



INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en
Mecánica Automotriz**

Autor: Cevallos Veliz Kevin Jair

Director: Ing. Alex Fernando Llerena Mena

**Repotenciación del Simulador Sistema Eléctrico del
Automóvil Aveo Emotion 1.6**

Certificado de Autoría

Yo, Cevallos Veliz Kevin Jair, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Cevallos Veliz Kevin Jair

C.I: 1315273530

Aprobación del Tutor

Yo, Alex Fernando Llerena certifico que conozco a los autores del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Ing. Alex Fernando Llerena, MsC.

Director del Proyecto

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis abuelos Alejandro y Margarita quienes bajo su manto de crianza inclucaron valores y principios que hacen de mí lo que hoy y mañana seré en la vida, a mis padres Gaspar y Miriam que con su sudor y apoyo impulsaron a que tome la decision de seguir los estudios universitarios lejos de casa, a mis tios y primos que se hicieron presentes de alguna u otra manera en el desarrollo de esta meta.

Kevin Cevallos

Agradecimiento

Agradezco a Dios por permitirme cruzar en mi camino a todo el personal docente y administrativo de la UIDE, un equipo de trabajo grandioso a quienes recordaré por su pasión en la enseñanza y se verá reflejado su arduo trabajo en mi persona y en decenas de personas que año a año se gradúan de esta carrera.

Kevin Cevallos

Índice General

Certificado de Autoría.....	iii
Aprobación del Tutor.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice General.....	vii
Índice de Figuras.....	xii
Índice de Tablas	xvi
Resumen.....	xvii
Abstract	xviii
Capítulo I	1
Antecedentes	1
1.1 Tema de Investigación	1
1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema	1
1.2.1 Planteamiento del Problema	1
1.2.2 Formulación del Problema.....	2
1.2.3 Sistematización del Problema	2
1.3 Objetivos de la Investigación.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación	3
1.4.1 Justificación Teórica	3
1.4.2 Justificación Metodológica	4
1.4.3 Justificación Práctica	4
1.4.4 Delimitación Temporal	4

1.4.5 Delimitación Geográfica	4
1.4.6 Delimitación del Contenido	4
1.6 Hipótesis	5
1.7 Variables de Hipótesis	5
1.7.1 Variables Independientes	5
1.7.2 Variables Dependientes	5
Capítulo II	6
Marco Referencia.....	6
2.1 Corriente Eléctrica.....	6
2.1.1 Corriente Alterna	6
2.1.2 Corriente Continua.....	6
2.2 Magnitudes Eléctricas	7
2.2.1 Voltaje, Tensión o Diferencia de potencial.....	7
2.2.2 Resistencia Eléctrica	7
2.2.3 Intensidad Eléctrica.....	8
2.2.4 Ley de Ohm.....	8
2.2.5 Potencia Eléctrica.....	9
2.3 Circuito Eléctrico	10
2.3.1 Circuito en Serie	10
2.3.2 Circuito en Paralelo.....	11
2.3.3 Circuito Mixto.....	11
2.4 Sistema de Iluminacion Automotriz	12
2.5 Luces de Alumbrado	13
2.5.1 Luces Principales de Alumbrado de Carretera.....	13
2.5.2 Luces de Posición	13

2.5.3 Luces Neblinero	14
2.5.4 Luz Interior de Salón	14
2.6 Luces de Maniobras	14
2.6.2 Luz de Freno	14
2.6.3 Luces de Reversa	14
2.6.4 Luces Intermitentes y Parqueo.....	15
2.7 Elementos que Componen al Sistema de Iluminación.....	15
2.8 Los Faros.....	15
2.9 Lámparas.....	16
2.9.1 Lámparas de Incandescencia.....	17
2.9.2 Lámparas de Halógeno	18
2.10 Fuente de Energía	18
2.11 Cableado	18
2.12 Elementos de Protección.....	19
2.12.1 Fusibles	19
2.12.2 Caja de Fusibles	20
2.13 Elementos de Accionamiento	20
2.13.1 Accionamiento Mecánico	20
2.13.2 Accionamiento Electromagnético: Relés	22
2.14 Raspberry Pi.....	22
2.14.1 Raspberry Pi OS.....	23
2.15 Ingeniería Inversa.....	24
Capítulo III.....	25
Diseño del Simulador Sistema de Iluminación.....	25
3.1 Especificaciones Previo Renovación	25

3.2 Proceso de Ingeniería Inversa	25
3.2.1 Estado Inicial del Simulador Sistema Eléctrico Aveo Emotion 1.6	26
3.2.2 Estado Inicial del Simulador Sistema Eléctrico del Kia	27
3.3 Selección de Elementos a Reutilizar	28
3.3.1 Estructura Metálica de Soporte	29
3.3.2 Fuente de Alimentación	29
3.3.3 Componentes de Medición Eléctrica Analógicos	30
3.3.4 Componente de Protección de Circuitos	31
3.3.5 Componentes de Control.....	31
3.3.6 Componentes de Iluminación	32
3.4 Diseño de Circuito Electrónico.....	32
3.5 Diseño de la Nomenclatura del Cableado Eléctrico	36
3.5.1 Designación de Bornes Según las Normas DIN 40719 y 72552	36
3.5.1 Designación de Fusibles	37
3.5.2 Nomenclatura de Interruptores y Conmutadores	38
3.5.3 Nomenclatura de los Emisores.....	40
3.5.4 Nomenclatura de los Relés.....	40
3.6 Diseño de los Diagramas del Circuito Eléctrico	41
3.6.1 Diseño del Circuito de Luces Medias	42
3.6.2 Diseño del Circuito de Luces Bajas	43
3.6.3 Diseño del Circuito de Luces Altas	44
3.6.4 Diseño del Circuito de Luces Neblineros	45
3.6.5 Diseño del Circuito de Luces Direccionales	46
3.6.6 Diseño del Circuito de Luces de Parqueo o Emergencia	47
3.6.7 Diseño del Circuito de Luces de Freno	48

3.6.8 Diseño del Circuito de Luces de Retro	49
3.6.9 Diseño del Circuito de Luz Interior Salón	49
3.6.10 Diseño del Circuito de Pito	50
3.6.11 Diseño del Circuito de Radio	51
3.7 Diseño de la Interface de Estudiante Máquina	52
Capítulo IV.....	54
Reconstrucción del Simulador Sistema de Iluminación	54
4.1 Remodelación Estructural del Módulo de Soporte	54
4.1.1 Perforación de Tablero.....	55
4.1.2 Armado de Tablero y Estructura Metálica.....	56
4.2 Instalación de Componentes de Alimentación y Protección.....	57
4.2.1 Fuente de Poder.....	57
4.2.2 Caja de Fusibles	58
4.3 Instalación de los Elementos de Accionamiento	58
4.4 Instalación de Instrumentos de Medición Eléctrica	59
4.5 Instalación de Consumidores	60
4.6 Conexiones Eléctricas	60
4.7 Comprobación de Funcionamiento de Circuitos.....	62
4.8 Etiquetado del Simulador.....	64
4.8 Ensamblado de Componentes de Electrónicos	65
4.9 Pruebas de Funcionamiento de Circuitos Mediante la Pantalla.....	67
4.10 Cuidados y Manejo de la Maqueta del Sistema Eléctrico del Automóvil	70
Conclusiones	70
Recomendaciones	72
Bibliografía	73

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Onda Senoidal que Produce la Tensión de la Corriente Alterna</i>	6
Figura 2 <i>Onda que Produce la Corriente Continua</i>	7
Figura 3 <i>Electrones en Circuito de Baja Resistencia A vs Alta Resistencia B</i>	8
Figura 4 <i>Relación de las Magnitudes Eléctricas</i>	9
Figura 5 <i>Componentes de Circuito Cerrado Básico</i>	10
Figura 6 <i>Representación de un Circuito en Serie</i>	11
Figura 7 <i>Representación de Circuito en Paralelo</i>	11
Figura 8 <i>Esquematización de Circuito de Conexión Mixta</i>	12
Figura 9 <i>Luces del Sistema de Iluminación Exterior</i>	12
Figura 10 <i>Faros Parabólicos y Su Haz de Luz Alta y Baja</i>	15
Figura 11 <i>Bombillos que Comúnmente Forman el Sistema de Iluminación</i>	17
Figura 12 <i>Partes de un Bombillo Incandescente de un Punto o Borne</i>	17
Figura 13 <i>Estructura de una Lámpara de Dos Puntos H4</i>	18
Figura 14 <i>Partes de los Interruptores Mecánicos de Tipo I</i>	21
Figura 15 <i>Ejemplo de Conmutador Tipo II Disposición Ruleta</i>	21
Figura 16 <i>Conmutador de Tipo III para Alumbrado y Señalización</i>	22
Figura 17 <i>Características de Construcción Raspberry Pi 4</i>	23
Figura 18 <i>Captura de Pantalla del Sistema Operativo</i>	24
Figura 19 <i>Plano de Diseño Estructural del Simulador</i>	26
Figura 20 <i>Desarmado y Evaluación de Componentes del Simulador del Aveo Emotion</i>	26
Figura 21 <i>Estado Inicial del Simulador Sistema Eléctrico del Kia Picanto</i>	27
Figura 22 <i>Plano del Diseño Estructural Simulador Kia Picanto</i>	27
Figura 23 <i>Vista Posterior del Cableado del Simulador Kia Picanto</i>	28
Figura 24 <i>Características de las Batería de la Fuente de Poder del Simulador Aveo</i>	30

Figura 25 <i>Amperímetro Seleccionado de Capacidad Hasta 60 Amperios</i>	30
Figura 26 <i>Caja de Fusibles y Relés del Aveo en su Antiguo Simulador</i>	31
Figura 27 <i>Componentes del Sistema de Iluminación y su Posible Disposición Final</i>	32
Figura 28 <i>Los Tres Principales Componente Electrónicos para Desarrollar el Proyecto</i>	33
Figura 29 <i>Numeración de los 40 Pines GPIO de la Raspberry Pi 4</i>	33
Figura 30 <i>Pines de Comunicación para Accionar el Módulo de 16 Relés</i>	34
Figura 31 <i>Módulo de 16 Relés con los Cables de Alimentación Conectados</i>	35
Figura 32 <i>Diagrama del Circuito de Luces Medias</i>	42
Figura 33 <i>Diagrama del Circuito de Luces Bajas o de Cruce</i>	43
Figura 34 <i>Diagrama del Circuito de Luces Altas o de Carretera</i>	44
Figura 35 <i>Diagrama del Circuito de Luces Neblineros</i>	45
Figura 36 <i>Diseño del Circuito de Luces Direccionales</i>	46
Figura 37 <i>Diseño del Circuito de Luz Emergencia o Parqueo</i>	47
Figura 38 <i>Diseño del Circuito de Luz de Freno</i>	48
Figura 39 <i>Diseño del Circuito de Luz Marcha Atrás o Retro</i>	49
Figura 40 <i>Diseño del Circuito de Luz de Salón</i>	50
Figura 41 <i>Diseño del Circuito de Pito</i>	51
Figura 42 <i>Diseño del Circuito de Radio</i>	51
Figura 43 <i>Primer Boceto Para Pruebas del Módulo de Relés</i>	52
Figura 44 <i>Captura de Pantalla Donde se Aprecia el Circuito de Funcionamiento</i>	53
Figura 45 <i>Captura de Pantalla de Información de Uno de los Circuitos</i>	53
Figura 46 <i>Plano con Medidas en Centímetros del Soporte Estructural</i>	54
Figura 47 <i>Soporte Estructural Cortado Acorde a las Medidas del Plano</i>	55
Figura 48 <i>Cajón de Almacenamiento Modificado Previo Pintado</i>	55
Figura 49 <i>Implementos Usados Durante Labores de Perforación</i>	56

Figura 50 <i>Presentación del Tablero Junto a su Soporte</i>	56
Figura 51 <i>Momento en que se Asegura el Tablero a la Estructura de Soporte</i>	57
Figura 52 <i>Fuente de Poder de 12 Voltios Instalada en la Maqueta</i>	57
Figura 53 <i>Reconocimiento de la Parte Interna de la Fusilera y Designación de Cables</i>	58
Figura 54 <i>Elementos de Accionamiento Manual Instalados</i>	58
Figura 55 <i>Instalación del Módulo de 16 Relés Cerca del Agujero de Accesibilidad a la Raspberry</i>	59
Figura 56 <i>Amperímetro y Voltímetro Instalados en Agujeros Realizados en el Tablero</i>	59
Figura 57 <i>Instalación de los Consumidores de Corriente</i>	60
Figura 58 <i>Inicio del Proceso de Conexión de Circuitos</i>	60
Figura 59 <i>Proceso de Conexión Eléctrica al 40%</i>	61
Figura 60 <i>Proceso de Conexión Eléctrica al 100%</i>	61
Figura 61 <i>Comprobación Funcionamiento de Luces Neblineros</i>	62
Figura 62 <i>Comprobación Funcionamiento de Luz Interior Salón</i>	62
Figura 63 <i>Comprobación Funcionamiento de Luces Medias</i>	62
Figura 64 <i>Comprobación Funcionamiento de Luces de Freno</i>	63
Figura 65 <i>Comprobación Funcionamiento del Luz Direccional Derecha</i>	63
Figura 66 <i>Comprobación Funcionamiento del Pito</i>	63
Figura 67 <i>Etiquetas Siendo Colocadas en los Cables Correspondientes</i>	64
Figura 68 <i>Avance en el Etiquetado de la Parte Frontal del Simulador</i>	64
Figura 69 <i>Vista Posterior del Simulador y Respectivo Diagrama General</i>	65
Figura 70 <i>Acoplamiento de la Raspberry a la Pantalla Táctil</i>	65
Figura 71 <i>Pantalla con Marco y Pernos de Sujeción Armados</i>	66
Figura 72 <i>Conexiones entre Raspberry y Modulo de 16 Relés Concluida</i>	66
Figura 73 <i>Simulador Ensamblado al 100%</i>	67

Figura 74 <i>Vistazo de la Interface Para el Accionamiento de Luces Altas</i>	67
Figura 75 <i>Prueba de Accionamiento Directo de Luces Altas</i>	68
Figura 76 <i>Prueba de Accionamiento Directo de Luces Medias</i>	68
Figura 77 <i>Prueba de Accionamiento Directo de Parqueo o Emergencia</i>	69
Figura 78 <i>Prueba de Accionamiento Directo de Luces de Retro</i>	69

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Características de Cables Según la AWG</i>	19
Tabla 2 <i>Código de Colores de Fusibles</i>	20
Tabla 3 <i>Dimensiones de las Estructuras Metálicas</i>	29
Tabla 4 <i>Características de las Fuentes de Poder Disponibles en los Simuladores</i>	29
Tabla 5 <i>Establecimiento de Conexiones entre el Modulo de Relés y la Raspberry Pi</i>	34
Tabla 6 <i>Funciones de los Cables Conectados al Módulo de 16 Relés</i>	35
Tabla 7 <i>Índice de Letras de Elementos Eléctricos Según Norma DIN 40719</i>	36
Tabla 8 <i>Bornes Designados en Circuitos Eléctricos Según Norma DIN 72552</i>	36
Tabla 9 <i>Designación de Fusibles y Capacidad Según la Necesidad del Circuito</i>	38
Tabla 10 <i>Descripción de las Etiquetas de los Interruptores del Simulador</i>	39
Tabla 11 <i>Etiquetado de Emisores o Consumidores de Corriente del Simulador</i>	40
Tabla 12 <i>Etiquetas que Llevan los Terminales de los Relés</i>	41
Tabla 13 <i>Especificaciones del Circuito de Luces de Posición o Medias</i>	42
Tabla 14 <i>Especificaciones del Circuito de Luces Bajas</i>	43
Tabla 15 <i>Especificaciones del Circuito de Luces Altas</i>	44
Tabla 16 <i>Especificaciones del Circuito de Luces Neblineros</i>	45
Tabla 17 <i>Especificaciones del Circuito de Luces Direccionales</i>	46
Tabla 18 <i>Especificaciones del Circuito de Luz de Parqueo</i>	47
Tabla 19 <i>Especificaciones del Circuito de Luz de Freno</i>	48
Tabla 20 <i>Especificaciones del Circuito de Luz de Marcha Atrás</i>	49
Tabla 21 <i>Especificaciones del Circuito de Luz Interior de Salón</i>	50
Tabla 22 <i>Especificaciones del Circuito de Pito</i>	50
Tabla 23 <i>Especificaciones del Circuito de Radio</i>	51

Resumen

La problemática que impulsa al desarrollo y ejecución de este proyecto es la de reducir el espacio ocupado por el simulador del sistema eléctrico del automóvil ubicado en el laboratorio de autotrónica de la Escuela de Ingeniería Automotriz sede Guayaquil. Se empezó delimitando las medidas máximas de tamaño para implementar la renovación estructural del módulo metálico de soporte en donde irá colocado el nuevo sistema eléctrico del automóvil, buscando a su vez favorecer el aprendizaje y profundizar la interacción de los estudiantes. Previo a esto se realizó una investigación de los conceptos fundamentales de la electricidad para sentar unas bases sólidas de conocimientos para llevar a cabo el diseño de los circuitos, usando los calibres de cables adecuados según las necesidades de corriente, terminales, elementos de protección, conmutadores y componentes luminosos para garantizar el correcto funcionamiento del simulador, junto a una pantalla táctil con un controlador destinado a la automatización y adaptado al sistema eléctrico del automóvil se puedan accionar los circuitos de manera directa demostrando la capacidades de innovación inculcadas por la universidad a lo largo de la formación profesional de sus estudiantes. Se incluye también el diagrama general eléctrico con un ancho de un metro y una altura de 70 centímetros donde está especificado con nomenclaturas basado en la normativa DIN 40719 y DIN 72552 las conexiones del simulador, de igual manera el cableado físico cuenta con esta señalización para facilitar la comprensión del funcionamiento del sistema en conjunto. Por último, un manual de usuario donde se indica el procedimiento para poner en marcha el simulador y la forma correcta de comprobar consumos de corriente y voltaje en función de la seguridad de los usuarios.

Palabras clave: sistema eléctrico, simulador, automatización, sistema de iluminación.

Abstract

The problem that drives the development and execution of this project is to reduce the space occupied by the automotive electrical system simulator located in the automotive laboratory of the Automotive Engineering, School of Guayaquil. It started by delimiting the maximum size measures for implementing the structural renovation of the metallic support module where the new electrical system of the automobile will be placed, seeking to favor the learning and to increase the interaction of students. Prior to this, a research of electricity fundamental concepts were carried out in order to lay a solid foundation of knowledge for carrying out the design of the circuits, using the appropriate wire sizes according with the needs of current, terminals, protection elements, switches and lighting components to ensure the correct operation of the simulator, altogether with a touch screen with a controller for automation adapted to the car electrical system for operating the circuits directly demonstrating the innovative capabilities installed by the university throughout the vocational training of students. It also includes the general electrical diagram of one meter width and a height of 70 centimeters where it is specified with nomenclatures based on DIN 40719 and DIN 72552 the connections of the simulator, likewise the physical wiring have these signaling to facilitate the understanding of the operation of the system as a whole. Finally, a user's manual indicates the procedure to start up the simulator and the correct way to check current and voltage consumption for safety of the users.

