

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 934 618**

51 Int. Cl.:

F24D 3/02 (2006.01)

F24D 19/10 (2006.01)

G05D 23/19 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.04.2020** **E 20168920 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2022** **EP 3722680**

54 Título: **Procedimiento para realizar un ajuste hidráulico de un sistema de calefacción para un edificio, así como sistema de calefacción configurado para ello**

30 Prioridad:

11.04.2019 DE 102019109540

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.02.2023

73 Titular/es:

REHAU INDUSTRIES SE & CO. KG (100.0%)
Helmut-Wagner-Straße 1
95111 Rehau, DE

72 Inventor/es:

POMMER, WILLI

74 Agente/Representante:

DE ARPE TEJERO, Manuel

ES 2 934 618 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para realizar un ajuste hidráulico de un sistema de calefacción para un edificio, así como sistema de calefacción configurado para ello

La invención se refiere a un procedimiento para realizar un equilibrado hidráulico de un sistema de calefacción para un edificio, que tiene un elemento de control de temperatura que calienta un medio de control de temperatura, una bomba de circulación, varios intercambiadores de calor conectados con el elemento de control de temperatura y la bomba de circulación, estando asociado cada intercambiador de calor a una habitación del edificio y estando asociada a cada intercambiador de calor una válvula que regula el paso del medio de control de temperatura por el intercambiador de calor con un actuador asociado a esta válvula, así como al menos una unidad de control que controla los actuadores de las válvulas. Además, la presente invención se refiere a un sistema de calefacción cuya unidad de control está configurada para proporcionar las operaciones para llevar a cabo un procedimiento de este tipo.

Para el funcionamiento energéticamente eficiente de un sistema de calefacción que funciona con agua que satisfaga las necesidades de confort de los usuarios es necesario asegurarse de que por los intercambiadores de calor instalados en las habitaciones fluya una cantidad de medio de control de temperatura adaptada a la demanda de calefacción de las habitaciones. A este respecto, el medio de control de temperatura presenta una temperatura adaptada a la demanda.

Los intercambiadores de calor instalados en las habitaciones, en el caso de una calefacción por suelo radiante, estos son superficies de solado en las que están dispuestos los circuitos de calefacción por los que fluye el medio de control de temperatura, presentan diferentes propiedades hidráulicas debido a sus diferentes dimensiones y las diferentes longitudes de tubería que resultan de ello. En caso de un funcionamiento simultáneo de varios de estos intercambiadores de calor en un sistema de calefacción de un edificio, a este respecto puede darse el caso de que el medio de control de temperatura no se distribuya de forma adaptada a la demanda entre los diferentes intercambiadores de calor y, como resultado, que haya un suministro de energía a las habitaciones a abastecer no adaptado a la demanda y, como consecuencia, puede ocurrir que las habitaciones no se calienten suficientemente o que se calienten en exceso. Para evitar estos efectos negativos en el confort y el consumo de energía, se requieren medidas para crear en la instalación condiciones hidráulicas adaptadas a la demanda real. Esto se llama equilibrado hidráulico del sistema de calefacción.

Este equilibrado hidráulico en los sistemas de calefacción de superficies es una etapa de trabajo que forma parte de la puesta en marcha profesional de la instalación de calefacción o del sistema de calefacción. Mediante el equilibrado hidráulico debe garantizarse que los intercambiadores de calor reciban las cantidades de medio de control de temperatura o medio caloportador determinadas en la planificación del diseño. De esta manera se crean las condiciones necesarias para que el control de temperatura ambiente montado a continuación funcione de manera óptima. Habitualmente, el equilibrado hidráulico se lleva a cabo estrangulando los circuitos de calefacción que abastecen los intercambiadores de calor cuando se pone en marcha la instalación de calefacción, sobre la base de los valores de ajuste determinados en la planificación del diseño. La desventaja aquí es que en la planificación del diseño, no se tienen en cuenta los deseos del usuario de la instalación que difieren de los valores especificados habituales o los cambios realizados por el usuario en los revestimientos del suelo que influyen en la transferencia de calor entre el intercambiador de calor y la habitación.

Para solucionar este problema se desarrollaron medidas, mediante las que se sustituye la etapa de trabajo del equilibrado hidráulico manual mediante una intervención del sistema de control o de la unidad de control, que manda los actuadores correspondientes, que accionan a su vez válvulas en el distribuidor del circuito de calefacción liberando o bloqueando de este modo el paso del medio de calefacción por los intercambiadores de calor. En los documentos EP 1 606 556 A1, DE 10 2006 060 324 A1, DE 10 2015 121 418 B3 y DE 10 2011 018 698 A1 se describen a modo de ejemplo métodos para realizar un equilibrado hidráulico. Además, el documento EP 3 009 751 B1 describe también un procedimiento en el que se comparan los tiempos de apertura de las válvulas de las habitaciones individuales durante una fase inicial del sistema. Mediante las válvulas puede liberarse o bloquearse el paso del medio de calefacción por el intercambiador de calor asociado a la respectiva válvula. Para el equilibrado hidráulico se reduce la carrera de válvula de la válvula con el tiempo de apertura determinado más corto. No obstante, un procedimiento de este tipo requiere el uso de válvulas en el sistema de calefacción, que se abren y cierran mediante actuadores accionados por motor. Dichos actuadores accionados por motor pueden hacerse pasar a una posición definida mediante impulsos de posición o mediante una señal constante, de modo que puede ajustarse un grado de apertura definido de las válvulas. Así, una válvula accionada por un actuador accionado por motor de este tipo puede llevarse a cualquier posición intermedia entre las posiciones finales "cerrada" y "totalmente abierta". No obstante, en accionamientos termoelectrónicos de dos puntos, que se usan habitualmente en un sistema de control para controlar la temperatura ambiente de habitaciones que se calientan mediante un sistema de calefacción de superficies, es muy difícil conseguir exactamente una posición intermedia de este tipo entre la posición final abierta y cerrada. Los accionamientos termoelectrónicos de dos puntos de este tipo pueden adoptar dos posiciones finales en las que la válvula que puede ser accionada mediante el respectivo accionamiento está abierta o cerrada. La transición entre las dos posiciones finales se realiza por regla general en un intervalo de tiempo de tres a cinco minutos. Durante este tiempo, la válvula se mueve entre la posición final "cerrada" y "abierta". El paso del medio de calefacción por el intercambiador de calor que resulta de ello varía en este intervalo de tiempo entre el valor "cero" y un valor máximo determinado por

las condiciones hidráulicas que se dan en este momento.

Es en este punto en el que entra en juego la presente invención, que se basa en el objetivo de poner a disposición un procedimiento para realizar un equilibrado hidráulico de un sistema de calefacción para un edificio, así como un sistema de calefacción cuya unidad de control está configurada para proporcionar las operaciones para llevar a cabo un procedimiento de este tipo, que superen al menos una desventaja del estado de la técnica. En particular, el procedimiento de acuerdo con la invención también debería llevarse a cabo con un sistema de calefacción que usa accionamientos termoelectrónicos de dos puntos para accionar las válvulas del respectivo intercambiador de calor.

Este y otros objetivos se consiguen mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1 o mediante un sistema de calefacción con las características de la reivindicación 9. Unas formas de realización preferentes del procedimiento de acuerdo con la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con la presente invención se ha detectado que gracias a analizarse el comportamiento de control del control de la temperatura ambiente, teniéndose en cuenta los valores teóricos de la temperatura ambiente deseados por el usuario y teniéndose en cuenta las condiciones marco que han cambiado en comparación con la planificación original de la instalación para cada una de las habitaciones a abastecer, puede determinarse un indicador específico de la habitación, que se aplica de tal forma al mando de los actuadores que queda garantizada un abastecimiento de las habitaciones adaptado a la demanda real. Para ello, el procedimiento de acuerdo con la invención comprende las siguientes etapas:

En primer lugar se determina durante una fase de aprendizaje para cada habitación del edificio si la calefacción de la habitación es suficiente o si hay un abastecimiento excesivo o insuficiente de la respectiva habitación. Del resultado se deriva un valor de corrección para el control de la temperatura ambiente. El término "fase de aprendizaje", como se usa en este documento, indica a este respecto un período del primer funcionamiento de calefacción de un sistema de calefacción después de la instalación de la unidad de control o después del comienzo de una nueva temporada de calefacción. La fase de aprendizaje dura al menos una semana y preferentemente al menos dos semanas. La fase de aprendizaje debería haber terminado después de cuatro semanas como máximo, preferentemente después de tres semanas como máximo.

