INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

"IMPLEMENTACIÓN DE LÁMPARAS DECORATIVAS CON LED`S DE POTENCIA EN EL JARDÍN DEL PATIO ROJO DEL ITSA"

POR:

CHUQUÍN CHÁVEZ JENIFFER ESTEFANÍA

Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título de:

TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

2010

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por la Srta. **CHUQUÍN CHÁVEZ JENIFFER ESTEFANÍA** como requisito parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA.**

_____

Ing. Pablo Pilatásig

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, 29 de abril del 2010

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de grado con mucho amor en primer lugar a Dios por darme la vida, la salud y sabiduría para desarrollar de la mejor manera este trabajo, a mi familia que es el pilar fundamental de mi vida, especialmente mis padres quienes me han dado el fiel ejemplo de lucha, responsabilidad y persistencia para vencer obstáculos y alcanzar las metas.

Además a la persona más importante en mi vida, mi hija Camila el ángel que da luz a mis días, el mayor motivo para levantarme después de cada caída, superarme y ser mejor día a día.

Jeniffer Estefanía Chuquín Chávez

AGRADECIMIENTO

Mi eterno agradecimiento a mis padres Fernando y Blanquita por todo su amor y apoyo incondicional, gracias por creer y confiar en mí, por estar presentes en todos los momentos de mi vida, por ayudarme a levantar, superarme y hacerme crecer como persona.

A la institución por abrirme las puertas y brindarme los conocimientos necesarios para formarme profesionalmente, a todas las personas que de una u otra forma colaboraron con la realización de este proyecto de manera especial al Ing. Pablo Pilatasig.

Jeniffer Estefanía Chuquín Chávez

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido **Página**

CARÁTULA…….…….....I

CERTIFICACIÓN……...……II

DEDICATORIA…….....III

AGRADECIMIENTO……..……..IV

ÍNDICE DE CONTENIDOS……..……....V

ÍNDICE DE FIGURAS……..….IX

ÍNDICE DE TABLAS…….XI

ÍNDICE DE ANEXOS……..…….....XI

RESUMEN…….....1

SUMARY...…….....2

CAPÍTULO I

EL TEMA…….3

2.1 Antecedentes……...3

2.2 Justificación e importancia…….3

2.3 Objetivos…….4

2.3.1 General……...……4

2.3.2 Específicos……..……..4

2.4 Alcance……..5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO……..6

2.1 EL TRANSISTOR DE POTENCIA……..6

2.1.1 Definición……....6

2.1.2 Transistores BJT…….....6

2.1.2.1 Estructura……7

2.1.3 Transistores Darlington……8

2.2 LA FOTORRESISTENCIA……...9

2.2.1 Definición……9

2.2.2 Principio de funcionamiento …….....10

2.2.3 Características……10

2.3 MICROCONTROLADORES AVR……..……11

2.4 ATMEGA8……11

2.4.1 Descripción……...11

2.4.2 Distribución de pines……...12

2.4.3 Características……..12

2.5 UNIDADES FOTOMÉTRICAS……..13

2.5.1 Flujo Luminoso……13

2.5.2 Intensidad Luminosa……...14

2.5.3 Iluminancia……14

2.5.4 Luminancia……....14

2.6 COLORIMETRÍA……15

2.6.1 Introducción……..15

2.6.2 El Espectro Electromagnético……....15

2.6.3 Leyes de Colorimetría……16

2.6.4 Diagrama de Cromaticidad……16

2.7 DIODO LED ULTRA BRILLANTE...……17

2.7.1 Historia……...17

2.7.2 Definición……..19

2.7.3 Características……..…19

2.7.4 Estructura Interna……21

2.8 LED`S RGB……..22

2.8.1 Descripción……..22

2.8.2 Datos Técnicos……..……..22

2.9 FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA PC……..23

2.9.1 Fuente Conmutada……23

2.9.2 Ventajas y Desventajas……..24

2.10 COMPUERTA FLIP-FLOP JK……24

2.11 COMPUERTAS SCHMITT TRIGGER……...25

2.11.1 Definición……25

2.11.2 Funcionamiento……..25

2.12 REFLECTOR…….26

2.12.1 Definición……26

2.12.2 Reflector Parabólico……..27

2.12.3 Reflector Dispersor……27

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA……29

3.1 Preliminares…….29

3.2 Implementación del hardware……...30

3.2.1 Diseño de circuitos electrónicos y requerimientos técnicos……..30

3.2.1.1 Encendido y apagado……..30

3.2.1.2 Control de la secuencia de colores y reflectores……35

3.3 Simulación de circuitos……..39

3.4 Pruebas en protoboard……..45

3.5 Diseño de placas……..……..48

3.6 Implementación del software……52

3.7 Implementación física……63

3.8 Pruebas y análisis de resultados……64

3.9 Gastos realizados……66

3.9.1 Costo primario……66

3.9.2 Costo secundario…….67

3.9.3 Costo total……..67

3.10 Análisis costo-beneficio…….68

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……69

4.1 Conclusiones……..…69

4.2 Recomendaciones……70

Glosario de términos……..71

Bibliografía……72

Anexos……74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Localización de terminales en transistores NPN y PNP……..7

Figura 2.2 Configuración interna del transistor en Darlington……...9

Figura 2.3 Diagrama de pines del ATMEGA8……...12

Figura 2.4 Espectro electromagnético……...15

Figura 2.5 Diagrama de cromaticidad……17

Figura 2.6 Estructura interna de un led ultra brillante…..……..21

Figura 2.7 Símbolo de compuerta Schmitt Trigger……..26

Figura 2.8 Reflexión en lámparas de sección transversal parabólica..……27

Figura 3.1 Esquema electrónico de una fuente de 5V……31

Figura 3.2 Esquema electrónico para una LDR……..32

Figura 3.3 Esquema electrónico de control para un reflector……35

Figura 3.4 Esquema electrónico para el reflector……36

Figura 3.5 Simulación de la fuente de 5V……..40

Figura 3.6 Simulación del circuito para LDR ……40

Figura 3.7 Funcionamiento del relé en presencia de luz……41

Figura 3.8 Funcionamiento del relé en ausencia de luz……42

Figura 3.9 Selección del programa y oscilador en Proteus……..……..43

Figura 3.10 Simulación de la secuencia de colores……44

Figura 3.11 Señales de PWM de los leds simulados……45

Figura 3.12 Ejemplo de una hoja de trabajo en Ares……..49

Figura 3.13 Ventana en Ares para configuración de pistas……..50

Figura 3.14 Ejemplo de ruteo……..50

Figura 3.15 Placa del circuito controlador……51

Figura 3.16 Placa para el circuito del reflector……..51

Figura 3.17 Pistas del circuito regulador y LDR……..52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Costos primarios generales del proyecto……..……..……..66

Tabla 3.2 Costos secundarios……..……..……..67

Tabla 3.3 Costo total……..……..67

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Anteproyecto del trabajo de graduación

Anexos del Anteproyecto

ANEXO 1A Ficha de observación bibliográfica

ANEXO 1B Fotos de luminarias empleadas en el ITSA

ANEXO 1C Fotos de luminarias empleadas en el jardín del patio rojo

ANEXO 1D Cuestionario

ANEXO 1E Entrevista

ANEXO 2 Datesheet del regulador LM7805

ANEXO 3 Datasheet compuerta 74LS132

ANEXO 4 Datesheet ATMEGA8

ANEXO 5 Datasheet transistor TIP122

ANEXO 6 Datasheet led´s RGB

ANEXO 7 Esquema electrónico del proyecto

ANEXO 8 Ubicación de reflectores

ANEXO 9 Cajas utilizadas en el proyecto

ANEXO 10 Tipo de reflector

ANEXO 11 Ubicación de cajas

ANEXO 12 Fuente de alimentación para PC

RESUMEN

La idea principal de la investigación previa y del proyecto en sí es dar a conocer una nueva opción para disminuir el consumo energético mediante el uso de una nueva tecnología, en lugar de tomar medidas más drásticas como el privarse del uso de la misma, o emplear dispositivos perjudiciales tanto para el ambiente como para el hombre.

La iluminación artificial representa gran parte del consumo energético total, de ahí se inició la búsqueda de nuevos dispositivos de iluminación de bajo consumo de energía, en la búsqueda se encontró un dispositivo que ha existido desde hace muchos años pero con aplicaciones limitadas, como son los led`s, que gracias al avance de la tecnología estos pequeños dispositivos han sido innovados dando mejores prestaciones en el campo de la iluminación y presentando numerosas ventajas en comparación con la iluminación convencional conocida por todos.

En cuanto a iluminación decorativa se encontró un tipo de led llamado RGB con el cual se puede obtener cualquier color dentro del espectro electromagnético visible, mediante el adecuado control y manejo de estos.

Este proyecto se centra en la operación y control de estos dispositivos para darles una aplicación como lámparas decorativas y cambiar la apariencia del jardín del patio rojo del ITSA.

SUMARY

The main idea of previous research and of this project is to introduce a new option to reduce energy consumption by using a new technology, instead of taking more drastic measures such as being deprived of the use of electricity or using devices which can damage the environment and the human being.

Artificial lighting accounts a great part of the total energy consumption, thus began the search for new lighting devices of low energy consumption, in the search a device was found, it has existed for many years but with limited applications, such as led`s that thanks to advances in technology these small devices have been innovated to give best performance in the field of lighting and provide numerous advantages over conventional lighting known to all.

As for the decorative lighting I found a kind of led named RGB with which we can get any color within the visible electromagnetic spectrum, with an adequate control and management of these

This project focuses on the operation and control of these devices to give them an application as decorative lamps and changing the appearance of the red yard garden of the ITSA.

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

Este trabajo surge como resultado de una investigación realizada sobre los dispositivos y tecnologías actuales de bajo consumo eléctrico en iluminación, cuya información podemos encontrar en el anexo 1.

Después de dicha investigación se llegó a determinar que actualmente existen nuevos dispositivos con mejores prestaciones que pueden ser utilizados para diversos fines. La aplicación que se quiere dar es para iluminación decorativa a fin de cambiar el aspecto de un lugar mediante una iluminación colorida y novedosa.

1.2 Justificación e Importancia

El trabajo es importante por cuanto da a conocer una nueva tecnología en iluminación de bajo consumo eléctrico que día a día viene ganando terreno sobre la iluminación tradicional que todos conocemos, debido a los innumerables beneficios que presenta.

La principal característica que hace de esta tecnología la mejor opción para emplear es su alto rendimiento lumínico con un reducido consumo eléctrico, esta característica es de gran importancia para mejorar la economía y dar un toque diferente al lugar donde se va a iluminar.

Debido a que actualmente existe poco conocimiento de las personas en lo referente a esta nueva tecnología, es esencial que el proyecto sirva como punto de partida para posteriores investigaciones sobre nuevas formas de control y diversas aplicaciones que se les puede dar a estos dispositivos, ya sea a pequeña o gran escala.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Implementar lámparas decorativas mediante el uso de led`s RGB en el jardín del patio rojo del ITSA para disminuir el consumo eléctrico y brindar un ambiente decorativo.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el consumo eléctrico del conjunto de luminarias incandescentes del jardín del patio rojo del ITSA.
- Diseñar un circuito electrónico y de potencia que permita variar el voltaje de los leds y controlar su encendido y apagado en forma automática.

- Realizar pruebas de funcionamiento en protoboard que garanticen el correcto desempeño del sistema a ser implementado.
- Construir las placas anteriormente diseñadas y probadas.
- Implementar los reflectores con su respectivo control.
- Determinar el nuevo consumo eléctrico del conjunto de reflectores a base de led`s.

1.4 Alcance

El presente proyecto abarcará la construcción e implementación de lámparas reflectoras a base de led`s RGB que sean decorativas en el jardín del patio rojo del ITSA, el cual comprende la construcción de cuatro reflectores con 22 led`s RGB cada uno, que serán ubicados de manera que cubran equitativamente la mayor parte de la superficie, conjuntamente con una caja de control para tener una secuencia preestablecida que brinde una gama de mínimo siete colores como son: rojo, verde, azul, naranja, cian, magenta y blanco. Esta secuencia se encenderá automáticamente cuando sea necesaria la presencia de iluminación artificial, es decir, cuando el nivel de luz del día sea escaso. Y se apagará cuando exista suficiente nivel de luz en la intemperie. También comprende un interruptor para encendido y apagado manual que puede ser utilizado siempre y cuando no haya iniciado su encendido automático.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 El Transistor de potencia

2.1.1 Definición

"Los transistores de potencia son dispositivo de estado sólido diseñados para manipular o conmutar potencia, es decir corrientes y voltajes relativamente altos. Pueden ser básicamente de tres tipos: BJTs (transistores bipolares de unión), MOSFETs (transistores de efecto de campo de compuerta aislada) e IGBTs (transistores bipolares de compuerta aislada). Los BJTs, a su vez, pueden ser NPN, PNP o Darlington"[1].

2.1.2 Transistor BJT

El transistor BJT consistente en dos uniones PN muy cercanas entre sí, que permite controlar el paso de la corriente a través de sus terminales.

[1] Curso Práctico de Electrónica Moderna, CEKIT S.A 1998, Pereira-Colombia, pag 424

La denominación de bipolar se debe a que la conducción tiene lugar gracias al desplazamiento de portadores positivos y negativos, huecos y electrones respectivamente.

2.1.2.1 Estructura

Un transistor de unión bipolar consiste en tres regiones semiconductoras dopadas: la región del emisor, la región de la base y la región del colector. Estas regiones son, respectivamente, tipo P, tipo N y tipo P en un PNP, y tipo N, tipo P, y tipo N en un transistor NPN. Cada región del semiconductor está conectada a un terminal, denominado emisor (E), base (B) o colector (C), según corresponda.

La base está físicamente localizada entre el emisor y el colector como muestra la figura 2.1, y está compuesta de material semiconductor ligeramente dopado y de alta resistividad. El colector rodea la región del emisor, haciendo casi imposible para los electrones inyectados en la región de la base escapar de ser colectados, lo que hace que el valor resultante de α se acerque mucho hacia la unidad, y por eso, otorgarle al transistor un gran β.

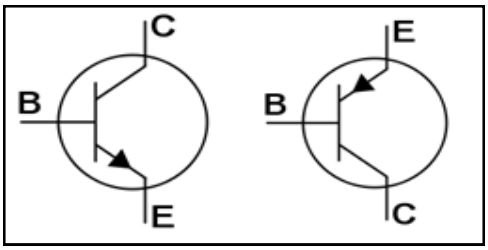


Figura 2.1 Localización de terminales en transistores NPN y PNP
Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:BJT_symbol_NPN_PNP.svg

El transistor de unión bipolar, a diferencia de otros transistores, no es usualmente un dispositivo simétrico. Esto significa que intercambiando el colector y el emisor hacen que el transistor deje de funcionar en modo activo y comience a funcionar en modo inverso. La unión colector-base está polarizada en inversa durante la operación normal. La razón por la cual el emisor está altamente dopado es para aumentar la eficiencia de inyección de portadores del emisor: la tasa de portadores inyectados por el emisor en relación con aquellos inyectados por la base. Para una gran ganancia de corriente, la mayoría de los portadores inyectados en la unión base-emisor deben provenir del emisor.

"Pequeños cambios en la tensión aplicada entre los terminales base-emisor genera que la corriente que circula entre el emisor y el colector cambie significativamente. Este efecto puede ser utilizado para amplificar la tensión o corriente de entrada. Los BJT pueden ser pensados como fuentes de corriente controladas por tensión, pero son caracterizados más simplemente como fuentes de corriente controladas por corriente, o por amplificadores de corriente, debido a la baja impedancia de la base"[2].

2.1.3 Transistor Darlington

"Los transistores Darlington están formados por dos transistores del mismo tipo o complementarios como se muestra en la figura 2.2, ofrecen impedancias de entrada y ganancias de corriente más altas que los BJTs individuales. Por lo mismo, son más costosos"[3].

[2] http://es.wikipedia.org/wiki/Transistor
[3] Curso Práctico de Electrónica Moderna, CEKIT S.A 1998, Pereira-Colombia, pag 424-425

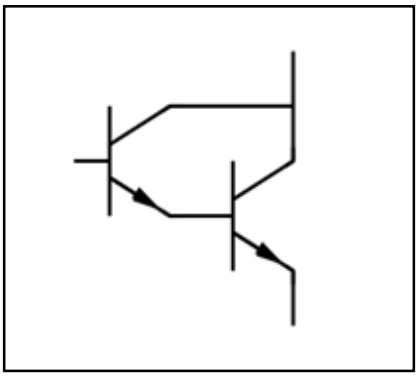


Figura 2.2 Configuración interna de transistor en Darlington
Fuente: Investigador

Esta configuración sirve para que el dispositivo sea capaz de proporcionar una gran ganancia de corriente y, al poder estar todo integrado, requiere menos espacio que dos transistores normales en la misma configuración. La ganancia total del Darlington es el producto de la ganancia de los transistores individuales. Un dispositivo típico tiene una ganancia en corriente de 1000 o superior. También tiene un mayor desplazamiento de fase en altas frecuencias que un único transistor, de ahí que pueda convertirse fácilmente en inestable.

2.2 La Fotorresistencia

2.2.1 Definición

Se originan de su nombre en inglés *light-dependent resitor* que significa resistor dependiente de luz, puede también ser llamado fotorresistencia, fotorresistor, fotoconductor o célula fotoeléctrica. Es un dispositivo eléctrico cuya resistencia disminuye con el aumento de la intensidad de la luz, por lo que posee una resistencia muy alta (megaohms) en la oscuridad, y muy baja (hasta 50 ohms) en la luz.

2.2.2 Principio de funcionamiento

Un fotorresistor está hecho de un semiconductor de alta resistencia como el sulfuro de cadmio (CdS). Si la luz que incide en el dispositivo es de alta frecuencia, los fotones son absorbidos por la elasticidad del semiconductor dando a los electrones la suficiente energía para saltar la banda de conducción. El electrón libre que resulta, y su hueco asociado, conducen la electricidad, de tal modo que disminuye la resistencia. Los valores típicos varían entre 1 MΩ, o más, en la oscuridad y 100 Ω con luz brillante.

Las células de sulfuro del cadmio se basan en la capacidad del cadmio de variar su resistencia según la cantidad de luz que incide la célula. Cuanta más luz incide, más baja es la resistencia. Las células son también capaces de reaccionar a una amplia gama de frecuencias, incluyendo infrarrojo (IR), luz visible, y ultravioleta (UV).

2.2.3 Características

La variación del valor de la resistencia de una LDR tiene cierto retardo, diferente si se pasa de oscuro a iluminado o de iluminado a oscuro. Esto limita a no usar los LDR en aplicaciones en las que la señal luminosa varía con rapidez. El tiempo de respuesta típico de un LDR está en el orden de una décima de segundo. Esta lentitud da ventaja en algunas aplicaciones, ya que se filtran variaciones rápidas de iluminación que podrían hacer inestable un sensor. En otras aplicaciones (saber si es de día o es de noche) la lentitud de la detección no es importante.

2.3 Microcontroladores AVR

Los AVR son una familia de microcontroladores RISC de Atmel, son los más actuales, recientes y versátiles del mercado.

Presentan muchas ventajas en relación a los microcontroladores conocidos, ya que poseen herramientas internas que facilitan tanto el software como el hardware.

"Entre las herramientas que poseen están: la comunicación o manejo de interfaces SPI, I2C, UART, USB, 1WIRE, 2WIRE. Además están integrados con conversores análogos digitales, RTC (reloj interno en tiempo real), oscilador RC interno, memoria no volátil EEPROM interna, entre otros."[4]

2.4 ATMEGA8

2.4.1 Descripción

El Atmega8 posee prácticamente 3 puertos (B, C, D) como se puede apreciar en la figura 2.3 que pueden ser usados independientemente como entradas o salidas de datos.

[4] VALENCIA Ramiro (diciembre 2008), Aplicaciones electrónicas con microcontroladores, 1.

El puerto B posee principalmente los pines SCK, MISO y MOSI que sirven para programar el microcontrolador.

El puerto C posee 6 entradas para conversores Análogos Digitales de 10 bits. Y en el puerto C se encuentra principalmente los pines de RX y TX para la comunicación serial UART.

2.4.2 Distribución de pines

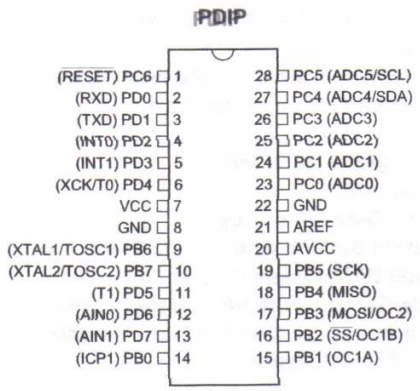


Figura 2.3 Diagrama de pines del Atmega8
Fuente: www.datasheetcatalog.com

2.4.3 Características

- 32 registros de propósito general
- 8KBytes de memoria de programa
- 512 Bytes en memoria no volátil EEPROM
- 1KBytes en memoria interna SRAM

- 3 canales PWM
- 6 canales ADC de 10 bits
- Comunicación USART
- Oscilador interno RC de 1MHz, 2MHz, 4MHz y 8MHz
- RTC interno con cristal de 32768 Hz
- Voltaje de operación de 2,7V a 5,5V

2.5 Unidades Fotométricas

Para trabajar con la luz visible es necesario definir algunas magnitudes y unidades para poder evaluar los fenómenos luminosos, entre estas magnitudes definiremos: flujo luminoso, intensidad luminosa, iluminancia, luminancia y eficiencia luminosa.

2.5.1 Flujo Luminoso

“Se define el flujo luminoso como la potencia (W) emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su símbolo es Φ y su unidad es el lumen (lm). A la relación entre watts y lúmenes se le llama equivalente luminoso de la energía y equivale a: 1 watt-luz a 555 nm = 683 lm”.

2.5.2 Intensidad Luminosa

“Se conoce como intensidad luminosa al flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es I y su unidad la candela (cd)”.

2.5.3 Iluminancia

“Se define iluminancia como el flujo luminoso recibido por una superficie. Su símbolo es E y su unidad el lux (lx) que es un lumen por metro cuadrado (lm/m^2)”.

2.5.4 Luminancia

“Se llama luminancia a la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. Su símbolo es L y su unidad es la candela por metro cuadrado (cd/m^2)”[5].

[5] http://edison.upc.edu/curs/llum/fotometria/magnitud.html

2.6 Colorimetría

2.6.1 Introducción

“Se define el color como una percepción visual que se genera en el cerebro al interpretar las señales nerviosas que le envían los fotorreceptores de la retina del ojo y que a su vez interpretan y distinguen las distintas longitudes de onda que captan de la parte visible del espectro electromagnético”[6].

2.6.2 El espectro electromagnético

“El espectro electromagnético como se muestra en la figura 2.4, abarca las longitudes de onda que la luz puede tener. De todo el espectro, la porción que el ser humano es capaz de percibir es muy pequeña en comparación con las existentes. Esta región, denominada espectro visible, comprende longitudes de onda desde los 380 nm hasta los 780 nm. La luz de cada una de estas longitudes de onda es percibida en el cerebro humano como un color diferente”[7].

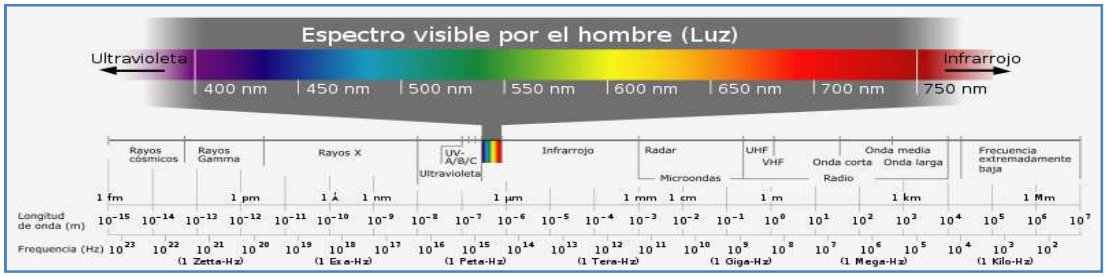


Figura 2.4 Espectro electromagnético
Fuente:http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b6/Electromagnetic_spectrum-es.svg

[6] http://es.wikipedia.org/wiki/Color
[7] http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/10016/6826/1/PFC_Rocio_Galvez_Castillo.pdf

2.6.3 Leyes de la Colorimetría

Las leyes de la denominada ecuación del color son las siguientes:

- "Un color de luminancia L se puede igualar mediante tres luminancias R, G y B o cantidades adecuadamente dosificadas de tres luces primarias convenientemente dosificadas. L(x)= R(R)+G (G)+B (B)
- La luminancia de X es la suma de las luminancias de los colores integrantes primarios. L = R + G + B
- Un color puede resultar de la superposición de muchas radiaciones espectrales.
- Un color es un vector formado por tres coordenadas (RGB), es decir se puede realizar un estudio matemático mediante un análisis espectral"[8].

2.6.4 Diagrama de Cromaticidad

Las leyes expuestas anteriormente muestran que cualquier color puede expresarse como suma de tres colores primarios (RGB Red-rojo Green-verde Blue-azul), es decir, de tres colores en los cuales uno no puede obtenerse por la mezcla de los otros dos, para mostrarlo gráficamente se muestra en la figura 2.5

[8] http://canbus.galeon.com/pintura/colorimetria.htm

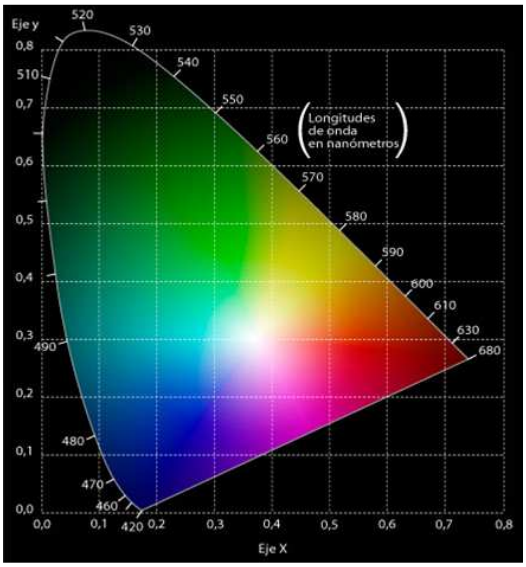


Figura 2.5 Diagrama de cromaticidad
Fuente: http://www.gusgsm.com/files/1931.jpg

"Los colores de los bordes son saturados, es decir monocromáticos, y dentro de la carta son mezclas. Solamente se produce el blanco cuando la proporción de los componentes es adecuada, en caso contrario se produce un color terciario más o menos saturado"[9].

