

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 671**

51 Int. Cl.:

E06B 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.02.2014 PCT/US2014/016974**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.08.2014 WO14130471**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.02.2014 E 14753897 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019 EP 2959088**

54 Título: **Método de control para ventanas teñibles**

30 Prioridad:

21.02.2013 US 201313772969

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

03.07.2019

73 Titular/es:

**VIEW, INC. (100.0%)
195 South Milpitas Boulevard
Milpitas, CA 95035, US**

72 Inventor/es:

**BROWN, STEPHEN C.;
KHOWAL, DEEPIKA;
VORA, NAMRATA y
PHILIP, SANTOSH V.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 718 671 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

Método de control para ventanas teñibles

Referencia cruzada a solicitud relacionada

5 Esta solicitud reivindica el beneficio de prioridad de la solicitud de patente de los Estados Unidos Serie No. 13/772,969, titulada "CONTROL METHOD FOR TINTABLE WINDOWS", presentada en febrero 21, 2013.

Campo

Las realizaciones divulgadas en el presente documento se refieren en general a controladores de ventana y a la lógica de control predictivo relacionada para implementar métodos de control de tinte y otras funciones de ventanas teñibles (por ejemplo, ventanas electrocrómicas).

10 Antecedentes

15 El electrocromismo es un fenómeno en el que un material exhibe un cambio reversible electroquímicamente mediado en una propiedad óptica cuando se coloca en un estado electrónico diferente, típicamente al estar sujeto a un cambio de voltaje. La propiedad óptica suele ser una o más de color, transmitancia, absorbancia y reflectancia. Un material electrocrómico bien conocido es el óxido de tungsteno (WO₃). El óxido de tungsteno es un material electrocrómico catódico en el que se produce una transición de coloración, transparente al azul, por reducción electroquímica.

20 Los materiales electrocrómicos se pueden incorporar, por ejemplo, en ventanas para uso doméstico, comercial y otros. El color, la transmitancia, la absorbancia y/o la reflectancia de tales ventanas pueden cambiarse induciendo un cambio en el material electrocrómico, es decir, las ventanas electrocrómicas son ventanas que pueden oscurecerse o aclararse electrónicamente. Un pequeño voltaje aplicado a un dispositivo electrocrómico de la ventana hará que se oscurezcan; invertir el voltaje hace que se aclaren. Esta capacidad permite el control de la cantidad de luz que pasa a través de las ventanas y presenta una oportunidad para que las ventanas electrocrómicas se utilicen como dispositivos de ahorro de energía.

25 Si bien se descubrió el electrocromismo en la década de 1960, los dispositivos electrocrómicos, y particularmente las ventanas electrocrómicas, lamentablemente aún sufren varios problemas y no han comenzado a realizar su potencial comercial completo a pesar de los avances recientes en tecnología electrocrómica, aparatos y métodos relacionados de fabricación y/o uso de dispositivos electrocrómicos. El documento US 2012/0095601 divulga un sistema de control de carga para una pluralidad de cargas eléctricas en un edificio, y más particularmente, un sistema de control de carga para controlar las intensidades de iluminación de las cargas de iluminación, las posiciones de los tratamientos de ventanas motorizadas y la temperatura del edificio. El documento US 2012/0239209 divulga controladores "inteligentes" para ventanas con transiciones ópticas controlables, que pueden detectar y adaptarse a las condiciones ambientales locales.

Resumen

35 Se proporcionan sistemas, métodos y aparatos para controlar las transiciones de las ventanas electrocrómicas y otras ventanas teñibles a diferentes niveles de tinte. En general, las realizaciones incluyen la lógica de control predictivo para implementar métodos de control de los niveles de tinte de las ventanas electrocrómicas u otras ventanas teñibles. Típicamente, la lógica de control se puede usar en un edificio que tiene una o más ventanas electrocrómicas ubicadas entre el interior y el exterior del edificio. Las ventanas pueden tener diferentes configuraciones. Por ejemplo, algunas pueden ser ventanas verticales en oficinas o vestíbulos y otros pueden ser tragaluces en pasillos. Más particularmente, las realizaciones divulgadas incluyen una lógica de control predictivo que proporciona un método para predecir y cambiar el nivel de tinte de una o más ventanas teñibles para tener en cuenta directamente la comodidad de los ocupantes. El método puede determinar el nivel de tinte para un tiempo futuro, por ejemplo, para permitir el tiempo de transición previsto de las ventanas teñibles.

45 La comodidad tiene que ver con reducir el deslumbramiento directo y/o la energía radiante total dirigida a un ocupante o al área de actividad del ocupante. En algunos casos, la comodidad también tiene que ver con permitir suficiente iluminación natural en el área. La lógica de control también puede hacer uso de consideraciones para la conservación de la energía. En una implementación particular, la lógica de control puede incluir uno o más módulos con al menos uno de los módulos asociado con las consideraciones de comodidad del ocupante. Uno o más de los módulos también pueden estar relacionados con el consumo de energía.

50 En un aspecto, uno o más módulos de la lógica de control pueden determinar un nivel de tinte que se determina en función de la comodidad del ocupante por el "lite" solar directa o el resplandor del ocupante o su área de actividad, como su escritorio. Estos módulos pueden determinar a qué distancia de la habitación penetra el "lite" solar en un

momento determinado en el tiempo. Los módulos pueden entonces determinar un nivel de tinte apropiado que transmitirá el nivel de luz que será cómodo para el ocupante.

5 En otro aspecto, uno o más módulos de la lógica de control pueden modificar el nivel de tinte determinado en función de la comodidad de los ocupantes para tener en cuenta también las consideraciones energéticas de la irradiación prevista en condiciones de cielo despejado. En este aspecto, el nivel de tinte puede oscurecerse para asegurarse de que se desempeñe al menos tan bien como una ventana de referencia requerida en el edificio como lo especifican los códigos o normas del municipio local. El nivel de tinte modificado proporcionará al menos tanto ahorro de energía en refrigeración como la ventana de referencia. En algunos casos, el nivel de tinte se puede aligerar para proporcionar un ahorro de energía en la calefacción.

10 En otro aspecto más, uno o más módulos de la lógica de control pueden modificar el nivel de tinte determinado en función de la comodidad de los ocupantes y la irradiancia de cielo despejado prevista para tener en cuenta la irradiancia real. La irradiancia real puede ser diferente de la irradiación predicha debido a las obstrucciones y el reflejo del "lite". Se puede usar un fotosensor u otro sensor que pueda medir los niveles de radiación para determinar la irradiancia real. Estos uno o más módulos determinan el nivel de tinte más claro que transmite tanta o menos luz a la habitación que el nivel de tinte determinado según la comodidad de los ocupantes y la radiación de cielo despejado predicha.

15 Una realización es un método para controlar el tinte de una ventana teñible para tener en cuenta la comodidad de los ocupantes en una habitación de un edificio. La ventana teñible se puede colocar entre el interior y el exterior del edificio. El método predice un nivel de tinte adecuado para la ventana teñible en el futuro, según la profundidad de penetración del "lite" solar directa a través de la ventana teñible hacia la habitación en el momento futuro y el tipo de espacio en la habitación. El método proporciona instrucciones sobre una red para hacer la transición del tinte de la ventana teñible a nivel del tinte.

20 Otra realización es un controlador para controlar el tinte de una ventana teñible para tener en cuenta la comodidad de los ocupantes en una habitación de un edificio. La ventana teñible se puede colocar entre el interior y el exterior del edificio. El controlador comprende un procesador configurado para determinar un nivel de tinte para la ventana teñible en función de la profundidad de penetración del "lite" solar directa a través de la ventana teñible en una habitación y tipo de espacio en la habitación. El controlador también comprende un modulador de ancho de potencia en comunicación con el procesador y con la ventana teñible a través de una red. El modulador de ancho de potencia está configurado para recibir el nivel de tinte del procesador y enviar una señal con instrucciones de tinte a través de la red para hacer la transición del tinte de la ventana teñible al nivel de tinte determinado.

25 Otra realización es un controlador maestro para controlar el tinte de una ventana teñible para tener en cuenta la comodidad de los ocupantes en un edificio. La ventana se puede colocar entre el interior y el exterior del edificio. El controlador maestro comprende un medio legible por ordenador y un procesador en comunicación con el medio legible por ordenador y en comunicación con un controlador de ventana local para la ventana teñible. El medio legible por ordenador tiene un archivo de configuración con un tipo de espacio asociado con la ventana teñible. El procesador está configurado para recibir el tipo de espacio del medio legible por ordenador, determinar un nivel de tinte para la ventana teñible en función de la profundidad de penetración del "lite" solar directa a través de la ventana teñible en una habitación y el tipo de espacio, y enviar instrucciones de tinte a través de una red al controlador de la ventana local para hacer la transición del tinte de la ventana teñible al nivel de tinte determinado.

30 Otra realización es un método para controlar el tinte de una o más ventanas teñibles en una zona de un edificio para tener en cuenta la comodidad de los ocupantes. El método calcula un tiempo futuro basado en un tiempo actual y basado en un tiempo de transición previsto de una ventana representativa de la zona. El método también predice una posición solar en el futuro y determina un programa designado por un usuario en el calendario. El programa incluye lógica para determinar un nivel de tinte basado en una o más variables independientes. El método también emplea el programa determinado para determinar el nivel de tinte en función de la posición solar prevista en el futuro y la comodidad de los ocupantes. El método también comunica las instrucciones a una o más ventanas teñibles para hacer la transición del tinte al nivel de tinte determinado.

35 Otra realización es un controlador de ventana para controlar el tinte de una o más ventanas teñibles en una zona de un edificio para tener en cuenta la comodidad de los ocupantes. El controlador de la ventana comprende un medio legible por ordenador que tiene lógica de control predictivo y datos de sitio y de zona/grupo asociados con la zona. El controlador de ventana comprende además un procesador en comunicación con el medio legible por ordenador y en comunicación con la ventana teñible. El procesador está configurado para calcular un tiempo futuro basado en un tiempo actual y un tiempo de transición previsto de una ventana representativa de la zona. El procesador también está configurado para predecir una posición solar en el futuro y determinar un programa designado por un usuario en un horario. El programa incluye lógica para determinar un nivel de tinte basado en una o más variables independientes. El procesador también está configurado para emplear el programa determinado para determinar un nivel de tinte utilizando la posición solar predicha en el futuro y en base a la comodidad de los ocupantes. El procesador también está configurado para comunicar instrucciones a una o más ventanas teñibles en la zona para hacer la transición del tinte al nivel de tinte determinado.

Estas y otras características y realizaciones se describirán con más detalle a continuación con referencia a los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

Las figuras 1A-1C muestran diagramas esquemáticos de dispositivos electrocrómicos formados sobre sustratos de vidrio, es decir, "lites" electrocrómicos.

- 5 Las figuras 2A y 2B muestran diagramas esquemáticos en sección transversal de los "lites" electrocrómicos como se divulga en relación con las Figuras 1A-1C integrado en una IGU.

La figura 3A representa una sección transversal esquemática de un dispositivo electrocrómico.

La figura 3B representa una sección transversal esquemática de un dispositivo electrocrómico en un estado blanqueado (o en transición a un estado blanqueado).

- 10 La figura 3C representa una sección transversal esquemática del dispositivo electrocrómico mostrado en la figura 3B, pero en un estado coloreado (o en transición a un estado coloreado).

La figura 4 representa un diagrama de bloques simplificado de componentes de un controlador de ventana.

La figura 5 representa un diagrama esquemático de una habitación que incluye una ventana teñible y al menos un sensor, de acuerdo con las realizaciones divulgadas.

- 15 Las figuras 6A-6C incluyen diagramas que representan cierta información recopilada por cada uno de los tres módulos A, B y C de una lógica de control de ejemplo, de acuerdo con las realizaciones divulgadas.

La figura 7 es un diagrama de flujo que muestra algunos pasos de la lógica de control predictivo para un método de control de una o más ventanas electrocrómicas en un edificio, de acuerdo con las realizaciones divulgadas.

- 20 La figura 8 es un diagrama de flujo que muestra una implementación particular de una porción de la lógica de control mostrada en la figura 7.

La figura 9 es un diagrama de flujo que muestra detalles del módulo A de acuerdo con las realizaciones divulgadas.

La figura 10 es un ejemplo de una tabla de búsqueda de ocupación según realizaciones divulgadas.

La figura 11A representa un diagrama esquemático de una habitación que incluye una ventana electrocrómica con un tipo de espacio basado en el Escritorio 1 ubicado cerca de la ventana, de acuerdo con las realizaciones divulgadas.

- 25 La figura 11B representa un diagrama esquemático de una habitación que incluye una ventana electrocrómica con un tipo de espacio basado en el Escritorio 2 ubicado más alejado de la ventana que en La figura 11A, de acuerdo con realizaciones divulgadas.

La figura 12 es un diagrama de flujo que muestra detalles del Módulo B de acuerdo con las realizaciones divulgadas.

La figura 13 es un diagrama de flujo que muestra detalles del Módulo C de acuerdo con las realizaciones divulgadas.

- 30 La figura 14 es un diagrama que muestra otra implementación de una porción de la lógica de control mostrada en la figura 7.

La figura 15 representa un diagrama esquemático de una realización de un sistema de gestión de edificios.

La figura 16 representa un diagrama de bloques de una realización de una red de edificio.

- 35 La figura 17 es un diagrama de bloques de los componentes de un sistema para controlar las funciones de una o más ventanas teñibles de un edificio.

La figura 18 es un diagrama de bloques que representa la lógica de control predictivo para un método para controlar la transición de los niveles de tinte de una o más ventanas teñibles (por ejemplo, ventanas electrocrómicas) en un edificio.

La figura 19 es una captura de pantalla de una interfaz de usuario utilizada para ingresar información de programación para generar una programación empleada por un controlador de ventana, de acuerdo con las realizaciones.

5 La figura 20 es un ejemplo de una tabla de búsqueda de ocupación y un diagrama esquemático de una habitación con un escritorio y una ventana que muestra la relación entre el ángulo de aceptación, el ángulo solar y la profundidad de penetración, de acuerdo con las formas de realización.

Las figuras 21A, 21B y 21C son dibujos esquemáticos de la vista en planta de una porción del edificio que tiene tres tipos de espacio diferentes, de acuerdo con una realización.

La figura 22 es un diagrama de bloques de subsistemas que pueden estar presentes en los controladores de ventana utilizados para controlar el nivel de tinte o ventanas más teñibles, de acuerdo con las realizaciones.

10 Descripción detallada

En la siguiente descripción, se exponen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión completa de las realizaciones presentadas. Las realizaciones divulgadas pueden ponerse en práctica sin algunos o todos estos detalles específicos. En otros casos, las operaciones de proceso bien conocidas no se han descrito en detalle para no ocultar innecesariamente las realizaciones divulgadas. Aunque las realizaciones divulgadas se describirán junto con las realizaciones específicas, se entenderá que no se pretende limitar las realizaciones divulgadas.

15 I. Descripción general de los dispositivos electrocrómicos

Debe entenderse que, si bien las realizaciones divulgadas se centran en las ventanas electrocrómicas (también conocidas como ventanas inteligentes), los conceptos divulgados en este documento pueden aplicarse a otros tipos de ventanas teñibles. Por ejemplo, una ventana teñible que incorpora un dispositivo de cristal líquido o un dispositivo de partículas suspendidas, en lugar de un dispositivo electrocrómico, podría incorporarse en cualquiera de las realizaciones divulgadas.

Con el fin de orientar al lector a las formas de realización de sistemas, controladores de ventanas y métodos divulgados en el presente documento, se proporciona una breve descripción de los dispositivos electrocrómicos. Esta discusión inicial de dispositivos electrocrómicos se proporciona solo para el contexto, y las realizaciones divulgadas posteriormente de sistemas, controladores de ventanas y métodos no se limitan a las características específicas y los procesos de fabricación de esta discusión inicial.

Un ejemplo particular de un "lite" electrocrómico se describe con referencia a las Figuras 1A-1C, para ilustrar las realizaciones descritas en este documento. La figura 1A es una representación en sección transversal (ver corte de sección X'-X' de la figura 1C) de un "lite" 100 electrocrómico, que se fabrica a partir de una lámina de vidrio 105. La figura 1B muestra una vista de extremo (véase la perspectiva de visualización Y-Y' de la figura 1C) del "lite" 100 electrocrómico, y la figura 1C muestra una vista desde arriba del "lite" 100 electrocrómico. La figura 1A muestra el "lite" electrocrómico después de la fabricación en la hoja 105 de vidrio, borde eliminado para producir el área 140, alrededor del perímetro del "lite". El "lite" electrocrómico también ha sido grabado con láser y se han conectado barras colectoras. El "lite" 105 de vidrio tiene una barrera 110 de difusión, y una primera capa de óxido conductor transparente (TCO) 115, en la barrera de difusión. En este ejemplo, el proceso de eliminación de bordes elimina tanto el TCO 115 como la barrera 110 de difusión, pero en otras realizaciones solo se elimina el TCO, dejando la barrera de difusión intacta. El TCO 115 es la primera de las dos capas conductoras utilizadas para formar los electrodos del dispositivo electrocrómico fabricado en la lámina de vidrio. En este ejemplo, la lámina de vidrio incluye el vidrio subyacente y la capa de barrera de difusión. Por lo tanto, en este ejemplo, se forma la barrera de difusión, y luego se forman el primer TCO, un apilamiento 125 electrocrómico, (por ejemplo, que tiene capas electrocrómicas, conductores de ion y contraelectrodo) y un segundo TCO 130. En una realización, el dispositivo electrocrómico (pila electrocrómica y segundo TCO) se fabrica en un sistema de deposición integrado en el que la lámina de vidrio no abandona el sistema de deposición integrado en ningún momento durante la fabricación de la pila. En una realización, la primera capa de TCO también se forma utilizando el sistema de deposición integrado donde la lámina de vidrio no abandona el sistema de deposición integrado durante la deposición de la pila electrocrómica y la (segunda) capa de TCO. En una realización, todas las capas (barrera de difusión, primer TCO, pila electrocrómica y segundo TCO) se depositan en el sistema de deposición integrado donde la lámina de vidrio no abandona el sistema de deposición integrado durante la deposición. En este ejemplo, antes de la deposición de la pila 125 electrocrómica, se corta una zanja de aislamiento 120, a través de TCO 115 y la barrera 110 de difusión. La zanja 120 se realiza contemplando el aislamiento eléctrico de un área de TCO 115 que residirá debajo de la barra colectoras 1 después de que se complete la fabricación (ver Figura 1A). Esto se hace para evitar la acumulación de carga y la coloración del dispositivo electrocrómico debajo de la barra colectoras, lo que puede ser indeseable.

Después de la formación del dispositivo electrocrómico, se realizan procesos de eliminación de bordes y trazado de láser adicional. La figura 1A representa las áreas 140 donde el dispositivo ha sido retirado, en este ejemplo, de una

región perimetral que rodea las zanjas 150, 155, 160 y 165 de trazado láser. Las zanjas 150, 160 y 165 pasan a través de la pila electrocrómica y también a través de la primera barrera de difusión y TCO. La zanja 155 pasa a través del segundo TCO 130 y la pila electrocrómica, pero no del primer TCO 115. Las zanjas 150, 155, 160 y 165 de trazado láser están diseñadas para aislar porciones del dispositivo electrocrómico 135, 145, 170 y 175, que se dañaron potencialmente durante los procesos de eliminación de bordes del dispositivo electrocrómico operable. En este ejemplo, las zanjas 150, 160 y 165 del sable láser pasan a través del primer TCO para ayudar a aislar el dispositivo (la zanja 155 del trazado láser no pasa a través del primer TCO, de lo contrario cortarían la comunicación eléctrica con la barra colectora 2 con el primero TCO y por lo tanto la pila electrocrómica). El láser o los láseres utilizados para los procesos de marcado de láser son típicamente, pero no necesariamente, láseres de tipo pulsante, por ejemplo, láseres de estado sólido bombeados por diodos. Por ejemplo, los procesos de trazado láser pueden realizarse utilizando un láser adecuado de IPG Photonics (de Oxford, Massachusetts) o de Ekspla (de Vilnius, Lituania). El trazado también se puede realizar mecánicamente, por ejemplo, por un rayador con punta de diamante. Un experto en la técnica apreciará que los procesos de trazado del láser pueden realizarse a diferentes profundidades y/o realizarse en un solo proceso, por lo que la profundidad de corte del láser varía, o no, durante un recorrido continuo alrededor del perímetro del dispositivo electrocrómico. En una realización, la eliminación de bordes se realiza a la profundidad del primer TCO.

Después de completar el trazado del láser, se adjuntan barras colectoras. La barra colectora 1 no penetrante se aplica al segundo TCO. La barra colectora 2 no penetrante se aplica a un área donde no se depositó el dispositivo (por ejemplo, desde una máscara que protege el primer TCO de la deposición del dispositivo), en contacto con el primer TCO o, en este ejemplo, donde se realiza un proceso de eliminación de bordes (por ejemplo, se usó la ablación con láser usando un aparato que tiene un galvanómetro XY o XYZ para eliminar el material hasta el primer TCO. En este ejemplo, tanto la barra colectora 1 como la barra colectora 2 son barras colectoras no penetrantes. Una barra colectora penetrante es una que normalmente se presiona dentro y a través de la pila electrocrómica para hacer contacto con el TCO en la parte inferior de la pila. Una barra colectora no penetrante es aquella que no penetra en las capas de la pila electrocrómica, sino que hace contacto eléctrico y físico en la superficie de una capa conductora, por ejemplo, un TCO.

Las capas de TCO se pueden conectar eléctricamente utilizando una barra colectora no tradicional, por ejemplo, una barra colectora fabricada con métodos de patrón de pantalla y litografía. En una realización, la comunicación eléctrica se establece con las capas conductoras transparentes del dispositivo a través de un tamiz de seda (o utilizando otro método de diseño de patrones), una tinta conductora seguida de curado por calor o sinterización de la tinta. Las ventajas de usar la configuración del dispositivo descrita anteriormente incluyen una fabricación más simple, por ejemplo, y menos trazado por láser que las técnicas convencionales que utilizan barras colectoras penetrantes.

Después de conectar las barras colectoras, el dispositivo se integra en una unidad de vidrio aislado (IGU), que incluye, por ejemplo, el cableado de las barras colectoras y similares. En algunas realizaciones, una o ambas barras colectoras están dentro de la IGU terminada, sin embargo, en una realización, una barra colectora está fuera del sello de la IGU y una barra colectora está dentro de la IGU. En la realización anterior, el área 140 se usa para hacer el sello con una cara del espaciador usado para formar la IGU. Por lo tanto, los cables u otra conexión a las barras colectoras se extienden entre el espaciador y el vidrio. Como muchos espaciadores están hechos de metal, por ejemplo, acero inoxidable, que es conductor, es deseable tomar medidas para evitar cortocircuitos debido a la comunicación eléctrica entre la barra colectora y el conector y el espaciador metálico.

Tal como se describió anteriormente, después de conectar las barras colectoras, el "lite" electrocrómico se integra en una IGU, que incluye, por ejemplo, cableado para las barras colectoras y similares. En las realizaciones divulgadas en el presente documento, ambas barras colectoras están dentro del sello primario de la IGU terminada.

La figura 2A muestra un diagrama esquemático en sección transversal de la ventana electrocrómica como se describe en relación con las Figuras 1A-1C integrado en una IGU 200. Se utiliza un espaciador 205 para separar el "lite" electrocrómico de un segundo "lite" 210. El segundo "lite" 210 en IGU 200 es un "lite" no electrocrómico, sin embargo, las realizaciones aquí divulgadas no están tan limitadas. Por ejemplo, el "lite" 210 puede tener un dispositivo electrocrómico y/o uno o más recubrimientos, tales como recubrimientos de baja E y similares. El "lite" 201 también puede ser vidrio laminado, como se muestra en la figura 2B (el "lite" 201 está laminado al cristal 230 de refuerzo, a través de la resina 235). Entre el espaciador 205 y la primera capa de TCO del "lite" electrocrómico hay un material 215 de sellado primario. Este material de sello primario también se encuentra entre el espaciador 205 y la segunda "lite" 210 de vidrio. Alrededor del perímetro del espaciador 205 hay un sello 220 secundario. Los alambres/cables de la barra colectora atraviesan los sellos para la conexión a un controlador. El sello secundario 220 puede ser mucho más grueso que el representado. Estos sellos ayudan a mantener la humedad fuera del espacio 225 interior, de la IGU. También sirven para evitar que se escape el argón u otro gas en el interior de la IGU.

La figura 3A representa esquemáticamente un dispositivo 300 electrocrómico, en sección transversal. El dispositivo 300 electrocrómico incluye un sustrato 302, una primera capa conductora (CL) 304, una capa electrocrómica (EC) 306, una capa conductora de iones (IC) 308, una capa de contraelectrodo (CE) 310 y una segunda capa conductora (CL) 314. Las capas 304, 306, 308, 310 y 314 se denominan colectivamente como una pila 320 electrocrómica. Una fuente 316 de voltaje operable para aplicar un potencial eléctrico a través de la pila 320 electrocrómica efectúa la

transición del dispositivo electrocrómico desde, por ejemplo, un estado blanqueado a un estado coloreado (representado). El orden de las capas se puede invertir con respecto al sustrato.

Los dispositivos electrocrómicos que tienen distintas capas, como se divulga, pueden fabricarse como todos los dispositivos de estado sólido y/o todos los dispositivos inorgánicos que tienen baja efectividad. Tales dispositivos y métodos para fabricarlos se describen con más detalle en la solicitud de patente de EE.UU. Serie No. 12/645,111, titulada "Fabrication of Low-Defectivity Electrochromic Devices", presentada el 22 de diciembre de 2009, y nombrando a Mark Kozlowski et al. como inventores, y en la solicitud de patente de EE.UU. Serie No. 12/645,159, titulada "Electrochromic Devices", presentada el 22 de diciembre de 2009 y nombrando a Zhongchun Wang et al. como inventores, los cuales se incorporan aquí como referencia en su totalidad. Debe entenderse, sin embargo, que una o más de las capas en la pila pueden contener cierta cantidad de material orgánico. Lo mismo puede decirse de los líquidos que pueden estar presentes en una o más capas en pequeñas cantidades. También debe entenderse que el material en estado sólido puede depositarse o formarse de otra manera mediante procesos que emplean componentes líquidos, tales como ciertos procesos que emplean sol-geles o deposición química de vapor.

Además, debe entenderse que la referencia a una transición entre un estado blanqueado y un estado coloreado no es limitante y sugiere solo un ejemplo, entre muchos, de una transición electrocrómica que puede implementarse. A menos que se especifique lo contrario en este documento (incluida la discusión anterior), siempre que se haga referencia a una transición blanqueada-coloreada, el dispositivo o proceso correspondiente abarca otras transiciones de estado óptico tales como no reflectivo-reflectivo, transparente-opaco, etc. Además, el término "blanqueado" se refiere a un estado ópticamente neutral, por ejemplo, incoloro, transparente o translúcido. Aún más, a menos que se especifique lo contrario en el presente documento, el "color" de una transición electrocrómica no se limita a ninguna longitud de onda o rango de longitudes de onda en particular. Como entienden los expertos en la técnica, la elección de los materiales electrocrómicos y de contraelectrodo apropiados gobierna la transición óptica relevante.

En realizaciones descritas en el presente documento, el dispositivo electrocrómico realiza ciclos reversibles entre un estado blanqueado y un estado coloreado. En algunos casos, cuando el dispositivo está en un estado blanqueado, se aplica un potencial a la pila 320 electrocrómica, de manera que los iones disponibles en la pila residen principalmente en el contraelectrodo 310. Cuando el potencial en la pila electrocrómica se invierte, los iones se transportan a través de la capa 308 conductora de iones hasta el material 306 electrocrómico y hacen que el material pase al estado coloreado. De manera similar, el dispositivo electrocrómico de las realizaciones divulgadas en el presente documento se puede realizar un ciclo reversible entre diferentes niveles de tinte (por ejemplo, estado de blanqueo, estado de color más oscuro y niveles intermedios entre el estado de blanqueo y el estado de color más oscuro).

Refiriéndose nuevamente a la figura 3A, la fuente 316 de voltaje puede configurarse para operar en conjunto con sensores radiantes y otros sensores ambientales. Como se describe aquí, la fuente 316 de voltaje interactúa con un controlador de dispositivo (no mostrado en esta figura). Además, la fuente 316 de voltaje puede interactuar con un sistema de administración de energía que controla el dispositivo electrocrómico de acuerdo con diversos criterios, como la época del año, la hora del día y las condiciones ambientales medidas. Dicho sistema de administración de energía, junto con dispositivos electrocrómicos de gran área (por ejemplo, una ventana electrocrómica), puede reducir drásticamente el consumo de energía de un edificio.

Cualquier material que tenga propiedades ópticas, eléctricas, térmicas y mecánicas adecuadas puede usarse como sustrato 302. Tales sustratos incluyen, por ejemplo, materiales de vidrio, plástico y espejos. Los vidrios adecuados incluyen vidrio sodocálcico transparente o teñido, incluyendo vidrio flotado sodocálcico. El vidrio puede ser templado o sin templar.

En muchos casos, el sustrato es un cristal de tamaño adecuado para aplicaciones de ventanas residenciales. El tamaño de dicho cristal de vidrio puede variar ampliamente dependiendo de las necesidades específicas de la residencia. En otros casos, el sustrato es de vidrio arquitectónico. El vidrio arquitectónico se usa típicamente en edificios comerciales, pero también se puede usar en edificios residenciales, y típicamente, aunque no necesariamente, separa un ambiente interior de un ambiente exterior. En ciertas realizaciones, el vidrio arquitectónico es de al menos 20 pulgadas por 20 pulgadas, y puede ser mucho más grande, por ejemplo, tan grande como alrededor de 80 pulgadas por 120 pulgadas. El vidrio arquitectónico es típicamente de al menos aproximadamente 2 mm de espesor, típicamente entre aproximadamente 3 mm y aproximadamente 6 mm de espesor. Por supuesto, los dispositivos electrocrómicos son escalables a sustratos más pequeños o más grandes que el vidrio arquitectónico. Además, el dispositivo electrocrómico se puede proporcionar en un espejo de cualquier tamaño y forma.

Sobre la parte superior del sustrato 302 se encuentra la capa 304 conductora. En ciertas realizaciones, una o ambas capas 304 y 314 conductoras son inorgánicas y/o sólidas. Las capas 304 y 314 conductoras pueden estar hechas de varios materiales diferentes, incluidos óxidos conductores, recubrimientos metálicos delgados, nitruros metálicos conductores y conductores compuestos. Típicamente, las capas 304 y 314 conductoras son transparentes al menos en el intervalo de longitudes de onda en las que la capa electrocrómica exhibe electrocromismo. Los óxidos conductores transparentes incluyen los óxidos metálicos y los óxidos metálicos dopados con uno o más metales. Los ejemplos de tales óxidos metálicos y óxidos metálicos dopados incluyen óxido de indio, óxido de estaño indio, óxido

de indio dopado, óxido de estaño, óxido de estaño dopado, óxido de zinc, óxido de zinc aluminio, óxido de zinc dopado, óxido de rutenio, óxido de rutenio dopado y similares. Dado que los óxidos se utilizan a menudo para estas capas, a veces se les conoce como capas de "óxido conductor transparente" (TCO). También se pueden usar recubrimientos metálicos delgados que son sustancialmente transparentes.

