

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 967**

51 Int. Cl.:
G05D 23/19 (2006.01)
F24F 11/00 (2006.01)
G05D 23/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04028068 .7**
96 Fecha de presentación: **26.11.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1550927**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.07.2005**

54 Título: **PROCEDIMIENTO Y DISPOSICIÓN ASÍ COMO PROGRAMA DE ORDENADOR PARA DETERMINAR UNA MAGNITUD DE CONTROL PARA LA REGULACIÓN DE TEMPERATURA PARA UN SISTEMA.**

30 Prioridad:
05.01.2004 DE 102004001193

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.04.2012

73 Titular/es:
**BEHR GMBH & CO. KG
MAUSERSTRASSE 3
70469 STUTTGART, DE**

72 Inventor/es:
**Greul, Frank;
Riedel, Rudolf y
Wolfangel, Peter**

74 Agente/Representante:
Curell Aguilá, Mireia

ES 2 378 967 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 y disposición así como programa de ordenador para determinar una magnitud de control para la regulación de temperatura para un sistema.

5

La presente invención se refiere a una regulación de la temperatura para un sistema.

Una regulación de la temperatura, en este caso, una regulación de la temperatura para un espacio, es conocida tal como se describe a continuación por el estado de la técnica.

10

Por el estado de la técnica, se conoce un sistema de regulación para una regulación de la temperatura.

Los sistemas de regulación de este tipo intentan mantener constante una magnitud física, en este caso una temperatura en el espacio, o variarla de acuerdo con un programa predeterminado, independientemente de cualesquiera perturbaciones o magnitudes perturbadoras, tales como aire frío o caliente que penetra a chorros a través de una ventana abierta.

15

Para ello, una magnitud que hay que regular (magnitud controlada), en este caso la temperatura del espacio, se mide constantemente mediante un dispositivo de medición adecuado, en este caso un pirómetro de resistencia eléctrica PT 100, y se compara su valor con un valor teórico predeterminado.

20

La magnitud controlada medida es suministrada al dispositivo de regulación.

El regulador, en este caso un regulador PID, está dispuesto de tal manera que reacciona frente a una desviación de la magnitud de regulación medida con respecto al valor teórico, designada como desviación de regulación e, gracias a que determina una magnitud de regulación u. Con esta magnitud de regulación u se controla o acciona de tal manera un elemento de ajuste adecuado, en este caso un dispositivo de calefacción-refrigeración, en general un intercambiador de calor, que se elimina la desviación de regulación o la diferencia de regulación (error de regulación), es decir, la desviación que aparece de la magnitud de regulación con respecto al valor teórico.

25

30

Expresado de forma clara, con la utilización del regulador debe ser eliminada una diferencia de temperatura entre una temperatura del espacio actual y una temperatura del espacio deseada, diferencia de temperatura que es generada, por ejemplo, por la perturbación de la temperatura o la variación de la temperatura en el espacio, por calentamiento o refrigeración mediante un dispositivo de calefacción-refrigeración. Este dispositivo de calentamiento-refrigeración es controlado al mismo tiempo con utilización de la magnitud de control generada por el regulador.

35

Se puede representar un recorrido de la temperatura del espacio regulado por el sistema de regulación citado más arriba.

40

Un punto A caracteriza un instante de la entrada de una perturbación de la temperatura o variación de la temperatura. Una línea B caracteriza una temperatura del ambiente deseada, que debe ser mantenida a ser posible constante.

Al mismo tiempo, se pueden tomar dos parámetros, un tiempo de regulación y una anchura de sobrepaso, con utilización de los cuales se puede evaluar dos parámetros de una calidad de una regulación, como los indicados más arriba.

45

Al mismo tiempo, pone en especial de manifiesto, aquí para el ejemplo de una regulación de la temperatura o de una perturbación de la temperatura, que en general para una variación o perturbación rápida o abrupta de la magnitud de regulación y/o en caso de variaciones rápidas o abruptas de las condiciones de contorno del sistema (perturbación del sistema) que actúan sobre la magnitud de regulación aparecen fuertes oscilaciones, es decir una gran incontinencia, de la magnitud de regulación, oscilaciones que aumentan con el aumento de la duración de la regulación.

50

Por el estado de la técnica se conoce otro sistema regulador, el cual está sometido, en particular, a perturbaciones rápidas y abruptas de este tipo, es decir un túnel aerodinámico (climático).

55

El túnel aerodinámico climático conocido por el estado de la técnica está realizado en un "tipo constructivo de Göttingen".

60

El aire climatizado es suministrado, en un túnel aerodinámico climático de este tipo constructivo, en un circuito cerrado. Un soplador transporta el aire, a través de un difusor largo, hacia un intercambiador de calor. En este caso, se regula la temperatura del aire, se puede ajustar desde -30 °C hasta +50 °C. A través de dos esquinas de desviación alabeadas el aire llega a una precámara.

65

No existen ni un rectificador ni cribas y, a pesar de ello, el túnel aerodinámico climático presenta una gran calidad de

circulación. La velocidad del viento y la temperatura del viento están distribuidas de manera muy uniforme a lo largo de la sección transversal del chorro.

5 Una contracción de una tobera, en la cual el aire es acelerado, está subdividida en dos secciones. En la primera sección, tiene lugar una entrada únicamente de forma horizontal; el techo y el suelo permanecen planos.

10 En la segunda sección permanecen, por el contrario, las paredes laterales planas y la entrada se supera mediante una vertical. Al mismo tiempo, un contorno inferior queda siempre igual. Uno superior, por el contrario, puede ser desplazado en altura.

15 Gracias a ello, es posible formar una tobera, comparativamente pequeña, con una sección transversal de 6 m², lo que es suficiente para un examen de un turismo.

20 En dos etapas se puede elevar una pared de tobera superior y mantenerla, gracias a sus elasticidad, en un contorno favorable a la circulación – la sección transversal de 8 m² que se forma con ello es adecuada para el examen de monovolúmenes y transportadores. Aumentando la sección transversal hasta 10 m² el túnel aerodinámico climático es adecuado para el examen de camiones (pesados).

25 Una velocidad del aire es, para las tres secciones transversales, de 130 km/h, 100 km/h y de 80 km/h.

30 De la tobera sale el aire a un tramo de medición abierto, circula alrededor de un vehículo, es captado detrás de éste por un colector, similar a un gran embudo y, para cerrar el circuito, es suministrado de nuevo por dos esquinas de desviación al soplador.

35 En un techo del túnel aerodinámico climático o de una nave de medición está dispuesto un solarío. 18 lámparas, con las cuales se imita un espectro de una luz solar, hacen posible una intensidad de radiación de hasta 1200 W/m².

40 Un bastidor posibilita que se pueda elegir libremente la dirección de incidencia de los rayos solares. Las lámparas están dotadas con tapas, con las cuales se puede desconectar de golpe la luz.

45 Se puede ajustar con precisión una humedad relativa del aire mediante la adición de vapor o un aire extremadamente seco en un intervalo de hasta el 95 %.

50 La refrigeración y la climatización se pueden variar y optimizar en cuanto a su comportamiento temporal en el túnel aerodinámico.

55 Diferentes exámenes en el túnel aerodinámico climático, como por ejemplo exámenes de la potencia de instalaciones de climatización de vehículos automóviles, presuponen una gran constancia del clima, en especial una gran constancia de la temperatura (viento) en el túnel aerodinámico climático.

