

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



**INSTITUTO DE TECNOLOGÍAS**

**PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN TECNOLÓGICA  
EN ELECTRICIDAD, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**“Diseño y construcción de semáforos vehiculares y peatonales utilizando diodos emisores de luz (LEDS) con sus respectivos actuadores electrónicos para el Parque Vial de la Escuela de Conductores Profesionales de la Espol ECPE E.P.”**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA  
TECNÓLOGO EN MECATRÓNICA**

**PRESENTADO POR:**

**BYRON LEONARDO JIMÉNEZ HERRERA  
RAÚL ARNALDO SALTOS TUBAY**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2013**

## AGRADECIMIENTO

"Agradecemos a Dios, a nuestros familiares, compañeros de estudio, profesores porque confiaron y estuvieron para apoyarnos y transmitirnos todas sus enseñanzas y consejos; a nuestros padres quienes han sido nuestra inspiración, ejemplo y gracias a su apoyo hemos llegado donde estamos."

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo, todo lo que he conseguido  
y conseguiré en mi vida, a mis padres, en especial  
a ti Glenda Herrera, mi madre querida, a las personas  
que aún están conmigo, a las que se fueron, y  
a las personas que cuando me quise rendir estuvieron  
allí para ayudarme a seguir adelante.

**BYRON LEONARDO JIMÉNEZ HERRERA**

"Dedico el presente trabajo a mi familia, de quienes  
recibí ayuda incondicional para culminar con éxito  
mis estudios, en especial a mi mamá: Inés Tubay  
porque siempre estuvo cuando la necesite."

**RAÚL ARNALDO SALTOS TUBAY**

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



---

Celso Jiménez Carrera, Lcdo.  
Profesor Delegado del Director de INTEC



---

Diego Muso Pilchisaca, Lcdo.  
Director de proyecto



---

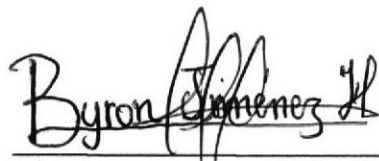
Camilo Arellano Arroba, Lcdo.  
Profesor vocal



## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”.

Reglamento de Graduación de ESPOL.



Byron Jiménez Herrera



Rati Saltos Tubay



## ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	11
ESPECIFICACIONES GENERALES .....	11
1.1 ANTECEDENTES .....	11
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	11
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
1.4 JUSTIFICACIÓN .....	12
CAPÍTULO II.....	13
REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA SEMÁFOROS.....	13
2.1.- REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE PARA SEMAFORIZACIÓN.....	13
2.2.- CONCEPTOS DEL REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO (RTE) PARA SISTEMAS SEMAFÓRICOS.....	13
2.2.- UTILIDAD DE LOS SEMÁFOROS SEGÚN EL RTE.....	14
2.3.- IMPORTANCIA DE LOS SEMÁFOROS SEGÚN EL RTE.....	14
2.4.- TIPOS DE SEMÁFOROS SEGÚN EL RTE.....	15
2.5.- TAMAÑO Y DISEÑO DE LOS LENTES DE LOS SEMÁFOROS.....	17
CAPÍTULO III.....	18
ANÁLISIS TÉCNICO PARA LA COLOCACIÓN DE LOS SEMÁFOROS DENTRO DEL PARQUE VIAL.....	18
3.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PARQUE VIAL.....	18
3.2 DETERMINACIÓN DE LOS LUGARES DONDE SE VAN A COLOCAR LOS SEMÁFOROS EN EL PARQUE VIAL.....	18
3.3.- DETERMINACIÓN DEL TIPO Y CANTIDAD DE SEMÁFOROS A COLOCAR.....	20
CAPÍTULO IV.....	21
DISEÑO DEL CIRCUITO PARA LOS SEMÁFOROS.....	21
4.1.- TECNOLOGÍA LED UTILIZADA EN LOS SISTEMAS SEMAFÓRICOS.....	21
4.2 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE UTILIZADO PARA LA ELABORACIÓN DE LOS CIRCUITOS IMPRESOS.....	23

4.3 DISEÑO DE LA LÁMPARA DE LEDS PARA SEMÁFOROS VEHICULARES.....	24
4.3.1 DISEÑO DE LA LÁMPARA DE LEDS COLOR ROJA PARA SEMÁFOROS VEHICULARES.....	25
4.4.2 DISEÑO DE LA LÁMPARA DE LEDS COLOR AMARILLA PARA SEMÁFOROS VEHICULARES.....	26
4.4.3 DISEÑO DE LA LÁMPARA DE LEDS COLOR VERDE PARA SEMÁFOROS VEHICULARES.....	27
4.5 DISEÑO DE LA MATRIZ DE LEDS PARA SEMÁFOROS PEATONALES.....	28
4.5.1 DISEÑO DE LA LÁMPARA DE LEDS PARA SEMÁFOROS PEATONALES COLOR VERDE. ....	29
4.5.2 DISEÑO DE LA LÁMPARA DE LEDS PARA SEMÁFOROS PEATONALES COLOR ROJO. ....	30
4.6 DISEÑO DEL ACTUADOR ELECTRÓNICO PARA LAS LÁMPARAS DE LOS SEMÁFOROS.....	31
CAPÍTULO V.....	33
PARÁMETROS Y ESPECIFICACIONES PARA EL CONTROLADOR DE LOS SEMÁFOROS.....	33
5.1. CARACTERÍSTICAS DEL CONTROLADOR.....	33
5.2 SECUENCIAS DE TRABAJO.....	33
CONCLUSIONES.....	36
RECOMENDACIONES.....	37
BIBLIOGRAFÍA.....	38
ANEXOS.....	39



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.- MÓDULOS PARA SEMÁFOROS VEHICULARES .....	15
FIGURA 2.- SEMÁFOROS PEATONALES DE LA MANO U HOMBRE .....	16
FIGURA 3.- PARQUE VIAL DE LA ECPE E.P.....	18
FIGURA 4.- PLANO CON LUGARES DONDE SERÁN COLOCADOS LOS SEMÁFOROS.....	20
FIGURA 5.- DIODOS LEDS .....	21
FIGURA 6.- EJEMPLO DE LÁMPARAS PARA SEMÁFOROS HECHAS CON DIODOS LEDS.....	22
FIGURA 7.- PANTALLA PRINCIPAL DEL EXPRESS PCB.....	23
FIGURA 8.- MATRIZ DE LEDS PARA SEMÁFOROS VEHICULARES .....	24
FIGURA 9.- LÁMPARA ROJA SEMÁFORO VEHICULAR .....	25
FIGURA 10.- LÁMPARA AMARILLA SEMÁFORO VEHICULAR .....	26
FIGURA 11.- LÁMPARA VERDE SEMÁFORO VEHICULAR .....	27
FIGURA 12.- MATRIZ DE LEDS PARA SEMÁFORO PEATONAL VERDE .....	28
FIGURA 13.- MATRIZ DE LEDS PARA SEMÁFORO PEATONAL ROJO .....	28
FIGURA 14.- LÁMPARA VERDE SEMÁFORO PEATONAL .....	29
FIGURA 15.- LÁMPARA ROJA SEMÁFORO PEATONAL .....	30
FIGURA 16.- ACTUADOR PARA LOS SEMÁFOROS .....	32

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.- VOLÚMENES DE TRÁNSITO.....	19
TABLA 2.- CARACTERÍSTICAS LÁMPARA ROJA SEMÁFORO VEHICULAR.....	25
TABLA 3.- CARACTERÍSTICAS LÁMPARA AMARILLA SEMÁFORO VEHICULAR.....	26
TABLA 4.- CARACTERÍSTICAS LÁMPARA VERDE SEMÁFORO VEHICULAR.....	27
TABLA 5.- CARACTERÍSTICAS LÁMPARA VERDE SEMÁFORO PEATONAL.....	29
TABLA 6.- CARACTERÍSTICAS LÁMPARA ROJA SEMÁFORO PEATONAL.....	30
TABLA 7.- VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS RELÉS DE ESTADO SÓLIDO.....	31
TABLA 8.- CARACTERÍSTICAS DEL CONTROLADOR.....	33

## **CAPÍTULO I**

### **ESPECIFICACIONES GENERALES**

#### **1.1 ANTECEDENTES.**

Actualmente, según estadísticas proporcionadas por la Agencia Nacional de Tránsito, existen 700.000 conductores facultados a conducir buses interprovinciales y transporte pesado quienes a partir del 1 de junio del 2011 empezarán un proceso de recertificación, se prevé que el 70% no cumpla con las expectativas de la Agencia Nacional de Tránsito para lo cual, se requerirá la capacitación necesaria. Ante la invitación realizada por la Agencia Nacional de Tránsito a las universidades de todo el país para hacer parte del cambio referente a la seguridad vial y responsabilidad que un conductor debe tener. La ESPOL decide crear la Escuela de Conductores Profesional ESPOL E.P. (CONDUESPOL), con los mismos principios y preceptos institucionales, y el objetivo de formar parte de este gran reto como es el de cambiar la cultura del conductor Ecuatoriano a través de una educación seria y responsable.