A continuación, puede realizarse una comprobación de plausibilidad en una etapa intermedia opcional: Para ello se comparan los valores de corrección determinados para la respectiva habitación y con ayuda de los valores de corrección determinados se toma una decisión acerca de si en la instalación existe (a) un abastecimiento excesivo o insuficiente general o si (b) algunas habitaciones individuales presentan un abastecimiento excesivo o insuficiente. Si se da el caso (b), es decir, en algunas habitaciones hay un abastecimiento excesivo o insuficiente durante las fases de calentamiento, en la siguiente etapa se convierten los valores de corrección específicos de la habitación determinados en un llamado factor de habitación, que puede adoptar un valor entre el 0 % y el 100%. Este factor de habitación se aplica al mando de los actuadores, que controlan mediante válvulas la entrada de flujo de medio de control de temperatura para los intercambiadores de calor de las habitaciones de tal manera que durante el intervalo de tiempo calculado por la tecnología de control para abrir las válvulas, resulta un dimensionado de la entrada de flujo del medio de control de temperatura que corresponde al respectivo factor de habitación, que está limitado al porcentaje del valor original predeterminado por el factor de habitación. Por esta reducción de la entrada de flujo de medio de control de temperatura a las habitaciones abastecidas de manera excesiva, aumenta simultáneamente la entrada de flujo del medio de control de temperatura a las habitaciones abastecidas de manera insuficiente como resultado de la influencia en las condiciones hidráulicas que se produce de este modo.

Por consiguiente, la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento para realizar un equilibrado hidráulico de un sistema de calefacción para un edificio, que tiene un elemento de control de temperatura que calienta un medio de control de temperatura, opcionalmente una bomba de circulación, varios intercambiadores de calor conectados con el elemento de control de temperatura y dado el caso con la bomba de circulación, estando asociado cada intercambiador de calor a una habitación del edificio y estando asociada a cada intercambiador de calor una válvula que regula el paso del medio de control de temperatura por este intercambiador de calor con un actuador asociado a esta válvula, así como al menos una unidad de control que controla los actuadores de las válvulas mediante modulación de ancho de pulsos, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:

(a) determinación de valores de corrección específicos de la habitación para los parámetros preajustados de la unidad de control, al menos durante una fase de aprendizaje del funcionamiento de calefacción, que durante la fase de estabilización del sistema de calefacción, en la que se alimenta energía a los intercambiadores de calor individuales, permiten mantener la temperatura ambiente en la habitación asociada a este intercambiador de calor en un intervalo predeterminado alrededor de un valor teórico de la temperatura ambiente predeterminado para la respectiva habitación; y

(b) reducción del paso del medio de control de temperatura del que se ha calculado el promedio durante el intervalo de tiempo de apertura de las válvulas de aquellos intercambiadores de calor en los que los valores de corrección determinados en la etapa (a) provocan una reducción de la cantidad de energía alimentada a los intercambiadores de calor en comparación con los parámetros iniciales correspondientes,

determinando los valores de corrección específicos de la habitación de los parámetros del sistema de control determinados en la etapa (a) la secuencia del comienzo del tiempo de ciclo de la modulación de ancho de pulsos de los intercambiadores de calor, estando aquel intercambiador de calor en el que la corrección provoca en comparación con los parámetros iniciales la mayor reducción de la cantidad de energía alimentada a los intercambiadores de calor preferentemente al final de la secuencia.

Además, la presente invención consiste en proporcionar un sistema de calefacción para un edificio, que tiene un elemento de control de temperatura que calienta un medio de control de temperatura, opcionalmente una bomba de circulación, varios intercambiadores de calor conectados con el elemento de control de temperatura y, dado el caso, con la bomba de circulación, estando asociado cada intercambiador de calor a una habitación del edificio y estando asociada a cada intercambiador de calor una válvula que regula el paso del medio de control de temperatura por el intercambiador de calor con un actuador asociado a esta válvula, así como al menos una unidad de control que controla los actuadores de las válvulas, estando configurada la unidad de control para proporcionar las operaciones para llevar a cabo un procedimiento de acuerdo con la invención.

Con respecto al procedimiento de acuerdo con la invención puede ser ventajoso que la reducción del paso del que se ha calculado el promedio durante un tiempo en la etapa (b) tenga lugar después de un cambio del valor teórico para la respectiva habitación a un valor teórico de temperatura ambiente más alto para esta habitación hasta que se alcance el valor teórico de la temperatura ambiente más alto. Esto lo hace posible. Esta medida sirve para absorber cargas hidráulicas máximas, es decir, cuando debe alimentarse al mismo tiempo una gran cantidad de medio caloportador a varios intercambiadores de calor para aumentar rápidamente la temperatura ambiente de las habitaciones correspondientes.

También puede ser útil que la reducción del paso del que se ha calculado el promedio durante un tiempo en la etapa (b) tenga lugar mediante la reducción del grado de apertura de las válvulas asociadas a los intercambiadores de calor correspondientes. Esta representa la variante preferida para actuadores continuos de la reducción del paso por la válvula asociada al respectivo actuador.

También puede ser favorable que la reducción del paso del que se ha calculado el promedio durante un tiempo en la etapa (b) tenga lugar abriendo y cerrando las válvulas alternativamente. Esta representa la variante preferida para actuadores termoelectrónicos de la reducción del paso por la válvula asociada al respectivo actuador.

También puede ser útil que la unidad de control está configurada como controlador PI y el componente integral se usa en la etapa (a) para determinar los valores de corrección para los intercambiadores de calor individuales. Para los controladores PI que se usan preferentemente, la parte integral es un posible valor de corrección fácil de obtener.

También puede ser ventajoso que la reducción del paso del que se ha calculado el promedio durante un tiempo en la etapa (b) solo tenga lugar para el respectivo intercambiador de calor si el tiempo de apertura total dentro de una duración de período de la modulación de ancho de pulsos rebasa una parte del 50 % de la duración total del período, preferentemente el 70 % de la duración total del período, presentando al mismo tiempo otros intercambiadores de calor un tiempo de apertura total dentro de una duración de período de la modulación de ancho de pulsos de más del 50 %. Esta medida también sirve para absorber cargas hidráulicas máximas.

De acuerdo con la invención, los valores de corrección específicos de la habitación de los parámetros del sistema de control determinados en la etapa (a) determinan la secuencia del comienzo del tiempo de ciclo de la modulación de ancho de pulsos de los intercambiadores de calor, estando aquel intercambiador de calor en el que el valor de corrección provoca en comparación con los parámetros iniciales la mayor reducción de la cantidad de energía alimentada a los intercambiadores de calor preferentemente al final de la secuencia. De esta forma pueden priorizarse las habitaciones que tendencialmente están abastecidas de manera insuficiente.

También puede resultar útil que los valores de corrección específicos de la habitación de los parámetros del sistema de control determinados en la etapa (a) se usen para la reducción del paso del medio de control de temperatura del que se ha calculado el promedio durante el intervalo de tiempo de apertura de las válvulas descrita en la etapa (b) solo para aquellos intercambiadores de calor cuyo gradiente de temperatura está en un proceso de calentamiento por encima del promedio de los gradientes de todos los intercambiadores de calor. Esta medida representa una etapa intermedia opcional preferida entre la etapa (a) y la etapa (b) del procedimiento de acuerdo con la invención. De esta manera puede evitarse eficazmente que las habitaciones que ya están suficientemente abastecidas con medio caloportador sean abastecidas con una cantidad aún mayor de medio de control de temperatura. Esto sirve para el confort generado por el sistema de calefacción de acuerdo con la invención y reduce su consumo de energía.

También puede ser útil que los valores de corrección específicos de la habitación para los parámetros preajustados de la unidad de control se determinen durante una fase de aprendizaje del funcionamiento de la calefacción en la etapa (a) por primera vez durante la fase de aprendizaje. A continuación, esta determinación puede llevarse a cabo preferentemente de forma periódica, preferentemente de forma continua. De esta manera queda garantizado que, en caso de cambios en la unidad de control, por ejemplo, cambios del valor teórico de la temperatura ambiente para una habitación, o en caso de cambios en las condiciones externas para el sistema de calefacción, por ejemplo, la colocación de un revestimiento de suelo sobre el solado que influye en el intercambio de calor entre el intercambiador

de calor correspondiente y la habitación, estando dispuesto por debajo de este solado el circuito de calefacción, tenga lugar una adaptación correspondiente de las condiciones hidráulicas.

