

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 305**

51 Int. Cl.:

F01P 7/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.01.2015 PCT/FR2015/050017**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.07.2015 WO15107288**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.01.2015 E 15702526 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2019 EP 3094841**

54 Título: **Dispositivo con termostato para sistema de refrigeración de vehículo automóvil, sistema de refrigeración equipado de tal dispositivo con termostato y método de control de un módulo de calefacción**

30 Prioridad:

15.01.2014 FR 1450320
15.01.2014 FR 1450323

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.02.2020

73 Titular/es:

RENAULT S.A.S. (100.0%)
13-15 quai Le Gallo
92100 Boulogne-Billancourt, FR

72 Inventor/es:

PIARD, CHRISTOPHE;
ZAoui, KAMAL;
SANTANGELI, VINCENT;
VIEL, CHRISTOPHE y
FORTUN, AXEL

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 741 305 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

Dispositivo con termostato para sistema de refrigeración de vehículo automóvil, sistema de refrigeración equipado de tal dispositivo con termostato y método de control de un módulo de calefacción

5 CAMPO TÉCNICO AL QUE SE REFIERE LA INVENCION
 La presente invención concierne de manera general a la refrigeración del motor de impulsión de un vehículo automóvil.

10 Más en particular, concierne ésta a un dispositivo con termostato para sistema de refrigeración de vehículo automóvil que comprende una válvula, una parte sensible al calor, diseñada para actuar la apertura de la válvula cuando la temperatura de dicha parte sensible sobrepasa un umbral de temperatura, y un módulo de calefacción controlada de dicha parte sensible, siendo apto este módulo de calefacción para suministrar como máximo una potencia calorífica máxima.

15 Asimismo, la invención concierne a un sistema de refrigeración equipado con tal dispositivo con termostato, así como a un método de control de un módulo de calefacción.

20 ANTECEDENTES TECNOLÓGICOS
 En los sistemas de refrigeración de motor de impulsión de vehículo automóvil, corrientemente se utiliza un termostato que regula la cantidad de líquido de refrigeración frío que, suministrado por el radiador, ha de inyectarse en el circuito de refrigeración de motor con el fin de obtener una temperatura de consigna.

25 Para conseguir esto, el termostato comprende en general una válvula y una parte sensible al calor (típicamente un volumen de cera), diseñada para actuar la apertura de la válvula cuando la temperatura de la parte sensible sobrepasa un umbral de temperatura: típicamente, la fusión y la subsiguiente dilatación de la cera actúan el desplazamiento relativo de un vástago (o lápiz) con respecto al cuerpo del termostato, lo cual gobierna la apertura de la válvula.

30 De este modo, cuando el líquido de refrigeración se calienta y alcanza el umbral de temperatura, la válvula se abre mecánicamente de manera tal que se inyecta, en el circuito de líquido de refrigeración que alimenta el motor, líquido de refrigeración frío procedente del radiador, lo cual permite la regulación que interesa de la temperatura del líquido de refrigeración.

35 Se ha propuesto utilizar un módulo de calefacción controlada de la parte de sensible, por ejemplo una resistencia eléctrica calefactora de la cera, con el fin de poder pilotar la apertura de la válvula: al poner a tensión la resistencia, se calienta artificialmente la cera, lo cual permite forzar la apertura de la válvula.

40 Así, esta técnica es utilizada cuando se pretende hacer que baje rápidamente la temperatura del líquido de refrigeración en el motor o, de manera general, cuando la temperatura perseguida es inferior a la obtenida mediante la regulación mecánica del termostato. El descenso (mediante calefacción controlada de la cera) de la temperatura a la que se abre la válvula puede analizarse, en efecto, como un descenso artificial de la consigna de temperatura.

45 La utilización de la calefacción controlada para obtener una apertura anticipada de la válvula se encuentra descrita, por ejemplo, en las solicitudes de patente FR 2896272 A1, US 2005/006487 A1, DE 10318355 A1 y FR 2456838 A1.

50 A consecuencia de tal operación de apertura de la válvula mediante calefacción controlada de la parte sensible, el cierre de la válvula precisa de un tiempo nada despreciable, debido al enfriamiento necesario de la cera. Este tiempo de reacción actúa en perjuicio de una rápida adaptación a los controles del sistema. Entonces, se corre el riesgo de culminar en una superación notable de la consigna, debido a la inyección en el circuito de una cantidad demasiado grande de líquido frío.

55 Adicionalmente, la calefacción de la parte sensible al calor, necesaria para la apertura de la válvula, lleva consigo, no obstante, un tiempo de reacción nada despreciable. Por lo tanto, no es posible obtener una rápida apertura forzada de la válvula.

OBJETO DE LA INVENCION
 En este contexto, la presente invención propone un dispositivo con termostato según la reivindicación 1, que comprende un módulo de control diseñado para gobernar el módulo de calefacción en orden a limitar la potencia calorífica suministrada por el módulo de calefacción a una potencia calorífica estrictamente inferior a la potencia calorífica máxima y suficiente para actuar la apertura total de la válvula.

60 Así, se limita la calefacción de la parte sensible al calor (por ejemplo, de la cera) a una cantidad de calor que, no obstante, permite la apertura total de la válvula. Toda calefacción suplementaria de la parte sensible al calor no tiene utilidad alguna, sino que, en cambio, es perjudicial para el tiempo de reacción del sistema cuando posteriormente se

pretende el cierre (incluso parcial) de la válvula, que precisa del enfriamiento de la parte sensible al calor.

5 La potencia calorífica suficiente, a la que queda limitada la potencia calorífica suministrada por el módulo de calefacción, es la potencia calorífica mínima suficiente para actuar la apertura total de la válvula, tal como es determinada por el módulo de control basándose en una información de temperatura del líquido de refrigeración en correspondencia con el termostato, o a la vista de una información sobre la carrera del termostato, como se explica seguidamente. Se optimiza, en este caso, el efecto procurado por la invención.

10 De acuerdo con la invención, el dispositivo permite asimismo encargarse de una mínima calefacción de dicha parte sensible sin, con todo, abrir la válvula. De este modo, aun cuando la válvula está cerrada, la parte sensible al calor es calentada, lo cual disminuye el tiempo de reacción en una ulterior fase en la que la parte sensible es calentada para provocar la apertura de la válvula.

15 De acuerdo con otras características propuestas con carácter potestativo por la invención:

- la parte sensible es un volumen de cera cuya dilatación, por encima de dicho umbral de temperatura, actúa un mecanismo diseñado para abrir la válvula;
- el módulo de calefacción comprende una resistencia eléctrica;
- 20 - el módulo de control está diseñado para gobernar el módulo de calefacción en función de una temperatura en correspondencia con el termostato;
- el dispositivo con termostato comprende un módulo de estimación de la temperatura en correspondencia con el termostato en función de una temperatura medida;
- el dispositivo con termostato comprende un sensor de medida de la temperatura en correspondencia con el termostato;
- 25 - el dispositivo con termostato comprende un módulo de determinación de la proporción de apertura de la válvula y el módulo de control está diseñado para gobernar el módulo de calefacción en función de la proporción de apertura determinada;
- el dispositivo con termostato comprende un módulo de determinación del caudal de la válvula y el módulo de control está diseñado para gobernar el módulo de calefacción en función del caudal determinado.

30 Asimismo, la invención propone un sistema de refrigeración de un motor de impulsión de un vehículo automóvil según la reivindicación 8.

35 Finalmente, la invención propone dos métodos de control del dispositivo de la reivindicación 1, según las reivindicaciones 9 y 10.

Descripción detallada de un ejemplo de realización

40 Con la descripción subsiguiente con referencia a los dibujos que se acompañan, dados a título de ejemplos no limitativos, se entenderá perfectamente en qué consiste la invención y el modo en que puede realizarse.

En los dibujos que se acompañan:

- La figura 1 representa esquemáticamente los elementos principales de un sistema de refrigeración de un motor de combustión interna;
- 45 - las figuras 2a y 2b representan esquemáticamente un termostato pilotado utilizado en el sistema de la figura 1;
- la figura 3 representa un primer ejemplo de un sistema de pilotaje de tal termostato conforme a las enseñanzas de la invención;
- las figuras 4a y 4b presentan elementos de un ejemplo de modelo utilizado para evaluar la carrera del termostato pilotado;
- 50 - la figura 5 representa un ejemplo de módulo de evaluación de la carrera del termostato pilotado;
- la figura 6 presenta los intercambios de calor implicados en el sistema de refrigeración en correspondencia con el termostato pilotado y con el motor;
- la figura 7 representa un ejemplo de módulo de evaluación de la temperatura del líquido de refrigeración en correspondencia con el termostato pilotado;
- 55 - la figura 8 representa un segundo ejemplo de un sistema de pilotaje conforme a las enseñanzas de la invención;
- la figura 9 presenta un ejemplo de curva que da la tensión útil que ha de aplicarse para obtener la apertura total del termostato en función de la temperatura del líquido en el que está inmerso el termostato; y
- 60 - la figura 10 presenta un ejemplo de curva que da la tensión útil que ha de aplicarse para obtener un precalentamiento de la cera del termostato, sin provocar con todo su apertura, en función de la temperatura del líquido en el que está inmerso el termostato.