#### **1.2 OBJETIVO GENERAL.**

Diseñar y construir semáforos peatonales y vehiculares para el parque vial de la Escuela de Conductores Profesionales de la ESPOL mediante la utilización de diodos emisores de luz (LED).

### **1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Emplear técnicas y métodos de investigación para averiguar los requisitos que deben cumplir los sistemas semafóricos en vías públicas y privadas.
- Analizar el lugar apropiado para colocar semáforos dentro del parque vial de la ECPE E.P.
- Demostrar nuestra capacidad creativa e investigativa para la realización de un proyecto.
- Establecer un método eficiente para el diseño de los circuitos de los semáforos y el actuador electrónico de los mismos.
- Utilizar los conocimientos adquiridos durante la carrera para construir el circuito electrónico de los semáforos y el actuador electrónico que van a utilizar.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN.**

Como parte de la sólida formación académica que la Escuela de Conductores Profesionales de la Espol E.P. (ECPE E.P.) desea dar a sus estudiantes, decide implementar semáforos vehiculares y peatonales en las instalaciones de su parque vial, motivo por el cual decidimos colaborar con el diseño y construcción de los semáforos, aplicando conocimientos adquiridos en materias tales como Electrónica Analógica y Electrónica de Potencia durante nuestra formación académica en el Programa de especialización Tecnológica en Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones (PROTEL).

## **CAPÍTULO II**

### **REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA SEMÁFOROS.**

#### **2.1.- REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE PARA SEMAFORIZACIÓN.**

El propósito de este reglamento, es el de presentar conceptos fundamentales y estándares de práctica relacionados con el diseño de sistemas semafóricos, para regular el tránsito vehicular y peatonal en una intersección y en los sitios que sean técnicamente justificados.

#### **2.2.- CONCEPTOS DEL REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO (RTE) PARA SISTEMAS SEMAFÓRICOS.**

Intervalo de semáforos.- Son los tiempos sucesivos de las luces roja, amarilla y verde.

L.E.D.- Luz emitida por un diodo.

Semáforo.- Es un dispositivo de señalización luminosa útil para el control y la seguridad vial, mediante el cual se regula los movimientos de peatones y vehículos en las calles y carreteras, con luces de color rojo amarillo y verde, símbolos y complementados con sonidos acústicos.

Semáforos elevados.- Son los ubicados en postes brazos y/o pórticos sobre la calzada.

Sistema semafórico.- Conjunto de dispositivos de señalización luminosa interconectados y comunicados entre sus elementos y componentes, que sirven para regular el tránsito en forma segura en una red vial.





## **2.2.- UTILIDAD DE LOS SEMÁFOROS SEGÚN EL RTE.**

Los semáforos sirven para proteger a los usuarios de la vía, regulando los diferentes flujos vehiculares y peatonales, separando en tiempo y espacio a los varios movimientos de acuerdo a la trayectoria de viaje. Para que se cumpla esta definición, la selección y uso de estos dispositivos de control debe ser siempre precedida por un estudio exhaustivo de ingeniería de tránsito que evalúe las condiciones de tránsito en las vías involucradas.

## **2.3.- IMPORTANCIA DE LOS SEMÁFOROS SEGÚN EL RTE.**

Los sistemas semafóricos son importantes para la regulación del tránsito de vehículos y peatones; y, debido a que asignan el derecho de paso a los diversos movimientos de tránsito, estos deben cumplir entre otras los siguientes aspectos:

- a) Proveer un movimiento ordenado y seguro del tránsito.
- b) Optimizar los flujos vehiculares en una intersección, cuando se usan las medidas de control y diseño apropiadas.
- c) Reducir la frecuencia de ciertos tipos de accidentes, especialmente aquellos de ángulo recto.
- d) Proveer un movimiento continuo o progresivo del tránsito a una velocidad definida a lo largo de una ruta dada bajo condiciones favorables cuando se operan como un sistema interconectado.
- e) Interrumpir volúmenes vehiculares de tránsito a intervalos pertinentes, para permitir que otro tránsito vehicular o peatonal, pueda cruzar una vía pública.
- f) Proporcionar seguridad vehicular y peatonal.



## 2.4.- TIPOS DE SEMÁFOROS SEGÚN EL RTE.

### 2.4.1.- Semáforos vehiculares.

Están compuestos en forma estándar por tres módulos que conforman una unidad (un semáforo).

De requerirse virajes, se pueden acoplar tres módulos más hasta obtenerse un máximo de 6 módulos que conforman una nueva unidad.

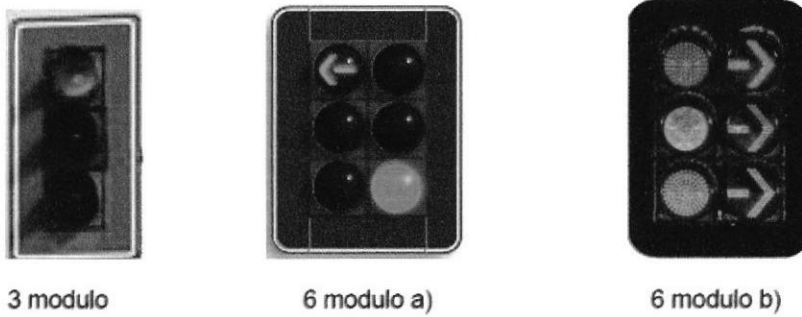


Figura 1.- Módulos para semáforos vehiculares

#### 2.4.1.1- Colores de luces de los semáforos vehiculares.

Los semáforos vehiculares tienen tres colores de luces circulares, instalados verticalmente en el siguiente orden descendente: rojo, amarillo o ámbar y verde. Algunas veces cuando es necesario de acuerdo a los estudios de tránsito, se instalan símbolos con luces extras que indican flechas rojas, amarilla o ámbar y verdes; están compuestos por módulos unitarios acoplables.

### 2.4.2.- Semáforos peatonales.

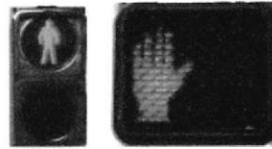
Estos semáforos pueden disponer de lentes de forma rectangular, cuadrados o circulares, que se utilizan con el propósito de controlar con seguridad los cruces de peatones a través de una calzada.

Pueden ser de uno o dos cuerpos, deben ser ubicados verticalmente con la figura en color verde en la parte inferior y en la superior la figura de color rojo; los de un solo cuerpo deberán tener las dos luces verde y rojo. Estos semáforos se clasifican en:

- a) Imágenes dinámicas. Representados por imágenes en movimientos y conteos regresivos. Las imágenes son: figura hombre caminando en color verde; y mano intermitente en color rojo o números regresivos de colores: verde, blanco, amarillo o ámbar.
- b) Imágenes fijas. Representados por la figura del hombre caminando en color verde y la figura de la mano en señal de pare u hombre parado en color rojo.



Semáforo peatonal luz verde



Semáforo peatonal luz roja

**Figura 2.-** Semáforos peatonales de la mano u hombre

## **2.5.- TAMAÑO Y DISEÑO DE LOS LENTES DE LOS SEMÁFOROS.**

Todos los lentes de los semáforos, excepto algunos lentes de semáforos peatonales, tendrán un aspecto circular.

Los lentes de los semáforos vehiculares son de dos tamaños:

- I) El semáforo estándar, que tiene lentes de 200 mm y,
- II) Semáforo con lentes de 300 mm.

Cuando la velocidad de aproximación es igual o menor de 60 km/h, se debe utilizar semáforos con lentes de 200 mm. Si la velocidad de aproximación es mayor de 60 km/h, se debe utilizar semáforos con lentes de 300 mm.

Las dimensiones de los semáforos dependerá de: jerarquía, geometría de la vía, número de carriles, ancho de carriles, tipo de vehículos.

## CAPÍTULO III

# ANÁLISIS TÉCNICO PARA LA COLOCACIÓN DE LOS SEMÁFOROS DENTRO DEL PARQUE VIAL.

### 3.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PARQUE VIAL.

El parque vial de la escuela se encuentra ubicado dentro del Campus Politécnico "Gustavo Galindo V.", Km 30,5 Vía Perimetral, junto al complejo deportivo del Instituto de Tecnologías.



**Figura 3.-** Parque vial de la ECPE E.P.

### 3.2 DETERMINACIÓN DE LOS LUGARES DONDE SE VAN A COLOCAR LOS SEMÁFOROS EN EL PARQUE VIAL.

Según el Reglamento Técnico Ecuatoriano para semaforización, existen varios criterios para instalar semáforos algunos de estos criterios se detallan a continuación.

