

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 750 360**

51 Int. Cl.:

H04B 10/116 (2013.01)

H04B 10/114 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.05.2010 PCT/KR2010/002967**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.11.2010 WO10128838**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2010 E 10772298 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019 EP 2430780**

54 Título: **Aparato y procedimiento de soporte de atenuación en comunicación con luz visible**

30 Prioridad:

08.05.2009 US 215760 P
12.10.2009 US 577548

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.03.2020

73 Titular/es:

SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (100.0%)
129, Samsung-ro, Yeongtong-gu
Suwon-si, Gyeonggi-do, 443-742, KR

72 Inventor/es:

RAJAGOPAL, SRIDHAR y
LI, YING

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 750 360 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

Aparato y procedimiento de soporte de atenuación en comunicación con luz visible

Campo técnico

5 La presente solicitud se refiere en general a comunicación óptica con luz visible y, más específicamente, al soporte de mecanismos y procedimientos de atenuación para su uso en comunicación con luz visible.

Antecedentes de la técnica

10 Comunicación con luz visible (VLC) es una nueva tecnología para comunicación inalámbrica óptica de corto alcance que usa luz visible en medios ópticamente transparentes. Esta tecnología proporciona acceso a varios cientos de terahercios (THz) de espectro sin autorización. VLC es inmune a los problemas de interferencia y no interferencia electromagnética asociados con sistema de radiofrecuencia (RF). VLC proporciona un nivel adicional de seguridad permitiendo que un usuario vea la transmisión de datos a través del canal de comunicación. Otro beneficio de VLC es que mejora y complementa servicios existentes (tales como iluminación, visualización, indicación, decoración, etc.) de infraestructuras de luz visible existentes. Una red de VLC es cualquier red de dos o más dispositivos que participan en VLC.

15 La Figura 1 representa todo el espectro de frecuencia electromagnético, y un desglose de las longitudes de onda ocupadas por la luz visible. El espectro de luz visible se extiende desde aproximadamente 380 a 780 nm en longitud de onda, que corresponde a un intervalo de frecuencia de aproximadamente 400 a 790 THz. Ya que este espectro es grande y puede soportar fuentes de luz con múltiples colores, tecnología VLC puede proporcionar un gran número de canales para comunicación.

20 El documento US 2007/092264 desvela un aparato de control de luz visible que incluye: una unidad de modulación (que corresponde a un circuito de generación de señales de PPM, un circuito de generación de subportadora y un primer circuito AND) que modula una subportadora y de este modo genera una señal modulada; una unidad de control de luz visible (que corresponde a un circuito de excitación) que controla el parpadeo de luz visible que contiene información a base de la señal modulada modulada por la unidad de modulación y permite que la luz visible se emita en una tasa de tiempo de emisión predeterminada; y una unidad de control de tasa de tiempo de emisión (que corresponde a un circuito de generación de señal de atenuación, un circuito inversor, un segundo circuito AND y un circuito OR) que cambia la tasa de tiempo de emisión predeterminada y permite que se emita la luz visible en la tasa de tiempo de emisión cambiada. Hidemitsu Sugiyama y col., "Brightness Control Methods for Illumination and Visible-Light Communication Systems", Comunicaciones Móviles e Inalámbricas, 1 de marzo de 2007, página 78, desvela procedimientos de control de brillo para sistemas de comunicación de iluminación y luz visible, en el que un procedimiento es Modulación de Pulsos en Anchura y el otro es cambio de profundidad de modulación.

Divulgación de la invención

Problema técnico

35 Infraestructuras de iluminación en muchas áreas residenciales, de oficinas e industriales tienen circuitos de atenuación asociados con la iluminación. Se usan controles de iluminación para mejorar la comodidad personal, extender la vida útil de las fuentes de iluminación y ahorrar energía. Cada persona tiene diferentes capacidades visuales y niveles de comodidad. La atenuación de luz proporciona una solución para optimizar el entorno personal ^필 a su conveniencia y comodidad.

Solución al problema

40 Se proporciona un procedimiento de comunicación con luz visible (VLC) para su uso en un entorno de iluminación atenuable. El procedimiento incluye ajustar un brillo de una luz por un atenuador, determinar si deben transmitirse datos a al menos un receptor de VLC durante el brillo ajustado de la luz, establecer el brillo ajustado de la luz a un nivel de brillo de la luz para comunicación evitando control del atenuador, y recuperar el brillo ajustado de luz por el atenuador después de que se completa la comunicación.

45 Se describe procedimiento relacionado de comunicación con luz visible (VLC) para su uso en un entorno de iluminación atenuable. El procedimiento incluye transmitir luz desde al menos una fuente de luz, un brillo de la luz reducida por debajo de un nivel máximo. El procedimiento también incluye, en una circuitería de VLC, acomodación para el brillo reducido de la luz. El procedimiento incluye adicionalmente transmitir datos a al menos un receptor de VLC usando la luz desde la al menos una fuente de luz.

50 Se proporciona un sistema de comunicación con luz visible en un entorno de iluminación atenuable. El sistema incluye al menos una fuente de luz configurada para transmitir una luz; un atenuador circuitería configurado para ajustar un brillo de la luz, una circuitería de VLC configurada para determinar si deben transmitirse datos a al menos un receptor de VLC durante el brillo ajustado de la luz y establecer el brillo ajustado de la luz a un nivel de brillo de la luz para comunicación evitando control del atenuador y recuperar el brillo ajustado de luz por el atenuador después de que se

completa la comunicación.

Antes de realizar la DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION a continuación, puede ser ventajoso exponer definiciones de ciertas palabras y frases usadas a lo largo del presente documento de patente: los términos "incluir" y "comprender", así como derivados de los mismos, significan inclusión sin limitación; el término "o", es inclusivo, significando y/o; las frases "asociado con" y "asociado con el mismo", así como derivadas de las mismas, pueden significar incluir, incluirse en, interconectarse como, contener, contenerse con, conectarse a o con, acoplarse a o con, ser comunicable con, cooperar con, interconectar, yuxtaponer, estar próximo a, unirse a o con, tener, tener una propiedad de o similar; y el término "controlador" significa cualquier dispositivo, sistema o parte del mismo que controla al menos una operación, un dispositivo de este tipo puede implementarse en hardware, firmware o software, o alguna combinación de al menos dos de los mismos. Debería observarse que la funcionalidad asociada con cualquier controlador particular puede centralizarse o distribuirse, ya sea local o remotamente. Se proporcionan definiciones para ciertas palabras y frases a lo largo del presente documento de patente, los expertos en la materia deberían entender que en muchos, si no en la mayoría de los casos, tales definiciones se aplican a usos anteriores, así como futuros, de tales palabras y frases definidas.

Efectos ventajosos de la invención

La presente invención proporciona aparato y procedimiento de soporte de atenuación en comunicación con luz visible (VLC).

Breve descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de la presente divulgación y sus ventajas, se hace referencia ahora a la siguiente descripción tomada en conjunción con los dibujos adjuntos, en los que números de referencia similares representan partes similares:

La Figura 1 representa todo el espectro de frecuencia electromagnético, y un desglose de las longitudes de onda ocupadas por la luz visible;

La Figura 2 representa un esquema y curvas de tensión/corriente para un triodo para corriente alterna usado en atenuación;

La Figura 3 representa diagramas que ilustran respuestas de atenuadores basados en fase de triodo para corriente alterna;

La Figura 4 muestra un gráfico que representa la percepción del ojo humano de la luz de brillo creciente;

La Figura 5 ilustra dos procedimientos diferentes de atenuación para LED: analógico y modulación de impulsos en anchura;

La Figura 6 muestra un diagrama de bloques que representa una interfaz de DALI entre un controlador de DALI y balastos;

La Figura 7 representa cableado de interfaz de DALI;

La Figura 8 representa una interfaz de atenuador de LED de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

La Figura 9 representa un sistema de VLC con soporte de atenuador, de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

Las Figuras 10 y 11 representan el nivel de brillo en un periodo de tiempo de una fuente de luz de LED con anulación de atenuación, de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

La Figura 12 muestra una vista en árbol de varias realizaciones de soporte de atenuador;

La Figura 13 representa un sistema de VLC que permite anulación de atenuación externa, de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

La Figura 14 representa un sistema de VLC en el que no es posible o no se requiere anulación de atenuación externa, de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

La Figura 15 representa un sistema de VLC en el que no es posible o no se requiere controlar el accionador de LED, de acuerdo con una realización de presente divulgación;

La Figura 16 representa un sistema de VLC que utiliza atenuación analógica, de acuerdo con una realización de presente divulgación;

La Figura 17 representa un sistema de VLC que utiliza atenuación analógica sin anulación de atenuación externa, de acuerdo con una realización de presente divulgación;

La Figura 18 representa una señal de estado en reposo/recepción que se transmite durante estados en reposo o de recepción de una fuente de luz de infraestructura, de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

La Figura 19 representa un procedimiento de descubrimiento de dispositivo que usa la señal en reposo/recepción de descubrimiento de dispositivo, de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

La Figura 20 representa un procedimiento en el que una fuente de luz de infraestructura y un dispositivo de VLC intercambian información usando una anulación de atenuación externa, de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

La Figura 21 representa un procedimiento de comunicación que adapta una tasa de datos de capa física, ciclo de trabajo y esquema de modulación, de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

La Figura 22 representa un procedimiento de comunicación que incluye asignación de recursos y cambios de planificación, de acuerdo con una realización de la presente divulgación; y

La Figura 23 representa un procedimiento de comunicación que incluye adaptación de enlace asistida durante atenuación, de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

Modo para la invención

5 Las Figuras 1 a 23, analizadas a continuación, y las diversas realizaciones usadas para describir los principios de la presente divulgación en el presente documento de patente son por medio de ilustración únicamente y no deberían interpretarse de ninguna forma para limitar el ámbito de la divulgación. Los expertos en la materia entenderán que los principios de la presente divulgación pueden implementarse en cualquier red de comunicación con luz visible adecuadamente dispuesta.

10 Los siguientes documentos y descripciones de normas también sirven como antecedentes para la presente solicitud: Patente de Estados Unidos N.º 7.102.902 a Brown, y col., titulada "Dimmer Circuit for LED".

Patente de Estados Unidos N.º 7.321.203 a Marosek, titulada "LED Dimming Control Technique for Increasing the Maximum PWM Dimming Ratio and Avoiding LED Flicker".

H. Sugiyama, S. Haruyama, M. Nakagawa, Brightness Control Methods for Illumination and Visible Light Communication Systems, Conferencia Internacional de la IEEE sobre Comunicaciones Móviles e Inalámbricas, 2007.

15 ENERGY STAR® Program Requirements for Integral LED Lamps, borrador 1-16-09, encontrado en el momento de la presentación en www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/revisions/downloads/lighting/ESIntegralLampsCriteria_Draft1.pdf.

20 Michael Day, PWM Dimming Enhances Color Purity in High-end LED video displays, 31 de octubre de 2005, encontrado en el momento de la presentación en www.eeproductcenter.com/passives/showArticle.jhtml?articleID=173401243.

Información adicional relevante a la presente divulgación puede encontrarse en el momento de la presentación en www.dali-ag.org y www.vlcc.net.