65 La figura 1 representa los elementos principales de un sistema de refrigeración de un motor de combustión interna 2 de un vehículo automóvil. Este motor es, en el presente caso, un motor de encendido por compresión (diésel). Como variante, podría tratarse de un motor de encendido provocado (gasolina).

En la figura 1, se han representado, en líneas discontinuas, unos elementos que están presentes de manera acorde con ciertas variantes de puesta en práctica de la invención.

5 El sistema de refrigeración comprende un radiador 6, montado, por ejemplo, en la parte delantera del vehículo automóvil, con el fin de recibir el flujo de aire generado por el desplazamiento del vehículo, y un aerotermo 8 que permite la calefacción del habitáculo del vehículo.

10 El motor de combustión interna 2 es recorrido por un líquido de refrigeración que se encarga de su funcionamiento a una temperatura de consigna dada, según se explica seguidamente.

A la salida del motor 2, el líquido de refrigeración (calentado por el motor 2) es transportado por unas conducciones, por una parte, hasta el termostato 4, por otra, hasta el radiador 6 y hasta el aerotermo 8. Previo enfriamiento en estos elementos, el líquido de refrigeración es transportado por unas conducciones hasta el motor 2 para refrigeración del mismo.

15 El líquido de refrigeración es transportado del motor 2 (a la salida) al motor 2 (a la entrada) a través del termostato 4 de manera permanente, de modo que el termostato 4 siempre esté en contacto con un flujo de líquido de refrigeración, cualquiera que sea el estado del termostato 4 (abierto o cerrado).

20 El sistema de refrigeración eventualmente puede comprender además un intercambiador agua-aceite 12 que recibe a su entrada el líquido de refrigeración procedente del motor 2. Después de haber atravesado el intercambiador agua-aceite 12, el líquido de refrigeración se reinyecta en el circuito antes descrito, por ejemplo en correspondencia con el termostato 4. La utilización del intercambiador agua-aceite no entra dentro del ámbito de la presente invención, por lo que no se describirá en detalle en el presente caso.

25 Sin embargo, el líquido de refrigeración es transportado del radiador 6 al motor 1 a través de una válvula termostática o termostato 4 que regula la cantidad de líquido de refrigeración enfriado (procedente del radiador 6) que ha de reinyectarse a la entrada del motor 1, con el fin de obtener la temperatura que interese de funcionamiento del motor, según se explica seguidamente.

30 Igualmente, el líquido de refrigeración a la salida del motor 2 puede ser utilizado para regular la temperatura en el seno de un turbocompresor 14 alimentado a tal efecto con líquido de refrigeración mediante una derivación del circuito que relaciona el motor 2 y el aerotermo 8.

35 Montado, por otro lado, en las conducciones de líquido de refrigeración situadas a la salida del motor 2, se halla un sensor de temperatura 10, con el fin de medir la temperatura T_S del líquido de refrigeración a la salida del motor 2.

40 En el presente ejemplo de realización, no se prevén medios de medida de la temperatura del líquido de refrigeración a la entrada del motor 2 (temperatura T_E), o en correspondencia con el termostato 4 (temperatura T_4). Como variante, según se explica seguidamente, cabría prever, por el contrario, utilizar un sensor de temperatura en el circuito de refrigeración en la proximidad de la entrada del motor, con el fin de medir la temperatura T_E o en correspondencia con el termostato 4, con el fin de medir la temperatura T_4 .

45 Las figuras 2a y 2b representan el termostato 4 en dos posiciones diferenciadas de funcionamiento, respectivamente, una primera posición en la que el termostato cierra la conducción que relaciona el radiador 6 con el motor 2 y una segunda posición en la que el termostato abre esta conducción.

50 El termostato 4 comprende un vástago (o "lápiz") 20 en el que está montado deslizante un conjunto determinado por un cuerpo 22 de latón y por un obturador (o disco de cierre) 26. El espacio dejado libre entre el cuerpo 22 y el vástago 20 está relleno con un material sensible al calor, en el presente caso, cera 24 encerrada con hermeticidad en este espacio delimitado por el cuerpo 22, el obturador 26 y el vástago 20.

55 El termostato 4 está posicionado en la conducción que relaciona el radiador 6 con el motor 2, de modo que su cuerpo 22 queda bañado en el líquido de refrigeración de temperatura T_4 en este lugar, como anteriormente se ha indicado; por lo tanto, el cuerpo 22 está situado en la parte aguas abajo del obturador 26 dentro de esta conducción.

60 Cuando la temperatura T_4 del líquido de refrigeración en correspondencia con el termostato 4 es inferior a un umbral predeterminado (definido por el diseño del termostato), y especialmente en frío (cuando el motor 2 está parado), la cera 24 está sólida y el obturador 26 ocupa la posición ilustrada en la figura 2a, en la que obstruye la conducción: por lo tanto, el líquido de refrigeración procedente del radiador 6 no se inyecta en el circuito de refrigeración del motor 2, por lo que no participa en su refrigeración.

65 Cuando la temperatura T_4 del líquido de refrigeración en correspondencia con el termostato 4 alcanza, e incluso sobrepasa, el citado umbral, debido especialmente a la calefacción del líquido de refrigeración por el motor 2 y a la

ausencia de refrigeración por el líquido de refrigeración procedente del radiador 6, la cera 24 se funde y se dilata, lo cual provoca el aumento del volumen situado entre el cuerpo 22 y el vástago 20, de modo que se obliga al cuerpo 22 y al vástago 20 a alejarse, actuando el desplazamiento del obturador 26 y la apertura del termostato 4.

5 Así, se inyecta en el circuito de refrigeración del motor 2 líquido de refrigeración procedente del radiador 6 (enfriado por el mismo) que, por tanto, participa en la refrigeración del motor.

Se obtiene de este modo una regulación mecánica de la temperatura del líquido de refrigeración.

10 Por lo general, está previsto un muelle de recuperación (no representado) para facilitar el retorno del obturador 26 hacia su posición de cerrado cuando disminuye la temperatura T_4 del líquido de refrigeración y la cera se enfría y se contrae.

15 El termostato 4 comprende asimismo una resistencia eléctrica (no representada), instalada, por ejemplo, en el interior del vástago 20 y conectada eléctricamente a un electrodo 28.

20 La aplicación de una tensión V al electrodo 28 hace pasar por la resistencia una corriente que libera calor por efecto Joule y, por tanto, acelera el aumento de temperatura de la cera 24. El termostato 4, por ende, se abrirá más rápido que en ausencia de calefacción por la resistencia, es decir, para una temperatura T_4 de líquido de refrigeración inferior al citado umbral.

25 Así, la utilización de la calefacción de la cera 24 (en el presente caso, por medio de la resistencia) permite rebajar artificialmente la temperatura de regulación del líquido de refrigeración del motor 2: el termostato 4 es un termostato pilotado.

30 La aplicación continua de una tensión nominal V_0 (tensión útil máxima) permite obtener la generación, mediante la resistencia, de una potencia calorífica máxima (que depende del diseño del termostato). Se puede obtener una potencia calorífica inferior a la potencia calorífica máxima aplicando la tensión nominal V_0 solamente en una proporción del periodo de tiempo de interés (principio de la modulación por anchura de pulsos o PWM, del inglés "*Pulse Width Modulation*"): se asume en lo que sigue que, en este caso, se aplica una tensión útil V inferior a la tensión nominal V_0 .

35 La figura 3 representa un primer ejemplo de un sistema de pilotaje del termostato 4 conforme a las enseñanzas de la invención.

40 El sistema de pilotaje de la figura 3 comprende varios módulos, representados en el presente caso en forma funcional. No obstante, a efectos prácticos, varios módulos funcionales se pueden llevar a la práctica mediante una misma unidad de proceso programada para efectuar los procesamientos respectivamente asignados a estos módulos funcionales. Esta unidad de proceso es, por ejemplo, un computador 30 de control del motor (o ECU, del inglés "*Engine Control Unit*") con que está equipado el vehículo, o una unidad de proceso dedicada al pilotaje del termostato 4.

45 Sea cual fuere la arquitectura física del sistema de pilotaje del termostato, en el seno del computador 30 hay disponible una información de carga C (expresada en N.m) y una información de régimen del motor N (expresada en r.p.m.), representativas del funcionamiento del motor 2.

