

SISTEMA DE COMUNICACIÓN POR LUZ VISIBLE PARA AMBIENTES CERRADOS

Campo técnico de la invención.

- 5 La presente invención está relacionada con sistemas para la transmisión de datos en formato audible para ambientes cerrados a través de luz visible por medio de un emisor y un receptor.

Antecedentes de la invención.

10

Dentro de lugares públicos cerrados que exhiben objetos de interés, muchas veces es deseable proporcionar a los visitantes información respecto a dichos objetos, para lo cual a menudo se requieren sistemas que permitan a los usuarios acceder a dicha información. También existen lugares o ambientes cerrados en los que es deseable dar indicaciones a

15 personas con discapacidad visual mientras estas recorren el espacio. Esta información se puede transmitir a través de dispositivos inalámbricos o por medio de aparatos que tienen información almacenada la cual por medio de un código se puede configurar para recibir la información requerida. Sin embargo, es deseable que se reduzca la cantidad de dispositivos y de sistemas para lograr que esta información sea suministrada a un usuario.

20

Existe una gran oferta de sistemas que por medio de dispositivos inalámbricos logran suministrar este tipo de información. En su mayoría se trata de dispositivos electrónicos que por medio de receptores y emisores los cuales tienen múltiples elementos para lograr un proceso de transmisión y emisión de datos.

25

En el estado de la técnica se conocen diversos sistemas y dispositivos cuyo objetivo es la transmisión de datos a través de luz visible. Por ejemplo, el documento de patente estadounidense US9742501 se refiere a un sistema de transmisión que transmite una gran cantidad de datos a través de una comunicación por línea eléctrica y una comunicación de

30 señales luminosas iluminantes utilizando LED, y proporcionar una bombilla eléctrica para iluminación que se utiliza para dicho sistema de transmisión. El sistema de transmisión incluye una fuente de luz LED para iluminación, una línea eléctrica que suministra energía eléctrica a la fuente de luz LED, un modulador de datos que modula y multiplexa múltiples datos, superpone la señal resultante en una forma de onda de energía eléctrica y luego

35 transmite la forma de onda de señal superpuesta resultante a la línea eléctrica, y una unidad de filtro que separa selectivamente uno o más de múltiples datos modulados en la línea

eléctrica para controlar la intensidad de la luz o el parpadeo de la fuente de luz LED. Los datos se transmiten a través de cambios en la intensidad de la luz o el parpadeo de la fuente de luz LED.

- 5 Por otro lado, se conocen también otros tipos de sistemas al respecto, como el descrito en el documento de patente US2023082221, donde se muestra un método de comunicación de luz visible transmite una señal mediante comunicación de luz visible. El método de comunicación de luz visible incluye modular la señal en un patrón de parpadeo predeterminado y transmitir la señal haciendo que la luz visible parpadee de acuerdo con
- 10 el patrón de parpadeo predeterminado, desde un proyector dispuesto en un espacio interior rodeado por una pared hacia la pared. El método de comunicación de luz visible también incluye proyectar un vídeo desde el proyector hacia la pared, en donde la luz visible es reflejada por la pared para evitar que la señal sea recibida en un exterior del espacio interior, y la señal se utiliza para transmitir datos relacionados con el vídeo proyectado a
- 15 una pluralidad de terminales en el espacio interior.

- Entre otros también se conoce el sistema divulgado en la patente china CN209787179, la cual divulga un dispositivo de explicación de museos de comunicación por luz visible, que comprende un módulo de fuente de alimentación, un módulo de modulación de luz visible,
- 20 una fuente de luz modulable y un equipo terminal, el módulo de modulación de luz visible está compuesto por un microordenador de un solo chip y un circuito de accionamiento de fuente de luz modulable. La información del número de artículo de exposición se almacena en el microordenador de un solo chip; el auricular también comprende un módulo de conversión fotoeléctrica, y el módulo de conversión fotoeléctrica está provisto de una
- 25 interfaz de auricular o una interfaz USB; el equipo multimedia es un teléfono móvil, y un sensor fotosensible o una cámara están dispuestos en el teléfono móvil; el sensor fotosensible o la cámara pueden convertir la señal de luz visible en una señal eléctrica; En este documento de patente, , el número de serie de un artículo expuesto se obtiene a través de luz visible, y se realiza una función de posicionamiento en interiores, de modo que se
- 30 puede explicar el artículo expuesto.

Se ha podido notar que los sistemas conocidos de transmisión de datos por medio de luz visible se tratan se sistemas complejos que requieren de muchos elementos, lo que aumenta la complejidad y costos para la instalación.

Existe entonces la necesidad de desarrollar dispositivos para la transmisión de información en ambientes cerrados de forma que no se requiera de una APP o software para almacenar la información y que se pueda generar con la menos cantidad de elementos de forma efectiva, con el fin de reducir gastos de implementación y complejidad para los usuarios.

5

Breve descripción de la invención

El presente desarrollo se refiere a un sistema de comunicación por medio de luz visible, el cual es adecuado para su funcionamiento en ambientes cerrados tipo museo en donde se requiere que un usuario reciba la información con respecto a un objeto en exhibición en el momento que se pasa en frente dicho objeto.

