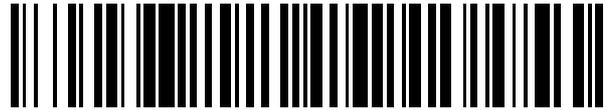


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 432 153**

51 Int. Cl.:

G05B 15/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2009 E 09824179 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013 EP 2350747**

54 Título: **Sistemas y métodos para controlar la eficiencia del consumo de energía**

30 Prioridad:

31.10.2008 US 110353 P

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

02.12.2013

73 Titular/es:

**OPTIMUM ENERGY, LLC (100.0%)
411 First Avenue South
Seattle, WA 98104, US**

72 Inventor/es:

**DEMPSTER, IAN;
ERPELDING, BEN y
HANNA, JAMES**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 432 153 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

Sistemas y métodos para controlar la eficiencia del consumo de energía

5 Reivindicación de prioridad

La presente solicitud reivindica prioridad a la solicitud de patente provisional de Estados Unidos Nº 61/110.353 presentada el 31 de octubre de 2008.

10 Campo de la invención

La presente invención se refiere en general a sistemas y métodos para controlar el consumo de energía, y más específicamente para controlar el consumo de energía de un sistema de calefacción, ventilación y de acondicionamiento de aire (HVAC) a través de un sistema de automatización de edificios (BAS).

15

Antecedentes de la invención

La supervisión y el control del consumo de energía de un edificio, y en particular el consumo de energía de un sistema HVAC, se ha logrado a través de un BAS que tiene algoritmos ejecutables de software que incorporan valores de constantes numéricas que corresponden a las características de funcionamiento de los equipos. Los equipos del sistema HVAC pueden incluir, pero no se limitan a, enfriadores, bombas, condensadores, filtros, acondicionadores de aire, calentadores, etc. Los valores utilizados por el BAS se programan normalmente durante la instalación del sistema HVAC y se configuran de acuerdo con las condiciones climatológicas y ambientales locales. Estos valores se pueden cambiar periódicamente mediante la evaluación manual y la reprogramación del BAS para los cambios previstos en las condiciones climatológicas y ambientales locales.

20

Con el tiempo, las condiciones climatológicas y ambientales locales y/o las características de funcionamiento del edificio y del sistema HVAC pueden cambiar. Por ejemplo, las características de funcionamiento del sistema HVAC pueden cambiar si se sustituye una bomba con una bomba con características diferentes. Un tipo más avanzado de BAS puede utilizar el software de optimización para el control del sistema HVAC. Este tipo de BAS continuará ajustando uno o más parámetros de funcionamiento de tal manera que cada parte de los equipos esté funcionando en o cerca de su nivel óptimo para satisfacer la carga de frío del edificio con un consumo mínimo total de energía basándose en un principio de igualdad de rendimiento marginal. Sin embargo, el software de optimización se centra en cada parte de los equipos de tal manera que, periódicamente, puede que todavía sea necesario ajustar manualmente las constantes numéricas utilizadas en el software de optimización. Esto se hace normalmente recalculando las características de funcionamiento de los equipos, modificando el software de optimización, reiniciando el BAS, observando la eficiencia de funcionamiento del sistema HVAC e iterando hasta la eficiencia de funcionamiento general del sistema HVAC, en su conjunto, esté dentro de una eficiencia deseada. El documento US 2007/0005191 describe un método de optimización de energía del sistema de calefacción/enfriamiento de edificios que implica el análisis de datos en tiempo real en coordinación con un modelo matemático del sistema de calefacción/enfriamiento.

30

Sumario de las realizaciones particulares

Un controlador en comunicación con un sistema de automatización de edificios (BAS) se puede configurar para controlar de forma automática una eficiencia de funcionamiento de un sistema HVAC. El controlador utiliza datos de funcionamiento en tiempo real en comparación con la información prevista o teórica para determinar de forma automática y ajustar el consumo de energía de un edificio ajustando simultáneamente los parámetros de funcionamiento de los equipos HVAC, validando los ajustes e invocando una función de auto-aprendizaje para minimizar el tiempo necesario para realizar ajustes similares en el futuro. A modo de ejemplo, el controlador coopera con el BAS para supervisar el sistema HVAC de acuerdo con las demandas de energía prevaletientes con un mínimo desperdicio de energía, mejorando así la eficiencia del sistema de gestión de energía del edificio.

35

En un aspecto de la presente invención, un controlador para la comunicación con un BAS incluye una interfaz de comunicaciones que puede funcionar para intercambiar información simultáneamente en el tiempo entre el controlador y el sistema de automatización de edificios, transportando la información intercambiada los datos correspondientes a los parámetros de funcionamiento de los equipos dispuestos en un sistema HVAC; un módulo de optimización que tiene instrucciones ejecutables para determinar una eficiencia de funcionamiento del sistema HVAC basándose en el estado de funcionamiento actual de los equipos; un módulo de simulación que tiene instrucciones ejecutables para determinar una eficiencia de funcionamiento prevista del sistema HVAC calculada a partir de las especificaciones de instalación proporcionadas con los equipos HVAC; un módulo de comparación en comunicación de datos con los módulos de optimización y simulación, estando el módulo de comparación configurado para determinar si la eficiencia de funcionamiento está por debajo de un umbral deseado con respecto a la eficiencia de funcionamiento prevista; y un módulo de ajuste en comunicación de datos con el módulo de comparación, estando el módulo de ajuste configurado para transmitir instrucciones al sistema de automatización de edificios para cambiar al menos uno de los parámetros de funcionamiento de al menos una parte de los equipos del

60

65

sistema HVAC, estando el módulo de ajuste configurado, además, para procesar las instrucciones para cambiar en un aspecto de auto-aprendizaje cuando el comparador, en un momento posterior, determina que la eficiencia de funcionamiento está por debajo del umbral deseado con respecto a la eficiencia de funcionamiento prevista.

