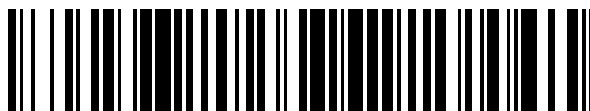


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 640 908**

51 Int. Cl.:

H04B 10/11 (2013.01)

H04L 25/49 (2006.01)

H04B 10/116 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.09.2001 PCT/US2001/29283**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.03.2002 WO02025842**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.09.2001 E 01971197 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.07.2017 EP 1356610**

54 Título: **Método y sistema de red de iluminación universal**

30 Prioridad:

19.09.2000 US 663969

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

07.11.2017

73 Titular/es:

**PHILIPS LIGHTING NORTH AMERICA
CORPORATION (100.0%)
Three Burlington Woods Drive
Burlington, MA 01803, US**

72 Inventor/es:

**DOWLING, KEVIN, J.;
MORGAN, FREDERICK, M.;
LYS, IHOR, A. y
BLACKWELL, MICHAEL, K.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 640 908 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 y sistema de red de iluminación universal

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta solicitud está basada en, es una continuación parcial, reivindica la prioridad de toda la divulgación de las siguientes solicitudes de Patente de Estados Unidos pendientes:

- 10 Solicitud de Patente de Estados Unidos N.º 09/425.770;
- Solicitud de Patente de Estados Unidos N.º 09/215.624;
- 15 Solicitud de Patente de Estados Unidos N.º 09/213.537;
- Solicitud de Patente de Estados Unidos N.º 09/213.607;
- Solicitud de Patente de Estados Unidos N.º 09/213.189;
- 20 Solicitud de Patente de Estados Unidos N.º 09/213.548;
- Solicitud de Patente de Estados Unidos N.º 09/213.581;
- Solicitud de Patente de Estados Unidos N.º 09/213.659;
- 25 Solicitud de Patente de Estados Unidos N.º 09/213.540; y
- Solicitud de Patente de Estados Unidos N.º 09/333.739.

30 Campo de la invención

La presente invención se refiere a redes informáticas y sistemas de iluminación. Más particularmente, la invención se refiere a dispositivos, métodos y sistemas para integrar iluminación con funciones de manipulación y transmisión de datos para dispositivos de iluminación y dispositivos de red, así como métodos que usan los anteriores.

35 Antecedentes de la invención

La llegada de las redes informáticas ha proporcionado a los usuarios con una multitud de capacidades que no estaban disponibles previamente. Los usuarios distribuidos pueden comunicar datos usando redes de área local, redes de área extensa y redes globales, tales como Internet. Los programas de software informático que se ejecutan en ordenadores en localizaciones geográficamente remotas pueden almacenar, manipular y recuperar datos, incluyendo datos enviados desde otras localizaciones. Por lo tanto, las redes informáticas proporcionan beneficios de potencia informática sin requerir un gran ordenador en cada punto en el que se recopilan, recuperan o visualizan datos. Por esta razón, las redes informáticas se han generalizado en muchos entornos comerciales, tales como oficinas corporativas, fábricas y similares. Las redes informáticas ahora están instaladas en otras localizaciones también, tales como hogares, entornos minoristas y similares. Sin embargo, la tecnología de red informática actual sufre de un número de limitaciones significativas que inhiben su uso en entornos no tradicionales, tales como localizaciones de tiendas minoristas y hogares.

50 Un problema principal con la tecnología de red informática actual es la necesidad de cableado. Las construcciones más modernas están tendidas a través de toda una gran cantidad de cables y latiguillos: cables informáticos, cable de teléfono, líneas eléctricas, altavoces, sistemas de seguridad, sistemas de alarma, televisión por cable y módems, y otros. Esta complejidad da como resultado una diversidad de problemas. Durante las reparaciones, el conjunto apropiado de cables debe ordenarse entre sí. Los cables deshilachados pueden cortocircuitarse e iniciar fuegos, un problema agravado por la presencia de múltiples sistemas alámbricos. Se están desarrollando frecuentemente nuevos sistemas, que requieren a menudo un nuevo sistema alámbrico. Los nuevos sistemas alámbricos pueden ser costosos de instalar en estructuras existentes, puesto que tales sistemas generalmente están colocados dentro de las paredes, y la instalación generalmente es invasiva, requiriendo romper y reparar paredes, o complicada, facilitándose los cables gradual y de manera delicada a través de todo el laberinto de cables, tuberías y soportes localizados detrás de las paredes. Por lo tanto, las redes informáticas que requieren instalación alámbrica significativa en entornos donde ese cableado es difícil o antiestético (tal como un entorno minorista) o donde el experto no está disponible (tal como en un hogar típico).

65 Otro problema con las redes informáticas actuales es que muchos de estos sistemas están bajo el control de un procesador, tal como un ordenador, o tienen el potencial para tal control. Más a menudo, sin embargo, estos sistemas están separados, con sistemas de control individual. Esta separación también hace más difícil y costoso

5 actualizar los sistemas existentes, ya sea para instalar un sistema de control, o para aprovecharse de un sistema de control modernizado mejorado que esté disponible. Aunque un sistema puede incluir componentes que serían útiles para otro sistema, los sistemas a menudo permanecen separados. Por lo tanto, existe una necesidad de proporcionar estos sistemas separados bajo el control común que simplifica actualizar estos sistemas, y potencialmente reduciendo la multiplicidad de cables que recorren a través de las paredes, techos y suelos. No únicamente puede un sistema unificado ser más eficaz, sino que los sistemas actualmente aislados pueden hacer uso de componentes de otros sistemas en una manera mutua, proporcionando beneficio global significativo.

10 Otro problema con las redes informáticas actuales es que las técnicas de cableado actuales inhiben la instalación de muchos dispositivos en localizaciones convenientes. Por ejemplo, el cableado que proviene a través de las tomas de teléfono no es típicamente adecuado para la colocación de dispositivos de red tales como cámaras, que requieren una línea de visión a un elemento para observarse desde una localización remota, sin requerir cableado adicional significativo en la sala en la que está localizada la cámara. Por lo tanto, es deseable un esquema de cableado que proporcione localizaciones más convenientes para los dispositivos en red.

15 Aunque se han considerado tales sistemas universales, las propuestas actuales requerirían costes de instalación significativos, tales como añadir nuevos cables o cambiar cableado existente. Por consiguiente, continúa una necesidad de un dispositivo universal que proporcione funcionalidad de interconexión de red informática a una amplia diversidad de localizaciones sin requerir volver a cablear significativamente.

20 El documento WO 00/01067 describe un método para modular la anchura de pulso de las señales de control generadas con una pluralidad de canales separados. Los métodos son adecuados para ejecución en una plataforma de microprocesador o microcontrolador que incluye un mecanismo de interrupción de temporizador que generará una interrupción en respuesta a un temporizador que cuenta atrás un intervalo de tiempo o periodo de tiempo seleccionado. El temporizador se establece para contar hacia atrás un periodo de tiempo que es representativo de una porción, o sub-periodo, del ciclo de PWM. Tras la expiración de ese periodo de tiempo, el temporizador ejecuta una rutina de servicio de interrupción (ISR) que puede modular adicionalmente el ciclo de PWM de una o más señales.

25 El documento US 6.016.308 describe sistemas de LED que pueden generar luz, tal como para iluminación o fines de visualización. Los LED de emisión de luz pueden controlarse por un procesador para modificar el brillo y/o color de la luz generada usando señales moduladas de anchura de pulso. Por lo tanto, la iluminación resultante puede controlarse por un programa informático para proporcionar patrones de luz prediseñados complejos.

30 El documento WO00/042984 describe un sistema de visualización de matriz de puntos compuesto de diodos de emisión de luz (LED), en el que se desvela que uno o más LED están modulados y codificados con información o mensajes de audio. El sistema tiene un panel de visualización de matriz de puntos de LED con un circuito de interfaz a un ordenador, un transmisor de señal de audio, y un receptor. Un programa ejecutivo se ejecuta en el ordenador para control de presentación visual de caracteres, patrón decorativo o mensajes en el panel de visualización. El receptor combinado con un altavoz está localizado a una distancia del panel de visualización. El receptor está diseñado para demodular la información de audio transmitida ópticamente y difundir los mensajes con el altavoz. La modulación de los LED incluye un oscilador controlado por tensión (VCO) para variar la frecuencia de periodos activo/inactivo de dichos diodos de emisión de luz. La frecuencia es lo suficientemente alta de manera que la luz que puede percibirse parece que está constantemente iluminada para el ojo humano.

35 Sumario de la invención

40 Los sistemas y métodos descritos en el presente documento se refieren a dispositivos de iluminación que incluyen un elemento de iluminación y un microprocesador. El elemento de iluminación incluye, un diodo de emisión de luz. El uso de las expresiones LED, o diodo de emisión de luz, en el presente documento, deberían entenderse que abarcan cualquier semiconductor de emisión de luz u otro elemento de iluminación, excepto donde el contexto excluya un entendimiento de este tipo.

45 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato, que comprende al menos una fuente de luz basada en LED configurada para generar radiación, incluyendo la radiación generada al menos luz visible para proporcionar iluminación; y un controlador acoplado a la al menos una fuente de luz basada en LED y configurado para controlar la al menos una fuente de luz basada en LED para transmitir datos mediante la luz visible de radiación generada; caracterizado por que: el controlador está configurado para controlar la al menos una fuente de luz basada en LED con una señal de control tanto para proporcionar la iluminación como transmitir los datos mediante la luz visible, emplear un esquema de modulación de anchura de pulso para controlar una intensidad de la iluminación controlando un coeficiente de utilización de la señal de control, y codificar de manera independiente dichos datos en la misma señal de control usando un esquema de modulación adicional que conserva el coeficiente de utilización de media en el que el controlador está configurado para generar la señal de control combinando una señal de control intermedia y una señal de datos, basándose la señal de control intermedia en el esquema de modulación de anchura de pulso, y generándose la señal de datos usando el esquema de modulación adicional.

- 5 En las realizaciones, los dispositivos incluyen adicionalmente una o más conexiones para conectar componentes electrónicos adicionales. En las realizaciones, las conexiones permiten el uso intercambiable de componentes modulares en un dispositivo. En ciertas realizaciones, los dispositivos de iluminación permiten la comunicación entre los componentes y el microprocesador, por ejemplo, para permitir el control del elemento de iluminación basándose en la entrada desde los componentes de sensor, o facilitar la comunicación electrónica mediando la transmisión de señales a o desde otros dispositivos. En ciertas realizaciones, tal comunicación se facilita utilizando una red de dispositivos de iluminación. En ciertas realizaciones, el dispositivo de iluminación está adaptado para ser intercambiable con un elemento de iluminación tradicional, tal como una bombilla halógena, una bombilla de montaje Edison (de tipo tornillo), una bombilla fluorescente, etc.
- 10 En otra realización, un sistema de acuerdo con los principios de la invención proporciona LED cuyas salidas pueden proporcionar iluminación convencional mientras se modulan a alta velocidad para comunicación inalámbrica. En una realización, la intensidad de LED puede controlarse controlando el coeficiente de utilización de una señal de control mientras se usa un esquema de modulación de tasa más alta que codifica datos independientes en la misma señal de control. Cuando se emplean los LED para comunicación de datos, la invención, en una realización, utiliza transmisión/recepción de datos inalámbrica con capacidades de interconexión en red para permitir que los LED comuniquen con varios dispositivos diferentes en una red. Estos dispositivos se equipan con receptores de señal que pueden decodificar datos en señales ópticas desde los LED.
- 15 En las realizaciones, se proporcionan en el presente documento dispositivos de iluminación multifuncionales. Los dispositivos pueden incluir diversos elementos, tales como un sustrato que lleva una pluralidad de conexiones eléctricas acopladas a un adaptador de alimentación, uno o más elementos de iluminación o elementos, acoplados a una conexión eléctrica, para emitir luz, uno o más sensores para generar o modular una señal eléctrica basándose en un estímulo externo, y un procesador, acoplado a una conexión eléctrica, para procesar señales desde el sensor.
- 20 Los elementos de iluminación pueden ser semiconductores de emisión de luz, LED u otros elementos de iluminación. El procesador puede ser un microprocesador. El sensor puede ser cualquier sensor para detectar cualquier condición del entorno, que varía de señales electromagnéticas a señales acústicas a señales biológicas o químicas a otras señales. Ejemplos incluyen un detector ER, una cámara, un detector de movimiento, un detector de ozono, un detector de monóxido de carbono, otros detectores químicos, un detector de proximidad, un sensor fotovoltaico, un sensor fotoconductor, un fotodiodo, un fototransistor, un sensor fotoemisivo, un sensor fotoelectromagnético, un receptor de microondas, un sensor de UV, un sensor magnético, un sensor magnético-resistivo y un sensor de posición.
- 25 Los sensores pueden ser sensibles a temperatura. Por ejemplo, el sensor puede ser un termopar, un termistor, un pirómetro de radiación, un termómetro de radiación, un sensor de temperatura de fibra óptica, un sensor de temperatura de semiconductor y un detector de temperatura de resistencia. El sensor puede también ser sensible a sonido, por ejemplo, un micrófono, un material piezoeléctrico o un sensor ultrasónico. El sensor puede ser sensible a vibraciones, humedad o concentración de un vapor, partícula o gas.
- 30 En las realizaciones, el dispositivo puede incluir una conexión de datos para acoplar el procesador a una red de datos, o una conexión de comunicación entre el sensor y el procesador para transmitir señales desde el sensor al procesador.
- 35 En las realizaciones, se proporcionan también en el presente documento dispositivos de iluminación multifuncionales que pueden incluir un sustrato que lleva una pluralidad de conexiones eléctricas acopladas a un adaptador de alimentación, un elemento de iluminación, acoplado a una conexión eléctrica, para emitir luz, una unidad de señal para emitir una señal, y un procesador, acoplado a una conexión eléctrica, para ordenar a la unidad de señal que emita una señal.
- 40 En las realizaciones, se proporcionan en el presente documento también métodos para recibir datos. Los métodos incluyen diversas etapas, tales como proporcionar un sustrato que lleva una pluralidad de conexiones eléctricas acopladas a un adaptador de alimentación, proporcionar un elemento de iluminación acoplado a una conexión eléctrica, proporcionar un sensor, proporcionar un procesador acoplado a una conexión eléctrica y al sensor, recibir un estímulo con el sensor, y transmitir señales representativas del estímulo desde el sensor al procesador. En las realizaciones, el método puede incluir enviar instrucciones a un accionador para modificar la posición del elemento de iluminación.
- 45 En las realizaciones, se proporcionan en el presente documento también métodos para transmitir datos. Los métodos pueden incluir proporcionar un sustrato que lleva una pluralidad de conexiones eléctricas acopladas a un adaptador de alimentación, un elemento de iluminación acoplado a una conexión eléctrica, una unidad de señal para emitir una señal, y un procesador acoplado a una conexión eléctrica y a la unidad de señal, y transmitir instrucciones de señal desde el procesador a la unidad de señal.
- 50 En las realizaciones, se proporcionan en el presente documento también métodos para fabricar un dispositivo de iluminación multifuncional, que incluye diversas etapas, tales como proporcionar un sustrato que lleva una pluralidad
- 55
- 60
- 65

de conexiones eléctricas acopladas a un adaptador de alimentación, acoplar un elemento de iluminación a una conexión eléctrica, acoplar un procesador a una conexión eléctrica, y acoplar un sensor a una conexión eléctrica y al procesador. Los métodos pueden incluir etapas del acoplamiento de un sensor, tales como acoplar un sensor seleccionado a partir de un detector de IR, una cámara, un detector de movimiento, un detector de proximidad, un sensor fotovoltaico, un sensor fotoconductor, un fotodiodo, un fototransistor, un sensor fotoemisor, un sensor fotoelectromagnético, un receptor de microondas, un sensor de UV, un sensor magnético, un sensor magnetoresistivo y un sensor de posición, o acoplar un sensor seleccionado a partir de un termopar, un termistor, un pirómetro de radiación, un termómetro de radiación, un sensor de temperatura de fibra óptica, un sensor de temperatura de semiconductor y un detector de temperatura de resistencia. Acoplar un sensor puede incluir acoplar un sensor que incluye acoplar un sensor sensible a sonido.

