



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DIDÁCTICO PARA LA  
ILUMINACIÓN DEL VEHÍCULO CONTROLADO CON  
SISTEMA CAN BUS, PARA EL LABORATORIO DE LA  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

**SINMALEZA BONILLA RAMÓN MESIAS**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2012**

**Espoch**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

Marzo, 02 de 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**RAMÓN MESIAS SINMALEZA BONILLA**

---

Titulada:

**“CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DIDÁCTICO PARA LA ILUMINACIÓN DEL VEHÍCULO CONTROLADO CON SISTEMA CAN BUS, PARA EL LABORATORIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

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. Fernando González.  
DIRECTOR DE TESIS

---

Dr. Mario Audelo.  
ASESOR DE TESIS

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** RAMÓN MESIAS SINMALEZA BONILLA

**TÍTULO DE LA TESIS:** “CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DIDÁCTICO PARA LA ILUMINACIÓN DEL VEHÍCULO CONTROLADO CON SISTEMA CAN BUS, PARA EL LABORATORIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

**Fecha de Exanimación:** 02 de marzo de 2012

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
ING. Jorge Vallejo (Presidente Trib. Defensa)			
ING. Fernando González. (Director de Tesis)			
Dr. Mario Audelo. (Asesor)			

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

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

Ing. Jorge Vallejo

## **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 de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

**RAMÓN MESIAS SINMALEZA BONILLA**

## **AGRADECIMIENTO**

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

Mi más sincero agradecimiento a mi Director de Tesis Fernando González, a mi Asesor Dr. Mario Audelo, por el apoyo brindado para la realización de la Tesis previo a la obtención del Título de Ingeniero Automotriz.

Y en especial para toda mi familia, los amigos, compañeros y personas que me apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de mi vida.

**Ramón Mesías Sinmaleza Bonilla**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a mis padres Benito Sinmaleza y Mariana Bonilla que los estimo mucho, en especial a mis hermanos Inés, Soledad, Darío, Graciela que siempre me brindaron su apoyo incondicional también a mi hermano Alberto que del cielo me llenara de bendiciones, además a toda mi familia que de una manera u otra me apoyaron para la culminación de mi objetivo propuesto.

Dedico a mis profesores que siempre estuvieron compartiéndome sus conocimientos y apoyándome para que logre terminar mi objetivo, además a mis compañeros y amigos que día tras día estuvieron a mi lado para darme fuerzas cuando parecía que la vida no tenía sentido.

**Ramón Mesías Sinmaleza Bonilla**

## TABLA DE CONTENIDOS

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
<b>1. GENERALIDADES</b>	
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes.....	1
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
<b>2. FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD EN EL AUTOMOVIL</b>	
2.1 Historia de la electricidad.....	4
2.2 Inicios de la electricidad en el automóvil.....	5
2.2.1 Estructura de la materia.....	6
2.2.2 Ley de Coulomb.....	10
2.2.3 Corriente eléctrica.....	11
2.2.3.1 Tipos de corriente.....	13
2.2.3.2 Resistencia eléctrica.....	14
2.2.3.3 Voltaje.....	15
2.2.3.4 Conexión de circuitos.....	16
2.3 Evolución de la electricidad en el automóvil.....	19
2.3.1 Multiplexado.....	19
2.3.2 Transmisión de datos.....	20
2.4 Batería.....	21
2.4.1 Consumidores permanentes de energía.....	23
2.4.2 Estructura de las placas del acumulador.....	25
2.4.3 Identificación de las baterías del automóvil.....	26
2.4.4 Comprobación de la batería.....	27
2.5 Cableado eléctrico.....	29
2.5.1 Conductores eléctricos.....	32
2.5.2 Terminales y conectores.....	33

2.5.3	Interpretación de los esquemas eléctricos.....	34
2.6	Circuito de alumbrado.....	37
2.6.1	Lámparas de incandescencias.....	38
2.6.2	Los faros.....	43
2.6.3	Lámparas de halógeno.....	49
2.6.4	Reglaje de faros.....	51
2.7	Elementos de protección.....	57
2.7.1	Fusibles.....	54
2.7.2	Relé automotriz.....	55
2.8	Elementos consumidores.....	56
2.9	Sistema Can Bus.....	57
2.9.1	Arquitectura de capas.....	58
2.9.2	Especificación CAN 2.0A y CAN 2.0B.....	64
2.9.3	Proceso de transmisión de datos.....	64
2.9.4	El encapsulado de la trama de datos.....	66
2.9.4.1	Trama de datos ó estructura del mensaje.....	68
2.9.4.2	Trama remota.....	74
2.9.4.3	Trama de error.....	74
2.9.4.4	Trama de sobrecarga.....	76
2.10	Características de los sistemas Can Bus.....	77
2.11	Componentes del sistema Can Bus.....	79
2.11.1	Cables.....	79
2.11.2	Elemento de cierre o terminador.....	80
2.11.3	Transmisor receptor.....	81
2.11.4	Controlador Can.....	81
2.12	Diferencia entre sistema de luces convencional y Can Bus.....	82
2.13	Diagrama de circuitos eléctricos.....	83
2.13.1	Luces de estacionamiento.....	83
2.13.2	Luces carretera y cruce.....	84
2.13.3	Luces posición.....	85
2.13.4	Luces direccionales.....	86
2.13.5	Luces de freno.....	88
2.13.6	Luces de retro.....	88
2.13.7	Diagrama de la bocinas.....	89

2.13.8	Alumbrado interior del vehículo.....	90
2.14	Localización de fallos.....	91

### **3. DISEÑO DEL MODELO DIDÁCTICO**

3.1	Diseño del soporte para instalar las luces.....	96
3.2	Materiales.....	96
3.2.1	Estructura.....	96
3.2.2	Selección de materiales.....	97
3.2.3	Distribución de las luces del vehículo.....	101

### **4. IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DIDÁCTICO PARA LAS LUCES DEL VEHÍCULO**

4.1	Distribución de los componentes del sistema Can Bus.....	102
4.2	Construcción del modelo didáctico.....	102
4.2.1	Ubicación de componentes en el modelo didáctico.....	104
4.2.2	Funcionamiento del sistema Can Bus.....	108
4.2.3	Conexiones.....	111
4.3	Cuidados y mantenimiento de componentes del modelo didáctico.....	113
4.4	Flujograma de construcción y montaje.....	125
4.5	Costos.....	126

### **5. MANUAL DE OPERACIONES DEL MODELO DIDÁCTICO DE LUCES CONTROLADO CON CAN BUS**

5.1	Instrucciones.....	128
5.2	Circuito principal.....	130
5.3	Sistema de luces estacionamiento y direccionales.....	135
5.4	Sistema de luces cruce y carretera.....	137
5.5	Sistema de luces posición.....	138
5.6	Sistema de luces de freno.....	140
5.7	Sistema de luces de marcha atrás.....	141

5.8	Sistema de bocinas.....	143
5.9	Sistema de luces de salón.....	144
5.10	Guías de laboratorio.....	145

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1	Conclusiones.....	156
6.2	Recomendaciones.....	157

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

## LISTA DE TABLAS

<u>TABLA</u>		<u>PÁGINA</u>
1	VALORES DE AMPERAJE DE LOS CONSUMIDORES PERMANENTES.....	23
2	PROCESO DE CARGA Y DESCARGA DE LA BATERÍA.....	24
3	DENSIDAD DEL ELECTROLITO.....	27
4	CÓDIGO DE COLORES DE FUSIBLES.....	55
5	VELOCIDAD EN FUNCIÓN DE LA DISTANCIA EN CABLES CAN BUS.....	63
6	MENSAJE REAL DEL CAN BUS.....	72
7	VERIFICACIÓN Y CONTROL DEL CIRCUITO DE ALUMBRADO.....	92
8	VERIFICACIÓN Y CONTROL DEL CIRCUITO DE INTERMITENTES Y CLAXON.....	94
9	DIMENSIONES Y NORMAS DEL TUBO RECTANGULAR.....	98
10	FUERZA DEL MIEMBRO UNO.....	106
11	FUERZA DEL MIEMBRO SIETE.....	107
12	VARIANTES EN CAN BUS CON DOS BIT.....	110
13	CANTIDAD DE INFORMACIÓN CON DOS BIT.....	111
14	CÓDIGO DE COLORES PARA CABLES AUTOMOTRICES.....	112
15	VOLTAJE A CIRCUITO ABIERTO Y PORCENTAJE DE CARGA.....	124
16	TIEMPO DE CARGA PARA LA BATERÍA.....	125
17	PRESUPUESTO DEL MODELO.....	127

## LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>		<u>PÁGINA</u>
1	Fragmento de ámbar.....	4
2	Constitución del átomo.....	7
3	Átomo de cobre.....	8
4	Interacciones entre cargas de igual y distinta naturaleza.....	10
5	Ley de cargas.....	10
6	Ley de Coulomb.....	11
7	Teorías de la corriente eléctrica.....	11
8	Fuerza electromotriz.....	12
9	Corriente alterna.....	13
10	Corriente directa o continua.....	14
11	Resistencia es oposición.....	14
12	Voltaje es presión.....	15
13	Ley de Watt.....	15
14	Ley de Ohm.....	16
15	Circuito en serie.....	17
16	División de voltaje.....	17
17	Circuito en paralelo.....	18
18	Circuito paralelo con resistencias.....	18
19	Sistema tradicional de intercambio de información.....	20
20	Sistema multiplexado de intercambio de información.....	21
21	Batería en corte.....	21
22	Conexión de la batería con sus receptores.....	22
23	Alternador suministra corriente a los receptores y batería.....	22
24	Almacenamiento de la energía eléctrica.....	23
25	Proceso de carga y descarga de la batería.....	24
26	Estructura interna de la batería.....	25
27	Conexión de las placas para aumentar la tensión de la batería.....	26
28	Identificación de las baterías.....	26
29	Partes del densímetro.....	28
30	Conexión del voltímetro.....	29

31	Conexión para recargar la batería.....	29
32	Disposición de elementos electrónicos.....	30
33	Conectores de sistema eléctrico.....	31
34	Conductor eléctrico.....	32
35	Terminales eléctricos automotrices.....	33
36	Conectores eléctricos automotrices.....	34
37	Símbolos eléctricos de conexión y medida.....	35
38	Símbolos especiales utilizados en los diagramas de General Motor.....	36
39	Lámparas de incandescencia.....	38
40	Tipos de lámparas incandescentes.....	39
41	Flujo luminoso.....	42
42	Óptica del faro.....	43
43	Haz de luces en la parábola.....	45
44	Tallado del cristal.....	45
45	Filamento de luz de cruce.....	46
46	Filamentos de luz de cruce y carretera.....	47
47	Haz de luz asimétrico.....	48
48	Lámpara de halógeno.....	50
49	Reglaje de faros.....	52
50	Proyector de cristal móvil y Proyector de cristal fijo y reflector móvil.....	52
51	Ángulo de inclinación de las luces.....	52
52	Regulación correcta.....	53
53	Regulación de faros.....	53
54	Pernos para la regulación de los faros.....	54
55	Partes del relé.....	56
56	Composición interna del relé.....	56
57	Sistema luces.....	57
58	Modelo OSI.....	59
59	Relación entre el modelo OSI y CAN.....	59
60	Conexión de módulos.....	60
61	Estructura de una red Can.....	61
62	Impulsos eléctricos.....	61
63	Niveles que presenta el Can Bus.....	62
64	Transmisión y recepción de datos.....	65

65	Trama de datos Can.....	67
66	Siete campos para transferencia de datos.....	68
67	Ejemplo de un mensaje.....	68
68	Campo CRC y campo ACK.....	70
69	Ejemplo de un mensaje estándar.....	71
70	Ejemplo de un mensaje real.....	72
71	Formato de trama.....	74
72	Campos que componen la trama error.....	75
73	Cable trenzado.....	80
74	Terminador en el interior de la unidad de control.....	80
75	Transmisor receptor.....	81
76	Controlador Can.....	82
77	Transmisión convencional vs. Transmisión Can Bus.....	83
78	Diagrama de sistema de luces de estacionamiento.....	84
79	Diagrama de lámparas para cruce, encendidas.....	85
80	Diagrama de luces para carretera, encendidas.....	85
81	Diagrama de luces de posición.....	86
82	Diagrama de luces de direccionales lado izquierdo (LH).....	87
83	Diagrama de luces de direccionales lado derecho (RH).....	87
84	Diagrama de luces de freno.....	88
85	Diagrama de luces de marcha atrás.....	89
86	Partes de una bocina o claxon.....	89
87	Diagrama de bocinas.....	90
88	Diagrama alumbrado del interior del vehículo.....	91
89	Aluminio estructural.....	97
90	Estructura rectangular.....	97
91	Perfil de acero rectangular.....	98
92	Tableros DURAPLAC.....	99
93	Distribución de las luces.....	101
94	Componentes del sistema Can Bus.....	102
95	Estructura del modelo didáctico.....	105
96	Calculo de la estructura.....	106
97	Aceptación de la estructura.....	107
98	Luz encendida.....	108

99	Luz apagada.....	109
100	Transceptor Can.....	109
101	Bit con el valor “1”.....	109
102	Bit con el valor “0”.....	110
103	Pareja de cables retorcidos, líneas CAN-High y CAN-Low.....	111
104	Cables normalizados por la UNE.....	112
105	Cables automotrices.....	113
106	Procedimiento para cambiar un fusible.....	115
107	Forma de regular faros.....	116
108	Desconectar BCM.....	118
109	Conectar BCM.....	119
110	Tablero de instrumentos.....	119
111	Prueba de la batería.....	120
112	Retiro de la abrazadera del cable de la batería.....	120
113	Limpieza de bornes.....	120
114	Tarjeta del Módulo de Control de Carrocería.....	129
115	Identificación de los colores de los conductores.....	130
116	Conexión del cable Can Bus.....	131
117	Conexión del circuito Principal.....	134
118	Conexión del circuito de estacionamiento y direccionales.....	136
119	Conexión del circuito de las luces de cruce y carretera.....	138
120	Conexión de las luces de posición.....	139
121	Conexión del circuito de luces de freno.....	141
122	Conexión del circuito de marcha atrás.....	142
123	Conexión del circuito de la bocina.....	143
124	Conexión del circuito de luz de salón.....	145
125	Guías de laboratorio.....	155

## LISTA DE ABREVIACIONES

CAN	Controller Area Network - Red de área de control
C	Culombio
A	Amperio
FEM	Fuerza electromotriz
CA	Corriente alterna
AC	Alternating current
CC	Corriente continúa
DC	Direct current
$\Omega$	Ohmios
Ah	Amperios horas
mm	Milímetros
GM	General motor
CEPE/ONU	Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas
m	Metros
°C	Grados Celsius
lm	Lumen
lx	Lux
W	Vatios
Cm	Centímetros
ISO	Organización Internacional de Estandarización
CAN_H	CAN nivel alto
CAN_L	CAN nivel bajo
V	Voltios
RPM	Revoluciones por minutos
SOF	Campo de inicio del mensaje
CRC	Campo de aseguramiento
ACK	Campo de confirmación
EOF	Campo de final de mensaje
IFS	Campo de intermisión
DLC	Código de error
RDR	Trama remota
RH	Lado Derecho

LH	Lado Izquierdo
DIN	Instituto Alemán de Normalización
Al	Aluminio
Ac	Acero
AWG	Valores normalizados cables
BCM	Módulo de Control de Carrocería
ECU	Unidad de Control Electrónico

## **LISTA DE ANEXOS**

- A.** ISO 11898
- B.** Can Bus cable de datos para las funciones del vehículo
- C.** Planos del modelo didáctico
- D.** Valores Normalizados Cables A.W.G
- E.** Baterías MAC Power Pack
- F.** Diagramas eléctricos

## RESUMEN

La Construcción de un Modelo Didáctico para la Iluminación del Vehículo Controlado con Sistema Can Bus, para el Laboratorio de la Escuela de Ingeniería Automotriz, es un tema de investigación escogido, con el objetivo es construir un Modelo Didáctico de la Iluminación del Vehículo controlado con Sistema Can Bus.

