

Dispositivo electrónico para la generación de una fuente de luz multicolor con tecnología led RGB

Said Pinzón Catañeda*
Darío Fernando Cortés**

Resumen

En este artículo se presenta un prototipo de dispositivo de iluminación portátil basado en un LED RGB diseñado para ser utilizado principalmente en la técnica artística conocida como *light painting* que, mediante control de potencia PWM y comunicación inalámbrica, es capaz de generar secuencias de variaciones de miles de colores, sin necesidad de cambiar de fuente de luz o detener el proceso artístico. En esta patente se presenta el *hardware* y la configuración necesarios para implementar una solución tecnológica viable que permita a los artistas, mediante un solo dispositivo portátil, disponer de una fuente de luz con una gama de millones de colores con secuencias programables.

Palabras clave: bluetooth, control electrónico, iluminación.

Abstract

This article presents a prototype of portable lighting device based on an RGB LED designed to be used mainly in the artistic technique known as light painting, which by means of PWM power control and wireless communication is able to generate sequences of variations of thousands of colors without needing to change light source or stop the artistic process. This patent presents the necessary hardware and configuration to implement a viable technological solution that allows artists, through a single portable device, to have a light source with a range of millions of colors with programmable sequences.

Keywords: Bluetooth, Electronic Control, Bluetooth, Illumination

* Corporación Unificada de Educación Superior-CUN. Contacto: said_pinzon@cun.edu.co

** Corporación Unificada de Educación Superior-CUN. Contacto: dario_cortes@cun.edu.co

Introducción

La Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) colombiana define a la patente como un “privilegio que le otorga el Estado al inventor como reconocimiento de la inversión y esfuerzos realizados por [este] para lograr una solución técnica que le aporte beneficios a la humanidad. Dicho privilegio consiste en el derecho a explotar exclusivamente el invento por un tiempo determinado” (Superintendencia de Industria y Comercio, 2016). Sin embargo, la importancia de una patente va mucho más allá del reconocimiento moral y económico del invento: las patentes son un banco del conocimiento mundial y deben ser lo suficientemente claras y específicas para que cualquier persona con conocimientos básicos en el tema en cuestión sea capaz de reproducir el invento, claro está, después de pagar los derechos de explotación si aún están vigentes.

Típicamente se piensa en la patente como el derecho a explotar económicamente un desarrollo, a lo que se le denomina propiedad industrial. Estos derechos se pueden transferir por actos entre vivos o por vía sucesoria y se pueden rentar, licenciar, vender, permutar o heredar. Pero

Light painting

Light painting es una técnica artística que consiste en el registro fotográfico de la trayectoria de una fuente luminosa en movimiento. Se produce cuando se realiza una fotografía del movimiento de un haz de luz con la cámara en un punto fijo, o con un movimiento de cámara sobre un punto de luz fija, variando los valores de apertura del diafragma y velocidad del obturador, así como la intensidad de la fuente de luz, pero en ningún caso se utiliza un programa

