

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 125**

51 Int. Cl.:

E06B 9/68 (2006.01)

E06B 9/32 (2006.01)

H05B 37/02 (2006.01)

H05B 33/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2012 E 12722539 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2015 EP 2700286**

54 Título: **Sistema de control de luz eléctrica y de luz solar con un sensor de luz de doble modo**

30 Prioridad:

21.04.2011 US 201161477632 P

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

08.09.2015

73 Titular/es:

KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)

High Tech Campus 5

5656 AE Eindhoven, NL

72 Inventor/es:

BIRRU, DAGNACHEW y

MEIJER, EDUARD JOHANNES

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 545 125 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 de luz eléctrica y de luz solar con un sensor de luz de doble modo

5 Esta invención se refiere a controles de iluminación y, más en particular, a un procedimiento y a un sistema para controlar la luminosidad de la luz en un espacio que incluye una fuente de luz instalada y una fuente de luz externa.

Los sistemas de control actuales instalados en edificios para controlar la luz eléctrica y la luz solar usan principalmente sistemas de control manuales independientes. Recientemente se han introducido en el mercado
10 sistemas avanzados que utilizan sensores de luz solar para controlar la luz eléctrica en función de la cantidad de luz solar que entra en el espacio. Estos sistemas usan una medición tosca del nivel de luz para controlar el nivel de graduación de la luz eléctrica. También se han introducido persianas motorizadas para controlar la cantidad de luz solar que entra en el espacio. Estos subsistemas avanzados (luz solar a través de las ventanas y luces eléctricas) siguen funcionando de manera independiente entre sí. Tales sistemas que funcionan de manera independiente pero que influyen en la misma variable, es decir, la luz que hay en una habitación, no solo son ineficaces en los que
15 respecta al ahorro energético sino que también pueden dar lugar a que los usuarios no estén satisfechos. Estudios realizados han demostrado que cuando los ocupantes no están satisfechos con los controles automáticos, normalmente recurren a los controles manuales, lo cual frustra los objetivos de los controles automáticos y da como resultado menores beneficios, como el ahorro energético. Sin embargo, el uso de controles integrados puede dar
20 lugar a un mayor ahorro energético y también puede reducir la insatisfacción de los usuarios.

Algunas patentes estadounidenses han dado a conocer recientemente sistemas de control integrados. A continuación se ofrecen dos ejemplos.

25 La patente estadounidense n.º 7085627 B2 da a conocer un control combinado de persianas y luces eléctricas. Este sistema está basado en un controlador central, pero no utiliza sensores de luz solar para ajustar el nivel de iluminación. Es un sistema controlado manualmente. Aunque el controlador se describe como un controlador combinado, el control de los accesorios de ventana y de las luces se realiza básicamente de manera manual e independiente.

30 La patente estadounidense n.º 7111952 B2 da a conocer un controlador combinado para los accesorios de ventana y las luces eléctricas. Este sistema incluye la detección de luz solar para controlar los niveles de graduación de las luces eléctricas y la cantidad de luz solar en la habitación. Este sistema usa un controlador central para controlar los subsistemas. Sin embargo, el funcionamiento es secuencial, es decir, primero se ajustan los accesorios de ventana hasta una apertura/cierre total y después se ajustan las luces eléctricas para proporcionar la luz requerida restante.

Una desventaja común de las invenciones anteriores es que funcionan de manera secuencial; por ejemplo, en primer lugar se abren/cierran completamente los accesorios de ventana y después se activan las luces eléctricas. Un sistema de este tipo hará que los usuarios queden insatisfechos. Por ejemplo, cuando los usuarios cambian los
40 valores prefijados o cuando un sensor de ocupación detecta un entorno variable y es necesario cambiar la configuración (tal como de la posición de apagado a la de encendido), los usuarios tendrán que esperar a que finalice el funcionamiento secuencial para comprobar si se cumplen las preferencias de iluminación. Puesto que los accesorios de ventana funcionan con lentitud, el tiempo de espera global puede ser de varios segundos, e incluso de un minuto o más. Con la necesidad de obtener una rápida respuesta hoy en día, los usuarios no pueden tolerar este
45 largo tiempo de espera y finalmente recurrirán a un control totalmente manual.

Además, el sistema de control integrado mencionado anteriormente usa un controlador central para controlar tanto los accesorios de ventana como las luces eléctricas, lo que requiere una comunicación entre los subsistemas.

50 Un enfoque alternativo es compartir la luminosidad de luz medida total con el sistema de accesorios de ventana y el sistema de luz eléctrica, de manera que ambos sistemas traten de obtener por separado el nivel de iluminación prefijado. Un sistema de este tipo tiene dos sistemas de control de realimentación en bucle cerrado completamente independientes que proporcionan un único resultado, es decir, el nivel de iluminación total en una habitación. Sin embargo, un sistema de este tipo tiene algunos problemas intrínsecos y no garantiza un funcionamiento óptimo para
55 el ahorro energético ni proporciona la luz solar necesaria a los usuarios. El principal problema se debe a dos bucles de control independientes con diferentes restricciones de tiempo que interfieren entre sí para lograr el valor prefijado. La implantación generalizada de estas estrategias es limitada debido a este problema, aunque también debido a la insatisfacción de los usuarios y al bajo ahorro energético.

60 Esta divulgación proporciona controles en bucle cerrado independientes, aunque el funcionamiento de los bucles de control está relacionado a través de componentes de iluminación medidas, de modo que los problemas anteriores pueden reducirse o solventarse.

Esta divulgación describe un sistema para controlar la luz externa (por ejemplo, la luz del día o luz solar) y la luz
65 eléctrica en un espacio de tal manera que tanto las luces eléctricas como los accesorios de ventana (por ejemplo, persianas, estores) funcionen en paralelo (no de manera secuencial), sin necesidad de comunicarse entre sí,

reduciendo al mismo tiempo el consumo de energía y obteniendo el valor prefijado por el usuario. Su funcionamiento está interrelacionado mediante componentes de luz externa y de luz eléctrica en un espacio medidas a través de un sensor de luz de doble modo. Ejemplos de un sensor de luz de doble modo incluyen sensores de luz espectral, luz codificada y otros sistemas de medición que pueden identificar la componente de luz externa y la componente de luz eléctrica en un espacio. Posteriormente se describirán algunos ejemplos de los esquemas de detección.

