



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULOS DE
ENTRENAMIENTO CON ASISTENCIA DE PANTALLA DIGITAL
PARA SISTEMAS DE ILUMINACIÓN AUTOMOTRIZ”**

BENAVIDES CHÁVEZ JAIRO DAVID
MIRANDA ALTAMIRANO FÉLIX ORLANDO

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROPUESTA TECNOLÓGICA

Previo a la obtención del Título de:
INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2019

CERTIFICADO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

2018-10-23

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

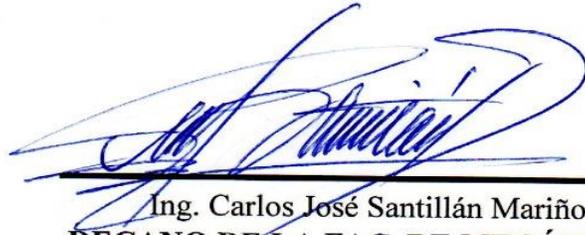
JAIRO DAVID BENAVIDES CHÁVEZ

Titulado:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULOS DE ENTRENAMIENTO CON ASISTENCIA DE PANTALLA DIGITAL PARA SISTEMAS DE ILUMINACIÓN AUTOMOTRIZ”

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ



Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:



Ing. Johnny Marcelo Pancha Ramos.
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN



Ing. Edgar Vicente Rojas Reinoso
MIEMBRO TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICADO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

2018-10- 23

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

FÉLIX ORLANDO MIRANDA ALTAMIRANO

Titulado:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULOS DE ENTRENAMIENTO CON ASISTENCIA DE PANTALLA DIGITAL PARA SISTEMAS DE ILUMINACIÓN AUTOMOTRIZ”

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ



Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:



Ing. Johnny Marcelo Pancha Ramos
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN



Ing. Edgar Vicente Rojas Reinoso
MIEMBRO TRABAJO DE TITULACIÓN

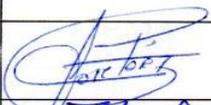
EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: BENAVIDES CHÁVEZ JAIRO DAVID

TRABAJO DE TITULACIÓN: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULOS DE ENTRENAMIENTO CON ASISTENCIA DE PANTALLA DIGITAL PARA SISTEMAS DE ILUMINACIÓN AUTOMOTRIZ”

Fecha de Examinación: 2019-04-10

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

| COMITÉ DE EXAMINACIÓN | APRUEBA | NO APRUEBA | FIRMA |
|---|---------|------------|---|
| Ing. José Francisco Pérez Fiallos PRESIDENTE TRIB.DEFENSA | ✓ | |  |
| Ing. Johnny Marcelo Pancha Ramos DIRECTOR | ✓ | |  |
| Ing. Edgar Vicente Rojas Reinoso MIEMBRO | ✓ | |  |

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

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.



Ing. José Francisco Pérez Fiallos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ESPOCH

Facultad de Mecánica

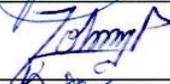
EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: MIRANDA ALTAMIRANO FÉLIX ORLANDO

TRABAJO DE TITULACIÓN: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULOS DE ENTRENAMIENTO CON ASISTENCIA DE PANTALLA DIGITAL PARA SISTEMAS DE ILUMINACIÓN AUTOMOTRIZ"

Fecha de Examinación: 2019-04-10

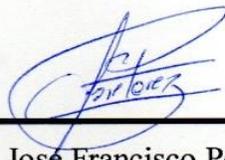
RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

| COMITÉ DE EXAMINACIÓN | APRUEBA | NO APRUEBA | FIRMA |
|---|---------|---------------|---|
| Ing. José Francisco Pérez Fiallos PRESIDENTE TRIB.DEFENSA | ✓ | |  |
| Ing. Johnny Marcelo Pancha Ramos DIRECTOR | ✓ | |  |
| Ing. Edgar Vicente Rojas Reinoso MIEMBRO | ✓ | |  |

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

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. José Francisco Pérez Fiallos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de titulación denominado **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULOS DE ENTRENAMIENTO CON ASISTENCIA DE PANTALLA DIGITAL PARA SISTEMAS DE ILUMINACIÓN AUTOMOTRIZ”** que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación técnica 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.



Benavides Chávez Jairo David

Cédula de Identidad: 060405585-5

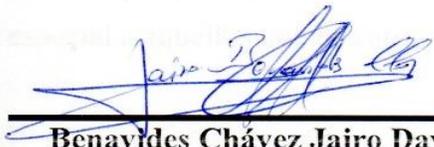


Miranda Altamirano Félix Orlando

Cédula de Identidad: 060409628-9

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Jairo David Benavides Chávez y Félix Orlando Miranda Altamirano, declaramos que el presente trabajo presentado es de nuestra autoría y los resultados alcanzados en los diferentes análisis son auténticos y son únicos en cuanto al estudio realizado en el presente trabajo. En la parte investigativa se utilizaron textos y figuras de varios autores los cuales han sido referenciados y citados correctamente. Somos conscientes del hecho de no respetar derechos de autoría y hacer plagio, por lo tanto, asumimos con gran responsabilidad de cualquier irregularidad presentada por el incumplimiento de lo declarado.



Benavides Chávez Jairo David

Cédula de Identidad: 060405585-5



Miranda Altamirano Félix Orlando

Cédula de Identidad: 060409628-9

Jairo David Benavides Chávez

DEDICATORIA

El presente trabajo tecnológico lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A mis padres Ángel Miranda y Teresa Altamirano quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A esa persona tan especial, Erika Montoya, que más que compañera de vida es mi amiga incondicional, quien contribuyó de manera significativa para que siempre creyese que todo lo puedo lograr a base de esfuerzo y dedicación.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Félix Orlando Miranda Altamirano

El presente trabajo de titulación, se lo dedico a Dios, por haberme dado la vida, por darme una hermosa familia que me apoya de manera incondicional, por llenarme de bendiciones durante toda mi vida, y por llevarme por el sendero del bien.

A mis padres Inés Chávez y Jorge Benavides, por su amor, educación, por su arduo sacrificio realizado para hacer posible este triunfo, por ser mi ejemplo a seguir y por apoyarme de manera incondicional durante toda mi vida estudiantil. Dios les pague amados padres.

A mis abuelos Eloy Chávez (+) y Carmen Lozada, por haberme brindado su amor y sabiduría y por medio de sus consejos y enseñanzas, haberme hecho un hombre de bien.

A mis hermanos, por haber compartido muchos momentos, por ser mi guía y apoyo durante toda mi vida. A todas las personas que me brindaron su apoyo en los momentos difíciles en el transcurso de la carrera de Ingeniería.

Jairo David Benavides Chávez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme cada día, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad. Gracias mis padres, Ángel y Teresa, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

A mi Director de Tesis Ing. Johnny Pancha, a mi Asesor Ing. Vicente Rojas, por el apoyo brindado para la realización de la Tesis previo a la obtención del Título de Ingeniero Automotriz.

No puedo dejar de agradecer especialmente a Ud. Erika, mi compañera fiel de vida, que siempre ha estado a mi lado en mis victorias y derrotas, sin su apoyo este trabajo nunca se habría escrito y, por eso, este trabajo es también el suyo. A todos, muchas gracias.

Félix Orlando Miranda Altamirano

Agradezco a Dios eternamente, por darme la salud, el conocimiento, la sabiduría y la fortaleza para alcanzar tan añorado título académico.

A mis padres Inés y Jorge, un agradecimiento eterno e infinito por haberme dado la vida y la educación, por ser el pilar fundamental de mi existencia. El presente trabajo de titulación fue posible gracias a ustedes queridos padres.

A mis abuelos, quienes me han inculcado valores y me han apoyado para formarme como una persona útil a la sociedad.

A mi Director de Tesis Ing. Johnny Pancha y a mi Asesor Ing. Vicente Rojas, por haber sido partícipes de este proyecto de titulación.

A la Escuela de Ingeniería Automotriz y a sus docentes, por haber compartido sus conocimientos para ser un excelente profesional y por formar excelentes Ingenieros Automotrices que ¡movemos al mundo!

Jairo David Benavides Chávez

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-------------|
| RESUMEN | XIII |
| ABSTRACT..... | XIV |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| | Pág. |
| CAPÍTULO I | |
| 1. MARCO REFERENCIAL | 2 |
| 1.1 Antecedentes..... | 2 |
| 1.2 Formulación Del Problema..... | 2 |
| 1.3 Sistematización del problema | 3 |
| 1.4 Justificación teórica..... | 4 |
| 1.5 Justificación aplicativa | 4 |
| 1.6 Objetivos..... | 5 |
| 1.6.1 <i>Objetivo general</i> | 5 |
| 1.6.2 <i>Objetivos específicos</i> | 5 |
| 1.7 Consideraciones técnicas y tecnológicas | 5 |
| CAPÍTULO II | |
| 2. MARCO TEÓRICO | 7 |
| 2.1 Electricidad en el campo automotriz..... | 7 |
| 2.1.1 <i>Generación de la energía en el vehículo</i> | 7 |
| 2.1.2 <i>Sistema Eléctrico del vehículo</i> | 8 |
| 2.2 Historia del sistema de iluminación | 8 |
| 2.2.1 <i>Evolución de las lámparas</i> | 8 |
| 2.3 Lámparas automotrices..... | 12 |
| 2.3.1 <i>Lámparas incandescentes</i> | 13 |
| 2.3.2 <i>Tipos de lámparas incandescentes</i> | 14 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.3.2.1 | <i>Lámpara P21W-PY21W o de 1 contacto</i> | 14 |
| 2.3.2.2 | <i>Lámpara P21/5W o de 2 contactos</i> | 15 |
| 2.3.2.3 | <i>Lámpara plafón</i> | 15 |
| 2.3.2.4 | <i>Lámpara Wedge Base o tipo uña</i> | 16 |
| 2.3.3 | <i>Lámparas Halógenas</i> | 16 |
| 2.3.3.1 | <i>Lámpara Ámbar</i> | 17 |
| 2.3.3.2 | <i>Lámpara Halógena H1</i> | 17 |
| 2.3.3.2 | <i>Lámpara Halógena H2</i> | 18 |
| 2.3.3.3 | <i>Lámpara Halógena H3</i> | 18 |
| 2.3.3.4 | <i>Lámpara Halógena H4</i> | 19 |
| 2.3.3.5 | <i>Lámpara Halógena H5</i> | 20 |
| 2.3.3.6 | <i>Lámpara Halógena H7</i> | 20 |
| 2.3.4 | <i>Lámparas de Xenón</i> | 21 |
| 2.3.5 | <i>Lámparas de Led</i> | 22 |
| 2.3.6 | <i>Lámparas de Laser</i> | 22 |
| 2.4 | Dispositivos del sistema de iluminación | 23 |
| 2.4.1 | <i>Interruptor</i> | 24 |
| 2.4.2 | <i>Fusibles</i> | 25 |
| 2.4.2.1 | <i>Caja de fusibles</i> | 26 |
| 2.4.3 | <i>Relé</i> | 27 |
| 2.4.4 | <i>Flasher</i> | 28 |
| 2.4.5 | <i>Cableado eléctrico</i> | 30 |
| 2.4.5.1 | <i>Tipo de cableado eléctrico automotriz</i> | 30 |
| 2.5 | Tipos de sistemas de iluminación | 31 |
| 2.5.1 | <i>Luces Cruce</i> | 33 |
| 2.5.1.1 | <i>Diagrama del circuito para las luces de cruce</i> | 34 |
| 2.5.2 | <i>Luces de carretera</i> | 35 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.5.2.1 | <i>Esquema del funcionamiento las luces de carretera.....</i> | 35 |
| 2.5.3 | <i>Luces Direccionales</i> | 36 |
| 2.5.3.1 | <i>Esquema del funcionamiento las luces direccionales.....</i> | 37 |
| 2.5.4 | <i>Sistema de luces de parqueo.....</i> | 38 |
| 2.5.4.1 | <i>Esquema del funcionamiento las luces de parqueo</i> | 39 |
| 2.5.5 | <i>Sistema de luz de freno.....</i> | 39 |
| 2.5.5.1 | <i>Esquema del funcionamiento las luces de freno.....</i> | 40 |
| 2.5.6 | <i>Sistema de luz de reversa</i> | 41 |
| 2.5.6.1 | <i>Esquema del funcionamiento las luces de reversa</i> | 41 |
| 2.5.7 | <i>Luz de salón.....</i> | 42 |
| 2.5.7.1 | <i>Esquema del funcionamiento las luces de salón.....</i> | 43 |
| 2.5.8 | <i>Sistema de Luces Antiniebla.....</i> | 44 |
| 2.5.8.1 | <i>Esquema del funcionamiento las luces antiniebla.....</i> | 44 |
| 2.5.9 | <i>Sistema de luces guías o de posición</i> | 45 |
| 2.5.9.1 | <i>Esquema del funcionamiento las luces guías</i> | 46 |
| 2.6 | <i>Sistema eléctrico del Claxon.....</i> | 47 |
| 2.6.1 | <i>Tipos de claxon</i> | 48 |
| 2.6.1.1 | <i>Claxon Neumático.....</i> | 48 |
| 2.6.1.2 | <i>Claxon Electro neumático</i> | 49 |
| 2.6.1.3 | <i>Esquema del funcionamiento del claxon.....</i> | 49 |
| 2.7 | <i>Microcontroladores</i> | 50 |
| 2.7.1 | <i>Elección del microcontrolador</i> | 51 |
| 2.7.2 | <i>Tarjeta de desarrollo arduino</i> | 52 |
| 2.7.2.1 | <i>Arduino Mega</i> | 52 |
| 2.7.3 | <i>Sensor de Corriente ACS712</i> | 54 |
| 2.8 | <i>Multiplexores Analógicos.....</i> | 55 |
| 2.8.1 | <i>Módulo Multiplexor Análogo.....</i> | 56 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.9 | Comunicación Bus I2C..... | 58 |
| 2.9.1 | <i>Descripción de las señales Bus I2C.....</i> | 58 |
| 2.9.1.1 | <i>Protocolo de comunicación Bus I2C.....</i> | 59 |
| 2.9.1.2 | <i>Dispositivos dentro de la comunicación Bus I2C.....</i> | 60 |
| 2.10 | Pantalla HMI..... | 61 |
| 2.10.1 | <i>Principales características.....</i> | 62 |
| 2.11 | Módulos de entrenamiento automotriz..... | 62 |

CAPÍTULO III

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 3. | DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN | 65 |
| 3.1 | Parámetros del Diseño | 65 |
| 3.1.1 | <i>Etapas del diseño general.....</i> | 65 |
| 3.2 | Variables del Diseño | 66 |
| 3.3 | Diseño del equipo..... | 67 |
| 3.3.1 | <i>Luces Cruce y carretera.....</i> | 67 |
| 3.3.1.1 | <i>Diseño esquemático en entorno ISIS.....</i> | 68 |
| 3.3.1.2 | <i>Diseño en entorno ARES.....</i> | 69 |
| 3.3.1.3 | <i>Diseño en entorno 3D</i> | 71 |
| 3.3.2 | <i>Luz de Posición.....</i> | 72 |
| 3.3.2.1 | <i>Diseño esquemático en entorno ISIS.....</i> | 73 |
| 3.3.2.2 | <i>Diseño en entorno ARES.....</i> | 74 |
| 3.3.2.3 | <i>Diseño en entorno 3D</i> | 75 |
| 3.3.3 | <i>Luz de Estacionamiento y Direccionales</i> | 76 |
| 3.3.3.1 | <i>Diseño esquemático en entorno ISIS.....</i> | 76 |
| 3.3.3.2 | <i>Diseño en entorno ARES.....</i> | 77 |
| 3.3.3.3 | <i>Diseño en entorno 3D</i> | 78 |
| 3.3.4 | <i>Luces Antiniebla.....</i> | 78 |
| 3.3.4.1 | <i>Diseño esquemático en entorno ISIS.....</i> | 79 |

| | | |
|---------|--|----|
| 3.3.4.2 | <i>Diseño en entorno ARES</i> | 80 |
| 3.3.4.3 | <i>Diseño en entorno 3D</i> | 81 |
| 3.3.5 | <i>Luz de freno</i> | 82 |
| 3.3.5.1 | <i>Diseño esquemático entorno ISIS</i> | 82 |
| 3.3.5.2 | <i>Diseño entorno ARES</i> | 83 |
| 3.3.5.3 | <i>Entorno 3D</i> | 84 |
| 3.3.6 | <i>Luz de reversa</i> | 85 |
| 3.3.6.1 | <i>Diseño esquemático entorno ISIS</i> | 85 |
| 3.3.6.2 | <i>Diseño esquemático entorno ARES</i> | 86 |
| 3.3.6.3 | <i>Diseño entorno 3D</i> | 87 |
| 3.3.7 | <i>Etapa de comunicación</i> | 87 |
| 3.3.7.1 | <i>Diseño principal de control de luces</i> | 87 |
| 3.3.7.2 | <i>Bus de Datos</i> | 89 |
| 3.3.7.3 | <i>Entradas Analógicas - Digitales</i> | 90 |
| 3.3.7.4 | <i>Fuente de alimentación principal</i> | 90 |
| 3.3.7.5 | <i>Diseño general de control</i> | 91 |
| 3.3.7.6 | <i>Diseño en entorno ARES</i> | 91 |
| 3.3.7.7 | <i>Diseño entorno 3D</i> | 92 |
| 3.3.8 | <i>Etapa de Visualización</i> | 92 |
| 3.3.8.1 | <i>Interfaz Nextion Studio</i> | 93 |
| 3.4 | <i>Construcción del Equipo</i> | 97 |
| 3.4.1 | <i>Implementación de las placas electrónicas</i> | 97 |
| 3.4.2 | <i>Elementos electrónicos</i> | 98 |
| 3.4.3 | <i>Implementación de los tableros de entrenamiento</i> | 98 |
| 3.4.3.1 | <i>Diseño de Tableros de Entrenamiento</i> | 99 |
| 3.4.3.2 | <i>Diseño de la parte frontal del tablero</i> | 99 |
| 3.4.3.3 | <i>Diseño de la estructura del tablero</i> | 99 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 3.4.3.4 | <i>Ensamblaje del Diseño</i> | 100 |
| 3.4.3.5 | <i>Cortes</i> | 100 |
| 3.4.3.6 | <i>Implementación Física de los tableros de control</i> | 101 |
| 3.4.3.7 | <i>Resultado Final</i> | 102 |
| 3.5 | Pruebas y funcionamiento..... | 103 |
| 3.6 | Análisis de Resultados..... | 104 |
| 3.6.1 | <i>Análisis de mediciones del voltaje</i> | 104 |
| 3.6.2 | <i>Análisis de mediciones de la corriente</i> | 106 |
| 3.7 | GUÍA DE USO Y MANEJO DEL EQUIPO..... | 109 |

CAPÍTULO IV

| | | |
|-----|--------------------------------|------------|
| 4. | ESTUDIO DE COSTOS | 145 |
| 4.1 | Costos Directos | 145 |
| 4.2 | Costos Indirectos..... | 148 |
| 4.3 | Costo Total..... | 148 |

| | | |
|--|---------------------------|------------|
| | CONCLUSIONES | 150 |
|--|---------------------------|------------|

| | | |
|--|------------------------------|------------|
| | RECOMENDACIONES | 151 |
|--|------------------------------|------------|

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-------------------|---|-----|
| Tabla 1-2: | Símbolos de los diferentes interruptores..... | 25 |
| Tabla 2-2: | Simbología de los fusibles | 27 |
| Tabla 3-2: | Código de colores de los cables | 30 |
| Tabla 4-2: | Tamaño de cables | 31 |
| Tabla 5-2: | Simbología de las luces del vehículo..... | 32 |
| Tabla 6-2: | Especificaciones de la tarjeta de desarrollo arduino mega | 53 |
| Tabla 7-2: | Rangos de sensibilidad del sensor de corriente ACS712..... | 55 |
| Tabla 8-2: | Conexiones de los 16 pines de control | 57 |
| Tabla 9-2: | Módulos de entrenamiento automotriz | 63 |
| Tabla 1-3: | Mediciones de voltaje | 104 |
| Tabla 2-3: | Cálculo del error de las mediciones..... | 105 |
| Tabla 3-3: | Mediciones de corriente..... | 107 |
| Tabla 4-3: | Cálculo del error de las mediciones de corriente | 107 |
| Tabla 1-4: | Costos directos | 145 |
| Tabla 2-4: | Costos indirectos | 148 |
| Tabla 3-4: | Costo total..... | 149 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|---------------------|--|----|
| Figura 1-2: | Circuito del alternador..... | 7 |
| Figura 2-2: | Vehículo con iluminación de candiles | 9 |
| Figura 3-2: | Vehículo con primer sistema de iluminación eléctrica | 9 |
| Figura 4-2: | Vehículo con sistema de iluminación externo | 10 |
| Figura 5-2: | Primeras bombillas halógenas de filamento doble H4 | 10 |
| Figura 6-2: | Primeras lámparas de descarga de gas xenón | 11 |
| Figura 7-2: | Primer faro Led..... | 11 |
| Figura 8-2: | Lámpara de descarga de alta intensidad | 12 |
| Figura 9-2: | Lámpara Laser | 12 |
| Figura 10-2: | Lámparas automotrices..... | 13 |
| Figura 11-2: | Lámpara incandescente | 14 |
| Figura 12-2: | Bombilla P21W..... | 14 |
| Figura 13-2: | Lámpara P21/5W | 15 |
| Figura 14-2: | Lámpara Tipo Plafón..... | 15 |
| Figura 15-2: | Lámpara Wedge Base..... | 16 |
| Figura 16-2: | Lámpara halógena | 16 |
| Figura 17-2: | Lámpara Ámbar | 17 |
| Figura 18-2: | Lámpara H1 | 18 |
| Figura 19-2: | Lámpara H2 | 18 |
| Figura 20-2: | Lámpara H3 | 19 |
| Figura 21-2: | Lámpara H4 | 19 |
| Figura 22-2: | Lámpara H5 | 20 |
| Figura 23-2: | Lámpara H7 | 20 |
| Figura 24-2: | Lámpara de xenón..... | 21 |
| Figura 25-2: | Tipos de lámparas de xenón | 21 |
| Figura 26-2: | Lámparas led..... | 22 |
| Figura 27-2: | Lámpara laser..... | 23 |
| Figura 28-2: | Símbolos Eléctricos..... | 24 |
| Figura 29-2: | Fusible | 26 |
| Figura 30-2: | Caja de fusibles | 27 |
| Figura 31-2: | Relé automotriz..... | 28 |

| | | |
|---------------------|---|----|
| Figura 32-2: | Flasher de luces activado..... | 29 |
| Figura 33-2: | Flasher de luces desactivado..... | 29 |
| Figura 34-2: | Pines de conexión del Flasher..... | 29 |
| Figura 35-2: | Iluminaciones del vehículo..... | 32 |
| Figura 36-2: | Circuito esquemático del sistema de iluminación..... | 33 |
| Figura 37-2: | Lámparas usadas para la luz de cruce..... | 34 |
| Figura 38-2: | Diagrama de sistema de la luz de cruce..... | 34 |
| Figura 39-2: | Luz de cruce..... | 34 |
| Figura 40-2: | Lámparas usadas para la luz de carretera..... | 35 |
| Figura 41-2: | Diagrama de sistema de la luz de carretera..... | 35 |
| Figura 42-2: | Luz de carretera..... | 36 |
| Figura 43-2: | Funcionamiento físico de las luces direccionales..... | 37 |
| Figura 44-2: | Lámparas usadas para las luces direccionales..... | 37 |
| Figura 45-2: | Diagrama de sistema de las luces direccionales..... | 37 |
| Figura 46-2: | Luces direccionales (derecha – izquierda)..... | 38 |
| Figura 47-2: | Lámparas usadas para las luces de parqueo..... | 38 |
| Figura 48-2: | Diagrama de sistema de las luces de parqueo..... | 39 |
| Figura 49-2: | Luces de parqueo..... | 39 |
| Figura 50-2: | Lámparas usadas para las luces de freno..... | 40 |
| Figura 51-2: | Diagrama de sistema de las luces de freno..... | 40 |
| Figura 52-2: | Luces de freno..... | 41 |
| Figura 53-2: | Lámparas usadas para las luces de reversa..... | 41 |
| Figura 54-2: | Diagrama de sistema de las luces de reversa..... | 42 |
| Figura 55-2: | Luces de reversa..... | 42 |
| Figura 56-2: | Lámparas usadas para la luz de salón..... | 43 |
| Figura 57-2: | Diagrama de sistema de la luz de salón..... | 43 |
| Figura 58-2: | Luz de salón..... | 43 |
| Figura 59-2: | Lámparas usadas para las luces antiniebla..... | 44 |
| Figura 60-2: | Diagrama de sistema de las luces antiniebla..... | 45 |
| Figura 61-2: | Luces antiniebla..... | 45 |
| Figura 62-2: | Lámparas usadas para la luz de posición..... | 46 |
| Figura 63-2: | Diagrama de sistema de las luces guías..... | 46 |
| Figura 64-2: | Luces Guías o de posición..... | 47 |
| Figura 65-2: | Claxon neumático..... | 48 |

| | | |
|---------------------|--|----|
| Figura 66-2: | Claxon Electro neumático | 49 |
| Figura 67-2: | Diagrama del claxon | 50 |
| Figura 68-2: | Representación esquemática del microcontrolador..... | 51 |
| Figura 69-2: | Arduino Mega..... | 53 |
| Figura 70-2: | Sensor de corriente ACS712..... | 54 |
| Figura 71-2: | Distribución de pines del multiplexor | 56 |
| Figura 72-2: | Módulo Multiplexor Análogo..... | 57 |
| Figura 73-2: | Estructura Bus I2C..... | 58 |
| Figura 74-2: | Secuencia de inicio SDA Y SCL | 59 |
| Figura 75-2: | Secuencia de parada SDA Y SCL..... | 60 |
| Figura 76-2: | Pantalla HMI..... | 62 |
| Figura 1-3: | Diseño luces Cruce Carretera | 68 |
| Figura 2-3: | Diseño luces Cruce Carretera | 69 |
| Figura 3-3: | Diseño Ares luces Cruce Carretera | 71 |
| Figura 4-3: | Diseño 3D luces Cruce Carretera..... | 72 |
| Figura 5-3: | Diseño Final 3D luces Cruce Carretera..... | 72 |
| Figura 6-3: | Diseño esquemático Luz de Posición..... | 73 |
| Figura 7-3: | Diseño esquemático ISIS Luz de Posición..... | 74 |
| Figura 8-3: | Diseño esquemático ARES Luz de Posición..... | 75 |
| Figura 9-3: | Diseño 3D Luz de Posición | 75 |
| Figura 10-3: | Diseño esquemático luz de estacionamiento y direccionales | 76 |
| Figura 11-3: | Diseño esquemático ISIS luz de estacionamiento y direccionales | 77 |
| Figura 12-3: | Diseño ARES luz de estacionamiento y direccionales | 77 |
| Figura 13-3: | Entorno 3D Luz de estacionamiento y direccionales..... | 78 |
| Figura 14-3: | Diseño esquemático Luz Antiniebla | 78 |
| Figura 15-3: | Diseño ISIS Luz Anti niebla..... | 79 |
| Figura 16-3: | Diseño esquemático ISIS Luz Anti niebla..... | 80 |
| Figura 17-3: | Diseño ARES Luz Antiniebla..... | 81 |
| Figura 18-3: | Entorno 3D Luz Antiniebla | 81 |
| Figura 19-3: | Diseño esquemático Luz de freno | 82 |
| Figura 20-3: | Diseño esquemático ISIS Luz de freno | 83 |
| Figura 21-3: | Diseño esquemático ARES Luz de freno | 84 |
| Figura 22-3: | Diseño 3D placa Luz de freno | 84 |
| Figura 23-3: | Diseño esquemático Luz de reversa..... | 85 |

| | | |
|---------------------|--|-----|
| Figura 24-3: | Diseño esquemático ISIS Luz de reversa | 86 |
| Figura 25-3: | Diseño ARES Luz de reversa | 86 |
| Figura 26-3: | Entorno 3D Luz de reversa | 87 |
| Figura 27-3: | Diseño tarjeta de desarrollo arduino mega | 88 |
| Figura 28-3: | Bus de Datos | 89 |
| Figura 29-3: | Entradas AD..... | 90 |
| Figura 30-3: | Diseño de una fuente de alimentación..... | 91 |
| Figura 31-3: | Diseño general de la etapa de comunicación..... | 91 |
| Figura 32-3: | Diseño general ARES de la etapa de comunicación | 92 |
| Figura 32-3: | Diseño entorno 3D etapa control | 92 |
| Figura 33-3: | Pantalla principal Nextion Studio | 93 |
| Figura 34-3: | Interfaz que se visualiza en la Nextion..... | 94 |
| Figura 35-3: | Creación de interfaz gráfica para luces de un vehículo..... | 94 |
| Figura 36-2: | Configuración de evento..... | 95 |
| Figura 37-3: | Botones de Acceso | 95 |
| Figura 38-3: | Entorno de simulación..... | 96 |
| Figura 39-3: | Visualización en pantalla Nextion | 96 |
| Figura 40-3: | Placa electrónica sin elementos | 97 |
| Figura 41-3: | Implementación física de placas de control..... | 98 |
| Figura 42-3: | Implementación Final de placas de control | 98 |
| Figura 43-3: | Parte frontal del tablero | 99 |
| Figura 44-3: | Tablero de entrenamiento | 100 |
| Figura 45-3: | Corte de la parte frontal del módulo | 101 |
| Figura 46-3: | Fabricación de estructura metálica..... | 101 |
| Figura 47-3: | Implementación Física del tablero de entrenamiento..... | 102 |
| Figura 48-3: | Resultado Final - Tablero de control..... | 103 |
| Figura 49-3: | Medición de voltaje y corriente de la luz de carretera | 104 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|-----|
| Gráfico 1-3: Etapas de diseño | 66 |
| Gráfico 2-3: Estructura y Variables del Diseño | 66 |
| Gráfico 3-3: Mediciones de voltaje..... | 106 |
| Gráfico 4-3: Mediciones de corriente..... | 108 |

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Planos del diseño del tablero

ANEXO B: Líneas de código

ANEXO C: Diagrama General del Sistema de Iluminación

RESUMEN

El presente trabajo denominado diseño e implementación de módulos de entrenamiento con asistencia de pantalla digital para sistemas de iluminación automotriz, muestra los diferentes procedimientos empleados para su construcción, así como la utilización de la mejor tecnología existente en el país y el diseño de las placas electrónicas de control en sus diferentes etapas. La utilización de sensores de corriente y voltaje facilita la adquisición de datos en su mayor precisión, así también el método de visualización empleado en el proyecto es la utilización de una pantalla Nextion, la cual contiene un software libre de programación y su manipulación completamente fácil hace que la ejecución de los tableros de entrenamiento sea de manera didáctica para el estudiante. Para el diseño de piezas y estructura del tablero de entrenamiento y demás elementos se las realiza mediante software Solidworks, a su vez luego del diseño se fabrican las piezas mediante impresión 3D para mayor estética y presentación del proyecto. Las pruebas y resultados analizados durante la ejecución de los tableros de entrenamiento muestran datos óptimos, es decir, los sensores instalados en las diferentes etapas de iluminación automotriz cumplen las funciones específicas con tal precisión que las corrientes y voltajes emitidos por cada etapa son iguales a la medición física por medio de una pinza amperimétrica y el margen de error mostrado durante el análisis y pruebas es mínimo, concluyendo que el proyecto realizado es viable para la enseñanza y aprendizaje de los sistemas de iluminación que constituye un vehículo.

Palabras clave: <TECNOLOGÍAS Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <MECÁNICA AUTOMOTRIZ>, <TABLEROS DE ENTRENAMIENTO>, <SISTEMAS DE ILUMINACIÓN AUTOMOTRIZ>, <SENSORES>, <PANTALLA DIGITAL>, <ADQUISICIÓN DE DATOS>.

ABSTRACT

The present work called Design and implementation of training modules with digital display assistance for automotive lighting systems, shows the different procedures used for its construction, as well as the use of the best existing technology in the country and the design of the electronic plates of control in its different stages. The use of current and voltage sensors helps the data acquisition in its highest precision, as well as the method of visualization employed in the project that is the use of a Nextion screen, which contains a free programming software and its manipulation completely easy what makes the execution of the training boards can become in a didactic way for the student. The design of parts and structure of the training board are made using Solidwoks software, The tests and results analyzed during the execution of the training boards show optimal data, that is, the sensors installed in the different stages of automotive lighting perform specific functions with such precision that the currents and voltages emitted by each stage are equal to the physical measurement by means of a clamp ammeter and the margin of error shown during the analysis and tests is minimal, concluding that the project carried out is viable for the teaching and learning of the lighting systems that constitute a vehicle.

Key Words: < TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCES>, < AUTOMOTIVE MECHANICS >, < TRAINING BOARDS >, < AUTOMOTIVE LIGHTING SYSTEMS >, < SENSORS > < DIGITAL DISPLAY >, < DATA ACQUISITION >.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de titulación tiene como principal objetivo realizar el diseño e implementación de módulos de entrenamiento con asistencia de pantalla digital para sistemas de iluminación automotriz con el fin de facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes.

A medida que el tiempo pasa se han ido evidenciando diferentes avances tecnológicos en lo que respecta a la iluminación del automóvil, es así que se ha visto la necesidad de dar de baja a los tableros existentes en el laboratorio de Ingeniería Automotriz e implementar nuevos módulos de entrenamiento con tecnología que existe en el medio y sobre todo buscar que el estudiante se encuentre preparado y óptimo de conocimiento para enfrentarse a una verificación de falla o reparación en lo que respecta al sistema de iluminación automotriz en un vehículo real.

El presente trabajo de titulación se divide en cuatro capítulos en donde se tiene una breve descripción de cada uno de ellos:

En el primer capítulo hace referencia a los antecedentes, formulación del problema, justificación teórica, y los objetivos, tanto el general como los específicos que nos ayudaran a ir entendiendo por qué se realizó dicho trabajo.

El segundo capítulo consta del marco teórico que tiene como finalidad conocer el funcionamiento de los diferentes componentes presentes en el sistema de iluminación, así como también la clasificación del sistema mencionado, también se dio a conocer conceptos básicos de componentes electrónicos como sensores de corriente, microcontroladores, arduino, pantalla HMI.

En el tercer capítulo se detalla el procedimiento de diseño y construcción del módulo de entrenamiento, utilizando softwares como Proteus y Solidworks haciendo que el modelado de los elementos y construcción de diagramas sea más fácil. Luego de realizar la comparación de resultados de las mediciones realizadas con el multímetro y pinza amperimétrica vs los que daban los sensores de corriente y voltaje, se pudo evidenciar que no existía una variación representativa de los valores analizados.

En el cuarto capítulo se realizó un estudio de costos, analizando costos directos e indirectos que se utilizaron para la fabricación del presente trabajo de titulación, obteniendo un valor total conforme a lo que se había planificado.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes

El desarrollo de la electrónica en el área automotriz ha sido fundamental para el continuo avance tecnológico de los diferentes tipos de sistemas automotrices y en especial nos referiremos al sistema de iluminación. Se ha tomado el sistema de iluminación convencional como hilo conductor del proceso de enseñanza de la electrónica aplicada en el automóvil. Se ha desarrollado a lo largo de la historia, importantes mejoras hasta llegar a las soluciones actuales derivadas en gran medida del uso de la electrónica. Esta es una de las razones por lo que se ha decidido relacionar una parte del estudio de electrónica para automoción en esta aplicación real del automóvil. La aplicación dispone de diferentes circuitos electrónicos combinables entre ellos para realizar el montaje de los distintos sistemas empleados en el diseño de circuitos de iluminación. La creación de nuevos y novedosos sistemas que están siendo utilizados en gran parte de autos de alta y media gama nos motivan a elaborar un módulo de entrenamiento para el estudio del funcionamiento de los diferentes sistemas de iluminación que permita al estudiante de Ingeniería Automotriz, conocer su funcionamiento, sus partes, y que puedan complementar con la práctica los conocimientos teóricos obtenidos en su formación académica, especialmente en el área de formación profesional. El diseño y desarrollo del módulo de entrenamiento es un proyecto que acentúa, dada la necesidad de capacitación en estos sistemas, en el reconocimiento, diagnóstico, funcionamiento y manejo del sistema de la iluminación en el vehículo, con esto se pretende facilitar el aprendizaje de los futuros ingenieros automotrices con una amplia formación académica.

1.2 Formulación Del Problema

Hasta hace dos décadas se consideraba a los circuitos eléctricos como elementos secundarios del vehículo, y como tal no significaban de gran importancia dentro del esquema vehicular, pero el elevado número de componentes auxiliares que necesitan

energía eléctrica para su funcionamiento dotan de cierta complejidad y realzan la importancia del sistema eléctrico del automóvil.

En la actualidad en el automóvil, es más utilizada la electricidad para el confort y mejor manejo del conductor, ya que como se sabe se están sustituyendo los mecanismos o componentes mecánicos por elementos eléctricos o electrónicos que cumplen las mismas misiones de una forma más rápida y cómoda.

Por lo cual debido a los inconvenientes que se han venido presentando en los talleres de Electricidad Básica en la Escuela de Ingeniería Automotriz al momento de desarrollar las practicas establecidas dentro del plan académico, existe el problema en el que hay casos de estudiantes que no poseen el conocimiento necesario para la manipulación de los tableros didácticos.

Otro de los aspectos a tomar en cuenta es la necesidad de optimizar los procesos de enseñanza por parte de los docentes hacia los alumnos, repotenciando y actualizando los tableros existentes, con la finalidad de que los alumnos se familiaricen con los elementos del sistema y al momento de poner en práctica lo aprendido, en el vehículo lo hagan de la mejor manera sin presentar inconvenientes. Motivo por el cual, se planea realizar un simulador de fallas mediante una pantalla digital, la cual permita verificar al momento de realizar la práctica que es lo que se está haciendo mal y poder corregir de inmediato.

1.3 Sistematización del problema

¿Existen módulos especializados capaces de fortalecer el aprendizaje de la parte eléctrica en un vehículo automotriz?

¿Qué tan claro en el estudio eléctrico en un vehículo automotriz con el estudio en un vehículo real?

¿Es importante el uso de módulos que permitan el aprendizaje de manera óptima y didáctica en un estudiante docente o usuario externo?

1.4 Justificación teórica

Por medio de este proyecto de investigación se establece diseñar e implementar tres módulos de entrenamiento con asistencia de pantalla digital para sistemas de iluminación automotriz, considerando características didácticas para el desarrollo idóneo de la enseñanza y capacitación en el sistema eléctrico de iluminación de un vehículo.

El usuario ya sea estudiante docente podrá manipular de manera didáctica los módulos y así lograr el fortalecimiento de habilidades y prácticas formativas con el fin de fortalecer el aprendizaje dentro de la rama automotriz.

1.5 Justificación aplicativa

En la actualidad, el estudio del sistema eléctrico en un vehículo automotriz involucra la iluminación exterior del mismo se lo realiza de manera directa, es decir directamente en el vehículo, esto hace que no esté claro el aprendizaje debido a que el estudiante no observa a todo su funcionamiento y esto conlleva a generar muchas dudas sobre la estructura eléctricas y las características de los componentes del sistema.

Es por ello que se realizará un módulo que contenga la parte eléctrica específicamente las luces del vehículo tales como: Claxon, cruce y carretera, direccionales y parqueo, luz de freno, luz de posición, luz de reserva, luz de salón, neblineros. Dicho módulo permitirá el aprendizaje de manera didáctica con el objetivo de fortalecer conocimientos, conocer los componentes eléctricos y la correcta conexión del sistema es necesario que el dispositivo incluya una pantalla con una interfaz gráfica que nos permita visualizar las acciones efectuadas en el tablero.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Diseñar e implementar módulos de entrenamiento con asistencia de pantalla digital de sistemas de iluminación automotriz para facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes.

