



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE SISTEMAS DE
ALUMBRADO Y ACCESORIOS ELÉCTRICOS DE UN VEHÍCULO
PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

**CHAGLLA CRIOLLO EDISON FABIÁN
TORRES ALDAZ NELSON PATRICIO**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2011

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Facultad de Mecánica

CONSEJO DIRECTIVO

Junio 27 de 2011

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

Fecha

EDISON FABIÁN CHAGLLA CRIOLLO

Nombre del estudiante

Titulada:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE SISTEMAS DE ALUMBRADO Y
ACCESORIOS ELÉCTRICOS DE UN VEHICULO PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA
AUTOMOTIZ”

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

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Celín padilla
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Fernando Gonzales
ASESOR DE TESIS

Epoch

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

CONSEJO DIRECTIVO

Junio 27 de 20011

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

Fecha

NELSON PATRICIO TORRES ALDAZ

Nombre del estudiante

Titulada:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE SISTEMAS DE ALUMBRADO Y
ACCESORIOS ELÉCTRICOS DE UN VEHICULO PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA
AUTOMOTIZ”

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

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Celín padilla
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Fernando Gonzales
ASESOR DE TESIS

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: EDISON FABIÁN CHAGLLA CRIOLLO

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE SISTEMAS DE ALUMBRADO Y ACCESORIOS ELÉCTRICOS DE UN VEHICULO PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTIZ”

Fecha de Examinación: Junio 27 de 2011.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
ING. Geovanny Novillo (Presidente Trib. Defensa)			
ING. Celin Padilla (Director de Tesis)			
ING. Fernando G (Asesor)onzales			

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

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: NELSON PATRICIO TORRES ALDAZ

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE SISTEMAS DE ALUMBRADO Y ACCESORIOS ELÉCTRICOS DE UN VEHICULO PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTIZ”

Fecha de Examinación: Junio 27 de 2011.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
ING. Geovanny Novillo (Presidente Trib. Defensa)			
ING. Celin Padilla (Director de Tesis)			
ING. Fernando Gonzales (Asesor)			

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

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

CERTIFICACIÓN DE REVISIÓN DE TESIS DE GRADO

Ing. Celin Padilla P., Ing. Fernando González P., en su orden Director y Asesor del Tribunal de la Tesis de Grado desarrollada por el señor EDISON FABIÁN CHAGLLA CRIOLLO.

CERTIFICAN

Que luego de revisada la Tesis de Grado en su totalidad, se encuentra que cumple con las exigencias académicas de la Escuela de Ingeniería Automotriz, Carrera INGENIERÍA, por lo tanto autorizamos su presentación y defensa.

Ing. Cella P.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Fernando González P
DOCENTE ASESOR

CERTIFICACIÓN DE REVISIÓN DE TESIS DE GRADO

Ing. Celin Padilla P., Ing. Fernando González P., en su orden Director y Asesor del Tribunal de la Tesis de Grado desarrollada por el señor NELSON PATRICIO TORRES ALDAZ

CERTIFICAN

Que luego de revisada la Tesis de Grado en su totalidad, se encuentra que cumple con las exigencias académicas de la Escuela de Ingeniería Automotriz, Carrera INGENIERÍA, por lo tanto autorizamos su presentación y defensa.

Ing. Cella P.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Fernando González P
DOCENTE ASESOR

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica Escuela de Ingeniería Automotriz de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

**f) Edison Fabián Chaglla Criollo
Aldaz**

f) Nelson Patricio Torres

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

Y en especial para todos los amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

Edison Fabián Chaglla Criollo

“La batalla de la vida no siempre la gana el hombre más fuerte o más ligero, porque, tarde o temprano, el hombre que gana es el que cree poder hacerlo.”(Dr. Christian Barnard)

Agradezco a nuestra prestigiosa institución Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la noble Facultad de Mecánica, y a nuestra querida Escuela de Ingeniería Automotriz por permitir demostrar todas mis habilidades y desarrollarme como profesional, a los Ingenieros: Celín Padilla como Director y Fernando González como Asesor y a todos los ingenieros de nuestra facultad por sus conocimientos compartidos para la ejecución de la tesis, a mi compañero con quien hemos realizado este proyecto

Nelson Patricio Torres Aldaz

DEDICATORIA

“El éxito consiste en obtener lo que se desea. La felicidad, en disfrutar lo que se obtiene”

Durante el transcurso de mi vida como estudiante politécnico fue y es inspirada por el anhelo de superación, por lo tanto este paso tan importante es dedicado al esfuerzo, al apoyo incondicional que me han brindado mis padres, hermanos y familiares que de una u otra manera han aportado con un granito de arena para que este sueño hoy se vuelva una realidad.

En especial a la memoria de mi primo David Masaquiza que ha sido la persona que espiritualmente siempre me acompaño en las buenas y en las malas; a mi abuelita Zoila Salazar que se nos adelanto y anhelaba con ansias que llegue este momento.

Edison Fabián Chaglla Criollo

“Cree en ti mismo como espíritu en desarrollo, en donde tu meta, la perfección, solo será alcanzada por los que realmente creen.”(Angélico)

Mi proyecto va dedicado de manera especial a DIOS el dador de nuestras vidas, a mis amados padres: Nelson y Mélida que con sacrificio, constancia, paciencia y amor me apoyaron para culminar mi carrera profesional, a mis 6 hermanos que con sus palabras de aliento supieron levantarme el ánimo para seguir adelante en los momentos más difíciles, a mis 7 sobrinos, a la persona muy especial en mi corazón que está a mi lado gracias por sus palabras de aliento, a mis compañeros y amigos que me brindaron su apoyo.

Nelson Patricio Torres Aldaz

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO		PÁGINA
1.	GENERALIDADES	
1.1	Antecedentes.....	1
1.1.1	Justificación.....	2
1.2	Objetivos.....	2
1.2.1	Objetivo general.....	3
1.2.2	Objetivos específicos.....	3
2.	INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTOS GENERALES	
2.1	Introducción.....	4
2.1.1	Metrología eléctrica.....	6
2.1.1.1	Tensión eléctrica (E).....	7
2.1.1.2	Corriente eléctrica (I).....	7
2.1.1.3	Resistencia eléctrica (R).....	7
2.1.1.4	Potencia eléctrica (W).....	7
2.1.2	Ley de ohm.....	8
2.2	Batería.....	9
2.3	Simbología.....	11
2.3.1	Codificación y normas.....	15
2.4	Conductores y terminales.....	20
2.5	Fusibles.....	22
2.5.1	Caja de fusibles.....	24
2.6	Relés.....	25
2.6.1	Tipos de relés.....	26
2.6.2	Aplicaciones.....	26
2.7	Lámparas eléctricas.....	27
2.7.1	Lámparas incandescentes.....	27
2.7.2	Lámparas halógenas.....	29
2.7.3	Lámparas de xenón.....	31
2.8	Motores eléctricos.....	32

3. CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

3.1	Circuitos eléctricos de alumbrado.....	34
3.1.1	Circuito de luces de faros.....	34
3.1.2	Circuito de luces guías.....	38
3.1.3	Circuito de luz de freno.....	40
3.1.4	Circuito de luz de marcha atrás.....	41
3.1.5	Circuito de luces direccionales y estacionamiento.....	43
3.1.6	Circuito de luces antiniebla.....	47
3.1.7	Circuito de luz de salón.....	49
3.1.8	Circuito de bocina.....	50
3.2	Sistema de accesorios del vehículo.....	52
3.2.1	Cierre centralizado.....	52
3.2.1.1	Interruptores de puerta.....	54
3.2.2	Sistema de elevalunas eléctricos.....	54
3.2.3	Sistema de retrovisores eléctricos.....	57
3.2.4	Sistema limpiaparabrisas delantero.....	57
3.2.4.1	Bomba limpiaparabrisas.....	59
3.2.5	Sistema nivel de combustible.....	59

4. DISEÑO E INSTALACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

4.1	Diseño del banco pruebas.....	61
4.1.1	Construcción del banco de pruebas.....	66
4.1.1.1	Conexión de circuitos.....	70
4.1.1.2	Ensamblaje de componentes.....	71
4.1.1.3	Revestimiento externo.....	76
4.1.1.4	Programación del módulo de fallas.....	75
4.1.1.4.1	Construcción del módulo de fallas.....	79
4.1.1.4.2	Implementación del módulo de fallas al banco de pruebas.....	82
4.1.1.4.3	Generación de fallas al banco de pruebas.....	82
4.1.2	Creación del manual del usuario.....	83
4.1.3	Elaboración de guías de laboratorio.....	103
4.1.3.1	Prácticas.....	103

4.1.4	Verificación de funcionamiento del sistema incorporado.....	104
-------	---	-----

5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

5.1	Comprobación del banco de pruebas.....	105
-----	--	-----

5.2	Medidas eléctricas.....	106
-----	-------------------------	-----

5.2.1	Consumo de corriente.....	110
-------	---------------------------	-----

5.3	Comprobación de elementos.....	110
-----	--------------------------------	-----

5.4	Pruebas del sistema completo	112
-----	------------------------------------	-----

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	Conclusiones.....	116
-----	-------------------	-----

6.2	Recomendaciones.....	117
-----	----------------------	-----

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

<u>TABLA</u>		<u>PÁGINA</u>
2.1	SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA.....	12
2.2	SELECCIÓN DE CONDUCTORES AWG.....	16
2.3	EJEMPLO DE COLORES DE CONDUCTORES AUTOMOTRICES.....	17
2.4	DESIGNACIÓN DE BORNES EN ELEMENTOS ELÉCTRICOS AUTOMOTRICES.....	18
2.5	CÓDIGO DE COLORES PARA FUSIBLES TIPO PASTILLA.....	24
2.6	ESPECIFICACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LOS RELÉS.....	26
2.7	RELÉS NORMALIZADOS.....	27
2.8	TIPOS DE LÁMPARAS INCANDESCENTES.....	28
2.9	TIPOS DE LÁMPARAS HALÓGENAS.....	30
4.1	ESPECIFICACIÓN DE MATERIAL.....	62
4.2	FUERZAS APLICADAS.....	62
4.3	PROCESO DE CÁLCULO.....	62
4.4	TENSIÓN DE VON MISES.....	63
4.5	DESPLAZAMIENTO RESULTANTE.....	63
4.6	CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL.....	65
4.7	DESCRIPCIÓN DE FUSIBLES.....	87
4.8	DESIGNACIÓN DE CÓDIGO DE AVERÍA.....	100
5.2	AVERÍAS Y SOLUCIONES DEL SISTEMA.....	117

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>		<u>PÁGINA</u>
2.1	Semejanza de un circuito hidráulico con un circuito eléctrico.....	04
2.2	Gráfica de corriente continua.....	05
2.3	Gráfica corriente alterna.....	06
2.4	Triángulo de ohm.....	09
2.5	Partes de una batería.....	10
2.6	Acoplamiento en serie.....	11
2.7	Acoplamiento en paralelo.....	11
2.8	Simbología automotriz.....	15
2.9	Conductor eléctrico.....	20
2.10	Terminales eléctricos.....	21
2.11	Cajetines de terminales.....	22
2.12	Fusible clásico.....	23
2.13	Enlace de fusibles.....	23
2.14	Fusible tipo pastilla.....	24
2.15	Caja de fusibles.....	25
2.16	Relés disposición de terminales.....	25
2.17	Constitución del relé.....	26
2.18	Lámpara halógena.....	29
2.19	Lámparas de xenón.....	31
2.20	Tipos de lámparas de xenón.....	32
2.21	Constitución del motor eléctrico.....	33
3.1	Elementos eléctricos del circuito de luces.....	36
3.2	Ensamble de cableado a sus terminales.....	37
3.3	Diagrama luces de carretera y cruce.....	37
3.4	Elementos circuito luces guías.....	39
3.5	Conexión luz guías.....	39
3.6	Componentes luz de freno.....	40
3.7	Conexión luz de freno.....	41
3.8	Distancia de alumbrado de luz marcha atrás.....	41
3.9	Componentes de luz de reversa.....	42

3.10	Conexión luz de reversa.....	42
3.11	Angulo de luminosidad luces intermitentes.....	43
3.12	Elementos circuitos direccionales.....	44
3.13	Conexión luz direccional.....	45
3.14	Componentes luz de estacionamiento.....	46
3.15	Conexión luz de estacionamiento.....	46
3.16	Alcance de la luz antiniebla.....	47
3.17	Componentes de luz antiniebla.....	48
3.18	Conexión luz antiniebla.....	48
3.19	Ubicación luz salón.....	49
3.20	Componentes de luz de salón.....	50
3.21	Conexión luz de salón.....	50
3.22	Elementos del circuito de bocina.....	51
3.23	Circuito bocinas eléctrica.....	51
3.24	Ubicación de cerraduras electromagnéticas.....	53
3.25	Elementos cierre centralizado.....	53
3.26	Conexión cierre centralizado.....	54
3.27	Diagrama elevalunas eléctricos.....	55
3.28	Componentes elevalunas eléctrico.....	55
3.29	Diagrama elevalunas eléctrico conductor y acompañante.....	56
3.30	Componentes del circuito de retrovisores eléctricos.....	57
3.31	Elementos que conforman el circuito limpiaparabrisas.....	58
3.32	Diagrama limpiaparabrisas.....	58
3.33	Elementos bomba limpia parabrisas.....	59
3.34	Conexión indicador de combustible.....	60
4.1	Vistas de la estructura.....	61
4.2	Esfuerzos.....	63
4.3	Desplazamiento.....	64
4.4	Deformación.....	64
4.5	Factor de seguridad.....	65
4.6	Medición y corte de tubos.....	68
4.7	Unión de tubos por suelda de arco eléctrico.....	68
4.8	Acabado suelda tipo MIG.....	69

4.9	Colocación de ruedas.....	69
4.10	Pintado de la estructura.....	69
4.11	Ubicación de socket.....	70
4.12	Empalme de circuitos.....	70
4.13	Ubicación de mazos.....	71
4.14	Comprobación de faros.....	71
4.15	Colocación de elementos.....	72
4.16	Tendido eléctrico.....	72
4.17	Soporte luces delanteras.....	72
4.18	Soporte faros posteriores.....	73
4.19	Ubicación de tablero de instrumentos y volante.....	73
4.20	Ubicación de accesorios eléctricos.....	73
4.21	Proceso de corte en MDF.....	74
4.22	Tapas laterales.....	74
4.23	Tapas frontales.....	75
4.24	Tapas superior y posterior.....	75
4.25	Revestimiento externo.....	75
4.26	Micro controlador 16f84.....	76
4.27	Placa de relés.....	80
4.28	Circuito de pic.....	80
4.29	Circuito LCD y teclado.....	81
4.30	Simulación del módulo de fallas.....	81
4.31	Ubicación de elementos eléctricos.....	86
4.32	Disposición de los fusibles.....	86
4.33	Lista de relés.....	88
4.34	Encendido luces guías y faros.....	88
4.35	Perilla de encendido luz de salón.....	89
4.36	Conmutador luz neblinero.....	89
4.37	Palanca de accionamiento de luces.....	90
4.38	Palanca luz direccional.....	90
4.39	Conmutador parqueo.....	90
4.40	Pulsador del claxon.....	91
4.41	Palanca accionamiento motor de plumas.....	91

4.42	Depósito y bomba lavaparabrisas.....	91
4.43	Sustitución de lámpara halógena.....	92
4.44	Reemplazo luz guías.....	92
4.45	Reemplazo luz direccional.....	93
4.46	Sustitución luz de salón.....	93
4.47	Extracción luna acrílica.....	94
4.48	Reemplazo luz de placa.....	94
4.49	Luces indicadoras o pilotos.....	95
4.50	Luces indicadoras del tablero.....	95
4.51	Panel de medidores.....	96
4.52	Boya nivel de combustible.....	96
4.53	Trompo de retro.....	97
4.54	Trompo de freno.....	97
4.55	Accionamiento de las chapas.....	98
4.56	Control mando a distancia.....	98
4.57	Mando retrovisores y vidrios eléctricos.....	98
4.58	Verificación de elementos.....	104
4.59	Ajuste de sensibilidad del sensor.....	104
5.1	Ohmímetro.....	107
5.2	Desconexión de la batería.....	107
5.3	Comprobación de circuito.....	108
5.4	Conexión del amperímetro.....	108
5.5	Comprobación de consumo de corriente.....	108
5.6	Voltímetro.....	109
5.7	Comprobación con el voltímetro.....	109
5.8	Comprobación con el amperímetro.....	110
5.9	Prueba de vibraciones.....	112
5.10	Inspección de masas.....	114

LISTA DE ABREVIACIONES

A	Amperio.
ASTM	Asociación Americana de Ensayos de Materiales.
AWG	American Wire Gauge / Calibre Americano para Conductores
DIN	Instituto Alemán para la Estandarización.
DIN 40719	Normas para selección de cables
DIN 72552	Normas para identificación de bornes eléctricos automotriz
D2R	Faros parabólicos.
D2S	Faros elipsoidales.
E, I, R	Tensión. Intensidad. Resistencia
H(1,2,3,4,5,7)	Lámparas halógenas.
V.cc	Voltaje corriente continúa.
V.ca	Voltaje corriente alterna.
W	Potencia.

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1:** Guías de laboratorio
- ANEXO 2:** Prácticas sugeridas.
- ANEXO 3:** Hoja de recepción y entrega

RESUMEN

En el área de las eléctricas de la Escuela de Ingeniería Automotriz, Facultad de Mecánica de la ESPOCH, se procede a la Implementación de un Banco de Pruebas de Sistemas de Alumbrado y Accesorios Eléctricos, el cual inicio con la investigación de cada sistema eléctrico.

El trabajo fue diseñado con el propósito de reforzar los conocimientos de electricidad automotriz, ser el enlace tanto en la instrucción teórica como en la parte práctica, desarrollando habilidades y destrezas en los estudiantes y de esta manera se pueda responder a las exigencias del mundo laboral.

En el equipo didáctico existen dos modos de funcionamiento, el modo normal en el que todos los sistemas eléctricos operan como ocurriría en un automóvil moderno, mientras que en el modo de falla permite la introducción de código de dos dígitos el cual es decodificado y procesado mediante un módulo, para que simule situaciones reales de operación con falla. Estos sistemas eléctricos están conformados por elementos originales del vehículo CORSA WIND modelo 2001 en perfectas condiciones de operación ubicadas de forma real como se puede encontrar en un automóvil.

Los ensayos y pruebas de funcionamiento se utilizó equipos de medida y herramientas de comprobación eléctricas, siendo estos realizados en diferentes rangos y condiciones de trabajo, además para permitir el correcto funcionamiento y manipulación del módulo de fallas se procedió a crear un manual en el que especifica el cuidado que se debe tener para que el equipo se mantenga en perfectas condiciones de funcionamiento.

SUMMARY

At the electricity are of the Automotive Engineering School, Mechanics Faculty of the Epoch the implementation of a Test Bank of Lightning Systems and Electrical Accessories was carried out, witch initiated with the investigation of each electrical system. The work was designed to strengthen the knowledge on automotive electricity, be the link bolt in theoretical instruction and the practical part, developing skills and abilities in the students so as to meet the requirements of the labor word. In the didactic equipment there two ways of functioning, the normal one in which all the electrical systems operate they would in a modern automobile, while in the fault way it permits to introduce the two-digit code witch is de-codified and processed through a module to simulate real operations. These electrical systems consist of original elements of the CORSA WIND model 2001 vehicle in perfect operation conditions located in real form of an automobile. The functioning essays and test used equipment to measurement and electrical testing tools, carried out under different ranges and work conditions; moreover to permit the correct functioning and handling of the fault module, a manual specifying the care to be taken to maintain the equipment in perfect functioning conditions, was created.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

En las casas fabricantes de automóviles previo a la innovación de un mecanismo a la línea de ensamblaje, estos son sometidos a rigurosos controles de calidad en bancos de pruebas, llevándolos al límite de operación obteniendo datos y resultados con los que se podrán realizar las correcciones o modificaciones para que el mecanismo funcione de la mejor manera, además estos bancos de pruebas brindan capacitación a los operarios para el correcto ensamble de los mismos.

Tomando como ejemplo este método de enseñanza y control es factible aplicarlo en la Escuela de Ingeniería Automotriz ya que los bancos de pruebas se han convertido en una herramienta indispensables en el desarrollo técnico y práctico de los estudiantes, con el paso del tiempo y la inclusión de la electrónica a los diferentes sistemas hace que los bancos de pruebas mejoren sus prestaciones tratando de llevar una enseñase de tipo real.

Actualmente la Escuela cuenta con material didáctico en el que se realizan varias prácticas, las mismas que se podrían fortalecer con la implementación de un banco de pruebas de sistemas de alumbrado y accesorios eléctricos.

1.1.1 **Justificación**

En los últimos años los sistemas de alumbrado y accesorios eléctricos han tenido una gran evolución tecnológica gracias a la inclusión de la electrónica y módulos de control que faciliten su funcionamiento buscando brindar confort y seguridad al momento de conducir, optimizar la energía producida por el motor mediante la inclusión de elementos que ayuden a disminuir los consumos excesivos de corriente además contribuyendo con la protección del medio ambiente, permitiendo a la vez un ahorro significativo en el consumo de combustible mejorando así la economía del usuario.

El estudio y análisis de estos sistemas y el rol que cumplen dentro de un automóvil, no podrían quedar exentos en la formación profesional del Ingeniero Automotriz por esta razón es necesario equipar con material didáctico a la escuela, la implementación de un banco de pruebas de sistema de alumbrado y accesorios eléctricos posibilita la creación de prácticas de los diferentes circuitos eléctricos disminuyendo así los tiempos de aprendizaje, una de las principales ventajas que se obtiene es que el estudiante podrá manipular los elementos, reconocer averías ya que el banco de pruebas estará dispuesto de tal manera que se asemeje a un vehículo moderno.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Implementar un Banco de Pruebas de Sistemas de Alumbrado y Accesorios Eléctricos de un Vehículo para la Escuela de Ingeniería Automotriz.

1.2.2 Objetivos Específicos:

- Investigar los diferentes componentes de los sistemas eléctricos de un vehículo.
- Diseñar los diferentes circuitos del sistema de alumbrado y accesorios eléctricos de un vehículo.
- Construir un banco de prueba de sistemas de alumbrado y accesorios eléctricos del vehículo.
- Realizar pruebas correspondientes al funcionamiento de los sistemas eléctricos.
- Elaborar guías de laboratorio para realizar las prácticas correspondientes a los diferentes sistemas del banco de pruebas.
- Desarrollar un manual técnico del banco de pruebas.

CAPÍTULO II

2.1 Introducción y Fundamentos Generales

Origen de la electricidad

Los fenómenos que consiguen arrancar electrones y establecer una corriente pueden ser de diverso origen:

- Térmico: Los termopares son la unión de dos metales con diferente potencial termoeléctrico que al ser calentados generan corriente.
- Piezoeléctrico: La deformación física experimentada por un cristal de cuarzo genera corriente en los extremos del mismo.
- Fotoeléctrico: Al incidir la luz en determinados compuestos de silicio se desprenden electrones, y se establece una corriente.
- Magnético: Por inducción magnética sobre un conductor se genera corriente, tal es el caso de la dinamo, el alternador, la magneto entre otros.
- Químico: La reacción química de dos compuestos puede originar el desprendimiento de electrones y la circulación de corriente, es el caso de las pilas y baterías.^[1]

CIRCUITO ELÉCTRICO

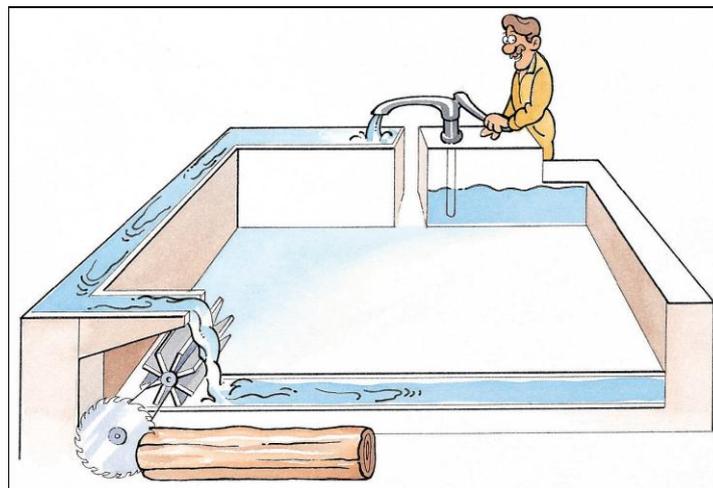


Figura 2.1: Semejanza de un circuito hidráulico con un circuito eléctrico.

^[1] Fuente: SEAT, Conceptos Básicos de Electricidad C. B. N° 1, Barcelona: Pdf, 2002. pp.12.

El circuito eléctrico es parecido a un circuito hidráulico ya que puede considerarse como el camino que recorre la corriente (el agua) desde un generador de tensión (también denominado como fuente) hacia un dispositivo consumidor o carga.

La carga es todo aquello que consume energía para producir trabajo: la carga del circuito puede ser una lámpara, un motor, entre otros. (En el ejemplo de la figura 2.1 la carga del circuito es una sierra que produce un trabajo). La corriente, al igual que el agua, circula a través de unos canales o tuberías; son los cables conductores y por ellos fluyen los electrones hacia los elementos consumidores.

En el circuito hidráulico, la diferencia de niveles creada por la fuente proporciona una presión (tensión en el circuito eléctrico) que provoca la circulación de un caudal de líquido (intensidad); la longitud y la sección del canal ofrecen un freno al paso del caudal (resistencia eléctrica al paso de los electrones). De modo análogo en el circuito eléctrico, la corriente que fluye por un conducto depende de la tensión aplicada a sus extremos y la resistencia que oponga el material, conductor; cuanto menor sea la resistencia mejor circulará la corriente.

CORRIENTE CONTINÚA Y ALTERNA

La corriente continua (c.c.)- Es producida por generadores que siempre suministran la corriente en la misma dirección; tal es el caso de dinamos, células fotoeléctricas, pilas, entre otros. En el automóvil se utiliza corriente continua porque puede almacenarse en la batería garantizando así su disponibilidad cuando se precise.

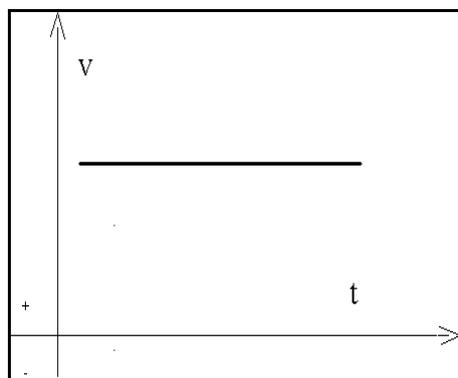


Figura 2.2: Gráfica de corriente continua

La corriente continua no varía su valor en función del tiempo: en la figura 2.2 aparece una línea horizontal referenciada a un nivel de cero voltios (línea de masa). La distancia de la línea de tensión a la línea de masa indica la magnitud (amplitud) de la tensión.

La corriente alterna (c.a.).- No puede almacenarse en baterías, pero es mucho más fácil y barata de producir gracias a los alternadores.

La corriente alterna cambia de polaridad cíclicamente siendo alternativamente positiva y negativa respectivamente.

La forma de onda depende del generador que la produce, pero siempre hay una línea de cero voltios que divide a la onda en dos picos simétricos. Las características de la corriente alterna son: la frecuencia (ciclos en un segundo (f)) y la tensión de pico a pico (Amplitud (A)).

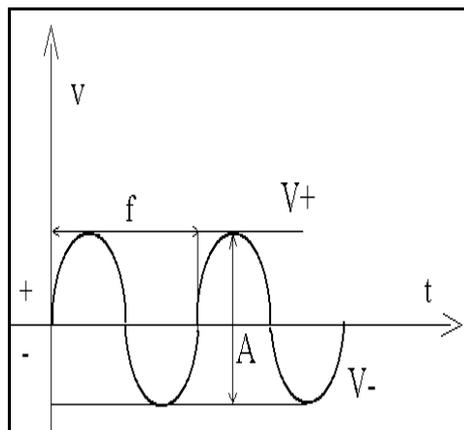


Figura 2.3: Gráfica corriente alterna.

2.1.1 Metrología Eléctrica

Todo circuito eléctrico está formado por una resistencia (lámpara, claxon, motor, entre otros.) unida a una fuente de energía eléctrica (batería, alternador) a través de cables eléctricos.

La fuente suministra una tensión eléctrica "E" que al ser aplicada a la resistencia "R" hace que circule por el circuito una intensidad de corriente "I".

Se pueden definir las principales unidades eléctricas: la tensión, la intensidad, la resistencia y la potencia.

2.1.1.1. Tensión eléctrica (E)

Se denomina tensión eléctrica o también voltaje a la fuerza potencial (atracción) que hay entre dos puntos cuando existe entre ellos diferencia en el número de electrones.

En los polos de una batería hay una tensión eléctrica y la unidad que mide la tensión es el voltio (V).

2.1.1.2. Corriente eléctrica (I)

La corriente eléctrica es la cantidad de electrones o intensidad con la que circulan por un conductor, cuando hay una tensión aplicada en sus extremos, La unidad que mide la intensidad es el amperio (A).