2.7 Diodo LED ultra brillante

2.7.1 Historia

"El primer led comercialmente utilizable fue desarrollado en el año 1962, combinando Galio, Arsénico y Fósforo (GaAsP) con lo cual se consiguió un led rojo con una intensidad relativamente baja, aproximadamente 10mcd a 20mA,. El siguiente

[9] http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/10016/6826/1/PFC_Rocio_Galvez_Castillo.pdf

desarrollo se basó en el uso del Galio en combinación con el Fósforo (GaP) con lo cual se consiguió una mejor frecuencia de emisión.

Los siguientes desarrollos, ya entrada la década del 70, introdujeron nuevos colores al espectro. Distinta proporción de materiales produjo distintos colores. Así se consiguieron colores verde y rojo utilizando GaP. También se desarrollaron leds infrarrojos, los cuales se hicieron rápidamente populares en los controles remotos de los televisores y otros artefactos del hogar.

En la década del 80 un nuevo material entró en escena el GaAlAs (Galio, Aluminio y Arsénico). Con la introducción de este material el mercado de los leds empezó a despegar ya que proveía una mayor performance sobre los leds desarrollados previamente. Su brillo era aproximadamente 10 veces superior y además se podía utilizar a elevadas corrientes.

En los 90 se apareció en el mercado tal vez el más exitoso material para producir leds hasta la fecha el AlInGaP (Aluminio, Indio, Galio y Fósforo). Las principales virtudes de este tetra compuesto son que se puede conseguir una gama de colores desde el rojo al amarillo cambiando la proporción de los materiales que lo componen.

A final de los 90 se cerró el circulo sobre los colores del arco iris, cuando gracias a las tareas de investigación del Shuji Nakamura, investigador de Nichia, una pequeña empresa fabricante de leds de origen japonés, se llego al desarrollo del led azul, este led siempre había sido difícil de conseguir debido a su elevada energía de funcionamiento y relativamente baja sensibilidad del ojo a esa frecuencia.

Hoy en día coexisten varias técnicas diferentes para producir luz azul, una basada en el SiC Silicio – Carbono otra basada en el GaN Galio – Nitrógeno, otra basada en InGaN Indio-Galio-Nitrógeno sobre substrato de Zafiro y otra GaN sobre sustrato SiC. El compuesto GaN, inventado por Nakamura, es actualmente el más utilizado”[10].

2.7.2 Definición

El LED (Light-Emitting Diode: Diodo Emisor de Luz), es un dispositivo semiconductor que emite luz incoherente de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión PN en la cual circula por él una corriente eléctrica . Este fenómeno es una forma de electroluminiscencia, el LED es un tipo especial de diodo que trabaja como un diodo común, pero que al ser atravesado por la corriente eléctrica, emite luz”[11]. Existen varias clases y con diferentes características físicas en cuanto a leds de potencia se refiere, entre ellos: los leds rgb, leds bicolor, leds multicolor, etc

2.7.3 Características

“El voltaje de operación para leds ultra brillantes va desde 1,8 hasta 3,8 voltios aproximadamente, los valores típicos de corriente directa de polarización de un LED están comprendidos entre los 10 y 20 miliamperios (mA) en los diodos de color rojo y de entre los 20 y 40 miliamperios (mA) para los otros **LED**.

En general, los LED suelen tener mejor eficiencia cuanto menor es la corriente que circula por ellos, con lo cual, en su operación de forma optimizada, se suele buscar un compromiso entre la intensidad luminosa que producen (mayor cuanto más

[10] http://www.todopic.com.ar/led.html
[11] http://www.forosdeelectronica.com/f11/escructura-interna-diodos-led-silicio-germanio-zener-305/

grande es la intensidad que circula por ellos) y la eficiencia (mayor cuanto menor es la intensidad que circula por ellos)”[12].

Duran aproximadamente 100000 horas, muy difícilmente pueden llegar a quemarse, aunque sí puede sufrir cortocircuito o abrirse como un fusible e incluso explotar si circula una elevada corriente, por eso es fundamental alimentarlos mediante circuitos reguladores de corriente para aprovechar al máximo su durabilidad.

En condiciones normales sólo pierde un 5% de luminosidad por año y recién cuando está por debajo del 50% de su brillo inicial, se dice que ha llegado a su fin. Calculando que en un año hay 21.900 horas, un led de alta luminosidad tiene así una vida útil de más de 4 años funcionando las 24 horas del día.

Estos dispositivos no emiten rayos ultravioletas ni infrarrojos y tampoco calientan la superficie a la que iluminan. El 90% de su emisión es luz visible y el 10% restante se desprende como calor.

Dentro de las características ópticas del led aparte de su luminosidad esta la del ángulo de visión, se define generalmente el ángulo de visión como el desplazamiento angular desde la perpendicular donde la potencia de emisión disminuye a la mitad. Generalmente el ángulo de visión está determinado por el radio de curvatura del reflector del led y principalmente por el radio de curvatura del encapsulado. Por supuesto mientras más chico sea el ángulo y a igual sustrato semiconductor se tendrá una mayor potencia de emisión y viceversa.

También es importante conocer la relación del flujo luminoso (Im) y la disminución de la emisividad con respecto a la temperatura. Por ejemplo: un led rojo reduce su flujo

[12] http://www.monografias.com/trabajos60/diodo-led/diodo-led.shtml

luminoso en 10% por cada 10 grados centígrados que la temperatura aumenta, un led verde reduce su flujo luminoso en 5% por cada 10 grados centígrados que la temperatura aumenta y un led azul reduce su flujo luminoso en 2% por cada 10 grados centígrados que la temperatura aumenta.

2.7.4 Estructura interna

En la figura 2.6 se muestra como está estructurado internamente un led ultra brillante común, cabe mencionar que esta estructura puede variar de uno a otro modelo.

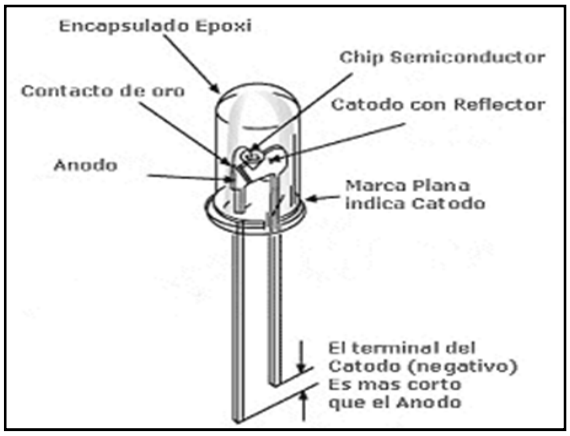


Figura 2.6 Estructura interna de un led ultra brillante
Fuente: www.todopic.com.ar/led.html

Como vemos el led viene provisto de dos terminales, la parte interna del terminal del cátodo es más grande que el ánodo, esto es porque el cátodo está encargado de sujetar al sustrato de silicio, por lo tanto será este terminal el encargado de disipar el calor generado hacia el exterior ya que el terminal del ánodo se conecta al chip por un delgado hilo de oro, el cual prácticamente no conduce calor.

El terminal que sostiene el sustrato cumple otra misión muy importante, la de reflector, ya que posee una forma parabólica o su aproximación semicircular, este es un punto muy crítico en la fabricación y concepción del led ya que un mal enfoque puede ocasionar una pérdida considerable de energía o una proyección despareja. Por último tenemos el encapsulado epoxi que es el encargado de proteger al semiconductor de las inclemencias ambientales y también ayuda a formar el haz de emisión.

2.8 LED RGB

2.8.1 Descripción

Estos dispositivos contienen internamente tres led's ultra brillantes de colores: rojo, verde y azul (red, green, blue), su mezcla permite obtener cualquier color dentro del espectro electromagnético visible según enuncia la ley de la colorimetría que se explicó anteriormente. Los leds a utilizar poseen 4 pines, uno común que es ánodo y los tres restantes corresponden a cada color por separado.

2.8.2 Datos técnicos

Para el control de un led rgb en necesario hacerlo tomando en cuenta sus valores nominales de corrientes y voltajes independientemente, dichos valores se encuentran establecidos en su datasheet en el anexo 6.

2.9 Fuente de Alimentación para PC

Toda PC actual cuenta con una fuente de alimentación regulada conmutada de gran calidad y rendimiento. Existen distintas versiones que proporcionan distintas potencias de salida siendo las más usuales las de 550 y 600 VA..

Cada fuente cuenta con conectores para el cable de entrada de 220V o 110V y un ventilador. Todo en una pequeña cajita metálica con abundantes orificios de ventilación como podemos observar en el anexo 12.

“Estas fuentes son en realidad fuentes conmutadas que utilizan un muy conocido circuito integrado especialmente diseñado para este fin, el TL494. Gracias a este integrado, se pueden hacer fuentes conmutadas a un bajo costo ya que en él están presentes todos los circuitos de control necesarios y sólo es necesario agregar algunos componentes pasivos (resistencias y capacitores) y transistores de potencia”[13].

2.9.1 Fuente Conmutada

“Una fuente conmutada es un dispositivo electrónico que transforma energía eléctrica mediante transistores en conmutación. Mientras que un regulador de tensión utiliza transistores polarizados en su región activa de amplificación, las fuentes conmutadas utilizan los mismos conmutándolos activamente a altas frecuencias (20-100 Kilociclos típicamente) entre corte (abiertos) y saturación (Cerrados). La forma de onda

[13] http://html.rincondelvago.com/fuentes-conmutadas.html

cuadrada resultante es aplicada a transformadores con núcleo de ferrita (Los núcleos de hierro no son adecuados para estas altas frecuencias) para obtener uno o varios voltajes de salida de corriente alterna (CA) que luego son rectificados y filtrados para obtener los voltajes de salida de corriente continua (CC)”[14].

2.9.2 Ventajas y Desventajas

Las ventajas de este método incluyen menor tamaño y peso del núcleo, mayor eficiencia por lo tanto menor calentamiento. Las desventajas comparándolas con fuentes lineales es que son más complejas y generan ruido eléctrico de alta frecuencia que debe ser cuidadosamente minimizado para no causar interferencias a equipos próximos a estas fuentes

Las fuentes conmutadas pueden producir voltajes de salida que son más bajos que el voltaje de entrada, más altos que el voltaje e incluso inversos al voltaje de entrada, haciéndolos versátiles y mejor adaptables a voltajes de entrada variables.

2.10 Compuertas Flip Flop JK

“Un flip-flop JK es un refinamiento del flip-flop SR en el sentido que la condición indeterminada del tipo SR se define en el tipo JK. Las entradas J y K se comportan como las entradas S y R para iniciar y reinicia el flip-flop, respectivamente. Cuando

[14] http://es.wikipedia.org/wiki/Fuente_conmutada

las entradas J y K son ambas iguales a 1, una transición de reloj alterna las salidas del flip-flop a su estado complementario”[15].

2.11 Compuertas Schmitt Trigger

2.11.1 Definición

Es un tipo especial de circuito comparador. “La puerta Schmitt Trigger, es un caso especial, se comporta de forma lógica como una puerta NAND, pero el circuito que la constituye, además recorta la señal y la encuadra, de manera que su salida es realmente cuadrada”[16].

2.11.2 Funcionamiento

“Un trigger Schmitt cambia su estado de salida cuando la tensión en su entrada sobrepasa un determinado nivel; la salida no vuelve a cambiar cuando la entrada baja de ese voltaje, sino que el nivel de tensión para el cambio es otro distinto, más bajo que el primero. A este efecto se conoce como ciclo de histéresis. Ésta es la principal diferencia con un comparador normal, que es un simple amplificador

[15] http://www.monografias.com/trabajos14/flipflop/flipflop.shtml
[16] http://www.clubse.com.ar/DIEGO/NOTAS/3notas/nota19.htm

operacional sin realimentación, y que su salida depende únicamente de la entrada mayor”[17].

El trigger Schmitt usa la histéresis para prevenir el ruido que podría solaparse a la señal original y que causaría falsos cambios de estado si los niveles de referencia y entrada son parecidos.

Para indicar que una puerta lógica es del tipo trigger Schmitt se pone en el interior de la misma el símbolo de la histéresis como muestra la figura 2.7.

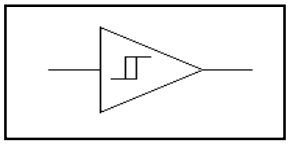


Figura 2.7 Símbolo de compuerta Schmitt Trigger
Fuente: Investigación de campo

2.12 Reflector

2.12.1 Definición

“Reflectores son determinadas superficies en el interior de una luminaria, que moldean la forma y dirección del flujo de la lámpara”[18]. Existen 3 tipos generales de reflectores y son: especulares, dispersores y difusores.

[17] http://es.wikipedia.org/wiki/Disparador_Schmitt

La mayoría de las lámparas convencionales van provistas de un reflector de una u otra forma con objeto de crear una distribución adecuada de la luz. Pero se debe tener en cuenta que un reflector solo controla una parte de la luz emitida.

2.12.2 Reflector Parabólico

La propiedad fundamental del espejo reflector de sección transversal parabólico consiste, en que una fuente de luz puntual, situada en su foco, dará lugar a un haz parelelo de rayos reflejados según podemos ver en la figura 2.8.

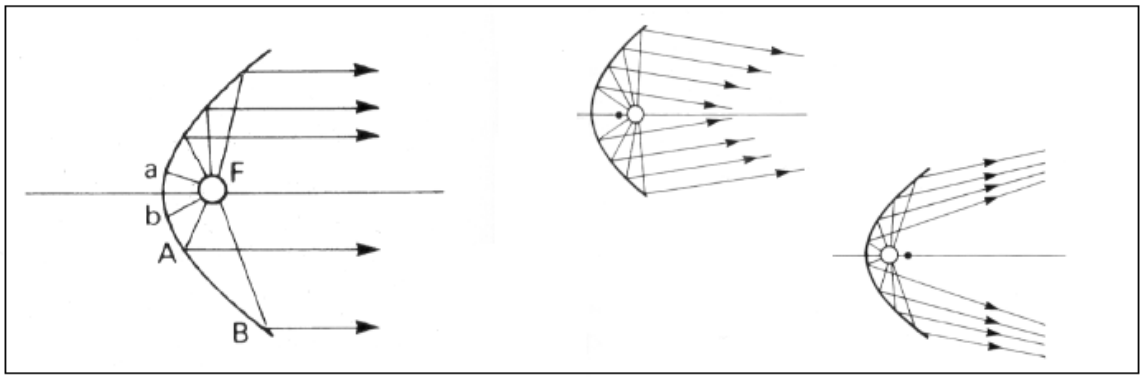


Figura 2.8 Reflexión en lámparas de sección transversal parabólica
Fuente: www-jrad/document/luminotecnia/reflectores.pdf

2.12.3 Reflector Dispersor

Estos reflectores pueden ser de sección transversal circular, parabólica o elíptica, se emplean donde se requiera un grado moderado de control óptico, para producir un

[18] http://exp-grafica.uma.es/Profesores/www-jrad/document/luminotecnia/reflectores.pdf

haz de forma específica aunque el mayor énfasis deba ponerse en conseguir una distribución de luz exenta de irregularidades bruscas.

Este tipo de reflectores ayuda a suavizar las discontinuidades en la distribución de la luz, debido a las imperfecciones en la forma del reflector producidas durante el proceso de fabricación.

Existen varias formas de conseguir un acabado dispersor. La reflexión dispersa es más pronunciada cuando una superficie especular pasa a través de un proceso denominado martilleado o abolladura para obtener un estampado uniforme cuidadosamente diseñado. De esta forma es posible controlar la dispersión de la luz en casi cualquier modo que desee.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

El presente proyecto fue diseñado para proponer una nueva alternativa en cuanto a iluminación de bajo consumo que a su vez sea viable y novedosa en comparación con la iluminación convencional.

Como este proyecto servirá de muestra para posteriores aplicaciones, se escogió un lugar pequeño pero importante como es el jardín del patio rojo del ITSA, este lugar se encuentra a la vista de todos y da un toque agradable al patio rojo que es el lugar de esparcimiento y descanso.

Anteriormente este lugar contaba con iluminación artificial comprendida por 4 lámparas incandescentes de 80W cada una, no era conveniente usar estas lámparas cerca de las plantas ya que generan considerable cantidad de calor quemándolas paulatinamente.

Los colores de las lámparas eran: dos verdes y dos amarillas situadas en la parte inferior del jardín, los colores de dichas lámparas eran permanentes, lo que se apreciaba monótono a la vista.

Los nuevos reflectores a base de leds, cambian automáticamente de color cumpliendo una secuencia, dos reflectores están situados a los extremos en la parte inferior con una secuencia igual, y los otros dos están ubicados en la parte superior dirigidos hacia la pileta localizada en el centro, estos reflectores tienen diferentes secuencias para lograr un mejor efecto visual basándose en las leyes de colorimetría (ver Capítulo II correspondiente al Marco Teórico) para obtener 7 colores definidos como son: azul, verde, rojo, magenta, cian, naranja y blanco, y el resto de colores menos definidos que se encuentran dentro de toda esta gama. Posteriormente se describirá por partes el procedimiento que se siguió para conseguir con éxito el propósito planteado.

3.2 Implementación del Hardware

3.2.1 Diseño de circuitos electrónicos y Requerimientos técnicos

Para la construcción de este proyecto se separó en dos partes: lo que se refiere al encendido y apagado, y el control de la secuencia de colores conjuntamente con los reflectores.

3.2.1.1 Encendido y apagado

En cuanto al encendido y apagado se refiere se diseñó un circuito que lo haga de forma manual a través de un interruptor y de forma automática mediante la aplicación de una fotorresistencia o LDR.

El circuito que se diseñó para el encendido y apagado automático necesita de un regulador independiente que se describe a continuación. Este circuito debe ser independiente porque servirá únicamente para alimentar el circuito de la fotorresistencia para la activación automática del sistema. Para esto se diseñó el esquema electrónico que se muestra en la figura 3.1 que es el de una fuente de 5Vdc a partir de la red de 110Vac.

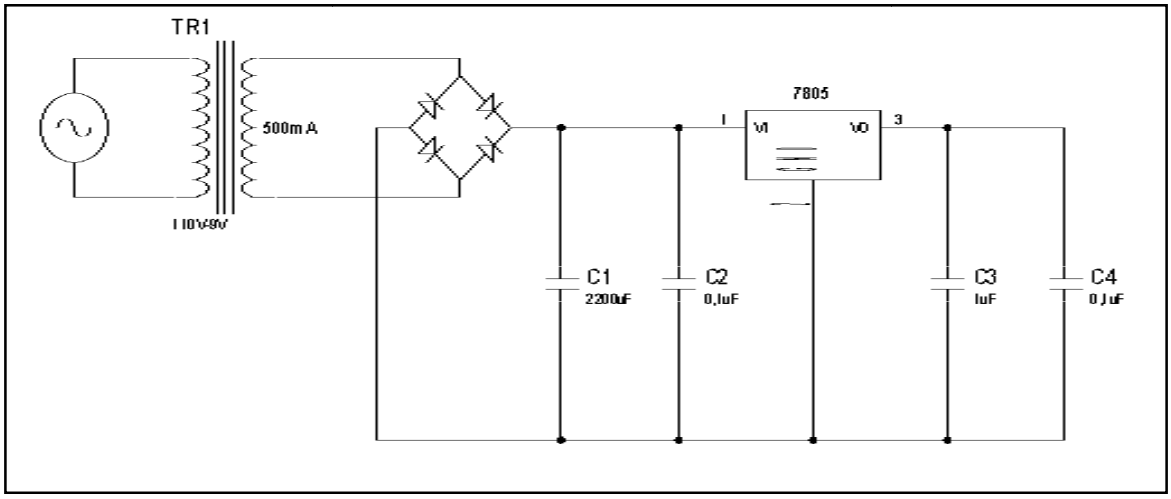


Figura 3.1 Esquema electrónico de una fuente de 5V
Fuente: Investigación de campo

Este circuito presenta un transformador a la entrada que se encarga de reducir la tensión de red a 9 voltios de corriente alterna, que será rectificada por los cuatro diodos dispuestos en forma de puente. A la salida del puente de diodos tendrá presente una tensión continua algo mayor a 10 voltios con un pequeño rizo que será eliminado por el capacitor electrolítico C1.

Según lo propuesto en la hoja de datos del LM7805 que se encuentra en el anexo 2, solo son necesarios un par de capacitores cerámicos C2 y C3, uno entre el punto común y la entrada, y otro entre el punto común y la salida. La única consideración es que estos condensadores deben estar situados lo más cerca posible

(eléctricamente hablando) del regulador, además se adicionó otro condensador C4 como medio de protección contra interferencias.

De esta forma a la salida del circuito se obtendrán 5V de corriente directa perfectamente regulados para ser entregados al circuito correspondiente a la figura 3.2.

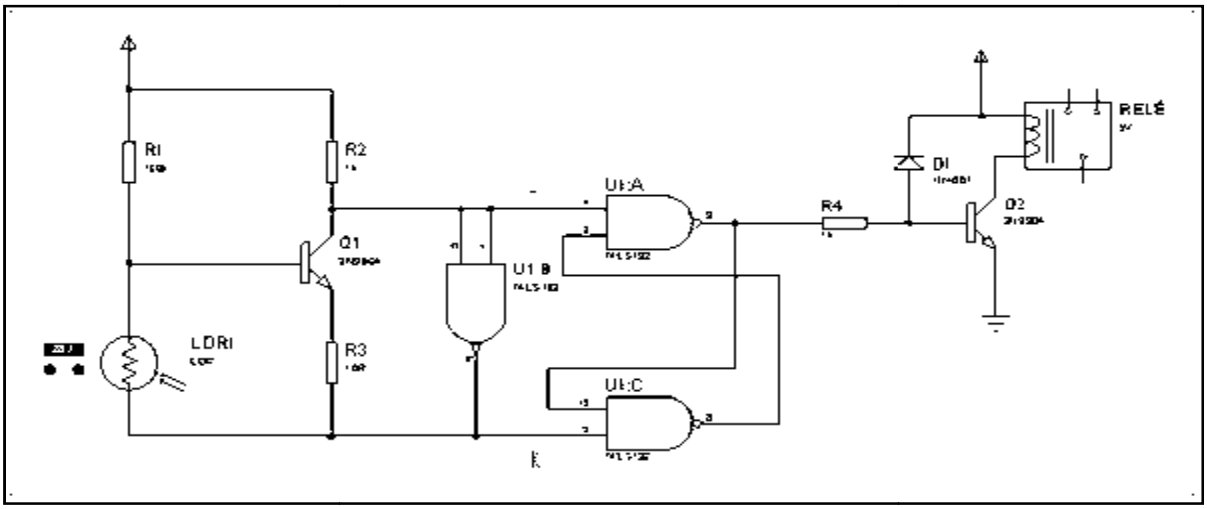


Figura 3.2 Esquema electrónico para LDR
Fuente: Investigación de campo

Este circuito es para el encendido y apagado automático a través de una fotorresistencia o LDR cuya característica es el aumento de la resistencia cuando la luz disminuye y viceversa, es decir, su resistencia disminuye con el aumento de la luz incidente.

Tiene un transistor de tipo NPN el 2N3904 que permite controlar el paso de la corriente a través de sus terminales permitiendo enviar señales de 0 lógico o 1 lógico hacia la compuerta 74LS132, dependiendo de las señales de salida de esta

compuerta se activará o no el relé a través de Q2. Los contactos del relé están conectados hacia una fuente de alimentación para PC externa que servirá para alimentar el circuito de control de la secuencia de luces y los reflectores en sí.

La compuerta 74LS132 es una NAND Schmitt trigger en configuración flip flop JK (su hoja de datos se encuentra adjunto en el anexo 3) y trabaja de la siguiente manera:

Cuando hay abundante luz incidente la resistencia de la LDR disminuye provocando que la corriente siga su paso a través de ella y no hacia la base del transistor Q1, al no entrar corriente por la base del mismo este se abre permitiendo pasar la corriente a través de la resistencia en el colector que será interpretada por la compuerta como 1 lógico en su entrada J (pin 1 de la compuerta) que será negado a 0 para su entrada K (pin 9 de la compuerta), utilizando lógica digital se obtendrá 0 como señal de salida a la base del transistor Q2 que a su vez se abrirá y hará que el relé ubicado a la salida se mantenga abierto y continúe desconectando la fuente de alimentación para PC que sirve para activar al circuito de control, de esta manera las lámparas permanecerán apagadas.

Para el otro caso, cuando el nivel de luz disminuye, la resistencia de la LDR aumenta, entonces la corriente se desvía por la base de Q1 hacia la resistencia menor es decir R3, al cerrarse el transistor se está enviando una señal de 1 lógico hacia la entrada K de la compuerta y 0 lógico hacia su entrada J, al ser J=0, su salida negada es 1, permitiendo el paso de corriente a través de la resistencia R4 en la base del transistor Q2 que se cerrará energizando la bobina del relé para que se conmute, es decir, sus contactos normalmente cerrado (NC) y normalmente abierto (NA) cambien de estado.