En las realizaciones, los métodos para fabricar un dispositivo de iluminación multifuncional proporcionados en el presente documento pueden incluir también proporcionar un sustrato que lleva una pluralidad de conexiones eléctricas acopladas a un adaptador de alimentación, acoplar un elemento de iluminación a una conexión eléctrica, acoplar un procesador a una conexión eléctrica, y acoplar una unidad de señal a una conexión eléctrica y al procesador.

En las realizaciones, se proporcionan en el presente documento métodos para fabricar un dispositivo de iluminación multifuncional, que comprende proporcionar un sustrato que lleva una pluralidad de conexiones eléctricas acopladas a un adaptador de alimentación, acoplar un elemento de iluminación a una conexión eléctrica, acoplar un accionador a una conexión eléctrica, y acoplar un procesador a una conexión eléctrica y al accionador.

En las realizaciones, se proporcionan en el presente documento también métodos para crear una red de dispositivos de iluminación multifuncionales, que comprende disponer una pluralidad de dispositivos de iluminación de acuerdo con la presente divulgación en una disposición, y establecer enlaces de comunicación entre cada dispositivo de iluminación y los otros dispositivos de iluminación.

En las realizaciones, se proporcionan en el presente documento diversos métodos para hacer negocios, que incluyen proporcionar un entorno minorista, iluminar el entorno minorista con un sistema de iluminación, incluyendo el sistema de iluminación un elemento de iluminación y un microprocesador, detectar una condición del entorno minorista, y ajustar la iluminación del entorno minorista para reflejar la condición detectada. La condición detectada puede ser la proximidad de un cliente a un elemento de venta y en el que la condición de iluminación se ajusta para proporcionar iluminación aumentada al elemento de venta. La condición detectada puede ser la entrada de un cliente delante de una tienda, y en el que la condición de iluminación se ajusta para alentar la entrada del cliente más dentro de la tienda. La condición de iluminación puede ser un efecto de arco iris en movimiento.

Breve descripción de las figuras

Las siguientes figuras representan ciertas realizaciones ilustrativas de la invención en las que números de referencia similares hacen referencia a elementos similares. Estas realizaciones representadas se han de entender como ilustrativas de la invención y no como limitantes de ninguna manera. La invención se apreciará más completamente a partir de la siguiente descripción adicional de la misma, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la Figura 1 representa un dispositivo de iluminación inteligente como se describe en el presente documento;
- la Figura 2 representa una red de iluminación inteligente que comprende una pluralidad de dispositivos de iluminación inteligentes como se describe en el presente documento;
- la Figura 3 muestra un codificador de LED y un decodificador de LED de acuerdo con los principios de la invención;
- la Figura 4 muestra la composición de una señal de control de acuerdo con los principios de la invención;
- la Figura 5 muestra un subsistema de iluminación de acuerdo con los principios de la invención;
- la Figura 6 muestra un sistema de iluminación en red de acuerdo con los principios de la invención;
- la Figura 7 muestra un subsistema de iluminación modular de acuerdo con los principios de la invención;
- la Figura 8 muestra varias realizaciones de subsistemas de iluminación modular de acuerdo con los principios de la invención;
- la Figura 9 muestra un entorno minorista de acuerdo con la invención; y
- la Figura 10 muestra un entorno de oficina de acuerdo con la invención.

Descripción detallada de las realizaciones ilustradas

La descripción a continuación pertenece a varias realizaciones ilustrativas de la invención. Aunque pueden preverse muchas variaciones de la invención por un experto en la materia, tales variaciones y mejoras se pretende que caigan dentro del ámbito de esta divulgación. Por lo tanto, el alcance de la invención no ha de estar limitado de ninguna manera por la divulgación a continuación.

Los sistemas y métodos descritos en el presente documento se refieren a dispositivos electrónicos tales como el dispositivo 1 de la Figura 1, denominados en el presente documento como dispositivos de iluminación inteligentes,

que incluyen un sustrato 10 que lleva un elemento de iluminación 20 y un procesador 30, así como una pluralidad de conexiones 40 para la unión de componentes electrónicos adicionales, tales como sensores, emisores y accionadores. El elemento de iluminación 20 puede acoplarse también al procesador 30, para permitir la variación de la luz emitida como una función de entrada desde un sensor, o un programa predeterminado ejecutado por el procesador 30, particularmente cuando se emplean elementos de iluminación de LED.

El elemento de iluminación 20 puede ser un elemento de iluminación incandescente, halógeno, LED, fluorescente u otro que puede emitir suficiente luz para iluminar un área, tal como una cantidad de luz similar a al menos una bombilla de luz incandescente de 25 W. Los elementos de iluminación de LED son particularmente bien adecuados para tales redes, puesto que pueden configurarse para ser sensibles a señales electrónicas, que incluyen protocolos de datos digitales tales como DMX. Adicionalmente, la tensión, corriente y control usados para operar elementos de iluminación de LED pueden adaptarse para asemejarse más estrechamente a aquellos usados para dispositivos electrónicos y/o digitales convencionales. Véanse las Solicitudes de Patente de Estados Unidos con N.º 09/215.624, 09/213.537, 09/213.607, 09/213.189, 09/213.548, 09/213.581, 09/213.659, 09/213.540, así como la Patente de Estados Unidos N.º 6.016.038. Otros elementos de iluminación tales como elementos de iluminación incandescente pueden controlarse también para proporcionar, por ejemplo, atenuación.

El elemento de iluminación 20 puede incluir también cualquier sistema que pueda recibir una señal eléctrica y producir un color de luz en respuesta a la señal. Por lo tanto, el elemento de iluminación 20 puede incluir diodos de emisión de luz de todos los tipos, polímeros de emisión de luz, pastillas de semiconductor que producen luz en respuesta a corriente, LED orgánicos, tiras electro-luminiscentes y otros sistemas de este tipo. En una realización, el elemento de iluminación 20 puede hacer referencia a un único diodo de emisión de luz que tiene múltiples pastillas de semiconductor que se controlan individualmente. El elemento de iluminación 20 puede incluir cualquier tipo de semiconductor de emisión de luz, incluyendo LED orgánicos, plásticos de emisión de luz y así sucesivamente.

El elemento de iluminación 20 puede incluir también, o en su lugar, cualquier otra fuente de iluminación incluyendo cualquier sistema de LED, así como fuentes incandescentes, incluyendo lámparas de filamento, fuentes piro-luminiscentes, tales como llamas, fuentes luminiscentes de tipo vela, tales como mantillas de gas y fuentes de radiación de arco de carbono, así como fuentes foto-luminiscentes, que incluyen descargas gaseosas, fuentes fluorescentes, fuentes de fosforescencia, láseres, fuentes electro-luminiscentes, tales como lámparas electro-luminiscentes, diodos de emisión de luz y fuentes luminiscentes de cátodo que usan saturación electrónica, así como fuentes luminiscentes diversas que incluyen fuentes galvano-luminiscentes, fuentes cristalino-luminiscentes, fuentes kine-luminiscentes, fuente termo-luminiscentes, fuentes triboluminiscentes, fuentes sonoluminiscentes y fuentes radioluminiscentes. Fuentes de iluminación pueden incluir también polímeros luminiscentes que pueden producir colores primarios.

El procesador 30 puede ser cualquier dispositivo de procesamiento de datos, tal como un microprocesador. Las conexiones 40 pueden incluir conexiones de alimentación para proporcionar electricidad u otra energía a los componentes electrónicos y/o una conexión de datos al procesador 30 para comunicación entre el procesador 30 y un componente acoplado a la conexión 40. En ciertas realizaciones, pueden transmitirse datos y alimentación simultáneamente a través de las mismas conexiones, por ejemplo, usando protocolos de modulación de anchura de pulso, otros protocolos de onda portadora o similares. En ciertas realizaciones, el dispositivo de iluminación inteligente 1 incluye un adaptador de alimentación 42 para conexión a una fuente de alimentación. El adaptador de alimentación 42 puede adaptarse para conexión a una fuente de alimentación a través de un conector de iluminación convencional, por ejemplo, un aplique de halógeno, fluorescente o de montaje Edison (de tipo tornillo).

En ciertas realizaciones, las conexiones 40 permiten reconfiguración modular de componentes de sensor y de emisor intercambiables, de modo que los diversos tipos de entrada y salida del dispositivo de iluminación inteligente 1 pueden variarse para adaptar las necesidades y situaciones variables. Ejemplos de componentes que pueden usarse como sensores incluyen sensores sensibles a señales electromagnéticas (por ejemplo, cámaras, detectores de movimiento, detectores de proximidad, sensores fotovoltaicos, sensores de UV, sensores fotoconductores, fotodiodos, fototransistores, sensores fotoemisivos, sensores fotoeléctricos, sensores electromagnéticos, receptores de microondas, sensores magnéticos, sensores magnetoresistivos, sensores de posición, etc.), sensores sensibles a temperatura (por ejemplo, termopares, termistores, pirómetros de radiación, termómetros de radiación, sensores de temperatura de fibra óptica, sensores de temperatura de semiconductores, detectores de temperatura de resistencia, etc.), sensores sensibles a sonido (por ejemplo, micrófonos, materiales piezoeléctricos, sensores ultrasónicos, etc.), sensores sensibles a vibraciones, humedad, químicos (tal como concentración de un vapor o gas), o cualquier otro tipo de dispositivo de detección que pueda generar una señal detectable en respuesta a un estímulo. Ejemplos de componentes que pueden usarse como emisores incluyen aquellos que emiten radiación electromagnética (tal como infrarrojos, microondas, radio u otros tipos de señales), señales acústicas (tal como altavoces, emisores ultrasónicos u otros dispositivos que emiten ondas de sonido), u otros dispositivos que emiten señales, especialmente señales de comunicación. Los accionadores que pueden generar una fuerza en respuesta a una señal electrónica pueden acoplarse también a un dispositivo de iluminación inteligente 1, por ejemplo, para modificar la posición del dispositivo de iluminación inteligente 1, o para efectuar otro cambio físico en las cercanías del dispositivo de iluminación inteligente 1. Cualquier combinación de sensores, accionadores y emisores puede acoplarse a las conexiones 40 en un dispositivo de iluminación inteligente 1, y puede comunicar con el procesador 30, por ejemplo, para generar o

modificar una salida desde el elemento de iluminación 20, un emisor y/o un accionador en respuesta a un estímulo detectado por un sensor, tal como en combinación con instrucciones llevadas a cabo por el procesador 30.

Una pluralidad de dispositivos de iluminación inteligentes 1 pueden acoplarse juntos para formar las redes 44, como se muestra en la Figura 2. Los datos pueden transmitirse entre dispositivos de iluminación inteligentes 1 a través de cualquier medio físico, incluyendo un par trenzado, cables coaxiales, fibras ópticas o un enlace inalámbrico usando, por ejemplo, transmisiones de infrarrojos, microondas o frecuencia de radio. Cualquier protocolo de interconexión en red de datos adecuado puede usarse para transmisión de datos, incluyendo TCP/IP, variaciones de Ethernet, Bus Serie Universal ("USB"), Bluetooth, Firewire, DMX, un anillo con paso de testigo, un bus con paso de testigo, bus serie, o cualquier protocolo inalámbrico o alámbrico adecuado. La red 44 puede usar también combinaciones de estos medios físicos y protocolos de datos, y puede incluir enlaces que usan redes conocidas tales como Internet y la Red Telefónica Pública Conmutada ("PSTN"). Las técnicas y sistemas tales como aquellos expuestos en las Patentes de Estados Unidos N.º 5.844.888, 5.113.498, y 4.969.146 pueden adaptarse para uso en las redes de iluminación descritas en el presente documento. Por lo tanto, por ejemplo, los apliques de iluminación en un edificio pueden equiparse con dispositivos de iluminación inteligentes 1 como se describe en el presente documento. Los dispositivos de iluminación inteligentes 1 situados en apliques de techo, por ejemplo, pueden cablearse en una red central, y pueden comunicar con dispositivos de iluminación en lámparas, por ejemplo, usando transmisiones de infrarrojos. Los comandos podrían enviarse a la red central de elementos de iluminación inteligentes a través de Internet desde una localización remota.

Los elementos de iluminación inteligentes pueden emplearse para cualquiera de una diversidad de diversas funciones. Los siguientes ejemplos son usos ejemplares, posibles en un edificio, tal como un hogar u oficina, en el que, por ejemplo, los apliques de luz suspendidos comprenden elementos de iluminación inteligentes como se describe en el presente documento. Adicionalmente o como alternativa, los elementos de iluminación inteligentes pueden emplearse en pantallas, en suelos iluminados o paneles de pared, iluminación de velador, o en cualquier otra configuración deseada. Otras configuraciones y aplicaciones de elementos de iluminación inteligentes aptos para las funciones a continuación u otras funciones se considera que caen dentro del ámbito de la presente invención.

En una realización, una red de iluminación inteligente puede usarse para facilitar la tecnología de comunicaciones móviles. Los teléfonos celulares, transmisores de datos inalámbricos (tales como la tecnología AirPort de Apple Computer) y otros dispositivos de comunicación móvil comúnmente requieren transmisiones de alta energía o receptores próximos para conectar con una red adecuada. En un edificio equipado con una red de iluminación inteligente conectada, por ejemplo, a Internet o a una red de telefonía, cada sala puede configurarse con un dispositivo de iluminación inteligente que incluye un transceptor de infrarrojos, frecuencia de radio, microondas u otro adecuado. Usar técnicas de gestión tales como aquellas actualmente empleadas en redes densas o comunicaciones de telefonía móvil, por ejemplo, uno o más teléfonos inalámbricos pueden hacerse funcionar a través de un edificio usando señales de baja potencia, reduciendo de esta manera la demanda de alimentación de batería. Esta técnica puede emplearse también con teléfonos inalámbricos, y tiene aplicación particular con, por ejemplo, soluciones de telefonía inalámbrica de la tercera generación que permiten micro-células dentro de una estructura celular. Usando un enfoque de este tipo, puede crearse una micro-célula dentro de un edificio, con conexiones establecidas a través de la red de iluminación inteligente a una red inalámbrica externa, o directamente a la PSTN. Un enfoque de este tipo puede conservar la energía del dispositivo inalámbrico que se requeriría de otra manera para transmitir señales a través de las paredes del edificio hasta una estación base celular/inalámbrica externa.

De manera similar, un ordenador portátil puede permanecer conectado a Internet u otras redes de datos que se transportan a través de un edificio. Las señales desde controles remotos, por ejemplo, para una televisión o sistema estéreo, pueden recibirse en una sala, transportarse a través de la red de iluminación inteligente, y transmitirse a una sala que contiene el componente correspondiente (o a través de la red completa) para aumentar el rango del control remoto, y permitir, por ejemplo, el control de un sistema estéreo desde cualquier sala en una casa. Incluso en situaciones donde el movimiento no tiene lugar, una red de este tipo puede reducir el número de latiguillos y cables requeridos para mantener las conexiones, potencialmente liberando y simplificando los sistemas de comunicación comunes. Por ejemplo, un escritorio puede estar localizado en cualquier esquina de una oficina sin consideración de las posiciones de los conectores de datos o de teléfono. Los componentes informáticos pueden comunicar a través del espacio en lugar de a través de cables, haciendo posible que componentes tales como monitores, ordenadores, impresoras, etc., estén situados en configuraciones o reubicados de maneras que son difíciles o imposibles usando conexiones alámbricas. Por ejemplo, una impresora podría moverse a una sala diferente de un edificio de oficinas sin volver a cablear para crear una conexión, incluso mientras se estaban transmitiendo datos desde un ordenador a la impresora. Por lo tanto, los métodos y sistemas desvelados en el presente documento pueden ofrecer una alternativa inalámbrica a cableado estructurado para una diversidad de funciones.

