

DISPOSITIVO ELECTRÓNICO Y MÉTODO PARA EL CONTROL DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE EDIFICIOS

Campo de la Inven

5 La presente invención se refiere a un dispositivo electrónico y a un método para regular las instalaciones termofluídicas para edificios.

Antecedentes de la Invención

La optimización de la comodidad ambiental en
10 edificios o construcciones es un tema que se está volviendo cada vez más importante. La literatura científica reporta un número considerable de trabajos de investigación que muestran cómo varios aspectos del confort, particularmente el confort térmico y la calidad del aire, están directamente
15 relacionados con el bienestar de los ocupantes y, en ambientes de trabajo, a su productividad.

Muy frecuentemente, el mantenimiento de los valores deseados de los parámetros tales como la temperatura, la humedad relativa y la concentración de contaminantes en un
20 ambiente, no es ni simple ni económico. De acuerdo al uso pretendido del edificio, al tipo de instalación colocada en el mismo y a los tiempos y modos de ocupación del mismo, los parámetros ambientales pueden ser controlados de diversas maneras.

25 Aunque los sistemas termofluídicos están

disponibles en el mercado los cuales incluyen los sistemas de control y regulación integrados del estado de la técnica, la mayoría de las instalaciones colocadas en edificios terciarios son controladas por programas lógicos de control
5 basados en valores estándares, en oposición a los requerimientos ambientales efectivos.

Muy frecuentemente, de hecho, las temperaturas del aire en interiores son reguladas con base en el valor de la temperatura del aire exterior (control de circuito abierto).

10 En estos casos, el agua caliente producida por un sistema de generación asociado con el edificio que se va a controlar, es mezclado con agua de recirculación con el fin de suministrar al sistema de distribución del edificio con agua a una temperatura determinada con base en las
15 temperaturas exteriores. De este modo, el sistema de generación requiere la presencia de un sensor de temperatura externo y una válvula mezcladora localizada corriente abajo de la generación de agua caliente y corriente arriba de la distribución de agua en el sistema de distribución del
20 edificio.

En el caso de instalaciones de agua con control térmico únicamente, es decir, calentamiento o enfriamiento a través de sistemas de emisión tales como radiadores, unidades de serpentín de ventilación, paneles de radiación, etcétera,
25 la operación típica de las instalaciones termofluídicas sigue

las lógicas anteriormente descritas.

En el caso de los sistemas de aire-agua combinados o sistemas únicamente de aire, en donde el control térmico es suplementado con control de la calidad del aire, la
5 regulación es mucho más compleja. El aire externo o de recirculación, antes de ser distribuido hacia el ambiente, necesita ser apropiadamente tratado, es decir, calentado, enfriado o deshumidificado como sea necesario.

En estos casos, la regulación es llevada a cabo en
10 dos niveles: el primer nivel se refiere al calentamiento/enfriamiento de los fluidos que van a ser suministrados a las baterías de calentamiento/enfriamiento de las Unidades de Tratamiento de Aire (ATUs por sus siglas en inglés) vía las válvulas mezcladoras.

15 El segundo nivel se refiere al suministro del aire tratado hacia un ambiente a través de compuertas ajustables.

Desde un punto de vista térmico, los fluidos siguen las lógicas de control que son similares a aquellas empleadas para las instalaciones de agua.

20 Con respecto a la regulación de los flujos de aire hacia el ambiente, el control actúa sobre las compuertas para la entrada del aire externo (que determinan las fracciones de aire fresco y recirculado) y sobre las compuertas para la recuperación del aire de escape que viene del mismo ambiente,
25 y sobre las compuertas colocadas sobre los conductos que

conducen a las terminales de entrada de aire presentes en el ambiente. Actualmente, en la mayoría de los casos los dispositivos de regulación (válvulas mezcladoras y compuertas) están integrados dentro de las instalaciones mismas, pero su operación es dictada por las prácticas
5 estándares en donde los valores fijados basados en los datos de diseño y no en los requerimientos ambientales efectivos, son establecidos. Ya que éstos son sistemas consumidores de energía, un enfoque erróneo a la regulación de la instalación
10 implica más altos costos de energía.