2.1.1.3. Resistencia eléctrica (R)

Los electrones que circulan por un conductor encuentran cierta dificultad a circular libremente ya que el propio conductor opone una pequeña resistencia; resistencia que depende de la longitud, la sección y el material con que está construido el conductor.

La corriente fluirá mejor cuanto mayor sea la sección y menor la longitud. La unidad que mide la resistencia es el ohmio (Ω).

2.1.1.4. Potencia Eléctrica (W)

La potencia se define como la energía o trabajo consumido o producido en un determinado tiempo. En los circuitos eléctricos la unidad de potencia es el vatio (W) y su definición está relacionada con la tensión aplicada y la intensidad que circula por un circuito: se dice que un vatio es la energía (trabajo) que libera un amperio en un circuito con una tensión de un voltio.

Puede expresarse con una fórmula:

$$W = E \times I, (1 \text{ vatio} = 1 \text{ voltio} \times 1 \text{ amperio}) \quad \mathbf{(1)}$$

2.1.2 Ley de Ohm

A principios de 1800, un físico alemán llamado George S. Ohm. Describió la relación entre el voltaje, el amperaje, y la resistencia en un circuito eléctrico sencillo. El dijo:

“La corriente que circula en un circuito es directamente proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia en el circuito.”

Es importante esta relación entre voltios, amperios y ohmios. Por ello sea considerado en tres declaraciones sencillas.

- Cuando el voltaje sube o baja, el flujo de corriente también sube o baja (ya que la resistencia permanece igual).
- Cuando la resistencia sube, la corriente baja (ya que el voltaje permanece igual).
- Cuando la resistencia baja, la corriente sube (ya que el voltaje permanece igual).

Por lo que se puede decirse que: 1 amperio es la corriente que circula por un conductor de 1 ohmio cuando se aplica un 1 voltio de tensión.

Y esta definición expresada matemáticamente es:

$$I = E / R \quad (1 \text{ A} = 1 \text{ V} / 1 \Omega) \quad (2)$$

Como el resultado de esta expresión matemática es una ecuación, puede despejarse cualquier valor incógnita partiendo de los otros dos.

$$E = I \times R \quad (\text{V} = \text{A} \times \Omega) \quad (3)$$

$$I = E / R \quad (\text{A} = \text{V} / \Omega) \quad (4)$$

$$R = E / I \quad (\Omega = \text{V} / \text{A}) \quad (5)$$

Combinando las fórmulas de la Ley de Ohm puede representarse gráficamente mediante un triángulo en cuyo interior se ha situado cada unidad (voltio, amperio y ohmio), de tal modo que los valores situados arriba se encuentran dividiendo por los de abajo y los que se encuentran debajo se hallan multiplicando entre ellos.^[2]

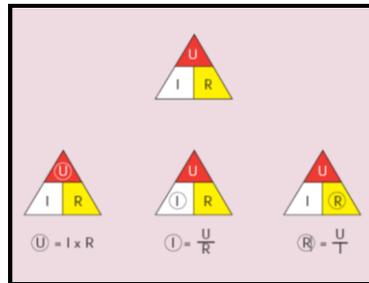


Figura 2.4: Triángulo de ohm.

2.2 Batería

Uno de los métodos más comunes de producir electricidad es el químico: la batería de plomo es una fuente de corriente continua que se basa en este principio; está formada por varios elementos acumuladores o vasos que se conectan formando una batería.

La energía eléctrica, que se encuentra almacenada en forma de energía química, puede transformarse en energía eléctrica, proceso que tiene lugar durante la descarga. Mediante el suministro a la batería de corriente eléctrica, tiene lugar en su interior el proceso inverso, con lo que es posible cargarla de energía eléctrica de nuevo.

La batería está formada por el acoplamiento en serie de varias celdas o vasos. Una batería de 12 voltios posee 6 vasos. El interior de los vasos contiene las placas de plomo, positivas y negativas, que almacenarán los electrones. Cuando la batería se halla completamente cargada cada vaso se encuentra a una tensión de 2,2 voltios, por lo que una batería de 12 voltios de tensión nominal, su tensión real cuando está cargada alcanza los 13,2 voltios.

^[2] **Fuente:** SEAT, Conceptos Básicos de Electricidad C. B. N° 1, Barcelona:Pdf, 2002. pp. 19.

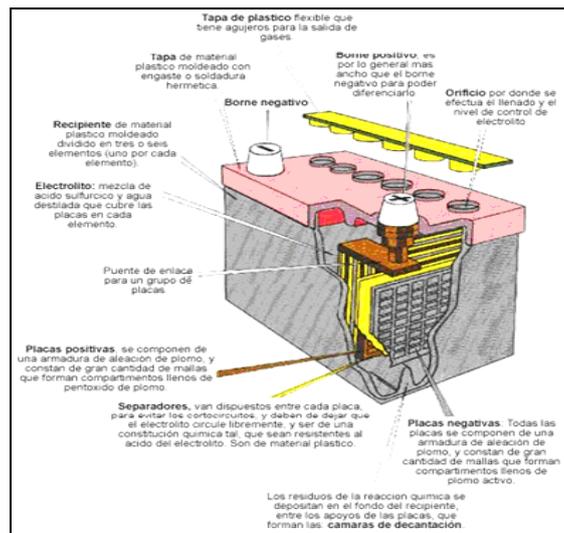


Figura 2.5: Partes de una batería

El electrolito es una mezcla de agua destilada y ácido sulfúrico que baña a las placas en el interior de los vasos, y es la sustancia encargada de producir las reacciones químicas de carga y descarga. La densidad del electrolito varía con la carga, de modo que es posible conocer el estado de la batería midiendo la densidad del mismo.

Características de la batería

La capacidad de una batería, es decir la cantidad de energía (amperios/ hora) que puede almacenar en su interior, depende de la superficie de las placas o de su número. La tensión nominal se establece por el número de vasos.

Las características que definen a una batería de automóvil son: la tensión nominal, su capacidad y la intensidad de arranque, y generalmente estos datos vienen indicados sobre la batería de esta forma: 12 V - 40 Ah - 200 A.

- **Tensión nominal.**-De 6 o 12 voltios. Para mayores tensiones se acoplan baterías en serie (por ejemplo, dos de 12 V para obtener 24 V).
- **La capacidad.**-De una batería se da en amperios hora (Ah) e indica la cantidad de amperios que puede suministrar en una hora. Por ejemplo, una batería de 40 Ah puede suministrar 40 amperios en 1 hora o 1 amperio durante 40 horas.
- **La intensidad.**-De arranque se define como la corriente máxima que puede suministrar en un instante para accionar el motor de arranque sin que la tensión descienda por debajo de 10,5 voltios.

Acoplamiento de baterías

Las baterías pueden conectarse entre sí de dos modos: en serie o en paralelo, cada tipo de acoplamiento proporciona unas características eléctricas de tensión nominal y capacidad diferentes:

Acoplamiento en serie: El borne positivo de una batería debe ir conectado con el borne negativo de la siguiente. La tensión nominal resultante es la suma de las tensiones de cada batería acoplada mientras que la capacidad es la misma que la capacidad de una de ellas.

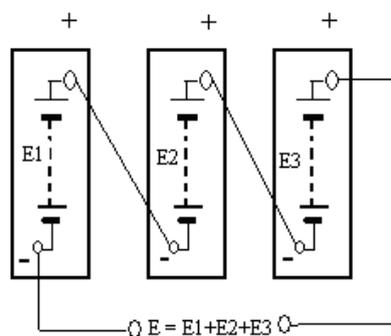


Figura 2.6: Acoplamiento en serie.

Acoplamiento en paralelo: Se unen todos los bornes positivos y todos los bornes negativos. La tensión nominal resultante es la misma que la tensión de una de ellas, mientras que la capacidad resultante es la suma de las capacidades de todas ellas.

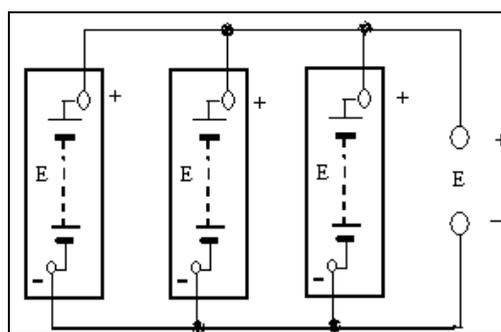


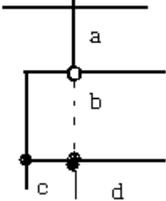
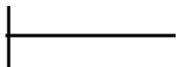
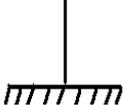
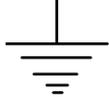
Figura 2.7: Acoplamiento en paralelo

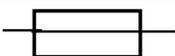
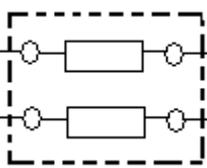
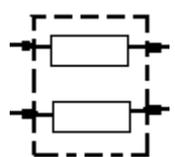
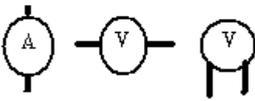
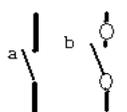
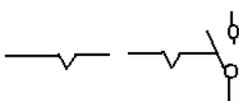
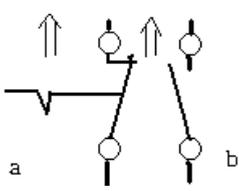
2.3 Simbología

Para esquematizar circuitos eléctricos, se ha estandarizado símbolos, los cuales permiten de una manera más técnica y comprensible representar una conexión eléctrica.

Los símbolos que a continuación se representan se han tomado de la norma internacional DIN 72552.

Tabla 2.1: SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA. ^[3]

LÍNEAS ELÉCTRICAS	
	<ul style="list-style-type: none"> • Línea general.
	<ul style="list-style-type: none"> • Línea flexible.
	a) Cruce de líneas sin contacto. b) Cruce con unión no permanente. c) Bifurcación y cruce con unión permanente (Soldadura).
	<ul style="list-style-type: none"> • Línea colectiva.
CONEXIÓN A MASA	
	<ul style="list-style-type: none"> • Línea con conexión masa.
	<ul style="list-style-type: none"> • Masa.
	<ul style="list-style-type: none"> • Tierra.
LÍNEAS DE DELIMITACIÓN	
	<ul style="list-style-type: none"> • Panel de delimitación de piezas de conmutación dentro de un circuito.
	<ul style="list-style-type: none"> • Línea divisoria entre los paneles de conexión.
	<ul style="list-style-type: none"> • Protección de aparatos con masa.
ENCHUFES	
	a) Macho. b) Hembra.
	<ul style="list-style-type: none"> • Unión con enchufe.

FUSIBLES	
	<ul style="list-style-type: none"> • Fusible general.
	<ul style="list-style-type: none"> • Caja de fusibles con bornes interiores (atornillados).
	<ul style="list-style-type: none"> • Caja de fusibles con enchufes exteriores.
	<ul style="list-style-type: none"> • Amperímetro (A) voltímetro (V) con diferentes conexiones.
INTERRUPTORES (Int. Simples)	
	<ul style="list-style-type: none"> a) Int. General sin interrupciones. b) Int. con conexiones.
	<ul style="list-style-type: none"> • Traba, así se indica que el interruptor no retorna automáticamente.
	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto de trabajo (conector); al conectar el int. Se cierra el circuito.
	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto de reposo (desconectado; al accionar el int. Se abre el circuito).
	<ul style="list-style-type: none"> • La flecha indica un estado de conexión o funcionamiento que es distinto al estado norma. Se usa en dibujos de interruptores y relés.
	<ul style="list-style-type: none"> a) El conector accionado se traba. b) El desconectador accionado retorna automáticamente.

INTERRUPTORES COMBINADOS	
	<ul style="list-style-type: none"> • Inversor conmutador. <ol style="list-style-type: none"> a) Con interruptor. b) Sin Interruptor.
	<ul style="list-style-type: none"> • Conector de dos vías con tres posiciones. <ol style="list-style-type: none"> a) Dibujo normal accionado. b) Accionado.
	<ol style="list-style-type: none"> a) Conector gemelo. b) Desconectador gemelo. c) Conector gemelo accionado.
ACCIONAMIENTOS	
	<ol style="list-style-type: none"> a) Unión mecánica en General. b) A poca Distancia.
	<ul style="list-style-type: none"> • Accionamiento manual en general: <ol style="list-style-type: none"> a) Apretar. b) Tirar. c) Girar. d) Volcar. e) Por Pedal. f) Accionamiento extraíbles.
	<ul style="list-style-type: none"> • Accionamiento Mecánico: <ol style="list-style-type: none"> a) Por leva ejemplo Int. De la puerta. b) Accionamiento por motor en general.
	<ul style="list-style-type: none"> • Electromagnético: <ol style="list-style-type: none"> a) Relé con un accionamiento. b) Relé Térmico.

^[3] Fuente: ESPE, Módulo Electricidad Automotriz, Latacunga: 2003, pp. 18 -23.

La siguiente figura presenta la simbología recomendada por los fabricantes para la conexión de esquemas.

Símbolo	Significado del símbolo	Símbolo	Significado del símbolo
	Fusible		Foco
	Enlace de fusibles		Foco de doble filamento
	Cable del enlace de fusibles		Motor
	Interruptor		Resistor variable, Reóstato
	Interruptor		Bobina (inductor), solenoide, válvula magnética
	Interruptor (tipo de cierre normal)		Relé
	Cableado de contacto		
	Batería		
	Diodo		Conector
	Piezas electrónicas		Diodo emisor de luz
	Resistor		Interruptor de láminas
	Parlante		Condensador
	Timbre		Bocina
	Disyuntor		Válvula de vaciado

Figura 2.8: Simbología automotriz

2.3.1 Codificación y Normas

Selección de diámetro

La norma de la American Wire Gauge (AWG) relaciona el diámetro en pulgadas con números.

El área o sección transversal de un conductor puede calcularse con las siguientes formulas:

$$A = \pi \cdot R^2 \quad (6)$$

$$A = (\pi \cdot D^2) / 4 \quad (7)$$

Donde:

A = área

π = Constante (3.1416)

R = Radio

D = diámetro

Conocido el diámetro o el área de un conductor se puede determinar el calibre AWG y capacidad aproximada en amperios, mediante la siguiente tabla.

Tabla 2.2: SELECCIÓN DE CONDUCTORES AWG.

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

Colores de los conductores eléctricos

Los siguientes datos se han tomado de la norma DIN 72551 los cuales no son respetados por algunos fabricantes de vehículos.

Los diferentes colores de las cubiertas facilitan encontrar un cable determinado. En cables de varios colores se encuentran junto a un color de fondo, uno o dos colores ya sean líneas longitudinales o en espiral. La siguiente tabla sugiere los colores de cables para los diferentes elementos de un sistema eléctrico.

La General Motors Company designa la piezas eléctricas según la norma DIN 40719, distintivo para cables según la norma DIN 47002.

- Color base GE.
- Color distintivo WS.

Tabla 2.3: EJEMPLO DE COLORES DE CONDUCTORES AUTOMOTRICES

CABLE		Color de fondo	Color de referencia
Desde	Hacia		
Bobina de encendido(1)	Distribuidor (cable de encendido de baja tensión).	Verde	-----
Bobina de encendido II (2)	Distribuidor (cable de encendido de caja tensión).	Verde	Rojo
Batería	Arranque.	Negro	-
Arranque	Generador.	Rojo	-
Arranque	Caja de interruptores.	Rojo	-
Interruptor de luz (30)	Interruptor de encendido (30).	Rojo	
Caja de interruptores(30)	Fusible.	Rojo	-
Fusible	Lámpara de mano radio.	Rojo	-
Caja de interruptores	Int. Calentamiento arranque y lámpara testigo.	Negro	-
Int. calentamiento arranque y lámpara testigo	Bujías de precalentamiento.	Negro	-
Contacto de encendido	Bobina.	Negro	-
Contacto de encendido	Lámparas de control.	Negro	-
Contacto de encendido	Fusible.	Negro	-
Caja de fusibles	Luz de freno.	Negro	Rojo

Designación de bornes de elementos eléctricos

De acuerdo con la norma DIN 72552 a cada borne de equipo eléctrico del automóvil se le ha dado un código representativo, para un correcto ensamble de componentes eléctricos es necesaria la codificación para evitar averías.

Tabla 2.4: DESIGNACIÓN DE BORNES EN ELEMENTOS ELÉCTRICOS AUTOMOTRICES. ^[4]

Grupo	Denominación	Significado de la denominación del borne
MOTORES ELECTRICOS	30	Borne de entrada directa del polo positivo de la batería (interruptor en el motor).
	32	Borne para cable de retorno (cambios de polos es posible).
	33	Borne para cable principal.
	33 ^a	Interruptor de parada.
	33b	Campo de derivación.
	33f	Borne para el segundo escalón del número de revoluciones.
	33L	Sentido de rotación a la izquierda.
	33R	Sentido a la derecha.
ILUMINACIÓN Y LUCES DE FRENOS	54	Borne para luces de freno.
	55	Borne para nieblas.
	56	Borne para faroles (entrada luz media).
	56 ^a	Borne de salida en el interruptor de la luz media para luz alta y para luz de control.
	56b	Borne de salida en el interruptor de luz media para luz media.
	56d	Borne de salida hacia el contacto de señal luminosa.
	57	Borne para luz de estacionamiento en faros de motocicleta (en algunos países se usan en camiones).
	57 ^a	Borne para luz de estacionamiento (Interruptor de luz o de encendido interruptor combinado).
	57L	Luz de estacionamiento izquierda.
	57R	Luz de estacionamiento derecha.
	58	Bornes para luces laterales, traseras y de matrícula, iluminación de instrumentos.
	58b	Conmutación de la luz trasera para tractores de un solo eje.
	58c	Enchufe de remolque para luz trasera de un solo hilo.
	58L	Luces traseras y de posición izquierdas.
58R	Luces traseras y de posición derechas.	
	49	Bornes de entrada en el emisor de intermitencia (impulsor).

SISTEMA INDICADOR DE DIRECCIÓN	49 ^a	Bornes de salida en el impulsor, borne de entrada en el interruptor de intermitencia para los impulsos.
	C	Borne en el impulsor para la primera luz de control que está separado de circuito de intermitente.
	C0	Conexión principal para circuitos de control que están separados de circuito de intermitencia.
	C2	Borne en el impulsador para la segunda luz de control.
	C3	Borne en el interruptor para la luz de control (con sus remolques).
	L	Borne de salida en el interruptor para intermitentes Izquierda.
	R	Borne de salida en el interruptor para intermitentes derecha.
LIMPIAPARABRISAS LAVADO DE PARABRISAS	31b	Borne en el motor del limpiaparabrisas sobre el interruptor de corto circuitos hacia masa.
	53	Borne de entrada en el motor de limpia parabrisas (+), conexión principal).
	53 ^a	Borne en el motor de limpia parabrisas final (-) y el interruptor limpia parabrisas.
	53b	Borne en el motor de limpia parabrisas (campo secundario y el interruptor de limpia parabrisas).
	53c	Borne en el interruptor del limpia parabrisas para la bomba de agua del limpiaparabrisas.
	53e	Borne (bobinado de freno) y en el interruptor del limpia para brisas en el motor de limpia parabrisas.
	53	Borne para altas revoluciones en el motor del limpia para brisas y con magneto permanente y tercera escobilla.
SEÑALES ACÚSTICAS	31b	Borne para cable de retorno sobre el interruptor de alarma y masa.
	71	Borne en la entrada en el conmutador de secuencia y sonido.
	71 ^a	Borne de salida en el conmutador hacia la primera y segunda bocina (bajos).
	71b	Borne de salida en el conmutador hacia la primera y segunda bocina (altos).
	72	Borne de entrada y salida en el interruptor de alarma (lámparas giratorias).
	85c	Borne en el conmutador de secuencia de sonido, interruptor de bocina secuencia.
	84	Borne de entrada en el relé de intensidad para el comienzo del bobinado y contacto.

RELÉS	84 ^a	Final del bobinado en el relé de intensidad.
	84b	Borne de salida en el relé de intensidad para el contacto.
	85	Borne de salida en el relé (final del bobinado hacia el polo negativo de la batería o masa.
	86	Borne de entrada en el relé (comienzo del bobinado una sola conexión).
	86 ^a	Entrada del relé, comienzo del primer arrollamiento.
	86b	Entrada del relé, toma o segundo arrollamiento.
	87	Borne de entrada en el relé Desconectador y contacto alterno, solo una conexión).
	87 ^a	Primer borde de salida en el relé Desconectador y contacto alterno, la parte de Desconexión.
	87b	Segunda salida.
	87c	Tercera salida.
	87z	Primera entrada.

2.4 Conductores y terminales

Conductores Eléctricos

La unión entre los diferentes elementos del equipo eléctrico de un automóvil se realiza, por medio de conductores eléctricos, constituidos por una alma de hilos de cobre y una protección aislante que suele ser de plástico. La resistencia de los mismos debe ser lo mas pequeña posible, con el fin de evitar las caídas de tensión que se producen con el paso de la corriente por ellos y que son perjudiciales para el buen funcionamiento de los aparatos receptores.

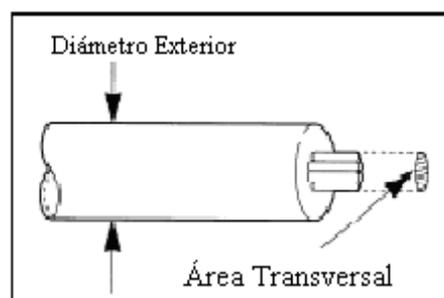


Figura 2.9: Conductor eléctrico.

^[4] **Fuente:** ESPE, Módulo Electricidad Automotriz, Latacunga: 2003, pp. 25 -27.

En general se tolera una caída de tensión en el conductor del 3% del valor de la tensión de la instalación, aunque este porcentaje aumenta hasta el 4% en el conductor de lanzamiento del motor de arranque, dado el elevado consumo de este.

Los conductores eléctricos deben poseer cualidades mecánicas que les permiten resistir, ya sean los esfuerzos de torsión o de tracción, y a las vibraciones a que están sometidos en el propio automóvil. Con este fin, el alma de los mismos esta formada por un conjunto de hilos de cobre, generalmente de menos de una décima de milímetro de diámetro.

El aislamiento debe ser lo más perfecto posible, resistiendo al calor y al ataque de los agentes exteriores (gasolina, aceite, entre otros).

Por estas razones, los aislamientos están constituidos por un tubo de caucho recubierto por una trenza de algodón. Corrientemente se utilizan fundas flexibles trenzadas.

Terminales

En la instalación eléctrica de automóviles, la conexión de los distintos cables entre sí, así como el cable de los bornes del receptor, se realiza por medio de terminales adecuados que presentan diferentes formas según el aparato receptor al que se conectan, pero en general, los más utilizados son los terminales de lengüeta, los cilindros y los de anillo arandela. La figura muestra los diferentes tipos de terminales utilizados con mayor frecuencia en las instalaciones eléctricas de los automóviles.

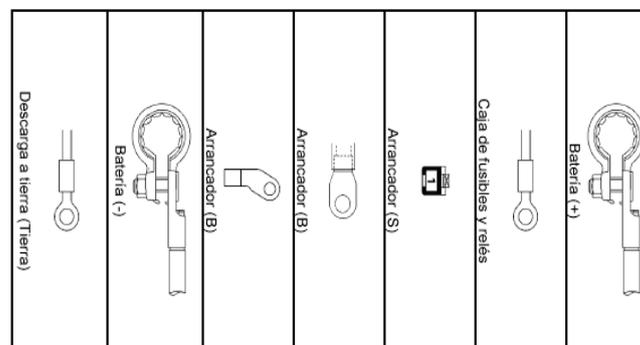


Figura 2.10: Terminales eléctricos.

El cable se fija al terminal por engatillado en las lengüetas que al cerrarse lo aprisionan al tiempo que realizan el contacto eléctrico adecuado, las lengüetas más

próximas al extremo del terminal se enclavan sobre la funda del cable, de manera que la unión soporte los esfuerzos de tracción mientras que los anteriores a éstas se fijan sobre el cable. En muchas aplicaciones el terminal está protegido con una funda de material aislante.

También los mazos de cables se interconexionan entre sí por medio de los conectores los cuales adoptan diferentes formas acordes al tipo de unión que realizan, la figura muestra los diferentes tipos de conectores de los cuales son cojinetes de plástico que forman celdas individuales en cada una de las cuales se alojan los correspondientes terminales, que están provistos de lengüetas de retención que los mantienen inmovilizados en la respectiva celda del conector, de manera que una vez introducido al terminal quede allí retenido.

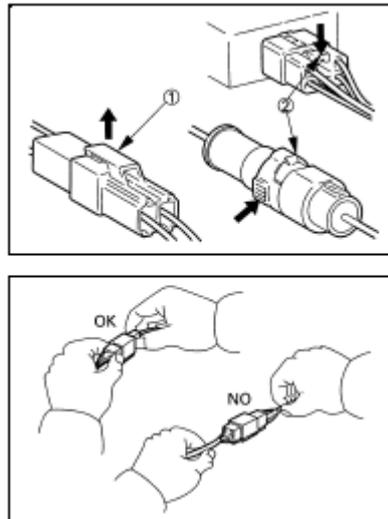


Figura 2.11: Cajetines de terminales.

2.5 Fusibles

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

Los fusibles son resistencias metálicas de valores muy bajos, es decir, muy pequeñas diseñadas para fundirse, abriendo así el circuito cuando la intensidad de la corriente supera lo calculado para el fusible. Los fusibles son muy baratos, mientras que los demás equipos y accesorios son muy costosos. Aunque lo que hace funcionar o

quemarse el fusible es la potencia que este utiliza, los fusibles se construyen para la intensidad de corriente que se debe conducir sin quemarse, por esto que es la gran intensidad de corriente lo que daña los instrumentos. Es importante la utilización de fusibles de la capacidad adecuada.

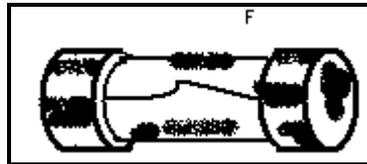


Figura 2.12: Fusible clásico.

Enlace de fusibles (Maxi fusible)

El enlace de fusibles se utiliza principalmente para proteger a los circuitos en lugares de alto flujo de corriente, como en el circuito de arranque. Cuando ocurre una sobrecarga de corriente, el enlace de fusibles se abre e interrumpe el flujo de corriente para evitar que el resto del cableado se queme. Al cambiar el enlace de fusibles debe respetar las mismas especificaciones de amperaje del original.

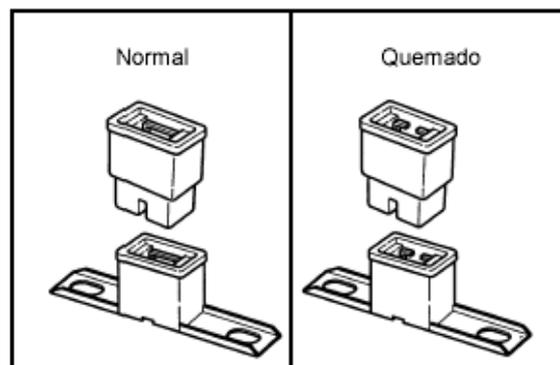


Figura 2.13: Enlace de fusibles.

Designación de fusibles.

Actualmente se ha generalizado el uso de fusibles tipo pastilla, su designación se da a través de un color característico para cada valor de amperaje.

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

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

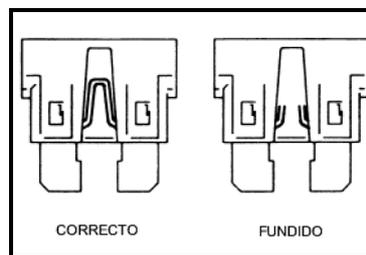


Figura 2.14: Fusible tipo pastilla.

Tabla 2.5 CÓDIGO DE COLORES PARA FUSIBLES TIPO PASTILLA

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

2.5.1 Caja de Fusibles

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

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

Estos alojamientos se configuran de manera que los conectores no pueden introducirse erróneamente en otro lugar que no sea el que les está destinado.

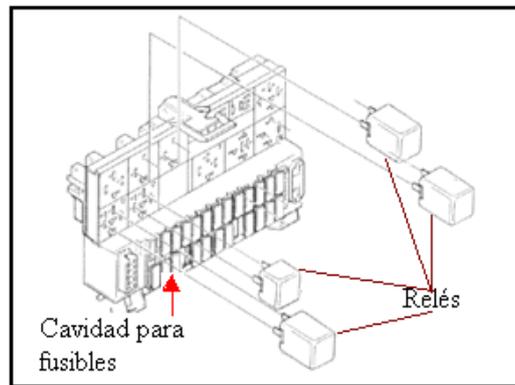


Figura 2.15: Caja de fusibles.

La caja de fusibles está en un lugar accesible en el interior del vehículo, o a su vez en el compartimiento del motor para que pueda ser sustituido un fusible con facilidad en caso de que se funda.

