



# **ESPE**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS**  
**INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y**

**MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL**

**TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**TEMA: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE ACCESORIOS DE LA ILUMINACIÓN Y MONITOREO DE UN PROTOTIPO DE VEHÍCULO ELÉCTRICO”**

**AUTORES: BONIFAZ VACA, JHONATAN STEVIN**

**TIPANTA DIAZ, MANUEL ANDRÉS**

**DIRECTOR: ING: ERAZO LAVERDE, WASHINGTON GERMÁN**

**LATACUNGA**

**2019**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE ACCESORIOS DE LA ILUMINACIÓN Y MONITOREO DE UN PROTOTIPO DE VEHÍCULO ELÉCTRICO" fue realizado por los señores **Bonifaz Vaca, Jhonatan Stevin y Tipanta Díaz, Manuel Andrés**, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de similitud de contenido, el mismo que cumple con los requisitos teóricos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Razón por la cual me permito autorizar a los señores para que los sustente públicamente.

Latacunga, 28 mayo del 2019

Ing. Erazo Laverde, Washington Germán

C.C.: 0501432637



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

### CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

#### AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Bonifaz Vaca, Jhonatan Stevin con cédula de ciudadanía 1004031686 y Tipanta Díaz, Manuel Andrés con cédula de ciudadanía 1721028452 declaramos que este trabajo de titulación “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE ACCESORIOS DE LA ILUMINACIÓN Y MONITOREO DE UN PROTOTIPO DE VEHÍCULO ELÉCTRICO” es de nuestra autoría y responsabilidad cumpliendo con los requisitos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación nos declaramos responsables.



Bonifaz Vaca, Jhonatan Stevin  
C.C.: 1004031686

Latacunga, 28 mayo del 2019



Tipanta Díaz, Manuel  
Andrés  
C.C.: 1721028452



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

### CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

#### AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Bonifaz Vaca, Jhonatan Stevin** con cédula de ciudadanía 1004031686 y **Tipanta Díaz, Manuel Andrés** con cédula de ciudadanía 1721028452 autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE ACCESORIOS DE LA ILUMINACIÓN Y MONITOREO DE UN PROTOTIPO DE VEHICULO ELECTRICO”** en el repositorio de la institución, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra autoría y responsabilidad.

Latacunga, 28 mayo del 2019



---

Bonifaz Vaca, Jhonatan Stevin  
C.C.: 1004031686



---

Tipanta Díaz, Manuel  
Andrés  
C.C.: 1721028452

## **DEDICATORIA**

El trabajo de titulación es dedicado a mis padres por brindarme su apoyo en cada momento de mi carrera universitaria y gracias a su ejemplo de lucha incansable ahora logro alcanzar esta importante meta de mi vida.

A mi hermana y sobrina por recordarme con su amor que debo alcanzar mis objetivos de vida siendo también uno de los motivos principales para obtener mi profesión.

A toda mi familia que me supieron apoyar de una u otra manera para que alcance mi título profesional con éxito.

A mis amigos y compañeros que conocí a lo largo de mi vida universitaria, que me acompañaron en todo momento e hicieron más llevaderos mis años de estudio fuera de casa.

**Jhonatan Stevin Bonifaz Vaca**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, a mis abuelitos, padres, hermana y sobrina, por su apoyo incondicional durante mis años de preparación para la obtención de mi título profesional.

Un agradecimiento muy especial al mentor y guía de este trabajo el Ingeniero German Erazo por todo su tiempo dedicado al desarrollo de este proyecto, además de sus enseñanzas dentro y fuera de las aulas.

**Jhonatan Stevin Bonifaz Vaca**

## DEDICATORIA

El trabajo de titulación es dedicado a mí madre por apoyarme incondicionalmente en el transcurso de mi carrera universitaria, gracias a su amor, esfuerzo y paciencia que en todo momento me encaminó a no desistir jamás.

A mi padre querido que desde el cielo me cuida y me protege, al igual que mi madre nunca descansó hasta vernos profesionales a mí y a mis hermanos, gracias a su ejemplo y sabiduría, somos personas de bien.

A mis hermanos que me supieron guiar con sus consejos y enseñanzas en las distintas situaciones que se presentaron a lo largo de la vida universitaria.

A mis sobrinos que siempre me brindan inmensas alegrías y me incentivan a superarme cada día más.

A mis seres queridos que de uno u otro modo siempre me alientan a soñar en grande y que todo se puede alcanzar con esfuerzo y dedicación.

A las amistades que hice durante mi etapa universitaria, fueron de gran sustento y compañía para que sea más grata mi vida estudiantil lejos de casa.

**Manuel Andrés Tipanta Díaz**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres, hermanos, sobrinos y demás seres queridos por su confianza y apoyo integral en todo instante durante el transcurso para la obtención de título profesional.

Un agradecimiento muy especial al tutor y guía de este proyecto, el ingeniero Germán Erazo por su paciencia y tiempo dedicado al perfeccionamiento de este proyecto.

**Manuel Andrés Tipanta Díaz**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>PORTADA</b>	<b>i</b>
<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	<b>ii</b>
<b>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD</b> .....	<b>iii</b>
<b>AUTORIZACIÓN</b> .....	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>vii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xvi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xx</b>

### CAPÍTULO I

#### MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.	Antecedentes de la investigación .....	1
1.2.	Planteamiento del problema .....	3
1.3.	Justificación e importancia .....	4
1.4.	Objetivos .....	5
1.4.1.	Objetivo general .....	5
1.4.2.	Objetivos específicos .....	5
1.5.	Metas .....	6
1.6.	Hipótesis .....	7
1.7.	Variables de la investigación .....	7
1.7.1.	Variable independiente .....	7
1.7.2.	Variables dependientes .....	7
1.8.	Metodología de desarrollo del proyecto .....	8

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1.	Vehículos eléctricos (VE) .....	13
2.2.	Componentes principales de los vehículos eléctricos .....	14
2.2.1.	Motor .....	14
2.2.2.	Cargador .....	14
2.2.3.	Baterías .....	14
2.2.4.	Transformadores.....	14
2.2.5.	Inversores .....	15
2.2.6.	Controladores .....	15
2.3.	Tablero de instrumentos en los vehículos .....	15
2.4.	Visualizadores gráficos GLCD .....	17
2.5.	Características de un LCD monocromático.....	18
2.6.	Paneles táctiles .....	20
2.7.	Panel táctil resistivo.....	20
2.8.	Paneles táctiles resistivos de 4 hilos.....	22
2.9.	Sistemas de accesorios del automóvil .....	23
2.10.	Sistema de luces .....	23
2.11.	Lámparas de iluminación del camino.....	25
2.12.	Lámparas de posición y señalización .....	27
2.13.	Lámparas incandescentes .....	28
2.14.	Lámparas Halógenas .....	30
2.15.	Fusibles.....	32
2.16.	Designación de fusibles.....	32
2.17.	Caja de fusibles .....	33
2.18.	Relés .....	34
2.19.	Selección de conductores AWG.....	35

## **CAPÍTULO III**

### **DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS**

3.1.	Levantamiento de requerimientos para el sistema electrónico para el
------	---

	control de accesorios de la iluminación y monitoreo de un prototipo de vehículo eléctrico.....	36
3.2.	Características del prototipo.....	36
3.3.	Sistema de accesorios de iluminación.....	38
3.3.1.	Circuito de luces direccionales y luces de emergencia.....	38
3.3.2.	Barra led.....	42
3.3.3.	Luces guías.....	44
3.3.4.	Luces bajas.....	46
3.3.5.	Luces altas.....	48
3.3.6.	Luz de salón.....	51
3.3.7.	Bocina.....	55
3.4.	Sistema de monitoreo del prototipo de vehículo eléctrico Chevrolet San Remo EV.....	56
3.5.	Descripción de funcionamiento del software de monitoreo.....	56
3.6.	Cálculo de revoluciones máximas de motor.....	57
3.6.1	Cálculo de RPM del motor eléctrico del prototipo de vehículo eléctrico Chevrolet San Remo EV.....	57
3.6.2.	Cálculo de la relación de transmisión del Chevrolet San Remo EV.....	58
3.6.3.	Cálculo de velocidades para un Chevrolet San Remo EV con neumáticos: 170/60 R13.....	60
3.7.	Selección de los componentes.....	64
3.7.1.	Arduino mega 2560.....	64
3.7.2.	Arduino Nano.....	65
3.7.3.	Pantalla LCD.....	66
3.7.4.	Display de 7 segmentos.....	66
3.7.5.	Circuito integrado 7447.....	67
3.7.6.	Sensor de velocidad.....	68
3.7.7.	Enpower International MC3336- 7240.....	69
3.7.8.	Monitor de baterías BMV – 700.....	70
3.7.9.	VE.Direct para Bluetooth Smart dongle.....	72
3.7.10.	Aplicación VictronConnect.....	74
3.7.11.	Pantalla táctil KT COMMANDER.....	76

3.7.12.	Destellador electrónico (FLASHER) .....	77
3.7.13.	Cámara de retroceso .....	78
3.7.14.	Monitor de espejo retrovisor .....	79

## **CAPÍTULO 4**

### **IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS**

4.1.	Implementación del sensor de velocidad del prototipo Chevrolet San Remo EV .....	80
4.2.	Instalación del módulo de visualización en el tablero del prototipo. ....	81
4.3.	Monitoreo del prototipo de vehículo eléctrico. ....	83
4.3.1.	Placa principal para monitoreo prototipo de vehículo eléctrico.....	83
4.3.2.	Velocidad y RPM del prototipo.....	84
4.3.3.	Comunicación entre el sistema de monitoreo y el módulo de visualización. ....	85
4.4.	Pruebas de funcionamiento del módulo de monitoreo. ....	86
4.5.	Sistema de monitoreo de baterías.....	88
4.6.	Reacondicionamiento e instalación del sistema de iluminación del prototipo de vehículo eléctrico. ....	89
4.7.	Instalación de la pantalla táctil. ....	91
4.8.	Instalación de los accesorios .....	96
4.8.1.	Cámara de retro y pantalla retrovisor .....	96

## **CAPÍTULO V**

### **MARCO ADMINISTRATIVO**

5.1.	Recursos .....	98
5.1.1.	Recursos humanos .....	98
5.1.2.	Recursos materiales .....	98
5.1.3.	Recursos tecnológicos .....	100
5.2.	Costo neto del proyecto .....	100

CONCLUSIONES .....	101
RECOMENDACIONES .....	103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	104
ANEXOS .....	109

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Variable independiente: Sistema de control y monitoreo electrónico.....	7
Tabla 2.	Variables dependientes: Control de accesorios de la iluminación .....	8
Tabla 3.	Metodología, instrumentación y laboratorios donde se llevará a cabo el proyecto .....	11
Tabla 4.	Interruptores básicos en un automóvil. ....	24
Tabla 5.	Tipos de lámparas incandescentes .....	29
Tabla 6.	Tipos de lámparas halógenas. ....	31
Tabla 7.	Código de colores para fusibles tipo pastilla .....	33
Tabla 8.	Calibre de alambre norma AWG .....	35
Tabla 9.	Características iniciales del prototipo de vehículo eléctrico.....	36
Tabla 10.	Especificaciones técnicas del motor Ac.....	37
Tabla 11.	Descripción general del sistema.....	39
Tabla 12.	Descripción general del sistema.....	43
Tabla 13.	Descripción general del sistema.....	44
Tabla 14.	Descripción general del sistema.....	47
Tabla 15.	Descripción general del sistema.....	49
Tabla 16.	Descripción general del sistema.....	52
Tabla 17.	Descripción general del sistema.....	54
Tabla 18.	Descripción general del sistema.....	55
Tabla 19.	Relaciones de transmisión del vehículo Chevrolet San Remo EV en cada marcha. ....	60
Tabla 20.	Especificaciones técnicas del Microcontrolador Arduino ATmega2560.....	64
Tabla 21.	Especificaciones técnicas del Microcontrolador Arduino ATmega328.....	65
Tabla 22.	Especificaciones técnicas de la pantalla LCD .....	66
Tabla 23.	Especificaciones técnicas del Display 7 segmentos.....	67

Tabla 24.	Especificaciones técnicas del circuito integrado 7447.....	68
Tabla 25.	Especificaciones técnicas del Internacional Enpower MC3336 – 7240 .....	69
Tabla 26.	Especificaciones pines de conexión para el Encoder.....	70
Tabla 27.	Especificaciones técnicas del monitor BMV – 700 .....	71
Tabla 28.	Características de precisión del monitor .....	71
Tabla 29.	Especificaciones de las dimensiones .....	71
Tabla 30.	Notas de compatibilidad en sistemas operativos, teléfonos y tabletas ANDROID.....	74
Tabla 31.	Notas de compatibilidad para sistema iOS. ....	75
Tabla 32.	Especificaciones técnicas de la Pantalla táctil KT COMMANDER .....	76
Tabla 33.	Especificaciones técnicas del destellador electrónico.....	78
Tabla 34.	Especificaciones técnicas de la cámara de retroceso .....	78
Tabla 35.	Especificaciones técnicas de la cámara de retroceso .....	79
Tabla 36.	Instalación del sensor de velocidad.....	80
Tabla 37.	Componentes del módulo de visualización.....	82
Tabla 38.	Características de comunicación entre el sistema de monitoreo y el módulo de visualización. ....	85
Tabla 39.	Pruebas de funcionamiento del módulo de monitoreo.....	87
Tabla 40.	Configuración inicial del monitor BMV – 700 y de la aplicación VictronConnect.....	88
Tabla 41.	Funcionamiento del panel de control táctil.....	90
Tabla 42.	Instalación del panel de control táctil. ....	92
Tabla 43.	Funcionamiento del panel de control táctil.....	93
Tabla 44.	Instalación cámara de retro y pantalla retrovisor.....	96
Tabla 45.	Recursos Humanos.....	98
Tabla 46.	Recursos materiales .....	98
Tabla 47.	Recursos Tecnológicos .....	100
Tabla 48.	Costo neto del proyecto .....	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Árbol de problemas.....	3
Figura 2.	Metodología de desarrollo del proyecto .....	8
Figura 3.	Vehículo eléctrico .....	13
Figura 4.	Partes del vehículo eléctrico .....	15
Figura 5.	Tablero de instrumentos del vehículo.....	16
Figura 6.	Tablero de instrumentos del vehículo última generación .....	17
Figura 7.	Célula de cristal líquido .....	18
Figura 8.	Estructura de un dispositivo TN .....	19
Figura 9.	Funcionamiento panel táctil capacitivo .....	20
Figura 10.	Estructura panel táctil resistivo.....	21
Figura 11.	Estructura panel táctil resistivo de 4 hilos .....	22
Figura 12.	Electrodos en un panel táctil de 4 hilos .....	23
Figura 13.	Componentes del sistema de luces.....	24
Figura 14.	Tipos de lámparas de iluminación del camino.....	26
Figura 15.	Lámpara de posición y señalización .....	28
Figura 16.	Lámpara Halógenas. ....	30
Figura 17.	Fusible tipo pastillas .....	33
Figura 18.	Caja de Fusibles .....	34
Figura 19.	Disposición de terminales de un relé. ....	35
Figura 20.	Disposición de los componentes del prototipo de vehículo eléctrico.....	37
Figura 21.	Diagrama de conexión del motor AC. ....	38
Figura 22.	Circuito de luces direccionales y luces de emergencia.....	39
Figura 23.	Activación del panel de control táctil. ....	40
Figura 24.	Activación de luces direccionales izquierdas. ....	41
Figura 25.	Activación de luces direccionales derechas.....	41
Figura 26.	Activación de las luces de emergencia. ....	42
Figura 27.	Circuito de barra led.....	43
Figura 28.	Circuito Luces Guías.....	44

Figura 29.	Activación del panel de control táctil y del relé de luces guías. ....	45
Figura 30.	Activación de las luces guías. ....	46
Figura 31.	Circuito de luces bajas. ....	46
Figura 32.	Activación del panel táctil y relé de luces bajas. ....	47
Figura 33.	Activación de las luces bajas. ....	48
Figura 34.	Circuito de luces altas. ....	49
Figura 35.	Activación del panel táctil y relé de luces altas. ....	50
Figura 36.	Activación de las luces altas. ....	50
Figura 37.	Circuito de luz de salón.....	51
Figura 38.	Activación del panel táctil para la luz de salón.....	52
Figura 39.	Activación de la luz de salón. ....	53
Figura 40.	Circuito de las luces de retroceso.....	53
Figura 41.	Funcionamiento de las luces de retroceso.....	54
Figura 42.	Circuito eléctrico de las bocinas. ....	55
Figura 43.	Funcionamiento de las bocinas. ....	56
Figura 44.	Onda de la señal del Encoder para determinar las RPM cuando el acelerador a fondo. ....	57
Figura 45.	Relación de transmisión en una caja de cambios.....	58
Figura 46.	Gráfico de la velocidad en (Km/h) en cada marcha del vehículo.....	63
Figura 47.	Partes del Arduino Mega 2560. ....	64
Figura 48.	Partes del Arduino Nano.....	65
Figura 49.	Pantalla LCD 20x4.....	66
Figura 50.	Display de 7 segmentos ....	67
Figura 51.	Diagrama del circuito integrado 7447.....	67
Figura 52.	Sensor de velocidad VSS (camioneta Luv D`max) ....	68
Figura 53.	Internacional Enpower MC3336 – 7240.....	69
Figura 54.	Conexión eléctrica del controlador ....	70
Figura 55.	Monitor de baterías BMV – 700 ....	71
Figura 56.	Conexión del monitor de baterías BMV – 700 ....	72
Figura 57.	Disposición de las baterías en el prototipo de vehículo	

	eléctrico.....	72
Figura 58.	VE.Direct para Bluetooth Smart dongle .....	73
Figura 59.	Aplicación VictronConnect .....	74
Figura 60.	Pantalla táctil KT COMMANDER.....	76
Figura 61.	Destellador electrónico (Flasher).....	77
Figura 62.	Cámara de Retroceso .....	78
Figura 63.	Monitor de espejo retrovisor.....	79
Figura 64.	Componentes del módulo de visualización del prototipo de vehículo eléctrico.....	82
Figura 65.	Placa principal para el monitoreo del prototipo de vehículo eléctrico.....	84
Figura 66.	Placa principal y módulo de visualización para el monitoreo del prototipo de vehículo eléctrico.....	84

## **RESUMEN**

Los sistemas de control convencionales resultan obsoletos además de ser antiestéticos, poco precisos al momento de monitorear parámetros de operación del automóvil; así como también la innovación en los sistemas de confort que mejoran la interfaz de comunicación entre el hombre – máquina, crea la necesidad de generar una investigación que permita desarrollar un sistema de monitoreo inteligente de los parámetros de funcionamiento y el control accesorios, alumbrado de un prototipo de vehículo eléctrico. En esta investigación se ha realizado el levantamiento de información en fuentes bibliográficas confiables para obtener los parámetros teóricos, técnicos y metodológicos. Cada vehículo necesita un sistema de confort que los hagan tan cómodos de conducir en relación a los de alta gama, permitiendo a los usuarios cambiar la tecnología del vehículo sin que ello suponga un cambio en su forma de conducir ya sea en modo híbrido o eléctrico, por ello se diseñó un sistema de control de accesorios de la iluminación y monitoreo del prototipo del vehículo, que permite al conductor observar los parámetros de funcionamiento del mismo de un manera interactiva y amigable mediante la utilización de un panel táctil.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **VEHÍCULOS ELÉCTRICOS**
- **SISTEMA ELECTRÓNICO DE MONITOREO**
- **VEHÍCULOS - SISTEMA DE ILUMINACIÓN**

## **ABSTRACT**

Conventional control systems are obsolete as well as being unsightly, not very accurate when monitoring the operation parameters of the car; as well as the innovation in the comfort systems that improve the communication interface between the man - machine, creates the need to generate a research that allows to develop an intelligent monitoring system of the parameters of operation and the accessory control, lighting of a prototype electric vehicle. In this research, information has been collected in reliable bibliographic sources to obtain the theoretical, technical and methodological parameters. Each vehicle needs a comfort system that makes them so comfortable to drive in relation to the high-end ones, allowing users to change the technology of the vehicle without implying a change in their driving style either in hybrid or electric mode, For this reason, a control system for lighting accessories and vehicle prototype monitoring was designed, which allows the driver to observe the operating parameters of the vehicle in an interactive and friendly way through the use of a touch panel.

### **KEYWORDS:**

- **ELECTRIC VEHICLE**
- **ELECTRONIC MONITORING SYSTEM**
- **VEHICLES – LIGHTING SYSTEM**

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Antecedentes de la investigación

Los vehículos tienen un sistema de monitoreo cada vez de mayor eficacia, que permiten obtener la información de la mayoría de parámetros tanto del motor y de sus sistemas tanto eléctricos como electrónicos. Por otro lado, este tipo de sistemas de control vienen en vehículos considerados de alta gama, coches que constan con mayor de sofisticación tecnológica tienen un elevado precio en el mercado. En la industria automotriz se necesita para determinar daños con exactitud, un sistema para monitorear de una manera adecuada todos los componentes de un vehículo sin que este tenga un elevado precio, así también para brindar al propietario de un vehículo el confort que busca a un precio accesible.

Como mencionan (Narendra Kumar & S.Sivaji, 2015):

Así como el aumento de la cantidad de controladores electrónicos e instrumentos en la industria automotriz moderna, la fiabilidad del vehículo la fiabilidad depende en gran medida de la complejidad del circuito desplegado en el sistema de control. Los vehículos de alta calidad utilizan el sistema de bus CAN (red de área de controlador) para vincular todos los controladores en un sistema para lograr una administración unificada. Este es un enlace para compartir datos fácilmente e interoperabilidad entre diferentes sistemas de control. Además, el sistema del vehículo requiere que la información para el conductor se necesita diseñar una plataforma eficiente y confiable, así como un correcto

procesamiento de datos.

Claro está que están a disposición interfaces y scanner que brindan un correcto diagnóstico del estado de un automotor, pero para que el conductor sepa el cómo está funcionando su vehículo, se requiere un control y monitoreo en tiempo real de los parámetros de operación, y se determine cuáles son los rangos óptimos para que su auto no presente averías.

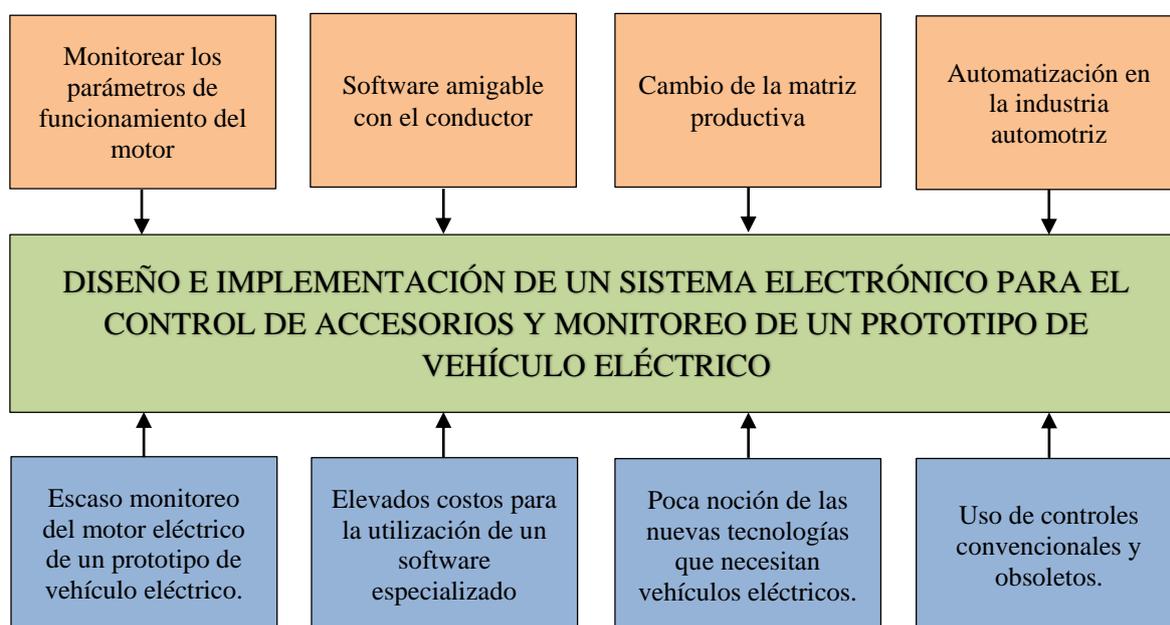
Ahora bien, todo el mundo está con la tendencia de buscar lo “eco amigable”, por lo cual en el área automotriz se ha visto en el deber de encaminarse hacia la búsqueda e implementación de sistemas que eviten el consumo de combustibles fósiles y por tanto se ha desarrollado tecnologías que son capaces de brindar alternativas para reducir la contaminación ambiental

(Bacete, 2014), afirma que:

Llegado al siglo XXI la conciencia ecológica que se extendió sobre todo por Europa y América del norte reavivó el interés por el motor eléctrico en los vehículos de calle. Finalmente fue Toyota, quien gracias a las ayudas del gobierno americano desarrolló el primer vehículo híbrido comercializable y funcional. Tras superar los problemas de los primeros modelos se convirtió en un éxito. Hoy en día, más fabricantes se han sumado a los vehículos híbridos como Lexus, Porsche o Renault, así como a los vehículos totalmente eléctricos como la nueva empresa Tesla que desarrolla vehículos 100% eléctricos de altas prestaciones. También en el mundo de la alta competición están siendo introducidos este tipo de motores como en la F1 con los sistemas de recuperación de energía o la Formula E con monoplazas totalmente eléctricos. Ya sea en modo híbrido (junto a un motor de combustión de apoyo) o eléctricos puros, estos requieren de sistemas digitales que los

hagan tan cómodos de conducir como los actuales vehículos de combustión, permitiendo a los usuarios cambiar la tecnología del vehículo sin que ello suponga un cambio en su forma de conducir.”

