

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 881 476**

(51) Int. Cl.:

H05B 47/10 (2010.01)
H05B 45/20 (2010.01)
H05B 47/11 (2010.01)
H05B 47/115 (2010.01)
H05B 47/17 (2010.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- (86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.08.2013 PCT/IB2013/058053**
(87) Fecha y número de publicación internacional: **27.03.2014 WO14045138**
(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2013 E 13792978 (2)**
(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.05.2021 EP 2898755**

(54) Título: **Sistema y método de gestión de sistemas de iluminación**

(30) Prioridad:

21.09.2012 US 201261704026 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.11.2021

(73) Titular/es:

SIGNIFY HOLDING B.V. (100.0%)
High Tech Campus 48
5656 AE Eindhoven, NL

(72) Inventor/es:

PATEL, MAULIN DAHYABHAI

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 881 476 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 y método de gestión de sistemas de iluminación

- 5 Esta solicitud está relacionada con el campo de la iluminación y más particularmente con un sistema y métodos para gestionar la luz para proporcionar una mayor eficacia luminosa y unos costes reducidos.

Los sistemas de iluminación existentes, tales como los de edificios de oficinas, viviendas, estacionamientos, garajes, etc., proporcionan condiciones ambientales seguras y cómodas en las que las personas pueden vivir y trabajar.

- 10 Sin embargo, los sistemas de iluminación convencionales utilizan una cantidad significativa de energía ya que las fuentes de iluminación pueden estar en operación incluso cuando no hay necesidad de que la fuente de luz opere. Por ejemplo, en una oficina o una casa que tiene una ventana, la entrada de luz natural a la oficina puede mitigar la necesidad de la operación del sistema de iluminación.

- 15 Por tanto, se han empleado muchas técnicas para reducir el consumo de energía de las fuentes de iluminación e incluso la necesidad de la operación de una fuente de iluminación. Por ejemplo, las fuentes de iluminación fluorescentes y CFL (luz fluorescente compacta) están reemplazando a las fuentes de iluminación incandescentes. Los LED (diodos emisores de luz) son una tecnología disponible que se está aplicando como fuentes de iluminación.

- 20 Además, para controlar la operación de las fuentes de iluminación (sin importar el tipo de fuente de iluminación), se utilizan sensores de movimiento para encender las fuentes de iluminación cuando un usuario entra en un área. La iluminación se apaga cuando el usuario sale del área y no se detecta ningún movimiento posterior. De manera similar, los fotosensores se utilizan para reducir la intensidad de las fuentes de luz con base en las condiciones de luz ambiental que rodean las fuentes de iluminación.

25 Por tanto, aunque el cambio del tipo de fuente de iluminación y la operación de la fuente de iluminación proporcionan una reducción significativa de costes y energía, sigue existiendo la necesidad en la industria de mejoras adicionales para reducir el consumo y el coste de energía. Véase también, por ejemplo, US2011/089842A1.

- 30 El objeto de la invención reivindicada es proporcionar un método y sistema que proporcione un ajuste dinámico de las características de las fuentes de iluminación artificial para proporcionar condiciones de iluminación aceptables mientras se reduce el coste de operación al crear las condiciones de iluminación aceptables. Este objeto se consigue mediante un método de acuerdo con la reivindicación 1, un sistema de acuerdo con la reivindicación 7 y un producto de programa informático de acuerdo con la reivindicación 12.

35 En un aspecto de la invención, un método para gestionar la iluminación en un entorno, el método que comprende: recibir información de iluminancia asociada con al menos una fuente de iluminación artificial dentro de dicho entorno; determinar un valor de iluminancia asociado con una fuente de luz natural; determinar una medida de dicha iluminancia de dicha fuente de luz natural con respecto a la iluminancia de una luz mixta, dicha luz mixta representa dicha al menos una fuente de iluminación artificial y dicha fuente de luz natural; ajustar dicha iluminancia de dicha al menos una fuente de luz artificial para lograr un nivel objetivo de iluminancia de dicha luz mixta; y determinar al menos una característica adicional de dicha luz mixta con base en al menos una característica adicional correspondiente de dicha al menos una fuente de luz artificial y dicha fuente de luz natural; y ajustar dicha al menos una característica adicional de dicha al menos una fuente de luz artificial para mantener un nivel objetivo de dicha al menos una característica adicional, en donde dicho ajuste se basa en dicha medida determinada de iluminancia de dicha fuente de luz natural con respecto a dicha iluminancia de una luz mixta.

- 40 Como se apreciará, la expresión fuente de iluminación artificial puede representar uno o más tipos diferentes de fuentes de iluminación, tales como diodos emisores de luz (LED) y otras fuentes de luz eléctrica de tipo similar.

45 En otro aspecto de la invención, se divulga un sistema para gestionar la iluminación dentro de un entorno. El sistema comprende una pluralidad de unidades sensoras dentro de dicho entorno; un ordenador o procesador en comunicación con dicha pluralidad de unidades sensoras y una memoria, incluyendo la memoria un código, que cuando se accede por dicho procesador, hace que dicho procesador ejecute los pasos de: recibir entradas de las seleccionadas de dicha pluralidad de unidades sensoras; determinar cada una de una iluminancia de al menos una fuente de iluminación artificial y una fuente de luz natural; determinar un factor asociado con el porcentaje de iluminancia proporcionada por dicha fuente de luz natural con respecto a una iluminancia total proporcionada por una combinación de dicha fuente de luz natural y dicha al menos una fuente de luz artificial; y ajustar al menos una de: la iluminancia de dicha al menos una fuente de luz artificial y al menos una característica adicional de dicha al menos una fuente de luz artificial a un nivel objetivo correspondiente con base en dicha iluminancia de dicha fuente de luz natural y una al menos correspondiente con una característica adicional asociada con dicha fuente de luz natural, en donde dicho ajuste de dicha al menos una característica adicional se basa en dicho factor determinado.

En otro aspecto de la invención, las características de pueden ajustarse con base en las condiciones de iluminación natural, la señal de respuesta a la demanda, la detección de ocupación, la programación y las condiciones de operación.

- 5 Las ventajas, la naturaleza y las diversas características adicionales de la invención aparecerán más completamente al considerar las realizaciones ilustrativas que se describirán en detalle en relación con los dibujos adjuntos en donde se utilizan numerales de referencia similares para identificar elementos similares en todos los dibujos:
La figura 1A ilustra una configuración de red eléctrica de ejemplo;
- 10 La figura 1B ilustra un sistema de gestión de la luz de ejemplo;
La figura 2 ilustra una vista ampliada de la configuración de red eléctrica de ejemplo mostrada en la figura 1A;
- 15 La figura 3 ilustra un diagrama de flujo de un proceso de ejemplo de acuerdo con los principios de la invención;
Las figuras 4-7 ilustran gráficos para aplicaciones de ejemplo de la invención reivindicada.
- 20 Las figuras 8 y 9 ilustran diagramas de transición de estado de acuerdo con un aspecto de la invención;
Las figuras 10 y 11 ilustran diagramas de transición de estados de acuerdo con otro aspecto de la invención; y
Las figuras 12-14 ilustran diagramas de transición de estado de acuerdo con otro aspecto más de la invención.
- 25 Debe entenderse que las figuras y descripciones de la presente invención descritas en este documento se han simplificado para ilustrar los elementos que son relevantes para una comprensión clara de la presente invención, al tiempo que se eliminan, por motivos de claridad, muchos otros elementos. Sin embargo, debido a que estos elementos son bien conocidos en la técnica, y debido a que no facilitan una mejor comprensión de la presente invención, no se proporciona una discusión en este documento de dicho elemento. La divulgación en este documento también se dirige a variaciones y modificaciones conocidas por los expertos en la técnica.
- 30 La figura 1A representa una red 100 eléctrica de ejemplo que comprende una fuente 110 de potencia, una malla 120 eléctrica que recibe potencia de la fuente 110 de potencia y proporciona potencia a una pluralidad de dispositivos de carga dentro del área 130, 140 correspondiente. La fuente 110 de potencia puede ser uno o más de una planta de generación eléctrica a carbón, una planta de generación eléctrica nuclear, una planta de generación hidroeléctrica o cualquier otra planta de generación eléctrica convencional. Además, la fuente 110 de potencia puede ser una planta de generación de energía renovable. Por ejemplo, eólica, solar, biocombustible, etc.
- 35 Las áreas o entornos 130, 140 pueden representar edificios de oficinas, centros comerciales, hogares, garajes, estacionamientos, túneles y otras áreas similares que requieren potencia eléctrica para proporcionar iluminación en una o más áreas. Por ejemplo, el área 130 representa diferentes áreas 134, 136, 138 cerradas y dos áreas 135, 137 abiertas. La potencia se suministra a cada una de estas áreas a través de un sistema 132 de distribución de potencia. El área 140, de manera similar, ilustra tres áreas 144, 146, 148 cerradas y dos áreas 145, 147 abiertas, que reciben potencia del sistema 142 de distribución de potencia. Como se apreciará, las áreas 130, 140 y el número de áreas cerradas y abiertas dentro de cada una de estas áreas 130, 140 es solo para ilustrar los principios de la presente invención y el número de áreas y áreas cerradas y abiertas dentro de cada área 130, 140 pueden cambiarse sin alterar el alcance de la invención reivindicada.
- 40 Las áreas o entornos 130, 140 pueden representar edificios de oficinas, centros comerciales, hogares, garajes, estacionamientos, túneles y otras áreas similares que requieren potencia eléctrica para proporcionar iluminación en una o más áreas. Por ejemplo, el área 130 representa diferentes áreas 134, 136, 138 cerradas y dos áreas 135, 137 abiertas. La potencia se suministra a cada una de estas áreas a través de un sistema 132 de distribución de potencia. El área 140, de manera similar, ilustra tres áreas 144, 146, 148 cerradas y dos áreas 145, 147 abiertas, que reciben potencia del sistema 142 de distribución de potencia. Como se apreciará, las áreas 130, 140 y el número de áreas cerradas y abiertas dentro de cada una de estas áreas 130, 140 es solo para ilustrar los principios de la presente invención y el número de áreas y áreas cerradas y abiertas dentro de cada área 130, 140 pueden cambiarse sin alterar el alcance de la invención reivindicada.
- 45 La figura 1B ilustra un sistema 150 de gestión de la luz de ejemplo. La figura 1B ilustra un sistema de gestión de la luz adecuado para un área tal como 134, que incluye una ventana que permite la entrada de luz natural en el área. Sin embargo, se reconocería que los principios del sistema 150 de gestión de la luz representados en la figura 1B también serían aplicables a otra área (por ejemplo, 136 y 138) con la inclusión o eliminación apropiada del controlador 165 de persiana y el ajuste correspondiente al punto 198 de ajuste.
- 50 En la figura 1B, la luz 160 natural entra en un área (o espacio o zona) típicamente a través de una o más ventanas y/o tragaluces. La iluminancia de la luz natural que entra puede medirse mediante uno o más sensores exteriores o seguidores 155 solares. La información de los sensores exteriores, por ejemplo, puede proporcionarse a un controlador 165 de persiana que proporciona señales de control a las persianas 170 motorizadas para aumentar y/o disminuir la cantidad de luz natural que ingresa al espacio o al entorno. El controlador de persiana puede incluir, por ejemplo, un procesador que determina una posición (altura y ángulo de lamas de los elementos de persiana) con base en un nivel deseado de luz natural. Este nivel deseado de luz natural puede predeterminarse con base en el tiempo, por ejemplo, o puede ser proporcionado por una entrada externa (no mostrada).
- 55 Además, un controlador 180 de luz eléctrica (luz artificial) proporciona señales de control a una o más fuentes 190 de luz eléctrica o artificial. Las señales de control pueden usarse para ajustar una iluminancia de la fuente de luz artificial y, como se describirá con respecto a la invención reivindicada, una o más características adicionales de la fuente 190 de luz artificial o eléctrica.
- 60
- 65