- a.- Volúmenes de tránsito,
- b.- Acceso a vías principales,
- c.- Volúmenes peatonales,



- d.- Cruces peatonales escolares,
- e.- Conservación de progresión,
- f.- Frecuencia de accidentes,
- g.- Sistemas y,
- h.- Combinación de requisitos.

Vamos a explicar el primero de estos criterios.

Este requisito se aplica cuando los volúmenes de tránsito son la razón principal para considerar la instalación de semáforos, ver Figura 4. El requisito se satisface si durante 4 horas para controladores actuados por los vehículos y, 8 horas para controladores de tiempo fijo de un día laborable, se obtienen los siguientes volúmenes de tránsito.

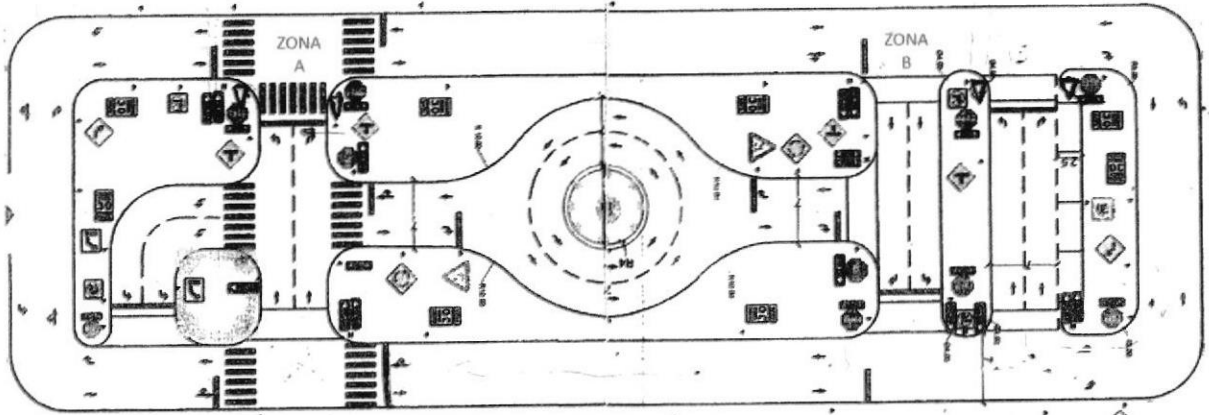
No. DE CARRILES EN CADA ACCESO		VEHICULOS POR HORA EN LA VIA MAYOR VOLUMEN (TOTAL EN AMBAS DIRECCIONES)	VEHICULOS POR HORA ACCESO DE MAYOR VOLUMEN DE LA VIA MENOR (UNA SOLA DIRECCION)
VIA MAYOR	VIA MENOR		
1	1	750	75
2 o mas	1	900	75
2 o mas	2 o mas	750	100
1	2 o mas	750	100

Tabla 1.- Volúmenes de tránsito

El parque vial al ser un medio didáctico que de forma práctica da a conocer preceptos y normas básicas de utilización de los sistemas de circulación, para crear una conducta vial segura y eficaz, no es posible aplicar estos parámetros para la instalación de los semáforos, puesto que el objetivo de instalarlos, es darle una herramienta más para la preparación de los futuros conductores profesionales.



Por lo cual fue necesario tener una reunión con los instructores del parque vial para recoger todas las opiniones y observaciones de ellos para buscar el lugar óptimo donde colocar los semáforos, se decidió colocar semáforos en las zonas A y B que se aprecian en la figura 4.



**Figura 4.-** Plano con lugares donde serán colocados los semáforos.

### **3.3.- DETERMINACIÓN DEL TIPO Y CANTIDAD DE SEMÁFOROS A COLOCAR.**

El tipo y cantidad de semáforos a colocarse quedo definida de la siguiente manera:

Tanto en la zona A como en la zona B se colocará un semáforo vehicular de 200 mm, se decidió poner los semáforos de esta medida por ser los más recomendados en el Reglamento Técnico Ecuatoriano para semaforización.

Con cada semáforo vehicular se colocarán dos semáforos peatonales uno con una imagen fija de un muñeco de color verde, y otra imagen con un muñeco parado de color rojo.



## CAPÍTULO IV

### DISEÑO DEL CIRCUITO PARA LOS SEMÁFOROS

#### 4.1.- TECNOLOGÍA LED UTILIZADA EN LOS SISTEMAS SEMAFÓRICOS.

En el Reglamento Técnico Ecuatoriano del INEN, nos menciona que en nuestras ciudades se tiene que ir sustituyendo progresivamente los viejos semáforos, compuestos de una bombilla tras un cristal coloreado (verde, ámbar o rojo), por un nuevo modelo que incluye multitud de diminutas lámparas de colores que, en conjunto, y a modo de píxeles, generan un efecto similar al que antes se tenía. La tecnología que emplean estas señales se denomina LED (Light Emitting Diodes o diodos emisores de luz) que consiste en un dispositivo electrónico que emite luz de un solo color cuando pasa electricidad a través de él. Y es precisamente ésta tecnología la que implementamos en nuestro proyecto. Agrupamos suficientes LEDS en una matriz de tal manera que tengan una suficiente intensidad lumínica y se puedan apreciar de forma muy clara.

Este tipo de semáforos tiene ventajas frente a los antiguos: El costo de mantenimiento es menor ya que el funcionamiento del semáforo no depende de que se funda o rompa una bombilla. Además, los diodos leds tienen hasta 10 años de vida útil, mucho más larga que las lámparas convencionales. Muy bajo consumo, del 5 al 15 % de su similar con lámparas incandescentes.

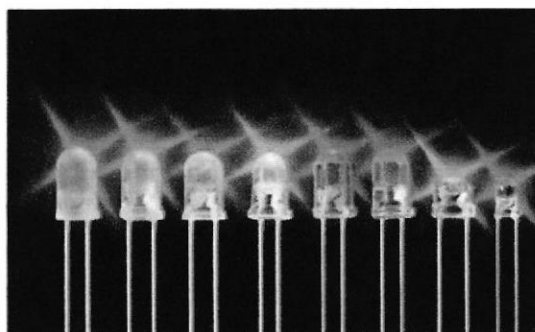
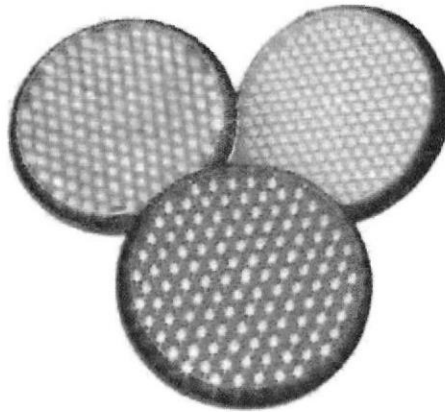


Figura 5.- Diodos leds



Señalización luminosa uniforme y mejor visión a elevadas distancias. Trabajan a baja tensión reduciendo al mínimo los posibles riesgos de electrocución. Emiten poco calor ya que el LED es un dispositivo que opera a baja temperatura en relación con la luminosidad que proporciona. Tienen una anchura espectral pequeña, convirtiéndolos de esta forma en el sistema perfecto de iluminación para visión artificial. El LED es un dispositivo de longitud de onda fija pero que puede trabajar en una amplia banda del espectro. Para cubrir todo este ancho de banda existen en el mercado una gran gama de LEDS que nos permitirán iluminar con una longitud de onda específica, o lo que es lo mismo en un determinado color (rojo, verde, ámbar, blanco e incluso ultravioleta).



**Figura 6.-** Ejemplo de lámparas para semáforos hechas con diodos leds

## 4.2 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE UTILIZADO PARA LA ELABORACIÓN DE LOS CIRCUITOS IMPRESOS.

Para el diseño de los circuitos impresos de los semáforos y el actuador electrónico, se decidió utilizar el software EXPRESS PCB. Este software está disponible en la siguiente página [www.expresspcb.com](http://www.expresspcb.com). Y su descarga es gratuita, es muy fácil de aprender y usar, el diseño de placas de circuito es simple para el principiante y eficiente para el profesional.