## 1.2. Planteamiento del problema



*Figura 1.* Árbol de problemas

El uso de controles convencionales, obsoletos, de corta vida útil conciben una gran cantidad de basura y contaminación ambiental, esto origina la necesidad de investigar nuevas tecnologías de gran duración, amigables con el medio ambiente; además de los elevados costos que tiene usar un software patentado para el monitoreo de los parámetros de funcionamiento de un motor. Por lo cual, se tiene la necesidad de crear un software amigable con el conductor, de bajo costo, que sea de fácil acceso e interacción para cualquier persona que utilice este prototipo de vehículo eléctrico, y principalmente permita vigilar el motor durante la operación de dicho automotor; de esta manera se pueda aportar en la poca información que se tiene en lo que refiere

a las nuevas tecnologías que necesitan los vehículos eléctricos, a su vez sirva para que la automatización en la industria automotriz siga en crecimiento.

### **1.3. Justificación e importancia**

El sistema de control de accesorios de la iluminación y monitoreo del prototipo del vehículo eléctrico propuesto, permite que el conductor observe los parámetros de funcionamiento del vehículo en tiempo real, así como un control de los accesorios del mismo de una manera interactiva y amigable mediante la utilización de un panel táctil.

El desarrollo de los sistemas vehiculares y prototipos requieren un monitoreo de sus parámetros de funcionamiento, el hecho que esto recién se esté implementando, genera elevados costos de adquisición e instalación. Esto se debe a que existe una reducida noción de nuevas tecnologías en el país.

Los controles eléctricos convencionales que son de uso común en la mayoría de vehículos resultan obsoletos, antiestéticos y poco precisos; frente a lo que la industria automotriz en la actualidad ofrece, ya que presenta una constante renovación, es por eso que se optó por la selección de un panel de control táctil que vaya acorde a las exigencias de este tipo de vehículos, para mejorar la interfaz de comunicación entre el hombre y el vehículo. Se requiere innovar y brindar nuevas alternativas de instalaciones eléctricas a los vehículos, promoviendo así el cambio de matriz productiva, es por eso que se realizó el diseño e implementación del sistema de monitoreo de acuerdo a las necesidades que demanda el prototipo, ya que los altos costos de adquisición e importación de equipamiento extranjero motiva a que se desarrolle este tipo

tecnología con recursos propios del país.

Mediante el monitoreo en tiempo real de los parámetros de funcionamiento del motor se puede prever el momento adecuado para que se realice los mantenimientos preventivos y correctivos, y así evitar futuros daños graves en el prototipo, prolongando la vida de todos sus componentes.

Hoy en día, el confort y la tecnología de punta netamente están destinadas solo a personas de elevada clase social, que poseen vehículos de alta gama; con el sistema electrónico de control y monitoreo que se implementó se brindó el mismo confort y tecnología a costos que los propietarios de automotores de gama baja y media puedan disfrutar, satisfaciendo así sus exigencias.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

- Implementar un sistema electrónico de control de los accesorios de la iluminación y monitoreo de los parámetros de operación de un prototipo de vehículo eléctrico.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Obtener información y documentación confiable referente al manejo e instalación de tableros de control, para el monitoreo de los parámetros de funcionamiento mediante

una pantalla GLCD y display de 7 segmentos.

- Diseñar de un sistema de monitoreo en tiempo real que permita al conductor conocer las rpms del motor, velocidad del vehículo, nivel de carga y corriente de baterías de alto voltaje del prototipo del vehículo eléctrico.
- Seleccionar los componentes eléctricos y electrónicos para el sistema de control y monitoreo del prototipo de vehículo eléctrico.
- Instalar una pantalla para la visualización de los parámetros de funcionamiento del prototipo de vehículo eléctrico.
- Instalar un sistema de control con un panel táctil de última tecnología para las luces y accesorios que conforman el prototipo de vehículo eléctrico.
- Ejecutar pruebas de funcionamiento del sistema de monitoreo implementado, para tener un adecuado control del prototipo de vehículo eléctrico.
- Realizar las comprobaciones de la activación de los accesorios de la iluminación a través del panel táctil instalado en el prototipo de vehículo eléctrico.

### **1.5. Metas**

- Implementar un sistema electrónico de monitoreo que permita mostrar en tiempo real al conductor del vehículo, el nivel de batería, revoluciones de motor a través de una pantalla.
- Instalar un panel de control táctil para la activación de los accesorios de iluminación del prototipo de vehículo eléctrico.

## 1.6. Hipótesis

La implementación de un sistema electrónico interactivo permitirá el control de accesorios y el monitoreo de un prototipo de vehículo eléctrico.

## 1.7. Variables de la investigación

### 1.7.1. Variable independiente

Sistema de monitoreo electrónico

### 1.7.2. Variables dependientes

Control de accesorios de la iluminación

**Tabla 1.**

*Variable independiente: Sistema de control y monitoreo electrónico*

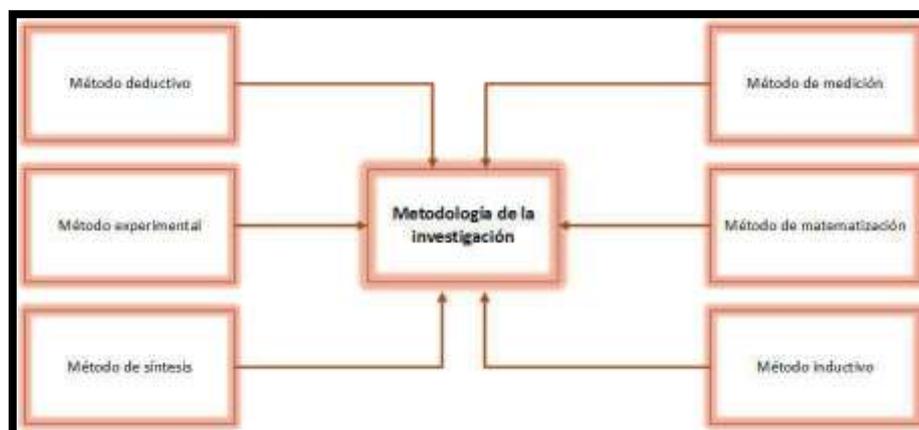
Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Es el conjunto de sensores, procesador y actuadores que se encargan de la recepción, procesamiento y transferencia de información.	Tecnología	Voltaje	V	Medición Experimentación.	Guía o protocolo de pruebas
		Corriente	A	Medición Experimentación.	Guía o protocolo de pruebas.
		Velocidad	Km/h	Medición Experimentación.	Guía o protocolo de pruebas
		Giro de motor	Rpm	Medición Experimentación.	Guía o protocolo de pruebas

**Tabla 2.**

*Variables dependientes: Control de accesorios de la iluminación*

Concepto	Categorías	Indicadores	Ítem	Técnica	Instrumentos
El control de accesorios de la iluminación se encarga de activar los dispositivos lumínicos del vehículo para mejorar la visualización del conductor.	Tecnología	Circuito eléctrico de luz de posición	V	Medición Experimentación. Instalación	Guía de procedimientos
		Circuito eléctrico de luz salón	V	Medición Experimentación. Instalación	Guía de procedimientos
		Circuito eléctrico de luces guía	V	Medición Experimentación. Instalación	Guía de procedimientos
		Circuito eléctrico de luces bajas	V	Medición Experimentación. Instalación	Guía de procedimientos
		Circuito eléctrico de luces altas	V	Medición Experimentación. Instalación	Guía de procedimientos
		Circuito eléctrico para barra led	V	Medición Experimentación. Instalación	Guía de procedimientos

### 1.8. Metodología de desarrollo del proyecto



**Figura 2.** Metodología de desarrollo del proyecto

- **Método inductivo**

- El método inductivo es utilizado en la ciencia experimental. Consiste en basarse en enunciados singulares, tales como descripciones de los resultados de observaciones o experiencias para plantear enunciados universales, tales como hipótesis o teorías. Ello es como decir que la naturaleza se comporta siempre igual cuando se da las

mismas circunstancias, lo cual es como adquirir que bajo las mismas condiciones experimentales se obtienen los mismos resultados, base de la repetitividad de las experiencias, lógicamente aceptado. (Cegarra, 2012)

- El método inductivo fue aplicado en esta investigación como una herramienta para que, mediante la hipótesis de la falta de tecnologías modernas para la vigilancia de los parámetros de funcionamiento, se realice un sistema de monitoreo de los parámetros de operación del prototipo de vehículo eléctrico, y la implementación de un sistema de control de los accesorios de iluminación a través de una pantalla táctil.

- **Método deductivo**

- Según (Abreu, 2014) “El método deductivo permite determinar las características de una realidad particular que se estudia o el resultado de los atributos o enunciados contenidos en proposiciones o leyes científicas de carácter general formuladas con anterioridad. Mediante la deducción se derivan las conclusiones generales aceptadas.”
- Se utilizó este método debido a que, éste permitió que, mediante el análisis de los parámetros de funcionamiento de revoluciones del motor, velocidad del prototipo, nivel de carga y corriente de baterías de alto voltaje se establezca conclusiones para el correcto funcionamiento del prototipo de vehículo eléctrico.

- **Método experimental**

- Según (Rodríguez & Valldeoriola) “El método experimental se caracterizan, básicamente, por la manipulación intencional de unas o más variables independientes, para observar/medir su influencia en una o más variables dependientes, y por la asignación aleatoria de los sujetos.”
- El método experimental fue usado para poder reflejar el monitoreo de los parámetros

de operación del prototipo de vehículo eléctrico mediante una unidad de control a través de una pantalla GLCD y display de siete segmentos, además de que se realizó pruebas para la obtención de los datos del motor, componentes principales del prototipo de vehículo eléctrico, así también se efectuaron los diferentes circuitos de los accesorios de iluminación, para cuyo control sea mediante un sistema de pantalla táctil.

- **Método de síntesis**

- Según (Abreu, 2014) “Es un método fundamental para toda investigación científica o académica y es necesario para realizar operaciones teóricas como son la conceptualización y la clasificación.”
- Se utilizó este método para direccionar con criterio y orden los conocimientos elementales hasta lograr el diseño e implementación de un dispositivo más complejo, como es la elaboración de un sistema electrónico de monitoreo de un prototipo de vehículo eléctrico.

- **Método de medición**

- En la investigación científica los fenómenos a explicar y por lo tanto a medir tienen como base, la teoría. La teoría juega un papel clave en la manera de establecer los elementos en el proceso de medición. Esta circunstancia obliga al investigador a conocer a profundidad la teoría que orienta su pregunta de investigación, es necesario, tener claridad en las relaciones que existen en sus constructos, para que pueda estar preparado para utilizar instrumentos de medición, confiables y válidos. (Mendoza & Garza, 2009)

Con el método de medición se verificaron que los parámetros de operación del prototipo

del vehículo eléctrico sean los indicados, además se obtuvieron valores de voltaje y corriente, a lo largo de la implementación del sistema, para que se logre un adecuado monitoreo en tiempo real de este automotor.

- **Método de matematización**

- Generaliza el aspecto cuantitativo de los fenómenos, compara las magnitudes medibles y los procesos lógicos que representan la información a través de números. La Matematización está constituida por los métodos estadísticos y el cálculo de las probabilidades. Los métodos estadísticos se ocupan de las técnicas y procesos estadísticos con la finalidad de probar las hipótesis; el cálculo de probabilidades es el conjunto de reglas que permiten calcular las probabilidades que existen para que ocurra un fenómeno. (Sotomayor & Espinoza, 2014)
- Se usó del método de matematización para que mediante ecuaciones matemáticas se logró obtener valores de velocidades, de las resistencias, capacitores, componentes electrónicos que conforman los circuitos; que de esta manera facilitaron el procesamiento de la información en la unidad de control para que los datos que son proyectados en la pantalla de monitoreo sean los exactos.

**Tabla 3.**

*Metodología, instrumentación y laboratorios donde se llevará a cabo el proyecto*

Metodología	Descripción	Equipo	Laboratorio
<b>Inductivo</b>	El método inductivo fue aplicado en esta investigación como una herramienta para que mediante la hipótesis de la falta de tecnologías modernas para la vigilancia de los parámetros de funcionamiento, se realice un sistema de monitoreo de los parámetros de operación del prototipo de vehículo eléctrico, y la implementación de un sistema de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Panel de control táctil KT commander.</li> <li>• Multímetro TRUPER MUT - 39</li> <li>• Osciloscopio OTC 3840 - F</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE</li> </ul>

**CONTINÚA** →

Metodología	Descripción	Equipo	Laboratorio
	control de los accesorios de iluminación a través de una pantalla táctil.		
<b>Deductivo</b>	Se utilizó este método debido a que, éste permitió que mediante el análisis de los parámetros de funcionamiento de revoluciones por minuto del motor, velocidad del prototipo, nivel de carga y corriente de baterías de alto voltaje se establezca conclusiones para el correcto funcionamiento del prototipo de vehículo eléctrico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multímetro TRUPER MUT - 39</li> <li>• Osciloscopio OTC 3840 - F</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE</li> </ul>
<b>Experimental</b>	El método experimental fue usado para poder reflejar el monitoreo de los parámetros de operación del prototipo de vehículo eléctrico mediante una unidad de control a través de una pantalla GLCD y display de siete segmentos, además de que se realizó pruebas para la obtención de los datos del motor, componentes principales del prototipo de vehículo eléctrico, así también se efectuaron los diferentes circuitos de los accesorios de iluminación, para cuyo control sea mediante un sistema de pantalla táctil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuitos electrónicos de luces.</li> <li>• Conexión del módulo de control</li> <li>• Programación del panel de monitoreo.</li> <li>• Realización de pruebas</li> <li>• Multímetro TRUPER MUT - 39</li> <li>• Osciloscopio OTC 3840 - F</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE</li> </ul>
<b>Medición</b>	Con el método de medición se verificaron que los parámetros de operación del prototipo del vehículo eléctrico sean los indicados, además se obtuvieron valores de voltaje y corriente, a lo largo de la implementación del sistema, para que se logre un adecuado monitoreo en tiempo real de este automotor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multímetro TRUPER MUT - 39</li> <li>• Osciloscopio OTC 3840 - F</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE</li> </ul>
<b>Síntesis</b>	Se utilizó este método para direccionar con criterio y orden los conocimientos elementales hasta lograr el diseño e implementación de un dispositivo más complejo, como es la elaboración de un sistema electrónico de monitoreo de un prototipo de vehículo eléctrico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador</li> <li>• Microsoft Office</li> <li>• Tesis</li> <li>• Artículos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE</li> </ul>
<b>Matematización</b>	Se usó el método de matematización para que mediante ecuaciones matemáticas se logró obtener valores de velocidades, de componentes electrónicos que conforman los circuitos; que de esta manera facilitaron el procesamiento de la información en la unidad de control para que los datos que son proyectados en la pantalla de monitoreo sean los exactos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador</li> <li>• Microsoft Office</li> <li>• Circuitos electrónicos de luces</li> <li>• Calculadora científica Casio FX 570 ES PLUS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE</li> </ul>

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Vehículos eléctricos (VE)

Según (Carpio, Fajardo, Heredia, & Pizarro, 2010) es un vehículo de combustible alternativo impulsado por un motor eléctrico. La tracción puede ser proporcionada por ruedas o hélices impulsadas por motores rotativos, o en otros casos utilizar otro tipo de motores no rotativos, como los motores lineales, los motores inerciales, o aplicaciones del magnetismo como fuente de propulsión, como es el caso de los trenes de levitación magnética.



*Figura 3.* Vehículo eléctrico

**Fuente:** (Renault Twizy, 2018)

## **2.2. Componentes principales de los vehículos eléctricos**

### **2.2.1. Motor**

Según (Peugeot, 2017) el motor de un coche eléctrico puede ser un motor de corriente alterna o de corriente continua. Puede tener uno o varios, dependiendo del diseño. También recupera energía.

### **2.2.2. Cargador**

Absorbe la electricidad de forma alterna directamente desde la red y la transforma en corriente continua, para de este modo poder cargar la batería principal.

### **2.2.3. Baterías**

Las baterías de iones de litio almacenan la energía proveniente del cargador en forma de corriente continua. Así se alimenta todo el coche eléctrico. En los coches eléctricos que tienen un motor eléctrico de corriente alterna, la batería va conectada a un inversor.

### **2.2.4. Transformadores**

Los transformadores convierten la corriente alterna, que es la que se suministra por la red, en corriente continua, que es la que se acumula en las baterías.

### 2.2.5. Inversores

Los inversores transforman la corriente continua en corriente alterna.

### 2.2.6. Controladores

Comprueban el correcto funcionamiento por eficiencia y seguridad y regulan la energía que recibe o recarga el motor.



*Figura 4.* Partes del vehículo eléctrico

Fuente: (Peugeot, 2017)

### 2.3. Tablero de instrumentos en los vehículos

Según (Haro & Naranjo, 2013), se conoce como tablero de instrumentos al conjunto de instrumentos e indicadores visuales que permiten al conductor monitorear constantemente los distintos parámetros del vehículo como: combustible restante, velocidad, revoluciones del motor, temperatura del refrigerante del motor, etc. Además de los parámetros del vehículo, un tablero de instrumentos presenta funciones adicionales

como: cuenta de travesía (Kilometraje), odómetro, luces de aviso agrupadas de una forma racional, entre otros. El tablero de instrumentos para mantenerse actualizado se encuentra conectado al bus CAN del vehículo para tener un acceso rápido a toda la información proveniente de los diferentes sensores a través de la Unidad de Control Electrónico (ECU).



**Figura 5.** Tablero de instrumentos del vehículo

**Fuente:** (Periódicos Asociados Ltda, 2018)

Los instrumentos pueden ser de tipo analógico, digital, o una combinación de ambos. Los de tipo analógico usualmente están contruidos con actuadores rotativos o con motores paso a paso de alta resolución, generalmente son utilizados para mostrar parámetros como: revoluciones del motor, velocidad del vehículo, temperatura del refrigerante del motor, combustible restante, etc. En cambio, los de tipo digital, contruidos con pantallas de cristal líquido son utilizados para mostrar parámetros como: kilometraje del vehículo, odómetros, etc. Dependiendo de los fabricantes de automóviles, estas tecnologías pueden ser usadas indistintamente, sin embargo, la tendencia actual es usar microprocesadores de última generación para mostrar gráficos en pantallas LCD con el objetivo de crear un tablero con instrumentos virtuales de apariencia futurista. (Haro & Naranjo, 2013)



**Figura 6.** Tablero de instrumentos del vehículo última generación

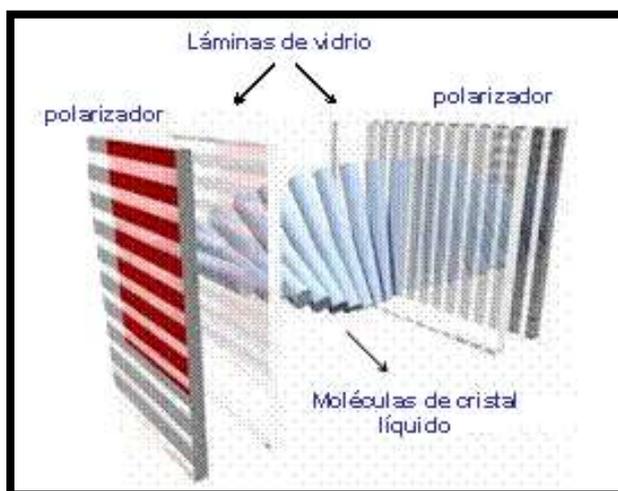
**Fuente:** (Costas, 2015)

## 2.4. Visualizadores gráficos GLCD

Pantalla gráfica de cristal líquido o GLCD es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. A menudo se utiliza en dispositivos electrónicos de pilas, debido al consumo de pequeñas cantidades de energía eléctrica. Los dispositivos electro-ópticos son el elemento fundamental en la construcción de las pantallas de cristal líquido. El dispositivo electro-óptico se construye, de forma simplificada, tomando dos láminas de vidrio en las que se realizan unas hendiduras de tamaño similar a las moléculas del cristal líquido nemático que se introduce entre ambas. Estas dos láminas al colocarse de forma perpendicular originan una orientación molecular preferente y la aparición de un eje óptico helicoidal dentro del material. Por último, tras el segundo polarizador, se coloca un espejo que reflejará la luz que atraviesa el dispositivo llegando a los ojos del espectador.

Disponen de una memoria RAM interna del mismo tamaño de la capacidad de la pantalla, por ejemplo, si una pantalla tiene un tamaño de 128 píxeles de largo por 64 píxeles de

alto (128x64), tendrá una memoria RAM interna de la misma capacidad (128x64).  
(Sanchez & Hidalgo, 2014)



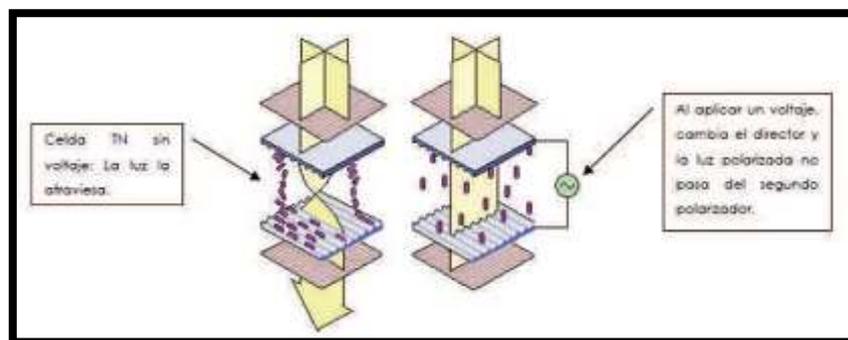
**Figura 7. Célula de cristal líquido**

**Fuente:** (Sanchez & Hidalgo, 2014)

## 2.5. Características de un LCD monocromático

Una LCD típicamente consiste de una fina capa de moléculas de cristal líquido alineadas entre dos electrodos transparentes, y dos filtros de polarización con los ejes directores o ejes de transmisión de luz perpendiculares entre sí. Sin el cristal líquido entre los filtros, la luz que atraviesa el primer filtro sería bloqueada por el segundo.

Las superficies de los electrodos tienen caminos o surcos para orientar a las moléculas de cristal líquido en una dirección particular, de manera que antes de la aplicación de un campo eléctrico, la orientación de las moléculas está determinada por las superficies.



**Figura 8.** Estructura de un dispositivo TN

**Fuente:** (Haro & Naranjo, 2013)

Es un dispositivo TN (Twisted Nematic – Arquitectura de LCD más común) las direcciones de alineación de la superficie de los electrodos son perpendiculares entre sí y las moléculas se alinean en forma helicoidal retorcida; la luz que atraviesa el primer filtro gira a través de la capa de cristal líquido hasta orientarse en la dirección del segundo filtro con lo cual logra atravesarlo. La mitad de luz incidente es absorbida por el primer filtro.

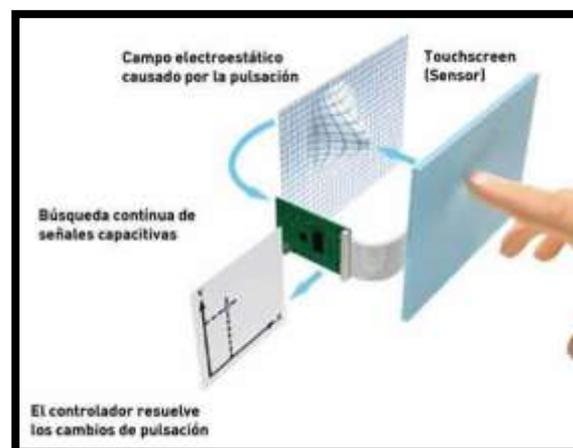
Cuando se aplica un voltaje a través de los electrodos, una fuerza reorienta a las moléculas en sentido del campo eléctrico que distorsiona la estructura helicoidal; esto reduce la rotación de la luz incidente y el dispositivo aparece gris. Si el voltaje aplicado es suficientemente grande, las moléculas de cristal líquido sufrirán un reordenamiento de tal manera que la luz polarizada proveniente del primer filtro quede intacta para que sea bloqueada por el segundo filtro y el dispositivo aparezca negro.

Controlando el voltaje aplicado a través de la capa de cristal líquido en cada pixel o segmento, se puede permitir a la luz pasar en distintas cantidades logrando con esto constituir diferentes tonos de gris. (Haro & Naranjo, 2013)

## 2.6. Paneles táctiles

Panel táctil o pantalla táctil es una pantalla que mediante un toque directo sobre su superficie permite la entrada de datos y órdenes al dispositivo. A su vez, actúa como periférico de salida, mostrando los resultados introducidos previamente. Este contacto también se puede realizar con lápiz u otras herramientas similares.

Actualmente hay pantallas táctiles que pueden instalarse sobre una pantalla normal. Así pues, la pantalla táctil puede actuar como periférico de entrada y periférico de salida de datos, así como emulador de datos interinos erróneos al no tocarse efectivamente. (Sanchez & Hidalgo, 2014)



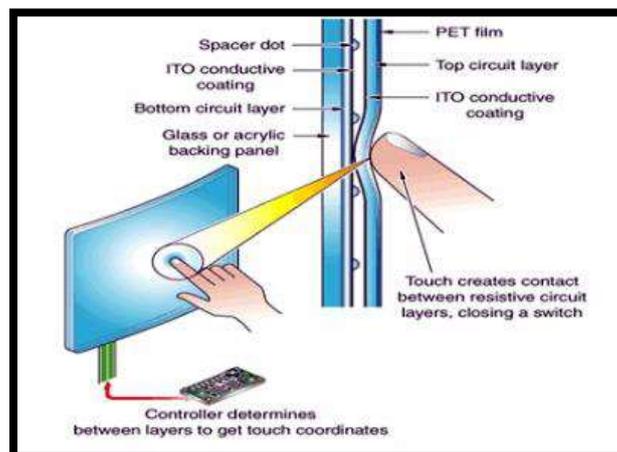
**Figura 9.** Funcionamiento panel táctil capacitivo

**Fuente:** (Sanchez & Hidalgo, 2014)

## 2.7. Panel táctil resistivo

Está formada por varias capas, las más importantes son dos finas capas de material conductor entre las cuales hay una pequeña separación.