La presente invención se trata de un sistema de comunicación por luz visible mediante un esquema de modulación en banda base adaptado al canal de comunicación por luz visible, el cual se puede implementar mediante dos elementos como son un emisor y un receptor óptico el cual cuenta con la menor cantidad de elementos para su instalación, para un uso potencial en ambientes cerrados.

El sistema se compone de un emisor, y un receptor, en donde un emisor VLC (Visible Light Communication) cuenta con un transmisor y un modulador óptico que controla la energía eléctrica suministrada a la fuente de luz LED de acuerdo con los datos almacenados en una unidad de almacenamiento, y el receptor está compuesto de un panel solar que transforma la señal recibida por medio de la luz LED y la reproduce a un usuario a través de un auricular.

De manera ventajosa, realizaciones del sistema de la presente invención comprende estas características diferenciadoras:

- La presente invención cuenta con un sistema de almacenamiento local que se trata de un dispositivo de almacenamiento como puede ser una memoria USB o tarjetas microSD. El sistema VLC trabaja con información almacenada de manera local en el dispositivo emisor.
- El dispositivo no requiere de APP o software para la recepción de la información, dado que la misma se transmite directamente a un dispositivo tal como un auricular por medio del panel solar.

Breve descripción de las figuras

- La **Figura 1** corresponde a una vista general del sistema de comunicación por luz visible de acuerdo con una realización preferida de la invención donde se muestran sus componentes principales.

Descripción detallada de la invención

Tal como se discutió anteriormente, el sistema de comunicación por luz visible, conocida por su sigla VLC (Visible Light Communication), para ambientes cerrados de acuerdo con la presente divulgación tiene como objetivo transmitir información en formato audible sobre una pieza de un ambiente cerrado, como un museo, a través de luz visible, la cual es recibida mediante un receptor óptico compuesto por un panel solar y un auricular. La tecnología de VLC consiste en la transmisión de datos a frecuencias de entre 400 y 800 THz (espectro visible) en espacios abiertos. Esta tecnología permite la transmisión de datos a velocidades optimas a través de elementos como luces LED (light-emitting diode).

El sistema VLC es considerado como una de las mejores alternativas para las aplicaciones de comunicaciones inalámbricas en interiores. Esto se debe principalmente a la capacidad de transmisión del canal y la baja complejidad de su configuración. Un enlace de comunicación óptico inalámbrico aplicado a nivel de interiores, está basado en la modulación de intensidad y detección directa (Intensity Modulation and Direct Detection (IM/DD)), que es un esquema básico para la implementación de sistemas VLC.

Para el caso de la presente invención, el transmisor VLC (Visible Light Communication) consta de una unidad de almacenamiento donde se alojan los archivos de audio que contienen la información requerida en el ambiente cerrado a implementar. En una realización preferida de la invención, la unidad de almacenamiento es una unidad de almacenamiento tipo USB o microSD.

Posteriormente, un microcontrolador lee los datos de audio y los convierte en señales analógicas, las cuales se emiten un controlador o driver para modular la corriente eléctrica que alimenta a un diodo emisor de luz (LED). De esta manera, el LED genera luz modulada que porta la señal de audio relacionada con el objeto en exhibición.

Un transmisor típico VLC basado en LED contiene un generador de señal (fuente de información) y un modulador, seguido por el controlador LED y la óptica LED. Los métodos de modulación disponibles para VLC, particularmente para aplicaciones en interiores, deben soportar atenuación y proporcionar mitigación de parpadeo. Las señales de modulación se utilizan para conmutar los LED a las frecuencias deseadas usando controladores LED. Estos controladores se basan en transistores bipolares o MOSFET para convertir las pequeñas señales de corriente de modulación, en señales de alta corriente correspondientes para activar las fuentes de luz (LED) tanto para la comunicación, como para la iluminación.

5

La unidad de control utilizado en el transmisor óptico se integra por una unidad de microcontrolador (MCU), el cual transforma la información almacenada en un dispositivo de tipo USB o microSD y un controlador MOSFET que recibe la señal del MCU para ser emitida a través de las luces LED. El propósito del microcontrolador es el de convertir los datos de audio a señales analógicas, las cuales en el driver son moduladas para ser transmitidas a través del dispositivo LED.

15

El transmisor se compone de una luminaria basada en tecnología LED, la cual permite transmitir datos binarios o digitales mediante los destellos de luz, al mismo tiempo que brinda iluminación al entorno. Las luminarias LED de luz blanca son preferidas en aplicaciones VLC debido a su capacidad de transmisión, alto ancho de banda y alta eficiencia energética. El LED se comporta como un radiador debido a la naturaleza incoherente de la luz emitida.

20

El canal óptico permite la propagación de las señales de luz emitidas por el LED. Dichas señales son dispersadas por el espacio libre siguiendo un patrón de radiación dado a las características del LED.

