



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TÍTULO**

Modificación e instalación del sistema eléctrico de un vehículo con fines didáctico para el taller automotriz de la Facultad de Tecnología de la Industria de la Universidad Nacional de Ingeniería.

**AUTORES**

Br. Álvaro Francisco Jarquín González  
Br. Carlos Armando Guadamuz Miranda  
Br. Jorge Luis Navarro Soza

**TUTOR**

Msc. Jacinto René Vallejos Padilla

**Managua, 18 de Agosto de 2021.**

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo monográfico con mucho agradecimiento a Dios, por ser el principal autor de mi existencia y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional y a la Santísima Virgen María quien siempre ha sido mi ejemplo a seguir de santidad y humildad.

A mi padre, quien ha sido un ejemplo de vida a seguir por su espíritu de superación y perseverancia. Gracias al apoyo económico y emocional que Él me ha brindado he podido concretar esta meta.

A mi madre, quien ha sido el pilar fundamental en mi formación ética y profesional, gracias a ella soy un hombre de bien con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles de mi existencia. Ella es en realidad la dueña de este título pues su sacrificio fue aún más grande que el mío.

A mi hermana, quien es una de las personas más importantes en mi vida.

A mis maestros, quienes aportaron un granito de arena en mi formación profesional especialmente a nuestro tutor el Ingeniero Rene Vallejos quien nos compartió sus conocimientos y parte de su tiempo para realizar nuestro proyecto.

<

**Jorge Luis Navarro Soza.**

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo monográfico primeramente a Dios por regalarme vida, oportunidad y fuerza para seguir adelante.

A mi madre quien, con su amor, esfuerzo, paciencia y dedicación me brindó la oportunidad de poder llevar a cabo este proyecto y terminar mi carrera. Estoy sumamente agradecido con ella y me hará falta tiempo, palabras y recursos para decírselo y demostrarle que su esfuerzo si valió la pena.

A mi padre quien a pesar de que ya no forme parte físicamente de mi vida y la de mi familia sé que en el lugar donde él se encuentra está viendo este triunfo que es dedicado a él, tratando de cumplir una de las prioridades que el soñaba para mi persona.

A mis maestros quienes hicieron posible este sueño. A ellos les agradezco su enorme labor de trasmitirme parte de sus conocimientos científicos para llevar a cabo este trabajo final y hago mencionar en especial a uno de los maestros que dedico su tiempo y apoyo, el Ingeniero Rene Vallejos con quien me encuentro sumamente agradecido.

**Carlos Armando Guadamuz Miranda**

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo monográfico principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres Álvaro Jarquín y Elizabeth González por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

También dedico este proyecto como muestra de agradecimiento a mis maestros quienes me transmitieron sus conocimientos y me enseñaron grandes cosas que en el futuro tendré que poner en práctica y especialmente dedico este trabajo monográfico a nuestro Tutor el Ingeniero Rene Vallejos quien nos ayudó a realizar nuestra monografía.

**Álvaro Francisco Jarquín González**

## Resumen

El empleo de una maqueta didáctica como herramienta para demostrar el funcionamiento de los sistemas eléctricos de un vehículo es un excelente material didáctico para el aprendizaje y la interpretación de los planos eléctricos que intervienen en los diferentes sistemas.

El presente trabajo monográfico se refiere a la modificación e instalación del sistema eléctrico a un vehículo marca Mitsubishi, modelo Colt, año 1972 el cual tiene un fin didáctico.

En el desarrollo de este documento se detalla la información necesaria para comprender mejor todo lo concerniente a un sistema eléctrico desde sus elementos, instalación, funcionalidad y posibles fallas que puedan presentarse.

En el primer punto se muestra la introducción la cual muestra al lector el punto central de este proyecto monográfico. En el segundo punto están detallados los objetivos (tanto el general como los específicos) que se persiguen con la realización de este proyecto. El tercer punto detalla la justificación la cual explica el porqué de la realización. En el cuarto punto se encuentra el marco teórico en el que se desarrolla conceptos básicos sobre el sistema eléctrico automotriz.

El quinto punto muestra el análisis y presentación de resultados en el cual se desarrollan las diferentes actividades y procedimientos que se llevaron a cabo en la modificación e instalación del sistema de iluminación, sistema de arranque, sistema de carga y sistema de encendido del vehículo; este capítulo también muestra en formato de AutoCAD los diferentes circuitos que se instalaron para mayor comprensión.

En el sexto punto se ubican las conclusiones de lo que se logró al culminar la realización de nuestro proyecto y las recomendaciones. El séptimo punto indica las fuentes bibliográficas. En el séptimo y último punto se contemplan los anexos que muestran información relevante acerca del tema de nuestro trabajo monográfico.

## Contenido

I.	Introducción.....	1
II.	Antecedentes.....	2
III.	Objetivos.....	3
IV.	Justificación.....	4
V.	Marco Teórico.....	5
	<b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DEL VEHÍCULO .....</b>	<b>5</b>
5.1	<b>Sistema de encendido electrónico.....</b>	<b>5</b>
5.1.1	<b>Bobina de Encendido.....</b>	<b>5</b>
5.1.2	<b>Distribuidor electrónico .....</b>	<b>5</b>
5.1.3	<b>Módulo de encendido electrónico.....</b>	<b>6</b>
5.1.4	<b>La tapa del distribuidor y el rotor .....</b>	<b>7</b>
5.1.5	<b>Cables de alta tensión .....</b>	<b>7</b>
5.1.6	<b>Las bujías.....</b>	<b>7</b>
5.1.7	<b>Funcionamiento.....</b>	<b>7</b>
5.2	<b>Sistema de carga de energía eléctrica del vehículo .....</b>	<b>8</b>
5.2.1	<b>Alternador .....</b>	<b>8</b>
5.2.2	<b>Regulador de voltaje .....</b>	<b>9</b>
5.2.3	<b>Batería electroquímica.....</b>	<b>9</b>
5.2.4	<b>Indicador de carga.....</b>	<b>10</b>
5.3	<b>Sistema de arranque del vehículo.....</b>	<b>10</b>
5.3.1	<b>Finalidad del sistema de arranque .....</b>	<b>10</b>
5.3.2	<b>Funcionamiento del motor de arranque .....</b>	<b>10</b>
5.4	<b>Sistema de iluminación del vehículo.....</b>	<b>11</b>
5.4.1	<b>Lámparas.....</b>	<b>12</b>
VI.	Análisis y presentación de resultados .....	16
6.1	<b>Elementos del sistema eléctrico con los que cuenta el vehículo.....</b>	<b>16</b>
6.2	<b>Diagnostico estructural del antiguo sistema eléctrico que poseía el vehículo.</b> 16	
6.3	<b>Evaluación de los parámetros iniciales.....</b>	<b>17</b>
6.4	<b>Instalación y modificación de los sistemas eléctricos del vehículo.....</b>	<b>17</b>
6.4.1	<b>Sistema de iluminación del vehículo .....</b>	<b>17</b>
6.5	<b>Sistema de carga del vehículo .....</b>	<b>26</b>
6.6	<b>Sistema de encendido del vehículo .....</b>	<b>27</b>

6.7	Sistema de arranque del vehículo .....	28
6.8	Pruebas de funcionamiento .....	28
6.8.1	Sistema de iluminación .....	29
6.8.2	Sistema de carga.....	29
6.8.3	Sistema de encendido .....	29
6.8.4	Sistema de arranque .....	29
6.9	Diagramas eléctricos .....	31
VIII.	Conclusiones y recomendaciones.....	39
6.1	Conclusiones .....	39
6.2	Recomendaciones .....	40
IX.	Bibliografía .....	41
X.	Anexos .....	42

## I. Introducción

Entre los varios sistemas con los que cuenta un vehículo, uno de los más importantes es el sistema eléctrico, muchas veces descuidado y subestimado. Este se encarga del encendido del auto, la batería, el arranque, la carga, la iluminación y otros complementos eléctricos.

La misión del sistema eléctrico es proporcionar energía suficiente y en el momento en que se requiera al vehículo a través de los diferentes circuitos repartidos en todo el auto. Tiene tres funciones principales: suministrar energía al sistema de chispa, arrancar el motor del auto y brindar energía eléctrica al claxon, luces, sensores, equipo de sonido, y otros accesorios.

El presente trabajo consiste en la modificación e instalación del sistema eléctrico de un automóvil marca Mitsubishi, modelo Colt, año 1972 que se encuentra en la Universidad Nacional de Ingeniería, específicamente en el taller automotriz de la Facultad de Tecnología de la Industria con la finalidad de hacer funcional toda la parte eléctrica del vehículo para que sea utilizado como material didáctico y de esta manera contribuir al reforzamiento del proceso de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Mecánica que cursan las asignaturas de Motores de Combustión Interna y Maquinas Automotrices que contempla el pensum de esta carrera.



## II. Antecedentes

La carrera de Ingeniería Mecánica en su plan de estudio vigente aborda dos asignaturas del área automotriz las cuales son: Motores de Combustión Interna y Maquinas Automotrices. Estas asignaturas son reforzadas con prácticas de laboratorio para hacerlas más comprensibles por parte de los estudiantes de dicha carrera.

