

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 530 429**

51 Int. Cl.:

H05B 37/02 (2006.01)

H05B 33/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.10.2007 E 07861452 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.12.2014 EP 2087776**

54 Título: **Luminarias basadas en LED conectables en red y procedimientos para alimentar y controlar las mismas**

30 Prioridad:

19.10.2006 US 862183 P

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

02.03.2015

73 Titular/es:

**PHILIPS SOLID-STATE LIGHTING SOLUTIONS
(100.0%)
THREE BURLINGTON WOODS DRIVE 4TH
FLOOR
BURLINGTON, MA 01803, US**

72 Inventor/es:

**RABINER, MARK D.;
SHIKH, IGOR;
LOGAN, DEREK;
HART, BILL y
ROBERGE, BRIAN**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 530 429 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

Luminarias basadas en LED conectables en red y procedimientos para alimentar y controlar las mismas

5 Antecedentes

La aparición de las tecnologías de iluminación digitales, es decir, iluminación basada en fuentes de luz de semiconductor, tales como diodos de emisión de luz (LED), ofrece una alternativa viable a las lámparas fluorescentes, HID e incandescentes tradicionales. Las ventajas y beneficios funcionales de los LED incluyen conversión de alta energía y eficiencia óptica, robustez, bajos costes de funcionamiento y otros muchos. El menor tamaño de los LED, su larga vida operativa, su bajo consumo de energía y su durabilidad hacen que se sean una gran elección en diversas aplicaciones de iluminación. Por ejemplo, cada vez es más habitual crear redes de iluminación de dispositivos basados en LED, como se describe en las patentes estadounidenses nº. 6.016.038, 6.150.774 y 6.166.496. Además, el documento US2004160199 A1 describe unidades de iluminación de varios tipos y configuraciones, incluyendo unidades de iluminación lineales adecuadas para iluminar grandes espacios, tales como el exterior y el interior de un edificio. En este documento también se proporcionan procedimientos y sistemas para alimentar las unidades de iluminación, controlar las unidades de iluminación, autorizar presentaciones visuales para las unidades de iluminación y abordar el control de datos para las unidades de iluminación. Estos dispositivos de iluminación cuentan con microprocesadores incorporados para controlar las fuentes de luz de LED de los mismos y pueden producir cualquier color y cualquier secuencia de colores con intensidades y saturaciones variables, permitiendo una gran variedad de efectos luminosos llamativos, en aplicaciones tanto de iluminación como de visión directa.

Estos sistemas de iluminación y los efectos que producen son controlados y coordinados generalmente a través de una red (aunque hay muchas aplicaciones no conectadas en red), donde un flujo de datos que contiene paquetes de información se comunica a los dispositivos de iluminación. Cada uno de los dispositivos de iluminación puede registrar todos los paquetes de información que han pasado por el sistema, pero solo responde a los paquetes destinados al dispositivo particular. Cuando llega un paquete de información adecuadamente direccionado, el dispositivo de iluminación puede leer el paquete y ejecutar comandos basándose en la información contenida en el paquete. Esta disposición exige que cada uno de los dispositivos de iluminación tenga una dirección, y estas direcciones deben ser únicas con respecto a los otros dispositivos de iluminación de la red. Las direcciones se envían normalmente ajustando conmutadores en cada uno de los dispositivos de iluminación durante la instalación. El ajuste de los conmutadores suele ser muy lento y propenso a errores.

Los sistemas de iluminación para emplazamientos arquitectónicos, comerciales y de ocio, tales como teatros, casinos, parques temáticos, tiendas y centros comerciales requieren una variedad de luminarias y sistemas de control complejos para activar las luces. Las direcciones de los dispositivos de iluminación convencionales conectados en red se fijan a través de una serie de conmutadores físicos, tales como discos selectores, conmutadores DIP o botones. A estos dispositivos se les debe asignar de manera individual direcciones particulares y este proceso puede ser engorroso. De hecho, una de las tareas más onerosas (la configuración del sistema) que llevan a cabo los diseñadores de iluminación se realiza después de que todas las luces estén instaladas. Esta tarea requiere normalmente al menos dos personas e implica acudir a cada instrumento de iluminación o luminaria y determinar y fijar la dirección de red para el mismo mediante el uso de conmutadores o discos selectores, y después determinar la configuración y el elemento correspondiente en un panel de iluminación o un ordenador. No es de extrañar que la configuración de una red de iluminación pueda tardar muchas horas, dependiendo de la ubicación y la complejidad. Por ejemplo, un nuevo parque de atracciones puede usar cientos de luminarias controladas en red, las cuales no tienen una línea de visibilidad directa entre sí ni con cualquier otro punto. Cada una debe identificarse y asociarse a su configuración en el panel de control de iluminación. Durante este proceso es habitual que se produzcan errores y haya confusión. Con la suficiente planificación y coordinación, esta selección y ajuste de direcciones puede realizarse a priori, pero sigue necesitando un tiempo y esfuerzo considerables.

Hay otras desventajas asociadas a estos sistemas de iluminación, particularmente con los diseñados para aplicaciones de visión directa. Específicamente, hay muchas instalaciones que requieren largas líneas de componentes colocados en una fila o en otro patrón con el fin de producir una línea de luz continua para mostrar un efecto atractivo para el observador, por ejemplo para delimitar el perímetro de un edificio con iluminación de realce. Sin embargo, las redes de iluminación convencionales normalmente ofrecen poca o ninguna iluminación en los huecos dispuestos entre luminarias contiguas, lo cual tiende a desvirtuar la apariencia prevista de estas instalaciones. Además, puesto que se accede a cada uno de los componentes de manera individual, el grado de coordinación de los efectos luminosos, es decir, la "resolución" de la aplicación, está limitado al tamaño de los componentes. Por ejemplo, en una instalación lineal que presenta una pluralidad de componentes con una longitud de 30,48 cm (1 pie), el incremento más pequeño con el que puede accederse a los componentes es de 30,48 cm (1 pie). Además, otra desventaja de estos sistemas es que cuando los LED se visualizan directamente, parece que son emisores de luz discretos hasta que hay una distancia suficiente entre la luz y el observador. Incluso cuando el observador está relativamente alejado del sistema de iluminación, el sistema de iluminación no tiende a producir efectos luminosos muy brillantes o claramente perceptibles.

Otro inconveniente asociado a muchos sistemas de iluminación convencionales es que sus componentes se alimentan de manera externa, de modo que líneas tanto de comunicación como de alimentación se introducen a través de los extremos del alojamiento y en cajas de conexiones al principio y al final de cada luminaria. Las tres líneas (potencia, tierra y datos) se extienden a través de cada extremo y después a lo largo de la longitud de la luminaria. Cada elemento de iluminación del alojamiento se conectará a las tres líneas para adquirir energía y datos. El montaje de las luminarias es muy caro y engorroso, ya que se implementa a través de cajas de conexiones. Cada unidad de iluminación requiere montar dos cajas de conexiones en una pared u otra superficie de montaje, y cables y conductos deben extenderse entre las cajas para permitir que dos unidades de iluminación se conecten entre sí.

Por consiguiente, existe una necesidad en la técnica de luminarias versátiles basadas en LED capaces de crear efectos luminosos de varios colores y de colores visualmente agradables con una mejor resolución de control y una gestión de potencia eficaz, que sean fáciles de instalar en una red.

Sumario de la invención

La tecnología dada a conocer en el presente documento aborda las desventajas e inconvenientes mencionados anteriormente y se refiere en general a unidades de iluminación de varios tipos y configuraciones, incluyendo luminarias lineales que comprenden múltiples unidades de iluminación basadas en LED adecuadas para iluminar o proporcionar iluminación de realce para grandes espacios, tales como el exterior y el interior de un edificio. También se dan a conocer procedimientos y sistemas para alimentar y controlar estas luminarias y sistemas que utilizan múltiples luminarias de este tipo, así como técnicas para direccionar datos de control para tales luminarias y sistemas.

En varias realizaciones e implementaciones, esta tecnología y sus aspectos inventivos están dirigidos a luminarias que incluyen una o más placas de circuito y una pluralidad de fuentes de luz, por ejemplo LED dispuestos a lo largo de la(s) placa(s) de circuito. La(s) placa(s) de circuito y las fuentes de luz están dispuestas en un alojamiento asociado a una envoltura transmisora de luz. Un medio de conexión del alojamiento permite a una primera luminaria conectarse de manera adyacente a una segunda luminaria sin crear un hueco (por ejemplo, en una emisión de luz percibida) entre los alojamientos. Por ejemplo, el medio de conexión puede incluir un paso que permite a las líneas de alimentación y/o de datos salir del alojamiento en una ubicación diferente al extremo del alojamiento. La(s) placa(s) de circuito y el alojamiento pueden ser sustancialmente lineales, estar curvados, doblados, ramificados o tener forma de "T" o "V", entre otras formas.

En muchas realizaciones de la invención, el alojamiento incluye una primera parte hecha de aluminio extrudido que está asociada mecánicamente, y que preferentemente está conectada de manera hermética, a una segunda parte que comprende una envoltura óptica traslúcida (por ejemplo, que puede estar hecha de policarbonato extrudido). La pluralidad de fuentes de luz está dispuesta en la(s) placa(s) de circuito para proporcionar una iluminación sustancialmente uniforme de al menos una parte de la envoltura dispuesta sobre la(s) placa(s) de circuito. Dicho de otro modo, una parte sustancial de luz procedente de las fuentes de luz se proyecta dentro de un ángulo de haz alineado para proyectar luz sobre la superficie interior de la envoltura óptica y la alineación se optimiza para generar una iluminación sustancialmente uniforme de la parte de la envoltura óptica visible al observador. En algunas implementaciones, los LED están dispuestos en la(s) placa(s) de circuito en dos filas, de modo que el ángulo de haz se forma con la luz emitida por las dos filas de LED.

Cada placa de circuito también puede incluir un procesador, por ejemplo un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), configurado para recibir y transmitir un flujo de datos, como se describe en detalle en la patente estadounidense n.º 6.777.891, incorporada en el presente documento como referencia. Por consiguiente, en algunas implementaciones, la presente tecnología contempla el disponer una pluralidad de unidades de iluminación en una configuración en serie dentro de la luminaria y controlarlas mediante un flujo de datos para los ASIC respectivos de cada una de las mismas, donde cada unidad de iluminación responde al primer bit de datos no modificado del flujo, modifica ese bit de datos y transmite el flujo al siguiente ASIC.

También puede proporcionarse un medio de comunicación mediante el cual la luminaria responde a datos procedentes de una fuente de señales externa a la luminaria. La fuente de señales puede ser una fuente de señales inalámbrica y puede generar una señal basándose en un programa de iluminación con secuencias de comandos para la luminaria. En implementaciones particulares, la tecnología dada a conocer en el presente documento contempla un módulo de conversión de datos/señal para recibir una señal de control a través de un protocolo de Ethernet y convertirla a un formato legible por los ASIC respectivos de las unidades de iluminación de la luminaria.

La presente tecnología contempla además una fuente de alimentación para alimentar la luminaria, por ejemplo una fuente de alimentación controlada por factor de potencia de dos fases. El módulo de corrección de factor de potencia de la fuente de alimentación puede incluir un condensador de almacenamiento de energía y un convertidor CC-CC separados por un bus. En implementaciones particulares, cada unidad de iluminación de la luminaria incluye un módulo de potencia, que permite a las unidades aceptar una tensión de línea, simplificando así la instalación y mejorando la durabilidad de las unidades de iluminación, como se describe en la patente estadounidense n.º 7.233.115, incorporada en el presente documento como referencia.

5 El control de la luminaria puede basarse en la asignación de las unidades de iluminación de la luminaria como objetos en un programa de ordenador orientado a objetos (por ejemplo, un sistema de autorización que relaciona atributos de un sistema virtual con atributos del mundo real de sistemas de iluminación, incluyendo las posiciones de las unidades de iluminación individuales del sistema de iluminación).

10 En algunas implementaciones, las luminarias con múltiples unidades de iluminación descritas anteriormente pueden disponerse como una matriz en un edificio y configurarse para (i) facilitar la representación visual de al menos uno de entre un número, una palabra, una letra, un logotipo, una marca y un símbolo; y/o para (ii) mostrar un espectáculo de luces con varios efectos basados en el tiempo. En otras implementaciones, las luminarias descritas en el presente documento están configuradas para introducirse en una hornacina o medio similar.

15 Generalmente, en un aspecto, la invención se centra en una luminaria que incluye un alojamiento que tiene al menos una primera parte y una segunda parte y al menos una placa de circuito de alimentación y de control dispuesta en la primera parte del alojamiento. La placa de circuito de alimentación y de control incluye al menos una fuente de alimentación de conmutación para recibir una tensión de línea de CA y proporcionar una tensión de salida de CC; y un convertidor de protocolos de comunicaciones para recibir primeras instrucciones de iluminación formateadas según un primer protocolo de comunicaciones y convertir al menos algunas de las primeras instrucciones de iluminación en segundas instrucciones de iluminación formateadas según un segundo protocolo de comunicaciones. La luminaria incluye además una pluralidad de placas de circuito modulares dispuestas en la segunda parte del alojamiento y acopladas a la al menos una placa de circuito de alimentación y de control. Cada placa de circuito modular de la pluralidad de placas de circuito modulares incluye una pluralidad de unidades de iluminación basadas en LED acopladas a la tensión de salida de CC y que responden a las segundas instrucciones de iluminación formateadas según el segundo protocolo de comunicaciones.

25 En otro aspecto, la invención se centra en una luminaria modular basada en LED que incluye (i) un conector de entrada para recibir una tensión de línea de CA y primeras instrucciones de iluminación formateadas según un primer protocolo de comunicaciones; (ii) un conector de salida para proporcionar la tensión de línea de CA y las primeras instrucciones de iluminación formateadas según el primer protocolo de comunicaciones; (iii) un convertidor de protocolos de comunicaciones acoplado al conector de entrada para convertir al menos algunas de las primeras instrucciones de iluminación formateadas según el primer protocolo de comunicaciones en segundas instrucciones de iluminación formateadas según un segundo protocolo de comunicaciones; y (iv) una pluralidad de unidades de iluminación basadas en LED acopladas al convertidor de protocolos de comunicaciones y configuradas para recibir las segundas instrucciones de iluminación formateadas según el segundo protocolo de comunicaciones. Cada unidad de iluminación basada en LED de la pluralidad de unidades de iluminación basadas en LED puede controlarse de manera individual e independiente en respuesta a al menos algunas de las segundas instrucciones de iluminación.

40 En otro aspecto adicional, la invención se refiere a una luminaria modular basada en LED que incluye (i) un conector de entrada para recibir una tensión de línea de CA y primeras instrucciones de iluminación formateadas según un protocolo basado en Ethernet; (ii) un conector de salida para proporcionar la tensión de línea de CA y las primeras instrucciones de iluminación formateadas según el protocolo basado en Ethernet; (iii) al menos una fuente de alimentación de conmutación acoplada al conector de entrada para convertir la tensión de línea de CA en una tensión de salida de CC; y (iv) una pluralidad de unidades de iluminación basadas en LED acopladas a la tensión de salida de CC. Cada unidad de iluminación basada en LED de la pluralidad de unidades de iluminación basadas en LED puede controlarse de manera individual e independiente en función de información contenida en las primeras instrucciones de iluminación.

45 Además, en otro aspecto adicional, la invención se refiere a una luminaria lineal que incluye una pluralidad de placas de circuito modulares conectadas en serie. Cada placa de circuito modular incluye una pluralidad de unidades de iluminación basadas en LED conectadas en serie y controlables de manera individual e independiente, de modo que todas las unidades de iluminación basadas en LED en todas las placas de circuito modulares conectadas en serie están interconectadas en serie. Cada unidad de iluminación basada en LED incluye (i) al menos un primer LED para generar una primera radiación que tiene un primer espectro; (ii) al menos un segundo LED para generar una segunda radiación que tiene un segundo espectro diferente del primer espectro; y (iii) un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) para controlar al menos una primera intensidad de la primera radiación y una segunda intensidad de la segunda radiación en respuesta a primeras instrucciones de iluminación formateadas según un protocolo de comunicaciones serie.

60 Además, la invención contempla un sistema de iluminación que incluye una primera pluralidad de luminarias modulares conectadas en serie. Al menos una primera luminaria modular de la primera pluralidad de luminarias modulares conectadas en serie está configurada para recibir tanto una tensión de línea de CA como comunicaciones basadas en Ethernet a través de un primer cable individual de múltiples conductores. Cada luminaria modular incluye (i) al menos una fuente de alimentación de conmutación para convertir la tensión de línea de CA en una tensión de salida de CC; (ii) un convertidor de protocolos de comunicaciones para convertir las comunicaciones basadas en Ethernet en instrucciones de iluminación formateadas según un protocolo serie; y (iii) una pluralidad de unidades de iluminación basadas en LED y conectadas en serie acopladas a la tensión de CC para generar un color variable, una temperatura de color variable y/o una luz de intensidad variable en función de las instrucciones de iluminación formateadas según el protocolo serie.

Terminología relacionada

5 Tal y como se usa en el presente documento para los fines de la presente divulgación, debe entenderse que el término "LED" incluye cualquier diodo electroluminiscente u otro tipo de sistema basado en unión/inyección de portadores de carga que sea capaz de generar radiación en respuesta a una señal eléctrica. Por tanto, el término LED incluye, pero no está limitado a, varias estructuras basadas en semiconductor que emiten luz en respuesta a una corriente, polímeros de emisión de luz, diodos orgánicos de emisión de luz (OLED), tiras electroluminiscentes y similares.

10 En particular, el término LED se refiere a diodos de emisión de luz de todos los tipos (incluyendo diodos orgánicos de emisión de luz y de semiconductor) que pueden configurarse para generar radiación en uno o más de entre el espectro infrarrojo, el espectro ultravioleta y varias partes del espectro visible (incluyendo generalmente longitudes de onda de radiación de entre 400 nanómetros aproximadamente y 700 nanómetros aproximadamente). Algunos ejemplos de LED incluyen, pero no están limitados a, varios tipos de LED infrarrojos, LED ultravioletas, LED rojos, LED azules, LED verdes, LED amarillos, LED ámbar, LED naranjas y LED blancos (descritos posteriormente en detalle). También debe apreciarse que los LED pueden configurarse y/o controlarse para generar radiación con varios anchos de banda (por ejemplo, anchuras a media altura, o FWHM) para un espectro dado (por ejemplo, ancho de banda estrecho, ancho de banda amplio), y diversas longitudes de onda dominantes en una categorización de colores general dada.

20 Por ejemplo, una implementación de un LED configurado para generar esencialmente luz blanca (por ejemplo, un LED blanco) puede incluir una pluralidad de chips que emiten respectivamente diferentes espectros de electroluminiscencia que, en combinación, se mezclan para formar esencialmente luz blanca. En otra implementación, un LED de luz blanca puede asociarse a un material fosforescente que convierte electroluminiscencia que presenta un primer espectro en un segundo espectro diferente. En un ejemplo de esta implementación, una electroluminiscencia que tiene una longitud de onda relativamente corta y un espectro de ancho de banda estrecho "bombardea" el material fosforescente, que a su vez irradia una radiación de mayor longitud de onda que tiene un espectro algo más ancho.

30 Debe entenderse además que el término LED no limita el tipo de encapsulado físico y/o eléctrico de un LED. Por ejemplo, como se ha descrito anteriormente, un LED puede referirse a un único dispositivo de emisión de luz que tiene múltiples chips que están configurados para emitir respectivamente diferentes espectros de radiación (por ejemplo, que pueden controlarse o no de manera individual). Además, un LED puede asociarse a un material fosforescente considerado como una parte integrante del LED (por ejemplo, algunos tipos de LED blancos). En general, el término LED puede referirse a LED encapsulados, LED no encapsulados, LED montados en superficie, LED de chip sobre placa, LED montados en cápsulas T, LED de encapsulado radial, LED de encapsulado de potencia, LED que incluyen algún tipo de revestimiento y/o elemento óptico (por ejemplo, una lente difusora), etc.

40 Debe entenderse que el término "fuente de luz" se refiere a una cualquiera o más de una variedad de fuentes de radiación, que incluyen, pero sin limitarse a, fuentes basadas en LED (que incluyen uno o más LED como se definió anteriormente), fuentes incandescentes (por ejemplo, lámparas con filamentos, lámparas halógenas), fuentes fluorescentes, fuentes fosforescentes, fuentes de descarga de alta intensidad (por ejemplo, lámparas de vapor de sodio, de vapor de mercurio y de haluro metálico), láseres, otros tipos de fuentes electroluminiscentes, fuentes piroluminiscentes (por ejemplo, llamas), fuentes candoluminiscentes (por ejemplo, manguitos incandescentes para gas, fuentes de radiación de arco con electrodos de carbón), fuentes fotoluminiscentes (por ejemplo, fuentes de descarga gaseosa), fuentes de cátodo luminiscente que utilizan saturación electrónica, fuentes galvanoluminiscentes, fuentes cristaloluminiscentes, fuentes luminiscentes cinemáticas, fuentes termoluminiscentes, fuentes triboluminiscentes, fuentes sonoluminiscentes, fuentes radioluminiscentes y polímeros luminiscentes.

50 Una fuente de luz dada puede configurarse para generar radiación electromagnética dentro del espectro visible, fuera del espectro visible, o una combinación de ambos. Por tanto, los términos "luz" y "radiación" se utilizan de manera intercambiable en el presente documento. Además, una fuente de luz puede incluir como un componente incorporado uno o más filtros (por ejemplo, filtros de color), lentes u otros componentes ópticos. Debe entenderse además que pueden configurarse fuentes de luz para diversas aplicaciones, incluyendo, pero sin limitarse a, indicación, representación visual y/o iluminación. Una "fuente de luz" es una fuente de luz que está particularmente configurada para generar radiación que tiene una intensidad suficiente para iluminar de manera eficaz un espacio interior o exterior. En este contexto, "intensidad suficiente" se refiere a una potencia radiante suficiente en el espectro visible generada en el espacio o entorno (la unidad "lúmenes" se utiliza frecuentemente para representar la salida de luz total de una fuente de luz en todas las direcciones, en lo que respecta a la potencia radiante o "flujo luminoso") para proporcionar una iluminación ambiental (es decir, luz que puede percibirse indirectamente y que, por ejemplo, puede reflejarse desde una o más de una variedad de superficies intervinientes antes de percibirse total o parcialmente).