1.6.2 Objetivos específicos

- Estudiar los elementos y funcionamiento de los sistemas de iluminación automotriz, fundamentada en la información bibliográfica de revistas técnicas, planos, software y libros de electricidad automotriz, para el desarrollo del módulo de entrenamiento.
- Diseñar módulos de entrenamiento, utilizando diagramas eléctricos, para facilitar el aprendizaje de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Automotriz en los sistemas de iluminación vehicular.
- Aplicar la electrónica digital, utilizando como base los conocimientos adquiridos en el transcurso de la formación académica y solicitar asesoría técnica, para el desarrollo eficaz del entrenamiento práctico del estudiante en los módulos de iluminación automotriz.
- Generar una guía de uso y manejo, aplicando el conocimiento teórico-práctico, para la adecuada manipulación del módulo de entrenamiento.

1.7 Consideraciones técnicas y tecnológicas

Con base al contexto de la problemática existente y del tema de interés se establecen los siguientes parámetros a tener en cuenta:

- Se tomará en cuenta en el desarrollo de este proyecto, suplir las necesidades en cuanto al entrenamiento del estudiante sobre sistemas de iluminación, abarcando los sistemas fundamentales de iluminación externa e interna del vehículo.
- La pantalla digital irá implementada en un solo tablero didáctico, dejando especificado los diagramas utilizados para la elaboración e instalación de la misma, con el propósito de en un futuro implementar en los dos tableros restantes.
- La selección de la pantalla digital que pertenecerá al módulo de entrenamiento para sistemas de iluminación automotriz.
- Limitantes que se presentan en el sistema de iluminación de un vehículo

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Electricidad en el campo automotriz

En la actualidad, hay que tener un claro y amplio conocimiento de la electricidad en los vehículos, ya que esta permite tener un correcto funcionamiento de las partes y de los sistemas del vehículo. Todos los vehículos tienen una estructura eléctrica básica sin importar la marca o el modelo del mismo, ya que tendrá una funcionalidad parecida entre sí.

2.1.1 Generación de la energía en el vehículo

En los automóviles antiguos utilizaban un dinamo para generar la energía eléctrica necesaria que consumía el mismo para el correcto funcionamiento. Actualmente el dinamo fue remplazado por el hoy conocido Alternador, el cual tiene la misma función de generar la energía, pero con la particularidad que este es de menor volumen y peso. Además, entrega su potencia nominal a un bajo régimen de revoluciones.

El circuito que permite el funcionamiento del alternador está compuesto por: el alternador, una batería y un regulador de tensión para que permita manejar tensiones aproximadas de 12V. En la Figura 1-2 se puede visualizar dicho circuito. (PEREZ, 2018)

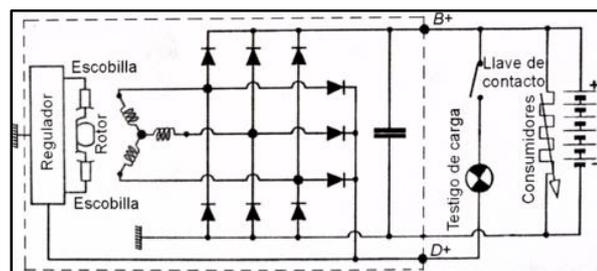


Figura 1-2: Circuito del alternador

Fuente: (ALONSO, 2010, p.234)

2.1.2 Sistema Eléctrico del vehículo

Los principales sistemas que conforman el sistema eléctrico del vehículo son:

- Sistema de generación y almacenamiento
- Sistema de encendido
- Sistema de arranque
- Sistema de inyección de gasolina
- Sistema de iluminación
- Sistema de control (COBOS, 2017)

2.2 Historia del sistema de iluminación

La tecnología avanza a pasos agigantados, y uno de los más claros ejemplos es la evolución del Sistema de Iluminación automotriz. En los primeros años cuando comenzaron a aparecer los primeros vehículos, una de las principales dificultades que presentaron fue al momento de conducirlos en las noches, ya que no contaban con una iluminación que permitiera su fácil circulación.

2.2.1 Evolución de las lámparas

Debido a la necesidad presentada se vieron en la obligación de encontrar la manera de proporcionar luz al vehículo, por lo que en un principio se usó velas, candiles, acetileno y el carburo de calcio, en la parte frontal del vehículo. En esta aplicación se debía tener cuidado para que exista una buena combustión, para lo cual tenía que fluir correctamente los tres componentes tal como el oxígeno, combustible y la energía de activación, lo cual es conocido como el Triángulo de Fuego. En la Figura 2-2 se muestra un vehículo con la primera iluminación utilizando candiles.

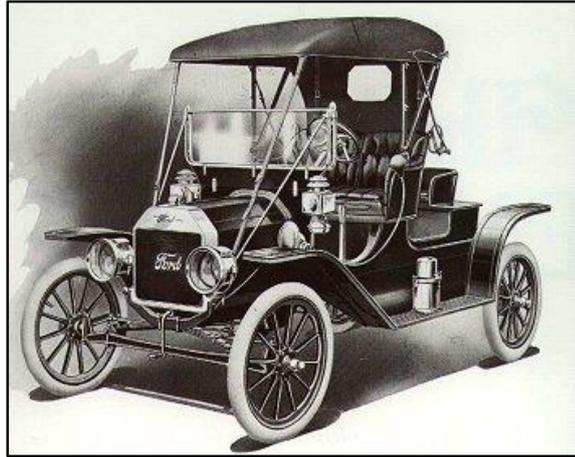


Figura 2-2: Vehículo con iluminación de candiles
Fuente: (MERCEDES, 2015)

La iluminación obtenida con los elementos mencionados anteriormente proporcionaba una iluminación de corta distancia por lo que ocasionaba malestar en los conductores. En el año de 1900 Frederick Baldwin encontró la solución, la cual decía que cuando más exotérmica es una reacción más energía produce y parte de ella es en forma de luz, se podría utilizar para iluminar, puesto que la reacción del CaC_2 o carburo de Calcio con el H_2O . (MORGADO, 2016)

En 1913 Se creó el primer sistema de iluminación completamente eléctrico de Frontighting de Bosch, el cual estaba conformado por un alternador, regulador, batería, interruptor y faros. En la Figura 3-2 se muestra un vehículo equipado con el primer sistema de iluminación eléctrica.



Figura 3-2: Vehículo con primer sistema de iluminación eléctrica
Fuente: (MARELLI MAGNETI, 2019)

En 1921, el Mercedes Knight, fue el primer vehículo equipado con un sistema completo de iluminación externo, el cual contaba con un faro principal, luz de posición, luz delantera para curvas y una lámpara de iluminación lateral, luz de tráfico y luz trasera eléctrica, como se muestra en la Figura 4-2.



Figura 4-2: Vehículo con sistema de iluminación externo
Fuente: (Mercedes, 2016)

En 1971 nacen las primeras bombillas halógenas de filamento doble H4, las cuales permitieron el comienzo de la fabricación de las luces de ambos modos de haz: haz principal y de cruce, las cuales son conocidas actualmente. En la Figura 5-2 se muestra una de las primeras bombillas halógenas instaladas en un vehículo.



Figura 5-2: Primeras bombillas halógenas de filamento doble H4
Fuente: (MARELLI MAGNETI, 2019)

En 1991 se fabrican las primeras lámparas de descarga de gas xenón, las cuales tenían un consumo de 35W, el cual era mucho menor en comparación con las bombillas halógenas que presentaban un consumo de 55W. Estas lámparas eran controladas por medio de un interruptor para su encendido y apagado, además tenían un rango de visibilidad de 125m en luz baja y 250 m en altas. En la Figura 6-2 se visualiza las primeras lámparas de descarga de xenón instaladas en un vehículo.



Figura 6-2: Primeras lámparas de descarga de gas xenón
Fuente: (MARELLI MAGNETI, 2019)

En 1995 se crean los primeros faros de xenón doble, los cuales incorporan la tecnología tanto para luces cortas como largas. En el 2003 fue el año donde empezó la producción de los nuevos faros de xenón. (GT, 2017)

En el 2007, inicia la utilización de la tecnología LED, y en 2008 Audi fabrica el primer fero Led donde todas sus funciones de iluminación se las realizaron utilizando fuentes de luz electrónicas. En la Figura 7-2 se muestra el fero utilizando tecnología led.



Figura 7-2: Primer fero Led
Fuente: (MARELLI MAGNETI, 2019)

En el 2010, se implementan las primeras lámparas HID (Descarga de alta intensidad) o Xenón en un BWM, estas lámparas emiten una luz, la cual es producida por el calentamiento de unos gases. (GONZÁLEZ, 2016)

En la Figura 8-2 se muestra una lámpara de descarga de alta intensidad o conocida comúnmente como HID.



Figura 8-2: Lámpara de descarga de alta intensidad
Fuente: (MORALES, 2017)

En el 2014, la empresa BMW y Audi sacan al mercado el primer vehículo con lámpara laser, la cual permite tener una visibilidad más clara, tiene un consumo de energía del 30 % menos que las led. Este tipo de lámpara se puede visualizar en la Figura 9-2 (HERNANDEZ, 2018)



Figura 9-2: Lámpara Laser
Fuente: (HERNANDEZ, 2018)

2.3 Lámparas automotrices

En los vehículos se emplean varios tipos de lámparas, los cuales están normalizados, donde dependiendo la utilidad que se lo vaya a dar tiene su nombre, por ejemplo, faros,

pilotos, interiores y testigo. En la Figura 10-2 se muestra las diferentes lámparas existentes en el vehículo.

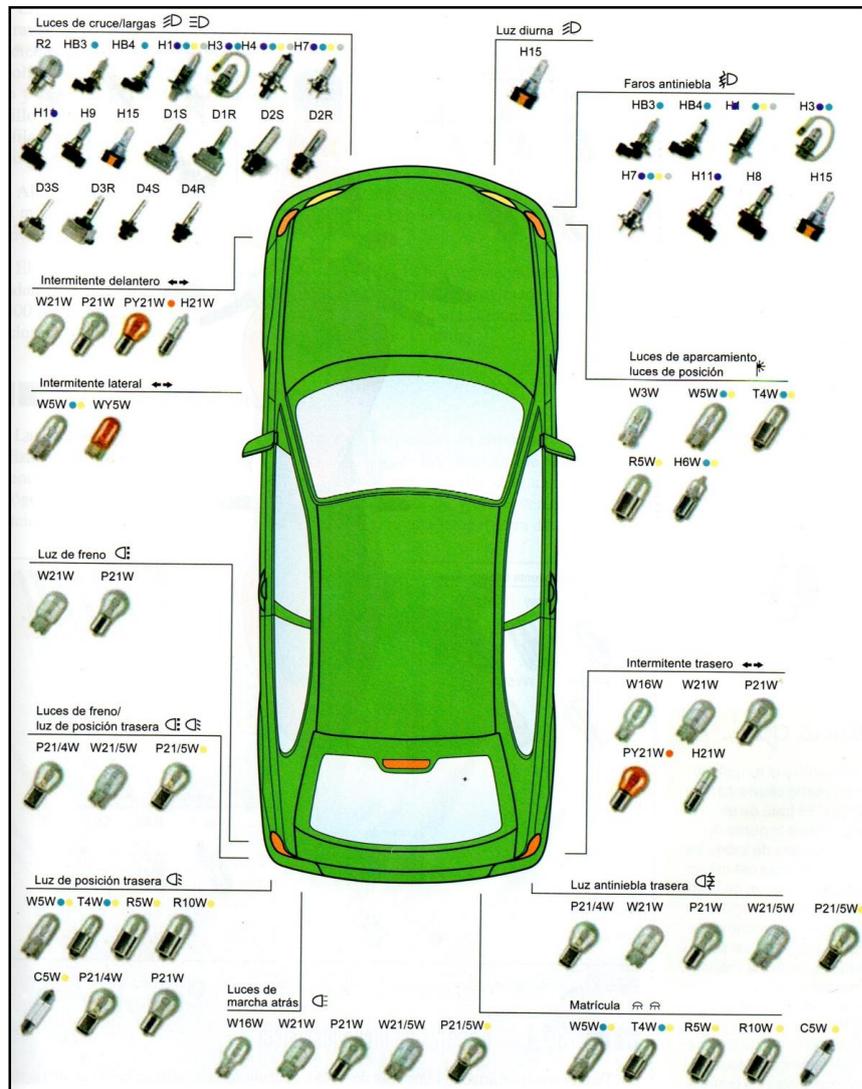


Figura 10-2: Lámparas automotrices

Fuente: (LLANOS, 2011, p. 169)

2.3.1 Lámparas incandescentes

Las lámparas incandescentes están compuestas por un filamento de tungsteno o wolframio el cual se une a dos terminales, estas dos partes se encuentran en la parte interior de una ampolla de vidrio que esta al vacío y llena de un gas inerte (argón, neón, nitrógeno, etc.), como se visualiza en la Figura 11-2. Al recorrer la corriente por este filamento se calienta hasta una temperatura de 2800°C.

Uno de los extremos del filamento se une a la parte metálica del casquillo. Estas lámparas se clasifican de acuerdo al casquillo, potencia y tensión de funcionamiento. El tamaño y forma de la ampolla la cual depende de la potencia de la lámpara. (CHAGLLA, 2011, pp 61-67)

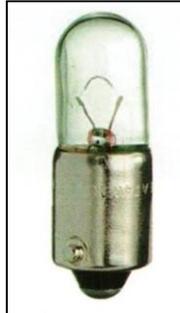


Figura 11-2: Lámpara incandescente
Fuente: (LLANOS, 2011, p. 240)

2.3.2 Tipos de lámparas incandescentes

Dentro las lámparas incandescentes se tienen una clasificación la cual se detalla a continuación.

2.3.2.1 Lámpara P21W-PY21W o de 1 contacto

Las bombillas P21W y PY21W están formadas en su interior por un filamento. Estas bombillas son usadas regularmente en las luces de reversa e intermitencia. Tienen una potencia de consumo de 21W a 12 V. este tipo de amparas se muestra en la Figura 12-2.

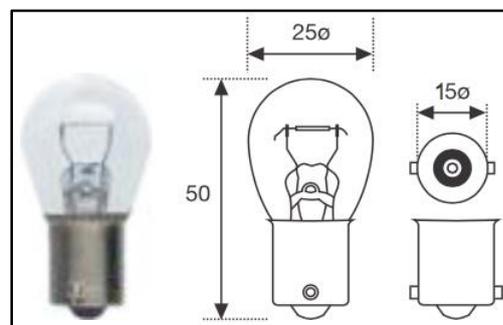


Figura 12-2: Bombilla P21W
Fuente: (CAZAS, 2017)

2.3.2.2 Lámpara P21/5W o de 2 contactos

La bombilla P21/5W tienen 2 filamentos, se las utiliza en la luz antiniebla trasera, intermitente trasero, luz de posición / estacionamiento, intermitente delantero y luz de freno. Tiene una potencia de 21/5W y un voltaje de 12V. (PHILIPS, 2017)

En la Figura 13-2 se muestra a la lámpara P21/5W.



Figura 13-2: Lámpara P21/5W

Fuente: (LLANOS, 2011, p. 241)

2.3.2.3 Lámpara plafón

Las lámparas tipo plafón son monofilamento, la ampolla de vidrio es tubular, su filamento va conectado a dos casquillos en el extremo. Este tipo de luces son utilizadas en el techo para alumbrar la parte interior del vehículo, tales como la guatera, maletera y placa. En la Figura 14-2 se muestra este tipo de lámparas, las cuales tienen un consumo de potencia que depende del tamaño el cual puede ser de 3, 5, 10 y 15 W. (MEGANEBOY, 2014)



Figura 14-2: Lámpara Tipo Plafón

Fuente: (NORIEGA, 2018)

2.3.2.4 Lámpara Wedge Base o tipo uña

Las lámparas Wedge también conocidas como tipo uña son tubulares se cierran por la parte inferior en forma de cuña, ya que estas no tienen casquillo, quedando plegados sobre ellas los hilos del extremo del filamento. Este tipo de lámpara se muestra en la Figura 15-2, los cuales son usados como luz de posición y en los tableros del vehículo. Tienen un consumo de potencia de 3 - 5W, y un voltaje de 12V. (MEGANEBROY, 2014)

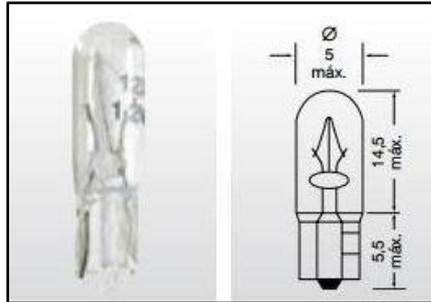


Figura 15-2: Lámpara Wedge Base
Fuente: (LIGHT, 2017)

2.3.3 Lámparas Halógenas

Las lámparas halógenas son el resultado de varios años de evolución de las incandescentes, en estas lámparas en las que se conserva el filamento de wolframio y en el interior de la ampolla de vidrio se incorpora un gas halógeno. Las lámparas halógenas alcanzar temperaturas altas, por lo que se reemplaza el uso del vidrio por el cuarzo. (CHAGLLA, 2011)

En la Figura 16-2 se visualiza una lámpara halógena.

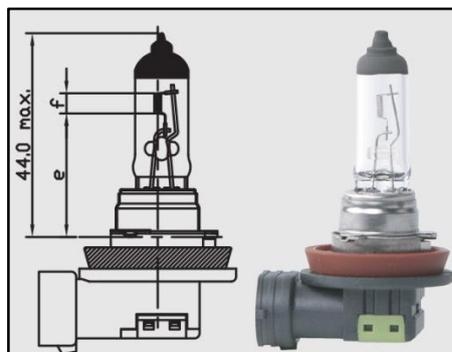


Figura 16-2: Lámpara halógena
Fuente: (LOPEZ, 2015)

Al remplazar las lámparas incandescentes por lámparas de halógeno representan un aumento en la energía luminosa, así como para la luz de carreta se tiene 1200lm en lugar de 700lm y en luz de cruce 750lm en lugar de 450lm. Estas lámparas tienen una clasificación, la cual depende de la forma de la ampolla, número de filamentos y posicionamiento de los mismos. (CHAGLLA, 2011)

2.3.3.1 Lámpara Ámbar

Este tipo de lámparas tiene las mismas especificaciones que las lámparas halógenas con la diferencia es que la luz que emana el filamento es de color ámbar, como se visualiza en la Figura 17-2.

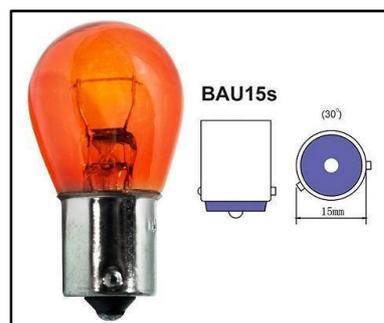


Figura 17-2: Lámpara Ámbar

Fuente: (ARANDA, 2017)

2.3.3.2 Lámpara Halógena H1

La ampolla de esta lámpara es tubular alargada, en donde en su interior se encuentra un filamento que está situado longitudinalmente, además en su casquillo se forma un platillo de 11mm de diámetro. Este tipo de lámparas es utilizado especialmente en faros de largo alcance y antiniebla, con un consumo de potencia de 55, 70 y 100W y un voltaje de 12 – 24 V. (MEGANEBY, 2014)

Este tipo de lámpara halógena se la visualiza en la Figura 18-2.

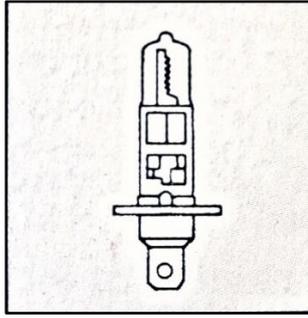


Figura 18-2: Lámpara H1
Fuente: (GRUPO CEAC, 2003, p. 480)

2.3.3.2 Lámpara Halógena H2

La lámpara de halógeno H2 es similar a la H1 en cuestión del filamento y la ampolla, como se muestra en la Figura 19-2. No tienen casquillo sino una placa de conexión y son de menor longitud. Este tipo de lámparas son usadas en faros auxiliares, ya que es lámpara plana. La potencia y voltaje que consumen son similares a las H1. (MEGANEBOY, 2014)

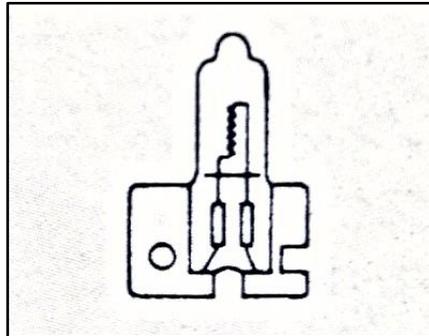


Figura 19-2: Lámpara H2
Fuente: (GRUPO CEAC, 2003, p. 480)

2.3.3.3 Lámpara Halógena H3

Las lámparas de halógeno H3 poseen un solo filamento que se encuentra cruzando de un lado a otro en el interior de la ampolla, al igual que la H2 no cuenta con un casquillo, sino tiene un conector que va conectado a un terminal del filamento como se muestra en la Figura 20-2. Las H3 son utilizadas con faros auxiliares, anti niebla y de largo alcance con consumo de potencia y voltaje similares a las anteriores. (MEGANEBOY, 2014)

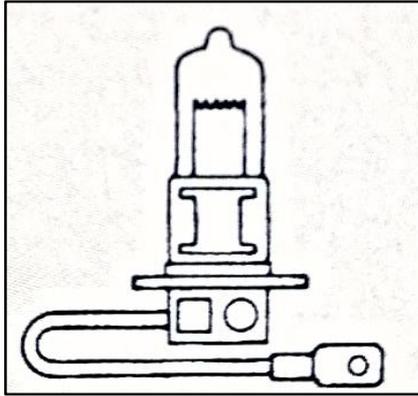


Figura 20-2: Lámpara H3
Fuente: (GRUPO CEAC, 2003, p. 480)

2.3.3.4 Lámpara Halógena H4

Este tipo de lámpara contiene 2 filamentos en el interior de la ampolla cilíndrica, la cual en cierto caso es recubierta por otra ampolla auxiliar debido a las altas temperaturas que está alcanza, y se fijan por medio de un casquillo, como se muestra en la Figura 21-2. Son las más utilizadas en luces de carretera y cruce, tienen un consumo de 55/60W, 70/75W y 90/100W. (MEGANEBY, 2014)

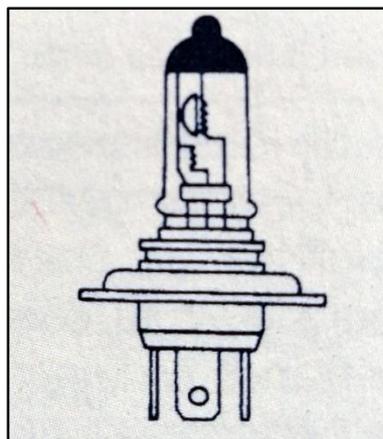


Figura 21-2: Lámpara H4
Fuente: (GRUPO CEAC, 2003, p. 480)

2.3.3.5 Lámpara Halógena H5

Esta lámpara tiene las mismas características que la H4, con la única diferencia en el casquillo como se visualiza en la figura, y un consumo de 55/60W – 90/100W. En la Figura 22-2 se muestra la composición de la lámpara halógena H5.

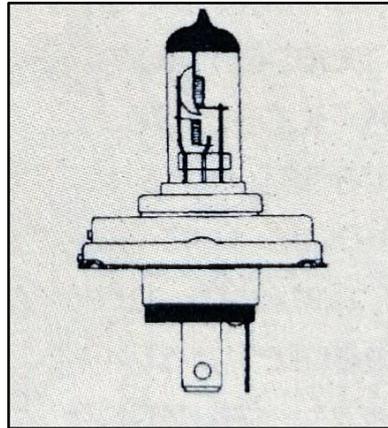


Figura 22-2: Lámpara H5
Fuente: (GRUPO CEAC, 2003, p. 480)

2.3.3.6 Lámpara Halógena H7

Las lámparas halógenas H7 son las mejores cuando se conduce en lugares de poca visibilidad, las cuales tienen un alcance de luminosidad de 75m y 100m dependiendo el fabricante de la lámpara. Este tipo de lámparas son utilizadas en carretera, cruce y antiniebla. Tiene un consumo de 55 a 100W dependiendo el tamaño e intensidad. En la Figura 23-2 se muestra la composición de la Lámpara halógena H7.

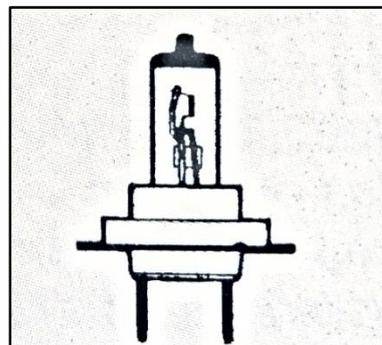


Figura 23-2: Lámpara H7
Fuente: (GRUPO CEAC, 2003, p. 480)

2.3.4 Lámparas de Xenón

Lámparas de xenón o Lámparas de descarga proporcionan un alumbrado más claro, muy parecido a la luz natural. Una de las principales diferencia entre las lámparas de xenón con las incandescentes y halógenas es que ya no se tiene presente filamentos como se visualiza en la Figura 24-2, el cual fue sustituido por unos electrodos que están en el interior de una ampolla de cuarzo, produciendo un arco eléctrico en su interior. (MEGANEBROY, 2014)

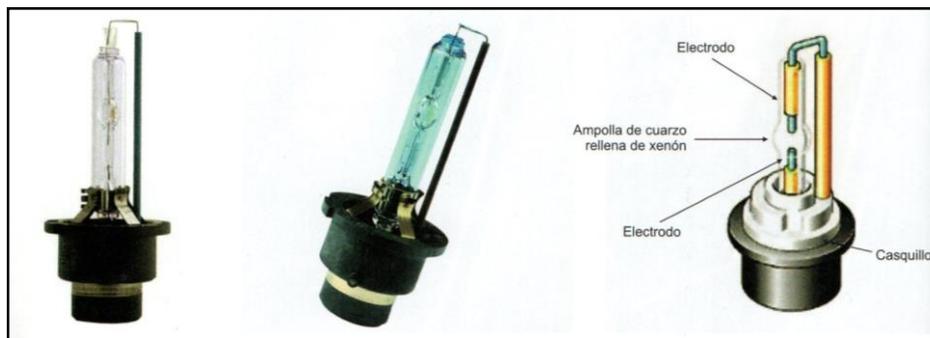


Figura 24-2: Lámpara de xenón

Fuente: (LLANOS, 2011, p. 174)

En la actualidad se maneja dos tipos de lámparas de xenón o de descarga, los cuales se muestran en la Figura 25-2.

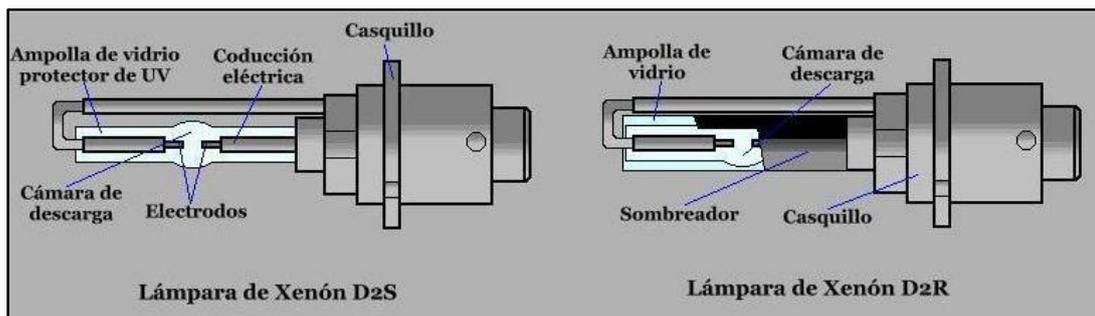


Figura 25-2: Tipos de lámparas de xenón

Fuente: (GT, 2017)

- La D2R para faros parabólicos (con pantalla).
- La D2S para faros elipsoidales (sin pantalla).

2.3.5 Lámparas de Led

Las lámparas led son la evolución y mejoramiento de las conocidas y ya mencionadas lámparas de xenón. En este tipo ya no se tiene incorporados filamentos, gases o un bulbo al vacío.

La luz producida por este tipo de lámparas es generada por el uso de semiconductores dopados de arseniuro de galio, es decir que al momento que se aplica corriente AC o DC en los electrodos del led se tiene como resultado un luz más intensa y clara, que es la utilizada actualmente en la mayoría de los vehículos. (MAYO, 2018)

El tiempo de vida útil de este tipo de lámpara es igual o mayor a las de xenón, ya que tienen un consumo de potencia menor. Existen 2 tipos de faros led, los monolíticos y los de matriz que tienen varios leds que en conjunto logran una luz más potente. En la Figura 26-2 se puede visualizar un ejemplo de led antes mencionado.



Figura 26-2: Lámparas led

Fuente: (DNV, 2018)

2.3.6 Lámparas de Laser

Las lámparas de laser al igual que las lámparas led no poseen en su interior filamentos, gas o un bulbo al vacío. La luz emitida por el láser no se dispersa, sino se proyecta en línea recta lo que es muy útil para una mejor visibilidad ya que puede alcanzar grandes distancias.

Actualmente ya se tiene a disposición este tipo de lámparas, aunque el uso en las de largo alcance se encuentra restringidas. Estas lámparas son la unión de varios haces de luz, los cuales apuntan a un espejo, pasan por un refractor de fosforo y finalmente por un lente donde tiene una mínima dispersión. (MAYO, 2018)

En la Figura 27-2 se puede visualizar una lámpara laser.



Figura 27-2: Lámpara laser
Fuente: (GOMEZ, 2014)

2.4 Dispositivos del sistema de iluminación

En la actualidad es frecuente la utilización de dispositivos electrónicos de control dentro de un automóvil, el sistema integrado de iluminación de los vehículos actuales cuenta con una tecnología donde las luces se manejen de manera inteligente sin la intervención del conductor, es decir, las luces se enciendan o se apaguen solas si el conductor se olvida de hacerlo.

Para una correcta interpretación de un diagrama eléctrico ya sea automotriz o en general estos se lo realiza por medio de diagramas esquemáticos, y es muy importante saber interpretar dichos circuitos con la simbología general europea o americana.

Cuando se requiere representar un circuito eléctrico, se hace mediante un esquema el cual es un dibujo donde se encuentran las conexiones a realizarse físicamente mediante normas específicas.

En la Figura 28-2 se muestra los diferentes símbolos eléctricos más utilizados, a la hora de diseñar diagramas esquemáticos o circuitos.

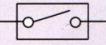
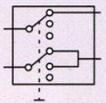
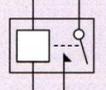
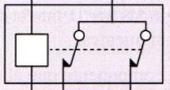
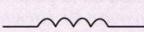
| Símbolo | Denominación | Símbolo | Denominación |
|---|---------------------|---|---|
|  | Batería |  | Diodo |
|  | Interruptor |  | Lámpara |
|  | Conmutador |  | Led |
|  | Conmutador múltiple |  | Motor de imanes permanentes |
|  | Pulsador |  | Motor de imanes permanentes y dos velocidades |
|  | Fusible |  | Resistencia |
|  | Relé |  | Potenciómetro |
|  | Relé doble |  | Resistencia variable |
|  | Bobina |  | Transistor |
|  | Condensador |  | Avisador acústico-zumbador |

Figura 28-2: Símbolos Eléctricos

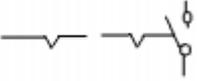
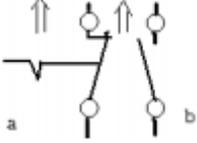
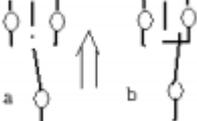
Fuente: (LLANOS, 2011, p.34)

2.4.1 Interruptor

Los interruptores tienen como función principal controlar el paso de la corriente por los diferentes circuitos. Tienen una resistencia y caída de voltaje mínima.

En la Tabla 1-2 se muestran los símbolos de los diferentes tipos de interruptores.

Tabla 1-2: Símbolos de los diferentes interruptores

| INTERRUPTOR | CARACTERISTICAS |
|---|---|
|  | a) Interruptor General b) Interruptor con conexiones |
|  | Este tipo de interruptor es el que no retorna automáticamente |
|  | Al momento que se cierra el interruptor, este permite el paso de corriente al circuito. |
|  | Al momento que se abre el interruptor, este impide el paso de corriente al circuito. |
|  | a) Interruptor cerrado b) Al abrirse el a, este se cierra automáticamente |
|  | Inverso conmutador |
|  | a) Doble contacto b) Desconectador gemelo c) Conector gemelo accionado |

Realizado por: Autores

Fuente: (CHAGLLA, 2011)

2.4.2 Fusibles

Los fusibles son pequeños dispositivos de seguridad que sirve para proteger elementos eléctricos del coche en caso de que exista un exceso de corriente que podría dañar los elementos eléctricos, es por ello que el uso de fusibles es importante en este proceso.

Su función es romperse y cortar el flujo de corriente, los fusibles se clasifican en función de los amperios que pueden soportar. En la Figura 29-2 se muestra un ejemplo de fusibles automotriz.



Figura 29-2: Fusible

Fuente: (LLANOS, 2011, p. 34)

2.4.2.1 Caja de fusibles

La caja de fusibles en cada auto es diferente, dependiendo del modelo de vehículo existente en el mercado. En esta caja existen fusibles con distintos amperajes, los cuales tiene la finalidad de proteger las diferentes partes y sistemas del vehículo. La función de cada amperaje es el siguiente:

- 5 amperios: Son los más pequeños protegen los airbags, las alarmas y el sensor de parqueo.
- 10 amperios: Su utilidad es para el sistema de luces, el equipo de audio y el cierre centralizado.
- 15 amperios: Es utilizado para los parabrisas, luces de freno, bomba de combustible.
- 20 amperios: protección de calefacción, encendedor.

Más de 20 Amperios: Se utilizan en los elevalunas, motores de arranque. (AUTOFACIL, 2019)

En la Figura 30-2 se muestra una caja de fusibles.

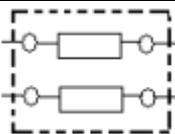
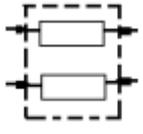


Figura 30-2: Caja de fusibles

Fuente: (AUTOFACIL, 2019)

La simbología utilizada en la representación de los fusibles y caja de fusible se detalla en la Tabla 2-2:

Tabla 2-2: Simbología de los fusibles

| FUSIBLE | CARACTERISTICAS |
|---|--|
|  | Fusible General |
|  | Caja de fusibles con bornes interiores |
|  | Caja de Fusibles con enchufes exteriores |

Realizado por: Autores

Fuente: (CHAGLLA, 2011, p. 66)

2.4.3 Relé

El relé también conocido como relevadores. En el campo automotriz actúa como un interruptor el cual es el encargado de encender o apagar actuando como un aislador, protege los diferentes dispositivos de altas potencias lo que provocaría su avería.

Los relés automotrices disponen de dos circuitos básicos: uno para el encendido y apagado, y el otro es un circuito de corriente. En los vehículos se requieren relés con un rango de amperaje mayor a 30 A, ya que es el encargado de balancear la cantidad de corriente que va a circular. (FERNÁNDEZ, 2016)

En la Figura 31-2 se visualiza un relé automotriz.

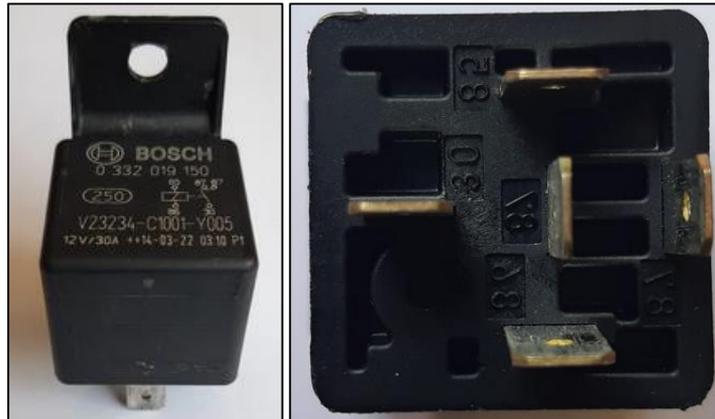


Figura 31-2: Relé automotriz

Fuente: Benavides, J. Miranda, F. 2019

2.4.4 Flasher

El flasher o destellador es un dispositivo electromecánico que una parte importante del circuito del sistema de iluminación, por lo que es fundamental conocer su funcionamiento en caso de presentarse algún tipo de avería con el mismo.

El flasher es usado en las luces direccionales, ya que es el encargado de cortar el paso de la energía a las luces repentinamente, produciendo así el parpadeo de las mismas. Este dispositivo está compuesto en su parte interna por unas láminas bimetálicas, las cuales tienen enrolladas una resistencia que debido al paso de energía se calienta provocando que esta se doble, como se muestra en la Figura 32-2. (DEL ANGEL, 2016)

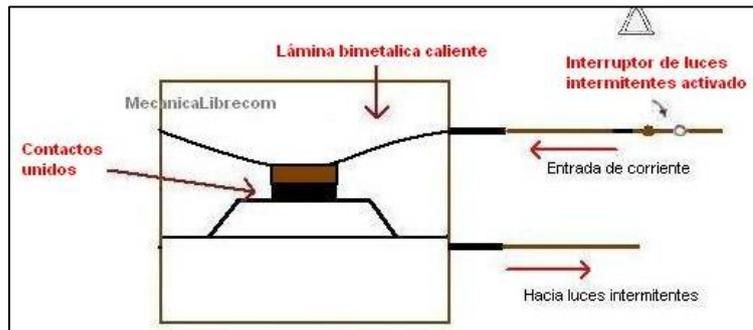


Figura 32-2: Flasher de luces activado

Fuente: (DEL ANGEL, 2016)

Cuando la resistencia se enfría la lámina regresa a su posición inicial como se muestra en la Figura 33-2, convirtiéndose en un ciclo repetitivo.

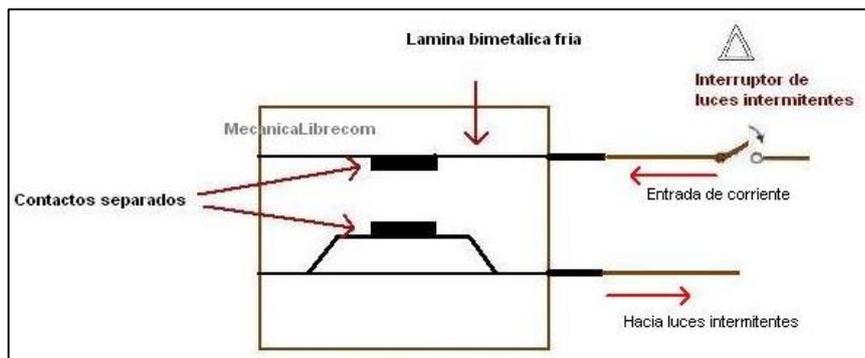


Figura 33-2: Flasher de luces desactivado

Fuente: (DEL ANGEL, 2016)

Este dispositivo normalmente tiene tres pines para su conexión (X, P, L) como se indica en la Figura 34-1, donde cada pin se lo conecta:

- X: es el positivo de contacto de chapa
- P: es la luz del tablero, flechas verdes
- L: es la salida que vendrá a ser la intermitencia de las luces. (MULCHEN, 2016)



Figura 34-2: Pines de conexión del Flasher

Fuente: (MULCHEN, 2016)

2.4.5 Cableado eléctrico

Este sistema de cableado eléctrico muestra la forma de un sistema estructurado en un vehículo con todas las luces he indicadores anteriormente mencionados.

Los cables tienen un código de colores, el cual se indica en la Tabla 3-2, los cuales pertenecen al vehículo TROOPER WAGON 3.2 V6 con motor ISUZU SERIE N°6VD1.