- La combinación de la luz natural proporcionada a través de las persianas 170 motorizadas y la luz artificial proporcionada a través de la fuente 190 de luz eléctrica se mide luego mediante un fotosensor 195. El fotosensor puede determinar la contribución de la luz de día y la luz artificial a la iluminancia general. A continuación, se proporciona una salida del fotosensor 190 a en este ejemplo ilustrado, un sumador 197, que determina un nivel deseado de iluminancia (y otras características adicionales) de la fuente 190 de luz artificial o eléctrica, con base en un punto 198 de ajuste deseado. El punto 198 de ajuste puede determinarse con base en criterios, tales como la ocupación, la hora del día, el precio de los servicios públicos, la entrada del usuario, etc.
- 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65
- Aunque la figura 1B ilustra el elemento 197 como un sumador, se reconocerá que el elemento 197 también puede representar un procesador que procesa la información proporcionada digitalmente. De manera similar, los elementos del punto 198 de ajuste, el controlador 180 de luz eléctrica y el controlador 165 de persianas también pueden estar representados por uno o más procesadores que procesan la información proporcionada en forma de dígitos.
- Además, el punto establecido para la iluminancia y otras características adicionales de la fuente de luz eléctrica puede establecerse de una manera u horario predeterminado, tal como con base en la hora del día, o puede establecerse en respuesta a los comandos recibidos (no mostrados) que requieren que las fuentes de luz eléctrica o artificial se ajusten con base en las condiciones cambiantes. Por ejemplo, un proveedor de servicios públicos, en casos de emergencia, puede requerir que se reduzca el consumo eléctrico y, por lo tanto, emitir comandos que provoquen que se cambie el punto establecido y, por lo tanto, se anule cualquier horario predeterminado anterior. O el punto establecido puede cambiarse de un horario predeterminado con base en si el espacio o área permanece ocupado durante los momentos en que el horario predeterminado no considera que el espacio o área está ocupada. O el punto establecido puede cambiarse de un horario predeterminado con base en un valor de entrada recibido. Por ejemplo, un espacio que está desocupado puede estar operando en un modo de condiciones de poca iluminación (por ejemplo, un museo) cuando un espacio está desocupado. Sin embargo, se puede recibir una entrada (de un sensor de movimiento) que indica que el espacio puede estar ocupado y la condición de luz puede elevarse a un modo de iluminación más alto o más cómodo. En otro ejemplo, un espacio que está ocupado puede estar operando en un modo de iluminación confortable, pero puede requerir una condición de iluminación más alta según se requiera. En este caso, se puede procesar una entrada que haga que se logre un nivel de iluminación aún mayor.
- La figura 2 ilustra una vista ampliada de las áreas 134, 135, 136 dentro del área 130. El área 134, por ejemplo, incluye al menos una ventana 220 y una puerta 210. La ventana 220 permite la entrada de luz natural en el área 130. El área 130 incluye además iluminación o al menos un elemento 240 de iluminación que proporciona iluminación al área. Un conmutador 230 enciende o apaga los elementos 240 seleccionados de iluminación dentro del área 130. El conmutador 230 puede ser uno de un conmutador de encendido/apagado convencional, un conmutador de sensor de movimiento y un sensor de luz ambiental u otro dispositivo que pueda controlar la salida de iluminación de los elementos 240 de iluminación.
- El área 135 está en un área abierta o de servicio que también incluye al menos un elemento 240 de iluminación. El área 135 de servicio puede representar un pasillo entre diferentes áreas. Un conmutador que controla los elementos 240 de iluminación dentro del área 135 de servicio puede ser local o puede ser remoto al área, en donde el conmutador remoto puede controlar elementos de iluminación en una pluralidad de áreas de servicios.
- El área 136 representa un área encerrada que incluye una puerta 250 pero carece de ventana. En este caso, la iluminación proporcionada por iluminación o elementos de iluminación es la única fuente de iluminación en el área 136.
- De acuerdo con los principios de la invención, se divulgan métodos para gestionar los elementos de iluminación en cada tipo de área.
- Con referencia al área 134, que incluye tanto la luz de día como al menos una fuente de luz eléctrica (es decir, artificial), se sabe que la intensidad de la luz generada por la fuente de luz artificial puede reducirse a medida que la intensidad de la luz de día aumenta.
- Sin embargo, la eficacia luminosa y el índice de representación de color (CRI) son dos métricas clave de rendimiento de las fuentes de luz. La eficacia luminosa de una fuente es una medida de la eficiencia con la que una fuente de luz produce luz visible. Es la relación entre el flujo luminoso total emitido y la potencia eléctrica de entrada. La eficacia luminosa se expresa típicamente en lúmenes por vatios (lm/W) en unidades SI.
- El CRI es la medida de la capacidad de una fuente de luz para representar los colores verdaderos de los objetos físicos en comparación con una fuente de luz ideal o natural. El rendimiento de representación de color de una fuente está determinado por su distribución de potencia espectral. Un amplio espectro de emisión distribuido en toda la región visible generalmente da como resultado CRI altos. Una forma predefinida de luz natural y un radiador de cuerpo negro tienen un valor de CRI de 100. Para fines de iluminación general, los valores de CRI en los 70 se consideran "aceptables" y los valores superiores a 80 se consideran "buenos". Las fuentes de luz CRI más altas son

deseables en estudios, museos, galerías de arte y salas de exposiciones, mientras que las fuentes de alta eficacia luminosa son deseables en aplicaciones de alumbrado público.

La eficacia luminosa y la representación de color se determinan únicamente por el espectro de la fuente. Existe una compensación fundamental entre la eficacia luminosa y el CRI. En otras palabras, las mejoras en la eficacia luminosa vienen a expensas de CRI y viceversa. Las fuentes de luz modernas, tales como los LED, permiten la sintonización dinámica de CRI.

Por lo tanto, de acuerdo con los principios de la invención, se desea mantener el CRI de una combinación de luz de día y luz artificial (es decir, luz mixta) a un nivel objetivo deseado, mientras que ajusta dinámicamente el CRI de la fuente de luz eléctrica en respuesta a la variación a la luz de día. Dado que el CRI de la luz de día está cerca de 100, si la contribución de la luz de día en la luz mixta aumenta, entonces el CRI de la fuente de luz artificial se puede reducir al mantener el CRI de la luz mixta sobre un nivel deseado, objetivo o predeterminado. Por ejemplo, durante la noche cuando la luz de día está ausente, el CRI de la fuente de luz artificial se puede establecer en un valor deseado (por ejemplo, 85) para mantener un entorno de iluminación de calidad. Por otro lado, cuando la contribución de la luz de día y la luz artificial es igual (por ejemplo, 50% cada una) en un entorno de luz visible mixto, entonces el CRI de la luz artificial se puede configurar a un valor inferior (por ejemplo, 70) mientras se alcanza un CRI general deseado para la luz mixta. Es decir, un CRI inferior de 70 con un 50% de contribución y una luz de día de 100 con un 50% de contribución produce un total de CRI de 85 (es decir, $70*0.5+100*0.5=85$). En este caso, se puede lograr un ahorro de energía significativo al mantener la calidad de la luz mixta.

La figura 3 ilustra un diagrama de flujo de un proceso 300 de ejemplo para controlar el CRI en vista de una condición de iluminación de acuerdo con los principios de la invención. En este proceso de ejemplo, la iluminación general, en una ubicación de referencia (por ejemplo, el área 134), es la suma de iluminancia de la luz de día, I_D e iluminancia de luz artificial, I_E . En el paso 310, se hace una determinación de la iluminación de la intensidad de la luz eléctrica (artificial) y en el paso 320 se hace la determinación de la iluminancia de la luz de día (luz natural) en la ubicación de referencia. En el bloque 330, se hace una determinación de una relación (indicada por θ) de iluminancia de la luz de día I_E , a la iluminancia general ($I_D + I_E$) en la ubicación de referencia.

$$\theta = \frac{I_E}{I_D + I_E}, 0 \leq \theta \leq 1$$

Una contribución normalizada de la luz eléctrica a la iluminancia total en la misma ubicación viene dada por $1-\theta$.

$$1 - \theta = \frac{I_E}{I_D + I_E}$$

En el bloque 340 se obtienen y/o determinan el CRI de cada una de las fuentes de luz artificial, la luz de día y la luz mixta. El CRI de luz de día, luz eléctrica y luz mixta (es decir, luz de día + luz eléctrica) se indican mediante C_D , C_E y C_M , respectivamente. La relación entre estas cantidades se caracteriza por la siguiente ecuación.

$$\theta C_D + (1 - \theta)C_E = C_M$$

El CRI de la luz de día es bien conocido y se puede fijar (bloque 350).

El valor en tiempo real de θ se puede determinar usando fotosensores (véase figura 1B). Como se mencionó anteriormente, el CRI preferido de luz mixta depende de la aplicación. Para fines de iluminación general, los valores de CRI en los 70 se consideran "aceptables" y los valores superiores a 80 se consideran "buenos". Por lo tanto, se puede establecer un valor de CRI objetivo con base en las condiciones que se pueden determinar con base en los deseos del usuario.

Para una aplicación dada, el valor deseado de CRI para la luz mixta también se puede fijar (bloque 360). Por lo tanto, un valor mínimo de CRI para que la luz eléctrica mantenga un CRI de luz mixta en o por encima de un umbral deseado (nivel objetivo) se puede derivar en el bloque 370 como:

$$C_E \geq \text{Máx} \left[0, \frac{C_M - \theta * C_D}{1 - \theta} \right]$$

En el bloque 380, mantener el CRI de luz eléctrica al menos C_E asegurará que el CRI de luz mixta sea al menos C_M .

La figura 4 ilustra un gráfico 400 de la operación del ajuste del CRI en vista de un cambio en la luz natural que puede ingresar a un área cerrada, (por ejemplo, área 134) mientras se mantiene un CRI deseado o predeterminado de luz

mixta de acuerdo con un horario predeterminado de acuerdo con los principios de la invención. En esta operación de ejemplo, la figura 4 representa, en el eje x, una hora del día entre las 12:00 a.m. de una fecha de ejemplo del 1 de enero de 2012 hasta las 12:00 a.m. del día siguiente (es decir, el 2 de enero de 2012). El eje y más a la izquierda representa una iluminancia (en lux) de un área, un espacio o un entorno y el eje y más a la derecha representa el CRI dentro del espacio (o entorno).

La línea 410 representa una variación típica en la iluminancia de la luz de día (en lux) a lo largo del día en una ubicación de referencia (espacio, entorno) entre las 12 a.m. de un día y las 12 a.m. del día siguiente. Como se reconocerá, a medida que aumenta la luz de día desde el amanecer (aproximadamente a las 6 a.m.) hasta la puesta del sol (aproximadamente a las 6 p.m.), la iluminancia de la luz natural aumenta desde un valor mínimo (a las 6 a.m.) a un valor máximo (por ejemplo, 380 lux) a las 12 p.m. hasta un valor mínimo (a las 6 p.m.).

Como un ejemplo del procesamiento de la presente invención, una iluminancia objetivo en la ubicación de referencia (por ejemplo, el área 134) es de 500 lux. Para mantener la iluminancia de 500 lux, las fuentes de luz artificial se atenuan (es decir, atenuación de la intensidad) en proporción al aumento de la iluminancia de la luz de día. Por lo tanto, la iluminancia aportada por las fuentes de luz artificial, que se muestra en la línea 430, disminuye a medida que aumenta la iluminancia de la luz de día. Por lo tanto, la iluminancia de la fuente de luz artificial, que puede establecerse inicialmente en la iluminancia objetivo de 500 lux para mantener la iluminancia objetivo cuando no hay luz de día, se reduce a medida que la iluminancia de la luz de día aumenta de aproximadamente 6 a.m. a aproximadamente 12 p.m. La iluminancia de la fuente de luz eléctrica se puede aumentar a medida que la iluminancia de la luz de día disminuye de 12 p.m. a 6 a.m., de modo que la iluminancia de la luz mixta creada por la combinación de la luz de día y las fuentes de luz artificial mantiene la iluminancia deseada (por ejemplo, 500 lux).

Además, la línea 405 ilustra un CRI típico de luz natural (es decir, 100 por ciento) y la línea 440 ilustra el CRI variable de la fuente de luz eléctrica de acuerdo con los principios de esta invención para mantener un CRI deseado (es decir, 85 según lo presentado por la línea 420) de la luz mixta. En este ejemplo ilustrado, el CRI de la fuente de luz eléctrica se establece en un valor deseado (por ejemplo, 85) en ausencia de luz de día (por ejemplo, entre las 12 a.m. y las 6 a.m.). A medida que la luz de día aumenta de 6 a.m. a 12 p.m., el CRI de las fuentes de luz eléctricas se altera, ya que las fuentes de luz eléctricas están intensificadas. Por lo tanto, al variar el CRI de las fuentes de luz eléctrica, ya que las fuentes de luz eléctricas son intensidad atenuada, el CRI de la luz mixta se puede mantener en el nivel deseado (por ejemplo, 85) como se representa por la línea 420. Adicional, como la luz de día disminuye (12 p.m. a 6 a.m.), el CRI de las fuentes de luz eléctricas de nuevo aumenta tal que el CRI combinado de la luz mixta (es decir, la fuente de luz de día y la fuente de luz artificial) se mantiene en el nivel deseado (por ejemplo, 85).