Keywords: electrical system, simulator, automation, lighting system.

Capítulo I

Antecedentes

1.1 Tema de Investigación

Repotenciación del Simulador Sistema Eléctrico del Automóvil Aveo Emotion 1.6.

1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

1.2.1 Planteamiento del Problema

Dentro de los laboratorios de práctica de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil, se encuentran dos módulos de aprendizaje sobre el sistema eléctrico de iluminación del automóvil, tratan del mismo sistema con funciones y componentes similares.

El tamaño de los módulos mencionados es considerable y el espacio disponible en el laboratorio es limitado, se propone una actualización de las maquetas en cuestión, simplificando los sistemas eléctricos en un solo módulo de aprendizaje el cual incluya el uso de una minicomputadora con pantalla táctil que refleje información útil y la posibilidad de activar los componentes del sistema eléctrico.

Se conoce que hay muchos estilos de aprendizaje, pero alrededor del 65% de las personas se identifican como aprendices visuales, esto significa que responden bien al contenido multimedia como vídeos, fotografías, ilustraciones y gráficos. Este método de mostrar el contenido puede ayudar a los estudiantes a comprender más rápido la información y les ayudará a mantener sus niveles de concentración (Marketing USA, 2021).

El sistema eléctrico de iluminación con el que cuentan los automóviles toma una importancia de primer nivel que influye en la seguridad activa para informar a otros conductores de las maniobras que se están por realizar cuando se conduce por el día y sobre todo en la noche, donde interfiere de nuevo la electricidad para el alumbrado de las vías por las que se circula.

Para lograr entender cómo funciona todo este sistema es necesario conocer conceptos que son base del estudio y entrenamiento del simulador ya que los faros son a la oscuridad lo que las ruedas al asfalto y como futuros técnicos deben contar con la capacidad de resolver cualquier problema que se presente.

Cuando se circula durante la noche la capacidad visual del conductor se reduce al 20% respecto a la conducción diurna, los contrastes son reducidos, así como también se pierde la capacidad de percibir distancias (Estudio Race, 2006).

1.2.2 Formulación del Problema

¿De qué manera se puede actualizar al módulo simulador del sistema eléctrico de iluminación del automóvil para disminuir el espacio ocupado en los laboratorios de prácticas de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil?

1.2.3 Sistematización del Problema

- ¿Cuál es el funcionamiento, estructura interna y partes que se reutilizaran para el ensamble del nuevo tablero didáctico instructivo?
- ¿Cómo estará compuesto el nuevo diseño de accionamiento del simulador del sistema eléctrico del automóvil?
- ¿De qué manera ahorrar espacio en el laboratorio de autotrónica y renovar al simulador del sistema eléctrico del automóvil para la experimentación y el aprendizaje?
- ¿Cuál es el procedimiento para realizar pruebas utilizando instrumentos de medición eléctrica en el simulador y cuidados del mismo?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Implementar la renovación del simulador sistema eléctrico del automóvil, simplificando maquetas disponibles en el laboratorio de autotrónica e integrando una Raspberry para potenciar el aprendizaje.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Conocer de qué manera están estructurados internamente los módulos simuladores que servirán de base para el desarrollo del proyecto.
- Diseñar el nuevo sistema de accionamiento mediante la integración de un sistema pantalla táctil que refleje información sobre los circuitos de la maqueta.
- Implementar una renovación a la plataforma para la experimentación y el aprendizaje del sistema eléctrico del automóvil e iluminación.
- Elaborar un escrito con el procedimiento de manejo y cuidados del equipo.

1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación

Una vez definidos los objetivos de la investigación se responde la pregunta de por qué investiga a este interrogante. Se puede dar respuesta desde la perspectiva teórica, metodológica y práctica.

1.4.1 Justificación Teórica

La teoría de esta investigación y conocimientos sobre lo que es el sistema eléctrico se fundamenta en la recopilación de información de tal manera el estudiante pueda entender cuáles son los principios básicos de la electricidad y el uso de los instrumentos de medición para que de esta forma tenga un criterio y conocimiento previo a la hora de resolver problemas en su plano laboral sobre la electricidad del automóvil.

1.4.2 Justificación Metodológica

La investigación se manejará con metodologías científicas la cual es una base sólida para sustentar el proyecto, que sumándose a la metodología investigativa harán que el proyecto tome los beneficios de la tecnología y hacer uso de herramientas de código abierto al alcance de todos que con un poco de inversión de tiempo se puede aprender y sacar provecho. A esto se le añade la utilización de la metodología de campo que proporciona la experiencia y conocimiento sobre los materiales que se tienen y aplicarlos al mismo a medida que se va desarrollando objetivos del proyecto.

1.4.3 Justificación Práctica

Este proyecto se realizará con el fin de los estudiantes de la carrera de ingeniera automotriz aprendan de una forma más novedosa, interactiva, didáctica y complementada de información sobre los diferentes circuitos eléctricos que integra un vehículo a su vez de que conocen los diferentes usos y aplicaciones que se le puede dar a la electrónica de software abierto disponible en el mercado como la adaptación de su pantalla táctil al sistema de iluminación de un automóvil con la minicomputadora Raspberry Pi.

1.4.4 Delimitación Temporal

Este proyecto se va a realizar hasta enero del 2024, con la finalidad de poder implementar el nuevo diseño del simulador y concretarlos de manera funcional.

1.4.5 Delimitación Geográfica

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo en la ciudad de Guayaquil y Portoviejo donde se realizará la actualización del módulo simulador del sistema eléctrico de iluminación.

1.4.6 Delimitación del Contenido

El documento para el desarrollo del proyecto está formada a base de investigación, pruebas, libros, páginas web entre otras fuentes que proporcionan sustento y guía.

1.6 Hipótesis

La repotenciación del simulador sistema eléctrico iluminación del automóvil está presente para que los estudiantes logren adquirir experiencia del manejo de herramientas eléctricas automotrices y tecnologías informáticas.

1.7 Variables de Hipótesis

1.7.1 Variables Independientes

- Reconstrucción del módulo simulador iluminación automotriz.

1.7.2 Variables Dependientes

- Diseño y elaboración electrónica de interacción.
- Utilización de partes módulos Aveo y Kia.

Capítulo II

Marco Referencia

2.1 Corriente Eléctrica

Se define como una corriente de electrones que atraviesan algún tipo de material conductor y para que se dé este movimiento de electrones en una dirección o sentido se necesita una fuente que provea energía externa (Samaniego & Vargas, 2010).

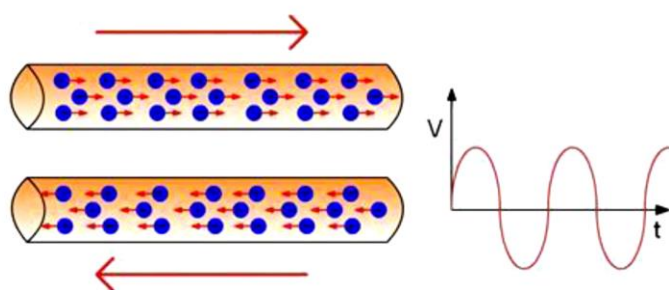
Esta corriente eléctrica circula por los distintos componentes eléctricos y electrónicos del vehículo como los módulos de control o los actuadores eléctricos (Méndez, Gómez & Llerena, 2020)

2.1.1 Corriente Alterna

La corriente alterna no permite que se almacene como tal, la energía producida debe consumirse a la vez que se produce. Por otro lado, su polaridad no afecta al sentido de conexión del circuito que no define el polo positivo o negativo como se aprecia en la Figura 1. Un ejemplo de corriente alterna es la que genera un alternador de un vehículo (Mena, 2018).

Figura 1

Onda Senoidal que Produce la Tensión de la Corriente Alterna



Fuente: (Mena, 2018).

2.1.2 Corriente Continua

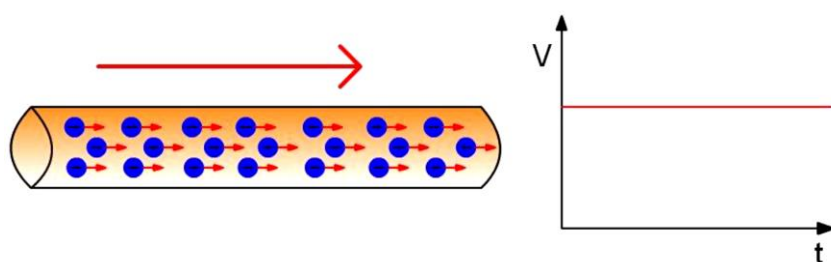
La corriente continua, representada internacionalmente por las letras CC, es un tipo de corriente eléctrica en el que los electrones se desplazan a través del material conductor sin

variar su sentido en el transcurso del tiempo. Incluso, posee características de almacenamiento que es de vital importancia en la industria automotriz (Planas, 2016).

Al tener la corriente continua polaridad estable a través de tiempo, Figura 2, tiene una sola ubicación para su funcionamiento óptimo, de lo contrario, causan un gran daño en los consumidores del circuito. Este tipo de corriente se puede encontrar almacenada en baterías, pilas, y generar con dinamos (o., 2016).

Figura 2

Onda que Produce la Corriente Continua



Fuente: (Mena, 2018).

2.2 Magnitudes Eléctricas

2.2.1 Voltaje, Tensión o Diferencia de potencial

Puede definirse como la fuerza de atracción que existe entre una carga positiva y una carga negativa, siendo la fuerza propulsora o forma de trabajo en cantidad de energía para mover una carga de un punto a otro. El movimiento de las cargas eléctricas dentro del circuito cerrado se da a partir del polo negativo de la fuente de fuerza electromotriz FEM hasta el polo positivo de dicha fuente. Su unidad de medición es el volt en memoria del físico Alexander Volta, y se representa con la letra V mayúscula (Charles & Matthew, 2012).

2.2.2 Resistencia Eléctrica

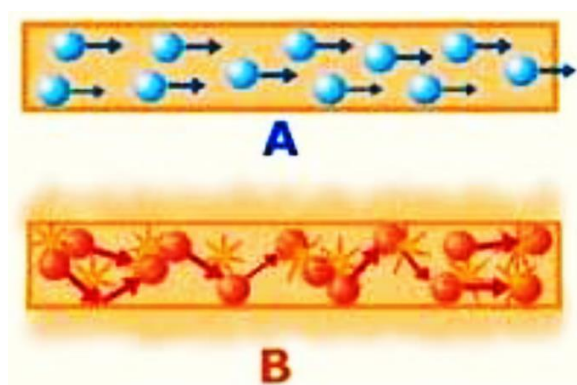
La resistencia eléctrica, tiene una unidad de medida presentada por la letra del alfabeto griego Ω (Ohm). Se conoce que es la oposición del paso que la corriente encuentra en un circuito cerrado, frenando o atenuando lo que es la libre circulación de los electrones. Sea cual

sea el consumidor o dispositivo conectado a un circuito eléctrico ya se considera una carga, obstáculo o resistencia para la circulación de la corriente (Samaniego & Vargas, 2010).

Explicando la Figura 3 se puede entender que los electrones del cable A circulan de manera más o menos ordenada debido a una baja resistencia, pero cuando ocurre lo contrario, conductor B, una elevada resistencia ocasiona que los átomos choquen entre sí que se transforma en una liberación de energía en forma de calor (Samaniego & Vargas, 2010).

Figura 3

Electrones en Circuito de Baja Resistencia A vs Alta Resistencia B



Fuente: (Samaniego & Vargas, 2010).

2.2.3 Intensidad Eléctrica

Se llama intensidad a la cantidad electrones o de corriente eléctrica que circula por un conductor en una determinada unidad de tiempo que depende fundamentalmente de la tensión que se aplique al circuito cerrado y de la resistencia que tenga, menos resistencia más electrones, mayor resistencia, menos electrones que circula. La unidad de medida es el Amperio en honor al físico André-Marie Ampère y se representa con la letra I o la A (Samaniego & Vargas, 2010).

2.2.4 Ley de Ohm

La denominada ley de Ohm fue postulada por el alemán Georg Simon Ohm, quien se desempeñaba como físico y matemático capaz de establecer una de las leyes fundamentales de la electrodinámica, la cual se relaciona cercanamente a los valores de las unidades básicas que

se encuentran en cualquier circuito eléctrico: voltaje, intensidad y resistencia (Samaniego & Vargas, 2010).

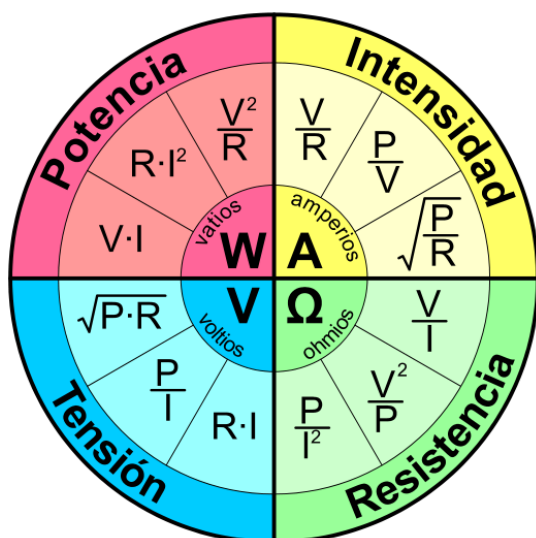
2.2.5 Potencia Eléctrica

La ley de Watt o potencia es quien define la relación que existe entre potencia, intensidad y voltaje de un circuito cerrado. Entonces esta ley establece que la potencia de un aparato o circuito eléctrico el resultado de multiplicar el voltaje por la cantidad de corriente eléctrica que circula. El consumo de energía eléctrica de un circuito viene determinado por la potencia del mismo, la potencia depende de la resistencia de consumidor, su voltaje de entrada y la cantidad de corriente que circula por dicha resistencia, su unidad es la W y también se le conoce como vatio (Planas, 2021).

En la Figura 4 se puede apreciar un conjunto de fórmulas las cuales relacionan las magnitudes eléctricas básicas y estas sirven para el cálculo de magnitudes eléctricas específicas que se necesitan cuando se diseña un circuito.

Figura 4

Relación de las Magnitudes Eléctricas



Fuente: (Hernandez, 2015).

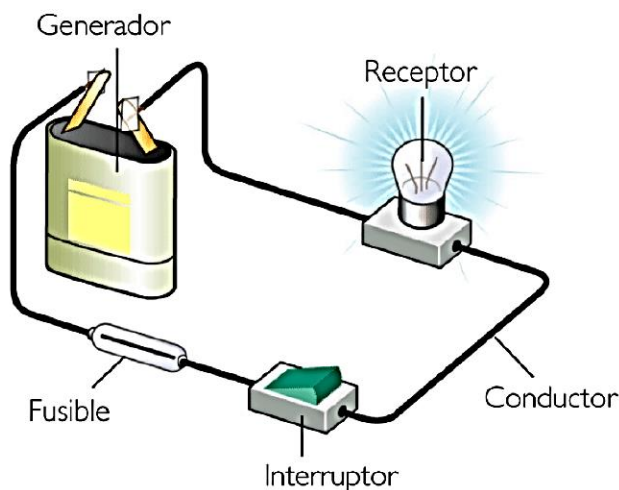
2.3 Circuito Eléctrico

Se define como la ruta o el trayecto que toma la corriente eléctrica. Este término se utiliza para definir principalmente un trayecto continuo que cuenta de una fuente de fuerza electromotriz, conductores y dispositivos consumidores de corriente.

A este tipo de circuito se le conoce como cerrado como se aprecia en la Figura 5 y dependiendo del accionamiento del interruptor se puede transformar en un circuito abierto donde la corriente eléctrica ya no fluiría hacia el receptor (Samaniego & Vargas, 2010).

Figura 5

Componentes de Circuito Cerrado Básico



Fuente: (Samaniego & Vargas, 2010).

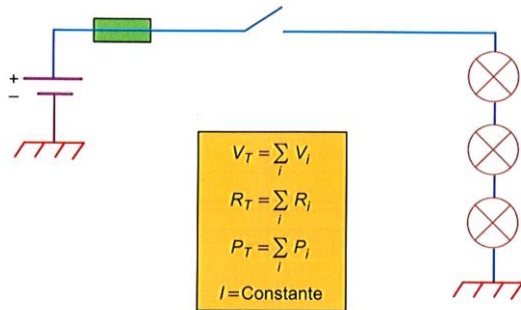
2.3.1 Circuito en Serie

La configuración de conexión en serie se caracteriza por la disposición de elementos conectados uno detrás del otro, donde la salida de un dispositivo se convierte en la entrada del siguiente, como se observa en la Figura 6. En esta disposición, las resistencias presentes en el circuito consumen la misma cantidad de corriente eléctrica, pero experimentan diferencias de voltaje en cada uno de sus extremos. Esta forma de conexión es común en circuitos electrónicos y eléctricos, donde se requiere compartir una corriente constante entre varios componentes,

como en cadenas de luces navideñas, asegurando que todos los elementos reciban la misma corriente, evitando diferencias en la iluminación de los dispositivos. (Campoverde, 2016).

Figura 6

Representación de un Circuito en Serie



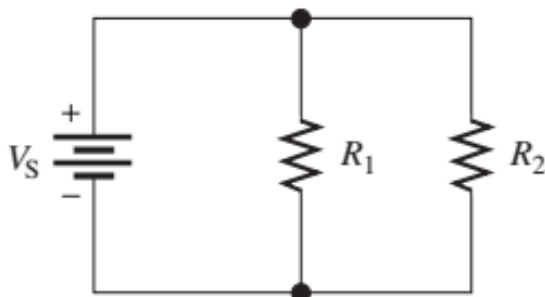
Fuente: (Mena, 2016).

2.3.2 Circuito en Paralelo

Configuración de conexión en la que los elementos comparten las mismas polaridades entre sí, positivo con positivo y negativo con negativos (Figura 7), como resultado la intensidad o consumo de corriente es independiente en cada resistencia y lo que se mantiene igual es el voltaje de la fuente en cada resistencia (Campoverde, 2016).

