

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 595**

51 Int. Cl.:

F04D 25/08 (2006.01)

F04D 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.02.2009 PCT/US2009/032935**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **13.08.2009 WO09100052**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.2009 E 09708636 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019 EP 2250452**

54 Título: **Sistema de control automático para ventilador de techo basado en diferencias de temperatura y humedad**

30 Prioridad:

04.02.2008 US 25852

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

02.12.2019

73 Titular/es:

**DELTA T, LLC (100.0%)
2348 Innovation Drive
Lexington, KY 40511, US**

72 Inventor/es:

TOY, MARK

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 733 595 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

Sistema de control automático para ventilador de techo basado en diferenciales de temperatura y humedad

5 **Antecedentes**

Una variedad de sistemas de ventilador se han fabricado y utilizado a lo largo de los años en una variedad de contextos. Por ejemplo, diversos ventiladores de techo se divulgan en la Patente de Estados Unidos n.º 7.284.960, titulada "Aspas de Ventilador", publicada el 23 de octubre de 2007; la Patente de Estados Unidos n.º 6.244.821, titulada "Ventilador de Enfriamiento de Baja Velocidad", publicada el 12 de junio de 2001; la Patente de Estados Unidos n.º 6.939.108, titulada "Ventilador de Enfriamiento con aspa Reforzada", publicada el 6 de septiembre de 2005; la Publicación de Estados Unidos n.º 2008/0008596, titulada "aspas de Ventilador", publicada el 10 de enero de 2008; y la Solicitud de Patente Provisional de Estados Unidos con n.º de serie 61/034.254, titulada "Sistema de Ventilador de Techo con Motor sin Escobillas", presentada el 6 de marzo de 2008. Como alternativa, se puede usar cualquier otro ventilador adecuado junto con las realizaciones descritas en la presente memoria.

La punta exterior de un aspa de ventilador o perfil aerodinámico puede terminarse mediante la adición de una punta aerodinámica o aleta. Las aletas meramente ejemplares se describen en la Patente de Estados Unidos n.º 7.252.478, titulada "Modificaciones de aspa de Ventilador", publicada el 7 de agosto de 2007; la Publicación de Estados Unidos n.º 2008/0014090, titulada "Modificaciones de aspa de Ventilador con Manguito", publicada el 17 de enero de 2008; y la Publicación de Estados Unidos n.º 2008/0213097, titulada "Extensión de Perfil Aerodinámico en Ángulo para aspa de Ventilador", publicada el 4 de septiembre de 2008. Otras estructuras adecuadas que pueden asociarse con una punta exterior de un perfil aerodinámico o un aspa de ventilador serán evidentes para los expertos en la materia a la vista de las enseñanzas de la presente memoria. Como alternativa, la punta exterior de un perfil aerodinámico o un aspa de ventilador puede estar simplemente cerrada, o puede carecer de una estructura similar.

La interfaz de un aspa de ventilador y un centro de ventilador se puede proporcionar también de diversas maneras. Por ejemplo, un componente de interfaz se describe en la Solicitud de Patente No Provisional de Estados Unidos con n.º de Serie 12/233.783, titulada "Componente de Interfaz Aerodinámica para aspa de Ventilador", presentada el 19 de septiembre de 2008. Como alternativa, la interfaz de un aspa de ventilador y un centro de ventilador puede incluir cualquier otro componente o componentes, o puede carecer de una estructura similar.

Los ventiladores pueden incluir también una variedad de estructuras de montaje. Por ejemplo, una estructura de montaje de ventilador se desvela en la Solicitud de Patente No Provisional de Estados Unidos con n.º de Serie 12/203.960, titulada "Ventilador de Techo con Montaje En Ángulo", presentada el 4 de septiembre de 2008. Además, un ventilador puede incluir sensores u otras características que se utilizan para controlar, al menos en parte, la operación de un sistema de ventilador. Por ejemplo, dichos sistemas de ventilador se divulgan en la Solicitud de Patente No Provisional de Estados Unidos con n.º de Serie 12/249.086, titulada "Ventilador de techo con Tubo Estacionario Concéntrico y Características de Apagado", presentada el 10 de octubre de 2008; la Solicitud de Patente No Provisional de Estados Unidos con n.º de Serie 12/336.090, titulada "Sistema de Control Automático y Método para Minimizar la Oscilación en Ventiladores de Techo", presentada el 16 de diciembre de 2008. Como alternativa, se puede usar cualquier otra estructura de montaje y/o sistemas de ventilador adecuados junto con las realizaciones descritas en la presente memoria.

La eficacia de los ventiladores de techo muy grandes, de gran volumen/baja velocidad ("HVLS", por sus siglas en inglés) como componente de un sistema de control de clima en edificios puede observarse fácilmente, tal como en clima cálido cuando los ventiladores se usan solos o en combinación con el aire acondicionado, y en invierno cuando se utilizan junto con un sistema de calefacción. En ausencia de tales ventiladores en algunas configuraciones, la convección natural puede hacer que el aire se estratifique, con las capas más cálidas en la parte superior adyacentes al techo y las capas más frías en el suelo. Esta puede ser una condición particularmente indeseable en invierno, cuando los ocupantes pueden desear calor a nivel de suelo, y las altas temperaturas justo debajo del techo pueden aumentar la tasa de pérdida térmica a través del techo y disminuir la eficiencia energética.