5 La función de las capas conductoras es extender un potencial eléctrico provisto por la fuente 316 de voltaje sobre las superficies de la pila 320 electrocrómica a las regiones interiores de la pila, con una caída de potencial óhmica relativamente pequeña. El potencial eléctrico se transfiere a las capas conductoras a través de conexiones eléctricas a las capas conductoras. En algunas realizaciones, las barras colectoras, una en contacto con la capa 304 conductora y una en contacto con la capa 314 conductora, proporcionan la conexión eléctrica entre la fuente 316 de voltaje y las
10 capas 304 y 314 conductoras. Las capas 304 y 314 conductoras también pueden estar conectadas a la fuente 316 de voltaje con otros medios convencionales.

La capa 304 conductora superpuesta es la capa 306 electrocrómica. En algunas realizaciones, la capa 306 electrocrómica es inorgánica y/o sólida. La capa electrocrómica puede contener uno o más de varios materiales electrocrómicos diferentes, incluidos los óxidos metálicos. Tales óxidos metálicos incluyen óxido de tungsteno (WO₃),
15 óxido de molibdeno (MoO₃), óxido de niobio (Nb₂O₅), óxido de titanio (TiO₂), óxido de cobre (CuO), óxido de iridio (Ir₂O₃), óxido de cromo (Cr₂O₃), óxido de manganeso (Mn₂O₃), óxido de vanadio (V₂O₅), óxido de níquel (Ni₂O₃), óxido de cobalto (Co₂O₃) y similares. Durante la operación, la capa 306 electrocrómica transfiere iones y recibe iones de la capa 310 del contraelectrodo para provocar transiciones ópticas.

En general, la colorización (o cambio en cualquier propiedad óptica, por ejemplo, absorbancia, reflectancia y transmitancia) del material electrocrómico es causada por la inserción de iones reversibles en el material (por ejemplo, intercalación) y una inyección correspondiente de un electrón de equilibrio de carga. Típicamente, una fracción de los iones responsables de la transición óptica está irreversiblemente ligada en el material electrocrómico. Algunos o todos los iones irreversiblemente unidos se utilizan para compensar la "carga ciega" en el material. En la mayoría de los materiales electrocrómicos, los iones adecuados incluyen iones de litio (Li⁺) e iones de hidrógeno (H⁺) (es decir, protones).
20 En algunos casos, sin embargo, otros iones serán adecuados. En diversas realizaciones, los iones de litio se utilizan para producir los fenómenos electrocrómicos. La intercalación de iones de litio en óxido de tungsteno (WO₃-y(0 <y ~0.3)) hace que el óxido de tungsteno cambie de transparente (estado blanqueado) a azul (estado coloreado).

Refiriéndose nuevamente a la figura 3A, en la pila 320 electrocrómica, la capa 308 conductora de iones está intercalada entre la capa 306 electrocrómica y la capa 310 de contraelectrodo. En algunas realizaciones, la capa 310 de
30 contraelectrodo es inorgánica y/o sólida. La capa de contraelectrodo puede comprender uno o más de varios materiales diferentes que sirven como un depósito de iones cuando el dispositivo electrocrómico está en el estado blanqueado. Durante una transición electrocrómica iniciada, por ejemplo, mediante la aplicación de un potencial eléctrico apropiado, la capa de contraelectrodo transfiere algunos o todos los iones que contiene a la capa electrocrómica, cambiando la capa electrocrómica al estado coloreado. Al mismo tiempo, en el caso de NiWO, la capa
35 del contraelectrodo se colorea con la pérdida de iones.

En algunas realizaciones, los materiales adecuados para el contraelectrodo complementario a WO₃ incluyen óxido de níquel (NiO), óxido de níquel tungsteno (NiWO), óxido de níquel vanadio, óxido de níquel-cromo, óxido de níquel-aluminio, óxido de níquel manganeso, óxido de níquel y magnesio, óxido de cromo (Cr₂O₃), óxido de manganeso (MnO₂) y azul de Prusia.

40 Cuando se elimina la carga de un contraelectrodo 310 hecho de óxido de níquel tungsteno (es decir, los iones se transportan desde el contraelectrodo 310 a la capa 306 electrocrómica), la capa del contraelectrodo pasará de un estado transparente a un estado coloreado.

En el dispositivo electrocrómico representado, entre la capa 306 electrocrómica y la capa de 310 de contraelectrodo, está la capa 308 conductora de iones. La capa 308 conductora de iones sirve como un medio a través del cual los
45 iones se transportan (a la manera de un electrolito) cuando el dispositivo electrocrómico hace transición entre el estado blanqueado y el estado coloreado. Preferiblemente, la capa 308 conductora de iones es altamente conductora de los iones relevantes para las capas electrocrómica y de contraelectrodo, pero tiene una conductividad de electrones suficientemente baja para que tenga lugar una transferencia de electrones insignificante durante el funcionamiento normal. Una delgada capa conductora de iones con alta conductividad iónica permite una rápida conducción de iones
50 y, por lo tanto, una rápida conmutación para dispositivos electrocrómicos de alto rendimiento. En ciertas realizaciones, la capa 308 conductora de iones es inorgánica y/o sólida.

Los ejemplos de capas conductoras de iones adecuadas (para dispositivos electrocrómicos que tienen una capa IC distinta) incluyen silicatos, óxidos de silicio, óxidos de tungsteno, óxidos de tantalio, óxidos de niobio y boratos. Estos materiales pueden doparse con diferentes dopantes, incluido el litio. Los óxidos de silicio dopados con litio incluyen
55 óxido de silicio, aluminio y litio. En algunas realizaciones, la capa conductora de iones comprende una estructura basada en silicato. En algunas realizaciones, se usa un óxido de silicio-aluminio (SiAlO) para la capa 308 conductora de iones.

El dispositivo 300 electrocrómico puede incluir una o más capas adicionales (no mostradas), tales como una o más capas pasivas. Las capas pasivas utilizadas para mejorar ciertas propiedades ópticas pueden incluirse en el dispositivo 300 electrocrómico. Las capas pasivas para proporcionar resistencia a la humedad o al rayado también pueden incluirse en el dispositivo 300 electrocrómico. Por ejemplo, las capas conductoras pueden tratarse con capas de óxido o nitruro antirreflectantes o protectoras. Otras capas pasivas pueden servir para sellar herméticamente el dispositivo 300 electrocrómico.

La figura 3B es una sección transversal esquemática de un dispositivo electrocrómico en un estado blanqueado (o en transición a un estado blanqueado). De acuerdo con realizaciones específicas, un dispositivo 400 electrocrómico incluye una capa electrocrómica (EC) 406 de óxido de tungsteno y una capa de contraelectrodo (CE) 410 de óxido de níquel tungsteno. El dispositivo 400 electrocrómico también incluye un sustrato 402, una capa conductora (CL) 404, una capa conductora de iones (IC) 408 y una capa conductora (CL) 414.

Una fuente 416 de alimentación está configurada para aplicar un potencial y/o una corriente a una pila 420 electrocrómica a través de conexiones adecuadas (por ejemplo, barras colectoras) a las capas 404 y 414 conductoras. En algunas realizaciones, la fuente de voltaje está configurada para aplicar un potencial de unos pocos voltios con el fin de impulsar una transición del dispositivo de un estado óptico a otro. La polaridad del potencial como se muestra en La figura 3A es tal que los iones (iones de litio en este ejemplo) residen principalmente (como lo indica la flecha punteada) en la capa 410 de contraelectrodo de óxido de níquel tungsteno

La figura 3C es una sección transversal esquemática del dispositivo 400 electrocrómico mostrado en La figura 3B pero en un estado coloreado (o en transición a un estado coloreado). En La figura 3C, la polaridad de la fuente 416 de voltaje se invierte, de modo que la capa electrocrómica se hace más negativa para aceptar iones de litio adicionales y, por lo tanto, la transición al estado coloreado. Como lo indica la flecha punteada, los iones de litio se transportan a través de la capa 408 conductora de iones a la capa 406 electrocrómica de óxido de tungsteno. La capa 406 electrocrómica de óxido de tungsteno se muestra en el estado coloreado. El contraelectrodo 410 de óxido de níquel tungsteno también se muestra en el estado coloreado. Como se explicó, el óxido de níquel tungsteno se vuelve cada vez más opaco a medida que abandona (desintercala) los iones de litio. En este ejemplo, hay un efecto sinérgico en el que la transición a los estados coloreados para ambas capas 406 y 410 es aditiva hacia la reducción de la cantidad de luz transmitida a través de la pila y el sustrato.

Como se describió anteriormente, un dispositivo electrocrómico puede incluir una capa de electrodo electrocrómico (EC) y una capa de contraelectrodo (CE) separadas por una capa iónicamente conductora (IC) que es altamente conductora de iones y altamente resistiva a los electrones. Como se entiende convencionalmente, la capa iónicamente conductora evita, por lo tanto, el cortocircuito entre la capa electrocrómica y la capa del contraelectrodo. La capa iónicamente conductora permite que los electrodos y contraelectrodos retengan una carga y, por lo tanto, mantengan sus estados blanqueados o coloreados. En dispositivos electrocrómicos que tienen capas distintas, los componentes forman una pila que incluye la capa conductora de iones intercalada entre la capa del electrodo electrocrómico y la capa del contraelectrodo. Los límites entre estos tres componentes de la pila están definidos por cambios abruptos en la composición y/o microestructura. Por lo tanto, los dispositivos tienen tres capas distintas con dos interfaces abruptas.

De acuerdo con ciertas realizaciones, el contraelectrodo y los electrodos electrocrómicos se forman inmediatamente adyacentes entre sí, a veces en contacto directo, sin depositar por separado una capa de conducción iónica. En algunas realizaciones, se emplean dispositivos electrocrómicos que tienen una región interfacial en lugar de una capa de IC distinta. Dichos dispositivos, y los métodos para fabricarlos, se divulgan en las patentes de EE.UU. No. 8,300,298 y la solicitud de patente de EE.UU. Serie No. 12/772,075 presentada el 30 de abril de 2010, y la solicitud de patente de EE.UU. Serie 12/814,277 y 12/814,279, presentadas el 11 de junio de 2010, cada una de las tres solicitudes de patente y la patente titulada "Electrochromic Devices", cada uno de los cuales designa a Zhongchun Wang et al. como inventores, y cada uno se incorpora aquí como referencia en su totalidad.

II. Controladores de ventana

Se utiliza un controlador de ventana para controlar el nivel de tinte del dispositivo electrocrómico de una ventana electrocrómica. En algunas realizaciones, el controlador de ventana puede hacer transición de la ventana electrocrómica entre dos estados de tinte (niveles), un estado blanqueado y un estado coloreado. En otras realizaciones, el controlador puede hacer transición adicionalmente de la ventana electrocrómica (por ejemplo, que tiene un único dispositivo electrocrómico) a niveles de tinte intermedios. En algunas realizaciones divulgadas, el controlador de ventana puede hacer transición de la ventana electrocrómica a cuatro o más niveles de tinte. Ciertas ventanas electrocrómicas permiten niveles de tinte intermedios al utilizar dos (o más) "lites" electrocrómicos en una sola IGU, donde cada "lite" es una "lite" de dos estados. Esto se describe en referencia a las Figuras 2A y 2B en esta sección.

Como se indicó anteriormente con respecto a las Figuras. 2A y 2B, en algunas realizaciones, una ventana electrocrómica puede incluir un dispositivo 400 electrocrómico en un "lite" de un IGU 200 y otro dispositivo 400 electrocrómico en otro "lite" del IGU 200. Si el controlador de la ventana puede hacer transición cada dispositivo

electrocrómico entre dos estados, un estado blanqueado y un estado coloreado, la ventana electrocrómica puede alcanzar cuatro estados diferentes (niveles de tinte), un estado coloreado con ambos dispositivos electrocrómicos coloreados, un primer estado intermedio con un dispositivo electrocrómico coloreado, un segundo estado intermedio con el otro dispositivo electrocrómico coloreado y un estado blanqueado con ambos dispositivos electrocrómicos blanqueados. Las realizaciones de ventanas electrocrómicas multicristal se divulgan con más detalle en la patente de EE.UU. No. 8,270,059, nombrando a Robin Friedman et al. como inventores, titulados "MULTI-PANE ELECTROCHROMIC WINDOWS", que se incorporan aquí como referencia en su totalidad.

En algunas realizaciones, el controlador de ventana puede hacer transición de una ventana electrocrómica que tiene un dispositivo electrocrómico capaz de realizar la transición entre dos o más niveles de tinte. Por ejemplo, un controlador de ventana puede hacer la transición de la ventana electrocrómica a un estado de blanqueo, uno o más niveles intermedios y un estado de color. En algunas otras realizaciones, el controlador de ventana puede hacer transición de una ventana electrocrómica que incorpora un dispositivo electrocrómico entre cualquier número de niveles de tinte entre el estado de blanqueo y el estado de color. Las realizaciones de los métodos y controladores para la transición de una ventana electrocrómica a un nivel o niveles de tinte intermedio se divulgan con más detalle en las Patentes de EE.UU. No. 8,254,013, nombrando a Disha Mehtani et al. como inventores, titulada "CONTROLLING TRANSITIONS IN OPTICALLY SWITCHABLE DEVICES", que se incorpora aquí como referencia en su totalidad.

En algunas realizaciones, un controlador de ventana puede alimentar uno o más dispositivos electrocrómicos en una ventana electrocrómica. Normalmente, esta función del controlador de ventana se aumenta con una o más funciones divulgadas con más detalle a continuación. Los controladores de ventana descritos aquí no están limitados a aquellos que tienen la función de alimentar un dispositivo electrocrómico al cual está asociado con el propósito de control. Es decir, la fuente de alimentación para la ventana electrocrómica puede estar separada del controlador de la ventana, donde el controlador tiene su propia fuente de alimentación y dirige la aplicación de energía desde la fuente de alimentación de la ventana a la ventana. Sin embargo, es conveniente incluir una fuente de alimentación con el controlador de la ventana y configurar el controlador para alimentar la ventana directamente, ya que evita la necesidad de un cableado separado para alimentar la ventana electrocrómica.

Además, los controladores de ventana divulgados en esta sección se describen como controladores independientes que pueden configurarse para controlar las funciones de una sola ventana o una pluralidad de ventanas electrocrómicas, sin la integración del controlador de ventana en una red de control de edificio o un sistema de gestión de edificio (BMS). Sin embargo, los controladores de ventana pueden integrarse en una red de control del edificio o en un BMS, como se describe más adelante en la sección de sistema de gestión de edificios de esta divulgación.

La figura 4 representa un diagrama de bloques de algunos componentes de un controlador 450 de ventana y otros componentes de un sistema de controlador de ventana de realizaciones divulgadas. La figura 4 es un diagrama de bloques simplificado de un controlador de ventana, y se pueden encontrar más detalles sobre los controladores de ventana en la solicitud de patente de EE. UU. Serie No. 13/449,248 y 13/449,251, ambos denominaron a Stephen Brown como inventor, ambos titulados "CONTROLLER FOR OPTICALLY-SWITCHABLE WINDOWS", y ambos presentados el 17 de abril de 2012, y en la patente de EE. UU. 13/449,235, titulado "CONTROLLING TRANSITIONS IN OPTICALLY SWITCHABLE DEVICES", nombrando a Stephen Brown et al. como inventores y presentados el 17 de abril de 2012, todos los cuales se incorporan a la presente por referencia en su totalidad.

En La figura 4, los componentes ilustrados del controlador 450 de ventana incluyen un controlador 450 de ventana que tiene un microprocesador 455 u otro procesador, un modulador de ancho de potencia (PWM) 460, un módulo 465 de acondicionamiento de señal y un medio legible por ordenador (por ejemplo, memoria) que tiene un archivo 475 de configuración. El controlador 450 de la ventana está en comunicación electrónica con uno o más dispositivos 400 electrocrómicos en una ventana electrocrómica a través de la red 480 (cableada o inalámbrica) para enviar instrucciones a uno o más dispositivos 400 electrocrómicos. En algunas realizaciones, el controlador 450 de ventana puede ser un controlador de ventana local en comunicación a través de una red (cableada o inalámbrica) a un controlador de ventana maestro.

En realizaciones divulgadas, un edificio puede tener al menos una habitación con una ventana electrocrómica entre el exterior y el interior de un edificio. Uno o más sensores pueden ubicarse en el exterior del edificio y/o dentro de la habitación. En realizaciones, la salida de uno o más sensores puede introducirse en el módulo 465 de acondicionamiento de señales del controlador 450 de ventana. En algunos casos, la salida de uno o más sensores se puede ingresar a un BMS, como se divulga más adelante en la sección Sistemas de administración de edificios. Aunque los sensores de las realizaciones representadas se muestran como ubicados en la pared vertical exterior del edificio, esto es por simplicidad, y los sensores pueden estar en otras ubicaciones, como dentro de la habitación o en otras superficies al exterior, también. En algunos casos, se pueden usar dos o más sensores para medir la misma entrada, lo que puede proporcionar redundancia en caso de que un sensor falle o tenga una lectura errónea.

La figura 5 representa un diagrama esquemático de una habitación 500 que tiene una ventana 505 electrocrómica con al menos un dispositivo electrocrómico. La ventana 505 electrocrómica está ubicada entre el exterior y el interior de

5 un edificio, que incluye la habitación 500. La habitación 500 también incluye un controlador 450 de ventana conectado y configurado para controlar el nivel de tinte de la ventana 505 electrocrómica. Un sensor 510 exterior se encuentra en una superficie vertical en el exterior del edificio. En otras realizaciones, también se puede usar un sensor interior para medir la luz ambiental en la habitación 500. En otras realizaciones más, también se puede usar un sensor de ocupante para determinar cuándo un ocupante está en la habitación 500.

10 El sensor 510 exterior es un dispositivo, como un fotosensor, que puede detectar la luz radiante que incide sobre el dispositivo que fluye desde una fuente de luz como el sol o desde la luz reflejada hacia el sensor desde una superficie, partículas en la atmósfera, nubes, etc. El sensor 510 exterior puede generar una señal en forma de corriente eléctrica que resulta del efecto fotoeléctrico y la señal puede ser una función de la luz incidente en el sensor 510. En algunos casos, el dispositivo puede detectar luz radiante en términos de irradiancia en unidades de vatios/m² u otras unidades similares. En otros casos, el dispositivo puede detectar luz en el rango visible de longitudes de onda en unidades de vela o unidades similares. En muchos casos, existe una relación lineal entre estos valores de irradiancia y luz visible.

15 Los valores de irradiancia de la luz solar se pueden predecir en función de la hora del día y la época del año a medida que el ángulo en el que la luz solar incide sobre los cambios de la tierra. El sensor 510 exterior puede detectar luz radiante en tiempo real, lo que explica la luz reflejada y obstruida debido a edificios, cambios en el clima (por ejemplo, nubes), etc. Por ejemplo, en días nublados, la luz solar se bloquearía con las nubes y la luz radiante detectada por un sensor 510 exterior sería más baja que en los días sin nubes.

20 En algunas realizaciones, puede haber uno o más sensores 510 externos asociados con una sola ventana 505 electrocrómica. La salida de uno o más sensores 510 exteriores podría compararse entre sí para determinar, por ejemplo, si uno de los sensores 510 exteriores está sombreado por un objeto, como por ejemplo un pájaro que aterrizó en el sensor 510 exterior. En algunos casos, puede ser conveniente utilizar relativamente pocos sensores en un edificio porque algunos sensores pueden ser poco fiables y/o costosos. En ciertas implementaciones, se puede emplear un solo sensor o algunos sensores para determinar el nivel actual de luz radiante del sol que incide en el edificio o quizás en un lado del edificio. Una nube puede pasar frente al sol o un vehículo de construcción puede estacionarse frente al sol poniente. Esto dará lugar a desviaciones de la cantidad de luz radiante del sol calculada para incidir normalmente en el edificio.

25 El sensor 510 exterior puede ser un tipo de fotosensor. Por ejemplo, el sensor 510 exterior puede ser un dispositivo de carga acoplada (CCD), un fotodiodo, un fotorresistor o una celda fotovoltaica. Un experto en la técnica apreciará que los desarrollos futuros en el fotosensor y otras tecnologías de sensores también funcionarán, ya que miden la intensidad de la luz y proporcionan una salida eléctrica representativa del nivel de luz.

30 En algunas realizaciones, la salida del sensor 510 exterior puede ser ingresada al módulo 465 de acondicionamiento de señal. La entrada puede tener la forma de una señal de voltaje al módulo 465 de acondicionamiento de señales. El módulo 465 de acondicionamiento de señal pasa una señal de salida al controlador 450 de ventana. El controlador 450 de la ventana determina un nivel de tinte de la ventana 505 electrocrómica, basándose en información diversa del archivo 475 de configuración, la salida del módulo 465 de acondicionamiento de señales y los valores de anulación. El controlador 450 de ventana y luego le indica al PWM 460 que aplique un voltaje y/o corriente a la ventana 505 electrocrómica para hacer transición al nivel de tinte deseado.

35 En realizaciones divulgadas, el controlador 450 de ventana puede ordenar al PWM 460, que aplique un voltaje y/o corriente a la ventana 505 electrocrómica para hacer la transición a uno de cuatro o más niveles de tinte diferentes. En realizaciones divulgadas, la ventana 505 electrocrómica puede hacer transición a al menos ocho niveles de tinte diferentes descritos como: 0 (el más claro), 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 (el más oscuro). Los niveles de tinte pueden corresponder linealmente a los valores de transmitancia visual y coeficiente de calor de ganancia solar (SGHC) de la luz transmitida a través de la ventana 505 electrocrómica. Por ejemplo, utilizando los ocho niveles de tinte anteriores, el nivel de tinte más claro de 0 puede corresponder a un valor de SGHC de 0.80, el nivel de tinte de 5 puede corresponder a un valor de SGHC de 0.70, el nivel de tinte de 10 puede corresponder a un valor de SGHC de 0.60, el nivel de tinte de 15 puede corresponder a un valor de SGHC de 0.50, el nivel de tinte de 20 puede corresponder a un valor de SGHC de 0.40, el nivel de tinte de 25 puede corresponder a un valor de SGHC de 0.30, el nivel de tinte de 30 puede corresponder a un valor SGHC de 0.20, y el nivel de tinte de 35 (el más oscuro) puede corresponder a un valor SGHC de 0.10.

40 El controlador 450 de ventana o un controlador maestro en comunicación con el controlador 450 de ventana pueden emplear uno o más componentes lógicos de control predictivo para determinar el nivel de tinte deseado basándose en las señales del sensor 510 exterior y/u otra entrada. El controlador 450 de ventana puede ordenar al PWM 460 que aplique un voltaje y/o corriente a la ventana 505 electrocrómica para hacer la transición al nivel de tinte deseado.

III. Un ejemplo de lógica de control predictivo

En realizaciones divulgadas, la lógica de control predictivo se usa para implementar métodos de determinación y control de un nivel de tinte deseado para la ventana 505 electrocrómica u otra ventana teñible que tenga en cuenta la comodidad del ocupante y/o las consideraciones de ahorro de energía. Esta lógica de control predictivo puede emplear uno o más módulos lógicos. Las figuras 6A-6C incluyen diagramas que representan cierta información recopilada por cada uno de los tres módulos lógicos A, B y C de una lógica de control de ejemplo de realizaciones divulgadas.

La figura 6A muestra la profundidad de penetración de la luz solar directa en una habitación 500 a través de una ventana 505 electrocrómica entre el exterior y el interior de un edificio, que incluye la habitación 500. La profundidad de penetración es una medida de que tanto la luz solar directa penetrará en la habitación 500. Como se muestra, la profundidad de penetración se mide en una dirección horizontal lejos del alféizar (parte inferior) de la ventana. En general, la ventana define una abertura que proporciona un ángulo de aceptación para la luz solar directa. La profundidad de penetración se calcula en función de la geometría de la ventana (por ejemplo, las dimensiones de la ventana), su posición y orientación en la habitación, cualquier aleta u otra sombra exterior fuera de la ventana, y la posición del sol (por ejemplo, el ángulo de la luz solar directa), para una hora particular del día y fecha). El sombreado exterior de una ventana 505 electrocrómica puede deberse a cualquier tipo de estructura que pueda sombrear la ventana, como una saliente, una aleta, etc. En La figura 6A, hay una saliente 520 sobre la ventana 505 electrocrómica que bloquea una porción de la luz solar directa que ingresa a la habitación 500, acortando así la profundidad de penetración. La habitación 500 también incluye un controlador de ventana local 450 conectado y configurado para controlar el nivel de tinte de la ventana 505 electrocrómica. Un sensor 510 exterior se encuentra en una superficie vertical en el exterior del edificio.

El Módulo A se puede usar para determinar un nivel de tinte que considere la comodidad del ocupante desde la luz solar directa a través de la ventana 505 electrocrómica hasta un ocupante o su área de actividad. El nivel de tinte se determina según la profundidad de penetración calculada de la luz solar directa en la habitación y el tipo de espacio (por ejemplo, un escritorio cerca de la ventana, el vestíbulo, etc.) en la habitación en un momento determinado en el tiempo. En algunos casos, el nivel de tinte también puede basarse en proporcionar suficiente luz natural en la habitación. En muchos casos, la profundidad de penetración es el valor calculado en un momento en el futuro para tener en cuenta el tiempo de transición del vidrio. La preocupación que se aborda en el Módulo A es que la luz solar directa puede penetrar tan profundamente en la habitación 500 como para mostrar directamente a un ocupante que trabaja en un escritorio u otra superficie de trabajo en una habitación. Los programas disponibles al público pueden proporcionar un cálculo de la posición del sol y permitir un cálculo fácil de la profundidad de penetración.

La figura 6A también muestra un escritorio en la habitación 500 como ejemplo de un tipo de espacio asociado con un área de actividad (es decir, escritorio) y la ubicación del área de actividad (es decir, la ubicación del escritorio). Cada tipo de espacio está asociado con diferentes niveles de tinte para la comodidad de los ocupantes. Por ejemplo, si la actividad es crítica, como el trabajo en una oficina que se realiza en un escritorio u ordenador, y el escritorio está ubicado cerca de la ventana, el nivel de tinte deseado puede ser mayor que si el escritorio estuviera más alejado de la ventana. Como otro ejemplo, si la actividad no es crítica, como la actividad en un vestíbulo, el nivel de tinte deseado puede ser más bajo que para el mismo espacio que tiene un escritorio.

La figura 6B muestra la luz solar directa y la radiación en condiciones de cielo despejado que entran en la habitación 500 a través de la ventana 505 electrocrómica. La radiación puede provenir de la luz solar dispersada por las moléculas y partículas en la atmósfera. El Módulo B determina un nivel de tinte basado en los valores pronosticados de irradiancia en condiciones de cielo despejado que fluyen a través de la ventana 505 electrocrómica en consideración. Se pueden usar diversos programas, como el programa de código abierto RADIANCE, para predecir la irradiancia de cielo despejado en una cierta latitud, longitud, época del año y hora del día, y para una orientación de ventana determinada.

La figura 6C muestra la luz radiante del cielo que se mide en tiempo real por un sensor 510 exterior para tener en cuenta la luz que puede ser obstruida o reflejada por objetos como edificios o condiciones climáticas (por ejemplo, nubes) que no se tienen en cuenta en las predicciones cielo despejado. El nivel de tinte determinado por el Módulo C se basa en la irradiancia en tiempo real basada en las mediciones tomadas por el sensor 510 exterior.

La lógica de control predictivo puede implementar uno o más de los módulos lógicos A, B y C por separado para cada ventana 505 electrocrómica en el edificio. Cada ventana 505 electrocrómica puede tener un conjunto único de dimensiones, orientación (por ejemplo, vertical, horizontal, inclinada en ángulo), posición, tipo de espacio asociado, etc. Se puede mantener un archivo de configuración con esta información y otra información para cada ventana 505 electrocrómica. El archivo 475 de configuración puede almacenarse en el medio 470 legible por ordenador del controlador 450 de la ventana local de la ventana 505 electrocrómica o en el BMS descrito más adelante en esta divulgación. El archivo 475 de configuración puede incluir información como una configuración de ventana, una tabla de búsqueda de ocupación, información sobre un vidrio de referencia asociado y/u otros datos utilizados por la lógica de control predictivo. La configuración de la ventana puede incluir información tal como las dimensiones de la ventana 505 electrocrómica, la orientación de la ventana 505 electrocrómica, la posición de la ventana 505 electrocrómica, etc.

Una tabla de búsqueda describe los niveles de tinte que brindan comodidad a los ocupantes para ciertos tipos de espacio y profundidades de penetración. Es decir, los niveles de tinte en la tabla de búsqueda de ocupación están

diseñados para brindar comodidad a los ocupantes que puedan estar en la habitación 500 de la luz solar directa de los ocupantes o su área de trabajo. Un ejemplo de una tabla de búsqueda de ocupación se muestra en La figura 10.

El tipo de espacio es una medida para determinar la cantidad de tintura que se requerirá para abordar los problemas de comodidad de los ocupantes para una profundidad de penetración determinada y/o proporcionar una iluminación natural cómoda en la habitación. El parámetro de tipo de espacio puede tener en cuenta muchos factores. Entre estos factores se encuentra el tipo de trabajo u otra actividad que se lleva a cabo en una sala en particular y la ubicación de la actividad. El trabajo cercano asociado con un estudio detallado que requiere gran atención puede ser en un tipo de espacio, mientras que una sala de estar o una sala de conferencias puede tener un tipo de espacio diferente. Además, la posición del escritorio u otra superficie de trabajo en la sala con respecto a la ventana es una consideración al definir el tipo de espacio. Por ejemplo, el tipo de espacio puede estar asociado con una oficina de un solo ocupante que tiene un escritorio u otro espacio de trabajo ubicado cerca de la ventana 505 electrocrómica. Como otro ejemplo, el tipo de espacio puede ser un vestíbulo.

En ciertas realizaciones, uno o más módulos de la lógica de control predictivo pueden determinar los niveles de tinte deseados al tiempo que representan la conservación de energía además de la comodidad de los ocupantes. Estos módulos pueden determinar los ahorros de energía asociados con un nivel de tinte particular al comparar el rendimiento de la ventana 505 electrocrómica en ese nivel de tinte con un vidrio de referencia u otra ventana de referencia estándar. El propósito de usar esta ventana de referencia puede ser garantizar que la lógica de control predictivo cumpla con los requisitos del código de construcción municipal u otros requisitos para las ventanas de referencia utilizadas en la ubicación del edificio. A menudo, los municipios definen ventanas de referencia que usan vidrio de baja emisividad convencional para controlar la cantidad de carga de aire acondicionado en el edificio. Como ejemplo de cómo la ventana de referencia 505 encaja en la lógica de control predictivo, la lógica puede diseñarse de modo que la irradiancia que llega a través de una ventana 505 electrocrómica dada nunca sea mayor que la irradiancia máxima que viene a través de una ventana de referencia según lo especificado por el respectivo municipio. En realizaciones divulgadas, la lógica de control predictivo puede utilizar el valor del coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) de la ventana 505 electrocrómica en un nivel de tinte particular y el SHGC de la ventana de referencia para determinar el ahorro de energía al usar el nivel de tinte. En general, el valor del SHGC es la fracción de luz incidente de todas las longitudes de onda transmitidas a través de la ventana. Aunque en muchas realizaciones se divulga un vidrio de referencia, se pueden usar otras ventanas de referencia estándar. En general, el SHGC de la ventana de referencia (por ejemplo, vidrio de referencia) es una variable que puede ser diferente para diferentes ubicaciones geográficas y orientaciones de ventana, y se basa en los requisitos de código especificados por el municipio respectivo.