60 Las variaciones y perturbaciones rápidas y abruptas de la temperatura (aire) y/o variaciones rápidas y abruptas de las condiciones de contorno que influyen sobre la temperatura, tales como perturbaciones de la velocidad del viento, perturbaciones de la radiación solar simulada, perturbaciones de la humedad del aire en el túnel aerodinámico y/o un arranque del motor de uno de los vehículos que hay que examinar en el túnel aerodinámico, se pueden regular únicamente de una manera insuficiente con un sistema de regulación convencional como se ha descrito más arriba.

65 Dicho de otra manera, la constancia de la temperatura (viento) que se puede alcanzar con el sistema de regulación convencional indicado más arriba puede ser insuficiente para exámenes en el túnel aerodinámico climático.

70 La patente US nº 5.209.398 da a conocer un procedimiento para la compensación térmica con retroalimentación basada en un modelo. Al mismo tiempo, se describe un sistema de regulación de la temperatura.

75 La patente US nº 5.197.666 da a conocer un procedimiento para la estimación de parámetros térmicos para el control del clima.

80 La patente US nº 6.296.193 B1 da a conocer un control para el funcionamiento de una unidad de volumen de dos canales para el control de un aire frío y un suministro de aire caliente para un edificio.

85 La patente US nº 6.098.893 da a conocer un sistema de control de confort para edificios, en el cual se controla un gran número de edificios con utilización de datos de la predicción del tiempo.

90 La invención se plantea el problema de proponer una regulación de la temperatura para un sistema con perturbaciones del sistema que aparecen de forma rápida y/o abrupta, la cual permita una gran constancia de la temperatura en el sistema.

95 Este problema se resuelve mediante un procedimiento según la reivindicación 1, mediante una disposición según la

- reivindicación 8, mediante el programa de ordenador con unos medios de código de programa según la reivindicación 13 y el producto de programa de ordenador según la reivindicación 15 para la determinación de una magnitud de control para una regulación de la temperatura para un sistema con las características según la reivindicación independiente correspondiente.
- 5 En el procedimiento, según la invención para la determinación de una magnitud de control para una regulación de la temperatura para un sistema se determina, para un instante que se puede predeterminar, una temperatura real del sistema.
- 10 Esta temperatura real es comparada con una temperatura teórica que se puede predeterminar del sistema, determinándose una diferencia de temperatura que hay que compensar del sistema.
- Se determina una energía demandada, la cual es necesaria para la compensación de la diferencia de temperatura que hay que compensar determinada en el sistema.
- 15 Se determina, además, para el instante predeterminado una energía suministrada al sistema y una energía evacuada del sistema.
- Con la utilización de la energía demandada, de la energía suministrada al sistema y de la energía evacuada del sistema se determina una energía total resultante del sistema.
- 20 Con la utilización de un procedimiento de regulación de un regulador se obtiene, a partir de la energía total resultante, la magnitud de control para la regulación de la temperatura.
- 25 La disposición según la invención para la determinación de una magnitud de control para una regulación de la temperatura para un sistema presenta por lo menos una unidad de regulación de la temperatura con la cual se puede determinar, para un instante que se puede predeterminar, una temperatura real del sistema.
- 30 La disposición presenta además por lo menos una unidad de comparación con la cual, mediante la comparación de la temperatura real con una temperatura teórica que se puede predeterminar del sistema, se puede determinar una diferencia de temperatura que hay que compensar del sistema.
- La disposición según la invención presenta también una unidad de determinación de la energía, con la cual se puede determinar, para el instante que se puede predeterminar, una energía suministrada al sistema, una energía evacuada del sistema y una energía demandada, energía demandada que es necesaria para una compensación de la diferencia de temperatura que hay que compensar del sistema.
- 35 La unidad de determinación de la energía está dispuesta además de tal manera que se puede determinar una energía total resultante, con utilización de la energía demandada, de la energía suministrada al sistema y de la energía evacuada del sistema.
- 40 Además, está prevista una unidad de regulación, con la cual se puede determinar, con utilización de la energía total, la magnitud de control para la regulación de la temperatura.
- 45 Por las unidades designadas anteriormente, como la unidad de determinación de la temperatura, la unidad de comparación, la unidad de regulación y la unidad de determinación de la energía deben entenderse en la invención partes integrantes funcionales o componentes de la disposición según la invención, las cuales pueden estar realizadas como dispositivos o módulos autónomos o pueden estar delimitadas también, por la tarea definida asignadas en cada caso a ellas, con respecto a otras unidades y/o partes integrantes de la disposición según la invención.
- 50 Las unidades están dispuestas al mismo tiempo según la tarea realizada por ellas y/o la realización de la tarea a ellas asignada.
- 55 En la invención deben entenderse además por el concepto de "sistema" todos los sistemas o procesos energéticos, es decir todos los sistemas en los cuales se almacena, suministra, evacúa y/o varía de energía de alguna forma.
- Cabe destacar que las unidades de la disposición están de tal manera en conexión entre sí que por lo menos entre en cada caso dos unidades se pueden transmitir en general señales.
- 60 Además cabe destacar que en el marco de la invención el concepto de "regulación" debe interpretarse de manera amplia, de manera que por el concepto de "regulación" debe entenderse cualquier tipo de una regulación y/o un control.
- 65 El programa de ordenador con medio de código de programa está dispuesto para llevar a cabo todas las etapas según el procedimiento según la invención cuando el programa se ejecuta en un ordenador.

El producto de programa de ordenador con medios de código de programa almacenados en un soporte que se puede leer a máquina está dispuesto para llevar a cabo todas las etapas según el procedimiento según la invención cuando el programa se ejecuta en un ordenador.

5 La disposición, el programa de ordenador con los medios de código de programa, dispuesto para llevar a cabo todas las etapas según el procedimiento según la invención, cuando el programa se ejecuta en un ordenador, así como el producto de programa de ordenador con los medios de código de programa almacenados en un soporte que se puede leer a máquina, dispuesto para llevar a cabo todas las etapas según el procedimiento según la invención,
10 cuando el programa se ejecuta en un ordenador, son adecuados en especial para llevar a cabo el procedimiento según la invención o uno de sus perfeccionamientos que se explican a continuación.

Visto gráficamente la invención se basa, al contrario que la regulación directa de la temperatura convencional sobre la base de una comparación de la temperatura o una diferencia de temperatura, en una regulación indirecta de la temperatura sobre la base de un balance de energía/potencia a lo largo de (la totalidad) del sistema, en el cual el parámetro del proceso que hay que regular, la temperatura, se considera únicamente como resultado de transformaciones de energía/potencia.

Al mismo tiempo, se equilibran en la invención la energía suministrada al sistema y la retirada del sistema, la cual puede presentar varias energías parciales.

Dado que la totalidad de las corrientes de energía, que son suministradas al sistema y que son evacuadas del sistema, pueden conducir en suma a una variación de la temperatura del sistema a través del sistema, se puede determinar con utilización de esta variación de la temperatura el balance de energía a partir de la energía suministrada y retirada.

Este balance de energía/potencia no se puede utilizar, sin embargo, por sí solo para una regulación.

Por ello, se tiene en cuenta además, indirectamente como energía virtual, una diferencia de temperatura que hay que compensar entre la temperatura teórica y la real, la cual contiene (automáticamente) una desviación de regulación.