Una función principal de un ventilador HVLS en un entorno de este tipo, particularmente en los meses de invierno cuando el ventilador HVLS se usa junto con un sistema de calefacción, puede ser mantener una temperatura del aire sustancialmente uniforme en todo el espacio cerrado mezclando el aire caliente de la parte superior del espacio con el aire más frío más cerca del suelo. Se puede mantener una condición cómoda y de bajo consumo de energía cuando la velocidad del ventilador se controla de manera que haya suficiente movimiento de aire para mantener una temperatura uniforme del aire sin una velocidad excesiva que pueda generar corrientes de aire no deseadas. En la práctica, esta condición solo puede ser aproximada en muchas situaciones. Por ejemplo, la velocidad del ventilador puede controlarse manualmente (por ejemplo, mediante un control operado por una persona al nivel del suelo, etc.), o automáticamente (por ejemplo, acoplado el ventilador a los controles del sistema de calefacción, etc.). Durante la operación manual, el ventilador se puede controlar basándose en la sensación subjetiva de comodidad del operador; y durante la operación automática acoplado a la calefacción, puede responder a la temperatura ambiente. Sin embargo, tales bases de control pueden no proporcionar necesariamente una temperatura sustancialmente uniforme en todo el espacio.

Los documentos JP 2000 074435, JP H04 251142, JP H04 251142, JP H04 241800, JP 2004 150679, JP H10 2596 A y JP H06 2902 divulgan todos dispositivos de circulación de aire.

5 El documento US 5477698 divulga un acondicionador de aire que incluye un regulador de temperatura para regular la temperatura del aire en una habitación, un mecanismo de circulación para hacer circular la temperatura del aire regulado, un primer detector de temperatura ambiente para detectar la temperatura ambiente en un lugar establecido en la habitación, un segundo detector de temperatura ambiente para detectar la temperatura ambiente en un lugar más bajo que el primer detector de temperatura ambiente, y un controlador para controlar el regulador de temperatura de acuerdo con las salidas del primer y segundo detectores de temperatura ambiente para igualar eficazmente las temperaturas interiores y reducir el consumo de energía.

10 La invención se define por las reivindicaciones.

15 **Breve descripción de los dibujos**

La invención se describirá a continuación adicionalmente a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

20 la Figura 1 representa una vista esquemática de un sistema de ventilador ejemplar que incluye componentes de control; y

la Figura 2 representa una vista esquemática de los componentes de control del sistema de ventilador de la Figura 1.

25 A continuación se hará referencia en detalle a diversas realizaciones de la invención, cuyos ejemplos se ilustran en los dibujos adjuntos. En la medida en que se muestren dimensiones específicas en los dibujos adjuntos, dichas dimensiones deben considerarse meramente ilustrativas y no limitativas de ninguna manera. Por consiguiente, se apreciará que tales dimensiones pueden variarse de cualquier manera adecuada.

30 **Descripción detallada**

Como se muestra en la Figura 1, un ventilador ejemplar (10) se acopla con una estructura de techo (2), y está suspendido sobre un suelo (4). El ventilador (10) incluye un soporte (12), que se acopla directamente con la estructura de techo (2). El soporte (12) se puede construir y/u operar de acuerdo con las enseñanzas de cualquiera de las patentes, publicaciones de patentes o solicitudes de patentes mencionadas en la presente memoria. El ventilador (10) también incluye un motor (14), un cubo (16) que es girado por el motor (14) y una pluralidad de aspas del ventilador (18) que se extienden radialmente hacia afuera desde el cubo (16). De nuevo, cualquiera de estos componentes, entre otros componentes que el ventilador (10) puede tener como se desee, se puede construir y/u operar de acuerdo con las enseñanzas de cualquiera de las patentes, publicaciones de patentes o solicitudes de patentes mencionadas en la presente memoria.

Un controlador (20) del motor está en comunicación con el motor (14). Por ejemplo, el controlador (20) del motor puede incluir un control de velocidad variable programable (24), proporcionando un espectro de velocidades donde el cubo (16) se puede hacer girar por el motor (14). Los componentes y características adecuadas del controlador (20) del motor serán evidentes para los expertos en la materia en vista de las enseñanzas de la presente memoria. El controlador (20) del motor puede comunicarse con el motor (14) por cable (62), de forma inalámbrica o de cualquier otra forma adecuada. Una interfaz de usuario (no mostrada) puede estar también en comunicación con el controlador del motor (20), lo que permite al operador ajustar la configuración de la velocidad (por ejemplo, seleccionar entre velocidades predefinidas discretas o seleccionar una velocidad de un intervalo de velocidades sustancialmente continuo, etc.) para el motor (14) a través del controlador del motor (20). Solo a modo de ejemplo, una interfaz de usuario adecuada puede comprender un panel de control montado en la pared que esté configurado y pueda operar de acuerdo con las enseñanzas de la Solicitud de Patente Provisional de Estados Unidos con n.º de Serie 61/034.254, titulada "Sistema de Ventilador de Techo con Motor Sin Escobillas" presentada el 6 de marzo de 2008. Como alternativa, se puede usar cualquier otra interfaz de usuario adecuada. En el presente ejemplo, la interfaz de usuario se comunica con el controlador (20) del motor a través de un cable (no mostrado). Sin embargo, debe entenderse que una interfaz de usuario puede comunicarse como alternativa con el controlador (20) del motor de forma inalámbrica o de cualquier otra forma adecuada.