Cuando algún objeto toca la superficie de la capa exterior, las dos capas conductoras entran en contacto en un punto concreto. De esta forma se produce un cambio en la corriente eléctrica que permite a un controlador calcular la posición del punto en el que se ha tocado la pantalla midiendo la resistencia. (Sanchez & Hidalgo, 2014)



**Figura 10.** Estructura panel táctil resistivo

**Fuente:** (Sanchez & Hidalgo, 2014)

Las ventajas importantes que presenta este tipo de panel táctil son:

- Resistencia al polvo.
- Bajo costo.
- Buen funcionamiento para usar con Stylus (puntero).

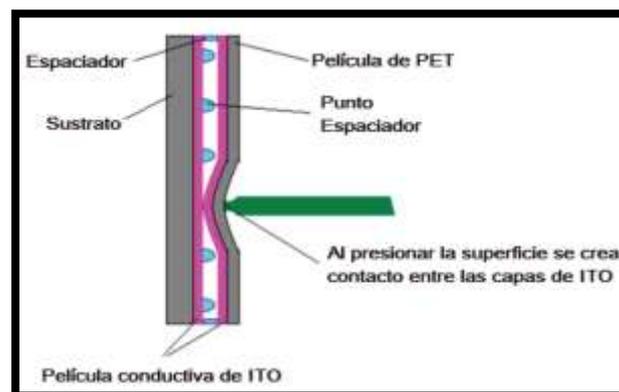
Sus desventajas radican en:

- Pérdida del 25% de su brillo.

- Presión fuerte sobre la pantalla.
- Respuesta lenta.

## 2.8. Paneles táctiles resistivos de 4 hilos

(Sanchez & Hidalgo, 2014) Afirman que: Por lo general un panel táctil resistivo está compuesto de al menos tres capas: una membrana flexible de Polietileno (PET) suspendida sobre un sustrato rígido de vidrio o acrílico. Ambas superficies están recubiertas con una película conductiva transparente de Oxido de Indio y Estaño (ITO). Las capas conductoras de ITO se mantienen separadas por espaciadores invisibles a lo largo de los bordes y en puntos de la superficie interna de las dos caras de ITO. De esta manera no existe una conexión eléctrica a menos que se aplique presión sobre la lámina superior (lámina PET).

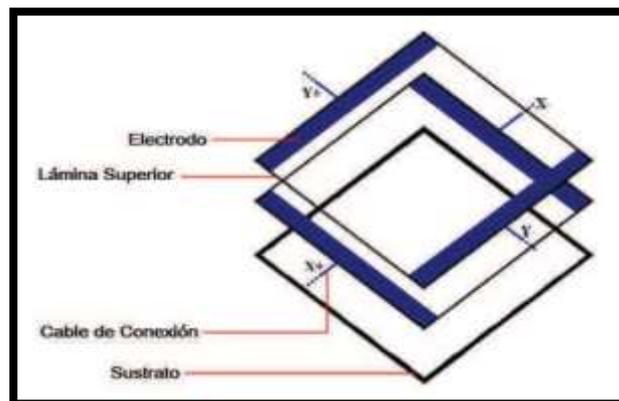


**Figura 11.** Estructura panel táctil resistivo de 4 hilos

**Fuente:** (Sanchez & Hidalgo, 2014)

Los paneles táctiles de 4 hilos, usan un único par de electrodos en forma de barras montados sobre cada capa de ITO. Los electrodos en la lámina superior y en el sustrato son

perpendiculares entre sí, además para poderlos conectar a un controlador, estos se encuentran disponibles externamente por medio de un cable flexible de 4 hilos. Los hilos se denominan X+ (izquierda), X- (derecha), Y+ (arriba) y Y- (abajo).



**Figura 12.** Electrodo en un panel táctil de 4 hilos

**Fuente:** (Sanchez & Hidalgo, 2014)

## 2.9. Sistemas de accesorios del automóvil

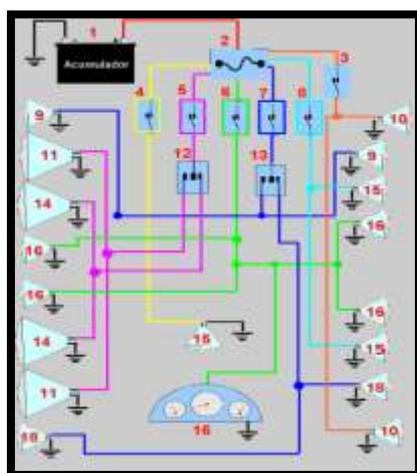
(Cando & Tipán, 2010), indica que: “los diferentes sistemas que cuenta el vehículo ayudan a la mejor conducción del automóvil para que pueda circular sin peligro en el camino en el cual transita e identificar las diferentes acciones que va a realizar para la identificación del usuario en la vía pública.

## 2.10. Sistema de luces

Cada vez es más frecuente la utilización de circuitos electrónicos de control en el sistema de iluminación del automóvil, de esta forma en el auto es frecuente que las luces de carretera se apaguen solas si el conductor se descuida y las deja encendidas cuando abandona el vehículo,

o las luces de cabina estén dotadas de temporizadores para mantenerlas encendidas un tiempo después de cerradas las puertas, y otras muchas, lo que hace muy difícil generalizar.

Todos estos circuitos se alimentan a través de fusibles para evitar sobrecalentamiento de los cables en caso de un posible corto-circuito.



1.-Batería o acumulador 2.-Caja de fusibles  
3.-Interruptor de luces de reversa 4.- interruptor de luz de cabina 5.-Interruptor de luz de carretera 6.-Interruptor de luces de ciudad 7.-interruptor de Luces de vía a la derecha 8.-Interruptor de luz de frenos 9.- Luces de vía 10.-Luces de reversa 11.-Luces altas de carretera 12.- Conmutador de luces de carretera 13.-Interruptor de luces de vía 14.-Luces bajas de carretera 15.-Luces de frenos 16.-Luces de ciudad y tablero de instrumentos 18.-Luces de vía a la izquierda

**Figura 13.** Componentes del sistema de luces

**Fuente:** (Cando & Tipán, 2010)

(Chaglla & Torres, 2012) Señalan que: “En general cualquier automóvil tiene como mínimo:

a) Seis interruptores básicos, cuya función es la siguiente:

**Tabla 4.**

*Interruptores básicos en un automóvil.*

No.	Función
1	Encender luces de reversa
2	Iluminar la cabina
3	Encender las luces de carretera
4	Encender las luces de ciudad
5	Poner a funcionar las luces de vía
6	Encender las luces de posteriores al frenar

**Fuente:** (Chaglla & Torres, 2012)

Aunque los interruptores se han representado como uno solo por circuito, en algunos casos pueden ser varios conectados en paralelo para hacer la misma función; ejemplo: puede haber un interruptor de la luz de cabina en cada puerta y uno adicional en el tablero, o en la propia lámpara.

Es muy frecuente un interruptor adicional para encender las luces intermitentes de avería.

- b) Dos conmutadores de luces, uno para conmutar las luces de carretera, altas y bajas y otro para seleccionar las luces intermitentes de vía de acuerdo al giro a efectuar. Como indicadores de vía en algunos vehículos se usan las propias lámparas de frenos, en otros, lámparas aparte, comúnmente de color amarillo o ámbar.

Las lámparas en el automóvil pueden clasificarse en tres tipos:

- Lámparas de gran potencia para iluminar el camino.
- Lámparas de posición y señalización
- Lámparas de control e iluminación del panel.

### **2.11. Lámparas de iluminación del camino**

(Cando & Tipán, 2010) Mencionan que: “En el automóvil, por norma, debe haber dos tipos de estas luces; las luces largas o de carretera y las luces de cruce, ambas deben estar alineadas adecuadamente para lograr una iluminación óptima.

Las primeras son luces de gran alcance y elevada potencia que sirven para lograr una visibilidad máxima del camino y sus alrededores durante la conducción nocturna, y las segundas con menos alcance y potencia se usan para alumbrar el camino durante el cruce con otro vehículo que transita en sentido contrario en vías de doble sentido sin deslumbrar al conductor.

En general hay dos formas de colocar estas luces en el vehículo; en un solo faro con un el uso de dos elementos independiente generadores de luz (larga y corta) o en faros aparte, cada uno con su respectivo elemento generador de luz, uno para la luz de carretera y otro para la de cruce.

Para lograr aprovechar al máximo la luz procedente del punto luminoso, en este caso representado como un filamento incandescente, todos los faros de iluminación del camino están dotados de un reflector parabólico perfectamente plateado y pulido en su interior, que refleja casi el 100% de la luz que incide desde el punto luminoso.”



**Figura 14. Tipos de lámparas de iluminación del camino**

**Fuente:** (Cando & Tipán, 2010)

## 2.12. Lámparas de posición y señalización

(Chaglla & Torres, 2012) Definen: “Como mínimo en el vehículo actual están incorporadas lámparas para las funciones siguientes:

- Dos faros traseros, uno a cada lado del automóvil, de color rojo y visibles en la oscuridad hasta una distancia de más de 1km. Llamados luces de cola o pilotos.
- Dos faros delanteros, uno a cada lado del vehículo, de color blanco o ámbar que pueden ser iluminados a voluntad del conductor para mostrar la posición de vehículo cuando la visibilidad es baja o para señalar el ancho del vehículo en la oscuridad. En la mayor parte de los automóviles estas luces funcionan sincronizadas con las luces de cola.
- Dos faros posteriores, uno a cada lado del automóvil, de color rojo o ámbar de más intensidad que los anteriores que se iluminan cuando el conductor acciona los frenos. Las luces de los frenos y las piloto pueden estar en un mismo faro con diferentes bulbos o con un bulbo de dos filamentos. Llamadas luz de ciudad.
- Uno o dos faros de iluminación del camino, de luz blanca, en la parte posterior, que se iluminan cuando el conductor coloca la marcha hacia atrás, sirven para visualizar el área detrás del vehículo cuando el conductor ejecuta una maniobra en esa dirección.
- Dos luces, una trasera y otra delantera, de color rojo o ámbar, a cada lado del vehículo, que funcionan de manera simultánea e intermitente y que pueden ser puestas en funcionamiento de uno u otro lado a voluntad del conductor, para indicar que el automóvil realizará una maniobra de cambio de vía o giro en ese sentido. El conductor podrá también poner a funcionar las cuatro luces de manera simultánea e intermitente para indicar que el automóvil está detenido en la vía por alguna razón, en este caso son

llamadas luces de avería.

- Algunas veces los bulbos para las luces de avería son diferentes y de menos potencia que los intermitentes de giro.
- Una o dos lámparas blancas que iluminen en la noche la placa o matrícula posterior. Estas luces funcionan sincronizadas con las luces de cola.
- Un faro trasero de color rojo sincronizado con las luces de los frenos colocado en la parte alta del vehículo.”



**Figura 15. Lámpara de posición y señalización**

Fuente: (Chaglla & Torres, 2012)

- Bulbos de 5 vatios para las luces piloto y las de ciudad.
- Bulbos de 21 vatios para las luces de frenos, las intermitentes de giro y las de marcha atrás.
- Bulbos de 5 vatios o menos para la iluminación de las placas.

### 2.13. Lámparas incandescentes

(Torres Aldaz, 2011) señala que, las lámparas incandescentes están formadas por un filamento generalmente de wolframio, que al ser recorrida la corriente se calienta hasta una temperatura de unos 2800 °C. Este filamento está colocado dentro de una ampolla de vidrio en

la cual está al vacío y llenado con un gas inerte generalmente argón.

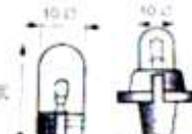
Los dos extremos del filamento se unen, uno de ellos en la parte metálica del casquillo, que es quien soporta la ampolla de vidrio. En algunas lámparas se colorea el cristal de la ampolla con cromo o cadmio, que le dan un tono amarillento.

Las lámparas de alumbrado se clasifican de acuerdo con su casquillo, su potencia y la tensión de funcionamiento. El tamaño y forma de la ampolla depende fundamentalmente de la potencia de la lámpara.

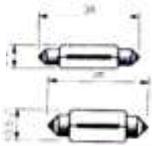
Se tiene a continuación la tabla en la se que se presentan los tipos de lámparas incandescentes.

**Tabla 5.**

*Tipos de lámparas incandescentes*

Tipos de lámparas incandescentes			
Denominación	Figura	Potencia (W)	Características
Lámpara P21		21	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monofilamento.</li> <li>• Utilización: Reversa, intermitente.</li> </ul>
Lámpara P21		21	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monofilamento.</li> <li>• Color ámbar Utilización Intermitente.</li> </ul>
Lámpara P21/5		55	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 filamentos.</li> <li>• Utilización: Freno y luz de posición.</li> </ul>
Lámpara Esférica		5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monofilamento.</li> <li>• Utilización: Luz de posición.</li> </ul>
Wedge Base (Lámpara sin casquillo, todo cristal)		5 - 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lámpara sin casquillo.</li> <li>• Utilización: Luz de posición, proyectores piloto adicional de frenos repetidores laterales de intermitencia.</li> </ul>

**CONTINÚA** →

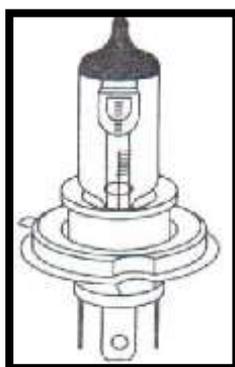
Denominación	Tipos de lámparas incandescentes		
	Figura	Potencia (W)	Características
Lámpara plafonier		5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monofilamento.</li> <li>• Utilización: Iluminación de la placa de matrícula, iluminación plafonier, luz de cortesía.</li> </ul>

**Fuente:** GIL, Hermógenes. Circuitos en el Automóvil. 1era.ed. Barcelona: CEAC, S.A. 2002. pp. 424 - 426

## 2.14. Lámparas Halógenas

En el trabajo de (Torres Aldaz, 2011), se tiene que en la figura puede verse la constitución de una lámpara de halógeno de doble filamento para carretera y cruce. El extremo de la ampolla cilíndrica está recubierto con pintura negra especial, con la que se obtiene la característica de corte necesaria para que los rayos de luz no salgan directamente de la lámpara, sino reflejados por el proyector.

La zona recubierta con pintura tiene una influencia directa sobre la distribución de la temperatura en el interior de la ampolla durante el ciclo de halógeno. Atendiendo a la forma de la ampolla, número de filamentos y posicionamiento de los mismos, existen básicamente las siguientes clases de lámparas halógenas.



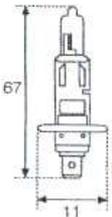
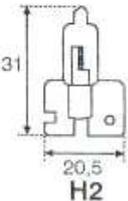
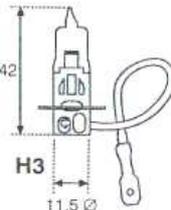
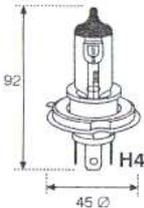
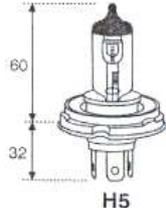
**Figura 16. Lámpara Halógenas.**

**Fuente:**(Torres Aldaz, 2011)

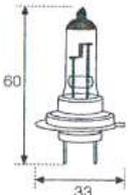
A continuación, se tiene la tabla con los tipos de lámparas halógenas.

**Tabla 6.**

*Tipos de lámparas halógenas.*

Denominación	Figura	Tipos de Lámparas Halógenas Potencia (W)	Características
<b>Código Europeo</b>		40/45	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 filamentos cazoleta sobre el filamento.</li> <li>• Utilización para proyectores principales con o sin filtro amarillo.</li> </ul>
<b>Halógena(H1)</b>		55, 70 y 100	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 filamento axial.</li> <li>• Utilización para proyectores principales y auxiliares.</li> </ul>
<b>Halógena(H2)</b>		55	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 filamento axial.</li> <li>• Utilización para proyectores auxiliares (lámpara plana).</li> </ul>
<b>Halógena(H3)</b>		55	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 filamento longitudinal.</li> <li>• Utilización para proyectores auxiliares (antiniebla).</li> </ul>
<b>Halógena(H4)</b>		55/60 90/100	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 filamentos cazoleta sobre el filamento.</li> <li>• Utilización para proyectores principales.</li> </ul>
<b>Halógena(H5)</b>		55/60	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 filamentos cazoleta sobre el filamento.</li> <li>• Utilización para proyectores principales admitido solamente en proyectores halógenos escudo de luz directa.</li> </ul>

**CONTINÚA** →

Tipos de Lámparas Halógenas			
Denominación	Figura	Potencia (W)	Características
Halógena(H7)		55	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 filamento.</li> <li>• Utilización para proyectores principales concebido para proyectores de superficie compleja escudo de luz directa menores radiaciones de luz ultra-violeta.</li> </ul>

**Fuente:** GIL, Hermógenes. Circuitos en el Automóvil. 1era.ed. Barcelona: CEAC, S.A. 2002. pp. 426 - 428

## 2.15. Fusibles

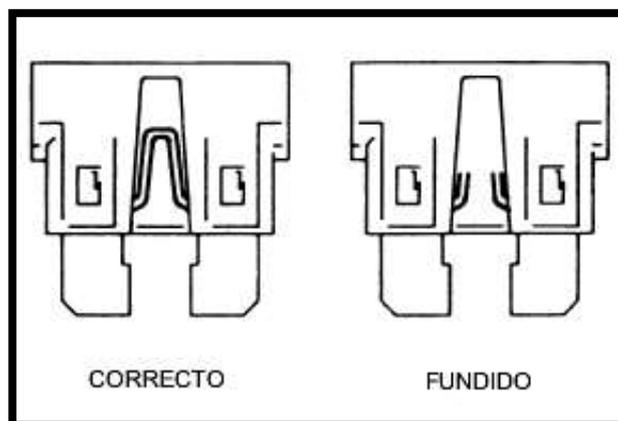
(Torres Aldaz, 2011) menciona que, cuando pasa corriente por una resistencia, la energía eléctrica se transforma en calor aumentando la temperatura de la resistencia. Si la temperatura sube demasiado, la resistencia se deteriora, podría fundirse el alambre de la misma abriendo el circuito e interrumpiendo el flujo de corriente, para este efecto se utilizan los fusibles.

## 2.16. Designación de fusibles

(Torres Aldaz, 2011) define que, actualmente se ha generalizado el uso de fusibles tipo pastilla, su designación se da a través de un color característico para cada valor de amperaje.

El uso de estos fusibles se ha dado por que el contacto es mejor con la base, evitando que se obstruya el paso de corriente por oxidación o suciedad en los bornes de los mismos.

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



*Figura 17.* Fusible tipo pastillas

**Tabla 7.**

*Código de colores para fusibles tipo pastilla*

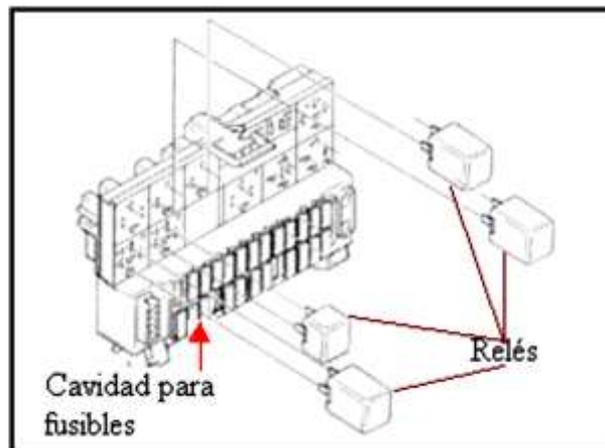
Color	Amperaje
Rosado	3
Morado	5
Rojo	10
Azul	15
Amarillo	20
Transparente	25
Verde	30
Naranja	35
Café	75

Fuente: (Torres Aldaz, 2011)

## 2.17. Caja de fusibles

Todos los automóviles disponen de una caja de fusibles donde se interconectan entre sí los distintos elementos tales como: fusibles, relés, enlaces de fusible, y se centraliza la instalación.

Es por esta causa que a través de la caja de fusibles pasa casi toda la totalidad de cableados, que se une a ella por medio de conectores apropiados, en los alojamientos dispuestos en la caja de fusibles.

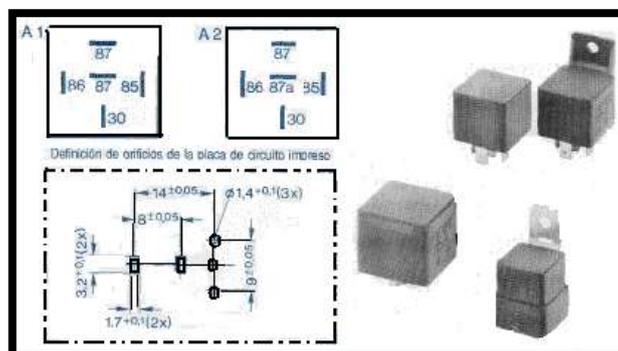


*Figura 18.* Caja de Fusibles

(Torres Aldaz, 2011) Afirma que, la caja de fusibles está en un lugar accesible en el interior del vehículo, o a su vez en el compartimiento del motor para que pueda ser sustituido un fusible con facilidad en caso de que se funda.

## **2.18. Relés**

Según (Torres Aldaz, 2011), los relés son conocidos también como relevadores o relay, estos dispositivos forman parte del sistema eléctrico del automóvil, los relés se utilizan para lograr que mediante un circuito de poco consumo o intensidad se pueda operar un dispositivo de alto consumo reduciendo así el tamaño de los interruptores, aligerando el peso del automóvil y minimizando el riesgo de corto circuito.



**Figura 19.** Disposición de terminales de un relé.

## 2.19. Selección de conductores AWG

(Torres Aldaz, 2011) menciona que, la norma de la *American Wire Gauge (AWG)* relaciona el diámetro en pulgadas con números.

**Tabla 8.**

*Calibre de alambre norma AWG*

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

**Fuente:** Torres Aldaz, 2011)

## CAPÍTULO III

### 3. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS

#### 3.1. Levantamiento de requerimientos para el sistema electrónico para el control de accesorios de la iluminación y monitoreo de un prototipo de vehículo eléctrico

En este capítulo se especifica el procedimiento para el diseño, selección de componentes, diagramas de funcionamiento para el desarrollo del módulo de monitoreo de los parámetros de operación del prototipo de vehículo eléctrico.

#### 3.2. Características del prototipo

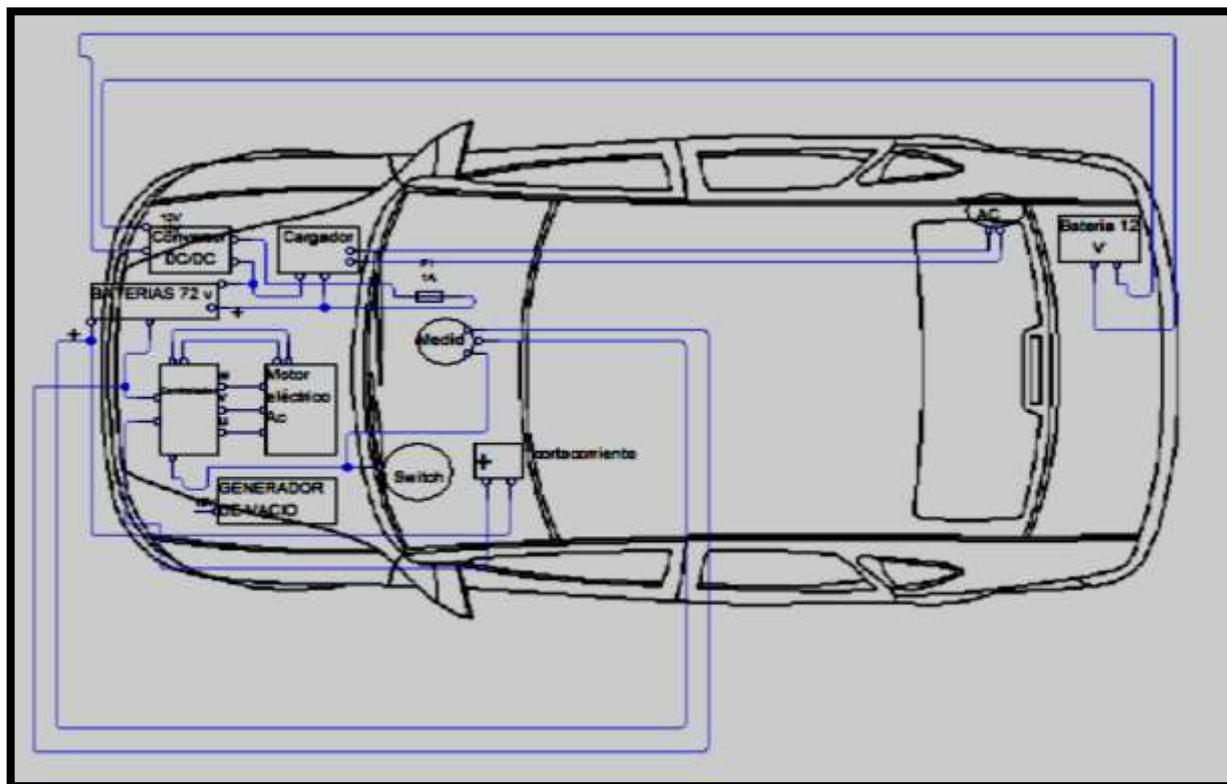
El prototipo de vehículo eléctrico es una adaptación de un automóvil de combustión interna mediante un kit de conversión, las características se detallan en la tabla a continuación.

