



Control de sistemas de iluminación DMX (digital multiplex) basado en señales audibles

Control of DMX lighting systems (digital multiplex) based on audible signals

Miguel Ricardo Pérez P.¹ Anderson Sebastián Salinas H.²

Para citar este artículo: M. R. Pérez y A. S. Salinas, "Control de sistemas de iluminación DMX (digital multiplex) basado en señales audibles". *Revista Vínculos*, vol 14, no 1, enero-junio 2017, 45-54. doi: <https://doi.org/10.14483/2322939X.13791>

Recibido: 15-12-2016 / **Aprobado:** 23-01-2017

Resumen

El código DMX 512 (Digital Multiplex) permite controlar distintas clases de luminarias en todo tipo de espectáculos siendo un protocolo estandarizado para evitar problemas de compatibilidad entre fabricantes. Sin embargo, su uso depende de la programación o el control de un operario con el fin de que funcione en tiempo real, esto lo hace dependiente de las decisiones tomadas por el personal técnico de luces en un evento; en el presente artículo se muestra la implementación del código DMX 512 en un sistema automatizado a través de una interfaz gráfica desde un dispositivo Smartphone de manera manual o automática genera tramas DMX que al ritmo de la música, controlan los distintos tipos de luminarias que se encuentran en el mercado, todo este independiente del operador.

Palabras clave: código DMX512; comunicación OSC; filtro activo pasa banda; microcontrolador; smartphone.

Abstract

The code DMX 512 (Digital Multiplex) allows to control different kinds of luminaires in all types of shows being a standardized protocol to avoid compatibility problems between manufacturers. However, its use depends on the programming or control of an operator in order for it to work in real time, this makes it dependent on the decisions made by the lighting technical staff in an event; This article shows the implementation of the DMX code 512 in an automated system that by means of a graphical interface from a Smartphone automatically or manually generates DMX frames that control the different types of luminaires found at the rhythm of the music. in the market, everything is independent of the operator.

Keywords: code DMX512; OSC communication; active filter passes band; microcontroller; smartphone

1. Magister en ciencias de la educación, Universidad de San Buenaventura, Colombia, Ingeniero en Control e instrumentación Electrónica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Profesor de Planta con categoría Asistente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. mrperezp@udistrital.edu.co, perez_pereira_m@yahoo.com
2. Tecnólogo en Electrónica, trabajador independiente. Correo electrónico: andersonsebas@hotmail.com

1. Introducción

En el mercado nacional de venta de dispositivos de control de iluminación para eventos, son pocos los sistemas que automaticen un conjunto de luces al ritmo de una señal de audio en tiempo real, y los pocos que existen tienen un precio muy alto, estos dispositivos hacen uso de la fotobiología y de sus estudios relativos a los efectos beneficiosos y perjudiciales de la luz, para generar secuencias lumínicas agradable para el consumidor, Si se quiere crear un ambiente festivo se deben utilizar luces de colores, pero solo para momentos muy determinados. Hoy en día crear ambientes con luces de colores con leds controlados permite cambiar el ambiente de acuerdo al momento que se necesita. [1]

La implementación de un prototipo de control audio rítmico requiere un sistema automatizado que controle diferentes tipos de luces ambientales para eventos por medio de tramas DMX, dicho dispositivo debe contar con un Microcontrolador que envíe las señales vía WI-Fi a la interfaz gráfica instalada en un Smartphone mediante TouchOSC³ y Processing instalado en un ordenador, dicho prototipo proporciona a la industria de luces y sonido un monitoreo del sistema de iluminación en tiempo real de manera automática o manual.

2. Desarrollo

2.1 Diagrama de Bloques del Sistema

En la Figura 1 se muestra el diagrama de bloques general del sistema, dicho sistema consta de dos partes, la primera es el hardware implementado para generar los códigos DMX 512 por medio de la música y el segundo, es el software implementado en el dispositivo móvil a través de Touch osc y processing.

