



Universidad  
Nacional  
de Loja

# Universidad Nacional de Loja

## Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables

### Carrera de Ingeniería en Mecánica Automotriz

Diseño y construcción de un banco didáctico de alumbrado y cierre centralizado del vehículo

Trabajo de Titulación previo a la  
obtención del título de Ingeniero  
Mecánico Automotriz

#### AUTOR:

Brayan Fabricio Palta Tello

#### DIRECTOR:

Ing. Rubén Darío Carrión Jaura, Mg. Sc.

Loja - Ecuador

2022

## **Certificación**

Loja, 09 de septiembre del 2022

Ing. Rubén Darío Carrión Jaura, Mg. Sc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

### **Certifico:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Diseño y construcción de un banco didáctico de alumbrado y cierre centralizado del vehículo**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Mecánico Automotriz**, de la autoría del estudiante **Brayan Fabricio Palta Tello**, con **cédula de identidad Nro.0503008229**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Rubén Darío Carrión Jaura, Mg. Sc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **Autoría**

Yo, **Brayan Fabricio Palta Tello**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional - Biblioteca Virtual.

**Firma**

**Cédula de identidad:** 0503008229

**Fecha:** 21 de noviembre del 2022

**Correo electrónico:** brayan.palta@unl.edu.ec

**Teléfono:** 09969396338

**Carta de autorización por parte del autor, para la consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.**

Yo, **Brayan Fabricio Palta Tello**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Diseño y construcción de un banco didáctico de alumbrado y cierre centralizado del vehículo**, como requisito para optar por el título de **Ingeniero Mecánico Automotriz**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con los cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veintiún días del mes de noviembre del dos mil veintidós.

**Firma**

**Autor:** Brayan Fabricio Palta Tello

**Cédula:** 0503008229

**Dirección:** El Tambo – Catamayo

**Correo electrónico:** brayan.palta@unl.edu.ec

**Teléfono:** 09969396338

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del Trabajo de Titulación:** Ing. Rubén Darío Carrión Jaura, Mg. Sc.

## **Dedicatoria**

Dedico el presente trabajo de titulación a mis padres, el pilar fundamental de mi vida, por brindarme el apoyo y motivación para superarme día tras día. A mi familia y amigos por su ánimo y apoyo incondicional.

*Brayan Fabricio Palta Tello*

## **Agradecimiento**

Quiero agradecer a la Universidad Nacional de Loja por haberme aceptado ser parte de ella y abrirme las puertas al conocimiento, así como también a la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables por su arduo trabajo y compromiso con la educación. También quiero agradecerles a todos los docentes que impartieron sus conocimientos en las aulas de clase, ayudando a mi formación profesional, gracias por todo.

A mi director de Trabajo de Titulación el Ingeniero Rubén Carrión, por haberme guiado y facilitado la información pertinente, por sus sabios consejos, le quedo sumamente agradecido.

*Brayan Fabricio Palta Tello*

## Índice de contenidos

<b>Portada</b> .....	<b>i</b>
<b>Certificación</b> .....	<b>ii</b>
<b>Autoría</b> .....	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización</b> .....	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>v</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>vi</b>
<b>Índice de contenidos</b> .....	<b>vii</b>
Índice de tablas .....	x
Índice de figuras .....	xi
Índice de anexos .....	xiv
<b>1. Título</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Resumen</b> .....	<b>2</b>
2.1. Abstract .....	3
<b>3. Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Marco teórico</b> .....	<b>6</b>
4.1. Historia .....	6
4.2. Últimos Avances en Sistemas de Iluminación .....	6
4.2.1. Lámpara de Incandescencia .....	7
4.2.2. Lámpara de Halógeno .....	7
4.2.3. Luces de Xenón .....	8
4.2.4. Luz de Descarga Bixenón .....	8
4.2.5. Faros con Diodos LED .....	9
4.2.6. Faros Láser BMW .....	10
4.2.7. Iluminación de Fuente de Luz Única .....	10
4.3. Sistema de Iluminación .....	11
4.3.1. Faros Principales .....	11
4.3.2. Luces de Carretera .....	12
4.3.3. Luces de Cruce .....	13
4.3.4. Luces de Posición .....	13
4.3.5. Luces de Marcha Atrás .....	14
4.3.6. Luces de Freno .....	14
4.3.7. Luces de Intermitencia .....	15
4.4. Sistema de Cierre Centralizado .....	15
4.4.1. Mecanismo de Cierre .....	15
4.4.2. Mando de las Puertas .....	16
4.4.3. Bloqueo de Cerraduras .....	16
4.4.4. Actuadores de Bloqueo .....	17

4.5. Configuración de Circuitos Eléctricos Presentes en el Automóvil .....	19
4.5.1. Configuración Clásica (Interruptores) .....	19
4.5.2. Configuración por Red de Diodos .....	19
4.5.3. Configuración por Bloques.....	20
4.6. Principios Fundamentales que Rigen el Sistema de Luces y Cierre Centralizado.....	20
4.6.1. Fuente de Energía .....	23
4.6.2. Voltaje (V).....	23
4.6.3. Corriente (I) .....	23
4.6.4. Resistencia ( $\Omega$ ) .....	24
4.6.5. Ley de Ohm .....	25
4.6.6. Circuitos en Serie .....	25
4.6.7. Circuitos en Paralelo.....	26
4.6.8. Potencia en los Circuitos .....	27
4.6.9. Fusibles .....	27
4.6.10. Interruptores .....	30
4.6.11. Bobina.....	30
4.6.12. Condensadores.....	31
4.6.13. Relés .....	32
4.6.14. Diodos.....	32
4.6.15. Transistor .....	36
4.6.16. Cableado .....	40
4.7. Términos de Iluminación .....	41
4.7.1. Flujo Luminoso .....	41
4.7.2. Intensidad Luminosa.....	41
4.7.3. Iluminancia .....	42
4.8. Equipos de Medición .....	43
4.8.1. Multímetro Automotriz.....	43
4.8.2. Punta o Sonda Lógica.....	45
4.9. Actuadores .....	46
4.9.1. Motores.....	46
4.9.2. Bombillas Incandescentes .....	46
4.9.3. Lámina Bimetálica.....	47
4.10. Designación de Bornes .....	47
<b>5. Metodología.....</b>	<b>49</b>
5.1. Criterios de Diseño .....	50
5.2. Elección de la Postura de Trabajo Principal .....	51

5.3. El Espacio .....	52
5.4. Diseño de Medidas para el Banco de Alumbrado.....	52
5.4.1. Medida Vertical .....	52
5.4.2. Medida Horizontal.....	53
5.4.3. Altura de la Zona de Apoyo .....	53
5.4.4. Profundidad de la Zona de Apoyo.....	54
5.4.5. Espacio para los Pies .....	55
5.5. Diseño de Medidas para el Banco de Cierre Centralizado .....	55
5.5.1. Medida Vertical .....	55
5.5.2. Medida Horizontal.....	56
5.6. Elección del Material .....	56
5.6.1. Material para la Estructura .....	57
5.6.2. Material para el Recubrimiento .....	58
5.6.3. Material para el Panel Didáctico .....	59
5.7. Modelado de Estructura del Banco Didáctico de Luces y Cierre Centralizado..	60
5.8. Análisis de Tensión en Inventor .....	61
5.8.1. Restricciones.....	61
5.8.2. Cargas Aplicadas a la Estructura del Banco de Luces.....	62
5.8.3. Cargas Aplicadas a la Estructura de Cierre Centralizado.....	63
5.8.4. Material.....	64
5.8.5. Resultados del Estudio (Banco de Alumbrado).....	64
5.8.6. Optimización de Estructura .....	66
5.8.7. Resultados del Estudio (Banco de Cierre Centralizado) .....	69
5.9. Construcción del Banco Didáctico de Luces .....	71
5.9.1. Cálculos del Cable y Elementos de Protección .....	71
5.9.2. Componentes Eléctricos del Sistema de Luces .....	75
5.9.3. Distribución de Elementos Eléctricos.....	79
5.9.4. Diseño del Vinil Adhesivo .....	80
5.9.5. Corte de Panel MDF .....	81
5.9.6. Construcción de la Estructura.....	81
5.9.7. Ensamblaje de Elementos .....	83
5.10. Construcción del Banco Didáctico de Cierre Centralizado .....	84
5.10.1. Cálculos del Cable y Elementos de Protección .....	84
5.10.2. Componentes Eléctricos del Sistema de Cierre Centralizado .....	85
5.10.3. Distribución de Elementos Eléctricos.....	89
5.10.4. Diseño de Vinil Adhesivo.....	90
5.10.5. Construcción de la Estructura.....	90

5.10.6. Ensamblaje de Elementos .....	92
<b>6. Resultados .....</b>	<b>93</b>
6.1. Disposición Final del Banco de Luces y Cierre Centralizado .....	93
6.2. Validación Mediante Puesta en Funcionamiento.....	94
6.3. Impacto Estudiantil del Banco Didáctico de Luces y Cierre Centralizado.....	96
6.4. Resultados de Encuestas de Satisfacción.....	98
6.5. Costos.....	105
<b>7. Discusión.....</b>	<b>107</b>
<b>8. Conclusiones.....</b>	<b>108</b>
<b>9. Recomendaciones.....</b>	<b>109</b>
<b>10. Bibliografía.....</b>	<b>110</b>
<b>11. Anexos.....</b>	<b>112</b>

### Índice de Tablas:

<b>Tabla 1.</b> Simbología de componentes eléctricos del automóvil (Seat, Audi, Volkswagen y Skoda).....	21
<b>Tabla 2.</b> Simbología de elementos eléctricos según norma DIN 40900.....	22
<b>Tabla 3.</b> Código de colores de resistencias .....	24
<b>Tabla 4.</b> Código de colores de los fusibles de clavija.....	28
<b>Tabla 5.</b> Voltajes equivalentes de diodo “encendido” .....	35
<b>Tabla 6.</b> Calibre de cables AWG para uso automotriz .....	40
<b>Tabla 7.</b> Designación de Bornes según norma DIN 72552 .....	47
<b>Tabla 8.</b> Características de materiales para la estructura.....	57
<b>Tabla 9.</b> Características de materiales para recubrimiento .....	58
<b>Tabla 10.</b> Características de materiales para el panel didáctico .....	59
<b>Tabla 11.</b> Resultados de aplicación de cargas a la estructura .....	65
<b>Tabla 12.</b> Comparación entre estructura inicial y optimizada .....	67
<b>Tabla 13.</b> Resultados del análisis diferentes espesores de tubo.....	69
<b>Tabla 14.</b> Cálculo para el sistema de luces de cruce.....	71
<b>Tabla 15.</b> Cálculo para el sistema de luces de carretera .....	72
<b>Tabla 16.</b> Cálculo para el sistema de luces de niebla .....	72
<b>Tabla 17.</b> Cálculo para el sistema de luces direccionales y emergencia .....	73
<b>Tabla 18.</b> Cálculo para el sistema de luces de freno y reversa .....	73
<b>Tabla 19.</b> Cálculo para el sistema de luces de posición.....	74
<b>Tabla 20.</b> Cálculo para cables de batería .....	75

<b>Tabla 21.</b> Cálculo para el sistema de cierre centralizado .....	85
<b>Tabla 22.</b> Preguntas enfocadas al banco didáctico de luces y cierre centralizado.....	97
<b>Tabla 23.</b> Preguntas enfocadas a las guías prácticas.....	97
<b>Tabla 24.</b> Costos generales del banco de alumbrado .....	105
<b>Tabla 25.</b> Costos generales del banco de cierre centralizado .....	106

### Índice de figuras:

<b>Figura 1.</b> Lámpara halógena .....	7
<b>Figura 2.</b> Elementos que componen el sistema de luces xenón.....	8
<b>Figura 3.</b> Proyector de luz con mecanismo desplazable de la lámpara .....	9
<b>Figura 4.</b> Faros con diodos LED.....	9
<b>Figura 5.</b> Faros láser BMW .....	10
<b>Figura 6.</b> Sistema de iluminación de fuente única.....	11
<b>Figura 7.</b> Faros principales .....	12
<b>Figura 8.</b> Trayectoria de los rayos luminosos de la luz de carretera .....	12
<b>Figura 9.</b> Trayectoria de los rayos luminosos de la luz de cruce.....	13
<b>Figura 10.</b> Posición de las luces en el vehículo .....	14
<b>Figura 11.</b> Luces de freno.....	15
<b>Figura 12.</b> Funcionamiento del mecanismo de cierre.....	16
<b>Figura 13.</b> Esquema del sistema de bloqueo por accionamiento manual .....	17
<b>Figura 14.</b> Actuador de electroimán .....	18
<b>Figura 15.</b> Motor eléctrico de puertas .....	19
<b>Figura 16.</b> Configuración de circuito con interruptores .....	19
<b>Figura 17.</b> Configuración por red de diodos.....	20
<b>Figura 18.</b> Configuración por bloques .....	20
<b>Figura 19.</b> Potencia nominal de las resistencias .....	24
<b>Figura 20.</b> Circuito en serie .....	26
<b>Figura 21.</b> Circuito en paralelo .....	26
<b>Figura 22.</b> Fusible tipo clavija.....	28
<b>Figura 23.</b> Fusible que protege un solo consumidor.....	29
<b>Figura 24.</b> Fusible que protege a varios consumidores .....	29
<b>Figura 25.</b> Conmutador.....	30
<b>Figura 26.</b> Numeración de los terminales de un relé.....	32

<b>Figura 27.</b> Unión p-n polarizada en inversa .....	33
<b>Figura 28.</b> Unión p-n polarizada en directa .....	34
<b>Figura 29.</b> Configuración de diodos en serie.....	35
<b>Figura 30.</b> Región de saturación aproximada .....	38
<b>Figura 31.</b> Determinación para la configuración de polarización fija .....	38
<b>Figura 32.</b> Configuración de polarización por medio del divisor de voltaje .....	39
<b>Figura 33.</b> Representación de iluminancia .....	42
<b>Figura 34.</b> Conexión para medir intensidad de corriente .....	43
<b>Figura 35.</b> Conexión para medir voltaje .....	44
<b>Figura 36.</b> Conexión para medición de resistencias .....	45
<b>Figura 37.</b> Punta lógica profesional con pantalla para lectura de estados lógicos .....	45
<b>Figura 38.</b> Características de la bombilla de incandescencia .....	46
<b>Figura 39.</b> Matriz QDF .....	50
<b>Figura 40.</b> Método de análisis para determinar la postura principal de trabajo .....	51
<b>Figura 41.</b> Alcance del plano sagital (en mm) en posición de pie.....	53
<b>Figura 42.</b> Diferentes medidas P5 femenino .....	54
<b>Figura 43.</b> Alcance máximo en milímetros .....	54
<b>Figura 44.</b> Modelo jerárquico para la toma de decisiones.....	56
<b>Figura 45.</b> Resultados de elección de material para la estructura.....	58
<b>Figura 46.</b> Resultados de elección para material de recubrimiento.....	59
<b>Figura 47.</b> Resultados de elección para material del panel didáctico.....	60
<b>Figura 48.</b> Modelado de estructura del banco de luces del automóvil .....	60
<b>Figura 49.</b> Modelado de estructura del banco de cierre centralizado .....	61
<b>Figura 50.</b> Restricciones de estructura del banco de luces .....	62
<b>Figura 51.</b> Restricciones de estructura del banco de cierre centralizado.....	62
<b>Figura 52.</b> Ubicación de las cargas de la estructura del banco de luces .....	63
<b>Figura 53.</b> Ubicación de las cargas de la estructura del banco de cierre centralizado ..64	
<b>Figura 54.</b> Características del material para la simulación.....	64
<b>Figura 55.</b> Tensión Von Mises tubo 1,2 mm .....	65
<b>Figura 56.</b> Tensión Von Mises tubo 1,5 mm .....	66
<b>Figura 57.</b> Tensión Von Mises tubo 2 mm .....	66
<b>Figura 58.</b> Puntos de optimización en la estructura del banco de luces .....	67
<b>Figura 59.</b> Esfuerzo máximo de la estructura del banco de luces optimizada.....	68
<b>Figura 60.</b> Caso de análisis extra.....	68

<b>Figura 61.</b> Tensión Von Mises tubo 1,2 mm .....	69
<b>Figura 62.</b> Tensión Von Mises tubo 1,5 mm .....	70
<b>Figura 63.</b> Tensión Von Mises tubo 2 mm .....	70
<b>Figura 64.</b> Faros principales .....	75
<b>Figura 65.</b> Palanca conmutadora .....	76
<b>Figura 66.</b> Interruptor de intermitentes.....	76
<b>Figura 67.</b> Switch de encendido .....	76
<b>Figura 68.</b> Caja de fusibles .....	77
<b>Figura 69.</b> Switch de freno (normalmente cerrado).....	77
<b>Figura 70.</b> Switch de reversa .....	78
<b>Figura 71.</b> Relé de intermitencia .....	78
<b>Figura 72.</b> Relé interruptor doble .....	78
<b>Figura 73.</b> Relé conmutador .....	79
<b>Figura 74.</b> Lunetas traseras.....	79
<b>Figura 75.</b> Distribución de elementos eléctricos para el panel del banco didáctico de luces .....	80
<b>Figura 76.</b> Diseño del vinil adhesivo para el banco didáctico de luces.....	80
<b>Figura 77.</b> Corte láser del panel MDF .....	81
<b>Figura 78.</b> Estructura del banco de luces en su fase inicial .....	82
<b>Figura 79.</b> Estructura del banco de luces con recubrimiento.....	82
<b>Figura 80.</b> Estructura del banco de luces en su fase final.....	83
<b>Figura 81.</b> Terminales de conexión .....	83
<b>Figura 82.</b> Conexión eléctrica.....	84
<b>Figura 83.</b> Bases para ensamblaje .....	84
<b>Figura 84.</b> Módulo de cierre centralizado.....	85
<b>Figura 85.</b> Módulo de alarma .....	86
<b>Figura 86.</b> Conmutador inversor .....	86
<b>Figura 87.</b> Caja de fusibles .....	87
<b>Figura 88.</b> Motor esclavo .....	87
<b>Figura 89.</b> Motor maestro .....	88
<b>Figura 90.</b> Motor y mecanismo elevallunas.....	88
<b>Figura 91.</b> Relé conmutador .....	88
<b>Figura 92.</b> Distribución de elementos eléctricos para el panel del banco de cierre centralizado.....	89

<b>Figura 93.</b> Diseño del vinil adhesivo para el banco didáctico de cierre centralizado ...	90
<b>Figura 94.</b> Estructura del banco de cierre centralizado (fase inicial) .....	91
<b>Figura 95.</b> Estructura del banco de cierre centralizado (fase final) .....	91
<b>Figura 96.</b> Bases para anclaje de la puerta .....	92
<b>Figura 97.</b> Vista completa del banco didáctico de luces del automóvil .....	93
<b>Figura 98.</b> Vista completa del banco didáctico de cierre centralizado .....	94
<b>Figura 99.</b> Funcionamiento de los sistemas del banco de luces del automóvil .....	95
<b>Figura 100.</b> Funcionamiento de los sistemas del banco de cierre centralizado .....	95
<b>Figura 101.</b> Desarrollo de prácticas por parte de los estudiantes . .....	96
<b>Figura 102.</b> Resultados de la encuesta sobre el banco de luces del automóvil .....	98
<b>Figura 103.</b> Resultados de la encuesta sobre el banco de cierre centralizado .....	99
<b>Figura 104.</b> Resultados de la encuesta realizada a la práctica 1 .....	100
<b>Figura 105.</b> Resultados de la encuesta realizada a la práctica 2 .....	100
<b>Figura 106.</b> Resultados de la encuesta realizada a la práctica 3 .....	101
<b>Figura 107.</b> Resultados de la encuesta realizada a la práctica 4 .....	101
<b>Figura 108.</b> Resultados de la encuesta realizada a la práctica 5 .....	102
<b>Figura 109.</b> Resultados de la encuesta realizada a la práctica 6 .....	102
<b>Figura 110.</b> Resultados de la encuesta realizada a la práctica 7 .....	103
<b>Figura 111.</b> Porcentajes globales de las encuestas con respecto a las guías prácticas	104
<b>Figura 112.</b> Resultados sobre la dificultad de las prácticas .....	105

### Índice de anexos:

<b>Anexo 1:</b> Planos de construcción del banco de luces.....	112
<b>Anexo 2:</b> Planos de construcción del banco de cierre centralizado .....	113
<b>Anexo 3:</b> Manual de uso y mantenimiento .....	114
<b>Anexo 4:</b> Práctica 1 .....	127
<b>Anexo 5:</b> Práctica 2 .....	141
<b>Anexo 6:</b> Práctica 3 .....	151
<b>Anexo 7:</b> Práctica 4 .....	160
<b>Anexo 8:</b> Práctica 5 .....	169
<b>Anexo 9:</b> Práctica 6 .....	177
<b>Anexo 10:</b> Práctica 7 .....	183
<b>Anexo 11:</b> Certificación de traducción del Abstract. ....	190

## **1. Título**

Diseño y construcción de un banco didáctico de alumbrado y cierre centralizado del vehículo.

## 2. Resumen

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo diseñar y construir un banco didáctico del sistema de alumbrado y cierre centralizado del vehículo con la finalidad de otorgar los equipos necesarios para realizar prácticas y comprobaciones a los estudiantes de la carrera de ingeniería automotriz de la Universidad Nacional de Loja, de esta forma complementando los fundamentos teóricos con cualidades prácticas.

Se realizó un repaso sobre la evolución a través del tiempo de los sistemas de alumbrado y cierre centralizado, además los fundamentos teóricos en los cuales basan su funcionamiento dichos sistemas.

En cuanto al diseño del banco didáctico se realizó considerando criterios antropométricos enfocados a la población latinoamericana para obtener las dimensiones adecuadas, los análisis para la elección del material se realizaron mediante el software Expert Choice utilizando el método de análisis jerárquico (AHP) obteniendo como resultado el tubo estructural negro, la plancha de acero negro laminada en frío y madera MDF para la construcción del banco.

El banco de alumbrado y cierre centralizado equipa los mismos componentes que se encontrarían en un vehículo normal, ensamblados de una forma didáctica para que, a través de bornes de conexión enumerados según normativa, se pueda realizar la conexión del sistema correspondiente, además se elaboraron 7 guías prácticas y un manual de uso y mantenimiento para el apoyo del banco, buen uso del mismo y prevenir riesgos asociados.

Como parte final se realizó una evaluación dirigida a los estudiantes de la carrera de ingeniería automotriz para conocer el nivel de satisfacción con respecto al banco didáctico, guías prácticas y manual de usuario, en donde 80% califica como excelente la ergonomía del banco de alumbrado y en el caso del banco de cierre centralizado un 73% de los encuestados indicaron como excelente la ergonomía de este.

**Palabras clave:** sistema de alumbrado, sistema de cierre centralizado, banco didáctico, luces, vehículo, sistema eléctrico.

## 2.1. Abstract

The objective of this degree work is to design and build a didactic bench for the lighting system and centralized locking of the vehicle with the purpose of granting the necessary equipment to carry out practices and verifications to the students of the automotive engineering career of the National University of Loja, thus complementing the theoretical foundations with practical qualities.

A review was made of the evolution over time of lighting and centralized locking systems, as well as the theoretical foundations on which these systems base their operation.

Regarding the design of the didactic bench, it was carried out to consider anthropometric criteria focused on the latin american population to obtain the appropriate dimensions; the analyzes for the choice of material were carried out through the Expert Choice software using the hierarchical analysis method (AHP), getting as a result, the black structural tube, black cold-rolled steel plate and MDF wood for the construction of the bench.

The centralized lighting and locking bank equip the same components which would be found in a conventional vehicle, assembled in a didactic way so that, through connection terminals listed according to regulations, the connection of the corresponding system can be made, in addition, seven practical guides and a use and maintenance manual to support the bank, its proper use and the prevention of associated risks.

As a final part, an evaluation was made of the students of the automotive engineering career to know the level of satisfaction concerning the didactic bench, practical guides and user manual, where 80% rate the ergonomics of the lighting bench as excellent and the case of the central locking bench, 73% of those surveyed indicated its ergonomics as excellent.

**Keywords:** Lighting system, central locking system, educational bench, lights, vehicle, electrical system.

### **3. Introducción**

La carrera de ingeniería en mecánica automotriz inició el primer periodo académico en régimen especial en mayo-septiembre 2017 con pénsum 2009, ofertándose dos promociones para luego cerrarse en el 2018 debido a que el plan curricular cumple su tiempo de vigencia. Posteriormente, la carrera se vuelve a abrir en el 2020 como la carrera de ingeniería automotriz con régimen 2019.

Como se evidencia en el párrafo anterior, la carrera es reciente y aún no cuenta con los talleres para especialización, infraestructura, y los equipos necesarios que permitan profundizar y reafirmar la teoría con la práctica, que el docente imparte hacia los estudiantes. Aunque el componente teórico resulta un pilar fundamental para el entendimiento de estos sistemas, es la parte práctica en la cual el estudiante gana experiencia para enfrentar los problemas que surgen en la vida profesional, son numerosos los beneficios que proporcionan los recursos didácticos como aportar información, instruir el proceso de aprendizaje, entrenar aptitudes, y al no disponer de un banco didáctico se está creando un déficit en los puntos nombrados, además, surge un factor de riesgo el cual se relaciona con la manipulación de un vehículo en el ámbito de diagnóstico o reparación sin haber tenido una práctica previa en el sistema.

La carrera de ingeniería automotriz, en la malla régimen 2019 consta con las materias de electricidad automotriz, autotrónica, electrónica analógica y digital, las cuales poseen un carácter práctico relacionado con el banco didáctico de luces y cierre centralizado, al otorgar este medio didáctico solventaría ciertas prácticas tales como: el conexionado de, luces de freno, luces intermitentes, luces de retro, direccionales y emergencia, luces de cruce y carretera, comprobación del cierre centralizado, entre otras, que se incluyen en dichas materias. Al implementar esta herramienta de aprendizaje, además de poder competir con aquellas instituciones de educación superior, permite formar profesionales competentes, desarrollando la experiencia y pericia necesarias del alumno para poder desenvolverse en el ámbito laboral y enfrentar los problemas del entorno profesional.

Cabe recalcar que un material didáctico es aquel que reúne medios y recursos que facilitan la enseñanza, aprendizaje para ayudar al alumno a desarrollar sus destrezas. El empleo de recursos didácticos con su debida planificación ayuda a la práctica educativa y por parte del docente un mayor control en caso de que exista alguna falencia, optimizando el proceso de enseñanza del maestro (Guadalupe & Suárez, 2010).

El desarrollo del proyecto tiene como objetivo general diseñar y construir un banco didáctico donde se encuentre el sistema de alumbrado y cierre centralizado del vehículo, en el cual su alcance principal se enfoca a los estudiantes de la carrera de ingeniería automotriz de la Universidad Nacional de Loja.

## **4. Marco teórico**

### **4.1. Historia**

En el año 1886 los primeros autos que existieron utilizaban para iluminar su camino métodos rústicos como la luz de las velas, las cuales eran poco eficaces y ofrecían muy poco rango de visión haciendo la travesía por la noche muy dificultosa. Para el año 1910 se logró incorporar los primeros faros eléctricos en los automóviles, estos faros a través del tiempo se hicieron mucho más comunes. Años después para el año 1934 la compañía Mercedes dio a conocer las luces Bilux en el modelo 500K (W29) la cuales presentaban la novedad de poseer dos filamentos los cuales proporcionaban un haz de luz principal y un haz de cruce, estos producían diferente fuerza y ángulo. Los automóviles conocieron la bombilla H4 para el año 1971 gracias a la presentación del Mercedes SL (R107), una de las características más importantes que presentaba esta bombilla fue que era la primera en contar con la tecnología halógena.

Posteriormente en el año 1995 se presentaron las lámparas de descarga de gas de xenón, esta tecnología presentada en la Clase E de Mercedes (W210) en comparación con la tecnología halógena era tres veces más potente, otra de sus principales características es la luz de un color más claro que produce, además de su menor consumo de energía.

Un salto importante se dio en el año 2006 por la compañía automotriz Mercedes la cual presentó su sistema de luz inteligente (ILS), este sistema de luces poseía un sistema de faros adaptativos con distribución variable de luz, este sistema cambiaba de acuerdo a las condiciones del ambiente exterior.

Luego de 4 años, en el año 2010 se dieron a conocer los primeros faros LED dinámicos estos faros se combinaron con la tecnología de Mercedes ya existente Adaptive Highbeam Assist, la cual permite diferentes funciones como faros antiniebla, modo autopista, función de luz activa y luces de giro (Prieto, 2020)

### **4.2. Últimos Avances en Sistemas de Iluminación**

En esta sección se tratará sobre los avances más importantes que se han dado en cuanto al sistema de iluminación en los vehículos.

#### 4.2.1. Lámpara de Incandescencia

Estas lámparas funcionan bajo el principio de transformar la energía eléctrica en calorífica, la temperatura es un factor condicionante en este tipo de lámparas porque mientras la temperatura que alcanza sea mayor la iluminación que produce aumentara.

Estas lámparas poseen dos filamentos los cuales se activan dependiendo si se requiere luz de cruce o carretera. El material de los filamentos es wolframio, además posee una protección de vidrio para evitar que ingrese el aire, ya que al estar a una temperatura aproximada de 2.600 °C se fundiría el filamento instantáneamente (Ros & Barrera, 2011).

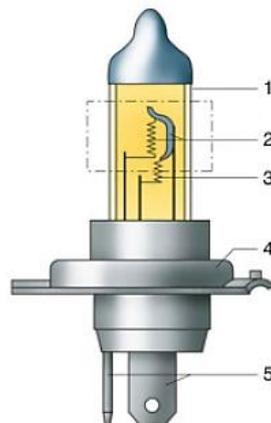
#### 4.2.2. Lámpara de Halógeno

La ventaja de este tipo de lámpara es que la potencia luminosa es superior a la de las lámparas convencionales (incandescencia) a cambio de un pequeño aumento del consumo de corriente, al no tener la presencia de ennegrecimiento en la ampolla hace que la potencia luminosa sea igual durante toda la vida útil de la lámpara (Pérez, 1998).

Como se muestra en la Figura 1 la lámpara de halógeno cuenta con una ampolla en forma de cilindro la cual está formada por cristal de cuarzo, en su interior encontramos los filamentos incandescentes los mismos que están hechos a base de wolframio, además en el interior de esta ampolla se encuentra una mezcla de gases halógenos, la función de dichos gases es la de regenerar el filamento (Domínguez & Ruiz, 2018).

**Figura 1**

*Lámpara halógena*



*Nota.* Las partes presentes en la figura son: (1) ampolla de la lámpara; (2) filamento luz de cruce; (3) filamento luz de carretera; (4) casquillo; (5) conexión eléctrica. Obtenido de *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo* (p.155), por Domínguez & Ruiz, 2018, Editex.

### 4.2.3. Luces de Xenón

La bombilla de xenón es una bombilla de micro descarga llena de una mezcla de gases nobles incluido el xenón. La bombilla no tiene filamento, como es el caso de una bombilla halógena, pero el arco de luz se crea entre dos electrodos. Como es el caso de otras bombillas de descarga de gas, la bombilla de xenón tiene un arrancador electrónico para un encendido rápido. El sistema de luces de xenón proporciona más del doble de luz que un sistema de luces halógenas y consume la mitad de energía, en la figura 2 se puede observar cómo está conformado un sistema de luces de xenón (Denton, 2018).

#### Figura 2

*Elementos que componen el sistema de luces xenón*



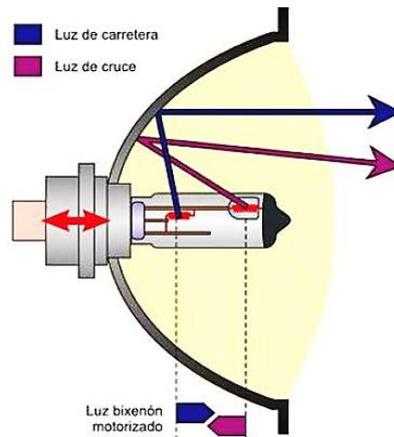
*Nota.* Se muestra el faro, bombilla de xenón y arrancador electrónico. Obtenido de *Automobile Electrical and Electronic Systems* (p.449), por T. Denton, 2018, Routledge.

### 4.2.4. Luz de Descarga Bixenón

Para que una sola lámpara de descarga pueda realizar las funciones de luz cruce y carretera, se necesita variar el ángulo de salida de haz de luz, y no permitir que el haz de luz reflejado en el proyector elipsoidal en la parte inferior salga proyectado, para conseguirlo se utiliza un obturador mecánico, cuya posición se conmuta por medio de un electroimán y que no permite que el haz proyectado salga reflejado, o por medio de un motor eléctrico que desplaza la bombilla hacia atrás variando la focal de la luz como se ve en la figura 3. Las ventajas que presenta este sistema es un aumento de la seguridad en curva y mejora el confort de conducción, esto al disminuir el estrés durante la conducción (Ros & Barrera, 2011).

### Figura 3

Proyector de luz con mecanismo desplazable de la lámpara



Nota. Obtenido de *Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad* (p.157), por Ros & Barrera, 2011, Paraninfo.

#### 4.2.5. Faros con Diodos LED

Las funciones que incluyen este tipo de faros son las luces cruce, carretera, posición y direccionales utilizando la tecnología corte-borne LED. Una pieza importante que compone este faro es la pieza hexagonal que se puede observar en la figura 4 la cual consta de siete lentes plásticas de forma hexagonal. Para las luces de cruce se utilizan tres segmentos y cuando se quiere cambiar a las luces de carretera se activan los segmentos faltantes. Otro componente que forma parte de este faro es una tira de 6 leds dispuestos bajo el reflector la cual sirve de indicador de dirección. Este tipo de sistemas compuestos por diodos electro luminosos nos abren las puertas a nuevas posibilidades de geometría y arreglo del faro (Sánchez, 2012) .

### Figura 4

Faros con diodos LED



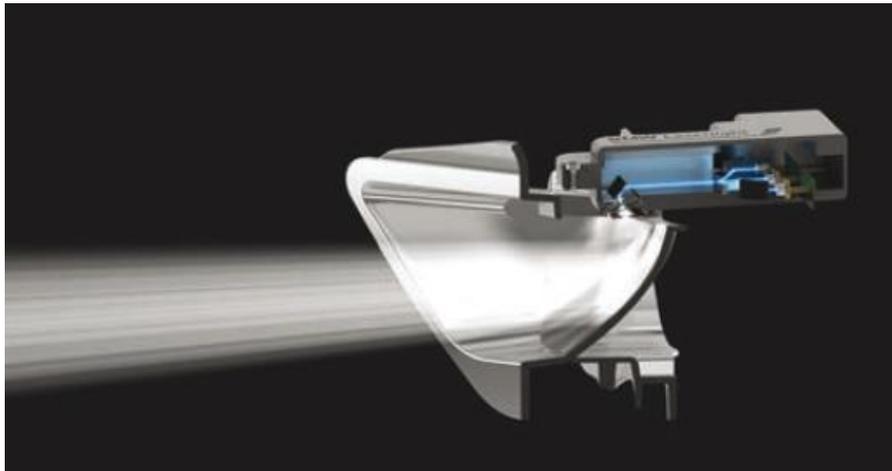
Nota. Obtenido de *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo* (p.114), por E. Sánchez, 2012, Macmillan Profesional.

#### **4.2.6. Faros Láser BMW**

En otoño de 2014, el BMW i8 fue el primer vehículo del mundo en producción que tenía estos faros, el diseño se muestra en la figura 5. En la actualidad, la tecnología se utiliza en toda la gama de modelos de BMW, incluido el BMW X7. Una de sus ventajas, aparte de la mayor visibilidad, es que los faros láser ocupan mucho menos espacio que los faros delanteros convencionales (Hanafi, 2020).

#### **Figura 5**

*Faros láser BMW*



*Nota.* Obtenido de *Automobile Electrical and Electronic Systems* (p.458), por T. Denton, 2018, Routledge.

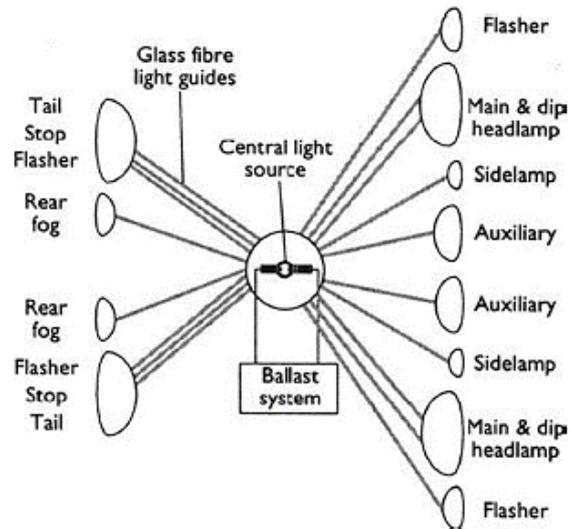
Los faros láser de BMW funcionan aproximadamente entregando 344 lux cuando están en modo carretera, al comparar con los 180 lux que ofrecen los faros led se puede notar que el sistema láser otorga una mayor intensidad (Denton, 2018).

#### **4.2.7. Iluminación de Fuente de Luz Única**

Este sistema de iluminación posee una lámpara de descarga de gas, la cual funciona como una fuente central para todo el vehículo. El principio mediante el cual funciona este sistema se basa en que la luz central o también llamada “super fuente de luz” se distribuye a los faros y demás luces auxiliares a través de una guía de luz o enlace de fibra óptica, el sistema se representa en la figura 6, un vehículo utiliza actualmente entre 30 y 40 bombillas, y este número podría reducirse notablemente con este sistema (Denton, 2018).

**Figura 6**

*Sistema de iluminación de fuente única*



*Nota.* Obtenido de *Automobile Electrical and Electronic Systems* (p.456), por T. Denton, 2018, Routledge.

### **4.3. Sistema de Iluminación**

A continuación, se describen los elementos y conceptos que componen el sistema de iluminación de un vehículo.

#### **4.3.1. Faros Principales**

Los faros principales representados en la figura 7 están diseñados para cumplir una función doble: la primera es entregar el máximo alcance visual al mismo tiempo que deslumbrar lo más mínimo al conductor del sentido contrario, la segunda función es dotar de una distribución luminosa que pueda complacer los requerimientos de circulación en el área al instante. Un aspecto importante a la hora de realizar una curva es poder tomarse con seguridad, es decir, la distribución lateral de la luz tiene que pasar los bordes de la carretera (Sánchez, 2012).

## Figura 7

### Faros principales

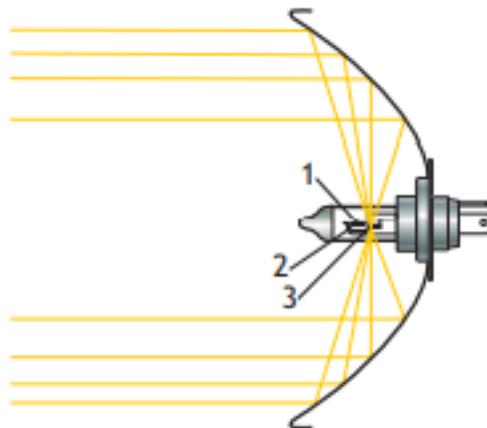


### 4.3.2. Luces de Carretera

La luz de carretera se genera normalmente por una fuente luminosa que está colocada en el foco del reflector, de modo que la luz reflejada salga en un haz paralelo al eje del mismo como se ve en la figura 8.

## Figura 8

### Trayectoria de los rayos luminosos de la luz de carretera



*Nota.* Las partes que componen la figura son: (1) filamento de luz de carretera; (2) caperuza para la luz de carretera; (3) filamento de la luz de carretera en foco. Obtenido de *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo* (p.105), por E. Sánchez, 2012, Macmillan Profesional.

La superficie luminosa del reflector es un factor del cual depende la intensidad máxima a la que llega la luz de carretera. El diseño de sistemas de superficie compleja está pensado para que la distribución de luz pura tanto de cruce como de carretera posean una distribución

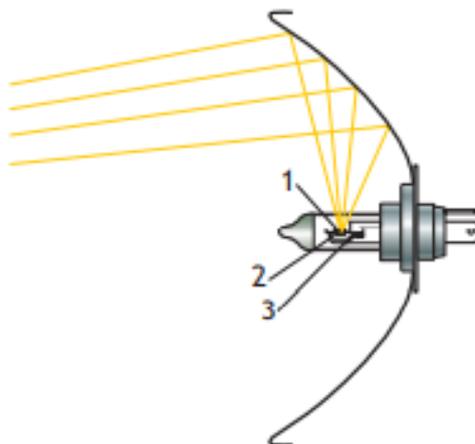
armónica (conmutación simultánea), de esta forma se consigue eliminar la zona de solapamiento perturbadora (Sánchez, 2012).

### 4.3.3. Luces de Cruce

En el caso de la luz de cruce la fuente luminosa se ubica delante del foco del reflector, gracias a esto después de la reflexión el haz luminoso tiende a inclinarse hacia el eje del reflector como se puede observar en la figura 7. La tapa luz es una pantalla ligeramente inclinada que suprime los rayos luminosos que se dirigen hacia el campo inferior del reflector en forma plana hacia arriba, esto ayuda a evitar el deslumbramiento de los conductores (Sánchez, 2012).

#### Figura 9

Trayectoria de los rayos luminosos de la luz de cruce



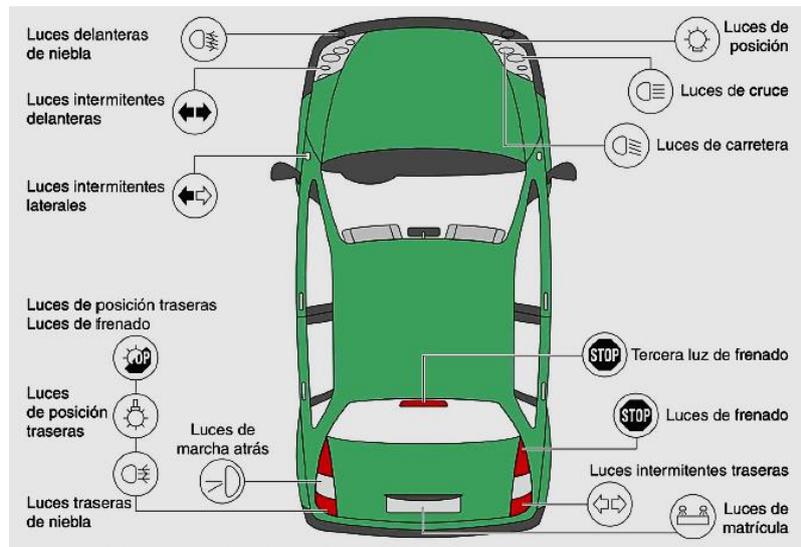
*Nota.* Las partes que componen la figura son: (1) filamento de luz de cruce; (2) caperuza para la luz de cruce; (3) filamento de la luz de cruce en foco. Obtenido de *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo* (p.105), por E. Sánchez, 2012, Macmillan profesional.

### 4.3.4. Luces de Posición

Estas luces determinan la posición del vehículo situándolo en la carretera y lugares de poca visibilidad. Como se muestra en la figura 10 dispone de dos pilotos delanteros y dos traseros, estas luces se encuentran embutidas en la carrocería en ambos frontales y cerca de los extremos, quedando situados algo más bajos que los faros. En algunas ocasiones, los pilotos delanteros están embutidos en el mismo paragolpes (Pérez, 1998).

**Figura 10**

*Posición de las luces en el vehículo*



*Nota.* Obtenido de *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo* (p.171), por Domínguez & Ruiz, 2018, Editex.

#### **4.3.5. Luces de Marcha Atrás**

Las luces de marcha atrás tienen dos objetivos, iluminar la vía por detrás y advertir tanto a los conductores como peatones que el vehículo está dispuesto a realizar la marcha atrás, la activación de las luces de marcha atrás se realiza cuando la palanca se pone en posición de reversa. Las luces de marcha atrás se sitúan de forma simétrica en la parte de atrás a cada lado del vehículo, su ubicación se puede apreciar en la figura 10 (Sánchez, 2012).

#### **4.3.6. Luces de Freno**

Las luces de freno tienen como objetivo advertir a los demás conductores que están cerca al vehículo que se va a detener, de esta forma pueden reducir la velocidad. La activación de las luces de freno se realiza a través de un contactor ubicado en el soporte del pedal de freno, el contactor puede ser sencillo o doble.

Las características de este sistema son:

- El sistema consta de dos luces de freno de color rojo traseras, como se ve en la figura 11.
- Poseen mayor intensidad luminosa, pero sin llegar a deslumbrar (Sánchez, 2012).

## **Figura 11**

*Luces de freno*



### **4.3.7. Luces de Intermitencia**

El destello intermitente producido por las lámparas indica a los demás usuarios ya sea la atención de cambio de dirección o la parada del vehículo, el medio de acción de estas luces es a través de un conmutador que por lo general se encuentra cerca del volante en la columna de dirección para facilitar la activación por parte del chofer, la ubicación de las lámparas se puede apreciar en la figura 10. Los destellos intermitentes son producidos por una central de intermitencia, esta central de intermitencia posee la capacidad de generar de 40 a 90 destellos cada minuto, esto gracias a un ruptor automático que suele funcionar de manera electrónica o termostática (Pérez, 1998).

## **4.4. Sistema de Cierre Centralizado**

El cierre centralizado tiene mucha practicidad porque gracias a este sistema se puede bloquear o cerrar el sistema con tan solo un botón, hay diferentes sistemas que nos permiten realizar esta función, pero la mayoría de estos cuentan con los elementos que veremos a continuación.

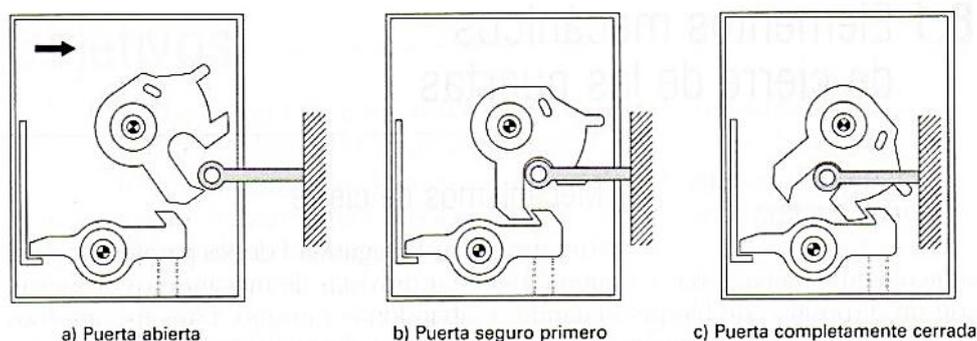
### **4.4.1. Mecanismo de Cierre**

El mecanismo de cierre de puertas debe ser de cierre doble lo que significa que deben tener un doble punto de enclavamiento para evitar la abertura imprevista de la puerta en caso de fallo del mecanismo las cerraduras deben garantizar la seguridad del interior del vehículo con un bloqueo seguro y eficaz contra el robo y deben ser compatibles con un manejo sencillo y simple que permita una evacuación de los pasajeros segura en caso de colisión.

- a) En la figura 12 a, el mecanismo está listo para recibir el fiador de la carrocería, el fiador es un elemento fijo.
- b) En la figura 12 b, el fiador ha hecho bascular la palanca y la puerta queda trabada en la primera etapa.
- c) En la figura 12 c, el fiador ha hecho rotar el mecanismo y la puerta queda trabada en la posición de seguridad (Ferrer, 2006).

### Figura 12

*Funcionamiento del mecanismo de cierre*



*Nota.* Obtenido de *Circuitos Eléctricos del Automóvil* (p.168), por S. Ferrer, 2006, Thomson Parainfo.

#### 4.4.2. Mando de las Puertas

Los mecanismos de las puertas, debido a la acción del trinquete, son siempre de cierre automático, de tal manera que, cerrando la puerta de un tirón, esta debe quedar trabada. La apertura de las mismas debe ser posible tanto desde el interior como desde el exterior, para lo cual el dispositivo de des enclavamiento se activa desde ambos puntos, sin interferencia entre ambos mandos (cuando se abre desde el exterior, no se debe mover el mando interior) con lo cual el sistema cumple de forma práctica con la función para la que ha sido prevista (Ferrer, 2006).

#### 4.4.3. Bloqueo de Cerraduras

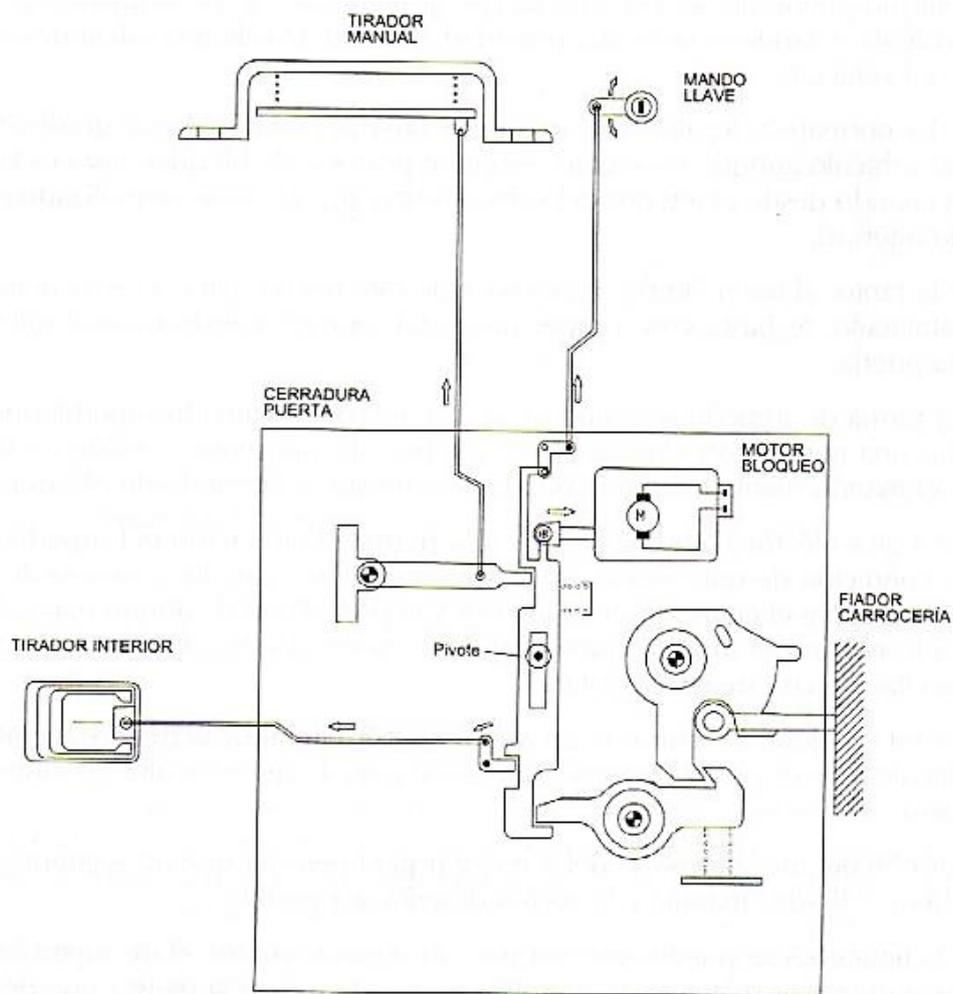
Para garantizar la integridad de los objetos del interior del vehículo, las puertas tienen que tener la característica de bloquearse desde la parte externa, cuando sale el conductor, y desde el interior, cuando este está dentro y el vehículo se desplaza a velocidad lenta por ciudad en una zona de riesgo (o parado en un semáforo). Sin embargo, la legislación marca que el bloqueo interior se debe desactivar de forma conjunta con el mando de apertura interior para permitir la salida del vehículo cuando se produce un accidente. De forma tradicional, el

mecanismo de bloqueo se ha activado mecánicamente, con llave y con tirador, pero actualmente estos sistemas se complementan, en todos los vehículos actuales, con servomandos, de diferentes principios de funcionamiento.