En general, los edificios están diseñados para tener un HVAC con la capacidad de cumplir con las cargas máximas de calefacción y/o aire acondicionado esperadas requeridas, en cualquier caso. El cálculo de la capacidad requerida puede tener en cuenta el vidrio de referencia o la ventana de referencia requerida en un edificio en la ubicación particular donde se está construyendo el edificio. Por lo tanto, es importante que la lógica de control predictivo cumpla o exceda los requisitos funcionales del vidrio de referencia para permitir que los diseñadores de edificios determinen con confianza la capacidad de HVAC para colocar en un edificio en particular. Dado que la lógica de control predictivo se puede usar para teñir la ventana para proporcionar un ahorro de energía adicional sobre el vidrio de referencia, la lógica de control predictivo podría ser útil para permitir que los diseñadores de edificios tengan una capacidad HVAC más baja que la que se hubiera requerido utilizando el vidrio de referencia especificado por los códigos y normas.

Las realizaciones particulares divulgadas aquí suponen que la conservación de energía se logra reduciendo la carga del aire acondicionado en un edificio. Por lo tanto, muchas de las implementaciones intentan lograr el máximo teñido posible, a la vez que representan el nivel de comodidad de los ocupantes y quizás la carga de iluminación en una habitación con la ventana en cuestión. Sin embargo, en algunos climas, como en el extremo norte y en las latitudes del sur, el calentamiento puede ser más preocupante que el aire acondicionado. Por lo tanto, la lógica de control predictivo se puede modificar, específicamente, el camino se invierte en algunas cuestiones, de modo que se produzca un menor tinte para garantizar que se reduzca la carga de calefacción del edificio.

En ciertas implementaciones, la lógica de control predictivo tiene solo dos variables independientes que pueden ser controladas por un ocupante (usuario final), diseñador de construcción u operador de construcción. Estos son los tipos de espacio para una ventana dada y el vidrio de referencia asociado con la ventana dada. A menudo, el vidrio de referencia se especifica cuando se implementa la lógica de control predictivo para un edificio determinado. El tipo de espacio puede variar, pero es típicamente estático. En ciertas implementaciones, el tipo de espacio puede ser parte del archivo de configuración mantenido por el edificio o almacenado en el controlador 450 de la ventana local. En algunos casos, el archivo de configuración puede actualizarse para tener en cuenta varios cambios en el edificio. Por ejemplo, si hay un cambio en el tipo de espacio (por ejemplo, un escritorio movido en una oficina, un escritorio adicional, un vestíbulo cambiado en el área de la oficina, un muro movido, etc.) en el edificio, un archivo de configuración actualizado con una tabla de búsqueda de ocupación modificada puede almacenarse en el medio 470 legible por ordenador. Como otro ejemplo, si un ocupante golpea la anulación manual repetidamente, entonces el archivo de configuración puede actualizarse para reflejar la anulación manual.

La figura 7 es un diagrama de flujo que muestra la lógica de control predictivo para un método de control de una o más ventanas 505 electrocrómicas en un edificio, de acuerdo con realizaciones. La lógica de control predictivo utiliza uno o más de los módulos A, B y C para calcular los niveles de tinte para la(s) ventana(s) y envía instrucciones para hacer la transición de la(s) ventana(s). Los cálculos en la lógica de control se ejecutan de 1 a n veces en intervalos cronometrados por el temporizador en el paso 610. Por ejemplo, el nivel de tinte se puede recalcular 1 a n veces por uno o más de los Módulos A, B y C, y se puede calcular para las instancias en el tiempo $t_i = t_1, t_2, \dots, T_n$ es el número de recálculos realizados y n puede ser al menos 1. Los cálculos lógicos pueden realizarse a intervalos de tiempo constantes en algunos casos. En un caso, los cálculos lógicos se pueden hacer cada 2 a 5 minutos. Sin embargo, la transición de tinte para piezas grandes de vidrio electrocrómico puede demorar hasta 30 minutos o más. Para estas ventanas grandes, los cálculos se pueden hacer con menos frecuencia, como cada 30 minutos.

En el paso 620, los módulos lógicos A, B y C realizan cálculos para determinar un nivel de tinte para cada ventana 505 electrocrómica en un solo instante en el tiempo t_i . Estos cálculos pueden ser realizados por el controlador 450 de ventana. En ciertas realizaciones, la lógica de control predictivo calcula de manera predictiva cómo la ventana debe hacer la transición antes de la transición real. En estos casos, los cálculos en los Módulos A, B y C pueden basarse en un tiempo futuro alrededor o posterior o después de que se complete la transición. En estos casos, el tiempo futuro utilizado en los cálculos puede ser un tiempo en el futuro que sea suficiente para permitir que la transición se complete después de recibir las instrucciones de tinte. En estos casos, el controlador puede enviar instrucciones de tinte en el momento presente antes de la transición real. Al finalizar la transición, la ventana habrá pasado a un nivel de tinte deseado para ese momento.

En el paso 630, la lógica de control predictivo permite ciertos tipos de anulaciones que desactivan el algoritmo en los módulos A, B y C y definen los niveles de tinte anulación en el paso 640 en función de alguna otra consideración. Un tipo de anulación es una anulación manual. Esta es una anulación implementada por un usuario final que está ocupando una habitación y determina que un nivel de tinte particular (valor de anulación) es deseable. Puede haber situaciones en las que la anulación manual del usuario se anule por sí misma. Un ejemplo de anulación es una anulación de alta demanda (o carga máxima), que está asociada con el requisito de una empresa de servicios públicos para reducir el consumo de energía en el edificio. Por ejemplo, en días especialmente calurosos en grandes áreas metropolitanas, puede ser necesario reducir el consumo de energía en todo el municipio para no gravar excesivamente los sistemas de generación y entrega de energía del municipio. En tales casos, el edificio puede anular el nivel de tinte de la lógica de control predictivo descrita en este documento para garantizar que todas las ventanas tengan un nivel de tinte particularmente alto. Otro ejemplo de anulación puede ser si no hay un ocupante en el ejemplo de la habitación el fin de semana en un edificio de oficinas comerciales. En estos casos, el edificio puede desconectar uno o más módulos que se relacionan con la comodidad de los ocupantes y todas las ventanas pueden tener un alto nivel de teñido en clima frío y un bajo nivel de teñido en clima cálido.

En el paso 650, los niveles de tinte se transmiten a través de una red a uno o más dispositivos electrocrómicos en una o más ventanas 505 electrocrómicas en el edificio. En ciertas realizaciones, la transmisión de los niveles de tinte a todas las ventanas de un edificio puede implementarse teniendo en cuenta la eficiencia. Por ejemplo, si el recálculo del nivel de tinte sugiere que no se requiere un cambio en el tinte respecto del nivel de tinte actual, entonces no hay transmisión de instrucciones con un nivel de tinte actualizado. Como otro ejemplo, el edificio puede dividirse en zonas según el tamaño de la ventana. La lógica de control predictivo puede recalcular los niveles de tinte para zonas con ventanas más pequeñas con mayor frecuencia que para zonas con ventanas más grandes.

En algunas realizaciones, la lógica en la figura 7 para implementar los métodos de control para múltiples ventanas 505 electrocrómicas en un edificio completo puede estar en un solo dispositivo, por ejemplo, un solo controlador de ventana maestro. Este dispositivo puede realizar los cálculos para todas y cada una de las ventanas del edificio y también proporcionar una interfaz para transmitir niveles de tinte a uno o más dispositivos electrocrómicos en ventanas 505 electrocrómicas individuales.

Además, puede haber ciertos componentes adaptativos de la lógica de control predictivo de las realizaciones. Por ejemplo, la lógica de control predictivo puede determinar cómo un usuario final (por ejemplo, un ocupante) trata de anular el algoritmo en determinados momentos del día y utiliza esta información de una manera más predictiva para determinar los niveles de tinte deseados. En un caso, el usuario final puede estar utilizando un interruptor de pared para anular el nivel de tinte proporcionado por la lógica predictiva en un momento determinado cada día para un valor de anulación. La lógica de control predictivo puede recibir información sobre estas instancias y cambiar la lógica de control predictivo para cambiar el nivel de tinte al valor de anulación en esa hora del día.

La figura 8 es un diagrama que muestra una implementación particular del bloque 620 de la figura 7. Este diagrama muestra un método para realizar los tres módulos A, B y C en secuencia para calcular el nivel de tinte final de una ventana 505 electrocrómica particular para un solo instante en el tiempo t_i . El nivel de tinte final puede ser la transmisividad máxima permisible de la ventana en consideración. La figura 8 también incluye algunas entradas y salidas de ejemplo de los Módulos A, B y C. Los cálculos en los Módulos A, B y C se realizan mediante el controlador 450 de ventana en el controlador 450 de ventana local en realizaciones. En otras realizaciones, uno o más de los módulos pueden ser realizados por otro procesador. Aunque las realizaciones ilustradas muestran los tres módulos A,

B y C que se están utilizando, otras realizaciones pueden usar uno o más de los módulos A, B y C o pueden usar módulos adicionales.

5 En el paso 700, el controlador 450 de ventana usa el Módulo A para determinar el nivel de tinte para la comodidad de los ocupantes para evitar que el brillo directo de la luz solar penetre en la habitación 500. El controlador 450 de la ventana utiliza el Módulo A para calcular la profundidad de penetración de la luz solar directa en la habitación 500 según la posición del sol en el cielo y la configuración de la ventana del archivo de configuración. La posición del sol se calcula en función de la latitud y longitud del edificio y la hora del día y la fecha. La tabla de búsqueda de ocupación y el tipo de espacio se ingresan desde un archivo de configuración para la ventana en particular. El módulo A genera el nivel de tinte de A al Módulo B.

10 El objetivo del Módulo A es garantizar que la luz solar directa o el resplandor no golpeen al ocupante ni a su espacio de trabajo. El nivel de tinte del Módulo A está determinado para lograr este propósito. Los cálculos posteriores del nivel de tinte en los módulos B y C pueden reducir el consumo de energía y pueden requerir un tinte aún mayor. Sin embargo, si los cálculos posteriores del nivel de tinte basado en el consumo de energía sugieren menos teñido que el requerido para evitar interferir con el ocupante, la lógica predictiva evita que se ejecute el mayor nivel de transmisividad calculado para garantizar la comodidad del ocupante.

15 En el paso 800, el nivel de tinte calculado en el Módulo A se ingresa en el Módulo B. El nivel de tinte se calcula basándose en las predicciones de irradiancia en condiciones de cielo despejado (irradiancia de cielo despejado). El controlador 450 de la ventana usa el Módulo B para predecir la irradiancia de cielo despejado para la ventana 505 electrocrómica según la orientación de la ventana del archivo de configuración y la latitud y longitud del edificio. Estas predicciones también se basan en la hora del día y la fecha. El software disponible públicamente, como el programa RADIANCE, que es un programa de código abierto, puede proporcionar los cálculos para predecir la irradiancia de cielo despejado. El SHGC del vidrio de referencia también se introduce en el Módulo B desde el archivo de configuración. El controlador 450 de ventana usa el Módulo B para determinar un nivel de tinte más oscuro que el nivel de tinte en A y transmite menos calor del que se predice que el vidrio de referencia transmitirá bajo la irradiancia máxima de cielo despejado. La irradiancia máxima en cielo despejado es el nivel más alto de irradiación para todos los tiempos previstos para condiciones de cielo despejado.

20 En el paso 900, un nivel de tinte de B y una irradiancia de cielo despejado pronosticada se ingresan en el Módulo C. Los valores de irradiancia en tiempo real se ingresan en el Módulo C en base a las mediciones de un sensor 510 exterior. El controlador 450 de ventana usa el Módulo C para calcular la irradiancia transmitida a la habitación si la ventana se teñó al nivel de Tinte del Módulo B en condiciones de cielo despejado. El controlador 450 de la ventana usa el Módulo C para encontrar el nivel de tinte apropiado donde la irradiancia real a través de la ventana con este nivel de tinte es menor o igual a la irradiancia a través de la ventana con el nivel de Tinte del Módulo B. El nivel de tinte determinado en el Módulo C es el nivel de tinte final.

25 Gran parte de la entrada de información a la lógica de control predictivo se determina a partir de información fija sobre la latitud y longitud, la hora y la fecha. Esta información divulga dónde está el sol con respecto al edificio, y más particularmente con respecto a la ventana para la cual se está implementando la lógica de control predictivo. La posición del sol con respecto a la ventana proporciona información tal como la profundidad de penetración de la luz solar directa en la habitación asistida por la ventana. También proporciona una indicación de la irradiancia máxima o del flujo de energía radiante solar que entra por la ventana. Este nivel calculado de irradiancia puede ser modificado por la entrada del sensor, lo que podría indicar que hay una reducción de la cantidad máxima de irradiancia. Nuevamente, tal reducción podría ser causada por una nube u otra obstrucción entre la ventana y el sol.

30 La figura 9 es un diagrama de flujo que muestra detalles del paso 700 de la figura 8. En el paso 705, el módulo A comienza. En el paso 710, el controlador 450 de ventana usa el Módulo A para calcular la posición del sol para las coordenadas de latitud y longitud del edificio y la fecha y hora del día de un instante particular en el tiempo, t_i . Las coordenadas de latitud y longitud pueden ingresarse desde el archivo de configuración. La fecha y la hora del día pueden basarse en la hora actual proporcionada por el temporizador. La posición del sol se calcula en el instante particular en el tiempo, t_i , que puede ser en el futuro en algunos casos. En otras realizaciones, la posición del sol se calcula en otro componente (por ejemplo, el módulo) de la lógica de control predictivo.

35 En el paso 720, el controlador 450 de ventana usa el Módulo A para calcular la profundidad de penetración de la luz solar directa en la habitación 500 en el instante particular en el tiempo utilizado en el paso 710. El Módulo A calcula la profundidad de penetración según la posición calculada del sol y la información de configuración de la ventana, incluida la posición de la ventana, las dimensiones de la ventana, la orientación de la ventana (es decir, la orientación hacia la dirección) y los detalles de cualquier sombreado exterior. La información de configuración de la ventana se ingresa desde el archivo de configuración asociado con la ventana 505 electrocrómica. Por ejemplo, el Módulo A se puede usar para calcular la profundidad de penetración de la ventana vertical que se muestra en la figura 6A calculando primero el ángulo θ de la luz solar directa en función de la posición del sol calculada en el instante particular en el tiempo. La profundidad de penetración se puede determinar según el ángulo θ calculado y la ubicación del dintel (parte superior de la ventana).

5 En el paso 730, se determina un nivel de tinte que proporcionará comodidad al ocupante para la profundidad de penetración calculada en el paso 720. La tabla de búsqueda de ocupación se usa para encontrar el nivel de tinte deseado para el tipo de espacio asociado con la ventana, para la profundidad de penetración calculada y para el ángulo de aceptación de la ventana. El tipo de espacio y la tabla de búsqueda de ocupación se proporcionan como entrada del archivo de configuración para la ventana en particular.

10 Un ejemplo de una tabla de búsqueda de ocupación se proporciona en la figura 10. Los valores en la tabla están en términos de un nivel de tinte y valores SGHC asociados entre paréntesis. La figura 10 muestra los diferentes niveles de tinte (valores SGHC) para diferentes combinaciones de valores de penetración calculados y tipos de espacio. La tabla se basa en ocho niveles de tinte que incluyen 0 (más claro), 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 (más claro). El nivel de tinte más claro de 0 corresponde a un valor de SGHC de 0.80, el nivel de tinte de 5 corresponde a un valor de SGHC de 0.70, el nivel de tinte de 10 corresponde a un valor de SGHC de 0.60, el nivel de tinte de 15 corresponde a un valor de SGHC de 0.50, el nivel de tinte de 20 corresponde a un valor de SGHC de 0.40, el nivel de tinte de 25 corresponde a un valor de SGHC de 0.30, el nivel de tinte de 30 corresponde a un valor de SGHC de 0.20 y el nivel de tinte de 35 (el más oscuro) corresponde a un valor SGHC de 0.10. El ejemplo ilustrado incluye tres tipos de espacio: Escritorio 1, Escritorio 2 y vestíbulo y seis profundidades de penetración. La figura 11A muestra la ubicación del Escritorio 1 en la sala 500. La figura 11B muestra la ubicación del Escritorio 2 en la sala 500. Como se muestra en la tabla de búsqueda de ocupación de la figura 10, los niveles de tinte para el escritorio 1 cerca de la ventana son más altos que los niveles de tinte para el escritorio 2 lejos de la ventana para evitar el deslumbramiento cuando el escritorio está más cerca de la ventana. Las tablas de búsqueda de ocupación con otros valores se pueden usar en otras realizaciones. Por ejemplo, otra tabla de búsqueda de ocupación puede incluir solo cuatro niveles de tinte asociados con los valores de penetración. Otro ejemplo de una tabla de ocupación con cuatro niveles de tinte asociados con cuatro profundidades de penetración se muestra en la figura 20.

25 La figura 12 es un diagrama que muestra detalles adicionales del paso 800 de la figura 8. En el paso 805, el módulo B comienza. En el paso 810, el Módulo B se puede usar para predecir la irradiancia en la ventana bajo condiciones de cielo despejado en t_i . Esta irradiación de cielo despejado en t_i se predice en función de las coordenadas de latitud y longitud del edificio y la orientación de la ventana (es decir, la dirección hacia la que se enfrenta la ventana). En el paso 820, se predice el incidente de máxima irradiancia de cielo despejado en la ventana en todo momento. Estos valores predichos de irradiancia de cielo despejado se pueden calcular utilizando un software de código abierto, como Radiance.

30 En el paso 830, el controlador 450 de la ventana usa el Módulo B para determinar la cantidad máxima de irradiancia que se transmitiría a través de un vidrio de referencia a la habitación 500 en ese momento (es decir, determina la referencia máxima de irradiancia interior). La máxima Irradiancia del Cielo Claro calculada del paso 820 y el valor SHGC del vidrio de referencia del archivo de configuración se pueden utilizar para calcular la Irradiancia Máxima dentro del espacio usando la ecuación: irradiancia interior de referencia máxima = SHGC de Vidrio de referencia × Máxima irradiancia del cielo despejado.

40 En el paso 840, el controlador 450 de la ventana usa el Módulo B para determinar la irradiancia interna en la habitación 500 que tiene una ventana con el nivel de tinte actual basado en la ecuación. Se puede utilizar la irradiancia de cielo despejado calculada del paso 810 y el valor de SHGC asociado con el nivel de tinte actual para calcular el valor de la irradiancia interna mediante la ecuación: Irradiancia del Nivel de tinte = SHGC de Nivel de tinte × Irradiancia de cielo despejado.

45 En una realización, uno o más de los pasos 705, 810 y 820 pueden realizarse mediante una calculadora de posición solar separada de los módulos A y B. Una calculadora de posición solar se refiere a la lógica que determina la posición del sol en un momento futuro particular y hace determinaciones predictivas (por ejemplo, predican la irradiancia de cielo despejado) en función de la posición del sol en ese momento futuro. La calculadora de posición solar puede realizar uno o más pasos de los métodos divulgados en este documento. La calculadora de posición solar puede ser una porción de la lógica de control predictivo realizada por uno o más de los componentes del controlador de la ventana maestro (por ejemplo, el controlador 1402 de la ventana maestro representado en la Figura 17). Por ejemplo, la calculadora de posición solar puede ser parte de la lógica de control predictivo que se muestra en la figura 18 implementado por el controlador 1410 de ventana (mostrado en la figura 17).

50 En el paso 850, el controlador 450 de la ventana usa el Módulo B para determinar si la irradiancia interna basada en el nivel de tinte actual es menor o igual que la referencia máxima dentro de la irradiancia y el nivel de tinte es más oscuro que el nivel de tinte de A. Si la determinación es NO, el nivel de tinte actual se incrementa (oscurece) incrementalmente en el paso 860 y la irradiancia interna se recalcula en el paso 840. Si la determinación es SÍ en el paso 850, el Módulo B finaliza.

55 La figura 13 es un diagrama que muestra detalles adicionales del paso 900 de La figura 8. En el paso 905, comienza el módulo C. Un nivel de tinte de B y una irradiancia de cielo despejado pronosticada en el instante en que t_i se ingresa desde el Módulo B. Los valores de irradiancia en tiempo real se ingresan al Módulo C en base a las mediciones de un sensor 510 exterior.

En el paso 910, el controlador 450 de la ventana usa el Módulo C para calcular la irradiancia transmitida a la habitación a través de una ventana 505 electrocrómica teñida al nivel de tinte desde B bajo condiciones de cielo despejado. Esta irradiancia interna calculada se puede determinar mediante la ecuación: irradiancia interna calculada = SHGC del nivel de tinte de B × irradiancia de cielo despejado pronosticada de B.

- 5 En el paso 920, el controlador 450 de la ventana usa el Módulo C para encontrar el nivel de tinte apropiado donde la irradiancia real (= SR × nivel de tinte SHGC) a través de la ventana con este nivel de tinte es menor o igual a la irradiancia a través de la ventana con el nivel de tinte de B (es decir, Irradiancia interna real \leq Irradiancia interna calculada). En algunos casos, la lógica del módulo comienza con el nivel de tinte de B y aumenta de manera incremental el nivel de tinte hasta la Irradiancia real actual \leq Irradiancia interna calculada. El nivel de tinte determinado en el Módulo C es el nivel de tinte final. Este nivel de tinte final puede transmitirse en instrucciones de tinte a través de la red al dispositivo o dispositivos electrocrómicos en la ventana 505 electrocrómica.

- 15 La figura 14 es un diagrama que incluye otra implementación del bloque 620 de la figura 7. Este diagrama muestra un método para realizar los módulos A, B y C de las realizaciones. En este método, la posición del sol se calcula en base a las coordenadas de latitud y longitud del edificio para un solo instante en el tiempo t_i . La profundidad de penetración se calcula en el Módulo A según la configuración de la ventana, incluida la posición de la ventana, las dimensiones de la ventana, la orientación de la ventana y la información sobre cualquier sombreado externo. El módulo A utiliza una tabla de búsqueda para determinar el nivel de tinte de A en función de la penetración calculada y el tipo de espacio. El nivel de tinte de A se ingresa luego en el Módulo B.

- 20 Un programa como el programa de fuente abierta Radiance, se utiliza para determinar la irradiancia de cielo despejado según la orientación de la ventana y las coordenadas de latitud y longitud del edificio para un solo instante en el tiempo t_i y un valor máximo para todos los tiempos. El vidrio de referencia SHGC y la irradiancia máxima de cielo despejado calculados se ingresan en el Módulo B. El Módulo B aumenta el nivel de tinte calculado en el Módulo A en pasos y selecciona un nivel de tinte donde la radiancia interior es menor o igual que la Irradiancia interior de referencia donde: Irradiancia interior = Nivel de tinte SHGC × Irradiancia de cielo despejado e irradiancia interior de referencia = SHGC de referencia × Irradiancia de cielo despejado máxima. Sin embargo, cuando el Módulo A calcula el tinte máximo del vidrio, el Módulo B no cambia el tinte para hacerlo más claro. El nivel de tinte calculado en B se ingresa luego en el Módulo C. La irradiancia de cielo despejado prevista también se ingresa en el Módulo C.

- 25 El módulo C calcula la irradiancia interna en la habitación con una ventana 505 electrocrómica que tiene el nivel de tinte de B usando la ecuación: Irradiancia interior calculada = SHGC del nivel de tinte de B × Irradiancia de cielo despejado pronosticada de B. El módulo C luego encuentra el nivel de tinte apropiado que cumple la condición en la que la irradiancia interna real es menor o igual que la irradiancia interna calculada. La irradiancia interna real se determina mediante la ecuación: Irradiancia interna real = SR × nivel de tinte SHGC. El nivel de tinte determinado por el Módulo C es el nivel de tinte final en las instrucciones de tinte enviadas a la ventana 505 electrocrómica.

IV. Sistemas de gestión de edificios (BMS)

- 35 Los controladores de ventana descritos aquí también son adecuados para la integración con un BMS. Un BMS es un sistema de control basado en ordenador instalado en un edificio que monitoriza y controla los equipos mecánicos y eléctricos del edificio, como ventilación, iluminación, sistemas de energía, ascensores, sistemas contra incendios y sistemas de seguridad. Un BMS consiste en hardware, que incluye interconexiones por canales de comunicación a una ordenador u ordenadores, y software asociado para mantener las condiciones en el edificio de acuerdo con las preferencias establecidas por los ocupantes y/o por el administrador del edificio. Por ejemplo, un BMS puede implementarse utilizando una red de área local, como Ethernet. El software puede basarse, por ejemplo, en protocolos de Internet y/o estándares abiertos. Un ejemplo de software es el software de Tridium, Inc. (de Richmond, Virginia). Un protocolo de comunicaciones comúnmente utilizado con un BMS es BACnet (redes de control y automatización de edificios).

- 45 Un BMS es más común en un edificio grande, y típicamente funciona al menos para controlar el ambiente dentro del edificio. Por ejemplo, un BMS puede controlar la temperatura, los niveles de dióxido de carbono y la humedad dentro de un edificio. Típicamente, hay muchos dispositivos mecánicos que son controlados por un BMS como calentadores, acondicionadores de aire, respiraderos, y similares. Para controlar el entorno del edificio, un BMS puede activar y desactivar estos diversos dispositivos en condiciones definidas. Una función central de un BMS moderno típico es mantener un ambiente cómodo para los ocupantes del edificio al tiempo que minimiza los costos/la demanda de calefacción y refrigeración. Por lo tanto, un BMS moderno se usa no solo para monitorizar y controlar, sino también para optimizar la sinergia entre diversos sistemas, por ejemplo, para conservar energía y reducir los costos de operación del edificio.

- 55 En algunas realizaciones, un controlador de ventana está integrado con un BMS, donde el controlador de ventana está configurado para controlar una o más ventanas 505 electrocrómicas u otras ventanas teñibles. En una realización, la una o más ventanas electrocrómicas incluyen al menos un dispositivo electrocrómico inorgánico y de estado sólido

completo. En una realización, la una o más ventanas electrocrómicas incluyen solo todas las ventanas de estado sólido e inorgánicas. En una realización, las ventanas electrocrómicas son ventanas electrocrómicas multiestado, como se describe en la solicitud de patente de EE.UU. Serie No. 12/851,514, presentada el 5 de agosto de 2010 y titulada "Multipane Electrochromic Windows".

5 La Figura 15 representa un diagrama esquemático de una realización de un BMS 1100, que administra varios sistemas de un edificio 1101, incluidos los sistemas de seguridad, calefacción/ventilación/aire acondicionado (HVAC), iluminación del edificio, sistemas de alimentación, ascensores, sistemas contra incendios, y similares. Los sistemas de seguridad pueden incluir acceso con tarjeta magnética, torniquetes, cerraduras de puertas accionadas por solenoide, cámaras de vigilancia, alarmas contra robo, detectores de metales y similares. Los sistemas contra incendios pueden incluir alarmas contra incendios y sistemas de extinción de incendios, incluido un control de tuberías de agua. Los sistemas de iluminación pueden incluir iluminación interior, iluminación exterior, luces de advertencia de emergencia, señales de salida de emergencia e iluminación de emergencia en el piso. Los sistemas de energía pueden incluir la energía principal, los generadores de energía de respaldo y las redes de fuente de alimentación ininterrumpida (UPS).

15 Además, BMS 1100 administra un controlador 1102 de ventana maestro. En este ejemplo, el controlador 1102 de la ventana maestro se muestra como una red distribuida de controladores de ventana que incluye un controlador 1103 de la red maestra, controladores de la red intermedia, 1105a y 1105b, y los controladores 1110 de extremo o de lámina. Los controladores 1110 de extremo o lámina pueden ser similares al controlador 450 de ventana descrito con respecto a la figura 4. Por ejemplo, el controlador 1103 maestro de red puede estar cerca del BMS 1100, y cada piso del edificio 1101 puede tener uno o más controladores 1105a y 1105b, de red intermedios mientras que cada ventana del edificio tiene su propio controlador 1110 de extremo. En este ejemplo, cada uno de los controladores 1110 controla una ventana electrocrómica específica del edificio 1101.

25 Cada uno de los controladores 1110 puede estar en una ubicación separada de la ventana electrocrómica que controla, o estar integrado en la ventana electrocrómica. Para simplificar, solo diez ventanas electrocrómicas del edificio 1101 están representadas como controladas por el controlador 1102 de la ventana maestro. En una configuración típica, puede haber una gran cantidad de ventanas electrocrómicas en un edificio controlado por el controlador 1102 de la ventana maestro. El controlador 1102 de ventana maestro no necesita ser una red distribuida de controladores de ventana. Por ejemplo, un controlador de un solo extremo que controla las funciones de una sola ventana electrocrómica también cae dentro del alcance de las realizaciones divulgadas en el presente documento, como se describió anteriormente. Las ventajas y características de incorporar controladores de ventanas electrocrómicas como se describe en el presente documento con BMS se describen a continuación con más detalle y en relación con la figura 15, cuando proceda.

35 Un aspecto de las realizaciones divulgadas es un BMS que incluye un controlador de ventana electrocrómico multipropósito como se divulga en el presente documento. Al incorporar la retroalimentación de un controlador de ventana electrocrómico, un BMS puede proporcionar, por ejemplo, mejorado: 1) control ambiental, 2) ahorro de energía, 3) seguridad, 4) flexibilidad en las opciones de control, 5) confiabilidad mejorada y vida útil de otros sistemas debido a su menor dependencia y, por lo tanto, menos mantenimiento, 6) disponibilidad de información y diagnósticos, 7) uso efectivo del personal y varias combinaciones de estos, ya que las ventanas electrocrómicas se pueden controlar automáticamente.

40 En algunas realizaciones, un BMS puede no estar presente o un BMS puede estar presente, pero puede no comunicarse con un controlador de red maestro o comunicarse a un nivel alto con un controlador de red maestro. En algunas realizaciones, un controlador de red maestro puede proporcionar, por ejemplo, mejorado: 1) control ambiental, 2) ahorro de energía, 3) flexibilidad en las opciones de control, 4) confiabilidad mejorada y vida útil de otros sistemas debido a una menor dependencia en el mismo y por lo tanto menos mantenimiento de los mismos, 5) disponibilidad de información y diagnóstico, 6) uso efectivo del personal y varias combinaciones de estos, porque las ventanas electrocrómicas se pueden controlar automáticamente. En estas realizaciones, el mantenimiento del BMS no interrumpiría el control de las ventanas electrocrómicas.

50 La figura 16 representa un diagrama de bloques de una realización de una red 1200 de edificio para un edificio. Como se señaló anteriormente, la red 1200 puede emplear cualquier número de protocolos de comunicación diferentes, incluido BACnet. Como se muestra, la red 1200 de edificios incluye un controlador 1205 de red maestro, un panel 1210 de control de iluminación, un sistema de administración de edificios (BMS) 1215, un sistema de control de seguridad, 1220 y una consola de usuario, 1225. Estos diferentes controladores y sistemas en el edificio se pueden usar para recibir entradas y/o controlar un sistema 1230 HVAC, luces 1235, sensores 1240 de seguridad, cerraduras de puertas 1245, cámaras 1250 y ventanas 1255 teñibles del edificio.