La energía total resultante a partir del balance de energía total de la energía suministrada, retirada y virtual a lo largo del sistema puede ser regulada o es regulada como diferencia de regulación o error de regulación, en oposición a una diferencia de temperatura como diferencia de regulación o error de regulación en regulaciones directas de la temperatura convencionales.

Este planteamiento de regulación indirecto, orientado a la energía, según la invención posibilita un reconocimiento prematuro de influencias sobre un sistema, que conducen a una variación de la temperatura indeseada.

Esto posibilita por su parte una compensación de regulación prematura o un planteamiento de regulación con utilización de un regulador más sencillo, por ejemplo uno del tipo regulador PI.

Debe destacarse que se pueden utilizar también otros tipos de regulador discretos, como un regulador P, I, D o PID.

Gracias a ello se puede actuar de forma prematura en la invención en contra de perturbaciones del sistema que aparecen de forma rápida y/o abrupta, las cuales conducen a variaciones de temperatura rápidas y/o abruptas indeseadas en el sistema, y con ello se puede alcanzar una gran constancia de la temperatura en el sistema.

Las reivindicaciones dependientes dan a conocer perfeccionamientos y formas de realización de la invención.

Las formas de realización y/o perfeccionamientos que se describen a continuación se refieren tanto al procedimiento como a la disposición así como también al programa de ordenador y al producto de programa de ordenador.

La invención y las formas de realización y perfeccionamientos que se describen a continuación pueden estar realizadas tanto como software como también como hardware, por ejemplo con utilización de una conexión eléctrica especial o un así llamado control programable de memoria, de forma abreviada SPS.

Además, es posible una forma de realización de la invención o un perfeccionamiento o forma de realización que se describe a continuación mediante un medio de almacenamiento que puede leer el ordenador, en el cual el programa de ordenador está almacenado con medios de código de programa, el cual realiza la invención o perfeccionamiento o forma de realización.

La invención o cada uno de los perfeccionamientos o formas de realización descritos a continuación puede estar realizada mediante un producto de programa de ordenador, el cual presenta un medio de almacenamiento, en el

cual está almacenado el programa de ordenador con medios de código de programa, el cual realiza la invención o perfeccionamiento o forma de realización.

5 En una forma de realización preferida la unidad de regulación es un regulador o un algoritmo de regulación/regulador correspondiente de un tipo conocido, P (regulador proporcional), I (regulador integral) ó D (regulador diferencial) o formas mixtas de ellos, como un tipo PI ó PID conocido. Estos diferentes tipos de regulador son conocidos desde hace tiempo por el estado de la técnica.

10 En estos casos, la magnitud de control es designada generalmente como la llamada magnitud de ajuste.

Una forma de realización preferida está perfeccionada de tal manera que la magnitud de control o la magnitud de ajuste es suministrada a un dispositivo de control o a un llamado elemento de ajuste, como un dispositivo de calentamiento/refrigeración, por ejemplo un intercambiador de calor.

15 Éste actúa entonces sobre la compensación de la diferencia de temperatura que hay que compensar, por ejemplo mediante un calentamiento o refrigeración del sistema.

20 En otra forma de realización la unidad de determinación de la temperatura comprende por lo menos un termómetro, en especial por lo menos un pirómetro de resistencia eléctrica, por ejemplo de un tipo PT100 conocido por el estado de la técnica.

En este caso la determinación de la temperatura real tiene lugar mediante una medición en por lo menos un lugar del sistema.

25 Si se utilizan varios pirómetros de resistencia eléctrica o se mide la temperatura en varios lugares en el sistema, se puede determinar la temperatura real mediante una formación de un valor medio, mediante valores de medición individuales, en su caso ponderada.

30 Es adecuado determinar la energía suministrada y retirada de acuerdo con la siguiente reflexión, es decir que la suma de estas corrientes de energía actúe en una variación de la temperatura del sistema, en particular en un caudal másico de aire que pase por el sistema.

35 Esta variación de la temperatura se puede multiplicar con el caudal másico de aire, el cual pasa por el sistema, y con una capacidad térmica del aire, un denominado Cp-aire, resultando el balance de energía sobre la energía suministrada y retirada.

40 Se puede tener en cuenta para la energía suministrada o retirada del sistema o del caudal másico de aire del sistema una energía suministrada o retirada al sistema mediante el elemento de ajuste, por ejemplo mediante el intercambiador de calor.

Ésta se puede tener en cuenta mediante una variación de la temperatura en el elemento de ajuste, como la variación de temperatura de un líquido de intercambio de calor, por ejemplo de una llamada agua salina.

45 Esta energía parcial que se puede considerar adicionalmente de la energía suministrada y retirada puede determinar, por ejemplo con utilización de una multiplicación de la variación de temperatura del líquido de intercambiador de calor con un caudal másico del líquido de intercambio de calor y además con una capacidad térmica del líquido de intercambiador de calor, un llamado líquido de intercambiador de calor Cp.

50 La energía demandada para la compensación de la diferencia de temperatura que hay que compensar se puede determinar como se indica más arriba, según el planteamiento correspondiente que viene a continuación. En este caso, la diferencia de temperatura que hay que compensar se puede multiplicar asimismo con el caudal másico de aire del sistema y con una capacidad térmica del aire, un así llamado Cp-aire, resultando la energía demandada (energía virtual).

55 Adicionalmente se puede tener en cuenta en la energía total del sistema una llamada potencia/energía de guadaña.

60 Ésta se puede introducir para, en primer lugar, compensar imprecisiones de medición y, en segundo lugar, poder tratar de forma precisa rampas de temperatura. Detrás de la potencia de guadaña se esconde evidentemente una regulación convencional de la temperatura.

65 En un perfeccionamiento preferido el sistema es un túnel aerodinámico climático, por ejemplo un túnel aerodinámico climático del "tipo constructivo de Göttingen". De todos modos el sistema se puede utilizar también para otras aplicaciones industriales, en las cuales se busca una regulación hasta el máximo rápida de la temperatura con una gran dinámica.

Además, durante la realización de la invención o de uno de sus perfeccionamientos o formas de realización, puede

estar previsto un denominado control programado de memoria, de forma abreviada SPS. Éste puede estar programado de tal manera que lleva a cabo, por lo menos en parte, el procedimiento según la invención o sus perfeccionamientos o formas de realización.

5 En este caso, pueden ser unidades según la invención partes de programa y/o módulos del SPS programado.

En las figuras, está representado un ejemplo de forma de realización de la invención, el cual se explica a continuación con mayor detalle. De las figuras y de sus explicaciones resultan otras ventajas, características y posibilidades de utilización de la invención.

10 la Figura 1 muestra un bosquejo de una forma de proceder según la invención para una regulación de la temperatura en un túnel aerodinámico climático según un ejemplo de forma de realización;

15 la Figura 2 muestra un bosquejo con un circuito de regulación para una regulación de la temperatura según la invención en un túnel aerodinámico climático según un ejemplo de forma de realización;

20 la Figura 3 muestra un bosquejo de un recorrido de la temperatura regulado con un regulador convencional sobre la base de una regulación directa de la temperatura, en un túnel aerodinámico climático según un ejemplo de forma de realización;

la Figura 4 muestra un bosquejo de un recorrido de la temperatura, regulado con un regulador según la invención sobre la base de una regulación energía/potencia indirecta, en un túnel aerodinámico climático según un ejemplo de forma de realización;

25 la Figura 5 muestra un bosquejo de un recorrido de la temperatura, regulado con un regulador PID convencional sobre la base de una regulación directa de la temperatura, en un túnel aerodinámico climático en comparación con un recorrido de la temperatura, regulado con un regulador según la invención sobre la base de una regulación energía/potencia indirecta, en un túnel aerodinámico climático según un ejemplo de forma de realización.