Como se ve en la figura 13, cuando se acciona el pestillo de la llave, la palanca de desbloqueo se articula en el punto central y queda fuera del alcance del tirador de la puerta. Esta no se puede abrir desde el exterior, pero sigue siendo practicable con el tirador interior (Ferrer, 2006).

**Figura 13**

*Esquema del sistema de bloqueo por accionamiento manual*



*Nota.* Obtenido de *Circuitos Eléctricos del Automóvil* (p.169), por S. Ferrer, 2006, Thomson Paraninfo.

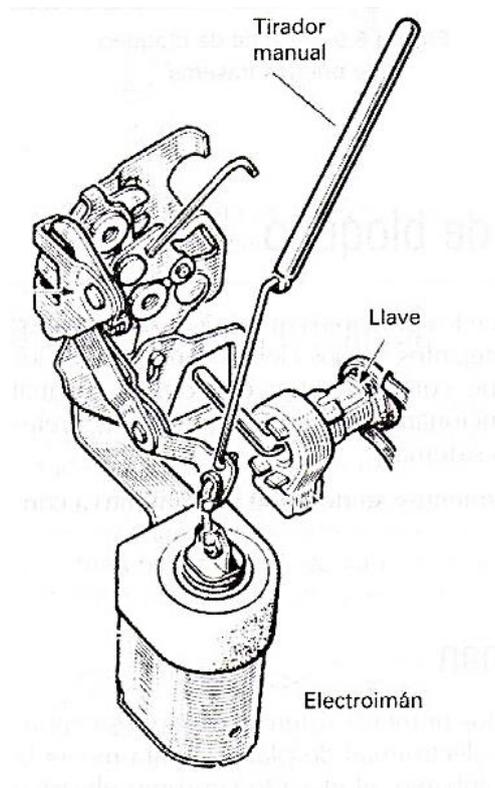
#### **4.4.4. Actuadores de Bloqueo**

El accionamiento aparte de poder realizarse manualmente también se puede hacer mediante actuadores, en el siguiente apartado se describen los principales.

**4.4.4.1. Electroimán.** Utilizados en los primeros sistemas, funcionan bajo el principio de electroimán desplazable para mover la palanca de bloqueo de la cerradura como se ve en la figura 14. Sin embargo, el elevado consumo eléctrico que debe usar para proveer de fuerza suficiente para accionar el bloqueo, disminuye la fiabilidad eléctrica de los sistemas de mando que tienen que ser robustos en exceso (Ferrer, 2006).

**Figura 14**

*Actuador de electroimán*



*Nota.* Obtenido de *Circuitos Eléctricos del Automóvil* (p.174), por S. Ferrer, 2006, Thomson Paraninfo.

**4.4.4.2. Motores Eléctricos.** Este tipo de actuador es uno de los más difundidos, funcionan con corriente continua, al ser elementos de dimensiones pequeñas como se observa en la figura 15 les permiten adaptarse a los diferentes tipos de cerraduras. La fuerza para mover las palancas la obtiene a través de una reducción de engranes, además el último engrane suele ser de cremallera, de esta forma se consigue un desplazamiento lineal que acciona un interruptor que tiene como misión determinar los fines de carrera (Ferrer, 2006).

**Figura 15**

*Motor eléctrico de puertas*



#### **4.5. Configuración de Circuitos Eléctricos Presentes en el Automóvil**

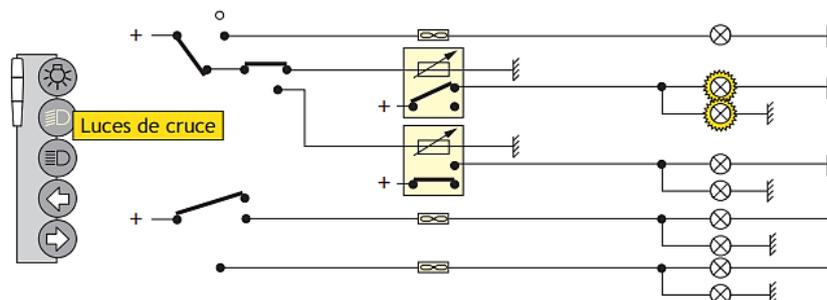
Existen diferentes configuraciones entre las cuales tenemos:

##### **4.5.1. Configuración Clásica (Interruptores)**

Esta configuración es la más básica, se encuentra representada en la figura 16, la corriente se transporta mediante cables eléctricos e interruptores. La intensidad que transporta este circuito viene dada por los consumidores.

**Figura 16**

*Configuración de circuito con interruptores*



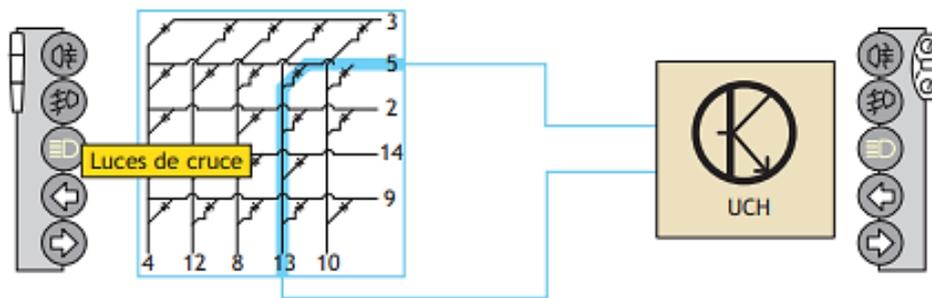
*Nota.* Obtenido de *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo* (p.225), por E. Sánchez, 2012, Macmillan Profesional.

##### **4.5.2. Configuración por Red de Diodos**

Esta configuración se utiliza para transportar una intensidad de corriente más débil que la configuración con interruptores, la configuración está compuesta por una unidad de control de habitáculo (UCH) como se observa en la figura 17.

**Figura 17**

*Configuración por red de diodos*



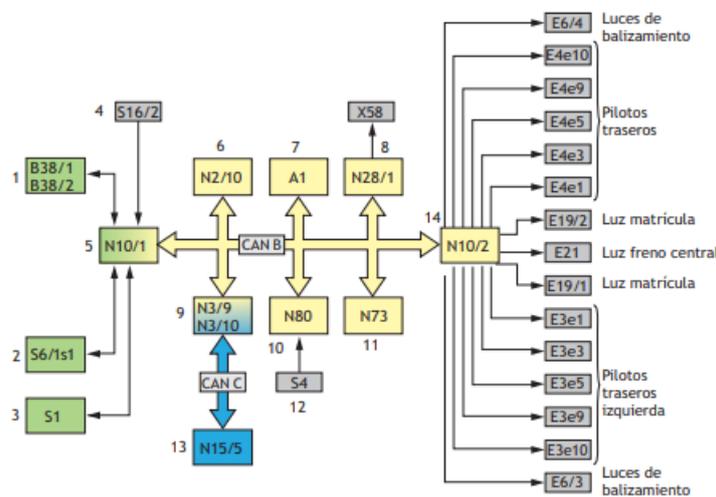
*Nota.* Obtenido de *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo* (p.225), por E. Sánchez, 2012, Macmillan Profesional.

### 4.5.3. Configuración por Bloques

En la figura 18 se presenta la configuración por bloques, este sistema es de un vehículo mercedes e ilustra la conexión de las luces traseras. Además, este sistema posee la tecnología de comunicación BUS la cual permite la comunicación entre los diferentes módulos.

**Figura 18**

*Configuración por bloques*



*Nota.* Obtenido de *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo* (p.34), por E. Sánchez, 2012, Macmillan Profesional.

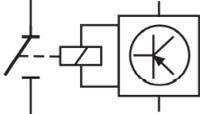
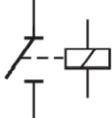
### 4.6. Principios Fundamentales que Rigen el Sistema de Luces y Cierre Centralizado

En este apartado se repasarán los conceptos básicos que envuelven los principios de cierre centralizado y luces del vehículo. La simbología de los componentes eléctricos varía

según el fabricante, pero en algunas marcas en específico coinciden (Seat, Audi, Volkswagen y Skoda). En la tabla 1 se presenta la simbología de componentes eléctricos en general y vinculados con el banco didáctico.

**Tabla 1**

*Simbología de componentes eléctricos del automóvil (Seat, Audi, Volkswagen y Skoda)*

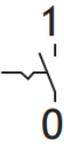
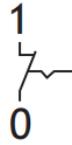
Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo
Fusible		Diodo luminoso (LED)	
Termofusible		Relé mando electrónico	
Motor eléctrico		Resistencia	
Interruptor (mando manual)		Bombilla de dos filamentos	
Cuadrante indicador		Bombilla	
Diodo		Batería	
Diodo Zener		Relé	

*Nota.* Obtenido de *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo* (p.22), por E. Sánchez, 2012, Macmillan Profesional.

La simbología DIN 40900 representa los elementos utilizados en circuitos eléctricos del automóvil, dicha simbología se presenta en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Simbología de elementos eléctricos según norma DIN 40900*

Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo
Conductor eléctrico		Pulsador reposo abierto	
Cruce sin conexión		Pulsador reposo cerrado	
Cruce		Interruptor reposo abierto	
Conexión (no desmontable)		Interruptor reposo cerrado	
Conexión (desmontable)		Conmutador de tres posiciones, cerrado	
Posiciones de conmutación		Conmutador de tres posiciones, cerrado	
Componente con accionamiento manual		Componente con accionamiento mediante sensor	

*Nota.* Obtenido de *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo* (p.23), por E. Sánchez, 2012, Macmillan Profesional.

#### **4.6.1. Fuente de Energía**

Cuando hablamos del vehículo, las fuentes de energía que utiliza son específicamente la batería y el alternador.

**4.6.1.1. Batería de Acumuladores.** La batería del automóvil cumple la función de recoger y almacenar la energía eléctrica que es producida por el alternador, para luego entregarla a distintos elementos que requieran de esta energía. En los vehículos generalmente se utilizan acumuladores de plomo, estos son capaces de transformar la energía eléctrica en energía química para de esta forma poder almacenarla, cuando se requiere de ella puede invertir este proceso para poder tener nuevamente la energía eléctrica (Pérez, 1998).

#### **4.6.2. Voltaje (V)**

Se define como la magnitud que indica la diferencia de potencial de tipo eléctrico que existen entre dos puntos cuando se utiliza un joule de energía para mover un coulomb (Q) de carga de un punto a otro. La unidad con la que se mide el voltaje es el volt (V).

Para esclarecer este concepto podemos utilizar una analogía, considere un tanque de agua que está soportado a varios metros sobre el nivel del suelo. Se debe ejercer una cantidad dada de energía, en forma de trabajo, para elevar el agua y llenar el tanque. Una vez almacenada en el tanque, el agua tiene cierta energía de tipo potencial que, si se libera, puede utilizarse para realizar trabajo.

#### **4.6.3. Corriente (I)**

En pocas palabras, la corriente eléctrica se define como la velocidad que lleva el flujo de carga. En la ecuación 1 podemos ver como la corriente viene definida por el número de electrones que fluyen más allá de cierto punto en una unidad de tiempo. La unidad de medida de la corriente es el Amperio.

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1)$$

Donde:

I= corriente en amperios (A)

Q= carga en coulomb (Q)

T= tiempo en segundos (s)

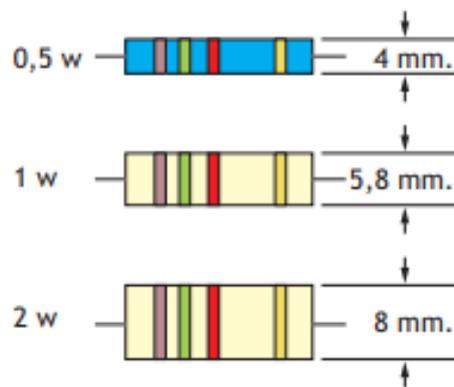
#### 4.6.4. Resistencia ( $\Omega$ )

Es la magnitud que mide que tan difícil es que atraviese la corriente eléctrica a través de un material. La unidad de medida de la resistencia es el ohmio y se representa con el símbolo omega.

**4.6.4.1. Código de Colores para Resistencias.** A través de un código de colores se puede determinar el valor de la resistencia y de la tolerancia, este código de colores se lee de izquierda a derecha y lo podemos apreciar en la tabla 3. Además, como se ve en la figura 19, se puede determinar la potencia nominal en vatios.

**Figura 19**

*Potencia nominal de las resistencias*



*Nota.* La potencia nominal depende del diámetro de la resistencia. Obtenido de *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo* (p.51), por E. Sánchez, 2012, Macmillan Profesional.

**Tabla 3**

*Código de colores de resistencias*

Color	Cifra significativa	Multiplicador	Tolerancia
Negro	0	1	
Marrón	1	10	$\pm 1\%$
Rojo	2	100	$\pm 2\%$
Naranja	3	1 000	
Amarillo	4	10 000	$\pm 4\%$
Verde	5	100 000	
Azul	6	1 000 000	$\pm 0,25\%$

Color	Cifra significativa	Multiplicador	Tolerancia
Violeta	7		± 0,1%
Gris	8		
Blanco	9		
Oro		0,1	± 5%
Plata		0,01	± 10%
Nada			± 20%

Nota. Obtenido de *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo* (p.51), por E. Sánchez, 2012, Macmillan Profesional.

#### 4.6.5. Ley de Ohm

Como se observa en la ecuación 2, la ley de ohm es una relación matemática entre corriente, voltaje y resistencia de un circuito. La corriente y el voltaje guardan una relación linealmente proporcional, por otro lado, la corriente y la resistencia tienen una relación inversamente proporcional.

$$I = \frac{V}{R} \quad (2)$$

Donde:

I= corriente en amperes (A)

V= voltaje en volts (V)

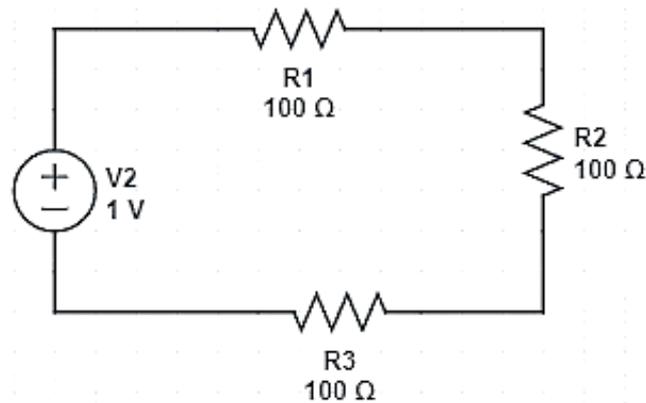
R= resistencia en ohmios ( $\Omega$ )

#### 4.6.6. Circuitos en Serie

La característica de este tipo de circuitos dispuestos en serie es que la intensidad que pasa por cada elemento es igual para todos los elementos. La figura 20 muestra un circuito en serie donde los elementos se disponen unos después de otro. Sus ecuaciones características son la ecuación 3 y 4, las cuales sirven para calcular el voltaje total y resistencia total respectivamente.

**Figura 20**

*Circuito en serie*



$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 \quad (3)$$

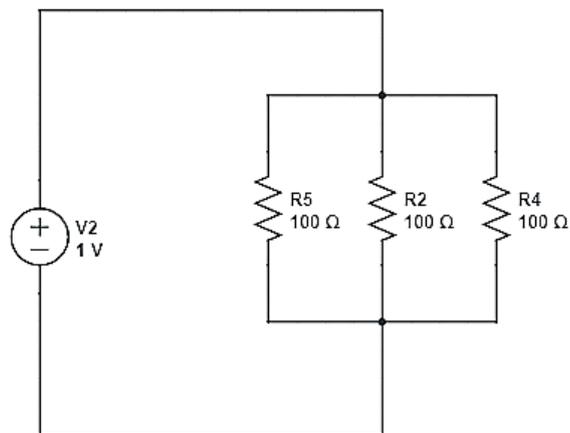
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 \quad (4)$$

#### 4.6.7. Circuitos en Paralelo

Para que un circuito eléctrico esté conectado de forma paralela, la corriente debe dividirse antes de llegar a los componentes del circuito, de esta forma pasa una parte de corriente por cada elemento. En la figura 21 podemos observar un circuito que posee 3 resistencias conectadas en paralelo.

**Figura 21**

*Circuito en paralelo*



Las ecuaciones que caracterizan este tipo de circuitos son: la intensidad como se muestra en la ecuación 5 y resistencia en la ecuación 6. Los elementos colocados en paralelo poseen el mismo voltaje.

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 \quad (5)$$

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} \quad (6)$$

#### **4.6.8. Potencia en los Circuitos**

La potencia en un circuito eléctrico se define como la energía o trabajo que se llega a consumir en un tiempo determinado, su unidad de medida es el vatio (W). La potencia es proporcional a la corriente y tensión como se observa en la ecuación 7.

Para determinar la potencia en un circuito, ya sea en serie o paralelo, la potencia se obtiene como la suma de cada una de las potencias de los consumidores.

$$P = V * I \quad (7)$$

Donde:

P= potencia en vatios (W)

V= voltaje en volts (V)

I= intensidad en amperes (A)

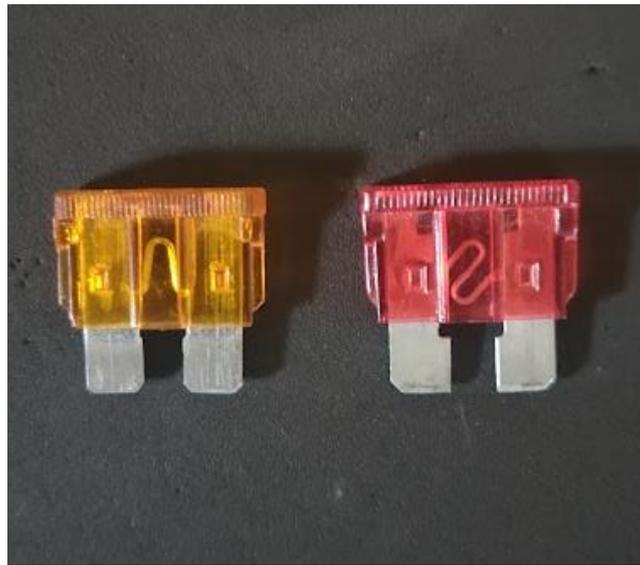
#### **4.6.9. Fusibles**

Son elementos de protección utilizados en los circuitos eléctricos del vehículo, se compone normalmente de un hilo con una determinada calibración, el hilo es compuesto de una aleación de plomo y estaño, su punto de fusión es más bajo que el cobre. El funcionamiento de los fusibles se rige por la ley de Joule, la cual nos indica que un conductor absorbe energía eléctrica que transforma en calor (Sánchez, 2012).

**4.6.9.1. Fusibles de Clavija.** Es preciso hablar de este tipo de fusibles, ya que en la actualidad son los que más uso tienen en el vehículo, se constituye por un plástico de propiedades transparentes y de un color en específico, el fin es conocer rápidamente el estado del fusible y gracias al color su amperaje. En la figura 22 podemos observar una caja de fusibles donde contiene fusibles de clavija, además en la tabla 2 se encuentran los códigos y su respectivo color para identificar el amperaje de los fusibles de tipo clavija (Sánchez, 2012).

## Figura 22

*Fusible tipo clavija*



## Tabla 4

*Código de colores de los fusibles de clavija*

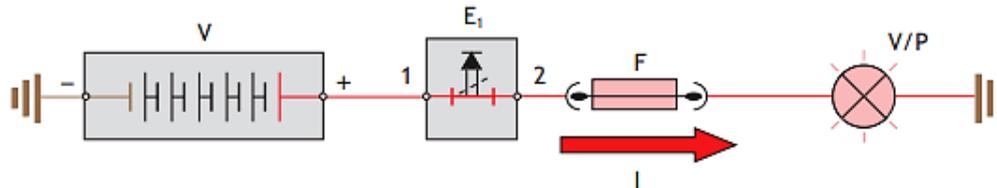
Color	Intensidad
Negro	1A
Gris	2A
Violeta	3A
Rosa	4A
Beige	5A
Marrón	7,5A
Rojo	10A
Azul	15A
Amarillo	20A
Blanco	25A
Verde	30A

*Nota.* Obtenido de *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo* (p.17), por E. Sánchez, 2012, Macmillan Profesional.

**4.6.9.2. Cálculo de Fusibles.** En la mayoría de los casos un elemento eléctrico viene definido por su potencia y por su voltaje, por lo tanto, si se desea conocer la intensidad de funcionamiento que atraviesa un fusible, como se ve en la figura 23, nos basaremos en la ecuación 8 (Sánchez, 2012).

**Figura 23**

*Fusible que protege un solo consumidor*



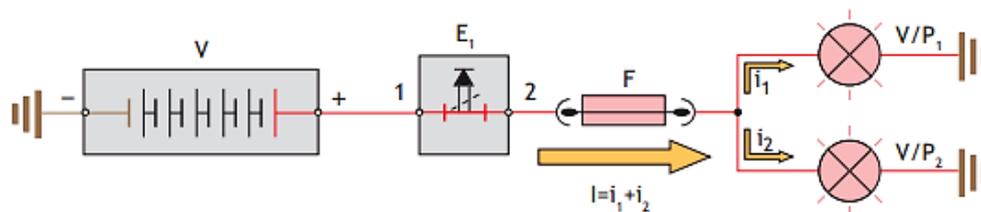
*Nota.* Obtenido de *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo* (p.18), por E. Sánchez, 2012, Macmillan Profesional.9

$$I = \frac{P}{V} \quad (8)$$

Como es el caso de los automóviles, la mayoría de los consumidores se encuentran en paralelo como se ve en la figura 24, por lo tanto, el voltaje de la batería es el mismo. Para calcular la intensidad de funcionamiento que atraviesa el fusible se trabaja con una potencia equivalente que es igual a la suma de las potencias de los consumidores, la formula se expresa en la ecuación 9 (Sánchez, 2012).

**Figura 24**

*Fusible que protege a varios consumidores*



*Nota.* Obtenido de *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo* (p.18), por E. Sánchez, 2012, Macmillan Profesional.

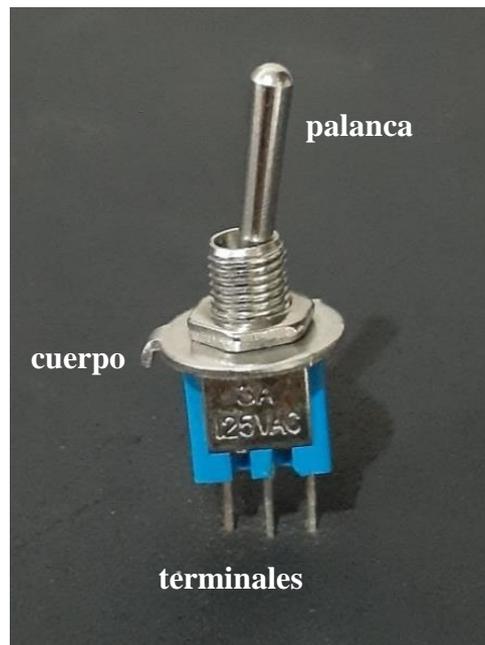
$$I = \frac{P_1 + P_2}{V} \quad (9)$$

#### 4.6.10. Interruptores

Los sistemas de control mecánicos se encargan de comandar el funcionamiento de los receptores. Entre este tipo de elementos mecánicos tenemos: pulsadores, interruptores y conmutadores. Como se puede ver en la figura 25, un elemento de control mecánico consta normalmente de las siguientes partes: palanca o pulsador de conexión, terminales de conexión, y cuerpo.

**Figura 25**

*Conmutador*



Cuando hablamos de pulsadores no siempre al realizar la acción estamos dando paso a la corriente, hay ocasiones en las que se interrumpe la corriente. Entonces hablamos de pulsadores NA (normalmente abiertos), cuando al realizar la acción de pulsado se realiza el paso de corriente y NC (normalmente cerrados), cuando al realizar la acción de pulsado el paso de energía se corta.

Los conmutadores también son interruptores, la diferencia es que estos poseen más terminales de conexión y más posiciones de funcionamiento, pudiendo pasar por una conexión neutra (Ros & Barrera, 2011).

#### 4.6.11. Bobina

Con el aumento o descarga de electricidad, cuando la bobina se encuentra en el estado de carga o descarga se autoinduce en ella una fuerza electromotriz en contra de la variación de corriente, es por esto que cuando se cierra el interruptor de nuestro circuito se autoinduce una

fuerza electromotriz en la bobina la cual se resiste a la corriente de carga, es por esto que la misma se establece de forma progresiva la cual es la máxima y constante cuando la bobina está cargada en su totalidad (Tena , 2017). En un circuito de corriente continua se comporta como un circuito abierto en el instante en el que se cierra el interruptor debido a la oposición que esta presenta, una vez superada se incrementa la corriente y el voltaje desciende hasta un valor de 0 comportándose como un cortocircuito. La inductancia que posee una bobina se mide en herzs y viene dada por la ecuación 10.

$$L = \mu N^2 \frac{A}{l} \quad (10)$$

Donde:

$\mu$ = permitividad

N= número de vueltas

A= área

L= longitud

#### **4.6.12. Condensadores**

Un condensador está formado por un par de placas metálicas las cuales se separan a través de un material aislante el cual se denomina dieléctrico. En las placas se puede acumular cierta carga eléctrica, la cual es proporcional a la tensión que existe entre ellas, esta constante del condensador se denomina capacidad y se mide en Faradios, en la ecuación 11 se muestra la forma de calcularla (Tena , 2017).

En un circuito de corriente continua, en el instante de cerrar el interruptor el capacitor comienza a cargarse, una vez que se carga, el circuito se comportara como un circuito abierto.

$$C = \frac{Q}{V} \quad (11)$$

Donde:

C= capacidad

Q= carga eléctrica

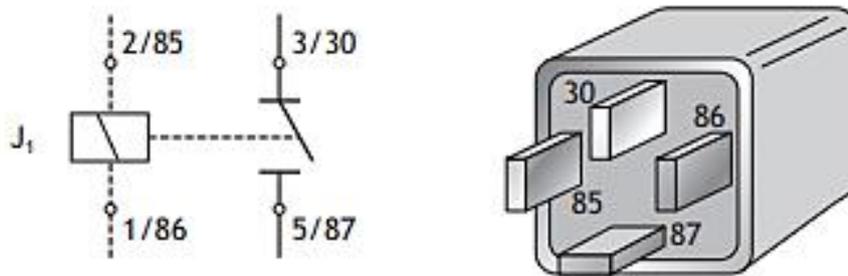
V= voltaje

#### 4.6.13. Relés

Un relé es un interruptor que viene comandado electromagnéticamente, como se ve en la figura 26, este elemento costa de dos circuitos, el primer circuito está entre los bornes 86 y 85, este circuito llamado de excitación maneja intensidades de miliamperios. El segundo circuito se encuentra entre los bornes 30 y 87, en este circuito existen intensidades de mayor magnitud, entre 20 y 40 amperios (Sánchez, 2012).

**Figura 26**

*Numeración de los terminales de un relé*



*Nota.* Obtenido de *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo* (p.46), por E. Sánchez, 2012, Macmillan profesional.

#### 4.6.14. Diodos

Un diodo es un semiconductor el cual resulta de la unión de dos cristales dopados, uno tipo N y otro tipo P.

Las características que posee un diodo semiconductor se pueden establecer mediante la ecuación 12, también conocida como la ecuación de Shockley, mediante esta ecuación se puede tratar tanto la polarización en directa e inversa.

$$I_D = I_S(e^{V_D/nV_T} - 1) \quad (12)$$

Donde:

$I_S$  = corriente de saturación en inversa

$V_D$  = voltaje de polarización en directa aplicado a través del diodo

$n$  = factor ideal, en función de las condiciones de operación y construcción física

$V_T$  = voltaje térmico

El término de voltaje térmico se debe determinar a través de la ecuación 13.

$$V_T = \frac{kT}{q} \quad (13)$$

Donde:

K= constante de Boltzmann ( $1.38 \times 10^{-23}$  J/K)

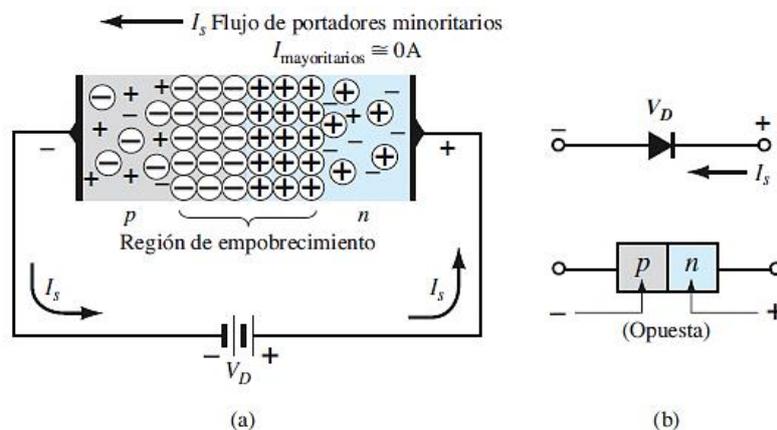
T= temperatura absoluta en Kelvin

Q= magnitud de la carga del electrón  $1.6 \times 10^{-19}$  C.

**4.6.14.1. Polarización en Inversa.** Como se enseña en la figura 27a la polarización inversa se logra conectando el terminal positivo al material tipo n y el negativo al material de tipo p. El número de iones positivos que aparecen en la región de empobrecimiento del material tipo n tiende a incrementarse, esto se debe al número elevado de electrones libres atraídos por el potencial del voltaje positivo. Luego el número de iones negativos no revelados tiende a incrementarse en el material tipo p, como consecuencia de estos parámetros obteneos un efecto en el cual la zona de empobrecimiento es demasiado grande para que los portadores mayoritarios puedan cruzarla, la cantidad se reduce a 0. Una característica a tener en cuenta es cuando tenemos un diodo polarizado en inversa nuestro circuito pasara a actuar como un circuito abierto, la dirección de la corriente se muestra en la figura 27b (Boylestad & Nashelsky, 2009).

**Figura 27**

*Unión p-n polarizada en inversa*

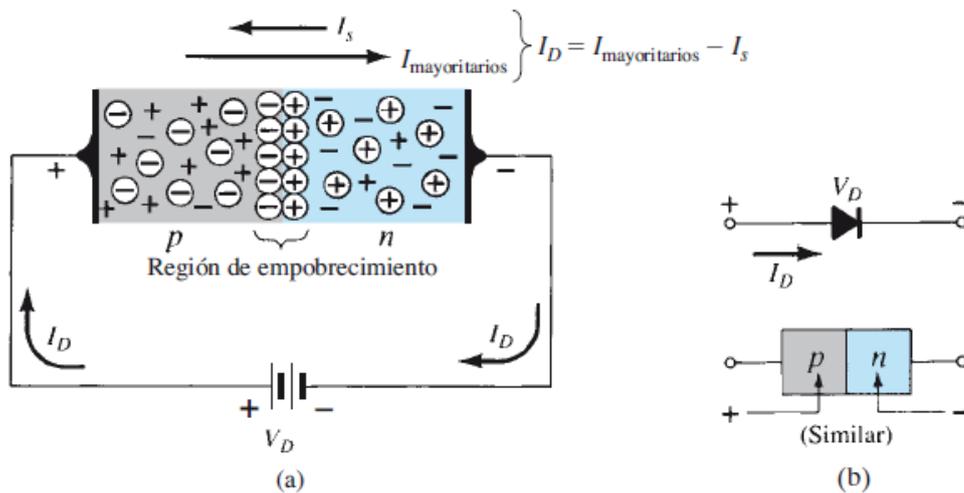


*Nota.* En la figura encontramos: (a) distribución interna de la carga en condiciones de polarización en inversa; (b) polaridad de polarización en inversa y dirección de la corriente de saturación en inversa. Obtenido de *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos* (p.12), por Boylestad & Nashelsky, 2009, Pearson Prentice Hall.

**4.6.14.2. Polarización Directa.** La polarización directa de un diodo se logra al aplicar el potencial positivo al material tipo p y el negativo hacia el material tipo n, la conexión se puede apreciar en la figura 28a. Al aplicar el potencial  $V_D$  en polarización directa, se creará un efecto en el cual este potencial “presionará” a los electrones en el material de tipo n, en el material tipo p lo hará con los huecos. Esto hará que los iones se recombinen con los que están próximos al límite y también hará que la región de empobrecimiento se reduzca. El flujo de portadores minoritarios de electrones del material tipo p al material tipo n no varía su magnitud, aunque la zona de empobrecimiento se redujo produciendo un gran número de portadores mayoritarios a través de esta unión. Cuando se produce un aumento de la magnitud de polarización, la región de empobrecimiento seguirá reduciéndose, hasta el punto que un flujo de electrones pueda atravesar esta unión, esto produce un crecimiento exponencial de la corriente (Boylestad & Nashelsky, 2009). El diodo actúa como conductor y provoca una caída de 0,7 v, la dirección de la corriente resultante se puede ver en la figura 28b.

**Figura 28**

*Unión p-n polarizada en directa*

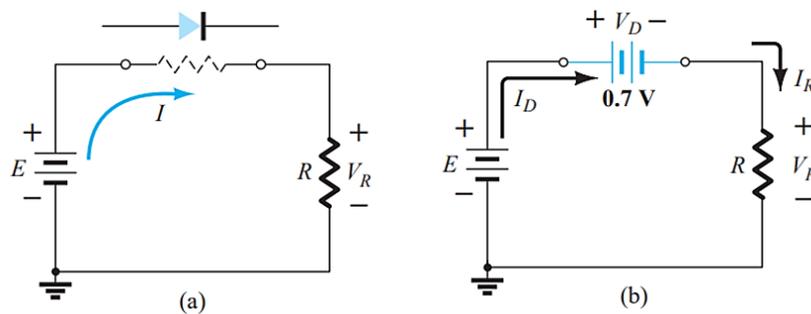


*Nota.* En la figura encontramos: (a) distribución interna de la carga en condiciones de polarización directa; (b) polarización directa y dirección de la corriente resultante. Obtenido de *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos* (p.12), por Boylestad & Nashelsky, 2009, Pearson Prentice Hall.

**4.6.14.3. Configuración de Diodos en Serie.** Para realizar cálculos en esta configuración primero se debe establecer el estado del diodo ya sea “encendido” o “apagado” y sustituirlo por su equivalente. El diodo se encuentra “encendido” siempre y cuando la corriente establecida a través de las fuentes aplicadas es igual en dirección que el símbolo del diodo, esto se puede realizar colocando una resistencia imaginaria como se observa en la figura 29a.

**Figura 29**

*Configuración de diodos en serie*



*Nota.* Obtenido de *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos* (p.67), por Boylestad & Nashelsky, 2009, Pearson Prentice Hall.

A continuación, se traza el circuito con el modelo equivalente apropiado para el tipo de diodo, como se ve en la figura 29b. En la tabla 5 se pueden observar los voltajes correspondientes a cada tipo de diodo para realizar el circuito equivalente.

**Tabla 5**

*Voltajes equivalentes de diodo “encendido”*

Tipo de diodo	Voltaje
Silicio	0,7V
Germanio	0,3V
Arseniuro de Galio	1,2V

*Nota.* Obtenido de *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos* (p.66), por Boylestad & Nashelsky, 2009, Pearson Prentice Hall.

Para calcular los valores de voltaje y corriente no valdremos de las ecuaciones 14,15 y 16.

$$V_D = V_K \tag{14}$$

Donde:

$V_D$  = voltaje del diodo

$V_K$  = voltaje equivalente

$$V_R = E - V_K \quad (15)$$

Donde:

$V_R$  = voltaje resistencia

$E$  = voltaje de fuente

$$I_D = I_R = \frac{V_R}{R} \quad (16)$$

Donde:

$I_D$  = intensidad del diodo

$I_R$  = intensidad de resistencia

$V_R$  = voltaje resistencia

$R$  = resistencia

#### **4.6.15. Transistor**

**4.6.15.1. Intensidad de Corriente del Transistor.** Normalmente, la mayor parte de la corriente del emisor es dirigida directamente al colector, un porcentaje muy bajo se dirige a la base, a pesar de que esta corriente es muy baja posee un valor muy importante, ya que gracias a ella se puede gobernar toda la cantidad de corriente que se ubica en el colector, viene definido por la ecuación 17.

$$I_E = I_C + I_B \quad (17)$$

Donde:

$I_E$  = intensidad del emisor

$I_C$  = intensidad del colector

$I_B$  = intensidad de base

**4.6.15.2. Parámetro Alfa ( $\alpha$ ) de un Transistor.** Este parámetro indica una relación de igualdad entre la corriente producida por el colector y las variaciones de corriente del emisor, la ecuación 18 caracteriza este parámetro.

$$\alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} \quad (18)$$

Donde:

$\alpha$ = parámetro alfa

$\Delta I_C$ = variación Intensidad del colector

$\Delta I_E$ = variación Intensidad de emisor

**4.6.15.3. Ganancias de corriente ( $\beta$ ).** Debido a que una corriente mínima de base es capaz de controlar corrientes grandes provenientes del emisor y del colector da un indicio de que el transistor posee una gran ganancia de corriente. La ganancia de corriente de un transistor en la relación entre la variación de corriente del colector y la variación de la corriente de base, esto se indica en la ecuación 19.

$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \quad (19)$$

Donde:

$\Delta I_C$ = variación intensidad del colector

$\Delta I_B$ = variación intensidad de la base

**4.6.15.4. Relación Entre los Parámetros  $\alpha$  y  $\beta$ .** Podemos encontrar las ecuaciones 20 y 21 las cuales relacionan los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  a través de las ecuaciones 17, 18, 19, la resolución de estas ecuaciones se puede encontrar en Boylestad & Nashelsky, 2009.

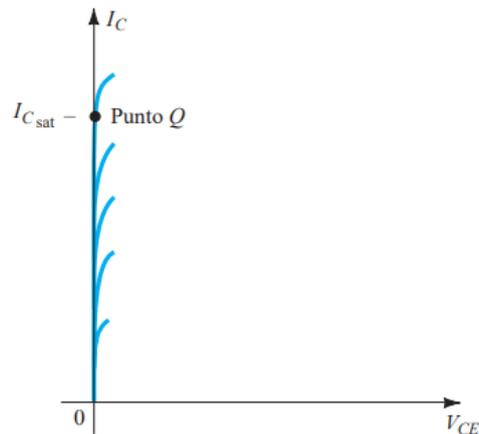
$$\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \quad (20)$$

$$\alpha = \frac{\beta}{\beta + 1} \quad (21)$$

**4.6.15.5. Saturación del Transistor.** En la figura 30 se indica la región de saturación aproximada de un transistor, podemos apreciar que la corriente es relativamente alta y que el voltaje  $V_{CE}$  es de 0 V, considerando estos datos y aplicando la ley de Ohm se puede determinar la resistencia entre el colector y el emisor, la cual resulta ser de 0 ohmios.

**Figura 30**

*Región de saturación aproximada*

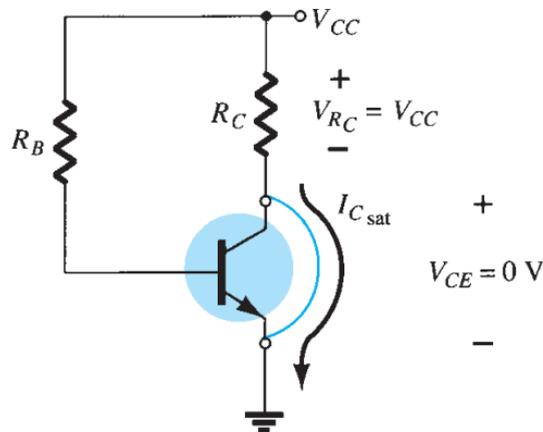


*Nota.* Obtenido de *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos* (p.166), por Boylestad & Nashelsky, 2009, Pearson Prentice Hall.

Si se requiere determinar el valor aproximado de corriente máxima del colector, se debe realizar un equivalente de cortocircuito entre el colector y el emisor, como podemos ver en la figura 31. De esta forma podemos calcular la corriente del colector a través de la ecuación 22.

**Figura 31**

*Determinación para la configuración de polarización fija*



*Nota.* Obtenido de *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos* (p.167), por Boylestad & Nashelsky, 2009, Pearson Prentice Hall.

$$I_{C\text{sat}} = \frac{V_{CC}}{R_C} \quad (22)$$

Donde:

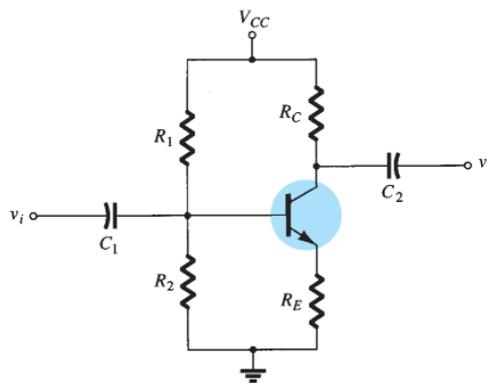
$V_{CC}$ = voltaje de la fuente

$R_C$ = resistencia del colector

Para que el sistema sea más estable nos valdremos de colocar un resistor emisor  $R_E$ , y debido a que el factor de ganancia  $\beta$  varía con la temperatura y en sí el factor  $\beta$  no es exacto, utilizaremos la configuración de circuito que se puede ver en la figura 32, la cual emplea la configuración de polarización por medio del divisor de voltaje y la cual es independiente del factor  $\beta$ .

**Figura 32**

*Configuración de polarización por medio del divisor de voltaje*



*Nota.* Obtenido de *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos* (p.177), por Boylestad & Nashelsky, 2009, Pearson Prentice Hall.

Para determinar la saturación del transistor con la configuración de polarización por medio del divisor de voltaje utilizaremos la ecuación 23.

$$I_{C\text{sat}} = I_{C\text{máx}} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} \quad (23)$$

Donde:

$V_{CC}$ = voltaje de la fuente

$R_C$ = resistencia del colector

$R_E$ = resistencia emisor

#### 4.6.16. Cableado

El cableado que se utiliza en instalaciones eléctricas debe poseer la sección y longitud apropiada debido a que estos factores al ser excesivos influyen de una manera considerable en la caída de tensión, además si colocamos un calibre de menor capacidad podemos ocasionar un deterioro como la fundición del cable y daño a demás elementos eléctricos.

**4.6.16.1. Calibre del Cable.** Para determinar el calibre de cable que se va a utilizar para cada sistema primero encontraremos la intensidad de corriente resistente para cada cable, para ello nos valdremos de la ecuación 24, una vez encontrado dicho valor utilizaremos la tabla 6 para conocer qué número de cable AWG se requiere.

$$I = \frac{P}{V} \quad (24)$$

**Tabla 6**

*Calibre de cables AWG para uso automotriz*

<b>Código AWG</b>	<b>Diámetro del conductor (mm)</b>	<b>Resistencia en <math>\Omega</math> por Km</b>	<b>Corriente en Amperios</b>
6	4,11	1,29	37
8	3,26	2,03	24
10	2,58	3,23	19
12	2,05	5,13	9,5
14	1,62	8,17	6
16	1,29	12,9	3,7
18	1,02	20,73	2,5
20	0,81	32,69	1,6
22	0,64	51,5	0,92

*Nota.* Obtenido de *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo* (p.15), por E. Sánchez, 2012, Macmillan Profesional.

**4.6.16.2. Caída de Tensión.** La caída de tensión es una pérdida de potencial que presentan los conductores eléctricos o cables a determinada distancia, esto es debido a que cuando el voltaje pasa por un conductor, una parte de este voltaje se pierde al pasar la resistencia de dicho conductor.

Para calcular la caída de tensión en los circuitos que componen el banco didáctico haremos uso de la ley de ohm despejando el voltaje (ecuación 25). Para la resistencia utilizaremos la ecuación 26, los valores de la resistencia física del conductor (r) los obtendremos de la tabla 6 y la longitud del cable dependerá del circuito que se esté analizando.

$$V_{\downarrow} = I * R \quad (25)$$

Donde:

$V_{\downarrow}$  = caída de tensión

$$R = r * L \quad (26)$$

Donde:

r = resistencia física del conductor

L = longitud del cable

## **4.7. Términos de Iluminación**

En este apartado se repasan los términos más comunes utilizados en el sector de iluminación para su correcta comprensión, además de la formulación para determinar los distintos requerimientos.

### **4.7.1. Flujo Luminoso**

El flujo luminoso se define como la cantidad de potencia emitida en forma de radiación luminosa, la cual puede ser percibida por el ojo humano, su unidad de medida es el lumen.

### **4.7.2. Intensidad Luminosa**

La intensidad luminosa es la cantidad de flujo luminoso emitido por todos los rayos que la fuente llega a generar en una dirección fija por unidad de ángulo sólido. La intensidad luminosa se define en la ecuación 27, y el ángulo sólido que contiene viene dado en estereorradianes.

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (27)$$

Donde:

$\Phi$ = flujo luminoso

$\Omega$ = ángulo sólido

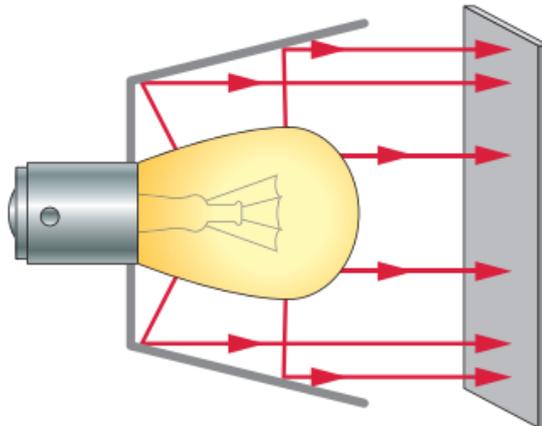
I= intensidad luminosa

### 4.7.3. Iluminancia

La iluminancia es la cantidad de flujo luminoso que recibe una superficie esto se puede apreciar en la figura 33. La unidad de medida de iluminancia es el lux, lo que equivale a 1 lumen sobre  $m^2$ . La ecuación de iluminancia se expresa en la ecuación 28.

#### Figura 33

*Representación de iluminancia*



*Nota.* Obtenido de *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo* (p.76), por E. Sánchez, 2012, Macmillan Profesional.

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (28)$$

Donde:

$\Phi$ = flujo luminoso que llega a la superficie

S= superficie

E= iluminación en la superficie

## 4.8. Equipos de Medición

En la presente sección se abordarán los principales equipos de medición eléctrica utilizados en el ámbito automotriz.

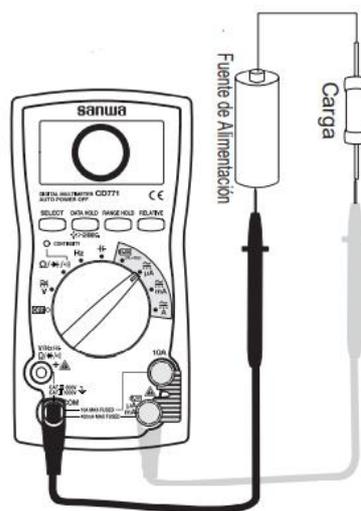
### 4.8.1. Multímetro Automotriz

Es una herramienta la cual nos permite realizar comprobaciones como medir resistencia, voltaje, intensidad, entre otras características de un circuito eléctrico. El multímetro automotriz con respecto a los multímetros convencionales se diferencia, ya que nos permite realizar mediciones especiales relacionadas con el vehículo como son la medición del ángulo DWLL, la medición de RMP. Por otro lado, estos multímetros tienen una protección extra, puesto que están sometidos a las exigencias que se presentan en un taller automotriz.

**4.8.1.1. Medición de Intensidad de Corriente.** Si se requiere realizar la medición de la corriente en un circuito, se debe cortocircuitar el circuito, como se observa en la figura 34. La corriente máxima que puede tolerar la herramienta de medición depende del modelo del multímetro.

**Figura 34**

*Conexión para medir intensidad de corriente*



*Nota.* Obtenido de *manual multímetro digital* (p.14), por Sanwa Electric Instruments.

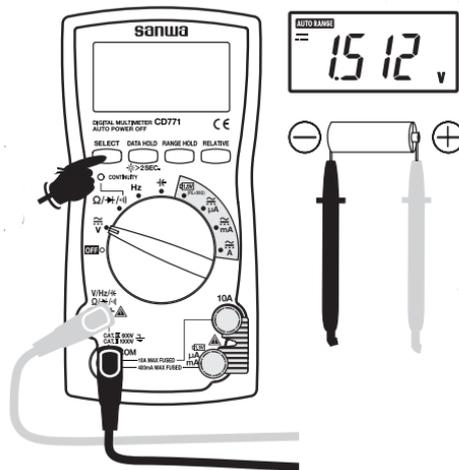
**4.8.1.2. Medición de Diodo.** Se suele utilizar cuando se requiere unir diodos, normalmente la función que cumple es comprobar el funcionamiento de diodos y otros semiconductores, ya sea en cortocircuito y circuito abierto.