Determinadas realizaciones del presente documento incluyen un sistema para controlar tanto la luz eléctrica como la luz externa usando sensores de luz o técnicas de medición y estimación que pueden producir componentes de luz externa y de luz eléctrica en un espacio. A continuación se ofrecen algunas características de ejemplo:

- El sistema mide las condiciones de iluminación interior y exterior a través de sensores y, usando los resultados de la medición, ajusta los accesorios de ventana y las luces eléctricas.
- El sensor de luz interior transmite los valores de luz medidos individuales (por ejemplo, componentes de luz externa, de luz eléctrica y de luz total) al controlador de luz eléctrica y al controlador de accesorios de ventana.
- El controlador de accesorios de ventana y el controlador de luz eléctrica usan la información de sensor para ajustar las condiciones de iluminación óptimas en el espacio.
- El controlador de accesorios de ventana y los controladores de luz eléctrica están relacionados a través del sensor de luz interior de doble modo o a través del sistema de medición para producir componentes de iluminación. Por tanto, no es necesaria una relación directa entre la luz eléctrica y los accesorios de ventana para un funcionamiento óptimo.
- El sistema controla las condiciones de iluminación de modo que se cumplan los objetivos de consumo de energía y los valores de iluminación prefijados por los usuarios.
- Otros sensores, tales como sensores de temperatura y de ocupación, también pueden integrarse en el sistema.
- Características adicionales, tales como controles de exceso de luz, también pueden integrarse en el sistema.
- El sistema también puede conectarse a una base de datos de previsión meteorológica en tiempo real para mejorar el rendimiento del sistema.

En una realización, la invención se refiere a un procedimiento para controlar la luminosidad de la luz en un espacio que incluye una fuente de luz instalada y una fuente de luz externa. El procedimiento incluye: medir componentes de intensidad de luz individuales a partir de las fuentes de luz en una ubicación dentro del espacio, controlar el nivel de intensidad de la fuente de luz instalada y la cantidad de luz procedente de la fuente de luz externa que entra en el espacio en función de las intensidades de luz medidas, y regular el nivel de intensidad de la fuente de luz instalada y la cantidad de luz externa que entra en el espacio simultáneamente para optimizar las condiciones de que la intensidad de luz combinada medida a partir de dichas fuentes de luz se aproxime a un nivel de luminancia objetivo predefinido en la ubicación y de que se minimice la cantidad de energía consumida por la fuente de luz instalada.

En otra realización, la invención se refiere a un sistema para controlar la luminosidad de la luz en un espacio que incluye una fuente de luz instalada y una fuente de luz externa. El sistema incluye: un sensor para medir componentes de intensidad de luz individuales procedentes de las fuentes de luz en una ubicación dentro del espacio, un primer controlador para controlar el nivel de intensidad de la fuente de luz instalada y un segundo controlador para controlar la cantidad de luz procedente de la fuente de luz externa que entra en el espacio en función de las intensidades de luz medidas, en el que los controladores están adaptados para regular el nivel de intensidad de la fuente de luz instalada y la cantidad de luz externa que entra en el espacio simultáneamente para optimizar las condiciones de que la intensidad de luz combinada medida a partir de dichas fuentes de luz se aproxime a un nivel de luminancia objetivo predefinido en dicha ubicación y de que se minimice la cantidad de energía consumida por la fuente de luz instalada.

En otra realización, la invención se refiere a un medio legible por ordenador no transitorio que tiene instrucciones almacenadas en el mismo para hacer que un procesador lleve a cabo un proceso para controlar la luminosidad de la luz en un espacio que incluye una fuente de luz instalada y una fuente de luz externa. El proceso incluye: medir componentes de intensidad de luz individuales a partir de las fuentes de luz en una ubicación dentro del espacio, controlar el nivel de intensidad de la fuente de luz instalada y la cantidad de luz procedente de la fuente de luz externa que entra en el espacio en función de las intensidades de luz medidas, y regular el nivel de intensidad de la fuente de luz instalada y la cantidad de luz externa que entra en el espacio simultáneamente para optimizar las condiciones de que la intensidad de luz combinada medida a partir de dichas fuentes de luz se aproxime a un nivel de luminancia objetivo predefinido en dicha ubicación y de que se minimice la cantidad de energía consumida por la fuente de luz instalada.

En general, los diversos aspectos de la invención pueden combinarse y acoplarse de cualquier manera posible dentro del alcance de la invención. El contenido considerado como la invención se describe particularmente y se reivindica claramente en las reivindicaciones que aparecen al final de la memoria descriptiva. Estas y otras características y ventajas de la invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada tomada junto con los dibujos adjuntos.

La Fig. 1 muestra un diagrama de alto nivel de un sistema de control de iluminación según una realización de la invención.

La Fig. 2 muestra un diagrama de flujo del funcionamiento de un controlador de accesorios de ventana (persianas) según una realización de la invención.

La Fig. 3 muestra un diagrama de flujo del funcionamiento de un controlador de luz eléctrica según una realización de la invención.

La Fig. 4 muestra un diagrama de alto nivel de un sistema de control de iluminación según otra realización de la invención.

La Fig. 5 muestra el uso de un sensor espectral según una realización de la invención.

La Fig. 6 muestra el uso de luz codificada según una realización de la invención.

La Fig. 7 muestra el uso de un sensor dual direccional según una realización de la invención.

En una realización, el sistema de control se obtiene de manera analítica. El objetivo principal es minimizar una función de coste compuesta por el consumo de energía y un error en el valor prefijado de iluminación.