50 Estas informaciones C , N se transmiten, por una parte, a un módulo de determinación 32 de una consigna de temperatura T_C y, por otra, a un módulo de evaluación 36 de la temperatura T_4 del líquido de refrigeración en correspondencia con el termostato 4.

55 El módulo de determinación de consigna 32 elabora la consigna de temperatura T_C en función del régimen del motor N y de la carga C , basándose en una cartografía memorizada en la unidad de proceso que pone en práctica el módulo 32. En otras palabras, el módulo 32 está diseñado para determinar la consigna de temperatura T_C mediante lectura de un valor asociado a los valores de régimen del motor N y de carga C recibidos del computador 30 en una tabla de consulta (cartografía) memorizada en la unidad de proceso de interés.

60 El módulo de determinación de consigna 32 genera, por ejemplo, consignas T_C comprendidas entre 90°C y 110°C adaptadas a las diferentes condiciones de funcionamiento del motor 2 con las que se halla (representadas por la carga C y el régimen del motor N). En la práctica, la consigna T_C puede tomar un conjunto discreto de valores, por ejemplo, 90°C , 100°C o 110°C .

65 La consigna de temperatura T_C generada por el módulo de determinación de consigna 32 se transmite a un módulo de regulación 34, que asimismo recibe la temperatura T_S del líquido de refrigeración a la salida del motor, medida por el sensor de temperatura 10.

Basándose en la temperatura medida T_S y en la consigna de temperatura T_C , el módulo de regulación 34 determina la tensión útil bruta V_R que ha de aplicarse al electrodo del termostato pilotado 4 con el fin de hacer converger la temperatura del líquido de refrigeración hacia la consigna T_C .

5 La ley de regulación aplicada por el módulo de regulación 34 para determinar la tensión útil bruta V_R en función de la temperatura medida T_S y de la temperatura de consigna T_C depende de la aplicación que se contemple.

Por ejemplo, cabe contemplar lo siguiente en el caso antes indicado en el que la consigna T_C puede tomar un conjunto discreto de valores:

- 10
- cuando la consigna T_C es igual a 110°C (regulación a alta temperatura), la tensión útil bruta V_R es igual a 0 V , es decir, la resistencia de calentamiento de la cera no es utilizada y la regulación de la temperatura del líquido de refrigeración se realiza mecánicamente mediante el termostato (cuyo diseño está previsto, en el presente caso, para una regulación a 110°C);
 - 15 - cuando la consigna T_C es estrictamente inferior a 110°C (regulación a baja temperatura) y, por tanto, igual a 90°C o a 100°C en el caso descrito en este punto, la tensión útil bruta V_R se determina, por ejemplo, en función del error de temperatura ($T_S - T_C$) según un mecanismo de regulación PI (proporcional-integral).

20 La tensión útil bruta V_R generada por el módulo de regulación 34 se transmite a un módulo de corrección 40, cuyo funcionamiento se describirá más adelante.

25 El módulo de evaluación 36 de la temperatura T_4 del líquido de refrigeración en correspondencia con el termostato 4 recibe a su entrada la temperatura T_S medida por el sensor de medida 10 y un valor estimado de carrera L del termostato 4, así como, como ya se ha indicado, las informaciones de carga C y de régimen del motor N representativas del funcionamiento del motor 2.

El valor estimado de carrera L del termostato 4 lo produce, según se explica con mayor detalle a continuación, un módulo 38 destinado al efecto.

30 Basándose en estas informaciones recibidas a su entrada, el módulo 36 evalúa la temperatura T_4 del líquido de refrigeración en correspondencia con el termostato 4, por ejemplo según el método que a continuación se describe con detalle con referencia a las figuras 6 y 7.

35 Como ya se ha indicado, de acuerdo con una variante concebible, el módulo 36 se podría sustituir por un sensor de temperatura inmerso en el líquido de refrigeración en correspondencia con el termostato 4.

40 El módulo de evaluación de carrera 38 ya mencionado recibe a su entrada la temperatura T_4 del líquido de refrigeración en correspondencia con el termostato (producida por el módulo de evaluación 36 en el ejemplo descrito) y el valor de tensión útil aplicada efectivamente al termostato pilotado 4 (valor útil corregido V_C generado por el módulo de corrección 40 según se explica seguidamente).

45 Basándose en estas informaciones recibidas a su entrada, el módulo 38 evalúa la carrera L de desplazamiento relativo del vástago 20 y del cuerpo 22, lo cual da una estimación de la proporción de apertura del termostato 4. La evaluación efectuada por el módulo 38 se realiza, por ejemplo, mediante la puesta en práctica de un modelo numérico, según se describe a continuación con referencia a las figuras 4a, 4b y 5. Como variante, esta evaluación se puede realizar mediante lectura de la carrera L asociada, en una tabla de consulta pregrabada, con los valores de temperatura T_4 y de tensión útil aplicada V_C recibidos como entrada. Los valores pregrabados se han determinado en este caso, por ejemplo, con el concurso de ensayos previos o de simulaciones, realizados previamente, con el concurso del modelo numérico descrito con referencia a las figuras 4a, 4b y 5.

50 Así, el módulo 38 puede proporcionar un valor L representativo de la carrera del termostato 4 al módulo de corrección 40, que asimismo recibe a su entrada la tensión útil bruta V_R calculada por el módulo de regulación 34 como ya se ha indicado.

55 Cuando la tensión útil bruta V_R calculada por el módulo de regulación 34 es baja, e incluso nula, el módulo de corrección 40 corrige este valor de modo que al electrodo 28 del termostato pilotado 4 se aplica efectivamente una tensión útil mínima, con el fin de que la resistencia suministre una potencia calorífica no nula, lo cual permite efectuar un precaldeo de la cera 24 a una temperatura límite de apertura del termostato 4. De este modo, toda calefacción suplementaria de la cera 24 (como respuesta a un control del sistema de pilotaje en vistas a abrir el termostato) tendrá un efecto inmediato de apertura de la válvula.

60 En la práctica, merced al conocimiento del valor estimado de carrera L del termostato 4 (recibido del módulo 38), el módulo de corrección 40 puede determinar qué proporción de apertura del termostato 4 es producida por el valor de tensión útil aplicada efectivamente. El módulo de corrección 40, si observa el cierre del termostato 4 (es decir, si $L = 0$), genera a su salida un valor de tensión útil corregida V_C ligeramente superior a aquél aplicado anteriormente,

hasta observar una ligera apertura del termostato 4 (siempre con el concurso del valor estimado de carrera L).

5 Evidentemente, este mecanismo de aplicación de una mínima tensión de precalentamiento tan sólo se mantiene mientras la tensión útil bruta V_R generada por el módulo de regulación 34 sea inferior a esta mínima tensión de precalentamiento. En efecto, a partir del instante en que el módulo de regulación 34 gobierne una tensión útil bruta V_R superior a la mínima tensión de precalentamiento, esta tensión útil bruta V_R es aplicada tal cual por el módulo de corrección 30 al electrodo 28 del termostato pilotado 4 (tenemos, en este caso, $V_C = V_R$).

10 El módulo de corrección 40 provoca asimismo una limitación de la tensión útil aplicada V_C (y, por tanto, de la potencia calorífica suministrada por la resistencia por efecto Joule), de manera tal que la aplicación de esta tensión V_C no provoque una calefacción superior a aquella que actúa una apertura total del termostato 4 (es decir, una carrera L igual a la carrera máxima L_{max}). En efecto, es inútil una calefacción suplementaria; además, es perjudicial para el tiempo de reacción del sistema cuando a continuación interesa cerrar el termostato (ya que la calefacción suplementaria de la cera 24 hace más largo su enfriamiento y, luego, eventualmente, su solidificación).

15 En la práctica, cuando el valor L de la carrera del termostato 4 recibido por el módulo de corrección 40 alcanza la carrera máxima L_{max} , el módulo de corrección 40 aplica al termostato pilotado 4 una tensión útil V_C que no depende de la tensión útil bruta V_R recibida del módulo de regulación 34, sino que se elige para mantener la carrera L en su valor máximo L_{max} . Se utiliza, por ejemplo, para tal fin, un servocontrol de la tensión útil aplicada V_C de manera tal que la carrera evaluada L se mantenga entre un valor predeterminado (en el presente caso, $0,95.L_{max}$) y la carrera máxima L_{max} . Por lo tanto, en este caso se trata de un control en lazo cerrado.