Figura 7

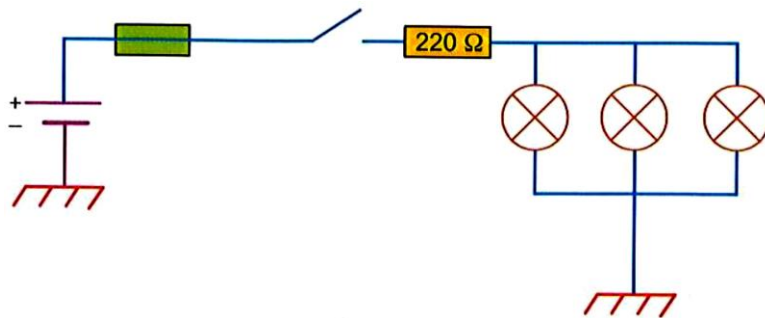
Representación de Circuito en Paralelo



Fuente: (Campoverde, 2016).

2.3.3 Circuito Mixto

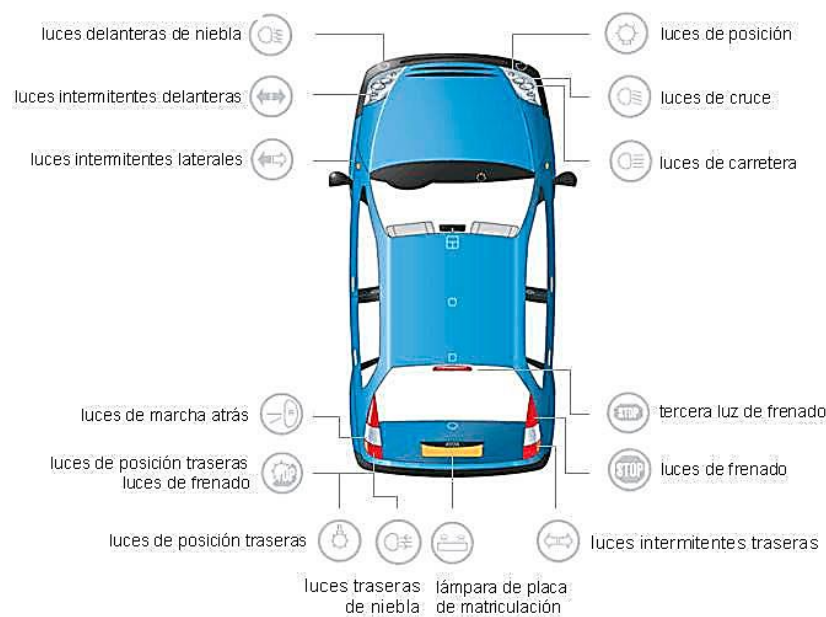
Este tipo de conexión denominada mixta, Figura 8, en el vehículo se llega a utilizar este circuito con el objetivo de reducir la intensidad lumínica de focos (Mena, 2018).

Figura 8*Esquematación de Circuito de Conexión Mixta*

Fuente: (Mena, 2018).

2.4 Sistema de Iluminación Automotriz

La función que cumple el sistema de iluminación en el vehículo es la de proporcionar al conductor una mejor visibilidad cuando se encuentra manejando por las vías en la noche, también cuando pasa por un túnel o existe la presencia de neblina. La gran mayoría de vehículos, por no decir todos, que son producidos alrededor del mundo cuentan con dos sistemas de iluminación, la exterior e interior (Jurado, 2018).

Figura 9*Luces del Sistema de Iluminación Exterior*

Fuente: (Jiménez, 2015).

El sistema de iluminación exterior (Figura 9) se encarga de iluminar las vías por donde se transita y a su vez sirve para dar señales a los conductores de otros vehículos motorizados que están en la vía de las maniobras o acciones que se vayan a realizar, girar izquierda o derecha, disminución de la velocidad o una parada de emergencia. Por otra parte, la iluminación interior tiene la función de aclarar la visión de los ocupantes al interior del habitáculo. Para realizar esta misión los vehículos disponen de un sistema de faros y luces. (Jurado, 2018).

2.5 Luces de Alumbrado

2.5.1 Luces Principales de Alumbrado de Carretera

Estas luces son principales cuando de iluminación nocturna se habla, están ubicadas en la parte delantera de los automóviles con una distancia al suelo que varía entre 0,5 a 1,2 metros de altura como máximo con referencia al suelo (Samaniego & Vargas, 2010).

Las primeras de estas luces, las altas o largas tienen un gran alcance y una elevada potencia que sirven para maximizar la visibilidad del camino y alrededores en la noche. El otro juego de luces de menor potencia y alcance es conocido como bajas o de cruce, se usan cuando un vehículo se encuentra con otro en vías de doble sentido durante la conducción nocturna con el objetivo de no deslumbrar (Villafuerte, Alcívar, & Holguín, 2014).

2.5.2 Luces de Posición

Las luces medias o de posición son consideradas parte de la iluminación básica las cuales siempre van encendida cuando se activan las luces bajas, altas y neblineros, el objetivo que cumple es indicar la situación del vehículo y su tamaño. Es recomendable en centros urbanos muy activos que las luces de posición deban estar encendidas para que el vehículo sea visible. Pero no son suficientes para iluminar la carretera, deben contar con una visibilidad mínima de 300 metros (González, 2020).

2.5.3 Luces Neblinero

Son estas luces ubicadas en la parte baja de la mascarilla frontal del vehículo las que emiten un haz de luz muy intenso de enfoque lateral y corto alcance para brindarle al conductor una mayor visibilidad a corta distancia al conductor en situaciones donde el clima es adverso y se tienen presencia de niebla sobre la calzada (Samaniego & Vargas, 2010).

2.5.4 Luz Interior de Salón

Está destinada a proveer iluminación en el habitáculo (Campoverde, 2016).

2.6 Luces de Maniobras

Es de alta importancia el dar a conocer al resto de conductores de las maniobras que se vayan a realizar, como por ejemplo cambiar de carril o entrar a alguna calle transversal, el dar marcha atrás o indicar el momento en que el automóvil frena y reduce su velocidad, todo esto de manera que se pueda evitar un siniestro vial (Samaniego & Vargas, 2010).

2.6.2 Luz de Freno

Se activan automáticamente al presionar el pedal de freno y son de color rojo. Sirven para alertar al resto de conductores de la vía que circulan en el mismo sentido, de que se está reduciendo la velocidad y dado el caso de emergencia de su buen estado y correcto funcionamiento de la fuente de iluminación dependerá el no ser alcanzados por otros vehículos impactando en la parte posterior (González, 2020).

2.6.3 Luces de Reversa

Las luces de retro indican que el vehículo va a ir marcha atrás y por exigencia de normativa deben ser blancas para diferenciarse de otros bombillos del sistema de iluminación, se encuentran ubicadas en la parte posterior del vehículo para indicar a los peatones u otros autos de la maniobra y se encienden cuando en el mando de la transmisión es colocado en posición de reversa (Jurado, 2018).

2.6.4 Luces Intermitentes y Parqueo

Estas cumplen la función señalética de indicar a los otros conductores del entorno acerca del próximo movimiento que realizará el automotor como giros sea izquierda o derecha, cambio de carril o adelantamientos incluso si es que se va a detener por alguna emergencia o simplemente estacionarse (Jurado, 2018).

2.7 Elementos que Componen al Sistema de Iluminación

El circuito de iluminación de los vehículos está constituido fundamentalmente por los siguientes elementos:

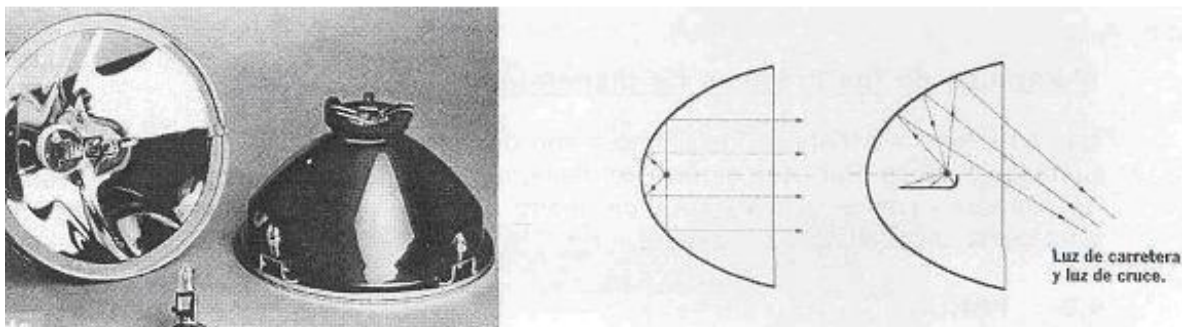
- Los faros
- Los bombillos
- Elementos de protección
- Elementos de accionamiento

2.8 Los Faros

Los faros son los componentes encargados de transmitir la luz a la distancia, dicha luz es producida por un bombillo o lámpara, pero son los faros como los de la Figura 10 los que proyectan esta luz a la dirección pertinente y con las características necesarias para una conducción nocturna efectiva (Samaniego & Vargas, 2010).

Figura 10

Faros Parabólicos y Su Haz de Luz Alta y Baja



Fuente: (Estudio Race, 2006).

En su estructura interna los faros se componen de una lámpara que es la fuente luminosa, un reflector que recoge los rayos de luz agrupados en un haz de luz luminoso efectivo para garantizar al máximo el alcance visual del conductor mientras que su vez se busca de reducir el deslumbramiento al conductor que viene en sentido contrario (Estudio Race, 2006).

Los faros son de gran necesidad para los conductores y la seguridad del tráfico, se han vuelto cada día más tecnológicos y eficientes. El propósito de los sistemas de iluminación delanteros y traseros del vehículo es completamente diferente entre sí. Por esta razón, se utilizan diferentes materiales y requisitos de funcionamiento para los sistemas de iluminación delanteros y traseros. La función principal del sistema de iluminación delantero es iluminar la carretera. Sin embargo, el propósito del sistema de iluminación trasero es notificar diferentes acciones como frenar, detenerse y señalizar para que sean más visibles para otros conductores. Hoy en día, se utilizan fuentes de luz como lámparas halógenas, de descarga de alta intensidad (HID) y LED en los sistemas de faros de los vehículos (Sefer, 2023).

2.9 Lámparas

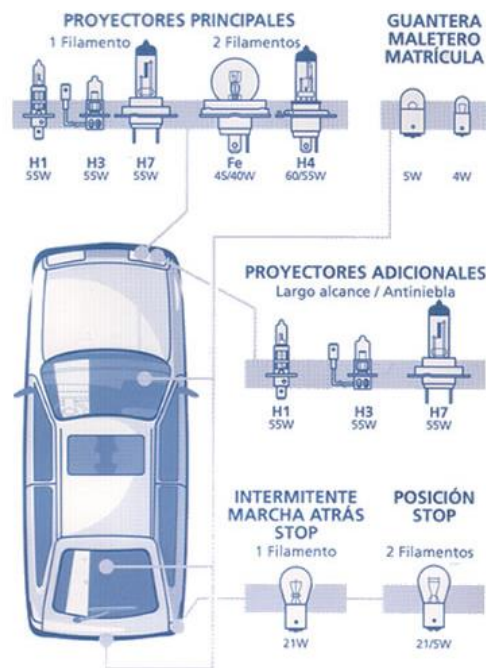
Las lámparas o focos son la fuente de iluminación que se encuentra dentro de los faros delanteros y traseros y los tipos más comunes se aprecian en la Figura 11. Para un conductor tener buena iluminación dependerá de la calidad de la lámpara (Estudio Race, 2006).

Estos componentes son elementos esenciales en vehículos, ya que cumplen una variedad de funciones importantes relacionadas con la iluminación y la señalización. A continuación, se describen sus funciones y por qué son esenciales en los vehículos:

- Iluminación exterior
- Iluminación interior
- Señalización
- Advertencia y seguridad

Figura 11

Bombillos que Comúnmente Forman el Sistema de Iluminación



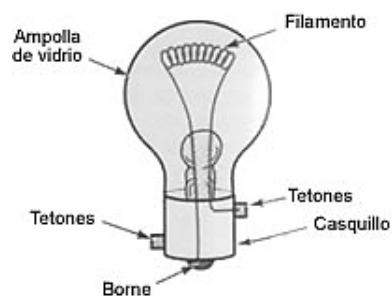
Fuente: (Samaniego & Vargas, 2010).

2.9.1 Lámparas de Incandescencia

Es una lámpara cuyo principal elemento característico es de contar con filamento de wolframio, Figura 12, que cuando es atravesado por una corriente eléctrica este alcanza a ponerse incandescente. La vida útil de este tipo de lámparas es corta, un bajo rendimiento y la implementación de tecnología led en los nuevos modelos de vehículos provocan el desuso progresivo de estos elementos incandescentes (Estudio Race, 2006).

Figura 12

Partes de un Bombillo Incandescente de un Punto o Borne



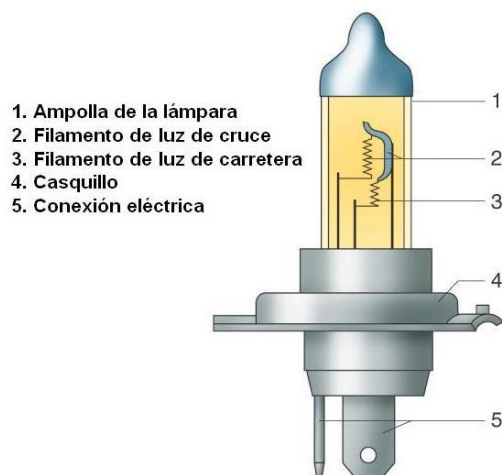
Fuente: (Samaniego & Vargas, 2010).

2.9.2 Lámparas de Halógeno

Este tipo de lámparas en su composición interna se encuentran rellenas con halógeno, un elemento químico no metal como bromo o yodo, lo que le permite al filamento interno alcanzar una temperatura de unos 3400 °C, casi en el punto de fusión del wolframio proporcionando un mayor rendimiento luminoso. Puede tener dentro de la lámpara un único filamento incandescente que se utiliza en faros neblineros H1, H3, H7 o con dos filamentos (Figura 13) H4 que contienen las luces altas y bajas (Estudio Race, 2006).

Figura 13

Estructura de una Lámpara de Dos Puntos H4



Fuente: (Samaniego & Vargas, 2010).

2.10 Fuente de Energía

Los encargados de cumplir esta función de suministrar energía a los distintos elementos eléctricos del vehículo tras un proceso de corrección de corriente de alterna provista por el alternador a continua para la batería (Campoverde, 2016).

2.11 Cableado

El cableado del automóvil ser el adecuado en cuanto su calibre para evitar caídas de tensión o cortocircuitos. Por lo tanto, si la sección y la longitud son demasiado largas, puede provocar una caída en el voltaje a la entrada del consumidor (Chaglla & Torres, 2011).

A nivel mundial los conductores eléctricos cuentan con una homologación por parte de la American Wire Gauge (AWG) la cual clasifica a los cables según su área o sección de alambre conductor en relación a la capacidad de amperios que puedan atravesar al conductor, estas características se aprecian en la Tabla 1 (Chaglla & Torres, 2011).

Tabla 1

Características de Cables Según la AWG

Calibre #AWG	Diámetro mm	Sección mm ²	Capacidad A
8	3,26	10,62	40
10	2,59	6,71	30
12	2,05	4,2	20
14	1,61	2,62	15
16	1,29	1,66	8
18	1,02	1,04	6

Nota: La tabla muestra las capacidades de operación de los conductores de cobre según la AWG en vehículos. Adaptado de: (Chaglla & Torres, 2011).

2.12 Elementos de Protección

Como parte de la seguridad de un circuito eléctrico es indispensable tener un elemento capaz de evitar que los consumidores sufran daño, ya sea porque el cableado a utilizar no tiene las características necesarias para transportar la cantidad de corriente que se le esté suministrando (Campoverde, 2016).

2.12.1 Fusibles

Dentro de la industria automotriz es el elemento de protección más utilizado por los fabricantes, que decidirán la ubicación de un conjunto de ellos formando la llamada caja de fusibles, pueden encontrarse tanto en el maletero, en el habitáculo o en el vano motor, tienen un código de colores para identificación, ver Tabla 2 (Villafuerte, Alcívar, & Holguín, 2014).

Tabla 2*Código de Colores de Fusibles*

Color	Amperaje
Naranja	5
Rojo	10
Azul	15
Amarillo	20
Transparente	25
Verde	30

Nota: En esta tabla se aprecia la relación color-capacidad de corriente de los fusibles. Adaptado de: (Villafuerte, Alcívar, & Holguín, 2014).

Se encuentra compuesto por una lámina de metal aleada, con un punto bajo de fusión, en otras palabras, cuando circula corriente superior al porcentaje permitido se funde la lámina de metal cortando el circuito por completo (Villafuerte, Alcívar, & Holguín, 2014).

2.12.2 Caja de Fusibles

Todos los coches tienen una caja de fusibles interconectada. Entre ellos se encuentran diversos componentes como: fusibles, relés, fusibles e Instalación centralizada. Debido a esto, casi toda la corriente fluye a través de la caja de fusibles (Campoverde, 2016).

2.13 Elementos de Accionamiento

Para lograr el accionamiento de algún circuito eléctrico de iluminación solo cuando el conductor lo decida es necesario implementar el uso de un componente que sea capaz permitir o cortar el paso de electrones. Desde esta primicia se parte hacia una clasificación de los conmutadores que más son populares para esta región del mundo (Campoverde, 2016).

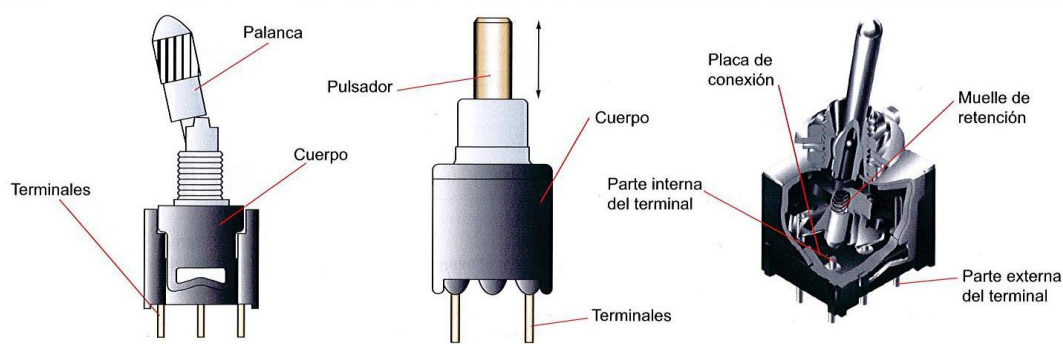
2.13.1 Accionamiento Mecánico

Es un elemento de accionamiento eléctrico que en su estructura mecánica únicamente se diferencia uno de otros al momento de que se accionan, sea por mover una palanca o

presionar un pulsador, que no necesariamente es solo para permitir el paso de corriente sino que también puede interrumpirla de ser necesario (Mena, 2018).

Figura 14

Partes de los Interruptores Mecánicos de Tipo I



Fuente: (Mena, 2018).