- 5 En otro aspecto de la presente invención, un método para controlar una eficiencia de funcionamiento de un sistema HVAC en comunicación con un sistema de automatización de edificios incluye las etapas de (1) intercambiar información simultáneamente en el tiempo entre un controlador y el sistema de automatización de edificios, transportando la información intercambiada los datos correspondientes a los parámetros de funcionamiento de los equipos dispuestos en el sistema HVAC; (2) determinar una eficiencia de funcionamiento del sistema HVAC basándose en el estado actual de funcionamiento de los equipos; (3) determinar una eficiencia de funcionamiento prevista del sistema HVAC calcula a partir de las especificaciones de instalación proporcionadas con los equipos HVAC; (4) comparar si la eficiencia de funcionamiento está por debajo de un umbral deseado con respecto a la eficiencia de funcionamiento prevista; (5) ajustar al menos uno de los parámetros de funcionamiento de al menos una parte de los equipos del sistema HVAC; (6) transmitir el al menos un ajuste al sistema de automatización de edificios, y (7) activar una función de auto-aprendizaje del controlador para recordar automáticamente el al menos un ajuste en un momento posterior cuando la eficiencia de funcionamiento está de nuevo por debajo del umbral deseado.

Breve descripción de los dibujos

- 20 Las realizaciones ilustrativas y alternativas se describen en detalle a continuación con referencia a los siguientes dibujos.

25 La Figura 1 es un diagrama de bloques de un controlador para comunicarse con un sistema de automatización de edificios para controlar una eficiencia de funcionamiento de un sistema HVAC de acuerdo con una realización de la presente invención;

30 La Figura 2 es otro diagrama de bloques del controlador que muestra las decisiones tomadas por el controlador para ajustar los parámetros de los equipos del sistema HVAC a través del sistema de automatización de edificios de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un método para ajustar los parámetros de los equipos de un sistema HVAC utilizando el controlador de la Figura 1 de acuerdo con una realización de la presente invención; y

- 35 La Figura 4 es un gráfico de la curva de eficiencia de potencia de un sistema HVAC en un edificio controlado por el controlador de la Figura 1.

Descripción detallada de las realizaciones particulares

- 40 En la siguiente descripción, se exponen ciertos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión completa de las diversas realizaciones de la invención. Sin embargo, un experto en la materia entenderá que la invención puede implementarse sin estos detalles. En otros casos, estructuras bien conocidas asociadas con los sistemas HVAC y componentes individuales HVAC, sistemas de control ambiental o climático de edificios, sistemas de automatización de edificios y diversos procesos, parámetros, y el funcionamiento de los mismos no se han mostrado o descrito necesariamente en detalle para evitar oscurecer innecesariamente las descripciones de las realizaciones de la invención. Al menos una realización de la invención incluye un proceso de auto-aprendizaje o auto-corrección en comunicación con el BAS para recibir la entrada seleccionada y sintonizar después automáticamente o, de otra manera, optimizar uno o más aspectos del sistema HVAC de un edificio.

- 50 A menos que el contexto indique lo contrario, en toda la memoria descriptiva y en las reivindicaciones que siguen, la palabra "comprender" y las variaciones de la misma, tales como, "comprende" y "comprendiendo/que comprende" se deben interpretar en un sentido amplio, inclusivo, es decir, como "incluyendo, pero no limitado a".

55 El rendimiento energético de los enfriadores, bombas y torre de velocidad constante se maximiza cuando los componentes funcionan lo más cerca posible de la plena carga. Por lo tanto, las estrategias de funcionamiento de la planta enfriadora implican generalmente secuenciar los equipos de la planta para minimizar la cantidad de los equipos en línea que funcionan a plena carga. En todas las plantas enfriadoras de velocidad variable, el rendimiento óptimo se obtiene cuando los equipos están funcionando a una carga parcial específica que depende de las condiciones externas actuales. La curva de la carga a la que cada componente de velocidad variable alcanza la máxima eficiencia a medida que varían las condiciones externas (presión o temperatura) se denomina la "curva natural" de ese componente. Los sistemas óptimos emplean una metodología de control para secuenciar equipos de modo que el funcionamiento de la planta está en todo momento lo más cerca posible a las curvas naturales de los equipos contenidos en la planta.