También debe entenderse que el controlador (20) del motor y una interfaz de usuario pueden proporcionarse en cualquier ubicación adecuada. Solo a modo de ejemplo, el controlador (20) del motor puede estar ubicado dentro o adyacente al motor (14). Como alternativa, el controlador (20) del motor puede estar ubicado dentro o adyacente a una interfaz de usuario, o en otro lugar entre una interfaz de usuario y el motor (14). Como alternativa, el controlador (20) del motor puede proporcionarse en cualquier otra ubicación adecuada. De manera similar, una interfaz de usuario puede montarse en una pared, puede proporcionarse por un ordenador que está muy alejado de la ubicación en la que se instala el ventilador (10), o puede proporcionarse en cualquier otra ubicación adecuada.

Como también se muestra en la Figura 1, el sistema del presente ejemplo comprende además dos sensores de temperatura (40, 50) que están en comunicación con el controlador (20) del motor. Los sensores (40, 50) pueden comunicarse con el controlador (20) del motor a través de cables (64, 65), de forma inalámbrica o de cualquier otra forma adecuada. Los sensores (40, 50) pueden también comunicarse con un sistema de control de HVAC, de manera que las temperaturas detectadas por los sensores (40, 50) pueden afectar también la operación del sistema de HVAC de un edificio, además de afectar la operación del ventilador (10). El controlador (20) del motor de este ejemplo incluye un procesador (22) que compara lecturas de temperatura sustancialmente contemporáneas proporcionadas por los dos sensores (40, 50). El controlador (20) del motor ajusta la velocidad a la que gira el cubo (16), basándose en la comparación de las lecturas de temperatura sustancialmente contemporáneas, como se describe con mayor detalle a continuación. Por supuesto, se puede usar cualquier tipo de circuito o módulo adecuado para controlar la velocidad del motor (14). Además, el procesador (22) u otro dispositivo que compara las lecturas de temperatura y/o los comandos asociados pueden ser integrales o independientes de un controlador (20) del motor. Las tasas adecuadas para sondear los sensores de temperatura (40, 50) (por ejemplo, una vez cada dos segundos) serán evidentes para los expertos en la materia en vista de las enseñanzas de la presente memoria.

Al colocar un sensor de temperatura (40) más cerca del techo (2) y un segundo sensor (50) más cerca del suelo (4), la diferencia entre las dos lecturas puede representar el grado en que se requiere que la operación del ventilador (10) para establecer una condición de temperatura uniforme deseada. Por ejemplo, el sistema puede programarse de tal manera que una mayor diferencia entre las dos lecturas de temperatura de como resultado una velocidad cada vez mayor del ventilador (10); y la velocidad del ventilador (10) puede controlarse para disminuir progresivamente a medida que disminuye la diferencia entre las lecturas de temperatura.

Cuando las dos lecturas de temperatura se vuelven aproximadamente iguales o se encuentran dentro de un intervalo predefinido de diferencia aceptable, el ventilador (10) puede reaccionar en consecuencia. Por ejemplo, cuando las dos lecturas de temperatura son aproximadamente iguales o están dentro de un intervalo predefinido de diferencia aceptable, el ventilador (10) puede reanudar la velocidad que tenía antes de que la diferencia entre las dos lecturas de temperatura excediera un umbral predefinido. Como alternativa, el ventilador (10) puede detenerse (por ejemplo, la potencia al motor (14) se detiene, de manera que el ventilador (10) puede "moverse por inercia" hasta que se detenga; desacelerarse hasta detenerse de manera controlada; o parar bruscamente debido al frenado mecánico o al frenado del motor; etc.) cuando las dos lecturas de temperatura son aproximadamente iguales o están dentro de un intervalo predefinido de diferencia aceptable; con el ventilador (10) comenzando a girar nuevamente tan pronto como el sistema detecta que la diferencia de temperatura excede un umbral predefinido. El ventilador (10) puede también estar funcionando constantemente, con la velocidad del ventilador (10) cambiando constantemente o cambiando a menudo, respondiendo dinámicamente a las diferencias de temperatura detectadas a medida que se detectan. Otras formas en que un ventilador (10) puede controlarse basándose en dos o más lecturas de temperatura (por ejemplo, en respuesta a las diferencias de temperatura que exceden un umbral predefinido y/o en respuesta a que las temperaturas detectadas son aproximadamente iguales o están dentro de un intervalo predefinido de diferencia aceptable) será evidente para los expertos en la materia en vista de las enseñanzas de la presente memoria. Los intervalos adecuados de diferencia entre una temperatura superior y una temperatura inferior para hacer que un ventilador (10) se detenga o, de otro modo, reaccione serán también evidentes para los expertos en la materia en vista de las enseñanzas de la presente memoria.