En consecuencia, variando dinámicamente el CRI de la luz eléctrica en presencia de la fuente de luz natural, se puede ahorrar una energía significativa por encima de los ahorros que proporciona la atenuación de intensidad convencional mientras se mantiene la calidad de la iluminación general.

La figura 5 ilustra un gráfico 500 de otra operación de ejemplo del ajuste del CRI de una fuente de luz de acuerdo con los principios de la invención. En esta operación de ejemplo, el eje x y el eje y derecho y el eje y izquierdo de la figura 5 son los mismos que los de la figura 4 y no es necesario repetirlos en este documento.

La línea 510 representa una variación típica en la iluminancia de la luz de día (en lux) a lo largo del día en una ubicación de referencia entre las 12 a.m. hasta las 12 a.m., Como se describió anteriormente. Una iluminancia objetivo en la ubicación de referencia (por ejemplo, el área 134) se establece nuevamente en un ejemplo de 500 lux. Para mantener una iluminancia de 500 lux, las luces eléctricas se atenuan en proporción a la luz de día que está representada por la línea 530 (atenuación de intensidad), como se describió anteriormente con respecto a la figura 4. Sin embargo, en este caso, como la iluminancia de la luz natural excede los 500 lux deseados, aproximadamente a las 10 a.m., la salida de las fuentes de iluminación o de luz artificial se lleva a cero (línea 540). Es decir, como la luz de día por sí sola es suficiente para proporcionar la iluminancia objetivo, no hay necesidad de gastar energía en proporcionar iluminancia de las fuentes de luz artificial. A medida que las fuentes de luz artificial se llevan a salida cero, el CRI de la fuente de luz artificial también es cero y el CRI de la luz mixta aumenta de 85 (línea 520) a 100 (línea 505), que es comparable al CRI de la luz natural. De manera similar, a medida que la luz natural disminuye con el paso del tiempo, la iluminancia de la luz de día cae por debajo de la iluminancia objetivo (aproximadamente a las 2 p.m.) y las fuentes de luz artificial se enciende para proporcionar suficiente iluminancia para mantener la iluminancia objetivo. La iluminancia de las fuentes de luz artificial aumenta a medida que disminuye la luz de día, de modo que se mantiene la iluminancia objetivo (por ejemplo, 500 lux). Además, el CRI de las fuentes de luz artificial aumenta, como se representa en la línea 530 para mantener el CRI de luz mixta en el nivel deseado (por ejemplo, 85).

Las figuras 6 y 7 ilustran los gráficos 600, 700, respectivamente, de una operación de ejemplo del ajuste del CRI de una fuente de luz, eléctrica o de luz artificial sin atenuación de intensidad de la fuente de luz artificial de acuerdo con los principios de la invención. Los ejes de las figuras 6 y 7 son similares a los descritos con respecto a la figura 4 y no es necesario repetir de nuevo la descripción de estas cantidades en este documento.

En la figura 6, la línea 610 representa la iluminancia de la luz natural y la línea 630 representa la iluminancia aportada por la fuente de luz artificial. Las líneas 605 y 620 representan el CRI de la luz natural y una luz mixta objetivo, respectivamente, como se describió anteriormente. La línea 640 representa el ajuste al CRI de las fuentes de luz eléctrica a medida que la iluminancia de la luz de día (línea 610) aumenta (y disminuye) para mantener el CRI objetivo de la luz mixta (luz de día + fuente de luz) en el nivel objetivo (por ejemplo, 85).

Por lo tanto, el CRI de la fuente de luz artificial se ajusta, como se describió anteriormente (línea 640), mientras que la iluminancia de la fuente de luz artificial permanece constante a medida que la fuente de luz no está atenuada (línea 630).

En la figura 7, que ilustra un caso similar a la figura 5, en donde la iluminancia de la luz de día excede la iluminancia objetivo (por ejemplo, 500 lux) y similar a la figura 6, en donde las fuentes artificiales no están atenuadas. En este caso, la línea 710 representa la iluminancia de la luz natural, que se vuelve mayor que la luminancia objetivo deseada (es decir, 500 lux) durante el período aproximadamente entre las 10 a.m. y las 2 p.m. La línea 705 representa el CRI de la luz natural (es decir, 100), como se describió previamente y la línea 720 representa el CRI de la luz mixta mantenida en el nivel objetivo deseado (por ejemplo, 85). La línea 730 representa la iluminancia de las fuentes de luz artificial y la línea 740 ilustra el ajuste del CRI de la fuente de luz artificial a medida que aumenta la iluminancia de la luz natural sin atenuar las fuentes de luz.

Se observará que debido a que la fuente de luz eléctrica no se atenúa y permanece en un estado "encendido", y el CRI de la luz mixta permanece en el CRI deseado, se ajusta el CRI de las fuentes de luz artificial (línea 740) a medida que aumenta/disminuye la iluminancia de la fuente de luz natural (es decir, la luz de día).

Como se apreciará, los principios de la invención pueden extenderse para tener en cuenta la distribución no uniforme de la luz de día y múltiples fuentes de luz en un espacio.

Normalmente, en entornos o áreas interiores, la luz de día entra en el espacio a través de ventanas o tragaluces. La intensidad de la luz de día disminuye en el interior del espacio a medida que aumenta la distancia desde la ventana o el tragalujo. Además, la mayoría de los espacios se iluminan con múltiples fuentes de luz/luminarias (véase figura 2, elementos 240). Por tanto, el CRI general en una ubicación de referencia dentro de un área (por ejemplo, 130) es una suma de la combinación lineal ponderada de CRI de fuentes de luz (luz de día + luz eléctrica). El peso de cada fuente de luz es la fracción de iluminancia aportada por esa fuente. En este escenario, derivar el CRI de cada fuente de luz eléctrica individualmente utilizando el proceso anterior dará como resultado una distribución CRI aproximada.

Por lo tanto, para proporcionar una solución más completa de la distribución de CRI de múltiples fuentes de luz, cuando un entorno está iluminado por N fuentes de luz CRI sintonizables y luz de día, se pueden definir M puntos de referencia en el entorno donde un CRI deseado de luz mixta por encima de un valor C_M predefinido debe mantenerse. La iluminancia aportada por la fuente de luz eléctrica i en un punto de referencia j se indica con I_{ij} . La iluminancia aportada por la luz de día en un punto de referencia j se indica con I_{Dj} . El CRI de la luz de día es constante y se indica mediante C_D . El objetivo es encontrar el CRI de cada fuente de luz eléctrica (i) indicado por c_{Ei} de manera que se minimice la suma de los CRI de todas las fuentes de luz eléctrica. El rango factible de c_{Ei} está limitado por el límite superior ($C_{EMáx}$) y los límites inferiores ($C_{EMín}$). Se tiene en cuenta que en la siguiente formulación del problema, a excepción de los CRI de las fuentes de luz eléctrica (c_{Ei}), todas las demás cantidades son fijas.

La iluminancia (I_{Dj}) aportada por la luz de día en un punto de referencia j puede medirse mediante un fotosensor situado en el punto j cuando todas las fuentes de luz eléctrica están apagadas. La iluminancia aportada por la fuente de luz eléctrica i en un punto de referencia j puede medirse mediante un fotosensor colocado en el punto j cuando la fuente de luz eléctrica i está encendida pero todas las demás fuentes de luz están apagadas y no hay luz de día. Si hay luz de día entonces la luz de día se puede restar de la medición del fotosensor para derivar la contribución de una luz eléctrica determinada.

$$\text{Mín} \sum_{i=1}^N c_{Ei}$$

$$\sum_{i=1}^N \frac{I_{ij}}{\sum_{k=1}^N I_{kj} + I_{Dj}} c_{Ei} + \frac{I_{Dj}}{\sum_{k=1}^N I_{kj} + I_{Dj}} C_D \geq C_M \quad \forall j = 1, \dots, M$$

$$C_{EMín} \leq c_{Ei} \leq C_{EMáx} \quad \forall i = 1, \dots, N$$

- Lo anterior es un problema de optimización lineal que puede resolverse fácilmente usando métodos bien conocidos. Este problema debe resolverse nuevamente siempre que cambie la intensidad de la luz de día o de la luz eléctrica. Cuando no hay luz de día, se encuentra fácilmente una solución factible estableciendo $c_{EI} = C_M$ para todo $i = 1, \dots, N$. En otras palabras, en ausencia de luz de día, todas las luces eléctricas se pueden configurar en el CRI predefinido para garantizar que se cumplan los requisitos de CRI.
- De acuerdo con un aspecto de la invención, cuando no hay luz de día (es decir, cuando la hora es entre las 12 a.m. y las 6 a.m. y entre las 6 p.m. y las 12 a.m. en la figura 4, o cuando la iluminación está dentro del área 136 (sin fuente de luz exterior), entonces el CRI de la fuente de iluminación se puede ajustar para aprovechar una compensación entre el CRI y la eficiencia luminosa.
- Una de las aplicaciones de este método es ahorrar costes reduciendo la carga durante los períodos de demanda máxima y de precios. Las empresas de servicios públicos tienen que construir infraestructura para satisfacer la demanda máxima que generan un mayor gasto de capital. Además, el coste de generar potencia adicional a corto plazo es significativamente mayor porque emplea tecnologías costosas. Por lo tanto, para reducir la demanda máxima, las empresas de servicios públicos animan a sus clientes a reducir la demanda máxima cobrándoles más en proporción a su demanda máxima. Los clientes tienen incentivos financieros para gestionar activamente su demanda y reducir la carga innecesaria para evitar picos de demanda. Además, durante la escasez de energía, las empresas de servicios públicos envían una señal de respuesta a la demanda a los clientes que solicitan y en algún momento les obligan a reducir la demanda.
- Además de los cargos basados en la demanda máxima, los clientes también pagan con base en el uso real de electricidad medido en kWh (kilovatios hora). Las tasas de electricidad varían según la hora del día y según la temporada. Para incentivar el desplazamiento/reducción de carga, las empresas de servicios públicos cobran tarifas más altas durante las horas pico y tarifas inferiores durante las horas valle. Algunas empresas de servicios públicos tienen tres horarios de tasas para las duraciones pico, pico medio y valle, donde las tasas de electricidad durante las duraciones pico son típicamente las más altas, seguidas de la duración de pico medio, seguidas de la duración valle. Por lo tanto, para los clientes sería beneficioso no solo reducir la demanda pico, sino también consumir menos potencia de la malla durante las horas pico.
- Para evitar que los picos de demanda abrumen la malla durante períodos críticos de escasez, el coste de la electricidad durante eventos críticos de precios máximos es generalmente un orden de magnitud más alto en comparación con los períodos valle. Por lo tanto, reducir la carga de la malla durante los períodos pico y CPP puede reducir significativamente los costes de energía.
- Por ejemplo, durante los períodos valle (por ejemplo, de 11 p.m. a 8 a.m., entre semana y todo el día los fines de semana, incluidos los días festivos durante la temporada de verano), el CRI de las fuentes de luz de iluminación artificial se puede establecer en un valor mínimo especificado, mientras que durante las horas pico (por ejemplo, del mediodía a las 6 p.m., días de semana excepto feriados durante la temporada de verano) se puede permitir que el CRI de las fuentes de luz eléctrica se desvíe hacia abajo mientras se maximiza la eficacia luminosa. De manera similar, cuando una fuente de luz opera en un modo de ahorro de demanda (por ejemplo, durante una respuesta a la demanda o un evento crítico de precio pico), los intentos de maximizar la eficacia luminosa mientras se sacrifica el CRI pueden proporcionar ahorros significativos. Así, cuando un área, por ejemplo, 136 de la figura 2, está ocupada (es decir, un modo de confort), la presente invención mantiene el CRI en un valor mínimo definido por defecto mientras intenta mejorar la eficacia luminosa.
- La figura 8 ilustra el diagrama 800 de transición de estado de una realización de ejemplo de la invención. En esta realización, las fuentes 240 de luz (figura 2) opera en un modo (810) de ahorro de demanda o en un modo (820) de confort. Si una fuente de luz opera en modo (810) de ahorro de demanda o en modo (820) de confort se decide con base en las señales de respuesta a la demanda de la empresa de servicios públicos o las entradas de un administrador de instalaciones (por ejemplo, la malla de potencia). En el modo (820) de confort, es deseable un valor CRI más alto para el confort y agudeza visual de los ocupantes. Por lo tanto, de acuerdo con los principios de esta invención, en el modo (82) de confort, la fuente de luz se acciona para maximizar la eficacia luminosa mientras se mantiene el CRI por encima de un umbral indicado por H en la figura 8. Por otro lado, cuando el modo (810) de ahorro de demanda está activado, la fuente de luz esaccionada para maximizar la eficacia luminosa mientras se mantiene el CRI por encima de un umbral indicado por L en la figura 8. En esta realización, $0 < L \leq H \leq 100$. Aumentos de eficacia adicionales que se pueden lograr debido a un cambio en el umbral de CRI de un valor alto H a un valor bajo L es proporcional a la diferencia absoluta entre H y L. Una gran diferencia conduce a un mayor ahorro de energía y viceversa.
- La figura 9 ilustra un diagrama 900 de transición de estado de un segundo aspecto de la invención. En este aspecto de la invención, la fuente de luz opera en uno de los tres modos, a saber, valle 910, pico medio 920 y pico 930. La transición de estado entre diversos modos está gobernada por el tiempo de uso y/o precios de servicios públicos. Por ejemplo, durante los períodos de precios valle, la fuente opera en un modo 910 valle. De manera similar, durante un período de precios pico, la fuente opera en un modo 930 en modo pico.