El proceso investigativo se realizó mediante un estudio teórico – práctico del sistema de comunicación actual que se utiliza en el automóvil, entre sus componentes eléctricos y electrónicos teniendo consecuencias eficientes, evitando errores en el funcionamiento. Los componentes para el desarrollo del Modelo Didáctico son tubos de hierro, tablero de aglomerado, faros delanteros, luz de salón, faros posteriores, luz de placa, palanca de control de luces, Módulo Control de la Carrocería (BCM), tablero de instrumentos, cables y batería.

Los resultados fueron positivos porque se realizó el Modelo Didáctico, el mismo que funciono adecuadamente de acuerdo a la planificación establecida. A través del estudio realizado se adquirieron nuevos conocimientos del protocolo Can Bus; el proyecto será útil a los estudiantes y docentes de la Escuela de Ingeniería Automotriz; con las prácticas en el Modelo Didáctico permitirá que el estudiante conozca desde otro punto de vista la responsabilidad de los sistemas de luces del vehículo controladas con Can Bus. Se recomienda verificar el estado de la batería con un voltímetro cuando se utilizó el modelo didáctico, confirmar el voltaje normal de funcionamiento evitará generar errores en el Módulo Control de la Carrocería, seguir las instrucciones de conexión de los circuitos de luces en el Modelo Didáctico.

## **ABSTRACT**

The Construction of a Didactic Model for the Illumination of a Vehicle Controlled with a Can Bus System, for the Laboratory of the Automotive Engineering School is a theme chosen to construct a Didactic Model of the Vehicle Illumination Controlled with a Can Bus System.

The investigation process was performed through a theoretical – practical study of the actual communication system used in the automobile, with its electrical and electronic components, having efficient affects and avoiding functioning errors. The components for the development of the Didactic Model are iron pipes, agglomerated board, headlights, saloon light, plate light, light control lever, Body Control Module (BCM), instrument board, cables and battery.

The results were positive because the Didactic Model was carried out and it functioned adequately according to the established planning. Through the study new knowledge on the Can Bus protocol was acquired; the project will be useful for students and teachers of the Automotive School; with practices in the Didactic Model the student will learn from another point of view the vehicle light system responsibility controlled by the Can Bus. It is recommended to verify the battery condition with a voltmeter when using the Didactic Model, confirm the normal functioning voltage to avoid error generation in the Body Control Module and follow the light circuit connection instruction in the Didactic Model.

## **CAPÍTULO I**

### **1. GENERALIDADES**

#### **1.1 Introducción**

A medida que el automóvil se ha ido perfeccionando a través de los años cada vez más se ha observado modificaciones en los elementos eléctricos y electrónicos, por lo que en la actualidad la instalación eléctrica de un automóvil tiene un alto grado de complejidad precisamente, por la gran cantidad de las funciones que se le encomienda.

La seguridad, y confort de marcha van exigiendo una mayor integración de la electrónica en el automóvil. Esta incorporación de la electrónica ayuda a tener una información más precisa a través de los múltiples sensores, la multiplicación de sensores crea una red de cableado excesivamente extensa, incrementando así los costos de fabricación y el porcentaje de posibles fallas eléctricas.

La solución adoptada por los diferentes fabricantes es; que algunos sensores compartan la información con distintas unidades de control, para ello se necesita una gran velocidad de comunicación, que se ha conseguido con la implementación del sistema Can Bus de la casa Bosch para cumplir la función requerida.

#### **1.2 Antecedentes**

Can Bus es un protocolo de comunicación en serie desarrollado por Bosch para el intercambio de información entre unidades de control eléctricas y electrónicas del automóvil, significa Controller Area Network (Red de área de control) y Bus, en informática, se entiende como un elemento que permite transportar una gran cantidad de información.

Can es un protocolo que produce mensajes, es decir la información que se va a intercambiar se descompone en mensajes, a los cuales se les asigna un identificador y se encapsulan en tramas para su transmisión, cada mensaje tiene un identificador único dentro de la red, los nodos deciden aceptar o no dicho mensaje. Este sistema fue desarrollado, inicialmente para aplicaciones en los automóviles y el avance del sistema es el resultado de las necesidades existentes en el área de la industria automotriz.

### **1.3 Justificación**

La complejidad en los vehículos modernos en el área de electricidad obliga a la utilización de sistemas modernos para el control de la iluminación y señalización en los vehículos, el sistema Can Bus es actualmente utilizado para realizar la función requerida debido a su efectividad en su trabajo.

La importancia de conocer el funcionamiento de los diferentes componentes del sistema Can Bus es esencial para identificar el mal ejercicio de un elemento específico y poder comprender que función hace el mismo dentro del sistema. De esta manera se logrará mejorar el conocimiento en las asignaturas de electricidad y electrónica automotriz, el modelo será didáctico, hará más fácil la comprensión de los circuitos eléctricos para el estudiante que se complementará con las respectivas prácticas y explicación del docente.

La implementación de un modelo didáctico para la iluminación y señalización del vehículo controlado con sistema Can Bus, facilitará la comprensión del funcionamiento las luces en los vehículos y que acción específica cumple cada una de ellas. El modelo didáctico sirve comprender las diferencias existentes entre los sistemas de iluminación convencional y el sistema Can Bus.

El modelo didáctico facilitara la información necesaria para entender y comprender el progreso y evolución de la electricidad del automóvil en los últimos años, permite comprender el porqué ya no utiliza el cableado extenso de los vehículos y utilizan un módulo de transferencia para el funcionamiento de las luces, además permite identificar los daños más frecuentes en el sistema Can Bus.

La inversión realizada en el modelo didáctico es totalmente necesaria para mejorar la enseñanza en los sistemas de electricidad y electrónica automotriz, con el objeto de lograr un avance en el aspecto experimental y académico de los estudiantes, de forma didáctica y de fácil explicación por parte del docente. Cuando se implementa un control de luces de tipo Can Bus se reduce considerablemente el cableado evitando la contaminación del medio ambiente.

## **1.4 Objetivos**

### *1.4.1 Objetivo General*

Construir un modelo didáctico para la iluminación del vehículo controlado con el sistema Can Bus, para implementar en el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Automotriz.

### *1.4.2 Objetivos Específicos*

- 1 Recopilar información sobre el sistema Can Bus para la conceptualización del proyecto.
- 2 Construir el modelo didáctico en base a los planos establecidos para la iluminación del vehículo controlado con sistema Can Bus.
- 3 Evaluar la instalación del modelo didáctico para las luces del vehículo
- 4 Elaborar guías prácticas de los circuitos eléctricos para utilizar en el laboratorio.

## CAPITULO II

### 2. FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD EN EL AUTOMÓVIL

#### 2.1 Historia de la Electricidad

La electricidad (del griego elektron, cuyo significado es ámbar) es un fenómeno físico cuyo origen son las cargas eléctricas y cuya energía se manifiesta en fenómenos mecánicos, térmicos, luminosos y químicos, conocido como el flujo de electrones.

La electricidad se puede observar de forma natural en los fenómenos atmosféricos, por ejemplo los rayos, que son descargas eléctricas producidas por la transferencia de energía entre la ionosfera y la superficie terrestre.

La electricidad es la base del funcionamiento de muchas máquinas, desde pequeños electrodomésticos hasta sistemas de gran potencia como los trenes de alta velocidad, y todos los dispositivos electrónicos.

La electricidad ha sufrido una gran evolución a través de la historia, la primera observación científica de los efectos eléctricos la realizó Tales de Mileto en el año 600 antes de Cristo, observó que los filamentos de pasto seco se adherían a un trozo de ámbar (figura 1) cuando éste había sido frotado.



**Figura 1** Fragmento de ámbar [1]

Miles de años después, exactamente en 1660, fue el médico y físico inglés William Gilbert quien estudió estos efectos, y tomando la palabra griega elektron, llamó a esas sustancias eléctricas, tratándose de un efecto al parecer estable, a menos que se lo perturbara terminó denominándose electricidad estática, tanto la electricidad como el magnetismo pasarían a formar el electromagnetismo, mientras tanto, se intentaba descubrir los secretos de este extraño fenómeno, y desentrañar el mecanismo oculto tras la electricidad. En 1733 el francés Charles-François de Cisternay Du Fay, descubrió que dos bolas de corcho cargadas de la misma manera se repelan, pero si cargaba cada una por medios diferentes, lograba que se unan; por ejemplo si cargaba una frotándola con una vara de resina y a la otra con una de vidrio, este fenómeno de atracción y repulsión parecía indicar dos naturalezas distintas. François de Cisternay Du Fay creía que la electricidad era un fluido, y pensó que este existía de dos tipos: Resinoso o vítreo.

En 1800, Alessandro G. Volta supuso lo contrario, es decir que era el contacto entre metales distintos lo que generaba la electricidad, esta idea fue el comienzo de una gran revolución en el tema, dicha hipótesis pudo comprobarse inmediatamente y permitió dos grandes avances: Construir el primer dispositivo químico generador de electricidad, que denominó batería eléctrica, hoy llamada pila y obtener por primera vez en la historia una corriente continua y suficientemente estable, ya no se dependía de la estática.

## **2.2 Inicios de la electricidad en el automóvil**

Los primeros vehículos creados, se basaron en los modelos de las carrozas tirados por caballos, en 1769 salió a la luz el primer vehículo propulsado a vapor, creado por Nicholas-Joseph, se trataba de un verdadero triciclo con ruedas de madera y llantas de hierro y en honor a aquello adoptaron el sistema de iluminación por velas y lámparas de querosene,

las cuales eran colgadas en la parte más alta del vehículo con la finalidad de iluminar la carretera.

En 1866 el motor de vapor es reemplazado por un motor de combustión interna y poco después en 1908 se construye los primeros faros que utilizan lámparas de gas de acetileno las cuales estaban provistas de espejos y mejores vidrios para aumentar la intensidad de la luz.

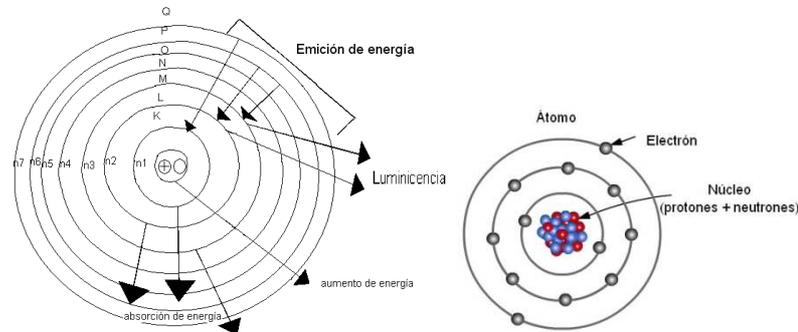
En la década del 60, es lanzada al mercado un tipo de lámpara alógena, sin embargo los faros equipados con este tipo de dispositivos tenían sus limitaciones, resultaba difícil concentrar el haz de luz y aprovechar de forma eficiente el flujo lumínico generado por las lámparas. Para compensar esta desventaja en 1965 aparecen los primeros faros con doble lámpara halógena H1, pero no fueron suficientes. A mediados de los 70 con la crisis del petróleo se obligó a fabricar automóviles más aerodinámicos, esto exigía faros de menor diámetro y con menor capacidad de iluminación. Las lámparas halógenas de mayor potencia como H4 y H7 solventaron este problema. Desde 1988 los vehículos estaban provistos de un sistema de iluminación muy eficiente que utiliza lámparas halógenas de gran potencia y faros provistos de parábolas reflectoras de geometría compleja.

2.2.1 *Estructura de la materia.*- Todos y cada uno de los cuerpos que existen en la tierra están formados por partículas unidas entre sí, que al separarlas unas de otras o romperlas en minúsculos pedazos, se obtendrán moléculas, y si se sigue separándolas unas de otras los átomos.

### **Átomo**

En química y física, átomo (del latín atomum), es la unidad más pequeña de un elemento químico que mantiene su identidad o sus propiedades, y que no es posible dividir mediante procesos químicos. La materia se encuentra en la naturaleza en 4 estados fundamentales:

solido, líquido, gaseoso y plasma. La materia está constituida por moléculas que a su vez se dividen en partículas más pequeñas denominadas átomos (figura 2).



**Figura 2** Constitución del átomo [2]

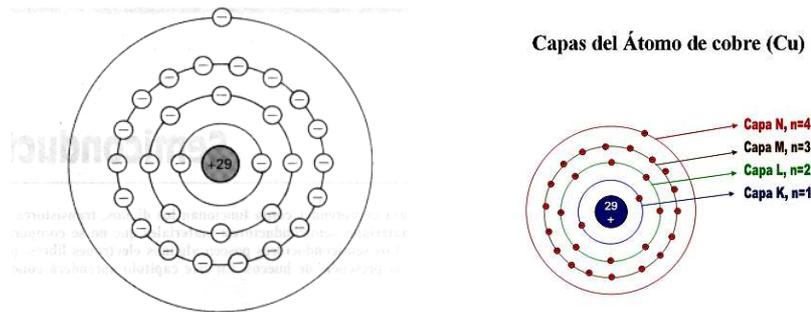
Cada uno de estos electrones está cargado de electricidad por lo tanto todos los cuerpos que existen en la tierra tiene electricidad. Los protones se encuentran en el núcleo y tienen carga eléctrica positiva, los neutrones se encuentran de igual manera en el núcleo pero no tienen carga eléctrica, los electrones giran alrededor del núcleo y son las partículas más pequeñas, siendo portadores de carga eléctrica negativa.

El comportamiento de las cargas eléctricas se basa en la ley de atracción y repulsión, las cargas opuestas se atraen y las cargas iguales se repelen.

La electrodinámica es la ciencia que estudia el movimiento de los electrones a través de los conductores, siendo el conductor más utilizado el cobre. Se dice que por el interior de un conductor hay una corriente eléctrica, cuando existe un movimiento de electrones desde uno de sus extremos al otro, con un hilo de cobre, conectamos uno de sus extremos a un conjunto de cargas positivas y el otro extremo a un conjunto de cargas negativas, el potencial positivo de la batería atrae al electrón de la última capa del átomo de cobre y éste se pone en movimiento hacia la batería, el átomo queda cargado positivamente con lo que atraerá al electrón de la última capa del átomo siguiente, pasando el electrón que se ha ido hacia la

batería y de esta forma se establece un salto de electrones de forma cíclica que se conoce con el nombre de corriente eléctrica.

Los cuerpos conductores son los que permiten el paso de electrones a través de ellos, son buenos conductores: oro, platino, plata, cobre, hierro, etc.



**Figura 3** Átomo de cobre [2]

Los electrones están provistos de una carga eléctrica negativa de  $1.6 \times 10^{-19}$  coulomb, considerada como unidad elemental de cantidad de electricidad, y su masa es de  $9.1 \times 10^{-28}$  gramos. Las cargas positivas (de igual magnitud que las negativas), se denominan protones y su masa es de  $1.67 \times 10^{-24}$  gramos, 1840 veces la masa del electrón. Puede decirse que la masa de un átomo está considerada en el núcleo.

Los electrones en un átomo se distribuyen de manera que su energía sea mínima, situándose en los niveles más bajos pero respetando siempre una determinada cantidad máxima de ellos en cada nivel. Cuando una capa o nivel está completa los electrones están muy ligados al núcleo y es muy difícil desprenderlos de sus órbitas. Por el contrario cuando la última capa no está completa como en el caso del cobre. Tiene una gran movilidad y puede ser sacados de sus órbitas sin gran dificultad, a estos se los llama electrones libres y en los cuerpos o elementos formados por estos átomos, los electrones libres (de la última capa) están moviéndose continuamente, pasando de un átomo a otro continuo.

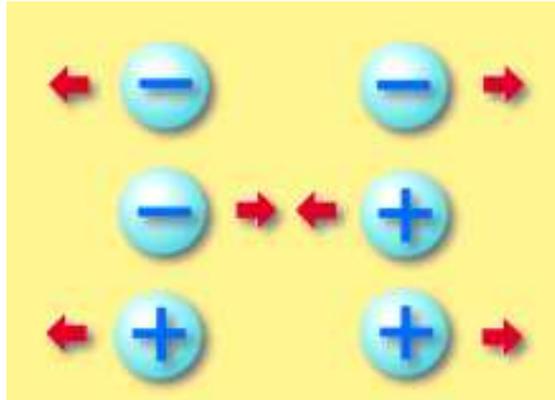
La órbita que deja libre un electrón es inmediatamente ocupada por otro, el átomo queda desequilibrado al tener un electrón menos, por cuya causa tiene el equilibrio para volver a ser neutro, atrayendo otro electrón libre del átomo más cercano para conseguirlo. Aunque los átomos de un electrón son diferentes de los resto de los elementos, cada uno tiene las mismas partes básicas que permiten que los átomos de un elemento se unan con los átomos de otro o se combinen. Este comportamiento de los átomos son las bases de la electricidad. La capacidad de algunos materiales para conducir la electricidad y la capacidad de otros para aislarla, está relacionada directamente con su estructura atómica.