- 65 Las bombas de distribución de agua refrigerada se hacen funcionar generalmente para mantener una presión diferencial específica de distribución. A veces, este punto de consigna de presión se reconfigura basándose en la

posición máxima de una o varias de las válvulas en las cargas servidas por el sistema. Sin embargo, el uso de puntos de consigna de presión mínimos puede contribuir a una substancial pérdida de energía de bombeo, especialmente durante los periodos de cargas bajas, que son frecuentes en los sistemas que funcionan bajo programación diaria continua. El controlador descrito en el presente documento puede proporcionar control de la bomba de distribución que es particularmente eficaz en grandes circuitos de distribución que pueden tener diferentes segmentos de flujo críticos bajo diferentes condiciones o diferentes tiempos. Cabe señalar que los componentes y/o equipos HVAC funcionan dentro de los límites recomendados por su fabricante. El controlador supervisa continuamente los flujos y caudales del agua refrigerada y del condensador del cambio de flujo, así como la temperatura del agua de condensación, y limita el funcionamiento para asegurar que estos parámetros se mantienen dentro del intervalo recomendado por el fabricante para los equipos específicos a los que se aplica el control.

El controlador se configura para intercambiar información con un BAS e incluye diversos programas ejecutables para determinar una eficiencia de funcionamiento en tiempo real, simular una eficiencia de funcionamiento prevista o teórica, comparar la misma, y a continuación, ajustar uno o más parámetros de funcionamiento en los equipos utilizados por los sistema HVAC de un edificio. En una realización, los programas ejecutables controlan las plantas de refrigeración de bucle de velocidad variable para establecer una disminución en el aprovechamiento de energía de un sistema de utilización de energía, por ejemplo, un sistema HVAC en todo el edificio. Además, el controlador o al menos uno o más de los algoritmos ejecutables empleados por el controlador se pueden comportar con un principio de igualdad de rendimiento marginal para un sistema particular en consonancia con las enseñanzas que se encuentran en la patente de Estados Unidos N° 6.185.946 de Thomas Hartman y un artículo escrito por el mismo titulado "Sistemas de diseño eficientes con el principio de igualdad de rendimiento marginal", ASHRAE Journal, vol. 47, No. 7, julio de 2005. Hartman describe las constantes numéricas asociadas con el funcionamiento de los equipos del sistema HVAC, tales como, pero no limitado a, bombas centrífugas, ventiladores, y enfriadores centrífugos de accionamiento velocidad de variable. Los valores numéricos se basan en la probabilidad de que más equipos HVAC funcionan en paralelo y en línea cerca de su curva de funcionamiento natural.

En algunas realizaciones, el BAS se puede comunicar con un sistema totalmente de velocidad variable para compensar los cambios en los equipos o las condiciones de funcionamiento de forma automática, utilizando instrucciones de auto-corrección ejecutables por ordenador. El controlador puede proporcionar ventajosamente una técnica automatizada para reemplazar a los métodos actuales de sintonización manual utilizados para sintonizar el sistema HVAC. En otras realizaciones, el controlador corrige automáticamente el funcionamiento del BAS para compensar los cambios en las características de los equipos HVAC o características externas de las cargas del edificio que pueden atribuirse al clima del edificio y local.

En una realización, el controlador es un controlador de auto-aprendizaje en comunicación de datos con el BAS. El controlador de auto-aprendizaje utiliza la vigilancia de aprovechamiento de energía en tiempo real, el análisis de energía, la simulación, el análisis comparativo, y las técnicas de validación para permitir que el controlador auto-determine y auto-ajuste el aprovechamiento de energía. Las características de auto-sintonización pueden incorporar instrucciones ejecutables que se procesan dentro de un sistema de aprovechamiento de energía, por ejemplo, una planta de agua helada (CHW). El controlador recibe datos del sistema HVAC para simular el funcionamiento del mismo basándose en las entradas del sistema calculadas para valores como los kilovatios totales del sistema utilizados (TSkW) y un tonelaje de salida de refrigeración del sistema (toneladas), que cuando se combinan proporcionan una medida de eficiencia energética. El controlador puede procesar también datos del sistema HVAC para proporcionar una eficiencia de energía prevista (kW/ton).

En una realización, un aspecto de auto-aprendizaje o auto-sintonización del controlador puede incluir una modificación de los algoritmos de Hartman utilizados para optimizar el sistema HVAC de tal manera que las salidas de control se procesan para habilitar el comportamiento adaptativo del HVAC mediante la comparación de las salidas de control con las salidas simuladas ya sea para modificar (por ejemplo, ajustar gradualmente) los valores de los algoritmos de optimización o para verificar la eficiencia de funcionamiento en tiempo real contra una eficiencia de funcionamiento simulada (por ejemplo, prevista o teórica). El aspecto de auto-aprendizaje o auto-sintonización del controlador se puede referir como un proceso de red neural.