25 La introducción de bombillas de Diodo Emisor de Luz (LED) para sustituir bombillas incandescentes o fluorescentes ha creado muchos retos nuevos. LED habitualmente operan en corriente CC y, por lo tanto, tienen que convertirse para funcionar con corriente CA. Adicionalmente, la tensión de CA estándar puede variar en diferentes partes del mundo. Corrección de factor de potencia y eficiencia de energía también se están sometiendo cada vez más a regulaciones de energía gubernamentales. LED mantienen una ventaja sobre lámparas fluorescentes compactas (CFL) en el hecho de que LED pueden usarse fácilmente con circuitos de atenuador, mientras que las CFL no pueden. Soporte de atenuación es también uno de los requisitos propuestos para la certificación de ENERGY STAR® por el Departamento de Energía de los Estados Unidos.

35 La Figura 2 representa un esquema y curvas de tensión/corriente para un triodo para corriente alterna. Un atenuador basado en triodo para corriente alterna es el procedimiento de atenuación más popular usado hoy en bombillas incandescentes. Como se muestra en la Figura 2, un triodo para corriente alterna se usa para habilitar o deshabilitar corriente a base de tensión de compuerta. Ajustando la tensión de compuerta en respuesta a una configuración de atenuador, el triodo para corriente alterna puede usarse para ajustar el flujo de corriente en la bombilla incandescente. Dependiendo del tipo de circuito usado (de tipo inductor o condensador), son posibles atenuadores de fase directa o inversa. Ajustando el control de atenuador, el triodo para corriente alterna desencadena la salida en diferentes fases de onda sinusoidal de red eléctrica de CA introducida, variando de este modo la corriente a través de la bombilla incandescente. Esto se muestra en los diagramas en la Figura 3.

40 La Figura 4 muestra un gráfico que representa la percepción del ojo humano de la luz de brillo creciente. Como se ve en el gráfico, el ojo humano tiene una respuesta no lineal al nivel de luz. En niveles de luz baja, la cantidad de luz que percibe un ojo humano es mayor que la luz real presente en la sala, a base de una medición de luz de un fotómetro. Esto implica que existe una necesidad de bombillas para proporcionar un gran intervalo de niveles de atenuación. La intensidad de luz podría variar entre 0,1 100 para tener el mayor intervalo de atenuación útil para un usuario humano.

45 La Figura 5 ilustra dos procedimientos de atenuación diferentes para su uso con LED: analógico y modulación de impulsos en anchura (PWM). Con atenuación analógica, el brillo de LED se controla cambiando la corriente de LED. Como se muestra en el gráfico superior de la Figura 5, una corriente reducida reduce el brillo de LED. En contraste, atenuación de PWM mantiene la corriente directa completa durante atenuación. La reducción en brillo de LED se consigue modulando la cantidad de tiempo total para el flujo de corriente directa. Como se muestra en la Figura 5, la corriente directa en el gráfico de PWM es cuatro veces la corriente del gráfico analógico. Sin embargo, el ancho de pulsos es únicamente un cuarto del ciclo de trabajo. Ya que el ojo humano no puede percibir cambios más rápidos de 100 Hz, percibe un promedio de la salida de LED a base de su ciclo de trabajo. Cuando el promedio del ciclo de trabajo se reduce, el ojo percibe la salida de PWM como una luz de atenuador, como se indica por la línea discontinua en la Figura 5. Mientras la atenuación analógica es más simple, la corriente reducida puede provocar un cambio en el color de LED, que es un inconveniente serio en comparación con la atenuación de soluciones de PWM.

Aparte del uso de la potencia introducida para reducir directamente la corriente de suministro, existen procedimientos que pueden usarse para controlar la atenuación. Una alternativa es tener un enlace de tensión baja aislado para control de atenuador. Esto es útil para conectar el atenuador a una amplia variedad de sensores y dispositivos. Un control analógico comúnmente usado es el control analógico de 0-10 V, que establece la tensión a la fuente de luz a base de la configuración de atenuador. Esto se establece usando la norma 60929 de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). Una nueva norma llamada Interfaz de Iluminación Direccional Digital (DALI) está emergiendo como una norma internacional popular, también a base de IEC 60929. DALI proporciona una interfaz digital para atenuar con cableado simple, control de unidades, atenuación automática con comportamiento de atenuación logarítmico y otras características similares. Parámetros de operación tal como nivel de desvanecimiento, tiempo de desvanecimiento y tasa pueden almacenarse en la memoria de balasto. DALI también proporciona consultas para conseguir el factor de atenuación y una diversidad de mensajes de estado.

La Figura 6 muestra un diagrama de bloques que representa una interfaz de DALI entre un controlador de DALI y balastos. Es importante observar que DALI es una solución de software que proporciona control digital de atenuación. La interfaz de DALI es bastante simple, añadiendo dos alambres a los tres alambres existentes en el cable que va al balasto. Esto se muestra en la Figura 7. Estos dos alambres permiten que el control digital para la circuitería de atenuador se establezca dentro del balasto.

La Tabla 1 muestra mensajes típicos que pueden programarse a través de DALI para atenuación. Es importante observar que la interfaz de DALI permite establecer los valores de fuente de luz para atenuación, así como consultar la fuente de luz.

Tabla 1

[Tabla 1]

[Tabla]

Mensaje de DALI típico	Descripción
Ir a nivel de luz xx	Establece nivel de luz de 0,1 % a 100,0 %
Ir a nivel mínimo	Establecer nivel de luz definido como menor para esta situación o configuración
Apagar lámpara	Apagar la luz
Ir a nivel conforme con situación xx	Establece nivel de luz a un nivel predefinido
Consulta: ¿En qué nivel de luz estás?	Devuelve un número desde 0,1 % a 100,0 %
Consulta: ¿Cuál es tu estado?	Devuelve una diversidad de mensajes de estado

La Figura 8 representa una interfaz de atenuador de LED de acuerdo con una realización de la presente divulgación. La interfaz 800 de atenuador incluye una fuente 810 de alimentación, una circuitería 820 de atenuador de LED, una circuitería 830 de accionador de LED y una fuente 840 de luz de LED. La circuitería 830 de accionador de LED recibe potencia 850 desde la circuitería 820 de atenuador de LED. En ciertas realizaciones, la interfaz 800 de atenuador puede incluir un control 860 de atenuación digital, tal como DALI, que proporciona un control de software de atenuación. En ciertas realizaciones, la interfaz 800 de atenuador también puede usar una entrada 870 de PWM externamente generada de atenuación. Ya que el control 860 de atenuación y la entrada 870 de PWM son interfaces opcionales al accionador, se indican con una línea discontinua en la Figura 8. Dependiendo del fabricante, partes del atenuador 820 de LED y accionador 830 de LED pueden integrarse en el mismo chip, o pueden estar en chips separados.

El uso de atenuación para comunicación con luz visible es un tema no explorado que únicamente ha emergido recientemente debido a la normalización IEEE 802.15.7. IEEE 802.15.7 describe el uso de dispositivos de infraestructura, tal como accesorios de luz ambiente, como una clase de dispositivo de comunicación. Aparte de IEEE 802.15.7, no se conoce ninguna norma para comunicación inalámbrica que tenga requisitos de soporte de atenuación.

El uso de atenuación en comunicación con luz visible plantea varias cuestiones, incluyendo las siguientes:

- 1) En la actualidad, no hay ninguna norma de atenuación globalmente aceptada con variaciones que dependen del fabricante (aunque normas tal como DALI se están desarrollando para abordar esta cuestión).
- 2) VLC puede verse afectada por modulación de impulsos en anchura (PWM) usada en los accionadores de atenuación. Si el circuito de atenuador apaga el LED durante parte del ciclo de trabajo, el LED no puede usarse para transmitir datos durante la parte "de apagado" de cada ciclo.
- 3) Dependiendo de patrones de transmisión de datos, VLC puede provocar parpadeo perceptible en fuentes de luz ambiente que se usan como transmisores de VLC.

El efecto de parpadeo provocado por PWM se ha considerado en propuestas y patentes anteriores. Por ejemplo, el Consorcio de Comunicaciones con Luz Visible (VLCC) ha propuesto ajustar el nivel de potencia de transmisión ambiente para garantizar que el nivel de salida se mantiene consistente durante comunicación. Sin embargo, no está

claro cómo se maneja el tiempo en reposo entre las transmisiones (parte inactiva). La señal que se envía durante tiempo en reposo puede ser estática (constante con el paso del tiempo), si no se usa atenuación. Sin embargo, si se usa PWM para atenuar, la señal estática no puede usarse durante atenuación. También, una señal estática no puede transmitir ninguna información. La presente divulgación describe otros tipos de señales que pueden enviarse en este periodo de tiempo, y que pueden coexistir con PWM y también transportar información útil.

La Figura 9 representa un sistema de VLC con soporte de atenuador, de acuerdo con una realización de la presente divulgación. El sistema 900 incluye la interfaz de atenuador 800 de LED. El sistema 900 también incluye una circuitería 910 de VLC y una circuitería 920 de soporte de accionador de VLC. La circuitería 920 de soporte de accionador de VLC es opcional en ciertas realizaciones, dependiendo de la complejidad de la modulación y las tasas de datos que necesitan soportarse. También pueden existir diferentes niveles de integración para la circuitería 820 de atenuador de LED, circuitería 830 de accionador de LED y circuitería 910 de VLC, dependiendo del fabricante y reusabilidad de circuitos de atenuador existentes.

La circuitería 920 de soporte de accionador de VLC compensa cualquier pérdida en brillo debido a esquemas de modulación usados en comunicación VLC. En ciertas realizaciones, pueden existir múltiples salidas y entradas desde la circuitería 910 de VLC que interactúa con la circuitería 820 de atenuador de LED y la circuitería 830 de accionador de LED para soportar atenuación en la norma. A continuación se analizan varias realizaciones.

Ya que existe un número de diferentes tipos de interfaces de atenuador, es útil entender los diversos tipos y cómo pueden desarrollarse soluciones para abordar cada tipo. Atenuadores pueden clasificarse a base de las siguientes propiedades:

Tipo de atenuación: atenuación puede ser analógica o digital. Si se usa atenuación analógica, no existe mucho impacto en la normalización de VLC. Sin embargo, atenuación digital que usa PWM puede plantear varias cuestiones, como se ha descrito anteriormente.

Programabilidad: ciertos atenuadores y accionadores permiten que la entrada de PWM se programe a partir de una fuente externa. En este caso, la circuitería 910 de VLC puede accionar potencialmente la entrada de PWM de una manera adecuada para transmisión de datos desde la fuente de luz.

Velocidad de conmutación: aunque la fuente de luz puede ser capaz de conmutar a la velocidad de modulación, pueden existir casos en los que el atenuador de LED y circuitos de accionador pueden no ser capaces de conmutar a la velocidad de modulación. Esto puede deberse al hecho de que los circuitos no se diseñaron para soportar VLC, o debido a otras limitaciones de circuito accionador.

Anulación de atenuación externa: en ciertas realizaciones, cuando la comunicación VLC está en progreso, puede ser aceptable anular temporalmente el control de atenuador y permitir que la luz brille. Esto puede ser útil para proporcionar comunicación de tasa de datos alta, incluso cuando la configuración de atenuador se establece baja. Esto puede únicamente conseguirse a través de atenuación de PWM. Este concepto se explica en las Figuras 10 y 11.