Las prácticas de laboratorio son impartidas en el taller automotriz el cual se encuentra ubicado en el Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios (RUPAP) de la Universidad Nacional de Ingeniería.

El taller automotriz fue construido en lo que anteriormente era el Instituto Técnico de Estudios Superiores Pedro Arauz Palacios (ITESPAP) con el apoyo y la asistencia técnica de la extinta Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) en 1984.

Este taller cuenta con una maqueta didáctica la cual fue reactivada por un grupo de estudiantes de dicha carrera como trabajo monográfico y se titula "Reacondicionamiento de un vehículo con fines didácticos para el Taller Automotriz de la Facultad de Tecnología de la Industria (UNI-RUPAP)"<sup>1</sup> dicho tema tuvo como finalidad diagnosticar y restaurar las fallas de los sistemas mecánicos y eléctricos del vehículo marca Mitsubishi, modelo Colt, año 1972, el cual se encuentra en el taller automotriz de la Facultad de Tecnologías de la Industria, sin embargo, es importante aclarar que este estudio no abordó el sistema eléctrico del vehículo en su totalidad.

En consecuencia, esta maqueta necesita de un sistema eléctrico más completo el cual haga funcionar todos los elementos eléctricos del vehículo para que posteriormente pueda ser aprovechada por las futuras generaciones que opten por estudiar Ingeniería Mecánica.

---

<sup>1</sup>Elaborada por los Brs: Arnoldo García Flores, Carlos Fernando Ordoñez y Leonardo Josué Chow

### **III. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo General**

Instalar los circuitos serie-paralelo del sistema eléctrico a un vehículo para su uso con fines didácticos en el taller automotriz de la Facultad de Tecnología de la Industria, de la Universidad Nacional de Ingeniería UNI, en la ciudad de Managua.

#### **3.2 Objetivos Específicos.**

- ) Modificar el sistema eléctrico de un vehículo marca Mitsubishi, modelo Colt, año 1972, del taller de la Facultad de Tecnologías de la Industria, de la Universidad Nacional de Ingeniería UNI con el fin de reactivar la maqueta didáctica.
  
- ) Diseñar todos los circuitos serie-paralelo (combinado) que se instalaran en el automóvil usando AutoCAD con la finalidad de hacer más comprensible el aprendizaje y explicación del mismo.

#### **IV. Justificación**

Por la necesidad de desarrollar un medio práctico para consolidar el aprendizaje de dichas asignaturas se dio inicio a la reactivación de una maqueta didáctica la cual consiste en un vehículo marca Mitsubishi, modelo Colt, año 1972, el cual se encuentra en el taller automotriz del RUPAP.

Este vehículo cuenta con todos los sistemas mecánicos en condiciones óptimas, sin embargo, carece de un sistema eléctrico completo y funcional por tal razón no puede desempeñar correctamente las funciones de encendido, de arranque, de iluminación, etc.

De manera que este trabajo consistirá en la modificación e instalación del sistema eléctrico al vehículo Mitsubishi para garantizar una mejor captación de aprendizaje a través de la realización de prácticas en el sistema mecánico y eléctrico de dicha maqueta.

## V. Marco Teórico

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DEL VEHÍCULO

#### 5.1 Sistema de encendido electrónico

El encendido electrónico es un sistema de encendido para motores de ciclo Otto tanto de dos tiempos (2T) como cuatro tiempos (4T) en el cual la función de interrumpir la corriente del primario de la bobina para generar por autoinducción la alta tensión necesaria en la bujía no se hace por medios mecánicos como en el sistema de ruptor o platinos, sino mediante uno o varios transistores (PEREZ, 1999).

##### 5.1.1 Bobina de Encendido

La bobina del encendido es un dispositivo de inducción electromagnética o inductor, que forma parte del encendido del motor de combustión interna, que cumple con la función de elevar el voltaje normal, en un valor unas 1000 veces mayor con objeto de lograr el arco eléctrico o chispa en la bujía, para permitir la inflamación de la mezcla aire/combustible en la cámara de combustión.



Imagen 1 Bobina de encendido

##### 5.1.2 Distribuidor electrónico

El distribuidor también llamado delco ha evolucionado a la vez que lo hacían los sistemas de encendido llegando a desaparecer actualmente en los últimos sistemas de encendido. En los sistemas de encendido por ruptor, es el elemento más complejo y que más funciones cumple, porque además de distribuir la alta tensión como su propio nombre indica, controla el corte de corriente del primario de la bobina por medio del ruptor

generándose así la alta tensión. También cumple la misión de adelantar o retrasar el punto de encendido en los cilindros por medio de un "regulador centrífugo" que actúa en función del nº de revoluciones del motor y un "regulador de vacío" que actúa combinado con el regulador centrífugo según sea la carga del motor (según este más o menos pisado el pedal del acelerador).

El distribuidor o delco es accionado por el árbol de levas girando el mismo número de vueltas que este y la mitad que el cigüeñal. La forma de accionamiento del distribuidor no siempre es el mismo, en unos el accionamiento es por medio de una transmisión piñon-piñon, quedando el distribuidor en posición vertical con respecto al árbol de levas (figura derecha). En otros el distribuidor es accionado directamente por el árbol de levas sin ningún tipo de transmisión, quedando el distribuidor en posición horizontal.

El distribuidor tiene dos funciones: una es hacer la función de un interruptor [switch] de alta velocidad; y la otra es distribuir la corriente que recibe de la bobina, entre las bujías. En otras palabras, el rotor del distribuidor, da vueltas sincronizadas a las vueltas que da el motor.

### 5.1.3 Módulo de encendido electrónico

Es el encargado de recibir la señal del emisor para proceder al corte de corriente [-] a la bobina, reemplazando de esta manera al tradicional platino (puntos) y condensador.

Los módulos de encendido varían de acuerdo a la marca y modelo del vehículo he aquí algunas imágenes de módulos de encendido.

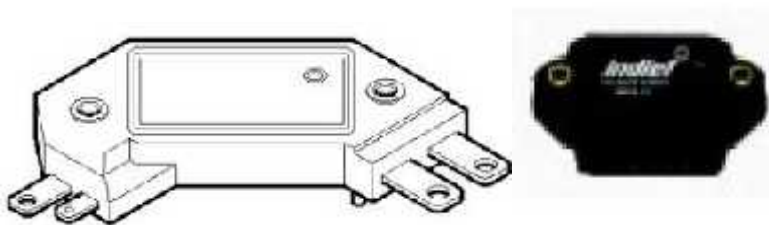


Imagen 2 Modelos de Modulo de encendido

#### **5.1.4 La tapa del distribuidor y el rotor**

La tapa del distribuidor tiene un conector central, y a su alrededor la cantidad de tantos conectores como cilindros tiene el motor. Bien: la bobina envía la chispa al conector central de la tapa. Dentro de la tapa y ensamblado en el distribuidor está el rotor.

La función del rotor es dar vueltas, pero en su estructura lleva ensamblado una lámina desde su centro hacia el extremo de su figura. Esta lámina recibe en su centro la chispa que envía la bobina y por el extremo al hacer su giro la distribuye, entre los conectores que llevan chispa a las bujías. Es oportuno mencionar: El rotor se posiciona, y traba en el eje central; pero, no existe conexión entre ellos; La chispa solo debe brincar hacia los conectores de las bujías.

La chispa que distribuye el rotor, lo hace en forma ordenada, o sea, en cada vuelta entrega la chispa a los conectores de las bujías, siguiendo únicamente el orden de derecha a izquierda, o de izquierda a derecha, según la forma, en que de vueltas el distribuidor.

#### **5.1.5 Cables de alta tensión**

Estos son los que llevan la chispa de la bobina al distribuidor, y del distribuidor a las bujías.

#### **5.1.6 Las bujías**

Son las encargadas de entregar la chispa en la cámara de combustión, soportando a su vez el calor de la explosión, que se genera como consecuencia de ello.

#### **5.1.7 Funcionamiento**

Cuando usted acciona la llave de encendido en el primer pase a través de un cable le llega alimentación a la bobina de ignición y al módulo de encendido, cuando acciona la llave para encender el motor comienza a girar por la acción del arranque, y con el giro también el rotor, el rotor del distribuidor quien emite una señal al módulo de encendido en momento en que debe cortar la corriente a la bobina de ignición para que esta envíe la chispa de alta tensión a las bujías, cuando el módulo corta la corriente, la bobina de ignición genera la chispa de alta tensión y la envía al distribuidor, allí el rotor la distribuye

a cada bujía según el tiempo de encendido del motor, y finalmente la bujía genera la chispa.

## 5.2 Sistema de carga de energía eléctrica del vehículo

Su misión es la de recargar la batería, para así poder alimentar los diferentes accesorios eléctricos de un automóvil, así como proveer la energía necesaria para que se produzca la chispa en las bujías. Básicamente está constituido por: un alternador (generador de energía), un regulador de voltaje y una batería electroquímica.