60 Debe entenderse que el término "espectro" se refiere a una cualquiera o más frecuencias (o longitudes de onda) de radiación producidas por una o más fuentes de luz. Por consiguiente, el término "espectro" se refiere a frecuencias (o longitudes de onda) no sólo en el intervalo visible, sino también a frecuencias (o longitudes de onda) en zonas de infrarrojos, ultravioleta y otras zonas del espectro electromagnético global. Además, un espectro dado puede tener un ancho de banda relativamente estrecho (por ejemplo, una FWHM que tiene esencialmente pocas componentes de

longitud de onda o frecuencia) o un ancho de banda relativamente amplio (varios componentes de longitud de onda o frecuencia que tienen varias intensidades relativas). También debe apreciarse que un espectro dado puede ser el resultado de una mezcla de dos o más otros espectros (por ejemplo, mezclar radiación emitida respectivamente desde múltiples fuentes de luz).

Para los fines de esta divulgación, el término “color” se utiliza de manera intercambiable con el término “espectro”. Sin embargo, el término “color” se utiliza generalmente para referirse principalmente a una propiedad de radiación que puede percibir un observador (aunque este uso no pretende limitar el alcance de este término). Por consiguiente, el término “colores diferentes” se refiere implícitamente a múltiples espectros que tienen componentes de longitud de onda y/o anchos de banda diferentes. También debe apreciarse que el término “color” puede utilizarse tanto en relación con luz blanca como con luz no blanca.

El término “temperatura de color” se utiliza generalmente en el presente documento en relación con la luz blanca, aunque este uso no pretende limitar el alcance de este término. La temperatura de color se refiere esencialmente a un contenido o tono de color particular (por ejemplo, rojizo, azulado) de luz blanca. La temperatura de color de una muestra de radiación dada se caracteriza convencionalmente según la temperatura en grados Kelvin (K) de un radiador del cuerpo negro que irradia esencialmente el mismo espectro que la muestra de radiación en cuestión. Las temperaturas de color del radiador del cuerpo negro se encuentran generalmente dentro de un intervalo comprendido entre aproximadamente 700 grados K (generalmente considerado el primero visible para el ojo humano) y aproximadamente 10.000 grados K; la luz blanca se percibe generalmente a temperaturas de color de entre 1500 y 2000 grados K.

Temperaturas de color más bajas indican generalmente luz blanca que tiene un componente rojo más significativo o una “sensación más cálida”, mientras que temperaturas de color más altas indican generalmente luz blanca que tiene un componente azul más significativo o una “sensación más fría”. A modo de ejemplo, el fuego tiene una temperatura de color de aproximadamente 1.800 grados K, una bombilla incandescente convencional tiene una temperatura de color de aproximadamente 2848 grados K, las primeras horas de la mañana tienen una temperatura de color de aproximadamente 3.000 grados K, y cielos nublados a mediodía tienen una temperatura de color de aproximadamente 10.000 grados K. Una imagen de color vista bajo luz blanca que tiene una temperatura de color de aproximadamente 3.000 grados K tiene un tono relativamente rojizo, mientras que la misma imagen de color vista bajo luz blanca que tiene una temperatura de color de aproximadamente 10.000 grados K tiene un tono relativamente azulado.

El término “luminaria” se utiliza en el presente documento para referirse a una implementación o disposición de una o más unidades de iluminación en un factor de forma, ensamblado o encapsulado particular. El término “unidad de iluminación” se usa en el presente documento para referirse a un aparato que incluye una o más fuentes de luz del mismo o de diferente tipo. Una unidad de iluminación dada puede tener una cualquiera de una variedad de disposiciones de montaje para la(s) fuente(s) de luz, disposiciones y formas de cerramiento/alojamiento y/o configuraciones de conexión eléctricas y mecánicas. Además, una unidad de iluminación dada puede asociarse opcionalmente con (por ejemplo, incluir, acoplarse a y/o encapsularse junto con) otros varios componentes (por ejemplo, sistema de circuitos de control) relacionados con el funcionamiento de la(s) fuente(s) de luz. Una “unidad de iluminación basada en LED” se refiere a una unidad de iluminación que incluye una o más fuentes de luz basadas en LED como se ha descrito anteriormente, solas o en combinación con otras fuentes de luz no basadas en LED. Una unidad de iluminación “multicanal” se refiere a una unidad de iluminación basada en LED o no basada en LED que incluye al menos dos fuentes de luz configuradas para generar respectivamente diferentes espectros de radiación, donde cada espectro fuente diferente puede denominarse como un “canal” de la unidad de iluminación multicanal.

El término “controlador” se utiliza en el presente documento generalmente para describir varios aparatos relacionados con el funcionamiento de una o más fuentes de luz. Un controlador puede implementarse de varias maneras (tal como con hardware dedicado) para llevar a cabo varias funciones descritas en el presente documento. Un “procesador” es un ejemplo de un controlador que utiliza uno o más microprocesadores que pueden programarse usando software (por ejemplo, microcódigo) para llevar a cabo varias funciones descritas en el presente documento. Un controlador puede implementarse con o sin utilizar un procesador, y también puede implementarse como una combinación de hardware dedicado para llevar a cabo algunas funciones y un procesador (por ejemplo, uno o más microprocesadores programados y sistema de circuitos asociado) para llevar a cabo otras funciones. Ejemplos de componentes de controlador que pueden utilizarse en varias realizaciones de la presente divulgación incluyen, pero sin limitarse a, microprocesadores convencionales, circuitos integrados de aplicación específica (ASIC) y matrices de puertas de campo programable (FPGA).

En varias implementaciones, un procesador o controlador puede estar asociado a uno o más medios de almacenamiento (denominados de manera genérica en el presente documento como “memoria”, por ejemplo memoria de ordenador volátil y no volátil tales como RAM, PROM, EPROM y EEPROM, discos flexibles, discos compactos, discos ópticos, cinta magnética, etc.). En algunas implementaciones, los medios de almacenamiento pueden codificarse con uno o más programas que, cuando se ejecutan en uno o más procesadores y/o controladores, llevan a cabo al menos algunas de las funciones descritas en el presente documento. Varios medios de almacenamiento pueden fijarse dentro de un procesador o controlador o pueden transportarse, de modo que el uno o más programas almacenados en los mismos pueden cargarse en un procesador o controlador para implementar varios aspectos de la presente divulgación descrita

en el presente documento. Los términos “programa” o “programa informático” se usan en el presente documento en un sentido genérico para referirse a cualquier tipo de código informático (por ejemplo, software o microcódigo) que pueda emplearse para programar uno o más procesadores o controladores.

5 El término “direccionable” se usa en el presente documento para referirse a un dispositivo (por ejemplo, una fuente de luz en general, una unidad de iluminación o luminaria, un controlador o procesador asociado a una o más fuentes de luz o unidades de iluminación, otros dispositivos no relacionados con la iluminación, etc.) que está configurado para recibir información (por ejemplo, datos) destinada a múltiples dispositivos, incluyendo él mismo, y para responder de manera selectiva a información particular destinada al mismo. El término “direccionable” se utiliza con frecuencia en relación con
10 un entorno conectado en red (o una “red”, como se describe posteriormente en detalle), en el que múltiples dispositivos están acoplados entre sí a través de algún medio o medios de comunicaciones.

En una implementación de red, uno o más dispositivos acoplados a una red pueden servir como un controlador para uno o más otros dispositivos acoplados a la red (por ejemplo, en una relación maestro/esclavo). En otra implementación, un entorno conectado en red puede incluir uno o más controladores dedicados que están configurados para controlar uno o más de los dispositivos acoplados a la red. Generalmente, cada uno de los múltiples dispositivos acoplados a la red puede tener acceso a datos que están presentes en el medio o medios de comunicaciones; sin embargo, un dispositivo dado puede ser “direccionable” en cuanto a que está configurado para intercambiar datos de manera selectiva con (es decir, recibir datos desde y/o transmitir datos hacia) la red, en función de, por ejemplo, uno o más identificadores
15 particulares (por ejemplo, “direcciones”) asignados al mismo.

El término “red” tal y como se usa en el presente documento se refiere a cualquier interconexión de dos o más dispositivos (incluyendo controladores o procesadores) que facilita el transporte de información (por ejemplo para control de dispositivo, almacenamiento de datos, intercambio de datos, etc.) entre dos o más dispositivos cualesquiera y/o entre
25 múltiples dispositivos acoplados a la red. Como puede apreciarse fácilmente, varias implementaciones de redes adecuadas para interconectar múltiples dispositivos pueden incluir cualquiera de una variedad de topologías de red y emplear cualquiera de una variedad de protocolos de comunicación. Además, en varias redes según la presente divulgación, cualquier conexión entre dos dispositivos puede representar una conexión dedicada entre los dos sistemas o, como alternativa, una conexión no dedicada. Además de llevar información destinada a los dos dispositivos, una conexión no dedicada de este tipo puede llevar información no necesariamente destinada a alguno de los dos dispositivos (por ejemplo, una conexión de red abierta). Además, se apreciará fácilmente que varias redes de dispositivos como las descritas en el presente documento pueden emplear uno o más enlaces inalámbricos, cableados/por cable y/o de fibra óptica para facilitar el transporte de información por toda la red.

El término “interfaz de usuario” tal y como se usa en el presente documento se refiere a una interfaz entre un operador o usuario humano y uno o más dispositivos que permite la comunicación entre el usuario y el/los dispositivo(s). Ejemplos de interfaces de usuario que pueden emplearse en varias implementaciones de la presente divulgación incluyen, pero no se limitan a, conmutadores, potenciómetros, botones, discos selectores, botones deslizantes, un ratón, teclado, teclado numérico, varios tipos de controladores de juegos (por ejemplo, palanca de control), bolas de seguimiento, pantallas de
35 visualización, varios tipos de interfaces gráficas de usuario (GUI), pantallas táctiles, micrófonos y otros tipos de sensores que puedan recibir alguna forma de estímulo generado por una persona y generar una señal en respuesta al mismo.

Debe apreciarse que todas las combinaciones de los conceptos anteriores y conceptos adicionales descritos posteriormente en mayor detalle (siempre que tales conceptos no sean incoherentes entre sí) se contemplan como parte del contenido inventivo dado a conocer en el presente documento. En particular, todas las combinaciones de contenido reivindicado que aparecen al final de esta divulgación se contemplan como parte del contenido inventivo dado a conocer en el presente documento. Debe apreciarse además que a la terminología utilizada explícitamente en el presente documento que también pueda aparecer en cualquier divulgación incorporada como referencia debe concedérsele un significado compatible con los conceptos particulares dados a conocer en el presente documento.

50 Patentes y solicitudes de patente relacionadas

Las siguientes patentes y solicitudes de patente se incorporan en el presente documento a modo de referencia:

- 55 • Patente estadounidense n.º 6.016.038, concedida el 18 de enero de 2000, titulada "*Multicolored LED Lighting Method and Apparatus*";
- Patente estadounidense n.º 6.211.626, concedida el 3 de abril de 2001, titulada "*Illumination Components*";
- Patente estadounidense n.º 6.608.453, concedida el 19 de agosto de 2003, titulada "*Methods and Apparatus for Controlling Devices in a Networked Lighting System*";
- 60 • Patente estadounidense n.º 6.777.891 concedida el 17 de agosto de 2004, titulada "*Methods and Apparatus for Controlling Devices in a Networked Lighting System*";
- Patente estadounidense n.º 6.717.376, concedida el 6 de abril de 2004, titulada "*Automotive Information Systems*";
- 65 • Patente estadounidense n.º 7.161.311, concedida el 9 de enero de 2007, titulada "*Multicolored LED Lighting Method and Apparatus*";

- Patente estadounidense n.º 7.202.613, concedida el 10 de abril de 2007, titulada "*Controlled Lighting Methods and Apparatus*";
- Patente estadounidense n.º 7.233.115, concedida el 19 de junio de 2007, titulada "*LED-Based Lighting Network Power Control Methods and Apparatus*";
- 5 • Publicación de solicitud de patente estadounidense n.º 2005-0213353, presentada el 29 de septiembre de 2005, titulada "*LED Power Control Methods and Apparatus*";
- Publicación de solicitud de patente estadounidense n.º 2005-0248299, publicada el 10 de noviembre de 2005, titulada "*Light System Manager*";
- 10 • Publicación de solicitud de patente estadounidense n.º 2006-0002110, publicada el 5 de enero de 2006, titulada "*Methods and Systems for Providing Lighting Systems*"; y
- Publicación de solicitud de patente estadounidense n.º 2007-0188114, publicada el 17 de agosto de 2007, titulada "*Methods and Apparatus for High Power Factor Controlled Power Delivery Using a Single Switching Stage Per Load*".

15 Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama que ilustra una unidad de iluminación según una realización de la invención.

La Fig. 2 ilustra factores de forma a modo de ejemplo para la unidad de iluminación de la Fig. 1, en función de una configuración sustancialmente lineal o una configuración curvilínea, según varias realizaciones de la invención.

20 La Fig. 3 es un diagrama que ilustra un sistema de iluminación conectado en red según una realización de la invención.

La Fig. 4 es un diagrama que ilustra una red de unidades de iluminación, donde cada una tiene una configuración lineal y está dispuesta en una matriz bidimensional, según una realización de la invención.

25 La Fig. 5 muestra la matriz de la Fig. 4, en la que se indica que determinadas unidades de iluminación están encendidas o generando luz, según una realización de la invención.

La Fig. 6 ilustra un diagrama de tiempo para toda la matriz mostrada en las Fig. 4 y 5, o una fila de la matriz, demostrando que uno cualquiera de una variedad de efectos luminosos puede crearse controlando diferentes unidades de iluminación de la matriz para generar varias salidas de luz en el tiempo, según una realización de la invención.

30 Las Fig. 7, 8A, 8B y 8C ilustran varios aspectos estructurales de una realización de la presente invención dirigidos a una luminaria modular esencialmente lineal que está configurada para alojar múltiples unidades de iluminación similares a las descritas anteriormente en relación con las Fig. 1 a 6.

La Fig. 9 ilustra una disposición a modo de ejemplo de varios componentes de la luminaria lineal de las Fig. 7 y 8, según una realización de la presente invención.

35 La Fig. 10 ilustra un diagrama de circuito de una fuente de alimentación de conmutación de la luminaria de la Fig. 9, según una realización de la invención.

La Fig. 11 ilustra un ejemplo específico de una unidad de iluminación R-G-B que puede utilizarse en la luminaria de la Fig. 9.

40 La Fig. 12 ilustra una disposición a modo de ejemplo de varios componentes de la luminaria lineal de las Fig. 7 y 8, según otra realización de la presente invención.

La Fig. 13 ilustra un sistema de iluminación conectado en red que comprende múltiples luminarias similares a las mostradas en las Fig. 9 y 12, según una realización de la presente invención.

45 Descripción detallada

A continuación se describirán varias realizaciones de la presente invención, incluyendo determinadas realizaciones relacionadas en particular con fuentes de luz basadas en LED. Sin embargo, debe apreciarse que la presente divulgación no está limitada a ninguna forma de implementación particular y que las diversas realizaciones descritas explícitamente en el presente documento tienen principalmente fines ilustrativos. Por ejemplo, los diversos conceptos descritos en el presente documento pueden implementarse de manera adecuada en varios entornos que utilizan fuentes de luz basadas en LED, otros tipos de fuentes de luz que no incluyen LED, entornos que utilizan una combinación de LED y otros tipos de fuentes de luz, y entornos que utilizan solamente dispositivos no relacionados con la iluminación o en combinación con varios tipos de fuentes de luz.

55 La FIG. 1 ilustra un ejemplo de una unidad de iluminación 100 según una realización de la presente invención. Algunos ejemplos generales de unidades de iluminación basadas en LED similares a las que se describen a continuación en relación con la FIG. 1 pueden encontrarse, por ejemplo, en la patente estadounidense n.º 6.016.038, concedida el 18 de enero de 2000 a Mueller et al., titulada "*Multicolored LED Lighting Method and Apparatus*" y en la patente estadounidense n.º 6.211.626, concedida el 3 de abril de 2001 a Lys et al., titulada "*Illumination Components*", patentes que se incorporan en el presente documento como referencia.

65 En varias realizaciones de la presente invención, la unidad de iluminación 100 mostrada en la FIG. 1 puede usarse sola o junto con otras unidades de iluminación similares en un sistema de unidades de iluminación (por ejemplo, como se describe posteriormente en detalle en relación con la Fig. 3). Usada sola o en combinación con otras unidades de iluminación, la unidad de iluminación 100 puede utilizarse en diversas aplicaciones que incluyen, pero

sin limitarse a, iluminación del espacio interior o exterior (por ejemplo, de un emplazamiento arquitectónico) con visión directa o visión indirecta e iluminación en general, iluminación directa o indirecta de objetos o espacios, iluminación para efectos especiales/orientada a teatros u otros espectáculos, iluminación decorativa, iluminación orientada a la seguridad, iluminación asociada con, o iluminación de, exposiciones y/o productos comerciales (por ejemplo, para publicidad y/o en tiendas/entornos de consumo), una combinación de sistemas de comunicaciones e iluminación, etc., así como para varios fines indicativos, de representación visual e informativos.

La unidad de iluminación 100 mostrada en la FIG. 1 puede incluir una o más fuentes de luz 104A, 104B, 104C y 104D (mostradas de manera colectiva como 104), donde una o más de las fuentes de luz pueden ser una fuente de luz basada en LED que incluye uno o más LED. Dos o más de las fuentes de luz pueden estar adaptadas para generar radiación de diferentes colores (por ejemplo rojo, verde, azul); a este respecto, como se ha mencionado anteriormente, cada una de las diferentes fuentes de luz de color genera un espectro fuente diferente que constituye un "canal" diferente de una unidad de iluminación "multicanal". Aunque la Fig. 1 muestra cuatro fuentes de luz 104A, 104B, 104C y 104D, debe apreciarse que la unidad de iluminación no está limitada a este respecto, ya que diferentes números y varios tipos de fuentes de luz (todas las fuentes de luz basadas en LED, una combinación de fuentes de luz basadas en LED y de fuentes de luz no basadas en LED, etc.) adaptadas para generar radiación de varios colores diferentes, incluyendo esencialmente luz blanca, pueden utilizarse en la unidad de iluminación 100, como se describe posteriormente en detalle.

Aún con referencia a la FIG. 1, la unidad de iluminación 100 también puede incluir un controlador 105 que está configurado para emitir una o más señales de control para activar las fuentes de luz para generar varias intensidades de luz procedente de las fuentes de luz. Por ejemplo, en una implementación, el controlador 105 puede configurarse para proporcionar al menos una señal de control para cada fuente de luz para controlar de manera independiente la intensidad de luz (por ejemplo, potencia radiante en lúmenes) generada por cada fuente de luz; como alternativa, el controlador 105 puede configurarse para emitir una o más señales de control para controlar de manera colectiva e idéntica un grupo de dos o más fuentes de luz. Algunos ejemplos de señales de control que pueden generarse por el controlador para controlar las fuentes de luz incluyen, pero sin limitarse a, señales moduladas por impulsos, señales moduladas por anchura de pulso (PWM), señales moduladas por amplitud de pulso (PAM), señales moduladas por código de pulso (PCM), señales de control analógicas (por ejemplo, señales de control de corriente, señales de control de tensión), combinaciones y/o modulaciones de las señales anteriores, u otras señales de control. En algunas implementaciones, particularmente en relación con fuentes basadas en LED, una o más técnicas de modulación proporcionan un control variable usando un nivel de corriente fijo aplicado a uno o más LED con el fin de mitigar posibles variaciones indeseables o impredecibles en la salida de LED que pudieran surgir si se utilizara una corriente de activación de LED variable. En otras implementaciones, el controlador 105 puede controlar otro sistema de circuitos dedicado (no mostrado en la Fig. 1) que controla a su vez las fuentes de luz para modificar sus intensidades respectivas.

En general, la intensidad (potencia de salida radiante) de radiación generada por la una o más fuentes de luz es proporcional a la potencia media suministrada a la(s) fuente(s) de luz durante un periodo de tiempo dado. Por consiguiente, una técnica para modificar la intensidad de radiación generada por la una o más fuentes de luz implica modular la potencia suministrada a (es decir, la potencia de funcionamiento de) la(s) fuente(s) de luz. En algunos tipos de fuentes de luz, incluyendo fuentes basadas en LED, esto puede conseguirse de manera eficaz usando una técnica de modulación por anchura de impulsos (PWM).

En una implementación a modo de ejemplo de una técnica de control PWM, en cada canal de una unidad de iluminación se aplica periódicamente una tensión predeterminada fija V_{fuente} a través de una fuente de luz dada que constituye el canal. La aplicación de la tensión V_{fuente} puede conseguirse a través de uno o más conmutadores, no mostrados en la Fig. 1, controlados por el controlador 105. Aunque la tensión V_{fuente} se aplica a través de la fuente de luz, una corriente fija predeterminada I_{fuente} (por ejemplo, determinada por un regulador de corriente, tampoco mostrado en la Fig. 1) puede fluir a través de la fuente de luz. Cabe señalar nuevamente que una fuente de luz basada en LED puede incluir uno o más LED, de modo que la tensión V_{fuente} puede aplicarse a un grupo de LED que constituyen la fuente, y la corriente I_{fuente} puede ser consumida por el grupo de LED. La tensión fija V_{fuente} a través de la fuente de luz cuando se activa y la corriente regulada I_{fuente} consumida por la fuente de luz cuando se activa, determinan la cantidad de potencia de funcionamiento instantánea P_{fuente} de la fuente de luz ($P_{fuente} = V_{fuente} \cdot I_{fuente}$). Como se ha mencionado anteriormente, para fuentes de luz basadas en LED, usar una corriente regulada mitiga posibles variaciones indeseables o impredecibles en la salida de LED que pudieran surgir si se utilizara una corriente de activación de LED variable.

Según la técnica PWM, aplicando periódicamente la tensión V_{fuente} a la fuente de luz y variando el tiempo en que se aplica la tensión durante un ciclo de encendido-apagado dado, puede modularse la potencia media suministrada a la fuente de luz en el tiempo (la potencia de funcionamiento media). En particular, el controlador 105 puede configurarse para aplicar la tensión V_{fuente} a una fuente de luz dada de manera pulsada (por ejemplo, emitiendo una señal de control que hace funcionar uno o más conmutadores para aplicar la tensión a la fuente de luz), preferentemente a una frecuencia que es mayor que la que puede detectar el ojo humano (por ejemplo, superior a 100 Hz, aproximadamente). De esta manera, un observador de la luz generada por la fuente de luz no percibe los

ciclos de encendido-apagado discretos (lo que se denomina comúnmente como “efecto de parpadeo”) sino que, en cambio, la función integradora del ojo percibe esencialmente una generación de luz continua. Ajustando la anchura de impulso (es decir, el tiempo de encendido o “ciclo de trabajo”) de los ciclos de encendido-apagado de la señal de control, el controlador varía la cantidad media de tiempo en que la fuente de luz se activa en cualquier periodo de tiempo dado y, por tanto, varía la potencia de funcionamiento media de la fuente de luz. De esta manera, el brillo percibido de la luz generada desde cada canal también puede modificarse.