En el período (910) valle, es deseable un valor de CRI más alto. Por lo tanto, de acuerdo con los principios de esta invención, la fuente de luz se acciona para maximizar la eficacia luminosa mientras se mantiene el CRI por encima de un umbral indicado por H. Por otro lado, durante el período (930) de pico, la fuente de luz se acciona para maximizar la eficacia luminosa mientras se mantiene el CRI por encima de un umbral indicado por L. Durante el período (920) de pico medio, la fuente de luz se acciona para maximizar la eficacia luminosa mientras se mantiene el CRI por encima de un umbral indicado por M. En esta realización, $0 < L \leq M \leq H \leq 100$. Normalmente, $L < M < H$.

Se entiende que en muchas aplicaciones, la intensidad de la luz puede cambiar con el cambio en el modo de operación. Por ejemplo, las luces pueden atenuarse en el modo de ahorro de demanda. Además, la CCT de la fuente también puede cambiar además de la atenuación de la fuente. Los principios de este aspecto de la invención se pueden aplicar independientemente de si las luces se atenúan, aumentan el brillo o se mantienen al mismo nivel, o si la CCT de la fuente de luz se cambia o se mantiene al mismo nivel.

Otro aspecto de la invención es aprovechar dinámicamente el compromiso entre el CRI y la eficacia luminosa con base en las condiciones de operación para ahorrar energía. Por ejemplo, cuando el espacio está ocupado, el CRI se establece en el valor especificado (es decir, los valores objetivo), mientras que cuando el espacio está desocupado, el CRI se puede desviar hacia abajo mientras se maximiza la eficacia luminosa. De manera similar, cuando una fuente de luz opera en modo de ahorro de energía, de acuerdo con los principios de la invención, se intenta maximizar la eficacia luminosa mientras se sacrifica el CRI mientras que en un modo de confort la invención mantiene el CRI a un valor definido por defecto mientras se intenta para mejorar la eficacia luminosa.

La figura 10 ilustra un diagrama 1000 de transición de estado en áreas tales como 133, figura 2, en donde se puede requerir que se mantenga la iluminación tanto si el área está ocupada como si no, ya que esta área puede representar una ruta de emergencia.

En esta realización, la fuente 240 de luz opera en un modo 1010 ocupado o en un modo 1020 desocupado. Si un espacio (por ejemplo, 133) está ocupado o desocupado se decide con base en las entradas de los sensores de ocupación/movimiento asociados (u otros tipos de sensores) que monitorizan el espacio. Hay una variedad de sensores de ocupación disponibles en el mercado que pueden detectar si un espacio está ocupado o desocupado utilizando tecnología de infrarrojos, ultrasonido y/o microondas. En el estado 1010 ocupado, es deseable un valor CRI más alto para el confort y agudeza visual de los ocupantes. De manera similar, en aplicaciones de vigilancia, cuando se detecta movimiento, se prefiere un valor CRI más alto para una mejor calidad de imagen. Por lo tanto, de acuerdo con los principios de esta invención, en el estado 1010 ocupado, la fuente de luz se acciona para maximizar la eficacia luminosa mientras se mantiene el CRI por encima de un umbral (valor objetivo) indicado por H. Por otro lado cuando el espacio está vacío (desocupado), 1020, la fuente de luz es accionada para maximizar la eficacia luminosa mientras se mantiene el CRI por encima de otro umbral indicado por L. En esta realización de la invención, $0 < L \leq H \leq 100$. Aumentos de eficacia adicionales que se pueden lograr debido al cambio en el umbral de CRI de un valor alto H a un valor bajo L es proporcional a la diferencia absoluta entre H y L. Una gran diferencia conduce a un mayor ahorro de energía y viceversa.

La figura 11 ilustra un diagrama de transición de estado de otra realización de la invención. En esta realización, la fuente de luz opera en un modo 1110 de confort o en un modo 1120 de ahorro de energía. La transición de estado entre los modos de confort y ahorro de energía puede estar gobernada por una o más de las siguientes condiciones.

1) Cuando la potencia proviene de una red eléctrica, el módulo opera en el modo 1110 de confort. Sin embargo, el módulo pasa al modo 1120 de ahorro de energía si se interrumpe la fuente de potencia principal y se utiliza una fuente de potencia de respaldo (por ejemplo, batería) para potenciar el módulo.

2) El módulo opera en modo 1110 de confort durante las horas de operación normales. Sin embargo, después del cierre (por ejemplo, noches y fines de semana), el módulo puede pasar al modo 1120 de ahorro de energía con base en el horario predefinido.

3) En aplicaciones tales como cinematografía y fotografía, el módulo de luz puede operar en el modo 1120 de ahorro de energía cuando la cámara está inactiva. Por otro lado, el módulo de luz se puede accionar en el modo 1110 de confort cuando la cámara está encendida.

En el modo 1110 de confort es deseable un valor CRI más alto. Por lo tanto, de acuerdo con los principios de esta invención, la fuente de luz se acciona para maximizar la eficacia luminosa mientras se mantiene el CRI por encima de un umbral (un valor objetivo) indicado por H. Por otra parte, durante el modo 1120 de ahorro de energía, la fuente de luz se acciona para maximizar la eficacia luminosa mientras se mantiene el CRI por encima de un umbral (un valor objetivo) indicado por L. En esta realización $0 < L \leq H \leq 100$. Normalmente, $L < H$.

Se entiende que en muchas aplicaciones, la intensidad de la luz puede cambiar con el cambio en el modo de operación. Por ejemplo, las luces pueden atenuarse en el modo de ahorro de energía. Los principios de esta invención se pueden aplicar independientemente de si las luces se atenúan, se iluminan o se mantienen al mismo nivel.

- Otro aspecto de la invención es sintonizar dinámicamente la CCT (temperatura de color correlacionada) con base en las condiciones de operación para ahorrar energía. Por ejemplo, cuando el espacio está ocupado, la CCT se establece en el valor especificado, mientras que cuando el espacio está desocupado, la CCT se sacrifica para una mayor eficacia luminosa. De manera similar, cuando una fuente de luz opera en modo de ahorro de energía, de acuerdo con los principios de la invención, la eficacia luminosa se puede maximizar mientras permite que la CCT se desvíe, mientras que en el modo de confort mantiene la CCT en un valor definido por defecto (es decir, valor objetivo) mientras se intenta mejorar la eficacia luminosa.
- 5 La figura 12 ilustra un diagrama de transición de estado de una realización de la invención. En esta realización, la fuente de luz opera en el modo 1210 ocupado o en el modo 1220 desocupado. Si un espacio está ocupado o desocupado se decide con base en la entrada o entradas del sensor o sensores de ocupación/movimiento asociados que monitorizan el dicho espacio. Hay una variedad de sensores de ocupación disponibles en el mercado que pueden detectar si un espacio está ocupado o desocupado utilizando tecnología de infrarrojos, ultrasonido y/o microondas. En el estado ocupado, la CCT se puede ajustar para el confort y agudeza visual de los ocupantes. De manera similar, en las aplicaciones de vigilancia, cuando se detecta movimiento, la CCT puede sintonizarse para obtener una mejor calidad de imagen. Por lo tanto, de acuerdo con los principios de esta invención, en el estado ocupado, la fuente de luz es accionada para maximizar la eficacia luminosa mientras se mantiene la CCT cerca del umbral indicado por A. Por otro lado, cuando el espacio está desocupado (1120), la fuente de luz es accionada para maximizar la eficacia luminosa mientras se mantiene la CCT cerca de un umbral indicado por B. Normalmente, para la luz blanca generada por LED azul y convertida por fósforo, A < B, es decir, generar una luz blanca fría de CCT más alta es generalmente más eficiente que generar una luz blanca cálida de CCT inferior. Las ganancias de eficacia adicionales que se pueden lograr debido al cambio en el umbral de CCT son proporcionales a la diferencia absoluta entre A y B. Una gran diferencia conduce a un mayor ahorro de energía y viceversa.
- 10 15 20 25
- La figura 13 ilustra un diagrama 1300 de transición de estado de otra realización de la invención. En esta realización, la fuente de luz opera en el modo 1310 de confort o en el modo 1320 de ahorro de energía. La transición de estado entre los modos de confort y ahorro de energía podría estar gobernada por una o más de las siguientes condiciones.
- 30 35 40 45 50
- 1) Cuando la potencia proviene de la red eléctrica, el módulo opera en modo confort. Sin embargo, el módulo pasa al modo de ahorro de energía si se interrumpe la red de potencia eléctrica y se utiliza la fuente de potencia de respaldo (por ejemplo, la batería) para potenciar el módulo.
- 2) El módulo opera en modo confort durante las horas de operación habituales. Sin embargo, después del cierre (por ejemplo, noches y fines de semana), el módulo puede pasar al modo de ahorro de energía con base en el horario predefinido.
- 3) En aplicaciones tales como cinematografía y fotografía, el módulo de luz puede operar en modo de ahorro de energía cuando la cámara está inactiva. Por otro lado, el módulo de luz se puede accionar en modo confort cuando la cámara está encendida.
- 4) En una aplicación de respuesta a la demanda, si un módulo opera en modo de ahorro de energía o en modo de confort se decide con base en las señales de respuesta a la demanda de la empresa de servicios públicos o las entradas del administrador de la instalación.
- 45 50
- En el modo 1310 de confort, la CCT se ajusta para el confort visual de los ocupantes o para cumplir con los requisitos de las aplicaciones (por ejemplo, fotografía). Por lo tanto, de acuerdo con los principios de esta invención, la fuente de luz se acciona para maximizar la eficacia luminosa mientras se mantiene la CCT cerca de un umbral indicado por X. Por otro lado, durante el modo 1320 de ahorro de energía, la fuente de luz se acciona para maximizar la eficacia luminosa mientras se mantiene la CCT cerca de un umbral indicado por Y. Como se discutió anteriormente, típicamente, X<Y.
- 55
- La figura 14 ilustra un diagrama 1400 de transición de estado de otra realización más de la invención. En esta realización, la fuente de luz opera en uno de los tres modos, a saber, valle 1410, pico medio 1420 y pico 1430. La transición de estado entre diversos modos se rige por el tiempo de uso y/o precios de servicio. Por ejemplo, durante el período de precios valle, la fuente opera en modo valle. De manera similar, durante el período de precios pico, la fuente opera en modo pico.
- 60 65
- Durante el período 1410 valle, la CCT se ajusta para la comodidad visual de los ocupantes. Por lo tanto, de acuerdo con los principios de esta invención, la fuente de luz es accionada para maximizar la eficacia luminosa mientras se mantiene la CCT alrededor de un umbral (valor objetivo) indicado por L. Por otro lado, durante el período 1430 de pico, la fuente de luz es accionada para maximizar la eficacia luminosa mientras se mantiene la CCT alrededor de un umbral (valor objetivo) indicado por H. Durante el período 1420 de pico medio, la fuente de luz es accionada para maximizar la eficacia luminosa mientras se mantiene la CCT alrededor de un umbral (valor objetivo) indicado por M. Dado que la eficiencia de los LED es proporcional a la CCT, una CCT más alta significa una mayor eficiencia. Por lo tanto, típicamente, L<M<H.