Se colocó además un diodo 1N4007 polarizado inversamente en paralelo con la bobina del relé para proteger al transistor Q2 y a todo el circuito de la sobretensión que causa la bobina cuando es conmutada. Está inversamente polarizado porque al conmutar un circuito con una inductancia, la corriente se invierte en la bobina, regresando esa corriente al circuito, al contar con el diodo, esta corriente lo polariza directamente y se descarga a través de él, sin afectar el resto del circuito.

Cuando el contacto normalmente abierto del relé cambia de estado, activará la fuente de alimentación para PC que se utilizará para alimentar los circuitos del control de la secuencia y los reflectores.

Se utilizó esta fuente de alimentación para PC (anexo 12) porque entrega un alto amperaje (20A) y su costo económico es más conveniente que un regulador con diseño personalizado.

Para poner esta fuente en funcionamiento fue necesario soldar los cables gris y verde y desoldar los cables restantes ya que se requiere únicamente un cable de color rojo para 5V positivo y uno negro negativo.

Además se desoldó en interruptor de la fuente ya que no era necesario su accionamiento. Se conectó en paralelo a la entrada de la fuente los contactos normalmente abiertos del relé a través de una bornera colocada en la parte exterior hacia la fuente, se soldaron internamente 2 cables que van a un interruptor para que el sistema pueda ser encendido y apagado también de forma manual.

3.2.1.2 Control de la secuencia de colores y reflectores

Para este circuito se emplearon 4 microcontroladores ATMEGA8, uno para el control de cada lámpara, se escogió este microcontrolador debido a sus características establecidas en el anexo 4, las que más nos conciernen es que manejan 3 canales PWM con los que controlaremos a cada led. En la figura 3.3 se muestra el esquema electrónico para el control de un solo reflector, el circuito completo se encuentra adjunto en el anexo 7.

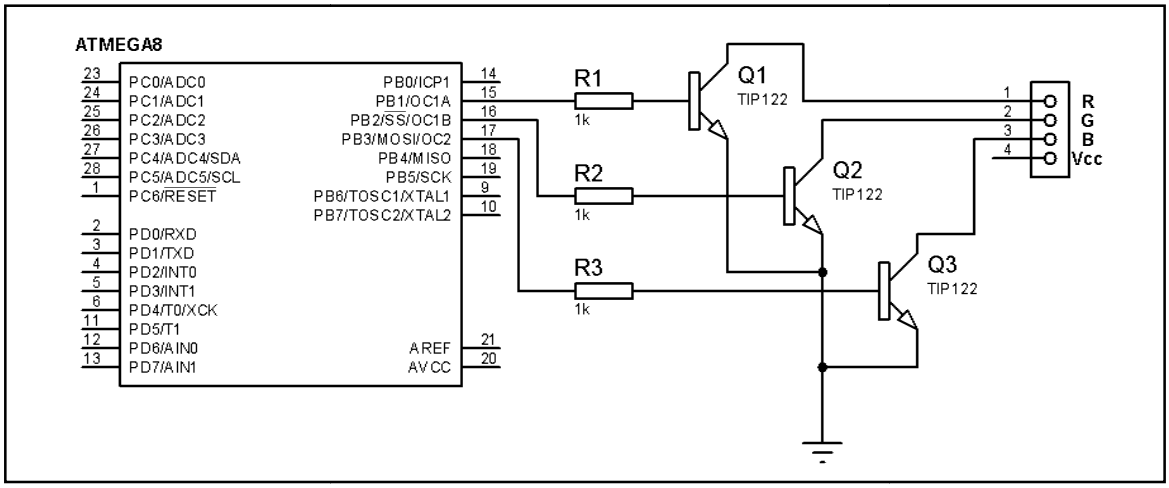


Figura 3.3 Esquema electrónico para control de un reflector
Fuente: Investigación de campo

Se designó mediante programación un pin para el control de cada color: el pin 15 para el color rojo, el pin 16 para el verde y el pin 17 para el azul, los pines 7 y 8 corresponden a Vcc y GND, (para una mejor compresión revisar la implementación del software que se detalla más adelante). En cada pin se colocó una resistencia de 1KΩ para limitar la corriente que ingresa a la base del TIP122 que es un transistor NPN en Darlington como lo muestra su hoja de datos adjunta en el anexo 5, se

escogió un transistor con configuración Darlington porque este dispositivo es capaz de proporcionar una elevada ganancia de corriente, se lo conecta como emisor común para aplicar la señal a la base y extraerla por el colector de manera amplificada que pasará a través de conectores hacia cada uno de los reflectores.

El circuito que se presenta a continuación es el que será ubicado dentro de un sólo reflector.

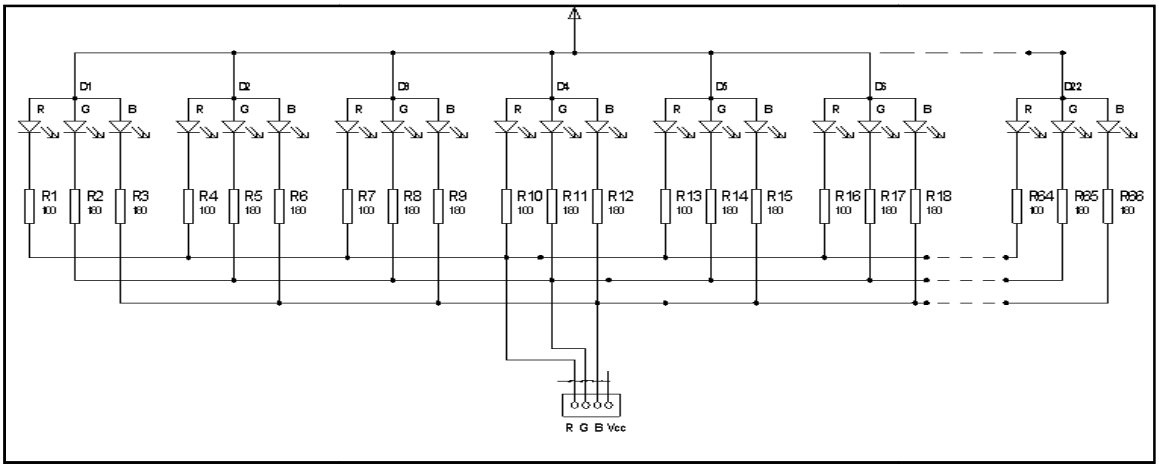


Figura 3.4 Esquema electrónico para el reflector
Fuente: Investigación de campo

Este circuito se encuentra compuesto únicamente por los 22 leds RGB y 66 resistencias. Se escogió un número de 22 leds para que los reflectores no sean muy grandes y queden de un tamaño proporcional al lugar en el que serán empleados.

Internamente cada led está conectado de forma paralela como está definido en su datasheet en el anexo 6, estos leds poseen 4 pines: uno es cátodo y se le diferencia por ser el pin de mayor longitud, este pin es común para los otros 3 pines que

corresponden a cada color (rojo, verde y azul), son suficientes 5V para alimentar el circuito, con la aclaración que se debe colocar una resistencia por cada color de led, es decir, 3 resistencias por cada led rgb para que el sistema sea confiable, no se utiliza una sola resistencia para un led rgb debido a que los leds internos se vuelven más conductores a medida que aumenta su temperatura, con lo que se volvería inestable la distribución de la corriente.

Después de realizar las pruebas correspondientes con distintos valores de corriente y su respuesta en cuanto a intensidad luminosa para lograr el efecto deseado en los colores se llegó a determinar que la corriente promedio que debe atravesar por el led rojo es de 24mA, para el verde y azul una corriente de 9mA, para ello, hay que tener en cuenta que el voltaje de operación de 2 a 2,6V para el rojo y de 3,5 a 4V para el verde y azul. Para este caso se fijó en 2,6V para el rojo y 3,5 para el verde y azul, valores que se encuentran dentro del rango de los valores nominales permitidos.

Se debe tener especial cuidado con el valor de resistencias a usar ya que conviene respetar el valor máximo de corriente, es decir, 40mA que soportan los leds como están especificados en su datasheet para garantizar el buen funcionamiento y desempeño de los mismos.

Según el valor de los voltajes y corrientes seleccionadas para mantener en óptimo estado la vida útil de los leds se procede a calcular el valor de las resistencias mediante los siguientes pasos.

Primero se resta el voltaje de los leds del voltaje de la fuente; esto le da la caída de voltaje que se logra mediante la resistencia. Es decir $Vr = Vcc - Vled$

El próximo paso consiste en dividir la caída de voltaje por la corriente del led, obteniéndose así el valor de la resistencia. Es decir, R = Vr / Iled

Desarrollo:

- Cálculo de resistencia para el led rojo

  Vr = 5V – 2,6V

  Vr = 2,4V

  Rr = 2,4V / 0,024A

  Rrojo = 100 Ω

- Cálculo de resistencia para los leds verde y azul.

  Vgb= 5V – 3,5V

  Vgb = 1,5V

  Rgb = 1,5V / 0,009A

  Rgb = 166 ≈ 180 Ω

Realizados los cálculos se tiene para el led rojo una resistencia de 100 Ω y para los leds verde y azul una de 180 Ω cada uno, con estos valores se logra tener un buen y óptimo efecto visual precautelando el buen desempeño de los componentes con gran eficiencia.

3.3 Simulación de circuitos

Para la simulación de todos los circuitos mencionados se utilizó el programa Proteus 7.5, este programa se compone de cuatro elementos integrados entre sí y estos son: ISIS, ARES, PROSPICE y VSM. Para esta sección se ocupará ISIS, que es la herramienta para la elaboración avanzada de esquemas electrónicos, que incorpora una librería de más de 6000 modelos de dispositivos tanto analógicos como digitales.

La simulación se realizó por partes como se muestra a continuación.

Primero se realizó la simulación del circuito regulador que alimenta al circuito de la LDR de la siguiente manera.

En la ventana principal del programa Proteus se seleccionó los materiales a ser usados, para este caso se usa un alternador fijando su valor en 9V que remplace la función del transformador, además, un puente de diodos y condensadores. Se procede a sacar los elementos seleccionados a la hoja de trabajo realizando las conexiones indicadas en el diseño del circuito. Para simular este pequeño circuito y ver si está regulando, se coloca un osciloscopio a la entrada y a la salida del circuito como se muestra en la siguiente figura y se presiona el botón (play) ubicado en la parte inferior izquierda de la ventana con esto se ejecutará el programa y en este caso se abrirá una ventana en la que se muestre las señales del osciloscopio como se indica en la figura 3.5.

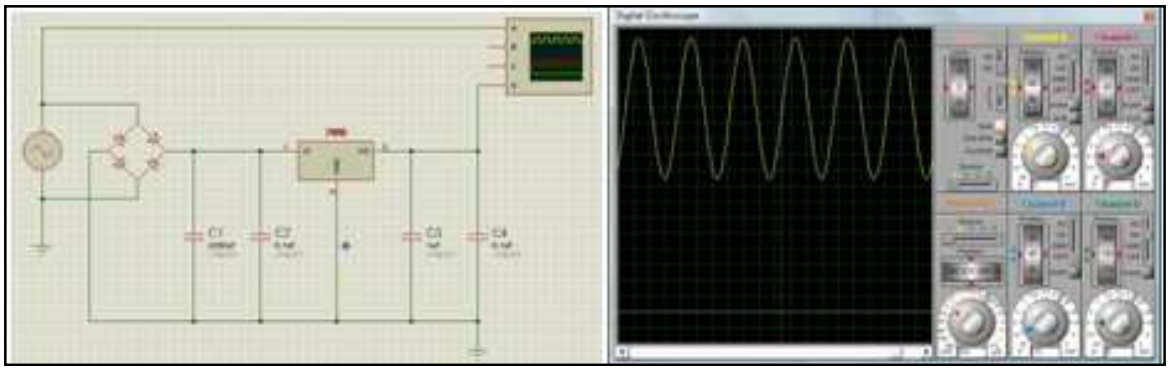


Figura 3.5 Simulación de la fuente de 5V
Fuente: Investigador

Mediante las ondas que estrega el osciloscopio se comprueba en el canal A que el alternador está entregando una señal senoidal que corresponde a un voltaje ac, y en el canal B se observa que a la salida del circuito se obtienen 5Vdc sin rizos. De la misma forma se procede armar el circuito de la LDR como se muestra en la figura 3.6, se buscan los elementos necesarios y se conecta como se indican en los esquemas diseñados, el circuito quedará de esta forma:

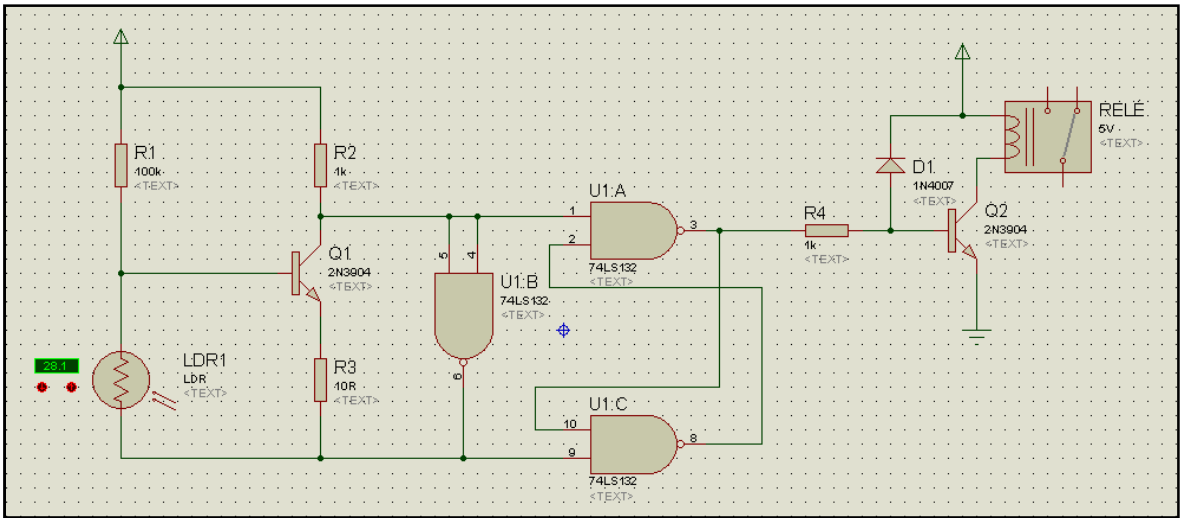


Figura 3.6 Simulación del circuito para LDR
Fuente: Investigador

Considerar que junto al símbolo de la LDR al lado izquierdo se encuentra un pequeño cuadro con dos terminales uno + y otro -, estos terminales sirven para simular el nivel de luz que llega hacia la fotorresistencia, que al momento de simularlo se puede variar para observar el cambio de comportamiento del relé. Para tener una mejor visualización del comportamiento de este circuito es conveniente activar dos opciones: “Show wire voltaje by color” y “Show wire current with arrows” ubicadas en la opción “Animated Circuits Configuration” de la barra de menús “System”.

Posteriormente se acopla este circuito a la salida del circuito regulador y se manda a ejecutar el programa.

Simulando un nivel de luz elevado se tendrá que el relé se mantiene en su estado de inactividad como se muestra a continuación.

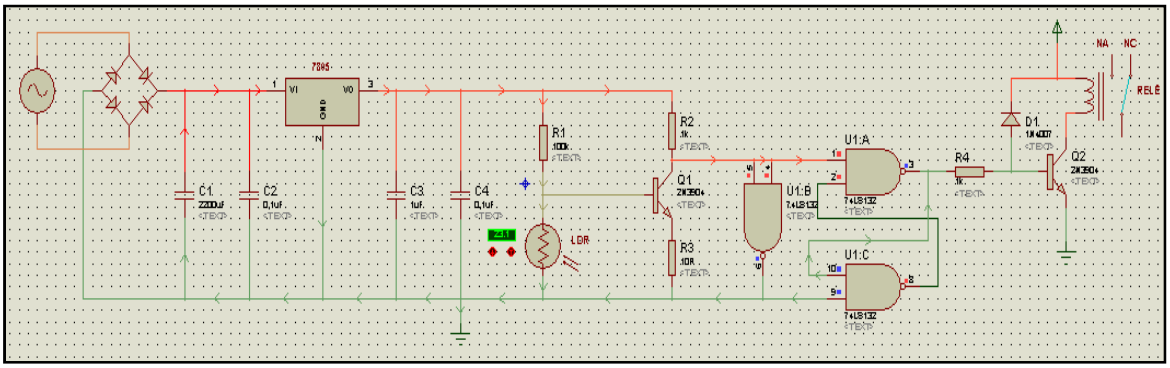


Figura 3.7 Simulación del funcionamiento del relé en presencia de luz
Fuente: Investigador

Al bajar el nivel de luz mediante el terminal – se observa que los contactos del relé cambian de estado y de esta forma activará la fuente de alimentación para PC que va conectada en el contacto NC del relé (la fuente no se encuentra incluida porque es un circuito independiente ya fabricado que no necesita simulación). Mediante el

siguiente gráfico se muestra el comportamiento de la corriente y componentes al haber un bajo nivel de luz.

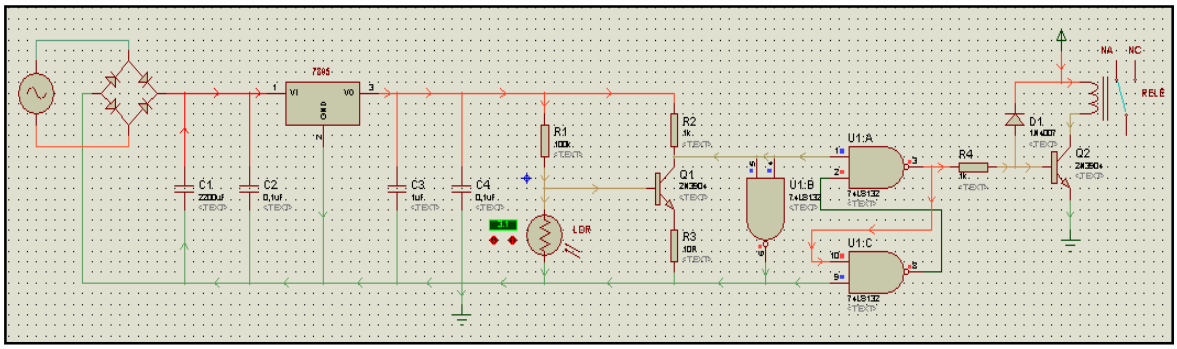


Figura 3.8 Simulación del funcionamiento del relé en ausencia de luz
Fuente: Investigador

Luego se procede armar el circuito de control y los leds para un solo reflector, se empleará uno solo como ejemplo ya que los tres restantes físicamente son lo mismo, solo difieren en la programación.

Puesto que los leds rgb que se emplean son dispositivos nuevos, no se encuentran existentes en la librería del programa se simulará cada led rgb mediante leds normales de color rojo, verde y azul. Se ubica las resistencias, transistores y el atmega8. Para cargar el software realizado, hacer clic derecho e izquierdo sobre el dispositivo en el cual aparecerá la siguiente ventana:

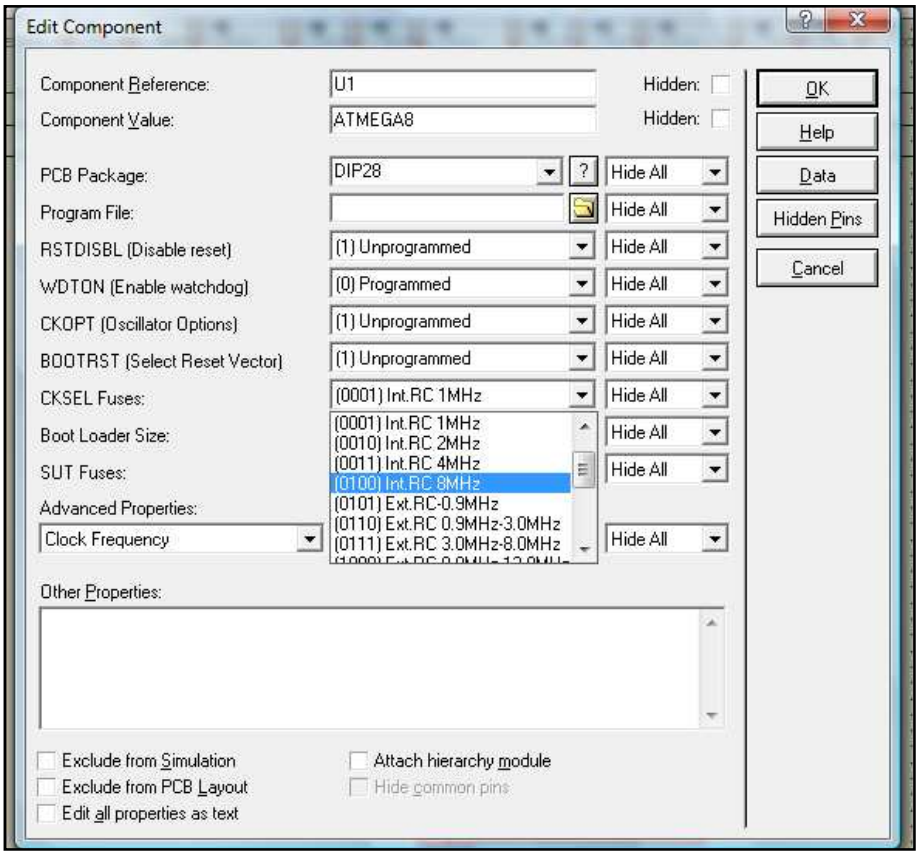
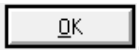


Figura 3.9 Selección del programa y el oscilador en Proteus
Fuente: Investigador

En la opción “CKSEL Fuses” se selecciona el valor del oscilador interno, que debe ser el mismo valor del oscilador que se estableció en el software, es decir, 8MHz. En la misma ventana en la opción “Program file” se encuentra el ícono , al hacer clic se abrirá una nueva ventana para seleccionar el programa que realizará el atmega8. Una vez seguidos estos pasos se presiona en  , se manda a ejecutar el programa y se obtendrá la visualización de la figura 3.10.

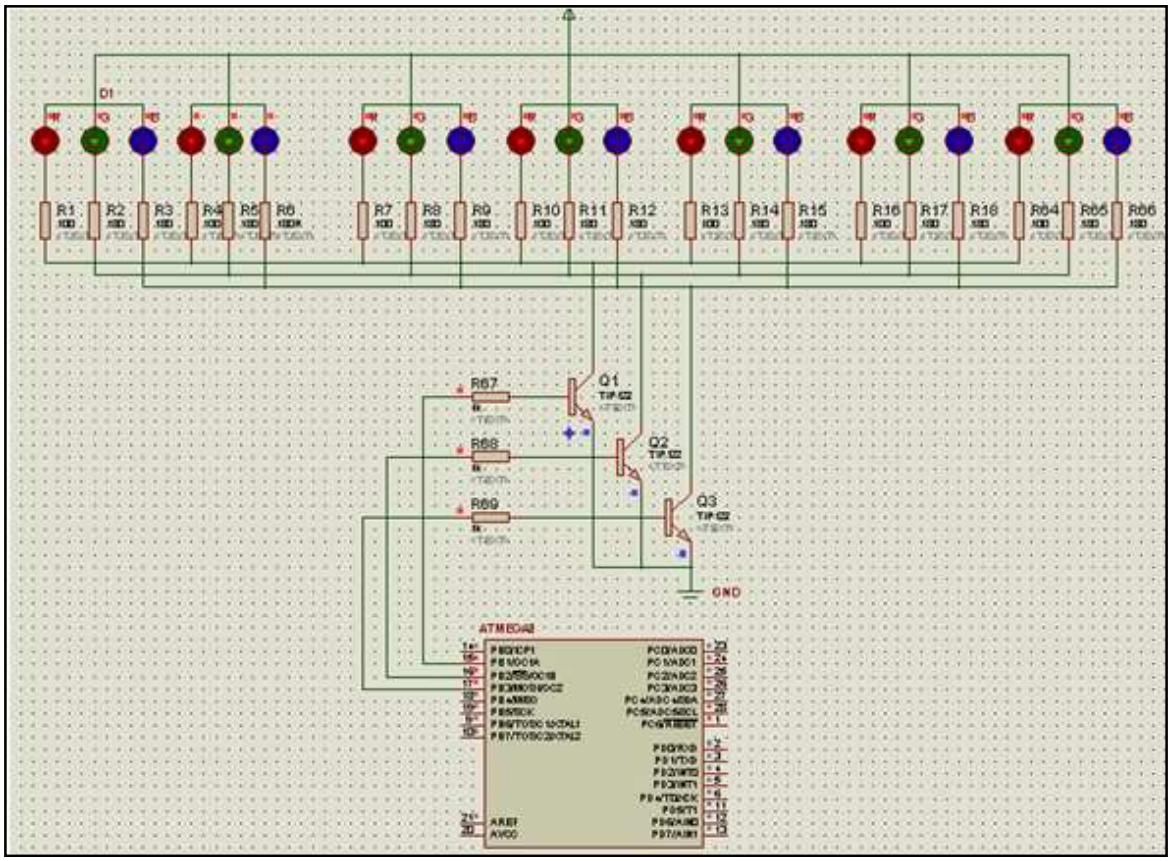


Figura 3.10 Simulación de la secuencia de colores
Fuente: Investigador

En este caso no se podrán observar los colores como realmente son, puesto que es una simulación, pero se notará el orden en el que se activa o desactiva cada color.