Estos son conmutadores de tipo I, visibles en la Figura 14, solo son capaces de hacer funcionar un solo sistema eléctrico de iluminación a la vez (Mena, 2018).

La conmutación de tipo II (Figura 15) suelen encontrarse más comúnmente en vehículos de origen alemán y tiene la particularidad de ser una ruleta giratoria ubicada a la izquierda del volante (Mena, 2018).

Figura 15

Ejemplo de Conmutador Tipo II Disposición Ruleta



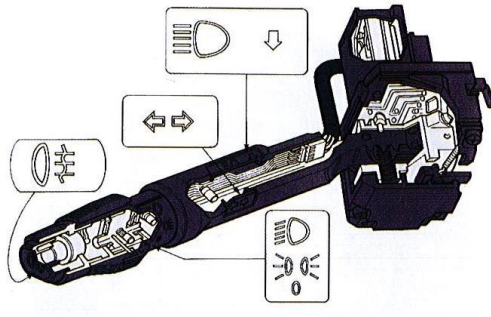
Fuente: (Mena, 2018).

Finalmente, entre los tipos de conmutadores se ubican las de tipo III y son los más utilizados a nivel global por las marcas automotrices, ya que posee la ventaja de accionar a la vez varios circuitos de iluminación como está representado por su simbología en la Figura 16.

Tiene como ventaja que al estar colocado cerca del volante evita distracciones al conductor por la facilidad de manejo que brinda para el alumbrado y señalización (Samaniego & Vargas, 2010).

Figura 16

Conmutador de Tipo III para Alumbrado y Señalización



Fuente: (Mena, 2018).

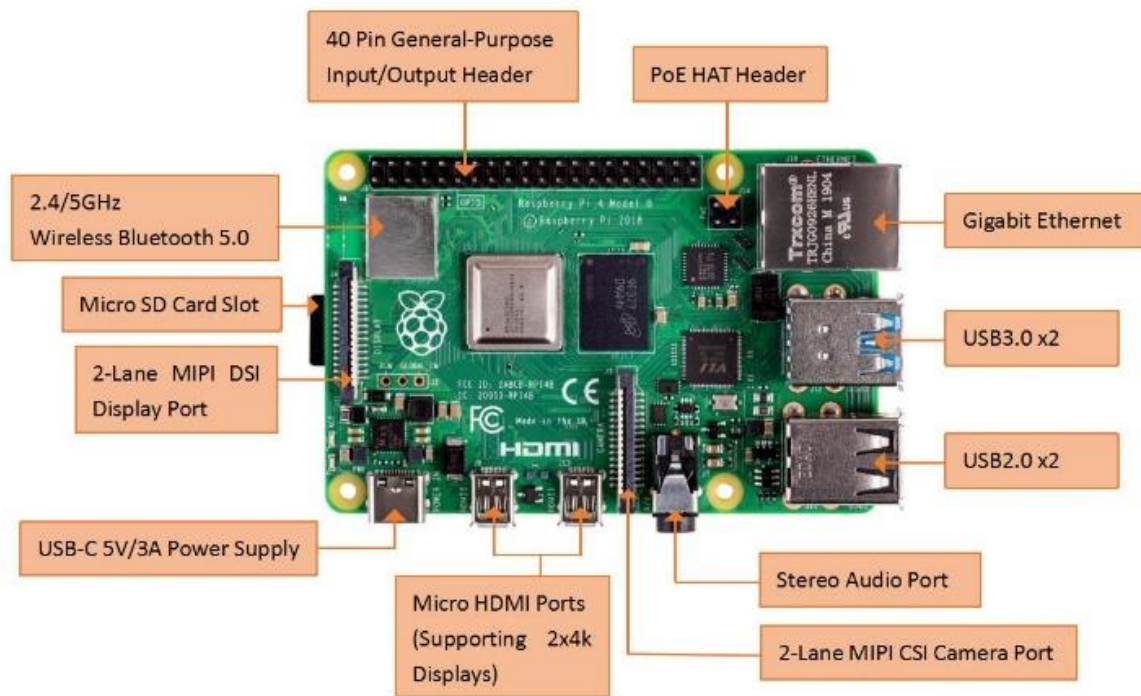
2.13.2 Accionamiento Electromagnético: Relés

Un conocido interruptor de accionamiento electromagnético aplicado ampliamente en la industria automotriz es el relé o relay en inglés. Este dispositivo funciona de manera que una bobina de un electroimán cierra su circuito de baja potencia y este imán se acciona moviendo uno o varios contactos que son los que transportan alta intensidad de corriente que consume otro elemento del circuito que se desea activar (Chaglla & Torres, 2011).

Se tiene de varios tipos, funciones y capacidades de relés, pero generalmente en vehículos se encuentran que tienen 4 o 5 terminales.

2.14 Raspberry Pi

La Raspberry Pi, Figura 17, es una computadora pequeña y versátil. Apareció en febrero de 2012 y fue desarrollada en Reino Unido con el objetivo de poner en manos de todas las personas en el mundo los múltiples beneficios de la informática y de la creación digital, 6 meses después de que comenzara las ventas de las primeras placas, para agosto de 2012 habían vendido 500000 unidades dando inicio al éxito y aceptación obtenida. (Delgado, 2020).

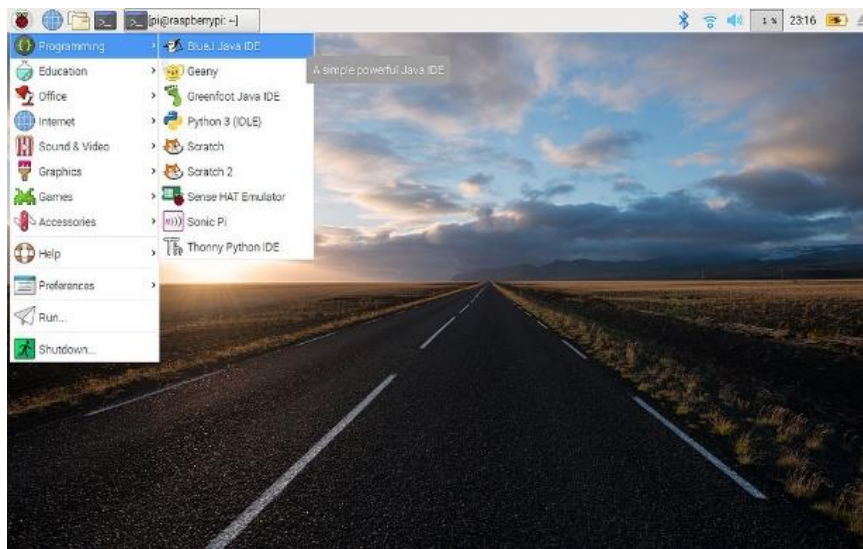
Figura 17*Características de Construcción Raspberry Pi 4*

Fuente: (Didácticas electrónicas, 2020).

Muchas personas suelen confundir el Raspberry Pi con un microcontrolador como lo es un Arduino donde el programador simplemente se conecta al mismo y posterior comienza a manejar un entorno de programación específico, sino que al uno conectarse a la misma se abren muchas más opciones de cómo será la comunicación que puede ser confuso. Para facilitar el manejo se instala el sistema operativo Raspberry Pi OS que es manejado, distribuido, actualizado por Debian, siendo entonces de código abierto (Delgado, 2020).

2.14.1 Raspberry Pi OS

Anteriormente a este sistema operativo se lo conocía como Raspbian, Figura 18, forma parte de la familia GNU/Linux lo que deja al alcance de toda una infinidad de posibilidades, ya que todo software de código abierto o software libre puede ser recompilado en la propia Raspberry Pi, da acceso a repositorios donde el desarrollador tiene acceso gratuito y puede descargar programas que le sirvan el desarrollo de nuevos proyectos (Hernández, 2022).

Figura 18*Captura de Pantalla del Sistema Operativo*

Fuente: (Raspbian Project, 2019).

Este sistema operativo recomendado para utilizar con Raspberry Pi ya que está optimizado para su hardware. Raspbian viene con más de 35000 paquetes (software pre compilado) para una instalación fácil y sencilla (Hernández, 2022).

2.15 Ingeniería Inversa

La ingeniería inversa es el proceso mediante el cual se analiza un objeto físico para identificar sus funciones, operación y estructura. Los fabricantes al aplicar el proceso de ingeniería inversa pueden comprender cómo se diseñó el componente o pieza de su interés para posterior aplicar mejoras o modificaciones o simplemente replicarla (Creaform, 2021).

También conocida como ingeniería de retorno, debido al motivo de los equipos de ingenieros trabajan hacia atrás, parten desde el resultado final empezando por el despiece del producto donde minuciosamente, se realizan las respectivas mediciones y evaluación de materiales para compilar la mayor cantidad de información del diseño. Dentro de la industria automotriz, muchos fabricantes de automóviles y autopartes suelen realizar procesos de ingeniería inversa para estudiar a la competencia, producir piezas de repuestos y en otros casos, comprender los problemas con los componentes del vehículo (Creaform, 2021).

Capítulo III

Diseño del Simulador Sistema de Iluminación

3.1 Especificaciones Previo Renovación

Para el desarrollo de la etapa de diseño del proyecto se toma en consideración el reducir el espacio que ocupado por la maqueta y con ello marcar la referencia para futuros trabajos de otras maquetas, es por ello que en la renovación se tiene que cumplir medidas delimitadas por los docentes encargados de los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Automotriz sede Guayaquil que son:

- Alto de 180 centímetros
- Ancho de 130 centímetros
- Profundidad de 30 centímetros

3.2 Proceso de Ingeniería Inversa

Antes de ejecutar la renovación estructural e interactiva a la maqueta del sistema eléctrico del automóvil, se requiere hacer de un proceso de ingeniería inversa por completo de las maquetas del Kia Picanto y Chevrolet Aveo que se tienen a disposición, con el objetivo de analizar físicamente el sistema eléctrico, las funciones prácticas de aprendizaje que ofrecen, la disposición de los elementos de iluminación y dimensiones de las estructuras metálicas para implementar las mejoras al diseño de la maqueta.

Se tienen ventajas de cada una de estas maquetas, unas son de tamaño y otras según el tipo y funcionalidad de elementos, es por ello que se tiene que llevar a cabo una fusión de ambas maquetas aprovechando la mayor cantidad de recursos.

Como resultado de este análisis se destacan problemas como la selección equivocada y uso conductores eléctricos de acuerdo a lo requerido según el consumo de corriente del circuito, lo que ha causado un sobrecalentamiento de algunos cables causando cortocircuitos, punto importante a tener en consideración en el diseño del nuevo sistema eléctrico.

3.2.2 Estado Inicial del Simulador Sistema Eléctrico del Kia

El segundo simulador sometido al proceso de renovación es el del Kia Picanto, ver Figura 21, fue diseñado y entregado como proyecto de titulación en el año del 2018, teniendo un estado mejor conservado.

Figura 21

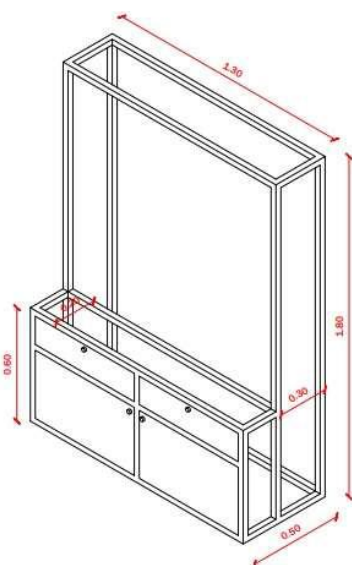
Estado Inicial del Simulador Sistema Eléctrico del Kia Picanto



En la Figura 22 se observa un plano con las dimensiones con las que cuenta la estructura de soporte de este simulador del Kia.

Figura 22

Plano del Diseño Estructural Simulador Kia Picanto



Fuente: (Jurado, 2018).

Como se puede apreciar en la Figura 23, en la parte posterior del simulador del Picanto el cableado para el funcionamiento de los componentes del sistema eléctrico se encuentra en un estado de desorden, donde los cables se encuentran colgando y forrados con un tubo corrugado negro, lo que dificulta la apreciación y comprensión a los estudiantes.

Figura 23

Vista Posterior del Cableado del Simulador Kia Picanto



3.3 Selección de Elementos a Reutilizar

Los elementos a reutilizar renovación deben ser un conjunto que tome en consideración la cuestión de mantener en lo más reducido que el área que abarca el simulador, entre los diferentes elementos a rescatar destacan:

- Estructura metálica
- Componentes de alimentación
- Componentes de medición eléctrica
- Componentes de protección
- Componentes de control
- Componentes de iluminación

3.3.1 Estructura Metálica de Soporte

Para esta selección se toma en consideración las dimensiones especificadas en cada uno de los planos de diseño de estos simuladores, para de esta forma conocer y establecer cuál de ellos será sometido al proceso restructuración dado a su cercanía con las especificaciones dimensionales previamente delimitadas, en la Tabla 3, están plasmadas las dimensiones de cada banco simulador.

Tabla 3

Dimensiones de las Estructuras Metálicas

Dimensiones	Altura	Ancho	Profundidad máx.	Profundidad min.
Simulador Picanto	1,80 m	1,30 m	0,50 m	0,30 m
Simulador Aveo	1,60 m	1,20 m	0,65 m	0,15 m

Nota: Medidas extraídas de los planos de diseño de los simuladores en cuestión.

Se concluye que la estructura metálica sometida a restructuración es la del simulador del Picanto dado a que cuenta con una mayor área de trabajo disponible

3.3.2 Fuente de Alimentación

La fuente de alimentación debe ser de activación rápida y sencilla, suministrando el voltaje y corriente suficiente para el accionamiento de los circuitos eléctricos del automóvil. En la Tabla 4 se aprecia la comparación de estas fuentes.

Tabla 4

Características de las Fuentes de Poder Disponibles en los Simuladores

Fuente del simulador	Voltaje de alimentación DC	Amperaje proporcionado	Voltaje de alimentación AC	Fácil instalación
Aveo	10.5 V	7 Ah	220 V	NO
Picanto	12 V	30 Ah	110 - 220 V	SI

Nota: Esta tabla se completó observando las etiquetas adheridas a cada fuente de alimentación.

Rigiéndose a las exigencias del párrafo anterior queda totalmente descartado el uso de la fuente de energía del simulador del Aveo (Figura 24), dado a que su conexión interna está compuesta por un sistema adaptado entre un cargador de baterías, regulador de voltaje de alternador sumado a una batería de moto ya dañada por la falta de uso.

Figura 24

Características de las Batería de la Fuente de Poder del Simulador Aveo



Se decide por reutilizar en convertidor de corriente alterna a corriente continua instalada en el simulador del sistema eléctrico del Kia Picanto, ya que este tiene un peso y tamaño mucho más reducido y capacidad eléctricas superiores.

3.3.3 Componentes de Medición Eléctrica Analógicos

Estos instrumentos de medición eléctrica son análogos en ambos simuladores y están destinados para saber el estado de la fuente de energía, por lo que se elige usar un voltímetro de cualquiera de los dos simuladores y específicamente el amperímetro del simulador Kia (Figura 25) porque tiene la capacidad de medir un total de hasta 60 amperios siendo apto para soportar el pico de corriente suministrado por la fuente de energía hasta de 30 amperios.

Figura 25

Amperímetro Seleccionado de Capacidad Hasta 60 Amperios



3.3.4 Componente de Protección de Circuitos

En su conjunto se llama caja de fusibles, importante para prevenir daños en componentes eléctricos a causa de cortocircuitos que pueden llegar a suceder cuando el estudiantado interactúe con el simulador.

Seleccionada para volver a usarla es la caja de fusibles del Aveo Emotion ya que conecta más a la realidad de cómo son estas cajas de fusibles en los automóviles a comparación con la del instalada en el simulador del sistema eléctrico del Kia Picanto, además la caja de fusibles del Aveo tiene más funcionalidad, Figura 26, porque se integra los terminales para conectar los relés.

Figura 26

Caja de Fusibles y Relés del Aveo en su Antiguo Simulador



3.3.5 Componentes de Control

En este apartado de la selección de interruptores y conmutadores se realizaron pruebas de continuidad con el multímetro, dando como resultado daños en el conmutador de tipo III para las luces principales de alumbrado y direccionales de la maqueta del Aveo dado a un cortocircuito en sus contactos consecuencia de una mala manipulación en prácticas.

Por tal motivo se inclinó por utilizar el conmutador de luces instalado en el simulador del Kia Picanto siendo adaptado al sistema eléctrico del Aveo Emotion, también se usó interruptores simples para neblineros, freno, marcha atrás y un pulsador para el pito.

3.3.6 Componentes de Iluminación

Dado a la practicidad, al ser de menor tamaño e integrarse de mejor manera a los requerimientos del nuevo diseño del simulador, se decidió tomar los faros delanteros y posteriores que conformaban al simulador del Aveo Emotion como se aprecia en la Figura 27.

Figura 27

Componentes del Sistema de Iluminación y su Posible Disposición Final

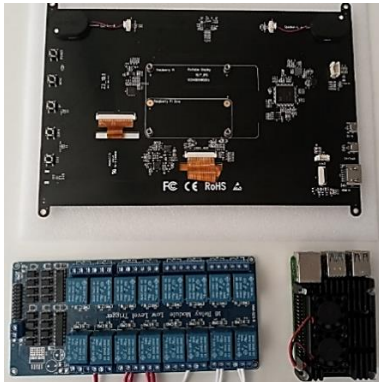


3.4 Diseño de Circuito Electrónico

Los componentes electrónicos, pantalla táctil, Raspberry Pi y el módulo de 16 relés, ver Figura 28, de este diseño han sido seleccionados con el objetivo de tener una experiencia de aprendizaje diferente a lo habitual, lo que se busca es que a través de una pantalla táctil alimentada de información por una minicomputadora destinada al aprendizaje, tenga la capacidad de activar de manera directa los circuitos del sistema eléctrico de iluminación del automóvil, siendo ejemplo para el desarrollo de futuros proyectos relacionados a los sistemas eléctricos o electrónicos de los vehículos, pudiéndose conectar a internet y formará una red donde todo pueda ser controlado remotamente.