Se entiende que en muchas aplicaciones, la intensidad de la luz puede cambiar con el cambio en el modo de operación. Por ejemplo, las luces pueden atenuarse en el modo valle. Además, la CCT de la fuente también puede cambiar además de la atenuación. Los principios de esta invención se pueden aplicar independientemente de si las luces se atenúan, se iluminan o se mantienen al mismo nivel, o se cambia o se mantiene el CRI de la fuente de luz en el mismo nivel.

Aunque los principios de la invención se describen con respecto a CRI y CCT, los métodos divulgados en este documento son igualmente aplicables a otras métricas o características de representación de color, tales como escala de calidad de color (CQS), índice de área de gama (GAI), escala de área de gama (GAS), índice de representación de armonía de color (HRI) y Delta-uv (Duv).

Los métodos descritos anteriormente de acuerdo con la presente invención se pueden implementar en hardware, firmware o según software o código de ordenador que se puede almacenar en un medio de grabación tal como un CD ROM, una RAM, un disquete, un disco duro, o un disco magneto-óptico o código de ordenador descargado a través de una red originalmente almacenado en un medio de grabación no transitorio remoto o un medio legible por máquina no transitorio y para ser almacenado en un medio de grabación local, de modo que los métodos descritos en este documento puedan ser representados en dicho software que se almacena en el medio de grabación utilizando unos ordenadores de propósito general, o unos procesadores especiales o en hardware programables o dedicados, tal como un ASIC o FPGA. Como se entenderá en la técnica, los ordenadores, los procesadores, los controladores de microprocesador o los hardware programables incluyen componentes de memoria, por ejemplo, RAM, ROM, Flash, etc. que puede almacenar o recibir software o código de ordenador que, cuando se accede y ejecuta por ordenadores, procesadores o hardware implementan los métodos de procesamiento descritos en este documento. Además, se reconocería que cuando unos ordenadores de propósito general acceden al código para implementar el procesamiento que se muestra en este documento, la ejecución del código transforma los ordenadores de propósito general en unos ordenadores de propósito especial para ejecutar el procesamiento que se muestra en este documento.

Las expresiones "un" o "uno, una" como se usan en este documento son para describir elementos y componentes de la invención. Esto se hace simplemente por conveniencia y para dar un sentido general de la invención. La descripción en este documento debe leerse para incluir uno o al menos uno y el singular también incluye el plural a menos que se indique lo contrario.

La expresión "comprende", "que comprende", "incluye", "que incluye", "como", "que tiene", o cualquier otra variación de los mismos, está destinado a cubrir inclusiones no exclusivas. Por ejemplo, un proceso, un método, un artículo o aparato que comprende una lista de elementos no está necesariamente limitado solo a esos elementos, sino que puede incluir otros elementos no enumerados expresamente o inherentes a dicho proceso, método, artículo o aparato. Además, a menos que se indique expresamente lo contrario, la expresión "o" se refiere a un "o" inclusivo y no a un "o" exclusivo. Por ejemplo, una condición A o B se satisface mediante uno cualquiera de los siguientes: A es verdadera (o está presente) y B es falsa (o no está presente); A es falso (o no está presente) y B es verdadero (o está presente); y tanto A como B son verdaderos (o están presentes).

REIVINDICACIONES

1. Un método, operable en un sistema informático, para gestionar la iluminación en un entorno, el método que comprende:

- 5 recibir información de iluminancia asociada con al menos una fuente de iluminación artificial dentro de dicho entorno (310);
 caracterizado por
 10 determinar un valor de iluminancia asociado con una fuente (320) de luz natural; determinar una proporción de dicha iluminancia de dicha fuente de luz natural con respecto a una iluminancia de una luz mixta, dicha luz mixta que representa la iluminancia de dicha al menos una fuente de iluminación artificial y dicha fuente (330) de luz natural;
 y
 determinar un índice de representación de color (CRI) de dicha luz mixta con base en un índice de representación de color (CRI) correspondiente de dicha al menos una fuente de luz artificial y dicha fuente (370) de luz natural; y
 15 ajustar dicha iluminancia de dicha al menos una fuente de luz artificial para lograr un nivel objetivo de iluminancia de dicha luz mixta;
 mientras que se ajusta dinámicamente dicho índice de representación de color (CRI) de dicha al menos una fuente de luz artificial para mantener un nivel objetivo de dicho índice de representación de color (CRI) con base en dicha relación determinada de iluminancia de dicha fuente de luz natural con respecto a una iluminancia de dicha luz (380)
 20 mixta.

2. El método de la reivindicación 1, que además comprende:

25 establecer dicho nivel objetivo de dicho índice de representación de color (CRI) con base en si dicho entorno es uno de: ocupado (1010) y desocupado (1020).

3. El método de la reivindicación 1, que además comprende:

25 establecer dicho nivel objetivo de dicho índice de representación de color (CRI) con base en si dicho entorno es uno de: un modo (820, 1110) de confort, un modo (830) de ahorro por demanda y un modo (1120) de ahorro de energía.

30 4. El método de la reivindicación 3, en donde dicho nivel objetivo de dicho índice de representación de color (CRI) es mayor en dicho modo de confort que dicho nivel objetivo en dicho modo de ahorro por demanda y dicho modo de ahorro de energía.

35 5. El método de la reivindicación 1, que además comprende:

35 establecer dicho nivel objetivo de dicho índice de representación de color (CRI) con base en una entrada asociada con un modo seleccionado de un grupo que consta de: pico, pico medio y valle, en donde dicho nivel objetivo de dicho pico es mayor que un nivel objetivo de dicho pico medio que es mayor que un nivel objetivo de dicho valle.

40 6. El método de la reivindicación 1, en donde dicho nivel objetivo de dicho índice de representación de color (CRI) se basa en uno de: un horario predeterminado, un tiempo de uso, un precio de servicio y un valor de entrada recibido.

45 7. Un sistema de gestión de la iluminación dentro de un entorno, dicho sistema que comprende:

45 una pluralidad de unidades de sensor dentro de dicho entorno;

45 un ordenador en comunicación con dicha pluralidad de unidades de sensor y una memoria, incluyendo la memoria un código, que cuando se accede por dicho ordenador, hace que dicho ordenador ejecute los pasos de:

50 recibir entradas de las seleccionadas de dicha pluralidad de unidades de sensor;

50 caracterizado por

50 determinar la iluminancia aportada por al menos una fuente de iluminación y una fuente de luz natural;

50 determinar un factor asociado con el porcentaje de iluminancia proporcionada por dicha fuente de luz natural con respecto a una iluminancia total proporcionada por una combinación de dicha fuente de luz natural y dicha al menos una fuente de iluminación; y

55 ajustar al menos una de la iluminancia y un índice de representación de color (CRI) de dicha al menos una fuente de luz a un nivel objetivo correspondiente con base en dicha iluminancia de dicha fuente de luz natural y una correspondiente al menos una fuente de luz adicional asociada con dicha fuente de luz natural, en donde dicho ajuste de dicho índice de representación de color (CRI) se basa en dicho factor determinado.

60 8. El sistema de la reivindicación 7, que además comprende:

60 establecer el nivel objetivo de dicho índice de representación de color (CRI) con base en si dicho entorno es uno de: ocupado y desocupado.

65 9. El sistema de la reivindicación 7, en donde dicho nivel objetivo de dicho índice de representación de color (CRI) es mayor en dicho entorno ocupado que dicho nivel objetivo en dicho entorno desocupado.

65 10. El sistema de la reivindicación 7, que además comprende:

establecer dicho nivel objetivo de dicho índice de representación de color (CRI) con base en si dicho entorno es uno de: un modo de confort, un modo de ahorro por demanda y un modo de ahorro de energía.

11. El sistema de la reivindicación 7, que además comprende:

5 establecer dicho nivel objetivo de dicho índice de representación de color (CRI) con base en una entrada asociada con un modo seleccionado de un grupo que consta de: pico, pico medio y valle, en donde dicho nivel objetivo de dicho pico es mayor que un nivel objetivo de dicho pico medio que es mayor que un nivel objetivo de dicho valle.

10 12. Un producto de programa informático que contiene código sobre el mismo, dicho código cuando se carga en un sistema informático hace que el sistema informático ejecute los pasos de:

recibir información de iluminancia asociada con al menos una fuente de iluminación dentro de dicho entorno; caracterizado por

15 recibir valor de iluminancia asociado con una fuente de luz natural; determinar una proporción de dicha iluminancia de dicha fuente de luz natural con respecto a una iluminancia de una luz mixta, dicha luz mixta que representa dicha al menos una fuente de iluminación y dicha fuente de luz natural;

y

determinar un índice de representación de color (CRI) de dicha luz mixta con base en un correspondiente al menos una característica adicional de dicha al menos una fuente de luz eléctrica y dicha fuente de luz natural; y

20 ajustar dicha iluminancia de dicha al menos una fuente de luz eléctrica para lograr un nivel objetivo de iluminancia de dicha luz mixta;

mientras que se ajusta dinámicamente dicho índice de representación de color (CRI) de dicha al menos una fuente de luz eléctrica para mantener un nivel objetivo de dicho índice de representación de color (CRI) con base en dicha medida determinada de la iluminancia de dicha fuente de luz natural con respecto a una medida de dicha iluminancia

25 de una luz mixta.

