



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO  
DIDÁCTICO DE UN SISTEMA DE LUMINARIAS  
INTELIGENTES PARA DIRECCIONAR DE  
ACUERDO A LA TRAYECTORIA Y VELOCIDAD  
DEL VEHÍCULO”**

**LÓPEZ CÁRDENAS JUAN PABLO  
DÁVILA MARÍN PORFIRIO FERNANDO**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:  
**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2011**

esPOCH

FACULTAD DE MECÁNICA

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

**CONSEJO DIRECTIVO**

Diciembre 12 de 2011

Fecha

Yo recomiendo que la tesis preparada por:

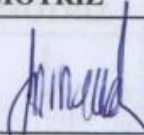
PORFIRIO FERNANDO DÁVILA MARÍN

Nombre del Estudiante


**Titulada:** "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO DE UN SISTEMA DE LUMINARIAS INTELIGENTES PARA DIRECCIONAR DE ACUERDO A LA TRAYECTORIA Y VELOCIDAD DEL VEHÍCULO".


Sea aceptada como parcial complementación de los requisitos para el título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

  
f) Decano de la Facultad de Mecánica.

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

  
Ing. Celin Padilla P.  
f) Director de Tesis

  
Ing. Roberto Cabezas R.  
f) Asesor de Tesis

esPOCH

FACULTAD DE MECÁNICA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

CONSEJO DIRECTIVO

Diciembre 12 de 2011

Fecha

Yo recomiendo que la tesis preparada por:

JUAN PABLO LÓPEZ CÁRDENAS

Nombre del Estudiante

Titulada: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO DE UN SISTEMA DE LUMINARIAS INTELIGENTES PARA DIRECCIONAR DE ACUERDO A LA TRAYECTORIA Y VELOCIDAD DEL VEHÍCULO".

Sea aceptada como parcial complementación de los requisitos para el título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

f) Decano de la Facultad de Mecánica.

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Celin Padilla P.  
f) Director de Tesis

Ing. Roberto Cabezas R.  
f) Asesor de Tesis

esPOCH

FACULTAD DE MECÁNICA




## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

Nombre del estudiante: PORFIRIO FERNANDO DÁVILA MARÍN

TÍTULO DE LA TESIS: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO DE UN SISTEMA DE LUMINARIAS INTELIGENTES PARA DIRECCIONAR DE ACUERDO A LA TRAYECTORIA Y VELOCIDAD DEL VEHÍCULO"

Fecha de Examinación: Diciembre, 12 de 2011

### RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

Comité de Examinación	Aprueba	No aprueba	Firma
Ing. Eduardo Villota M.	✓		
Ing. Celin Padilla P.	✓		
Ing. Carlos Cabezas R.	✓		

Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

### RECOMENDACIONES:

---



---




---



---

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

  
 F) PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

esPOCH

FACULTAD DE MECÁNICA




## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

Nombre del estudiante: JUAN PABLO LÓPEZ CÁRDENAS

TÍTULO DE LA TESIS: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO DE UN SISTEMA DE LUMINARIAS INTELIGENTES PARA DIRECCIONAR DE ACUERDO A LA TRAYECTORIA Y VELOCIDAD DEL VEHÍCULO"

Fecha de Examinación: Diciembre, 12 de 2011

### RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

Comité de Examinación	Aprueba	No aprueba	Firma
Ing. Eduardo Villota M.	✓		
Ing. Celin Padilla P.	✓		
Ing. Carlos Cabezas R.	✓		

Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

### RECOMENDACIONES:

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

  
 \_\_\_\_\_  
**F) PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

esPOCH

FACULTAD DE MECANICA

---

**CERTIFICACIÓN DE REVISIÓN DE TESIS DE GRADO**

---

Ing. Celin Padilla P., Ing. Roberto Cabezas R., en su orden Director y Asesor del Tribunal de la Tesis de Grado desarrollada por el señor PORFIRIO FERNANDO DÁVILA MARÍN.

**CERTIFICAN**

Que luego de revisada la Tesis de Grado en su totalidad, se encuentra que cumple con las exigencias académicas de la Escuela de Ingeniería Automotriz, Carrera INGENIERÍA, por lo tanto autorizamos su presentación y defensa.



Ing. Celin Padilla P.

**DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Roberto Cabezas R.

**DOCENTE ASESOR**

---

**CERTIFICACIÓN DE REVISIÓN DE TESIS DE GRADO**

---

Ing. Celin Padilla P., Ing. Roberto Cabezas R., en su orden Director y Asesor del Tribunal de la Tesis de Grado desarrollada por el señor JUAN PABLO LÓPEZ CÁRDENAS.

**CERTIFICAN**

Que luego de revisada la Tesis de Grado en su totalidad, se encuentra que cumple con las exigencias académicas de la Escuela de Ingeniería Automotriz, Carrera INGENIERÍA, por lo tanto autorizamos su presentación y defensa.



Ing. Celin Padilla P.

**DIRECTOR DE TESIS**



Ing. Roberto Cabezas R.

**DOCENTE ASESOR**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

f) Juan Pablo López Cárdenas

---

f) Porfirio Fernando Dávila Marín



## AGRADECIMIENTO

Agradezco a nuestra prestigiosa institución Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la noble Facultad de Mecánica, y a nuestra querida Escuela de Ingeniería Automotriz por permitir demostrar todas mis habilidades y desarrollarme como profesional, a los Ingenieros: Celín Padilla como Director y Roberto Cabezas como Asesor y a todos los ingenieros de nuestra facultad por sus conocimientos compartidos para la ejecución de la tesis, a mi compañero con quien hemos realizado este proyecto.

Juan pablo López Cárdenas

A Dios nuestro creador, por hacer palpable su amor a través de cada uno de los que me rodean.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en especial a la tan apreciada Escuela de Ingeniería Automotriz por convertirme en un profesional capacitado.

A mis padres, hermanas, amigos, y profesores, que sin esperar nada a cambio, han sido pilares fundamentales en el camino hacia esta meta, y así, forman parte de este logro que me abre las puertas en el desarrollo profesional. A todas las personas que han creído en mí.

Porfirio Fernando Dávila Marín

## DEDICATORIA

*“El éxito consiste en obtener lo que se desea. La felicidad, en disfrutar lo que se obtiene”*

Mi proyecto va dedicado de manera especial a DIOS el dador de nuestras vidas, a mis amados padres: Miguel y Enma que con sacrificio, constancia, paciencia y amor me apoyaron para culminar mi carrera profesional mi triunfo es el de ustedes, ¡los amo!, a mi querida y dulce abuelita que en todo momento siempre me motivó para seguir adelante y a quien prometí que terminaría mis estudios, a mis hermanas que con sus palabras de aliento supieron levantarme el ánimo para seguir adelante en los momentos más difíciles, a mis tíos en especial a Milton, a mis sobrinos, a mis amigos y compañeros que me brindaron su apoyo.

Juan Pablo López Cárdenas

A mi madre por su paciencia, por su comprensión, por su empeño, por su fuerza, por su amor, por ser tal y como es, porque la quiero.

A mi padre, que me ha regalado el derecho de crecer, y que en este proceso han estado junto a mí, debe saber, que es el motor de mi motivación.

A mis hermanas, en todo momento me han apoyado incondicionalmente, y me han sabido entender aconsejar y guiar en todo este proceso.

A cada una de las personas que durante nuestra investigación nos motivaron para seguir adelante.

Porfirio Fernando Dávila Marín

## TABLA DE CONTENIDOS

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
<b>1. GENERALIDADES</b>	
1.1 Introducción.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
<b>2. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL SISTEMA DE LUCES DEL VEHÍCULO</b>	
2.1 Necesidad del sistema de alumbrado.....	4
2.2 Fotometría y unidades de medida.....	4
2.2.1 Magnitudes.....	5
2.3 Faros.....	6
2.3.1 Importancia de los faros en el sistema de alumbrado.....	6
2.3.2 Funcionamiento.....	7
2.3.3 Tipos de faros.....	9
2.4 Alumbrado de haz asimétrico.....	11
2.5 Lámparas de halógeno.....	12
2.6 Lámparas de xenón o lámpara de descarga de gas.....	15
2.8 Componentes del sistema de alumbrado.....	18
2.8.1 Simbología.....	18
2.8.2 Codificación y normas.....	22
2.8.3 Conductores terminales.....	23
2.8.3.1 Conductores eléctricos.....	23
2.8.3.2 Terminales.....	23
2.8.3.3 Relés.....	24
2.8.3.4 Fusibles.....	25

2.9	Alineación de faros.....	27
2.9.1	Disposición de faros.....	27
<b>3.</b>	<b>ELEMENTOS Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS</b>	
3.1	Microcontroladores.....	30
3.1.1	Introducción.....	30
3.1.2	Controlador y microcontrolador.....	30
3.1.3	Aplicaciones de los microcontroladores.....	32
3.1.4	Selección de un microcontrolador.....	32
3.2	Aplicación de los microcontroladores en el automóvil.....	32
3.3	Selección del microcontrolador para la aplicación.....	33
3.3.1	Costos.....	34
3.3.2	Aplicación.....	34
3.3.3	Selección del pic 16F877A.....	34
3.3.3.1	Características.....	34
3.3.4	Selección del pic 16F628A.....	36
3.3.4.1	Características.....	36
3.3.5	Motor de pasos.....	37
3.3.5.1	Principio de funcionamiento.....	38
3.3.5.2	Secuencias para manejar motores paso a paso bipolares.....	40
3.3.5.3	Secuencias para manejar motores paso a paso unipolares.....	41
3.3.5.4	Secuencia normal.....	41
3.3.5.5	Secuencia del tipo wave drive.....	42
3.3.5.6	Secuencia del tipo medio paso.....	42
3.3.5.7	Aislado el cable(s) común que va a la fuente de alimentación.....	44
3.3.5.8	Identificación de cables de las bobinas (A, B, C y D).....	45
3.3.5.9	Identificando los cables en motores p-p bipolares.....	46
3.4	Sensor de posicionamiento de los neumáticos.....	46
3.5	Sensor de intensidad lumínica.....	47
3.6	Simulador de velocidad del vehículo.....	48

#### **4. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE LUCES AUTO DIRECCIONABLES**

4.1	Planteamiento del problema.....	50
4.1.1	Objetivo general.....	50
4.1.2	Objetivos específicos.....	51
4.1.3	Metas del proyecto.....	51
4.2	Características del sistema de luces auto direccionables.....	51
4.2.1	Diseño del sistema de luminarias inteligentes.....	52
4.2.2	Construcción e instalación faros de carretera y cruce.....	54
4.2.3	Circuito de luces direccionales y estacionamiento.....	55
4.2.3.1	Luces direccionales.....	55
4.2.3.2	Luces de estacionamiento.....	57
4.3	Diseño mecánico.....	58
4.3.1	Selección del motor paso a paso.....	58
4.3.2	Diseño del mecanismo del faro.....	61
4.3.3	Diseño de la cremallera.....	63
4.3.4	Sensor de control de los motores paso a paso.....	65
4.3.5	Generación del giro del faro para curvas.....	66
4.3.6	Generación del giro del faro para línea recta.....	67
4.4	Diseño electrónico.....	67
4.4.1	Parámetros y señales considerados para la construcción del sistema.....	68
4.4.1.1	Señal de la velocidad del vehículo.....	68
4.4.1.2	Señal de posición de los neumáticos.....	69
4.4.1.3	Señal de luz.....	70
4.5	Generación del cambio automático de luces.....	70
4.6	Regulación de voltaje.....	71
4.6.1	Selección de protección del circuito.....	71
4.7	Análisis económico.....	72
<b>5.</b>	<b>CONSTRUCCIÓN, PRUEBAS, FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO</b>	
5.1	Diseño del tablero didáctico.....	74

5.1.1	Proceso de construcción de la cabina.....	75
5.1.2	Construcción de la mascarilla.....	77
5.1.3	Construcción de la estructura metálica.....	78
5.1.4	Construcción de la columna de dirección.....	85
5.1.5	Construcción de la cremallera.....	86
5.1.6	Construcción del soporte de la columna de dirección.....	88
5.1.7	Construcción de los soportes de los motores paso a paso.....	89
5.2	Montaje y acoplamiento eléctrico – electrónico.....	91
5.2.1	Control central de los motores paso a paso.....	91
5.2.2	Sensor de luz.....	92
5.2.3	Simulador de velocidad.....	93
5.2.4	Control de errores.....	94
5.3	Generación de fallas al banco de pruebas.....	96
5.4	Pruebas en un protoboard.....	97
5.5	Construcción del circuito impreso.....	98
5.6	Instalación del sistema de luces inteligentes.....	100
5.7	Montaje y acoplamiento mecánico.....	101
5.8	Características del sistema.....	105
5.9	Creación del manual del usuario.....	105
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
<b>6.1</b>	Conclusiones.....	106
<b>6.2</b>	Recomendaciones.....	107

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **LINKOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

## LISTA DE TABLAS

<u>TABLA</u>	<u>PÁGINA</u>
2.1 Simbología eléctrica.....	18
2.2 Selección de conductores AWG.....	22
2.3 Especificación y configuración de los relés.....	25
2.4 Código de colores para fusibles tipo pastilla.....	26
3.1 Secuencia necesaria para controlar motores paso a paso del tipo bipolares.....	41
3.2 Secuencia normal del funcionamiento de un motor P-P.....	41
3.3 Secuencia del tipo wave drive de un motor P-P.....	42
3.4 Secuencia del tipo medio paso de un motor P-P.....	43
3.5 Identificación de los cables de las bobinas (A, B, C y D).....	45
4.1 Principales características del motor de pasos seleccionado.....	60
4.2 Detalle del diente de la cremallera.....	65
4.3 Componentes y costos.....	72
5.1 Especificación de material.....	80
5.2 Fuerzas aplicadas.....	80
5.3 Fuerzas aplicadas.....	80
5.4 Proceso de cálculo.....	81
5.5 Tensión de von mises.....	81
5.6 Desplazamiento resultante.....	82
5.7 Característica del material.....	83

## LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>	<u>PÁGINA</u>
2.1 Partes de una lámpara.....	4
2.2 Lámpara incandescente.....	5
2.3 Partes de un faro.....	7
2.4 Disposición del haz de luz en el faro.....	8
2.5 Haz de luz divergente.....	8
2.6 Haz de luz convergente.....	8
2.7 Desviación del haz de luz en el faro.....	9
2.8 Alumbramiento de cruce.....	9
2.9 Faros supletorios.....	10
2.10 Faros antiniebla.....	11
2.11 Faros cuneteros.....	11
2.12 Alumbrado de haz asimétrico .....	12
2.13 Estructura de una lámpara halógena .....	13
2.14 Ciclo halógeno.....	13
2.15 Lámpara de halógeno de doble filamento.....	14
2.16 Lámpara de halógeno de un filamento.....	14
2.17 Alcance de luz de los faros halógenos .....	15
2.18 Generación de luz en una lámpara de gas o luz xenón.....	16
2.19 Alcance del haz de luz de una lámpara de gas o luz xenón.....	17
2.20 Simbología automotriz.....	21
2.21 Conductor eléctrico.....	23
2.22 Terminales eléctricos.....	23
2.23 Relés disposición de terminales.....	24
2.24 Constitución del relé.....	24
2.25 Fusible clásico.....	25
2.26 Fusible tipo pastilla.....	26
2.27 Regulación de altura y distancia de centros de faros.....	27
2.28 Regulación de faros utilizando regloscopio.....	28
2.29 Nivelación incorrecta del piso para alinear faros.....	29



3.1	Aplicaciones de microcontroladores en el automóvil.....	33
3.2	Disposición de pines del 16F877A.....	35
3.3	Disposición de pines del 16F628A.....	37
3.4	Motor de pasos.....	37
3.5	Rotor.....	38
3.6	Estatore de 4 bobinas.....	38
3.7	Motor bipolar.....	39
3.8	Motor unipolar.....	39
3.9	Control del motor p-p bipolar.....	39
3.10	Control del motor p-p bipolar.....	40
3.11	Control de un motor paso a paso unipolar.....	40
3.12	Motor P-P con 5 cables de salida.....	44
3.13	Motor P-P con 6 cables de salida.....	44
3.14	Sensor de posicionamiento de los neumáticos.....	46
3.15	Sensor de intensidad lumínica.....	47
3.16	Símbolo de la fotoresistencia o LDR.....	47
3.17	Fotorresistencia o LDR.....	48
3.18	Fotorresistencia o LDR.....	48
3.19	Visualización y control del simulador de velocidad.....	49
4.1	Diagrama de flujo de los sensores.....	52
4.2	Diagrama de flujo del sistema de luminarias inteligentes.....	53
4.3	Faros del sistema.....	54
4.4	Ensamble de cableado a sus terminales.....	54
4.5	Diagrama luces de carretera y cruce.....	55
4.6	Control de luces direccionales.....	55
4.7	Angulo de luminosidad luces intermitentes.....	56
4.8	Conexión luz direccional.....	56
4.9	Interruptor de luz de estacionamiento.....	57
4.10	Conexión luz de estacionamiento.....	58
4.11	Diagrama de fuerzas.....	59
4.12	Motor paso a paso.....	60
4.13	Cotas del motor de pasos.....	61
4.14	Esquema mecánico del sistema de luces auto direccionable.....	61

4.15	Mecanismo del faro.....	62
4.16	Mecanismo interno del faro.....	63
4.17	Dimensiones del engranaje del motor de pasos.....	63
4.18	Principales medidas de un engranaje.....	64
4.19	Angulo de movimiento total del reflector.....	65
4.20	Sensor de control de los motores paso a paso.....	66
4.21	Placa de control de los motores paso a paso.....	66
4.22	Generación del giro del faro en curva.....	66
4.23	Generación del giro de los faros en recta.....	67
4.24	Placa del simulador de velocidad.....	68
4.25	Sensor de posicionamiento de los neumáticos.....	69
4.26	Señal de posición de los neumáticos.....	69
4.27	Emisión de señal desde la LRD.....	70
4.28	Diagrama eléctrico del cambio automático de luces.....	70
4.29	Diagrama del regulador de voltaje a 5V.....	71
5.1	Cabina en 3D.....	76
5.2	Cabina renderizada.....	76
5.3	Proceso de corte en MDF.....	76
5.4	Cabina terminada.....	77
5.5	Mascarilla en 3D.....	77
5.6	Mascarilla renderizada.....	77
5.7	Mascarilla Terminada.....	78
5.8	Estructura 3D.....	79
5.9	Estructura renderizado.....	79
5.10	Fuerzas aplicadas.....	80
5.11	Esfuerzo.....	81
5.12	Desplazamiento.....	82
5.13	Deformación.....	82
5.14	Medición y corte de tubos.....	83
5.15	Unión por soldadura y pulido.....	84
5.16	Acabado suelda tipo MIG.....	84
5.17	Colocación de ruedas.....	84
5.18	Pintado de estructura.....	85

5.19	Columna en 3D.....	85
5.20	Columna renderizada.....	86
5.21	Columna terminada.....	86
5.22	Cremallera en 3D.....	86
5.23	Cremallera renderizada.....	87
5.24	Cremallera terminada.....	87
5.25	Soporte en 3D.....	88
5.26	Soporte renderizado.....	88
5.27	Soporte terminado.....	88
5.28	Soportes de motor en 3D.....	89
5.29	Soportes de motor renderizados.....	89
5.30	Soportes de motor terminados.....	89
5.31	Vista interna del conjunto armado.....	90
5.32	Resultado final de la cabina.....	90
5.33	Circuito de control de los motores paso a paso.....	91
5.34	Placa en 3D.....	91
5.35	Sensor de luz.....	92
5.36	Placa en 3D.....	92
5.37	Simulador de velocidad.....	93
5.38	Placa en 3D.....	93
5.39	Placa de relés.....	94
5.40	Placa para Pic 16F877A.....	94
5.41	Control de errores.....	95
5.42	Placa en 3D.....	95
5.43	Simulación del módulo de fallas.....	96
5.44	Prueba de un motor en el protoboard.....	97
5.45	Prueba de todo el sistema en el protoboard.....	98
5.46	Prueba del cambio automático en el protoboard.....	98
5.47	Papel termo transferible impreso con el diagrama.....	98
5.48	Placa electrónica terminada.....	99
5.49	Montaje del motor p-p en la cremallera.....	100
5.50	Montaje del sensor de posicionamiento de los neumáticos.....	100
5.51	Montaje de la LDR ( Fotorresistencia).....	101

5.52	Posición centrada del faro.....	101
5.53	Posición máxima de 30 a 80 Km/h.....	102
5.54	Posición máxima a más de 80 Km/h.....	102
5.55	Posición de faros a 30 Km/h sin funcionar el sistema.....	103
5.56	Posición de faros a 30 Km/h funcionando el sistema.....	103
5.57	Posición de faros a más de 80 Km/h sin funcionar el sistema.....	104
5.58	Posición de faros a más de 80 Km/h funcionando el sistema.....	104

**LISTA DE ABREVIACIONES**

A	Amperio.
ASTM	Asociación Americana de Ensayos de Materiales.
AWG	American Wire Gauge / Calibre Americano para Conductores
DIN	Instituto Alemán para la Estandarización.
DIN 40719	Normas para selección de cables
DIN 72552	Normas para identificación de bornes eléctricos automotriz
D2R	Faros parabólicos.
D2S	Faros elipsoidales.
E, I, R	Tensión. Intensidad. Resistencia
H( 1,2,3,4,5,7)	Lámparas halógenas.
RPM	Revoluciones por minuto
UCE	Unidad de Control Electrónico
V.cc	Voltaje corriente continúa.
V.ca	Voltaje corriente alterna.
W	Potencia.

## **LISTA DE ANEXOS**

- ANEXO 1:** Diseño en Auto Cad 2008.
- ANEXO 2:** Manual del usuario.
- ANEXO 3:** Guías de laboratorio
- ANEXO 4:** Prácticas sugeridas.
- ANEXO 5:** Hoja de recepción y entrega

## RESUMEN

En el área eléctrica de la Escuela de Ingeniería Automotriz, Facultad de Mecánica de la ESPOCH, se procede al Diseño y Construcción de un Tablero Didáctico de un Sistema de Luminarias Inteligentes para Direccionar de acuerdo a la Trayectoria y Velocidad del Vehículo, el cual inició con la investigación de cada sistema eléctrico.

El trabajo fue diseñado con el propósito hacer conocer a los estudiantes de ingeniería automotriz la nueva tecnología de faros auto direccionables, ser el enlace tanto en la instrucción teórica como en la práctica, desarrollando habilidades y destrezas en los estudiantes y de esta manera se pueda responder a las exigencias del mundo laboral.

En el equipo didáctico existen varios sistemas inteligentes, el sistema de cambio de luces automático de altas a bajas al detectar luz, el sistema de dirección automática de los faros, el modo normal en el que los sistemas de luces operan como en un automóvil, mientras que en el modo de falla permite la introducción de código de dos dígitos el cual es decodificado y procesado mediante un módulo, para que simule situaciones reales de operación con falla.

Los ensayos y pruebas de funcionamiento se utilizó equipos de medida y herramientas de comprobación eléctricas, siendo estos realizados en diferentes rangos y condiciones de trabajo, además para permitir el correcto funcionamiento y manipulación del tablero didáctico se procedió a crear un manual en el que especifica el cuidado que se debe tener para que el equipo se mantenga en perfectas condiciones de funcionamiento.

## ABSTRACT

At the electrical area of the Automotive Engineering School, Mechanics Faculty of the ESPOCH, the Design and Construction of a Didactic Board of an Intelligent illuminating System to drive a vehicle according to its Trajectory and Velocity investigating each electric system.

The work was designed to make the automotive engineering students know about the new technology of self directing headlights and be the link of both theoretical instruction and the practical field, developing skills and abilities in the students so as to meet the requirements of the labor world.

In the didactic equipment there are various intelligent systems, the high-low automatic light change upon detecting the light, the automatic light direction, the normal mode in which the light systems work in an automobile, while in the fault mode, the two-digit code is permitted which is decodified and processed through a module to simulate real situations of faulty operation.

The functioning trials and tests used measurement equipment and electrical testing tools, carried out in different work settings and conditions; moreover to permit the correct functioning and handling of the didactic board a manual was created in which the care to be taken is specified so that the equipment may be maintained under perfect functioning conditions.



## **CAPÍTULO I**

### **1. GENERALIDADES**

#### **1.1 Introducción**

El sistema de iluminación de un vehículo de motor consiste en el grupo de dispositivos lumínicos montados o instalados al frontal, laterales o traseras de un vehículo. Su propósito es proveer de iluminación a su conductor para poder hacer funcionar el automóvil con seguridad en condiciones de baja visibilidad, aumentando la claridad del vehículo y ofreciendo a los demás usuarios de la vía información sobre la presencia, posición, tamaño o dirección del vehículo y sobre las intenciones del conductor en cuanto a dirección y velocidad.

El sistema de luces del vehículo no es la excepción del control computarizado, por lo que es necesario, entender el funcionamiento de estos innovadores sistemas y tener confianza para darles servicio y mantenimiento en esta la época del automóvil inteligente.

La misión de la Escuela Politécnica de Chimborazo, es formar profesionales teóricos prácticos de excelencia con un alto nivel académico, poniendo énfasis a las necesidades del país, con capacidad de conducción y liderazgo. La Carrera de Ingeniería Automotriz, forma profesionales calificados para la construcción y mantenimiento de sistemas automotrices eléctricos y electrónicos en el vehículo.

El tema de Proyecto responde al deseo de realizar una investigación de nuevos sistemas y accesorios electrónicos que son implementados en un automóvil, así como una correcta selección, instalación y utilización de componentes semiconductores, circuitos integrados y microcontroladores que son aplicados en circuitos del automóvil.

#### **1.2 Justificación**

El avance tecnológico en los automóviles en lo referente a aplicaciones eléctricas y electrónicas ha creado la necesidad de contar con ingenieros automotrices en el área de sistemas de electricidad y electrónica aplicadas a los modernos automóviles.

Más del 40% de los accidentes de automóvil con resultados fatales ocurren en la noche, a pesar del hecho de que haya un 80% menos de tráfico en las carreteras que durante el día. Estudios científicos han demostrado que la percepción visual, de la cual recibimos el 90% de la información relevante del tráfico, se reduce hasta el 4% cuando hay malas condiciones de visibilidad en la oscuridad. Con estos antecedentes hemos considerado desarrollar un proyecto para que la conducción nocturna y en malas condiciones climatológicas sea más fácil y sobre todo más segura.

Los faros que se mueven con el coche aportan una mayor seguridad en la conducción nocturna y una mejor capacidad de reacción en condiciones malas de visibilidad. Se trata de los sistemas dinámicos de iluminación, capaces de moverse de acuerdo al radio de giro del volante, todo lo necesario para ver en curvas y recodos. De esta forma las curvas se iluminan hasta un 80% mejor. Esto no sólo contribuye a mejorar la seguridad y el control del coche, también ofrece una conducción más dinámica y garantiza seguridad y confort adicionales.

Además con este sistema de luminarias, cuando el vehículo se encuentra en línea recta, las luces se centralizan en un solo punto a medida que va aumentando la velocidad, mejorando con esto la conducción y evitando el deslumbramiento a los demás vehículos. También este sistema de luminarias cuenta con un cambio automático de luces es decir de altas a bajas y viceversa, mejorando nuestra visibilidad en condiciones difíciles (neblina) y de igual manera cuando existen automóviles en sentido contrario.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general:**

Diseñar y construir un sistema de auto direccionamiento de luces inteligentes en un tablero didáctico tanto para curvas, línea recta y cambio automático de luces.

#### **1.3.2. Objetivos específicos:**

- Diseñar y construir un tablero didáctico de un sistema de luminarias inteligentes para direccionar de acuerdo a la trayectoria y velocidad del vehículo.

- Conocer la importancia y obtener los parámetros de operación y funcionamiento del sistema de alumbrado auto direccionable en un vehículo.
- Seleccionar los elementos eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos para la aplicación.

## CAPÍTULO II

### 2. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL SISTEMA DE LUCES DEL VEHÍCULO

#### 2.1 Necesidad del sistema de alumbrado

“Para que un vehículo pueda circular de noche sin peligro, es necesario iluminar el camino por el que transita, y para que los demás usuarios de la vía pública puedan ver por detrás a este vehículo.

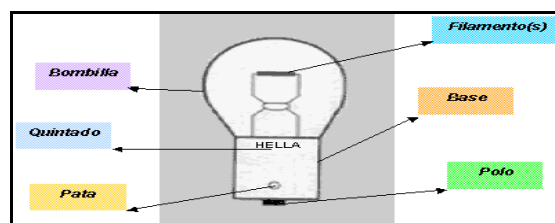
Las normas estipulan que debe haber un alumbrado de:

- **Carrera o larga distancia**, capaces de alumbrar hasta una longitud de 100m por delante del vehículo y con una intensidad máxima total de 225.000 candelas.
- **Cruce**, iluminan una zona de 40m por delante del vehículo, sin deslumbrar a los conductores que circulen en sentido contrario.
- **Guías**, formada por dos luces blancas o amarillas en la parte delantera y otras dos rojas en la trasera, visibles de noche a una distancia mínima de 300m.
- **Placa posterior de matrícula**, que debe permitir leer la inscripción desde una distancia de 20m en tiempo claro.

#### 2.2 Fotometría y unidades de medida

Para conseguir la iluminación del espacio necesario por delante del vehículo, es preciso transformar la energía eléctrica en luminosa, lo que se consigue mediante el empleo de lámparas de incandescencia.

La composición de estas lámparas (figura 2.1) están formadas por un filamento generalmente de tungsteno, que al ser recorrido por la corriente se calienta hasta una temperatura de unos 2600 °C, figura 2.2, poniéndose incandescente e irradiando energía luminosa y calorífica.



**Figura 2.1.** Partes de una lámpara



**Figura 2.2.** Lámpara incandescente

El filamento está colocado dentro de la bombilla o ampolla, en la que se ha hecho el vacío y rellena el espacio con algún gas inerte, generalmente argón, pues en contacto con el aire, la elevada temperatura que adquiere el filamento produciría la combustión del oxígeno y el filamento se quemaría.