El proceso neural de redes incluye instrucciones ejecutables para detectar relaciones ocultas en los patrones configurados entre las entradas, las salidas, el control y los puntos de información del sistema HVAC. Las instrucciones ejecutables proporcionan una "fase de entrenamiento" en la que la salida de un parámetro de control se compara con la salida deseada o la salida definida de acuerdo con lo determinado por un modelo basándose en la eficiencia óptima o mejor del consumo de potencia. Las salidas computacionales de los modelos que indican errores u otros patrones que disminuyen las eficiencias de consumo de potencia óptimas o mejores se propagan de nuevo o crean un ciclo de vuelta hacia las entradas del modelo de control, aplicando y ajustando los valores numéricos o ponderados para reducir los errores de cálculo, de modo que se adquiere una predicción que indica el patrón del sistema de aprovechamiento de potencia óptimo asociado con el consumo de energía óptimo por el sistema.

El controlador puede incluir uno o más procesadores dedicados a tareas discretas, por ejemplo, un procesador puede incorporar una "fase de entrenamiento" después que se han determinado los ajustes en el sistema HVAC,

otro procesador puede comparar los datos en tiempo real con los datos previstos, teóricos o del mejor caso, y adicionalmente otro procesador puede evaluar un error en el sistema y sugerir maneras de reducir el error. En una realización, la auto-sintonización incluye dos fases, la "fase de entrenamiento", seguida de la "fase de verificación". Durante la primera "fase de entrenamiento", datos de muestra (del modelo del sistema), que contienen tanto la

5 entrada como la salida deseada se procesan para optimizar la salida de control real, hasta que se consigue la eficiencia de aprovechamiento de energía deseada. Durante la validación, o "fase de verificación", el error ya no se propaga a los parámetros de entrada, sino que se utiliza para predecir o proporcionar eventos relacionados con la energía o valores de secuencia que sirvan como entradas para los diversos equipos que funcionan en el sistema de automatización de edificios.

10 Si se produce una gran desviación entre el control real y el modelo del sistema, el sistema cambiará automáticamente de nuevo a la "fase de entrenamiento", hasta que el sistema se optimice correctamente después cambiará de vuelta a la "fase de verificación" nuevamente y permanecerá allí a menos que se produzca nuevamente una desviación. Esto hace que el controlador de auto-aprendizaje sea adaptable a los cambios en el sistema HVAC, así como adaptable a los cambios ambientales extremos.

15 La Figura 1 muestra un sistema de gestión de energía o el controlador 10 que incluye un sistema de automatización de edificios (BAS) 12 en comunicación de datos con un sistema HVAC 14 y un controlador 16, respectivamente. Los datos entre el BAS 12 y el sistema HVAC 14 puede incluir, pero no se limitan a, los datos de funcionamiento 18 relacionados con la energía para los equipos del sistema HVAC, en el que dichos datos de funcionamiento 18 afectan a la eficiencia energética global del sistema HVAC 14. El controlador 18 incluye instrucciones ejecutables que se pueden disponer en diferentes programas o módulos e incluso procesarse por medios de procesamiento independientes. En una realización, el controlador 18 incluye un módulo de optimización, un módulo de comparación 22, un módulo de simulación 24, y un módulo de ajuste 26 (por ejemplo, auto-aprendizaje y/o auto-sintonización). El controlador 10 incluye diversos módulos, que pueden adoptar la forma de instrucciones ejecutables, programas, software, etc), que interactúan cooperativamente para sintonizar o auto-ajustar los parámetros de funcionamiento de los diferentes tipos de equipos HVAC para dar cuenta de los cambios en la demanda de los consumidores, las inclemencias del tiempo, y otras situaciones. A modo de ejemplo, el controlador 10 puede interactuar para comunicar el BAS 12, que a su vez se comunica con el sistema HVAC 14, para ajustar el caudal de una bomba, ajustar una velocidad de giro de un ventilador, ajustar una configuración de temperatura de una unidad de acondicionamiento de aire, etc.

20 El módulo de optimización 20 puede tomar la forma de las instrucciones ejecutables enseñadas por las referencias a Hartman descritas anteriormente. A modo de ejemplo, el módulo de optimización 20 recibe los datos de funcionamiento en tiempo real para determinar la eficiencia de funcionamiento en tiempo real 28 del sistema HVAC 14 basándose en el estado de funcionamiento presente de los equipos del sistema HVAC 14. El módulo de simulación 24 recibe los datos 30, que puede tomar la forma de entrada calculada, para ejecutar escenarios de simulación. A modo de ejemplo, el módulo de simulación 24 incluye instrucciones ejecutables para determinar un eficiencia de funcionamiento simulada 32 (por ejemplo, prevista, teórica o del mejor caso) del sistema HVAC 14 computada o calculada a partir de los valores de las especificaciones de instalación que corresponden a intervalos de funcionamiento predeterminados para las partes individuales de los equipos del sistema HVAC 14.

25 Las respectivas eficiencias 28, 32 se reciben por el módulo de comparación 22 para determinar los valores de ajuste 34 que tienen que aplicarse a una o más partes de los equipos del sistema HVAC 14. En una realización, el módulo de comparación 22 está en comunicación de datos con el módulo de optimización 20 y con el módulo de simulación 24 y el módulo de comparación 22 se configura para determinar si la eficiencia de funcionamiento en tiempo real 28 del sistema HVAC 14 está por debajo de un umbral deseado con relación a la eficiencia de funcionamiento simulada 32.