2.2 Adquisición de la señal

Las frecuencias bajas son las más importantes para llevar el ritmo de una canción [2]. El ritmo es la forma en que las notas musicales se distribuyen en el tiempo, todos los géneros de baile se rigen por algún tipo de ritmo. Cada ritmo despierta estados de ánimo, emociones y sentimientos específicos; es por esto que se crea un conjunto entre las luces y el sonido para que junto a otros elementos como el espacio y la expresión corporal permitan que un baile adquiera forma. La adquisición de la señal de audio se realiza por medio de un micrófono que está conectado a un pre-amplificación logrando una ganancia de tal manera que esta señal pueda ser analizada por un filtro pasa-banda con frecuencia de resonancia igual a $F_r=125\text{Hz}$ y factor de calidad $Q=2$. [3]

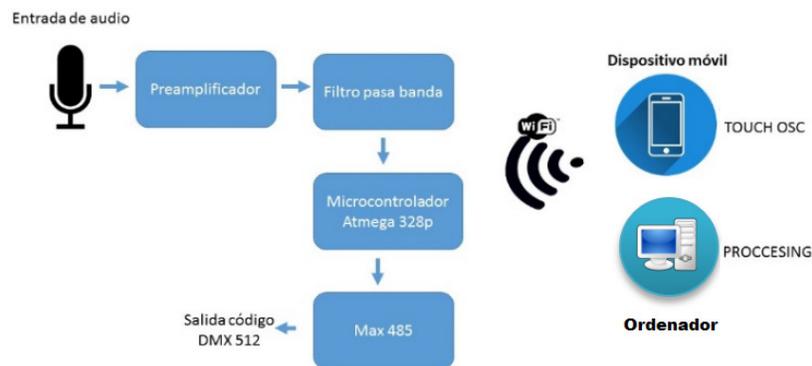


Figura 1. Diagrama de bloques general.

Fuente: elaboración propia.

3. Es una aplicación para iOS y Android que permite controlar remotamente desde tu tablet o smartphone cualquier aplicación que soporte OSC o MIDI.

$$B = \frac{Fr}{Q} = \frac{125}{2} = 62.2 \quad (1)$$

Si se utiliza un condensador de C=100nF entonces tenemos

$$R = \frac{0.1591}{BC} = \frac{0.1591}{62.5 * 100nf} = 25.456 K \text{ ohm} \quad (2)$$

Ahora se calcula la Rr así

$$Rr = \frac{R}{2Q^2 - 1} = \frac{35.456 K\Omega}{(2)(2^2) - 1} = 3.6365 K\Omega \quad (3)$$

Datos que se expresan en la Figura 2(a)

2.3 Conversión análoga digital y tramas de comunicación

Para este proyecto se utilizó el Arduino UNO (Figura 3), es una placa electrónica basada en el microprocesador Atmega328. Cuenta con 14 entradas digitales, pins / salida (de las cuales 6 se puede utilizar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, cristal de 16 MHz, una conexión USB, una cabecera ICSP, y un botón de reinicio [3-4].

El arduino mediante su ADC (Convertor análogo digital), es el encargado de convertir la señal de

audio procedente del filtro y transformarla en digital por medio de su función analogRead; La función analogRead, lee el valor de tensión en el pin analógico especificado. La placa Arduino posee 6 canales conectados a un convertor analógico digital de 10 bits que convierte tensiones entre 0 y 5 voltios a un número entero entre 0 y 1023, esto proporciona una resolución en la lectura de: 5 voltios / 1024 unidades, es decir, 0.0049 voltios (4.9 mV) por unidad, el convertor tarda aproximadamente 100 microsegundos (0.0001 segundos) en leer una entrada analógica por lo cual su tasa de muestreo es de 10 KHz [5], una vez digitalizada la señal, se procede a armar las tramas DMX512 que controlen las luces al ritmo de la música.



Figura 3. Arduino UNO.

Fuente: elaboración propia.