30 Ejemplo de forma de realización: regulación de la temperatura en un túnel aerodinámico climático sobre la base de un equilibrio energía/potencia en el túnel aerodinámico climático.

35 La Fig. 1 y la Fig. 2 muestran una forma de proceder 100 así como un sistema de regulación 200 para una regulación de la temperatura según la invención para el caso de un túnel aerodinámico climático 201 según una realización.

40 La Fig. 3 y la Fig. 4 muestran recorridos de la temperatura regulados con un regulador PID convencional sobre la base de una regulación directa de la temperatura y un regulador según la invención sobre la base de una regulación energía/potencia indirecta en un túnel aerodinámico climático 201 según la realización.

A) Túnel aerodinámico (regulado) del "tipo constructivo de Göttingen" (201).

El túnel aerodinámico 201 regulable está realizado en un tipo constructivo de "Göttingen" conocido.

45 El aire o la masa de aire climatizado es conducido en el túnel aerodinámico climático 201 de este tipo constructivo en un circuito cerrado. En soplador transporta el aire o la masa de aire 207, a través de un difusor 203 largo, a un intercambiador de calor 204.

50 Para la medición de una temperatura de masa de aire están dispuestos en el difusor 203, en dos lugares, dos termómetros de resistencia de un tipo constructivo conocido PT 100 210 ó 211. Asimismo el difusor 203 presenta un dispositivo de medición del caudal, con el cual se puede medir el caudal másico de aire 207.

55 El intercambiador de calor 204 presenta, en su entrada, una sonda de temperatura 216, con el cual se puede medir la temperatura del líquido de intercambiador de calor 217, del agua salina 217, que afluye.

En su salida, el intercambiador 204 presenta una segunda sonda de temperatura 215, con la cual se puede medir la temperatura del agua salina 217 saliente.

60 El intercambiador de calor 204 presenta además un dispositivo de medición del caudal, con el cual se puede medir el caudal másico de agua salina 217 que pasa.

El intercambiador de calor 204 es regulado o controlado 100 ó 200 a través de un control, descrito a continuación con mayor detalle, sobre la base de un control indirecto de la temperatura.

65 La temperatura del aire es regulada de forma controlada, se puede ajustar cualquier valor desde -30°C hasta +50°C. Mediante dos esquinas de desviación alabeadas el aire llega a una precámara.

No existen ni un rectificador ni cribas y, a pesar de ello, el túnel aerodinámico climático presenta una gran calidad de circulación. La velocidad del viento y la temperatura del viento están distribuidas de manera muy uniforme a lo largo de la sección transversal del chorro.

5 Una contracción de una tobera 205, en la cual el aire es acelerado, está subdividida en dos secciones. En la primera sección, tiene lugar una entrada únicamente de forma horizontal; el techo y el suelo permanecen planos.

10 En la segunda sección permanecen, por el contrario, las paredes laterales planas y la entrada se supera mediante una vertical. Al mismo tiempo, un contorno inferior queda siempre igual. Uno superior, por el contrario, puede ser desplazado en altura.

15 Gracias a ello, es posible formar una tobera, comparativamente pequeña, con una sección transversal de 6 m², lo que es suficiente para un examen de un turismo.

20 En dos etapas se puede elevar una pared de tobera superior y mantenerla, gracias a sus elasticidad, en un contorno favorable a la circulación – la sección transversal de 8 m² que se forma con ello es adecuada para el examen de monovolúmenes y transportadores. Aumentando la sección transversal hasta 10 m² el túnel aerodinámico climático es adecuado para el examen de camiones (pesados).

Una velocidad del aire es, para las tres secciones transversales, de 130 km/h, 100 km/h y de 80 km/h.

25 De la tobera sale el aire a un tramo de medición abierto, circula alrededor de un vehículo, es captado detrás de éste por un colector, similar a un gran embudo y, para que se cierre el circuito, es suministrado de nuevo por dos esquinas de desviación al soplador.

En un techo del túnel aerodinámico climático o de una nave de medición 202 está dispuesto un solarío. 18 lámparas, con las cuales se imita un espectro de una luz solar, hacen posible una intensidad de radiación de hasta 1200 W/m².

30 Un bastidor hace posible que se pueda elegir libremente la dirección de incidencia de los rayos solares. Las lámparas están dotadas con tapas, con las cuales se puede desconectar de golpe la luz.

35 Se puede ajustar con precisión una humedad relativa del aire mediante la adición de vapor o un aire extremadamente seco en un intervalo de hasta el 95 %.

Para la medición de la temperatura reinante en la nave de medición están dispuestos en la nave de medición, en dos puntos, pirómetros de resistencia eléctrica del tipo constructivo conocido PT100 212 ó 213.

40 Los pirómetros de resistencia eléctrica 210, 211 en el difusor 203, los termómetros 215, 216 en el intercambiador de calor 204 así como los pirómetros de resistencia eléctrica 212, 213 en la nave de medición 202 están conectados, mediante conducciones de señal 214 correspondientes, con una unidad de control, de un control SPS 250.

45 Los dispositivos de medición del caudal del difusor 204 y del intercambiador de calor 204 están conectados también con el control SPS 250.

El control SPS 250 está programado en correspondencia con la regulación indirecta de la temperatura, que se explica a continuación, sobre la base de un balance de energía/potencia en el túnel aerodinámico climático 201 (Fig. 1, Fig. 2).

50 La refrigeración y climatización se pueden variar y optimizar de esta manera en cuanto a sus intervalos de tiempo en el túnel aerodinámico 201.

55 B) Idea fundamental de la regulación indirecta de la temperatura según la realización sobre la base de un balance de energía/potencia en el túnel aerodinámico climático 201 (Fig. 1, 100).

La Fig. 1 muestra una forma de proceder 100 fundamental durante la regulación según la realización.

60 En la regulación 100 según la forma de realización se determina 110, en un instante que se puede predeterminar una temperatura real del sistema, del túnel aerodinámico climático, la cual se compara 120 con la temperatura teórica que se puede determinar del sistema. Durante la comparación 120 se determina 120 una diferencia de temperatura que hay que compensar del sistema 120.

65 Se determina 130 además una energía demandada, la cual es necesaria para una compensación de la diferencia de temperatura, que hay que compensar, determinada.

En el instante que se puede predeterminar se determinan 140 una energía que se suministra al sistema y una

energía que se retira del sistema.

Con utilización de la energía demandada, de la energía suministrada al sistema y de la energía evacuada del sistema se determina 150 una energía total del sistema, a partir de la cual se determina 170, con utilización de un procedimiento de regulación de un regulador 160, la magnitud de control para la regulación de la temperatura.

C) Planteamiento del problema en la regulación según la realización.

Diferentes exámenes en el túnel aerodinámico climático 201 arriba descrito, como por ejemplo exámenes de potencia de instalaciones de climatización de vehículos automóviles, presuponen una gran constancia del clima, en especial una gran constancia de la temperatura (viento) en el túnel aerodinámico climático.