Figura 28

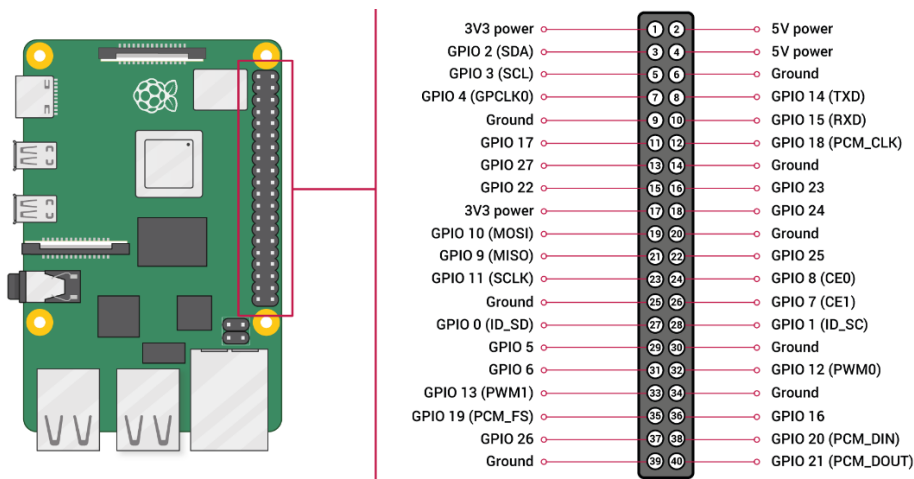
Los Tres Principales Componente Electrónicos para Desarrollar el Proyecto



La minicomputadora Raspberry Pi 4 tiene 40 pines GPIO que se pueden configurar para leer entradas o escribir salidas, y con ayuda de la Figura 29 se puede elegir a la hora de programar los botones en la interface de aprendizaje cuales son los pines comunicados con el módulo de relés.

Figura 29

Numeración de los 40 Pines GPIO de la Raspberry Pi 4



Fuente: (Delgado, 2020).

El módulo de 16 relés también cuenta con una serie de 20 pines, Figura 30, que estarán conectados a los diferentes pines que cuenta la Raspberry, esto con el fin de que se pueda conducir la señal recibida a través de la pantalla del circuito que se quiere activar hacia el relé correspondiente que energizará de forma directa a los consumidores.

Figura 30

Pines de Comunicación para Accionar el Módulo de 16 Relés



En la Tabla 5 se especifica la conexión de pines a través de unos conectores hembra-hembra para el funcionamiento de los circuitos de manera directa sin necesidad de accionar algún otro interruptor o conmutador físico.

Tabla 5

Establecimiento de Conexiones entre el Módulo de Relés y la Raspberry Pi

Circuito accionado	Número de Relay Module	Raspberry PINOUT
Luces medias	12	16
Luces bajas	4	36
Luces altas	8	22
Luces neblineros	7	31
Luces direccionales IZQ	9	29
Luces direccionales DER	10	18
Luces de emergencia	9 y 10	29 y 18
Luces de freno	3	35
Luces de retro	1	37
Luz de salón +	2	38
Luz de salón -	5	33
Pito	15	13
Radio	11	15
Tierra común	GND	9

Nota: El circuito llamado tierra común es importante para poder establecer la comunicación entre la Raspberry y el módulo de relés, sin ella no funciona el sistema.

Para lograr el accionamiento directo de los circuitos eléctricos fue necesario establecer cual relé cumple la función deseada, ello se evidencia en la Tabla 6 y Figura 31.

Tabla 6

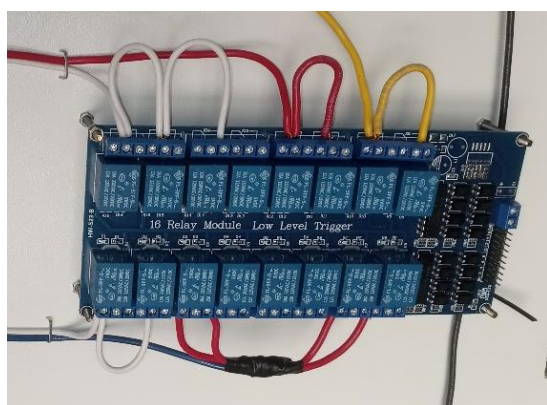
Funciones de los Cables Conectados al Módulo de 16 Relés

Función del cable	Etiqueta
Luces medias	RPi - 58
Luces bajas	RPi - 56b
Luces altas	RPi - 56a
Luces neblineros	RPi - 55
Entrada desde Flasher	49a - RPi
Luz intermitente izquierda	RPi - L
Luz intermitente derecha	RPi - R
Luz de freno	RPi - 54
Luz dé marcha atrás	RPi - LMA
Luz interior salón	RPi - LIS
Entrada de negativo	31 - RPi
Salida negativo luz interior salón	RPi - LIS 31
Accionamiento pito	RPi - 71
Accionamiento radio	RPi - 75
Alimentación para accionamiento	F11 - RPi

Nota: La nomenclatura RPi significa que se es accionado a través de la Raspberry Pi.

Figura 31

Módulo de 16 Relés con los Cables de Alimentación Conectados



3.5 Diseño de la Nomenclatura del Cableado Eléctrico

Con el objetivo de reconocer el punto de partida y finalización de los conductores eléctricos integrados al simulador, se implementó un etiquetado de los cables en base a normas del *Organismo Nacional de Normalización de Alemania o DIN*, facilitando el entendimiento a los estudiantes del funcionamiento de la maqueta.

3.5.1 Designación de Bornes Según las Normas DIN 40719 y 72552

Este sistema de designación de bornes para toda instalación eléctrica de automóviles permite el conectar de forma correcta los cables de los diferentes aparatos eléctricos, ayudando a la hora de realizar verificaciones o reparaciones al sistema eléctrico, en la Tabla 7 y 8 se muestra cuáles son las abreviaturas que servirán para el posterior desarrollo del sistema de nomenclaturas adaptado la necesidad del presente trabajo.

Tabla 7

Índice de Letras de Elementos Eléctricos Según Norma DIN 40719

Índice	Denominación	Ejemplo
E	Lámparas y accesorios varios	Bombillas de todos los tipos
F	Dispositivos de seguridad	Fusibles, disyuntores eléctricos
G	Suministro de corriente	Batería, generador de corriente alterna
H	Avisadores acústicos y ópticos	Bocina, radio, testigos
K	Relés	Relés de toda clase
P	Medidores	Indicadores analógicos y digitales
S	Interruptores	Contacto, luces, intermitentes
X	Terminales y enchufes múltiples	Enchufes incluidos en el mazo de cables, conectores

Nota: Esta tabla muestra la abreviación del nombre de los componentes de sistema eléctrico del automóvil.

Adaptado de: (Chaglla & Torres, 2011).

Las normas DIN 40719 y DIN 72552 son estándares técnicos esenciales en la industria automotriz. La DIN 40719 establece un sistema de colores para identificar cables eléctricos, clasifica vehículos y define el marcado de cables. Por otro lado, la DIN 72552 proporciona

símbolos gráficos, nomenclatura de componentes y especificaciones técnicas para componentes eléctricos y electrónicos utilizados en vehículos. Ambas normas desempeñan un papel fundamental en la estandarización, la calidad y la seguridad de los sistemas eléctricos y electrónicos en la fabricación y el mantenimiento de vehículos.

Tabla 8

Bornes Designados en Circuitos Eléctricos Según Norma DIN 72552

Sistema	Borne	Significado
Batería	15	Polo positivo de la batería pasando por la llave de contacto de encendido
	30	Polo positivo de la batería sin pasar por llave de contacto
	31	Masa, retorno a batería
Indicador de dirección	49	Entrada del relé de intermitencia
	49a	Salida del relé de intermitencia o Flasher
	L	Luz intermitente izquierda
Iluminación	R	Luz intermitente derecha
	54	Luces de frenado
	55	Faros antiniebla
	56	Faros principales (bajas y altas)
	56a	Luces altas
	56b	Luces bajas
	58	Luces de posición
Instalaciones adicionales	71	Pito
	75	Radio
	76	Altavoz
Conmutadores	82	Contacto de cierre, entrada
	82a	Contacto de cierre, salida
Conmutador de varias posiciones	83	Entrada de la corriente
	83a	Salida posición 1
	83b	Salida posición 2
	83L	Salida posición izquierda
	83R	Salida posición izquierda
Relés de conmutación	85	Negativo del bobinado interno
	86	Positivo de inducción del bobinado
	87	Salida de contacto de relé de salida

Nota: Nomenclatura de los diferentes puntos y circuitos eléctricos Adaptado de: (Chaglla & Torres, 2011).

3.5.1 Designación de Fusibles

Para elegir correctamente el fusible y el calibre de los cables a utilizar en cada circuito es necesario calcular en base a la Ley de Watt, potencia del elemento sobre el voltaje de trabajo de los mismos y con ello se pudo armar la Tabla 9.

Tabla 9*Designación de Fusibles y Capacidad Según la Necesidad del Circuito*

Fusible #	Circuito que protege	Capacidad
F1	Radio	10 A
F2	Pito	15 A
F3	Salón	10 A
F4	Retro	10 A
F5	Direccionales	15 A
F6	Freno	10 A
F7	Neblinero	15 A
F8	Bajas	15 A
F9	Altas	15 A
F10	Medias	10 A
F11	Módulo de relés electrónicos (accionamiento directo de luces)	20 A
F12	Puntos para comprobación de relés	20 A

Nota: Tabla creada en base a los cálculos de los consumos de corrientes de los circuitos eléctricos.

3.5.2 Nomenclatura de Interruptores y Conmutadores

La nomenclatura de interruptores y conmutadores es esencial para garantizar la claridad, seguridad y eficiencia en sistemas eléctricos. Proporciona una identificación clara de la función de estos dispositivos, lo que facilita su operación, mantenimiento y resolución de problemas, asegurando así la seguridad eléctrica.

Además, el cumplimiento de normativas y regulaciones es fundamental en diversos entornos, ya sea en ámbitos comerciales, industriales o educativos. Una nomenclatura adecuada también mejora la accesibilidad y usabilidad de estos dispositivos, lo que es crucial en términos de diseño.

En la Tabla 10 se muestra la cantidad de interruptores o conmutadores que conforman al nuevo sistema y se encuentra señalado su nomenclatura, descripción de funcionamiento y el etiquetado correspondiente que sirve para hacer seguimiento del diagrama o en sí del circuito eléctrico físico en el simulador.

Tabla 10*Descripción de las Etiquetas de los Interruptores del Simulador*

Interruptor número	Nombre de interruptor	Descripción	Etiqueta de cable
S1	Switch de encendido o llaves	Alimentación desde generador	30 / S1
		Alimentación hacia caja de fusibles	15 / S1
S2	Conmutador de luces tipo III	Entrada positivo luces medias	F10 – 83 / S2
		Luces medias salida	83a – 58 / S2
		Positivo medias	58 – 83 / S2
		Luces bajas relé	83b – 86 K2 / S2
		Luces altas relé	83c – 86 K3 / S2
		Salida del relé de intermitencia o Flasher	49a / S2
		Intermitentes izquierda	83L / S2
		Intermitentes derecha	83R / S2
S3	Conmutador de neblinero	Positivo medias	58 / S3
		Luces neblineros	86 – K1 / S3
S4	Conmutador luz de salón	Entrada positiva desde fusilera	F3 / S4
		Salida de positivo	IRL / S4
S5	Conmutador de emergencia	Salida del relé de intermitencia o Flasher	49a / S5
		Intermitente izquierda	L / S5
		Intermitente derecha	R / S5
S6	Conmutador luz de freno	Entrada positiva desde fusilera	F6 / S6
		Salida positiva hacia luz de freno	54 / S6
S7	Conmutador luz de retro	Entrada positiva desde fusilera	F4 / S7
		Salida positiva hacia luz de retro	RFS / S7
S8	Conmutador pito	Entrada positiva	15 / S8
		Activación de relé pito	86 K4 / S8
S9	Conmutador para pantalla didáctica	Entrada de corriente alterna	CA1 / S9
		Salida de CA para activar fuentes de alimentación DC	CA2 / S9

Nota: Tabla creada específicamente para la comprensión del funcionamiento del sistema eléctrico.

3.5.3 Nomenclatura de los Emisores

En la Tabla 11, se numera cuáles son los consumidores de corriente o emisores del tablero los cuales llevan una nomenclatura creada para este sistema eléctrico didáctico.

Tabla 11

Etiquetado de Emisores o Consumidores de Corriente del Simulador

Emisor número	Descripción	Etiqueta de cable
E1	Luz de posición delantera izquierda	58L / E1
E2	Luz de posición delantera derecha	58R / E2
E3	Luz de posición trasera izquierda	58L / E3
E4	Luz de posición trasera derecha	58R / E4
E5	Luz baja delantera izquierda	56b / E5
E6	Luz baja delantera derecha	56b / E6
E7	Luz alta delantera izquierda	56a / E7
E8	Luz alta delantera derecha	56a / E8
E9	Luz neblinero delantero izquierdo	55 / E9
E10	Luz neblinero delantero derecho	55 / E10
E11	Luz intermitente delantera izquierda	L / E11
E12	Luz intermitente delantera derecha	R / E12
E13	Luz intermitente trasera izquierda	L / E13
E14	Luz intermitente trasera derecha	R / E14
E15	Luz de freno izquierda	54 / E15
E16	Luz de freno derecha	54 / E16
E17	Luz marcha atrás izquierda	LMA / E17
E18	Luz marcha atrás derecha	LMA / E18
E19	Luz interior salón	LIS / E19
H1	Pito	71 / H1
H2	Radio	75 / H2
H3	Altavoz izquierdo	76L / H3
H4	Altavoz derecho	76R / H4
P1	Voltímetro	30 / P1
P2	Amperímetro	31 / P2

Nota: Tabla creada específicamente para la comprensión del funcionamiento del sistema eléctrico.

3.5.4 Nomenclatura de los Relés

La versatilidad y compatibilidad de los relés los convierten en elementos clave para la adaptabilidad y el mantenimiento de los sistemas eléctricos y electrónicos en vehículos, contribuyendo a un funcionamiento seguro y eficiente.

Los relés incluidos en el simulador también tienen un apartado dentro del diseño donde se puede realizar las comprobaciones de funcionamiento independientemente de que, si se

acciona su conmutador de activación, en la siguiente Tabla 12 se incluye cual es la respectiva etiqueta y el significado de su nomenclatura.

Tabla 12

Etiquetas que Llevan los Terminales de los Relés

Relé número	Nombre de circuito	Descripción	Etiqueta de cable en el tablero
K1	Neblinero	Positivo alimentación	30 – F7 / K1
		Negativo del bobinado	85 – 31 / K1
		Positivo de accionamiento bobinado relé	86 – S3 / K1
		Salida de alimentación para bombillos	87 – 55 / K1
K2	Bajas	Positivo alimentación	30 – F8 / K2
		Negativo del bobinado	85 – 31 / K2
		Positivo de accionamiento relé	86 – 83b / K2
		Salida de alimentación para bombillos	87 – 56b / K2
K3	Altas	Positivo alimentación	30 – F9 / K3
		Negativo del bobinado	85 – 31 / K3
		Positivo de accionamiento del bobinado	86 – 86c / K3
		Salida de alimentación para bombillos	87 – 56a / K3
K4	Pito	Positivo alimentación	30 – F2 / K4
		Negativo del bobinado relé	85 / K4
		Positivo de accionamiento bobinado relé	86 / K4
		Salida de accionamiento pito	87 – 71 / K4
K5	Flasher	Positivo alimentación	49 – F5 / K5
		Contacto a masa	31 / K5
		Salida hacia conmutadores	49a / K5

Nota: Tabla creada específicamente para la comprensión del funcionamiento del sistema eléctrico.

3.6 Diseño de los Diagramas del Circuito Eléctrico

Para concretar el diseño y posterior instalación eléctrica se usó el software para desarrollo llamado Proteus, que permite la representación simbólica de componentes y esquemas eléctricos adecuada al entorno automotriz.

3.6.2 Diseño del Circuito de Luces Bajas

La Tabla 14 establece las especificaciones eléctricas del circuito de luces bajas, que está compuesto por 2 filamentos emisores de luz con potencia individual de 55 watts.

Tabla 14

Especificaciones del Circuito de Luces Bajas

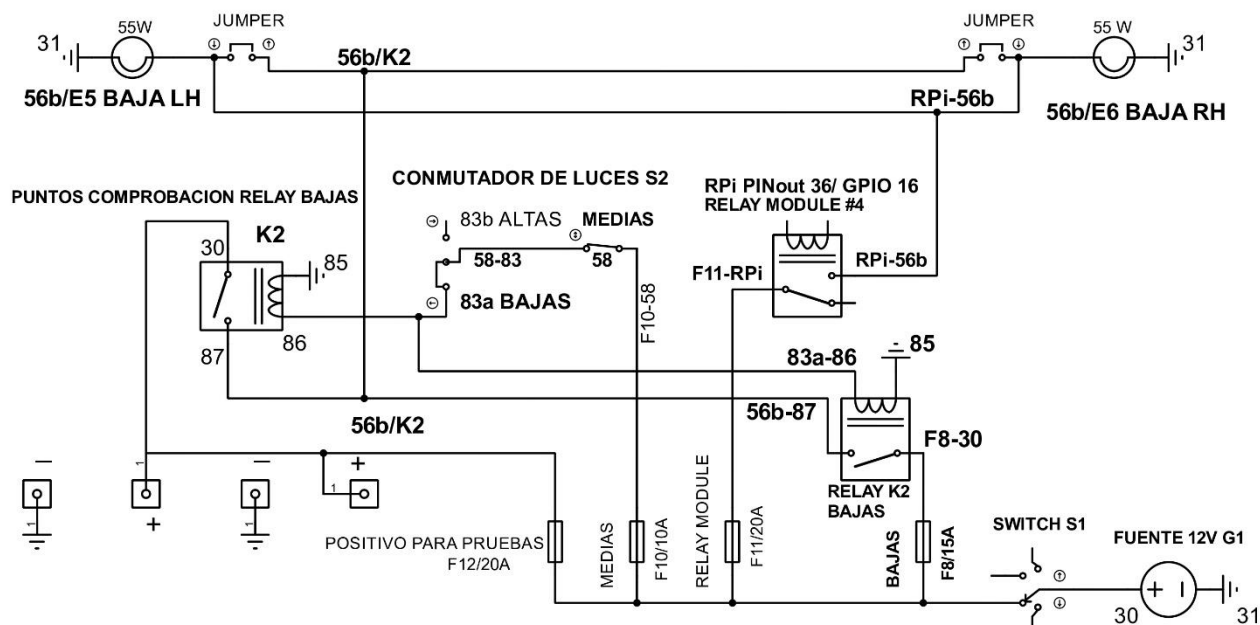
Circuito	Cantidad de filamentos	Potencia total	Voltaje	Corriente solicitada	Conductor apropiado
Luces bajas	2	110 W	12 V	9,2 A	14 AWG

Nota: Fusible apropiado de capacidad 15 A.

En la Figura 33 que incluye la representación del cableado de accionamiento convencional y el circuito para su accionamiento directo a través de la pantalla interactiva.

Figura 33

Diagrama del Circuito de Luces Bajas o de Cruce



3.6.3 Diseño del Circuito de Luces Altas

En la Tabla 15 se establece las especificaciones eléctricas del circuito de luces altas, que está compuesto por 2 filamentos emisores de luz que cuentan con una potencia nominal de 60 Watts cada filamento.