En otra realización, puede usarse una red de iluminación inteligente para entregar estímulos audiovisuales. Por ejemplo, la red puede incluir dispositivos que tienen o incorporan altavoces y elementos de iluminación controlados por procesador. Cuando un usuario inicia la reproducción de un programa de audio o audiovisual grabado, o recibe una transmisión de audio o audiovisual, tal como una difusión de radio o de televisión, la red de iluminación inteligente puede reproducir la porción de audio de la transmisión o grabación. La tecnología de sonido envolvente, u otras técnicas de imagen de audio espacial, pueden usarse para crear efectos de sonido envolvente de múltiples

canales, y pueden medirse mediante un controlador central o a través de los procesadores de los dispositivos de iluminación inteligentes individuales. Los componentes remotos pueden comunicar a través de la red de iluminación inteligente. Por ejemplo, los altavoces satélites de un sistema de sonido envolvente pueden recibir señales de audio de manera inalámbrica a través de la red de iluminación inteligente. Si el programa incluye una pista de iluminación, que contiene instrucciones para condiciones de iluminación de ambiente complementarias a los datos audiovisuales tradicionales, los elementos de iluminación de la red de iluminación inteligente pueden usarse para crear efectos de iluminación coordinados con el programa audiovisual tradicional. Por ejemplo, los efectos tales como relámpagos, puestas de sol, resplandores de rojo ardiente, u otros efectos que pueden generarse modulando el color y/o brillo de la iluminación ambiente pueden usarse para potenciar el efecto de una experiencia de televisión o película tradicional, por ejemplo. De manera similar, la alimentación de audio, tal como música o aplicaciones de intercomunicación, pueden difundirse a través de una red de iluminación inteligente completa, o dirigirse a un elemento de iluminación inteligente particular dentro la red, sin requerir un sistema separado cableado a través de todo un edificio. A la inversa, un sistema de iluminación, intercomunicación o de altavoces preexistente puede modificarse o adaptarse para proporcionar un sistema de iluminación inteligente sin requerir volver a cablear de manera extensiva o una renovación invasiva.

Podrían usarse redes de iluminación inteligentes similares en un cine, sala de música, auditorio u otro escenario de actuación. Por ejemplo, podría proporcionarse un escenario con una red de iluminación inteligente que incluye elementos de iluminación, micrófonos, y sensores, por ejemplo, para rastrear el movimiento de los intérpretes, actores, etc. Con un sistema de este tipo, por ejemplo, la red de iluminación inteligente podría programarse con una secuencia de iluminación diseñada para una obra, opera, musical particular u otro evento teatral. La red podría monitorizar el progreso del evento, por ejemplo, rastreando la localización y/o movimiento de los actores, etc., y cambios de iluminación de efectos, por ejemplo, entre escenas, o para proporcionar efectos, tales como relámpago, intensificación del anochecer, salida del sol, apagón eléctrico (incluyendo caída de tensión y parpadeos momentáneos), programados para coincidir con eventos escenificados. Además, un sistema de iluminación de este tipo podría incluir elementos de iluminación inteligentes dispuestos en un área de asientos, por ejemplo, sobre un público. Estos elementos de iluminación podrían incluir micrófonos, para reproducir sonido desde un escenario o área de producción, incluyendo efectos de sonido pregrabados. Tales efectos de sonido pregrabados, que incluyen truenos, bocinas de coche, timbres de teléfono, patinazos de rueda, perros ladrando, etc., como los efectos de iluminación anteriormente analizados, pueden desencadenarse también por la entrada de sensor desde los elementos de iluminación inteligentes a través de un escenario acordes con un programa diseñado para el evento. Adicionalmente, los elementos de iluminación en un área de asientos pueden reproducir efectos de iluminación en el escenario a través de todo el público, para imitar, por ejemplo, el brillo parpadeante de un fuego, un destello de relámpago, amanecer o cualquier otro efecto de iluminación.

Incluyendo micrófonos y altavoces en la red de iluminación inteligente, la comunicación puede establecerse sin una necesidad de dispositivos de teléfono separados. Por ejemplo, un dispositivo de iluminación inteligente puede operar como un teléfono activado por voz, números de marcación o partes de contacto por comandos de voz. La parte que comunica por lo tanto está liberada de dispositivos de teléfono de mano, y puede servirse un área mayor y un mayor número de participantes mediante una red de iluminación inteligente que lo que puede servirse generalmente por, por ejemplo, un altavoz-teléfono. Adicionalmente, pueden incluirse cámaras en la red de iluminación inteligente, posibilitando aplicaciones de videoteléfono. En ciertas realizaciones, un sistema de iluminación inteligente puede configurarse para responder a una voz activando una cámara en el dispositivo de iluminación inteligente más cercano y, opcionalmente, apuntando la cámara en el altavoz usando un accionador. Una red de iluminación inteligente puede configurarse para determinar con precisión la localización de un altavoz u otra entrada de audio mediante triangulación u otros medios. Los métodos y sistemas desvelados en el presente documento pueden usarse adicionalmente por tales métodos como en sistemas de posicionamiento de interiores para objetos.

Los dispositivos de iluminación inteligentes pueden equiparse con sensores de luz ubicados de manera apropiada para detectar la luz ambiente y modificar la salida del elemento de iluminación para conseguir un brillo o tono predeterminados. Tales redes pueden ser particularmente apropiadas en entornos sensibles tales como salas de operación, estudios de fotografía u operaciones agrícolas. En entornos agrícolas, los dispositivos de iluminación inteligentes pueden incluir sensores, tales como sensores de humedad o de temperatura, para permitir el control y mantenimiento sensible a las condiciones de crecimiento óptimas regulando la iluminación así como otros sistemas, tales como humificación controlada por ordenador, sistemas de calefacción, irrigación o riego.

Los dispositivos de iluminación inteligentes pueden equiparse con sensores químicos, por ejemplo, para detectar humo, monóxido de carbono, radón, fugas de gas, etc., para proporcionar un sistema de sensor/alarma integrado en un hogar, negocio o vehículo. Los sensores de vibración pueden usarse para monitorización de terremotos. Los detectores de proximidad y/o de movimiento pueden usarse para sistemas de seguridad, opcionalmente en conjunto con componentes de cámara. Tales redes pueden usarse también para monitorización de niños, por ejemplo, con un micrófono y/o cámara que opera en una habitación del bebé y que transmite datos a otra habitación, o a través de unas redes tales como Internet. Los altavoces y/o luces pueden usarse para generar alarmas o señales de advertencia cuando se detectan estímulos designados. El acceso a una red de iluminación inteligente de este tipo a través de una red más grande, tal como Internet, puede permitir que una compañía de seguridad controle la iluminación y otras funciones de un edificio desde una localización remota para disuadir robos más eficazmente que

simplemente temporizadores de luz, y puede permitir de manera similar la monitorización de vídeo remota para fines de seguridad, o para distinguir falsas alarmas de amenazas reales.

5 Pueden conseguirse funciones de recopilación de datos y monitorización con redes de iluminación inteligentes. Por ejemplo, pueden colocarse elementos de iluminación inteligentes en espacios públicos, tales como tiendas minoristas, salas de convenciones, calles públicas, lugares deportivos, puntos de entretenimiento, etc., para monitorizar el flujo de personas, vehículos u otros objetos. Un elemento de iluminación inteligente puede determinar, por ejemplo, el número de personas u objetos que pasan por la unidad, la velocidad a la que las personas u objetos pasan por la unidad, o cualquier otra medición adecuada. Los datos recopilados pueden analizarse a continuación, por ejemplo, usando un procesador conectado a la red de iluminación inteligente, o descargando la información recopilada a un procesador adecuado, etc., para determinar el flujo de tráfico, patrones de tráfico, puntos de congestión, etc. Este análisis puede ser útil, por ejemplo, para determinar puntos donde el tráfico está congestionado, para ayudar a identificar un cambio en la distribución o configuración que puede ayudar a redirigir el flujo de tráfico o facilitar el pasaje y congestión, o determinarse, por ejemplo, cómo los clientes prefieren navegar a través de un supermercado o encontrar asientos en un cine.

En un entorno minorista o de entretenimiento, tal como unos grandes almacenes, parque, complejo, o casino, tales datos pueden ser útiles también para identificar reacciones de cliente a las pantallas. Por ejemplo, un elemento de iluminación inteligente en una pantalla, o una red de iluminación inteligente en un entorno minorista, puede recopilar información tal como durante cuánto tiempo los clientes ven una pantalla de media, si una pantalla atrae a las personas desde partes distantes de una tienda, o incluso capturar o analizar características tales como expresiones faciales, para calibrar el interés del cliente en y la reacción a una pantalla minorista, publicidad u otra pantalla pretendida para atraer la atención. Tal información puede estar correlacionada adicionalmente con información tal como datos de ventas, por ejemplo, recopilados en líneas de pago, cajas registradoras u otros sistemas de inventario, para determinar la efectividad global de las pantallas minoristas y publicidad. Revisando y analizando tales datos, los minoristas y vendedores pueden calibrar con mayor precisión qué tipos de pantallas, qué localizaciones y qué combinaciones de elementos se prefieren por los clientes, son atractivos y son más eficaces a inducir ventas aumentadas. Tal información puede usarse también para distribuir elementos de alto interés a través de toda una tienda para conseguir incluso flujos de tráfico, o para aumentar la exposición de cliente a tipos nuevos o desconocidos de mercancías, o elementos que se compran típicamente por impulso.

Pueden conseguirse fácilmente diversas funciones de rastreo con redes de iluminación inteligentes. Por ejemplo, un objeto en el rango de un sensor de un elemento de iluminación inteligente, por ejemplo, una cámara, micrófono, detector de movimiento, etc., puede identificarse por la unidad o red como un objeto. A medida que el objeto se aleja del rango, la red puede rastrear el movimiento del objeto, determinar dónde está yendo el objeto, identificar el elemento de iluminación inteligente asociado con esa localización, y rastrear el objeto a medida que se mueve en el rango del segundo elemento de iluminación inteligente, por ejemplo, por una técnica traspaso u otro protocolo.

Es posible una diversidad de usos de entretenimiento para redes de iluminación inteligentes. Por ejemplo, los sistemas de iluminación de cine u otros pueden configurarse rápidamente en entornos de exteriores, o en entornos de interiores no cableados para sistemas de iluminación complejos. Pueden situarse dispositivos de iluminación inteligentes, por ejemplo, cerca de tomas eléctricas y, en lugar de cablearse juntos, pueden controlarse por comandos inalámbricos. Una red de este tipo puede funcionar también como un sistema de sonido incorporando altavoces en los elementos de iluminación inteligentes. Las redes modulares que funcionan usando cableado mínimo facilitan la configuración para representaciones ambulantes, o en entornos, tales como un gimnasio de escuela secundaria, una iglesia de piedra, una tienda, reuniones al aire libre, fuentes u otras presentaciones de agua, etc., donde las disposiciones de cableado complejas pueden ser antiestéticas, peligrosas o difíciles de configurar. La combinación de funciones de luz y audio simplifica adicionalmente y acorta los procedimientos de configuración requeridos. Adicionalmente, los dispositivos de iluminación inteligentes pueden equiparse con sensores, tales como micrófonos o detectores de proximidad que pueden usarse para modular de manera interactiva salida audiovisual, por ejemplo, en respuesta a proximidad de bailarines o espectadores, en respuesta al ritmo o dinámicas de la música, etc. Los dispositivos de iluminación inteligentes sensibles e interactivos pueden usarse también en un túnel del terror u otros entornos interactivos para fines de entretenimiento.

Una red de iluminación inteligente puede controlarse por un sistema centralizado, o de manera cooperativa a través de los microprocesadores colectivos de la red de iluminación inteligente. Pueden equiparse aparatos y otros dispositivos domésticos, empresariales, industriales u otros para control remoto, por ejemplo, a través de señales de infrarrojos, microondas o de radio, y someterse para control por el sistema centralizado usando la red de iluminación inteligente. Tales sistemas pueden usarse para automatizar funciones de sistemas de edificios y dispositivos eléctricos, por ejemplo, sin requerir volver a cablear de manera extensiva o particularizada. Los usos pueden ser tan diversos como iniciar una máquina de café, arrancar un ordenador, subir el termostato, arrancar y calentar un coche en un tiempo especificado, o controlar continuamente las funciones principales de una planta de procesamiento.

Incluir sensores en el sistema posibilita funciones interactivas, más complejas, tales como conectar una luz cuando una persona entra en una sala y apagarla cuando la sala está vacía. Los individuos pueden equiparse con insignias que transmiten señales basadas en la identidad o un esquema de clasificación general, permitiendo por lo tanto que

5 el sistema modere el control de acceso a diversos sitios de un edificio, reproducir música en una habitación que coincide con la preferencia predeterminada de su ocupante, monitorizar actividad y localizaciones de unos ocupantes del edificio y realizar otras funciones. Pueden recibirse, interpretarse y llevarse a cabo comandos de voz, a localizaciones distantes en el edificio, dependiendo opcionalmente del estado del emisor del comando, según se determina, por ejemplo, por una insignia de identificación, voz o reconocimiento de cara, etc., puesto que la red puede accederse a través de una red de telecomunicaciones tal como Internet o la red telefónica pública, el entorno de una red de iluminación inteligente puede monitorizarse y/o modificarse desde una localización remota. Por ejemplo, las operaciones empresariales, de seguridad doméstica y otras condiciones pueden verificarse recibiendo la salida desde los sensores en la red de iluminación inteligente en un terminal en una localización remota, por ejemplo, usando un explorador web u otra interfaz adecuada. Pueden enviarse comandos desde una localización remota así como, permitiendo la modulación de cualquier función, tal como temperatura de edificio, control de iluminación, operación de aparato o máquina, etc., que se someten para control o mediación por la red de iluminación inteligente.

10

15 Adicionalmente, un experto en la materia apreciará que una red de iluminación inteligente puede comprender elementos de iluminación inteligentes y unidades inteligentes que no incluyen elementos de iluminación, pero que incluyen otra funcionalidad, tal como sensores, transmisores, indicadores, altavoces, o similares, por ejemplo, para recoger o transmitir información en entornos donde la iluminación no es necesaria o deseable, aunque se desea conectividad de red.

20

La siguiente descripción se entenderá por un experto en la materia como que ejemplifica diversas realizaciones de la presente invención sin limitar de ninguna manera el alcance o naturaleza de la invención. Como puede ser evidente a partir de lo siguiente, un sistema de iluminación digital de elementos de iluminación inteligentes puede operar como una plataforma para soportar la recopilación, intercambio e interpretación de información de sensor disponible a través de toda una red, y para soportar la aplicación de la información del sensor para controlar y modificar el entorno.

25

Una red de iluminación digital puede emplearse útilmente en entornos minoristas. De manera fundamental, tiendas minoristas y cadenas intentan atraer personas y provocarles que gasten más dinero en sus productos y servicios.

30

Típicamente se emplean observadores humanos para observar a los compradores, a partir de las observaciones pueden extraerse tendencias, respuestas y otra información valiosa. Una red de iluminación inteligente aumentada con dispositivos de detección podría proporcionar la misma capacidad de observación y producir automáticamente informes detallados de compradores. La información resultante, que puede monitorizar de manera continua una tienda entera, puede usarse para revelar el flujo de tráfico, proporcionar realimentación sobre comercialización, analizar pruebas de colocación de productos, determinar los efectos de la colocación, iluminación, comercialización, gráficos, equipamientos de tienda y así sucesivamente. Este conocimiento, que normalmente no se captura fácilmente, es invaluable para un propietario de tienda o cadena.

35

Incluso de más alcance que simplemente rastrear y proporcionar recopilación de datos se encuentra el potencial de realimentación instantánea para las acciones de usuario. Por lo tanto los minoristas pueden recibir datos instantáneos, o casi instantáneos sobre respuestas de compradores a diversas colocaciones de pantallas y mercancías. Esta información puede usarse para crear pantallas dinámicas, ya sean sutiles o pronunciadas, tales como cambiando la iluminación de pantalla en respuesta a que un comprador hace una pausa delante de una pantalla o activar una pista de sonido. La información de compra en tiempo real puede usarse también para controlar más estrechamente el inventario, rastrear tendencias de venta y similares.