**Figura 7.-** Pantalla principal del EXPRESS PCB

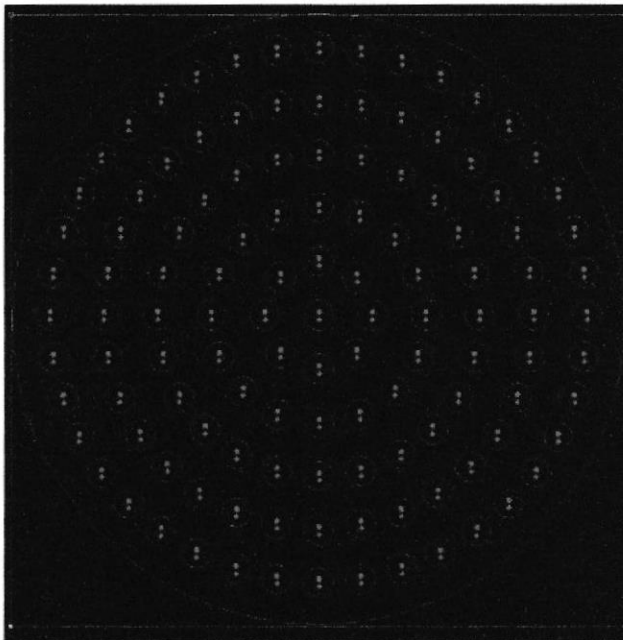
Entre las principales características del software EXPRESS PCB podemos mencionar:

- Nos permite escoger el área del circuito impreso a realizar.
- Si algún componente no se encuentra dentro de la librería del programa, podemos crearlo sin importar las dimensiones o pines.
- La interconexión de los distintos componentes la podemos realizar a nuestra conveniencia, ya que ésta se la hace manualmente.

- Permite escoger distintos grosores de línea para la interconexión de los componentes según la intensidad de corriente que vaya a circular por nuestro circuito.
- De requerirse se puede agregar algún texto al circuito.

### 4.3 DISEÑO DE LA LÁMPARA DE LEDS PARA SEMÁFOROS VEHICULARES.

La matriz de leds fue diseñada en el software EXPRESS PCB aquí se distribuyeron los leds de tal manera que se viera una distribución uniforme como se lo puede apreciar en la figura. Los leds que se utilizaron para los semáforos vehiculares son leds de alta luminosidad de 10mm de diámetro. La matriz tiene un diámetro de 200mm que fue la medida que quedo establecida para la construcción de estos semáforos, cada matriz cuenta con 121 leds. Esta matriz fue utilizada para los tres colores (rojo, amarillo, verde) del semáforo vehicular.



**Figura 8.-** Matriz de leds para semáforos vehiculares

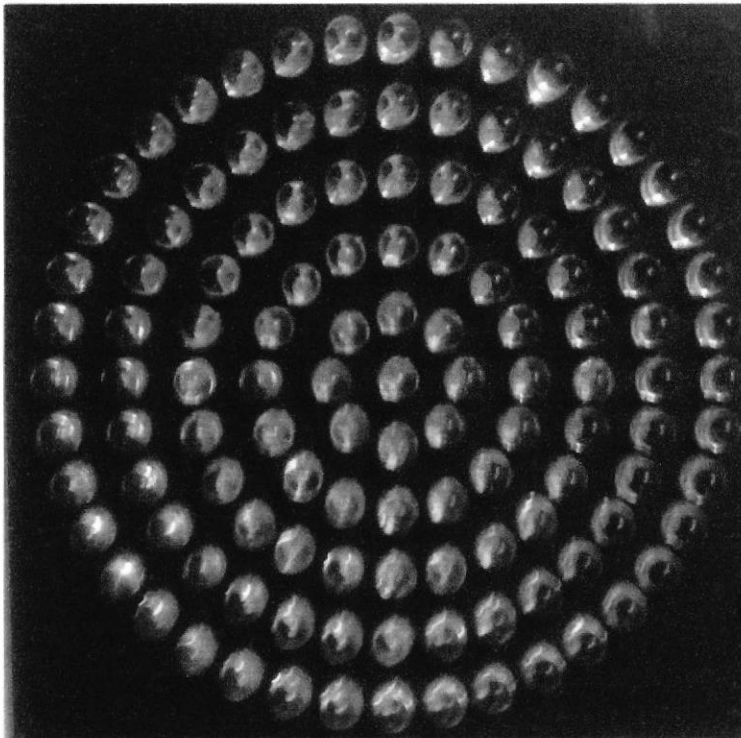


#### 4.3.1 DISEÑO DE LA LÁMPARA DE LEDS COLOR ROJA PARA SEMÁFOROS VEHICULARES.

Estas lámparas fueron diseñadas con diodos de alta luminosidad de 10 mm de diámetro. Las especificaciones técnicas se detallan en la tabla siguiente.

Lámpara roja a base de leds:	
Diámetro	200 mm
Color del led	Rojo de alto brillo (10 mm)
Cantidad de leds	121 piezas
Voltaje Nominal (led)	1.93 V
Corriente Nominal (led)	20 mA
Tipo de Energía Eléctrica	Voltaje DC
Medidas	200mm x 200 mm

**Tabla 2.-** Características lámpara roja semáforo vehicular



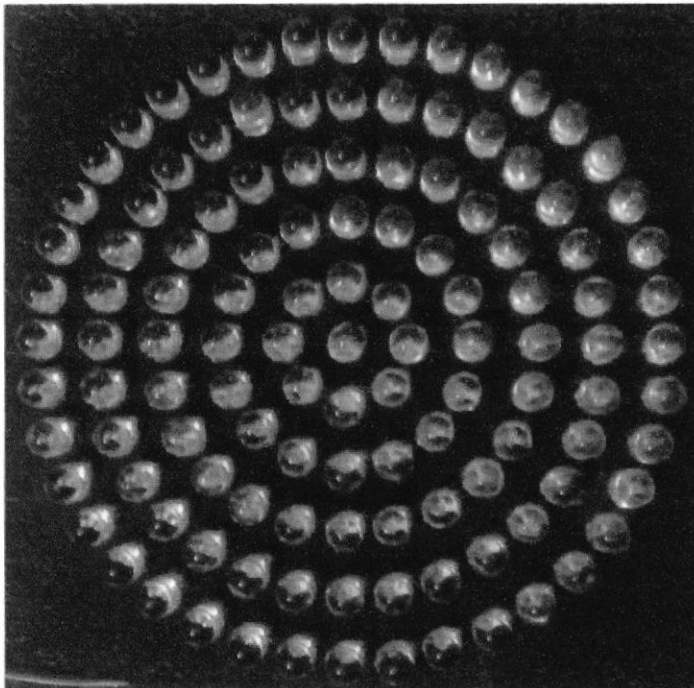
**Figura 9.-** Lámpara roja semáforo vehicular

#### 4.4.2 DISEÑO DE LA LÁMPARA DE LEDS COLOR AMARILLA PARA SEMÁFOROS VEHICULARES.

Estas lámparas fueron diseñadas con diodos de alta luminosidad de 10 mm de diámetro. Las especificaciones técnicas se detallan en la tabla siguiente.

Lámpara amarilla a base de leds	
Diámetro	200 mm
Color del led	Amarillo de alto brillo (10 mm)
Cantidad de leds	121 piezas
Voltaje Nominal (led)	1.95 V
Corriente Nominal (led)	20 mA
Tipo de Energía Eléctrica	Voltaje DC
Medidas	200mm x 200 mm

**Tabla 3.-** Características lámpara amarilla semáforo vehicular



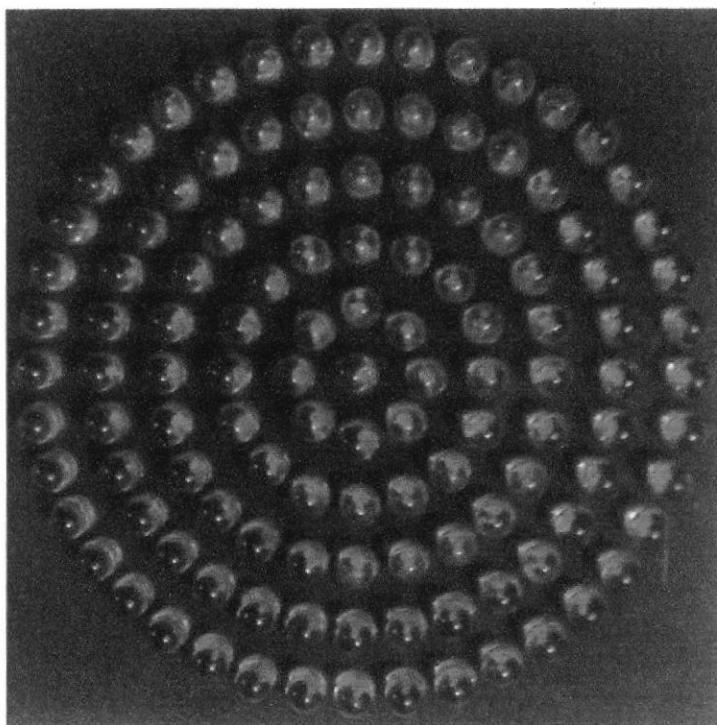
**Figura 10.-** Lámpara amarilla semáforo vehicular

#### 4.4.3 DISEÑO DE LA LÁMPARA DE LEDS COLOR VERDE PARA SEMÁFOROS VEHICULARES.

Estas lámparas fueron diseñadas con diodos de alta luminosidad de 10 mm de diámetro. Las especificaciones técnicas se detallan en la tabla siguiente.