La Fig. 1 muestra una realización de la implementación descrita en el presente documento. El sistema 100 incluye un accesorio de ventana 105 y una luz eléctrica 104 que tienen sus propios controladores 103 y 102, respectivamente. Ambos sistemas comparten una entrada de usuario 101 (entrada de valor prefijado por el usuario) y datos de sensor procedentes del sensor 106. El sensor de luz interior 106 es un sensor que puede descomponer el valor de intensidad de luz medida total en una componente de luz externa y una componente de luz eléctrica. El sistema puede incluir un fotosensor 107 para medir la intensidad de luz externa (por ejemplo, la luz solar).

El controlador de accesorio de ventana 103 usa la información procedente del sensor 106 y, opcionalmente, del sensor 107 para ajustar la cantidad de luz externa admitida a través de la ventana hacia el interior del espacio de tal manera que se satisfaga el requisito del usuario (valor prefijado) y se minimice el consumo de energía. El controlador de luz eléctrica 102 también lleva a cabo funciones similares. Preferiblemente, tanto el controlador de luz eléctrica 102 como el controlador de accesorios de ventana 103 funcionan al mismo tiempo en paralelo, sin necesidad de comunicarse entre sí.

Debe observarse que el número de aparatos luminosos y de persianas dependerá de la aplicación particular. La comunicación entre entradas de usuario, accesorios de ventana y luces eléctricas puede producirse a través de una conexión dedicada local (cableada o inalámbrica) o a través de una red principal, tal como una red corporativa para los datos y/o los controles del edificio.

Las Fig. 2 y 3 muestran diagramas de flujo simplificados del funcionamiento de un sistema de control según una realización descrita en el presente documento. La Fig. 2 muestra un diagrama de flujo 200 para el funcionamiento del controlador de accesorios de ventana y la Fig. 3 muestra un diagrama de flujo 300 para el controlador de luz eléctrica en el caso en que el controlador de accesorios de ventana recibe componentes de luz solar y de luz eléctrica (EL) del espacio interior. Su modo de funcionamiento cambia en función de la cantidad de la componente de luz eléctrica en el espacio ($EL < \text{umbral}$). En este caso, la luz eléctrica actúa como un controlador de captación de luz solar estándar; por ejemplo, un sistema de captación de luz solar que usa un sensor de nivel de luz, un fotosensor, para detectar el nivel de luz, luminancia o brillo predominante en sistemas de bucle abierto o de bucle cerrado. En un sistema de bucle abierto, el fotosensor detecta solamente la cantidad de luz solar disponible y puede colocarse en la pared exterior o el tejado de un edificio, o dentro del edificio orientado hacia una ventana o un tragaluz. En un sistema de bucle cerrado, el fotosensor detecta la cantidad fotométrica total de luz tanto de la luz solar como de las fuentes eléctricas en el espacio. Por ejemplo, en una oficina un fotosensor de bucle cerrado puede colocarse en el techo orientado hacia las mesas con el fin de detectar la cantidad de luz en la superficie de trabajo.

Haciendo referencia a la Fig. 2, en la etapa 201 se determina si el sistema de accesorios de ventana está en un modo automático. Para facilitar la ilustración, los accesorios de ventana usados en este ejemplo son persianas. Si es así, entonces en la etapa 202 se determina si se alcanza el valor prefijado o si las persianas no están totalmente abiertas y la EL está encendida. Si es así, en la etapa 203 se determina si la intensidad de la EL es inferior o igual a un valor de umbral. Si es así, en la etapa 204 se determina si la luz en el espacio es más alta de lo necesario. Si es así, en la etapa 205 el controlador de accesorios de ventana reduce la apertura de la persiana para permitir que entre menos luz externa en el interior del espacio.

Si la determinación en la etapa 203 es 'no', entonces en la etapa 206 se determina si la luz en el espacio es más alta de lo necesario. Si es así, en la etapa 208 el controlador de accesorios de ventana reduce lentamente la apertura de las persianas.

Si la determinación en la etapa 204 o en la etapa 206 es 'no', entonces en la etapa 207 el controlador de accesorios de ventana aumenta la apertura de las persianas para permitir que entre más luz externa en el interior del espacio. Debe observarse que el término "luz solar" no limita la luz que hay fuera del espacio a la luz del día o a la luz solar. Asimismo, el término "persiana" no limita los accesorios de ventana a las persianas.

Haciendo referencia a la Fig. 3, en la etapa 301 se determina si el sistema de luz eléctrica está en un modo automático. Si es así, entonces en la etapa 302 se determina si se ha alcanzado el valor prefijado. Si es así, en la etapa 303 se determina si la luz en la habitación es más alta de lo necesario. Si es así, en la etapa 304 el controlador de luz eléctrica reduce la intensidad de la luz eléctrica. Si no, en la etapa 305 el controlador de luz eléctrica aumenta la intensidad de la luz eléctrica.

En una realización puede usarse el siguiente algoritmo de control para implementar el control simultáneo de las componentes de luz eléctrica y de luz externa.

Obtención del algoritmo de control

En una realización, el enfoque consiste en usar controladores adaptativos que están basados en un algoritmo de descenso de gradiente para minimizar una función de coste. Otras opciones incluyen controladores tradicionales tales como PI, PID, etc. A continuación se describe la primera opción para ilustrar los fundamentos teóricos básicos del sistema descrito anteriormente.

Un esquema general consiste en hacer funcionar tanto los accesorios de ventana como las luces eléctricas con el objeto de tratar de reducir los errores de iluminación y el consumo de energía en el espacio. Este objetivo da lugar al siguiente sistema adaptativo:

$$x(n) = x(n-1) - \mu_1 \frac{\partial \|e(n)\|^2}{\partial x} - \mu_2 \frac{\partial \|E(n)\|^2}{\partial x}$$

$$w(n) = w(n-1) - \mu_3 \frac{\partial \|e(n)\|^2}{\partial w} - \mu_4 \frac{\partial \|E(n)\|^2}{\partial w}$$

donde x y w son las variables que están adaptándose, que representan la luz eléctrica y el accesorio de ventana, respectivamente, e es el error de iluminación, es decir, la diferencia entre el valor prefijado por el usuario y el nivel de luz medido, E es proporcional al consumo de energía y las μ son pequeñas constantes positivas (tamaños de etapa de adaptación). Los dos últimos términos son la cantidad mediante la cual se ajustarán las luces eléctricas y los accesorios de ventana para cada ciclo de control adaptativo. En este caso, n es un indicador de ciclo.