De los extremos del filamento, uno se une a la base, que es el que soporta la bombilla, y el otro a la parte inferior de la base. La base es un cilindro de latón que se rellena por el interior con vidrio prensado, el cual soporta el filamento por sus extremos. En el exterior lleva una pata o tetón que se utiliza para la sujeción de la lámpara.

Los rayos luminosos emitidos por una lámpara, no se reparten uniformemente en todas las direcciones. La distribución del flujo luminoso depende de la forma de la bombilla y de su montaje. Este flujo es la cantidad de luz irradiada en todas las direcciones por una fuente luminosa.

### 2.2.1 MAGNITUDES

- **Lumen (lm)**, es el flujo luminoso radiado a través de un corte de  $1\text{m}^2$  de área realizado en una esfera opaca.
- **Candela (cd)**, es la unidad de intensidad luminosa, siendo dicha intensidad una emisión de luz en una dirección dada.
- **Lux (lx)**, es la unidad de medida del alumbrado o iluminación, producido por un flujo luminoso de un lumen cayendo perpendicularmente y de manera uniforme sobre una superficie de un metro cuadrado.
- **Luminancia**, de una fuente luminosa es el cociente de su intensidad en candelas por su superficie en metros cuadrados su unidad es el Nit.  $1\text{Nit} = 1\text{cd}/\text{m}^2$ .

- **Rendimiento luminoso**, se da en lúmenes por vatio (lm/W). En las lámparas actuales, el rendimiento oscila entre 9 y 20 lm/W, lo que corresponde a un consumo de 0,5 a 0,75 W por candela.”<sup>[1]</sup>

## 2.3 Faros

### 2.3.1 Importancia de los faros en el sistema de alumbrado

El sistema de iluminarias (faros, luces de giro, antiniebla y faros auxiliares) es imprescindible para transitar con seguridad en las ciudades y en rutas. Entre estos, los faros exigen muchos cuidados del conductor.

La preocupación con la calidad de iluminación de las vías sin generar molestias en otros conductores siempre estuvo presente, desde el inicio de su utilización, en el comienzo del siglo pasado, con el uso del acetileno y después el uso de lámparas incandescentes comunes, hasta hoy, con las lámparas incandescentes halógenas, que tienen mayor vida útil y calidad.

Las lámparas de los faroles, mismo que funcionando. Deben ser revisadas y substituidas cada dos año. Esto porque, con el uso frecuente, ella disminuye el poder de iluminación. Es importante que las lámparas sean las indicadas por el fabricante del vehículo. Existen las similares en el mercado, pero pueden no poseer la misma durabilidad y aun causar daños al sistema eléctrico del auto, como corto-circuito.

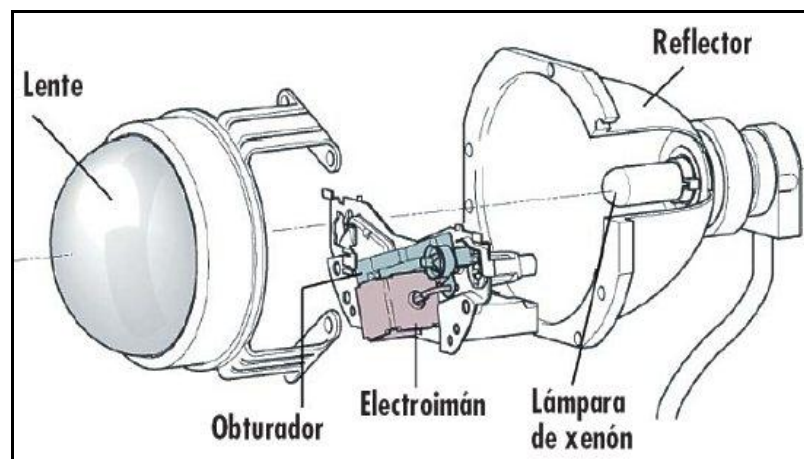
La durabilidad de los faros depende de algunos cuidados:

- El alineamiento debe ser hecho cada tres mees, por causa de la suspensión del vehículo y de los desniveles de las calles, que provocan alteraciones en el sistema de iluminación. Entretanto, el peso transportado también interfiere en la desregulación de los faros, y, en este caso, o alineamiento precisa ser hacho con frecuencia.
- Utilice el corrector eléctrico, localizado en el panel de los automóviles más modernos
- Toda vez que cambia una de las lámparas, cambie la del otro lado también, para que no sea creado un desequilibrio de luminosidad.

- Estar atento con la entrada de agua, principalmente en el momento de lavar el vehículo.
- Cuidado con el polvo, puede formar una especie de “cortina” sobre la superficie externa del faro y perjudicar la luminosidad.

Los faros están formados por una parábola o reflector, figura 2.3, que se cierra por un cristal tallado en prismas o por un lente. En el reflector se sujeta la lámpara, de manera que la posición del filamento en la parábola sea la más conveniente.

De esta forma los rayos de luz son reflejados por el reflector, cuya capa interna va recubierta por una fina capa de cromo, consiguiéndose una mayor intensidad luminosa.



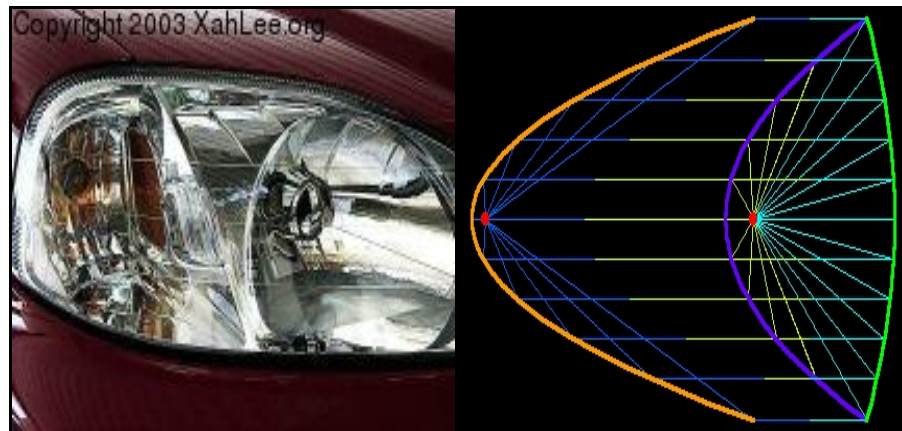
**Figura 2.3.** Partes de un faro

Los faros llevan dos tareas opuestas: De una parte es necesaria una luz portante para realizar una conducción segura, con una cierta difusión cerca del vehículo, a fin de obtener una buena iluminación que permita ver bien el pavimento y la cuneta. De otra parte, como esta luz deslumbrará inevitablemente a los conductores de los vehículos que circulen en sentido opuesto, hace falta otra luz más baja o de cruce, que sin deslumbrar, permita una iluminación suficiente para mantener una velocidad razonable con la suficiente seguridad.

### 2.3.2 Funcionamiento

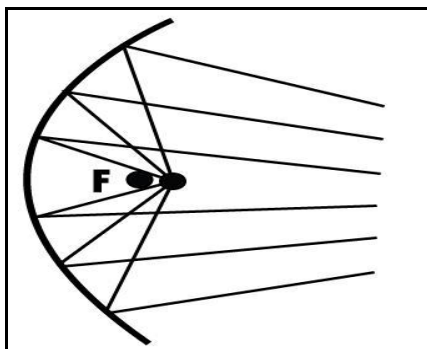
El alumbrado intenso se consigue situando la lámpara en el interior de la parábola, de manera que su filamento coincida con el foco geométrico de la misma. Así los rayos

de luz que despiden el filamento son devueltos por el reflector, de manera que en conjunto forman un haz de luz paralelo, figura 2.4.

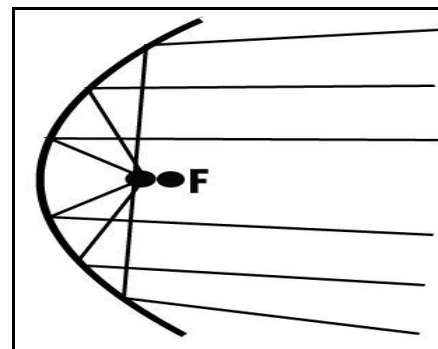


**Figura 2.4.** Disposición del haz de luz en el faro

Si el filamento se coloca detrás del foco geométrico de la parábola, el haz de luz sale divergente (figura 2.5), y si se coloca delante convergente (figura 2.6).



**Figura 2.5.** Haz de luz divergente

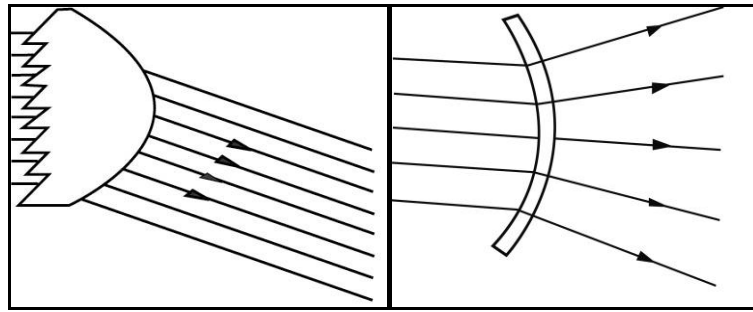


**Figura 2.6.** Haz de luz convergente

El foco geométrico de una parábola es por definición, el único punto para el que los rayos reflejados son paralelos. Para el alumbrado de carretera se obtiene por consiguiente, una intensidad luminosa considerable por un haz de rayos paralelos de gran alcance. Pero es preciso obrar de tal manera, que el haz se extienda en una banda repartiéndose sobre toda la anchura de la carretera y, que incida en el suelo desde unos metros por delante del vehículo hasta la mayor longitud posible.

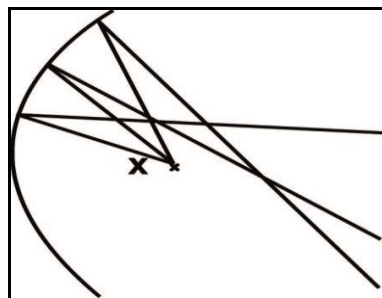
Para lograr este efecto, el cristal del deflector suele ir tallado formando prismas rectangulares, de tal forma que se consiga una desviación hacia abajo del haz luminoso Figura 2.7.





**Figura 2.7.** Desviación del haz de luz en el faro

Aunque con esta disposición del filamento se consigue una buena iluminación, es indudable que deslumbrará a los conductores de los vehículos que circulan en sentido opuesto. Para evitarlo se dispone el alumbrado de cruce, que se obtiene colocando un segundo filamento por delante del foco geométrico de la parábola, figura 2.8, con lo que salen convergentes los rayos de luz, incidiendo en el suelo a una menor distancia evitándose el deslumbramiento.



**Figura 2.8** Alumbramiento de cruce

### 2.3.3 Tipos de faros

#### Faros de corto alcance o luz de cruce

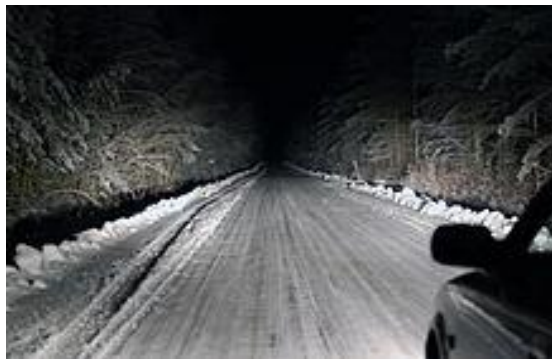
La iluminación de corto alcance, también llamada luz de cruce, confiere una distribución del haz luminoso lateral y frontal, pero sin que pueda deslumbrar a otros usuarios de la carretera. Este haz está especificado para su uso cuando existan otros vehículos en la carretera. Las normas ECE, de carácter internacional, sobre los faros delanteros especifican un haz con un corte afilado y asimétrico para prevenir que llegue una cantidad excesiva de luz a la vista de otros conductores que puedan ir precediendo o en dirección contraria al vehículo.

### **Largo alcance o luz de carretera**

La iluminación de largo alcance, también llamada luz de carretera, confiere una distribución de la luz centrada e intensa sin ningún control de deslumbramiento. Por ello, tan sólo son aptas para su uso cuando se circule solo por la carretera, pues es posible deslumbrar a otros conductores. Las normas ECE permiten un haz de luz de largo alcance de mayor intensidad que las que se permiten bajo la normativa norteamericana.

### **Faros supletorios**

Los "faros supletorios" son una ayuda para los conductores que circulan por carreteras con grandes tramos sin iluminación artificial propia, siendo así comunes en países nórdicos, dónde la luz natural es escasa durante el invierno.



**Figura 2.9.** Faros supletorios

### **Faros antiniebla**

Los faros antiniebla delanteros confieren un haz de luz ancho y plano con un corte recto en su parte más elevada, y normalmente se montan y enfocan lo más bajo posible. Pueden ser de color blanco o amarillo selectivo. Se diseñaron para usarlos a bajas velocidades con el objetivo de incrementar la iluminación dirigida hacia la superficie, ayudando así en condiciones de baja visibilidad provocadas por la lluvia, niebla, polvo o nieve.



**Figura 2.11.** Faros antiniebla

### **Faros cuneteros**



**Figura 2.11.** Faros cuneteros

En algunos modelos, se ofrece una iluminación lateral añadida en dirección del giro deseado a través de unos faros cuneteros. Estos se activan junto a los intermitentes, aunque estos se mantienen encendidos. Es posible que también se enciendan cuando al vehículo se le engrana la marcha atrás, tal como sucede en muchos modelos de Saab y Corvette.

### **Faros de espejo**

Los coches de policía, ambulancias, vehículos de emergencias y de rally a veces están equipados con una luz auxiliar, que se montan sobre un soporte móvil dirigible desde el interior del vehículo.

## **2.4 Alumbrado de haz asimétrico**

Cuando se produce el cambio de luces de carretera a luz de cruce, existe una disminución de la zona visible de la carretera, que impide distinguir con claridad los objetos situados en ella según el sentido de la marcha.

Para paliar en parte este inconveniente, iluminando con mayor intensidad el borde derecho de la calzada, se emplea actualmente el sistema de alumbrado de haz

asimétrico, que tiene la particularidad de alumbrar a un nivel más alto a la derecha de la carretera que a la izquierda. Este efecto se consigue dando una pequeña inclinación a la pantalla situada por debajo del filamento de cruce, de tal forma que el corte del haz de luz se levante en un ángulo de  $15^\circ$  sobre la horizontal a partir del centro y hacia la derecha. Figura 2.12.



**Figura 2.12.** Alumbrado de haz asimétrico

## 2.5 Lámparas de halógeno

“La intensidad luminosa que proporciona una lámpara de incandescencia, depende de la temperatura que alcanza su filamento; cuanto más elevada sea, mayor intensidad luminosa se obtiene.

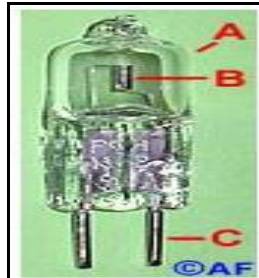
Pero el aumento de energía que experimenta los átomos de tungsteno que forma el filamento, como consecuencia de la elevación de temperatura se produce la emisión electrónica siendo empujados los electrones fuera de sus órbitas.

Como consecuencia de esta emisión electrónica, las partículas metálicas del filamento son lanzadas en todas las direcciones, yendo a chocar contra las paredes de la ampolla, lo que determina un ennegrecimiento de la misma, que con el tiempo se vuelve más opaca dificultando la emisión del flujo luminoso. Simultáneamente va disminuyendo la sección del filamento, que se debilita de forma paulatina al mismo tiempo que aumenta la densidad de corriente, lo que supone un acortamiento de la vida de la lámpara.

Para paliar estos inconvenientes, se rellena el interior de la ampolla con algún gas inerte (argón o criptón), cuya misión es la de retardar el efecto de vaporización del filamento, con lo que se consigue aumentar la vida de las lámparas.”<sup>[2]</sup>

“La estructura de una lámpara halógena es extremadamente sencilla, Figura 2.13 pues consta prácticamente de los mismos elementos que las incandescentes comunes.

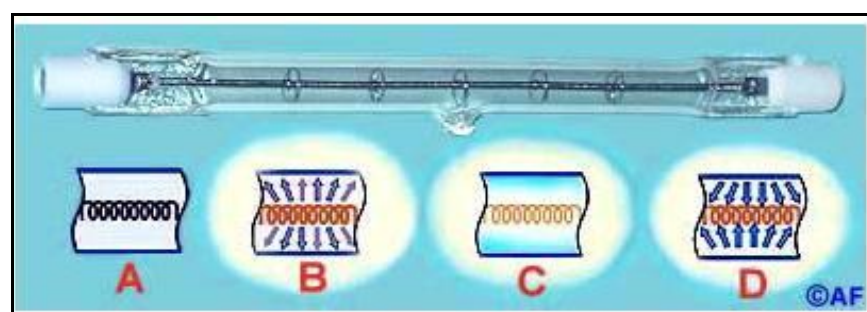
Sus diferentes partes se pueden resumir en: (A) un tubo de cristal de cuarzo, relleno con gas halógeno; (B) el filamento de tungsteno, con su correspondiente soporte y (C) las conexiones exteriores. Estas lámparas se pueden encontrar con diferentes formas, tamaños, versiones y potencia en vatios.



**Figura 2.13.** Estructura de una lámpara halógena

En las lámparas de halógeno se conserva el filamento de tungsteno o wolframio, mientras que el interior de la ampolla se sustituye el argón con algún gas halógeno generalmente yodo, sometido ahora a mayor presión.

**Ciclo halógeno.**- Filamento de tungsteno apagado (A), filamento encendido (B), debido a las altas temperaturas alcanzadas en el filamento, el tungsteno se vaporiza (C), al igual que ocurre con el yodo, que se difunde en el interior de la ampolla. Puesto el yodo en contacto con el tungsteno que sale del filamento, lo retiene combinándose con él, formando yoduro de tungsteno e impidiendo que el metal se deposite en el cristal. El yoduro de tungsteno (D), al entrar en contacto con el filamento a muy alta temperatura, se descompone a su vez en tungsteno (que se deposita sobre el filamento, regenerándolo) y en yodo, libre para iniciar un nuevo ciclo de regeneración.



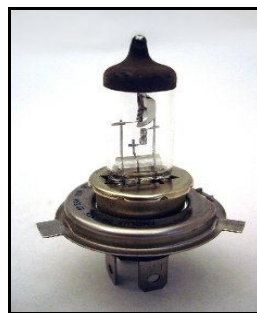
**Figura 2.14.** Ciclo halógeno

Debido al aumento de temperatura de funcionamiento en esta lámpara, se hace necesario sustituir el cristal de la ampolla por cuarzo. Por otra parte, con potencias

reducidas, como las empleadas en las lámparas del automóvil, para obtener una temperatura conveniente en la ampolla es necesario que el volumen de ésta sea muy pequeño, con lo que la lámpara de halógeno resulta sensiblemente menor que la convencional y, consiguientemente más robusta.

Este tipo de lámpara presenta la ventaja que la potencia luminosa es muy superior a la de una lámpara convencional, con un pequeño aumento del consumo de corriente. La ausencia casi total de ennegrecimiento de la ampolla, hace que su potencia luminosa sea sensiblemente igual durante toda la vida.”<sup>[3]</sup>

En la figura 2.15, puede verse la constitución de una lámpara de halógeno de doble filamento para carretera y cruce, donde se aprecia la disposición en línea de ellos. El extremo de la lámpara está recubierto con pintura negra especial, con el que se obtiene la característica de corte necesario, y tiene influencia directa sobre la distribución de la temperatura en el interior de la ampolla durante el ciclo de halógeno.



**Figura 2.15.** Lámpara de halógeno de doble filamento

Atendiendo a la forma de la ampolla, número de filamentos y posicionamiento de los mismos, existen cuatro clases de lámparas halógenas.



**Figura 2.16.** Lámpara de halógeno de un filamento

- **Lámparas H-1**, cuyo único filamento está situado longitudinalmente y separado de la base de apoyo. Se utiliza fundamentalmente en faros de largo alcance y antiniebla. Figura 2.16.
- **Lámpara H-2**, similar a la anterior pero de menor longitud, es empleada básicamente en faros auxiliares. Las bases de conexión de estas dos lámparas son diferentes entre sí.
- **Lámpara H-3**, cuyo único filamento está situado transversalmente. Se utiliza principalmente en faros auxiliares antiniebla y largo alcance.
- **Lámpara H-4**, que es la más comúnmente utilizada. Sus dos filamentos van situados en línea como se vio en la figura 2.15.

El empleo de la lámpara halógena en lugar de la convencional representa un fuerte aumento de la energía luminosa. Para la luz de carretera, 1200lm en lugar de los 700lm de la lámpara convencional, y en luz de cruce 750lm frente a 450lm. En la figura 2.17 puede verse que los faros halógenos dan una mayor profundidad de visión en la luz de carretera, mientras que en la de cruce, aunque en la distancia iluminada es la misma, la luz es mucho más intensa y el haz luminoso más ancho.

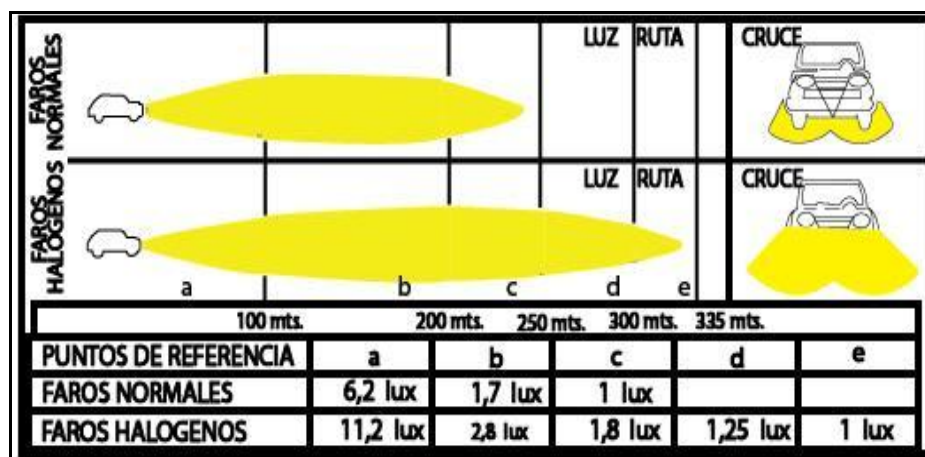


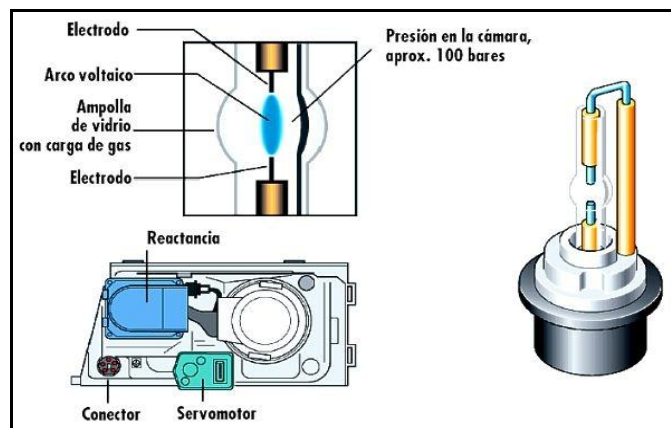
Figura 2.17. Alcance de luz de los faros halógenos

## 2.6 Lámparas de xenón o lámpara de descarga de gas

“Los faros de xenón son componentes presentes en gran parte de los vehículos que actualmente circulan por nuestras carreteras. Se trata de un sistema de iluminación con alto rendimiento luminoso que aumenta la seguridad activa durante la conducción al

incrementar el tiempo de reacción ante un peligro, que se advierte con mayor antelación respecto a los sistemas convencionales.

La luz se genera por medio de un arco voltaico de hasta 30 KV, entre dos electrodos tungsteno situados en una cámara de vidrio, cargada con gas xenón y sales de metales halogenizados, figura 2.18.



**Figura. 2.18.** Generación de luz en una lámpara de gas o luz xenón

El arco es generado por una reactancia o reacción que produce una corriente alterna de 400 Hz. En el interior de la lámpara se alcanza una temperatura de aproximadamente 700 °C. Una vez efectuado el encendido, se hace funcionar la lámpara de descarga de gas aproximadamente durante 3 segundos, con una corriente de mayor intensidad. El objetivo es que la lámpara alcance su claridad máxima tras un retardo mínimo de 0,3 segundos.

En virtud de la composición química del gas, en la ampolla o bulbo de la lámpara se genera una luz con un elevado porcentaje de luz verde y azul. Esa es la característica de identificación exterior de la técnica de luminiscencia por descarga de gas.”<sup>[4]</sup>

Las ventajas de esta nueva generación de faros, en comparación con la tecnología de las lámparas convencionales, son:

- Rendimiento luminoso hasta tres veces superior, con la misma absorción de corriente. Para generar el doble de intensidad luminosa que una lámpara convencional de 55 W, se utiliza una descarga de gas de sólo 35 W. De esta manera se reduce el consumo aproximadamente en un 25%.



- La vida útil es de unas 2.500 horas. Cinco veces más que una lámpara halógena.
- Mediante una configuración especial del reflector, visera y lente se consigue un alcance superior y una zona de dispersión más ancha en la zona de proximidad. De esta forma se ilumina mejor el borde de la calzada, lo cual reduce la fatiga visual del conductor. Figura 2.19.



**Figura 2.19.** Alcance del haz de luz de una lámpara de gas o luz xenón

### Precauciones

- Debido a que la lámpara de descarga de gas recibe tensiones eléctricas de hasta 30 KV, es imprescindible extremar las medidas de seguridad. El faro con cámara de descarga de gas y el bloque de encendido tienen rótulos de aviso a este respecto.
- Debido a la alta potencia luminosa de este tipo de lámparas, se debe evitar la observación directa y frontal del faro.
- Desconectar el borne negativo de la batería antes de proceder al desmontaje o instalación.
- Si el faro de xenón está encendido, no tocar la instalación, la bombilla o el enchufe sin protegerse las manos con guantes.
- Si el faro de xenón está encendido, no tocar la instalación, la bombilla o el enchufe sin protegerse las manos con guantes.
- No realizar tareas de mantenimiento en el faro de xenón con las manos húmedas.
- Para encender el faro de xenón, la lámpara debe estar instalada en su alojamiento (nunca encender el faro con la lámpara de xenón fuera de éste).


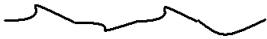
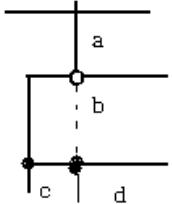

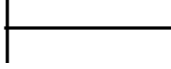



- Asegurarse de instalar la lámpara de forma adecuada, si se instala de forma incorrecta, pueden producirse fugas de alta tensión que deteriorarían la lámpara y el enchufe.


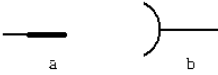

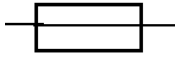
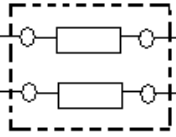
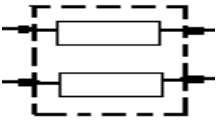
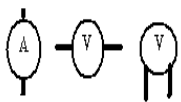
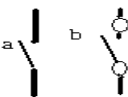
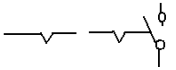

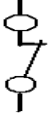

## 2.8 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALUMBRADO

### 2.8.1 Simbología

Para esquematizar circuitos eléctricos, se ha estandarizado símbolos, los cuales permiten de una manera más técnica y comprensible representar una conexión eléctrica. Los símbolos que a continuación se representan se han tomado de la norma internacional DIN 72552.

**Tabla 2.1: SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA** <sup>[5]</sup>

<b>LÍNEAS ELÉCTRICAS</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Línea general.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Línea flexible.</li> </ul>
	a) Cruce de líneas sin contacto. b) Cruce con unión no permanente. c) Bifurcación y cruce con unión permanente (Soldadura).
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Línea colectiva.</li> </ul>
<b>CONEXIÓN A MASA</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Línea con conexión masa.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masa.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tierra.</li> </ul>
<b>LÍNEAS DE DELIMITACIÓN</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Panel de delimitación de piezas de conmutación dentro de un circuito.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de aparatos con masa.</li> </ul>
<b>ENCHUFES</b>	
	<p>a) Macho. b) Hembra.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unión con enchufe.</li> </ul>
<b>FUSIBLES</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fusible general.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja de fusibles con bornes interiores (atornillados).</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja de fusibles con enchufes exteriores.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amperímetro(A) voltímetro (V) con diferentes conexiones.</li> </ul>
<b>INTERRUPTORES (Int. Simples)</b>	
	<p>a) Int. General sin interrupciones. b) Int. con conexiones.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traba, así se indica que el interruptor no retorna automáticamente.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contacto de trabajo (conector); al conectar el int. Se cierra el circuito.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contacto de reposo (desconectado; al accionar el int. Se abre el circuito.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La flecha indica un estado de conexión o funcionamiento que es distinto al estado norma. Se usa en dibujos de interruptores y relés.</li> </ul>

	<p>a) El conector accionado se traba. b) El desconectador accionado retorna automáticamente.</p>
<b>INTERRUPTORES COMBINADOS</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversor conmutador. <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Con interruptor.</li> <li>b) Sin Interruptor.</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conector de dos vías con tres posiciones. <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Dibujo normal accionado.</li> <li>b) Accionado.</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Conector gemelo.</li> <li>b) Desconectador gemelo.</li> <li>c) Conectador gemelo accionado.</li> </ul>
<b>ACCIONAMIENTOS</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Unión mecánica en General.</li> <li>b) A poca Distancia.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accionamiento manual en general: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Apretar.</li> <li>b) Tirar.</li> <li>c) Girar.</li> <li>d) Volcar.</li> <li>e) Por Pedal.</li> <li>f) Accionamiento extraíbles</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accionamiento Mecánico: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Por leva ejemplo Int. De la puerta.</li> <li>b) Accionamiento por motor en general.</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electromagnético: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Relé con un accionamiento.</li> <li>b) Relé Térmico.</li> </ul> </li> </ul>

La siguiente figura presenta la simbología recomendada por los fabricantes para la conexión de esquemas.