**4.8.1.3. Comprobación de Continuidad.** Esta medición se debe realizar teniendo en cuenta que circuito a medir no esté alimentado, el aparato nos proporcionara una señal acústica que muestra la continuidad del circuito.

**4.8.1.4. Medición de Voltaje.** Para medir el voltaje no es necesario realizar ninguna modificación en el circuito, simplemente se conecta el multímetro, como se muestra en la figura 35, en paralelo con el elemento que se requiere medir.

**Figura 35**

*Conexión para medir voltaje*



*Nota.* Obtenido de *manual multímetro digital* (p.13), por Sanwa Electric Instruments.

**4.8.1.5. Medición de Resistencias.** A la hora de realizar la medición de un elemento resistor se debe considerar que el circuito no esté alimentado y la conexión del elemento debe ser como se muestra en la figura 36. Para la medición de la resistencia se realiza la comparación de la tensión que obtiene a través de una resistencia conocida la cual es interna, con la tensión obtenida con la resistencia desconocida la cual es la externa.

**Figura 36**

*Conexión para medición de resistencias*



*Nota.* Obtenido de *manual multímetro digital* (p.10), por Sanwa Electric Instruments.

#### **4.8.2. Punta o Sonda Lógica**

Son el reemplazo de la lámpara de prueba tradicional, con esta herramienta se pueden realizar mediciones en los sistemas eléctricos que componen el automóvil, entre ellas están la comprobación de señales lógicas, polaridades, continuidad en cableado. Además, existen puntas lógicas más avanzadas que poseen una pantalla LCD como se muestra en la figura 37 donde podemos apreciar por ejemplo la frecuencia de los pulsos eléctricos, el voltaje y distintos datos (Aranda, 2013).

**Figura 37**

*Punta lógica profesional con pantalla para lectura de estados lógicos*



*Nota.* Obtenido de *Electrónica del Automóvil* (p.76), por D. Aranda, 2013, Fox Andina.

## 4.9. Actuadores

En este apartado se describen los distintos actuadores que componen el sistema de alumbrado del automóvil.

### 4.9.1. Motores

Los motores síncronos siempre giran a una velocidad la cual es constante, dicha velocidad viene dado por la frecuencia del sistema y el número de pares de polos del motor, la ecuación 28 representa la forma de calcular las revoluciones por minuto que se requieren.

$$n = \frac{f * 60}{p} \quad (28)$$

Donde:

n: revoluciones por minuto

f: frecuencia

p: número de polos

### 4.9.2. Bombillas Incandescentes

Una de las formas de conseguir la incandescencia es pasando determinada corriente eléctrica a través de un hilo conductor de características muy delgadas. Como se puede ver en la figura 38, las bombillas de incandescencia suelen venir con una inscripción que indica sus características, conociendo los datos de voltaje y potencia es posible calcular la resistencia de este hilo conductor a través de la ecuación 29 de potencia, la cual se despejó para R.

#### Figura 38

*Características de la bombilla de incandescencia*



La resistencia obtenida será una constante y será independiente de la tensión a la cual se conecte la bombilla.

$$R = \frac{V^2}{P} \quad (29)$$

#### 4.9.3. Lámina Bimetálica

El flasher de luces direccionales tiene como función cortar el paso de energía en un circuito de luces para de esta forma hacerlas parpadear. En su composición consta de una lámina bimetálica en la que se encuentra enrollada una resistencia que al aumentar su temperatura se dobla, abriendo y cerrando un circuito como si se tratara de un interruptor. El principio bajo el cual funciona esta lámina bimetálica es la dilatación lineal, en la ecuación 30 se presenta la ecuación característica.

$$\Delta L = \alpha L_0 \times \Delta T \quad (30)$$

Donde:

$\alpha$ = coeficiente de dilatación lineal

$L_0$ = longitud inicial

$\Delta T$ = variación de temperatura

#### 4.10. Designación de Bornes

Para la designación de bornes de elementos utilizados en circuitos eléctricos automotrices, como relés, lámparas, entre otros, se toma en consideración la norma DIN 72552, en la tabla 7 se encuentran tal denotación.

**Tabla 7**

*Designación de Bornes según norma DIN 72552*

<b>Borne</b>	<b>Descripción</b>
15	Polo positivo conmutado detrás de la batería, salida del interruptor de encendido
30	Entrada directa desde polo positivo de la batería
31	Cable de retorno, directamente al polo negativo de la batería o a masa
49	Polo positivo conmutado detrás de la batería, salida del interruptor de encendido

<b>Borne</b>	<b>Descripción</b>
49a	Polo positivo conmutado detrás de la batería, salida del interruptor de encendido
50	Mando (directo) del motor de arranque
54	Luz de freno en los dispositivos de enchufe o en las combinaciones de luces
55	Faros antiniebla
56	Luz de faros
56a	Luz de carretera y control de luz de carretera
56b	Luz de cruce
56d	Contacto ráfagas luminosas
57	Luces de posición para motocicletas (en el extranjero, también para turismos, camiones, etc.)
57a	Luz de estacionamiento
57L	Luz de estacionamiento, izquierda
57R	Luz de estacionamiento, derecha
58	Luces de posición, pilotos traseros, luz de iluminación de matrícula y de instrumentos
58L	Luz piloto y de posición izquierda
58R	Luz piloto y de posición derecha, luz de iluminación, matrícula
83	Entrada (conmutador varias posiciones)
83b	Salida, posición 2 (conmutador varias posiciones)
85	Salida, accionamiento (final del bobinado, polo negativo o masa)
86	Comienzo del bobinado
87	Contacto de relé en contactos de apertura y conmutación, entrada
87a	Primera salida. Contacto de relé en contactos de apertura y conmutación, (lado de contactos de apertura)
L	Luz intermitente izquierda
R	Luz intermitente izquierda
C	Primera lámpara de control

*Nota.* Obtenido de *norma DIN 72552* (p.2), por Inacap, 2016, Universidad tecnológica de Chile.

## 5. Metodología

El presente proyecto se orienta en un desarrollo teórico-práctico y posee una finalidad de aplicación didáctica, contribuyendo a la formación de los estudiantes de la carrera de ingeniería automotriz de la ciudad de Loja. Para el desarrollo del proyecto se utilizó de una forma sistemática diferentes metodologías y técnicas, las cuales se detallan a continuación.

**Método científico:** mediante este método se realizó la búsqueda de información en varias fuentes como son libros, artículos, manuales, normas internacionales, normas nacionales, adquiriendo el conocimiento relacionado con el tema de investigación, posteriormente haciendo un análisis de la información y con el cual poder desarrollar los apartados de carácter teórico.

**Método matemático:** considerando los principios, leyes y ecuaciones de la ingeniería se realizó un análisis de los principios fundamentales que rigen el sistema de alumbrado y cierre centralizado, gracias a lo cual se va a poder realizar el cálculo de diferentes parámetros.

Para el apartado de diseño se utilizó la técnica de matriz QDF (Despliegue de la Función de Calidad) para determinar los criterios de diseño que poseen más importancia. Una vez se estableció bajo qué criterios diseñar el banco didáctico, se hizo uso de las fuentes bibliográficas correspondientes para el diseño de medidas.

Los materiales para la construcción se eligieron a través del software Expert Choice, el cual, según un criterio de elección y las características de los distintos materiales, presenta la mejor opción de entre las distintas alternativas (método AHP). Continuando con el proceso se realizó un análisis CAE estático con el cual determinar el calibre de tubo, los puntos de mayor esfuerzo y optimizar la estructura del banco didáctico. Para la construcción se utilizó el método de soldadura SMAW, utilizando diferentes herramientas y equipos para cortar y preparar el tubo.

El montaje de los elementos eléctricos se realizó mediante bornes dispuestos de forma didáctica para facilitar el entendimiento, con el respectivo diagrama eléctrico de cada elemento y enumerados según la normativa correspondiente. Con ayuda de instrumentos de medición se realizó la comprobación de los elementos instalados.

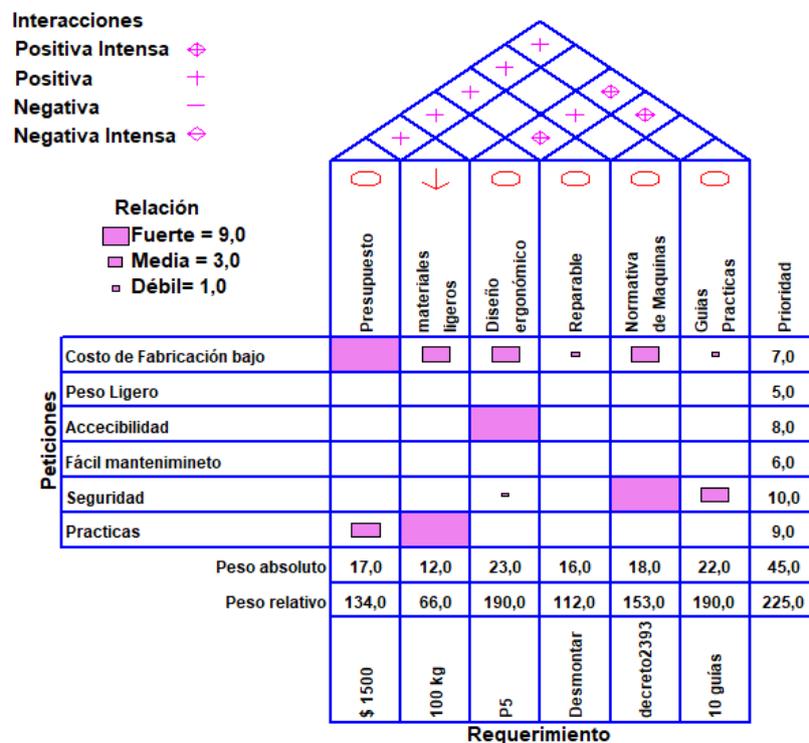
Para la correcta utilización de los equipos didácticos se elaboró un manual de uso y mantenimiento acompañado de guías prácticas de los diferentes conexiones que se pueden

abarcar mediante el banco didáctico. Como parte final se llevó a cabo una evaluación de satisfacción a los estudiantes para constatar la validez del banco didáctico y guías prácticas.

### 5.1. Criterios de Diseño

La matriz QFD (Despliegue de la Función de Calidad) consiste en un proceso el cual transforma los requerimientos de los usuarios, en este caso estudiantes y docentes, en especificaciones técnicas, las cuales se emplean en diseño y construcción de productos. A través de una matriz QFD se determinó los criterios de diseño con mayor importancia a la hora de la construcción del banco didáctico.

**Figura 39**  
Matriz QDF



Nota. Realizado mediante el software Statgraphics 19.

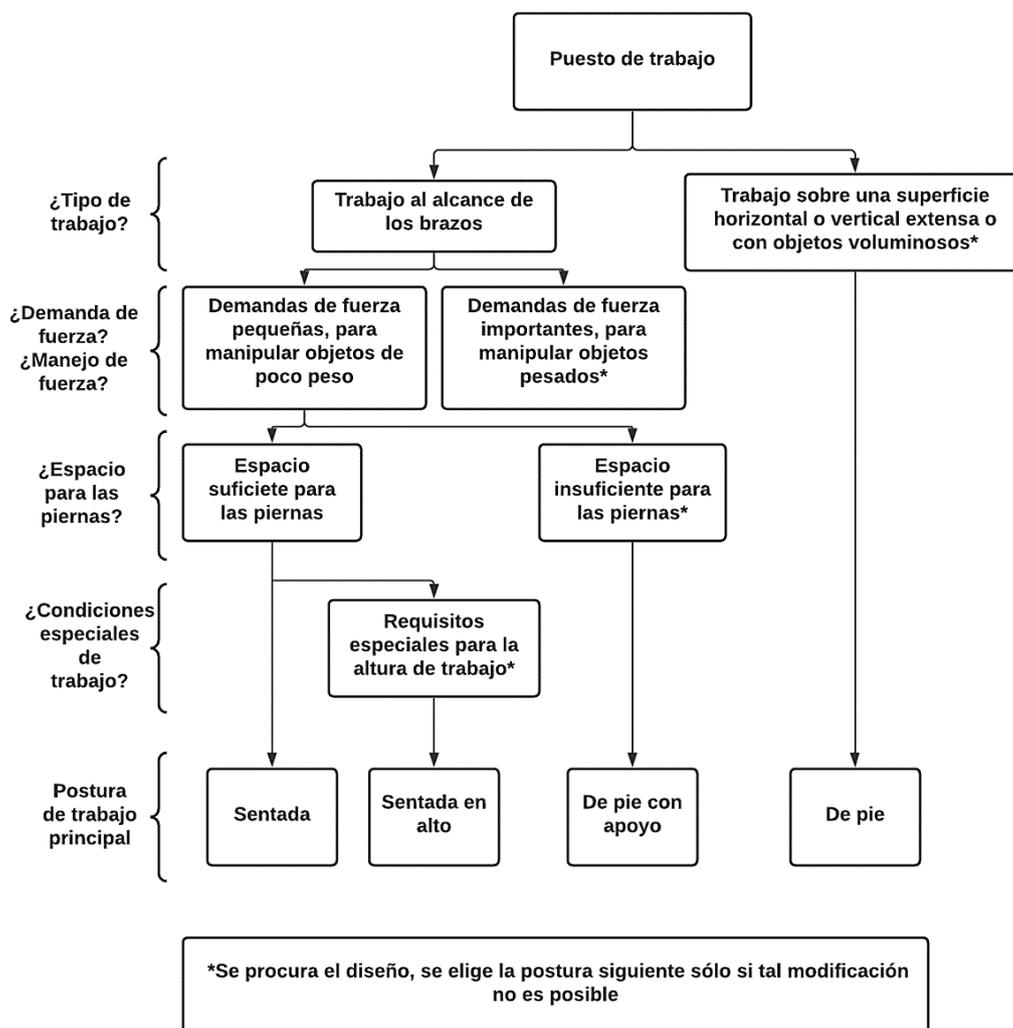
En la figura 39 se observa la matriz QFD realizada mediante el software Statgraphics 19, la cual arrojó como resultado que la accesibilidad del banco didáctico tiene un peso muy importante, es por ello que se consideró el diseño ergonómico como un punto fuerte. En segundo lugar, el apartado práctico del banco didáctico, y en tercer la seguridad, para cumplir con estos requerimientos se hizo uso de normativa de seguridad con respecto a máquinas y elaboración de las guías prácticas.

## 5.2. Elección de la Postura de Trabajo Principal

Se tomó como referencia la norma ISO 14738 para determinar la postura principal de trabajo de los usuarios del banco didáctico. Esta norma internacional trata varios principios sobre dimensiones para emplearse en el diseño, todo a partir de medidas antropométricas. En la figura 40 observamos un método de análisis, el cual indica como determinar la postura de trabajo a partir de varias características, como el tipo de trabajo, demanda de fuerzas, entre otras.

**Figura 40**

*Método de análisis para determinar la postura principal de trabajo*



*Nota.* Obtenido de *Seguridad de máquinas: requisitos antropométricos para el diseño de puestos de trabajo asociados a máquinas.14738* (p.9), por ISO, 2002.

Debido a que las conexiones del banco didáctico se van a realizar en una superficie extensa (el panel) y algunos de los objetos son voluminosos, como son los faros, puerta, se

eligió el apartado de “trabajo sobre una superficie horizontal o vertical extensa o con objetos voluminosos”. Al determinar el tipo de trabajo que se va a realizar y siguiendo el diagrama de la norma ISO 14738 que se muestra en la figura 40, se determinó que la postura de trabajo principal que más se adapta a los requerimientos es la postura de pie.

La postura de pie presenta diversas ventajas como son: permitir que los usuarios tengan una libre movilidad, la zona de trabajo accesible se extiende, por otro lado, una desventaja que posee es la carga estática de los músculos de las piernas y que al estar tiempos prolongados puede traer como consecuencia el dolor de espalda. Estos puntos negativos se pueden obviar en cierta parte, ya que las prácticas que se planean realizar no son de un tiempo muy prolongado.

### **5.3. El Espacio**

Es una parte fundamental determinar los espacios adecuados para desarrollar las actividades, en otras palabras, se requiere conocer el espacio con el que se cuenta para colocar el banco y realizar las actividades. Para cubrir este punto se consideró el artículo 22 del decreto 2393 relacionado con superficie y cubicación en locales y puestos de trabajo, el cual establece las dimensiones mínimas del local de trabajo, estas son: 3 metros de altura desde el piso hasta el techo, la superficie libre por usuario se especifica en 2 metros cuadrados y 6 metros cúbicos por usuario.

### **5.4. Diseño de Medidas para el Banco de Alumbrado**

En este apartado se definen las medidas fundamentales para el banco de alumbrado, para ello se considera medidas antropométricas, normas internacionales y normas técnicas.

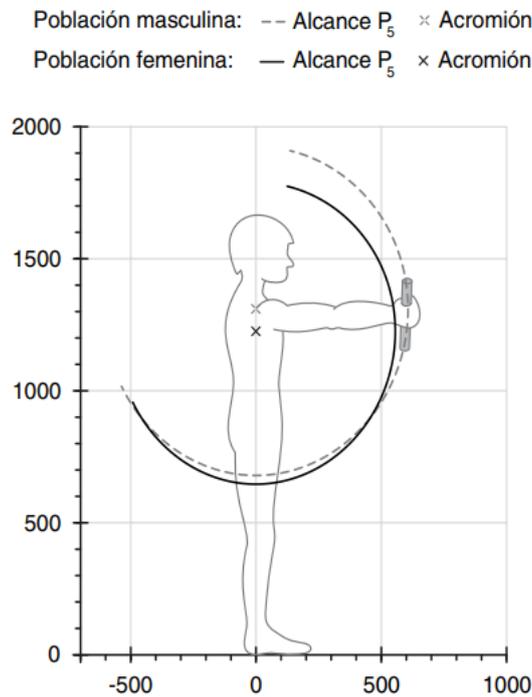
#### ***5.4.1. Medida Vertical***

Para determinar la medida vertical del banco didáctico se tomó como referencia la norma técnica de prevención 1,050, la cual trata sobre el alcance máximo en el plano sagital.

En la figura 41 se observa el alcance en el plano sagital y posición de pie, se tomó el percentil 5 femenino para de esta forma asegurar el alcance de los objetos por el 95% de la población femenina. La figura 41 nos enseña un arco de circunferencia con varias medidas, la medida que se consideró para el diseño del banco didáctico es de 1,60 metros.

## Figura 41

Alcance del plano sagital (en mm) en posición de pie



Nota. Obtenido de *Alcance máximo en el plano sagital. 1,050NTP* (p.3), por INSHT, 2015.

### 5.4.2. Medida Horizontal

El usuario debe tener libertad de movimiento, por lo tanto, basarse en datos antropométricos para establecer esta dimensión no es lo más adecuado, es por ello que para determinar la medida horizontal se tomó como criterio la disposición de los componentes eléctricos de la maqueta como faros, caja de fusibles, entre otros. Definimos la medida horizontal en 1,30 metros.

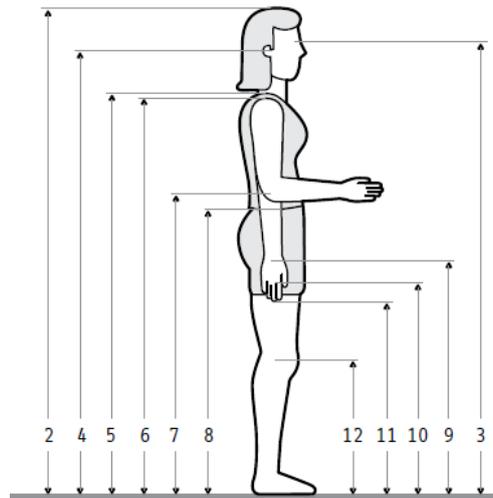
### 5.4.3. Altura de la Zona de Apoyo

El usuario tiene que manipular aparatos de medida como multímetros y cables para realizar diferentes conexiones, entre otros, por esta razón es necesario definir una zona de apoyo donde el usuario pueda colocar estos objetos para facilitar su manipulación, tener mejor confort y seguridad.

Para establecer la altura del plano de trabajo según Bestratén et al., 2008 se debe considerar de 5-10 cm por debajo de la altura del codo, la medida de la altura del codo que se define se puede apreciar en la figura 42 y punto 7.

**Figura 42**

*Diferentes medidas P5 femenino*



*Nota.* Obtenido de *Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana* (p.85), por R. Ávila & E. González, 2007, Universidad de Guadalajara.

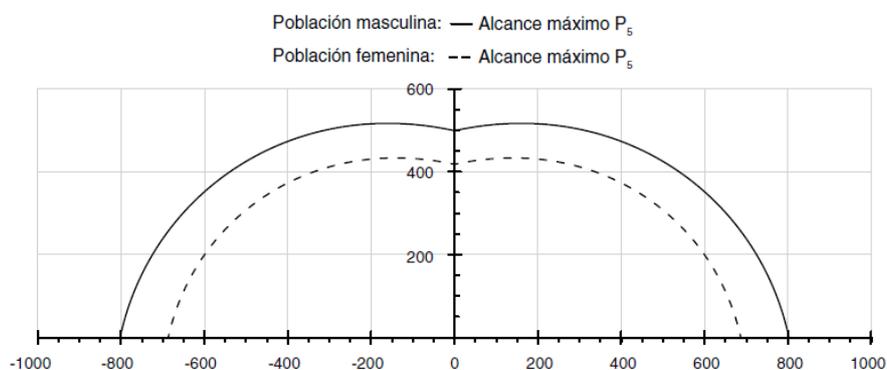
Para determinar la altura, se consideró la altura del codo P5 femenino de 18 a 25 años, el valor que se indica es de 930 mm, por lo tanto,  $930 \text{ mm} - 50 \text{ mm}$  da como resultado 880 mm de altura, dicha medida es la que se consideró.

#### **5.4.4. Profundidad de la Zona de Apoyo**

El alcance máximo de la zona de apoyo o profundidad de la zona de apoyo se determinó considerando la Nota Técnica de Prevención 1,088, en la figura 43 se puede ver el alcance máximo en milímetros, para el percentil 5 masculino y percentil 5 femenino.

**Figura 43**

*Alcance máximo en milímetros*



*Nota.* Obtenido de *Alcance máximo y normal en el plano horizontal. 1,088NTP* (p.3), por INSHT, 2017.

Para el diseño del banco didáctico se consideró el percentil 5 femenino con el fin de que la mayoría de usuarios del banco tengan un alcance óptimo. Se define la medida en 300 mm.

#### **5.4.5. Espacio para los Pies**

Según la norma ISO 14738 para determinar la altura del espacio para los pies, se debe considerar la altura del tobillo en P95 masculino, más la tolerancia para zapatos y movimiento de pies y más la altura del plano regulable (si es el caso).

La altura del tobillo es 880 mm, la tolerancia para zapatos y movimiento de pies es de 130 mm, no se consideró la altura de un plano regulable. Considerando los datos anteriores se diseñó el banco didáctico con un espacio para los pies de, 100 mm.

### **5.5. Diseño de Medidas para el Banco de Cierre Centralizado**

En el diseño de medidas del banco didáctico de cierre centralizado se tomó en cuenta criterios antropométricos, considerando como un punto importante colocar una puerta de un vehículo, de esta forma el usuario podrá observar de una forma más real los sistemas que componen el banco didáctico.

#### **5.5.1. Medida Vertical**

En este apartado del diseño se consideraron dos puntos importantes: la altura donde va ubicado el panel de elementos y la altura de la puerta.

**5.5.1.1. Altura del Panel de Elementos.** La altura de este segmento se definió tomando como base una altura antropométrica, la cual es 5 centímetros bajo la altura del codo. Se toma en cuenta el P5 femenino de 18 a 25 años, el valor que se indica es de 930 mm, por lo tanto,  $930 \text{ mm} - 50 \text{ mm}$ , se define la altura en 880 mm.

**5.5.1.2. Altura de la Puerta.** Ya que la puerta se consideró principalmente para mostrar la acción de los mecanismos que componen el cierre centralizado, se estableció que la parte media de la puerta este a la misma altura antropométrica que la altura del panel, entonces se define en 880 mm.

Para conseguir esta altura se consideró las bases para sujetar la puerta a una altura de 420 mm y 820 mm, coincidiendo con las bisagras de la puerta. Para la base del lado opuesto donde se encuentra la oreja de la chapa, se diseñó la base a una altura de 750 mm.

### 5.5.2. Medida Horizontal

Al definir la postura principal de trabajo de pie se consideró que el usuario va a tener libertad de movimiento por esta razón no es necesario diseñar esta medida desde un punto antropométrico, por otro lado, esta medida se definió tomando como criterio la longitud de la puerta para garantizar la estabilidad de la misma. Esta longitud se definió en 970 mm.

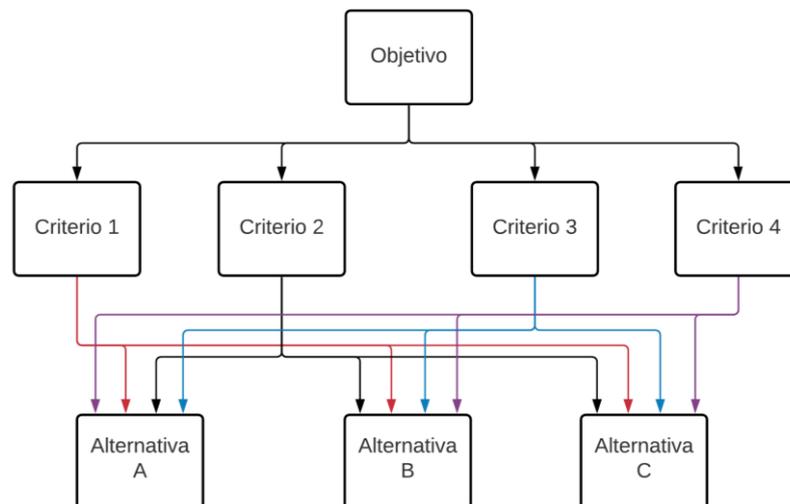
### 5.6. Elección del Material

Para definir los materiales que se utilizaron en cada apartado de la construcción del banco didáctico se empleó el software Expert Choice Comparion TM, dicho software está orientada a la toma de decisiones, y el mismo se basa en un proceso de análisis jerárquico.

El proceso de análisis jerárquico es una técnica la cual optimiza la toma de decisiones cuando se consideran múltiples parámetros, se realiza la descomposición de dicho problema en una estructura jerárquica como se observa en la figura 44, de esta forma se puede evaluar la influencia de los criterios en la toma de decisiones y poder llegar a la opción que más se adapte al objetivo planteado. Esta técnica nos permite conocer la consistencia de la evaluación a través del cálculo de la razón de consistencia, para que sea válida la evaluación este parámetro debe ser 0,1 o menor (Martínez , 2007).

**Figura 44**

*Modelo jerárquico para la toma de decisiones*



Para la elección del material en las diferentes etapas de construcción del banco se tomaron como alternativas materiales con disponibilidad en el medio, de esta forma se optimizan los tiempos de entrega y costos de transporte.

### 5.6.1. Material para la Estructura

Los materiales que se encuentran disponibles en la zona para su utilización en la construcción de la estructura se encuentran en la tabla 8. Las características de dichos materiales se obtuvieron a través del software CES EduPack, tomando como referencia las normas de calidad de construcción o normas equivalentes, esto debido a que los fabricantes no presentan una ficha técnica con las características específicas. En los parámetros de corrosión y soldabilidad a partir de una escala cualitativa se realizó una escala cuantitativa del 1 al 4.

**Tabla 8**

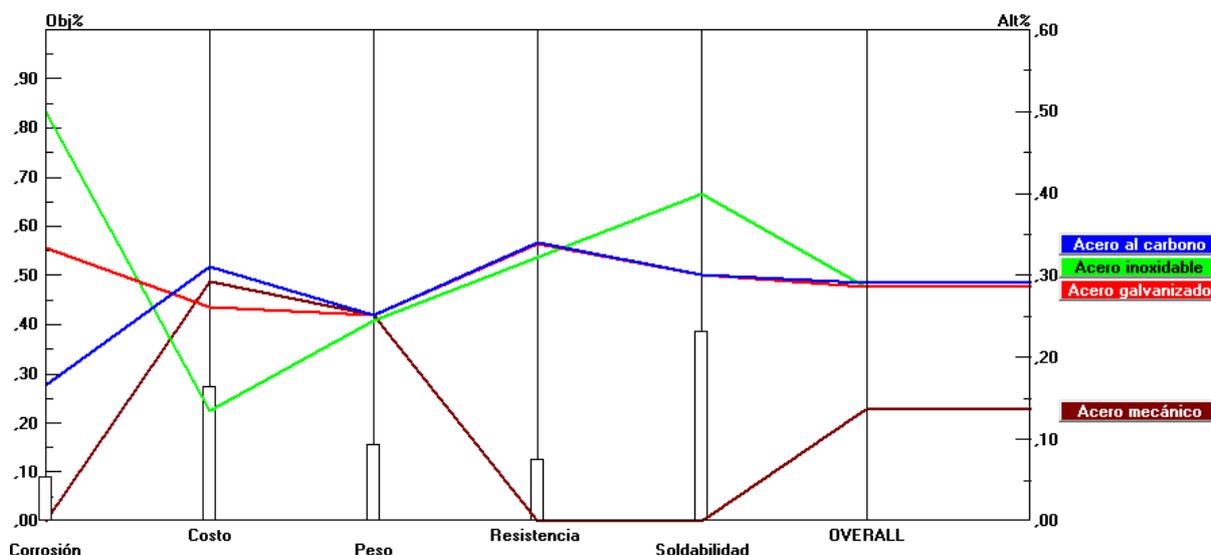
*Características de materiales para la estructura*

Material	Calidad	Precio Estimado	Densidad	Módulo Corte	Módulo Young	Corrosión	Soldabilidad
Unidades		USD/kg	Kg/m <sup>3</sup>	Gpa	GPa	Escala 1-4	Escala 1-4
Acero inoxidable	AISI 304	3,60	7,85-8,06x10 <sup>3</sup>	74-81	190-203	3	4
Acero al carbono	SAE J 403 1008	1,55	7,8-7,9x10 <sup>3</sup>	79-84	205-215	1	3
Acero galvanizado	SAE J 403 1008	1,85	7,8-7,9x10 <sup>3</sup>	79-84	200-215	2	3
Acero mecánico	JIS 3141 SPCC SD	1,65	7,8-7,9x10 <sup>3</sup>	77,1-85,1	200-221	1	3

Para elegir uno de estos materiales se utilizó cinco criterios, los cuales involucran: costo, peso, la resistencia mecánica, soldabilidad y resistencia a la corrosión, teniendo como objetivo la elección del material para la estructura. Después se realizó la valoración de los elementos en el software Expert Choice, la figura 45 indica los resultados obtenidos, se puede ver que la opción con mayores ventajas según el criterio de elección es el acero al carbono y, por lo tanto, se seleccionó como material para la estructura el tubo estructural negro.

**Figura 45**

*Resultados de elección de material para la estructura*



*Nota.* El resultado del análisis indica que el acero al carbono (línea azul) es la alternativa que presenta mayores ventajas.

### 5.6.2. Material para el Recubrimiento

Para la elección del material de recubrimiento se evaluaron los materiales que se encuentran especificados en la tabla 9.

**Tabla 9**

*Características de materiales para recubrimiento*

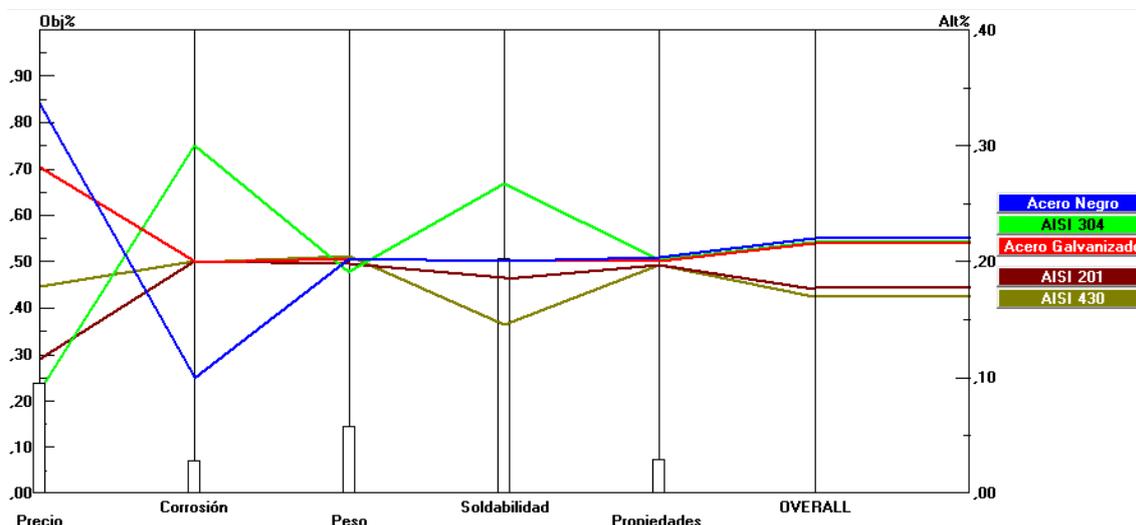
Material	Calidad	Precio Estimado	Densidad	Módulo corte	Módulo Young	Corrosión	Soldabilidad
Unidades		USD/kg	Kg/m <sup>3</sup>	Gpa	GPa	Escala 1-4	Escala 1-4
Acero negro	JIS 3141		7,8-	77,1-			
Acero Galvanizado	SPCC SD	1,55	7,9x10 <sup>3</sup>	85,1	200-221	1	3
Acero Inoxidable	SAE J		7,8-				
Acero Inoxidable	403 1008	1,85	7,9x10 <sup>3</sup>	79-84	200-215	2	3
Acero Inoxidable	AISI 304	3,60	8,06x10 <sup>3</sup>	74-81	190-203	3	4
Acero Inoxidable	AISI 201	2,87	7,9x10 <sup>3</sup>	75-80	193-201	2	3
Acero Inoxidable	AISI 430	2,50	7,62-7,82 x10 <sup>3</sup>	75-81	195-205	2	2

Los criterios que se consideraron en este apartado para la elección del material son: corrosión, costo, peso, resistencia mecánica y soldabilidad, teniendo como objetivo principal la elección del material para el recubrimiento. En la figura 46 se puede observar el resultado gráfico de la evaluación, el cual indica que el acero negro es la que ofrece mayores ventajas de

acuerdo a los criterios evaluados, por lo tanto, se seleccionó la plancha laminada en frío de acero negro.

**Figura 46**

*Resultados de elección para material de recubrimiento*



*Nota.* El resultado del análisis indica que el acero negro (línea azul) es la alternativa que presenta mayores ventajas.

### 5.6.3. Material para el Panel Didáctico

Para la elección del material para el panel didáctico se evaluaron los materiales que se encuentran especificados en la tabla 10.

**Tabla 10**

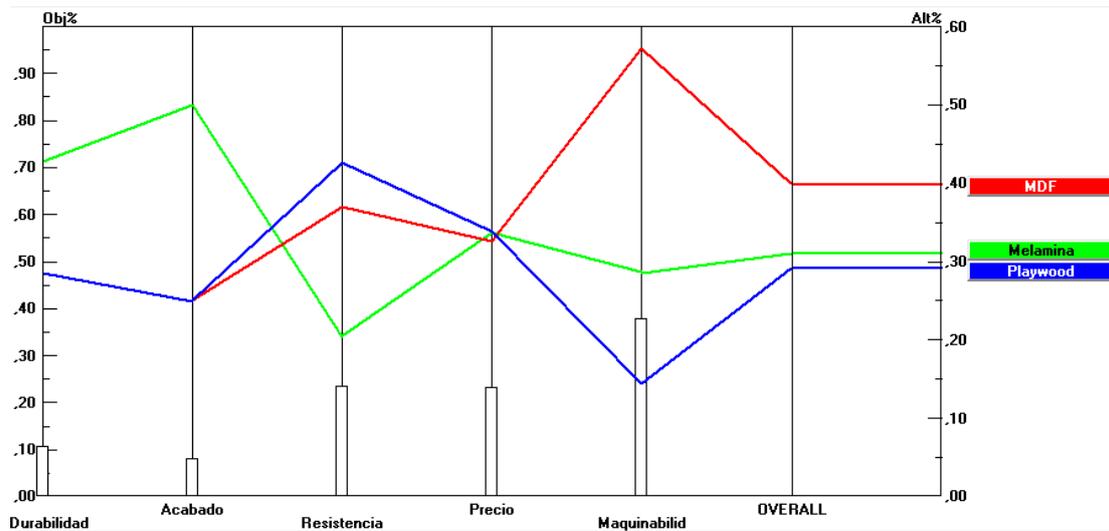
*Características de materiales para el panel didáctico*

Material	Maquinabilidad	Precio	Flexión	Acabado	Durabilidad
Unidades	Escala 1-4	USD/m <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	Escala 1-4	Escala 1-4
<b>Playwood</b>	1	8,90	33,5	2	2
<b>MDF</b>	4	9,17	29	2	2
<b>MDP Melamina</b>	2	8,70	16	4	3

Los criterios que se consideraron en este apartado para la elección del material son: maquinabilidad, costo, resistencia a la flexión, acabado y durabilidad, teniendo como objetivo principal la elección del material para el panel didáctico. En la figura 47 se puede observar el resultado gráfico de la evaluación, el cual indica que la madera MDF ofrece mayores ventajas de acuerdo a los criterios evaluados, por lo tanto, se seleccionó la plancha de MDF.

**Figura 47**

*Resultados de elección para material del panel didáctico*



*Nota.* El resultado del análisis indica que la madera MDF (línea roja) es la alternativa que presenta mayores ventajas.

### 5.7. Modelado de Estructura del Banco Didáctico de Luces y Cierre Centralizado

Para realizar el modelado del banco didáctico y los planos para la construcción del mismo se utilizó el programa Autodesk Inventor, se trata de un software de CAD el cual ofrece calidad profesional de diseño mecánico 3D, documentación y herramientas de simulación de productos. Con las medidas descritas en el apartado de diseño del banco de luces, se realizó el modelado de la estructura, la misma puede observar en la figura 48.

**Figura 48**

*Modelado de estructura del banco de luces del automóvil*



*Nota.* Realizado mediante el software Autodesk Inventor.

Tomando como base el dimensionamiento trabajado en el apartado de diseño de medidas del banco didáctico de cierre centralizado, se realizó el modelado de la estructura, el mismo que se puede observar en la figura 49.

#### **Figura 49**

*Modelado de estructura del banco de cierre centralizado*



*Nota.* Realizado mediante el software Autodesk Inventor.

### **5.8. Análisis de Tensión en Inventor**

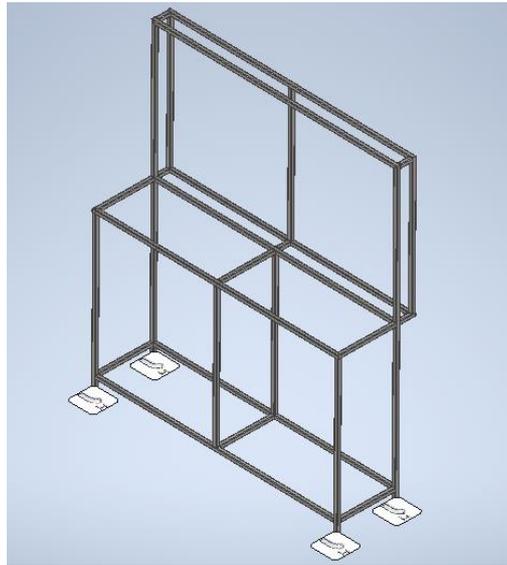
Mediante el software Autodesk Inventor se realizó un análisis CAE estático a las estructuras que se conceptualizaron en el apartado de modelado en 3D, este análisis permite aplicar restricciones, aplicar cargas para analizar el comportamiento de la estructura, seleccionar un material con sus respectivas características y analizar los resultados para de esta forma detectar posibles fallas en una etapa temprana del diseño.

#### **5.8.1. Restricciones**

Previo a realizar la simulación se colocó una restricción en cada apoyo con respecto al suelo de la estructura del banco de luces como se observa en la figura 50, de la misma forma se realiza para la estructura del banco de cierre centralizado que se observa en la figura 51. El tipo de restricción es fija y anula todos los grados de libertad, de esta forma el modelo no se desplaza.

### **Figura 50**

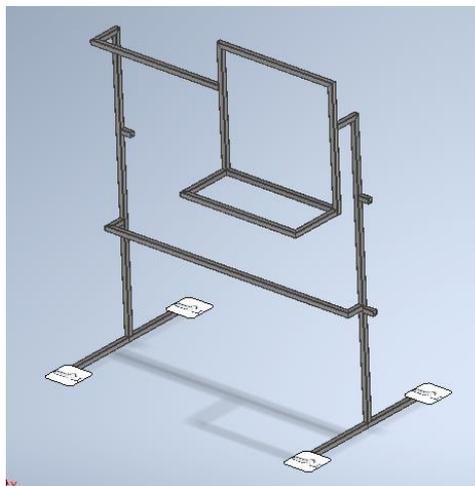
*Restricciones de estructura del banco de luces*



*Nota.* Realizado mediante el software Autodesk Inventor.

### **Figura 51**

*Restricciones de estructura del banco de cierre centralizado*



*Nota.* Realizado mediante el software Autodesk Inventor.

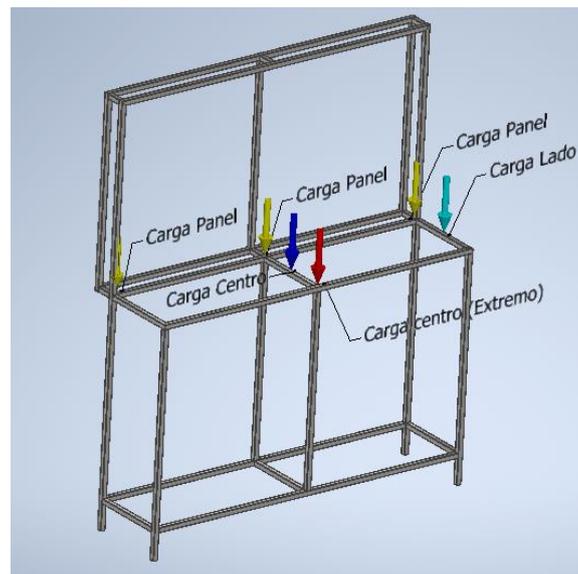
#### **5.8.2. Cargas Aplicadas a la Estructura del Banco de Luces**

La primera carga que se consideró es la del peso del panel donde se encuentran ensamblados los elementos eléctricos, para este panel se estima una carga de 300 N la cual se reparte en 3 cargas puntuales de 100 N cada una, esta carga será constante.

La norma ISO 12100 enfocada en la seguridad de máquinas y principios de diseño, en el apartado de límite de usos, indica que se debe considerar el mal uso razonable previsible, es por ello que se tomó en cuenta un caso crítico donde una persona de 70 Kg se sube al banco, lo cual agrega una carga de 686,7 N. Para determinar la ubicación del mayor esfuerzo se varió la carga de 686,7 N en tres ubicaciones específicas: centro, extremo centro y un lado. La ubicación de las cargas se encuentra especificadas en la figura 52.

### Figura 52

*Ubicación de las cargas de la estructura del banco de luces*



*Nota.* Realizado mediante el software Autodesk Inventor.

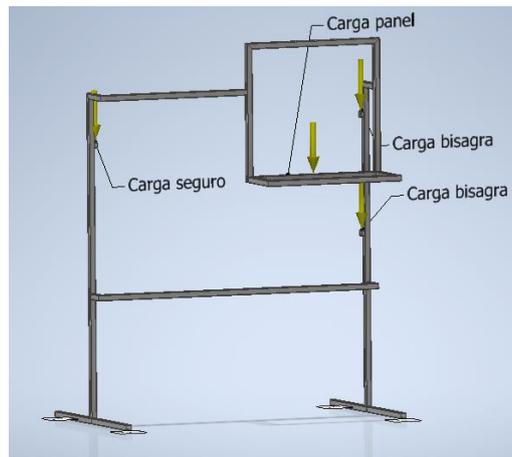
#### 5.8.3. Cargas Aplicadas a la Estructura de Cierre Centralizado

La carga que soporta la estructura es la que corresponde a la carga que ejerce la puerta, la cual es de 294,3 N la misma que se divide en las dos columnas de la estructura con cargas de 147,15 N en cada una. Por otra parte, también soporta la carga del panel didáctico, corresponde a 50 N. La ubicación de las cargas que soporta la estructura se encuentra especificadas en la figura 53.

Para el análisis se consideró el caso más crítico para la estructura, el cual es en el momento de abrir la puerta, aquí sucede que la carga de la puerta pasa de estar soportada por tres puntos a estar soportada solamente por dos, los mismos soportes que corresponden al mecanismo de bisagras (147,15 N en cada soporte de bisagra) y se encuentran en una sola columna, más la carga del panel de didáctico (50 N).

**Figura 53**

*Ubicación de las cargas de la estructura del banco de cierre centralizado*



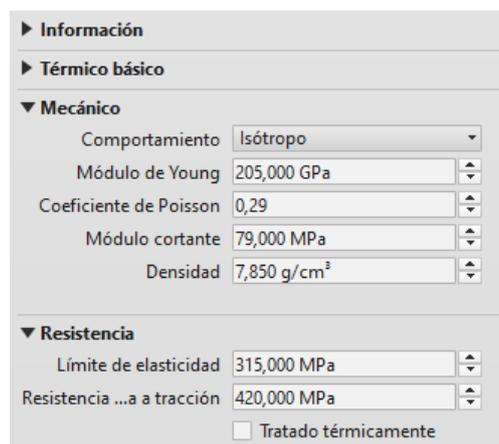
*Nota.* Realizado mediante el software Autodesk Inventor.

#### **5.8.4. Material**

El material con el cual se realizó el estudio es un material basado en acero al carbono, cuyas especificaciones se tomaron del software CES EduPack y es el material que se eligió en el apartado de elección de material para la estructura. En la figura 54 se presentan las características mecánicas y de resistencia del material.

**Figura 54**

*Características del material para la simulación*



*Nota.* Obtenido del software Autodesk Inventor.

#### **5.8.5. Resultados del Estudio (Banco de Alumbrado)**

Se consideró distintos espesores de tubo estructural negro cuadrado de 20 mm para realizar la simulación, los espesores son 1,2 mm, 1,5 mm y 2 mm.

Tras la realización de la simulación se tomó resultados específicos como son la tensión de Von Mises, el desplazamiento, factor de seguridad, peso y el precio estimado. En la tabla 10 se detallan los resultados del análisis, los mismos que se consideraron con respecto a la carga que genera un mayor esfuerzo, de tal forma que se pueda identificar el coeficiente de seguridad máximo y el desplazamiento mínimo.

**Tabla 11**

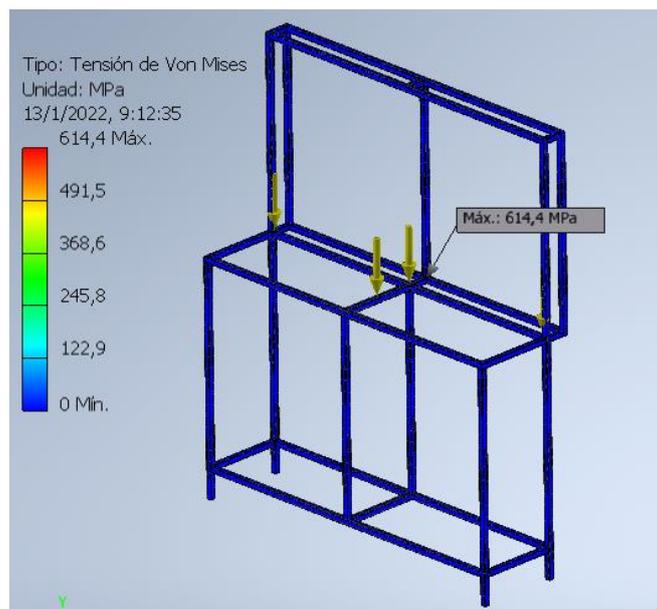
*Resultados de aplicación de cargas a la estructura*

Medida del tubo	20x1,2 mm	20x1,5 mm	20x2 mm
Zona de carga	Centro	Extremo centro	Centro
Tensión de Von Mises	614,4 MPa	241,6 Mpa	147,7 Mpa
Desplazamiento	1,966 mm	1,68 mm	1,751 mm
Factor de seguridad	0,57	1,45	2,37
Peso	13,927 kg	16,398 kg	20,972 kg
Precio estimado	21,58 USD	25,41 USD	32,50 USD

En la figura 55, 56, 57, se puede observar la ubicación del mayor esfuerzo en los diferentes espesores de tubo, 1,2 mm, 1,5 mm y 2 mm respectivamente.

**Figura 55**

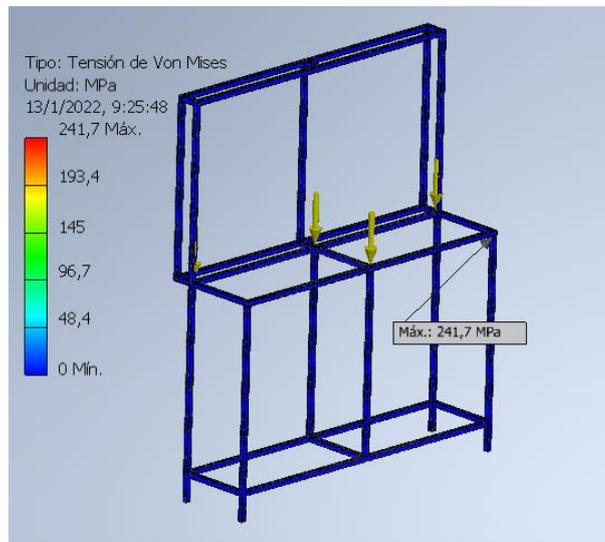
*Tensión Von Mises tubo 1,2 mm*



*Nota.* Realizado mediante el software Autodesk Inventor.