El término de error de iluminación e puede describirse además como

$$e(n) = y(n) - u$$

donde u es el valor deseado prefijado por el usuario, $y(n)$ es la lectura del sensor de luz interior. La luz interior puede describirse como

$$y(n) = dl(n) * w(n) + x(n)$$

donde dl es el nivel de luz externa disponible (por ejemplo, la luz solar). Asimismo, utilizando las relaciones anteriores, el consumo de energía de las luces eléctricas puede describirse como

$$E(n) \propto x(n)$$

$$\propto y(n) - dl(n) * w(n)$$

Usando las relaciones anteriores y tras realizar simplificaciones adicionales, los sistemas de control de bucle cerrado pueden describirse como

$$x(n) = x(n-1) - \mu_1 e(n) - \mu_2 x(n)$$

$$w(n) = w(n-1) - \mu_3 e(n) dl(n) + \mu_4 x(n)$$

Como puede apreciarse a partir de las ecuaciones anteriores, la presencia de los mismos valores de $e(n)$ y $x(n)$ en ambas ecuaciones ilustra la interacción entre la luz externa y las emisiones de luz eléctrica.

El sistema genérico anterior trata de lograr un buen equilibrio entre un menor consumo de energía y la obtención de los valores prefijados por el usuario. Esto significa que algunas veces no pueden alcanzarse completamente los valores prefijados por el usuario con el objetivo de ahorrar energía. Esto puede suceder cuando no hay suficiente luz externa para cumplir los requisitos, teniendo que aumentar sustancialmente la intensidad de la luz eléctrica, lo cual no se ajusta a los requisitos de energía.

Una disposición alternativa es una basada en alcanzar el valor prefijado por el usuario pero que reduzca el consumo de energía. Un sistema de este tipo puede obtenerse modificando las ecuaciones adaptativas de la siguiente manera

$$x(n) = x(n-1) - \mu_1 \frac{\partial \|e(n)\|^2}{\partial x}$$

$$w(n) = w(n-1) - \mu_3 \frac{\partial \|e(n)\|^2}{\partial w} - \mu_4 \frac{\partial \|E(n)\|^2}{\partial w}$$

Una simplificación adicional da como resultado el siguiente sistema adaptativo

$$x(n) = x(n-1) - \mu_1 e(n)$$

$$w(n) = w(n-1) - \mu_3 e(n) dl(n) + \mu_4 x(n)$$

Con este sistema, el controlador de iluminación simplemente trata de alcanzar el valor prefijado por el usuario (es decir, un error de iluminación reducido). Sin embargo, el sistema de accesorios de ventana trata de hacer ambas cosas, es decir, alcanzar los valores prefijados por el usuario y 'obligar' a que la luz eléctrica ahorre energía. El sistema de accesorios de ventana hace esto permitiendo que entre tanta luz externa como sea posible, de modo que las luces eléctricas se atenuarán en consecuencia.

La Fig. 4 muestra un diagrama de bloques simplificado 400 de una realización de la implementación de este enfoque. El sistema trata de alcanzar el nivel de luminancia requerido 403. El sensor de luz interior 404 mide la luz total, $y(n)$, y la componente de luz eléctrica, $x(n)$. El sensor de luz externa 405 mide la componente de luz externa $dl(n)$. Los datos de luz total se transmiten al controlador de luz eléctrica 401 para controlar el nivel de regulación de las luces eléctricas 406. Los datos de las componentes de luz externa y de luz eléctrica se transmiten al controlador de accesorios de ventana 402, que controla los accesorios de ventana motorizados (por ejemplo, persianas) 407.

Esquema de detección

El sistema de sensores internos de doble modo puede diseñarse de varias formas. A continuación se ofrecen breves descripciones de estos esquemas de detección. Estos esquemas proporcionan diferentes equilibrios entre rendimiento y complejidad. El sistema dado a conocer no está limitado a la utilización de estos esquemas de detección.

1) Sensor espectral:

Como se muestra en la Fig. 5, el sensor espectral 503 distingue las componentes de luz eléctrica 502 y de luz externa 501 a partir del espectro medido de la luz. El sensor espectral 503 usa características conocidas de la luz eléctrica y de la luz externa para identificar sus intensidades de iluminación respectivas. La identificación puede implementarse usando filtros de adaptación espectral y fotodiodos. En la Fig. 5, 504 y 506 son ejemplos de espectros de luz de algunas fuentes de luz externa y de luz eléctrica, y 505 y 507 son características de ejemplo de los filtros espectrales.

2) Sensor de luz codificada

Con este esquema de detección, la luz eléctrica 602 de la Fig. 6 transmite información codificada 604 junto con la iluminación general 605. El esquema de detección extrae la intensidad de la señal de luz codificada y estima la intensidad de luz eléctrica y la componente de luz externa 601 a partir de esta intensidad de señal y la medición de luz total mediante el sensor 603.

3) Fotosensores duales

Este procedimiento utiliza fotosensores duales 703 de la Fig. 7 en una ventana, uno orientado en la dirección 704 de la fuente de luz externa, donde la luz externa (por ejemplo, luz solar) 701 está fuera de la ventana, y otro en la dirección 705 de la luz eléctrica, donde la luz eléctrica 702 está dentro.

4) Basado en modelo

5 Otra opción es la estimación de la componente de luz externa a partir de la luz total medida en el espacio, características de transmisión de los accesorios de ventana y la luz externa disponible (por ejemplo, a través del sensor externo). Esto requiere estimar la cantidad de luz externa en el plano de trabajo que ha pasado a través de los accesorios de ventana. Es necesario conocer las características de transmisión (modelo) de los accesorios de ventana y la posición del sensor con respecto a la ventana.

10 Esta invención puede aplicarse a controles de iluminación (iluminación eléctrica y luz solar) y a la gestión de energía en edificios y hogares.

