

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 638 465**

51 Int. Cl.:

**G05D 23/19** (2006.01)

**G05D 23/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.11.2011** **E 11008709 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.07.2017** **EP 2447803**

54 Título: **Termostato**

30 Prioridad:

**02.11.2010 DE 102010050007**

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

**20.10.2017**

73 Titular/es:

**BÖHM GMBH & CO. KG (100.0%)  
Am Schlörbach 14  
38723 Seesen, DE**

72 Inventor/es:

**BÖHM, ELMAR, DR.**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 638 465 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

## Termostato

La invención se refiere a termostatos según el preámbulo de la reivindicación 1 así como a procedimientos para el control del funcionamiento de un termostato según el preámbulo de la reivindicación 14.

- 5 Las calefacciones en la industria, especialmente en instalaciones químicas y petroquímicas, constituyen potenciales puntos de peligro. Un ejemplo de una calefacción de este tipo es una calefacción de acompañamiento de una tubería que transporta un fluido. La temperatura de la calefacción se regula en la gran mayoría de las aplicaciones. Se emplean los más diversos reguladores de temperatura, desde el regulador de dos puntos más sencillo hasta equipos electrónicos complejos.
- 10 En el documento DE 197 40 169 A1 se describen un procedimiento y un dispositivo para el control de la regulación de la temperatura de las instalaciones calentadas. Sin embargo, no se prevé ningún limitador de la temperatura. Un regulador de temperatura más bien se controla para detectar posibles fallos. El control se basa en evitar que se supere un valor real de temperatura máximo o un valor máximo de una velocidad de cambio.
- 15 El documento DE 10 2006 032 698 A1 revela un dispositivo y un procedimiento para el control y aseguramiento de un elemento calefactor, no previéndose tampoco ningún limitador de temperatura, con lo que ni siquiera surge el problema de un control del limitador.
- 20 En caso de mayores requisitos de seguridad, es decir, en las instalaciones químicas y petroquímicas casi siempre, pero con frecuencia también en otras instalaciones, se utilizan, además del regulador de temperatura, limitadores de temperatura. En esta configuración los limitadores de temperatura son el último elemento de una cadena de seguridad. Para zonas con riesgo de explosión se exige que un limitador de temperatura realice en caso de exceso de temperatura una desconexión permanente y que sólo se pueda reponer manualmente.
- 25 En las instalaciones químicas y petroquímicas se emplean tanto termostatos centrales como locales. Cada circuito de calefacción debe completarse por medio de un fusible y de un interruptor de corriente de defecto (interruptor FI).
- 30 En ambos casos los reguladores y limitadores de temperatura presentan respectivamente un sensor de temperatura propio. Según una norma, el sensor de temperatura para el limitador de temperatura se tiene que instalar de manera que mida la máxima temperatura de la calefacción. Sin embargo, también sería posible o se podría permitir otro tipo de instalación. El regulador de temperatura y el limitador de temperatura son por regla general, en caso de una instalación central, dos equipos individuales, y se agrupan en un solo aparato si se trata de una instalación descentralizada. Incluso en caso de agrupamiento en un único aparato, el regulador y el limitador de temperatura funcionan independientemente el uno del otro, es decir, ni existe ninguna conexión de comunicación de datos entre los dos.
- 35 En todas las homologaciones se presta la máxima atención a que el limitador de temperatura lleve a cabo una desconexión segura y permanente en caso de un exceso de temperatura. Para garantizar esta función es preciso que, por una parte, el propio limitador de temperatura funcione y, por otra parte, que el sensor de medición funcione y esté instalado correctamente.
- 40 En la práctica, la construcción de los limitadores de temperatura y sensores de temperatura se concibe de manera que un fallo resulte improbable. Antes de la venta se realiza un test de las piezas individuales, al menos en caso de aparatos previstos para zonas con riesgo de explosión. En relación con la instalación de los sensores de temperatura existen normas detalladas que han de cumplirse. Cada circuito de calefacción debe medirse por completo según la norma antes de su puesta en servicio.
- 45 En la instalación conforme al estado de la técnica se alcanza, en principio, un alto nivel de seguridad, pero algunos de los errores posibles sólo se pueden detectar con gran esfuerzo, es decir, en la práctica casi nunca. Algunos ejemplos podrían ser una instalación incorrecta del sensor del limitador de temperatura, con la que el sensor cuelga en el aire (raro y apenas detectable) o no presenta un aislamiento térmico suficiente (más frecuente, no detectable) o el aislamiento térmico del sensor está húmedo, con lo que ya no presenta un aislamiento térmico suficiente (frecuente y apenas detectable). También se pueden producir errores eléctricos como contactos oxidados, corrientes de fuga que proporcionan un valor de temperatura plausible pero erróneo (muy improbable, pero posible). Otros posibles errores del termostato son un cortocircuito o una rotura del cable del sensor (posible y detectado por la mayoría de los reguladores), un fallo del limitador de temperatura durante el funcionamiento (por regla general improbable, sin embargo, a la vista de tiempos de funcionamiento prolongados de más de 10 años, sí probable).
- 50 En principio sería posible una comprobación, por ejemplo mediante cambio periódico de las conexiones de las entradas de los sensores de los limitadores de temperatura a resistencias fijas y comprobación de los valores indicados. En la práctica, esta forma de proceder resulta complicada produciéndose, a pesar de la misma, grandes ventanas de tiempo sin comprobación.
- 55 La invención se plantea, por lo tanto, el objetivo de prever un termostato que con elementos sencillos permita una mayor seguridad mediante una mejor detección de un funcionamiento erróneo del termostato. La invención se basa además en la tarea de prever un procedimiento genérico que permita con elementos sencillos una mayor seguridad mediante una mejor detección de un funcionamiento erróneo del termostato.

La tarea en relación con el termostato se resuelve por medio de las características de la reivindicación 1.

El termostato presenta un regulador de temperatura previsto para su conexión a un elemento calefactor. El elemento calefactor puede servir, por ejemplo, para calentar una tubería. El regulador de temperatura tiene la función de regular la temperatura del objeto a calentar, para lo que presenta un microprocesador y un sensor de temperatura a montar en el objeto o adyacente al mismo, es decir, cerca del objeto a calentar. El sensor de temperatura también se puede encontrar cerca del elemento calefactor. El termostato presenta además un limitador de temperatura con un sensor de temperatura propio, que debe montarse en el elemento calefactor, concretamente de manera que mida la temperatura del elemento calefactor en un punto predeterminado. Con preferencia este punto es el que, según las exigencias de construcción, es el más caliente. También es posible que el punto no sea el más caliente, pero en una medida conocida menos caliente que el punto más caliente del elemento calefactor. En este caso la diferencia de temperatura entre el punto de medición y el punto más caliente del elemento calefactor está definido, por lo que, según la invención, la diferencia de temperatura se puede incluir o tener en consideración. El limitador de temperatura está en condiciones de desconectar el elemento calefactor de forma permanente si se cumple la condición de que un valor de temperatura medido por el limitador de temperatura supere una temperatura predeterminada, que también se puede definir como valor de temperatura teórica.