Las Figuras 10 y 11 representan el nivel de brillo con el paso del tiempo de una fuente de luz de LED que se somete a anulación de atenuación externa, de acuerdo con una realización de la presente divulgación. La Figura 10 representa una fuente 1000 de luz de LED (por ejemplo, un monitor LED) que se ha atenuado para ahorrar potencia. Cuando un receptor 1010 de VLC establece contacto con la fuente 1000 de luz de LED para participar en VLC, un controlador de VLC anula la configuración de atenuación y la fuente 1000 de luz de LED brilla. En ciertas realizaciones, el controlador de VLC puede disponerse en la fuente 1000 de luz de LED o receptor 1010 de VLC. Una vez que la fuente 1000 de luz de LED se ilumina, tiene lugar comunicación VLC entre la fuente 1000 de luz de LED y el receptor 1010 de VLC. Cuando se completa la comunicación VLC, el controlador de VLC libera el control de la configuración de atenuación, y la fuente 1000 de luz de LED de nuevo se atenúa a un modo de ahorro de potencia.

La Figura 11 ilustra gráficamente el nivel de brillo con el paso del tiempo de una fuente de luz de LED (por ejemplo, una lámpara de LED) que se somete a anulación de atenuación externa. El gráfico (a) muestra un nivel de brillo con el paso del tiempo para una fuente de luz de LED que no participa en VLC. Con el paso del tiempo, el nivel de brillo se aumenta y disminuye, quizás como el resultado de una persona en proximidad de la fuente de luz ajustando manualmente un control de atenuador. La persona aumenta el brillo de la luz en el inicio de periodo de tiempo o, y a continuación reduce la luz a un nivel inferior en el inicio de periodo de tiempo r.

El gráfico (b) muestra actividad de VLC que se produce durante el mismo periodo de tiempo. La actividad de VLC (es decir, transmisión de datos) se produce durante los bloques activos en periodos de tiempo n, o, q y s. Si la fuente de luz del gráfico (a) es la fuente de transmisión para la actividad de VLC, y la fuente de luz permite anulación de atenuación externa, a continuación el gráfico (c) representa el nivel de brillo resultante de la fuente de luz con el paso del tiempo. Durante periodos de tiempo n y s, se anula la configuración de atenuador y el nivel de brillo se establece a un máximo, para que la fuente de luz sea capaz de transmitir datos a través de VLC. Durante los otros periodos de tiempo, el nivel de brillo se establece de acuerdo con la configuración de atenuador mostrada en el gráfico (a).

A la inversa, si la fuente de luz no permite anulación de atenuación externa, a continuación el circuito de VLC debe acomodar la comunicación en la presencia de brillo reducido. El gráfico (d) representa el nivel de brillo resultante de la fuente de luz con el paso del tiempo. El gráfico (d) parece igual que el gráfico (a) porque el control manual de

atenuador no se anula para VLC. VLC puede producirse aún durante periodos de tiempo n, o, q y s. Sin embargo, durante periodos de tiempo n y s, se producirá la VLC con la fuente de luz en un brillo reducido. En algunas realizaciones, VLC en brillo reducido puede resultar en menores tasas de transmisión de datos, precisión o redundancia reducidas o ambos.

5 Se analizarán ahora varias realizaciones de comunicación VLC en entornos con luz atenuable. Mientras las siguientes realizaciones se describen con referencia a fuentes de luz de LED, se contempla que pueden usarse otras fuentes de luz (por ejemplo, incandescente, fluorescente, lámpara de tungsteno, plasma, halógena, etc.) y están dentro del ámbito de la presente divulgación. Adicionalmente, puede existir únicamente una fuente de luz o más de una fuente de luz configuradas para comunicación VLC. Para proporcionar contexto a cada realización, la Figura 12 muestra una vista en árbol de las clasificaciones de las diversas realizaciones. La letra individual debajo de cada caja es un indicador de referencia para esa realización.

El caso A proporciona anulación de atenuación externa para comunicación VLC

El caso B no proporciona anulación de atenuación externa, pero permite la conmutación del accionador de PWM a una tasa de datos adecuadamente rápida para mantener comunicación en la tasa de modulación (conmutación rápida).

El caso C proporciona un accionador de PWM conmutable que no es capaz de conmutar a la tasa de modulación (conmutación lenta).

El caso D no proporciona ningún control ni sobre el atenuador ni sobre la circuitería de atenuador.

El caso E proporciona atenuación analógica pero con la posibilidad de una anulación.

El caso F proporciona atenuación analógica sin la posibilidad de una anulación.

Cada de estas realizaciones se analizarán ahora.

La Figura 13 representa un sistema de VLC que permite anulación de atenuación externa, de acuerdo con una realización de la presente divulgación (caso A). El sistema 1200 incluye la fuente 810 de alimentación, circuitería 820 de atenuador de LED, circuitería 830 de accionador de LED, fuente 840 de luz de LED, control 860 de atenuación, entrada 870 de PWM, circuitería 910 de VLC y circuitería 920 de soporte de accionador de VLC, como se ve en la Figura 9. El sistema 1200 también incluye dos multiplexadores 1210 y 1220. El control 860 de atenuador y la entrada 870 de PWM son ahora entradas del multiplexor 1210 y 1220, respectivamente. La señal 1230 de derivación se origina en la circuitería 910 de VLC y se introduce en el multiplexor 1210. La entrada 1240 de PWM también se origina en la circuitería 910 de VLC y se introduce en el multiplexor 1220.

Durante operación de VLC, el accionador 830 de LED recibe la señal 1230 de derivación y la entrada 1240 de PWM desde la circuitería 910 de VLC. Estas señales provocan que el accionador 830 de LED evite el control 860 de atenuador y la entrada 870 de PWM. Como resultado, la fuente 840 de luz se establece a brillo máximo para facilitar la comunicación VLC. Tan pronto como se completa la comunicación VLC, la circuitería 820 de atenuador de LED recupera control del accionador 830 de LED y reanuda la operación normal. Fabricantes pueden decidir usar esta realización mientras diseñan una solución integrada para atenuadores, accionador y VLC una vez que se completa la normalización de VLC.

La Figura 14 representa un sistema de VLC en el que anulación de atenuación externa no es posible o no se requiere, de acuerdo con una realización de la presente divulgación (casos B y C). El sistema 1300 incluye la fuente 810 de alimentación, circuitería 820 de atenuador de LED, circuitería 830 de accionador de LED, fuente 840 de luz de LED, circuitería 910 de VLC y circuitería 920 de soporte de accionador de VLC, como se ve en la Figura 9. El sistema 1300 también incluye el sensor 1310 de atenuador. En esta realización, sensor 1310 de atenuador detecta la configuración de la circuitería 820 de atenuador de LED usando DALI u otros mecanismos de control atenuador digitales. El sensor 1310 de atenuador a continuación proporciona la configuración de atenuador o ciclo de trabajo como una entrada a la circuitería 910 de VLC. La circuitería 910 de VLC puede a continuación adaptar su tasa de datos y/o esquema de modulación dependiendo de la configuración de atenuador junto con cualquier generación de señal de PWM asociada para soportar atenuación. En el caso de conmutación lenta (caso C), un controlador de acceso al medio (MAC) (no mostrado) podría adaptar su planificación de transmisión y asignación de recursos para coexistir con atenuación.

La Figura 15 representa un sistema de VLC en el que no es posible o no se requiere controlar el accionador de LED, de acuerdo con una realización de la presente divulgación (caso D). El sistema 1400 incluye la fuente 810 de alimentación, circuitería 820 de atenuador de LED, circuitería 830 de accionador de LED, fuente 840 de luz de LED, control 860 de atenuación, entrada 870 de PWM, circuitería 910 de VLC y circuitería 920 de soporte de accionador de VLC, como se ve en la Figura 9. En esta realización, la circuitería 910 de VLC detecta la salida del accionador 830 de LED para investigar el nivel de atenuación y el ciclo de trabajo de PWM y frecuencia usada. La circuitería 910 de VLC a continuación adapta su planificación de transmisión, tasa de datos y asignación de recursos para coexistir con el control de atenuación de PWM.

La Figura 16 representa un sistema de VLC que utiliza atenuación analógica, de acuerdo con una realización de la presente divulgación (caso E). El sistema 1500 incluye la fuente 810 de alimentación, circuitería 830 de accionador de LED, fuente 840 de luz de LED, circuitería 910 de VLC y circuitería 920 de soporte de accionador de VLC, como se ve en la Figura 9. El sistema 1500 también incluye circuitería 1510 de atenuador de LED analógica y multiplexor 1520.

Durante comunicación VLC, señales desde la circuitería 910 de VLC anulan la señal de control de atenuación analógica desde el atenuador 1510 de LED analógico. Aunque atenuación analógica no plantea un problema en VLC como hace PWM en atenuación digital, existe aún una degradación de intensidad de luz debido a atenuación. El mecanismo de anulación en el sistema 1500 puede mitigar la degradación para facilitar VLC.

5 La Figura 17 representa un sistema de VLC que utiliza atenuación analógica sin anulación de atenuación externa, de acuerdo con una realización de presente divulgación (caso F). El sistema 1600 incluye la fuente 810 de alimentación, circuitería 830 de accionador de LED, fuente 840 de luz de LED, circuitería 910 de VLC, circuitería 920 de soporte de accionador de VLC y circuitería 1510 de atenuador de LED analógico, como se ve en la Figura 16. El sistema 1600 no incluye un mecanismo de anulación de atenuación, como el sistema 1500. En este caso, el MAC (no mostrada) usará un algoritmo para ajustar su enlace cuando atenuación se usa.

10 La Figura 18 representa una señal de estado en reposo/recepción (reposo/RX) que se transmite durante estados en reposo o de recepción de una fuente de luz de infraestructura, de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Si una fuente de luz transmite a ciertos intervalos, y está en reposo a continuación entre esos intervalos, puede resultar en parpadeo visible en la fuente de luz. Una señal de estado en reposo/recepción puede usarse para mantener operación con visibilidad óptima y sin parpadeo durante periodos en reposo o de recepción en la infraestructura. Esto se cumple mediante la señal en reposo/recepción que imita el patrón general de la señal de transmisión activa. Específicamente, la señal en reposo/recepción generalmente tiene el mismo ciclo de trabajo que se usa durante la señal activa.

15 Mirando a las señales en la parte (a) de la Figura 18, se ve que dos bloques de transmisión de PWM activos se separan por un bloque en reposo/recepción. Para reducir el parpadeo, se genera una señal de "patrón de atenuación" a transmitir durante el bloque en reposo/recepción. Cuando la señal de patrón de atenuación se transmite durante el bloque en reposo/recepción, el resultado es una señal de salida sustancialmente regular por la fuente de luz. Por consiguiente, el parpadeo o efectos de visibilidad que se verían durante periodos en reposo se reducen o eliminan. Las señales en la parte (a) reflejan un control de atenuador que se establece a brillo alto.

20 Un ejemplo similar se ve en las señales mostradas en la parte (b) de la Figura 18. En el presente documento, el control de atenuador se establece a brillo bajo. Por lo tanto, se reduce el ciclo de trabajo general de las señales de transmisión activas. Por lo tanto, la señal de patrón de atenuación en reposo/recepción también presenta un ciclo de trabajo reducido para imitar estrechamente las señales de transmisión activas. La salida resultante de la fuente de luz es una señal de salida sustancialmente regular.