15 La anterior descripción detallada ha dado a conocer algunas de las muchas formas que puede adoptar la invención. Debe entenderse que la anterior descripción detallada es una ilustración de las formas seleccionadas que puede adoptar la invención y que no limita la definición de la invención. Solo las reivindicaciones, incluyendo todas sus equivalencias, definen el alcance de esta invención.

20 De manera más preferible, los principios de la invención se implementan como cualquier combinación de hardware, firmware y software. Además, el software se implementa preferiblemente como un programa de aplicación realizado de manera tangible en una unidad de almacenamiento de programa o medio de almacenamiento legible por ordenador que consiste en partes o en determinados dispositivos y/o combinación de dispositivos. El programa de aplicación puede cargarse en, y ejecutarse por, una máquina que comprenda cualquier arquitectura adecuada. Preferiblemente, la máquina está implementada en una plataforma informática que contiene hardware, tal como una o más unidades de procesamiento central ("CPU"), una memoria e interfaces de entrada/salida. La plataforma

25 informática también puede incluir un sistema operativo y código de microinstrucciones. Los diversos procesos y funciones descritos en el presente documento pueden formar parte del código de microinstrucciones o del programa de aplicación, o cualquier combinación de los mismos, los cuales pueden ser ejecutados por una CPU, independientemente de que tal ordenador o procesador se haya mostrado explícitamente. Además, otras unidades periféricas pueden conectarse a la plataforma informática, tales como una unidad de almacenamiento de datos

30 adicional y una unidad de impresión.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para controlar la luminosidad de la luz en un espacio que incluye una fuente de luz instalada (104) y una fuente de luz externa (105), que comprende:
5 medir componentes de intensidad de luz individuales a partir de la fuente de luz instalada y la fuente de luz externa, respectivamente, en una ubicación dentro del espacio,
 controlar un nivel de intensidad de la fuente de luz instalada (104) y una cantidad de luz procedente de la
10 fuente de luz externa (105) que entra en el espacio en función de las componentes de intensidad de luz medidas, y
 regular el nivel de intensidad de la fuente de luz instalada (104) y la cantidad de luz externa (105) que entra en el espacio simultáneamente para optimizar las condiciones de que una intensidad de luz combinada medida a partir de dichas fuentes de luz se aproxime a un nivel de luminancia objetivo predefinido en dicha ubicación, y de que se minimice la cantidad de energía consumida por la fuente de luz instalada (104).
15
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la medición comprende:
 identificar componentes de intensidad de luz individuales en función de características espectrales conocidas (504, 506) de dichas fuentes de luz.
20
3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la medición comprende:
 transmitir información codificada (604) junto con la iluminación general (605) de la fuente de luz instalada (602), y extraer la intensidad de la señal de luz codificada.
25
4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la medición comprende:
 medir intensidades de luz individuales a partir de una dirección (705, 704) de la fuente de luz instalada (702) y la fuente de luz externa (701), respectivamente.
30
5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la medición comprende:
 medir una cantidad de luz externa disponible para entrar en el espacio; y
 estimar la componente de luz externa en la ubicación en función de las características de transmisión de una ventana a través de la cual entra luz de la fuente de luz externa y de una cantidad de luz externa disponible.
35
6. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la regulación se lleva a cabo ajustando de manera iterativa (200, 300) la intensidad de la fuente de luz instalada (104) mediante un primer tamaño de etapa de adaptación y la cantidad de luz externa (105) que entra en el espacio mediante un segundo tamaño de etapa de adaptación, en el que el primer y el segundo tamaño de etapa de adaptación dependen de una diferencia entre el nivel de luminancia objetivo predefinido y la intensidad de luz combinada medida, y en el consumo de energía.
40
7. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la condición de que la intensidad de luz combinada medida a partir de dichas fuentes de luz se aproxime a un nivel de luminancia objetivo predefinido en dicha ubicación tiene prioridad sobre la condición de minimizar una cantidad de energía consumida por la fuente de luz instalada.
45
8. El procedimiento según la reivindicación 7, en el que la regulación se lleva a cabo ajustando de manera iterativa (200, 300) la intensidad de la fuente de luz instalada (104) mediante un primer tamaño de etapa de adaptación y una cantidad de luz externa (105) que entra en el espacio mediante un segundo tamaño de etapa de adaptación, en el que el primer tamaño de etapa de adaptación depende de la diferencia entre el nivel de luminancia objetivo predefinido y la intensidad de luz combinada medida, y el segundo tamaño de etapa de adaptación depende de la diferencia entre el nivel de luminancia objetivo predefinido y la intensidad de luz combinada medida, y en el consumo de energía.
50
55
9. Un sistema para controlar la luminosidad de la luz en un espacio que incluye una fuente de luz instalada (104) y una fuente de luz externa (105), que comprende:
60 un sensor (106) para medir componentes de intensidad de luz individuales procedentes de la fuente de luz instalada (104) y la fuente de luz externa (105) respectivamente en una ubicación dentro del espacio, un primer controlador (102) para controlar el nivel de intensidad de la fuente de luz instalada (104) y un segundo controlador (103) para controlar una cantidad de luz procedente de la fuente de luz externa (105) que entra en el espacio en función de las intensidades de luz medidas, en el que los controladores están adaptados para regular el nivel de intensidad de la fuente de luz instalada (104) y la cantidad de luz externa
65

(105) que entra en el espacio simultáneamente para optimizar las condiciones de que una intensidad de luz combinada medida a partir de dichas fuentes de luz se aproxime a un nivel de luminancia objetivo predefinido (101) en dicha ubicación, y de que se minimice la cantidad de energía consumida por la fuente de luz instalada (104).

