

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO AUTOMÁTICO PARA LUMINARIAS LED EN
PAISAJES URBANOS EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN**



MELISA JIMÉNEZ DORADO

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA MECATRÓNICA
MEDELLÍN**

2014

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO AUTOMÁTICO PARA LUMINARIAS LED EN
PAISAJES URBANOS EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN**

MELISA JIMÉNEZ DORADO

**Trabajo de grado para optar por el título
de tecnólogo en mecatrónica**

Asesor

**Carlos Alberto Valencia Hernández
Ingeniero de instrumentación y control**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA MECATRÓNICA
MEDELLÍN**

2014

CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	9
1 EL PROBLEMA	10
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
2 JUSTIFICACIÓN	11
3 OBJETIVOS	12
3.1 OBJETIVO GENERAL	12
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
4 REFERENTES TEÓRICOS.....	13
4.1 LED'S.....	13
4.2 LED'S RGB.....	14
4.3 ILUMINACIÓN EN EXTERIORES	15
4.4 PAISAJES URBANOS	18
4.5 CONVERSIÓN ANÁLOGA/DIGITAL.....	19
4.6 MODULACIÓN POR ANCHO DE PULSO (PWM).....	20
4.7 MEDICIÓN DE TEMPERATURA.....	22
4.8 MEDICIÓN DE LA INTENSIDAD DE LUZ	22
4.9 MICROCONTROLADOR	23
5 METODOLOGÍA.....	25
5.1 TIPO DE PROYECTO	25
5.2 EL MÉTODO.....	25
5.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	25
5.3.1 Fuentes primarias	25
5.3.2 Fuentes secundarias.....	25
6 RESULTADOS	26
7 CONCLUSIONES.....	38
8 RECOMENDACIONES	39

BILIOGRAFÍA	40
CIBERGRAFÍA.....	41
ANEXOS	42

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Descripción del LED y símbolo electrónico.....	13
Figura 2. Descripción LED-RGB	14
Figura 3. Lámparas exteriores tipo sendero	16
Figura 4. Lámparas exteriores con poste.....	17
Figura 5. Reflector para exteriores.....	17
Figura 6. Señales Conversión Análoga/Digital.....	20
Figura 7. Señal PWM.....	21
Figura 8. Sensor de temperatura LM35	22
Figura 9. Fotorresistencia	23
Figura 10. Microcontrolador PIC	24
Figura 11. Reflector LED-RGB.....	27
Figura 12. Cinta LED-RGB	27
Figura 13. La señal del PWM obtenida en osciloscopio para el color Rojo.....	28
Figura 14. La señal del PWM obtenida en osciloscopio para el color Green.....	29
Figura 15. La señal del PWM obtenida en osciloscopio para el color Blue.....	29
Figura 16. Esquema circuito eléctrico	30
Figura 17. Diagrama de flujo.....	33
Figura 18. Diagrama de bloques.....	34
Figura 19. Prueba de programa con simulador de paint para el color blanco.....	35
Figura 20. Prueba de programa con simulador de paint para el color morado	35
Figura 21. Prueba de programa con simulador de paint para el color amarillo	35
Figura 22. Pruebas físicas en protoboar	36
Figura 23. Diseño 3D impreso de la tarjeta.....	36
Figura 24. Esquema para el impreso de la tarjeta	37

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Descripción del LED y símbolo electrónico.....	13
Figura 2. Descripción LED-RGB	14
Figura 3. Lámparas exteriores tipo sendero	16
Figura 4. Lámparas exteriores con poste.....	17
Figura 5. Reflector para exteriores.....	17
Figura 6. Señales Conversión Análoga/Digital.....	20
Figura 7. Señal PWM.....	21
Figura 8. Sensor de temperatura LM35	22
Figura 9. Fotorresistencia	23
Figura 10. Microcontrolador PIC	24
Figura 11. Reflector LED-RGB.....	27
Figura 12. Cinta LED-RGB	27
Figura 13. La señal del PWM obtenida en osciloscopio para el color Rojo.....	28
Figura 14. La señal del PWM obtenida en osciloscopio para el color Green.....	29
Figura 15. La señal del PWM obtenida en osciloscopio para el color Blue.....	29
Figura 16.....	30
Figura 17. Diagrama de flujo.....	33
Figura 18. Diagrama de bloques.....	34
Figura 19. Prueba de programa con simulador de paint para el color blanco.....	35
Figura 20. Prueba de programa con simulador de paint para el color morado	35
Figura 21. Prueba de programa con simulador de paint para el color amarillo	35
Figura 22. Pruebas físicas en protoboar	36
Figura 23. Diseño 3D impreso de la tarjeta.....	36
Figura 24. Esquema para el impreso de la tarjeta	37

LISTA DE ANEXOS

	Pág
Anexo A caracterizacion de paisajes	42
Anexo B hoja de datos fotoresistencia	42
Anexo C hoja de datos Lm35.....	42
Anexo D ficha tecnica reflector	42

RESUMEN

Mediante este trabajo realizado en el marco del proyecto de investigación **“CONSTRUCCIÓN DE DISPOSITIVOS AUTOMÁTICOS DE ILUMINACIÓN LED PARA USO EN PAISAJES URBANOS EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN”** inscrito en la dirección operativa de investigación DOI y apoyado por los grupos de investigación GiiEN, GARPES y el semillero SIA. Se desarrolló una propuesta de diseño para la tarjeta de Interfaz de control y potencia para una luminaria LED.

En esta investigación la luminaria que se empleó, fue de tecnología LED-RGB, donde se sensaron las variables de temperatura e intensidad de la luz para modificar el comportamiento del reflector y la cinta LED, ya que las señales de los sensores son análogas se utilizó la conversión análoga/digital presente en un microcontrolador.

Para el control de la luminaria se empleó la técnica en la cual se modifica el ciclo de trabajo en una onda cuadrada (PWM-Modulación por Ancho de Pulso), para manipular y analizar con más facilidad el comportamiento dinámico de la luminaria LED.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta la descripción del diseño de un dispositivo que controla una luminaria LED en exteriores, ya que cuenta con grandes ventajas, entre ellas, el ahorro energético por su bajo consumo, larga vida útil y facilidad para controlarla.

En el desarrollo del presente trabajo de grado se utilizaron herramientas como el Proteus® para la simulación y diseño de impresos, implementados en la tarjeta de control y la interfaz de potencia de la luminaria LED. Mediante el controlador se realizó la toma de señales de los sensores generando los cambios de color y atenuación en la iluminación dando sensación de frío o calor según el estado del clima y la temperatura que se tenga en el lugar. Se definió que el tipo de luminaria que se trabajará en exteriores será el reflector y la cinta de LED flexible (SMD 5050).

A medida que la investigación se desarrolló, se tuvieron en cuenta las asesorías tanto internas como externas entre ellas, el apoyo los grupos de investigación GiiEN , GARPES y el semillero SIA.