55 El controlador 1205 de red maestro puede funcionar de manera similar al controlador 1103 de red maestro descrito con respecto a la figura 15. El panel 1210 de control de iluminación puede incluir circuitos para controlar la iluminación interior, la iluminación exterior, las luces de advertencia de emergencia, las señales de salida de emergencia y la iluminación de egreso de emergencia del piso. El panel 1210 de control de iluminación también puede incluir sensores

- de ocupación en las habitaciones del edificio. BMS 1215 puede incluir un servidor de ordenador que recibe datos y envía comandos a otros sistemas y controladores de la red 1200. Por ejemplo, BMS 1215 puede recibir datos y emitir comandos a cada uno de los controladores 1205 de red maestros, el panel 1210 de control de iluminación y el sistema 1220 de control de seguridad. El sistema 1220 de control de seguridad puede incluir acceso con tarjeta magnética, 5 torniquetes, cerraduras de puertas accionadas por solenoide, cámaras de vigilancia, alarmas contra robo, detectores de metales y similares. La consola 1225 de usuario puede ser un terminal de ordenador que puede ser utilizado por el administrador del edificio para programar operaciones de control, monitorización, optimización y solución de problemas de los diferentes sistemas del edificio. El software de Tridium, Inc. puede generar representaciones visuales de datos de diferentes sistemas para la consola 1225 de usuario.
- 10 Cada uno de los diferentes controles puede controlar dispositivos/aparatos individuales. El controlador 1205 de red maestro controla las ventanas 1255. El panel 1210 de control de iluminación controla las luces 1235. BMS 1215 puede controlar HVAC 1230. El sistema de control de seguridad 1220 controla los sensores 1240 de seguridad, las cerraduras 1245 de las puertas y las cámaras 1250. Los datos pueden intercambiarse y/o compartirse entre todos los diferentes dispositivos / aparatos y controladores que forman parte de la red de construcción 1200.
- 15 En algunos casos, los sistemas de BMS 1100 o de la red 1200 de edificios pueden funcionar de acuerdo con los horarios diarios, mensuales, trimestrales o anuales. Por ejemplo, el sistema de control de iluminación, el sistema de control de ventanas, el HVAC y el sistema de seguridad pueden operar en un horario de 24 horas, lo que explica cuándo hay personas en el edificio durante el día de trabajo. Por la noche, el edificio puede entrar en un modo de ahorro de energía, y durante el día, los sistemas pueden operar de una manera que minimice el consumo de energía del edificio al tiempo que proporciona comodidad al ocupante. Como otro ejemplo, los sistemas pueden apagar o 20 ingresar a un modo de ahorro de energía durante un período de vacaciones.
- La información de programación puede combinarse con información geográfica. La información geográfica puede incluir la latitud y longitud del edificio. La información geográfica también puede incluir información sobre la dirección que enfrenta cada lado del edificio. Usando dicha información, diferentes habitaciones en diferentes lados del edificio 25 pueden controlarse de diferentes maneras. Por ejemplo, para las habitaciones orientadas al este del edificio en el invierno, el controlador de la ventana puede indicar a las ventanas que no tengan tinte por la mañana para que la habitación se caliente debido a la luz solar que brilla en la habitación y el panel de control de iluminación puede indicar las luces para ser tenue debido a la iluminación de la luz del sol. Las ventanas orientadas al oeste pueden ser controladas por los ocupantes de la habitación por la mañana porque el tinte de las ventanas en el lado oeste puede 30 no tener ningún impacto en el ahorro de energía. Sin embargo, los modos de operación de las ventanas orientadas hacia el este y las ventanas orientadas hacia el oeste pueden cambiar por la noche (por ejemplo, cuando se pone el sol, las ventanas orientadas hacia el oeste no están teñidas para permitir que entre la luz solar tanto para el calor como para la iluminación).
- A continuación, se divulga un ejemplo de un edificio, por ejemplo, como el edificio 1101 en la figura 15, que incluye una red del edificio o un BMS, ventanas teñibles para las ventanas exteriores del edificio (es decir, ventanas que 35 separan el interior del edificio del exterior del edificio) y varios sensores diferentes. La luz de las ventanas exteriores de un edificio generalmente tiene un efecto sobre la iluminación interior del edificio a unos 20 pies o unos 30 pies de las ventanas. Es decir, el espacio en un edificio que está a más de aproximadamente 20 pies o aproximadamente 30 pies de una ventana exterior recibe poca luz de la ventana exterior. Estos espacios alejados de las ventanas exteriores de un edificio están iluminados por los sistemas de iluminación del edificio.
- Además, la temperatura dentro de un edificio puede verse influida por la luz exterior y/o la temperatura exterior. Por ejemplo, en un día frío y con el edificio calentado por un sistema de calefacción, las habitaciones más cercanas a las 40 puertas y/o ventanas perderán calor más rápido que las regiones interiores del edificio y serán más frescas en comparación con las regiones interiores.
- 45 Para los sensores exteriores, el edificio puede incluir sensores exteriores en el techo del edificio. Alternativamente, el edificio puede incluir un sensor exterior asociado con cada ventana exterior (por ejemplo, como se divulga en relación con la Figura 5, habitación 500) o un sensor exterior en cada lado del edificio. Un sensor exterior en cada lado del edificio podría rastrear la irradiación en un lado del edificio a medida que el sol cambia de posición a lo largo del día.
- Con respecto a los métodos descritos con respecto a las figuras 7, 8, 9, 12, 13 y 14, cuando un controlador de ventana 50 está integrado en una red de edificio o BMS, las salidas de los sensores 510 exteriores pueden ingresarse en una red de BMS y proporcionarse como entrada al controlador 450 de ventana local. Por ejemplo, en algunas realizaciones, se reciben señales de salida de cualquiera de dos o más sensores. En algunas realizaciones, solo se recibe una señal de salida, y en algunas otras realizaciones, se reciben tres, cuatro, cinco o más salidas. Estas señales de salida pueden recibirse a través de una red de construcción o un BMS.
- 55 En algunas realizaciones, las señales de salida recibidas incluyen una señal que indica el consumo de energía o potencia de un sistema de calefacción, un sistema de refrigeración y/o iluminación dentro del edificio. Por ejemplo, el consumo de energía o potencia del sistema de calefacción, el sistema de refrigeración y/o la iluminación del edificio

pueden monitorizarse para proporcionar la señal que indica el consumo de energía o potencia. Los dispositivos pueden interconectarse o conectarse a los circuitos y/o cableado del edificio para permitir este monitoreo. Alternativamente, los sistemas de energía en el edificio pueden instalarse de manera tal que la energía consumida por el sistema de calefacción, un sistema de enfriamiento y/o la iluminación de una habitación individual dentro del edificio o un grupo de habitaciones dentro del edificio puedan ser monitoreados.

Se pueden proporcionar instrucciones de tinte para cambiar el tinte de la ventana teñible al nivel determinado de tinte. Por ejemplo, refiriéndose a la figura 15, esto puede incluir el controlador 1103 de red maestro que emite comandos a uno o más controladores 1105a y 1105b de red intermedios, que a su vez emiten comandos a los controladores 1110 de extremo que controlan cada ventana del edificio. Los controladores 1100 de extremo pueden aplicar voltaje y/o corriente a la ventana para impulsar el cambio de tinte de acuerdo con las instrucciones.

En algunas realizaciones, un edificio que incluye ventanas electrocrómicas y un BMS puede inscribirse o participar en un programa de respuesta a la demanda ejecutado por la empresa de servicios públicos o las empresas de servicios públicos que proporcionan energía al edificio. El programa puede ser un programa en el que el consumo de energía del edificio se reduce cuando se espera que ocurra una carga máxima. La utilidad puede enviar una señal de advertencia antes de que ocurra una carga máxima esperada. Por ejemplo, la advertencia puede enviarse el día anterior, la mañana o aproximadamente una hora antes de que se produzca la carga máxima esperada. Se puede esperar que ocurra una carga máxima en un día caluroso de verano cuando los sistemas de refrigeración/aire acondicionado consumen una gran cantidad de energía de la empresa de servicios públicos, por ejemplo. La señal de advertencia puede ser recibida por el BMS del edificio o por controladores de ventana configurados para controlar las ventanas electrocrómicas en el edificio. Esta señal de advertencia puede ser un mecanismo de anulación que desactiva los módulos A, B y C como se muestra en la figura 7. Luego, el BMS puede ordenar al(los) controlador(es) de ventana que realicen la transición del dispositivo electrocrómico apropiado en las ventanas 505 electrocrómicas a una ayuda de nivel de tinte oscuro para reducir el consumo de energía de los sistemas de refrigeración en el edificio en el momento en que se espera la carga máxima.

En algunas realizaciones, las ventanas teñibles para las ventanas exteriores del edificio (es decir, las ventanas que separan el interior del edificio del exterior del edificio), pueden agruparse en zonas, con las ventanas teñibles en una zona que se instruyen de manera similar. Por ejemplo, los grupos de ventanas electrocrómicas en diferentes pisos del edificio o diferentes lados del edificio pueden estar en diferentes zonas. Por ejemplo, en el primer piso del edificio, todas las ventanas electrocrómicas orientadas al este pueden estar en la zona 1, todas las ventanas electrocrómicas orientadas al sur pueden estar en la zona 2, todas las ventanas electrocrómicas orientadas al oeste pueden estar en la zona 3, y todas las ventanas electrocrómicas orientadas al norte pueden estar en la zona 4. Como otro ejemplo, todas las ventanas electrocrómicas en el primer piso del edificio pueden estar en la zona 1, todas las ventanas electrocrómicas en el segundo piso pueden estar en la zona 2, y todas las ventanas electrocrómicas en el tercer piso pueden estar en la zona 3. Como otro ejemplo más, todas las ventanas electrocrómicas orientadas al este pueden estar en la zona 1, todas las ventanas electrocrómicas orientadas al sur pueden estar en la zona 2, todas las ventanas electrocrómicas orientadas al oeste pueden estar en la zona 3 y todas las ventanas electrocrómicas orientadas al norte pueden estar en la zona 4. Como otro ejemplo, las ventanas electrocrómicas orientadas hacia el este en un piso podrían dividirse en diferentes zonas. Cualquier número de ventanas teñibles en el mismo lado y/o diferentes lados y/o diferentes pisos del edificio pueden ser asignados a una zona.

En algunas realizaciones, las ventanas electrocrómicas en una zona pueden ser controladas por el mismo controlador de ventana. En algunas otras realizaciones, las ventanas electrocrómicas en una zona pueden ser controladas por diferentes controladores de ventana, pero los controladores de ventana pueden recibir las mismas señales de salida de los sensores y usar la misma función o tabla de búsqueda para determinar el nivel de tinte para las ventanas en una zona.

En algunas realizaciones, las ventanas electrocrómicas en una zona pueden ser controladas por un controlador de ventana o controladores que reciben una señal de salida de un sensor de transmisividad. En algunas realizaciones, el sensor de transmisividad puede montarse cerca de las ventanas en una zona. Por ejemplo, el sensor de transmisividad se puede montar en o sobre un marco que contiene una IGU (por ejemplo, montado en o sobre un parteluz, la hoja horizontal de un marco) incluido en la zona. En algunas otras realizaciones, las ventanas electrocrómicas en una zona que incluye las ventanas en un solo lado del edificio pueden ser controladas por un controlador de ventana o controladores que reciben una señal de salida de un sensor de transmisividad.

En algunas realizaciones, un sensor (por ejemplo, un fotosensor) puede proporcionar una señal de salida a un controlador de ventana para controlar las ventanas 505 electrocrómicas de una primera zona (por ejemplo, una zona de control maestro). El controlador de ventana también puede controlar las ventanas 505 electrocrómicas en una segunda zona (por ejemplo, una zona de control esclavo) de la misma manera que la primera zona. En algunas otras realizaciones, otro controlador de ventana puede controlar las ventanas 505 electrocrómicas en la segunda zona de la misma manera que la primera zona.

En algunas realizaciones, un administrador de edificios, ocupantes de habitaciones en la segunda zona u otra persona pueden instruir manualmente (usando un tinte o comando claro o un comando desde una consola de usuario de un BMS, por ejemplo) las ventanas electrocrómicas en la segunda zona (es decir, la zona de control esclavo) para ingresar un nivel de tinte como un estado de color (nivel) o un estado claro. En algunas realizaciones, cuando el nivel de tinte de las ventanas en la segunda zona se anula con tal comando manual, las ventanas electrocrómicas en la primera zona (es decir, la zona de control maestro) permanecen bajo el control del controlador de ventana que recibe la salida del sensor de transmisividad. La segunda zona puede permanecer en un modo de comando manual durante un período de tiempo y luego volver a estar bajo el control del controlador de ventana que recibe la salida del sensor de transmisividad. Por ejemplo, la segunda zona puede permanecer en modo manual durante una hora después de recibir una orden de anulación, y luego puede volver a estar bajo el control del controlador de ventana que recibe la salida del sensor de transmisividad.

En algunas realizaciones, un administrador de edificios, ocupantes de habitaciones en la primera zona u otra persona pueden instruir manualmente (usando un comando de tinte o un comando desde una consola de usuario de un BMS, por ejemplo) las ventanas en la primera zona (es decir, la zona de control maestro) para ingresar un nivel de tinte, como un estado de color o un estado claro. En algunas realizaciones, cuando el nivel de tinte de las ventanas en la primera zona se anula con tal comando manual, las ventanas electrocrómicas en la segunda zona (es decir, la zona de control esclavo) permanecen bajo el control del controlador de ventana que recibe las salidas desde el sensor exterior. La primera zona puede permanecer en un modo de comando manual durante un período de tiempo y luego volver a estar bajo el control del controlador de ventana que recibe la salida del sensor de transmisividad. Por ejemplo, la primera zona puede permanecer en modo manual durante una hora después de recibir un comando de anulación, y luego puede volver a estar bajo el control del controlador de ventana que recibe la salida del sensor de transmisividad. En algunas otras realizaciones, las ventanas electrocrómicas en la segunda zona pueden permanecer en el nivel de tinte en el que se encuentran cuando se recibe la anulación manual para la primera zona. La primera zona puede permanecer en un modo de comando manual durante un período de tiempo y luego tanto la primera zona como la segunda pueden volver a estar bajo el control del controlador de la ventana que recibe la salida del sensor de transmisividad.

Se puede usar cualquiera de los métodos divulgados aquí para controlar una ventana teñible, independientemente de si el controlador de la ventana es un controlador de ventana independiente o está interconectado con una red de construcción, para controlar el tinte de una ventana teñible.

Comunicación inalámbrica o por cable

En algunas realizaciones, los controladores de ventana descritos aquí incluyen componentes para la comunicación por cable o inalámbrica entre el controlador de ventana, los sensores y los nodos de comunicación separados. Las comunicaciones inalámbricas o por cable se pueden realizar con una interfaz de comunicación que interactúa directamente con el controlador de la ventana. Dicha interfaz podría ser nativa del microprocesador o proporcionarse a través de circuitos adicionales que habiliten estas funciones.

Un nodo de comunicación separado para comunicaciones inalámbricas puede ser, por ejemplo, otro controlador de ventana inalámbrico, un controlador de ventana extremo, intermedio o maestro, un dispositivo de control remoto o un BMS. La comunicación inalámbrica se utiliza en el controlador de la ventana para al menos una de las siguientes operaciones: programar y/u operar la ventana 505 electrocrómica, recopilar datos de la ventana 505 EC de los diversos sensores y protocolos descritos aquí, y utilizar la ventana 505 electrocrómica como un punto de relevo para la comunicación inalámbrica. Los datos recopilados de las ventanas 505 electrocrómicas también pueden incluir datos de recuento, como el número de veces que se ha activado un dispositivo EC, la eficiencia del dispositivo EC a lo largo del tiempo y similares. Estas características de comunicación inalámbrica se divulgan con más detalle a continuación.

En una realización, la comunicación inalámbrica se utiliza para operar las ventanas 505 electrocrómicas asociadas, por ejemplo, a través de una señal de infrarrojos (IR) y/o de radiofrecuencia (RF). En ciertas realizaciones, el controlador incluirá un chip de protocolo inalámbrico, como Bluetooth, EnOcean, WiFi, Zigbee y similares. Los controladores de ventana también pueden tener comunicación inalámbrica a través de una red. La entrada al controlador de la ventana puede ser ingresada manualmente por un usuario final en un interruptor de pared, ya sea directamente o por medio de una comunicación inalámbrica, o la entrada puede ser desde un BMS de un edificio del cual la ventana electrocrómica es un componente.

En una realización, cuando el controlador de ventana es parte de una red distribuida de controladores, la comunicación inalámbrica se utiliza para transferir datos hacia y desde cada una de una pluralidad de ventanas electrocrómicas a través de la red distribuida de controladores, cada uno de los cuales tiene componentes de comunicación inalámbrica. Por ejemplo, refiriéndose nuevamente a la figura 15, el controlador 1103 de red maestro, se comunica de forma inalámbrica con cada uno de los controladores 1105a y 1105b de red intermedios, que a su vez se comunican de forma inalámbrica con los controladores 1110 de extremo, cada uno asociado con una ventana electrocrómica. El controlador 1103 de red maestro también puede comunicarse de forma inalámbrica con el BMS 1100. En una realización, al menos un nivel de comunicación en el controlador de ventana se realiza de forma inalámbrica.

5 En algunas realizaciones, se utiliza más de un modo de comunicación inalámbrica en la red distribuida del controlador de ventana. Por ejemplo, un controlador de ventana maestro puede comunicarse de forma inalámbrica con los controladores intermedios a través de WiFi o Zigbee, mientras que los controladores intermedios se comunican con los controladores finales a través de Bluetooth, Zigbee, EnOcean u otro protocolo. En otro ejemplo, los controladores de ventana tienen sistemas de comunicación inalámbrica redundantes para flexibilidad en las opciones del usuario final para la comunicación inalámbrica.

10 La comunicación inalámbrica entre, por ejemplo, los controladores de ventana maestro y/o intermedia y los controladores de ventana final ofrece la ventaja de obviar la instalación de líneas de comunicación duras. Esto también es cierto para la comunicación inalámbrica entre los controladores de ventana y BMS. En un aspecto, la comunicación inalámbrica en estos roles es útil para la transferencia de datos hacia y desde ventanas electrocrómicas para operar la ventana y proporcionar datos a, por ejemplo, un BMS para optimizar el entorno y el ahorro de energía en un edificio. Los datos de ubicación de la ventana, así como la retroalimentación de los sensores, están sinergizados para dicha optimización. Por ejemplo, la información de microclima de nivel granular (ventana por ventana) se alimenta a un BMS para optimizar los diversos entornos del edificio.

15 VI. Ejemplo de sistema para controlar funciones de ventanas teñibles

La figura 17 es un diagrama de bloques de los componentes de un sistema 1400 para controlar las funciones (por ejemplo, la transición a diferentes niveles de tinte) de una o más ventanas teñibles de un edificio (por ejemplo, el edificio 1101 que se muestra en la Figura 15), de acuerdo con las realizaciones. El sistema 1400 puede ser uno de los sistemas administrados por un BMS (por ejemplo, BMS 1100 mostrado en la Figura 15) o puede operar independientemente de un BMS.

20 El sistema 1400 incluye un controlador 1402 de ventana maestro que puede enviar señales de control a las ventanas teñibles para controlar sus funciones. El sistema 1400 también incluye una red 1410 en comunicación electrónica con el controlador 1402 de la ventana maestro. La lógica de control predictivo, otra lógica de control y las instrucciones para controlar las funciones de las ventanas teñibles, y/o los datos del sensor pueden comunicarse al controlador 1402 de la ventana maestro a través de la red 1410. La red 1410 puede ser una red cableada o inalámbrica (por ejemplo, una red en la nube). En una realización, la red 1410 puede estar en comunicación con un BMS para permitir que el BMS envíe instrucciones para controlar las ventanas teñibles a través de la red 1410 a las ventanas teñibles de un edificio.

25 El sistema 1400 también incluye dispositivos 400 EC de las ventanas teñibles (no mostradas) y los interruptores 1490 de pared, ambos en comunicación electrónica con el controlador 1402 de la ventana maestro. En este ejemplo ilustrado, el controlador 1402 de la ventana maestro puede enviar señales de control a los dispositivos 400 EC para controlar el nivel de tinte de las ventanas teñibles que tienen los dispositivos 400 EC. Cada interruptor 1490 de pared también está en comunicación con los dispositivos 400 EC y el controlador 1402 de la ventana maestra. Un usuario final (por ejemplo, un ocupante de una habitación que tiene la ventana teñible) puede usar el interruptor 1490 de pared para controlar el nivel de tinte y otras funciones de la ventana teñible que tiene el dispositivo(s) 400 EC.

30 En la figura 17, el controlador 1402 de la ventana maestro se representa como una red distribuida de controladores de ventana que incluye un controlador 1403 de la red maestro, una pluralidad de controladores 1405 de la red intermedia en comunicación con el controlador 1403 de la red maestro, y múltiples pluralidades de los controladores 1410 de la ventana de extremo o lámina. Cada pluralidad de controladores 1410 de ventana final o de lámina está en comunicación con un solo controlador 1405 de red intermedia. Aunque el controlador 1402 de la ventana maestro se ilustra como una red distribuida de controladores de ventana, el controlador 1402 de la ventana maestro también podría ser un controlador de una sola ventana que controla las funciones de una sola ventana teñible en otras realizaciones. Los componentes del sistema 1400 en la figura 17 puede ser similar en algunos aspectos a los componentes divulgados con respecto a la figura 15. Por ejemplo, el controlador 1403 de red maestro puede ser similar al controlador 1103 de red maestro y los controladores 1405 de red intermedia pueden ser similares a los controladores 1105 de red intermedia. Cada uno de los controladores de ventana en la red distribuida de la figura 17 puede incluir un procesador (por ejemplo, un microprocesador) y un medio legible por ordenador en comunicación eléctrica con el procesador.

35 En la figura 17, cada controlador 1410 de ventana de lámina o extremo está en comunicación con el(los) dispositivo(s) 400 EC de una sola ventana teñible para controlar el nivel de tinte de esa ventana teñible en el edificio. En el caso de una IGU, el controlador 1410 de la ventana de lámina o extremo puede estar en comunicación con los dispositivos 400 EC en múltiples "lites" de la IGU para controlar el nivel de tinte de la IGU. En otras realizaciones, cada controlador 1410 de ventana o lámina de extremo puede estar en comunicación con una pluralidad de ventanas teñibles. El controlador 1410 de ventana de lámina o extremo puede estar integrado en la ventana teñible o puede estar separado de la ventana teñible que esta controla. Los controladores 1410 de ventana de lámina o extremo en la figura 17 puede ser similar a los controladores 1110 de extremo o lámina en la figura 15 y/o también pueden ser similares al controlador 450 de ventana descrito con respecto a la figura 4.

Cada interruptor 1490 de pared puede ser operado por un usuario final (por ejemplo, ocupante de la habitación) para controlar el nivel de tinte y otras funciones de la ventana teñible en comunicación con el interruptor 1490 de pared. El usuario final puede operar el interruptor 1490 de pared para comunicar las señales de control a los dispositivos 400 EC en la ventana teñible asociada. Estas señales del interruptor 1490 de pared pueden anular las señales del controlador 1402 de la ventana maestro en algunos casos. En otros casos (por ejemplo, casos de alta demanda), las señales de control del controlador 1402 de la ventana maestro pueden anular las señales de control del interruptor 1490 de pared. Cada interruptor 1490 de pared también está en comunicación con el controlador 1410 de ventana de lámina o extremo para enviar información sobre las señales de control (por ejemplo, hora, fecha, nivel de tinte solicitado, etc.) enviado desde el interruptor 1490 de pared de regreso al controlador 1402 de la ventana maestro. En algunos casos, los interruptores 1490 de pared pueden operarse manualmente. En otros casos, los interruptores 1490 de pared pueden ser controlados de manera inalámbrica por el usuario final usando un dispositivo remoto (por ejemplo, un teléfono celular, tableta, etc.) que envía comunicaciones inalámbricas con las señales de control, por ejemplo, usando infrarrojos (IR), y/o señales de radiofrecuencia (RF). En algunos casos, los interruptores 1490 de pared pueden incluir un chip de protocolo inalámbrico, como Bluetooth, EnOcean, WiFi, Zigbee y similares. Aunque los interruptores 1490 de pared representados en la figura 17 están ubicados en la(s) pared(es), otras realizaciones del sistema 1400 pueden tener interruptores ubicados en otro lugar de la habitación.

VII. Otro ejemplo de lógica de control predictivo

La figura 18 es un diagrama de bloques que representa la lógica de control predictivo para un método de control del nivel de tinte de una o más ventanas teñibles (por ejemplo, ventanas electrocrómicas) en diferentes zonas de un edificio, de acuerdo con realizaciones. Esta lógica realiza determinaciones predictivas en un momento en el futuro que representa el tiempo de transición de los dispositivos 400 EC en las ventanas teñibles. Esta lógica de control predictivo puede ser empleada por componentes del sistema 1400 descritos con respecto a la figura 17 o por componentes de sistemas de otras realizaciones divulgadas. En el ejemplo ilustrado, una porción de la lógica de control predictivo se realiza mediante el controlador 1410 de ventana, otra parte se realiza mediante el controlador 1408 de red, y la lógica en el Módulo 1 1406 se realiza mediante un componente separado del controlador 1410 de ventana y el controlador 1408 de red. Alternativamente, el Módulo 1 1406 puede ser una lógica separada que puede o no cargarse en el controlador 1410 de ventana.

En la figura 18, las porciones de la lógica de control predictivo empleadas por el controlador 1410 de ventana y el Módulo 1 1406 son administradas por BMS 1407. BMS 1407 puede ser similar a BMS 1100 descrito con respecto a la figura 15. BMS 1407 está en comunicación electrónica con el controlador 1410 de ventana a través de una Interfaz 1408 BACnet. En otras realizaciones, se puede usar otro protocolo de comunicaciones. Aunque no se muestra en la figura 18, el Módulo 1 1406 también está en comunicación con BMS 1407 a través de la Interfaz 1408 BACnet. En otras realizaciones, la lógica de control predictivo representada en la figura 18 puede operar independientemente de un BMS.

El controlador 1408 de red recibe las lecturas de los sensores de uno o más sensores (por ejemplo, un sensor de luz exterior) y también puede convertir la lectura del sensor en W/m^2 . El controlador 1408 de red está en comunicación electrónica con el controlador 1410 de ventana a través del protocolo CANbus o CANOpen. El controlador 1408 de red comunica las lecturas de los sensores convertidos al controlador 1410 de ventana. El controlador 1408 de red puede ser similar al controlador 1405 de red intermedia o al controlador 1403 de red maestro de la figura 17.

En la figura 18, la porción de la lógica de control predictivo empleada por el controlador 1410 de ventana incluye un programador 1502 maestro. El programador 1502 maestro incluye una lógica que permite a un usuario (por ejemplo, el administrador del edificio) preparar un programa que puede usar diferentes tipos de programas de control en diferentes momentos del día y/o fechas. Cada uno de los programas de control incluye lógica para determinar un nivel de tinte basado en o más variables independientes. Un tipo de programa de control es simplemente un estado puro. Un estado puro se refiere a un nivel particular de tinte (por ejemplo, transmisividad = 40%) que se fija durante un cierto período de tiempo, independientemente de otras condiciones. Por ejemplo, el administrador del edificio puede especificar que las ventanas estén despejadas después de las 3 pm todos los días. Como otro ejemplo, el administrador del edificio puede especificar un estado puro para el período de tiempo entre las 8 PM y las 6 AM todos los días. En otros momentos del día, se puede emplear un tipo diferente de programa de control, por ejemplo, uno que emplee un nivel de sofisticación mucho mayor. Un tipo de programa de control que ofrece un alto nivel de sofisticación. Por ejemplo, un programa de control altamente sofisticado de este tipo incluye la lógica de control predictivo descrita en referencia a la figura 18 y puede incluir la implementación de uno o más de los módulos lógicos A, B y C del módulo 1 1406. Como otro ejemplo, otro programa de control altamente sofisticado de este tipo incluye la lógica de control predictivo descrita en referencia a la figura 18 y puede incluir la implementación de uno o más de los Módulos lógicos A, B y C del Módulo 1 1406 y el Módulo D que se divulgan más adelante en esta Sección VII. Como otro ejemplo, otro programa de control altamente sofisticado de este tipo es la lógica de control predictivo descrita en referencia a la figura 7 e incluye la implementación completa de múltiples módulos de los módulos lógicos A, B y C descritos en referencia a las Figuras 8, 9 y 12. En este ejemplo, la lógica de control predictivo utiliza la realimentación del sensor en el Módulo C y la información solar en los Módulos A y B. Otro ejemplo de un programa de control altamente sofisticado es la lógica de control predictivo descrita en referencia a la figura 7 con la implementación parcial del

módulo lógico de uno o dos de los módulos lógicos A, B y C divulgados en referencia a las Figuras 8, 9 y 12. Otro tipo de programa de control es un programa de control de umbrales que se basa en la retroalimentación de uno o más sensores (por ejemplo, fotosensores) y ajusta el nivel de tinte en consecuencia sin importar la posición solar. Una de las ventajas técnicas de usar el programador 1502 maestro es que el usuario puede seleccionar y programar el programa de control (método) que se utiliza para determinar el nivel de tinte.

El programador 1502 maestro ejecuta los programas de control en el programa de acuerdo con la hora en términos de la fecha y la hora del día en base a un día de 24 horas. El programador 1502 maestro puede determinar la fecha en términos de una fecha del calendario y/o el día de la semana según una semana de 7 días con cinco días de la semana (de lunes a viernes) y dos días de fin de semana (sábado y domingo). El programador 1502 maestro también puede determinar si ciertos días son días festivos. El programador 1502 maestro puede ajustar automáticamente la hora del día para el tiempo de ahorro de luz del día con base en la ubicación de las ventanas teñibles, según lo determinan los datos 1506 del sitio.

En una realización, el programador 1502 maestro puede usar un programa de vacaciones por separado. El usuario puede haber determinado qué programa(s) de control usar durante el calendario de vacaciones. El usuario puede determinar qué días se incluirán en el calendario de vacaciones. El programador 1502 maestro puede copiar el programa básico establecido por el usuario y permitirle configurar sus modificaciones para las vacaciones en el programa de vacaciones.