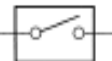
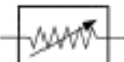


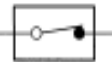
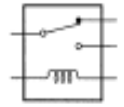



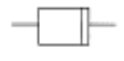









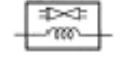
Símbolo	Significado del símbolo	Símbolo	Significado del símbolo
	Fusible		Foco
	Enlace de fusibles		Foco de doble filamento
	Cable del enlace de fusibles		Motor
	Interruptor		Resistor variable, Reóstato
	Interruptor		Bobina (inductor), solenoide, válvula magnética
	Interruptor (tipo de cierre normal)		Relé
	Cableado de contacto		
	Batería		
	Diodo		Conector
	Piezas electrónicas		Diodo emisor de luz
	Resistor		Interruptor de láminas
	Parlante		Condensador
	Timbre		Bocina
	Disyuntor		Válvula de vaciado

Figura 2.20. Simbología automotriz

## 2.8.2 Codificación y normas

### Selección de diámetro

La norma de la American Wire Gauge (AWG) relaciona el diámetro en pulgadas con números. El área o sección transversal de un conductor puede calcularse con las siguientes formulas:

$$A = \pi \cdot R^2 \quad (1)$$

$$A = (\pi \cdot D^2) / 4 \quad (2)$$

#### Donde:

A = área

$\pi$  = Contante (3.1416)

R = radio

D= Diámetro

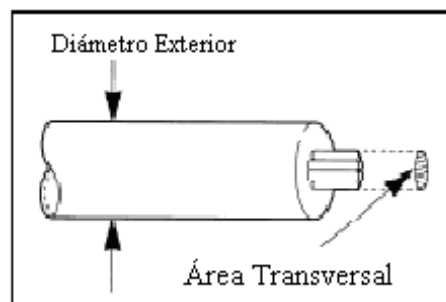
**Tabla 2.2: SELECCIÓN DE CONDUCTORES AWG.**

Calibre # AWG	Diámetro		Capacidad	Sección
	Pulgadas	Milímetros	Amperios	mm <sup>2</sup>
0	0,3249	8,25	125	68,06
1	0,2893	7,34		53,87
2	0,2576	6,54	95	42,77
3	0,2294	5,82		33,87
4	0,2043	5,18	70	26,83
5	0,1819	4,61		21,25
6	0,162	4,11	55	16,89
7	0,1443	3,66		13,39
8	0,1285	3,26	40	10,62
9	0,1144	2,91		8,47
10	0,1019	2,59	30	6,71
11	0,09074	2,3		5,29
12	0,08081	2,05	20	4,2
13	0,07196	1,82		3,31
14	0,06408	1,61	15	2,62
15	0,05707	1,41		1,99
16	0,05082	1,29	8	1,66
17	0,4526	1,14		1,3
18	0,0403	1,02	6	1,04
19	0,03589	0,9		0,81
20	0,03196	0,81		0,65

### 2.8.3 Conductores terminales

#### 2.8.3.1 Conductores eléctricos

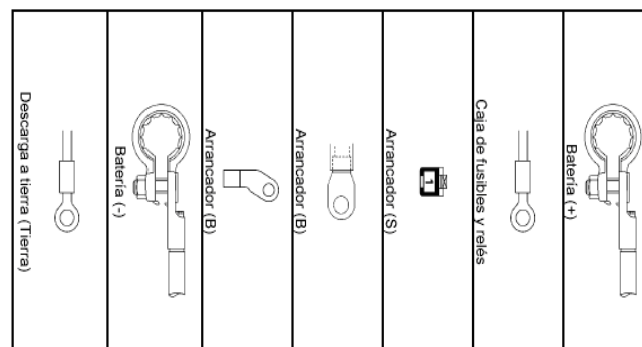
La unión entre los diferentes elementos del equipo eléctrico de un automóvil se realiza, por medio de conductores eléctricos, constituidos por un alma de hilos de cobre y una protección aislante que suele ser de plástico. La resistencia de los mismos debe ser lo más pequeña posible, con el fin de evitar las caídas de tensión que se producen con el paso de la corriente por ellos y que son perjudiciales para el buen funcionamiento de los aparatos receptores.



**Figura 2.21.** Conductor eléctrico.

#### 2.8.3.2 Terminales

En la instalación eléctrica de automóviles, la conexión de los distintos cables entre sí, así como el cable de los bornes del receptor, se realiza por medio de terminales adecuados que presentan diferentes formas según el aparato receptor al que se conectan, pero en general, los más utilizados son los terminales de lengüeta, los cilindros y los de anillo arandela. La figura muestra los diferentes tipos de terminales utilizados con mayor frecuencia en las instalaciones eléctricas de los automóviles.

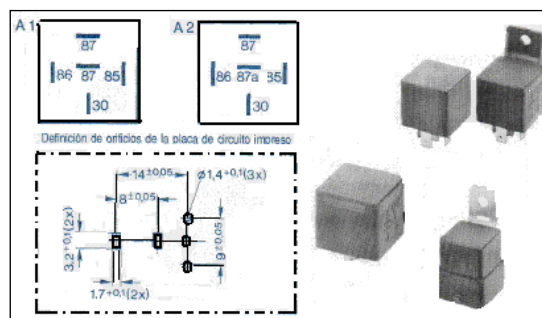


**Figura 2.22.** Terminales eléctricos.

El cable se fija al terminal por engatillado en las lengüetas que al cerrarse lo aprisionan al tiempo que realizan el contacto eléctrico adecuado, las lengüetas más próximas al extremo del terminal se enclavan sobre la funda del cable, de manera que la unión soporte los esfuerzos de tracción mientras que los anteriores a éstas se fijan sobre el cable. En muchas aplicaciones el terminal está protegido con una funda de material aislante.

### 2.8.3.3 Relés

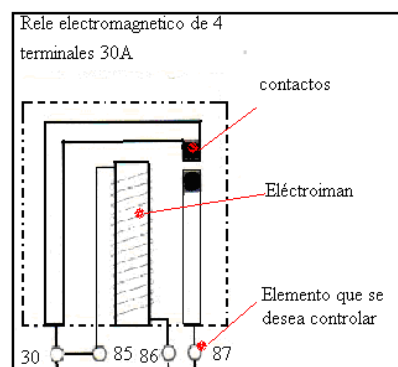
Son conocidos también como relevadores o relay, estos dispositivos forman parte del sistema eléctrico del automóvil, los relés se utilizan para lograr que mediante un circuito de poco consumo o intensidad se pueda operar un dispositivo de alto consumo reduciendo así el tamaño de los interruptores, aligerando el peso del automóvil y minimizando el riesgo de corto circuito.



**Figura 2.23.** Relés Disposición de terminales.

### Constitución

Es un dispositivo que consta de dos circuitos diferentes; un circuito electromagnético (electroimán) y un circuito de contactos, al cual aplicaremos el circuito que se desea controlar.



**Figura 2.24.** Constitución del relé.

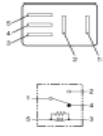
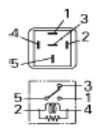
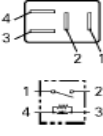
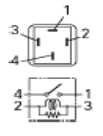


## Tipos de relés

Los relés pueden dividirse fundamentalmente en:

- Relés normalmente activos.
- Relés normalmente desactivos y mixtos.

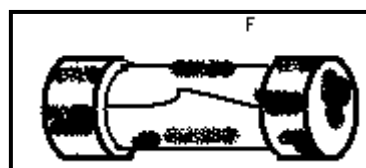
**Tabla 2.3.** ESPECIFICACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LOS RELÉS

Nombre/ Color	Tensión nominal/Resisten- cia de la bobina	Circuito interno	Nombre/ color	Tensión nominal/Resisten- cia de la bobina	Circuito interno
1T (MICRO ISO) /Negro	12V Aprox. $92\Omega$ Tensión mínima de operación: 7V a 20°C (77°F)		1M (MINI ISO) /Negro	12V Aprox. $94\Omega$ Tensión mínima de operación: 7V a 20°C (77°F)	
1M (MICRO ISO) /Negro	12V Aprox. $132-3\Omega$ Tensión mínima de operación: 7V a 20°C (77°F)		1M (energía)/ Negro	12V Aprox. $94\Omega$ Tensión mínima de operación: 7V a 20°C (77°F)	

### 2.8.3.4 Fusibles

Cuando pasa corriente por una resistencia, la energía eléctrica se transforma en calor aumentando la temperatura de la resistencia. Si la temperatura sube demasiado, la resistencia se deteriora, podría fundirse el alambre de la misma abriendo el circuito e interrumpiendo el flujo de corriente, para este efecto se utilizan los fusibles.

Los fusibles son resistencias metálicas de valores muy bajos, es decir, muy pequeñas diseñadas para fundirse, abriendo así el circuito cuando la intensidad de la corriente supera lo calculado para el fusible. Los fusibles son muy baratos, mientras que los demás equipos y accesorios son muy costosos. Aunque lo que hace funcionar o quemarse el fusible es la potencia que este utiliza, los fusibles se construyen para la intensidad de corriente que se debe conducir sin quemarse, por esto que es la gran intensidad de corriente lo que daña los instrumentos. Es importante la utilización de fusibles de la capacidad adecuada.

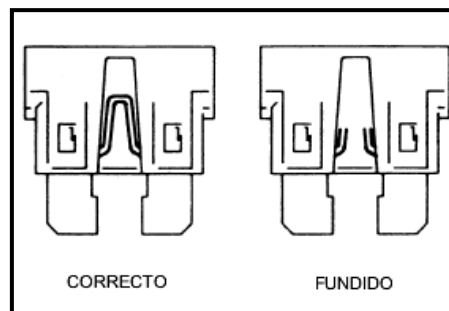


**Figura 2.25.** Fusible clásico.

### Designación de fusibles

Actualmente se ha generalizado el uso de fusibles tipo pastilla, su designación se da a través de un color característico para cada valor de amperaje. El uso de estos fusibles se ha dado por que el contacto es mejor con la base, evitando que se obstruya el paso de corriente por oxidación o suciedad en los bornes de los mismos.

Cabe anotar que la función de todos los fusibles es la misma, proteger a los accesorios eléctricos de una sobre tensión.



**Figura 2.26** Fusible tipo pastilla.

**Tabla 2.4.** CÓDIGO DE COLORES PARA FUSIBLES TIPO PASTILLA

Color	Amperaje
Rosado	3
Morado	5
Rojo	10
Azul	15
Amarillo	20
Transparente	25
Verde	30
Naranja	35
Café	75

## 2.9 ALINEACIÓN DE FAROS

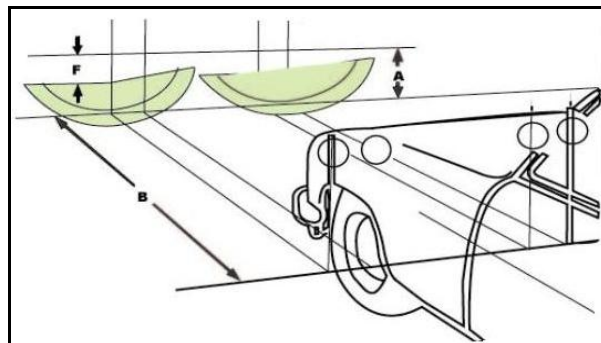
### 2.9.1 Disposición de los faros

#### Regulación de faros

El haz de luz proporcionado por los faros debe estar debidamente enfocado, para conseguir que el alumbrado de carretera tenga un alcance y una dirección normal y que el cruce no deslumbre, mientras tenga un alcance máximo. Para llegar a este resultado, es indispensable proceder a la regulación de faros, lo cual se realiza con máquinas apropiadas (regloscopios) o por un procedimiento sencillo, que consiste en situar el vehículo frente a una pared, contra la que se proyecta el haz de luz.

El orden de operaciones a seguir en este último caso es el siguiente:

- Situar al vehículo con los faros muy próximos a la pared y marcar en ésta sendas cruces que correspondan a la altura y distancia de los centros de ambos faros, tal como se muestra en la figura 2.27 uniéndolas posteriormente por medio de una línea horizontal. Los neumáticos deben estar inflados a la presión correcta y el vehículo descargado.

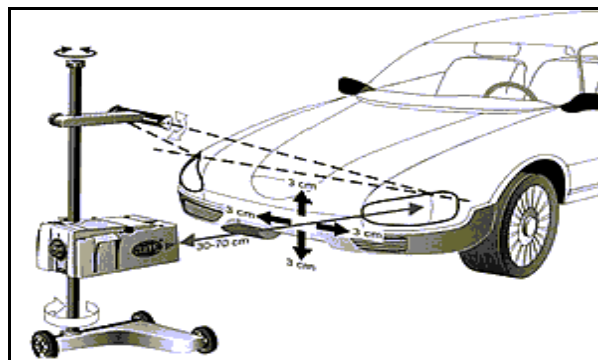


**Figura. 2.27.** Regulación de altura y distancia de centros de faros

- Retirar el vehículo de la pared hasta una distancia B de 5m, asegurándose al hacerlo que la orientación de las ruedas sea la correspondiente a la marcha en línea recta.
- Situar el corrector de altura de faros en la posición correspondiente a vacío o el mando interior en el mínimo.

- c) Encender la luz de cruce y actuar sobre los tornillos de reglaje hasta conseguir que el haz de cada uno de los faros, quede 5cm por debajo de la línea horizontal trazada anteriormente F y bien centrado sobre la cruz. Durante la operación se observará si el ángulo formado en el haz asimétrico en el centro de la cruz es el adecuado ( $15^\circ$ ).
- d) Encender la luz de carretera y comprobar que el haz de cada faro incida sobre la cruz trazada al efecto, el haz debe quedar 2 centímetros por encima de los correspondientes al alumbrado intensivo normal.

La regulación de los faros puede lograrse también con la ayuda de un regloscopio como el representado en la figura 2.18 cuya óptica se sitúa frente al faro que se va a reglar, a la distancia aproximada de 30cm. El haz de luz incide en una pantalla situada en el fondo del regloscopio, sobre la que están marcadas las líneas convenientes para determinar si el reglaje es el correcto. En estos regloscopios se dispone además un fotómetro, en cuya escala puede determinarse si la intensidad luminosa del faro que se está comprobando es correcta, o por el contrario, si el reflector ha perdido brillo y no refleja suficientemente la luz.



**Figura. 2.28.** Regulación de faros utilizando regloscopio

También se debe tomar en cuenta el área de trabajo que debe ser nivelada, es indispensable e importante para un correcto ajuste de faros del automóvil. Figura 2.29.



**Figura 2.29.** Nivelación incorrecta del piso para alinear faros

## CAPÍTULO III

### 3. ELEMENTOS Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS

#### 3.1 Microcontroladores

Un microcontrolador es un circuito integrado programable que contiene todos los componentes de un computador. Es empleado para controlar el funcionamiento de una tarea determinada y por ser de un tamaño reducido se lo puede incorporar en el propio dispositivo al que gobierna.

##### 3.1.1 Introducción

“Los microcontroladores están conquistando el mundo. Se encuentran presentes en nuestro trabajo, en nuestra casa y en nuestra vida, en general. Controlan el funcionamiento de los ratones y teclados de los computadores, teléfonos, hornos microondas y televisores de nuestro hogar. Pero la invasión acaba de comenzar y el nacimiento del siglo XXI será testigo de la conquista masiva de estos diminutos computadores, que gobernarán la mayor parte de los aparatos que fabricaremos y usaremos los humanos.”<sup>[6]</sup>

##### 3.1.2 Controlador y microcontrolador

El controlador es un dispositivo que se emplea para el gobierno de uno o varios procesos. Por ejemplo, el controlador que regula el funcionamiento de un horno dispone de un sensor que mide constantemente su temperatura interna y, cuando traspasa los límites prefijados, genera las señales adecuadas que accionan los efectores que intentan llevar el valor de la temperatura dentro del rango estipulado.

Aunque el concepto de controlador ha permanecido invariable a través del tiempo, su implementación física ha variado frecuentemente. Hace tres décadas, los controladores se construían exclusivamente con componentes de lógica discreta, posteriormente se emplearon los microprocesadores, que se rodeaban con chips de memoria y E/S sobre una tarjeta de circuito impreso. En la actualidad, todos los elementos del controlador se han podido incluir en un chip, el cual recibe el nombre de microcontrolador. Realmente consiste en un sencillo pero completo computador, de un circuito integrado.

Un microcontrolador es un circuito integrado de alta escala de integración que incorpora la mayor parte de los elementos que configuran un controlador.

Un microcontrolador dispone normalmente de los siguientes componentes:

- Procesador o UCP (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para Contener los datos.
- Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertas Serie y Paralelo, CAD: Conversores Analógico/Digital, CDA: Conversores Digital / analógico, etc.).
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.
- Los productos que para su regulación incorporan un microcontrolador disponen de las siguientes ventajas:
  - Aumento de prestaciones: un mayor control sobre un determinado elemento representa una mejora considerable en el mismo.
  - Aumento de la fiabilidad: al reemplazar el microcontrolador por un elevado número de elementos disminuye el riesgo de averías y se precisan menos ajustes.
  - Reducción del tamaño en el producto acabado: La integración del microcontrolador en un chip disminuye el volumen, la mano de obra y los stocks.
  - Mayor flexibilidad: las características de control están programadas por lo que su modificación sólo necesita cambios en el programa de instrucciones.
- El microcontrolador es en definitiva un circuito integrado que incluye todos los componentes de un computador. Debido a su reducido tamaño es posible montar el controlador en el propio dispositivo al que gobierna. En este caso el controlador recibe el nombre de controlador empotrado (embedded controller).

### **3.1.3 Aplicaciones de los microcontroladores**

Cada vez existen más productos que incorporan un microcontrolador con el fin de aumentar sustancialmente sus prestaciones, reducir su tamaño y costo, mejorar su fiabilidad y disminuir el consumo.

Los microcontroladores están siendo empleados en multitud de sistemas presentes en nuestra vida diaria, como: juguetes, horno microondas, frigoríficos, televisores, computadoras, impresoras, módems, el sistema de arranque de nuestro coche, etc. Y otras aplicaciones con las que seguramente no estaremos tan familiarizados como instrumentación electrónica, control de sistemas en una nave espacial, etc. Una aplicación típica podría emplear varios microcontroladores para controlar pequeñas partes del sistema. Estos pequeños controladores podrían comunicarse entre ellos y con un procesador central, probablemente más potente, para compartir la información y coordinar sus acciones, como, de hecho, ocurre ya habitualmente en cualquier PC.

### **3.1.4 Selección de un microcontrolador**

A la hora de escoger el microcontrolador a emplear en un diseño concreto hay que tener en cuenta multitud de factores, como la documentación y herramientas de desarrollo disponibles y su precio, la cantidad de fabricantes que lo producen y por supuesto las características del microcontrolador (tipo de memoria de programa, número de temporizadores, interrupciones, etc.):

**Costos:** Como es lógico, los fabricantes de microcontroladores compiten duramente para vender sus productos. Y no les va demasiado mal ya que sin hacer demasiado ruido venden 10 veces más microcontroladores que microprocesadores.

## **3.2 Aplicación de los microcontroladores en el automóvil**

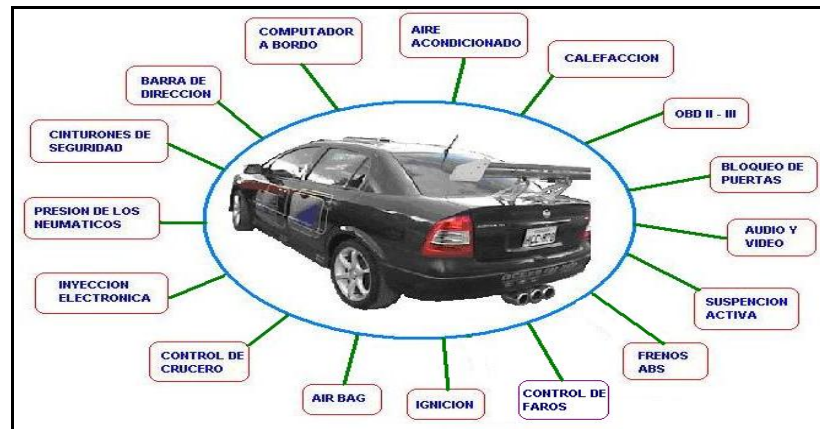
“Los componentes electrónicos deben operar bajo condiciones extremas de vibraciones, choques, ruido, etc. y seguir siendo fiables en todos los campos pero en los automóviles son los más exigentes. El fallo de cualquier componente electrónico en un automóvil puede ser el origen de un accidente.

Un dispositivo con este tipo de memoria incorporado al control del motor de un automóvil permite que pueda modificarse el programa durante la rutina de mantenimiento periódico, compensando los desgastes y otros factores tales como la



compresión, la instalación de nuevas piezas, etc. La reprogramación del microcontrolador puede convertirse en una labor rutinaria dentro de la puesta a punto.

Aproximadamente un 10% son adquiridos por las industrias de automoción para ser usados en la instalación de inyección electrónica de gasolina, frenos ABS, control de crucero, alarmas, equipos de audio y video, comunicación satelital (GPS), suspensión activa, control de faros, tableros digitales, entre otros.»<sup>[7]</sup>



**Figura 3.1.** Aplicaciones de microcontroladores en el automóvil

### 3.3 Selección del microcontrolador para la aplicación

En cada aplicación son sus características específicas las que determinan el más conveniente.

En los PIC debemos tomar en cuenta las siguientes características:

- Sencillez de manejo
- Buena información
- Precio
- Buen promedio de parámetros: consume, tamaño, alimentación, código compacto, etc.
- Herramientas de desarrollo fáciles y baratas
- Diseño rápido
- Disponibilidad inmediata
- Compatibilidad del software en todos los modelos de la misma gama

### 3.3.1 Costos

Estos microcontroladores tienen que ser accesibles y de fácil adquisición en el mercado nacional para nuestro caso el 16F877A tiene un costo de 8 dólares y el 16F84A tiene un costo de 8 dólares. Se reduce el costo al disponer de las herramientas de apoyo con que se va a contar como son:

- Emuladores
- Ensambladores
- Compiladores

### 3.3.2 Aplicación

Antes de seleccionar un microcontrolador es imprescindible analizar los requisitos de la aplicación para un perfecto desarrollo del proyecto:

- **Procesamiento de datos:** no se desarrollaran cálculos críticos en la aplicación. Por lo que es suficiente con un microcontrolador de 8 bits.
- **Entrada Salida:** para determinar las necesidades de Entrada/Salida del sistema es conveniente dibujar un diagrama de bloques del mismo, de tal forma que sea sencillo identificar la cantidad y tipo de señales a controlar.
- **Consumo:** el consumo es bajo ya que se usara regulador de tensión de 12v para la aplicación y no tendrá funcionamiento permanente sino cuando se haga uso didáctico del tablero.

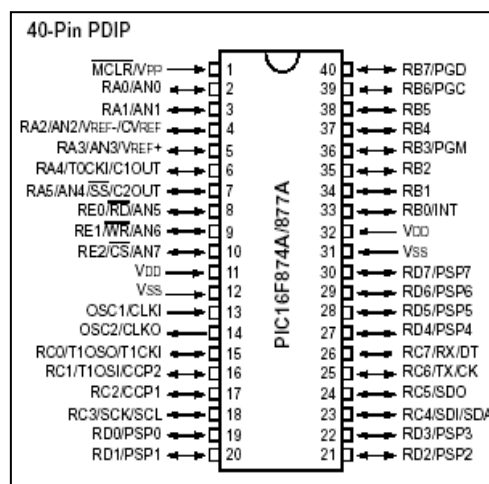
### 3.3.3 Selección del pic 16F877A

Vistos los criterios de selección del microcontrolador se procedió a seleccionar el PIC 16F877A, pertenece a la familia de la gama media. Tiene 40 patitas, La razón exclusiva de su interés se debe al tipo de memoria de programa que posee. En el caso del PIC 16F877A se trata de una memoria de código tipo FLASH de hasta 8K palabras de 14 bits, así como el número de entradas y salidas disponibles para la aplicación además de sus puertas TRIGGER SCHMITT.

#### 3.3.3.1 Características

- Voltaje de alimentación: 5 V CC.

- CPU RISC
- Circuito Integrado de 40 pines.
- Pines configurables como Entrada o Salida:
  - $16F870/3/6 = 22$  pines
  - $16F874/7 = 33$  pines
- Frecuencia operación máxima: 20 Mhz.
- Memoria Flash:
  - $16F870/3/4 = 4$  Kbytes
  - $16F876/7 = 8$  Kbytes
- Memoria de Datos:
  - $16F870/3/4 = 192$  Bytes
  - $16F876/7 = 368$  Bytes
- Memoria de Datos EEPROM:
  - $16F870/3/4 = 128$  Bytes
  - $16F876/7 = 256$  Bytes
- 2 Temporizadores internos de 8 bits.
- 1 Temporizador interno de 16 bits.
- Módulos CCP (Captura, Comparación y PWM):
  - $16F870 = 1$  módulo
  - $16F873/4/6/7 = 2$  módulos



**Figura 3.2.** Disposición de pines del 16F877A

### 3.3.4 Selección del pic 16F628A

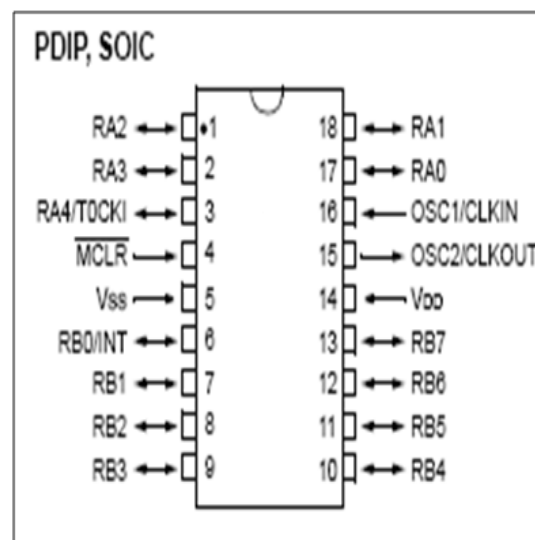
Vistos los criterios de selección del microcontrolador se procedió a seleccionar el PIC 16F628A, pertenece a la familia de la gama media. Este circuito integrado tiene 18 patitas, La razón exclusiva por la que se escoge este PIC es por su disponibilidad inmediata, por su bajo costo en el mercado y sencillez en el manejo.

#### 3.3.4.1 Características

Sus principales características:

- Versiones para bajo consumo
- Memoria RAM dividida en 2 áreas
- 15 registros de funciones especiales.
- Memoria de datos RAM de 68 bytes (68 registros de propósito general).
- Memoria de datos EEPROM de 64 bytes.
- Pila con 8 niveles de profundidad.
- ALU de 8 bits y registro de trabajo W del que normalmente recibe un operando que puede ser cualquier registro, memoria, puerto de Entrada/Salida o el propio código de instrucción.
- 4 tipos de interrupciones:
  - 1) A través del pin RB0/INT.
  - 2) Desbordamiento del temporizador TMR0.
  - 3) Interrupción por cambio de estado de los pines 4:7 del Puerto B.
  - 4) Completada la escritura de la memoria EEPROM.
- 13 pines de E/S con control individual de dirección.
- PortA de 5 bits <RA0:RA4>.
- PortB de 8 bits <RB0:RB7>.
- Contador/Temporizador TMR0 de 8 bits con divisor programable.
- Power-on Reset (POR).
- Power-up Timer (PWRT).
- Oscillator Start-up Timer (OST).
- Watchdog Timer (WDT).
- Modo de bajo consumo SLEEP.

- Puede operar bajo 4 modos diferentes de oscilador.
- Temperatura ambiente máxima para funcionamiento de  $-55^{\circ}\text{C}$  a  $+125^{\circ}\text{C}$ .
- Tensión máxima de VDD respecto a VSS de 2V a 6V.
- Máxima corriente de salida a VSS 150 mA.
- Máxima corriente de salida de VDD 100 mA.
- Máxima corriente del puerto "A" como fuente, 50 mA.
- Máxima corriente del puerto "A" como sumidero, 80 mA.
- Máxima corriente del puerto "B" como fuente, 100 mA.
- Máxima corriente del puerto "B" como sumidero, 150 mA.
- Rango de alimentación:



**Figura 3.3.** Disposición de pines del 16F628A

### 3.3.5 Motor de pasos



**Figura 3.4.** Motor de pasos

“Los motores paso a paso son ideales para la construcción de mecanismos en donde se requieren movimientos muy precisos.

La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos un paso a la vez por cada pulso que se le aplique. Este paso puede variar desde  $90^\circ$  hasta pequeños movimientos de tan solo  $1.8^\circ$ , es decir, que se necesitarán 4 pasos en el primer caso ( $90^\circ$ ) y 200 para el segundo caso ( $1.8^\circ$ ), para completar un giro completo de  $360^\circ$ .

Estos motores poseen la habilidad de poder quedar enclavados en una posición o bien totalmente libres. Si una o más de sus bobinas está energizada, el motor estará enclavado en la posición correspondiente y por el contrario quedará completamente libre si no circula corriente por ninguna de sus bobinas.” [8]

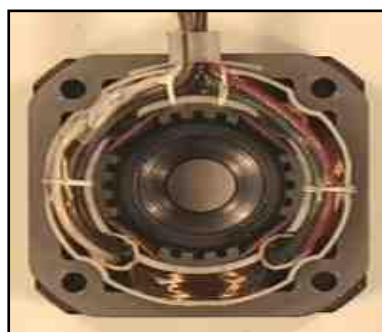
### 3.3.5.1 Principio de funcionamiento

Básicamente estos motores están constituidos normalmente por un rotor sobre el que van aplicados distintos imanes permanentes y por un cierto número de bobinas excitadoras bobinadas en su estator.

Las bobinas son parte del estator y el rotor es un imán permanente. Toda la conmutación (o excitación de las bobinas) deber ser externamente manejada por un controlador.