**Figura 56**

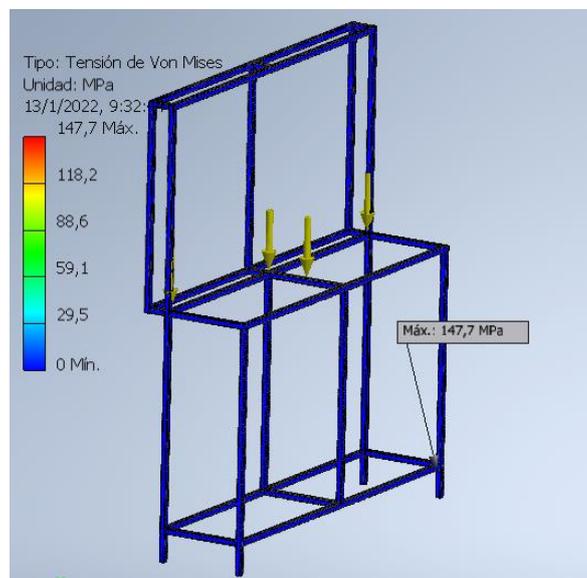
*Tensión Von Mises tubo 1,5 mm*



*Nota.* Realizado mediante el software Autodesk Inventor.

**Figura 57**

*Tensión Von Mises tubo 2 mm*



*Nota.* Realizado mediante el software Autodesk Inventor.

### **5.8.6. Optimización de Estructura**

Con los datos presentados en la tabla 10, se seleccionó la estructura que se compone de tubo cuadrado de 20x1,5 mm, la misma que presenta un peso, y resistencia más favorable con respecto a su costo.

Al colocar dos apoyos en el centro de la estructura como se observa en a figura 58, subimos notablemente el coeficiente de seguridad llegando a 3,66 lo cual es ventajoso, ya que aumenta la seguridad subiendo el costo en 0,30 USD y el peso en 0,17 Kg. Por esta razón, para el modelo final de la estructura se consideró dicha optimización. La comparación entre la estructura inicial y la estructura optimizada se puede apreciar en la tabla 12, además en la figura 59 encontramos el esfuerzo máximo de la estructura obtenido a través del análisis CAE estático.

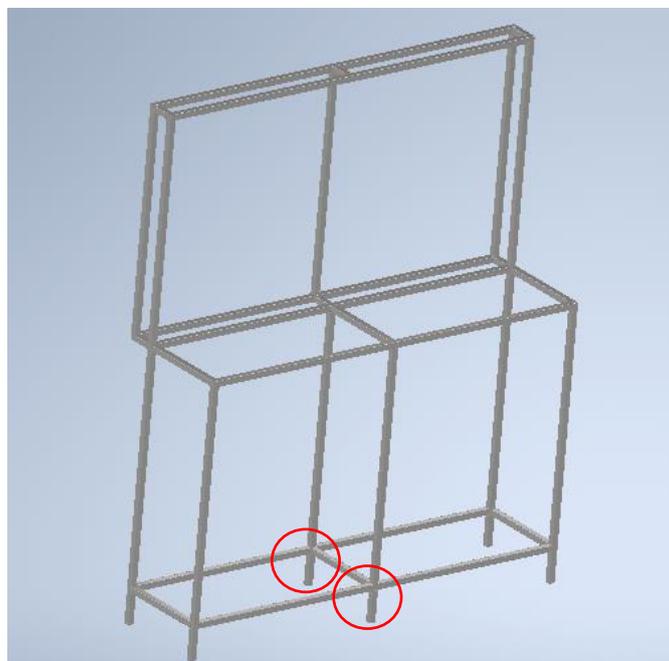
**Tabla 12**

*Comparación entre estructura inicial y optimizada*

<b>Estructura</b>	<b>Inicial</b>	<b>Optimizada</b>
<b>Tensión de Von Mises</b>	241,6 Mpa	95,56 Mpa
<b>Desplazamiento</b>	1,82 mm	0,33 mm
<b>Factor de seguridad</b>	1,45	3,66
<b>Peso</b>	16,398 kg	16,568 kg
<b>Precio estimado</b>	25,41 USD	25,68 USD

**Figura 58**

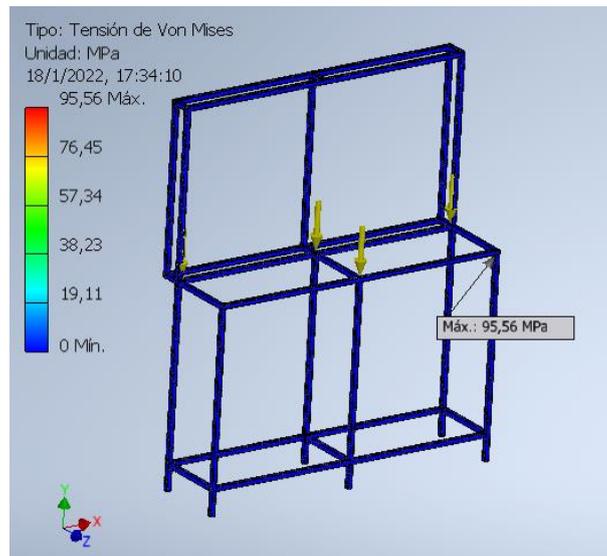
*Puntos de optimización en la estructura del banco de luces*



*Nota.* Realizado mediante el software Autodesk Inventor.

### Figura 59

*Esfuerzo máximo de la estructura del banco de luces optimizada*

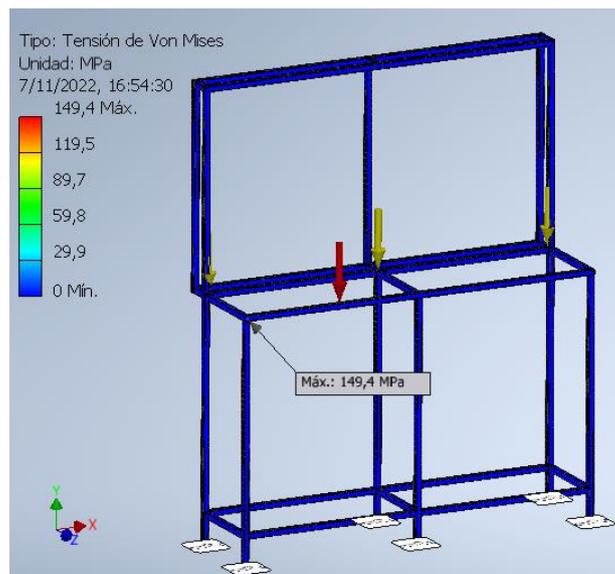


*Nota.* Realizado mediante el software Autodesk Inventor.

Como parte final del análisis se consideró realizar un caso de análisis extra, en este caso consideramos la carga de la persona en el punto donde se ubica la flecha roja de la figura 60. En este caso, en particular, la tensión de Von Mises aumenta, ya que la carga se ubica en una posición la cual genera mayor estrés a la estructura, llegando a 149,4 Mpa.

### Figura 60

*Caso de análisis extra*



*Nota.* Realizado mediante el software Autodesk Inventor.

### 5.8.7. Resultados del Estudio (Banco de Cierre Centralizado)

Se consideró distintos espesores de tubo estructural negro cuadrado de 20 mm para realizar la simulación, los espesores son 1,2 mm, 1,5 mm y 2 mm. Los resultados que se tomaron de la simulación son la tensión de Von Mises, el desplazamiento, factor de seguridad, peso y el precio estimado. En la tabla 12 se detallan los resultados del análisis

**Tabla 13**

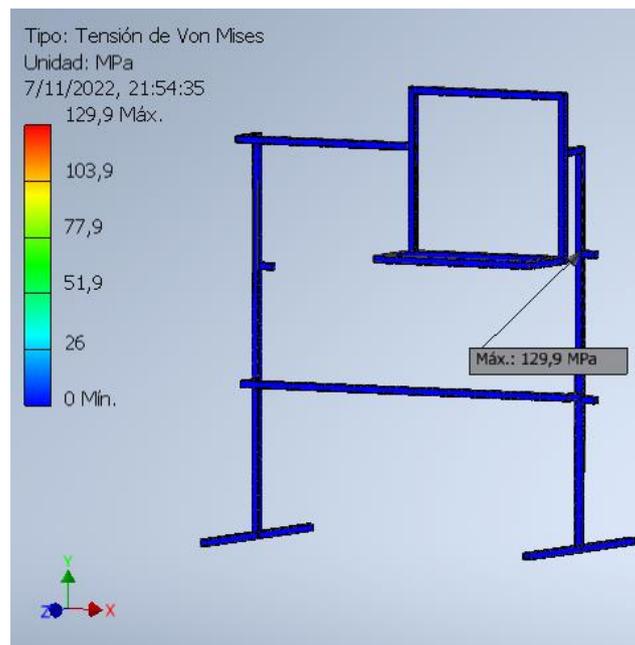
*Resultados del análisis diferentes espesores de tubo*

Esesor del tubo	1,2 mm	1,5 mm	2 mm
Tensión de Von Mises	129,9 Mpa	70,84 Mpa	38,77 Mpa
Desplazamiento	2,42 mm	2,1 mm	1,615 mm
Factor de seguridad	1,59	2,93	7,13
Peso	5,740 kg	6,772 kg	8,644 kg
Precio estimado	8,90 USD	10,50 USD	13,40 USD

En la figura 61, 62, 63, se puede observar la ubicación del mayor esfuerzo en los diferentes espesores de tubo, 1,2 mm, 1,5 mm y 2 mm respectivamente.

**Figura 61**

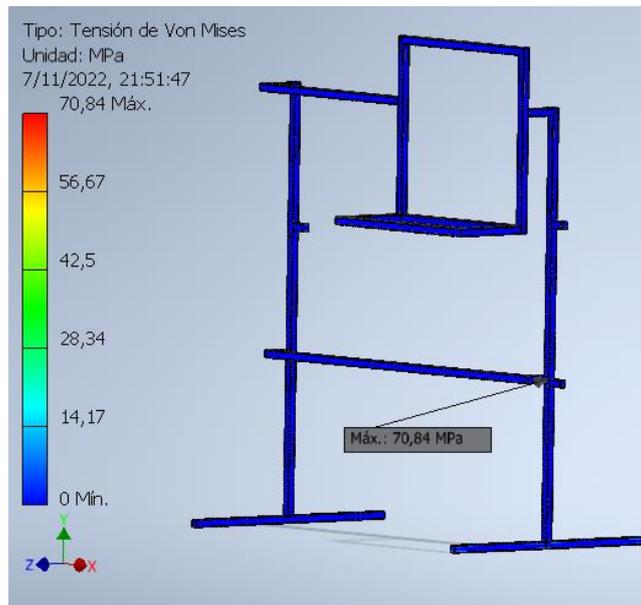
*Tensión Von Mises tubo 1,2 mm*



*Nota.* Realizado mediante el software Autodesk Inventor.

**Figura 62**

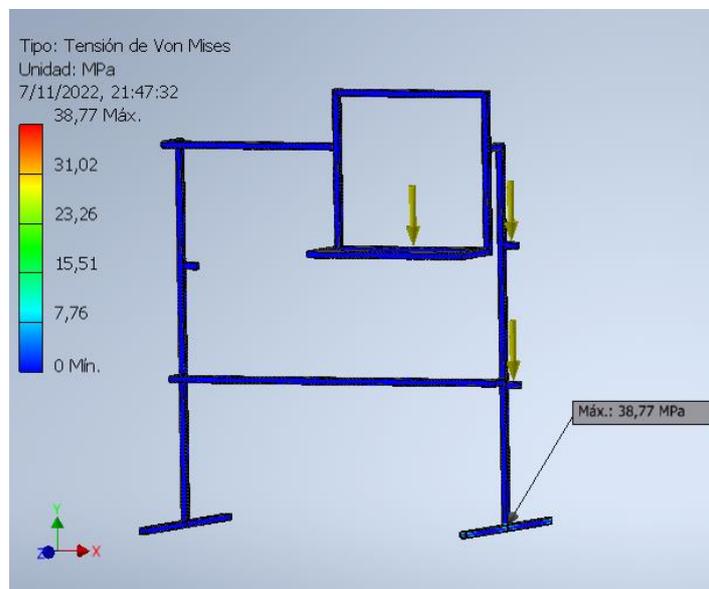
*Tensión Von Mises tubo 1,5 mm*



*Nota.* Realizado mediante el software Autodesk Inventor.

**Figura 63**

*Tensión Von Mises tubo 2 mm*



*Nota.* Realizado mediante el software Autodesk Inventor.

Con los datos presentados en la tabla 12, se seleccionó la estructura que se compone de tubo cuadrado de 20x1,5 mm, la misma que presenta un peso, y resistencia más favorable con respecto a su costo.

## 5.9. Construcción del Banco Didáctico de Luces

En este apartado se explicará el proceso de construcción del banco didáctico de luces del automóvil.

### 5.9.1. Cálculos del Cable y Elementos de Protección

En esta sección se realizó los cálculos pertinentes para determinar el calibre del cable y elementos de protección a utilizar en las instalaciones de los elementos eléctricos.

En la tabla 14 se realizó el cálculo para el sistema de luces de cruce, para lo cual intervienen tres elementos consumidores, los cuales son las dos bombillas del faro principal y una luz testigo del tablero, la cual indica la activación.

**Tabla 14**

*Cálculo para el sistema de luces de cruce*

Elemento	Cálculos	Cálculo de intensidad total
Luces de cruce	$R = \frac{V^2}{P}$	$I = \frac{V}{R}$
	$R = \frac{12^2 V}{55 W}$	$I = \frac{12 V}{2,61 \Omega}$
	$R = 2,61 \Omega$	$I = 4,59 A$
Testigo	$R = \frac{V^2}{P}$	$I = \frac{V}{R}$
	$R = \frac{12^2 V}{3 W}$	$I = \frac{12 V}{48 \Omega}$
	$R = 48 \Omega$	$I = 0,25 A$

Se selecciona cable AWG 14 y un fusible de 10 A (rojo) para la instalación del sistema.

Para la elección de los relés tomamos en cuenta los más robustos, ya que estos van a ser manipulados para diversas prácticas, además de considerar un relé el cual sea fácilmente reemplazable y cumpla los requerimientos de consumo. Es por ello que consideramos relés de 12 V 40 A.

El cálculo de las luces de carretera comprende tres elementos, las dos bombillas de los faros principales de 60 W y una luz testigo de 3 W, en la tabla 15 se puede observar el cálculo y los respectivos elementos seleccionados.

**Tabla 15***Cálculo para el sistema de luces de carretera*

Elemento	Cálculos	Cálculo de intensidad total
Luces de carretera	$R = \frac{V^2}{P}$	$I = \frac{V}{R}$ $I = 5 A * 2$ $I = 10 A$
	$R = \frac{12^2 V}{60 W}$	$I = \frac{12 V}{2,4 \Omega}$
	$R = 2,4 \Omega$	$I = 5 A$
Testigo	$R = \frac{V^2}{P}$	$I = \frac{V}{R}$ $I = 0,25 A$
	$R = \frac{12^2 V}{3 W}$	$I = \frac{12 V}{48 \Omega}$
	$R = 48 \Omega$	$I = 0,25 A$
Se selecciona cable AWG 14 y un fusible de 15 A (azul) para la instalación del sistema		

En la tabla 16 encontramos el cálculo respectivo para poder elegir el calibre del cable y el fusible de protección, en este cálculo únicamente intervienen los dos neblineros.

**Tabla 16***Cálculo para el sistema de luces de niebla*

Elemento	Cálculos	Cálculo de intensidad total
Luces de niebla	$I = \frac{W}{V}$	$I = 0,15 A * 2$ $I = 0,30 A$
	$I = \frac{1,8 W}{12 V}$	
	$I = 0,15 A$	
Se selecciona cable AWG 22 y un fusible de 1 A (negro) para la instalación del sistema.		

La tabla 17 indica los elementos consumidores que intervienen en el cálculo de luces direccionales y de emergencia, en total son 6, para los cuales se eligió un calibre de cable AWG 18 y un fusible de 7,5 A.

**Tabla 17***Cálculo para el sistema de luces direccionales y emergencia*

Elemento	Cálculos	Cálculo de intensidad total
Direccionales delanteros	$R = \frac{V^2}{P}$	$I = \frac{V}{R}$ $I = 1,75 A * 2$ $I = 3,5 A$
	$R = \frac{12^2 V}{21 W}$	$I = \frac{12 V}{6,85 \Omega}$
	$R = 6,85 \Omega$	$I = 1,75 A$
Direccionales posteriores	$R = \frac{V^2}{P}$	$I = \frac{V}{R}$ $I = 0,83 A * 2$ $I = 1,66 A$
	$R = \frac{12^2 V}{10 W}$	$I = \frac{12 V}{14,4 \Omega}$
	$R = 14,4 \Omega$	$I = 0,83 A$
Testigos	$R = \frac{V^2}{P}$	$I = \frac{V}{R}$ $I = 0,25 A * 2$ $I = 1,5 A$
	$R = \frac{12^2 V}{3 W}$	$I = \frac{12 V}{48 \Omega}$
	$R = 48 \Omega$	$I = 0,25 A$

Se selecciona cable AWG 18 y un fusible de 7,5 A (marrón) para la instalación del sistema y un relé electrónico de 12 V 20A y 6-8 bulbs.

La tabla 18 corresponde al cálculo del sistema de luces de freno y reversa, las 4 bombillas que intervienen en el sistema poseen las mismas características.

**Tabla 18***Cálculo para el sistema de luces de freno y reversa*

Elemento	Cálculos	Cálculo de intensidad total
Luces de freno y reversa	$I = \frac{V}{R}$	$I = 0,83 A * 4$ $I = 3,32 A$
	$I = \frac{12V}{14,4\Omega}$	
	$I = 0,83A$	

Se selecciona cable AWG 22 y un fusible de 4 A (rosa) para la instalación del sistema.

El cálculo para la elección del cable y elemento de protección para las luces de posición se encuentra en la tabla 19, en el sistema se incluyen 10 elementos consumidores.

**Tabla 19**

*Cálculo para el sistema de luces de posición*

Elemento	Cálculos	Cálculo de intensidad total
Luces Led	$I = \frac{W}{V}$	$I = 0,1 A * 2$
	$I = \frac{1,2 W}{12 V}$	$I = 0,20 A$
	$I = 0,1 A$	
Luces de matrícula LED	$I = \frac{2 W}{12 V}$	$I = 0,17 A$
	$I = \frac{1,2 W}{12 V}$	
	$I = 0,17 A$	
Luces posición delantera y posteriores	$R = \frac{V^2}{P}$	$I = \frac{V}{R}$
	$R = \frac{12^2 V}{10 W}$	$I = \frac{12 V}{14,4 \Omega}$
	$R = 14,4 \Omega$	$I = 0,83 A$
Luces de tablero	$R = \frac{V^2}{P}$	$I = \frac{V}{R}$
	$R = \frac{12^2 V}{3 W}$	$I = \frac{12 V}{48 \Omega}$
	$R = 48 \Omega$	$I = 0,25 A$

Se selecciona cable AWG 22 y un fusible de 5A (beige) para la instalación del sistema.

Para determinar el calibre de los cables que alimentan todo el sistema, es decir los cables de la batería, suponemos el funcionamiento total del sistema, sumamos las intensidades obtenidas en las tablas 14, 15, 16, 17, 18, 19, como se observa en la tabla 20.

**Tabla 20**

*Cálculo para cables de batería*

<b>Sistema</b>	<b>Intensidad</b>
Luces de cruce	9,43 A
Luces de carretera	10,25 A
Luces de niebla	0,30 A
Luces direccionales y emergencia	6,66 A
Luces de freno y reversa	3,32 A
Luces de posición	4,44 A
<b>Total</b>	<b>34,4 A</b>

Obtenemos un total de consumo de 34,4 A, por lo tanto, se elige el calibre AWG 6. Cabe recalcar que no se suma el sistema de cierre centralizado, ya que se monta un sistema a la vez y el de cierre centralizado es de menor consumo.

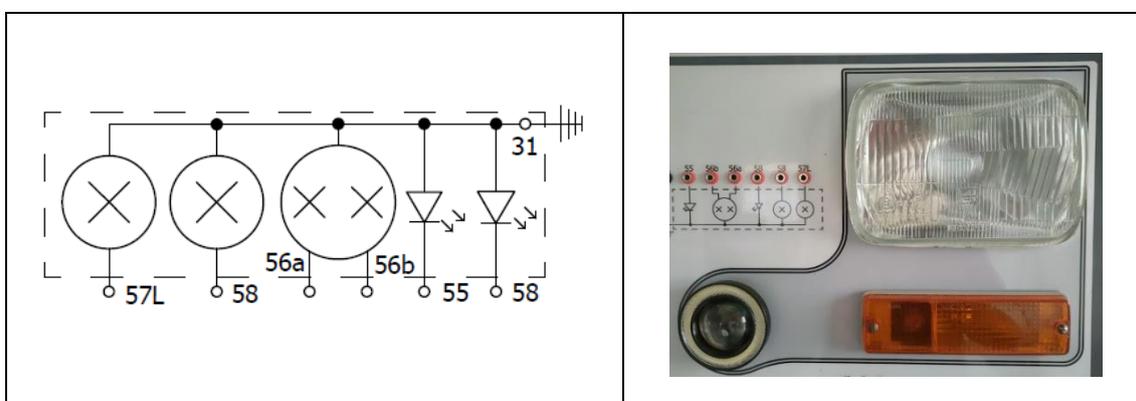
### **5.9.2. Componentes Eléctricos del Sistema de Luces**

Los elementos eléctricos que componen el sistema de alumbrado se describen a continuación, cada figura contiene el elemento y el respectivo diagrama que lo representa.

La figura 64 indica la composición de los faros principales, aquí se incluyen el faro principal (luces de cruce y carretera), luz de posición delantera, luz direccional y neblineros.

**Figura 64**

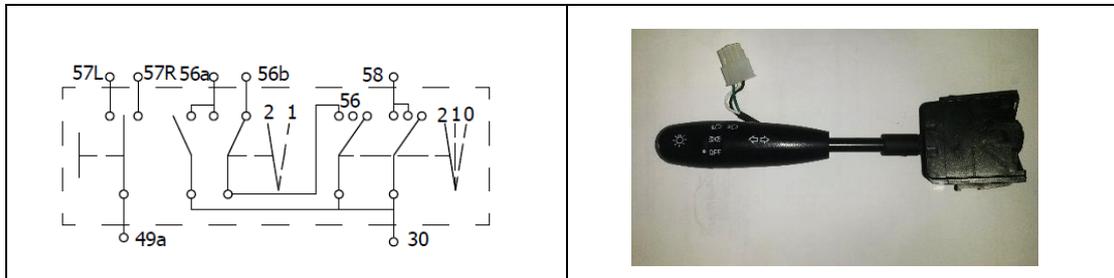
*Faros principales*



En la figura 65 se puede observar la palanca conmutadora la cual comanda las luces de posición, direccionales, ráfaga, luces de cruce y carretera.

**Figura 65**

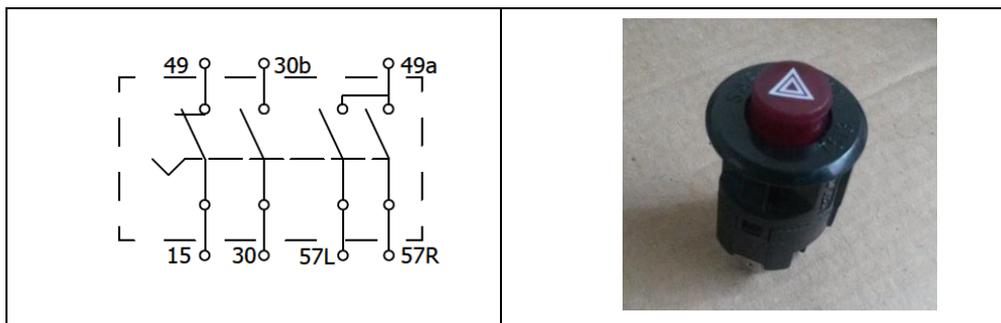
*Palanca conmutadora*



El interruptor de intermitentes se puede observar en la figura 66, la función de este interruptor es activar las 4 bombillas direccionales ya sea con el vehículo encendido o apagado.

**Figura 66**

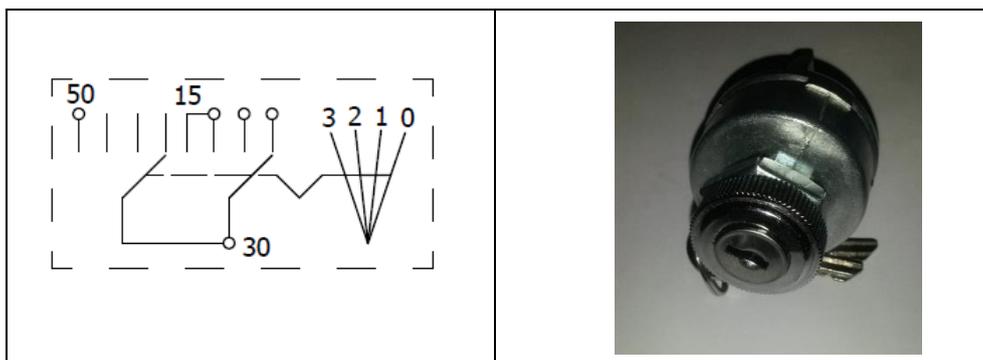
*Interruptor de intermitentes*



En la figura 67 se encuentra el switch de encendido el cual posee cuatro posiciones lock, acc, on y star.

**Figura 67**

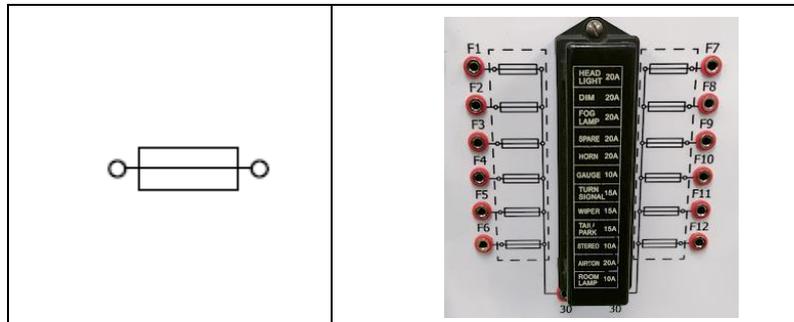
*Switch de encendido*



En la figura 68 se encuentra la caja de fusibles, este modelo en específico dispone de dos entradas generales de energía y un total de 12 fusibles.

**Figura 68**

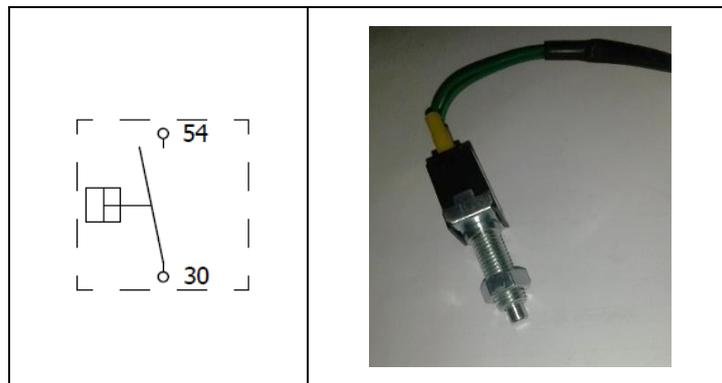
*Caja de fusibles*



El switch de freno es un pulsador normalmente cerrado, se puede observar en la figura 69, el mismo va montado en el pedal de freno con un mecanismo de resorte.

**Figura 69**

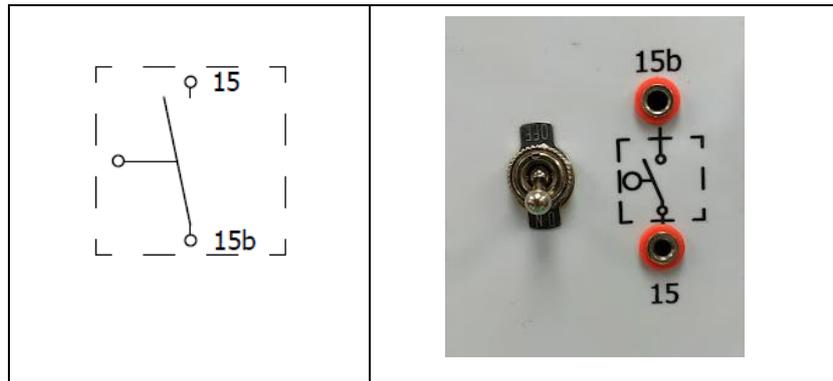
*Switch de freno (normalmente cerrado)*



El switch de reversa permite el paso de energía al accionarse para que puedan alimentarse las luces de reversa, en la figura 70 se puede observar el elemento y su respectivo diagrama.

**Figura 70**

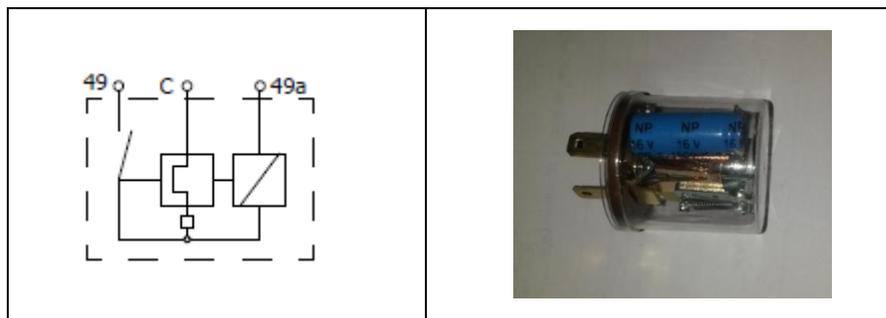
*Switch de reversa*



El relé de intermitencia es el encargado de realizar la acción de intermitencia cuando accionamos las luces de emergencia o estacionamiento, el relé de intermitencia que se observa en la figura 71 soporta hasta 20 A.

**Figura 71**

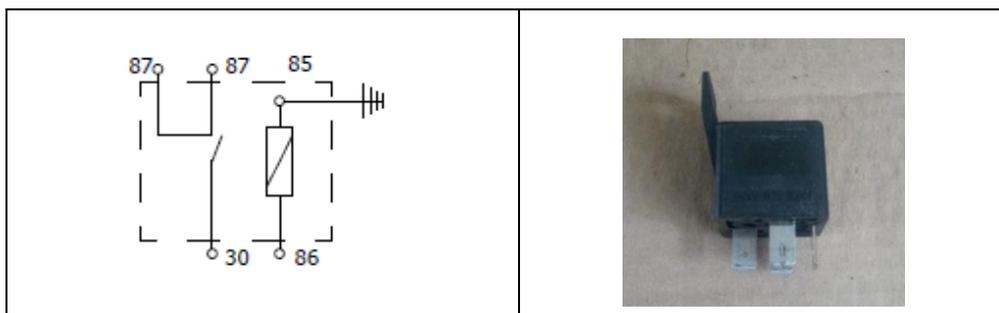
*Relé de intermitencia*



En la figura 72 se puede observar un relé interruptor doble el cual al accionarse activa sus dos salidas, estas dos salidas (bornes 87) pueden alimentar varios sistemas ya sean las luces de cruce y carretera como también las luces de niebla.

**Figura 72**

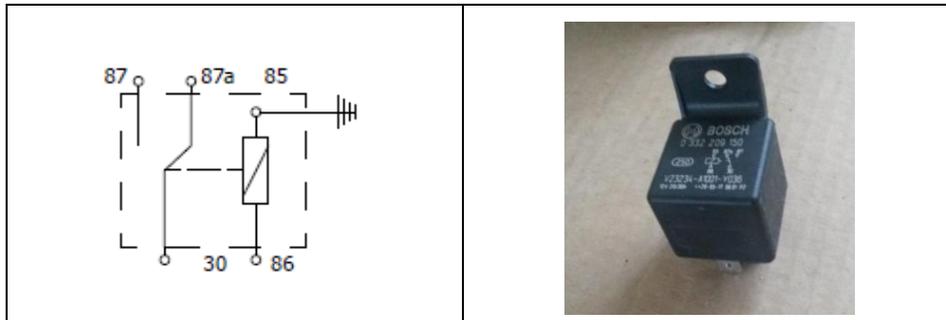
*Relé interruptor doble*



El relé interruptor presente en la figura 73 nos ayuda a alimentar los diferentes consumidores del sistema de luces, este al accionarse conmuta de su posición 87a a su posición 87.

**Figura 73**

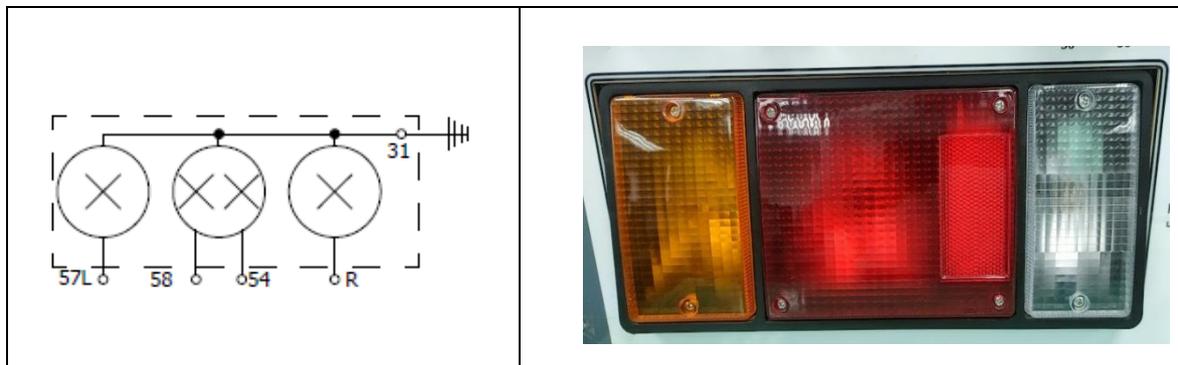
*Relé conmutador*



La luneta trasera que pueden observar en la figura 74 incluyen 4 funciones, indicar cuando se activa la reversa, luces de posición, luces de freno y luces direccionales.

**Figura 74**

*Lunetas traseras*

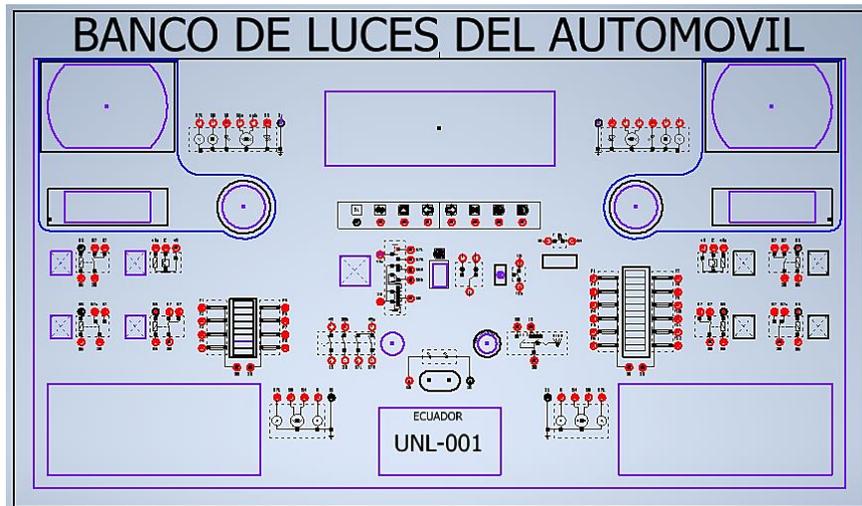


### 5.9.3. Distribución de Elementos Eléctricos

A través del software Autodesk Inventor se realizó la distribución de los elementos eléctricos como se puede observar en la figura 75, esta distribución se basó en las medidas de todos los elementos eléctricos y además considero una distribución armónica tanto para los diagramas eléctricos como para los elementos eléctricos. Con ayuda de esta distribución se obtuvo las dimensiones de la madera MDF para su posterior ensamble en la estructura, dichas medidas son 1260 mm x 740 mm.

**Figura 75**

*Distribución de elementos eléctricos para el panel del banco didáctico de luces*



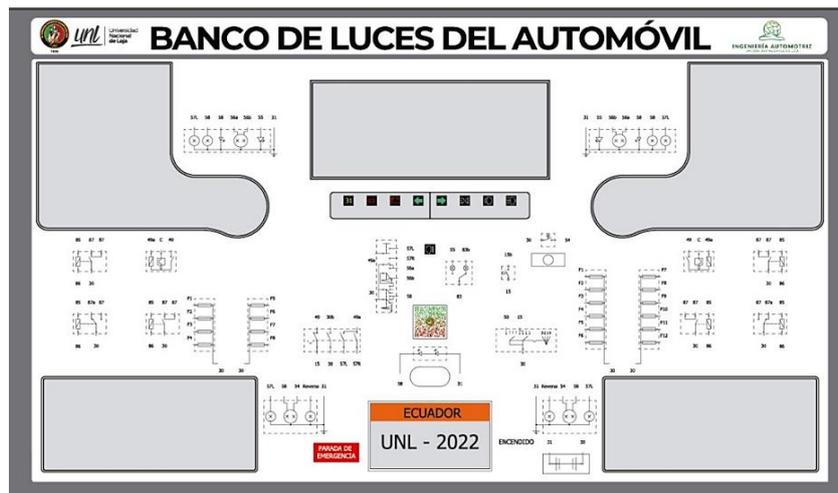
*Nota.* Realizado mediante el software Autodesk Inventor.

#### **5.9.4. Diseño del Vinil Adhesivo**

Se tomó como punto de partida el modelo realizado en la distribución de elementos eléctricos. Se exportó el archivo vectorizado que posteriormente se trabajó en el software Adobe Illustrator, dándole el formato adecuado, agregando colores y logos como se puede ver en la figura 76.

**Figura 76**

*Diseño del vinil adhesivo para el banco didáctico de luces*



*Nota.* Realizado mediante el software Adobe Illustrator.

### 5.9.5. Corte de Panel MDF

Se consideró la distribución de elementos eléctricos que componen el panel, con la cual se realizó un plano de cortes, mediante este plano la máquina de corte láser realizó dichos cortes en el panel MDF. Es importante recalcar que el corte del vinil y de la madera MDF se hicieron al mismo tiempo con la máquina de corte láser, el resultado final se puede apreciar en la figura 77.

#### Figura 77

*Corte láser del panel MDF*



### 5.9.6. Construcción de la Estructura

La construcción de la estructura se realizó con base en los planos los cuales se crearon a través del software Autodesk Inventor, estos planos se pueden ver en el anexo 1.

En primer lugar, se realizó los cortes del tubo a la medida adecuada, posteriormente se realizó la unión de los tubos a través del proceso de soldadura SMAW, en la figura 78 se puede observar el resultado.

### **Figura 78**

*Estructura del banco de luces en su fase inicial*



El recubrimiento de la estructura se formó por plancha de acero negro con espesor de 0,9 mm, dichas planchas se cortaron y doblaron de tal forma que encajen entre los tubos de la estructura, de esta forma los espacios vacíos de la estructura quedaron cubiertos. La unión entre la plancha de recubrimiento y la estructura se realizó con el proceso de soldadura SMAW, en la figura 79 se encuentra el resultado.

### **Figura 79**

*Estructura del banco de luces con recubrimiento*



Como elemento de protección que ayude a evitar la corrosión y oxidación de la estructura se utilizó pintura sintética color laggon lagune 21-8. La aplicación de la pintura se

realizó con ayuda de un compresor y un aerógrafo, el resultado final de este proceso se puede observar en la figura 80.

**Figura 80**

*Estructura del banco de luces en su fase final*



**5.9.7. Ensamblaje de Elementos**

Los elementos que componen el sistema se ensamblaron en el panel de madera MDF mediante tornillos y pegamento. Las diferentes conexiones eléctricas se realizaron con terminales eléctricos redondos para cables y terminales hembra tipo banana, los cuales se pueden ver en la figura 81.

**Figura 81**

*Terminales de conexión*



*Nota.* Terminal hembra tipo banana (derecha), terminal eléctrico redondo (izquierda).

Se colocó un terminal hembra tipo banana para cada borne del panel MDF y atornillándolo con su respectivo terminal redondo como se observa en la figura 82, de esta

forma se puede realizar las conexiones eléctricas de los diferentes sistemas de una forma didáctica y segura.

**Figura 82**

*Conexión eléctrica*



El montaje entre el panel en el cual se encuentran montados los elementos eléctricos del sistema de luces y la estructura se realizó a través de 6 tornillos que atraviesan el panel y se enroscan en una base que posee la estructura, en la figura 83 se puede ver dicha base.

**Figura 83**

*Bases para ensamblaje*



## **5.10. Construcción del Banco Didáctico de Cierre Centralizado**

En este apartado se explicará el proceso de construcción del banco didáctico de cierre centralizado.

### **5.10.1. Cálculos del Cable y Elementos de Protección**

El cálculo del calibre del cable y los fusibles que se utilizaron en la instalación se realizaron de una forma experimental, midiendo el consumo de cada actuador. Como se

muestra en la tabla 21, se determinó para el motor maestro, dos motores esclavos y el motor elevelunas.

**Tabla 21**

*Cálculo para el sistema de cierre centralizado*

Elemento	Consumo	Cálculo de intensidad total
Motor maestro y esclavos	$I = 3A * 3$ $I = 9 A$	Se selecciona cable AWG 12 y un fusible de 10A (rojo) para la instalación del sistema
Motor elevelunas	$I = 8,8A * 1$ $I = 8,8 A$	Se selecciona cable AWG 12 y un fusible de 10A (rojo) para la instalación del sistema

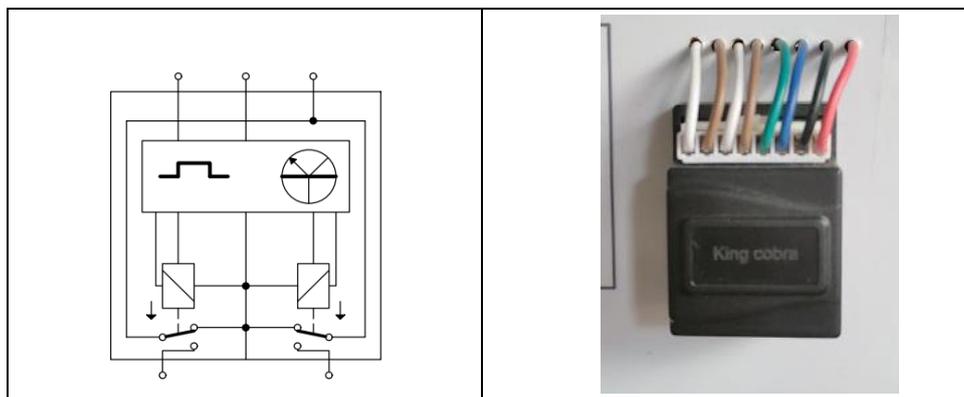
### 5.10.2. Componentes Eléctricos del Sistema de Cierre Centralizado

Los elementos eléctricos que componen el sistema de cierre centralizado se especifican a continuación:

La figura 84 muestra el módulo de cierre centralizado el cual es el encargado de comandar la activación de los motores esclavos y maestros, también recibe la señal de la posición del motor maestro.

**Figura 84**

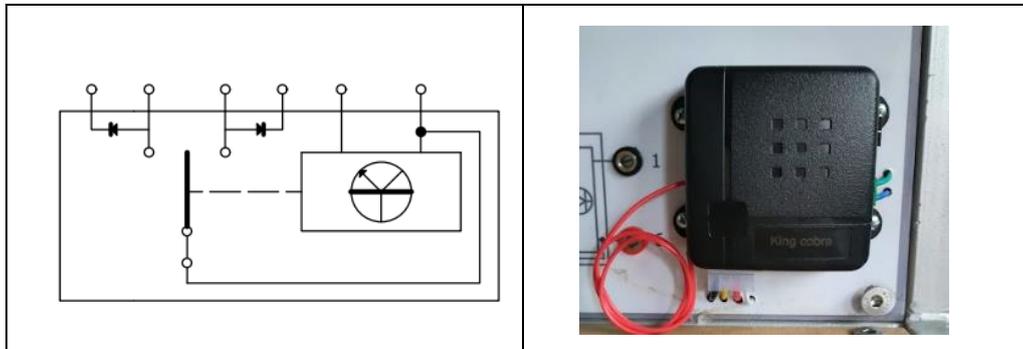
*Módulo de cierre centralizado*



En la figura 85 encontramos el módulo de alarma, este módulo es el encargado de recibir la señal del mando a distancia para comandar el cierre y apertura de los seguros de las puertas.

**Figura 85**

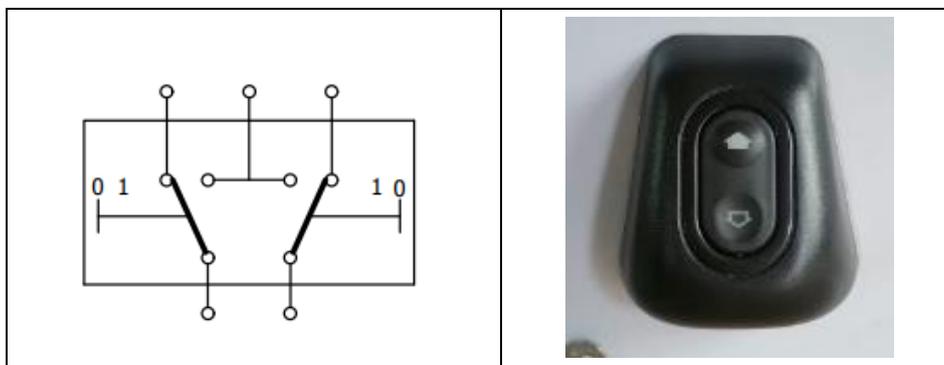
*Módulo de alarma*



El conmutador inversor es el encargado de comandar la subida y bajada del cristal de la puerta a través del accionamiento del motor elevavinas, en la figura 86 se muestra dicho elemento el cual posee flechas que indican la acción que se requiere realizar.

**Figura 86**

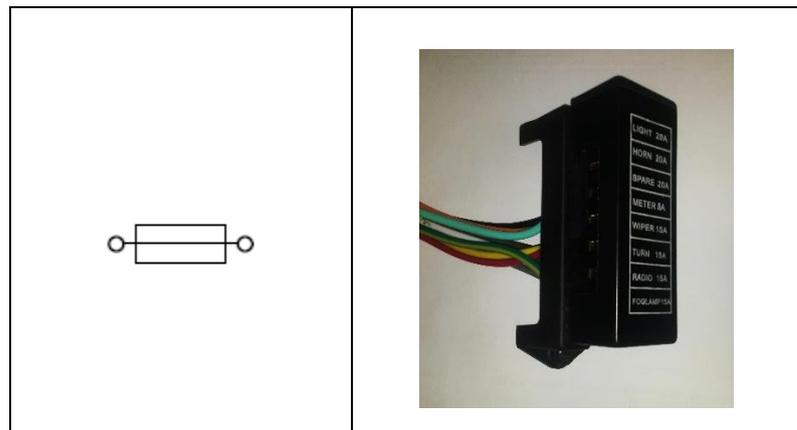
*Conmutador inversor*



La caja de fusibles que se observa en la figura 87 tiene capacidad para un total de 8 fusibles, posee dos entradas generales de energía y el tipo de fusibles que utiliza son de clavija.

**Figura 87**

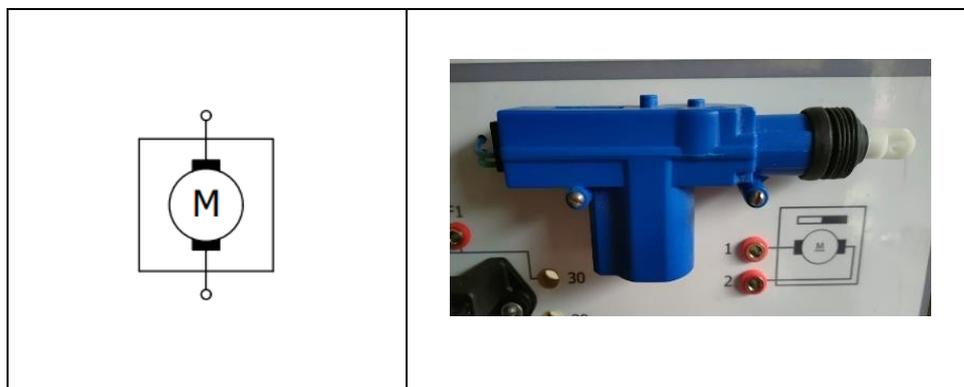
*Caja de fusibles*



En la figura 88 se observa un motor esclavo, el cual es comandado mediante el control a distancia o mediante el motor maestro. Normalmente estos motores se instalan en las puertas traseras y del copiloto.

**Figura 88**

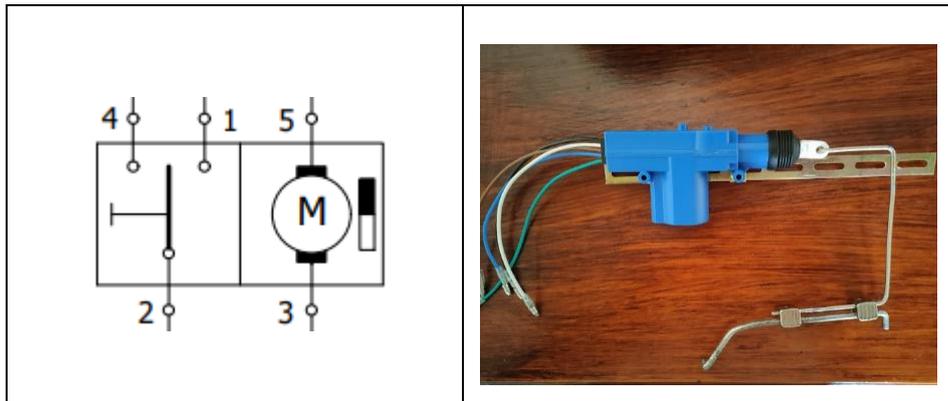
*Motor esclavo*



La figura 89 muestra el motor maestro, este normalmente se instala en la puerta del piloto, a través del accionamiento de este motor podemos controlar los demás motores esclavos.