Al preparar el programa empleado por el programador 1502 maestro, el usuario puede seleccionar la zona o zonas (Selección de zona) del edificio donde se emplearán los programas seleccionados. Cada zona incluye una o más ventanas teñibles. En algunos casos, una zona puede ser un área asociada con un tipo de espacio (por ejemplo, oficinas que tienen un escritorio en una posición particular, salas de conferencias, etc.) o puede estar asociada con múltiples tipos de espacio. Por ejemplo, el usuario puede seleccionar la Zona 1 que tiene oficinas para: 1) De lunes a viernes: calentar a las 8 am de la mañana a 70 grados y encender el aire acondicionado a las 3 pm de la tarde para mantener la temperatura en las oficinas a 80 grados, y luego apagar todo el aire acondicionado, y calentar a las 5 pm durante los días de semana, y 2) (sábado y domingo) apagar la calefacción y el aire acondicionado. Como otro ejemplo, el usuario puede configurar la Zona 2 que tiene una sala de conferencias para ejecutar la lógica de control predictivo de la figura 18 incluyendo la implementación de módulo completo del Módulo 1 utilizando toda la lógica del Módulo A, B y C. En otro ejemplo, el usuario puede seleccionar una Zona 1 que tenga salas de conferencia para ejecutar el Módulo 1 de 8:00 a 15:00 y un programa de umbral o estado puro después de las 3 de la tarde. En otros casos, una zona puede ser todo el edificio o una o más ventanas de un edificio.

Al preparar el programa con programas que pueden usar la entrada del sensor, el usuario también puede seleccionar el sensor o sensores utilizados en los programas. Por ejemplo, el usuario puede seleccionar un sensor ubicado en el techo o un sensor ubicado cerca o en la ventana teñible. Como otro ejemplo, el usuario puede seleccionar un valor de ID de un sensor en particular.

La porción de la lógica de control predictivo empleada por el controlador 1410 de ventana también incluye una interfaz 1504 de usuario en comunicación electrónica con el programador 1502 maestro. La interfaz 1504 de usuario también está en comunicación con los datos 1506 del sitio, los datos 1508 de zona/grupo y la lógica 1516 de detección. El usuario puede ingresar su información de programación para preparar la programación (generar una nueva programación o modificar una programación existente) utilizando la interfaz 1504 de usuario. La interfaz 1504 de usuario puede incluir un dispositivo de entrada como, por ejemplo, un teclado, un panel táctil, un teclado, etc. La interfaz 1504 de usuario también puede incluir una pantalla para generar información sobre el programa y proporcionar opciones seleccionables para configurar el programa. La interfaz 1504 de usuario está en comunicación electrónica con un procesador (por ejemplo, microprocesador), que está en comunicación electrónica con un medio legible por ordenador (CRM). Tanto el procesador como el CRM son componentes del controlador 1410 de ventana. La lógica en el programador 1502 maestro y otros componentes de la lógica de control predictivo pueden almacenarse en el medio legible por ordenador del controlador 1410 de ventana.

El usuario puede ingresar sus datos 1506 de sitio y datos 1508 de zona/grupo usando la interfaz 1504 de usuario. Los datos 1506 del sitio incluyen la latitud, la longitud y el desplazamiento GMT para la ubicación del edificio. Los datos de zona/grupo incluyen la posición, la dimensión (por ejemplo, el ancho de la ventana, la altura de la ventana, el ancho del alféizar, etc.), la orientación (por ejemplo, la inclinación de la ventana), el sombreado externo (por ejemplo, la profundidad de voladizo, la ubicación de voladizo sobre la ventana, la aleta izquierda/derecha) a la dimensión lateral, profundidad de la aleta izquierda/derecha, etc.), vidrio de referencia SHGC y tabla de búsqueda de ocupación para una o más ventanas teñibles en cada zona del edificio. En la figura 18, los datos 1506 de sitio y los datos 1508 de zona/grupo son información estática (es decir, información que no se modifica por los componentes de la lógica de control predictivo). En otras realizaciones, estos datos pueden generarse sobre la marcha. Los datos 1506 del sitio y los datos 1508 de zona/grupo pueden almacenarse en un medio legible por ordenador del controlador 1410 de ventana.

Al preparar (o modificar) el programa, el usuario selecciona el programa de control que el programador 1502 maestro ejecutará en diferentes períodos de tiempo en cada una de las zonas de un edificio. En algunos casos, el usuario puede seleccionar varios programas de control. En uno de estos casos, el usuario puede preparar un programa seleccionando un programa de control de una lista de todos los programas de control (por ejemplo, el menú) que se muestra en la interfaz 1405 de usuario. En otros casos, el usuario puede tener opciones limitadas disponibles de una lista de todos los programas de control. Por ejemplo, el usuario solo puede haber pagado por el uso de dos programas de control. En este ejemplo, el usuario solo podría seleccionar uno de los dos programas de control pagados por el usuario.

Un ejemplo de una interfaz 1405 de usuario se muestra en la figura 19. En este ejemplo ilustrado, la interfaz 1405 de usuario tiene la forma de una tabla para ingresar la información de programación utilizada para generar o cambiar una programación empleada por el programador 1502 maestro. Por ejemplo, el usuario puede ingresar el período de tiempo en la tabla ingresando las horas de inicio y finalización. El usuario también puede seleccionar un sensor usado por un programa. El usuario también puede ingresar los datos 1506 del sitio y los datos 1508 de zona/grupo. El usuario también puede seleccionar una tabla de búsqueda de ocupación que se utilizará seleccionando "Búsqueda de penetración de sol".

Volviendo a la figura 18, la porción de la lógica de control predictivo empleada por el controlador 1410 de ventana también incluye la lógica 1510 de hora del día (anticipada). La lógica 1510 de la hora del día (anticipada) determina una hora en el futuro utilizada por la lógica de control predictivo para realizar sus determinaciones predictivas. Esta hora en el futuro explica el tiempo necesario para la transición del nivel de tinte de los dispositivos 400 EC en las ventanas teñibles. Al usar una hora que explica la hora de transición, la lógica de control predictivo puede predecir un nivel de tinte apropiado para la hora futura en el que los dispositivos 400 EC tendrán la hora de transición al nivel de tinte después de recibir la señal de control. La porción 1510 de la hora del día puede estimar el tiempo de transición del (de los) dispositivo(s) de EC en una ventana representativa en base a la información sobre la ventana representativa (por ejemplo, dimensión de la ventana, etc.) de los Datos de Zona/Grupo. La lógica de la hora del día 1510 puede entonces determinar la hora futura según la hora de transición y la hora actual. Por ejemplo, la hora futura puede ser igual o mayor que la hora actual agregada a la hora de transición.

Los Datos de Zona/Grupo incluyen información sobre la ventana representativa de cada zona. En un caso, la ventana representativa puede ser una de las ventanas en la zona. En otro caso, la ventana representativa puede ser una ventana que tenga propiedades promedio (por ejemplo, dimensiones promedio) basadas en promediar todas las propiedades de todas las ventanas en esa zona.

La lógica de control predictivo empleada por el controlador 1410 de ventana también incluye una calculadora 1512 de posición solar. La calculadora 1512 de posición solar incluye una lógica que determina la posición del sol, el azimut del sol y la altitud del sol, en una instancia en el tiempo. En la Figura 18, La calculadora 1512 de posición solar realiza sus determinaciones basándose en una instancia futura en el tiempo recibido desde la lógica 1510 de hora del día. La calculadora 1512 de posición solar está en comunicación con la porción de hora del día 1510 y los datos 1506 del sitio para recibir la hora futura, las coordenadas de latitud y longitud del edificio, y otra información que puede ser necesaria para realizar su(s) cálculo(s), tal como el cálculo de posición solar. La calculadora 1512 de posición solar también puede realizar una o más determinaciones basadas en la posición solar calculada. En una realización, la calculadora 1512 de posición solar puede calcular la irradiancia de cielo despejado o hacer otras determinaciones a partir de los Módulos A, B y C del Módulo 1 1406.

La lógica de control empleada por el controlador 1410 de ventana también incluye la lógica 1518 de programación, que está en comunicación con la lógica 1516 de detección, la interfaz 1405 de usuario, La calculadora 1512 de posición solar y el Módulo 1 1406. La lógica 1518 de programación incluye una lógica que determina si usar el nivel de tinte que pasa a través de la lógica 1520 de inteligencia del Módulo 1 1406 o usar otro nivel de tinte basado en otras consideraciones. Por ejemplo, como las horas de salida y puesta del sol cambian a lo largo del año, es posible que el usuario no quiera reprogramar el cronograma para tener en cuenta estos cambios. La lógica 1518 de programación puede usar las horas de salida y puesta del sol de la calculadora 1512 de posición solar para establecer un nivel de tinte apropiado antes de la salida del sol y después de la puesta del sol sin necesidad de que el usuario re programe la programación para estos tiempos de cambio. Por ejemplo, la lógica 1508 de programación puede determinar que, de acuerdo con la hora de salida del sol recibido de la calculadora 1512 de posición solar, el sol no ha salido y que debe usarse un nivel de tinte anterior a la salida del sol en lugar del nivel de tinte pasado desde el Módulo 1 1406. El nivel de tinte determinado por la lógica 1518 de programación se pasa a la lógica 1516 de detección.

La lógica 1516 de detección está en comunicación con la lógica 1514 de anulación, la lógica 1518 de programación y la interfaz 1405 de usuario. La lógica 1516 de detección incluye una lógica que determina si usar el nivel de tinte pasado de la lógica 1516 de programación o usar otro nivel de tinte basado en los datos del sensor recibidos a través de la Interfaz 1408 BACnet de uno o más sensores. Usando el ejemplo en el párrafo anterior, si la lógica 1518 de programación determina que el sol no ha salido y pasó un nivel de tinte presalida del sol y los datos del sensor muestran que el sol realmente ha salido, entonces la lógica 1516 de detección usaría el nivel de tinte pasado desde el Módulo

1 1406 hasta la lógica 1518 de programación. El nivel de tinte determinado por la lógica 1516 de detección se pasa para anular la lógica 1514.

5 BMS 1407 y el controlador 1408 de red también están en comunicación electrónica con una respuesta de demanda (por ejemplo, una compañía de servicios públicos) para recibir señales que comunican la necesidad de una anulación de alta demanda (o carga máxima). En respuesta a la recepción de estas señales de la respuesta de demanda, BMS 1407 y/o el controlador 1408 de red pueden enviar instrucciones a través de la Interfaz 1408 de BACnet para la lógica 1514 de anulación que procesará la información de anulación de la respuesta de demanda. La lógica 1514 de anulación está en comunicación con BMS 1407 y el controlador 1408 de red a través de la Interfaz 1408 BACnet, y también en comunicación con la lógica 1516 de detección.

10 La lógica 1514 de anulación permite que ciertos tipos de anulaciones desactiven la lógica de control predictivo y utilicen un nivel de tinte de anulación basado en otra consideración. Algunos ejemplos de tipos de anulaciones que pueden desactivar la lógica de control predictivo incluyen una anulación de alta demanda (o carga máxima), anulación manual, anulación de habitación vacía, etc. Una anulación de alta demanda (o carga máxima) define un nivel de tinte a partir de la respuesta de la demanda. Para una anulación manual, un usuario final puede ingresar el valor de anulación en un interruptor 1490 de pared (que se muestra en la figura 17) ya sea manualmente o a través de un dispositivo remoto. Una anulación de habitación vacía define un valor de cancelación basado en una habitación vacía (es decir, no hay ocupante en la habitación). En este caso, la lógica 1516 de detección puede recibir datos del sensor desde un sensor (por ejemplo, un sensor de movimiento) que indica que la habitación está vacía y la lógica 1516 de detección puede determinar un valor de anulación y transmitir el valor de anulación a la lógica 1514 de anulación. La lógica 1514 de anulación puede recibir un valor de anulación y determinar si usar el valor de anulación o usar otro valor, tal como otro valor de anulación recibido de una fuente con mayor prioridad (es decir, respuesta de demanda). En algunos casos, la lógica 1514 de anulación puede funcionar por pasos similares a los pasos 630, 640 y 650 de anulación divulgados con respecto a la figura 7.

25 La lógica de control empleada por el controlador 1410 de ventana también incluye la lógica 1520 de inteligencia que puede apagar uno o más de los módulos A 1550, B 1558 y C 1560. En un caso, la lógica 1520 de inteligencia se puede usar para cerrar uno o más módulos en los que el usuario no ha pagado por esos módulos. La lógica 1520 de inteligencia puede evitar el uso de ciertas características más sofisticadas, como el cálculo de penetración realizado en el Módulo A. En tales casos, se usa una lógica básica que "cortocircuita" la información de la calculadora solar y la utiliza para calcular los niveles de tinte, posiblemente con la asistencia de uno o más sensores. Este nivel de tinte de la lógica básica se comunica a la lógica 1518 de programación.

35 La lógica 1520 de inteligencia puede apagar uno o más de los módulos (módulo A 1550, módulo B 1558 y módulo C 1560) desviando ciertas comunicaciones entre el controlador 1410 de la ventana y el módulo 1 1406. Por ejemplo, la comunicación entre La calculadora 1512 de posición solar y el Módulo A 1550 pasa por la lógica 1520 de inteligencia y se puede desviar a la lógica 1518 de programación mediante la lógica 1520 de inteligencia para apagar el Módulo A 1550, el Módulo B 1558 y el Módulo C 1560. Como otro ejemplo, la comunicación del nivel de tinte del Módulo A en 1552 a los cálculos de irradiancia del cielo despejado en 1554 pasa por la lógica 1520 de inteligencia y puede desviarse en su lugar a la lógica 1518 de programación para apagar el Módulo B 1558 y el Módulo C 1560. En otro ejemplo más, la comunicación del nivel de tinte del Módulo B en 1558 al Módulo C 1560 pasa por la lógica 1520 de inteligencia y puede desviarse a la lógica 1518 de programación para apagar el Módulo C 1560.

40 El módulo 1 1406 incluye la lógica que determina y devuelve un nivel de tinte a la lógica 1518 de programación del controlador 1410 de ventana. La lógica predice un nivel de tinte que sería apropiado para el tiempo futuro proporcionado por la porción 1510 de la hora del día. El nivel de tinte se determina para una ventana reproducible representativa asociada con cada una de las zonas en el programa.

45 En la figura 18, el Módulo 1 1406 incluye el Módulo A 1550, el Módulo B 1558 y el Módulo C 1560, que pueden tener algunos pasos que son similares en algunos aspectos a los pasos realizados en los Módulos A, B y C como se describió con respecto a las figura 8, 9, 12 y 13. En otra realización, el Módulo 1 1406 puede comprender los Módulos A, B y C como se describió con respecto a las figuras 8, 9, 12 y 13. En otra realización más, el Módulo 1 1406 puede comprender los Módulos A, B y C divulgados con respecto a la figura 14.

50 En la figura 18, el Módulo A 1550 determina la profundidad de penetración a través de la ventana teñible representativa. La profundidad de penetración predicha por el Módulo A 1550 se encuentra en el tiempo futuro. El módulo A 1550 calcula la profundidad de penetración según la posición determinada del sol (es decir, el azimut del sol y la altitud del sol) recibida desde la calculadora 1512 de posición solar y basada en la posición de la ventana teñible representativa, el ángulo de aceptación, dimensiones de la ventana, orientación de la ventana (es decir, orientado en dirección), y los detalles de cualquier sombreado exterior recuperado de los datos 1508 de zona/grupo.

55 El módulo A 1550 determina el nivel de tinte que proporcionará comodidad al ocupante para la profundidad de penetración calculada. El Módulo A 1550 usa la tabla de búsqueda de ocupación recuperada de los datos 1508 de zona/grupo para determinar el nivel de tinte deseado para el tipo de espacio asociado con la ventana representativa

reproducibile, para la profundidad de penetración calculada y para el ángulo de aceptación de la ventana. El módulo A 1550 genera un nivel de tinte en el paso 1552.

5 La máxima irradiancia de cielo despejado incidente en la ventana teñible representativa se predice todas las veces en la lógica de 1554. La irradiación de cielo despejado en el futuro también se predice en función de las coordenadas de latitud y longitud del edificio y la orientación de la ventana representativa (es decir, la dirección hacia la que se enfrenta la ventana) desde los datos 1506 del sitio y los datos 1508 de zona/grupo. Estos cálculos de irradiación de cielo despejado se pueden realizar mediante la calculadora 1512 de posición solar en otras realizaciones.

10 El módulo B 1556 luego calcula los nuevos niveles de tinte aumentando incrementalmente el nivel de tinte. En cada uno de estos pasos incrementales, la irradiación interior en la sala basada en el nuevo nivel de tinte se determina mediante la ecuación: Irradiancia interior = nivel de tinte SHGC × Irradiancia de cielo despejado. El Módulo B selecciona el nivel de tinte donde la Irradiancia Interior es menor o igual a la Irradiancia Interior de referencia (SHGC de referencia × Max. Irradiancia de cielo despejado) y el nivel de tinte no es más claro que el Nivel de Tinte de A. El Módulo B 1556 genera el nivel de tinte seleccionado de B. Desde el Nivel de Tinte de B, la lógica 1558 calcula la irradiancia externa y la irradiancia calculada del tragaluz.

15 El módulo C 1560 determina si una lectura de sensor de irradiancia es menor que la irradiancia de cielo despejado. Si el resultado de la determinación es SÍ, entonces el nivel de tinte que se está calculando se hace incrementalmente más iluminado (más claro) hasta que el valor coincida o sea menor que el nivel de tinte calculado como Lectura del sensor × Nivel de tinte SHGC, pero que no exceda la irradiancia interior de la referencia de B. Si el resultado de la determinación es NO, entonces el nivel de tinte que se está calculando se oscurece en pasos incrementales como se hace en el Módulo B 1556. El módulo C genera el nivel de tinte. La lógica 1562 determina que el nivel de tinte del Módulo C es el nivel de tinte final y devuelve este nivel de tinte final (Nivel de Tinte del Módulo C) a la lógica 1518 de programación del controlador 1410 de ventana.

25 En un aspecto, el Módulo 1 1406 también puede incluir un cuarto Módulo D que puede predecir los efectos del ambiente circundante en la intensidad y la dirección de la luz solar a través de las ventanas teñibles en la zona. Por ejemplo, un edificio vecino u otra estructura puede sombrear el edificio y bloquear el paso de la luz por las ventanas. Como otro ejemplo, las superficies reflectantes (por ejemplo, las superficies que tienen nieve, agua, etc.) de un edificio vecino u otras superficies en el entorno que rodea el edificio puede reflejar la luz en las ventanas teñibles. Esta luz reflejada puede aumentar la intensidad de la luz en las ventanas teñibles y causar deslumbramiento en el espacio del ocupante. Dependiendo de los valores de la intensidad y la dirección de la luz solar predicha por el Módulo D, el Módulo D puede modificar el nivel de tinte determinado a partir de los Módulos A, B y C o puede modificar ciertas determinaciones de los Módulos A, B y C como, por ejemplo, el cálculo de profundidad de penetración o el ángulo de aceptación de la ventana representativa en los datos de Zona/Grupo.

35 En algunos casos, se puede realizar un estudio del sitio para determinar el entorno que rodea el edificio y/o se pueden usar uno o más sensores para determinar los efectos del entorno circundante. La información del estudio del sitio puede ser información estática basada en la predicción de los efectos de reflectancia y sombreado (entorno) durante un período de tiempo (por ejemplo, un año), o puede ser información dinámica que se puede actualizar de forma periódica u otra base de tiempo. En un caso, el Módulo D puede usar el estudio del sitio para modificar el ángulo de aceptación estándar y θ_1 y θ_2 asociados (que se muestran en la figura 20) de la ventana representativa de cada zona recuperada de los datos de la Zona/grupo. El Módulo D puede comunicar esta información modificada con respecto a las ventanas representativas de otros módulos de la lógica de control predictivo. El uno o más sensores empleados por el Módulo D para determinar los efectos del ambiente circundante pueden ser los mismos sensores utilizados por otros módulos (por ejemplo, por el Módulo C) o pueden ser sensores diferentes. Estos sensores pueden estar diseñados específicamente para determinar los efectos del entorno circundante para el Módulo D.

45 Para operar la lógica de control predictivo que se muestra en la figura 18, el usuario primero prepara un programa con detalles de las horas y fechas, zonas, sensores y programas utilizados. Alternativamente, se puede proporcionar un programa predeterminado. Una vez que el programa está en su lugar (almacenado), en ciertos intervalos de tiempo (cada 1 minuto, 5 minutos, 10 minutos, etc.), la hora de la porción 1510 del día determina una hora futura del día según la hora actual y la hora de transición del(los) dispositivo(s) 400 EC en la ventana representativa o cada zona en el programa. Usando los datos 1508 de zona/grupo y los datos 1506 de sitio, la calculadora 1512 de posición solar determina la posición solar en el tiempo futuro (mira hacia adelante) para cada ventana representativa de cada zona en el programa. Basado en el programa preparado por el usuario, la lógica 1520 de inteligencia se usa para determinar qué programa emplear para cada zona en el programa. Para cada zona, el programa programado se emplea y predice un nivel de tinte apropiado para ese tiempo futuro. Si hay una anulación en su lugar, se utilizará un valor de anulación. Si no hay una anulación en su lugar, se utilizará el nivel de tinte determinado por el programa. Para cada zona, el controlador 1410 de la ventana enviará señales de control con el nivel de tinte específico de la zona determinado por el programa programado al(los) dispositivo(s) 400 EC asociado(s) para hacer la transición del nivel de tinte de la(s) ventana(s) teñible(s) en esa zona por tiempo futuro.

VIII. Ejemplo de tabla de búsqueda de ocupación

La figura 20 es una ilustración que incluye un ejemplo de una tabla de búsqueda de ocupación. El nivel de tinte en la tabla es en términos de T_{vis} (transmisión visible). La tabla incluye diferentes niveles de tinte (valores T_{vis}) para diferentes combinaciones de valores de profundidad de penetración calculados (2 pies, 4 pies, 8 pies y 15 pies) para un tipo de espacio en particular y cuando el ángulo del sol θ_{sol} está entre el ángulo de aceptación de la ventana entre $\theta_1 = 30$ grados y $\theta_2 = 120$ grados. La tabla se basa en cuatro niveles de tinte que incluyen 4% (más claro), 20%, 40% y 63%. La figura 20 también muestra un diagrama de un escritorio cerca de una ventana y el ángulo de aceptación de la ventana a la luz solar que tiene un ángulo θ_{sol} entre el ángulo de θ_1 y θ_2 . Este diagrama muestra la relación entre el ángulo del sol θ_{sol} y la ubicación del escritorio. Cuando el ángulo del sol θ_{sol} se encuentra entre el ángulo de aceptación entre θ_1 y θ_2 , entonces la luz del sol podría golpear la superficie del escritorio. Si el ángulo del sol θ_{sol} está entre el ángulo de aceptación entre θ_1 y θ_2 (si $\theta_1 < \theta_{sol} < \theta_2$) y la profundidad de penetración cumple con los criterios para teñir la ventana, entonces ese nivel de tinte determinado por la tabla de búsqueda de ocupación se envía al controlador de la ventana, que envía señales de control a los dispositivos EC en la ventana para hacer la transición de la ventana al nivel de tinte determinado. Estos dos ángulos θ_1 y θ_2 pueden calcularse o medirse para cada ventana, y almacenarse en los datos 1508 de la zona/grupo con los otros parámetros de ventana para esa zona.

Las figuras 21A, 21B y 21C son vistas en planta de una porción de un edificio 2100, de acuerdo con realizaciones. El edificio 2100 puede ser similar en algunos aspectos al edificio 1101 en la figura 15 y las habitaciones en el edificio 2100 pueden ser similares en algunos aspectos a la habitación 500 descrita en las Figuras 5, 6A, 6B y 6C. La porción del edificio 2100 incluye tres tipos diferentes de espacio, que incluyen: un escritorio en una oficina, un grupo de cubículos y una sala de conferencias en el edificio 2100. Las figuras 21A, 21B y 21C muestran el sol en diferentes ángulos θ_{sol} . Estas figuras también ilustran los diferentes ángulos de aceptación de los diferentes tipos de ventanas en el edificio 2100. Por ejemplo, la sala de conferencias con la ventana más grande tendrá el mayor ángulo de aceptación, lo que permitirá que entre más luz en la sala. En este ejemplo, los valores de T_{vis} en una tabla de búsqueda de ocupación asociada pueden ser relativamente bajos (baja transmisividad) para la sala de conferencias. Si, sin embargo, si una ventana similar con el mismo ángulo de aceptación estaba en su lugar en un solárium, entonces los valores de T_{vis} en una tabla de búsqueda de ocupación asociada pueden ser valores más altos (mayor transmisividad) para permitir que más luz solar ingrese a la habitación.

IX. Subsistemas

La figura 22 es un diagrama de bloques de subsistemas que pueden estar presentes en los controladores de ventana utilizados para controlar el nivel de tinte o ventanas más teñibles, de acuerdo con las realizaciones. Por ejemplo, los controladores de ventana representados en la figura 17 puede tener un procesador (por ejemplo, un microprocesador) y un medio legible por ordenador en comunicación electrónica con el procesador.

Los diversos componentes divulgados previamente en las Figuras pueden operar usando uno o más de los subsistemas para facilitar las funciones descritas en este documento. Cualquiera de los componentes en las Figuras puede usar cualquier número adecuado de subsistemas para facilitar las funciones descritas en este documento. Ejemplos de tales subsistemas y/o componentes se muestran en una figura 22. Los subsistemas mostrados en la figura 22 están interconectados a través de un bus 2625 de sistema. Se muestran subsistemas adicionales como una impresora 2630, teclado 2632, disco 2634 fijo (u otra memoria que comprende medios legibles por ordenador), pantalla 2430, que está acoplada al adaptador 2638 de pantalla, y otros. Los dispositivos periféricos y de entrada/salida (I/O), que se acoplan al controlador 2640 de I/O, se pueden conectar al sistema informático mediante cualquier número de medios conocidos en la técnica, como el puerto 2642 serial. Por ejemplo, el puerto 2642 serial o la interfaz 2644 externa se pueden usar para conectar el aparato del ordenador a una red de área amplia como Internet, un dispositivo de entrada de ratón o un escáner. La interconexión a través del bus del sistema permite al procesador 2410 comunicarse con cada subsistema y controlar la ejecución de las instrucciones desde la memoria 2646 del sistema o el disco 2634 fijo, así como el intercambio de información entre los subsistemas. La memoria del sistema 2646 y/o el disco 2634 fijo pueden incorporar un medio legible por ordenador. Cualquiera de estos elementos puede estar presente en las características descritas anteriormente.

En algunas realizaciones, un dispositivo de salida como la impresora 2630 o la pantalla 2430 de uno o más sistemas puede generar varias formas de datos. Por ejemplo, el sistema 1400 puede enviar información de programación en una pantalla a un usuario.

Se pueden realizar modificaciones, adiciones u omisiones a cualquiera de la lógica de control predictivo descrita anteriormente, otra lógica de control y sus métodos de control asociados (por ejemplo, la lógica descrita con respecto a la Figura 18, la lógica descrita con respecto a las Figuras 7, 8, 9, 12 y 13, y la lógica descrita con respecto a la figura 14) sin apartarse del alcance de la divulgación. Cualquiera de la lógica descrita anteriormente puede incluir más, menos u otros componentes lógicos sin apartarse del alcance de la divulgación. Además, los pasos de la lógica descrita pueden realizarse en cualquier orden adecuado sin apartarse del alcance de la divulgación.

Además, se pueden hacer modificaciones, adiciones u omisiones a los sistemas descritos anteriormente (por ejemplo, el sistema descrito con respecto a la Figura 17) o los componentes de un sistema sin apartarse del alcance de la divulgación. Los componentes pueden estar integrados o separados según las necesidades particulares. Por ejemplo,

el controlador 1403 de red maestro y el controlador 1405 de red intermedia pueden integrarse en un controlador de ventana única. Además, las operaciones de los sistemas pueden realizarse por más, menos u otros componentes. Además, las operaciones de los sistemas pueden realizarse utilizando cualquier lógica adecuada que comprenda software, hardware, otra lógica o cualquier combinación adecuada de las anteriores.

5 Debe entenderse que la presente invención como se describió anteriormente puede implementarse en forma de lógica de control utilizando software informático de una manera modular o integrada. Basándose en la divulgación y las enseñanzas proporcionadas en el presente documento, un experto en la técnica conocerá y apreciará otras formas y/o métodos para implementar la presente invención usando hardware y una combinación de hardware y software.

10 Cualquiera de los componentes de software o funciones divulgadas en esta aplicación, puede implementarse como un código de software para ser ejecutado por un procesador utilizando cualquier lenguaje informático adecuado como, por ejemplo, Java, C++ o Perl usando, por ejemplo, técnicas convencionales u orientadas a objetos. El código del software puede almacenarse como una serie de instrucciones o comandos en un medio legible por ordenador, como una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), un medio magnético como un disco duro o un disquete, o un medio óptico como un CD-ROM. Cualquier medio legible por ordenador de este tipo puede
15 residir en o dentro de un único aparato computacional, y puede estar presente en o dentro de diferentes aparatos computacionales dentro de un sistema o red.