30 Los valores de ajuste 34 se reciben por el módulo de ajuste 26 para desarrollar o definir nuevos valores de secuencia 36 relacionados con la energía para mejorar la eficiencia de aprovechamiento de energía real del sistema HVAC 14 y cumple o al menos se aproxima a la eficiencia de funcionamiento simulada 32. Como se ha descrito anteriormente, el módulo de ajuste 26 puede incluir instrucciones ejecutables para el auto-aprendizaje de los valores de ajuste 34 y para la auto-sintonización del BAS 12 basándose en los valores de secuencia 36. En una realización, el módulo de ajuste 26 funciona como un módulo de procesamiento de red neural que incluye medios legibles por ordenador con instrucciones para ejecutar diversas funciones ya sea utilizando el procesamiento por ordenador local o remoto; mientras que el procesamiento remoto puede, a modo de ejemplo, ser a través de una red local o Internet. Los valores de ajuste 34 se pueden procesar adicionalmente por multiplicadores matemáticos, ponderados y/o normalizados.

35 La Figura 3 ilustra un método 100 para el procesamiento de datos desde el BAS 12 con el controlador 16 (Figura 1). En la etapa 102, se adquieren los datos de funcionamiento en tiempo real sobre el sistema HVAC desde el BAS. El controlador incluye una interfaz de comunicaciones operable para intercambiar información simultáneamente en el tiempo entre el controlador y el BAS. Como se ha mencionado anteriormente, la información intercambiada incluye datos correspondientes a los parámetros de funcionamiento en tiempo real o características de los equipos dispuestos en el sistema HVAC. En la etapa 104, los datos de funcionamiento en tiempo real se reciben o introducen

en un módulo de optimización, tal como el módulo de optimización descrito anteriormente. En la etapa 106, las eficiencias de los equipos individuales y una eficiencia de funcionamiento en tiempo real global del sistema HVAC se calculan basándose en las instrucciones ejecutables procesadas por el módulo de optimización y bajo condiciones meteorológicas y de funcionamiento de los equipos dominantes.

5 Simultáneamente a esto, en la etapa 108, los datos para la determinación de una eficiencia de funcionamiento simulada (por ejemplo, prevista, teórica o del mejor caso) del sistema HVAC se reciben por un módulo de simulación. Los datos pueden tomar la forma de los valores de la especificación de instalación que corresponden a los intervalos de funcionamiento predeterminados para las partes de los equipos HVAC. En la etapa 110, el módulo de simulación determina la eficiencia de funcionamiento simulada del sistema HVAC.

15 En la etapa 112, un módulo de comparación procesa una puerta de decisión para determinar si la eficiencia de funcionamiento en tiempo real está dentro de un umbral deseado de la eficiencia de funcionamiento simulada. Si se produce una respuesta afirmativa (por ejemplo, "sí" o "verdadero"), esta se comunica con el BAS y no se hacen ajustes. Si se produce una respuesta negativa (por ejemplo, "no" o "falso") entonces los datos de funcionamiento en tiempo real, junto con los datos de la especificación de instalación de los equipos del sistema HVAC se pasan a través de un módulo de ajuste. Por lo tanto, en la etapa 114, se determinan los valores de ajuste para una o más partes de los equipos HVAC y se inicia o comienza un proceso de pauto-aprendizaje o de formación.

20 En la etapa 116, los valores de ajuste se comprueban o validan mediante un módulo de validación. En esta etapa, los valores de ajustes o parámetros de los equipos se procesan para determinar si alcanzan una eficiencia de funcionamiento del sistema HVAC global deseada. Dicho de otro modo, hacer los cambios en los equipos HVAC produce realmente una mejora en el consumo total de energía del sistema y, por lo tanto, en la eficiencia global de funcionamiento del sistema HVAC dado que se comunica a través del BAS. Si los resultados son positivos, los valores de ajuste son transmitidos al BAS para su aplicación permanente en el sistema HVAC, hasta que, por supuesto, se necesite otro ajuste debido al clima u otros cambios.

30 La Figura 3 muestra una realización de un diagrama de proceso 200 para el módulo de ajuste de la Figura 2. En la etapa 202, se determinan y configuran los valores de ajuste de los equipos para los equipos HVAC. En la etapa 204, el módulo de ajuste se comunica para proporcionar instrucciones al módulo de validación para comprobar o validar los valores de ajuste. En la etapa 206, el controlador determina si se validaron los ajustes. Si no, entonces los valores de ajustes se vuelven a configurar por el módulo de ajuste para mejorar la eficiencia de funcionamiento del HVAC. Si se validan los valores, se proporcionan estos valores al BAS para la implementación del mismo.

35 La Figura 4 muestra una curva de eficiencia de potencia de veinticuatro horas para el sistema HVAC a partir de los datos comunicados a través del BAS, en la que los equipos HVAC se han controlado continuamente por una realización del controlador con las instrucciones ejecutables como se ha descrito anteriormente. El sistema HVAC funciona con una eficiencia fluctuante a través del periodo de veinticuatro porque el controlador optimiza el consumo de energía ajustando incrementalmente al menos uno o más parámetros de los equipos HVAC.