### **Cargas eléctricas**

Es una propiedad que tienen los electrones y los protones, que provoca que los cuerpos se atraigan o se rechacen entre sí, es una propiedad intrínseca de la materia que se presenta en forma carga positiva y negativa, de manera que dos cargas positivas o negativas se van a rechazar, dos cargas una positiva y una negativa se van a atraer como se observa en la figura 4. La unidad que se utiliza para medir las cargas eléctricas es el coulomb y el símbolo que lo representa es una C mayúscula en honor a Charles Coulomb, el fue el que encontró la ley que gobierna este tipo de fenómenos.

En el Sistema Internacional de Unidades la unidad de carga eléctrica se denomina coulomb (símbolo C) y se define como la cantidad de carga que pasa por una sección en 1 segundo cuando la corriente eléctrica es de 1 amperio.

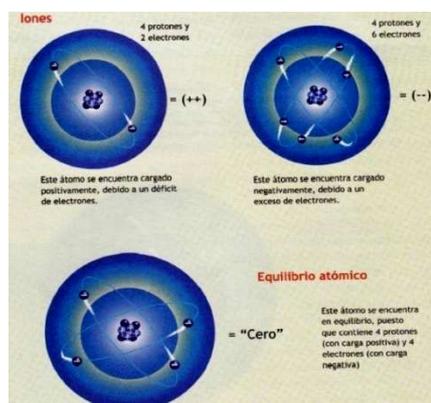
Un coulomb corresponde a  $6,24 \times 10^{18}$  electrones aproximadamente. La carga más pequeña que se encuentra en la naturaleza es la carga del electrón (que es igual en magnitud a la del protón y, de signo opuesto):  $e = 1,602 \times 10^{-19}$  C (1 eV en unidades naturales).



**Figura 4** Interacciones entre cargas de igual y distinta naturaleza [3]

2.2.2 *Ley de Coulomb.*- Debido a que la cantidad de protones en el núcleo de un átomo es igual a la cantidad de electrones que giran alrededor de él, se puede decir que un átomo está en equilibrio constante porque la suma de sus cargas es igual a cero, bajo determinadas condiciones el átomo puede perder o ganar electrones; es decir los átomos ubicados en la última capa del átomo, pueden desprenderse por la acción del calor o unirse a otro átomo debido a una reacción química.

Un átomo o un grupo de átomos que pierde o gana electrones se cargan eléctricamente y se llama ion. El ion puede tener carga positiva si pierde electrones o negativa si los gana. Esta pérdida o ganancia de electrones se conoce como desequilibrio atómico y se manifiesta como energía eléctrica (figura 5).



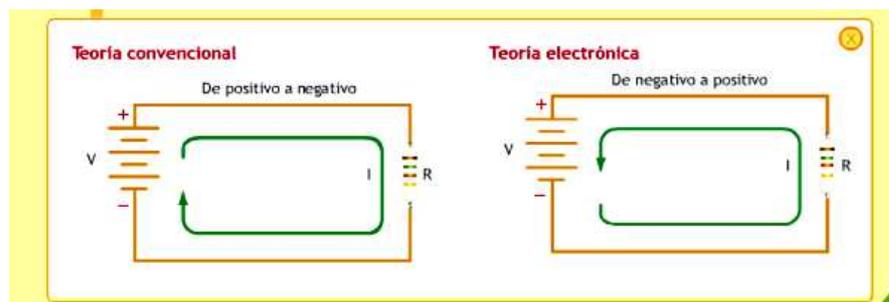
**Figura 5** Ley de cargas [4]

La Ley de Cargas conocida como Ley de Coulomb afirma que “cargas iguales se repelen y cargas diferentes se atraen con una fuerza directamente proporcional a sus cargas e inversamente proporcional a la distancia que los separa”, en la figura 6 se observa la demostración de esta ley.



**Figura 6** Ley de Coulomb [4]

**2.2.3 Corriente Eléctrica.-** La corriente eléctrica o intensidad de corriente es el movimiento de los electrones a través de un conductor y su unidad de medida se denomina “ampere” o “amperio” en honor al físico francés Andrés-Marie Ampere. El amperaje indica la cantidad de electrones que circulan por un punto del circuito electrónico en una unidad determinada de tiempo, se representa con la letra “A”. Es importante recordar que existen dos teorías de la corriente eléctrica. La teoría convencional establece que la corriente en un circuito fluye a partir de su terminal positivo hacia el terminal negativo. La teoría del electrón establece que el flujo electrónico en un circuito fluye desde la terminal negativa hacia la terminal positiva. En la actualidad con el desarrollo de los sistemas electrónicos modernos, para explicar el flujo o trayectoria de la corriente se utiliza la teoría del electrón; figura 7.

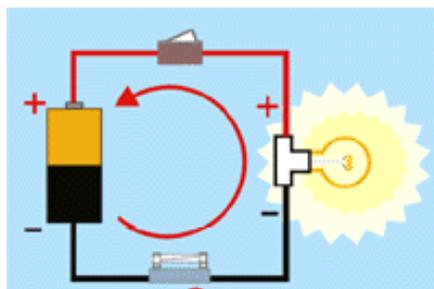


**Figura 7** Teorías de la corriente eléctrica [4].

Al descubrirse los electrones como parte integrante de los átomos y principal componente de las cargas eléctricas, se descubrió también que las cargas eléctricas que proporciona una fuente de FEM (Fuerza Electromotriz), que se mueven del signo negativo (–) hacia el positivo (+), de acuerdo con la ley física de que "cargas distintas se atraen y cargas iguales se rechazan". Para que una corriente eléctrica circule por un circuito es necesario que se disponga los siguientes factores fundamentales: Fuente de fuerza electromotriz, Conductor, Carga o resistencia conectada al circuito y sentido de circulación de la corriente eléctrica.

El requisito para que circule la corriente eléctrica por un circuito es disponer de tres factores fundamentales:

Una fuente de fuerza electromotriz como, por ejemplo, una batería, un generador o cualquier otro dispositivo capaz de bombear o poner en movimiento las cargas eléctricas negativas cuando se cierre el circuito eléctrico. Un camino que permita a los electrones fluir ininterrumpidamente desde el polo negativo de la fuente de suministro de energía eléctrica hasta el polo positivo de la propia fuente. En la práctica ese camino lo constituye el conductor o cable metálico, generalmente de cobre. Una carga o consumidor conectado al circuito que ofrezca resistencia al paso de la corriente eléctrica (figura 8). Se entiende como carga cualquier dispositivo que para funcionar consuma energía eléctrica como, por ejemplo, una bombilla o lámpara para alumbrado, el motor de cualquier equipo, una resistencia que produzca calor.



**Figura 8** Fuerza electromotriz [5]

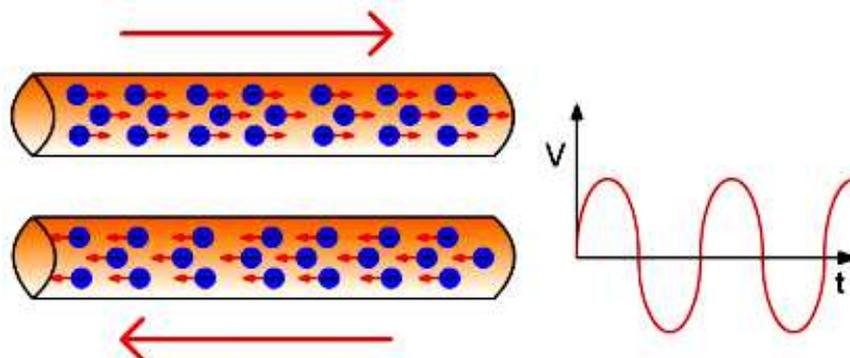
Cuando las cargas eléctricas circulan normalmente por un circuito, sin encontrar en su camino nada que interrumpa el libre flujo de los electrones, decimos que estamos ante un “circuito eléctrico cerrado”. Si, por el contrario, la circulación de la corriente de electrones se interrumpe por cualquier motivo y la carga conectada deja de recibir corriente, estaremos ante un “circuito eléctrico abierto”. Por norma general todos los circuitos eléctricos se pueden abrir o cerrar a voluntad utilizando un interruptor manual, eléctrica o electrónicamente.

### 2.2.3.1 Tipos de corriente

#### Corriente alterna

Se denomina corriente alterna (abreviada CA en español y AC en inglés, de alternating current) a la corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente, es decir los electrones viajan primero en un sentido y posteriormente en otro; por eso el voltaje y la polaridad del circuito cambian constantemente.

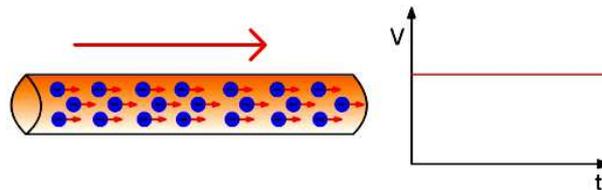
La forma de onda de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una onda senoidal como se ve en la figura 9. El movimiento de vaivén de los electrones cambia 120 veces por segundo y su frecuencia es de 60 ciclos por segundo.



**Figura 9** Corriente alterna [6]

## Corriente continúa

La corriente continua o corriente directa (CC en español, en inglés DC, de Direct Current) es el flujo continuo de electrones a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial, ejemplo de ellas es la que proporcionan las pilas, los acumuladores. Debido a que la corriente directa puede presentar o no variaciones en su voltaje, se lo divide en tres categorías: continua, variable y pulsante. (Figura 10).



**Figura 10** Corriente directa o continua [6]

2.2.3.2 *Resistencia eléctrica.*- Es la oposición al paso de la energía (electrones), esta dificultad al flujo de electrones provoca que la energía eléctrica sea transformada en calor o movimiento (Figura 11). Todos los materiales conductores cuentan con cierta resistencia a la corriente, la unidad de medida es el ohm, que se representa con la letra griega omega ( $\Omega$ ).



**Figura 11** Resistencia es oposición [4]

La resistencia de un conductor depende de la longitud y del área de la sección del mismo. La resistencia de un material es tanto mayor a su longitud y viceversa y la resistencia es menor cuando mayor sea la sección de dicho conductor.

2.2.3.3 *Voltaje*.- Es la fuerza o presión necesaria para impulsar una corriente de electrones a través de un conductor, el voltaje es una forma de energía y su unidad de medida es el voltio.

En un automóvil, las principales fuentes de energía son la batería y el alternador. Existen dos tipos de voltaje, el de corriente directa (DC) y el de corriente alterna (CA), vea figura 12. A esta fuerza se llama tensión o diferencia de potencial o voltaje.



**Figura 12** Voltaje es presión [4]

### Ley de Watt

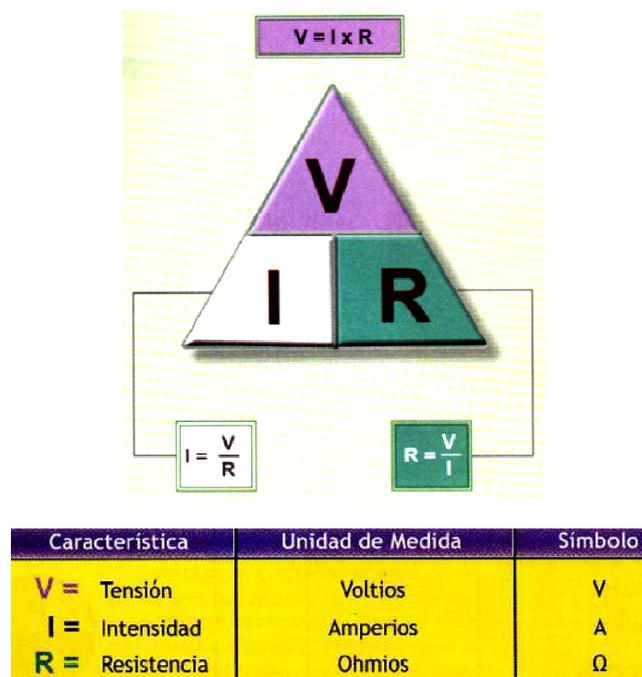
Para entender qué es la potencia eléctrica es necesario conocer primeramente el concepto de “energía”, que no es más que la capacidad que tiene un mecanismo o dispositivo eléctrico cualquiera para realizar un trabajo. Esta ley fue enunciada por el Escocés James Watt y dice que el producto de la corriente por el voltaje de cómo resulta la potencia, que es la rapidez para efectuar un trabajo; figura 13, su unidad de medida es el Watt, para obtener resultados correctos al utilizar esta ley, las cantidades con las que trabajen deben estar expresadas en Watt, voltios y amperios.



**Figura 13** Ley de Watt [4]

## Ley de Ohm

La ley de Ohm fue enunciada por el físico alemán Georg Simón Ohm y establece que “La intensidad de la corriente que circula por un circuito es directamente proporcional al voltaje aplicado; e inversamente proporcional a la resistencia del mismo, figura 14. Con esta ley también podemos calcular el voltaje, siempre y cuando conozcamos las otras dos magnitudes relacionadas. Al igual que en la ley de Watt, debemos trabajar con unidades básicas: voltaje, amperios y ohmios.



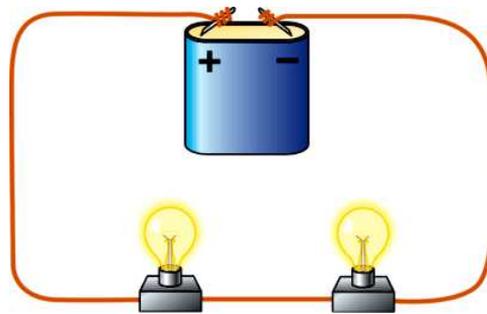
**Figura 14** Ley de Ohm [4]

2.2.3.4 *Conexión de circuitos.*- La forma de conectar los circuitos dependerá del número y tipo de dispositivos con que se encuentra y la manera en que estos se relacionen, básicamente existen tres formas de conexión: en serie, en paralelo y conexión mixta.

### Conexión en serie

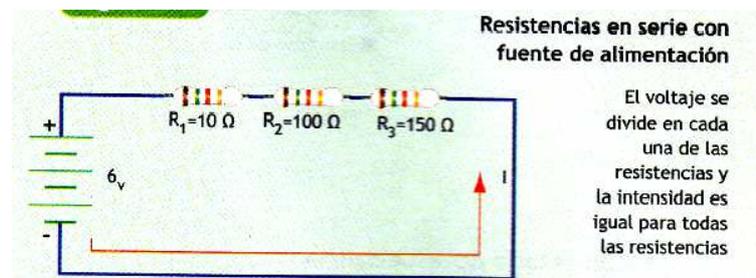
Es aquel circuito que está formado por dos o más cargas conectadas una tras otra figura 15, unidas extremos con extremos para formar una línea continua que inicia en el polo negativo y

termina en el positivo de la batería de alimentación, un ejemplo muy claro de este tipo de circuitos son las series de luces navideñas, si desconectamos cualquiera de las cargas de un circuito en serie, la corriente se interrumpe y las demás cargas dejarían de funcionar, si uno de los focos falta o se funde, dejarían de funcionar el resto, si aplicamos la ley de Ohm a este circuito, podríamos observar que el flujo de corriente tiene un solo recorrido, el amperaje es el mismo en cualquier punto del circuito y su voltaje es diferente para cada resistencia en el circuito. Aplicando la ley de Kirchhoff, la resistencia total del circuito es la suma de las resistencias individuales.  $R_t=R_1+R_2+\dots+R_n$  (1)



**Figura 15** Circuito en serie [7].

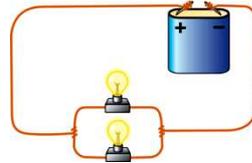
Generalmente las resistencias se conectan en serie en aquellos sistemas donde es necesario dividir el voltaje figura 16, por ejemplo, en los sistemas de control de temperatura o de aire acondicionado.