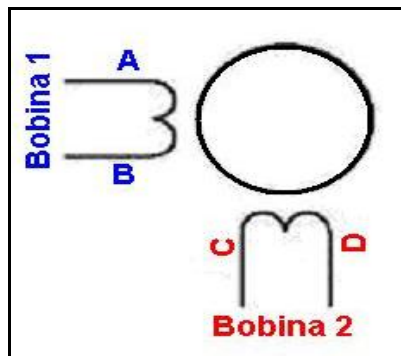


**Figura 3.5.** Rotor

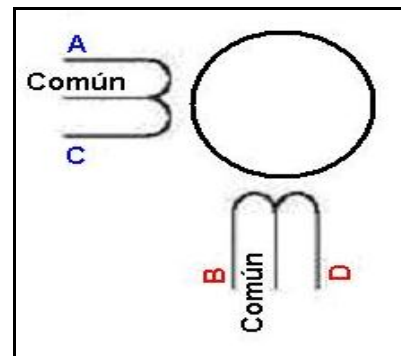


**Figura 3.6.** Estator de 4 bobinas

Existen dos tipos de motores paso a paso de imán permanente:



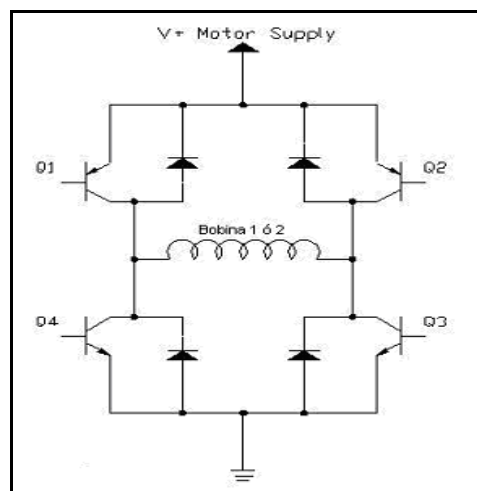
**Figura 3.7.** Motor bipolar



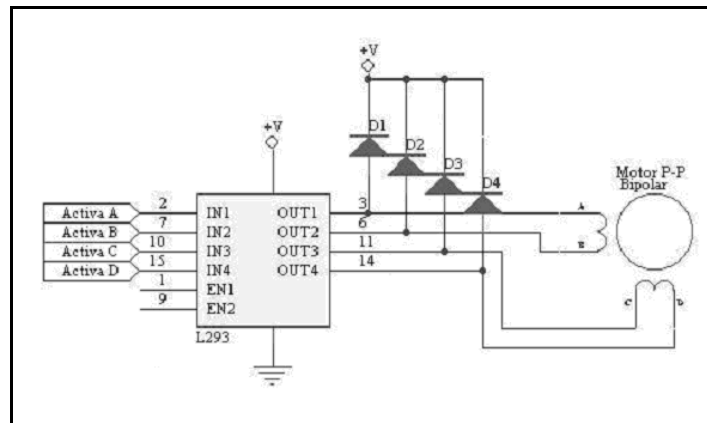
**Figura 3.8.** Motor unipolar

### Bipolar

Estos tienen generalmente cuatro cables de salida (figura 3.7). Necesitan ciertos ajustes para ser controlados, debido a que requieren del cambio de dirección del flujo de corriente a través de las bobinas en la secuencia apropiada para realizar un movimiento. En figura 3.10 podemos apreciar un ejemplo de control de estos motores mediante el uso de un puente en H (H-Bridge). Como se aprecia, será necesario un H-Bridge por cada bobina del motor, es decir que para controlar un motor paso a paso de 4 cables (dos bobinas), necesitaremos usar dos H-Bridges iguales al de la figura 3.8. El circuito de la figura 3.9 es un modo ilustrativo y no corresponde con exactitud a un H-Bridge. En general es recomendable el uso de H-Bridge integrados como son los casos del L293 (figura 3.10).



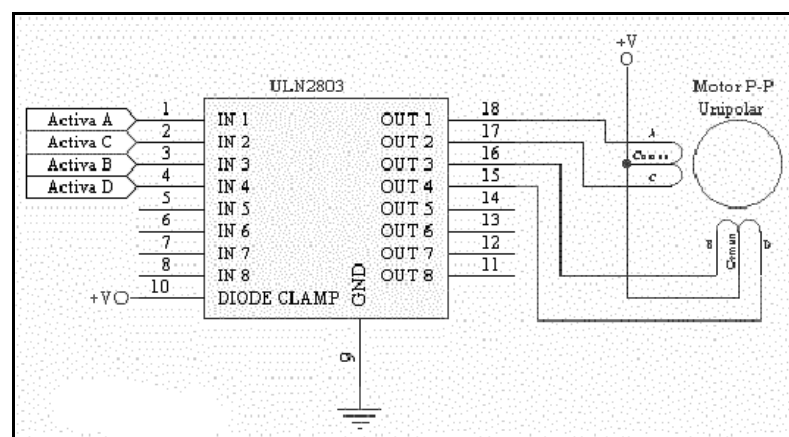
**Figura 3.9.** Control del motor p-p bipolar



**Figura 3.10** Control del motor p-p bipolar con Control del motor paso a paso bipolar con H-Bridge integrados

### Unipolar

Estos motores suelen tener 6 o 5 cables de salida, dependiendo de su conexionado interno (ver figura 3.8). Este tipo se caracteriza por ser más simple de controlar. En la figura 3.11 podemos apreciar un ejemplo de conexionado para controlar un motor paso a paso unipolar mediante el uso de un ULN2803, el cual está conformado de 8 transistores tipo Darlington capaces de manejar cargas de hasta 500mA. Las entradas de activación (Activa A, B, C y D) pueden ser directamente activadas por un microcontrolador.



**Figura 3.11.** Control de un motor paso a paso unipolar

#### **3.3.5.2 Secuencias para manejar motores paso a paso bipolares**

Estos motores necesitan la inversión de la corriente que circula en sus bobinas en una secuencia determinada. Cada inversión de la polaridad provoca el movimiento del eje en un paso, cuyo sentido de giro está determinado por la secuencia seguida.



**Tabla 3.1.** Secuencia necesaria para controlar motores paso a paso del tipo Bipolares

PASO	TERMINALES			
	A	B	C	D
1	+V	-V	+V	-V
2	+V	-V	-V	+V
3	-V	+V	-V	+V
4	-V	+V	+V	-V

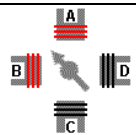
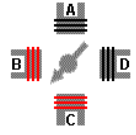
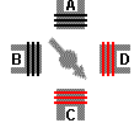
### 3.3.5.3 Secuencias para manejar motores paso a paso unipolares

Existen tres secuencias posibles para este tipo de motores, las cuales se detallan a continuación. Todas las secuencias comienzan nuevamente por el paso 1 una vez alcanzado el paso final (4 u 8). Para revertir el sentido de giro, simplemente se deben ejecutar las secuencias en modo inverso.

### 3.3.5.4 Secuencia normal

Esta es la secuencia más usada y la que generalmente recomienda el fabricante. Con esta secuencia el motor avanza un paso por vez y debido a que siempre hay al menos dos bobinas activadas, se obtiene un alto torque de paso y de retención.

**Tabla 3.2.** Secuencia normal del funcionamiento de un motor P-P

PASO	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D	
1	ON	ON	OFF	OFF	
2	OFF	ON	ON	OFF	
3	OFF	OFF	ON	ON	

4	ON	OFF	OFF	ON	
---	----	-----	-----	----	--

### 3.3.5.5 Secuencia del tipo wave drive

En esta secuencia se activa solo una bobina a la vez. En algunos motores esto brinda un funcionamiento más suave. La contrapartida es que al estar solo una bobina activada, el torque de paso y retención es menor.

**Tabla 3.3.** Secuencia del tipo wave drive del  
Funcionamiento de un motor P-P

PASO	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D	
1	ON	OFF	OFF	OFF	
2	OFF	ON	OFF	OFF	
3	OFF	OFF	ON	OFF	
4	OFF	OFF	OFF	ON	

### 3.3.5.6 Secuencia del tipo medio paso

En esta secuencia se activan las bobinas de tal forma de brindar un movimiento igual a la mitad del paso real. Para ello se activan primero 2 bobinas y luego solo 1 y así sucesivamente. Como vemos en la tabla la secuencia completa consta de 8 movimientos en lugar de 4.

**Tabla 3.4.** Secuencia del tipo medio paso del funcionamiento de un motor P-P

PASO	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D	
1	ON	OFF	OFF	OFF	
2	ON	ON	OFF	OFF	
3	OFF	ON	OFF	OFF	
4	OFF	ON	ON	OFF	
5	OFF	OFF	ON	OFF	
6	OFF	OFF	ON	ON	
7	OFF	OFF	OFF	ON	
8	ON	OFF	OFF	ON	

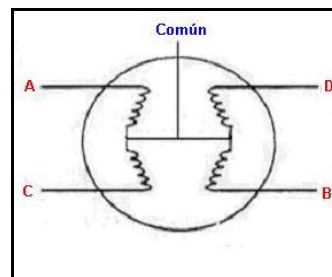
Debido a que los motores paso a paso son dispositivos mecánicos y como tal deben vencer ciertas inercias, el tiempo de duración y la frecuencia de los pulsos aplicados es un punto muy importante a tener en cuenta. En tal sentido el motor debe alcanzar el paso antes que la próxima secuencia de pulsos comience. Si la frecuencia de pulsos es muy elevada, el motor puede reaccionar en alguna de las siguientes formas:

- Puede que no realice ningún movimiento en absoluto.
- Puede comenzar a vibrar pero sin llegar a girar.
- Puede girar erráticamente.
- Puede llegar a girar en sentido opuesto.

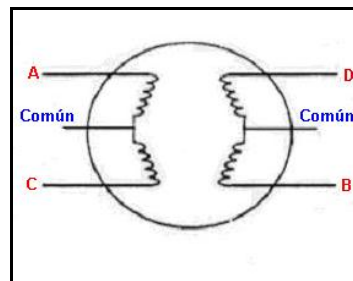
Para obtener un arranque suave y preciso, es recomendable comenzar con una frecuencia de pulso baja y gradualmente ir aumentándola hasta la velocidad deseada sin superar la máxima tolerada. El giro en reversa debería también ser realizado previamente bajando la velocidad de giro y luego cambiar el sentido de rotación.

### **Referencia importante**

Cuando se trabaja con motores P-P usados o bien nuevos, pero de los cuales no tenemos hojas de datos. Es posible averiguar la distribución de los cables a los bobinados y el cable común en un motor de paso unipolar de 5 o 6 cables siguiendo las instrucciones que se detallan a continuación:



**Figura 3.12** Motor P-P con 5 cables de salida



**Figura 3.13** Motor P-P con 6 cables de salida

#### **3.3.5.7 Aislado el cable(s) común que va a la fuente de alimentación**

En las figuras 3.12 y 3.13, en el caso de motores con 6 cables, estos poseen dos cables comunes, pero generalmente poseen el mismo color, por lo que lo mejor es unirlos antes de comenzar las pruebas.

Usando un tester para chequear la resistencia entre pares de cables, el cable común será el único que tenga la mitad del valor de la resistencia entre ella y el resto de los cables.

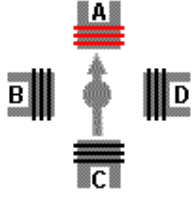
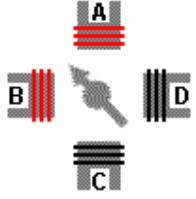
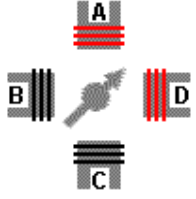
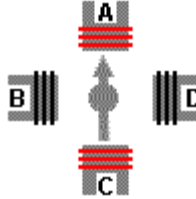
Esto es debido a que el cable común tiene una bobina entre ella y cualquier otro cable, mientras que cada uno de los otros cables tiene dos bobinas entre ellos. De ahí la mitad de la resistencia medida en el cable común.

### 3.3.5.8 Identificación de cables de las bobinas (A, B, C y D)

Aplicar un voltaje al cable común (generalmente 12 voltios, pero puede ser más o menos) y manteniendo uno de los otros cables a masa (GND) mientras vamos poniendo a masa cada uno de los demás cables de forma alternada y observando los resultados.

El proceso se puede apreciar en el siguiente cuadro:

**Tabla 3.5.** Identificación de los cables de las bobinas (A, B, C y D)

<p>Seleccionar un cable y conectarlo a masa. Ese será llamado cable A.</p>	
<p>Manteniendo el cable A conectado a masa, probar cuál de los tres cables restantes provoca un paso en sentido anti horario al ser conectado también a masa. Ese será el cable B.</p>	
<p>Manteniendo el cable A conectado a masa, probar cuál de los dos cables restantes provoca un paso en sentido horario al ser conectado a masa. Ese será el cable D.</p>	
<p>El último cable debería ser el cable C. Para comprobarlo, basta con conectarlo a masa, lo que no debería generar movimiento alguno debido a que es la bobina opuesta a la A.</p>	

**Nota:** La nomenclatura de los cables (A, B, C, D) es totalmente arbitraria.

### 3.3.5.9 Identificando los cables en motores p-p bipolares

Para el caso de motores paso a paso bipolares (generalmente de 4 cables de salida), la identificación es más sencilla. Simplemente tomando un tester en modo óhmetro (para medir resistencias), podemos hallar los pares de cables que corresponden a cada bobina, debido a que entre ellos deberá haber continuidad (en realidad una resistencia muy baja). Luego solo deberemos averiguar la polaridad de la misma, la cual se obtiene fácilmente probando. Es decir, si conectado de una manera no funciona, simplemente damos vuelta los cables de una de las bobinas y entonces ya debería funcionar correctamente. Si el sentido de giro es inverso a lo esperado, simplemente se deben invertir las conexiones de ambas bobinas y el H-Bridge.

#### Para recordar

- Un motor de paso con 5 cables es casi seguro de 4 fases y unipolar.
- Un motor de paso con 6 cables también puede ser de 4 fases y unipolar, pero con 2 cables comunes para alimentación. pueden ser del mismo color.
- Un motor de pasos con solo 4 cables es comúnmente bipolar.

### 3.4 Sensor de posicionamiento de los neumáticos



**Figura 3.14.** Sensor de posicionamiento de los neumáticos

El sensor que se utiliza para controlar las diferentes posiciones del neumático es un potenciómetro q va acoplado en el piñón de la columna de dirección, el mismo que envía la señal a la placa de de control de los motores paso a paso, de acuerdo al grado de giro de la dirección y el direccionamiento de los neumáticos, es decir si los neumáticos están posicionados a la derecha, centro o izquierda.

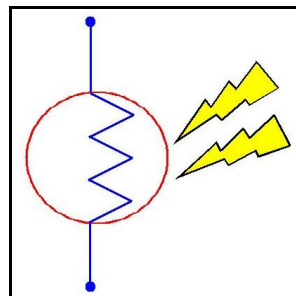
### 3.5 Sensor de intensidad lumínica



**Figura 3.15.** Sensor de intensidad lumínica

“Es una fotoresistencia cuya resistencia disminuye sensiblemente al ser expuesto a la luz mientras que cuando permanece en la oscuridad total presenta una resistencia muy elevada. También recibe el nombre de resistencia dependiente de la luz (LDR).

Es un dispositivo fotodetector que modifica su resistencia eléctrica al ser expuesto a la energía luminosa. Así, por ejemplo, cuando el nivel de iluminación es de 1.000 lux, la resistencia puede ser de 130 ohmios, pero cuando el nivel de iluminación disminuye hasta 50 lux, su resistencia puede ser de 2,4 kilo ohmios.



**Figura 3.16.** Símbolo de la fotoresistencia o LDR

Están compuestos, generalmente, por una base de sulfuro de cadmio debidamente encapsulado y con una cubierta de resina transparente y aislante, de tal forma que cuando los fotones inciden sobre la superficie de dicho material, imprimen a los electrones suficiente energía como para elevar su conductividad.

Esto hace que el LDR no se pueda utilizar en muchas aplicaciones, especialmente aquellas que necesitan de mucha exactitud en cuanto a tiempo para cambiar de estado (oscuridad a iluminación o iluminación a oscuridad) y a exactitud de los valores de la fotoresistencia al estar en los mismos estados anteriores. Su tiempo de respuesta típico es de aproximadamente 0.1 segundos.

Pero hay muchas aplicaciones en las que una fotoresistencia es muy útil. En casos en que la exactitud de los cambios no es importante como en los circuitos:

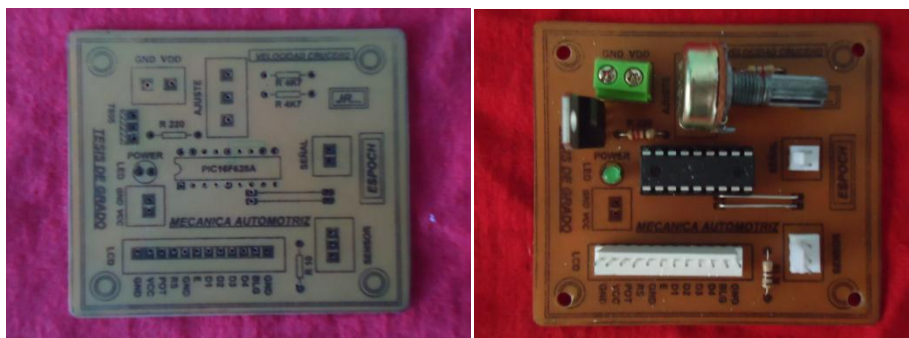
- Luz nocturna de encendido automático, que utiliza una fotoresistencia para activar una o más luces al llegar la noche.
- Relé controlado por luz, donde el estado de iluminación de la fotoresistencia, activa o desactiva un Relay (relé), que puede tener un gran número de aplicaciones.



**Figura 3.17.** Fotorresistencia o LDR

El LDR o fotoresistencia es un elemento muy útil para aplicaciones en circuitos donde se necesita detectar la ausencia de luz de día.”<sup>[9]</sup>

### 3.6 Simulador de velocidad del vehículo



**Figura 3.18.** Simulador de velocidad del vehículo

El simulador actúa tal y como lo hace el sensor de velocidad de un vehículo moderno, al acelerar y desacelerar un vehículo, en este caso se regula la velocidad de manera digital por medio de un pulsador y su visualización es por medio de una pantalla LCD, esto hará que el sistema de luces inteligentes se active de acuerdo a los parámetros establecidos que son el activar el sistema de movimiento de faros en un rango de 30-80 km/h, al sobrepasar este límite los faros convergen en un solo punto con lo que nos indica que el vehículo se encuentra en trayectoria recta.





**Figura 3.19.** Visualización y control del simulador de velocidad

## CAPÍTULO IV

### **4 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE LUCES AUTO DIRECCIONABLES**

#### **4.1 Planteamiento del problema**

Más del 40% de los accidentes de automóvil con resultados fatales ocurren en la noche, a pesar del hecho de que haya un 80% menos de tráfico en las carreteras que durante el día. Estudios científicos han demostrado que la percepción visual, de la cual recibimos el 90% de la información relevante del tráfico, se reduce hasta el 4% cuando hay malas condiciones de visibilidad en la oscuridad.

Con estos antecedentes hemos considerado desarrollar un proyecto para que la conducción nocturna y en malas condiciones climatológicas sea más fácil y sobre todo más segura. Los faros que se mueven con el coche aportan una mayor seguridad en la conducción nocturna y una mejor capacidad de reacción en condiciones malas de visibilidad.

El desarrollo de este proyecto es importante ya que el tema logrará que como futuros ingenieros tener una cultura de investigación, reparación, construcción, adaptación y optimización en las áreas de electrónica aplicadas en el automóvil, obteniendo una alta experiencia que luego pondremos en práctica en nuestro desarrollo profesional.

Se genera información bibliográfica, que provendrá del diseño e instalación de circuitos eléctricos y electrónicos, diagramas de funcionamiento, operación y comprobación de los subsistemas del vehículo al que se le adaptará este nuevo sistema de luces como son: control electrónico, control mecánico y cambio automático de luces para que la facultad disponga de un sistema de luces sofisticado que sirva para la capacitación y entrenamiento de los futuros ingenieros y profesionales interesados en esta área.

#### **4.1.1 Objetivo general**

Diseñar y construir un sistema de auto direccionamiento de luces inteligentes en un tablero didáctico tanto para curvas, línea recta y cambio automático de luces.

#### **4.1.2 Objetivos específicos**

- Conocer la importancia y obtener los parámetros de operación y funcionamiento del sistema de alumbrado auto direccionable en un vehículo.
- Seleccionar los elementos eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos para la aplicación.
- Diseñar y construir un tablero didáctico de un sistema de luminarias inteligentes para direccionar de acuerdo a la trayectoria y velocidad del vehículo.

#### **4.1.3 Metas del proyecto**

- Mejorar la visibilidad del sistema de alumbrado nocturno en un 80 % más que un sistema convencional.
- Difundir la aplicación de este sistema en concesionarios, talleres automotrices y almacenes de accesorios eléctricos.
- Realizar un documento que permita tecnificar las labores de diseño e implementación del sistema de alumbrado para mejorar la conducción nocturna.

#### **4.2 Características del sistema de luces auto direccionables**

Se trata de un sistema dinámico de iluminación, capaz de mover los faros de acuerdo al radio de giro del volante, todo lo necesario para ver en curvas y recodos. De esta forma las curvas se iluminan hasta un 80% mejor. Esto no sólo contribuye a mejorar la seguridad y el control del coche, también ofrece una conducción más dinámica y garantiza seguridad y confort adicionales.

Con este sistema de luminarias, cuando el vehículo se encuentra en línea recta, las luces se centralizan en un solo punto a medida que va aumentando la velocidad, mejorando con esto la conducción y evitando el deslumbramiento a los demás vehículos.

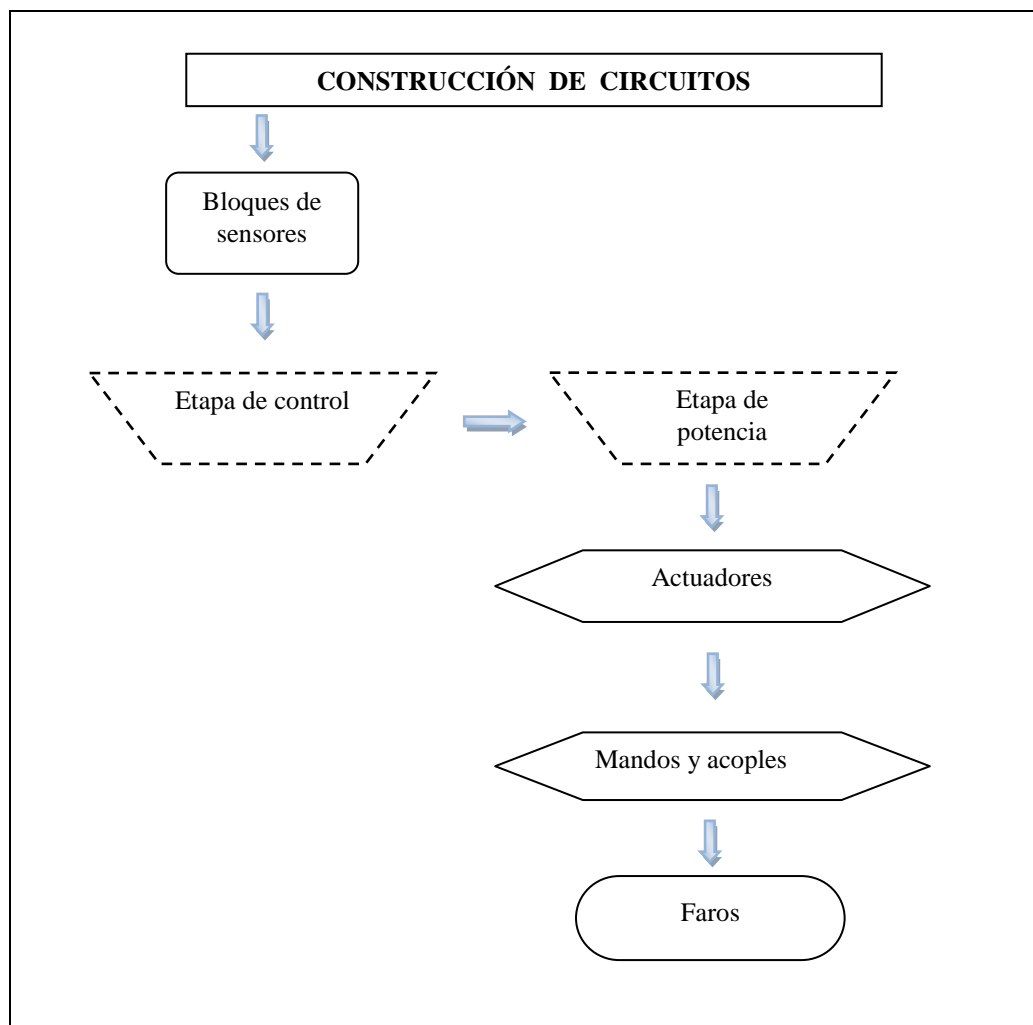
También este sistema de luminarias cuenta con un cambio automático de luces es decir de altas a bajas y viceversa, mejorando nuestra visibilidad en condiciones difíciles (neblina) y de igual manera cuando existen automóviles en sentido contrario.

#### 4.2.1 Diseño del sistema de luminarias inteligentes

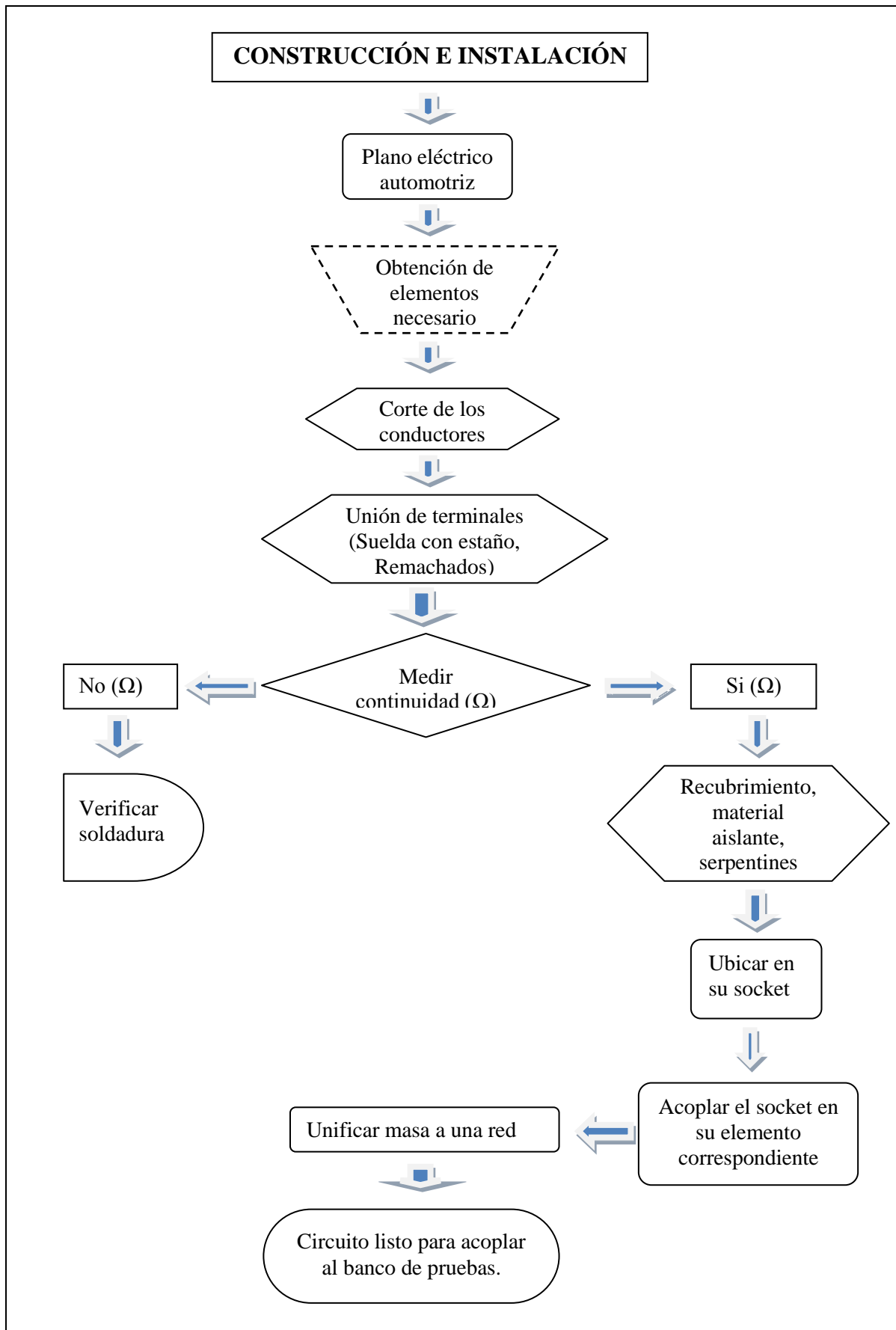
Para la implementación de este sistema se utiliza cuatro sensores que son: sensor de posición de los neumáticos que realiza dos funciones, la de enviar una señal de acuerdo al grado de giro de la dirección y el direccionamiento de los neumáticos, y al mismo tiempo envía una señal de giro, es decir si el vehículo va a la derecha o a la izquierda, el simulador de velocidad que imita la rapidez con que está circulando el vehículo; el sensor de luminosidad que detecta la intensidad luminosa de automóviles en sentido contrario y el sensor de posición de los faros el cual está conformado por un potenciómetro que va acoplado a un motor paso a paso.

Estas señales son procesadas por los microcontroladores en la etapa de control, para luego actuar en la etapa de potencia activando o desactivando los actuadores.