Después de que una lectura de temperatura superior y una lectura de temperatura inferior se han vuelto aproximadamente iguales o están dentro de un intervalo tolerable (por ejemplo, de tal manera que la habitación se ha destratificado lo suficiente), y el ventilador (10) se ha detenido o, de otro modo, relacionado (por ejemplo, simplemente ha disminuido la velocidad, incluso si es solo ligeramente), la diferencia entre una lectura de temperatura superior y una lectura de temperatura inferior puede todavía monitorearse. Por ejemplo, los sensores de temperatura (40, 50) pueden sondearse cada pocos segundos o a cualquier velocidad deseada mientras el ventilador (10) se detiene o mientras el ventilador (10) está operando a una velocidad definida por el usuario. Cuando la diferencia entre la temperatura superior y la temperatura inferior supera un umbral, el procesador (22) puede enviar una señal a VFD (24) para iniciar nuevamente el giro del ventilador (10). En la medida en que un ventilador (10) se desactive o, de otro modo, se detenga cuando las dos lecturas de temperatura sean aproximadamente iguales o estén dentro de un intervalo predefinido de diferencia aceptable, un umbral adecuado de diferencia de temperatura para reactivar el ventilador (10) será evidente para aquellos con experiencia ordinaria en la materia en vista de las enseñanzas de la presente memoria, y puede basarse en la ubicación particular del ventilador (10) y/u otras consideraciones. La diferencia de temperatura puede monitorearse nuevamente como se ha indicado anteriormente mientras el ventilador (10) está operando, y el ventilador (10) se puede controlar en consecuencia.

Como se ha señalado anteriormente, en algunas versiones, el ventilador (10) puede estar girando constantemente, con la velocidad controlada de forma dinámica (por ejemplo, acelerada, ralentizada, etc.) en función de las diferencias entre las temperaturas detectadas. Por ejemplo, el sistema de control puede configurarse de modo que no sea aceptable un intervalo de diferencia entre las temperaturas, de manera que el ventilador (10) reaccione constantemente incluso con pequeñas diferencias en las temperaturas. En la medida en que la diferencia entre las temperaturas es relativamente pequeña o imperceptible, la velocidad del ventilador (10) puede ser sustancialmente constante (por ejemplo, una velocidad asociada con la entrada de un usuario en un dispositivo de control, parada, etc.).

En algunas versiones, un sensor de temperatura superior (40) puede incorporarse al conjunto del ventilador (10). Además o como alternativa, un sensor de temperatura superior (40) puede comprender una unidad separada instalada cerca del techo (2). Los sensores de temperatura superiores (40) pueden también instalarse en una pared u otra estructura. Otras ubicaciones adecuadas para instalar uno o más sensores de temperatura superiores (40) serán evidentes para los expertos en la materia en vista de las enseñanzas de la presente memoria. Además, se puede usar cualquier número adecuado de sensores de temperatura superiores (40). En la medida en que se use más de un sensor de temperatura superior (40), las lecturas de la pluralidad de sensores de temperatura superiores (40) se pueden promediar juntas para compararlas con un nivel de temperatura inferior. Como alternativa, los datos de una pluralidad de sensores de temperatura superiores (40) se pueden usar en una variedad de formas alternativas, en comparación con uno o más niveles de temperatura detectados por los sensores de temperatura inferiores (50) o de otro modo.

En algunas versiones, se puede incorporar un sensor de temperatura inferior (50) en un panel de control asociado con el controlador (20) del motor. Además o como alternativa, un sensor de temperatura inferior (50) puede comprender una unidad separada para instalarse cerca del suelo (4). Los sensores de temperatura inferiores (50) pueden instalarse también en una pared u otra estructura. Otras ubicaciones adecuadas para instalar uno o más sensores de temperatura inferiores (50) serán evidentes para los expertos en la materia en vista de las enseñanzas de la presente memoria. Además, como se ha indicado anteriormente con respecto a los sensores de temperatura superiores (40), se puede usar cualquier número adecuado de sensores de temperatura inferiores (50). En la medida en que se use más de un sensor de temperatura inferior (50), las lecturas de la pluralidad de sensores de temperatura inferiores (50) se pueden promediar juntas para compararlas con un nivel de temperatura superior. Como alternativa, los datos de una pluralidad de sensores de temperatura inferiores (50) se pueden usar en una variedad de formas alternativas, en comparación con uno o más niveles de temperatura detectados por el sensor de temperatura superior (40) o de otro modo.

En algunas versiones, se utiliza un solo par de sensores de temperatura (40, 50) para controlar un solo ventilador (10). En otras versiones, se utiliza un solo par de sensores de temperatura (40, 50) para controlar un grupo de varios ventiladores (10). Otras formas en que cualquier número de sensores de temperatura (40, 50) y cualquier número de ventiladores (10) pueden correlacionarse serán evidentes para los expertos en la materia en vista de las enseñanzas de la presente memoria. Por supuesto, aunque se incluyen dos sensores de temperatura (40, 50) en el presente ejemplo, se debe entender que cualquier número adecuado de sensores de temperatura se puede usar en cualquier ubicación adecuada.