El control de circuito cerrado de las condiciones ambientales provenientes del edificio mismo podrían permitir, por una parte, mantener el confort en el edificio bajo control de manera más efectiva, pero por otra parte,
15 permitiría tomar en cuenta cualesquiera contribuciones de energía libre (irradiación solar, iluminación, número de personas en el edificio, presencia de computadoras y/o impresoras, etcétera) en el ambiente bajo tratamiento.

Este control de circuito cerrado actualmente no
20 está siendo efectuado debido a que requeriría modificaciones excesivamente complejas y costosas a las unidades de control de tales sistemas.

El objetivo de la presente invención es por lo tanto proponer un dispositivo electrónico y un método para
25 controlar las instalaciones termofluídicas utilizadas en

edificios, que permita controlar en el modo de circuito cerrado las condiciones ambientales de un edificio sin requerir intervenciones complejas sobre los sistemas existentes.

5 Este y otros objetivos son logrados por medio de un dispositivo electrónico para controlar una instalación termofluídica cuyas características son definidas en la reivindicación 1, y un método para regular el nivel de temperatura y de dióxido de carbono de una instalación
10 termofluídica como se describe en las reivindicaciones 4 y 5.

Las modalidades particulares son descritas en las reivindicaciones dependientes, cuyos contenidos tienen que ser entendidos como una parte integrante de la presente descripción.

15 **Breve Descripción de la Invención**

Las características y ventajas adicionales de la invención se volverán aparentes a partir de la siguiente descripción detallada, dada meramente a manera de ejemplo no limitante con referencia a las figuras anexas en donde:

- 20 - La figura 1 muestra un diagrama de bloques del dispositivo electrónico de acuerdo a la presente invención;
- La figura 2 muestra un diagrama de un edificio en donde las condiciones climáticas son controladas por medio de un sistema de circuito abierto;
- 25 - La figura 3 muestra un diagrama de una unidad de

tratamiento de aire; y

- La figura 4 muestra un diagrama de bloques del método para regular el nivel de temperatura/dióxido de carbono, llevado a cabo por el dispositivo de la Figura 1.

5 La figura 1 muestra un dispositivo para controlar las condiciones climáticas de un edificio de acuerdo a la presente invención.

Descripción Detallada de la Invención

El dispositivo 1 está adaptado para ser asociado
10 con un sistema tradicional de calentamiento/enfriamiento de un edificio (del tipo que incluye una unidad de calentamiento o enfriamiento que envía agua caliente o fría hacia un sistema de distribución de un edificio mediante la apertura/cierre de una válvula mezcladora), o más en general
15 con un sistema de Acondicionamiento de Aire, Calentamiento y Ventilación (HVAC por sus siglas en inglés) que comprende también, como se mencionó anteriormente, una unidad de tratamiento de aire.

La figura 2 muestra un sistema de calentamiento
20 tradicional que comprende una unidad de calentamiento 50 (o, como una alternativa, una unidad de enfriamiento), una válvula mezcladora 52 y un dispositivo de calentamiento 54 (o, como una alternativa, un dispositivo de enfriamiento) de un edificio 56. El agua caliente (o fría) es distribuida por
25 la unidad 50 hacia el edificio 56 en la dirección mostrada

por la flecha A mediante la apertura/cierre de la válvula mezcladora 52.

La figura 3 muestra una ATU 80 que incluye una batería de calentamiento 82, una batería de enfriamiento 84 y
5 una batería de post-calentamiento 85.

El primer conducto 86 permite que el aire externo entre y fluya, a través de una primera compuerta 88, hacia la ATU 80, mientras que un segundo conducto 90 asegura la recirculación del aire que viene de un edificio (no mostrado
10 en la figura) hacia la ATU 80, a través de una segunda compuerta 92.