Tabla 15

Especificaciones del Circuito de Luces Altas

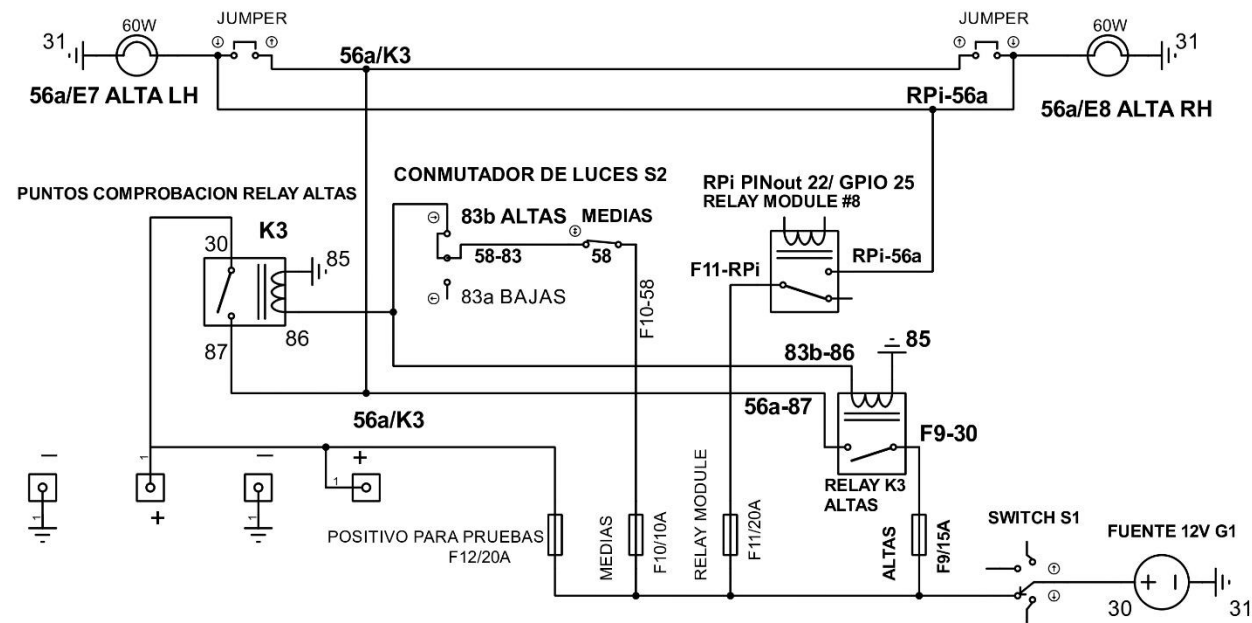
Circuito	Cantidad de filamentos	Potencia total	Voltaje	Corriente solicitada	Conductor apropiado
Luces altas	2	120 W	12 V	10 A	14 AWG

Nota: Fusible apropiado de capacidad 15 A.

La Figura 34 que incluye la representación del cableado de accionamiento convencional y el circuito para su accionamiento a través de la pantalla interactiva.

Figura 34

Diagrama del Circuito de Luces Altas o de Carretera



3.6.5 Diseño del Circuito de Luces Direccionales

Este circuito descrito en la Tabla 17 se activa dos filamentos de 21 Watts de potencia nominal cada uno y que parpadean a la vez según la dirección a la que se dirige el conductor de automóvil.

Tabla 17

Especificaciones del Circuito de Luces Direccionales

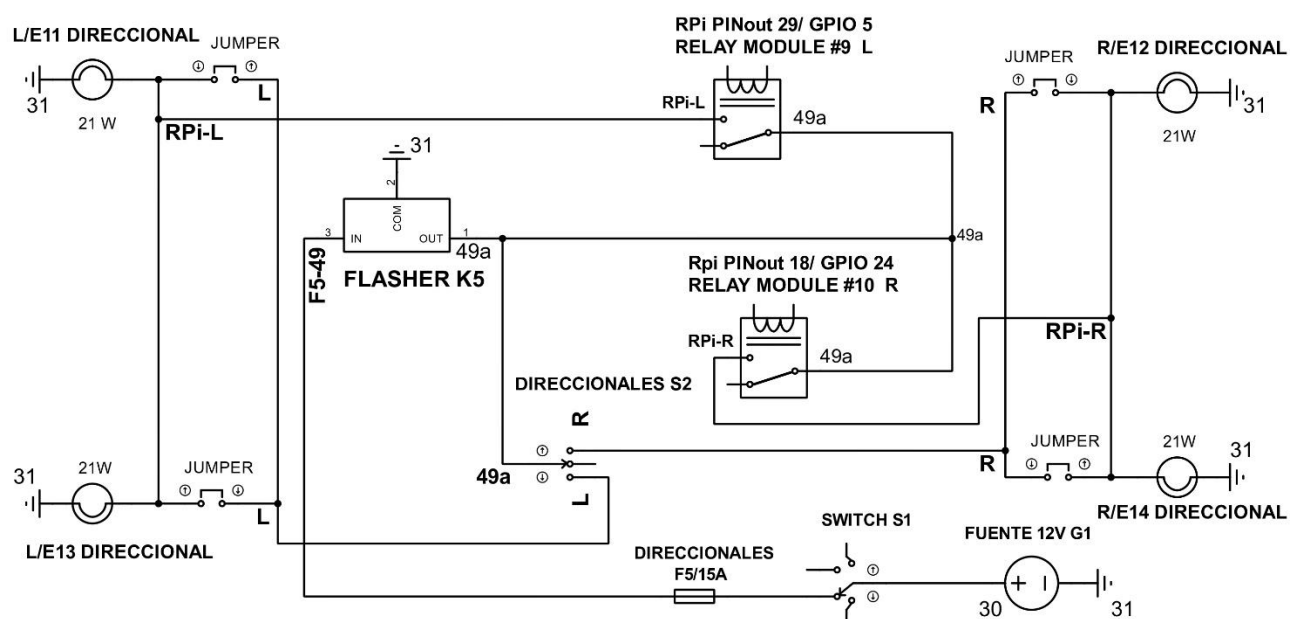
Circuito	Cantidad de filamentos	Potencia total	Voltaje	Corriente solicitada	Conductor apropiado
Luz direccionales	2	42 W	12 V	3,5 A	16 AWG

Nota: Fusible apropiado de capacidad 15 A.

La Figura 36 se observa la representación del cableado de accionamiento convencional y el circuito para su accionamiento a través de la pantalla interactiva.

Figura 36

Diseño del Circuito de Luces Direccionales



3.6.6 Diseño del Circuito de Luces de Parqueo o Emergencia

Este circuito descrito en la Tabla 18 se activa los cuatro filamentos de 21 Watts de potencia nominal cada uno y que parpadean a la vez indicando que el vehículo se encuentra parqueado por alguna emergencia u otra situación.

Tabla 18

Especificaciones del Circuito de Luz de Parqueo

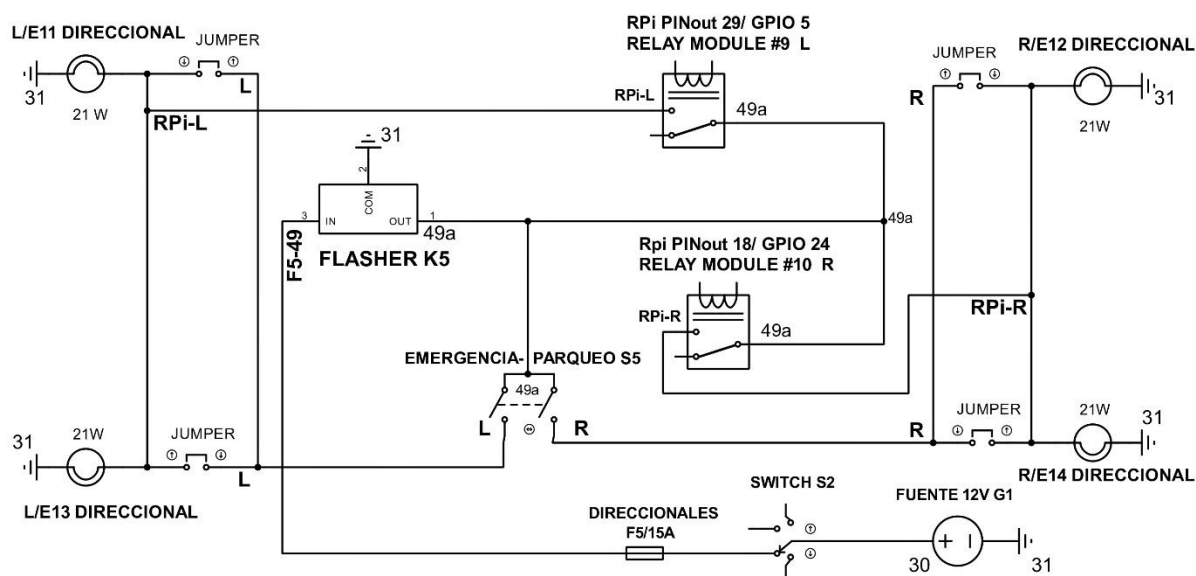
Circuito	Cantidad de filamentos	Potencia total	Voltaje	Corriente solicitada	Conductor apropiado
Luz de parqueo	4	84 W	12 V	7 A	16 AWG

Nota: Fusible apropiado de capacidad 15 A.

La Figura 37 representa el cableado de accionamiento convencional y el circuito para su accionamiento a través de la pantalla interactiva.

Figura 37

Diseño del Circuito de Luz Emergencia o Parqueo



3.6.7 Diseño del Circuito de Luces de Freno

Este circuito descrito en la Tabla 19 se activa dos filamentos de 21 Watts de potencia nominal cada uno y que parpadean a la vez según la dirección a la que se dirige el conductor de automóvil.

Tabla 19

Especificaciones del Circuito de Luz de Freno

Circuito	Cantidad de filamentos	Potencia total	Voltaje	Corriente solicitada	Conductor apropiado
Luz de freno	4	84 W	12 V	7 A	16 AWG

Nota: Fusible apropiado de capacidad 10 A.

En la Figura 38 se aprecia la representación del cableado de accionamiento convencional y el circuito para su accionamiento a través de la pantalla interactiva.

Figura 38

Diseño del Circuito de Luz de Freno

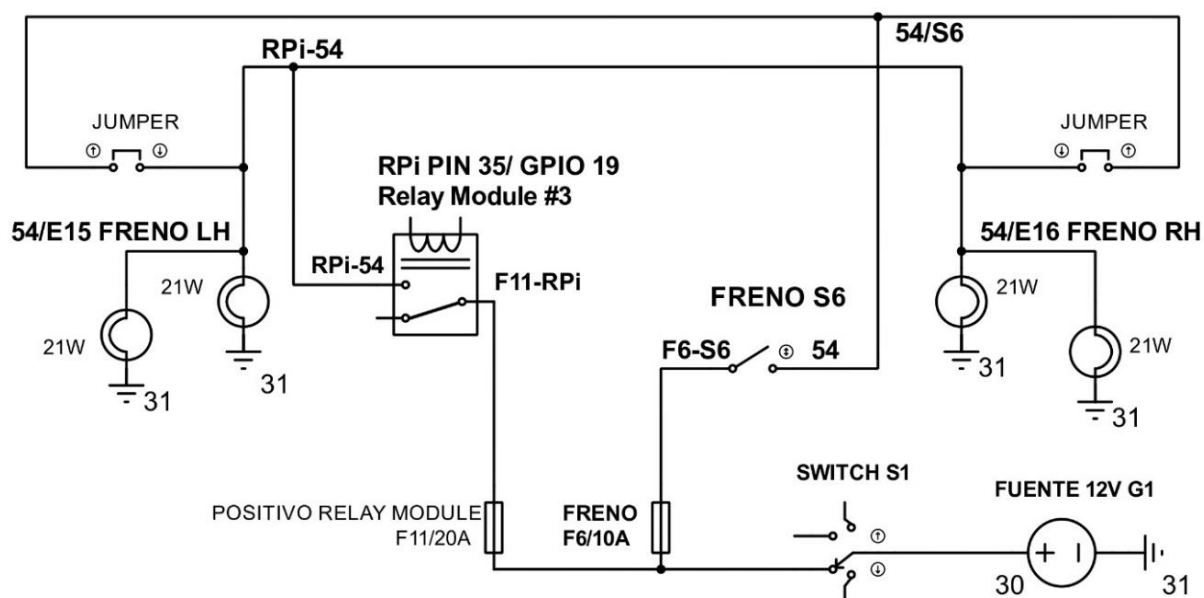
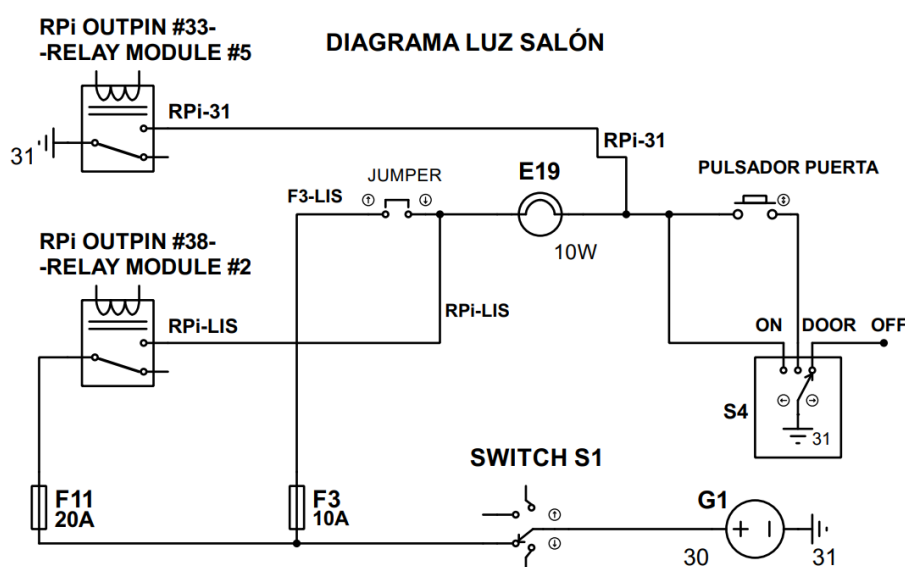


Tabla 21*Especificaciones del Circuito de Luz Interior de Salón*

Circuito	Cantidad de filamentos	Potencia total	Voltaje	Corriente solicitada	Conductor apropiado
Luz de salón	1	5 W	12 V	0,45 A	18 AWG

Nota: Fusible apropiado de capacidad 10 A.

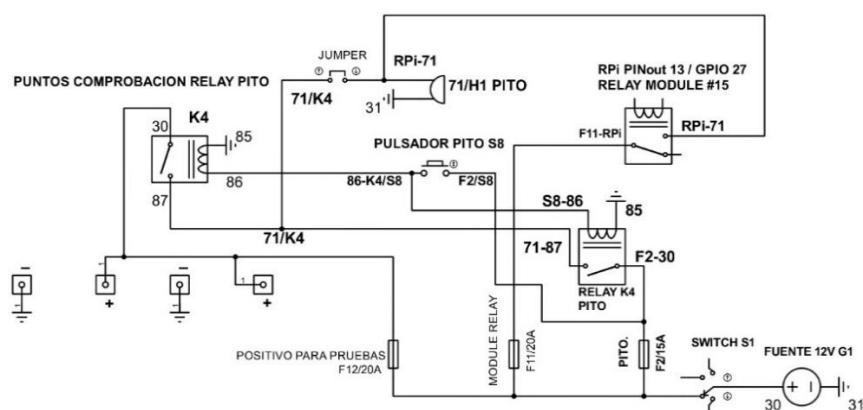
Figura 40*Diseño del Circuito de Luz de Salón***3.6.10 Diseño del Circuito de Pito**

La Tabla 22 se establece las especificaciones eléctricas del circuito de pito con potencia de unos 40 Watts. En la Figura 41 que incluye la representación del cableado de accionamiento convencional y el circuito para su accionamiento a través de la pantalla interactiva.

Tabla 22*Especificaciones del Circuito de Pito*

Circuito	Potencia	Voltaje	Corriente solicitada	Conductor apropiado
Pito	70 W	12 V	5,8 A	16 AWG

Nota: Fusible apropiado de capacidad 10 A.

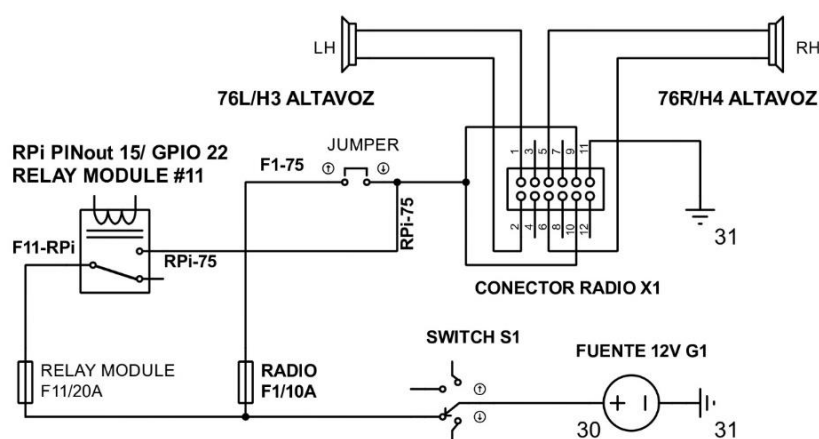
Figura 41*Diseño del Circuito de Pito***3.6.11 Diseño del Circuito de Radio**

En la Tabla 23 se establece las especificaciones eléctricas del circuito de radio. La Figura 42 incluye la representación del cableado de accionamiento convencional y el circuito para su accionamiento a través de la pantalla interactiva.

Tabla 23*Especificaciones del Circuito de Radio*

Circuito	Emisores	Potencia	Voltaje	Amperios	Conductor
Radio	2	50 W	12 V	4,2 A	16 AWG

Nota: Fusible apropiado de capacidad 10 A.