El regulador de temperatura y el limitador de temperatura se unen entre sí por medio de una línea de comunicación de datos prevista para la transmisión de datos de temperatura del limitador de temperatura al regulador de temperatura. En el caso del regulador de temperatura y del limitador de temperatura se puede tratar especialmente de dos aparatos individuales. Los dos aparatos se pueden disponer en una carcasa. Para provocar una prueba de funcionamiento del termostato, el regulador de temperatura se diseña de manera que por medio de su microprocesador pueda consultar valores de temperatura del elemento calefactor medidos por el limitador de temperatura en intervalos determinados. El primer valor de temperatura se puede haber medido especialmente antes de la conexión del elemento calefactor dentro del proceso de regulación, y el regulador de temperatura está en condiciones de almacenar el primer valor de temperatura. El al menos segundo valor de temperatura se ha medido después de la conexión del elemento calefactor, preferiblemente durante el tiempo en el que el elemento calefactor aún estaba conectado o, en su caso, justo después de la desconexión del elemento calefactor. El microprocesador puede comparar estos al menos dos valores de temperatura con una curva de temperatura a esperar del elemento calefactor y de emitir una alarma si los valores de temperatura demandados difieren de la curva de temperatura a esperar en una medida mayor que la predeterminada. La curva de temperatura a esperar puede resultar preferiblemente de unos pocos datos, por ejemplo de los requisitos de una norma a cumplir, el momento absoluto de la conexión del elemento calefactor o el espacio de tiempo durante el cual estuvo conectado el elemento calefactor entre las dos mediciones de temperatura. Como se describe más abajo, para la determinación de la curva de temperatura a esperar no se necesitan obligatoriamente cálculos y mediciones previos.

Este termostato según la invención se dota, por lo tanto, de elementos sencillos que permiten que el propio termostato pueda comprobar en sí mismo un posible funcionamiento incorrecto. Al contrario que en los termostatos conocidos, un fallo del limitador de temperatura, en el que éste no desconecta el circuito de calefacción, no queda inadvertido. El termostato según la invención detecta especialmente un funcionamiento incorrecto del limitador de temperatura consistente en que el sensor de temperatura del limitador cuelga en el aire, no presenta el suficiente aislamiento térmico o en que el aislamiento térmico del sensor se haya humedecido.

La línea de comunicación de datos entre el regulador de temperatura y el limitador de temperatura puede ser especialmente un bus. El bus se puede concebir de modo que pueda transmitir tanto los valores teóricos y reales de las temperaturas como mensajes de error. El termostato puede presentar además un regulador de potencia y un interruptor de corriente de defecto. Estos componentes también se pueden conectar entre sí a través del bus a efectos de comunicación. Un bus superior, capaz de transmitir mensajes de error en puestos de control o puestos similares, puede ser especialmente un MODBUS.

El termostato se puede diseñar naturalmente también de manera que después de la conexión del elemento calefactor se puedan consultar, almacenar y comparar, en relación con una curva de temperatura a esperar, además del segundo valor de temperatura, otras temperaturas medidas en intervalos predeterminados.

En el caso de la medida predeterminada de una diferencia entre los valores de temperatura consultados y la curva de temperatura a esperar, que provoca una alarma, se puede tratar especialmente de una diferencia de temperatura predeterminada. No obstante en la medida predeterminada también se pueden considerar otras características de plausibilidad como, por ejemplo en el caso de más de dos valores de temperatura consultados, una determinada diferencia estándar entre la curva de temperatura medida y la esperada.

Una condición especialmente sencilla y a la vez muy efectiva en cuanto al aumento de la seguridad, con la que se emite una alarma, es que el segundo valor de temperatura no sea más alto que el primer valor de temperatura consultado antes de la conexión del elemento calefactor. Si no se mide un aumento de temperatura vinculado normalmente a la conexión del circuito de calefacción, debe tratarse con mucha probabilidad de un defecto. En esta forma de realización según la invención, la medida predeterminada de una posible diferencia, hasta la que aún no se produce ninguna alarma, se calcula relativamente amplia. Con otras palabras se puede decir que la alarma sólo se produce cuando el segundo valor de temperatura medido no es en absoluto más alto que el primero. Una ventaja esencial de esta forma de realización radica en su simplicidad. Basta con que el momento de medición del segundo valor de temperatura se sitúe de manera apropiada después de la conexión del elemento calefactor. Como condición

para una alarma también se puede prever que el segundo valor de temperatura no sea más alto que la suma del primer valor de temperatura y un valor de temperatura  $x$  preestablecido. Esta condición significa, con otras palabras, que el segundo valor de temperatura no supere al primero en una medida preestablecida. Aquí se reduce la medida de diferencia por encima de la cual se produce una alarma. Incluso cuando el segundo valor de temperatura es algo más alto que el primero, pero no más que en el valor  $x$ , se produce una alarma. En las dos formas de realización mencionadas en último lugar resulta muy ventajoso que no se necesiten cálculos previos ni mediciones complicadas en la construcción o puesta en funcionamiento para la determinación de la curva de temperatura a esperar.

Además se puede prever que también se emita una alarma cuando el segundo valor de temperatura no es más alto que un valor de temperatura medido en el mismo momento por el sensor de temperatura del regulador de temperatura. Esto se puede prever especialmente para la forma de realización en la que el sensor de temperatura del limitador de temperatura para la medición de la temperatura del elemento calefactor se prevé en este punto que, según lo preestablecido, es el más caliente.

La detección de un defecto del limitador de temperatura con una probabilidad cercana al 100% se puede conseguir previendo la prueba de funcionamiento con cada conexión del elemento calefactor que se produce durante el proceso de regulación.

Igualmente se puede prever que la prueba de funcionamiento se realice adicionalmente cuando el regulador de temperatura se pone en marcha.

El microprocesador del regulador de temperatura funciona normalmente de forma permanente y asume la comunicación antes descrita. Preferiblemente el regulador de temperatura se diseña por lo tanto para que lea los valores de temperatura procedentes de una medición de temperatura continuada o al menos realizada en intervalos regulares del limitador de temperatura, de forma cíclica en intervalos regulares. Cuando el regulador de temperatura conecta el elemento calefactor, puede almacenar el último valor de temperatura leído como primer valor de temperatura.

Un defecto del termostato también se puede producir por un fallo de comunicación entre el regulador de temperatura y el limitador de temperatura. Por lo tanto, el termostato se diseña preferiblemente para que emita una alarma incluso cuando el microprocesador del regulador de temperatura no recibe valores de temperatura consultados del limitador de temperatura.

Con preferencia el termostato se concibe adicionalmente para realizar una comprobación del funcionamiento del regulador de temperatura. Para ello se prevé que el limitador de temperatura presente también un microprocesador y que entre el regulador de temperatura y el limitador de temperatura exista una línea de comunicación de datos prevista para la transmisión de datos del regulador de temperatura al limitador de temperatura. Para poder llevar a cabo una comprobación del funcionamiento del regulador de temperatura, el limitador de temperatura se diseña de manera que por medio de su microprocesador pueda consultar al menos un primer y un segundo valor de temperatura, medido por lectura por el regulador de temperatura o su sensor de temperatura, del objeto a calentar. También en este caso el primer valor de temperatura puede haberse medido antes de la conexión del elemento calefactor; es igualmente posible que se haya medido después de la conexión, como es siempre el caso para el segundo valor de temperatura. El microprocesador del limitador de temperatura se concibe para comparar los valores de temperatura consultados con una curva de temperatura a esperar del objeto a calentar y para emitir una alarma cuando los valores de temperatura consultados difieren de la curva de temperatura a esperar en más de una medida preestablecida. También aquí se puede prever especialmente que la alarma se emita aunque el segundo valor de temperatura no sea superior al primero.