Las válvulas mezcladoras 52', similares a la válvula mezcladora 52, están asociadas con la batería de calentamiento 82, la batería de enfriamiento 84 y la batería
15 de post-calentamiento 85, cuyas válvulas están adaptadas para controlar los flujos de agua caliente/fría dentro de la ATU 80 con el fin de calentar/enfriar el aire externo o el aire recirculado.

El aire tratado fluye luego hacia afuera de la ATU
20 80 y es enviado, a través de un tercer conducto 94, hacia el edificio para el control.

Con referencia nuevamente a la Figura 1, el dispositivo 1 comprende una unidad de control 2, por ejemplo un microprocesador, el cual está adaptado para recibir:

25 - una señal principal 4 que viene de un sistema de

administración de edificio (BMS por sus siglas en inglés) conocido *per se*;

- una señal de referencia 6, preferentemente una señal de temperatura, ajustada por un usuario y representativa de un
- 5 parámetro deseado para el edificio involucrado;
- señales ambientales 8, que vienen de sensores ambientales localizados en el edificio (no mostrados en las figuras), que están adaptados para medir los parámetros ambientales tales como la temperatura, la humedad, el nivel de dióxido de
- 10 carbono, etcétera.

El sistema de manejo o administración del edificio es un sistema existente asociado con el edificio controlado, y adaptado para suministrar señales de control a las válvulas mezcladoras 52, 52', y/o a las compuertas 88, 92 para la

15 apertura/cierre de los conductos de aire 86, 90 de la ATU 80.

La unidad de control 2 está adaptada para emitir una señal de control 10 hacia un accionador de una válvula mezcladora respectiva 52, 52' o compuerta 88, 92. En particular, tales señales de control 10 son enviadas a los

20 accionadores respectivos de las válvulas 52, 52' y de las compuertas 88, 92 que respectivamente abren/cierran las válvulas 52, 52' y las compuertas 88, 92.

La unidad de control 2 es energizada de una manera conocida *per se*, por ejemplo por medio de una señal de

25 energía de 24V o 220V.

Con el fin de obtener la señal de control 10, la unidad de control 2 lleva a cabo un proceso de regulación de temperatura y/o un proceso de regulación del nivel de dióxido de carbono, respectivamente, el cual será descrito más con
5 detalle más adelante.

El dispositivo 1 de acuerdo a la presente invención es un dispositivo electrónico capaz de crear un sistema de circuito cerrado en un sistema de calentamiento/enfriamiento de un edificio, mediante la integración de la información
10 proveniente de los sensores ambientales.

Los accionadores que reciben una señal de control respectiva 10 son adaptados para cambiar el porcentaje de apertura de una válvula mezcladora de tres vías 52, 52' o el porcentaje de apertura de una compuerta 88, 92.

15 El dispositivo 1 es instalado corriente arriba de cada accionador, entre el cable que lleva la señal principal 4 y el accionador mismo.

En una modalidad preferida de la invención, la señal de control 10 propone una modificación a la señal
20 principal 4 para ser aplicada al accionador.

A través de los accionadores de control, se puede regular la apertura/cierre de las compuertas 88, 92 de la unidad de tratamiento de aire 80 y la velocidad de flujo del agua caliente/fría que viene de las unidades de
25 calentamiento/enfriamiento, con el fin de lograr el confort

deseado.

El dispositivo de control 1 de acuerdo a la presente invención permite reducir los costos para la integración dentro de los sistemas existentes.

5 Éste opera de acuerdo a la lógica del Internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés); éste puede leer las señales analógicas y, a través de una elaboración, crear unas nuevas.

La Figura 4 muestra un diagrama de bloques del
10 método de regulación de temperatura llevado a cabo por la unidad de control 2 para regular la temperatura en el edificio.

Este método está preferentemente basado en los algoritmos polivalentes, *similares a PID* polivalente o
15 posiblemente *PID* polivalente.