2.6 Relés

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

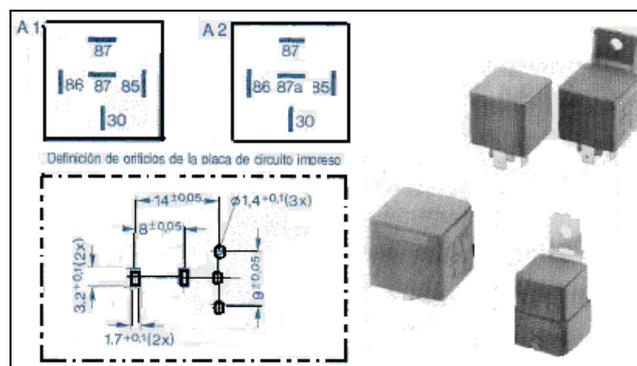


Figura 2.16: Relés Disposición de terminales.

Constitución

Es un dispositivo que consta de dos circuitos diferentes; un circuito electromagnético (electroimán) y un circuito de contactos, al cual aplicaremos el circuito que se desea controlar.

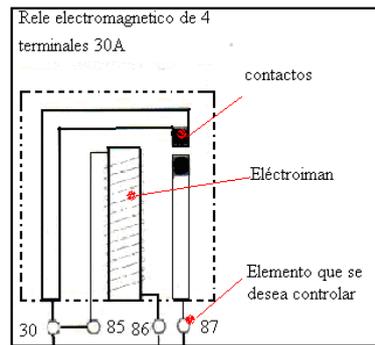


Figura 2.17: Constitución del relé.

2.6.1 Tipos de relés

Los relés pueden dividirse fundamentalmente en:

- Relés normalmente activos.
- Relés normalmente desactivos y mixtos.

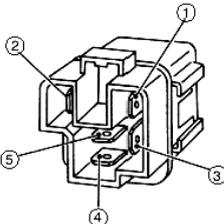
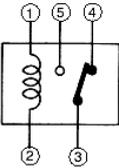
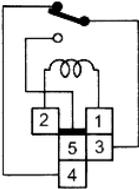
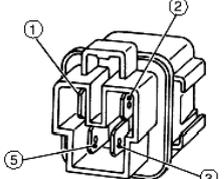
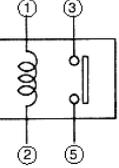
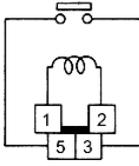
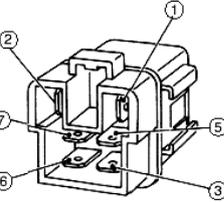
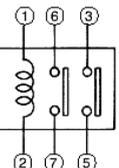
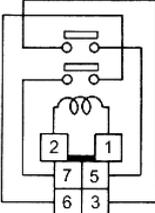
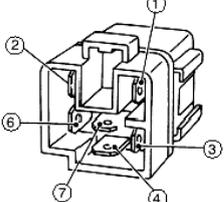
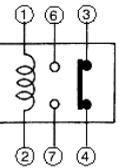
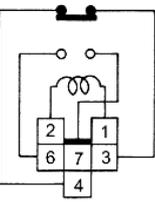
Tabla 2.6 ESPECIFICACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LOS RELÉS

Nombre/ Color	Tensión nominal/Resisten- cia de la bobina	Circuito interno	Nombre/ color	Tensión nominal/Resisten- cia de la bobina	Circuito interno
1T (MICRO ISO) /Negro	12V Aprox. 92Ω Tensión mínima de operación: 7V a 20°C (77°F)		1M (MINI ISO) /Negro	12V Aprox. 94 Ω Tensión mínima de operación: 7V a 20°C (77°F)	
1M (MICRO ISO) /Negro	12V Aprox. 132 -3 Ω Tensión mínima de operación: 7V a 20°C (77°F)		1M (energía)/ Negro	12V Aprox. 94 Ω Tensión mínima de operación: 7V a 20°C (77°F)	

2.6.2 Aplicaciones

Los relés tienen diversas aplicaciones en el campo automotriz. La presente tabla menciona algunos relés normalizados.

Tabla 2.7: RELÉS NORMALIZADOS.

Tipo	Vista externa	Circuito	Símbolos de conector y conexiones	Color
1T				NEGRO
1M				AZUL
2M				MARRON
1M-1B				GRIS

2.7 Lámparas eléctricas

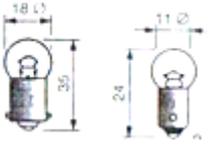
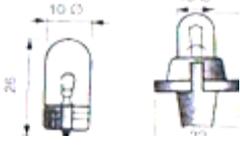
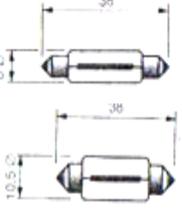
2.7.1 Lámparas Incandescentes.

Las lámparas incandescentes están formadas por un filamento generalmente de wolframio, que al ser recorrida la corriente se calienta hasta una temperatura de unos 2800 °C. Este filamento está colocado dentro de una ampolla de vidrio en la cual está al vacío y llenado con un gas inerte generalmente argón.

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

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

Tabla 2.8 TIPOS DE LÁMPARAS INCANDESCENTES ^[5]

Tipos de lámparas incandescentes			
Denominación	Figura	Potencia (W)	Características
Lámpara P21		21	<ul style="list-style-type: none"> • Monofilamento. • Utilización: Reversa, intermitente.
Lámpara PY21		21	<ul style="list-style-type: none"> • Monofilamento. • Color ámbar Utilización Intermitente.
Lámpara P21/5		55	<ul style="list-style-type: none"> • 2 filamentos. • Utilización: Freno y luz de posición.
Lámpara Esférica		5	<ul style="list-style-type: none"> • Monofilamento. • Utilización: Luz de posición
Wedge Base (Lámpara sin casquillo, todo cristal)		5 3	<ul style="list-style-type: none"> • Lámpara sin casquillo. • Utilización: Luz de posición, proyectores piloto adicional de frenos repetidores laterales de intermitencia.
Lámpara plafonier		5	<ul style="list-style-type: none"> • Monofilamento. • Utilización: Iluminación de la placa de matrícula, iluminación plafonier, luz de cortesía.

2.7.2 Lámparas Halógenas

El desarrollo tecnológico de los últimos años, ha hecho evolucionar considerablemente las lámparas de incandescencia hasta la obtención de las lámparas de halógeno, en las cuales se conserva el filamento de tungsteno o wolframio, mientras que en el interior de la ampolla se sustituye el argón por algún gas halógeno (generalmente yodo) sometido ahora a mayor presión.

Debido al aumento de la temperatura de funcionamiento en esta lámpara, se hace necesario sustituir el cristal de la ampolla por cuarzo.

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

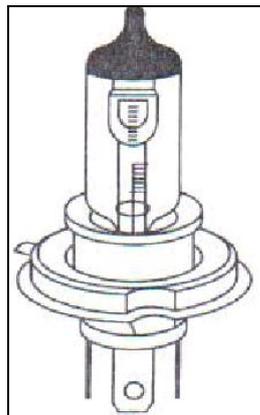
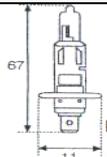
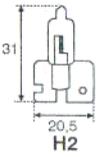
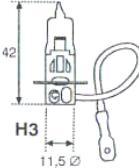
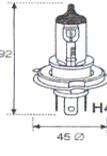
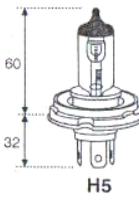
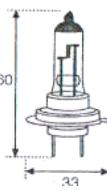


Figura 2.18: Lámpara Halógena.

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

Tabla 2.9 TIPOS DE LÁMPARAS HALÓGENAS

TIPOS DE LÁMPARAS PARA ILUMINAR (HALÓGENAS)			
Denominación	Figura	Potencia(W)	Características
Código europeo		40/45	<ul style="list-style-type: none"> • 2 filamentos cazoleta sobre el filamento. • Utilización para proyectores principales con o sin filtro amarillo.
Halógena(H1)		55 , 70 y 100	<ul style="list-style-type: none"> • 1 filamento axial. • Utilización para proyectores principales y auxiliares.
Halógena(H2)		55	<ul style="list-style-type: none"> • 1 filamento axial. • Utilización para proyectores auxiliares (lámpara plana).
Halógena(H3)		55	<ul style="list-style-type: none"> • 1 filamento longitudinal. • Utilización para proyectores auxiliares (antiniebla).
Halógena(H4)		55/60 90/100	<ul style="list-style-type: none"> • 2 filamentos cazoleta sobre el filamento. • Utilización para proyectores principales.
Halógena(H5)		55/60	<ul style="list-style-type: none"> • 2 filamentos cazoleta sobre el filamento. • Utilización para proyectores principales admitido solamente en proyectores halógenos escudo de luz directa.
Halógena(H7)		55	<ul style="list-style-type: none"> • 1 filamento. • Utilización para proyectores principales concebido para proyectores de superficie compleja escudo de luz directa menores radiaciones de luz ultra-violeta.

^[5] Fuente: GIL, Hermogenes. Circuitos en el Automóvil. 1era.ed. Barcelona: Ceac, S.A. 2002. pp. 426 - 428

Nota: Con las lámparas halógenas debe tenerse la precaución de no tocar con los dedos el cristal de cuarzo, pues aparte de las quemaduras que puede provocar cuando está caliente, la grasilla depositada con el tacto, produce una alteración permanente en el cristal con las altas temperaturas. Por esta razón, cuando se haya tocado el cristal, debe limpiarse con alcohol antes de poner en servicio la lámpara.

2.7.3 Lámparas de Xenón

El origen de este tipo de luz está más en las propiedades luminosas del arco de plasma que en la incandescencia de los electrodos, lo que hace a estas lámparas más eficaces desde el punto de vista de la transformación de la energía eléctrica en luminosa.

Las lámparas de xenón proporcionan un alumbrado muy parecido al de la luz natural y más claro que el de las lámparas halógenas. La lámpara de xenón carece de filamento, que es sustituido por dos electrodos encerrados en una ampolla de cuarzo. Entre los dos electrodos se dispone una pequeña ampolla rellena de gas xenón a alta presión y sales de sodio o mercurio, mediante las cuales se genera un arco eléctrico que produce la ionización del gas en este espacio, con lo que este se vuelve conductor permitiendo el paso de la corriente eléctrica entre ambos electrodos.

El arco eléctrico formado produce la evaporación del gas y de las sales de sodio o mercurio, que participarán con su evaporación en la creación del arco. En la figura se muestra el proceso de formación del arco de descarga.

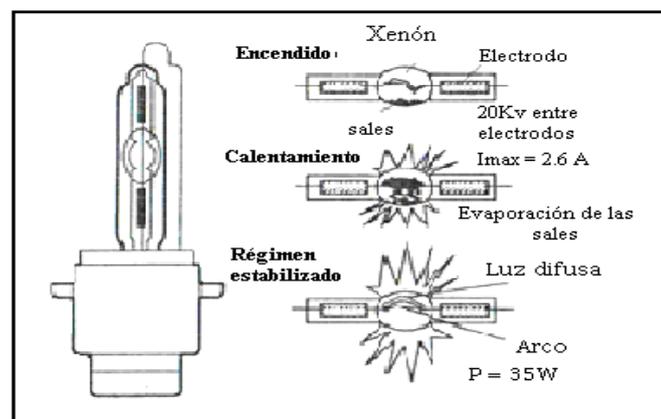


Figura 2.19: Lámparas de xenón.

Con esta técnica se obtiene un flujo luminoso superior en más de dos veces al obtenido con una lámpara halógena, con un consumo eléctrico inferior a la mitad. Este flujo luminoso es de tal intensidad que, si no se ajusta convenientemente su iluminación, puede deslumbrar fácilmente a los conductores de los vehículos que circulan de frente.

En la actualidad se utilizan dos tipos de lámparas de descarga para aplicación en vehículos:

- La D2R para faros parabólicos
- La D2S para faros elipsoidales

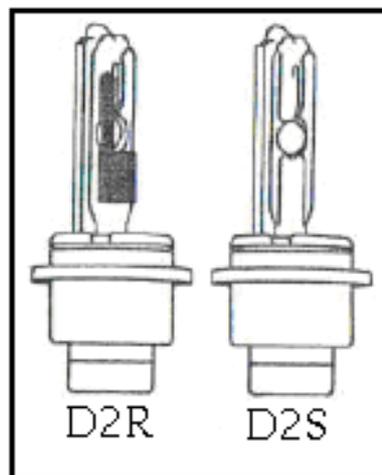


Figura 2.20: Tipos de lámparas de xenón.

Dadas las características de este tipo de lámparas y las altas temperaturas de funcionamiento, es necesario esperar un tiempo prudencial para que se enfríen antes de manipularlas.

2.8 Motores Eléctricos

Son máquinas eléctricas rotatorias que transforman la energía eléctrica en energía mecánica. Debido a sus múltiples ventajas, entre las que cabe citar su economía, limpieza, comodidad, seguridad de funcionamiento, escaso mantenimiento.

Los dos componentes básicos de todo motor eléctrico son el rotor y el estator. El rotor es una pieza giratoria, un electroimán móvil, con varios salientes laterales, que llevan cada uno a su alrededor un bobinado por el que pasa la corriente eléctrica. El

estator, situado alrededor del rotor, es un electroimán fijo, cubierto con un aislante. Al igual que el rotor, dispone de una serie de salientes con bobinados eléctricos por los que circula la corriente.

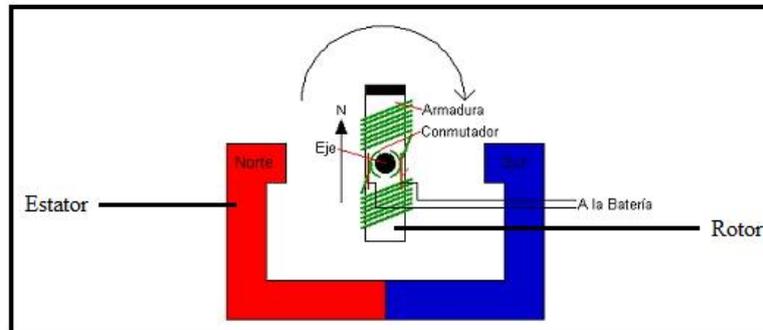


Figura 2.21: Constitución del motor eléctrico.

Los motores eléctricos se clasifican en motores de corriente continua, también denominada directa, motores de corriente alterna.

Los motores eléctricos que se usan en el automóvil son de corriente continua, debido a que se puede regular continuamente su velocidad.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

3.1 Circuitos eléctricos de alumbrado

3.1.1 Circuito de luces de faros

Se utiliza para iluminar el camino por el que circula el vehículo. En la parte delantera del vehículo se encuentran de dos a cuatro focos luminosos por lo general de color blanco, (el testigo es generalmente de color lila ubicado en el tablero de instrumentos) a una distancia sobre el suelo de no menos de 0.5m hasta 1.2m (esta ultima en vehículos grandes).

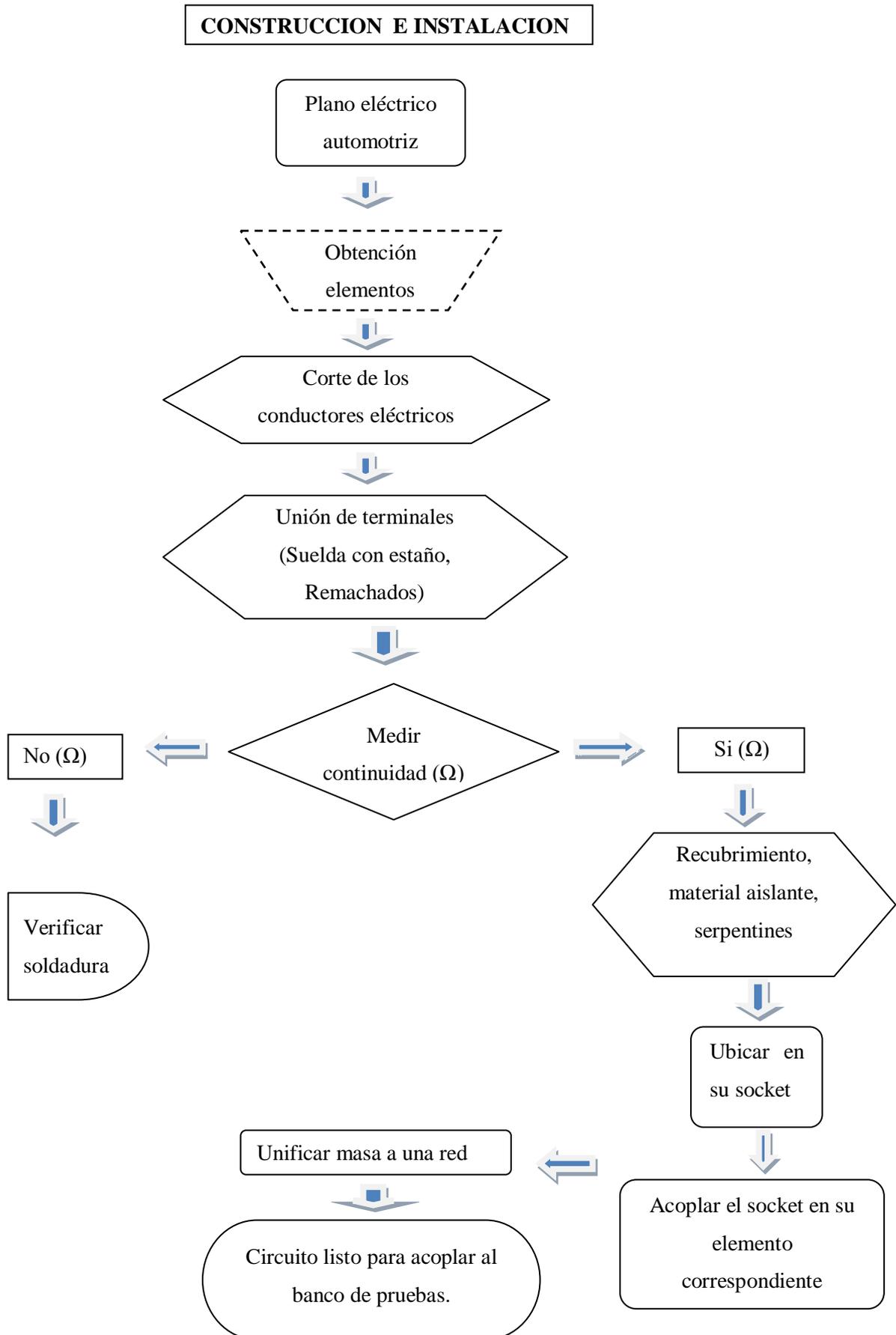
El filamento de los faros de carretera (largas o intensas altas) suele tener una potencia comprendida entre 45 y 60 vatios.

El filamento de los faros de cruce (cortas o intensas bajas) tiene una potencia entre 40 y 55 vatios.

Según la American Wire Gauge AWG el circuito de alumbrado utiliza un conductor # 14.

Para la construcción e instalación de los circuitos eléctricos automotrices se unificó el proceso mediante un diagrama de flujo el cual se aplicara a la mayoría de los circuitos, en caso de existir algún otro proceso adicional a este se lo mencionara en su momento oportuno, a su vez cada circuito tendrá una pequeña explicación de su ensamble poniendo énfasis en los puntos más importantes a ser tomados en cuenta.

A continuación se presenta el diagrama de flujo:



Construcción e instalación faros de carretera y cruce

Para la construcción del circuito de carretera y cruce se utilizó los siguientes componentes:

- Conmutador de luces media y faros (d).
- Socket para conmutador de luces y faros (c).
- Palanca de activación de luces carretera y cruce (altas y bajas).
- Fusible 10 A.
- 2 Faros (Corsa Wind).
- 2 Lámparas halógenas H4 con su respectivo zócalo.
- Foco testigo de tablero de instrumentos (sin casquillo).
- 3 m de conductor amarillo (carretera), blanco (cruce), café (masa) AWG # (14, 14,16) respectivamente (g).
- Terminales (redondos 5/16, 1/4).
- Material aislante.



Figura 3.1: Elementos eléctricos del circuito de luces

A continuación se realizó el corte de conductores, para ser instalados en sus respectivos socket, además se ubicó las masas que sean necesarias.

Para obtener una mejor sujeción de los terminales se procedió a soldarlos con estaño, luego recubrirlos con material aislante.

Con el objetivo de tener una sola masa se empalmó a una red de masas a un conductor (AWG # 8), para así evitar el aglomeramiento de cables. Se instaló los zócalos que van acoplados con las lámparas halógenas.



Figura 3.2: Ensamble de cableado a sus terminales.

Tomando como referencia el circuito eléctrico del vehículo Corsa Wind se diseñó el plano eléctrico automotriz.

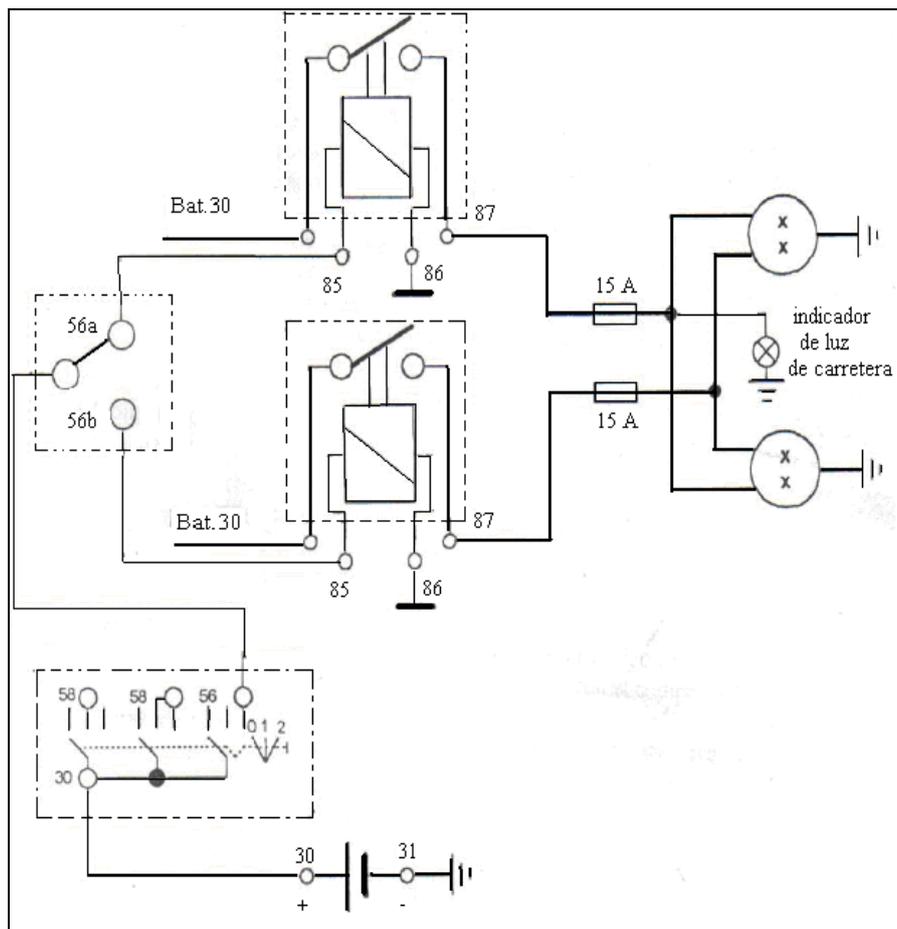


Figura 3.3: Diagrama luces de carretera y cruce

3.1.2 Circuito de luces guías

Las luces guías, conocidas también como de ciudad, media luz, población o situación, determinan la posición del vehículo e indican claramente el ancho y la longitud del vehículo.

Este consta de dos pilotos delanteros, de color blanco o amarillo, y dos pilotos posteriores de color rojo, situados lo más cerca posible de las partes laterales del automóvil.

Su empleo es obligatorio, por carretera como por cruce, durante la noche y su luz debe ser visible a una distancia mínima de 300 metros.

Las lámparas posteriores de posición son bilux, el filamento más grueso que corresponde al circuito de freno, mientras que el filamento mas fino pertenece al circuito de posición. Generalmente, la potencia de las luces guías es de 4 a 10 vatios.

Según las normas DIN las luces de posición se identifican con el código 58. Las luces izquierdas se identifican con el código 58L y las luces derechas se identifican con el código 58R. La norma American Wire Gauge (AWG) el circuito de alumbrado utiliza un conductor # 16.

Construcción del circuito de luces guías.

Elementos que conforman este circuito:

- 2 faros posteriores (a).
- 2 lámparas P21/5 incorporadas a los faros posteriores.
- 2 lámparas sin casquillo de 5W (c).
- 5 m de conductor AWG #16 (gris/negro, café (-), gris/rojo) (e).
- Conmutador y zócalo (a).
- Unión macho y hembra de 5 pines (b).
- Alojamiento luz delantera (c).
- Lámparas testigo (2) (tablero de instrumentos).
- Luz de matrícula (patente).
- Fusible 10 A.



Figura 3.4: Elementos circuito luces guías.

Instalación eléctrica

Con los elementos necesarios se procede al ensamble de los mismos, se debe tener en cuenta que las masas vayan dirigidas hacia una unión en común la cual ya se la realizó en el circuito anterior.

El ensamble de los cableados se realizó meticulosamente tomando en cuenta la posibilidad de que se produzca un corto circuito, para ello se soldó el conductor con cautín para luego recubrirlo con material aislante.

Para verificar la soldadura se midió continuidad en los extremos del cable, el cual al ser aceptable, se acopló a su elemento respectivo.

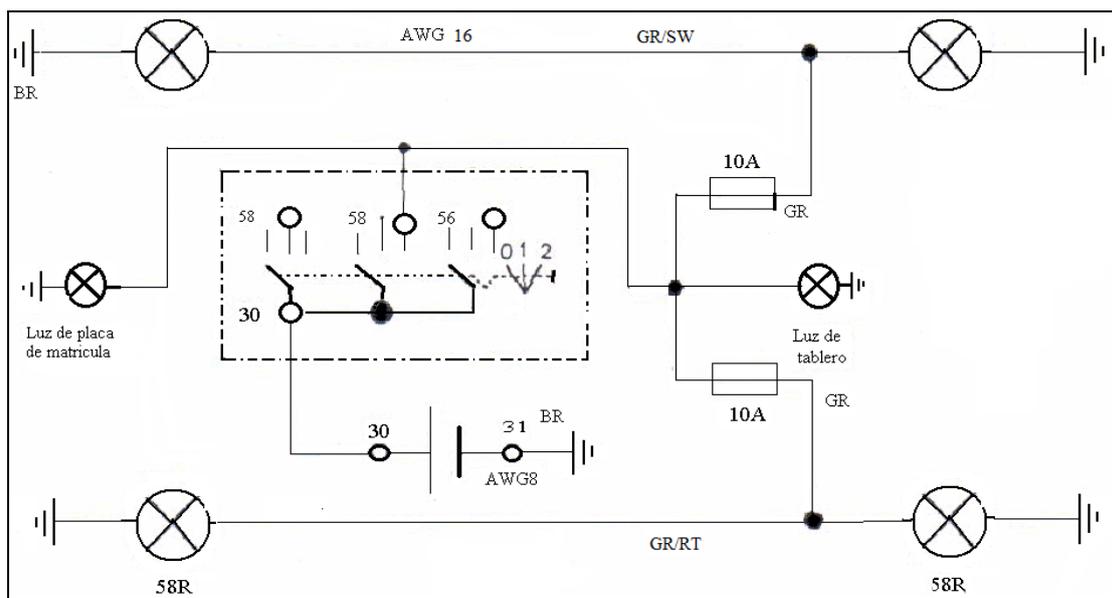


Figura 3.5: Conexión luces guías.

3.1.3 Circuito de luz de freno.

Las luces de freno indican que el vehículo va a detenerse o reducir su velocidad. Se ponen en funcionamiento a través del interruptor accionado simultáneamente por el pedal de freno. En la mayoría de vehículos, se emplea lámparas bilux para la luz de freno y la de posición trasera. El filamento más grueso pertenece al circuito de freno y suele tener una potencia eléctrica comprendida entre 18 a 21 vatios.

La luna de los pilotos de freno es de color rojo. El circuito de luces de freno se manda desde un interruptor colocado en el pedal de freno.

Según las normas DIN a las luces de freno le corresponden el código 54 este circuito utiliza un conductor AWG #16.

Construcción del circuito luz de freno

Elementos que conforman este circuito:

- 2 lámparas P21/5 incorporadas a los faros posteriores (a).
- 3 m de conductor AWG #16 (amarillo/negro, café (-)).
- Interruptor de luz de freno (c).
- Fusible 15 A.
- Tercera luz de stop (lámpara sin casquillo, todo cristal) (b).

Para realizar el ensamble de este circuito se debe tomar en cuenta que se trata de un circuito muy similar en elementos al de luces guías, con la diferencia en si que este circuito consta de un interruptor de freno y adiciona una tercera luz de freno además la toma de corriente se la realizó directamente de la posición Ign del switch.



Figura 3.6: Componentes luz de freno.

