

SISTEMA DE COMUNICACIÓN ÓPTICA: LIFI

Iván Santiago García Peñaloza (1), Juan Gabriel Aviña Cervantes (2)

1 Ingeniería Mecatrónica, Universidad Santo Tomás-Sede Bucaramanga, Colombia. Email: zantiago_garcia92@hotmail.com

2 División de Ingenierías del Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. Email: avina@ugto.mx

Resumen

En este proyecto se investigó sobre la tecnología Li-Fi y se transmitió información por tres canales haciendo uso de una lámpara RGB, de modo que se lograra enviar información por los tres colores básicos. La investigación se enfatizó en crear el algoritmo para el dispositivo receptor de la señal, donde se tuvo en cuenta la codificación que tenía el algoritmo de transmisión para realizar la correcta decodificación y finalmente obtener las palabras de información. Además, se adaptó el algoritmo de transmisión de la información de modo que se tuviera en cuenta un bit de inicio y uno de parada para cada bit a transmitir; para este caso se decidió enviar una codificación única para los dos casos. En el proyecto se logró enviar los datos de forma correcta por cada uno de los colores de la bombilla RGB, aunque se concluyó que las lentes que focalizan el haz de luz son muy importantes para mejorar la recepción y que se necesita un dispositivo con mejor procesador para enviar datos a mayor velocidad.

Abstract

In this project we investigated on the Li-Fi technology and some information was transmitted through three channels using a RGB lamp, thus it was possible to send information by the three basic colors. The research was emphasized in creating the algorithm for the signal receiving device, which was taken into account the coding algorithm having the transmission to perform the correct decoding and finally get the word out. In addition, the transmission algorithm considered a start bit and one stop for each bit to be transmitted; in this case it was decided to send a single encoding for both cases. The project was able to send the data correctly for each of the colors of the RGB bulb, although it was concluded that the lenses that focus the light beam are very important to improve reception and a device with better processor is needed to send data faster.

Palabras Clave

Código Manchester, decodificación, bombilla RGB.

INTRODUCCIÓN

Sistemas de comunicación inalámbricos.

Las comunicaciones inalámbricas se caracterizan por ser medios en los cuales no se hace necesario utilizar cables para llevar a cabo una conexión. Entre los sistemas de comunicación inalámbricos se encuentran los infrarrojos que permiten comunicaciones a cortas distancias y por otro lado están los sistemas que trabajan con radio frecuencia que alcanzan cortas y medianas distancias, siendo este último tipo de comunicación el más utilizado. Existen protocolos estándares para comunicaciones inalámbricas como el ZigBee IEEE 802.15.4 el cual puede trabajar desde 20kB/s hasta 250Kbps y a una frecuencia de 2.4GHz. Por otra parte se encuentra el protocolo Bluetooth que trabaja a una frecuencia de 2.4-2.5GHz. Finalmente se tiene la comunicación por WiFi o WLAN IEEE 802.11 la cual puede llegar a trabajar a 55Mb/s a 5.7GHz [1].

Sistema de comunicación VLC

Los sistemas de comunicación por luz visible o VLC por sus siglas en inglés *Visible Light Communication* es una tecnología que se encuentra actualmente en desarrollo e investigación, se basa principalmente en la modulación de la intensidad de luz de una bombilla LED con el fin de transmitir información. Estos sistemas poseen una amplia aplicabilidad en diferentes áreas, en cuestiones industriales se utilizan señales visuales para alertar al usuario y a su vez modular información sin que este lo perciba; en cuestiones urbanas se evidencia en los avisos indicadores, los cuales están compuestos por matrices de LED's que al ser modulados muestran información [2]; por otra parte se están utilizando los sistemas VLC para una nueva tecnología llamada Li-Fi, donde se pretende

transmitir datos por medio de la variación de la intensidad de una bombilla.

Tecnología Li-Fi

Como se mencionó anteriormente, la tecnología Li-Fi se encuentra embebida en los sistemas VLC y se enfoca netamente con el internet. Actualmente, se encuentra en desarrollo para encontrar una alternativa de solución a las restricciones que presentan los sistemas de radiofrecuencia, los cuales por su alta demanda en muchas ocasiones pierden eficiencia.