La lógica de conjuntos difusos o polivalente es utilizada debido a que éste permite la regulación de un sistema por medio de la formalización de los conceptos derivados de la experiencia común. Estos tipos de algoritmos
20 de regulación ofrecen muy buen desempeño y no requieren modelación matemática del sistema que es controlado, ni tampoco requieren una estimación de los parámetros de regulación de PID que no son siempre intuitivos.

La idea en la base de estos algoritmos es que una
25 cantidad pueda también tomar, además de los valores

Booleanos, un conjunto de valores que indican el grado de veracidad de una expresión dada.

El método de regulación de la temperatura de acuerdo a la presente invención emplea, con el fin de regular la temperatura interna del edificio, un algoritmo mediante el cual una señal de control 10 es obtenida en la cual, por apertura o cierre de la válvula 52, 52' o una compuerta 88, 92 de la unidad de tratamiento de aire 80, permiten obtener la temperatura deseada (o el nivel de dióxido de carbono) dentro del edificio.

En la Figura 4, un valor de referencia, por ejemplo, una temperatura de referencia T_{rif} , es definida por el usuario y enviada a la unidad de control 2 vía la señal de temperatura 6. Un bloque de suma 100 en la unidad de control 2 computa el error $e(t)$ entre la temperatura de referencia T_{rif} y una temperatura interna del edificio $T_{interna}$ medida por un sensor de temperatura instalado dentro del edificio, y enviada a la unidad de control 2 vía una de las señales ambientales 8.

El error $e(t)$ y su primera derivada $de(t)/dt$ son enviados a un bloque controlador polivalente 102 de la unidad de control 2, el cual, a través de un algoritmo polivalente conocido per se, compara la señal principal 4 con las señales de error $e(t)$ y $de(t)/dt$ y a su vez produce la señal de control 10 dirigida hacia una válvula 52, 52'.

Preferentemente, el dispositivo 1 envía una señal de 0V a 10V al accionador de la válvula 52, 52' para la apertura/cierre.

En lo que respecta a la regulación del nivel de dióxido de carbono, la señal de control 10 es computada al seguir un esquema similar a aquel de la Figura 4, con base en un valor C_{rif} del nivel de dióxido de carbono de referencia, y un valor $C_{interno}$ del nivel de dióxido de carbono medido, y es enviada a la compuerta de apertura/cierre 88, 92 de la unidad de tratamiento de aire 80 del sistema HVAC.

Son utilizadas dos variables de entrada por el algoritmo de control anteriormente descrito para la regulación de la temperatura y para la regulación del dióxido de carbono, es decir, el error de regulación $e(t)$ y su derivada $de(t)/dt$.

En los métodos de acuerdo a la presente invención, el error $e(t)$ y su variación $\Delta e(t)$ son utilizados como un antecedente. La implicación polivalente o de conjuntos difusos entre estas variables y la señal de control 10 puede ser derivada de la literatura existente (ver, por ejemplo, el artículo "*Design and simulation of self-tuning PID-type fuzzy adaptive control for an expert HVAC system*" por Servet Soyguder, Mehmet Karakose, Hasan Alli, ELSEVIER, Expert Systems with Applications 36 (2009) 4566-4573 o el artículo "*Self-Tuning Fuzzy PI Controller and its Application to HVAC*"

Systems" por A. K. Pal and R. K. Mudi, INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTATIONAL COGNITION ([HTTP://WWW.IJCC.US](http://www.ijcc.us)), VOL. 6, NO. 1, MARZO 2008.

Por supuesto, sin perjuicio al principio de la
5 invención, las formas de modalidad y los detalles de
implementación pueden ser extensamente variados a partir de
aquellos descritos e ilustrados en la presente, por medio de
un ejemplo no limitante, no obstante sin apartarse del
alcance de protección de la presente invención como se
10 describe en las reivindicaciones anexas.