La tarea arriba mencionada en relación con el termostato también se resuelve por medio de las características de la reivindicación 6. Se trata de un termostato genérico que se caracteriza también por que el regulador de temperatura y el limitador de temperatura están unidos por una línea de comunicación de datos. La línea de comunicación de datos sirve para la transmisión de datos de temperatura del regulador de temperatura al limitador de temperatura. El limitador de temperatura presenta también un microprocesador. Como se ha descrito antes como forma de realización preferida del termostato según la reivindicación 1, el limitador de temperatura se concibe para una prueba de funcionamiento del termostato, para la que el microprocesador del limitador de temperatura consulta al menos un primer y un segundo valor de temperatura medido por el regulador de temperatura o su sensor de temperatura, lo compara con una curva de temperatura a esperar del objeto a calentar y emite, en caso de una desviación mayor que en una medida preestablecida, una alarma. También en este caso el sensor de temperatura del limitador de temperatura se prevé preferiblemente para la medición de la temperatura en un punto del elemento calefactor que según las condiciones constructivas debe ser el más caliente. También es posible que el punto del elemento calefactor no sea el más caliente, pero sí en una medida conocida menos caliente que el punto más caliente del elemento calefactor. En este caso la diferencia de temperatura entre el punto de medición y el punto más caliente del elemento calefactor está definido, por lo que, según la invención, la diferencia de temperatura se puede incluir o tener en consideración.

Aunque un funcionamiento incorrecto del regulador de temperatura no quede oculto con la misma facilidad que un funcionamiento incorrecto del limitador de temperatura, este termostato según la invención, ideada para un autocontrol del regulador de temperatura, ofrece también mediante elementos sencillos una mayor seguridad en comparación con los termostatos conocidos. Unas formas de realización preferidas del termostato según la

- invención se describen en las reivindicaciones 7 a 13. Estas formas corresponden en sus características y ventajas a las formas realización antes descritas del termostato según la reivindicación 1. Las demás formas de realización descritas a continuación en relación con el termostato según la invención indicado en primer lugar se pueden prever igualmente de acuerdo con este otro termostato. La forma de realización según la reivindicación 9 se puede prever especialmente para el caso de que el sensor de temperatura del limitador de temperatura se disponga para la medición de la temperatura del elemento calefactor en un punto más caliente preestablecido.
- Si el termostato se diseña de acuerdo con la reivindicación 5, es decir, si adicionalmente se prevé una comprobación del funcionamiento del regulador de temperatura, todas las formas de realización se pueden prever, en lo que se refiere a la emisión de alarma prevista, en la forma descrita en relación con la comprobación del funcionamiento del limitador de temperatura.
- En los termostatos según la invención es ventajosamente innecesario que los mismos presenten un ordenador externo, dado que la prueba de funcionamiento es muy sencilla, por lo que también es muy fiable. No obstante, también es posible que los termostatos presenten, como parte integrante, un ordenador externo con el software correspondiente. Estos ordenadores se pueden concebir para la comunicación con el regulador de temperatura y/o con el limitador de temperatura, de modo que comunique los errores de comunicación en la forma antes descrita. Los ordenadores también se pueden prever para la recepción de los correspondientes valores de temperatura y para calcular y en su caso transmitir información sobre las diferencias plausibles entre los valores de temperatura medidos y esperados y para emitir una alarma. De este modo se puede obtener a través del ordenador externo respectivamente otro nivel de control.
- La tarea en relación con el procedimiento se resuelve respectivamente por medio de las características de las reivindicaciones 14 y 15. Las ventajas indicadas en cuanto a los termostatos también son válidas para los dos procedimientos según la invención. Conforme a la invención se pueden prever otros diseños de los procedimientos que presenten las características referidas al procedimiento según las formas de realización aquí descritas de los termostatos según la invención.
- La invención se explica a continuación más detalladamente a la vista de ejemplos de realización y con referencia a las figuras. Se muestra en la
- Figura 1a una vista parcial de una tubería y de una calefacción de acompañamiento con un termostato en sección longitudinal;
- Figura 1b esquemáticamente, una vista en sección transversal de la tubería con calefacción de acompañamiento según la figura 1a;
- Figura 1c una representación ampliada de un sensor de temperatura de un regulador de temperatura de la calefacción de acompañamiento;
- Figura 1d una representación ampliada de un sensor de temperatura de un regulador de temperatura de la calefacción de acompañamiento;
- Figura 2 un diagrama de conexión y un esquema de conexión en bloque de la calefacción de acompañamiento con el termostato;
- Figura 3 un diagrama de operaciones del programa;
- Figura 4 una curva, a modo de ejemplo, a lo largo del tiempo de temperaturas medidas por un sensor de temperatura de un limitador de temperatura y por un sensor de temperatura de un regulador de temperatura en una tubería de agua de extinción;
- Figura 5 una curva, a modo de ejemplo, a lo largo del tiempo de temperaturas medidas por un sensor de temperatura de un limitador de temperatura y por un sensor de temperatura de un regulador de temperatura en un tubo por el que fluye un producto.
- La sección mostrada en la figura 1a de una tubería a calentar 2, que presenta un tubo 3 con una válvula 4, está rodeada por un aislamiento térmico 6. Un elemento calefactor en forma de una tubería de calefacción 8 se ha dispuesto en la pared del tubo 10 como parte de la calefacción de acompañamiento.
- En una caja de conexión 11 de la calefacción de acompañamiento, montada con un soporte 11a en el tubo 3, se encuentran un regulador de potencia 12 y un regulador de temperatura 13 (véase figura 2) que presenta un sensor de temperatura 16 conectado a través de un cable 14 y ajustado directamente a la pared de tubo 10. El sensor de temperatura 16 registra, por lo tanto, la temperatura superficial del tubo 3. En la caja de conexión 11 se dispone además un limitador de temperatura 17 (véase figura 2), que presenta un sensor de temperatura 20 conectado a través de un cable 18.
- Como se puede ver especialmente en la figura 1c, el sensor de temperatura 16 se fija con dos cintas de sujeción 22 en la pared de tubo 10. El sensor de temperatura 20, en cambio, se ajusta directamente a la tubería de calefacción 8, estando la tubería de calefacción 8 y el sensor de temperatura 20 rodeados en el punto de medición por otro aislamiento térmico 24. El sensor de temperatura 20 se ajusta directamente a la tubería de calefacción 8. El aislamiento térmico 24 separa la tubería de calefacción 8 térmicamente del tubo 3 y se encarga de que en caso

normal se preestablezca un punto más caliente de la tubería de calefacción 8. De esta manera el limitador de temperatura 17 mide en caso normal siempre la máxima temperatura de la tubería de calefacción 8.

Ahora se hace referencia a la figura 2. Un regulador de potencia 12 presenta un potenciómetro de ajuste 26 y un contactor principal 28. El regulador de potencia 12 se conecta a través de una regleta de bornes 30 así como de un conductor exterior L, un conductor neutral N y un conductor de protección PE a una fuente de suministro de corriente eléctrica (no representada). Se prevé un interruptor de corriente de defecto externo (no representado). Con la referencia 32 se definen fusibles. El regulador de potencia 12 está conectado a un circuito bajo carga 33, consistiendo la carga en la tubería de calefacción 8.

El regulador de temperatura 13 posee un potenciómetro de ajuste 34 en el que se puede introducir el valor teórico TSoll al que debe conectarse la calefacción. El regulador de temperatura 13 presenta además un potenciómetro de ajuste 36, en el que se puede ajustar una temperatura de alarma baja. Si la temperatura medida del objeto a calentar, aquí el tubo 3, no alcanza esta temperatura de alarma baja, se conecta por medio de un relé 38 un bucle de alarma 39, en función de la respectiva conexión mediante apertura o cierre, con lo que se emite una alarma. El regulador de temperatura 13 presenta un microprocesador 40 conectado a través de una línea de comunicación de datos 41 a un microprocesador 42 del limitador de temperatura 17. A través de la línea de comunicación de datos 41 se pueden transmitir los datos de temperatura tanto del limitador de temperatura 17 al regulador de temperatura 13 como del regulador de temperatura 13 al limitador de temperatura 17.