A continuación se presenta el diagrama de flujos:



**Figura 4.1.** Diagrama de flujo de los sensores



**Figura 4.2.** Diagrama de flujo del sistema de luminarias inteligentes

#### 4.2.2 Construcción e instalación faros de carretera y cruce

Para la construcción del circuito de carretera y cruce se utilizó los siguientes componentes:

- Conmutador de luces media y faros (d).
- Socket para conmutador de luces y faros (c).
- Palanca de activación de luces carretera y cruce (altas y bajas).
- Fusible 10 A.
- 2 Faros.
- 2 Lámparas halógenas H4 con su respectivo zócalo.
- Foco testigo de tablero de instrumentos (sin casquillo).
- 3 m de conductor amarillo (carretera), blanco (cruce), café (masa) AWG # (14, 14,16).
- Terminales.
- Material aislante.



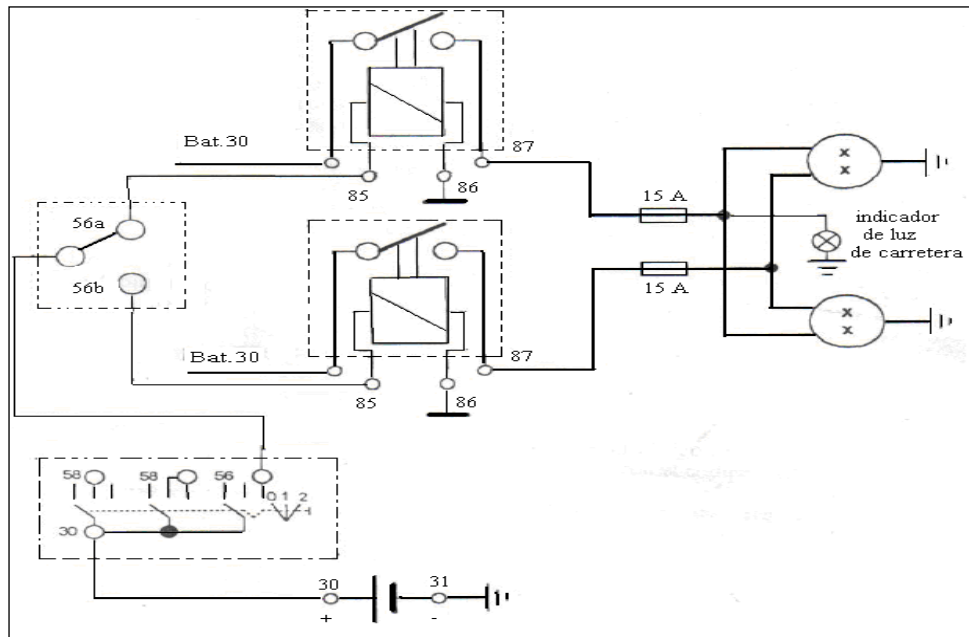
**Figura 4.3.** Faros del sistema

A continuación se realizó el corte de conductores, para ser instalados en sus respectivos socket, además se ubicó las masas que sean necesarias.

Para obtener una mejor sujeción de los terminales se procedió a soldarlos con estaño, luego recubrirlos con material aislante.



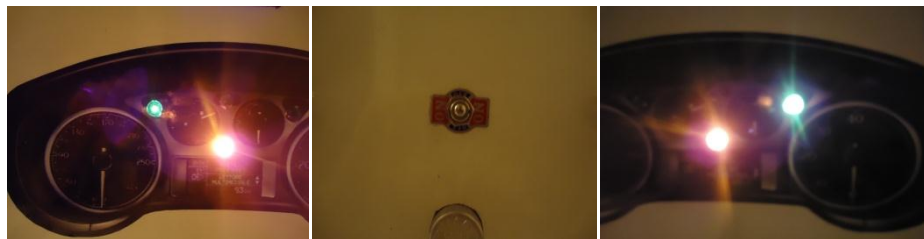
**Figura 4.4.** Ensamble de cableado a sus terminales



**Figura 4.5.** Diagrama luces de carretera y cruce

### 4.2.3 Circuito de luces direccionales y estacionamiento

#### 4.2.3.1 Luces direccionales



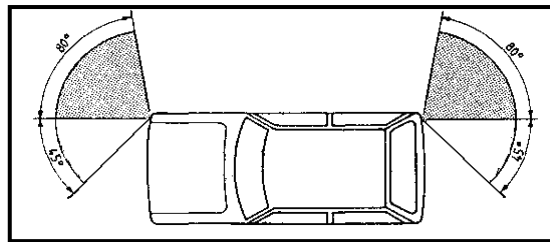
**Figura 4.6.** Control de luces direccionales

Tienen la misión de avisar, tanto de día como de noche a los demás conductores, que el vehículo va a cambiar de dirección hacia la izquierda o derecha, o modificar la dirección de marcha como ocurre en los adelantamientos.

Este consta de cuatro a seis focos de color naranja situados delante, en la parte lateral y atrás de vehículo existen también dos testigos de color verde en el tablero de instrumentos para avisar al conductor la dirección que va a tomar.

Los focos están colocados en los extremos más salientes del vehículo y se encienden únicamente los correspondientes a un lado (izquierdo o derecho) a la vez, de manera intermitente, con una frecuencia de 60 a 120 pulsaciones por minuto. La

potencia de los focos varía entre 10 a 21 vatios; se utiliza un conductor AWG # 16; en la figura se aprecia el ángulo de luminosidad de las luces intermitentes.

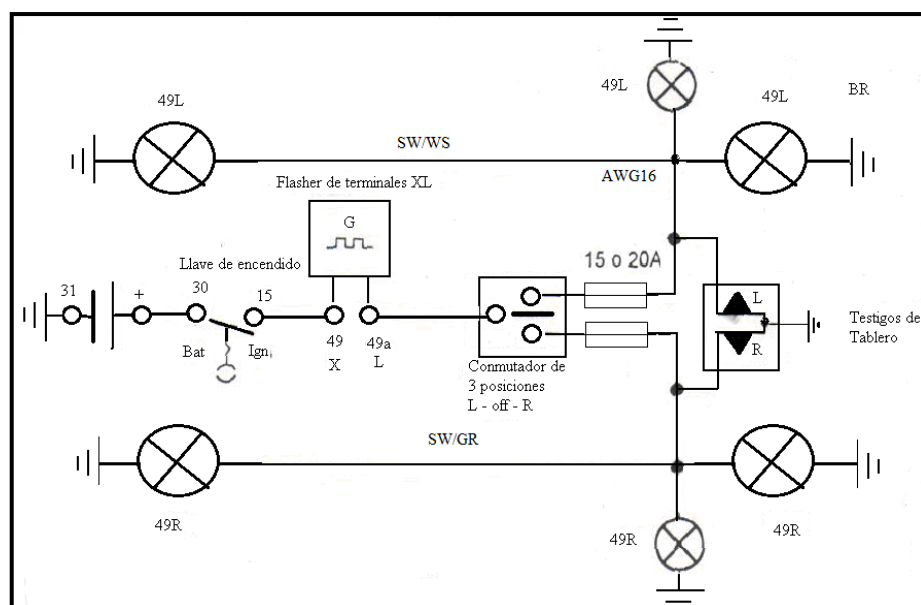


**Figura 4.7.** Ángulo de luminosidad luces intermitentes.

### Construcción del circuito luz de direccional

#### Elementos que conforman este circuito:

- 2 faros delanteros (naranja) (a).
- 4 lámparas PY21 alojadas en los faros.
- 2 alojamientos de lámparas direccionales (c).
- 1 lámpara testigo sin casquillos acoplados en el tablero.
- 1 flasher (b).
- 1 palanca de luces direccionales (d).
- Fusible 20 A.
- Switch de encendido (e).
- 3m de conductor AWG # 16 (negro/blanco, negro/verde, café (-))



**Figura 4.8.** Conexión luz direccional.



#### **4.2.3.2 Luces de estacionamiento**

En muchas ocasiones se hace necesario parquear el vehículo en un lugar que tenga cierto peligro, de manera que es necesario señalar bien y visualizar desde lejos su posición.

Las luces de estacionamiento deben ser utilizadas en casos de emergencia, es decir, por paros involuntarios debidos a alguna avería o en condiciones de extrema necesidad. No debe utilizarse con el vehículo en marcha.

Utilizan los mismos focos de las luces direccionales, son intermitentes, pero se encienden simultáneamente las lámparas delanteras, laterales, posteriores, y testigos del tablero.

Estas luces se comandan cuando el interruptor principal de luces está en la posición de cero y son accionadas por un interruptor situado en el tablero de instrumentos.

A las luces de estacionamiento le corresponde el código DIN 57 L para las luces izquierdas y 57 R para las luces derechas.

#### **Construcción del circuito luces de estacionamiento**

Elementos que conforman este circuito:

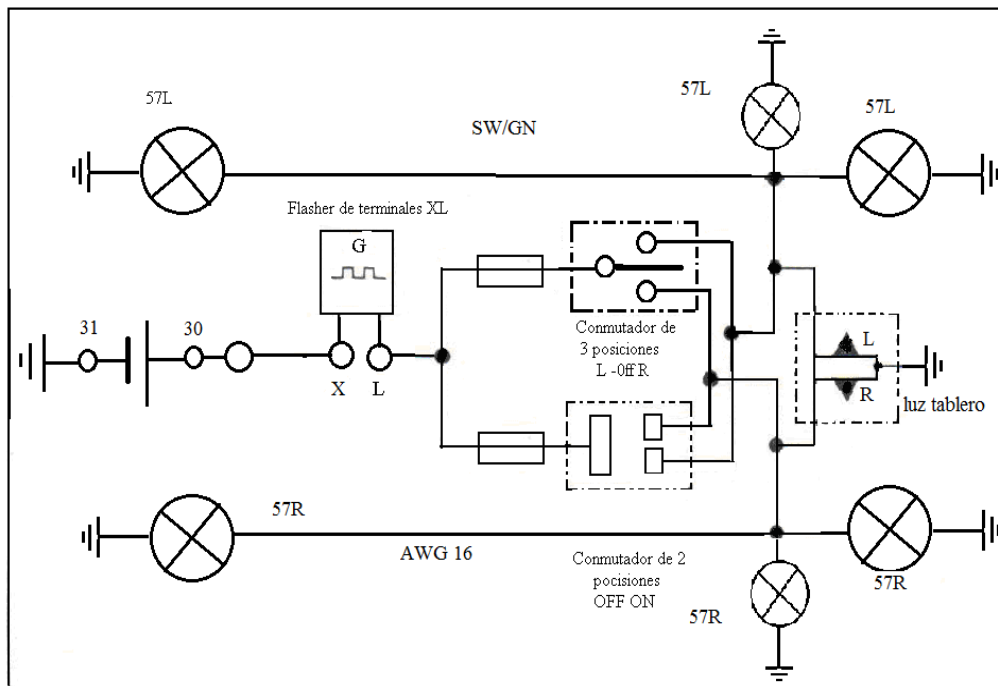
- Interruptor de estacionamiento
- Conductores
- Los elementos de las luces estacionamiento son los mismos en las luces de direccionales.



**Figura 4.9** Interruptor de luz de estacionamiento

En el ensamble de este circuito se debe tomar en cuenta que este se alimenta directamente del polo positivo del fusible.

Este circuito se debe tener cuidado al instalar el interruptor de estacionamiento. Con la ayuda del plano eléctrico se conectan lo diferentes componentes.



**Figura 4.10.** Conexión luz de estacionamiento.

### 4.3 Diseño mecánico

Se requiere diseñar un mecanismo que permita girar el reflector del faro con la ayuda de un motor de pasos, el reflector girará de acuerdo a la posición de los neumáticos y a la dirección de giro del volante ya sea esta izquierda o derecha, y una posición del reflector cuando el vehículo se encuentre en línea recta.

#### 4.3.1 Selección del motor paso a paso

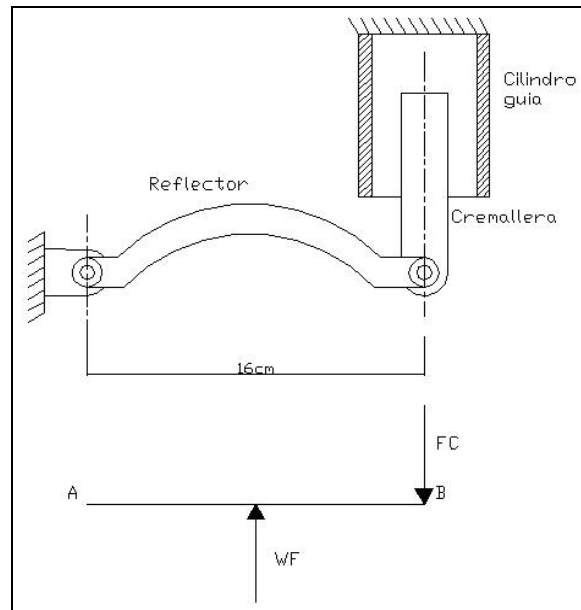
Para utilizar el motor correcto es necesario conocer el torque que se requiere para mover el reflector del faro, para lo cual disponemos de los siguientes datos:

WF  $\Rightarrow$  Peso del reflector = 1.5 lb.

AB  $\Rightarrow$  Longitud entre ejes del reflector = 16cm; Figura 4.11

FC  $\Rightarrow$  Fuerza para mover el reflector

T  $\Rightarrow$  Torque del motor de pasos



**Figura 4.11.** Diagrama de fuerzas

**DATOS:**

$$AB = 16\text{cm}$$

$$WF = 1.5 \text{ lbf}$$

$$FC = ?$$

$$T = ?$$

**DESARROLLO**

$$\sum_{MA} = 0$$

$$\boxed{\frac{AB}{2} \times WF - AB \times FC = 0} \quad \text{Ec.3.}$$

$$\frac{AB}{2} \times WF = AB \times FC$$

$$\boxed{\frac{WF}{2} = FC} \quad \text{Ec.4.}$$

$$0.75\text{lbf} = FC$$

$$\boxed{T = F \times d} \quad \text{Ec.5.}$$

$$T = FC \times AB$$

$$T = 0.75 \times 16 = 12\text{lbf} \times \text{cm}$$

$$T = 12\text{lbf} \times \text{cm} \frac{1\text{m}}{100\text{cm}} \times \frac{4.448\text{N}}{1\text{lbf}}.$$

$$T = 0.53Nm$$

Necesitamos un motor con un torque de 0.53 Nm. Por la disponibilidad en el mercado y por el torque requerido seleccionamos un motor unipolar con las siguientes características:

**Tabla 4.1.** Principales características del motor de pasos seleccionado

Dimension "A" Max	Model #	Amps/Phase	Torque oz-in	Torque N-m	Resistance Ohm/Phase	Inductance mH/Phase	Inertia oz-in <sup>2</sup>	Weight Lbs.
1.55" 39.4 mm	5618X-09	0.5	40.0	0.28	20.0	20.8	0.30	0.75
2.02" 51.3 mm	5618S-01	1.0	60.0	0.42	4.7	4.7	0.60	1.12
	5618S-42	3.8	60.0	0.42	0.4	0.4	0.60	1.12
	5618S-54	0.5	60.0	0.42	21.5	28.4	0.60	1.12
2.14" 54.4 mm	5618M-06	1.2	84.0	0.59	4.7	7.1	0.74	1.20
	5618M-08	2.2	84.0	0.59	1.4	2.4	0.74	1.20
3.02" 76.7 mm	5618L-52	3.1	125.0	0.88	1.2	1.2	1.20	1.90
	5618L-54	1.6	125.0	0.88	2.6	5.2	1.20	1.90

### Características de nuestro motor

- Modelo 5618M-06
- Voltaje 12V
- Torque 0.59 Nm
- Resistencia / bobina 4.7Ω
- Motor unipolar
- Corriente por bobina = 2.5 A

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{Ec.6.}$$

$$I = \frac{12}{4.7}$$



**Figura 4.12.** Motor paso a paso

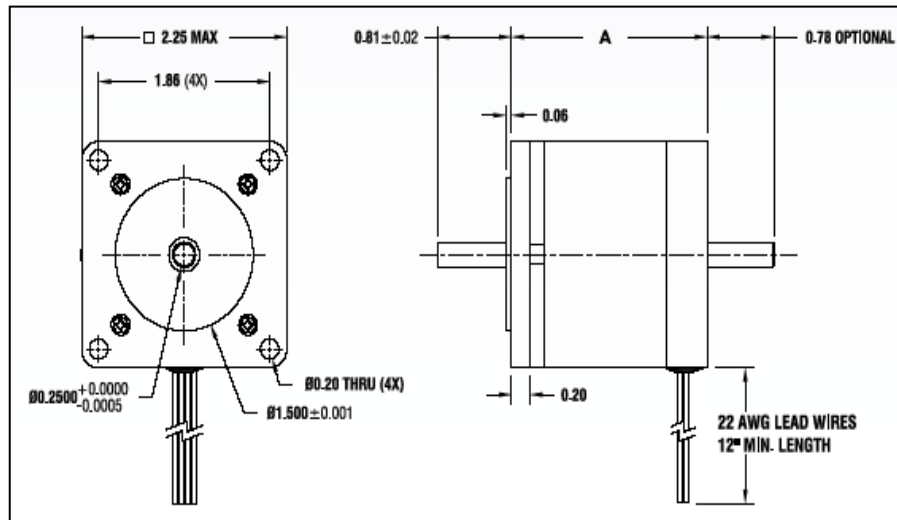


Figura 4.13. Cotas del motor de pasos

#### 4.3.2 Diseño del mecanismo del faro

Es un dispositivo plano, que requiere de dos movimientos de entrada para que el mecanismo funcione.

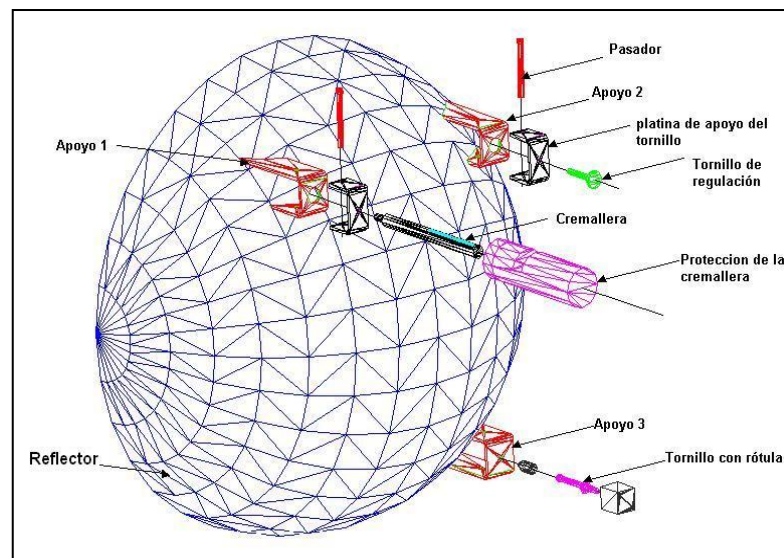
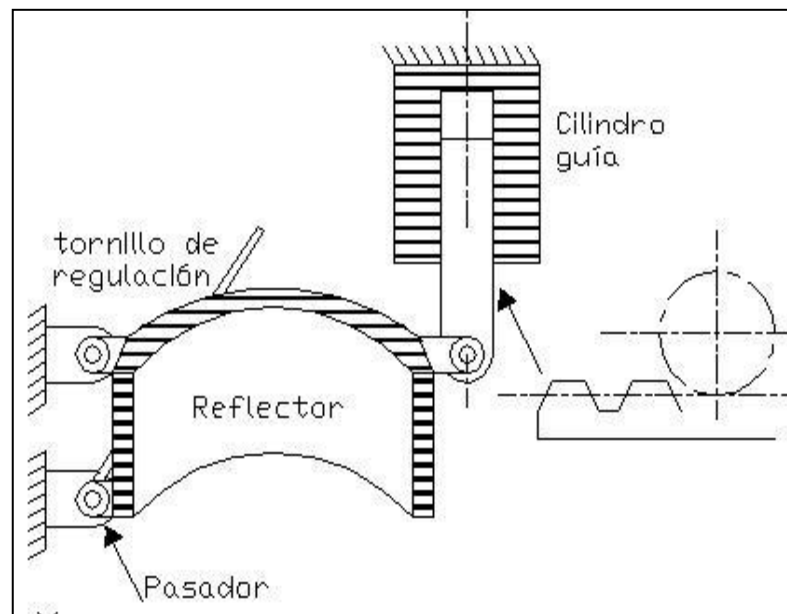


Figura 4.14. Esquema mecánico del sistema de luces auto direccionable

Este mecanismo consta de los siguientes elementos (figura 4.14):

- **Cilindro guía:** está construido de nylon, sirve de guía a la cremallera ya que facilita el deslizamiento.
- **Engranaje del motor de pasos:** da movimiento a la cremallera.

- **Cremallera:** construida de acero inoxidable, resistente a la corrosión, desgaste y facilita el deslizamiento, transforma el movimiento circular del engranaje del motor en movimiento lineal.
- **Apoyos:** son rótulas pequeñas que sirven de base y movimiento del reflector.
- **Tornillo de regulación:** sirve de base y regulación del reflector.



**Figura 4.15.** Mecanismo del faro

**Movilidad.-** Es el número de movimientos de entrada para que todos sus eslabones se muevan.

$$m = 3(n - 1) - 2j_1 - j_2 \quad \text{Ec.7.}$$

m : movilidad

n : número de eslabones

$j_1$  : número de pares de un grado de libertad

$j_2$  : número de pares de dos grados de libertad

Para nuestro mecanismo (figura 4.15.):

n = base + cremallera + reflector + rueda dentada del motor + tornillo de regulación

n = 5

$j_1 =$  tres pasadores + corredera + rueda dentada

$$j_1 = 5$$

$$j_2 = 0$$

$$m = 12 - 10$$

$$m = 2$$

$m = 0$ : imposible movimiento

$m = 1$ : mecanismo requiere de un movimiento de entrada

$m = 2$ : mecanismo requiere de 2 movimientos de entrada

$m < 0$ : eslabones redundantes, mecanismo estáticamente indeterminado.

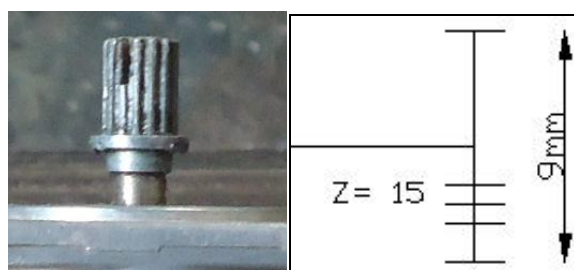
Los movimientos de entrada dan la rueda dentada del motor de pasos y la cremallera



**Figura 4.16.** Mecanismo interno del faro

### 4.3.3 Diseño de la cremallera

Para la construcción del diseño el diente, se parte tomando los datos de la rueda dentada del motor de pasos, figura 4.17.



**Figura 4.17.** Dimensiones del engranaje del motor de pasos

$m$  : módulo

$d_e$  : diámetro exterior

$z$  : número de dientes

$e$  : espesor del diente

$p$  : paso circular

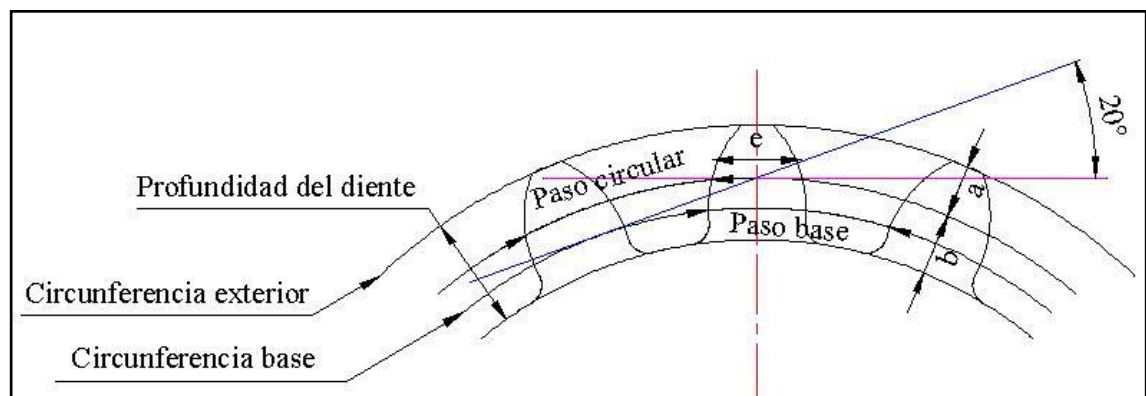
$h$  : altura del diente

$a$  : addendum

$b$  : dedendum

$\alpha$  : ángulo de presión

$p_t$  : paso base



**Figura 4.18.** Principales medidas de un engranaje

$$\boxed{d_e = m(z + 2)} \quad \text{Ec.8.}$$

$$\boxed{m = \frac{d_e}{z + 2}} \quad \text{Ec.9.}$$

$$m = \frac{9}{15 + 2} = 0.5294$$

Módulo estandarizado = 0.5 mm

$$\boxed{p = \pi(m)} \quad \text{Ec.10.}$$

$$p = 3.1416(0.5) = 1.57 \text{ mm}$$



Paso que permite la fresa = 1.6 mm

La cremallera se talla de acero inoxidable y con los datos de la tabla IV.2.

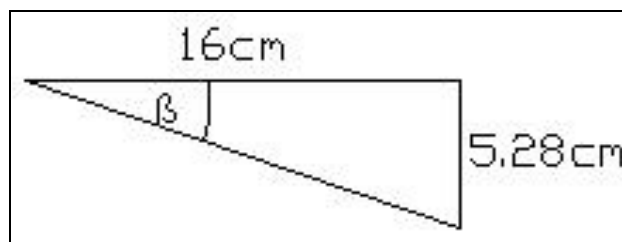
**Tabla 4.2.** Detalle del diente de la cremallera

módulo	Dimensiones en milímetros						
	a	b	P	H	e	p <sub>t</sub>	z
0.5	0.3	0.37	1.6	1.12	0.785	1.47	33

$$\text{Avance de la cremallera} = \boxed{pxz = 1.6 \times 33} \quad \text{Ec.11.}$$

$$\text{Avance de la cremallera} = 5.28 \text{ cm}$$

Angulo de giro del reflector:



**Figura 4.19.** Angulo de movimiento total del reflector

$$\beta = \text{tg}^{-1} \frac{5.28}{16} = 18.24^\circ$$

El reflector gira un total de  $18.24^\circ$  con 360 pasos del motor

En cada posición el motor da 96 pasos =  $4.86^\circ$

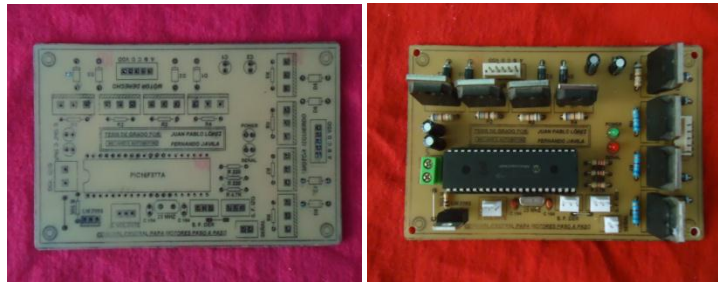
#### **4.3.4 Sensor de control de los motores paso a paso**

Este sensor es el encargado de controlar el grado de giro de los faros ya sea este a la izquierda, centrado o derecha, por medio de los motores paso a paso, en el cual un potenciómetro envía una señal de variación de voltaje al microcontrolador de designación PIC16F877A ubicado en la placa de control (figura 4.21), el mismo que interpreta el movimiento que debe dar a cada faro.

Este sensor actúa dependiendo de las señales que recibe del simulador de velocidad y del sentido de direccionamiento de la barra de la dirección.



**Figura 4.20.** Sensor de control de los motores paso a paso



**Figura 4.21.** Placa de control de los motores paso a paso

#### **4.3.5 Generación del giro del faro para curvas**

Para la generación de giro de este faro se ha procedido a realizar un eje que atraviesa los soportes de la parábola del faro, al extremo opuesto se ha montado una cremallera el cual está en contacto con el engranaje del motor de pasos produciendo así el giro del faro, teniendo en cuenta las señales que es enviada al micro controlador por el simulado de velocidad, el sentido de direccionamiento de la barra de la dirección y la señal del sensor de control de los motores paso a paso.

Para que entre en funcionamiento la generación del giro de los faros en una curva el simulador de velocidad tiene que enviar una señal que indique que el sistema está trabajando en el rango de 30 km/h-80 km/h. Este rango de velocidad es el más recomendado para tomar una curva no muy pronunciada en una vía de óptimas condiciones.



**Figura 4.22.** Generación del giro del faro en curva

#### 4.3.6 Generación del giro del faro para línea recta

Para la generación de giro en línea recta el microcontrolador recibe las señales del simulador de velocidad y la del sensor de control de los motores paso a paso. La señal del simulador de velocidad hace que se neutralice la generación de giro del faro en curva y que el motor de pasos regrese a su posición de centrado dependiendo de la señal variación de voltaje que envíe el potenciómetro (sensor de control de mpp) y a continuación generando el giro del faro en línea recta, girando cada faro aproximadamente  $15^\circ$  hacia el centro.

Para que entre en funcionamiento la generación de giro del faro en línea recta el simulador de velocidad tiene que enviar una señal que indique que el sistema está trabajando en un rango de 80 km/h-140km/h. Es recomendable que en esta velocidad se viaje en línea recta por lo cual los faros convergen en un solo punto para mejorar la visibilidad del conductor y así aumentar la seguridad del mismo.



**Figura 4.23.** Generación del giro de los faros en recta

#### 4.4 Diseño electrónico

Posee dos partes fundamentales como son:

- **Etapa de control:** en esta se maneja bajas corrientes y es la que recibe y procesa todas las señales de los sensores las mismas que pueden ser analógicas o digitales.
- **Etapa de potencia:** permite manejar altas corrientes mediante las señales que son enviadas desde la etapa de control.

#### 4.4.1 Parámetros y señales considerados para la construcción del sistema de activación y control del motor paso a paso

Para la aplicación se ha considerado parámetros muy importantes como son: el posicionamiento de los neumáticos respecto a la carretera, la dirección del movimiento del volante, la velocidad del vehículo y el deslumbramiento de otro vehículo en sentido contrario y el sensor de posicionamiento de los faros.