Para verificar si está bien realizada la programación de la secuencia, se ubica un osciloscopio en cada led para observar como aumenta o disminuye el ancho de pulso de cada uno como se muestra en la figura 3.11

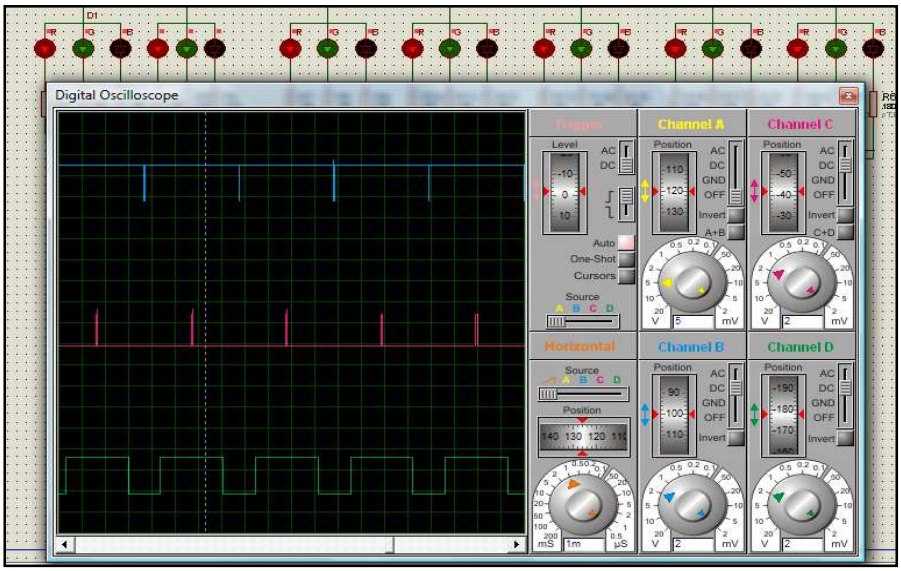


Figura 3.11 Señales de PWM de los leds
Fuente: Investigador

De esta forma se puede comprueba que el diseño de los circuitos si funciona virtualmente, ahora se continúa con las pruebas reales que se harán en el protoboard, una vez pasadas estas pruebas se puede decir que los circuitos funcionan correctamente.

3.4 Pruebas en el protoboard

Se procedió armar en el protoboard un modelo de lo que sería el reflector a construir, en esta fase se observó de forma real mediante el osciloscopio la forma de operación de los leds a medida que aumenta o disminuye el voltaje a través de ellos y también mediante un amperímetro medir la corriente que consumen los 22 leds que conforman un solo reflector.

El consumo de corriente de cada reflector fluctuó durante toda la secuencia desde los 0,2A a 0,9A.

Si se compara los valores observados con los cálculos en el diseño del circuito en que se establecía una corriente de 24mA para el color rojo y 9mA para los colores verde y azul, se sabrá que el sistema está funcionando correctamente.

Para encontrar el consumo total de un reflector usando los valores teóricos anteriormente planteados, se tiene que multiplicar el valor de la corriente por el número de leds, se realiza esta operación por cuanto los leds se encuentran conectados en paralelo, entonces tenemos:

- Rojo = 24mA x 22
  Rojo = 528mA = 0,52A

- Verde = 9mA x 22
  Verde = 198mA= 0,19A

- Azul = 9mA x 22
  Azul = 198mA = 0,19A

El consumo teórico total será: 0,52A + 0,19A + 0,19A = 0,9A

Entonces, el consumo de corriente total de los cuatro reflectores será de:

0,9A x 4 = 3,6A suponiendo que todo el tiempo permanecen en su máxima intensidad.

Es necesario también encontrar la potencia que consumen los cuatro reflectores sabiendo que se les aplica 5V y consumen 3,6A.

$P = V \times I$

$P = 5V \times 3,6A$

$P = 18W$

Obtenidos estos datos, se pasa a la comparación entre las lámparas incandescentes anteriormente usadas con los nuevos reflectores instalados para ver cuál de ellos resultará más económico.

La empresa eléctrica factura la energía eléctrica consumida en kilowatts hora, es decir, la potencia que consumen los dispositivos por el número de horas que permanecen encendidos. La variable del tiempo será fijada en 5 horas que es el tiempo aproximado que se requiere de iluminación artificial, entonces:

- Lámparas anteriores
  Son 4 incandescentes de 80W cada una, la potencia total es la suma, es decir, 320W.
  Consumo eléctrico total = 320W x 5h = 1600W-h = 1,6KW-h

- Reflectores de leds actuales
  Consumo eléctrico total = 18W x 5h = 90W-h = 0,09KW-h

Con una simple regla de tres se puede determinar que los reflectores ocupan el 5,6% de energía que ocupaban las lámparas incandescentes, es decir, mediante el remplazo de las incandescentes por los leds se obtiene un ahorro del 94,4%.

Con la aclaración que los reflectores no pasan encendidos solo 5 horas sino aproximadamente 10 horas debido a que su apagado es automático cuando el nivel de la luz del día sea elevado. A continuación se harán los cálculos para el doble de tiempo, que será aproximadamente el tiempo real que permanecerán encendidas.

- Consumo eléctrico total = 18W x 10h = 180W-h = 0,18KW-h

Nótese que duplicando las horas de trabajo los leds ocupan el 13,5% de lo que consumía las incandescentes, y se ahorra en este caso el 86,5% de energía.

De esta forma se constata que existe un elevado ahorro de energía mediante el uso de leds de potencia y se continúa con el diseño de las placas que se explica en el siguiente punto.

3.5 Diseño de placas

Para esta fase se utilizará el programa ARES, que es una herramienta para la elaboración de placas de circuito impreso con posicionador automático de elementos y generación automática de pistas.

En este programa aparece la lista de todos los dispositivos que fueron simulados en ISIS, sólo resta ubicarlos en la hoja de trabajo de la manera más conveniente en el menor espacio posible.

En la figura 3.12 se muestra como ejemplo la forma como aparecen los dispositivos en la hoja de trabajo en ARES antes de mandar a rutear.

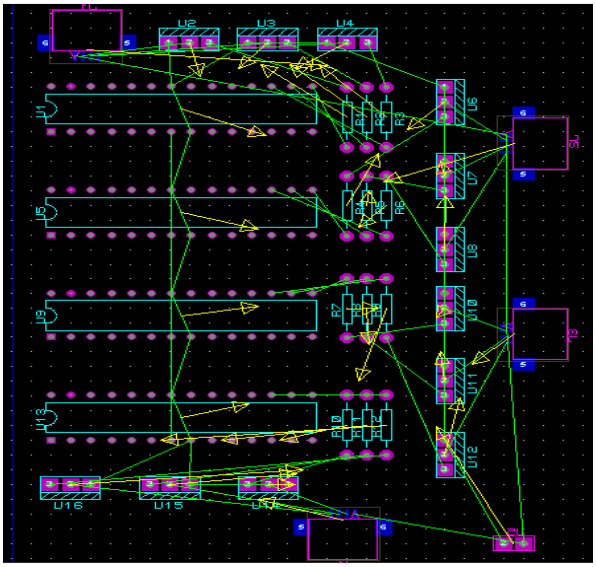


Figura 3.12 Ejemplo de una hoja de trabajo en ARES
Fuente: Investigador

Luego de ubicar todos los componentes se hace clic en el ícono “Auto-router” en la parte superior de la barra de herramientas. En ese momento se abre la ventana mostrada en la siguiente figura:

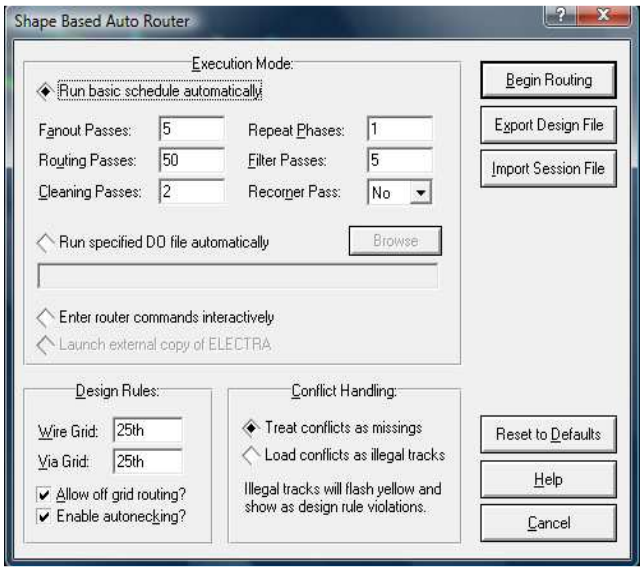


Figura 3.13 Ventana en ARES para configuración de pistas
Fuente: Investigador

Aquí se escoge el grosor de las pistas, el espacio entre ellas, etc, una vez seleccionados los valores se hace clic en Begin Routing y el programa empezará a buscar automáticamente rutas para establecer las pistas.

Para el ejemplo anterior es resultado es el siguiente:

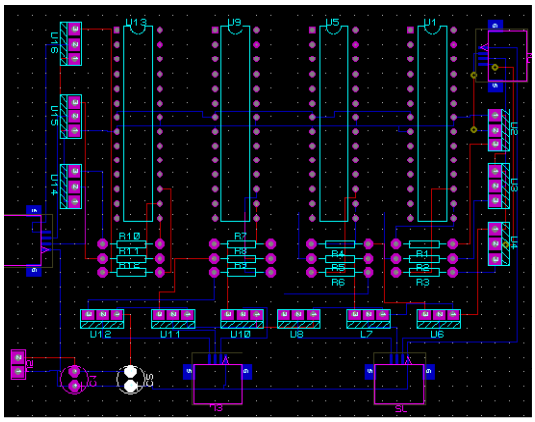


Figura 3.14 Ejemplo de ruteo
Fuente: Investigador

El diseño final se muestra en la figura 3.15, en él se encuentran solo las pistas, este es el modelo que se debe imprimir para pasar a la baquelita.

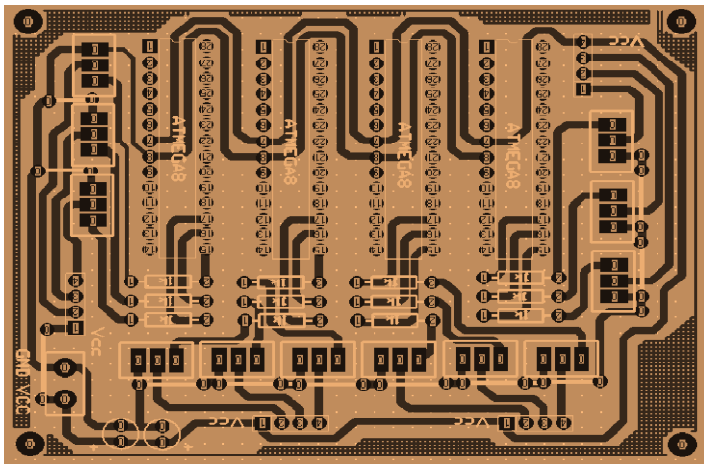


Figura 3.15 Placa del circuito controlador
Fuente: Investigador

Se procedió de igual forma para el resto de circuitos. El modelo de la placa que conformará el reflector se muestra en la figura 3.16, a diferencia que este diseño se realizará en fibra de vidrio por cuestiones estéticas.

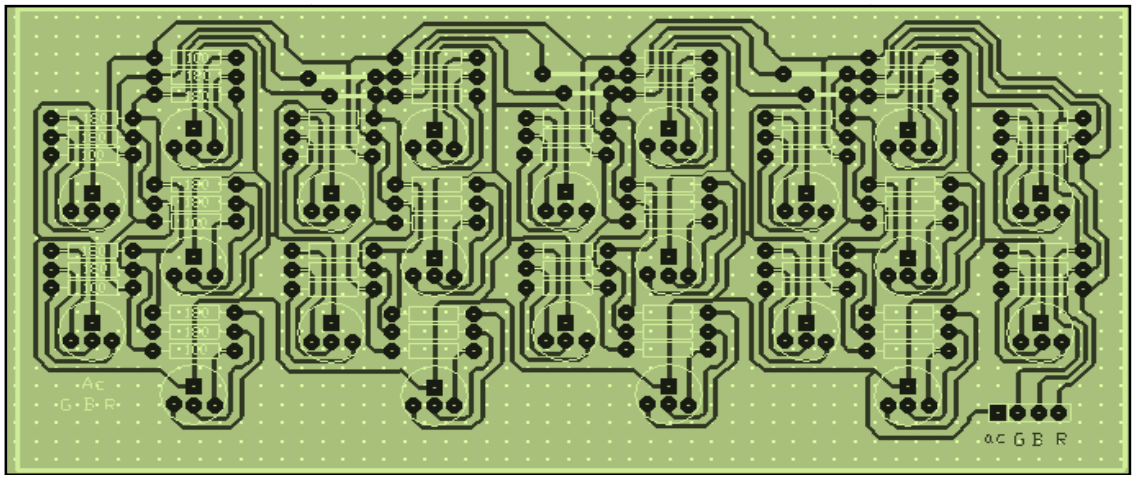


Figura 3.16 Placa para el circuito del reflector
Fuente: Investigador

La placa para la LDR es la siguiente:

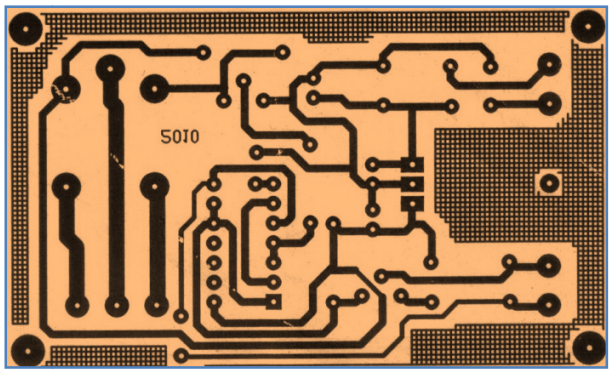


Figura 3.17 Pistas del circuito regulador y LDR
Fuente: Investigador

Una vez listas las placas, se deben realizar las perforaciones correspondientes y soldar los elementos.

3.6 Implementación del software

Para la programación de los microcontroladores se utilizó el programa Bascom-AVR, este programa es un compilador basic en Windows para la familia de microcontroladores AVR. En esta sección se realizaron tres programas similares de manera que realicen secuencias de colores diferentes para obtener un mejor efecto visual.

Para que se pueda ver un cambio gradual en los colores se debe trabajar mediante la variación del voltaje que pasa por cada led, es decir, se usó PWM, de esta forma cada color de led se encenderá y apagará de forma gradual, evitando los cambios bruscos de colores como ocurriría si los leds tuviesen solo dos estados, encendido o apagado.

El programa que se describe a continuación se encargará de realizar la siguiente secuencia de colores: azul, magenta, rojo, naranja, blanco, cian y verde. Esta secuencia será aplicada para los reflectores 1 y 4 (la ubicación de los reflectores se encuentra en el anexo 8).

```
$regfile = "m8def.dat"                    'MICROCONTROLADOR A USAR ATMEGA8
$crystal = 8000000                        'OSCILADOR DE 8MHz
Config Portb.1 = Output                   'DEFINE LOS PUERTOS COMO SALIDAS
Config Portb.2 = Output
Config Portb.3 = Output

        'CONFIGURACIÓN DEL TIMER1 COMO PWM
Config Timer1 = Pwm , Pwm = 8 , Compare A Pwm = Clear Up , Compare B Pwm =
Clear Up , Prescale = 64

        'CONFIGURACIÓN DEL TIMER2
Config Timer2 = Pwm , Compare Pwm = Clear Down , Prescale = 64
Dim R As Byte                             'DEFINE LAS VARIABLES
Dim G As Byte
Dim B As Byte

R = 255                                   'INICIA COMO APAGADO
G = 255
B = 255
```

```
Compare1a = R
Compare1b = G
Ocr2 = B
Waitms 50

Do
        'ENCENDER AZUL
 For B = 254 To 5 Step -1
 Waitms 2
 Compare1a = R
 Compare1b = G
 Ocr2 = B
 Next
 Wait 3

        'MANTENER AZUL Y ENCENDER ROJO
 For R = 254 To 5 Step -1
 Waitms 50
 Compare1a = R
 Compare1b = G
 Ocr2 = B
 Next
 Wait 1

        'APAGAR AZUL Y MANTENER ROJO
 For B = 4 To 253 Step 1
 Waitms 40
 Compare1a = R
 Compare1b = G
 Ocr2 = B
 Next
```

```
Wait 2

        'MANTENER ROJO Y ENCENDER VERDE
For G = 254 To 1 Step -1
Waitms 50
Compare1a = R
Compare1b = G
Ocr2 = B
Next
Wait 1

        'MANTENER ROJO, MANTENER VERDE Y ENCENDER AZUL
For B = 253 To 3 Step -1
Waitms 50
Compare1a = R
Compare1b = G
Ocr2 = B
Next
Wait 1

        'APAGAR ROJO, MANTENER VERDE Y MANTENER AZUL
For R = 4 To 253 Step 1
Waitms 40
Compare1a = R
Compare1b = G
Ocr2 = B
Next
Wait 2

         'APAGAR AZUL Y MANTENER VERDE
For B = 6 To 253 Step 1
```

```
 Waitms 40
 Compare1a = R
 Compare1b = G
 Ocr2 = B
 Next
 Wait 3

        'APAGAR VERDE
 For G = 10 To 250 Step 1
 Waitms 5
 Compare1a = R
 Compare1b = G
 Ocr2 = B
 Next
Loop
End
```

El programa para el reflector 2 ubicado en la parte superior izquierda cumplirá la siguiente secuencia de colores: verde, cian, azul, magenta, blanco, naranja y rojo. Los tiempos fueron cambiados para observar mayor cambio con los reflectores más próximos y evitar que coincidan constantemente colores iguales entre ellos.

```
$regfile = "m8def.dat"
$crystal = 8000000

Config Portb.1 = Output
Config Portb.2 = Output
Config Portb.3 = Output
```

```
Config Timer1 = Pwm , Pwm = 8 , Compare A Pwm = Clear Up , Compare B Pwm =
Clear Up , Prescale = 64

Config Timer2 = Pwm , Compare Pwm = Clear Down , Prescale = 64

Dim R As Byte
Dim G As Byte
Dim B As Byte
R = 255
G = 255
B = 255
Compare1a = R
Compare1b = G
Ocr2 = B
Waitms 50

Do
        'ENCENDER VERDE
 For G = 254 To 5 Step -1
 Waitms 5
 Compare1a = R
 Compare1b = G
 Ocr2 = B
 Next
 Wait 3

        'MANTENER VERDE Y ENCENDER AZUL
For B = 254 To 5 Step -1
 Waitms 60
 Compare1a = R
 Compare1b = G
```

```
Ocr2 = B
Next
Wait 1

        'APAGAR VERDE Y MANTENER AZUL
For G = 4 To 253 Step 1
Waitms 50
Compare1a = R
Compare1b = G
Ocr2 = B
Next
Wait 2

        'ENCENDER ROJO Y MANTENER AZUL
For R = 254 To 1 Step -1
Waitms 60
Compare1a = R
Compare1b = G
Ocr2 = B
Next
Wait 1

        'MANTENER ROJO, MANTENER AZUL Y ENCENDER VERDE
For G = 253 To 3 Step -1
Waitms 50
Compare1a = R
Compare1b = G
Ocr2 = B
Next
Wait 1
```

```
        'APAGAR AZUL, MANTENER ROJO Y MANTENER VERDE
 For B = 4 To 253 Step 1
 Waitms 50
 Compare1a = R
 Compare1b = G
 Ocr2 = B
 Next
 Wait 2

        'APAGAR VERDE Y MANTENER ROJO
 For G = 6 To 253 Step 1
 Waitms 60
 Compare1a = R
 Compare1b = G
 Ocr2 = B
 Next
 Wait 3

        'APAGAR ROJO
 For R = 10 To 250 Step 1
 Waitms 5
 Compare1a = R
 Compare1b = G
 Ocr2 = B
 Next
Loop
End
```

El programa para el reflector 3 que es el ubicado en la parte superior derecha cumplirá la siguiente secuencia: rojo, naranja, verde, cian, blanco, magenta y azul.

De igual manera se modificó los tiempos para evitar constantes igualdades con los colores de los reflectores que se encuentran a sus costados.

```
$regfile = "m8def.dat"
$crystal = 8000000

Config Portb.1 = Output
Config Portb.2 = Output
Config Portb.3 = Output

Config Timer1 = Pwm , Pwm = 8 , Compare A Pwm = Clear Up , Compare B Pwm =
Clear Up , Prescale = 64

Config Timer2 = Pwm , Compare Pwm = Clear Down , Prescale = 64

Dim R As Byte
Dim G As Byte
Dim B As Byte
R = 255
G = 255
B = 255
Compare1a = R
Compare1b = G
Ocr2 = B
Waitms 50

Do
        'ENCENDER ROJO
 For R = 254 To 5 Step -1
 Waitms 3
 Compare1a = R
 Compare1b = G
```

```
Ocr2 = B
Next
Wait 3

        'MANTENER ROJO Y ENCENDER VERDE
For G = 254 To 5 Step -1
Waitms 60
Compare1a = R
Compare1b = G
Ocr2 = B
Next
Wait 1

        'MANTENER VERDE Y APAGAR ROJO
For R = 4 To 253 Step 1
Waitms 35
Compare1a = R
Compare1b = G
Ocr2 = B
Next
Wait 2

        'ENCENDER AZUL Y MANTENER VERDE
For B = 254 To 1 Step -1
Waitms 60
Compare1a = R
Compare1b = G
Ocr2 = B
Next
Wait 1
```

```
        'ENCENDER ROJO, MANTENER AZUL Y MANTENER VERDE
For R = 253 To 3 Step -1
 Waitms 50
 Compare1a = R
 Compare1b = G
 Ocr2 = B
 Next
 Wait 1

        'APAGAR VERDE, MANTENER ROJO Y MANTENER AZUL
 For G = 4 To 253 Step 1
 Waitms 40
 Compare1a = R
 Compare1b = G
 Ocr2 = B
 Next
 Wait 2

        'APAGAR ROJO Y MANTENER AZUL
 For R = 6 To 253 Step 1
 Waitms 40
 Compare1a = R
 Compare1b = G
 Ocr2 = B
 Next
 Wait 3

        'APAGAR AZUL
For B = 10 To 250 Step 1
Waitms 5
Compare1a = R
```

```
Compare1b = G
Ocr2 = B
Next
Loop
End
```

Una vez realizados los correspondientes programas se los debe compilar para verificar si hay algún error en cuanto a la estructuración del mismo, para esto se presiona F7 o haciendo clic en la opción “Compile” ubicada en la barra de herramientas “Program”. De no haber errores, aparecerá una ventana para escoger la ubicación en donde se desea guardar el programa. La extensión del nombre del programa será .bas en caso de querer abrirlo desde otra ubicación que no sea Bascom-AVR.

3.7 Implementación Física

Para la instalación propia del sistema completo en primer lugar se colocaron en cajas las placas realizadas, se tiene un total de tres cajas como se muestra en el anexo 9, una caja corresponde al circuito del sensor, la segunda es de la fuente de alimentación para PC y la tercera caja es la del control de la cuál salen las conexiones hacia los cuatro reflectores.

Los reflectores usados tienen dos características principales que son su sección transversal parabólica y un acabado dispersor como se muestra en el anexo 10. Posee un acabado dispersor debido al estampado uniforme que poseen sus láminas reflectoras internas, esto se obtiene mediante un proceso denominado martilleo y

sirve para ayudar a suavizar las discontinuidades en la distribución de la luz. Se escogió que el reflector sea de sección transversal parabólica de modo que refleje rayos paralelos o los propios emitidos por los leds.

Como los reflectores a utilizar fueron comprados, fue necesario desarmarlos para poder colocar dentro las placas con los leds y sus respectivos conectores externos, una vez armados los reflectores, se continuó con la colocación de las cajas en la parte central del jardín al lado izquierdo superior indicado en el anexo 11 para evitar que llegue a ellas la humedad o el agua que generalmente riegan sobre las plantas.

Se realizó un previo diseño de la forma cómo van a ir colocados los reflectores para poder saber que materiales se van a necesitar para la instalación, y fueron:

- 4 canaletas
- 3m de cable gemelo 16
- 5m de cable gemelo 18
- 1 interruptor simple
- Cajetín plástico rectangular
- 10m de manguera anillada
- Tacos Fisher con tornillos

3.8 Pruebas y análisis de resultados

Se realizó la instalación colocando las tres cajas en la parte posterior central del jardín, dos reflectores en la parte de abajo a los extremos y los otros dos en la parte media, en esta prueba se notó que la ubicación de las lámparas centrales no era

conveniente porque no se logró la intensidad de luz deseada debido a que los reflectores se encontraban fuera de la pared vertical en donde no se podía apreciar bien la potencia de los mismos, además esta ubicación no era segura por cuanto si las personas se sentaban en el borde del jardín corrían el riesgo de golpearse la cabeza al levantarse, o en su defecto provocar algún daño en el proyector, por lo que se decidió colocar los mismos más adentro de manera que no obstaculice de ninguna manera, de esta forma también se optimizó la apreciación de la luz, ya que al estar más adentro y ser más oscuro se ve mejor los colores.

Otro aspecto que se cambió es la ubicación de la caja de la LDR, esta se la movió hacia delante de manera que esté más expuesta a la luz natural, ya que al estar ubicada junto a las otras cajas el sensor no apreciaba directamente la luz natural, sino la sombra proveniente del techo, provocando que el sistema se encienda aún cuando externamente estaba claro.

Realizados los cambios anteriormente nombrados se mantuvo conectado el sistema por algunos días para comprobar su operatividad y verificar que no existan alteraciones.

Los resultados que se obtuvieron fueron significativos tanto en la parte estética donde fue notable el cambio del jardín de un lugar monótono a uno sofisticado, como en la parte cuantitativa que es el bajo consumo eléctrico que fue demostrado al finalizar la realización de las pruebas en el protoboard.

3.9 Gastos realizados

Para la implementación de este proyecto se determinaron los siguientes rubros:

3.9.1 Costos Primarios

Aquí se incluyen los gastos referentes a materiales utilizados para la construcción e implementación del proyecto, y se los sintetiza en la tabla 3.1

Tabla 3.1 Costos primarios generales del proyecto

Materiales	**Cant.**	**V. unitario (dólares $)**	**V. Total (dólares $)**
LED`s RGB	88	1,2	105,6
Resistencias	280	0,05	14
Transistores	12	1,15	13,8
Microcontroladores	4	5	20
Fuente para PC	1	20	20
Reflectores	4	10	40
Fibra de vidrio	4	15	60
Cajas	2	6	12
Material de ferretería		18	18
Material eléctrico		40	40
SUBTOTAL			343,4

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Jeniffer Chuquín

3.9.2 Costos Secundarios

En la tabla 3.2 se encuentran los gatos secundarios que están relacionados indirectamente con la realización del proyecto.