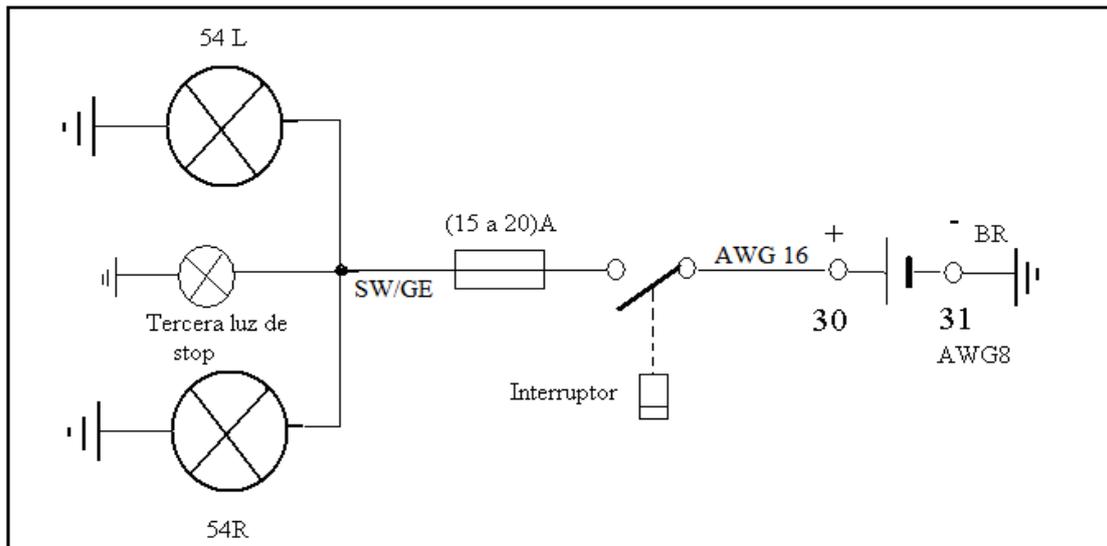


Figura 3.7: Conexión luz de freno.

3.1.4 Circuito de luz de marcha atrás

Las luces de marcha atrás, indican el retroceso del vehículo e iluminan el camino que queda atrás, se señala mediante dos lámparas de color blanco situadas en la parte posterior del vehículo, pero poco deslumbrante, cada foco tiene una potencia eléctrica de 10 a 25 vatios, utiliza un conductor AWG # 16. Ilumina el suelo a una distancia de unos 10m detrás del coche.

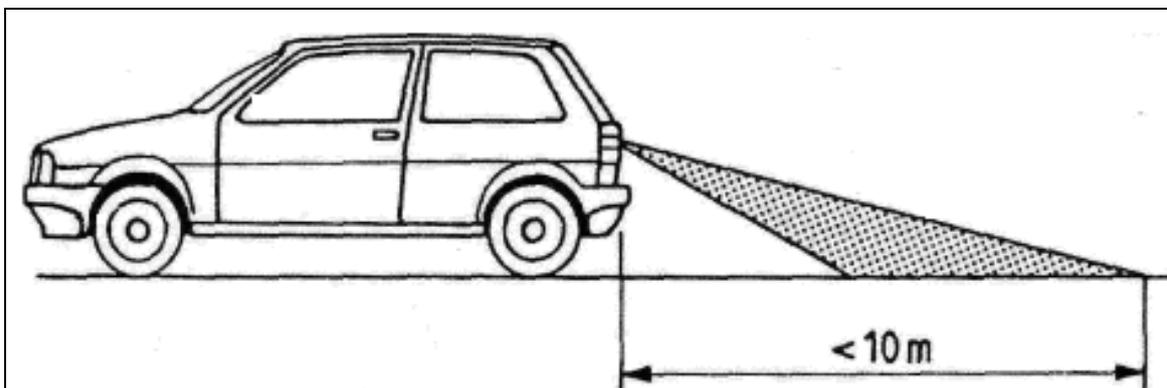


Figura 3.8: Distancia de alumbrado de luz marcha atrás.

El interruptor de la luz de reversa está colocado en la caja de transmisión de modo que sea accionado por la palanca de cambios cuando se halla en la posición de marcha atrás. Los focos de marcha atrás se conectan automáticamente al colocar esta velocidad. En algunos vehículos, este interruptor también envía corriente a una bocina colocada atrás del vehículo para advertir la marcha en ese sentido.

Construcción del circuito luz de marcha atrás

Elementos que conforman este circuito:

- 2 faros posteriores (blancas) (b).
- 2 lámparas PY21.
- 3 m de conductor AWG #16 (blanco/ negro, café masa) (a).
- Interruptor de luz marcha atrás (d).
- Llave de encendido (c).
- Fusible 20 A.
- Bocina eléctrica (Opcional).



Figura 3.9: Componentes de luz de reversa.

Para realizar este circuito se debe tomar en cuenta que la alimentación se debe tomar de la posición de ignición de la llave de encendido, y para el ensamble de componentes se debe seguir el procedimiento ya experimentado en los circuitos anteriores.

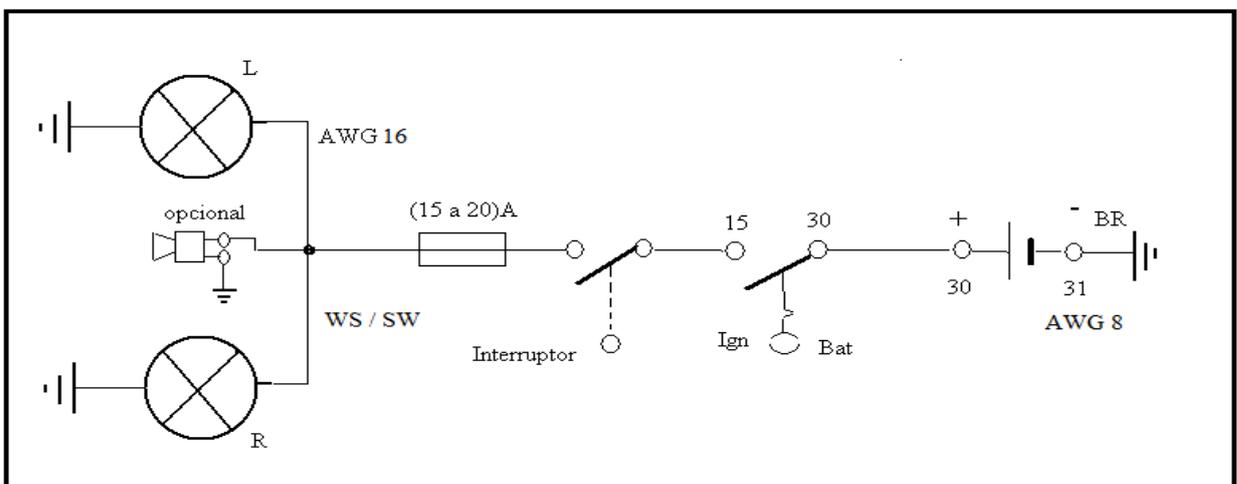


Figura 3.10: Conexión luz de marcha atrás.

3.1.5 Circuito de luces direccionales y estacionamiento

Luces direccionales

Tienen la misión de avisar, tanto de día como de noche a los demás conductores, que el vehículo va a cambiar de dirección hacia la izquierda o derecha, o modificar la dirección de marcha como ocurre en los adelantamientos.

Este consta de cuatro a seis focos de color naranja situados delante, en la parte lateral y atrás de vehículo existen también dos testigos de color verde en el tablero de instrumentos para avisar al conductor la dirección que va a tomar.

Los focos están colocados en los extremos más salientes del vehículo y se encienden únicamente los correspondientes a un lado (izquierdo o derecho) a la vez, de manera intermitente, con una frecuencia de 60 a 120 pulsaciones por minuto. La potencia de los focos varía entre 10 a 21 vatios; se utiliza un conductor AWG # 16; en la figura se aprecia el ángulo de luminosidad de las luces intermitentes.

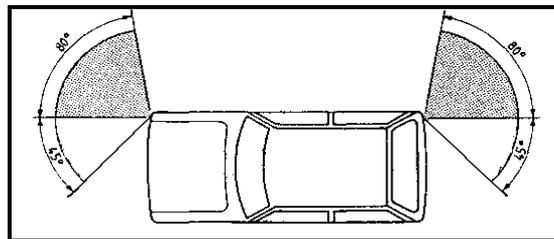


Figura 3.11: Ángulo de luminosidad luces intermitentes. ^[6]

El interruptor de las direccionales se opera mediante una palanca y esta instalado dentro de la columna de la dirección. Cuando se mueve la palanca hacia arriba o hacia abajo cierra contactos dentro del conmutador para dirigir la corriente hacia el flasher.

Los interruptores de las direccionales se autocancelan cuando el volante de la dirección regresa a su posición de conducir hacia delante.

El flasher, central de intermitencias o impulsor de luz es un dispositivo de termo contacto o electrónico (multivibrador) que hace que las lámparas se enciendan y se apaguen con una frecuencia de 60 +/- 30 pulsaciones por minuto.

^[6] Fuente: GIL, Hermogenes. Circuitos en el Automóvil. 1era.ed. Barcelona: Ceac, S.A. 2002. Pág. 438.

Tiene tres bornes de los cuales el marcado con X o (49) es el de llegada de corriente a través del interruptor de contacto, L o (49a) es la salida para el borne común del conmutador y P la salida a la corriente para una lámpara testigo.

Construcción del circuito luz de direccional

Elementos que conforman este circuito:

- 2 faros delanteros y posteriores (naranja) (a).
- 4 lámparas PY21 alojadas en los faros.
- 2 alojamientos de lámparas direccionales (c).
- 1 lámpara testigo sin casquillos acoplados en el tablero.
- 1 flasher (b).
- 1 palanca de luces direccionales (d).
- Fusible 20 A.
- Llave de encendido (e).
- 5 m de conductor AWG # 16 (negro/blanco, negro/verde, café (-)).

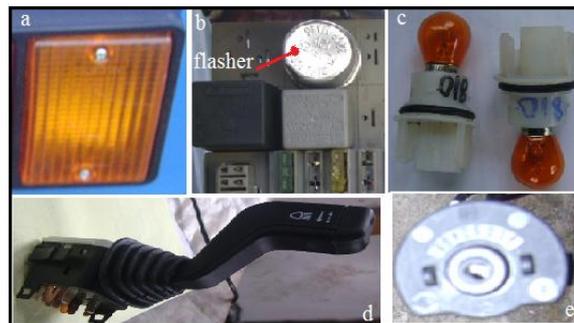


Figura 3.12: Elementos circuitos direccionales.

En este circuito se utilizó el terminal de ignición de la llave de encendido ya que de ahí procede su alimentación de corriente.

Además incorpora un flasher, que se aloja en la caja de fusibles. A los conductores se les ha acoplado su respectivo terminal de tal forma que encajen perfectamente en los diversos componentes. Las masas de este circuito llegan a una red común de todo el sistema.

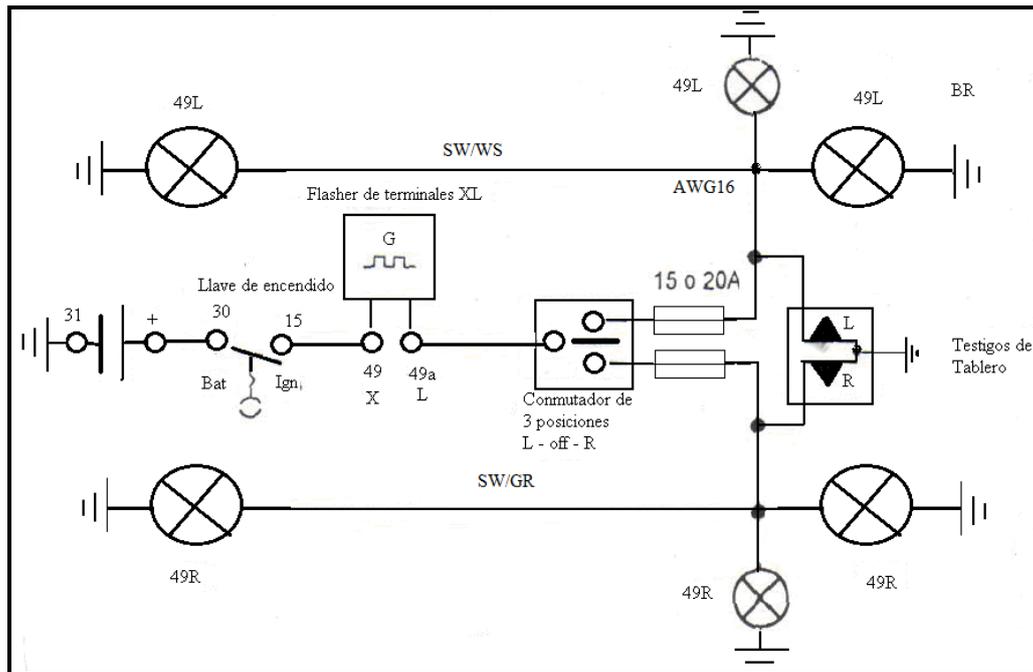


Figura 3.13: Conexión luz direccional.

Luces de estacionamiento.

En muchas ocasiones se hace necesario parquear el vehículo en un lugar que tenga cierto peligro, de manera que es necesario señalar bien y visualizar desde lejos su posición.

Las luces de estacionamiento deben ser utilizadas en casos de emergencia, es decir, por paros involuntarios debidos a alguna avería o en condiciones de extrema necesidad. No debe utilizarse con el vehículo en marcha.

Utilizan los mismos focos de las luces direccionales, son intermitentes, pero se encienden simultáneamente las lámparas delanteras, laterales, posteriores, y testigos del tablero.

Estas luces se comandan cuando el interruptor principal de luces está en la posición de cero y son accionadas por un interruptor situado en el tablero de instrumentos.

A las luces de estacionamiento le corresponde el código DIN 57 L para las luces izquierdas y 57 R para las luces derechas.

Construcción del circuito luces de estacionamiento

Elementos que conforman este circuito:

- Interruptor de estacionamiento (a).
- Socket interruptor de estacionamiento (b).
- Conductores(c).
- Los elementos de las luces estacionamiento son los mismos en las luces de direccionales.

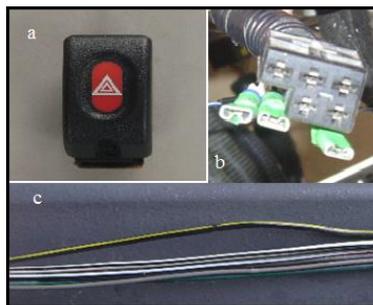


Figura 3.14: Componentes luz de estacionamiento.

En el ensamble de este circuito se debe tomar en cuenta que este se alimenta directamente del polo positivo del fusible.

Este circuito se debe tener cuidado al instalar el interruptor de estacionamiento. Con la ayuda del plano eléctrico se conectan lo diferentes componentes.

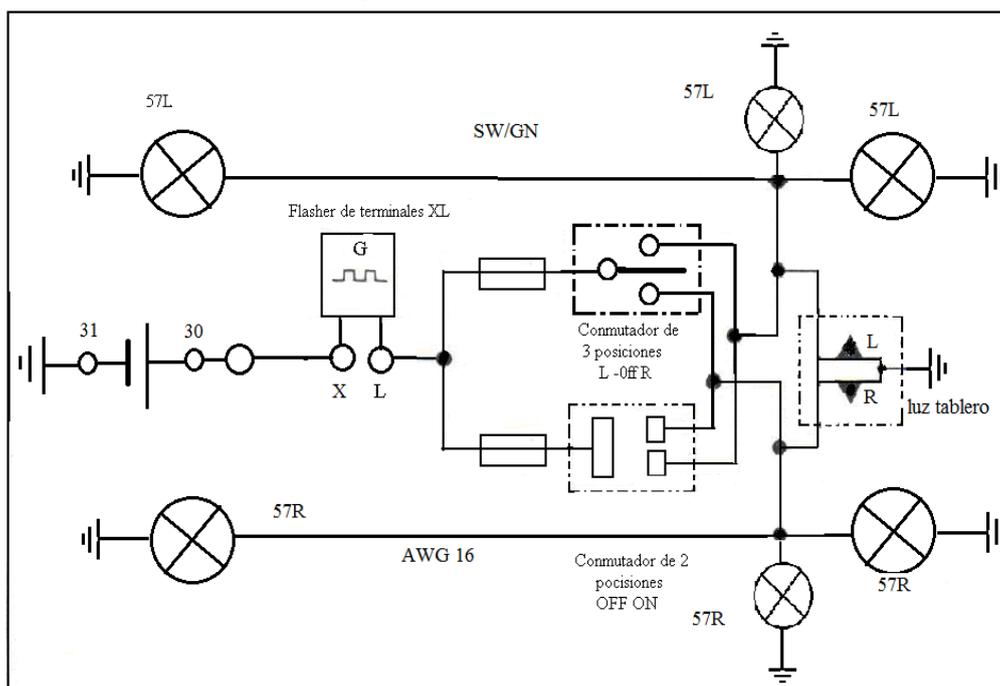


Figura 3.15: Conexión luz de estacionamiento.

3.1.6 Circuito de luces antiniebla

La misión de los faros antiniebla es producir un alumbrado más bajo y cercano que la luz de cruce, de tal manera que el conductor tenga una buena visibilidad en caso de niebla, nieve o polvo.

Se sitúan dos faros en la parte delantera del automóvil a 40 cm. como máximo, de los bordes del costado del automóvil.

Están provistos de un vidrio blanco o amarillo estriado (liso para largo alcance) que limita al máximo el deslumbramiento.

Los faros antiniebla son halógenos provistos de una lámpara de yodo, ya que este tipo de luz amarillenta tiene mayor poder de penetración en la niebla, que la luz blanca normal.

Las lámparas de halógenos para faros antiniebla están codificadas por las normas DIN con el número 55, con potencias comprendidas entre 40 y 120 vatios, que circulan por un conductor AWG #14 y tienen un alcance de hasta 40m.

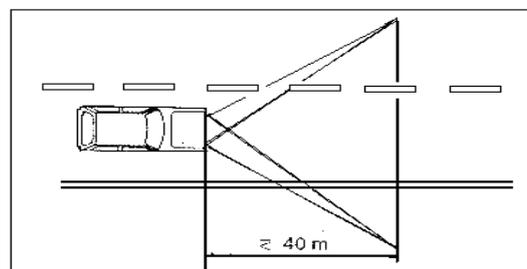


Figura 3.16: Alcance de la luz antiniebla.

Algunas reglamentaciones oficiales prohíben el encendido simultáneo de los faros de carretera y antiniebla, sin embargo está permitido el empleo conjunto de esta luz con la de cruce.

Construcción del circuito luces antiniebla

Elementos que conforman este circuito:

- 2 Lámparas halógenas H3 (e).
- 1 relé (b).
- 3 m de conductor AWG #14 (negro, café).

- 1 conmutador de luz antiniebla (d).
- Fusible 30 A.
- Conmutador luces guías (a).
- 2 uniones macho hembra (c).

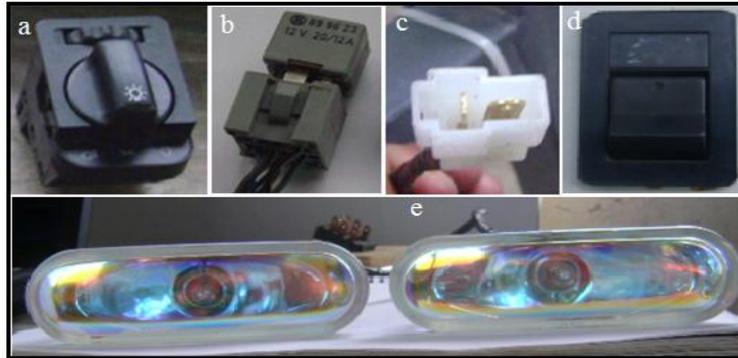


Figura 3.17: Componentes de luz antiniebla.

Para la construcción de este circuito se utilizó el conmutador de luces guías para que las luces antiniebla se activen siempre y cuando las luces guías estén encendidas.

En esta instalación se tuvo precaución el momento de la unión del cableado, se utilizó suelda por estaño para unir los terminales los mismos que se protegieron con material aislante.

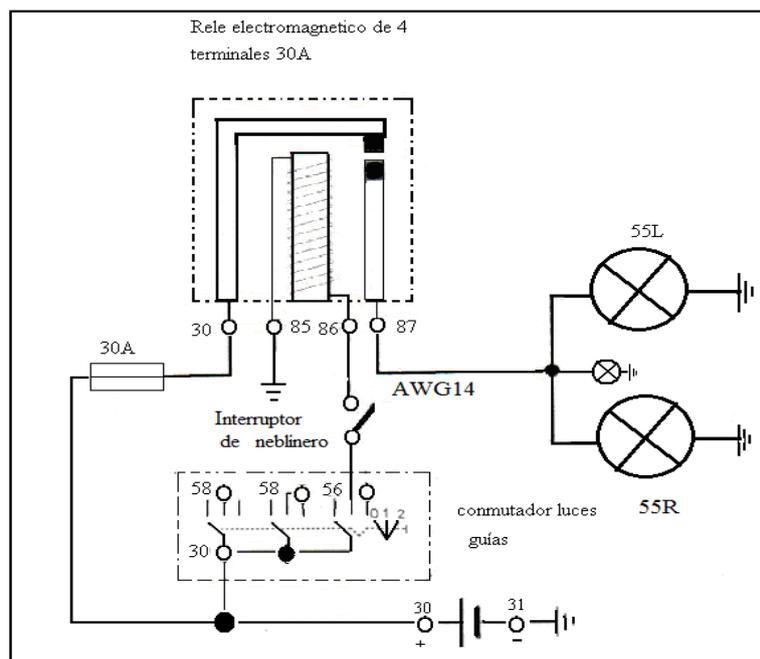


Figura 3.18: Conexión luz antiniebla.

3.1.7 Circuito de luz de salón

La luz de salón o luz interior, brinda más comodidad y seguridad al conductor y pasajeros que viajan en el interior del vehículo.

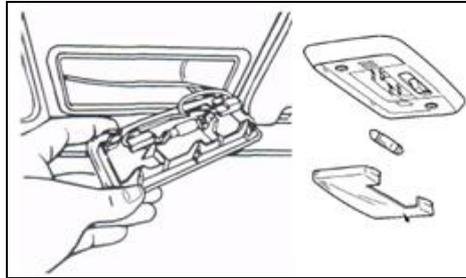


Figura 3.19: Ubicación luz salón.

Las luces de alumbrado interior están colocadas en la cámara destinada a los pasajeros, en la parte lateral o en el techo del vehículo, son blancas y se encienden automáticamente por medio de interruptores pulsadores instalados en los marcos de las puertas o desde conmutadores colocados en las propias lámparas.

La potencia eléctrica de las luces interiores de vehículos pequeños suele tener 5 vatios, pero en vehículos grandes las lámparas pueden tener hasta 20 vatios, que circulan por un conductor AWG #16, están colocadas a distancias prudentiales que dependen de la magnitud del interior del vehículo y están cubiertas por un cristal esmerilado que lo protege de posibles golpes y presta una luz difusa uniformemente que no daña la vista y permite a los pasajeros leer un periódico sin fatiga.

Construcción del circuito luz de salón

Elementos que conforman este circuito:

- 1 lámpara plafonier (a).
- Luz de alumbrado de salón (d).
- 2 interruptores de puerta (e).
- 3 m de conductor AWG #16 negro, café.
- Fusible 15 A.
- Conmutador de luz de salón incorporado en el conmutador de luces guías (b).
- Terminales macho/ hembra 0.25in (c).

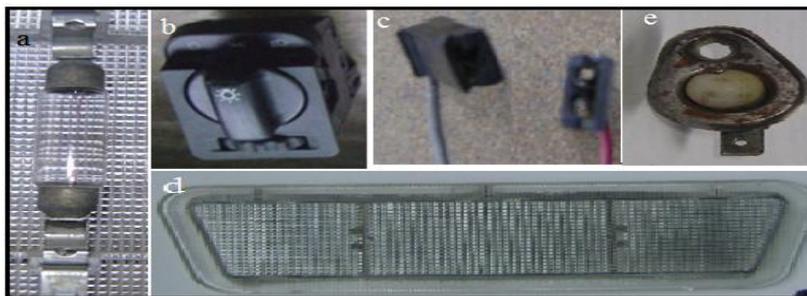


Figura 3.20: Componentes de luz de salón.

Este circuito es simple de instalar debido a no tener muchos elementos incorporados. Para un óptimo ensamble se sigue el proceso antes mencionado, aplicado a los anteriores circuitos, tomando en cuenta la perfecta unión con los terminales.

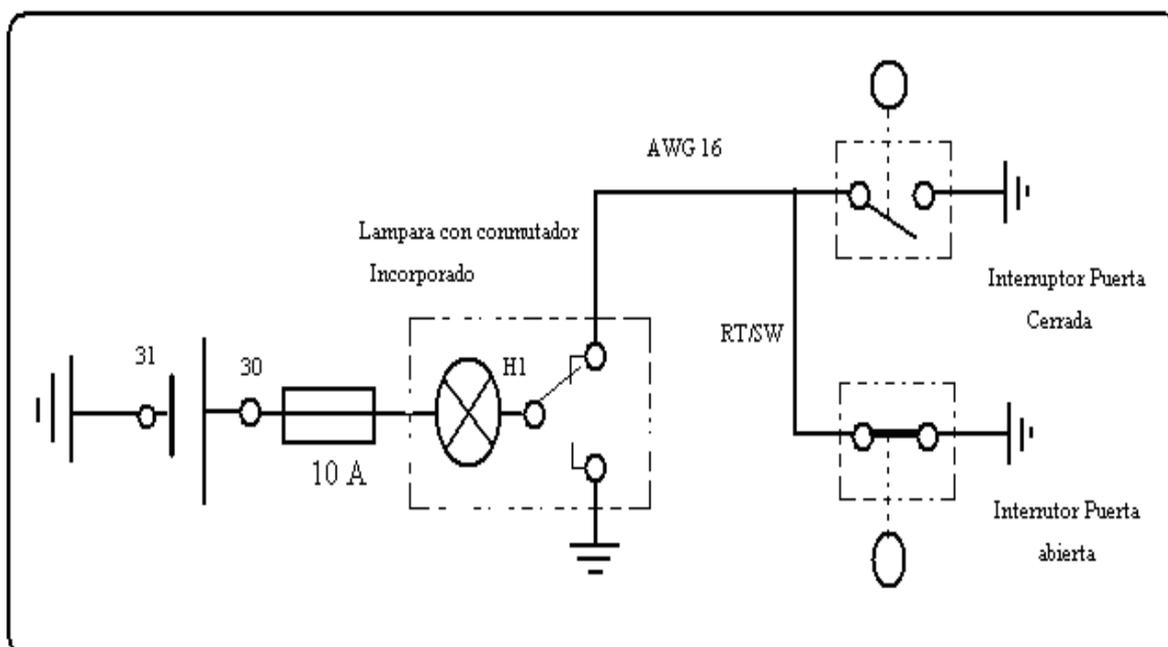


Figura 3.21: Conexión luz de salón.

3.1.8 Circuito de bocina

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

El circuito de claxon tiene una potencia comprendida entre 60 a 180 vatios, los mismos que utilizan un conductor AWG # 16. Según las normas DIN le corresponde el 71.

Construcción del circuito bocina.

Elementos que conforman este circuito:

- 1 bocina eléctrica (a).
- 1 relé (b).
- 1 pulsador(c).
- Fusible 20 A (b).
- 3 m de conductor AWG #16.
- Terminales macho / hembra.
- Terminal redondo 5/16 (c).

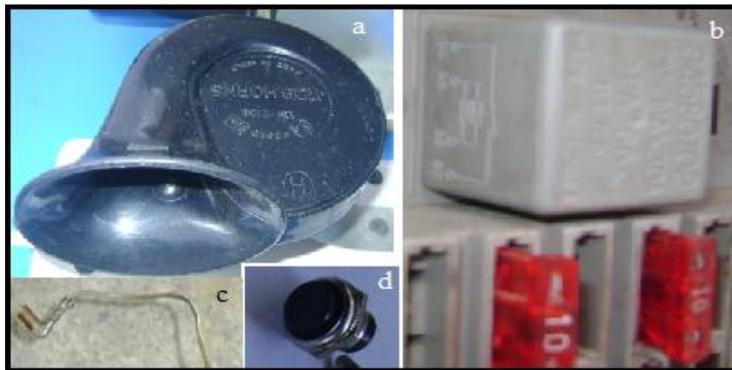


Figura 3.22: Elementos del circuito de bocina.

Este circuito no presenta mayor complejidad, pero siempre tomado precaución en las uniones y empalmes.

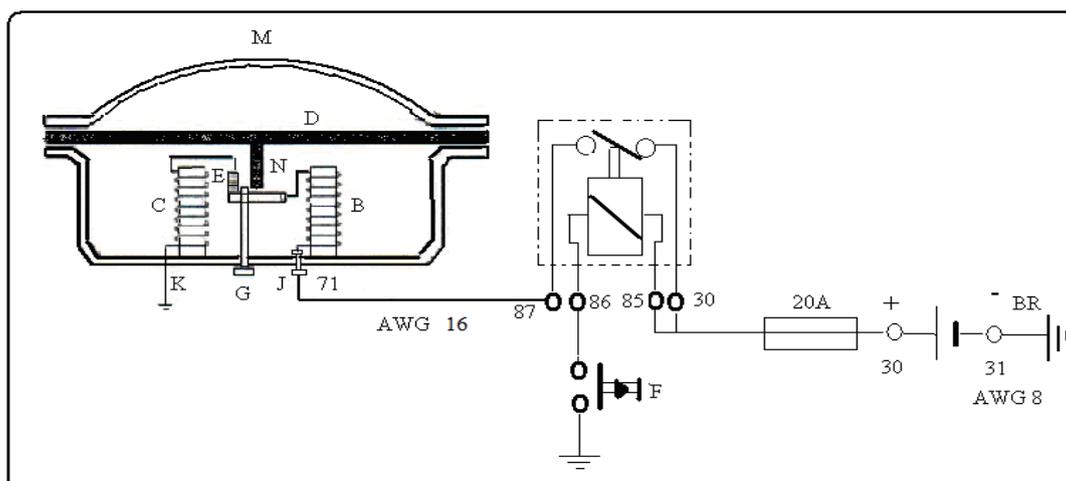


Figura 3.23: Circuito bocinas eléctrica.