Lámpara verde a base de leds	
Diámetro	200 mm
Color del led	Verde de alto Brillo (10 mm)
Cantidad de leds	121 piezas
Voltaje Nominal (led)	3.11 V
Corriente Nominal (led)	25 mA
Tipo de Energía Eléctrica	Voltaje DC
Medidas	200mm x 200 mm

**Tabla 4.-** Características lámpara verde semáforo vehicular

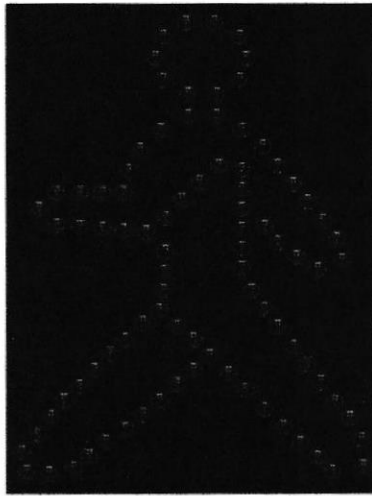


**Figura 11.-** Lámpara verde semáforo vehicular

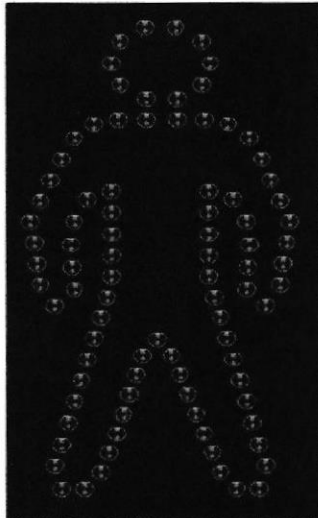


#### **4.5 DISEÑO DE LA MATRIZ DE LEDS PARA SEMÁFOROS PEATONALES.**

Esta matriz se la diseño en base a diodos leds de alta luminosidad tal y como en los semáforos vehiculares, con la diferencia de que para estas matrices se utilizaron diodos de 5 mm de diámetro. Se realizaron dos matrices una con la imagen del muñeco caminando donde se utilizo diodos de color verde y la otra con el muñeco parado donde se utilizo diodos de color rojo.



**Figura 12.- Matriz de leds para semáforo peatonal verde**



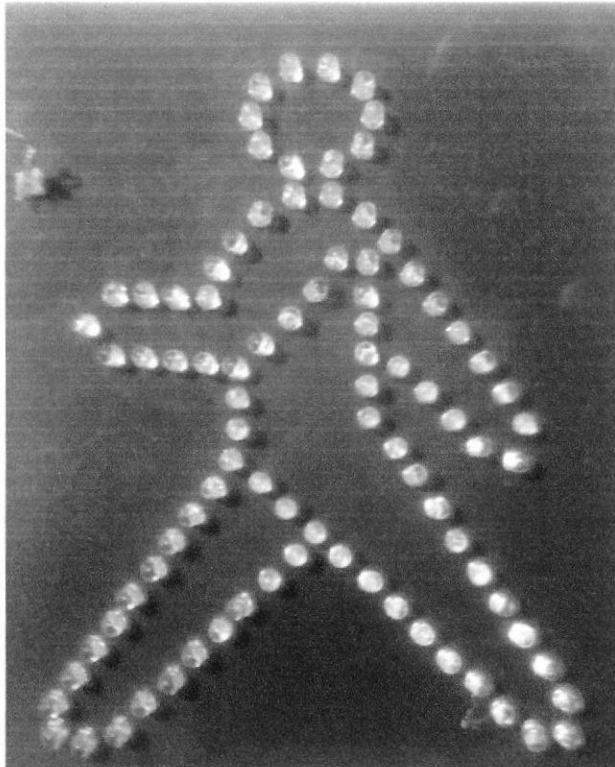
**Figura 13.- Matriz de leds para semáforo peatonal rojo**

#### 4.5.1 Diseño de la lámpara de leds para semáforos peatonales color verde.

Estas lámparas fueron diseñadas con diodos de alta luminosidad de 5 mm de diámetro. Las especificaciones técnicas se detallan en la tabla siguiente.

Lámpara verde peatonal a base de leds	
Color del led	Verde de alto Brillo (5 mm)
Cantidad de leds	91 piezas
Voltaje Nominal (led)	2.10 V
Corriente Nominal (led)	25 mA
Tipo de Energía Eléctrica	Voltaje DC
Medidas	200mm x 170 mm

**Tabla 5.-** Características lámpara verde semáforo peatonal



**Figura 14.-** Lámpara verde semáforo vehicular

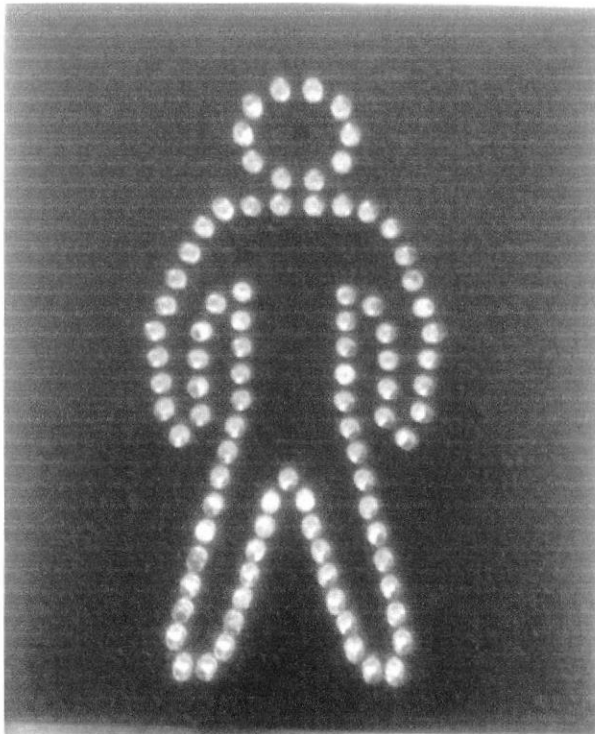


#### 4.5.2 Diseño de la lámpara de leds para semáforos peatonales color rojo.

Estas lámparas fueron diseñadas con diodos de alta luminosidad de 5 mm de diámetro. Las especificaciones técnicas se detallan en la tabla siguiente.

Lámpara roja peatonal a base de leds	
Color del led	Rojo de alto Brillo (5 mm)
Cantidad de leds	91 piezas
Voltaje Nominal (led)	1.98 V
Corriente Nominal (led)	25 mA
Tipo de Energía Eléctrica	Voltaje DC
Medidas	200mm x 170 mm


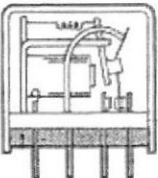
**Tabla 6.-** Características lámpara roja semáforo peatonal



**Figura 15.-** Lámpara roja semáforo peatonal

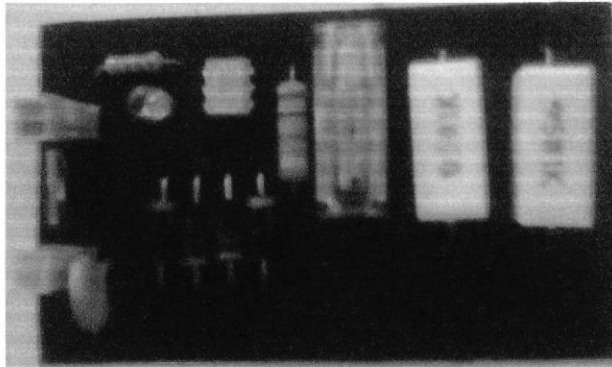
## 4.6 DISEÑO DEL ACTUADOR ELECTRÓNICO PARA LAS LÁMPARAS DE LOS SEMÁFOROS.

El actuador electrónico fue diseñado tomando en cuenta las características de las lámparas, estas consumen un voltaje DC alto por lo que se utilizó un puente rectificador de onda completa para obtener dicho voltaje, además de esto se diseñó el actuador con un optoacoplador, para que éste sea activado por una señal proveniente de un microcontrolador, y además aislar eléctricamente el circuito de entrada o mando y el circuito de salida. Las ventajas e inconvenientes entre un relé de estado sólido y los relés electromagnéticos se los aprecia en la tabla 7.