40

45

Los supermercados y otros minoristas con márgenes escasos pueden emplear ventajosamente una red de iluminación digital para proporcionar buen flujo de tráfico y fácil acceso a bienes, y para fijar con mayor precisión el precio de los espacios de almacenamiento para proveedores y mayoristas. Proveedores y mayoristas, que ya pueden pagar por espacio y localización de almacenamiento, encontrarían la información de rastreo muy útil al determinar cómo las personas se mueven dentro de una tienda. Las tiendas con redes de iluminación inteligentes podrían ofrecer tal información a los gigantes al por mayor por una cuota, que beneficia a las tiendas, los proveedores y los clientes.

50

La información recopilada en una aplicación minorista puede presentarse en una localización central, tal como un ordenador, y puede incluir software para controlar diversas salidas en la red de iluminación digital, tales como sistemas de sonido, luces y otros dispositivos.

55

Una red de iluminación digital de elementos de iluminación inteligentes puede emplearse útilmente en un sistema de seguridad. Muchos edificios públicos, vestíbulos de edificios, escaleras, ascensores, tiendas de conveniencia, cajeros automáticos de banca, y muchas calles tienen cámaras que observan a las personas yendo hacia sus empresas. De la misma manera que los portales y sitios web proporcionan rastreo por clic de los usuarios, tales funciones de rastreo pueden ampliarse al mundo físico usando redes de iluminación inteligentes, de modo que los sistemas físicos pueden rastrear comportamientos y acciones de las personas también.

60

65

- 5 Para áreas de crímenes elevados, las redes de iluminación inteligentes pueden usarse para el rastreo de vehículos y personas para ayudar a capturar criminales ya sea en el acto o posteriormente. Los elementos de iluminación inteligentes pueden traspasar información de modo que el rastreo se vuelve una materia de establecer continuidad de datos e información entre múltiples unidades de la red. Por ejemplo, un coche se etiqueta como un objeto dentro de un campo de visión y a continuación, habiéndose movido, se traspasa como un objeto a un nodo adyacente. Esta técnica establece continuidad y consistencia para automatizar el proceso de rastreo, como si el área estuviera cubierta por una cámara grande.
- 10 Estos y otros escenarios que incorporan detectores de proximidad, detección química, humo y fuego se facilitan por la capacidad para adaptar y modificar la funcionalidad de un elemento de iluminación inteligente de una manera modular. Los sistemas de seguridad pueden a continuación adaptarse rápidamente a condiciones variables.
- 15 Una red de iluminación digital de elementos de iluminación inteligentes puede emplearse útilmente en una oficina u otra localización comercial. Las redes de iluminación inteligentes que emplean tecnología inalámbrica pueden expandirse fácilmente o adaptarse a medida que una compañía crece o cambia en tamaño, y pueden proporcionarse como una alternativa, o una mejora, a interconexión de red de área local inalámbrica en un establecimiento comercial. El inalámbrico local posibilitará el acceso de red a través de todo un edificio o campus corporativo y la capacidad para transferir y acceder a información se facilitará enormemente.
- 20 Una red de iluminación digital de elementos de iluminación inteligentes puede emplearse útilmente en parques temáticos, complejos, hoteles, casinos y compañías de entretenimiento, todas las cuales requieren rastreo cuidadoso y constante de clientes. Con una red de iluminación inteligente, las áreas clave que las personas evitan o son atraídas pueden identificarse rápidamente.
- 25 Grandes eventos que incluyen ferias pueden utilizar redes de iluminación inteligentes para determinar el flujo de tráfico, interés, tiempo de permanencia e interacción en puestos de información individuales o a través de secciones totales de una planta de la feria. Los cines, que evidentemente rastrean ventas de tiques, pueden conseguir más información acerca de cómo las personas se mueven dentro y fuera de los cines, dónde las personas prefieren sentarse y moverse, cómo los puestos de comida proporcionan acceso y ventas, etc., usando redes de iluminación inteligentes. Los cines grandes constantemente tratan con problemas de control de planificación y multitud de personas, y las redes de iluminación inteligentes pueden usarse para diagnosticar y monitorizar problemas, así como para determinar la efectividad de las soluciones.
- 30 En algunas realizaciones, el hardware y la red de la red de iluminación digital pueden emplear tecnologías fácilmente disponibles y normalizadas tales como componentes modulares de elementos de iluminación inteligentes. Los costes de instalación pueden reducirse a través del uso de cableado de alimentación existente y el uso de normas inalámbricas emergentes tales como la norma LAN inalámbrica 802.11, Bluetooth, o normas a partir de la Asociación de Datos de Infrarrojos ("IrDA").
- 35 En una realización, los elementos de iluminación inteligentes son completamente modulares. Cada elemento de iluminación inteligente es una E/S modular y dispositivo de interconexión en red que puede añadirse o retirarse sin interrupciones de una red de iluminación digital. El uso de una arquitectura abierta puede permitir el uso y desarrollo de una amplia diversidad de diferentes elementos de iluminación inteligentes y otros dispositivos compatibles para diferentes aplicaciones. La estructura puede incluir, para cada elemento de iluminación inteligente u otro dispositivo (de manera colectiva "módulos"), alimentación y un canal para redes cableadas y un conjunto mínimo de características de E/S. Ambos elementos pueden diseñarse para hacer sencillo y eficaz añadir o cambiar módulos dependiendo de ajustes de característica deseados.
- 40 Los módulos pueden controlarse por software que posibilita la recopilación de datos genéricos y acciones que están basadas en apuntar y hacer clic, tal como una interfaz de explorador, así como descripciones funcionales más detalladas y controles para módulos específicos conocidos para el software. Por ejemplo, el software puede incluir una interfaz gráfica que visualiza la información generada por uno o más módulos, y puede permitir el control de intensidad de luz o color para módulos conocidos que son elementos de iluminación inteligentes.
- 45 Un mapa puede proporcionar una interfaz de usuario gráfica intuitiva para visualizar una habitación o área. Por ejemplo, puede visualizarse un mapa de tienda y pueden colocarse módulos dentro del mapa usando operaciones de arrastrar y soltar. Los módulos pueden a continuación hacerse doble clic para abrir una ventana o menú de configuración, y, si la configuración está en línea, el módulo puede consultarse para funcionalidad. Este puede abrir una ventana o marco diferente que enumera las características y los resultados de una auto-prueba. Si la funcionalidad o tipo de un módulo es conocido *a priori*, este puede introducirse directamente en la ventana de configuración, o seleccionarse como un elemento para arrastrar y soltar en el mapa de área. Puesto que los módulos pueden incluir dispositivos de salida (tales como altavoces, luces, sistemas de movimiento), pueden escribirse programas o efectos o desarrollarse a través del software de control, o de manera independiente e incorporarse en el módulo a través de la red de iluminación digital.
- 50
- 55
- 60
- 65

5 Tales redes de iluminación inteligentes hacen posible vincular datos y acción. La interfaz de usuario gráfica puede incluir herramientas para crear flujos de proceso. Por ejemplo, a través de un diagrama de bloques sencillo o enfoque de diagrama de estado, diversos procesos pueden describirse gráficamente, incluyendo implementaciones de procesos determinísticos, procesos accionados por eventos y lógica condicional. Por ejemplo, cuando alguien entra en una habitación, puede activarse una secuencia de iluminación, o una conmutación de 'presentación' sencilla puede provocar que tengan lugar múltiples acciones.

10 Una red de iluminación digital puede emplearse de manera útil como una herramienta de adquisición de datos. La recogida de datos puede automatizarse para monitorizar flujo de tráfico a través de corredores, áreas abiertas, ascensores, así como entradas y salidas, y el flujo de tráfico puede correlacionarse en el tiempo, lugar u otros factores.

15 Una aplicación ejemplar en un entorno minorista se describe ahora en detalle. Una cadena de ropa que comercializa para chicas adolescentes en centros comerciales a través de todo el noreste de los Estados Unidos puede instalar módulos con una diversidad de dispositivos de sensor que incluyen cámaras y detectores de proximidad e iluminación digital. Los módulos puede cada uno instalarse con únicamente una conexión de alimentación sencilla, y uno de los módulos puede vincularse a la red de datos de la tienda que usa una línea de teléfono para comunicaciones de datos con la central de la tienda. El sistema puede conectarse adicionalmente al sistema de recopilación de datos de punto de venta para permitir el intercambio e integración de datos capturados.

20 Después de abrir la tienda en la mañana, el encargado de tienda puede ir a la pantalla de monitor y mirar cualquier actividad en la red digital durante la noche. El sistema puede informarle que el personal de limpieza estuvo. Sin embargo, el sistema puede alertarle también que el aire acondicionado falló durante la noche y los sensores de temperatura detectaron un aumento drástico en la temperatura entre 3 y 4 am. Aunque con ropa esto puede no ser un problema, alguno de los cosméticos en el almacén pueden verse afectados gravemente por temperaturas elevadas.

30 A medida que los clientes se mueven a través de toda la tienda durante el día, pueden rastrearse sus movimientos generales. Más tarde, puede generarse un mapa a partir de la recopilación de datos del día para visualizar el tráfico de personas y tiempo de permanencia en diversos puntos en la tienda. La información puede hacer evidente, por ejemplo, que un pasillo de camisetas y accesorios es el área menos visitada de la tienda. Aunque el pasillo puede ser fácilmente accesible, el encargado puede investigar y descubrir que un estante de ropa ha ocultado involuntariamente el pasillo de la vista a medida que los clientes se acercan a esa área.

35 Los cobros del día pueden también descubrir una anomalía curiosa: la agrupación de datos, que puede usarse para extraer inferencias acerca de hábitos de compra, puede mostrar que las chicas que están comprando faldas pantalón de tamaño más pequeño, también están comprando camisetas mucho más grandes que no corresponden al tamaño de los pantalones. El encargado puede mover estos elementos más cerca juntos en la tienda para ver si esto genera ventas aumentadas y tráfico en esa área.

40 Un análisis de rastreo rápido puede revelar que las personas que no paran en las pantallas en la entrada sino que se pasan a través de la entrada rápidamente en la tienda, que puede mover rápidamente las pantallas de la entrada más hacia delante de la tienda o mezclando las pantallas de la entrada. El tráfico cerca de un pasillo de blusas puede identificarse como que es normal incluso cuando las ventas son mucho menores que lo normal. La información puede indicar que si dos o más personas están en esa área, entonces una o ambas se moverán rápidamente a través. Después de investigar, el encargado puede hallar que los casos que se han movido más cerca juntos serían cómodos para dos personas y a continuación mover las pantallas lejos entre sí.

50 Varios proveedores de ropa pueden comprar datos desde varias tiendas para análisis. Pueden examinar tendencias en el tráfico y su propio posicionamiento de producto a través de la tienda. La mejor colocación puede dar como resultado mejores ventas. Los módulos pueden por lo tanto facilitar medir la efectividad de áreas de visualización.

55 Un cliente puede entrar y ver un panel de pantalla de producto que representa piezas de ropa representativas: pantalones, faldas, blusas, camisetas, lencería, etc. A medida que el cliente toca una pieza de ropa, una serie suave pero rápida de luces puede trazar una trayectoria en el techo de la tienda que indica dónde se visualiza ese tipo de elemento. Las luces pueden culminar en una luz de indicador sencilla por encima de la ropa indicada. El cliente puede a continuación moverse a la localización indicada para ver una pantalla de jerséis.

60 Los cambios de precios pueden transmitirse dinámicamente a través de la red de iluminación inteligente. Por ejemplo, cuando un cliente pasa una cantidad de tiempo significativa delante de una pantalla, el precio para un producto puede reducirse para reclamar al cliente a que realice una compra. Además, el precio para un cliente puede personalizarse rastreando al cliente a una caja registradora y proporcionando al cliente con un precio visualizado cuando el cliente seleccionó el elemento. Como alternativa, los precios pueden aumentarse si, por ejemplo, el cincuenta por ciento del inventario se ven en una única mañana. Pueden implementarse también esquemas de precios más complejos, y pueden personalizarse para clientes individuales de acuerdo con sus hábitos de compra observados.

En un entorno minorista tal como el anteriormente descrito, donde la información con respecto a productos, ventas de producto, clientes, inventario, precios y similares pueden ser propietarios y altamente valiosos para un propietario o encargado de tienda, puede ser deseable añadir seguridad a la red de iluminación inteligente. Pueden implementarse transmisiones seguras usando un número de técnicas criptográficas u otras técnicas, y pueden implementarse, por ejemplo, como un sistema de encriptación de capa física, capa de red o capa de aplicación, dependiendo de la complejidad y potencia de procesamiento de cada nodo de red de iluminación inteligente.

Además, puede negociarse la seguridad individualmente para cada enlace de comunicación, o cada elemento de iluminación inteligente puede tener su propia clave de encriptación, o una única clave puede proporcionarse para toda una red de iluminación inteligente.

Una aplicación del sistema de iluminación digital con elementos de iluminación inteligentes para un entorno de estadio se describe ahora en detalle. Un estadio deportivo puede albergar partidos de hockey y baloncesto y otros eventos deportivos así como conciertos de rock. Los eventos pueden tener diferentes tipos de multitudes de personas que pueden comportarse de manera diferente. Por seguridad, los sistemas de cámaras de CCTV existentes pueden haber sido adecuados, pero no ayudaron a rastrear el flujo de personas antes, durante y después de los eventos. Los módulos, sin embargo, pueden facilitar el rastreo de personas durante eventos. Por ejemplo, la red de iluminación inteligente puede proporcionar un mapa detallado de flujo de tráfico que posibilita reconfiguración sencilla y rediseño de las salidas y entradas. Adicionalmente, el sistema puede también identificar varias configuraciones de puestos de comida y baños que provocaron cuellos de botella sustanciales durante ciertos eventos. Cerrando algunas puestos de comida y abriendo otras los problemas pueden reducirse o eliminarse.

Además, durante algunos conciertos de rock, bandas itinerantes de fans pueden provocar daño y perjuicio considerable a otros. Las características de rastreo y dispositivos de detección de la red de iluminación inteligente pueden determinar con precisión y seguir los autores, posibilitando que los oficiales de seguridad intercepten, con suficiente tiempo la planificación e interceptación de la intercepción.

En ciertas realizaciones de la invención, la modulación de los LED de los dispositivos de iluminación inteligente desvelados en el presente documento pueden proporcionar funciones de comunicaciones entre dispositivos de iluminación inteligentes o entre un dispositivo de iluminación inteligente y otro dispositivo en red.

El reciente desarrollo de apliques de iluminación general basados en LED incluye el uso de iluminación que emplea una mezcla de LED de longitud de onda fija, tal como LED rojo, verde o azul monocromático, para producir un espectro de colores. Tales sistemas de LED se desvelan en la Solicitud de Estados Unidos con N.º de Serie 09/215.624, presentada el 17 de septiembre de 1998, cuya aplicación se incorpora en el presente documento por referencia. En general, los LED en estos sistemas están configurados como dispositivos de saturación, es decir, tienen una única intensidad "activa", determinada por una corriente regulada. La intensidad percibida de los LED en estos sistemas se controla encendiendo y apagando rápidamente los LED con una señal de control que tiene un coeficiente de utilización regulado. Aunque el periodo de la señal de control es suficientemente corto que el ojo humano no puede detectar la progresión de los estados de "encendido" y "apagado", sigue habiendo velocidad de conmutación adicional significativa en LED convencionales.

En comunicación inalámbrica, una señal de datos se modula en una señal portadora tal como una portadora de frecuencia de radio, luz visible (láser) o de infrarrojos, con un esquema de modulación apropiado seleccionado de acuerdo con el medio de transmisión. Aunque se han usado LED de infrarrojos para transmisión de datos inalámbrica, típicamente se ha usado LED de modulación de codificación por pulsos ("PCM"), y luz visible para iluminación. En el campo de iluminación, los LED proporcionan flexibilidad de diseño significativa puesto que los LED con diferentes longitudes de onda, es decir, colores, pueden mezclarse para generar efectos de iluminación deseados y colores deseados. Como una desventaja significativa, los sistemas de los LED, y más particularmente los LED de luz visible, requieren hardware de comunicación de datos independiente adicional para operar como un sistema de iluminación en red. Esto puede incluir conectores de cable de par trenzado, o alguna otra estructura de bus, que debe interconectar físicamente una o más unidades de control a subsistemas de iluminación que se han de controlar.