25 Evidentemente, este mecanismo de limitación de la tensión aplicada (y, por tanto, de la potencia calorífica suministrada por la resistencia) tan sólo se mantiene mientras la tensión útil bruta V_R generada por el módulo de regulación 34 sea superior a esta tensión límite. En efecto, a partir del instante en que el módulo de regulación 34 gobierne una tensión útil bruta V_R inferior a la tensión límite determinada mediante el servocontrol antes descrito, esta tensión útil bruta V_R es aplicada tal cual por el módulo de corrección 30 al electrodo 28 del termostato pilotado 4 (tenemos, en este caso, $V_C = V_R$).

30 Cabe prever asimismo, como complemento de la anterior limitación, que el módulo de corrección 40 provoque una limitación de la tensión aplicada efectivamente V_C en función de la carrera L recibida como entrada para un margen de valores de esta carrera L.

35 En efecto, para ciertos tipos de termostatos pilotados, está contraindicado gobernar una potencia de calefacción considerable en ciertas posiciones de apertura del termostato, pues cabe el riesgo de que la calefacción dañe las juntas que aseguran la estanqueidad entre el vástago y el conjunto cuerpo-obturador.

40 La unidad de proceso que pone en práctica el módulo de corrección 40 memoriza para tal fin una tabla de consulta que indica la tensión útil máxima autorizada V_{max} en función de la carrera L del termostato. Estos datos los proporciona, por ejemplo, el fabricante del termostato.

45 Por lo tanto, el módulo de corrección 40 lee en cada instante la tensión útil máxima autorizada V_{max} en la tabla en función del valor de carrera L recibido del módulo de evaluación 38 y, así, determina la tensión útil corregida que ha de aplicarse:

- si V_R es inferior a V_{max} , $V_C = V_R$;
- si V_R es superior (o igual) a V_{max} , $V_C = V_{max}$.

50 Para la simplificación de la exposición, en el párrafo que antecede no se tiene en cuenta la eventual limitación adicional de la tensión útil aplicada en vistas a evitar un calentamiento demasiado intenso de la cera, según se ha propuesto anteriormente.

55 Se comprende que, al margen de las situaciones antes descritas, el módulo de corrección 40 aplica al termostato pilotado 4 una tensión útil V_C igual a la tensión útil bruta V_R recibida como entrada con origen en el módulo de regulación 34.

60 Se pone de relieve que, en la práctica, la aplicación al termostato 4 de una tensión útil dada se realiza aplicando una tensión nominal V_0 durante una proporción del tiempo total tal que se genera una potencia eléctrica igual a la que se habría obtenido mediante aplicación continua de la tensión útil perseguida (de manera acorde con el principio de modulación de anchura de pulsos o PWM, del inglés "*Pulse Width Modulation*"), como más arriba ya se ha explicado.

65 La figura 4a presenta el modelo utilizado en el ejemplo descrito en el presente caso para simular el comportamiento térmico de las diferentes partes del termostato pilotado 4 en vistas a evaluar su carrera según se explica más adelante.

ES 2 741 305 T3

En este modelo, cada parte del termostato pilotado 4 está representada por su masa, su capacidad térmica específica por unidad de masa y su temperatura (que se asume uniforme en el conjunto de la parte de interés); así, se define:

- 5
- la masa m_{22} , la capacidad térmica específica por unidad de masa C_{22} y la temperatura T_{22} del cuerpo 22;
 - la masa m_{24} , la capacidad térmica específica por unidad de masa C_{24} y la temperatura T_{24} de la cera 24;
 - la masa m_{20} , la capacidad térmica específica por unidad de masa C_{20} y la temperatura T_{20} del vástago 20.

10 Se asume, por otro lado, que estos diferentes elementos, así como el líquido de refrigeración, están separados por interfases caracterizadas cada una de ellas por un coeficiente de transferencia térmica por unidad de superficie y una superficie, lo cual permite definir:

- 15
- un coeficiente de transferencia h_1 y una superficie S_1 para la interfase entre el vástago 20 y la cera 24;
 - un coeficiente de transferencia h_2 y una superficie S_2 para la interfase entre la cera 24 y el cuerpo 22;
 - un coeficiente de transferencia h_3 y una superficie S_3 para la interfase entre el cuerpo 22 y el líquido de refrigeración a la temperatura T_4 .

Los intercambios caloríficos se modelizan, pues, como sigue:

- 20
- la resistencia calienta el vástago por efecto Joule aportándole una potencia térmica P_J (directamente relacionada con la tensión útil V_C aplicada al termostato pilotado 4);
 - tiene lugar un intercambio de calor entre el vástago 20 y la cera 24 de potencia $E_1 = h_1 \cdot S_1 \cdot (T_{20} - T_{24})$ (computada positivamente para una transferencia de calor del vástago 20 hacia la cera 24);
 - tiene lugar un intercambio de calor entre la cera 24 y el cuerpo 22 de potencia $E_2 = h_2 \cdot S_2 \cdot (T_{24} - T_{22})$ (computada positivamente para una transferencia de calor de la cera 24 hacia el cuerpo 22);
 - tiene lugar un intercambio de calor entre el cuerpo 22 y el líquido de refrigeración de potencia $E_3 = h_3 \cdot S_3 \cdot (T_{22} - T_4)$ (computada positivamente para una transferencia de calor del cuerpo 22 hacia el líquido de refrigeración).
- 25

30 Haciendo un balance de calor para cada parte del termostato, se obtienen las siguientes ecuaciones que relacionan las temperaturas T_{20} , T_{22} , T_{24} de las diferentes partes y la variación ΔT_{20} , ΔT_{22} , ΔT_{24} de cada una de estas temperaturas con el tiempo (por segundo, cuando las anteriores potencias se expresan en W):

35

$$m_{20} \cdot C_{20} \cdot \Delta T_{20} = P_J - E_1 = P_J + h_1 \cdot S_1 \cdot (T_{24} - T_{20})$$
$$m_{24} \cdot C_{24} \cdot \Delta T_{24} = E_1 - E_2 = h_1 \cdot S_1 \cdot (T_{20} - T_{24}) + h_2 \cdot S_2 \cdot (T_{22} - T_{24})$$
$$m_{22} \cdot C_{22} \cdot \Delta T_{22} = E_2 - E_3 = h_2 \cdot S_2 \cdot (T_{24} - T_{22}) + h_3 \cdot S_3 \cdot (T_4 - T_{22}).$$

40 Merced a estas ecuaciones, y basándose en evaluaciones o en medidas de la temperatura T_4 del líquido de refrigeración en correspondencia con el termostato 4 y en la tensión útil V_C aplicada al termostato 4 (que da directamente la potencia P_J disipada por la resistencia ubicada en el termostato 4), es posible determinar en cada momento la evolución de las temperaturas de las diferentes partes del termostato. Para la inicialización del sistema, se puede considerar que, en el arranque (al estar inactiva la resistencia en los instantes precedentes), la temperatura es homogénea en el termostato 4 y vale la temperatura del líquido de refrigeración: se eligen los valores iniciales de T_{20} , T_{22} , T_{24} como iguales al T_4 del líquido de refrigeración.

45

Por lo tanto, es conocida, en particular, la temperatura T_{24} de la cera 24, que permite obtener directamente el valor de carrera L del termostato, por ejemplo por medio de una tabla de consulta que indica la relación entre estas dos magnitudes, como se ilustra, por ejemplo, en la figura 4b. Estos datos (relación entre la temperatura T_{24} de la cera y la carrera L del termostato) se determinan, por ejemplo, mediante ensayos previos; los puede proporcionar el fabricante del termostato.

50

Igualmente, cuando no se conocen las características de las diferentes partes del termostato (masa, capacidad calorífica) y de las interfases (superficie, coeficiente de transferencia), es posible determinarlas mediante ensayos previos o con el concurso de curvas experimentales de funcionamiento del termostato: se adaptan las características de las diferentes partes y de las interfases de modo que resultados o curvas equivalentes, determinados al modelo, se correspondan con los resultados de ensayos o con las curvas experimentales. (Se pone de relieve que basta con determinar, en este caso, los productos $m_{20} \cdot C_{20}$, $m_{22} \cdot C_{22}$, $m_{24} \cdot C_{24}$ y $h_1 \cdot S_1$, $h_2 \cdot S_2$, $h_3 \cdot S_3$, y no cada característica por separado.)

55

60

La figura 5 representa un ejemplo de módulo de evaluación 38 de la carrera del termostato pilotado que utiliza el modelo que se acaba de describir. Este módulo se pone en práctica, por ejemplo, en el seno de una unidad de proceso que memoriza especialmente la tabla de consulta que enlaza los valores de temperatura de cera T_{24} y de carrera L del termostato.