Tabla 3.2 Costos Secundarios

Descripción	**V. Unitario (dólares $)**	**V. Total (dólares $)**
Derechos de ascesor	120	120
Internet	0,8	40
Tinta para impresora	9	18
Material de papelería		25
SUBTOTAL		203

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Jeniffer Chuquín

3.9.3 Costo Total

El costo total se representa en la tabla 3.3 que es la unión de los costos primario y secundario como se muestra a continuación.

Tabla 3.3 Costo total

Costo Primario	343,4
Costo Secundario	203
TOTAL	$ 546,4

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Jeniffer Chuquín

3.10 Análisis costo-beneficio

Se determinó anteriormente el beneficio que aportan los nuevos reflectores en cuanto al ahorro de energía, ahora se establecerá su beneficioso económico comparándolo con el gasto que producían las anteriores luminarias. Para esto, se requiere saber que el valor que establece la empresa eléctrica por el consumo de 1KWh es de 9,6 centavos de dólar actualmente.

El consumo que generaba el grupo de las lámparas incandescentes en un día era de 1.6KWh, para establecer el consumo en un mes, se multiplica por 23 que es el número de días aproximado en el mes en el que se las enciende.

Entonces: 1.6KWh X 23 = 36.8KWh al mes

Ahora se multiplica este valor por el precio del kilovatio establecido por la empresa eléctrica, es decir, 36.8 X 0.096 = 3.54 (tres dólares con cincuenta y cuatro centavos)

El consumo generado actualmente por el conjunto de reflectores de led`s es de 0.18KWh en el doble de tiempo que permanecerán encendidos, siguiendo el mismo procedimiento anterior se tiene:

0.18KWh X 23 = 4.14KWh al mes

4.14 X 0.096 = 0.4 (cuarenta centavos de dólar)

El ahorro energético es bastante significativo, por el momento el ahorro económico no es muy considerable debido a que solo fueron remplazadas cuatro lámparas, pero a la larga el costo total no representará un gasto sino una inversión.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Mediante los cálculos realizados se determinó que el conjunto de luminarias incandescentes que existían instaladas en el jardín del patio rojo del ITSA generaban un consumo eléctrico de 1,6 KWh en cinco horas que se estima que permanecían encendidas en un día.
- Se trabajó con señales de PWM para variar la intensidad de luminosidad de cada color y obtener así una amplia gama de colores, además, se puede realizar cualquier cambio que se desee en la secuencia de colores mediante la programación de los microcontroladores en el circuito de control.
- Los led`s ultra brillantes son hasta la actualidad la mejor opción para ahorrar energía en iluminación, son los dispositivos más efectivos en cuanto a poco consumo de energía con elevado rendimiento lumínico.
- Los led`s utilizados tienen un costo elevado a comparación con el resto de dispositivos de iluminación; pero a largo plazo, con el gran ahorro que producen y sus innumerables ventajas, se convierten en la mejor de las inversiones.
- El conjunto de los nuevos reflectores instalados generan un consumo de 0.18KW en un día, permaneciendo estas encendidas durante 10 horas.
- El monto mensual que el instituto pagaba por la iluminación del patio rojo era de 3 dólares con 54 centavos aproximadamente, y en la actualidad facturará menos de 40 centavos de dólar. Ahorrando más del 85% de dinero.

4.2 Recomendaciones

- Para el control de los led`s es esencial conocer sus características de operación al igual que los valores de voltajes y corrientes permitidas para potenciar sus características y mantenerlos en buen estado.
- Se recomienda direccionar de manera adecuada los reflectores para tener una mayor ganancia de luminosidad, es decir, enfocarlas específicamente donde se desea iluminar.
- Los colores neutros como el negro, tienden absorber los haces de luz emitidos por los reflectores y no permiten que los mismos sean reflejados en otros objetos, por eso se recomienda cubrir con césped toda la sección para aprovechar los haces luminosos del reflector y a su vez aportar el mejoramiento de la imagen del jardín.
- Evitar que el agua caiga sobre los reflectores cuando rieguen las plantas del jardín, estos se encuentran herméticamente sellados pero es mejor evitar que se produzca algún daño.
- Como se pudo observar el ahorro energético con que aportan estos dispositivos es bastante grande, por lo que se recomienda emplear este tipo de iluminación en más lugares para obtener un ahorro económico considerable.
- Se solicita a quien corresponda, no desconectar la fuente del circuito puesto que como se demostró no consume mucha energía.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Dopado: Introducir en un semiconductor impurezas con el fin de modificar su comportamiento.

Risc: Conjunto de partículas o rayos luminosos de un mismo origen, que se propagan sin dispersión

Interface: Conexión e interacción entre hardware, software y el usuario.

Fotorreceptor: Receptor sensorial destinado a captar luz. En el ser humano los fotorreceptores son células que se localizan en la retina

Haz: Conjunto de partículas o rayos luminosos de un mismo origen, que se propagan sin dispersión

PWM: es una técnica de modulación en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica para,

Incandescente: Dícese de la materia cuando, por efecto del calor, toma color rojo o blanco luminoso

Oscilador: es un sistema capaz de crear perturbaciones o cambios periódicos o cuasiperiódicos en un medio, ya sea un medio material (sonido) o un campo electromagnético

BIBLIOGRAFÍA

Curso Práctico de Electrónica Moderna, CEKIT S.A 1998, Pereira-Colombia, pag 424

VALENCIA Ramiro (diciembre 2008), Aplicaciones electrónicas con microcontroladores, 1.

http://es.wikipedia.org/wiki/Transistor

http://edison.upc.edu/curs/llum/fotometria/magnitud.html

http://es.wikipedia.org/wiki/Color

http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/10016/6826/1/PFC_Rocio_Galvez_Castillo.pdf

http://canbus.galeon.com/pintura/colorimetria.htm

http://www.todopic.com.ar/led.html

http://www.monografias.com/trabajos60/diodo-led/diodo-led.shtml

http://html.rincondelvago.com/fuentes-conmutadas.html

http://es.wikipedia.org/wiki/Fuente_conmutada

http://www.monografias.com/trabajos14/flipflop/flipflop.shtml

http://www.clubse.com.ar/DIEGO/NOTAS/3notas/nota19.htm

http://es.wikipedia.org/wiki/Disparador_Schmitt

http://exp-grafica.uma.es/Profesores/www jrad/document/luminotecnia/reflectores.pdf

http://www.datasheetcatalog.net

http://es.wikipedia.org/wiki/Fotorresistencia

http://html.rincondelvago.com/compuertas-logicas_1.html

http://www.itescham.com/Syllabus/Doctos/r759.PDF

ANEXOS

ANEXO 1

ANTEPROYECTO DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico es una institución de educación superior comprometida con el proceso de enseñanza y aprendizaje de ciencias aeronáuticas y de tipo industrial. Está ubicado en la Provincia de Cotopaxi cantón Latacunga en la calle Xavier Espinoza y Av. Amazonas, en los últimos años se ha encargado de la formación de profesionales comprometidos con el desarrollo aeroespacial, empresarial y cuidado del medio ambiente.

Es por eso que como estudiantes el cuidado del ambiente debe ser prioritario dentro de toda actividad especialmente tecnológica, tomar en cuenta que el uso indiscriminado de la energía eléctrica es uno de los sucesos más perjudiciales para el entorno ambiental.

La falta de ahorro de energía es un problema que no ha sido solucionado por completo dentro de la institución desde hace mucho tiempo por diversas causas como: la despreocupación de todo el personal en cuanto al apagado de luces y equipos que no se están utilizando, uso de lámparas de alto consumo, deterioro de materiales y equipos por falta de mantenimiento y remplazo, conexiones desproporcionadas, por desconocimiento y falta de conciencia sobre el efecto ambiental que provoca la generación de energía eléctrica.

El alto consumo eléctrico representa principalmente un elevado costo económico para la institución, desperdiciando recursos que pueden ser mejor empleados en otros sectores primordiales para la misma.

De no tomar las medidas preventivas para el ahorro de energía se seguirán desperdiciando los recursos económicos con los que cuenta el instituto, y sobre todo seguiremos siendo partícipes del aumento del calentamiento global, sin tomar en cuenta que dentro de la misión como institución consta también el cuidado del ambiente.

Por lo que se requiere optar por una opción tecnológica para eficienciar y fomentar el ahorro de energía eléctrica, darle un uso racional, y por ende preservar el ambiente.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo contribuir al ahorro de energía eléctrica en las instalaciones del ITSA mediante la implementación de una nueva tecnología en iluminación de bajo consumo?

1.3 Justificación

El ahorro de energía eléctrica en iluminación es de vital importancia para disminuir los costos por consumo y para contribuir a mantener el ecosistema en equilibrio, ya que a menor producción, menor contaminación.

Este ahorro se puede lograr mediante la implementación de una nueva tecnología que permita consumir menor cantidad de energía de la que actualmente se consume, ya que la energía que se ahorra es una importante reserva de recursos preciosos y agotables.

Las instalaciones del ITSA cuentan con un continuo abastecimiento de energía eléctrica necesaria para realizar cualquier actividad, pero la falta de conocimiento de las personas no permite el ahorro de la misma.

Por ende, el ITSA gozará de todos los beneficios directos al contar con un sistema de iluminación que consuma menor cantidad de energía eléctrica, además de la información para que los estudiantes conozcan sobre los sistemas de iluminación artificial que existen en la actualidad.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Contribuir al ahorro de energía eléctrica en las instalaciones del ITSA mediante la implementación de una nueva tecnología en iluminación que permita disminuir el gasto por consumo eléctrico.

1.4.2 Objetivos específicos

- Recopilar información, así como indagar a personas expertas en el tema acerca de nuevos dispositivos que permitan el ahorro de energía.

- Analizar las alternativas de cada método por separado destacando sus principales características.
- Establecer comparaciones entre los dispositivos encontrados para reconocer el más eficiente y de menor consumo.
- Determinar y describir el método más beneficioso y efectivo que ayude a la resolución del problema.

1.5 Alcance

El siguiente trabajo pretende brindar todos los beneficios al ITSA, ya que se convertirá en el punto de partida para reducir el gasto por consumo eléctrico de sus instalaciones, y para todas aquellas personas que estén relacionadas con la institución, mediante la disponibilidad de toda la información recopilada durante esta investigación para quienes deseen conocer sobre los dispositivos actuales que ayuden en el ahorro de energía.

CAPÍTULO II

PLAN METODOLOGICO

2.1 Modalidad Básica de la Investigación

Esta investigación utilizará las siguientes modalidades básicas:

- **De campo:** Se utiliza esta modalidad porque se va a llegar a las personas conocedoras sobre dispositivos actuales de iluminación limitándonos a observar y recopilar información mediante una entrevista y encuesta.
- **Bibliográfica documental:** Se recurrirá a libros, revistas e internet para recopilar información acerca de las nuevas tecnologías en iluminación que se necesita para nuestro trabajo.

2.2 Tipos de Investigación

Con el propósito de cumplir con los objetivos planteados, se ha escogido el siguiente tipo de investigación:

- **No experimental:** Debido a que se investigarán varios dispositivos de iluminación artificial de bajo consumo, se procederá a compararlos y luego a establecer cuál de ellos es el más eficiente y el mejor para ponerlo en práctica en la institución.

2.3 Niveles de Investigación

- **Descriptivo:** Se pretende recolectar datos para describir y especificar las propiedades y características de cada dispositivo investigado para el ahorro de energía.
- **Correlacional:** Después de describir las principales características de los dispositivo, estos serán evaluados y comparados para presentar un panorama claro de cuál de ellos es el más efectivo.

2.4 Universo, Población y Muestra

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico es considerado como el universo de la investigación y el escenario en el cuál se realizará la observación respectiva, la población implica al personal docente y estudiantes de la carrera de electrónica. En este caso se empleará la muestra no probabilística debido a que la selección no es aleatoria sino destinada a un pequeño grupo de 15 estudiantes de último nivel y 5 docentes, a quienes se les realizará una encuesta.

2.5 Recolección de datos

2.5 Técnicas:

- **Bibliográfica:** Mediante esta técnica vamos a recolectar información que consta en internet y libros para ampliar el conocimiento sobre el tema.
- **De campo:** Con esta técnica existirá contacto concreto con personas que dominen el tema a través de la entrevista personal que proporcionará valiosos aportes teórico prácticos para el desarrollo de la presente investigación. También se realizará un cuestionario autoadministrado para determinar

directamente la aceptación y el grado de conocimiento que se tiene sobre los dispositivos actuales de bajo consumo para el ahorro de energía.

2.6 Procesamiento de la información

Una vez recopilada la información como se establece en el anterior punto se realizará una revisión crítica de las respuestas para admitir o descalificar la información que no sea pertinente para nuestro estudio, toda la información que se considere valiosa e importante será tabulada para posteriormente ser analizada, interpretada y representada.

2.7 Análisis e interpretación de resultados

Se tomarán datos generales para llegar a una conclusión de tipo particular, además se realizará un análisis estadístico estudiando de forma individual cada parte, después de analizados serán sintetizados y representados de forma escrita y en cuadros estadísticos para tener una representación gráfica de todos los datos y exista un mejor control de la información obtenida.

2.8 Conclusiones y recomendaciones

Una vez obtenidos los resultados se procederá a establecer las conclusiones con sus respectivas recomendaciones para contribuir al ahorro energético en iluminación dentro de las instalaciones del ITSA.

CAPÍTULO III

EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO

3.1 Marco Teórico

3.1.1 Antecedentes de la investigación

Como trabajos de investigación relacionados al proyecto, se comprobó que en el ITSA hasta el momento no se han desarrollado proyectos de grado en lo que corresponde al ahorro de energía eléctrica en iluminación, en tal sentido el desarrollo de este proyecto se hace novedoso y de gran importancia para la institución, ya que busca de una u otra manera dar a conocer los nuevos dispositivos que permiten consumir menos cantidad de energía eléctrica.

3.1.2 Fundamentación Teórica

1. Definiciones Eléctricas Básicas

Para relacionarnos con el ahorro de energía y tener un mayor entendimiento de cómo hacerlo, es necesario empezar por tener claros algunos conceptos básicos.

Así como medimos longitudes y volúmenes, dentro de la electricidad existen magnitudes que se pueden medir. Es sumamente importante porque como la electricidad no se puede ver, sino solo conocer los efectos que esta produce, necesitamos conocer los siguientes parámetros para trabajar en forma segura, no dañar aparatos y no provocar accidentes , que en algunos casos pueden resultar mortales.

1.1 Intensidad, Corriente o Amperaje

Es la cantidad de electrones que atraviesa una sección de un conductor en un instante dado. Se representa con la letra **I**, su unidad de medida es el ampere, y para medirla se utiliza el amperímetro.

1.2 Tensión, Voltaje o Diferencia de Potencial

Es la fuerza que tiene la corriente eléctrica. Se representa con la letra V, su unidad de medida es el voltio, y para medirla se necesita un voltímetro.

1.3 Resistencia

Es la oposición al paso de la corriente eléctrica. Cabe resaltar que todos los materiales poseen un nivel de resistencia eléctrica propio. Se representa con la letra R, su unidad de medida es el ohm y para medirla se necesita un óhmetro.

1.4 Ley de Ohm

Esta ley establece que "La corriente es directamente proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia"[19]. Se puede expresar matemáticamente mediante la siguiente ecuación:

$$I = \frac{V}{R}$$

1.5 Energía

Es la capacidad para realizar un trabajo. La energía eléctrica consumida será la cantidad de potencia consumida durante un determinado tiempo. Se mide en kilowatt o kilovatio / hora. En base a esta medición se determina el consumo y se realiza la factura.

1.6 Potencia

Es la cantidad de trabajo que se puede realizar. Su unidad de medida es el joule / segundo que equivale a 1 watt o vatio y se mide con el vatímetro.

"Cuando se trata de corriente continua (CC) la potencia eléctrica desarrollada en un cierto instante por un dispositivo de dos terminales, es el producto de la diferencia de potencial entre dichos terminales y la intensidad de corriente que pasa a través del dispositivo. La potencia puede calcularse como:

$$P = R \cdot I^2 = \frac{V^2}{R}$$

[19] http://www.oni.escuelas.edu.ar/2001/bs-as/soluciones-electricas/page3.html

“Cuando se trata de corriente alterna (AC), el promedio de potencia eléctrica desarrollada por un dispositivo de dos terminales es una función de los valores eficaces de la diferencia de potencial entre los terminales y de la intensidad de corriente que pasa a través del dispositivo. Se obtiene así para la potencia un valor constante, $VI\cos(\phi)$ y otro variable con el tiempo, $VIcos(2\omega t-\phi)$. Al primer valor se le denomina potencia activa y al segundo potencia fluctuante”[20].

1.6.1 Potencia aparente

Es la potencia suministrada por la fuente de energía y se obtiene como la suma fasorial de la potencia activa y reactiva. El conjunto de ellas forma el llamado triángulo de potencia. Esta potencia no es consumida, es usada para la formación de campos eléctricos y magnéticos. La unidad de medida se expresa en voltios - amperios (VA), se designa con la letra S y está dada por la siguiente ecuación:

$$S = I \cdot V$$

Para sistemas trifásicos:

$$S_{3\varphi} = \sqrt{3} * V * I = P + jQ$$

1.6.2 Potencia activa

Es la potencia necesaria para realizar un proceso de transformación de energía eléctrica en trabajo ya sea mecánico, lumínico, químico, etc. Es la potencia realmente consumida. La unidad que por lo regular se usa es el vatio

[20] http://es.wikipedia.org/wiki/Potencia_el%C3%A9ctrica

(W) o kilovatio (KW). El kilovatio-hora representa la potencia eléctrica de un kilovatio actuando en un intervalo de una hora; así pues, éste representa una medida del trabajo total que realiza un circuito eléctrico. La representación matemática de esta potencia trifásica está dada por:

$$P_{3\varphi} = \sqrt{3} * V * I * Cos\,\theta$$

1.6.3 Potencia reactiva

Esta potencia no representa trabajo útil, pero representa la interacción de la energía magnética que hace posible el funcionamiento de las máquinas eléctricas. Se representa en los sistemas de potencia, como una reactancia resultado de la existencia de bobinas o condensadores.

Esta reactancia se expresa en ohmio al igual que la resistencia y la energía que interviene en ella en kilo – voltios – amperios - reactivos (Kvar), y está dada por la siguiente ecuación:

$$Q_{3\varphi} = \sqrt{3} * V * I * Sen\,\theta$$

1.7 Demanda

La demanda de una instalación es la carga en las terminales receptoras tomada en un valor medio a determinado intervalo. En esta definición se entiende por carga la que se mide en términos de potencia (aparente, activa, reactiva) o de intensidad de corriente. El período durante el cual se toma el valor medio se denomina intervalo de demanda y es establecido por la aplicación específica que se considere.

La demanda depende del monto mayor incurrido de acuerdo a los siguientes criterios:

- Demanda mínima.
- Demanda máxima
- Demanda asignada contratada.

1.7.1 Demanda mínima

Corresponde al cargo que se efectúa en aquellos casos en que la demanda leída en el mes, es menor a la demanda mínima de la tarifa y demanda asignada contratada.

1.7.2 Demanda máxima

Corresponde a la lectura máxima registrada durante el período de un mes.

1.7.3 Demanda contratada

Es la demanda de referencia contratada por la empresa para ser suministrada, y se considera la demanda máxima incurrida en cualquiera de los meses previos como referencia para su asignación.

1.8 Carga conectada

"La carga conectada es la suma de los valores nominales de todas las cargas del consumidor que tienen probabilidad de estar en servicio al mismo tiempo para producir una demanda máxima. La carga conectada se puede referir tanto a una parte como al total del sistema y se puede expresar en vatios, kilovatios, amperes, HP, kilovoltios - amperes, entre otros, dependiendo de las necesidades y requerimientos del estudio"[21].

1.9 Facturación de energía eléctrica

Es la forma de expresar y saber la cantidad de energía eléctrica que se ha consumido en un período de un mes y los costos que representa, según las tarifas que se tenga. La forma de realizar la facturación consiste en el cargo por consumo de energía (KWH) y por demanda (KW).

1.9.1 Cargo por consumo de energía

Es el producto directo de la energía eléctrica utilizada para la generación de trabajo mecánico o generación de calor (potencia activa) durante un tiempo determinado, multiplicado por la tarifa (Bs./KWH).

[21] http://www.monografias.com/trabajos13/anaco/anaco.shtml

1.9.2 Cargo por demanda

El cargo por demanda tiene implicaciones que penalizan el mal uso de la energía eléctrica, ya sea por falta de control de operación de la planta (picos de demanda), o por el uso indebido que se le puede dar a la energía, es decir un bajo factor de potencia.

En el cargo por demanda es donde hay lugar a posibles reducciones y esto depende en gran medida de la comprensión que se tenga de algunos aspectos técnicos.

Se debe mencionar que la demanda es registrada por un medidor, el cual requiere de una lectura sostenida superior a la registrada previamente. Esto es, en otras palabras, aquellos picos de demandas instantáneas originados por el arranque de motores o máquinas.

2. Iluminación Artificial

Las fuentes de iluminación artificial han avanzado de la mano con la tecnología del hombre, de modo que la manera de alimentar estas fuentes de luz a cambiado y pasado por diferentes medios, como el aceite, petróleo y por último la energía eléctrica. De igual manera los avances en la tecnología han permitido mejorar las fuentes de luz artificial al variar los materiales para su construcción, al hacerlos más duraderos y capaces de generar luz de mejor calidad.

En la actualidad se cuenta con una gran diversidad de tecnologías para la iluminación, y se denominan lámparas eléctricas, las cuales se dividen como muestra la siguiente figura:

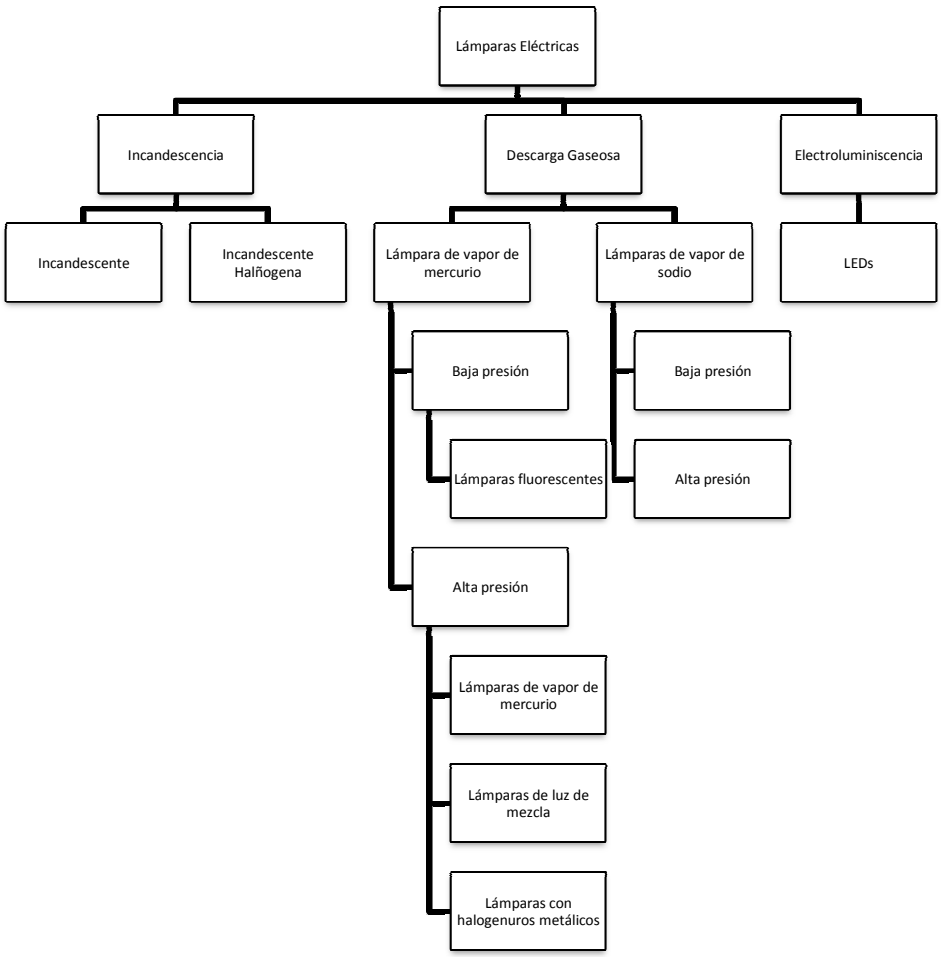


Figura 1. Clasificación de las lámparas eléctricas

Fuente: Investigación de campo

2.1 Lámparas de incandescencia

Basadas en un filamento y una cámara de vacío o un gas inerte. Al pasar corriente eléctrica por el filamento, éste eleva su temperatura hasta el rojo vivo, y de este modo emite radiaciones, mismas que generan luz. El vacío en su interior es

fundamental ya que de existir oxígeno en el interior, solo podrían funcionar una vez, y entrarían en combustión inmediatamente, destruyéndose.

2.2 Lámparas de descarga gaseosa

Estas funcionan mediante el uso de gases inertes y mercurio o sodio, según sea el caso. El gas inerte se debe excitar mediante la generación de una descarga eléctrica derivada de una alta diferencia de potencial, de tal forma que el gas se ionice y permita el flujo de electrones, estos desprenden energía que absorbe el mercurio o sodio, transformándola en luz visible. Un ejemplo de este grupo de lámparas son las CFL o lámparas compactas fluorescentes.