Se deja la propuesta para implementación de la luminaria en pasajes urbanos de Medellín definiendo exteriores como iglesias, gimnasios al aire libre, parques y edificios más representativos de la ciudad, localizándolos en sus 16 comunas.

1 EL PROBLEMA

El desarrollo de la tecnología LED es una de las más recientes propuestas en la iluminación, si bien hay muchas empresas dedicadas a la iluminación, ofrecen productos muy estándares, los cuales no se pueden adaptar a las condiciones de luz y temperatura. Las luminarias comerciales que interactúan con estas variables son muy costosas y de tecnología cerrada. Haciendo difícil su adaptación a proyectos de tecnología abierta o en aplicaciones a medida del cliente.

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es posible implementar un control de iluminación para una luminaria LED-RGB que tome en cuenta la temperatura y la intensidad de luz?

2 JUSTIFICACIÓN

Se crea una propuesta enriquecedora a los paisajes urbanos de Medellín en su iluminación, para generar confort, ahorro de energía implementando la tecnología LED, el diseño inicial se aplicará a la fachada de la Institución Universitaria Pascual Bravo en el bloque 7, en el cual está localizado el auditorio contribuyendo de esta manera a mejorar parte de las instalaciones de la institución IUPB.

El beneficio para la institución será de carácter interactivo, contando con una luminaria dinámica, ya que se controlan los colores en la iluminación para la fachada de acuerdo con datos de temperatura e intensidad de la luz que se presenten al momento de utilizar los dispositivos, además, contará con la ventaja de ofrecer un ahorro energético de un 90% en comparación a la iluminación convencional.

El generar un nivel de atracción de buena calidad y a un costo más bajo, implementando tecnologías innovadoras por los mismos estudiantes de la institución, Lo cual es en esencia es una razón para motivar a más estudiantes a participar en campos como la investigación tecnológica, integrando cada uno de los conocimientos adquiridos en el proceso de formación.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un dispositivo automático de iluminación LED para uso en paisajes urbanos de la ciudad de Medellín.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar los paisajes urbanos tanto diurnos como nocturnos mediante geo-localización, con el fin de definir los principales elementos (espacios, ambientes y lugares) de la ciudad a tener en cuenta para la planeación de la iluminación urbana de Medellín.

Caracterizar la luminaria LED suministrada por el semillero S-GiiEN

Diseñar el sistema eléctrico, electrónico y de control para la luminaria LED al igual que el algoritmo de control y software de adquisición de datos

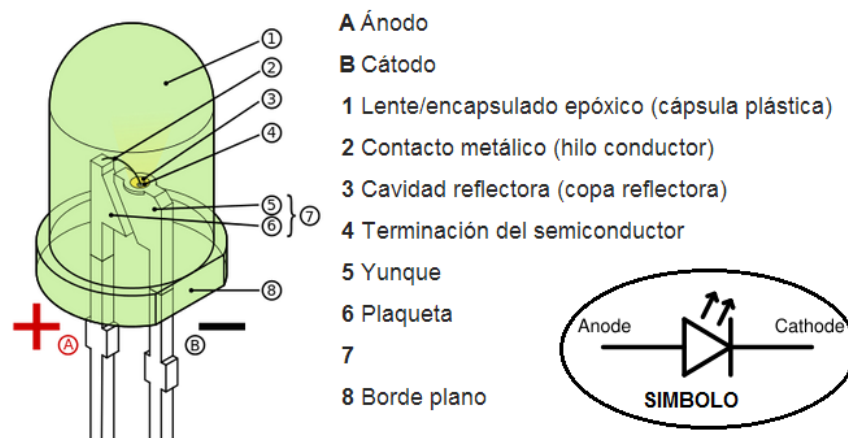
Validar el diseño de control para la interfaz de la luminaria LED

4 REFERENTES TEÓRICOS

4.1 LED'S

Los LEDs (Light emitting diodes) son semiconductores que convierten energía eléctrica en luz mediante un fenómeno llamado electroluminiscencia [Ton at el, 2003]. La radiación que emite el LED puede caer dentro de un estrecho ancho de banda del espectro electromagnético y no solo se dan en el rango visible, sino también en el infrarrojo y ultravioleta. Este estrecho ancho de banda en el rango de luz visible causa que la luz de los LED sea monocromática. El color y la eficiencia del LED dependen de unos elementos que se introducen en el material semiconductor. Son relativamente pequeños y de luz puntual o focalizada. Los LEDs blancos se producen por uno de dos métodos: el primero es una malla de LEDs rojos, verdes y azules que se mezclan para dar la luz blanca; el otro es usar LEDs azules o ultravioletas con un recubrimiento de fósforo que absorbe la energía y la emite en un espectro más amplio de luz visible [Kelly, 2004].

Figura 1. Descripción del LED y símbolo electrónico

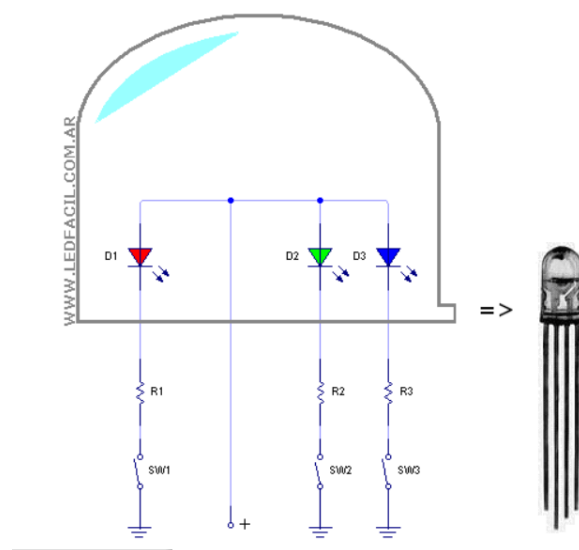


4.2 LED'S RGB

RGB es un modelo de color basado en la síntesis aditiva, con el que es posible representar un color mediante la mezcla por adición de los tres colores de luz primarios. El modelo de color RGB no define por sí mismo lo que significa exactamente rojo, verde o azul, por lo que los mismos valores RGB pueden mostrar colores notablemente diferentes en diferentes dispositivos que usen este modelo de color. Aunque utilicen un mismo modelo de color, sus espacios de color pueden variar considerablemente.

Los usos de circuito (RGB) Rojo, Verde y LEDs de alto brillo azul que son de ancho de pulso modulado (PWM) para variar la intensidad de cada color LED. Esto permite de manera efectiva cualquier color que se genere con efectos rápidos cambio estroboscópicas

Figura 2. Descripción LED-RGB



Según el artículo “la iluminación con LED y el problema de la contaminación lumínica” publicado por: carlos herranz dorremocha, josep m^a ollé martorell y fernando jáuregui sora en marzo del 2011 las principales ventajas que caracterizan a los LED's son:

Vida útil teórica considerablemente larga: 60.000 horas (con un 70 % del flujo inicial); reducidos costes de mantenimiento, eficiencia energética elevada, luz direccional, que permite incrementar la eficiencia del sistema al iluminar solo la superficie deseada, permitiendo un FHS = 0 %; menor luz dispersa debido a mejor control óptico, control dinámico del color, posibilidad de elegir tonalidad, completamente regulable sin variación de color lo que permite ajustar la iluminación a los niveles necesarios en cada caso y momento, permite el encendido instantáneo al 100 % de intensidad y de forma frecuente, encienden a bajas temperaturas (menos de 40° C), trabajan a bajo voltaje en corriente continua, alta eficacia en ambientes fríos, sellado de por vida en luminarias estancas, mayor libertad de diseño de las luminarias, con ópticas alargadas o con formato 3D.