	<b>Ventajas</b>	<b>Inconvenientes</b>
<b>Relés de estado sólido</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Conexión con o sin función de paso por cero</li> <li>-Desconexión a <math>I=0</math></li> <li>-Gran resistencia a choques y vibraciones</li> <li>-No ocasionan arcos ni rebotes al no existir partes móviles.</li> <li>-Vida de trabajo óptima</li> <li>-Frecuencia de conmutación elevada</li> <li>-Facilidad de mantenimiento</li> <li>-Funcionamiento silencioso</li> <li>-Control a baja tensión, compatible TTL/CMOS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Circuito de entrada muy sensible a perturbaciones</li> <li>-Necesidad de elementos de protección externos                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-Disipadores de calor</li> <li>-Redes de protección</li> </ul> </li> <li>-Muy sensibles a la temperatura y a las sobretensiones</li> <li>-Tecnológica y conceptualmente más complejos y abstractos</li> </ul>
<b>Relés electromagnéticos</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Económicos en consumo</li> <li>-Reducción de dimensiones en aplicaciones de conmutación a baja potencia</li> <li>-Gran diversidad en encapsulados</li> <li>-Gran número de contactos</li> <li>-Control indistinto CA/CC</li> <li>-Tecnológica y conceptualmente muy evidentes</li> <li>-Defectos conocidos, así como sus soluciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ruido</li> <li>-Dimensiones considerables en aplicaciones de control de potencia</li> <li>-Presencia de chispas, arco y rebotes</li> <li>-Más lento en la maniobra</li> <li>-Vida útil menor</li> </ul>

**Tabla 7.- Ventajas e inconvenientes de los relés de estado sólido**

El actuador está compuesto por el relé de estado sólido, que recibe la señal de activación y permite que el triac envíe voltaje hacia la etapa de rectificación conformada por un puente rectificador de tres amperios, que es el que alimenta a las diferentes lámparas de los semáforos.



**Figura 16.- Actuador para los semáforos**



## CAPÍTULO V

### PARÁMETROS Y ESPECIFICACIONES PARA EL CONTROLADOR DE LOS SEMÁFOROS.

#### 5.1. CARACTERÍSTICAS DEL CONTROLADOR.

El controlador deberá poseer las características que se detallan a continuación.

<b>Voltaje de salida:</b>	<b>5 VDC</b>
<b>Número de salidas para semáforos vehiculares:</b>	<b>6</b>
<b>Número de salidas para semáforos peatonales</b>	<b>4</b>

**Tabla 8.- Características del controlador**

Como los dos lugares donde se deben instalar los semáforos están muy alejados uno del otro, se deberá diseñar y construir dos controladores con características similares.

#### 5.2 SECUENCIAS DE TRABAJO.

I) Luz roja fija, con lente circular.

Esta sirve para indicar que el tránsito vehicular frente a esta luz, debe detenerse atrás de la línea de pare.

II) Luz roja intermitente con lente circular.

Esta señal es similar a una señal vertical de pare; los conductores frente a estas luces, deben detenerse obligatoriamente y proseguir con precaución a través de la intersección solamente si no hay peligro de colisión o atropello con otro vehículo o peatón.

Esta luz debe utilizarse como señales de emergencia en caso de falla del controlador de semáforos.

Funciona como un plan especial programado dependiendo del volumen de tránsito y en horarios

nocturnos por seguridad cuya aplicación debe ser en vías secundarias, en cruces de trenes a nivel y en la vía transversal a la vía férrea. Este plan debe cumplir con el estudio de ingeniería de tránsito.

### III) Luz amarilla o ámbar fija

Indica que el derecho de paso dado por la luz verde se termina y que la luz roja se encenderá inmediatamente.

### IV) Luz amarilla intermitente, con lente circular.

Su significado es similar a una señal vertical de Ceda el Paso; los conductores frente a estas luces, pueden proseguir a través de la intersección si no existe peligro de colisión o atropello con otro vehículo o peatón.

Esta luz debe utilizarse como señales de emergencia en caso de falla del controlador de semáforos. También funciona como un plan especial programado dependiendo del volumen de tránsito y en horarios nocturnos por un principio de seguridad cuya aplicación debe ser en vías principales. Este plan debe cumplir con el estudio de ingeniería de tránsito.

### V) Luz verde fija, con lente circular.

Significa que el tránsito vehicular frente a esta luz, debe circular recto, virar a la derecha o izquierda, a menos que una señal vertical u horizontal indique prohibición de estos virajes.

### VI) Luz rojo semáforo peatonal.

Esta señal es para advertir a los peatones que no deben cruzar la calle, mientras dicha señal está encendida, la luz verde del semáforo vehicular deberá estar encendida también.



VII) Luz verde semáforo peatonal.

Esta es la luz que da la señal a los peatones para que puedan cruzar las calles, en dicha situación el semáforo vehicular rojo deberá estar encendido.

VII) Tiempos de las secuencias.

Los tiempos de todas las secuencias antes mencionadas deberán ser programables a criterio de los instructores de la ECPE E.P. esto debe ser así ya que el uso de los semáforos es como una herramienta educativa.



## CONCLUSIONES.

Con la elaboración del proyecto pudimos emplear parte de los conocimientos adquiridos en distintas materias vistas a lo largo de los años de estudio en la ESPOL.

El proyecto permitió poner en práctica el “auto aprendizaje” y métodos de investigación, para así averiguar los requerimientos técnicos que debían cumplir los semáforos.

Pusimos a trabajar nuestra parte creativa en el diseño de los circuitos para las lámparas de los semáforos y el actuador.

El proyecto dejó las pautas para que pueda ser continuado por estudiantes de PROTEL, esto en el diseño del controlador para los semáforos.



## RECOMENDACIONES.

Para cuando se conecte el voltaje de entrada alterna de los actuadores se deberá poner mucho cuidado que no exceda los 110 VAC ya que si este voltaje es mayor afectaría a las lámparas, inclusive dañándolas. Si por algún caso el voltaje decae, entonces podría darse el caso que la luminosidad se atenúe. Para cualquiera de los 2 casos se recomendaría el uso de un regulador de voltaje para corregir esos inconvenientes.

Para el diseño del controlador se recomienda utilizar salidas adicionales, donde el usuario pueda ver en el mismo controlador la secuencia que esta trabajando en los semáforos.

El controlador del semáforo puede ser modificado para hacerlo más didáctico y fácil de utilizar por los usuarios, también puede contener más salidas, si se necesitara conectar más semáforos a futuro.



## **BIBLIOGRAFÍA.**

### **[1] Conceptos y principios de funcionamiento de diodos semiconductores:**

BOYLESTAD, NASHELSKY. Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos. Octava edición.  
Pearson Prentice Hall

### **[2] Conceptos y principios de funcionamiento de dispositivos semiconductores de potencia:**

RASHID MUHAMMAD. Electrónica de Potencia. Tercera edición. Pearson Prentice Hall

## **REFERENCIAS ELECTRÓNICAS.**

### **[1] Reglamento Técnico Ecuatoriano parte 5 semaforización:**

<http://www.inen.gob.ec/>

### **[2] Sitio web escuela de conductores profesionales de la Espol:**

<http://vial.espol.edu.ec/>

### **[3] PCB software:**

[http:// www.expresspcb.com.](http://www.expresspcb.com.)

### **[4] Características de los semáforos existentes en el mercado:**

<http://www.neoledperu.com/>

### **[5] Tecnología LED en el tránsito:**

<http://www.dled.com.ar/wp/ar/?p=268>



## ANEXOS.

### Anexo 1: Certificado de constancia de entrega de lámparas a la ECPE E.P.

Guayaquil, 14 de Febrero 2013

## COMUNICADO

Por medio de la presente se deja en constancia la presentación de las lámparas de señalización de los semáforos del proyecto de señalización del parque vial de CONDUESPOL por parte de los estudiantes:

- Byron Jiménez cedula de identidad 0930741707
- Raúl Saltos cedula de identidad 0925457871

Pertenecientes a la carrera de Tecnología en Electrónica y Tecnología en Meca-trónica, al departamento de Logística vehicular de la Escuela de conductores ESPOL E.P. A cargo del Sr. Esteban Aspiazú Veas Jefe del Área en mención. Los componentes presentados son:

- 2 luces blancas.
- 2 luces verdes.
- 2 luces amarillas.
  
- 4 peatonales verdes.
- 4 peatonales rojas.
  
- 14 actuadores electrónicos.

  
ENTREGA

Raúl Saltos.