El limitador de temperatura 17 presenta además un potenciómetro de ajuste 44 a través del cual se puede ajustar un valor teórico TBSoll para la máxima temperatura medida por el sensor de temperatura 20 (un termómetro de resistencia Pt100) de la tubería de calefacción 8. Al rebasar el valor TBSoll, se abre y cierra el circuito de carga 33.

El sensor de temperatura 16, en cuyo caso se trata también de un termómetro de resistencia Pt100, se conecta a través de una conexión de 3 conductores 46 al microprocesador 40, mientras que el sensor de temperatura 20 se conecta a través de una conexión de 3 conductores 48 al microprocesador 42.

Se prevé una tecla de desbloqueo 50 unida a un opto-acoplador 52 del limitador de temperatura 17. A través de una tecla de desbloqueo 50 se puede anular el bloqueo del circuito de carga 33.

La regleta de bornes 30 está provista de una placa de separación 52 que separa entre un área de tipo de protección "Ex e", en la que pueden fluir corrientes de voltaje relativamente alto, y un área de tipo de protección "Ex i", en la que, para evitar un riesgo de explosión, la corriente y la tensión no pueden superar determinados valores límite.

El funcionamiento y la interacción de limitador de temperatura 17 y regulador de temperatura 13 se pueden ver en el diagrama de operaciones del programa de la figura 3. Éste se explica a continuación: un programa 60a del limitador de temperatura 13 y un programa 60b del sensor de temperatura 17 se procesan independientes el uno del otro en su respectivo microprocesador 42 y 40. Se comienza con una explicación del limitador de temperatura 17. Éste se pone en marcha, se inicializa en el paso 61, y se introduce al menos un valor teórico, en concreto el valor teórico TBSoll para la temperatura máxima de la tubería de calefacción 8 en el punto más caliente preestablecido, por encima de la cual el limitador de temperatura 17 desconecta el circuito de calefacción 33 de forma permanente. En el paso 62 se introduce la temperatura TB medida por el sensor de temperatura del limitador 20, produciéndose en el paso 63 una consulta para determinar si la temperatura TB es más alta que el valor teórico TBSoll. Si no es así, o sea, en caso normal, se comprueba en el paso 64 si existe una consulta de lectura del regulador de temperatura 13 en relación con la temperatura TB. En caso afirmativo, se facilita esta temperatura al regulador de temperatura 13 en el paso 65; en caso negativo, se introduce después de un tiempo predeterminado nuevamente una temperatura TB medida por el sensor de temperatura del limitador 20.

Si la temperatura TB medida por el sensor de temperatura 20 fuera más alta que la temperatura teórica TBSoll, se desconectaría en el paso 66 la calefacción o la tubería de calefacción 8 de forma permanente, es decir, la calefacción se bloquearía. En otro paso 67 se consulta a un operario si se debe proceder al desbloqueo. Sólo después del desbloqueo se introduce, según el paso de decisión 68, un nuevo valor de temperatura TB.

Después del arranque, la inicialización y la recepción de valores teóricos para la regulación de la temperatura de la tubería de calefacción 8, en el paso 71 el regulador de temperatura 13 introduce la temperatura TR que el sensor de temperatura 16 del regulador mide actualmente (paso 72). Si ésta no es inferior a un valor teórico de temperatura TSoll preestablecido en el marco de la regulación, se repite esta operación en un intervalo determinado. Sin embargo, si la temperatura TR es inferior al valor teórico de temperatura TSoll (paso 73), el regulador de temperatura 13 solicita antes del inicio de la calefacción en el paso 74 el valor de temperatura TB medido actualmente por el limitador de temperatura 17, almacenándose este valor de temperatura como un primer valor de temperatura TBALT en el microprocesador 40 del regulador de temperatura 13. Según el paso 75, al mismo tiempo se pone en marcha un temporizador que define un espacio de tiempo predeterminado después del inicio de la calefacción (paso 76). Al cumplirse este espacio de tiempo (paso 77), se consulta en el paso 78 nuevamente la temperatura TB medida actualmente por el limitador de temperatura 17. En el paso 79 se comprueba si esta temperatura TB es más baja que la temperatura TBALT transmitida antes del inicio de la calefacción más un valor x preestablecido. Dicho con otras palabras, se comprueba si la temperatura transmitida por el limitador de temperatura 17 es, después de finalizar el tiempo del temporizador, en el valor x más alta que la temperatura transmitida antes del inicio de la calefacción (paso 79). En caso negativo, se provoca una alarma de "Limitador defectuoso" (paso 80).

Una ventaja especial de esta forma de realización según la invención es que se comprueba toda la cadena de medición del limitador de temperatura 17, a saber, desde el sensor de temperatura 20 hasta un convertidor AD y el microprocesador 42 del limitador de temperatura 17. Un error del limitador de temperatura 17, por ejemplo un microprocesador 42 defectuoso o una interrupción del desarrollo del programa, se detecta, dado que ya no es posible una comunicación entre el limitador de temperatura 17 y el regulador de temperatura 13 o que la temperatura TB medida por el limitador de temperatura 17 ya no se transmite como valor constante. También se detecta una instalación defectuosa o incorrecta del sensor de temperatura del limitador 20.

El diagrama de operaciones del programa de la figura 3 muestra sólo una selección de funciones relevantes. Los programas se pueden ampliar de muchas maneras (por ejemplo una activación de indicaciones digitales, transmisión de datos a otros equipos, otros mensajes de alarma, etc.), sin interferir en la funcionalidad de las operaciones del programa.

Para el caso de que el regulador de temperatura 13 no reciba del limitador de temperatura 17 ningún valor de temperatura TB (paso 74), es decir, para el caso de una interrupción de la comunicación entre el regulador de temperatura 13 y el limitador de temperatura 17, se puede prever, por ejemplo que se emita una alarma. En la operación del programa 60b, en cambio, el regulador de temperatura 13 simplemente no cambiaría a "Calefacción", lo que representaría un "comportamiento Fail-Safe" y podría ser suficiente en lo que se refiere a aspectos de seguridad.

El diagrama de operaciones del programa según la figura 3 se refiere, por razones de claridad, sólo a la variante de la comprobación del funcionamiento del termostato por el microprocesador 40 mediante la consulta de los valores de temperatura medidos por el limitador de temperatura 17. Como se ha descrito, de forma correspondiente se puede prever también una comprobación del funcionamiento del termostato por el procesador 42 mediante la consulta de valores de temperatura medidos por el regulador de temperatura 13.

Ahora se hace referencia a la figura 4. Un sensor de temperatura de un regulador de temperatura se instala en una tubería de agua de extinción, y un sensor de temperatura de un limitador de temperatura directamente en la tubería de calefacción. Aquí se podría dar, por ejemplo, la disposición según las figuras 1a a 1d. El sensor de temperatura del limitador también se podría disponer en un punto distinto al punto más caliente de la tubería de calefacción 8, en cuyo caso es preferible que se conozca y preestablezca la diferencia de temperatura respecto al punto más caliente. El sensor de temperatura del limitador está, con la calefacción apagada, algo más caliente que la tubería de agua de extinción. La curva de temperatura del sensor de temperatura del limitador se representa por medio de la línea de puntos y rayas 85, la del sensor de temperatura del regulador por medio de la línea continua 86.