### 5.2.1 Alternador

Está compuesto por dos partes: una fija que lleva unas bobinas eléctricas en las que se genera corriente cuando cerca de ellas se mueve un imán 2 (estator), y otra móvil que actúa como un imán 3 (rotor), su funcionamiento básico es el siguiente: el motor transmite movimiento al alternador mediante una correa y a su vez al eje que asienta sobre un cojinete (1), por ende este movimiento es el mismo que se transmite a la parte móvil 3 (el imán), este movimiento hace que se genere la corriente en las bobinas de la parte fija 2, y es enviada a la salida del alternador, hacia el rectificador 6 que es el encargado de convertir la corriente AC en corriente DC, que es la que se necesita en el vehículo. A continuación, se presenta gráfico del alternador y sus partes.

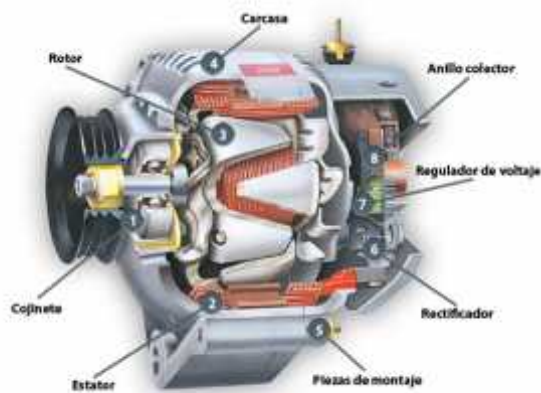


Imagen 3 Alternador y sus partes





#### **5.2.4 Indicador de carga**

El indicador de carga usualmente es una lámpara del tipo ON/OFF. Cuando el sistema de carga esté operando, la luz indicadora debe permanecer apagada. Este indicador se iluminará cuando el sistema de carga no suministre la cantidad de carga suficiente.

### **5.3 Sistema de arranque del vehículo**

#### **5.3.1 Finalidad del sistema de arranque**

Para poner en marcha un motor de combustión interna es preciso hacerlo girar, por lo menos, a unas 100 revoluciones por minuto (rpm). A este proceso se le denomina arranque.

El sistema de arranque tiene por finalidad dar manivela al cigüeñal del motor para conseguir el primer impulso vivo, primer tiempo de expansión o fuerza que inicie su funcionamiento.

#### **5.3.2 Funcionamiento del motor de arranque**

El motor de arranque tiene la función de darle vueltas a una rueda dentada del motor llamada volante (flywheel); la misma que al completar su vuelta sincronizada al sistema de encendido, dará arranque al motor. Al suceder esto, el motor se queda funcionando y el motor de arranque regresa a su posición de descanso.

En el grafico se puede observar lo siguiente: el 4 indica el espacio que el engrane del bendix recorre, para acoplarse a la rueda volante del motor. El 1 es el conector que tiene conectado el cable o chicote que viene directamente de la batería (+).

Cuando se activa la llave de encendido, un alambre o chicote delgado, lleva corriente positiva (+) hacia el conector 2; al suceder esto ocurren dos cosas. El solenoide se activa magnéticamente y por un extremo jala la palanca impulsora del bendix llevándolo a su posición de trabajo y por el otro extremo empuja la placa de contacto haciendo un puente entre el conector 1 y el conector 3 que es el que alimenta de corriente positiva los inductores y carbones, haciendo dar vueltas a la armadura, completándose de esta manera la función de dar las vueltas iniciales a la rueda volante del motor.

El cable o chicote grueso que viene de la batería (+), al motor de arranque se mantiene con corriente todo el tiempo, pero el circuito para llegar al interior se encuentra cortado. El solenoide cumple la función de hacer el puente. Por esta razón algunas personas hacen pruebas en el arrancador pasando corriente del conector 1 al conector 2 (toques de corriente).

Cuando se instala un motor de arranque se debe tener especial cuidado en los conectores, estos no deben tener contacto uno con otro; es cierto que llevan el mismo tipo de corriente, pero el conector delgado que es el que activa el solenoide lo controla la llave de encendido. La llave de encendido envía corriente positiva (+) al motor de arranque solo cuando se hace presión a la llave hacia adelante, si se suelta la llave la función de enviar corriente se corta, dejando en sus manos el control del arranque del motor.

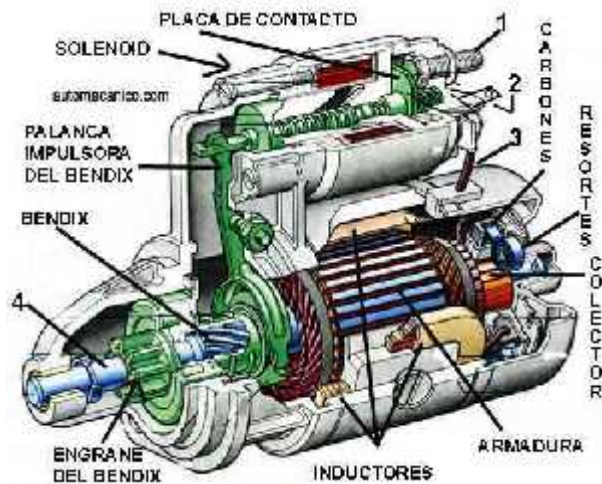


Imagen 6 Motor de arranque y sus partes

#### 5.4 Sistema de iluminación del vehículo

Cada vez es más frecuente la utilización de circuitos electrónicos de control en el sistema de iluminación del automóvil, de esta forma en un auto actual 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 utilicen temporizadores para mantenerlas

encendidas un tiempo después de cerradas las puertas, de la misma forma existen diversas otras cuestiones vinculadas a la iluminación gobernadas por sistemas electrónicos. Dada esta situación se hace muy difícil generalizar, no obstante, se tratará de describir el sistema mínimo necesario.

Todos estos circuitos se alimentan a través de fusibles para evitar sobrecalentamiento de los cables en caso de posibles cortos-circuitos. 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.

Dos permutadores de luces, uno para permutar las luces de carretera de altas a 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 (PEREZ Y MARTIN, 2013).

#### **5.4.1 Lámparas**

Las lámparas en el automóvil pueden clasificarse básicamente en tres tipos:

##### **a. Lámparas de iluminación del camino delanteras**

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.

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.

Las luces antiniebla son un recurso de los coches para que, en condiciones adversas de visibilidad podamos ver mejor. Así de simple. Que podamos ver mejor, y que nos vean mejor también. En pleno invierno, es más probable que cuando salgamos a conducir nos encontremos con lluvia, granizo, nieve, o niebla. Y dentro de cada uno de los fenómenos meteorológicos, nos podemos encontrar con diferentes intensidades.

#### **b. Tipos de bulbos de alta potencia**

Aunque se fabrican faros de iluminación del camino en los que todos los componentes están integrados como una unidad sellada, nos ocuparemos aquí de aquellos en los que el bulbo generador de luz es intercambiable. Hay tres tipos básicos:

##### **Ñ Bulbo incandescente estándar usado para luces de alta**

Los bulbos incandescentes estándares fueron utilizados durante muchos años por todos los vehículos, comúnmente con el filamento de luz de carretera de 55 vatios y el de luz de cruce de 45 vatios para los sistemas de 12 voltios. No obstante han ido cayendo en desuso debido a las ventajas de los otros dos tipos de bulbos.

##### **Ñ Bulbo incandescente halógeno para luces de alta**

Este tipo de bulbo incandescente halógeno ha venido reemplazando al incandescente estándar en casi todas las aplicaciones y especialmente en las luces de camino, debido a que puede tener una vida más larga y produce una iluminación más brillante, con lo que se mejora el alcance del faro.

##### **Ñ Bulbo de arco eléctrico de xenón para luces de alta y neblineros**

Estos bulbos de arco son sumamente brillantes debido a que la iluminación la produce un arco eléctrico en el interior del bulbo relleno con gas xenón, esto hace que los faros dotados de estos bulbos tengan un gran alcance. Además de la intensidad luminosa, tienen otras ventajas como; una mayor economía de electricidad para producir la misma iluminación y una extensa vida útil.

Tiene la desventaja de que funcionan a voltaje elevado por lo que necesitan un dispositivo elevador de voltaje que los hace más caros y requieren más cuidado en la manipulación.

### **c. Lámparas de posición y señalización**

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.
- ) Dos faros traseros, 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. Llamados cuartos de luz o luz de ciudad.
- ) Uno o dos faros de iluminación del camino, de luz blanca, en la parte trasera, 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.
- ) Una o dos lámparas blancas que iluminen en la noche la placa o matrícula trasera. 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.

Tradicionalmente se han utilizado para estas lámparas los bulbos incandescentes convencionales de diferente potencia según la aplicación, lo más común es que se usen las potencias siguientes:

- 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.



Comentado [MG1]: Que me dice la numeración?