M: Tapa.

F: Pulsador.

D: Membrana.

B y C: Bobinas.

J: Inicio bobinas, K el final.

E: Contactos normalmente cerrados.

G: Tornillo de reglaje.

N: Tetón.

3.2 Sistema de accesorios del vehículo

Los sistemas de accesorios eléctricos permiten a los ocupantes del vehículo tener mayor comodidad, seguridad y en el caso de los conductores evitar distracciones.

Los accesorios que vamos a tratar son:

- Cierre centralizado.
- Elevalunas eléctricos.
- Retrovisores eléctricos.
- Limpia parabrisas.
- Nivel de combustible.

3.2.1 Cierre centralizado

El cierre centralizado sustituye la parte mecánica del enclavamiento de los seguros de las puertas por cerraduras electromagnéticas, tienen la ventaja de que desde cualquiera de las dos puertas delanteras, al cerrar con llave, se produce el enclavamiento de las cuatro puertas automáticamente, tanto desde el exterior como desde el interior, con la seguridad que ello representa. Además incluye un mando a distancia (control Remoto).

Este sistema incorpora una cerradura electromagnética por cada puerta pudiendo añadir al baúl y a la tapa del combustible (opcional).

Además este circuito dispone de un juego completo de alarma, que incluye: módulo, sensor de sensibilidad, sirena, botón valet, foco led, interruptor de capot, cableado completo.

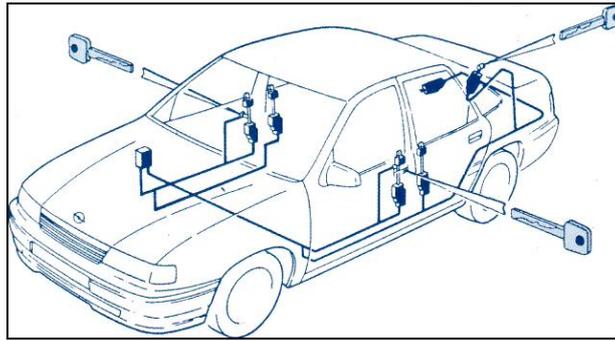


Figura 3.24: Ubicación de cerraduras electromagnéticas. ^[7]

Construcción del circuito de cierre centralizado

Elementos del circuito de cierre centralizado:

- 2 cerraduras electromagnéticas (a, b).
- 2 chapas (d).
- 1 control remoto.
- Módulo de cerraduras electromagnéticas (c).
- 1 alarma completa (e, f, g, h, i).
- 3m de conductor AWG #16 (café, blanco, negro, azul, verde).

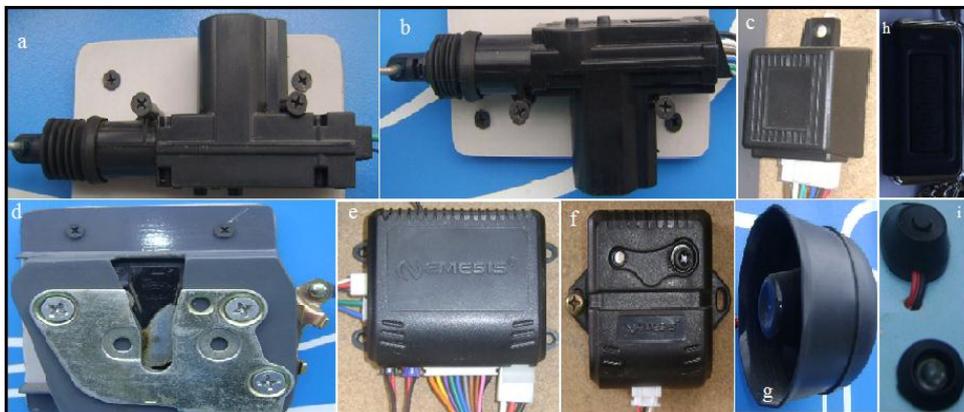


Figura 3.25: Elementos cierre centralizado.

Instalación eléctrica

Para la instalación de este circuito se utilizó el diagrama de instalación de la alarma NEMESIS y el diagrama del cierre centralizado que viene impreso en el manual de instalación. La ventaja de estos circuitos es que ya dispone de socket adecuados que permiten el ensamble inmediato de sus elementos.

Sin olvidar de tomar alimentación directamente de la batería con su respectiva protección (fusible), cerrando el circuito con un buena masa.

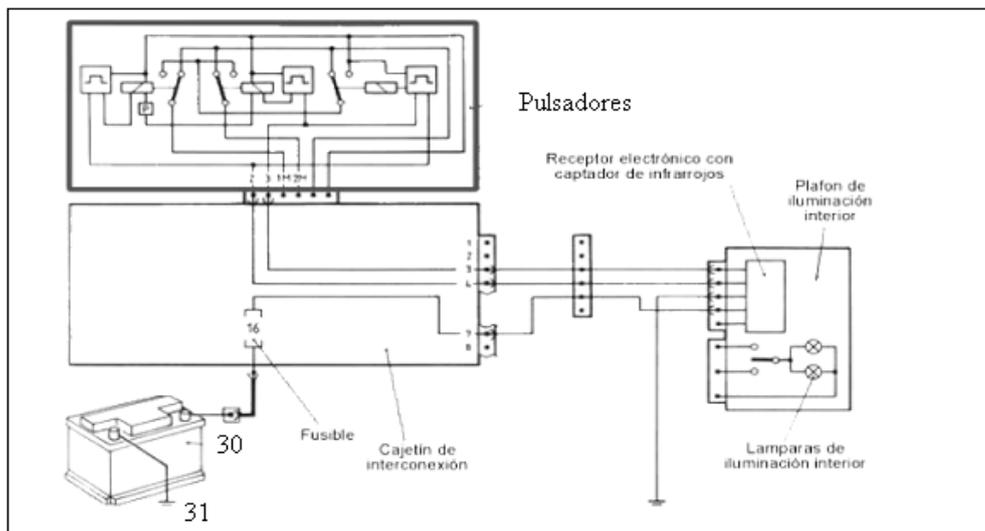


Figura 3.26: Conexión cierre centralizado.

3.2.1.1 Interruptores de puerta

Los interruptores de puerta son indispensables ya que de ellos depende la activación de varios circuitos como luz de salón, cierre centralizado, alarma. Permiten al conductor informarse si alguna de las puertas está mal cerrada evitando así accidentes.

Generalmente este interruptor es de tipo abierto ya que se activa cuando las puertas se abren. Este circuito utiliza un conductor AWG # 16.

3.2.2 Sistema de elevación eléctrica

Con el fin de aumentar la comodidad en la conducción y evitarle la distracción al conductor, cuando tiene que subir o bajar las ventanillas del automóvil por el clásico sistema mecánico de una manivela, se ha ideado sistemas de accionamiento eléctrico de las ventanillas de modo que de una sola pulsación de un interruptor aquellas suben o bajan hasta el punto que el conductor quiere, sin que esta operación le presente la menor distracción en el uso de los mandos principales del vehículo.

[7] **Fuente:** ALONSO, José M. Técnicas del Automóvil. 10va.ed. Madrid: Thomson, 2004. pp. 207.

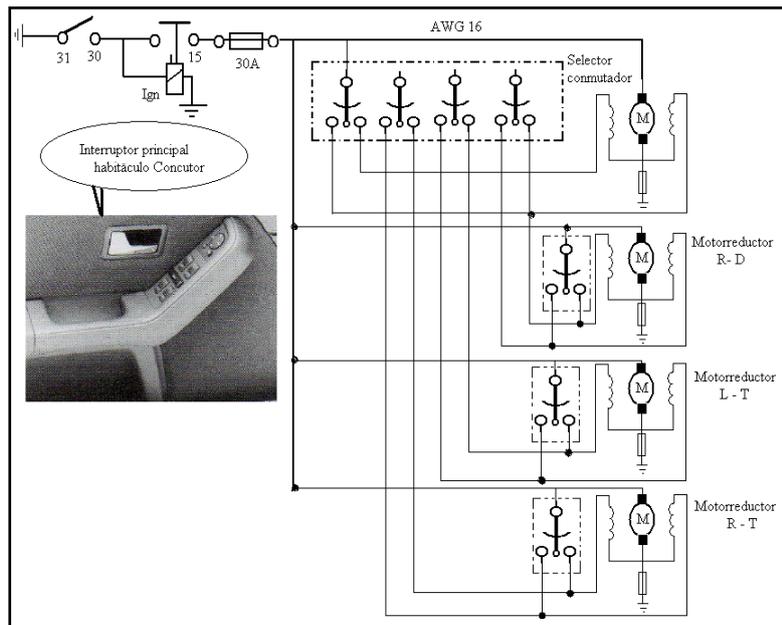


Figura 3.27: Diagrama de las líneas eléctricas.

Construcción del circuito de elevación eléctrica.

Elementos del circuito de elevación eléctrica:

- 2 motores eléctricos de 12 V (ND denso).
- Pulsadores (conductor y acompañante).
- 1 relé.
- 3 m de conductor AWG #16 (rojo, negro).
- Conectores de dos puntos.

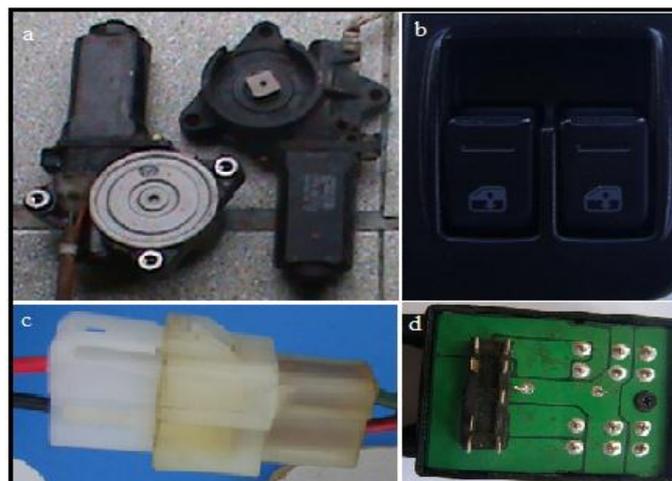


Figura 3.28: Componentes de elevación eléctrica.

Instalación eléctrica de los eevalunas eléctricos

Este diagrama presenta la conexión del sistema de eevalunas delanteros de una instalación de procedencia Opel la cual estudiaremos a continuación:

En M1 y M2 tenemos motor y motorreductor de la puerta delantera izquierda y derecha respectivamente, el conjunto pulsador (X2) que queda al alcance del conductor y (X1) el pulsador que esta al alcance del pasajero, mientras que en los terminales 29, 31 tenemos la masa de salpicadero en la que la corriente de mando se establece al dirigirse a masa por este lugar.

Uno de los elementos indispensables incorporados en el conjunto pulsador (X2) es el puente H el permite la inversión del giro de los motores. Los otros elementos propios de este circuito son los fusibles (11) que para este caso son de 10A, la llave de contacto (8) y desde un punto de derivación hasta la batería (12).

Para un mejor ubicación y acople cada soquet (X3, X4,) están determinados de forma que al desacoplarlos encajen sin ninguna equivocación al momento de armarlos.

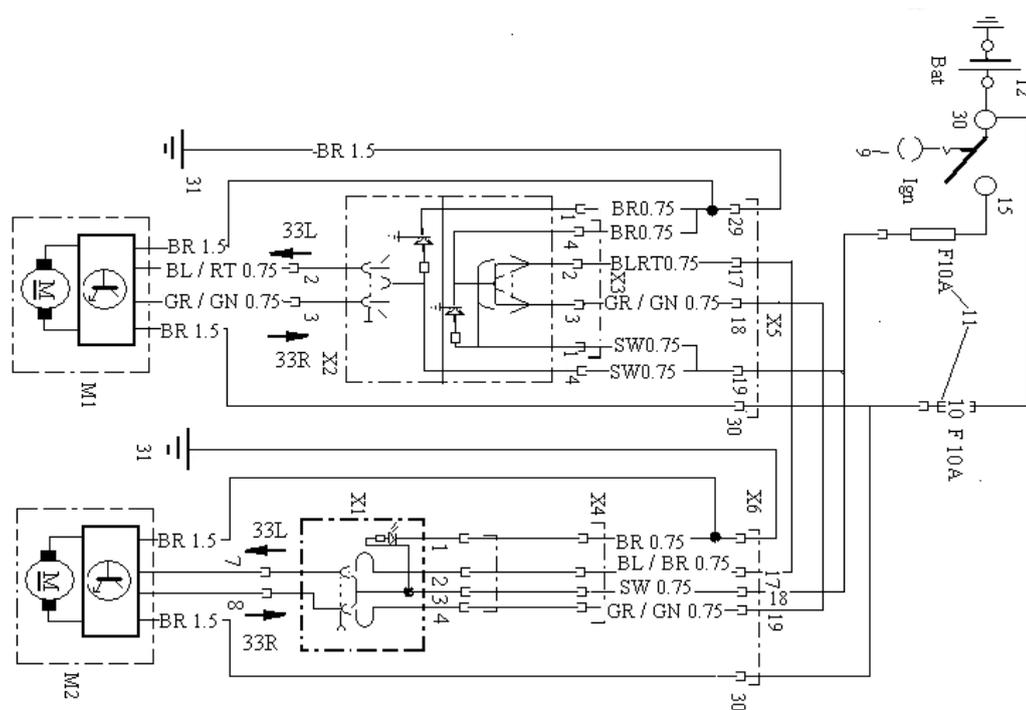


Figura 3.29: Diagrama eevalunas eléctrico conductor y acompañante.

3.2.3 Sistema de retrovisores eléctricos

Resulta de gran utilidad para el conductor tener dos retrovisores exteriores que conjuntamente con el retrovisor central interior, puede tener en fracciones de segundo una información completa de la situación del tráfico que se presenta, permitiéndole al conductor tener mayor seguridad y menores distracciones para lograr una conducción placentera.

Construcción del circuito retrovisores eléctrico

Elementos del circuito de retrovisores eléctrico:

- 2 conjuntos de motores eléctricos (L - R), (Up – Dw).
- 1 conmutador selector.
- 2 socket de dos puntas.
- 3 m de conductor AWG # 16 (amarillo, azul, blanco).

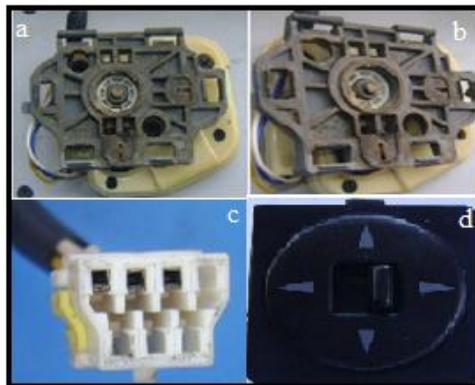


Figura 3.30: Componentes del circuito de retrovisores eléctricos.

3.2.4 Sistema limpiaparabrisas delantero

El limpiaparabrisas es un accesorio indispensable para que un vehículo pueda circular bajo la lluvia. Para limpiar el parabrisas con el vehículo en marcha se instala en su parte exterior un dispositivo accionado por un motor eléctrico que realiza un barrido continuado del agua y del barro que se va depositando. Esquemáticamente precisa de una raqueta con una tira de goma colocada en el lugar de contacto del cristal que se mueve pendularmente con la presión suficiente, la presión la recibe del brazo que va unido a la raqueta y que sale de un eje que a su vez es accionado en su movimiento alternativo por un pequeño motor.

Construcción del circuito limpiaparabrisas

Elementos del circuito de limpiaparabrisas:

- 1 motor eléctrico GM 12v (a).
- Palanca de activación de 4 posiciones (c).
- Relé Temporizador (b).
- Socket 5 puntas.
- 3m de conductor AWG #14 (amarillo, café, verde, morado, blanco).



Figura 3.31: Elementos que conforman el circuito limpiaparabrisas.

Instalación eléctrica del circuito de limpiaparabrisas

Este sistema eléctrico tiene una particularidad adicional la cual incorpora un relé temporizador, el mismo que permite al conductor manipular al motor limpiaparabrisas de manera alternada activándolo y desactivándolo en un tiempo determinado, esta opción facilita la conducción en un clima inestable o lluvia escasa.

El tipo de conductor utilizado es el AWG # 14 .Según la norma DIN a este circuito le corresponde 53(53a, 53b, 53e, 31).

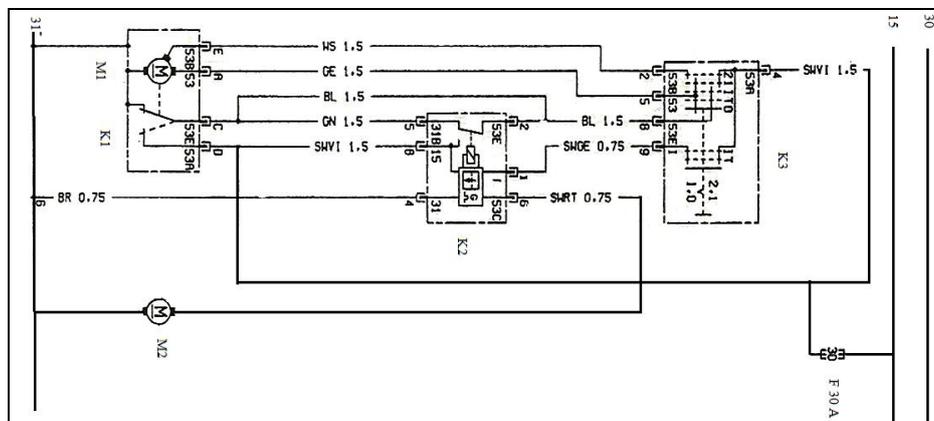


Figura 3.32: Diagrama limpiaparabrisas

3.2.4.1 Bomba limpiaparabrisas

Tiene como finalidad proporcionar una limpieza al parabrisas, mejorando la visibilidad al momento de conducir. Este incorpora un rociador acoplado en la parte posterior del capot, en otros casos en los brazos de plumas, permitiendo una mejor dispersión del líquido.

Construcción del circuito bomba limpiaparabrisas

Elementos del circuito de bomba limpiaparabrisas:

- Bomba limpiaparabrisas.
- 2 m de manguera $\frac{1}{4}$.
- Tanque reservorio capacidad 1.5 lit.
- Socket dos puntas.
- 1 rociador.
- Palanca de accionamiento.
- 2 m de cable AWG #16 (negro, café).

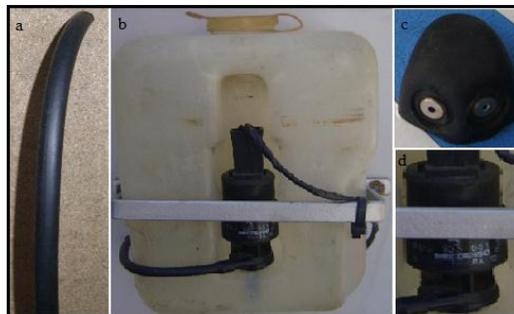


Figura 3.33: Elementos bomba limpiaparabrisas

3.2.5 Sistema nivel de combustible

El indicador de combustible sirve para que el conductor conozca el estado o reserva de combustible que existe en el depósito del vehículo, con el propósito de que prevea con antelación el lugar donde reponer combustible durante el viaje. Este circuito consta de dos aparatos, un emisor, colocado en el depósito de combustible, y un receptor que se encuentra en el tablero de instrumentos a la vista del conductor.

El sistema de nivel combustible consta de un flotador sumergido en el tanque de combustible unido por una varilla rígida a la que conecta una resistencia variable, enviando una señal de corriente al indicador de instrumentos.

El funcionamiento es sencillo, cuando el interruptor de encendido este abierto y no circula la corriente, esta en la posición de reposo y la aguja permanece en cero de la escala del tablero de instrumentos, al cerrar el interruptor de encendido y de acuerdo con la ubicación de la boya en el tanque de combustible la aguja marcara una posición en la escala del tablero de instrumentos.

En el sistema indicador de nivel de combustible para su conexión se usó un conductor AWG #16.

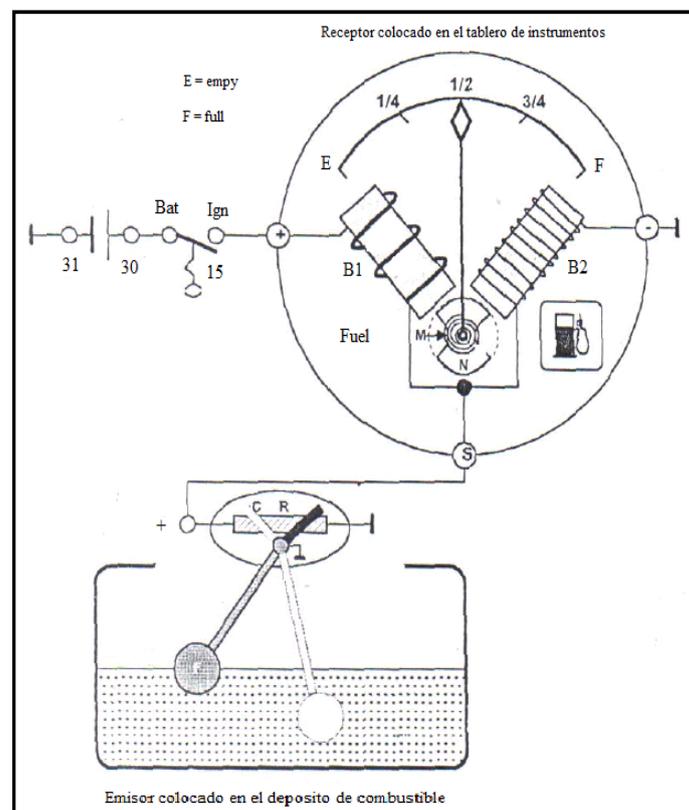


Figura 3.34: Conexión indicador de combustible. ^[8]

Para un mejor entendimiento se realizó un plano general de los diagramas eléctricos.

^[8] Fuente: ISTD,G Módulo Electricidad Automotriz Ecuador. pp. 34.

CAPÍTULO IV

DISEÑO E INSTALACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

4.1. Diseño del banco pruebas

En el diseño del banco de pruebas se ha tomado en cuenta las siguientes características: material de la estructura, peso máximo admisible, altura promedio, espacio longitudinal y transversal, estética.

Con la ayuda del software SOLID WORKS 2010 se procedió a realizar los planos de la estructura metálica del banco de pruebas además permitirá obtener datos sobre las fuerzas aplicadas a la estructura y sus reacción que genera hacia la misma.

A continuación se presenta a la estructura modelada en 3 dimensiones:

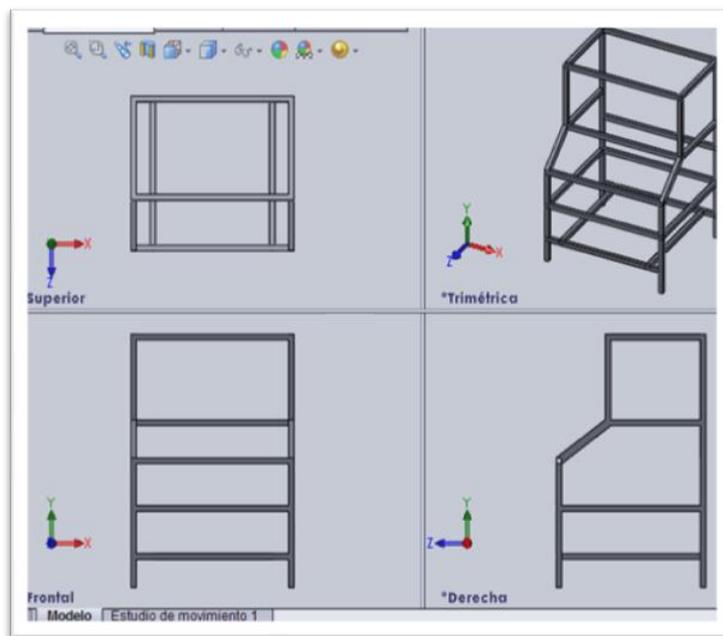


Figura 4.1: Vistas de la estructura.

Al aplicar las fuerzas a la estructura genera los siguientes datos a ser considerados para la construcción.

Material**Tabla 4.1: ESPECIFICACIÓN DE MATERIAL.**

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	Sólido 1(Saliente Extruir31)	<u>ASTM A36</u> <u>Acero</u>	74.248 kg	0.00945835 m ³

Información de cargas y restricciones**Tabla 4.2: FUERZAS APLICADAS.**

Carga	
Fuerza-1 <Banco[1].1SLDPRT>	Activar 4 Cara(s) aplicar fuerza normal 50 N utilizando distribución uniforme
Fuerza-2 <Banco[1].1SLDPRT>	Activar 1 Cara(s) aplicar fuerza normal 50 N utilizando distribución uniforme

Propiedad del estudio**Tabla 4.3: PROCESO DE CÁLCULO.**

Información de malla	
Tipo de malla:	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Superficie suave:	Activar
Verificación jacobiana:	4 Points
Tamaño de elementos:	34.364 mm
Tolerancia:	1.7182 mm
Calidad:	Alta
Número de elementos:	18596
Número de nodos:	36508
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:28

Resultados

Tensiones

Tabla 4.4: TENSIÓN DE VON MISES.

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Stress	VON: Tensión de von Mises	130.857 N/m ²	(964.391 mm, -130.745 mm, 812.708 mm)	651413 N/m ²	(11.3033 mm, 10.8793 mm, 1572.16 mm)

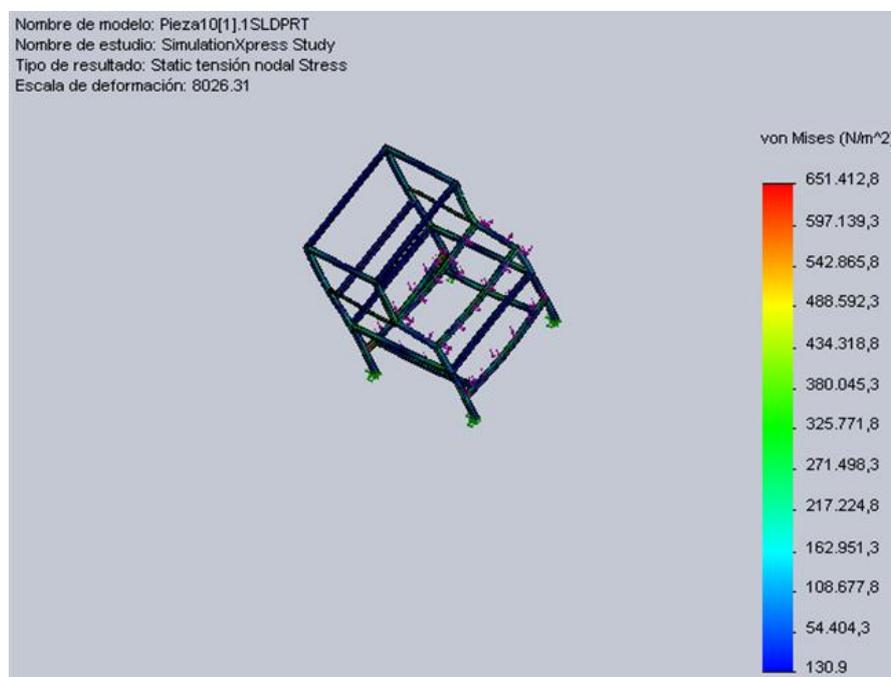


Figura 4.2: Esfuerzos.