**Figura 89**

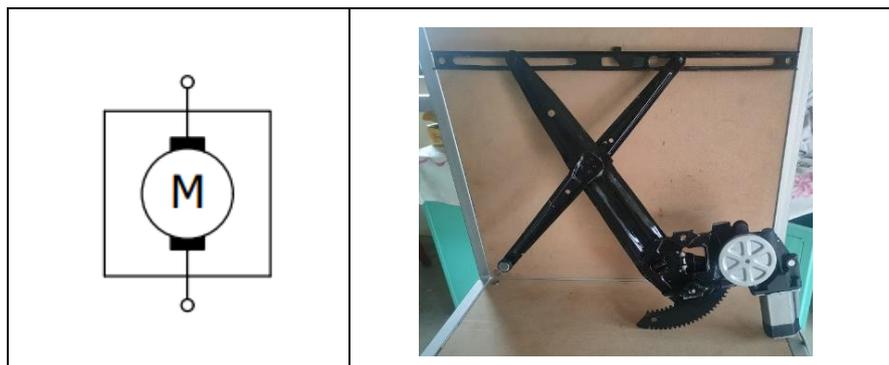
*Motor maestro*



En la figura 90 se puede observar el mecanismo de brazos articulados que es accionado mediante el motor elevallunas, este motor se fija al mecanismo elevallunas mediante tornillos.

**Figura 90**

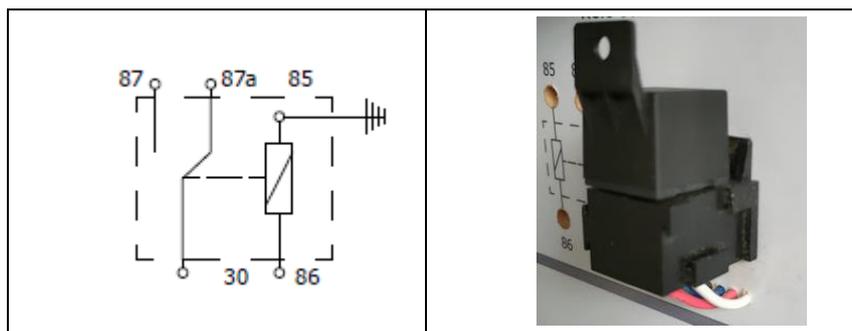
*Motor y mecanismo elevallunas*



En la figura 91 se puede observar un relé conmutador el cual posee dos posiciones, 87a cuando está en reposo y 87 cuando se activa el relé.

**Figura 91**

*Relé conmutador*

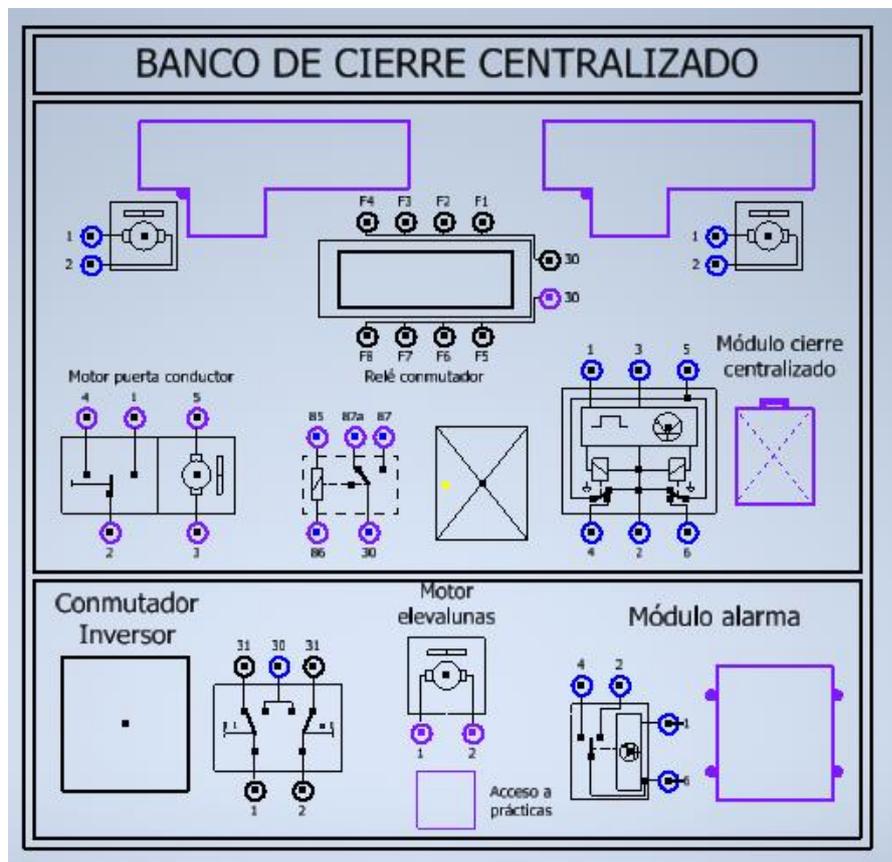


### 5.10.3. Distribución de Elementos Eléctricos

A través del software Autodesk Inventor se realizó la distribución de los elementos eléctricos como se puede observar en la figura 92, esta distribución se basa en las medidas de todos los elementos eléctricos y además considero una distribución armónica tanto para los diagramas eléctricos como para los elementos eléctricos. Con ayuda de esta distribución se obtuvo las dimensiones de la madera MDF para su posterior ensamble en la estructura, dichas medidas son 440 mm x 430 mm.

**Figura 92**

*Distribución de elementos eléctricos para el panel del banco de cierre centralizado*



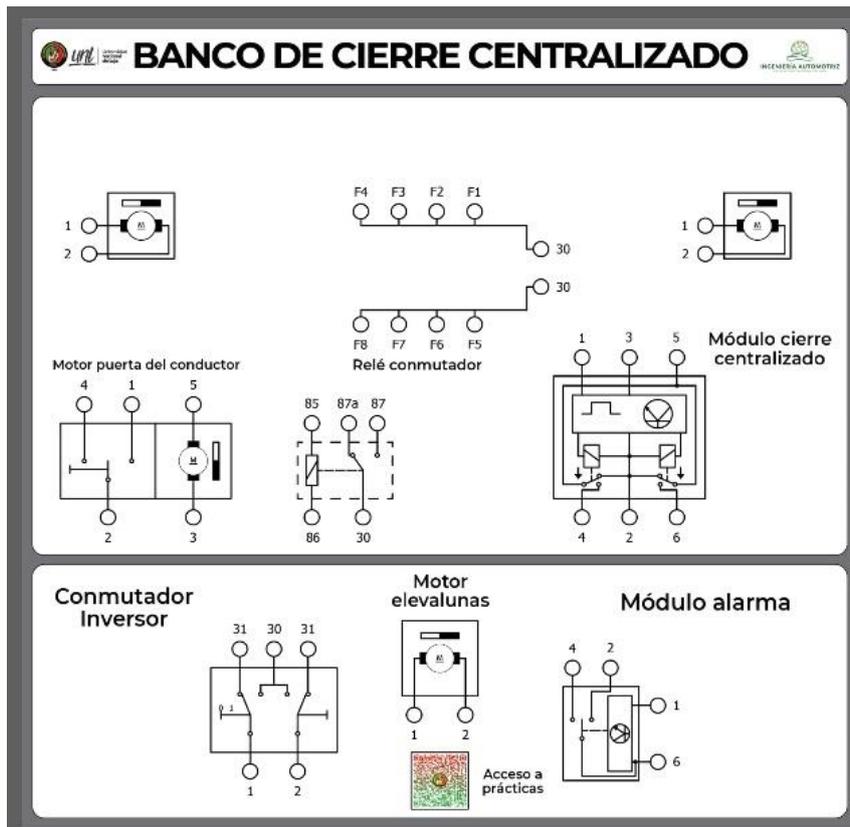
*Nota.* Realizado mediante el software Autodesk Inventor.

#### 5.10.4. Diseño de Vinil Adhesivo

Se tomó como punto de partida el modelo realizado en la distribución de elementos eléctricos. Se exportó el archivo en formato PDF que posteriormente se vectorizó y trabajó en el software adobe illustrator dándole el formato adecuado, agregando colores y logos como se puede ver en la figura 93.

**Figura 93**

*Diseño del vinil adhesivo para el banco didáctico de cierre centralizado*



*Nota.* Realizado mediante el software Adobe Illustrator.

#### 5.10.5. Construcción de la Estructura

Se realizaron los planos para la construcción a través del software Autodesk Inventor, los mismos se pueden observar en el anexo 2. Con ayuda de los planos se realizó el proceso de corte y posterior preparación del tubo que formó parte de la estructura, para la unión de los tubos ya preparados se utilizó el proceso de soldadura por arco SMAW. La figura 94 podemos observar la fase inicial de la estructura del banco didáctico de cierre centralizado.

**Figura 94**

*Estructura del banco de cierre centralizado (fase inicial)*



Finalmente, se realizó la protección de la estructura mediante pintura automotriz color gris, la pintura se aplicó con un aerógrafo y compresor, el resultado final se puede apreciar en la figura 95.

**Figura 95**

*Estructura del banco de cierre centralizado (fase final)*



### 5.10.6. Ensamblaje de Elementos

Los elementos que componen el sistema se fijaron con ayuda de tornillos, para las conexiones eléctricas se utilizó terminales redondos y terminales hembra tipo banana.

Mediante las dos bases que se muestran en la figura 96 se realizó el ensamblaje de la puerta con la estructura, la unión entre la bisagra de la puerta y la base se realizó utilizando pernos y tuercas. El panel didáctico se unió a la estructura mediante cuatro tornillos de esta forma, facilitando el desmontaje por si se requiere alguna reparación.

**Figura 96**

*Bases para anclaje de la puerta*



## 6. Resultados

### 6.1. Disposición Final del Banco de Luces y Cierre Centralizado

En la figura 97 se observa el banco didáctico de luces del automóvil, en la parte superior “A” se encuentra el panel didáctico, el panel didáctico consta de los de los elementos que componen el sistema de luces de un automóvil, elementos de seguridad y borneras de conexión con sus respectivos diagramas eléctricos.

En la zona “B” del banco didáctico se ubica el compartimiento donde se encuentra la batería de 12 voltios que abastece de energía al banco, además de un compartimiento para guardar elementos como cables de conexión.

#### Figura 97

*Vista completa del banco didáctico de luces del automóvil*

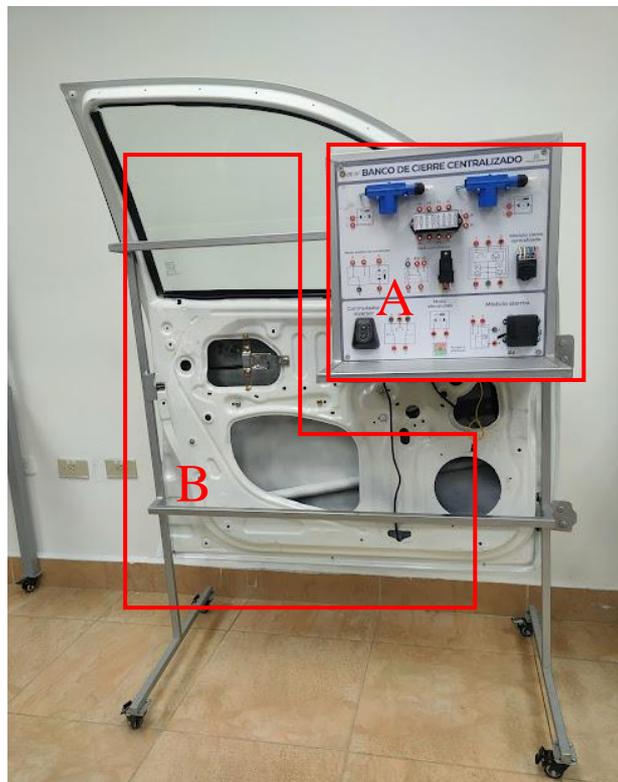


En la figura 98 se observa el banco de cierre centralizado del automóvil, en la zona “A” se encuentra el panel didáctico en donde se encuentran montados los elementos que componen el sistema de cierre centralizado, borneras de conexión y un diagrama eléctrico de cada elemento.

En la zona “B” se puede apreciar la puerta, aquí se encuentra montado el mecanismo elevavinas eléctrico, motor maestro de cierre centralizado y los mecanismos de cerradura de la puerta.

### Figura 98

*Vista completa del banco didáctico de cierre centralizado*



## 6.2. Validación Mediante Puesta en Funcionamiento

Una vez realizado el ensamble del banco didáctico de luces del automóvil y con todos los elementos dispuestos correctamente, se procede al conexionado de los sistemas de las prácticas 1, 2, 3, 4, 5, en la figura 99 se puede observar dicho conexionado y el funcionamiento total del banco de luces.

**Figura 99**

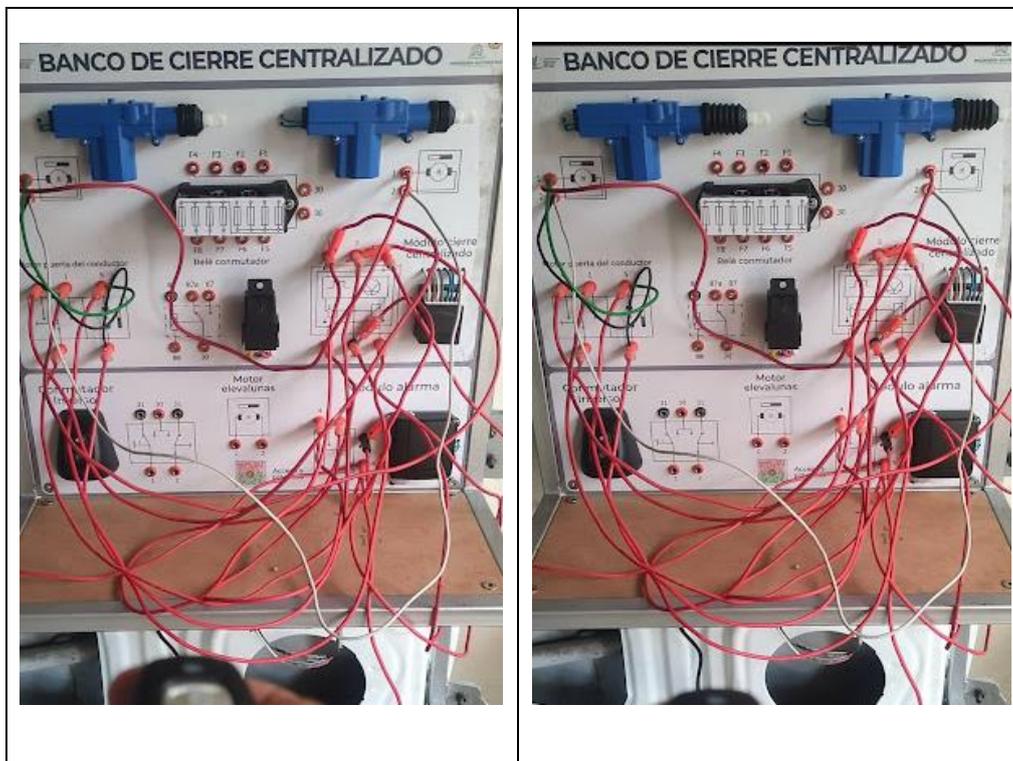
*Funcionamiento de los sistemas del banco de luces del automóvil*



De igual forma se realizó el conexionado de los sistemas mencionados en las prácticas 6 y 7 en el banco didáctico de cierre centralizado, en la figura 100 se puede observar el conexionado que evidencia el funcionamiento total del banco.

**Figura 100**

*Funcionamiento de los sistemas del banco de cierre centralizado*



### 6.3. Impacto Estudiantil del Banco Didáctico de Luces y Cierre Centralizado

Para validar la aceptación, funcionamiento y entendimiento del banco didáctico y prácticas de laboratorio se realizó una encuesta a los estudiantes de la carrera de ingeniería automotriz del quinto ciclo. Se encuestaron 15 estudiantes, los mismos que realizaron de forma grupal (grupos de 3) el desarrollo de las 7 prácticas propuestas, en la figura 101 se puede observar a los alumnos durante el desarrollo de las prácticas.

**Figura 101**

*Desarrollo de prácticas por parte de los estudiantes*



La encuesta que se realizó se divide en dos partes, la primera parte se enfoca a la evaluación del banco de luces y cierre centralizado, incluyendo el manual en parámetros como son ergonomía, reparabilidad, seguridad, equipamiento, disposición de elementos, entre otros. Se realizaron 10 preguntas para los bancos las cuales se encuentran en la tabla 22, estas preguntas poseen 3 ponderaciones con las cuales ser contestadas “excelente”, “bueno”, “regular”.

**Tabla 22***Preguntas enfocadas al banco didáctico de luces y cierre centralizado*

<b>Ítem</b>	<b>Pregunta</b>
1	¿Cómo calificaría la ergonomía del banco?
2	¿Cómo calificaría la seguridad del banco?
3	¿Cómo calificaría la simbología del banco?
4	¿Cómo calificaría el equipamiento que posee el banco?
5	¿Cómo calificaría el manual de uso y mantenimiento?
6	¿Cómo calificaría la reparabilidad del banco didáctico?
7	¿Cómo calificaría la disposición de borneras en el banco?
8	¿Cómo calificaría la disposición de elementos del banco?
9	¿Cuál es su criterio del aporte que genera el banco a la formación profesional?
10	¿Cómo calificaría su experiencia tras usar el banco?

La segunda parte de la encuesta está orientada a la evaluación de las guías prácticas en lo que comprende a parámetros de dificultad y entendimiento, las preguntas realizadas a los encuestados son 10 las cuales se encuentran en la tabla 23. Las 9 primeras preguntas tienen 3 alternativas para ser contestadas: “sí”, “no”, “en parte”, la última pregunta (j) según la apreciación del usuario puede ser contestadas mediante 4 opciones, las cuales son: “muy fácil”, “fácil”, “difícil”, “muy difícil”.

**Tabla 23***Preguntas enfocadas a las guías prácticas*

<b>Ítem</b>	<b>Pregunta</b>
a	¿Se cumple con el objetivo propuesto?
b	¿El tema de la práctica le parece adecuado?
c	¿Los materiales indicados en la práctica son suficientes?
d	¿El marco teórico propuesto ayuda al desarrollo de la práctica?
e	¿Las instrucciones para el conexionado facilitan el desarrollo de la práctica?
f	¿El diagrama eléctrico para el conexionado es entendible?
g	¿Las actividades propuestas son claras?

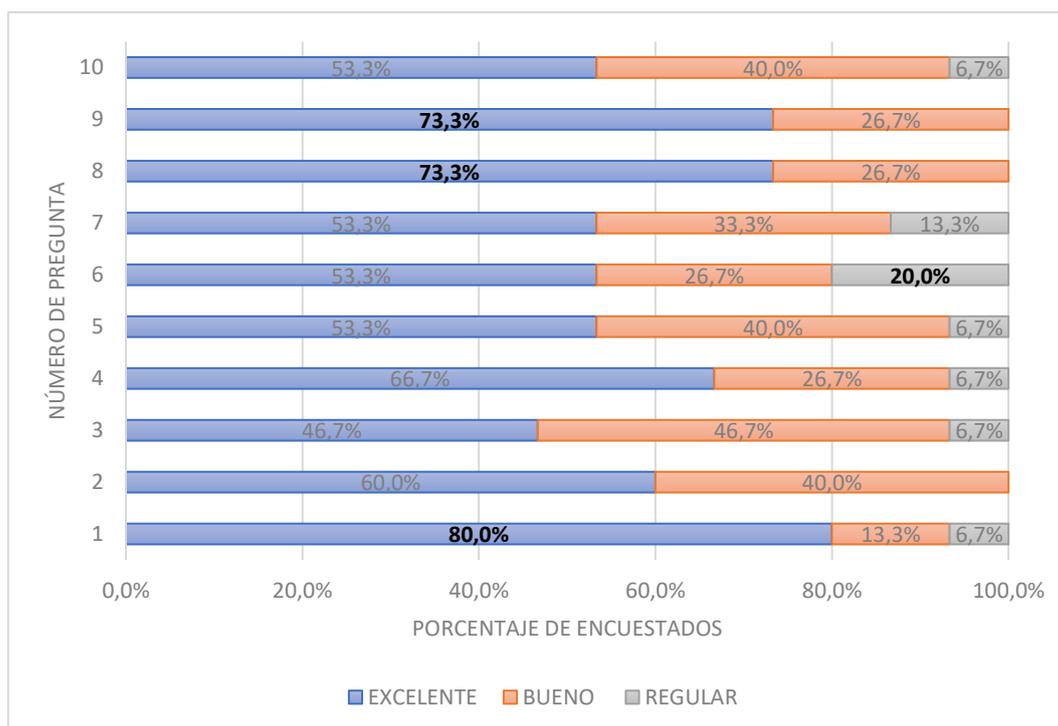
Ítem	Pregunta
h	¿Las preguntas de control son pertinentes?
i	¿Se cuentan con todos los instrumentos necesarios para el desarrollo de la práctica?
j	¿Cómo calificaría la dificultad de la práctica?

#### 6.4. Resultados de Encuestas de Satisfacción

Como se puede observar en la figura 102, los resultados con respecto a la encuesta realizada al banco de luces del automóvil indica que un 80% de los encuestados calificaron como excelente la ergonomía del banco. Destacan las preguntas 8 y 9 que sobre un 70% de los encuestados calificaron excelente, refiriéndose a la disposición de elementos del banco y el aporte que genera el mismo a la formación profesional. Por otra parte, se puede apreciar que el 20% de los encuestados indicaron en la pregunta 6 la reparabilidad del banco como regular.

**Figura 102**

*Resultados de la encuesta sobre el banco de luces del automóvil*



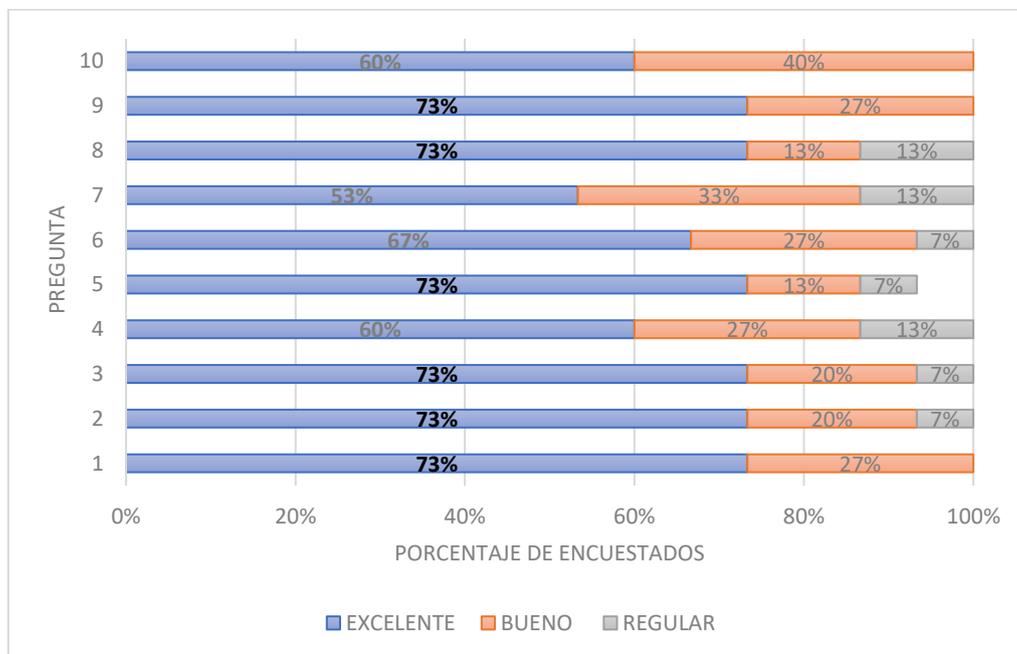
*Nota.* Realizado mediante el software Microsoft Excel.

Los resultados que se observan en la figura 103 corresponden a los datos obtenidos en la encuesta dirigida al banco didáctico de cierre centralizado, donde se puede apreciar que el 73% de los encuestados califican como excelente las preguntas 1, 2, 3, 5, 8 y 9. Las preguntas

mencionadas hacen referencia a la ergonomía, seguridad, simbología, manual de uso, disposición de elementos y aporte a la formación profesional, respectivamente.

**Figura 103**

*Resultados de la encuesta sobre el banco de cierre centralizado*



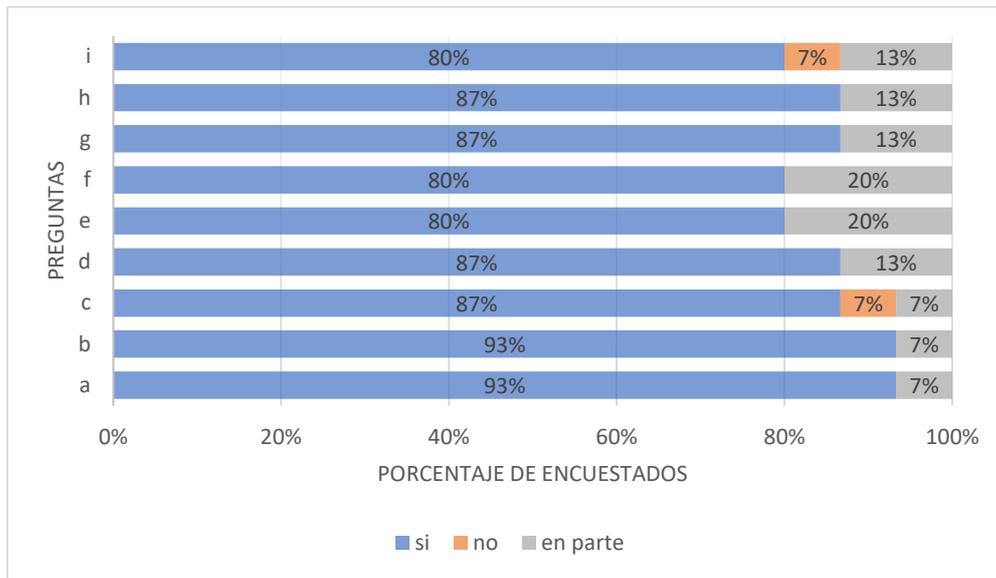
*Nota.* Realizado mediante el software Microsoft Excel.

A continuación, se presentan los resultados de las encuestas realizadas de forma individual por cada práctica:

En los resultados de la práctica 1 (figura 104) se puede apreciar que todas las preguntas propuestas superan el 80% de aceptación, por lo tanto, es un claro indicador de que el contenido que presenta dicha práctica está enfocado correctamente.

**Figura 104**

Resultados de la encuesta realizada a la práctica 1

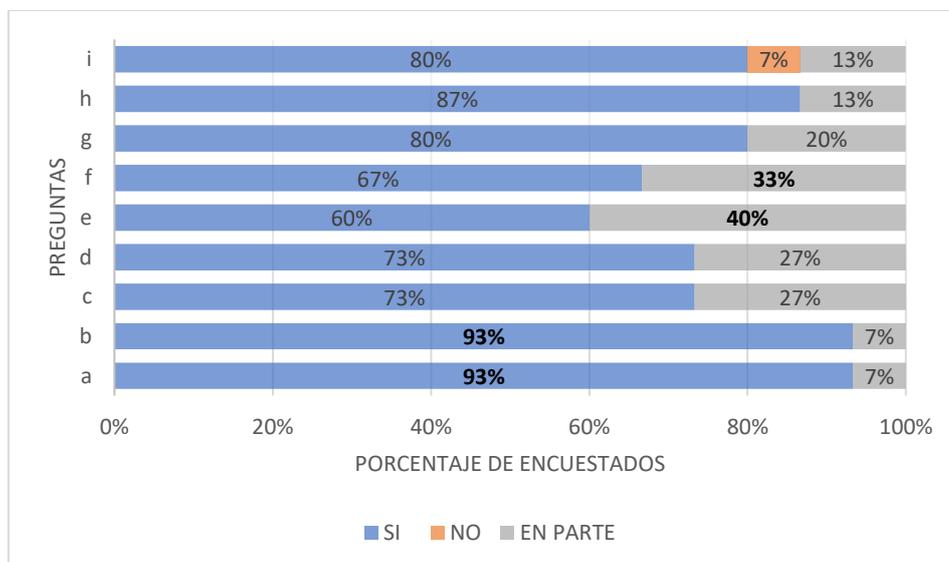


Nota. Realizado mediante el software Microsoft Excel.

La práctica 4 (figura 105) en la pregunta e y f según el 40% y 33% de encuestados, cumplen en parte a lo que respecta en entendimiento del diagrama eléctrico y las instrucciones de conexonado del sistema de luces direccionales y emergencia. Por otra parte, el 93% de los encuestados indican que el objetivo de la práctica se cumplió y el tema de la práctica es adecuado.

**Figura 105**

Resultados de la encuesta realizada a la práctica 2

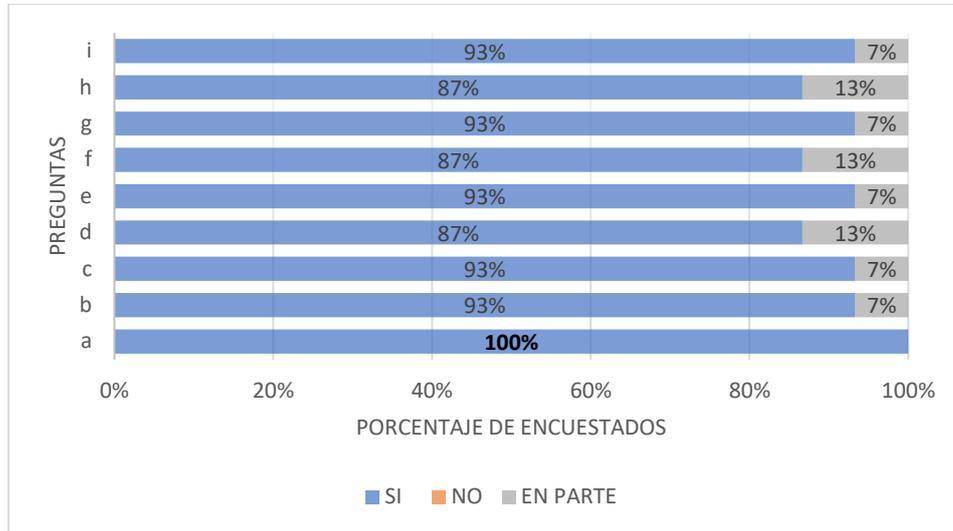


Nota. Realizado mediante el software Microsoft Excel.

La práctica 3 según lo indicado en la figura 106, destaca por tener una aprobación en todos sus parámetros por más del 87% del total de encuestados y en el caso del cumplimiento del objetivo el 100% de estudiantes indican que si se logró.

**Figura 106**

*Resultados de la encuesta realizada a la práctica 3*

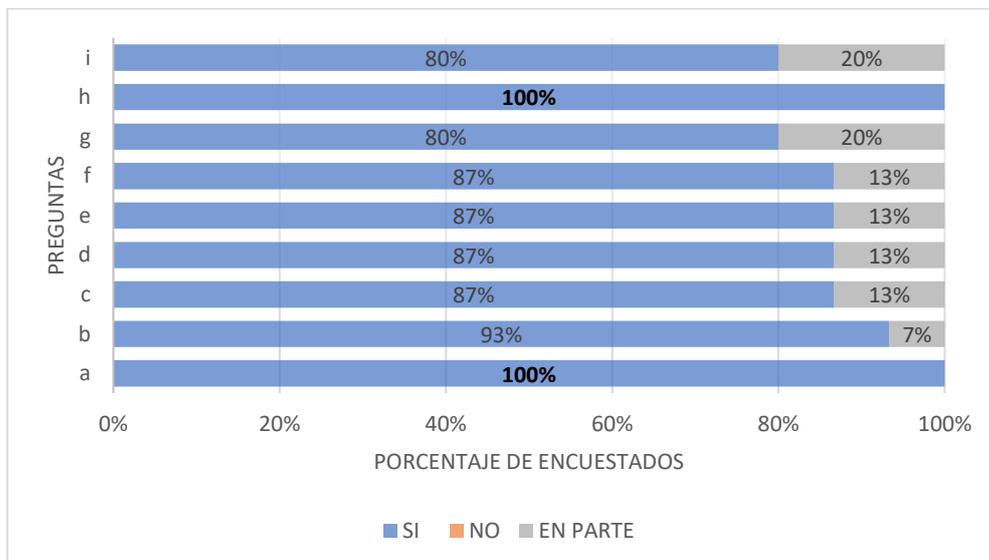


*Nota.* Realizado mediante el software Microsoft Excel.

En los resultados de la práctica 4 (figura 107) podemos destacar que la pregunta a y h que se refieren al cumplimiento del objetivo y pertinencia en las preguntas de control sobre la práctica 4 recibieron un 100% de aprobación por parte de los encuestados.

**Figura 107**

*Resultados de la encuesta realizada a la práctica 4*

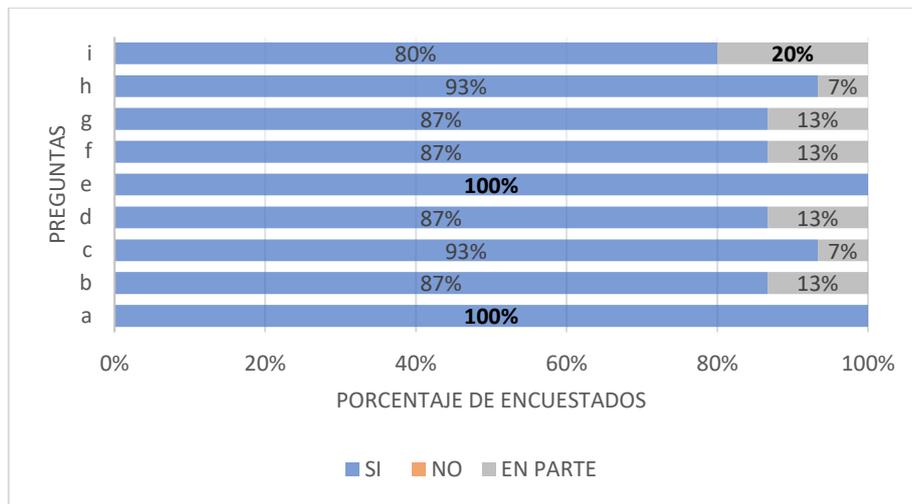


*Nota.* Realizado mediante el software Microsoft Excel.

Como se puede apreciar en la figura 108, el 100% de los estudiantes indicaron que las instrucciones para el conexionado facilitaron el desarrollo de la práctica 5 y el mismo porcentaje señalo que si se cumple el objetivo propuesto. Por otra parte, el 20% de los estudiantes consideraron que las preguntas de control son pertinentes en parte.

**Figura 108**

*Resultados de la encuesta realizada a la práctica 5*

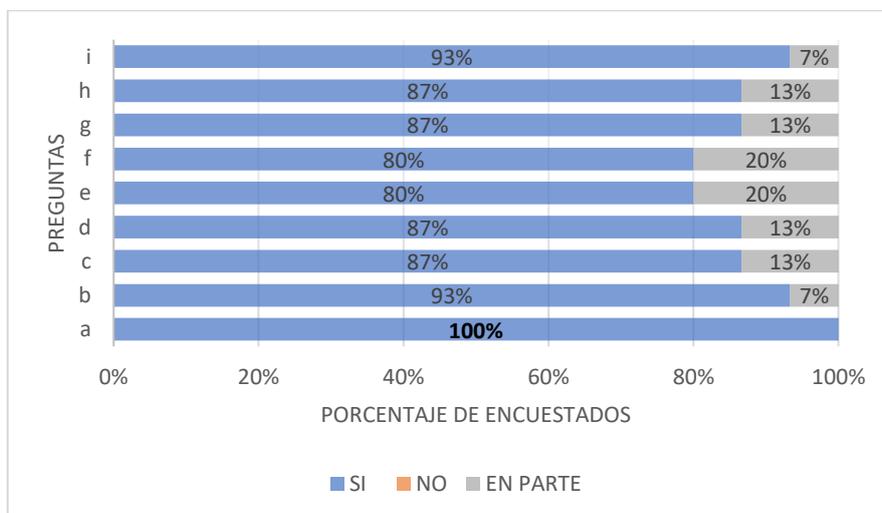


*Nota.* Realizado mediante el software Microsoft Excel.

En la práctica 6 representada por la figura 109 se puede observar que se hallan sobre el 80% los estudiantes que consideran que la práctica cumple con todos los parámetros cuestionados, resaltando el cumplimiento del objetivo con un 100%.

**Figura 109**

*Resultados de la encuesta realizada a la práctica 6*

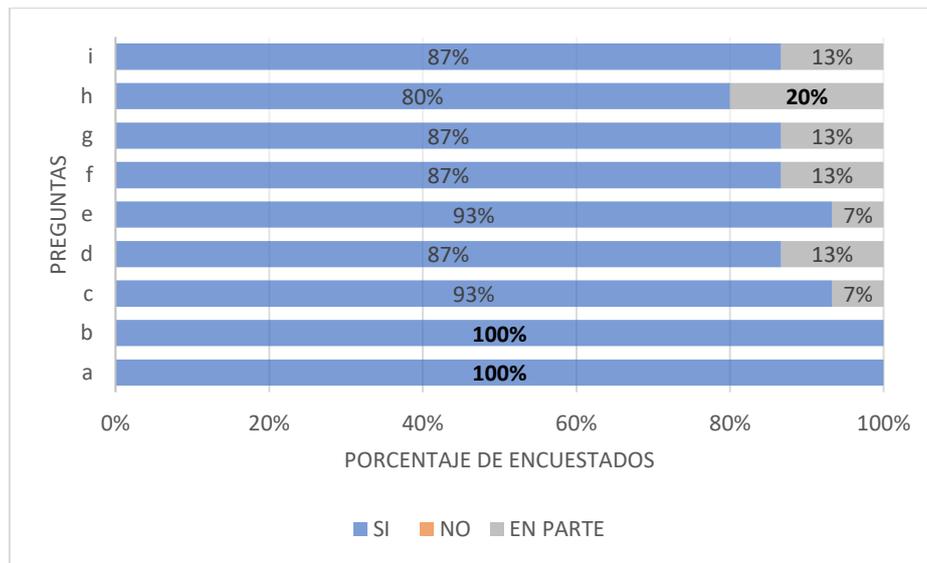


*Nota.* Realizado mediante el software Microsoft Excel.

Con respecto a la práctica 7 se puede apreciar en la figura 110 que el 100% de los estudiantes consideran que el objetivo de la práctica se cumplió, además de considerar adecuado el tema de la misma. Solo el 20% de encuestados indican que en parte las preguntas de control son pertinentes.

**Figura 110**

*Resultados de la encuesta realizada a la práctica 7*



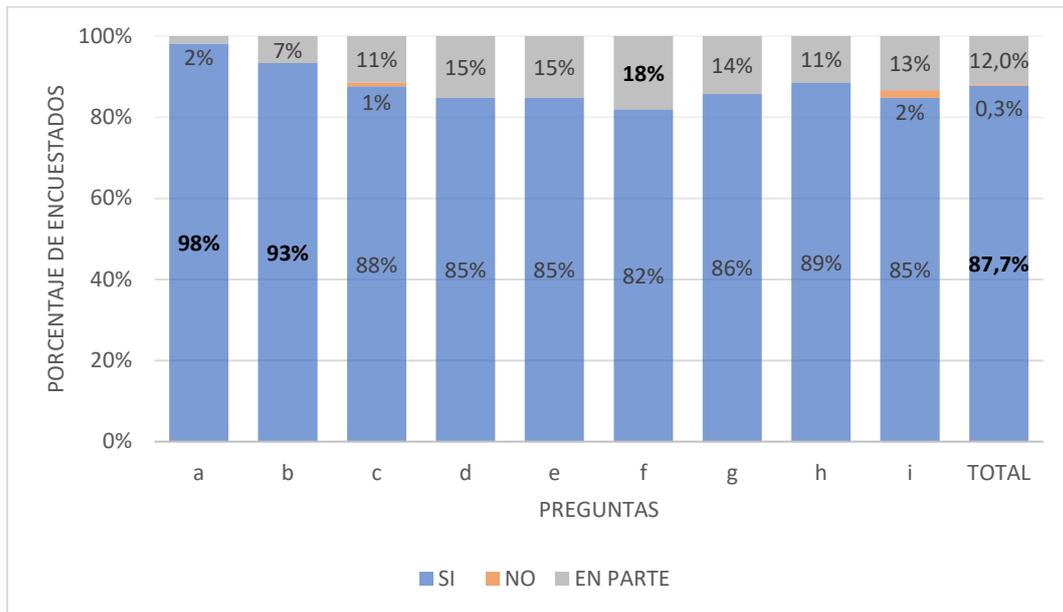
*Nota.* Realizado mediante el software Microsoft Excel.

Como se puede observar en la figura 111, todas las preguntas enfocadas a las prácticas llegan a un total del 87,7% de satisfacción por parte del total de encuestados, recalando la pregunta a y b que llegan a un 98% y 93% las mismas que indican que el cumplimiento de objetivos y tema propuesto es satisfactorio.

La pregunta “f” posee un 18% de cumplimiento en parte, siendo la que menor satisfacción posee, esta pregunta se refiere al entendimiento del diagrama eléctrico, el motivo podría ser debido a que, los diagramas y símbolos eléctricos entre los fabricantes de automóviles varían, es por ello que genera una cierta confusión en los estudiantes.

**Figura 111**

*Porcentajes globales de las encuestas con respecto a las guías prácticas*



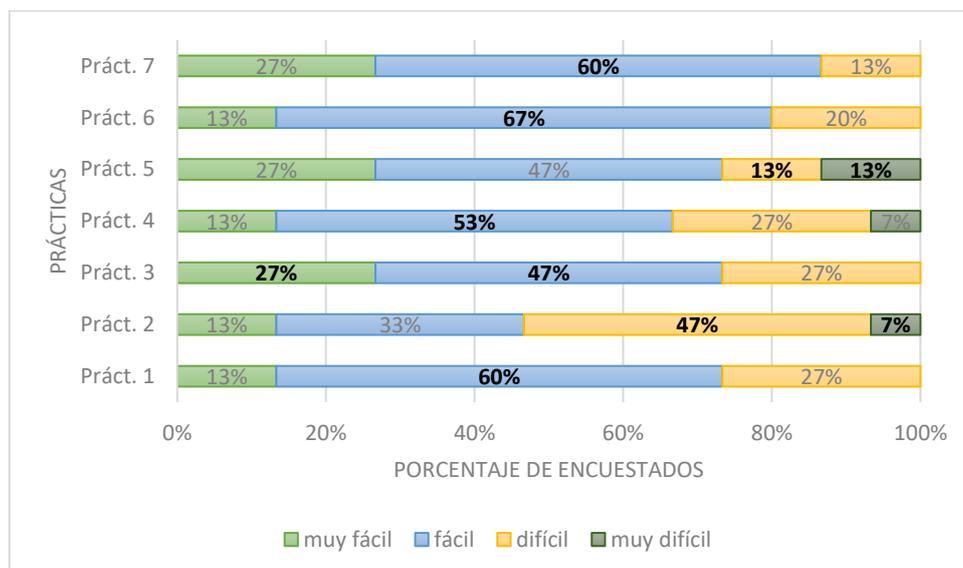
*Nota.* Realizado mediante el software Microsoft Excel.

Como se puede apreciar en la figura 112, entre las prácticas que presentan un mayor nivel de dificultad para los encuestados está la práctica número 2 la cual se refiere al conexionado de luces direccionales y de estacionamiento, habiendo sido contestadas por un 47% del total de encuestados como difícil y por un 7% como muy difícil. La práctica 5 posee el mayor porcentaje de contestación con la opción “muy difícil” llegando a un 13% y un 13% como “difícil” del total de encuestados, esta práctica tiene como objetivo la comprobación y conexionado de las luces de niebla.

Por otra parte, las prácticas 1, 4, 6 y 7 fueron calificadas por encima del 50% de los encuestados como “fácil”, la práctica 3 como “muy fácil” un 27% y un 47% como “fácil”.

**Figura 112**

*Resultados sobre la dificultad de las prácticas*



*Nota.* Realizado mediante el software Microsoft Excel.

## 6.5. Costos

En la tabla 24 se puede apreciar un resumen de los costos generalizados de materiales y mano de obra contratada para la construcción del banco didáctico de alumbrado, y en la tabla 25 se presentan de igual forma los datos de costo para el banco de cierre centralizado

**Tabla 24**

*Costos generales del banco de alumbrado*

Elemento	Cantidad	Costo
Tubo estructural negro cuadrado	5	\$42,5
Plancha laminada en frío de acero negro	2	\$50
Pintura		\$30
Mano de obra (pintura, soldadura)		\$150
Panel didáctico (vinil +MDF)		\$80
Elementos de luces (faros, interruptores, etc.)		\$300
Borneras	120	\$24
Cable		\$25
Tornillos y pernos		\$10
Discos de corte, suelda y lija		\$20
<b>Total</b>		<b>\$731,5</b>

**Tabla 25***Costos generales del banco de cierre centralizado*

<b>Elemento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>
Tubo estructural negro cuadrado	2	\$17
Pintura		\$15
Pintura puerta		\$60
Cristal puerta		\$40
Mano de obra (pintura, soldadura)		\$80
Panel didáctico (vinil +MDF)		\$30
Sistema de cierre centralizado		\$80
Sistema elevallunas		\$50
Borneras	30	\$6
Cable		\$10
Tornillos y pernos		\$5
Ruedas	4	\$12
Discos de corte, suelda y lija		\$10
<b>Total</b>		<b>\$415</b>

## 7. Discusión

Dentro de la evaluación de carreras existen un indicador llamado laboratorios y/o instalaciones de prácticas que evalúa los laboratorios, así como la disponibilidad de equipos y herramientas, por lo tanto, al implementar el banco de luces y cierre centralizado más las 7 guías prácticas en el laboratorio de ingeniería automotriz se estaría mejorando la calificación de la carrera en cuanto a estos parámetros y permitiendo su acreditación.

La mayoría de los sistemas actuales del vehículo utilizan un sistema el cual dificulta una interacción didáctica por parte del alumno, ya que posee una comunicación CAN BUS, es por esta razón que el banco didáctico de luces y cierre centralizado entre su equipamiento consta con una configuración clásica, esto quiere decir que los elementos que se montaron en el presente banco están más enfocados a que el estudiante pueda manipularlo mediante interruptores, cables y conexiones con borneras, de esta forma es más fácil estudiar los principios básicos de los distintos sistemas.

Las guías prácticas que incorpora el banco didáctico de luces y cierre centralizado mejoran notablemente en comparación de trabajos similares ayudando al desarrollo de la práctica, en su contenido hay un proceso detallado de las precauciones que debe tener, además de los pasos que deben seguir para completar cada actividad, va desde como tomar correctamente los datos con el multímetro hasta la formulación necesaria para el desarrollo analítico de la misma, además el formato de las prácticas es un formato que cumple con los requerimientos de la evaluación para la acreditación de carreras realizada por el Consejo de Educación Superior (CES). Además, con la finalidad de mejorar la accesibilidad de los estudiantes y adaptando la tecnología que incorporan los smartphones, se ha dispuesto un código QR en cada uno de los bancos con el cual los estudiantes y docentes pueden acceder a las prácticas y manual de uso/mantenimiento de una forma fácil y práctica. Este punto puede interpretarse como una mejora que se incorpora con respecto a bancos diseñados con anterioridad

Los tableros didácticos de los bancos fueron diseñados de tal manera que se integraron de una forma armónica las borneras que sirven para realizar las conexiones con el diagrama eléctrico del respectivo componente, de esta forma evitando la saturación visual, mejorando la presentación del banco didáctico y facilitando el entendimiento de los circuitos.

## 8. Conclusiones

- Se consiguió diseñar y construir el banco didáctico de alumbrado y cierre centralizado del vehículo para el laboratorio de sistemas automotrices, donde se encuentran instalados de forma didáctica elementos que componen dichos sistemas.
- Se elaboraron 7 guías prácticas que abarcan el sistema de alumbrado y cierre centralizado, las mismas que mediante un diagrama eléctrico, instrucciones y una serie de actividades encaminan al alumno al correcto desarrollo de la misma.
- Se realizó el manual de uso y mantenimiento correspondiente al banco didáctico de luces y mantenimiento, gracias al cual garantizar el uso adecuado del banco y prevenir riesgos asociados.
- Se repasó y analizó los principios generales por los cuales se rigen el sistema de alumbrado y cierre centralizado, de esta forma pudiendo elegir los elementos necesarios para su funcionamiento e instalación.
- La elección de materiales para la estructura, recubrimiento y panel didáctico se realizó mediante el método de proceso analítico jerárquico (AHP) el cual permitió elegir la alternativa que presenta mejores ventajas frente a los requerimientos planteados. Las alternativas elegidas fueron tubo estructural negro, plancha laminada en frío de acero negro y plancha de MDF respectivamente.
- Tras realizar la encuesta a los 15 estudiantes de quinto ciclo de la carrera de ingeniería automotriz, se concluye que la práctica número 7 con un 27% indicando “muy fácil” y un 60% “fácil” es la práctica que posee menor dificultad. Por otra parte, la práctica 2 es la que posee mayor dificultad, señalando un 7% “muy difícil” y un 47% “difícil”.
- Según los resultados reflejados en las encuestas de satisfacción, un 80% califica como excelente la ergonomía del banco didáctico de alumbrado, mientras que el 13,3% lo califican como bueno. En el caso del banco de cierre centralizado, un 73% de los encuestados indicaron como excelente la ergonomía del banco y un 27% como bueno. Con estos datos se refleja que la ergonomía del banco es la adecuada para los usuarios a los que se dirige.