La implementación de esta tecnología se lleva a cabo por medio de LED's, a los cuales se les realiza un proceso de modulación en su intensidad de modo que no pueda ser percibido por el ojo humano. Existen muchas formas de modular una señal, siendo la modulación On-Off Keying (OOK) la implementada en el proyecto debido a la facilidad que se tiene de encender y apagar el haz de luz. Sin embargo, la señal debe ser codificada para transmitirse y debido a que la información se envía en código binario (1 y 0), se debe codificar de forma que la bombilla no dure lapsos de tiempo prolongados en estado apagado de modo que no se perciba el parpadeo de la bombilla; por esta razón se utilizó la codificación manchester diferencial [2]. En cuanto a la recepción de la información, se dispone de un dispositivo que capte la señal óptica y la decodifique para obtener nuevamente la información.

Actualmente la tecnología Li-Fi se está investigando en diferentes partes del mundo, y es una tecnología que es muy prometedora en cuanto a la velocidad de transmisión ya que las bombillas LED pueden conmutar de forma muy rápida. Al utilizar una bombilla RGB se disponen de tres canales por los cuales se puede enviar información simultánea, y aumentar la eficiencia de la comunicación. Por esta razón, el proyecto se enfoca en el envío de información utilizando una bombilla RGB de forma que se logre transmitir información por los tres canales teniendo en

cuenta la modulación y codificación de los datos y de igual forma se logre una recepción de dicha información.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se llevó a cabo teniendo en cuenta una serie de etapas, la primera consistió en adecuar el algoritmo de transmisión de datos, de modo que se pudiera enviar un bit de inicio y un bit de parada en cada palabra que se deseara enviar, para esto se tuvo en cuenta la configuración manchester diferencial.

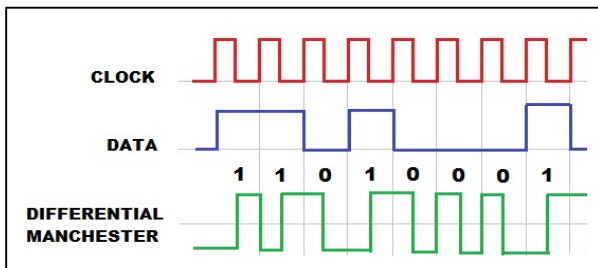


FIGURA 1: Codificación Manchester diferencial.

Como se muestra en la Fig. 1, al utilizar esta codificación se utiliza el doble de bits para enviar una palabra, debido a que un 1 lógico codificado sería 01 y un cero codificado un 10. Sabiendo lo anterior, se decidió implementar un bit de inicio y uno de parada de tal forma que se enviara una configuración única, con la finalidad de no repetir esta configuración al momento transmitir la palabra.

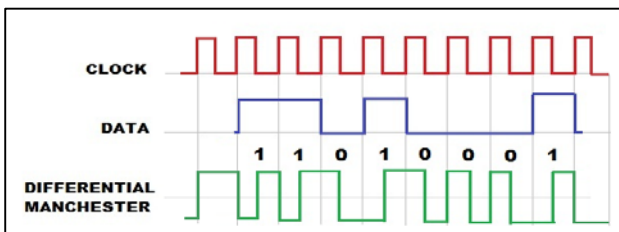


FIGURA 2: Codificación Manchester diferencial con bit de inicio y de parada.

En la Fig.2 se plasma un nuevo esquema donde se propuso enviar dos bit en alto (11) para el bit de inicio y dos bit en bajo (00) para el bit de parada,

de modo que siguiendo con la señal del reloj (CLOCK) esto nunca se repetirá en la cadena de datos.

Cabe aclarar que lo que se desea hacer al momento de transmitir la información es que no exista un cambio de flanco en el canal del dato mientras la señal del reloj si cambia de flanco, a diferencia de como sucede al enviar una palabra que se obtiene un cambio de flanco tanto en el reloj como en la señal a transmitir. Para el proyecto en cuestión, se utilizara uno de los colores de la bombilla RGB como canal para enviar la señal del reloj y los otros dos colores como canales para transmitir información.

La segunda etapa consistió en la creación del algoritmo encargado de la decodificación de la información, en donde se tuvo en cuenta la forma de transmisión de la información para poder condicionar cada lectura de los bits. En la Fig. 3 se muestra el diagrama de flujo del algoritmo propuesto, inicialmente se tiene la parte de la adquisición de las señales, pero como se está recibiendo el código manchester se leen dos veces cada dato para obtener el primer bit, la decodificación se empieza a realizar cuando se detecta el bit de inicio, a partir de ahí se empiezan a condicionar los datos dependiendo si se adquiere un 10 o un 01, y se va acumulando el número en decimal hasta recibir el bit de parada y finalmente se muestra el carácter que corresponde al decimal acumulado.