Desplazamientos

Tabla 4.5: DESPLAZAMIENTO RESULTANTE

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Displacement	URES: Desplazamiento resultante	0 mm	(-4.12371 mm, 1083.78 mm, 1870 mm)	0.0271833 mm	(574.214 mm, 532.421 mm, 756.852 mm)

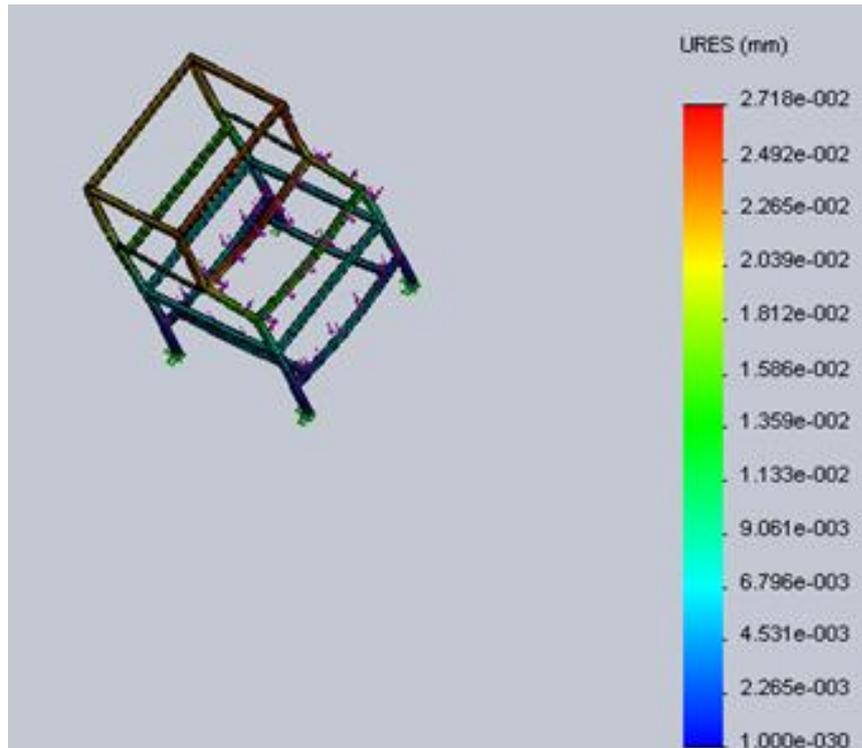


Figura 4.3: Desplazamiento.

Deformación.- La deformación que genera el calculo en el software es de 0.0271833 mm. Por lo que ratifica que la construcción de la estructura será segura.

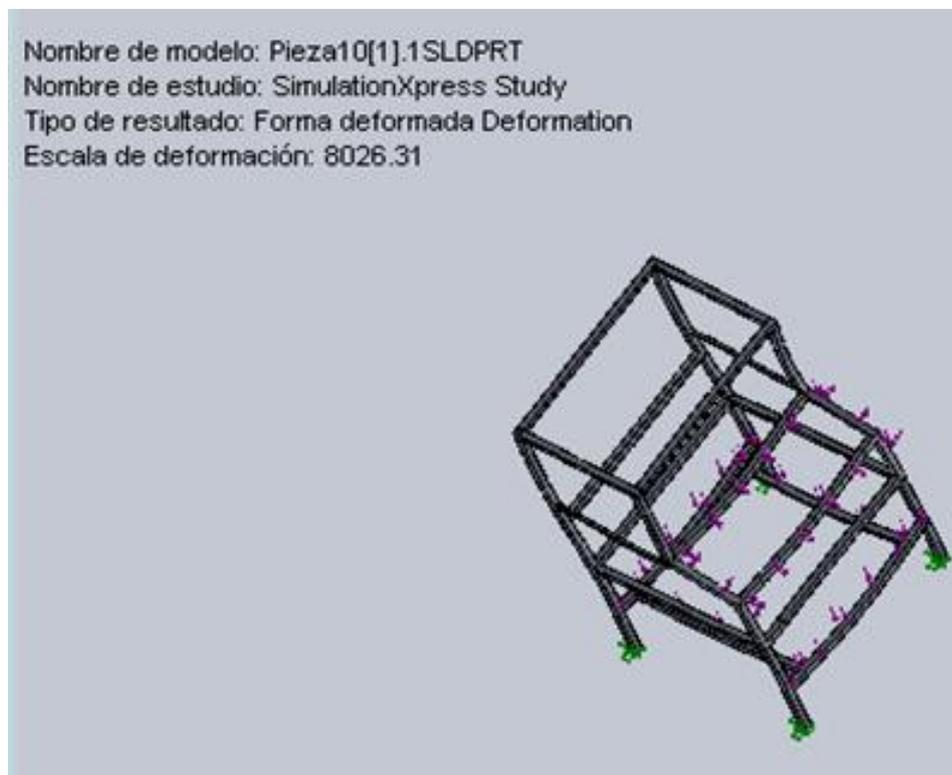


Figura 4.4: Deformación.

Factor de seguridad

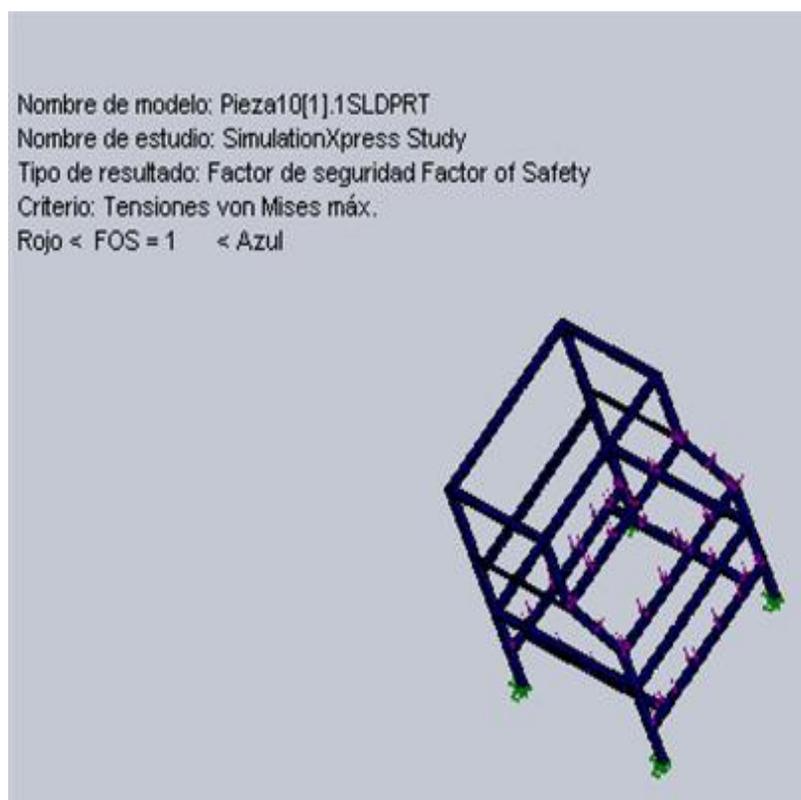


Figura 4.5: Factor de seguridad.

Tabla 4.6: CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL

Nombre de material:	ASTM A36 Acero	
Nombre de propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2e+011	N/m ²
Coeficiente de Poisson	0.26	NA
Módulo cortante	7.93e+010	N/m ²
Densidad	7850	kg/m ³
Límite de tracción	4e+008	N/m ²
Límite elástico	2.5e+008	N/m ²

La aplicación de este software es de gran ayuda en la construcción y diseño de la estructura del banco de pruebas ya que nos permite apreciar el comportamiento de la misma en condiciones normales. Este análisis permitió realizar una construcción eficaz y acorde con lo que se requiere.

4.1.1 Construcción del banco de pruebas

Para la construcción del banco de pruebas se empleó diferentes materiales comunes en nuestro medio, y se utilizó las herramientas adecuadas para un correcto ensamble, además se puso en práctica todos los conocimientos adquiridos en nuestra vida estudiantil.

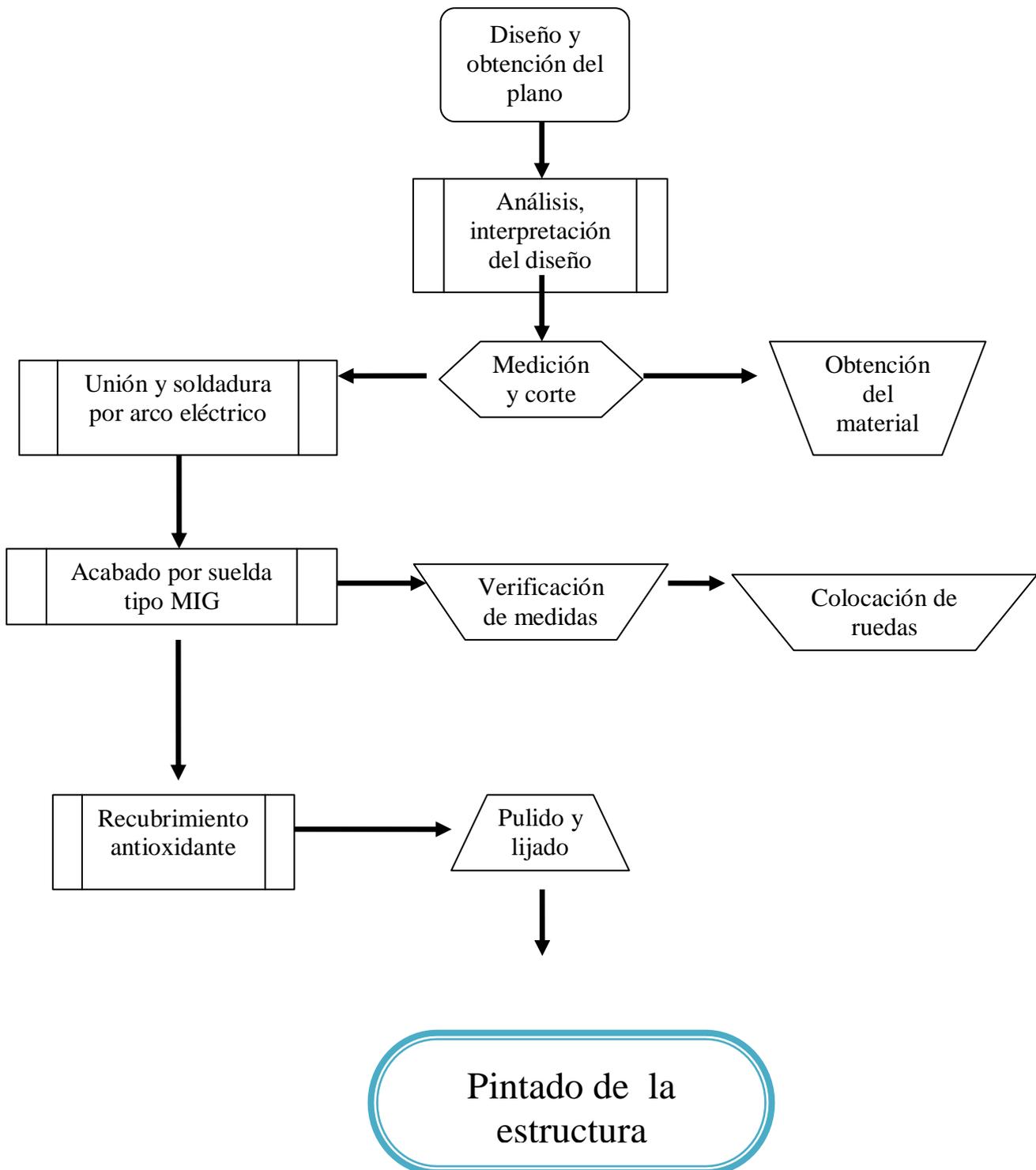
Materiales:

- 6 tubos cuadrados de 4 cm por 2 mm de espesor cada tubo es de 6 m de largo.
- 3m de platina de ½ pulgada.
- 4 ruedas NSK de 75 x 25 (mm).
- 2 m de tubo cuadrado de ½ pulgada.
- ½ plancha de tol galvanizado de 2 mm de espesor.
- 4 planchas de MDF (7 x 8 x 09) color gris.
- 15 m de borde color gris para el MDF.
- 100 Tornillos 5/16 para metal.
- 1 litro de pintura azul, celeste, negro.
- 2 pliegos de material abrasivo N° 50 “lija”.
- 2 litros de pintura anticorrosiva.
- 2 litros de pintura color gris.
- 2 libras de electrodos indura E 6011 y E 6013.
- Material de aporte 2 m (suelta MIG).

Herramientas:

- Suelda de arco eléctrico.
- Suelda Tipo MIG.
- Compresor.
- Amoladora.
- Cortadora de tol.
- Cizalla.
- Taladro.
- Dobladora de tol.
- Juego de destornilladores, martillos, arco de sierra.
- Caladora.
- Escuadra, escuadra falsa.
- Flexo metro.
- Entenalla.

Proceso de construcción



Análisis e interpretación de planos.

Con la ayuda del software SOLID WORD 2010 se diseñó la estructura, de acuerdo con las condiciones de los elementos a ser acoplados.

Tomando en cuenta la manipulación de los elementos se considera una altura moderada, de tal forma que puedan ser operados con facilidad.

Las cargas puntuales a las que va a estar sometida la estructura no presentan mayor complejidad, pero para mayor seguridad se construyó con tubo cuadrado estructural de 4 cm por 2 mm de espesor. Consiguiendo una sólida estructura.

De acuerdo a las medidas de la estructura se adquiere los materiales comerciales en nuestro medio. Ya obtenidos los materiales se mide y corta de acuerdo a lo estipulado en el plano.



Figura 4.6: Medición y corte de tubos.

Unión y soldadura

La unión de los tubos se la realizó con suelda de arco eléctrico la misma que servirá para dar el soldado y punteado de los extremos de cada tubo, y así quedando listo para dar un acabado con suelda MIG, previo a ello se verificará medidas y ángulos.



Figura 4.7: Unión de tubos por suelda de arco eléctrico.

Acabado con suelda tipo MIG

Con el fin de lograr un mejor acabado en la estructura del banco de pruebas, los tubos fueron unidos mediante suelda tipo MIG, quedando esta lista para el pulido y lijado.



Figura 4.8: Acabado suelda tipo MIG.

El banco de pruebas debe tener buena movilidad hacia cualquier lugar, por esta razón se instaló ruedas en los puntos de apoyo, tomando en cuenta el equilibrio de la estructura.



Figura 4.9: Colocación de ruedas.

Una vez terminado con la estructura, se procedió a dar un pulido en las partes que así lo requieren, para luego eliminar el óxido utilizando material abrasivo #180 quedando así listo para recubrirlo con pintura antioxidante y pintura acrílica color gris.



Figura 4.10: Pintado de la estructura.

4.1.1.1 Conexión de circuitos

En la conexión de circuitos eléctricos se empleó diferentes tipos de elementos como:

- Conductores Eléctricos AWG # (8, 10, 14,16).
- Uniones (macho-hembra).
- Terminales machos.
- Terminales hembra.
- Terminales redondos 5/16.
- Interruptores para encendido de luces, claxon, pulsadores, entre otros.
- Socket para cada elemento del circuito.
- Espiral de ½ x 10 m.
- Cinta aislante.
- Abrazaderas plásticas de 30 cm.

Cada circuito utilizó el respectivo conductor eléctrico con su socket, se midió los conductores de acuerdo al largo, se cortó y se procedió a la unión con el terminal o el socket.

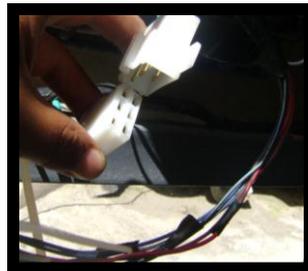


Figura 4.11: Ubicación de socket.

Utilizando empalmes y con la ayuda del caudín se soldó cada conductor mejorando el amarre y sujeción del empalme, seguidamente se lo recubre con cinta aislante.



Figura 4.12: Empalme de circuitos

Los mazos de conductores fueron previamente ensamblados, los mismos que se especifican en el capítulo anterior. Estos serán ensamblados a la estructura del banco tomando en cuenta su disponibilidad y ubicación. Para el recubrimiento de mazos de conductores se utilizó cinta aislante y serpentín eléctrico, se empleó abrazaderas plásticas para la sujeción de mazos.

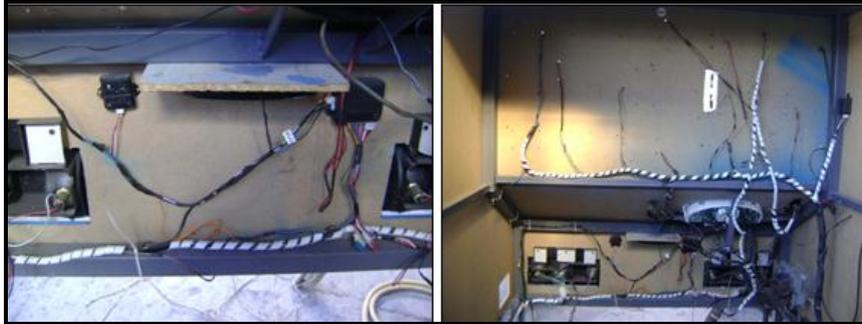


Figura 4.13: Ubicación de mazos.

Cada uno de los circuitos del banco de pruebas, posee un plano eléctrico con el que se guiará para obtener un mayor entendimiento al momento de conectar los componentes eléctricos. En la figura se observa la comprobación de los faros con una lámpara de pruebas, estas comprobaciones se realizó a cada circuito después del ensamble al banco de pruebas.



Figura 4.14: Comprobación de los faros

4.1.1.2 Ensamblaje de componentes

Con la estructura ya terminada se instaló la columna de la dirección, la caja de fusibles, soporte de las luces delanteras, traseras, tablero de instrumentos y los accesorios eléctricos.

Columna de la dirección y caja de fusibles

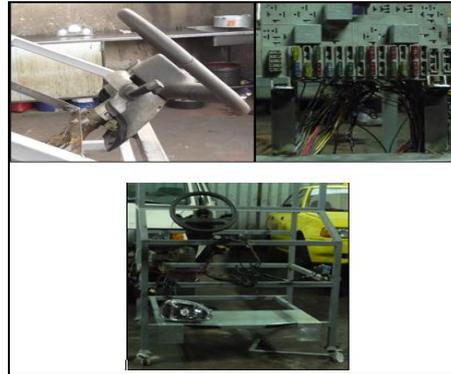


Figura 4.15: Colocación de elementos.

Tendido de conductores eléctricos

En la sujeción de los mazos conductores a la estructura, se empleó abrazaderas plásticas, permitiendo que el tendido eléctrico se distribuya ordenadamente.



Figura 4.16: Tendido eléctrico.

Faros delanteros y luces neblineros

Para la ubicación de las luces delanteras y neblineros se construyó un soporte de tol de 2 mm de espesor de tal forma que encaje el parte inferior de la estructura.



Figura 4.17: Soporte luces delantera.

Faros posteriores



Figura 4.18: Soporte faros posteriores.

Tablero de instrumentos y volante de dirección

Estos elementos se ubicaron de tal forma que exista comodidad al momento de manipular los accesorios.



Figura 4.19: Ubicación de tablero de instrumentos y volante.

Accesorios del vehículo

Los accesorios eléctricos se los ubicó de forma similar a la de un automóvil. Para ello se utilizó: cortes de MDF, tornillos para la sujeción, además se conservó la estética.

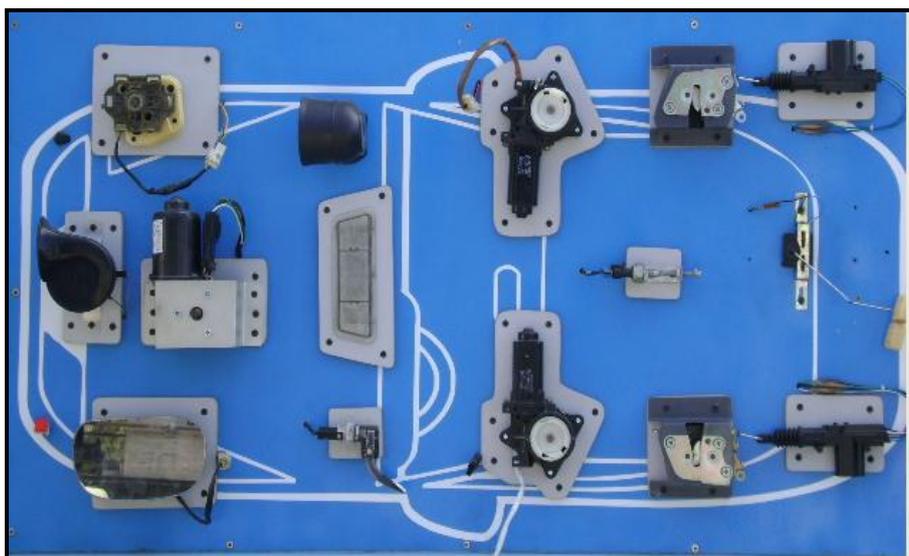


Figura 4.20: Ubicación de accesorios eléctricos.

4.1.1.3 Revestimiento externo

El banco de pruebas se lo cubrió en todas sus costados con plancha MDF de 9 líneas. La plancha de MDF (7 x 8 x 09) gris se cortó tomando en cuenta la forma de la estructura.



Figura 4.21: Proceso de corte en MDF.

Se utilizó este material ya que posee características como: su bajo peso, fácil instalación y su disponibilidad en el mercado.

Tapas laterales

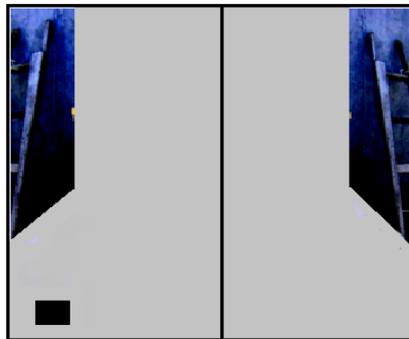


Figura 4.22: Tapas laterales.

Tapas frontales (superior, intermedia e inferior)

Con el fin de darle un mejor realce al banco de pruebas se pintó el MDF de color azul y celeste, en la parte superior se ubica el contorno de un vehículo para adecuar los accesorios. Se pegó en los bordes del MDF una cinta plástica.



Figura 4.23: Tapas frontales.

Tapas superior y posterior



Figura 4.24: Tapas superior y posterior.

Resultado final



Figura 4.25: Revestimiento externo.

4.1.1.4 Programación del módulo de fallas

Para la programación de las fallas que serán aplicadas al banco de pruebas se ha considerado la implementación de una pantalla LCD que mediante un teclado digital permite introducir un código de dos dígitos ejemplo 01, 02,...,20 el cual será decodificado por medio de pic 16f627A\628^a\648^a, procesado con la ayuda de la placa de relés, que corta el suministro de corriente de los circuitos para así generar la avería que se desea controlar.

A continuación se pone a consideración la programación implementada al micro controlador pic 16f627A\628ª\648ª.

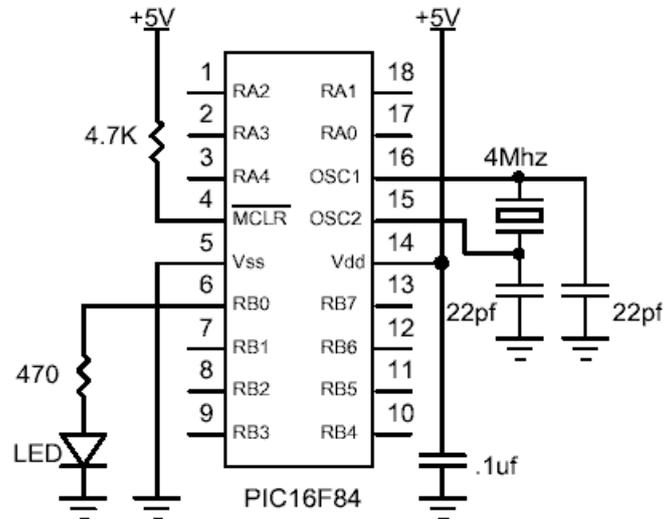


Figura 4.26: Micro controlador 16f84.

```

*****
'* Name   : UNTITLED.BAS                *
'* Autor  : [Patricio Torres, Edison Chaglla] *
'* Notice : Copyright (c) 2011 [select VIEW...EDITOR OPTIONS] *
'*       : All Rights Reserved          *
'* Date   : 06/04/2011                  *
'* Version : 1.0                         *
*****

```

```
@ DEVICE HS_OSC
```

```
  DEFINE OSC 20
```

```
adcon1=7
```

```
trisa=%00000000
```

```
trisc=%00000000
```

```
trisb=%11111111
```

```
trisd=%00000000
```

```
aux var byte
```

```
aux2 var byte
```

```
numero var byte
```

```
aux=0
```

```

aux2=0
porta=0
portc=0
'      //PROGRAMA PRINCIPAL//      /
'/ PIC2 RECIBE LOS DATOS QUE ENVIA EL PIC2 PARA ACCIONAR LOS
RELÉS /
'////////////////////////////////////
inicio:                '/'
gosub sensar           '/'
if (numero=255) then goto formatear           '/'
if (numero=127) then           '/'
goto selescapagado           '/'
else                        '/'
goto selescencendido           '/'
endif                       '/'
goto inicio:              '/'
'////////////////////////////////////
sensar:
numero=portb
if (numero<>aux) then
aux2=aux
aux=numero
return
endif
goto sensar
selescencendido:

select case numero
'----- porta -----
case 254 '(01)
high porta.0
case 253 '(02)
high porta.
case 252 '(03)

```

```
high porta.2}
case 251 '(04)
high porta.3
```

Este modelo de programación se repite para port (c,d) tomando en consideración Case decreciente.

```
end select
goto inicio
selecapagado:
select case aux2
'----- porta -----
```

```
case 254 '(01)
low porta.0
case 253 '(02)
low porta.1
case 252 '(03)
low porta.2
case 251 '(04)
low porta.3
```

Este modelo de programación se repite para port (c,d)

```
formatear:
porta=0
portc=0
portd=0
goto inicio
```

4.1.1.4.1 Construcción del módulo de fallas

Una vez obtenida la programación se procede a generar el circuito del módulo de fallas con la ayuda del software (Proteus y Micro-Code) con los que se podrá construir virtualmente el módulo previo a su implementación de manera real, debido a las características del módulo se modelan 3 circuitos:

- Circuito que controla la apertura de los relés.
- Circuito para el teclado y pantalla LCD.
- Circuito que incorpora al Pic y sus elementos.

Los siguientes son los pasos a seguir para obtener los circuitos del módulo de falla.

- Comprobar que el circuito funcione correctamente de forma virtual con la ayuda del software (Micro-Code).
- Imprimir el circuito en papel transfer y con tinta en polvo.
- Impregnar el circuito a la baquelita a elevada temperatura.
- Sumergir la placa en una solución de cloruro férrico y agua.
- Mantenerla sumergida hasta que el circuito quede impregnado en la baquelita.
- Perforar la baquelita en los orificios donde van los elementos electrónicos.
- Unir los elementos a la baquelita mediante suelda cautín.
- Recortar los extremos salientes.

A continuación se especifica el tipo de circuito y su modelado en 3D utilizado para la construcción del módulo de fallas.

Placa porta relés

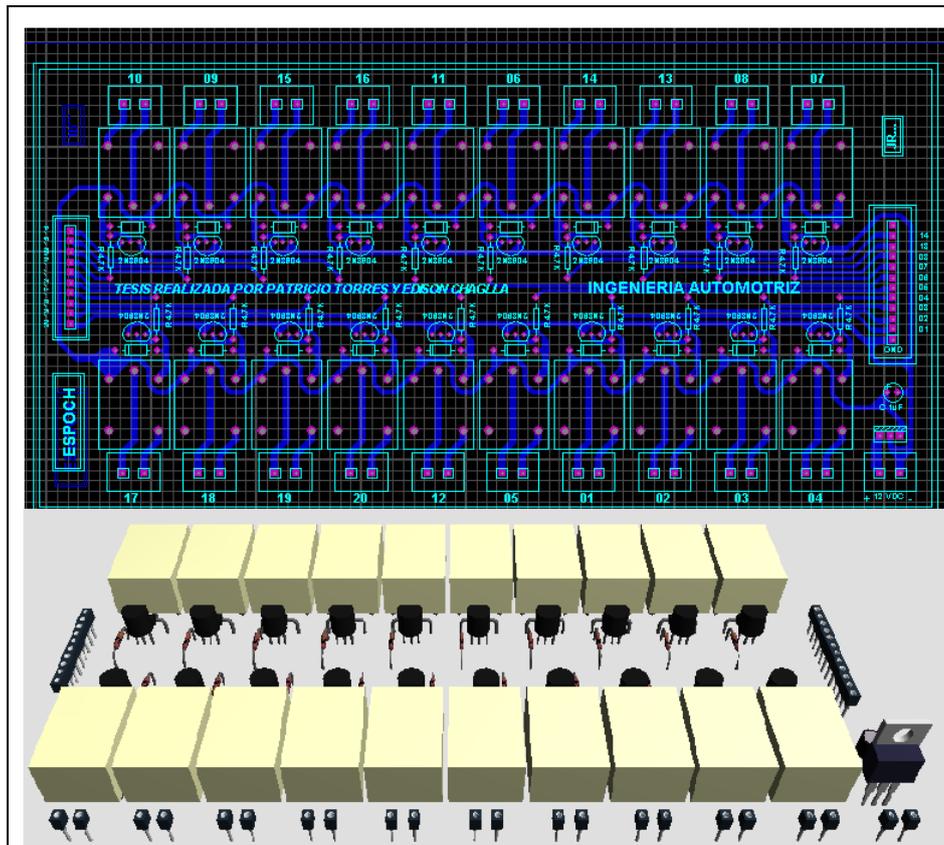


Figura 4.27: Placa de relés.

Placa para Pic 16f627A\628^a\648^a.