**Tabla 9.**

*Características iniciales del prototipo de vehículo eléctrico*

<b>Marca</b>	<b>CHEVROLET</b>
<b>Modelo</b>	SAN REMO
<b>Carrocería</b>	Sedán
<b>Masa</b>	821 [Kg]
<b>Velocidad máxima</b>	50 [Km/h]
<b>Par máximo</b>	511 [Nm]
<b>Autonomía</b>	23 [Km]
<b>Consumo</b>	90 [Amp]
<b>Transmisión</b>	Manual [4 velocidades]
<b>Puertas</b>	4
<b>Maletero</b>	Si
<b>Capacidad</b>	4 ocupantes

**Fuente:** (Rodríguez & Vásquez, 2018)



**Figura 20.** Disposición de los componentes del prototipo de vehículo eléctrico

**Fuente:** (Rodríguez & Vásquez, 2018)

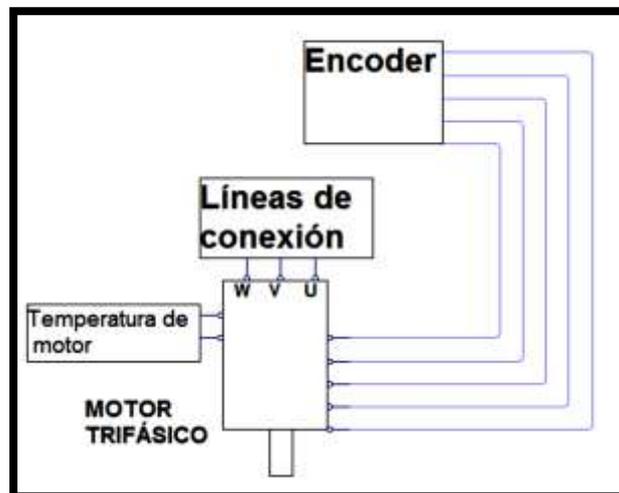
En la tabla se presentan las especificaciones técnicas del motor eléctrico AC del prototipo.

**Tabla 10.**

*Especificaciones técnicas del motor Ac.*

<b>Marca</b>	HEPU HPQ7.5-72-22W
<b>Voltaje de operación</b>	72 [V] Ac
<b>Freno regenerativo</b>	Si
<b>Revoluciones</b>	6800 RPM
<b>Corriente de fase</b>	400 [Amp]
<b>Corriente máxima en dos minutos</b>	550 [Amp]
<b>Peso</b>	45 [Kg]
<b>Eficiencia</b>	90 %
<b>Refrigeración</b>	Aire
<b>Potencia</b>	30 [Kw]
<b>Torque</b>	110 [lb/pie] 13.55 [Nm]

**Fuente:** (Rodríguez & Vásquez, 2018)



*Figura 21.* Diagrama de conexión del motor AC.

Fuente: (Rodríguez & Vásquez, 2018)

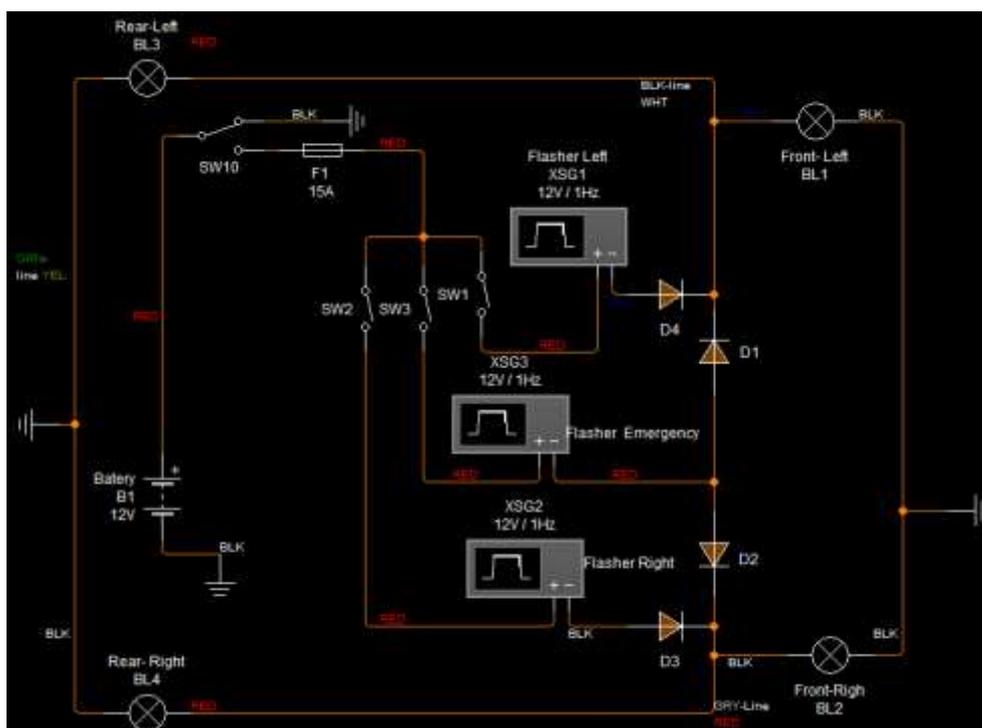
### 3.3. Sistema de accesorios de iluminación.

Se describe a continuación cada uno de los circuitos que pertenecen al sistema de iluminación del prototipo de vehículo eléctrico.

#### 3.3.1. Circuito de luces direccionales y luces de emergencia.

- **Luces direccionales**

Tienen la misión de informar, tanto de día como de noche a los demás conductores, que el vehículo va a cambiar de dirección ya sea hacia la izquierda o hacia la derecha, o para anticipar el momento de un adelantamiento.



**Figura 22.** Circuito de luces direccionales y luces de emergencia

En la Figura 22, se observa el circuito que se diseñó y montó en el prototipo para el control de luces direccionales y de luces emergencia, el mismo que se detalla de la siguiente manera:

**Tabla 11.**

*Descripción general del sistema*

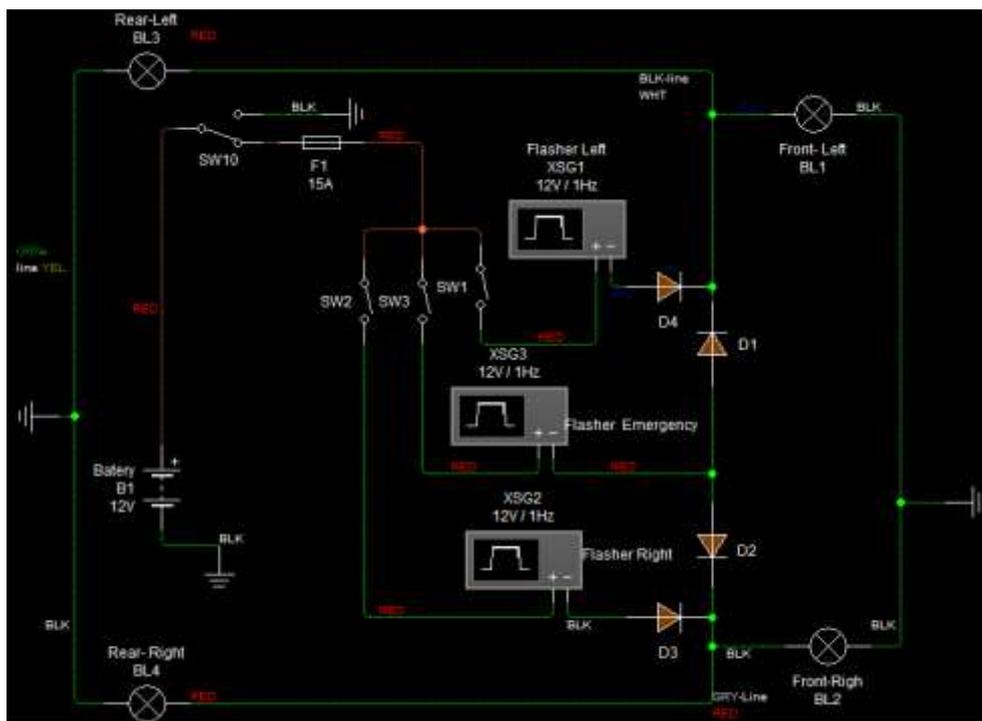
Componente	Función
<b>B1</b>	Es la fuente de alimentación, es decir la batería de accesorios del vehículo que opera con 12 voltios aproximadamente.
<b>F1</b>	Es un fusible de protección de 15 amperios para el panel control táctil.
<b>SW10</b>	Es el switch de contacto que permite el paso de corriente hacia el panel de control táctil.
<b>SW1</b>	Es el switch de control para la activación o desactivación del circuito de luz direccional derecha.
<b>SW2</b>	Es el switch de control para la activación o desactivación del circuito de luz direccional izquierda.
<b>SW3</b>	Es el switch de control para la activación o desactivación del circuito de luces de emergencia.
<b>XSG1</b>	Es el destellador o flasher que activa y desactiva las luces direccionales del lado izquierdo del vehículo.
<b>XSG2</b>	Es el destellador o flasher que activa y desactiva las luces direccionales del lado derecho del vehículo.
<b>XSG3</b>	Es el destellador o flasher que activa y desactiva las luces de emergencia del vehículo.
<b>D1</b>	Es un diodo que permite la circulación de corriente en la única dirección para encender las luces direccionales del lado izquierdo del vehículo.
<b>D2</b>	Es un diodo que permite la circulación de corriente en la única dirección para encender las luces direccionales del lado derecho del vehículo.

CONTINÚA →

Componente	Función
<b>D3</b>	Es un diodo que permite la circulación de corriente en una única dirección, para impedir que la corriente regrese a la salida del destellador o flash (XGS2) cuando se activa el SW3.
<b>D4</b>	Es un diodo que permite la circulación de corriente en una única dirección, para impedir que la corriente regrese a la salida del destellador o flash (XGS1) cuando se activa el SW3.
<b>BL1</b>	Representa el foco direccional delantero izquierdo.
<b>BL2</b>	Representa el foco direccional delantero derecho.
<b>BL3</b>	Representa el foco direccional trasero izquierdo.
<b>BL4</b>	Representa el foco direccional trasero derecho.

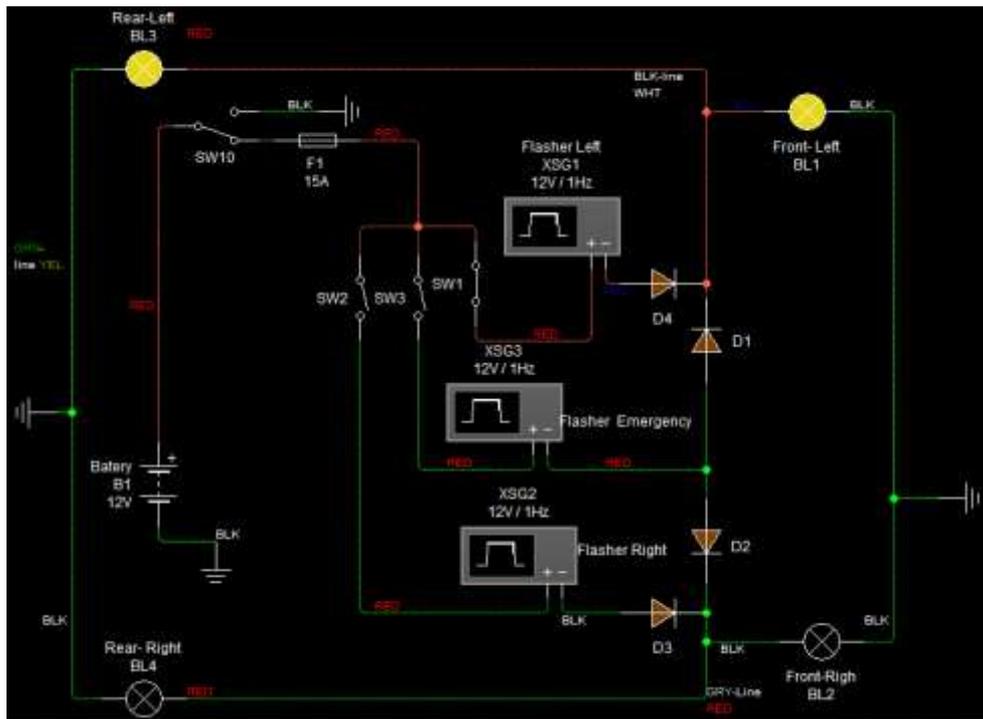
## Funcionamiento del sistema

1. Se cambia la posición de SW10 para activar el panel de control táctil y que el mismo pueda controlar los demás circuitos.



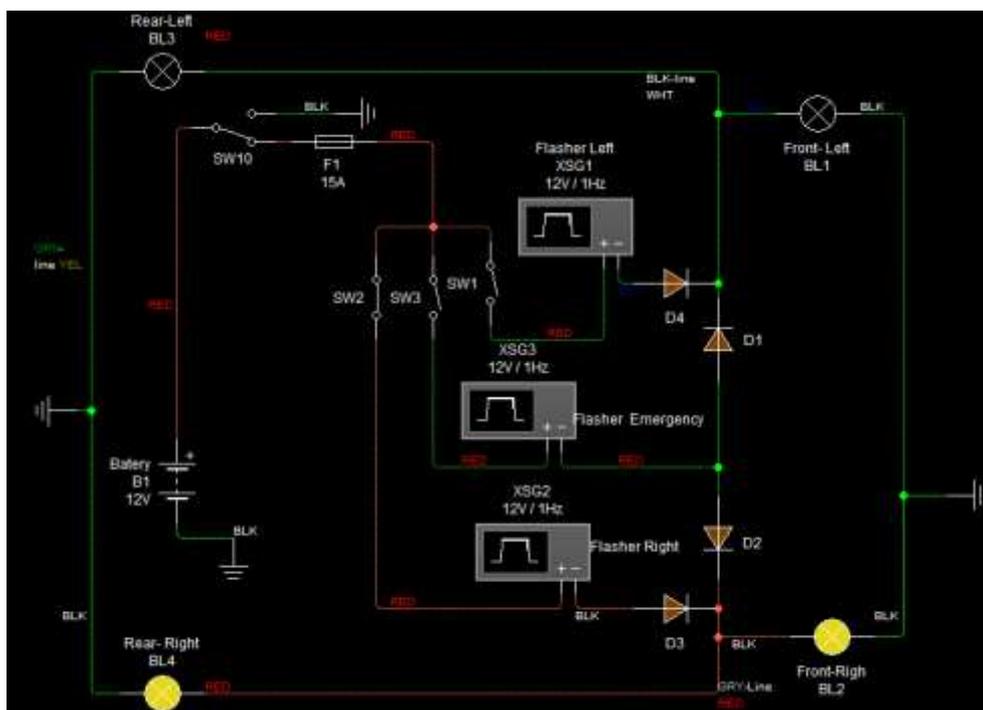
**Figura 23.** Activación del panel de control táctil.

2. Se cambia la posición de SW1 para encender o apagar las luces direccionales izquierdas.



**Figura 24.** Activación de luces direccionales izquierdas.

3. Se cambia la posición de SW2 para encender o apagar las luces direccionales derechas.

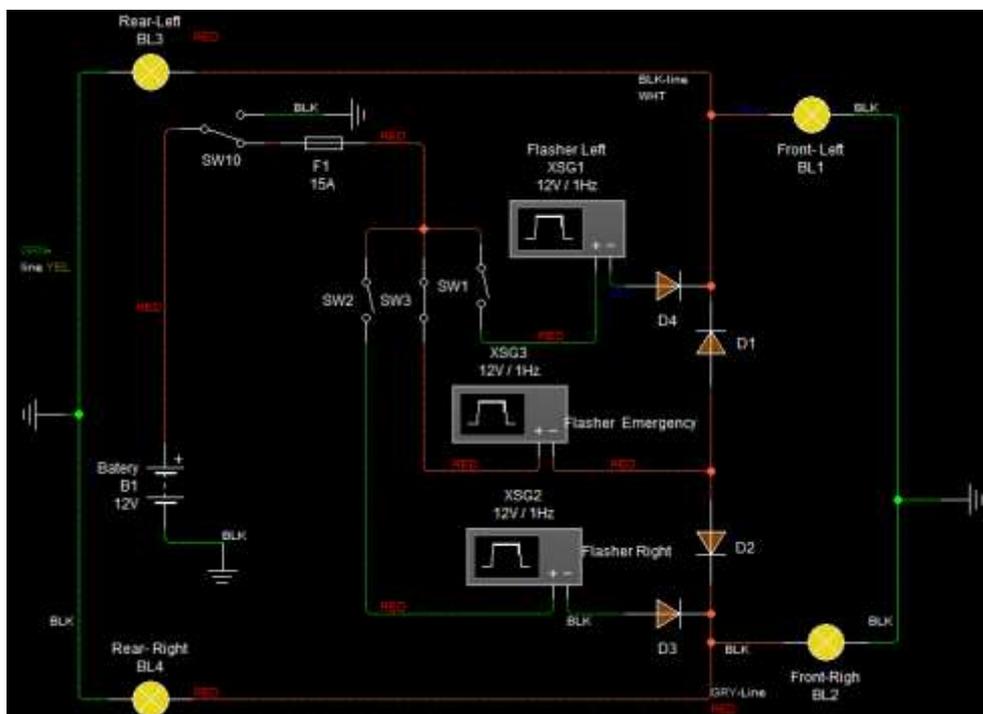


**Figura 25.** Activación de luces direccionales derechas.

- **Luces de estacionamiento o de emergencia.**

Permite la visualización de la posición vehículo, cuando se encuentra estacionado en lugares con cierto peligro. Estas luces deben ser utilizadas en casos de emergencia, tales como detenciones por alguna avería o en condiciones de extrema necesidad.

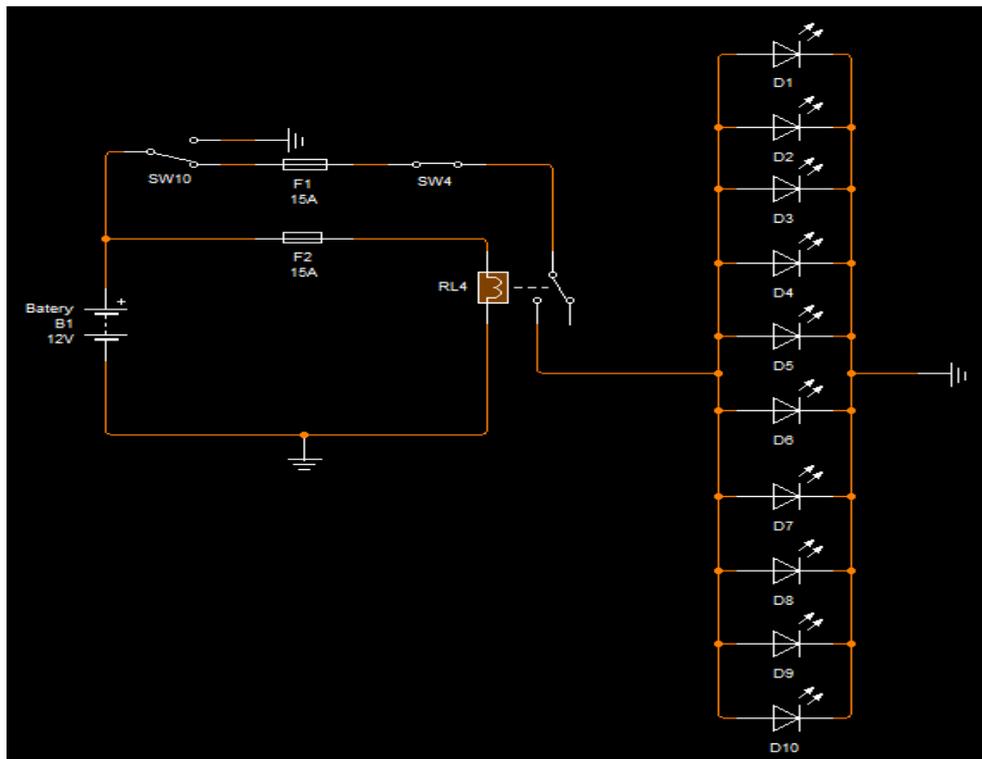
4. Se cambia la posición de SW3 para encender o apagar las luces de emergencia.



**Figura 26.** Activación de las luces de emergencia.

### 3.3.2. Barra led.

La misión de este sistema de iluminación es brindar al conductor una buena visibilidad en caso de condiciones ambientales adversas. La barra led permite una iluminación del camino a una mayor distancia. Además, es de bajo consumo energético y de gran potencia.



*Figura 27.* Circuito de barra led.

### Descripción general del sistema

En la Figura 27 se observa el circuito que se diseñó y montó en el prototipo para el control de la barra led, el mismo que se detalla de la siguiente manera:

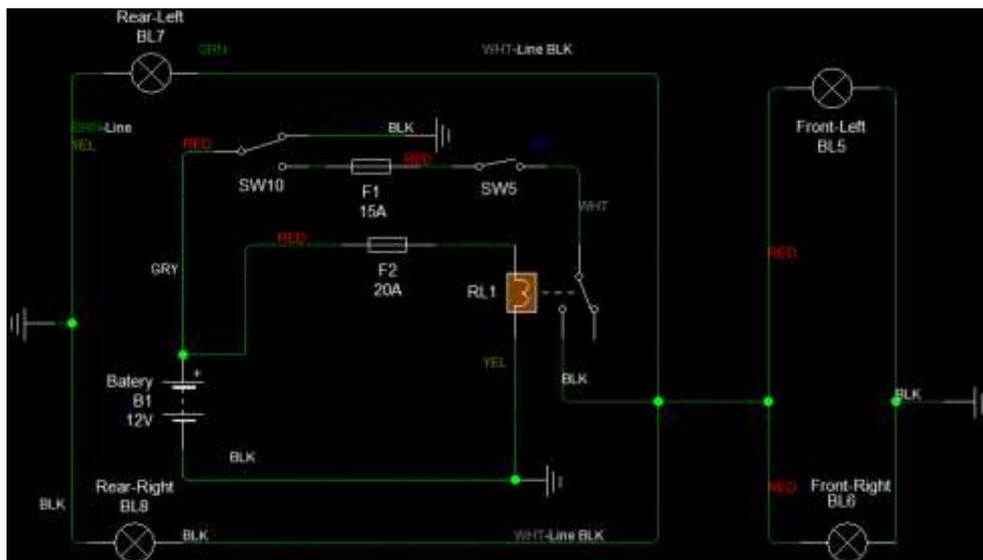
**Tabla 12.**

#### *Descripción general del sistema*

Componente	Función
<b>B1</b>	Es la fuente de alimentación, es decir la batería de accesorios del vehículo que opera con 12 voltios aproximadamente.
<b>F1</b>	Es un fusible de protección de 15 amperios para el panel control táctil.
<b>SW10</b>	Es el switch de contacto que permite el paso de corriente hacia el panel de control táctil.
<b>SW4</b>	Es el switch de control para la activación o desactivación del circuito de barra led.
<b>RL4</b>	Es el relé de protección para el circuito de barra led.
<b>D1, D2, D3, D4....., D10</b>	Representan los focos de la barra led.

### 3.3.3. Luces guías

La misión de estas luces es que determinan la posición del vehículo e indican de manera clara el ancho y la longitud del vehículo. Su empleo es obligatorio durante la noche.



*Figura 28.* Circuito Luces Guías

#### Descripción general del sistema

En la Figura 28, se observa el circuito que se diseñó y montó en el prototipo para el control de luces guía, el mismo que se detalla de la siguiente manera:

**Tabla 13.**

#### *Descripción general del sistema*

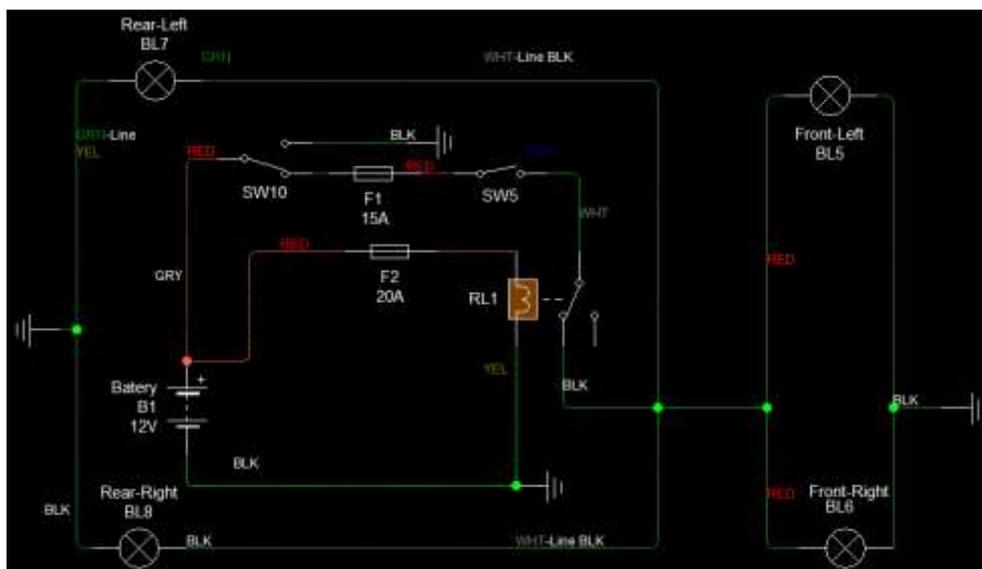
Componente	Función
<b>B1</b>	Es la fuente de alimentación, es decir la batería de accesorios del vehículo que opera con 12 voltios aproximadamente.
<b>F1</b>	Es un fusible de protección de 15 amperios para el panel control táctil.
<b>F2</b>	Es un fusible de protección de 20 amperios para el circuito de luces guías.
<b>SW10</b>	Es el switch de contacto que permite el paso de corriente hacia el panel de control táctil.
<b>SW5</b>	Es el switch de control para la activación o desactivación del circuito de luces guías

**CONTINÚA** →

Componente	Función
<b>RL1</b>	Es el relé de protección para el circuito de luces guías.
<b>BL5</b>	Representa el foco guía delantero izquierdo.
<b>BL6</b>	Representa el foco guía delantero derecho.
<b>BL7</b>	Representa el foco guía trasero izquierdo.
<b>BL8</b>	Representa el foco guía trasero derecho.