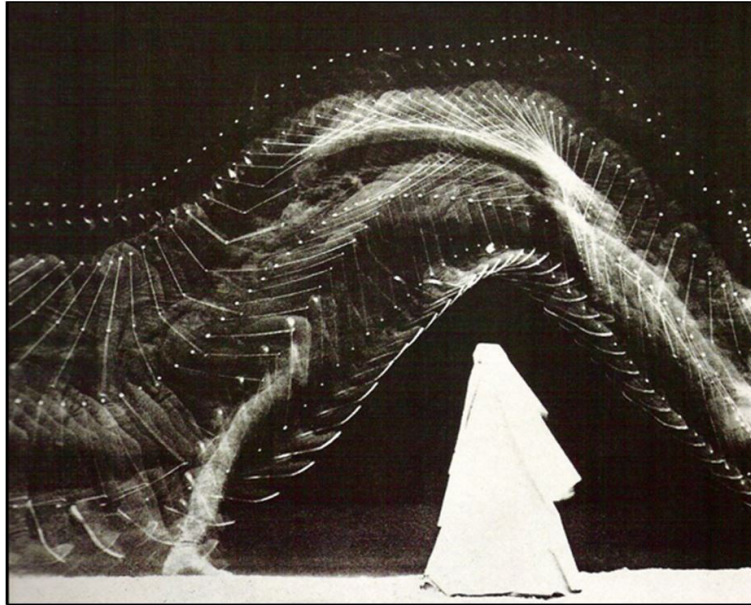
desde el punto de vista investigativo, las patentes tienen un valor intrínseco mucho mayor que el económico. Por ello, la Superintendencia de Industria y Comercio y su equivalente en cada país tienen la tarea de estudiar las solicitudes presentadas, compararlas con otras patentes otorgadas y determinar si la nueva propuesta presenta grado suficiente de innovación y pertinencia para ser otorgada una nueva patente. Las herramientas de las que disponen los revisores de la SIC incluyen acceso a las bases de patentes internacionales, que se convierten en bancos mundiales de conocimiento y aseguran la réplica de cualquier adelanto tecnológico que se encuentre patentado.

La patente que se presenta en este artículo trata de un dispositivo portátil de iluminación pensado para ser utilizado en la técnica artística conocida como *light painting*. El artefacto permite al artista disponer de una amplia gama de colores en un solo mecanismo, de fácil manipulación y programación, que hace uso de técnicas de modulación por ancho de pulso para variar el color y la tonalidad de un LED RGB.

de retoque fotográfico. Por ese motivo, el *light painting* se puede definir como una técnica fotográfica que consiste en “pintar con luz” (*Light Painting Photography*, 2017).

Los primeros trabajos de los que se tiene registro son de finales del siglo XIX y fueron producidos con una técnica de fotografía en la que el fotógrafo montaba a caballo alrededor de un objeto estático (ver figura 1).

Figura 1. "Pathological Walk From in Front", Étienne-Jules Marey, 1889.



Fuente: Light Painting Photography, 2017.

Los dispositivos de iluminación comerciales usados actualmente por los artistas se limitan a fuentes de luz de un solo color, lo que restringe la expresión creativa del artista o incrementan la complejidad del trabajo, al necesitar

de diferentes fuentes de luz para obtener varios colores. La figura 2 muestra una obra de varios colores que le puede tomar al artista hasta 6 horas de trabajo para lograr una sola toma.

Figura 2. "Make Good Time", Mike Mandel, 1990.



Fuente: Light Painting Photography, 2017

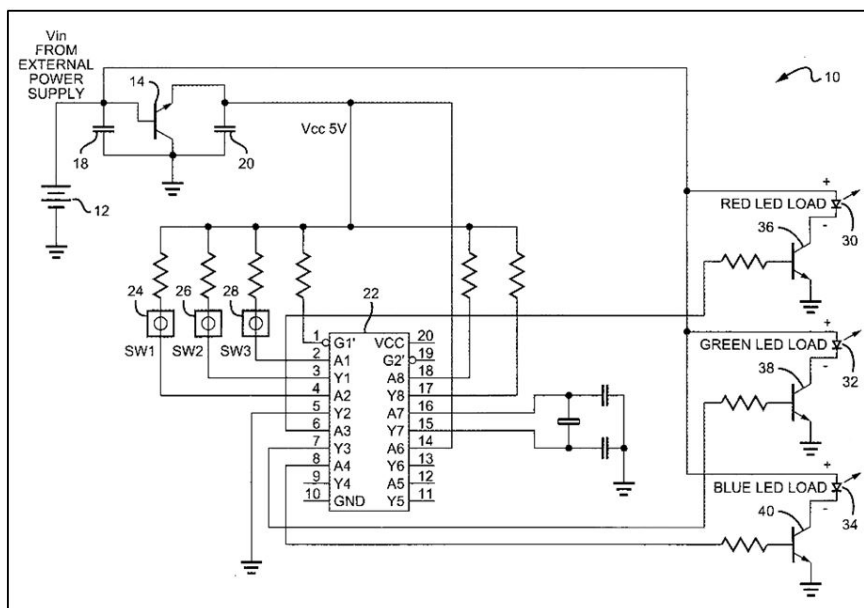
Estado del arte

Al consultar el estado de la técnica, se encontraron los documentos de varias patentes internacionales que tratan sobre el tema en cuestión. A continuación se describen algunas de las patentes que tienen relación con la tecnología presentada.