Imagen 7 Tipos de luces delanteras y posteriores del vehículo

## VI. Análisis y presentación de resultados

### 6.1 Elementos del sistema eléctrico con los que cuenta el vehículo.

Todo vehículo debe contar con al menos cuatro sistemas eléctricos básicos en su estructura para poder realizar un funcionamiento óptimo, estos son:

- Sistema de encendido del vehículo
- Sistema de carga del vehículo
- sistema de arranque del vehículo
- sistema de iluminación del vehículo

Estos sistemas poseen ciertos elementos que le permiten realizar sus funciones dentro de los cuales podemos mencionar: sistema de encendido de platino, distribuidor, cables de alta tensión, conjunto de lámparas (altas, bajas, direccionales, de retroceso, de parqueo), alternador, regulador de voltaje, batería electroquímica, motor de arranque, etc.

El vehículo marca Mitsubishi, modelo Colt, año 1972 posee ciertos elementos correspondientes a los distintos sistemas. Entre los elementos que posee están:

- Partes del sistema de encendido convencional (sistema de platino)
- Alternador
- Motor de arranque
- Batería
- Indicador de carga
- Regulador de voltaje

### 6.2 Diagnostico estructural del antiguo sistema eléctrico que poseía el vehículo.

En el contexto estructural se encuentra que el vehículo marca Mitsubishi posee ciertos elementos correspondientes a los sistemas eléctricos automotrices todos ellos en buen estado, sin embargo, solo contaba con un cableado eléctrico básico que alimentaba el arranque y la carga de batería del vehículo, es decir carece de un sistema eléctrico completo y funcional en su totalidad.

### **6.3 Evaluación de los parámetros iniciales**

En conclusión, se tiene que los elementos presentes en el vehículo se encuentran en óptimas condiciones por tal motivo pueden tomarse en cuenta en el nuevo sistema eléctrico que se modificara en base al original.

### **6.4 Instalación y modificación de los sistemas eléctricos del vehículo**

En esta fase se realiza lo que es la instalación de todos los sistemas eléctricos descritos en este proyecto tales como:

- Sistema de iluminación del vehículo
- Sistema de arranque del vehículo
- Sistema de carga de energía eléctrica del vehículo
- Sistema de encendido del vehículo

#### **6.4.1 Sistema de iluminación del vehículo**

El sistema de iluminación está dividido en los siguientes subsistemas.

- Sistema de luces altas y bajas
- Sistema de luces direccionales
- Sistema de luces de freno
- Sistema de luces de reversa

La finalidad de montar este sistema en la maqueta didáctica es para demostrar las siguientes observaciones:

- El funcionamiento de cada sistema de iluminación.
- La conexión de cada sistema de iluminación.
- Los tipos de bombillos para cada sistema.

Antes de realizar las conexiones procedemos a seleccionar el calibre de alambre estadounidense (AWG por sus siglas en ingles American Wire Gauge) a utilizar.



#### 6.4.1.1 Calculo de consumo de cada bombillo

Antes de seleccionar el diámetro a utilizar debemos calcular la intensidad de corriente resistente para cada cable, esto lo sabremos con la siguiente formula:

$$P = V \times I \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

$P$ = Potencia

$V$ = Voltaje

$I$ = Intensidad

De la fórmula 1 despejamos la Intensidad ya que es el dato que necesitamos conocer, entonces tenemos:

$$I = \frac{P}{V} \quad (\text{Ecuación 2})$$

#### Calculamos la Intensidad para las luces delanteras:

Para este tipo de luces usaremos un bombillo H4 de dos filamentos con una potencia de 60W para largo alcance y de 55W para corto alcance.

➤ Para faros de alta:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{60\text{ W}}{12\text{ V}} = 5\text{ A}$$

➤ Para faros de baja:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{55\text{ W}}{12\text{ V}} = 4.583\text{ A}$$

#### Calculamos intensidad para luces traseras o luces piloto:

Se usará un bombillo incandescente estándar de 5W

$$I = \frac{P}{V} = \frac{5\text{ W}}{12\text{ V}} = 0.416\text{ A}$$

Calculamos la Intensidad para luces direccionales, luces de freno y luces de reversa:

Se usará un bulbo incandescente estándar de 21W para cada una

$$I = \frac{P}{V} = \frac{21W}{12V} = 1.75A$$

Se realizó un mismo cálculo de amperaje para los bombillos de luz direccional, luz de freno y luz de reversa ya que tienen la misma potencia.

#### 6.4.1.2 Selección del tipo de cable a utilizar

A continuación, mediante el consumo de cada bombillo obtenemos a través de la siguiente tabla el diámetro de cable adecuado.

Código AWG	Diametro del conductor (mm)	Kilomios por kilometro	Amperaje máximo para distancias cortas	Amperaje máximo para distancias largas
0000	11.684	0.16072	380	302
000	10.40384	0.202704	328	239
00	9.26592	0.255512	283	190
0	8.25246	0.322424	245	150
1	7.34822	0.406392	211	119
2	6.54304	0.512664	181	94
3	5.82676	0.64616	158	75
4	5.18922	0.81508	135	60
5	4.62026	1.027624	118	47
6	4.1148	1.295928	101	37
7	3.66522	1.634096	89	30
8	3.2639	2.060496	79	24
9	2.90576	2.598088	64	19
10	2.58826	3.276392	55	15
11	2.30378	4.1328	47	12
12	2.05232	5.20864	41	9.3
13	1.8288	6.56984	35	7.4
14	1.62814	8.282	32	5.9
15	1.45034	10.44332	28	4.7
16	1.29032	13.17248	22	3.7
17	1.15062	16.60992	19	2.9
18	1.02362	20.9428	16	2.3
19	0.91186	26.40728	14	1.8
20	0.8128	33.292	11	1.5
21	0.7239	41.984	9	1.2
22	0.64518	52.932	7	0.92
23	0.57404	66.7808	4.7	0.729
24	0.51054	84.1976	3.5	0.577
25	0.45466	106.1736	2.7	0.457

Tabla 1 Calibre de cable de uso automotriz

### Diámetro de cable seleccionado

Con la información anterior tenemos que el número de cable seleccionado para cada tipo de luces son los siguientes:

Tipo de luz	Intensidad "I" (Amperes)	AWG seleccionado
<b>Luces delantera</b>	-	-
➤ Luces altas	5	12
➤ Luces bajas	4.58	12
<b>Luces direccionales</b>	1.75	18
<b>Luces traseras</b>	0.416	22
<b>Luces de reversa</b>	1.75	18
<b>Luces de freno</b>	1.75	18

Tabla 2 Selección del número de cable AWG

#### 6.4.1.3 Instalación del sistema de luces altas y bajas del vehículo

Se procede a la instalación del sistema de luces altas y bajas, se ejecuta el cableado correspondiente con el diámetro de cable seleccionado AWG-12.

La caja de fusibles y relé se coloca en la parte delantera de la maqueta en el costado derecho del panel de controles tal y como se muestra en el siguiente gráfico.



Imagen 8 caja de fusibles y relé

Se instalan los faros delanteros y traseros de forma improvisada ya que el vehículo carecía de estos, estos faros fueron colocados de tal forma que muestren visibilidad y buena estética a la maqueta tal y como se muestran en los siguientes gráficos.



**Imagen 9 Instalación de faros delantero**



**Imagen 10 Instalación de faros traseros**

Ya habiendo terminado de instalar los faros y colocar todo el cableado de las luces altas y bajas se aíslan todos los cables en tubo corrugado de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro para mayor seguridad y estética.

Para la elección del fusible que servirá de protección, se realiza las pruebas correspondientes midiendo el amperaje que consume cada bombillo con ayuda del multímetro.

### **Medición de luces**

#### **➤ Luces altas**

$I = 3.83A$  (resultado de medición por multímetro)

El resultado anterior se multiplica por el número de luces alta que deben ser protegidas que en este caso son 2

$$\text{Entonces: } 3.83A \times 2 = 7.66A$$

➤ **Luces bajas**

$$I = 3.51A \text{ (resultado de medición por multímetro)}$$

El resultado anterior se multiplica por el número de luces baja que deben ser protegidas que en este caso son 2

$$\text{Entonces: } 3.51A \times 2 = 7.02A$$

Con la información anterior de amperaje para ambas luces podemos obtener a través de la siguiente tabla (ver tabla 3) el tipo de fusible adecuado.

Se va a utilizar fusibles de tipo cuchilla o de uña los cuales tienen un cuerpo de plástico aislante y dos conectores metálicos que encajan en los contactos. Estos fusibles tienen cuatro posibles formatos diferentes: mini (ATM o APM), mini de perfil bajo, normal (ATO, ATC, o APR) y maxi (APX).

Tipo	Dimensiones L x An x Al	Amperajes disponibles
<b>Mini</b>	10.9 x 3.6 x 16.3 mm	2A, 3A, 4A, 5A, 7.5A, 10A, 15A, 20A, 25A, 30A
<b>Mini perfil bajo</b>	10.9 x 3.81 x 8.73 mm	2A, 3A, 4A, 5A, 7.5A, 10A, 15A, 20A, 25A, 30A
<b>Normal</b>	19.1 x 5.1 x 18.5 mm	1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 7.5A, 10A, 15A, 20A, 25A, 30A, 35A, 40A
<b>Maxi</b>	29.2 x 8.5 x 34.3 mm	20A, 30A, 40A, 50A, 60A, 70A, 80A, 100A

**Tabla 3 Tipos de fusible de cuchilla o fusible de uña**

La parte sombreada representa los fusibles normales los cuales son muy utilizados en el ámbito automotriz.