65

ES 2 741 305 T3

- 5 El módulo 38 recibe a su entrada la temperatura T_4 del líquido de refrigeración en correspondencia con el termostato 4 (evaluado por un módulo dedicado, tal como el módulo 36 visible en la figura 3 y descrito a continuación con referencia a la figura 7, o medida por un sensor de temperatura) y el valor de tensión útil V_C aplicada al termostato 4.
- 10 El módulo 38 comprende una unidad de memorización 102 del valor instantáneo de evaluación de la temperatura T_{22} del cuerpo 22, una unidad de memorización 104 del valor instantáneo de evaluación de la temperatura T_{24} de la cera 24 y una unidad de memorización 106 del valor instantáneo de evaluación de la temperatura T_{20} del vástago 20. Como se ha indicado antes, al principio del proceso de evaluación, estas unidades son inicializadas con el valor T_4 de temperatura del líquido de refrigeración recibido a su entrada.
- 15 Cada iteración del proceso da comienzo con una estimación de los nuevos valores de temperatura T_{20} y T_{22} del vástago 20 y del cuerpo 22, respectivamente. Se procede de este modo pues estos elementos quedan próximos a las fuentes de calor, y su temperatura es susceptible de evolucionar desde la iteración precedente.
- 20 Para tal fin, el módulo 38 determina la evolución ΔT_{20} de la temperatura T_{20} del vástago 20 en el curso de una iteración basándose en los valores instantáneos de temperatura T_{20} , T_{24} y de tensión útil V_C (recibido a su entrada) como sigue.
- 25 Un restador 148 recibe el valor instantáneo T_{20} de la unidad 106 y lo resta al valor instantáneo T_{24} recibido de la unidad 104. El valor generado por el restador 148 se multiplica por $h_1.S_1$ en el seno de un multiplicador 150. Se suma a continuación, por medio de un sumador 152, el valor obtenido a la salida del multiplicador 150 y la potencia P_J generada por la resistencia, determinada en función de la tensión útil V_C aplicada a la resistencia por medio de una unidad de conversión 108.
- 30 La salida del sumador 152 se multiplica por $1/(m_{20}.C_{20})$ en el seno de un multiplicador 154, con el fin de obtener la evolución ΔT_{20} perseguida (de manera acorde con la fórmula dada anteriormente).
- 35 La salida del multiplicador 154 (evolución ΔT_{20}) se suma al valor instantáneo T_{20} mediante un sumador 156, lo cual permite obtener, a la salida del sumador 156, el nuevo valor instantáneo de evaluación de la temperatura T_{20} del vástago 20, que será utilizado por la unidad 106 en la siguiente iteración (previo paso, para este propósito, a través de un retardador 116).
- 40 Igualmente, el módulo 38 determina la evolución ΔT_{22} de la temperatura T_{22} del cuerpo 22 en el curso de una iteración basándose en los valores instantáneos T_4 (recibido a su entrada), T_{22} , T_{24} de temperatura como sigue.
- 45 Un restador 120 recibe el valor instantáneo T_{22} de la unidad 102 y lo resta al valor instantáneo T_4 recibido a su entrada; igualmente, un restador 122 recibe el valor instantáneo T_{22} de la unidad 102 y lo resta al valor instantáneo T_{24} recibido de la unidad 104. Los valores generados por los restadores 120, 122 se multiplican respectivamente por $h_3.S_3$ en el seno de un multiplicador 124 y por $h_2.S_2$ en el seno de un multiplicador 126, y luego se suman mediante un sumador 128. La salida del sumador 128 se multiplica por $1/(m_{22}.C_{22})$ en el seno de un multiplicador 130, con el fin de obtener la evolución ΔT_{22} perseguida (de manera acorde con la fórmula dada anteriormente).
- 50 La salida del multiplicador 130 (evolución ΔT_{22}) se suma al valor instantáneo T_{22} mediante un sumador 132, lo cual permite obtener, a la salida del sumador 132, el nuevo valor instantáneo de evaluación de la temperatura T_{22} del cuerpo 22, que será utilizado por la unidad 102 en la siguiente iteración (previo paso, para este propósito, a través de un retardador 112).
- 55 El módulo 38 determina la evolución ΔT_{24} de la temperatura T_{24} de la cera 24 en el curso de una iteración (en el presente caso, de una duración de un segundo) basándose en los valores instantáneos T_{20} , T_{22} , T_{24} de temperatura como sigue. En el presente caso, las temperaturas T_{20} y T_{22} utilizadas son las que se acaban de calcular según lo descrito anteriormente.
- 60 Un restador 134 recibe el valor instantáneo T_{24} de la unidad 104 y lo resta al valor instantáneo T_{22} (tal y como acaba de ser calculado) recibido del sumador 132; igualmente, un restador 136 recibe el valor instantáneo T_{24} de la unidad 104 y lo resta al valor instantáneo T_{20} (tal y como acaba de ser calculado) recibido del sumador 156. Los valores generados por los restadores 134, 136 se multiplican respectivamente por $h_2.S_2$ en el seno de un multiplicador 138 y por $h_1.S_1$ en el seno de un multiplicador 140, y luego se suman mediante un sumador 142. La salida del sumador 142 se multiplica por $1/(m_{24}.C_{24})$ en el seno de un multiplicador 144, con el fin de obtener la evolución ΔT_{24} perseguida (de manera acorde con la fórmula dada anteriormente).
- 65 La salida del multiplicador 144 (evolución ΔT_{24}) se suma al valor instantáneo T_{24} mediante un sumador 146, lo cual permite obtener, a la salida del sumador 146, el nuevo valor instantáneo de evaluación de la temperatura T_{24} de la

cera 24, que será utilizado por la unidad 104 en la siguiente iteración (previo paso, para este propósito, a través de un retardador 114).

5 El nuevo valor instantáneo de evaluación de la temperatura T_{24} se transmite asimismo a la entrada de una unidad de conversión 110 del valor de temperatura de cera en valor de carrera L del termostato, basándose en la tabla de consulta antes mencionada que enlaza los valores de temperatura de cera y de carrera del termostato.

Se obtiene de este modo, a cada iteración, una estimación del valor de carrera L del termostato 4.

10 La figura 6 muestra los intercambios de calor implicados en el sistema de refrigeración en correspondencia con el termostato pilotado y con el motor.

15 Como es visible en la figura 1, el caudal de líquido de refrigeración que entra en el motor 2 y lo recorre en vistas a encargarse de su refrigeración es la suma del caudal Q_0 a la salida del aerotermo (y, eventualmente, del turbocompresor) y del caudal $Q(L)$ a la salida del termostato, el cual depende de la carrera L del termostato.

20 El recalentamiento de este flujo de líquido de refrigeración en el motor, debido a la potencia calorífica $P(C,N)$ cedida por el motor, genera el incremento de la temperatura del líquido de refrigeración, de su valor T_E a la entrada a su valor T_S a la salida, lo cual se traduce mediante la siguiente ecuación:

$P(C,N) = k \cdot [Q_0 + Q(L)] \cdot (T_S - T_E)$, donde k es una constante característica del líquido de refrigeración ($k = \rho \cdot C_p$ donde ρ es la masa volúmica del líquido de refrigeración, y C_p , su capacidad térmica específica por unidad de masa, o calor específico).

25 Se pone de relieve que, como queda indicado por su expresión en la forma $P(C,N)$, la potencia calorífica cedida por el motor depende de su punto de funcionamiento, definido por la carga C y el régimen N.

30 Se propone utilizar estas consideraciones para evaluar la temperatura del líquido de refrigeración T_E a la entrada del motor, y luego la temperatura del líquido de refrigeración T_4 en correspondencia con el termostato pilotado 4 por medio del módulo de evaluación 36 ya mencionado, por ejemplo como ahora se describe.

Así, la figura 7 representa un ejemplo de módulo de evaluación de la temperatura T_4 del líquido de refrigeración en correspondencia con el termostato pilotado.

35 Este módulo de evaluación recibe a su entrada una información L representativa de la carrera del termostato 4 (determinada, en el presente caso, por medio del módulo de evaluación 38, un ejemplo del cual se ha descrito con referencia a las figuras 4a, 4b y 5), informaciones relativas al punto de funcionamiento del motor, en el presente caso, la carga C y el régimen del motor N (proporcionadas, por ejemplo, por la unidad de gestión del motor o ECU), y la temperatura T_S del líquido de refrigeración a la salida del motor, en el presente caso, medida por el sensor de temperatura 10.

40 La unidad de proceso que pone en práctica el módulo de la figura 7 memoriza una cartografía de la potencia $P(C,N)$ cedida al líquido de refrigeración por el motor en función de la carga C y del régimen del motor N. Esta cartografía es una tabla que indica los valores de potencia P cedida al líquido de refrigeración por el motor, respectivamente asociados a unas parejas de valores C, N.