La patente US7258463B2 describe el prototipo de un sistema de iluminación con múltiples LED

y un controlador que les proporciona una serie de señales binarias. Cada una de estas señales binarias posee una serie de pulsos, que se ven reflejados en la intensidad de emisión de luz de los LED. Sin embargo, del número de pulsos no solo depende la intensidad de emisión de los LED, sino que también depende el color que estos emiten (Sloany Ferrie, 2013).

Figura 3. "Multiple LED control apparatus and method".



Fuente: Sloan, Ferrie, 2013

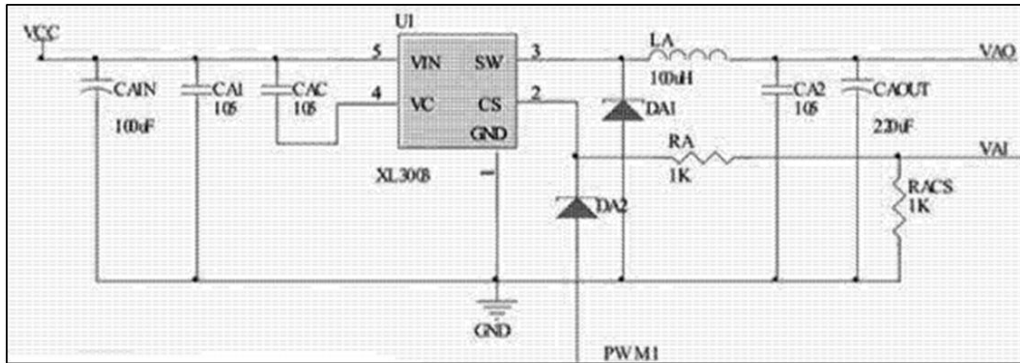
Otra de las referencias encontradas fue el modelo presentado en CN206149537U. Este describe un sistema de atenuación de luz LED dirigida a una sala de descanso. Dicho modelo incluye un sistema de control del circuito, uno de control de atenuación PWM, uno de control de atenuación RGB, uno de control de la lámpara de iluminación y un sistema de control remoto. El sistema de control de la lámpara de iluminación principal incluye un panel de control inteligente, un

procesador de datos, un panel de control inteligente y la conexión de señal del sistema de control de atenuación PWM, además del sistema de control de atenuación RGB que pasa a través del panel de control inteligente. Este modelo propone un sistema de control de circuito configurado, en el que, a través del sistema de control remoto, se logra controlar la luminosidad del ambiente interno en la cabina de la sala de descanso (Lee, 2016).

Un tercer referente es la patente CN204559938U. En ella se describe de manera general un sistema micro controlado de control PWM para variar la temperatura de color de un LED RGB que,

mediante conexión *bluetooth*, pueda cambiar la tonalidad de las luces de una casa inteligente de acuerdo a la temperatura corporal de las personas (Ming, 2015).

Figura 4. "LED intelligence lamps and lanterns based on RGB three-colour temperature is adjustable".



Fuente: Ming, 2015

Cabe resaltar que no se encontró un dispositivo electrónico con una fuente única de luz multicolor con tecnología LED, que pueda ser utilizado en la técnica artística *light painting*. Por lo tanto,

existe la necesidad de un dispositivo electrónico de éstas características, de lo que se deriva que la nueva tecnología presentada aquí sí posee un nivel de innovación.