Para la regulación de variaciones y perturbaciones rápidas y abruptas de la temperatura (aire) y/o variaciones rápidas y abruptas de las condiciones de contorno que influyen sobre la temperatura, tales como perturbaciones de la velocidad del viento, perturbaciones de la radiación solar simulada, perturbaciones de la humedad del aire en el túnel aerodinámico y/o un arranque del motor de uno de los vehículos que hay que examinar en el túnel aerodinámico 260, el túnel aerodinámico climático 201 según la realización presenta una regulación 100 especial sobre la base de una regulación indirecta de la temperatura 100 o sobre la base de un balance de energía/potencia en el túnel aerodinámico.

D) Regulación indirecta de la temperatura sobre la base de un balance de energía/potencia en el túnel aerodinámico climático (Fig. 1, Fig. 2).

La Fig. 2 muestra de manera esquemática un sistema de regulación de la temperatura 200 indirecto, según la realización, una regulación de la temperatura 200 indirecta, según la realización, sobre la base de un balance de energía/potencia en el túnel aerodinámico climático 201.

Esta regulación o los algoritmos que subyacen a esta regulación están programados, en un ordenador de control, en el marco de un llamado control SPS 250.

Un sistema de regulación de la temperatura 200 de este tipo, según la realización, intenta, en general, mantener constante una temperatura en el túnel aerodinámico 201 o variarla según un programa escrito con anterioridad, independientemente de cualquier tipo de perturbaciones o magnitudes de perturbación 260.

Para ello la magnitud que hay que regular (magnitud controlada), en este caso la temperatura de la nave, es medida y promediada de manera constante, mediante dos pirómetros de resistencia eléctrica 212 y 213.

La magnitud controlada medida, la temperatura de la nave promediada, es puesta a disposición o suministrada al dispositivo de regulación 250 según la realización, de forma abreviada el regulador 250 según la realización.

Se mide además la temperatura de la corriente de aire 207 antes del intercambiador de calor 204 mediante dos pirómetros de resistencia eléctrica 210 y 211, de manera continua y se promedia así como se suministra al regulador 250 según la realización.

De manera adicional se miden en el intercambiador de calor 204 las temperaturas del agua salina antes del 216 y después 215 del intercambio de calor. Estas se suministran también al regulador 250 según la realización.

Además se miden las corrientes de masa del aire 207 así como el agua salina 217 y se suministran al regulador 250 según la realización.

Es parte del regulador 250 según la realización un regulador PI 230 conocido, el cual está programado en el marco del control SPS o cuyos sus algoritmos de regulación están programados en el marco del control SPS.

Con utilización del regulador 250, en especial del regulador PI 230, se determina una magnitud de control u , con el fin de eliminar la diferencia de regulación o los errores de regulación, en este caso una diferencia de energía e' en lugar de una diferencia de temperatura e como en el caso de una regulación convencional de la temperatura.

Con esta magnitud de control u se controla o acciona de tal manera el intercambiador de calor 204 que se elimina la diferencia de regulación o diferencia de energía e' . Con ello se elimina indirectamente también la diferencia de temperatura que hay que compensar entre la temperatura real y la teórica en la nave de medición 202 y se mantiene constante la temperatura en la nave de medición 202.

A continuación se describe con mayor detalle la determinación de la magnitud de control u .

La regulación indirecta de la temperatura, según la forma de realización, sobre la base de un balance de energía/potencia en el túnel aerodinámico climático 201 se basa en que el parámetro de procesamiento que hay que

regular o la magnitud de regulación – en este caso la temperatura de la nave de medición 202 – se considera como resultado de conversiones de energía en el sistema “túnel aerodinámico climático” 201.

5 En general se cumple que un balance de energía a lo largo de túnel aerodinámico 201 debe estar compensado en cualquier instante.

Sin embargo, para obtener una magnitud que se pueda regular se introduce una energía/potencia virtual y no se tiene en cuenta durante el balance de energía,

10 La energía/potencia virtual es la energía/potencia que es necesaria o que se suministrar al sistema “túnel aerodinámico climático” 201 o que debe ser evacuada de éste para compensar la diferencia de temperatura entre la temperatura de la nave de medición actual y la temperatura teórica en la nave de medición 202.

15 Esta energía/potencia virtual contiene con ello, de manera indirecta, la desviación de regulación que hay que regular convencional, dado que en el caso de la energía virtual, se contabiliza la energía que sería necesaria para eliminar directamente la desviación de regulación convencional.

20 Para no registrar individualmente todas las corrientes de energía que afluyen o salen del túnel aerodinámico climático 201, la regulación del túnel aerodinámico climático 201 se basa en la siguiente reflexión: la suma de todas las energías individuales (balance de energía) se manifiesta como una variación de la temperatura del aire que se hace circular y antes del intercambiador de calor.

Durante la regulación esto se describe mediante el término “potencia del canal”.

25 La energía que se suministra o se retira del caudal másico de aire 207, debe ser compensada por el intercambiador de calor 204.

El intercambiador de calor 204 debe proporcionar la energía virtual. Aquí se cumple también que las energías dan lugar a una variación de la temperatura del agua salina, la cual circula por el intercambiador de calor 204.

30 Esta variación de la temperatura se calcula a través de un “potencia del agua salina”.

Otra parte integrante del cálculo es una llamada potencia de guadaña. Esta se introduce para, en primer lugar, compensar las imprecisiones de medición y, en segundo, poder tratar con mayor precisión rampas de temperatura.

35 Evidentemente se esconde detrás de la potencia de guadaña una regulación convencional de la temperatura.

Se cumple por consiguiente durante la regulación de la temperatura según la realización que:

40 1) valor medio($T_{\text{aire antes del intercambiador de calor}}$) = $(\text{Temp } 210 + \text{Temp } 211)/2$

2) $\Delta T_{\text{canal de aire}} = \text{valor medio}(T_{\text{aire antes del intercambiador de calor}}) - T_{\text{canal de aire}}$

45 3) $\Delta T_{\text{virtual}} = T_{\text{canal de aire}} - T_{\text{teórica}}$

4) $\Delta T_{\text{agua salina}} = \text{Temp } 215 + \text{Temp } 216$

5) $\rho_{\text{aire}} = (((\text{Temp } 212 + \text{Temp } 213)/2 * 1000)/(287,1 * (273,15 + T_{\text{canal de aire}}))$

50 6) caudal másico de aire = tamaño de la tobera * ρ_{aire} * velocidad del aire/3,6

7) caudal másico de agua salina = (valor de medición * 1000/60) * factor de corrección * 1,37 x 0,001

8) potencia del canal = $C_p\text{-aire} * T_{\text{canal de aire}} * \text{caudal másico de aire}$

55 9) potencia virtual = $C_p\text{-aire} * \Delta T_{\text{virtual}} * \text{caudal másico de aire}$

10) Potencia del intercambiador de calor = $C_p\text{-agua salina} * \Delta T_{\text{agua salina}} * \text{caudal másico de agua salina}$

60 11a) balance potencia/energía = potencia canal + potencia virtual + potencia del intercambiador de calor (Fig. 2, 220)

11b) balance potencia/energía ampliado = potencia canal + potencia virtual + potencia del intercambiador de calor + potencia de guadaña (Fig. 2, 220)

65 En la regulación según la realización el balance de potencia/energía o el balance de potencia/energía extendido es regulado a cero.