En la tercera etapa, se realizó la comunicación de forma cableada por dos de los tres canales, donde uno de ellos representaba el reloj para sincronizar las señales y por el otro se transmitía información, esto con el fin de comprobar el correcto funcionamiento de los algoritmos. Para la implementación de los algoritmos se utilizaron dos tarjetas PINWINTOOL, a las cuales se les adaptó un circuito de potencia [2] donde por medio de MOSFET se realiza la conmutación, permitiendo encender y apagar cada uno de los colores de la bombilla RGB y así enviar la información. Por otra parte, a la segunda tarjeta se le adaptó un circuito donde se encontraban los tres fotorreceptores [2] para captar la luz de la bombilla. Se colocaron filtros para cada uno de los colores y un lente en cada fotorreceptor para concentrar el haz de luz.

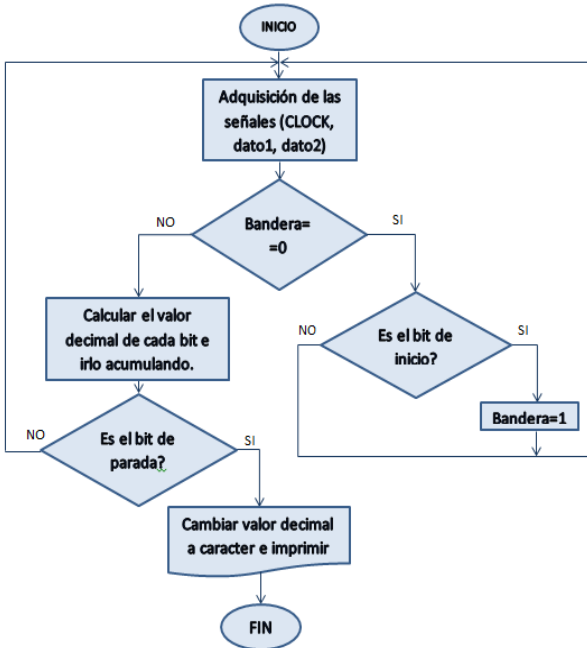


FIGURA 3: Diagrama de flujo del algoritmo de recepción de información.

Luego de comprobar el funcionamiento del algoritmo para el envío de información por dos canales, se adaptó para transmitir por los tres canales. Para esto también se realizaron pruebas iniciales de forma cableada. Al culminar estas pruebas se prosiguió a adaptar la bombilla al circuito de potencia y realizar la adquisición. El mínimo periodo al que se logró trabajar fue de 4ms por ciclo de reloj, dando como resultado una velocidad de transmisión de 250bps. Esta velocidad depende de varios factores y puede ser incrementada con dispositivos especializados de alta capacidad de conmutación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las primeras pruebas realizadas se llevaron a cabo enviando información por dos canales y de forma cableada, para esto se utilizó un hipertextual para simular un puerto COM y recibir la información en el PC. Los datos recibidos se muestran en la Fig. 4.

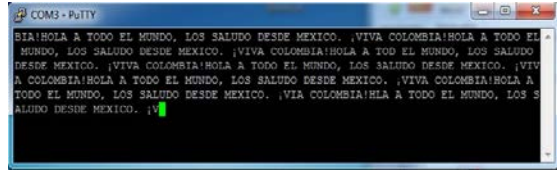


FIGURA 4: Recepción de datos por dos canales de forma cableada.

Para saber el error que se obtuvo en la adquisición se decidió contar los caracteres erróneos recibidos en toda la frase enviada y sacar de ahí el error de transmisión, teniendo en cuenta que el total de caracteres enviados por frase eran 62. Los resultados del error se presentan en la tabla 1.

Tabla 1: Errores de recepción de datos por dos canales de forma cableada.

Nº frase	Errores	Porcentaje (%)
1	0	0
2	0	0
3	1	1.6129
4	1	1.6129
5	0	0
6	1	1.6129
Error Global		4.8387
Error ponderado		2.5252

De igual forma se realizaron pruebas de forma cableada para probar el funcionamiento del algoritmo de recepción para los tres canales, los datos recibidos se muestran en la Fig. 5.