Como se describe posteriormente en mayor detalle, el controlador 105 puede configurarse para controlar cada canal de fuente de luz diferente de una unidad de iluminación multicanal a una potencia de funcionamiento media predeterminada para proporcionar una potencia de salida radiante correspondiente para la luz generada por cada canal. Como alternativa, el controlador 105 puede recibir instrucciones (por ejemplo, “comandos de iluminación”) desde varios puntos de origen, tal como una interfaz de usuario 118, una fuente de señales 124 o uno o más puertos de comunicaciones 120, que especifican potencias de funcionamiento prescritas para uno o más canales y, por tanto, potencias de salida radiantes correspondientes para la luz generada por los canales respectivos. Modificando las potencias de funcionamiento prescritas para uno o más canales (por ejemplo, de acuerdo con diferentes instrucciones o comandos de iluminación), la unidad de iluminación puede generar diferentes colores percibidos y niveles de brillo de luz.

En algunas implementaciones de la unidad de iluminación 100, como se ha mencionado anteriormente, una o más de las fuentes de luz 104A, 104B, 104C y 104D mostradas en la FIG. 1 pueden incluir un grupo de múltiples LED u otros tipos de fuentes de luz (por ejemplo, varias conexiones en paralelo y/o en serie de LED u otros tipos de fuentes de luz) controlados conjuntamente por el controlador 105. Además, debe apreciarse que una o más de las fuentes de luz pueden incluir uno o más LED que están adaptados para generar radiación que presenta cualquiera de una variedad de espectros (es decir, longitudes de onda o bandas de longitudes de onda) incluyendo, pero sin limitarse a, varios colores visibles (incluyendo esencialmente luz blanca), varias temperaturas de color de luz blanca, luz ultravioleta o el infrarrojo. LED que tienen una variedad de anchos de banda espectrales (por ejemplo, banda estrecha, banda más ancha) pueden utilizarse en varias implementaciones de la unidad de iluminación 100.

La unidad de iluminación 100 puede construirse y disponerse para producir una gran variedad de radiación de colores variables. Por ejemplo, en una implementación, la unidad de iluminación 100 puede disponerse en particular de modo que luz de intensidad variable controlable (es decir, potencia radiante variable) generada por dos o más de las fuentes de luz se combine para producir una luz de colores mixta (incluyendo esencialmente luz blanca con varias temperaturas de color). En particular, el color (o temperatura de color) de la luz de colores mixta puede modificarse variando una o más de las intensidades respectivas (potencia radiante de salida) de las fuentes de luz (por ejemplo, en respuesta a una o más señales de control emitidas por el controlador 105). Además, el controlador 105 puede configurarse en particular para proporcionar señales de control a una o más de las fuentes de luz para generar una variedad de efectos luminosos de múltiples colores (o de temperatura de múltiples colores) estáticos variables en el tiempo (dinámicos). Para ello, el controlador puede incluir un procesador 102 (por ejemplo, un microprocesador) programado para proporcionar tales señales de control a una o más de las fuentes de luz. En varias implementaciones, el procesador 102 puede programarse para proporcionar tales señales de control de manera autónoma, en respuesta a los comandos de iluminación, o en respuesta a varias entradas de datos de usuario o de señal.

Por tanto, la unidad de iluminación 100 puede incluir una gran variedad de colores de LED en varias combinaciones, incluyendo dos o más de entre LED rojos, verdes y azules para producir una mezcla de colores, así como uno o más LED diferentes para crear diversos colores y temperaturas de color de luz blanca. Por ejemplo, el rojo, el verde y el azul pueden mezclarse con el ámbar, el blanco, el ultravioleta, el naranja, el infrarrojo u otros colores de los LED. Además, múltiples LED blancos que tienen diferentes temperaturas de color (por ejemplo, uno o más primeros LED blancos que generan un primer espectro correspondiente a una primera temperatura de color, y uno o más segundos LED blancos que generan un segundo espectro correspondiente a una segunda temperatura de color diferente a la primera temperatura de color) pueden utilizarse en una unidad de iluminación que solo tiene LED blancos o en combinación con otros colores de LED. Tales combinaciones de LED de diferentes colores y/o de LED blancos con diferentes temperaturas de color en la unidad de iluminación 100 pueden facilitar una reproducción precisa de un anfitrión de espectros deseables de condiciones de iluminación, cuyos ejemplos incluyen, pero sin limitarse a, varios equivalentes a luz del día en diversos momentos del día, varias condiciones de iluminación en interiores, condiciones de iluminación para simular un fondo complejo de múltiples colores, etc. Otras condiciones de iluminación deseables pueden crearse eliminando partes particulares de espectro que pueden absorberse, atenuarse o reflejarse de manera específica en determinados entornos. El agua, por ejemplo, tiende a absorber y a atenuar la mayoría de colores de luz diferentes al azul y al verde, por lo que aplicaciones bajo el agua pueden beneficiarse de condiciones de iluminación adaptadas para resaltar o atenuar algunos elementos espectrales con respecto a otros.

Tal y como se muestra en la FIG. 1, la unidad de iluminación 100 también puede incluir una memoria 114 para almacenar varios datos. Por ejemplo, la memoria 114 puede utilizarse para almacenar uno o más comandos o programas de iluminación para su ejecución por parte del procesador 102 (por ejemplo, para generar una o más

señales de control para las fuentes de luz), así como varios tipos de datos útiles para generar radiación de colores variables (por ejemplo, información de calibración, descrita posteriormente en detalle). La memoria 114 también puede almacenar uno o más identificadores particulares (por ejemplo, un número de serie, una dirección, etc.) que pueden usarse o bien localmente o en un nivel de sistema para identificar la unidad de iluminación 100. En varias realizaciones, tales identificadores pueden preprogramarse por un fabricante, por ejemplo, y posteriormente pueden modificarse o no (por ejemplo, a través de algún tipo de interfaz de usuario ubicada en la unidad de iluminación, a través de uno o más datos o señales de control recibidos por la unidad de iluminación, etc.). Como alternativa, tales identificadores pueden determinarse en el momento de usar inicialmente la unidad de iluminación en el emplazamiento y, asimismo, puede modificarse o no posteriormente.

Un problema que puede surgir en relación con el control de múltiples fuentes de luz en la unidad de iluminación 100 de la FIG. 1, y con el control de múltiples unidades de iluminación 100 en un sistema de iluminación (por ejemplo, como se describe posteriormente en relación con la FIG. 2), se refiere a diferencias potencialmente perceptibles en la salida de luz entre fuentes de luz sustancialmente similares. Por ejemplo, dadas dos fuentes de luz prácticamente idénticas que se activan mediante respectivas señales de control idénticas, la intensidad de luz real (por ejemplo, la potencia radiante en lúmenes) emitida por cada fuente de luz puede ser diferente cuando se mide. Tal diferencia en la salida de luz puede atribuirse a varios factores, incluyendo, por ejemplo, ligeras diferencias de fabricación entre las fuentes de luz, el desgaste y roturas habituales en el tiempo de las fuentes de luz que pueden alterar de diferente manera los respectivos espectros de la radiación generada, etc. Para los fines de la presente descripción, las fuentes de luz para las que no se conoce una relación particular entre una señal de control y una potencia radiante de salida resultante se denominan fuentes de luz "no calibradas". El uso de una o más fuentes de luz no calibradas en la unidad de iluminación 100 mostrada en la Fig. 1 puede dar como resultado la generación de luz con un color o una temperatura de color impredecible o "no calibrado/a". Por ejemplo, considérese una primera unidad de iluminación que incluye una primera fuente de luz roja no calibrada y una primera fuente de luz azul no calibrada, cada una controlada en respuesta a un comando de iluminación correspondiente que tiene un parámetro ajustable en un intervalo de cero a 255 (0-255), donde el valor máximo de 255 representa la máxima potencia radiante disponible (es decir, el 100%) de la fuente de luz. Para los fines de este ejemplo, si el comando de luz roja se fija a cero y el comando de luz azul es distinto de cero, se genera luz azul, mientras que si el comando de luz azul se fija a cero y el comando de luz roja es distinto de cero, se genera luz roja. Sin embargo, si ambos comandos varían a partir de valores distintos de cero, pueden producirse varios colores perceptiblemente diferentes (por ejemplo, en este ejemplo, por lo menos pueden generarse muchos tonos de púrpura diferentes). En particular, un color deseado particular (por ejemplo, lavanda) puede generarse por un comando de luz roja que tiene un valor de 125 y un comando de luz azul que tiene un valor de 200. Considérese ahora una segunda unidad de iluminación que incluye una segunda fuente de luz roja no calibrada sustancialmente similar a la primera fuente de luz roja no calibrada de la primera unidad de iluminación, y una segunda fuente de luz azul no calibrada sustancialmente similar a la primera fuente de luz azul no calibrada de la primera unidad de iluminación. Como se ha mencionado anteriormente, incluso si ambas fuentes de luz roja no calibradas se controlan en respuesta a comandos idénticos respectivos, la intensidad de luz real (por ejemplo, potencia radiante en lúmenes) emitida por cada fuente de luz roja puede ser diferente cuando se mide. Asimismo, incluso si ambas fuentes de luz azul no calibradas se controlan en respuesta a comandos idénticos respectivos, la luz real emitida por cada fuente de luz azul puede ser diferente cuando se mide.

Teniendo esto presente, debe apreciarse que si múltiples fuentes de luz no calibradas se usan de manera combinada en unidades de iluminación para producir una luz de colores mixta como se ha descrito anteriormente, el color observado (o temperatura de color) de luz producida por diferentes unidades de iluminación en las mismas condiciones de control puede ser perceptiblemente diferente. De manera específica, considérese de nuevo el ejemplo de "color lavanda" anterior; el "primer color lavanda" producido por la primera unidad de iluminación con un comando de luz roja que tiene un valor de 125 y un comando de luz azul que tiene un valor de 200 puede percibirse de diferente manera a un "segundo color lavanda" producido por la segunda unidad de iluminación con un comando de luz roja que tiene un valor de 125 y un comando de luz azul que tiene un valor de 200. De manera más general, la primera y la segunda unidad de iluminación generan colores no calibrados en virtud de sus fuentes de luz no calibradas. Por consiguiente, en algunas implementaciones de la presente tecnología, la unidad de iluminación 100 incluye un medio de calibración para facilitar la generación de luz que presenta un color calibrado (por ejemplo, predecible, reproducible) en cualquier momento dado. En un aspecto, el medio de calibración está configurado para ajustar (por ejemplo, escalar) la salida de luz de al menos algunas fuentes de luz de la unidad de iluminación para compensar diferencias perceptibles entre fuentes de luz similares usadas en diferentes unidades de iluminación. Por ejemplo, en una realización, el procesador 102 de la unidad de iluminación 100 está configurado para controlar una o más de las fuentes de luz para emitir radiación a una intensidad calibrada que corresponde sustancialmente de manera predeterminada a una señal de control para la(s) fuente(s) de luz. Como resultado de mezclar radiación que tiene diferentes espectros e intensidades calibradas respectivas, se produce un color calibrado. En un aspecto de esta realización, al menos un valor de calibración para cada fuente de luz se almacena en la memoria 114, y el procesador está programado para aplicar los respectivos valores de calibración a las señales de control (comandos) para las fuentes de luz correspondientes para generar las intensidades calibradas. Uno o más valores de calibración pueden determinarse una vez (por ejemplo, durante una fase de fabricación/prueba de la unidad de iluminación) y almacenarse en la memoria 114 para usarse por el procesador 102. En otro aspecto, el procesador 102 puede configurarse para obtener uno o más valores de calibración dinámicamente (por ejemplo, de vez en cuando) con la

ayuda de uno o más fotosensores, por ejemplo. En varias realizaciones, el/los fotosensor(es) puede(n) ser uno o más componentes externos acoplados a la unidad de iluminación o, como alternativa, pueden incorporarse como parte de la propia unidad de iluminación. Un fotosensor es un ejemplo de una fuente de señales que puede incorporarse o asociarse de otro modo a la unidad de iluminación 100 y supervisarse por el procesador 102 en relación con el funcionamiento de la unidad de iluminación. Otros ejemplos de tales fuentes de señales se describen posteriormente en detalle, en relación con la fuente de señales 124 mostrada en la Fig. 1. Un procedimiento a modo de ejemplo que puede ser implementado por el procesador 102 para obtener uno o más valores de calibración incluye aplicar una señal de control de referencia a una fuente de luz (por ejemplo, correspondiente a la máxima potencia radiante de salida), y medir (por ejemplo, a través de uno o más fotosensores) una intensidad de radiación (por ejemplo, potencia radiante que llega al fotosensor) generada de este modo por la fuente de luz. El procesador puede estar programado para comparar después la intensidad medida y al menos un valor de referencia (por ejemplo, que representa una intensidad que se esperaría nominalmente en respuesta a la señal de control de referencia). Basándose en tal comparación, el procesador puede determinar uno o más valores de calibración (por ejemplo, factores de escalado) para la fuente de luz. En particular, el procesador puede obtener un valor de calibración de modo que, cuando se aplica a la señal de control de referencia, la fuente de luz emite radiación con una intensidad correspondiente al valor de referencia (es decir, una intensidad “esperada”, por ejemplo una potencia radiante esperada en lúmenes). En varios aspectos, un valor de calibración puede obtenerse para toda una gama de intensidades de salida/señales de control para una fuente de luz dada. Como alternativa, múltiples valores de calibración pueden obtenerse para una fuente de luz dada (es decir, puede obtenerse una pluralidad de “muestras” de valores de calibración) que se aplican respectivamente en diferentes intervalos de intensidad de salida/señales de control para aproximar una función de calibración no lineal de manera lineal basada en fragmentos.

Aún con referencia a la FIG. 1, la unidad de iluminación 100 puede incluir opcionalmente una o más interfaces de usuario 118 que se proporcionan para facilitar cualquiera de una pluralidad de ajustes o funciones seleccionables por el usuario (por ejemplo, por lo general, controlar la salida de luz de la unidad de iluminación 100, modificar y/o seleccionar varios efectos luminosos preprogramados que se generarán por la unidad de iluminación, modificar y/o seleccionar varios parámetros de efectos luminosos seleccionados, ajustar identificadores particulares tales como direcciones o números de serie para la unidad de iluminación, etc.). En varias realizaciones, la comunicación entre la interfaz de usuario 118 y la unidad de iluminación puede conseguirse a través de una transmisión cableada, o por cable, o inalámbrica.

En una implementación, el controlador 105 de la unidad de iluminación supervisa la interfaz de usuario 118 y controla una o más de las fuentes de luz 104A, 104B, 104C y 104D basándose, al menos en parte, en una operación de la interfaz de usuario. Por ejemplo, el controlador 105 puede configurarse para responder a una operación de la interfaz de usuario generando una o más señales de control para controlar una o más de las fuentes de luz. Como alternativa, el procesador 102 puede configurarse para responder seleccionando una o más señales de control preprogramadas almacenadas en memoria, modificando señales de control generadas mediante la ejecución de un programa de iluminación, seleccionando y ejecutando un nuevo programa de iluminación de la memoria o afectando de otro modo a la radiación generada por una o más de las fuentes de luz.

En algunas realizaciones, la interfaz de usuario 118 puede constituir uno o más conmutadores (por ejemplo, un interruptor de pared estándar) que cortan la potencia hacia el controlador 105. En una realización, el controlador 105 está configurado para supervisar la potencia controlada por la interfaz de usuario y, a su vez, para controlar una o más de las fuentes de luz basándose, al menos en parte, en la duración de una interrupción de potencia causada por el funcionamiento de la interfaz de usuario. Como se ha descrito anteriormente, el controlador puede configurarse particularmente para responder a una duración predeterminada de una interrupción de potencia, por ejemplo, seleccionando una o más señales de control preprogramadas almacenadas en memoria, modificando señales de control generadas mediante la ejecución de un programa de iluminación, seleccionando y ejecutando un nuevo programa de iluminación de la memoria o afectando de otro modo a la radiación generada por una o más de las fuentes de luz.

La FIG. 1 ilustra además que la unidad de iluminación 100 puede configurarse para recibir una o más señales 122 desde una o más fuentes de señales 124 diferentes. En una implementación, el controlador 105 de la unidad de iluminación puede usar la(s) señal(es) 122, ya sea sola(s) o en combinación con otras señales de control (por ejemplo, señales generadas mediante la ejecución de un programa de iluminación, una o más salidas de una interfaz de usuario, etc.) para controlar una o más de las fuentes de luz 104A, 104B, 104C y 104D de manera similar a lo descrito anteriormente en relación con la interfaz de usuario.

Ejemplos de la(s) señal(es) 122 que puede(n) recibirse y procesarse por el controlador 105 incluyen, pero sin limitarse a, una o más señales de audio, señales de vídeo, señales de potencia, varios tipos de señales de datos, señales que representan información obtenida desde una red (por ejemplo, Internet), señales que representan una o más condiciones detectables/detectadas, señales procedentes de unidades de iluminación, señales que consisten en luz modulada, etc. En varias implementaciones, la(s) fuente(s) de señales 124 puede(n) estar ubicada(s) de manera remota con respecto a la unidad de iluminación 100 o estar incluidas como un componente de la unidad de

iluminación. En una realización, una señal procedente de una unidad de iluminación 100 puede enviarse a través de una red a otra unidad de iluminación 100.

Algunos ejemplos de una fuente de señales 124 que pueden utilizarse en, o usarse en relación con, la unidad de iluminación 100 de la FIG. 1 incluyen cualquiera de una variedad de sensores o transductores que generan una o más señales 122 en respuesta a algún estímulo. Ejemplos de tales sensores incluyen, pero no están limitados a, varios tipos de sensores de condiciones ambientales, tales como sensores térmicamente sensibles (por ejemplo, temperatura, infrarrojo), sensores de humedad, sensores de movimiento, fotosensores/sensores de luz (por ejemplo, fotodiodos, sensores sensibles a uno o más espectros particulares de radiación electromagnética tales como espectroradiómetros o espectrofotómetros, etc.) varios tipos de cámaras, sensores de sonido o vibración u otros transductores de presión/fuerza (por ejemplo, micrófonos, dispositivos piezoeléctricos) y similares.

Ejemplos adicionales de una fuente de señales 124 incluyen varios dispositivos de medición/detección que supervisan señales o características eléctricas (por ejemplo, tensión, corriente, potencia, resistencia, capacitancia, inductancia, etc.) o características químicas/biológicas (por ejemplo, acidez, la presencia de uno o más agentes químicos o biológicos particulares, bacterias, etc.) y que proporcionan una o más señales 122 basándose en valores medidos de las señales o características. Otros ejemplos adicionales de una fuente de señales 124 incluyen varios tipos de escáneres, sistemas de reconocimiento de imágenes, sistemas de reconocimiento de voz u otros sonidos, sistemas robóticos y de inteligencia artificial, y similares. Una fuente de señales 124 también puede ser una unidad de iluminación 100, otro controlador o procesador, o uno cualquiera de muchos dispositivos disponibles de generación de señales, tales como reproductores multimedia, reproductores de MP3, ordenadores, reproductores de DVD, reproductores de CD, fuentes de señales de televisión, fuentes de señales de cámara, micrófonos, altavoces, teléfonos, teléfonos celulares, dispositivos de mensajería instantánea, dispositivos de SMS, dispositivos inalámbricos, dispositivos de organización personal y otros muchos.

La unidad de iluminación 100 mostrada en la FIG. 1 también puede incluir uno o más elementos o medios ópticos 130 para procesar de manera óptica la radiación generada por las fuentes de luz 104A, 104B, 104C y 104D. Por ejemplo, uno o más elementos ópticos pueden configurarse para cambiar la distribución espacial y/o la dirección de propagación de la radiación generada. En particular, uno o más elementos ópticos pueden configurarse para cambiar el ángulo de difusión de la radiación generada. En un aspecto de esta realización, uno o más elementos ópticos 130 pueden configurarse en particular para cambiar de manera variable la distribución espacial y/o la dirección de propagación de la radiación generada (por ejemplo, en respuesta a algún estímulo eléctrico y/o mecánico). Ejemplos de elementos ópticos que pueden incluirse en la unidad de iluminación 100 incluyen, pero no están limitados a, materiales reflectantes, materiales refractivos, materiales translúcidos, filtros, lentes, espejos y fibras ópticas. El elemento óptico 130 también puede incluir un material fosforescente, un material luminiscente u otro material capaz de responder a o interactuar con la radiación generada.

Tal y como se muestra también en la FIG. 1, la unidad de iluminación 100 puede incluir uno o más puertos de comunicaciones 120 para facilitar el acoplamiento de la unidad de iluminación 100 a cualquiera de una variedad de otros dispositivos, incluyendo una o más unidades de iluminación. Por ejemplo, uno o más puertos de comunicaciones 120 pueden facilitar el acoplamiento conjunto de múltiples unidades de iluminación como un sistema de iluminación conectado en red, en el que al menos algunas o todas de las unidades de iluminación son direccionables (por ejemplo, tienen identificadores o direcciones particulares) y/o responden a datos particulares transportados a través de la red. En otro aspecto, uno o más puertos de comunicaciones 120 pueden adaptarse para recibir y/o transmitir datos a través de una transmisión cableada o inalámbrica. En una realización, la información recibida a través del puerto de comunicaciones puede referirse, al menos en parte, a información de dirección que se usará posteriormente por la unidad de iluminación, y la unidad de iluminación puede adaptarse para recibir y después almacenar la información de dirección en la memoria 114 (por ejemplo, la unidad de iluminación puede adaptarse para usar la dirección almacenada como su dirección a usar cuando se reciban datos subsiguientes a través de uno o más puertos de comunicaciones).

En particular, en un entorno de sistema de iluminación conectado en red, como se describe posteriormente en mayor detalle (por ejemplo, en relación con la FIG. 2), puesto que los datos se comunican a través de la red, el controlador 105 de cada unidad de iluminación acoplada a la red puede configurarse para responder a los datos particulares (por ejemplo, comandos de control de iluminación) que pertenecen al mismo (por ejemplo, en algunos casos, dictaminados por los respectivos identificadores de las unidades de iluminación conectadas en red). Una vez que un controlador dado identifica datos particulares destinados al mismo, puede leer los datos y, por ejemplo, cambiar las condiciones de iluminación producidas por sus fuentes de luz según los datos recibidos (por ejemplo, generando señales de control apropiadas para las fuentes de luz). En un aspecto, la memoria 114 de cada unidad de iluminación acoplada a la red puede cargarse, por ejemplo, con una tabla de señales de control de iluminación correspondientes a los datos que recibe el procesador 102 del controlador. Una vez que el procesador 102 recibe datos desde la red, el procesador puede consultar la tabla para seleccionar las señales de control correspondientes a los datos recibidos y controlar en consecuencia las fuentes de luz de la unidad de iluminación (por ejemplo, usando una cualquiera de una variedad de técnicas de control de señales analógicas o digitales, incluyendo varias técnicas de modulación de impulsos mencionadas anteriormente).