##### 4.4.1.1 Señal de la velocidad del vehículo

Para la señal de velocidad se toma información del simulador de velocidad instalado en el tablero didáctico.



**Figura 4.24.** Placa del simulador de velocidad

A medida que varía la velocidad del simulador (proceso manual), también varía la frecuencia de la onda cuadrada, en la que obtuvimos las siguientes medidas tomadas a la salida del microcontrolador 16F628A.

Con la señal de velocidad colocada a una entrada Trigger Schmitt del PIC 16F628A se mide la anchura de pulso, es decir el tiempo que tarda en bajo o en alto la onda cuadrada, luego de procesar esta señal se obtiene dos valores:

Velocidad entre (30 y 79) Km/h = “1”

Velocidad entre (80 y 140) Km/h = “1”

#### 4.4.1.2 Señal de posición de los neumáticos



**Figura 4.25.** Sensor de posicionamiento de los neumáticos

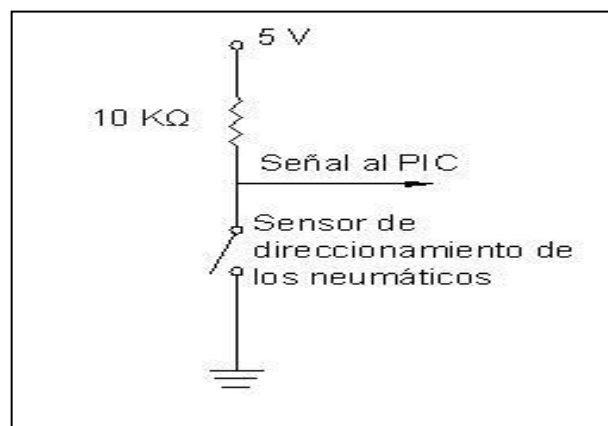
La señal es enviada por el sensor de posición de los neumáticos a la placa de control de los motores paso a paso, este sensor está acoplado al piñón de la columna de dirección, su funcionamiento va de acuerdo al grado de giro de la dirección y el direccionamiento de los neumáticos, es decir si los neumáticos están posicionados a la derecha, centro o izquierda.

Variaciones de voltaje según la posición de la columna de dirección:

Neumáticos orientados en el centro: 2.5 V entrada analógica 1

Neumáticos orientados del centro hacia la izquierda: 1.8 V entrada analógica 2

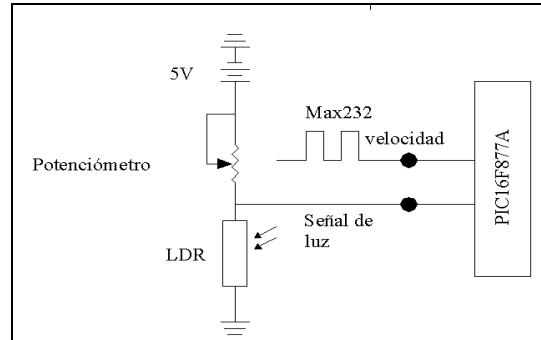
Neumáticos orientados del centro hacia la derecha: 3.2 V entrada analógica 3



**Figura 4.26.** Señal de posición de los neumáticos

#### 4.4.1.3 Señal de luz

Se obtiene del sensor de luz, realizando un divisor de tensión con la LDR y un potenciómetro, Figura 4.27.



**Figura 4.27.** Emisión de señal desde la LRD

El potenciómetro permite ajustar el nivel de luz a detectar, la salida de señal de luz se coloca a una entrada Trigger Schmitt del PIC 16F877A.

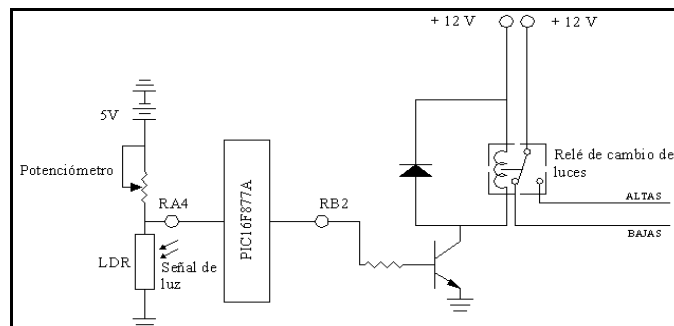
LDR iluminada → Entrada PIC = “0”

LDR en oscuridad → Entrada PIC = “1”

#### 4.5 Generación del cambio automático de luces

Para el cambio automático de luces, la fotoresistencia actúa como un interruptor el microcontrolador envía una señal a un transistor el cual permite controlar al bobinado de un relé de cambio de luces haciendo que la luz en los faros cambie tanto a bajas como a altas según la señal que envíe la fotoresistencia (LRD).

La señal de luz enviada desde el sensor de luminosidad ingresa al PIC 16F877A que controla al motor de pasos derecho al pin RA4 que es una entrada TRIGGER SCHMITT, una vez procesada la información, la salida es por el pin RB2.



**Figura 4.28.** Diagrama eléctrico del cambio automático de luces

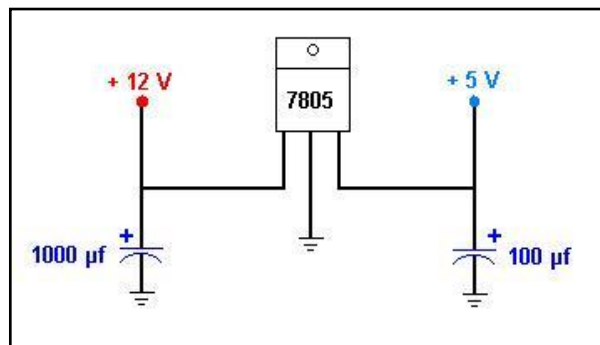
El potenciómetro permite ajustar el nivel de luz a detectar, la salida de señal de luz se coloca a una entrada Trigger Schmitt del PIC 16F877A.

LDR iluminada → Entrada PIC = “0”

LDR en oscuridad → Entrada PIC = “1”

#### 4.6 Regulación de voltaje

Se requiere un voltaje regulado de 5V para la parte de alimentación del sistema de control, tomada de la fuente principal de 12V.



**Figura 4.29.** Diagrama del regulador de voltaje a 5V

##### 4.6.1 Selección de protección del circuito

Para el diseño de las protecciones se procede a estimar el consumo de corriente, tanto del circuito de control, como de potencia y se los protege independientemente con fusibles en serie de corriente con un factor de protección al 90% de la estimada en el consumidor.

$$\text{Corriente de fusible} = \frac{\text{Corriente de consumo}}{0.9} \quad \text{Ec.12.}$$

De acuerdo al resultado obtenido se busca en el mercado los tipos existentes y se selecciona; así para la aplicación se tiene:

- Consumo de corriente de la etapa de control:  $I_c = 2.75 \text{ A}$
- Fusible a escoger:  $F1 = 10 \text{ A}$
- Consumo de corriente etapa de potencia:

$$I_T = \frac{(2.5 * 4) + 0.1883}{0.9} = 11.32 \text{ A}$$

- Fusible a escoger:  $F2 = 15 \text{ A}$

#### 4.7 Análisis Económico

Concluido la selección de elementos y componentes mecánicos eléctricos y electrónicos se presenta una tabla de costos.

**Tabla 4.3.** Componentes y costos.

<b>Cant.</b>	<b>Componente</b>	<b>Valor</b>	<b>Costo U</b>	<b>Costo Total</b>
2	Bases para los motores de pasos		12.00	24.00
1	Batería		100.00	100.00
70 m.	Cable pareado flexible		0.60	42.00
6	Condensadores	22 pF	0.07	0.42
4	Condensadores	1 $\mu$ f	0.05	0.20
1	Condensadores	1000 $\mu$ f	0.20	0.20
1	Condensadores	100 $\mu$ f	0.15	0.15
28	Conectores de 2 entradas		0.60	16.8
1	Conectores de 3entradas		0.50	0.50
3	Conectores de 4 entradas		0.70	2.10
2	Conectores de 5 entradas		1.00	2.00
2	Conectores grande de 5 entradas		0.60	1.20
2	Cremalleras		25.00	50.00
9	Diodos	IN 5399	0.25	2.25
3	Diodos	IN 4148	0.10	0.30
1	Estructura metálica		75.00	75.00
2	Faros		325.00	750.00
1	Fotorresistencia		0.30	0.30
1	Fusible y porta fusible	3 A	2.25	2.25
1	Fusible y porta fusible	15 A	2.25	2.25
5	Grabado y revelado de placa		20.00	100.00
1	Interruptor de 1 servicio		1.50	1.50
1	Interruptor de 2 servicios		3.50	3.50
2	Leds		0.10	0.20



2	Pantallas Lcd		12.00	24.00
1	Flasher		2.25	2.25
	Material e impresión y texto		250.00	250.00
1	Mascarilla y cabina		300	300
2	Motores de pasos		8.50	17.00
1	Oscilador	20 MHz	1.50	1.50
2	Osciladores	4 MHz	0.90	1.80
2	PIC	16F877A	10.00	20.00
1	PIC	16F6284A	8.00	8.00
1	Pintura blanca		25.00	25.00
1	Pintura negra		25.00	25.50
5	Placa de cobre		3.80	19.00
1	Regulador de voltaje	7805	0.45	0.45
2	Relé		3.50	7.50
12	Relé de 5 voltios		1.75	21.00
7	Resistencias	10 K $\Omega$	0.15	1.05
3	Resistencias	100 $\Omega$	0.15	0.45
3	Resistencias	4.7 $\Omega$	0.15	0.45
3	Resistencias	300 $\Omega$	0.15	0.45
8	Resistencias	680 $\Omega$	0.15	1.20
1	Resistencias	7.5 K $\Omega$	0.15	0.15
2	Resistencias	330 $\Omega$	0.15	0.30
1	Rollo de estaño		1.00	1.00
1	Teclado alfanumérico		8.00	8.00
3	Transistores	2N 3906	0.10	0.30
9	Transistores	D1092	2.20	19.8
1	Varios		75.00	75.00
			Total estimado dólares	\$ 2008.27

## CAPÍTULO V

### **5. CONSTRUCCIÓN, PRUEBAS, FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO**

#### **5.1 Diseño del tablero didáctico**

Para la construcción del tablero didáctico se empleó diferentes materiales comunes en nuestro medio, y se utilizó las herramientas adecuadas para un correcto ensamble, además se puso en práctica todos los conocimientos adquiridos en nuestra vida estudiantil. Con la ayuda del software AUTOCAD 2008 se procedió a realizar todos los planos que conforma el tablero didáctico con el fin de facilitar el diseño y la construcción del mismo.

#### **Materiales:**

- 1 plancha de MDF (7 x 8 x 09) color gris.
- 20 Tornillos 5/16 para madera.
- 1 litro de pintura blanca.
- 3 tubos cuadrados de  $\frac{3}{4}$  de pulgada por 1mm de espesor, cada tubo es de 6 m de largo.
- 1m de platina de 1 pulgada.
- 4 ruedas NSK de 50 m/m (2 in).
- 1 litro de pintura negra.
- 1 litro de pintura anticorrosiva.
- 2 libras de electrodos indura E 6011 y E 6013.
- Una plancha de vidrio de (2x1)m de 4 líneas

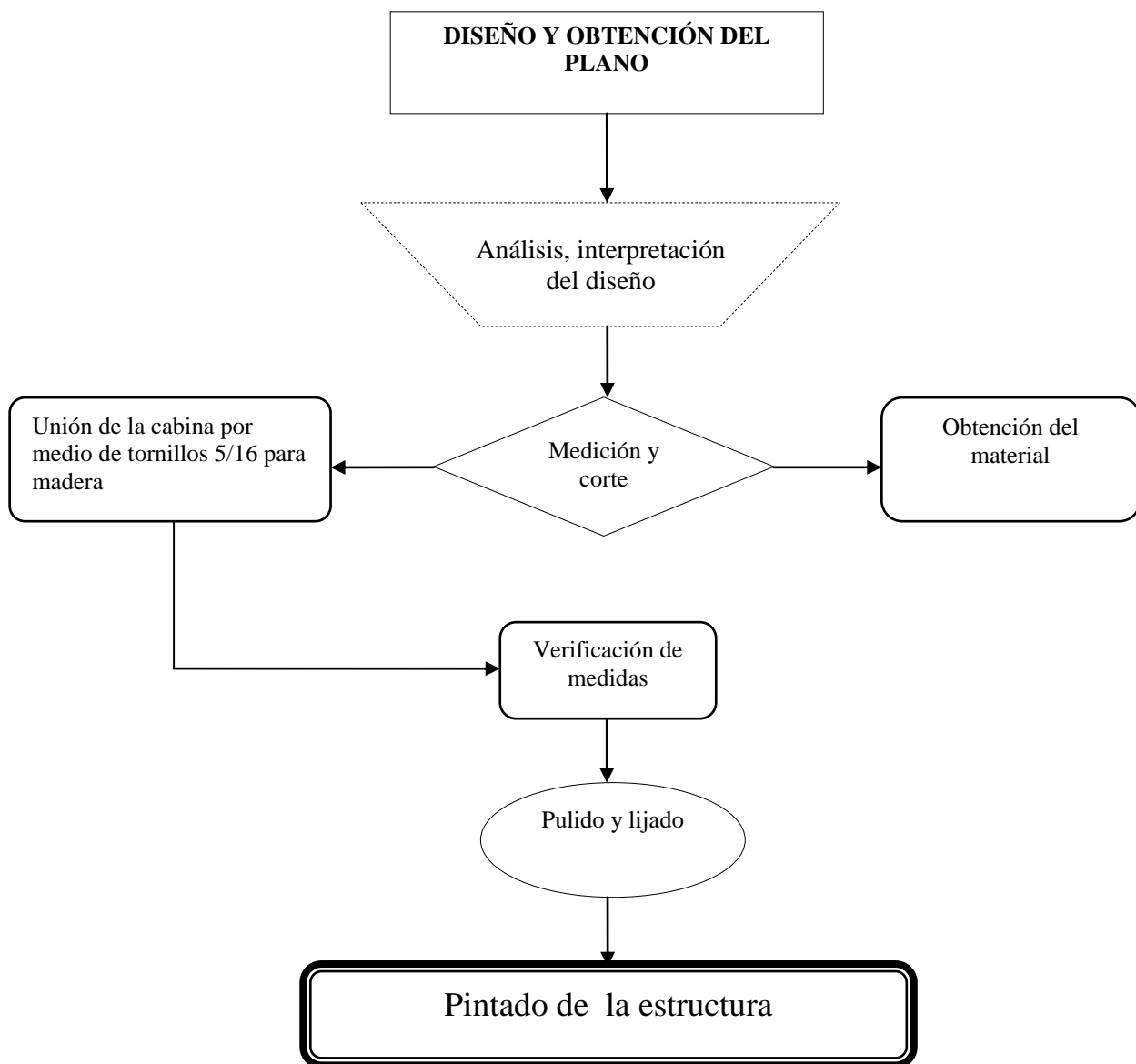
#### **Herramientas:**

- Suelda de arco eléctrico y Mig.
- Compresor.
- Amoladora.
- Cortadora de tol.
- Cizalla.
- Taladro.
- Juego de destornilladores, martillos, arco de sierra.
- Caladora.

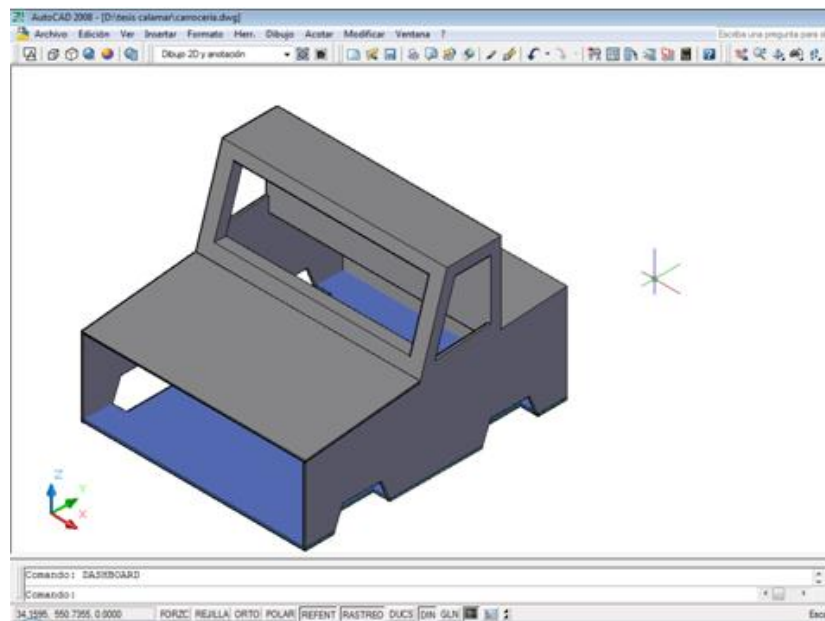
- Escuadra, escuadra falsa.
- Flexo metro.
- Entenalla.
- Compresor.
- Cortadora de vidrio.

### 5.1.1 Proceso de construcción de la cabina

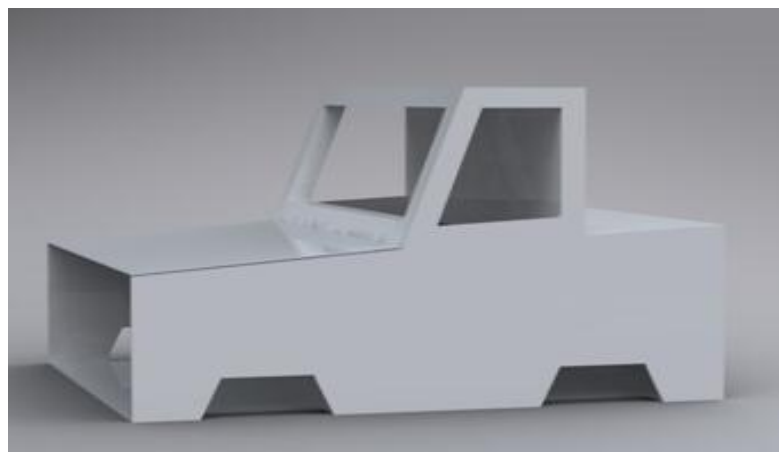
Para el proceso de construcción debemos seguir el siguiente diagrama de flujo, con el fin de obtener un correcto ensamble.



## Diseño de la cabina



**Figura 5.1.** Diseño en 3D



**Figura 5.2.** Cabina renderizada

Para la cabina se utilizó en todos sus costados plancha MDF de 9 líneas. La plancha de MDF (7 x 8 x 09) gris se cortó tomando en cuenta las medidas del diseño de la estructura realizado en el software AUTOCAD 2008.



**Figura 5.3.** Proceso de corte en MDF

Se utilizó este material ya que posee características como: su bajo peso, fácil instalación y su disponibilidad en el mercado.

### **Resultado final**

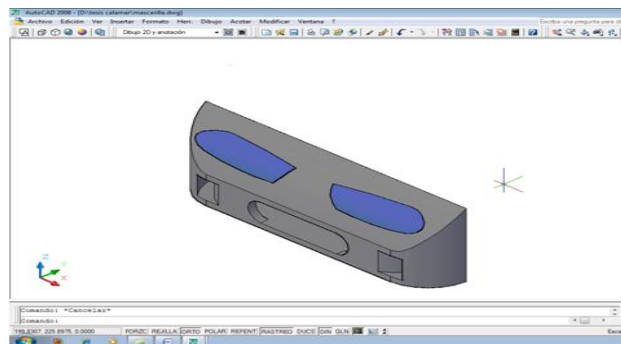
Con el fin de darle un mejor realce al tablero didáctico se pintó el MDF de blanco.



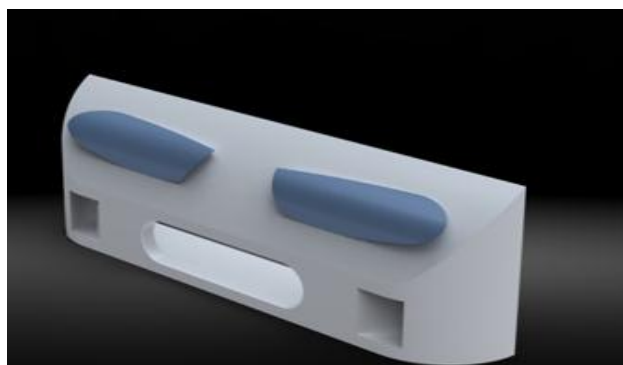
**Figura 5.4.** Cabina terminada

#### **5.1.2 Construcción de la mascarilla**

La construcción de la cabina se la realizó con fibra de vidrio dejando los orificios correspondientes para la instalación previa de los faros y la malla, posteriormente se procedió a pintar de color blanco para mejorar la



**Figura 5.5.** Diseño en 3D



**Figura 5.6.** Mascarilla renderizada

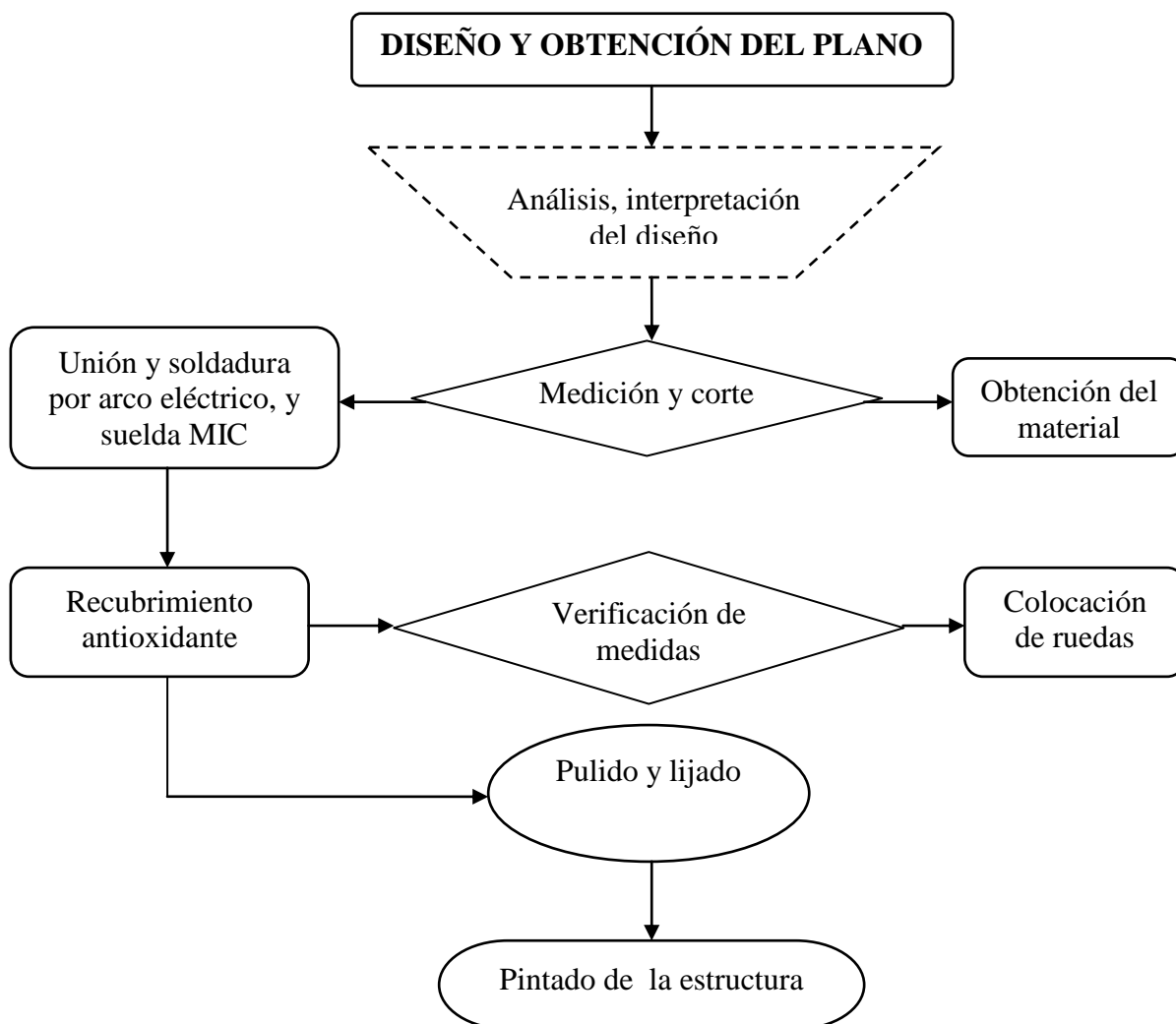
## Resultado final



**Figura 5.7** Mascarilla Terminada

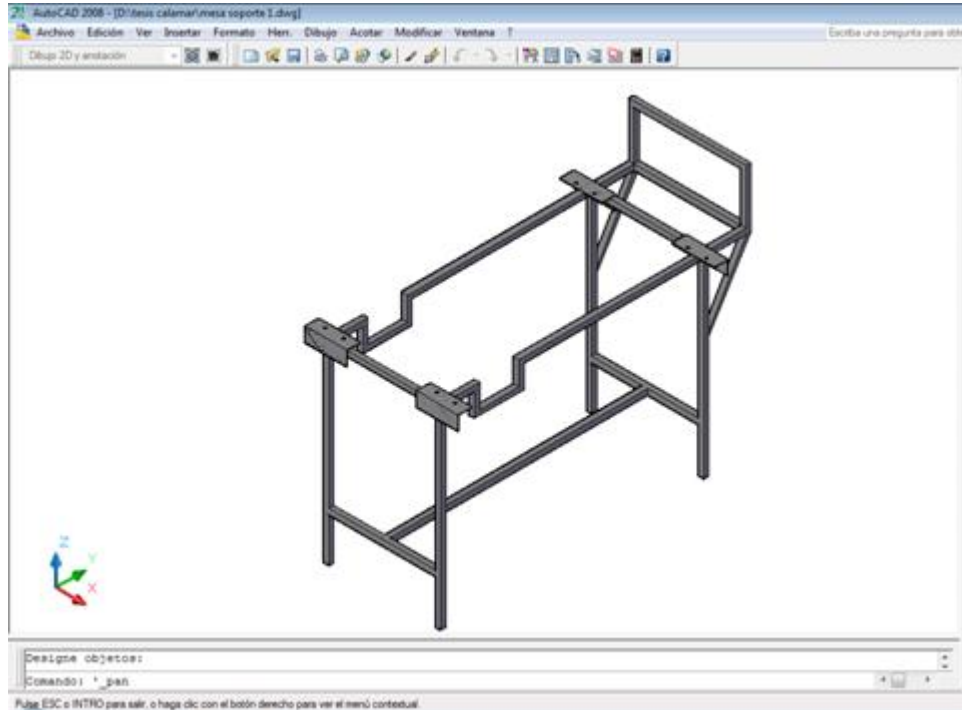
### 5.1.3 Construcción de la estructura metálica

Para el proceso de construcción de la estructura metálica debemos seguir el siguiente diagrama de flujo, con el fin de obtener un correcto terminado.

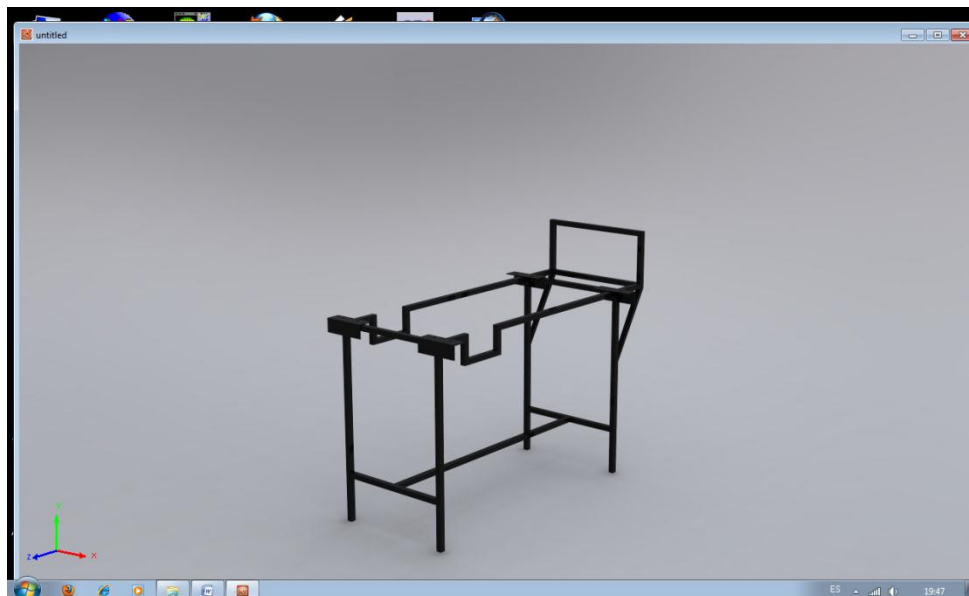


## Diseño de la estructura metálica

Con la ayuda del software SOLID WORKS 2010 se procedió a obtener los datos sobre las fuerzas aplicadas a la estructura y su reacción que genera hacia la misma.



**Figura 5.8.** Estructura 3D



**Figura 5.9.** Estructura renderizada

Al aplicar las fuerzas a la estructura genera los siguientes datos a ser considerados para la construcción.