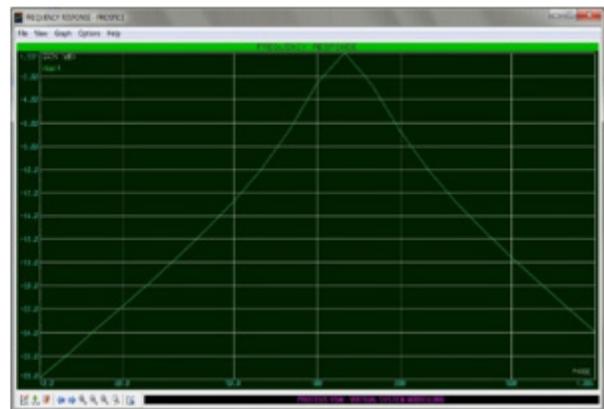
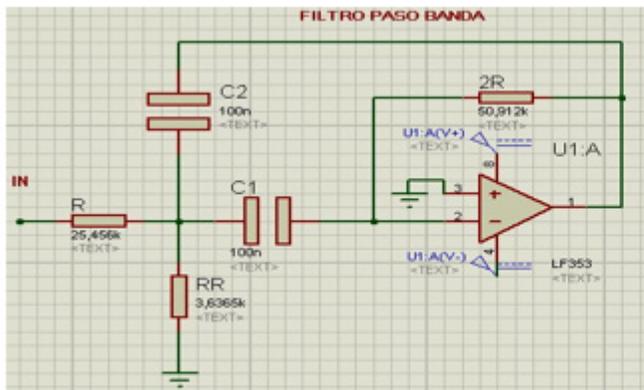


Figura 2. (a) Diagrama filtro paso banda, (b) Simulación respuesta de frecuencia filtro paso banda.

Fuente: elaboración propia.

El arduino mediante su ADC (Convertor análogo digital), es el encargado de convertir la señal de audio procedente del filtro y transformarla en digital por medio de su función analogRead; La función analogRead, lee el valor de tensión en el pin analógico especificado. La placa Arduino posee 6 canales conectados a un convertor analógico digital de 10 bits que convierte tensiones entre 0 y 5 voltios a un número entero entre 0 y 1023, esto proporciona una resolución en la lectura de: 5 voltios / 1024 unidades, es decir, 0.0049 voltios (4.9 mV) por unidad, el convertor tarda aproximadamente 100 microsegundos (0.0001 segundos) en leer una entrada analógica por lo cual su tasa de muestreo es de 10 KHz [5], una vez digitalizada la señal, se procede a armar las tramas DMX512 que controlen las luces al ritmo de la música.

2.4 DMX 512

DMX 512 es desarrollado por la Comisión de Ingeniería de USITT⁴, el estándar comenzó en 1986, con posteriores revisiones en 1990 que dieron paso al USITT DMX512/1990. Esta tomó el control del estándar en 1998 y empezó el proceso de revisión. El nuevo estándar, conocido oficialmente como "EntertainmentTechnology — USITT DMX512–A — Asynchronous Serial Digital Data Transmission Standard for Controlling Lighting Equipment and Accessories", fue aprobado por ANSI en noviembre del 2004. El actual estándar es también conocido como

"E1.11, USITT DMX512–A", o solo "DMX512-A". Se establece DMX 512 (Digital Multiplex) como un acuerdo sobre la conexión entre los controladores de iluminación, dimmers, cámaras de humo, lanza llamas, scrollers, escáneres, etc. Solución al problema de la incompatibilidad que existía entre marcas por la utilización de protocolos propietarios, lo cual obligaba a tener un control de manejo por cada marca de luces que se tenía. [6]

El voltaje entre los conductores del cable es de aproximadamente +2,5 V o -2,5 V. Si la tensión es positiva a lo largo de los 4 μ s se transfiere "1", si la tensión es negativa a lo largo de los 4 μ s, entonces, se transfiere "0". [7]

La estructura de las señales DMX512 se muestran a continuación (Figura 4)

Algunas consideraciones de tiempo respecto al protocolo son las siguientes:

- Duración mínima para una trama completa: 22,7ms.
- Máxima velocidad de refresco de la información: 44 veces por segundo, El tiempo entre la transmisión de los bytes sucesivos y rotura es arbitraria dentro de ciertos límites, DMX512 se denomina por lo tanto como un protocolo de datos asincrónica.