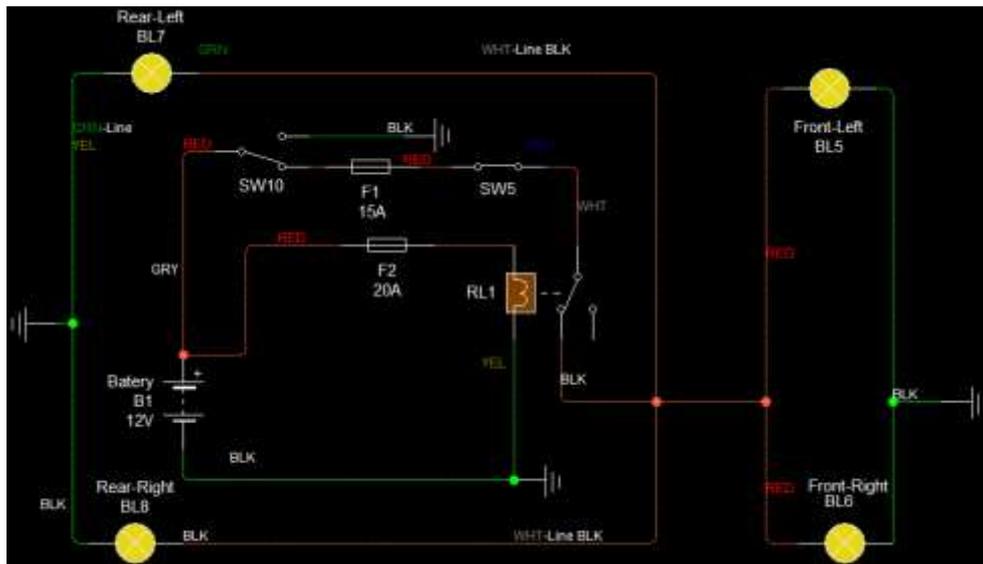
### Funcionamiento del sistema

1. Se cambia la posición de SW10 para activar el panel de control táctil y que el mismo pueda controlar el circuito de luces guías.



**Figura 29.** Activación del panel de control táctil y del relé de luces guías.

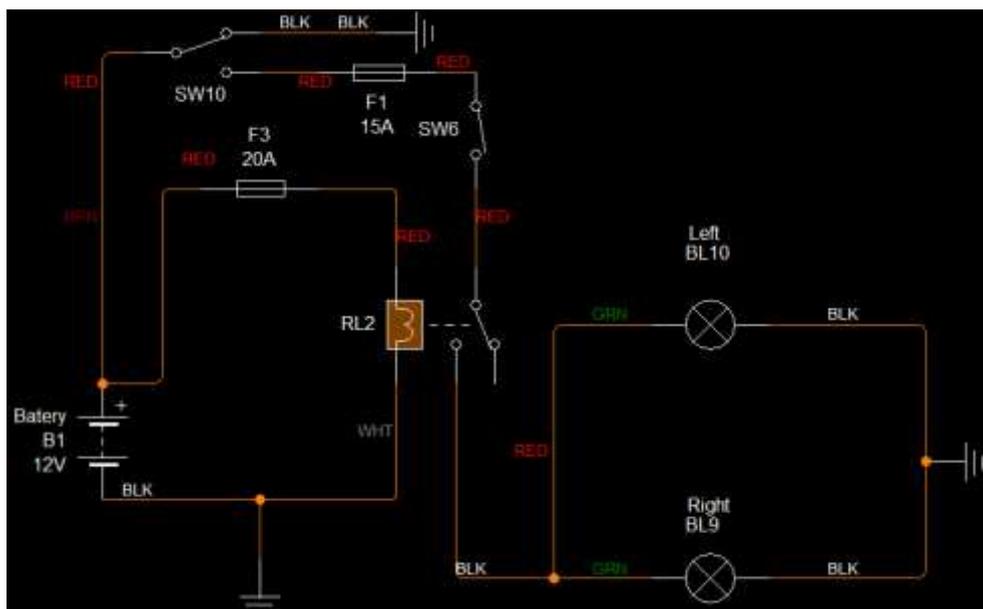
2. Se cambia la posición de SW5 para encender o apagar las luces guías.



*Figura 30.* Activación de las luces guías.

### 3.3.4. Luces bajas.

Su función es la iluminación de corto alcance, también se la conoce como de cruce, brinda un haz luminoso lateral y frontal, pero sin que pueda deslumbrar a otros usuarios de la carretera.



*Figura 31.* Circuito de luces bajas.

## Descripción general del sistema

En la Figura 31 se observa el circuito que se diseñó y montó en el prototipo para el control de luces bajas, el mismo que se detalla de la siguiente manera:

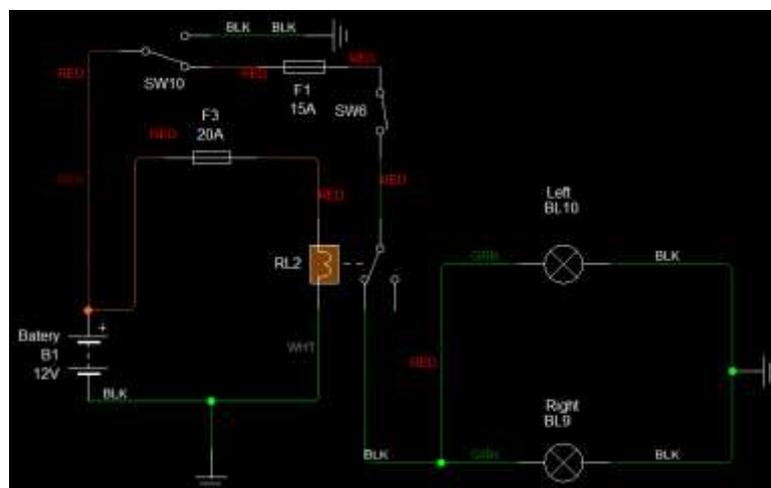
**Tabla 14.**

*Descripción general del sistema*

Componente	Función
<b>B1</b>	Es la fuente de alimentación, es decir la batería de accesorios del vehículo que opera con 12 voltios aproximadamente.
<b>F1</b>	Es un fusible de protección de 15 amperios para el panel control táctil.
<b>F3</b>	Es un fusible de protección de 20 amperios para el circuito de luces bajas.
<b>SW10</b>	Es el switch de contacto que permite el paso de corriente hacia el panel de control táctil.
<b>SW6</b>	Es el switch de control para la activación o desactivación del circuito de luces bajas.
<b>RL2</b>	Es el relé de protección para el circuito de luces bajas.
<b>BL9</b>	Representa el foco delantero izquierdo.
<b>BL10</b>	Representa el foco delantero derecho.

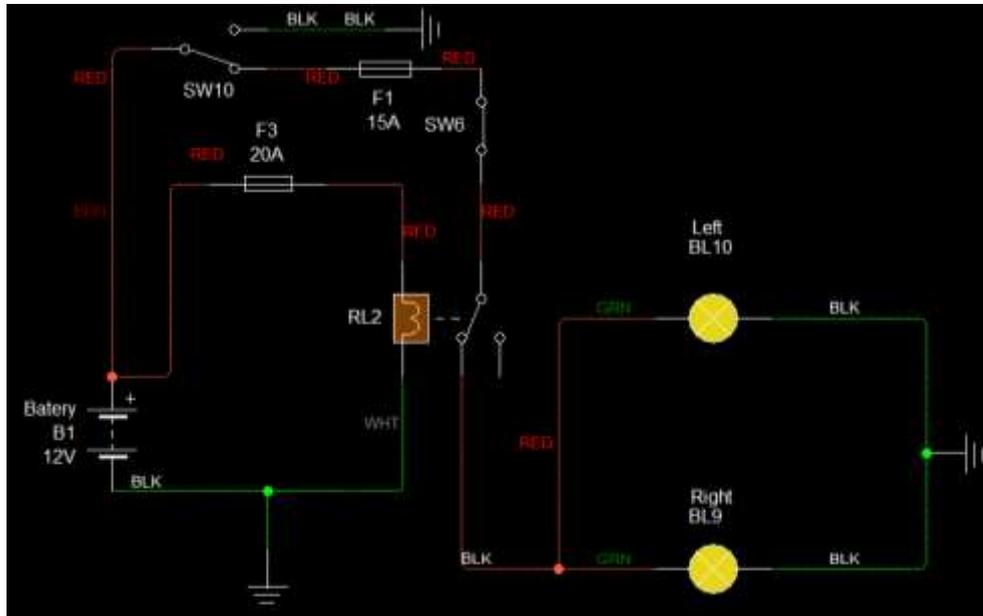
## Funcionamiento del sistema

1. Se cambia la posición de SW10 para activar el panel de control táctil y que el mismo pueda controlar el circuito de luces bajas.



**Figura 32.** Activación del panel táctil y relé de luces bajas.

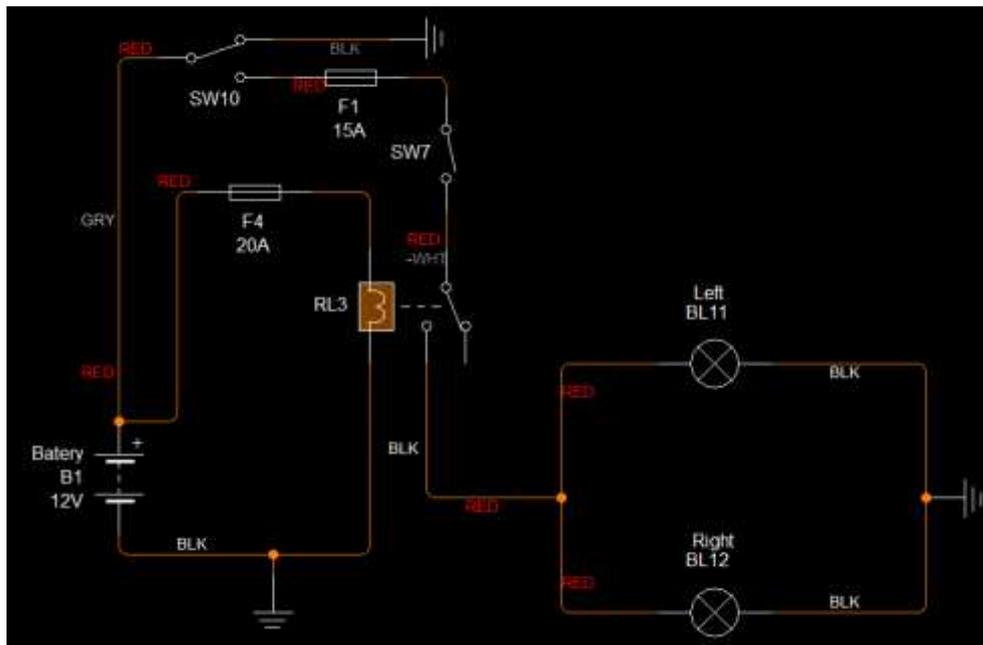
2. Se cambia la posición de SW6 para encender o apagar las luces bajas.



*Figura 33.* Activación de las luces bajas.

### 3.3.5. Luces altas

Su función es brindar una iluminación de largo alcance, también es conocida como luz de carretera, la distribución de la luz centrada e intensa, su uso es tan sólo para cuando se circule solo por la carretera, pues es genera deslumbramiento a otros conductores



*Figura 34.* Circuito de luces altas.

### Descripción general del sistema

En la Figura 34 se observa el circuito que se diseñó y montó en el prototipo para el control de luces altas, el mismo que se detalla de la siguiente manera:

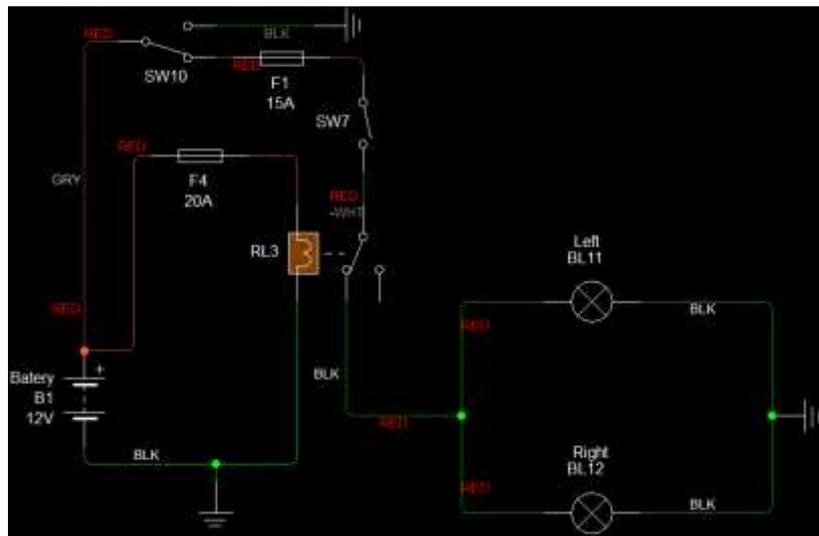
**Tabla 15.**

#### *Descripción general del sistema*

Componente	Función
<b>B1</b>	Es la fuente de alimentación, es decir la batería de accesorios del vehículo que opera con 12 voltios aproximadamente.
<b>F1</b>	Es un fusible de protección de 15 amperios para el panel control táctil.
<b>F4</b>	Es un fusible de protección de 20 amperios para el circuito de luces altas.
<b>SW10</b>	Es el switch de contacto que permite el paso de corriente hacia el panel de control táctil.
<b>SW7</b>	Es el switch de control para la activación o desactivación del circuito de luces altas.
<b>RL3</b>	Es el relé de protección para el circuito de luces altas.
<b>BL11</b>	Representa el foco delantero izquierdo.
<b>BL12</b>	Representa el foco delantero derecho.

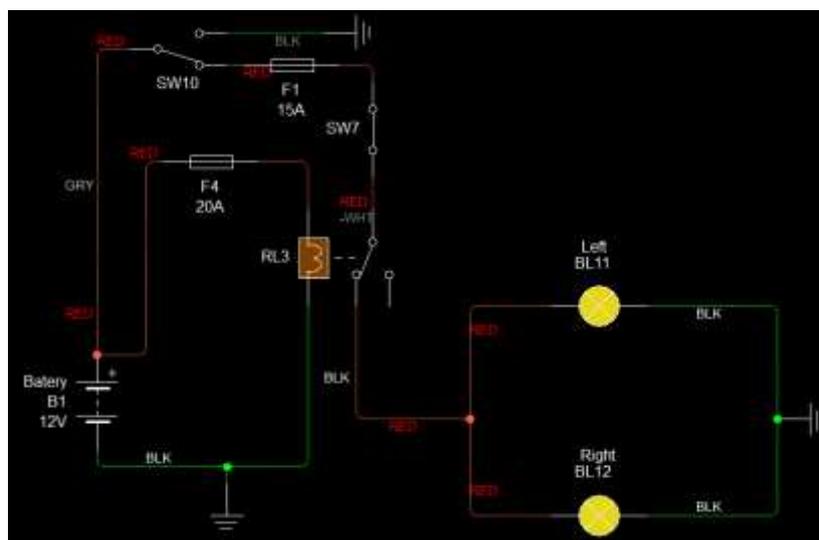
## Funcionamiento del sistema

1. Se cambia la posición de SW10 para activar el panel de control táctil y que el mismo pueda controlar el circuito de luces altas.



*Figura 35.* Activación del panel táctil y relé de luces altas.

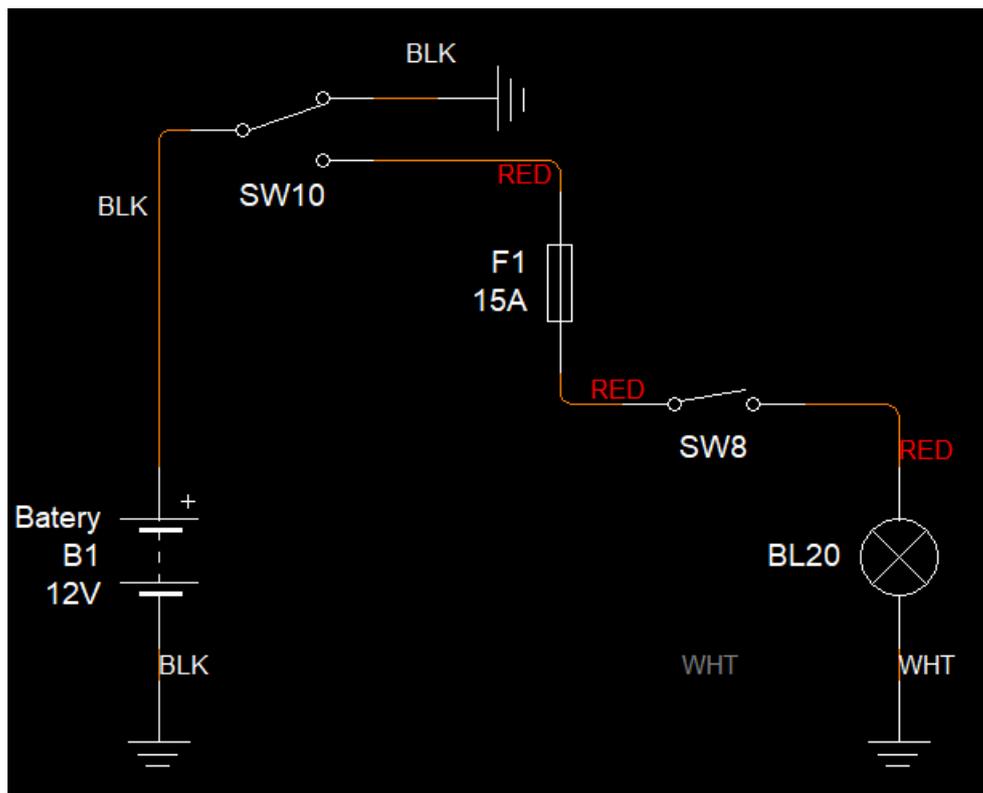
2. Se cambia la posición de SW7 para encender o apagar las luces altas.



*Figura 36.* Activación de las luces altas.

### 3.3.6. Luz de salón

La misión de este sistema es brindar iluminación en el habitáculo del vehículo dando confort y seguridad a los ocupantes del mismo.



*Figura 37.* Circuito de luz de salón.

#### Descripción general del sistema

En la Figura 37, se observa el circuito que se diseñó y montó en el prototipo para el control de luz de salón, el mismo que se detalla de la siguiente manera:

Tabla 16

*Descripción general del sistema*

Componente	Función
<b>B1</b>	Es la fuente de alimentación, es decir la batería de accesorios del vehículo que opera con 12 voltios aproximadamente.
<b>F1</b>	Es un fusible de protección de 15 amperios para el panel control táctil.
<b>F4</b>	Es un fusible de protección de 20 amperios para el circuito de luces altas.
<b>SW10</b>	Es el switch de contacto que permite el paso de corriente hacia el panel de control táctil.
<b>SW8</b>	Es el switch de control para la activación o desactivación del circuito de luz de salón.
<b>BL20</b>	Representa el foco led de la luz de salón.

**Funcionamiento del sistema**

1. Se cambia la posición de SW10 para activar el panel de control táctil y que el mismo pueda controlar el circuito de luz de salón.

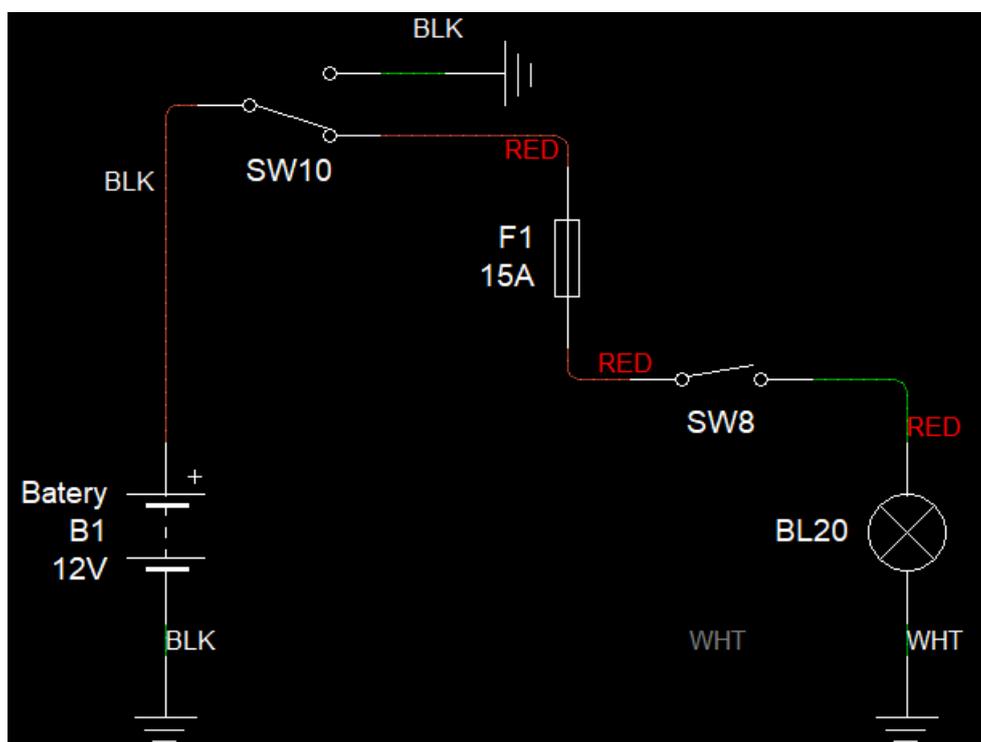
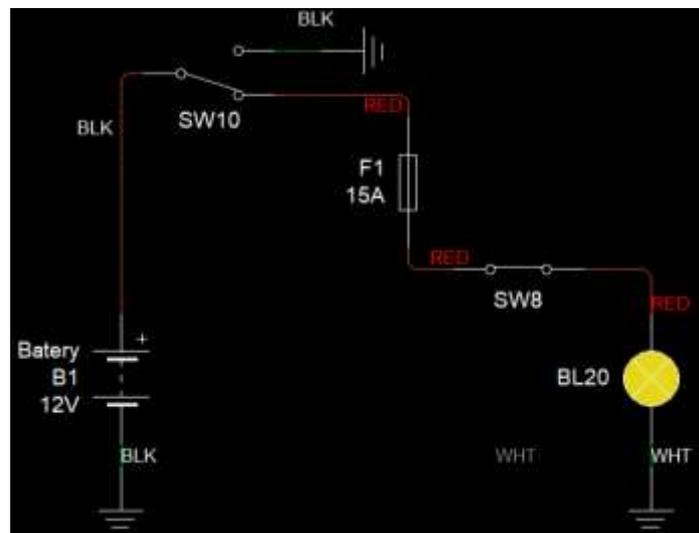


Figura 38. Activación del panel táctil para el encendido de la luz de salón.

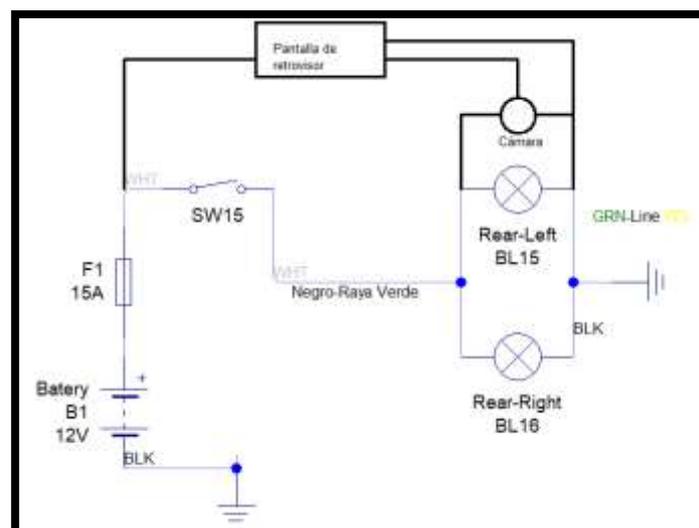
2. Se cambia la posición de SW8 para encender o apagar la luz de salón.



**Figura 39.** Activación de la luz de salón.

### 3.2.7. Luces de marcha atrás.

Indican el retroceso del vehículo e iluminan el camino que queda atrás, se señala mediante dos lámparas de color blanco situadas en la parte posterior del vehículo.



**Figura 40.** Circuito de las luces de retroceso.

## Descripción general del sistema

En la Figura 40, se observa el circuito que se diseñó y montó en el prototipo para la luz de salón, el mismo que se detalla de la siguiente manera:

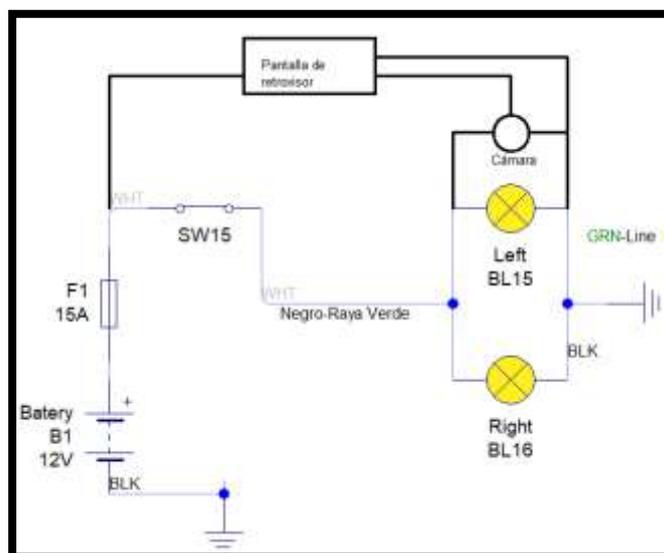
**Tabla 17.**

### *Descripción general del sistema*

Componente	Función
<b>B1</b>	Es la fuente de alimentación, es decir la batería de accesorios del vehículo que opera con 12 voltios aproximadamente.
<b>F1</b>	Es un fusible de protección de 15 amperios para el panel control táctil.
<b>SW15</b>	Es el switch normalmente abierto que permite el paso de corriente cuando se actúa la marcha de retroceso.
<b>BL14</b>	Representa el foco izquierdo de la luz de retroceso.
<b>BL15</b>	Representa el foco derecho de la luz de retroceso.