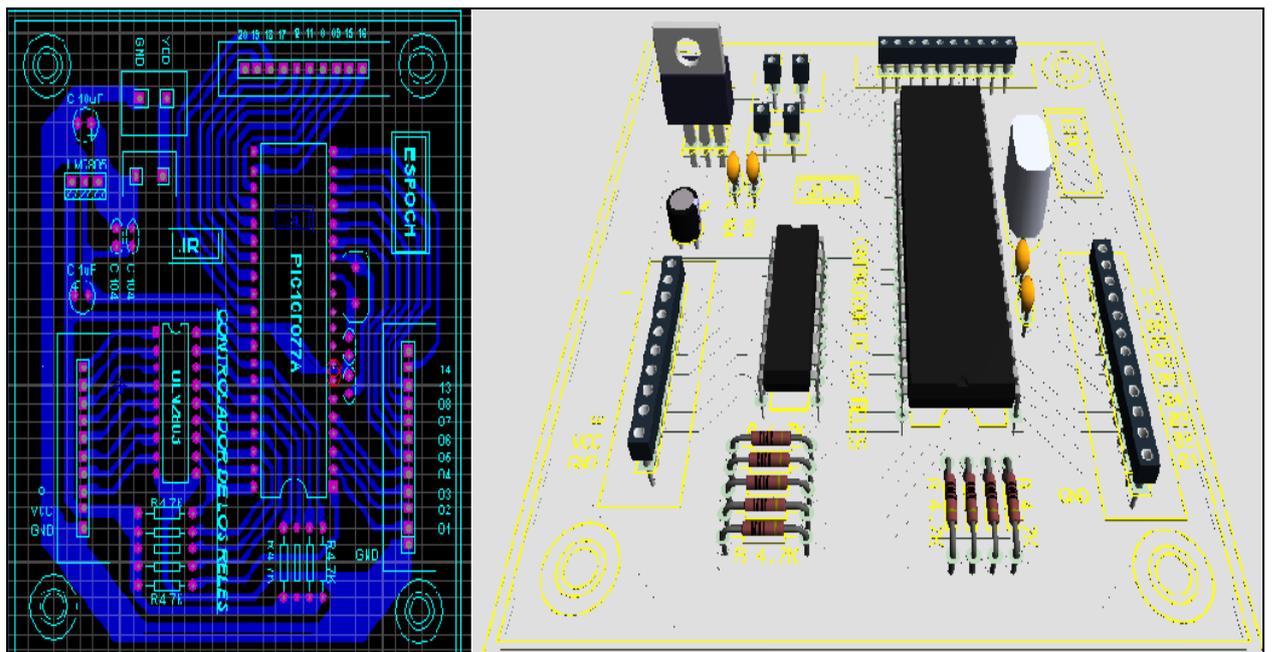


Figura 4.28: Circuito de Pic.

Placa LCD y teclado

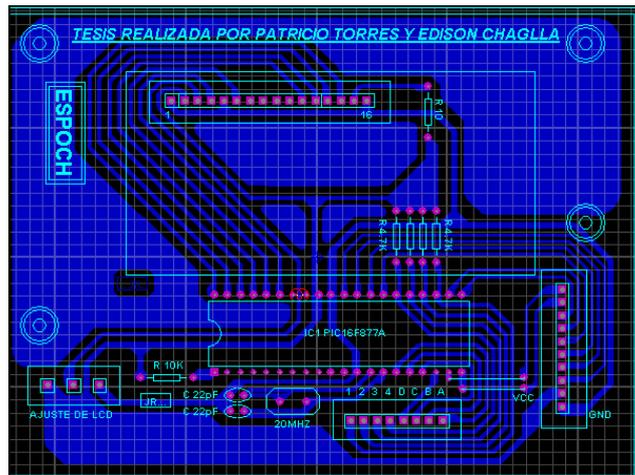


Figura 4.29: Circuito LCD y teclado.

Verificación

Con todos los componentes ensamblados virtualmente se procede a dar inicio a la programación y verificar si el módulo se comporta como se había esperado.

Al correr el programa en el Software PROTEUS se comprueba que la programación satisface nuestras necesidades quedando listo para ser ensamblado realmente e incorporarlo al banco de pruebas.

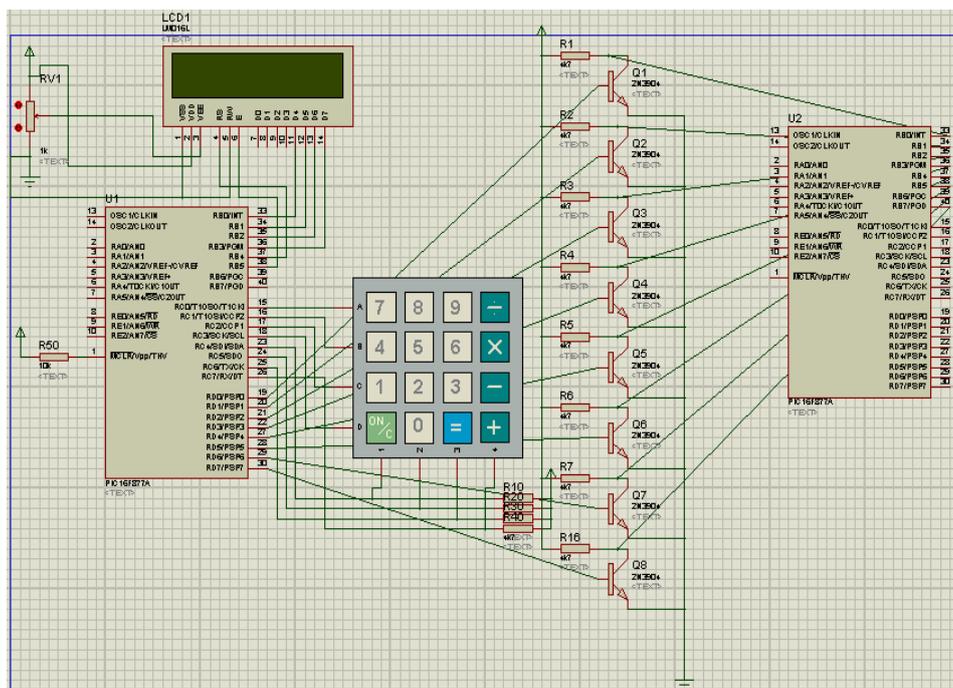


Figura 4.30: Simulación del módulo de fallas.

4.1.1.4.2 Implementación del módulo de fallas al banco de pruebas

Con los circuitos del módulo ya ensamblados se procede a ubicar el mismo en un lugar adecuado fuera del peligro de la manipulación, ya que esto podría causar fallas irreparables a los componentes electrónicos, es por ello que se tomó la decisión de ubicar dentro del habitáculo quedando a la vista la pantalla LCD y el teclado.

Se incorporó un interruptor a un costado del teclado con el que permite incorporar el módulo de fallas a todo el sistema eléctrico del banco de pruebas, activándolo cuando esta funcionando en modo de falla y desactivándolo cuando esta en funcionamiento normal.

4.1.1.4.3 Generación de fallas al banco de pruebas

En este ítem se ha considerado las fallas más probables que pueden ocurrir en un vehículo, siendo las más comunes: Rotura de cable de alimentación, falsos contactos en masa, fundido de fusibles, fundido o quemado de lámpara, sulfatación de cables, entre otros.

El banco de pruebas tendrá dos opciones de funcionamiento (sistema normal y el sistema con falla), en el sistema normal los circuitos eléctricos automotrices se comportan de forma real como se aprecia en cualquier vehículo.

En el sistema con falla se procede a introducir un código de dos dígitos previamente programado el cual abrirá el circuito por medio de la placa de relés generando así la avería la cual se puede apreciar ya que el funcionamiento del circuito controlado será incorrecto. Siendo este el punto de partida para que el estudiante distinga el comportamiento de un sistema eléctrico con falla investigue la misma realice comprobaciones necesarias hasta dar con el daño.

4.1.2 Creación del manual del usuario

MANUAL DE USO DEL BANCO DE PRUEBAS

Este manual ha sido preparado para que usted se familiarice con el funcionamiento del banco de pruebas y para proporcionarle información de seguridad al momento de su uso.

Este banco de pruebas fue construido con partes originales de automóviles pretendiendo que la persona que lo use tenga una correcta información de lo que podría suceder en su vehículo, además permite al operador muchas utilidades prácticas en electricidad automotriz, por lo que se pide un correcto uso y cuidado de cada uno de sus componentes para lograr una excelente vida útil.

Para su servicio nuestro banco de pruebas está respaldado en el conocimiento que hemos adquirido durante estos años en la institución a la que pertenecemos.

Aprovechamos la oportunidad para agradecer a la ESPOCH, a la Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería Automotriz, por los conocimientos brindados y asegurarles que en el lugar que nos encontremos llevar muy en alto el nombre de la institución.

TODA LAS INFORMACIONES, ILUSTRACIONES, CONTENIDAS EN ESTE MANUAL CORRESPONDEN A DATOS ACTUALES A SU PUBLICACIÓN.

ÍNDICE

Sección 1

Información de uso del banco de pruebas.....85

Sección 2

Ubicación de Instrumentos.....86

Lista de ubicación de fusibles y relés.....87

Control de luces y claxon.....89

Control de limpiaparabrisas y lavaparabrisas.....91

Montaje y desmontaje de luces.....92

Luces indicadoras y medidor de combustible en el tablero de instrumentos.....95

Boya de nivel de combustible.....95

Trompo de freno y retro.....97

Alarma y cierre centralizado.....98

Mando de retrovisor y vidrios eléctricos.....98

Modo de fallas.....99

Sección 3

Antes de encender el banco de pruebas.....101

Sección 4

Encendido del banco de pruebas.....102

Sección 5

Mantenimiento.....103

SECCIÓN 1

INFORMACIÓN DE USO DEL BANCO DE PRUEBAS

AVISO IMPORTANTE:

Por favor lea este manual y siga las instrucciones cuidadosamente.

UBICACIÓN:

El banco de pruebas debe estar ubicado en un lugar protegido por una cubierta, lejos de los rayos del sol, en un ambiente seco y limpio, fuera de humedad, ya que el mismo ocasionaría averías en el sistema.

PRECAUCIÓN:

Utilice una batería de 12 V C.C.

No mantenga encendido todos los accesorios del banco de pruebas por largo tiempo, ya que esto produciría una descarga rápida de la batería.

Utilice el banco de pruebas de manera correcta el uso y el abuso inadecuado acorta la vida útil del mismo.

Para su limpieza utilice un paño suave.

Este debe ser manipulado por personal capacitado.

Inspeccione periódicamente: bornes, cables, elementos eléctricos, accesorios que presenten algún deterioro, cualquier daño debe repararse inmediatamente.

Tenga presente los símbolos de advertencia, así se evitará problemas en su funcionamiento.

SECCIÓN 2

UBICACIÓN DE ELEMENTOS



Figura 4.31: Ubicación de elementos eléctricos.

LISTA DE UBICACIÓN DE FUSIBLES Y RELÉS

La caja de fusibles se encuentra visible y a disposición del operador, para permitir el intercambio de los fusibles de forma sencilla y similar al de un automóvil.



Figura 4.32: Disposición de los fusibles.

A continuación se presenta el listado completo de la caja de fusibles.

TABLA 4.7: DESCRIPCIÓN DE FUSIBLES.

Posición	Descripción	Especificación del amperaje
F 1	Luz intermitente de emergencia, bocina	20A
F 2	No utilizado	
F 3	Luz neblinero	30A
F 4	No utilizado	
F 5	No utilizado	
F 6	No utilizado	
F 7	Elevalunas eléctrico	30A
F 8	Guía, lado izquierdo	10A
F 9	No utilizado	
F 10	Faro alto, izquierdo	10A
F 11	No utilizado	
F 12	Faro bajo, izquierdo	10A
F 13	No utilizado	
F 14	(Cavidad de reserva para uso de maxifusible)	
F 15	No utilizado	
F 16	Limpia parabrisas y lavador del parabrisas	30A
F 17	No utilizado	
F 18	Luz de la marcha atrás	20A
F 19	No utilizado	
F 20	Ventilador del radiador	30A
F 21	Luz. de freno, luz intermitente de emergencia	20A
F 22	No utilizado	
F 23	Guía, lado derecho, matrícula	10A
F 24	No utilizado	
F 25	Faro alto derecho, luz indicadora de faro alto en el tablero de instrumentos	10A
F 26	Bomba eléctrica de combustible	20A
F 27	Faro bajo, lado derecho	10A
F 28	No utilizado	
F 29	Conector de diagnóstico	
*Equipos opcionales		

Lista de Relés ubicados en la caja de fusibles.

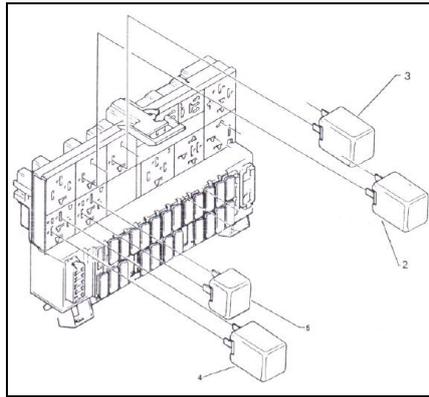


Figura 4.33: Lista de relés.

- | | |
|-------------------------------|------------------|
| 1. No utilizado. | 6. No utilizado. |
| 2. Flasher de intermitencias. | 7. No utilizado. |
| 3. No utilizado. | 8. No utilizado. |
| 4. Relé del limpiaparabrisas. | 9. Relé claxon. |
| 5. Relé de neblineros. | |

CONTROL DE LUCES Y CLAXON

Luces guías y faros

En el encendido de las luces guías y faros se emplea un conmutador de 3 posiciones que incluye además el accionamiento de la luz de salón.

Posición 0: Apagado.

Posición 1: Encendido de las luces guías.

Posición 2: Encendido de luces guías y faros.

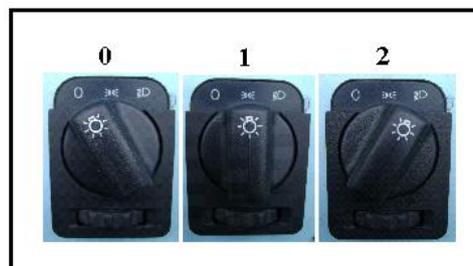


Figura 4.34: Encendido luces guías y faros.

Luz de salón

Para encender la luz de salón se debe halar la perilla de mando y para el apagado se debe bajar la perilla.

Posición 0: Apagado.

Posición 1: Encendido.

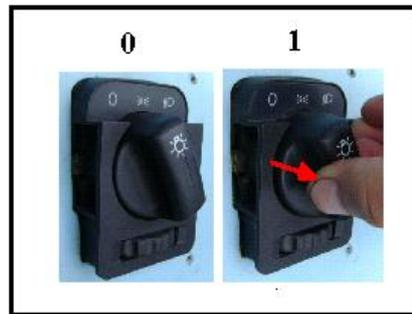


Figura 4.35: Perilla de encendido luz de salón.

Luz neblinero

Para encender la luz de neblineros, se debe tomar en cuenta que la luces guías estén encendidas, las luz se activan con un interruptor de 2 posiciones 0,1.

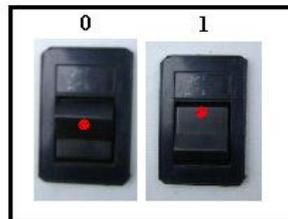


Figura 4.36: Conmutador luz Neblinero.

Control de luces

El control de luces comprende, los cambios de luces (carretera y cruce), luces direccionales, luz de saludo.

Luces de carretera, cruce, saludo

Las luces delanteras cambian alternativamente de carretera a cruce y viceversa cada vez que se levanta este conmutador. Cuando las luces se encuentran la posición carretera se indicara en el tablero de instrumentos, para la luz de saludo esta se encenderá y apagara cada vez que se levanta este conmutador.



Figura 4.37: Palanca de accionamiento de luces.

Interruptor señal de giro

Mueva este interruptor en la dirección de giro a efectuar. Se encenderá la señal de giro externa, comenzara a destellar la luz indicadora correspondiente en el tablero de instrumentos. El interruptor vuelve automáticamente al regresar el volante a la posición de marcha recta.



Figura 4.38: Palanca luz direccional.

Interruptor luz de parqueo

Cuando se pulsa este interruptor las luces de giro comienzan a destellar independiente de la posición del interruptor de la señal de giro. Para desactivar el interruptor presiónela nuevamente.

Posición 0: Apagado.

Posición 1: Encendido.

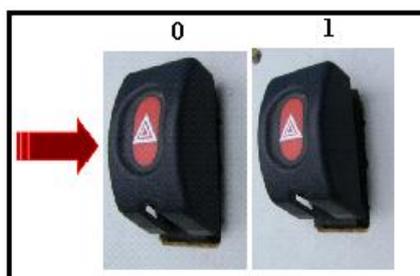


Figura 4.39: Conmutador parqueo.

Interruptor de claxon

La activación del claxon se la realiza presionando el pulsador que se encuentra en el centro del volante.



Figura 4.40: Pulsador del claxon.

CONTROL DE LIMPIAPARABRISAS Y LAVAPARABRISAS

Este interruptor posee 4 posiciones para controlar el motor de limpiaparabrisas y el lavaparabrisas.

Posición 0: Desactivado.

Posición 1: Intermitente.

Posición 2: Baja velocidad.

Posición 3: Alta velocidad.

Posición 4: Bomba lavaparabrisas.

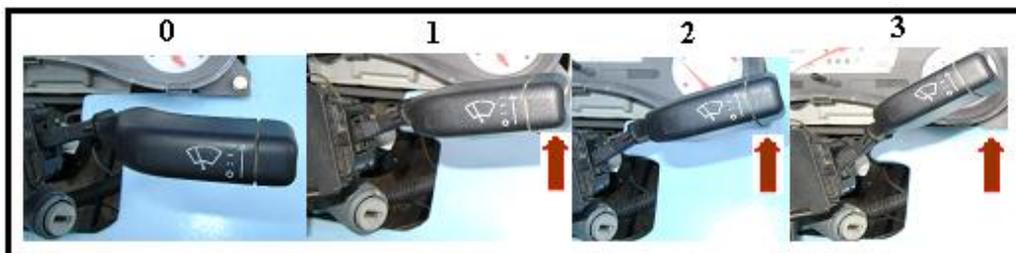


Figura 4.41: Palanca accionamiento motor de plumas.

Nivel de líquido del lavaparabrisas

Para añadir líquido levante la tapa y agregue hasta el nivel.



Figura 4.42: Depósito y bomba lavaparabrisas.

MONTAJE Y DESMONTAJE DE LUCES ^[9]

Sistema de luces

Este sistema consiste en el conjunto de los faros (Carretera y Cruce), Luz de placa, Luz de salón, Luces trasera:

Reemplazo – faros (carretera y cruce)

Desconecte el mazo de conductores y remueva protección de goma. Desencaje el resorte de fijación de la lámpara, trasládela y remuévela hacia la lateral. Retire la lámpara de su alojamiento.

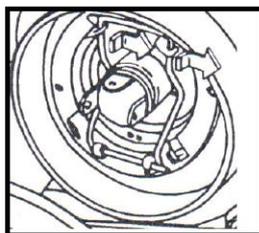


Figura 4.43: Sustitución de lámpara halógena.

Importante: No toque con las manos sucias de lubricante en la lámpara, pues podrá causar manchas oscuras en el haz de luz o podría quemarla. Límpiela con alcohol siempre que toque en el vidrio de la lámpara.

Instalación

Instale la nueva lámpara siguiendo el proceso inverso al de la remoción.

Reemplazo - luces guías delanteras.

Apriete el receptáculo girándola en el sentido contrario al reloj y remuévalo. Suelte la lámpara del receptáculo.

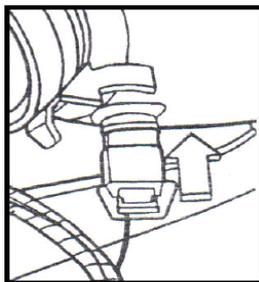


Figura 4.44: Reemplazo luz guías.

Instalación

Enchufe la nueva lámpara en su alojamiento, límpiela e instale el receptáculo girándolo en el sentido del reloj.

Reemplazo de las luces guías traseras

Para el cambio de la lámpara basta con retirar el faro con la ayuda del destornillador y girar la lámpara en sentido contrario a las manecillas del reloj.

Reemplazo – luces de dirección

Desconecte el mazo de conductores del receptáculo, agarre firme en los dos puntos de apoyo y gírelo en uno de los sentidos tirándolo.

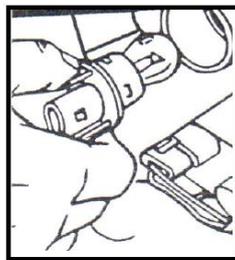


Figura 4.45: Reemplazo luz direccional.

Instalación

Ínstale la nueva lámpara, siguiendo el proceso inverso al de la remoción.

Reemplazo-luz de salón

Retire el lente de acrílico utilizando un destornillador pequeño. Apriete la lámpara contra el resorte y remuévala.

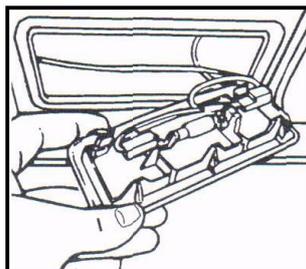


Figura 4.46: Sustitución luz de salón.

Instalación

Ínstale la nueva lámpara, siguiendo el proceso inverso al de la remoción, tenga cuidado la unión de cables.

Reemplazo - luz de placa

Con el auxilio de un destornillador, desenchufe la extremidad derecha del lente acrílico, tirando todo el conjunto.

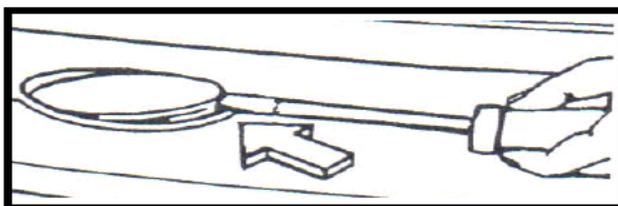


Figura 4.47: Extracción luna acrílica.

Destrahe la otra extremidad en el receptáculo y remueva el lente de acrílico y remueva la lámpara.

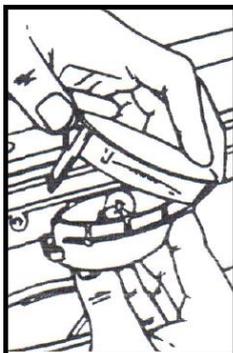


Figura 4.48: Reemplazo luz de placa.

Instalación

Enchufe la nueva lámpara en el receptáculo, fije el lente de acrílico y coloque todo el conjunto en su alojamiento, trabándolo en sus extremidades.

^[9] **Fuente:** Manual de servicio. Chevrolet Corsa Wind 2001. pp. 20-26

LUCES INDICADORAS Y MEDIDOR DE COMBUSTIBLE EN EL TABLERO DE INSTRUMENTOS

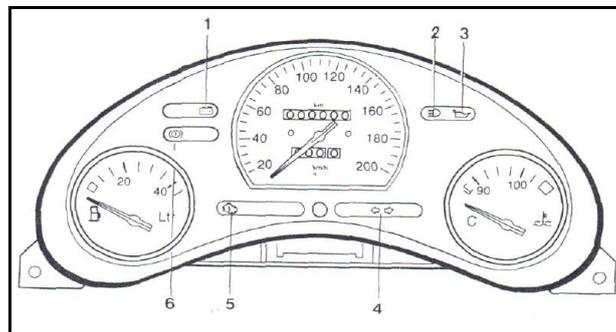


Figura 4.49: Luces indicadoras o pilotos.

Tablero (vista frontal)

- | | |
|---|---|
| 1. Luz de la batería. | 4. Luz indicadora de dirección. |
| 2. Luz indicadora del faro de carretera / saludo. | 5. Luz de advertencia del motor. |
| 3. Luz de la presión de aceite del motor. | 6. Luz indicadora del freno de estacionamiento. |

Tablero (vista trasera) lista de bombillas

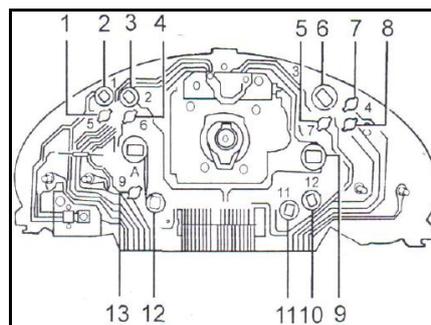


Figura 4.50: Luces indicadoras del tablero.

- | | |
|--|-----------------------|
| 1. No utilizado. | 4. Luz de neblineros. |
| 2. Luz presión del aceite. | 5. No utilizado. |
| 3. Luz indicadora del faro de carretera y saludo | 6. Luz batería. |
| | 7. No utilizado. |

8. Luz indicadora del freno de estacionamiento aplicado.
9. Iluminación del instrumento (derecha e izquierda) velocímetro.
10. Luz de advertencia del motor (check engine).
11. Luz indicadora de dirección.
12. No utilizado.
13. No utilizado.

Panel de medidores del tablero de instrumentos

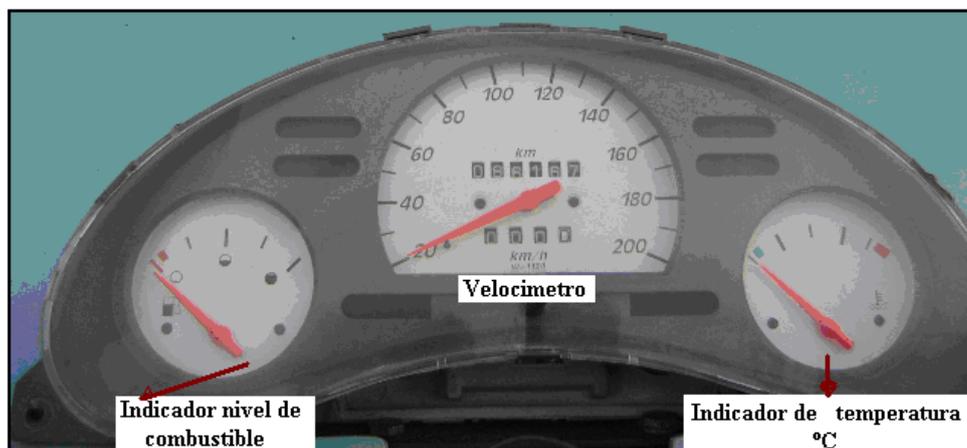


Figura 4.51: Panel de medidores.

BOYA DE NIVEL DE COMBUSTIBLE



Figura 4.52: Boya nivel de combustible.

TROMPO DE RETRO Y FRENO

Trompo de retro

En el trompo de retro se empleó un tornillo de mariposa que simula el enclavamiento del piñón en la posición de retro, para activar el giro el tornillo.

Posición 0: Trompo desactivado.

Posición 1: Trompo activado.



Figura 4.53: Trompo de retro.

Trompo de freno

Se utilizó un pedal hecho a escala (1:6) el mismo que nos sirve para activarlo y desactivarlo el interruptor.



Figura 4.54: Trompo de freno.

ALARMA Y CIERRE CENTRALIZADO

Las chapas de las puertas simulan el enclavamiento y desenclavamiento de los seguros, este utiliza un control remoto y 2 cerraduras electromagnéticas el cual permite el accionamiento de los seguros. Las chapas deben ser lubricadas con grasa liviana #3.

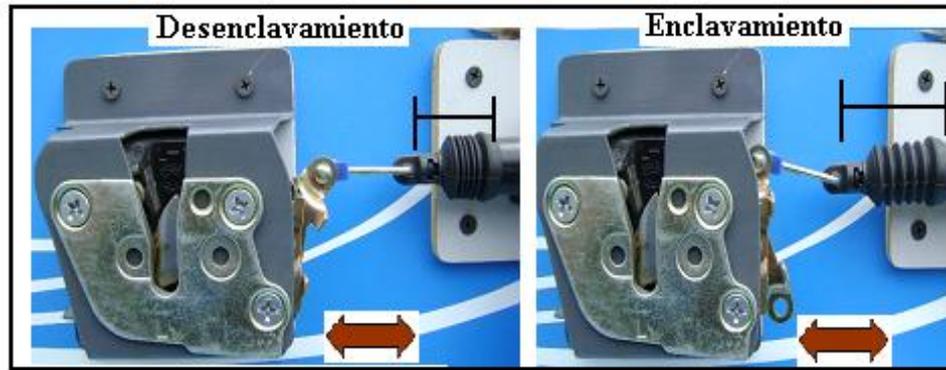


Figura 4.55: Accionamiento de las chapas.

Mando a distancia del cierre centralizado

Para la apertura y cierre de los seguros se utiliza un control de mando a distancia que consta de cuatro botones los que son:



Figura 4.56: Control mando a distancia.

MANDO DE RETROVISOR Y VIDRIOS ELÉCTRICOS

Este conmutador incorpora el mando de los retrovisores y los pulsadores de los vidrios eléctricos para dos personas. Los mismos que se activan y desactivan con una ligera pulsación.



Figura 4.57: Mando retrovisores y vidrios eléctricos.

MODO DE FALLA

Para mayor seguridad la alimentación del módulo está protegida con un fusible de 5 A, evitar tocar la pantalla LCD con los dedos ya que la grasa podrá repercutir en el contraste de la misma.