- 5
10. El sistema según la reivindicación 9, en el que el sensor es un sensor espectral (503) adaptado para identificar componentes de intensidad de luz individuales en función de características espectrales conocidas de dichas fuentes de luz.
- 10 11. El sistema según la reivindicación 9, en el que la fuente de luz instalada (602) está adaptada para transmitir información codificada (604) junto con la iluminación general (605) de la fuente de luz instalada (602), y el sensor (603) está adaptado para extraer la intensidad la intensidad de la señal de luz codificada.
- 15 12. El sistema según la reivindicación 9, en el que el sensor comprende fotosensores duales (703), uno orientado en la dirección (705) de la fuente de luz instalada y el otro orientado en la dirección (704) de la fuente de luz externa.
- 20 13. El sistema según la reivindicación 9, que comprende además un sensor (107) para medir la cantidad de luz externa disponible para entrar en el espacio, y en el que la componente de luz externa en la ubicación se estima en función de las características de transmisión de una ventana a través de la cual entra luz de la fuente de luz externa y de la cantidad de luz externa disponible.
- 25 14. El sistema según la reivindicación 9, en el que el primer controlador (102) está adaptado para ajustar de manera iterativa (200, 300) la intensidad de la fuente de luz instalada (104) mediante un primer tamaño de etapa de adaptación y el segundo controlador (103) está adaptado para ajustar la cantidad de luz externa (105) que entra en el espacio mediante un segundo tamaño de etapa de adaptación, en el que el primer y el segundo tamaño de etapa de adaptación dependen de una diferencia entre el nivel de luminancia objetivo predefinido y la intensidad de luz combinada medida, y en el consumo de energía.
- 30 15. Un medio legible por ordenador no transitorio que tiene instrucciones almacenadas en el mismo para hacer que un procesador lleve a cabo un procedimiento para controlar la luminosidad de la luz en un espacio que incluye una fuente de luz instalada (104) y una fuente de luz externa (105), comprendiendo el procedimiento:
35 medir componentes de intensidad de luz individuales a partir de la fuente de luz instalada (104) y la fuente de luz externa (105) respectivamente en una ubicación dentro del espacio,
controlar un nivel de intensidad de la fuente de luz instalada (104) y una cantidad de luz procedente de la fuente de luz externa (105) que entra en el espacio en función de las intensidades de luz medidas, y regular el nivel de intensidad de la fuente de luz instalada (104) y la cantidad de luz externa (105) que entra en el espacio simultáneamente para optimizar las condiciones de que una intensidad de luz combinada medida a
40 partir de dichas fuentes de luz se aproxime a un nivel de luminancia objetivo predefinido en dicha ubicación, y de que se minimice la cantidad de energía consumida por la fuente de luz instalada (104).