Después de la conexión de la calefacción en el momento  $T_0 = 55$  s ( $s =$  segundos) la tubería de calefacción se calienta directamente con un gradiente de temperatura alto, la temperatura de la tubería de agua de extinción o del sensor de temperatura del regulador sube con retraso y un gradiente bajo. En este ejemplo la situación de funcionamiento según la invención es la siguiente o se prevé como sigue: en el momento  $T_0$  se almacena la o una temperatura  $T_{B0}$  medida por el sensor de temperatura del limitador. En el momento  $T_1 = 85$  s la temperatura  $T_{B1}$  medida por el sensor de temperatura del limitador se compara con la temperatura  $T_{B0}$  almacenada. En caso normal  $T_{B1} > T_{B0}$ . Si se da el caso de  $T_{B1} \leq T_{B0}$ , se produce un mensaje de error. De forma complementaria se comprueba en el momento  $T_1$  si la temperatura  $T_{B1}$  medida por el sensor de temperatura del limitador es más alta que una temperatura  $T_{R1}$  medida en el momento  $T_1$  por el sensor de temperatura del regulador. En caso normal es  $T_{B1} > T_{R1}$ , un mensaje de error se produce con  $T_{B1} \leq T_{R1}$ . La diferencia de tiempo entre  $T_0$  y  $T_1$  puede ser, aproximadamente, de 1 s a, aproximadamente, 15 min.

A continuación se hace referencia a la figura 5. Un sensor de temperatura de un regulador de temperatura se instala en un tubo por el que fluye un producto, un sensor de temperatura de un limitador de temperatura se instala directamente en una tubería de calefacción. También aquí se podría dar, por ejemplo, la disposición según las figuras 1a a 1d, y el sensor de temperatura del limitador se podría disponer en un punto distinto al más caliente de la tubería de calefacción 8, en cuyo caso sería preferible que la diferencia de temperatura respecto al punto más caliente se estableciera previamente y se conociera. El tubo de producto es, con la calefacción desconectada, algo más caliente que el sensor de temperatura del limitador. La curva de temperatura del sensor de temperatura del limitador se representa por medio de la línea de puntos y rayas 95, la del sensor de temperatura del regulador por medio de la línea continua 96.

Después de la conexión de la calefacción en el momento  $T_0 = 55$  s la tubería de calefacción se calienta directamente con un gradiente de temperatura alto, la temperatura del tubo de producto o del sensor de temperatura del regulador sube con retraso y un gradiente bajo. En este ejemplo la situación de funcionamiento según la invención es la siguiente o se prevé como sigue: en el momento  $T_0$  se almacena la o una temperatura  $T_{B0}$  medida por el sensor de temperatura del limitador. En el momento  $T_1 = 85$  s la temperatura  $T_{B1}$  medida por el sensor de temperatura del limitador se compara con la temperatura  $T_{B0}$  almacenada. En caso normal  $T_{B1} > T_{B0}$ . Si se da el caso de  $T_{B1} \leq T_{B0}$ , se produce un mensaje de error. De forma complementaria se comprueba en el momento  $T_1$  si la temperatura  $T_{B1}$  medida por el sensor de temperatura del limitador es más alta que una temperatura  $T_{R1}$  medida en el momento  $T_1$  por el sensor de temperatura del regulador. En caso normal es  $T_{B1} > T_{R1}$ , un mensaje de error se produce con  $T_{B1} \leq T_{R1}$ .

Una forma de realización ventajosa puede consistir en realizar la comprobación complementaria adicionalmente en un momento posterior T2, por ejemplo después de 120 s. En el momento T2 se comprueba si la temperatura TB2 medida por el sensor de temperatura del limitador es más alta que una temperatura TR2 medida en el mismo momento (T2) por el sensor de temperatura del regulador. En caso normal es  $TB2 > TR2$ , un mensaje de error se produce con  $TB2 \leq TR2$ . La diferencia de tiempo entre T0 y T2 puede ser, aproximadamente, de 5 s a, aproximadamente, 2 h.

Lista de referencias

	2	Tubería
10	3	Tubo
	4	Válvula
	6	Aislamiento térmico
	8	Tubería de calefacción
	10	Pared de tubo
15	11	Caja de conexión
	11a	Soporte
	12	Regulador de potencia
	13	Regulador de temperatura
	14	Cable de 16
20	16	Sensor de temperatura de 13
	17	Limitador de temperatura
	18	Cable de 20
	20	Sensor de temperatura de 17
	22	Cintas de sujeción
25	24	Aislamiento térmico
	26	Potenciómetro de ajuste
	28	Contactador principal
	30	Regleta de bornes
	32	Fusibles
30	33	Circuito de carga
	34	Potenciómetro de ajuste
	36	Potenciómetro de ajuste
	38	Relé
	39	Bucle de alarma
35	40	Microprocesador
	41	Línea de comunicación de datos
	42	Microprocesador
	44	Potenciómetro de ajuste
	46	Conexión de 3 conductores
40	48	Conexión de 3 conductores
	50	Tecla de desbloqueo
	52	Placa de separación
	54	Conexiones de 26
	60, 60a	Programa

	61-68	Pasos del programa
	71-80	Pasos del programa
	85	Línea de puntos y rayas
	86	Línea continua
5	95	Línea de puntos y rayas
	96	Línea continua