La Figura 2 muestra una vista esquemática de una configuración de control ejemplar. Como se muestra, el controlador (20) del motor comprende un procesador (22) y un VFD (24). El procesador (22) se comunica con el VFD (24), que a su vez se comunica con el ventilador (10). Los sensores de temperatura (40, 50) y un sensor de humedad relativa (60) se comunican con el procesador (22). En el presente ejemplo, el procesador (22) realiza correcciones a la velocidad del ventilador (10) a través de un controlador PID (proporcional, integral, derivado). Como alternativa, puede usarse cualquier otro tipo adecuado de controlador. En el presente ejemplo, los diferenciales de temperatura son monitoreados constantemente por el procesador (22), lo que da como resultado una velocidad de comando para el ventilador (10). En algunas versiones, el valor consigna (SV) (por ejemplo, la diferencia de temperatura diana entre el sensor superior (40) y el sensor inferior (50)) es siempre cero. Esto puede representar un espacio perfectamente destratificado. Como alternativa, se puede usar cualquier otro SV adecuado. La diferencia de temperatura detectada (ΔT) se utiliza como una variable de proceso (PV), que se compara con el SV. El procesador (22) y la lógica de bucle PI manejan el error entre estas dos variables, lo que da como resultado una velocidad de comando del ventilador ajustada (MV o variable manipulada).

Se incluye un sensor de humedad (60), el sensor de humedad (60) se puede colocar en cualquier ubicación adecuada. Además, los datos de humedad obtenidos por el sensor de humedad (60) se incluyen en un algoritmo de control de cualquier manera adecuada, tal como se describe a continuación o de otro modo. Las formas adecuadas en que los datos de humedad se pueden usar para influir en el control del ventilador (10), tal como en conjunto con los datos de los sensores de temperatura (40, 50), serán evidentes para los expertos en la materia en vista de las enseñanzas de la presente memoria.

Se debe entender que el comportamiento del ventilador (10) puede variar basándose en una variedad de factores, además de o en lugar de ΔT . Por ejemplo, el comportamiento del ventilador (10) puede variar en función de la humedad relativa (HR), la diferencia entre una temperatura interior y la temperatura interior, y/o el estado de un sistema HVAC (por ejemplo, si un sistema HVAC está en un modo de calefacción o modo de enfriamiento, etc.), entre otros posibles factores o parámetros. Además, el comportamiento del ventilador (10) puede ser diferente en función de si la temperatura es más fría en el exterior que en el interior, o más caliente en el exterior que en el interior (por ejemplo, modos estacionales). Otra variable adicional que puede controlar la respuesta del sistema puede incluir la temperatura ambiente absoluta (por ejemplo, calor o frío, etc.). Otras constantes, variables o parámetros que pueden usarse para influir en el comportamiento del ventilador (10) serán evidentes para los expertos en la materia en vista de las enseñanzas de la presente memoria.

En el presente ejemplo, la velocidad de la respuesta del sistema al error se controla mediante la ganancia

proporcional (Kp). En algunas versiones, Kp es un número que puede derivarse de los siguientes dos factores: humedad relativa y tasas de aceleración/desaceleración del VFD (24). Como alternativa, Kp puede derivarse de solo uno de esos factores, derivarse de cualquier otro u otros factores, o derivarse de cualquier combinación adecuada de factores. En el presente ejemplo, Kp (RH) define el nivel de agresión por el que el ventilador (10) responderá al error, tal como se describirá con mayor detalle a continuación o de otro modo.

Un sistema puede proporcionar también un "Modo de verano", "Modo de invierno" y/o una variedad de otros modos. Dichos modos pueden seleccionarse de forma manual o automática (por ejemplo, en función de un temporizador o calendario electrónico, en función de las temperaturas exteriores, las tendencias de temperatura, otras condiciones ambientales, etc.). Solo a modo de ejemplo, en un modo de verano, los valores más altos de RH pueden dar como resultado un Kp más alto. En un modo de invierno, los valores más altos de RH pueden dar como resultado un Kp más bajo. Más detalles a modo de ejemplo de los modos de invierno y los modos de verano se describirán con mayor detalle a continuación. Por supuesto, se puede usar cualquier otro modo adecuado, y puede tener cualquier efecto adecuado en Kp. Además, se puede utilizar cualquier otra configuración de control, componentes, parámetros y funciones adecuados.

La siguiente TABLA 1 muestra diversos intervalos ejemplares de parámetros bajo los que se pueden operar diversas versiones del ventilador (10). Sin embargo, se apreciará que los valores numéricos y los intervalos mostrados en la tabla son meramente ejemplares y son simplemente aproximados. No pretenden ser exhaustivos, definitivos o limitantes de ninguna manera. En su lugar, simplemente representan diversas de las numerosas formas posibles en que se puede operar un sistema de ventilador.