25

En el presente caso se implementa un sistema VLC, que consiste en añadir a las luminarias basadas en LED de luz blanca la capacidad de transmitir información digital o analógica, sin que la lámpara pierda su función principal de iluminación. Este tipo de sistema permite que dependiendo de la sala o ambiente cerrado donde se encuentre un usuario, se transmita una información deseada, relacionada con un elemento ubicado en dicha sala.

30

Las señales ópticas son portadoras de información y son propagadas por el espacio libre hasta el receptor VLC (panel solar). Es importante destacar que en el transmisor no se utilizan capacitores de acople, ya que este emite señales digitales o analógicas.

- 5 Con respecto al receptor VLC, se implementa un panel solar como receptor óptico para el presente sistema de comunicación por luz visible, porque los paneles solares son elementos ideales debido a su bajo costo, fácil acoplamiento con sistemas electrónicos y la generación de energía de manera simultánea. El sistema propuesto en la presente divulgación aborda el problema de baja capacidad de ancho de banda y de comunicación de datos digitales de un panel solar, en su figura como receptor de luz en un sistema de comunicación óptico inalámbrico.

El panel solar como receptor transforma las señales luminosas en corrientes eléctricas. Las variaciones de la corriente eléctrica representan las características de la señal de audio transmitida. En consecuencia, dichas señales de corriente se aplican a las bobinas de un auricular, lo que permite reproducir el sonido correspondiente al ambiente donde se está implementando el sistema.

En una realización alternativa de la invención, el tipo de LED utilizado para la implementación del sistema de la presente invención se trata de un LED blanco o de tipo RGB, el cual cuenta con tres canales independientes que pueden ser utilizados para transmitir datos mediante el sistema VLC y que de manera alternativa son de utilidad para sistemas de posicionamiento, donde cada LED RGB transmite una señal identificada a través de una portadora con frecuencia específica.

25 El sistema VLC basado en LEDs como transmisor de información digital o analógica y un panel solar utilizado como receptor óptico proporciona una arquitectura de baja complejidad tanto de implementación como de análisis comparado con otros sistemas ópticos tradicionales. Esto se debe principalmente al mínimo de componentes utilizados en cada terminal y las ventajas que presenta el receptor basado solo en un pequeño panel solar y un auricular.

En una realización preferida de la invención, la configuración del sistema de comunicación por medio de luz visible se muestra en la **Figura 1**. Sus componentes principales son:

- (1) Un transmisor VLC para señales de audio que se compone de un elemento de almacenamiento (USB o uSD), un microcontrolador (MCU), un driver que modula y envía la señal a un dispositivo de emisión de luz tipo LED;
- (2) Un medio de transmisión o canal óptico en línea de vista que para el presente caso se trata del ambiente cerrado donde se está implementando el sistema;
- (3) Un receptor VLC que se compone de un panel solar que recibe la señal emitida por los LED y que la transforma en corrientes eléctricas que se reciben en las bobinas de un auricular donde finalmente se generan las ondas audibles correspondientes a la información del arte transmitida.

10

Al estar integrado por un panel solar, no se requieren sistemas electrónicos adicionales para recuperar la información codificada en la luz ni para acondicionar el panel solar. Además, no es necesario utilizar fuentes de alimentación externas, como baterías o adaptadores, ya que el panel solar genera suficiente energía para el proceso de recepción. Las señales eléctricas generadas por el panel solar controlan directamente los auriculares, permitiendo la reproducción del sonido.

15

De forma ventajosa el receptor óptico del sistema de comunicación por luz visible de la invención permite la recepción de datos sin necesidad de utilizar sistemas electrónicos adicionales como fuentes de alimentación, amplificadores operacionales, filtros digitales o sistemas de acondicionamiento. Esto repercute en una arquitectura VLC de menor complejidad.

20

También se encuentra como ventaja la flexibilidad del dispositivo, lo que significa que es un sistema optoelectrónico diseñado para ser adaptable a diversas aplicaciones, como la transmisión de audio en streaming, identificadores para VLC (Visible Light Communication) o la transmisión de señales moduladas en banda base. Además, puede adaptarse a diferentes contextos, como museos, navegación en interiores, y la provisión de información sobre artículos en supermercados o centros comerciales. También se puede implementar como ayuda para personas con discapacidad visual.

25

30

Otra ventaja del presente sistema es su bajo costo de implementación, dado que el despliegue tecnológico es considerado bajo, porque los dispositivos electrónicos y ópticos utilizados son comunes y fácilmente accesibles en el mercado local. Además, el hecho de que el dispositivo sea de fácil instalación, portátil, y no requiera una infraestructura de

35

telecomunicaciones para su funcionamiento contribuye positivamente a la reducción de costos.

5 Por ultimo se tiene la eficiencia en la comunicación, dado que, a diferencia de otros sistemas de comunicación, como por ejemplo los dispositivos de radiofrecuencia, la comunicación es eficiente en el campo de visión generado por el sistema.

10 Se debe entender que la presente invención no se halla limitada a las modalidades descritas e ilustradas, ni limitadas a sistemas de comunicación por luz visible, existen variaciones y modificaciones posibles que no se apartan del espíritu de la invención, el cual solo se encuentra definido por las siguientes reivindicaciones.

15