25 Existen varias ventajas de usar una señal de estado en reposo/recepción de este tipo en lugar de una señal de nivel constate (es decir, estable). Una ventaja es que una señal de estado en reposo/recepción es más adecuada para su uso con circuitos PWM que necesitan un patrón de encendido/apagado. Una segunda ventaja es que se puede usar la señal de estado en reposo/recepción para otros fines de comunicación, además de ser solo una señal de patrón de atenuación. Puede usarse para transmitir información tal como sincronización, estimación de canal, proporcionar información de temporización y balizamiento de descubrimiento de dispositivo y para ayudar a mejorar el rendimiento del enlace de VLC. Ya que el consumo de potencia no es un problema importante para dispositivos de infraestructura, la señal de estado en reposo/recepción podría continuar difundiendo incluso después de la finalización de la sesión de comunicación para ayudar a iniciar respuestas más rápidas de descubrimiento de dispositivo.

30 En ciertas realizaciones, la señal en reposo/recepción puede diseñarse usando un patrón específico que se repite con el paso del tiempo para permitir relaciones de atenuación desde 0,1 al 100 %. El patrón de repetición para la señal podría ser algo muy simple tal como una señal de PWM de onda cuadrada con el ciclo de trabajo que corresponde a la relación de atenuación.

35 La Tabla 2 muestra ejemplos de patrones de señales en reposo/recepción simples que pueden usarse dependiendo de la configuración de atenuador. También podrían diseñarse formas de onda de atenuador más complejas para ayudar con sincronización, diseño de preámbulo, descubrimiento de dispositivo, etc. Diferentes dispositivos de atenuación pueden tener diferentes configuraciones de atenuador y diferentes patrones. Diferentes dispositivos de atenuación también podrían tener los mismos ajustes de atenuador pero pueden tener diferentes patrones a base de la información que quieren transmitir. El patrón de atenuación debería diseñarse de tal forma que el receptor puede soportar fácilmente el patrón de atenuación.

40 Tabla 2

[Tabla 2]

[Tabla]

Configuración de atenuador	Ejemplo de señal en reposo/recepción usada
0,1 %	1 0 0 ... (999 ceros) 1 0 0 ... (999 ceros)
50 %	1 1 1 ... (500 unos) 0 0 0 ... (500 ceros) 1 1 1 ... (500 unos) 0 0 0 ... (500 ceros)
50 % (alternar)	1 0 1 0 1 0 1 0

La Figura 19 representa un procedimiento de descubrimiento de dispositivo que usa la señal en reposo/recepción de descubrimiento de dispositivo, de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Cuando el dispositivo de infraestructura está atenuando y no hay comunicación VLC establecida entre el dispositivo e infraestructura, información acerca de balizamiento, asociación y la temporización para escucha puede enviarse en la señal en reposo/recepción. El dispositivo puede decidir a continuación asociar y enviar una petición de asociación en el tiempo apropiado, tal como el siguiente intervalo en reposo/recepción cuando la infraestructura VLC está escuchando.

En el procedimiento 1800, un dispositivo de VLC (es decir, cualquier dispositivo que recibe transmisiones de VLC) recibe información de en reposo/recepción para fuente de luz de infraestructura 1 (etapa 1810) y decodifica la información (etapa 1820). El dispositivo de VLC decide no asociar con el mismo a base de la información recibida desde la señal en reposo/recepción. El dispositivo de VLC recibe a continuación (etapa 1830) y decodifica (etapa 1840) una señal en reposo/recepción desde fuente de luz de infraestructura 2. El dispositivo de VLC decide asociar con el mismo y envía una petición de asociación en un tiempo apropiado (tal como el siguiente intervalo en reposo/recepción) a base de la información recibida a partir de la señal de decodificación (etapa 1850). La fuente de luz de infraestructura 2 proporciona a continuación una concesión de asociación y los dispositivos pueden comunicarse ahora entre sí es una sesión de VLC (etapa 1860).

La Figura 20 representa un procedimiento en el que la fuente de luz de infraestructura y el dispositivo de VLC intercambian información usando una anulación de atenuación externa, de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Se genera una señal de anulación por la circuitería de VLC en la fuente de luz de infraestructura cuando tiene que iniciarse una sesión de VLC. La señal de anulación se usa para anulación de atenuación externa como se describe anteriormente en el caso A en la Figura 13.

El procedimiento 1900 sigue una comunicación en la que la fuente de luz de infraestructura y el dispositivo de VLC intercambian información usando una anulación de atenuación externa para interrumpir temporalmente la atenuación. Inicialmente, la fuente de luz de infraestructura puede estar en el modo de bloque en reposo/recepción por defecto (etapa 1905). Cuando la fuente de luz de infraestructura recibe un control de atenuación desde el atenuador, ajustará el ciclo de trabajo de la señal en reposo/recepción (etapa 1910). Si la fuente de luz de infraestructura recibe señalización de comunicación (por ejemplo la petición para asociar, petición de traspaso, etc.) desde el dispositivo de VLC (etapa 1915), a continuación la fuente de luz de infraestructura envía una señal de anulación al atenuador (etapa 1920). Una vez que la señal de anulación se recibe por el atenuador, se deshabilitará la señal de control de atenuación (etapa 1925). Incluso si el usuario quiere atenuar la luz en un momento posterior durante la sesión de comunicación (etapa 1930), la fuente de luz no responderá al usuario hasta que la sesión de comunicación se completa. La fuente de luz de infraestructura envía una señal de anulación de deshabilitación (etapa 1935) al atenuador cuando se produce un evento (por ejemplo, cuando se termina la comunicación del dispositivo de VLC y fuente de luz de infraestructura, o expira algún temporizador, etc.), en cuyo punto el circuito de atenuador recupera control de la fuente de luz de infraestructura.

La Figura 21 representa un procedimiento de comunicación que adapta la tasa de datos de capa física, ciclo de trabajo y esquema de modulación, de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Este procedimiento corresponde al sistema de VLC para los casos B y C en la Figura 14.

El procedimiento 2000 incluye las etapas 1905, 1910, 1915 y 1920 como se describe en la Figura 20. Sin embargo, en lugar de usar una anulación de atenuación externa, la fuente de luz de infraestructura ajusta uno o más parámetros de configuración de capa física (por ejemplo, ciclo de trabajo, tasa de datos, o esquemas de modulación, etc.) (etapa 2005). Los ajustes se basan en una entrada externa de control de atenuación desde una interfaz tal como DALI. Los parámetros de configuración se transmiten a continuación al dispositivo de VLC. Estos parámetros de configuración de capa física también pueden ajustarse conjuntamente mediante los requisitos de PWM desde el atenuador y otros requisitos (por ejemplo, requisitos de capa superior tal como calidad de servicio, etc.).

La Figura 22 representa un procedimiento de comunicación que incluye asignación de recursos y cambios de planificación, de acuerdo con una realización de la presente divulgación. El procedimiento ajusta la asignación de MAC y planificación de transmisión para la fuente de luz de infraestructura para soportar VLC en atenuación. Esto puede ser útil en casos en los que el accionador no puede conmutar a la tasa de modulación (conmutación lenta) como se describe en el caso C en la Figura 14.

El procedimiento 2100 incluye las etapas 1905, 1910, 1915 y 1920 como se describe en la Figura 20. Sin embargo, en lugar de usar una anulación de atenuación externa, la fuente de luz de infraestructura ajusta uno o más parámetros de asignación de recursos de MAC de acuerdo con el control de atenuación, e informa al dispositivo de estos cambios (etapa 2105). Ejemplos de parámetros de asignación de recursos incluyen planificación de transmisión para un solo/múltiples tipos de tráfico desde un dispositivo de VLC, planificación de transmisión para múltiples dispositivos de VLC, información de control de potencia, selección de color, soporte de movilidad (por ejemplo, traspaso), mitigación de interferencia, etc. En ciertas realizaciones, la fuente de luz de infraestructura ajusta la asignación de recursos configuraciones a base de los requisitos de PWM desde el atenuador. Estas configuraciones de asignación de recursos también pueden depender de otros requisitos, tal como requisitos de capa superior, calidad de servicio, etc.

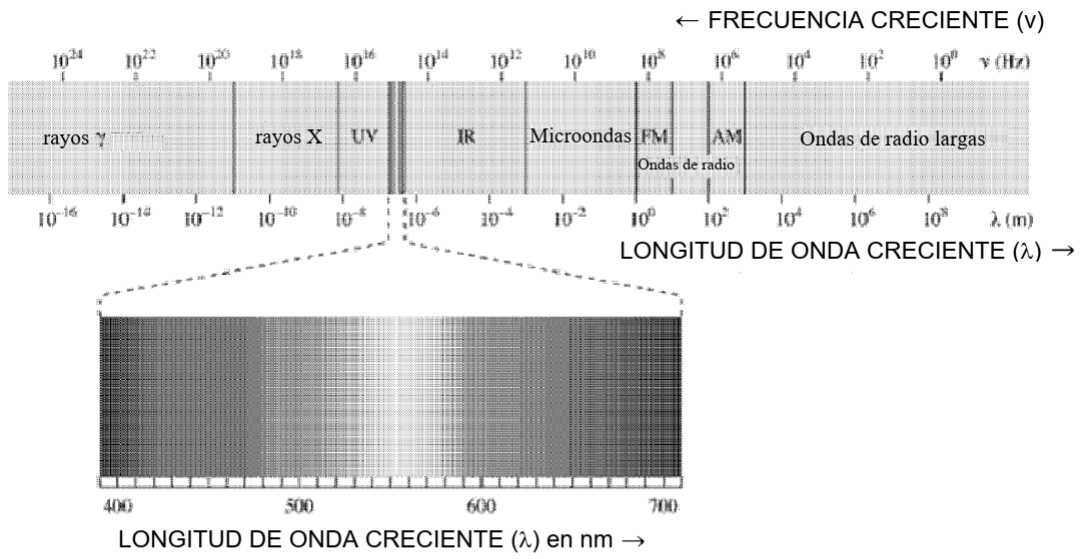
La Figura 23 representa un procedimiento de comunicación que incluye adaptación de enlace asistida durante

- atenuación, de acuerdo con una realización de la presente divulgación. El procedimiento 2200 incluye las etapas 1905, 1910, 1915 y 1920 como se describe en la Figura 20. Sin embargo, en lugar de usar una anulación de atenuación externa, se usa un temporizador de adaptación de enlace para retardar el tiempo entre la petición de atenuación y la atenuación real de la fuente de luz (etapa 2205). En ciertas realizaciones, el MAC inicia el temporizador de adaptación de enlace cuando se recibe un cambio de control de atenuación. Retardando la atenuación de la luz (hasta varios cientos de milisegundos o más), la circuitería de VLC puede adaptar el enlace entre los dispositivos para funcionar en una tasa de datos nueva (menor) (cuando se atenúa) (etapa 2210) sin requerir que el enlace se interrumpa o tenga un posible fallo de enlace. Esta realización puede ser ventajosa en casos en los que interrupción del enlace es posible debido a atenuación.
- 5
- 10 Aunque la presente divulgación se ha descrito con una realización ilustrativa, diversos cambios y modificaciones pueden sugerirse para un experto en la materia. Se concibe que la presente divulgación incluye tales cambios y modificaciones como pertenecientes al ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

