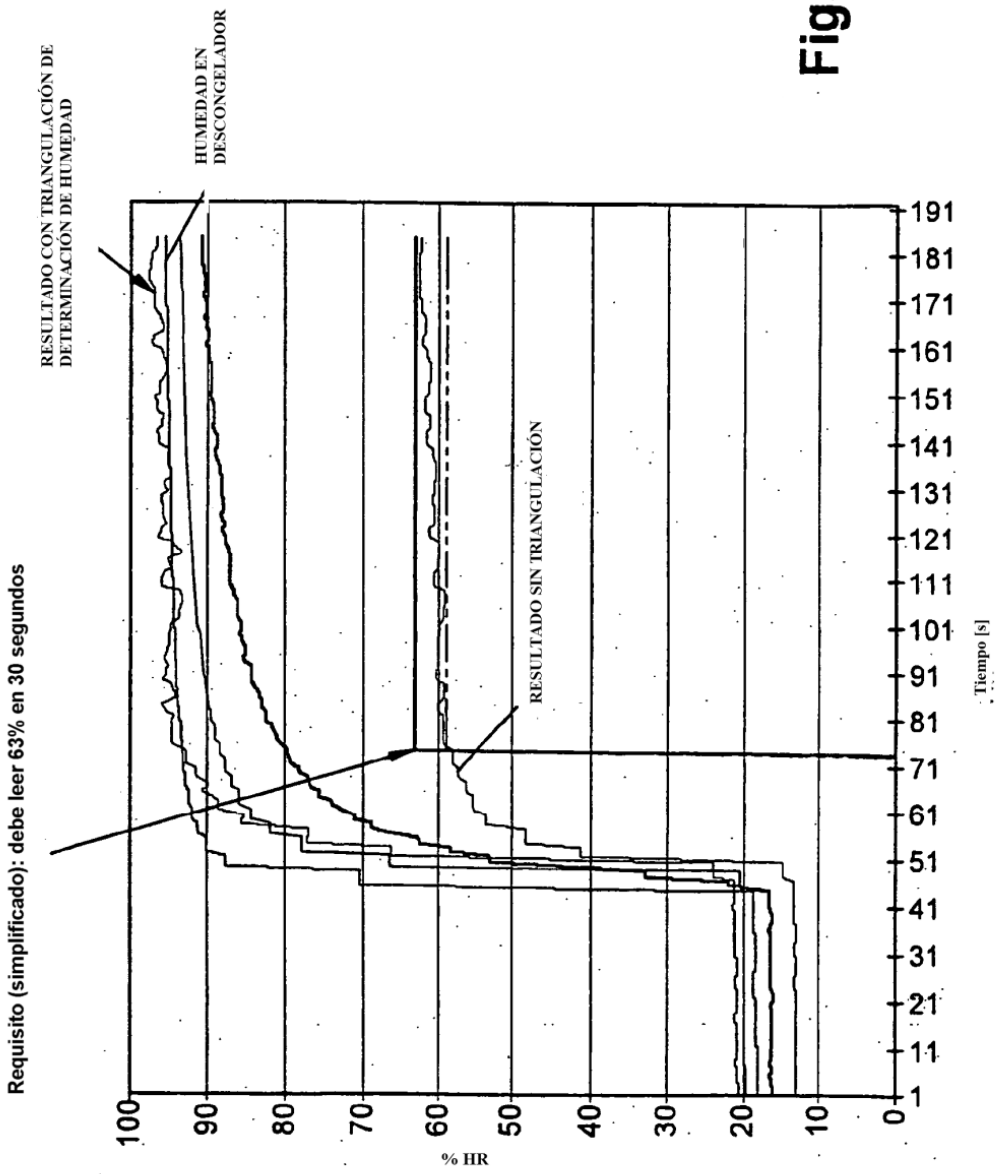
Requisito (simplificado): debe leer 63% en 30 segundos
RESULTADO CON TRIANGULACIÓN DE DETERMINACIÓN DE HUMEDAD
HUMEDAD EN DESCONGELADOR
RESULTADO SIN TRIANGULACIÓN
% HR
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Tiempo [s]
1
11
21
31
41
51
61
71
81
91
101
111
121
131
141
151
161
171
181
191

Fig. 10