4.3 ILUMINACIÓN EN EXTERIORES

La Iluminación LED exterior ofrece un sinfín de posibilidades para la iluminación de todo tipo de espacios exteriores, como parques, iglesias, jardines, edificios entre otras fachadas. Este tipo de iluminación con LEDs desplazara en poco tiempo a la anteriormente llamada la iluminación mercurial, ya que con esta tecnología de LED, se ahorra energía y esto beneficia a toda población que requiera de iluminación o luminarias de LED en las vialidades, cruceros, calles, estacionamientos, centro comerciales, fábricas y fraccionamientos.

Con la más nueva tecnología de lámparas con LEDs en el mercado, se ha creado la nueva **iluminación a base de LEDs** para exteriores, lámparas de LEDs para iluminar vialidades y luminarias en exteriores en las avenidas y calles, plantas y fabricas y estacionamientos grandes, ahorrando más de 50% y hasta 80% de energía, con una vida útil de 50,000 horas lo cual es todavía más larga que las antiguas lamparas y las ahorradoras de energía. A continuación se muestra tipos de luminarias LED'S para exteriores

Figura 3. Lamparas exteriores tipo sendero



Figura 4. Lamparas exteriores con poste



Figura 5. Reflector para exteriores



4.4 PAISAJES URBANOS

En razón a la evolución de la iluminación, con ello se han liderado alrededor del mundo grandes proyectos de iluminación urbana y creado una sociedad internacional de iluminación urbana, conocida como LUCI (por sus siglas del inglés, Lighting Urban Community International). En este sentido, el campo de la iluminación hoy abarca varios proyectos, los cuales definen en ella grandes dimensiones y son acordes al desarrollo urbano; para describir y clasificar los proyectos se han considerado los siguientes criterios (LUCI, 2012):

- a. El área geográfica cubierta por el proyecto de iluminación.
- b. La temporalidad.
- c. La naturaleza técnica de la iluminación.
- d. La naturaleza de los sitios iluminados.
- e. Los grupos objetivos.
- f. El precio.

La iluminación urbana ha sido la razón de ser de cada proyecto y principalmente los realizados en las ciudades que hacen parte de la comunidad LUCI; aunque en Colombia se destaque a Medellín como parte de esta comunidad, no se cuenta en ella con un plan urbano de iluminación; especialmente de paisajes, fachadas y atractivos turísticos de gran envergadura. Por consiguiente, en Colombia se requiere un enfoque de iluminación urbana bien estructurado, que tenga en cuenta las distintas áreas y elementos que componen el escenario urbano como son: calles, iglesias, edificios, monumentos, teatros, parques y zonas de interés para visitantes y locales. Estos nuevos enfoques de iluminación urbana valorizan los ambientes, crean condiciones de seguridad y promueven la imagen de la ciudad, lo cual la hacen más atractiva; y caracterizando cada escenario con un tipo adecuado de iluminación [Iguzzini, 2013].

Por otro lado, la iluminación de paisajes urbanos ha llegado a ser una componente importante en la construcción urbana en grandes ciudades, como Beijing, Lyon, Marseille, Guangzhou, Tianjin, Hangzhou, (Sun et al, 2010), (LUCI, 2013), entre otras, han llevado a cabo la planeación de la iluminación urbana, pero el objeto y la escala de la iluminación del pasaje urbano y la relación entre el sistema de la estructura urbana y el paisaje, no es un sistema planeado completamente. Por lo cual se deben usar estrategias y plantear soluciones que unifiquen esta problemática.

4.5 CONVERSIÓN ANÁLOGA/DIGITAL

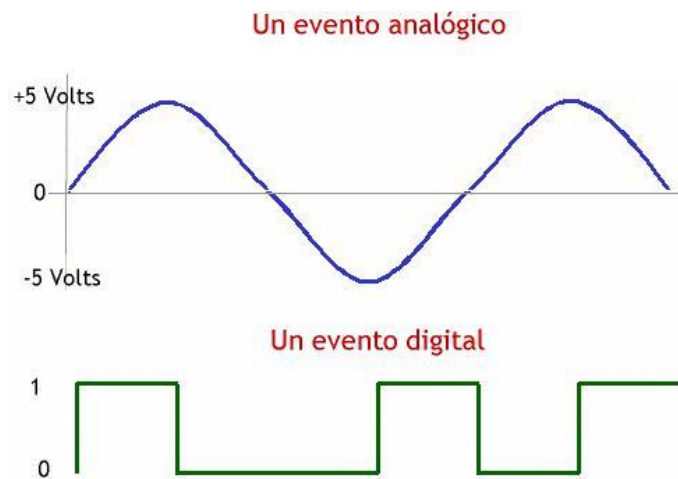
La salida de los sensores, que permiten al equipo electrónico interactuar con el entorno, es normalmente una señal analógica, continua en el tiempo. En consecuencia, esta información debe convertirse a binaria (cada dato analógico decimal codificado a una palabra formada por unos y ceros) con el fin de adaptarla a los circuitos procesadores y de presentación. Un convertidor analógico-digital (CAD) es un circuito electrónico integrado cuya salida es la palabra digital resultado de convertir la señal analógica de entrada.

La conversión a digital se realiza en dos fases: cuantificación y codificación, durante la primera se muestrea la entrada y a cada valor analógico obtenido se asigna un valor o estado, que depende del número de bits del CAD. El valor cuantificado se codifica en binario en una palabra digital, cuyo número de bits depende de las líneas de salida del CAD. Estos dos procesos determinan el diseño del circuito integrado.

En la práctica, el proceso de conversión está sujeto a numerosas limitaciones resultado de los procesos de fabricación, las más relevantes son el tiempo de conversión y la finitud del número de estados de salida. La conversión involucra un

tiempo y, en consecuencia, supone una incertidumbre que limita la velocidad máxima de la entrada. Los valores discretos del proceso de cuantificación llevan consigo un error y una limitación de resolución del circuito. La elección del CAD en un diseño electrónico dependerá de la adaptación de sus rasgos a los requerimientos de la aplicación.

Figura 6. Señales Conversión Análoga/Digital



4.6 MODULACIÓN POR ANCHO DE PULSO (PWM)

La modulación por ancho de pulso (**PWM**) es una técnica para simular una salida **analógica** con una salida digital. El control digital se usa para crear una onda cuadrada a la cuál le podemos variar la proporción de tiempo entre encendido y apagado, la duración del tiempo de encendido (ON) se le llama ancho de pulso, para variar el valor analógico cambiamos, o modulamos, ese ancho de pulso.