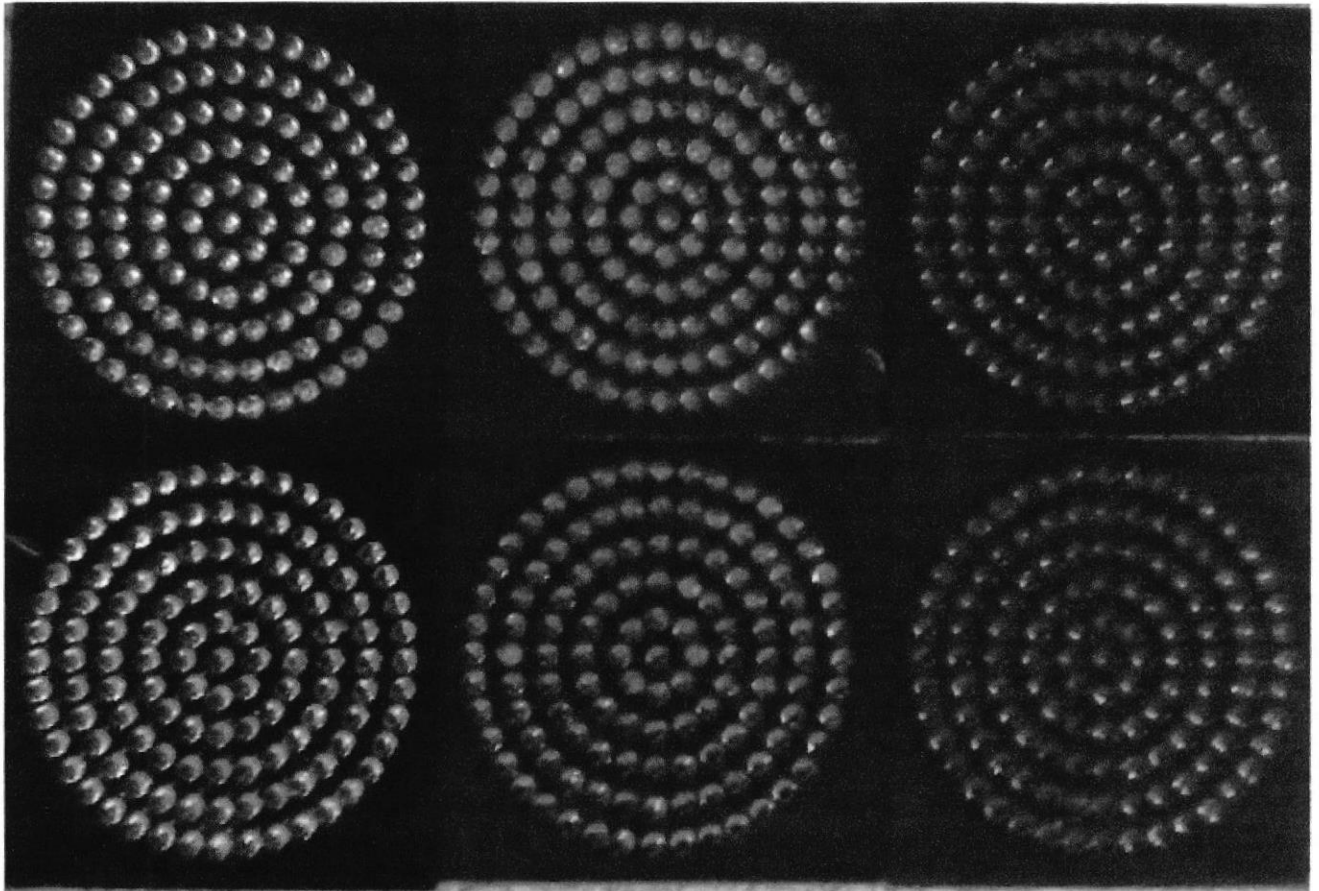
  
ENTREGA

Byron Jiménez

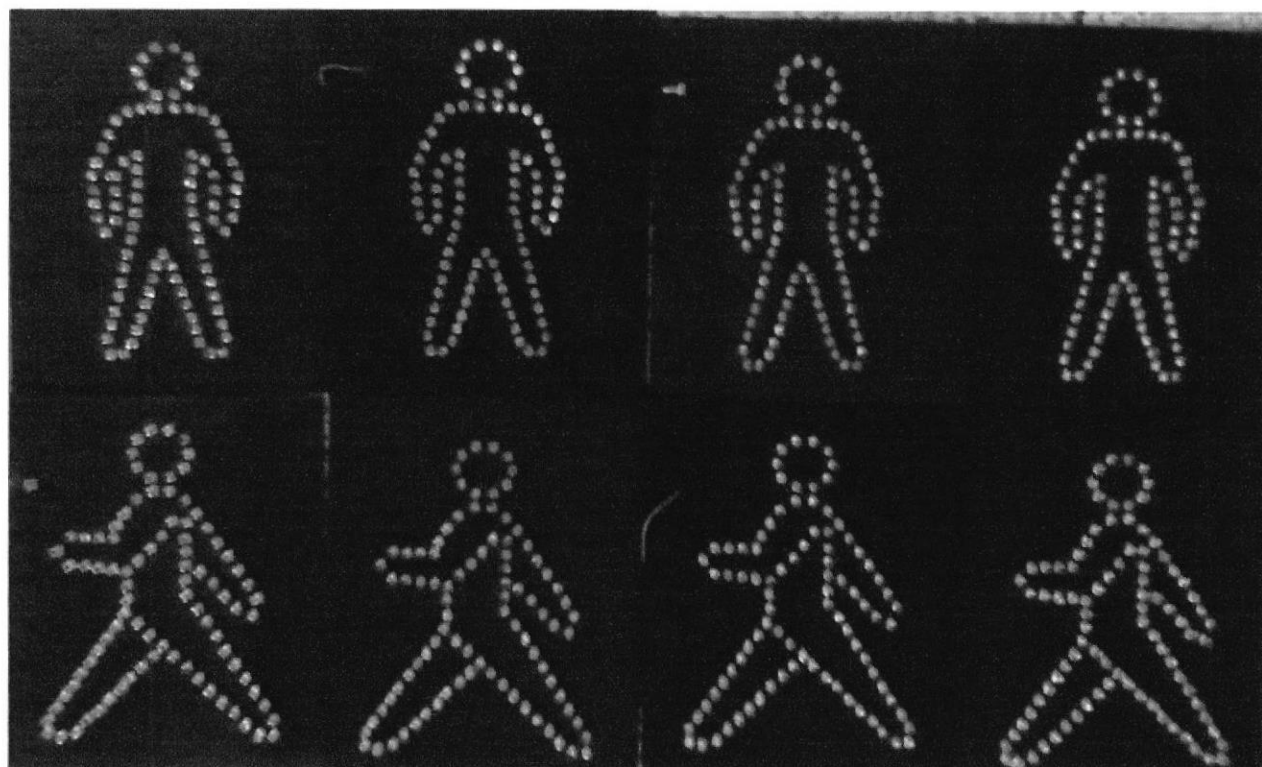
  
**ECPE E.P.**  
RECIBIDO  
Esteban Aspiazú V.



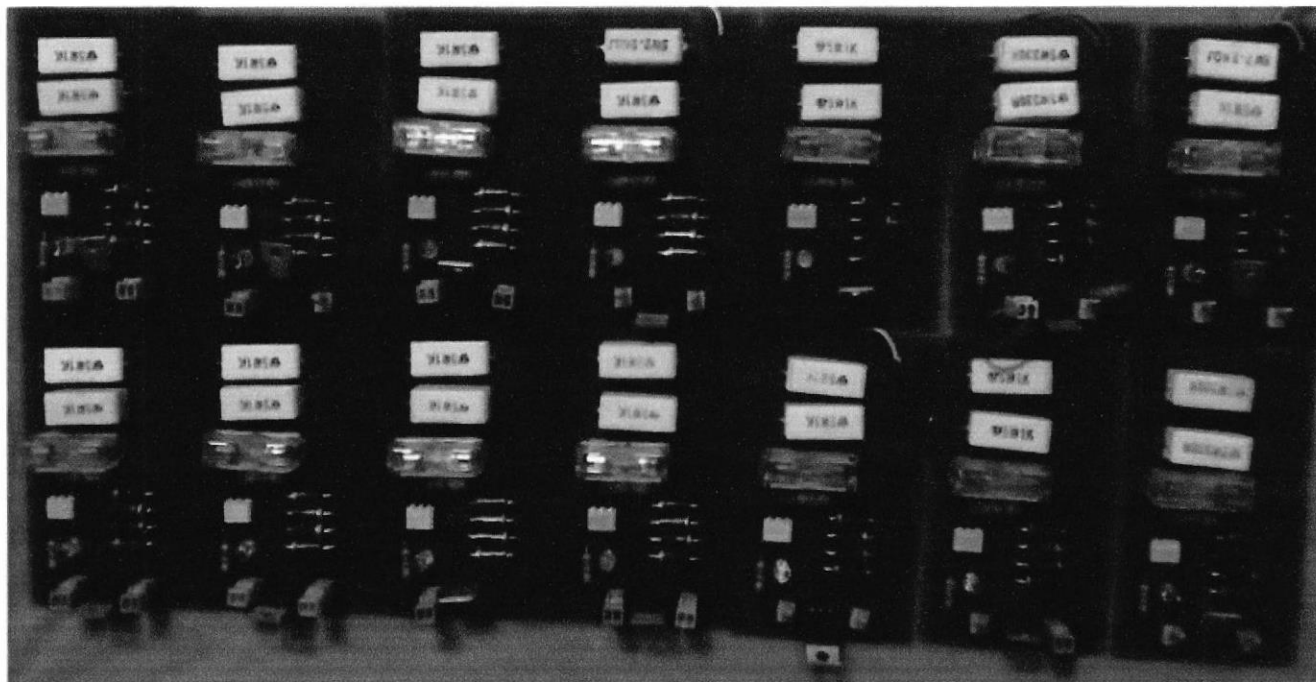
**Anexo 2: Lámparas de semáforos vehiculares.**