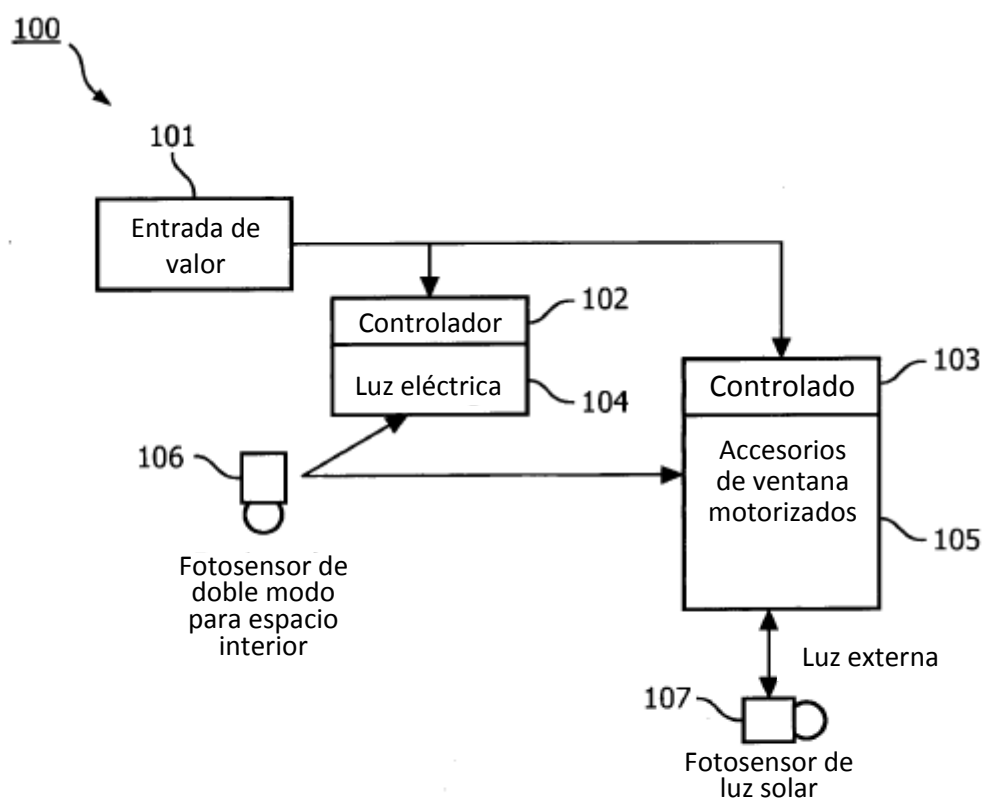


FIG. 1

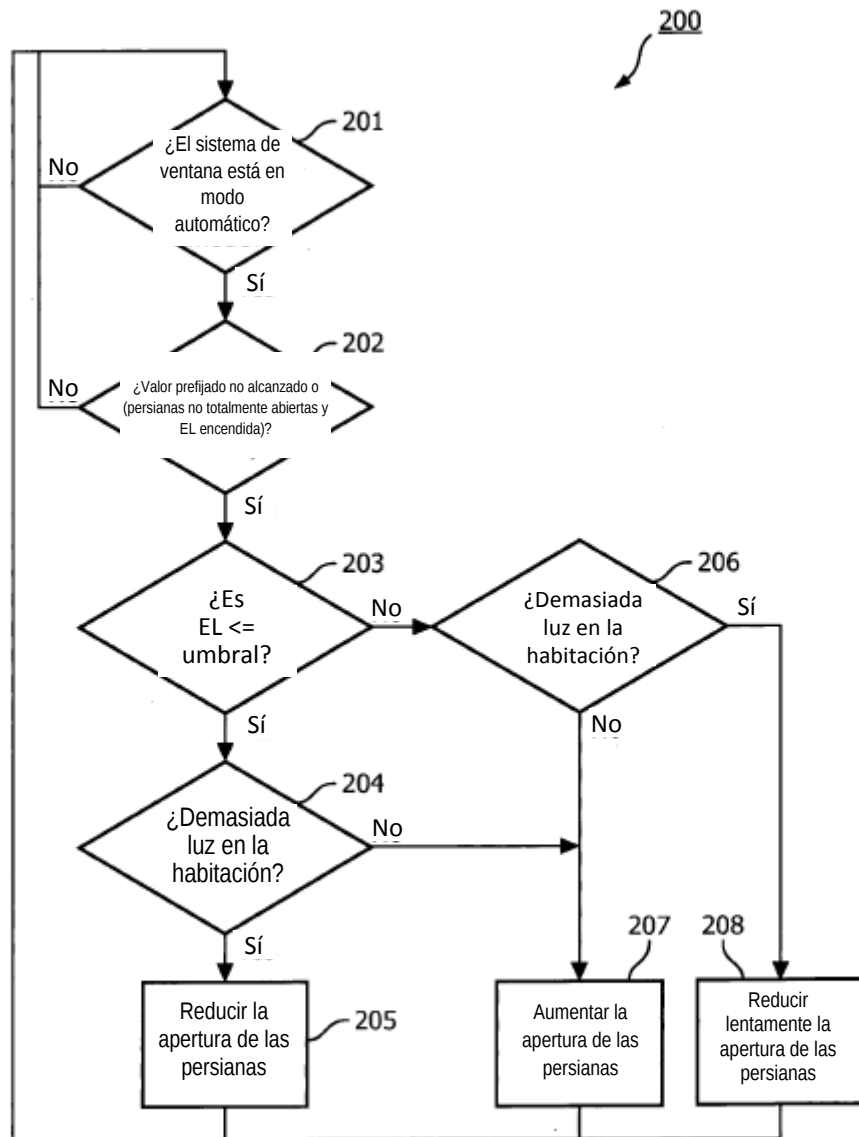


FIG. 2

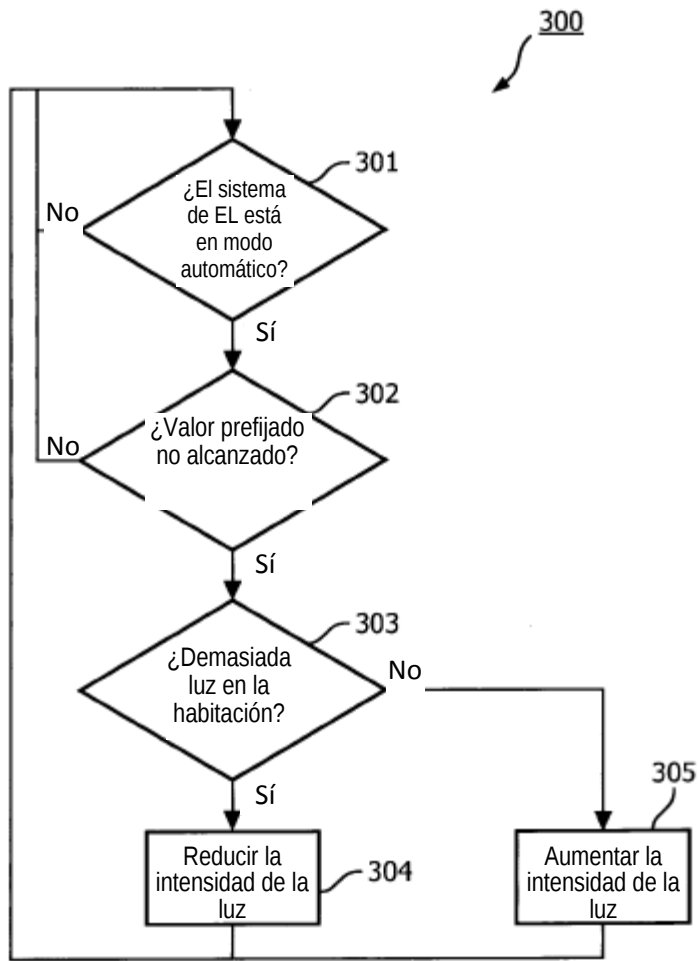


FIG. 3

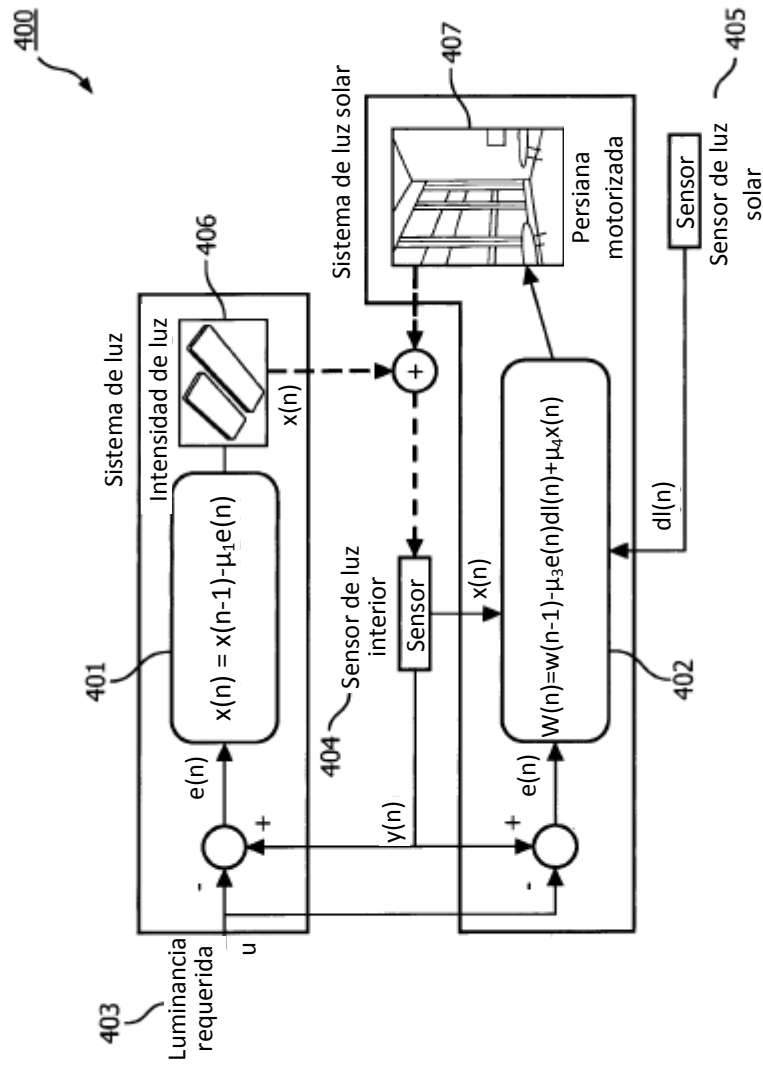