En esta realización, se proporciona un sistema de LED que emplea modulación de anchura de pulso ("PWM") para controlar la intensidad de iluminación y modulación de codificación por pulsos ("PCM") para llevar datos. Sin embargo, se entenderá por los expertos en la materia que los métodos y sistemas descritos en el presente documento pueden adaptarse de manera adecuada a muchos otros esquemas de modulación adecuados para los LED, y pueden usarse adicionalmente en combinación con muchas técnicas de interconexión de red conocidas. Los principios de la invención son particularmente aplicables a cualquier entorno donde se desea las funciones duales de iluminación y comunicación de datos inalámbricas.

La Figura 3 muestra un codificador de LED y un decodificador de LED de acuerdo con los principios de la invención.

Se apreciará que pueden usarse numerosos LED y decodificadores en combinación, como se analizará en más detalle a continuación. El sistema de LED único incluye un transmisor 50 que comprende una entrada de señal de

iluminación 60, una entrada de datos 65, un procesador 70, un controlador de LED 75 y un LED 80. El sistema incluye adicionalmente un receptor 82 que comprende un transductor óptico 85, un decodificador 90 y una salida de datos 95.

5 En sistemas de LED convencionales, la señal de iluminación aplicada a la entrada de la señal de iluminación 60 se convierte a una señal de anchura de pulso modulada ("PWM") que se proporciona como una señal de control para el controlador de LED 75. La intensidad percibida del LED 80 es una función del coeficiente de utilización, o de tiempo de "encendido" medio, de la señal de control. De acuerdo con los principios de la invención, esta señal de control puede modularse adicionalmente por una señal de datos aplicada a la entrada de datos 65, mientras se mantiene el coeficiente de utilización de la señal de control de manera que la intensidad del LED 80 se controla por la señal de iluminación. El procesador 70 puede incluir una memoria intermedia 97, que almacena datos recibidos en la entrada de datos 65 cuando una tasa de datos recibida supera una capacidad de datos de la señal de control.

15 Se apreciará que son conocidos numerosos dispositivos para recibir, procesar y generar señales y que pueden emplearse con la invención. El procesador 70 o el decodificador 90 puede ser un microprocesador, microcontrolador, procesador de señales digitales programable, circuito integrado específico de la aplicación, dispositivo de lógica programable, matriz de puertas programables u otro dispositivo que pueda recibir y manipular las señales de entrada y salida coherentes con los principios de la invención. El procesador 70 y el decodificador 90 pueden incluir también componentes analógicos tales como amplificadores y transistores operacionales, componentes de lógica discreta o ser una combinación de lógica analógica discreta y otros componentes de procesamiento.

25 En una realización, el receptor 82 aplica técnicas conocidas para decodificar señales de PCM impresas en el transductor óptico 85. El transductor óptico 85 puede ser un fototransistor, fotodiodo o cualquier otro dispositivo que pueda detectar luz incidente que tenga la longitud de onda emitida por el LED 80. El decodificador 90 recibe una señal desde el transductor óptico y recupera señales de PCM que tienen una frecuencia central predeterminada. El decodificador 90 convierte las señales de PCM recuperadas en una señal de salida de datos a la salida de datos 95. El procesador 70 usa la misma frecuencia central para codificar la señal de datos usando PCM.

30 La Figura 4 muestra la composición de una señal de control de acuerdo con los principios de la invención. La señal de control de la Figura 4 es particularmente aplicable para aquellos entornos donde se desea controlar iluminación y transmitir datos dentro de un canal óptico compartido. Como se muestra, la señal de PWM 100 está "activada" de 0 a t, y "apagada" de t a T. El coeficiente de utilización para esta señal puede expresarse como una relación de la longitud del estado "activado", t, al periodo de toda la señal de PWM, T. Se muestra también una señal de datos 110.

35 La señal de datos 110 preferentemente tiene un periodo más corto que la señal de PWM 100, con el periodo determinado por la frecuencia central del decodificador 90. Para mantener el coeficiente de utilización de la señal de PWM 100 dentro de una señal de control 120, se genera también una forma invertida de la señal de datos 110 por el procesador 70, comenzando en el extremo de la señal de PWM original 100. La señal de control 120 se genera tomando una O exclusiva ("XOR") de la señal de PWM 100 y la señal de datos 110. La señal de control 120 se transmite al controlador de LED 75 donde se usa para activar el LED 80. En respuesta a la señal de control 120, el LED 80 genera luz visible que tiene un color determinado por el LED 80 y una intensidad determinada por el tiempo "activado" promedio de la señal de control 120. Las aplicaciones incorporadas por referencia en el presente documento proporcionan detalles adicionales en cuanto a PWM y otras técnicas de onda portadora, y debería entenderse que el método de control de PWM desvelado en el presente documento es solo una realización ilustrativa, y que otras realizaciones de PWM están dentro del alcance de la presente divulgación.

45 La luz visible desde el LED 80 cae en el transductor óptico 85, que genera señales al decodificador 90. El decodificador 90 demodula los datos de PCM contenidos en la luz visible para reconstruir la señal de salida de datos. Se apreciará que, en esta realización, los datos que llevan la capacidad de la señal de control 120 dependerán del coeficiente de utilización de la señal de PWM 100 y la señal de datos 110. Por ejemplo, una señal de iluminación que indica que el LED 80 debería siempre estar apagado (coeficiente de utilización del 0 %) o siempre estar encendida (coeficiente de utilización del 100 %) no tiene información que lleve capacidad. Se apreciará adicionalmente que son conocidos otros esquemas de modulación, tales como modulación de posición por pulsos ("PPM"), y que pueden usarse para modular la señal de datos 110 de acuerdo con los principios de la invención, con la condición de que la modulación se realice de una manera que conserve el tiempo de "encendido" promedio indicado por el coeficiente de utilización de la señal de PWM 100.

60 Son posibles otras técnicas para combinar funciones de iluminación y funciones de comunicación de datos. Por ejemplo, los datos pueden transmitirse durante un tiempo, seguido por la iluminación. Las señales de datos y de iluminación pueden alternarse en un periodo fijo. Los datos pueden precederse por un encabezamiento de datos modulado que señala a un receptor que seguirán los datos. Cualquiera de estas técnicas, u otras técnicas, puede usarse para poner en práctica un sistema de iluminación en red.

65 La Figura 5 muestra un subsistema de iluminación de acuerdo con los principios de la invención. Un subsistema de iluminación 130 puede incluir una fuente de luz 132 en respuesta a una señal de iluminación 134, y un transmisor 136 y un receptor 138 tal como el transmisor y el receptor descritos con referencia a la Figura 1. Se apreciará que,

aunque no se muestra en la Figura 3, el transmisor 136 y la fuente de luz 132 pueden realizarse en un único dispositivo óptico, tal como un LED anteriormente descrito. El subsistema de iluminación 130 puede incluir también un procesador 140, una memoria 150 y circuitería de entrada/salida 160.

5 El transmisor 136 y el receptor 138 pueden proporcionar un enlace físico a una red de iluminación a través de la cual el subsistema de iluminación 130 puede enviar y recibir datos. El subsistema de iluminación 130 puede recibir datos de iluminación desde el receptor 138, así como cualquier otra señal de datos o de control que pueda transmitirse a través de una red. La fuente de luz 132 puede ser cualquier fuente de luz conocida, incluyendo una luz de LED, conjunto de LED programables, bombilla incandescente, foco, foco de alta tensión, luz de pista, luz fluorescente, luz
10 de neón, luz halógena o cualquier otra fuente de iluminación. La circuitería de entrada/salida 160 incluye cualesquiera señales desde el procesador 140 en señales para la fuente de luz 132 y el transmisor 136, así como para transformar señales desde el receptor 138 en señales para el procesador 140. Por ejemplo, la circuitería de entrada/salida 160 puede incluir los componentes descritos con referencia a la Figura 3.

15 La memoria 150 puede almacenar información en relación con el subsistema de iluminación 132. Por ejemplo, la memoria 150 puede almacenar una fecha de fabricación para el subsistema de iluminación 132, un número de serie del subsistema de iluminación 132, una dirección del subsistema de iluminación 132, capacidades del subsistema de iluminación 132 y cualquier ajuste u otra información relacionada con el subsistema de iluminación 132. La dirección puede ser un identificador o firma digital que identifique de manera inequívoca el subsistema de iluminación 132 de entre una pluralidad de subsistemas de iluminación 132 u otros dispositivos. La dirección puede a continuación usarse como una dirección de fuente o de destino para datos llevados a través de una red de iluminación, tal como la red descrita a continuación. La fecha de fabricación y el número de serie pueden usarse, por ejemplo, para identificar los subsistemas de iluminación 132 y cualesquiera capacidades del subsistema de iluminación 132. O, como se ha indicado anteriormente, las capacidades específicas del subsistema de iluminación 132 pueden comunicarse explícitamente usando el transmisor 136.
20

Pueden almacenarse también ajustes en la memoria 150. Esto puede incluir cualquier ajuste que corresponde al subsistema de iluminación 132. Por ejemplo, cuando el subsistema de iluminación 132 incluye un conjunto de LED programables, los ajustes pueden incluir programar información para el conjunto. Los ajustes pueden incluir también, por ejemplo, efectos de iluminación configurables tales como desvanecimientos, temporizadores o similares. Los ajustes pueden incluir también una bandera para que el subsistema de iluminación 132 opere como una unidad de control para otros subsistemas de iluminación 132, o para operar como un nodo de comunicación para otros subsistemas de iluminación 132, o para operar como un esclavo a otro dispositivo.
30

35 Se apreciará que son conocidos un número de dispositivos de memoria, y que pueden usarse en un subsistema de iluminación 132 de acuerdo con los principios de la invención. Por ejemplo, la memoria 150 puede ser una memoria flash, memoria de solo lectura o alguna otra memoria no volátil, o la memoria puede ser una memoria de acceso aleatorio, memoria dinámica de acceso aleatorio o alguna otra memoria volátil.

40 El subsistema de iluminación 132 puede incluir un procesador 140. El procesador 140 puede ser un microprocesador, microcontrolador, circuito integrado específico de la aplicación, dispositivo de lógica programable o cualquier otro dispositivo que pueda configurarse para controlar la operación del subsistema de iluminación 132.

45 Cuando el subsistema de iluminación 132 es un dispositivo alimentado por batería, el procesador 140 puede ser un procesador de baja alimentación. La memoria 150 del subsistema de iluminación 132 puede incluir código de programación para ejecución autónoma por el procesador 140 del subsistema de iluminación 132. El código de programación puede incluir información para controlar la iluminación por el subsistema de iluminación 132, o información para controlar la operación del subsistema de iluminación 132 como un nodo de comunicación en una red de iluminación. El código de programación puede incluir una o más rutinas de diagnóstico para ensayar automáticamente capacidades del subsistema de iluminación 132 cada vez que se arranca el subsistema de iluminación 132, o en otros momentos cuando se solicita específicamente, tal como por señales de control recibidas en el receptor 138.
50

55 La Figura 6 muestra un sistema de iluminación en red de acuerdo con los principios de la invención. Un sistema de iluminación en red 200 puede incluir en general una pluralidad de subsistemas de iluminación 202, 212, 214, 216, otros dispositivos en red 204, y una o más unidades de control 206, que comparten datos a través de una red de iluminación 208. La unidad de control 206 puede conectarse también a una red de datos 210 para acceso remoto a la unidad de control 206 y a la red de iluminación 208.

60 Cada uno de los subsistemas de iluminación 202 puede ser un subsistema de iluminación tal como el descrito con referencia a la Figura 5. Cada subsistema de iluminación 202 puede estar conectado a la red de iluminación 208 para formar una relación de comunicación con otros subsistemas de iluminación 202, otros dispositivos en red 204 y la unidad de control 206.

65 Uno de los subsistemas de iluminación 212 se muestra operando como un nodo en la red de iluminación 208. El subsistema de iluminación 212 incluye los componentes de uno de los subsistemas de iluminación 202. El

subsistema de iluminación 212 está configurado para operar como un nodo que conecta los subsistemas de iluminación 214, 216 adicionales a la red de iluminación 208, así como a la unidad de control 206 y a los dispositivos en red 204 conectados a la misma. Los subsistemas de iluminación 214, 216 adicionales pueden configurarse adicionalmente para comunicar entre sí independientes de la red de iluminación 208, para intercambiar información de control, tal como información para proporcionar una intensidad total de iluminación dentro de un área, o para controlar un color de iluminación a través de mezcla de fuentes de color disponibles en cada uno de los subsistemas de iluminación 214, 216.

Volviendo ahora a los dispositivos en red 204, cada dispositivo en red 204 puede incluir un receptor y un transmisor para comunicar a través de la red de iluminación 208, así como un procesador y una memoria tal como el procesador y la memoria anteriormente descritos. Los dispositivos en red 204 pueden incluir apliques de iluminación, termostatos, sensores de movimiento, sensores de luz, temporizadores, conmutadores, controles de potencia, ventiladores, persianas y cortinas electrónicamente operables, alarmas o generadores de señales audibles, o cualquier otro sensor, transductor, o accionador para operación con la red de iluminación 208. Otros dispositivos en red 204 que pueden usarse con la invención pueden incluir dispositivos tales como máquinas de hacer humo, equipo de presentación de audio y vídeo, luces estroboscópicas, puertas electrónicas y así sucesivamente.

De acuerdo con los principios de la invención, el dispositivo en red 204 puede situarse físicamente de manera que el dispositivo en red 204 puede comunicar a través de la red de iluminación 208, y puede proporcionar datos de sensor y/o recibir información de control sin una necesidad de conexiones cableadas a otros dispositivos conectados a la red de iluminación 208. Como con los subsistemas de iluminación 202, 212, 214, 216, los dispositivos en red 204 pueden configurarse para operar como nodos de comunicación en la red de iluminación 208, o para operar en configuraciones de esclavo o de control.

Uno o más de los subsistemas de iluminación 202, 204, 206, 210, 212, 214 pueden configurarse para operar de manera independiente, enviando y/o recibiendo cada uno datos a través de la red de iluminación 208 a otros de los subsistemas de iluminación. Por lo tanto la red 208 puede descentralizarse, consistiendo en una o más subredes que interconectan, por ejemplo, un primer subgrupo de los subsistemas de iluminación 202, 204, 206 en una primera subred, y sub-conectando un segundo subgrupo de los subsistemas de iluminación 210, 212, 214 en una segunda subred. La red 208, o cualquier subred de la misma, puede configurarse para operar como una red de pares compartida por un número de nodos autónomos de red, o la red 208, o cualquier subred de la misma, puede configurarse para operar como una red de cliente-servidor con un subsistema de iluminación que arbitra comunicaciones entre los otros subsistemas de iluminación. En cualquiera de una red de pares o una red de cliente-servidor, un nodo puede operar como un maestro que controla la operación de otros subsistemas de iluminación conectados a la subred o a la red 208.

El sistema de iluminación en red 200 puede incluir una unidad de control 206. La unidad de control 206 puede ser un dispositivo programable tal como un ordenador personal, o cualquier otro dispositivo que pueda recibir entrada de usuario y mantener la información de control para la red de iluminación 208. La unidad de control 206 puede incluir un transmisor y receptor para establecer comunicaciones a través de la red de iluminación 208. Puede proporcionarse también cualesquiera otras herramientas de software diseñadas para la gestión de la red de iluminación 208, incluyendo una interfaz para gestionar, monitorizar, controlar y resolver problemas de la red de iluminación 208, así como realizar otras funciones coherentes con la red de iluminación 208. Por ejemplo, la unidad de control 206 puede usarse para descargar programas de control a uno o más de los subsistemas de iluminación 202 o dispositivos en red 204 para ejecución autónoma en estos dispositivos y subsistemas. O la unidad de control 206 puede usarse para sincronizar efectos o control de las condiciones del entorno proporcionadas por el sistema 200, y los dispositivos en red 204 y los subsistemas de iluminación 202 conectados a la misma.