**Figura 16** División de voltaje [4].

## Circuito en Paralelo

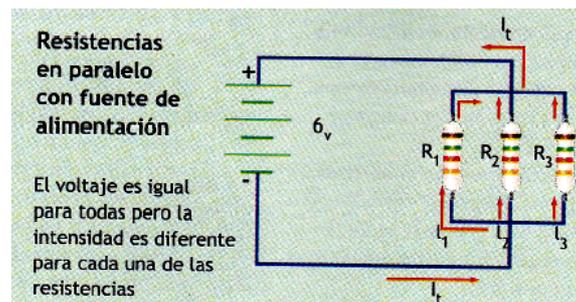
Es aquella en que dos o más elementos se unen por sus extremos o dos puntos comunes (Figura 17). Cada elemento tiene sus terminales de conexión unidas a un mismo par de líneas eléctricas.



**Figura 17** Circuito en paralelo [7].

La corriente que circula por el circuito se distribuye a través de cada uno de los elementos, pasa más corriente en aquellos que presentan menor resistencia. A diferencia de los circuitos en serie, en este tipo de circuitos si alguno de los dispositivos conectados a él deja de funcionar, los demás componentes seguirán o podrán funcionar normalmente. Si aplicamos la ley de Ohm a estos circuitos, podemos ver que el voltaje que circula a través de cada derivación es el mismo y la resistencia varía. Con la ley de Kirchhoff, la resistencia total de cada circuito en paralelo es menor que la resistencia individual, porque a medida que se añaden resistencias en paralelo, se están añadiendo más conductores figura 18. El amperaje total en un circuito en paralelo es igual a la suma de los amperajes de cada componente que integra el circuito

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n \quad (2)$$



**Figura 18** Circuito paralelo con resistencias [4]

## **Conexión mixta**

La mayor parte de los circuitos utilizados en un automóvil son de tipo serie-paralelo (mixto), todas las reglas que se aprendieron para los circuitos serie y paralelo se aplican para los circuitos mixtos.

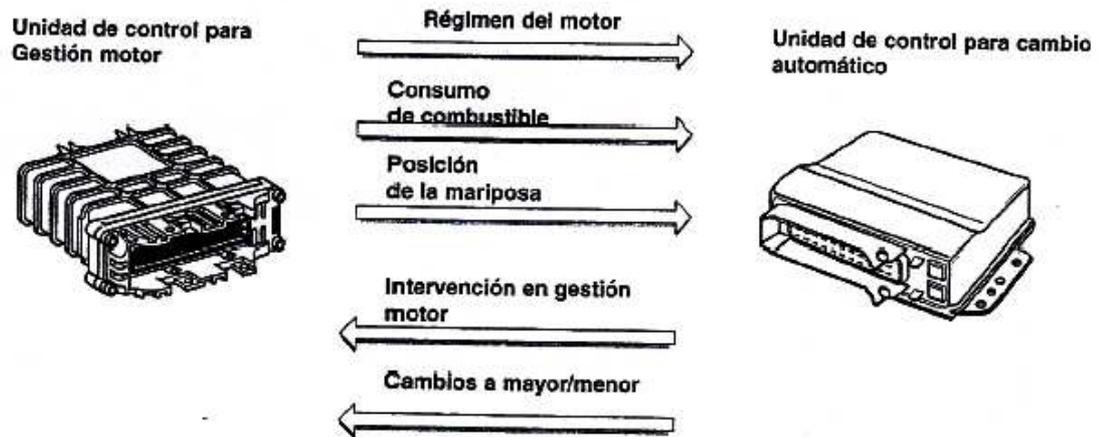
### **2.3 Evolución de la electricidad en el automóvil**

2.3.1 *Multiplexado*.- En el mundo de la industria automotriz, los avances tecnológicos se van introduciendo. La seguridad, las emisiones y el confort de marcha van exigiendo una mayor integración de la electrónica en el automóvil. Esta incorporación de la electrónica obliga a obtener una información precisa a través de múltiples sensores. La multiplicación de sensores crea una red de cableado excesivamente extensa, incrementando así los costes de fabricación y el porcentaje de posibles fallas eléctricos. La solución adoptada por los diferentes fabricantes es, a ideas generales, que una serie de sensores compartan la información con distintas unidades de mando. Para ello es necesaria una gran velocidad de comunicación.

Existen varios estándares en los sistemas de comunicación, pero ha conseguido su plena implantación el sistema de comunicación Can Bus la casa Bosch. Otros sistemas hoy utilizados pueden ser el sistema Van utilizado por los vehículos PSA, diferenciándose del anterior en parámetros tales como la velocidad de comunicación.

Can proviene de Controller Area Network, controlador de área de red, y significa que las unidades de mando que están conectadas a la red comparten la información en formato digital. Podría entenderse el sistema Can multiplexado como un autobús que circula por una línea comunicando varios edificios, la línea sería el enlace físico, los edificios las diferentes unidades de control y los pasajeros la información digital compartida. Los beneficios de

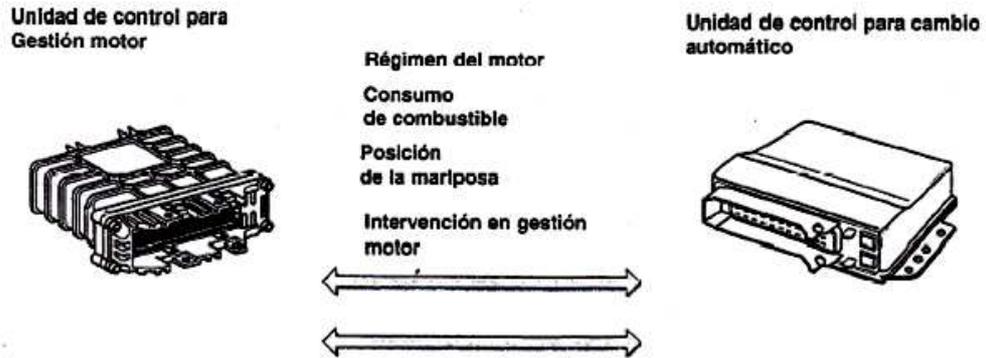
incorporar esta tecnología en el mundo del automóvil son una reducción considerable del cableado a realizar, una disminución de la cantidad de sensores necesarios, una rapidez en la información entre las unidades de control y un mayor número de funciones a realizar.



**Figura 19** Sistema tradicional de intercambio de información [8]

2.3.2 *Transmisión de datos.*- Hasta ahora existía un solo tipo de intercambio en la información necesaria entre unidades de mando, como por ejemplo la representada en la figura 19, el intercambio de información entre la unidad de mando de la caja automática y la unidad de mando del motor. Se observa que cada una de las informaciones que se intercambian entre las dos unidades, necesita de un cable propio, en el que la información es enviada de forma analógica o con niveles de tensión variables. El resultado es, como se puede observar la necesidad de 5 cables para poder funcionar completamente.

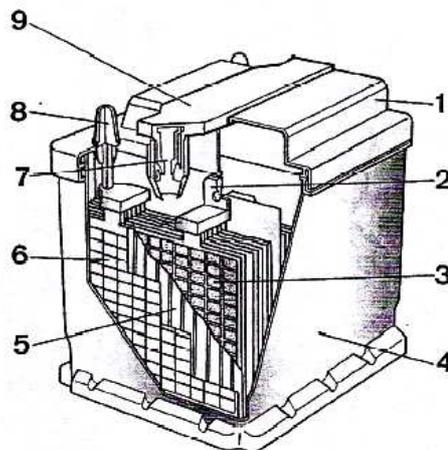
Adoptando el sistema de transmisión Can, tal como se puede observar en la figura 20, los cables anteriores han desaparecido. En su lugar se introduce, el sistema de comunicación que, como veremos más adelante, consta de solo dos cables. La información es tratada de forma bidireccional, pueden comunicarse las dos unidades de control el sentido y el otro. Es por ello necesario que se adapte este sistema en las redes con necesidad de gran transmisión de datos.



**Figura 20** Sistema multiplexado de intercambio de información [8]

## 2.4 Batería

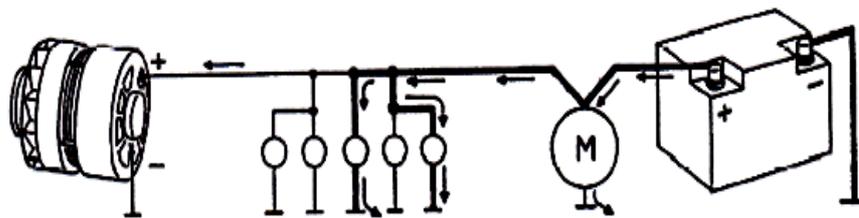
La batería es un acumulador de energía que la recibe en forma de corriente y la almacena en forma química (proceso de carga). En el proceso de descarga se toma la energía de la batería que es transformada en eléctrica y será la encargada de suministrarla a los consumidores eléctricos. La batería es una fuente de energía independiente del motor de combustión interna. Como el alternador no produce energía eléctrica mientras el motor del vehículo no está en marcha y para ponerlo en marcha al mismo se necesita energía eléctrica para hacer funcionar el motor de arranque, quien transmite su giro al motor del vehículo hasta que comienza a funcionar por sus propios medios. Esta fuente de alimentación la constituye la batería, la cual es capaz de almacenar energía en su interior.



**Figura 21** Batería en corte [8]

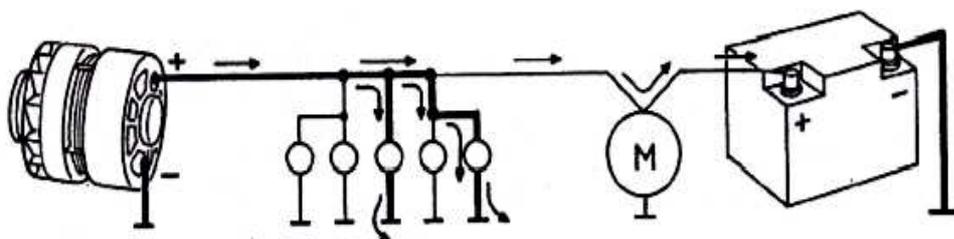
**Partes:** 1. Carcasa 2. Conexión interna 3. Placa negativa 4. Recipiente 5. Separador 6. Placa positiva 7. Agujero de llenado 8. Borne 9. Tapa cierre.

Pero la importancia de la batería va más allá porque ejerce una función primordial de estabilizador de la tensión de modo que suple las posibles deficiencias que el alternador y el regulador pueden tener asegurando siempre a la red la tensión nominal. Podemos comparar a la batería con el principio de vasos comunicantes, de modo que cede caudal el nivel la instalación es inferior al suyo y lo recobra cuando el nivel comienza a ser superior. La forma como esta la batería en la red del automóvil podemos ver en figura 22. El generador (G) y la batería (B) se encuentran en paralelo conectados. El funcionamiento podemos ver a través de las flechas en la figura.



Receptores  
**Figura 22** Conexión de la batería con sus receptores [9]

Cuando el alternador comienza a girar la tensión es baja por lo que la batería alimenta a los receptores figura 23, cuando el alternador comienza a generar la suficiente corriente y la tensión del alternador es superior a la batería, comienza a suministrar la energía a los receptores y manda corriente para cargar la batería.



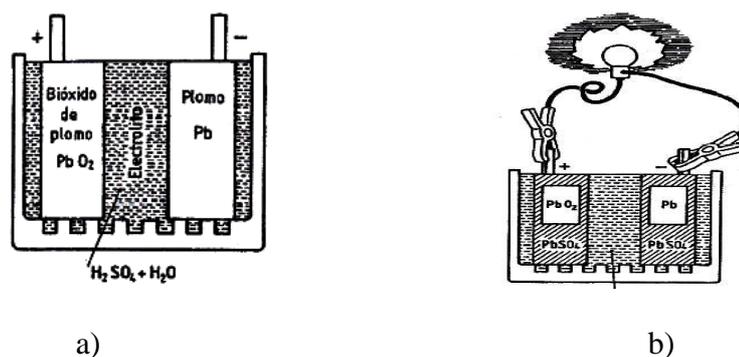
**Figura 23** Alternador suministra corriente a los receptores y batería [11].

2.4.1 *Consumidores permanentes de energía.*- En automóviles modernos existen los llamados consumidores permanentes que están siempre alimentados, aunque en valores muy pequeños de intensidad, esta alimentación se logra de la energía que tiene almacenada la batería. Valores medios de los consumidores permanentes se observa en la tabla 1.

**Tabla 1** VALORES DE AMPERAJE DE LOS CONSUMIDORES PERMANENTES

Alternador	1 a 2 mA
Reloj	6 a 8 mA
ECU	4 a 5 mA
Temporizador lámpara de techo	1 mA
Antirrobo	70 a 80 mA
Radio con memoria	2 a 20 mA
Radio corriente	4 a 5 mA
Llave electrónica	80 a 90 mA

El almacenaje de energía eléctrica es trabajo de la batería y lo consigue por procedimientos químicos, dentro de la misma se produce reacciones químicas como observamos en la figura 24 (a). Si dentro de un recipiente colocamos dos placas enfrentadas, en una de ellas rica en bióxido de plomo (Formula química  $PbO_2$ ), la otra de plomo ( $Pb$ ) y las sumergimos en una solución de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) mezclada con agua ( $H_2O$ ) hemos conseguido fabricar un acumulador de corriente. Si al extremo de la primera placa colocamos un electrodo de salida veremos que es corriente positiva y negativa la placa de plomo puro. Si colocamos un consumidor podemos observar que se enciende el mismo figura 24 (b).

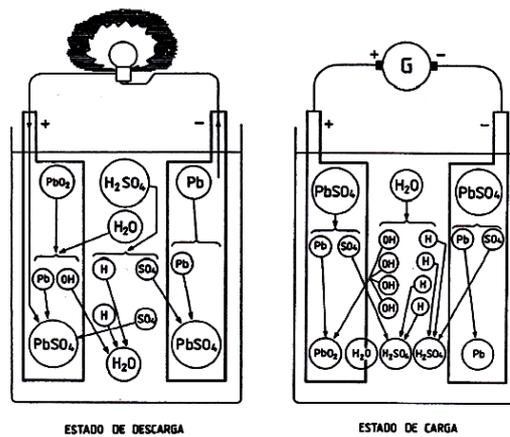


**Figura 24** Almacenamiento de la energía eléctrica [9].

En la tabla 2 tenemos el proceso de carga y descarga de la batería internamente, también una aproximación a un esquema de reacciones químicas durante la descarga del acumulador. La lámpara representa el aparato consumidor que esta recibiendo energía eléctrica. En el interior del acumulador se están descomponiendo las moléculas de cada uno de los componentes de las placas y el electrolito (figura 25). Obsérvese la parte baja de las placas se inicia con la descarga del acumulador, la presencia de sulfato de plomo ( $PbSO_4$ ) que es el indicio de su descarga. El sentido de la corriente es de negativo a positivo. El proceso de carga del acumulador es al contrario a la descarga, vemos como ambas placas están llenas de sulfato de plomo ( $PbSO_4$ ) pero por la parte baja se inicia la descomposición de este elemento químico y cada placa adoptara la posición de carga. Para realizar este proceso es indispensable contar siempre con corriente continua.

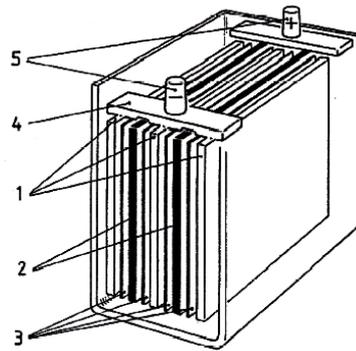
**Tabla 2** PROCESO DE CARGA Y DESCARGA DE LA BATERÍA.