Tabla 3-2: Código de colores de los cables

| COLOR | UTILIDAD |
|-----------|---|
| Negro | En conexiones a tierra |
| Blanco | En conexiones que son alimentadas desde el interruptor de encendido |
| Rojo | En conexiones al acumulador de manera directa sin protección |
| Azul | En conexiones del sistema de encendido donde se maneja altas tensiones |
| Verde | En conexiones que son alimentadas desde el interruptor de encendido |
| Café | En conexiones que utilices protección (fusibles) |
| Amarrillo | En conexiones de las luces de carretera y tablero de instrumentos, este tipo de conexiones tienen protecciones (fusibles) |
| Violeta | En conexiones de prestaciones o dispositivos adicionales |
| Naranja | En conexiones de las luces de carretera y tablero de instrumentos, este tipo de conexiones tienen protecciones (fusibles) |
| Magenta | En conexiones de los sensores que se muestran en el tablero de instrumentos. |

Realizado por: Autores

Fuente: (PATIÑO, 2012)

2.4.5.1 Tipo de cableado eléctrico automotriz

De acuerdo a las aplicaciones automotrices que se vaya a realizar se tiene 2 tipos de alambres aislados, estos son:

- PVC: Este tipo de alambre donde su aislamiento se funde mucho más rápido al exponerlo al calor del funcionamiento, dentro de este tipo existen 3 alambres de PVC: GPT (circuito general soporta hasta 176 °F), TWP (paredes finas, sin plomo y soporta hasta 221°F), HDT (soporta hasta 176°F). (HERNANDEZ, 2016)

- Reticulado: Este tipo de alambre está diseñado para manejar altas temperaturas de hasta 257°F.

El tamaño de los cables a utilizarse en los cableados del vehículo debe ser acorde al amperaje que estos van a manejar. A continuación, en la Tabla 4-2 se muestran el número de cable y el amperaje que soporta.

Tabla 4-2: Tamaño de cables

| AWG | CAPACIDAD (A) | USO |
|-----|---------------|--|
| 20 | 0.5 – 1 | Luces de tablero, testigo, luces interiores y de techos |
| 18 | 1.5 – 2.5 | Luces de placa y stop en vehículos pequeño, medianos |
| 16 | 3 – 5 | Luces blancas y stop de vehículos medianos |
| 14 | 6 – 8 | Faros frontales en vehículos medianos y accesorios de regular consumo (calefacción, aire acondicionado, etc.) en todos los vehículos |
| 12 | 10 - 15 | Faros de alta potencia, cables de distribución de vehículos livianos, cables de generador con baterías de 85 A |
| 10 | 15 - 20 | Circuito de ignición y distribución en vehículos livianos, cables de generador en vehículos pesados. |
| 8 | 20 - 25 | Cables de distribución en vehículos pesados |

Realizado por: Autores

Fuente: (PATIÑO, 2012)

2.5 Tipos de sistemas de iluminación

Existen diferentes tipos de iluminación, donde cada una tiene su funcionalidad y significado, las cuales se visualizan en Figura 35-2.

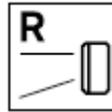
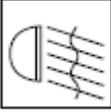


Figura 35-2: Iluminaciones del vehículo

Fuente: (BOSCH, 2017, p. 36)

Cada lámpara de iluminación del vehículo tiene su símbolo con el que se los puede identificar. En la Tabla 5-2 se visualiza la simbología utilizada para representar las diferentes luces del vehículo.

Tabla 5-2: Simbología de las luces del vehículo

| SIMBOLO | NOMBRE | SIMBOLO | NOMBRE |
|---|--------------------|---|---------------------|
|  | Luz de posición |  | Luz de interior |
|  | Luces de carretera |  | Luz de freno |
|  | Luces de cruce |  | Luz de marcha atrás |
|  | Luces de niebla |  | Luz de placa |

| | | | |
|---|--------------------------|---|--------------------------|
|  | Luces intermitentes |  | Luz intermitente lateral |
|  | Luces de estacionamiento | | |

Realizado por: Autores

Fuente: Lámparas para vehículos y motos. (BOSCH, 2017, p. 36)

A continuación, en la Figura 36-2 se muestra un diagrama esquemático de una parte del sistema de iluminación del vehículo.

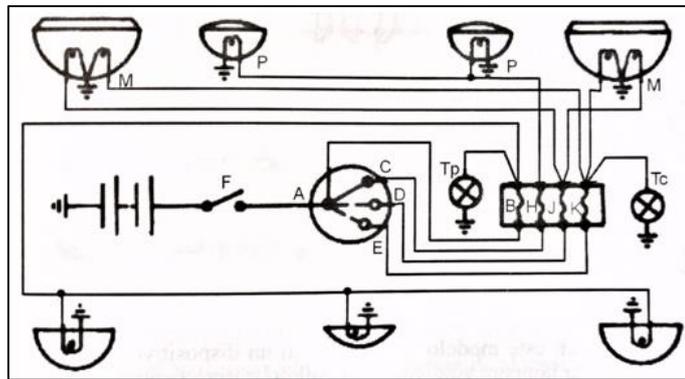


Figura 36-2: Circuito esquemático del sistema de iluminación

Fuente: (ALONSO, 2010, p. 295)

2.5.1 Luces Cruce

Las luces de cruce o también llamadas luces cortas del vehículo son las más utilizadas en el día y noche, especialmente en las vías con presencia de niebla, mucha lluvia, nevada, en polvo o humo. Su prioridad esta empleada en túneles, carriles reversibles, adicionales y carriles habilitados para circulación vehicular en sentido contrario.

La utilización de las luces de cruce no es algo obligatorio, pero aconsejable circular con estas luces encendidas durante el día ya que existe facilidad en el tránsito y los vehículos circulan de mejor manera. (RAMOS, 2017)

A continuación, en la Figura 37-2 se muestra los diferentes tipos de focos que se pueden utilizar para cruce.

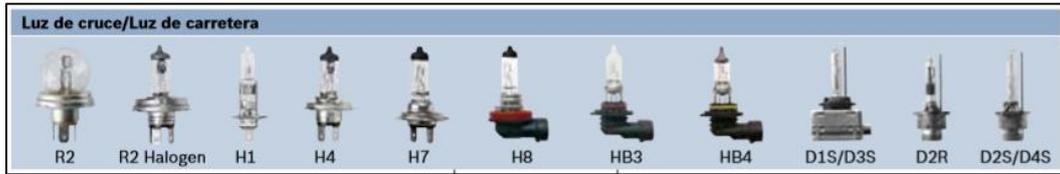


Figura 37-2: Lámparas usadas para la luz de cruce

Fuente: (BOSCH, 2017, p. 36)

2.5.1.1 Diagrama del circuito para las luces de cruce

A continuación, se muestra en la Figura 38-2 el circuito esquemático de funcionamiento y en la Figura 39-2 el funcionamiento de la luz física de cruce en el vehículo.

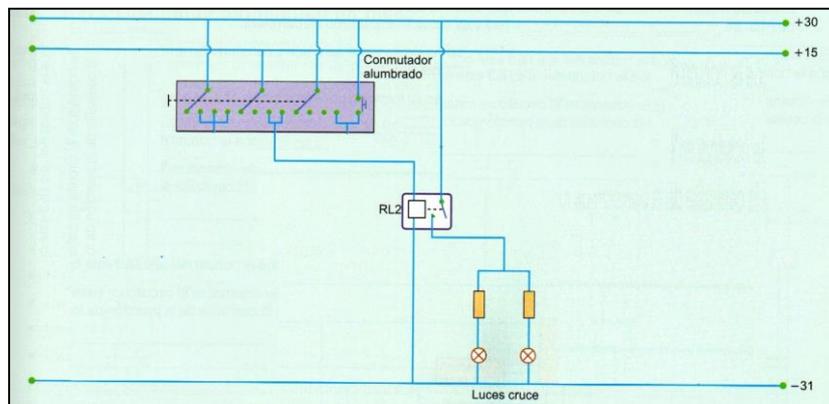


Figura 38-2: Diagrama de sistema de la luz de cruce

Fuente: (LLANOS, 2011, p. 245)



Figura 39-2: Luz de cruce

Realizado por: Autores

2.5.2 Luces de carretera

Luces de carretera o también llamadas luces largas en un vehículo, este tipo de luces se las emplea o utilizan solamente en las noches, en carreteras con déficit de iluminación, las normas indican que cuando no se logre visualizar una matrícula a 10 metros o un vehículo obscuro a 50 metros circulando a más de 40km/h, se debe cambiar a la luz de cruce. Dicha luz no es permitida usar en zonas pobladas en vías o autopistas y es obligación del conductor cambiarlas a luces cortas cuando un vehículo se acerque de frente. (RAMOS, 2017)

A continuación, en la Figura 40-2 se muestra los diferentes tipos de focos que se pueden utilizar para luces de carretera.



Figura 40-2: Lámparas usadas para la luz de carretera

Fuente: (BOSCH, 2017, p. 36)

2.5.2.1 Esquema del funcionamiento las luces de carretera

A continuación, en la Figura 41-2 se muestra el circuito esquemático de funcionamiento y en la Figura 42-2 el funcionamiento de la luz física de carretera en el vehículo.

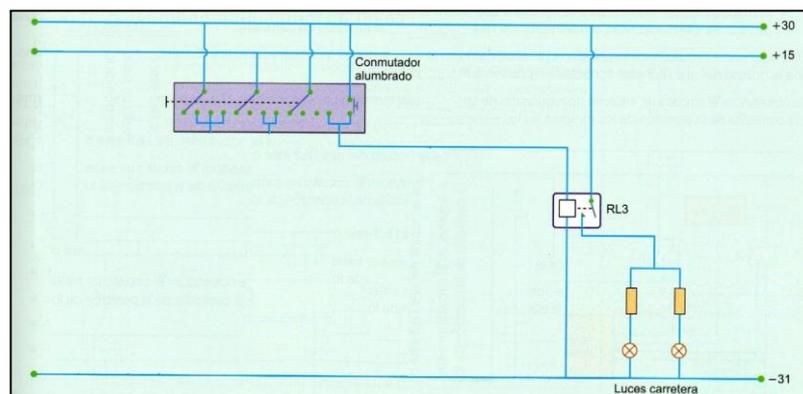


Figura 41-2: Diagrama de sistema de la luz de carretera

Fuente: (LLANOS, 2011, p.245)



Figura 42-2: Luz de carretera
Realizado por: Autores

2.5.3 *Luces Direccionales*

El sistema de luces direccionales son las que indican que el vehículo va a girar en el sentido interior de la curva. Este sistema permite alumbrar la zona activa hacia la que se dirige el vehículo, el ángulo de giro de los faros no es muy elevado y difiere entre el faro interior y el faro exterior de la curva.

Su función es cortar repetidamente el paso de energía hacia las luces, es por ellos que dichas luces parpadean.

Las luces direccionales se las usa en las siguientes circunstancias:

- Al cambio de carril
- Giros
- Glorietas
- Adelantamientos
- Sobre las direccionales (MOTORGIGA, 2016)

A continuación, se muestra una Figura 43-2 el funcionamiento físico de las luces direccionales.



Figura 43-2: Funcionamiento físico de las luces direccionales
 Fuente: (FERNANDEZ, 2014)

En la Figura 44-2 se muestra los focos que son utilizados comúnmente para las luces direccionales.

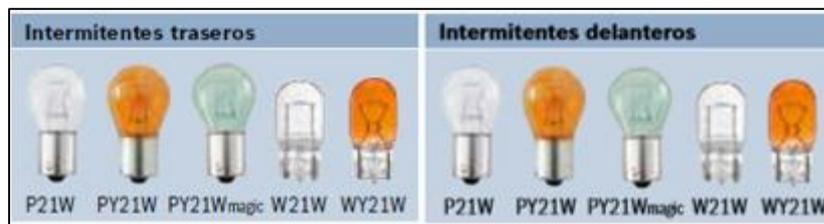


Figura 44-2: Lámparas usadas para las luces direccionales
 Fuente: (BOSCH, 2017, p. 36)

2.5.3.1 Esquema del funcionamiento las luces direccionales

A continuación, en la Figura 45-2 se muestra el circuito esquemático de funcionamiento y en la Figura 46-1 se muestra el funcionamiento de las luces direcciones físicas en el vehículo.

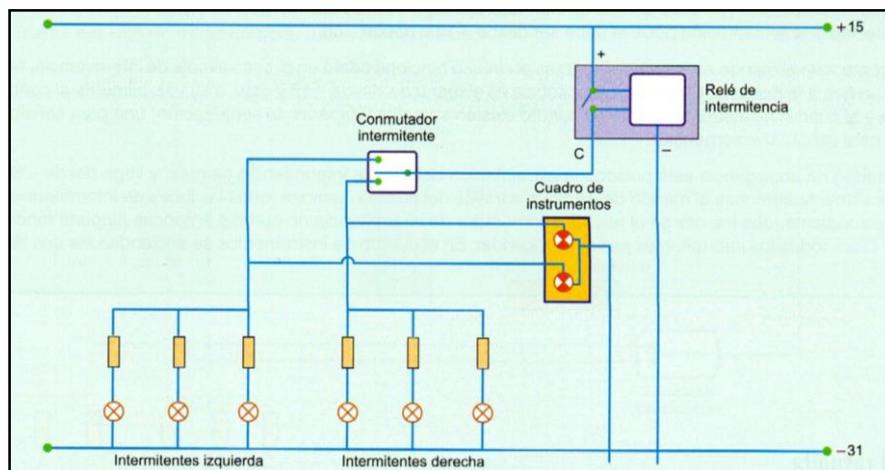


Figura 45-2: Diagrama de sistema de las luces direccionales
 Fuente: (LLANOS, 2011, p. 257)



Figura 46-2: Luces direccionales (derecha – izquierda)

Realizado por: Autores

2.5.4 Sistema de luces de parqueo

El sistema luces de parqueo es utilizado cuando el conductor del vehículo necesita detenerse a un lado de la vía o aparcar de ser necesario, la activación del sistema de parqueo es accionar el típico botón rojo con una figura de un triángulo. Las luces del vehículo parpadean de forma intermitente durante tiempo que el conductor permanezca estacionado a la orilla de la vía.

Las luces de parqueo se las utiliza:

- Al momento de estacionarse
- Por alguna falla mecánica
- Para avisar algún suceso (MIRANDA, 2018)

En la Figura 47-2 se muestra los focos que se pueden utilizar en las luces de parqueo



Figura 47-2: Lámparas usadas para las luces de parqueo

Fuente: (BOSCH, 2017, p. 36)

2.5.4.1 Esquema del funcionamiento las luces de parqueo

A continuación, en la Figura 48-2 se muestra el circuito esquemático de funcionamiento y en la Figura 48-2 el funcionamiento la luz física de parqueo en el vehículo.

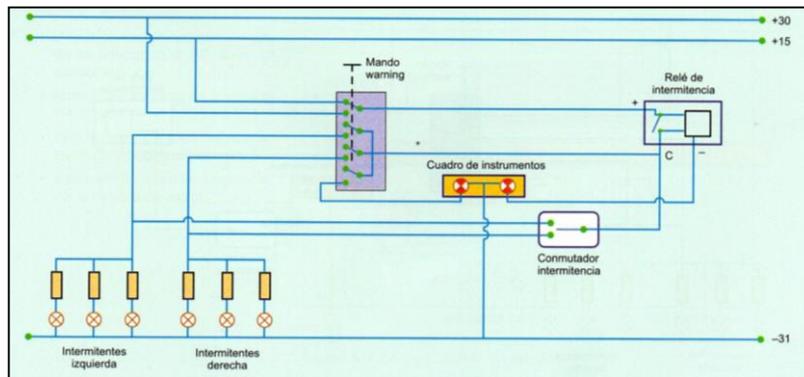


Figura 48-2: Diagrama de sistema de las luces de parqueo

Fuente: (LLANOS, 2011, p. 257)



Figura 49-2: Luces de parqueo

Realizado por: Autores

2.5.5 Sistema de luz de freno

Las luces del sistema de freno son obligatorias en cualquier vehículo, este tipo de sistema se acciona cuando el conductor pisa el pedal del freno. Esta luz es ideal para ofrecer a los conductores más información en una parada con varios vehículos. Así el que va segundo podrá ver la luz de freno del primer vehículo y podrá detenerse evitando un colisionamiento.

Las luces de freno se las usa:

- Para avisar al vehículo de atrás de un evento adelante
- Accionar paros inesperados
- Frenos inmediatos (RUTA 401, 2016)

En la Figura 50-2 se muestra los focos que se pueden utilizar en las luces de freno.



Figura 50-2: Lámparas usadas para las luces de freno
Fuente: (BOSCH, 2017, p. 36)

2.5.5.1 Esquema del funcionamiento las luces de freno

A continuación, en l Figura 51-2 se muestra el circuito esquemático de funcionamiento y en la Figura 52-2 el funcionamiento de la luz física de freno en el vehículo.

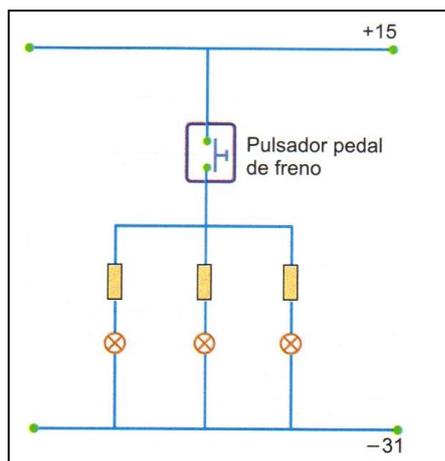


Figura 51-2: Diagrama de sistema de las luces de freno
Fuente: (LLANOS, 2011, p. 265)



Figura 52-2: Luces de freno
Realizado por: Autores

2.5.6 Sistema de luz de reversa

Las luces del sistema de reversa son obligatorias en cualquier vehículo, este tipo de sistema se acciona cuando el conductor ingresa la marcha de retro. Esta luz es ideal para ofrecer a los conductores más información de cuando el vehículo tiene que retroceder por algún motivo.

En la Figura 53-2 se muestra los focos que se pueden utilizar en las luces de reversa.



Figura 53-2: Lámparas usadas para las luces de reversa
Realizador: (BOSCH, 2017, p. 36)

2.5.6.1 Esquema del funcionamiento las luces de reversa

A continuación, en la Figura 54-2 se muestra el circuito esquemático de funcionamiento y en la figura 55-2 el funcionamiento de la luz física de reversa del vehículo.

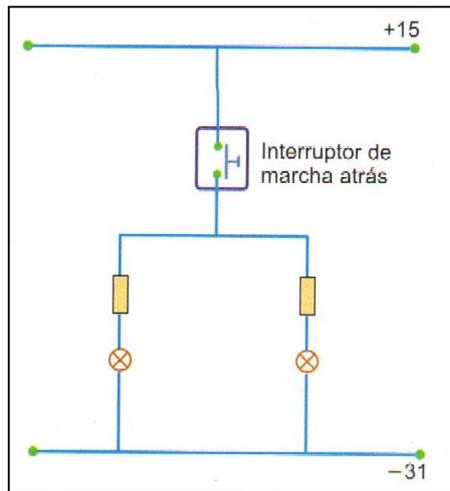


Figura 54-2: Diagrama de sistema de las luces de reversa
 Fuente: (LLANOS, 2011, p. 267)



Figura 55-2: Luces de reversa
 Realizado por: Autores

2.5.7 Luz de salón

Las luces de salón o llamadas luces de cortesía son las que están situadas en el techo del vehículo y estas iluminan cuando el conductor las acciona manualmente o cuando los pasajeros entran y salen del vehículo, la iluminación de salón por lo general permanece encendida en alguno de los casos hasta que el coche se encienda para que los pasajeros puedan abrocharse el cinturón de seguridad.

Adicionalmente dichas luces ayudan al conductor o pasajeros a leer mapas, colocar el navegador, música, etc. Las luces de salón normalmente están ubicadas en el techo, en la parte delantera para fácil manipulación del conductor. (SGS, 2018)

En la Figura 56-2 se muestra los focos que se pueden utilizar en las luces de salón



Figura 56-2: Lámparas usadas para la luz de salón

Fuente: (BOSCH, 2017, p. 36)

2.5.7.1 Esquema del funcionamiento las luces de salón

A continuación, en la Figura 57-2 se muestra el circuito esquemático de funcionamiento y en la Figura 58-2 el funcionamiento de la luz física de salón.

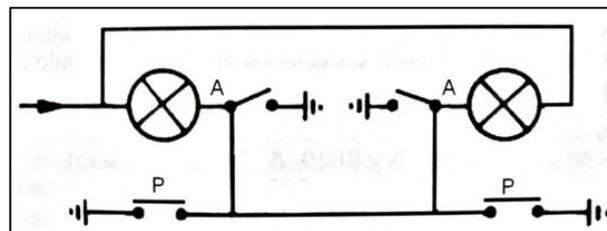


Figura 57-2: Diagrama de sistema de la luz de salón

Fuente: (ALONSO, 2010, p. 309)



Figura 58-2: Luz de salón

Realizado por: Autores

2.5.8 Sistema de Luces Antiniebla

Los faros antiniebla o neblineros son los elementos del coche que nos permiten iluminar la carretera cuando esta tiene presencia de neblina ya sea normal o espesa, pero probablemente este tipo de sistemas de luces son mal utilizados por los conductores, alguno conductores desconocen su existencia y otros abusan de los mismos para dar apariencia deportiva como un lujo y no como una necesidad.

Las luces antiniebla se las utiliza:

- Cuando las condiciones meteorológicas sean especialmente adversas.
- Niebla
- Lluvia intensa
- Nevada
- Nubes de humo
- Nubes de polvo

Estas luces se la utilizan en carreteras estrechas con calzada de 6.50 metros de ancho con un alto número de curvas consecutivas, esto previene al vehículo contrario y las medidas de seguridad se cumplen de manera óptima. (TOYOTA, 2015)

En la Figura 59-2 se muestra los focos que se pueden utilizar en los neblineros



Figura 59-2: Lámparas usadas para las luces antiniebla

Fuente: (BOSCH, 2017, p. 36)

2.5.8.1 Esquema del funcionamiento las luces antiniebla

A continuación, en la Figura 60-2 se muestra el circuito esquemático de funcionamiento y en la Figura 61-2 el funcionamiento de la luz física de los neblineros en el vehículo.

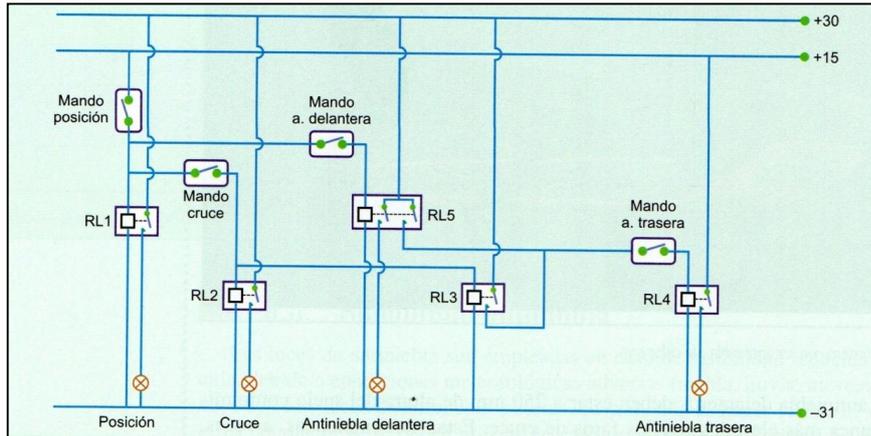


Figura 60-2: Diagrama de sistema de las luces antiniebla
Fuente: (LLANOS, 2011 p, 252)



Figura 61-2: Luces antiniebla
Realizado por: Autores

2.5.9 Sistema de luces guías o de posición

El sistema de luces guías tienen como finalidad permitir la visualización del vehículo cuando este se encuentra en la carretera o en un lugar oscuro. Facilitando a los conductores la detección del ancho del vehículo. Este tipo de luces deben presentar ciertas características específicas, entre las más importantes se tiene las siguientes:

- Deben estar colocadas en un lugar visible del vehículo y que estas a su vez permitan obtener una idea del ancho del vehículo.
- En el vehículo deben existir luces guías tanto en la parte delantera como trasera.
- Las luces deben tener un alcance mínimo de iluminación de 300m.

- Las luces guías delanteras deben ser de color amarillas o blancas y las traseras estrictamente deben ser rojas. (CRUZ, 2006)

En la Figura 62-2 se muestra los focos que se pueden utilizar en las guías.



Figura 62-2: Lámparas usadas para la luz de posición.
Fuente: (BOSCH, 2017, p. 36)

2.5.9.1 Esquema del funcionamiento las luces guías

A continuación, en la Figura 63-2 se muestra el circuito esquemático de funcionamiento, y en la Figura 64-2 el funcionamiento de la luz física de las guías en el vehículo.

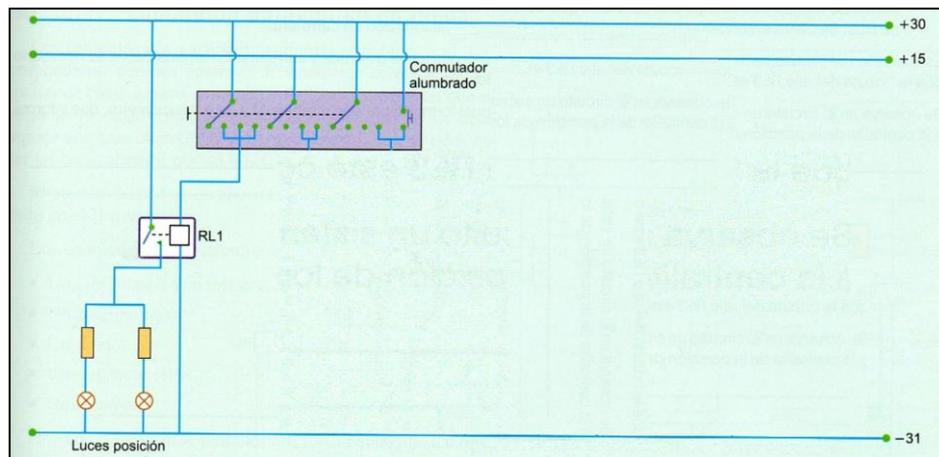


Figura 63-2: Diagrama de sistema de las luces guías
Realizador: (LLANOS, 2011, p.245)



Figura 64-2: Luces Guías o de posición
Realizado por: Autores

2.6 Sistema eléctrico del Claxon

Los equipos de señalización acústica sonido intenso o más conocidos como claxon son parte importante en el sistema eléctrico del vehículo este dispositivo es el elemento más simple de un vehículo. La bocina nació como una necesidad para alertar o avisar la presencia de algún vehículo o persona, en tiempos pasados la forma de alertar en un vehículo debía tener un copiloto portando una bandera y en la noche una linterna para alertar.

Para mejorar el sistema de señalización acústica se realizaron diversos estudios e investigaciones, una de aquellas investigaciones fue cambiar de la bocina manual existente a una bocina eléctrica, la cual fue implementada en el año de 1914 por su inventor Robert Bosch quien la presento como patente y la cual finalmente vería la luz en el año de 1921.

No todas las bocinas o claxon tienen el mismo sonido acústico, existen algunas bocinas con sonidos graves, otras con tonos agudos, estridentes o bulliciosos.

Las ventajas de usar el claxon son:

- Evitar accidentes.
- Avisar de la posición a otro vehículo.
- Señalizar la circulación como prioridad del vehículo.

- Para avisar a otro conductor sobre realizar un adelantamiento. (GRUPO BOSCH, 2017)

2.6.1 Tipos de claxon

Dentro de la clasificación de señalizaciones acústicas, bocinas o claxon tenemos diferentes tipos, donde los más relevantes se detallan a continuación.

2.6.1.1 Claxon Neumático

Este tipo de claxon tiene un sonido acústico con señal bitonal que se escucha a grandes distancias su ventaja principal es su larga vida útil, es utilizada fundamentalmente por vehículos de gran proporción como camiones y buses.

Las principales características de este tipo de bocina son:

- Fiable.
- Formado de 2 embudos metálicos cromados con base negra.
- Homologado según código de circulación.
- Volumen 118dB a 2m de distancia.
- Tono bajo: 300Hz
- Tono agudo 320Hz. (GRUPO BOSCH, 2017)

En la Figura 65-2 se muestra el modelo un claxon Neumático.



Figura 65-2: Claxon neumático

Fuente: (GRUPO BOSCH, 2017)

2.6.1.2 *Claxon Electro neumático*

Este tipo de claxon es el más utilizado en el tráfico urbano, esto es debido a su sonido suave y melódico y sin obstáculo hacia adelante.

Sus características principales son:

- Fiable
- Resistencia al oxido
- Embudo de la bocina de plástico resistente a vibraciones
- Volumen 110dB

En la Figura 66-2 se muestra el modelo un claxon Electro neumático. (GRUPO BOSCH, 2017)



Figura 66-2: Claxon Electro neumático
Fuente: (GRUPO BOSCH, 2017)

2.6.1.3 *Esquema del funcionamiento del claxon*

En el diagrama se puede observar el funcionamiento del claxon. Al momento en que se presiona el claxon este cierra un circuito eléctrico activando así el relé, el cual permite el paso de la energía, las bocinas están conectadas a tierra. En la Figura 67-2 se muestra el circuito de funcionamiento.

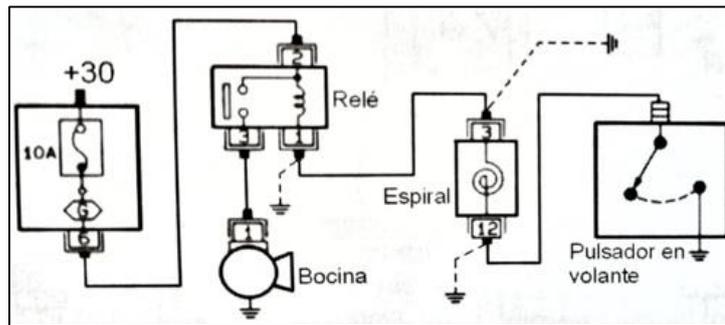


Figura 67-2: Diagrama del claxon

Fuente: (ALONSO, 2010, p. 340)

2.7 Microcontroladores

Un microcontrolador es un pequeño dispositivo que trabaja como un ordenador, contiene en su interior básicamente un procesador, un reloj y un reset lógico, tanto como puertos de entrada y puertos de salida además es de fácil programación.

Sus características principales son las siguientes:

- La entrada RESET reinicia el chip en cualquier momento y hace que vuelva al principio del algoritmo
- RELOJ: este controlador ejecuta el programa la frecuencia del reloj, el reloj puede ser interno o externo usando cristales o un circuito resonante LC.
- CENTRAL: es la CPU del microcontrolador, la función específica es decodificar y ejecutar las instrucciones almacenadas en la memoria del programa.
- Memoria del programa: contiene el programa a ser ejecutado.
- Memoria RAM: Es la memoria de trabajo, en la que se realizaran las operaciones con las variables de programa definidas.
- Registros Hardware: Existe registro de 2 tipos, registros internos del procesador y registros usados para controlar dispositivos externos.

- Puertos E/S: Dichos puertos son conexiones con el mundo exterior, por esta plantilla se manejan dispositivos externos de salida (relés, motores, leds, etc.).
- Contadores y Divisores: Empleados en procesos que requieran un control del tiempo con relojes alarmas y temporizadores. (VELASCO, 2016)

En la Figura 68-2 continuación se muestra una representación esquemática de un microcontrolador.



Figura 68-2: Representación esquemática del microcontrolador.
Fuente: (VELASCO, 2016)

2.7.1 Elección del microcontrolador

Entre la amplia variedad de microcontroladores es importante seleccionar un microcontrolador que se acople a los diseños, las necesidades del proyecto y del usuario. Al utilizar microcontroladores Atmega es importante saber que es uno de los más completos dentro de su gama al tener todos los dispositivos y periféricos integrados.

Los principales factores que influyen en la elección de este microcontrolador es la velocidad de transmisión y su amplia memoria, la velocidad es importante ya que el sistema actúa como un módulo inteligente capaz de gestionar comunicaciones. Siempre es interesante contar con una amplia memoria para alojar o guardar el código programado.

Existe en el mercado otros microcontroladores de esta familia que cumplen la especificación de un Atmega. Tal es el caso de los microcontroladores o tarjetas de desarrollo arduino que cumplen características especiales junto con su software de programación libre, en la cual se generan códigos dependiendo los requerimientos del usuario.

2.7.2 Tarjeta de desarrollo Arduino

La utilización de las tarjetas de desarrollo Arduino ha innovado el campo de la electrónica y carreras afines con utilidades tecnológicas a nivel mundial, al ser una tarjeta programable y reprogramable desde un computador mediante cable USB, el cual carga en la memoria interna y ejecuta el programa con un fin específico, el mismo que es programado mediante un software de programación libre y abierto para cualquier usuario.

Arduino es un proyecto de código abierto (Open Source) que posee una amplia plataforma de hardware y un IDE (Integrated Development Environment). Esta plataforma está integrada por una variedad de tarjetas programables entre las cuales la más básica es Arduino uno y mega, y al mismo tiempo son económicas.

Arduino está integrada por un microcontrolador ATmega3128, pines que funcionan como Entrada/Salida, pines analógicos y memorias internas que ejecutan las ordenes requeridas según el algoritmo de orden. (VARGAS, 2015)

2.7.2.1 Arduino Mega

El Arduino Mega 2560 es un tablero de microcontrolador basado en el ATmega2560, cuenta con 54 pines de entrada / salida digital (de los cuales 15 se pueden usar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UART (puertos serie de hardware), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un cabezal ICSP, y un botón de reinicio.

Contiene todo lo necesario para soportar el microcontrolador; simplemente conéctelo a una computadora con un cable USB o enciéndalo con un adaptador de CA a CC o una batería para comenzar. El tablero Mega 2560 es compatible con la mayoría de los escudos diseñados para el Uno y los tableros anteriores Duemilanove.

A continuación, en la Figura 69-2, se muestra de manera física la tarjeta de desarrollo Arduino Mega:



Figura 69-2: Arduino Mega

Fuente: (ARDUINO, 2017)

El ATmega2560 que se encuentra en el Mega 2560 viene pre programado con un cargador de arranque que le permite cargar un nuevo código sin el uso de un programador de hardware externo. Se comunica utilizando el protocolo STK500 original. (ARDUINO, 2017)

En la Tabla 6-2 se muestran las especificaciones de la tarjeta de desarrollo Arduino mega:

Tabla 6-2: Especificaciones de la tarjeta de desarrollo Arduino mega

| RESUMEN | DATOS |
|----------------------------------|--|
| Microcontrolador | ATmega2560 |
| Tensión de funcionamiento | 5V |
| Voltaje de entrada (recomendado) | 7-12V |
| Voltaje de entrada (límite) | 6-20V |
| Pernos de E / S digitales | 54 (de los cuales 15 proporcionan salida PWM) |
| Clavijas de entrada analógica | dieciséis |
| Corriente DC por Pin de E / S | 20 mA |
| Corriente DC para 3.3V Pin | 50 mA |
| Memoria flash | 256 KB de los cuales 8 KB utilizados por el gestor de arranque |
| SRAM | 8 KB |
| EEPROM | 4 KB |
| Velocidad de reloj | 16 MHz |

| | |
|-------------|-----------|
| LED_BUILTIN | 13 |
| Longitud | 101.52 mm |
| Anchura | 53.3 mm |
| Peso | 37 g |

Realizado por: Autores

Fuente: (ARDUINO, 2017)

2.7.3 Sensor de Corriente ACS712

El sensor de corriente ACS712 es una solución para medir corriente compatible con tarjetas de desarrollo arduino, internamente trabaja con un sensor de efecto Hall que detecta el campo magnético que se produce por inducción de la corriente que circula por la línea que se está midiendo.

El sensor nos entrega una salida de voltaje proporcional a la corriente, dependiendo la aplicación podemos usar el ACS712-05A, ACS712-20A o el ACS712-30A, para rangos de 5A, 20A o 30A respectivamente.

El ACS712 podemos encontrarlo en módulos, los cuales nos facilitan su conexión, contienen una bornera para conectar la línea que queremos medir y 3 pines, dos para conectar la alimentación y un pin para la salida analógica. (NAYLAMP, 2016)

En la Figura70-2, se muestra de forma física del sensor de corriente ACS712:

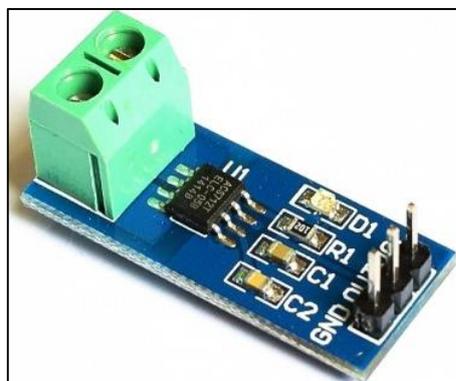


Figura 70-2: Sensor de corriente ACS712

Fuente: (NAYLAMP, 2016)

El rango de corriente y sensibilidad que podemos medir varían dependiendo del modelo del integrado.

En la Tabla 7-2 se muestran los rangos de sensibilidad del sensor de corriente ACS712:

Tabla 7-2: Rangos de sensibilidad del sensor de corriente ACS712

| MODELO | RANGO | SENSIBILIDAD |
|-------------------|--------------|---------------------|
| ACS712ELCTR-05B-T | -5 a 5 A | 185 mV/A |
| ACS712ELCTR-20A-T | -20 a 20 A | 100 mV/A |
| ACS712ELCTR-30A-T | -30 a 30 A | 66 mV/A |

Realizador: Autores

Fuente: (NAYLAMP, 2016)

2.8 Multiplexores Analógicos

El multiplexor analógico es un elemento capaz de seleccionar una señal presente a su entrada, de entre varias disponibles y conectarlas físicamente a las salidas, no se debe confundir pues con un multiplexor digital, en que solo es necesario transmitir hacia la salida el nivel lógico presente en la entrada seleccionada. En ambos tipos de multiplexores la orden de selección de una entrada determinada se da mediante un código digital que representa el número de canal deseado.

Podemos considerar un multiplexor como un conjunto de interruptores que se halla unidos en uno de sus extremos y un sistema capaz de accionarlos de modo que en un instante dado habrá solamente uno de ellos cerrado. (PALLAS, 2016)

En la Figura 71-2 se muestra la distribución de las entradas y salidas del Multiplexor.

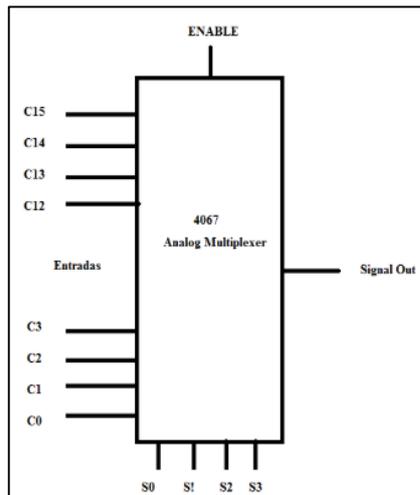


Figura 71-2: Distribución de pines del multiplexor
Fuente: (PALLAS, 2016)

2.8.1 *Modulo Multiplexor Análogo*

El módulo multiplexor análogo puede considerarlo como un conmutador SP16T que se controla digitalmente que coloca el interruptor escribiendo en los pines de control y luego dejas que los datos fluyan en cualquier dirección.

Puede usar este módulo para aumentar el número de entradas y salidas en su Arduino, ya que solo necesita 6 o 5 pines para proporcionar acceso a 16 líneas de datos. Puede conectarse a estas 16 líneas, sensores, botones, transistores para controlar relés o incluso líneas serie de otros Arduino

La corriente máxima que atraviesa el canal es de 25mA, si se necesita alimentar elementos electrónicos como relés solenoides o motores el módulo necesita el ayuda de transistores y pasar a través de los canales solo las señales de control excesivamente. (PALLAS, 2016)

En la Figura 72-2, se muestra de forma física el módulo multiplexor análogo:

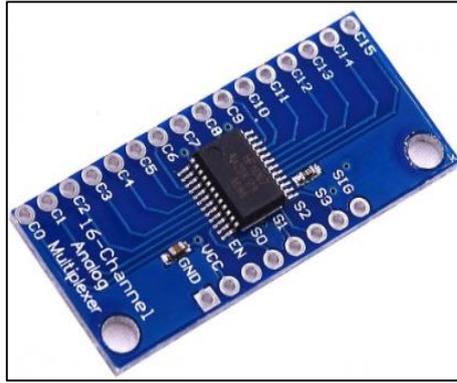


Figura 72-2: Modulo Multiplexor Análogo
Fuente: (TINYTRONICS, 2017)

Los pines de conexión se conectan a cualquiera de los 16 canales, C0- C15, S0a S3 son las clavijas de control y se escribe a estos pines un código binario, el cual se selecciona al canal correspondiente. Por ejemplo, al escribir 1010 en S3 S2 S1 S0, el C10 canal se conecta al siguiente pin.