Lámpara compacta fluorescente: La lámpara compacta fluorescente o CFL (sigla del inglés *compact fluorescent lamp*) También se la conoce como: lámpara ahorradora de energía, lámpara de luz fría, lámpara de bajo consumo o bombilla de bajo consumo.

En comparación con las lámparas incandescentes, las CFL tienen una vida útil mayor y consumen menos energía eléctrica para producir la misma iluminación. De hecho, las lámparas CFL ayudan a ahorrar costes en facturas de electricidad, en compensación a su alto precio dentro de las primeras 500 horas de uso.

El más importante avance en la tecnología de las lámparas fluorescentes (incluidas las CFL) ha sido el reemplazo de los balastos magnéticos o cebadores (transformadores usados para su encendido) por los del tipo electrónico. Este reemplazo ha permitido la eliminación del efecto de parpadeo y del lento encendido tradicionalmente asociados a la iluminación fluorescente, así como un ahorro de peso de la propia lámpara.

Las lámparas compactas fluorescentes utilizan un 80% menos de energía (debido principalmente a que producen mucho menos calor) y pueden durar hasta 12 veces más.

Las CFL tienen una duración media de unas 8000 horas de funcionamiento. La duración media de una lámpara incandescente está entre 500 y 2000 horas de funcionamiento dependiendo de su exposición a picos de tensión y a golpes y vibraciones mecánicas, además de la calidad de la propia lámpara.

Las CFL consumen aproximadamente una cuarta parte de la potencia de las incandescentes. Por ejemplo, una CFL de 15 W produce la misma luminosidad que una incandescente de 60 W, es decir, que el rendimiento luminoso de la CFL es de aproximadamente 60 lúmenes/W.

"Las lámparas fluorescentes contienen mercurio, un metal pesado utilizado en forma de gas para producir radiación, que luego un polvo fluorescente convierte en luz visible. Los tubos fluorescentes convencionales contienen entre 15 y 25 mg de esta sustancia, mientras que las lámparas de bajo consumo contienen una cantidad menor. A pesar de la reducción del contenido de mercurio, distintas agencias de la salud recomiendan, en caso de rotura, abandonar la habitación durante 15 m, recoger los restos con guantes, o incluso, en caso de ser usada, cambiar la bolsa de la aspiradora. Las lámparas CFL deben reciclarse, al igual que las pilas"[22].

En lo referente a la liberación de mercurio al medio ambiente, hay que tener en cuenta que la generación de electricidad libera a su vez apreciables cantidades de

[22] http://proyectos\Lámparas de bajo consumo un gran ahorro de energía.mht

este metal a la atmósfera. Una bombilla de bajo consumo genera hasta cuatro veces menos mercurio que una bombilla incandescente convencional.

Los ciclos de encendido y apagado de las bombillas CFL afectan la duración de su vida útil, de manera que las bombillas sometidas a frecuentes encendidos pueden envejecer antes de lo que marca su duración teórica. Deben evitarse también las bombillas en luminarias muy cerradas, pues las altas temperaturas también reducen su vida útil.

Poseen un arranque paulatino que ha sido mejorado desde mediados de la década de 1990, mejorado los tiempos de encendido, así como el tiempo requerido para alcanzar su máxima luminosidad.

Las CFL actuales están exentas del problema de alto consumo inicial que tenían las anteriores lámparas.

Las lámparas con equipo electromecánico tendían a zumbar al ritmo de la frecuencia de la red eléctrica, que funciona en 50 Hz ó 60 Hz de acuerdo al país, independientemente de la tensión. Las lámparas electrónicas no usan balasto sino un transformador electrónico muy optimizado que produce la alta tensión de arranque a altísimas frecuencias, condición que ayuda a la creciente disminución del tamaño. Esta altísima frecuencia anula el parpadeo dando una luz más estable que una lámpara incandescente convencional.

Hoy en día, una CFL de 24 W puede reemplazar a un tubo fluorescente de 40 W ó a una bombilla incandescente 100 W con incluso más flujo luminoso. El problema sigue

siendo el gran tamaño de las bombillas de alta potencia, que frecuentemente no caben en las lámparas convencionales, o resultan poco estéticas.

Los tubos fluorescentes equipados con balasto mecánico pueden explotar si éste entra en cortocircuito, dado que en este estado equivale a un trozo de cable que conecta el tubo directamente a la red eléctrica, sobrecargándolo. La lámpara fluorescente con balasto mecánico ha sufrido estos problemas, pero la electrónica está completamente exenta, dado que es un transformador electrónico que aísla el tubo de la red, aun en las peores condiciones. Normalmente éstas solo se rompen por golpes indebidos o accidentales, de modo que basta con usarlas dentro de un buen artefacto o en una posición donde estén protegidas de impactos.

Las bombillas de bajo consumo utilizan un pequeño transformador con un oscilador que produce interferencias de radio y electromagnéticas. No sólo eso, algunos modelos interfieren exactamente en la banda de 2,4 GHz, por lo que anulan la cobertura de las redes Wifi.

Otras tecnologías de CFL

"Otro tipo de lámpara fluorescente es la fluorescente sin electrodos, conocida como lámpara radiofluorescente o de inducción fluorescente. A diferencia de otras lámparas fluorescentes convencionales, la iluminación se lleva a cabo mediante inducción electromagnética. La ventaja principal que ofrece esta tecnología es el enorme aumento en la vida útil de la lámpara, la cual es típicamente estimada en 60 000 horas"[23].

[23] http://proyectos\Lámpara compacta fluorescente - Wikipedia, la enciclopedia libre.mht

Otra variante de las tecnologías existentes de CFL son los bulbos o lámparas con un recubrimiento externo de nano-partículas de dióxido de titanio. Esta sustancia es un fotocatalizador que se ioniza cuando es expuesto a las radiaciones ultravioleta producidas por la CFL, siendo capaz de convertir oxígeno en ozono y agua en radicales hidroxilos, lo que neutraliza los olores y elimina bacterias, virus y esporas de moho.

2.3 Electroluminiscencia

Funcionan por principio fotoeléctrico, el cual consiste en la emisión de fotones al darse caída de nivel en los electrones de niveles de energía externos en el átomo, después de inyectársele energía de manera artificial a los electrones antes mencionados. Dentro de esta clasificación se encuentran los leds.

Diodos LEDs de potencia: Es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz incoherente de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión PN del mismo y circula por él una corriente eléctrica. Este fenómeno es una forma de electroluminiscencia. El color (longitud de onda), depende del material semiconductor empleado en la construcción del diodo y puede variar desde el ultravioleta, pasando por el visible, hasta el infrarrojo.

El funcionamiento físico consiste en que, en los materiales semiconductores, un electrón al pasar de la banda de conducción a la de valencia, pierde energía; esta energía perdida se puede manifestar en forma de un fotón desprendido, con una amplitud, una dirección y una fase aleatoria. El que esa energía perdida cuando pasa un electrón de la banda de conducción a la de valencia se manifieste como un fotón desprendido o como otra forma de energía (calor por ejemplo) va a depender principalmente del tipo de material semiconductor. Cuando un diodo semiconductor

se polariza directamente, los huecos de la zona p se mueven hacia la zona n y los electrones de la zona n hacia la zona p; ambos desplazamientos de cargas constituyen la corriente que circula por el diodo. La emisión espontánea, por tanto, no se produce de forma notable en todos los diodos y sólo es visible en diodos como los LEDs de luz visible, que tienen una disposición constructiva especial con el propósito de evitar que la radiación sea reabsorbida por el material circundante, y una energía de la banda prohibida coincidente con la correspondiente al espectro visible.

En otros diodos, la energía se libera principalmente en forma de calor, radiación infrarroja o radiación ultravioleta. En el caso de que el diodo libere la energía en forma de radiación ultravioleta, se puede conseguir aprovechar esta radiación para producir radiación visible, mediante sustancias fluorescentes o fosforescentes que absorban la radiación ultravioleta emitida por el diodo y posteriormente emitan luz visible.

El dispositivo semiconductor está comúnmente encapsulado en una cubierta de plástico de mayor resistencia que las de vidrio que usualmente se emplean en las lámparas incandescentes. Aunque el plástico puede estar coloreado, es sólo por razones estéticas, ya que ello no influye en el color de la luz emitida. Usualmente un LED es una fuente de luz compuesta con diferentes partes, razón por la cual el patrón de intensidad de la luz emitida puede ser bastante complejo.

Para obtener una buena intensidad luminosa debe escogerse bien la corriente que atraviesa el LED; para ello, hay que tener en cuenta que el voltaje de operación va desde 1,8 hasta 3,8 voltios aproximadamente (lo que está relacionado con el material de fabricación y el color de la luz que emite) y la gama de intensidades que debe circular por él varía según su aplicación. Valores típicos de corriente directa de polarización de un LED corriente están comprendidos entre los 10 y los 40 mA. En

general, los LEDs suelen tener mejor eficiencia cuanto menor es la corriente que circula por ellos, con lo cual, en su operación de forma optimizada, se suele buscar un compromiso entre la intensidad luminosa que producen (mayor cuanto más grande es la intensidad que circula por ellos) y la eficiencia (mayor cuanto menor es la intensidad que circula por ellos).

"Hoy en día, se están desarrollando y empezando a comercializar LEDs con prestaciones muy superiores a las de unos años atrás y con un futuro prometedor en diversos campos, incluso en aplicaciones generales de iluminación. Como ejemplo, se puede destacar que Nichia Corporation ha desarrollado LEDs de luz blanca con una eficiencia luminosa de 150 lm/W, utilizando para ello una corriente de polarización directa de 20 mA. Esta eficiencia, comparada con otras fuentes de luz en términos de eficiencia sólo, es aproximadamente 1,7 veces superior a la de la lámpara fluorescente con prestaciones de color altas (90 lm/W) y aproximadamente 11,5 veces la de una lámpara incandescente (13 lm/W). Su eficiencia es incluso más alta que la de la lámpara de vapor de sodio de alta presión (132 lm/W), que está considerada como una de las fuentes de luz más eficientes"[24].

El comienzo del siglo XXI ha visto aparecer los diodos OLED (LED orgánicos), fabricados con materiales polímeros orgánicos semiconductores. Aunque la eficiencia lograda con estos dispositivos está lejos de la de los diodos inorgánicos, su fabricación promete ser considerablemente más barata que la de aquellos, siendo además posible depositar gran cantidad de diodos sobre cualquier superficie empleando técnicas de pintado para crear pantallas a color.

Una solución tecnológica que pretende aprovechar las ventajas de la eficiencia alta de los LEDs típicos (hechos con materiales inorgánicos principalmente) y los costes

[24] http:// leds\Diodo emisor de luz - Wikipedia, la enciclopedia libre.htm

menores de los OLEDs (derivados del uso de materiales orgánicos) son los Sistemas de Iluminación Híbridos (Orgánicos/Inorgánicos) basados en diodos emisores de luz. Dos ejemplos de este tipo de solución tecnológica los está intentado comercializar la empresa Cyberlux con los nombres de Hybrid White Light (HWL) (Luz Blanca Híbrida) y Hybrid Multi-color Light (HML) (Luz Multicolor Híbrida), cuyo resultado, puede producir sistemas de iluminación mucho más eficientes y con un coste menor que los actuales.

"El led de potencia tiene la ventaja de emitir únicamente luz visible, el IRC es mayor a 90, y genera más de 75 Im/W, con una temperatura del color de los 5500K. Su tiempo de vida útil va de las 50000 a las 100000 horas"[25].

Presenta la desventaja de tener un costo relativamente elevado, y requiere de un suministro de energía constante para un correcto funcionamiento.

"Los leds de potencia se diferencian de los convencionales por varias características dadas por su construcción, la primera es la que cuenta con un disipador de calor, lo cual permite disipar grandes cantidades de calor (a diferencia de los leds convencionales que guardan el calor en su propio encapsulado), según su resistencia térmica es menos de la de los leds convencionales, por lo que conducen mejor la corriente eléctrica y así emitir mayor cantidad de lúmenes"[26].

A continuación se presentan las ventajas más evidentes de los leds de potencia frente a los sistemas convencionales de iluminación:

[25] http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10728.pdf
[26] http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10728.pdf

Bajo consumo de energía, estos leds consumen 3W, comparados con los 30W que utilizan los focos ahorradores de la actualidad.

Radiación lumínica direccional, las lámparas comúnmente utilizadas radian la luz en todas direcciones, por lo que es necesario utilizar elementos adicionales para poder direccionar la luz a los lugares deseados.

Dimensiones muy reducidas, ocupan unos pocos centímetros cuadrados, en contra de los largos tubos de las lámparas de neón o HID, aún en comparación con un foco convencional o ahorrador.

No contienen sustancias tóxicas, en comparación a las lámparas fluorescentes de la actualidad, cuyo interior contiene sustancias tóxicas para el hombre y la naturaleza y de largo período de degradación.

Largo tiempo de vida, los leds presentan el tiempo de vida más longevo de entre todas las otras alternativas de iluminación en la actualidad (100000 horas.)

LEDs RGB: La mezcla de los colores: rojo, verde y azul (rgb), permite obtener cualquier color dentro del espectro electromagnético visible, estos led's toman este principio con el fin de obtener la luz blanca.

Al igual que otras técnicas, esta presenta sus ventajas y desventajas, primeramente es necesario conocer las características de los dispositivos a utilizar, entre estas el flujo luminoso (lm) de cada dispositivo y la disminución de la emisividad con respecto a la temperatura. Además, debido a la cantidad de luz emitida por cada una de las fuentes debe ser precisa, y que un led rojo reduce su flujo luminoso en 10% por cada

10 grados centígrados que la temperatura aumenta, un led verde reduce su flujo luminoso en 5% por cada 10 grados centígrados que la temperatura aumenta y un led azul reduce su flujo luminoso en 2% por cada 10 grados centígrados que la temperatura aumenta y dado el corrimiento hacia una longitud de onda mayor con el incremento de la temperatura de los leds, es necesario implementar un lazo de control que sense cada una de las fuentes de luz y las ajuste de manera individual ya sea mediante el uso de modulación de pulso o la variación de corriente.

3. Control De Iluminación

A pesar de todos los dispositivos de bajo consumo creados para ahorrar energía, apagar las luces sigue siendo el método más efectivo de disminuir el consumo eléctrico y por lo tanto de capital. Sin embargo, hacerlo implica la participación del ser humano y lamentablemente no siemlpre se puede confiar en él. Para esto se han creado dispositivos de control de iluminación.

Los controles de iluminación están constituidos por sistemas que incluyen contadores de tiempo o sensores en los interruptores y reductores de lámparas, de manera que no sea necesaria la participación del hombre para encenderlas y apagarlas. Estos sistemas pueden ser utilizados individualmente o en conjunto.

3.1 Sensores de ocupación

Los sensores de ocupación son dispositivos de control que se encargan de encender / apagar automáticamente las cargas eléctricas en áreas de trabajo, en función de la presencia humana. Cuando exista ocupación las luces serán encendidas, de lo contrario se apagarán. Los sensores de ocupación permiten reducir el tiempo de

funcionamiento de las lámparas fluorescentes; con estos sensores se puede reducir el tiempo de operación de las lámparas a un máximo de 8 horas diarias y 20 días del mes.

Existen varios tipos:

- **Sensores infrarrojos (PIR):** Detectan ocupación, al sensar cambios en el patrón de energía infrarroja, es decir al percibir la diferencia entre el calor emitido por el cuerpo humano y el calor existente en el espacio controlado.
- **Sensores ultrasónicos:** "Son sensores volumétricos de movimiento, los cuales detectan ocupación utilizando el principio de Doppler. Los sensores emiten ondas sonoras a alta frecuencia (fuera de rango auditivo del oído humano) y miden el tiempo que transcurre hasta que retorna nuevamente al sensor. La presencia humana en el espacio controlado, traerá como consecuencia que estas ondas retornen a mayor o menor frecuencia, lo que comúnmente se denomina cambio Doppler, y en esta forma es detectada la ocupación"[27].
- **Sensores de tecnología dual:** Estos sensores combinan ambos métodos de detección: por calor (PIR) y ultrasónico, obteniendo como resultado un sensor con mayor sensibilidad y radio de cobertura.

3.2 Modalidad Básica de la Investigación

3.2.1 Modalidad de campo

Se utilizó la modalidad de campo porque se observó el tipo de luminarias que se usan en las instalaciones del ITSA, el estado de su distribución eléctrica, así como el

[27] http://www.espacioliving.com/nota.asp?nota_id=1115949

papel que desarrolla el personal del instituto frente a la toma de medidas para el ahorro de energía. (La guía de observación se encuentra en el anexo 1A). Y se encontró que todas las luminarias de los pasillos, oficinas, aulas y laboratorios están conformadas de dos lámparas tubulares fluorescentes de 40W cada una (ver anexo 1B), y en el jardín del patio rojo las luminarias son 4 lámparas incandescentes de 80W cada una (ver anexo 1C). La distribución eléctrica para el jardín del patio rojo no está dentro de la distribución asignada sino tomada de la línea que alimenta las lámparas de las gradas. Se observó que las personas no toman medidas de ahorro de energía, es decir: no apagan las luces cuando no están siendo ocupadas, no aprovechan al máximo la luz natural y prenden luces innecesariamente, en algunos casos las lámparas de encuentran cubiertas de polvo, lo que no es favorable ya que la suciedad absorbe la luz.

3.2.2 Modalidad bibliográfica

Se aplicó la modalidad bibliográfica porque se recurrió a libros e internet para obtener información sobre luminarias de bajo consumo, así como también nuevos dispositivos y métodos de ahorro de energía en iluminación, procedimientos para obtener el consumo eléctrico y definiciones básicas necesarias para fundamentar y entender de mejor manera el tema.

3.3 Tipos de Investigación

Se utilizó el tipo de investigación no experimental porque se limitó a observar las instalaciones del ITSA para encontrar algún método o dispositivo empleado en el ahorro de energía y el tipo de luminarias empleadas. Además se recopiló información

sobre los tipos de luminarias existentes y acerca de varios dispositivos actuales creados con el fin de disminuir el gasto por consumo eléctrico.

3.4 Niveles de Investigación

Se utilizó el nivel de investigación descriptivo que nos permite describir y especificar las propiedades y características de cada uno de los dispositivos actuales de iluminación y especialmente los que consumen menor energía.

De la información recopilada se encontró que las lámparas menos efectivas son las incandescentes ya que tienen una elevada generación de calor como se puede apreciar en la figura1, ya que el 20% de su radiación emitida es conducción y convección y otro 70% son radiaciones infrarrojas, dejando así solo un 10% a luz visible, además tiene un índice de rendimiento de color de 100 y genera aproximadamente 15 Im/W, con una temperatura del color de 2850K para los focos de 100W. Su tiempo de vida útil es de 1000 horas aproximadamente para la lámpara incandescente normal y de 2000 horas para las incandescentes alógenas como se muestra en la figura 2.

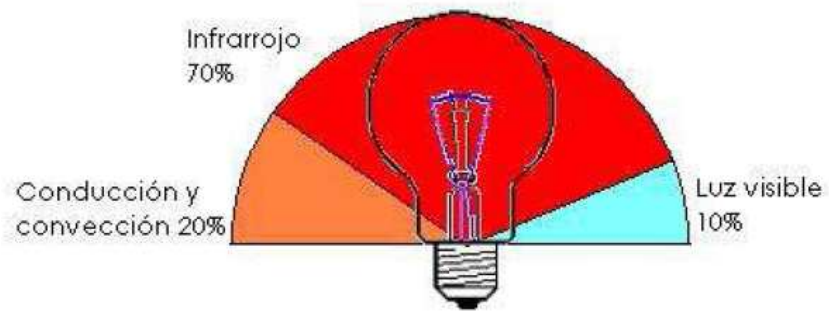


Figura 2. Porcentaje de radiaciones emitidas por las lámparas incandescentes

Fuente: Investigación de campo

Las lámparas de alta intensidad de descarga (HID) son más eficientes que las incandescentes como podemos observar en la figura 3. ya que hasta 25% de su radiación emitida es luz visible, sin embargo, aún el 50% de la radiación emitida es calor y entre 15% y 20% son radiaciones infrarrojas, además de tener la desventaja de emitir radiación ultravioleta nocivas para el ser humano de un 5% a un 20% del total de su radiación. Una HID tiene un IRC de entre 65 y 90, y genera hasta 120 Im/W, dependiendo del gas utilizado, con una temperatura de color de entre 3000 y 4200K. Su tiempo de vida útil va de 9000 a 16000 horas.

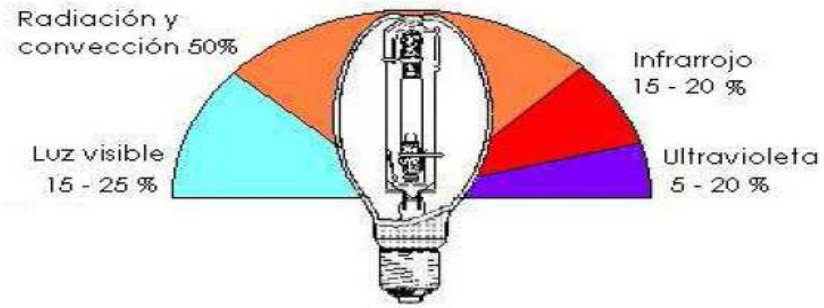


Figura 3. Porcentaje de radiaciones emitidas por las lámparas HID

Fuente: Investigación de campo

En cuanto a las lámparas fluorescentes estas se dividen en dos grupos: las lámparas fluorescentes tubulares y las fluorescentes compactas, que a pesar de estar construidas en tecnologías muy similares, presentan diferencias importantes en su desempeño, la más notable es que las lámparas fluorescentes tubulares no emiten radiación ultravioleta, al contrario de las compactas.

Las lámparas fluorescentes como se indica en la figura 4. tienen una emisión del 20% de luz visible, pero tienen una alta generación de calor al producir 30% de radiación infrarroja y un 45% más de conducción y convección como se muestra en la figura, las lámparas tubulares tienen un IRC de entre 45 y 95, y genera hasta 100 Im/W, con una temperatura de color de entre 3200 y 6300 K. Su tiempo de vida útil va de las 7500 a las 30000 horas.

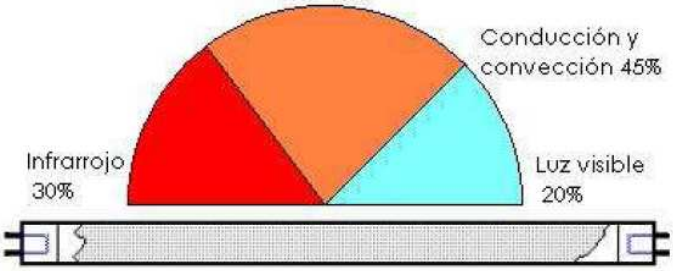


Figura 4. Porcentaje de radiaciones emitidas por las lámparas fluorescentes tubulares

Fuente: Investigación de campo

La lámpara fluorescente compacta emite hasta un 30% de luz visible, 20% de radiación infrarroja, hasta 60% de conducción y convección y finalmente un 0,5% de radiación ultravioleta dañina para el ser humano. Tiene un IRC de 80 y genera hasta 80Im/W, con una temperatura de calor de entre 3000 y 6500 K. Su tiempo de vida útil va de 6000 a 15000 horas como se muestra en la figura 5.

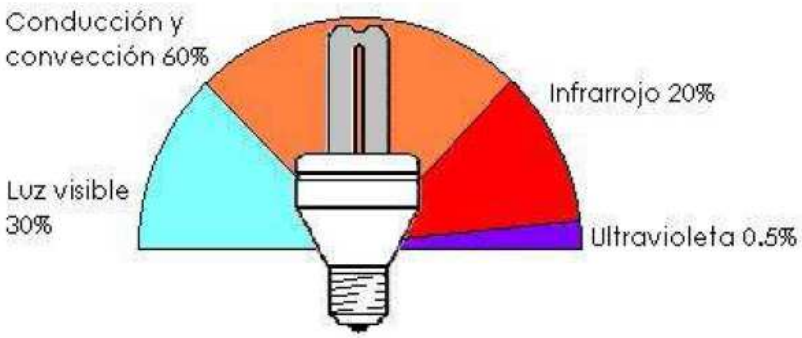


Figura 5. Porcentaje de radiaciones emitidas por las lámparas fluorescentes compactas

Fuente: Investigación de campo

Finalmente, el led de potencia tiene la ventaja de emitir únicamente luz visible, sin embargo, buena parte de la energía eléctrica consumida por el dispositivo se transforma en calor como se muestra en la figura 6, el IRC es mayor a 90, y genera

más de 95 lm/W, con una temperatura del color de 5500 K, su tiempo de vida útil va de las 50000 a las 100000 horas.

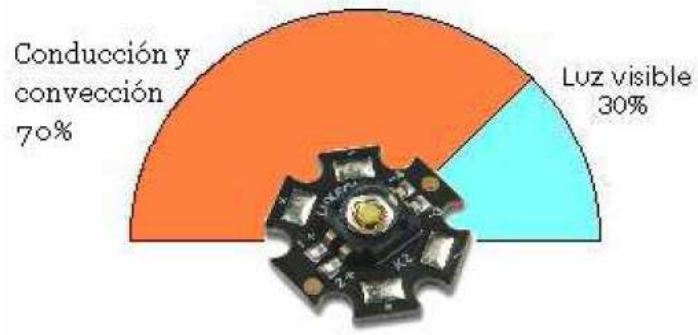


Figura 6. Porcentaje de radiaciones emitidas por los leds de potencia

Fuente: Investigación de campo

Otra forma de ahorrar luz es mediante la utilización de sensores de encendido/apagado automático, según la aplicación también son una buena opción, pero para nuestro trabajo lo vamos a descartar por el motivo que en el jardín del patio rojo necesitamos tener encendidas las lámparas por el mayor tiempo posible para brindar un ambiente diferente al instituto, por lo que se requiere optar por las lámparas de menor consumo posible.

Una vez identificadas las principales características de las luminarias nombradas podemos concluir obteniendo sus ventajas y desventajas. Para poderlas presentar de forma clara se ha dispuesto en la tabla 1.