## REIVINDICACIONES

1. Termostato con un regulador de temperatura (13) previsto para la conexión a un elemento calefactor (8), que sirve para una regulación de una temperatura de un objeto (3) a calentar por el elemento calefactor (8) y que presenta un microprocesador (40) así como un sensor de temperatura (16), a montar en o al lado del objeto (3), y con un limitador de temperatura (17) que presenta un sensor de temperatura (20) previsto para su montaje en el elemento calefactor (8) para la medición de la temperatura del elemento calefactor (8) en un punto preestablecido, por ejemplo un punto que, según lo preestablecido, es el más caliente y diseñado para desconectar el elemento calefactor (8) de forma permanente cuando un valor de temperatura medido por el limitador de temperatura (17) por medio del sensor de temperatura del limitador (20) supera una temperatura predeterminada, caracterizado por que el regulador de temperatura (13) y el limitador de temperatura (17) están conectados entre sí por de una línea de comunicación de datos (41), por que la línea de comunicación de datos (41) se prevé para la transmisión de datos de temperatura del limitador de temperatura (17) al regulador de temperatura (13), por que el regulador de temperatura (13) se concibe para consultar, a efectos de una comprobación del funcionamiento del termostato por medio del microprocesador (40), como temperaturas del elemento calefactor (8) medidas por el limitador de temperatura (17), en un intervalo preestablecido, al menos un primer valor de temperatura y un segundo valor de temperatura de los que se almacena al menos el primero, consultándose como mínimo el segundo después de la conexión del elemento calefactor (8) y temporalmente en combinación con el estado conectado, comparándose los valores de temperatura consultados con una curva de temperatura a esperar del elemento calefactor (8) y emitiéndose una alarma si los valores de temperatura consultados difieren de la curva de temperatura a esperar en una medida mayor que la preestablecida.
2. Termostato según la reivindicación 1, caracterizado por que una alarma se emite también cuando el segundo valor de temperatura no es más alto que un valor de temperatura medido en el mismo momento por el regulador de temperatura (13) por medio del sensor de temperatura del regulador (16).
3. Termostato según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que el regulador de temperatura (13) se concibe para leer cíclicamente, en intervalos regulares, los valores de temperatura procedentes de una medición de temperatura continua del limitador de temperatura (17).
4. Termostato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se diseña para emitir una alarma cuando el microprocesador (40) no recibe los valores de temperatura demandados.
5. Termostato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el limitador de temperatura (17) también presenta un microprocesador (42), por que el regulador de temperatura (13) y el limitador de temperatura (17) están conectados entre sí por una línea de transmisión de datos (41) prevista para la transmisión de datos de temperatura del regulador de temperatura (13) al limitador de temperatura (17), y por que el limitador de temperatura (17) se concibe para consultar, a efectos de una comprobación del funcionamiento del regulador de temperatura (13) por medio del microprocesador del limitador (42), como temperaturas del objeto a calentar (3) medidas por el regulador de temperatura (13), en un intervalo preestablecido, al menos un primer valor de temperatura y un segundo valor de temperatura de los que se almacena al menos el primero, consultándose como mínimo el segundo después de la conexión del elemento calefactor (8) y temporalmente en combinación con el estado conectado, comparándose los valores de temperatura consultados con una curva de temperatura a esperar del objeto a calentar (3) y emitiéndose una alarma si los valores de temperatura consultados difieren de la curva de temperatura a esperar en una medida mayor que la preestablecida.
6. Termostato con un regulador de temperatura (13) previsto para la conexión a un elemento calefactor (8), que sirve para una regulación de una temperatura de un objeto (3) a calentar por el elemento calefactor (8), y que presenta un microprocesador (40) así como un sensor de temperatura (16) a montar en o al lado del objeto (3), y con un limitador de temperatura (17) que presenta un sensor de temperatura (20) previsto para su colocación en el elemento calefactor (8) para la medición de la temperatura del elemento calefactor (8) en un punto preestablecido, por ejemplo en un punto que según lo preestablecido es el más caliente, y que ha sido concebido para desconectar el elemento calefactor (8) de forma permanente cuando un valor de temperatura medido por el limitador de temperatura (17) por medio del sensor de temperatura del limitador (20) supera una temperatura predeterminada, caracterizado por que el regulador de temperatura (13) y el limitador de temperatura (17) están conectados entre sí por una línea de comunicación de datos (41), por que la línea de comunicación de datos (41) está prevista para la transmisión de datos de temperatura del regulador de temperatura (13) al limitador de temperatura (17), por que el limitador de temperatura (17) presenta también un microprocesador (42) y se concibe para que, a efectos de una comprobación del funcionamiento del termostato por medio del microprocesador del limitador (42), consulte como temperaturas medidas por el regulador de temperatura (13) del objeto (3), con un intervalo predeterminado, al menos un primer y un segundo valor de temperatura, de los que se almacena al menos el primero, consultándose al menos el segundo después de la conexión del elemento calefactor (8) y temporalmente en combinación con el estado conectado, comparándose los valores de temperatura consultados con una curva de temperatura a esperar del objeto (3) y emitiéndose una alarma cuando los valores de temperatura consultados difieren de la curva de temperatura a esperar en una medida mayor que la preestablecida.

7. Termostato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en el caso de la medida preestablecida se trata de una diferencia preestablecida.
- 5 8. Termostato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en el caso del primer valor de temperatura se trata de una temperatura consultada antes de la conexión del elemento calefactor (8) y por que se emite una alarma cuando el segundo valor de temperatura no es más alto que el primer valor de temperatura.
- 10 9. Termostato según la reivindicación 6 ó 7, con referencia a la reivindicación 6 o según la reivindicación 8, con referencia a las reivindicaciones 6 ó 7, caracterizado por que una alarma se emite también cuando el segundo valor de temperatura no es más bajo que un valor de temperatura medido en el mismo momento por el limitador de temperatura (17) por medio del sensor de temperatura del limitador (20).
- 15 10. Termostato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se diseña para realizar la prueba de funcionamiento con cada conexión del elemento calefactor (8) dentro del proceso de regulación.
- 20 11. Termostato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se diseña para realizar la prueba de funcionamiento en la puesta en marcha del regulador de temperatura (13), conectando el elemento calefactor (8) independientemente de la regulación.
- 25 12. Termostato según la reivindicación 6 o una de las reivindicaciones 7 a 11, respectivamente con referencia a al menos la reivindicación 6, caracterizado por que el limitador de temperatura (17) se diseña para leer cíclicamente, en intervalos regulares, los valores de temperatura procedentes de una medición de temperatura continua del regulador de temperatura (13).
- 30 13. Termostato según la reivindicación 6 o una de las reivindicaciones 7 a 12, respectivamente con referencia a al menos la reivindicación 6, caracterizado por que se diseña para emitir una alarma incluso cuando el microprocesador del limitador (42) no recibe valores de temperatura consultados.
- 35 14. Procedimiento para la comprobación del funcionamiento de un termostato con un regulador de temperatura (13) conectado a un elemento calefactor (8), que regula una temperatura de un objeto (3) a calentar por el elemento calefactor (8), y con un microprocesador (40) así como un sensor de temperatura (16) dispuesto en o al lado del objeto (3), y con un limitador de temperatura (17) que presenta un sensor de temperatura (20) montado en el elemento calefactor (8) para la medición de la temperatura del elemento calefactor (8) en un punto preestablecido, por ejemplo en un punto que según lo preestablecido es el más caliente, y que sirve para desconectar (66) el elemento calefactor (8) de forma permanente cuando un valor de temperatura medido por el limitador de temperatura (17) por medio del sensor de temperatura del limitador (20) supera una temperatura preestablecida, caracterizado por que el regulador de temperatura (13) y el limitador de temperatura (17) se comunican a través de una línea de comunicación de datos (41), por que la línea de comunicación de datos (41) transmite (74, 78) datos de temperatura del limitador de temperatura (17) al regulador de temperatura (13), por que el regulador de temperatura (13) consulta por medio del microprocesador (40), como temperaturas medidas por el limitador de temperatura (17) del elemento calefactor (8), en un intervalo preestablecido (75), al menos un primer y un segundo valor de temperatura (74, 78), de los que se almacena al menos el primero, consultándose al menos el segundo después de la conexión del elemento calefactor (8) y temporalmente en combinación con el estado conectado, comparándose (79) los valores de temperatura consultados con la curva de temperatura a esperar del elemento calefactor (8) y emitiéndose (80) una alarma cuando los valores de temperatura consultados difieren de la curva de temperatura a esperar en una media mayor que la preestablecida.
- 40 45 50 55 60 65 15. Procedimiento para la comprobación del funcionamiento de un termostato con un regulador de temperatura (13) conectado a un elemento calefactor (8), que regula una temperatura de un objeto (3) a calentar por el elemento calefactor (8), y con un microprocesador (40) así como un sensor de temperatura (16) dispuesto en o al lado del objeto (3), y con un limitador de temperatura (17) que presenta un sensor de temperatura (20) montado en el elemento calefactor (8) para la medición de la temperatura del elemento calefactor (8) en un punto preestablecido, por ejemplo en un punto que según lo preestablecido es el más caliente, y que sirve para desconectar (66) el elemento calefactor (8) de forma permanente cuando un valor de temperatura medido por el limitador de temperatura (17) por medio del sensor de temperatura del limitador (20) supera una temperatura preestablecida, caracterizado por que el regulador de temperatura (13) y el limitador de temperatura (17) se comunican a través de una línea de comunicación de datos (41), por que la línea de comunicación de datos (41) transmite datos de temperatura del regulador de temperatura (13) al limitador de temperatura (17), por que el limitador de temperatura (17) presenta también un microprocesador (42), consultando por medio del mismo, como temperaturas medidas por el regulador de temperatura (13) del objeto (3), en un intervalo preestablecido, al menos un primer y un segundo valor de temperatura, de los que se almacena al menos el primero, consultándose al menos el segundo después de la conexión del elemento calefactor (8) y temporalmente en combinación con el estado conectado, comparándose los valores de temperatura consultados con la curva de temperatura a esperar del objeto (3) y emitiéndose una alarma cuando los valores de temperatura consultados difieren de la curva de temperatura a esperar en una media mayor que la preestablecida.