Se desarrolla una tabla de verdad sobre las conexiones de los 16 pines de control, la cual se muestra en la Tabla 8-2.

Tabla 8-2: Conexiones de los 16 pines de control

| S3 | S2 | S1 | S0 | |
|----|----|----|----|------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | C0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | C1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | C2 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | C3 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | C4 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | C5 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | C6 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | C7 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | C8 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | C9 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | C10 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | C11 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | C12 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | C13 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | C14 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | C15 |

Realizado por: Autores

2.9 Comunicación Bus I2C

2.9.1 Descripción de las señales Bus I2C

Las señales existentes en el Bus I2C son en serie y sincrónica, una de las señales del bus marca el tiempo como pulsos de reloj y otra señal es utilizada para cambiar datos.

- SCL (System Clock)
- SDA (System data)
- GND (Masa)

Las líneas de comunicación SDA Y SCL no son del tipo de señales abierta, esto quiere decir que están en un estado similar al de un colector abierto pero asociadas a un transistor de efecto campo. (ROBOTS, 2018)

En la Figura 73-2 se muestra la estructura de comunicación Bus I2C

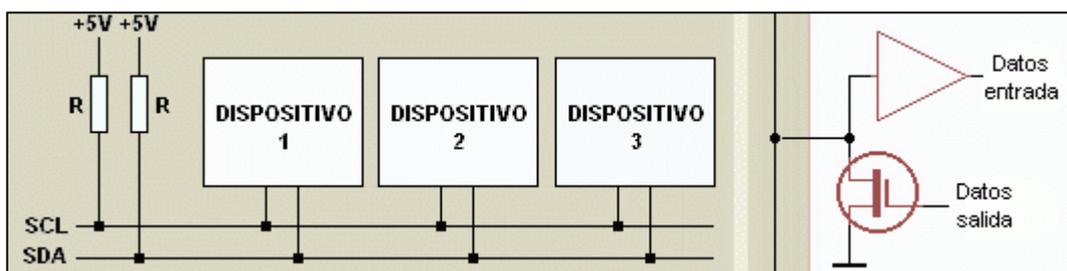


Figura 73-2: Estructura Bus I2C

Fuente: (ROBOTS, 2018)

Las dos líneas del bus están en un nivel lógico alto cuando están inactivas. En principio, el número de dispositivos que se puede conectar al bus no tiene límites, aunque hay que observar que la capacidad máxima sumada de todos los dispositivos no supere los 400 pf, el valor de los resistores de polarización no es muy crítico, y puede ir desde 1K a 47K.

Un valor menor de resistencia incrementa el consumo de los integrados, pero disminuye la sensibilidad al ruido y mejora el tiempo de los flancos de subida y bajada de las señales. (ROBOTS, 2018)

2.9.1.1 Protocolo de comunicación Bus I2C

Al estar varios dispositivos conectados sobre el Bus I2C la comunicación respeta los protocolos establecidos es decir existe 2 tipos de comunicación dentro de ella, la primera es la comunicación con dispositivos esclavo y la segunda con dispositivos maestro, pero la diferencia entre estos 2 dispositivos es que solo el dispositivo maestro puede iniciar la comunicación.

La condición inicial que dictara el dispositivo maestro es cuando ambas señales están en estado lógico alto, esta condición se presenta cuando un dispositivo maestro pone en estado bajo la línea de datos (SDA), pero dejando en alto la línea de reloj (SCL). (ROBOTS, 2018)

En la Figura 74-2 se muestran la secuencia de inicio SDA Y SCL

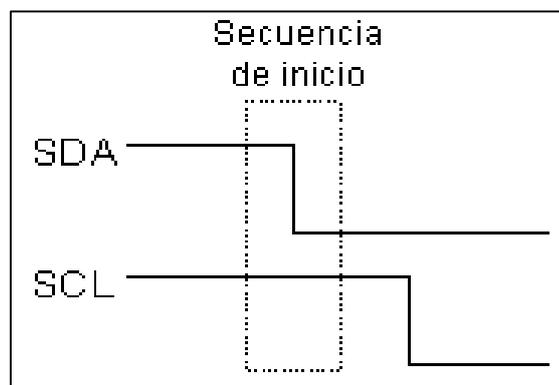


Figura 74-2: Secuencia de inicio SDA Y SCL
Fuente: (ROBOTS, 2018)

Si el bit de lectura/escritura (R/W) fue puesto en esta comunicación a nivel lógico bajo (escritura), el dispositivo maestro envía datos al dispositivo esclavo. Esto se mantiene mientras continúe recibiendo señales de reconocimiento, y el contacto concluye cuando se hayan transmitido todos los datos. (ROBOTS, 2018)

En la Figura 75-2 se muestran la secuencia de parada SDA Y SCL

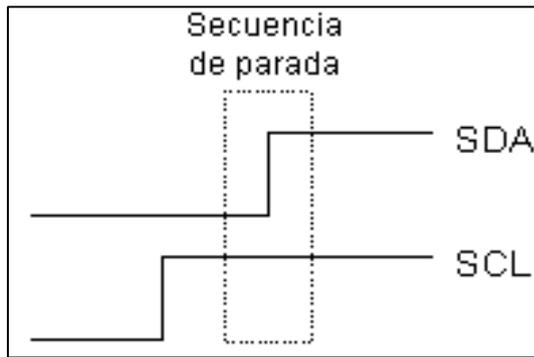


Figura 75-2: Secuencia de parada SDA Y SCL
Fuente: (ROBOTS, 2018)

2.9.1.2 Dispositivos dentro de la comunicación Bus I2C

- **Maestro:** Dispositivo que determina los tiempos y la dirección del tráfico en el bus. Es el único que aplica los pulsos de reloj en la línea SCL. Cuando se conectan varios dispositivos maestros a un mismo bus la configuración obtenida se denomina "multi-maestro".
- **Esclavo:** Todo dispositivo conectado al bus que no tiene la capacidad de generar pulsos de reloj. Los dispositivos esclavos reciben señales de comando y de reloj generados desde el maestro.
- **Bus Libre:** Estado en el que ambas líneas (SDA y SCL) están inactivas, presentando un estado lógico alto. Es el único momento en que un dispositivo maestro puede comenzar a hacer uso del bus.
- **Comienzo:** Se produce cuando un dispositivo maestro ocupa el bus, generando la condición. La línea de datos (SDA) toma un estado bajo mientras que la línea de reloj (SCL) permanece alta.
- **Parada:** Un dispositivo maestro puede generar esta condición, dejando libre el bus. La línea de datos y la de reloj toman un estado lógico alto.
- **Dato valido:** Situación presente cuando un dato presente en la línea SDA es estable al tiempo que la línea SCL está a nivel lógico alto.

- **Formato de Dato:** La transmisión de un dato a través de este bus consiste de 8 bits de dato (1 byte). A cada byte transmitido al bus le sigue un noveno pulso de reloj durante el cual el dispositivo receptor del byte debe generar un pulso de reconocimiento.
- **Reconocimiento:** El pulso de reconocimiento, conocido como ACK (del inglés Acknowledge), se logra colocando la línea de datos a un nivel lógico bajo durante el transcurso del noveno pulso de reloj.
- **Dirección:** Todo dispositivo diseñado para funcionar en este bus posee su propia y única dirección de acceso, preestablecida por el fabricante. Hay dispositivos que permiten definir externamente parte de la dirección de acceso, lo que habilita que se pueda conectar en un mismo bus un conjunto de dispositivos del mismo tipo, sin problemas de identificación.
- **Lectura/Escritura:** Cada dispositivo tiene una dirección de 7 bits. El octavo bit (el menos significativo) que se envía durante la operación de direccionamiento, completando el byte, indica el tipo de operación a realizar. (ROBOTS, 2018)

2.10 Pantalla HMI

Solution Human Machine Interface (HMI), la cual permite la visualización de interfaces de control, con las cuales se realiza la comunicación o interacción máquina – humano. Esta pantalla de acuerdo con la aplicación que se la vaya a dar es una de las opciones que permitirá el remplazo de las pantallas LCD utilizadas comúnmente.

Esta solución incluye hardware en parte de una serie de placas de TFT y otra de software que es el editor de Nextion. La pantalla Nextion sólo utiliza un puerto serie para hacer la comunicación. El editor Nextion tiene componentes masivos tales como botones, texto, barra de progreso, slider, panel de instrumentos, etc. para enriquecer el diseño de su interfaz. Es fácil de adaptar la familia Nextion HMI a los proyectos existentes, sólo tiene que proporcionar un protocolo UART. (LARA, 2015)

En la Figura 76-2 se visualiza la pantalla HMI utilizada en el desarrollo del trabajo de titulación.



Figura 76-2: Pantalla HMI
Realizado por: Autores

2.10.1 Principales características.

Existen diferentes tipos de pantallas, la cual se elige dependiendo la utilidad que se le vaya a dar. Entre las principales características que dichas pantallas poseen, son las siguientes:

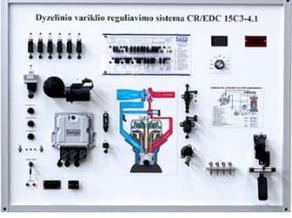
- Resolución de 800 x 480 pixeles
- Pantalla Touch TFT
- Compatibilidad con tarjetas de desarrollo Arduino
- Alimentación de 5V (CANDO, 2017)

2.11 Módulos de entrenamiento automotriz

Los módulos de entrenamiento juegan un papel muy importante en el área estudiantil, ya que permiten solidificar los conocimientos teóricos que se adquieren en las aulas de clases. Estos permiten realizar prácticas y conocer el funcionamiento de diferentes sistemas en el área automotriz.

Existen varios módulos creados por estudiantes y empresas, analizando las necesidades anteriormente expuestas. Los módulos más representativos en el área automotriz se visualizan en la Tabla 9-2.

Tabla 9-2: Módulos de entrenamiento automotriz

| MÓDULO ENTRENADOR | IMAGEN |
|---|--|
| Maqueta de entrenamiento CAN BUS |  |
| Sistema de control de motor diésel CR/EDC 15C3-4.1 tabla de entrenamiento - simulador |  |
| Sistema de aire acondicionado tabla de entrenamiento |  |
| Maqueta de entrenamiento de iluminación |  |
| Tablero de entrenamiento para sistema de encendido |  |
| Sistema de freno antibloqueo |  |

Realizado por: Autores

Fuente: (AUTOEDU, 2016)

Estos tipos de tableros didácticos son de gran importancia en la etapa estudiantil, ya que permiten obtener destrezas por parte de los estudiantes, ayudan tanto al docente como al alumno a tener un mejor desenvolvimiento al momento de realizar las prácticas en el vehículo, ya que le permita tener los conocimientos claros de lo que se está haciendo.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

3.1 Parámetros del Diseño

En este capítulo se detalla el proceso de diseño e implementación del módulo de entrenamiento con asistencia de pantalla digital para sistemas de iluminación automotriz, se muestra las etapas, así como también las estructuras que se realizaron para la implementación del tablero de control automotriz.

3.1.1 Etapas del diseño general

Para la implementación del proyecto se establecen etapas de construcción en las cuales se puede visualizar o adquirir conocimiento con respecto a lo implementado, el proyecto consta de 4 etapas:

- Primera etapa engloba los diseños realizados, como la circuitería del sistema.
- Segunda etapa consta de la comunicación interna con la tarjeta de control hacia todos los sistemas.
- Tercera etapa consta de la visualización mediante una pantalla Nextion 7”.
- Cuarta etapa es la implementación física del proyecto y la presentación final.

A continuación, en el Gráfico 1-3 se muestra las etapas realizadas durante la elaboración del diseño:

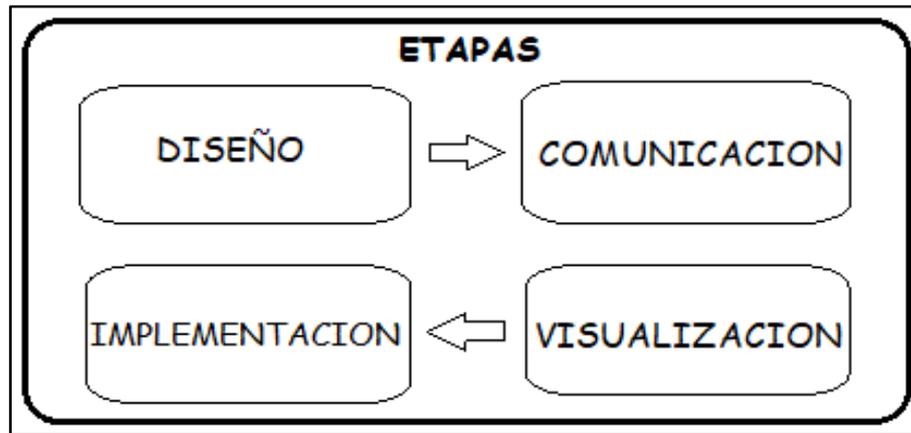


Gráfico 1-3: Etapas de diseño
Realizado por: Autores

3.2 Variables del Diseño

El sistema empleado es la clasificación y estructuración empleado para el diseño de los tableros de control, principalmente constan de varias etapas que constituyen la parte de control y eléctrica del proyecto basado en la simulación de luces de un vehículo. En el Gráfico 2-3 se muestra la estructura con elementos físicos del proceso de elaboración del proyecto.

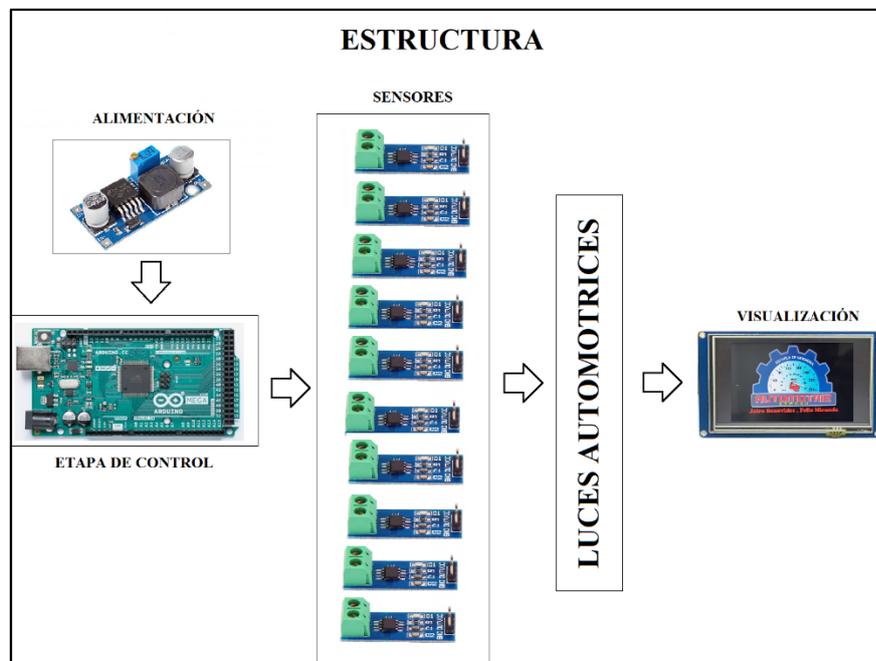


Gráfico 2-3: Estructura y Variables del Diseño
Realizado por: Autores

Dentro de la estructura del proyecto se muestran las variables más importantes para el diseño de un tablero de entrenamiento automotriz, se muestra la etapa de control encargada de comandar el sistema que a su vez adquiere y envía información de los sensores instalados, los cuales son los encargados de tomar la información necesaria en voltajes y corrientes, a su vez los resultados se muestran en la pantalla de visualización Nextion por medio de una interfaz gráfica, la cual se detalla más adelante.

3.3 Diseño del equipo

Dentro de esta etapa se realizan los diseños de los diferentes sistemas de iluminación del vehículo tales como:

- Cruce y carretera
- Luz de Posición
- Direccionales y parqueo
- Luz Antiniebla
- Luz de freno
- Luz de reversa

3.3.1 Luces Cruce y carretera

Se diseña un circuito esquemático para entender el funcionamiento de las luces Cruce y Carretera, el diseño está establecido en la Figura 1-3.

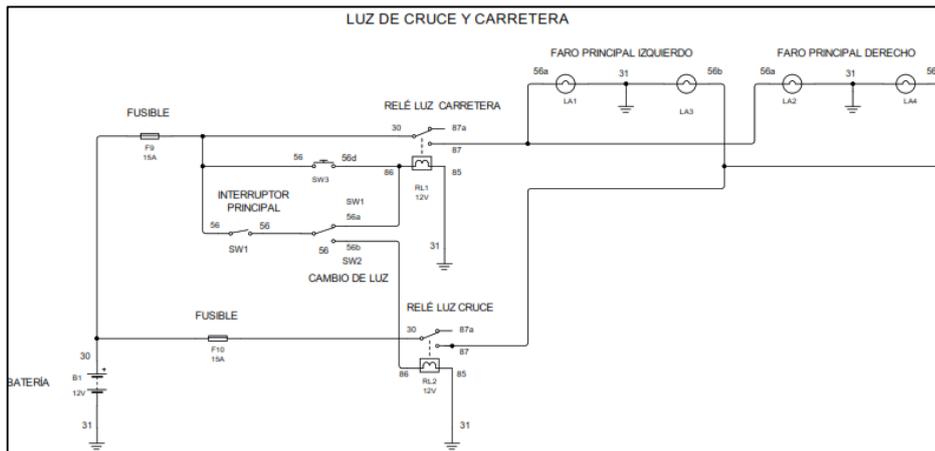


Figura 1-3: Diseño luces Cruce Carretera
Realizado por: Autores

El circuito esquemático muestra la estructura que conforma el diseño de las luces de cruce y carretera. Para la luz de carretera se utiliza principalmente como fuente de alimentación una batería de 12V – 47AH, con 1 fusible de 15 amperios, el cual soportará dicha intensidad.

Para la luz de cruce se utiliza la fuente mencionada anteriormente y un fusible de 15 amperios, el cual soporta la intensidad máxima empleada por dicha luz. Para ambas luces se utiliza un interruptor principal de un vehículo Chevrolet Luv Dmax, el cual permite abrir y cerrar el circuito y, además, realiza el juego de luces o llamado guiño. Los relés empleados en el circuito son del tipo normalmente abierto, de 30 amperios con 5 terminales.

Las lámparas empleadas en el circuito son halógenas H4 de 12V, con un consumo de 60/55W de potencia para la luz de carretera y cruce respectivamente.

3.3.1.1 Diseño esquemático en entorno ISIS

Para el diseño esquemático dentro del entorno de desarrollo ISIS, se utiliza un multiplexor analógico el cual permite conectar varias señales analógicas a una sola salida dentro del tablero, para ejercer las señales de luces cruce y carretera. Actúa como un interruptor selector controlado donde ejerce su función en un tiempo mayor a 30 nano segundos.

La exactitud en la transferencia de la señal emitida por el multiplexor es importante al momento de las emisiones de señales, el multiplexor analógico trabaja con un rango de voltaje de 5V.

El diseño esquemático esta implementado con una entrada de alimentación para batería. En la Figura 2-3 se muestra el diseño realizado para las luces de carretera y cruce.

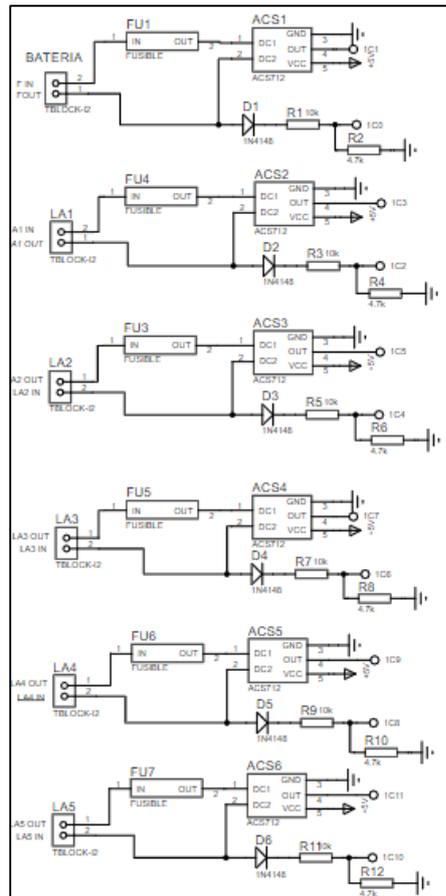


Figura 2-3: Diseño luces Cruce Carretera
Realizado por: Autores

3.3.1.2 Diseño en entorno ARES

Culminado el diseño dentro el entorno ISIS se realiza una transformación de diseño al entorno ARES del software de desarrollo Proteus, este entorno permite que la simulación ejercida en Isis tome un aspecto técnico. En este caso se realizan pistas de conexión cumpliendo estándares aptos para soportar voltaje y amperaje en el circuito.

Para determinar dichos estándares en la conexión de pistas se realiza un análisis matemático que permitan establecer la exactitud al momento del diseño pictórico.

Se debe tener en cuenta el ancho de pistas al momento de realizar un circuito PCB, esta estructura permite que la corriente fluya de manera normal y no se sobrecaliente el circuito. Si la corriente que pasa por el conductor es alta y el diseño de la pista es pequeño provocara un calentamiento en mayor proporción. Para el cálculo del grosor adecuado se emplea la Ecuación 1-2.

Ecuación 1-3: Cálculo del grosor de la pista en PCB

$$AREA = \left(\frac{I}{K1 * \Delta T^{K2}} \right)^{\frac{1}{K3}}$$

Donde:

I= Corriente Máxima

K1, K2, K3= Constantes para el calculo

ΔT = Diferencia de temperatura

Datos para el cálculo:

$$I = 1A$$

$$\Delta T = 50 - 25 = 25 \circ C$$

$$GROSOR = 1oz / ft^2$$

$$K1 = 0.0647$$

$$K2 = 0.4281$$

$$K3 = 0.6732$$

$$AREA = \left(\frac{1}{0.0647 * 25^{0.4281}} \right)^{\frac{1}{0.6732}}$$

$$AREA = 7.539$$

$$ANCHO = 5.471th$$

$$AREA = \left(\frac{I}{K1 * \Delta T^{K2}} \right)^{\frac{1}{K3}}$$

$$AREA = \left(\frac{1}{0.0647 * 25^{0.4281}} \right)^{\frac{1}{0.6732}}$$

$$AREA = 7.539$$

$$ANCHO = \frac{AREA}{GROSOR * 1.378}$$

$$ANCHO = \frac{7.539}{1 * 1.378}$$

$$ANCHO = 5.471th$$

El ancho de las pistas de conexión establecidos es de 5th, se diseña el circuito según el cálculo establecido.

En la Figura 3-3 se muestra el resultado del diseño dentro el entorno ARES el cual permite ejecutar un resultado pictórico basado en el diseño esquemático del circuito.

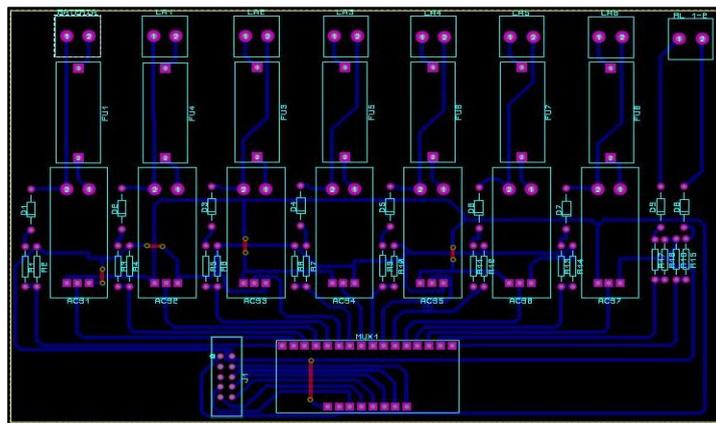


Figura 3-3: Diseño Ares luces Cruce Carretera
Realizado por: Autores

3.3.1.3 Diseño en entorno 3D

El resultado final del diseño implementado dentro de los entornos ISIS y ARES en 3D, donde se observa el resultado final de manera digital acercándose a la realidad del diseño implementado.

A continuación, se muestra en la Figura 4-3 la ventana de diseño en entorno 3D.

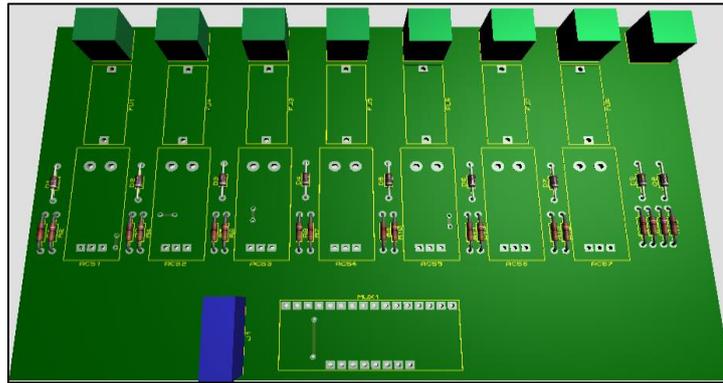


Figura 4-3: Diseño 3D luces Cruce Carretera
Realizado por: Autores

Al añadir los elementos correspondientes al circuito de luces cruce y carretera, tales como fusibles, resistencias, diodos y sensores de corriente en el diseño 3D cambia de aspecto como se muestra en la Figura 5-3, ya que toma un diseño real.

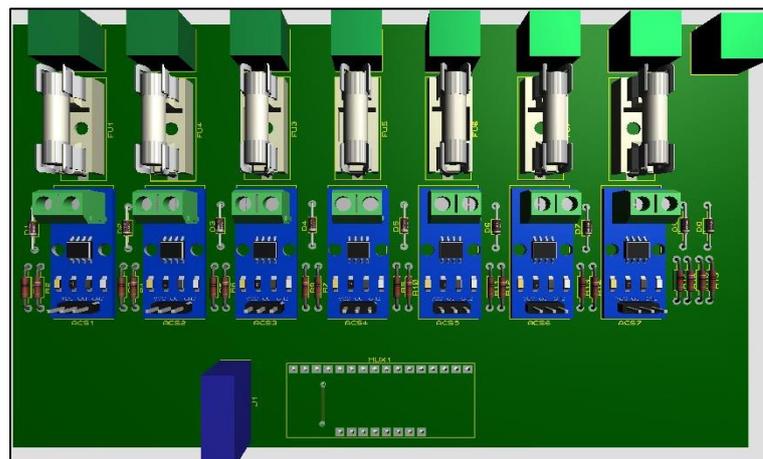


Figura 5-3: Diseño Final 3D luces Cruce Carretera
Realizado por: Autores

3.3.2 Luz de Posición

Se diseña un circuito esquemático principal, en el cual se utiliza la alimentación de una batería de 12V - 47AH y un fusible limitador de intensidad de 10 amperios, para la alimentación del relé. Para activar la bobina del relé, se utiliza un interruptor principal perteneciente a una Chevrolet Luv Dmax. El relé empleado en el circuito es del tipo normalmente abierto, de 30 amperios con 5 terminales. Además, se utilizan 5 luces de posición del tipo incandescente de 12V - 5W tanto para las luces delanteras y posteriores. En la Figura 6-3 se muestra e esquema diseñado.

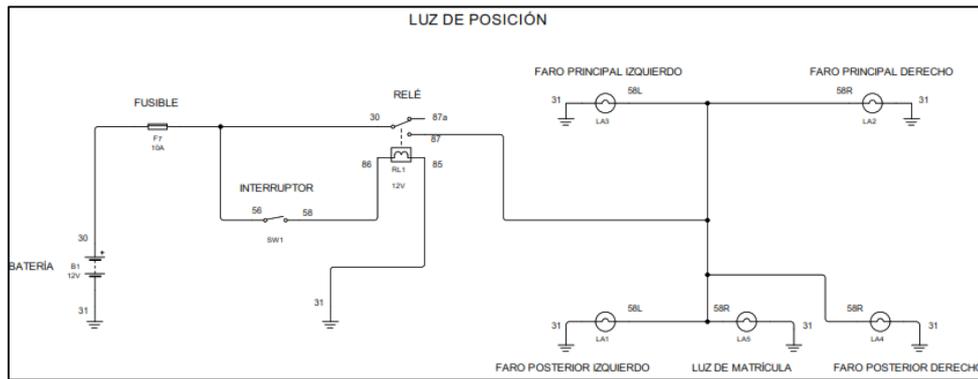


Figura 6-3: Diseño esquemático Luz de Posición
Realizado por: Autores

3.3.2.1 Diseño esquemático en entorno ISIS

El diseño está constituido por fusibles de protección, donde dependiendo el cálculo de salida de voltaje se implementó 2 resistencias una de 10kohm y una 4.7 kohm, las cuales permiten equilibrar la salida del mismo mediante un divisor de voltaje.

El sensor de corriente ACS712 trabaja tanto en corriente alterna como en corriente continua, este módulo permitirá medir la intensidad de corriente que pasa por el conductor, en este caso la cantidad del consumo de corriente que utiliza el tablero de luces, el mismo que visualizará en una interfaz gráfica.

Dentro del proyecto la función del sensor es principalmente analizar cuando la corriente fluye por el canal o estado de cobre del sensor, este genera un campo magnético que detecta uno de los sensores hall interno y así mismo esa acción es convertida en tensión.

A continuación, en la Figura 7-3 se muestra el diseño esquemático en entorno ISIS.

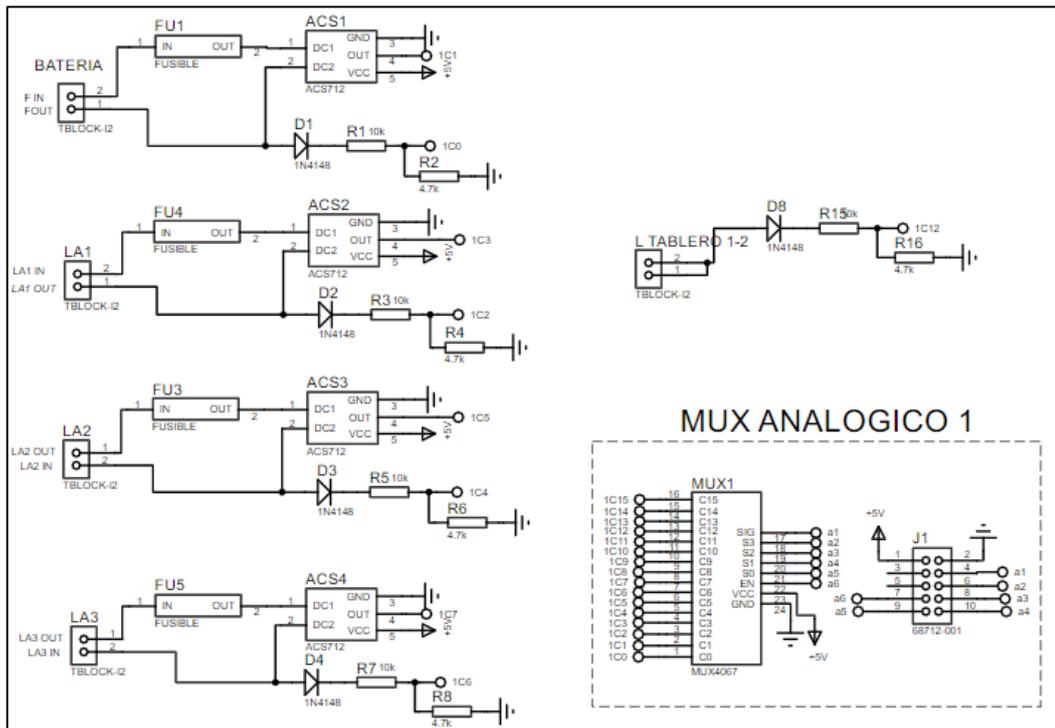


Figura 7-3: Diseño esquemático ISIS Luz de Posición
Realizado por: Autores

El mux analógico proporciona el acceso a los pines existentes, el trabajo dentro del circuito es convertir los pines de E/S en 16 señales multifuncionales:

Si la señal adquirida es una señal digital el circuito de diseño permite multiplicar por 16 la capacidad de puestas en la tarjeta de desarrollo arduino y es en las cuales se ocupa los 5 pines tales como: S0, S1, S2, S3 Y EN.

3.3.2.2 Diseño en entorno ARES

Finalizado el diseño esquemático se debe convertir el diseño del entorno ISIS a un diseño ARES para una estética visible al usuario y fabricante. En la Figura 8-3 se muestra el diseño ARES del circuito realizado.

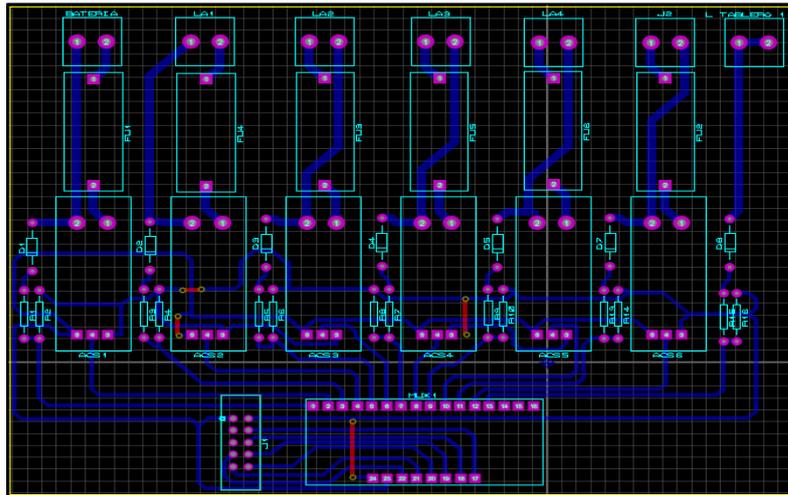


Figura 8-3: Diseño esquemático ARES Luz de Posición
Realizado por: Autores

3.3.2.3 Diseño en entorno 3D

El resultado final del diseño implementado dentro de los entornos ISIS y ARES en el entorno 3D, en la Figura 9-3 se muestra el resultado final de manera digital acercándose a la realidad del diseño implementado.

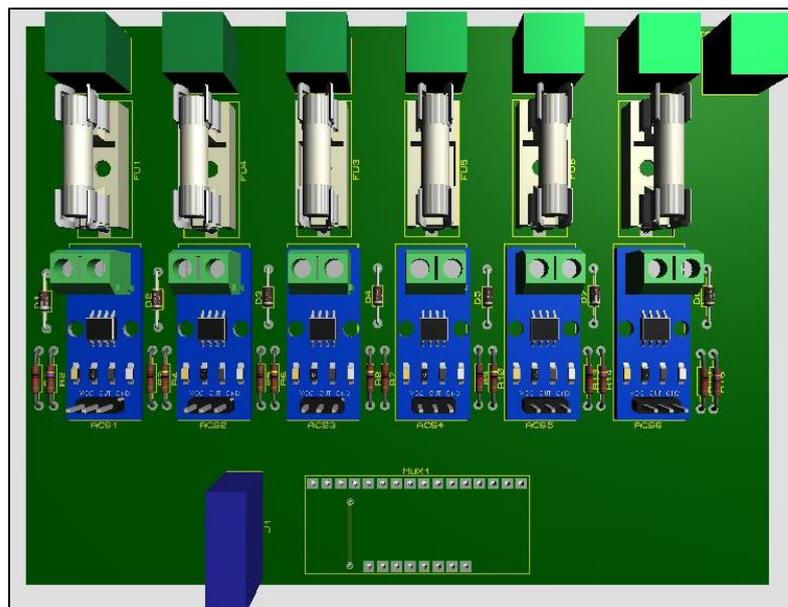


Figura 9-3: Diseño 3D Luz de Posición
Realizado por: Autores

3.3.3 Luz de Estacionamiento y Direccionales

La alimentación proporcionada al circuito esquemático proviene de una batería de 12V-47AH. La activación de las direccionales se realiza por medio de un conmutador de encendido el cual suministra la tensión necesaria desde el terminal 15. Se utiliza un flasher y el interruptor de direccionales perteneciente a una Chevrolet Luv Dmax para realizar el destello y control de las luces del lado izquierdo y derecho respectivamente.

Para activar las luces de estacionamiento, se utiliza un fusible de 15 amperios, el cual se alimenta del terminal 30. Se utiliza un pulsador de estacionamiento y el flasher antes mencionado, para realizar el control y destello de las cuatro luces de estacionamiento al mismo tiempo respectivamente. Para este circuito, se utilizan 4 luces incandescentes de 12V-21W, como se muestra en la Figura 10-3.

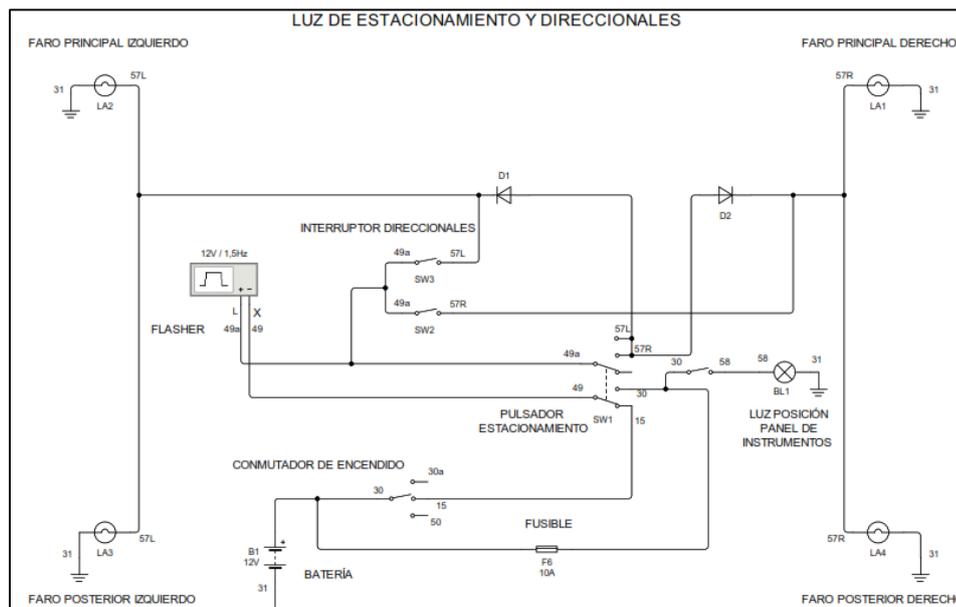


Figura 10-3: Diseño esquemático luz de estacionamiento y direccionales
Realizado por: Autores

3.3.3.1 Diseño esquemático en entorno ISIS

Se Diseña un circuito esquemático el cual permita simular la luz de estacionamiento y direccionales en un vehículo, para el cual se utiliza un multiplexor análogo el mismo que proporciona las señales necesarias y por medio del sensor de corriente sean capaz de extraer datos como corrientes y voltajes requeridos en el circuito físico.

En la siguiente Figura 11-3 se muestra los tipos de conexión establecidos por medio del multiplexor analógico para el circuito de estacionamiento y direccionales.

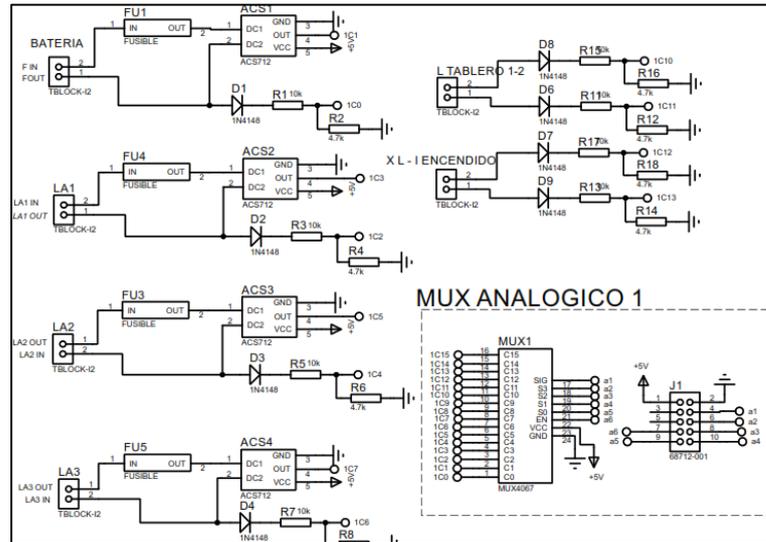


Figura 11-3: Diseño esquemático ISIS luz de estacionamiento y direccionales
Realizado por: Autores

3.3.3.2 Diseño en entorno ARES

Terminado el circuito esquemático, es necesario diseñar las pistas de cada conexión en entorno Ares, el diseño es capaz de soportar amperaje elevado y evitar sobrecalentamiento es por ellos que se basa en el cálculo de pistas con un ancho emitido por el software de 5th.