## Funcionamiento del sistema

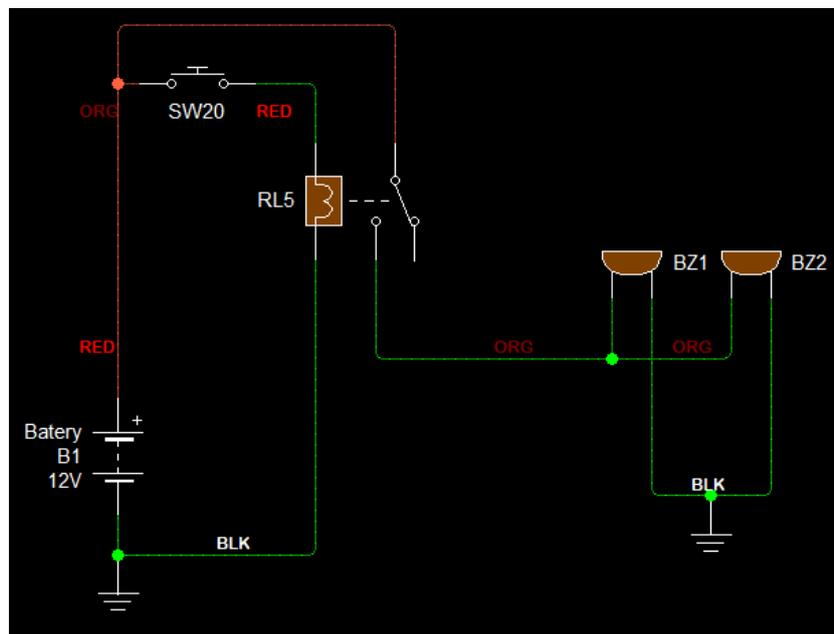
1. Si se cambia la marcha de retroceso se activará el circuito que controla el circuito de luz de retroceso.



**Figura 41.** Funcionamiento de las luces de retroceso.

### 3.3.7. Bocina

Las bocinas eléctricas (claxon) tienen la misión de anunciar la presencia de un vehículo, a larga distancia, en curvas, cruces con otros caminos, y en general en todos aquellos lugares donde la visibilidad es reducida.



*Figura 42.* Circuito eléctrico de las bocinas.

En la Figura 42 se observa el circuito que se diseñó y montó en el prototipo para el funcionamiento de las bocinas, el mismo que se detalla de la siguiente manera:

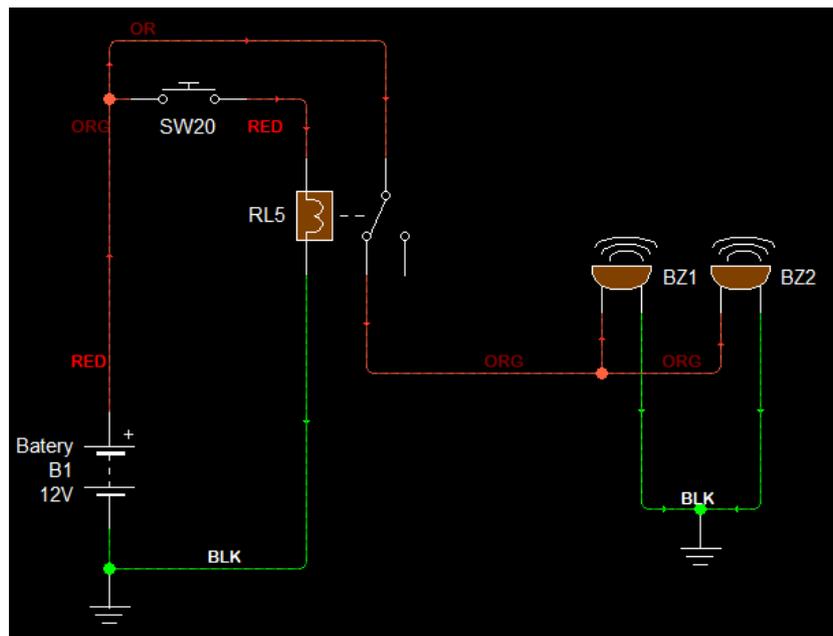
#### Tabla 18.

##### *Descripción general del sistema*

Componente	Función
<b>B1</b>	Es la fuente de alimentación, es decir la batería de accesorios del vehículo que opera con 12 voltios aproximadamente.
<b>RL5</b>	Es el relé de protección para el circuito de las bocinas.
<b>SW20</b>	Es el pulsador que permite el paso de corriente hacia las bocinas cuando se pulsa.
<b>BZ1</b>	Representa la bocina de sonido agudo.
<b>BZ2</b>	Representa la bocina de sonido grave.

## Funcionamiento del sistema

1. Si se pulsa SW20 las bocinas del prototipo se activarán emitiendo un sonido.



*Figura 43.* Funcionamiento de las bocinas.

### 3.4. Sistema de monitoreo del prototipo de vehículo eléctrico Chevrolet San Remo EV

El sistema de monitoreo fue diseñado a partir del levantamiento de las características de funcionamiento del prototipo, se optimizó la obtención de señales para que los parámetros de operación sean monitoreados de manera apropiada.

### 3.5. Descripción de funcionamiento del software de monitoreo

Se desarrolló un software para que permita el monitoreo del prototipo de vehículo eléctrico partiendo de que se utilizó un microcontrolador Arduino Mega el cual maneja un lenguaje de

programación más amigable que un PIC, así que en el Arduino se tiene la programación que permite recibir la información de los sensores instalados con la finalidad que se transmita a un módulo de visualización para que el conductor y ocupantes del prototipo observen los parámetros de operación del mismo.

### 3.6. Cálculo de revoluciones máximas de motor.

A continuación, se detallará cada uno de los cálculos realizados previo al diseño del sistema de monitoreo de los parámetros de funcionamiento del prototipo de vehículo eléctrico.

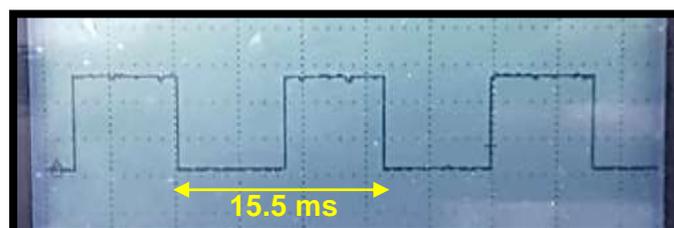
#### 3.6.1 Cálculo de RPM del motor eléctrico del prototipo de vehículo eléctrico Chevrolet San Remo EV

$$RPM_{Máx} = \frac{60000}{T}$$

**Ecuación 1. RPM máximas de un motor a partir de su periodo**

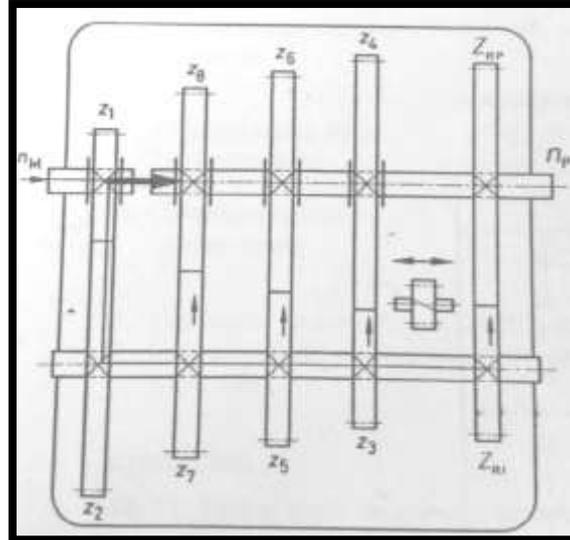
$$RPM_{Máx} = \frac{60000}{15.5ms}$$

$$RPM_{Máx} \approx 3900$$



**Figura 44.** Onda de la señal del Encoder para determinar las RPM cuando el acelerador a fondo.

### 3.6.2. Cálculo de la relación de transmisión del Chevrolet San Remo EV.



**Figura 45.** Relación de transmisión en una caja de cambios.

Donde:

$$Z_1 = 15$$

$$Z_2 = 31$$

$$Z_3 = 16$$

$$Z_4 = 29$$

$$Z_5 = 23$$

$$Z_6 = 24$$

$$Z_7 = 27$$

$$Z_8 = 18$$

$$Z_{ri} = 13$$

$$Z_{rp} = 24$$

#### - Relación de transmisión final en 1ra marcha Chevrolet San Remo EV

$$RT_1 = \frac{Z_2}{Z_4} * \frac{Z_1}{Z_3}$$

**Ecuación 2. Relación transmisión final**

$$RT_1 = \frac{31}{29} * \frac{15}{16}$$

$$RT_1 = 3,75: 1$$

- **Relación de transmisión final en 2da marcha Chevrolet San Remo EV**

$$RT_2 = \frac{Z_2}{Z_6} * \frac{Z_1}{Z_5}$$

$$RT_2 = \frac{31}{24} * \frac{15}{23}$$

$$RT_2 = 2,16: 1$$

- **Relación de transmisión final en 3ra marcha Chevrolet San Remo EV**

$$RT_3 = \frac{Z_2}{Z_8} * \frac{Z_1}{Z_7}$$

$$RT_3 = \frac{31}{18} * \frac{15}{27}$$

$$RT_3 = 1.37: 1$$

- **Relación de transmisión final en 4ta marcha Chevrolet San Remo EV**

$$RT_4 = \frac{1}{1}$$

$$RT_4 = 1: 1$$

- **Relación de transmisión final en marcha de reversa Chevrolet San Remo EV**

$$RT_R = \frac{Z_2}{Z_{rp}} * \frac{Z_1}{Z_{ri}}$$

$$RT_R = \frac{31}{24} * \frac{15}{13}$$

$$RT_R = 3,82:1$$

En la tabla a continuación se detallan los resultados obtenidos de los cálculos de la relación de transmisión del vehículo Chevrolet San Remo.

**Tabla 19.**

*Relaciones de transmisión del vehículo Chevrolet San Remo EV en cada marcha.*

Marcha	Relación de Transmisión Final
<b>1<sup>ra</sup></b>	3,75:1
<b>2<sup>da</sup></b>	2,16:1
<b>3<sup>ra</sup></b>	1,37:1
<b>4<sup>ta</sup></b>	1:1
Reversa	3,82:1

Fuente: (Paredes, 2015)

### 3.6.3. Cálculo de velocidades para un Chevrolet San Remo EV con neumáticos: 170/60

#### R13

Con los datos que proporciona el fabricante del vehículo, se calculó la velocidad que tendrá el vehículo, considerando el número de rpm del motor y la marcha engranada en cada caso.

- **Datos de relaciones de Transmisión de la caja de velocidades**

$$1^{ra} = 3.75$$

$$2^{da} = 2.16$$

$$3^{ra} = 1.37$$

$$4^{ta} = 1$$

$$Reversa = 3.82$$

- **Datos del diferencial**

***Número de dientes de la corona = 50***

***Número de dientes del piñón de ataque = 11***

- ***Relación de transmisión del diferencial***  $= \frac{\text{Piñón conducido}}{\text{Piñón conductor}} = \frac{50}{11} = 4.55$

**Relación total**

***RT = Relación de transmisión del diferencial \* Relación de transmisión de cada marcha***

**Ecuación 3. Relación de transmisión total de un vehículo**

- **Relación total para 1ra**

$$RT1 = 3.75 * 4.55 = 17.06$$

- **Relación total para 2da**

$$RT2 = 2.16 * 4.55 = 9.83$$

- **Relación total para 3ra**

$$RT3 = 1.37 * 4.55 = 6.23$$

- **Relación total para 4ta**

$$RT4 = 1 * 4.55 = 4.55$$

- **Relación total para Reversa**

$$RTRev = 3.82 * 4.55 = 17.38$$

- **Datos del neumático**

***Designación del neumático = 175 / 60 R13***

**Ancho seccional del neumático (mm): 175**

**Perfil del neumático (%): 60**

**Rin del neumático (inch): 13**

- **Cálculo del perímetro del Neumático**

$$\text{Relación de aspecto} = \frac{\text{Ancho seccional del neumático} * \text{Perfil del neumático}}{100}$$

$$= \frac{60 * 175}{100} = 105 \text{ mm} = 10.5 \text{ cm}$$

$$\varnothing \text{ del aro} = \text{número de pulgadas del neumático} * 2.54 = 33.02 \text{ cm}$$

$$\text{Radio} = \frac{1}{2} \varnothing \text{ del aro} + 1 \text{ relación de aspecto} = \frac{33.02}{2} + 10.5 = 27.01 \text{ cm}$$

$$= 0.27 \text{ m}$$

$$\text{Perímetro de la rueda} = 2 * \pi * r = 2 * \pi * 0.27 = 1.70 \text{ m}$$

- **Cálculo de velocidades**

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{RPM} * \text{Perímetro de la rueda(m)} * 60(h)}{\text{RT} * 1000 \text{ km}} * 0.97 * 0.98$$

**Ecuación 4. Velocidad del vehículo**

$$1^{\text{ra}} \text{ Velocidad} = \frac{\text{RPM} * \text{Perímetro de la rueda(m)} * 60(h)}{\text{RT} * 1000 \text{ km}} * 0.97 * 0.98$$

$$= \frac{3900 * 1.70 * 60}{17.06 * 1000} * 0.97 * 0.98 = 22.15 \frac{\text{Km}}{\text{h}}$$

$$2^{\text{da}} \text{ Velocidad} = \frac{\text{RPM} * \text{Perímetro de la rueda(m)} * 60(h)}{\text{RT} * 1000 \text{ km}} * 0.97 * 0.98$$

$$= \frac{3900 * 1.70 * 60}{9.83 * 1000} * 0.97 * 0.98 = 38.45 \frac{Km}{h}$$

$$3^{ra} \text{ Velocidad} = \frac{RPM * \text{Perímetro de la rueda}(m) * 60(h)}{RT * 1000 km} * 0.97 * 0.98$$

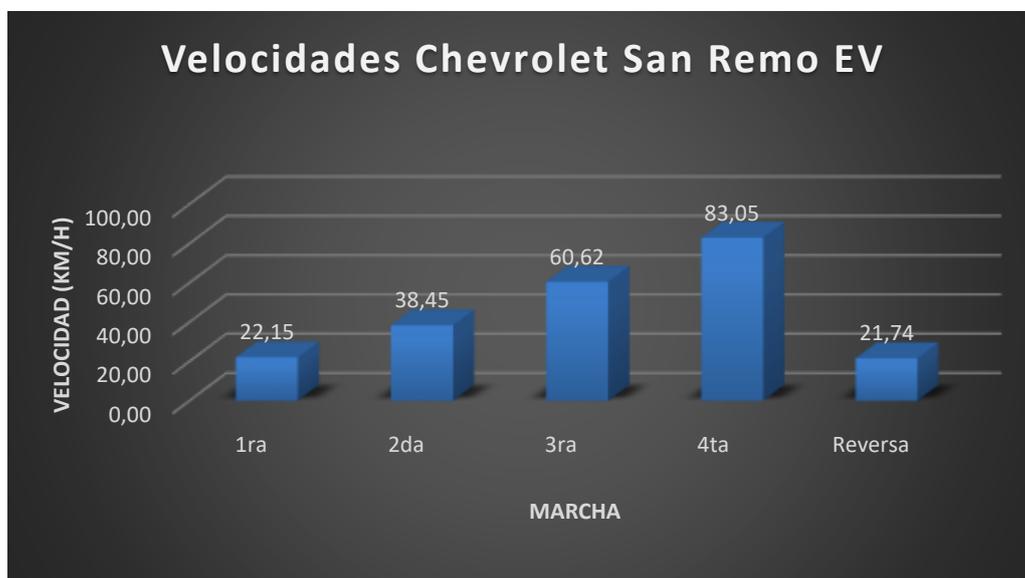
$$= \frac{3900 * 1.70 * 60}{6.23 * 1000} * 0.97 * 0.98 = 60.62 \frac{Km}{h}$$

$$4^{ta} \text{ Velocidad} = \frac{RPM * \text{Perímetro de la rueda}(m) * 60(h)}{RT * 1000 km} * 0.97 * 0.98$$

$$= \frac{3900 * 1.70 * 60}{4.55 * 1000} * 0.97 * 0.98 = 83.05 \frac{Km}{h}$$

$$\text{Velocidad en Reversa} = \frac{RPM * \text{Perímetro de la rueda}(m) * 60(h)}{RT * 1000 km} * 0.97 * 0.98$$

$$= \frac{3900 * 1.70 * 60}{17.38 * 1000} * 0.97 * 0.98 = 21.74 \frac{Km}{h}$$

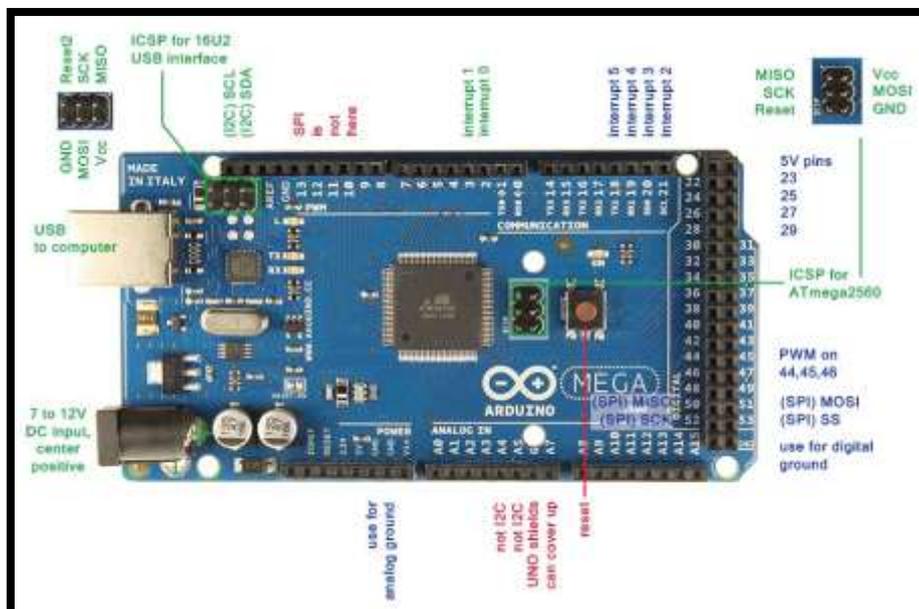


**Figura 46.** Gráfico de la velocidad en (Km/h) en cada marcha del vehículo

### 3.7. Selección de los componentes

#### 3.7.1. Arduino mega 2560

El Arduino Mega es probablemente el microcontrolador más capaz de la familia Arduino, puede ser programado de una manera muy fácil utilizando el lenguaje propio de Arduino junto con la interfaz Arduino IDE.



**Figura 47.** Partes del Arduino Mega 2560.

Fuente: (Arduino, 2019)

En la tabla a continuación se tiene las especificaciones técnicas del Arduino ATmega 2560

**Tabla 20.**

*Especificaciones técnicas del Microcontrolador Arduino ATmega2560*

Microcontrolador:	ATmega2560
(Arduino, 2019) Voltaje Operativo:	5 [V]
Voltaje de Entrada	7-12 [V]
Voltaje de Entrada(límites):	6-20 [V]
Pines digitales de Entrada/Salida:	54 (de los cuales 15 proveen salida PWM)
Pines análogos de entrada:	16

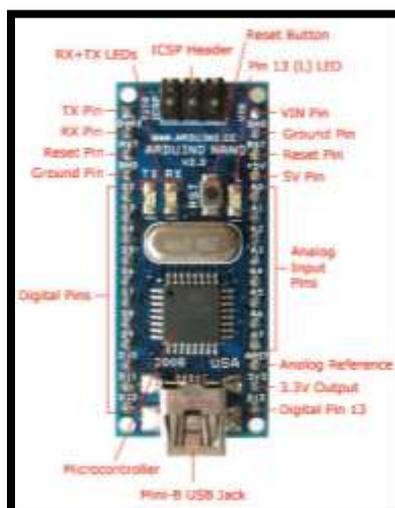
**CONTINÚA** →

Corriente DC por cada Pin Entrada/Salida:	40 [mA]
Corriente DC entregada en el Pin 3.3V:	50 [mA]
Memoria Flash:	256 [KB] (8KB usados por el bootloader)
SRAM:	8[KB]
EEPROM:	4[KB]
Clock Speed:	16 [MHz]

Fuente: (Arduino, 2019)

### 3.7.2. Arduino Nano

El Arduino Nano es un pequeño Microcontrolador basado en el ATmega328. Tiene las mismas funcionalidades que un Arduino UNO, solo que en un tamaño reducido.



**Figura 48.** Partes del Arduino Nano

Fuente: (Arduino, 2019)

**Tabla 21.**

*Especificaciones técnicas del Microcontrolador Arduino ATmega328*

Microcontrolador:	ATmega328
Voltaje Operativo:	5 [V]
Voltaje de alimentación (recomendado):	7-12 [V]
Pines digitales de Entrada/Salida:	14 (de los cuales 6 son PWM)
Memoria Flash:	32 [KB]
EEPROM:	1[KB]
Clock Speed:	16 [MHz]

Fuente: (Arduino, 2019)

### 3.7.3. Pantalla LCD

El Display LCD 20×4 es un dispositivo que otorga la utilización de hasta 80 caracteres alfanuméricos para mostrar mensajes en su amplia pantalla, posee 20 columnas y 4 filas, la luz de fondo es azul y el texto mostrado es de color blanco, lo cual permite una gran visualización.



*Figura 49.* Pantalla LCD 20x4.

**Tabla 22.**

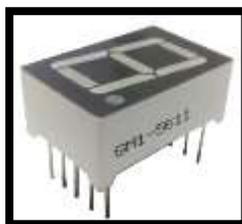
*Especificaciones técnicas de la pantalla LCD*

Parámetro	Valor
Voltaje de operación ( $V_{DD}$ )	4.5 – 5.5 [V]
Corriente de operación ( $I_{DD}$ )	1.2 – 2.2 [mA]
Temperatura de trabajo ( $T_{OPR}$ )	-20 a +70 [°C]
Voltaje alto de entrada ( $V_{IH}$ )	2.2 – $V_{DD}$ [V]
Voltaje bajo de entrada ( $V_{IL}$ )	0 – 0.6 [V]
Voltaje alto de salida ( $V_{OH}$ )	2.4 - $V_{DD}$ [V]
Voltaje bajo de salida ( $V_{OL}$ )	0 – 0.4 [V]

Fuente: (Vishay, 2017)

### 3.7.4. Display de 7 segmentos

El visualizador de siete segmentos (llamado también display) es una forma de representar números en equipos electrónicos. Está compuesto de siete segmentos que pueden encender o apagar individualmente.



**Figura 50.** Display de 7 segmentos

**Tabla 23.**

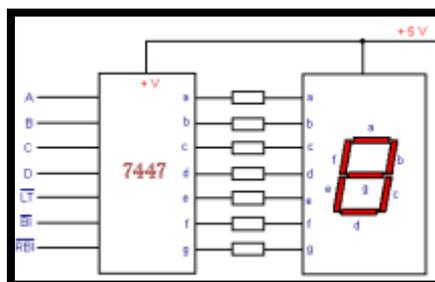
*Especificaciones técnicas del Display 7 segmentos*

Parámetro	Valor
Número de segmentos:	7
Polaridad:	Ánodo común
Número de dígitos / caracteres	1
Voltaje de alimentación mínima	2 [V]
Voltaje de alimentación máxima	3 [V]
Corriente	10 [mA]
Intensidad luminosa	5.6 [mcd]
Tipo de luz del LED	Ultrabrillante
Posición de los pines con respecto al punto	Horizontal
Tamaño del carácter:	1.4 cm X 0.8 cm
Dimensiones del display	1.9 cm X 1.25 cm X 0.7 cm
Número de pines	10

Fuente: (Carrod Electrónica, 2014)

### 3.7.5. Circuito integrado 7447

Es un circuito que decodifica señales binarias de 4 bits en unas líneas de salida que posteriormente pueden ser representadas por un display de 7 segmentos mostrando los dígitos decimales.



**Figura 51.** Diagrama del circuito integrado 7447

**Tabla 24.***Especificaciones técnicas del circuito integrado 7447*

Parámetro	Valor
Familia	LS
Tipo de lógica del circuito	Decodificador y controlador
Número de salidas	7
Tensión de alimentación mínima	4.75 [V]
Tensión de alimentación máxima	5.25 [V]
Corriente	24 [mA]
Temperatura de operación mínima	0 [°C]
Temperatura de operación máxima	70 [°C]
Encapsulado	DIP
Número de pines	16

**Fuente:** (Carrod Electronica, 2014)

**3.7.6. Sensor de velocidad**

**Figura 52.** Sensor de velocidad VSS (camioneta Luv D`max)

Es un captador magnético que se encuentra montado en el transeje donde iba el cable del velocímetro. Emite una señal de corriente alterna la cuál es interpretada como velocidad del vehículo. Tiene en su interior un imán giratorio que genera una onda senoidal de corriente alterna directamente proporcional a la velocidad del vehículo.