El parámetro fundamental de una modulación PWM es la frecuencia (o su inverso el periodo) de modulación. En los PIC dicha frecuencia es programable (con ciertas limitaciones) en base a varias variables:

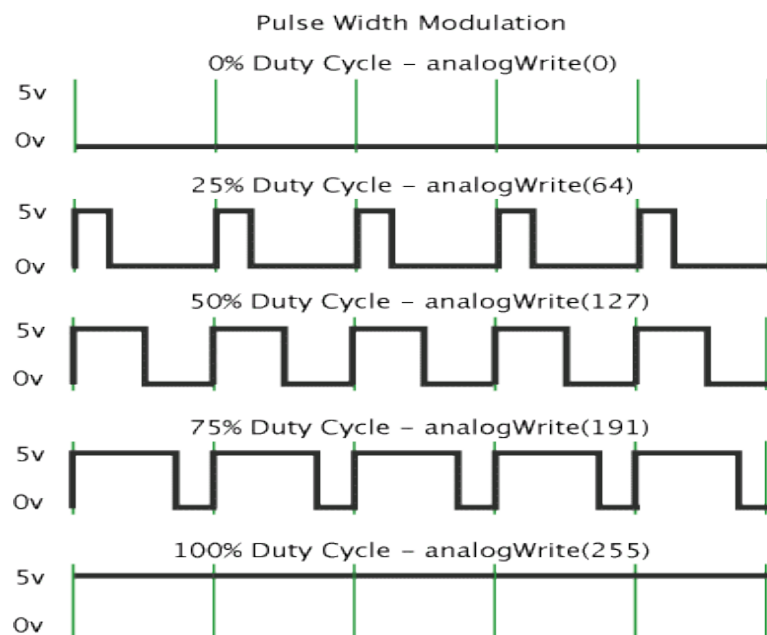
La frecuencia del oscilador principal F_{osc} , El pre-scaler (PRE) o divisor previo del timer TMR2 que puede tomar los valores 1:1, 1:4 o 1:16, El registro PR2 (0-255) asociado al timer TMR2, La frecuencia PWM responde a la fórmula:

$$F_{pwm} = F_{osc} / [4 \times PRE \times (PR2+1)]$$

O lo que es lo mismo, el periodo del PWM será el inverso de dicha frecuencia:

$$T_{pwm} = [(PR2+1) \times 4 \times PRE] \times T_{osc}$$

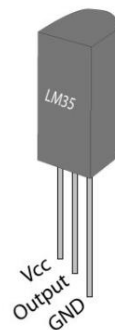
Figura 7. Señal PWM



4.7 MEDICIÓN DE TEMPERATURA

Para la medición de la temperatura se va a utilizar el LM 35 el cual tiene una variación proporcional de $10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ su rango de medición es de -55 a $150 \text{ }^{\circ}\text{C}$, optamos por este sensor ya que al ser una función lineal es más sencillo su tratamiento matemático en la parte de la programación por lo tanto más exactitud, si la temperatura en el lugar es alta los LEDs se van a encender en colores fríos como grises o blancos para darle la sensación a la persona de que el ambiente está fresco y si por el contrario es un día lluvioso y frío son colores más incandescentes como el amarillo.

Figura 8. Sensor de temperatura LM35



4.8 MEDICIÓN DE LA INTENSIDAD DE LUZ

Para realizar la medición de la luz se va a utilizar una fotocelda la cual con variaciones de luz varía su resistencia interna, pues este fenómeno lo vamos a utilizar para identificar si es necesario que las luces estén encendidas o poco encendidas o apagadas dependiendo de la cantidad de luz externa que se tenga en el recinto.

Figura 9. Fotoresistencia



4.9 MICROCONTROLADOR

Inicialmente cuando no existían los microprocesadores las personas se ingeniaban en diseñar sus circuitos electrónicos y los resultados estaban expresados en diseños que implicaban muchos componentes electrónicos y cálculos matemáticos; un circuito lógico básico requería de muchos elementos electrónicos basados en transistores, resistencias, entre otros, lo cual desembocaba en circuitos con muchos ajustes y fallos; pero en el año 1971 apareció el primer microprocesador el cual originó un cambio decisivo en las técnicas de diseño de la mayoría de los equipos. Al principio se creía que el manejo de un microprocesador era para aquellas personas con un coeficiente intelectual muy alto; por lo contrario con la aparición de este circuito integrado todo sería mucho más fácil de entender y los diseños electrónicos serían mucho más pequeños y simplificados. Entre los microprocesadores más conocidos tenemos el popular Z-80 y el 8085.

Los diseñadores de equipos electrónicos ahora tenían equipos que podían realizar mayor cantidad de tareas en menos tiempo y su tamaño se redujo considerablemente; sin embargo, después de cierto tiempo aparece una nueva tecnología llamada microcontrolador que simplifica aún más el diseño electrónico.

Un microcontrolador es un dispositivo electrónico capaz de llevar a cabo procesos lógicos, estos procesos o acciones son programados en lenguaje ensamblador por el usuario, y son introducidos en este a través de un programador, esto suena un poco complicado, pero sólo es un resumen de 3 líneas. A lo largo de este tutorial veremos algunas de las reglas y trucos de este lenguaje complicado por su sencillez.

Figura 10. Microcontrolador PIC



5 METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE PROYECTO

Proyecto de investigación aplicada en innovación, será diseñado un dispositivo automático de una luminaria utilizando tecnología LED, para la interfaz de control y potencia.

5.2 EL MÉTODO

La observación para mejorar el objeto de estudio., el análisis donde se estudió cada uno de los componentes a utilizar. También simulaciones como herramienta de verificación y evaluación acertada de la fiabilidad del diseño, minimizando costos y tiempo.

5.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

5.3.1 Fuentes primarias: Para conocer el funcionamiento del diseño de la interfaz de control y potencia para una luminaria LED-RGB y la contribución con el plan de trabajo del semillero GIEN.

5.3.2 Fuentes secundarias: Se complementó el trabajo de grado con internet y libros.

6 RESULTADOS

El trabajo comenzó identificando los paisajes urbanos tanto diurnos como nocturnos mediante geo-localización, con el fin de definir los principales elementos (espacios, ambientes y lugares) de la ciudad a tener en cuenta para una planeación de la iluminación urbana de Medellín. Para este punto se obtuvo información sobre las 16 comunas de Medellín y en cada una de ellas se establecieron dos sitios representativos con su imagen de fachada y sus coordenadas de geo-localización. Los programas que se utilizaron para la recopilación de esta información fueron **MapGIS®** (un sistema de información geográfica en web-portal de la alcaldía de Medellín) y **Google Earth®** (el cual es un programa informático que muestra un globo virtual que incorpora cartografía con base en la fotografía satelital).