A continuación, se explican en detalle las etapas individuales del procedimiento de acuerdo con la invención con ayuda de un ejemplo de realización de un sistema de calefacción por suelo radiante con referencia a las figuras. No obstante, a este respecto se entiende que la presente invención no se limita a esto, sino que puede aplicarse correspondientemente para sistemas de calefacción que usan otros tipos de intercambiadores de calor, como por ejemplo radiadores o similares. Asimismo, la presente invención puede ser usada para el funcionamiento de una instalación con el fin de refrigerar las habitaciones. Muestran:

- 5 la figura 1 una representación esquemática de un sistema de calefacción y/o refrigeración para llevar a cabo un procedimiento según una forma de realización de la presente invención;
- 10 la figura 2 un diagrama a modo de ejemplo de una señal de salida del controlador proporcional con desplazamiento negativo de la banda proporcional;
- la figura 3 un diagrama a modo de ejemplo de una señal de salida del controlador proporcional con desplazamiento positivo de la banda proporcional;
- 15 la figura 4 un diagrama a modo de ejemplo de señales de control de un controlador PI durante un proceso de calentamiento;
- la figura 5 un diagrama a modo de ejemplo de una evolución en el tiempo de una señal modulada por ancho de pulsos;
- 20 la figura 6 un diagrama de flujo con respecto a la etapa (a) de acuerdo con una forma de realización del procedimiento de acuerdo con la invención;
- la figura 7 un diagrama de flujo con respecto a una etapa intermedia opcional de acuerdo con una forma de realización preferida del procedimiento de acuerdo con la invención;
- la figura 8 un diagrama de flujo con respecto a la etapa (b) de acuerdo con una forma de realización del procedimiento de acuerdo con la invención; y
- 25 la figura 9 un diagrama a modo de ejemplo para determinar el factor de habitación a partir del desplazamiento de la banda proporcional en una forma de realización del procedimiento de acuerdo con la invención.

En la figura 1 está representado esquemáticamente un sistema de calefacción 1 en forma de una calefacción por suelo radiante para llevar a cabo un procedimiento según una forma de realización de la presente invención. En el sistema de calefacción 1, un medio de control de temperatura (por ejemplo agua o una mezcla de agua y glicol) se conduce a lo largo de una tubería de alimentación 2 con un sensor de temperatura de la tubería de alimentación 3 a un distribuidor de circuito de calefacción de la tubería de alimentación 4. El distribuidor de circuito de calefacción de la tubería de alimentación 4 distribuye el medio de control de temperatura entre varios intercambiadores de calor 5, 5', 5'', 5''', que en la presente forma de realización están configurados respectivamente como circuitos de calefacción 5, 5', 5'', 5''' empotrados en el solado. Los circuitos de calefacción 5, 5', 5'', 5''' conducen el medio de control de temperatura por las superficies mediante las que debe calentarse o refrigerarse la habitación correspondiente. A este respecto, también pueden estar asociados dos o más intercambiadores de calor 5, 5', 5'', 5''' a una habitación. Este caso puede darse, en particular, cuando se trata de habitaciones relativamente grandes o habitaciones con una alta demanda de calefacción.

Los intercambiadores de calor 5, 5', 5'', 5''' configurados como circuitos de calefacción comprenden respectivamente una válvula 6, 6', 6'', 6''' con un actuador asociado a la misma, una tubería de alimentación, un consumidor (en el caso de calefacciones por suelo radiante, por ejemplo, el solado de la habitación a calentar o refrigerar, en el caso de un sistema de calefacción con radiadores, un radiador) y una tubería de retorno con un sensor de temperatura de la tubería de retorno 7, 7', 7'', 7'''. Los intercambiadores de calor 5, 5', 5'', 5''' desembocan en un distribuidor del circuito de calefacción de retorno 8. Desde el distribuidor del circuito de calefacción de retorno 8, el medio de control de temperatura fluye por una tubería de retorno 9 de vuelta a un elemento de control de temperatura 10 para calentar o refrigerar el medio de control de temperatura (por ejemplo una bomba de calor o una caldera de condensación).

Las válvulas 6, 6', 6'', 6''' y los actuadores asociados a las mismas están dispuestos en la tubería de retorno de los intercambiadores de calor 5, 5', 5'', 5''' individuales y controlan allí el paso del medio de control de temperatura por los intercambiadores de calor 5, 5', 5'', 5''' individuales. Una unidad de control 11 está conectada con los actuadores individuales transmitiendo señales y controla su funcionamiento. Alternativamente, las válvulas 6, 6', 6'', 6''' y los actuadores asociados a las mismas también pueden estar asociados a la tubería de entrada de los intercambiadores de calor 5, 5', 5'', 5''' individuales. Además, el sistema de calefacción y/o refrigeración 1 puede comprender opcionalmente una bomba de circulación 16 y/o una conexión 12 entre la tubería de alimentación 2 y la tubería de retorno 9, pudiendo estar provista la conexión 12 de una válvula mezcladora 13. La bomba de circulación separada y/o la conexión 12 entre la tubería de alimentación 2 y la tubería de retorno 9 no son imprescindibles en todas las

formas de realización del sistema de calefacción y/o refrigeración 1.

Mediante el sensor de temperatura de la tubería de alimentación 3 se mide la temperatura del medio de control de temperatura en la tubería de alimentación 2 y se transmite a la unidad de control 11. Del mismo modo, un sensor de temperatura de la tubería de retorno 14 asociado a la tubería de retorno 9 mide la temperatura del medio de control de temperatura en la tubería de retorno 9 y la transmite a la unidad de control 11. La unidad de control 11 puede regular la temperatura del medio de control de temperatura en la tubería de alimentación 2, por ejemplo, controlando la válvula mezcladora 13 correspondientemente. Asimismo, un sensor de temperatura exterior 15 puede determinar la temperatura exterior y transmitirla a su vez a la unidad de control 11.

Las tuberías de la tubería de alimentación 2, de los intercambiadores de calor 5, 5', 5'', 5''', así como de la tubería de retorno 9 están formadas típicamente, por ejemplo, por tuberías de plástico hechas de polietileno reticulado, que están provistas de una capa de barrera a prueba de oxígeno.

El sistema de calefacción y/o refrigeración 1 distribuye la cantidad de calor necesaria en las habitaciones individuales en el caso de calefacción por suelo radiante porque mediante las válvulas 6, 6', 6'', 6''' se regula/controla la entrada de flujo de medio de control de temperatura a una temperatura determinada en el respectivo intercambiador de calor 5, 5', 5'', 5''' en el suelo. Por regla general, se usa un circuito de calefacción 5, 5', 5'', 5''' por habitación, pudiendo requerir el abastecimiento de calor de una habitación correspondientemente grande también dos o más intercambiadores de calor 5, 5', 5'', 5'''. La unidad de control 11 envía señales correspondientes a los actuadores de las válvulas 6, 6', 6'', 6''' para abrirlas y cerrarlas nuevamente durante un intervalo de tiempo correspondiente. Se habla del tiempo de apertura T(apertura) de las válvulas 6, 6', 6'', 6'''.

La unidad de control 11 procesa la información disponible acerca de las habitaciones individuales a controlar, es decir, los valores teóricos predeterminados, así como los valores reales de las temperaturas ambiente indicados por los sensores de temperatura ambiente. Un algoritmo de control implementado en la unidad de control 11 genera a partir de estos una señal de control que se transmite desde las salidas de la unidad de control 11 mediante actuadores a válvulas 6, 6', 6'', 6''' de los intercambiadores de calor 5, 5', 5'', 5'''. Para ello se usa un procedimiento de modulación de ancho de pulsos de por sí conocido. Esto representa la función básica de la unidad de control 11, que en principio puede controlar el sistema de calefacción y/o refrigeración 1 de forma independiente. Para garantizar un abastecimiento de calor adaptado a cada caso de carga de las habitaciones individuales mediante los intercambiadores de calor 5, 5', 5'', 5''', estos algoritmos de modulación de ancho de pulsos del control de la temperatura ambiente se someten a una corrección.