Objetivo de la investigación

El objetivo general de esta investigación fue desarrollar una linterna programable para usar en la técnica artística *light painting* que produzca una amplia gama de colores usando una sola fuente de luz LED RGB. Para cumplir este objetivo, se cumplió con las siguientes tareas: diseñar

un control de luminosidad mediante técnicas de control PWM; programar, por una parte, el microcontrolador para ejecutar la variación de intensidad de colores y, por otra, la secuencia de operación desde un computador o teléfono móvil externo.

Desarrollo

La metodología a utilizar en el desarrollo de este proyecto es una adaptación del MCS (Modelo para Construcción de Soluciones. Esta es una herramienta útil para cualquier proyecto; su propósito es desarrollar una solución de calidad,

oportuna y con costos competitivos (Universidad del Cauca, 2002). La metodología consta de 4 fases: estudio de prefactibilidad, formulación del proyecto, ejecución del proyecto y validación de la solución. Estas etapas deben estar sujetas a

un cronograma y a su vez hacen parte de una organización por componentes, que varían de acuerdo a las características, objetivos, propósito y actividades de cada fase.

Estudio de prefactibilidad. El propósito de esta fase es analizar las características del problema para determinar si es posible darle una solución que cumpla con los requerimientos del cliente, lo que establece la viabilidad de su iniciación y el alcance que tendría el sistema. Trabaja con un modelo de establecimiento inicial de responsabilidades tanto por parte de los desarrolladores como del cliente.

Formulación del proyecto. Esta fase tiene como objetivo analizar los aspectos técnicos esenciales relacionados con la construcción de la solución, para finalmente establecer una arquitectura de

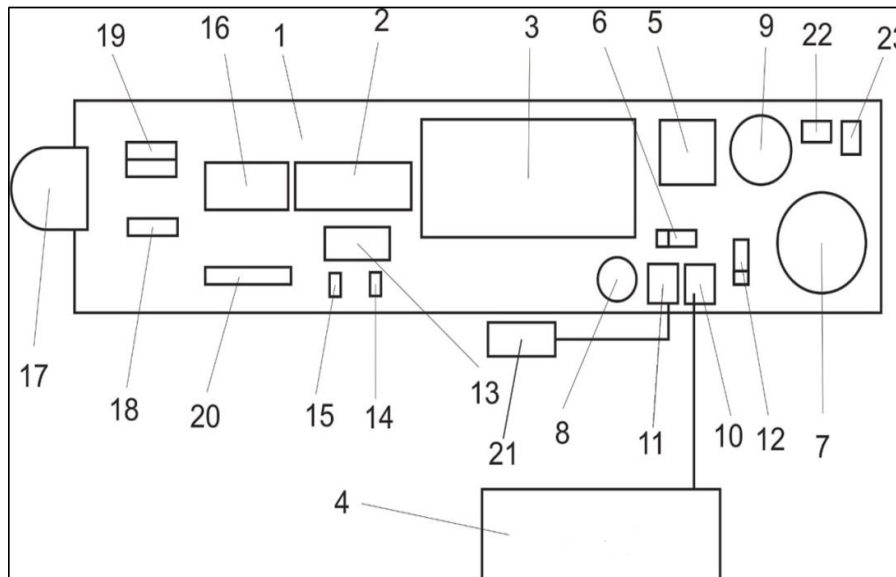
referencia para la solución y un modelo final de responsabilidades.

Ejecución del proyecto. En esta fase debemos trabajar en estándares de comunicación inalámbrica, programación de microcontroladores, control PWM, diseño de circuitos PCB, entre otros, siempre cumpliendo con los estándares planteados en las etapas anteriores.

Validación de la solución. Una vez implementada la solución, se dispone de una serie de pruebas técnicas con el fin de verificar el correcto funcionamiento del diseño y, de ser necesario, realizar los ajustes correspondientes.

En la figura 6 podemos observar el resultado del proceso de diseño y ejecución:

Figura 5. Diagrama físico de la invención en una vista superior del circuito impreso.