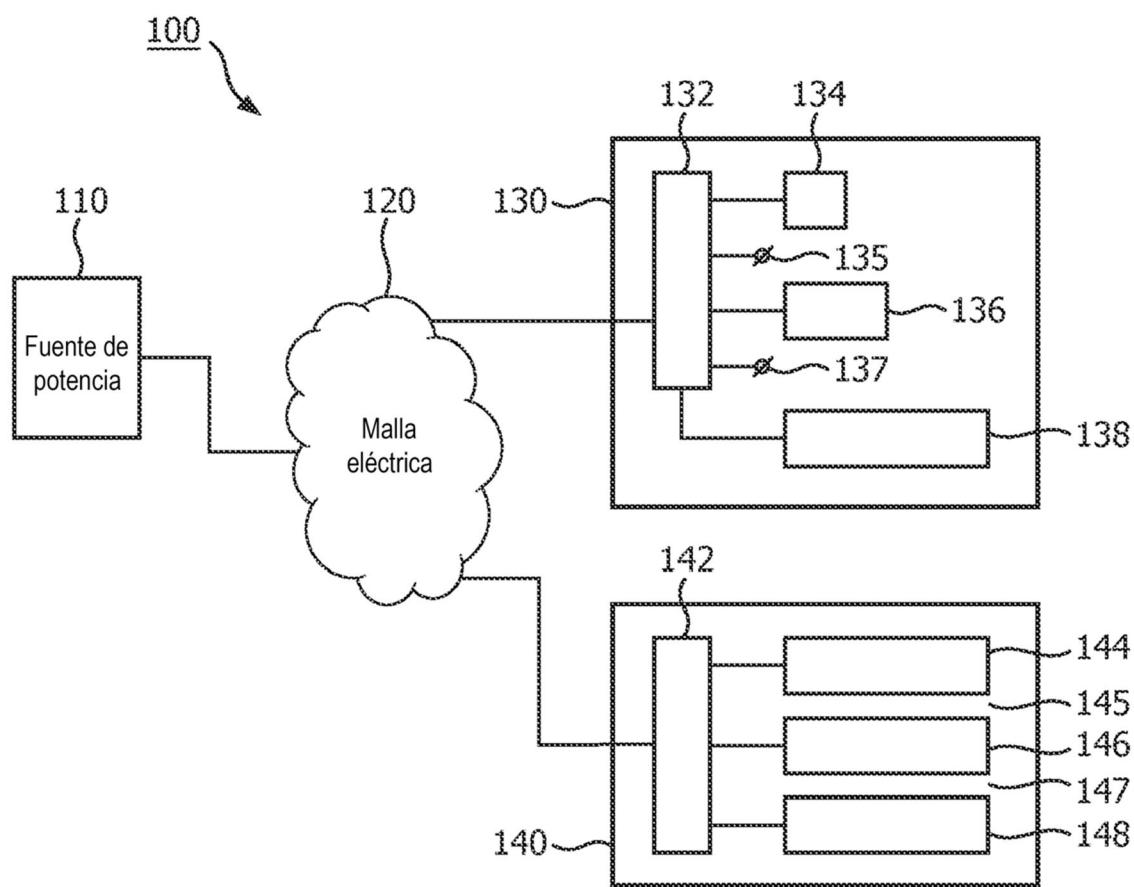


FIG. 1A
TÉCNICA ANTECEDENTE

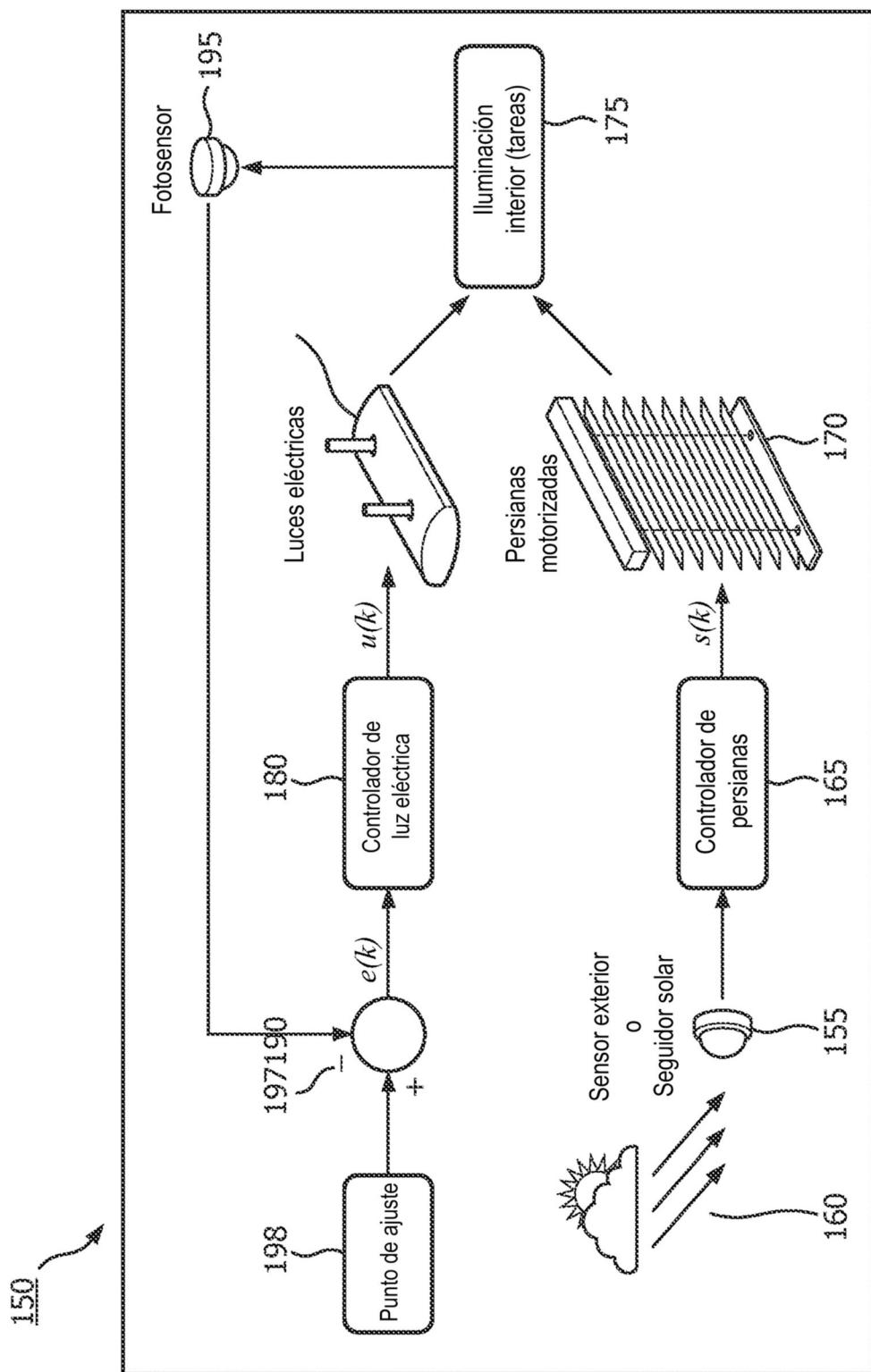


FIG. 1B

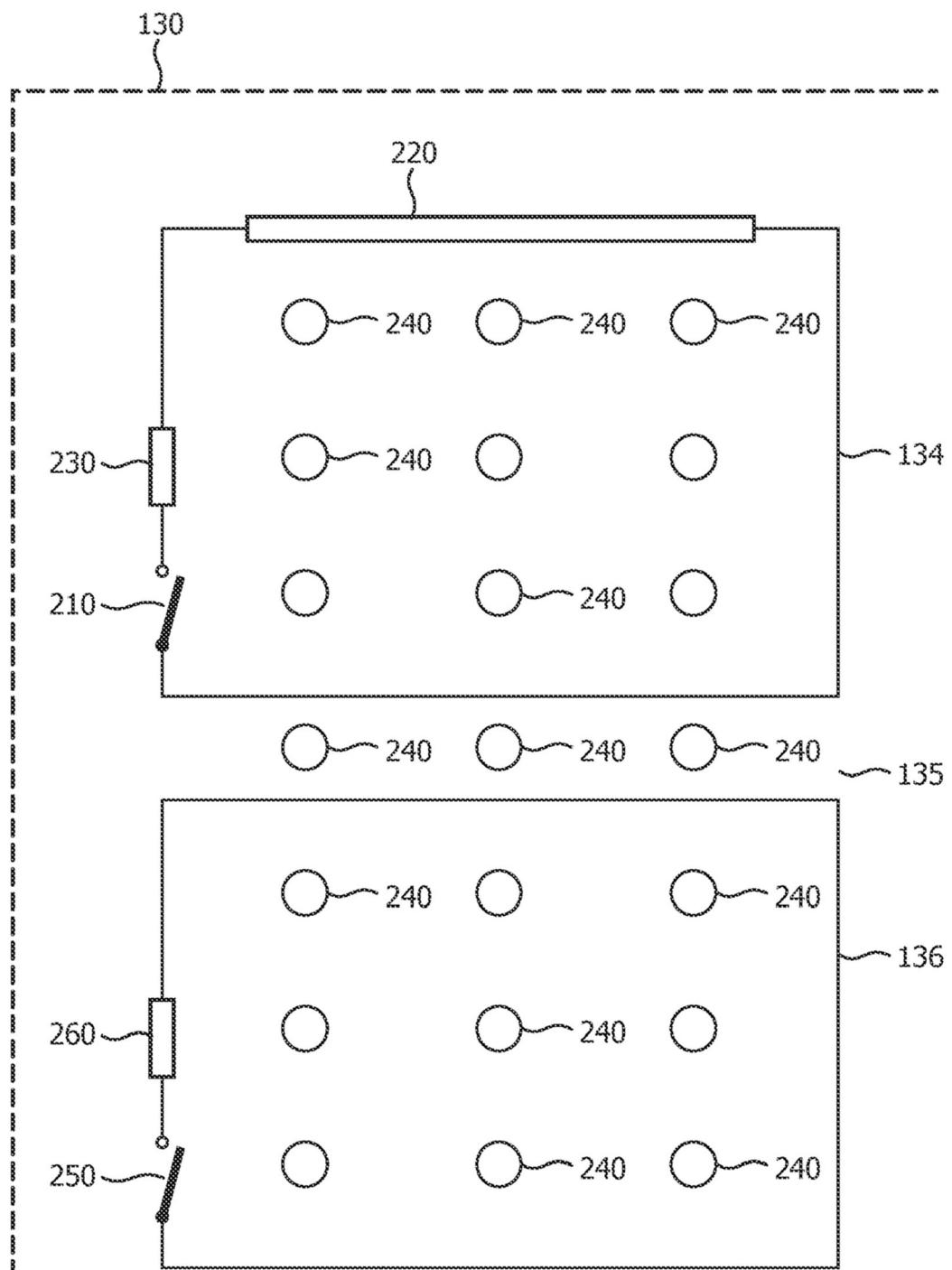


FIG. 2
TÉCNICA ANTECEDENTE

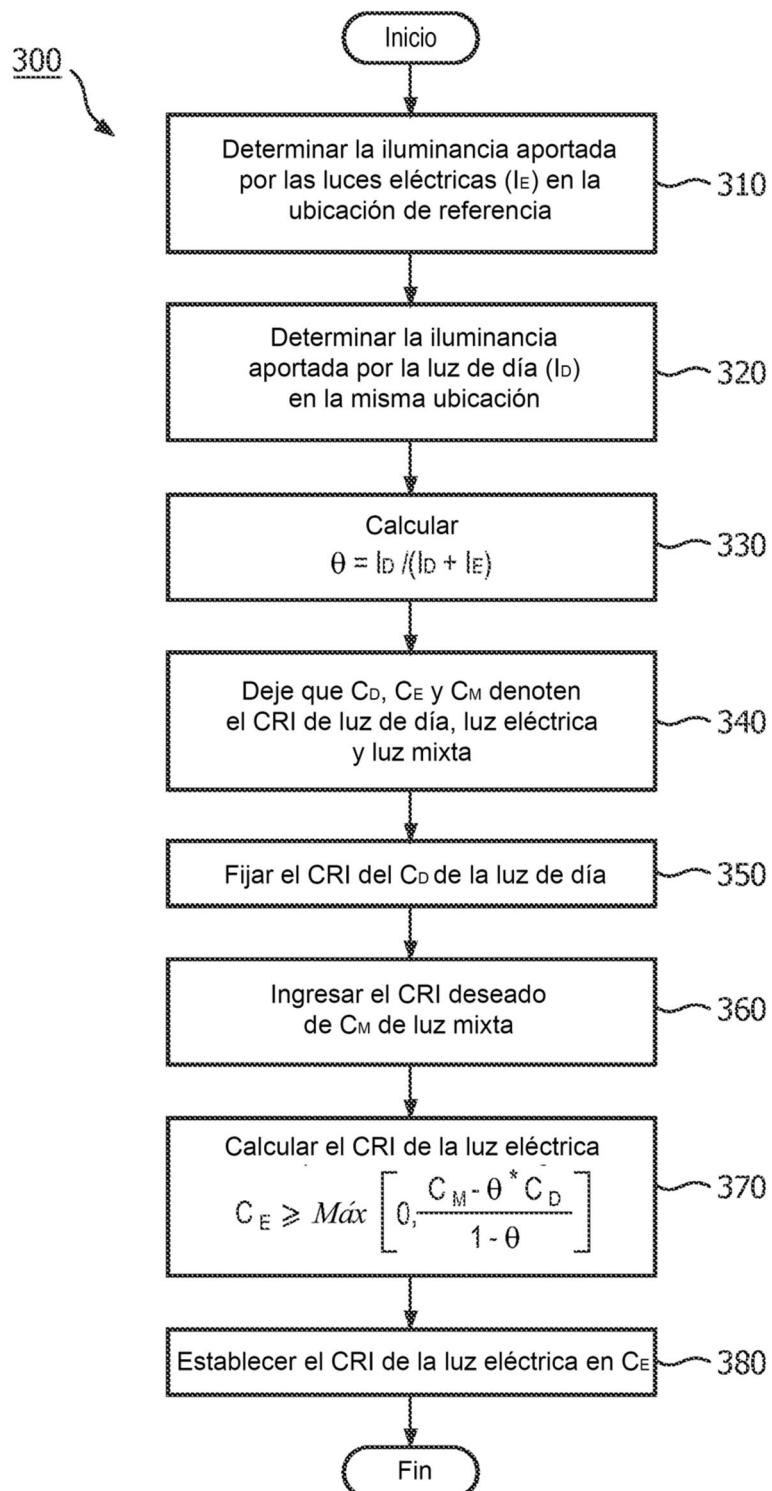


FIG. 3

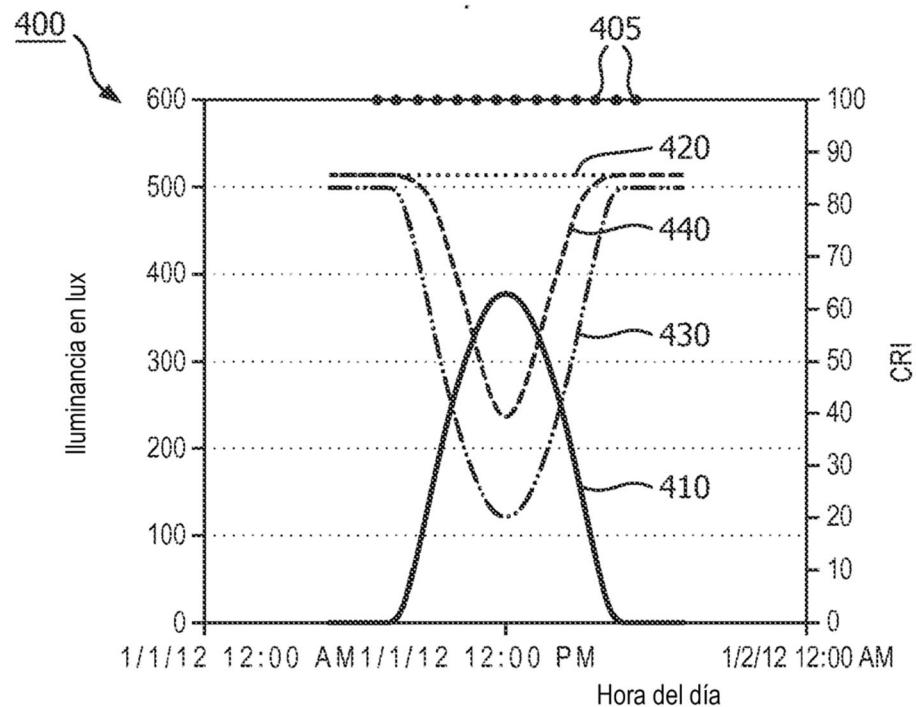