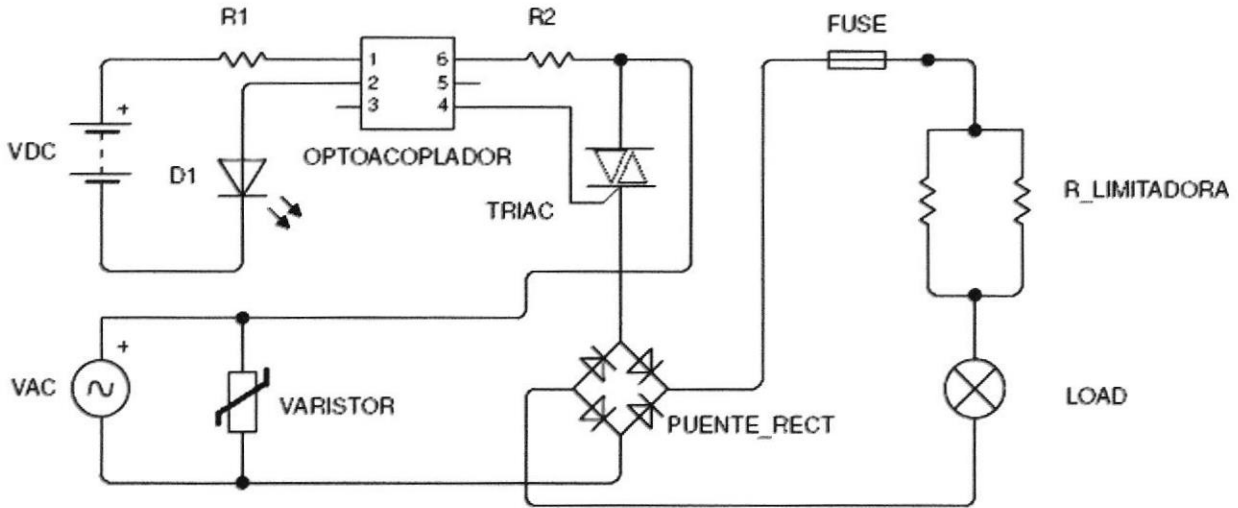
**Anexo 3: Lámparas de semáforos peatonales.**



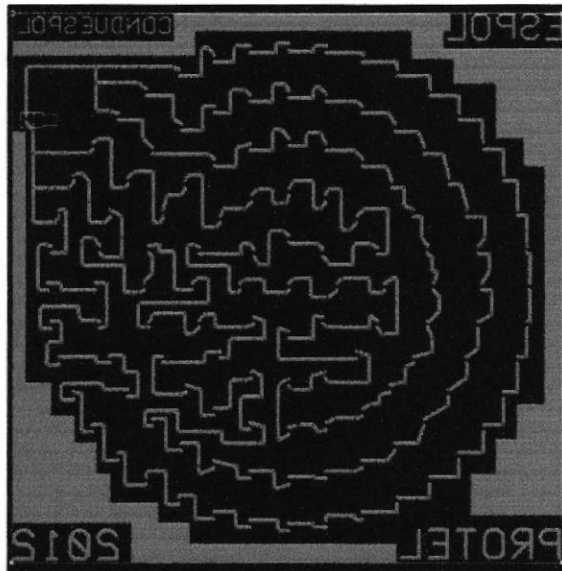
**Anexo 4: Actuadores electrónicos.**



**Anexo 5: Diagrama esquemático del actuador electrónico.**

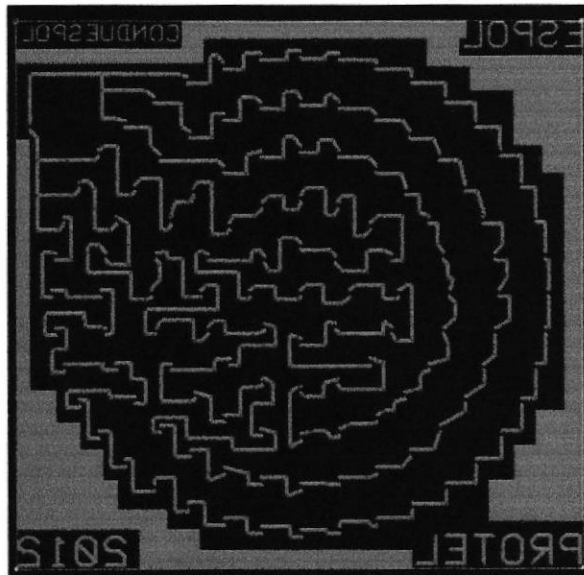


**Anexo 6: Circuito impreso de la lámpara de leds color rojo semáforo vehicular sin referencia de componentes.**

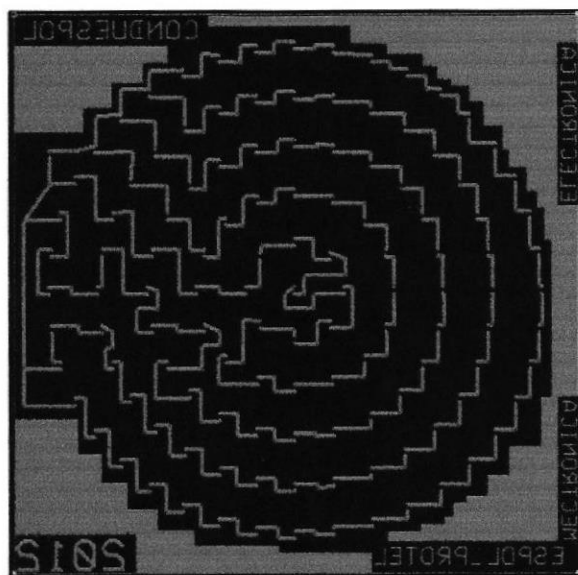


BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

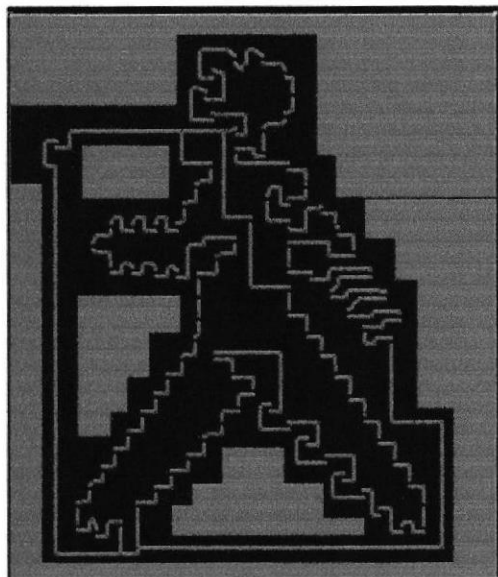
**Anexo 7: Circuito impreso de la lámpara de leds color amarillo semáforo vehicular sin referencia de componentes.**



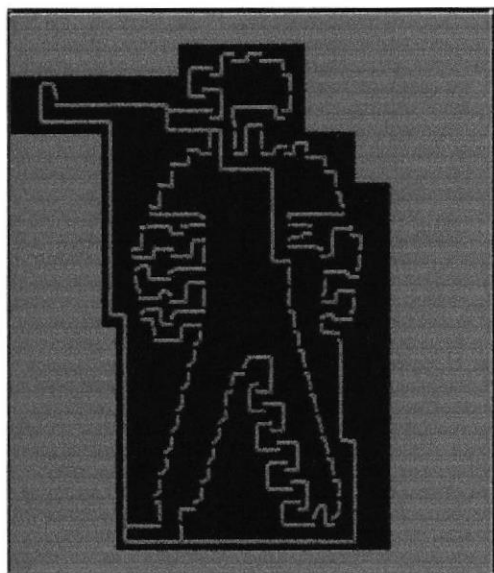
**Anexo 8: Circuito impreso de la lámpara de leds color verde semáforo vehicular sin referencia de componentes.**



**Anexo 9: Circuito impreso de la lámpara de leds color verde semáforo peatonal sin referencia de componentes.**



**Anexo 10: Circuito impreso de la lámpara de leds color rojo semáforo peatonal sin referencia de componentes.**





**Anexo 11: Circuito impreso del actuador electrónico de las lámparas sin referencia de componentes.**