El Figura 12-3 muestra el resultado final del diseño en entorno Ares.

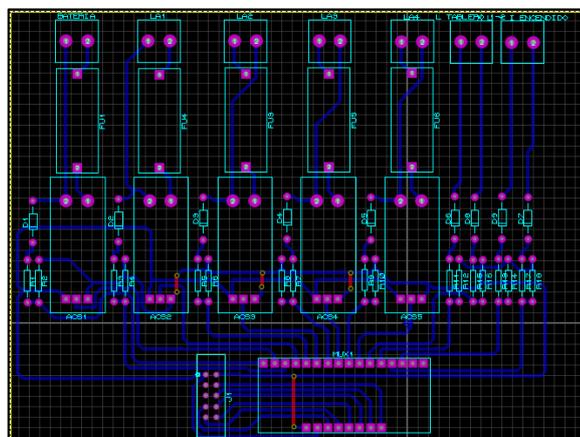


Figura 12-3: Diseño ARES luz de estacionamiento y direccionales
Realizado por: Autores

3.3.3.3 Diseño en entorno 3D

El diseño en entorno 3D, muestra en la Figura 13-3 de manera física la forma de pistas y componentes ubicados en la placa de control de luces de estacionamiento y direccionales.

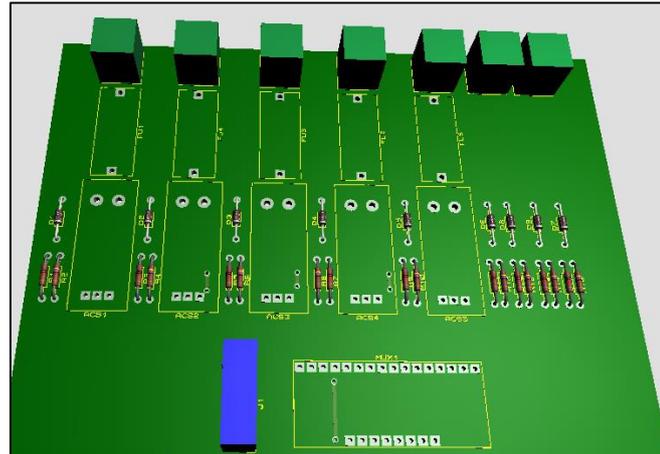


Figura 13-3: Entorno 3D Luz de estacionamiento y direccionales
Realizado por: Autores

3.3.4 Luces Antiniebla

La alimentación principal dentro este circuito, la proporciona una batería de 12V – 47AH. Posee un conmutador de encendido, el cual administra tensión desde el terminal 30a, a un fusible de 15 amperios. Se utiliza un interruptor normalmente abierto para la activación del circuito, un relé de 30amperios y un par de luces anti niebla H3 de 55W. En la Figura 14-3 se visualiza el circuito esquemático diseñado.

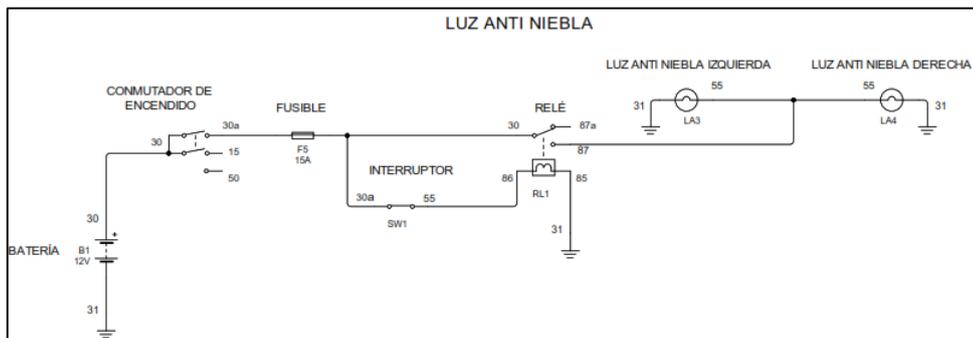


Figura 14-3: Diseño esquemático Luz Antiniebla
Realizado por: Autores

3.3.4.1 Diseño esquemático en entorno ISIS

El diseño del circuito para controlar las luces antiniebla se lo realiza basándose el funcionamiento del sensor de corriente y de las funciones ejercidas por el multiplexor analógico.

A continuación, en la Figura 15-3 se muestra el diseño de los pines de conexión del multiplexor análogo que se emplea en el diseño del circuito para las luces neblineros.

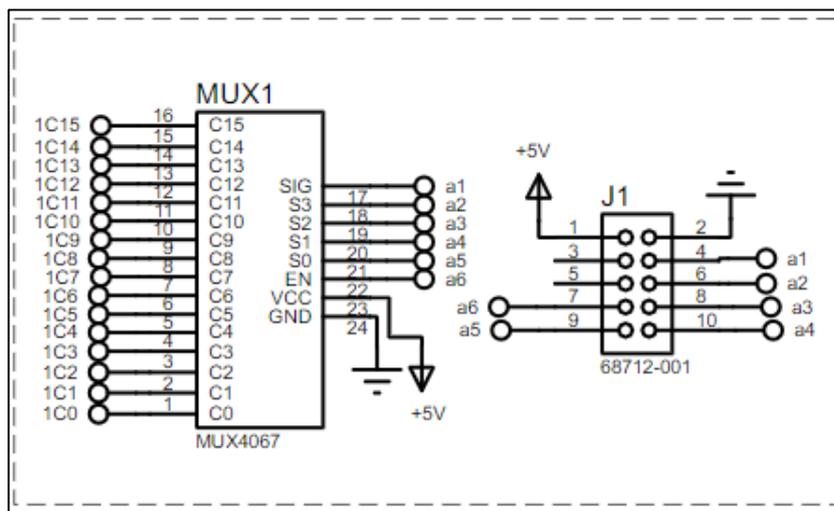


Figura 15-3: Diseño ISIS Luz Anti niebla
Realizado por: Autores

El mux 4067 trabaja con cualquier señal analógica en la entrada y en la salida sin existir caídas de tensión, es decir en este diseño nos permite ocupar las 16 señales analógicas hacia una única puerta de entrada en la tarjeta de desarrollo arduino, cuya función de la entrada es hacer la conversión analógica a señales digitales de salida, para aquellas condiciones se ocupó los pines de salida detallados anteriormente tales como: S0, S1, S2, S3, EN.

Este sistema está controlado por un algoritmo de programación diferente para cada tipo de luces, es decir cada línea de código cumple una función específica dependiendo del requerimiento.

En la Figura 16-3 se muestra el diseño esquemático ISIS de la luz anti niebla.

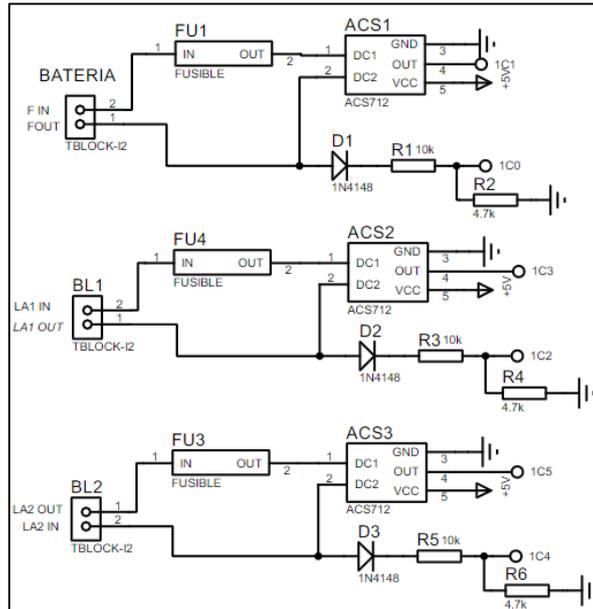


Figura 16-3: Diseño esquemático ISIS Luz Anti niebla
Realizado por: Autores

Las salidas de las señales implementadas se la diseñan conjuntamente con fusibles de protección para evitar que el módulo multiplexor o el módulo sensor de corriente sufran daños con respecto a las caídas de tensión o sobre voltajes inesperados, como se menciona anteriormente en los diseños de luces semejantes a la luz antiniebla se utiliza resistencias para controlar la salida y oponerse al paso de corriente.

3.3.4.2 Diseño en entorno ARES

Dentro del diseño en entorno ares se diseñan las pistas de conectividad a cada elemento electrónico, es así que las pistas de conducción de corriente deben estar equilibradas, según cálculos anteriores con un 5th de grosor en la conductividad de cada pista, esto garantiza que no exista sobrecalentamiento al momento de la ejecución del circuito realizado. En la Figura 17-3 se muestra las pistas PCB del sistema de Luz Antiniebla

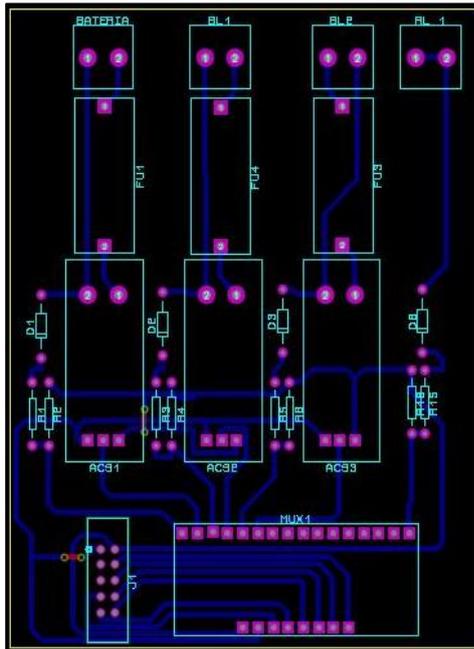


Figura 17-3: Diseño ARES Luz Antiniebla
Realizado por: Autores

3.3.4.3 Diseño en entorno 3D

El resultado final adquirido es una placa PCB con 3 sensores de corriente que reciben la corriente, la emiten de forma digital por medio de la tarjeta de desarrollo arduino y su algoritmo de programación, para este diseño que se muestra en la Figura 18-3 se agrega un multiplexor analógico, el mismo que anteriormente se detalló su funcionalidad.

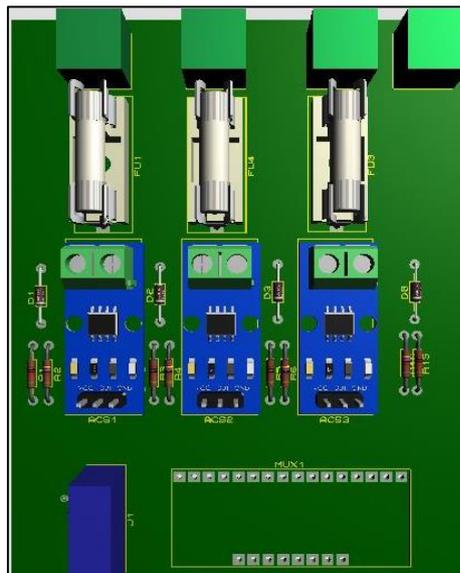


Figura 18-3: Entorno 3D Luz Antiniebla
Realizado por: Autores

3.3.5 Luz de freno

Se diseña un circuito esquemático para entender el funcionamiento de la luz de freno, en el cual se emplean al igual que los demás circuitos, una batería para la alimentación de 12V – 47AH y un fusible de 15 amperios de intensidad. El circuito que se muestra en la Figura 19-3 está controlado por un pulsador normalmente abierto que permite la activación y desactivación del circuito realizado físicamente. Las lámparas empleadas para el lado izquierdo y derecho son de 12V – 21W; mientras que para la tercera luz de freno se emplea una lámpara de 12V – 5W.

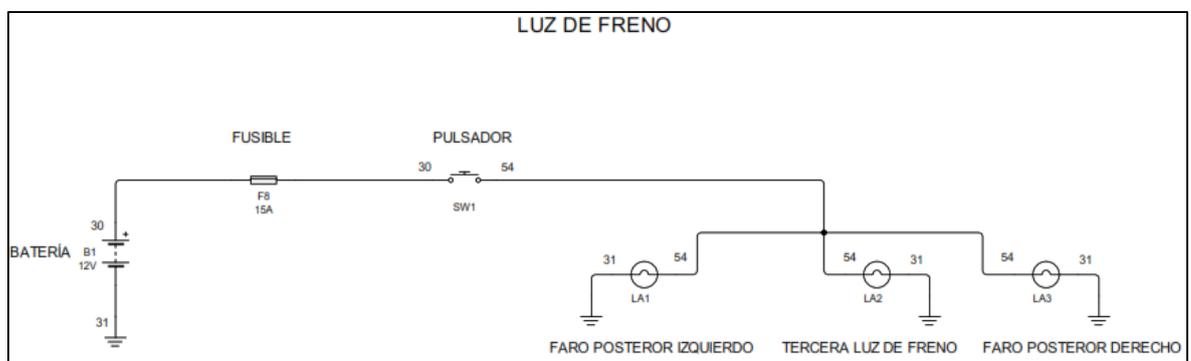


Figura 19-3: Diseño esquemático Luz de freno
Realizado por: Autores

3.3.5.1 Diseño esquemático entorno ISIS

Se diseña en el entorno Isis el circuito esquemático, basado en el circuito anterior en el cual se emplea 4 módulos de corriente para adquirir datos de corriente en forma de datos numéricos a través de la interfaz gráfica, los fusibles de protección son encargados de soportar las descargas eléctricas evitando averiar o dañar completamente los módulos de corriente.

A continuación, en la Figura 20-3 se muestra el diseño del circuito Luz de freno realizado.

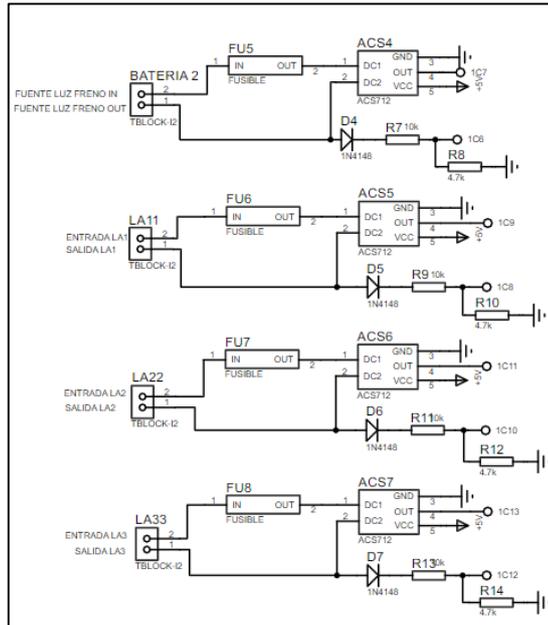


Figura 20-3: Diseño esquemático ISIS Luz de freno
Realizado por: Autores

Se implementa bornes de salida y entrada, los resultados se visualizan en la interfaz gráfica o pantalla de visualización Nextion.

3.3.5.2 Diseño entorno ARES

Se emplea el diseño en entorno Ares con las especificaciones, tomando en cuenta la corriente que circula por las pistas al momento de diseñar el circuito.

A continuación, en la Figura 21-3 se muestra el diseño del circuito esquemático convertido a entorno ARES.

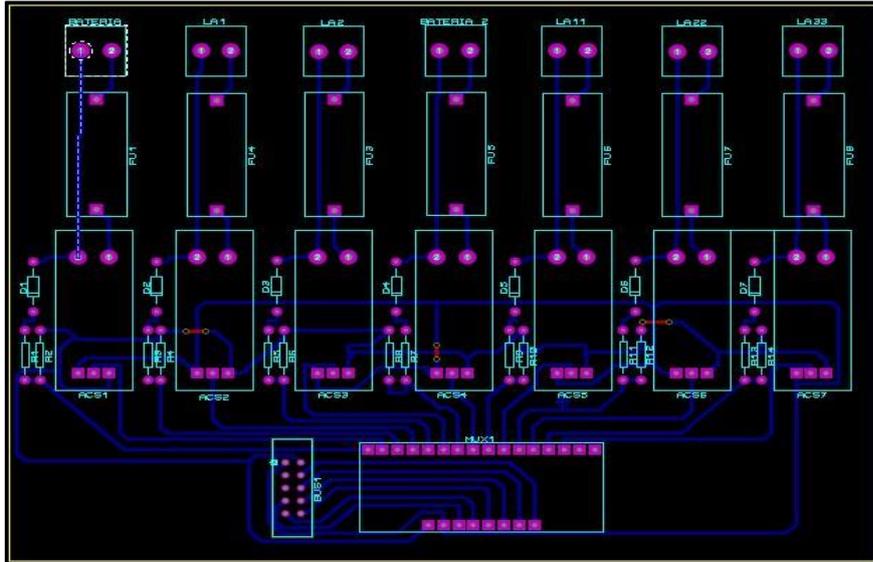


Figura 21-3: Diseño esquemático Luz de freno
Realizado por: Autores

3.3.5.3 Entorno 3D

En la Figura 22-3, se visualiza el resultado final en un entorno 3D, es así como se define la posición de los materiales físicos a utilizar en las placas controladoras para el circuito de luz de freno.

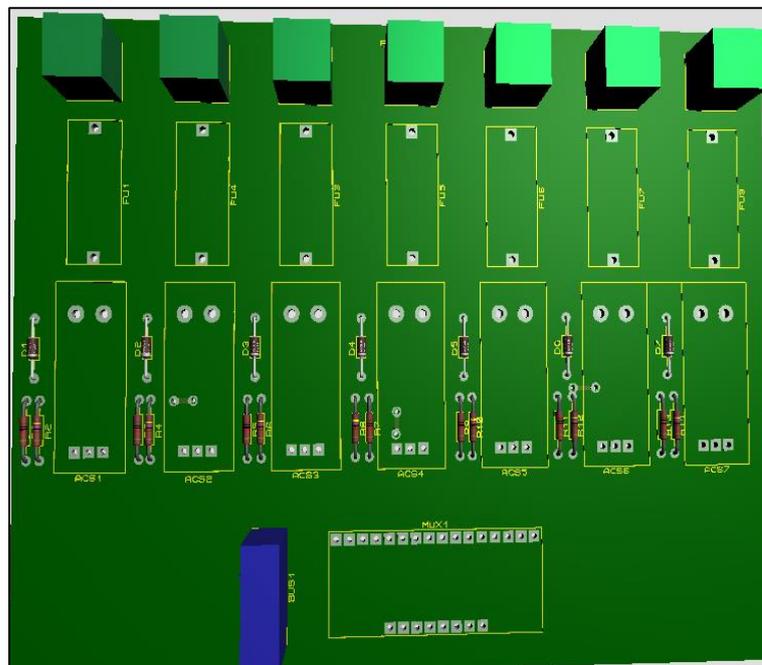


Figura 22-3: Diseño 3D placa Luz de freno
Realizado por: Autores

3.3.6 Luz de reversa

Para el diseño del circuito se utiliza una batería de 12v -47AH. Su activación se realiza mediante un conmutador de encendido, el fusible empleado es uno de 10 amperios de intensidad. Se utiliza un pulsador normalmente abierto. Para el circuito de la Figura 23-3, se utilizan 2 focos posteriores de 12V y 21W.

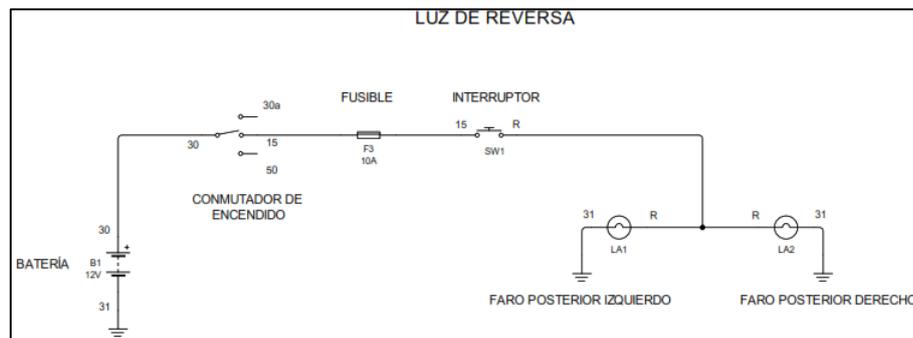


Figura 23-3: Diseño esquemático Luz de reversa
Realizado por: Autores

3.3.6.1 Diseño esquemático entorno ISIS

Se diseña un circuito en el cual se utiliza 1 bornera de conexión para batería y alimentación a 5v del circuito y 2 bornes de salida digital que emite datos adquiridos por el sensor de corriente ACS712. Las protecciones instaladas para las luces de reserva son fusibles que soportan el voltaje excedente en el circuito esquemático de la Figura 24-3.

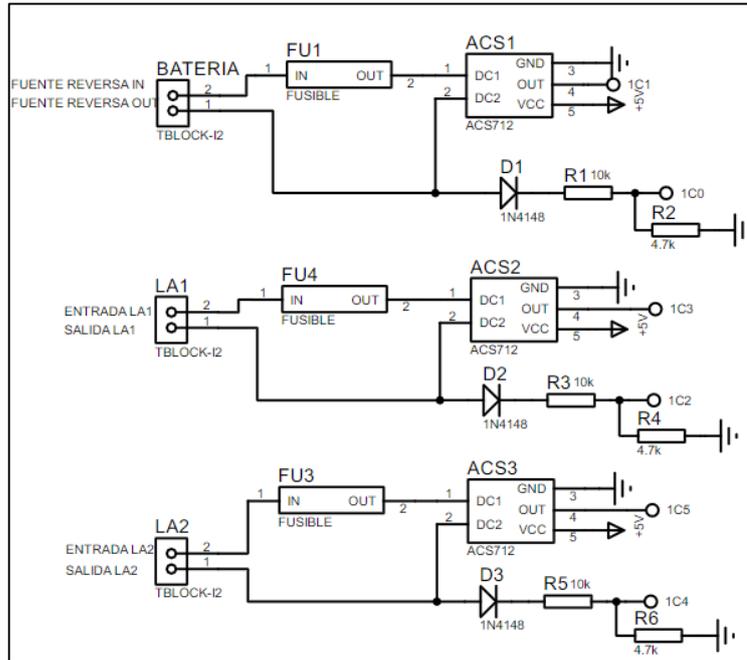


Figura 24-3: Diseño esquemático ISIS Luz de reversa
Realizado por: Autores

3.3.6.2 Diseño esquemático entorno ARES

Al igual que los circuitos anteriores se realiza el diseño en entorno ARES para mejorar la estética del circuito implementando, el diseño de pistas a doble cara y con los cálculos correspondientes al grosor de cada pista en este caso 5th.

A continuación, en la Figura 25-3 se muestra el diseño realizado en entorno ARES

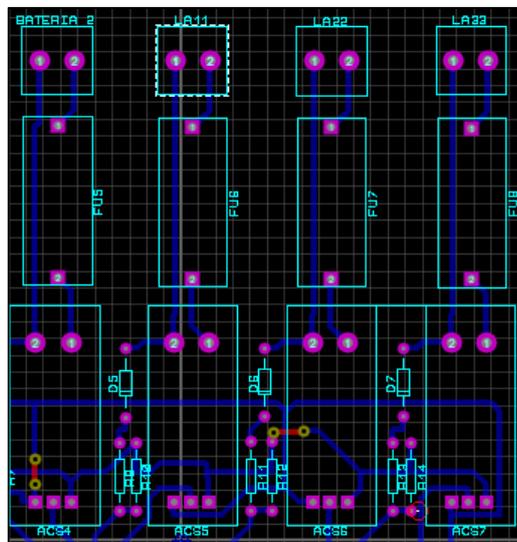


Figura 25-3: Diseño ARES Luz de reversa
Realizado por: Autores

3.3.6.3 Diseño entorno 3D

El resultado final del diseño esquemático y entorno ARES es un diseño personalizado en 3D, en el cual se verifica y se observa de forma real el resultado final del circuito.

En la Figura 26-3 se muestra el diseño transformado en 3D



Figura 26-3: Entorno 3D Luz de reversa
Realizado por: Autores

3.3.7 Etapa de comunicación

La etapa de comunicación dentro del diseño del circuito cumple una función específica e importante, ya que está basada en la comunicación de datos a través de microcontroladores y algoritmos de programación, cumple una función específica según requerimiento del usuario o programador del sistema, a continuación, se detalla el diseño principal del circuito.

3.3.7.1 Diseño principal de control de luces

Para el control principal del diseño e implementación de un módulo de entrenamiento con asistencia de pantalla digital para sistemas de iluminación automotriz se utiliza una tarjeta controladora y de desarrollo arduino, la cual cumple requerimientos necesarios, en este caso la tarjeta de desarrollo está conectada a las interfaces digitales de los diferentes diseños implementados anteriormente tales como:

- Cruce y carretera
- Luz de Posición
- Direccionales y parqueo
- Luz Antiniebla
- Luz de freno
- Luz de reversa

Para ello el microcontrolador Arduino recibe las señales analógicas del módulo analog multiplexer y ocupan los pines analógicos de la tarjeta de desarrollo arduino: A0, A1, A2, debido a que el módulo permite trabajar con varias señales analógicas, ocupó como salidas analógicas los pines mencionados anteriormente.

La Figura 27-3 se muestra a continuación muestra el diseño esquemático del microcontrolador o tarjeta de desarrollo arduino mega, la cual es una tarjeta completa que consta de 15 entrada analógicas, 53 entradas digitales y varias entradas de comunicación a través de puertos RX y TX.

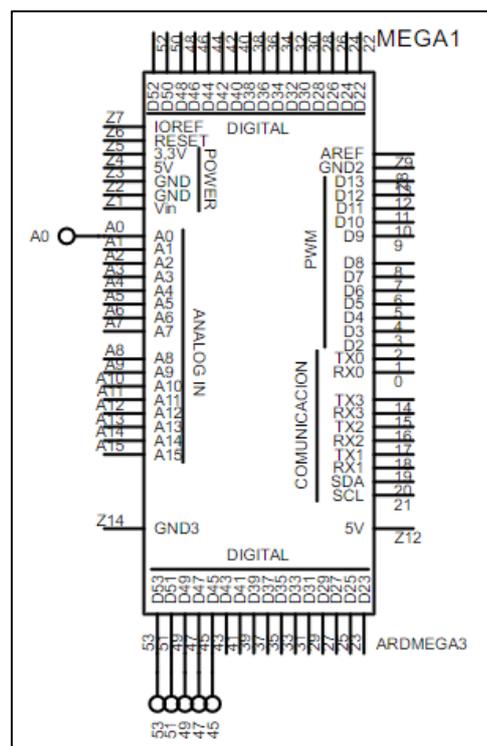


Figura 27-3: Diseño tarjeta de desarrollo arduino mega
Realizado por: Autores

3.3.7.2 Bus de Datos

Dentro de la etapa de comunicación esta la etapa que comunica la tarjeta de desarrollo arduino con las tarjetas implementadas de las diferentes luces del vehículo, cada circuito se encuentra en la capacidad de sincronizar por medio de un bus de datos los diferentes sistemas individuales y a su vez comandadas por la tarjeta de desarrollo arduino mega.

Se diseña 6 entradas denominadas bus de datos, las cuales están diseñadas para cada circuito de luces, existe una entrada de datos la cual se diseña para la conexión de Tx y Rx del módulo de visualización o pantalla Nextion.

A continuación, en la Figura 28-3 se muestra el diseño de las entradas y salidas efectuadas por medio de circuitos realizados denominados Bus de Datos.

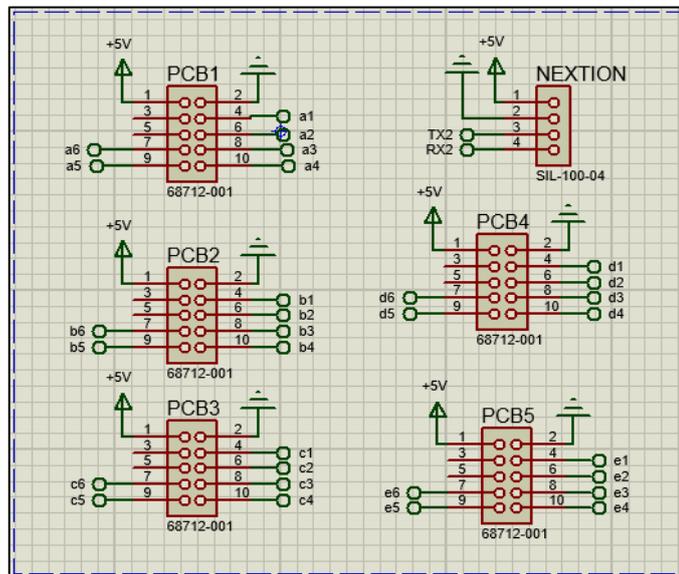


Figura 28-3: Bus de Datos

Realizado por: Autores

El diseño de los circuitos bus de datos permite transferir información entre diferentes componentes o placas de control independientes, este a su vez está comandado por una central, la cual en este caso se denomina tarjeta de desarrollo arduino, en conclusión, la función de bus de datos es enviar impulsos eléctricos de la memoria de control madre hacia las tarjetas de control hijos y así realizar las diferentes funciones especificadas mediante el algoritmo de programación.

3.3.7.3 Entradas Analógicas - Digitales

Se implementa un diseño de mando para la conversión de señales analógicas a digitales en el cual se incluye 4 pulsadores que emiten una señal de entrada y se obtiene señales convertidas Analógicas a Digitales. Este circuito se lo muestra en la Figura 29-3.

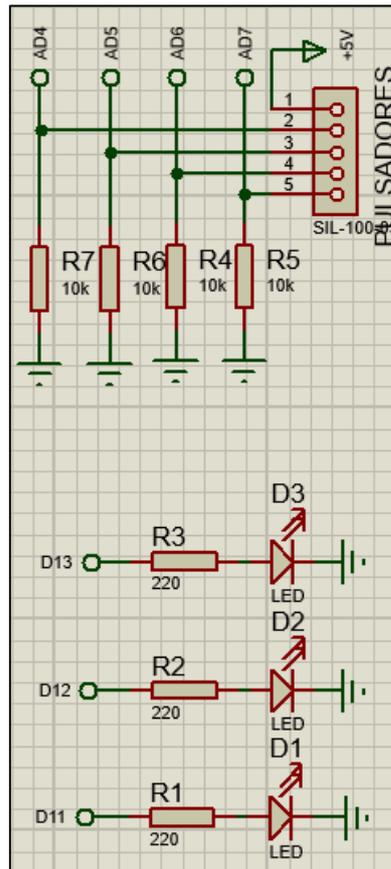


Figura 29-3: Entradas AD
Realizado por: Autores

3.3.7.4 Fuente de alimentación principal

Para la alimentación principal del circuito se agregó una fuente de alimentación independiente un módulo lm 2596, esta fuente regulada de voltaje contiene una entrada DC y salida DC tipo buck converter, la fuente entrega un voltaje de alimentación de 4.2V a 37V con una salida regulable de voltaje, su corriente máxima es de 3 amperios.

A continuación, en la Figura 30-3 se muestra en diseño esquemático de una fuente regulable utilizada en el circuito general de luces automotrices.

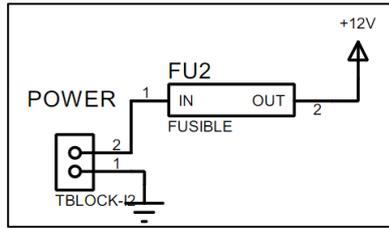


Figura 30-3: Diseño de una fuente de alimentación LM2596
Realizado por: Autores

3.3.7.5 Diseño general de control

Culminado los diseños por partes se implementa un diseño general el cual está constituido en su totalidad por un microcontrolador arduino mega, una fuente principal para alimentación del circuito y un enlace de diseño denominado bus de datos, el diseño de los pulsadores de entrada es un diseño externo que sirve como apoyo al momento del funcionamiento de las luces automotrices.

A continuación, en la Figura 31-3 se muestra el diseño general de la etapa de control principal del circuito.

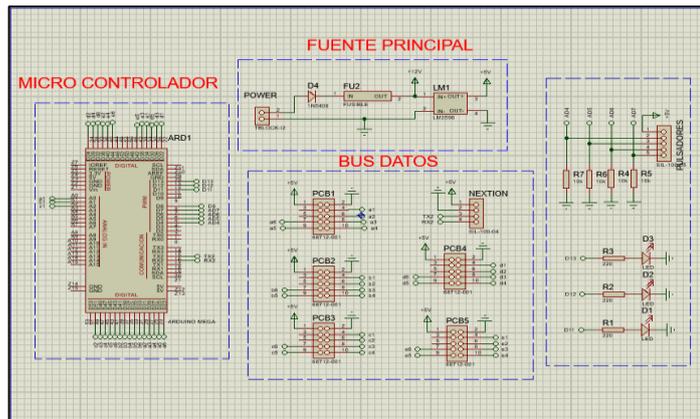


Figura 31-3: Diseño general de la etapa de comunicación
Realizado por: Autores

3.3.7.6 Diseño en entorno ARES

Se diseña en entorno ARES la parte principal de la etapa de control y comunicación del circuito, en el cual se incluyen el diseño de pistas a 5th de grosor las cuales soportan la corriente proporcionada por la fuente general de alimentación lm 2596. En la Figura 32-3 se muestra el diseño en entorno ARES de la etapa de control del sistema.

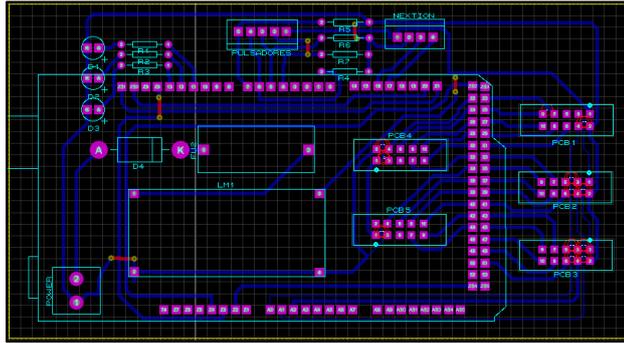


Figura 32-3: Diseño general ARES de la etapa de comunicación
Realizado por: Autores

3.3.7.7 Diseño entorno 3D

En la Figura 33-3, se muestra en entorno de diseño 3D en el cual se observa el resultado final del circuito esquemático en entorno ISIS y ARES

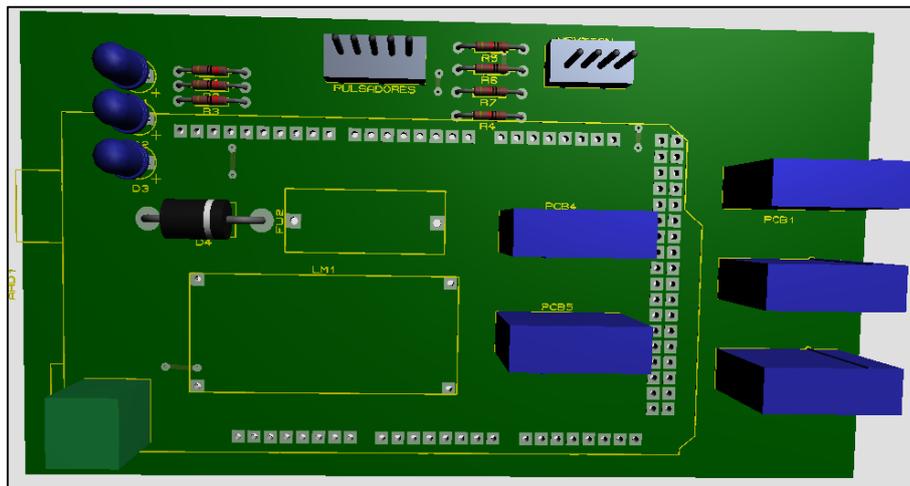


Figura 32-3: Diseño entorno 3D etapa control
Realizado por: Autores

3.3.8 Etapa de Visualización

Al sistema de tableros de control se implementa un sistema de visualización basado en la creación de interfaz gráfica por medio de una pantalla Nextion y su entorno de desarrollo Nextion Studio, que permite crear imágenes como accesos directos o accesos a un determinado fin y función.

A continuación, se muestra el proceso y detalle de creación de su interfaz gráficas establecidas dentro del diseño e implementación del módulo de entrenamiento con asistencia de pantalla digital para sistemas de iluminación automotriz.

3.3.8.1 Interfaz Nextion Studio

El programa Nextion Studio muestra una interfaz didáctica y fácil de utilizar, dentro del cual se puede colocar imágenes que sirven como referencias de entradas y en algunos casos como visualización y salida de datos.

A continuación, Figura 33-3 se muestra la pantalla principal del entorno de desarrollo Nextion Studio.

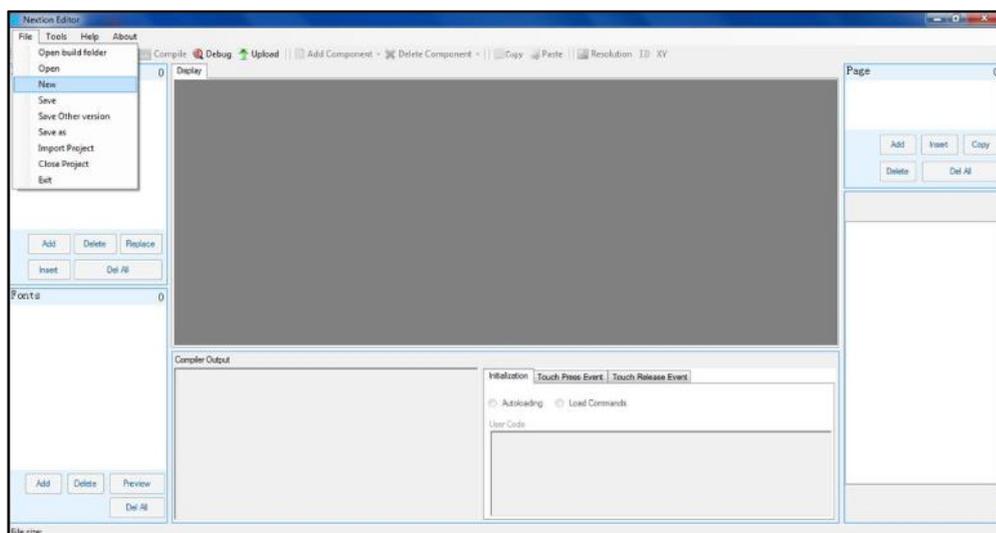


Figura 33-3: Pantalla principal Nextion Studio
Realizado por: Autores

La pantalla principal Nextion studio, muestra diferentes opciones de utilización, como la de seleccionar un nuevo proyecto, en este caso se realiza una interfaz gráfica para un control de tableros de entrenamiento basados en la Ingeniería Automotriz.

La ventana muestra la inserción de una imagen que sirve de portada principal en la pantalla de visualización. Es importante que el usuario tenga el criterio necesario para el manejo y programación de dicha interfaz, a continuación, en la Figura 34-3 se muestra el diseño de la interfaz gráfica de proyecto.



Figura 34-3: Interfaz que se visualiza en la Nextion
Realizado por: Autores

Mediante las funciones establecidas dentro del programa Nextion studio, se diseña una interfaz que visualice la adquisición de los sensores: voltaje, amperaje y salidas digitales. En la Figura 35-3, se muestra la creación de una interfaz gráfica diseñada para el monitoreo y adquisición de datos de las diferentes luces automotrices, en este caso luz cruce y carretera.