FIG. 4

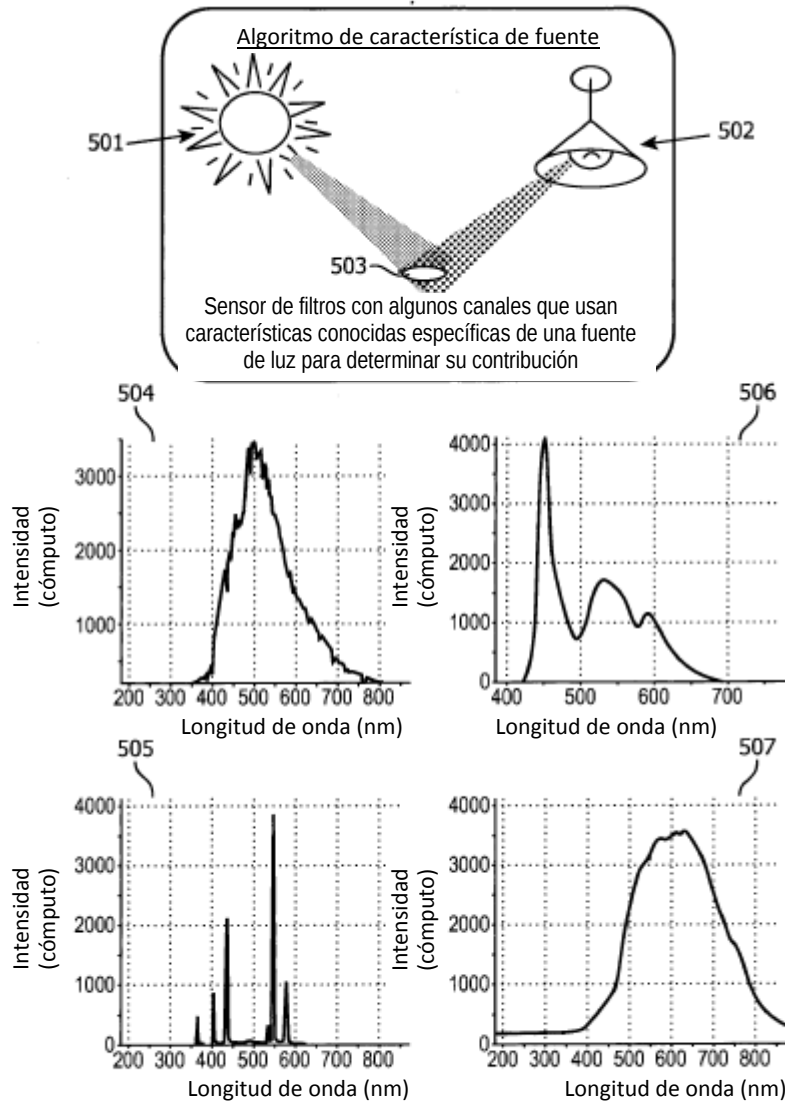


FIG. 5

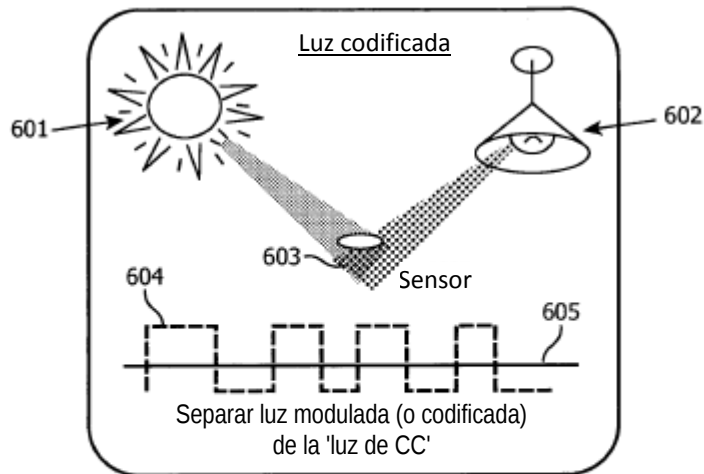


FIG. 6

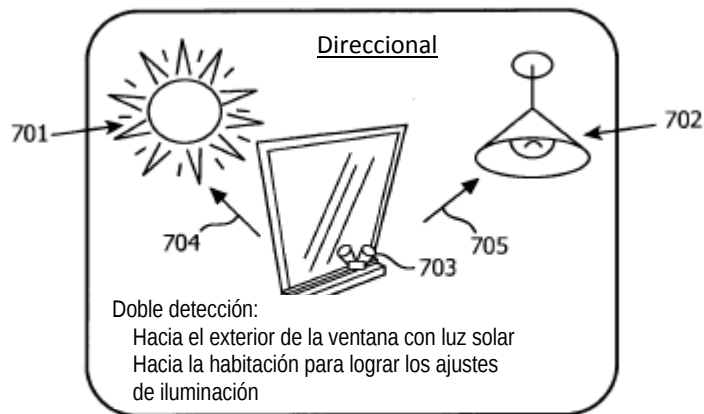


FIG. 7