En un aspecto de esta realización, el procesador 102 de una unidad de iluminación dada, esté o no acoplada a una red, puede configurarse para interpretar instrucciones/datos de iluminación recibidos en un protocolo DMX (como se describe, por ejemplo, en las patentes estadounidenses 6.016.038 y 6.211.626), que es un protocolo de comandos de iluminación utilizado convencionalmente en la industria de la iluminación para algunas aplicaciones de iluminación programables. En el protocolo DMX, las instrucciones de iluminación se transmiten a una unidad de iluminación como datos de control que se formatean en paquetes que incluyen 512 octetos de datos, donde cada octeto de datos está constituido por 8 bits que representan un valor digital entre cero y 255. Estos 512 octetos de datos están precedidos por un octeto de "código de inicio". Un "paquete" completo que incluye 513 octetos (código de inicio más datos) se transmite en serie a 250 kbit/s de acuerdo con los niveles de tensión de RS-485 y de manera cableada, donde el inicio de un paquete se indica mediante una interrupción de al menos 88 microsegundos.

En el protocolo DMX, cada octeto de datos de los 512 octetos en un paquete dado se considera un comando de iluminación para un "canal" particular de una unidad de iluminación multicanal, donde un valor digital de cero indica que no hay ninguna potencia de salida radiante para un canal dado de la unidad de iluminación (es decir, canal inactivo), y un valor digital de 255 indica una potencia de salida radiante total (potencia 100% disponible) para el canal dado de la unidad de iluminación (es decir, canal completo activo). Por ejemplo, en un aspecto, considerando de momento una unidad de iluminación de tres canales basada en LED rojos, verdes y azules (es decir, una unidad de iluminación "R-G-B"), un comando de iluminación del protocolo DMX puede especificar cada uno de un comando de canal de luz roja, un comando de canal de luz verde y un comando de canal de luz azul como datos de ocho bits (es decir, un octeto de datos) que representan un valor de 0 a 255. El valor máximo de 255 para uno cualquiera de los canales de colores ordena al procesador 102 que controle la(s) fuente(s) de luz correspondiente(s) para que funcione(n) a la máxima potencia disponible (es decir, el 100%) para el canal, generándose así la máxima potencia radiante disponible para ese color (una estructura de comandos de este tipo para una unidad de iluminación R-G-B se denomina comúnmente control de color de 24 bits). Por tanto, un comando con el formato [R, G, B] = [255, 255, 255] hará que la unidad de iluminación genere la máxima potencia radiante para cada una de la luz roja, la luz verde y la luz azul (creándose así luz blanca).

Por tanto, un enlace de comunicaciones dado que utiliza el protocolo DMX puede soportar convencionalmente hasta 512 canales de unidad de iluminación diferentes. Una unidad de iluminación dada diseñada para recibir comunicaciones formateadas en el protocolo DMX está configurada generalmente para responder solamente a uno o más octetos de datos particulares de los 512 octetos del paquete correspondientes al número de canales de la unidad de iluminación (por ejemplo, en el ejemplo de una unidad de iluminación de tres canales, la unidad de iluminación usa tres octetos) y para ignorar los otros octetos, basándose en una posición particular del (de los) octeto(s) de datos deseado(s) en la secuencia global de los 512 octetos de datos del paquete. Para ello, las unidades de iluminación basadas en DMX pueden estar equipadas con un mecanismo de selección de direcciones que puede fijarse manualmente por un usuario/instalador para determinar la posición particular del (de los) octeto(s) de datos al (a los) que la unidad de iluminación responde en un paquete DMX dado.

Sin embargo, debe apreciarse que las unidades de iluminación adecuadas para los fines de la presente divulgación no están limitadas a un formato de comando DMX, ya que las unidades de iluminación según varias realizaciones pueden configurarse para que respondan a otros tipos de protocolos de comunicaciones/formatos de comando de iluminación para controlar sus respectivas fuentes de luz. En general, el procesador 102 puede configurarse para responder a comandos de iluminación de varios formatos que expresan potencias de funcionamiento prescritas para cada canal diferente de una unidad de iluminación multicanal según alguna escala que oscila entre una potencia de funcionamiento disponible nula y una potencia de funcionamiento disponible máxima para cada canal.

Por ejemplo, en otra realización, el procesador 102 de una unidad de iluminación dada puede configurarse para interpretar instrucciones/datos de iluminación recibidos en un protocolo de Ethernet convencional (o protocolo similar basado en conceptos de Ethernet). Ethernet es una tecnología de interconexión de ordenadores muy conocida utilizada frecuentemente en redes de área local (LAN) que define requisitos de cableado y de señalización para dispositivos interconectados que forman la red, así como formatos de trama y protocolos para datos transmitidos a través de la red. Los dispositivos acoplados a la red tienen direcciones únicas respectivas, y los datos para uno o más dispositivos direccionables de la red se organizan como paquetes. Cada paquete de Ethernet incluye una "cabecera" que especifica una dirección destino (a la que se dirige el paquete) y una dirección origen (desde la que procede el paquete), seguida de una "carga útil" que incluye varios octetos de datos (por ejemplo, en el protocolo de tramas de Ethernet de tipo II, la carga útil puede tener entre 46 octetos de datos y 1500 octetos de datos). Un paquete finaliza con un código de corrección de errores o "suma de control". Al igual que el protocolo DMX descrito anteriormente, la carga útil de paquetes de Ethernet sucesivos destinados a una unidad de iluminación dada configurada para recibir comunicaciones en un protocolo de Ethernet puede incluir información que representa potencias radiantes prescritas respectivas para diferentes espectros de luz disponibles (por ejemplo, diferentes canales de color) que pueden generarse por la unidad de iluminación.

En otra realización adicional, el procesador 102 de una unidad de iluminación dada puede configurarse para interpretar instrucciones/datos de iluminación recibidos en un protocolo de comunicaciones serie como se describe,

por ejemplo, en la patente estadounidense n.º 6.777.891. En particular, según una realización basada en un protocolo de comunicaciones serie, múltiples unidades de iluminación 100 están acopladas entre sí a través de sus puertos de comunicaciones 120 para formar una conexión serie de unidades de iluminación (por ejemplo, una topología de anillo o de cadena tipo margarita), donde cada unidad de iluminación tiene un puerto de comunicaciones de entrada y un puerto de comunicaciones de salida. Las instrucciones/datos de iluminación transmitidos a las unidades de iluminación están dispuestos secuencialmente en función de una posición relativa en la conexión serie de cada unidad de iluminación. Debe apreciarse que aunque una red de iluminación basada en una interconexión serie de unidades de iluminación se describe particularmente en relación con una realización que utiliza un protocolo de comunicaciones serie, la divulgación no está limitada a este respecto, ya que otros ejemplos de topologías de red de iluminación contempladas por la presente divulgación se describen posteriormente en detalle en relación con la FIG. 3.

En una realización que utiliza un protocolo de comunicaciones serie, a medida que el procesador 102 de cada unidad de iluminación en la conexión serie recibe datos, “captura” o extrae una o más partes iniciales de la secuencia de datos destinada al mismo y transmite el resto de la secuencia de datos a la siguiente unidad de iluminación de la conexión serie. Por ejemplo, considerando nuevamente una interconexión serie de múltiples unidades de iluminación de tres canales (por ejemplo, “R-G-B”), cada unidad de iluminación de tres canales extrae tres valores de múltiples bits (un valor de múltiples bits por canal) de la secuencia de datos recibida. Cada unidad de iluminación de la conexión serie repite a su vez este procedimiento, en concreto capturando o extrayendo una o más partes iniciales (valores de múltiples bits) de una secuencia de datos recibida y transmitiendo el resto de la secuencia. La parte inicial de una secuencia de datos capturada a su vez por cada unidad de iluminación puede incluir respectivas potencias radiantes prescritas para diferentes espectros de luz disponibles (por ejemplo, diferentes canales de colores) que pueden generarse por la unidad de iluminación. Como se ha descrito anteriormente en relación con el protocolo DMX, en varias implementaciones cada valor de múltiples bits por canal puede ser un valor de 8 bits, u otro número de bits (por ejemplo, 12, 16, 24, etc.) por canal, dependiendo en parte de la resolución de control deseada para cada canal.

En otra implementación adicional a modo de ejemplo de un protocolo de comunicaciones serie, en lugar de capturar una parte inicial de una secuencia de datos recibida, se asocia una bandera a cada parte de una secuencia de datos que representa datos para múltiples canales de una unidad de iluminación dada, y toda una secuencia de datos para múltiples unidades de iluminación se transmite completamente desde una unidad de iluminación a otra en la conexión serie. Cuando una unidad de iluminación de la conexión serie recibe la secuencia de datos, busca la primera parte de la secuencia de datos en la que la bandera indica que una parte dada (que representa uno o más canales) no ha sido leída todavía por ninguna unidad de iluminación. Tras encontrar esta parte, la unidad de iluminación lee y procesa la parte para proporcionar una salida de luz correspondiente y establece la bandera correspondiente para indicar que la parte se ha leído. De nuevo, toda la secuencia de datos se transmite completamente de una unidad de iluminación a otra, donde el estado de las banderas indica la siguiente parte de la secuencia de datos disponible para su lectura y procesamiento.

En una realización relativa a un protocolo de comunicaciones serie, el controlador 105 de una unidad de iluminación dada configurada para un protocolo de comunicaciones serie puede implementarse como un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) diseñado para procesar específicamente un flujo recibido de instrucciones/datos de iluminación según el proceso de “captura/extracción de datos” o el proceso de “modificación de bandera” descritos anteriormente. Más específicamente, en una realización a modo de ejemplo de múltiples unidades de iluminación acopladas entre sí en una interconexión serie para formar una red, cada unidad de iluminación incluye un controlador implementado en ASIC 105 que tiene la funcionalidad del procesador 102, la memoria 104 y el/los puerto(s) de comunicaciones 120 mostrados en la FIG. 1 (evidentemente, no es necesario que la interfaz de usuario opcional 118 y la fuente de señales 124 estén incluidas en algunas implementaciones). Una implementación de este tipo se describe en detalle en la patente estadounidense n.º 6.777.891.

En una realización, la unidad de iluminación 100 de la FIG. 1 puede incluir y/o estar acoplada a una o más fuentes de alimentación 108. En varios aspectos, ejemplos de la(s) fuente(s) de alimentación (108) incluyen, pero no están limitados a, fuentes de alimentación de CA, fuentes de alimentación de CC, baterías, fuentes de alimentación solares, fuentes de alimentación termoeléctricas o mecánicas, y similares. Además, en un aspecto, la(s) fuente(s) de alimentación 108 puede(n) incluir o estar asociada(s) a uno o más dispositivos de conversión de potencia o sistema de circuitos de conversión de potencia (por ejemplo, en algunos casos, internos a la unidad de iluminación 100) que convierten la potencia recibida por una fuente de alimentación externa en una forma adecuada para el funcionamiento de los diversos componentes de circuito internos y fuentes de luz de la unidad de iluminación 100. En una implementación a modo de ejemplo descrita en las solicitudes estadounidenses con número de serie 11/079.904 y 11.429.715, el controlador 105 de la unidad de iluminación 100 puede configurarse para aceptar una tensión de línea de CA estándar procedente de la fuente de alimentación 108 y proporcionar una potencia de funcionamiento de CC apropiada a las fuentes de luz y otros sistemas de circuitos de la unidad de iluminación según conceptos relacionados con la conversión CC-CC o según conceptos de fuente de alimentación de “conmutación”. En un aspecto de tales implementaciones, el controlador 105 puede incluir un sistema de circuitos no solo para

aceptar una tensión de línea de CA estándar, sino para garantizar que la potencia se consume a partir de la tensión de línea con un factor de potencia significativamente alto.

Aunque no se muestra de manera explícita en la FIG. 1, la unidad de iluminación 100 puede implementarse en una cualquiera de varias configuraciones estructurales diferentes según varias realizaciones de la presente divulgación. Ejemplos de tales configuraciones incluyen, pero no están limitados a, una configuración esencialmente lineal o curvilínea, una configuración circular, una configuración ovalada, una configuración rectangular, combinaciones de lo anterior, otras diversas configuraciones de formas geométricas, diversas configuraciones bidimensionales o tridimensionales, y similares.

La FIG. 2 ilustra factores de forma a modo de ejemplo para la unidad de iluminación 100 en función de una configuración sustancialmente lineal 404 o una configuración curvilínea 408, según una realización. En particular, un alojamiento esencialmente lineal o alargado puede incluir la una o más fuentes de luz 104A a 104D, así como el controlador 105 y otros componentes descritos anteriormente en relación con la FIG. 1. En un aspecto, las fuentes de luz 104A a 104D pueden estar dispuestas de manera sustancialmente lineal en una o más placas de circuito dentro del alojamiento. Una unidad de iluminación de este tipo que presenta una configuración lineal 404 o una configuración curvilínea 408 puede colocarse de manera adyacente a otras unidades de iluminación lineales o curvilíneas, o a unidades de iluminación que presentan otras formas, para producir sistemas de iluminación lineales más grandes que comprenden múltiples unidades de iluminación 100 con varias formas. En otras implementaciones adicionales, los alojamientos que incluyen uniones incorporadas pueden crearse con ramificaciones en "T" o en "Y" para crear una unidad de iluminación que presenta una configuración ramificada 410, y las unidades de iluminación también pueden implementarse con una configuración doblada 412 que incluye uno o más elementos en "V". Combinaciones de varias configuraciones que incluyen configuraciones lineales 404, configuraciones curvilíneas 408, configuraciones ramificadas 410 y configuraciones dobladas 412 pueden usarse para crear un sistema de iluminación con prácticamente cualquier forma, tal como un sistema conformado para que se parezca a una letra, un número, un símbolo, un logotipo, un objeto, una estructura o similar.

Una unidad de iluminación dada también puede tener una cualquiera de una variedad de disposiciones de montaje para la(s) fuente(s) de luz, disposiciones de cerramiento/alojamiento y formas para encerrar parcial o totalmente las fuentes de luz, y/o configuraciones de conexión eléctricas y mecánicas. Además, uno o más elementos ópticos descritos anteriormente pueden incorporarse parcial o totalmente en una disposición de cerramiento/alojamiento para la unidad de iluminación. Además, los diversos componentes de la unidad de iluminación descritos anteriormente (por ejemplo, el procesador, la memoria, la fuente de alimentación, la interfaz de usuario, etc.) así como otros componentes que pueden asociarse a la unidad de iluminación en diferentes implementaciones (por ejemplo, sensores/transductores, otros componentes para facilitar la comunicación hacia y desde la unidad, etc.) pueden encapsularse de varias formas; por ejemplo, en un aspecto, cualquier subconjunto o todos los diversos componentes de una unidad de iluminación, así como otros componentes que pueden asociarse a la unidad de iluminación, pueden encapsularse conjuntamente. En otro aspecto, subconjuntos encapsulados de componentes pueden acoplarse entre sí eléctrica y/o mecánicamente de varias maneras.

La FIG. 3 ilustra un ejemplo de un sistema de iluminación conectado en red 200 según una realización de la presente divulgación. En la realización de la FIG. 3, una pluralidad de unidades de iluminación 100, similares a las descritas anteriormente en relación con la FIG. 1, están acopladas entre sí para formar el sistema de iluminación conectado en red. Sin embargo, debe apreciarse que la configuración y disposición particulares de las unidades de iluminación mostradas en la FIG. 3 solo tienen fines ilustrativos, y que la divulgación no está limitada a la topología de sistema particular mostrada en la FIG. 3.

Además, aunque no se muestra de manera explícita en la FIG. 3, debe apreciarse que el sistema de iluminación conectado en red 200 puede configurarse de manera flexible para incluir una o más interfaces de usuario, así como una o más fuentes de señales, tales como sensores/transductores. Por ejemplo, una o más interfaces de usuario y/o una o más fuentes de señales, tales como sensores/transductores (como los descritos anteriormente en relación con la FIG. 1) pueden asociarse a una cualquiera o más de las unidades de iluminación del sistema de iluminación conectado en red 200. Como alternativa (o además de lo expuesto anteriormente), una o más interfaces de usuario y/o una o más fuentes de señales pueden implementarse como componentes "autónomos" en el sistema de iluminación conectado en red 200. Independientemente de que estos componentes sean autónomos o estén particularmente asociados a una o más unidades de iluminación 100, estos dispositivos pueden "compartirse" por las unidades de iluminación del sistema de iluminación conectado en red. Dicho de otro modo, una o más interfaces de usuario y/o una o más fuentes de señales, tales como sensores/transductores, pueden constituir "recursos compartidos" en el sistema de iluminación conectado en red que pueden usarse en relación con el control de una cualquiera o más de las unidades de iluminación del sistema.

Como se muestra en la realización de la FIG. 3, el sistema de iluminación 200 puede incluir uno o más controladores de unidad de iluminación (en lo sucesivo, "LUC") 208A, 208B, 208C y 208D, donde cada LUC se ocupa de la comunicación con y generalmente del control de una o más unidades de iluminación 100 acopladas al mismo. Aunque la FIG. 3 ilustra dos unidades de iluminación 100 acopladas al LUC 208A y una unidad de iluminación 100

acoplada a cada LUC 208B, 208C y 208D, debe apreciarse que la divulgación no está limitada a este respecto, ya que diferentes números de unidades de iluminación 100 pueden acoplarse a un LUC dado en varias configuraciones diferentes (conexiones en serie, conexiones en paralelo, combinaciones de conexiones en serie y en paralelo, etc.) usando varios medios y protocolos de comunicaciones diferentes.

5 En el sistema de la FIG. 3, cada LUC puede estar acoplado a su vez a un controlador central 202 que está configurado para comunicarse con uno o más LUC. Aunque la FIG. 3 muestra cuatro LUC acoplados al controlador central 202 a través de una conexión genérica 204 (que puede incluir cualquier número de una variedad de dispositivos de acoplamiento, conmutación y/o interconexión convencionales), debe apreciarse que según varias realizaciones, diferentes números de LUC pueden acoplarse al controlador central 202. Además, según varias realizaciones de la presente divulgación, los LUC y el controlador central pueden acoplarse entre sí en diversas configuraciones usando una variedad de diferentes medios y protocolos de comunicaciones para formar el sistema de iluminación conectado en red 200. Además, debe apreciarse que la interconexión de los LUC y el controlador central y la interconexión de unidades de iluminación con LUC respectivos puede llevarse a cabo de diferentes maneras (por ejemplo, usando configuraciones, medios de comunicaciones y protocolos diferentes).

Por ejemplo, según una realización de la presente invención, el controlador central 202 mostrado en la FIG. 3 puede configurarse para implementar comunicaciones basadas en Ethernet con los LUC y, a su vez, los LUC pueden configurarse para implementar una de entre comunicaciones de protocolo serie, DMX o Ethernet con las unidades de iluminación 100 (como se ha descrito anteriormente, protocolos serie a modo de ejemplo adecuados para varias implementaciones de red se describen en detalle en la patente estadounidense n.º 6.777.891). En particular, en una versión de esta realización, cada LUC puede configurarse como un controlador direccionable basado en Ethernet y, por consiguiente, puede identificarse por el controlador central 202 a través de una dirección única particular (o un grupo único de direcciones y/u otros identificadores) usando un protocolo basado en Ethernet. De esta manera, el controlador central 202 puede configurarse para soportar comunicaciones de Ethernet a través de la red de LUC acoplados, y cada LUC puede responder a esas comunicaciones destinadas al mismo. A su vez, cada LUC puede comunicar información de control de iluminación a una o más unidades de iluminación acopladas al mismo, por ejemplo, a través de un protocolo serie, DMX o Ethernet, en respuesta a las comunicaciones de Ethernet con el controlador central 202 (donde las unidades de iluminación están configuradas de manera apropiada para interpretar información recibida desde el LUC en los protocolos serie, DMX o Ethernet).

Los LUC 208A, 208B y 208C mostrados en la FIG. 3 pueden configurarse para que sean "inteligentes" en cuanto a que el controlador central 202 puede configurarse para comunicar comandos de nivel superior a los LUC que necesitan ser interpretados por los LUC antes de que la información de control de iluminación pueda reenviarse a las unidades de iluminación 100. Por ejemplo, un operador de sistema de iluminación puede desear generar un efecto de cambio de color que cambie los colores de una unidad de iluminación a otra para generar la apariencia de un arcoíris de colores que se propaga ("caza del arcoíris"), dada una colocación particular de unidades de iluminación entre sí. En este ejemplo, el operador puede proporcionar una instrucción simple al controlador central 202 para conseguir esto y, a su vez, el controlador central puede comunicarse con uno o más LUC usando un comando de alto nivel de protocolo de Ethernet para generar una "caza del arcoíris". El comando puede contener información de sincronización, intensidad, tono, saturación u otra información relevante, por ejemplo. Cuando un LUC dado recibe un comando de este tipo, puede interpretar el comando y comunicar comandos adicionales a una o más unidades de iluminación usando una cualquiera de una variedad de protocolos (por ejemplo, Ethernet, DMX, serie), en respuesta a lo cual las fuentes respectivas de las unidades de iluminación se controlan a través de cualquiera de una variedad de técnicas de señalización (por ejemplo, PWM).

Uno o más LUC de una red de iluminación pueden acoplarse a una conexión serie de múltiples unidades de iluminación 100 (véase, por ejemplo, el LUC 208A de la FIG. 3, que está acoplado a dos unidades de iluminación conectadas en serie 100). Por ejemplo, cada LUC acoplado de esta manera puede configurarse para comunicarse con las múltiples unidades de iluminación usando un protocolo de comunicaciones serie, cuyos ejemplos se han descrito anteriormente. Más específicamente, en una implementación a modo de ejemplo, un LUC dado puede estar configurado para comunicarse con un controlador central 202 y/o uno o más otros LUC usando un protocolo de Ethernet y, a su vez, para comunicarse con las múltiples unidades de iluminación usando un protocolo de comunicaciones serie. De esta manera, un LUC puede considerarse en un sentido como un convertidor de protocolos que recibe instrucciones o datos de iluminación en el protocolo de Ethernet y que transfiere las instrucciones a múltiples unidades de iluminación conectadas en serie usando el protocolo serie. Evidentemente, en otras implementaciones de red que implican unidades de iluminación basadas en DMX dispuestas en varias topologías posibles, debe apreciarse que un LUC dado puede considerarse asimismo como un convertidor de protocolos que recibe instrucciones o datos de iluminación en el protocolo Ethernet y que transfiere instrucciones formateadas en un protocolo DMX. Debe apreciarse nuevamente que el ejemplo anterior de usar múltiples implementaciones de comunicación diferentes (por ejemplo, Ethernet/DMX) en un sistema de iluminación según una realización de la presente tecnología solo tiene fines ilustrativos, y que la tecnología no está limitada a este ejemplo particular.