Para las luces altas cuyo amperaje es equivalente a 7.66A se observa que en la tabla anterior el tipo de fusible que se adecua para esta conexión sería el fusible normal de 10A y para las luces bajas cuyo amperaje es equivalente a 7.02A se utilizará el mismo tipo de fusible.

A continuación, se muestra una tabla con los códigos de colores estandarizados de cada fusible con su capacidad de corriente.

Color	Amperaje
Negro*	1
Gris	2
Violeta	3
Rosa	4
Naranja	5
Marron	7.5
Rojo	10
Azul	15
Amarillo	20
Transparente	25
Verde	30
Verde azulado	35
Ámbar	40

**Tabla 4 Código de colores de fusible**

Con la tabla anterior podemos constatar que el color de fusible adecuado a utilizar es el rojo ya que posee una corriente de 10A.

El mando giratorio que enciende las luces es el mismo que realiza el cambio de luces altas y bajas y está ubicado en el volante.

#### **6.4.1.4 Instalación de luces direccionales del vehículo**

Habiendo previamente obtenido el calibre de cable a utilizar se procede a realizar la conexión del sistema de luces direccionales.

Se adaptó ambas luces direccionales en cada extremo debido a que el automóvil no posee una carrocería donde pudieran ajustarse, al momento de la adaptación se tomó en cuenta futuras modificaciones por tal motivo quedaron fijadas con un fácil acceso a como se puede observar en el grafico siguiente:



Imagen 11 Luz direccional derecha



Imagen 12 Luz direccional izquierda

Se realiza una prueba de campo con una batería cargada y con el multímetro determinamos el consumo de cada bombillo y así podemos elegir de esta manera el fusible correcto.

Con la medición del multímetro obtenemos lo siguiente para ambos bombillos:

$$I = 1.75A$$

El resultado anterior se multiplica por el número de bombillos que se encienden cada vez que se manipula las luces direccionales ya sean las delanteras o las traseras para ambos casos sería 2.

$$\text{Entonces: } I = 1.75A \times 2 = 3.5A$$

Para seleccionar el tipo de fusible adecuado revisamos la tabla 3 y se observa que el fusible adecuado para esta conexión sería el de 4A de color rosa.

#### **6.4.1.5 Instalación de luces laterales o luces piloto**

Se realiza el cableado pertinente para este sistema y luego se realiza una prueba con el multímetro para determinar el consumo de cada bombillo y poder de esta manera elegir el tipo de fusible adecuado.

Con la medición del multímetro se obtiene:

$$I = 0.416A$$

El dato anterior se multiplica por el número de bombillos a usar que en este caso son 2.

$$I = 0.416A \times 2 = 0.832$$

Guiados por la tabla 3 se sabe que no existe un fusible con esta capacidad por ende ocupamos el fusible de 1A de color negro.

#### **6.4.1.6 Instalación de luces de reversa**

Habiendo obtenido el calibre de cable adecuado se procede a la conexión de este.

Una vez conectada las luces se realiza una prueba con una batería cargada y con ayuda del multímetro determinamos el consumo de cada bombillo para elegir el fusible adecuado para las luces de reversa.

Con la medición del multímetro se obtiene que el consumo es:

$$I = 1.75A$$

El dato anterior se multiplica por 2 pues son dos los bombillos que se utilizaran.

$$\text{Entonces: } I = 1.75A \times 2 = 3.5A$$

Basado en la tabla 3 se conoce que no existe un fusible con esta capacidad por lo cual se utilizara un fusible de 4A.



#### 6.4.1.7 Instalación del sistema de luces de freno

Luego de haber seleccionado el calibre de cable a utilizar se procede a la conexión de este.

Una vez terminada la conexión se procede a realizar una prueba con una batería completamente cargada y con ayuda del multímetro se verifica el consumo de cada bombillo para la selección del fusible.

Con la medición del multímetro se obtiene que el consumo de cada bombillo es:

$$I = 1.75A$$

Luego multiplicamos este dato por el número de bombillos a utilizar que en este caso son dos.

$$\text{Entonces: } I = 1.75A \times 2 = 3.5A$$

Con la información anterior se conoce que no existe un fusible con esta capacidad por tal motivo elegimos el más próximo que es el de 4A.

Estas luces son activadas por un interruptor tipo pulsador que se encuentra en el accionamiento del pedal de freno.

### 6.5 Sistema de carga del vehículo

Este sistema tiene la función de suministrar carga a la batería y proveer corriente a todos los sistemas que consumen energía eléctrica durante la operación de encendido del vehículo.

Los componentes del sistema de carga son:

- Batería electroquímica.
- Alternador o generador de corriente.
- Regulador de voltaje.

Los componentes anteriores ya se encontraban instalados en la maqueta por ende solo se realizó el cableado pertinente con cable de calibre 16AWG para todo el sistema.

Este sistema también cuenta con un amperímetro que funciona como un indicador de carga o descarga de la batería y un voltímetro para verificar el voltaje que el alternador genera.

Al concluir la instalación de cableado se realizó una prueba con el motor encendido y se verificó a través del marcador que el sistema de carga estaba funcionando correctamente.

### **6.6 Sistema de encendido del vehículo**

La maqueta utiliza un sistema de encendido convencional el cual posee un conjunto de mecanismos y elementos que tienen por finalidad encender o inflamar la mezcla de aire más cercana que se encuentra comprimida al máximo en el interior de la cámara de combustión.

Los elementos que conforman este sistema son:

- Batería
- Llave de contacto
- Bobina de encendido
- Distribuidor, rotor, tapa y eje
- Platino
- Condensador
- Avances por vacío y centrífugo
- Cables
- Bujías

La mayoría de estos elementos ya se encontraban instalados en la maqueta motivo por el cual se procedió a completar la conexión, se realizó el cableado pertinente con un calibre de cable AWG16.

Al terminar de verificar que todos los componentes estuvieran trabajando en perfectas condiciones se procedió a realizar una prueba piloto de este sistema en coordinación con los demás.

## 6.7 Sistema de arranque del vehículo

El sistema de arranque es el encargado de convertir la energía eléctrica de la batería en energía mecánica para encender el motor.

En este sistema lo primero que se hizo fue verificar que el motor de arranque estuviera en buenas condiciones, luego se instaló el cableado pertinente de acuerdo al amperaje máximo que este puede consumir.

Entonces se tiene en la ecuación 1 que:

$$P = V \times I$$

Como lo que nos conviene saber es la intensidad hacemos un despeje en función de esta:

$$I = \frac{P}{V}$$

Sabiendo que la potencia de un motor de arranque lada año 1982 es de 1400W y la tensión es de 12V, tenemos:

$$I = \frac{1400W}{12V} = 116.666A$$

Ya habiendo calculo el amperaje de este podemos conocer a través de la tabla 1, el calibre de cable AWG que debemos utilizar.

El cable elegido para este sistema será AWG-1. Luego de terminar de realizar el cableado pertinente se procede a aislar con tubo corrugado de PVC de ½".

## 6.8 Pruebas de funcionamiento

Cada sistema que se terminaba de instalar iba siendo sometido a pruebas y a través de estas se podía observar que todas las conexiones fueron correctas.

A continuación, se detalla el tipo de prueba que se realizó a cada sistema:

### **6.8.1 Sistema de iluminación**

Para este sistema se comprueba que todas las luces tanto las de iluminación como las de señalización estén correctamente conectadas y que estas inicien su ciclo de trabajo al manipularse el mando giratorio de la palanca del volante.

También se observa a través de la prueba realizada que el tipo de fusible elegido ha sido el correcto. Y como punto final para este sistema se aisló todo el cableado verificando antes la posición correcta de cada conexión.

### **6.8.2 Sistema de carga**

- Lo primero que se realizó en este sistema fue comprobar el estado de carga de la batería.
- Luego se comprobó que estuviera conectado correctamente la batería y el alternador.
- Posteriormente se verifico el funcionamiento del alternador y el regulador y se observó que con el motor detenido la tensión era de 12.6V y esta aumentaba cuando el motor se ponía en marcha alcanzando una tensión básica de 13.6V a 14.5V aproximadamente.
- Finalmente, se comprobó el excelente estado del alternador cuando se realizó la medición de la corriente de carga alrededor del cable de salida del alternador cuando estaban conectados todos los elementos de consumo.