## 9. Recomendaciones

- Para realizar una réplica del banco se recomienda hacer uso de una herramienta de corte láser a la hora de fabricar el panel didáctico, gracias a la cual se podrá abaratar costos y tiempo de producción.
- Como una mejora asociada se plantea el adaptar un sistema de módulo independiente de luces de xenón al banco de alumbrado, fabricado manteniendo la característica de bornera de conexión para que pueda conectarse con los elementos ya existentes en el banco. De la misma forma, elaborar un módulo independiente del sensor de golpe para la alarma del vehículo que pueda conectarse al banco de cierre centralizado.
- Se sugiere como futuro trabajo realizar el sistema de luces del vehículo considerando las nuevas tecnologías de luz activa, enfocada de una forma didáctica para a través de los mismos afianzar los conocimientos teórico-prácticos de los estudiantes.
- Se pueden realizar modificaciones en las guías prácticas o agregar más guías, según las circunstancias que se vayan presentando durante los futuros desarrollos de las actividades.

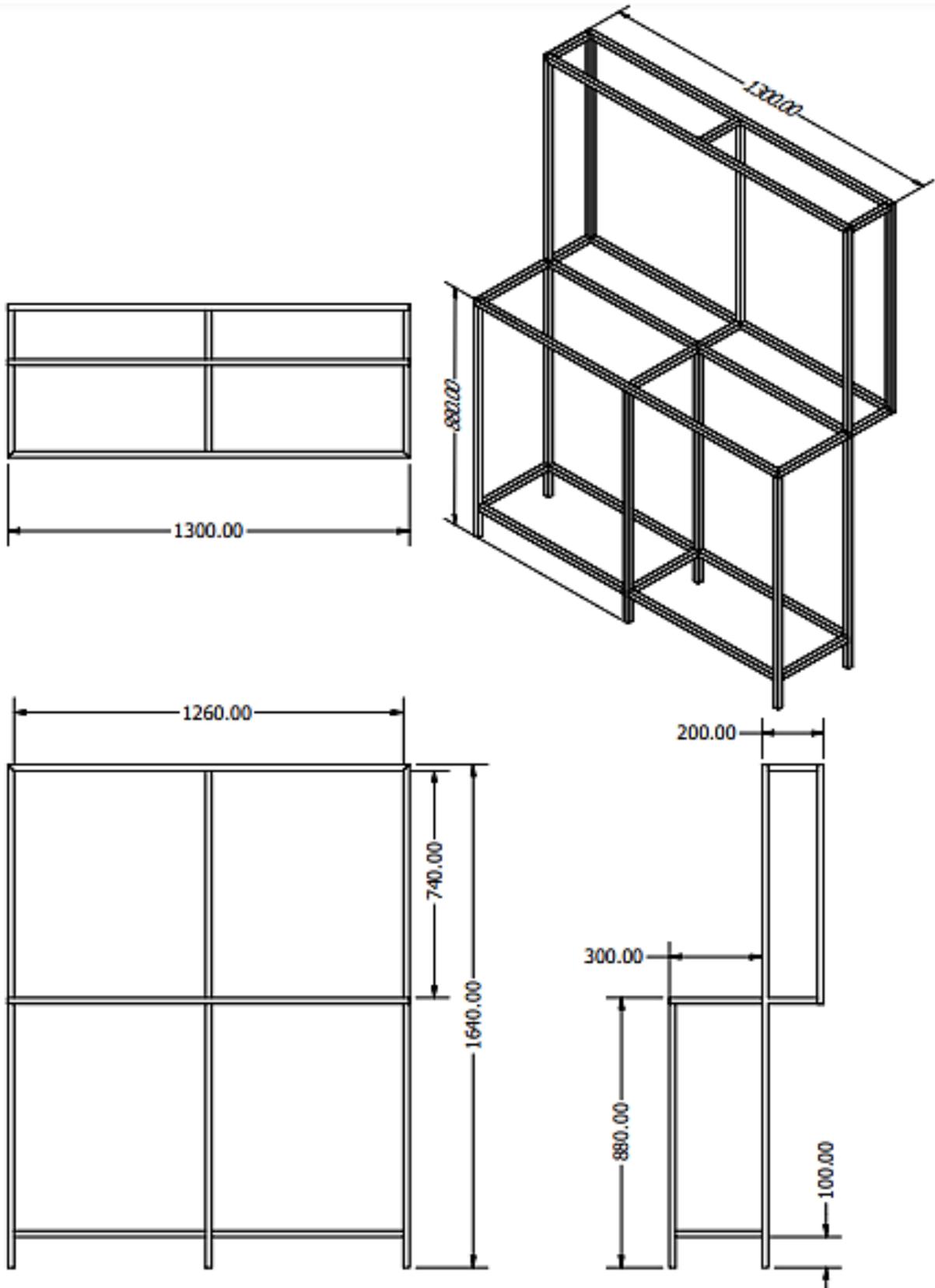
## 10. Bibliografía

- Aranda, D. (2013). *Electrónica del Automóvil*. Buenos Aires: Fox Andina.
- Ávila, R., Prado, L., & Gonzáles, E. (2007). *Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Bestratén, M., Hernández, A., Luna, P., Nogareda, C., Nogareda, S., Oncins, M., & Solé, M. (2008). *Ergonomía*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Boylestad, R., & Nashelsky, L. (2009). *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. México: Pearson Prentice Hall.
- Denton, T. (2018). *Automobile Electrical and Electronic Systems*. New York: Routledge.
- Domínguez, E. J., & Ruiz, J. (2018). *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo*. Madrid: EDITEX.
- Ferrer, S. (2006). *Circuitos Eléctricos del Automóvil*. Madrid: Thomson Paraninfo.
- Guadalupe, M., & Suárez, Á. (2010). El banco de recursos didácticos como eje clave en los procesos de enseñanza-aprendizaje. *Campo abierto*, 129-146.
- Sanwa Electric Instrument. *Manual de instrucción multímetro digital*.
- Hanafi, A. (29 de Abril de 2020). *BMW*. Obtenido de <https://www.bmw.com/es/innovation/faros-laser-BMW-y-el-doctor-hanafi.html>
- INSHT. (2015). *Alcance máximo en el plano sagital. 1050NTP*.
- INSHT. (2017). *Alcance máximo y normal en el plano horizontal. 1088NTP*.
- ISO. (2002). Seguridad de las máquinas. Requisitos antropométricos para el diseño de puestos de trabajo asociados a máquinas. (14738).
- ISO. (2010). Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo. (12100).
- DIN. (2016). *Designación de bornes. DIN 72552*.
- IESS. (2015). Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo. *Decreto ejecutivo 2393l*.

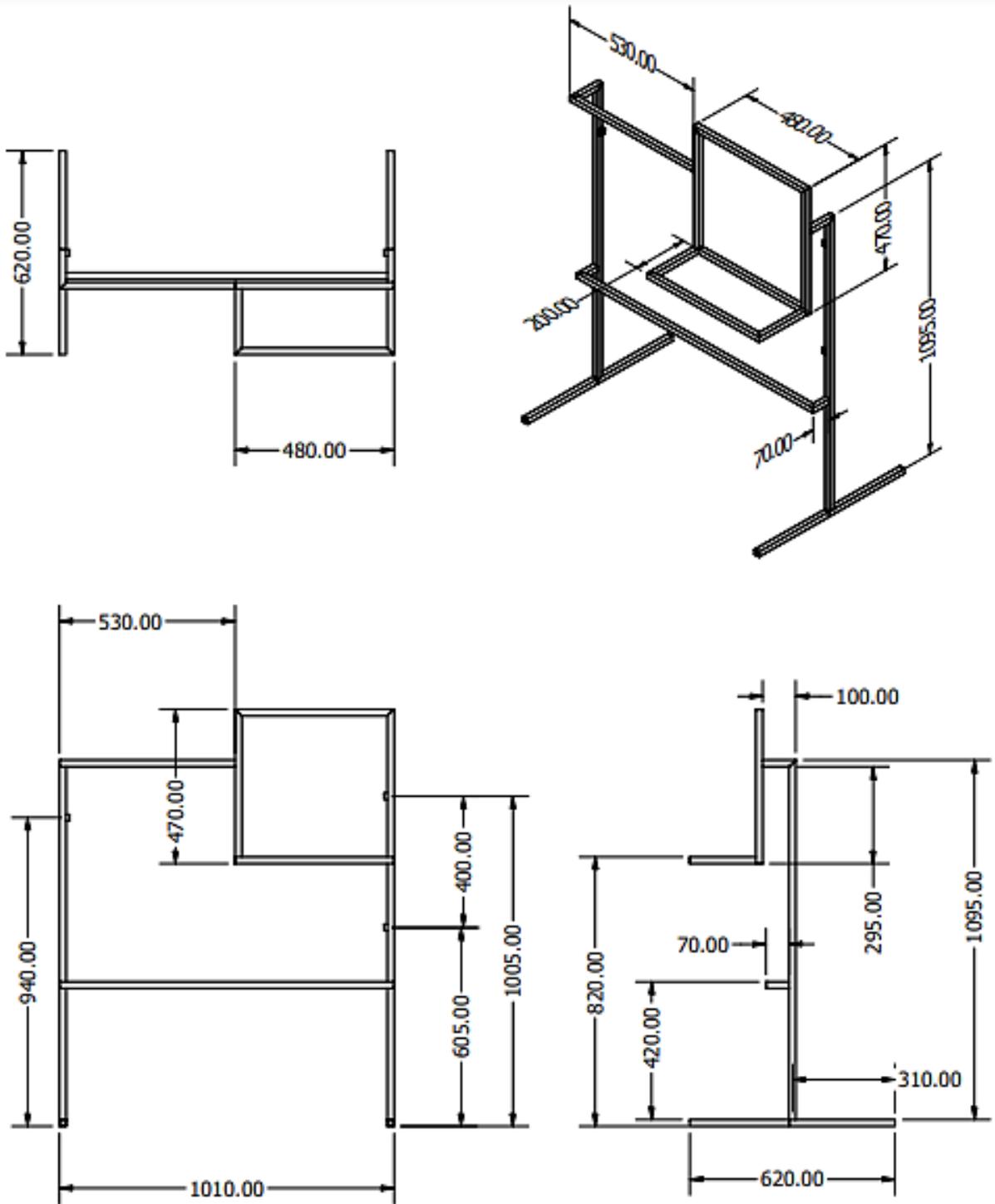
- Martínez , E. (2007). Aplicación del proceso jerárquico de análisis en la selección de una PYME. *Anuario Jurídico y económico Escorialense* , 526-527.
- Pérez, J. M. (1998). *Técnicas del Automóvil* . Madrid: Paraninfo.
- Prieto, M. (10 de Enero de 2020). *smartlighting*. Obtenido de <https://smart-lighting.es/historia-iluminacion-automocion/>
- Ros, J., & Barrera, Ó. (2011). *Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad*. Madrid: Paraninfo.
- Sánchez, E. (2012). *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo*. Madrid: Macmillan Profesional.
- Tena , J. G. (2017). *Sistemas de carga y arranque*. Madrid: Paraninfo.

## 11. Anexos

### Anexo 1: Planos de construcción del banco de luces



Anexo 2: Planos de construcción del banco de cierre centralizado



## Anexo 3: Manual de uso y mantenimiento

### Introducción

El manual contiene la información necesaria para que los usuarios hagan uso y mantenimiento correcto del banco didáctico de luces y cierre centralizado. La información que se encuentra comprende instrucciones de seguridad para evitar manipulaciones incorrectas en las que existan riesgos, especificaciones técnicas, instrucción para la puesta en servicio. Siguiendo las instrucciones del presente manual, garantizamos que el banco generará su mayor rendimiento y cómoda manipulación para los usuarios.

### Seguridad

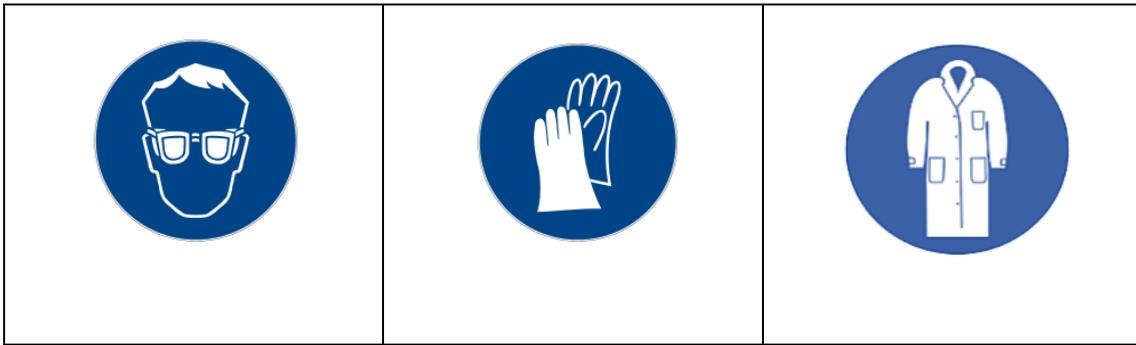
#### Simbología y definición

	Obligación de usar protección visual
	Obligación de usar protección para las manos
	Obligación de utilizar mandil

#### Instrucciones de seguridad

A continuación, se mencionan puntos obligatorios a la hora de hacer uso del banco didáctico, y medidas preventivas para evitar situaciones de riesgo a la hora de operar el banco didáctico.

- Portar los equipos de protección personal antes de operar el banco didáctico



- En caso de existir algún accidente, shock eléctrico, incendio, pulsar inmediatamente el botón parada de emergencia para cortar el suministro de electricidad del banco didáctico.



#### Medidas preventivas asociadas a los riesgos

Riesgo	Factor de riesgo	Medidas preventivas
<b>Atrapamiento por o entre objetos</b>	Atrapamiento de extremidades por el cristal de la puerta del vehículo	Precaución al momento de realizar el accionamiento
	Atrapamiento de extremidades por la puerta del vehículo	Precaución al momento de realizar el accionamiento
	Atrapamiento de extremidades por la puerta del banco de luces	Precaución al momento de realizar el accionamiento
<b>Contactos eléctricos indirectos</b>	Contacto accidental con masas puestas en tensión	Puesta a tierra de las masas
<b>Contactos eléctricos directos</b>	Contacto con pate activa de la instalación	Aislamiento eléctrico de todos los cables, aislamiento de las partes activas, utilizar herramienta aislante

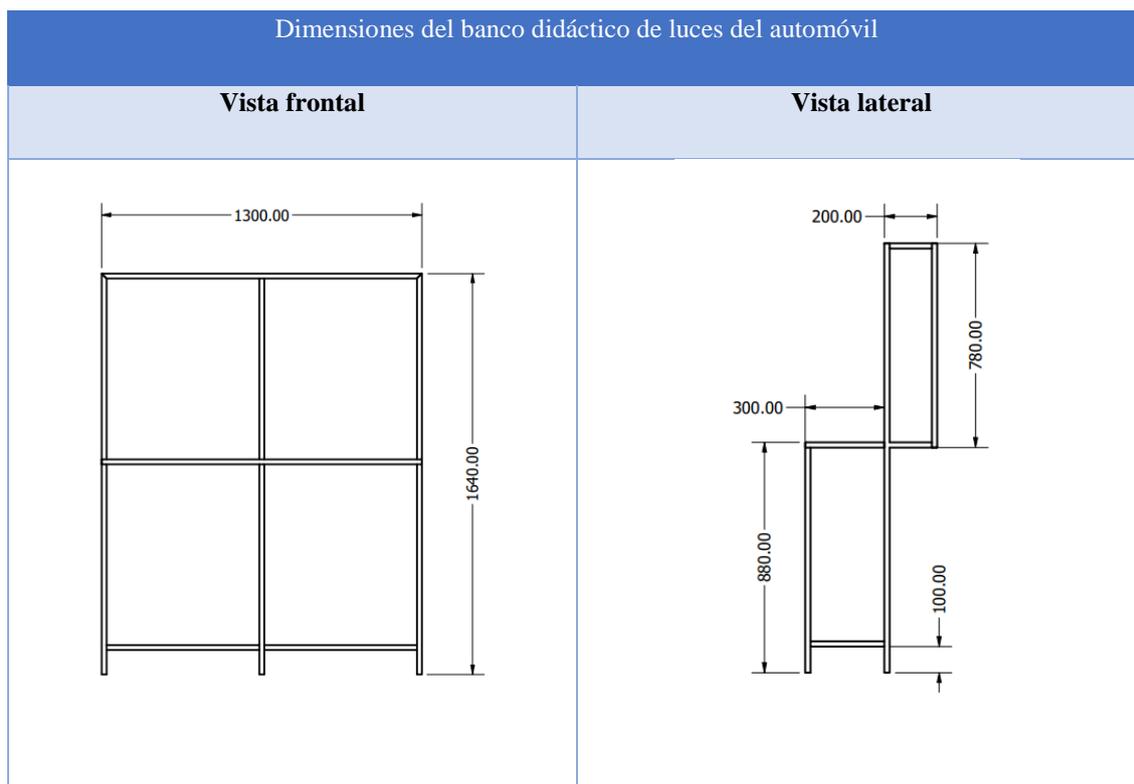
<b>Contactos térmicos extremos</b>	Quemaduras por el faro principal	No tocar directamente el faro principal si ha estado en funcionamiento
<b>Iluminación</b>	Deslumbramiento por parte de los faros principales y neblineros	No mirar directamente cuando estén encendidas las luces de faros principales y neblineros
<b>Exposición a químicos</b>	Contacto con el ácido de batería	Manipular la batería con guantes, tener cuidado de no derramar el ácido que contiene la batería.

## Especificaciones técnicas

### Banco de luces

#### Dimensiones del banco

Las dimensiones que presenta el banco didáctico de luces del vehículo son las siguientes y vienen expresadas en milímetros.



## Distribución

### Distribución de los elementos que conforman el banco de luces



1. Zona de luces delanteras	2. Luces traseras
3. Zona de relés	4. Tablero de instrumentos
5. Fusileras	6. Conmutador de luces
7. Interruptor para neblineros	8. Interruptor de reversa
9. Interruptor de freno	10. Interruptor de estacionamiento
11. Switch de encendido	12. Luces de matrícula
13. Interruptor de encendido y zona de toma de energía	14. Interruptor de emergencia

## Elementos

Tabla de elementos que dispone el banco de luces del automóvil

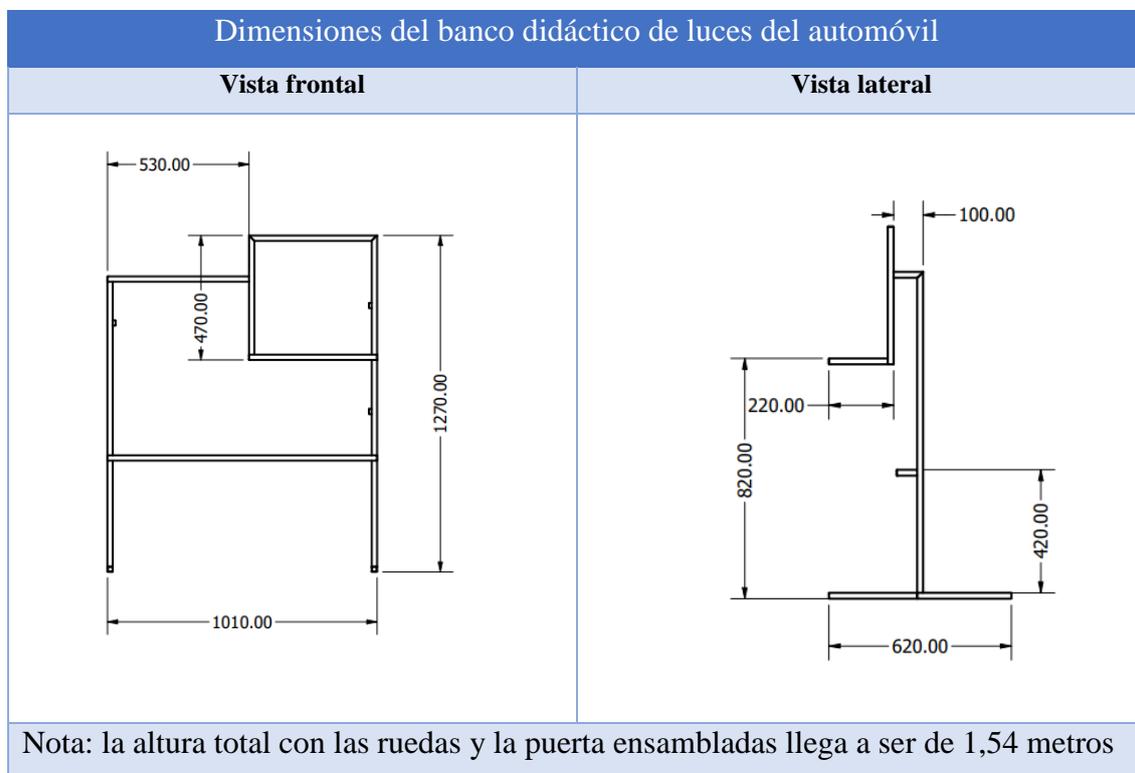
Elemento	Potencia	Detalles
Luces de alta/baja	60/55 W	H4
Luces antiniebla	1,8 W	LED 3200LM
Posición LED	1,2 W	
Luces direccionales traseras	10 W	R10 W BA 15s
Luces direccionales frontales	21W	P21W BA 15s
Luz de reversa	10 W	R10 W BA 15s
Luces de freno	10/10 W	BA 15s
Luces de tablero	3W	B8
Luces de posición	10W	R10 W BA 15s

Elemento	Potencia	Detalles
Relé interruptor		BOSCH 30 A (V23234-A1001-Y005)
Relé conmutador		BOSCH 30 A (V23234-A1001-Y036)
Luces de matrícula	2W	
Fusilera		Universal 8 fusibles
Fusilera		Universal 12 fusibles
Relay Flasher		20A 3 pines
Luz de matrícula		ADR 45, LED
Palanca conmutadora		Palanca De Luces Chevrolet Aveo Spark
Switch de encendido		Universal
Interruptor de palanca		Universal
Interruptor de freno		Universal
Interruptor Switch de Stop		Universal
Conmutador neblinero		Universal

### Banco de cierre centralizo

#### Dimensiones

Las dimensiones que presenta el banco didáctico de luces del vehículo son las siguientes y vienen expresadas en milímetros.



## Distribución

Distribución de los elementos que conforman el banco de cierre centralizado	
	
1. Panel didáctico de cierre centralizado	2. Cristal de ventana
3. Manija interna	4. Mecanismo y motor elevavidrios
5. Sistema de cerradura	6. Motor maestro de seguro
7. Seguro interno de puerta	8. Bisagras y topes de la puerta
9. Manija externa	10. Bombín de cerradura

## Elementos

Tabla de elementos que conforman el banco sistema de cierre centralizado		
ELEMENTO	MODELO	DETALLES
Motor de bloqueo central maestro	King Cobra	5 pines (consumo 4,5 V, intensidad 3A, resistencia 3 Ω)
Motor de bloqueo central esclavo	King Cobra	2 pines
Módulo cierre centralizado	King Cobra	8 pines
Módulo de alarma	King Cobra	430 MHZ
Mando a distancia	King Cobra	
Switch elevavidrios	Universal conmutador inversor	5 pines
Relé conmutador		BOSCH 30 A (V23234-A1001-Y005)
Fusilera	Universal	8 fusibles
Motor elevavidrios	Goldon	7 dientes, 3 huecos, 2 pines (intensidad 8,8 A, resistencia 4,5 Ω, consumo 12 V)
Mecanismo elevavidrios	Brazos articulados	
Sistema de cerradura	Toyota hilux	

## **Instalación y puesta en servicio**

### **Transporte**

Si se trata del banco didáctico de luces, el transporte debe realizarse en cualquiera de los casos, retirando la batería de su compartimiento, y con la puerta del compartimiento de batería cerrada. Puede transportarse de pie o boca arriba, en las diferentes situaciones debe ir sujeta con una cuerda para evitar su desplazamiento, además el panel didáctico puede ir ensamblado o desmontado. Se recomienda desmontar el panel en caso de viajes largos, y protegerlo con plástico de burbujas para embalaje, ya que contiene elementos frágiles.

En el caso del banco de cierre centralizado se puede realizar sin desmontar ningún elemento, el banco debe transportarse de pie, colocando los cuatro seguros de las ruedas y atando con una cuerda a un lugar fijo para que no exista desplazamiento. Además, es importante proteger el cristal de la ventana, el panel didáctico, y la superficie de la puerta para que no reciban golpes ni rasguños.

### **Requisitos ambientales**

- El lugar donde se ubique el banco didáctico no debe poseer humedad excesiva.
- El banco no debe estar cerca de otros equipos o herramientas que no ayuden en su funcionamiento
- El banco no debe estar cerca de un lugar donde se produzcan chispas o un excesivo calor.
- El banco de luces debe estar colocado procurando que su parte posterior este a pocos centímetros de una pared, para evitar aplastamientos debido al volumen del mismo.
- El lugar donde se ubique el banco de contar con un extintor de fuego.
- El lugar donde se ubique el banco debe contar con la ventilación adecuada.

### **Puesta en servicio**

- Compruebe que ningún objeto haga interferencia con las conexiones, borneras o la batería.
- Comprobar el estado de la fuente de alimentación (batería 12 V), si no cuenta con la tensión adecuada realizar su respectivo mantenimiento.

- Revisar los elementos que componen el banco didáctico, si se encuentra alguna falla deberá ser remplazado por un elemento de las mismas características.
- Asegurarse que el botón de parada de emergencia este desactivado.
- El interruptor de encendido debe estar en OFF antes de iniciar cualquier conexión.
- En el proceso de conexonado de cualquier circuito, asegúrese que el switch de encendido este en la posición de LOCK.
- El paso de electricidad para cualquier sistema se debe realizar a través de la caja de fusibles, y utilizar un fusible de la capacidad indicada dependiendo el sistema.
- Para realizar las conexiones, revisar correctamente el número del borne y los diagramas eléctricos de cada sistema presentes en este manual y en las prácticas para evitar daños en el equipo y sus componentes.
- Una vez realizas todas las conexiones, accionar el interruptor de la posición OFF a ON para que exista el paso de corriente desde la batería.



- Colocar el switch de encendido en la posición correcta, esto dependerá del tipo de conexión y sistema que se esté simulando.
- En cuanto a la utilización del banco didáctico de cierre centralizo, debe alimentarse a través del banco didáctico de luces por el borne 30, la alimentación debe ir a la caja de fusibles del banco de cierre centralizado y desde ahí realizar la distribución según corresponda. Para la conexión a tierra se debe realizar desde el borne 31 del banco de luces al elemento que se requiera del banco de cierre centralizado.



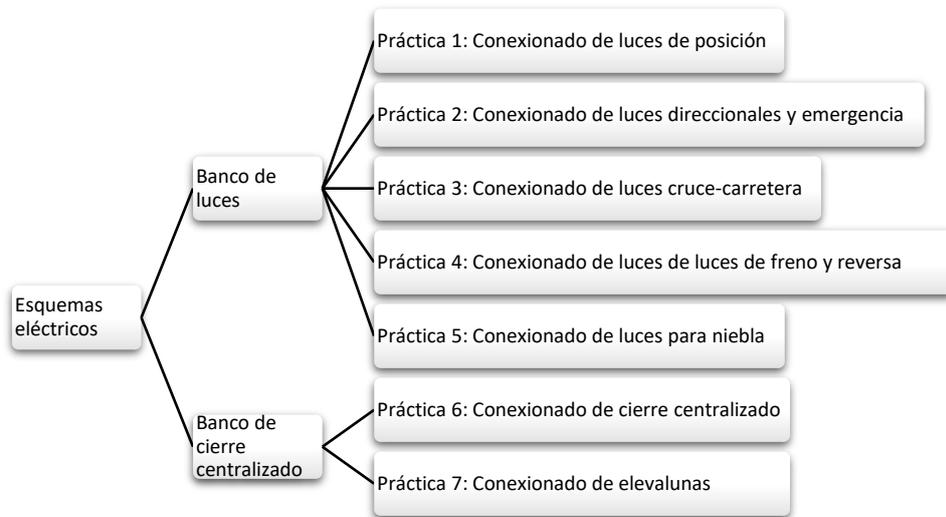
## Operación

### Circuitos que se pueden realizar

A través del banco didáctico de luces y cierre centralizado del automóvil se puede realizar los siguientes esquemas eléctricos, los cuales están planteados en forma de práctica, para acceder a dichas prácticas se debe escanear el código QR presente en los bancos o en la siguiente tabla.

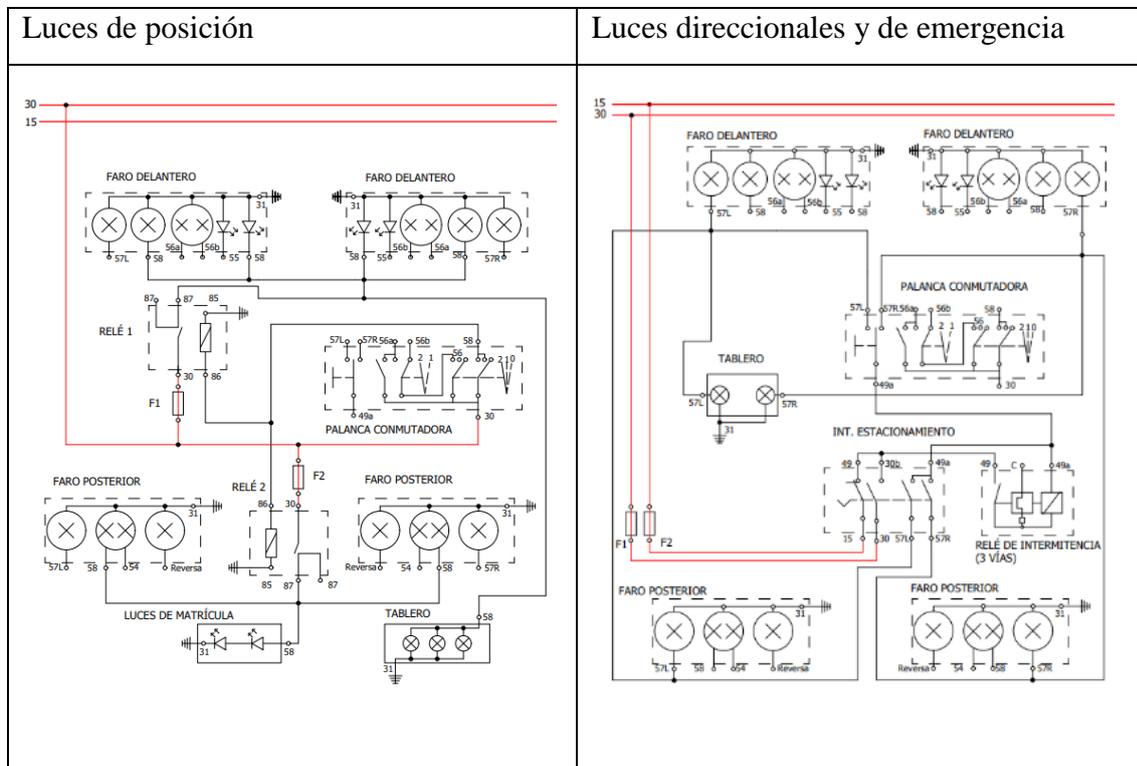


## Diagrama de prácticas

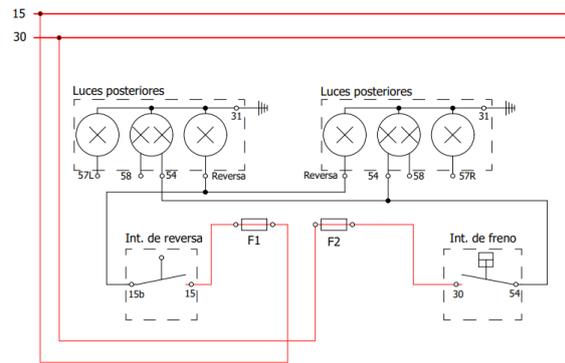


## Esquemas eléctricos

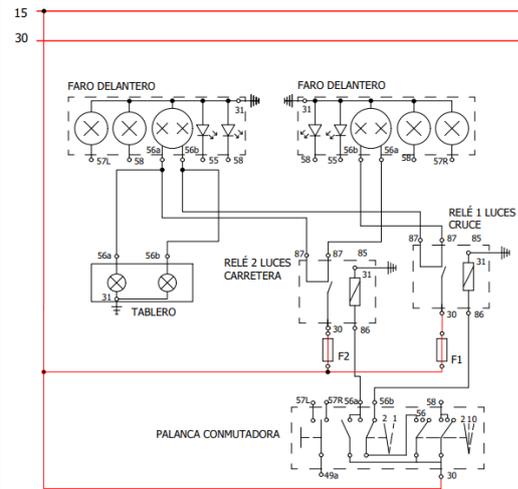
A continuación, se presentan los diagramas eléctricos de conexionado que se presentan para el banco didáctico de luces y cierre centralizado.



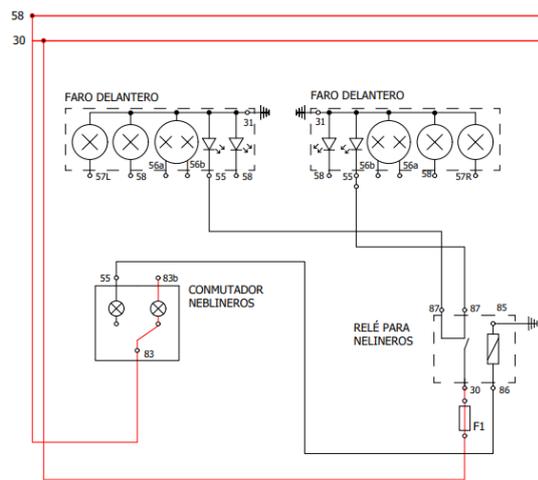
### Luces reversa y freno

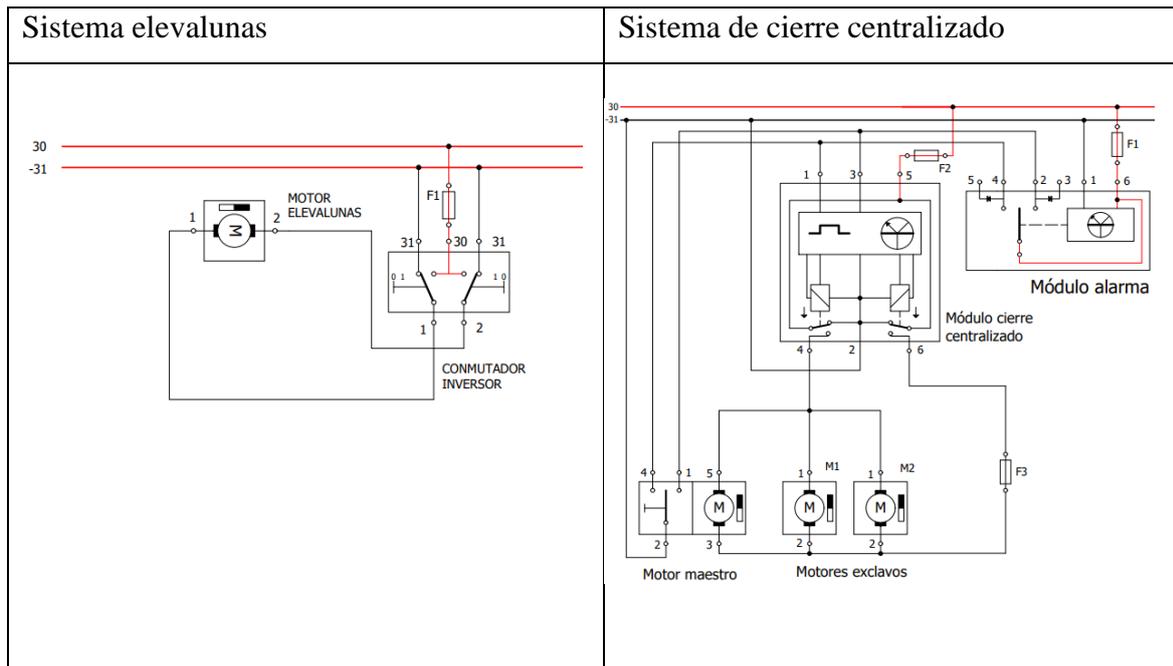


### Luces cruce-carretera



### Luces para niebla





## MANTENIMIENTO

### Mantenimiento preventivo

Seguir las instrucciones que se mencionan a continuación para el mantenimiento preventivo del banco:

- Limpiar la superficie del banco
- Revisar el estado de la batería antes de cada práctica, si no cuenta con la tensión indicada se debe cargar siguiendo las recomendaciones del fabricante de la batería
- Si el banco va a permanecer en un estado de inactividad de mucho tiempo, desconectar los bornes de la batería
- Realizar lubricación de bisagras y sistema de cerradura

### Averías en el banco de luces

- No se deberá realizar el desmontaje del panel didáctico en caso de que ocurra una avería y la avería se solucione con el cambio de un relé (intermitencia, conmutador, interruptor), el cambio de las bombillas del faro posterior (luces de freno, direccionales posteriores, luces de reversa), en caso de que sea otro tipo de falla se deberá desmontar necesariamente el panel didáctico para poder realizar la respectiva reparación.

- Para separar el panel didáctico se deben quitar los 6 tornillos que sujetan el panel a la estructura, para ello es necesario una llave hexagonal
- Una vez desatornillados, retirar unos centímetros hacia delante el panel y ubicar los sockets de la batería que alimentan el panel, al desconectar (desconectar primero el negativo) estos dos sockets el panel queda totalmente liberado.
- Se debe llevar el panel didáctico a un lugar adecuado para arreglar la avería.
- Una vez arreglada la avería se debe seguir el mismo proceso para volverlo a ensamblar, el ajuste de los tornillos no debe ser excesivo, ya que puede dañar la madera del panel.

### **Averías en el banco de cierre centralizado**

- Si la avería se ubica en el panel didáctico del banco, este debe ser desmontado necesariamente para poder reparar, primeramente, se deben desconectar los sockets que unen al panel didáctico con el motor maestro de cierre centralizado y motor elevallunas.
- Para separar el panel didáctico se deben quitar los 4 tornillos que sujetan el panel a la estructura, para ello es necesario una llave hexagonal
- Se debe llevar el panel didáctico a un lugar adecuado para arreglar la avería.
- Una vez arreglada la avería se debe seguir el mismo proceso para volver a ensamblar, el ajuste de los tornillos no debe ser excesivo, ya que puede dañar la madera del panel.
- Si ocurre una avería en el sistema elevallunas, mecanismo de cerradura o motor maestro se deberá desmontar el mismo y reemplazarlo por uno de las mismas características.

### **Fallas comunes**

Los siguientes elementos son propensos a padecer una avería, se deberá cambiar inmediatamente el elemento por uno de las características que se muestra en la tabla de elementos que dispone el banco.

- El motor maestro y motores esclavos.
- En general las bombillas.
- Fusibles.

## Anexo 4: Práctica 1

### 1.-Tema:

---

- **Conexión y comprobación de luces de posición**

### 2.-Objetivos:

---

- Identificar los elementos que componen el sistema de luces de posición
- Realizar la conexión del sistema de luces de posición
- Medir el consumo de los componentes del sistema de luces de posición

### 3.- Resultados de aprendizaje

---

- Establece reglajes adecuados que se debe dar a los elementos que conforman el sistema de mando e iluminación, así de sistemas auxiliares como el limpia parabrisas, luneta térmica, lavaparabrisas, mediante el uso de normativas e instrumentos de calibración óptimos que garantice su correcto funcionamiento, buena visibilidad y seguridad en la vial, actuando forma honesta y transparente.

### 4.- Materiales y reactivos.

---

- Fusibles tipo clavija de 10A, 15A, 20A
- 4 cables número 14 AWG para conexión con conectores banana de 4 MM
- 2 bombillas 10W R10 W BA 15s

### 5.- Equipos y herramientas

---

Equipos de Protección	Herramientas y equipos
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mandil</li><li>• Guantes de nitrilo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Juego de desarmadores</li><li>• Pinzas, alicates, corta cables, pela cables</li><li>• Banco didáctico de luces</li><li>• Multímetro automotriz</li></ul>

### 6.- Instrucciones:

---

Las siguientes instrucciones están contempladas en el normativo para uso del laboratorio de mecánica automotriz.

- Colocar las mochilas en los casilleros
- Prohibido consumo de alimentos
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar

- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil u overol.
- Utilizar equipos de protección personal para evitar accidentes.
- Al finalizar la práctica limpiar y ordenar la zona de trabajo.

## 7.- Marco teórico:

---

**A desarrollar por el estudiante. Utilice sus propias fuentes de consulta que sean confiables, tales como: libros, tesis, artículos, revistas; utilice gráficos o esquemas.**

- Tipos de lámparas en el vehículo usadas para luces de posiciones
- Características de diodos led utilizados como luz de matrícula
- Conexiones de luces LED en sistemas Bus-Cam
- Designación de bornes para luces de posición
- Símbolos de componentes eléctricos en el automóvil
- Elementos de potencia (relés electromecánicos, relés electrónicos)

## 8.- Actividades a desarrollar

---

Para realizar esta actividad se debe hacer uso del manual de mantenimiento y operación del banco didáctico y seguir sus indicaciones.

### ACTIVIDAD 1: CONEXIÓN DEL SISTEMA DE LUCES DE POSICIÓN

Las luces de posición en el vehículo son de suma importancia ya que ayudan a dimensionar y situar en la calzada al vehículo para que otros conductores puedan estar atentos.

Debe realizar la conexión del sistema de luces considerando el diagrama eléctrico de la figura 1.

1. Primeramente, se debe alimentar los dos relés pasando por F1 y F2 de la caja de fusibles y la palanca conmutadora con el borne 30.
2. Realizar la conexión entre el borne 58 de la palanca conmutadora hacia el borne 86 de la bobina del relé 1 y 2, en este paso también se debe conectar a tierra el borne 85 de los dos relés. Tener precaución con la palanca conmutadora, esta debe estar completamente desactivada.
3. El relé 1 a través del borne 87 alimentara a los dos faros delanteros representados con el borne 58 y las luces del tablero (guiarse por el ideograma). El relé 2 a través del borne 58 debe alimentar los faros posteriores (58) y la luz de matrícula (58). No olvidar realizar la conexión a tierra de los elementos consumidores.

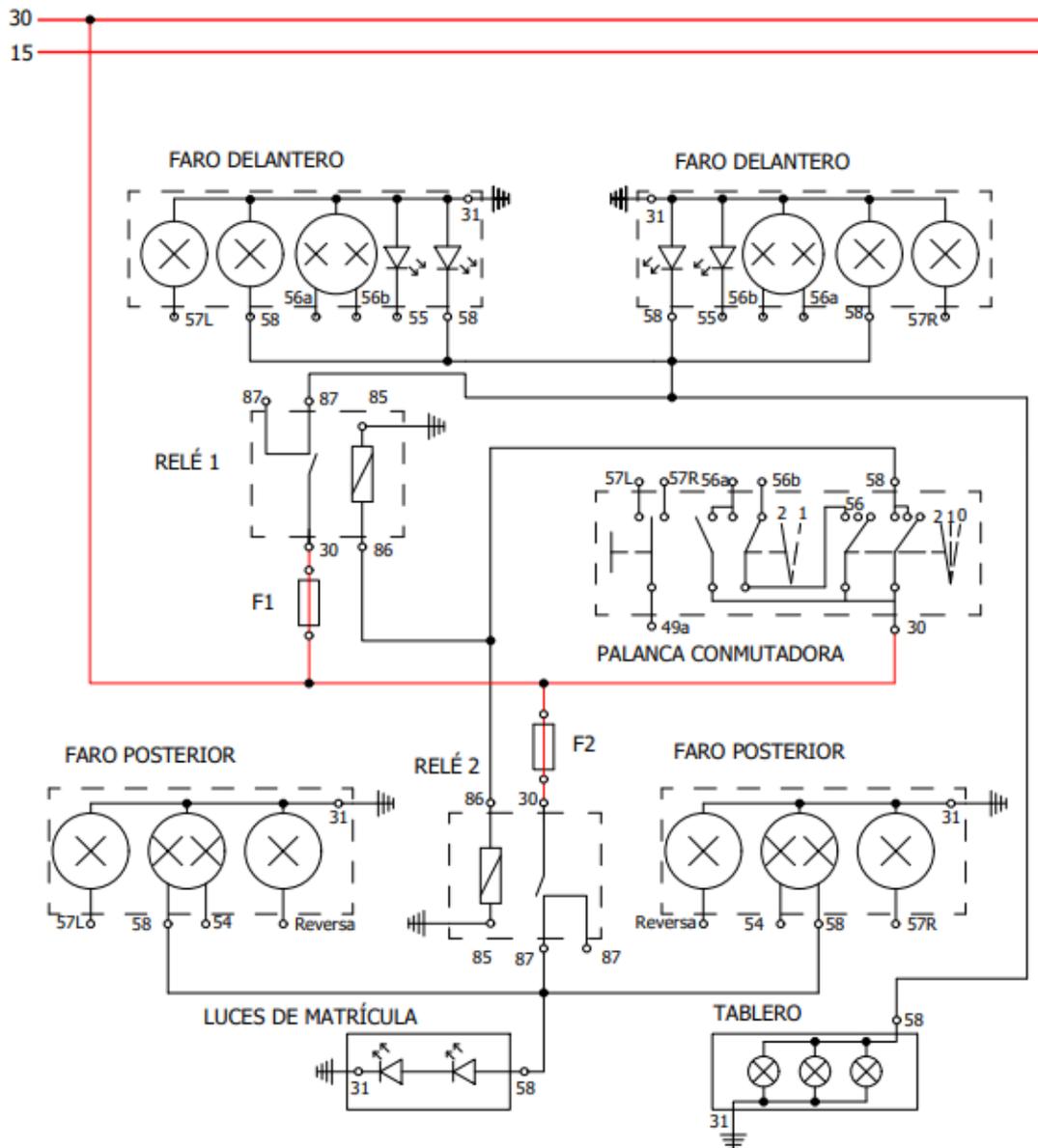


Fig. 1. Diagrama para conexión del sistema de luces de posición en reposo

## ACTIVIDAD 2: CÁLCULO DE LA INTENSIDAD QUE CIRCULA POR LAS BOBINAS DEL RELÉ 1 Y 2

Para saber la intensidad que circula por las bobinas del relé 1 y 2 primero debemos saber la resistencia de dichas bobinas, para ello realizaremos la medida entre los bornes 85 y 86 del relé siguiendo los pasos.

**Nota:** es importante realizar la medición de la resistencia de la bobina sin que exista tensión en el circuito.

Coloque el multímetro en la zona para medición de resistencia, para ello busque el símbolo de ohmios " $\Omega$ " y desplace el selector a dicha posición, vaya desde la escala más grande o mayor a la más baja si desconoce el valor final del conjunto de resistencias, caso contrario ajuste la escala adecuada dependiendo del valor que desee medir como se muestra en la figura 2.

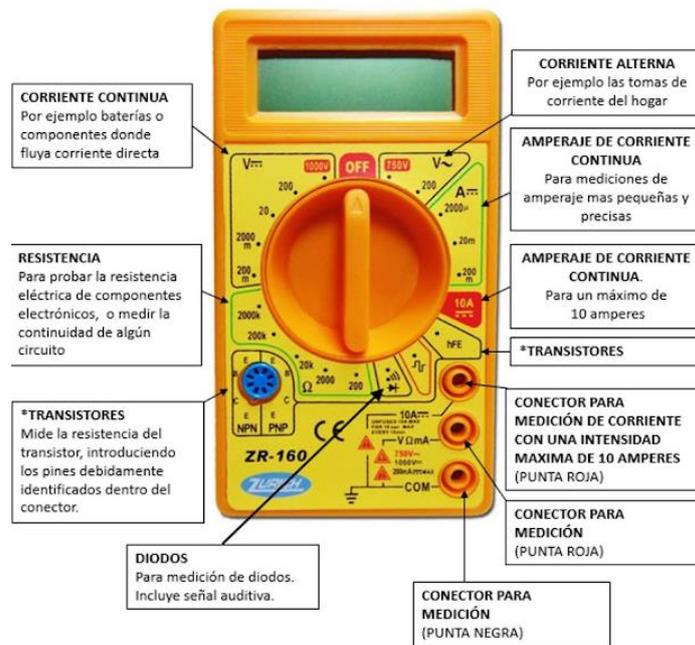


Fig. 2. secciones del multímetro

Ahora conociendo la resistencia de la bobina y el voltaje de la fuente podemos utilizar la ecuación 1 de la ley de ohm para determinar la intensidad que circula por las bobinas, los datos obtenidos deben ser colocados en la tabla 3.

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{E.c. 1}$$

### ACTIVIDAD 3: CÁLCULO DE TENSIÓN EN UNA BOMBILLA DELANTERA

La caída de tensión es una pérdida de potencial que presentan los conductores eléctricos o cables a determinada distancia, esto es debido a que cuando el voltaje pasa por un conductor una parte de este voltaje se pierde por la resistencia que presenta dicho conductor.

Para calcular la caída de tensión en los circuitos que componen el banco didáctico haremos uso de la ecuación 2 obtenida de la ley de ohm despejando el voltaje. Para la resistencia utilizaremos la ecuación 3, los valores de la resistencia física del conductor ( $r$ ) los obtendremos de la tabla 1 y la longitud del cable dependerá del circuito.

$$V_{\downarrow} = I \times R \quad \text{E.c. 2}$$

$$R = r \times L \quad \text{E.c. 3}$$

Tabla 26. Calibre de cables para uso automotriz

Código AWG	Área mm <sup>2</sup>	Resistencia en Ω por Km	Corriente en Amperios
8	8,37	2,03	24
10	5,26	3,23	19
12	3,31	5,13	9,5
14	2,08	8,17	6
16	1,31	12,9	3,7
18	0,82	20,73	2,5
20	0,52	32,69	1,6
22	0,33	51,5	0,92

**Nota:** Para medir el voltaje no es necesarios realizar ninguna modificación en el circuito, simplemente se conecta el multímetro como se muestra en la figura 2, en paralelo con el elemento que se requiere medir.