ELECTRODO POSITIVO	ELECTROLITO	ELECTRODO NEGATIVO	ELECTRODO POSITIVO	ELECTROLITO	ELECTRODO NEGATIVO
Bióxido de plomo	Acido sulfúrico y agua	Plomo	Sulfato de plomo	Agua	Sulfato de plomo
$PbO + 2H_2SO_4 + Pb \rightleftharpoons PbSO_4 + 2H_2O + PbSO_4$					
$\longleftarrow$ CARGA $\longrightarrow$ DESCARGA					



**Figura 25** Proceso de carga y descarga de la batería [9].

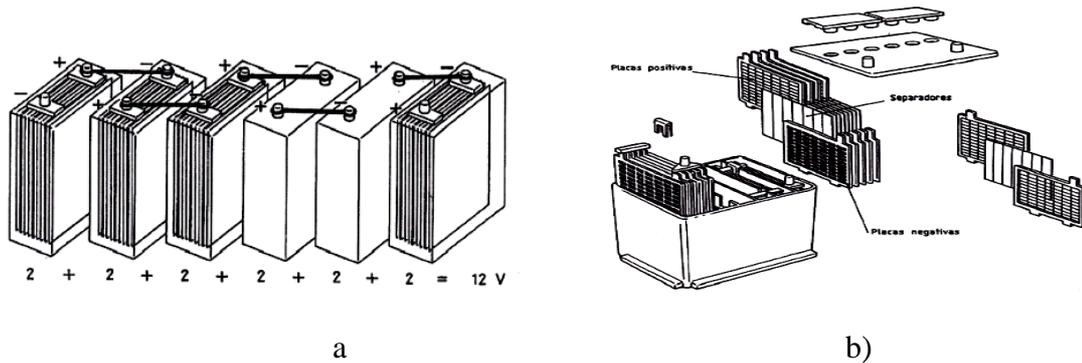
2.4.2 *Estructura de las placas del acumulador.*- La constitución interna de la batería se observa en la figura 26, se representa una serie de placas negativas (1) y positivas (2) dispuestas una a lado de la otra, y separadas para evitar que se topen entre ellas por medio de unas placas aislantes que pueden ser de madera o material plástico y reciben el nombre de separadores (3). Las placa positivas están conectadas entre si mediante una barra o lámina metálica que recibe el nombre de puente de unión (4), lo mismo ocurre con las placas positivas. Al extremo de estos puentes de unión se hallan los bornes (5) del acumulador que resulta de un positivo y un negativo, desde donde sale la corriente de alimentación para los receptores.



**Figura 26** Estructura interna de la batería [9]

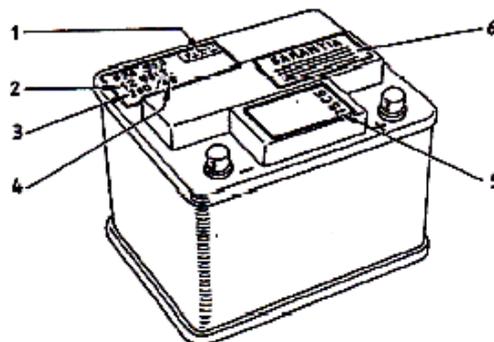
Cada acumulador tiene varias capas conectadas entre sí, para elevar el voltaje porque cada capa puede alcanzar una tensión de 2 a 2.7 voltios. De esta manera si unimos seis acumuladores a plena carga y por una tensión 2.10 voltios por unidad, podremos contar con 12.60 voltios que son los de la red del automóvil, figura 27 (a). La tensión de la batería varía según el estado de carga, por ello con la ayuda de un voltímetro podemos comprobar el estado de carga. Cuando una batería de automóvil nos da valores de 12.50 voltios o más, quiere decir que está cargada al 100%, pero si la lectura es de 12.35 voltios indica que su carga es del 80%, si tiene 12 voltios puede considerarse que está en un 50% de su carga, pero si tenemos 11.50 voltios puede considerarse que está descargada. Otro factor importante de tener en

cuenta es la intensidad de corriente de la batería, que está relacionada con el número de placas, cuanto mayor son mayor capacidad. Esta capacidad se mide en amperios/hora (Ah), una batería que tenga una capacidad de 45 Ah quiere decir: una vez cargada completamente necesita 20 horas para descargarse proporcionando una corriente constante de 2.75 amperios.



**Figura 27** Conexión de las placas para aumentar la tensión de la batería [9]

2.4.3 *Identificación de las baterías del automóvil.*- Tenemos una batería que nos proporciona esta información. En (1) la marca y el número del modelo, (2) la tensión nominal, 12 voltios. (3) tenemos la intensidad máxima durante el arranque en la figura 2.28 está señalada como 200 Imax y quiere decir que puede proporcionar 200 amperios durante 3.5 minutos para el arranque como capacidad máxima. (4) capacidad nominal, 40Ah se puede interpretar que puede dar una corriente sostenida a 2 A durante 20 horas. (5) fecha de fabricación, actualmente tienen unos tiques donde marcamos día, mes y año.



**Figura 28** Identificación de las baterías [9].

#### 2.4.4 Comprobación de la batería

##### Densidad del electrolito

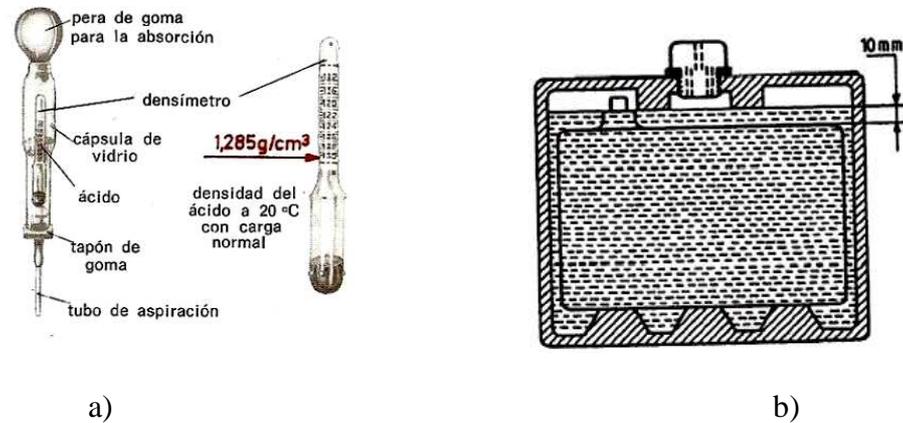
La densidad del electrolito es alta cuando el acumulador se encuentra totalmente cargado y disminuye a medida que el acumulador se descarga. La densidad es afectada por la temperatura exterior también por ciertas características de la batería, se puede establecer de una manera general, el estado de carga de cada uno de los acumuladores a 20°C de la siguiente forma.

**Tabla 3 DENSIDAD DEL ELECTROLITO**

<b>Estado de la batería</b>	<b>Densidad (Kg/cm<sup>3</sup>)</b>
Totalmente cargada	1.30
A media carga	1.23
Totalmente descargada	1.11

El densímetro sirve para realizar estas mediciones. Va previsto de una pera de goma, la boquilla que se introduce en el acumulador a través del tapón, al presionar la pera de goma y soltarla absorbe el electrolito. El flotador, escala graduada, cuando mayor es el peso específico menos se hunde el flotador y mayor es el índice de lectura. El nivel del electrolito debe ser unos 10 mm por encima de las placas figura 29 (b). El estado de carga de la batería se lo puede hacer con un voltímetro, pero la medición con un densímetro tiene mayores ventajas porque conocemos así el estado de cada uno de los acumuladores que componen la batería. Esto es importante porque resulta muy frecuente que una batería funcione con dificultades si cinco de sus acumuladores se hallan en buen estado pero uno de ellos esta deteriorado figura 29 (a). Esta característica no se puede comprobar con un voltímetro. Con el densímetro tenemos la ventaja de poder observar el estado del electrolito y la lectura debe ser

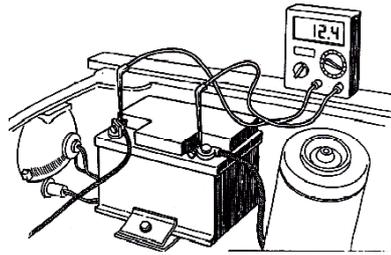
igual para todos los elementos o con muy pequeñas diferencias. Si estas diferencias son importantes demostrarán la irregularidad de cada acumulador.



**Figura 29** Partes del densímetro [10]

### Comprobación de la batería con un voltímetro

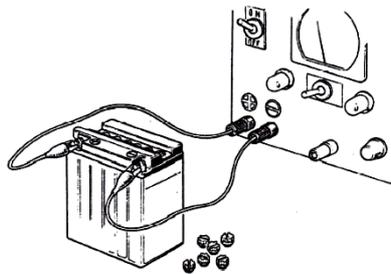
En las baterías llamadas sin mantenimiento en las que nunca hay que añadir agua destilada al electrolito ya que por su construcción, el agua destilada no puede evaporarse y en estos casos la prueba con un densímetro no se la puede realizar. Las baterías sin mantenimiento no tienen tapones de aireación, por lo que no es imposible acceder al electrolito. En estas baterías solo se puede comprobar su tensión con un voltímetro. Las baterías sin mantenimiento funcionan provistas de unas placas y separadores especiales que absorben el electrolito en vez de encontrarse sumergidas en él. Estas baterías no tienen más capacidad ni más duración que las normales. Para comprobar el estado de carga de estas baterías es necesario que no tenga ningún receptor instalado y es necesario que la misma este inactiva por lo menos una hora. En figura 30 observamos la forma de medir la tensión de la batería. El resultado debe ser de 12.50 voltios cuando la forma es satisfactoria, pero menor a 12 voltios se tendrá que recargar la batería.



**Figura 30** Conexión del voltímetro [9].

### Recarga de baterías

Para realizar el procedimiento de carga de la batería se la debe retirar del vehículo y colocar en un lugar ventilado en el cual se debe colocar el cargador. En las baterías normales es necesario sacar los tapones de aireación, se completa el nivel de electrolito añadiendo agua destilada (o ionizada) y conexión en paralelo con respecto al cargador figura 31, una vez aseguradas las conexiones (positivo con positivo y negativo con negativo) se puede ponerse en marcha el cargador. Es necesario conocer el tiempo aproximado que la batería debe permanecer conectada y la intensidad de corriente que es preciso recibir para recargar la misma.

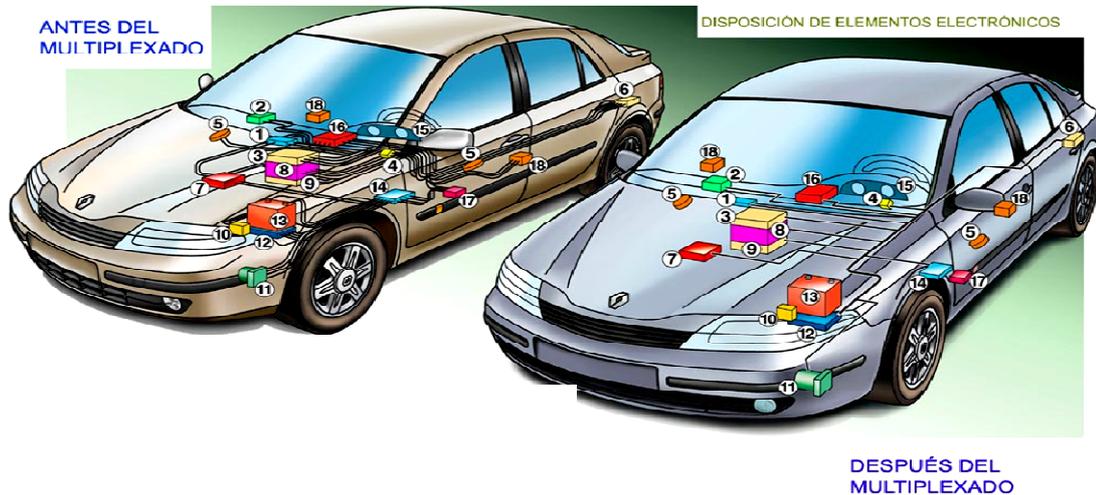


**Figura 31** Conexión para recargar la batería [9]

## 2.5 Cableado eléctrico

Debido al incremento del número de dispositivos eléctricos empleados en los automóviles modernos, la instalación eléctrica de los mismos se ha hecho cada vez más compleja. En la figura 32 se representa algunos de los componentes del equipo eléctrico de un automóvil y la instalación eléctrica que se interconectan. Los cables conductores están reunidos entre si y

rodeados de cinta plástica, formando “mazos” que reciben el nombre de cableados. Cada uno de los conductores se distingue por el color de su funda aislante, lo que permite identificarlos en la entrada y salida de cada mazo correspondiente.



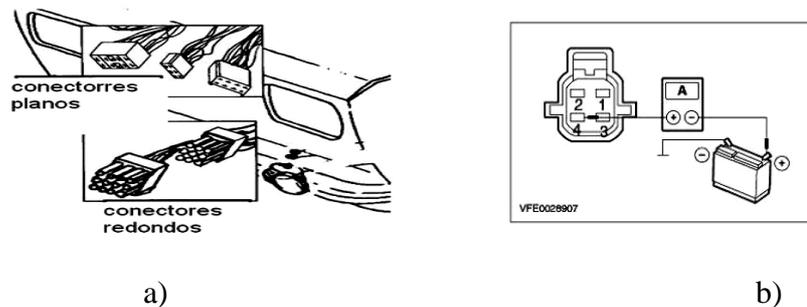
**Figura 32** Disposición de elementos electrónicos [11]

**Partes:**

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| 1. Panel de presión de neumáticos    | 10. Transmisión                        |
| 2. Sintetizador de voz               | 11. ABS y TCS                          |
| 3. Radio y navegador                 | 12. Unidad controladora del motor      |
| 4. Unidad de control de la dirección | 13. Batería                            |
| 5. Controles de los elevallunas      | 14. Unidad de control del habitáculo   |
| 6. Cargador de CD                    | 15. Panel de instrumentos              |
| 7. Unidad de comunicación            | 16. Airbags frontales                  |
| 8. Climatizador                      | 17. Memoria de los asientos eléctricos |
| 9. Lector de información             | 18. Airbags laterales                  |

El cableado sigue el recorrido más conveniente a lo largo y ancho de la carrocería, a la cual se fija por medio de grapas de plástico o abrazaderas. Este recorrido está condicionado a la situación de los componentes eléctricos que se interconectan, de manera que fuera del fajo de cables quede la menor longitud posible de conductores. Para facilitar las reparaciones que eventualmente pueden producirse en los automóviles y el desmontaje de componentes, la instalación eléctrica se divide en partes, cuyos cableados se interconectan entre si por medio

de conectores adecuados, y también son empleados en las conexiones de la instalación a los distintos aparatos eléctricos. Estos conectores adquieren distintas formas y números de vías, en función de la conexión a realizar. En la figura 33 pueden verse algunos conectores utilizados en el cableado del motor y cuadro de instrumentos.



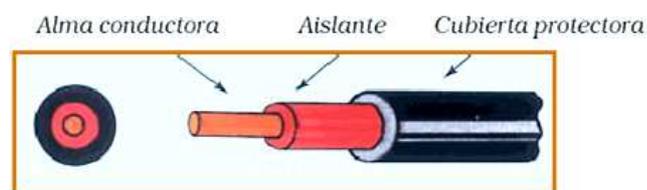
**Figura 33** Conectores de sistema eléctrico [9]

En el sistema de electricidad del automóvil, los cables de alta tensión solo deben transportar corrientes eléctricas de algunos miliamperios, pero por razones mecánicas, y por que la carga eléctrica sea pequeña la sección del cable no puede ser inferior a  $1.5 \text{ mm}^2$ . Lo que tienen gran importancia en este tipo de cables es el espesor del aislante ya que deberá soportar sin grietas ni fisuras valores de 10000 y 35000 voltios, valores que pueden estar muy considerados.