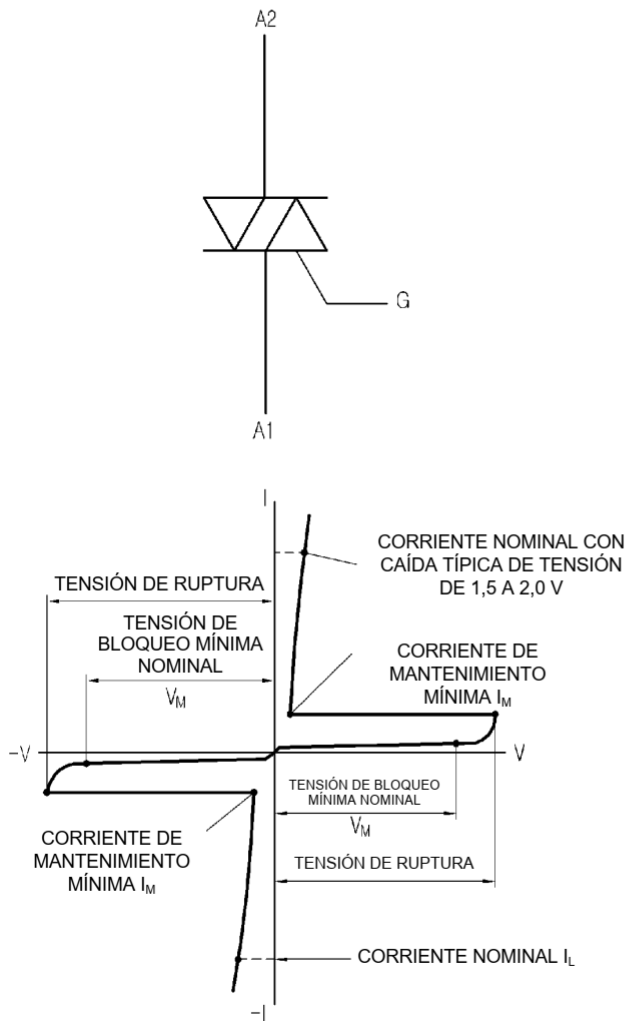
REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de atenuación en comunicación con luz visible, VLC, comprendiendo el procedimiento:
 - ajustar un brillo de una luz mediante un atenuador (820);
 - determinar si deben transmitirse datos a al menos un receptor de VLC durante el brillo ajustado de la luz;
 - 5 establecer el brillo ajustado de la luz a un nivel de brillo de la luz para comunicación evitando control del atenuador;
 - y
 - recuperar el brillo ajustado de luz por el atenuador después de que se completa la comunicación.
2. El procedimiento como se define en la reivindicación 1, en el que el nivel de brillo de la luz para la comunicación es un brillo máximo de la luz.
- 10 3. El procedimiento como se define en la reivindicación 1, comprendiendo el procedimiento además:
 - detectar que un brillo de la luz se reduce por debajo de un nivel máximo, y
 - en una circuitería (910) de VLC, compensar el brillo de la luz reducido por debajo del nivel máximo.
4. El procedimiento como se define en la reivindicación 1, comprendiendo el procedimiento además:
 - determinar si permitir anulación de atenuación.
- 15 5. El procedimiento como se define en la reivindicación 1, comprendiendo el procedimiento además:
 - transmitir una señal de patrón de atenuación durante un estado en reposo de la al menos una fuente de luz, un ciclo de trabajo de la señal de patrón de atenuación configurada para coincidir con un ciclo de trabajo de un estado activo de la al menos una fuente de luz.
- 20 6. El procedimiento como se define en la reivindicación 4, comprendiendo el procedimiento además:
 - generar señal de anulación para la anulación de atenuación.
7. El procedimiento como se define en la reivindicación 6, en el que el atenuador se deshabilita por la señal de anulación generada (1925) durante la comunicación, y en el que la señal de anulación generada se deshabilita después de que se completa (1935) la comunicación de modo que la circuitería (910) de VLC recupera el brillo ajustado de luz.
- 25 8. Un aparato para atenuar en comunicación con luz visible, VLC, comprendiendo el aparato:
 - al menos una fuente (1000) de luz configurada para transmitir una luz;
 - un atenuador (820) configurado para ajustar un brillo de la luz;
 - una circuitería (910) de VLC configurada para determinar si deben transmitirse datos a al menos un receptor (1010)
 - de VLC durante el brillo ajustado de la luz y establecer el brillo ajustado de la luz a un nivel de brillo de la luz para
 - 30 comunicación evitando control del atenuador y recuperar el brillo ajustado de luz por el atenuador después de que se completa la comunicación.
9. El aparato como se define en la reivindicación 8, en el que el nivel de brillo de la luz para la comunicación es un brillo máximo de la luz.
10. El aparato como se define en la reivindicación 8, en el que la circuitería (910) de VLC detecta que un brillo de la luz se reduce por debajo de un nivel máximo, y compensa el brillo de la luz reducido por debajo del nivel máximo.
- 35 11. El aparato como se define en la reivindicación 8, en el que el atenuador determina si permitir anulación de atenuación.
12. El aparato como se define en la reivindicación 8, en el que la circuitería (910) de VLC se acomoda para el brillo reducido de la luz:
 - ajustando al menos un parámetro de asignación de recursos de controlador de acceso al medio, MAC; e
 - informando al receptor (1010) de VLC de los parámetros de asignación de recursos ajustados.
- 40 13. El aparato como se define en la reivindicación 11, en el que la circuitería (910) de VLC genera señal de anulación para la anulación de atenuación.
14. El aparato como se define en la reivindicación 8, en el que la fuente (1000) de luz se configura para transmitir una
- 45 señal de patrón de atenuación durante un estado en reposo de la fuente (1000) de luz, un ciclo de trabajo de la señal de patrón de atenuación se configura para coincidir con un ciclo de trabajo de un estado activo de la fuente de luz.
15. El aparato como se define en la reivindicación 13, en el que el atenuador se deshabilita por la señal de anulación generada (1925) durante la comunicación, y en el que la señal de anulación generada se deshabilita después de que se completa (1935) la comunicación de modo que la circuitería (910) de VLC recupera el brillo ajustado de luz.
- 50

[Fig. 1]

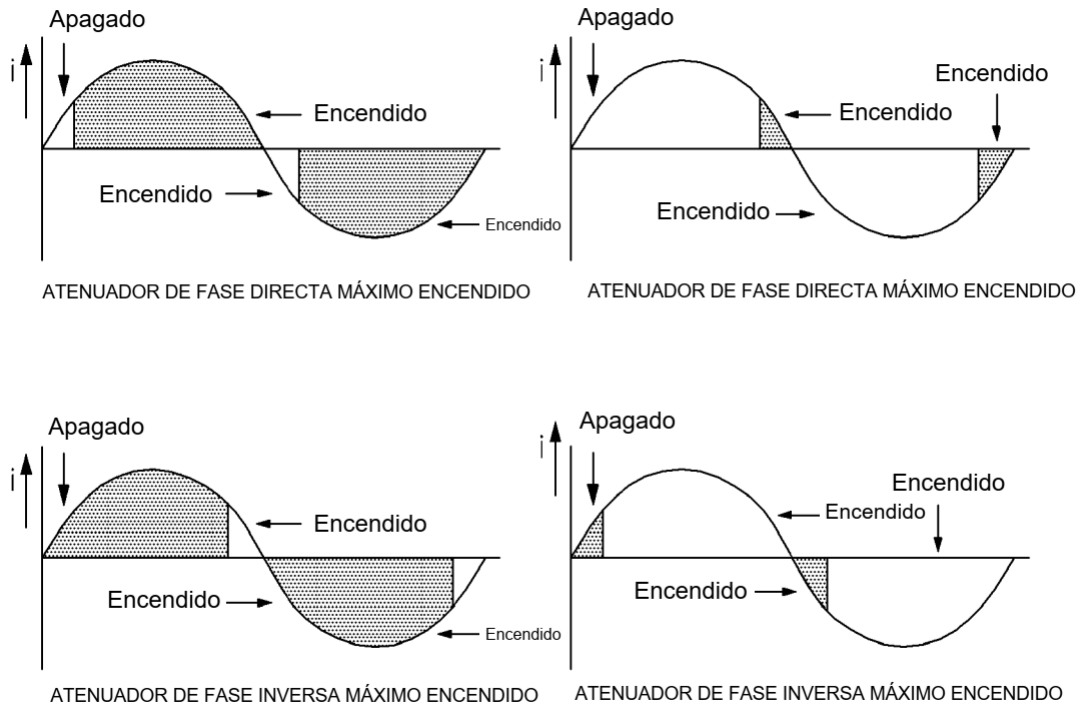


[Fig. 2]

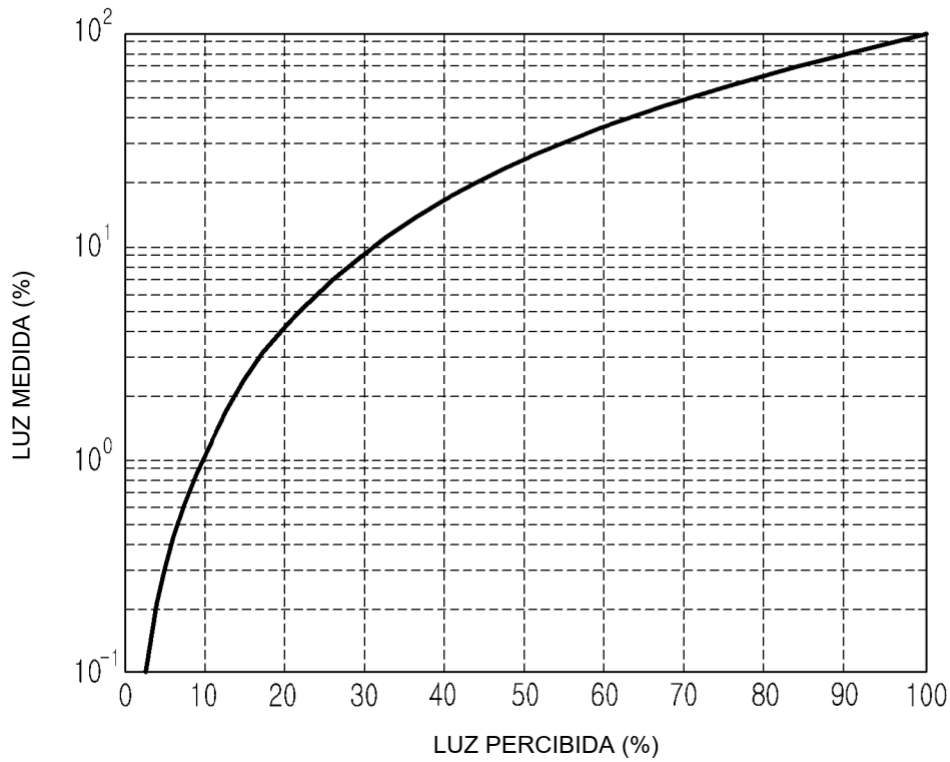


CARACTERÍSTICAS DE TRIODO PARA CORRIENTE ALTERNA V_i TÍPICO

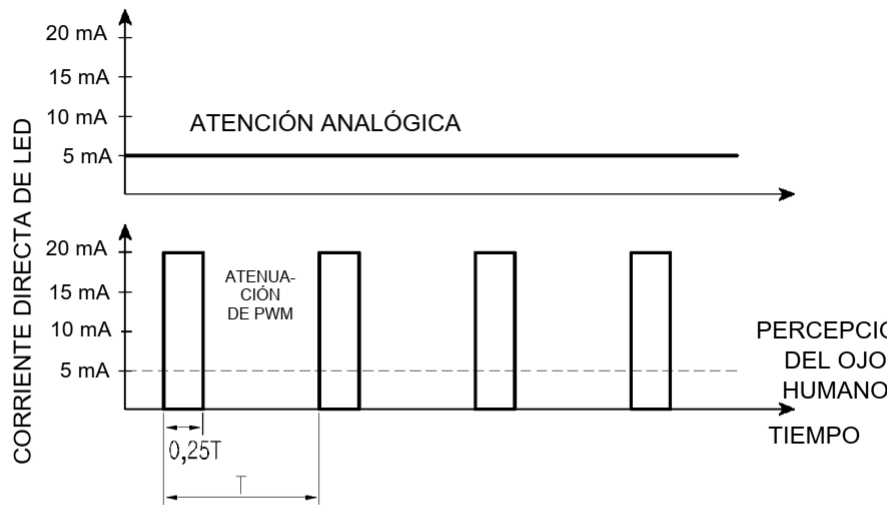
[Fig. 3]