Cada destacar que las relaciones indicadas más arriba traducen, a título de ejemplo y sin limitación de la generalidad, el planteamiento según la invención.

- 5 En la Fig. 3, la Fig. 4 y en la Fig. 5 está representado un recorrido de la temperatura 300 o 510, regulado mediante el regulador de temperatura convencional, así como un recorrido de temperatura 400 o 500, regulado en correspondencia con el sistema de regulación indirecto según la forma de realización de más arriba, del túnel aerodinámico climático 200.
- 10 Un punto A 401 caracteriza en las Figuras 3, 4 y 5 un instante en el que se produce una perturbación de la temperatura o variación de la temperatura. Esta se origina por una variación repentina de una velocidad del aire del caudal másico de aire en el canal 200.
- 15 Con el signo de referencia 305 se caracteriza en las Figuras 3 a 5 en cada caso el recorrido 305 de la velocidad del aire.
- Una línea B 402 caracteriza una temperatura del espacio deseada, que debe ser mantenida lo más constante posible.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar una magnitud de control para una regulación de la temperatura para un sistema, en el que
- 5
- para un instante se determina una temperatura real del sistema (110),
 - se compara la temperatura real con una temperatura teórica predeterminada del sistema (120), determinándose una diferencia de temperatura del sistema que hay que compensar,
 - 10
 - se determina una energía demandada (130), la cual es necesaria para la compensación de la diferencia de temperatura determinada, que hay que compensar en el sistema,
 - 15
 - para ese instante, se determina el balance de energía entre una energía suministrada al sistema y una energía evacuada del sistema (140),
 - con la utilización de la energía demandada y el balance de energía entre la energía suministrada y la energía evacuada se determina una energía total resultante del sistema (150),
 - 20
 - con la utilización de un procedimiento de regulación de un regulador se obtiene, a partir de la energía total resultante, la magnitud de control para la regulación de la temperatura (160),
 - determinándose el balance de energía entre la energía suministrada y evacuada, con la utilización de una variación de la temperatura del sistema, a lo largo de una caudal másico de aire que fluye a través del sistema,
 - 25
 - teniendo efecto el balance de energía entre la energía suministrada y evacuada en la variación de la temperatura del sistema,
- caracterizado porque
- 30
 - el balance de energía entre la energía suministrada y evacuada, con la utilización de la variación de la temperatura del sistema, se determina de tal manera que la variación de la temperatura del sistema es multiplicada por el caudal másico de aire, que fluye a través del sistema, y por la capacidad térmica del caudal másico de aire,
 - 35
 - determinándose la energía demandada, con la utilización de la diferencia de temperatura determinada que hay que compensar, de manera que la diferencia de temperatura determinada que hay que compensar se multiplica por el caudal másico de aire que fluye a través del sistema y por la capacidad térmica del caudal másico de aire.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el procedimiento de regulación es un procedimiento de regulación de un regulador (250) de un tipo P (regulador proporcional), I (regulador integral) o D (regulador diferencial) o una forma mixta de ellos, en particular de un tipo PI o PID.
- 40
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que un elemento de regulación, en particular un intercambiador de calor, es regulado y/o controlado utilizando la magnitud de control (u).
- 45
4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que el elemento de regulación actúa sobre la compensación de la diferencia de temperatura que hay que compensar, en particular mediante un calentamiento o enfriamiento del sistema.
- 50
5. Procedimiento según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que la temperatura real se mide por lo menos en un punto en el sistema y/o es almacenada, en particular en una memoria.
6. Procedimiento según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que para la energía total se tiene en cuenta una potencia, la cual compensa imprecisiones de medición y/o representa una rampa de temperatura, y/o tiene en cuenta una potencia de un elemento de regulación, en particular de un intercambiador de calor.
- 55
7. Procedimiento según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, el cual se realiza y/o se programa en el marco de un denominado control programado de memoria (SPS).
- 60
8. Disposición para determinar una magnitud de control para una regulación de la temperatura para un sistema con
- por lo menos una unidad de determinación de la temperatura, con la cual se puede determinar una temperatura real del sistema,
 - 65
 - por lo menos una unidad de comparación con la cual, mediante la comparación de la temperatura real con una temperatura teórica que se puede predeterminar del sistema, se puede determinar una diferencia de temperatura del sistema que hay que compensar,

- 5 - por lo menos una unidad de determinación de la energía, con la cual se puede determinar el balance de energía entre una energía suministrada al sistema y una energía evacuada del sistema y una energía demandada, siendo dicha energía demandada necesaria para una compensación de la diferencia de temperatura del sistema que hay que compensar, y con la cual se puede determinar una energía total resultante, con la utilización de la energía demandada y del balance de energía entre la energía suministrada y la energía evacuada, y
- 10 - una unidad de regulación, con la cual se puede determinar, con la utilización de la energía total, la magnitud de control para la regulación de la temperatura,
caracterizada porque
- la disposición está adaptada para llevar a cabo un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7.
- 15 9. Disposición según la reivindicación 8, en la que la unidad de regulación es un regulador de un tipo P (regulador proporcional), I (regulador integral) o D (regulador diferencial) o una forma mixta de ellos.
- 20 10. Disposición según la reivindicación 8 ó 9, en la que la unidad de determinación de la temperatura es un termómetro, en particular un pirómetro de resistencia eléctrica.
11. Disposición según por lo menos una de las reivindicaciones 8 a 10, en la que el sistema es un espacio, en particular un espacio habitado, o un túnel aerodinámico climático, en particular un túnel aerodinámico climático del "tipo constructivo de Göttingen".
- 25 12. Disposición según por lo menos una de las reivindicaciones 8 a 11, que está realizada en el marco de un denominado control programado de memoria (SPS).
- 30 13. Programa de ordenador con medios de código de programa, para llevar a cabo todas las etapas según la reivindicación 1, cuando el programa se ejecuta en un ordenador.
14. Programa de ordenador con medios de código de programa, según la reivindicación anterior, cuyos medios de código de programa están almacenados en un soporte de datos que puede ser leído por ordenador.
- 35 15. Producto de programa de ordenador con unos medios de código de programa almacenados en un soporte que puede ser leído por una máquina, para llevar a cabo todas las etapas según la reivindicación 1, cuando el programa se ejecuta en un ordenador.