La unidad de control 11 usada para controlar las temperaturas ambiente es preferentemente un controlador integral proporcional (denominado en lo sucesivo controlador PI), es decir, una combinación de un controlador proporcional y un controlador integral. La señal de control de un controlador proporcional es determinada por la posición de la magnitud a controlar con respecto a la banda proporcional, la anchura de la banda proporcional, así como la dirección de acción definida de la señal de salida del controlador del controlador proporcional. A este respecto, el sentido de acción de la señal de salida del controlador se refiere a la dirección en la que cambia la señal de salida del controlador cuando el valor teórico permanece igual y el valor real cambia. Cuando el valor real aumenta y la señal de salida del controlador disminuye, se habla de dirección de acción inversa. Cuando por el contrario aumenta la señal de salida del controlador cuando aumenta el valor real, se habla de dirección de acción directa. En un controlador que regula la calefacción de una habitación abriendo una válvula que determina la entrada de flujo de un medio de calefacción, la dirección de acción es inversa. La señal de salida del controlador es la señal con la que la unidad de control 11 manda los actuadores de las respectivas válvulas 6, 6', 6'', 6''' de los intercambiadores de calor 5, 5', 5'', 5'''.

La señal de control del controlador proporcional adopta un valor entre el 0 y el 100 %, mientras que la señal de control fuera de la banda proporcional, determinada por la dirección de acción, así como la posición con respecto a la banda proporcional, adopta el valor del 100 % o del 0 %. Cuando la magnitud a controlar entra en el principio de la banda proporcional hasta que sale de la banda proporcional al final de la banda proporcional, la señal de control cambia, nuevamente determinada por la dirección de acción, así como por la dirección en que se pasa por la banda proporcional, del valor inicial del 100 % hasta el valor del 0 % o desde el valor del 0 % hasta el valor del 100 %, existiendo una dependencia preferentemente lineal entre la señal de control y la posición del valor a controlar dentro de la banda proporcional, lo que se muestra en la figura 2 y en la figura 3. La banda proporcional se encuentra en una posición definible con respecto al valor teórico de la magnitud a controlar y puede estar por encima, por debajo o alrededor del valor teórico.

Una característica esencial del controlador proporcional es la reacción inmediata, es decir, sin retardos, de la señal de control a un cambio del valor teórico o del valor real. La anchura de la banda proporcional determina a este respecto la intensidad con la que el controlador proporcional reacciona a la desviación de regulación.

La señal de control de un controlador integral es la integración temporal de la desviación de regulación, es decir, de la diferencia entre el valor actual y el valor teórico pretendido, ponderada por el tiempo de reajuste. Cuanto más largo se haya seleccionado el tiempo de reajuste tanto más lentamente cambiará la señal de control en caso de mantenerse constante la desviación de regulación.

Una característica esencial del controlador integral es la reacción no brusca de la señal de control a un cambio del valor teórico o del valor real. La señal de control de un controlador integral es, por lo tanto, proporcional a un promedio de la desviación de regulación de un intervalo de tiempo anterior, en el que ha influido el tiempo de reajuste. Puesto que la parte integral puede crecer indefinidamente, está limitada a un valor máximo definido, por ejemplo, del 50 %.

5 Para el control de la temperatura ambiente de un sistema de calefacción de superficies se usa habitualmente una combinación de un controlador proporcional y un controlador integral, denominado controlador PI. La figura 4 muestra las señales de control de los dos tipos de controladores en un ejemplo típico de un proceso de calentamiento. La señal total del controlador PI resulta de la suma de las dos señales, estando limitada la señal resultante al intervalo del 0 % al 100 %.

10 Para mejorar el resultado del control, la influencia de la parte integral se limita preferentemente a un valor máximo. Este valor máximo depende del sistema de calefacción 1 que de ser controlado por la unidad de control 11.

La señal de salida continua del controlador PI, que está situada entre el 0 % y el 100 %, puede convertirse en una señal modulada por ancho de pulsos con los dos estados activo y no activo. Como base se define un tiempo de ciclo y la duración del tiempo activo de la señal se corresponde con el porcentaje de la señal de control aplicada al tiempo total de ciclo. El tiempo de ciclo se selecciona en función del sistema de calefacción que está funcionando; en el caso de un sistema de calefacción por suelo radiante se selecciona normalmente un valor entre 15 y 40 minutos para el tiempo de ciclo. Durante el resto del intervalo de tiempo del tiempo de ciclo, la señal está inactiva. Una vez transcurrido el tiempo de ciclo, comienza el siguiente tiempo de ciclo y por lo tanto el nuevo tiempo del estado activo. El procedimiento de la modulación de ancho de pulsos ofrece por lo tanto la posibilidad de convertir una señal de control continua en una señal de control que solo conoce los dos estados "activo" y "no activo". Esta señal modulada por ancho de pulsos se usa para mandar los accionamientos termoelectrónicos ya mencionados. En el diagrama según la figura 5 se muestra a modo de ejemplo una evolución en el tiempo de una señal modulada por ancho de pulsos.

25 Cuando se usa un controlador PI, la determinación de los valores de corrección de la habitación individual puede tener lugar preferentemente sobre la base de la parte integral en la fase de aprendizaje para cada habitación una vez al día en un momento determinado, poniéndose a cero la parte integral mientras que el valor real de la temperatura ambiente está fuera de la banda proporcional. Esta fase se denomina fase de calentamiento. El cálculo de la parte integral no comienza hasta la entrada en la banda proporcional. La fase del funcionamiento que comienza a continuación se denomina fase de estabilización.

30 El momento en el que se usa la parte integral para determinar el valor de corrección se elige de tal modo que está en medio del tiempo de presencia predeterminado por el usuario mediante un programa de temporización. En caso de no usarse ningún programa de temporización, el momento se define durante la tarde, por ejemplo, a las 17 h. En el momento seleccionado, se observa el valor de la parte integral de la señal de control. Si el valor de la señal integral rebasa un valor del 80 % del valor máximo predeterminado, la posición de la banda proporcional para esta habitación se adapta en pequeños pasos, por ejemplo, en pasos del 5 %. En el caso de haber partes integrales positivas, la banda proporcional se desplaza en la dirección positiva, en el caso de haber partes integrales negativas, se desplaza en la dirección negativa.

40 Mediante esta etapa de corrección, el controlador proporcional acepta una parte de la señal, que ha sido generada por el controlador integral a partir del momento en el que la temperatura ambiente está en la banda proporcional, es decir, en la fase denominada funcionamiento de control. Para reducir las influencias perturbadoras, por ejemplo, debido a la radiación solar o cargas internas temporales, las etapas de optimización se llevan a cabo durante varios días, por ejemplo, durante una semana. En formas de realización preferidas, el importe total del desplazamiento de la banda proporcional no debe rebasar un valor máximo del 50 %.

45 En la figura 6 está representado un diagrama de flujo con respecto a la etapa (a) según una forma de realización del procedimiento de acuerdo con la invención. A este respecto, al final de la fase de aprendizaje que dura preferentemente aproximadamente una semana, se ha obtenido para cada habitación un posicionamiento de la banda proporcional que ha cambiado en comparación con el valor original. Las habitaciones que están abastecidas de manera excesiva, presentan un desplazamiento de banda proporcional negativo, las habitaciones que están abastecidas de manera insuficiente, presentan un desplazamiento de banda proporcional positivo.

50 El desplazamiento de la banda proporcional determinado por habitaciones representa el valor de corrección de cada habitación individual para la parte proporcional del controlador PI y se usa como magnitud de entrada para la siguiente etapa.

55 En la figura 8 se muestra un diagrama de flujo con respecto a la etapa (b) de acuerdo con una forma de realización del procedimiento de acuerdo con la invención. Para ello, para un funcionamiento optimizado, se determina para cada habitación un indicador, denominado en lo sucesivo factor de habitación, que indica la medida en la que debe conseguirse una reducción del paso por los intercambiadores de calor.

Este indicador se determina con la siguiente fórmula:

Factor de habitación de la habitación = $100 \% + \text{PBS} - \text{PBS}_{\text{máx.}}$,

siendo PBS el desplazamiento de banda proporcional de esta habitación y $\text{PBS}_{\text{máx.}}$ el desplazamiento de banda proporcional más grande de todas las habitaciones.