Tabla 1. Ventajas y desventajas de las tecnologías actuales de iluminación.

Tecnología de iluminación	Ventajas	Desventajas

Lámparas incandescentes	Bajo costo, no requiere de un sistema especial de alimentación, máximo IRC	Baja eficiencia, fragilidad ante impactos, vida útil menor a 1000 horas.
Lámparas de HID	Alta eficiencia, larga vida útil.	Fragilidad a impactos, contienen sustancias venenosas, se desgasta al encender y apagar.
Lámparas fluorescentes	Alta eficiencia, larga vida útil.	Fragilidad a impactos, necesita direccionamiento para enfocar la luz, se desgasta al encender y apagar.
Lámparas con LEDs de potencia	Bajo consumo de energía, muy alta eficiencia, mayor vida úyil hasta 100000 horas, resistente a impactos, no emite longitudes de onda dañinas, no necesita direccionamiento, pueden producir luz blanca y de color, tamaño reducido, rápida respuesta de encendido/apagado.	Costo relativamente elevado, requiere de un suministro de corriente constante para un correcto funcionamiento, un tanto dificultosos de controlar y programar.

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Investigador

Después de destacar sus principales ventajas y desventajas se procedió a establecer comparaciones sobre: eficiencia lumínica, tiempo de vida útil, ICR; radiación; y consumo eléctrico entre cada uno de estos dispositivos, para de esta forma presentar un panorama claro de cuál es el más efectivo para poder implementar en el ITSA, para esto se utilizó el método correlacional comparando cada uno de estos dispositivos mediante las tablas 2 y 3 que se encuentran a continuación.

Tabla 2. Radiaciones de las lámparas eléctricas

Tecnología	Luz visible %	Conducción y convección %	Infrarrojo %	Ultravioleta %
Lámparas incandescentes	10	20	70	0
Lámparas de HID	15 - 25	50	15 - 20	5 – 20
Lámparas fluorescentes tubulares	25	45	30	0
Lámparas fluorescentes compactas	30	60	20	0,5
Lámpara de LEDs de potencia	30	70	0	0

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Investigador

Tabla 3. Eficiencia, vida útil e IRC

Tipo de lámpara	Eficiencia (lm/W)	Vida útil (horas)	IRC (%)
Incandescente convencional	15	1000	100
Incandescente alógena	16 - 25	2000	100

Fluorescente tubular	60 - 100	7500 – 30000	50 – 95
Fluorescente compacta	35 - 80	6000 – 15000	80
Lámpara de HID	20 - 140	9000 – 16000	65 – 90
Lámpara de LEDs de potencia	>75	50000 - 100000	>90

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Investigador

Mediante estas tablas podemos darnos cuenta que el Led de potencia y las lámparas fluorescentes compactas se perfilan como el mejor dispositivo generador de luz en cuanto a eficiencia, índice de rendimiento del color y vida útil.

Otro factor que nos interesa conocer es el consumo eléctrico de estos dispositivos, para esto necesitamos multiplicar la potencia que consume cada dispositivo por el período en que permanece encendido.

De acuerdo con la fórmula P = V * I podemos darnos cuenta que mientras mayor sea la potencia de un dispositivo conectado a un circuito consumiendo energía eléctrica, mayor será la intensidad de corriente que fluye por dicho circuito, siempre y cuando el valor del voltaje o tensión se mantenga constante.

Para nuestro caso específico tomamos el voltaje de la red del Itsa de 110V de corriente alterna y 6 horas de tiempo de encendido, con lo que encontraremos el consumo eléctrico de una luminaria por cada clase investigada para determinar el de

menor consumo y relacionarlo con las tablas anteriores para puntualizar el más efectivo para implementar en el Itsa.

Tabla 4. Consumo de potencia eléctrica y corriente de las lámparas eléctricas.

Tipo de lámpara	Potencia asignada (W)	Consumo eléctrico = potencia*tiempo encendido (KWh)	Corriente que consume en 1hora I = P/V (mA)	Corriente que consume en las 6 horas (A)
Lámpara Incandescente	100	0,6	909,09	5,45
Lámpara de HID	50	0,3	454,5	2,72
Lámpara fluorescente tubular	40	0,24	363,3	2,18
Lámpara fluorescente compacta	20	0,12	181,8	1,09
Lámpara de Leds	2,5	0,015	22,7	0,14

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Investigador

Mediante las tablas podemos comprobar que la lámpara de leds es la que menos consume, una de las más eficientes y con mayor vida útil, por lo tanto es la más efectiva para ahorrar energía.

3.5 Universo, Población y Muestra

Para la elaboración del presente trabajo de investigación se dispuso del personal que labora y estudia en el último nivel de la carrera de electrónica del ITSA siendo un total de 5 docentes y 15 alumnos, no es recomendable aplicar la fórmula para la obtención de la muestra ya que puede presentar errores, por lo que se realizo una muestra no probabilística.

3.6 Recolección de Datos

Para la recolección de datos se usó la técnica de campo como es la observación donde se pudo dar cuenta de las debilidades del personal y de las instalaciones del ITSA frente al ahorro de energía.

Como segunda fuente para la obtención de información que sustente la investigación se aplicó la técnica del cuestionario cuya herramienta es la encuesta (ver anexo 1D) y la entrevista personal (anexo 1E). Los datos bibliográficos acerca de las características de los dispositivos de iluminación que permitan el ahorro de energía se obtuvieron del internet.

3.7 Procesamiento de la información

Una vez realizadas las encuestas se proceso la información mediante una tabulación y la interpretación grafica para cada una de las preguntas. La encuesta realizada produjo los siguientes resultados:

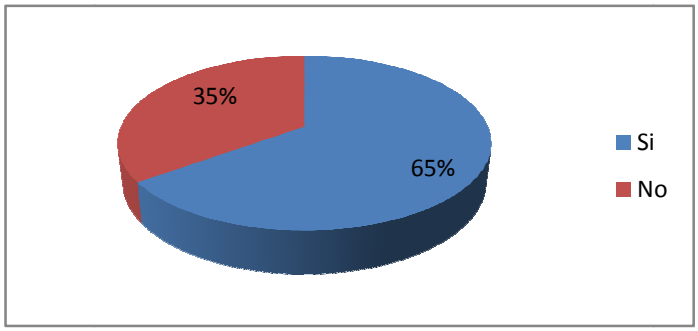
Pregunta 1.

¿Conoce usted sobre dispositivos creados para el ahorro de energía en iluminación?

Tabla 1.

Respuestas	Personal	Porcentaje
Si	13	65
No	7	35
Total	20	100

Gráfica 1.



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Jeniffer Chuquín

Análisis.- El 65% de los encuestados si conocen sobre dispositivos creados para el ahorro de energía en iluminación, el 35% desconocen.

Interpretación.- Existen personas que no han escuchado o visto que en la actualidad existan dispositivos que han sido creados con el fin de ahorrar energía, por lo que indica ser necesario dar a conocer sobre estos dispositivos a personas que desconocen.

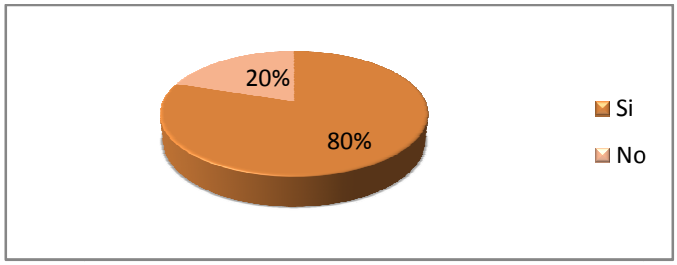
Pregunta 2.

¿Considera importante conocer sobre nuevas tecnologías que permitan ahorrar energía?

Tabla 2.

Respuestas	Personal	Porcentaje
Si	16	80
No	4	20
Total	20	100

Gráfica 2.



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Jeniffer Chuquín

Análisis.- El 20% de los encuestados no consideran importante conocer sobre nuevas tecnologías que permitan el ahorro de energía, el 80% si consideran importante.

Interpretación.- La mayoría de personas considera importante el estar al tanto de las nuevas tecnologías que existen para el ahorro de energía, para de esta forma poder ser parte y ayudar a la disminución del consumo eléctrico para ahorrar energía.

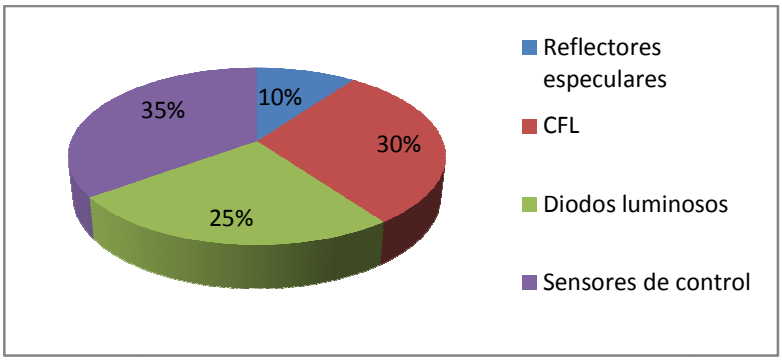
Pregunta 3.

¿Cuál de los siguientes dispositivos considera usted que aportarían de mejor manera al ahorro de energía?

Tabla 3.

Respuestas	Personal	Porcentaje
Lámpara incandescente	2	10
Lámpara fluorescente	6	30
Diodos de potencia	5	25
Sensores de control	7	35
Total	20	100

Gráfica 3.



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Jeniffer Chuquín

Análisis.- Los encuestados consideran que los dispositivos que aportarían de mejor manera al ahorro de energía son: el 35% en primer lugar los sensores de control, seguido de las lámparas fluorescentes compactas con el 30%, con el 25% los diodos luminosos y en último lugar los reflectores especulares con el 10%.

Interpretación.- La mayoría de las personas tienen una referencia del beneficio de los dispositivos listados, pero desconocen la efectividad verdadera de cada uno de ellos.

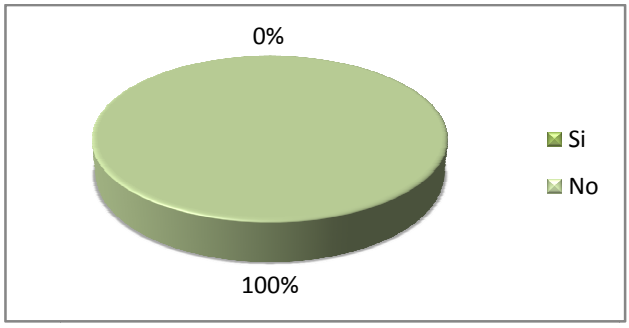
Pregunta 4.

¿Sabe usted si el ITSA cuenta con algún sistema de ahorro de energía?

Tabla 4.

Respuestas	Personal	Porcentaje
Si	0	0
No	20	100
Total	20	100

Gráfica 4.



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Jeniffer Chuquín

Análisis.- Nadie sabe si el ITSA cuenta con algún sistema de ahorro de energía.

Interpretación.- El ITSA no cuenta con sistemas que permitan el ahorro de energía ni de dispositivos de bajo consumo.

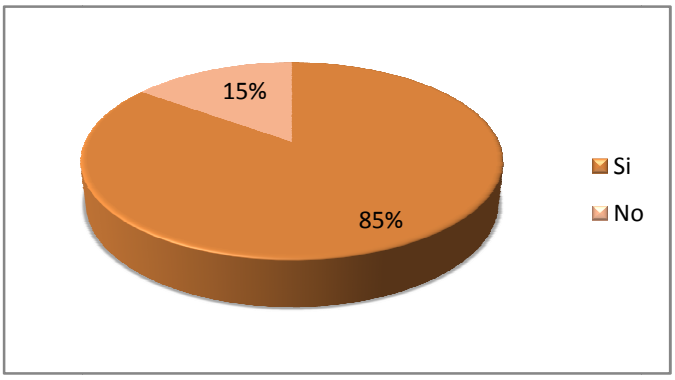
Pregunta 5.

¿Considera beneficioso que el ITSA cuente con un sistema que consuma menos energía en iluminación?

Tabla 5.

Respuestas	Personal	Porcentaje
Si	17	85
No	3	15
Total	20	100

Gráfica 5.



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Jeniffer Chuquín

Análisis.- EL 85% de las personas consideran beneficioso que el ITSA cuente con un sistema que consuma menos energía en iluminación, el 15% no.

Interpretación.- La mayoría de los encuestados opinan que sería de gran beneficio que el ITSA cuente con un sistema de iluminación de menor consumo para de esta forma aportar al ahorro de energía, un tema de gran importancia en la actualidad.

3.8 Análisis e interpretación de resultados

3.8.1 Análisis de la observación

Mediante una deducción de la información recolectada en la observación que se realizó en las luminarias del ITSA, en sus instalaciones y personal en general, se llegó a determinar que no cuentan con dispositivos de menor consumo en cuanto a iluminación y tampoco con ningún sistema de ahorro de energía. Además que hay despreocupación de todo el personal administrativo, docentes y estudiantes en cuanto al uso racional de la energía.

Se observó que las luminarias utilizadas son de alto consumo, algunas se encuentran cubiertas de polvo, pasan encendidas la mayor parte del tiempo aún cuando no son necesarias, y que las conexiones eléctricas no reciben el mantenimiento requerido, todos estos factores no permiten el ahorro de energía.

3.8.2 Análisis de la encuesta

La información recolectada en la encuesta permite determinar que hay poco conocimiento de las personas en cuanto a los métodos y dispositivos de menor consumo existentes en la actualidad, el desconocimiento de las personas no permite

el ahorro de energía, por eso la necesidad de conocer de mejor manera y ampliamente acerca de este tema.

Se reconoce que el ITSA siendo una institución tecnológica no cuenta con ninguno de los dispositivos actuales de menor consumo y por ende no aporta al ahorro energético que hoy en día es imprescindible y de suma importancia no solo para la institución sino para todos.

3.8.3 Análisis de la entrevista personal

Para obtener mayor información sobre los dispositivos de bajo consumo eléctrico se realizó la entrevista personal al Ingeniero Fabián Ortiz, jefe del departamento técnico de la tienda tecnológica APM, quién dio a conocer los dispositivos más conocidos de menor consumo eléctrico y los sistemas de control de iluminación que se podían emplear para poder ahorrar energía, para él, el dispositivo más destacado y eficiente son los diodos de alta potencia, demostrándolo mediante cálculos de corriente y consumo eléctrico.

3.9 Conclusiones y Recomendaciones de la investigación

3.9.1 Conclusiones

- El presente trabajo investigativo permite concluir que el ITSA no cuenta con ningún dispositivo de iluminación de bajo consumo y ningún método que permita el ahorro de energía.

- Existe desconocimiento de las personas en cuanto a los nuevos dispositivos

de bajo consumo y a las medidas que se pueden tomar para ahorrar energía.

- De la información recopilada se determinó que en la actualidad existen varios dispositivos y métodos de automatización creados con el fin de ahorrar energía.

- En cuanto a menor consumo y efectividad se refiere los diodos leds de alta potencia son los dispositivos más eficaces que existe en el mercado pero presentan el inconveniente de tener un costo elevado a comparación con el resto de dispositivos.

- Este proyecto es de gran importancia porque se puede tomar como el punto de partida para empezar ahorrar energía a nivel general si es empleado en toda la institución.

3.9.2 Recomendaciones

- Es necesario que las personas conozcan sobre el efecto ambiental que produce la generación de energía eléctrica para de esta manera darle un uso racional y no desproporcionado.

- Incentivar en el personal la aplicación de medidas sencillas que se pueden tomar para contribuir con el ahorro de energía como: apagar las luces cuando no están siendo ocupadas, mantener limpias las luminarias, aprovechar al máximo la luz natural evitando el uso de cortinas, persianas, etc.

- Dar a conocer mediante anuncios en los informativos la existencia de los métodos actuales para el ahorro de energía y de los dispositivos de bajo consumo que pueden ser una opción para utilizarlo en sus hogares mejorando su economía.

- Se recomienda emplear este proyecto en otras áreas como: aulas, oficinas, pasillos, salón de actos, etc para que la disminución de gasto por consumo sea notable y evidente.

CAPÍTULO IV
FACTIBILIDAD DEL TEMA

El presente capítulo, tiene por propósito realizar el análisis de un Sistema de Iluminación de bajo consumo con leds, el mismo que es una de las soluciones al problema planteado en el presente trabajo de investigación.**,** para esto, necesario tomar en cuenta las siguientes factibilidades:

- Factibilidad Técnica
- Factibilidad Legal
- Factibilidad Operacional
- Factibilidad Económica

4.1 Factibilidad técnica

Permitirá el análisis técnico de todos los factores que justifican el uso de este sistema de iluminación.

Actualmente el jardín del patio rojo del ITSA cuenta con tres lámparas incandescentes de 80W cada una, sumando un total de 240W para todo el sector, considerando que dichas lámparas permanecen encendidas durante 12h se obtendría un consumo eléctrico de 2,88 KWh por lo tanto consume una corriente de 26,18A.

Luego de haber estudiado varios dispositivos de iluminación de bajo consumo se ha llegado a la conclusión que el más óptimo es el que emplea leds de alta potencia. El sistema de iluminación que se propone está conformado por nueve lámparas de 2,5W cada una, sumando un total de 22,5W para todo el jardín, considerando el mismo período de tiempo que permanecen encendidas, se tendría un consumo

eléctrico de 0,27KWh y consumiría una corriente de 0,2A.
Técnicamente es factible ya que permite disminuir hasta el 90% del consumo eléctrico que se consume actualmente con igual efectividad.

4.1 Factibilidad legal

Una vez realizado la respectiva investigación para conocer si la implementación del sistema de iluminación para el ITSA es legal o no, se encontró que, no hay ninguna ley que dictamine o indique que no se deba implementar dicho sistema. Y es por eso que se continuará con el proceso de la implementación del sistema de iluminación para la misma.

4.2 Factibilidad operacional

Se determina que la tarea a ejecutar en los plazos y volúmenes requeridos cuentan con la aptitud operativa respectiva, ya que no obstruirá el desenvolvimiento normal de las actividades, no producirá daños o alteraciones a estructuras y conexiones existentes, el lugar es apto para la implementación ya que además de disminuir el consumo eléctrico brindará un ambiente más acogedor dando una mejor imagen a todo el patio rojo en general.

4.3 Factibilidad económica

El recurso económico que se necesita está al alcance para ejecutar la tarea en los pasos requeridos, razón por la cual se concluye que la tarea es económicamente apta. Existe la relación costo-beneficio.

Los costos que lleva implementar el sistema de seguridad electrónico es el siguiente:

Gastos principales

DESCRIPCIÓN	VALOR $
9 Lámparas de LEDs	126
3 Controles de fase	120
3 Bases para lámparas	45
3 Cubiertas reflectoras	30
TOTAL	**321**

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Investigador

Gastos directos

DESCRIPCION	VALOR $
Útiles de Oficina	30
Uso Internet	50
Impresiones	80
Anillados	40
Copias	10
TOTAL	**210**

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Investigador

Gastos indirectos

DESCRIPCION	VALOR $
Alimentación	100
Movilización Urbana	20
Movilización Provincial	150
TOTAL	**270**

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Investigador

Costo total del trabajo de graduación

DESCRIPCIÓN	VALOR $
Gastos principales	321
Gastos directos	210
Gastos indirectos	270
TOTAL	**801**

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Investigador

CAPITULO V
DENUNCIA DEL TEMA

En base a estudios realizados se ha llegado a determinar que el mejor dispositivo de menor consumo son los diodos de alta potencia, por lo que se ha tomado como un tema específico la “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN CON LEDS DE ALTA POTENCIA EN EL JARDÍN DEL PATIO ROJO DEL ITSA”

CRONOGRAMA

Mes / Actividades	NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Planteamiento del problema																								
Plan metodológico																								
Ejecución del plan metodológico																								
Factibilidad del tema																								
Denuncia del tema																								
Presentación del anteproyecto																								
Aprobación del tema																								
Desarrollo del tema																								
Adquisición de materiales																								
Pruebas de funcionamiento																								
Implementación																								
Defensa y predefensa																								

Jeniffer Chuquín
INVESTIGADOR

Ing. Pablo Pilatasig
DIRECTOR DEL TRABAJO

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Balasto eléctrico: El balasto electrónico se compone, fundamentalmente, de un circuito rectificador diodo de onda completa y un oscilador, encargado de elevar la frecuencia de la corriente de trabajo de la lámpara entre 20 000 y 60 000 hertz aproximadamente, en lugar de los 50 ó 60 hertz con los que operan los balastos electromagnéticos e híbridos que emplean los tubos rectos y circulares de las lámparas fluorescentes comunes antiguas.

Banda de valencia: Se denomina así al más alto de los intervalos de energías electrónicas (o bandas) que se encuentra ocupado por electrones en el cero absoluto.

Eficiencia luminosa: Es el grado de aprovechamiento que obtenemos de la energía consumida en la conversión de energía eléctrica en luminosa.

Fotón: Partícula subatómica responsable de las interacciones electromagnéticas como la luz, tiene masa en reposo cero y no tiene carga eléctrica

Incandescencia: Luz producida por metales y otros materiales al ser elevados a muy altas temperaturas. Se aplica en particular al filamento de los bulbos eléctricos.

Lúmen: Es la unidad del Sistema Internacional de Medidas para medir el flujo luminoso, una medida de la potencia luminosa.

Luz coherente: Se denomina luz coherente a la que se rige por el principio de la coherencia. Se dice que dos puntos de una onda son coherentes cuando guardan una relación de fase constante, es decir cuando conocido el valor instantáneo del campo eléctrico en uno de los puntos, es posible predecir el del otro. Existen 2 manifestaciones claramente diferenciadas de coherencia: la coherencia temporal y la espacial.

Picos de tensión: Son corriente o tensiones que se generan de la corriente o tensión fundamental, la tensión fundamental en México normalmente es de 60 Hz. Por lo que las armónicas derivadas de esta son múltiplos de 60 o sea que la tercera armónica corresponde a 180 hz., la quinta armónica corresponde a 300 Hz., etc

Principio Doppler: Es una consecuencia directa de la relatividad especial: la percepción de una señal depende de la velocidad relativa entre la fuente y el receptor. En la práctica, el efecto Doppler es utilizado para medir las velocidades radiales de muchos objetos, a todas las escalas del Universo.

Sensor: Un sensor es un aparato capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Dispositivo que recibe o responde estímulos como la luz, la temperatura, el nivel de radiación, presión, etc

Temperatura de color: La Temperatura de color de una fuente de luz se define comparando su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un Cuerpo Negro calentado a una temperatura determinada. Por este motivo esta temperatura de color generalmente se expresa en kelvin, a pesar de no reflejar expresamente una medida de temperatura.

BIBLIOGRAFÍA

http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/cuidado_y_medio_ambiente

http://www.solostocks.com/comprar/ahorro-energia-electrica-cambio-de-luces-a-bajo-consumo-led-estudio-gratis/oferta_4148454.html

http://www.na-sa.com.ar/files/pdf/energia_sociedad.pdf

http://www.procobreperu.org/c_eficelec.pdf

http://www.kyber.cl/Energiaelectrica/consumo_eficiente_de_la_energia.html

http://www.decorailumina.com/tip-del-dia/tips-para-ahorrar-energia-electrica.html

http://www.esmas.com/salud/home/tienesquesaberlo/750256.html

http://www.chispita.cl/como-cuidar-la-enegia-electrica-/index.php

http://atinachile.bligoo.com/content/view/62415

http://www.ecuadorinmediato.com/noticias/20835

http://www.grupoice.com/esp/cencon/gral/energ/consejos/ahorricelec1.htm

http://www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi98/energia-vs-ambiente/ure.htm

http://www.carbosur.com.uy/archivos/Uso%20Racional%20y%20Eficiente.pdf

http://www.ahorrodeenergia.org/padrao.php?id=23

http://www.slideshare.net/iupsmpzo/uso-eficiente-y-racional-de-la-energa-elctrica

http://www.electricadecadiz.es/informacion-cliente/ahorrar-iluminacion.php?PHPSESSID=3610b7fd47bb71268d23b43ac498b1c8

http://es.wikipedia.org/wiki/Central_termoel%C3%A9ctrica

http://laalharaca.com/2008/09/17/los-focos-ahorradores-no-son-tan-ecologicos/

http://www.protestantedigital.com/new/nowleernoticia.php?n=10617

http://cuidandolanaturaleza.blogspot.es/

http://html.rincondelvago.com/plantas-generadoras-de-electricidad.html

http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable

http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/se-incrementa-energia-electrica-64481-64481.html

ANEXO 1A

FICHA DE OBSERVACIÓN BIBLIOGRÁFICA

OBSERVACION DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL ITSA

DATOS INFORMATIVOS:

Lugar: Instalaciones del ITSA (aulas y pasillos).

Fecha: 19-noviembre-2009

Observador: Jeniffer Chuquín

OBJETIVOS

- Observar el tipo de luminarias que se usan en el las instalaciones del ITSA.
- Observar el comportamiento del personal del ITSA en cuanto a la toma de medidas para el ahorro de energía.

OBSERVACIONES

ANEXO 1B

Foto donde se observa el tipo de luminarias empleadas en las instalaciones del ITSA como son aulas, pasillos, oficinas, etc

.

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Investigador

ANEXO 1C

Fotos donde se observa el tipo de luminarias empleadas en el jardín del patio rojo del ITSA

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Investigador

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: Investigador

ANEXO 1D

INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR AERONAUTICO

CARRERA DE ELECTRÓNICA CON MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

CUESTIONARIO

Encuesta N°…… **Fecha……**

Buenos días, me llamo Jeniffer Chuquín soy estudiante egresada del ITSA, con el presente cuestionario me dirijo a ustedes con el afán de pedirles de la manera más cordial contesten estas preguntas, las mismas que servirán para estudiar la situación actual del conocimiento que tienen sobre el ahorro de energía y dispositivos de bajo consumo, no les tomará sino unos minutos de su tiempo, de antemano agradezco por la atención prestada.