**Material**

**Tabla 5.1. ESPECIFICACIÓN DE MATERIAL.**

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	Sólido 1(Saliente-Extruir46)	<a href="#">ASTM A36 Acero</a>	13.1648 kg	0.00167704 m <sup>3</sup>

**Información de cargas y restricciones**

**Sujeción**

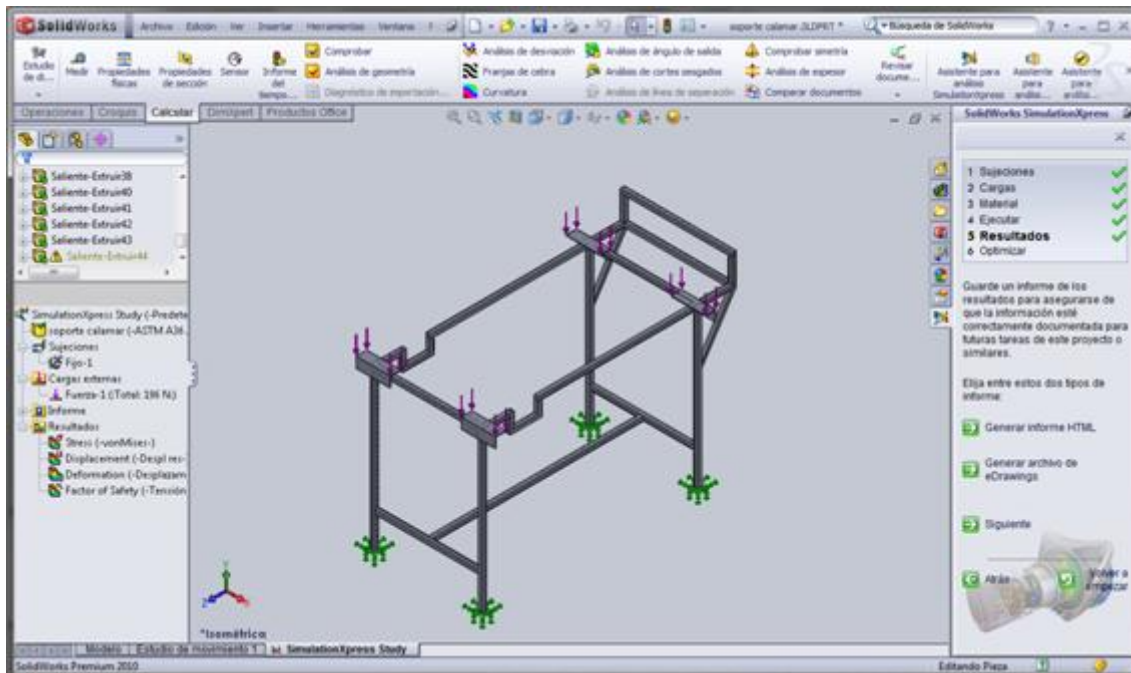
**Tabla 5.2. FUERZAS APLICADAS.**

Fijo-1 <soporte calamar>	activar 4 Cara(s) fijo.	
--------------------------	-------------------------	--

**Carga**

**Tabla 5.3. FUERZAS APLICADAS.**

Fuerza-1 <soporte calamar>	activar 4 Cara(s) aplicar fuerza normal 196 N utilizando distribución uniforme	
----------------------------	--	--



**Figura 5.10. FUERZAS APLICADAS**



## Propiedad del estudio

**Tabla 5.4. PROCESO DE CÁLCULO.**

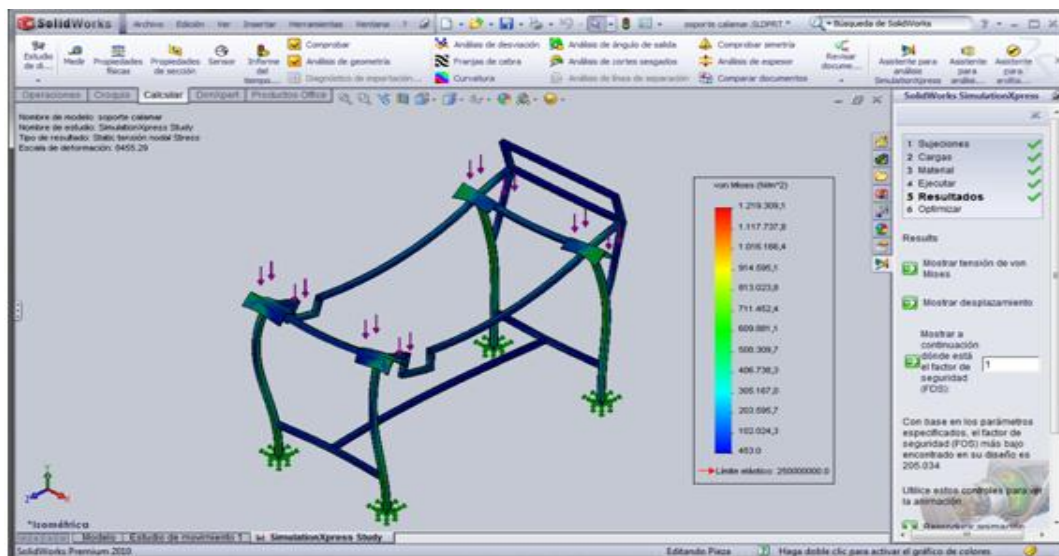
Tipo de malla:	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Superficie suave:	Activar
Verificación jacobiana:	4 Points
Tamaño de elementos:	24.263 mm
Tolerancia:	1.2131 mm
Calidad:	Alta
Número de elementos:	12124
Número de nodos:	23823
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:20
Nombre de computadora:	PC

## Resultados

### Tensiones

**Tabla 5.5. TENSION DE VON MISES.**

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Stress	VON: Tensión de von Mises	452.959 N/m <sup>2</sup>	(-4.8176 mm, -23.9637 mm, 145.499 mm)	1.21931e+006 N/m <sup>2</sup>	(-251.594 mm, 485.196 mm, 1089.12 mm)



**Figura 5.11. Esfuerzo**

**Desplazamientos**

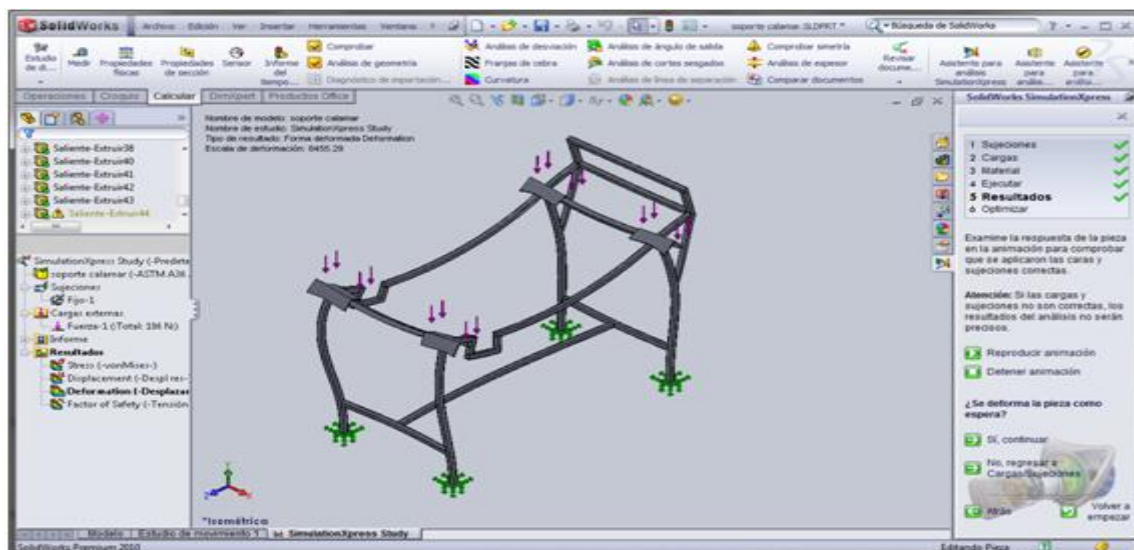
**Tabla 5.6. DESPLAZAMIENTO RESULTANTE**

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Displacement	URES: Desplazamiento resultante	0 mm	(231.24 mm, -185.628 mm, -10.5 mm)	0.0165775 mm	(-246.266 mm, 445.132 mm, 611.678 mm)



**Figura 5.12. Desplazamiento**

**Deformación.-** La deformación que genera el cálculo en el software es de 0.0165775 mm. Por lo que ratifica que la construcción de la estructura será segura.



**Figura 5.13. Deformación**

**Factor de seguridad.-** El factor de seguridad es de 2 por lo que está en el rango adecuado.

Nombre de modelo: Pieza10[1].1SLDPRT  
 Nombre de estudio: SimulationXpress Study  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor of Safety  
 Criterio: Tensiones von Mises máx.  
 Rojo < FOS = 1 < Azul

**Tabla 4.6: CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL**

Nombre de material:		ASTM A36 Acero
Nombre de propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2e+011	N/m <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson	0.26	NA
Módulo cortante	7.93e+010	N/m <sup>2</sup>
Densidad	7850	kg/m <sup>3</sup>
Límite de tracción	4e+008	N/m <sup>2</sup>
Límite elástico	2.5e+008	N/m <sup>2</sup>

La aplicación de este software es de gran ayuda en la construcción y diseño de la estructura del banco de pruebas ya que nos permite apreciar el comportamiento de la misma en condiciones normales. Este análisis permitió realizar una construcción eficaz y acorde con lo que se requiere.

De acuerdo a las medidas de la estructura se adquiere los materiales comerciales en nuestro medio. Ya obtenidos los materiales se mide y corta de acuerdo a lo estipulado en el plano.



**Figura 5.14.** Medición y corte de tubos.

### Unión y soldadura

La unión de los tubos se la realizó con suelda de arco eléctrico la misma que servirá para dar el soldado y punteado de los extremos de cada tubo, y así quedando listo para dar un acabado con suelda MIG, previo a ello se verificará medidas y ángulos.



**Figura 5.15.** Unión por soldadura y pulido

### Acabado con suelda tipo MIG

Con el fin de lograr un mejor acabado en la estructura del banco de pruebas, los tubos fueron unidos mediante suelda tipo MIG, quedando esta lista para el pulido y lijado.



**Figura 5.16.** Acabado suelda tipo MIG.

El tablero didáctico debe tener buena movilidad hacia cualquier lugar, por esta razón se instaló ruedas en los puntos de apoyo, tomando en cuenta el equilibrio de la estructura.



**Figura 5.17.** Colocación de ruedas.

Una vez terminado con la estructura, se procedió a dar un pulido en las partes que así lo requieren, para luego eliminar el óxido utilizando material abrasivo #180 quedando así listo para recubrirlo con pintura antioxidante y pintura acrílica color negra.

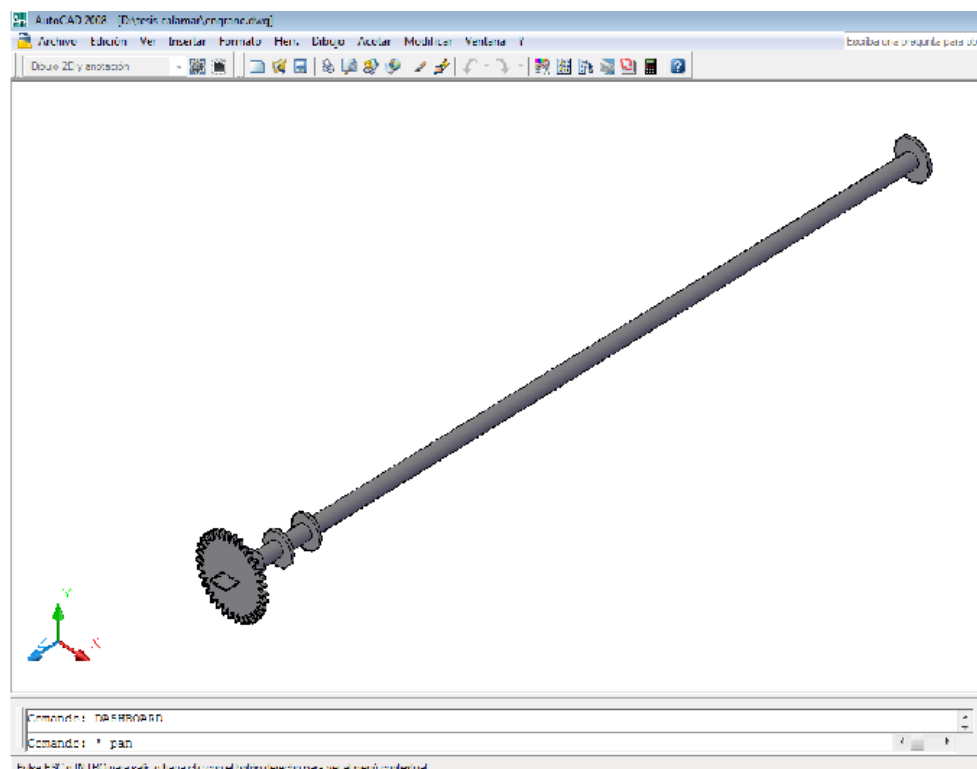


**Figura 5.18.** Pintado de estructura

#### **5.1.4 Construcción de la columna de dirección**

Para la construcción de la columna utilizamos tubo hueco de hierro fundido de diámetro de 2.5 cm. y de longitud de 111 cm.

#### **Diseño de la columna**



**Figura 5.19.** Columna en 3D

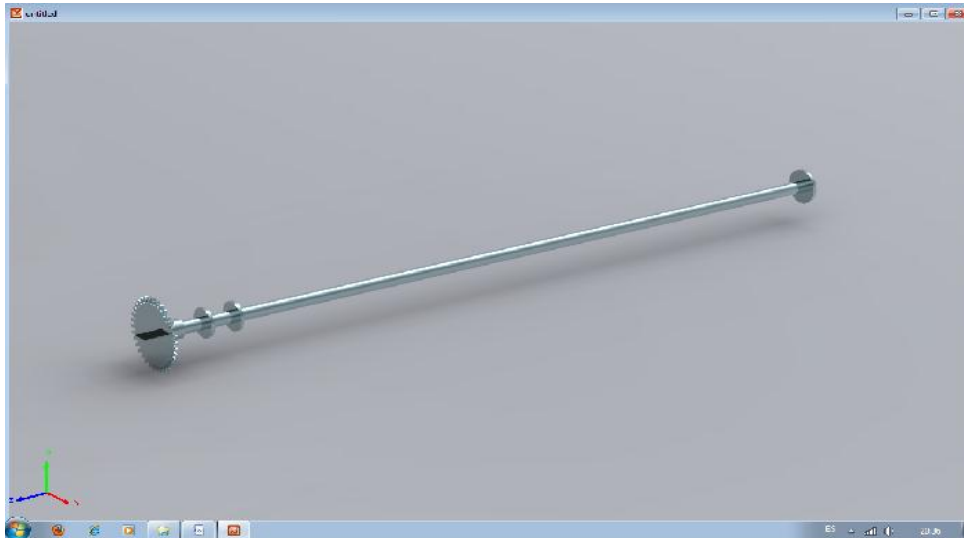


Figura 5.20. Columna renderizada

### Resultado final



Figura 5.21. Columna terminada

### 5.1.5 Construcción de la cremallera

#### Diseño de la cremallera

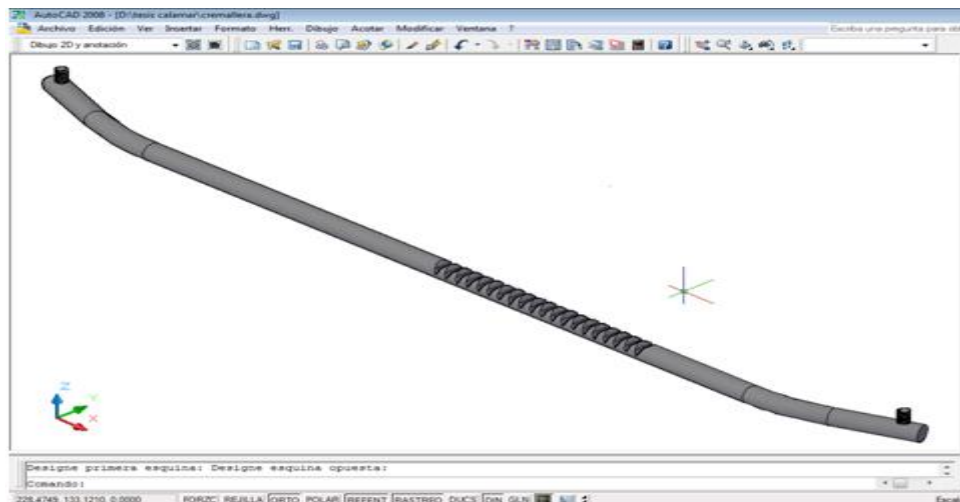


Figura 5.22. Columna en 3D



**Figura 5.23.** Columna renderizada

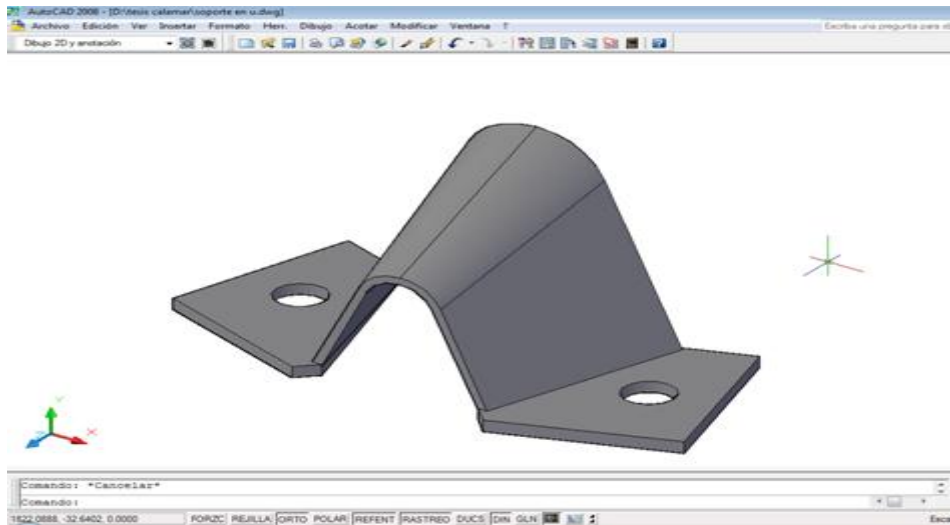
### **Resultado final**



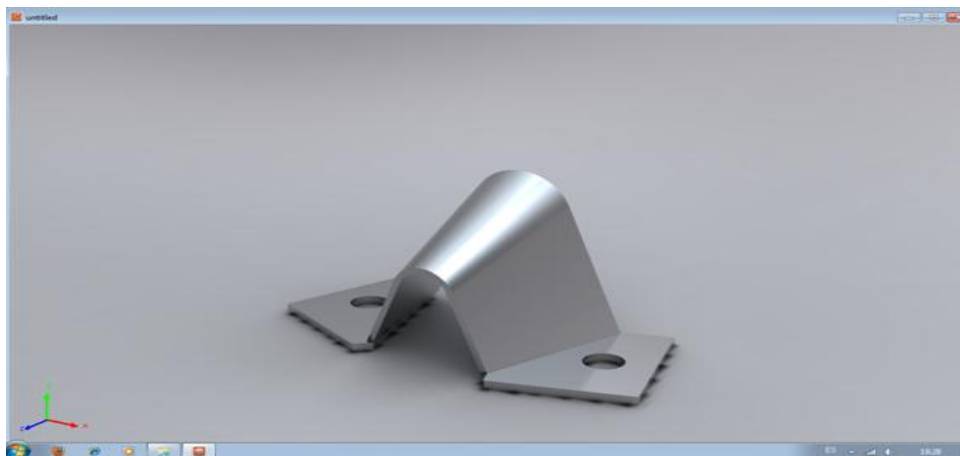
**Figura 5.24.** Cremallera terminada

### 5.1.6. Construcción del soporte de la columna de dirección

#### Diseño del soporte de la columna



**Figura 5.25.** Soporte en 3D



**Figura 5.26.** Soporte renderizado

#### Resultado final

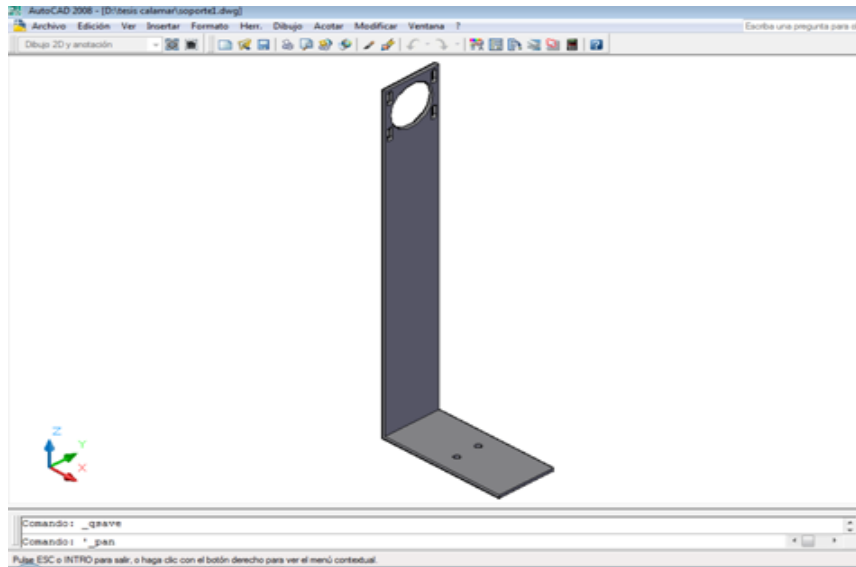


**Figura 5.27.** Soporte terminado

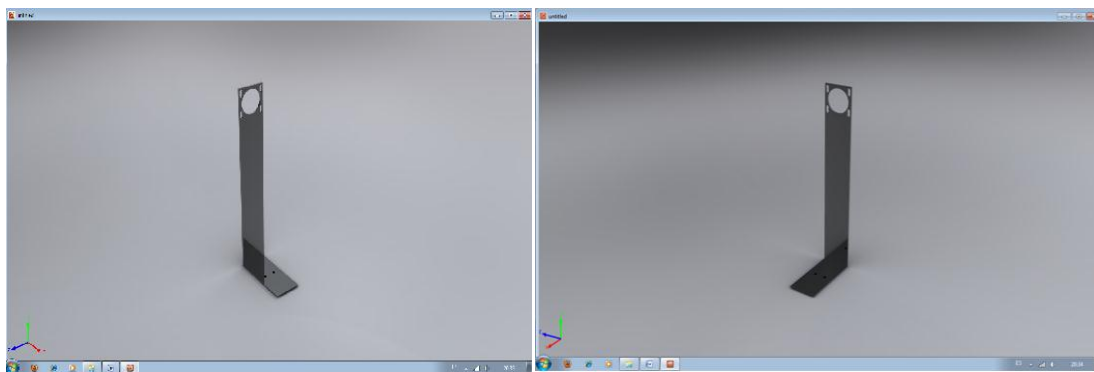


## 5.1.7 Construcción de los soportes de los motores paso a paso

### Diseño de los soportes



**Figura 5.28.** Soporte de motor en 3D



**Figura 5.29.** Soporte de motor renderizado

### Resultado final



**Figura 5.30.** Soportes de motor terminados

### Conjunto terminado y armado



**Figura 5.31.** Vista interna del conjunto armado



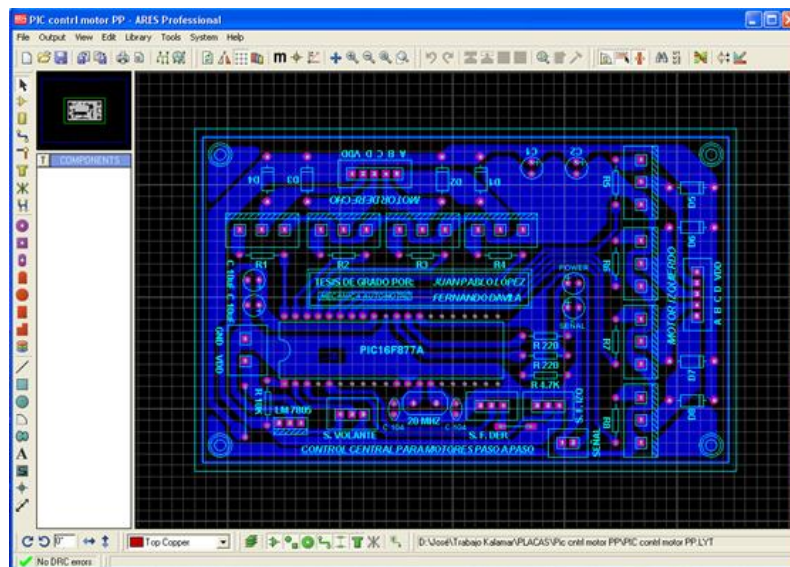
**Figura 5.32.** Resultado final

## 5.2 Montaje y acoplamiento eléctrico – electrónico

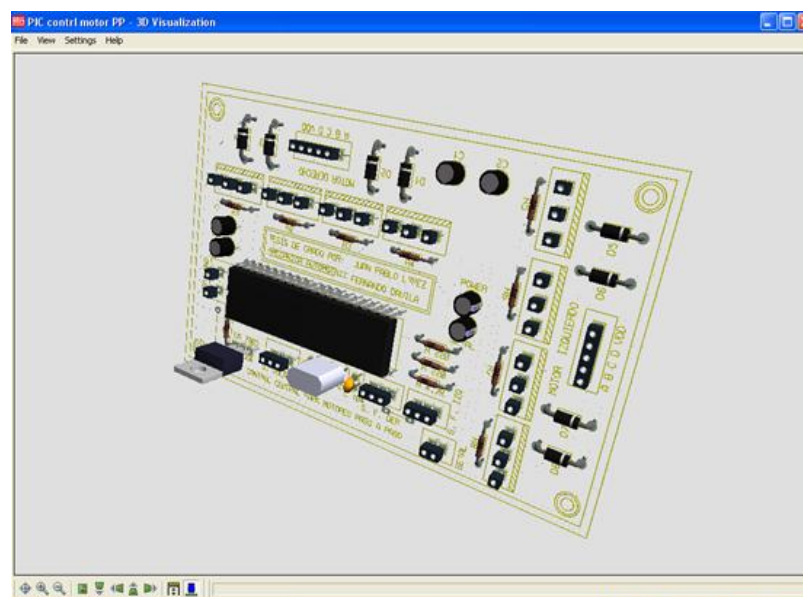
### Diseño de circuitos electrónicos

Con la ayuda del software (Proteus y Micro-Code) se procedió a construir todos los circuitos de forma virtual previa a su implementación de manera real y a su vez la simulación de los mismos para comprobar su perfecto funcionamiento en la protobar antes de realizar el montaje de los elementos electrónicos en cada una de las placas.

#### 5.2.1 Control central de los motores paso a paso



**Figura 5.33.** Circuito de control de los motores paso a paso



**Figura 5.34.** Placa en 3D

## 5.2.2 Sensor de luz

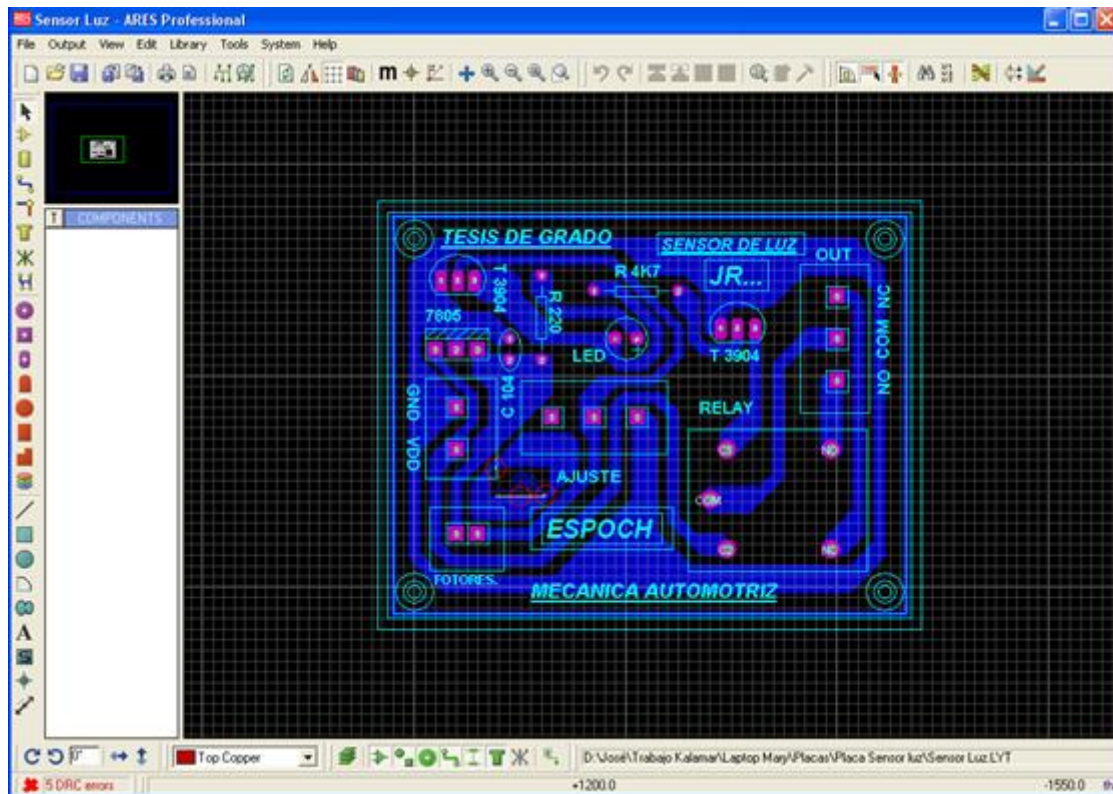


Figura 5.35. Sensor de luz

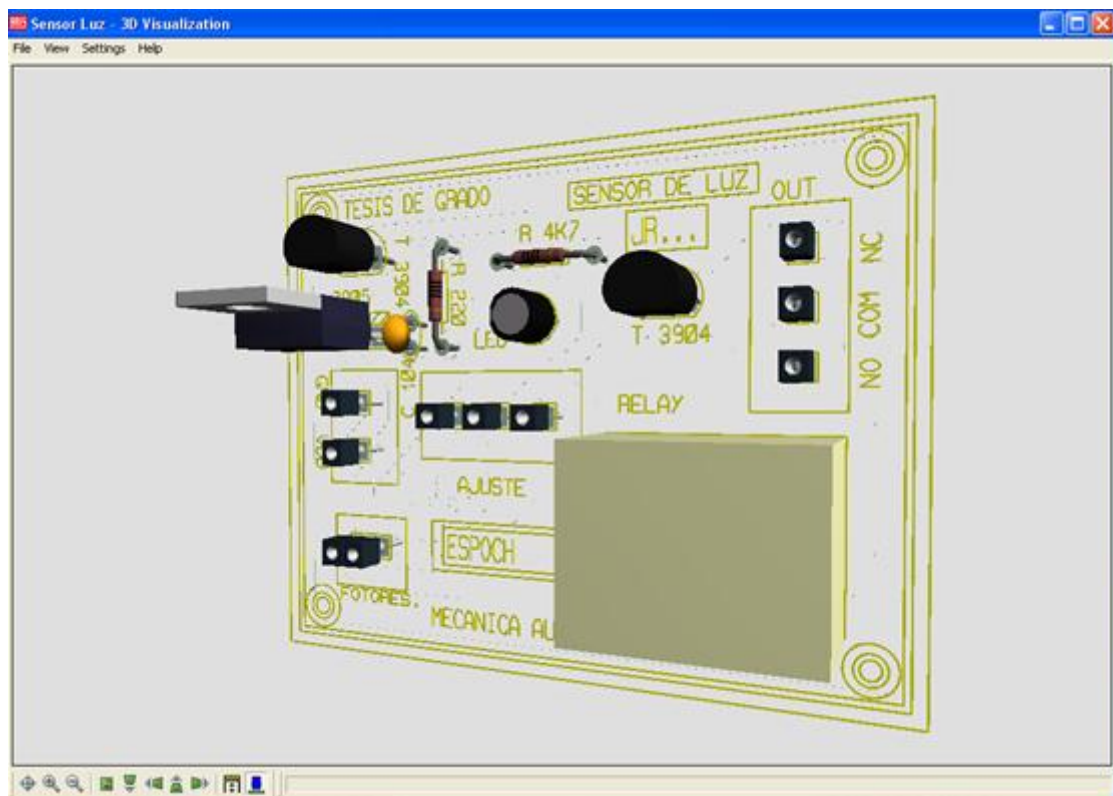


Figura 5.36. Placa en 3D



## 5.2.4 Control de errores

### Programación del módulo de fallas

Para la programación de las fallas que serán aplicadas al banco de pruebas se ha considerado la implementación de una pantalla LCD que mediante un teclado digital permite introducir un código de 1 dígito ejemplo 1, 2,...,9 el cual será decodificado por medio de pic 16F877A, procesado con la ayuda de la placa de relés, que corta el suministro de corriente de los circuitos para así generar la avería que se desea controlar.