FIG. 4

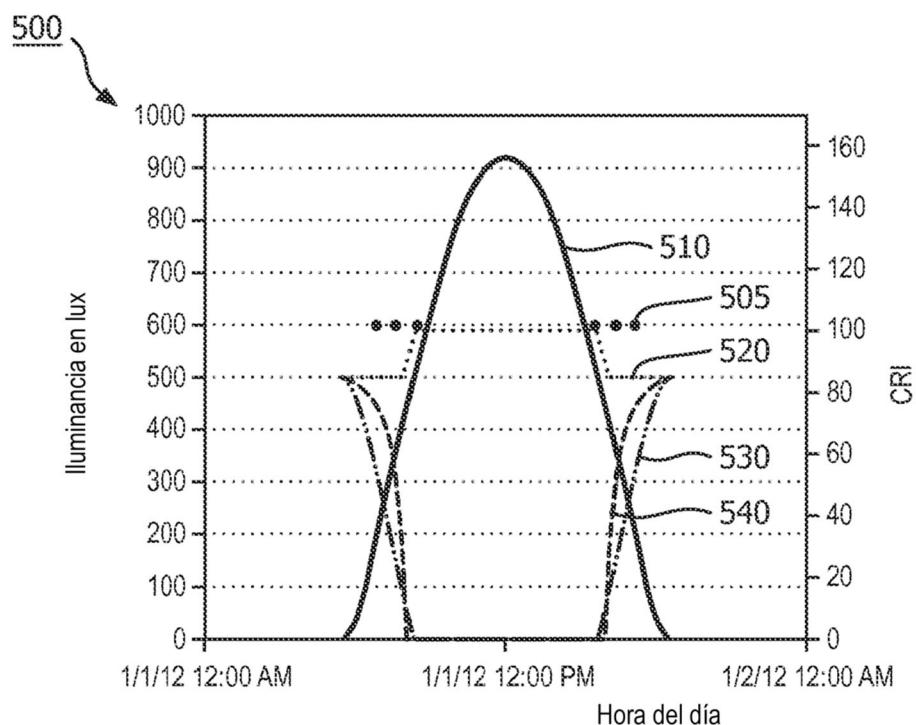


FIG. 5

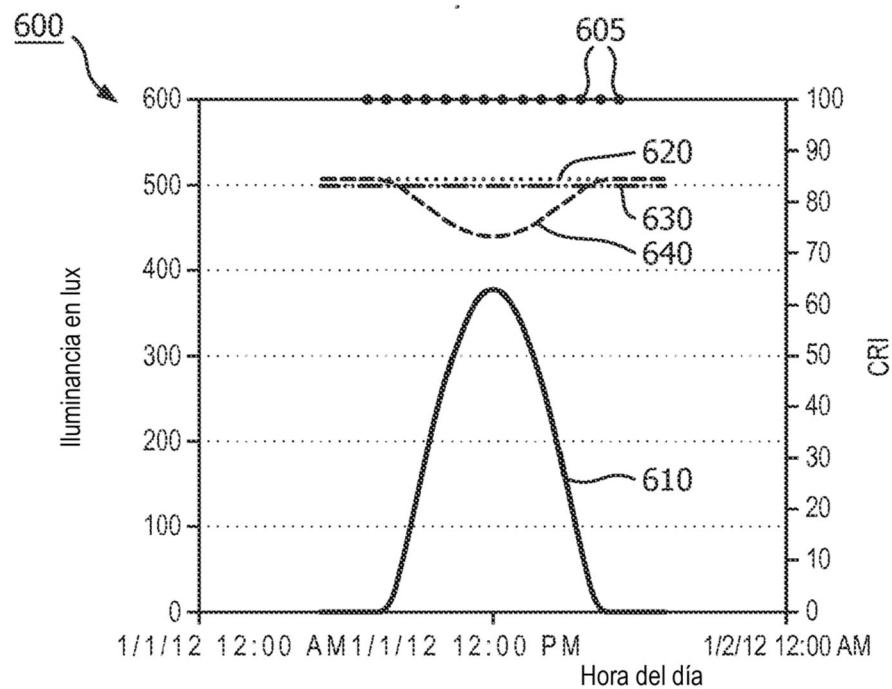


FIG. 6

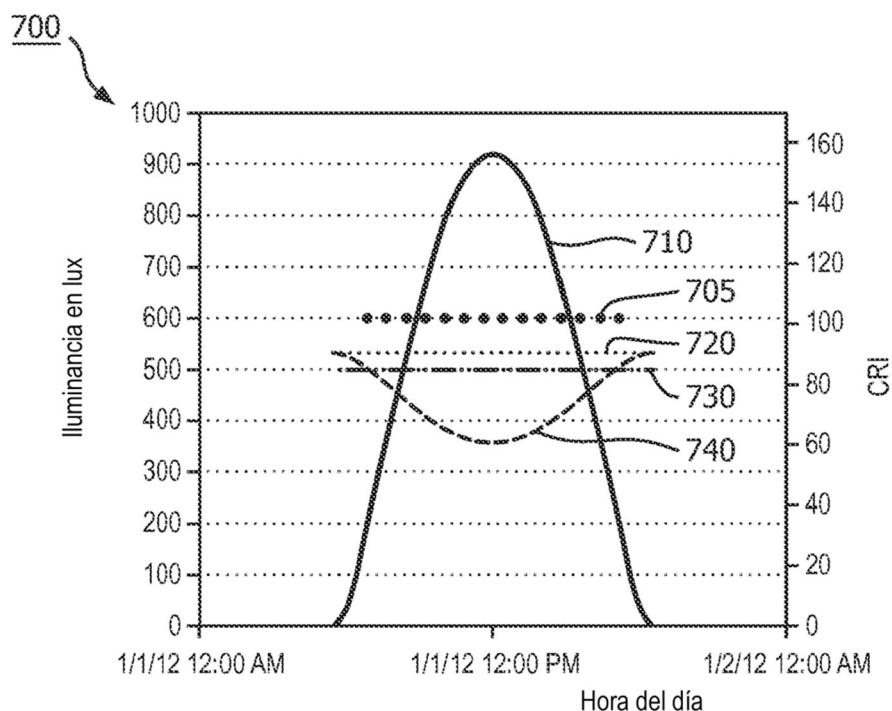


FIG. 7

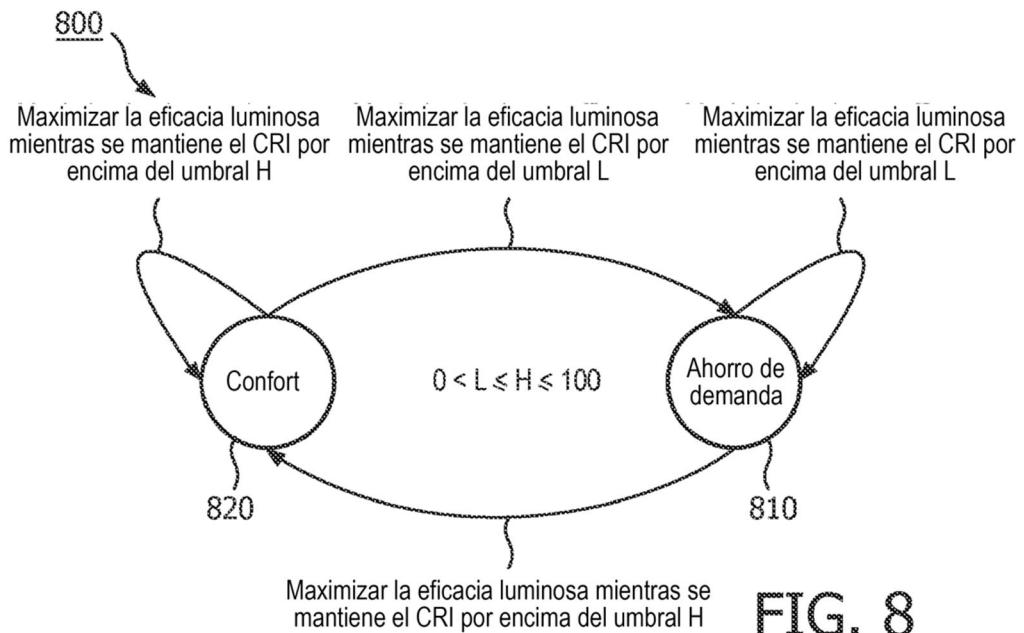


FIG. 8

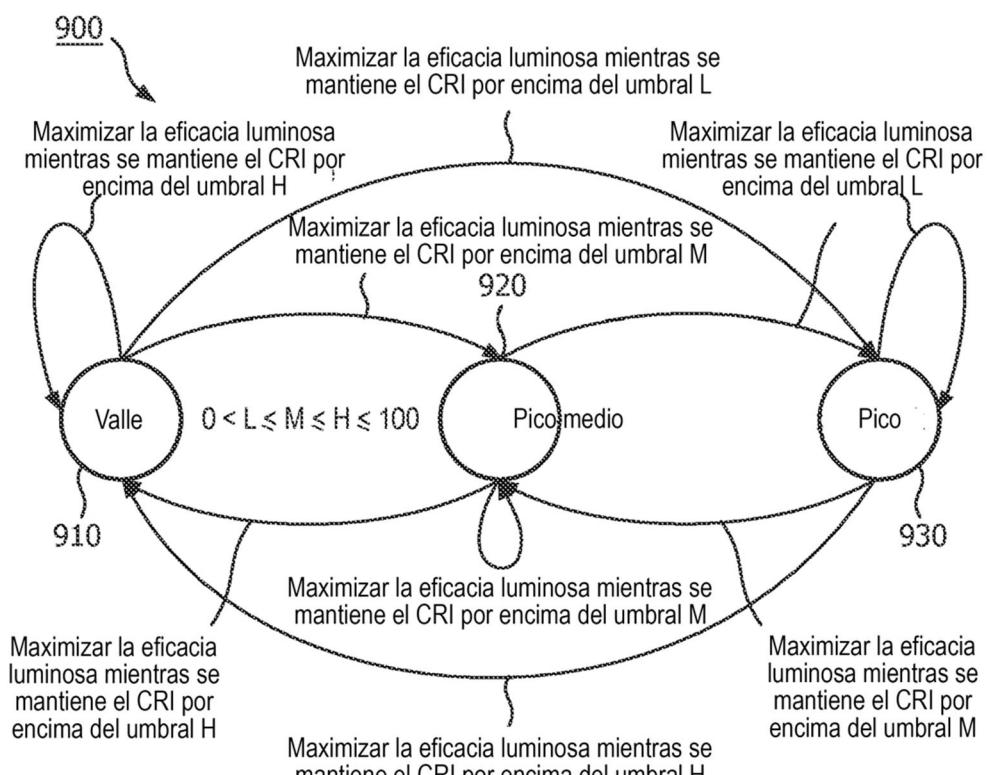