El diseño inicial se aplicó a la fachada del bloque 7 de la Institución Universitaria Pascual Bravo, en el cual está localizado el auditorio contribuyendo así a la mejora de espacios de la institución IUPB. El prototipo será implementado por el grupo de investigación GiiE, queda abierta la propuesta para su implementación en los paisajes urbanos más representativos de Medellín.

En la caracterización de luminaria, se decide qué el tipo de luminaria LED a utilizar será de carácter comercial, de fácil consecución, disminución de tiempos y costos, para la elección de dicha luminaria LED que fue facilitada por el grupo de investigación GiiEN se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos, la eficiencia lumínica, flujo luminoso, características fotométricas, temperatura del color de la fuente, vida útil de la luminaria y de la fuente de alimentación, tipo y características de las luminarias para exteriores.

El tipo de luminaria LED–RGB para fachas seleccionada fue el reflector y la tira de LED flexible (SMD 5050).

Figura 11. Reflector LED-RGB



Figura 12. Cinta LED-RGB



De acuerdo a las características técnicas del reflector LED y la cinta LED-RGB, se obtiene mediante pruebas en el osciloscopio el voltaje, la corriente y la frecuencia a la que está trabajando el PWM, la frecuencia a la que trabajan los colores es aproximadamente 480Hz, el consumo de la corriente para cada color es de 1A.

Tabla 1. Voltajes obtenido para el reflector LED- RGB

COLOR	VALOR		
	R	G	B
R	12.39V	0.04V	0.05V
G	8.84V	17.33V	0.02V
B	7.89V	12.18V	18.30V

Tabla 2. Voltajes obtenido para la cinta LED-RGB

COLOR	VALOR		
	R	G	B
R	8.79V	0,80V	0.75V
G	3.76V	9.35V	0.61V
B	3.42V	5.47V	10.20V

Figura 13. La señal del PWM obtenida en osciloscopio para el color Rojo

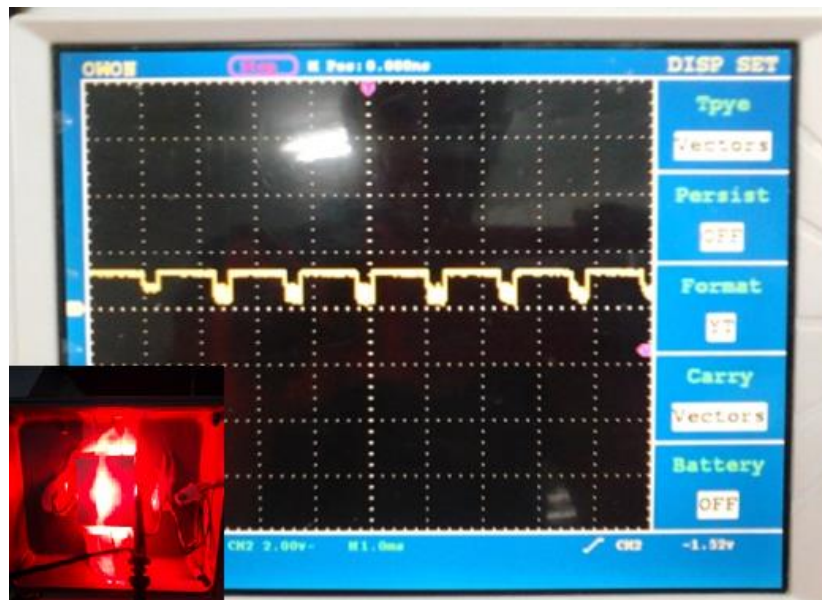


Figura 14. La señal del PWM obtenida en osciloscopio para el color Green

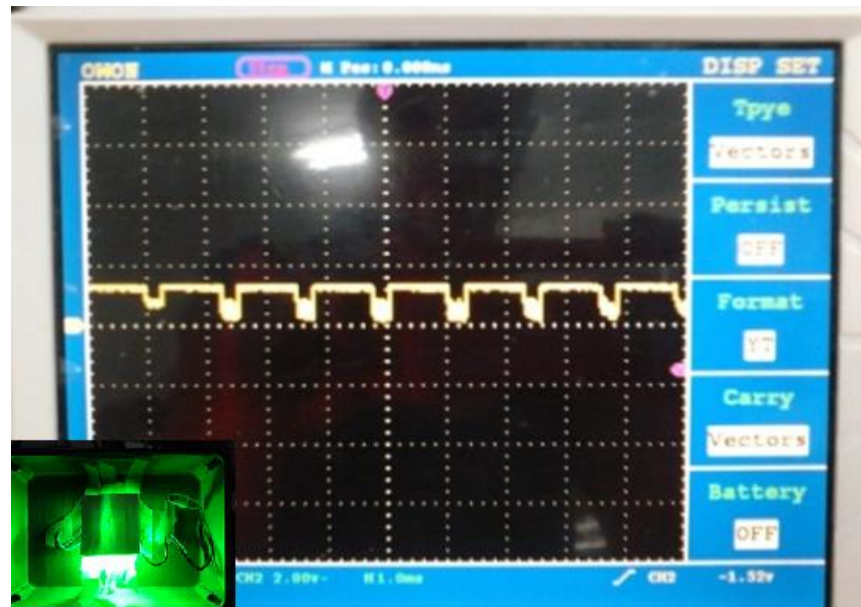
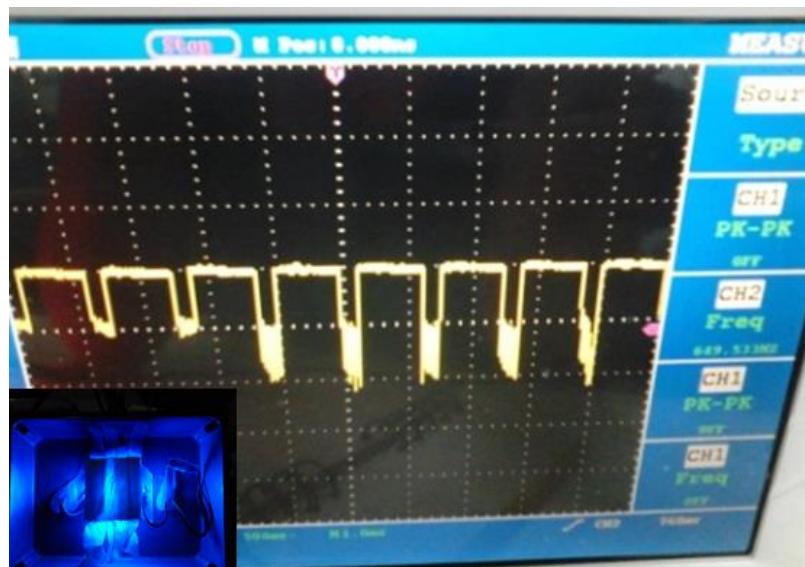


Figura 15. La señal del PWM obtenida en osciloscopio para el color Blue



El funcionamiento del circuito es el siguiente: los datos análogos de los sensores LM35 y fotoresistencia, que miden temperatura e intensidad de luz, respectivamente, son los encargados de tomar los datos de entrada por los pines RA0 YRA1 del microcontrolador que son los que generan la conversión análoga a digital. luego el microcontrolador envía la señal digital a los pines RA2, RA3 y RA4.