TABLA 1

	Valores del "Mundo Real"	Valores "Interpretados" por el Procesador
Rango de Salida Analógica del Procesador	0,0 ~ 10,0 VCC	2 ~ 1018 Resolución de 10 bits
Rango de Entrada Analógica del Procesador	0,0 ~ 10,0 VCC	2 ~ 1018 Resolución de 10 bits
Salidas del Sensor de Temperatura	-15 ~ 60 °C (5° ~ 140° Fahrenheit) 1,0 ~ 5,0 VCC	103 ~ 513 Resolución de 10 bits 3,037 Bits/°F
Salidas de Sensor de Humedad	5 % ~ 95 % HR 1,2 ~ 4,8 VCC	123 ~ 493 Resolución de 10 bits 4,11 Bits/% RH
Intervalo Inferior	10° ~ 23,89 °C (50° ~ 75° Fahrenheit)	240 ~ 316 Resolución de 10 bits
Intervalo Superior	29,44° ~ 40,56 °C (85° ~ 105° Fahrenheit)	346 ~ 407 Resolución de 10 bits
Frecuencia VFD	25 ~ 45 Hz 3,0 ~ 7,0 Salida Analógica de VCC	307 ~ 713 Resolución de 10 bits 20,32 Bits/Hz

En la TABLA 1 anterior, el "Intervalo Inferior" describe un punto de ruptura entre los modos automáticos Invierno y Verano. Por ejemplo, cuando la temperatura detectada por el sensor inferior (50) está por debajo del intervalo de 10° a 23,89 °C (50 °F a 75 °F), el controlador (20) del motor se colocará automáticamente en el modo Invierno. En el modo Invierno, el controlador (20) del motor puede configurarse para realizar automáticamente rutinas de destratificación como se ha descrito en la presente memoria (por ejemplo, el motor de control (14) basándose en las diferencias entre las temperaturas detectadas por los sensores de temperatura (40, 50) reduce o elimina tales diferencias). Cuando la temperatura detectada por el sensor inferior (50) está dentro o fuera del intervalo de 10° a 23,89 °C (50 °F a 75 °F), el controlador (20) del motor se colocará automáticamente en el modo Verano. Por supuesto, el controlador (20) del motor puede permitir que un instalador o usuario ajuste el intervalo "Intervalo Inferior". Además, "Intervalo Inferior" se puede omitir por completo, si se desea (por ejemplo, cuando no hay una distinción de modo Invierno/Verano).

También en la TABLA 1, el "Intervalo Superior" describe el punto de temperatura donde el ventilador (10) puede funcionar al 100 % de salida (por ejemplo, 60 Hz). El intervalo de temperatura entre el "Intervalo Inferior" y "Intervalo Superior" se puede escalar para igualar una salida de ventilador entre un punto de consigna de frecuencia de VFD y una velocidad máxima (por ejemplo, 60 Hz). Nuevamente, el controlador (20) del motor puede permitir que un instalador o usuario ajuste el intervalo "Intervalo Superior"; y el "Intervalo Superior" se puede omitir si se desea.

También en la TABLA 1, la "Frecuencia VFD" describe la velocidad máxima del ventilador (10) en el modo Invierno y la velocidad mínima del ventilador (10) en el modo Verano. Por ejemplo, en el modo Invierno, el ventilador (10) puede limitarse a velocidades entre 10 Hz y 25 Hz a 45 Hz. En el modo de verano, el ventilador (10) puede limitarse a velocidades entre 25 Hz y 45 Hz y 60 Hz. Nuevamente, el controlador (20) del motor puede permitir que un instalador ajuste el intervalo de "Frecuencia VFD".

En algunas versiones, y como se ha mencionado anteriormente, el controlador (20) del motor puede proporcionar tres modos diferentes: modo de invierno, modo de verano y modo manual. En un ejemplo de modo de invierno, el sistema puede actuar como un controlador de destratificación automática. La temperatura del suelo, según lo detectado por el sensor de temperatura inferior (50), se puede restar de la temperatura del techo, según lo detectado por el sensor de temperatura superior (40), para definir el ΔT del espacio. Este valor se puede escalar contra un intervalo de baja velocidad definido por el usuario para determinar una velocidad de giro óptima para el ventilador (10). El usuario puede definir este intervalo ajustando la configuración paramétrica de "Frecuencia VFD". Por ejemplo, si el ajuste es de 30 Hz, entonces el intervalo de velocidad de Invierno puede estar entre 10 Hz y 30 Hz. El sistema puede ajustar constantemente la velocidad de giro del ventilador (10) para lograr un ΔT que sea igual o, al menos, cercano a cero, lo que debería reflejar un espacio sustancialmente destratificado. En un esfuerzo por abordar los efectos de "viento frío", el sistema controla la humedad relativa en el espacio con el sensor de humedad relativa (60). Cuando la humedad es superior al 60 % (o cualquier otro umbral adecuado), el sistema puede reducir el tiempo de respuesta del cambio de velocidad del ventilador (10) según los algoritmos internos. Los tiempos de respuesta más prolongados pueden permitir que la sala se destratifique sin crear velocidades de aire que puedan llegar a ser cómodas en temperaturas más frías.

En un ejemplo del modo Verano, el sistema puede hacer funcionar el ventilador (10) a una velocidad relativa al intervalo de temperatura entre "Intervalo Inferior" y "Intervalo Superior", según lo define el usuario. Este intervalo de temperatura predefinido se puede escalar contra un intervalo de alta velocidad definido por el usuario para determinar una velocidad de giro óptima para el ventilador (10). El usuario puede definir el intervalo de velocidad ajustando la configuración de "Frecuencia VFD". Por ejemplo, si el ajuste de Frecuencia VFD es de 35 Hz, entonces el intervalo de velocidad de Verano puede estar entre 35 Hz y 60 Hz. Por supuesto, se puede usar cualquier otro intervalo adecuado.