La unidad de control 206 puede conectarse también a una red de datos 210 convencional, tal como una red de área local, red de área extensa, red de área privada o una red pública tal como Internet. A través de esta conexión, la información de control para la red de iluminación 208 puede proporcionarse de manera remota a través de cualquier dispositivo conectado a la red de datos 210. Adicionalmente, los datos desde sensores asociados con los subsistemas de iluminación 202 o los dispositivos en red 204 pueden recuperarse y observarse desde un dispositivo remoto conectado a la red de datos 210, ya sea para funciones de monitorización sencilla o para control interactivo del sistema 200. La unidad de control 206 puede incluir características de seguridad conocidas tales como protección de contraseña y comunicaciones seguras, para mantener la privacidad de datos disponibles desde la red de iluminación 208, y para evitar la manipulación no autorizada con dispositivos conectados a la red de iluminación 208.

El sistema de iluminación en red 200 puede usarse en cualquier entorno de iluminación controlado, tal como un sistema de iluminación de cine, sistema de iluminación doméstico, una pantalla comercial tal como una pantalla de ventana, sistema de iluminación interior para funciones sociales, sistema de iluminación exterior configurado en un diseño de arquitectura o de paisajismo, o cualquier otro sistema donde la información pueda comunicarse de manera útil entre un número de subsistemas de iluminación. Por ejemplo, un sensor espectral puede proporcionarse como un dispositivo en red 204, y puede recibir iluminación desde un número de subsistemas de iluminación 202, cada

uno de los cuales contiene una fuente de luz de color diferente. El sensor espectral puede comunicar con los subsistemas de iluminación 202 para proporcionar automáticamente la iluminación de un color predeterminado.

5 El sistema de iluminación en red 200 puede usarse también como una sustitución para otras redes de comunicaciones, tales como redes informáticas inalámbricas. Es decir, los datos que llevan funciones de subsistemas de iluminación pueden usarse, independientemente de las funciones de iluminación, para formar enlaces de datos entre ordenadores, u otros dispositivos que pueden típicamente estar en red, que puentean huecos físicos entre puntos de conexión de los ordenadores.

10 La Figura 7 muestra un subsistema de iluminación modular de acuerdo con los principios de la invención. El subsistema de iluminación modular 700 puede incluir una base 702 que forma una plataforma universal para un número de módulos 710, 712, 714, 716. La base 702 puede incluir una luz 720, tal como una fuente LED o alguna otra fuente de luz. La luz 720 puede formar un área de iluminación discreta, tal como una lente, dentro de la base 702, o la base 702 puede formarse de un material de difusión de modo que la luz 720 proporcione iluminación a
15 través de toda la base 702. Se apreciará que, aunque la base 702 se muestra en la Figura 7 como circular en su forma, la base 702 puede tener cualquier forma, y puede incluir ganchos, orificios de tornillo, adhesivo u otros componentes para montar en una localización. La base 702 puede incluir también un latiguillo eléctrico y un enchufe para conexión, a, por ejemplo, una toma de CA de 110 V, o una toma de CC de baja tensión.

20 Cada módulo 710, 712, 714, 716 puede adaptarse en una plataforma dentro de la base 702, que puede ser cualquier forma adaptada para recibir el módulo. La base puede incluir contactos eléctricos para formar conexiones de alimentación con los módulos, y puede incluir también contactos eléctricos para formar conexiones de datos entre la base 702 y los módulos 710, 712, 714, 716, así como entre los módulos 710, 712, 714, 716. Los módulos pueden incluir componentes para expandir o cambiar la funcionalidad del subsistema de iluminación 700. Por ejemplo, un
25 primer módulo 710 puede proporcionar alimentación, y puede incluir una batería o un convertidor para convertir una fuente de alimentación externa en una fuente de alimentación adecuada para el subsistema de iluminación 700. Un segundo módulo 712 puede proporcionar entrada/salida, incluyendo una interfaz de red tal como una interfaz física a una red de infrarrojos o de frecuencia de radio, y cualquier pila de protocolos de red requerida para formar enlaces de comunicación entre el subsistema de iluminación 700 y otros nodos de una red. Un tercer módulo 714 puede proporcionar sensores tales como micrófonos, sensores de temperatura, cámaras digitales, o, por ejemplo, cualquiera de los sensores analizados anteriormente. Un cuarto módulo 716 puede proporcionar dispositivos de salida tales como un altavoz, una pantalla LED o LCD, luces adicionales o LED, o algún otro dispositivo de salida.

30 Otros módulos pueden incluir, por ejemplo, un procesador u otro dispositivo. En una realización, cada plataforma es igual, de modo que cualquier módulo puede insertarse en cualquier plataforma. En esta realización, la base 702 puede incluir circuitería para detectar tipos de módulo y formar una conexión adecuada a cada módulo.

35 La Figura 8 muestra varias realizaciones de los subsistemas de iluminación modulares de acuerdo con los principios de la invención. En un subsistema de iluminación modular 800, cada módulo 810 puede proporcionar funcionalidad adicional tal como detección y comunicación. En la Figura 8, los módulos 810 pueden conectarse a una base 820 con una conexión mecánica y/o eléctrica sencilla. Los mecanismos adecuados para formar conexiones son conocidos en la técnica, tales como conexiones de alimentación y de datos de teléfono celulares y asistentes digitales personales, conexiones de bombillas de luz, enchufes de paquete de patilla en línea dual, zócalos de fuerza de inserción cero, plataformas, conectores modulares para conexiones de teléfono y red, enchufes eléctricos,
45 ranuras de cartuchos de juegos para plataformas de juego, estaciones de acoplamiento para ordenadores y así sucesivamente. Puede usarse una característica de bloqueo adicional tal como un nivel mecánico o montaje de bayoneta para asegurar que todos los módulos 810 permanecen en su lugar a medida que otros se retiran e insertan.

50 El cableado externo 840 a dispositivos de ancho de banda alto tales como una cámara 850 puede incluirse en un módulo 810 como se muestra, o directamente conectados a un puerto en la base 820. La base 820 puede proporcionar una conexión central para una diversidad de módulos de detección y de comunicaciones 810. Puede hacerse una diversidad de formas físicas que se ajustarían en diferentes estilos y decorados sin parecer que están fuera de lugar, como se muestra generalmente en la Figura 8. La funcionalidad puede ser la misma para cada base
55 820, o la funcionalidad puede especializarse para uno o más diferentes tipos de bases 820.

La Figura 9 muestra un entorno minorista de acuerdo con la invención. Dentro el entorno minorista 900, un monitor de ordenador 910 puede visualizar información en una forma gráfica útil de una vista de plano 920 de la tienda que incluye información relacionada con, por ejemplo, tiempo y tráfico a través de la tienda. La vista de plano 920 puede
60 tomar muchas formas, que incluyen gráficos, datos tabulares, gráficos de barras y similares. Como un ejemplo, las representaciones gráficas pueden ofrecer un medio potente y fácil de interpretar de mostrar datos relevantes.

En el entorno minorista 900 de la Figura 9, las personas 930 pueden ver, por ejemplo, dos pantallas: una primera pantalla 940 a la izquierda y una segunda pantalla 950 a la derecha. Ambas pantallas 940, 950 pueden atraer a las
65 personas a través de técnicas de comercialización de obtención visual. A través de una red de iluminación de acuerdo con la invención, los sensores tales como cámaras con interpretación de imagen o sensores de proximidad,

pueden usarse para detectar y rastrear personas, y para visualizar la localización de personas en la vista de plano 920 de una de las pantallas 940, 950.

5 De esta manera, las peregrinaciones de patrones pueden representarse perfectamente. En una realización, las líneas 960 en el suelo y uno o más relojes 970 pueden representar gráficamente las rutas y la duración de patrones durante el curso del día. El espesor o anchura de las líneas 960 puede representar la cantidad de tráfico a lo largo de esa anchura. Los relojes 970 pueden representar una cantidad media de tiempo transcurrido en una pantalla 940, 950. De esta manera, pueden compararse fácil y rápidamente técnicas de comercialización visual para su capacidad de obtener atención, porcentaje de efectividad de tráfico e interacción. Se apreciará que, aunque se muestran en un
10 suelo del entorno minorista 900 para ilustrar una relación entre personas 930 y las líneas 960 y relojes 970, las líneas 960 y relojes 970 pueden visualizarse en la vista de plano 920 del monitor de ordenador 910 para revisión por un propietario o encargado de la tienda.

15 Adicionalmente, las pantallas 940 mismas pueden monitorizarse y controlarse con respecto a interacción de cliente. Por ejemplo, cambiar iluminación o los dispositivos kinéticos puede compararse y analizarse para su capacidad para atraer clientes. Las pantallas 940 mismas pueden usarse como una parte de un proceso de recopilación de datos que incluye otros sensores a través del entorno minorista 900.

20 La Figura 10 muestra un entorno de oficina de acuerdo con la invención. El entorno de oficina 1000, ya sea hogar o trabajo, ofrece otro lugar para crear sistemas de automatización. Los subsistemas de módulo de iluminación 1010, mostrados montados a dos paredes, proporcionan capacidad para interconexión en red y sensores para detectar si las personas están en la oficina. Las redes inalámbricas y alámbricas pueden usar los subsistemas de módulo de iluminación 1010 así como, dispositivos de entrada o salida, nodos o concentradores de comunicación. Un sistema que usa subsistemas de módulo de iluminación 1010 en el entorno de oficina 1000 puede detectar hurto e
25 intrusiones indeseables de empleados, así como proporcionar una conducta de comunicaciones para el residente de la oficina. El subsistema de módulo de iluminación 1010 puede soportar también interconexión en red de TCP/IP, y puede proporcionar capacidad de exploración web externa a la oficina. Las capacidades en red pueden por lo tanto simplificar las capacidades de recopilación de datos y de generación de informes en el entorno de oficina 1000, y simplificar la interconexión en la red de oficina, ya sea creando una red o complementando una red existente.

30 Los dispositivos portátiles, a medida que se llevan dentro y fuera del entorno de oficina 1000, pueden unirse a los subsistemas de módulo de iluminación 1010 usando una diversidad de protocolos que pueden proporcionar conexión transparente, o conexiones controladas por los usuarios explícitos.

35 Aunque se ha desvelado la invención en relación con las realizaciones preferidas mostradas y descritas en detalle, diversas modificaciones y mejoras en las mismas serán fácilmente evidentes para los expertos en la materia. Por consiguiente, el espíritu y alcance de la presente invención se ha de limitar únicamente por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (130), que comprende al menos una fuente de luz basada en LED (132) configurada para generar radiación, incluyendo la radiación generada al menos luz visible para proporcionar iluminación; y un controlador (140) acoplado a la al menos una fuente de luz basada en LED y configurado para controlar la al menos una fuente de luz basada en LED para transmitir datos mediante la luz visible; caracterizado por que: el controlador está configurado para:
- controlar la al menos una fuente de luz basada en LED con una señal de control tanto para proporcionar la iluminación como transmitir los datos mediante la luz visible,
 - emplear un esquema de modulación de anchura de pulso para controlar una intensidad de la iluminación controlando un coeficiente de utilización de la señal de control, y
 - codificar de manera independiente dichos datos en la misma señal de control usando un esquema de modulación adicional que conserva el coeficiente de utilización de media,
- en el que el controlador está configurado para generar la señal de control combinando una señal de control intermedia y una señal de datos, basándose la señal de control intermedia en el esquema de modulación de anchura de pulso, y generándose la señal de datos usando el esquema de modulación adicional.
2. El aparato de la reivindicación 1, en el que el controlador (140) está configurado para controlar la al menos una fuente de luz basada en LED (132) para transmitir los datos mediante la luz visible generada sin afectar significativamente a una apariencia de la iluminación para un observador.
3. El aparato de la reivindicación 1 o 2, en el que la al menos una fuente de luz basada en LED (132) incluye al menos dos LED que cada uno genera radiación en un espectro diferente.
4. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente al menos un receptor (138) configurado para recibir al menos algo de la luz visible generada, y para recuperar los datos transmitidos desde la luz visible recibida.
5. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la al menos una fuente de luz basada en LED (132) está configurada para generar la luz visible para proporcionar la iluminación a una intensidad suficiente para iluminar eficazmente un área.
6. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la al menos una fuente de luz basada en LED (132) está configurada para generar la luz visible para proporcionar la iluminación a una intensidad similar a la proporcionada por una bombilla incandescente de al menos 25 vatios.
7. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la al menos una fuente de luz basada en LED (132) está configurada para generar la luz visible para proporcionar iluminación de color variable.
8. El aparato de la reivindicación 7, en el que el controlador (140) está configurado para controlar la al menos una fuente de luz basada en LED (132) tanto para proporcionar la iluminación de color variable como transmitir los datos.
9. El aparato de la reivindicación 8, en el que el controlador (140) está configurado para controlar la al menos una fuente de luz basada en LED (132) tanto para proporcionar la iluminación de color variable como transmitir los datos mediante la iluminación de color variable sin afectar significativamente a la apariencia de la iluminación de color variable para el observador.
10. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el esquema de modulación adicional es un esquema de modulación de frecuencia superior al esquema de modulación de anchura de pulso.
11. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que de acuerdo con el esquema de modulación adicional, la señal de control se modula por una señal de datos que contiene dichos datos y una forma invertida de la señal de datos.
12. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el controlador (140) está configurado para controlar la al menos una fuente de luz basada en LED (132) usando periodos de tiempo alternos para proporcionar de manera alterna la iluminación y transmitir los datos mediante la luz visible.
13. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el esquema de modulación adicional es un esquema de modulación de codificación por pulsos.
14. El aparato de la reivindicación 13, en el que la combinación mediante el controlador (140) se realiza usando una función O exclusiva lógica en la señal de control intermedia y la señal de datos.

15. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el esquema de modulación adicional es un esquema de modulación de posición de pulso.
- 5 16. Un método de operación de al menos una fuente de luz basada en LED (132), que comprende los actos de a) generar radiación desde la al menos una fuente de luz basada en LED, que incluye al menos luz visible para proporcionar iluminación; y b) transmitir datos mediante la luz visible; caracterizado por que el método comprende:
- 10 - usar una señal de control para controlar la al menos una fuente de luz basada en LED tanto para proporcionar la iluminación como transmitir los datos mediante la luz visible,
 - emplear un esquema de modulación de anchura de pulso para controlar una intensidad de la iluminación controlando un coeficiente de utilización de la señal de control, y
 - codificar independientemente dichos datos en la misma señal de control usando un esquema de modulación adicional que conserva el coeficiente de utilización de media
- 15 en el que la señal de control se genera combinando una señal de control intermedia y una señal de datos, basándose la señal de control intermedia en el esquema de modulación de anchura de pulso, y generándose la señal de datos usando el esquema de modulación adicional.
- 20 17. El método de la reivindicación 16, en el que el acto b) comprende un acto de transmitir los datos mediante la luz visible generada sin afectar significativamente a una apariencia de la iluminación para un observador.
18. El método de la reivindicación 16 o 17, que incluye adicionalmente un acto de c) recibir al menos algo de la luz visible generada, y d) recuperar los datos transmitidos a partir de la radiación recibida.
- 25 19. El método de cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, en el que el acto a) incluye un acto de a1) generar la luz visible para proporcionar la iluminación a una intensidad suficiente para iluminar eficazmente un área.
- 30 20. El método de la reivindicación 19, en el que el acto a1) incluye un acto de generar la luz visible para proporcionar la iluminación a una intensidad similar a la proporcionada por al menos una bombilla incandescente de 25 vatios.
21. El método de cualquiera de las reivindicaciones 16 a 20, en el que el acto a) incluye un acto de generar la luz visible para proporcionar iluminación de color variable.
- 35 22. El método de la reivindicación 21, que incluye adicionalmente un acto de c) controlar la al menos una fuente de luz basada en LED tanto para proporcionar la iluminación de color variable como transmitir los datos.
- 40 23. El método de la reivindicación 22, en el que el acto c) incluye un acto de controlar la al menos una fuente de luz basada en LED (132) tanto para proporcionar la iluminación de color variable como transmitir los datos mediante la iluminación de color variable sin afectar significativamente a la apariencia de la iluminación de color variable para el observador.
24. El método de cualquiera de las reivindicaciones 16 a 23, en el que el esquema de modulación adicional es un esquema de modulación de frecuencia superior que el esquema de modulación de anchura de pulso.
- 45 25. El método de cualquiera de las reivindicaciones 16 a 24, en el que de acuerdo con el esquema de modulación adicional, la señal de control se modula por una señal de datos que contiene dichos datos y una forma invertida de la señal de datos.
- 50 26. El método de cualquiera de las reivindicaciones 16 a 25, que comprende usar periodos de tiempo alternos para proporcionar de manera alterna la iluminación y transmitir los datos mediante la luz visible.
27. El método de cualquiera de las reivindicaciones 16 a 25, en el que el esquema de modulación adicional comprende un esquema de modulación de codificación por pulsos.
- 55 28. El método de la reivindicación 27, en el que la combinación se realiza usando una función O exclusiva lógica en la señal de control intermedia y la señal de datos.
- 60 29. El método de cualquiera de las reivindicaciones 16 a 23, en el que el esquema de modulación adicional es un esquema de modulación de posición de pulso.