Fig. 1

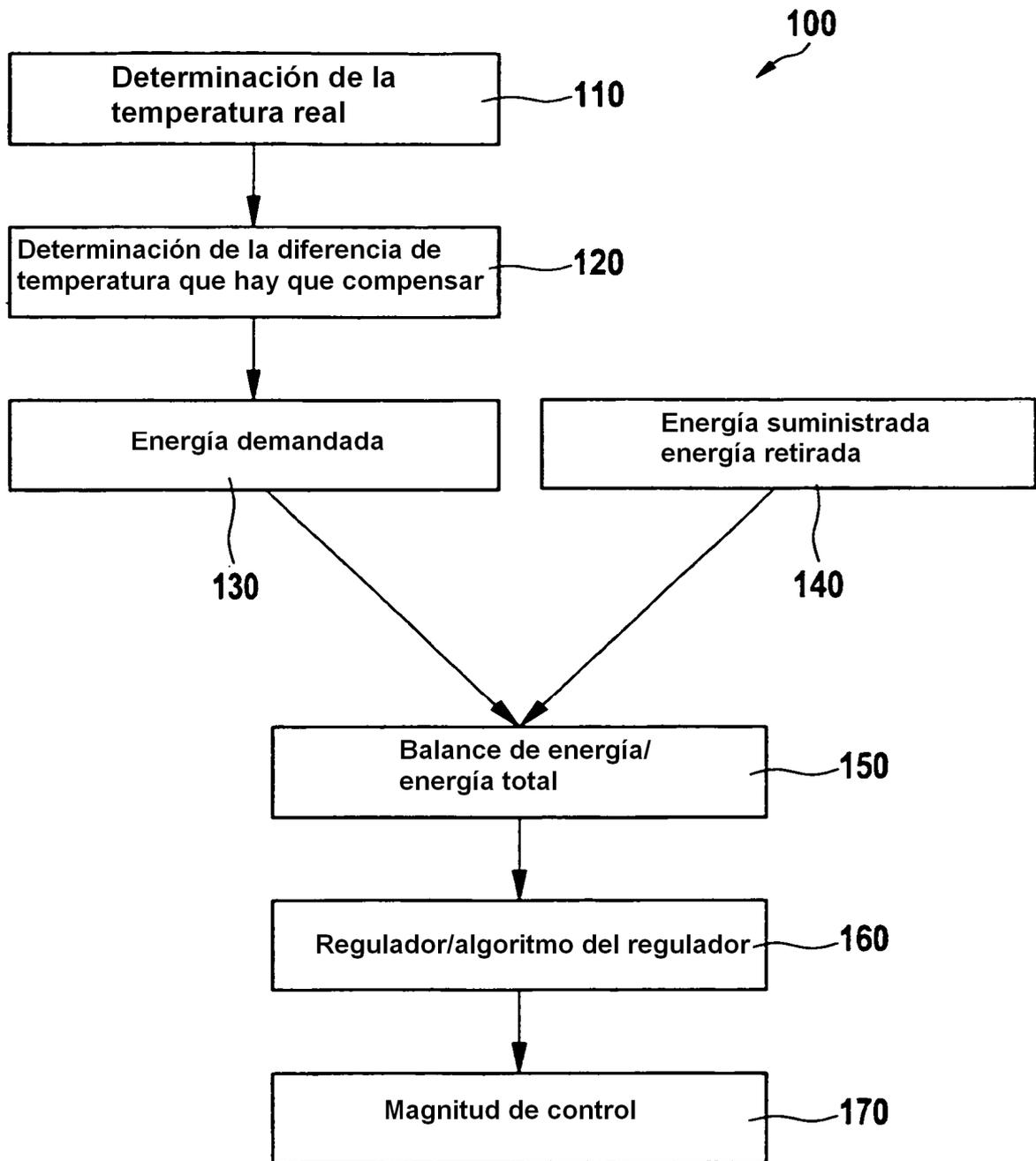
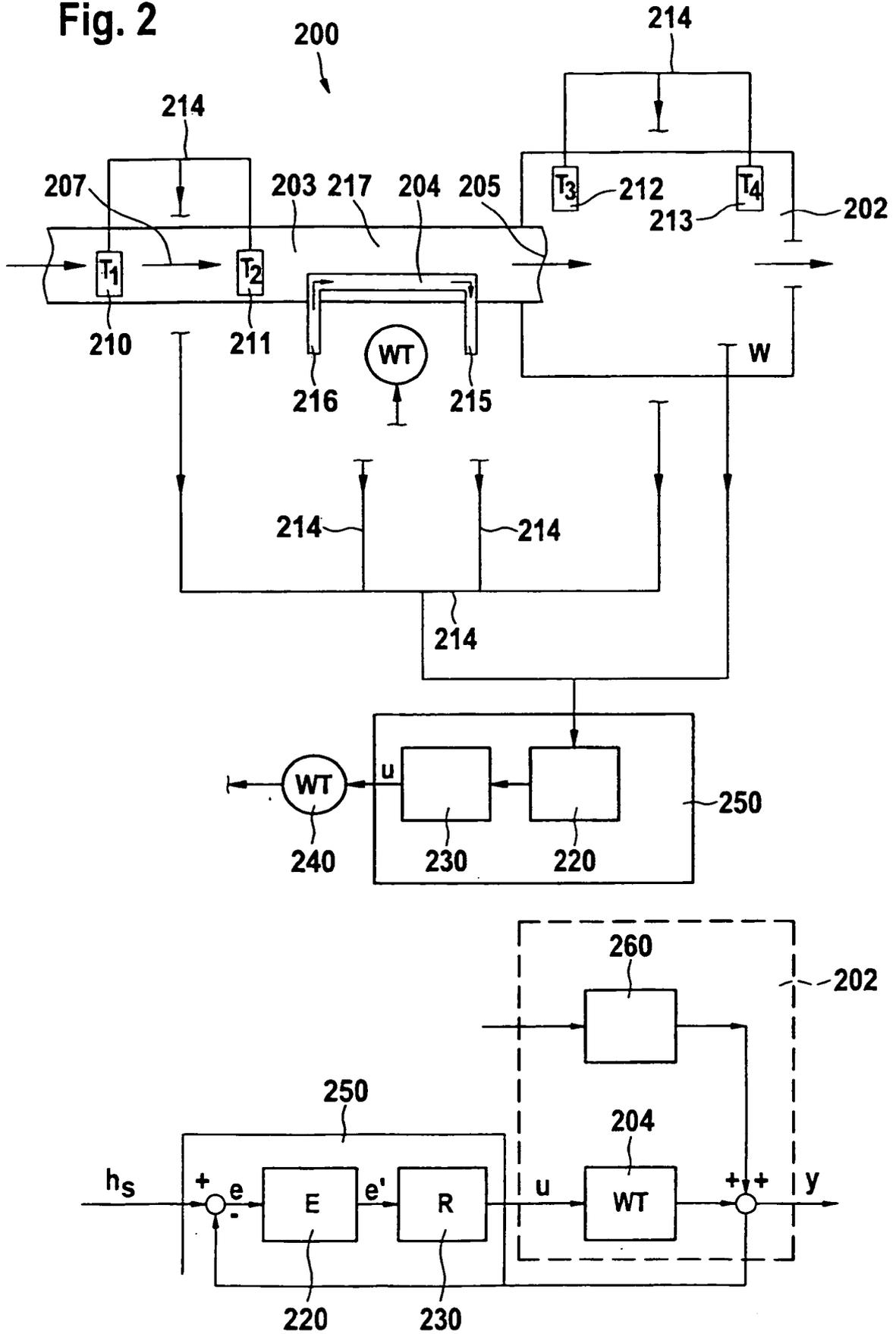
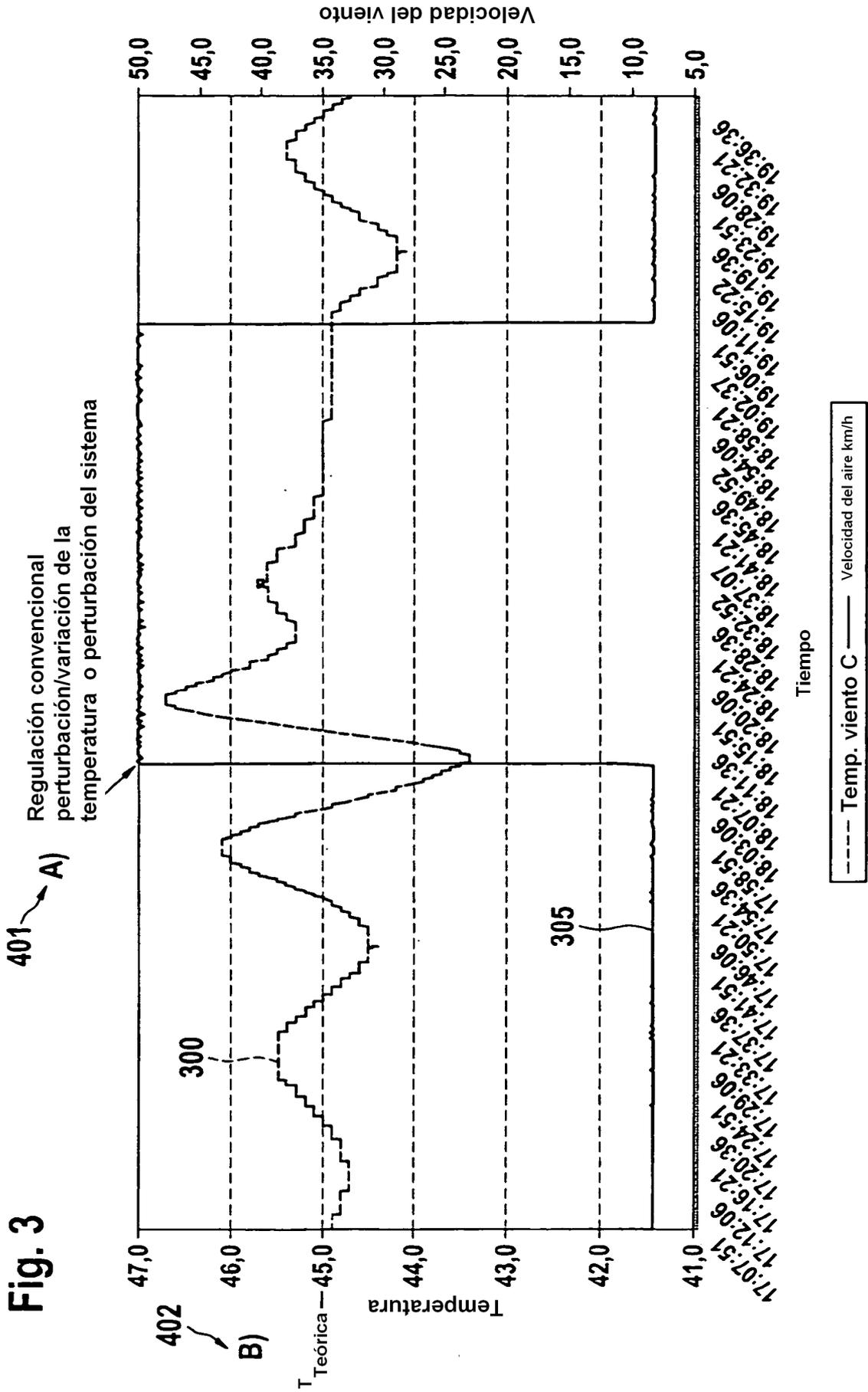