Se utilizó el sensor LM35 para medir temperatura ya que es uno de los más convencionales y el comportamiento al ser lineal, el manejo es más sencillo y exacto al momento de entregar los datos que se están obteniendo.

Los reguladores de voltaje con referencias 7805 y 7812 son los encargados de mantener la alimentación del circuito en las condiciones indicadas, en el caso del regulador 7805 estaría alimentado con un voltaje de 20v o 12v a la entrada para la cinta o el reflector y entregaría a la salida 5v, mientras que en el caso de 7812 estaría alimentado con un voltaje de 20v para el reflector y entregaría 12v.

Para la potencia se utilizaron 3 fuentes de voltaje con diferentes valores, 5v para alimentar el circuito de control (En su mayoría el Microcontrolador y los sensores de temperatura e intensidad de la luz); los 12v para alimentar la cinta LED RGB y los 20v para alimentar los colores GB del reflector ya que el color R se alimentaría de 12v. La interfaz de potencia se utilizó para que actuara como separador entre el Microcontrolador y las luminarias LED RGB que se escogieron, por que el consumo de la corriente de la cinta y el reflector LED RGB es mayor que el del Microcontrolador. Se implementaron para ello 3 salidas para los colores RGB, por medio del integrado TIP122, que es el encargado de que el consumo de la corriente no sea tan elevado en el circuito y no genere ningún daño.

Para la adquisición de datos se hace un Muestreado, lo que hace es tomar los valores cada determinado tiempo de la señal análoga que entra de los sensores, entonces la señal que antes era continua se convierte a valores concretos, en el caso del Microcontrolador cuenta con un conversor análogo de 8 bits, lo que quiere decir que la señal que está entrando de 0v a 5v puede convertirse en 255 que es equivalente a 8 bits, por lo tanto la resolución del conversor análogo digital es 8 bits, es decir que cada 19,61mv aproximadamente, se efectuará un cambio de 0 a 255, este valor es el que se y utiliza para poder hacer el cambio en la intensidad de la luz, aplicando lo anterior, si variamos cada uno de los colores RGB se podrán obtener una gran variedad de colores. Para la temperatura manejando el sensor LM35, que cuenta con una resolución de 1°C por cada 10mv, es decir, que se tendrán cambio de cada 2°C

El desarrollo del programa se tuvo en cuenta el manejo del PWM para la variación de los colores 0 a 255 cada color RGB.

Figura 17. Diagrama de flujo

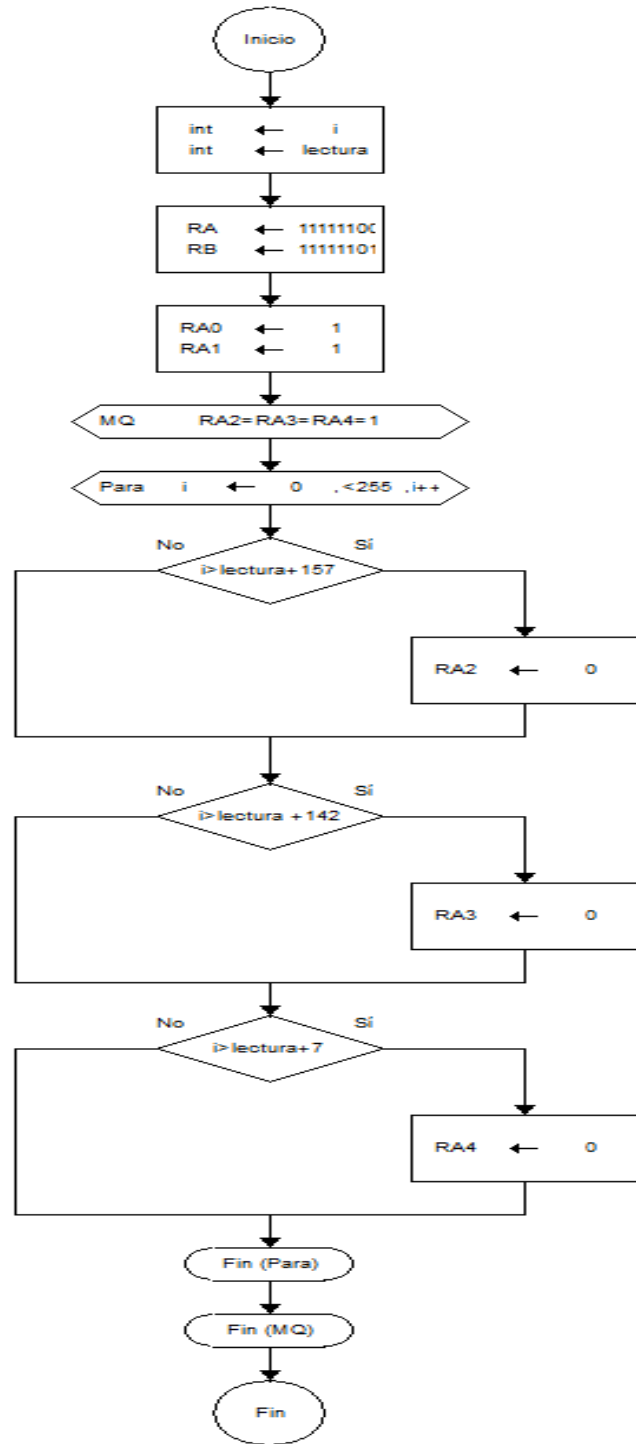
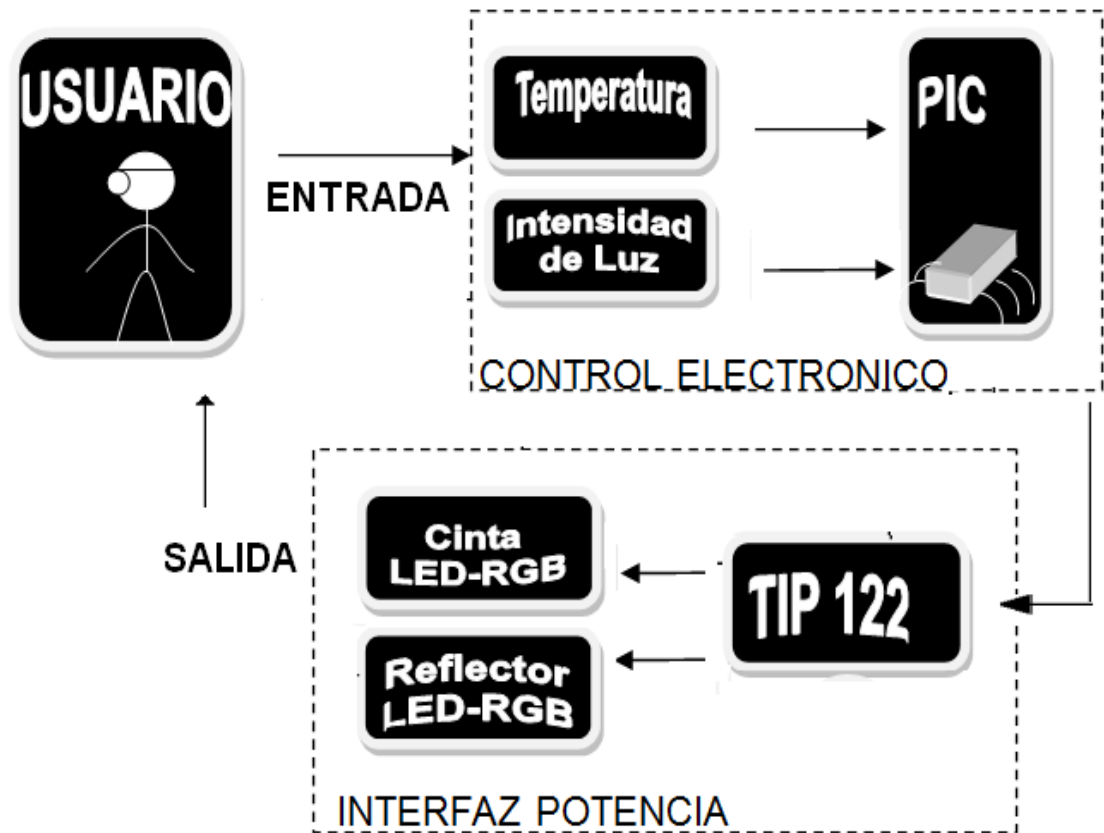