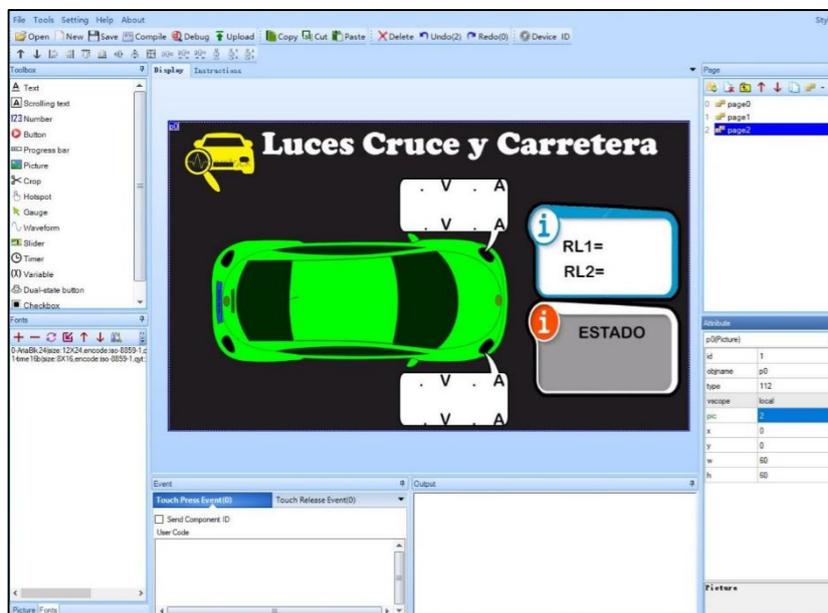


Figura 35-3: Creación de interfaz gráfica para luces de un vehículo
Realizado por: Autores

Una vez creada la interfaz gráfica en la ventana de desarrollo, el siguiente paso es establecer la programación de los botones de acceso, para lo cual en la parte inferior de la ventana principal se encuentra la pestaña llamada: Touch Release Event, la cual

establece el uso del código en la función User Code, en la cual se establece la función que debe realizar al pulsar el botón diseñado.

A continuación, en la Figura 36-3 se muestra el diseño de código de un botón de acceso de funciones.

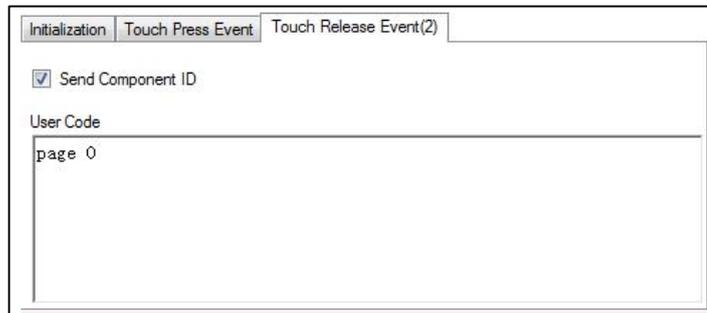


Figura 36-2: Configuración de evento
Realizado por: Autores

El resultado de la configuración de botones de acceso son las imágenes establecidas en el software, en la Figura 37-3 se detallan cada una de las entradas a la visualización de las luces automotrices diseñadas en el proyecto.



Figura 37-3: Botones de Acceso
Realizado por: Autores

Se desea simular el resultado final de la creación de una interfaz gráfica, para lo cual el software conecta con un enlace de simulación en el cual se muestra si la configuración establecida se encuentra bien realizada. A continuación, en la Figura 38-3 se muestra un ejemplo de lo mencionado anteriormente.



Figura 38-3: Entorno de simulación
Realizado por: Autores

Finalizado los diseños en el entorno Nextion Studio se procede a compilar y cargar el programa en la pantalla real Nextion, es necesario que dicha pantalla conste de una memoria SD que permita almacenar la información emitida por el programa.

Se inserta la micro SD y se selecciona en la pantalla principal la opción File – Open Build Folder, realizada esta acción se abre un archivo con un formato TFT el cual es necesario pegar en la tarjeta de almacenamiento micro SD.

A continuación, en la Figura 39-3 se muestra un ejemplo de visualización en una pantalla real.



Figura 39-3: Visualización en pantalla Nextion
Realizado por: Autores

En el apartado de Anexos se muestran todos los diseños de las diferentes luces automotrices realizadas dentro del entorno Nextion Studio.

3.4 Construcción del Equipo

Una vez finalizado los diseños esquemáticos, se procede a la realización he implementación física de las placas de control basados en los sistemas diseñados anteriormente.

3.4.1 Implementación de las placas electrónicas

A continuación, se muestra la implementación física diseñada para las diferentes etapas de control.

El primer paso dentro de la implementación de las placas electrónicas es la creación de la baquelita principal o placa, para aquello se utilizan procedimientos regularmente conocidos como utilización de máquinas CNC o el método tradicional de la plancha, diferentes elementos y aditivos químicos que permiten obtener un resultado estético.

A continuación, en la Figura 40-3 se muestra la placa de control sin elementos electrónicos.

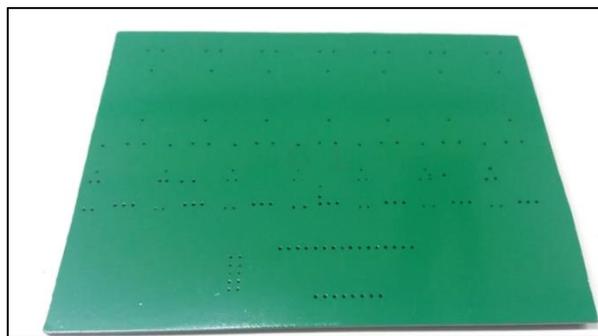


Figura 40-3: Placa electrónica sin elementos
Realizado por: Autores

A la placa PCB física se le añaden elementos principales que se detallaron en los diseños esquemáticos tales como: borneras, pines de conexión etc. En la Figura 41-3 se visualiza el resultado de la placa electrónica incluidos los elementos mencionados anteriormente.



Figura 41-3: Implementación física de placas de control
Realizado por: Autores

3.4.2 *Elementos electrónicos*

A la implementación física de la placa de control se añaden los componentes electrónicos tales como sensores de corriente, fusibles de protección, resistencias, borneras, esto con el motivo de visualizar el entorno real del diseño final.

A continuación, en la Figura 42-3 se muestra la etapa final del diseño implementado.



Figura 42-3: Implementación Final de placas de control
Realizado por: Autores

3.4.3 *Implementación de los tableros de entrenamiento*

Para la implementación del tablero de entrenamiento se utiliza un software de diseño estructural denominado Solidworks, dentro del cual se establece un diseño mecánico con medidas exactas y necesarias para el armazón de las luces del vehículo.

3.4.3.1 Diseño de Tableros de Entrenamiento

Se detalla el diseño en dicho software, la primera representación es la parte frontal del tablero el cual consta de cortes para la posición de las luces principales.

3.4.3.2 Diseño de la parte frontal del tablero

Para la implementación de la parte frontal de tablero de control se diseñan todas las partes necesarias en las cuales se colocarán los elementos que involucran la parte de las luces principales del vehículo. Borneras para cableado, relés, mando y la parte más importante la etapa de control y la pantalla de visualización Nextion.

A continuación, en la Figura 43-3 se muestra el diseño de la parte frontal del tablero de entrenamiento principal.

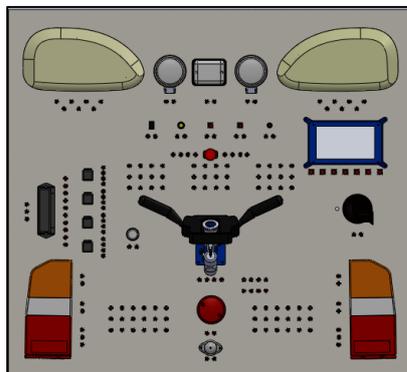


Figura 43-3: Parte frontal del tablero
Realizado por: Autores

El detalle de los diseños se encuentra en el apartado de anexos.

3.4.3.3 Diseño de la estructura del tablero

Se diseña la parte estructural mediante software Solidwoks la cual sirve de base y soporte para la parte frontal del tablero de control detallado anteriormente. En el apartado de anexos se detallan los planos específicos sobre la construcción y medidas de los tableros de entrenamiento.

3.4.3.4 Ensamblaje del Diseño

Para mostrar el ensamblaje final del diseño digital de los tableros de entrenamiento se realiza una simulación final con sus respectivos elementos.

A continuación, en la Figura 44-3 se muestra el diseño final de un tablero de entrenamiento automotriz.

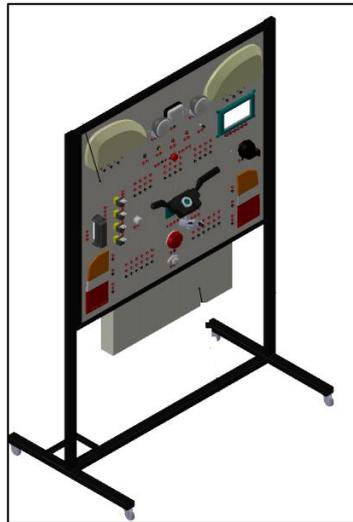


Figura 44-3: Tablero de entrenamiento
Realizado por: Autores

El detalle de los diseños se encuentra en el Anexo A

3.4.3.5 Cortes

Para la fabricación de la parte frontal y la estructura del tablero de entrenamiento se utilizaron maquinas especiales, es decir, máquinas de corte láser y máquinas de suelda para construcción de estructuras metálicas.

A continuación, en las Figuras 45-3 y 46-3 se muestra el corte y construcción de la parte frontal del tablero y la estructura metálica.



Figura 45-3: Corte de la parte frontal del módulo
Realizado por: Autores



Figura 46-3: Fabricación de estructura metálica
Realizado por: Autores

3.4.3.6 Implementación Física de los tableros de control

Terminado los diseños en SolidWorks se realiza la implementación Física de los tableros de control y entrenamiento, en los cuales se coloca cada elemento distribuido de manera correcta según el diseño esquemático del circuito general.

A continuación, Figura 47-3 se muestra la implementación física realizada del tablero de entrenamiento, se adjuntarán fotos en anexos para mayor apreciación.



Figura 47-3: Implementación Física del tablero de entrenamiento
Realizado por: Autores

3.4.3.7 Resultado Final

Al colorar los elementos eléctricos del vehículo en el tablero de control y la estructura, el resultado final es un tablero de enteramiento bien distribuido y listo para ser ejecutado, al mismo tiempo para realizar las pruebas y resultados de funcionamiento.

A continuación, en la Figura 48-3 se muestra el resultado final del tablero de entrenamiento.

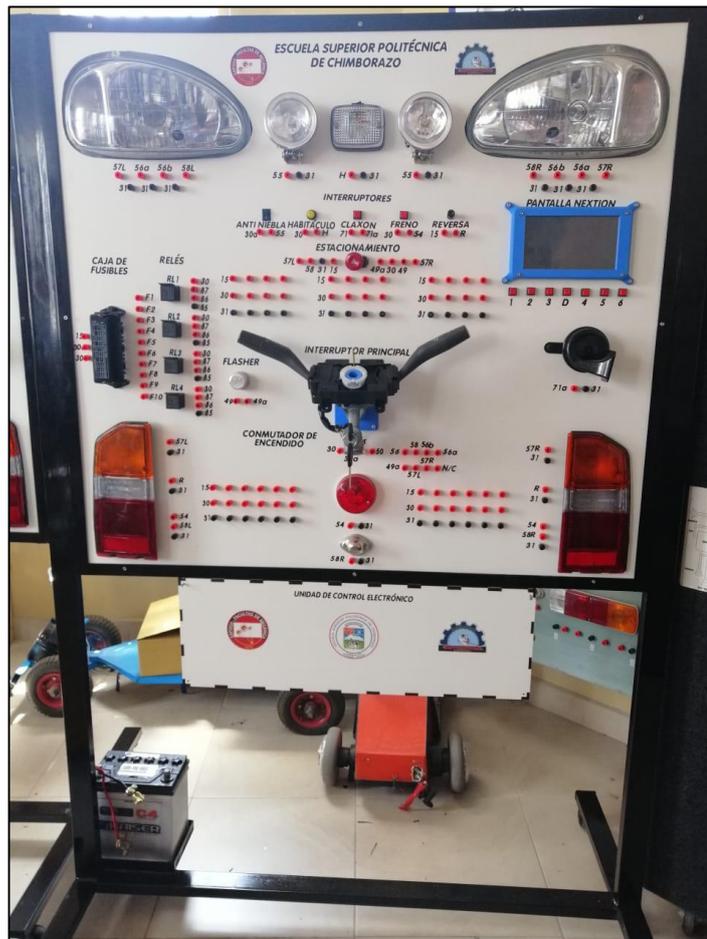


Figura 48-3: Resultado Final - Tablero de control
Realizado por: Autores

3.5 Pruebas y funcionamiento

Para la realización de las pruebas de funcionalidad del módulo de entrenamiento con asistencia de pantalla digital para sistemas de iluminación automotriz, se realizó las mediciones tanto de voltaje como de amperaje de las distintas luces implementadas utilizando a la vez el multímetro y el modulo en el cual las mediciones se reflejan en la pantalla Nextion. Así como se visualiza en la Figura 49-3.



Figura 49-3: Medición de voltaje y corriente de la luz de carretera
Realizado por: Autores

3.6 Análisis de Resultados

Para el análisis de resultado, hay que tomar en cuenta que se realizó el análisis de prueba y error, en el cual se calculó el margen de error que se tiene en las mediciones tomadas por el multímetro y las tomadas con el módulo, y así poder calcular el error general que este posee determinando así su viabilidad.

3.6.1 Análisis de mediciones del voltaje

Las mediciones obtenidas para el análisis de resultados tomando en cuenta el voltaje se visualizan en la Tabla 1-3.

Tabla 1-3: Mediciones de voltaje

| VOLTAJE | | |
|---------|------------|----------|
| N° | Multímetro | Sensores |
| 1 | 13,87 | 13,55 |
| 2 | 13,73 | 13,62 |
| 3 | 13,73 | 13,66 |
| 4 | 13,67 | 13,61 |
| 5 | 13,72 | 13,49 |
| 6 | 13,78 | 13,5 |
| 7 | 14,6 | 14,3 |
| 8 | 12,26 | 12,87 |

| | | |
|----|-------|-------|
| 9 | 12,32 | 12,96 |
| 10 | 12,31 | 12,95 |
| 11 | 13,24 | 12,95 |
| 12 | 13,55 | 13,47 |
| 13 | 13,21 | 13,18 |
| 14 | 13,34 | 13,29 |
| 15 | 13,87 | 13,7 |
| 16 | 13,44 | 12,77 |
| 17 | 13,38 | 12,8 |
| 18 | 13,52 | 12,47 |
| 19 | 13,58 | 12,46 |
| 20 | 13,78 | 12,48 |
| 21 | 14,24 | 13,9 |
| 22 | 12,33 | 11,8 |
| 23 | 12,22 | 11,75 |
| 24 | 13,22 | 12,8 |
| 25 | 13,25 | 13,01 |

Realizado por: Autores

Con los datos obtenidos se realizó el cálculo del margen de error que se tiene en cada una de las mediciones obtenidas por el multímetro y los sensores. Estos márgenes se los visualiza en la Tabla 2-3.

Tabla 2-3: Cálculo del error de las mediciones

| VOLTAJE | | | | |
|---------|------------|----------|-------|--------|
| N° | Multímetro | Sensores | ERROR | %ERROR |
| 1 | 13,87 | 13,55 | 0,32 | 2,31 |
| 2 | 13,73 | 13,62 | 0,11 | 0,80 |
| 3 | 13,73 | 13,66 | 0,07 | 0,51 |
| 4 | 13,67 | 13,61 | 0,06 | 0,44 |
| 5 | 13,72 | 13,49 | 0,23 | 1,68 |
| 6 | 13,78 | 13,5 | 0,28 | 2,03 |
| 7 | 14,6 | 14,3 | 0,3 | 2,05 |
| 8 | 12,26 | 12,87 | 0,61 | 4,98 |
| 9 | 12,32 | 12,96 | 0,64 | 5,19 |
| 10 | 12,31 | 12,95 | 0,64 | 5,20 |
| 11 | 13,24 | 12,95 | 0,29 | 2,19 |
| 12 | 13,55 | 13,47 | 0,08 | 0,59 |
| 13 | 13,21 | 13,18 | 0,03 | 0,23 |
| 14 | 13,34 | 13,29 | 0,05 | 0,37 |
| 15 | 13,87 | 13,7 | 0,17 | 1,23 |

| | | | | |
|--------------------------|-------|-------|-------------|-------------|
| 16 | 13,44 | 12,77 | 0,67 | 4,99 |
| 17 | 13,38 | 12,8 | 0,58 | 4,33 |
| 18 | 13,52 | 12,47 | 1,05 | 7,77 |
| 19 | 13,58 | 12,46 | 1,12 | 8,25 |
| 20 | 13,78 | 12,48 | 1,3 | 9,43 |
| 21 | 14,24 | 13,9 | 0,34 | 2,39 |
| 22 | 12,33 | 11,8 | 0,53 | 4,30 |
| 23 | 12,22 | 11,75 | 0,47 | 3,85 |
| 24 | 13,22 | 12,8 | 0,42 | 3,18 |
| 25 | 13,25 | 13,01 | 0,24 | 1,81 |
| PROMEDIO DE ERROR | | | 0,42 | 3,20 |

Realizado por: Autores

El margen de error promedio obtenido es de 3,20%, la variación de las mediciones realizadas se la visualiza en la Gráfica 3-3.

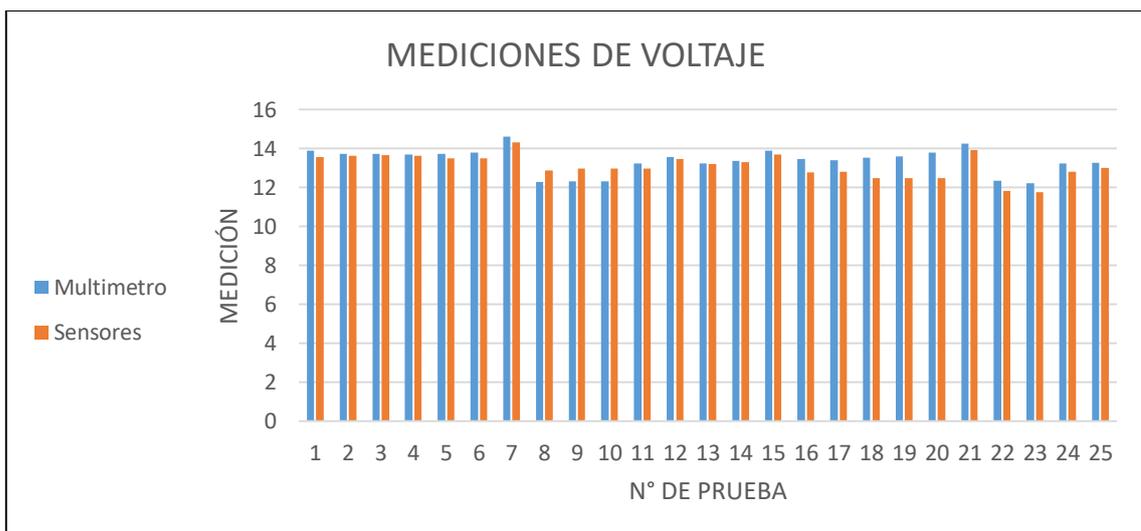


Gráfico 3-3: Mediciones de voltaje

Realizado por: Autores

3.6.2 *Análisis de mediciones de la corriente*

Las mediciones obtenidas para el análisis de resultados tomando en cuenta la corriente se visualizan en la Tabla 2-3.

Tabla 3-3: Mediciones de corriente

| CORRIENTE | | |
|-----------|------------|----------|
| N° | Multímetro | Sensores |
| 1 | 4,2 | 4,1 |
| 2 | 4,4 | 4,25 |
| 3 | 4,5 | 4,47 |
| 4 | 4,5 | 4,33 |
| 5 | 0,38 | 0,39 |
| 6 | 0,38 | 0,4 |
| 7 | 0,46 | 0,48 |
| 8 | 0,45 | 0,46 |
| 9 | 0,21 | 0,2 |
| 10 | 1,77 | 1,74 |
| 11 | 1,73 | 1,69 |
| 12 | 1,75 | 1,7 |
| 13 | 1,77 | 1,69 |
| 14 | 1,79 | 1,68 |
| 15 | 1,81 | 1,8 |
| 16 | 1,86 | 1,84 |
| 17 | 1,86 | 1,87 |
| 18 | 0,44 | 0,47 |
| 19 | 4,21 | 4,48 |
| 20 | 4,18 | 4,22 |

Realizado por: Autores

Con los datos obtenidos se realizó el cálculo del margen de error que se tiene en cada una de las mediciones obtenidas por el multímetro y los sensores. Estos márgenes se los visualiza en la Tabla 4-3.

Tabla 4-3: Cálculo del error de las mediciones de corriente

| CORRIENTE | | | | |
|-----------|-------------|----------|-------|--------|
| N° | Amperímetro | Sensores | ERROR | %ERROR |
| 1 | 4,2 | 4,1 | 0,1 | 2,4 |
| 2 | 4,4 | 4,25 | 0,15 | 3,4 |
| 3 | 4,5 | 4,47 | 0,03 | 0,7 |
| 4 | 4,5 | 4,33 | 0,17 | 3,8 |
| 5 | 0,38 | 0,39 | 0,01 | 2,6 |
| 6 | 0,38 | 0,4 | 0,02 | 5,3 |
| 7 | 0,46 | 0,48 | 0,02 | 4,3 |
| 8 | 0,45 | 0,46 | 0,01 | 2,2 |

| | | | | |
|---------------------------|------|------|-------------|------------|
| 9 | 0,21 | 0,2 | 0,01 | 4,8 |
| 10 | 1,77 | 1,74 | 0,03 | 1,7 |
| 11 | 1,73 | 1,69 | 0,04 | 2,3 |
| 12 | 1,75 | 1,7 | 0,05 | 2,9 |
| 13 | 1,77 | 1,69 | 0,08 | 4,5 |
| 14 | 1,79 | 1,68 | 0,11 | 6,1 |
| 15 | 1,81 | 1,8 | 0,01 | 0,6 |
| 16 | 1,86 | 1,84 | 0,02 | 1,1 |
| 17 | 1,86 | 1,87 | 0,01 | 0,5 |
| 18 | 0,44 | 0,47 | 0,03 | 6,8 |
| 19 | 4,21 | 4,48 | 0,27 | 6,4 |
| 20 | 4,18 | 4,36 | 0,18 | 4,3 |
| PROMEDIO DEL ERROR | | | 0,07 | 3,3 |

Realizado por: Autores

El margen de error promedio obtenido es de 3,3%, este valor es aceptable ya que los valores medidos son pequeños. La variación de las mediciones realizadas se la visualiza en la Gráfica 4-3.

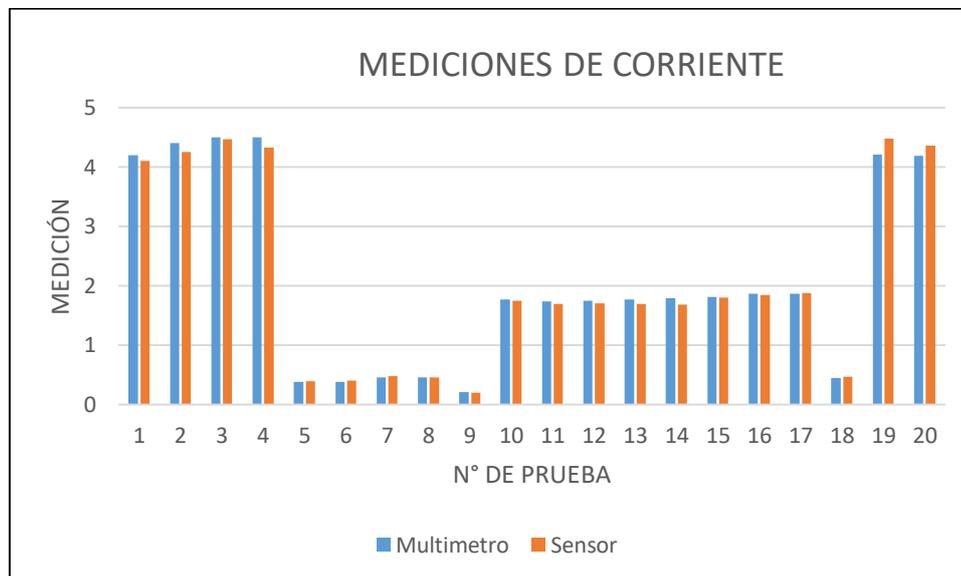


Gráfico 4-3: Mediciones de corriente

Realizado por: Autores

3.7 GUÍA DE USO Y MANEJO DEL EQUIPO

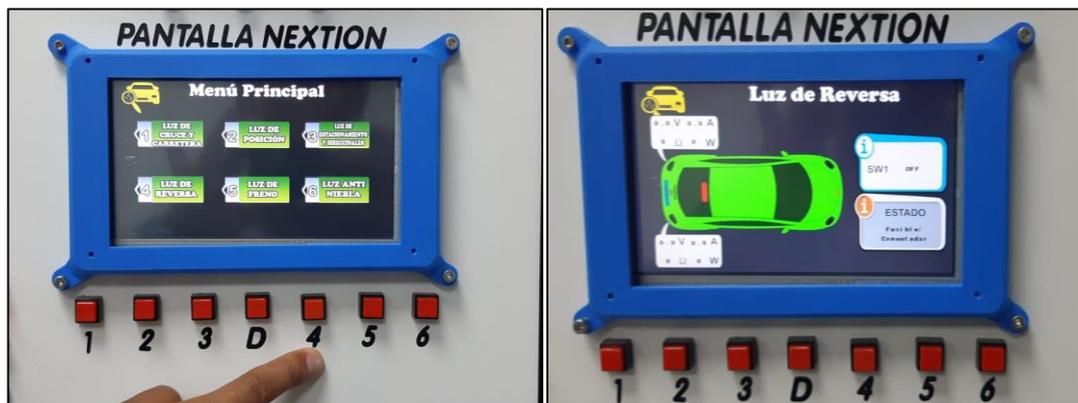
ENCENDIDO Y APAGADO DEL EQUIPO

1. Conecte el módulo de entrenamiento a la toma doméstica de 110 V y pulse el botón ON/OFF tal como lo indica la figura.



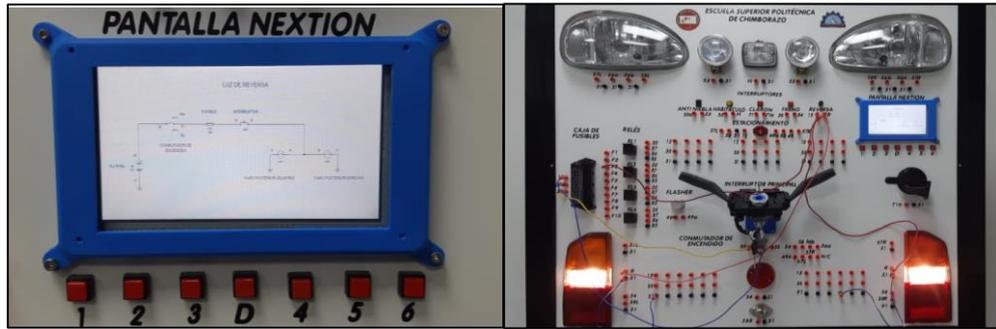
Realizado por: Autores

2. Observe el menú principal en la pantalla y seleccione el circuito que desee conectar presionando los números mostrados en la imagen.



Realizado por: Autores

3. Una vez seleccionado el circuito a realizarse en la práctica, proceda con la conexión del mismo, observando el esquema plasmado en la pantalla; el cual se mostrará al presionar el botón con la letra “D”.



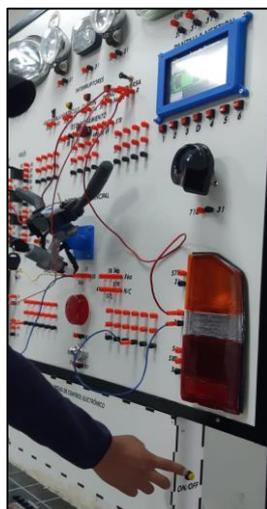
Realizado por: Autores

4. Las magnitudes eléctricas reflejadas en la pantalla, varían según la conexión y desconexión de cada circuito.



Realizado por: Autores

5. Para la desconexión de cada circuito, proceda a apagar la Unidad de Control Electrónica, con el fin de evitar problemas tales como: cortocircuitos, incendios, quemaduras, etc.



Realizado por: Autores

6. Retire los cables de conexión del módulo de entrenamiento.



Realizado por: Autores

7. Finalmente, si desea realizar la conexión de un nuevo circuito, proceda a realizar nuevamente los pasos antes mencionados.

CONEXIÓN DE CIRCUITOS

Para la conexión de los diferentes circuitos que forman parte del presente trabajo de titulación, el alumno debe tener el conocimiento básico de electricidad automotriz brindado por el docente, al igual que el dominio en lo que concierne al uso y manejo de equipos de medición eléctrica.

A continuación, se describe de manera detallada, la conexión de cada uno de ellos:

LUZ DE CRUCE Y CARRETERA

- 1.- Encender el módulo de entrenamiento y esperar unos segundos hasta que se despliegue en la pantalla el menú principal.



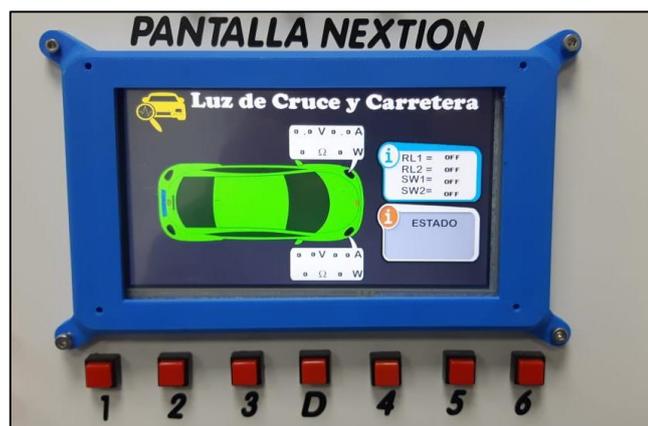
Realizado por: Autores

2.- Seleccionar en el menú el circuito correspondiente a luz de cruce y carretera, el mismo que se encuentra marcado con el número 1.



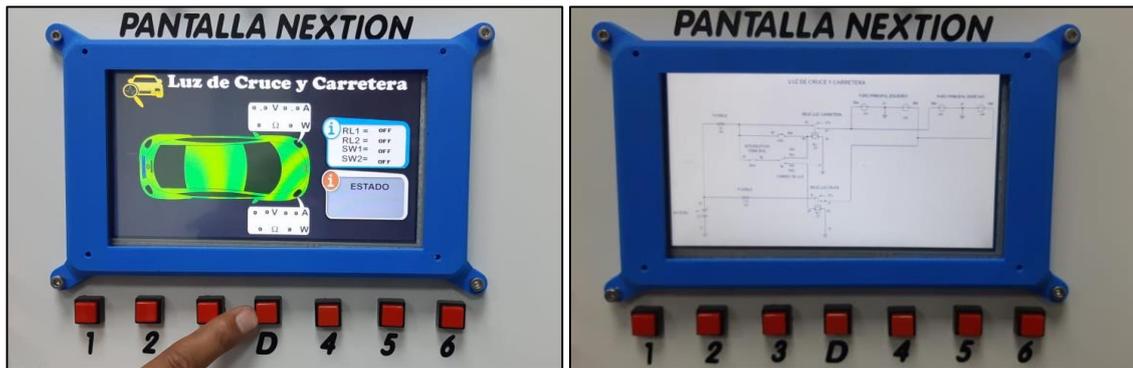
Realizado por: Autores

3.- Pulsamos el botón número 1, segundos después nos muestra la disposición de las luces y magnitudes eléctricas del circuito.



Realizado por: Autores

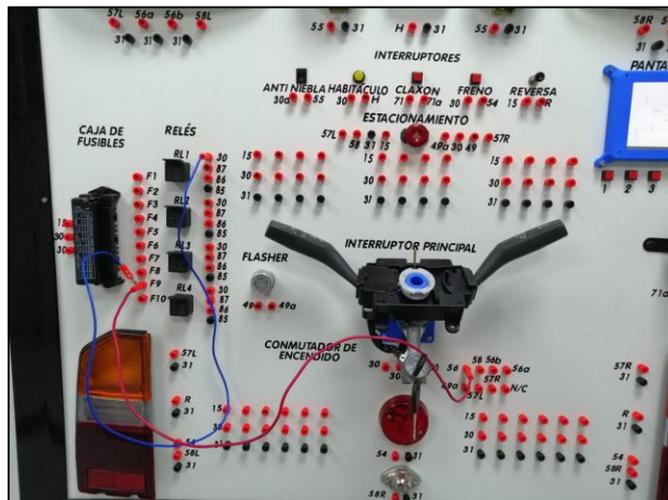
4.- A continuación, presionar el botón marcado con la letra "D" como se muestra en la imagen; el cual nos indica el diagrama del circuito eléctrico a realizarse en la práctica.



Realizado por: Autores

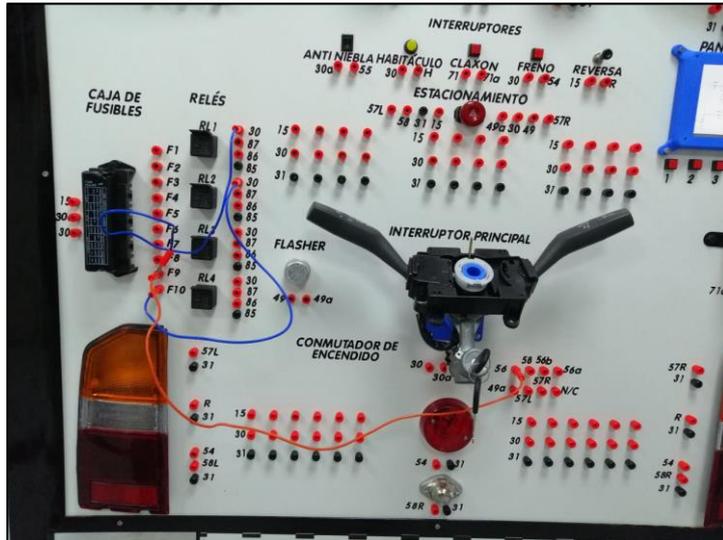
5.- Basándose en el diagrama, proceder a realizar la conexión de la siguiente manera:

- a) Alimentar desde el fusible “F9” hacia el terminal “30” del relé marcado con las letras “RL1” y hacia el terminal 56 del interruptor principal.



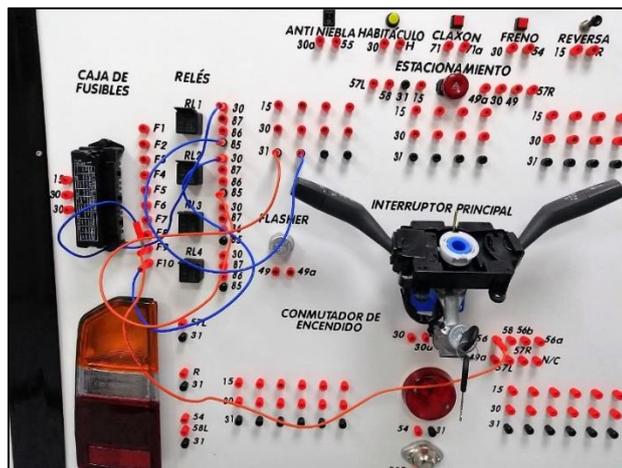
Realizado por: Autores

- b) Alimentar desde el fusible “F10” hacia el terminal “30” del relé marcado con las letras “RL2”.



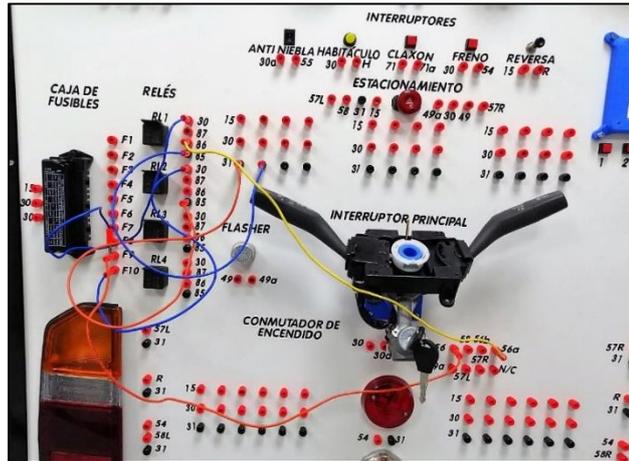
Realizado por: Autores

c) El terminal 85 del relé “RL1” y “RL2”, conectarlos a masa.



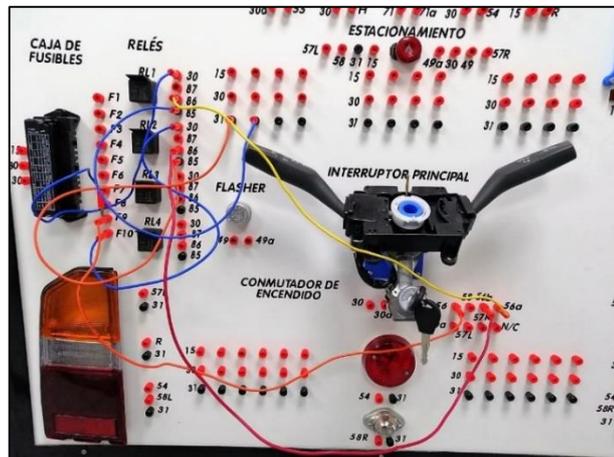
Realizado por: Autores

d) Seguidamente, el terminal 56a perteneciente a la luz de carretera, conectar al terminal 86 del relé “RL1”.



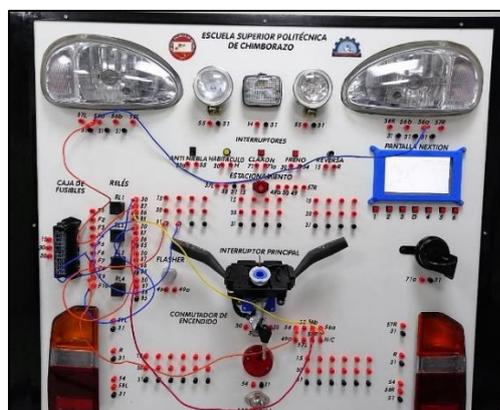
Realizado por: Autores

- e) El terminal 56b designado para la luz de cruce, conectar al terminal 86 del relé “RL2”.



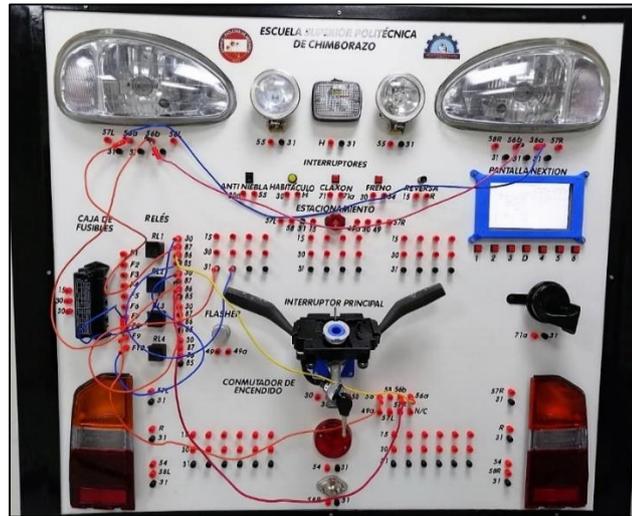
Realizado por: Autores

- f) Para la luz de carretera, conectar el terminal 87 del relé “RL1” hacia el consumidor designado con el terminal 56a.



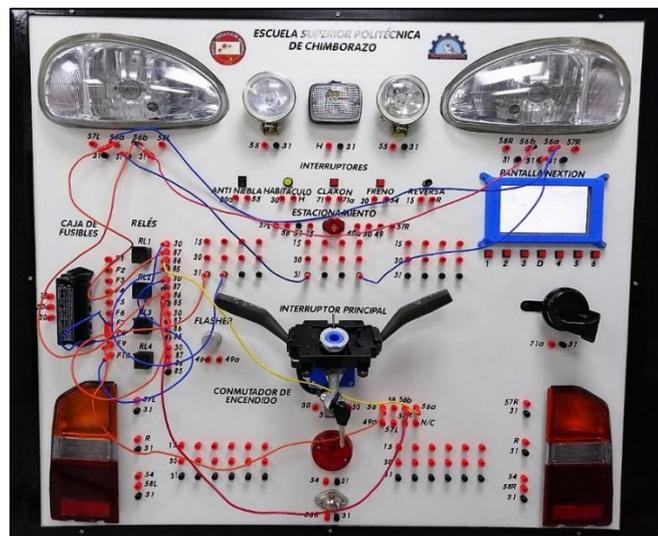
Realizado por: Autores

- g) Para la luz de cruce, conectar el terminal 87 del relé “RL2” hacia el consumidor designado con el terminal 56b.