### **6.8.3 Sistema de encendido**

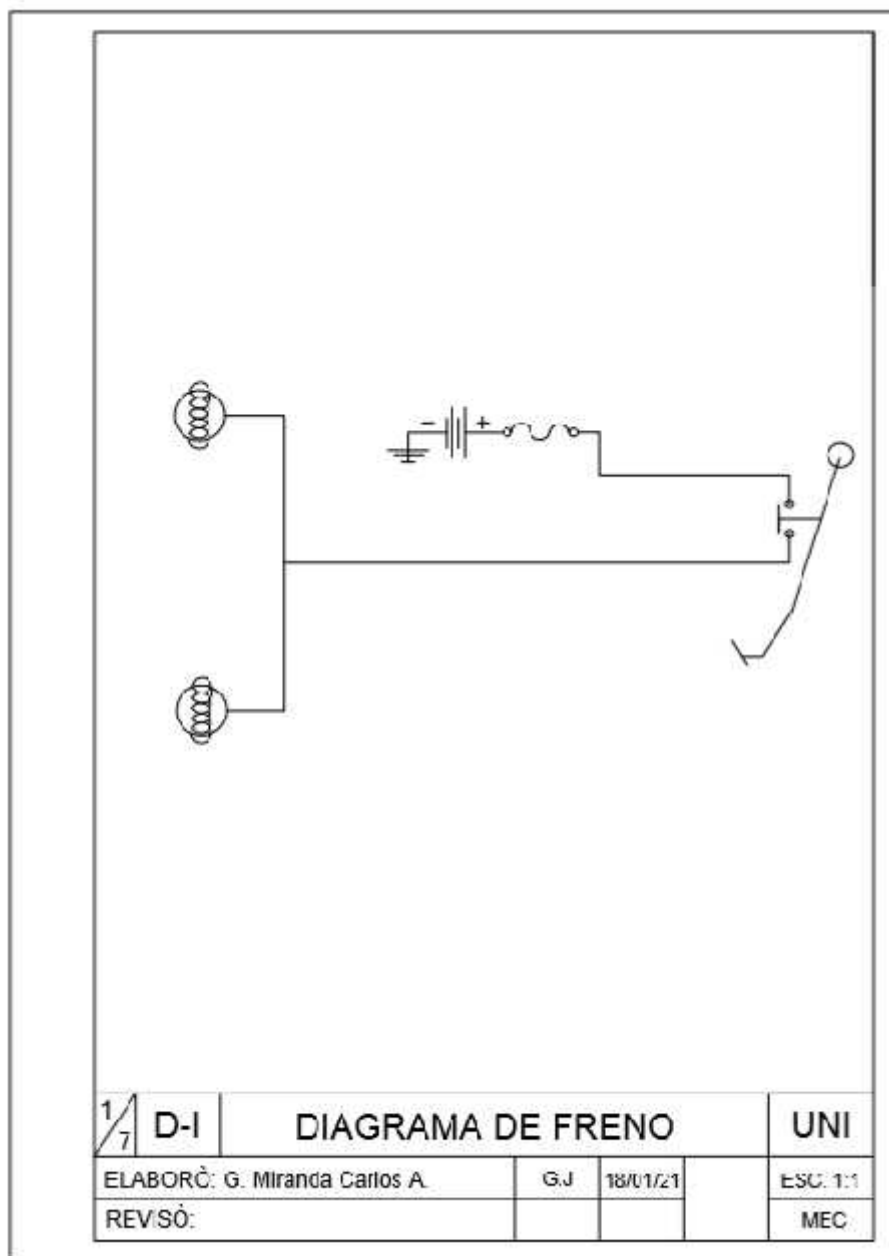
El automóvil utiliza un encendido convencional. En este sistema se comprobó el buen estado de los componentes y también se verifico que estuvieran bien conectados para luego proceder a realizar una prueba con la llave de contacto logrando encender el vehículo inmediatamente lo que demostró que dicho sistema estaba correctamente instalado.

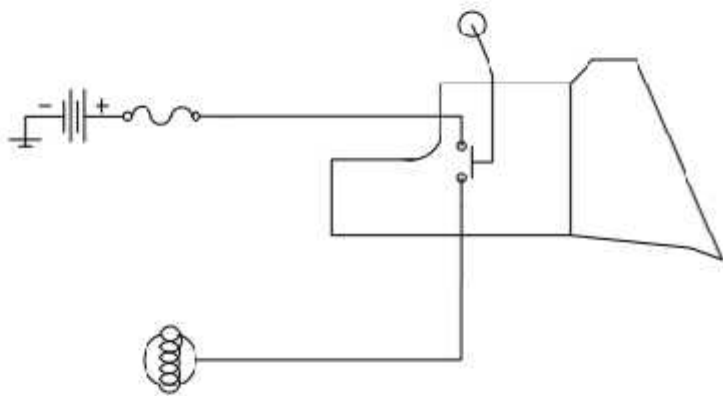
### **6.8.4 Sistema de arranque**

En este sistema lo que se hizo fue comprobar el buen funcionamiento del motor de arranque para luego someter todo el sistema a una prueba.

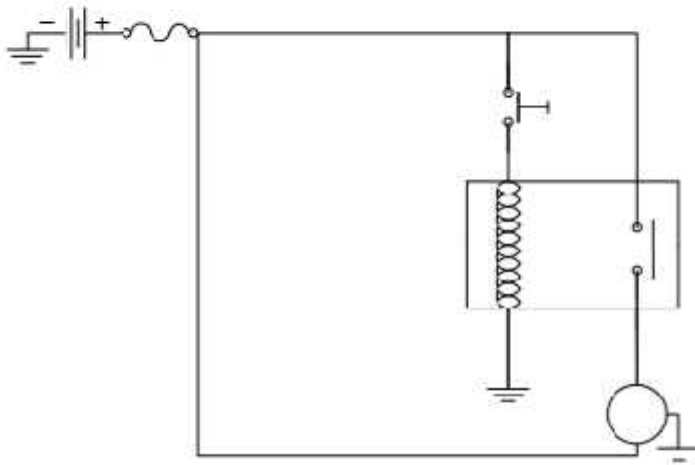
Cuando este fue alimentado por una fuente de voltaje el bendix se acciono y el arranque inicio a girar, esta prueba también se aprovechó para verificar el consumo de amperaje de este.