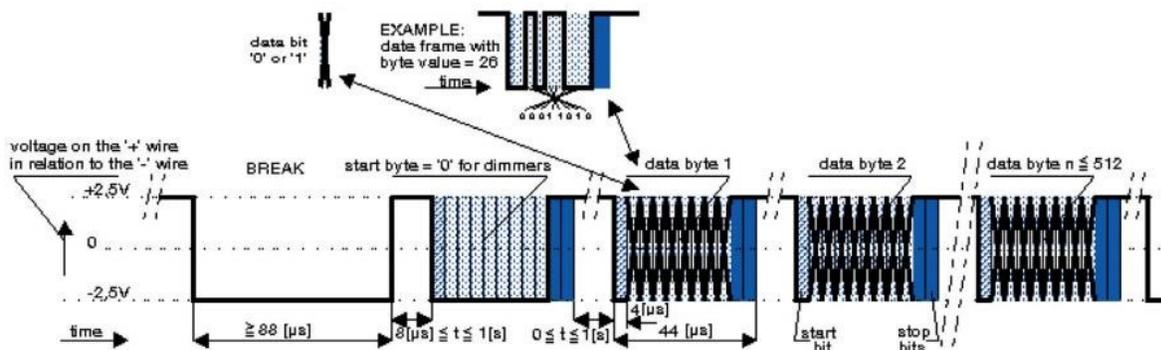


Figura 4. Estructura de señal DMX 512 [7].

4. USITT: Asociación de profesionales del diseño, la producción y la tecnología en la industria del entretenimiento

2.4.1 Arduino como emisor DMX

Para enviar tramas DMX, se elige Arduino ya que posee una librería diseñada perfectamente para este fin y es la denominada DmxSimple; DmxSimple es una biblioteca de Tinker.it! para emitir señales DMX, es compatible con todas las versiones recientes de Arduino [8-9].

La Figura 5 muestra el diagrama de flujo del programa implementado en el Arduino utilizando la librería

3. Interfaz Gráfica

El prototipo es controlado por medio de un dispositivo Android que tiene instalado el software TouchOSC para transferir datos con el programa

Processing vía WI-FI, así generar tramas DMX desde la placa Arduino mediante una comunicación serial.

3.1 TouchOSC

TouchOSC es una aplicación Android que permite controlar remotamente desde una tablet o smartphone cualquier aplicación que soporte OSC o MIDI, diseñando una superficie de control al gusto de cualquier persona incorporando los elementos necesarios.

Primer lugar; el ordenador y el dispositivo móvil deben estar conectados a la misma red inalámbrica (al mismo punto de acceso). TouchOSC en el dispositivo móvil, se debe configurar con la misma dirección IP que emplea el ordenador en la red inalámbrica (Figura 6) [10]

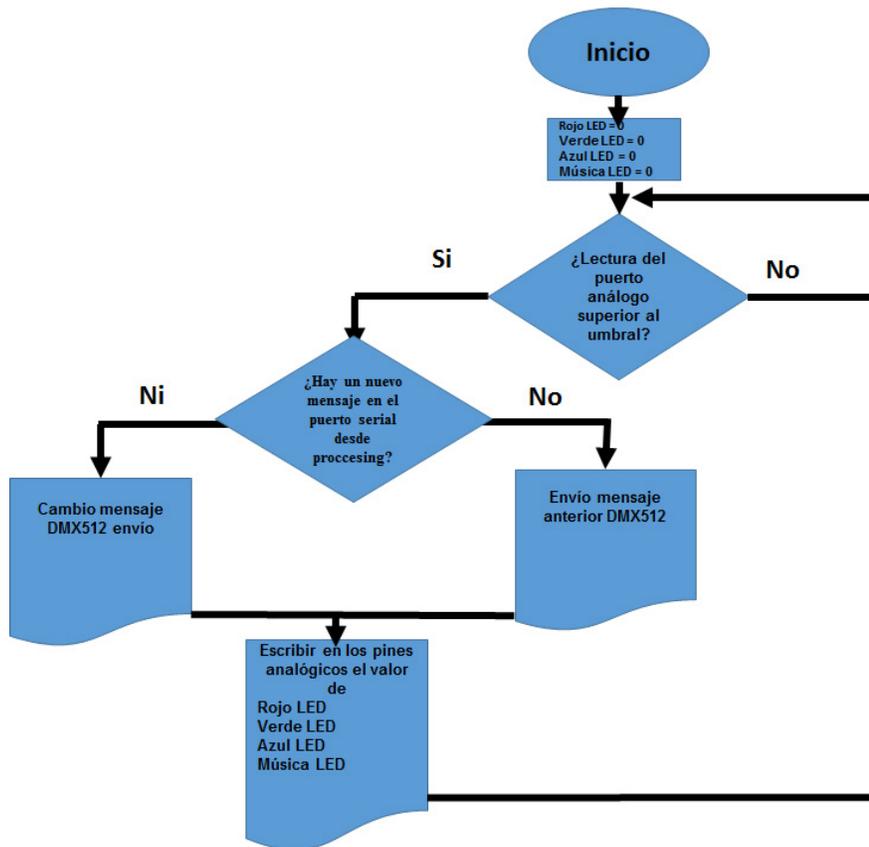


Figura 5. Diagrama de flujo del programa.