En un ejemplo del modo Manual, el sistema hace funcionar el ventilador (10) a una velocidad definida por el usuario a través de cualquier dispositivo de entrada de usuario adecuado. Tal velocidad puede no verse afectada por las temperaturas detectadas por los sensores de temperatura (40, 50). Por supuesto, los modos Invierno, Verano y Manual descritos anteriormente son meramente ejemplares. Dichos modos pueden modificarse u omitirse según se desee, y se puede proporcionar cualquier otro modo adecuado.

En algunas versiones, otras propiedades del ventilador (10) pueden controlarse en función de los diferenciales de temperatura u otros factores, además o en lugar de controlar la velocidad de giro del ventilador. Solo a modo de ejemplo, el ángulo de ataque donde se montan las aspas (18) en el cubo (16) o el paso de las aspas se puede ajustar para afectar el rendimiento del ventilador, según los diferenciales de temperatura u otros factores. El ángulo de ataque o la inclinación de las aspas se puede ajustar utilizando servos, accionadores de persianas, sistemas hidráulicos, neumáticos o cualquier otro componente, dispositivo, mecanismo o técnica adecuada. Otras formas en que se pueden usar los diferenciales de temperatura y/u otras condiciones ambientales para afectar el rendimiento de un ventilador (10), incluidas, entre otras, las propiedades físicas del ventilador (10) y/o la operación del ventilador (10), serán evidentes para los expertos en la materia en vista de las enseñanzas de la presente memoria.

Habiendo mostrado y descrito diversas realizaciones de la presente invención, las adaptaciones adicionales de los métodos y el sistema descritos en la presente memoria pueden realizarse mediante modificaciones apropiadas por un experto en la materia. Diversas de tales modificaciones potenciales se han mencionado, y otras serán evidentes para los expertos en la materia. Por ejemplo, los ejemplos, las realizaciones, las geometrías, los materiales, las dimensiones, las relaciones, las etapas y similares que se han analizado anteriormente son ilustrativos y no son necesarios.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de ventilador instalado en una ubicación que tiene un suelo y un techo, comprendiendo el sistema de ventilador:

- 5 (a) un ventilador (10) configurado para acoplarse con el techo (2) e incluyendo:
 - (i) un cubo giratorio (16);
 - 10 (ii) una pluralidad de aspas de ventilador (18) aseguradas al cubo (16);
 - (iii) un motor (14) en comunicación con el cubo (16), donde el motor (14) es operable para accionar el cubo (16) a una velocidad de giro seleccionable; y
 - (iv) un controlador (20) del motor en comunicación con el motor (14),

15 donde el controlador (20) del motor se configura para seleccionar la velocidad de giro a la que el motor (14) acciona el cubo (16);

(b) un sensor de temperatura superior (40) ubicado cerca del techo (2), donde el sensor de temperatura superior (40) se configura para detectar la temperatura del aire cerca del techo (2), donde el sensor de temperatura superior (40) está en comunicación con el controlador (20) del motor; y

20 (c) un sensor de temperatura inferior (50) ubicado cerca del suelo (4), donde el sensor de temperatura inferior (50) se configura para detectar la temperatura del aire cerca del suelo (4), donde el sensor de temperatura inferior (50) está en comunicación con el controlador del motor;

25 donde el controlador (20) del motor se configura para ajustar automáticamente la velocidad de giro a la que el motor (14) acciona el cubo (16) basándose al menos en parte en las diferencias entre las temperaturas comunicadas desde el sensor de temperatura superior (40) y las temperaturas comunicadas desde el sensor de temperatura inferior (50) para hacer que el ventilador (10) mezcle el aire cerca del techo con el aire más cerca del suelo,

30 **caracterizado por que** el sistema de ventilador comprende, además, un sensor de humedad (60), donde el sensor de humedad (60) se configura para detectar la humedad relativa, donde el sensor de humedad (60) está en comunicación con el controlador (20) del motor, donde el controlador (20) del motor se configura para ajustar automáticamente la velocidad de giro a la que el motor (14) acciona el cubo (16) utilizando una velocidad de aceleración seleccionada, y donde el controlador (20) del motor se configura para seleccionar la velocidad de aceleración basada al menos en parte en el nivel de humedad comunicado por el sensor de humedad (60).

35 2. El sistema de ventilador de la reivindicación 1, donde el controlador (20) del motor se configura para comparar las temperaturas comunicadas desde el sensor de temperatura superior (40) con las temperaturas comunicadas desde el sensor de temperatura inferior (50).

40 3. El sistema de ventilador de la reivindicación 2, donde el controlador (20) del motor se configura para ajustar automáticamente la velocidad de giro a la que el motor (14) acciona el cubo (16) para minimizar las diferencias entre las temperaturas comunicadas desde el sensor de temperatura superior (40) y las temperaturas comunicadas desde el sensor de temperatura inferior (50).

45 4. El sistema de ventilador de la reivindicación 1, donde el controlador (20) del motor comprende un procesador (22) y una unidad de frecuencia variable (24), donde el sensor de temperatura superior (40) y el sensor de temperatura inferior (50) se acoplan con el procesador (22), donde el procesador (22) se acopla con la unidad de frecuencia variable (24), donde la unidad de frecuencia variable (24) se acopla con el motor (14).