Realizado por: Autores

- h) Completar el circuito conectando los consumidores al terminal 31 que corresponde a masa.



Realizado por: Autores

- i) Finalmente accionar el interruptor principal.



Realizado por: Autores

LUZ DE POSICIÓN

1.- Encender el módulo de entrenamiento y esperar unos segundos hasta que se despliegue en la pantalla el menú principal.



Realizado por: Autores

2.- Seleccionar en el menú el circuito correspondiente a luz de posición, el mismo que se encuentra marcado con el número 2.



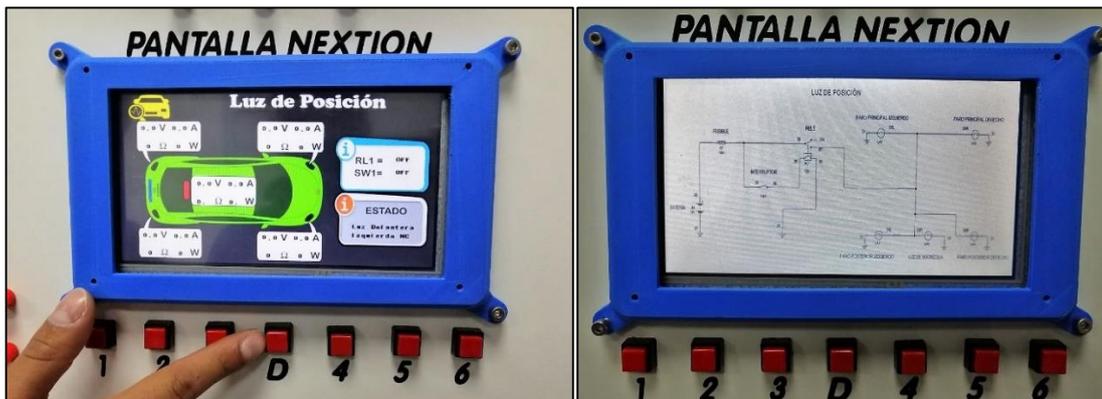
Realizado por: Autores

3.- Pulsamos el botón número 2, segundos después nos muestra la disposición de las luces y magnitudes eléctricas del circuito.



Realizado por: Autores

4.- A continuación, presionar el botón marcado con la letra "D" como se muestra en la imagen; el cual nos indica el diagrama del circuito eléctrico a realizarse en la práctica.



Realizado por: Autores

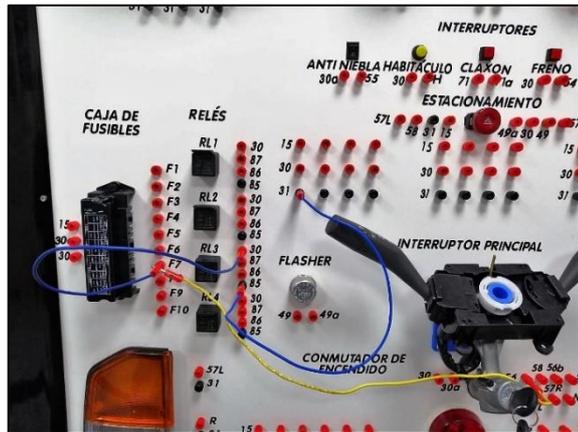
5.- Basándose en el diagrama, proceder a realizar la conexión de la siguiente manera:

- a) Alimentar desde el fusible "F7" hacia el terminal "30" del relé marcado con las letras "RL3" y hacia el terminal 56 del interruptor principal.



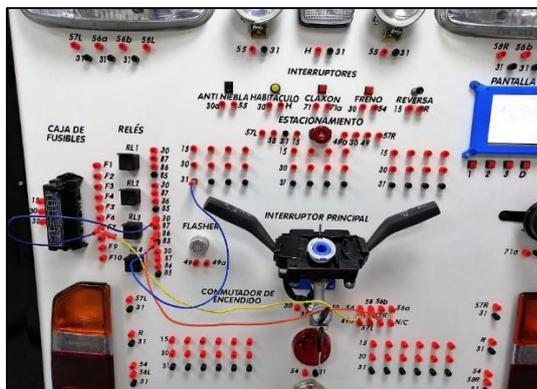
Realizado por: Autores

b) El terminal 85 del relé “RL3”, conectar a masa.



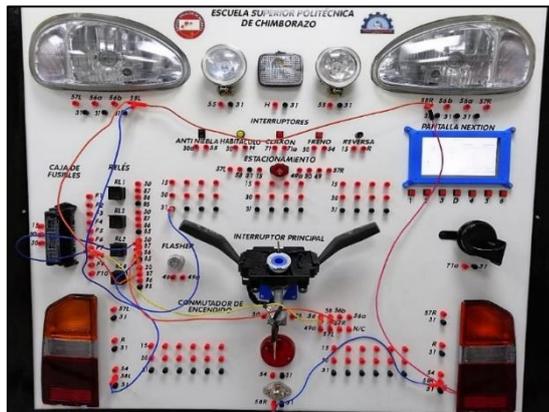
Realizado por: Autores

c) Seguidamente, el terminal 58 perteneciente a la luz de posición, conectar al terminal 86 del relé “RL3”.



Realizado por: Autores

- d) Para este circuito, conectar el terminal 87 del relé “RL3” hacia el consumidor designado con los terminales 58L y 58R.



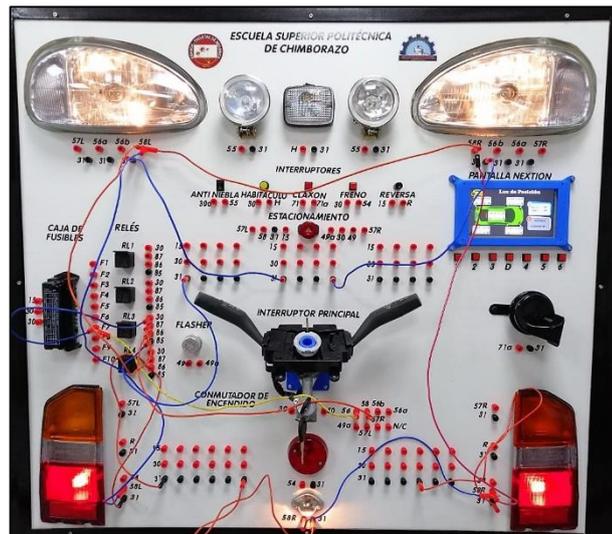
Realizado por: Autores

- e) Completar el circuito conectando los consumidores al terminal 31 que corresponde a masa.



Realizado por: Autores

- f) Finalmente accionar el interruptor.



Realizado por: Autores

LUZ DE ESTACIONAMIENTO

1.- Encender el módulo de entrenamiento y esperar unos segundos hasta que se despliegue en la pantalla el menú principal.



Realizado por: Autores

2.- Seleccionar en el menú el circuito correspondiente a luz de estacionamiento y direccionales, el mismo que se encuentra marcado con el número 3.



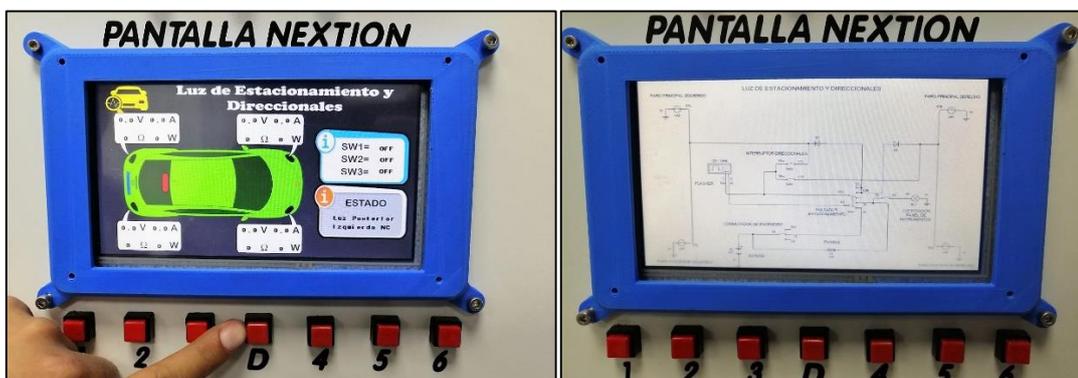
Realizado por: Autores

3.- Pulsamos el botón número 3, segundos después nos muestra la disposición de las luces y magnitudes eléctricas del circuito.



Realizado por: Autores

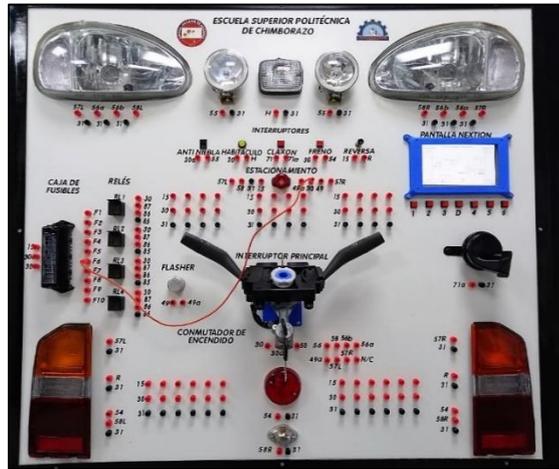
4.- A continuación, presionar el botón marcado con la letra “D” como se muestra en la imagen; el cual nos indica el diagrama del circuito eléctrico a realizarse en la práctica.



Realizado por: Autores

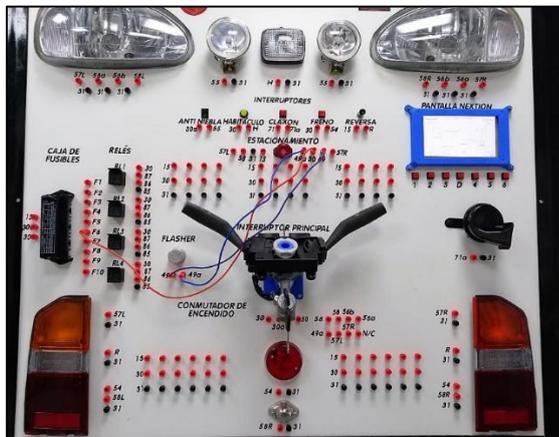
5.- Basándose en el diagrama, proceder a realizar la conexión de la siguiente manera:

- a) Alimentar desde el fusible “F6” hacia el terminal “30” del pulsador de estacionamiento.



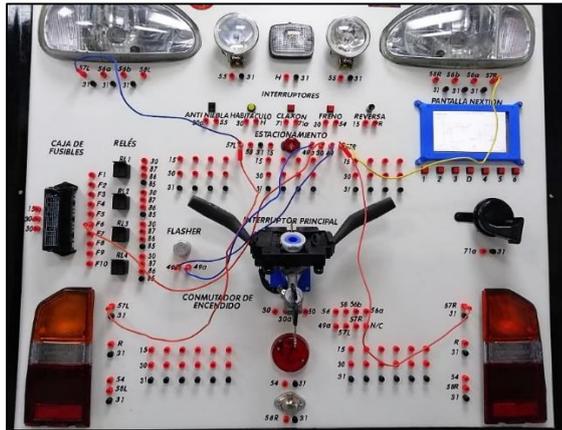
Realizado por: Autores

- b) Del terminal 49 y 49a del pulsador de estacionamiento, conectar respectivamente a las líneas 49 y 49a del flasher.



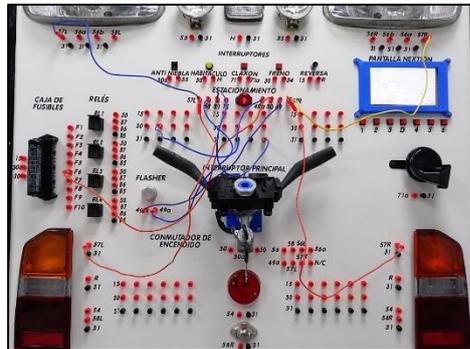
Realizado por: Autores

- c) Los terminales 57L y 57R pertenecientes al pulsador de estacionamiento, conectar a los terminales 57L y 57R de cada consumidor respectivamente.



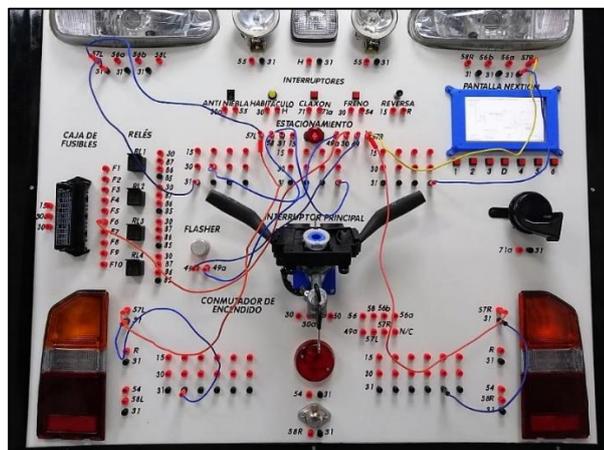
Realizado por: Autores

- d) De manera opcional, se pueden conectar los terminales 58 y 31 del pulsador de estacionamiento a la luz de posición y a masa respectivamente.



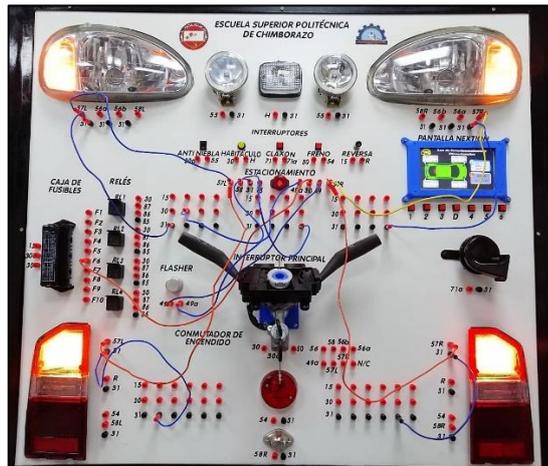
Realizado por: Autores

- e) Completar el circuito conectando los consumidores al terminal 31 que corresponde a masa.



Realizado por: Autores

f) Finalmente accionar el interruptor.



Realizado por: Autores

LUZ DE DIRECCIONALES

1.- Encender el módulo de entrenamiento y esperar unos segundos hasta que se despliegue en la pantalla el menú principal.



Realizado por: Autores

2.- Seleccionar en el menú el circuito correspondiente a luz de estacionamiento y direccionales, el mismo que se encuentra marcado con el número 3.



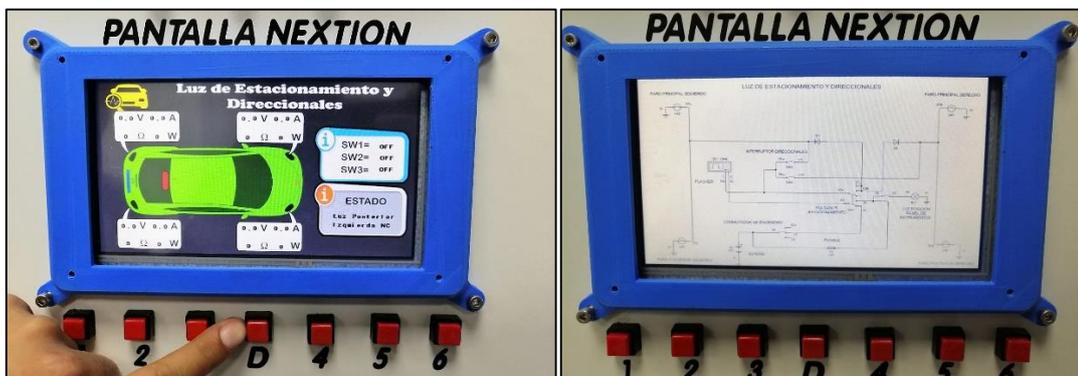
Realizado por: Autores

3.- Pulsamos el botón número 3, segundos después nos muestra la disposición de las luces y magnitudes eléctricas del circuito.



Realizado por: Autores

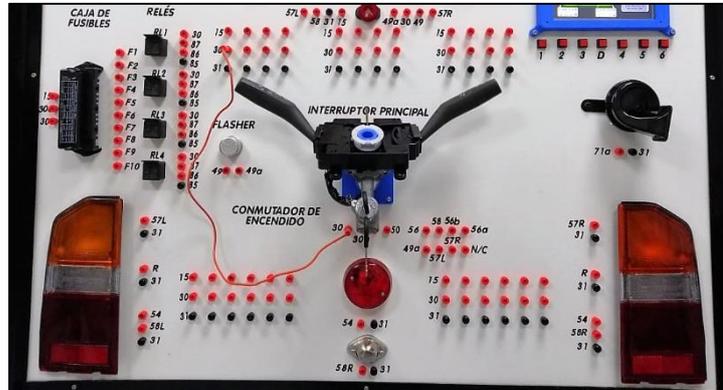
4.- A continuación, presionar el botón marcado con la letra “D” como se muestra en la imagen; el cual nos indica el diagrama del circuito eléctrico a realizarse en la práctica.



Realizado por: Autores

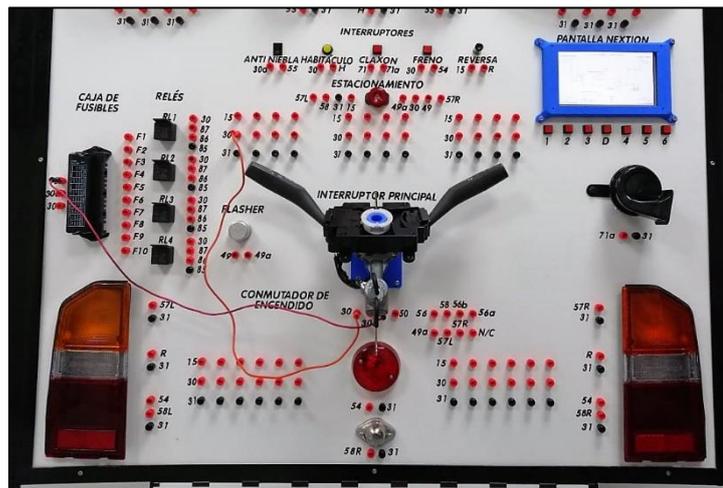
5.- Basándose en el diagrama, proceder a realizar la conexión de la siguiente manera:

- a) Alimentar desde la línea 30 de batería, a la línea 30 del conmutador de encendido.



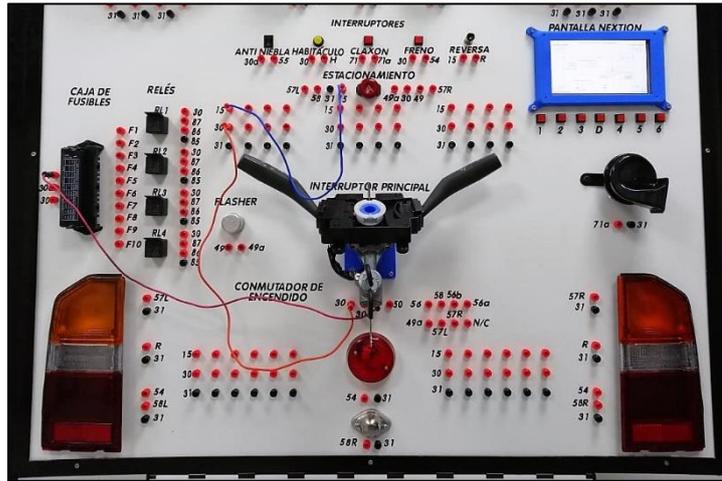
Realizado por: Autores

- b) De la línea 15 del conmutador, conectar al terminal 15 de la caja de fusibles.



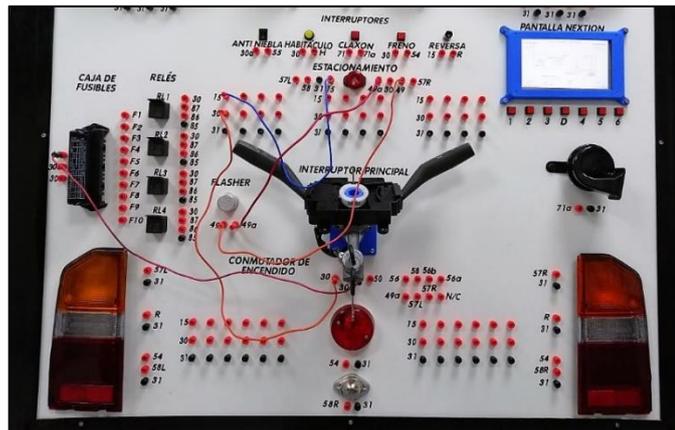
Realizado por: Autores

- c) De la línea 15, conectar al terminal 15 del pulsador de estacionamiento.



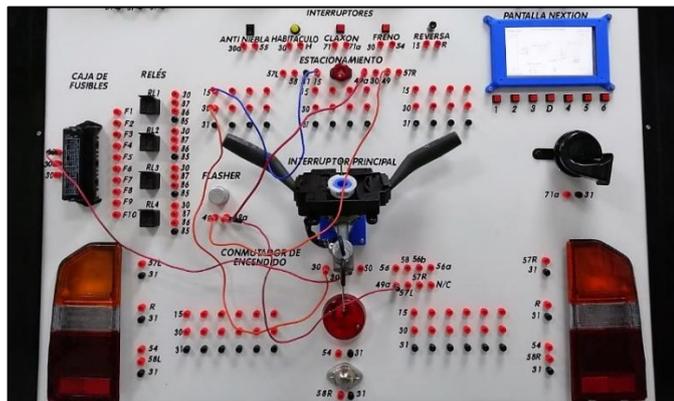
Realizado por: Autores

- d) Del terminal 49 y 49a del pulsador de estacionamiento, conectar respectivamente a las líneas 49 y 49a del flasher.



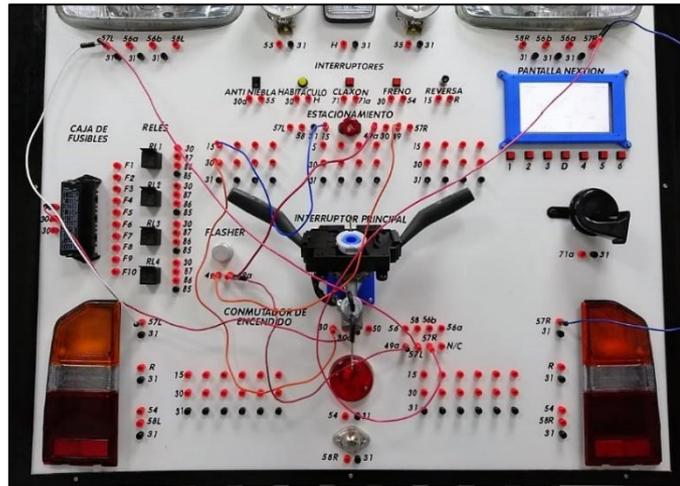
Realizado por: Autores

- e) Seguidamente, del terminal 49a del flasher, conectar al terminal 49a del Interruptor de Direccionales.



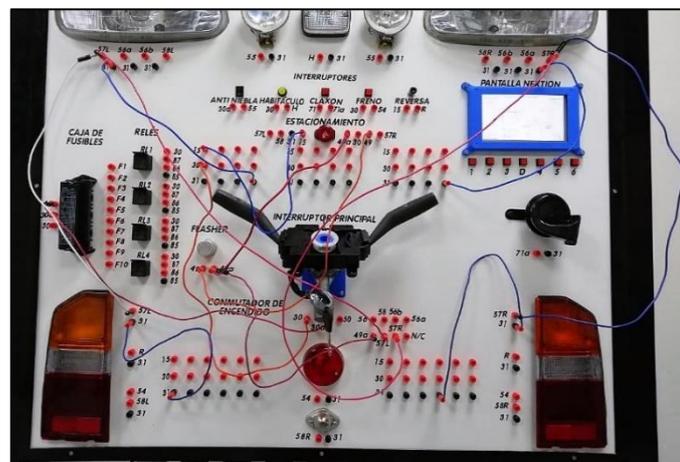
Realizado por: Autores

- f) Los terminales 57L y 57R pertenecientes al interruptor de direccionales, conectar a los terminales 57L y 57R de cada consumidor respectivamente.



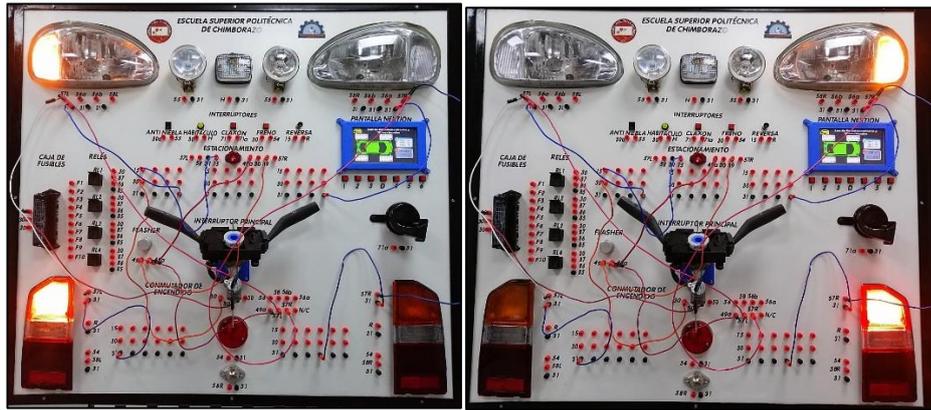
Realizado por: Autores

- g) Completar el circuito conectando los consumidores al terminal 31 que corresponde a masa.



Realizado por: Autores

- h) Finalmente girar la llave del conmutador a la posición "on" y accionar el interruptor.



Realizado por: Autores

Nota: Los valores mostrados en el circuito de direccionales y parqueo, se mantendrán fijos en la pantalla digital, únicamente, si realizamos un puente o conexión directa entre los terminales 49 y 49a del flasher.

LUZ DE REVERSA

1.- Encender el módulo de entrenamiento y esperar unos segundos hasta que se despliegue en la pantalla el menú principal.



Realizado por: Autores

2.- Seleccionar en el menú el circuito correspondiente a luz de reversa, el mismo que se encuentra marcado con el número 4.



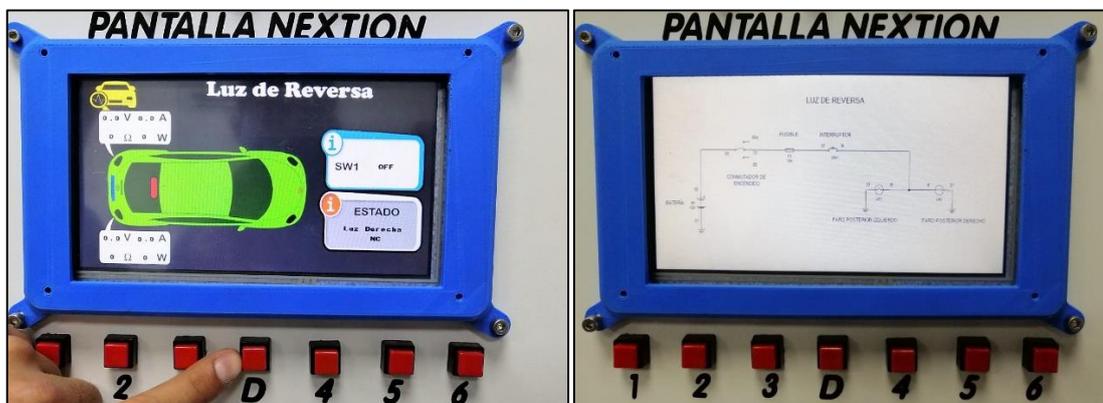
Realizado por: Autores

3.- Pulsamos el botón número 4, segundos después nos muestra la disposición de las luces y magnitudes eléctricas del circuito.



Realizado por: Autores

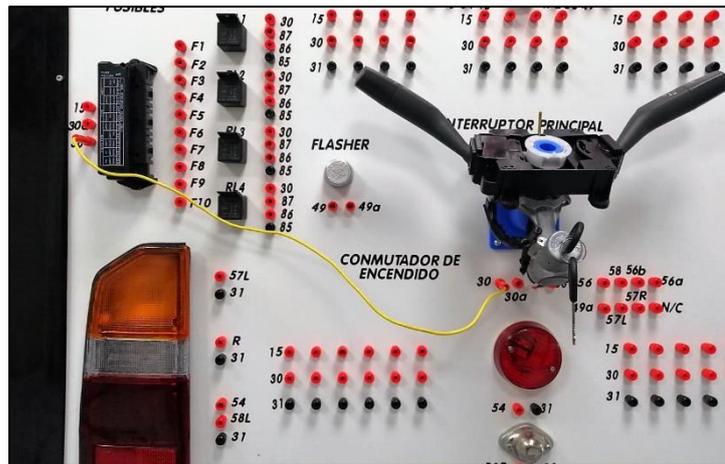
4.- A continuación, presionar el botón marcado con la letra “D” como se muestra en la imagen; el cual nos indica el diagrama del circuito eléctrico a realizarse en la práctica.



Realizado por: Autores

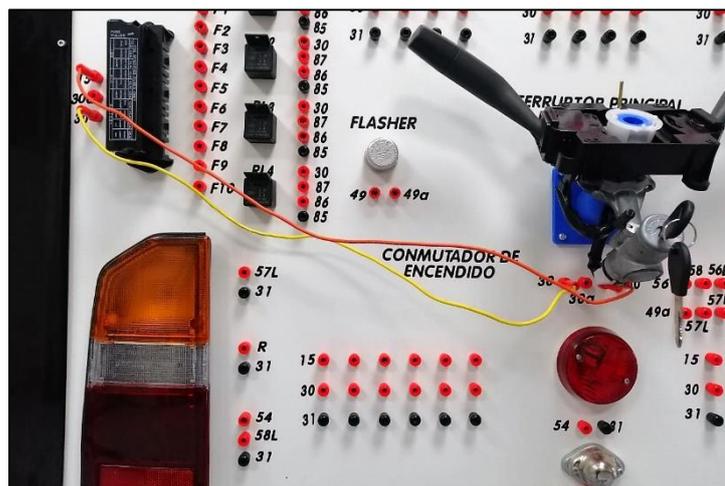
5.- Basándose en el diagrama, proceder a realizar la conexión de la siguiente manera:

- a) Alimentar desde la línea 30 de batería, al terminal 30 del conmutador de encendido.



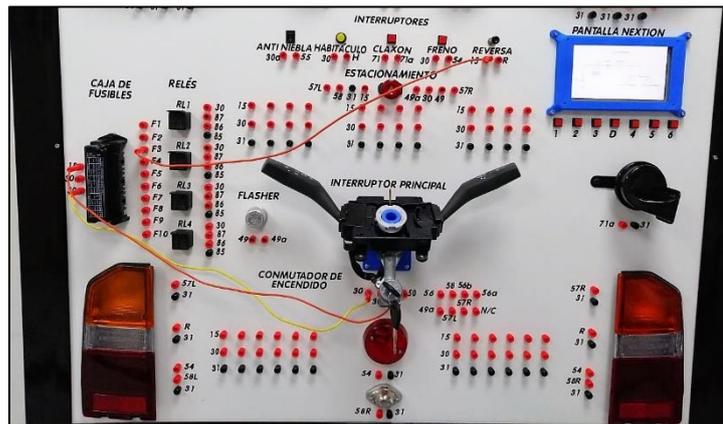
Realizado por: Autores

- b) Desde el terminal 15 del conmutador, conectar al terminal 15 de la caja de fusibles.



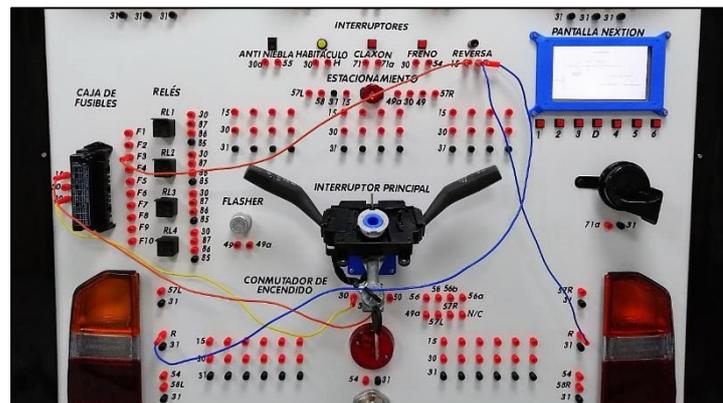
Realizado por: Autores

- c) Del fusible “F3”, conectar hacia el terminal “15” del interruptor.



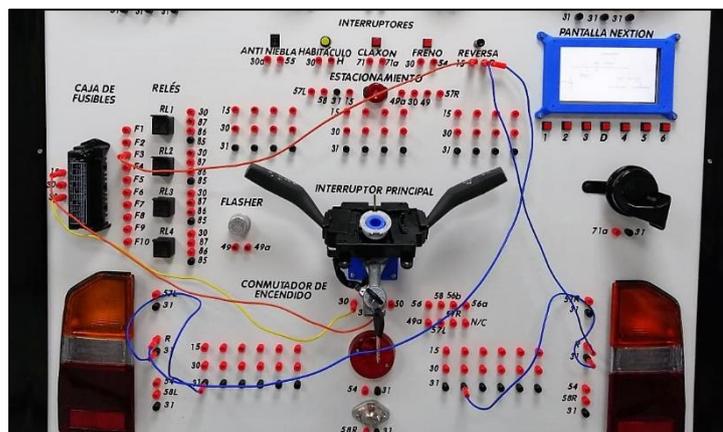
Realizado por: Autores

- d) Conectar del terminal R del interruptor hacia los terminales de los consumidores designados con las letras R.



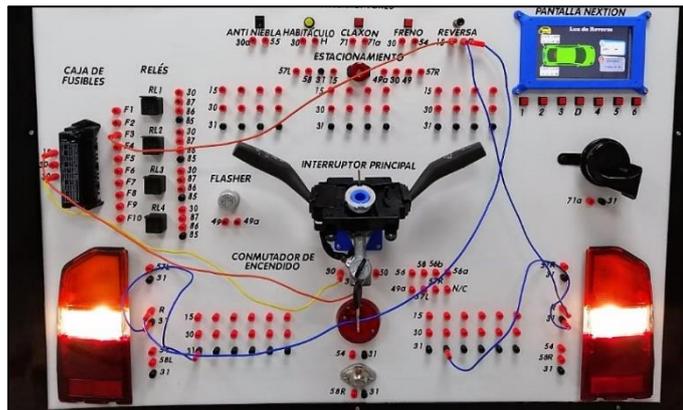
Realizado por: Autores

- e) Completar el circuito conectando los consumidores al terminal 31 que corresponde a masa.



Realizado por: Autores

- f) Finalmente girar la llave del conmutador a la posición “on” y accionar el interruptor.



Realizado por: Autores

LUZ DE FRENO

- 1.- Encender el módulo de entrenamiento y esperar unos segundos hasta que se despliegue en la pantalla el menú principal.



Realizado por: Autores

- 2.- Seleccionar en el menú el circuito correspondiente a luz de freno, el mismo que se encuentra marcado con el número 5.



Realizado por: Autores

3.- Pulsamos el botón número 5, segundos después nos muestra la disposición de las luces y magnitudes eléctricas del circuito.



Realizado por: Autores

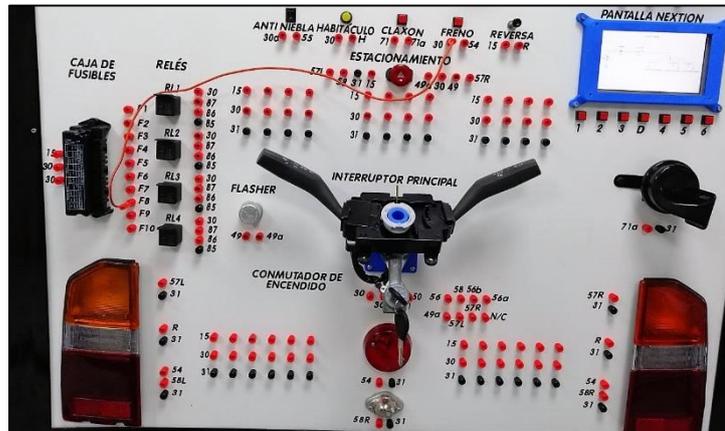
4.- A continuación, presionar el botón marcado con la letra “D” como se muestra en la imagen; el cual nos indica el diagrama del circuito eléctrico a realizarse en la práctica.



Realizado por: Autores

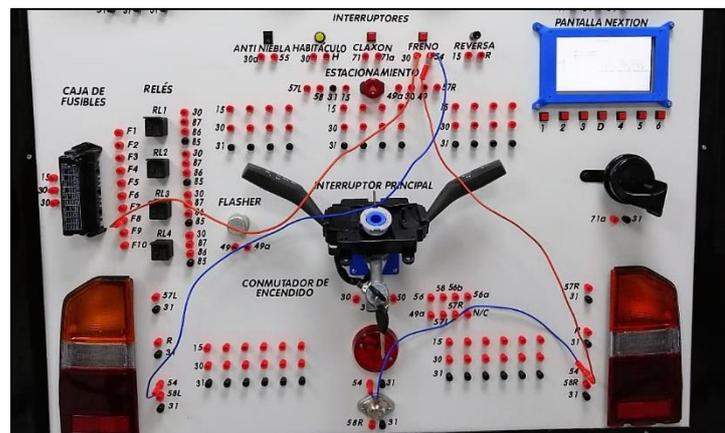
5.- Basándose en el diagrama, proceder a realizar la conexión de la siguiente manera:

a) Alimentar desde el fusible “F8”, hacia el terminal “30” del pulsador.



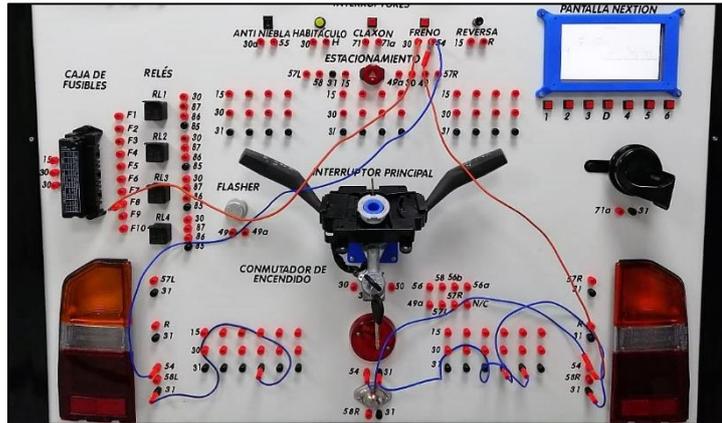
Realizado por: Autores

b) Conectar del terminal 54 del pulsador hacia los terminales de los consumidores designados con el número 54.



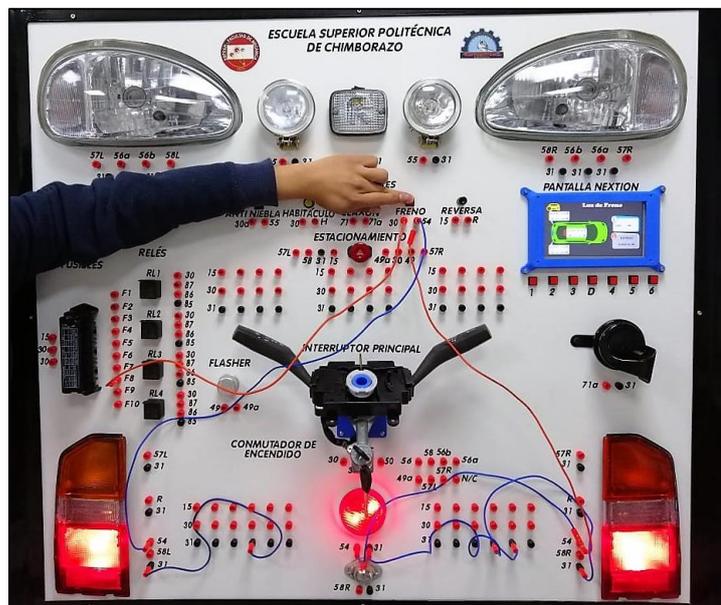
Realizado por: Autores

c) Completar el circuito conectando los consumidores al terminal 31 que corresponde a masa.