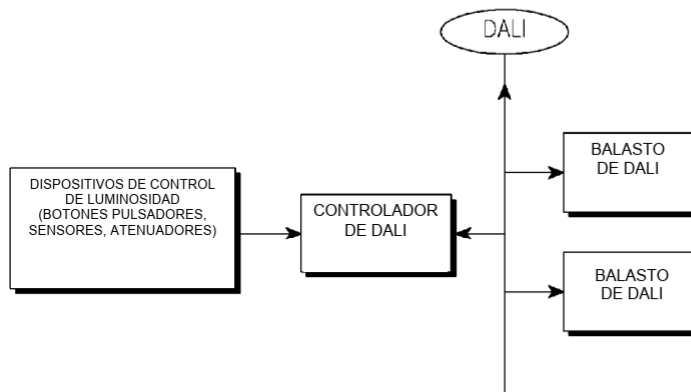
[Fig. 4]



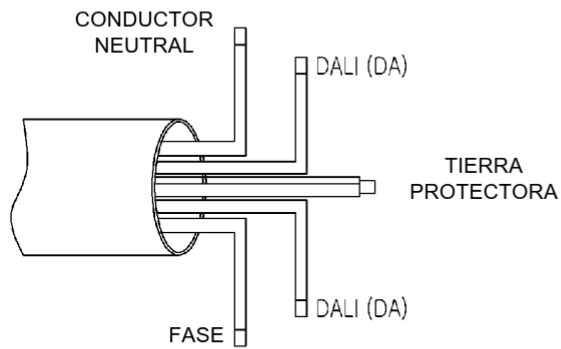
[Fig. 5]



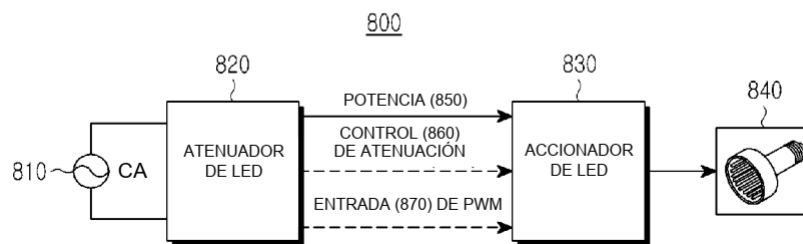
[Fig. 6]



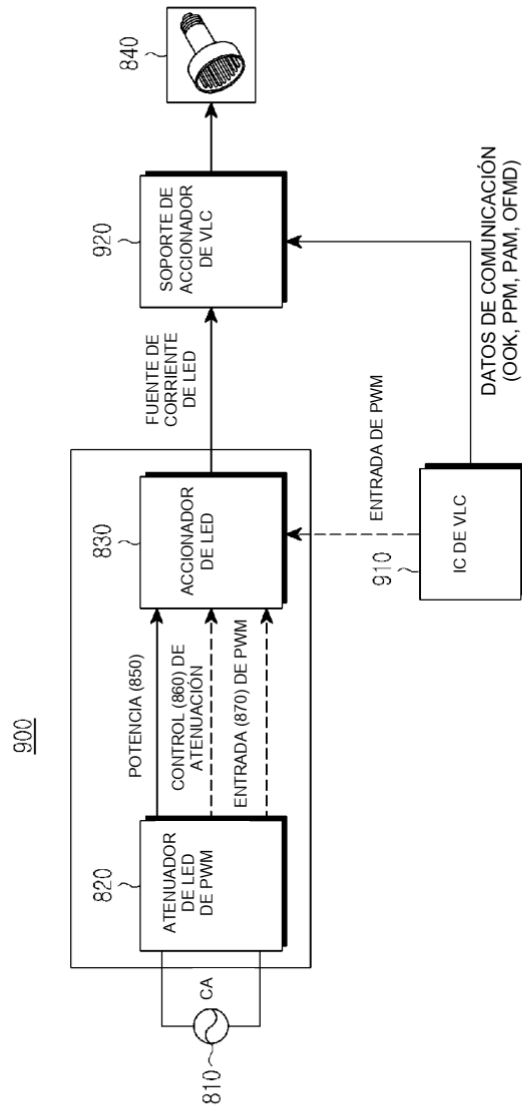
[Fig. 7]



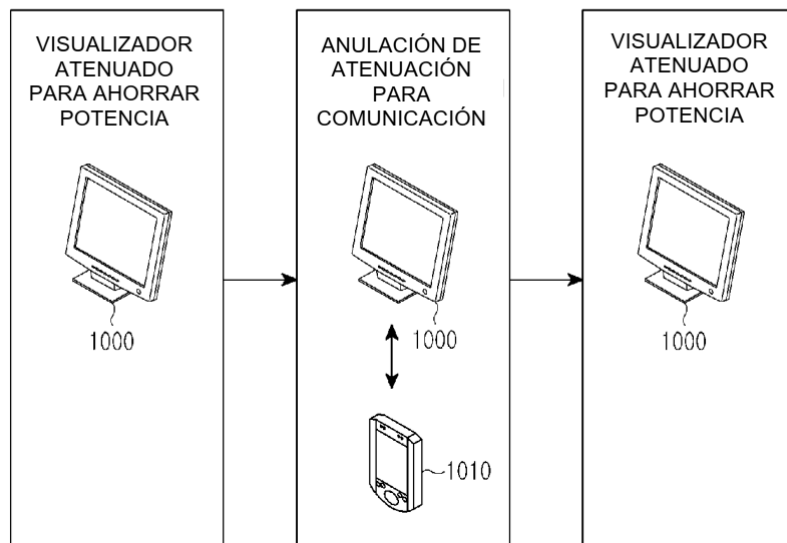
[Fig. 8]



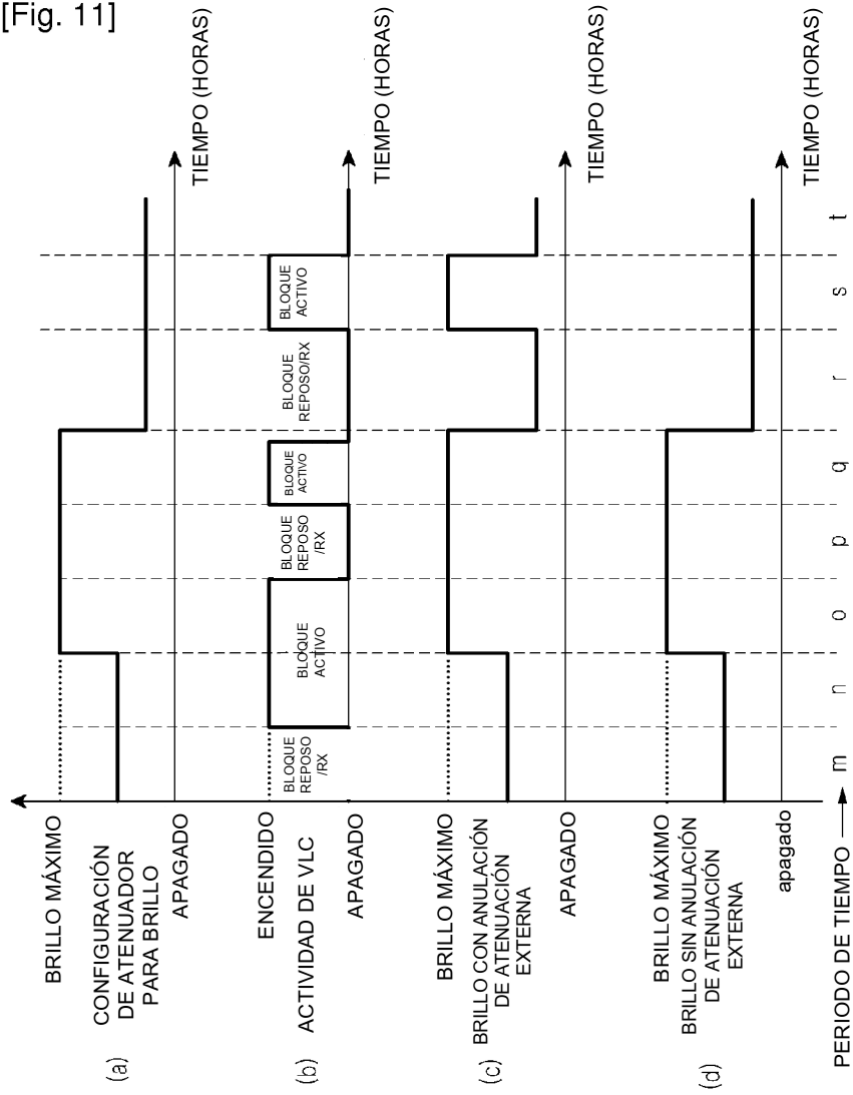
[Fig. 9]



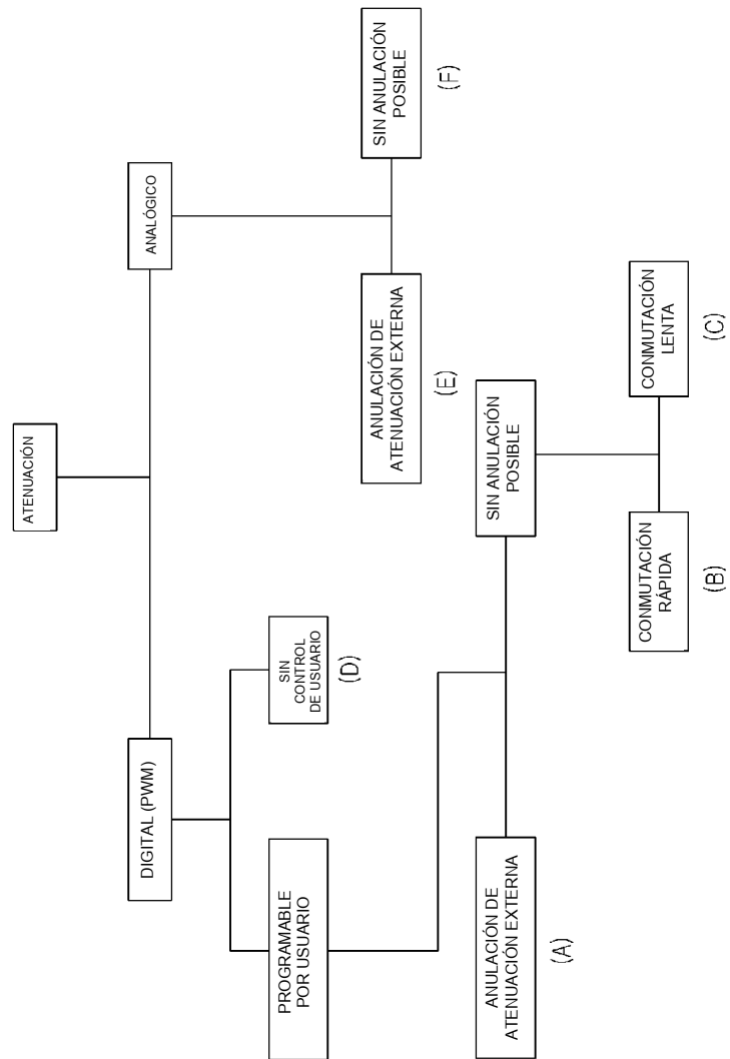
[Fig. 10]