En la figura 5¹ se muestra el diagrama de la invención. Esta está implementada sobre una placa de circuito impreso en fibra de vidrio de

forma rectangular (1), en la que está acoplado un microcontrolador de tecnología superficial de arquitectura cerrada de 16 bits (2), que permite

1 Todos los números entre paréntesis de esta sección hacen referencia a la figura 5.

controlar todo el dispositivo. El microcontrolador (2) se conecta a un módulo de comunicación inalámbrico (3) que facilita la transmisión de datos por medio de un enlace por radiofrecuencia de 2.4 GHz diseñado especialmente para dispositivos de bajo consumo, que permite la comunicación entre el dispositivo y una aplicación.

La fuente de alimentación para todo el dispositivo electrónico está conformada por una fuente de energía eléctrica (4) de 7.4v de litio y polímero (ver figura 6), que se caracterizan por ser ligeras y poder almacenar una gran cantidad de energía. Esta alimenta un regulador DC-DC (5) reductor como fuente de alimentación, ya que el voltaje de salida es significativamente más estable conectado a un diodo de barrera (6) que proporciona señales de conmutación a alta frecuencia. Para mejorar la señal de salida, el alimentador se conecta a un circuito conformado por los condensadores (7) (8) y la bobina (9), que permiten acumular energía que se inicia en forma eléctrica en un campo magnético generado por la bobina (9) y liberado en forma continua por los condensadores (7) (8). Los dispositivos (10) (11) son conectores tipo GP de dos pines, que posibilitan la conexión a la fuente de energía eléctrica (4) y un interruptor de encendido para la invención. Esta última cuenta con un diodo protector (12) para evitar conexiones inversas de la fuente de energía eléctrica (4).

La etapa de fuente suministra alimentación a un microcontrolador superficial (2), que obtiene su reloj oscilador de un cristal (13) de cuarzo de resonancia mecánica, constituido por un material piezoeléctrico para crear una frecuencia con alto grado de precisión. Esta se estabiliza a su vez con dos condensadores de tantalio (14) (15). El microcontrolador (2) usa esta señal de reloj para generar tres señales diferentes de PWM (*Pulse Width Modulation*), que permiten modificar la

cantidad de energía proporcionada a la etapa de potencia y conformada por un circuito integrado superficial (16), lo que suministra la suficiente capacidad de voltaje-corriente en PWM y señal análoga al LED RGB (17) de 1 watt capaz de emitir luz en tonalidad roja verde y azul. La combinación de estos tres colores con la señal de PWM del microcontrolador (2) generan 16 millones de tonalidades. El diodo LED RGB (17) cuenta con resistencias (18) (19) encargadas de limitar la corriente.

La invención cuenta con un *slot* (20) de programación externa para el microcontrolador (2), lo que permite al usuario reprogramar la invención de acuerdo a sus necesidades de uso y ambiente. La resistencia superficial (22) y el diodo LED superficial (23) permiten visualizar que la invención está en funcionamiento.

El programa de control inicia configurando el microcontrolador de 16 bits (2) con una resolución del conversor análogo digital interno de 10 bits. Para el desarrollo de la señal de PWM, se establece un reloj de cristal (13) de 16 Mhz en función de máxima velocidad. También se desactiva el contador *watch dog timer*, o perro guardián, que es un mecanismo de seguridad para evitar reinicios por sentencias múltiples. Se habilita la protección contra lectura del microcontrolador y protección contra voltajes pico de la fuente al iniciar el programa. Se configura el modulo serial del microcontrolador para trabajar a 9600 bps, 8 bits y flujo por *hardware*, lo que permitirá establecer comunicación con un módulo Inalámbrico (3) en modo esclavo.

Se configura la interrupción por desbordamiento del puerto serial, en el que se almacenará el dato en una variable de memoria global tipo *long char* de 2 bytes. Así mismo, se definen tres variables de memoria tipo flotante para la configuración



de cada una de las señales de PWM. Se inicia con el procedimiento principal y la definición de variables locales tipo INT para realizar las respectivas operaciones de ajuste de frecuencia y amplitud para cada uno de las señales de modulación. El microcontrolador inicia un ciclo infinito de espera hasta que se active la interrupción por puerto serial; si no hay datos, él continúa en el ciclo.