FIG. 9

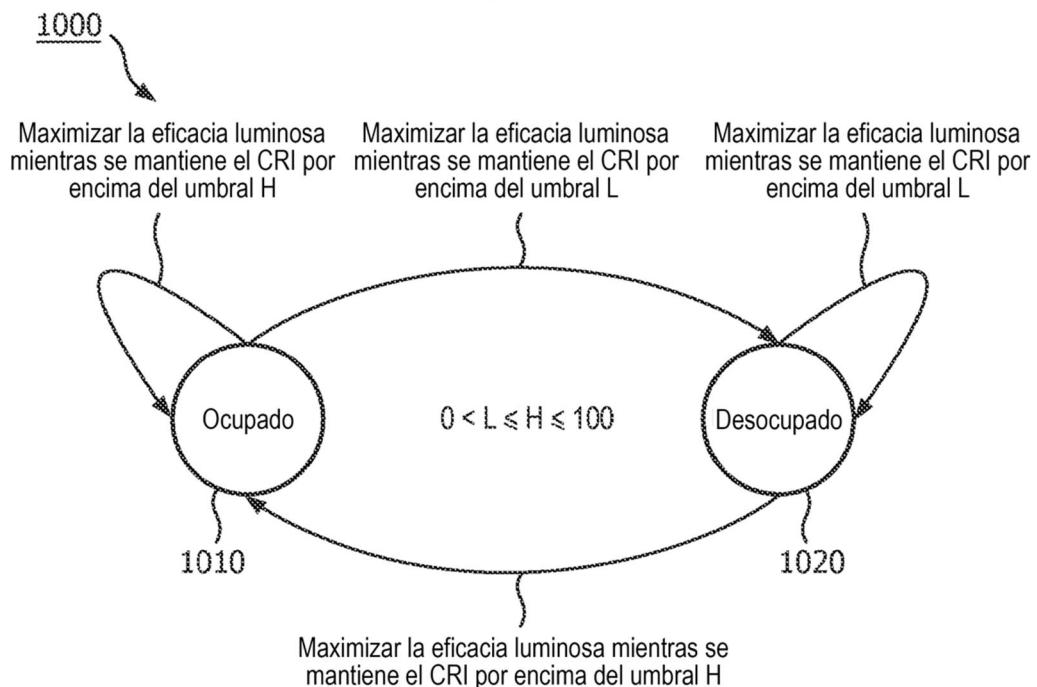


FIG. 10

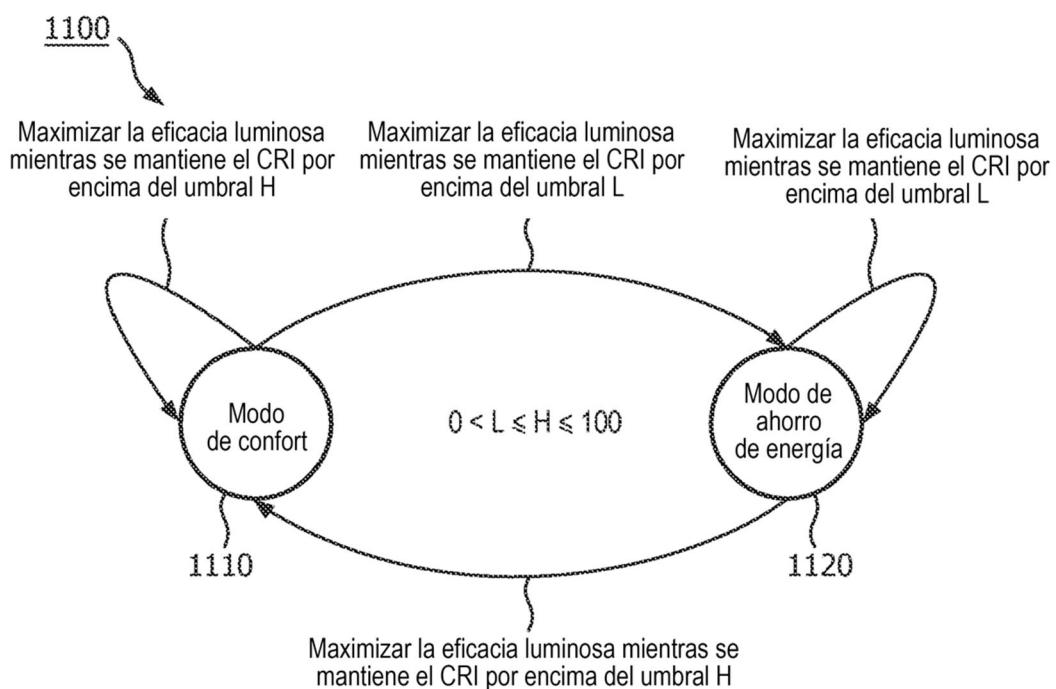


FIG. 11

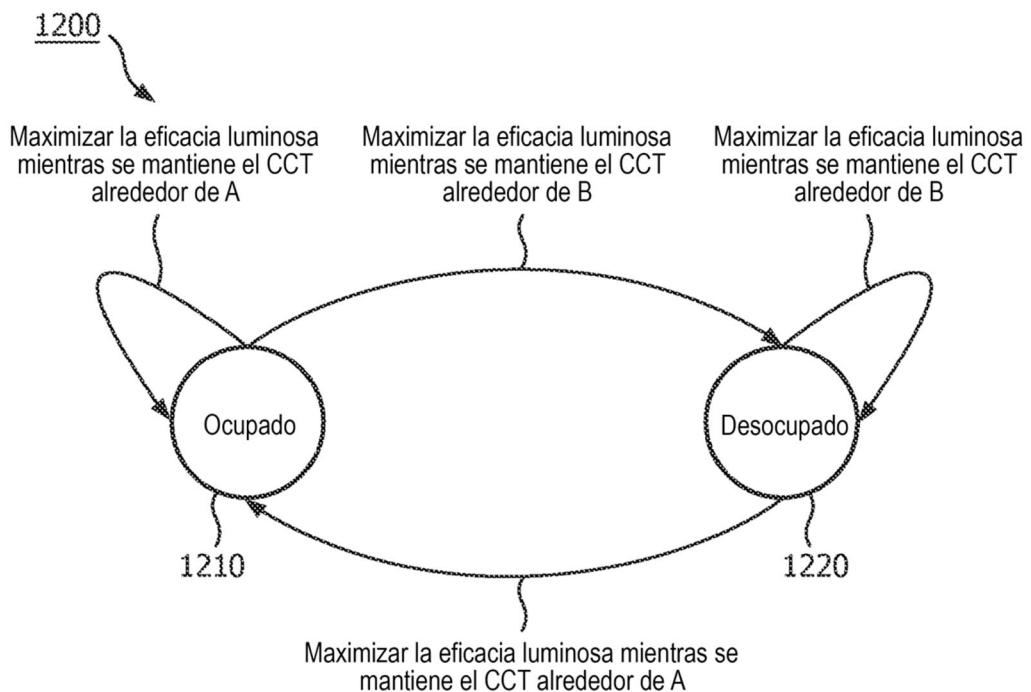


FIG. 12

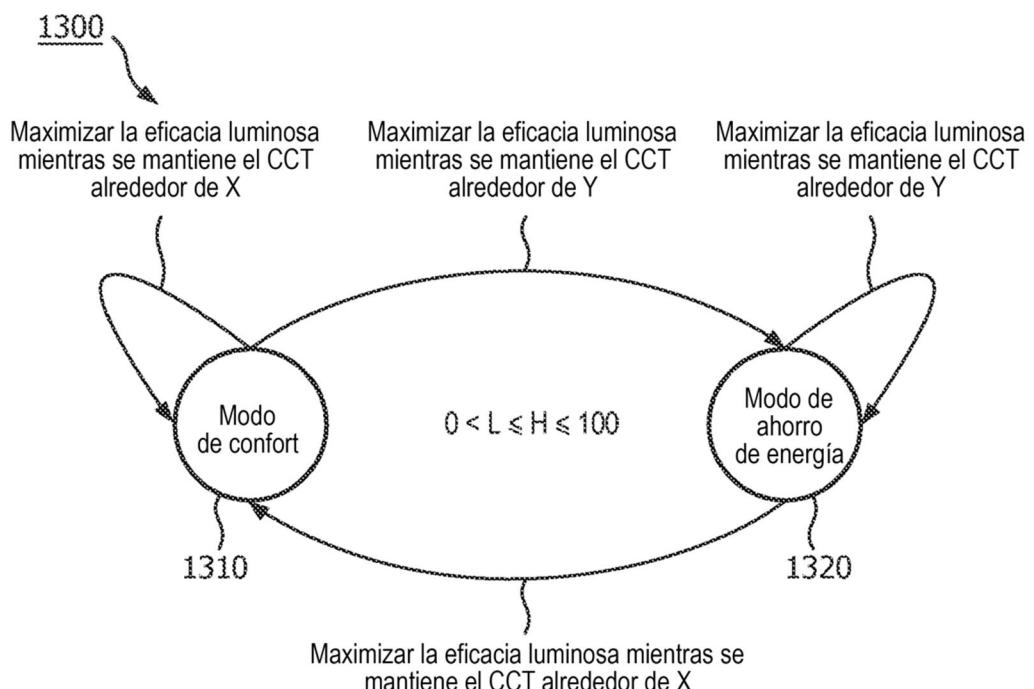


FIG. 13

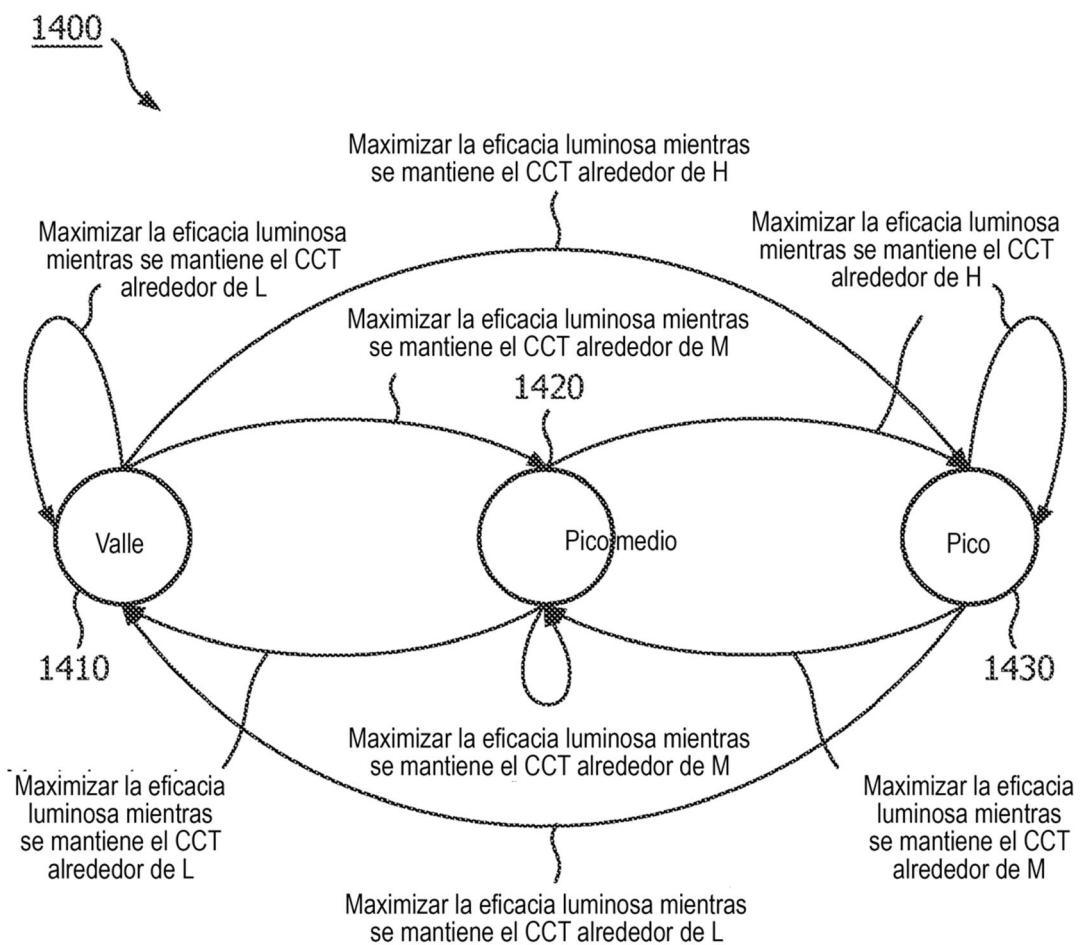


FIG. 14