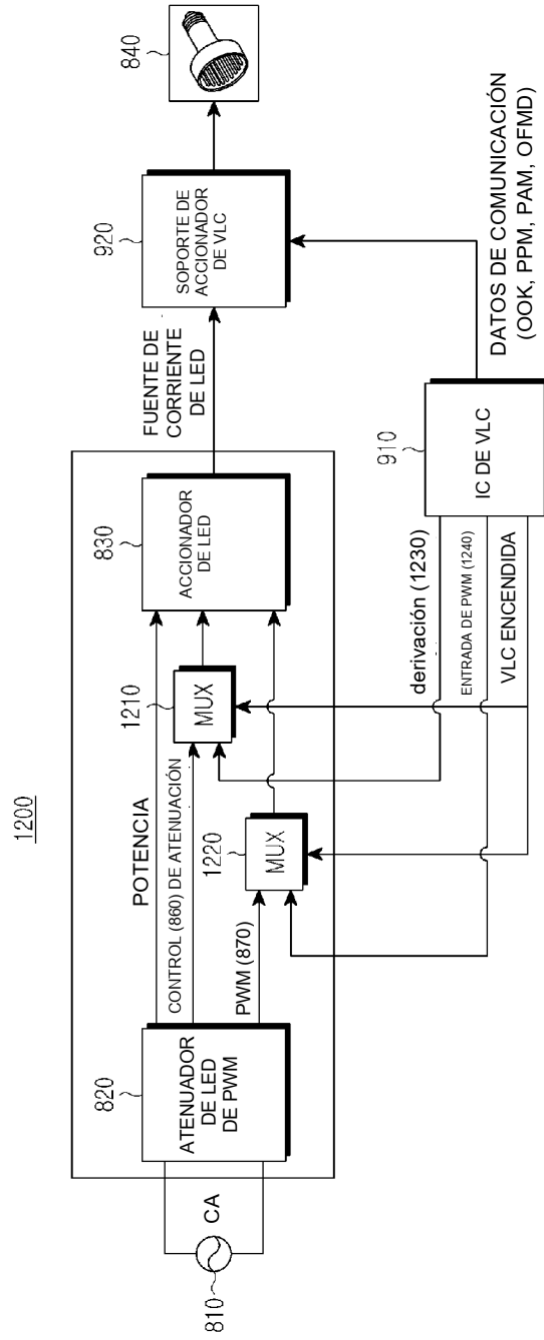
[Fig. 11]



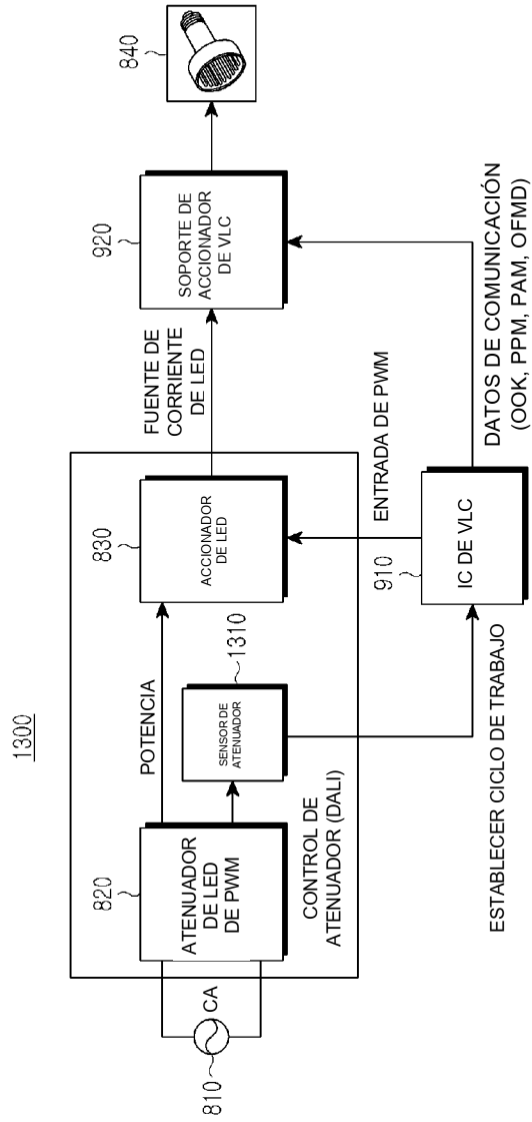
[Fig. 12]



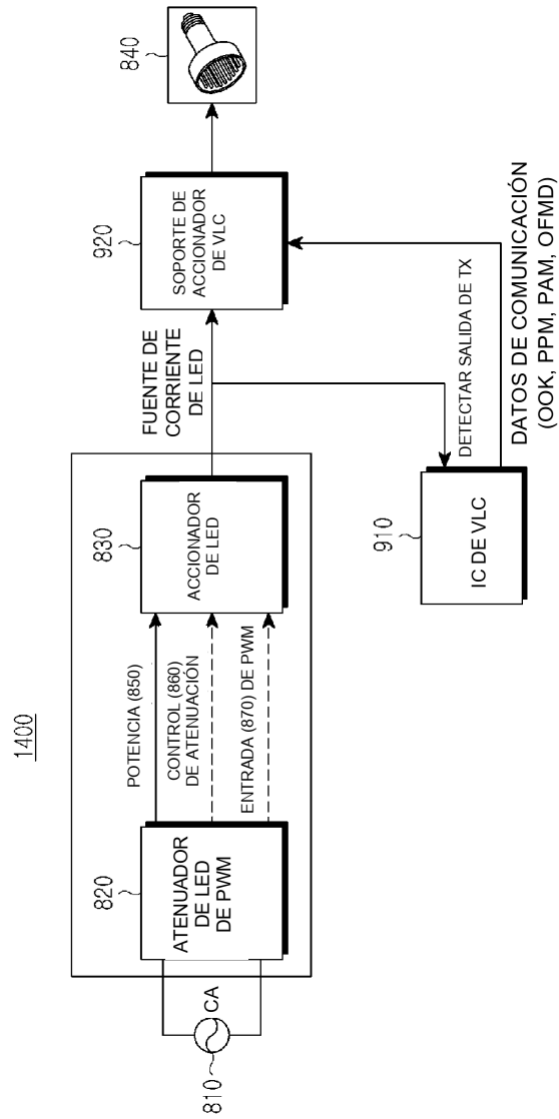
[Fig. 13]



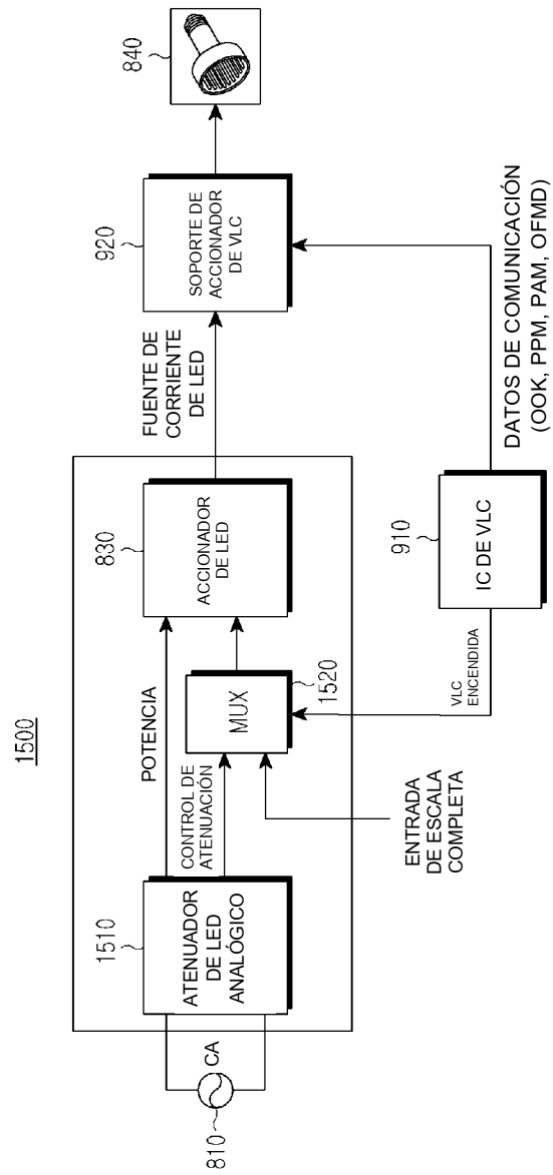
[Fig. 14]



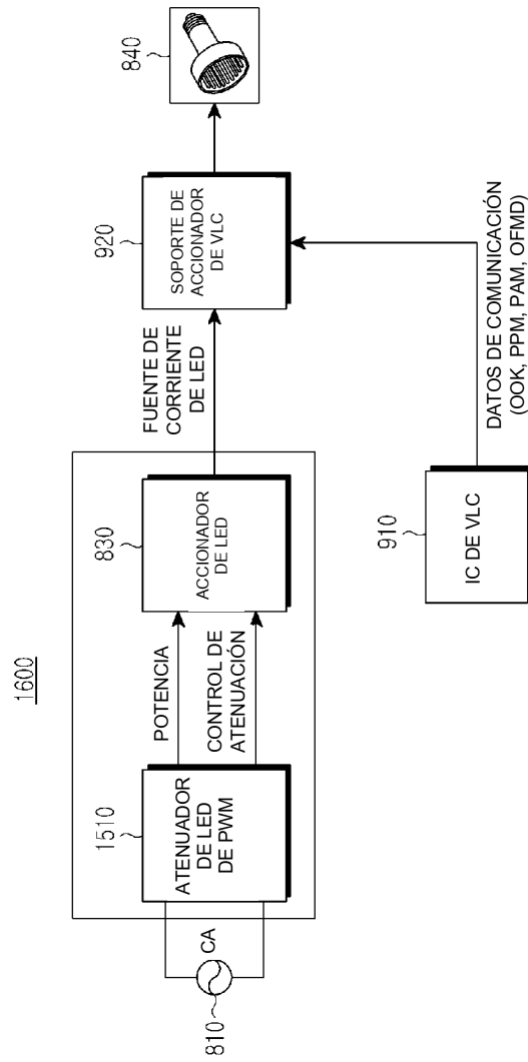
[Fig. 15]