A partir de lo anterior, puede apreciarse que una o más unidades de iluminación como las descritas anteriormente pueden generar luz de color variable altamente controlable en una gran gama de colores, así como luz blanca con temperatura de color variable en una gran gama de temperaturas de color.

5 La FIG. 4 muestra una red de unidades de iluminación 100 que tienen una configuración lineal 404 (como se ha descrito anteriormente en relación con la FIG. 2) dispuestas en una matriz bidimensional 700. Las unidades de iluminación 100 pueden interconectarse eléctricamente para formar la matriz conectada en red mostrada en la FIG. 4 en cualquiera de varias maneras, como se ha descrito anteriormente en relación con la FIG. 3. Como se ilustra en la FIG. 4, las unidades de iluminación que tienen la configuración lineal 404 pueden disponerse físicamente de manera adyacente para crear una matriz de un tamaño arbitrariamente grande. Las unidades de iluminación que tienen la configuración lineal 404 pueden tener varios tamaños, tal como segmentos de 30,48 cm (un pie) y de 121,92 cm (4 pies), o pueden tener un tamaño uniforme. Cada unidad de iluminación lineal 100 puede controlarse de manera individual como se ha descrito anteriormente (a través de un controlador central 202 y un protocolo de comunicaciones/esquema de direccionamiento apropiado) para proporcionar cambios de color, tono, intensidad, saturación y temperatura de color. Por tanto, la matriz 700 puede presentar cualquier combinación de colores, en función del estado de encendido y de apagado, el color y la intensidad de las unidades de iluminación lineales individuales de la matriz 700. Por ejemplo, la FIG. 5 muestra la matriz 700 de unidades de iluminación lineales 100 que presentan la configuración lineal 404, donde determinadas unidades 100A están encendidas (es decir, generando una salida de luz perceptible). Las unidades 100A que están encendidas pueden mostrar el mismo color, o colores diferentes, bajo el control de un controlador central 202 mostrado en la FIG. 3, por ejemplo.

La FIG. 6 ilustra un diagrama de tiempo para la matriz 700 de las FIG. 4 y 5, y muestra que uno cualquiera de una variedad de efectos luminosos puede crearse controlando diferentes unidades de iluminación de la matriz para generar varias salidas de luz en el tiempo. La flecha 902 de la FIG. 6 muestra que a medida que transcurre el tiempo (movimiento descendente en la FIG. 6), diferentes unidades de iluminación 100A de la matriz 700 se activan. En un aspecto, la progresión de las unidades de iluminación 100A que se encienden en el tiempo podría representar un "elemento con movimiento" de la matriz 700, que se desplaza hacia abajo recorriendo la matriz y luego en sentido inverso, siguiendo aparentemente la trayectoria de la flecha 904.

30 Como alternativa, en lugar de representar toda una matriz bidimensional que contiene múltiples filas de unidades de iluminación lineales, el diagrama de tiempo de la FIG. 6 puede representar una única línea de unidades de iluminación lineales, donde cada fila ilustrada en la FIG. 6 representa la misma fila en un instante de tiempo diferente. Por tanto, con el transcurso de cada periodo de tiempo, la unidad de iluminación activada 100A de la fila se desplaza hacia la derecha y luego vuelve hacia la izquierda. Como resultado, un color particular de luz puede "rebotar" en vaivén entre los extremos de una fila de unidades de iluminación lineales, o puede "rebotar" alrededor de las "paredes" de una matriz (entre los extremos de una fila dada). La unidad de iluminación activada puede tener atributos, tales como un movimiento armónico simple, un efecto de péndulo, o similar. Con un algoritmo apropiado, el "rebote" puede obedecer reglas que parece que le dan "fricción" o "gravedad" (haciendo que el efecto de rebote se ralentice) o "antigravedad" (haciendo que el efecto de rebote se acelere). En otro ejemplo adicional de un efecto luminoso, múltiples unidades de iluminación de una fila dada también pueden activarse para "seguirse" entre sí, de manera que un color persigue a otros colores a lo largo de la línea, o a través de la matriz, en efecto de "arcoíris de persecución de colores".

45 Cualquiera de los efectos luminosos anteriores y otros muchos pueden implementarse de manera similar con otras combinaciones de configuraciones de unidades de iluminación, tales como una configuración curvilínea 408, una configuración ramificada 410 o una configuración doblada 412, como se ha descrito anteriormente en relación con la FIG. 2. Debe observarse que cualquier forma o configuración de una unidad de iluminación 100 puede parecer sustancialmente una fuente de luz puntual si se observa desde una distancia suficientemente grande. Por ejemplo, unidades de iluminación individuales sustancialmente lineales de un ensamblado/matriz/disposición mayor, o unidades de iluminación que tienen otras configuraciones geométricas, pueden parecer "píxeles" en un lateral de un edificio, si se ven desde una distancia suficientemente grande.

Las FIG. 7, 8A, 8B y 8C ilustran varios aspectos estructurales de una realización de la presente divulgación relativos a una luminaria modular esencialmente lineal 600 que está configurada para alojar múltiples unidades de iluminación 100 similares a las descritas anteriormente en relación con las FIG. 1 a 6. En varios aspectos de esta realización, la luminaria 600 puede incluir un alojamiento que incluye múltiples partes, por ejemplo, una primera parte 610 que comprende una parte de aluminio extrudida, sobre la cual está dispuesta una segunda parte que incluye una envoltura óptica cilíndrica sustancialmente lineal. La primera parte 610 forma un cerramiento que contiene una o más placas de circuito en las que están implementados varios sistemas de circuitos relacionados con la fuente de alimentación y con la red. Como se describe posteriormente en mayor detalle, en una implementación a modo de ejemplo, una o más placas de circuito en las que están dispuestas múltiples unidades de iluminación 100 pueden estar ubicadas dentro de la segunda parte 620 formada por la envoltura óptica, separadas de los otros componentes relacionados con la fuente de alimentación y con la red dispuestos en la primera parte 610.

Como se indica en la FIG. 8 y en la Tabla 1 siguiente, se contemplan varias configuraciones de diferente tamaño para la luminaria modular 600, donde las configuraciones de mayor tamaño alojan un mayor número de unidades de iluminación, como se describe en detalle posteriormente. Por ejemplo, la siguiente Tabla 1 proporciona tres tamaños de luminaria a modo de ejemplo (en longitud), en concreto de 45,72 cm (18 pulgadas), 121,92 cm (48 pulgadas) y 243,84 cm (96 pulgadas), y proporciona varias dimensiones indicadas a modo de ejemplo para los tamaños de luminaria respectivos. Aunque en la Tabla 1 se indican tres posibles tamaños de luminaria, debe apreciarse que las luminarias 600 según la presente invención no están limitadas necesariamente a este respecto, ya que las dimensiones indicadas en la FIG. 8 se proporcionan principalmente con fines ilustrativos, y otras dimensiones son posibles.

Tabla 1

Tamaño de luminaria (pulgadas/cm)	A (pulgadas/cm)	B (pulgadas/cm)	C (pulgadas/cm)	D (pulgadas/cm)	#Ubicaciones de fijación por luminaria	Peso (libras/kg)
18/45,72	0,13/0,33	3,63/9,22	10,88/27,64	12,38/31,45	6	3,4/1,5
48/121,92	0,38/0,97	8,06/20,47	16,13/40,97	42,38/107,65	10	9,3/4/2
96/242,84	0,50/1,27	12,06/30,63	24,13/61,29	90,38/229,57	14	19,0/8,6

La FIG. 9 ilustra una disposición a modo de ejemplo de varios componentes de la luminaria lineal 600 de las FIG. 7 y 8, según una realización de la presente divulgación. Como se ilustra en la FIG. 9, una placa de circuito de alimentación y de control 550 de la luminaria 600 está dispuesta en una primera parte 610 de la luminaria (por ejemplo, una parte de aluminio extrudida). La FIG. 9 muestra además que tres placas de circuito de LED modulares 520A, 520B y 520C están dispuestas en una segunda parte 620 de la luminaria, generalmente encerradas por la envoltura óptica, donde cada placa de circuito de LED 520A a 520C incluye cinco unidades de iluminación multicanal 100. Un conector de entrada 560A y un conector de salida 560B transportan energía desde una fuente de alimentación e instrucciones de iluminación (es decir, comandos o datos de iluminación) hacia y desde la luminaria 600, de modo que múltiples luminarias pueden acoplarse entre sí para formar un sistema de iluminación conectado en red. Como se ha mencionado anteriormente, los conectores 560A, B incluyen un paso que permite a las líneas de alimentación y/o de datos salir del alojamiento en una ubicación diferente al extremo del alojamiento. En varias realizaciones de la invención, los conectores 560A, 560B están configurados y dispuestos en la primera parte 610 del alojamiento de modo que dos o más luminarias 600 pueden conectarse de manera adyacente sin un hueco entre las segundas partes 620 de sus alojamientos y, por tanto, sin una interrupción visual de la emisión de luz percibida procedente de las luminarias contiguas.

A continuación se describen varios aspectos funcionales de estos componentes.

En una versión de la realización mostrada en la FIG. 9, la luminaria 600 está configurada para recibir una fuente de potencia de funcionamiento 108 a través del conector de entrada 560A en forma de tensión de línea de CA estándar/convencional (por ejemplo, entre 120 Vrms y 240 Vrms). Esta tensión de línea de CA también está conectada directamente al conector de salida 560B para su provisión a una o más otras luminarias que a su vez puede estar acopladas en forma de cadena tipo margarita a la luminaria 600. De manera interna a la luminaria 600, la tensión de línea de CA está conectada a la placa de circuito de alimentación y de control 550, que incluye una fuente de alimentación de conmutación corregida por factor de potencia 530 (por ejemplo, según un convertidor CC-CC) que proporciona una tensión de salida de CC a varios sistemas de circuitos relacionados con la red, así como a las múltiples unidades de iluminación 100 de la luminaria 600. La fuente de alimentación de conmutación 530 puede configurarse para proporcionar una tensión de salida de CC del orden de 20 voltios aproximadamente (por ejemplo, 24 VDC) y puede proporcionar 20 vatios de potencia aproximadamente. En la FIG. 10 se muestra un diagrama de circuito de una fuente de alimentación de conmutación 530 según una implementación a modo de ejemplo.

En otra versión de la realización mostrada en la FIG. 9, la luminaria 600 está configurada para recibir instrucciones/datos de iluminación para las múltiples unidades de iluminación de la luminaria usando un protocolo de Ethernet. Para ello, tanto el conector de entrada 560A como el conector de salida 560B están acoplados para transmitir y recibir pares de cables trenzados 515 para establecer comunicaciones de Ethernet hacia y desde la placa de alimentación y de control 550 de la luminaria 600. Más específicamente, los pares de cables 515 que transportan las comunicaciones de Ethernet están acoplados a un controlador de unidad de iluminación o LUC 208, similar a los descritos anteriormente en relación con la FIG. 3, que forma parte de la placa de circuitos de alimentación y de control 550 mostrada en la FIG. 9. Generalmente, el LUC 208 está configurado para procesar las comunicaciones basadas en Ethernet y para comunicarse a su vez con las múltiples unidades de iluminación 100 de la luminaria 600 usando un protocolo de comunicaciones serie, cuyos ejemplos se han descrito anteriormente. Por consiguiente, el LUC 208 funciona esencialmente como un convertidor de protocolos de comunicaciones que recibe instrucciones o datos de iluminación en el protocolo de Ethernet y que transfiere las instrucciones a las múltiples unidades de iluminación de la luminaria usando el protocolo serie.

Para ello, el LUC 208 mostrado en la FIG. 9 incluye un conmutador de Ethernet 510 que está configurado para manejar tráfico de paquetes entrante basado en Ethernet para la luminaria 600. En un aspecto, el conmutador de Ethernet está configurado de modo que el tráfico de paquetes puede comunicarse hacia y desde la luminaria a 100 Mbs/s. El LUC 208 de la luminaria 600 tiene asignado una dirección MAC/IP única (y posiblemente otros identificadores únicos, tales como un número de serie y un nombre de dispositivo), y el conmutador de Ethernet 510 está configurado para identificar paquetes particulares del tráfico de paquetes entrante que están destinados específicamente a la luminaria 600 (en función de la dirección y/u otros identificadores únicos para la luminaria). El LUC 208 incluye además un microprocesador 570 que recibe desde el conmutador de Ethernet 510 los paquetes particulares destinados a la luminaria. En un aspecto, el microprocesador 570 puede incluir una interfaz de Ethernet de 10 Mb incorporada a través de la cual el microprocesador y el conmutador de Ethernet están acoplados. El microprocesador 570 extrae, de los paquetes de Ethernet que recibe, instrucciones/datos de iluminación para las múltiples unidades de iluminación de la luminaria y, a su vez, transmite estas instrucciones/datos de iluminación a las unidades de iluminación usando un protocolo serie.

Como también se ilustra en la FIG. 9, la potencia de funcionamiento de CC para las múltiples unidades de iluminación 100 de la luminaria 600, así como las instrucciones/datos de iluminación del protocolo serie, se proporcionan desde la placa de circuito de alimentación y de control 550 a una primera placa de circuito de LED 520A a través de un grupo de cables 540. En una implementación a modo de ejemplo, el grupo de cables 540 tiene un extremo acoplado a la placa de alimentación y de control 550 a través de un conector de 8 patillas 545 y otro extremo acoplado a la primera placa de circuito de LED 520A a través de una conexión soldada de 11 patillas. Las placas de circuito de LED 520A, 520B y 520C son modulares por naturaleza e incluyen conectores de acoplamiento y/o interbloqueo 555 (por ejemplo, conectores Samtec de 9 patillas) para permitir interconexiones serie modulares de múltiples placas de circuito de LED en una luminaria dada.

En algunas realizaciones, las unidades de iluminación basadas en LED 100 están dispuestas en las placas de circuito modulares 520A, 520B y 520C, de modo que están separadas entre sí a una distancia de aproximadamente 2,54 cm (1 pulgada). Por ejemplo, en una implementación a modo de ejemplo, cada una de las placas de circuito de LED 520A, 520B y 520C mostradas en la FIG. 9 tiene aproximadamente una longitud de 15,24 cm (6 pulgadas) e incluye cinco unidades de iluminación controlables de manera individual 100 (proporcionando así una resolución de control en cada luminaria 600 de aproximadamente 3,04 cm (1,2 pulgadas)). Este nivel preciso de control permite a las luminarias 600 reproducir vídeo, gráficos y efectos de complejo diseño en un anfitrión con características arquitectónicas y de entretenimiento.

En algunas versiones de esta implementación, cada una de las unidades de iluminación 100 puede ser una unidad de iluminación R-G-B de tres canales. La FIG. 11 ilustra un ejemplo específico de una unidad de iluminación R-G-B 100 representativa de las unidades de iluminación de una placa de circuito de LED dada, donde un canal de luz roja de cada unidad de iluminación incluye nueve LED rojos 104R conectados en serie, un canal de luz verde incluye cinco LED verdes 104G conectados en serie, y un canal de luz azul incluye cinco LED azules 104B conectados en serie. En otra versión mostrada en la FIG. 11, el controlador 105 de cada unidad de iluminación 100 puede implementarse como un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) diseñado para procesar de manera específica un flujo de instrucciones/datos de iluminación recibidos en un puerto de comunicaciones de entrada 120_{IN} según el proceso de "captura/extracción de datos" o el proceso de "modificación de bandera" descritos anteriormente en relación con los protocolos de comunicaciones serie a modo de ejemplo, y para transferir un flujo de instrucciones/datos de iluminación, a través de un puerto de comunicaciones de salida 120_{OUT}, a una unidad de iluminación subsiguiente en una interconexión serie. Más específicamente, las cinco unidades de iluminación 100 de cada placa de circuito de LED 520A, 520B y 520C están acopladas entre sí en una interconexión serie, y las placas de circuito están acopladas a su vez entre sí en una interconexión serie a través de los conectores 555, de modo que toda la pluralidad de quince unidades de iluminación están interconectadas en serie, donde cada unidad de iluminación incluye un controlador 105 implementando como un ASIC que tiene la funcionalidad del procesador 102, la memoria 114 y el/los puerto(s) de comunicaciones 120 mostrados en la FIG. 1.

La FIG. 12 ilustra una disposición a modo de ejemplo de varios componentes de la luminaria lineal 600 de las FIG. 7 y 8, según otra realización de la presente divulgación. La luminaria mostrada en la FIG. 12 es una versión más grande que la mostrada en la FIG. 9, en la que ocho placas de circuito de LED modulares 520 están dispuestas en un área de la luminaria generalmente encerrada por la envoltura óptica 610, y en la que dos placas de circuito de alimentación y de control 550A y 550B están dispuestas en un área de la luminaria generalmente definida por el alojamiento de aluminio 620. Al igual que las placas de circuito de LED 520, en un aspecto las placas de circuito de alimentación y de control 550A y 550B tienen una naturaleza modular. Sin embargo, en realizaciones en las que múltiples placas de alimentación y de control se utilizan en una luminaria dada, generalmente solo una de las múltiples placas de alimentación y de control incluye un LUC 208, mientras que todas las placas incluyen una fuente de alimentación de conmutación 530. Esto garantiza que una luminaria dada solo tenga una dirección para las comunicaciones basada en Ethernet pero, al mismo tiempo, puede proporcionarse una potencia adecuada a las unidades de iluminación y sistemas de circuitos de la luminaria (en una implementación a modo de ejemplo, cada placa de LED 520 consume aproximadamente 4 vatios de potencia, y cada fuente de alimentación de conmutación

520 proporciona aproximadamente 20 vatios de potencia; por consiguiente, una luminaria con ocho placas de circuito de LED 520 requiere dos fuentes de alimentación de conmutación 530).

La FIG. 13 ilustra un sistema de iluminación conectado en red 1000 que comprende múltiples luminarias 600 similares a las mostradas en las FIG. 9 y 12, según una realización de la presente invención. Por lo general, el sistema de iluminación 1000 comparte algunas características de la red de iluminación descrita anteriormente en relación con la FIG. 3, donde cada una de las luminarias 600 incluye un LUC 208 y múltiples unidades de iluminación 100. En el sistema 1000 de la FIG. 13, un controlador central 202 está acoplado a través de un conmutador de Ethernet 204 a múltiples cajas de conexiones de alimentación/datos 800 para aceptar la potencia 108 procedente de una tensión de línea de CA estándar, así como comunicaciones basadas en Ethernet procedentes del conmutador de Ethernet 204, y para proporcionar a su vez tanto las comunicaciones basadas en Ethernet como la tensión de línea, a través de un único cable, a "cadenas" respectivas de luminarias interconectadas 600 (a través de un conector de entrada 560A de una de las luminarias). En un aspecto de esta realización, el controlador central puede implementarse como un "gestor de sistema de iluminación" o como un "gestor de sistema de vídeo", como se describe en detalle en la publicación de solicitud de patente estadounidense n.º 2005-0248299, publicada el 10 de noviembre de 2005, titulada "*Light System Manager*", para proporcionar precisión en el control de iluminación de cada unidad de iluminación de cada luminaria 600 del sistema 1000. Como se ha mencionado anteriormente, este nivel preciso de control permite a las luminarias 600 reproducir vídeo, gráficos y efectos de complejo diseño en un anfitrión con características arquitectónicas y de entretenimiento.

En una implementación a modo de ejemplo del sistema de iluminación 1000 mostrado en la FIG. 13, las luminarias pueden estar dispuestas en matrices unidimensionales o bidimensionales (como se muestra, por ejemplo, en las FIG. 4 a 6), donde cada unidad de iluminación de cada luminaria puede controlarse para proporcionar una gran variedad de efectos luminosos (por ejemplo, en un ejemplo, con una resolución controlable de incrementos de 3,04 cm (1,2 pulgadas) como se ha descrito anteriormente en relación con la FIG. 9). De esta manera, una matriz bidimensional formada por múltiples luminarias 600 del sistema 1000 también puede proporcionar un sistema de reproducción de texto, gráficos y/o vídeo a gran escala, donde cada unidad de iluminación de una luminaria dada, o grupos de unidades de iluminación, puede controlarse como píxeles individuales de una pantalla para reproducir contenido de texto, gráficos y/o vídeo. El sistema de iluminación 1000 también puede implantarse de manera flexible en un entorno tridimensional, por ejemplo en múltiples lados de un edificio, así como delimitando todo o parte del perímetro de un edificio o varias características arquitectónicas de otros espacios interiores o exteriores, para proporcionar una iluminación multicolor controlable en estos entornos. Además, como se ha descrito anteriormente en relación con la FIG. 2, debe apreciarse que luminarias similares a las descritas en el presente documento en relación con las FIG. 9 y 12 pueden implementarse con otros factores de forma, tales como configuraciones curvilíneas, configuraciones ramificadas, configuraciones en V y similares, para proporcionar una gran variedad de posibilidades de implementación de sistemas en una pluralidad de entornos.

Aunque varias realizaciones inventivas se han descrito e ilustrado en el presente documento, los expertos en la técnica concebirán fácilmente otros medios y/o estructuras para llevar a cabo la función y/u obtener los resultados y/o una o más de las ventajas descritos en el presente documento, y cada una de tales variantes y/o modificaciones está dentro del alcance de las realizaciones inventivas descritas en el presente documento. En términos más generales, los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que todos los parámetros, dimensiones, materiales y configuraciones descritos en el presente documento se proporcionan solamente a modo de ejemplo y que los parámetros, dimensiones, materiales y/o configuraciones reales dependerán de la aplicación o aplicaciones específicas para las que se usan las enseñanzas inventivas. Los expertos en la técnica reconocerán, o podrán deducir solamente con experiencias rutinarias, muchas equivalencias de las realizaciones inventivas específicas descritas en el presente documento. Por tanto, debe entenderse que las realizaciones anteriores se presentan solamente a modo de ejemplo y que, dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas y equivalencias de las mismas, las realizaciones inventivas pueden llevarse a la práctica de diferente manera a las descritas y reivindicadas de manera específica. Varias realizaciones de la presente invención están dirigidas a cada característica, sistema, artículo, material, kit y/o procedimiento individual descritos en el presente documento. Además, cualquier combinación de dos o más de tales características, sistemas, artículos, materiales, kits y/o procedimientos, si tales características, sistemas, artículos, materiales, kits y/o procedimientos no son incompatibles entre sí, está incluida dentro del alcance de la presente invención.