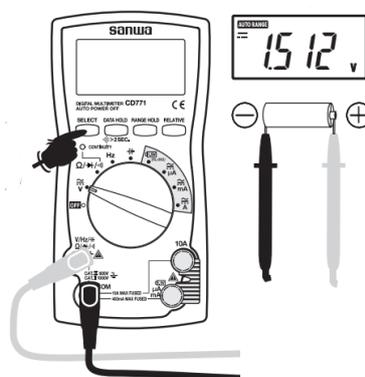


Fig. 3. Medición de voltaje con multímetro

Para comprobar la caída de tensión que produce el cable y afecta a la bombilla se debe realizar la medición de la tensión de la fuente y restarlo con la tensión en la bombilla, entonces obtendremos la caída de tensión en el cable, ver ecuación 3. Los resultados obtenidos en esta actividad se deben completar en la tabla 4.

$$E_{\text{cable}} = E_{\text{bombilla}} - E_{\text{fuente}}$$

E.c. 4

#### ACTIVIDAD 4: CÁLCULO DE LA INTENSIDAD CONSUMIDA POR UNA BOMBILLA DEL FARO DELANTERO

Normalmente las bombillas constan de una inscripción donde indican la potencia en Watios como se indica en la figura 3 y conociendo el voltaje de la batería es posible conocer la resistencia de una bombilla a través de la ecuación 5. Las características de la bombilla se pueden obtener tras una inspección visual o consultado en el manual de la maqueta.



*Fig. 4. Inscripción con los detalles de la bombilla*

$$R = \frac{V^2}{P}$$

E.c. 5

Conociendo la resistencia de la bombilla se aplica la ecuación 1 de la ley de ohm para determinar la intensidad que consume la bombilla, los resultados obtenidos se deben colocar en la tabla 5.

Para la medición de corriente del circuito hay que tener cuidado de colocar los terminales en el multímetro en los bornes y escala adecuados si no lo realiza puede dañar el instrumento de medida, coloque los terminales como se visualiza en la figura 5, la posición seleccionada es para medir mA. Los resultados que se obtienen en este apartado se deben colocar en la tabla 5.



Fig. 5. Colocación de los terminales del multímetro en mA

**Nota:** para realizar la medición de amperaje se debe interrumpir el circuito y realizar la medición en serie.

#### ACTIVIDAD 5: CÁLCULO DEL CONSUMO DE LA LUZ DE MATRÍCULA

En esta actividad únicamente realizaremos la toma de valores de forma práctica del elemento que se muestra en la figura 6. Una vez obtenidos los datos de consumo de intensidad y caída de tensión de forma práctica se debe llenar la tabla 6.



Fig. 6. Luces de matrícula LED

#### ACTIVIDAD 6: CALCULO DE LA INTENSIDAD TOTAL CONSUMIDA POR EL SISTEMA

Se debe realizar el cálculo del consumo de intensidad de todos los elementos que componen el sistema de luces de posición, y posteriormente realizar la medición de forma práctica para comparar los datos calculados con los datos obtenidos en la práctica.

**Nota:** Las dos luces de posición delantera junto con la luz de matrícula no requieren realizar un cálculo analítico.

Para realizar los cálculos totales debe sumar cada componente considerando las leyes que rigen los circuitos en serie, paralelo, ley de ohm. Los datos obtenidos se deben llenar en la tabla 7.

### Circuitos en serie

La característica de este tipo de circuitos dispuestos en serie es que la intensidad que pasa por cada elemento es igual para todos los elementos. La figura 7 muestra un circuito en serie donde los elementos se disponen unos después de otro. Sus ecuaciones características son la ecuación 6 y 7, las cuales sirven para calcular el voltaje total y resistencia total respectivamente.

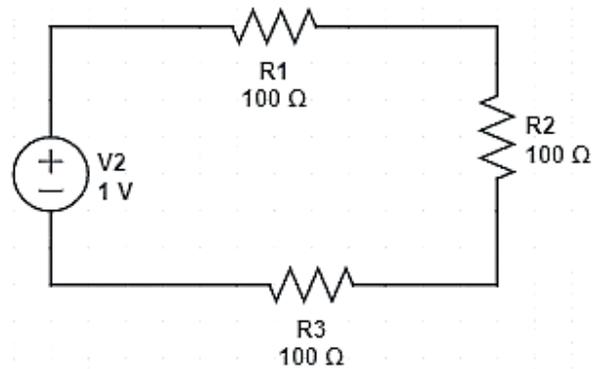


Fig. 7. Circuito en serie

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 \quad \text{E.c. 6}$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 \quad \text{E.c. 7}$$

### Circuitos en paralelo

Para que un circuito eléctrico esté conectado de forma paralela la corriente debe dividirse antes de llegar a los componentes del circuito, de esta forma pasa una parte de corriente por cada elemento. En la figura 8 podemos observar un circuito que posee 3 resistencias conectadas en paralelo.

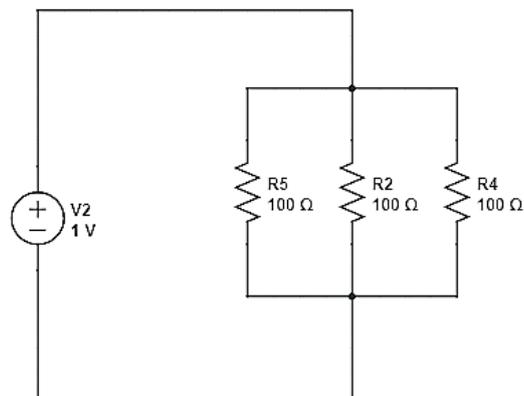


Fig. 8. Circuito en paralelo

Las ecuaciones que caracterizan este tipo de circuitos son: la intensidad como se muestra en la ecuación 8 y resistencia en la ecuación 9. Los elementos colocados en paralelo poseen el mismo voltaje.

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 \quad \text{E.c. 8}$$

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} \quad \text{E.c. 9}$$

### ACTIVIDAD 7: CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN (F1, F2)

Para realizar el cálculo de los fusibles a utilizar tendremos dos casos, el primero que se muestra en la figura 9 (un solo consumidor) para lo cual utilizaremos la ecuación 10 y el segundo caso que se muestra en la figura 10 (varios consumidores) para lo cual se utiliza la ecuación 11. Los resultados que se deduzcan aquí se deben colocar en la tabla 8.

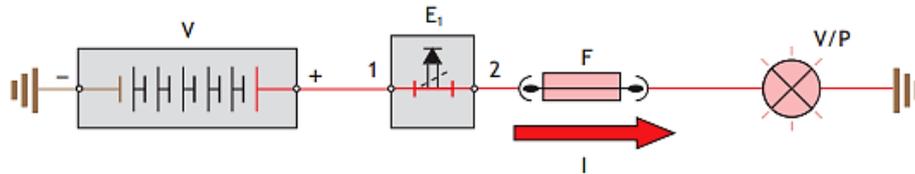


Fig. 9. Fusible que protege un solo consumidor

$$I = \frac{P}{V} \quad \text{E.c. 10}$$

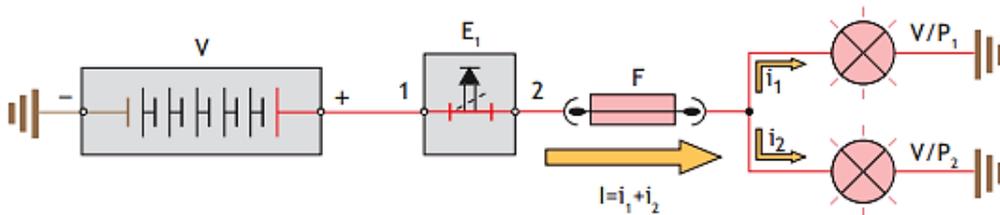


Fig. 10. Fusible que protege varios consumidores

$$I = \frac{P_1 + P_2}{V} \quad \text{E.c. 11}$$

**Nota:** es importante saber que la selección del fusible de protección se debe hacer considerando un fusible que este por encima del amperaje calculado, exactamente el inmediato superior, por ejemplo, si calculamos un consumo de 20 A se deberá disponer un fusible de 25 A. En esta ocasión consideraremos la tabla 2 para desarrollar esta actividad.

Tabla 27. Código de colores de los fusibles de clavija.

Color	Intensidad
Violeta	3A
Rosa	4A
Beige	5A
Marrón	7,5A
Rojo	10A
Azul	15A
Amarillo	20A
Blanco	25A
Verde	30A

### ACTIVIDAD 8: COMPARACIÓN ENTRE LA INTENSIDAD QUE CIRCULA POR LAS BOBINAS DE LOS RELÉS Y LA INTENSIDAD DE LOS CONSUMIDORES

Realizar una comparación entre la intensidad que circula por las bobinas de los relés obtenidas en la actividad 2 y la intensidad que consume todo el sistema que se obtuvo en la actividad 6. Llenar la tabla 9 con estos datos y emitir una conclusión sobre dicha comparación.

**Nota:** El relé 1 alimenta las bombillas delanteras, los leds delanteros y la luz del tablero. El relé 2 alimenta las bombillas posteriores y la luz de matrícula.

### 9.- Resultados obtenidos

#### ACTIVIDAD 2: CÁLCULO DE LA INTENSIDAD QUE CIRCULA POR LAS BOBINAS DEL RELÉ 1 Y 2

El error puede ser medido valiéndose de la siguiente ecuación:

$$e = \frac{(\text{valor medido} - \text{valor calculado})}{\text{valor calculado}}$$

Tabla 28. Intensidad que circula por los distintos relés del circuito

	Valor de medida	Valor calculado	Error
<b>INTENSIDAD R1</b>			
<b>INTENSIDAD R2</b>			

**ACTIVIDAD 3: CÁLCULO DE TENSIÓN EN UNA BOMBILLA DELANTERA**

Tabla 29. Tensión en una bombilla delantera.

	Valor de voltaje medido	Valor de voltaje calculado	Error
<b>BOMBILLA FARO DELANTERO</b>			
<b>CAIDA DE TENSIÓN EN EL CALBLE</b>			

**ACTIVIDAD 4: CÁLCULO DE LA INTENSIDAD CONSUMIDA POR UNA BOMBILLA DEL FARO DELANTERO**

Tabla 30. Intensidad en una bombilla delantera.

	Valor de intensidad medida	Valor de intensidad calculada	Error
<b>BOMBILLA FARO DELANTERO</b>			

**ACTIVIDAD 5: CALCULO DEL CONSUMO DE LA LUZ DE MATRÍCULA**

Tabla 31. Consumo luz de matrícula.

	Valor medido
<b>INTENSIDAD LUZ DE MATRÍCULA</b>	
<b>TENSIÓN LUZ DE MATRÍCULA</b>	

**ACTIVIDAD 6: CALCULO DE LA INTENSIDAD TOTAL CONSUMIDA POR EL SISTEMA**

*Tabla 32. Consumo de los diferentes elementos del sistema de luces de posición.*

	Valor medido	Valor calculado	Error
<b>BOMBILLA DELANTERA L</b>			
<b>BOMBILLA DELANTERA R</b>			
<b>LED DELANTERO L</b>			
<b>LED DELANTERO R</b>			
<b>LUZ TABLERO</b>			
<b>FARO POSTERIOR L</b>			
<b>FARO POSTERIOR R</b>			
<b>LUZ MATRÍCULA</b>			
<b>TOTAL</b>			

**ACTIVIDAD 7: CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN (F1, F2)**

*Tabla 33. Fusibles de protección*

	F1	F2
<b>AMPERAJE DE FUSIBLE</b>		

**ACTIVIDAD 8: COMPARACIÓN ENTRE LA INTENSIDAD QUE CIRCULA POR LAS BOBINAS DE LOS RELÉS Y LA INTENSIDAD DE LOS CONSUMIDORES**

*Tabla 34. Comparación entre intensidad de consumidores e intensidad que circula por la bobina de los relés.*

	Intensidad consumidores	Intensidad de la bobina del relé
<b>Relé 1</b>		
<b>Relé 2</b>		

**Nota:** El relé 1 alimenta las bombillas delanteras, los leds delanteros y la luz del tablero. El relé 2 alimenta las bombillas posteriores y la luz de matrícula.

## 10.- Discusión

---

A desarrollar por el estudiante. Discuta sobre los resultados obtenidos y actividades desarrolladas, enfatice lo alcanzado en la práctica, así como las deficiencias encontradas.

## 11.- Conclusiones

---

A desarrollar por el estudiante en función de los objetivos propuestos.

## 12.- Recomendaciones

---

Citar las recomendaciones pertinentes que haya detectado durante la ejecución de la práctica

## 13.- Preguntas y ejercicios de control

---

A desarrollar por el estudiante.

- ¿Qué tipo de bombilla normalmente se utiliza para las luces de posición?
- ¿Qué elementos se conectan para el funcionamiento de luces de posición?
- ¿Con que denominación de borne se identifica a las luces de posición?
- ¿Qué significa la denominación de borne 30?
- ¿La luz de posición permanecerá siempre encendida, indistintamente de que encendemos otras luces?
- ¿Qué función cumple el relé en el circuito de luces de posición?
- ¿Qué sucede si se conecta la luz de posición delantera LED con la polaridad invertida? Explique.
- Calcule el fusible necesario para una bombilla de las siguientes características

Tipo de lámpara	W5W
Tensión [V]	12
Potencia nominal [W]	5

- Realizar un comentario sobre la actividad 8

**14.- Bibliografía (Añada la que crea conveniente a las ya citadas siguiente el formato expuesto. Tomar en cuenta que la bibliografía que cite debe ser de una fuente confiable, de preferencia utilice libros, artículos, revistas, tesis, entre otras se dota de algunos ejemplos en este apartado)**

---

- Pardiñas, J. Sistemas Auxiliares del motor. 1st ed. Ed. Editex. España, 2017.
- FERRER VIÑAS, SALVADOR. CIRCUITOS ELECTRICOS DEL AUTOMOVIL. MADRID 2 DA 2006 PARANINFO 9788428329125.
- Domínguez, E. J., & Ruiz, J. (2018). Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo. Madrid: EDITEX.
- Ros, J., & Barrera, Ó. (2011). Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad. Madrid: Paraninfo.

**15.- Porcentaje de participación de los miembros del grupo (Sírvanse ponderar la participación de todos los integrantes del grupo)**

---

Nombres y Apellidos	Porcentaje de participación

**16.- Anexos (Añada la información complementaria que crea conveniente)**

---

## Anexo 5: Práctica 2

### 1.-Tema:

---

- **CONEXIONADO Y COMPROBACIÓN DE LUCES DIRECCIONALES Y EMERGENCIA**

### 2.-Objetivos:

---

- Identificar los elementos que componen el sistema de luces direccionales y emergencia, así como sus conceptos
- Realizar la conexión del sistema de luces direccionales y emergencia
- Medir de consumo de los componentes del sistema de luces direccionales y emergencia

### 3.- Resultados de aprendizaje

---

- Establece reglajes adecuados que se debe dar a los elementos que conforman el sistema de mando e iluminación, así de sistemas auxiliares como el limpia parabrisas, luneta térmica, lavaparabrisas, mediante el uso de normativas e instrumentos de calibración óptimos que garantice su correcto funcionamiento, buena visibilidad y seguridad en la vial, actuando forma honesta y transparente

### 4.- Materiales y reactivos.

---

- Fusibles tipo clavija de 10A, 15A, 20A
- 4 cables número 14 AWG para conexión con conectores banana de 4 MM
- 2 bombillas 10W R10 W BA 15s

### 5.- Equipos y herramientas

---

Equipos de Protección	Herramientas y equipos
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mandil</li><li>• Guantes de nitrilo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Juego de desarmadores</li><li>• Pinzas, alicates, corta cables, pela cables</li><li>• Banco didáctico de luces</li><li>• Multímetro automotriz</li></ul>

### 6.- Instrucciones:

---

Las siguientes instrucciones están contempladas en el normativo para uso del laboratorio de mecánica automotriz.

- Colocar las mochilas en los casilleros
- Prohibido consumo de alimentos
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.

- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil u overol.
- Utilizar equipos de protección personal para evitar accidentes.
- Al finalizar la práctica limpiar y ordenar la zona de trabajo.

## 7.- Marco teórico:

---

**A desarrollar por el estudiante. Utilice sus propias fuentes de consulta que sean confiables, tales como: libros, tesis, artículos, revistas; utilice gráficos o esquemas.**

A desarrollar por el estudiante:

- Tipos de lámparas en el vehículo usadas para luces direccionales
- Designación de bornes para luces direccionales
- Símbolos de componentes eléctricos en el automóvil
- Funcionamiento de luces direccionales y emergencia
- Lamina bimetálica
- Relés de intermitencia
- Interruptor de emergencia
- Elementos de potencia (relés electromecánicos, relés electrónicos)

## 8.- Actividades a desarrollar

---

Para realizar esta actividad se debe hacer uso del manual de mantenimiento y operación del banco didáctico y seguir sus indicaciones.

### ACTIVIDAD 1: CONEXIÓN DEL SISTEMA DIRECCIONALES Y DE EMERGENCIA

Las luces direccionales del vehículo radican su importancia en indicar a los demás conductores la maniobra que se quiere realizar de esta forma prevenir accidentes. Las luces de emergencia o de estacionamiento tienen la utilidad de indicar un caso de peligro, la parada del vehículo o el caso de que se requiera estacionar.

Debe realizar la conexión del sistema de luces considerando el diagrama eléctrico de la figura 1.

1. Como primer punto se debe alimentar el interruptor de estacionamiento con los bornes 15, 30.
2. El relé de intermitencia de 3 vías debe conectar su borne 49 con los bornes 49 y 30b del interruptor de estacionamiento. El borne 49a del interruptor de estacionamiento debe conectarse con el borne 49a del relé de intermitencia y este a su vez alimentar el borne 49a de la palanca conmutadora.
3. Para alimentar las luces direccionales se realizará a partir de la palanca conmutadora 57L para el lado izquierdo y 57R para el lado derecho.
4. Las luces de emergencia o estacionamiento se alimentan a través de el interruptor de estacionamiento bornes 57L y 57R, en esta ocasión tanto el lado izquierdo como el derecho se encienden al mismo tiempo.

- No olvidar conectar a masa los faros delanteros, traseros y el tablero.

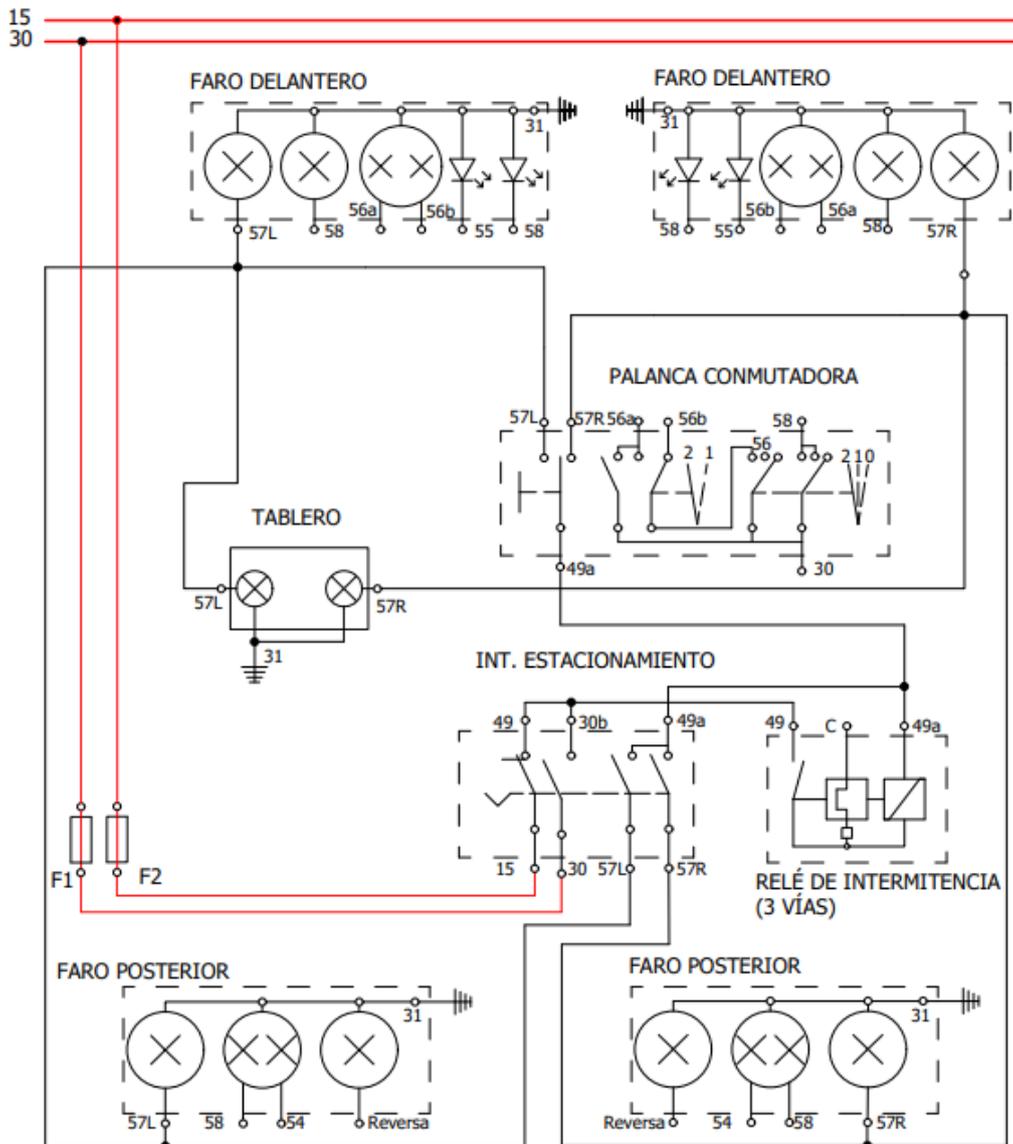


Fig. 11. Diagrama para conexión del sistema de direccionales y emergencia en reposo

## ACTIVIDAD 2: CÁLCULO DE TENSIÓN EN LA BOMBILLA DELANTERA CUANDO SE ENCIENDE EL DIRECCIONAL IZQUIERDO

La caída de tensión es una pérdida de potencial que presentan los conductores eléctricos o cables a determinada distancia, esto es debido a que cuando el voltaje pasa por un conductor una parte de este voltaje se pierde por la resistencia que presenta dicho conductor.

Para calcular la caída de tensión en los circuitos que componen el banco didáctico haremos uso de ecuación 1 obtenida de la ley de ohm despejando el voltaje. Para la resistencia utilizaremos la ecuación 2, los valores de la resistencia física del conductor ( $r$ ) los obtendremos de la tabla 1 y la longitud del cable dependerá del circuito.

$$V_{\downarrow} = I \times R \quad \text{E.c. 1}$$

$$R = r \times L \quad \text{E.c. 2}$$

Tabla 35. Calibre de cables para uso automotriz

Código AWG	Área mm <sup>2</sup>	Resistencia en Ω por Km	Corriente en Amperios
8	8,37	2,03	24
10	5,26	3,23	19
12	3,31	5,13	9,5
14	2,08	8,17	6
16	1,31	12,9	3,7
18	0,82	20,73	2,5
20	0,52	32,69	1,6
22	0,33	51,5	0,92

Para medir el voltaje no es necesario realizar ninguna modificación en el circuito, simplemente se conecta el multímetro como se muestra en la figura 2, en paralelo con el elemento que se requiere medir.

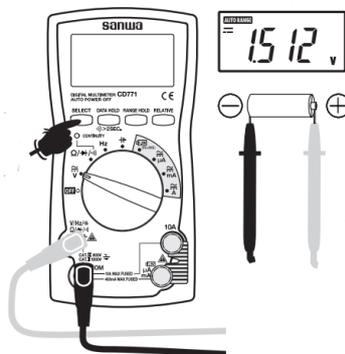


Fig. 12. Medición de voltaje con multímetro

Para comprobar la caída de tensión que produce el cable y afecta a la bombilla se debe realizar la medición de la tensión de la fuente y restarlo con la tensión en la bombilla, entonces obtendremos la caída de tensión en el cable, ver ecuación 3. Los resultados obtenidos en esta actividad se deben completar en la tabla 3.

$$E_{\text{cable}} = E_{\text{bombilla}} - E_{\text{fuente}} \quad \text{E.c. 3}$$

### ACTIVIDAD 3: CÁLCULO DE LA INTENSIDAD CONSUMIDA POR LAS LUCES DE EMERGENCIA

Normalmente las bombillas constan de una inscripción donde indican la potencia en Watios como se indica en la figura 3 y conociendo el voltaje de la batería es posible conocer la resistencia de una bombilla a través de la ecuación 4. Las características de la bombilla se pueden obtener tras una inspección visual o consultado en el manual de la maqueta.



Fig. 13. Inscripción con los detalles de la bombilla

$$R = \frac{V^2}{P} \quad \text{E.c. 4}$$

Conociendo la resistencia de la bombilla se aplica la ecuación 1 de la ley de ohm para determinar la intensidad que consume la bombilla, los resultados obtenidos se deben colocar en la tabla 4.

Para la medición de corriente del circuito hay que tener cuidado de colocar los terminales en el multímetro en los bornes y escala adecuados si no lo realiza puede dañar el instrumento de medida, coloque los terminales como se visualiza en la figura 4, la posición seleccionada es para medir mA. Los resultados que se obtienen en este apartado se deben colocar en la tabla 4.



Fig. 14. Colocación de los terminales del multímetro en mA

**Nota:** para realizar la medición de amperaje se debe interrumpir el circuito y realizar la medición en serie.

#### ACTIVIDAD 4: CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN (F1, F2, F3, F4)

Para realizar el cálculo de los fusibles a utilizar tendremos dos casos, el primero que se muestra en la figura 5 (un solo consumidor) para lo cual utilizaremos la ecuación 5 y el segundo caso que se muestra en la figura 6 (varios consumidores) para lo cual se utiliza la ecuación 6. Los resultados que se deduzcan aquí se deben colocar en la tabla 5.

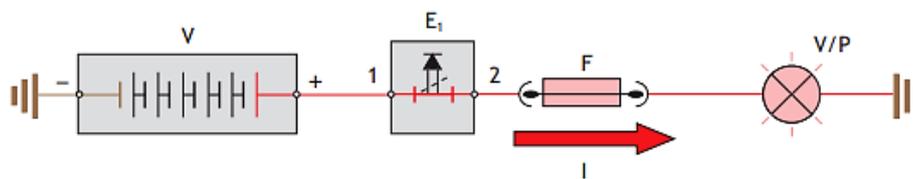


Fig. 15. Fusible que protege un solo consumidor

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

E.c. 5

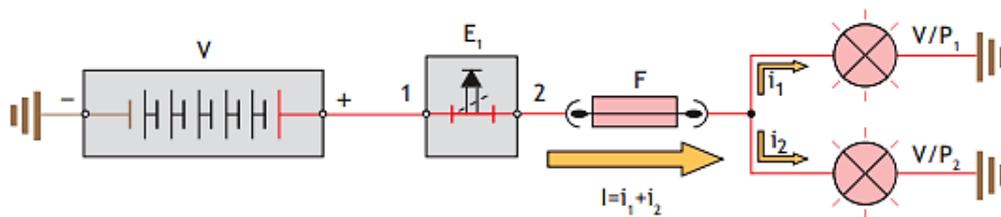


Fig. 16. Fusible que protege varios consumidores

$$I = \frac{P_1 + P_2}{V}$$

E.c. 6

**Nota:** es importante saber que la selección del fusible de protección se debe hacer considerando un fusible que este por encima del amperaje calculado, exactamente el inmediato superior, por ejemplo, si calculamos un consumo de 20 A se deberá disponer un fusible de 25 A. En esta ocasión consideraremos la tabla 2 para desarrollar esta actividad.

*Tabla 36. Código de colores de los fusibles de clavija.*

Color	Intensidad
Violeta	3A
Rosa	4A
Beige	5A
Marrón	7,5A
Rojo	10A
Azul	15A
Amarillo	20A
Blanco	25A
Verde	30A

## 9.- Resultados obtenidos

### ACTIVIDAD 2: CÁLCULO DE TENSIÓN EN LA BOMBILLA DELANTERA CUANDO SE ENCIENDE EL DIRECCIONAL IZQUIERDO

El error puede ser medido valiéndose de la siguiente ecuación:

$$e = \frac{(\text{valor medido} - \text{valor calculado})}{\text{valor calculado}}$$

Tabla 37. Tensión en una bombilla delantera direccional izquierdo.

	Valor de voltaje medido	Valor de voltaje calculado	Error
<b>BOMBILLA DELANTERA DIRECCIONAL IZQUIERDO</b>			
<b>CAIDA DE TENSIÓN EN EL CABLE</b>			

**ACTIVIDAD 3: CÁLCULO DE LA INTENSIDAD CONSUMIDA POR LAS LUCES DE EMERGENCIA**

Tabla 38. Intensidad consumida por el sistema de luces de emergencia.

ELEMENTO	Valor medido	Valor calculado	Error
<b>DIRECCIONAL DELANTERO L</b>			
<b>DIRECCIONAL DELANTERO R</b>			
<b>TESTIGO L</b>			
<b>TESTIGO R</b>			
<b>DIRECCIONAL POSTERIOR L</b>			
<b>DIRECCIONAL POSTERIOR R</b>			
<b>TOTAL</b>			

## ACTIVIDAD 7: CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN (F1, F2)

Tabla 39. Fusibles de protección

		F1	F2
AMPERAJE DE FUSIBLE			

### 10.- Discusión

---

A desarrollar por el estudiante. Discuta sobre los resultados obtenidos y actividades desarrolladas, enfatice lo alcanzado en la práctica, así como las deficiencias encontradas.

### 11.- Conclusiones

---

A desarrollar por el estudiante en función de los objetivos propuestos.

### 12.- Recomendaciones

---

Citar las recomendaciones pertinentes que haya detectado durante la ejecución de la práctica

### 13.- Preguntas y ejercicios de control

---

A desarrollar por el estudiante.

- ¿Qué tipo de bombilla se utiliza para las luces direccionales y de parqueo?
- ¿Qué elementos se encuentran dentro del grupo de luces de posición?
- ¿Con que denominación de borne se identifican los faros direccionales derecha e izquierda?
- ¿A través de que borne se alimenta las luces de parqueo?
- ¿Cuál es el principio de funcionamiento del relé de intermitencia? Explique.
- ¿Se puede reemplazar un relé de intermitencia de 3 pines por uno de 2 pines?
- ¿Cuáles son las funciones eléctricas que realiza el conmutador de emergencia?
- ¿En qué aspecto han evolucionado los temporizadores de intermitencia del automóvil?
- ¿Cuál es la potencia eléctrica de los circuitos de intermitencia y emergencia de un vehículo de turismo con 3 bombillas (una de lateral)?

**14.- Bibliografía (Añada la que crea conveniente a las ya citadas siguiente el formato expuesto. Tomar en cuenta que la bibliografía que cite debe ser de una fuente confiable, de preferencia utilice libros, artículos, revistas, tesis, entre otras se dota de algunos ejemplos en este apartado)**

---

- Pardiñas, J. Sistemas Auxiliares del motor. 1st ed. Ed. Editex. España, 2017.
- FERRER VIÑAS, SALVADOR. CIRCUITOS ELECTRICOS DEL AUTOMOVIL. MADRID 2 DA 2006 PARANINFO 9788428329125.

- Domínguez, E. J., & Ruiz, J. (2018). Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo. Madrid: EDITEX.
- Ros, J., & Barrera, Ó. (2011). Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad. Madrid: Paraninfo.

**15.- Porcentaje de participación de los miembros del grupo**  
**(Sírvanse ponderar la participación de todos los integrantes del grupo)**

---

Nombres y Apellidos	Porcentaje de participación

**16.- Anexos (Añada la información complementaria que crea conveniente)**

---

## Anexo 6: Práctica 3

### 1.-Tema:

---

- **Conexión y comprobación de luces de freno y reversa**

### 2.-Objetivos:

---

- Identificar los elementos que componen el sistema de luces de freno y reversa
- Realizar la conexión del sistema de luces de freno y reversa
- Medir el consumo de los componentes del sistema de luces de freno y reversa

### 3.- Resultados de aprendizaje

---

- Establece reglajes adecuados que se debe dar a los elementos que conforman el sistema de mando e iluminación, así de sistemas auxiliares como el limpia parabrisas, luneta térmica, lavaparabrisas, mediante el uso de normativas e instrumentos de calibración óptimos que garantice su correcto funcionamiento, buena visibilidad y seguridad en la vial, actuando forma honesta y transparente

### 4.- Materiales y reactivos.

---

- Fusibles tipo clavija de 10A, 15A.
- 4 cables número 14 AWG para conexión con conectores banana de 4 MM
- 2 bombillas 10W R10 W BA 15s

### 5.- Equipos y herramientas

---

Equipos de Protección	Herramientas y equipos
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mandil</li><li>• Guantes de nitrilo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Juego de desarmadores</li><li>• Pinzas, alicates, corta cables, pela cables</li><li>• Banco didáctico de luces</li><li>• Multímetro automotriz</li></ul>

### 6.- Instrucciones:

---

Las siguientes instrucciones están contempladas en el normativo para uso del laboratorio de mecánica automotriz.

- Colocar las mochilas en los casilleros
- Prohibido consumo de alimentos
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.

- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil u overol.
- Utilizar equipos de protección personal para evitar accidentes.
- Al finalizar la práctica limpiar y ordenar la zona de trabajo.

## **7.- Marco teórico:**

---

**A desarrollar por el estudiante. Utilice sus propias fuentes de consulta que sean confiables, tales como: libros, tesis, artículos, revistas; utilice gráficos o esquemas.**

- Tipos de lámparas en el vehículo usadas para luces de freno y reversa
- Designación de bornes para luces de freno y reversa
- Símbolos de componentes eléctricos en el automóvil
- Interruptor de freno
- Interruptor de reversa

## **8.- Actividades a desarrollar**

---

Para realizar esta actividad se debe hacer uso del manual de mantenimiento y operación del banco didáctico y seguir sus indicaciones.

### **ACTIVIDAD 1: CONEXIÓN DEL SISTEMA DE LUCES DE FRENO Y REVERSA**

Las luces de reversa funcionan al activar la marcha atrás en el vehículo, por lo general suelen ser de color blanco y su función es de advertir a los demás conductores que el vehículo va a realizar la marcha hacia atrás. Las luces de freno se encienden cuando el conductor acciona el pedal de freno e indica la desaceleración del vehículo.

Debe realizar la conexión del sistema de luces considerando el diagrama eléctrico de la figura 1.

1. A través del borne 15 del switch de encendido se alimentará F1 y este a su vez el interruptor de reversa el cual da paso de energía a las bombillas de reversa cuando se acciona el interruptor.
2. A través del borne 30 del switch de encendido se alimentará F2 y este a su vez el interruptor de freno el cual da paso de energía a las bombillas de freno (borne 54) cuando se acciona el interruptor o pedal.
3. No olvidar conectar a masa las dos luces posteriores para su correcto funcionamiento.

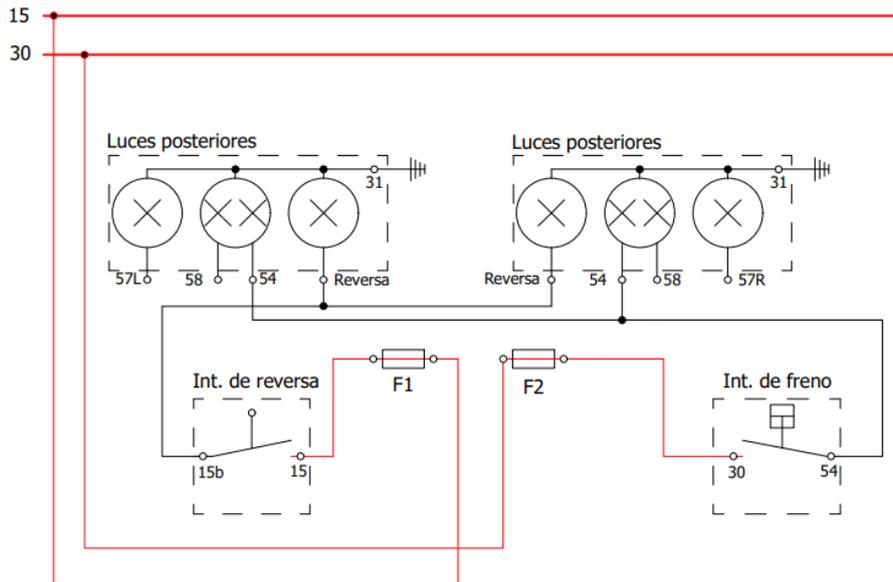


Fig. 17. Diagrama para conexión del sistema de luces de freno y reversa en reposo

## ACTIVIDAD 2: CÁLCULO DE TENSIÓN CON LAS LUCES DE REVERSA ACTIVADAS

La caída de tensión es una pérdida de potencial que presentan los conductores eléctricos o cables a determinada distancia, esto es debido a que cuando el voltaje pasa por un conductor una parte de este voltaje se pierde por la resistencia que presenta dicho conductor.

Para calcular la caída de tensión en los circuitos que componen el banco didáctico haremos uso de ecuación 1 obtenida de la ley de ohm despejando el voltaje. Para la resistencia utilizaremos la ecuación 2, los valores de la resistencia física del conductor ( $r$ ) los obtendremos de la tabla 1 y la longitud del cable dependerá del circuito.

$$V_d = I \times R \quad \text{E.c. 1}$$

$$R = r \times L \quad \text{E.c. 2}$$

Tabla 40. Calibre de cables para uso automotriz

Código AWG	Área mm <sup>2</sup>	Resistencia en Ω por Km	Corriente en Amperios
8	8,37	2,03	24
10	5,26	3,23	19

12	3,31	5,13	9,5
14	2,08	8,17	6
16	1,31	12,9	3,7
18	0,82	20,73	2,5
20	0,52	32,69	1,6
22	0,33	51,5	0,92

---

Para medir el voltaje no es necesario realizar ninguna modificación en el circuito, simplemente se conecta el multímetro como se muestra en la figura 2, en paralelo con el elemento que se requiere medir.

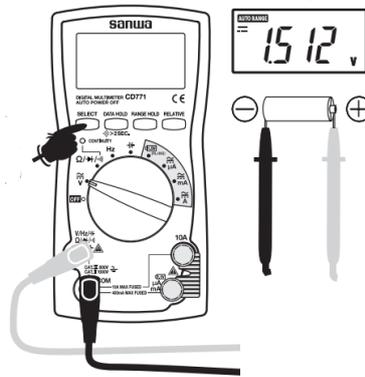


Fig. 18. Medición de voltaje con multímetro

Para comprobar la caída de tensión que produce el cable y afecta a la bombilla se debe realizar la medición de la tensión de la fuente y restarlo con la tensión en la bombilla, entonces obtendremos la caída de tensión en el cable, ver ecuación 3. Los resultados obtenidos en esta actividad se deben completar en la tabla 3.

$$E_{\text{cable}} = E_{\text{bombilla}} - E_{\text{fuente}}$$

E.c. 3

### ACTIVIDAD 3: CÁLCULO DE LA INTENSIDAD CONSUMIDA POR TODOS LOS ELEMENTOS DEL CIRCUITO

Normalmente las bombillas constan de una inscripción donde indican la potencia en Watios como se indica en la figura 3 y conociendo el voltaje de la batería es posible conocer la resistencia de una bombilla a través de la ecuación 4. Las características de la bombilla se pueden obtener tras una inspección visual o consultado en el manual de la maqueta.



Fig. 19. Inscripción con los detalles de la bombilla

$$R = \frac{V^2}{P}$$

E.c. 4

Conociendo la resistencia de la bombilla se aplica la ecuación 1 de la ley de ohm para determinar la intensidad que consume la bombilla, los resultados obtenidos se deben colocar en la tabla 4.

Para la medición de corriente del circuito hay que tener cuidado de colocar los terminales en el multímetro en los bornes y escala adecuados si no lo realiza puede dañar el instrumento de medida, coloque los terminales como se visualiza en la figura 4, la posición seleccionada es para medir mA. Los resultados que se obtienen en este apartado se deben colocar en la tabla 4.



Fig. 20. Colocación de los terminales del multímetro en mA

**Nota:** para realizar la medición de amperaje se debe interrumpir el circuito y realizar la medición en serie.

#### ACTIVIDAD 4: CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN (F1, F2)

Para realizar el cálculo de los fusibles a utilizar tendremos dos casos, el primero que se muestra en la figura 5 (un solo consumidor) para lo cual utilizaremos la ecuación 5 y el segundo caso que se muestra en la figura 6 (varios consumidores) para lo cual se utiliza la ecuación 6. Los resultados que se deduzcan aquí se deben colocar en la tabla 5.

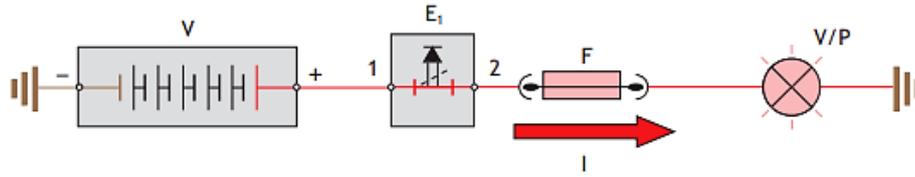


Fig. 21. Fusible que protege un solo consumidor

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

E.c. 5

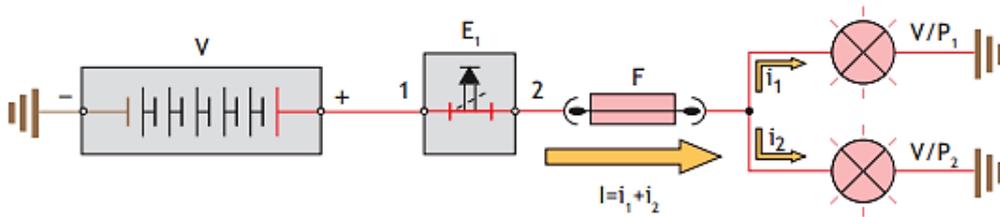


Fig. 22. Fusible que protege varios consumidores

$$I = \frac{P_1 + P_2}{V}$$

E.c. 6

**Nota:** es importante saber que la selección del fusible de protección se debe hacer considerando un fusible que este por encima del amperaje calculado, exactamente el inmediato superior, por ejemplo, si calculamos un consumo de 20 A se deberá disponer un fusible de 25 A. En esta ocasión consideraremos la tabla 2 para desarrollar esta actividad.

Tabla 41. Código de colores de los fusibles de clavija.

Color	Intensidad
Violeta	3A
Rosa	4A
Beige	5A
Marrón	7,5A
Rojo	10A
Azul	15A
Amarillo	20A

Blanco	25A
Verde	30A

---

### 9.- Resultados obtenidos

#### ACTIVIDAD 2: CÁLCULO DE TENSIÓN CON LAS LUCES DE REVERSA ACTIVADAS

El error puede ser medido valiéndose de la siguiente ecuación:

$$e = \frac{(\text{valor medido} - \text{valor calculado})}{\text{valor calculado}}$$

Tabla 42. Tensión en bombillas de reversa.

	Valor de voltaje medido	Valor de voltaje calculado	Error
<b>CAIDA DE TENSIÓN BOMBILLAS DE REVERSA</b>			
<b>CAIDA DE TENSIÓN EN EL CABLE</b>			

#### ACTIVIDAD 3: CÁLCULO DE LA INTENSIDAD CONSUMIDA POR TODOS LOS ELEMENTOS DEL CIRCUITO

Tabla 43. Intensidad consumida por el sistema de luces de freno y reversa.

ELEMNTO	Valor medido	Valor calculado	Error
<b>BOMBILLA REVERSA L</b>			
<b>BOMBILLA REVERSA R</b>			
<b>BOMBILLA DE FRENO L</b>			
<b>BOMBILLA DE FRENO R</b>			
<b>TOTAL</b>			

#### ACTIVIDAD 4: CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN (F1, F2)

Tabla 44. Fusibles de protección

		F1	F2
AMPERAJE DE FUSIBLE			

#### 10.- Discusión

---

A desarrollar por el estudiante. Discuta sobre los resultados obtenidos y actividades desarrolladas, enfatice lo alcanzado en la práctica, así como las deficiencias encontradas.

#### 11.- Conclusiones

---

A desarrollar por el estudiante en función de los objetivos propuestos.

#### 12.- Recomendaciones

---

Citar las recomendaciones pertinentes que haya detectado durante la ejecución de la práctica

#### 13.- Preguntas y ejercicios de control

---

A desarrollar por el estudiante.

- ¿Qué tipo de bombilla normalmente se utiliza para la luz de freno?
- ¿Qué tipo de interruptor se utiliza para las luces de freno?
- ¿Con que denominación de borne se identifica a las luces de freno y reversa?
- ¿Con que borne se alimenta el interruptor de reversa?
- ¿Normalmente en que parte del vehículo se ubica el interruptor de reversa?

**14.- Bibliografía (Añada la que crea conveniente a las ya citadas siguiente el formato expuesto. Tomar en cuenta que la bibliografía que cite debe ser de una fuente confiable, de preferencia utilice libros, artículos, revistas, tesis, entre otras se dota de algunos ejemplos en este apartado)**

---

- Pardiñas, J. Sistemas Auxiliares del motor. 1st ed. Ed. Editex. España, 2017.
- FERRER VIÑAS, SALVADOR. CIRCUITOS ELECTRICOS DEL AUTOMOVIL. MADRID 2 DA 2006 PARANINFO 9788428329125.
- Domínguez, E. J., & Ruiz, J. (2018). Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo. Madrid: EDITEX.
- Ros, J., & Barrera, Ó. (2011). Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad. Madrid: Paraninfo.

**15.- Porcentaje de participación de los miembros del grupo (Sírvanse ponderar la participación de todos los integrantes del grupo)**

---

Nombres y Apellidos	Porcentaje de participación

**16.- Anexos (Añada la información complementaria que crea conveniente)**

---

## Anexo 7: Práctica 4

### 1.-Tema:

---

- **Conexión y comprobación de luces de cruce-carretera**

### 2.-Objetivos:

---

- Identificar los elementos que componen el sistema de luces de cruce-carretera
- Realizar la conexión del sistema de luces de cruce y carretera
- Medir el consumo de los componentes del sistema de luces de cruce-carretera

### 3.- Resultados de aprendizaje

---

- Establece reglajes adecuados que se debe dar a los elementos que conforman el sistema de mando e iluminación, así de sistemas auxiliares como el limpia parabrisas, luneta térmica, lavaparabrisas, mediante el uso de normativas e instrumentos de calibración óptimos que garantice su correcto funcionamiento, buena visibilidad y seguridad en la vial, actuando forma honesta y transparente

### 4.- Materiales y reactivos.

---

- Fusibles tipo clavija de 10A, 15A, 20A
- 4 cables número 14 AWG para conexión con conectores banana de 4 MM

### 5.- Equipos y herramientas

---

Equipos de Protección	Herramientas y equipos
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mandil</li><li>• Guantes de nitrilo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Juego de desarmadores</li><li>• Pinzas, alicates, corta cables, pela cables</li><li>• Banco didáctico de luces</li><li>• Multímetro automotriz</li></ul>

### 6.- Instrucciones:

---

Las siguientes instrucciones están contempladas en el normativo para uso del laboratorio de mecánica automotriz.

- Colocar las mochilas en los casilleros
- Prohibido consumo de alimentos
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.

- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil u overol.
- Utilizar equipos de protección personal para evitar accidentes.
- Al finalizar la práctica limpiar y ordenar la zona de trabajo.

## 7.- Marco teórico:

---

**A desarrollar por el estudiante. Utilice sus propias fuentes de consulta que sean confiables, tales como: libros, tesis, artículos, revistas; utilice gráficos o esquemas.**

- Principios básicos de iluminación
- Luces de cruce-carretera
- Tipos de faros
- Tipos de lámparas en el vehículo usadas para luces de cruce-carretera
- Conexiones de luces cruce-carretera en sistemas Bus-Cam
- Designación de bornes para luces de cruce-carretera
- Símbolos de componentes eléctricos en el automóvil
- Elementos de potencia (relés electromecánicos, relés electrónicos)
- Alumbrado doble
- Última tecnología en ópticas

## 8.- Actividades a desarrollar

---

Para realizar esta actividad se debe hacer uso del manual de mantenimiento y operación del banco didáctico y seguir sus indicaciones.

### ACTIVIDAD 1: CONEXIÓN DEL SISTEMA DE LUCES DE CRUCE-CARRETERA

Las luces de cruce sirven para iluminar la parte más cercana de la carretera y además una de sus características es no deslumbrar a los otros conductores. Por otro lado, las luces de carretera se utilizan cuando la iluminación en la vía es escasa.

Debe realizar la conexión del sistema de luces considerando el diagrama eléctrico de la figura 1.

1. Por medio del switch de encendido borne 15 alimentaremos el relé 1 de luces bajas, relé 2 de luces altas pasando por la caja de fusibles (F1 y F2 respectivamente), también se debe alimentar la palanca conmutadora a través del borne 30.
2. Por medio del borne 56b de la palanca conmutadora conectaremos el borne 86 del relé 1, y por medio del borne 56a de la palanca conmutadora alimentaremos el borne 86 del relé 2. En este punto se debe conectar a tierra los dos relés mediante sus bornes 85.
3. El relé 1 utilizando el borne 87 debe alimentar el borne 56b del faro delantero derecho. Mediante el otro borne 87 del mismo relé el borne 56b del faro delantero izquierdo y el testigo de luces bajas.

4. El relé 2 utilizando el borne 87 debe alimentar el borne 56a del faro delantero derecho. Mediante el otro borne 87 del mismo relé alimentar el borne 56a del faro delantero izquierdo y el testigo de luces altas.
5. No olvidar poner a masa los dos faros delanteros, los dos relés y el tablero mediante los bornes 31.