Figura 18. Diagrama de bloques



Para validar el diseño de control para la interfaz de la luminaria LED, se realiza el montaje en la protoboard, se hace un programa de prueba que muestre la combinación de los colores para validar con la ventana de colores con la que cuenta Paint® buscando obtener el mismo color de acuerdo a el valor ingresado para el RGB.

Figura 19. Prueba de programa con simulador de paint para el color blanco

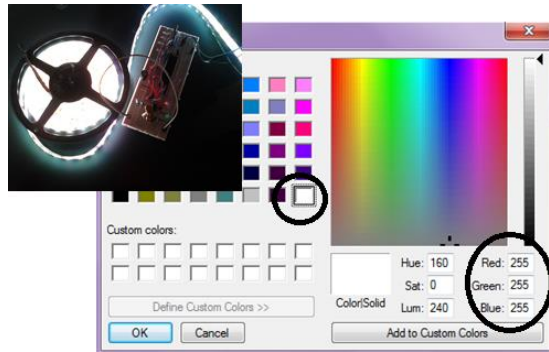


Figura 20. Prueba de programa con simulador de paint para el color morado

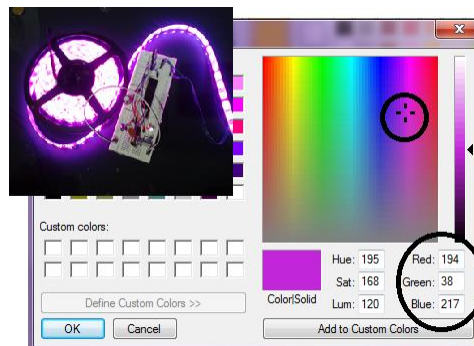
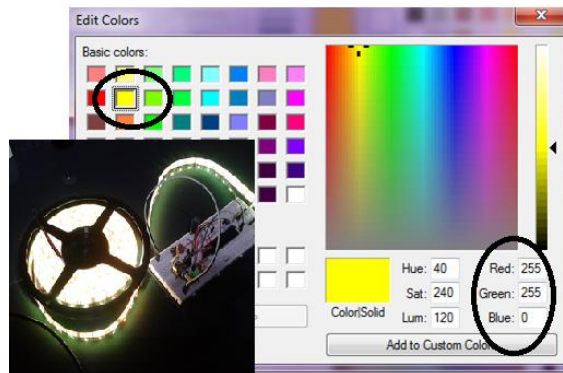


Figura 21. Prueba de programa con simulador de paint para el color amarillo



Luego se hacen otros programas con la secuencia de cada uno de los colores RGB, luego se crea una PWM para la combinación de los colores, Utilizando los sensores.