Debe entenderse que todas las definiciones, como se definen y usan en el presente documento, trascienden las definiciones de los diccionarios y/o los significados habituales de los términos definidos.

Debe entenderse que los artículos indefinidos "un" y "una", tal y como se usan en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones del presente documento, quieren decir "al menos uno/a", a no ser que se indique claramente lo contrario.

Debe entenderse que la expresión "y/o", tal y como se usa en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones del presente documento, quiere decir "alguno o ambos" de los elementos así combinados, es decir, elementos que están presentes de manera conjunta en algunos casos y presentes de manera disjunta en otros casos. Múltiples

5 elementos enumerados con “y/o” deben interpretarse de la misma manera, es decir, “uno o más” de los elementos así combinados. Opcionalmente puede haber otros elementos diferentes a los elementos identificados de manera específica mediante la conjunción “y/o”, estén relacionados o no con esos elementos identificados de manera específica. Por tanto, como un ejemplo no limitativo, una referencia a “A y/o B”, cuando se usa con un lenguaje abierto tal como “que comprende”, puede referirse, en una realización, solamente a A (incluyendo opcionalmente elementos diferentes a B); en otra realización, solamente a B (incluyendo opcionalmente elementos diferentes a A); en otra realización adicional, tanto a A como a B (incluyendo opcionalmente otros elementos); etc.

10 Debe entenderse que “o”, tal y como se usa en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones del presente documento, tiene el mismo significado que la conjunción “y/o” definida anteriormente. Por ejemplo, cuando se separan elementos de una lista, “o” o “y/o” se interpretarán de manera inclusiva, es decir, la inclusión de al menos uno, pero también la inclusión de más de uno, de una pluralidad o lista de elementos y, opcionalmente, elementos adicionales no enumerados. Solo los términos que indican claramente lo contrario, tales como “solo uno/a de” o “exactamente uno/a de” o, cuando se usa en las reivindicaciones, “que consiste en”, se referirán a la inclusión de
15 exactamente un elemento de una pluralidad o lista de elementos. En general, el término “o” usado en el presente documento se interpretará solamente como que indica alternativas exclusivas (es decir, “uno/a u otro/a, pero no ambos/ambas”) cuando va precedido de términos de exclusividad, tales como “alguno/a”, “uno/a de”, “solamente uno/a de” o “exactamente uno/a de”. La expresión “que consiste esencialmente en”, cuando se usa en las reivindicaciones, tendrá su significado habitual usado en el campo de la ley de patentes.

20 Tal y como se usa en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones del presente documento, debe entenderse que la expresión “al menos uno/a”, en referencia a una lista de uno o más elementos, significa al menos un elemento seleccionado a partir de uno cualquiera o más de los elementos de la lista de elementos, pero no incluye necesariamente al menos uno de cada elemento enumerado específicamente dentro de la lista de elementos y no
25 excluye alguna combinación de elementos de la lista de elementos. Esta definición también permite que pueda haber opcionalmente elementos diferentes a los elementos identificados de manera específica en la lista de elementos a los que la expresión “al menos uno/a” hace referencia, estén relacionados o no con los elementos identificados de manera específica. Por tanto, como un ejemplo no limitativo, “al menos uno de A y B” (o, de manera equivalente, “al menos uno de A o B”, o, de manera equivalente “al menos uno de A y/o B”), puede referirse, en una
30 realización, a al menos un, incluyendo opcionalmente más de un, A, sin que B esté presente (e incluyendo opcionalmente elementos diferentes a B); en otra realización, a al menos un, incluyendo opcionalmente más de un, B, sin que A esté presente (e incluyendo opcionalmente elementos diferentes a A); en otra realización, a al menos un, incluyendo opcionalmente más de un, A, y al menos un, incluyendo opcionalmente más de un, B (e incluyendo opcionalmente otros elementos); etc.

35 También debe apreciarse que, a no ser que se indique claramente lo contrario, en cualquier procedimiento reivindicado en el presente documento que incluya más de una etapa o acción, el orden de las etapas o acciones del procedimiento no está limitado necesariamente al orden en que se enumeran las etapas o acciones del procedimiento.

40 En las reivindicaciones, así como en la anterior memoria descriptiva, debe entenderse que todas las expresiones de transición tales como “que comprende”, “que incluye”, “que transporta”, “que presenta”, “que contiene”, “que implica”, “que alberga”, “que está compuesto por”, y similares, son abiertas, es decir, se refieren a inclusión pero sin un carácter limitativo. Solo las expresiones de transición “que consiste en” y “que consiste esencialmente en” serán
45 expresiones de transición cerradas o semicerradas, respectivamente, como se indica en el manual de procedimientos para el análisis de patentes de la oficina de patentes estadounidense, sección 2111.03.

REIVINDICACIONES

1.- Una luminaria (600), que comprende:

5 un alojamiento que tiene al menos una primera parte (610) y una segunda parte (620);
 al menos una placa de circuito de alimentación y de control (550, 550A) dispuesta en la primera parte (610) del
 alojamiento, comprendiendo la al menos una placa de circuito de alimentación y de control (550, 550A):
 10 al menos una fuente de alimentación de conmutación (530) para recibir una tensión de línea de CA y
 proporcionar una tensión de salida de CC; y
 un convertidor de protocolos de comunicaciones (208) para recibir primeras instrucciones de iluminación
 formateadas según un primer protocolo de comunicaciones y convertir al menos algunas de las primeras
 instrucciones de iluminación en segundas instrucciones de iluminación formateadas según un segundo
 15 protocolo de comunicaciones; caracterizada por
 una pluralidad de placas de circuito modulares (520, 520A, 520B, 520C) dispuestas en la segunda parte
 (620) del alojamiento y acopladas a la al menos una placa de circuito de alimentación y de control (550,
 550A), comprendiendo cada placa de circuito modular (520, 520A, 520B, 520C) de la pluralidad de placas
 de circuito modulares (520, 520A, 520B, 520C) una pluralidad de unidades de iluminación basadas en
 20 LED (100) acopladas a la tensión de salida de CC y que responden a las segundas instrucciones de
 iluminación formateadas según el segundo protocolo de comunicaciones.

2.- La luminaria (600) según la reivindicación 1, en la que la pluralidad de unidades de iluminación basadas en LED (100)
 responden de manera individual e independiente a las segundas instrucciones de iluminación, comprendiendo cada
 25 unidad de iluminación basada en LED (100):

al menos un primer LED (D1,..., D19) para generar una primera radiación que presenta un primer espectro;
 al menos un segundo LED (D1,..., D19) para generar una segunda radiación que presenta un segundo espectro
 diferente del primer espectro; y
 30 al menos un controlador (104) para controlar al menos una primera intensidad de la primera radiación y una
 segunda intensidad de la segunda radiación en respuesta a al menos algunas de las segundas instrucciones de
 iluminación.

3.- La luminaria (600) según la reivindicación 1, en la que el primer protocolo de comunicaciones es un protocolo de
 Ethernet, y en la que el segundo protocolo de comunicaciones es un protocolo serie.

4.- La luminaria (600) según la reivindicación 1, en la que la al menos una placa de circuito de alimentación y de control
 (550, 550A) comprende:

40 una primera placa de circuito de alimentación y de control (550, 550A), que comprende:
 una primera fuente de alimentación de conmutación (530) para recibir la tensión de línea de CA y
 proporcionar la tensión de salida de CC;
 el convertidor de protocolos de comunicaciones (208); y
 al menos una segunda placa de circuito de alimentación y de control (550, 550A) que comprende al
 45 menos una segunda fuente de alimentación de conmutación (530) para recibir la tensión de línea de CA y
 proporcionar la tensión de salida de CC,
 donde la luminaria (600) no incluye ningún otro convertidor de protocolo de comunicaciones.

5.- La luminaria (600) según la reivindicación 1, que comprende además:

50 un conector de entrada (560A) acoplado al alojamiento para recibir la tensión de línea de CA y las primeras
 instrucciones de iluminación; y
 un conector de salida (560B) acoplado al alojamiento para proporcionar la tensión de línea de CA y las primeras
 instrucciones de iluminación,
 55 de modo que la luminaria (600) puede acoplarse en forma de cadena tipo margarita a al menos una otra luminaria
 (600) para formar un sistema de iluminación conectado en red.

6.- La luminaria (600) según la reivindicación 2, en la que

60 las placas de circuito modulares (520, 520A, 520B, 520C) de la pluralidad de placas de circuito modulares (520, 520A,
 520B, 520C) están conectadas en serie, y en la que las unidades de iluminación basadas en LED (100) de cada placa de
 circuito modular (520, 520A, 520B, 520C) están conectadas en serie de modo que la totalidad de la pluralidad de
 unidades de iluminación basadas en LED (100) en toda la pluralidad de placas de circuito modulares conectadas en serie
 (520) están interconectadas en serie;

65

y en la que el controlador (105) comprende un circuito integrado de aplicación específica (105) para controlar al menos una primera intensidad de la primera radiación y una segunda intensidad de la segunda radiación en respuesta a las segundas instrucciones de iluminación formateadas según un protocolo de comunicaciones serie.

5 7.- La luminaria (600) según la reivindicación 6, que comprende además al menos una placa de circuito de alimentación y de control (530) para proporcionar las primeras instrucciones de iluminación y la potencia de funcionamiento a la pluralidad de placas de circuito modulares (520, 520A, 520B, 520C), en la que:

10 una primera placa de circuito modular (520A) de la pluralidad de placas de circuito modulares (520, 520A, 520B, 520C) está acoplada a la al menos una placa de circuito de alimentación y de control (550) a través de un grupo de cables (540); y

una segunda placa de circuito modular (520B) de la pluralidad de placas de circuito modulares (520, 520A, 520B, 520C) está conectada en serie a la primera placa de circuito modular (520A) a través de un conector de acoplamiento y/o interbloqueo (555).

15 8.- La luminaria (600) según la reivindicación 6, en la que:

la pluralidad de placas de circuito modulares (520, 520A, 520B, 520C) incluye al menos tres placas de circuito modulares (520, 520A, 520B, 520C); y

20 cada placa de circuito modular (520, 520A, 520B, 520C) de la pluralidad de placas de circuito modulares (520, 520A, 520B, 520C) incluye al menos cinco unidades de iluminación basadas en LED conectadas en serie y controlables de manera individual e independiente (100).

25 9.- Una luminaria modular (600), que comprende:

un conector de entrada (560A) para recibir una tensión de línea de CA y primeras instrucciones de iluminación formateadas según un primer protocolo de comunicaciones;

30 un conector de salida (560B) para proporcionar la tensión de línea de CA y las primeras instrucciones de iluminación formateadas según el primer protocolo de comunicaciones a una o más otras luminarias (600) que pueden estar acopladas a su vez en forma de cadena tipo margarita a la luminaria (600);

un convertidor de protocolos de comunicaciones (208) acoplado al conector de entrada (560A) para convertir al menos algunas de las primeras instrucciones de iluminación formateadas según el primer protocolo de comunicaciones en segundas instrucciones de iluminación formateadas según un segundo protocolo de comunicaciones; y

35 una pluralidad de unidades de iluminación basadas en LED (100) acopladas al convertidor de protocolos de comunicaciones (208) y configuradas para recibir las segundas instrucciones de iluminación formateadas según el segundo protocolo de comunicaciones, donde cada unidad de iluminación basada en LED (100) de la pluralidad de unidades de iluminación basadas en LED (100) puede controlarse de manera individual e independiente en respuesta a al menos algunas de las segundas instrucciones de iluminación.

40 10.- La luminaria modular según la reivindicación 9, que comprende:

al menos una fuente de alimentación de conmutación (530) acoplada al conector de entrada (560A) para convertir la tensión de línea de CA en una tensión de salida de CC; y en la que

45 la pluralidad de unidades de iluminación basadas en LED (100) está acoplada a la tensión de salida de CC, donde cada unidad de iluminación basada en LED (100) de la pluralidad de unidades de iluminación basadas en LED (100) puede controlarse de manera individual e independiente en función de información contenida en las primeras instrucciones de iluminación formateadas según un protocolo de Ethernet.

50 11.- La luminaria modular (600) según la reivindicación 9, en la que la al menos una fuente de alimentación de conmutación incluye al menos dos fuentes de alimentación de conmutación (530), y en la que la luminaria (600) comprende además solamente un convertidor de protocolos de comunicaciones (208) para convertir al menos algunas de las primeras instrucciones de iluminación formateadas según el protocolo de Ethernet en segundas instrucciones de iluminación formateadas según un segundo protocolo de comunicaciones diferente al protocolo de Ethernet.

55 12.- Un sistema de iluminación (1000), que comprende:

una primera pluralidad de luminarias modulares conectadas en serie (600), donde al menos una primera luminaria modular (600) de la primera pluralidad de luminarias modulares conectadas en serie (600) está configurada para recibir tanto una tensión de línea de CA como comunicaciones basadas en Ethernet a través de un primer cable individual de múltiples conductores, comprendiendo cada luminaria modular (600):

60 al menos una fuente de alimentación de conmutación (530) para convertir la tensión de línea de CA en una tensión de salida de CC;

un convertidor de protocolos de comunicaciones (208) para convertir las comunicaciones basadas en Ethernet en instrucciones de iluminación formateadas según un protocolo serie; y una pluralidad de unidades de iluminación basadas en LED conectadas en serie (100) acopladas a la tensión de CC para generar un color variable, una temperatura de color variable y/o una luz de intensidad variable en función de las instrucciones de iluminación formateadas según el protocolo serie.

5

13.- El sistema de iluminación según la reivindicación 12, que comprende además:

una segunda pluralidad de luminarias modulares conectadas en serie (600), donde al menos una primera luminaria modular (600) de la segunda pluralidad de luminarias modulares conectadas en serie (600) está configurada para recibir tanto la tensión de línea de CA como las comunicaciones basadas en Ethernet a través de un segundo cable individual de múltiples conductores;

10

el primer cable individual de múltiples conductores; y el segundo cable individual de múltiples conductores;

15

al menos un conmutador de Ethernet (204) acoplado a la primera pluralidad de luminarias modulares conectadas en serie (600) a través del primer cable individual de múltiples conductores, donde el al menos un conmutador de Ethernet (204) está acoplado a la segunda pluralidad de unidades de iluminación modulares conectadas en serie (600) a través del segundo cable individual de múltiples conductores.

20

14.- El sistema de iluminación según la reivindicación 13, en el que la primera y la segunda pluralidad de luminarias modulares conectadas en serie (600) están dispuestas de manera colectiva como una matriz bidimensional (700) o están dispuestas de manera colectiva en una disposición tridimensional.

25

15.- El sistema de iluminación según la reivindicación 13, en el que al menos algunas luminarias modulares (600) de la primera y la segunda pluralidad de luminarias modulares conectadas en serie (600) están dispuestas para delimitar al menos una característica arquitectónica cuando el sistema de iluminación está implantado en múltiples lados de un edificio.