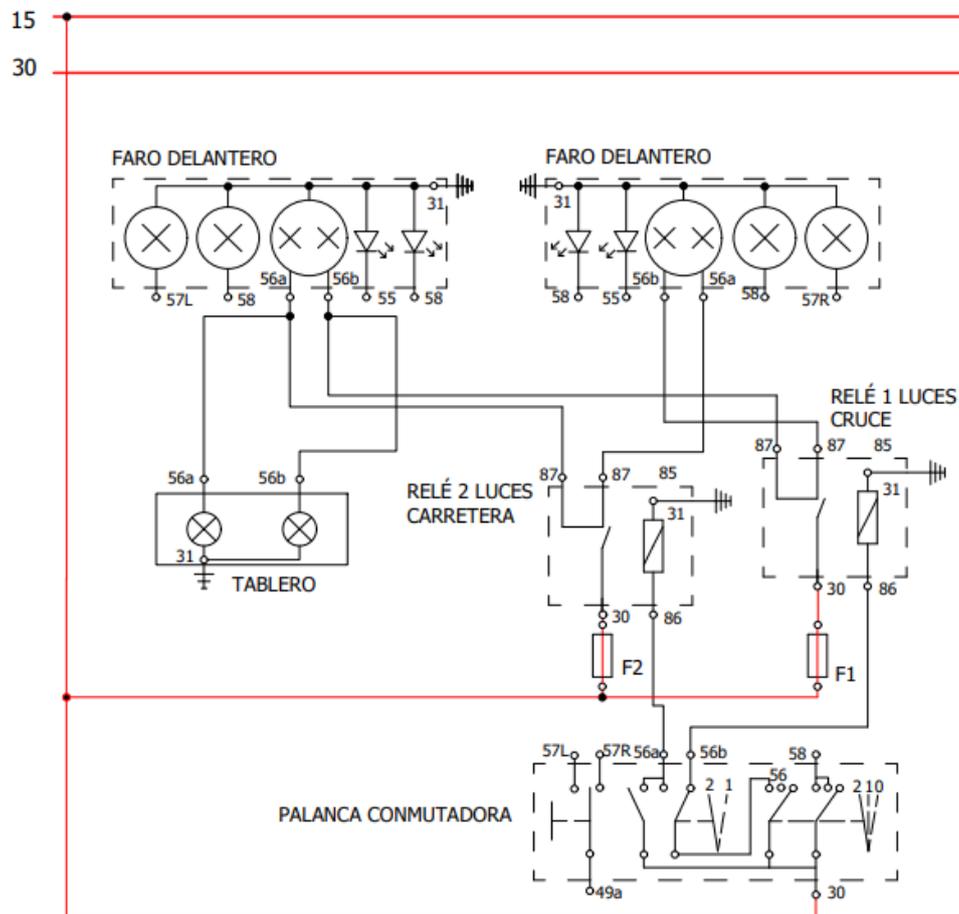


Fig. 23. Diagrama para conexión del sistema de luces cruce-carretera en reposo.

## ACTIVIDAD 2: CÁLCULO DE TENSIÓN CUANDO SE ACTIVAN LAS LUCES DE CRUCE (UNA BOMBILLA)

La caída de tensión es una pérdida de potencial que presentan los conductores eléctricos o cables a determinada distancia, esto es debido a que cuando el voltaje pasa por un conductor una parte de este voltaje se pierde por la resistencia que presenta dicho conductor.

Para calcular la caída de tensión en los circuitos que componen el banco didáctico haremos uso de ecuación 1 obtenida de la ley de ohm despejando el voltaje. Para la resistencia utilizaremos la ecuación 2, los valores de la resistencia física del conductor ( $r$ ) los obtendremos de la tabla 1 y la longitud del cable dependerá del circuito.

$$V_l = I \times R$$

E.c. 1

$$R = r \times L$$

E.c. 2

Tabla 45. Calibre de cables para uso automotriz

Código AWG	Área mm <sup>2</sup>	Resistencia en Ω por Km	Corriente en Amperios
8	8,37	2,03	24
10	5,26	3,23	19
12	3,31	5,13	9,5
14	2,08	8,17	6
16	1,31	12,9	3,7
18	0,82	20,73	2,5
20	0,52	32,69	1,6
22	0,33	51,5	0,92

Para medir el voltaje no es necesarios realizar ninguna modificación en el circuito, simplemente se conecta el multímetro como se muestra en la figura 2, en paralelo con el elemento que se requiere medir.

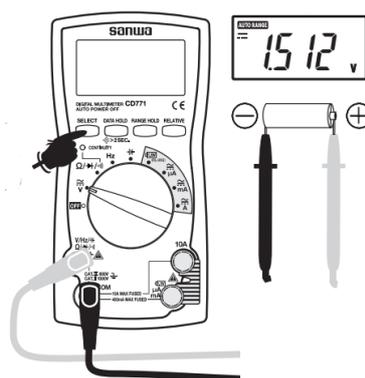


Fig. 24. Medición de voltaje con multímetro

Para comprobar la caída de tensión que produce el cable y afecta a la bombilla se debe realizar la medición de la tensión de la fuente y restarlo con la tensión en la bombilla, entonces obtendremos la caída de tensión en el cable, ver ecuación 3. Los resultados obtenidos en esta actividad se deben completar en la tabla 3.

$$E_{\text{cable}} = E_{\text{bombilla}} - E_{\text{fuente}}$$

E.c. 3

### ACTIVIDAD 3: CÁLCULO DE LA INTENSIDAD CONSUMIDA POR LAS LUCES DE CRUCE-CARRETERA

Normalmente las bombillas constan de una inscripción donde indican la potencia en Watios como se indica en la figura 3 y conociendo el voltaje de la batería es posible conocer la resistencia de una bombilla a través de la ecuación 4. Las características de la bombilla se pueden obtener tras una inspección visual o consultado en el manual de la maqueta.



Fig. 25. Inscripción con los detalles de la bombilla

$$R = \frac{V^2}{P}$$

E.c. 4

Conociendo la resistencia de la bombilla se aplica la ecuación 1 de la ley de ohm para determinar la intensidad que consume la bombilla, los resultados obtenidos se deben colocar en la tabla 4.

Para la medición de corriente del circuito hay que tener cuidado de colocar los terminales en el multímetro en los bornes y escala adecuados si no lo realiza puede dañar el instrumento de medida, coloque los terminales como se visualiza en la figura 4, la posición seleccionada es para medir mA. Los resultados que se obtienen en este apartado se deben colocar en la tabla 4.

Es importante indicar que se sacaran dos valores totales de intensidad, uno donde intervienen los consumidores de la luz de cruce y otro donde intervienen los consumidores de la luz de carretera.



Fig. 26. Colocación de los terminales del multímetro en mA

**Nota:** para realizar la medición de amperaje se debe interrumpir el circuito y realizar la medición en serie.

#### ACTIVIDAD 4: CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN (F1, F2)

Para realizar el cálculo de los fusibles a utilizar tendremos dos casos, el primero que se muestra en la figura 5 (un solo consumidor) para lo cual utilizaremos la ecuación 5 y el segundo caso que se muestra en la figura 6 (varios consumidores) para lo cual se utiliza la ecuación 6. Los resultados que se deduzcan aquí se deben colocar en la tabla 5.

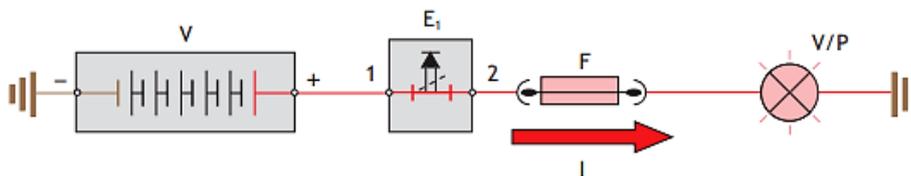


Fig. 27. Fusible que protege un solo consumidor

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

E.c. 5

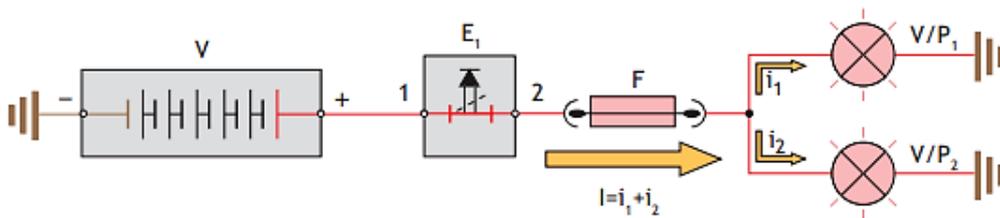


Fig. 28. Fusible que protege varios consumidores

$$I = \frac{P_1 + P_2}{V}$$

E.c. 6

**Nota:** es importante saber que la selección del fusible de protección se debe hacer considerando un fusible que este por encima del amperaje calculado, exactamente el inmediato superior, por ejemplo, si calculamos un consumo de 20 A se deberá disponer un fusible de 25 A. En esta ocasión consideraremos la tabla 2 para desarrollar esta actividad.

*Tabla 46. Código de colores de los fusibles de clavija.*

Color	Intensidad
Violeta	3A
Rosa	4A
Beige	5A
Marrón	7,5A
Rojo	10A
Azul	15A
Amarillo	20A
Blanco	25A
Verde	30A

## **9.- Resultados obtenidos**

### **ACTIVIDAD 2: CÁLCULO DE TENSIÓN CUANDO SE ACTIVAN LAS LUCES DE CRUCE (UNA BOMBILLA)**

El error puede ser medido valiéndose de la siguiente ecuación:

$$e = \frac{(\text{valor medido} - \text{valor calculado})}{\text{valor calculado}}$$

Tabla 47. Tensión en una bombilla delantera (luces de cruce).

	Valor de voltaje medido	Valor de voltaje calculado	Error
CAIDA DE TENSIÓN EN LA BOMBILLA			
CAIDA DE TENSIÓN EN EL CABLE			

**ACTIVIDAD 3: CÁLCULO DE LA INTENSIDAD CONSUMIDA POR LAS LUCES DE CRUCE-CARRETERA**

Tabla 48. Intensidad consumida por el sistema de luces cruce-carretera.

ELEMENTO	Valor medido	Valor calculado	Error
LUZ CRUCE L			
LUZ CRUCE R			
TESTIGO CRUCE			
TOTAL			
LUZ CARRETERA L			
LUZ CARRETERA R			
TESTIGO CARRETERA			
TOTAL			

**ACTIVIDAD 4: CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN (F1, F2)**

Tabla 49. Fusibles de protección

	F1	F2
AMPERAJE DE FUSIBLE		

**10.- Discusión**

---

A desarrollar por el estudiante. Discuta sobre los resultados obtenidos y actividades desarrolladas, enfatice lo alcanzado en la práctica, así como las deficiencias encontradas.

## 11.- Conclusiones

---

A desarrollar por el estudiante en función de los objetivos propuestos.

## 12.- Recomendaciones

---

Citar las recomendaciones pertinentes que haya detectado durante la ejecución de la práctica

## 13.- Preguntas y ejercicios de control

---

A desarrollar por el estudiante.

- ¿Qué tipo de bombilla normalmente se utiliza para las luces de cruce-carretera?
- ¿Qué elementos se conectan para el funcionamiento de luces cruce-carretera?
- ¿Con que denominación de borne se identifica a las luces de cruce-carretera?
- Describe el concepto de alumbrado doble
- Realice una comparación de rendimiento lumínico entre las luces de xenón, halógenas y de incandescencia

**14.- Bibliografía (Añada la que crea conveniente a las ya citadas siguiente el formato expuesto. Tomar en cuenta que la bibliografía que cite debe ser de una fuente confiable, de preferencia utilice libros, artículos, revistas, tesis, entre otras se dota de algunos ejemplos en este apartado)**

---

- Pardiñas, J. Sistemas Auxiliares del motor. 1st ed. Ed. Editex. España, 2017.
- FERRER VIÑAS, SALVADOR. CIRCUITOS ELECTRICOS DEL AUTOMOVIL. MADRID 2 DA 2006 PARANINFO 9788428329125.
- Domínguez, E. J., & Ruiz, J. (2018). Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo. Madrid: EDITEX.
- Ros, J., & Barrera, Ó. (2011). Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad. Madrid: Paraninfo.

**15.- Porcentaje de participación de los miembros del grupo**  
**(Sírvanse ponderar la participación de todos los integrantes del grupo)**

---

Nombres y Apellidos	Porcentaje de participación

**16.- Anexos (Añada la información complementaria que crea conveniente)**

---

## Anexo 8: Práctica 5

### 1.-Tema:

---

- **Conexión y comprobación de luces de niebla**

### 2.-Objetivos:

---

- Identificar los elementos que componen el sistema de luces de niebla
- Realizar la conexión del sistema de luces de niebla
- Medir el consumo de los componentes del sistema de luces de niebla

### 3.- Resultados de aprendizaje

---

- Establece reglajes adecuados que se debe dar a los elementos que conforman el sistema de mando e iluminación, así de sistemas auxiliares como el limpia parabrisas, luneta térmica, lavaparabrisas, mediante el uso de normativas e instrumentos de calibración óptimos que garantice su correcto funcionamiento, buena visibilidad y seguridad en la vial, actuando forma honesta y transparente

### 4.- Materiales y reactivos.

---

- Fusibles tipo clavija de 10A, 15A, 20A
- 4 cables número 14 AWG para conexión con conectores banana de 4 MM

### 5.- Equipos y herramientas

---

Equipos de Protección	Herramientas y equipos
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mandil</li><li>• Guantes de nitrilo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Juego de desarmadores</li><li>• Pinzas, alicates, corta cables, pela cables</li><li>• Banco didáctico de luces</li><li>• Multímetro automotriz</li></ul>

### 6.- Instrucciones:

---

Las siguientes instrucciones están contempladas en el normativo para uso del laboratorio de mecánica automotriz.

- Colocar las mochilas en los casilleros
- Prohibido consumo de alimentos
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.

- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil u overol.
- Utilizar equipos de protección personal para evitar accidentes.
- Al finalizar la práctica limpiar y ordenar la zona de trabajo.

## **7.- Marco teórico:**

---

**A desarrollar por el estudiante. Utilice sus propias fuentes de consulta que sean confiables, tales como: libros, tesis, artículos, revistas; utilice gráficos o esquemas.**

- Luces de niebla
- Normativa de luces de niebla en el país
- Tipos de lámparas en el vehículo usadas para luces de niebla
- Designación de bornes para luces de niebla
- Símbolos de componentes eléctricos en el automóvil
- Montaje de luces de niebla

## **8.- Actividades a desarrollar**

---

Para realizar esta actividad se debe hacer uso del manual de mantenimiento y operación del banco didáctico y seguir sus indicaciones.

### **ACTIVIDAD 1: CONEXIÓN DEL SISTEMA DE LUCES DE NIEBLA**

Las luces de niebla son importantes para brindar unas buenas condiciones de visión para el conductor en ambientes donde la niebla es espesa.

Debe realizar la conexión del sistema de luces considerando el diagrama eléctrico de la figura 1.

4. La señal que alimenta el conmutador de neblineros debe provenir de las luces de posición (58), el borne 55 del conmutador de neblineros debe estar conectada con el borne 86 del relé para neblineros.
5. El relé de luces de niebla se alimenta con el borne 30 pasando por F1 de la caja de fusibles.
6. A través de los bornes 87 del relé de luces de niebla se alimentarán los neblineros por el borne 55 tanto izquierdo como derecho
7. No olvidar conectar a masa los dos faros delanteros (31) y el relé de luces de niebla (85).

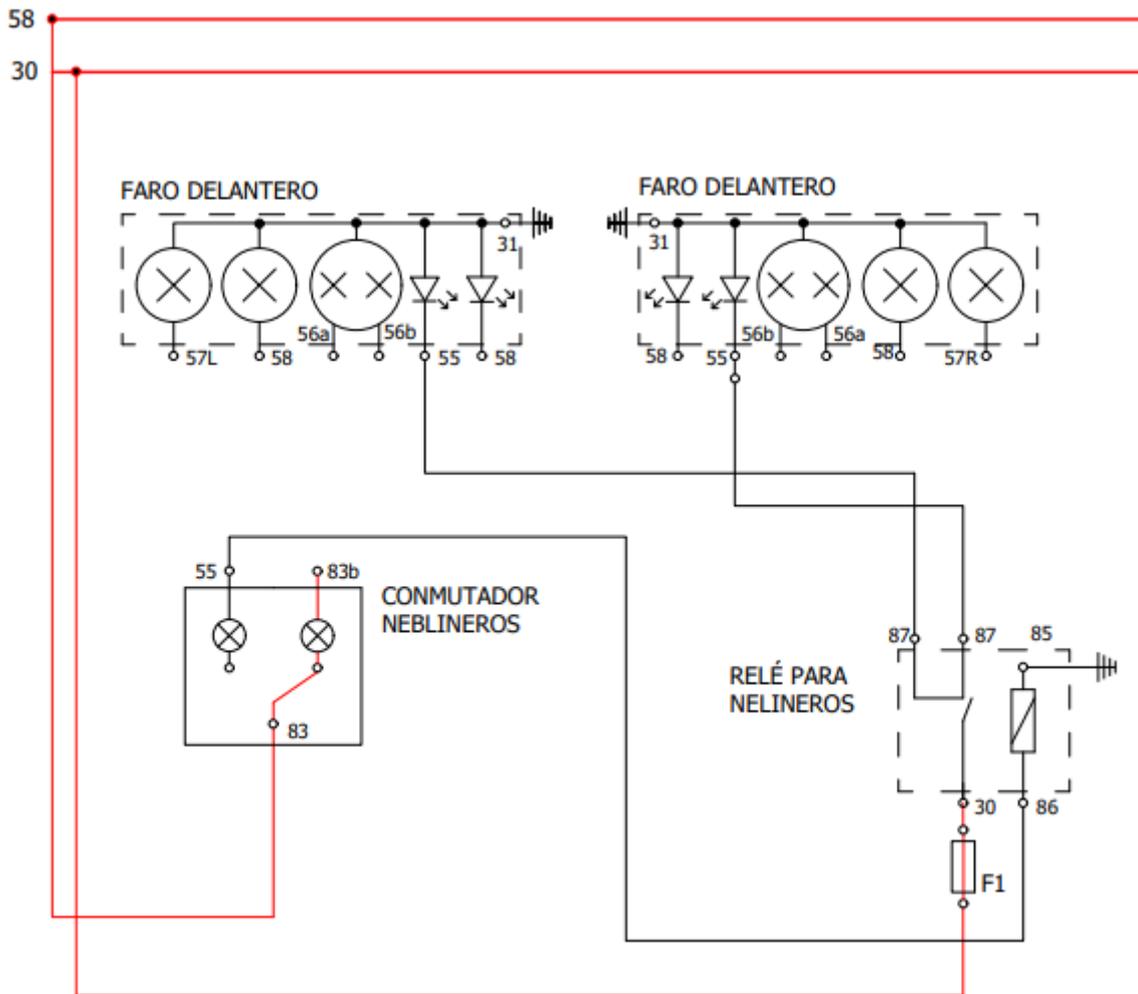


Fig. 29. Diagrama para conexión del sistema de luces de freno y reversa en reposo

## ACTIVIDAD 2: CÁLCULO DE TENSIÓN CON LAS LUCES DE NIEBLA ACTIVADAS

La caída de tensión es una pérdida de potencial que presentan los conductores eléctricos o cables a determinada distancia, esto es debido a que cuando el voltaje pasa por un conductor una parte de este voltaje se pierde por la resistencia que presenta dicho conductor.

Para calcular la caída de tensión en los circuitos que componen el banco didáctico haremos uso de ecuación 1 obtenida de la ley de ohm despejando el voltaje. Para la resistencia utilizaremos la ecuación 2, los valores de la resistencia física del conductor ( $r$ ) los obtendremos de la tabla 1 y la longitud del cable dependerá del circuito.

$$V_{\downarrow} = I \times R \quad \text{E.c. 1}$$

$$R = r \times L \quad \text{E.c. 2}$$

Tabla 50. Calibre de cables para uso automotriz

Código AWG	Área mm <sup>2</sup>	Resistencia en Ω por Km	Corriente en Amperios
8	8,37	2,03	24
10	5,26	3,23	19
12	3,31	5,13	9,5
14	2,08	8,17	6
16	1,31	12,9	3,7
18	0,82	20,73	2,5
20	0,52	32,69	1,6
22	0,33	51,5	0,92

Para medir el voltaje no es necesarios realizar ninguna modificación en el circuito, simplemente se conecta el multímetro como se muestra en la figura 2, en paralelo con el elemento que se requiere medir.

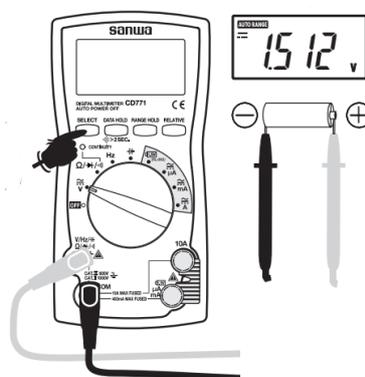


Fig. 30. Medición de voltaje con multímetro

Para comprobar la caída de tensión que produce el cable y afecta a la bombilla se debe realizar la medición de la tensión de la fuente y restarlo con la tensión en la bombilla, entonces obtendremos la caída de tensión en el cable, ver ecuación 3. Los resultados obtenidos en esta actividad se deben completar en la tabla 3.

$$E_{\text{cable}} = E_{\text{bombilla}} - E_{\text{fuente}}$$

E.c. 3

### ACTIVIDAD 3: CÁLCULO DE LA INTENSIDAD CONSUMIDA POR LA LUZ DE NIEBLA

Conociendo la potencia en Watos del elemento y conociendo el voltaje de la batería es posible conocer la resistencia del elemento a través de la ecuación 4. Las características del led de luces de niebla se pueden obtener consultado en el manual de la maqueta.

$$R = \frac{V^2}{P} \quad \text{E.c. 4}$$

Conociendo la resistencia del led se aplica la ecuación 1 de la ley de ohm para determinar la intensidad que consume el led, los resultados obtenidos se deben colocar en la tabla 4.

Para le medición de corriente del circuito hay que tener cuidado de colocar los terminales en el multímetro en los bornes y escala adecuados si no lo realiza puede dañar el instrumento de medida, coloque los terminales como se visualiza en la figura 3, la posición seleccionada es para medir mA. Los resultados que se obtienen en este apartado se deben colocar en la tabla 4.



Fig. 31. Colocación de los terminales del multímetro en mA

**Nota:** para realizar la medición de amperaje se debe interrumpir el circuito y realizar la medición en serie.

### ACTIVIDAD 4: CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN (F1)

Para realizar el cálculo de los fusibles a utilizar tendremos dos casos, el primero que se muestra en la figura 4 (un solo consumidor) para lo cual utilizaremos la ecuación 5 y el segundo caso que se muestra en la figura 5 (varios consumidores) para lo cual se utiliza la ecuación 6. Los resultados que se deduzcan aquí se deben colocar en la tabla 5.

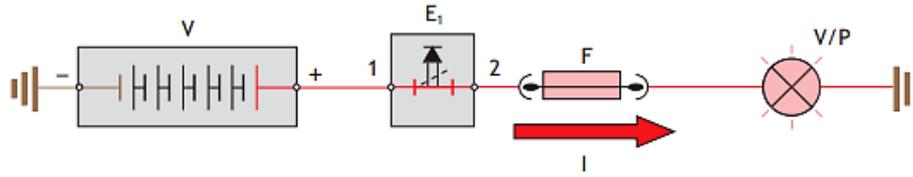


Fig. 32. Fusible que protege un solo consumidor

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

E.c. 5

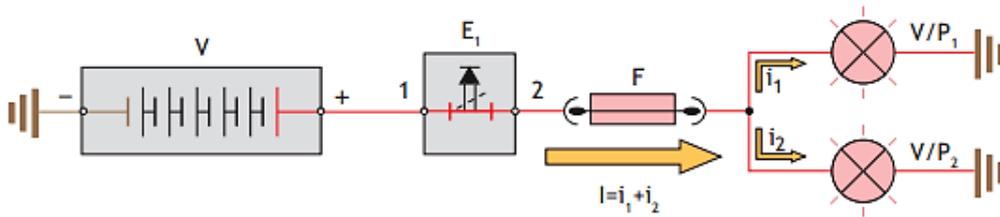


Fig. 33. Fusible que protege varios consumidores

$$I = \frac{P_1 + P_2}{V}$$

E.c. 6

**Nota:** es importante saber que la selección del fusible de protección se debe hacer considerando un fusible que este por encima del amperaje calculado, exactamente el inmediato superior, por ejemplo, si calculamos un consumo de 20 A se deberá disponer un fusible de 25 A. En esta ocasión consideraremos la tabla 2 para desarrollar esta actividad.

Tabla 51. Código de colores de los fusibles de clavija.

Color	Intensidad
Violeta	3A
Rosa	4A
Beige	5A
Marrón	7,5A
Rojo	10A
Azul	15A
Amarillo	20A

Blanco	25A
Verde	30A

---

## 9.- Resultados obtenidos

### ACTIVIDAD 2: CÁLCULO DE TENSIÓN CON LAS LUCES DE NIEBLA ACTIVADAS

El error puede ser medido valiéndose de la siguiente ecuación:

$$e = \frac{(\text{valor medido} - \text{valor calculado})}{\text{valor calculado}}$$

Tabla 52. Tensión en Led de niebla.

	Valor de voltaje medido	Valor de voltaje calculado	Error
CAIDA DE TENSIÓN EN UN LED			
CAIDA DE TENSIÓN EN EL CABLE			

### ACTIVIDAD 3: CÁLCULO DE LA INTENSIDAD CONSUMIDA POR TODOS LOS ELEMENTOS DEL CIRCUITO

Tabla 53. Intensidad consumida por el sistema de led.

ELEMENTO	Valor medido	Valor calculado	Error
BOMBILLA DE NIEBLA L			
BOMBILLA DE NIEBLA R			
TOTAL			

### ACTIVIDAD 4: CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN (F1)

Tabla 54. Fusibles de protección

F1	
AMPERAJE DE FUSIBLE	

## 10.- Discusión

---

A desarrollar por el estudiante. Discuta sobre los resultados obtenidos y actividades desarrolladas, enfatice lo alcanzado en la práctica, así como las deficiencias encontradas.

## 11.- Conclusiones

---

A desarrollar por el estudiante en función de los objetivos propuestos.

## 12.- Recomendaciones

---

Citar las recomendaciones pertinentes que haya detectado durante la ejecución de la práctica

## 13.- Preguntas y ejercicios de control

---

A desarrollar por el estudiante.

- ¿Las luces de niebla traseras son obligatorias?
- ¿con que denominación de borne se identifican las luces de niebla?
- ¿En un montaje didáctico, con que borne deberían alimentarse las luces delanteras y posteriores de niebla?
- ¿Es necesario tener el vehículo en contacto para que se enciendan las luces de niebla?

**14.- Bibliografía (Añada la que crea conveniente a las ya citadas siguiente el formato expuesto. Tomar en cuenta que la bibliografía que cite debe ser de una fuente confiable, de preferencia utilice libros, artículos, revistas, tesis, entre otras se dota de algunos ejemplos en este apartado)**

---

- Pardiñas, J. Sistemas Auxiliares del motor. 1st ed. Ed. Editex. España, 2017.
- FERRER VIÑAS, SALVADOR. CIRCUITOS ELECTRICOS DEL AUTOMOVIL. MADRID 2 DA 2006 PARANINFO 9788428329125.
- Domínguez, E. J., & Ruiz, J. (2018). Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo. Madrid: EDITEX.
- Ros, J., & Barrera, Ó. (2011). Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad. Madrid: Paraninfo.

**15.- Porcentaje de participación de los miembros del grupo  
(Sírvanse ponderar la participación de todos los integrantes del grupo)**

---

Nombres y Apellidos	Porcentaje de participación

**16.- Anexos (Añada la información complementaria que crea conveniente)**

---

## Anexo 9: Práctica 6

### 1.-Tema:

---

- **Conexión y comprobación de cierre centralizado**

### 2.-Objetivos:

---

- Identificar los elementos que componen el sistema de cierre centralizado
- Realizar la conexión del sistema de cierre centralizado
- Realizar comprobaciones en el sistema de cierre centralizado

### 3.- Resultados de aprendizaje

---

- Establece reglajes adecuados que se debe dar a los elementos que conforman el sistema de mando e iluminación, así de sistemas auxiliares como el limpia parabrisas, luneta térmica, lavaparabrisas, mediante el uso de normativas e instrumentos de calibración óptimos que garantice su correcto funcionamiento, buena visibilidad y seguridad en la vial, actuando forma honesta y transparente

### 4.- Materiales y reactivos.

---

- Fusibles tipo clavija de 15A, 20A
- 4 cables número 14 AWG para conexión con conectores banana de 4 MM

### 5.- Equipos y herramientas

---

Equipos de Protección	Herramientas y equipos
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mandil</li><li>• Guantes de nitrilo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Juego de desarmadores</li><li>• Pinzas, alicates, corta cables, pela cables</li><li>• Banco didáctico de cierre centralizado</li><li>• Multímetro automotriz</li></ul>

### 6.- Instrucciones:

---

Las siguientes instrucciones están contempladas en el normativo para uso del laboratorio de mecánica automotriz.

- Colocar las mochilas en los casilleros
- Prohibido consumo de alimentos
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.

- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil u overol.
- Utilizar equipos de protección personal para evitar accidentes.
- Al finalizar la práctica limpiar y ordenar la zona de trabajo.

## **7.- Marco teórico:**

---

**A desarrollar por el estudiante. Utilice sus propias fuentes de consulta que sean confiables, tales como: libros, tesis, artículos, revistas; utilice gráficos o esquemas.**

- Elementos mecánicos de cierre de las puertas
- Conceptos y elementos de los sistemas de cierre
- Tipos de actuadores de bloqueo
- Cierre centralizado con mando a distancia
- Símbolos de componentes eléctricos en el automóvil
- Montaje de luces de niebla

## **8.- Actividades a desarrollar**

---

Para realizar esta actividad se debe hacer uso del manual de mantenimiento y operación del banco didáctico y seguir sus indicaciones.

### **ACTIVIDAD 1: CONEXIÓN DEL SISTEMA DE CIERRE CENTRALIZADO**

Este sistema mejora la seguridad pasiva en el vehículo contra el robo en el habitáculo además del confort en el mismo ya que gracias a un mando a distancia podemos controlar los seguros del vehículo.

Debe realizar la conexión del sistema considerando el diagrama eléctrico de la figura 1.

1. A través de F1 se debe alimentar con +30 el borne 6 del módulo de alarma y con -31 el borne 1 del módulo de alarma. El módulo de cierre centralizado se alimenta con +30 pasando por F2 hacia el borne 5 y con -31 al borne 2.
2. El borne 2 del módulo de alarma debe conectarse con el borne 4 del motor maestro, el borne 4 del módulo de alarma debe conectarse con el borne 1 del motor maestro. En este paso también se debe conectar a tierra (-31) el borne 2 del motor maestro.
3. El borne 4 del motor maestro debe conectarse con el borne 3 del módulo de cierre centralizado, el borne 1 del motor maestro debe conectarse con el borne 1 del módulo de cierre centralizado.
4. El borne 4 del módulo de cierre centralizado alimenta el borne 5 del motor maestro y el borne 6 del módulo de cierre centralizado alimenta el borne 3 del motor maestro.
5. Ahora, se alimentan los motores esclavos a través del motor maestro, el borne 5 del motor maestro alimenta el borne 1 de los motores esclavos y el borne 3 del motor maestro alimenta el borne 2 de los motores esclavos.

6. Una vez energizado el sistema comenzara a escucharse un sonido producido por los relés del módulo de cierre centralizado, se debe pulsar cualquier botón del mando a distancia para que el sistema quede completamente funcional.

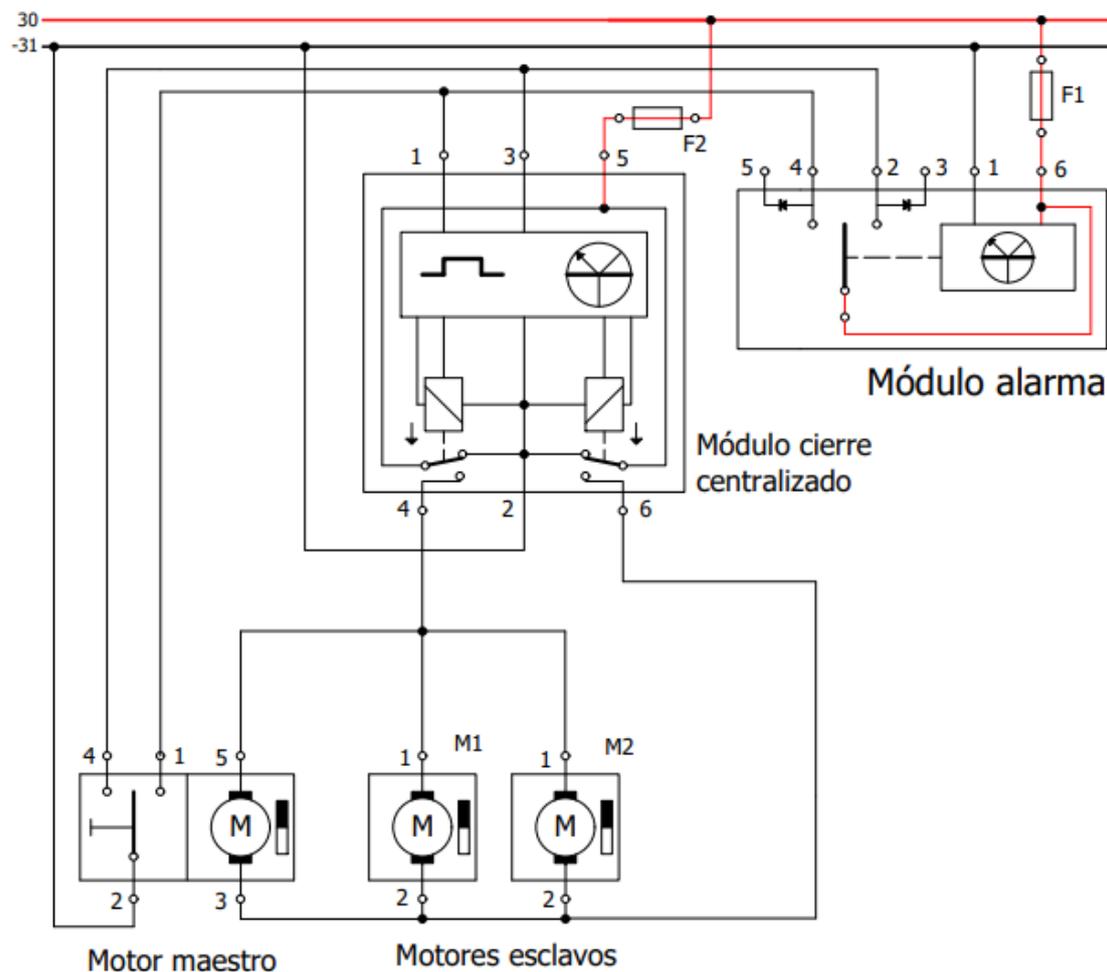


Fig. 34. Diagrama para conexión del sistema de cierre centralizado

## ACTIVIDAD 2: COMPROBACIÓN DE FUNCIONAMIENTO

Una vez realizado el conexionado del sistema de cierre centralizado comprobar si todos los motores funcionan mediante los dos accionamientos: accionamiento mediante el motor maestro y accionamiento mediante el motor a distancia.

## ACTIVIDAD 3: MEDIDA DEL CONSUMO DE VOLTAJE DE CADA UNO DE LOS MOTORES

**Nota:** Para medir el voltaje no es necesarios realizar ninguna modificación en el circuito, simplemente se conecta el multímetro como se muestra en la figura 2, en paralelo con el elemento que se requiere medir. Llenar estos datos en la tabla 1.

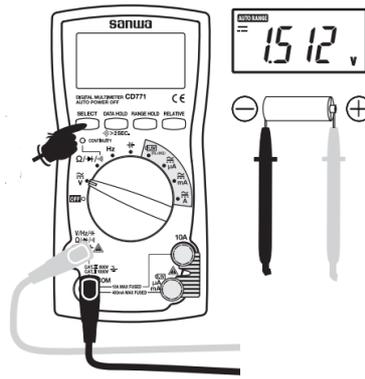


Fig. 35. Medición de voltaje con multímetro

#### ACTIVIDAD 4: POTENCIA CONSUMIDA

Con los datos que se encuentran en el manual de operación y mantenimiento calcular la potencia consumida por cada motor suponiendo que el tiempo de accionamiento sea 1 segundo.

Para ello vamos a utilizar la ecuación 1 para determinar la potencia conociendo la resistencia y la ecuación 2 para determinar la potencia consumida en función del tiempo, estos datos se deberán colocar en la tabla 2.

$$P = I^2 \times R \quad \text{E.c. 1}$$

$$P_c = P \times t \quad \text{E.c. 2}$$

Para la intensidad de cada motor se puede obtener este valor con ayuda del multímetro o con ayuda del manual.

Para la medición de corriente del circuito hay que tener cuidado de colocar los terminales en el multímetro en los bornes y escala adecuados si no lo realiza puede dañar el instrumento de medida, coloque los terminales como se visualiza en la figura 3, la posición seleccionada es para medir mA.



Fig. 36. Colocación de los terminales del multímetro en mA

**Nota:** para realizar la medición de amperaje se debe interrumpir el circuito y realizar la medición en serie.

## 9.- Resultados obtenidos

---

### ACTIVIDAD 3: MEDIDA DEL CONSUMO DE VOLTAJE DE CADA UNO DE LOS MOTORES

Tabla 55. Medida de voltaje en cada motor.

	Valor de voltaje medido
Motor maestro	
Motor esclavo 1	
Motor esclavo 2	

### ACTIVIDAD 4: POTENCIA CONSUMIDA

Tabla 56. Potencia consumida por cada motor

ELEMENTO	Valor calculado
Motor maestro	
Motor esclavo 1	
Motor esclavo 2	

## 10.- Discusión

---

A desarrollar por el estudiante. Discuta sobre los resultados obtenidos y actividades desarrolladas, enfatice lo alcanzado en la práctica, así como las deficiencias encontradas.

## 11.- Conclusiones

---

A desarrollar por el estudiante en función de los objetivos propuestos.

## 12.- Recomendaciones

---

Citar las recomendaciones pertinentes que haya detectado durante la ejecución de la práctica

## 13.- Preguntas y ejercicios de control

---

A desarrollar por el estudiante.

- ¿Cuáles son las condiciones mecánicas que debe reunir una cerradura de puerta?
- ¿Por qué es necesario que una cerradura de puerta tenga dos posiciones de enclavamiento?
- Describa los principios de trabajo de los tres tipos de actuadores eléctricos que se utilizan en los cierres centralizados
- ¿Qué es un emisor y un receptor? ¿Cuáles son los tipos de señales que emiten?

e) ¿el relé de un sistema de cierre centralizado es del tipo?

**14.- Bibliografía (Añada la que crea conveniente a las ya citadas siguiente el formato expuesto. Tomar en cuenta que la bibliografía que cite debe ser de una fuente confiable, de preferencia utilice libros, artículos, revistas, tesis, entre otras se dota de algunos ejemplos en este apartado)**

---

- Pardiñas, J. Sistemas Auxiliares del motor. 1st ed. Ed. Editex. España, 2017.
- FERRER VIÑAS, SALVADOR. CIRCUITOS ELECTRICOS DEL AUTOMOVIL. MADRID 2 DA 2006 PARANINFO 9788428329125.
- Domínguez, E. J., & Ruiz, J. (2018). Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo. Madrid: EDITEX.
- Ros, J., & Barrera, Ó. (2011). Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad. Madrid: Paraninfo.

**15.- Porcentaje de participación de los miembros del grupo**  
**(Sírvanse ponderar la participación de todos los integrantes del grupo)**

---

Nombres y Apellidos	Porcentaje de participación

**16.- Anexos (Añada la información complementaria que crea conveniente)**

---

## Anexo 10: Práctica 7

### 1.-Tema:

---

- **Conexión y comprobación de circuito de alumbrado eléctrico**

### 2.-Objetivos:

---

- Identificar los elementos que componen el sistema de alumbrado eléctrico
- Realizar la conexión del sistema de alumbrado eléctrico
- Realizar comprobaciones en el sistema de alumbrado eléctrico

### 3.- Resultados de aprendizaje

---

- Establece ajustes adecuados que se debe dar a los elementos que conforman el sistema de mando e iluminación, así de sistemas auxiliares como el limpia parabrisas, luneta térmica, lavaparabrisas, mediante el uso de normativas e instrumentos de calibración óptimos que garantice su correcto funcionamiento, buena visibilidad y seguridad en la vial, actuando forma honesta y transparente

### 4.- Materiales y reactivos.

---

- Fusibles tipo clavija de 15A, 20A
- 4 cables número 14 AWG para conexión con conectores banana de 4 MM

### 5.- Equipos y herramientas

---

Equipos de Protección	Herramientas y equipos
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mandil</li><li>• Guantes de nitrilo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Juego de desarmadores</li><li>• Pinzas, alicates, corta cables, pelacables</li><li>• Banco didáctico de luces</li><li>• Multímetro automotriz</li></ul>

### 6.- Instrucciones:

---

Las siguientes instrucciones están contempladas en el normativo para uso del laboratorio de mecánica automotriz.

- Colocar las mochilas en los casilleros
- Prohibido consumo de alimentos
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.

- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil u overol.
- Utilizar equipos de protección personal para evitar accidentes.
- Al finalizar la práctica limpiar y ordenar la zona de trabajo.

## **7.- Marco teórico:**

---

**A desarrollar por el estudiante. Utilice sus propias fuentes de consulta que sean confiables, tales como: libros, tesis, artículos, revistas; utilice gráficos o esquemas.**

- Elementos de los circuitos elevallunas
- Conmutadores y elementos de mando
- Sistema de protección de los motores
- Maniobras en los circuitos elevallunas
- Mando por pulsos
- Sistemas y conceptos de anti pillado

## **8.- Actividades a desarrollar**

---

Para realizar esta actividad se debe hacer uso del manual de mantenimiento y operación del banco didáctico y seguir sus indicaciones.

### **ACTIVIDAD 1: CONEXIÓN DEL SISTEMA DE ELEVALLUNAS ELECTRICAS**

Este sistema en la actualidad viene implementado en la mayoría de vehículos. El sustituir un mecanismo mecánico manual por uno motorizado trae varias ventajas entre ellas mejorar el confort del usuario

Debe realizar la conexión del sistema considerando el diagrama eléctrico de la figura 1.

1. Alimentamos con +30 pasando por F1 de la caja de fusibles al borne 30 del conmutador inversor, en este paso también se debe poner a tierra los dos bornes 31 del conmutador inversor.
2. Conectar el borne 1 del conmutador inversor al borne 1 del motor elevallunas y el borne 2 del conmutador inversor al borne 2 del motor elevallunas.

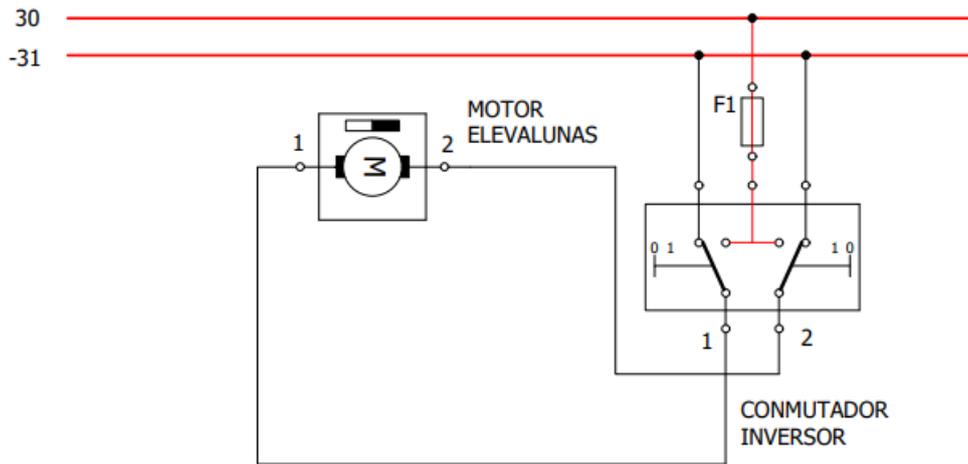


Fig. 37. Diagrama para conexión del sistema elevallunas eléctrico

## ACTIVIDAD 2: COMPROBACIÓN DE FUNCIONAMIENTO

Una vez realizado el conexionado del sistema de elevallunas eléctrico se debe comprobar el funcionamiento, para ello vamos a accionar el conmutador inversor y comprobar si el cristal de la puerta se eleva o desciende respectivamente.

## ACTIVIDAD 3: MEDIDA DEL CONSUMO DE VOLTAJE DEL MOTOR

**Nota:** Para medir el voltaje no es necesario realizar ninguna modificación en el circuito, simplemente se conecta el multímetro como se muestra en la figura 2, en paralelo con el elemento que se requiere medir. Llenar estos datos en la tabla 1.

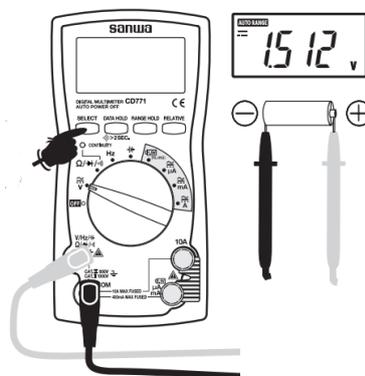


Fig. 38. Medición de voltaje con multímetro

#### ACTIVIDAD 4: POTENCIA CONSUMIDA

Con los datos que se encuentran en el manual de operación y mantenimiento calcular la potencia consumida por cada motor suponiendo que el tiempo de accionamiento sea 3 segundo.

Para ello vamos a utilizar la ecuación 1 para determinar la potencia conociendo la resistencia y la ecuación 2 para determinar la potencia consumida en función del tiempo, estos datos se deberán colocar en la tabla 2.

$$P = I^2 \times R \quad \text{E.c. 1}$$

$$P_c = P \times t \quad \text{E.c. 2}$$

Para la intensidad de cada motor se puede obtener este valor con ayuda del multímetro o con ayuda del manual.

Para la medición de corriente del circuito hay que tener cuidado de colocar los terminales en el multímetro en los bornes y escala adecuados si no lo realiza puede dañar el instrumento de medida, coloque los terminales como se visualiza en la figura 3, la posición seleccionada es para medir mA.



Fig. 39. Colocación de los terminales del multímetro en mA

**Nota:** para realizar la medición de amperaje se debe interrumpir el circuito y realizar la medición en serie.

#### ACTIVIDAD 3: MEDIDA DEL CONSUMO DE VOLTAJE DE CADA UNO DE LOS MOTORES

Tabla 57. Medida de voltaje del motor

	Valor de voltaje medido
Motor elevallas	

#### ACTIVIDAD 4: POTENCIA CONSUMIDA

Tabla 58. Potencia consumida por el motor

ELEMENTO	Valor calculado
Motor elevallunas	

#### 9.- Resultados obtenidos

#### ACTIVIDAD 2: CÁLCULO DE TENSIÓN CON LAS LUCES DE NIEBLA ACTIVADAS

El error puede ser medido valiéndose de la siguiente ecuación:

$$e = \frac{(\text{valor medido} - \text{valor calculado})}{\text{valor calculado}}$$

Tabla 59. Tensión en Led de niebla.

	Valor de voltaje medido	Valor de voltaje calculado	Error
CAIDA DE TENSIÓN EN UN LED			
CAIDA DE TENSIÓN EN EL CABLE			

#### ACTIVIDAD 3: CÁLCULO DE LA INTENSIDAD CONSUMIDA POR TODOS LOS ELEMENTOS DEL CIRCUITO

Tabla 60. Intensidad consumida por el sistema de led.

ELEMENTO	Valor medido	Valor calculado	Error
BOMBILLA DE NIEBLA L			
BOMBILLA DE NIEBLA R			
TOTAL			

## ACTIVIDAD 4: CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN (F1)

Tabla 61. Fusibles de protección

F1	
AMPERAJE DE FUSIBLE	

### 10.- Discusión

---

A desarrollar por el estudiante. Discuta sobre los resultados obtenidos y actividades desarrolladas, enfatice lo alcanzado en la práctica, así como las deficiencias encontradas.

### 11.- Conclusiones

---

A desarrollar por el estudiante en función de los objetivos propuestos.

### 12.- Recomendaciones

---

Citar las recomendaciones pertinentes que haya detectado durante la ejecución de la práctica

### 13.- Preguntas y ejercicios de control

---

A desarrollar por el estudiante.

- ¿De qué tipo son los motores elevavinas y que sistema de protección eléctrica suelen utilizar para evitar su deterioro al llegar al final de carrera?
- ¿Qué es un circuito elevavinas conmutado y cuando se utiliza?
- ¿Qué significa elevavinas de mando directo y elevavinas de mando indirecto?
- ¿Por qué es necesaria la función de bloqueo de los elevavinas posteriores y como se activa?
- ¿Qué ventajas tiene el uso de cajas electrónicas para el control de motores elevavinas?
- ¿Qué es necesario para tener la función de anti pillado?
- ¿Los conmutadores inversores de elevavinas necesitan un mínimo de cuantos terminales?

**14.- Bibliografía (Añada la que crea conveniente a las ya citadas siguiente el formato expuesto. Tomar en cuenta que la bibliografía que cite debe ser de una fuente confiable, de preferencia utilice libros, artículos, revistas, tesis, entre otras se dota de algunos ejemplos en este apartado)**

---

- Pardiñas, J. Sistemas Auxiliares del motor. 1st ed. Ed. Editex. España, 2017.
- FERRER VIÑAS, SALVADOR. CIRCUITOS ELECTRICOS DEL AUTOMOVIL. MADRID 2 DA 2006 PARANINFO 9788428329125.
- Domínguez, E. J., & Ruiz, J. (2018). Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo. Madrid: EDITEX.
- Ros, J., & Barrera, Ó. (2011). Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad. Madrid: Paraninfo.

**15.- Porcentaje de participación de los miembros del grupo**  
**(Sírvanse ponderar la participación de todos los integrantes del grupo)**

---

Nombres y Apellidos	Porcentaje de participación

**16.- Anexos (Añada la información complementaria que crea conveniente)**

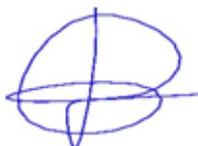
---

## Certificado

---

Yo, **Nathali del Cisne Cuenca Collaguazo**, con cédula de Identidad **1105775330**, como **Licenciada en Ciencias de la Educación Mención Idioma Ingles**, certifico que este documento de resumen del trabajo de titulación “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO DE ALUMBRADO Y CIERRE CENTRALIZADO DEL VEHÍCULO” de autoría del Sr. Brayan Fabricio Palta Tello con CI: 0503008229, es una versión correcta de traducción literal del español al inglés. También, se certifica la fidelidad de la traducción mas no se asume responsabilidad por la autenticidad o el contenido del documento en la lengua de origen.

**Viernes, 09 de septiembre del 2022**



---

**LIC. NATHALI CUENCA**

**NRO. De registro SENESCYT de Titulación: 1008-2018-1987008**

**CEL. 0981207483**