Fuente: elaboración propia.

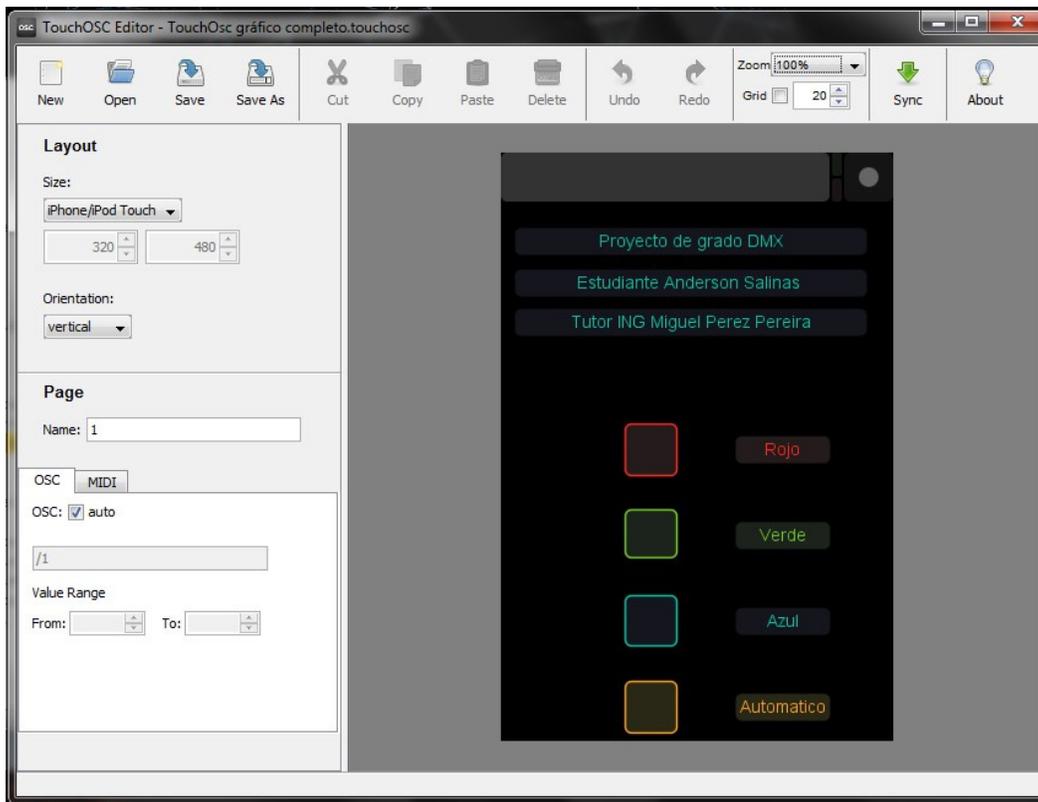


Figura 6. Aplicativo realizado en TouchOSC.

Fuente: elaboración propia.

3.2 Protocolo de comunicación OSC

Este protocolo se utiliza para el control de luminaria y dispositivos como estrobos, secuenciadores entre otros usados en el mundo musical, se podría decir que es el reemplazo del protocolo MIDI⁵. OSC usa el protocolo de internet UDP para realizar la comunicación, por esa razón como requisito necesitamos que los dispositivos se encuentren en la misma red, conocer su dirección IP y abrir un puerto de comunicación [8]. Sus características principales son:

- Ampliable, dinámico. Esquema de nombres simbólicos tipo URL
- Datos numéricos simbólicos y de alta resolución

- Lenguaje de coincidencia de patrones para especificar múltiples receptores de un único mensaje
- Marcas de tiempo de alta resolución.
- Mensajes —empaquetados para aquellos eventos que deben ocurrir simultáneamente
- Sistema de interrogación para encontrar dinámicamente las capacidades de un servidor OSC y obtener documentación.