Figura 42*Diseño del Circuito de Radio*

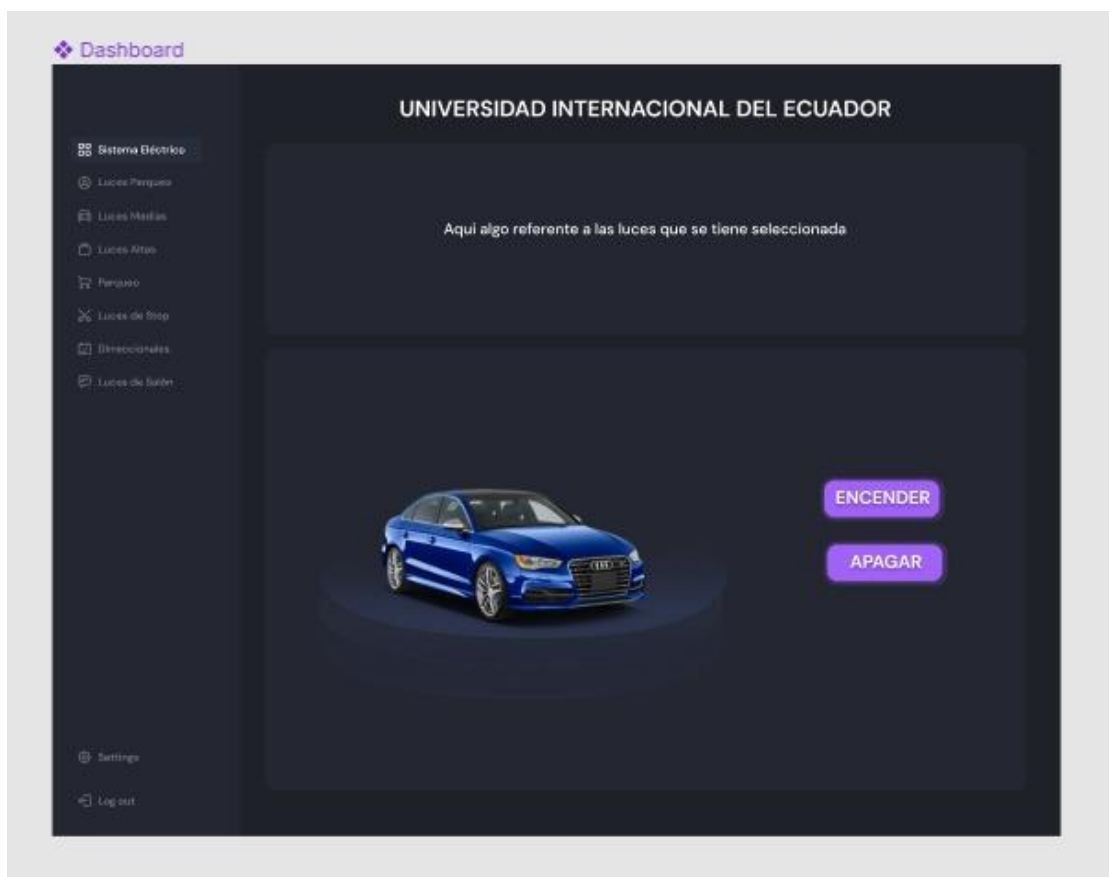
3.7 Diseño de la Interface de Estudiante Máquina

Con el diseño existe un enfoque que está destinado a lograr y alcanzar una interacción clara entre el estudiante y la maqueta que contiene la simulación de un sistema eléctrico de iluminación automotriz, entonces teniendo en consideración esto se añadirá una barra lateral con el contenido didáctico de los sistemas integrados en la maqueta, conceptos, preguntas técnicas donde el estudiante tendrá que comprobar consumos de corriente, voltajes y determinar la potencia de los consumidores y así mismo el diagrama eléctrico para comprender como se da el paso de la corriente en cada circuito.

La Figura 43 refleja el primer boceto de cómo se va a querer más o menos mostrar la información y los botones para el accionamiento de los relés ya con el código de programación siendo creado por una persona especializada en esta área de la informática.

Figura 43

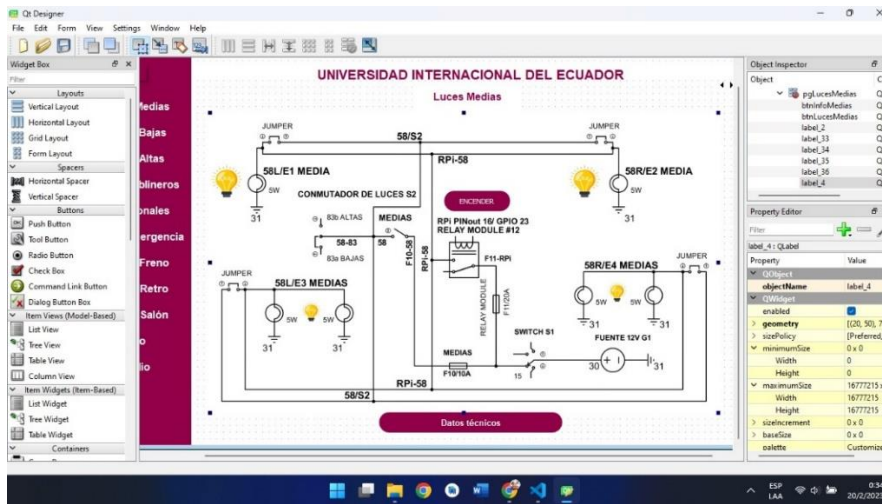
Primer Boceto Para Pruebas del Módulo de Relés



Después de una deliberación entre el desarrollador, director de tesis y autor se llevaron a cabo cambios como el de tomar los colores representativos de la UIDE y así como el insertar los diagramas eléctricos de cada circuito que se vaya mostrando (Figura 44).

Figura 44

Captura de Pantalla Donde se Aprecia el Circuito de Funcionamiento



Como se aprecia en la Figura 45 se incluye un breve concepto de los circuitos que se están viendo y así como una serie de preguntas al final de la navegación con el fin de que estudiantes realicen la práctica de medición de consumos de los circuitos, en la parte de anexos está incluido el código de programación.

Figura 45

Captura de Pantalla de Información de Uno de los Circuitos



Capítulo IV

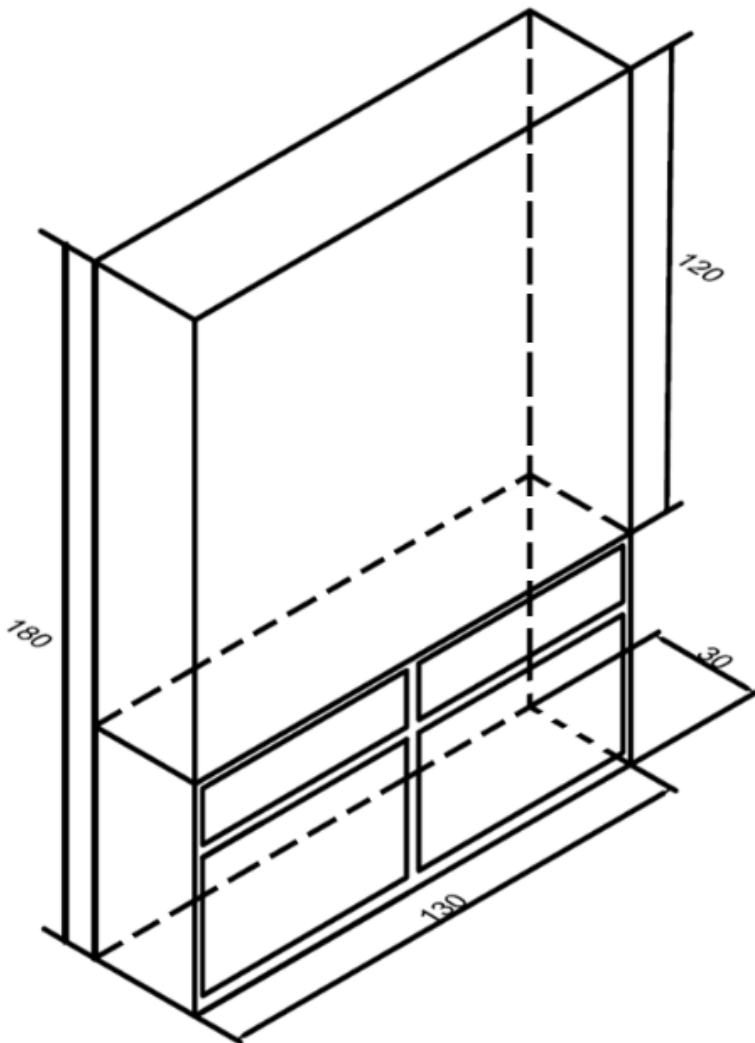
Reconstrucción del Simulador Sistema de Iluminación

4.1 Remodelación Estructural del Módulo de Soporte

La estructura de soporte a remodelar se llevó a un taller especializado. Se realizó un plano (Figura 46) donde se especificó las dimensiones en centímetros que debe cumplir el simulador.

Figura 46

Plano con Medidas en Centímetros del Soporte Estructural



Como se aprecia en la Figura 47 se cortó el excedente de material ajustándose a las exigencias de tamaño delimitado.

Figura 47*Soporte Estructural Cortado Acorde a las Medidas del Plano*

El cajón para el almacenamiento, Figura 48, servirá para guardar implementos como los conectores Banana Jack o Jumper, manual de usuario, multímetro y otros implementos necesarios para la realización de las prácticas también fue adaptado a las nuevas dimensiones y posterior se realizó un pintado a toda la estructura.

Figura 48*Cajón de Almacenamiento Modificado Previo Pintado*

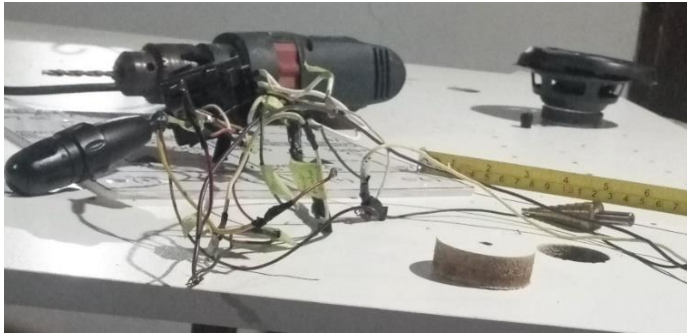
4.1.1 Perforación de Tablero

Para esta sección fue necesario conseguir un panel de madera MDP, con una altura de 115,5 centímetros por un ancho de 125,5 centímetros y profundidad de 1,6 centímetros. Espacio

suficiente para acomodar las piezas del sistema eléctrico a ensamblar, adecuado para sujetar los componentes con la ayuda de herramientas como sierra, caladora, y taladro con brocas escalonadas, cinta métrica visible en la Figura 49.

Figura 49

Implementos Usados Durante Labores de Perforación

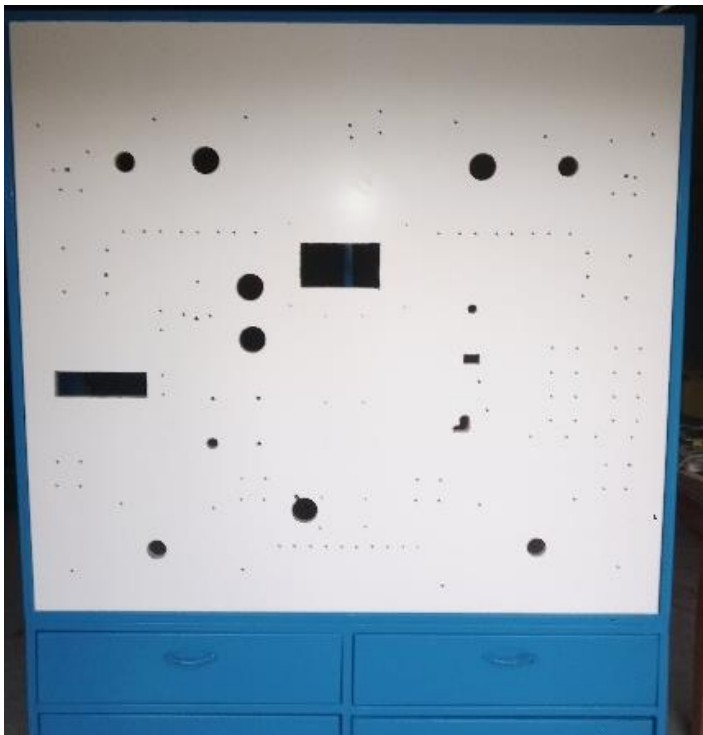


4.1.2 Armado de Tablero y Estructura Metálica

Culminada las labores de perforación del tablero con sus respectivos agujeros, se llevó a cabo la unión del mismo a la estructura de soporte como se aprecia en la Figura 50.

Figura 50

Presentación del Tablero Junto a su Soporte



La sujeción de las partes mencionadas anteriormente se realizó con tornillos para madera auto perforantes, platinas con dos agujeros y desarmador de punta estrella, Figura 51.

Figura 51

Momento en que se Asegura el Tablero a la Estructura de Soporte



4.2 Instalación de Componentes de Alimentación y Protección

Terminado el ensamblaje entre la estructura de soporte y el tablero de madera, se procedió a la instalación los compontes eléctricos de alimentación y protección.

4.2.1 Fuente de Poder

En la Figura 52 se aprecia la fuente de poder asegurada sobre una madera para que este aislada de las partes metálicas y reducir el peligro de descargas a usuarios.

Figura 52

Fuente de Poder de 12 Voltios Instalada en la Maqueta



4.2.2 Caja de Fusibles

La fusilera o caja de fusibles fue instalada previo de haber designado cual fusible protegerá cada circuito, y así mismo cual de cable va conectado a los diferentes terminales de los relés para su accionamiento como se observa en la Figura 53.

Figura 53

Reconocimiento de la Parte Interna de la Fusilera y Designación de Cables

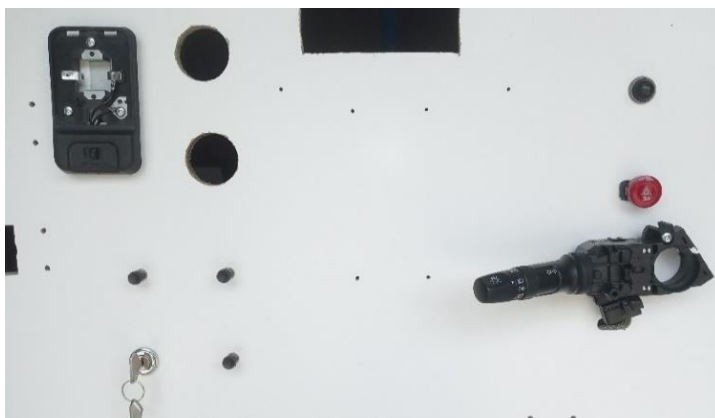


4.3 Instalación de los Elementos de Accionamiento

Antes de comenzar a cerrar los circuitos con su cableado se procedió a instalar los elementos encargados del accionamiento manual del tablero, interruptores simples, pulsador, Switch de encendido y conmutador de luces (Figura 54).

Figura 54

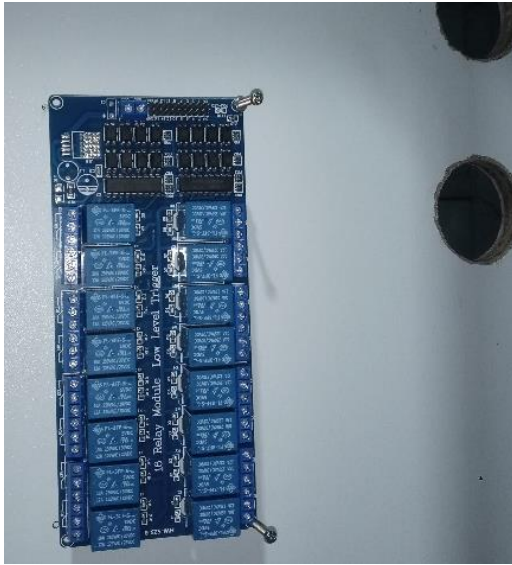
Elementos de Accionamiento Manual Instalados



Por otra parte, también se instaló el módulo de 16 relés, Figura 55, comandados electrónicamente por la Raspberry para accionar los circuitos de forma directa a través de la pantalla táctil.

Figura 55

Instalación del Módulo de 16 Relés Cerca del Agujero de Accesibilidad a la Raspberry



4.4 Instalación de Instrumentos de Medición Eléctrica

En este paso se procede a instalar los instrumentos de medición eléctrica (Figura 56) que reflejan el estado de la fuente de energía, el consumo de corriente total y el voltaje proporcionado.

Figura 56

Amperímetro y Voltímetro Instalados en Agujeros Realizados en el Tablero

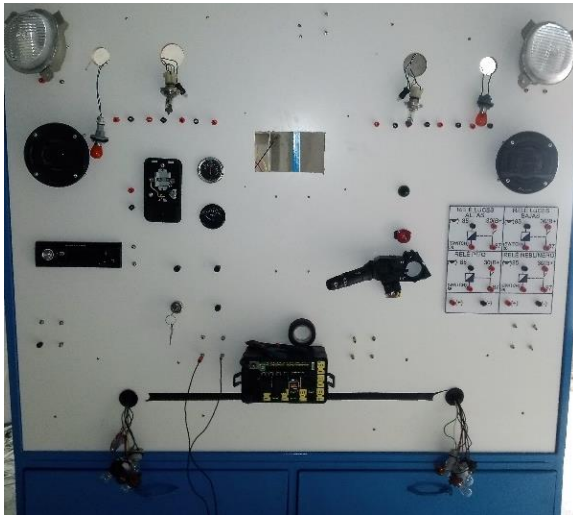


4.5 Instalación de Consumidores

Se procede a instalar en el tablero los consumidores de corriente como los focos, radio, parlantes y conectores de bombillos de alta potencia, en la Figura 57 se aprecia el desarrollo de este apartado.

Figura 57

Instalación de los Consumidores de Corriente

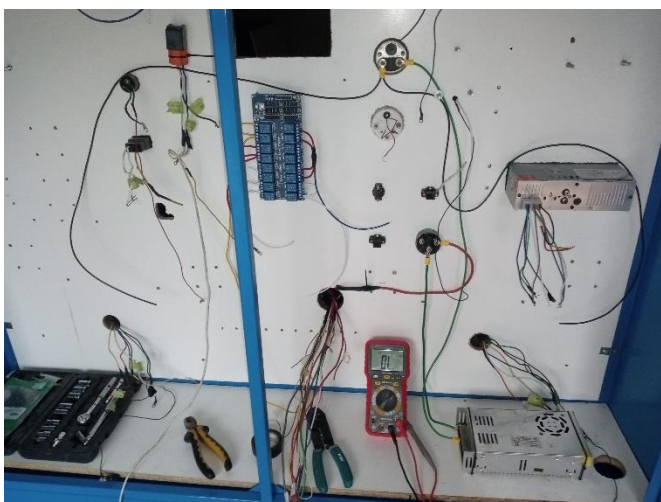


4.6 Conexiones Eléctricas

Llegado a este punto se inició las conexiones de los cables entre diferentes componentes (Figura 58) utilizando un pelacables, cinta negra, multímetro y terminales varios.