En cuanto al teclado alfa numérico está programado de tal manera que cada letra tiene una función específica:

- A.- Armar el/los circuito.
- B.- Buscar cuantas fallas están ingresadas.
- C.- Cancelar cuando hayamos introducido mal el código.
- D.- Desarmar el/los circuito.
- E.- Sin uso.
- F.- Formatear para regresar a su estado normal.

Advertencia

La introducción de más de 8 averías en funcionamiento al banco de pruebas produce sobrecalentamiento en los transistores de la placa de relés, No sobrepasar este límite.

Este módulo posee un sistema de enfriamiento mediante disipadores de calor ubicados en los transistores.

Se debe presionar con suavidad el teclado, utilizando las yemas de los dedos no presionar con las uñas ya que ocasionaría desgaste del teclado.

A continuación se presenta la designación del código para generar la avería.

Tabla 4.8: DESIGNACIÓN DE CÓDIGO DE AVERÍA.

Código	Circuito a controlar
01	Neblinero Derecho
02	Neblinero Izquierdo
03	Luz carretera derecha
04	Luz carretera izquierda
05	Luz cruce izquierda
06	Luz cruce derecha
07	Luz guía delantera izquierda
08	Luz guía delantera derecha
09	Retro derecho
10	Retro izquierdo
11	Luz guía posterior Izquierda
12	Luz guía posterior derecha
13	Direccional delantera derecha
14	Direccional delantera izquierda
15	Direccional posterior derecha
16	Direccional posterior izquierda
17	Luz salón
18	Bocina eléctrica
19	Luz de freno izquierda
20	Luz de freno derecha

Para la detección de fallas el banco de pruebas cuenta con un modelo a escala de un vehículo el que están alojados puntos de comprobación y verificación de corriente eléctrica.

Tener cuidado de no unir los cables (+/-) de las borneras ya que ocasionaría descargas y daños, además podría causar quemaduras en las manos.

SECCIÓN 3

ANTES DE ENCENDER EL BANCO DE PRUEBAS

Un cuidado apropiado no solo prolongara la vida útil de su equipo si no que también permitirá tener muchas horas de aprendizaje.

Comprobar visualmente a cada elemento por posibles daños. Verifique el nivel de líquido del depósito de lavaparabrisas, ya un nivel bajo ocasionaría daños a la bomba eléctrica.

Engrase los bornes de batería con grasa liviana #3, así evitamos formación de sulfatación. Se debe comprobar el voltaje de la batería que debe estar comprendida entre 12.6 – 13.5 voltios.

Observar que los componentes del banco de pruebas estén en su lugar correspondiente y debidamente conectados, limpiar socket sulfatados o sucios.

SECCIÓN 4

ENCENDIDO DEL BANCO DE PRUEBAS

Una vez realizados los pasos anteriores, se da inicio al encendido del banco de pruebas, con la ayuda de un interruptor central el cual permite que todo el sistema eléctrico tenga alimentación en sus elementos y accesorios. Siendo este el punto de partida para llevar a cabo las respectivas prácticas. Además cuenta con un interruptor para controlar el módulo de fallas.

ADVERTENCIA:

No mantenga encendido el banco de pruebas por un largo tiempo ya que esta acción podrá causar el agotamiento de la batería, es por ello que se recomienda realizar las prácticas lo más concentrado posible y evitar demoras de la misma.

SECCIÓN 5

MANTENIMIENTO

El uso y el abuso inadecuado acortan la vida útil de sus componentes, se debe manejar el equipo con mucho cuidado, se debe seguir los pasos para el mantenimiento cada vez que este lo requiera.

- Limpie el banco de pruebas con un paño suave.
- Engrase lo bornes de la batería con grasa liviana #3, así evitamos que se contaminen los bornes.
- Engrase los rodamientos de las ruedas con grasa #3.
- Lubrique las chapas de puertas.
- Revise periódicamente los terminales y socket por posibles sulfataciones.
- Revise después de cada práctica el nivel de líquido del reservorio del lavaparabrisas.
- Cuando manipule los componentes eléctricos hágalo con cuidado, no los presione demasiado duro.
- No mantenga encendido el banco de pruebas por mucho tiempo.

4.1.3 Elaboración de guías de laboratorio

Para la realización de las prácticas en el banco de pruebas se pone en manifiesto la siguiente guía de laboratorio la cual será estandarizada para realizar todas las prácticas que así lo requieran, en caso de existir algún caso especial la guía de práctica lo hará notar a su debido tiempo.

A Continuación se presenta la hoja que servirá para realizar las prácticas:

Anexo 1.

4.3.1 Prácticas

A continuación presentamos las prácticas aplicadas al banco de pruebas las mismas que se detallan más adelante.

Anexo 2.

4.1.4 Verificación de funcionamiento del sistema incorporado

Para analizar el funcionamiento del banco se debe poseer una batería cargada completamente esta comprende de 12,5-13,5 V, en la verificación del banco se utilizó un multímetro automotriz digital Marca TRISTO DA-830 que nos permite medir: tensión, resistencia, continuidad, consumo de corriente, entre otras. Se debe poseer una punta de pruebas para verificar la entrada de corriente y la ubicación de masas. En la verificación es muy importante ser observador teniendo en cuenta el comportamiento de los elementos.



Figura 4.58: Verificación de elementos.

Se debe verificar la ubicación correcta de los fusibles de acuerdo a su capacidad de amperaje, debemos prestar atención si suenan los relés, este sonido es tipo click, también se debe tocar los conductores eléctricos a fin de saber si existe un consumo excesivo de corriente, el consumo de corriente de la masa o negativo debe ser aproximadamente 0-0.004 voltios esto se debe medir con el multímetro en la escala de voltaje de corriente continua.

En cuanto a la alarma se debe graduar el sensor de sensibilidad en un tono medio, basta con girar la perilla.



Figura 4.59: Ajuste de sensibilidad del sensor.

El banco de pruebas ya armado no presentó dificultades en su funcionamiento, todo resultado de acuerdo a lo planificado, cumpliéndose los objetivos.

CAPÍTULO V

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

5.1 Comprobación del banco de pruebas

Se debe tomar en cuenta el acabado superficial de la estructura, y la estética de la plancha MDF observando en sus perfiles una correcta adherencia del extremo.

Verificar que las ruedas del banco de pruebas tengan una excelente movilidad, caso contrario lubricarlas con grasa liviana #3.

Observar que los elementos encajen correctamente en el lugar que han sido establecidos dando así realce al banco de pruebas.

Una vez incorporado todos los sistemas al banco de pruebas, es necesario realizar las comprobaciones a cada uno de los elementos, identificando de forma visual el comportamiento de cada componente.

Dar el encendido al banco de pruebas, activando cada uno de sus elementos por un tiempo aproximado de 20 min. Y verificar que cada circuito cumpla con su función, dar un seguimiento al tendido eléctrico buscando posibles recalentamientos y solucionando de forma inmediata.

Comprobar que el módulo de sensibilidad de la alarma tenga la regulación precisa, esta debe estar en un tono medio aproximadamente $\frac{1}{2}$ vuelta, para evitar la activación innecesaria de la alarma.

Se realizó el ajuste necesario a cada masa, evitando así falsos contactos o caídas de tensión, estos valores se midieron con el multímetro obteniendo un valor de 0.004 V, también se midió con la ayuda de un multímetro el voltaje de alimentación de cada circuito que fue de 12,5 V, además se utilizó una punta lógica para comprobar la llegada de corriente y comprobar sus masas.

5.2 Medidas eléctricas

Las medidas eléctricas que se van a considerar son:

- **Resistencia.-** Es la oposición que un material ofrece al paso de la corriente eléctrica. Su unidad de medida es el ohmio y se mide con un instrumento llamado óhmetro.
- **Intensidad.-** Es la cantidad de corriente por segundo que pasa por un conductor. Su unidad de medida es el amperio y se mide con un instrumento llamado amperímetro.
- **Tensión.-** Llamada también fuerza electromotriz voltaje o diferencia de potencial. Su unidad de medida es el voltio y se mide con un instrumento llamado voltímetro.

Para obtener estas magnitudes de los circuitos que se encuentran en el banco de pruebas se utilizó un multímetro automotriz digital Marca TRISCO DA-830 el cual cuenta con las opciones de medir tanto voltaje, resistencia y amperaje además dispone de la escala para medir continuidad.

Previo a la obtención de medidas eléctricas se debe tener un concepto amplio sobre la conexión de un voltímetro, amperímetro y óhmetro.

Procedimiento de medida:

- Tenga claro lo que va a medir (resistencia, tensión, intensidad, continuidad).
- Seleccione el instrumento adecuado.
- Si usa un multímetro (analógico digital) ponga el selector en la magnitud que va a medir (R –E –I).

Método de comprobación de continuidad

Se comprueba la continuidad del circuito para ver si éste está abierto en algún punto. Este multímetro tiene la funcionalidad de medir la continuidad en un circuito. La medida de continuidad se muestra en el multímetro por medio de un sonido (pitido) que facilita el trabajo del estudiante ya que no tiene que estar mirando la pantalla del multímetro cada vez que hace una medida de continuidad.

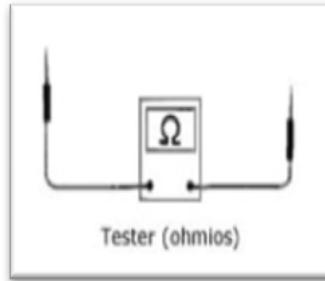


Figura 5.1: Ohmímetro.

Para medir continuidad se debe seguir los siguientes pasos en la comprobación de un circuito.

1. Desconectar el cable negativo de la batería.

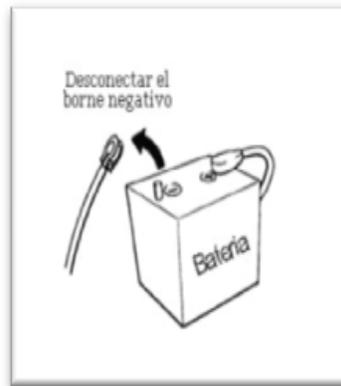


Figura 5.2: Desconexión de la batería

2. Empezar por un extremo del circuito y trabajar hasta el otro extremo.
3. Encender el multímetro y seleccionar la escala de continuidad. Conectar una punta del multímetro en un lado de la ubicación del fusible. Para ello se debe retirar el fusible para comprobar el conductor eléctrico.
4. Conectar la otra punta en el lado del conductor eléctrico que se requiera comprobar. Poca o ninguna resistencia indica que el circuito tiene buena continuidad por lo que emitirá un pitido. Si el circuito estuviera abierto, el multímetro indicaría una resistencia infinita o fuera del límite.



Figura 5.3: Comprobación del circuito

Método de comprobación de amperaje

El amperímetro permite medir la cantidad de corriente de los elementos eléctricos, se debe conectar en serie con el elemento a medir.

1. Seleccione en el multímetro la escala amperios A.
2. Conecten en serie las puntas del multímetro como indica en la figura 5.4.

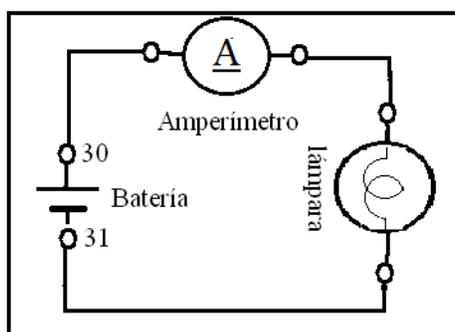


Figura 5.4: Conexión del amperímetro.



Figura 5.5: Comprobación de consumo de corriente.

Método de comprobación del voltaje

En todo circuito eléctrico, puede encontrarse un punto en que el circuito esté abierto, haciendo una comprobación metódica del sistema midiendo la presencia de voltaje.

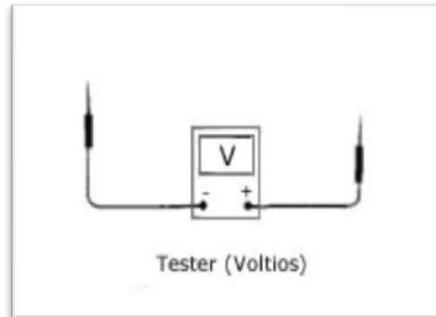


Figura 5.6: Voltímetro.

Esto se realiza con la ayuda de un multímetro en la función para medir voltios (V).

1. Conectar una punta del multímetro a una masa conocida.
2. Conectar la otra punta al conductor eléctrico que se desea medir.
3. Observar la pantalla del multímetro y analizar la medida que este nos indique.
4. Si la medida nos da 12.5V el circuito está correcto, caso contrario si el circuito nos da 0V el circuito esta defectuoso, con la posibilidad de rotura del conductor eléctrico.
5. Realizar las reparaciones necesarias en los circuitos defectuosos.



Figura 5.7: Comprobación con el voltímetro.

5.2.1 Consumo de corriente

Método de medición de consumo de corriente

Seguiremos los siguientes pasos:

1. Seleccionar la escala amperios en el multímetro.
2. Retirar el fusible de su alojamiento, en esta prueba mediremos el circuito de faros de cruce retirando el fusible F12 de 10 A.
3. Con la ayuda de las puntas del multímetro conectar en serie en el alojamiento del fusible y encender el conjunto de los faros y observar en el multímetro la medida.
4. Estas comprobaciones se puede realizar con cada uno de los circuitos.

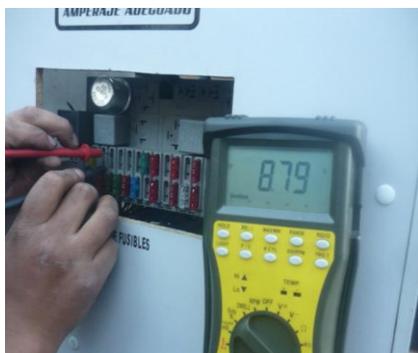


Figura 5.8: Comprobación con el amperímetro

5.3 Comprobación de elementos

Para comprobar los elementos del banco de pruebas se hizo funcionar cada uno de los componentes, observando la reacción que presenta, escuchando ruidos anormales que pudiese presentarse.

En general, la comprobación de circuitos eléctricos es fácil de realizar, siempre y cuando se use un método lógico y organizado. Antes de empezar es importante tener toda la información disponible del sistema que debe probarse (manuales y esquemas eléctricos).

Además, obtener un entendimiento minucioso del funcionamiento del sistema. A continuación, será posible usar el equipo adecuado y seguir el procedimiento correcto.

Una vez inspeccionado el circuito se nos pueden presentar dos posibilidades en la instalación eléctrica:

- Circuito abierto: un circuito está abierto cuando no hay continuidad a través de una sección de dicho circuito (cable cortado, mala conexión, entre otros).
- Circuito en cortocircuito: hay dos tipos de cortocircuitos:
 - Cuando un circuito entra en contacto con otro circuito y causa una modificación de la resistencia normal.
 - Cuando un circuito entra en contacto con una fuente de masa (carrocería, bastidor, soportes, entre otros.) y conecta el circuito a masa.

Pruebas de caída de voltaje

Las pruebas de caída de voltaje se usan frecuentemente para detectar componentes o circuitos con una excesiva resistencia. Una caída de voltaje en un circuito está causada por una resistencia imprevista cuando el circuito está en funcionamiento.

Una resistencia que no sea la deseada puede estar causada por varias situaciones como las siguientes:

- Cableado insuficiente (por exceso de longitud o por escasa sección).
- Corrosión en los contactos de interruptores.
- Empalmes o conexiones de cables flojos.
- Si es necesario sustituir algún cable eléctrico en el circuito, usar siempre un cable de igual o mayor sección, para evitar que el cable oponga una resistencia al paso de la corriente eléctrica. Especial importancia tienen las secciones de los cables en el circuito de arranque y de carga, ya que se pueden producir importantes caídas de tensión y calentamiento excesivo de estos componentes.

Conectores

Puede ser necesario simular las vibraciones del vehículo mientras se prueban los componentes eléctricos. Agitar suavemente la instalación de cableado o el componente eléctrico como se ve en la figura. Determinar qué conectores e instalación podrían afectar el sistema eléctrico que se está inspeccionando. Agitar suavemente cada conector e instalación mientras se controla el sistema para el incidente que se intenta reproducir. Esta prueba puede indicar que hay una conexión eléctrica mala o floja.

Consejo: Los conectores pueden estar expuestos a la humedad. Es posible hallar una fina capa de corrosión en los terminales del conector. Una inspección visual puede no revelar esto sin desconectar el conector. Si el problema se produce de forma intermitente, quizás sea causado por la presencia de corrosión. Es una buena idea desconectar, inspeccionar y limpiar los terminales de los conectores relacionados en el sistema.

Relés.- Aplicar suavemente una ligera vibración a los relés del sistema que se está inspeccionando. Esta prueba puede indicar la presencia de un relé flojo o suelto.

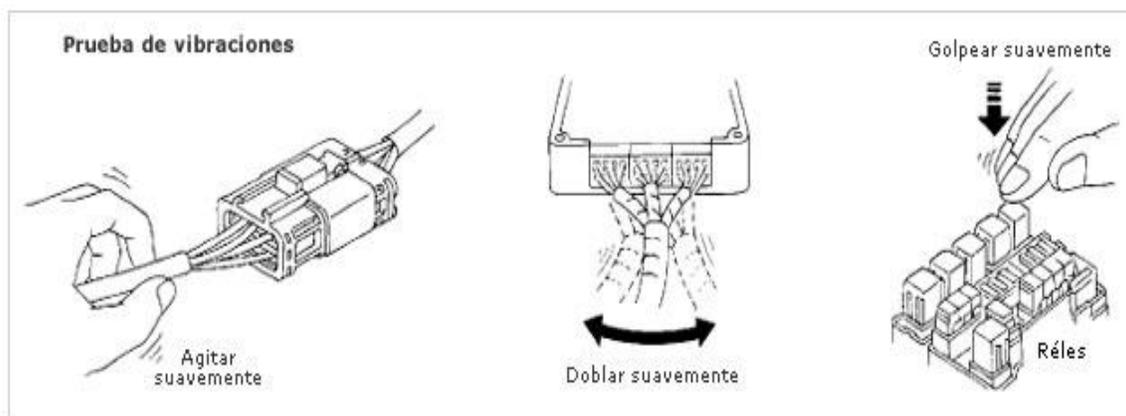


Figura 5.9: Prueba de vibraciones.

5.4 Pruebas del sistema completo

Antes de empezar a diagnosticar y probar el sistema, debería trazarse un esbozo (esquema) a grandes rasgos del sistema. Esto ayudará a realizar de forma lógica las distintas etapas del diagnóstico. Trazar un esbozo reforzará el conocimiento a la hora de trabajar en el sistema.

Inspección de masa

Las conexiones a masa son muy importantes para el correcto funcionamiento de los circuitos eléctricos y electrónicos. Las conexiones a masa están expuestas con frecuencia a la humedad, suciedad y otros elementos corrosivos. La corrosión (óxido) puede convertirse en una resistencia indeseada. Esta resistencia indeseada puede cambiar el funcionamiento de un circuito.

Los circuitos controlados electrónicamente son muy sensibles a una mala conexión a masa. Una conexión a masa floja o corroída puede dañar drásticamente un circuito controlado electrónicamente. Una conexión a masa mala o corroída puede afectar fácilmente el circuito. Aun cuando la conexión a masa parezca limpia, puede tener una fina capa de óxido en la superficie.

Al inspeccionar una conexión a masa seguir las siguientes normas:

1. Quitar el perno de masa o tornillo.
2. Revisar todas las superficies de acoplamiento por si hay deslustre, suciedad, óxido, entre otros.
3. Limpiar adecuadamente para asegurar un buen contacto. Si es necesario se puede lijar la zona de contacto para mejorar la continuidad.
4. Montar de nuevo el perno o tornillo firmemente.
5. Revisar si los accesorios suplementarios pudieran estar interfiriendo con el circuito de masa.
6. Si distintos cables están acoplados en el mismo terminal de masa, comprobar que lo estén correctamente. Asegurarse de que todos los cables están limpios, bien fijados y con buena conexión a masa.

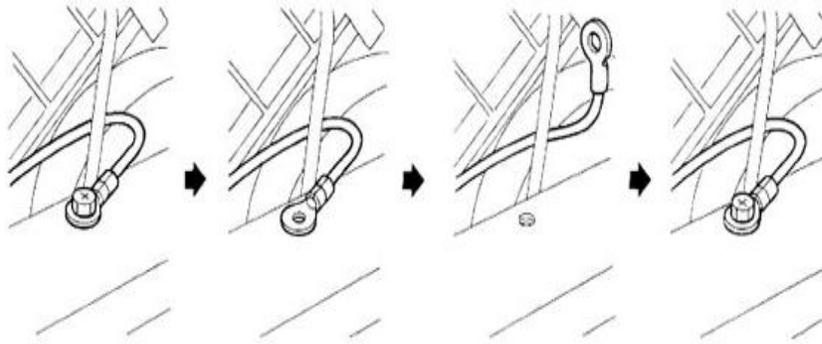


Figura 5.10: Inspección de masas.

Inspección visual

Con el banco de prueba ya ensamblado todos sus sistemas eléctricos es necesario brindarle un poco de seguridad a sus elementos ya que al ser componentes originales del vehículo Chevrolet Corsa Wind están a merced de que se sustraigan algún componente. Es por ello que se ha elaborado una hoja de recepción y entrega en la cual se especifica cada circuito y sus componentes que lo conforman como por ejemplo: luz de carretera faros delanteros, luz halógena, interruptores y mandos entre otros. De no existir alguno de estos elementos al momento de la entrega el estudiante se encargara de reponerlo inmediatamente manteniéndolo así todo el circuito completo y en perfecto funcionamiento.

Esta hoja de recepción y entrega se la detalla en el anexo 3.

SÍNTOMAS Y SOLUCIONES

Estos síntomas son las frecuentes que se presentan en un circuito eléctrico de existir algún otro síntoma el procedimiento será el mismo.

Tabla 5.1: AVERÍAS Y SOLUCIONES DEL SISTEMA.

SÍNTOMAS	CAUSAS POSIBLES	PRUEBAS A REALIZAR	REMEDIOS
Una de las luce no se enciende.	Lámpara floja.	Comprobar lámpara.	Sustituir lámpara.
	Cable de alimentación cortado.	Comprobar circuito con lámpara de pruebas.	Sustituir cable.
	Toma de masa defectuosa.	Conectar un nuevo cable de masa para comprobar.	Limpiar las conexiones
No enciende ninguno de los faros o pilotos que deben lucir en la misma posición del mando de luces.	Fusible fundido.	Comprobar fusible.	Cambiar fusible.
	Interruptor de alumbrado Defectuoso.	Probar con lámpara de prueba o voltímetro	Sustituir interruptor.
	Mando de luz defectuoso.	Comprobar con lámpara o voltímetro.	Reparar o sustituir.
	Corto circuito en esta posición de; mando de luces.	Comprobar con lámpara de pruebas el funcionamiento del mando.	Reparar o sustituir.
No se enciende ningún faro ni piloto.	Cable de alimentación mando luce; cortado.	Comprobar con lámpara de pruebas.	Reparar instalación.
	Mando de luces defectuoso.	Comprobar funcionamiento con lámpara de pruebas.	Reparar o sustituir mando.
	Bornes de ratería flojos o en mal estado.	Verificar si se calientan con el funcionamiento	Limpeza de conexiones.
No se enciende las luces de stop al pisar el freno.	Interruptor de stop defectuoso.	Comprobar con lámpara de pruebas.	Sustituir interruptor.
	Cable de alimentación cortado.	Comprobar con lámpara de pruebas.	Reparar instalación.
No se enciende luz de los pilotos al pisar el freno.	Cable a limitación piloto corlado.	Comprobar con lámpara de pruebas.	Reparar instalación.
	Lámpara fundida.	Comprobar lámpara.	Cambiar lámpara.
No luce alguno a; los faros antiniebla. b; luz de marcha atrás.	Interruptor general defectuoso.	Comprobar con lámpara de pruebas.	Sustituir interruptor.
	Cable de alimentación cortado.	Comprobar con lámpara de pruebas.	Reparar instalación.
	Lámpara fundida.	Comprobar lámpara.	Sustituir lámpara.

CAPITULO VI

Conclusiones

Con el banco de pruebas ya en operación con todos los sistemas eléctricos en funcionamiento incorporado el módulo de fallas se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Por más distantes que parezcan llegar a una meta, con un poco de perseverancia esta pueden llegar a ser un gran logro.
- Una investigación minuciosa concreta y objetiva permite realizar un análisis acorde a las perspectivas requeridas.
- El diseño de circuitos eléctricos resulta comprensible al utilizar normas y simbología automotriz.
- Gracias a la incorporación de software al diseño estructural se puede obtener datos e imágenes reales, planos que facilitan la construcción de la estructura.
- Mediante un proceso ordenado se puede comprobar los diferentes sistemas incorporados al banco de prueba, logrando así que el sistema opere correctamente.
- Luego de un gran esfuerzo realizado se cumplió con los objetivos planteados.
- Con la implementación de un banco de pruebas de sistemas eléctricos y accesorios de un vehículo la Escuela de Ingeniería Automotriz fortalece su amplio equipo de laboratorio de las eléctricas.
- Las futuras generaciones de estudiantes de la Escuela de Ingeniería Automotriz sepan valorar y aprovechar el esfuerzo realizado.

Recomendaciones

Para un correcto uso del banco de pruebas se debe prestar atención a las siguientes recomendaciones:

- Se debe seguir correctamente las indicaciones del manual del usuario del banco de pruebas, para obtener a futuro una excelente vida útil.
- Utilizar la hoja de recepción y entrega cada vez que se realicen las prácticas, así evitaremos la sustracción y el cambio de elementos por otros que no funcionen perjudicando el aprendizaje de los estudiantes.
- Tener la precaución al momento de usar las borneras, ya que la unión de ambos cables podría ocasionar descargas eléctricas o quemaduras en las manos, a la vez ocasionara daños en las borneras y cables.
- Después de usar el banco de pruebas se debe visualizar que el interruptor principal esté en la posición de apagado.
- Evitar la sulfatación de los bornes de la batería ya que este polvo es perjudicial para la salud.
- El banco de pruebas solo debe usarse para fines prácticos, no se debe permitir que los estudiantes jueguen o manipulen de forma inadecuada, para ello obtener información clara sobre el sistema a ser controlado.
- No mantenga encendido todos los accesorios del banco de pruebas por largo tiempo, ya que esto produciría una descarga rápida de la batería.
- Inspeccionar periódicamente: bornes, cables, elementos eléctricos, accesorios que presenten algún deterioro, cualquier daño debe repararse inmediatamente.
- Usar los fusibles de amperaje adecuado, para ello se debe consultar el manual del usuario del banco de pruebas en la sección 2.
- Cuidar los elementos incorporados al banco de pruebas ya de estos depende su instrucción en el área de las eléctricas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SEAT, Conceptos Básicos de Electricidad C. B. N° 1, Barcelona: Pdf, 2002. pp.12.
- [2] SEAT, Conceptos Básicos de Electricidad C. B. N° 1, Barcelona: Pdf, 2002. pp.19.
- [3] ESPE, Módulo Electricidad Automotriz, Latacunga: 2003, pp. 18 -23.
- [4] ESPE, Módulo Electricidad Automotriz, Latacunga: 2003, pp. 25 -27.
- [5] GIL, Hermogenes. Circuitos en el Automóvil. 1era.ed. Barcelona: Ceac, S.A. 2002. pp. 426 – 428.
- [6] GIL, Hermogenes. Circuitos en el Automóvil. 1era.ed. Barcelona: Ceac, S.A. 2002. pp. 438.
- [7] ALONSO, José M. Técnicas del Automóvil. 10ma.ed. Madrid: Thomson, 2004. pp. 207.
- [8] ISTD.G, Módulo Electricidad Automotriz Ecuador. pp. 34.
- [9] Manual de servicio. Chevrolet Corsa Wind 2001. pp. 20-26.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, José M. Técnicas del Automóvil. 10 ma. ed. Madrid: Thompson, 2004.
- BOHNER, Max. Tecnología del Automóvil. 20ava.ed. Barcelona: Reverte, 2000.
- CROUSE, William H. Equipo Electrónico y Electrónico del Automóvil. 6ta.ed.
Barcelona: Boixareu,2001.
- GIL, Hermogenes. Circuitos en el Automóvil. 2da.ed. Barcelona: Ceac, S.A. 2002.
- GIL, Hermogenes. Manual CEAC del Automóvil. 2da.ed. Barcelona: Ceac, S.A. 2003.
- IBRAHIM, D. Programación de Microcontroladores. 3ra ed. Barcelona: Marcombo. 2007

LINKOGRAFÍA

CIRCUITO ELÉCTRICO

http://www.mecanicavirtual.org/indice_cursos_electr

06-01-2011

MOTORES ELÉCTRICOS

<http://www.directindustry.es/.../motores-motorreductores...motor/motores-electricos-dc-D-600.html>

23-01-2011

METROLOGÍA ELÉCTRICA

http://www.inta.es/doc/.../metrologiacalibracion/metrolo_calib.pdf

20-03-2011

LEY DE OHM

http://www.es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Ohm

25-03-2011

FUSIBLES

<http://www.steren.com.mx/fusibles-automotrices/>

30-03-2011