Aunque las realizaciones divulgadas anteriormente se han descrito con cierto detalle para facilitar la comprensión, las realizaciones divulgadas deben considerarse ilustrativas y no limitativas. Será evidente para un experto en la técnica que ciertos cambios y modificaciones pueden practicarse dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar el tinte de una ventana (505) teñible en una habitación (500) de un edificio, en donde la ventana (505) teñible está ubicada entre el interior y el exterior del edificio, el método que comprende:
 - (a) determinar un nivel de tinte para la ventana (505) teñible en un momento futuro basándose en la profundidad de penetración calculada de la luz solar directa a través de la ventana (505) teñible en la habitación (500) en el tiempo futuro y en el tipo de espacio de la habitación, en donde el tipo de espacio está asociado con diferentes niveles de tinte para la comodidad de los ocupantes; y
 - (b) proporcionar instrucciones a través de una red (1200) para la transición del tinte de la ventana (505) teñible al nivel de tinte determinado en el paso (a).
2. El método de la reivindicación 1, que además comprende determinar una irradiancia de cielo despejado a través de la ventana (505) teñible en el futuro, y usar la irradiancia de cielo despejado determinada junto con la determinación en el paso (a) para modificar el nivel de tinte determinado en el paso (a), que además comprende opcionalmente recibir una señal de un sensor (510) configurado para detectar luz en el rango visible de longitudes de onda en o cerca de la ventana (505) teñible, y usar la luz detectada junto con la determinación en el paso (a) para modificar aún más el nivel de tinte.
3. El método de la reivindicación 1, que comprende además calcular la profundidad de penetración en el paso (a) basándose en una posición calculada del sol en el tiempo futuro y la configuración de la ventana, que comprende opcionalmente calcular la posición del sol utilizada para determinar el nivel de tinte en el paso (a) basada en la longitud y latitud del edificio, y época del año y una hora futura del día.
4. El método de las reivindicaciones 1, 2 o 3, en el que la hora futura es al menos un intervalo preestablecido después del tiempo actual, en el que el intervalo preestablecido es una duración estimada de la transición del tinte de la ventana (505) teñible.
5. El método de la reivindicación 1, en el que el nivel de tinte en el paso (a) se determina utilizando una tabla de búsqueda en la que se especifican los niveles de tinte para combinaciones de profundidad de penetración y el tipo de espacio.
6. El método de la reivindicación 3, en el que la configuración de la ventana comprende valores de una o más variables seleccionadas del grupo que consiste en la posición de la ventana, las dimensiones de la ventana, la orientación de la ventana y las dimensiones del sombreado exterior.
7. El método de la reivindicación 1, que comprende además el uso de un valor de anulación para modificar el nivel de tinte determinado en el paso (a) después de recibir un mecanismo de anulación; o que comprende además proporcionar instrucciones en las que las instrucciones son proporcionadas por un controlador maestro.
8. Un controlador (450) para controlar el tinte de una ventana (505) teñible en una habitación (500) de un edificio, en donde la ventana (505) teñible está ubicada entre el interior y el exterior del edificio, caracterizada porque el controlador (450) comprende:
 - un procesador (455) configurado para determinar un nivel de tinte para la ventana (505) teñible en una hora futura basada en una profundidad de penetración calculada de la luz solar directa a través de la ventana (505) teñible en la habitación (500) y en el tipo de espacio de la habitación, en donde el tipo de espacio está asociado con diferentes niveles de tinte para la comodidad de los ocupantes; y un modulador (460) de ancho de pulso en comunicación con el procesador (455) y con la ventana (505) teñible a través de una red, el modulador (460) de ancho de pulso configurado para recibir el nivel de tinte del procesador (455) y enviar un señal con instrucciones de tinte a través de la red para hacer la transición de la ventana (505) teñible al nivel de tinte determinado.
9. El controlador (450) de la reivindicación 8, en el que el procesador (455) está además configurado para determinar una irradiancia de cielo despejado a través de la ventana (505) teñible, y usar la irradiancia de cielo despejado determinada junto con el nivel de tinte determinado para determinar un primera nivel de tinte modificado; opcionalmente, en el que el procesador (455) está en comunicación con un sensor (510) configurado para detectar luz en el rango visible de longitudes de onda en o cerca de la ventana (505) teñible, y en el que el procesador (455) está configurado además para recibir una señal con la luz detectada del sensor (510) y usar la luz detectada junto con el primer nivel de tinte modificado para determinar un segundo nivel de tinte modificado.
10. Un controlador (1102, 1402) maestro para controlar el tinte de una ventana (505) teñible en un edificio, en donde la ventana (505) teñible está ubicada entre el interior y el exterior del edificio, caracterizada porque el controlador (1102), (1402) maestro comprende:

un medio legible por ordenador que tiene un archivo de configuración con el tipo de espacio de una habitación que tiene la ventana teñible, en donde el tipo de espacio está asociado con diferentes niveles de tinte para la comodidad del ocupante; y un procesador en comunicación con el medio legible por ordenador y en comunicación con un controlador (450) de ventana local para la ventana (505) teñible, en donde el procesador está configurado para:

- 5 reciba el tipo de espacio del medio legible por ordenador, determinar un nivel de tinte para la ventana (505) teñible en una hora futura basada en la profundidad de penetración calculada de la luz solar directa a través de la ventana (505) teñible en la habitación (500) y en el tipo de espacio de la habitación, y enviar las instrucciones de tinte a través de una red al controlador (450) de la ventana local para hacer la transición del tinte de la ventana (505) teñible al nivel de tinte determinado.
- 10 11. El método de la reivindicación 1, en el que el tipo de espacio se selecciona del grupo que consiste en un vestíbulo, una sala de estar, una sala de conferencias y un área de oficina.
12. El controlador (450) de la reivindicación 8, en el que el tipo de espacio se selecciona del grupo que consiste en un vestíbulo, una sala de estar, una sala de conferencias y un área de oficina.
- 15 13. El controlador (1102, 1402) maestro de la reivindicación 10, en el que el tipo de espacio se selecciona del grupo que consiste en un vestíbulo, una sala de estar, una sala de conferencias y un área de oficina.