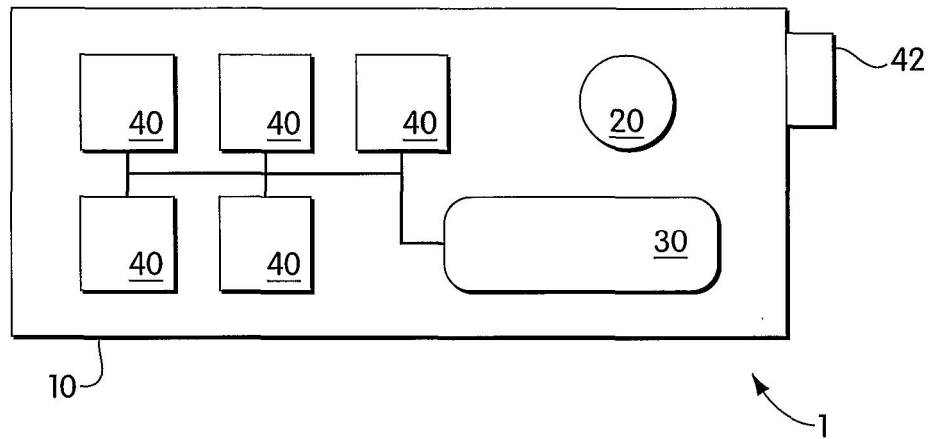


Fig. 1

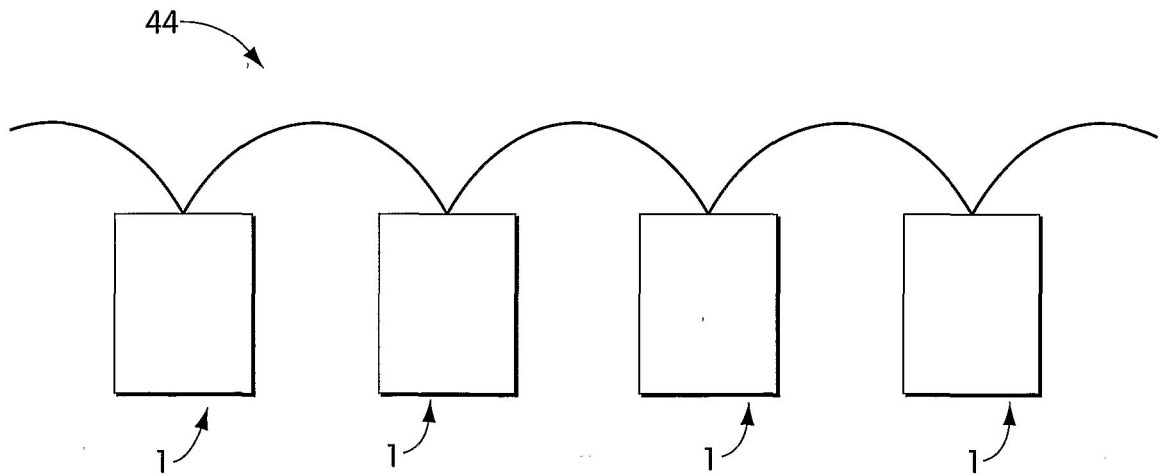


Fig. 2

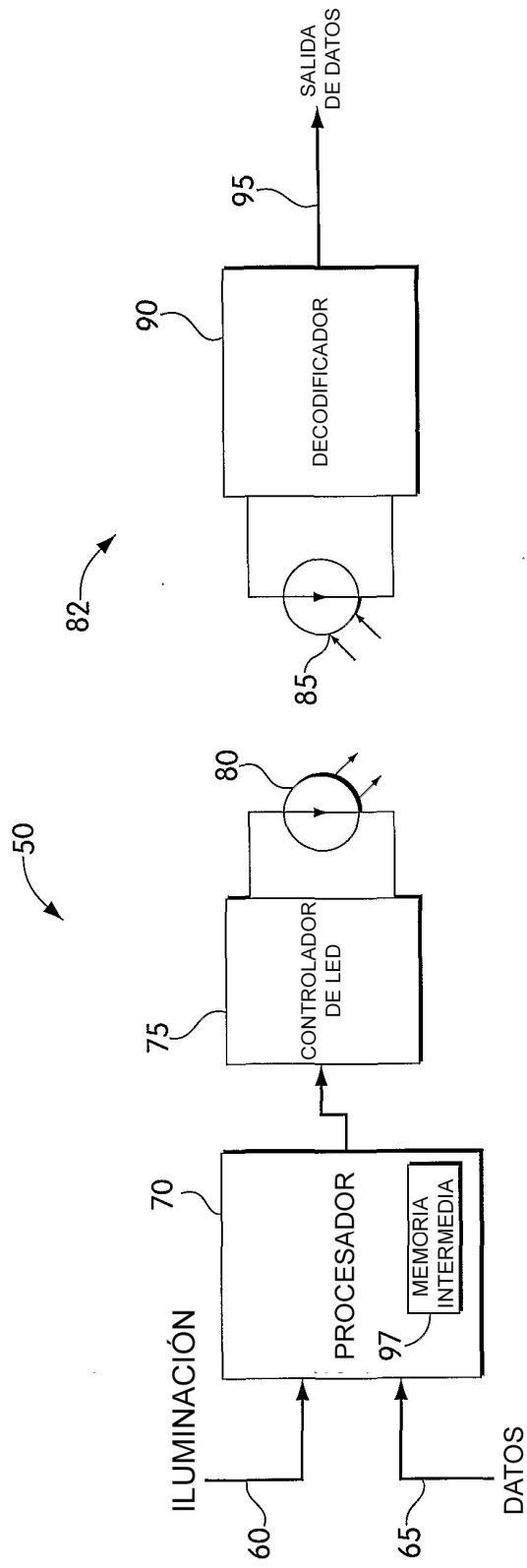


Fig. 3

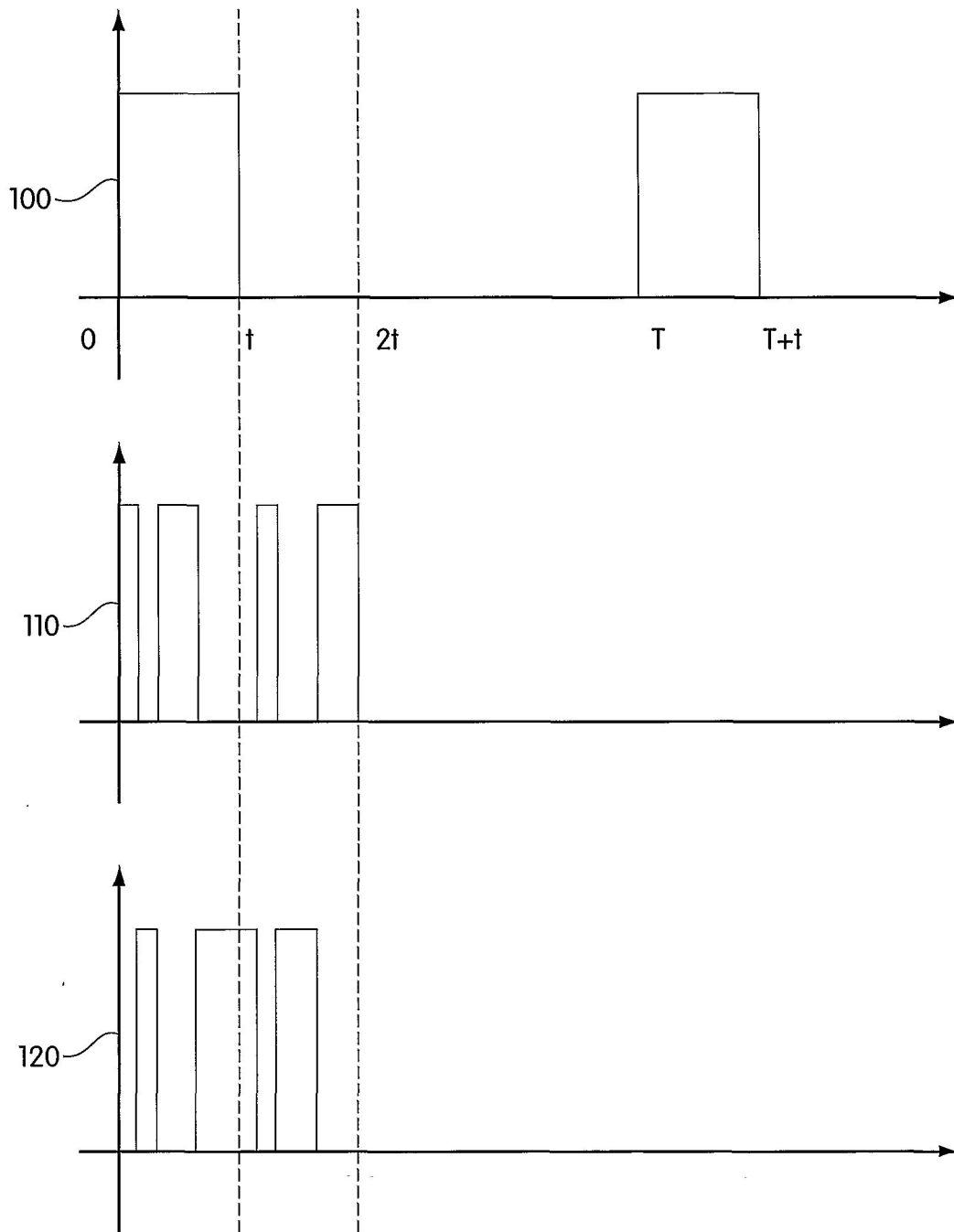


Fig. 4

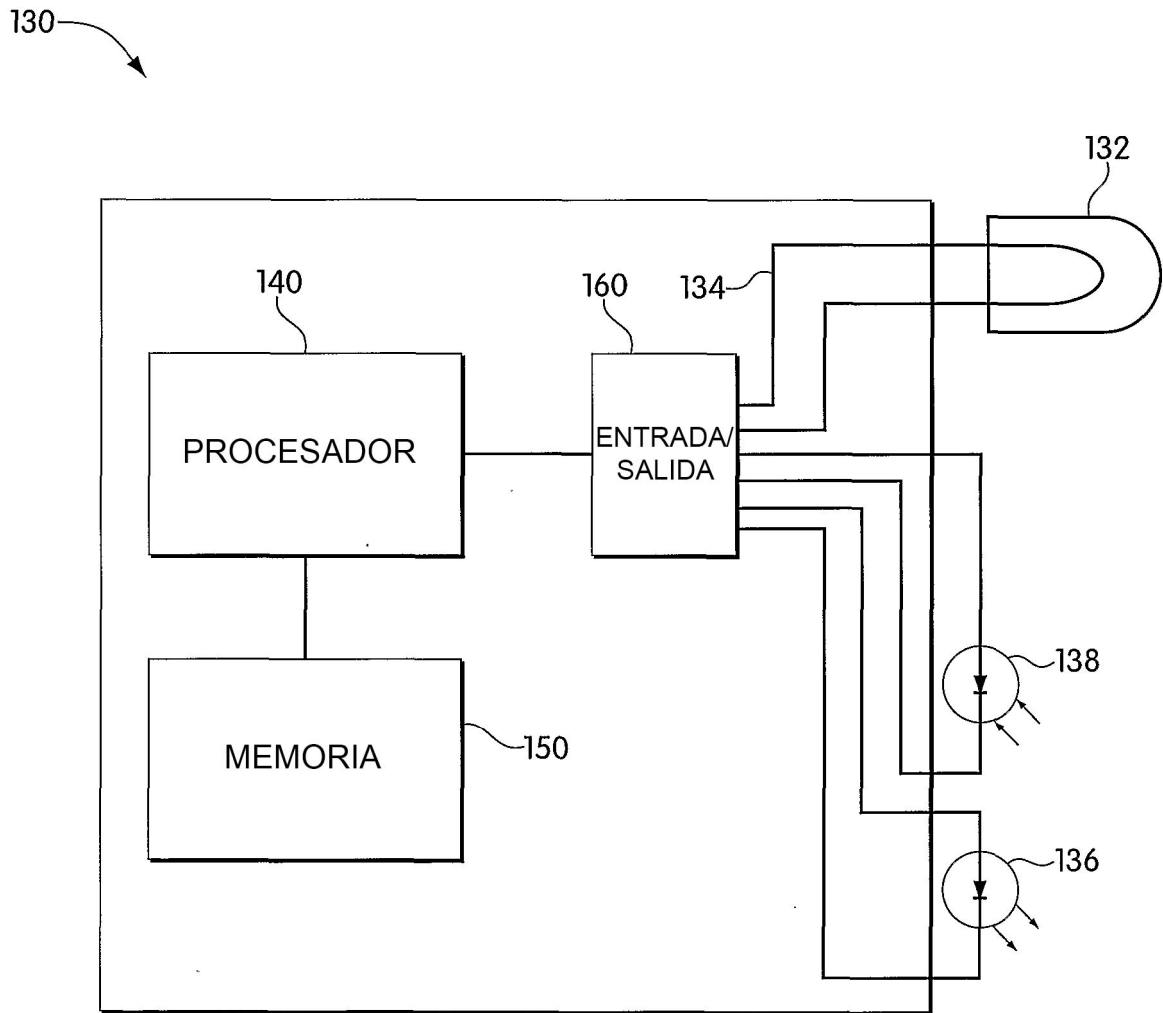


Fig. 5