5 El factor de habitación determinado de esta forma indica por lo tanto para cada habitación un porcentaje al que debe limitarse el paso por el o los intercambiador/es de calor o de esta habitación en comparación con el valor no compensado.

10 Para el procedimiento posterior, las opciones preferidas comprenden tomar medidas correctivas en el sistema hidráulico, es decir, una reducción de la alimentación de medio de control de temperatura en todas las habitaciones con excepción de la habitación que presenta el abastecimiento insuficiente más grande o solo en una selección de habitaciones que se han identificado como habitaciones con un abastecimiento excesivo claramente detectado.

15 Si el medio de control de temperatura solo debe alimentarse a una selección de habitaciones de este tipo, esto puede realizarse por ejemplo de la siguiente manera: En primer lugar, se forma el promedio del desplazamiento de la banda proporcional $\text{PBS}_{\text{promedio}}$ de todas las habitaciones. A continuación, se comprueba si existen habitaciones en las que el desplazamiento de la banda proporcional son inferior al promedio del desplazamiento de la banda proporcional $\text{PBS}_{\text{promedio}}$ lo que corresponde un valor x, seleccionándose para x preferentemente un valor entre el 10 % y el 30 %. Las habitaciones identificadas de esta manera presentan un abastecimiento excesivo que está por encima de un valor umbral y en una variante del procedimiento descrito existe la posibilidad de tener en cuenta solo estas habitaciones para las etapas posteriores.

20 En esta variante del procedimiento, existe adicionalmente la opción preferente de aplicar adicionalmente un segundo criterio en la selección de las habitaciones a tener en cuenta: Durante la fase de aprendizaje se determina paralelamente a qué velocidad tiene lugar el proceso de calentamiento de las habitaciones individuales, lo que se denomina gradiente de calentamiento, cuando cambia el valor teórico. También se forma el promedio de estos gradientes de calentamiento para todas las habitaciones. A continuación, solo se tienen en cuenta aquellas habitaciones seleccionadas en la etapa anterior cuyo gradiente de calentamiento presenta un valor superior al promedio de todas las habitaciones. El procedimiento usado para ello se muestra en el diagrama de flujo según la figura 8. El cálculo de los factores de habitación para cada habitación está representado en la figura 9.

25 Estos gradientes de calentamiento se usan como criterio adicional para evaluar la necesidad de iniciar medidas para mejorar el sistema hidráulico de la instalación. Deben tomarse medidas correctivas para las habitaciones seleccionadas según la variante de procedimiento seleccionada para un funcionamiento posterior, optimizado con respecto al sistema hidráulico de la instalación. En caso de no haberse seleccionado ninguna habitación en las etapas anteriores del procedimiento, no se toman medidas para optimizar el sistema hidráulico de la instalación.

30 Estas medidas correctivas, es decir, la reducción del paso del medio de control de temperatura pueden conseguirse de varias maneras: En una variante preferida del procedimiento de acuerdo con la invención, los actuadores se controlan por ejemplo de tal manera que las válvulas 6, 6', 6'', 6''' accionadas por los mismos presentan durante el tiempo de mando un grado de apertura inferior al máximo. A este respecto, el grado de apertura deseado se corresponde con el factor de habitación determinado para la habitación.

En otra variante del procedimiento de acuerdo con la invención, los actuadores se mandan durante el tiempo activo de tal manera que abren y cierran la válvula 6, 6', 6'', 6''' en alternancia constante, de modo que el paso observado durante el período de tiempo total queda limitado por el factor de habitación.

40 En otra variante preferida del procedimiento de acuerdo con la invención, uno de los métodos anteriormente indicados para la reducción del paso por los circuitos de calefacción 5, 5', 5'', 5''' de las habitaciones abastecidas de manera excesiva solo se lleva a cabo si es de esperar que en caso de un paso no reducido por estos circuitos de calefacción 5, 5', 5'', 5''' se reduce el paso por los circuitos de calefacción 5, 5', 5'', 5''' de las otras habitaciones. Para ello se establece por ejemplo el siguiente criterio: En caso de que el tiempo de apertura de las válvulas 6, 6', 6'', 6''' calculado según el procedimiento de la modulación de ancho de pulsos de al menos una habitación de la que se ha detectado que está abastecida de manera excesiva rebasa un intervalo de tiempo del 70 % de la duración del período de pulso y a la vez un tiempo de apertura de las válvulas 6, 6', 6'', 6''' calculado rebasa en al menos una de las habitaciones de las que se ha detectado que no están abastecidas de manera excesiva un intervalo de tiempo del 50 % de la duración del período de pulso, se aplica una reducción del paso por los circuitos de calefacción de las habitaciones que están abastecidas de manera excesiva.

55 Puede conseguirse otra mejora de las condiciones hidráulicas en una instalación usándose los factores de habitación para derivar de ellos una secuencia para abrir las válvulas 6, 6', 6'', 6''' de los circuitos de calefacción 5, 5', 5'', 5''' de las distintas habitaciones. El actuador de la válvula 6, 6', 6'', 6''' asociada a la habitación con el factor de habitación más alto se manda primero cuando se aplica el procedimiento de la modulación de ancho de pulsos de acuerdo con la invención, a continuación, después de un tiempo de espera de preferentemente 3 minutos, o al menos 1 minuto, sigue la habitación con el segundo factor de habitación más alto. Se continua con estas etapas hasta llegar a la habitación con el factor de habitación más bajo.

La presente invención se ha descrito detalladamente con referencia a las formas de realización de la presente invención mostradas en las figuras. Debe entenderse que la presente invención no se limita a las formas de realización mostradas, sino que el alcance de la presente invención está definido por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para realizar un ajuste hidráulico de un sistema de calefacción (1) para un edificio, que dispone de un elemento de control de temperatura (10) que calienta un medio de control de temperatura, opcionalmente una bomba de circulación (16), varios intercambiadores de calor (5, 5', 5", 5''') conectados al elemento de control de temperatura (10) y dado el caso a la bomba de circulación (16), estando asociado cada intercambiador de calor (5, 5', 5", 5''') a una habitación del edificio y estando asociada a cada intercambiador de calor (5, 5', 5", 5''') una válvula (6, 6', 6", 6''') que regula el paso del medio de control de temperatura por el intercambiador de calor (5, 5', 5", 5''') con un actuador asociado a esta válvula (6, 6', 6", 6'''), así como al menos una unidad de control (11) que controla los actuadores de las válvulas (6, 6', 6", 6''') mediante modulación de ancho de pulsos, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:

(a) determinación de valores de corrección específicos de la habitación para los parámetros preajustados de la unidad de control (11), al menos durante una fase de aprendizaje del funcionamiento de calefacción, que durante la fase de estabilización del sistema de calefacción (1), en la que se suministra energía a los intercambiadores de calor (5, 5', 5", 5''') individuales, permiten mantener la temperatura ambiente en la habitación asociada a este intercambiador de calor (5, 5', 5", 5''') en un intervalo predeterminado alrededor de un valor teórico de la temperatura ambiente predeterminado para la respectiva habitación; y

(b) reducción del paso del medio de control de temperatura del que se ha calculado el promedio temporal durante el intervalo de tiempo de apertura de las válvulas (6, 6', 6", 6''') de aquellos intercambiadores de calor (5, 5', 5", 5''') en los que los valores de corrección determinados en la etapa (a) provocan una reducción de la cantidad de energía suministrada a los intercambiadores de calor (5, 5', 5", 5''') en comparación con los parámetros iniciales correspondientes,

caracterizado porque

los valores de corrección específicos de la habitación para los parámetros de la unidad de control (11) preajustados, determinados en la etapa (a), determinan la secuencia del comienzo del tiempo de ciclo de la modulación de ancho de pulsos de los intercambiadores de calor (5, 5', 5", 5'''), estando aquel intercambiador de calor (5, 5', 5", 5''') en el que el valor de corrección provoca en comparación con los parámetros preajustados la mayor reducción de la cantidad de energía suministrada a los intercambiadores de calor (5, 5', 5", 5'''), preferentemente al final de la secuencia.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la reducción del paso del que se ha calculado el promedio durante un tiempo en la etapa (b) tiene lugar después de un cambio del valor teórico para la respectiva habitación a un valor teórico de temperatura ambiente más alto para esta habitación hasta que se alcance el valor teórico de la temperatura ambiente más alto.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizado porque** la reducción del paso del que se ha calculado el promedio durante un tiempo en la etapa (b) tiene lugar mediante la reducción del grado de apertura de las válvulas (6, 6', 6", 6''') asociadas a los intercambiadores de calor (5, 5', 5", 5''') correspondientes.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** la reducción del paso del que se ha calculado el promedio durante un tiempo en la etapa (b) tiene lugar abriendo y cerrando alternativamente las válvulas (6, 6', 6", 6''').