Realizado por: Autores

d) Finalmente accionamos el pulsador.



Realizado por: Autores

LUZ ANTI NIEBLA

1.- Encender el módulo de entrenamiento y esperar unos segundos hasta que se despliegue en la pantalla el menú principal.



Realizado por: Autores

2.- Seleccionar en el menú el circuito correspondiente a luz anti niebla, el mismo que se encuentra marcado con el número 6.



Realizado por: Autores

3.- Pulsamos el botón número 6, segundos después nos muestra la disposición de las luces y magnitudes eléctricas del circuito.



Realizado por: Autores

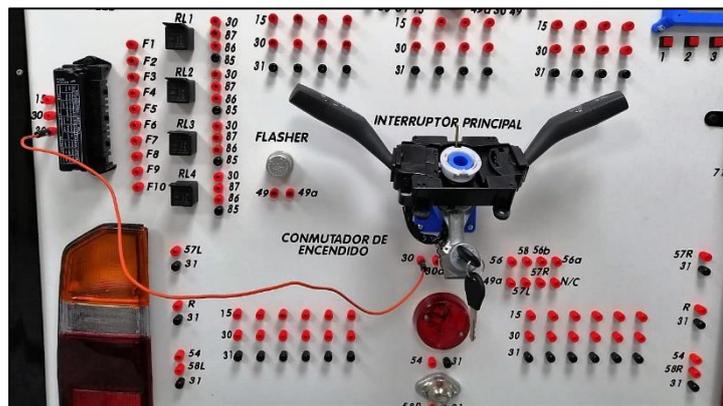
4.- A continuación, presionar el botón marcado con la letra “D” como se muestra en la imagen; el cual nos indica el diagrama del circuito eléctrico a realizarse en la práctica.



Realizado por: Autores

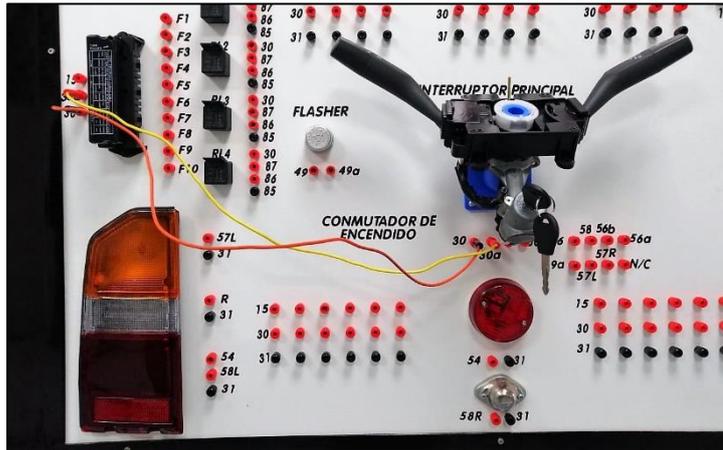
5.- Basándose en el diagrama, proceder a realizar la conexión de la siguiente manera:

- a) Alimentar desde la línea 30 de batería, al terminal 30 del conmutador de encendido



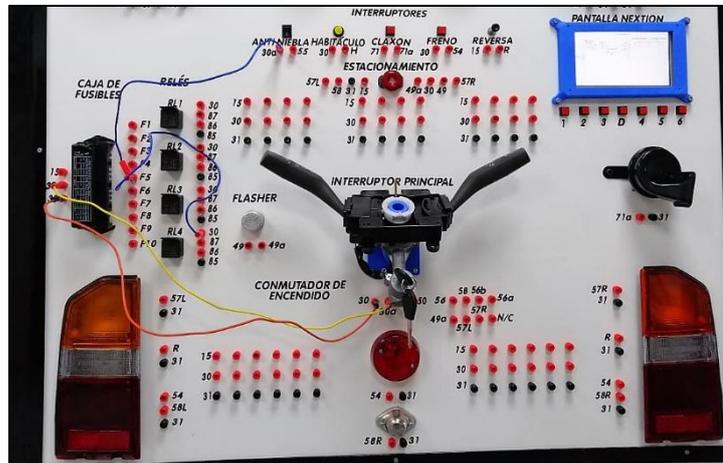
Realizado por: Autores

- b) Desde el terminal 30a del conmutador, conectar al terminal 30a de la caja de fusibles.



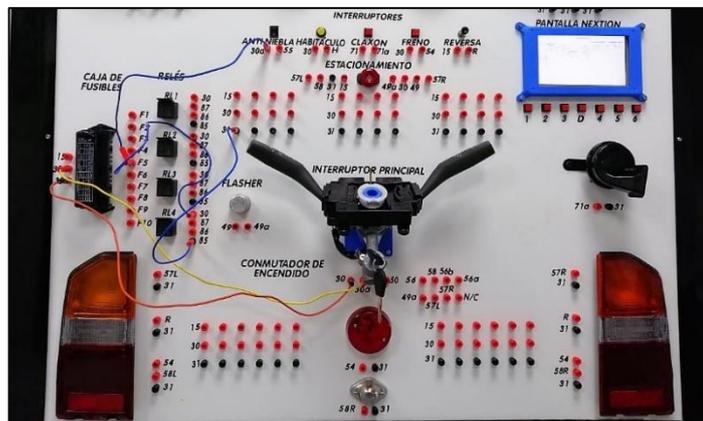
Realizado por: Autores

- c) Del fusible “F5”, conectar hacia el terminal “30” del relé marcado con las letras “RL4” y también al terminal 30a del interruptor.



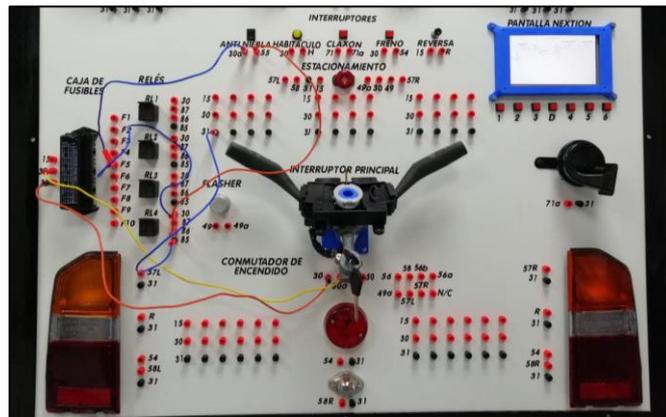
Realizado por: Autores

- d) El terminal 85 del relé “RL4”, conectar a masa.



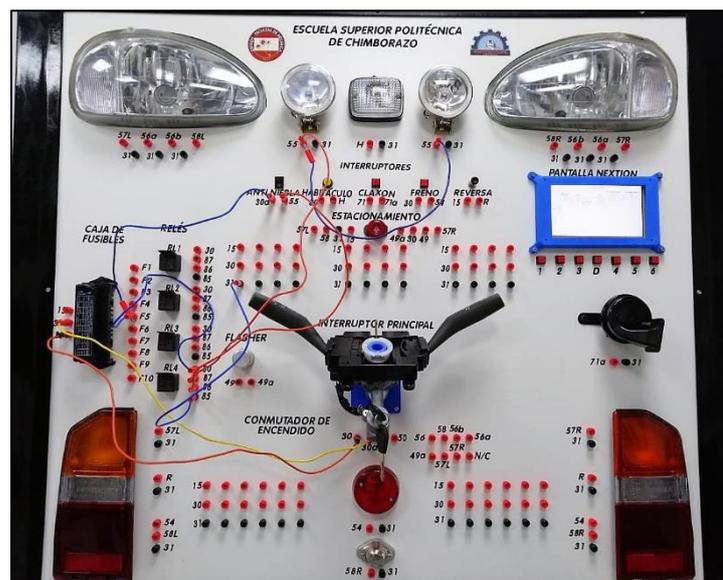
Realizado por: Autores

- e) Seguidamente, el terminal 55 perteneciente al interruptor, conectar al terminal 86 del relé “RL4”.



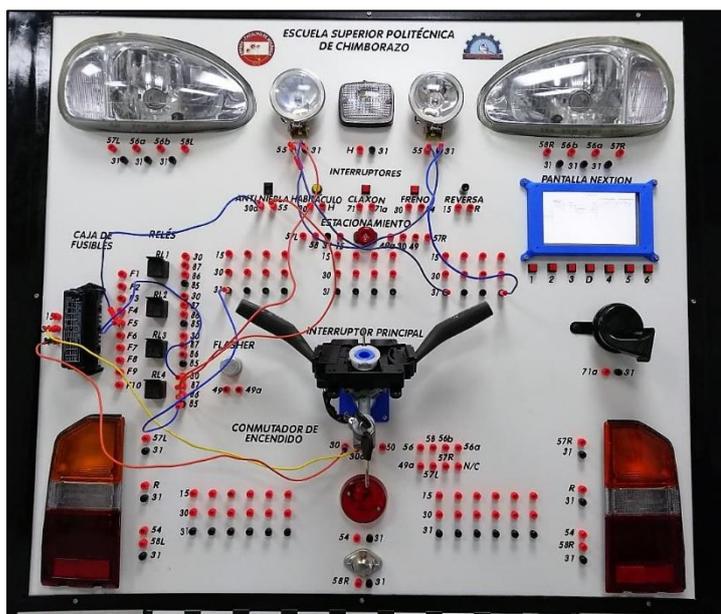
Realizado por: Autores

- f) Para este circuito, conectar el terminal 87 del relé “RL4” hacia los consumidores designados con los terminales 55.



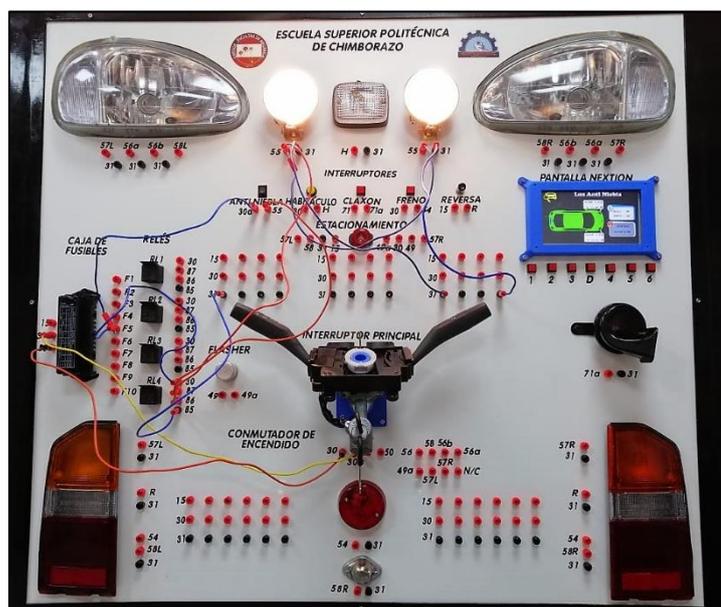
Realizado por: Autores

- g) Completamos el circuito conectando los consumidores al terminal 31 que corresponde a masa.



Realizado por: Autores

h) Finalmente giramos la llave del conmutador a la posición Acc. y accionamos el interruptor.



Realizado por: Autores

CUADRO DE AVERÍAS (MÓDULO DE ENTRENAMIENTO)

| SÍNTOMA | CAUSA | SOLUCIÓN |
|---------|-----------------------|------------------------|
| | -Interruptor averiado | -Sustituir Interruptor |
| | | -Sustituir fusible |

| | | |
|---|---|--|
| Pantalla Nextion no enciende | -Fusible principal quemado -Batería en mal estado | -Recargar o sustituir batería |
| Luz de cruce y carretera no encienden | -Lámpara fundida -Conectores en mal estado -Cableado en mal estado -Voltaje insuficiente -Toma de masa defectuosa -Fusible fundido -Interruptor principal defectuoso -Relés en mal estado | -Sustituir lámpara -Sustituir conectores -Verificar cableado. Sustituir de ser necesario -Revisar voltaje de batería. Recargar batería -Limpiar conexiones -Sustituir fusible -Reparar o sustituir interruptor -Sustituir relé |
| Luz de estacionamiento y direccionales no encienden | -Flasher en mal estado -Conectores en mal estado -Cableado en mal estado -Voltaje insuficiente -Toma de masa defectuosa -Fusible fundido -Pulsador de estacionamiento defectuoso -Interruptor de direccionales defectuoso. -Lámpara fundida | -Sustituir Flasher -Sustituir conectores -Verificar cableado. Sustituir de ser necesario -Revisar voltaje de batería. Recargar batería -Limpiar conexiones -Sustituir fusible - Sustituir pulsador -Reparar o sustituir interruptor -Sustituir lámpara |

| | | |
|--|---|---|
| <p>No funciona la luz de reversa</p> | <ul style="list-style-type: none"> -Interruptor de reversa defectuoso -Cable de alimentación cortado -Lámpara fundida -Fusible fundido -Toma de masa defectuosa | <ul style="list-style-type: none"> -Sustituir interruptor -Reparar instalación -Sustituir lámpara -Sustituir fusible -Limpiar conexiones |
| <p>No funciona la luz de freno</p> | <ul style="list-style-type: none"> -Pulsador de freno defectuoso -Cable de alimentación cortado -Lámpara fundida -Fusible fundido -Toma de masa defectuosa | <ul style="list-style-type: none"> -Sustituir pulsador -Reparar instalación -Sustituir lámpara -Sustituir fusible -Limpiar conexiones |
| <p>No enciende una luz anti niebla</p> | <ul style="list-style-type: none"> -Lámpara fundida -Conectores en mal estado -Cableado en mal estado -Voltaje insuficiente -Toma de masa defectuosa -Fusible fundido -Interruptor defectuoso -Relé en mal estado | <ul style="list-style-type: none"> -Sustituir lámpara -Sustituir conectores -Verificar cableado. Sustituir de ser necesario -Revisar voltaje de batería. Recargar batería -Limpiar conexiones -Sustituir fusible -Sustituir interruptor -Sustituir relé |

NOTA: Al momento de comenzar a realizar la práctica. Seleccionar en el cargador de batería que se encuentra situado en la parte de atrás el botón que indica la carga en 12A, para que no existan cambios en los valores de las magnitudes, al momento de la lectura de las magnitudes.

CAPÍTULO IV

4. ESTUDIO DE COSTOS

En este capítulo se analiza el costo monetario que tuvo el desarrollo del módulo de entrenamiento con asistencia de pantalla digital para sistemas de iluminación automotriz. El costo total se lo divide en costos directo y costos indirectos para una mejor comprensión.

4.1 Costos Directos

Los costos directos son los que están ligados directamente a la producción del tablero, es decir el costo de la materia prima que se utiliza, este puede variar ya sea por la calidad de los materiales utilizados en la implementación del mismo.

En la Tabla 1-4 se puede visualizar todos los materiales que se utilizaron en la construcción del módulo de entrenamiento con asistencia de pantalla digital para sistemas de iluminación automotriz, donde el costo de la asesoría electrónica es el más alto, el cual representa el 18.78 % del valor total.

Tabla 1-4: Costos directos

| DESCRIPCION | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR TOTAL | VALOR TOTAL % |
|---------------------------------------|----------|----------------|-------------|---------------|
| MDF DE PRUEBA 1m X 1.10m X 6mm | 1 | 5,71 | 5,71 | 0,21 |
| DISCOS DE CORTE | 3 | 2 | 6 | 0,23 |
| BARRAS DE SILICÓN | 3 | 3,5 | 10,5 | 0,39 |
| PINTURA NEGRA | 1 | 5,36 | 5,36 | 0,20 |
| FONDO GRIS MULTIPRIMER | 1 | 3,57 | 3,57 | 0,13 |
| TINHER | 3 | 1,33 | 3,99 | 0,15 |
| PLANCHAS MDF | 2 | 28,85 | 57,7 | 2,17 |
| TORNILLOS CABEZA CILINDRICA M4 X 25mm | 30 | 0,22 | 6,6 | 0,25 |
| FUNDA DE GUAUPE | 2 | 0,9 | 1,8 | 0,07 |
| CORTE LASER MDF | 1 | 111 | 111 | 4,17 |

| | | | | |
|---|-----|-------|--------|------|
| PERFIL RECTANGULAR 2in x 1in x 1.2 mm | 3 | 10,95 | 32,85 | 1,23 |
| PERFIL ANGULAR DE 1in x 1/8 in | 3 | 6,85 | 20,55 | 0,77 |
| LLANTAS DE 2 in | 12 | 2,33 | 27,96 | 1,05 |
| SERVICIO PLOTTER DE CORTE | 1 | 50 | 50 | 1,88 |
| PCB | 6 | 40 | 240 | 9,02 |
| FAROS PRINCIPALES VEHICULO CHEVROLET CORSA WIND | 6 | 21,43 | 128,58 | 4,83 |
| FAROS POSTERIORES VEHICULO CHEVROLET VITARA | 6 | 16,07 | 96,42 | 3,62 |
| CLAXON GERMAN EAGLE | 3 | 6,25 | 18,75 | 0,70 |
| SWITCH DE ENCENDIDO VEHICULO DATSUN 1200 | 3 | 15,18 | 45,54 | 1,71 |
| CEREBRO DE LUCES VEHICULO CHEVROLET LUV DIMAX | 3 | 29,24 | 87,72 | 3,30 |
| JUEGO DE NEBLINEROS | 3 | 10,7 | 32,1 | 1,21 |
| LUCES DE SALÓN | 3 | 5,36 | 16,08 | 0,60 |
| GUIAS REDONDAS PARA TERCERA LUZ DE FRENO | 3 | 3,57 | 10,71 | 0,40 |
| RELES BOSCH | 12 | 3,13 | 37,56 | 1,41 |
| PORTAFUSIBLES | 3 | 5,36 | 16,08 | 0,60 |
| LUCES DE PLACA | 3 | 4,02 | 12,06 | 0,45 |
| SOCKETS PARA RELE | 12 | 0,73 | 8,76 | 0,33 |
| FLASHER | 3 | 3,13 | 9,39 | 0,35 |
| SOCKETS PARA FLASHER | 3 | 0,71 | 2,13 | 0,08 |
| INTERRUPTORES DE PARQUEO GM | 3 | 9,83 | 29,49 | 1,11 |
| BATERIA DE VEHICULO KAISER NS40 | 1 | 74 | 74 | 2,78 |
| TERMINALES DE ENCHUFE | 10 | 0,48 | 4,8 | 0,18 |
| PLUG BANANA PLÁSTICO CON DERIVACIÓN | 600 | 0,08 | 48 | 1,80 |
| JACK BANANA MEDIANO | 594 | 0,25 | 148,5 | 5,58 |
| CAUTIN | 1 | 2,75 | 2,75 | 0,10 |
| ROLLO DE ESTAÑO | 1 | 20,25 | 20,25 | 0,76 |
| PASTA PARA SOLDAR | 1 | 2 | 2 | 0,08 |
| FOCOS G EAGLE 1P 12V 1141 | 18 | 0,34 | 6,12 | 0,23 |
| FOCOS G EAGLE 2P 12V 1012 | 6 | 0,34 | 2,04 | 0,08 |
| FOCOS H4 | 6 | 2,4 | 14,4 | 0,54 |
| SOCKETS PARA HALÓGENOS H4 | 6 | 1,05 | 6,3 | 0,24 |
| BOQUILLAS METALICAS 2P | 6 | 0,42 | 2,52 | 0,09 |
| BOQUILLAS METALICAS 1P | 18 | 0,42 | 7,56 | 0,28 |
| FOCOS FLOSSER 4291 UÑA 12V 5W | 6 | 0,42 | 2,52 | 0,09 |

| | | | | |
|---|----|------|----------------|-------|
| TERMINALES DE ENCHUFE MEDIANO | 29 | 0,08 | 2,32 | 0,09 |
| SOCKETS PLASTICOS 6C HEMBRA | 3 | 0,85 | 2,55 | 0,10 |
| BORNES MEDIANOS | 2 | 1,25 | 2,5 | 0,09 |
| BOQUILLAS PARA FOCO DE UÑA | 6 | 0,64 | 3,84 | 0,14 |
| CONDUCTOR ELÉCTRICO FLEXIBLE #10 (20 m) | 9 | 0,85 | 7,65 | 0,29 |
| CONDUCTOR ELÉCTRICO FLEXIBLE #12 (20 m) | 20 | 0,37 | 7,4 | 0,28 |
| CONDUCTOR ELÉCTRICO FLEXIBLE #14 (20 m) | 20 | 0,27 | 5,4 | 0,20 |
| CONDUCTOR ELÉCTRICO FLEXIBLE #16 (20 m) | 20 | 0,22 | 4,4 | 0,17 |
| CONDUCTOR ELÉCTRICO FLEXIBLE #18 (20 m) | 20 | 0,2 | 4 | 0,15 |
| TERMOCONTRAIBLE #10 (20m) | 3 | 1,6 | 4,8 | 0,18 |
| TERMOCONTRAIBLE #4 (20m) | 5 | 0,21 | 1,05 | 0,04 |
| INTERRUPTORES PARA NEBLINEROS | 3 | 0,75 | 2,25 | 0,08 |
| INTERRUPTORES PARA LUZ DE SALÓN | 3 | 0,75 | 2,25 | 0,08 |
| INTERRUPTORES PARA LUZ DE REVERSA | 3 | 2 | 6 | 0,23 |
| PULSADOR PARA CLAXON | 3 | 0,75 | 2,25 | 0,08 |
| PULSADOR PARA LUZ DE FRENO | 3 | 0,75 | 2,25 | 0,08 |
| PANTALLA DIGITAL NEXTION | 1 | 200 | 200 | 7,51 |
| ARDUINO MEGA | 1 | 18 | 18 | 0,68 |
| ACS712 | 28 | 12 | 336 | 12,62 |
| PORTA FUSIBLES | 29 | 0,45 | 13,05 | 0,49 |
| DIODOS 1N4007 | 29 | 0,2 | 5,8 | 0,22 |
| RESISTENCIAS | 80 | 0,05 | 4 | 0,15 |
| BORNERAS | 28 | 0,25 | 7 | 0,26 |
| MULTIPLEXORES ANALOGICOS | 5 | 7 | 35 | 1,31 |
| ESPADINES HEMBRA | 5 | 0,75 | 3,75 | 0,14 |
| ESPADINES MACHO | 2 | 0,75 | 1,5 | 0,06 |
| ASESORIA ELECTRÓNICA | 1 | 500 | 500 | 18,78 |
| TOTAL | | | 2661,73 | |

Realizado por: Autores

4.2 Costos Indirectos

Los costos indirectos son los que no están ligados directamente a la producción del tablero, es decir el costo que actúa de manera tangencial en la construcción del mismo, pero son igual de importantes.

En la Tabla 2-4 se puede visualizar todos los recursos indirectos que se utilizaron en la construcción del módulo de entrenamiento con asistencia de pantalla digital para sistemas de iluminación automatizada, donde el costo de impresiones y copias, mano de obra y varios, tienen un porcentaje del 28.57% del valor total, superando al valor del transporte el cual corresponde al 14.29% del valor total.

Tabla 2-4: Costos indirectos

| ITEM | TOTAL | TOTAL % |
|-----------------------------------|---------------|------------|
| Impresiones y copias | \$ 100 | 28,57 |
| Mano de obra | \$ 100 | 28,57 |
| Transporte | \$ 50 | 14,29 |
| Varios | \$ 50 | 28,57 |
| TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS | \$ 300 | 100 |

Realizado por: Autores

4.3 Costo Total

Una vez determinado los costos tanto directos como indirectos, utilizados en el desarrollo del módulo de entrenamiento con asistencia de pantalla digital para sistemas de iluminación automatizada, se puede calcular el costo total que tuvo la elaboración de este proyecto.

En la Tabla 3-4 se visualiza los costos tanto directos como indirectos, donde se tuvo un costo neto de construcción de \$ 2961,73, tomando en cuenta que los costos directos representan el 91.41% del costo total del desarrollo del tablero.

Tabla 3-4: Costo total

| ITEM | TOTAL | TOTAL % |
|--------------------|----------------|----------------|
| COSTOS DIRECTOS | 2661,73 | 91,41 |
| COSTOS INDIRECTOS | 300 | 8,59 |
| COSTO TOTAL | 2961,73 | 100 |

Realizado por: Autores

CONCLUSIONES

- En las diferentes instituciones educativas, existen diferentes tipos de módulos que facilitan el aprendizaje de los estudiantes, ya que el trabajo práctico permite obtener una mejor retención de conocimientos. Es así que se diseñó un módulo con características similares a menor costo y con misma viabilidad que los comerciales.
- Los dispositivos electrónicos nos permiten obtener resultados más exactos de manera analógica y digital, por lo que su utilización en diferentes áreas de la mecánica es más común con el paso de los días.
- Las tarjetas electrónicas de desarrollo arduino, permiten realizar programas complejos, pero con mayor facilidad, ya que estas poseen un lenguaje de programación sencillo, que junto a los demás dispositivos electrónicos permite la implementación del módulo con finalidad educativa.
- Al momento de diseñar los circuitos, estos se los hizo en un programa llamado Proteus que permite ver el acabado final de la placa electrónica con todos sus componentes de manera ordenada.
- Las pruebas comparativas de funcionamiento se las realizó con respecto a mediciones tomadas directamente desde un multímetro, con lo que se obtuvo un margen de error de 3,25%.
- El módulo de entrenamiento fue construido con un valor económico menor a los módulos comerciales que existen actualmente en el mercado, por lo que lo hace accesible a las diferentes instituciones educativas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda antes de realizar la conexión de cualquiera de las prácticas que se vaya a realizar, leer el manual de uso que se encuentra en el anexo B para tener mayor claridad de cómo manejar el tablero didáctico.
- Se recomienda tomar en cuenta que la batería debe encontrarse en buenas condiciones de operación, es decir que este cargada, para que esta pueda suministrar un voltaje mínimo de 12,6 voltios.
- Se recomienda que al momento de que se detecte que la batería se encuentre descargada, utilizar otro acumulador en buen estado o una fuente regulada (cargador de baterías), que permita el suministro de un voltaje continuo.
- Se recomienda tener cuidado al momento de realizar las conexiones del módulo para evitar la inversión de polaridad, y evitar daños en el tablero didáctico.
- Se recomienda que cuando se vaya a realizar la desconexión de cada circuito, apagar la Unidad de Control Electrónica, con el fin de evitar problemas tales como: cortocircuitos, incendios, quemaduras, etc.
- Se recomienda que, al momento de realizar conexión de los diferentes elementos electrónicos del módulo, se debe tomar en cuenta los datasheet de cada uno de estos para una correcta conexión.

BIBLIOGRAFÍA

RUTA 401. *Tercera luz de freno.* [En línea] 2016.[Consulta: 18 noviembre 2018] Disponible en: <https://blog.reparacion-vehiculos.es/tercera-luz-de-freno>.

ALONSO, José. *Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico.* 11ª ed. Madrid-España: Paraninfo, 2010, pp. 295-309.

ARANDA. *21W Ámbar Lámpara Halógena 12V 1Polo Descentrada.* [En línea] 2017.[Consulta: 14 diciembre 2018] Disponible en: https://www.recambiosaranda.es/21w-ambar-lampara-halogena-12v-1polo-descentrada_p4785023.htm.

ARDUINO. *Arduino MEGA.* [En línea] 2017. [Consulta: 17 noviembre 2018] Disponible en: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3>.

AUTOEDU. *Sistema Automotriz.* [En línea] 2016. [Consulta: 7 octubre 2018] Disponible en: <http://www.sistema-automotriz.pe/productos.php?cat=37&prod=342>.

AUTOFACIL. *Todo lo que debes saber sobre los fusibles del coche.* [En línea] 2019. [Consulta: 10 enero 2019] Disponible en: <https://www.autofacil.es/conductor/2010/04/20/debes-fusibles-coche/3677.html>.

BOSCH. *Lámparas para vehículos y motos.* Campinas-Brasil, 2017, pp. 36-37.

CANDO, Alex. *Diseño e implementación de un simulador para el diagnóstico de la unidad de control electrónico de motor (ecu) en un vehículo marca Hyundai Accent.* (Trabajo de Titulación). (Ingeniería), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, Escuela de Electrónica en Control y Redes Industriales. Riobamba -Ecuador 2017. pp 117-125.

CAZAS, Jorge. *Lampara 21.* [En línea] 2017. [Consulta: 23 enero 2019] Disponible en: <https://www.factoryparts.com.ar/504/lampara-p21-12v-21w.jpg>.

CHAGLLA, Edison. *Implementación de un Banco de Pruebas de Sistemas de Alumbrado y Accesorios Eléctricos de un Vehículo para la Escuela de Ingeniería Automotriz.* (Trabajo de Titulación). (Grado), Escuela Superior Politécnica de

Chimborazo, Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería Automotriz. Riobamba-Ecuador. 2011, pp. 61-67

CHIAVETTO, Gabriel. Reles de uso Automotriz. [En línea] 2017. [Consulta: 17 diciembre 2018] Disponible en: <https://edoc.site/reles-de-uso-automotriz-5-pdf-free.html>.

COBOS, Jose. *TEORICA- Sistema Eléctrico*. [En línea] 2017. [Consulta: 13 enero 2019]. Disponible en: <https://www.tutorica.com/material-complementario/mecanica-del-vehiculo/sistema-electrico.1>.

CROUSE, William. *Equipo Eléctrico y Electrónico del Automóvil*. 6ª ed. Bogotá-Colombia: Alfaomega, 2001, pp. 247.

DEL ANGEL, Isaac. *Luces Direccionales, Funcionamiento y Diagrama Eléctrico*. [En línea] 2016. [Consulta: 16 enero 2019]. Disponible en: <https://tallerautoelectrico.com/como-funciona-el-flasher-de-luces-direccionales/>.

DNV. *Lámparas LED*. [En línea] 2018.[Consulta: 18 octubre 2018]. Disponible en: <http://www.dnvrepuestos.com.ar/lampara-led-13-puntas-polo-12v-blanca-oferta-por-100u-195168701xJM>.

FERNANDEZ, Daniela. *Evitemos accidentes de tránsito, con el uso de luces direccionales*. [En línea] 2014. [Consulta: 21 febrero 2019]. Disponible en: <http://memoriasdeunazurda.blogspot.com/2014/09/evitemos-accidentes-de-transito-con-el.html>.

FERNÁNDEZ, Roselyn. *Rele de uso automotriz*. [En línea] 2016. [Consulta: 14 enero 2019.] Disponible en: <http://www.autosoporte.com/blog-automotriz/item/462-sabias-que-son-los-reles-de-uso-automotriz>.

GOMEZ, Javier. *Halógeno vs Xenón vs LED vs Láser*. [En línea] 2014. [Consulta: 8 diciembre 2018]. Disponible en: <https://www.autonocion.com/luces-xenon-led-halogeno-laser/>.

GONZÁLEZ, Fernando. *Lámparas de Xenon*. [En línea] 2016. [Consulta: 24 noviembre 2019]. Disponible en: <https://www.autonocion.com/historia-iluminacion-coches/>.

GRUPO BOSCH. *Bocina supersonante y Megatone*. [En línea] 2017. [Consulta: 21 febrero 2019]. Disponible en: <http://es.bosch->

automotive.com/es/internet/parts/parts_and_accessories/electronics_and_accessories/horns_and_fanfare_horns_1/supertone_and_megatone_horns_1/supertone_and_megatone_horns_1.html.

GRUPO CEAC. *Manual CEAC del automovil.* Barcelona-España: Ceac S.A, 2003, p. 480.

GT. *Faros de xenon.* [En línea] 2017. [Consulta: 19 diciembre 2018]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/gtsistemadealumbrado/Home/6--faros-de-xenon>.

SITE. *Historia del Sistema de Alumbrado.* [En línea] 2017. [Consulta: 13 enero 2019]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/gtsistemadealumbrado/Home/1--necesidad-del-sistema-de-alumbrado/--historia-del-sistema-de-alumbrado>.

HERNANDEZ, Luis. *LED, Láser, OLED, Digital Light: Los últimos avances en iluminación automotriz.* [En línea] 2018. [Consulta: 25 octubre 2018]. Disponible en: <https://especiales.autocosmos.com.ar/tecnologia/noticias/2018/03/20/led-laser-oled-digital-light-los-ultimos-avances-en-iluminacion-automotriz>.

HERNANDEZ, Rosalyn. *Cableado Eléctrico Fundamentos de Servicio Automotriz Profesional.* [En línea] 2016. [Consulta: 16 enero 2019]. Disponible en: <http://www.autosoporte.com/index.php/blog-automotriz/item/458-conceptos-basicos-de-cableado-electrico-automotriz>.

LARA, Eduardo. Pantalla Nextion NX3224T028 + Arduino UNO. [En línea] 2015. [Consulta: 7 noviembre 2018]. Disponible en: <https://hetprostore.com/TUTORIALES/pantalla-nextion-arduino/>.

LIGHT. *Lámpara tipo ña.* [En línea] 2017. [Consulta: 16 febrero 2019]. Disponible en: <http://www.recambiomoto.com/WebRoot/acens/Shops/1132358/4F78/98DD/9FB5/5C92/0A01/00CB/AC2A/06.12.jpg>.

LLANOS, María José. *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo.* Madrid-España: Paraninfo, 2011, pp. 169-240.

LOPEZ, Ana. *Lamparas para autos.* [En línea] 2015. [Consulta: 29 diciembre 2018]. Disponible en: <http://www.comercialacuario.cl/wp-content/uploads/2014/08/h11-10.jpg>.

LÓPEZ, Juan. *Diseño y Construcción de un Tablero Inteligentes para Direccionar de Acuerdo a la Trayectoria y Velocidad del Vehículo.* (Trabajo de Titulación). (Grado),

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería Automotriz. Riobamba- Ecuador. 2015, pp. 32-35.

MARELLI MAGNETI. *Historia de la iluminación automotriz.* [En línea] 2019. [Consulta: 30 noviembre 2018]. Disponible en: <https://www.all-lighting.com/company/history/>.

MAYO, Pablo. *El sistema de iluminación en automóviles.* [En línea] 2018. [Consulta: 15 enero 2019]. Disponible en: <https://espirituracer.com/reportajes/el-sistema-de-iluminacion-en-automoviles/>.

MEGANEBOY, Dany. *Curso rápido de electricidad del automóvil.* [En línea] 2014. [Consulta: 13 enero 2019]. Disponible en: <http://www.aficionadosalamecanica.com/luces.htm>.

Mercedes. *Sistema de iluminación.* [En línea] 2016. [Consulta: 19 febrero 2019]. Disponible en: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/39/Mercedes_Knight_16_45_1912.JPG.

MERCEDES, María. *Breve historia del automóvil.* [En línea] 2015. [Consulta: 2 noviembre 2018]. Disponible en: <https://tecnologiamariamercedes.wordpress.com/2013/03/20/lectura-1-grado-decimo-breve-historia-del-automovil/>.

MIRANDA. *Circuito Eléctrico de Direccionales y Parqueo.* [En línea] 2018. [Consulta: 10 febrero 2019]. Disponible en: <https://miradadigitalec.blogspot.com/p/sistema-de.html>.

MORALES, Jose. *Luces Xenon.* [En línea] 2017. [Consulta: 17 octubre 2018]. Disponible en: https://http2.mlstatic.com/luces-xenon-balabra-focos-p-autos-moto-camionetas-D_NQ_NP_773215-MLM25189471135_112016-F.jpg.

MORGADO, PAOLO. *Iluminación Automotriz.* [En línea] 2016. [Consulta: 21 diciembre 2018]. Disponible en: <https://www.autonocion.com/historia-iluminacion-coches/>.

MOTORGIGA. *Luces direccionales.* [En línea] 2016. [Consulta: 3 octubre 2018]. Disponible en: <https://diccionario.motorgiga.com/adaptive-front-light-system>.

MULCHEN. *Conectar flasher tres patas.* [En línea] 2016. [Consulta: 16 noviembre 2018]. Disponible en:

<https://aprendeelectromecanica.wordpress.com/2016/01/24/conectar-flasher-tres-patas/>.

NAYLAMP. *Tutorial sensor de corriente ACS712.* [En línea] 2016. [Consulta: 12 enero 2019]. Disponible en: https://naylampmechatronics.com/blog/48_tutorial-sensor-de-corriente-ac712.html.

NORIEGA, Carlos. *RENOVATION. LAMPARAS AUTOMOTRICES.* [En línea] 2018. [Consulta: 11 noviembre 2018]. Disponible en : [http://renovatio.com.mx/assets/producto/Foco%20automotriz\(049\)/foco-automotriz-ref-t10_high.png](http://renovatio.com.mx/assets/producto/Foco%20automotriz(049)/foco-automotriz-ref-t10_high.png).

PALLAS, Ramón. *Multiplexores analógicos. Panorámica del mercado.* [En línea] 2016. [Consulta: 6 octubre 2018]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Ramon_Pallas-Areny/publication/303752160_Multiplexores_analogicos_Panoramica_del_mercado/links/57508d9208aef67d0d89f36e/Multiplexores-analogicos-Panoramica-del-mercado.pdf.

PATIÑO, Santiago. *Cables Electricos Automotriz.* [En línea] 2012. [Consulta: 14 noviembre 2018]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/106317077/Cables-Electricos-Automotriz>.

PEREZ, Jaime. *Mecanico automotriz.* [En línea] 2018. [Consulta: 13 enero 2019]. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/0B_vOBUOWJUUGcUQ4US1RbzNhdms/edit. 1.

PHILIPS. *Bombilla philips p21/5w 12v.* [En línea] 2017. [Consulta : 10 febrero 2019]. Disponible en: <https://www.agrosolucionesab.es/lamparas-pilotos-y-catadioptricos/586-bombilla-philips-p215w-12v.html>.

RAMOS, Luis. 2017. *Las luces de tu coche: cómo son y cuándo utilizarlas.* [En línea] 2017. [Consulta: 8 enero 2019]. Disponible en: <https://noticias.coches.com/consejos/las-luces-de-tu-coche-como-son-y-cuando-utilizarlas/80384>.

ROBOTS. *Descripción y funcionamiento del Bus I2C.* [En línea] 2018.[Consulta: 9 noviembre 2018]. Disponible en: <http://robots-argentina.com.ar/didactica/descripcion-y-funcionamiento-del-bus-i2c/#comments>.

SGS. *Luz de cortesía* . [En línea] 2018. [Consulta: 7 enero 2019]. Disponible en: <https://www.serviciositv.es/sgs-te-informa/luz-de-cortesia-que-son-las-luces-de-cortesia-en-un-coche>.

SUAREZ, Luis. *P21/5*. [En línea] 2017. [Consulta: 11 septiembre 2018]. Disponible en: <http://www.motomar-racing.com/assets/previos/8/8GD002078121.jpg>.

TINYTRONICS. TINYTRONICS. *Multiplexor analógico HC4067 de 16 canales*. [En línea] 2017. [Consulta: 19 noviembre 2018]. Disponible en: <https://www.tinytronics.nl/shop/en/sensors/current-voltage/hc4067-16-channel-analog-multiplexer>.

TOYOTA. *Faros antiniebla: ¿cómo, cuándo y dónde se deben utilizar?* [En línea] 2015. [Consulta: 24 enero 2019]. Disponible en: <https://www.motorpasion.com/espaciotoyota/faros-antiniebla-como-cuando-y-donde-se-deben-utilizar>.

VARGAS, Manuel. *Arduino una Herramienta Accesible para el Aprendizaje de Programación*. [En línea] 2015. [Consulta: 7 noviembre 2018]. Disponible en: http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Tecnologia_e_innovacion/vol2num4/Revista-de-Tecnologia-e-Innovacion--Volumen-4-164-169.pdf.

VELASCO, Nicolas. Bibing. *Microcontroladores*. [En línea] 2016. [Consulta: 9 noviembre 2018]. Disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11141/fichero/PFC%252F3+Microcontroladores.pdf>.