Esta unidad de proceso memoriza asimismo una pluralidad de valores $Q(L)$ de caudal de líquido de refrigeración a través del termostato, respectivamente asociados a los diferentes valores posibles para la carrera L.

45 De este modo, basándose en las informaciones recibidas como anteriormente se ha indicado, un submódulo 70 determina en cada instante, mediante lectura de la memoria de la unidad de proceso, el caudal $Q(L)$ asociado al valor de carrera L recibido a su entrada y la potencia $P(C,N)$ asociada a los valores de carga C y de régimen del motor N recibidos a su entrada.

50 Así, el submódulo 70 evalúa, en cada instante t, la temperatura $T_E(t)$ del líquido de refrigeración a la entrada del motor con el concurso del modelo antes descrito con referencia a la figura 6: $T_E(t) = T_S - P(C,N)/(k \cdot [Q_0 + Q(L)])$.

55 La información de temperatura $T_E(t)$ determinada por el submódulo 70 se aplica a un retardador 72, a un restador 73 (que recibe asimismo la salida del retardador 72) y a un sumador 76. El sumador recibe asimismo la salida del restador 73, previa multiplicación, en un multiplicador 75, por una constante b.

60 La salida del sumador 76 se aplica a un restador 78 de una constante a, que, así, genera a su salida un valor estimado de la temperatura T_4 del líquido de refrigeración en correspondencia con el termostato 4 que vale en cada instante:

65

ES 2 741 305 T3

$$T_4 = T_E(t) - a + b.[T_E(t) - T_E(t - 1)].$$

5 La organización de los elementos 72, 73, 75, 76, 78 que se acaba de describir configura así un submódulo 71 que determina el valor estimado de la temperatura T_4 del líquido de refrigeración en correspondencia con el termostato 4 basándose en el valor estimado de la temperatura T_E del líquido de refrigeración a la entrada del motor 2.

10 En este submódulo 71, la corrección introducida en la temperatura $T_E(t)$ por los términos a y $b.[T_E(t) - T_E(t - 1)]$ permite tener en cuenta el hecho de que el termostato esté situado ligeramente aguas arriba de la entrada del motor en el circuito de líquido de refrigeración y el hecho de que la temperatura a la entrada del motor sea resultado de la combinación de líquido de refrigeración proveniente del termostato y de líquido de refrigeración proveniente del aerotermo.

15 Las constantes a y b se determinan mediante ensayos previos y pueden ser memorizadas en la unidad de proceso que pone en práctica el módulo de la figura 7. En la forma de realización descrita en el presente caso, se tiene, por ejemplo, $a = 4$ y $b = 15$ (para temperaturas expresadas en °C o en K).

20 Cabe prever, de acuerdo con una variante concebible, que los parámetros a y b sean variables en función de la potencia térmica tomada al agua por el aerotermo. En los ensayos previos, se determinan en este caso los parámetros a y b para diversas potencias de calefacción del habitáculo del vehículo. En el funcionamiento, los valores a y b se determinan entonces a cada instante en función de la potencia de la calefacción (tal y como viene indicada por una información dedicada recibida, por ejemplo, del módulo de gestión de la calefacción del habitáculo).

25 En la anterior descripción, el cálculo de la evaluación de la temperatura T_4 del líquido de refrigeración en correspondencia con el termostato en función de la evaluación de la temperatura T_E del líquido de refrigeración a la entrada del motor viene presentada en forma de módulos funcionales que efectúan las diferentes operaciones. En la práctica, estas operaciones se pueden efectuar mediante la ejecución de un programa por la unidad de proceso que pone en práctica el módulo de la figura 7.

30 La figura 8 representa un segundo ejemplo de un sistema de pilotaje conforme a las enseñanzas de la invención. En esta figura, se ha conservado la numeración de los módulos idénticos a aquellos presentes en el primer ejemplo anteriormente descrito con referencia a la figura 3.

35 Al igual que para la figura 3, el sistema de pilotaje de la figura 8 comprende varios módulos representados en forma funcional. No obstante, a efectos prácticos, varios módulos funcionales se pueden llevar a la práctica mediante una misma unidad de proceso programada para efectuar los procesamientos respectivamente asignados a estos módulos funcionales.

40 El computador de gestión 30 del motor suministra una información de carga C (expresada en N.m) y una información de régimen del motor N (expresada en r.p.m.), representativas del funcionamiento del motor 2. Estas informaciones C , N se transmiten al módulo de determinación 32 de una consigna de temperatura T_C .

45 Al igual que en el primer ejemplo descrito con referencia a la figura 3, el módulo de determinación de consigna 32 elabora la consigna de temperatura T_C en función del régimen del motor N y de la carga C mediante lectura en una tabla de consulta (cartografía).

La consigna de temperatura T_C generada por el módulo de determinación de consigna 32 se transmite al módulo de regulación 34, que asimismo recibe la temperatura T_S del líquido de refrigeración a la salida del motor, medida por el sensor de temperatura 10.

50 Basándose en la temperatura medida T_S y en la consigna de temperatura T_C , el módulo de regulación 34 determina la tensión útil bruta V_R que ha de aplicarse al electrodo del termostato pilotado 4 con el fin de hacer converger la temperatura del líquido de refrigeración hacia la consigna T_C . Se pueden consultar las explicaciones anteriormente proporcionadas en el ámbito de la figura 3 para más detalles acerca del módulo de regulación 34.

55 Un módulo de corrección 44, cuyo funcionamiento se describe a continuación, recibe a su entrada la tensión útil bruta V_R generada por el módulo de regulación 34 y la temperatura T_4 del líquido de refrigeración en correspondencia con el termostato 4, medida, por ejemplo, por un sensor de temperatura 42 inmerso en el líquido de refrigeración próximo al termostato 4.

60 Como variante, la temperatura T_4 del líquido de refrigeración en correspondencia con el termostato 4 podría ser evaluada mediante un módulo de evaluación como el módulo de evaluación 36 de la figura 3, basándose eventualmente en una evaluación de la carrera del termostato como la proporcionada por el módulo de evaluación 38 de la figura 3.

65 La unidad de proceso que pone en práctica el módulo de corrección 44 memoriza:

- una primera tabla de consulta que indica la tensión útil V_{lim} que ha de aplicarse para obtener la apertura total del termostato en función de la temperatura T_4 del líquido de refrigeración en el que está inmerso el termostato, por ejemplo según la curva representada en la figura 9;
- una segunda tabla de consulta que indica la tensión útil V_{min} que ha de aplicarse para obtener un precalentamiento de la cera del termostato, sin provocar con todo su apertura, en función de la temperatura T_4 del líquido en el que está inmerso el termostato, por ejemplo según la curva representada en la figura 10.

5
10 Los valores memorizados son determinados previamente, por ejemplo por medio de ensayos; en especial, los puede proporcionar el fabricante del termostato.

15 El módulo de corrección 44 lee en cada instante el valor V_{lim} asociado en la primera tabla de consulta a la temperatura T_4 recibida del sensor 42 y el valor V_{min} asociado en la segunda tabla de consulta a esta misma temperatura T_4 .

El módulo de corrección 44 determina entonces la tensión útil V_C que ha de aplicarse al termostato corrigiendo la tensión útil bruta V_R , en orden a limitar la tensión útil aplicada al termostato en el valor V_{lim} y a aplicar como mínimo una tensión útil V_{min} .

20 Exactamente, el módulo de corrección 44 determina como sigue la tensión útil V_C que ha de aplicarse al termostato 4:

- si $V_R > V_{lim}$, $V_C = V_{lim}$;
- si $V_R < V_{min}$, $V_C = V_{min}$;
- en los demás casos, $V_C = V_R$.

25
30 De este modo, cuando el módulo de corrección 44 no modifica el valor de tensión útil (caso en que $V_C = V_R$), la calefacción del termostato pilotado tendrá tendencia a abrir el mismo, de modo que la temperatura T_S converge hacia la temperatura de consigna T_C , de manera acorde con el mecanismo de regulación puesto en práctica por el módulo de regulación 34.

35 En cambio, cuando este mecanismo gobierna (por intermedio del valor V_R generado por el módulo de regulación 34) una calefacción de la cera más allá de lo que es necesario para abrir totalmente el termostato 4 (de manera acorde con lo que indica la primera tabla de consulta), el módulo de corrección 44 limita la tensión útil (y, por tanto, la potencia calorífica suministrada por la resistencia) a la que permite esta apertura total.

40 Una mayor calefacción de la cera no tendría, en efecto, ningún interés, sino que, por el contrario, sería perjudicial para el tiempo de reacción del sistema cuando el mecanismo de regulación pretenderá posteriormente gobernar el cierre (eventualmente parcial) del termostato.