Figura 58

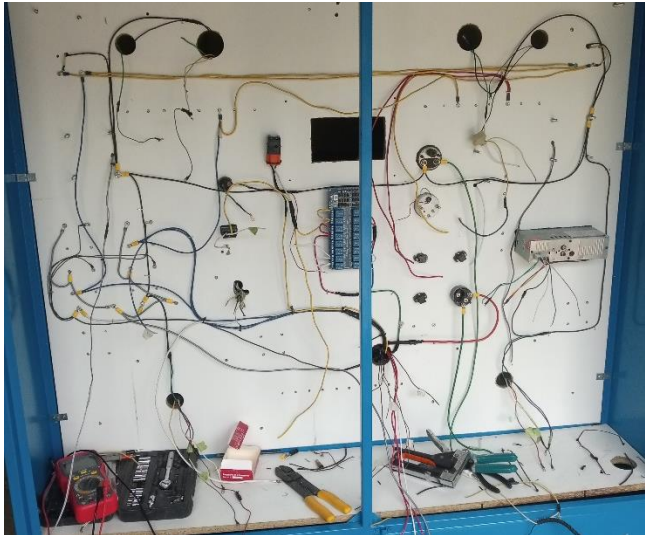
Inicio del Proceso de Conexión de Circuitos



En la Figura 59 se aprecia el avance que se tiene en la instalación del cableado donde considerado un 40% del total de este proceso.

Figura 59

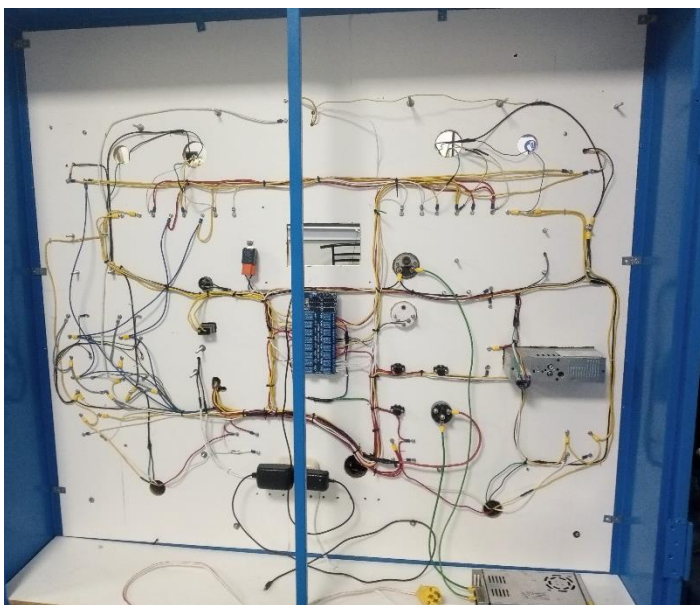
Proceso de Conexión Eléctrica al 40%



Instalación eléctrica culminada (Figura 60) lista para la fase de programación del controlador táctil para su accionamiento directo.

Figura 60

Proceso de Conexión Eléctrica al 100%



4.7 Comprobación de Funcionamiento de Circuitos

Se procede a la comprobación de los puntos de medición de distintos circuitos con ayuda del multímetro como se aprecia en la Figuras 61, 62, 63, 64, 65 y 66.

Figura 61

Comprobación Funcionamiento de Luces Neblineros



Figura 62

Comprobación Funcionamiento de Luz Interior Salón



Figura 63

Comprobación Funcionamiento de Luces Medias

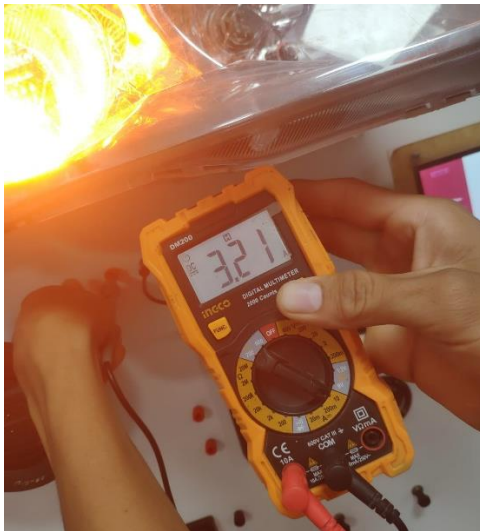


Figura 64

Comprobación Funcionamiento de Luces de Freno

**Figura 65**

Comprobación Funcionamiento del Luz Direccional Derecha

**Figura 66**

Comprobación Funcionamiento del Pito



4.8 Etiquetado del Simulador

Concluida la instalación eléctrica y comprobación se procede a etiquetar en cada uno de sus cables (Figura 67) las etiquetas que hacen referencias a las Tablas 6, 10, 11 y 12 con la finalidad de que se pueda interpretar su función, desde que interruptor sale y hacia cual elemento emisor se dirige, así mismo se nombra los componentes la parte frontal (Figura 68).

Figura 67

Etiquetas Siendo Colocadas en los Cables Correspondientes

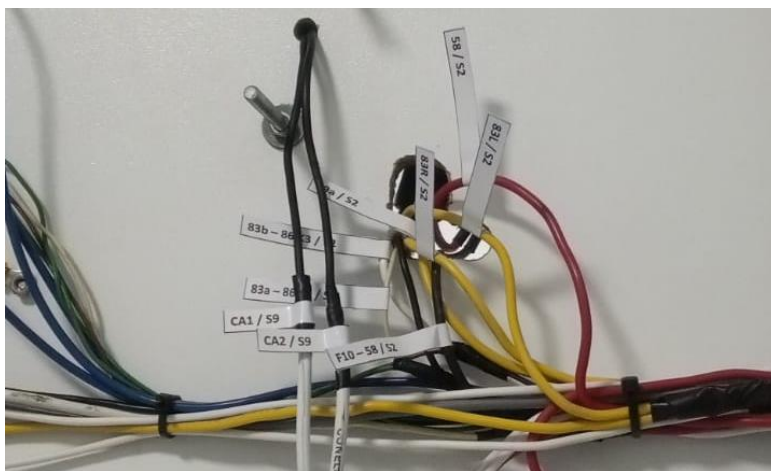


Figura 68

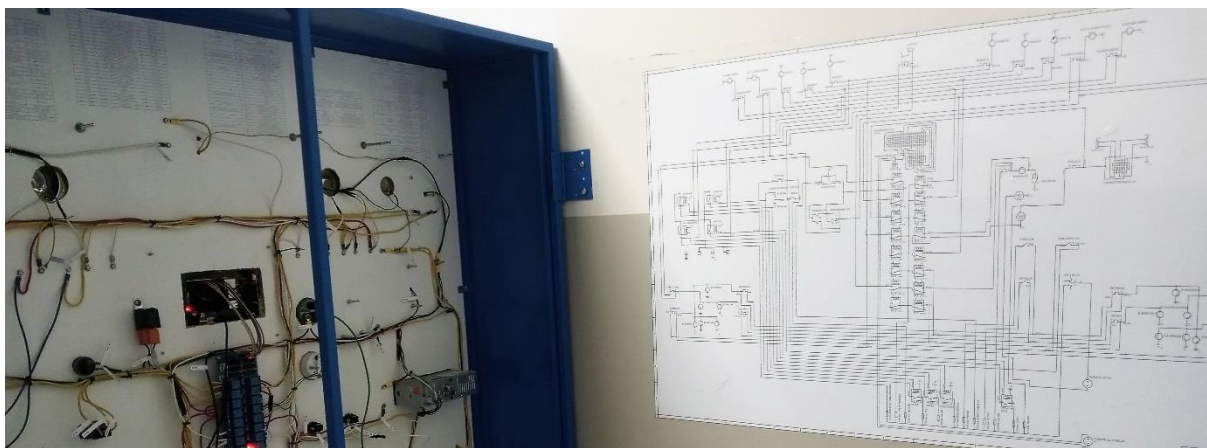
Avance en el Etiquetado de la Parte Frontal del Simulador



Para la facilidad de interpretación de los circuitos se incluyó en la parte posterior del simulador un vinil con el diagrama general impreso, en sitio designado para la instalación de la maqueta dentro del laboratorio de autotrónica (Figura 69). Como respaldo, en caso de que se tenga que pintar la pared donde el simulador de este lugar existe la posibilidad de desatornillar el vinil y colocarlo nuevamente.

Figura 69

Vista Posterior del Simulador y Respectivo Diagrama General



4.8 Ensamblado de Componentes de Electrónicos

Una vez adquirida la pantalla de 10.1 pulgadas que tiene la particularidad de poder albergar en su parte posterior a la Raspberry se unieron estos dos componentes mediante pernos con cabeza de llave Allen como se aprecia en la Figura 70.

Figura 70

Acoplamiento de la Raspberry a la Pantalla Táctil



A esta pantalla se le realizó un marco de soporte a base de acrílico cortado en maquina laser (Figura 71) y fueron unidas mediante pernos de 3 milímetros de diámetro y 50 milímetros de largo para que también sirve de soporte en el tablero.

Figura 71

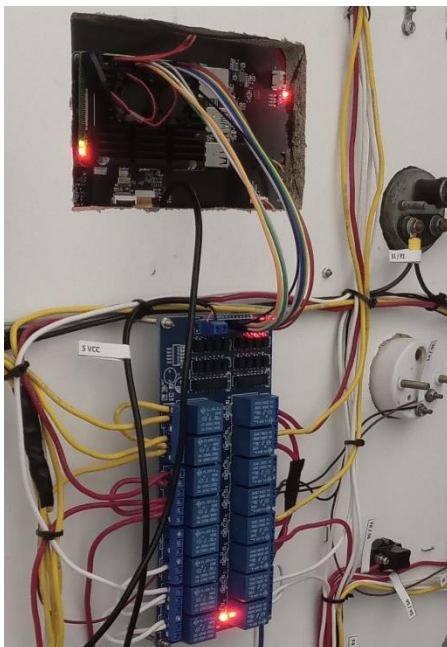
Pantalla con Marco y Pernos de Sujeción Armados



Se procede instalar la pantalla en su lugar y a conectar al equipo controlador Raspberry con unos Jumpers al pin establecido de la tarjeta de relés (Figura 72).

Figura 72

Conexiones entre Raspberry y Modulo de 16 Relés Concluida



4.9 Pruebas de Funcionamiento de Circuitos Mediante la Pantalla

Una vez puesta la pantalla en su lugar y teniendo todo en orden (Figura 73) se procede a energizar al simulador según lo establecido en el manual de usuario para comprobar el accionamiento directo de varios circuitos, evidencia Figuras 74, 75, 76, 77 y 78.

Figura 73

Simulador Ensamblado al 100%



Figura 74

Vistazo de la Interface Para el Accionamiento de Luces Altas

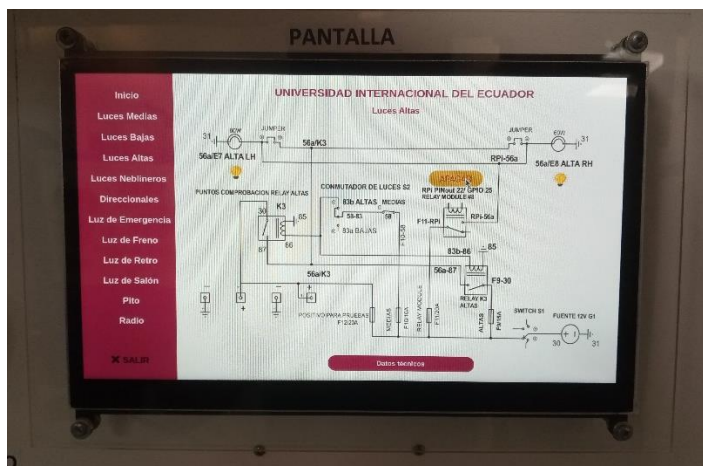


Figura 75

Prueba de Accionamiento Directo de Luces Altas

**Figura 76**

Prueba de Accionamiento Directo de Luces Medias



4.10 Cuidados y Manejo de la Maqueta del Sistema Eléctrico del Automóvil

Es necesario establecer los cuidados, el primordial e importante del simulador es su fuente de energía, encargada de transformar la corriente alterna de 110 voltios a corriente continua de 12 voltios con una entrega de corriente de hasta máximo 30 amperios, no es suficiente para poner en funcionamiento todos los circuitos del simulador al mismo tiempo, se corre el riesgo de saturar a los componentes internos de la fuente y dañarla, situación igual de grave que el caso de producirse un cortocircuito por algún error durante la manipulación.

Para entender del procedimiento para el correcto manejo y empleo del simulador, en los anexos de este trabajo se incluye una guía de práctica, la cual establece los cuidados y procedimiento para el manejo de instrumentos eléctricos, energización del simulador y otros aspectos que incluyen en la realización de las prácticas.

Conclusiones

La repotenciación del simulador del sistema eléctrico del automóvil buscó simplificar las maquetas existentes en el laboratorio de autotrónica y aprovechar una Raspberry para mejorar la experiencia de aprendizaje.

Se pudo conocer las dimensiones, estructura interna, conexiones eléctricas y componentes de las maquetas sistema eléctrico del automóvil Chevrolet Aveo y Kia Picanto, para ello se aplicó un proceso de ingeniería inversa a través del cual se evaluó el diseño y eventualmente las características técnicas de los componentes, haciendo uso de los materiales adecuados para reconstruir el simulador.

Se diseñó un sistema para la distribución de los componentes eléctricos como son la fuente de energía, conmutadores, cableado y elementos de protección del simulador, la integración de la Raspberry programada para accionar el módulo de relés mediante una pantalla táctil, para el accionamiento directo de los diferentes circuitos eléctricos.

La implementación de las renovaciones se ajusta a los requisitos dimensionales necesarios para optimizar el espacio, tal y como lo esperaba la institución para el laboratorio de autotrónica de la Escuela de Ingeniería Automotriz.

La elaboración de la guía práctica incentiva a los estudiantes al correcto manejo del simulador, en ella se detalla los cuidados, proceso de encendido, uso de multímetro para determinar el voltaje, amperaje o resistencia, diagramas eléctricos con nomenclaturas mostrados en la pantalla táctil.

Recomendaciones

Los componentes del sistema de iluminación del Kia Picanto, guardados en el espacio de almacenamiento del simulador, se pueden usar para concretar pruebas de medición de resistencia de los filamentos o para el desarrollo de futuros proyectos.

Al integrar al nuevo diseño la Raspberry se tiene un código de programación que se recomienda no manipular sin previa planificación y supervisión de un docente relacionado a la materia de programación. Existe copia de respaldo externa en una memoria USB y dentro de la memoria de la Raspberry, en caso de requerirse integrar el código.

Se recomienda seguir la medida de profundidad de 30 centímetros de la maqueta, para la renovación estructural y el desarrollo de futuros proyectos de simuladores de los sistemas eléctricos, así para ahorrar más espacio en el laboratorio de autotrónica.

Para garantizar el funcionamiento correcto del simulador y todos los circuitos que integran al sistema eléctrico del automóvil, se recomienda leer atentamente la guía de práctica y prestar atención a los procedimientos que se realizan.

Bibliografía

- Alonso, J. (2004). *Técnicas del automóvil. Equipo eléctrico. Décima edición*. Ediciones Paraninfo S.A.
- Campoverde, I. (2016). *Diseño y construcción de un banco de entrenamiento para pruebas del sistema eléctrico y de alumbrado del vehículo chevrolet Aveo Emotion 1.6*. Guayaquil: UIDE.
- Chaglla, E., & Torres, N. (2011). *Implementación de un banco de pruebas de sistema de alumbrado y accesorios eléctricos de un vehículo para la escuela de ingeniería automotriz*. Riobamba.: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Creaform. (2021). *¿Qué es ingeniería inversa? Creaform's Blog about 3D technologies, Reverse Engineering*. . https://www.creaform3d.com/blog/es/que-es-ingenieria-inversa/#Industria_automotriz
- Cruz, M. (2021). *Taller de circuitos eléctricos de corriente directa*. Ciudad de México: Grupo Editorial Éxodo.
- Delgado, A. (2020). *¿Qué es Raspberry Pi y para qué sirve?*. <https://www.geeknetic.es/Raspberry-Pi/que-es-y-para-que-sirve>
- Descubre Arduino. (2021). *Protoboard, ¿Qué es y cómo se usa?* <https://descubrearduino.com/protoboard/>
- Estudio Race. (2006). *Iluminación del automóvil y seguridad vial*. España: Universidad Carlos III.
- Garcia, J., & Morales, G. (2013). *Sistemas y circuitos eléctricos*. Madrid: Paraninfo.
- González, C. (2020). *Todas las luces del coche y cómo se utilizan*. Motor.es. <https://www.motor.es/noticias/luces-coche-202066151.html>

- Hernández, L. (2022). *¿Qué es Raspberry Pi? Tutorial de introducción a Raspberry Pi*.
<https://programarfacil.com/blog/raspberry-pi/que-es-raspberry-pi/>
- Hernandez, A. (2015). *La ley de Ohm con ejemplos prácticos*.
<https://tallerelectronica.com/2015/03/07/la-ley-de-ohm-con-ejemplos-practicos/>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Métodología de la investigación*. México: Mc Graw-Hill.
- Jiménez, J. (2015). *El sistema de alumbrado del vehículo*. RODES. <https://www.rodes.com/mecanica/sistema-alumbrado-del-coche-que-es/>
- Jurado, R. (2018). *Diseño y construcción de un módulo simulador del sistema eléctrico del Kia Picanto*. Guayaquil: Facultad de Mecánica Automotriz. UIDE.
- Marketing USA. (2021). *Contenido de aprendizaje interactivo: ¿Cómo es de efectivo?* CAE Computer Aided E-learning.
- Mena, C. (2018). *Restauración del sistema eléctrico de la camioneta Mazda B1600*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Méndez Torres, P. W., Gómez Berrezueta, M. F., & Llerena Mena, A. F. (2020). *Análisis de la viabilidad para la implementación de vehículo eléctrico que preste servicio de taxi en la ciudad de Cuenca*. INNOVA
- Planas, O. (2016). *¿Qué es la corriente continua (CC)?* <https://solar-energia.net/electricidad/corriente-electrica/corriente-continua>
- Planas, O. (2021). *Ley de Watt: fórmula, relación con la ley de Ohm y uso*. <https://solar-energia.net/electricidad/leyes/ley-de-watt>

Raspad. (2021). *RasPad 3-A Portable Raspberry Pi Tablet to Learn & Program*.

<https://raspad.com/products/raspadv3>

Raspbian. (2019). *Raspbian Project*. opensourcefeed.org

Sefer, T., Ayaz, R., Ajder, A., & Nakir, I. (2023). *Performance investigation of different headlights used in vehicles under foggy conditions*. Scientific Reports, 13(1), 4698.

Samaniego, I., & Vargas, F. (2010). *Diseño y construccion de una maqueta didáctica funcional de los sistemas de alumbrado, cierre centralizado, lavacristales y desplazamiento de los asientos eléctricos del vehículo, para el laboratorio de electricidad automotriz de la UPS*. Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana.

Villafuerte, K., Alcívar, J., & Holguín, J. (2014). *Maqueta didáctica de los sistemas eléctricos del automóvil*.