3.3 Processing

Processing, es el programa encargado de enlazar el TouchOSC a la placa Arduino con un entorno gráfico diseñado para observar en tiempo real lo que sucede con los colores y la parte automática del prototipo (Figura 7).

5. MIDI (abreviatura de Musical Instrument Digital Interface) es un estándar tecnológico que describe un protocolo, una interfaz digital y conectores que permiten que varios instrumentos musicales electrónicos, ordenadores y otros dispositivos relacionados se conecten y comuniquen entre sí.

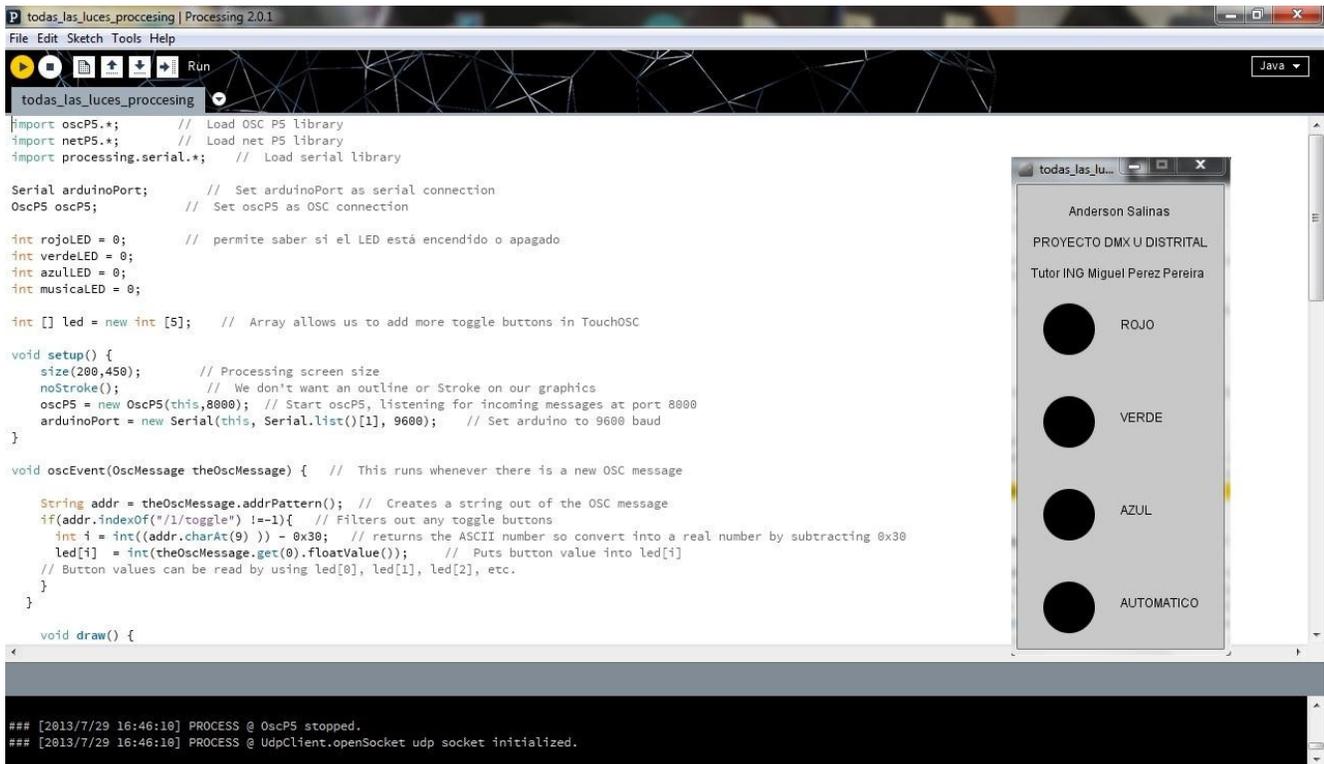


Figura 7. Aplicativo realizado en Processing.

Fuente: elaboración propia.

Para enlazar Processing a TouchOSC y a Arduino se deben usar la librería OscP5⁶, y la librería Arduino⁷.

4. Resultados

Los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto, fueron los siguientes:

- Se interpreta el código DMX 512 al punto de controlar 2 luces de distintas marcas con el Arduino, generando cualquier color en cada una de ellas y cualquier mezcla de colores (Figura 8).
- Se acopla un entorno gráfico para dispositivos Android llamado TouchOSC, que permite

controlar remotamente desde el Smartphone cualquier aplicación que soporte OSC vía WI-FI (Figura 9).