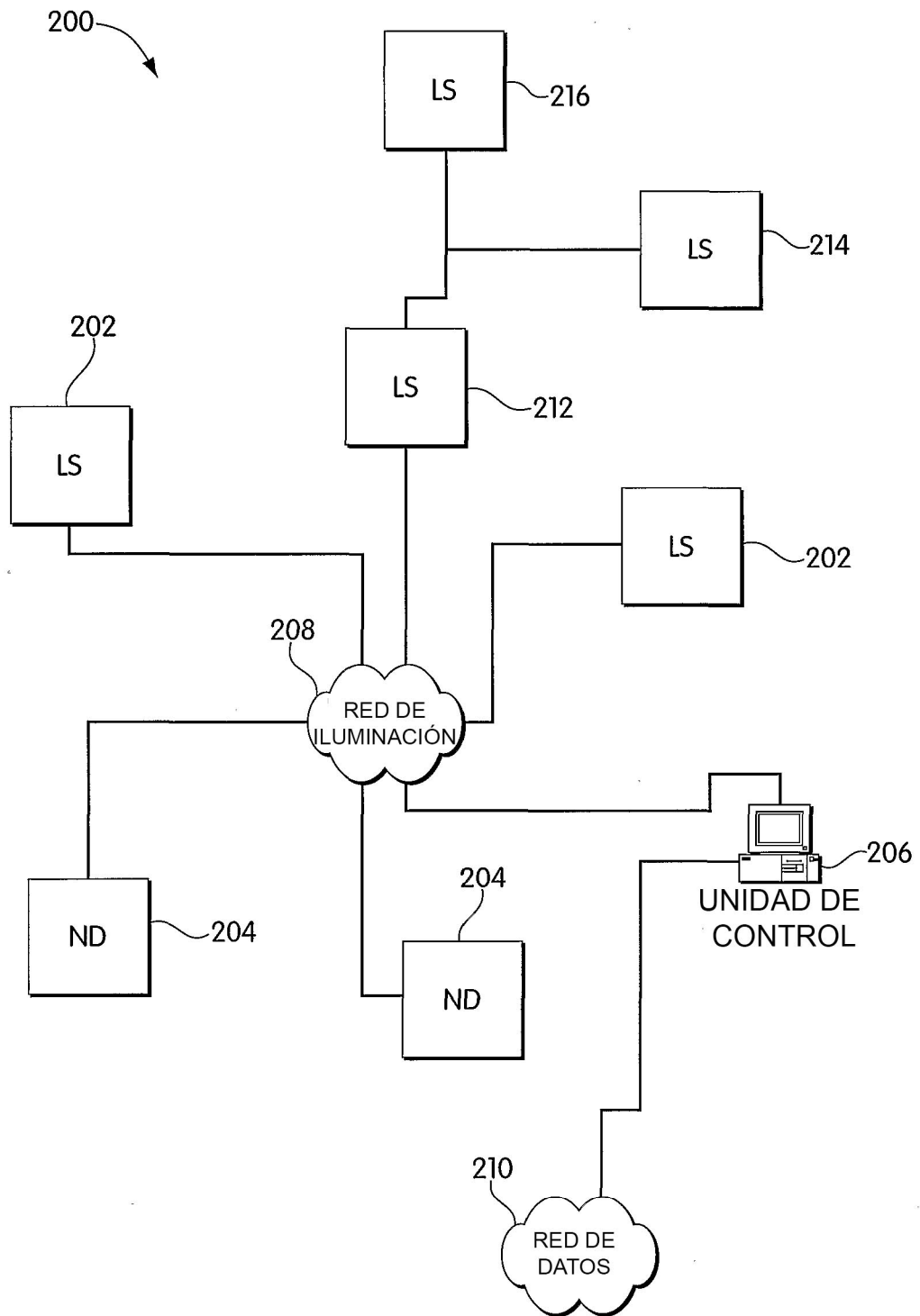


Fig. 6

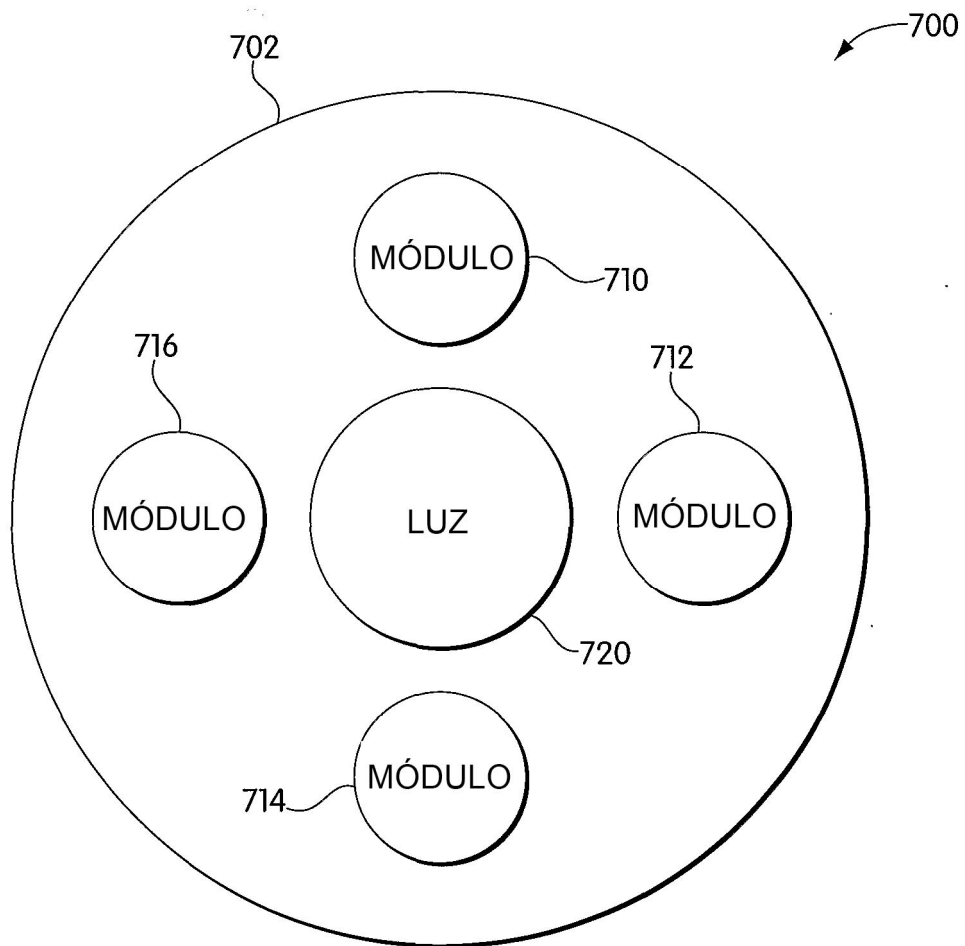


Fig. 7

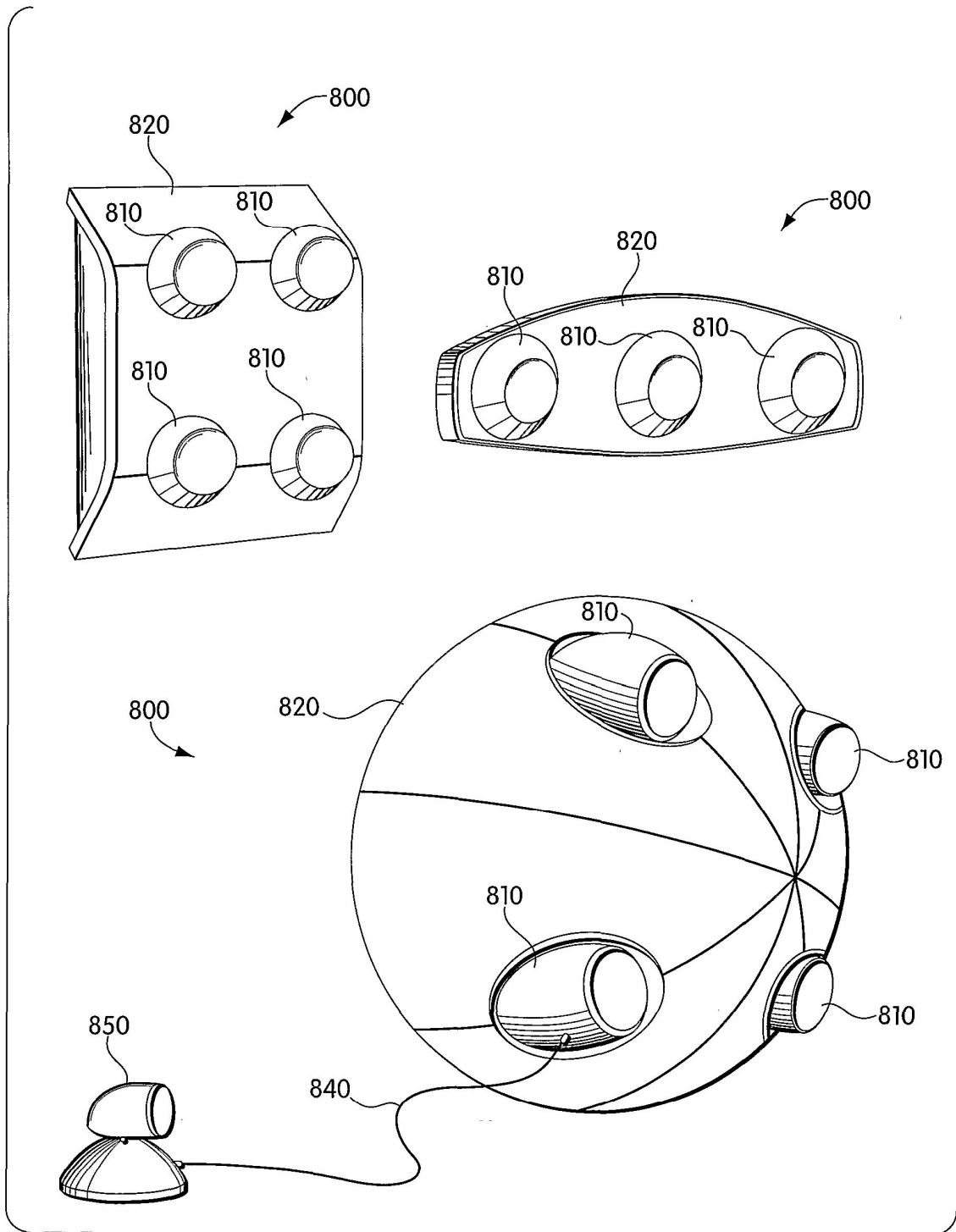


Fig. 8

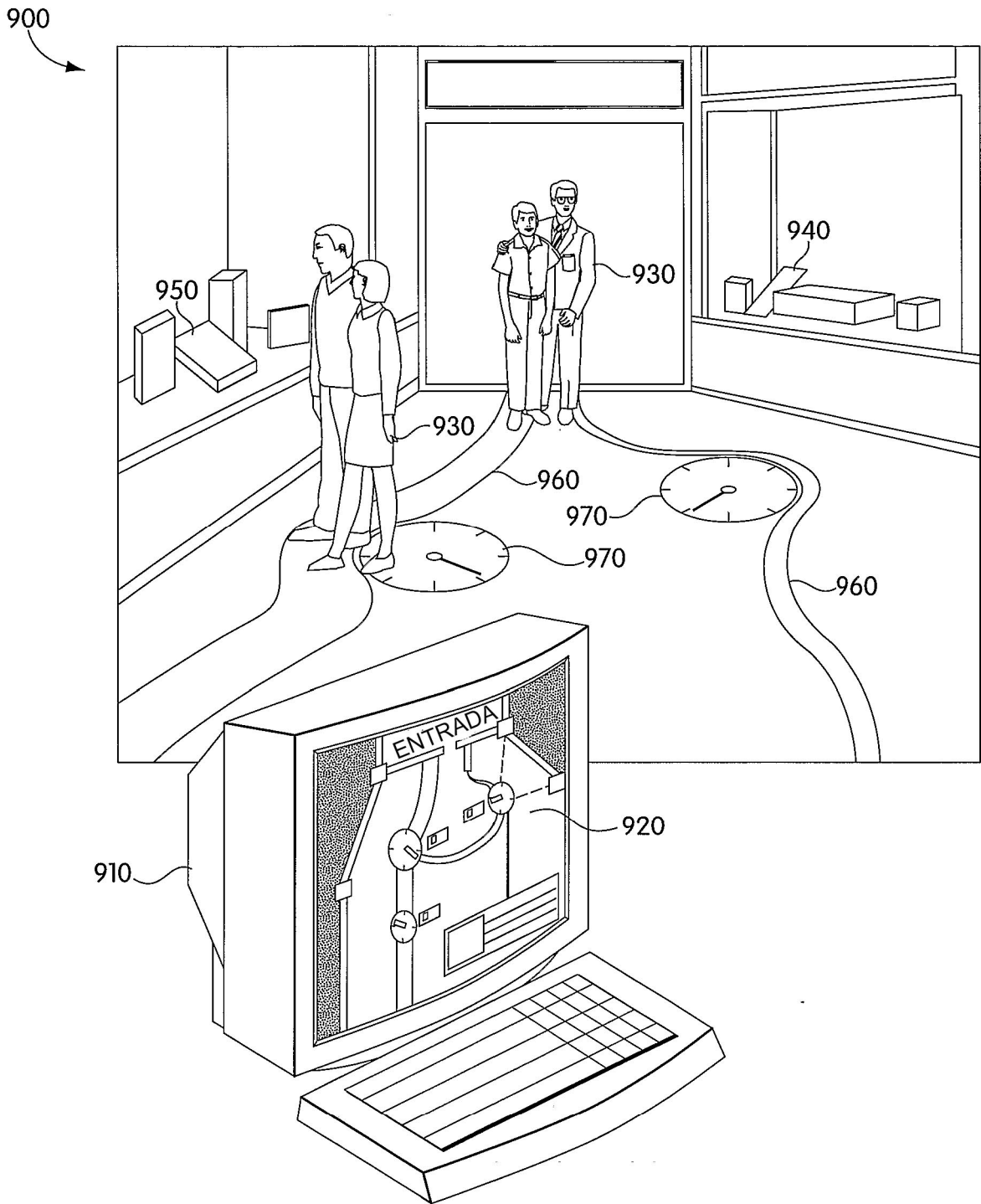


Fig. 9

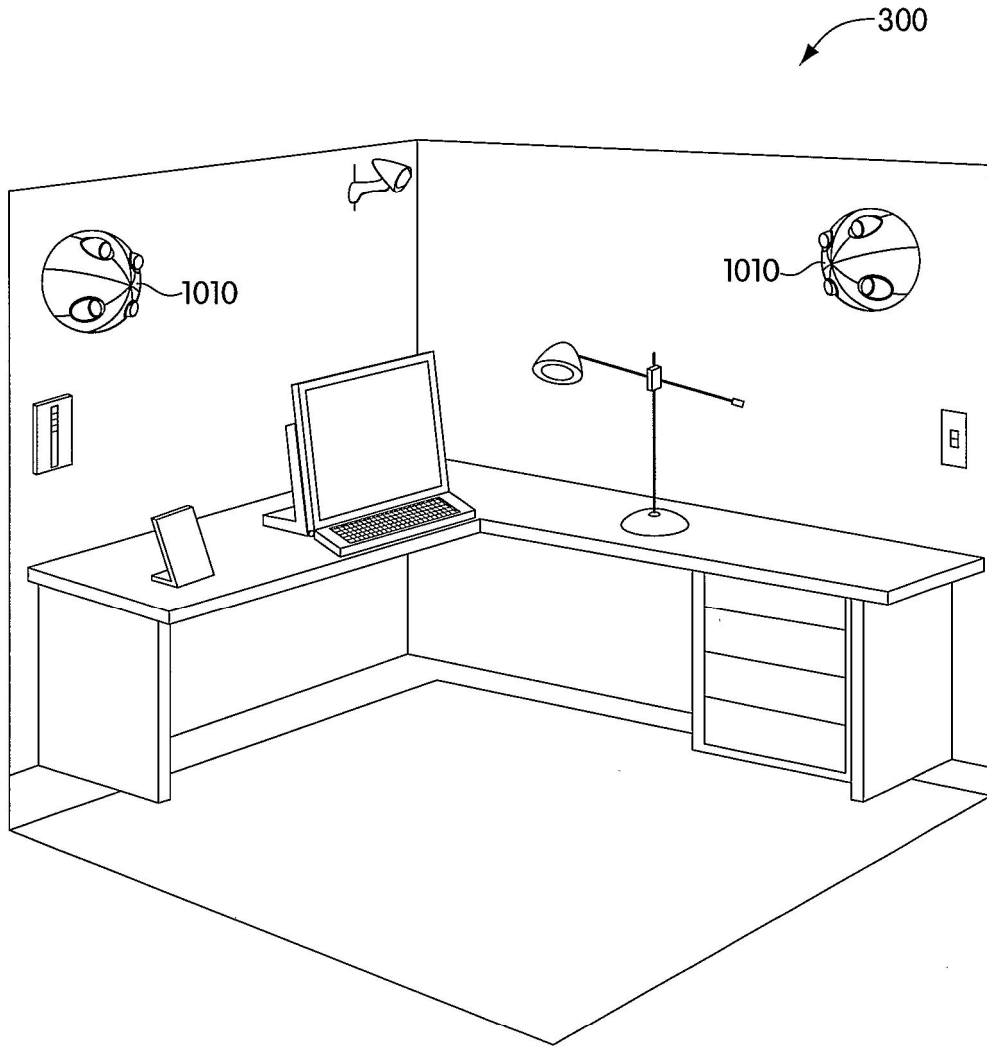


Fig. 10