## 6.9 Diagramas eléctricos



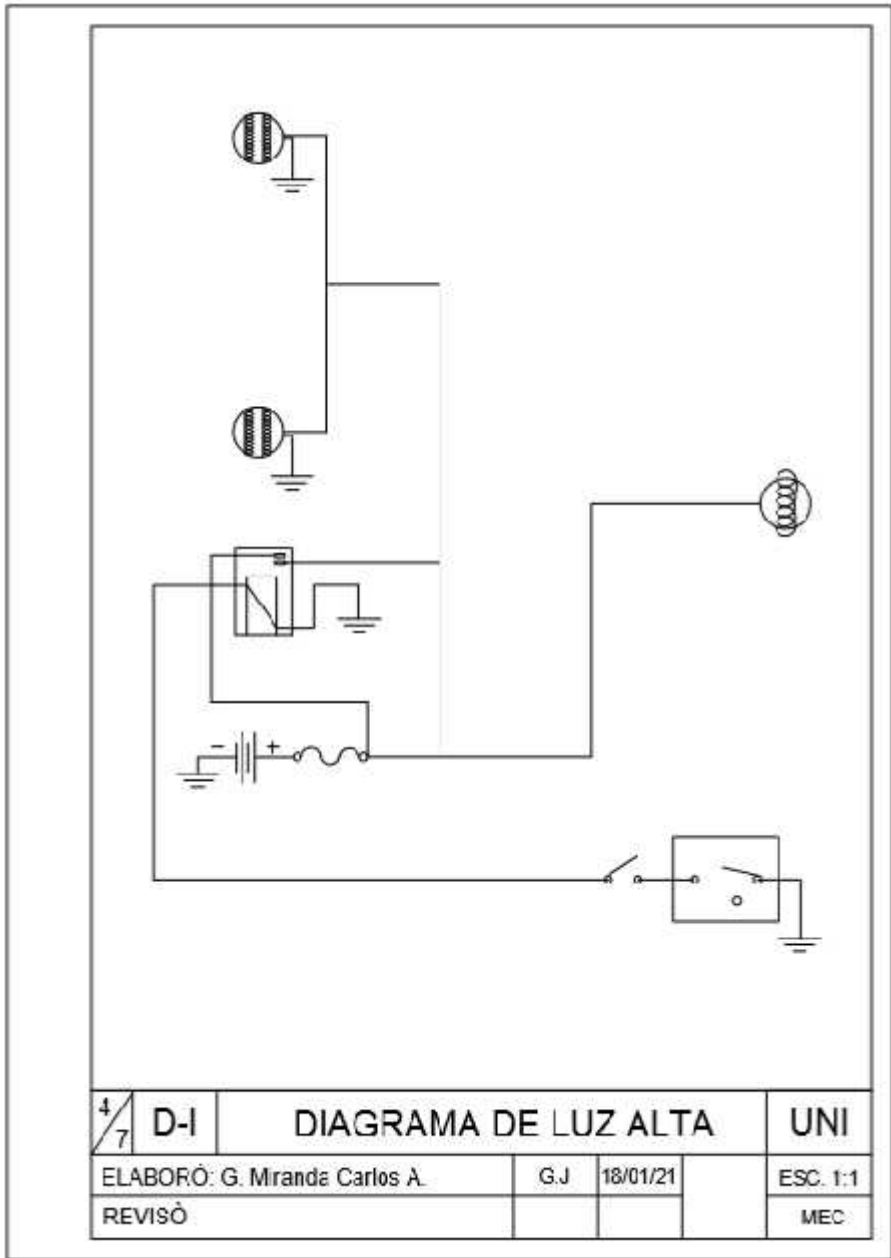


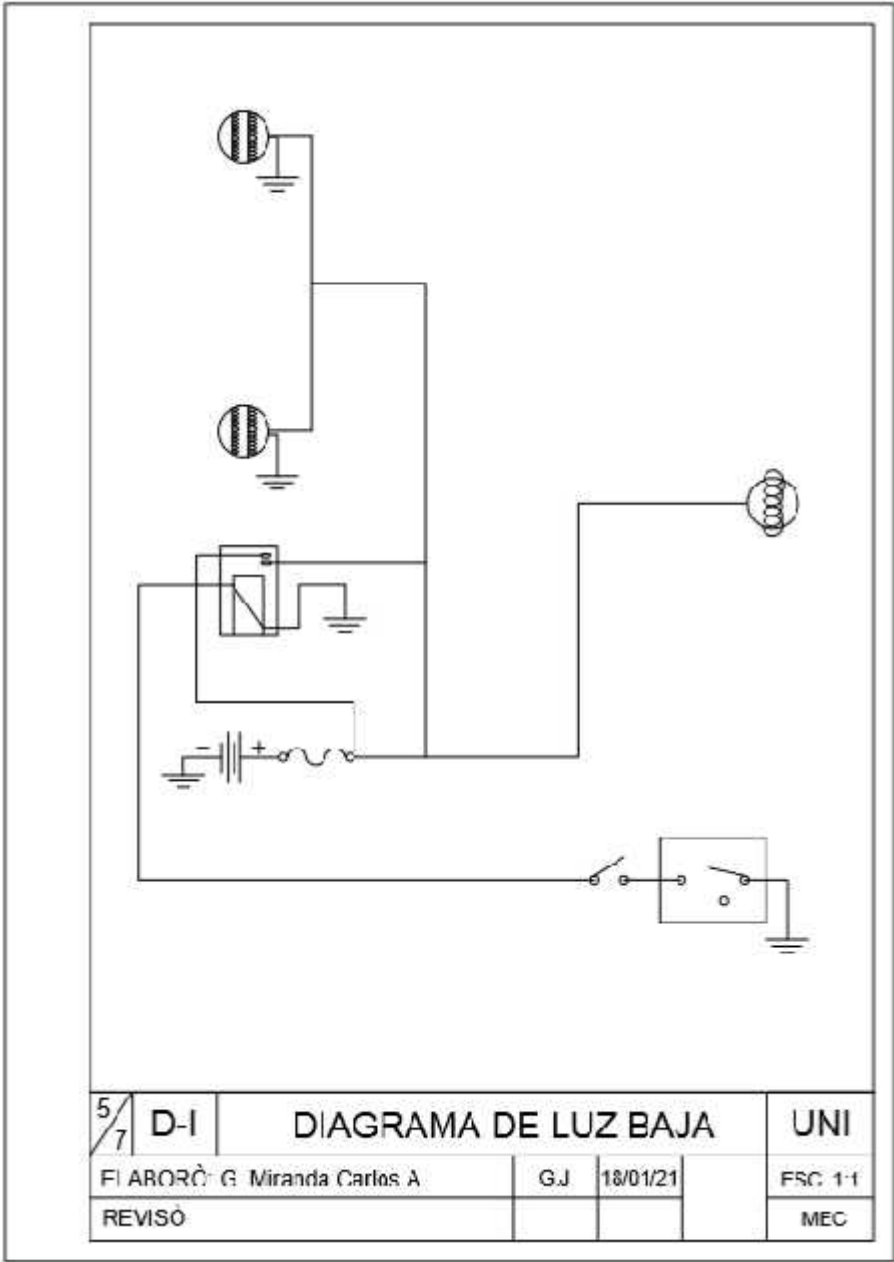
2/7	D-I	DIAGRAMA DE RETROCESO	UNI
ELABORÒ: G. Miranda Carlos A.		G.J	13/01/21
REVISÒ			ESC. 1:1
			MEC