- Se desarrolla un circuito eléctrico para la integración de todo el dispositivo, el circuito eléctrico resultante se puede detallar en la Figura 10.
- Es creado un programa en Arduino el cual permite controlar las luces DMX manual y automáticamente generando tramas de código DMX 512 usando la librería DmxSimple.
- Se crea un manual de usuario detallado paso a paso de la instalación de los sistemas, aplicativos, conexiones y configuración de las luces.

6. oscP5 creada por Andreas Schlegel, se usa para el procesamiento de datos que permite a OSC enviar y recibir los bocetos de procesamiento.
7. Processing tiene una biblioteca de Arduino que le permite controlar directamente el procesamiento sobre la comunicación en serie, mientras que el boceto Arduino 'StandardFirmata' se ejecuta en el hardware.

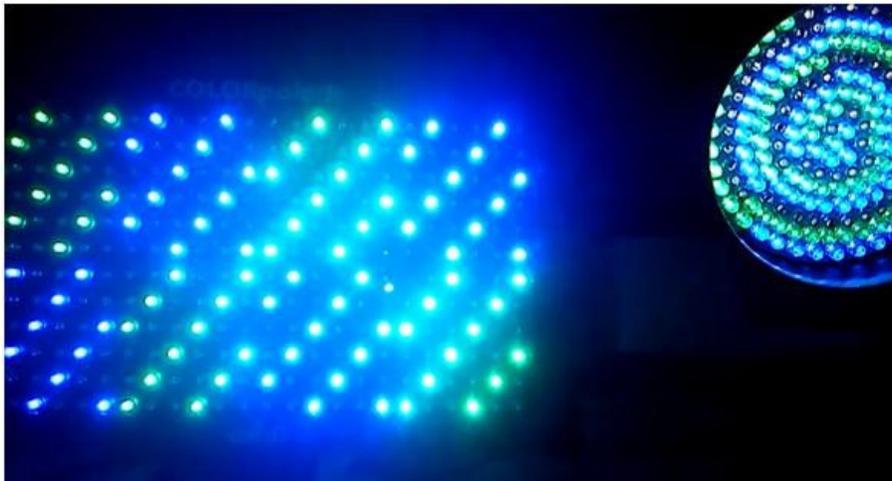


Figura 8. Palette color Chauvet y Led Par 64.
Fuente: elaboración propia.



Figura 9. Aplicativo TouchOSC para Android.
Fuente: elaboración propia.