Fig. 2





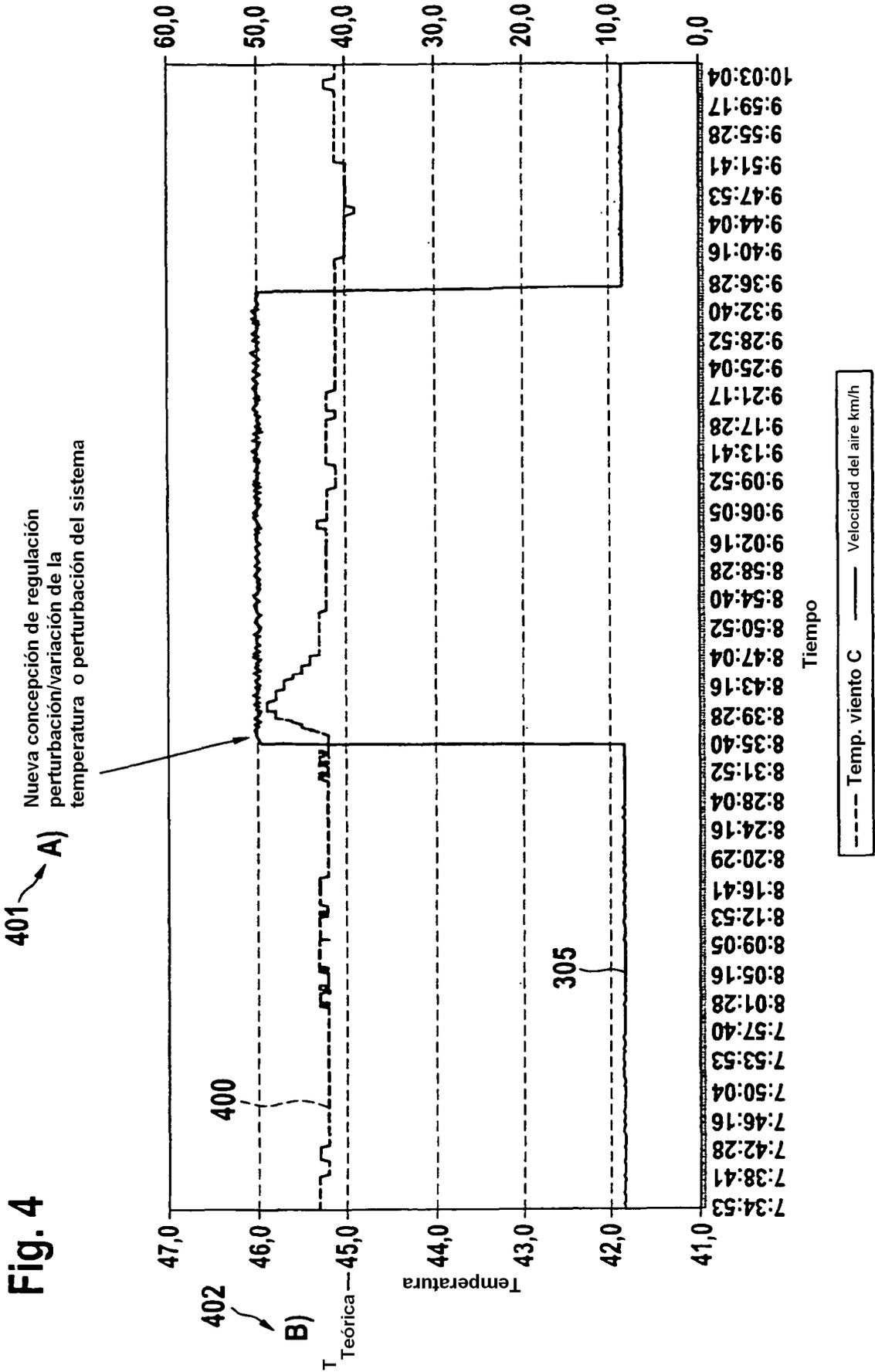


Fig. 5

Constancia de la temperatura en caso de
 variación de la velocidad del viento, regulación
 vieja y nueva perturbación/variación de la
 temperatura o perturbación del sistema