50 5. El sistema de ventilador de la reivindicación 1, donde el controlador (20) del motor comprende un controlador proporcional, integral, derivado (PID).

6. El sistema de ventilador de la reivindicación 5, donde el PID está asociado con un valor de consigna (SV) de cero.

55 7. El sistema de ventilador de la reivindicación 6, donde el PID está asociado además con una variable de proceso (PV), donde la variable de proceso representa la diferencia entre una temperatura detectada por el sensor de temperatura superior (40) y una temperatura sensiblemente contemporánea detectada por el sensor de temperatura inferior (50).

60 8. El sistema de ventilador de la reivindicación 7, donde el PID se configura para procesar errores entre los valores de SV y PV a través de una lógica de bucle PI.

65 9. El sistema de ventilador de la reivindicación 1, donde el controlador (20) del motor se configura para proporcionar un primer modo de operación y un segundo modo de operación, donde el primer modo de operación incluye un primer límite superior en la velocidad de giro a la que el motor (14) acciona el concentrador (16), donde el segundo modo de operación incluye un segundo límite superior en la velocidad de giro a la que el motor (14) acciona el concentrador (16), donde el segundo límite superior es más alto que el primer límite superior, donde el primer modo de operación incluye además un primer límite inferior en la velocidad de giro a la que el motor (14) acciona el cubo

(16), donde el segundo modo de operación incluye además un segundo límite inferior en la velocidad de giro a la que el motor (14) acciona el cubo (16), donde el segundo límite inferior es más alto que el primer límite inferior.

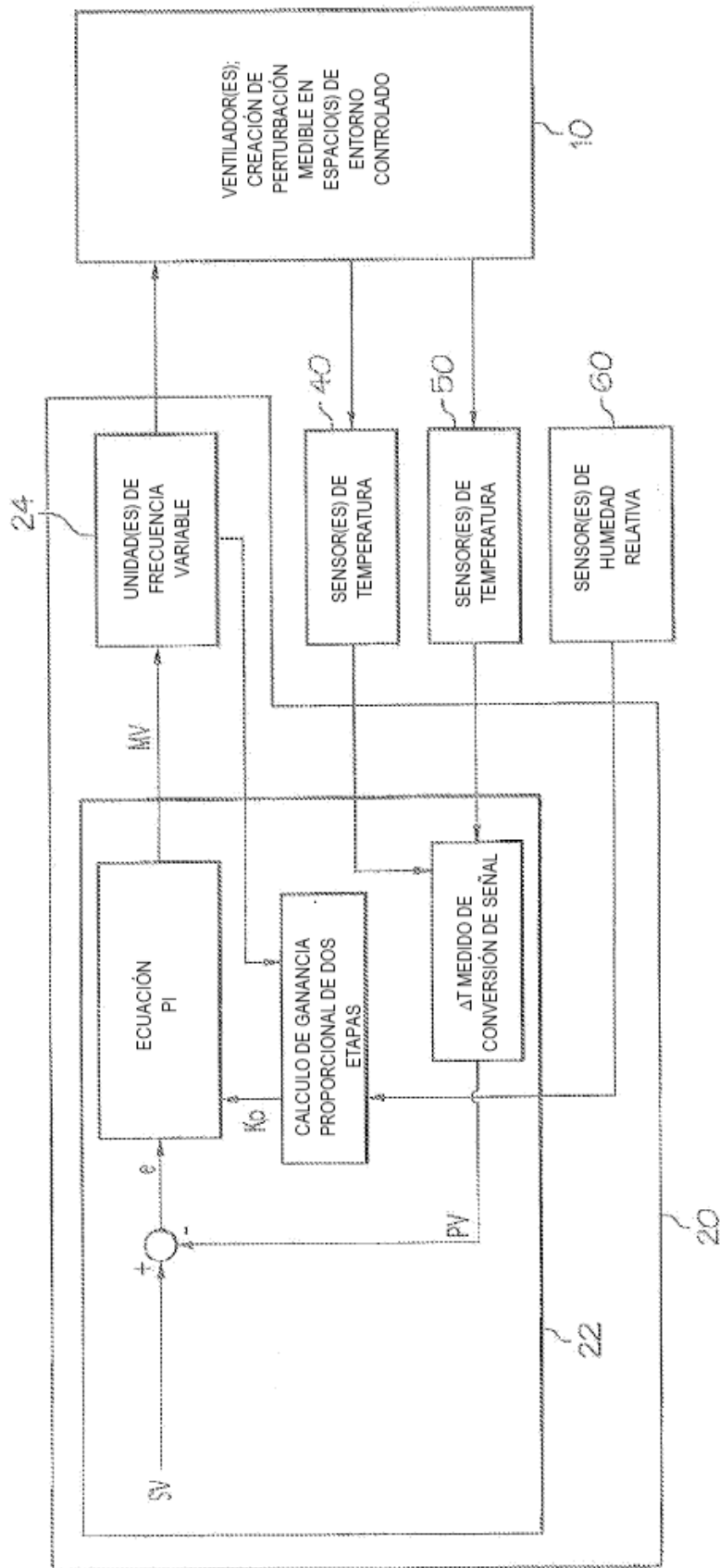


FIG. 2