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** la unidad de control (11) está configurada como controlador PI y la parte integral se usa en la etapa (a) para determinar los valores de corrección para los intercambiadores de calor (5, 5', 5", 5''') individuales.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la reducción del paso del que se ha calculado el promedio durante un tiempo en la etapa (b) solo tiene lugar para el respectivo intercambiador de calor (5, 5', 5", 5''') si el tiempo de apertura total dentro de una duración de período de la modulación de ancho de pulsos rebasa una parte del 50 % de la duración total del período, preferentemente del 70 % de la duración total del período, presentando al mismo tiempo otros intercambiadores de calor (5, 5', 5", 5''') un tiempo de apertura total dentro de una duración de período de la modulación de ancho de pulsos de más del 50 %.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** los valores de corrección individuales para cada intercambiador de calor de los parámetros del sistema de control determinados en la etapa (a) se usan para la reducción del paso del medio de control de temperatura del que se ha calculado el promedio durante el intervalo de tiempo de apertura de las válvulas (6, 6', 6", 6''') descrita en la etapa (b) solo para aquellos intercambiadores de calor (5, 5', 5", 5''') cuyo gradiente de temperatura está en un proceso de calentamiento por encima del valor promedio de los gradientes de todos los intercambiadores de calor (5, 5', 5", 5''').

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** los valores de corrección específicos de la habitación para los parámetros preajustados de la unidad de control (11) se determinan durante una fase de aprendizaje del funcionamiento de la calefacción en la etapa (a) por primera vez durante la fase de aprendizaje y a continuación se determinan de forma periódica, preferentemente de forma continua.

9. Sistema de calefacción (1) para un edificio, que tiene un elemento de control de temperatura (10) que calienta un

- 5 medio de control de temperatura, opcionalmente una bomba de circulación (16), y varios intercambiadores de calor (5, 5', 5", 5''') conectados al elemento de control de temperatura (10) y dado el caso a la bomba de circulación (16), estando asociado cada intercambiador de calor (5, 5', 5", 5''') a una habitación del edificio y estando asociada a cada intercambiador de calor (5, 5', 5", 5''') una válvula (6, 6', 6", 6''') que regula el paso del medio de control de temperatura por el intercambiador de calor (5, 5', 5", 5''') con un actuador asociado a esta válvula (6, 6', 6", 6'''), así como al menos una unidad de control (11) que controla los actuadores de las válvulas (6, 6', 6", 6'''),
- caracterizado porque**
- la unidad de control (11) está configurada para proporcionar las operaciones para llevar a cabo un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8.

Fig. 1

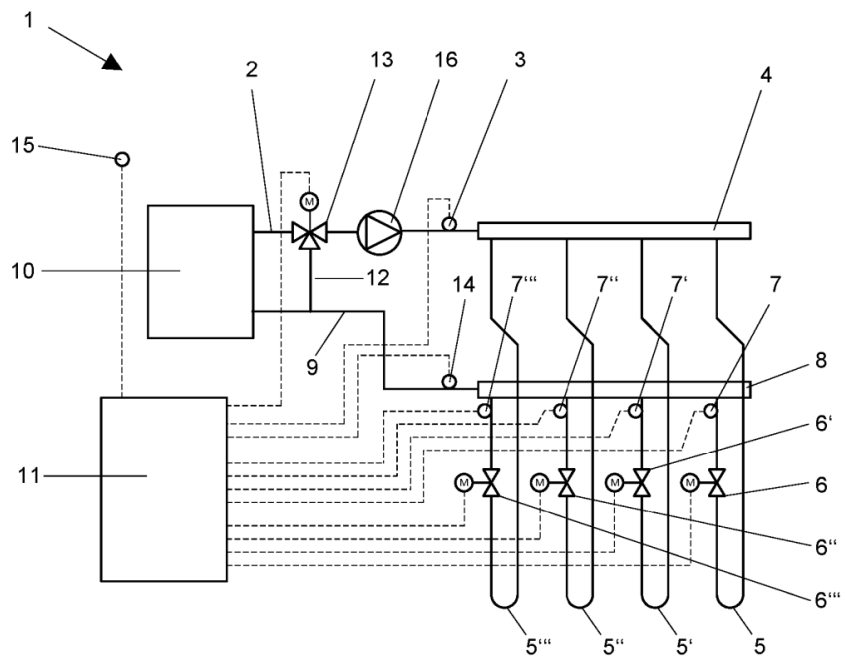
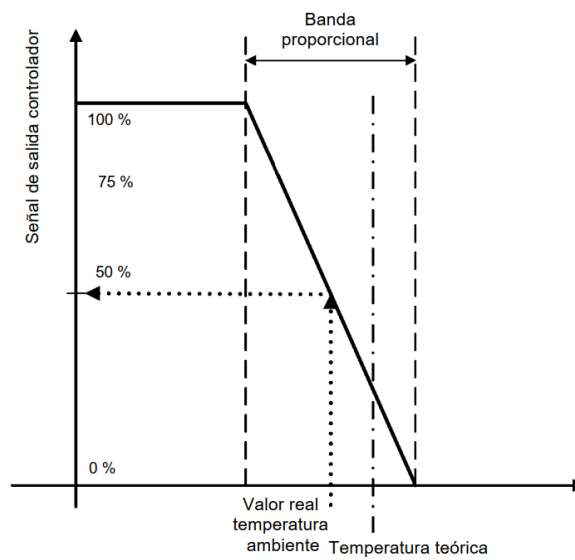


Fig. 2



Señal de salida controlador P con desplazamiento negativo de la banda proporcional