Un cable de alta tensión se compone en primer lugar, de un trenzado de hilos de cobre estañados envueltos por un grueso tubo aislante de plástico. Estos cables son los que podemos ver en las bujías, bobinas o módulo electrónico de encendido, al distribuidor. Los cables de baja tensión pertenecen al mismo cable usado en la batería, los cables de las luces y accesorios, su característica fundamental es que por los mismos solo circula electricidad de baja tensión (Voltaje), un valor hasta los 14 voltios. Los cables están formados por un trenzado de hilos de cobre (hilos estañados de 3 a 4 décimas de milímetro) revestido de un envoltorio plástico, material que une a su poder aislante la facultad de ser flexibles e

impermeable vedando el paso del agua, la suciedad y cualquier otro cuerpo extraño de este tipo. La protección de los cables tiene un aislante que envuelven el cable de baja tensión con un espesor que oscila entre 1 y 1.8 mm, utilizados en los cables de luces y de los pequeños accesorios. Para la conducción de corriente de elevada intensidad los aislantes deben hallarse entre 1.8 a 2.00 mm, tal como suelen ser los cables de las estrellas de masa y el transportador de corriente al motor de arranque. Para la determinación más precisa de los cables de transporte de corriente es conveniente considerar la cantidad de electricidad que va a circular durante el tiempo de cierre del circuito, como la longitud del cable, que a mayor longitud, mayor resistencia óhmica, así cables largos requieren un mayor grosor o cantidad de hilos componentes.

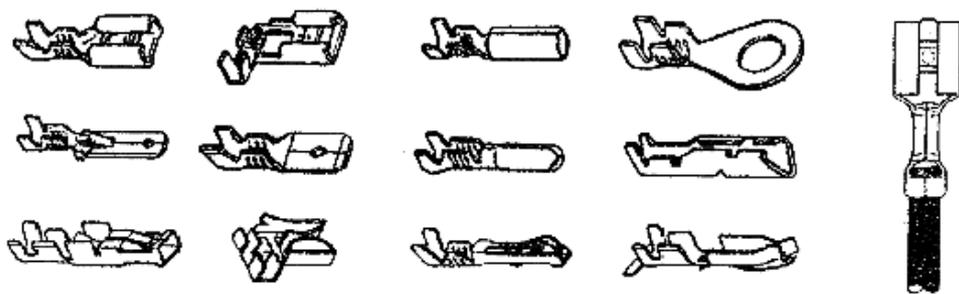
2.5.1 *Conductores eléctricos.*- La unión de los diferentes elementos del equipo eléctrico de un automóvil se realiza, por medio de conductores eléctricos constituidos por un alma de hilos de cobre y una protección aislante que suele ser plástico. La resistencia eléctrica de los mismos debe ser lo más pequeña posible, para evitar las caídas de tensión que se producen con el paso de corriente por ellos y que son perjudiciales para el buen funcionamiento de los aparatos receptores. Como la longitud de los conductores viene impuesta por el emplazamiento de los aparatos eléctricos que interconectan, su sección debe ser la suficiente para admitir la intensidad necesaria para el buen funcionamiento del receptor, sin que se produzca calentamientos por exceso de resistencia eléctrica. Recuérdese que la resistencia eléctrica es proporcional a la longitud, e inversamente proporcional a la sección.



**Figura 34** Conductor eléctrico [12]

Los conductores eléctricos deben poseer cualidades mecánicas que les permita resistir, ya sean los esfuerzos de torsión o de tracción, y las vibraciones a que están sometidos en el propio automóvil. El alma del mismo está formada por un conjunto de hilos de cobre, generalmente de menos de una décima de milímetro de diámetro con este fin. El aislamiento debe ser lo más perfecto posible, resistiendo al calor y al ataque de los agentes exteriores de degradación (gasolina, aceite, etc.). Estos mismos están constituidos por un tubo de caucho recubierto con una trenza de algodón, corrientemente se utiliza fundas flexibles barnizadas.

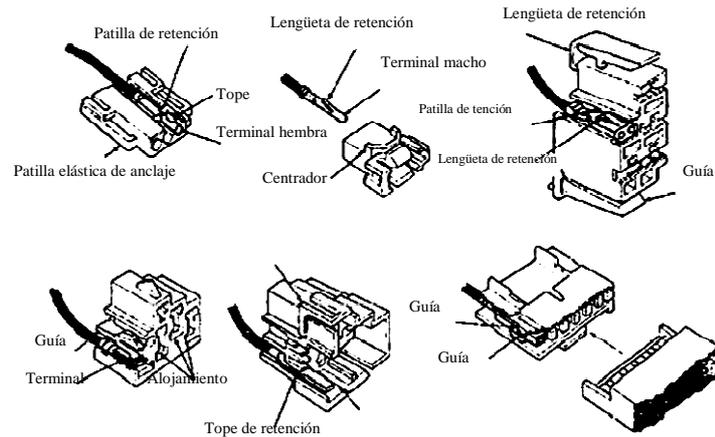
2.5.2 *Terminales y conectores.*- En la instalación eléctrica de los automóviles, la conexión de los distintos cables entre si, así como el cable de los bornes del receptor, se realiza por medio de terminales adecuados, que presentan diferentes formas según el aparato receptor al que se conectan, pero en general, los más utilizados son los terminales de lengüeta (faston), los cilíndricos y los de anilla redonda, la figura 35 muestra los diferentes tipos de terminales utilizados con mayor frecuencia en las instalaciones eléctricas de los automóviles.



**Figura 35** Terminales eléctricos automotrices [13]

El cable se fija al terminal por engatillado en las lengüetas del mismo (derecha en la figura), que al cerrarse lo aprisiona al tiempo que realiza en contacto eléctrico adecuado. En muchas aplicaciones el terminal está protegido con una funda de material aislante. La mayor parte de la aparatos eléctricos agrupan todos sus bornes de conexión formando un bloque al que se une el conector correspondiente. Los mazos de cables se unen por medio de

conectores, los cuales adoptan diferentes formas acorde al tipo de unión que realizan. En la figura 36 muestra diferentes tipos de conectores, son cajetines de plástico que forman celdas individuales, en cada una de las cuales se aloja los correspondientes terminales, que están provisto de lengüetas retención que los mantiene inmobilizados en la respectiva celda del conector.



**Figura 36** Conectores eléctricos automotrices [13]

Para su fácil identificación, los conectores suelen ser de un determinado color y cada una de las vías del mismo está numerada. A estos colores y números de las vías se hace referencia en los esquemas eléctricos de conexiones para que resulte sencillo seguir el circuito eléctrico y relacionarlo en el vehículo.

**2.5.3 Interpretación de los esquemas eléctricos.-** Debido a la complejidad de las instalaciones eléctricas de los vehículos actuales, se hace imprescindible la utilización de esquemas eléctricos en el momento de localizar una avería, con la ayuda de estos esquemas se puede seguir el recorrido de un conductor determinado, identificándolo en sus conexiones, debido que todos los conductores están unidos en el mazo de cables

## Símbolos generales

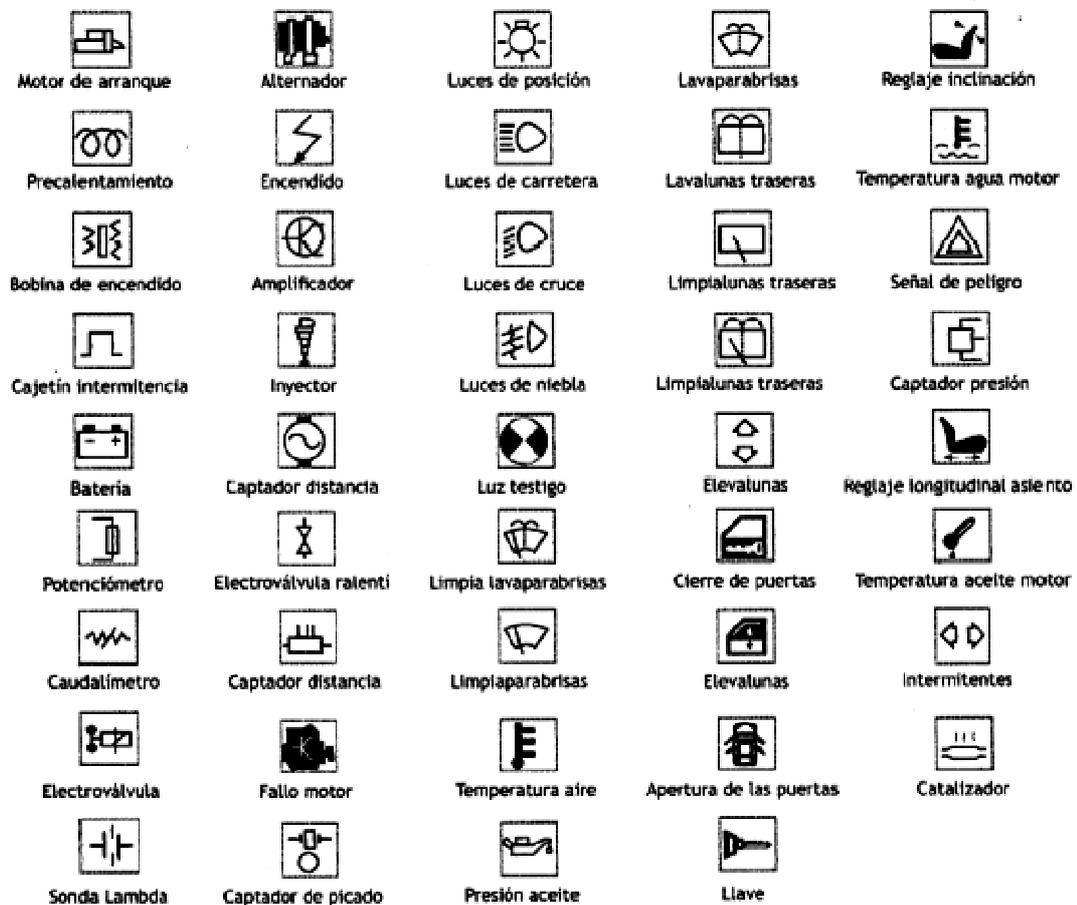
Tensión	Corriente	Terminal de entrada	Terminal de salida	Borne o terminal de conexión
Terminal de alimentación	Corriente alterna	Corriente continua	Nudo. Cruce con conexión	Cruce sin conexión
Conductor	Conductor blindado	Clavija macho (Clavija de enchufe)	Clavija hembra (Base de enchufe)	Conexión con conectores
Clavija coaxial macho	Clavija coaxial hembra	Conector BNC	Entrada de jack	Fusible
Tierra	Masa	Pulsador	Botón pulsador	Botón pulsador con señal luminosa
Sensor al tacto	Interruptor	Interruptor unipolar	Interruptor bipolar	Conmutador
Conmutador múltiple	Pila o batería de c.c.	Pila o batería variable de c.c.	Generador de corriente	Generador de tensión
Bombilla o lámpara	Lámpara de neón	Lámpara de emergencia	Lámpara fluorescente	Osciloscopio
Óhmetro	Amperímetro	Voltímetro	Vatímetro	Medidor de tierra

Figura 37 Símbolos eléctricos de conexión y medida [13]

Los componentes pasivos que son dispositivos electrónicos que no aportan una ganancia o control de las señales eléctricas que los atraviesan, su desempeño se reduce a la puesta en práctica de una propiedad eléctrica, como almacenar carga (condensador), oponer al paso de corriente (resistencia). Los componentes activos aportan una ganancia o conmutación de las señales eléctricas, los transistores, diodos y circuitos integrados.

### Símbolos especiales

La representación esquemática de los circuitos eléctricos suele darse en su conjunto para cada vehículo determinado, actualmente es más frecuente parcializarla por circuitos. En la figura 38 observaremos los símbolos de la marca General Motor (GM), que son similares para las diferentes marcas, existente en nuestro país.



**Figura 38** Símbolos especiales utilizados en los diagramas de General Motor [13]

## 2.6 Circuito de alumbrado

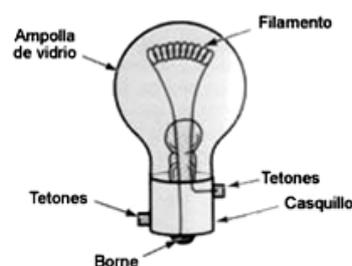
Para que un vehículo pueda circular de noche sin peligro, se hace posible iluminar el camino por el que transita; en la actualidad es muy necesario que los demás usuarios de la vía pública puedan ver por detrás a este vehículo, es por eso que resulta imprescindible disponer en los automóviles una serie de luces delanteras y posteriores. Que debe proporcionar la visibilidad necesaria para circular en las noches, señalar con exactitud el propio vehículo para posicionarlo durante las noches, indicar los cambios de dirección, sentido, frenado o estar parado en carretera, controlar a través de lámparas testigo el funcionamiento de determinados circuitos o la utilización de los mismos, estas lámparas generalmente están colocadas en el panel de instrumento, que funcionan en forma de destello o con luminosidad permanente.

De acuerdo con el código de circulación, los automóviles han de estar provistos de dos luces blancas en la parte delantera y dos o cuatro proyectores de largo alcance. En la parte posterior deberá incorporar dos luces rojas, iluminación de la placa de matrícula, etc. El tamaño, posición, separación y potencia de estas luces, están regulados internacionalmente.

Entre las normativas que conciernen al sistema de alumbrado de los vehículos, destaca el Reglamento n° 48 de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE/ONU) sobre disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos por lo que se refiere a la instalación de dispositivos de alumbrado y señalización luminosa. Se trata de una norma muy técnica, que recoge las normas técnicas de los distintos alumbrados dispuestos en los vehículos y que a continuación se resumen por tipos de alumbrado.

- Carretera o larga distancia, formado por dos o cuatro proyectores de largo alcance, capaces de alumbrar hasta una distancia de 100 m por delante del vehículo y con una intensidad máxima total de 225000 candelas. Son de color blanco.
- Cruce, formado por dos proyectores que iluminan una zona de 40 m por delante del vehículo, sin deslumbrar a los conductores que circulan en sentido contrario ni demás usuarios de la vía pública.
- Ordinario, formado por dos luces en la parte delantera y otras dos en la parte posterior, visibles en la noche a una distancia de 300 m en tiempo claro, que no deslumbren ni molesten a los demás usuarios de la vía pública.
- Placa posterior de matrícula, que debe permitir leer bien la inscripción desde una distancia de 20 m en tiempo claro y no debe deslumbrar a los demás usuarios de la vía pública.

2.6.1 *Lámparas de incandescencias.*- Para conseguir la iluminación del espacio necesario por delante del vehículo, es necesario transformar la energía eléctrica en luminosa, lo que se consigue mediante el empleo de lámparas de incandescencia. La composición de estas lámparas puede apreciarse en la figura 39. Están formadas por un filamento, generalmente de tungsteno, que al ser recorrido por la corriente se calienta hasta una temperatura de 2600 °C, poniéndose incandescente e irradiando energía luminosa y calorífica. De esta forma se transforma la energía eléctrica que se dispone en el automóvil en energía luminosa.

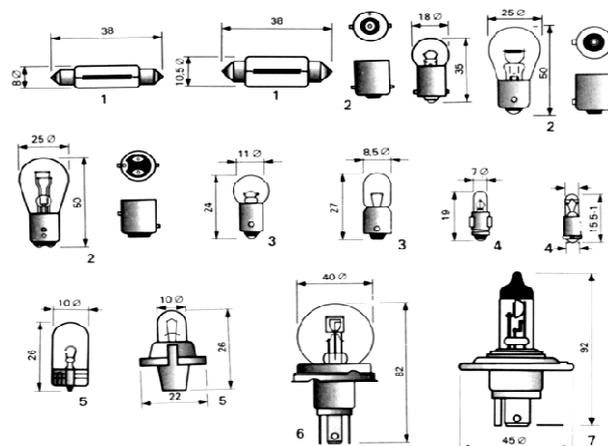


**Figura 39** Lámparas de incandescencia [13].

El filamento está colocado dentro de una ampolla de vidrio, en la que hay un vacío y es rellanado el espacio con algún gas inerte, generalmente argón, pues en contacto con el aire, la elevada temperatura que adquiere el filamento produciría la combustión del oxígeno y el filamento se quemaría. En algunas lámparas se coloca el cristal de la ampolla con cromo o cadmio, que le dan un tono amarillento.

De los extremos del filamento, uno se une a la parte metálica del casquillo, que es quien soporta la ampolla de vidrio y el otro al borne en la parte inferior del casquillo. La vibración a que está sometida la lámpara en el automóvil exige que su filamento vaya bien sujeto y sea suficientemente robusto. Con este fin se refuerza en las zonas de conexión a los bornes del casquillo, que en un manquito cilíndrico de latón, relleno por el interior con vidrio prensado, soportando el filamento por sus extremos. En el exterior lleva unos seguros (Tetones) que utilizan para la sujeción de la lámpara al portalámparas.