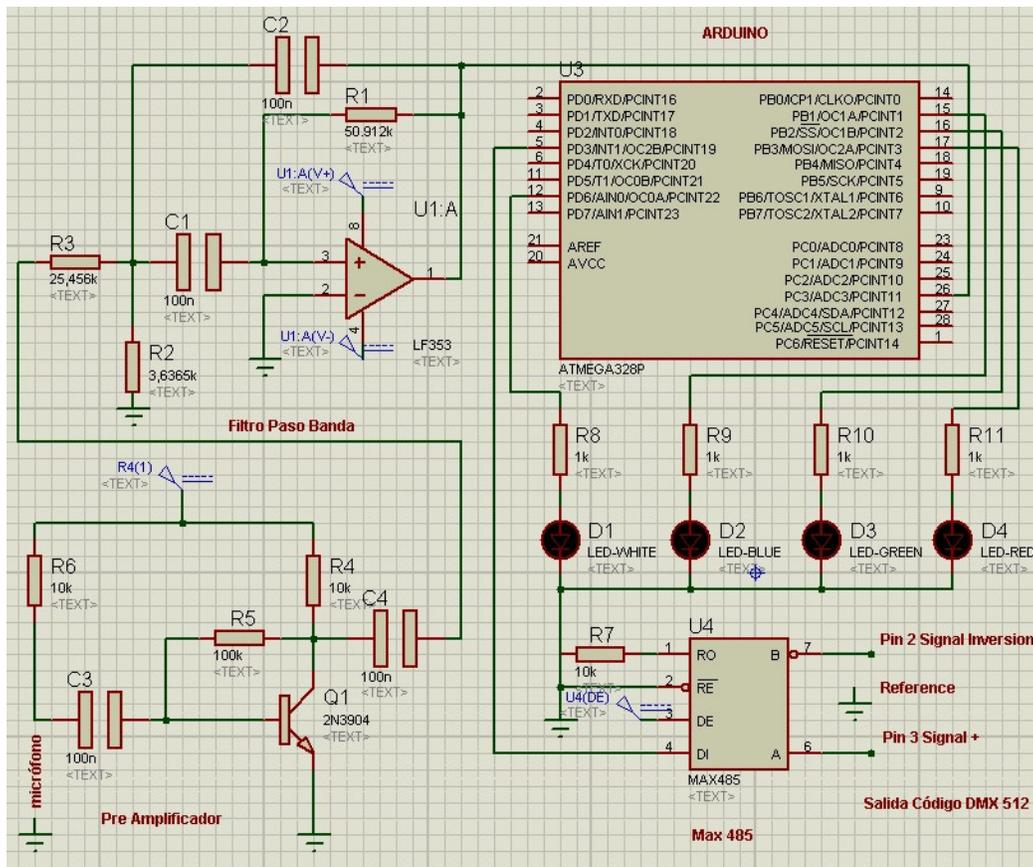


Figura 10. Diagrama general del circuito.

Fuente: elaboración propia.

5. Conclusiones

- DMX 512 se establece globalmente para estandarizar un código que controle cualquier tipo de luz con efectos, de esta manera la trama DMX se hace simple de crear, enviar y ser recepcionada por cualquier elemento que posea un decodificador DMX.
- Con el protocolo de comunicación OSC, los datos numéricos simbólicos son enviados vía WI-Fi con una alta resolución, además son verídicos a la distancia total que soporte el WI-FI, también proporciona múltiples receptores de un único mensaje.
- Después de interpretar el código DMX 512, acoplarlo a la señal de audio en tiempo real, y permitir que el usuario monitoree el comportamiento

del sistema desde su celular, se logra automatizar todo el sistema lumínico de cualquier establecimiento disminuyendo costos tanto en personal como en consumo de energía.

- En la actualidad, DMX 512 se emplea no solamente para el control de Luces en teatros y/o centros de convenciones, sino también para grandes conciertos, controlando más de 8 universos, pantallas led que necesiten proyectar determinadas imágenes haciendo variar sus colores RGB.
- Arduino como maestro DMX, proporciona una alta fidelidad en la transmisión de tramas que contienen 512 canales, permitiendo enlazar hasta 85 luces LED Par 64 en un solo universo.
- Processing entrega grandes resultados como lenguaje de programación, además ofrece la

posibilidad comunicarse mediante librerías con programas como TouchOSC y Arduino.

- En una canción, las frecuencias bajas son las que llevan el ritmo del tema, al volver las luces audio rítmicas, el estado de ánimo del ser humano es activado, haciendo notar un ambiente armonioso con la combinación entre música y luminosidad.

Referencias

- [1] “Fotobiología. Ciencias en línea”. 2012, [En línea] Disponible en: <http://www.photobiology.info/>
- [2] H. Arenas, “Producción musical profesional”, Buenos Aires, Argentina: colección manuales Usser, 2008.
- [3] R. Coughlin, “Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales” Prentice Hall Hispanoamericana, S.A, 5ta edición, 2006.
- [4] Arduino.cc. (s.f.)”. 2013, [En línea] Disponible en: <http://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>
- [5] “Arduino.cc. (s.f.)” 2013, [En línea] Disponible en: <http://arduino.cc/es/Reference/AnalogRead>
- [6] “Elationprofessional” 2013, [En línea] Disponible en: <http://www.elationlighting.com/pdf/files/dmx-operator-espanol.pdf>
- [7] “Arduino.cc” 2013, [En línea] Disponible en: <http://playground.arduino.cc//DMX/Protokoll>
- [8] Tinker.it, 2013, [En línea] Disponible en: <https://code.google.com/p/tinkerit/wiki/DmxSimple>
- [9] Creative Commons, 2013, [En línea] Disponible en: <http://www.inventable.eu/2010/08/03/introduccion-alosc-open-sound-control-primera-parte/>
- [10] hexler.net. [En línea] Disponible en: <http://hexler.net/software/touchosc>