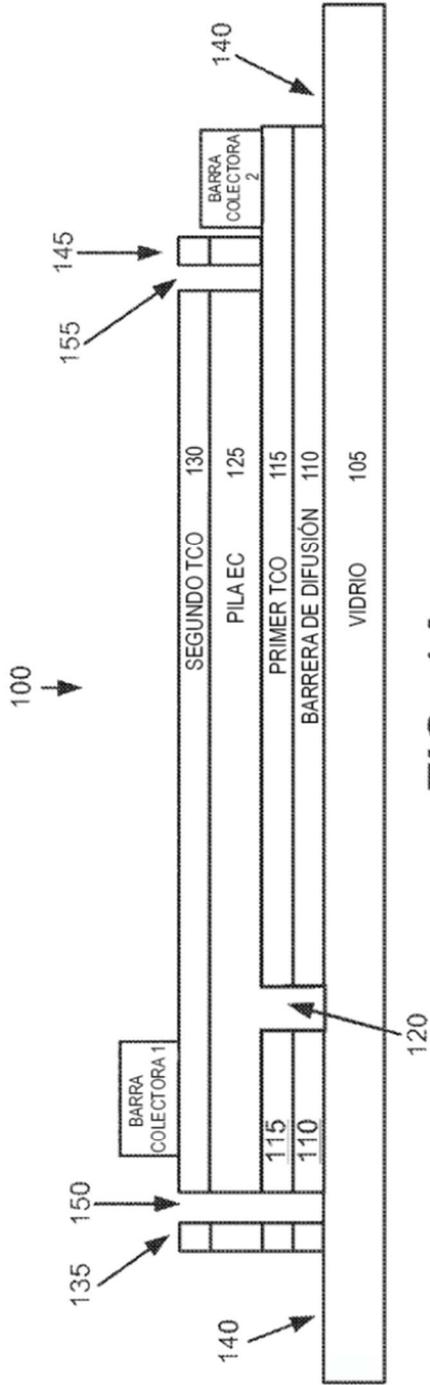


FIG. 1A

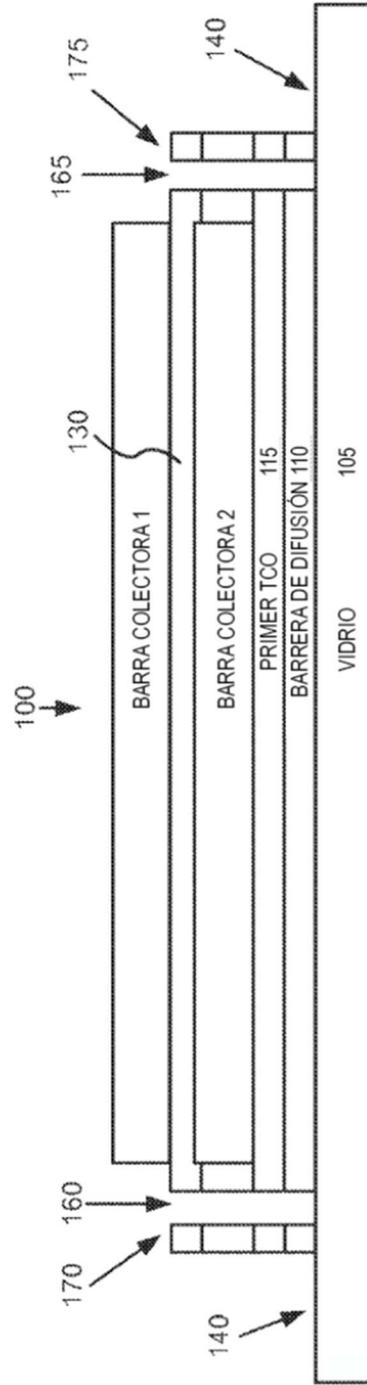


FIG. 1B

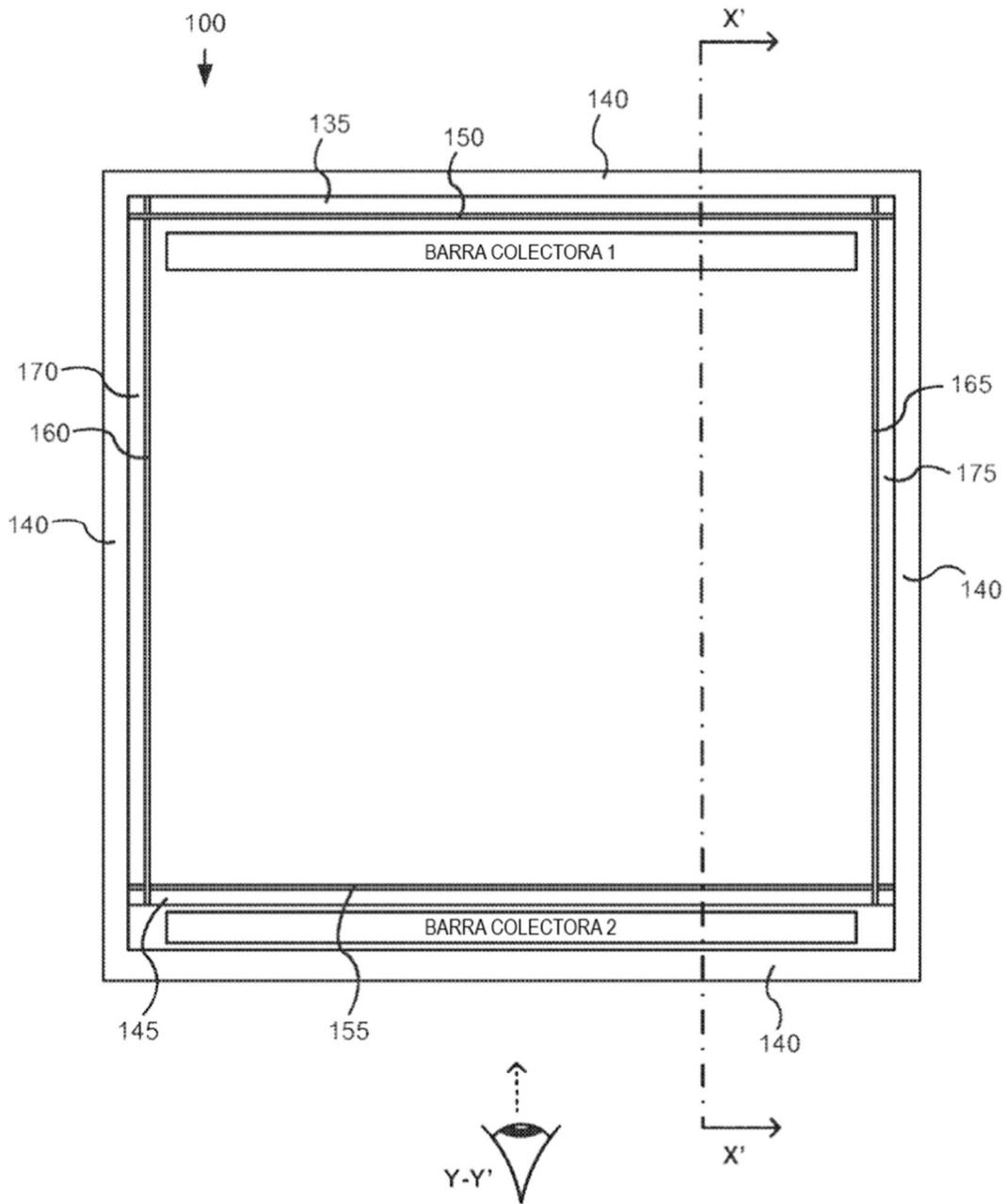


FIG. 1C

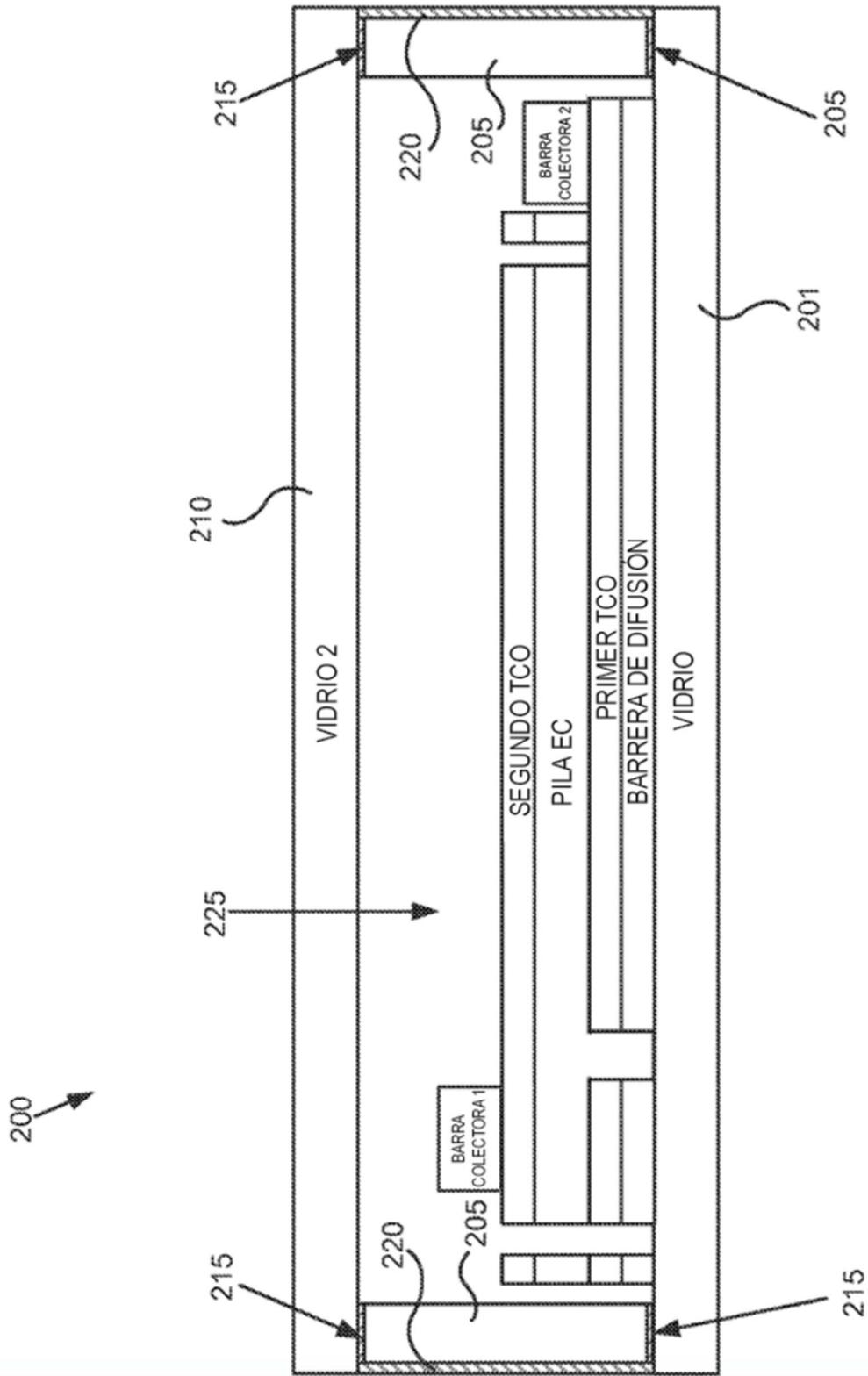


FIG. 2A

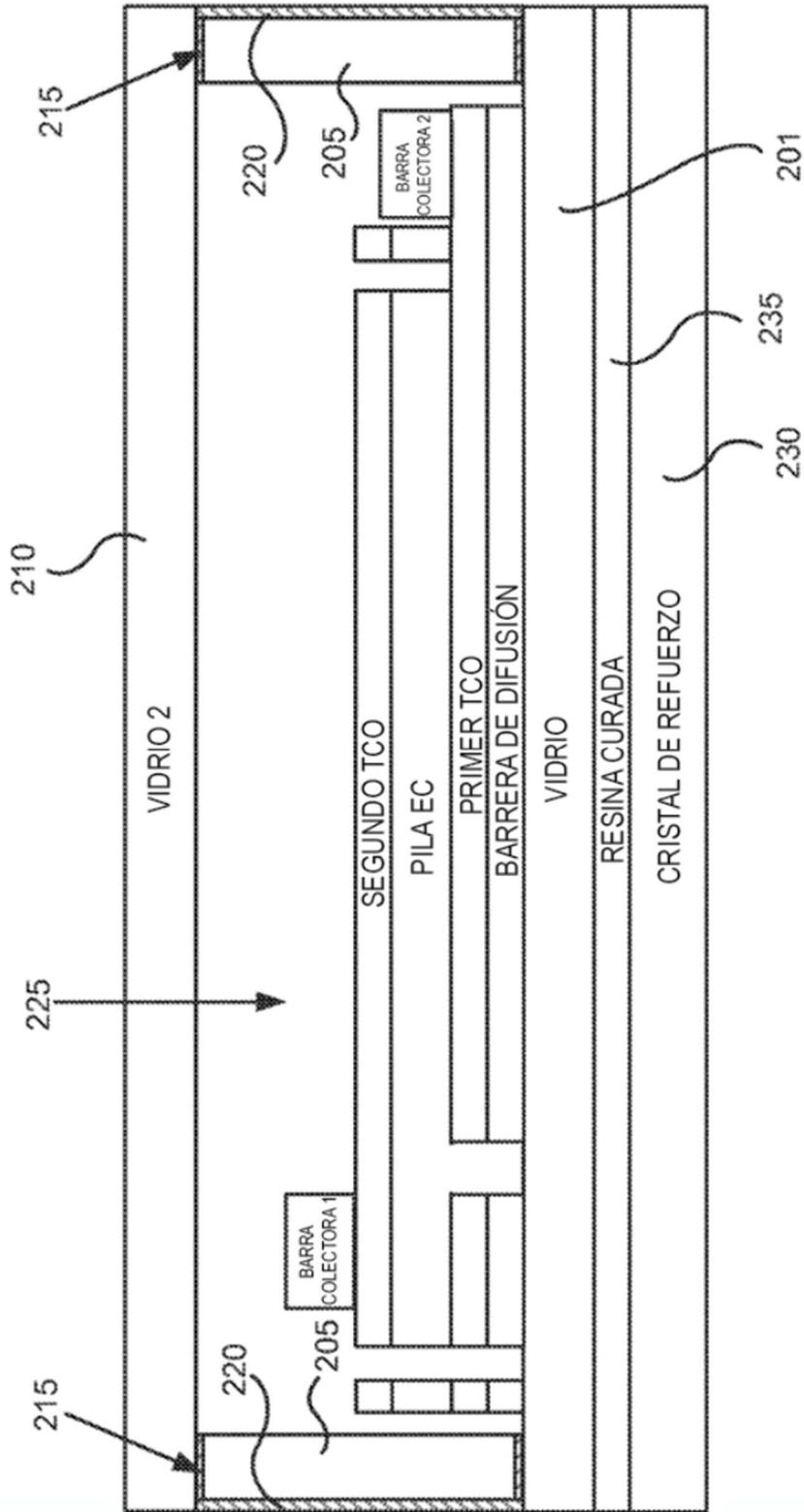


FIG. 2B

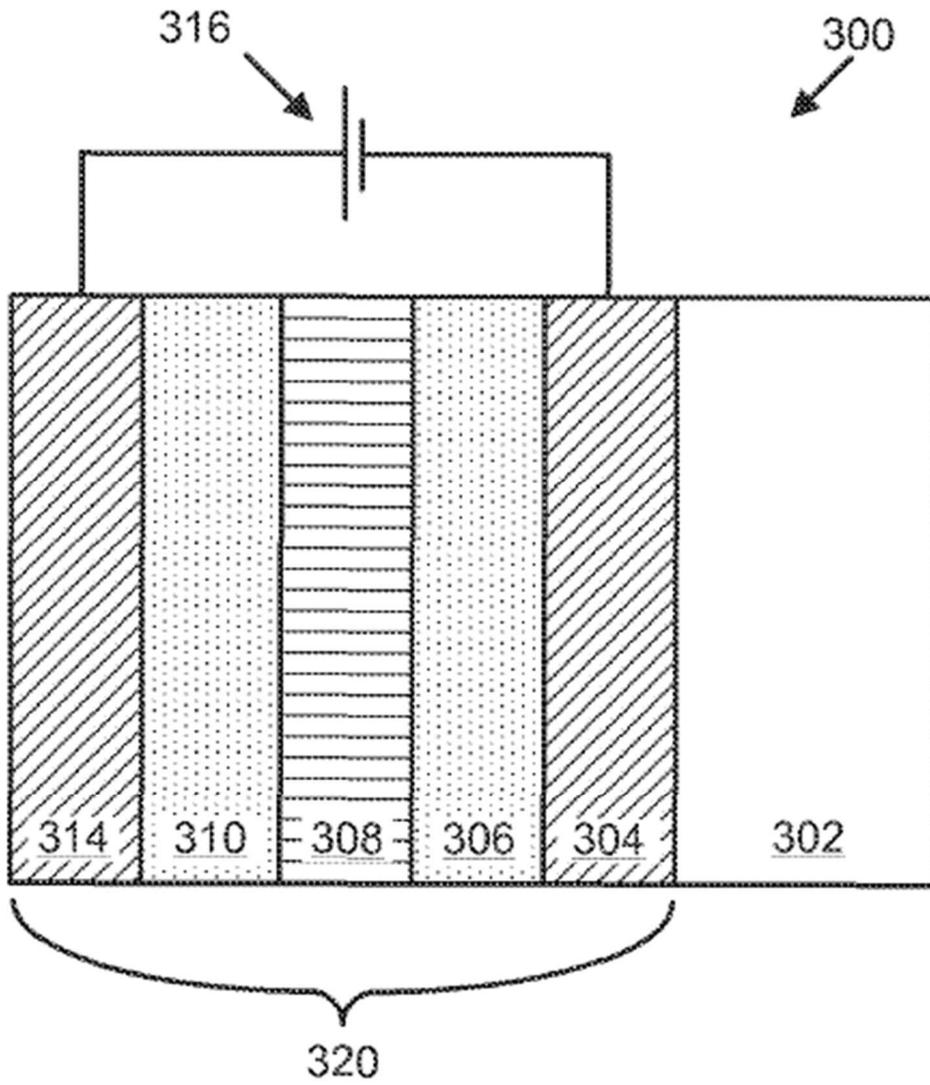


FIG. 3A

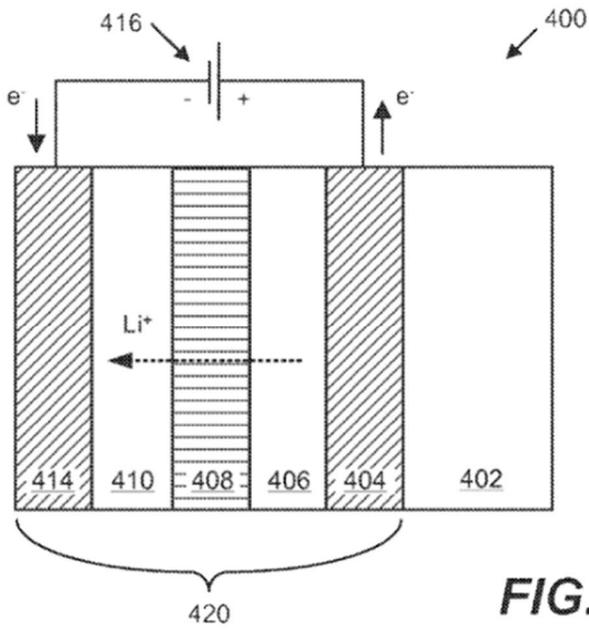


FIG. 3B

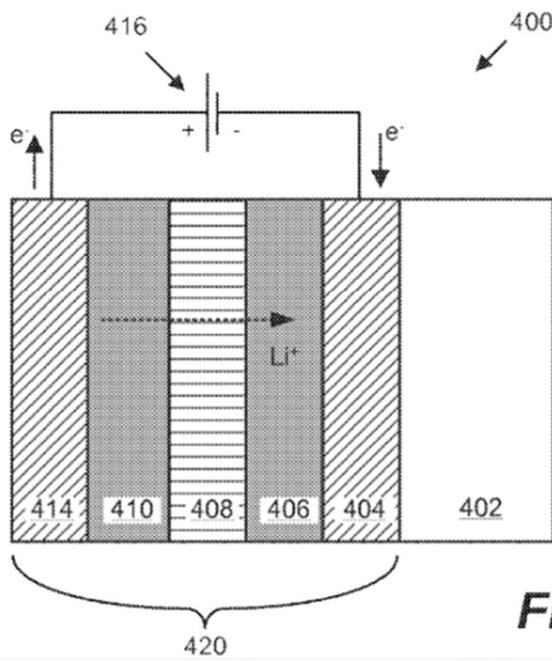


FIG. 3C

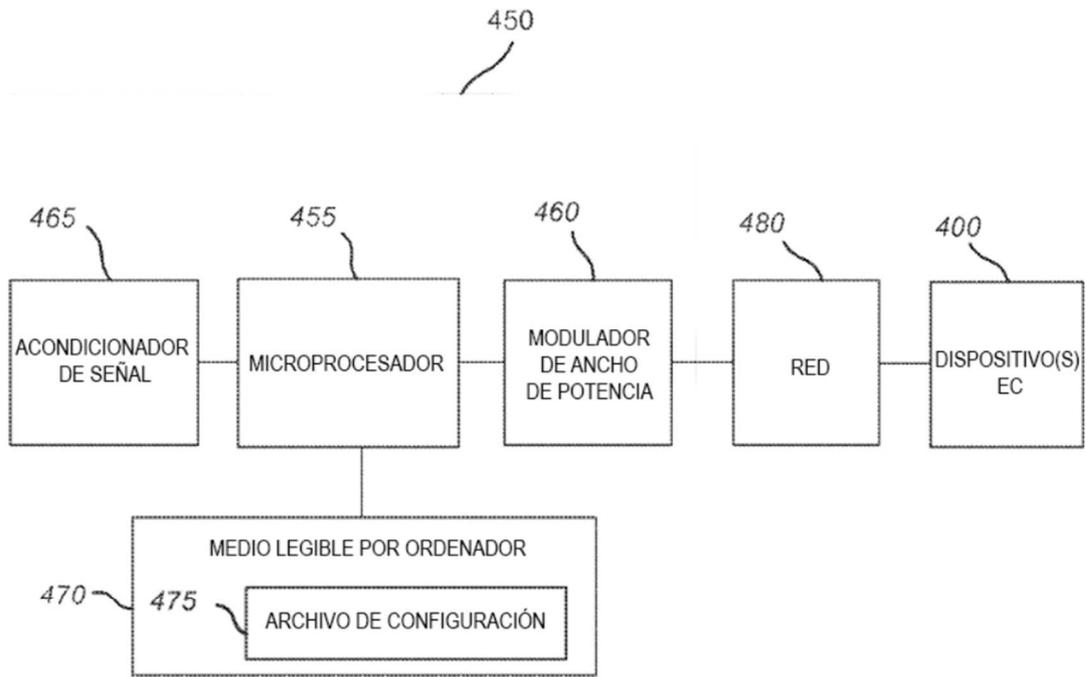


FIG. 4

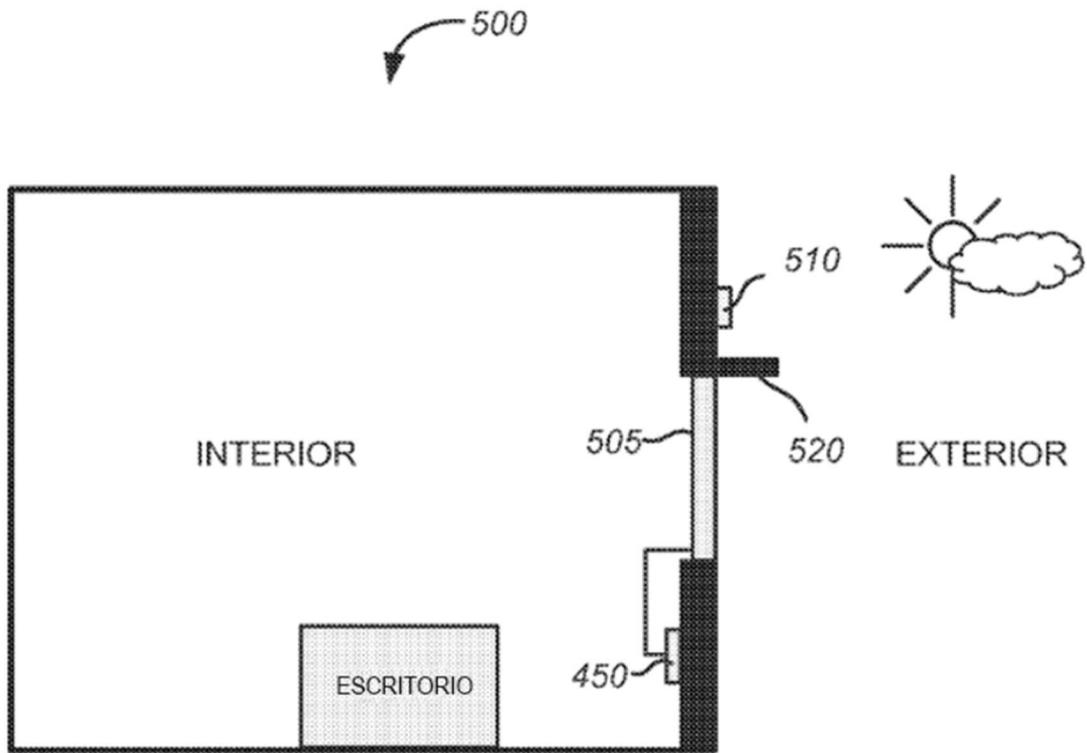


FIG. 5

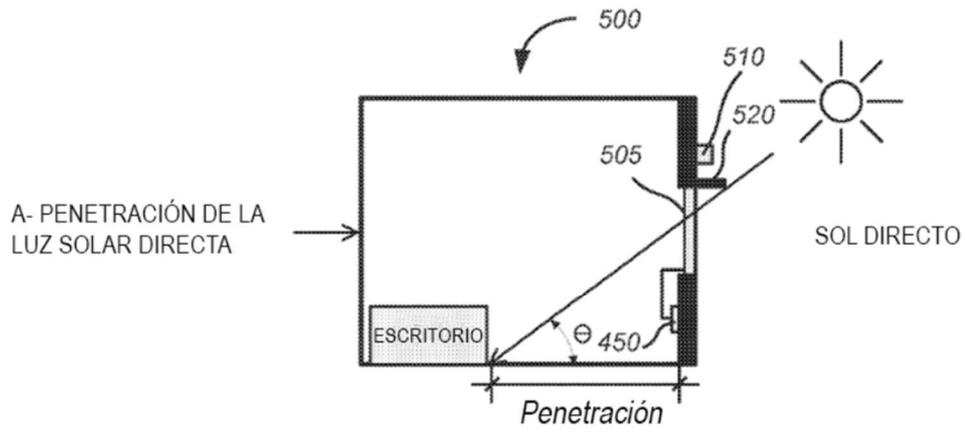


FIG. 6A

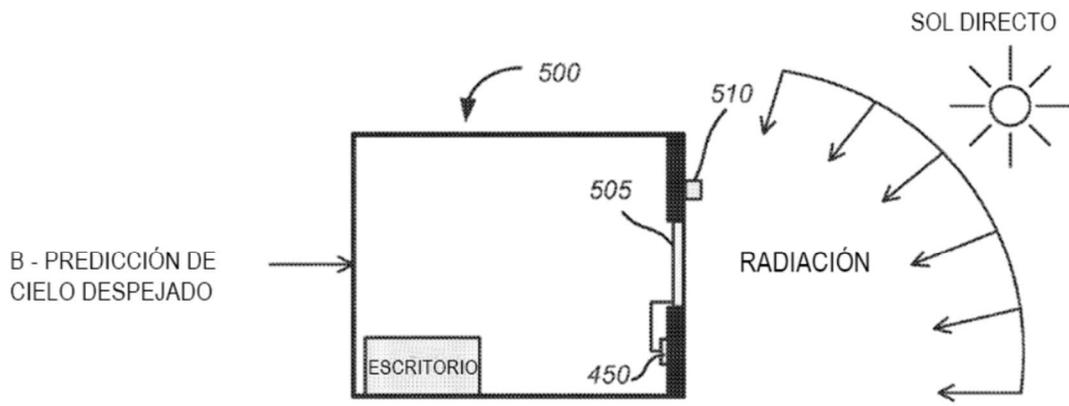


FIG. 6B

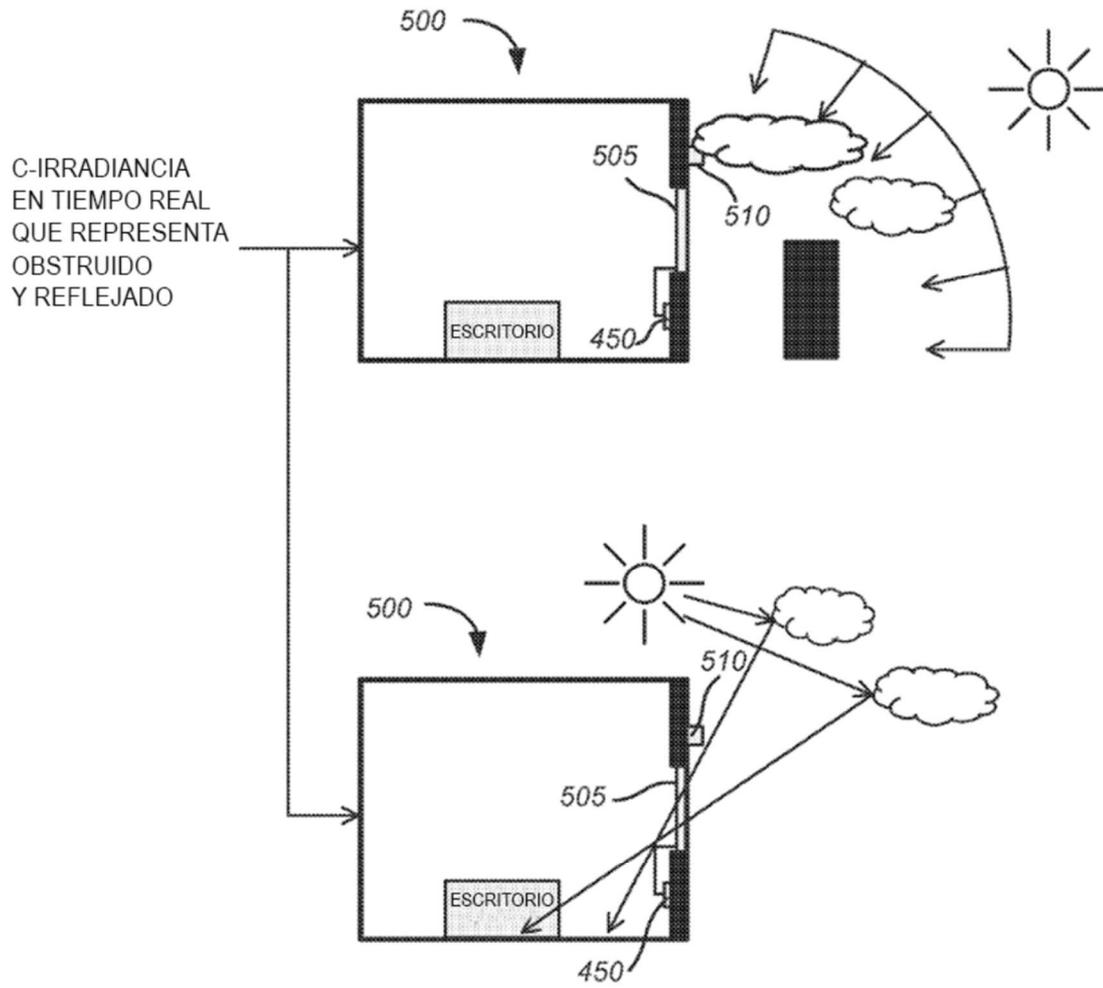
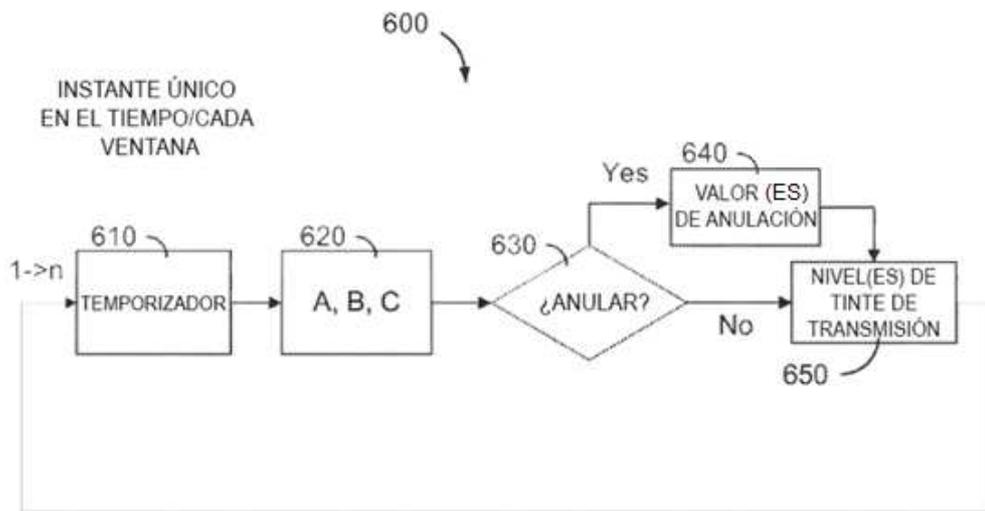


FIG. 6C



A - PENETRACIÓN DE LA LUZ SOLAR DIRECTA
 B - PREDICCIÓN DE CIELO DESPEJADO
 C - IRRADIANCIA EN TIEMPO REAL QUE REPRESENTA
 OBSTRUIDO Y REFLEJADO

FIG. 7

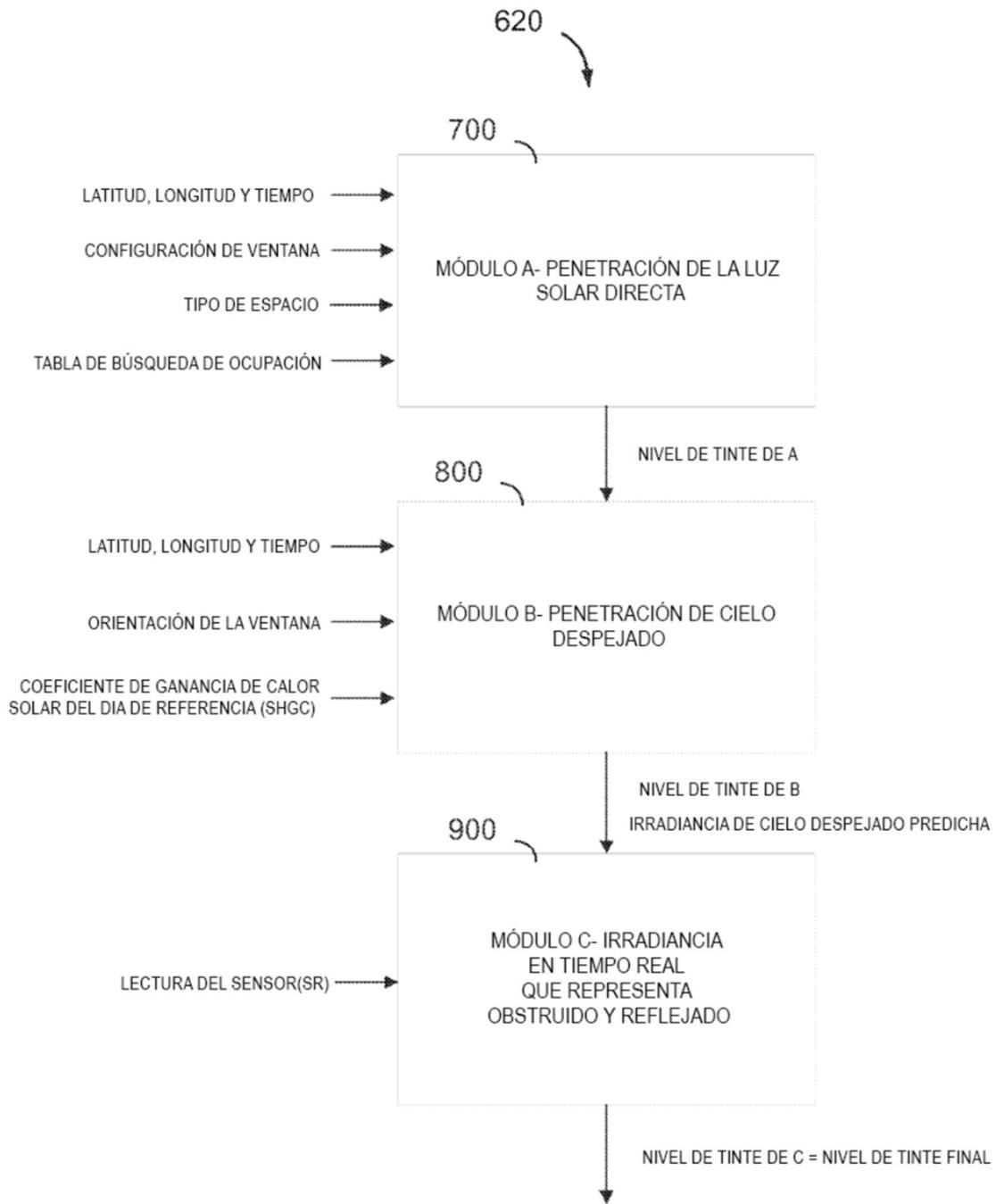


FIG. 8

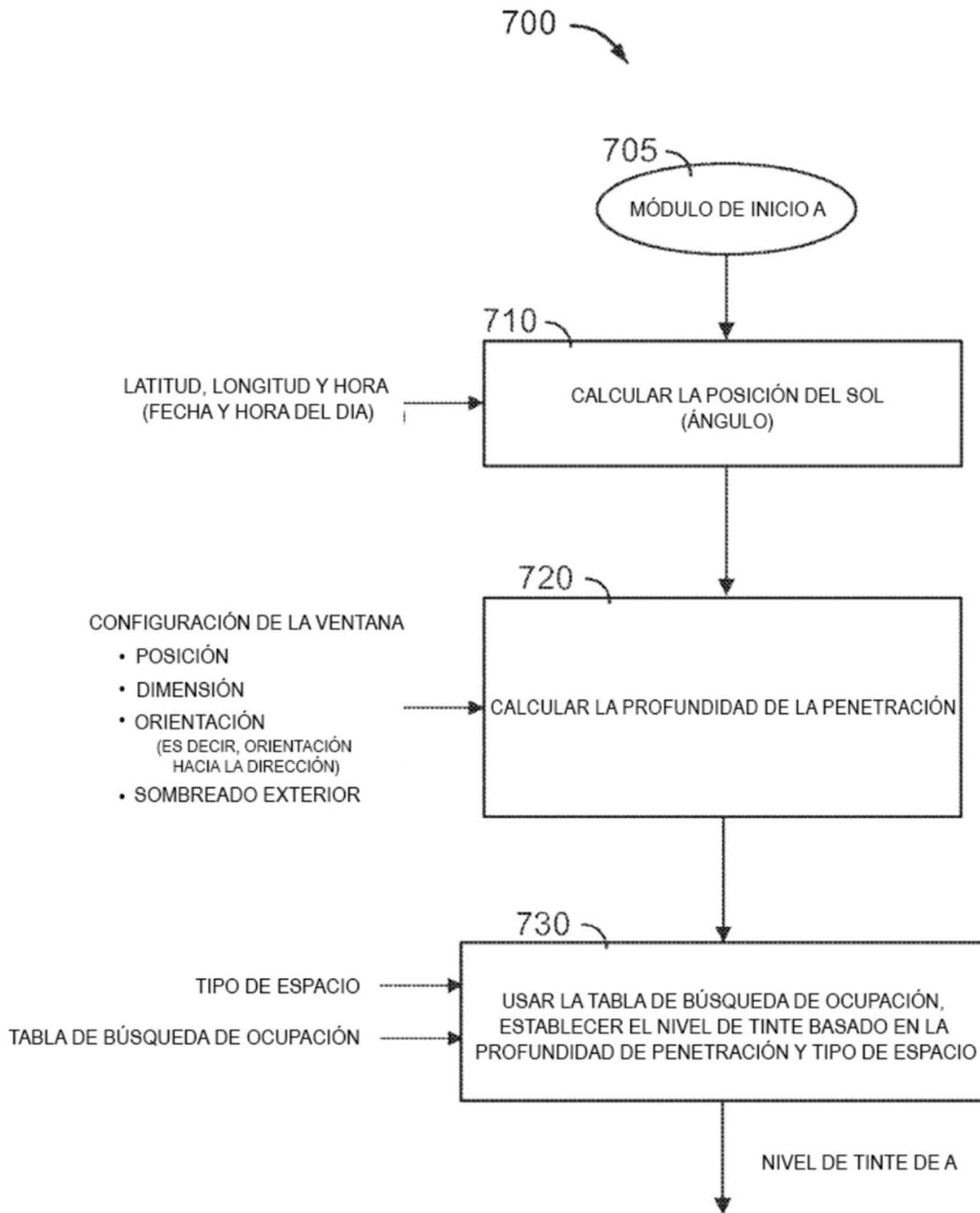


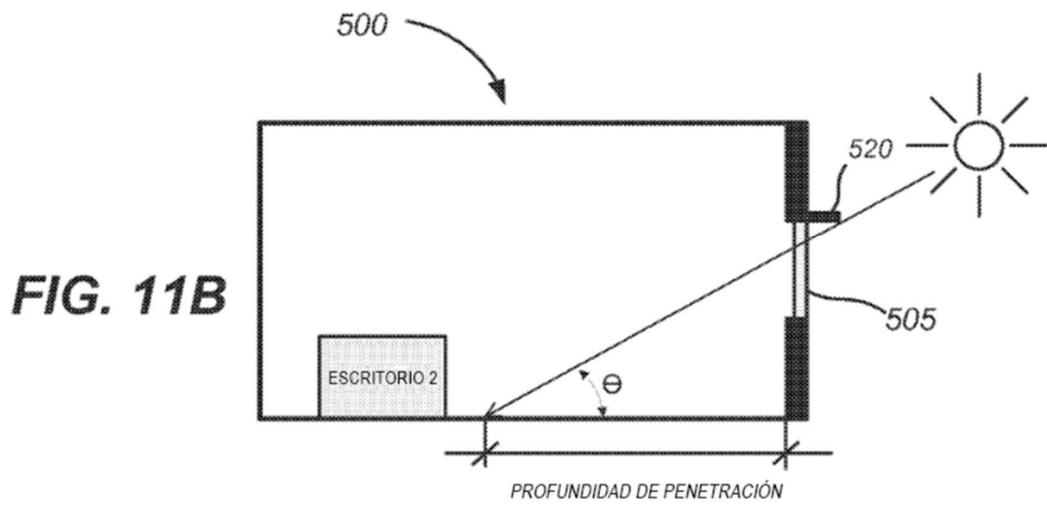
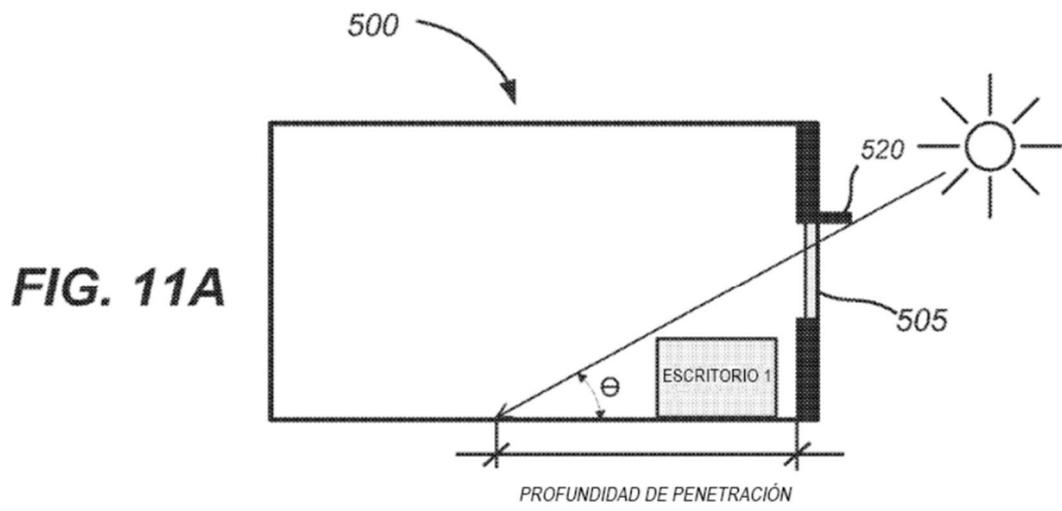
FIG. 9

TABLA DE BÚSQUEDA DE APLICACIÓN

NIVEL DE TINTE (VALOR SGHC)

TIPO DE ESPACIO PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN	ESCRITORIO 1	ESCRITORIO 2	VESTÍBULO
2 PIES	10 (0.60)	0 (0.80)	0 (0.80)
4 PIES	20 (0.40)	5 (0.70)	0 (0.80)
6 PIES	30 (0.20)	10 (0.60)	5 (0.70)
8 PIES	35 (0.10)	20 (0.40)	10 (0.60)
10 PIES	35 (0.10)	35 (0.10)	10 (0.60)
12 PIES	35 (0.10)	35 (0.10)	15 (0.50)