Las lámparas de alumbrado se clasifican de acuerdo a su casquillo, potencia y la tensión de funcionamiento. El tamaño y forma de la ampolla depende fundamentalmente de la potencia de la lámpara. En los automóviles actuales la tensión de funcionamiento de las lámparas es de 12 voltios prácticamente en exclusiva.



**Figura 40** Tipos de lámparas incandescentes [13].

**Plafón (1):** Su ampolla de vidrio es tubular y va provistas de dos caperuzas en ambos extremos a las que se conecta el filamento. Se utiliza generalmente en luces de techo, iluminación de guantera, maletero y algún piloto de matrícula. Se fabrica en diversos tamaños de ampollas para potencias de 3, 5, 10 y 15 vatios.

**Pilotos (2):** La forma esférica de la ampolla se alarga en su unión al casquillo metálico de 15 mm de diámetro, provisto de dos tetones que encajan en un portalámparas de tipo bayoneta. Este modelo de lámpara se utiliza en luces de posición, iluminación, stop, marcha atrás, etc. Para aplicación a luces de posición se utiliza preferentemente las ampollas esféricas y filamento único, con potencias de 5 o 6 vatios.

**Control (3):** Dispone un casquillo de 9 mm con dos tetones simétricos y ampolla esférica o tubular. Se utiliza como luces testigo del funcionamiento de diversos aparatos eléctricos, con potencias de 2 a 6 vatios.

**Lancia (4):** Este tipo de lámparas es similar al anterior, pero su casquillo es de 7 mm de diámetro y los tetones que está provisto son alargados en lugar de redondos. Se emplea fundamentalmente como señalización de cuadro de instrumento, con potencias de 1 y 2 vatios.

**Wedge (5):** En este tipo de lámparas, la ampolla tubular se cierra por su extremo inferior en forma de cuña, quedando plagado sobre ella los hilos de los extremos del filamento, para su conexión al portalámparas. En algunos casos este tipo de lámparas se suministra con el portalámparas. Cualquiera de las dos tiene su aplicación en el cuadro de instrumento.

**Foco europeo (6):** Este modelo de lámparas dispone de una ampolla esférica y dos filamentos especialmente dispuestos como se detallara más adelante. Los bornes de conexión están ubicados en el extremo del casquillo. Se utiliza en luces de carretera y cruce.

**Halógeno (7):** Al igual que el anterior, se utiliza en alumbrado de carretera y cruce, así como en faros antiniebla.

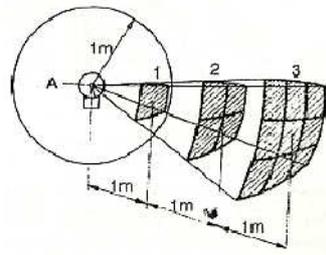
La intensidad luminosa que proporciona una lámpara de incandescencia, depende de la temperatura que alcanza su filamento. Cuando más elevada sea, se obtiene una luz más blanca y cercana a la luz solar y de mayor intensidad luminosa. Así, para elevar el rendimiento luminoso de una lámpara basta con aumentar la temperatura de funcionamiento del filamento; pero esto da lugar a un grave inconveniente, que en altas temperaturas se produce la vaporización del tungsteno que lo forma y algunas partículas se desprenden del filamento. El aumento de la energía que experimenta los átomos del tungsteno como consecuencia de la elevación de temperatura es tal, que se produce la emisión electrónica, siendo empujados los electrones fuera de sus orbitas.

Como consecuencia de esta emisión electrónica, las partículas metálicas del filamento son lanzadas en todas las direcciones, chocando contra las paredes de la ampolla, lo que determina un oscurecimiento de la misma, que con el tiempo se vuelve más opaca dificultando la emisión del flujo luminoso. Simultáneamente va disminuyendo el grosor del filamento, que se debilita de forma paulatina, lo que acorta la vida de la lámpara. Para paliar estos inconvenientes se rellena el interior de la ampolla con algún gas inerte (argón o criptón), cuya misión es la de retardar el efecto de vaporización del filamento, con lo que se consigue aumentar la vida de las lámparas, no obstante, queda fijado un límite para la temperatura máxima que debe alcanzar el filamento.

### **Fotometría y unidades de medida**

Los rayos luminosos emitidos por una lámpara no se reparten uniformemente en todas las direcciones, la distribución del flujo luminoso depende de la forma de la ampolla y de su montaje. Este flujo luminoso es la cantidad de luz irradiada en todas las direcciones por una fuente luminosa. Su unidad de medida es el lumen (lm), que es la magnitud del flujo luminoso

radiado a través de un corte de  $1 \text{ m}^2$  de área realizado en una esfera opaca, en el centro de la cual está situada una fuente luminosa de una candela. La candela es la unidad de intensidad luminosa, siendo ésta una emisión de luz en una dirección dada, siendo el área de una esfera  $4\pi r^2$ , la de un metro es de  $12.57 \text{ m}^2$ , lo cual supone que una candela emite 12.57 lúmenes (lm). Un flujo luminoso de un lumen cayendo perpendicularmente y de manera uniforme sobre la superficie de un metro cuadrado, produce un alumbrado de un lux (lx), el lux es la unidad de medida del alumbrado o la iluminación.



**Figura 41** Flujo luminoso [13].

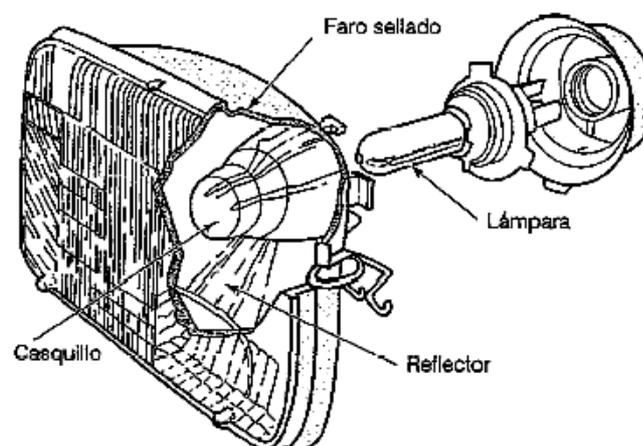
En el ejemplo de la figura 41. Puede verse que la intensidad luminosa de una candela proporciona un flujo de un lumen dispersado sobre la superficie de un metro ( $1 \text{ lm/m}^2$ ), lo que equivale a la iluminación de un lux; a 2 m de distancia, el flujo luminoso se dispersa sobre la superficie de  $4 \text{ m}^2$ , obteniéndose un flujo de  $\frac{1}{4} \text{ lm/m}^2$ , con lo que la iluminación es de  $\frac{1}{4} \text{ lux}$ . Para 3 m de distancia, los valores respectivos son de  $\frac{1}{9} \text{ lm/m}^2$  y  $\frac{1}{9} \text{ lux}$ .

La iluminación de una superficie es directamente proporcional a la intensidad luminosa de la fuente emisora, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre la fuente luminosa y la superficie iluminada. El rendimiento luminoso se da en lúmenes por vatios (lm/W) y se denomina también intensidad luminosa específica. En las lámparas actuales el rendimiento luminoso oscila entre 9 y 20 lm/W, correspondiendo a un consumo de 0.5 a 0.75 W por candela. En el automóvil el sistema óptico es el encargado de realizar las funciones de

iluminación y señalización, estando formado por una fuente luminosa (lámpara), un reflector y un cristal o tulipa. Todos estos son los encargados de cumplir con dos conceptos básicos: el de ver (corresponde a la iluminación) y al ser vistos (la señalización). Con estos sistemas inciden directamente en la seguridad de los conductores y acompañantes del automóvil.

2.6.2 *Los faros.* - Son los encargados de transmitir la luz a distancia. La luz es producida por la lámpara pero el faro es el dispositivo encargado de proyectar esta luz en la dirección y con las características necesarias para que la iluminación nocturna sea efectiva. En la figura 42 tenemos en conjunto de un faro típico de un automóvil, en todo vehículo generalmente tiene dos faros situados uno a cada lado en la parte delantera, introducidos en la estructura de la carrocería.

Están formados por un reflector con forma de parábola, que se cierra por delante mediante un cristal tallado en prisma. El reflector se sujeta a la lámpara de forma que la posición del filamento sobre la parábola sea la más conveniente. De esta forma los rayos de luz emitidos por la lámpara son reflejados por el reflector, cuya cara interna está pulimentada y va recubierta por una fina capa de cromo o aluminio vaporizado, consiguiéndose una mayor intensidad luminosa.



**Figura 42** Óptica del faro [13].

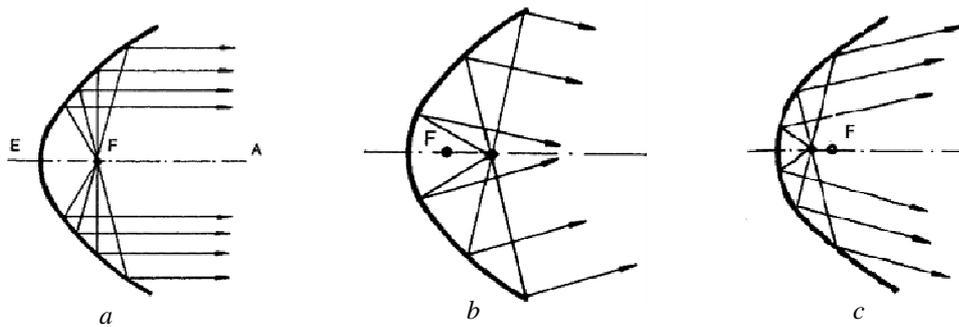
En la actualidad el reflector y el cristal se montan sellados de fábrica, pegados con silicona generalmente, formando una unidad no desmontable para su reparación. El conjunto así formado recibe el nombre de óptica de faro. En la figura 42. Se puede observar una óptica constituida por el cristal y el reflector o parábola, en cuya parte posterior se forma un casquillo en el cual se aloja la lámpara de carretera y cruce, fijándose al reflector por medio de un clip. Un conector realizara la conexión eléctrica a los bornes de la lámpara, la cual solamente admite una posición de montaje sobre el casquillo del reflector.

Los faros deben llevar a cabo dos tareas opuestas, la primera es necesaria una luz potente para realizar una conducción segura, con una cierta difusión cerca del vehículo a fin de tener una buena iluminación que permita ver bien el pavimento y la cuneta. La segunda, como esta luz potente deslumbrar inevitablemente a los conductores de los vehículos que circulen en sentido apuesto, hace falta una luz más baja o de cruce, que sin deslumbrar permita una iluminación suficiente para mantener una velocidad razonable con la suficiente seguridad.

El alumbrado intensivo o de carretera se lo consigue situando la lámpara en el interior de la parábola, de manera que su filamento coincida con el foco (F) geométrico de la misma. Así los rayos de luz que despide el filamento son devueltos por el reflector de manera que en el conjunto forma un haz de luz paralelo. Si el filamento se coloca delante del foco geométrico de la parábola, el haz de luz sale convergente, y si se coloca detrás del foco geométrico de la parábola, el haz de luz sale divergente. Estos observamos en las figura 43. Detalles a, b y c, respectivamente.

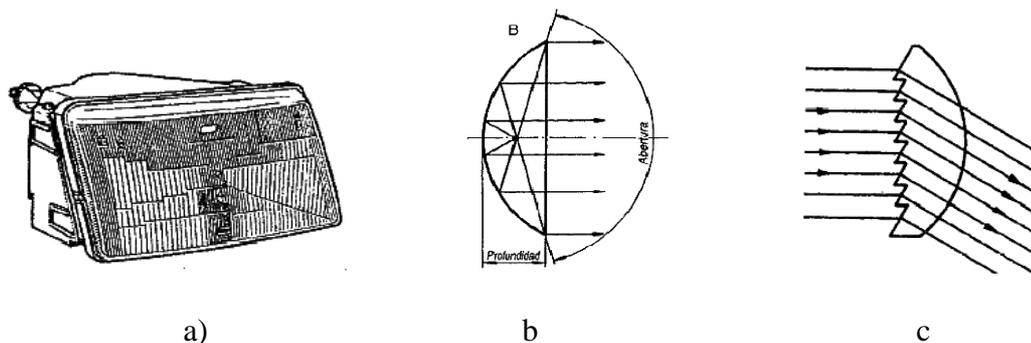
El foco geométrico de una parábola por definición es el único punto para que los rayos reflejados sean paralelos. Para el alumbrado en carretera se obtiene una intensidad luminosa considerable, por un haz de rayos paralelos de gran alcance. Sin embargo el objeto buscado no

es el de proyectar los rayos lo más lejos posible delante del vehículo, sino un punto a gran distancia. Es preciso obrar de tal manera que el haz se extienda en una banda repartiéndose sobre toda la anchura de la carretera e indique el suelo desde unos metros por delante del vehículo, hasta la mayor distancia posible.



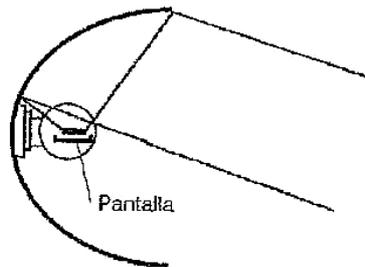
**Figura 43** Haz de luces en la parábola [13].

Para lograr este efecto, el cristal del reflector suele ir tallado formando prismas triangulares, de tal forma que se consiga una desviación hacia abajo del haz luminoso figura 44 (a) y una dispersión en el sentido horizontal. De esta forma el cristal del faro concentra la luz en determinadas direcciones, difundiendo a través de los perfiles ópticos del tallado. En la figura 44 (b) puede diferenciarse varias zonas en el cristal con tallado diferente, cada una de las cuales determina la profundidad de los haces de carretera y cruce figura 44 (c). En la actualidad el cristal del faro se sustituye por un material termoplástico, como el policarbonato que permite el tallado más preciso del mismo.



**Figura 44** Tallado del cristal [13].

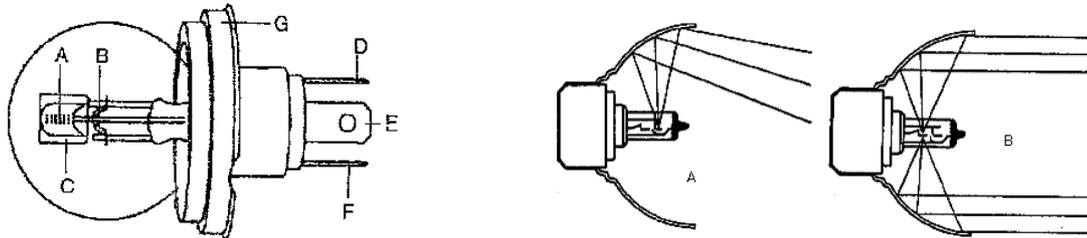
Con la posición del filamento en el foco geométrico se consigue una buena iluminación con un haz de luz paralelo, es indudable que deslumbrará a los conductores de los vehículos que circulen en sentido contrario. Para evitar se dispone el alumbrado de cruce, que se obtiene colocando un segundo filamento por delante del foco geométrico de la parábola, con lo que salen convergentes los rayos de luz. Este filamento dispone de una pequeña pantalla por debajo de él, evitando que los rayos de luz que despiden el filamento hacia abajo sean reflejados en la parábola, y los que salen hacia la mitad superior son aprovechados, los que parten al reflector tienen una cierta inclinación hacia abajo, lo que se llama un corte de luz, que incide en el suelo a una menor distancia evitando el deslumbramiento.



**Figura 45** Filamento de luz de cruce [13].

Los filamentos de las luces de carretera y cruce se disponen generalmente en una sola lámpara, como se observa en la figura 46. La potencia eléctrica del mismo suele ser de 40 W para el cruce (A) y 45 W para el de carretera (B), estando el filamento A provisto de una pantalla C que evite el deslumbramiento. Los extremos de los filamentos se unen a las patillas de conexión, el D es el borne en común de masa, que conecta uno de los extremos de cada filamento de A y B, mientras sus otros extremos se conectan individualmente a las otras dos patillas, el de carretera E y cruce F. La fijación a la óptica de faro se realiza por medio del casquillo metálico G, de forma que encaje en una posición única, la pantalla C del filamento de cruce queda posicionada por debajo de él en el montaje. Para el mejor posicionamiento de

la lámpara el casquillo está provisto de un resalte que encaja en una escotadura apropiada en el alojamiento del reflector, quedando la lámpara fijada por medio de un fleje metálico.