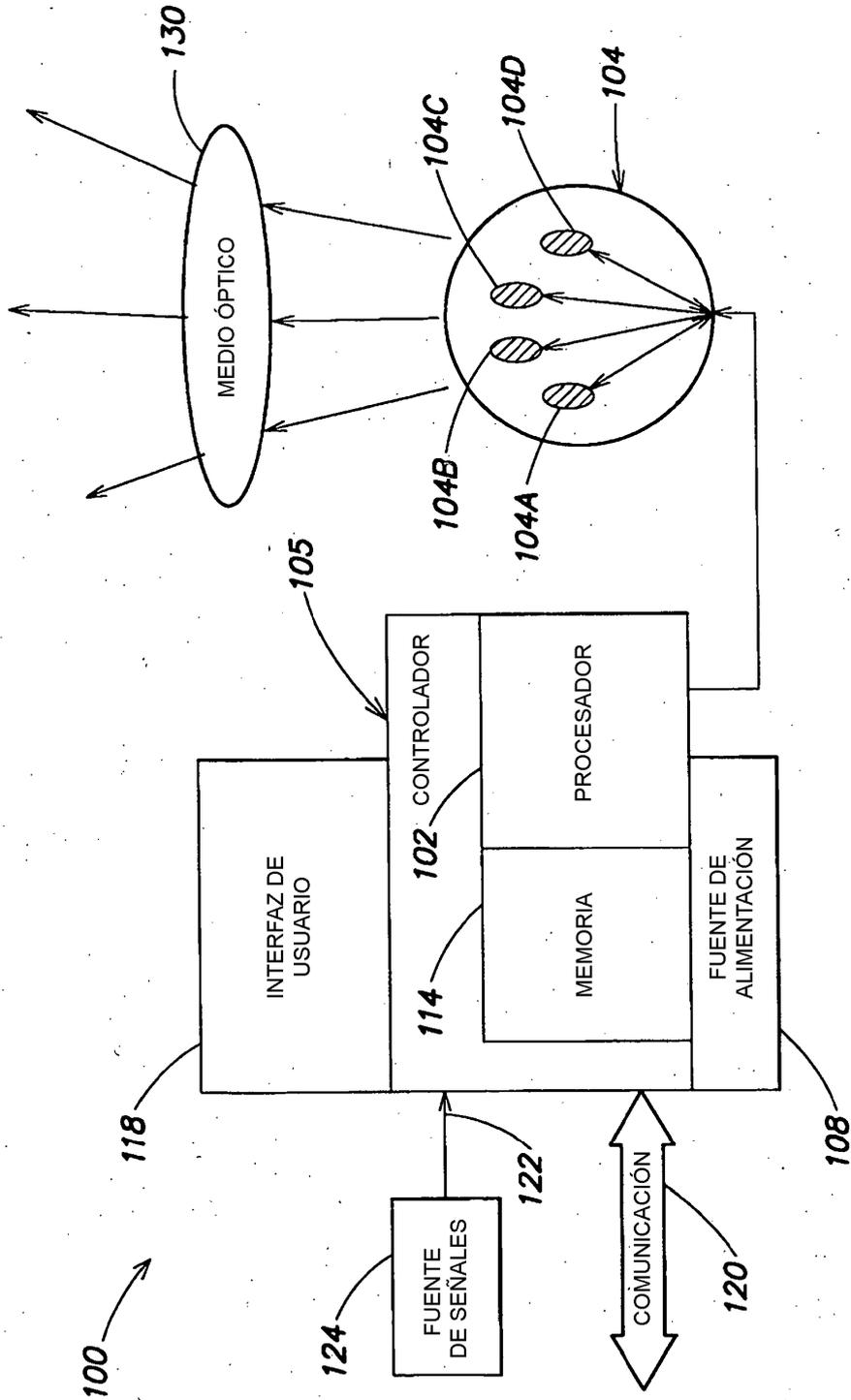


FIG. 1

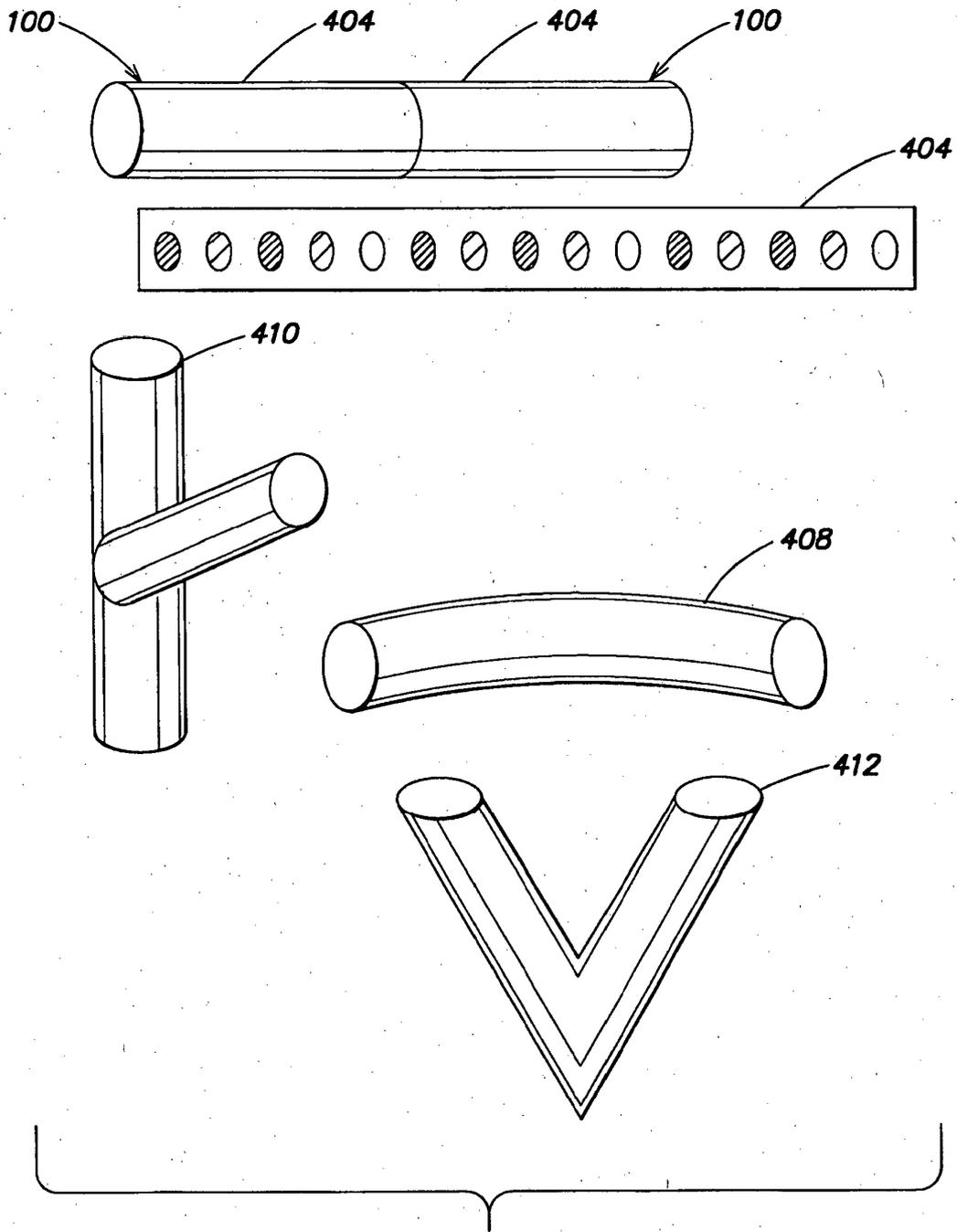


FIG. 2

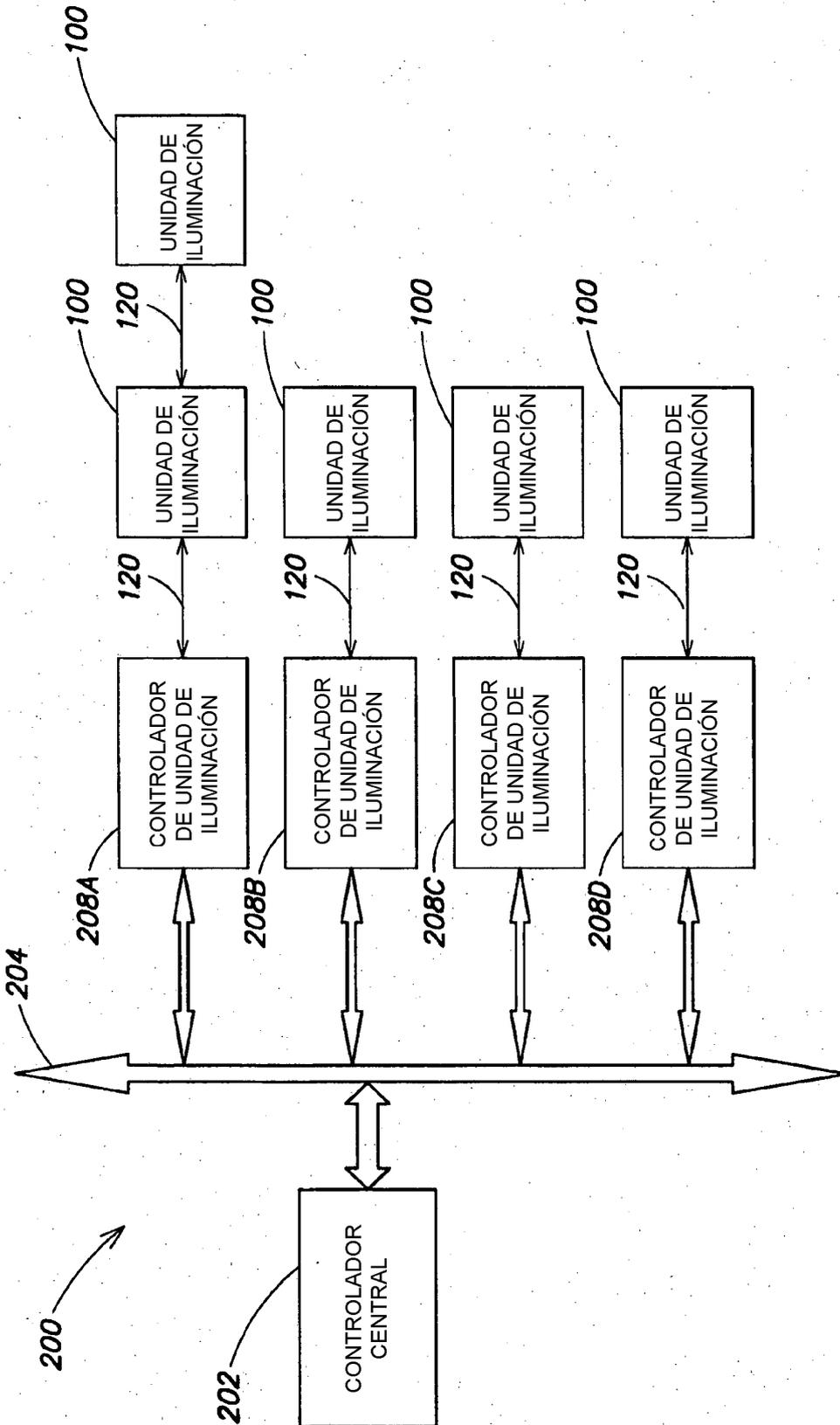


FIG. 3

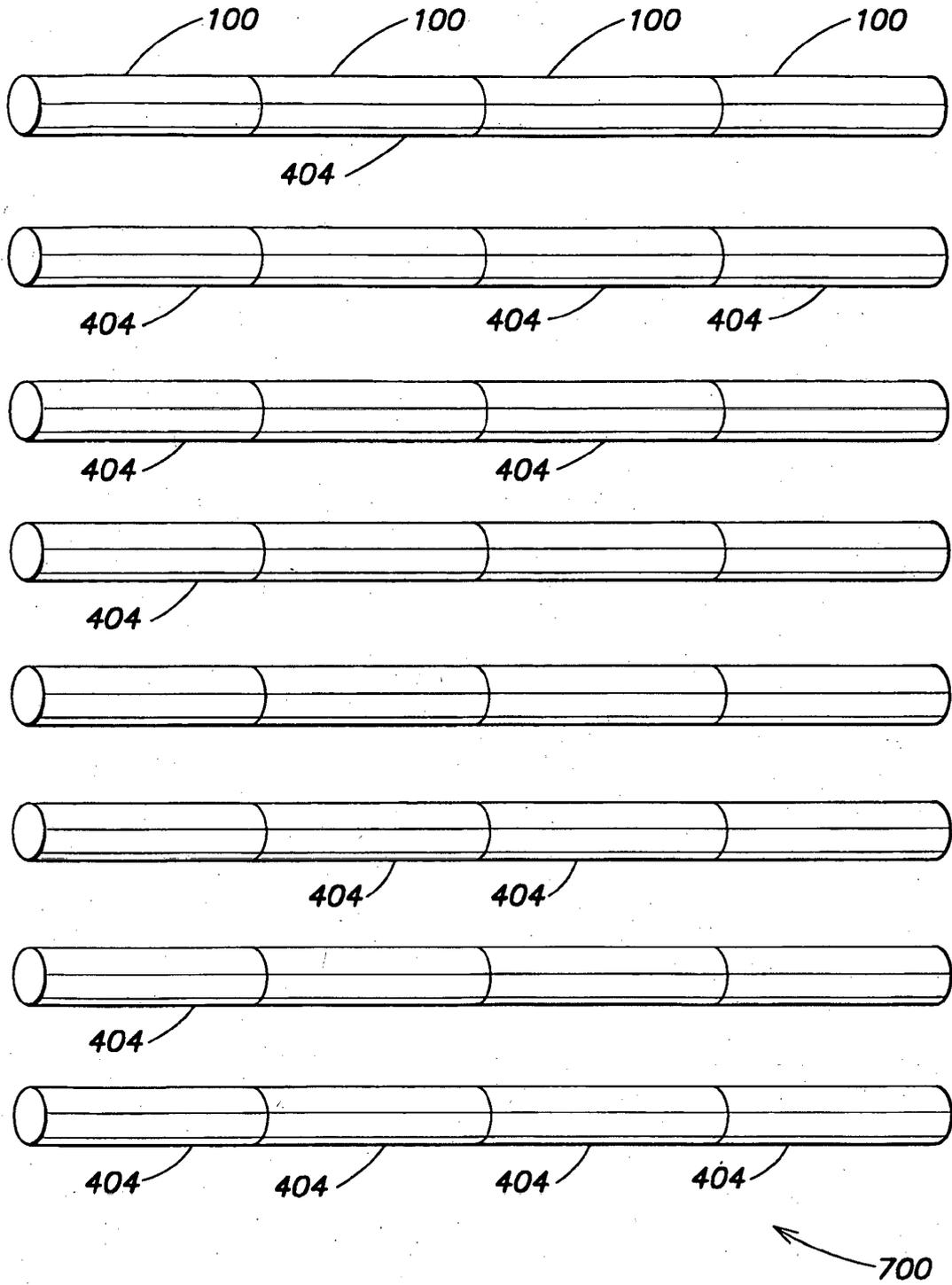


FIG. 4

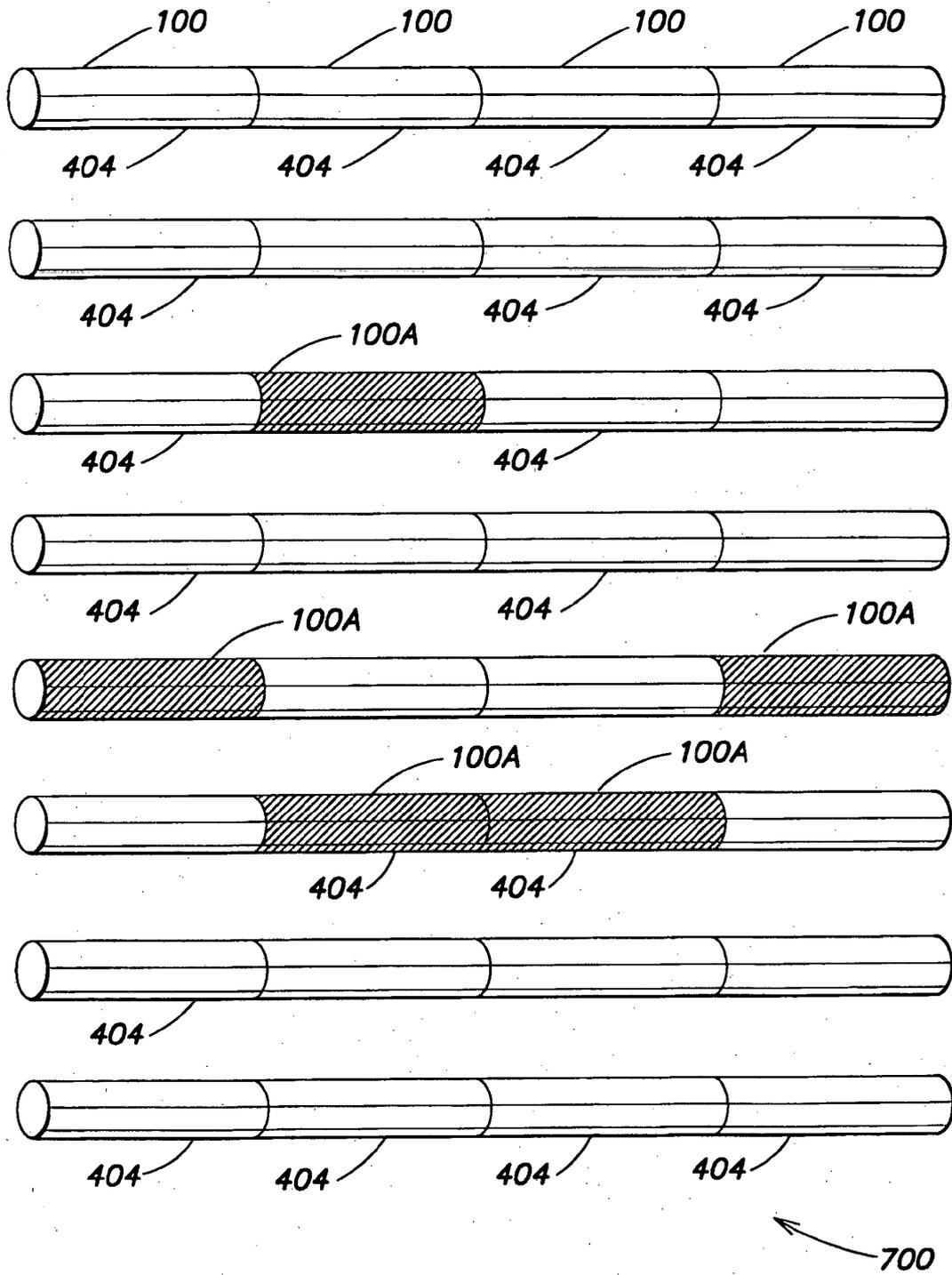


FIG. 5

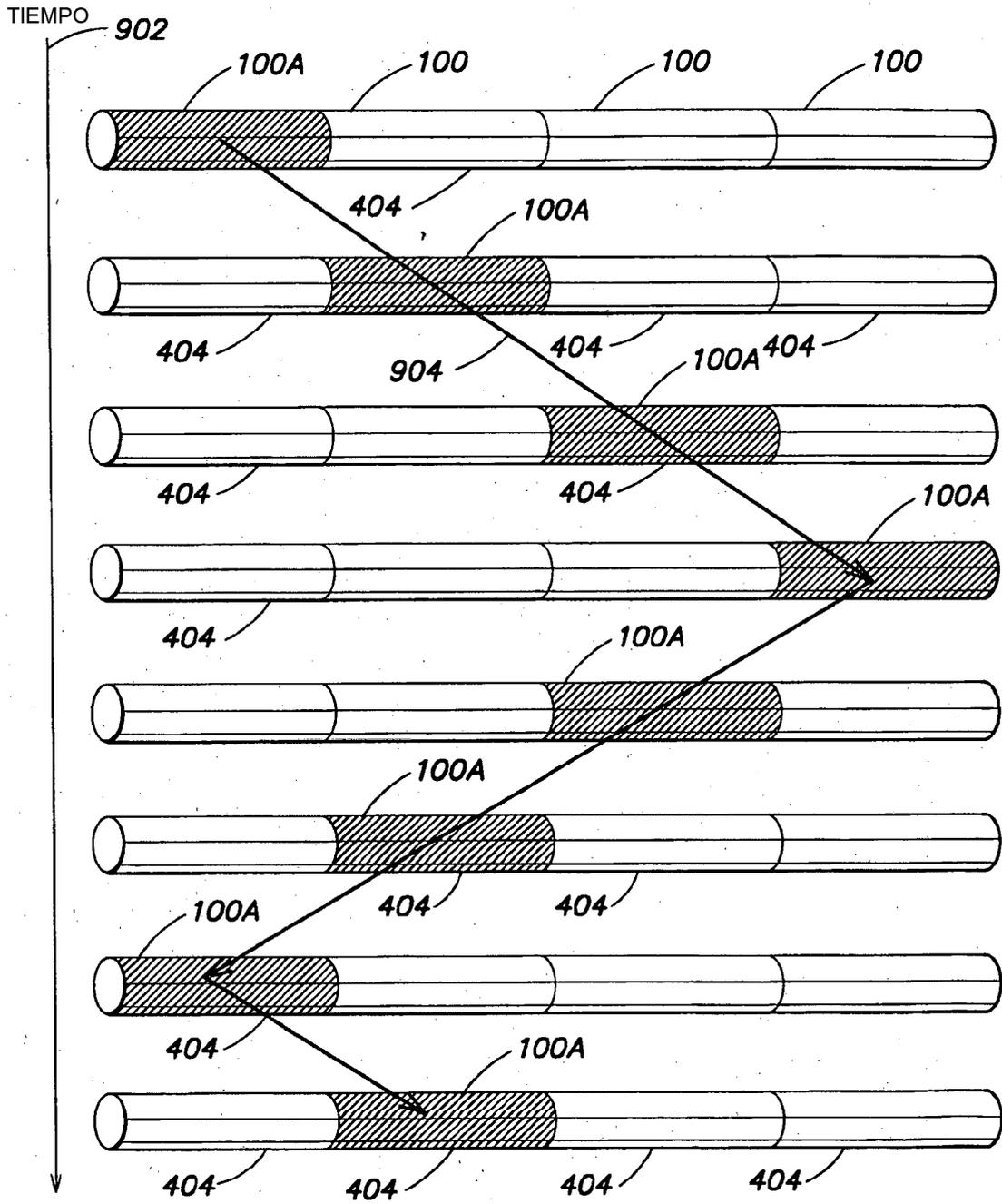


FIG. 6

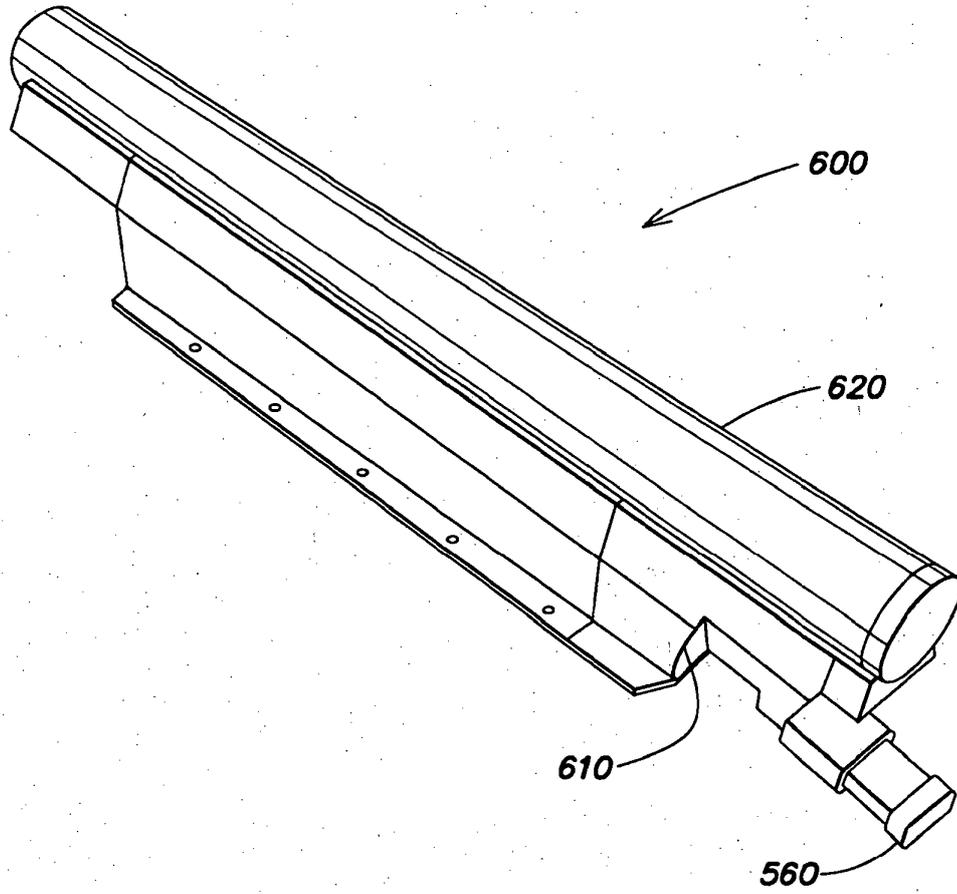


FIG. 7

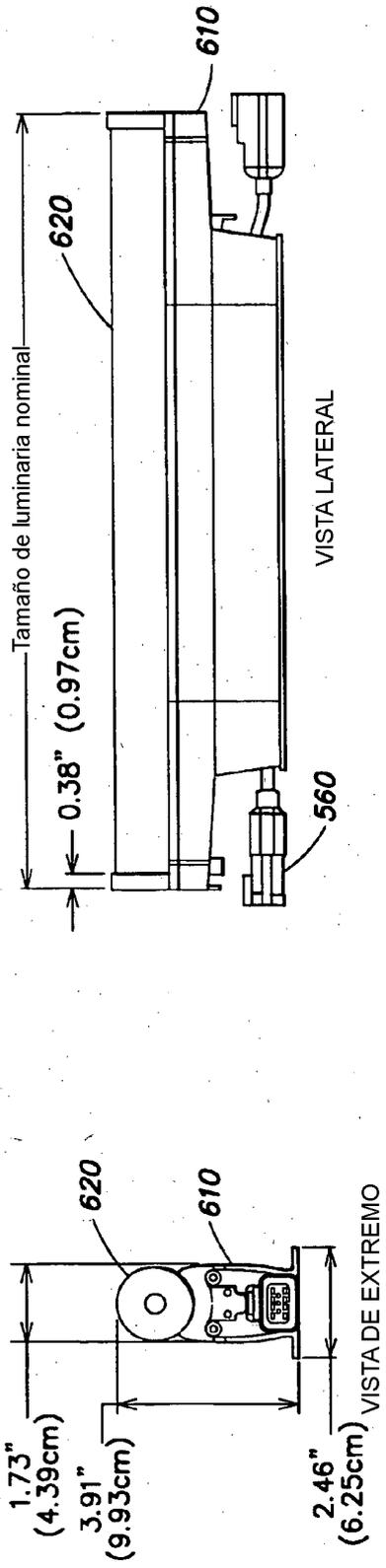


FIG. 8A

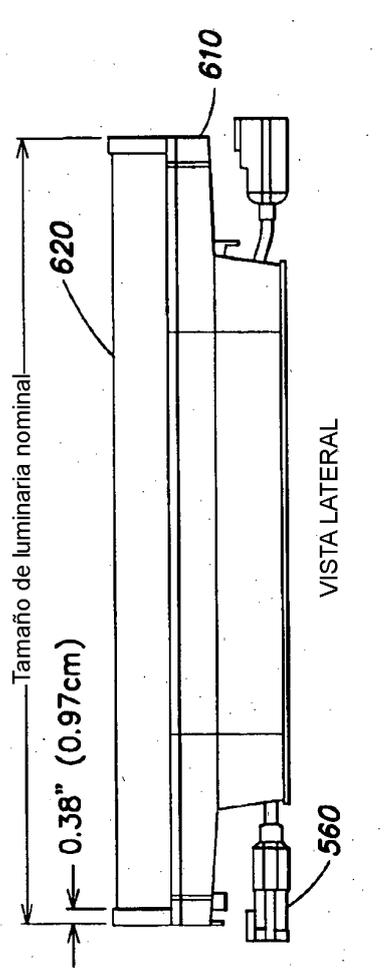