40 Aunque la realización preferida de la invención se ha ilustrado y descrito, como se ha señalado anteriormente, se pueden realizar muchos cambios sin apartarse del alcance de la invención. Por consiguiente, el alcance de la invención no está limitado por la divulgación de la realización preferida. En cambio, la invención debe determinarse por referencia a las reivindicaciones que siguen.

45

REIVINDICACIONES

1. Un controlador para la comunicación con un sistema de automatización de edificios, comprendiendo el controlador:

5 una interfaz de comunicaciones operable para intercambiar información simultáneamente en el tiempo entre el controlador y el sistema de automatización de edificios, transportando la información intercambiada datos correspondientes a los parámetros de funcionamiento de los equipos dispuestos en un sistema HVAC;
 10 un módulo de optimización que tiene instrucciones ejecutables para determinar una eficiencia de funcionamiento del sistema HVAC basándose en el estado actual de funcionamiento de los equipos;
 un módulo de simulación que tiene instrucciones ejecutables para determinar una eficiencia de funcionamiento prevista del sistema HVAC calculada a partir de las especificaciones de instalación proporcionadas con los equipos HVAC; y
 15 un módulo de comparación en comunicación de datos con los módulos de optimización y de simulación, estando el módulo de comparación configurado para determinar si la eficiencia de funcionamiento está por debajo de un umbral deseado con respecto a la eficiencia de funcionamiento prevista;
caracterizado por que el controlador comprende además:

20 un módulo de ajuste en comunicación de datos con el módulo de comparación, estando el módulo de ajuste configurado para transmitir instrucciones para el sistema de automatización de edificios para cambiar al menos uno de los parámetros de funcionamiento de al menos una parte de los equipos del sistema HVAC, estando el módulo de ajuste configurado además para procesar las instrucciones para cambiar en un aspecto de auto-aprendizaje cuando el comparador, en un momento posterior, determina que la eficiencia de funcionamiento está por debajo del umbral deseado con respecto a la eficiencia de funcionamiento prevista .
 25

2. El controlador de la reivindicación 1, que comprende además un módulo de validación configurado para determinar si el ajuste realizado en al menos uno de los parámetros de funcionamiento de al menos una parte de los equipos del sistema HVAC da como resultado una eficiencia global deseada para el sistema HVAC tal como se comunica al sistema de automatización de edificios.
 30

3. El controlador de la reivindicación 1, en el que el sistema HVAC incluye un sistema de refrigeración de enfriadores de velocidad variable.

35 4. El controlador de la reivindicación 1, en el que la eficiencia de funcionamiento prevista del sistema HVAC incluye información correspondiente a una curva de funcionamiento natural de los equipos HVAC.

5. Un método para controlar una eficiencia de funcionamiento de un sistema HVAC en comunicación con un sistema de automatización de edificios, comprendiendo el método:

40 intercambiar información simultáneamente en el tiempo entre un controlador y el sistema de automatización de edificios, transportando la información intercambiada datos correspondientes a los parámetros de funcionamiento de los equipos dispuestos en el sistema HVAC;
 45 determinar una eficiencia de funcionamiento del sistema HVAC basándose en el estado actual de funcionamiento de los equipos;
 determinar una eficiencia de funcionamiento prevista del sistema HVAC calculada a partir de las especificaciones de instalación proporcionadas con los equipos HVAC;
caracterizado por que el método comprende además:

50 comparar si la eficiencia de funcionamiento está por debajo de un umbral deseado con respecto a la eficiencia de funcionamiento prevista;
 ajustar al menos uno de los parámetros de funcionamiento de al menos una parte de los equipos del sistema HVAC;
 55 transmitir el al menos un ajuste al sistema de automatización de edificios; y
 activar una función de auto-aprendizaje del controlador para recordar automáticamente el al menos un ajuste en un momento posterior cuando la eficiencia de funcionamiento está de nuevo por debajo del umbral deseado.

6. El método de la reivindicación 5, que comprende además validar si el ajuste realizado en al menos uno de los parámetros de funcionamiento de al menos una parte de los equipos del sistema HVAC da como resultado una eficiencia global deseada para el sistema HVAC tal como se comunica al sistema de automatización de edificios.
 60

7. El método de la reivindicación 5, en el que la determinación de la eficiencia de funcionamiento del sistema HVAC incluye la determinación de la eficiencia de funcionamiento de un sistema de refrigeración de enfriadores de velocidad variable.
 65