Fig. 3

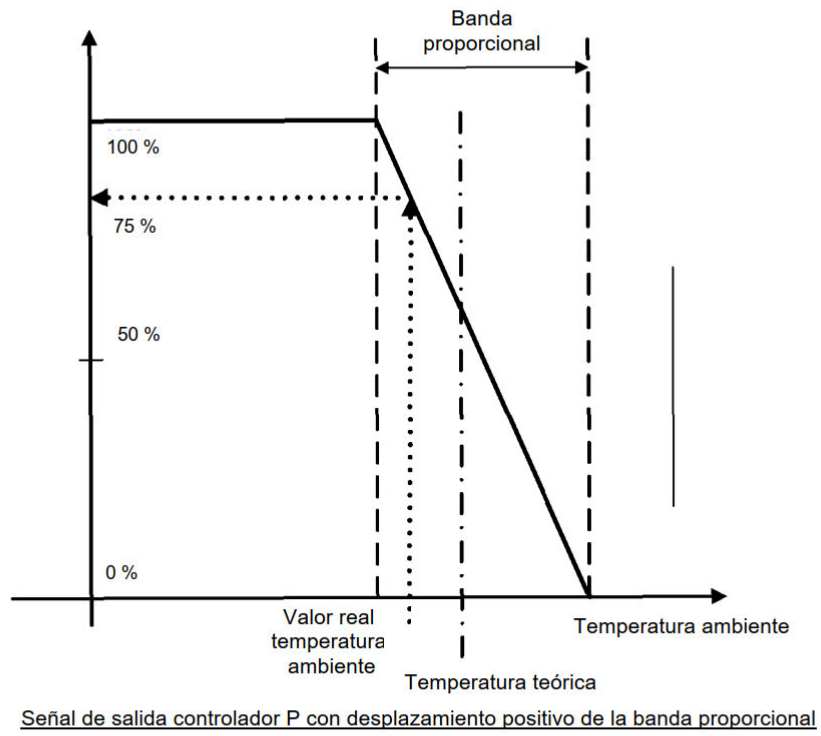


Fig. 4

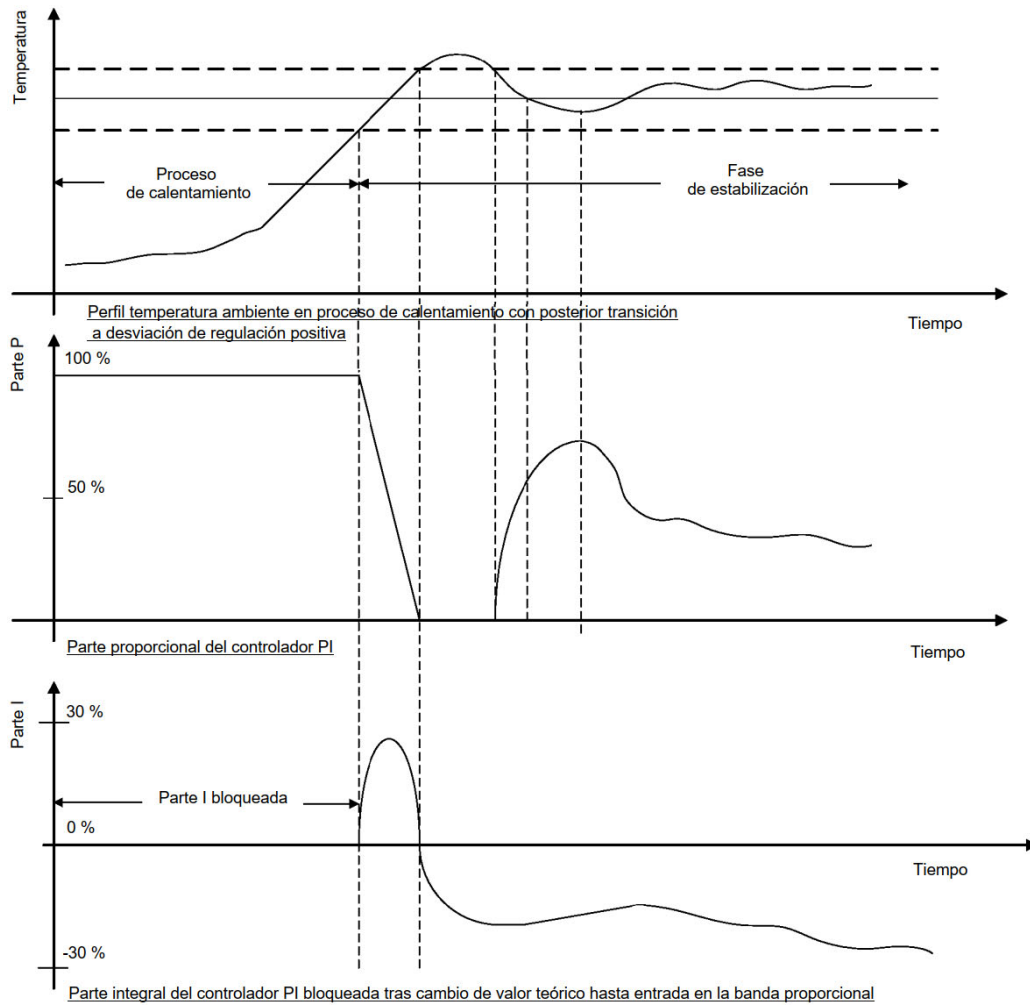


Fig. 5

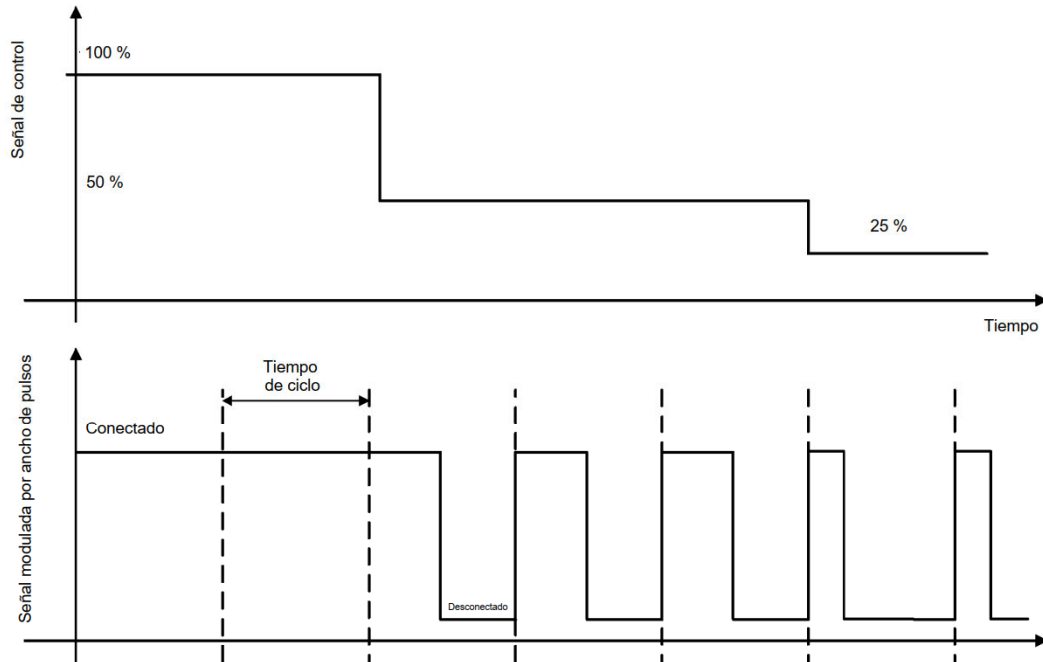


Fig. 6

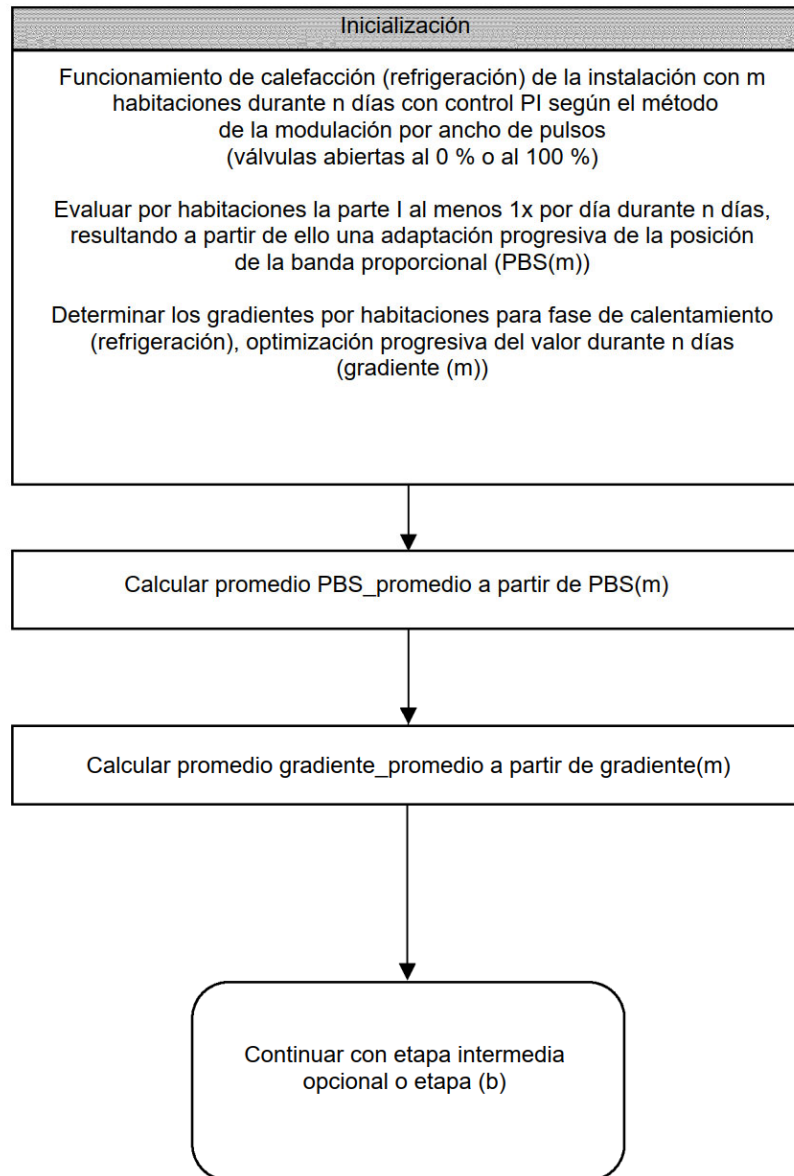


Fig. 7

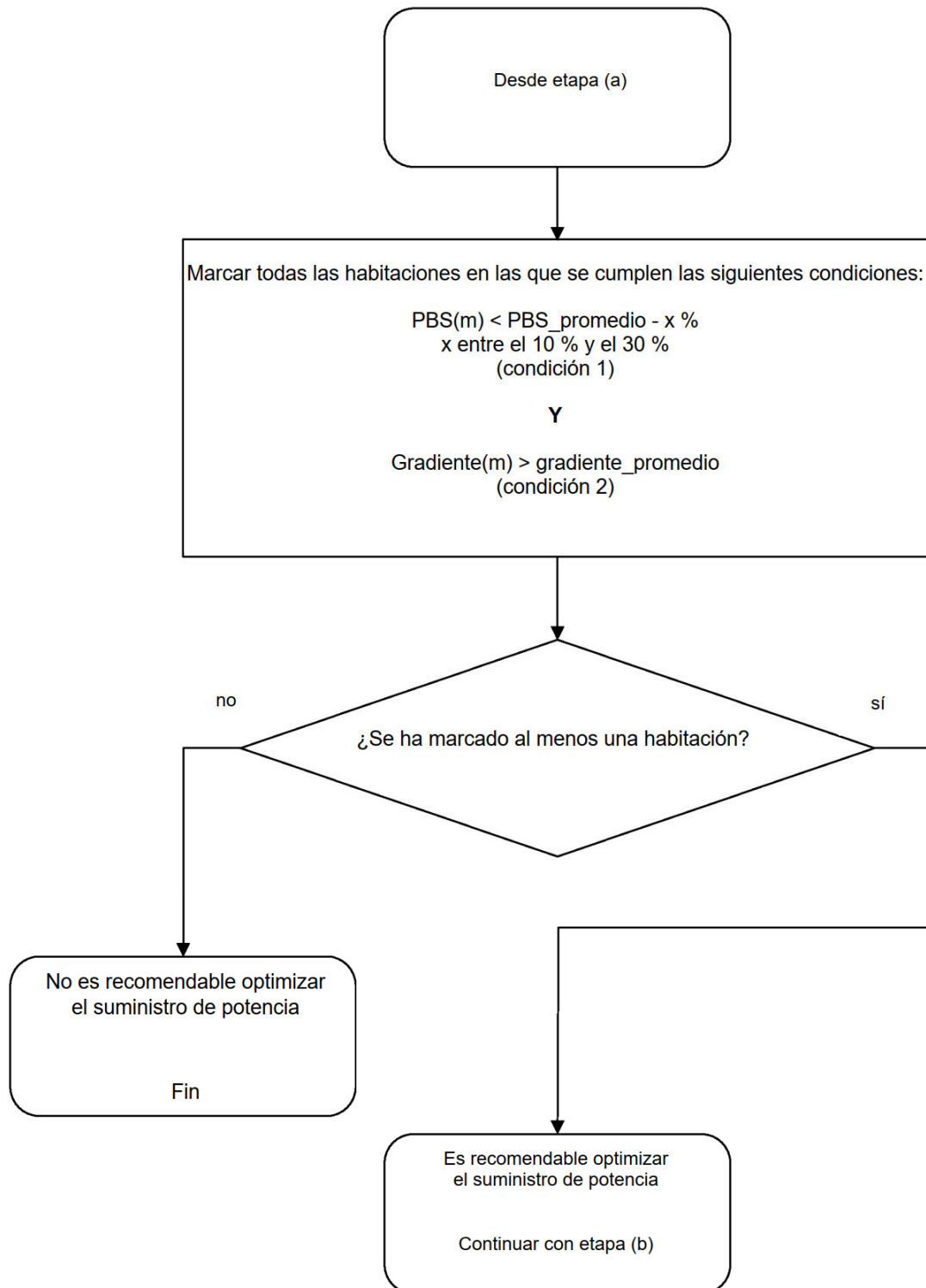


Fig. 8