FIG. 8B

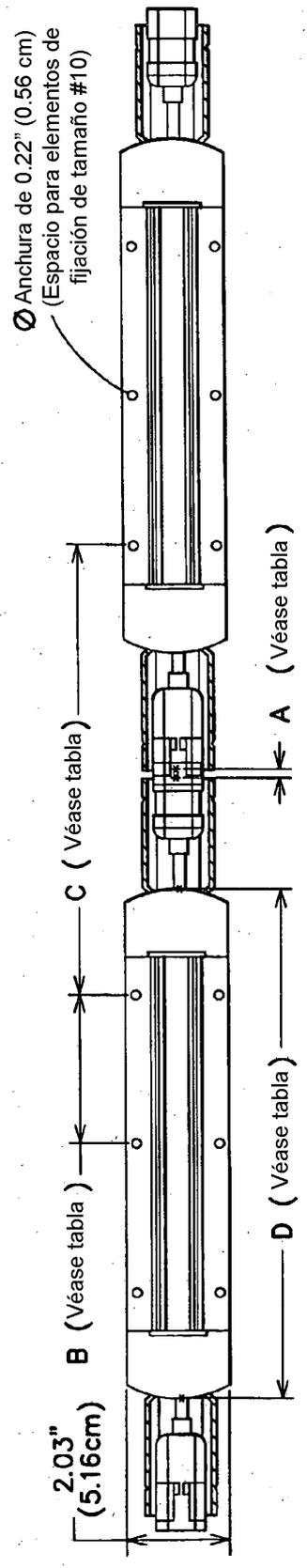


FIG. 8C

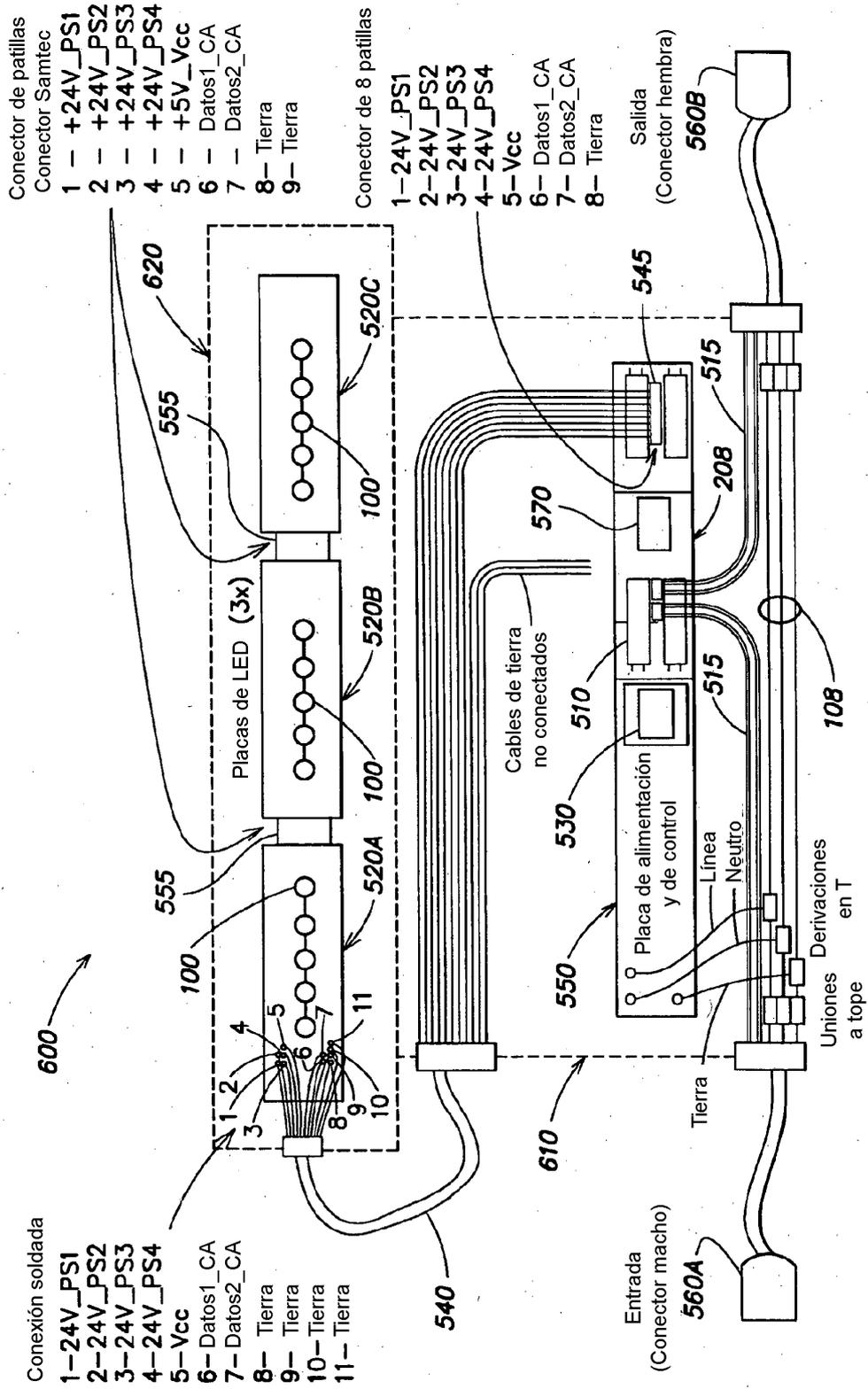


FIG. 9

530

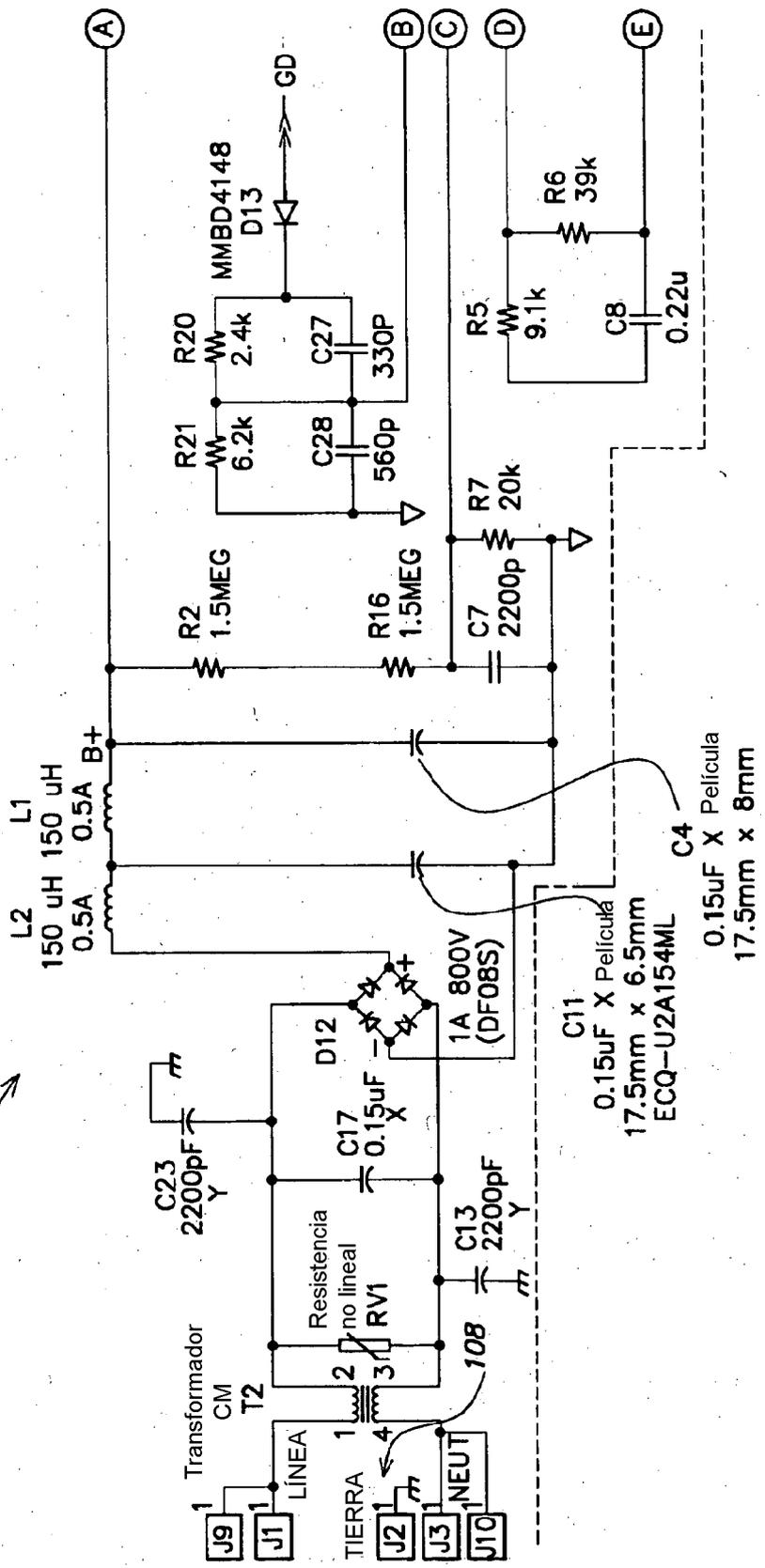


FIG. 10A FIG. 10B FIG. 10C

FIG. 10A

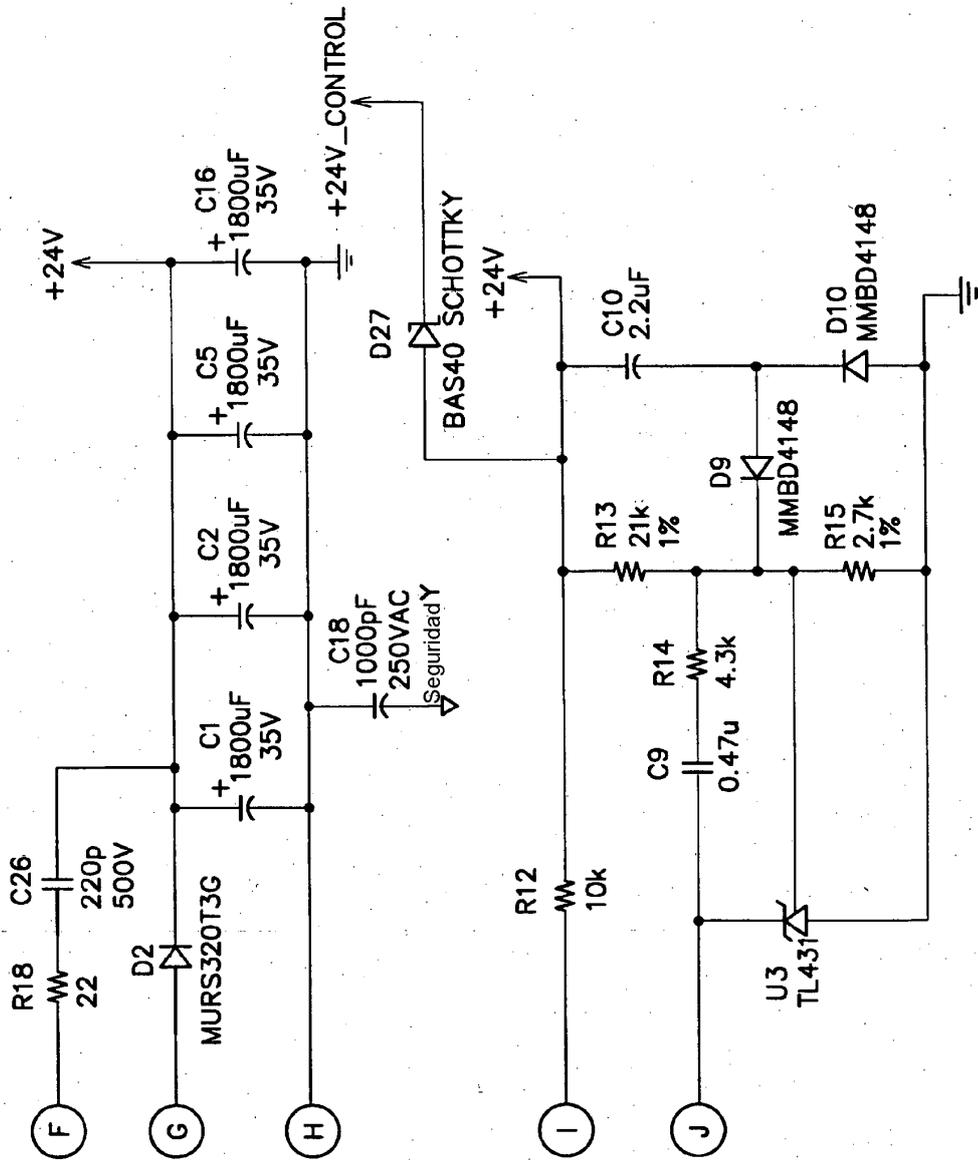


FIG. 10C

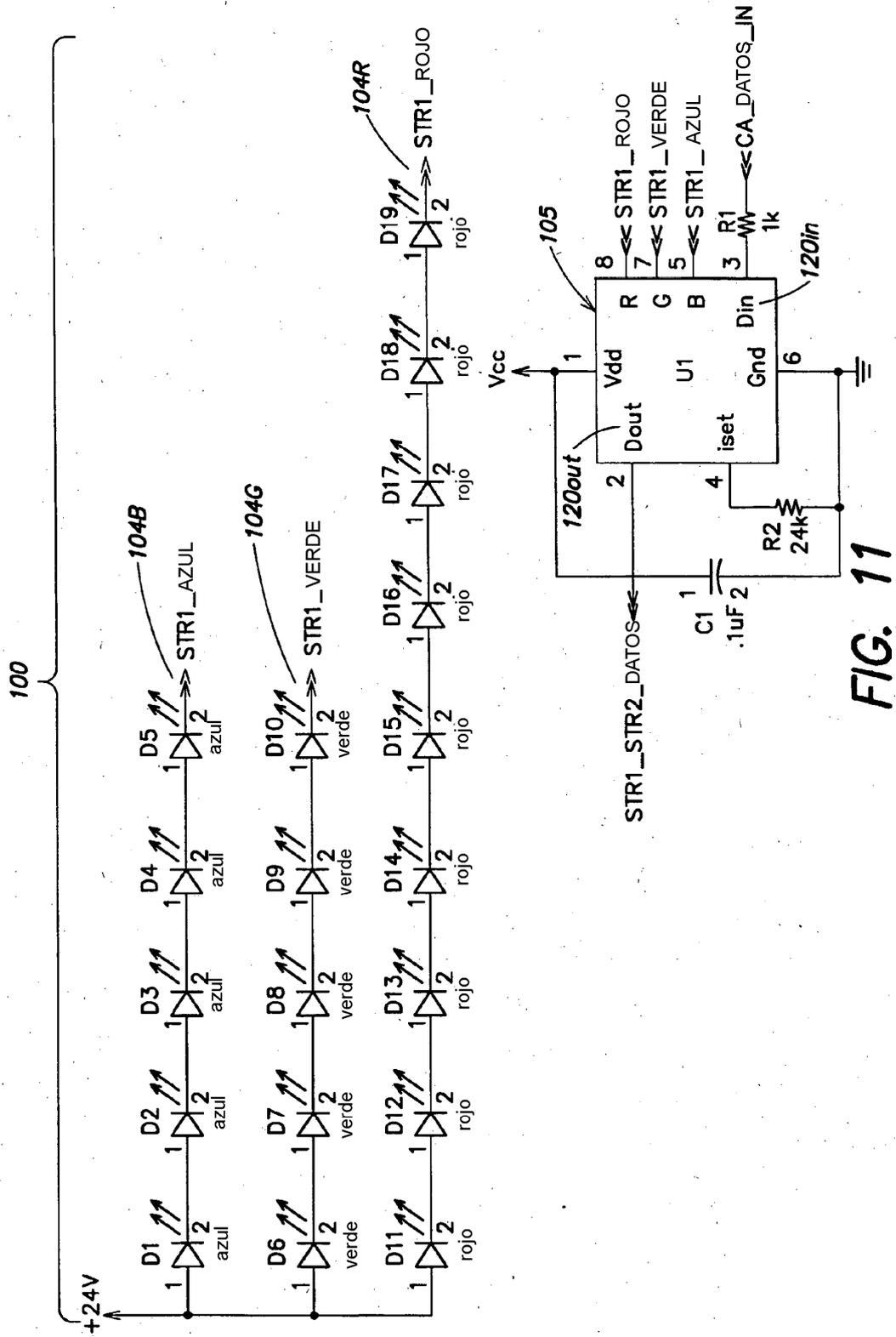


FIG. 11

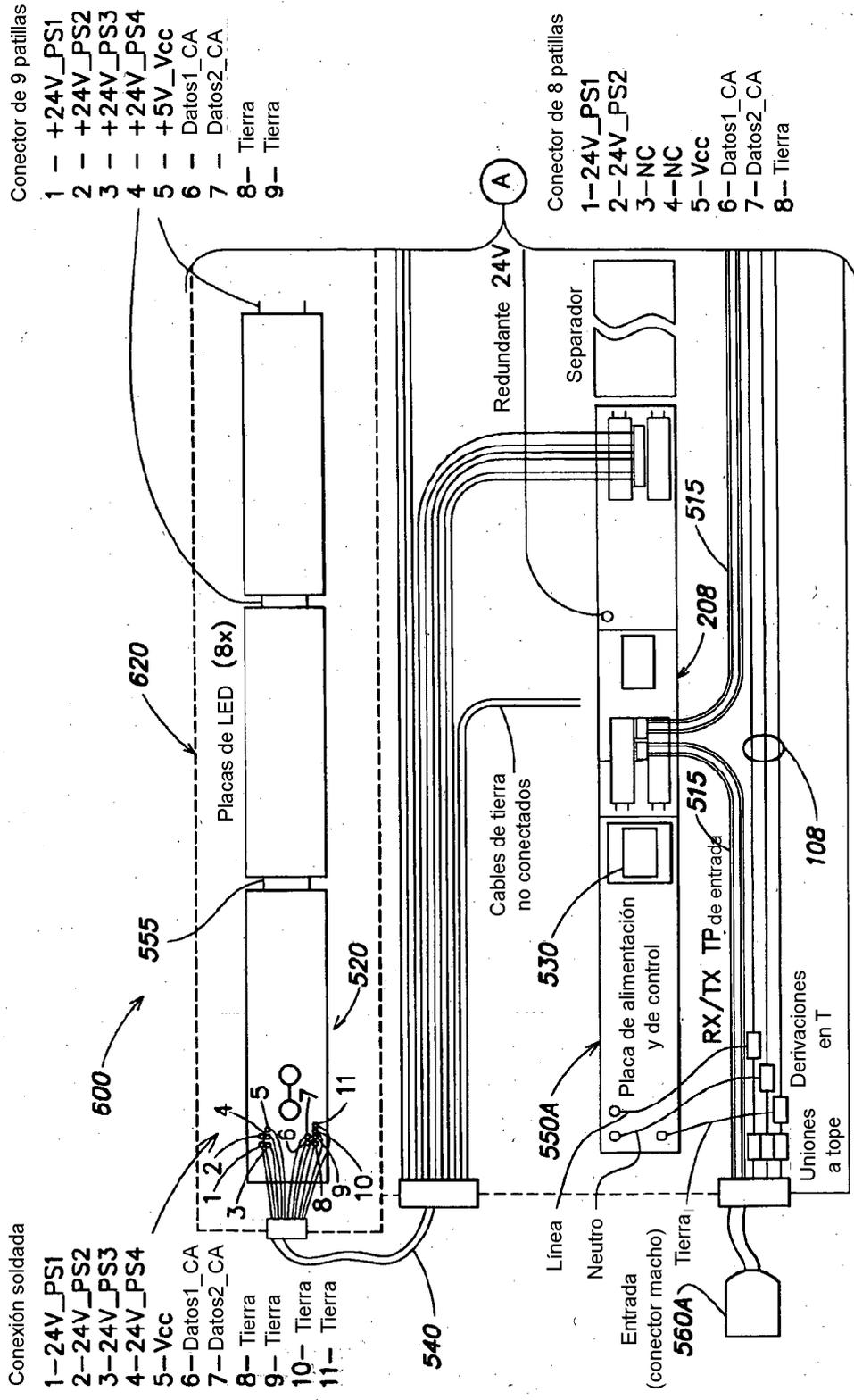


FIG. 12A FIG. 12B

FIG. 12A

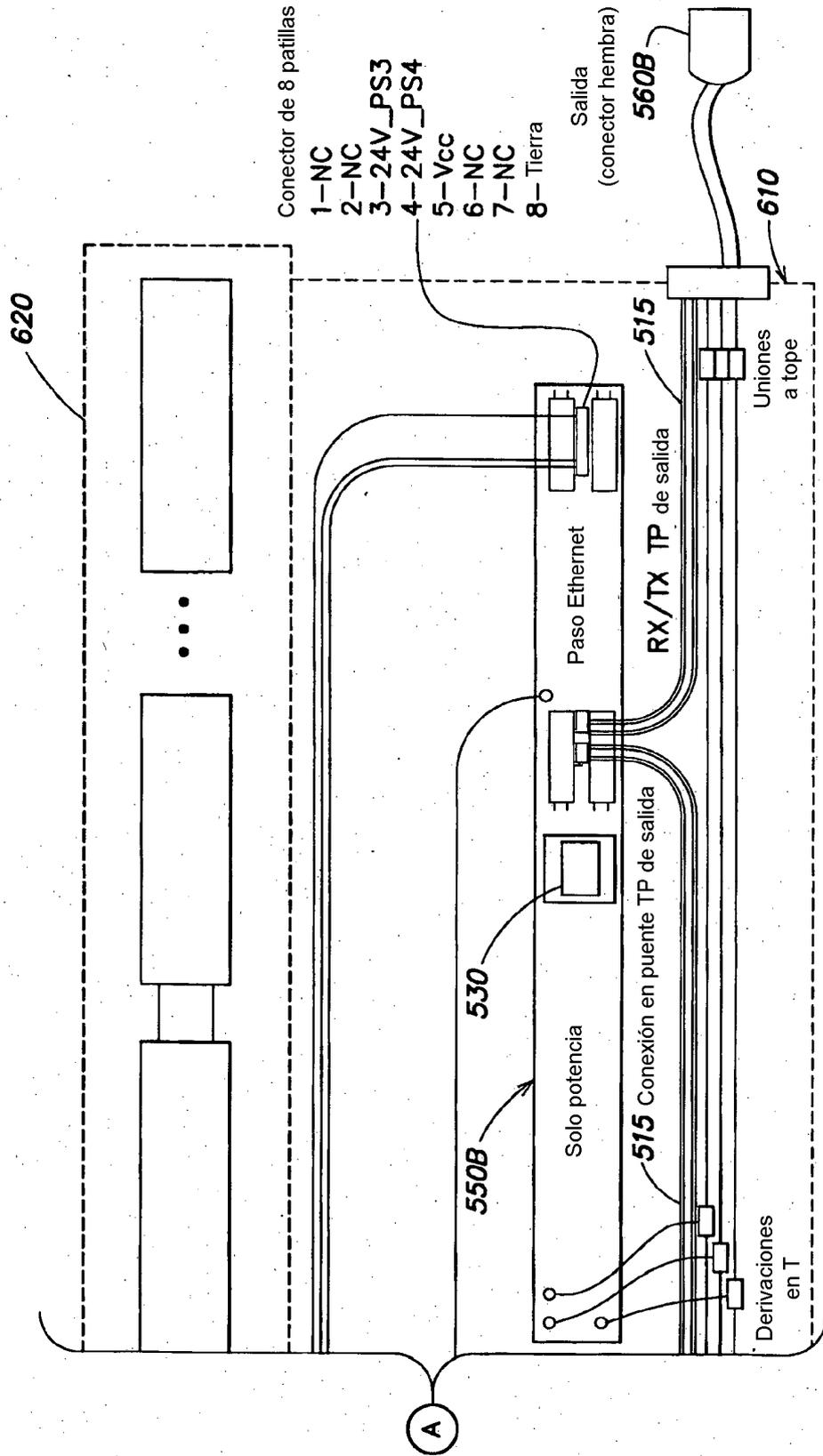


FIG. 12B