Figura 22. Pruebas físicas en protoboar

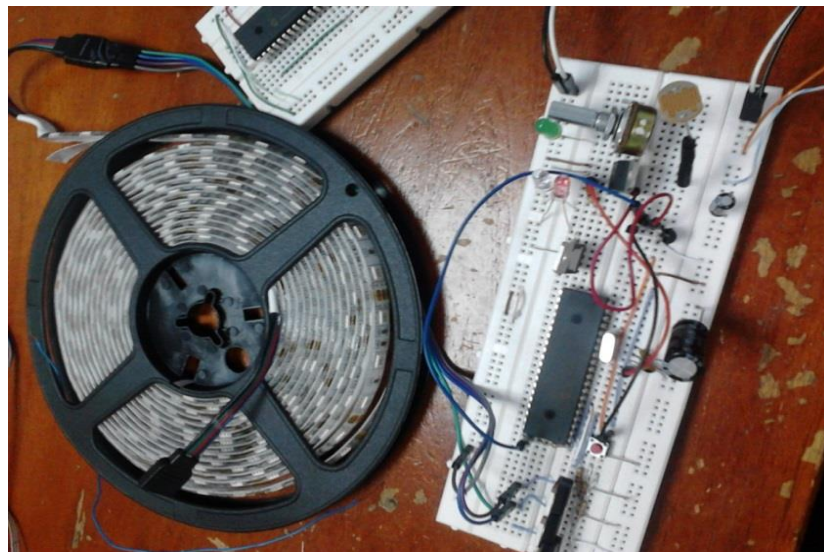


Figura 23. Diseño 3D impreso de la tarjeta

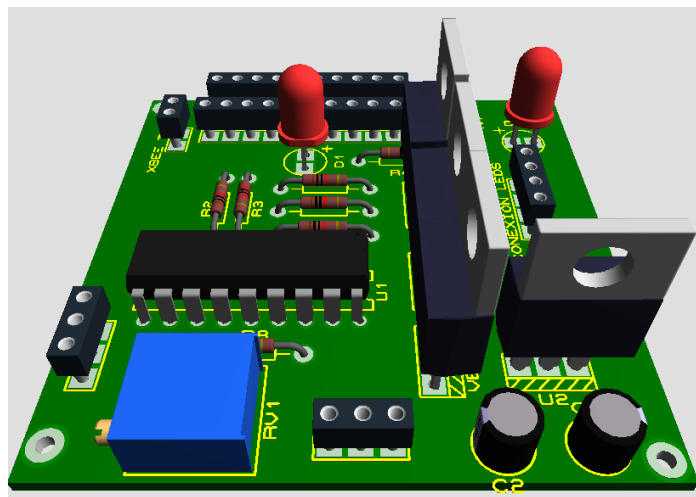
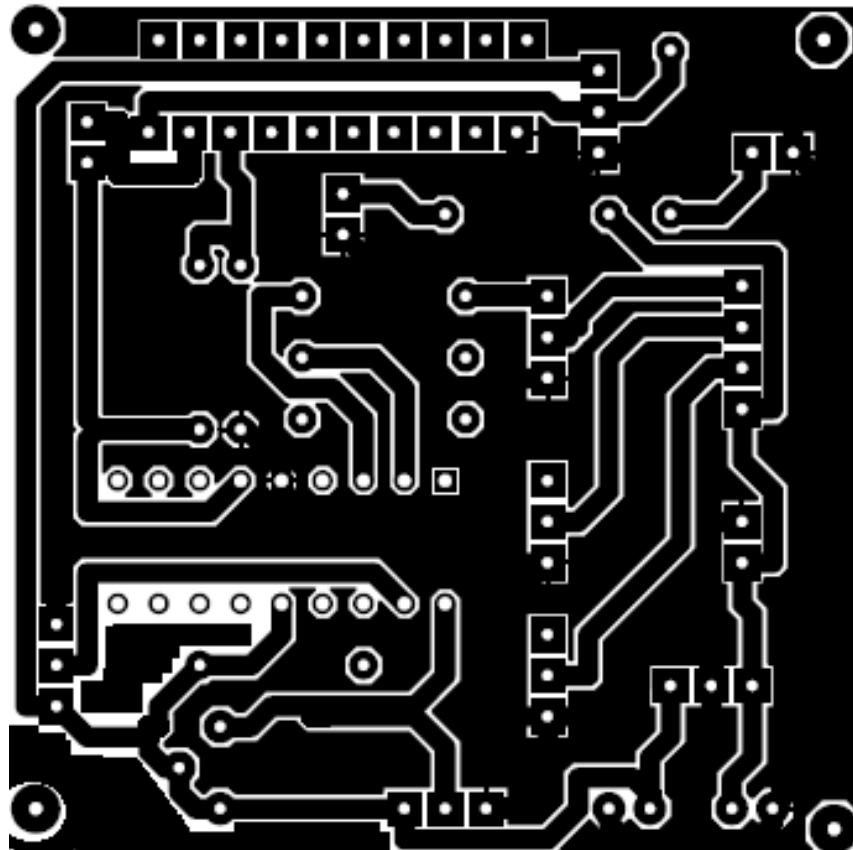


Figura 24. Esquema para el impreso de la tarjeta



El diseño del dispositivo será dirigido a la tarjeta de Interfaz de control y potencia para la iluminación, este circuito se basa en las características técnicas de la luminaria. Se seleccionó una luminaria para fachada y exteriores comercial con fácil acceso, para el control e implementación del dispositivo que se encargara de captar variables de temperatura y luz por medio de los sensores Im35 y fotorresistencia, respectivamente, utilizando la conversión análogo/digital. Para obtener las diferentes gamas de colores se trabajara por medio del PWM (Modulación por ancho de pulso).

7 CONCLUSIONES

Se identificaron 32 paisajes representativos para la implementación del diseño de iluminación LED en las fachadas, situados en las 16 comunas de Medellín, mostrando la pertinencia del proyecto a nivel de la ciudad de Medellín.

Se logra identificar mediante las pruebas realizadas a la luminaria RGB, que el color Rojo presenta una diferencia de potencial distinta que los otros dos colores, por lo cual requiere un acondicionamiento de voltaje independiente para su funcionamiento.

Teniendo en cuenta la literatura y las pruebas experimentales se determinó que la mejor forma de trabajar la luminaria RGB, es por medio del PWM, ya que permite obtener una gama de colores entre 0 y 16581375.

Basados en el circuito que se implementó durante la realización de las pruebas se concluyó, que, de acuerdo a la gran gama de colores que permite trabajar el control de la luminaria LED-RGB, se pueden realizar diferentes diseños para la gran mayoría de fachadas, teniendo en cuenta la variación en la temperatura y la intensidad de la luz.

8 RECOMENDACIONES

Para el diseño del control tener presente el funcionamiento del PWM que se desea utilizar para dar identidad a la fachada.

Se recomienda profundizar en temas, como, protocolo de comunicación IR y protocolo de comunicación Zigbee, para que a futuro se pueda manipular la luminaria por medio de comunicación inalámbrica.

El circuito se encuentra diseñado para una potencia de 60W, por tanto no se debe sobrepasar.

BILIOGRAFÍA

S. Xiaofei, M. Jian, Z. Mingyu, and Z. Haibin, "Study on making of the master plan of urban landscape lighting based on urban structure," in *Mechanic Automation and Control Engineering (MACE)*, 2010 International Conference on, 2010, pp. 1554–1557.

L. Ming, Z. Xiaoyin, L. Wei, and P. Qiusheng, "Design and study on lighting and landscape information and control system in digital city," 2006.

U. S. D. of Energy, "Solid-State Lighting Research and Development." 2009.

F. J. Carlos Herranz Dorremochea, Josep Ma Ollé Martorell Sora, "LA ILUMINACIÓN CON LED Y EL PROBLEMA DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA," 2011.

T. Instruments, "LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors." 2013.

J. J. G. de la Rosa, *Conversión Analógica/Digital*. .

P. A. S., "INTRODUCCIÓN AL MICROCONTROLADOR." 2004.

F. Y. K. Li, "White LED for general illumination applications," Massachusetts Institute of Technology, 2007.

CIBERGRAFÍA

S. I. Farrell, "DIGITALES, SEÑALES ANALÓGICAS Y," 2010. [Online]. Available: <http://www.sceu.frba.utn.edu.ar/dav/homovidens/farrell/Proy-Final-SFARRELL/Proy-Final/Simulador/conversion.html>.

Lgesas, "Proveedor," 2014. [Online]. <http://lgesas.com/category/reflectores-LED/>.

A. de Medellín, "MapGIS," 20AD. [Online]. Available: http://www.medellin.gov.co/MapGIS/web/swf/MAPGIS_FLEX.jsp.

L. U. C. International, "LUCI members see the lights of Medellin at the AGM 2012," 2014. [Online]. Available: <http://www.luciassociation.org/luci-members-see-the-lights-of-medellin-at-the-agm-2012.html>.

Unknown, "Focos Floods Lighting con LEDs." [Online]. Available: <http://www.thehouseofblogs.com/articulo/657417.html>.

Unknown. "Focos Floods Lighting con LED'S." [Online]. Available; <http://www>.

C. Volosencu, D. I. Curiac, O. Baniias, C. Ferent, D. Pescaru, and A. Dobioli, "Hierarchical approach for intelligent lighting control in future urban environments," Automation, Quality and Testing, Robotics, 2008. AQTR 2008. IEEE International Conference on, 2008. .