FIG. 10



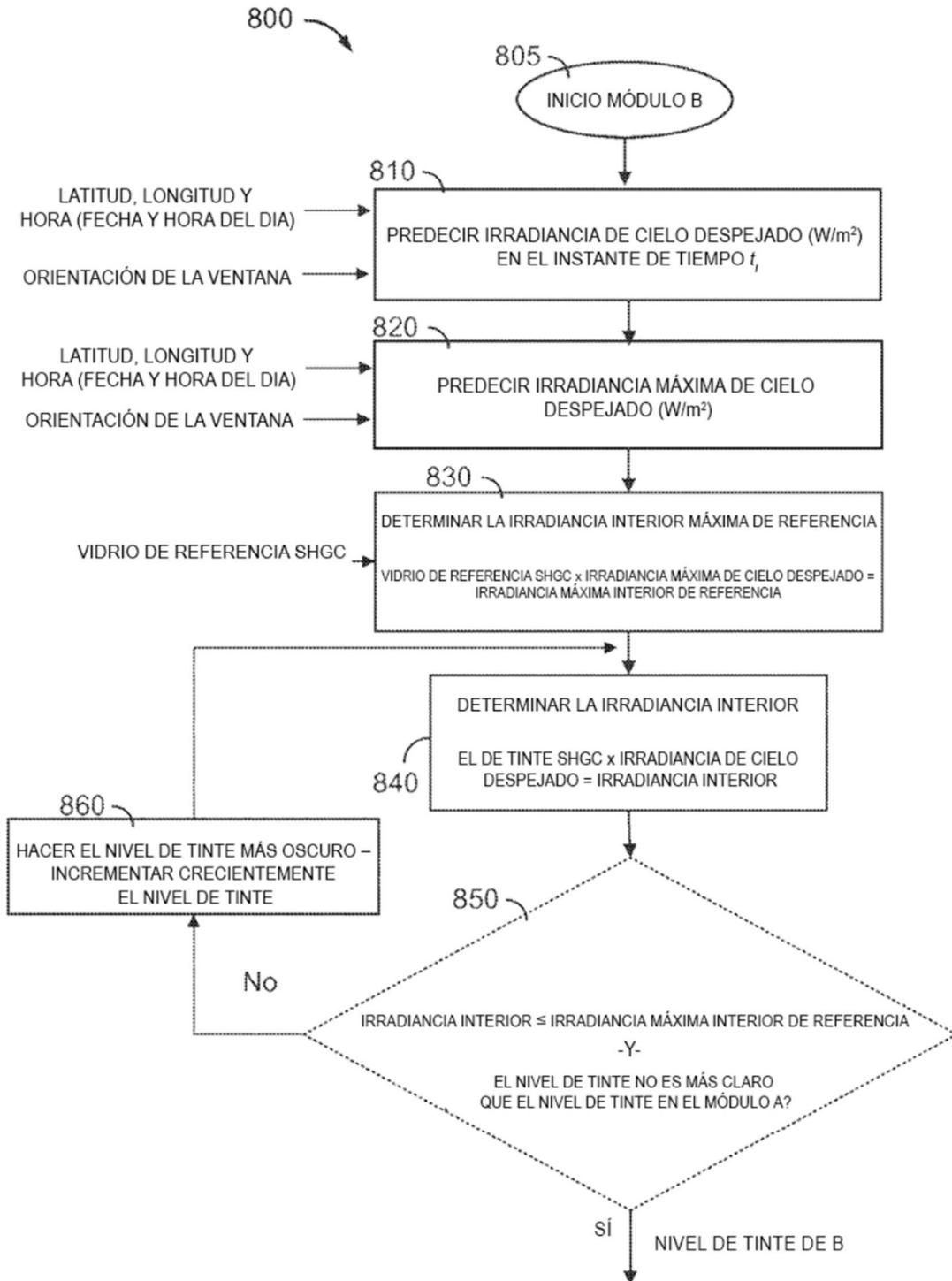


FIG. 12

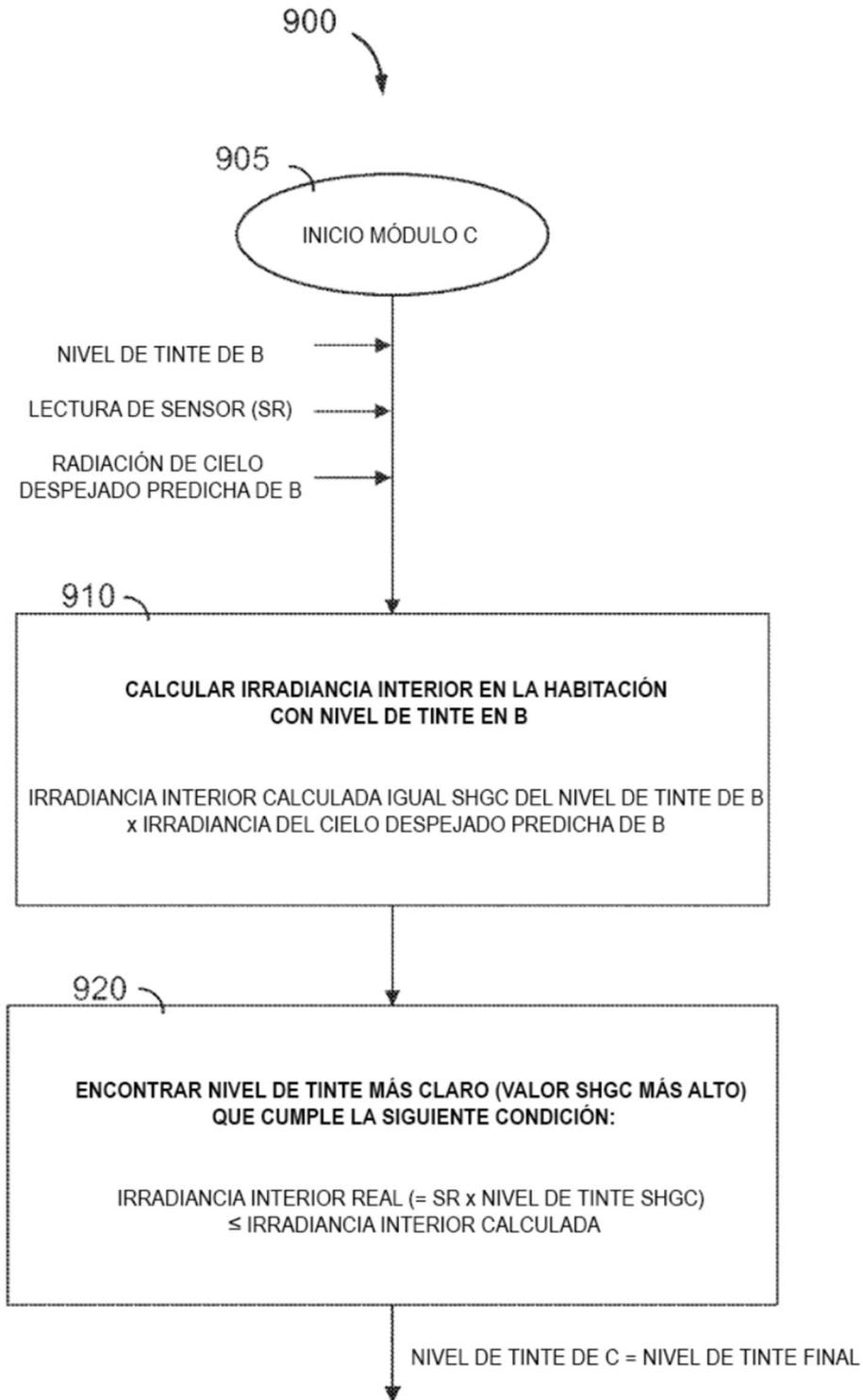


FIG. 13

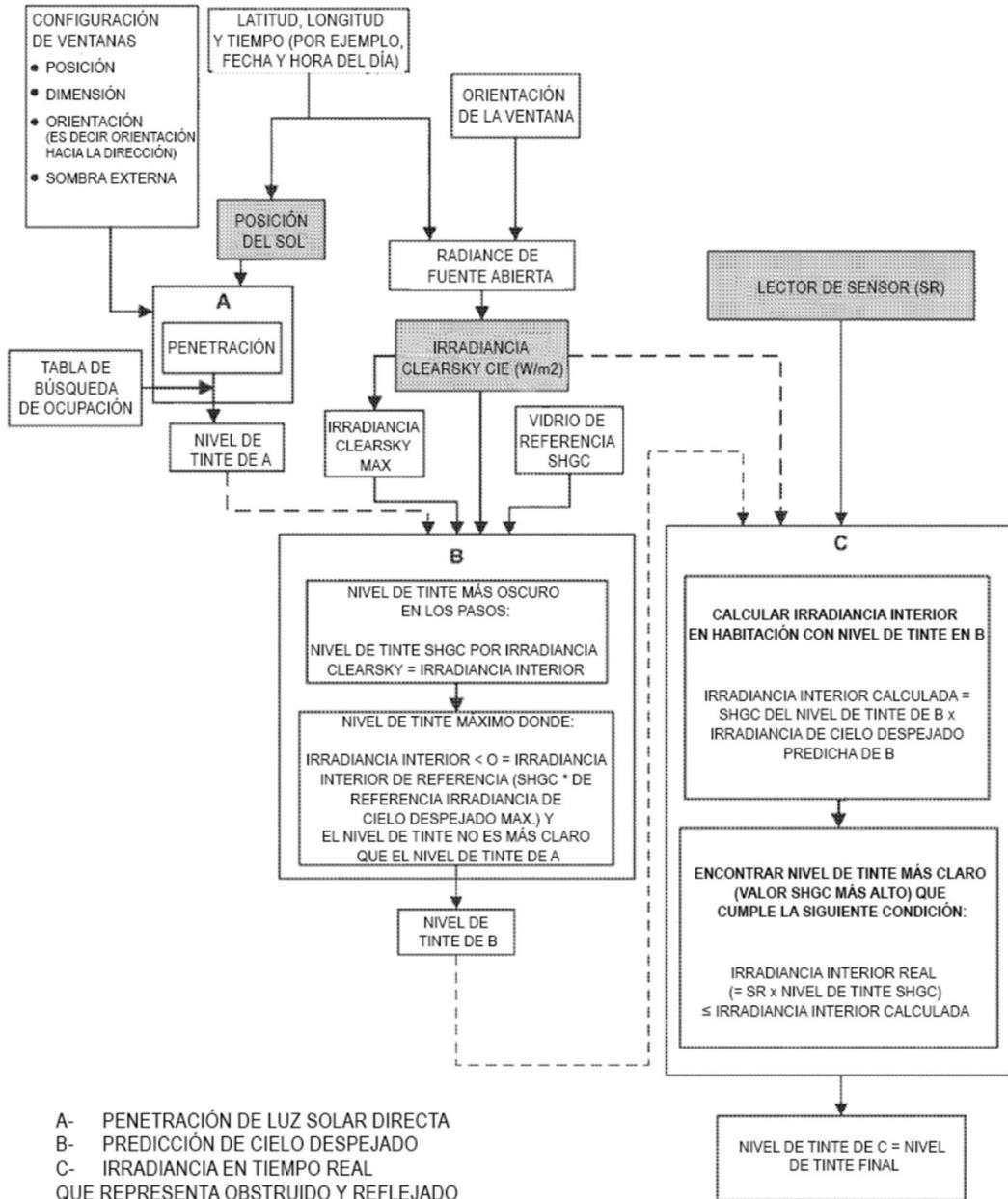


FIG. 14

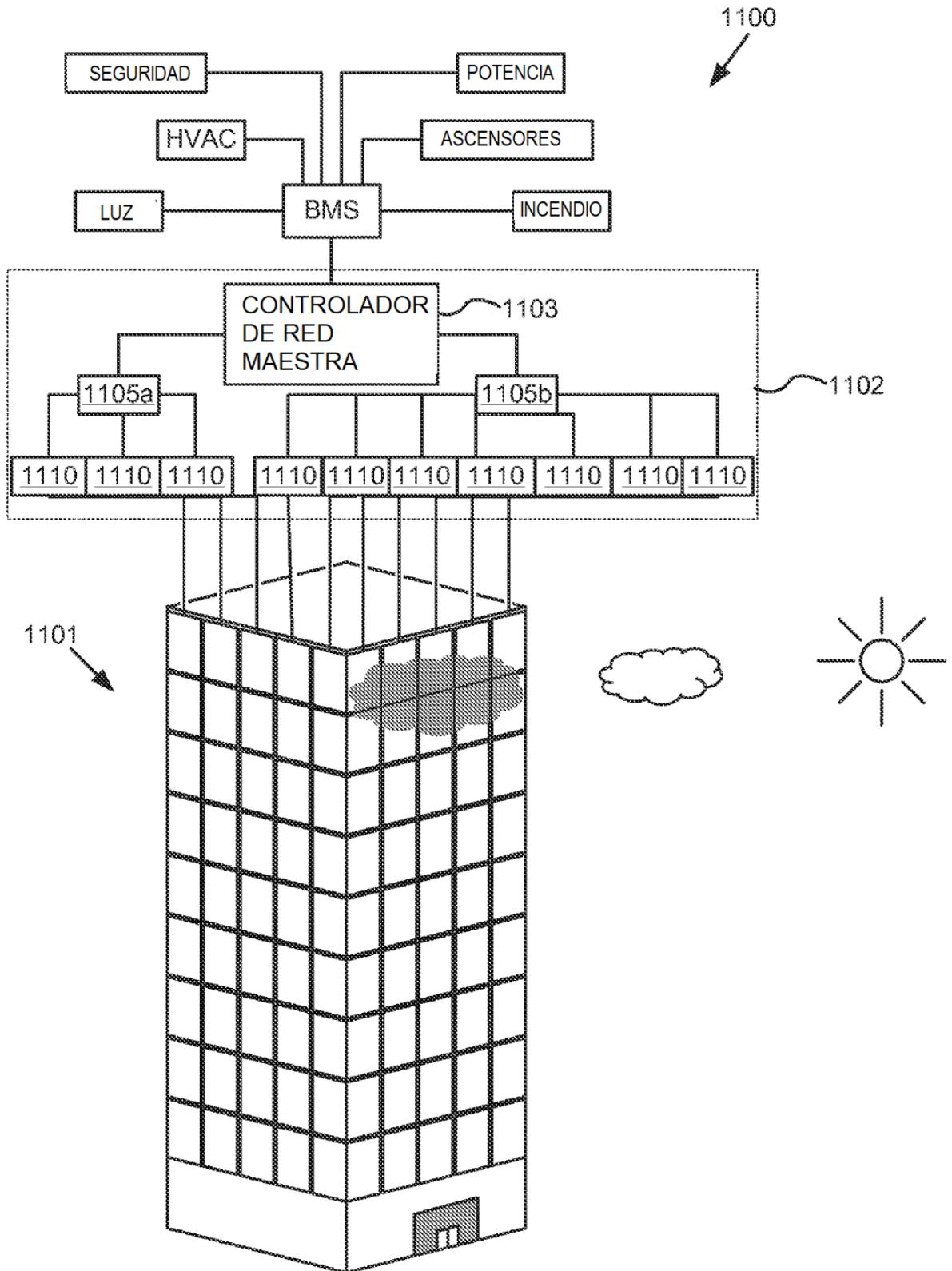


FIG. 15

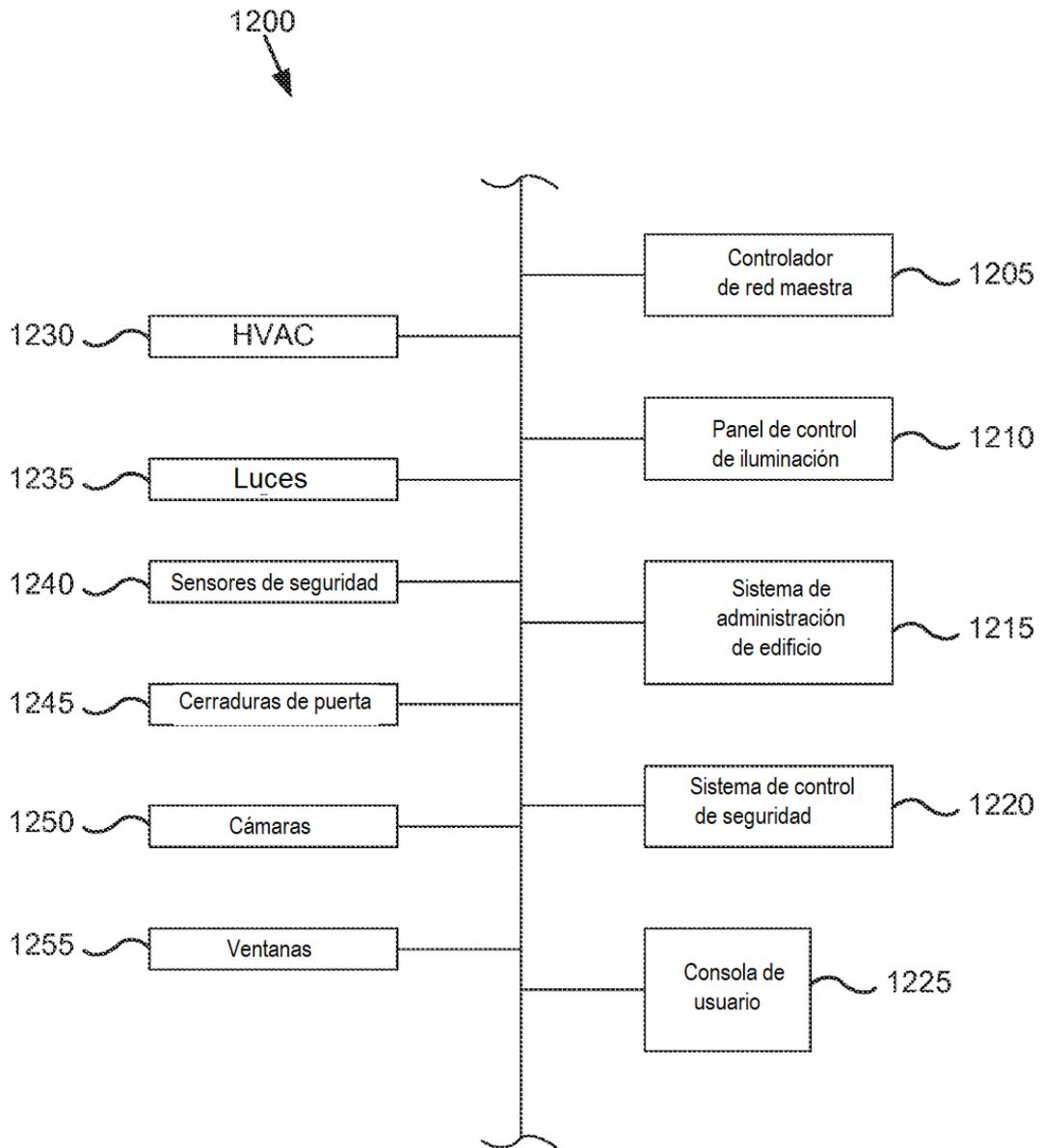


FIG. 16

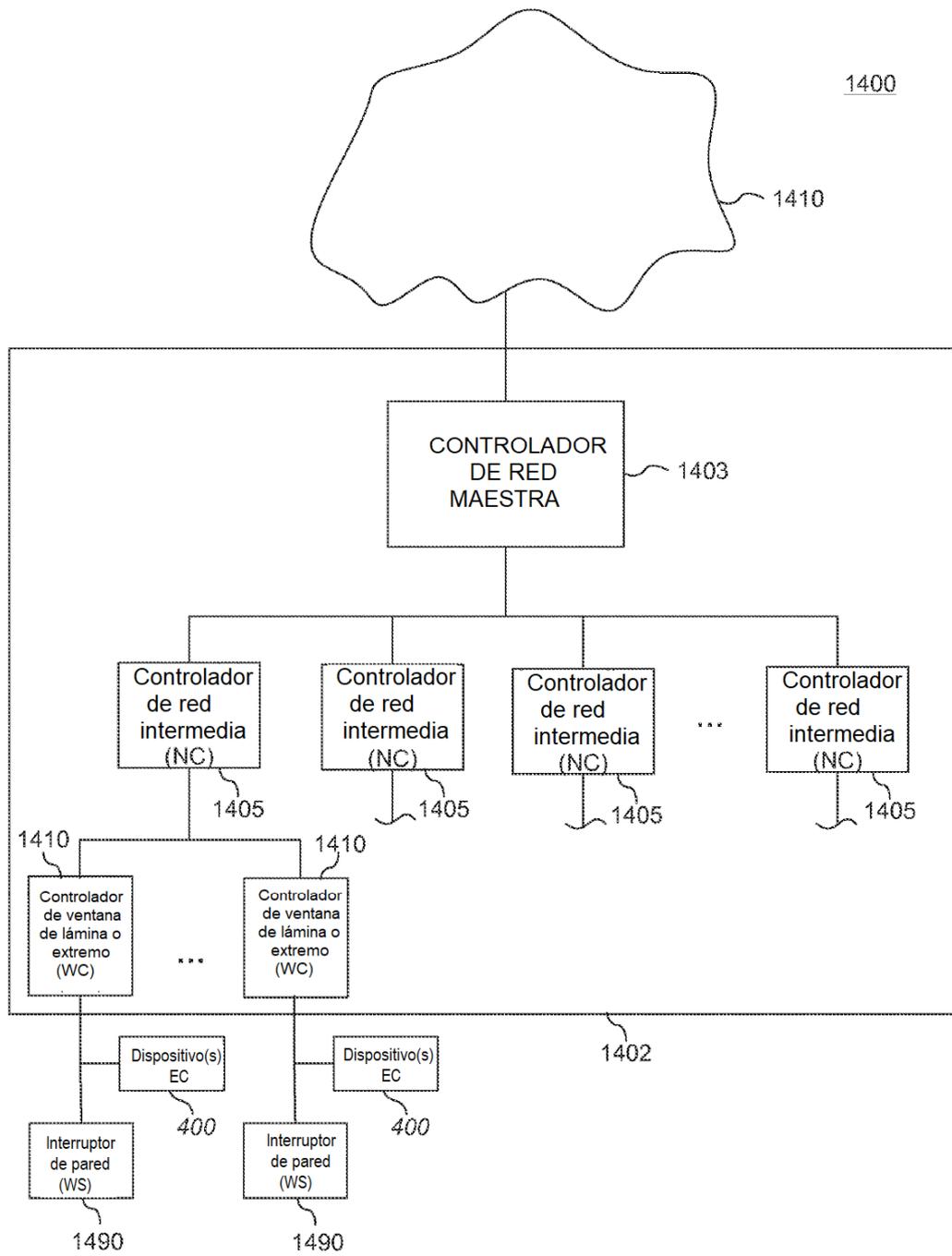


FIG. 17

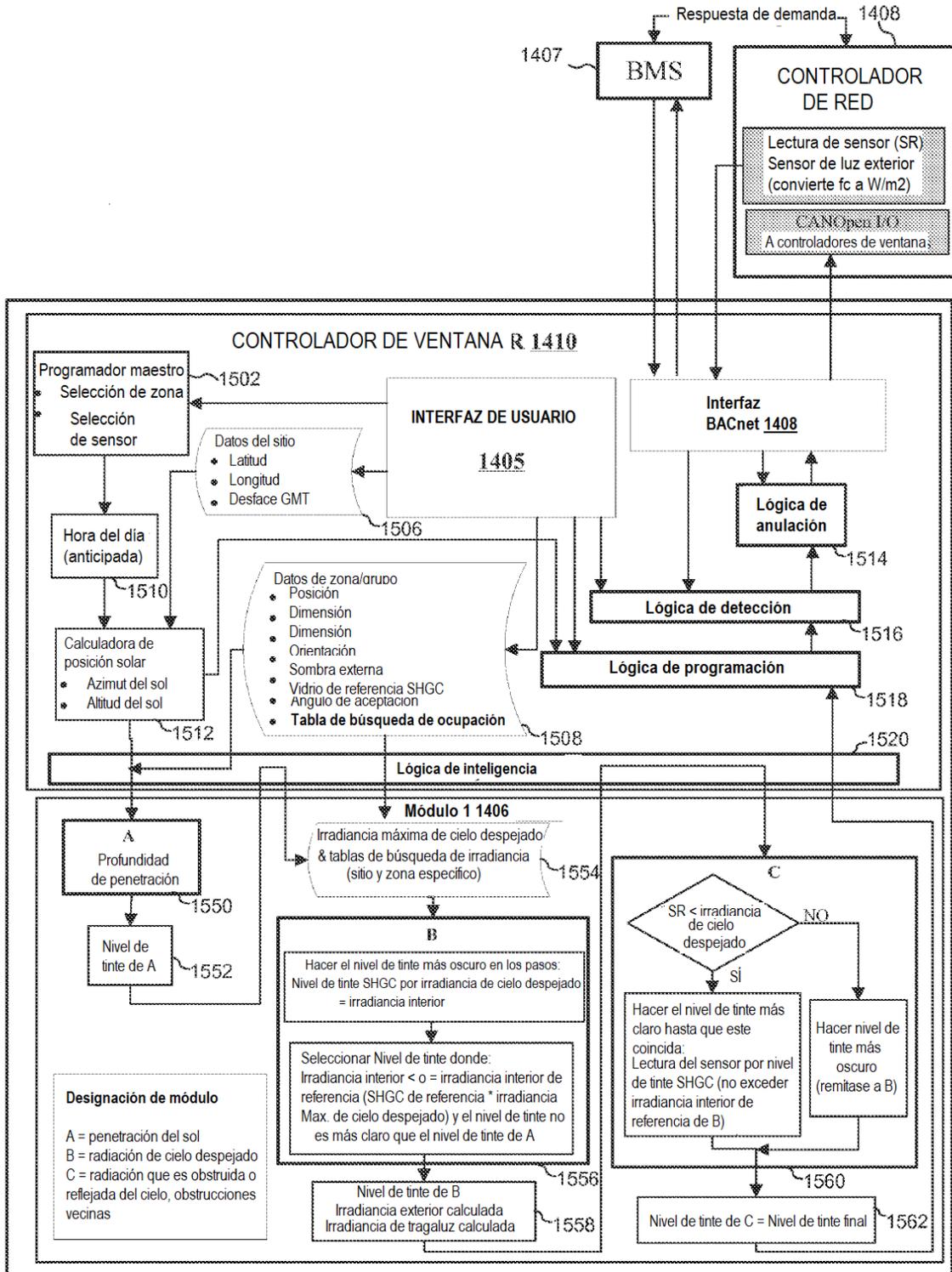


FIG. 18

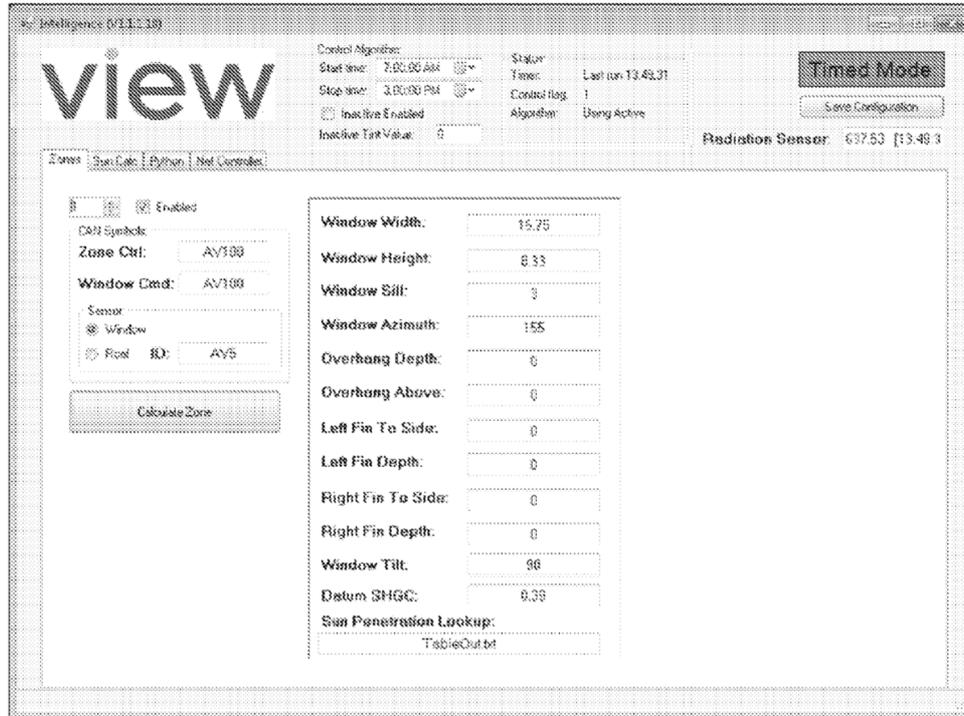
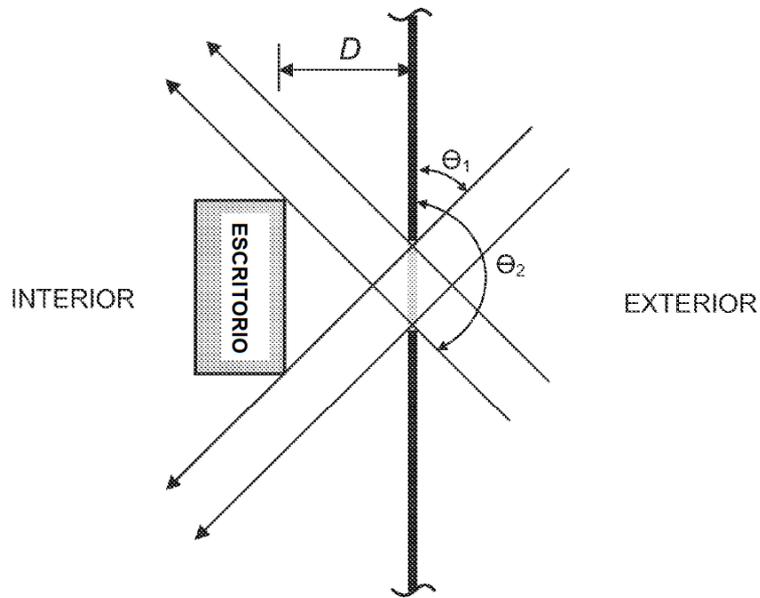


FIG. 19

Ángulo de aceptación entre θ_1 a θ_2



Si $\theta_1 < \theta_{sol} < \theta_2$ y

Profundidad de penetración	T_{vis}	θ_1	θ_2
2 pies	63%	30°	120°
4 pies	40%	30°	120°
8 pies	20%	30°	120°
15 pies	4%	30°	120°

FIG. 20

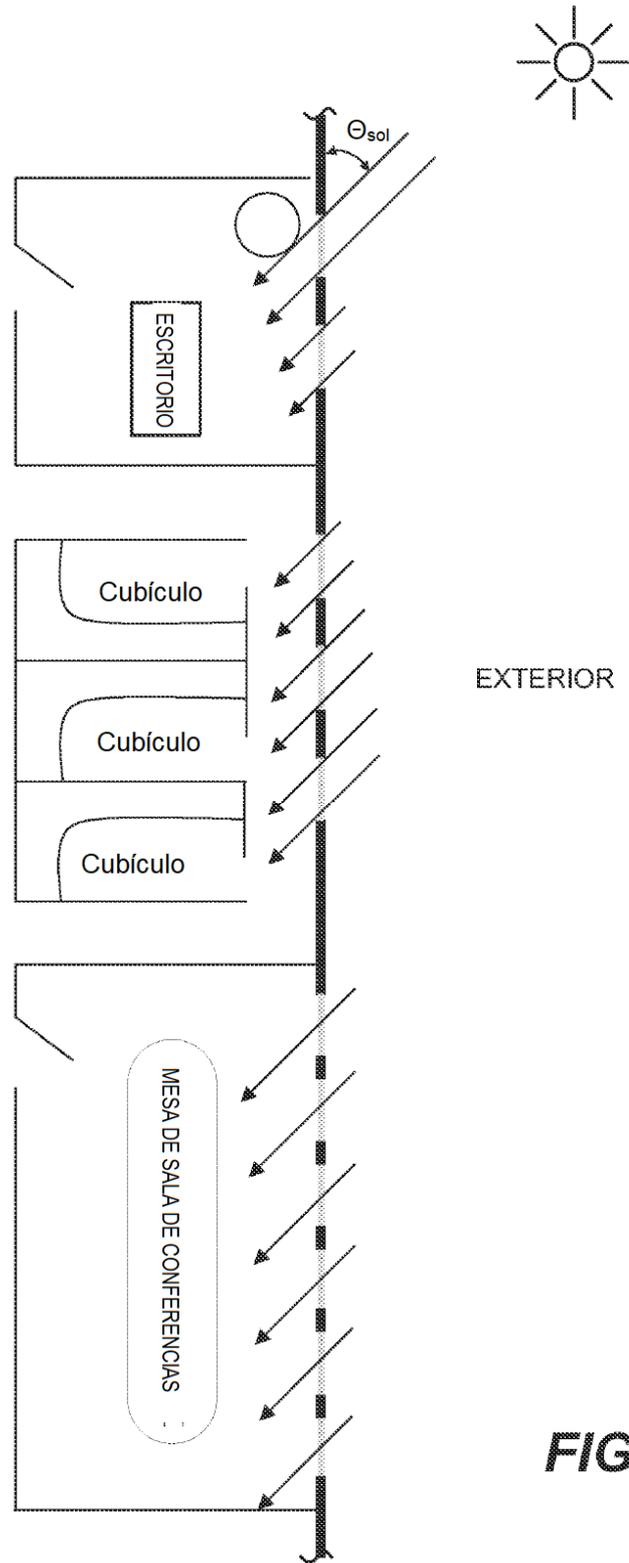


FIG. 21A

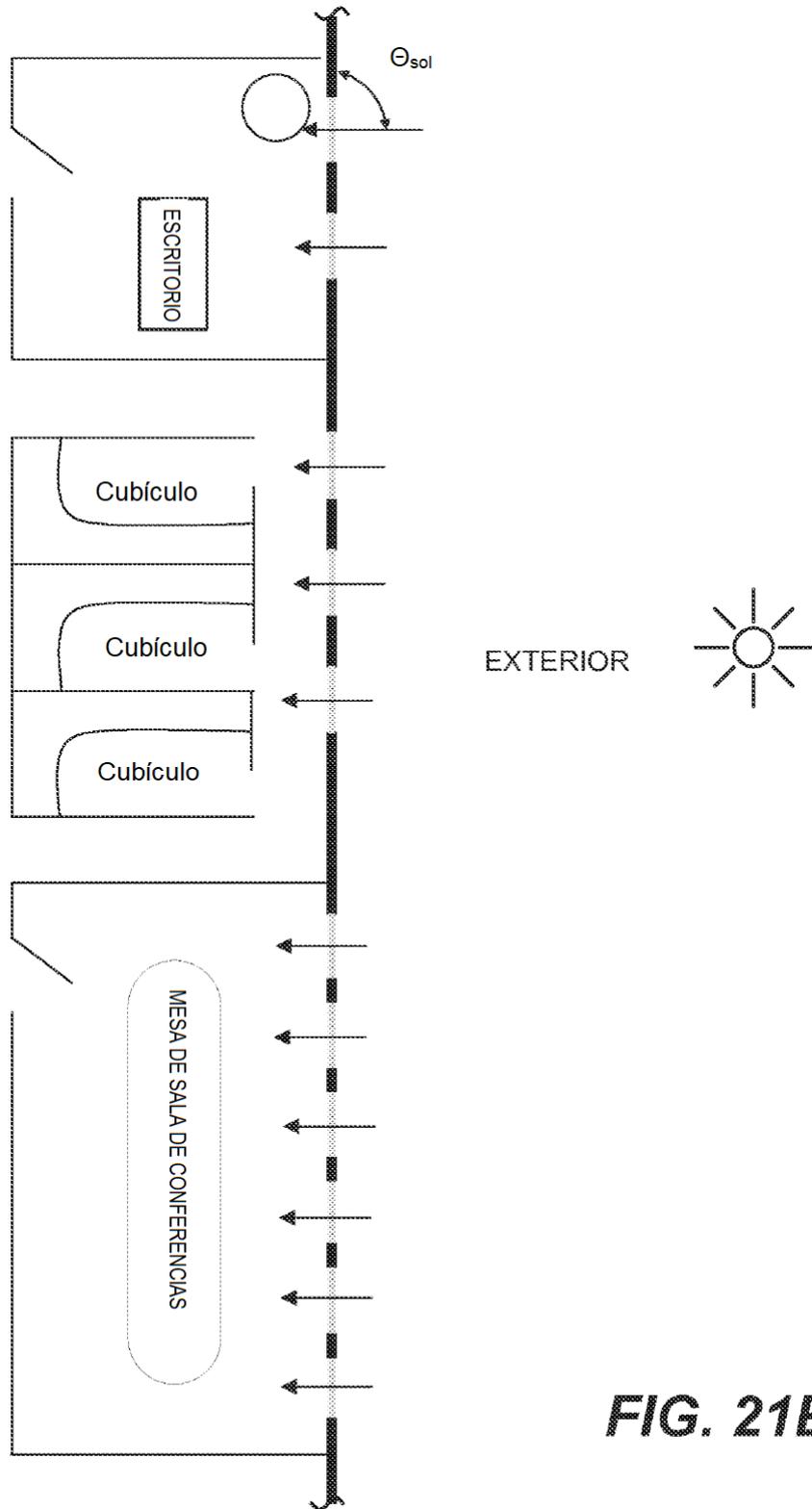
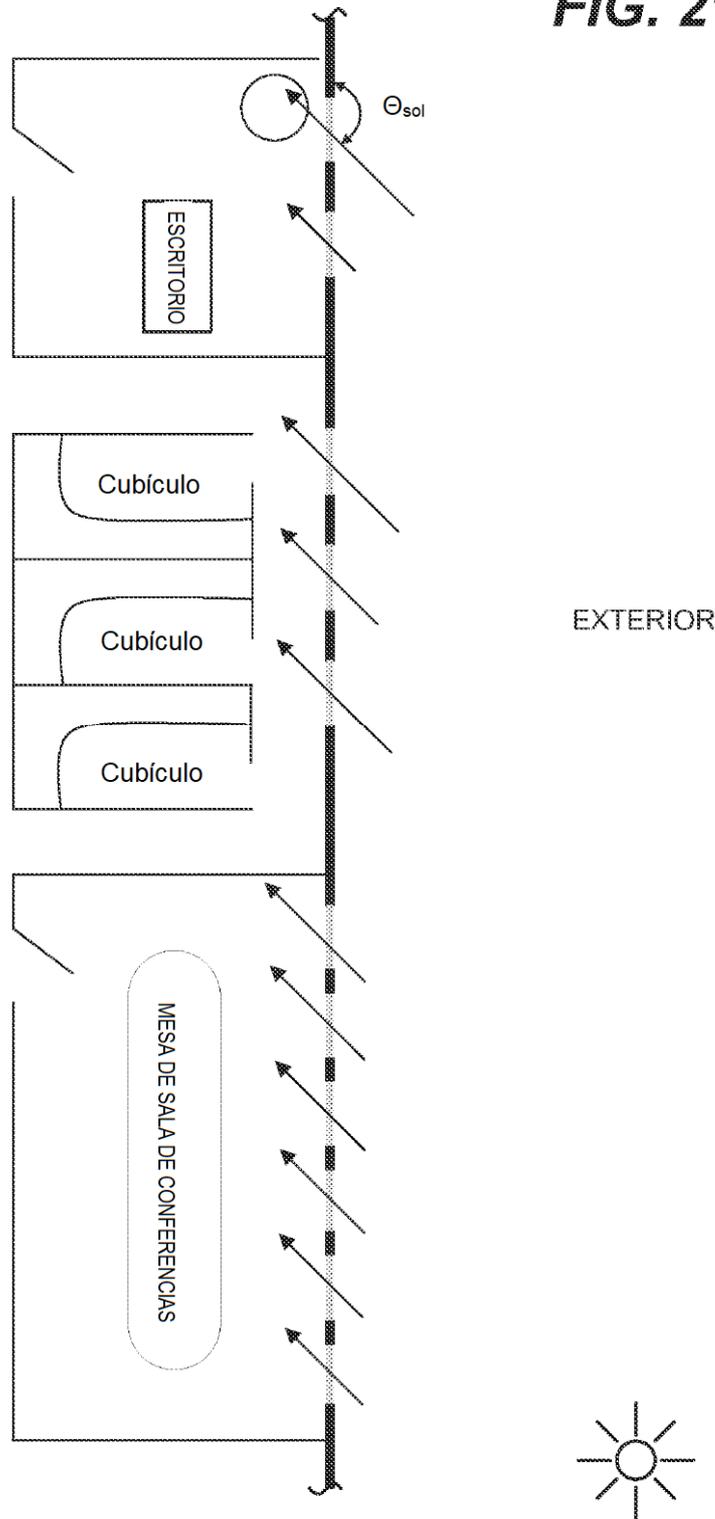


FIG. 21B

FIG. 21C



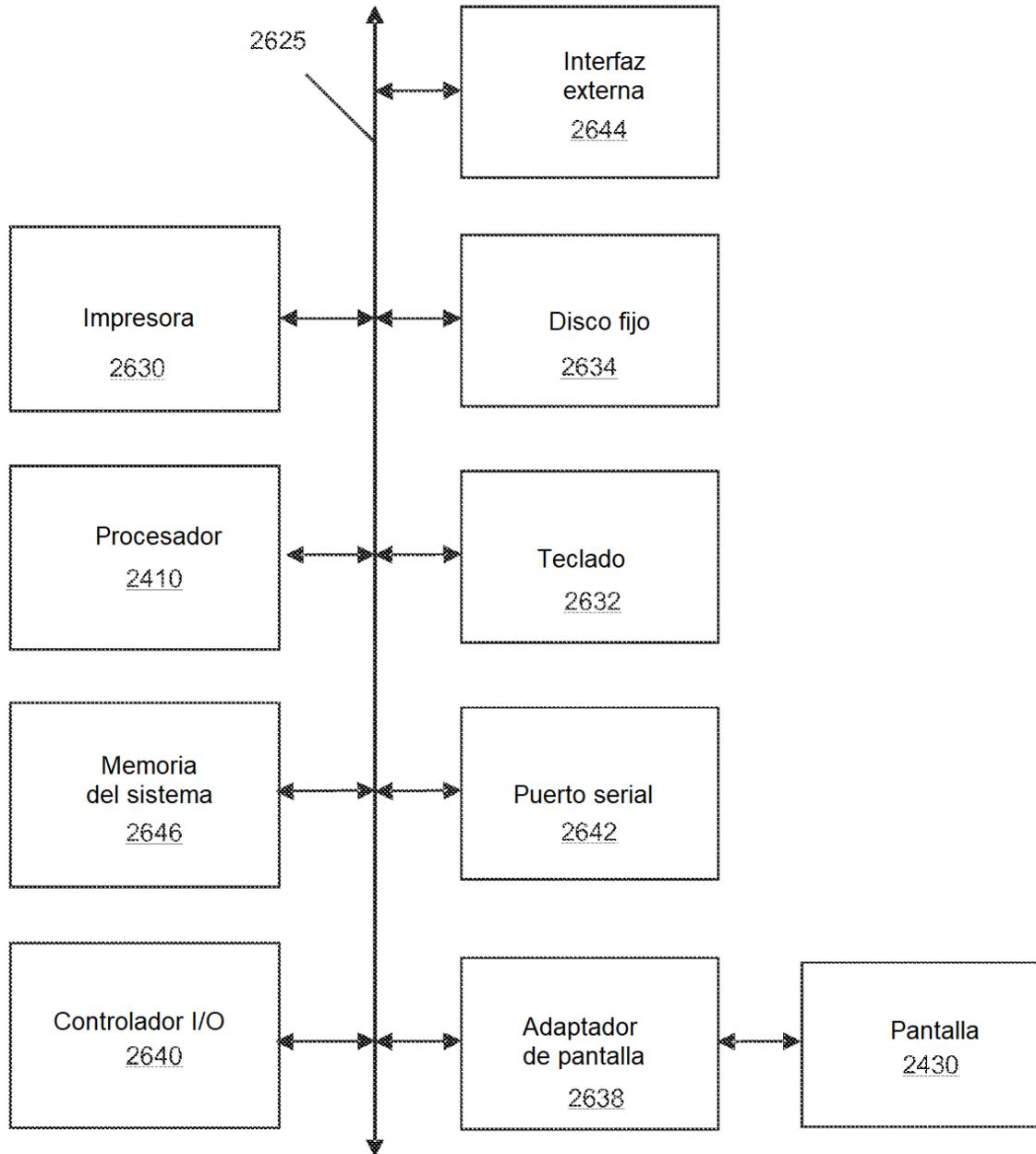


FIG. 22