45 Igualmente, cuando el mecanismo de regulación no gobierna (por intermedio del valor V_R generado por el módulo de regulación 34) ninguna calefacción de la cera ($V_R = 0$), o gobierna una escasa calefacción, de modo que sería necesaria una ulterior calefacción para hacer llegar la cera a la temperatura a la que genera un comienzo de apertura del termostato 4, el módulo de corrección 44 permite aplicar al termostato 4 una tensión útil de precalentamiento (de manera acorde con lo que indica la segunda tabla de consulta); la potencia calorífica suministrada por la resistencia debido a esta tensión de precalentamiento permite calentar la cera a la temperatura a la que toda ulterior aportación de calor provocará la inmediata apertura del termostato.

50 Se reduce, pues, el tiempo de reacción del sistema en caso de controle de apertura del termostato (por ejemplo, por causa de un cambio de consigna).

En esta forma de realización, el valor límite V_{lim} y el valor de precaldeo V_{min} se determinan basándose solamente en la temperatura T_4 recibida como entrada: se trata, pues, de un sistema de controle en lazo abierto.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo con termostato (4) para sistema de refrigeración de un motor de vehículo automóvil (2) que comprende una válvula (26), una parte sensible al calor (24), diseñada para actuar la apertura de la válvula (26) cuando la temperatura de dicha parte sensible (24) sobrepasa un umbral de temperatura, y un módulo de calefacción controlada de dicha parte sensible, comprendiendo el módulo de calefacción una resistencia eléctrica conectada a un electrodo (28) y siendo apto para suministrar como máximo una potencia calorífica máxima, caracterizado por comprender un módulo de regulación (34) diseñado para determinar una tensión útil bruta (V_R) que ha de aplicarse al electrodo del termostato pilotado (4) basándose en una temperatura medida (T_S) del líquido de refrigeración a la salida del motor (2) y en una consigna de temperatura (T_C) del líquido de refrigeración en función del régimen del motor (N) y de la carga (C), y un módulo de corrección (40) diseñado para gobernar el módulo de calefacción:
- 10
- a una posición abierta de la válvula (26) en orden a limitar la potencia calorífica suministrada por el módulo de calefacción a una potencia calorífica estrictamente inferior a la potencia calorífica máxima y justo suficiente para actuar la apertura total de la válvula (26), de manera tal que la aplicación de esta potencia calorífica no provoque una calefacción superior a la que actúa una apertura total de la válvula (26), y
 - a una posición cerrada de la válvula (26) de manera que suministre una potencia calorífica no nula justo insuficiente para actuar una apertura de la válvula (26), de manera tal que toda calefacción suplementaria tendrá un efecto de apertura de la válvula (26).
- 15
- 20 2. Dispositivo con termostato (4) según la reivindicación 1, en el que la parte sensible es un volumen de cera (24) cuya dilatación, por encima de dicho umbral de temperatura, actúa un mecanismo diseñado para abrir la válvula (26).
- 25 3. Dispositivo con termostato (4) según la reivindicación 1 ó 2, en el que el módulo de controle (44) está diseñado para gobernar el módulo de calefacción en función de una temperatura (T_4) en correspondencia con el termostato.
- 30 4. Dispositivo con termostato (4) según la reivindicación 3, que comprende un módulo de estimación (36) de la temperatura (T_4) en correspondencia con el termostato (4) en función de una temperatura medida (T_S).
- 35 5. Dispositivo con termostato (4) según la reivindicación 3, que comprende un sensor de medida (42) de la temperatura en correspondencia con el termostato (4).
- 40 6. Dispositivo con termostato (4) según la reivindicación 1 ó 2, que comprende un módulo de determinación (38) de la proporción de apertura (L) de la válvula (26), en el que el módulo de controle (40) está diseñado para gobernar el módulo de calefacción en función de la proporción de apertura (L) determinada.
- 45 7. Dispositivo con termostato (4) según la reivindicación 1 ó 2, que comprende un módulo de determinación del caudal de la válvula (26), en el que el módulo de controle está diseñado para gobernar el módulo de calefacción en función del caudal determinado.
- 50 8. Sistema de refrigeración de un motor de impulsión (2) de un vehículo automóvil, que comprende un radiador (6) y un dispositivo con termostato (4) diseñado para regular la cantidad de líquido de refrigeración procedente del radiador (6) que ha de inyectarse en un circuito de refrigeración del motor (2), siendo el dispositivo con termostato conforme a una de las reivindicaciones 1 a 7.
- 55 9. Método de control de un módulo de calefacción controlada de una parte sensible al calor de un dispositivo con termostato (4) para sistema de refrigeración de vehículo automóvil según una de las reivindicaciones 1 a 7, comprendiendo el dispositivo con termostato una válvula (26) y estando diseñada la parte sensible al calor (24) para actuar la apertura de la válvula (26) cuando la temperatura de dicha parte sensible (24) sobrepasa un umbral de temperatura, siendo apto el módulo de calefacción para suministrar como máximo una potencia calorífica máxima, caracterizado por una etapa de limitación de la potencia calorífica suministrada por el módulo de calefacción a una potencia calorífica estrictamente inferior a la potencia calorífica máxima y justo suficiente para actuar la apertura total de la válvula (26).
- 60 10. Método de control de un módulo de calefacción controlada de una parte sensible al calor de un dispositivo con termostato (4) para sistema de refrigeración de vehículo automóvil según una de las reivindicaciones 1 a 7, comprendiendo el dispositivo con termostato una válvula (26) y estando diseñada la parte sensible al calor (24) para actuar la apertura de la válvula (26) cuando la temperatura de dicha parte sensible (24) sobrepasa un umbral de temperatura, comprendiendo el método una etapa de controle del módulo de calefacción de manera que suministre una potencia calorífica no nula justo insuficiente para actuar una apertura de la válvula (26).

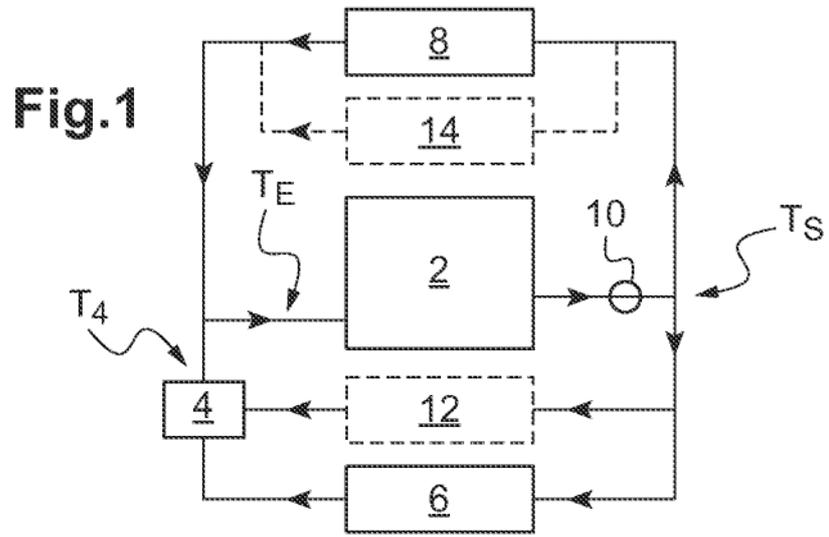


Fig.2a

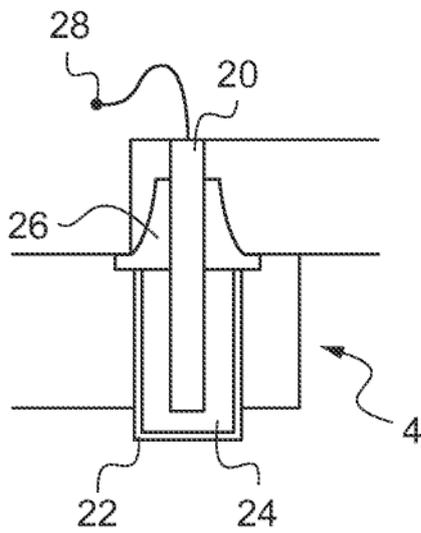
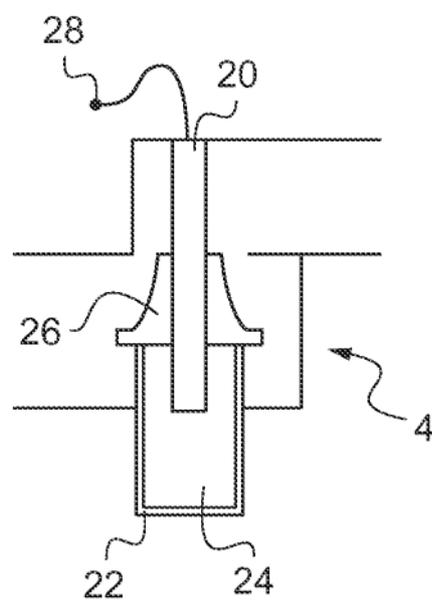