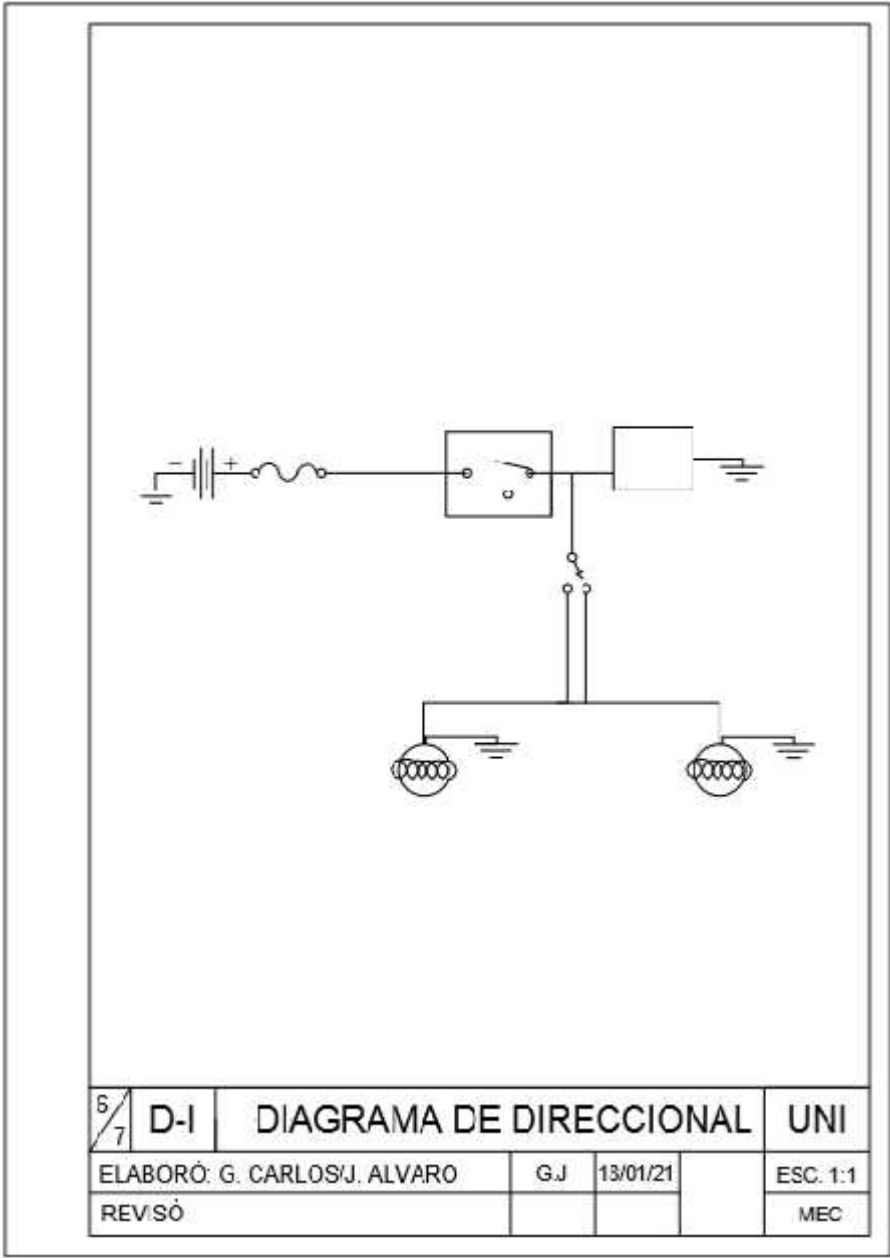


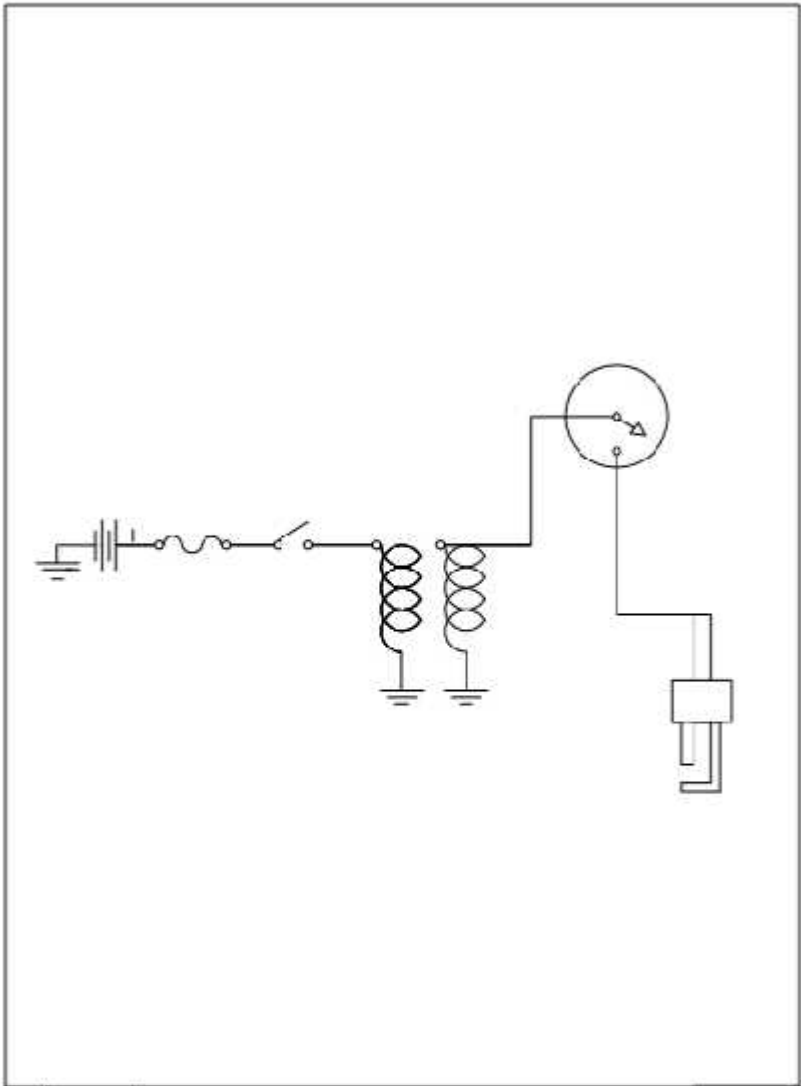
3/7	D-I	DIAGRAMA DE ARRANQUE	UNI
ELABORÒ: G Miranda Carlos A.		G.J	18/01/21
REVISÒ			ESC. 1:1 MEC



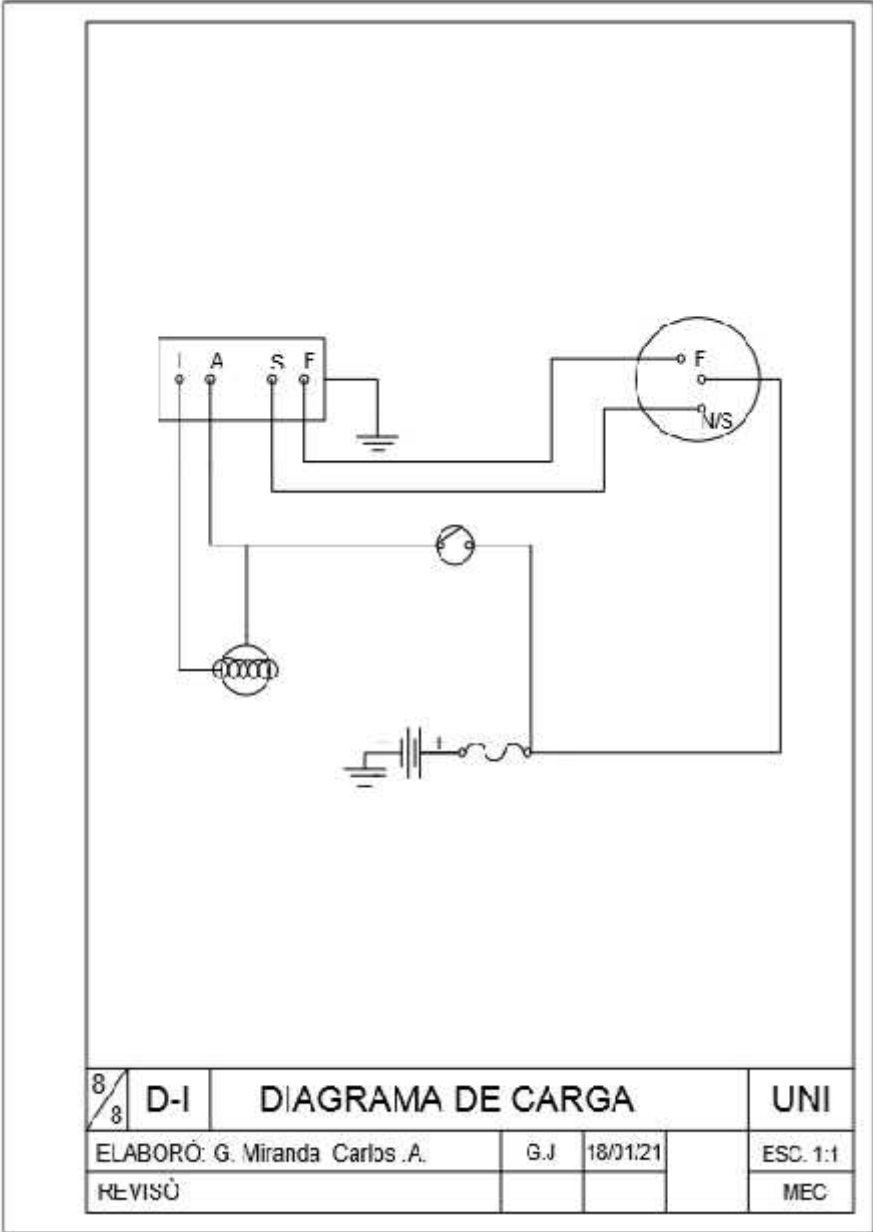








7/7	D-I	DIAGRAMA DE ENCENDIDO			UNI
ELABORÒ: G. Miranda Carlos .A		G.J	10/01/21	ESC. 1.1	
REVISÒ				MEC	



## VIII. Conclusiones y recomendaciones

### 6.1 Conclusiones

- Se realizó un diagnóstico estructural al antiguo sistema eléctrico que poseía el automóvil encontrándose que estaba incompleto y que hacían falta ciertos componentes.
- Se modificó y se instaló el sistema de iluminación del vehículo innovando ciertos detalles como la adaptación de los faros delanteros y traseros, así como también las luces direccionales.
- Se modificó la instalación del sistema de arranque ocupando espacios y realizando conexiones a conveniencia ergonómicas tomando en cuenta las medidas de seguridad pertinente.
- El sistema de carga de la batería quedó visible permitiendo a los espectadores un fácil acceso para la visualización del funcionamiento del alternador, su giro, su velocidad y sus conexiones.
- Se modificó y se instaló el sistema de encendido convencional en la maqueta obteniendo buenos resultados.
- Se realizaron todos los diagramas eléctricos pertinentes a cada sistema en AutoCAD.

## 6.2 Recomendaciones

- El sistema de iluminación posee faros de alto consumo de energía para reducir este consumo se recomienda reemplazar los bombillos convencionales por bombillos incandescentes led.
- La batería que se encuentra en la maqueta es estándar (12V), usada en la mayoría de vehículos convencionales por lo tanto se recomienda dar mantenimiento en tiempo y forma como a un vehículo normal.
- Es importante mantener limpios todos los puntos de conexión del sistema eléctrico de un vehículo. La suciedad y la grasa podrían crear interferencia con el flujo de corriente eléctrica.
- Para que todos los sistemas del vehículo operen perfectamente se recomienda antes de encenderlo verificar que todos los cables estén bien limpios, bien apretados y que no exista ningún rose entre ellos.
- La exagerada o constante manipulación del mando de luces o de otros elementos del sistema puede causar averías en cualquier parte del sistema por lo que se recomienda trabajar con la maqueta bajo supervisión del docente.

## IX. Bibliografía

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2013). Metodología De La Investigación (6ta Edición). México: McGraw Hill.

Hernández, J. J. (2013). Tecnología De La Electricidad Del Automóvil (2º Edición Corregida y Aumentada). España: S.L. CIE Inversiones Editoriales DOSSAT-2000.

Mecánica Automotriz Estrada. (5 de Diciembre de 2018). Sistema de Encendido - Electrónica Automotriz. Recuperado el 10 de Septiembre de 2019, de <https://www.mecanicaautomotrizaplicada.com/2018/12/05/sistema-de-encendido-electronica-automotriz/>

Pérez Bello, M. A., & Martín Hernández, J. J. (2013). Electricidad del Automóvil (2ª edición). España: S.L. CIE Inversiones Editoriales DOSSAT-2000.

Sapiensman. (15 de Julio de 2017). Electricidad del Automóvil. Recuperado el 10 de Septiembre de 2019, de Electricidad del Automóvil: [http://www.sapiensman.com/tecnoficio/electricidad/electricidad\\_del\\_automotor8.php](http://www.sapiensman.com/tecnoficio/electricidad/electricidad_del_automotor8.php)



## X. Anexos



Imagen 13 Panel de controles del vehículo



Imagen 14 Faros delanteros funcionando



**Imagen 15 Faros traseros funcionando**



**Imagen 16 Adaptación de mando de luces**



**Imagen 17 Adaptación de bocina**