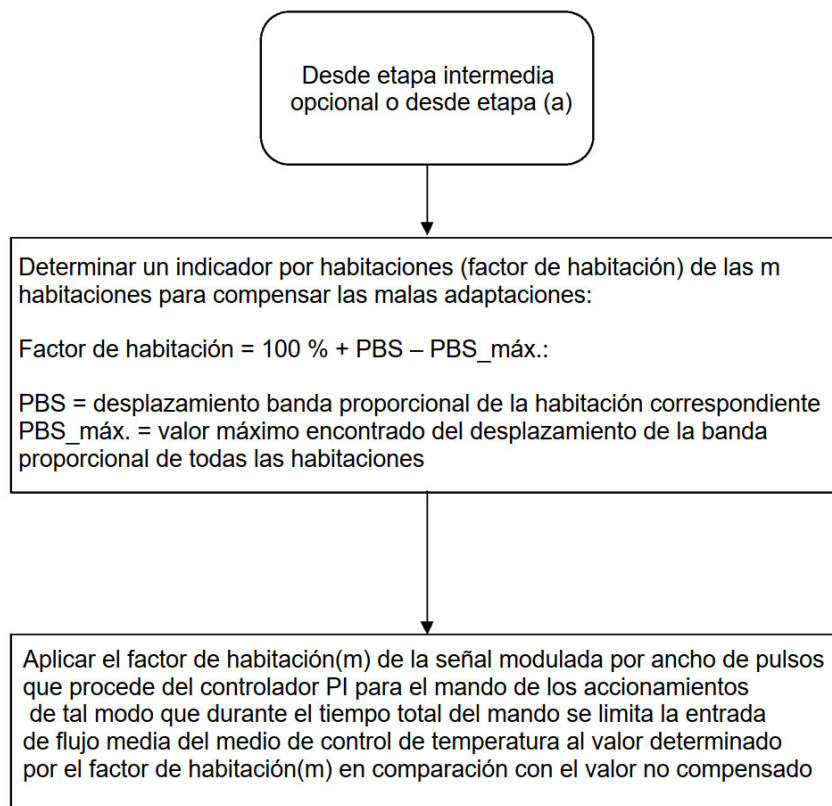
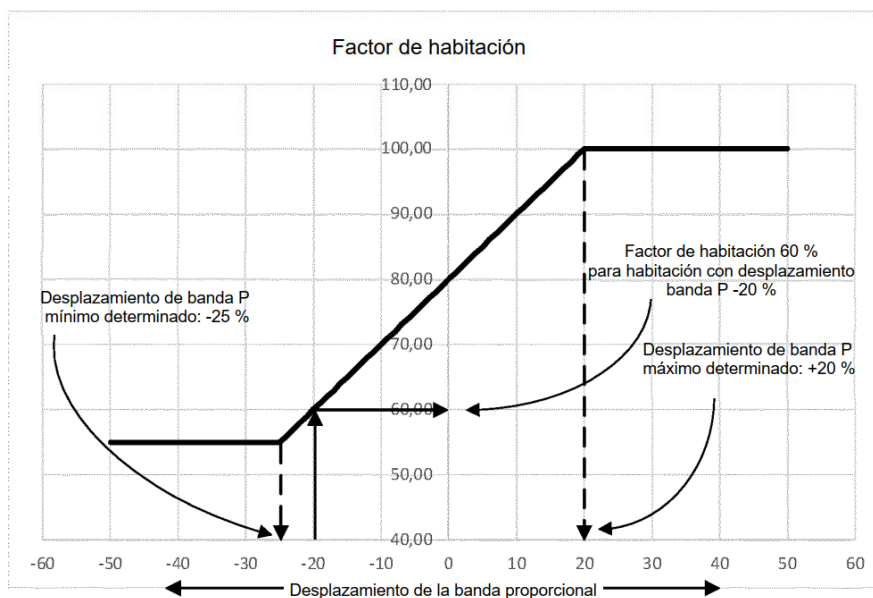


Fig. 9



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

- EP 1606556 A1 [0005]
- DE 102006060324 A1 [0005]
- DE 102015121418 B3 [0005]
- DE 102011018698 A1 [0005]
- EP 3009751 B1 [0005]