Fig.2b



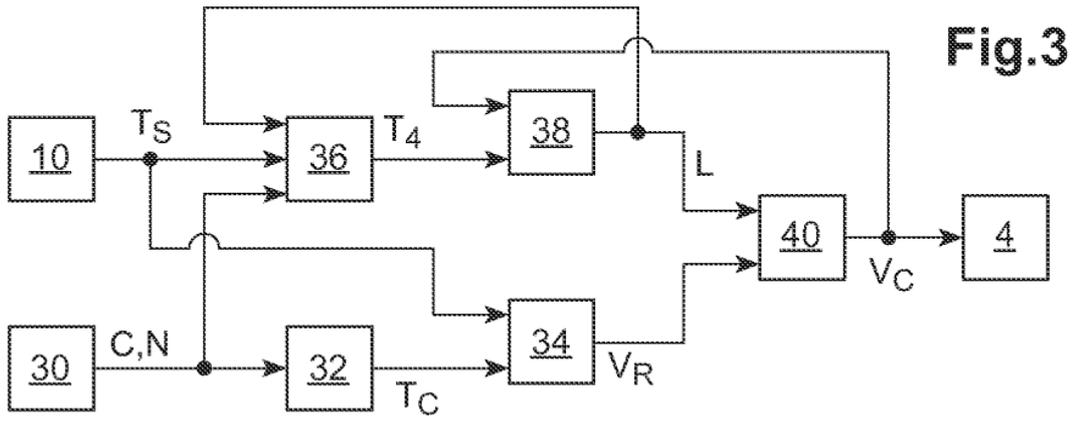


Fig.3

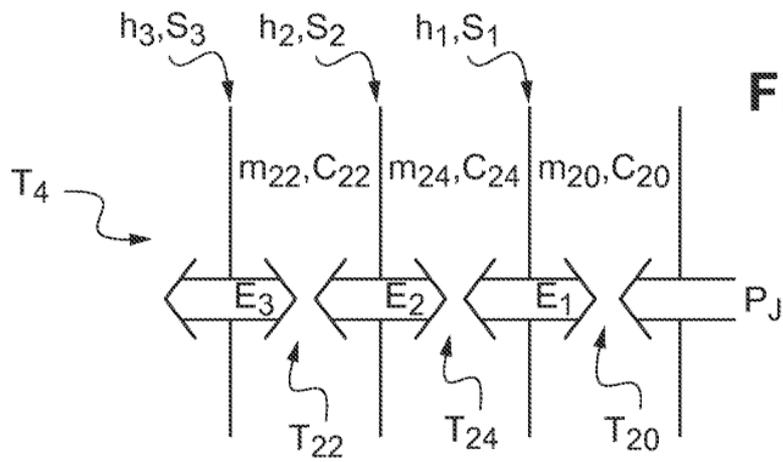


Fig.4a

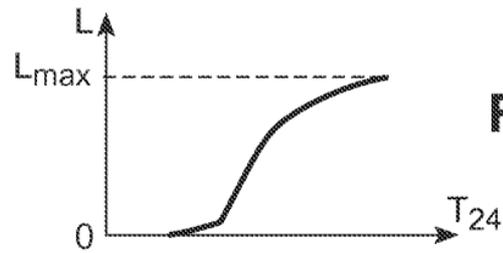


Fig.4b

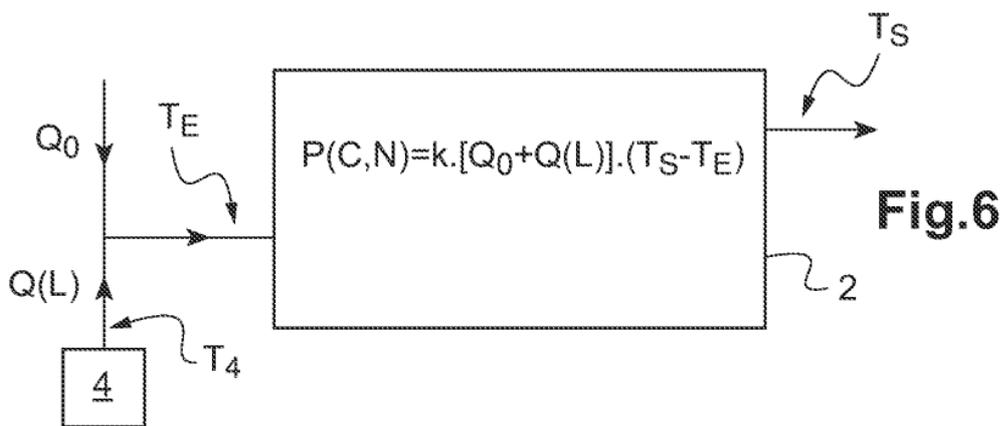


Fig.6

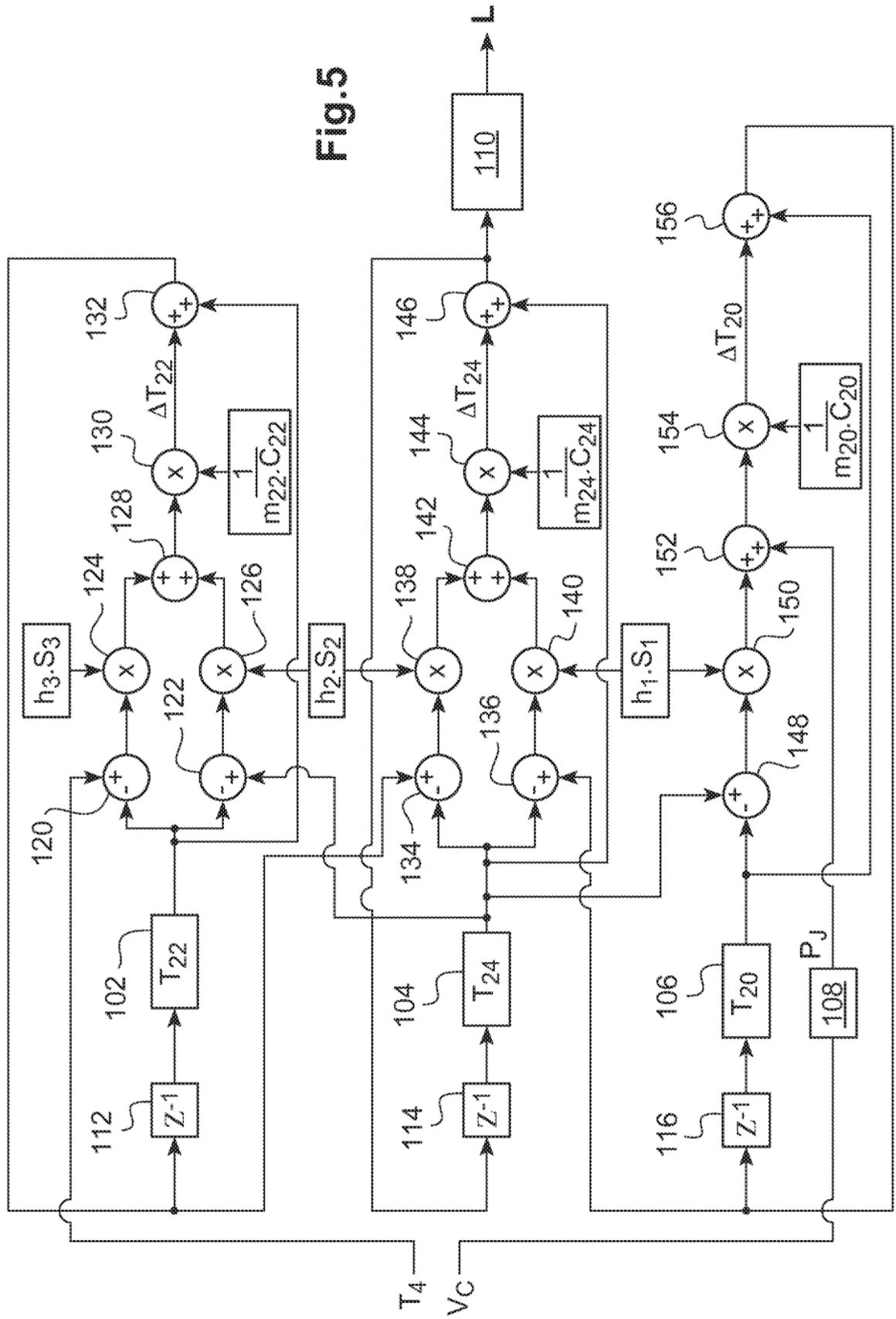


Fig.5