Un sensor de velocidad cuenta con tres cables:

- Uno es de alimentación de 12 voltios.
- Otro es de señal y uno más de tierra.
- La señal de giro es transmitida por el cable del velocímetro del motor.

Al aumentar la velocidad del vehículo la frecuencia y el voltaje aumentan, entonces la computadora convierte ese voltaje en Km/h.

### 3.7.7. Enpower International MC3336- 7240

Es un controlador de motor de CA para vehículo eléctrico de baja tensión. Debido a un correcto control de velocidad de rotación del motor, puede obtener un valor de par preciso. Además, brinda una salida en un amplio rango de velocidad de rotación del motor.



**Figura 53.** Internacional Enpower MC3336 – 7240

**Fuente:** (Rodríguez & Vásquez, 2018)

**Tabla 25.**

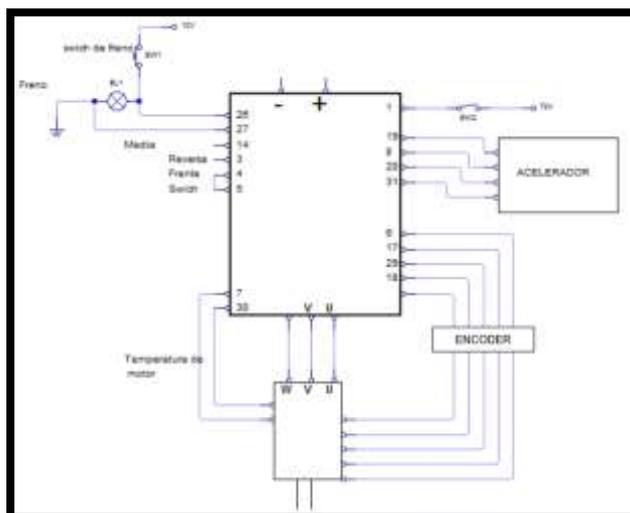
*Especificaciones técnicas del Internacional Enpower MC3336 – 7240*

Marca	International enpower MC3336- 7240
<b>Voltaje de operación</b>	72 [V] Ac
<b>Controlador de inicio de tensión <math>V_{DC}</math></b>	48 [V]
<b>Corriente de salida</b>	350 – 400 [Amp]
<b>Corriente máxima en dos minutos</b>	550 [Amp]
<b>Peso</b>	5 [Kg]
<b>Eficiencia</b>	90 %
<b>Refrigeración</b>	Ventilador
<b>Potencia</b>	30 [Kw]

**Fuente:** (Rodríguez & Vásquez, 2018)

**Tabla 26.***Especificaciones pines de conexión para el Encoder*

<b>Función</b>	<b>Número de pin</b>
<b>Cable de poder 5 v+</b>	6
<b>Señal A</b>	17
<b>Cable de poder 5 v -</b>	29
<b>Señal B</b>	18

**Fuente:** (Rodríguez & Vásquez, 2018)**Figura 54.** Conexión eléctrica del controlador**Fuente:** (Rodríguez & Vásquez, 2018)

### 3.7.8. Monitor de baterías BMV – 700

El BMV-700 es un monitor de baterías de alta precisión. La principal función de un monitor de baterías es calcular los amperios/hora consumidos y el estado de carga de las mismas. El consumo de los amperes/hora se calcula sumando la corriente que entra o sale de la batería. (Victron Energy, 2016)



**Figura 55.** Monitor de baterías BMV – 700

**Fuente:** (Victron Energy, 2016)

**Tabla 27.**

*Especificaciones técnicas del monitor BMV – 700*

Monitor	Victron Energy BMV - 700
Tensión de alimentación	6,5 – 95 [V] Dc
Consumo eléctrico	< 4 [mA]
Capacidad de la batería	1 – 9999 [Ah]
Corriente de fase	-40 +50 [°C]
Puerto de comunicación VE.Direct	Si
Relé	60 [V] (N/A)

**Fuente:** (Victron Energy, 2016)

**Tabla 28.**

*Características de precisión del monitor*

Derivador	500 [A]
Corriente	± 0,01 [A]
Tensión	± 0,01 [V]
Amperios/hora	± 0,1 [Ah]
Autonomía restante	± 1 [min]

**Fuente:** (Victron Energy, 2016)

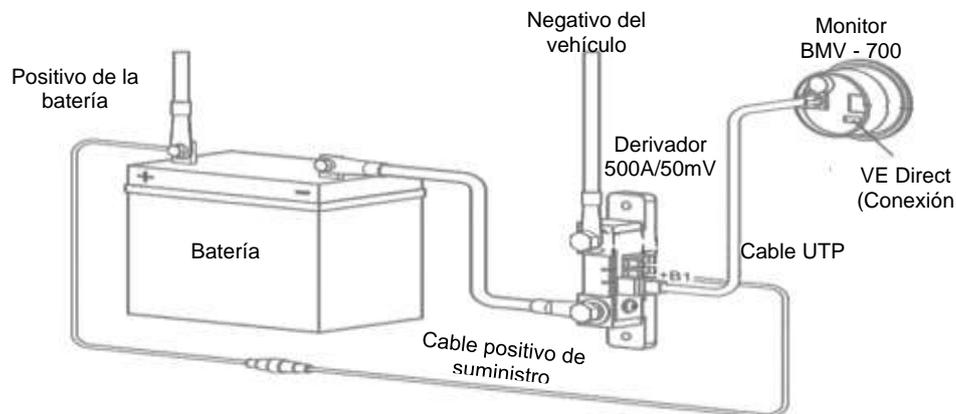
**Tabla 29.**

*Especificaciones de las dimensiones*

Parámetro	Medida [mm]
Diámetro frontal (total)	63
Diámetro cuerpo	52
Profundidad de cuerpo	31

**Fuente:** (Victron Energy, 2016)

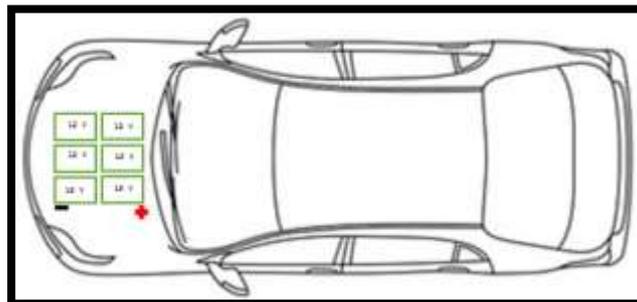
## Esquema de Conexión



**Figura 56.** Conexión del monitor de baterías BMW – 700

**Fuente:** (Victron Energy, 2016)

La disposición de la conexión de las baterías del prototipo de vehículo eléctrico es de seis baterías de 12 V conectadas en serie para sumar el voltaje de 72 V necesarios para el funcionamiento; se muestra a continuación la ubicación de los bornes para la conexión con el monitor:



**Figura 57.** Disposición de las baterías en el prototipo de vehículo eléctrico

### 3.7.9. VE.Direct para Bluetooth Smart dongle

El dongle permite leer datos de todos los productos con un puerto VE.Direct, como los monitores de batería de la serie BMV-70x. Al usar el dongle inteligente VE.Direct to Bluetooth,

puede mostrar su información BMV en dispositivos iOS y Android, usando la aplicación *VictronConnect*, ver información de forma inalámbrica, como el estado de la batería, además de otros datos útiles. (Victron Energy, 2018)



**Figura 58. VE.Direct para Bluetooth Smart dongle**

**Fuente:** (Victron Energy, 2018)

### **Códigos de estado del LED**

- El dongle tiene dos LED, un LED de estado de Bluetooth (azul) y un LED de error (rojo).
- En el encendido, ambos LED se encenderán o alternarán rápidamente (parpadeo rápido).
- Cuando ambos LED están encendidos, el dongle contiene un firmware válido y actuará como puerta de enlace VE.Direct. Cuando ambos LED permanecen encendidos, algo está mal con la comunicación en VE.Direct.
- Cuando los LED se alternan rápidamente, el dongle está en modo de actualización de firmware y se mostrará como dongle en VictronConnect. Después de la conexión, se puede realizar una actualización de firmware. Cuando el dongle ya contenga un firmware válido, volverá a su funcionamiento normal después de 30 segundos.

(Victron Energy, 2018)

### 3.7.10. Aplicación VictronConnect

VictronConnect permite obtener información sobre el estado en vivo y configurar cualquier producto Victron que tenga Bluetooth incorporado o que esté conectado a un dispositivo inteligente Bluetooth VE.Direct. VictronConnect está disponible para usuarios de teléfonos iOS y Android, así como tabletas, (Victron Energy, 2018)



**Figura 59. Aplicación VictronConnect**

**Fuente:** (Victron Energy, 2018)

#### **Tabla 30.**

*Notas de compatibilidad en sistemas operativos, teléfonos y tabletas ANDROID.*

<b>ANDROID</b>	
<b>Dispositivos Android (aplicación)</b>	Desde la versión 4.1
<b>Dispositivos Android (aplicación + bluetooth)</b>	Desde la versión 4.3
<b>El hardware requerido es ARMv7 y versiones posteriores, así como x86</b>	

**Fuente:** (Victron Energy, 2018)

Nota: para versiones de Android 6 y posteriores la aplicación no ha presentado inconveniente alguno en su funcionamiento.

**Tabla 31.**

*Notas de compatibilidad para sistema iOS.*

iOS	
<b>iPhone y iPads (Aplicación)</b>	Bluetooth 4.0
<b>iPhone 4S y versiones posteriores</b>	iOS 8 (o posteriores)
<b>iPad, 3ra generación y posteriores</b>	

**Fuente:** (Victron Energy, 2019)

### **Bluetooth Smart - Emparejamiento y conexión**

1. Habilite la configuración de Bluetooth en su dispositivo, pero no empareje fuera de VictronConnect.
2. Abrir VictronConnect
3. En su teléfono o tableta: baje la pantalla o toque el botón de actualización para iniciar una exploración.
4. En su computadora o computadora portátil: haga clic en el botón "Escanear o Actualizar" a la izquierda.
5. La primera vez que intente conectar el teléfono, se le pedirá que se "vincule" con el dispositivo. Introduzca el código pin. El código pin predeterminado es 000000
6. La conexión está completa.

Desde 'Configuración' puede cambiar los datos relativos al almacenamiento de la batería; configurar alarmas y relés; cambiar los parámetros de carga. (Victron Energy, 2019)

### **Alarmas y errores del producto.**

Detrás de escena, VictronConnect tiene un sistema de monitoreo completo que verifica si

hay alarmas y errores en el producto conectado. Tan pronto como el producto notifica una alarma o error, la alarma / error y su descripción se muestran en la página de datos en vivo.

Nota: Tenga en cuenta que las alarmas y los errores solo se muestran cuando la aplicación está activa. (Victron Energy, 2019)

### 3.7.11. Pantalla táctil KT COMMANDER

Es un panel de interruptores Smart-Touch de la serie KT Commander es una innovación que funciona con tecnología táctil sensible al calor, al igual que un teléfono Inteligente.



**Figura 60.** Pantalla táctil KT COMMANDER

Fuente: (KT Commander, 2016)

**Tabla 32.**

*Especificaciones técnicas de la Pantalla táctil KT COMMANDER*

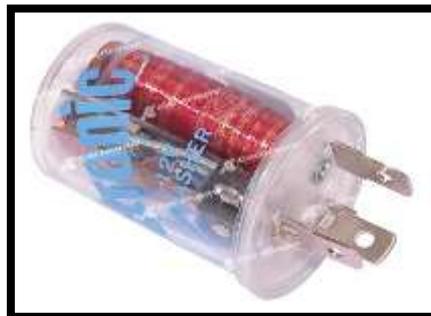
Parámetro	Valor
Tensión de trabajo estimada	12 [V]
Consumo de corriente apagado	230 [mA]

**CONTINÚA** →

Voltaje mínimo de operación	8,5 [V]
Voltaje máximo de operación	18 [V]
Salida de corriente estimada por cada switch	20 [A]
Corriente máxima estimada de carga por cada switch	22 [A]
Salida de potencia estimada por cada switch	240 [W]
Potencia de carga estimada por cada switch	265 [W]
Tiempo de respuesta por cada switch	< 60 [mS]
Rango de temperatura ambiente	-20 a 60 [°C]
Humedad relativa	10 – 90 %
A prueba de agua	SI

Fuente: (KT Commander, 2016)

### 3.7.12. Destellador electrónico (FLASHER)



**Figura 61.** Destellador electrónico (Flasher)

El destellador electrónico de luces direccionales al igual que el flasher realiza la misma función; cortar y permitir el paso repetidamente para hacer destellar las luces direccionales o de emergencia.

Normalmente trae tres conectores o patas y estas son X P L

- X – es positivo de contacto de chapa
- P – es la luz de tablero, las flechas verdes
- L – es la salida que es intermitente

**Tabla 33.***Especificaciones técnicas del destellador electrónico*

Parámetro	Valor
Voltaje de operación	12 [V]
Potencia de operación	50 [W]

**3.7.13. Cámara de retroceso**

Es una cámara de respaldo que se monta con facilidad junto a la placa del vehículo; para que transmita el video a un monitor en el habitáculo del vehículo al momento en que el conductor selecciona la marcha hacia atrás.

**Figura 62.** Cámara de Retroceso

Fuente: (Mercado Libre, 2019)

**Tabla 34.***Especificaciones técnicas de la cámara de retroceso*

Parámetro	Valor
Voltaje de operación	12 [V]
Calidad del video	50 [W]
Iluminación	0.3 [Lux]
Alcance	170 [°]
A prueba de agua	Si
A prueba de golpes	Si
Sensor de imagen	OV 1/3" Color CMOS
Píxeles	628xRGBx582
Compatibilidad	PAL/NTSC

Fuente: (Mercado Libre, 2019)

### 3.7.14. Monitor de espejo retrovisor

Es una pantalla para cámara de coche que tiene diversas funciones además de permitir al conductor mientras el vehículo va de reversa, es un accesorio que brinda un mayor confort a los ocupantes.



**Figura 63.** Monitor de espejo retrovisor

Fuente: (Deal Xtreme, 2017)

**Tabla 35.**

*Especificaciones técnicas de la cámara de retroceso*

<b>Parámetro</b>	<b>Característica</b>
<b>Voltaje de operación</b>	12 [V]
<b>Potencia Nominal</b>	7 [W]
<b>Tamaño</b>	7 [pulgadas]
<b>Resolución</b>	800RGBx480
<b>Relación de aspecto</b>	16:9/4:3
<b>Formato de los medios digitales</b>	JPEG,MP3,WMA,Mp4Max
<b>Compatibilidad</b>	PAL/NTSC

(Deal Xtreme, 2017)

## CAPÍTULO 4

### 4. IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS

En este capítulo se especifica la implementación de los componentes en el prototipo de vehículo eléctrico, y la realización de las pruebas de operación tanto del sistema de monitoreo como del panel de control táctil para la activación del sistema de alumbrado y accesorios.

#### 4.1. Implementación del sensor de velocidad del prototipo Chevrolet San Remo EV

En la tabla a continuación se detalla el montaje del sensor de velocidad (Vss) en el prototipo de vehículo eléctrico para la obtención de la información de la velocidad del mismo.

**Tabla 36.**

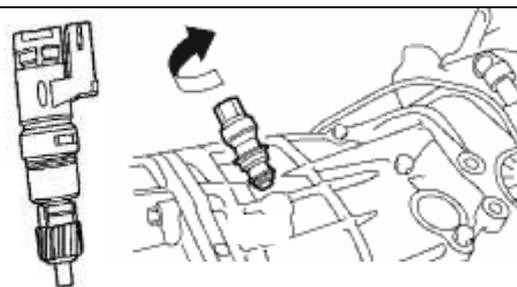
*Instalación del sensor de velocidad.*

Parámetro	Figura
<p>Sensor de velocidad instalado en el prototipo de vehículo eléctrico.</p>	

**CONTINÚA** →

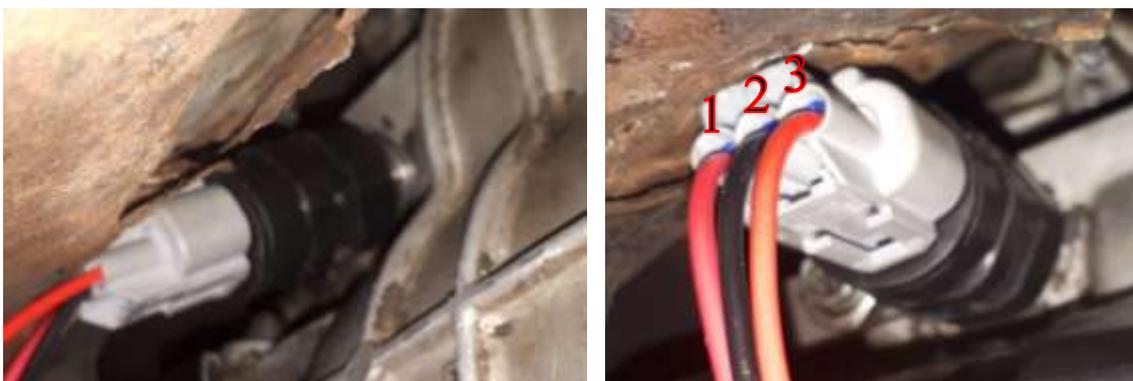
---

Este sensor se montó en el transeje donde iba el cable del velocímetro.



---

#### Instalación en el prototipo:



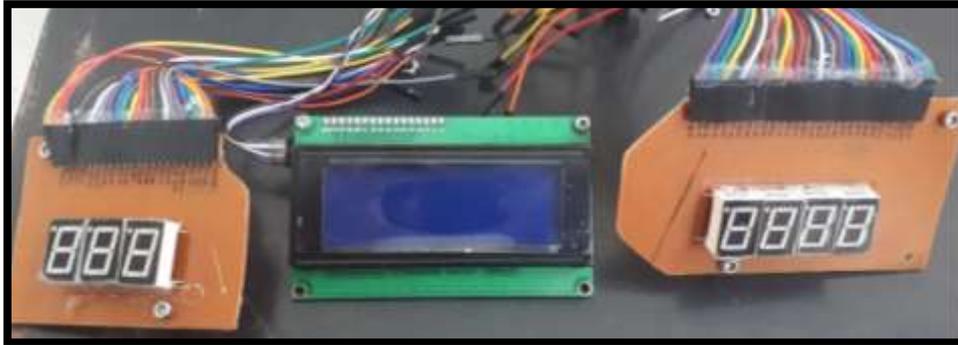
- 1: cable de señal  
2: cable negativo (tierra)  
3: cable positivo (alimentación de 12 voltios.)
- 

#### 4.2. Instalación del módulo de visualización en el tablero del prototipo.

El módulo de visualización consta de dos conjuntos de display de siete segmentos:

- Uno para las RPM.
- Uno para la velocidad del vehículo en Km/h.

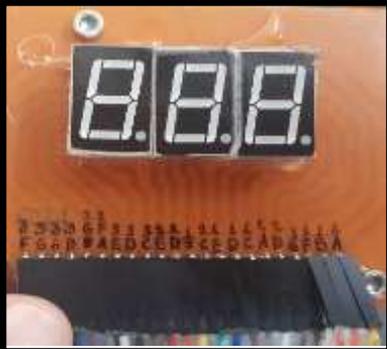
Y de una pantalla LCD 20X4 en la cual se visualiza información del vehículo Chevrolet San Remo EV.



**Figura 64.** Componentes del módulo de visualización del prototipo de vehículo eléctrico.

**Tabla 37.**

*Componentes del módulo de visualización*

Parámetro	Figura
<p>Conjunto de display para las RPM, está conformado por 4 display de siete segmentos, soldados a una placa de baquelita.</p>	
<p>Conjunto de display para la velocidad del prototipo, está conformado por 3 display de siete segmentos, soldados a una placa de baquelita.</p>	
<p>Pantalla LCD 20X4 en la cual se visualiza un mensaje informativo del motor del prototipo de vehículo eléctrico.</p>	
<p>Módulo de visualización armado en el soporte.</p>	

**CONTINÚA** →

---

Soporte en el cual va montado el módulo de visualización en el tablero del prototipo.



---

Instalación en el tablero del prototipo:

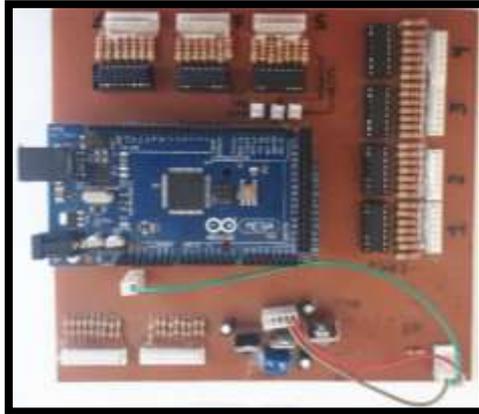


### **4.3. Monitoreo del prototipo de vehículo eléctrico.**

El monitoreo del prototipo de vehículo eléctrico está compuesto por una placa en la cual se tiene un Arduino MEGA 2560, en cual procesa controla la información referente a la velocidad, tanto en revoluciones por minuto como en kilómetros por hora, y de un Arduino NANO, el cual permite la visualización de un mensaje en el prototipo de vehículo eléctrico para que a través del módulo de visualización en el tablero del prototipo, los usuarios tengan el conocimiento en tiempo real de los parámetros de funcionamiento del automotor.

#### **4.3.1. Placa principal para monitoreo prototipo de vehículo eléctrico**

Está constituida por el microcontrolador Arduino Mega el cual recibe las señales del Encoder para enviarlas a cada circuito integrado de los display de 7 segmentos para que estos emitan las cantidades de las RPM del motor del prototipo de vehículo eléctrico, así mismo se tiene que a través del puerto serial recibe la información enviada por el sensor de velocidad instalado en la caja de velocidades, para que de igual manera se visualice la velocidad a la que se encuentra el vehículo en Km/h.



*Figura 65.* Placa principal para el monitoreo del prototipo de vehículo eléctrico

#### 4.3.2. Velocidad y RPM del prototipo

Las señales que permiten contabilizar las RPM se obtuvieron a partir del encoder que tiene el motor eléctrico del prototipo, y mediante el microcontrolador se transmiten en valores hacia el módulo de visualización al igual se tiene con el sensor de VSS que se implementó, este permite que se reciba las señales para la obtención de la velocidad del vehículo.



*Figura 66.* Placa principal y módulo de visualización para el monitoreo del prototipo de vehículo eléctrico.

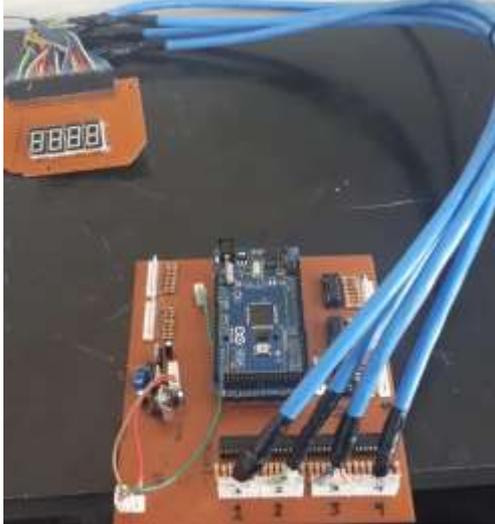
### 4.3.3. Comunicación entre el sistema de monitoreo y el módulo de visualización.

El sistema de monitoreo se comunica a través de los pines del Arduino Mega que envían la información a los circuitos integrados 7447 que son los encargados de transmitir a cada uno de los display para que se visualice según corresponda los valores de la velocidad y de RPM del prototipo de vehículo eléctrico.

A continuación se detalla cada uno de los parámetros que conforman la comunicación entre el Arduino y los display.

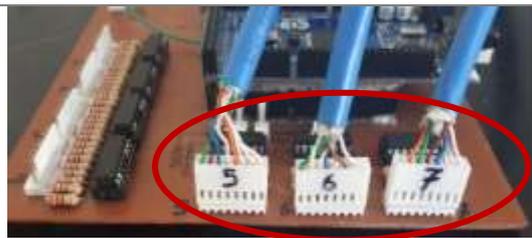
**Tabla 38.**

*Características de comunicación entre el sistema de monitoreo y el módulo de visualización.*

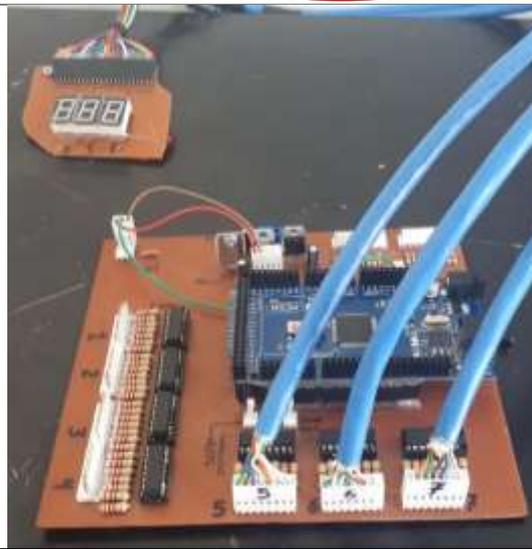
<b>MÓDULO DE REVOLUCIONES POR MINUTO</b>	
<p>Los puertos numerados del 1 a 4 corresponden a cada circuito integrado 7447, que brinda los valores a cada display del módulo de visualización de las RPM.</p>	
<p>El módulo de visualización de las RPM conectado a la placa de procesamiento de información del Arduino Mega.</p>	
<b>MÓDULO DE VELOCIDAD EN KM/H</b>	

**CONTINÚA** →

Los puertos numerados del 5 a 7 corresponden a cada circuito integrado 7447, que dispone la salida a cada display del módulo de visualización de la velocidad del prototipo.