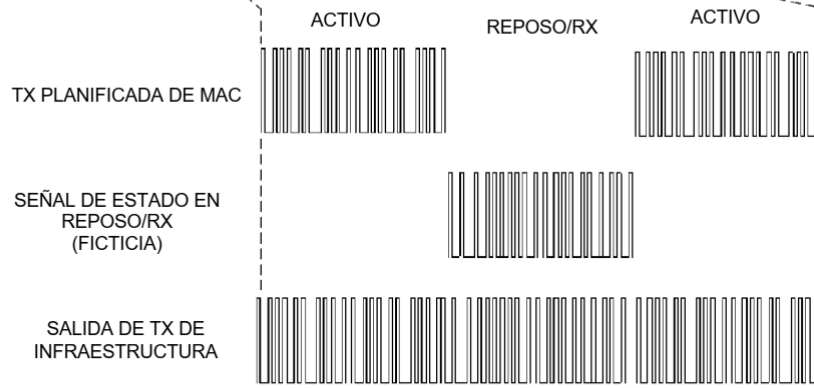
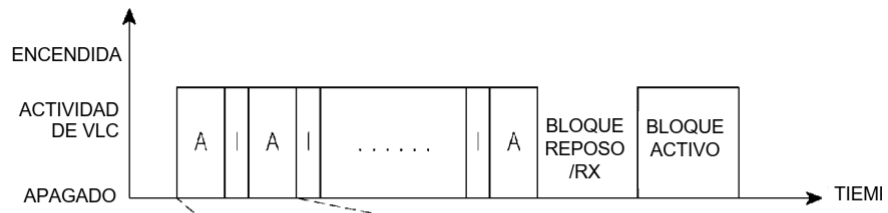
[Fig. 16]



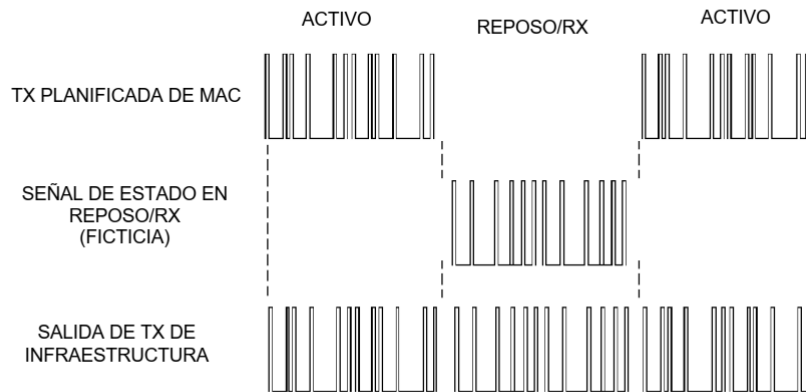
[Fig. 17]



[Fig. 18]

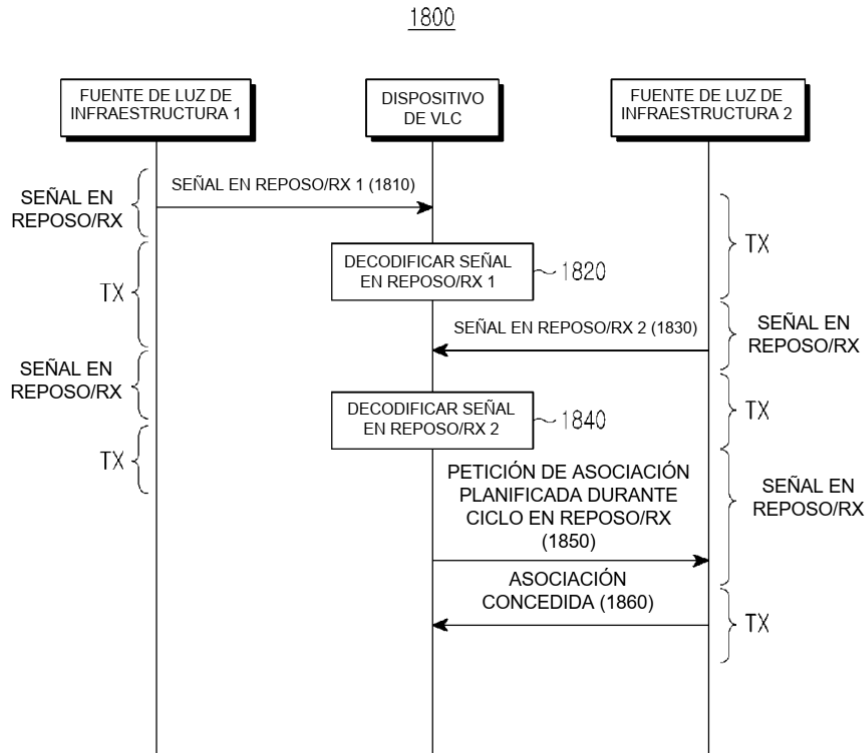


(a) CONFIGURACIÓN DE ATENUADOR PARA BRILLO ALTO

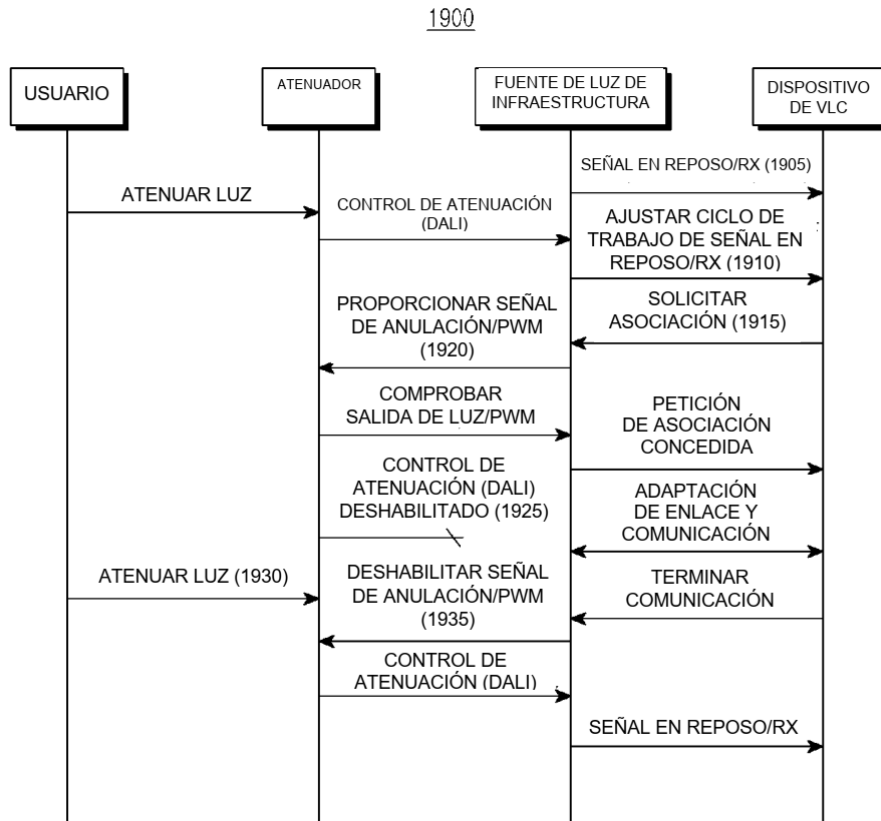


(b) CONFIGURACIÓN DE ATENUADOR PARA BRILLO BAJO

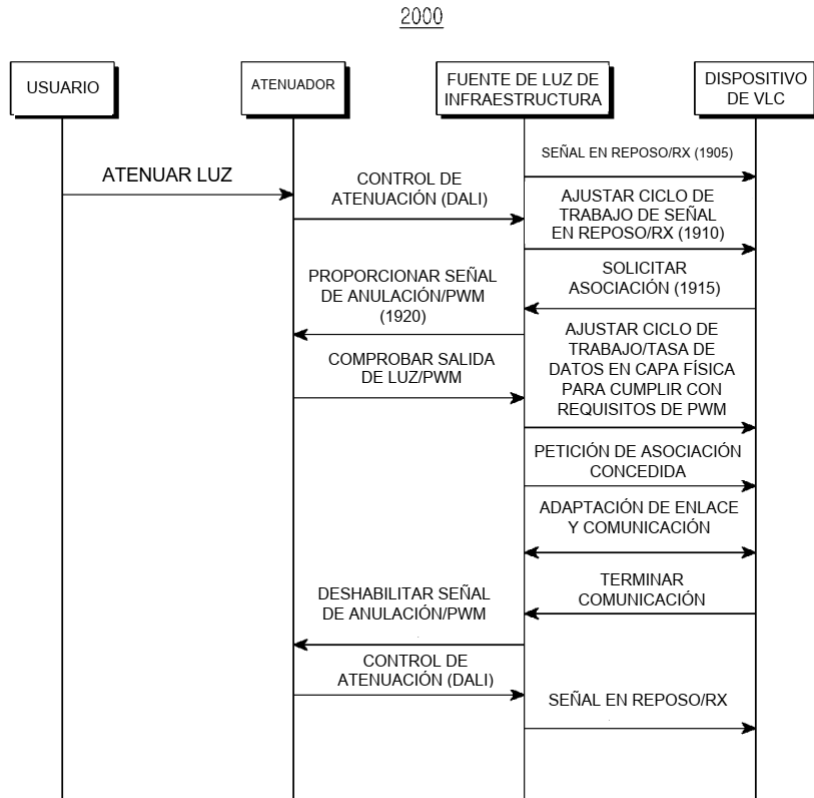
[Fig. 19]



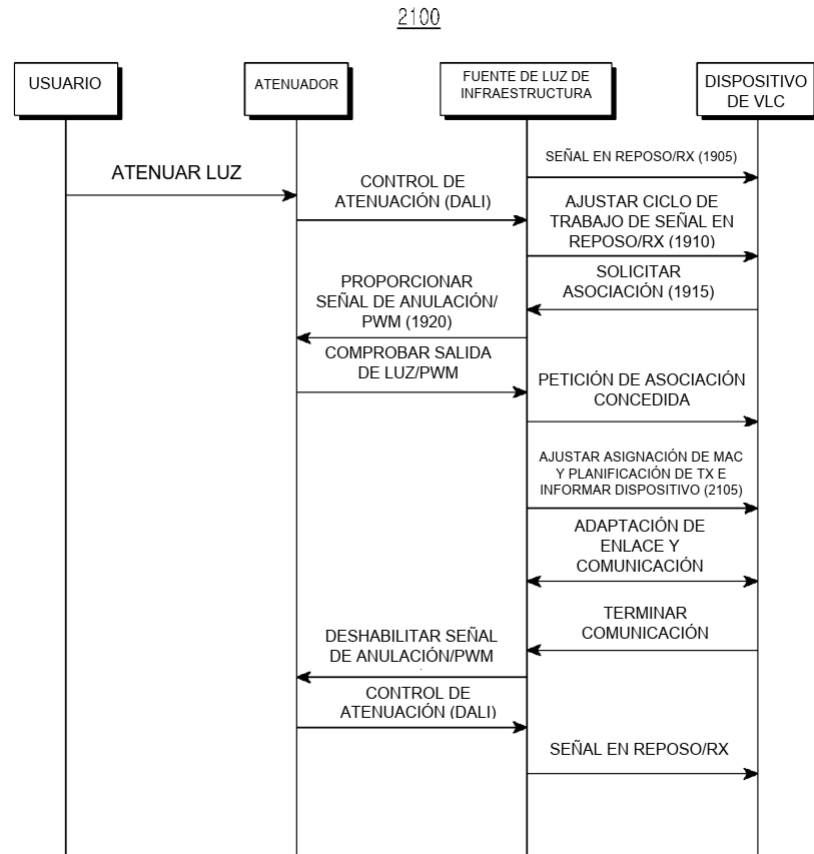
[Fig. 20]



[Fig. 21]



[Fig. 22]



[Fig. 23]