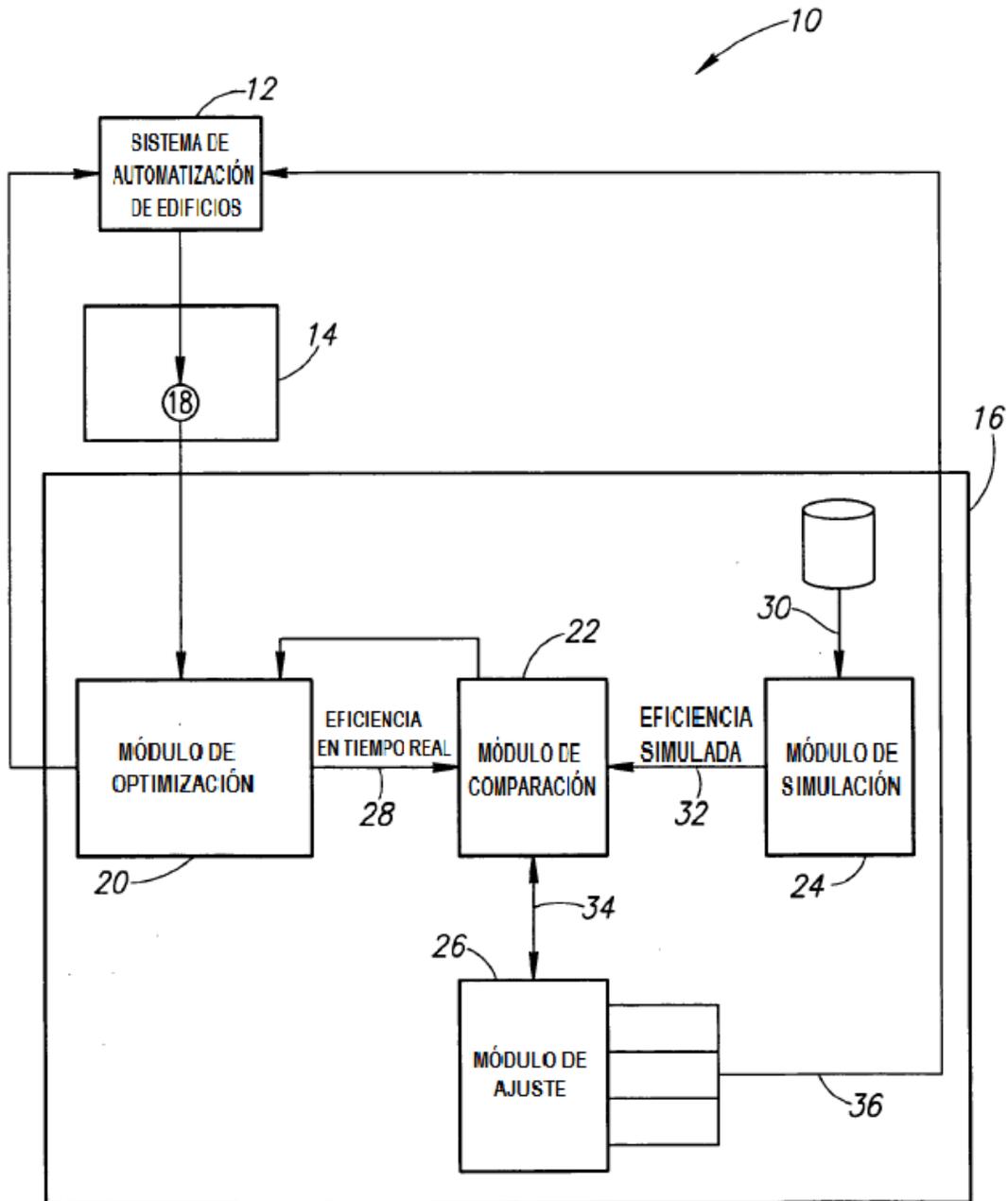
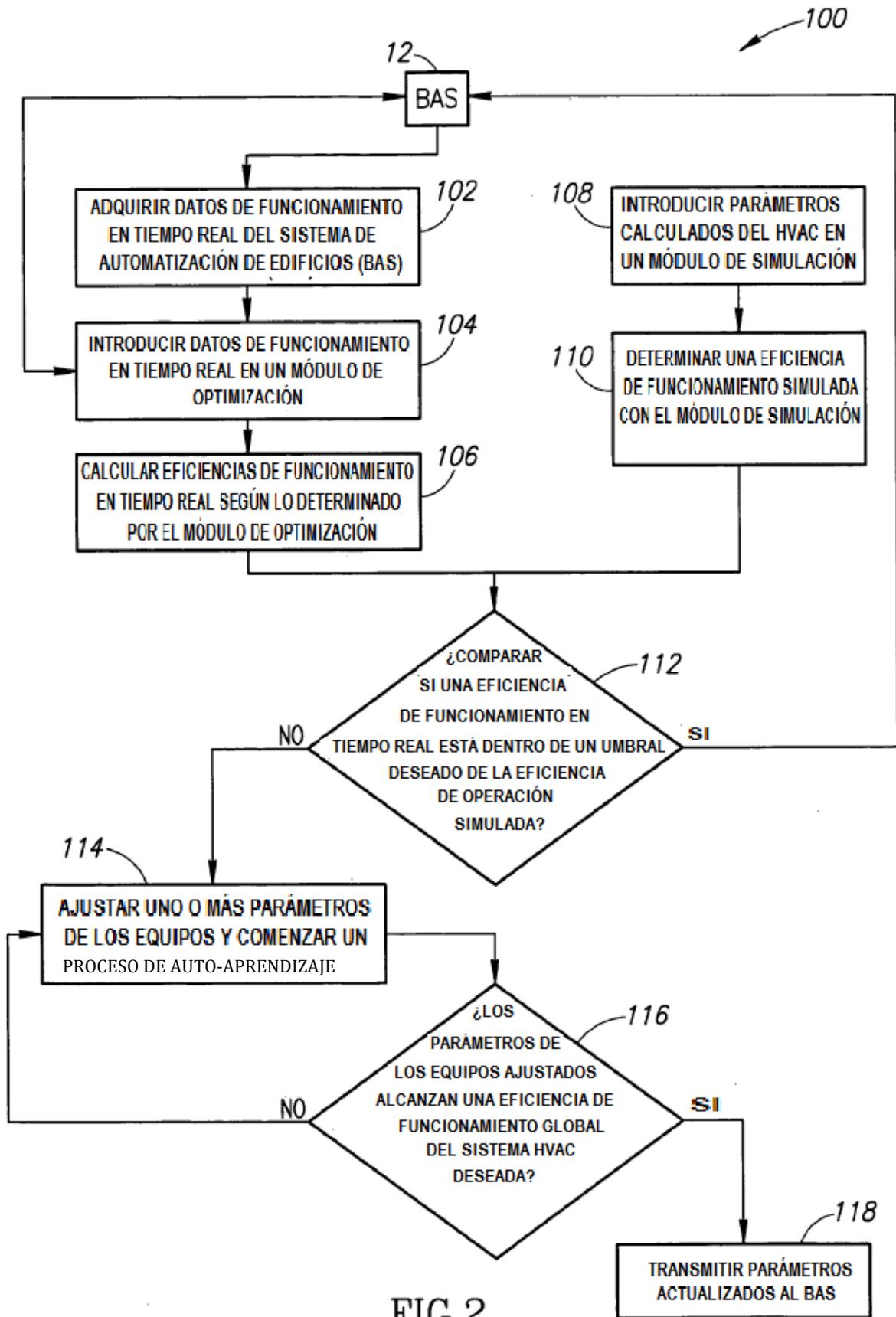