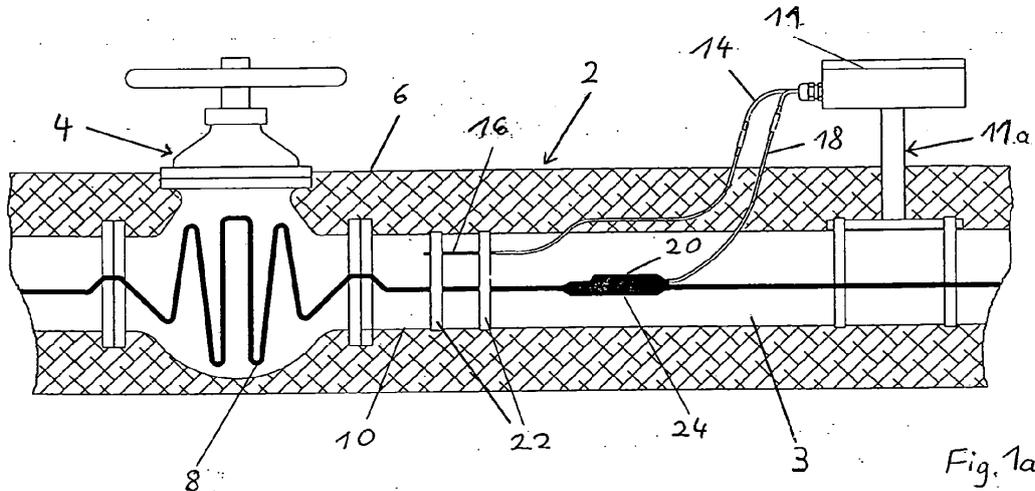


Fig. 1a

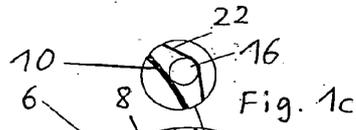


Fig. 1c

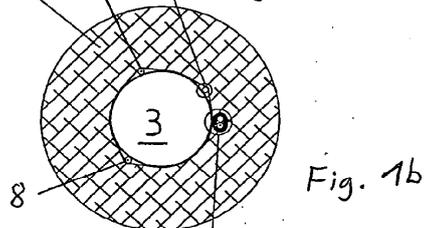


Fig. 1b

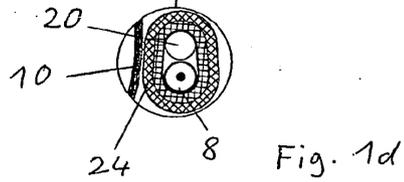


Fig. 1d