El módulo de visualización de la velocidad con su respectiva conexión a la placa de procesamiento de información del Arduino Mega.



#### 4.4. Pruebas de funcionamiento del módulo de monitoreo.

Se realizaron pruebas de funcionamiento del todo el sistema para monitorear al prototipo de vehículo eléctrico, se probaron en varias etapas de funcionamiento previo al montaje en el tablero del coche.

A continuación, se presentan las diferentes pruebas que se hicieron en con el módulo de monitoreo.

**Tabla 39.***Pruebas de funcionamiento del módulo de monitoreo***MÓDULO DE REVOLUCIONES POR MINUTO – VELOCIDAD [Km/h]**

Se tiene la prueba realizada cuando el vehículo estaba en neutro y con el acelerador a fondo se tiene que el valor máximo de RPM es de 3900 aproximadamente, antes del montaje definitivo en el tablero del prototipo.



Prueba con el coche en ruta, en conducción con una velocidad de 20 [Km/h], a 2800 RPM, en segunda velocidad, como herramienta para la comprobación de la precisión del sistema de monitoreo, se utilizó una aplicación de un velocímetro digital, el cual mediante un teléfono celular, corroboró lo que marco (20 Km/h) en el módulo de visualización de los parámetros de funcionamiento del prototipo de vehículo eléctrico.



En otra prueba realizada a mayor velocidad se tuvo que el prototipo alcanza una velocidad de 35 [Km/h], en tercera velocidad, se muestra de igual manera la verificación en el velocímetro digital, que el sistema de monitoreo implementado tiene una acertada precisión al marcar la velocidad, tanto de las RPM como a la que circula el prototipo de vehículo eléctrico.



#### 4.5. Sistema de monitoreo de baterías.

Para el monitoreo de las seis baterías que permiten el funcionamiento del prototipo, se utilizó el monitor BMV – 700, el cual es una herramienta que permite tener informado a los ocupantes del vehículo a través de una pantalla digital donde se muestran los parámetros de funcionamiento del pack de baterías, así también mediante la aplicación VictronConnect, se tienen toda la información en un dispositivo móvil.

Se muestra a continuación el proceso de ajuste inicial, y de configuración tanto del monitor como de la aplicación para dispositivos inteligentes.

#### Tabla 40.

*Configuración inicial del monitor BMV – 700 y de la aplicación VictronConnect*

---

##### Monitor de baterías BMV – 700

---

Se visualiza la configuración del monitor cuando el prototipo se encuentra con su totalidad de carga, se evidencia la precisión del artefacto para tener un control adecuado del pack de baterías instalado en este automotor. Se tiene un valor de voltaje total del pack de 75.69 [V], comprobando juntamente con el multímetro.



Se observa la configuración del monitor cuando se tiene el voltaje al 100%, para que este lleve un preciso control de los parámetros de funcionamiento del pack de baterías del prototipo.



**CONTINÚA** →

---

### Aplicación VictronConnect

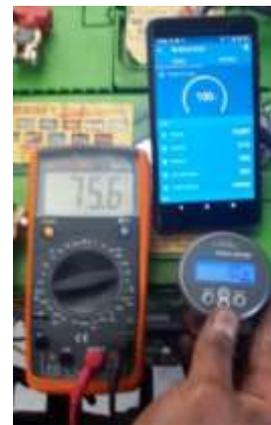
---

Se tiene la configuración de la aplicación VictronConnect en conjunto con el monitor de BMV – 700, cuando la tensión del pack de baterías está al 100% de su carga con un valor de 75,69 [V].



Se tiene la visualización de los parámetros de las baterías es la potencia, se puede evidenciar que el monitor tiene una correcta precisión y se observa los mismos valores tanto en el monitor como en la aplicación VictronConnect en el smartphone.

La potencia que se tiene es de 10 [W].



Otro de los parámetros de las baterías es el consumo, al igual se puede visualizar el mismo valor tanto en el monitor como en la aplicación VictronConnect en el smartphone.

El consumo que se tiene es de 0.14 [A].



---

#### 4.6. Reacondicionamiento e instalación del sistema de iluminación del prototipo de vehículo eléctrico.

Se realizó un reacondicionamiento de todo el sistema eléctrico y de iluminación se desechó

la mayor parte del cableado obsoleto y se colocó uno nuevo, además de nuevas boquillas porque se encontró las instalaciones eléctricas no estaban en un estado funcional, por lo que se hizo un cambio total en total en el sistema de alumbrado para tener una correcta operación de todo el sistema de luces del prototipo.

**Tabla 41.**

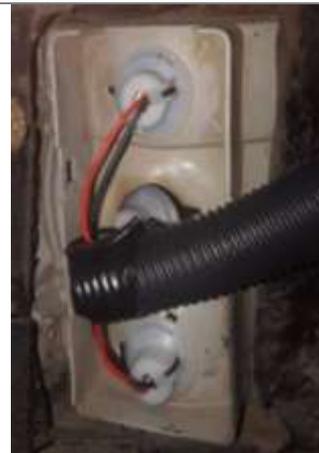
*Funcionamiento del panel de control táctil.*

Descripción	Figura
<p>Se realizó el cambio de los componentes eléctricos del prototipo, se desecharon:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cables</li> <li>- Relays</li> <li>- Fusibles</li> </ul> <p>Que se encontraron en un estado obsoleto, por lo que se procedió a la colocación de un nuevo sistema eléctrico y de alumbrado total.</p>	
<p>Se encontraron en malas condiciones y sin funcionamiento el sistema de luces posteriores, para lo cual se hicieron adecuaciones con nuevas boquillas y luces.</p>	

**CONTINÚA** →

---

El cableado nuevo y sistema de luces que se instaló es para que no existan inconvenientes en la operación del panel táctil, brindando un correcto funcionamiento en todo el alumbrado del prototipo de vehículo eléctrico.



---

En la parte delantera del prototipo también se encontraron que el cableado estaba deteriorado por lo que se puso nuevos cables, boquillas y focos.



---

#### **4.7. Instalación de la pantalla táctil.**

##### **Conexión del sistema de iluminación del vehículo.**

Posterior al reacondicionamiento del sistema de iluminación se procedió a hacer la instalación de la pantalla táctil en el tablero del prototipo en un lugar que sea accesible y no entorpezca la conducción, además de ser un sistema de comando moderno de acorde a las nuevas tecnologías existentes.

Se presenta a continuación el procedimiento de instalación del panel táctil.

**Tabla 42.***Instalación del panel de control táctil.*

Descripción	Figura
<p>El panel táctil tiene pines para la conexión de 8 salidas, las cuales se definieron según los componentes del sistema de alumbrado del prototipo, además tiene un voltímetro que permite saber el estado de la batería de 12 [V], la misma que es la fuente de alimentación del sistema eléctrico.</p>	
<p>Se conectaron cada una de las salidas definidas juntamente con los cables que vienen de la batería de accesorios, a cada puerto según se muestra.</p>	
<p>Se tiene a las 8 salidas con las que consta, están definidas como se muestra en la tabla de funcionamiento del panel táctil.</p>	
<p>Una vez que se tiene todo conectado correctamente, tenemos que en funcionamiento el panel táctil, en donde se aprecia a cada una de las salidas identificadas con la representación gráfica según las normas, para el sistema iluminación.</p>	

**CONTINÚA** →

Posterior a la prueba de funcionamiento se procede a colocar el panel táctil en el área ya definida para el mismo, a fin de que el conductor tenga accesibilidad sin obstaculizar mientras se conduce el prototipo de vehículo eléctrico.



Se tiene la pantalla táctil en funcionamiento en la tabla a continuación se va a explicar el funcionamiento de cada uno de los comandos para el accionamiento del sistema de alumbrado del prototipo de vehículo eléctrico.

**Tabla 43.**

*Funcionamiento del panel de control táctil.*

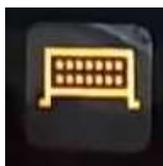
Ítem	Comando sin activar	Comando activado	Figura
Salida 1: Direccional izquierda			
Salida 2: Direccional derecha			

*CONTINÚA* →

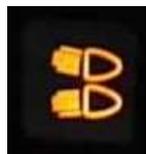
Salida 3:  
Luces de  
parqueo



Salida 4:  
Barra Led



Salida 5:  
Luces guías



CONTINÚA →

Salida 6:  
Luces bajas



Salida 7:  
Luces altas



Salida 8:  
Luz de salón



## 4.8. Instalación de los accesorios

Para brindar un mayor confort a los ocupantes del prototipo de vehículo eléctrico se instalaron accesorios modernos que no solo permiten una conducción más segura, además dan un mejor aspecto al mismo.

A continuación, se detallan cada uno de los accesorios montados en el prototipo.

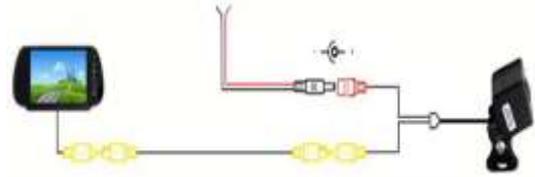
### 4.8.1. Cámara de retro y pantalla retrovisor

#### Tabla 44.

*Instalación cámara de retro y pantalla retrovisor.*

Parámetro	Figura
<p>Con la broca que se muestra en la figura se realizó la perforación junto a la placa del prototipo del vehículo eléctrico debido a que este es el lugar más indicado para la instalación de la cámara de retroceso.</p>	
<p>Se visualiza a la cámara de retroceso en funcionamiento.</p>	
<p><b>Conexión con el monitor de la cámara de retroceso</b></p>	
<p>Se realizaron las conexiones según se muestra en el diagrama de instalación con el monitor en el retrovisor.</p>	

**CONTINÚA** →



Se observa en funcionamiento el monitor de la cámara de retroceso instalados en el prototipo.



## CAPÍTULO V

### 5. MARCO ADMINISTRATIVO

#### 5.1. Recursos

##### 5.1.1. Recursos humanos

El recurso humano que intervendrá en la ejecución de la investigación es el siguiente:

**Tabla 45.**

*Recursos Humanos*

Ord.	Descripción	Cantidad	Función
1.	Jhonatan Bonifaz	1	Investigador
2.	Manuel Tipanta	1	Investigador
3.	Ing. Germán Erazo	1	Colaborador Científico
4.	Ing. José Quiroz	1	Colaborador Científico

##### 5.1.2. Recursos materiales

Para el desarrollo de la investigación es necesario elementos y componentes que se presentan a continuación:

**Tabla 46.**

*Recursos materiales*

Ord.	Cantidad	Detalle	Costos unitarios	Costo total USD
1.	1	Arduino MEGA 2560	40	40
2.	2	Arduino NANO	10	20
3.	5	Regulador de voltaje de 5 V	1.5	7.5

**CONTINÚA** →

<b>Ord.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Detalle</b>	<b>Costos unitarios</b>	<b>Costo total USD</b>
4.	2	Step Down para Arduino	10	20
5.	6	Relés 12 V, 30 A	5	30
6.	1	Panel de control táctil	400	400
7.	1	Monitor de baterías BMV – 700	350	350
8.	1	VE. Direct Bluetooth	150	150
9.	7	Display de 7 segmentos	1	7
10.	1	Pantalla GLCD 20x4	20	20
11.	1	Monitor de espejo retrovisor	80	80
12.	1	Cámara de retroceso	20	20
13.	1	Adaptación el tablero	250	250
14.	30 metros	Cable calibre 18	1	30
15.	7 metros	Cable Rojo Calibre 6	3	21
16.	7 metros	Cable Negro Calibre 6	3	21
17.	1	Fusilera	8.5	8.5
18.	4	Diodos de 6ª	1.5	6
19.	6	Diodos 1ª	0.25	1.5
20.	3	Destellador Electrónico	5	15
21.	4	Boquillas de dos puntos	1.5	6
22.	4	Boquillas de un punto	1.5	6
23.	6	Termistores	2	12
24.	1	Lima Triangular	2	2
25.	1	Foco de luz de salón	10	10
26.	4	Brocas	1.5	6
27.	8 metros	Cable UTP apantallado	2	16
28.	1	Movilización	250	250
29.		Documentación	50	50
30.		Adaptaciones de sensores	50	50
31.	1	Sensor VSS	60	60
32.	1	Barra led	70	70
33.	1	Memoria USB	10	10
34.	1	Radio MP3	100	100
35.	2	Bocinas	12.5	25
36.	2	Parlantes	80	80
37.	1	Pulsador para pito	2	2
38.	20	Terminales de cables	0.25	5
39.	4	Focos de dos puntos	1	4
40.	4	Focos de un punto	1	4
41.	2	Bornes de Batería	2.5	5
42.	1	Soporte para el sistema electrónico	50	50
43.	15	Fusibles	0.5	7.5
44.	8 metros	Manguera corruga ¾ inch	0.5	4
45.	4 metros	Manguera corrugada 9/16	0.4	1.6
46.	7 metros	Alambre de timbre	0.25	1.75
47.	1	Manija de puerta copiloto	10	10
48.	1	Cinta de doble faz	2	2
49.	1	Componentes para la construcción del módulo de monitoreo	120	120
50.	1	Batería Ecuador	100	100
51.	1	Costos de importación	200	200
52.	1	Gastos del vehículo	1000	1000
<b>TOTAL</b>				<b>3767.35</b>

### 5.1.3. Recursos tecnológicos

Para la realización correcta de la investigación es necesario contar con equipos tecnológicos que se mencionan a continuación:

**Tabla 47.**

*Recursos Tecnológicos*

<b>Ord.</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>
1.	Computador personal	1	300
2.	Multímetro Truper MUT – 39	1	60
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 360</b>

### 5.2. Costo neto del proyecto

El costo neto del proyecto titulado como “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE ACCESORIOS DE LA ILUMINACIÓN Y MONITOREO DE UN PROTOTIPO DE VEHÍCULO ELÉCTRICO”, resulta de la suma de los recursos utilizados, obteniendo como suma total: \$ 4047,35.

**Tabla 48.**

*Costo neto del proyecto*

<b>Descripción</b>	<b>Costo neto USD</b>
Recursos materiales	3767,35
Recursos tecnológicos	360
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 4127,35</b>

## CONCLUSIONES

- Se implementó un sistema electrónico de control de los accesorios de la iluminación y monitoreo de los parámetros de operación de un prototipo de vehículo eléctrico, el cual permite al conductor observar el estado de funcionamiento del mismo a través de un módulo de visualización y activar el sistema de alumbrado utilizando un panel táctil.
- Se obtuvo la información y documentación en fuentes confiables referente al manejo e instalación de tableros de control, para el monitoreo de los parámetros de funcionamiento mediante un módulo de visualización.
- Se diseñó un sistema de monitoreo capaz de soportar los 12 [V] de alimentación de la batería de accesorios, a un microcontrolador que funciona con 5 [V], que recibe las señales de los sensores instalados en el prototipo, mediante la programación del mismo se pueda conocer la RPMS del motor eléctrico y la velocidad del vehículo en un sistema compuesto por una pantalla LCD y display de siete segmentos.
- Se seleccionó los componentes eléctricos y electrónicos necesarios para la construcción del sistema de control y monitoreo para el prototipo de vehículo eléctrico.
- Se instaló un módulo electrónico para la visualización de los parámetros de funcionamiento del prototipo de vehículo eléctrico, el cual está conformado por una placa principal la cual se encarga de enviar los valores procesados en el microcontrolador.
- Se implementó un monitor que permite saber el nivel de carga del pack de baterías de alto voltaje, cuando está al 100% (totalmente cargado) indica 76 [V] aproximadamente, además de otros parámetros como el consumo en Ah los cuales marca 110[Ah], este

monitor tiene la versatilidad de permitir la visualización de toda la información en un teléfono que soporte la aplicación VictronConnect.

- Se implementó mediante un panel táctil de última tecnología para maneje el sistema de alumbrado y accesorios que están instalados en el prototipo de vehículo eléctrico.
- Se ejecutó pruebas de funcionamiento del sistema de monitoreo implementado, se evidencio que existe un adecuado control del prototipo de vehículo eléctrico, que se verifico con los instrumentos de medición.
- Se comprobó que cada uno de los comandos del panel táctil realice la correcta activación y desactivación de cada uno de los accesorios de iluminación del prototipo de vehículo eléctrico.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda NO manipular la pantalla con los dedos humedecidos con agua o con cualquier tipo de líquido, ya esto podría causar un cortocircuito en el vehículo y peor aún daños a la integridad física del conductor.
- En caso de que la pantalla no encienda, revisar el fusible de protección que se encuentra alojado en la parte posterior de la pantalla táctil (buscar y seguir el cable rojo de mayor diámetro), en caso de que se encuentre quemado el fusible reemplazar por uno del mismo valor (15 Amp).
- Se recomienda que el cortacorriente y el switch de contacto en la posición de inactivo, además desconectar los bornes de la batería antes instalar o desinstalar el panel táctil del prototipo.
- El prototipo tiene un sistema de alto voltaje por lo cual siempre Tener cuidado al utilizar herramientas metálicas alrededor. Debido a que se podría provocar un corto circuito y, posiblemente, una explosión; causando daños a la integridad física y al vehículo.
- Se recomienda que se profundice en posteriores investigaciones acerca de los sistemas de monitoreo y control de vehículo eléctricos debido a que en un futuro próximo se dispondrá de un mayor número de automotores de este tipo a nivel mundial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, J. L. (Diciembre de 2014). El Método de la Investigación. *International Journal of Good Conscience*, 200. Recuperado el 17 de Abril de 2018
- Arduino. (2019). *Arduino Mega*. Recuperado el 19 de Febrero de 2019, de Información Técnica Arduino Mega 2560: <https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3>
- Arduino. (2019). *Arduino Nano*. Recuperado el 20 de Febrero de 2019, de Tienda de Arduino: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>
- Augeri, F. (2016). *Introducción al funcionamiento y diagnóstico de Vehículos Híbridos I*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2018
- Ayala, C. H. (Octubre de 2013). *Evaluación de la plataforma Arduino e implementación de un sistema de control de posición horizontal*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5522/1/UPS-GT000511.pdf>
- Bacete, M. (2014). *Diseño e implementación del control electrónico digital del motor de un coche eléctrico*. Valencia: Universitat Politècnica de Valencia. Recuperado el 15 de Septiembre de 2018, de <https://riunet.upv.es/handle/10251/49635>
- Barros, A. (2015). *Estudio y análisis de la operación del inversor del vehículo híbrido Toyota Prius A*. Guayaquil. Recuperado el 14 de Septiembre de 2018
- Cando , F., & Tipán, A. (2010). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE LUCES, VENTANILLAS ELÉCTRICAS Y LIMPIAPARABRISAS CONTROLADO MEDIANTE COMANDOS DE VOZ*. Latacunga. Recuperado el 14 de Septiembre de 2018
- Carpio, J., Fajardo, G., Heredia, C., & Pizarro, M. (2010). *Sustitución del motor térmico de un vehículo Honda Civic del año 1974 por un motor eléctrico alimentado por baterías, con*

- diseño de un sistema de recuperación de energía eléctrica*. Cuenca. Recuperado el 15 de Septiembre de 2018
- Carrod Electronica. (2014). *Carrod Electronica*. Recuperado el 25 de Febrero de 2019, de 74LS47 TTL Decodificador y Controlador: <https://www.carrod.mx/products/ci-ttl-decodificador-y-controlador-bcd-a-siete-segmentos-con-salidas-de>
- Carrod Electrónica. (2014). *Carrod Electrónica*. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de Display de 7 Segmentos Anodo: <https://www.carrod.mx/products/display-de-7-segmentos-anodo-pines-horizontales-gm1-5611a>
- Cegarra, J. (2012). *Los métodos de investigación*. Madrid: Díaz de Santos. Recuperado el 17 de Abril de 2018
- Chaglla, E., & Torres, E. (2012). *“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE SISTEMAS DE ALUMBRADO Y ACCESORIOS ELÉCTRICOS DE UN VEHÍCULO PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ*. Riobamba. Recuperado el 12 de Septiembre de 2018
- Costas, J. (03 de Junio de 2015). *Y el tablero de instrumentos se volvió digital, y vimos que era bueno*. Recuperado el 25 de Enero de 2019, de Motor.es: <https://www.motor.es/noticias/y-el-tablero-de-instrumentos-se-convino-digital-y-vimos-que-era-bueno-201521646.html>
- Deal Xtreme. (2017). *Bluetooth Espejo Retrovisor Monitor*. Recuperado el 27 de Diciembre de 2018, de <https://www.dx.com/p/7-car-av-mp5-media-player-bluetooth-rear-view-mirror-monitor-black-2070998#.XMM14GhKjIU>
- Haro, D., & Naranjo, O. (2013). *Diseño y Construcción de un sistema de visualización para el monitoreo de los parametros del vehículo eléctrico(EVEO)*. Quito. Recuperado el 12 de Septiembre de 2018

Hidalgo Freire , H., & Sanchez, J. (2013). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE ACCESORIOS Y MONITOREO DE TEMPERATURA, VELOCIDAD Y RPM DEL MOTOR A TRAVÉS DE UNA PANTALLA GLCD TÁCTIL EN UN SUZUKI FORSA 1*. Riobamba. Recuperado el 16 de Septiembre de 2018

Hidalgo Freire , H., & Sanchez, J. (2013). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE ACCESORIOS Y MONITOREO DE TEMPERATURA, VELOCIDAD Y RPM DEL MOTOR A TRAVÉS DE UNA PANTALLA GLCD TÁCTIL EN UN SUZUKI FORSA 1*. Riobamba. Recuperado el 17 de Septiembre de 2018

KT Commander. (2016). *KT Blog*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2019, de <https://ktcables.wordpress.com/2016/08/29/1365/>

Mendoza, J., & Garza, J. B. (2009). *La medición en el proceso de investigación científica: Evaluación de validez de contenido y confiabilidad*. México. Recuperado el 18 de Abril de 2018

Mercado Libre. (2019). *Camaras Retroceso*. Recuperado el 20 de Enero de 2019, de [https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-419794024-camara-de-retro-vision-nocturna-hd-autos-tuning-12v-\\_JM?quantity=1](https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-419794024-camara-de-retro-vision-nocturna-hd-autos-tuning-12v-_JM?quantity=1)

Narendra Kumar, & S.Sivaji. (2015). *Sistema de monitoreo y seguimiento de vehículos basado en Android con ARM7*. Lile. Recuperado el 13 de Septiembre de 2018

Paredes, I. (2015). *Estudio comparativo de los sistemas de transmisión posterior: General Motors, Volkswagen y Datsun*. Quito. Recuperado el 6 de Febrero de 2019

Periódicos Asociados Ltda. (30 de Agosto de 2018). *Qué significa cada testigo en el tablero del carro?* Recuperado el 19 de Enero de 2019, de Turbo:

<http://www.revistaturbo.com/mecanica/que-significa-cada-testigo-en-el-tablero-del-carro-1116>

Peugeot. (2017). *Qué es un coche eléctrico | Cómo funciona y sus ventajas*. Recuperado el 14 de Septiembre de 2018, de Peugeot: <http://www.peugeot.es/que-es-un-coche-electrico.html>

Rodríguez, D., & Valldeoriola, J. (s.f.). *Metodología de la investigación*. Cataluña. Recuperado el 17 de Abril de 2018, de <http://myuvmcollege.com/uploads/lectura2011-09/Metodolog%C3%ADa%20de%20investigaci%C3%B3n-2064.pdf>

Rodríguez, J., & Vásquez, L. (2018). *IMPLEMENTACIÓN E INVESTIGACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE OPERACIÓN DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO CON FRENO REGENERATIVO*". Latacunga.

Sanchez, J., & Hidalgo, H. (2014). *Diseño e implementación de un sistema electrónico para el control de accesorios y monitoreo de temperatura, velocidad, y rpms del motor*. Riobamba. Recuperado el 15 de Septiembre de 2018

Santos, R., Castro, M., & Corral, B. (2012). *PROPUESTA DE INVERSOR BIDIRECCIONAL PARA LA CONEXIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS A LA RED*. Recuperado el 16 de Septiembre de 2018

Sotomayor, N., & Espinoza, R. (2014). *EL MÉTODO CIENTÍFICO*. Recuperado el 17 de Abril de 2018

Victron Energy. (2016). *BMV - Manual*. Amsterdam: Victron Energy. Recuperado el 20 de Enero de 2019

Victron Energy. (2018). *VE.Direct to Bluetooth Smart dongle*. Amsterdam.

Victron Energy. (2018). *VE.Direct to Bluetooth Smart dongle*. Recuperado el 18 de Enero de 2019,

[https://www.victronenergy.com/live/ve.direct:ve.direct\\_to\\_bluetooth\\_smart\\_dongle?\\_ga=2.254090314.339450647.1556295508-270654487.1556295508](https://www.victronenergy.com/live/ve.direct:ve.direct_to_bluetooth_smart_dongle?_ga=2.254090314.339450647.1556295508-270654487.1556295508)

Victron Energy. (2019). *VictronConnect manual*. Recuperado el 23 de Enero de 2019, de <https://www.victronenergy.com/live/victronconnect:start>

Victron, E. (2018). *BMV - Manual*. Amsterdam.

Vishay. (2017). *Vishay*. Recuperado el 23 de Febrero de 2019, de <https://www.vishay.com/docs/37314/lcd020n0041.pdf>

# **ANEXOS**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICACIÓN**

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los señores:

BONIFAZ VACA JHONATAN STEVIN Y TIPANTA DÍAZ MANUEL ANDRÉS

En la ciudad de Latacunga a los 28 días del mes de mayo de 2019.

Ing. Germán Erazo  
DIRECTOR DEL PROYECTO

APROBADO POR:



Ing. Danilo Zambrano  
DIRECTOR DE LA CARRERA



Ab. Darwin Albán  
SECRETARIO ACADÉMICO