Cuando la interrupción se activa, el dato es almacenado en la variable *long char*, lo que iniciará el procedimiento *parametrización de la trama de datos*, que consiste en dividir la trama en bytes con funciones específicas, en las que la cabecera nos indicará cuál es el valor PWM de las tres señales: para la primera señal obtenemos un valor de 0xF1; para la segunda señal un valor de 0xF2;

Conclusiones

Las patentes son herramientas que tienen las instituciones para proteger la propiedad intelectual de los investigadores; aseguran que un desarrollo tecnológico no pueda ser explotado comercialmente sin autorización de su inventor, no obstante permiten que esos resultados puedan ser replicados para fines investigativos. Por esta razón las patentes se convierten en banco de conocimiento que permite a cualquier persona tener acceso a la información, además de la posibilidad de replicar un desarrollo.

En la última década el mundo ha experimentado una explosión tecnológica sin precedentes. La tecnología ha revolucionado la forma de vivir de la sociedad y las costumbres individuales de cada persona. Existen dispositivos tecnológicos desarrollados para diferentes propósitos, desde el ámbito laboral hasta el entretenimiento,

y para la tercera señal un valor de 0XF3. El resto de la trama de datos nos brinda la información del ancho del pulso y porcentaje su ciclo.

En el proceso de configuración de PWM se establece a través de un proceso matemático desarrollado por la unidad lógico aritmética del microcontrolador, con los parámetros de frecuencia y amplitud para cada una de las señales. Estas están compuestas de un dato tipo flotante que será enviado a cada uno de los puertos de salida configurados para la emisión. Una vez realizado el proceso de envío de las señales, el microcontrolador regresa a la función de espera de interrupción por puerto serial para la recepción de nuevos datos y así ajustar los nuevos parámetros.

pasando por actividades en las que hace unos lustros era impensable la utilización de tecnología. El auge mostrado por las redes de telefonía móvil y e internet hacen que resulte importante aprovechar esta tecnología para ofrecer servicios que puedan ayudar a las personas a mejorar su calidad de vida, facilitar sus actividades diarias y ofrecerles seguridad a través de las TIC.

En el siglo XXI la tecnología ha permeado cada uno de los aspectos de la vida; el arte no es la excepción. Con el acceso a internet de banda ancha y el IoT vemos que cada actividad cotidiana del ser humano se está trasladando al mundo digital. Así las cosas, es lógico esperar que el arte también incorpore la tecnología en su desarrollo, por lo que el diseño presentado permite a los artistas realizar su obra de forma más sencilla y explorar nuevas posibilidades artísticas, al contar

con una herramienta que cumple con la tarea para la que antes necesitaba de varias fuentes de luz y tiempos de espera.

Los objetivos planteados al inicio del proyecto se han cumplido satisfactoriamente en su totalidad, puesto que se ha demostrado la viabilidad

de fabricar un sistema de iluminación que con una sola fuente lumínica genere varios miles de colores y mediante comunicación inalámbrica pueda ejecutar una secuencia programada en un computador de cambio de colores. Con ello se evita que el artista de *light painting* tenga que hacer pausas para cambiar de fuente de luz.

Referencias

- GIT, Universidad del Cauca. (2002). Modelo para Construcción de Soluciones. Recuperado de <https://es.slideshare.net/EspTmGDST/soo-mcs>
- Lee, D. (2016). A LED light dimming system for rest room. Patente *China CN206149537U*.
- Light Painting Photography Society. (2017). History. Recuperado de <https://bit.ly/3bYBLwI>
- Ming, Yuy. (2015). LED intelligence lamps and lanterns based on RGB three-colour colour temperature is adjustable. Patente *China CN204559938U*
- Sloan, T. y Ferrie, D. (2013). Multiple LED control apparatus and method". Patente *EE. UU. US7258463B2*.
- Superintendencia de Industria y Comercio, (2016). Patentes. Recuperado de <https://bit.ly/33AeyNF>