FIG.1



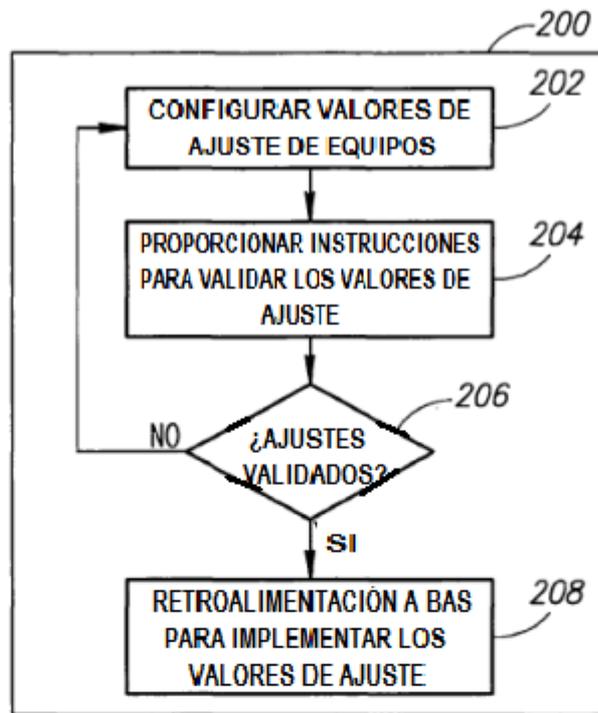


FIG.3

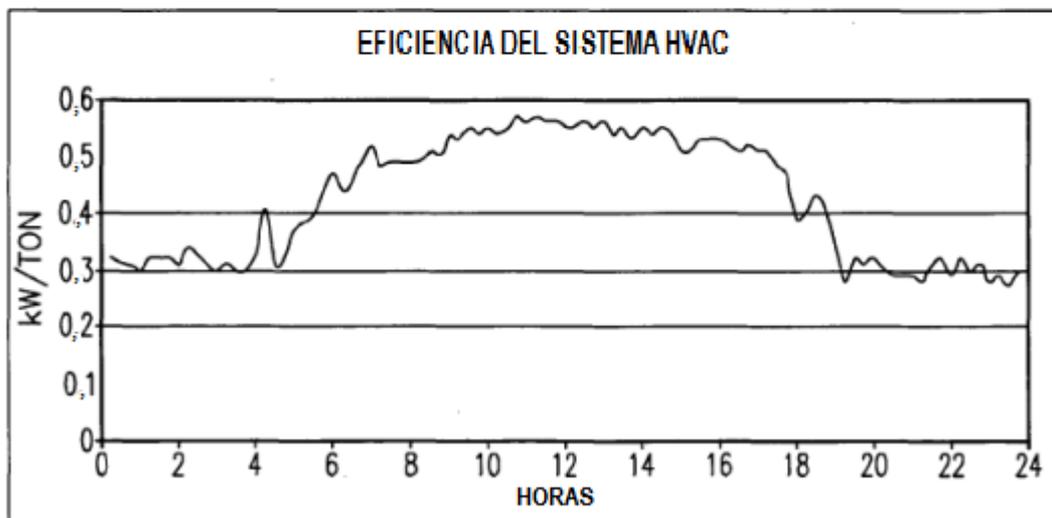


FIG.4