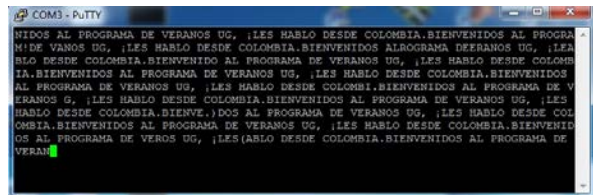


FIGURA 5: Recepción de datos por tres canales de forma cableada.

El número de caracteres utilizado para el envío de información por tres canales fue de 66. Como se evidencia en la Tabla 1 y 2, los errores obtenidos son de 2.52% y 3.03% respectivamente, los cuales están por debajo de los errores obtenidos en otros

trabajos [3]. El error obtenido para esta prueba se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Errores de recepción de datos por tres canales de forma cableada.

Nº frase	Errores	Porcentaje (%)
1	4	6.061
2	7	10.606
3	1	1.515
4	0	0.000
5	1	1.515
6	1	1.515
7	0	0.000
8	2	3.030
Error Gloal		24.242
Error ponderado		3.030

Finalmente se adaptó la bombilla para llevar a cabo las pruebas finales. Donde se obtuvo los siguientes resultados mostrados en las Figs 6 y 7.

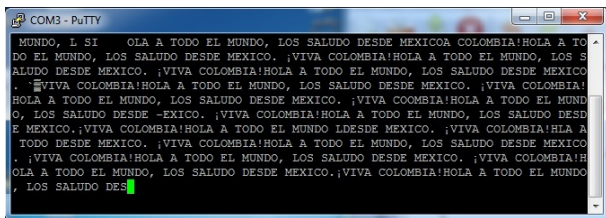


FIGURA 6: Recepción de datos por dos canales utilizando LiFi.

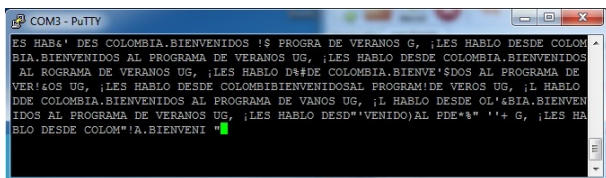


FIGURA 7: Recepción de datos por tres canales utilizando LiFi.

A continuación en las tablas 3 y 4, se presenta la tabulación de los errores para cada una de las pruebas realizadas con la bombilla.

Tabla 3: Errores de recepción de datos por dos canales utilizando LiFi.

Nº frase	Errores	Porcentaje (%)
1	5	8.064
2	0	0
3	0	0

4	1	1.612
5	0	0
6	1	1.612
7	1	1.612
8	10	16.129
Error Global		29.032
Error ponderado		3.629

Tabla 4: Errores de recepción de datos por tres canales utilizando LiFi.

Nº frase	Errores	Porcentaje
1	5	7.575
2	0	0
3	2	3.03
4	6	9.09
5	10	15.151
6	7	10.606
Error Global		45.454
Error ponderado		7.575

Como se observa en las Tablas 3 y 4, los errores ponderados de toda la recepción aumento tanto para el uso de dos como de tres canales. Los esquemas de comunicación serial, permiten realizar la corrección de errores, lo cual sera implementado como continuación del presente proyecto.

CONCLUSIONES

Se desarrolló el algoritmo para la recepción de datos, logrando recibir información por los tres canales satisfactoriamente; se sincronizaron las señales transmitidas con las recibidas obteniendo una buena comunicación. Se concluyó que el uso de los filtros y los lentes para focalizar el haz de luz de la bombilla son necesarios ya que si los lentes están mal posicionados sobre los fotorreceptores la información se distorsiona y pierde sincronización entre transmisor y receptor.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad de Guanajuato por brindarme la oportunidad de participar en este

programa de investigación y de igual forma agradezco al Dr. Juan Gabriel Aviña por su apoyo y colaboración durante mi estancia en la universidad.

REFERENCIAS

- [1] Mayné Jordi. (2014). Estado actual de las comunicaciones inalámbricas. Rev 1, 1-23. Recuperado de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301120/2014_II_reconocimiento_unidad1.pdf
- [2] Vega, A. (2015). Sistema de Comunicación Multi-Haz Unidireccional Basado en la Tecnología Li-Fi. Salamanca, Gto.
- [3] Maldonado Puente, S. A. & Morales Cueva, B. A. (2013). Diseño e implementación de un modulador y demodulador OOK para comunicación por luz visible (VLC) utilizando la tarjeta FGPA Cyclone III de altera. Quito.