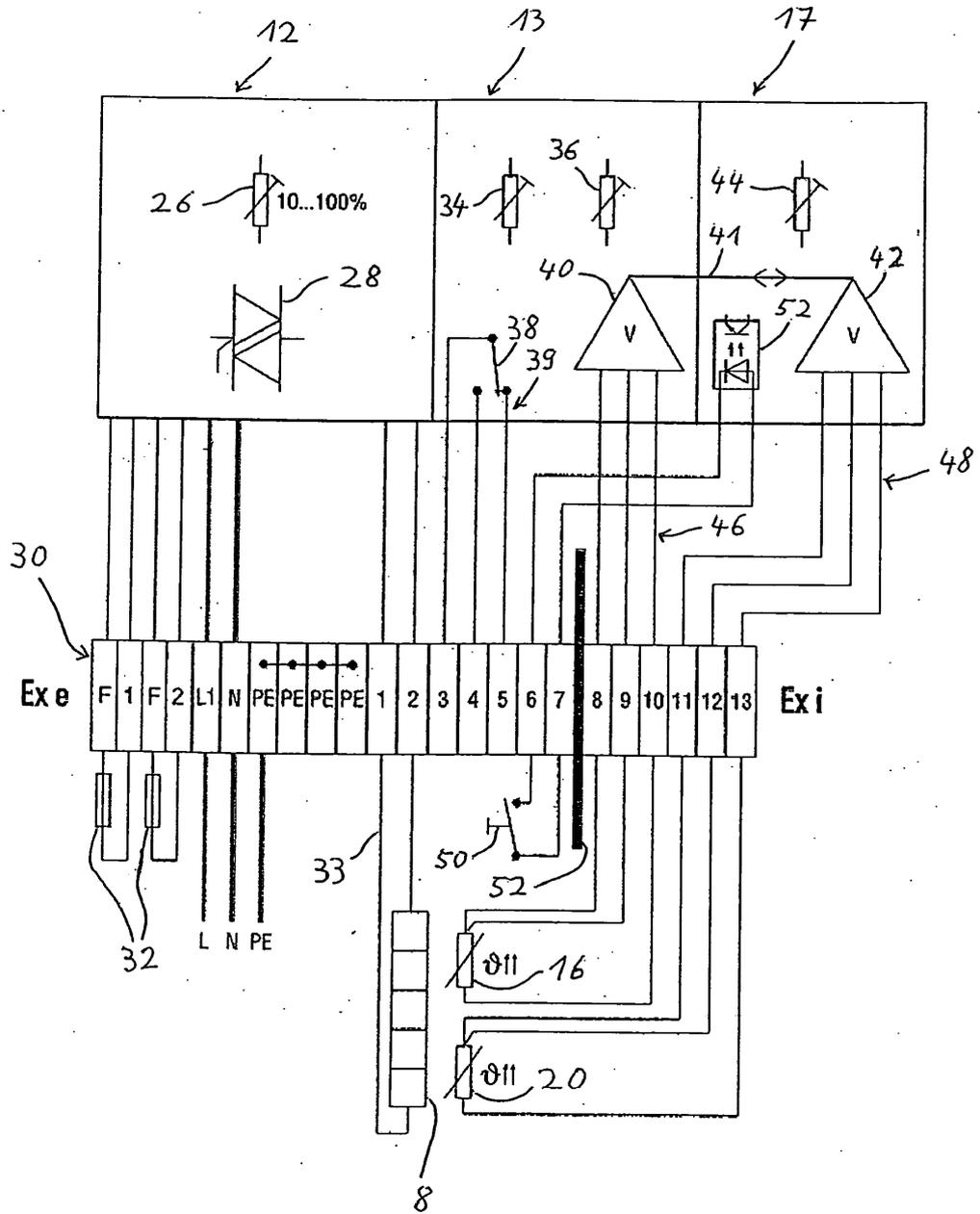


Fig. 2

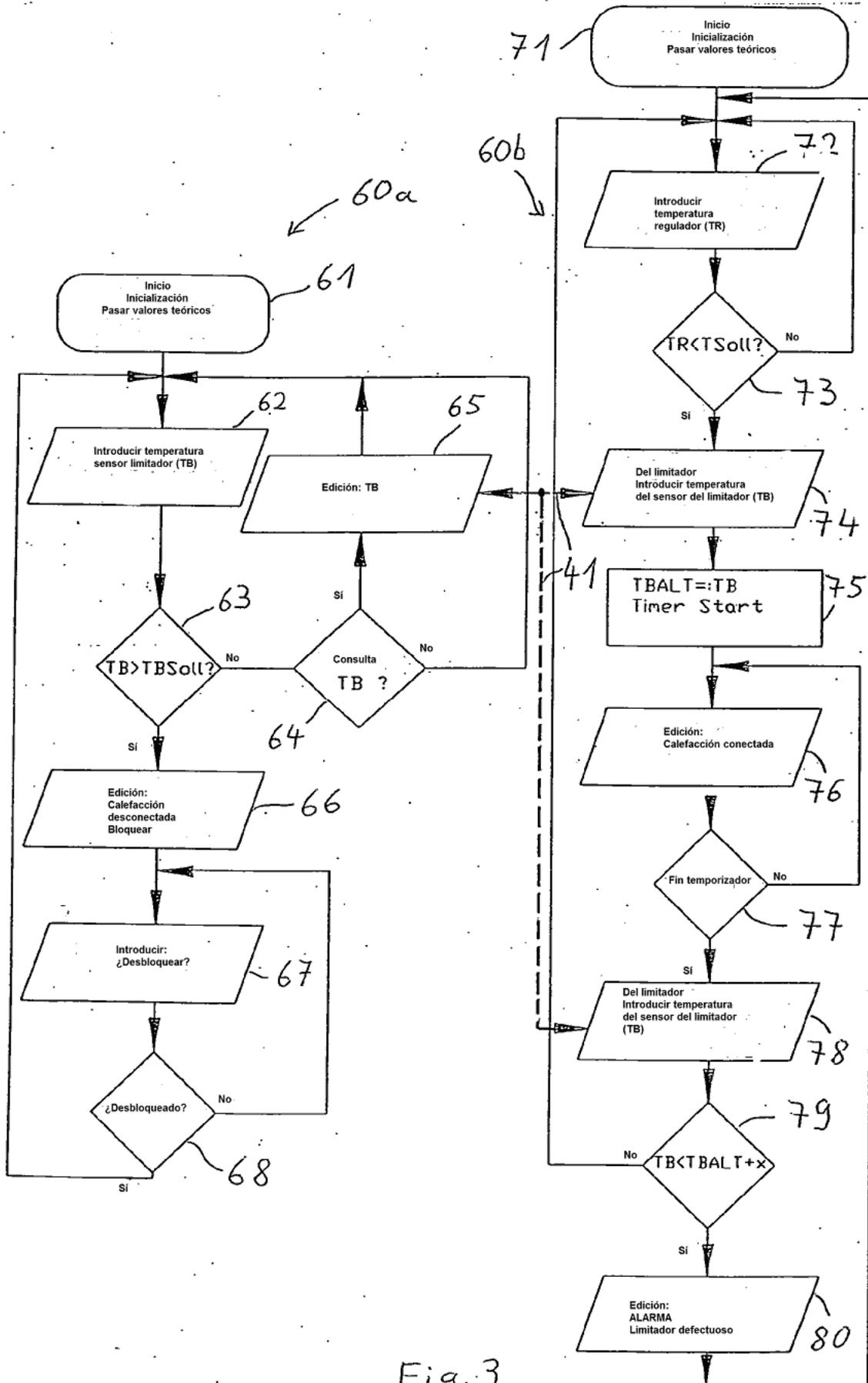


Fig. 3

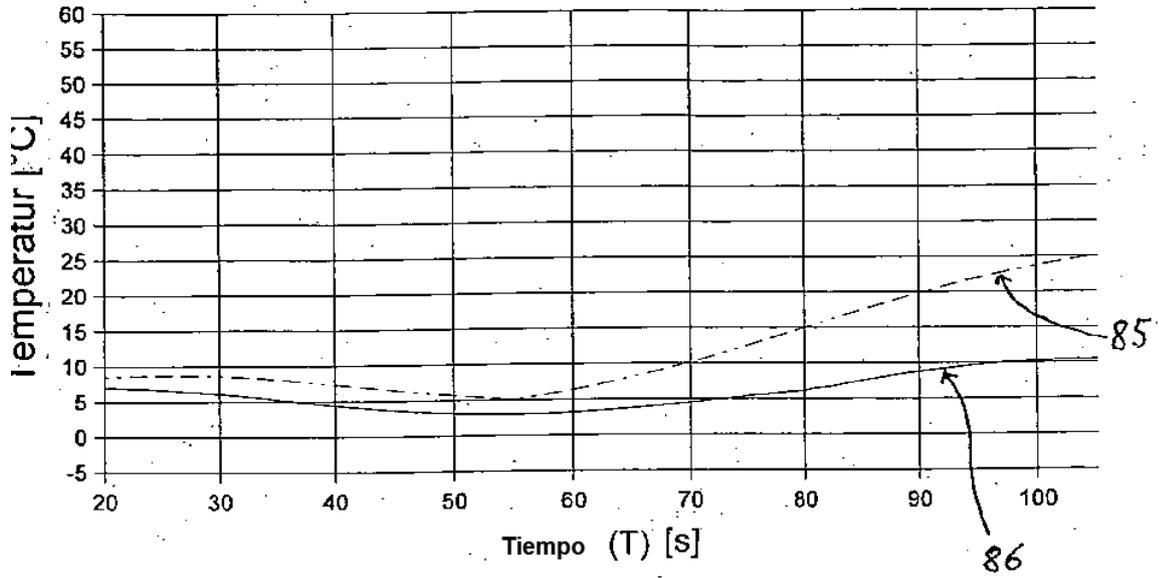


Fig.4

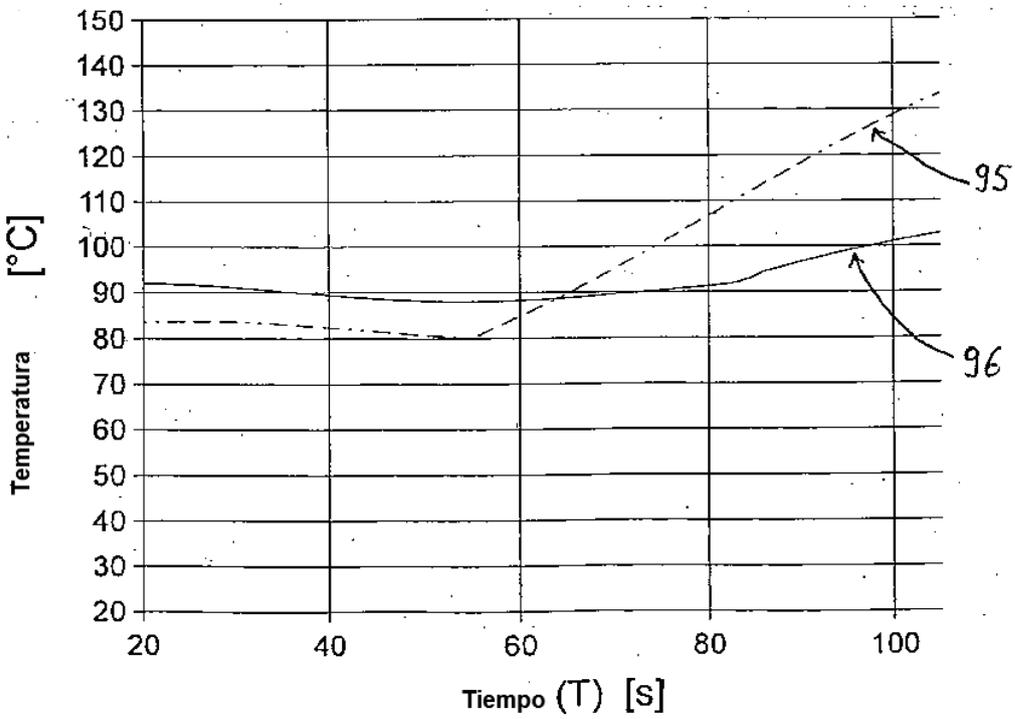


Fig.5