INSTRUCCIONES:

- Marque con una X según sea su respuesta.

PREGUNTAS:

1. ¿Conoce usted sobre dispositivos creados para el ahorro de energía en iluminación?

   Si

   No

2. ¿Considera importante conocer sobre nuevas tecnologías que permitan ahorrar energía?

    Si

    No

3. ¿Cuál de los siguientes dispositivos considera usted que aportarían de mejor manera al ahorro de energía?

    a) Reflectores especulares
    b) Lámparas fluorescentes compactas
    c) Diodos luminosos (leds)
    d) Sensores de control

4. ¿Sabe usted si el ITSA cuenta con algún sistema de ahorro de energía?

    Si

    No

5. ¿Considera beneficioso que el ITSA cuente con un sistema de menor consumo de energía en iluminación?

    Si

    No

ANEXO 1E

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE ELECTRÓNICA MENSIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

ENTREVISTA

DATOS INFORMATIVOS:

Lugar: Quito, Gral. Vicente Aguirre Oe y Av. 10 de Agosto PB

Fecha: 04 de noviembre de 2009

Entrevistador: Jeniffer Chuquín

Entrevistado: Ing. Fabián Ortiz

OBJETIVOS:

- Conocer los dispositivos de menor consumo eléctrico en el mercado.
- Conocer la efectividad de las lámparas existentes en la actualidad.

EQUIPOS:

Teléfono celular

PREGUNTAS:

1. ¿Qué tipo de dispositivos de iluminación conoce usted?
2. ¿De los mencionados cuáles tienen menos consumo eléctrico con igual eficiencia y porqué?
3. ¿Conoce usted las características de los leds de potencia?
4. ¿Qué ventajas presentan los leds de potencia frente a la iluminación convencional?
5. ¿Cuáles son las aplicaciones que se les puede dar a las lámparas de leds?

ANEXO 2

DATASHEET DEL REGULADOR LM7805

Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (for V_O = 5V to 18V) (for V_O = 24V)	V_I V_I	35 40	V V
Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)	$R_{\theta JC}$	5	°C/W
Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	$R_{\theta JA}$	65	°C/W
Operating Temperature Range	T_{OPR}	0 ~ +125	°C
Storage Temperature Range	T_{STG}	-65 ~ +150	°C

Electrical Characteristics (MC7805/LM7805)

(Refer to test circuit ,0°C < T_J < 125°C, I_O = 500mA, V_I = 10V, C_I= 0.33μF, C_O= 0.1μF, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions		MC7805/LM7805			Unit
				Min.	Typ.	Max.	
Output Voltage	V_O	T_J =+25 °C		4.8	5.0	5.2	V
		5.0mA ≤ Io ≤ 1.0A, P_O ≤ 15W V_I = 7V to 20V		4.75	5.0	5.25	
Line Regulation (Note1)	Regline	T_J=+25 °C	V_O = 7V to 25V	-	4.0	100	mV
			V_I = 8V to 12V	-	1.6	50	
Load Regulation (Note1)	Regload	T_J=+25 °C	I_O = 5.0mA to1.5A	-	9	100	mV
			I_O =250mA to 750mA	-	4	50	
Quiescent Current	I_Q	T_J =+25 °C		-	5.0	8.0	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	I_O = 5mA to 1.0A		-	0.03	0.5	mA
		V_I= 7V to 25V		-	0.3	1.3	
Output Voltage Drift	$\Delta V_O/\Delta T$	I_O= 5mA		-	-0.8	-	mV/ °C
Output Noise Voltage	V_N	f = 10Hz to 100KHz, T_A=+25 °C		-	42	-	μV/Vo
Ripple Rejection	RR	f = 120Hz V_O = 8V to 18V		62	73	-	dB
Dropout Voltage	V_{Drop}	I_O = 1A, T_J =+25 °C		-	2	-	V
Output Resistance	r_O	f = 1KHz		-	15	-	mΩ
Short Circuit Current	I_{SC}	V_I = 35V, T_A =+25 °C		-	230	-	mA
Peak Current	I_{PK}	T_J =+25 °C		-	2.2	-	A

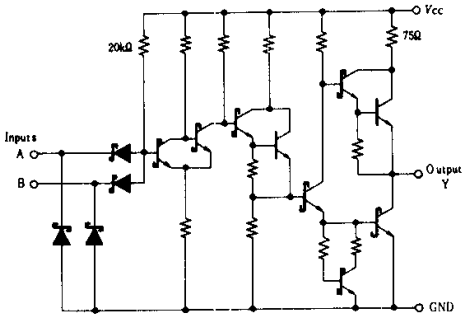
Fuente: www.datasheetcatalog.com

ANEXO 3

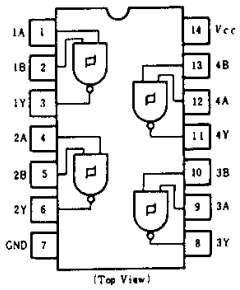
DATASHEET COMPUERTA 74LS132

HD74LS132 ●Quadruple 2-input Positive NAND Schmitt-triggers

■CIRCUIT SCHEMATIC(¼)



■PIN ARRANGEMENT



■ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($Ta=-20\sim+75℃$)

Item	Symbol	Test Conditions		min	typ*	max	Unit
Input threshold voltage	V_{T^+}	$V_{CC}=5V$		1.4	1.6	1.9	V
	V_{T^-}	$V_{CC}=5V$		0.5	0.7	1.0	V
Hysteresis	$V_{T^+}-V_{T^-}$	$V_{CC}=5V$		0.4	0.9	–	V
Output voltage	V_{OH}	$V_{CC}=4.75V$, $I_{OH}=-400\mu A$, $V_I=0.5V$		2.7	–	–	V
	V_{OL}	$V_{CC}=4.75V$, $V_I=1.9V$	$I_{OL}=8mA$	–	–	0.5	V
			$I_{OL}=4mA$	–	–	0.4	
Input threshold current	I_{T^+}	$V_{CC}=5V$, $V_I=V_{T^+}$		–	−0.14	–	mA
	I_{T^-}	$V_{CC}=5V$, $V_I=V_{T^-}$		–	−0.18	–	mA
Input current	I_{IH}	$V_{CC}=5.25V$, $V_I=2.7V$		–	–	20	μA
	I_{IL}	$V_{CC}=5.25V$, $V_I=0.4V$		–	–	−0.4	mA
	I_I	$V_{CC}=5.25V$, $V_I=7V$		–	–	0.1	mA
Short-circuit output current	I_{OS}	$V_{CC}=5.25V$		−20	–	−100	mA
Supply current	I_{CCH}	$V_{CC}=5.25V$		–	5.9	11	mA
	I_{CCL}	$V_{CC}=5.25V$		–	8.2	14	mA
Input clamp voltage	V_{IK}	$V_{CC}=4.75V$, $I_{IN}=-18mA$		–	–	−1.5	V

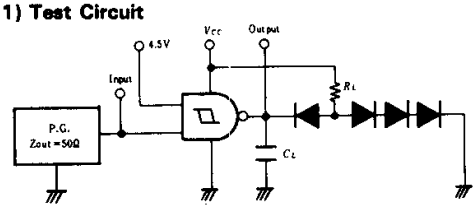
* $V_{CC}=5V$, $Ta=25°C$

■SWITCHING CHARACTERISTICS ($V_{CC}=5V$, $Ta=25℃$)

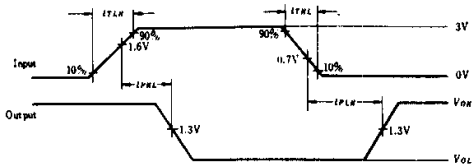
Item	Symbol	Test Conditions	min	typ	max	Unit
Propagation delay time	t_{PLH}	$C_L=15pF$, $R_L=2k\Omega$	–	15	22	ns
	t_{PHL}		–	15	22	ns

■TESTING METHOD

1) Test Circuit



Waveform

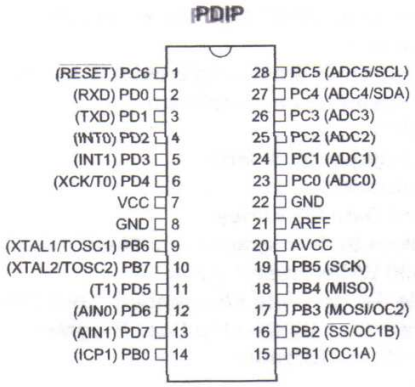


Notes) 1. C_L includes probe and jig capacitance.
2. All diodes are 1S2074 Ⓗ.
3. Input pulse: $t_{TLH}\leq15ns$, $t_{THL}\leq6ns$, $PRR=1MHz$, duty cycle 50%.

ANEXO 4

DATASHEET ATMEGA8

Pin Configurations



Features

- High-performance, Low-power AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 130 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- Nonvolatile Program and Data Memories
  - 8K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
    Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
    In-System Programming by On-chip Boot Program
    True Read-While-Write Operation
  - 512 Bytes EEPROM
    Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
  - 1K Byte Internal SRAM
  - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler, one Compare Mode
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Three PWM Channels
  - 8-channel ADC in TQFP and MLF package
    Six Channels 10-bit Accuracy
    Two Channels 8-bit Accuracy

- 6-channel ADC in PDIP package
  - Four Channels 10-bit Accuracy
  - Two Channels 8-bit Accuracy
- Byte-oriented Two-wire Serial Interface
- Programmable Serial USART
- Master/Slave SPI Serial Interface
- Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
- On-chip Analog Comparator

• Special Microcontroller Features
- Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
- Internal Calibrated RC Oscillator
- External and Internal Interrupt Sources
- Five Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, and Standby

• I/O and Packages
- 23 Programmable I/O Lines
- 28-lead PDIP, 32-lead TQFP, and 32-pad MLF

• Operating Voltages
- 2.7 - 5.5V (ATmega8L)
- 4.5 - 5.5V (ATmega8)

• Speed Grades
- 0 - 8 MHz (ATmega8L)
- 0 - 16 MHz (ATmega8)

• Power Consumption at 4 Mhz, 3V, 25°C
- Active: 3.6 mA
- Idle Mode: 1.0 mA
- Power-down Mode: 0.5 µA

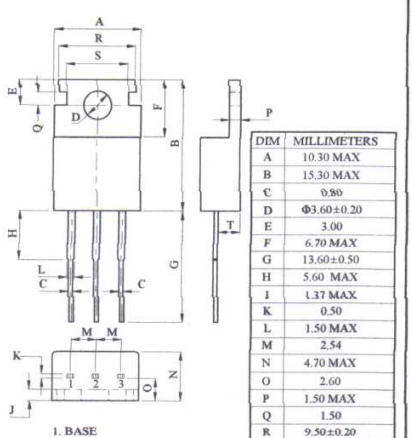
ANEXO 5

DATASHEET TRANSISTOR TIP122

SWITCHING APPLICATIONS.
HAMMER DRIVER, PULSE MOTOR DRIVER APPLICATIONS.

FEATURES

- *High DC Current Gain* : h_{FE}=*1000*(Min.) at V_{CE}=3V, I_C=3A.
- High Collector Breakdown Voltage : V_{CEO}=100V(Min.)



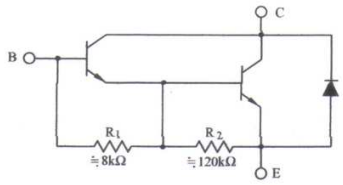
DIM	MILLIMETERS
A	10.30 MAX
B	15.30 MAX
C	0.80
D	Φ3.60±0.20
E	3.00
F	6.70 MAX
G	13.60±0.50
H	5.60 MAX
I	1.37 MAX
K	0.50
L	1.50 MAX
M	2.54
N	4.70 MAX
O	2.60
P	1.50 MAX
Q	1.50
R	9.50±0.20
S	8.00±0.20
T	2.90 MAX

TO-220AB

MAXIMUM RATING (Ta=25℃)

CHARACTERISTIC		SYMBOL	RATING	UNIT
Collector-Base Voltage		V_{CBO}	100	V
Collector-Emitter Voltage		V_{CEO}	100	V
Emitter-Base Voltage		V_{EBO}	5	V
Collector Current	DC	I_C	5	A
	Pules	I_{CP}	8	
Base Current		I_B	0.12	A
Collector Power Dissipation (Tc=25℃)		P_C	65	W
Junction Temperature		T_j	150	℃
Storage Temperature Range		T_{stg}	-55～150	℃

EQUIVALENT CIRCUIT



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Ta=25℃)

CHARACTERISTIC	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Collector Cut-off Current	I_{CBO}	V_{CB}=100V, I_E=0	-	-	0.2	mA
Emitter Cut-off Current	I_{EBO}	V_{EB}=5V, I_C=0	-	-	2	mA
Collector-Emitter Breakdown Voltage	$V_{(BR)CEO}$	I_C=10mA, I_B=0	100	-	-	V
DC Current Gain	$h_{FE}(1)$	V_{CE}=3V, I_C=0.5A	1000	-	10000	
	$h_{FE}(2)$	V_{CE}=3V, I_C=3A	1000	-	-	
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(sat)}(1)$	I_C=3A, I_B=12mA	-	-	2	V
	$V_{CE(sat)}(2)$	I_C=5A, I_B=20mA	-	-	4	
Base-Emitter Voltage	V_{BE}	V_{CE}=3V, I_C=3A	-	-	2.5	V
Output Capacitance	C_{ob}	V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz	-	-	300	pF

ANEXO 6

DATASHEET LED RGB

FEATURES

* 5.0mm DIA LED LAMP
* LOW POWER CONSUMPTION.
* I.C. COMPATIBLE.
* THREE CHIPS ARE MATCHED FOR UNIFORM LIGHT OUTPUT.
* LONG LIFE-SOLIDSTATE RELIABILITY.
* FULL COLOR AND HIGH CONTRAST LAMP

CHIP MATERIALS

* Dice Material : AlGaInP/GaAs & GaInN/GaN & GaInN/GaN
* Light Color : FULL COLOR(SUPER RED & ULTRA PURE GREEN & ULTRA BLUE)
* Lens Color : WATER CLEAR

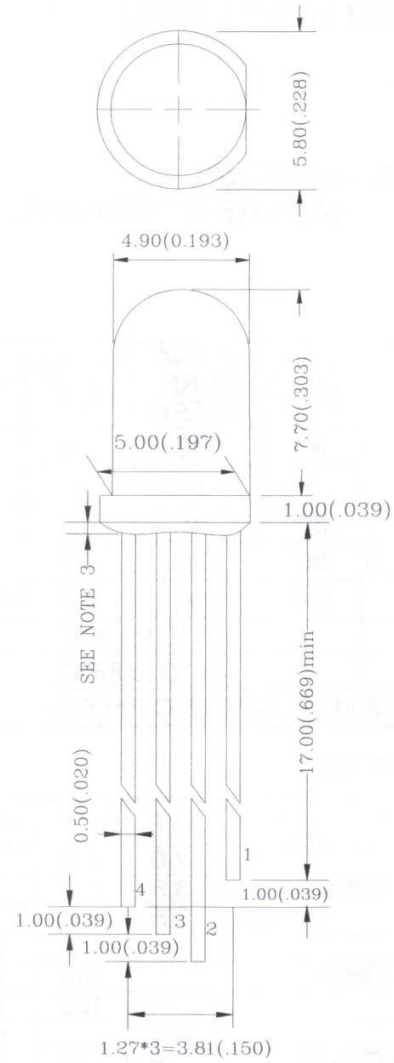
ABSOLUTE MAXIMUM RATING:(Ta=25°C)

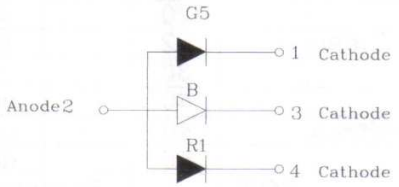
SYMBOL	DESCRIPTION	ULTRA RED	ULTRA PURE GREEN	ULTRA BLUE	UNIT
P_{AD}	Power Dissipation Per Chip	80	130	120	mW
V_R	Reverse Voltage Per Chip	5	5	5	V
I_F	Average Forward Current Per Chip	30	30	30	mA
I_{PF}	Peak Forward Current Per Chip (Duty=0.1,1KHZ)	60	120	70	mA
-	Derating Linear From 25°C Per Chip	0.4	0.4	0.4	mA/°C
Topr	Operating Temperature Range	-25°C to 85°C			
Tstg	Storage Temperature Range	-40°C to 85°C			
Lead Soldering Temperature { 1.6mm(0.063 inch) From Body } 260°C±5°C For 5 Seconds					

ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS:(Ta=25°C)

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITION		MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
V_F	Forward Voltage	I_F=20mA	Ultra Red		2.0	2.6	V
			Ultra Pure Green		3.5	4.0	V
			Ultra Blue		3.5	4.0	V
I_R	Reverse Current	V_R=5V	Ultra Red			100	μA
			Ultra Pure Green			100	μA
			Ultra Blue			100	μA
λ_D	Dominant Wavelength	I_F=20mA	Ultra Red		625		nm
			Ultra Pure Green		525		nm
			Ultra Blue		460		nm
$\Delta\lambda$	Spectral Line Half-Width	I_F=20mA	Ultra Red		20		nm
			Ultra Pure Green		22		nm
			Ultra Blue		30		nm
$2\theta 1/2$	Half Intensity Angle	I_F=20mA	Ultra Red		40		deg
			Ultra Pure Green		40		deg
			Ultra Blue		40		deg
I_V	Luminous Intensity	I_F=20mA	Ultra Red	1500		2100	mcd
			Ultra Pure Green	4200		5800	mcd
			Ultra Blue	1100		1500	mcd

PACKAGE DIMENSIONS



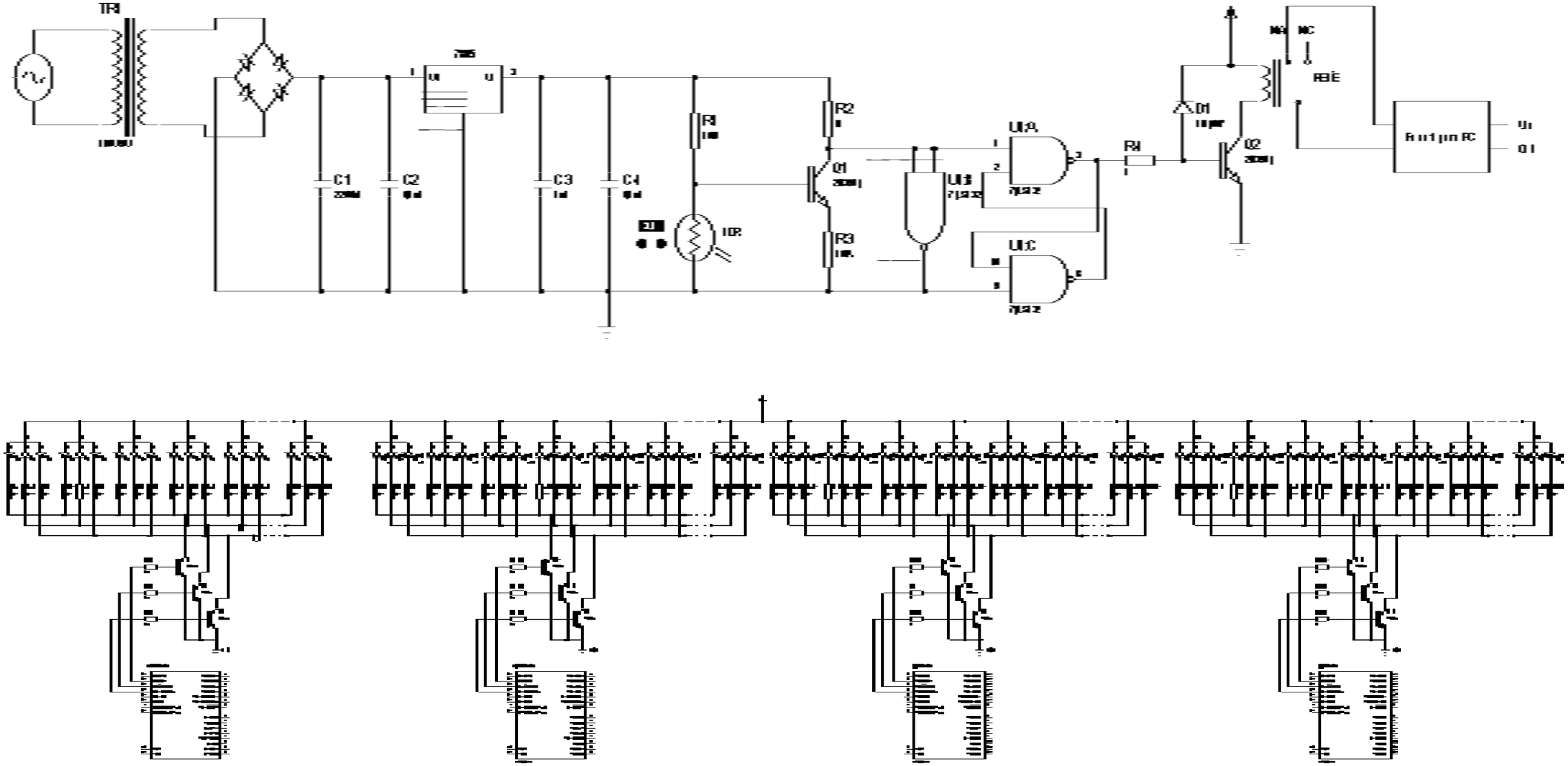


Note:

1. All Dimensions are in millimeters.
2. Tolerance is ±0.25mm(0.010 ")
   Unless otherwise specified.
3. Protruded resin under flange
   is 1.5mm(0.059 ") max.
4. Lead spacing is measured where
   the leads emerge from the package.
5. Specification are subject to change
   without notice
6. highlight <-500V the led can
   withstand the max static level when
   assembling or operation.

ANEXO 7

ESQUEMA ELÉCTRICO DEL PROYECTO



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Jeniffer Chuquín

ANEXO 8

UBICACIÓN DE REFLECTORES

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Investigador

ANEXO 9

CAJAS UTILIZADAS EN EL PROYECTO

Fuente de alimentación para PC

Caja para el circuito regulador y LDR

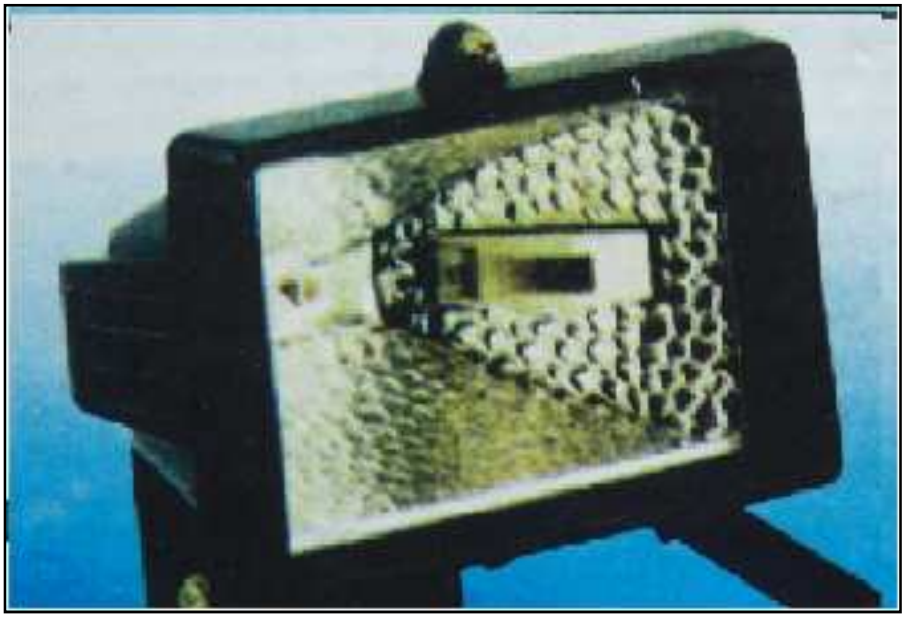
Caja para el circuito del control

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Investigador

ANEXO 10

TIPO DE REFLECTOR



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Investigador

ANEXO 11

UBICACIÓN DE CAJAS

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Investigador

ANEXO 12

FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA PC

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Investigador

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Jeniffer Estefanía Chuquín Chávez

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO: 12 de febrero de 1988

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 100356283-0

TELÉFONOS: 083271621

CORREO ELECTRÓNICO: jenyestefa88@hotmail.com

DIRECCIÓN: Ibarra, Cdla. La Victoria, Calle Manuel Zambrano 4-18

ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA:

Unidad Educativa Particular "La Victoria"

SECUNDARIA:

Unidad Educativa "Sagrado Corazón de Jesús Hnas. Bethlemitas" Ibarra

SUPERIOR:

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

TÍTULOS OBTENIDOS

BACHILLER EN CIENCIAS ESPECIALIZACIÓN FÍSICO MATEMÁTICO

TECNÓLOGA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA.

(Por obtener, actualmente egresada)

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

Servicio Aeropolicial de la ciudad de Quito (160 horas).

Servicios Técnicos Petroleros MINGA S.A. (252 horas).

CURSOS Y SEMINARIOS

SUFICIENCIA EN EL IDIOMA INGLÉS (Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico).

III JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA ITSA 2006 (Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico).

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA EL AUTOR

Jeniffer Estefanía Chuquín Chávez

DIRECTOR DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

Ing. Pablo Pilatasig

Latacunga, Abril 29 del 2010

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, **CHUQUÍN CHÁVEZ JENIFFER ESTEFANÍA**, Egresada de la carrera de **ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**, en el año 2009, con Cédula de Ciudadanía N° 100356283-0, autora del Trabajo de Graduación **"IMPLEMENTACIÓN DE LÁMPARAS DECORATIVAS CON LED`S DE POTENCIA EN EL JARDÍN DEL PATIO ROJO DEL ITSA"** cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Chuquín Chávez Jeniffer Estefanía

Latacunga, Abril 29 del 2010