A continuación se especifica el tipo de circuito y su modelado en 3D utilizado para la construcción del módulo de fallas.

### Placa porta relés

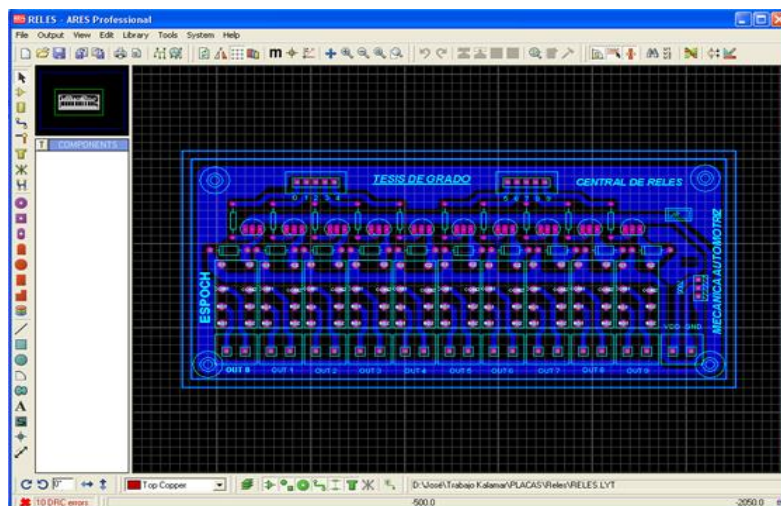


Figura 5.39. Placa de relés.

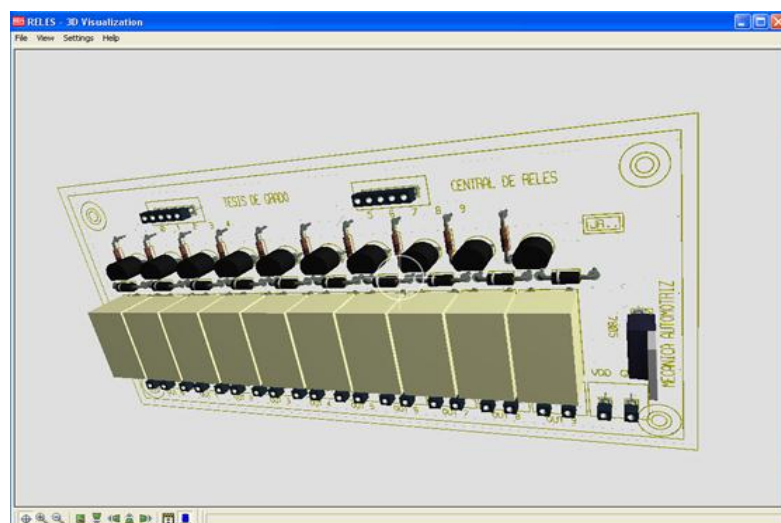


Figura 5.40. Placa para Pic 16F877A

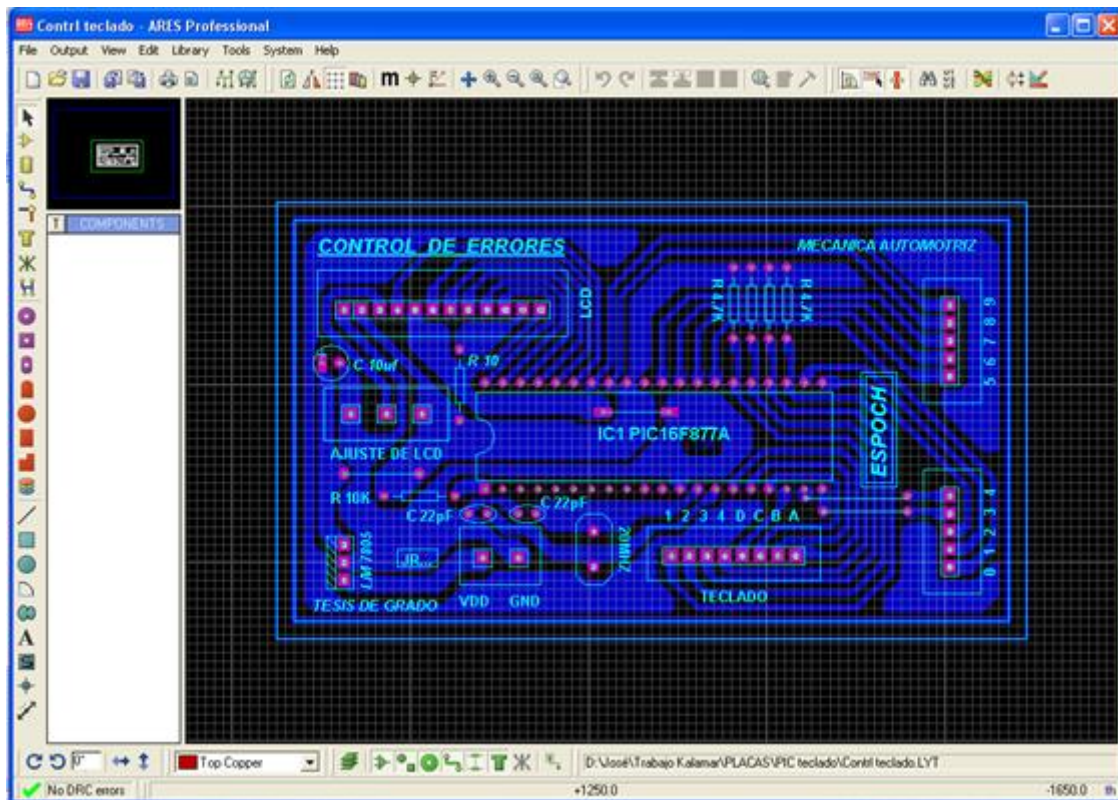


Figura 4.41. Control de errores.

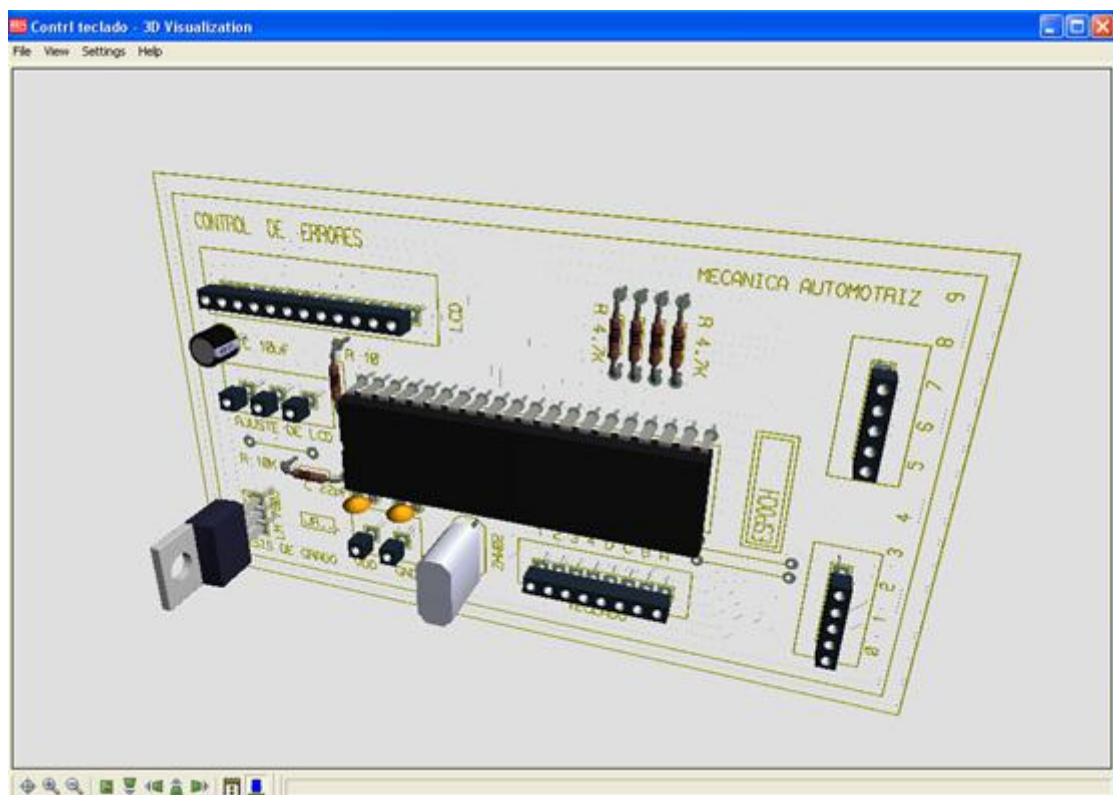
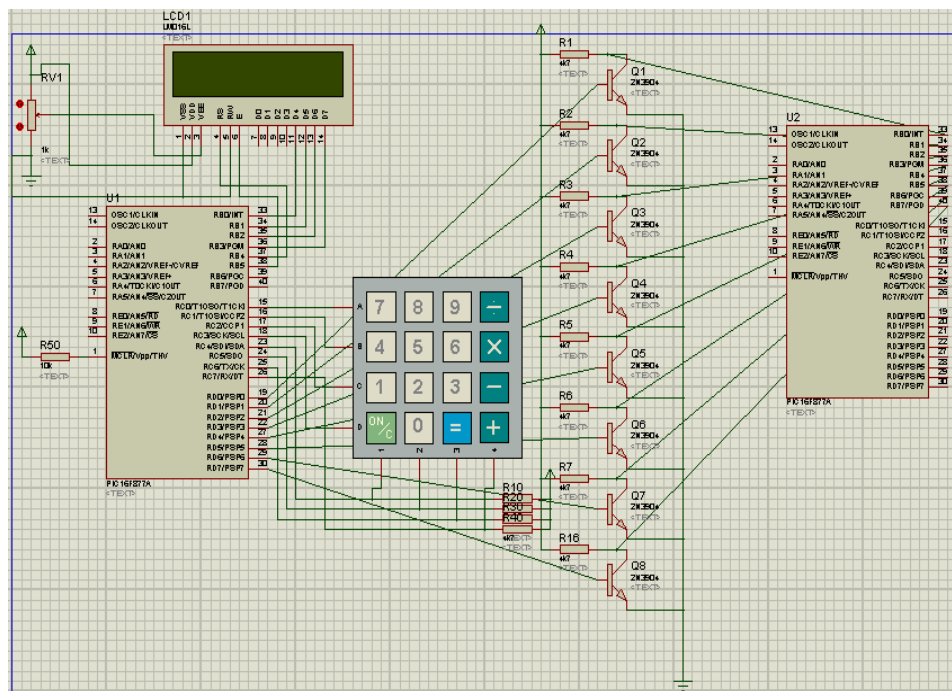


Figura 5.42. Placa en 3D

## Verificación

Con todos los componentes ensamblados virtualmente se procede a dar inicio a la programación y verificar si el módulo se comporta como se había esperado.

Al correr el programa en el Software PROTEUS se comprueba que la programación satisface nuestras necesidades quedando listo para ser ensamblado realmente e incorporarlo al banco de pruebas.



**Figura 5.43.** Simulación del módulo de fallas.

### **5.3 Generación de fallas al banco de pruebas**

En este ítem se ha considerado las fallas más probables que pueden ocurrir en un vehículo, siendo las más comunes: Rotura de cable de alimentación, falsos contactos en masa, fundido de fusibles, fundido o quemado de lámpara, sulfatación de cables, entre otros.

El banco de pruebas tendrá dos opciones de funcionamiento (sistema normal y el sistema con falla), en el sistema normal los circuitos eléctricos automotrices se comportan de forma real como se aprecia en cualquier vehículo.

En el sistema con falla se procede a introducir un código de 1 dígito previamente programado el cual abrirá el circuito por medio de la placa de relés



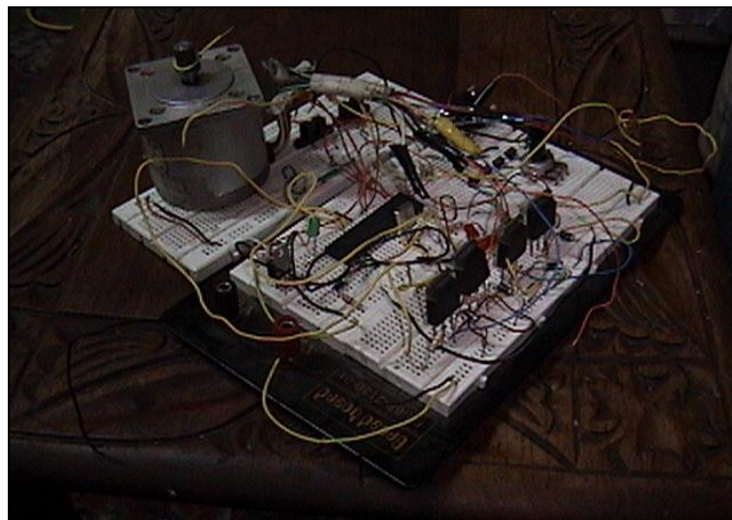
generando así la avería la cual se puede apreciar ya que el funcionamiento del circuito controlado será incorrecto. Siendo este el punto de partida para que el estudiante distinga el comportamiento de un sistema eléctrico con falla investigue la misma realice comprobaciones necesarias hasta dar con el daño.

### **Pruebas del circuito**

Una vez obtenidos todos los elementos requeridos para el funcionamiento de los circuitos procedemos a montar en un protoboard según los diagramas eléctricos presentados anteriormente teniendo en cuenta cada conexión, pines de los circuitos integrados, valores de las resistencias entre otros, verificar que estén correctamente conectados y así no sufrir algún daño en lo posterior.

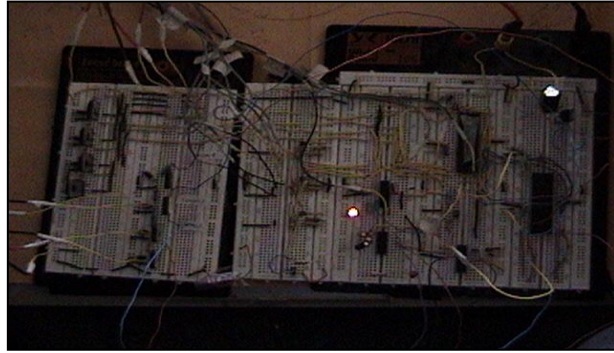
#### **5.4 Pruebas en un protoboard**

Una vez concluida la programación de los PIC 16F877A y PIC 16F628A se realiza las primeras pruebas en un protoboard conectando de acuerdo al esquema electrónico.



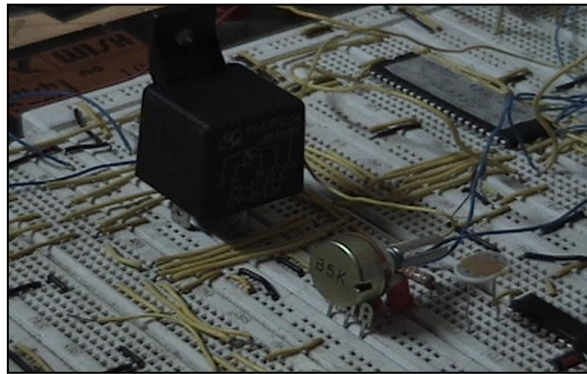
**Figura 5.44.** Prueba de un motor en el protoboard

Verificando que la programación este correcta, procedemos a grabar el segundo PIC 16F877A teniendo en cuenta el cambio de variables para cambiar el sentido de giro



**Figura 5.45.** Prueba de todo el sistema en el protoboard

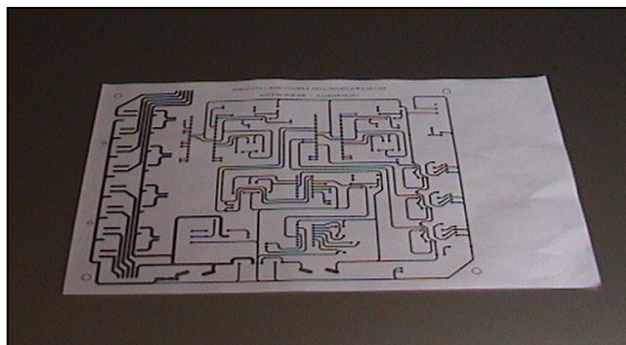
Una vez comprobado el giro de los faros tanto a la velocidad de 30 a 80 Km/h como a más de 80 Km/h procedemos a montar en el protoboard el circuito de cambio automático de luces, con la LDR y un potenciómetro que hace actuar a un relé que este servirá para realizar el cambio de altas a bajas o viceversa en los faros.



**Figura 5.46.** Prueba del cambio automático en el protoboard

## 5.5 Construcción del circuito impreso

Una vez realizado el dibujo del diseño de la placa electrónica nombrada anteriormente procedemos a imprimir en una lámina termo transferible.



**Figura 5.47.** Papel termo transferible impreso con el diagrama

Los siguientes son los pasos a seguir para obtener los circuitos.

- Comprobar que el circuito funcione correctamente de forma virtual con la ayuda del software (Micro-Code).
- Imprimir el circuito en papel transfer y con tinta en polvo.
- Impregnar el circuito a la baquelita a elevada temperatura.
- Sumergir la placa en una solución de cloruro férrico y agua.
- Mantenerla sumergida hasta que el circuito quede impregnado en la baquelita.
- Perforar la baquelita en los orificios donde van los elementos electrónicos.
- Unir los elementos a la baquelita mediante suelda caufín.
- Recortar los extremos salientes.



**Figura 5.48.** Placa electrónica terminada

Este procedimiento lo realizamos para todas las placas que conforman el tablero didáctico

## 5.6 Instalación del sistema de luces inteligentes

Procedemos a montar los soportes de ambos motores de pasos, e instalamos estos teniendo en cuenta los cables de salida sea los mismos de la entrada a la placa para que la polarización del motor sea el correcto y funcione dicho motor.



**Figura 5.49.** Montaje del motor p-p en la cremallera

El sensor de posicionamiento de los neumáticos instalamos piñón de la columna de la dirección, ya que en este espacio es donde enviará perfectamente las señales al PIC 16F877A que moverá a los motores de pasos.



**Figura 5.50.** Montaje del sensor de posicionamiento de los neumáticos en la columna de la dirección

La LDR instalamos en un lugar donde incida directamente la luminosidad del automóvil que se encuentre en sentido contrario, en esta ocasión instalamos en la parte posterior del parabrisas haciendo un orificio en la película para que la luz llegue directamente.



**Figura 5.50.** Montaje de la LDR ( Fotoresistencia)

### 5.7 Montaje y acoplamiento mecánico

Una vez colocados los sensores, las placas electrónicas, los motores de pasos y los diferentes conductores procedemos a hacer funcionar todo el sistema.

En primera instancia procedemos a hacer girar los faros cuando el vehículo se encuentra entre 30 Km/h y 80 Km/h. En la figura 5.10 podemos observar cuando el sistema se encuentra en la posición centro, ninguno de los faros ha girado.



**Figura 5.51.** Posición centrada del faro

En la figura 5.52 se ve claramente que el faro a girado a su máxima posición cuando el volante del vehículo ha pasado por la posición tres del sensor de posicionamiento de los neumáticos para el faro derecho.



**Figura 5.52.** Posición máxima de 30 a 80 Km/h

Cuando el vehículo pasa la velocidad de los 80 Km/h los faros regresan a su posición centrada y enseguida se direccionan a un punto común en la carretera en la parte frontal de este. Figura 5.53.



**Figura 5.53.** Posición máxima a más de 80 Km/h

A continuación observamos una comparación del funcionamiento del sistema de luces auto direccionables activado y cuando el sistema no está en funcionamiento.

Giro a la derecha a una velocidad de 30 Km/h



**Figura 5.54.** Posición de faros a 30 Km/h sin funcionar el sistema



**Figura 5.55.** Posición de faros a 30 Km/h funcionando el sistema

Cuando el vehículo está moviéndose a más de 80 Km/h



**Figura 5.56.** Posición de faros a más de 80 Km/h sin funcionar el sistema



**Figura 5.57.** Posición de faros a más de 80 Km/h funcionando el sistema



## **5.8. Características del sistema**

El sistema de luces gira 15° de la posición de centrado hacia la izquierda y 15 ° de la posición de centrado hacia la derecha por cada vez que el sensor de posición de la columna de dirección envíe una señal al PIC 16F877A esto es:

- Al enviar la primera señal al PIC 16F877A procesa y hace que el motor de pasos rote 300 posiciones y que se mantenga en ese estado.
- La siguiente posibilidad de señal que entre al PIC 16F877A es la de regresar a la posición centro o a su vez continuar girando otras 300 posiciones en el motor de pasos.
- Lo máximo que podemos rotar son 300 pasos del motor haciendo que el deflector gire un total de 15°.

## **5.9 Creación del manual del usuario**

Véase anexo

## CAÍTULO VI

### **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 Conclusiones**

Una vez terminado nuestro trabajo de diseño y construcción del tablero didáctico, y con todos los sistemas en completo funcionamiento podemos concluir lo siguiente:

- Con empeño y perseverancia todos los problemas que se presentan a lo largo del desarrollo de un proyecto se superan, lo importante es llegar a nuestra meta planteada.
- Se diseñó y construyó un sistema de auto direccionamiento de luces inteligentes que se puede implementar en un vehículo, tanto para curvas, línea recta y cambio automático de luces.
- Se seleccionó adecuadamente los elementos eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos para la aplicación.
- Realizamos una esquematización de los planos y diagramas de funcionamiento para la instalación del presente proyecto.
- Los microcontroladores seleccionados (PIC 16F877A y PIC 16F628A), permitió controlar con precisión el movimiento de cada uno de los faros, así como modo de fallas del tablero didáctico.
- Se obtuvo los parámetros de operación del sistema de alumbrado auto direccionable en un vehículo.
- Diagnosticamos en forma técnica el estado de los elementos del sistema de alumbrado en un vehículo de manera real con los problemas que se presentaron en la práctica.
- Se diseñó un sistema capaz de mejorar la visibilidad del sistema de alumbrado nocturno en un 80 % más que un sistema convencional.
- Después de la investigación se instaló un sistema de luces inteligentes en un tablero didáctico el mismo que puede ser utilizado para mejorar los conocimientos de los estudiantes de ingeniería automotriz interesados en esta novedosa tecnología.
- Se realizó un documento que permita tecnificar las labores de diseño e implementación del sistema de alumbrado para mejorar la conducción nocturna.

- Con la correcta programación de un PIC, se puede automatizar la mayoría de sistemas y accesorios del vehículo.
- Con una buena utilización de software de cálculo y diseño estructural se puede obtener datos e imágenes reales, que facilitan la construcción de la estructura.
- El mercado automotriz es uno de los más exigentes; los componentes electrónicos deben ser fiables a pesar de operar en condiciones extremas de vibraciones, choques, ruido, etc.

## 6.2 **Recomendaciones**

Para un correcto uso del tablero didáctico se recomienda tener en cuenta las recomendaciones que se detallan a continuación:

- Se debe seguir correctamente las indicaciones del manual del usuario del tablero didáctico, para obtener a futuro una excelente vida útil.
- Todas las pruebas eléctricas y electrónicas deben ser realizadas previamente en el protoboard, antes de pasar al diseño final de la placa.
- Cuando se trabaja con microcontroladores, se debe hacer una descarga previa de energía estática del cuerpo humano antes de utilizar estos circuitos integrados.
- Al momento de poner la placa de cobre en el ácido, agitar la placa y en ácido durante 10 minutos y después dejar que repose hasta que desaparezca el cobre que no utilizamos.
- Nunca toque el cristal de un foco halógeno o xenón ya que las huellas dactilares pueden dejar manchas en el cristal y quemarse.
- Tener en consideración los voltajes de trabajo de los componentes eléctricos en la fase de prueba en protoboard para evitar que estos se quemen.
- Asegúrese de que los elementos mecánicos y electrónicos seleccionados en el diseño previo sean de fácil adquisición en el mercado.
- Difundir la aplicación de este sistema en concesionarios, talleres automotrices y almacenes de accesorios eléctricos.
- Se debe tomar en cuenta la numeración correcta de los cables a utilizar, en función del voltaje y amperaje que pasara por estos, con ello evitaremos el recalentamiento y corto circuito en el sistema.

- Para la construcción de los elementos mecánicos se debe tomar en cuenta todas las normas de seguridad industrial para evitar accidentes por mala manipulación de herramientas y máquinas herramientas.
- Después de usar el tablero didáctico se debe visualizar que el interruptor principal esté en la posición de apagado.
- No mantenga encendido todos los accesorios del tablero didáctico por largo tiempo, ya que esto produciría una descarga rápida de la batería.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALONSO J. M., Técnicas del Automóvil – Equipo Eléctrico, Editorial Paraninfo, Edi.1996: Pág. 337 – 338
- [2] ALONSO J. M., Técnicas del Automóvil – Equipo Eléctrico, Editorial Paraninfo, Edi.1996: Pág. 342 - 343
- [3] <http://www.asifunciona.com>
- [4] <http://www.automotriz.net/tecnica/tindexx.html>
- [5] Fuente: ESPOCH, Módulo Electricidad Automotriz, Riobamba: 2008, pp. 18 -23.
- [6] <http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.html>
- [7] <http://www.el-mundo.es/aplicacionmotor.html>
- [8] <http://www.todorobot.com.ar/productos/motores/motores.htm>
- [9] Biblioteca de Consulta Microsoft Encarta 2011.

**BIBLIOGRAFÍA**

- ALONSO, José M. Técnicas del Automóvil. 10 ma. ed. Madrid: Thompson,  
2004.
- ANGULO, José M. Microcontroladores PIC. Diseño. 6ta.ed. Madrid. Editora  
Concepción Fernández. 2004.
- CROASE, William H. Equipo Eléctrico y Electrónico del Automóvil. 6ta.ed. Barcelona.  
Alfaomega grupo editorial S.A. 2001
- GIL, Hermogenes. Circuitos en el Automóvil. 2da.ed. Barcelona. Ceac, S.A. 2002.
- GIL, Hermogenes. Manual CEAC del Automóvil. 2da.ed. Barcelona. Ceac, S.A.  
2003.
- IBRAHIM, D. Programación de Microcontroladores. 3ra ed. Barcelona. Marcombo.
- LARBURO, Nicolás. Maquinas Prontuario. Ed 1989. Madrid. Editorial Paraninfo  
S.A. 1989.

## **LINKOGRAFÍA**

### **CIRCUITO ELÉCTRICO**

[http://www.mecanicavirtual.org/indice\\_cursos\\_electr](http://www.mecanicavirtual.org/indice_cursos_electr)

06-09-2011

### **MOTORES PASO A PASO**

<http://www.directindustry.es/.../motores-motorreductores...motor/motores-eléctricos-pasoapaso-dc-D-600.html>

23-09-2011

### **SISTEMA DE DIRECCIÓN**

<http://www.automotriz.net>

24-09-2011

### **METROLOGÍA ELÉCTRICA**

[http://www.inta.es/doc/.../metrologiacalibracion/metrolo\\_calib.pdf](http://www.inta.es/doc/.../metrologiacalibracion/metrolo_calib.pdf)

25-09-2011

### **LEY DE OHM**

[http://www.es.wikipedia.org/wiki/Ley\\_de\\_Ohm](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Ohm)

25-09-2011

### **LEY DE KIRCHOFF**

[http://www.es.wikipedia.org/wiki/Ley\\_de\\_kirchof](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_kirchof)

25-10-2011

### **DESIGNACIÓN DE PICS**

<http://picmania.garcia-cuervo.com>

25-10-2011

# ANEXOS