R)

**Figura 46** Filamentos de luz de cruce y carretera [13].

### Portalámparas

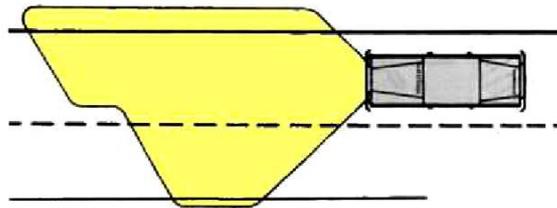
Es una pieza en la que se conecta los cables eléctricos por un lado y por el otro se sujeta a la lámpara formando un conjunto que asegure un buen contacto eléctrico. Después el portalámparas se unirá al foco de manera automática, los filamentos de la lámpara coinciden con el punto exacto de la parábola que proporciona el haz de luz para la iluminación nocturna. El portalámparas debe ser desmontado para facilitar el cambio de la lámpara cuando está se deteriora. El diseño y tipo del portalámparas viene determinado por la forma de adopta la misma lámpara que a él se adapta, como ambos forman un conjunto.

### El cristal

El cristal debe tener más condiciones de resistencia porque puede recibir fuertes impactos procedentes de la marcha, tales como pequeñas piedras desprendidas por los vehículos que lo preceden en la marcha a corta distancia. El tallado del cristal es obligatorio con determinado dibujo para no producir deslumbramiento a los conductores que circulan en sentido contrario. Gracias al tallado está autorizado el uso de las lámparas de halógenos que tienen mayor

intensidad luminosa que las lámparas bilux tradicionales de incandescencia, así estas lámparas solo pueden ser utilizadas con el tallado del cristal adecuados para sus características.

Para iluminar con mayor intensidad el borde derecho de la calzada se logra actualmente mediante el sistema de alumbrado de haz asimétrico. Este efecto se consigue dando una pequeña inclinación a la pantalla situada por debajo del filamento de cruce, de forma que el corte del haz de luz se levanta en un ángulo de 15 grados sobre la horizontal a partir del centro y hacia la derecha. En la figura 47. Puede verse el resultado de esta disposición. La mitad derecha de la calzada queda mejor iluminada, permitiendo alumbrar con mayor claridad los objetos que puedan existir en una zona, sin deslumbrar a los conductores que circulan en dirección contraria.



**Figura 47** Haz de luz asimétrico [14].

### **Disposición de los faros**

La cantidad de faros, su disposición en la parte frontal del vehículo, la distribución de la luz que emiten, así como el uso de faros auxiliares, están regulados internacionalmente. Cada proyector lleva grabado en el cristal de su reflector una serie de cifras y letras indicativas de su homologación y el País de fabricación, correspondiendo a España las siglas E9. En función de su aplicación se utilizan unos códigos de letras, correspondiendo: C, a proyectores de cruce; R, a luz de carretera; y H, a proyector para lámpara halógena. De esta forma, la sigla HCR corresponde a un faro para lámpara halógena de cruce y carretera. La intensidad

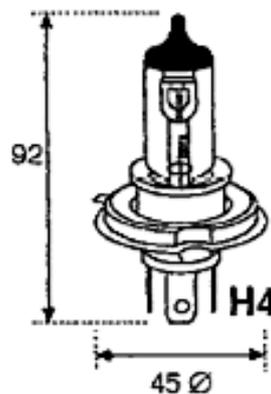
luminosa de la luz de carretera se da mediante una cifra grabada al lado del símbolo de homologación CE.

Los faros toman diferentes formas, acordes con la aplicación y montaje en un vehículo determinado, adaptándose al perfil de la carrocería. En algunos casos se integran en el propio faro las luces de intermitencia. El tamaño del reflector determina, junto con otras variables, como su forma y estructura interna, la intensidad del haz luminoso proyectado y es específico, como cabe suponer, para cada vehículo. El tipo de lámpara utilizado es también fundamental en la magnitud del flujo luminoso emitido.

*2.6.3 Lámparas de halógeno.-* 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 mismas 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 a altas temperaturas alcanzadas en el filamento, el tungsteno se vaporiza al igual que ocurre con el yodo, que se difunde en el interior de la ampolla. Puesto el elemento químico en contacto con el tungsteno que sale del filamento, lo retiene combinándose con él, formando yoduro de tungsteno e impidiendo que el metal se deposite en el cristal.

El yoduro de tungsteno al entrar en contacto con el filamento a muy alta temperatura, se descompone a su vez en tungsteno y en yodo para iniciar un nuevo ciclo de regeneración. En este proceso hay pérdida de tungsteno que va debilitando al filamento, pero es mucho menor que las lámparas convencionales. Debido al aumento de la temperatura de funcionamiento en esta lámpara es necesario sustituir el cristal de la ampolla por cuarzo. Para obtener una temperatura conveniente en la ampolla es necesario que el volumen de ésta sea muy pequeña.

Con las lámparas halógenas se debe tener la precaución de no tocar con los dedos el cristal de cuarzo, porque puede producir quemaduras cuando está caliente, además la grasa deposita con el tacto, produce una alteración permanente en el cristal con las temperaturas, por esta razón cuando se toca el cristal se debe limpiar con alcohol antes de poner en servicio la lámpara. Este tipo de lámparas tienen una potencia luminosa superior a una lámpara convencional, con un pequeño consumo de corriente. En la figura 48 se puede observar la constitución de una lámpara halógeno de doble filamento para carretera y cruce, donde se aprecia la disposición en línea de ellos y la situación de la pantalla en el cruce. En el extremo de la ampolla cilíndrica está recubierto con pintura negra especial, con la que se obtiene la característica del corte necesaria para que los rayos de luz no salgan directamente de la lámpara, sino reflejados por el proyector.



**Figura 48** Lámpara de halógeno [13]

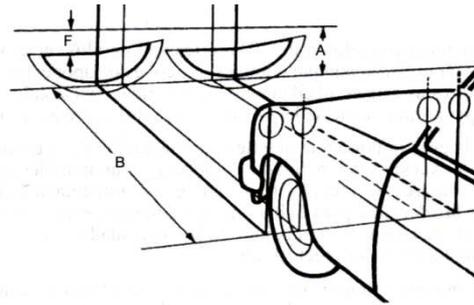
**Lámpara H-4**, que es la más utilizada en luces de carretera y cruce. Sus dos filamentos van situados en línea alojados en una ampolla cilíndrica, que se fija a un casquillo con plataforma de disco para su acoplamiento a la óptica del faro. En algunos casos, la ampolla principal se cubre con otra auxiliar que puede ser coloreada para aplicación a países que utilizan alumbrado intensivo con luz amarilla. Generalmente se disponen los filamentos con potencias de 55/60 W (cruce-carretera), 70/75 y 90/100 W.

El empleo de lámpara halógena en lugar de la convencional representa un fuerte aumento de la energía luminosa. Para la luz de carretera, 1200 lm (lúmenes) en lugar de los 700 lm de la lámpara convencional y en luz de cruce 750 lm frente a 450 lm. Los faros halógenos dan una mayor profundidad de visión en la luz de carretera, mientras que en la de cruce, aunque la distancia iluminada es la misma, la luz es mucho más intensa y el haz luminoso más ancho, lo que permite ver mejor los bordes de la calzada.

Dada la mayor temperatura de funcionamiento de la lámpara halógena y su potencia luminosa, se hace necesario emplear reflectores apropiados a ellas, cuya fabricación requiere unos niveles de calidad y precisión netamente superiores a los de un reflector convencional. En cuanto al cristal de la óptica se refiere, está mucho más cuidado el tallado de los prismas encargados de dirigir con precisión el haz luminoso, especialmente con el funcionamiento de la luz de cruce.

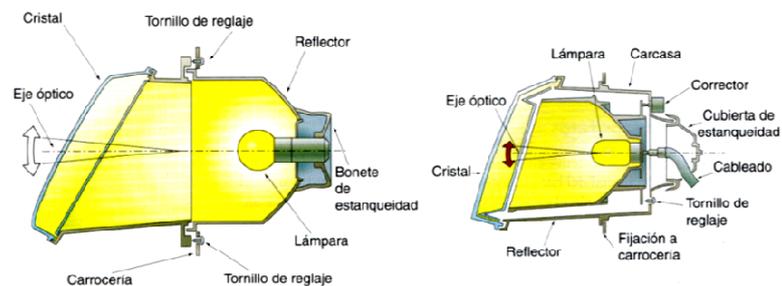
2.6.4 *Reglaje de faros.*- Previamente al proceso de regulación, tendremos que asegurarnos que la presión de los neumáticos es la indicada por el fabricante y buscaremos una zona perfectamente plana y horizontal sobre la que se coloca el vehículo. El orden de operaciones será el siguiente:

- Situar el vehículo con los faros muy próximos a la pared y marcar en ésta dos cruces que corresponderán con la altura (A) y distancia ente los centros de los faros. Unir las dos marcas por medio de una línea horizontal.
- Retirar el vehículo de la pared unos 5 metros (B), asegurándose que la orientación de las ruedas corresponde a marcha en línea recta.



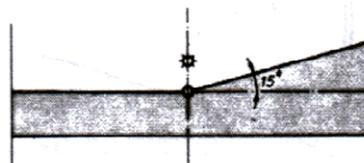
**Figura 49** Reglaje de faros [13]

- Encender la luz de cruce y actuar sobre los tornillos de reglaje hasta conseguir que el haz de cada uno de los faros quede 5 cm (si la pendiente es 1%, en caso contrario ajustar a dicha pendiente) por debajo de la línea horizontal trazada anteriormente (F) y bien centrado sobre la cruz. Para mayor facilidad tapar uno de los faros mientras se regula el otro.



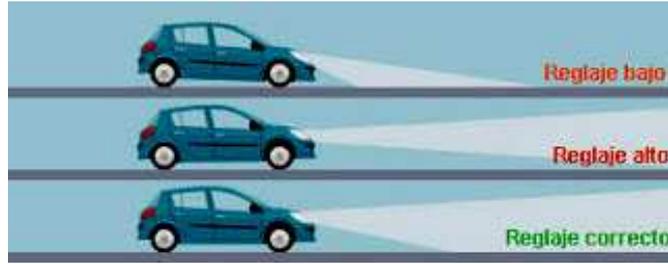
**Figura 50** Proyector de cristal móvil y Proyector de cristal fijo y reflector móvil [13]

- El ángulo formado por el haz en el centro de la cruz debe ser el adecuado ( $15^\circ$ )



**Figura 51** Ángulo de inclinación de las luces [13]

- Encender la luz de carretera y comprobar que el haz de cada faro incide sobre la cruz trazada. La luz de carretera debe ser simétrica respecto del plano vertical central, con el máximo de luz en el eje central del faro.



**Figura 52** Regulación correcta [16].

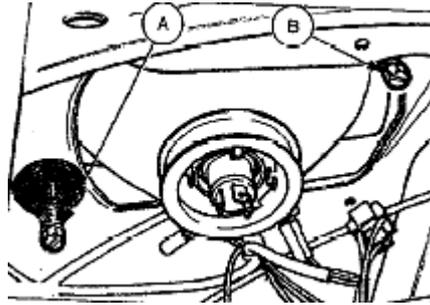
Para verificar la regulación del faro se lo puede realizar con una herramienta especial que es el Regloscopio, para comprobar con este instrumento se verifica el estado del suelo en la zona del vehículo y del aparato de reglaje, verificar el estado del vehículo, neumáticos con la presión correcta, vehículo sin carga, si el vehículo dispone de corrector de carga éste debe estar en la posición “0” o vacío”, amortiguadores en buen estado, si el vehículo es de suspensión hidráulica, el control debe hacerse con el motor en marcha y con la suspensión estabilizada, limpiar el cristal y verificar el estado de los proyectores.

Comprobado todo lo anterior situar el Regloscopio cuya óptica se sitúa frente al faro que se va a reglar, a la distancia aproximada de 30 cm. El haz de luz incide en una pantalla situada en el fondo del regloscopio, sobre la que están, marcadas las líneas convenientes para determinar si el reglaje es correcto. En estos regloscopios se dispone además un fotómetro, en cuya escala puede determinarse si la intensidad luminosa del faro que se está comprobando es correcta, o por el contrario, si el reflector ha perdido brillo y no refleja suficientemente la luz.



**Figura 53** Regulación de los faros [13]

Los tornillos de reglaje A y B están emplazados generalmente en la parte posterior del faro y en los extremos de una de las diagonales del mismo. Con el tornillo B, al apretar, se baja la altura del haz de luz, al mismo tiempo que se desplaza a la izquierda, mientras que al aflojar se obtiene el efecto contrario. El tornillo A actúa a la inversa y, mediante los dos, puede conseguirse un perfecto centrado del haz de luz.



**Figura 54** Pernos para la regulación de los faros [13]

## 2.7 Elementos de protección

2.7.1 *Fusibles.*- Los fusibles son unos pequeños dispositivos de seguridad que protegen los elementos eléctricos del vehículo como los elevalunas, luces, radio, etc. Actúan como un seguro de vida para ellos: en caso de que se produzca una intensidad de corriente excesiva que pudiera dañar el sistema eléctrico, el fusible se rompe para evitarlo, cortando el flujo de corriente eléctrica. El fusible está constituido por un hilo de plata, que permite el paso normal de la corriente sin calentarlo. En cuanto la intensidad aumenta anormalmente, el hilo se funde interrumpiendo el circuito. Como este material resulta caro en exceso para su uso en el automóvil, los fusibles aquí empleados suelen ser de aleación de plomo y estaño.

### Tipos de fusible

*Mini:* Este tipo de fusible viene en general de 2 a 30 amperes. Se utiliza comúnmente en unidades principales y similares aplicaciones donde el espacio es importante.

ATC/ATO: Estos fusibles generalmente vienen de 2 a 30 amperes, son los que comúnmente trae el vehículo de fábrica para su sistema eléctrico y se encuentran en amplificadores, procesadores, etc.

MAXI: Generalmente utilizados en bloques de distribución (la opción preferida para amplificadores relativamente grandes). Se consiguen de 20 a 80 amperes, son seguros y fáciles de poner y quitar.

### Código de color

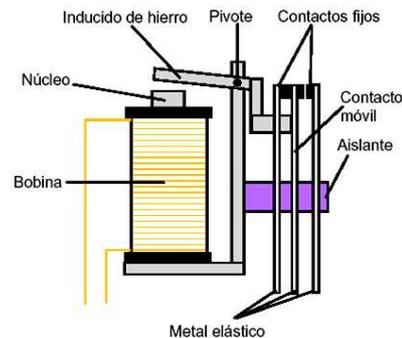
Utilizan un sistema de colores estandarizado. Los mini, y normales (ATO / ATC / APR).

**Tabla 4** CÓDIGO DE COLORES DE FUSIBLES

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

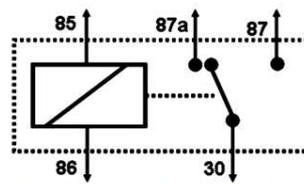
2.7.2 *Relé Automotriz*.- En muchos circuitos eléctricos se utilizan unos interruptores electromagnéticos denominados relés, los cuales basan su funcionamiento en los efectos electromagnéticos producidos por el paso de una corriente eléctrica a través de una bobina. Está formado por un contacto móvil y un contacto fijo. Pero también hay relés que funcionan como un conmutador, porque disponen de un contacto móvil y dos contactos fijos.

Cuando no pasa corriente por la bobina el contacto móvil está tocando a uno de los contactos fijos como se observa en la figura 55. En el momento que pasa corriente por la bobina, el núcleo atrae al inducido, el cual empuja al contacto móvil hasta que toca al otro contacto fijo (el de la derecha). Por tanto, funciona como un conmutador.

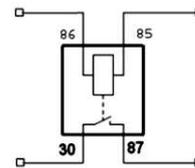


**Figura 55** Partes del relé [15]

Los bornes del relé están numerados como se ha indicado los esquemas de la figura 56. Utilizándose cualquiera de estas símbolos en los esquemas eléctricos para aplicaciones automovilísticas. En algunos relés se incluye un diodo conectado entre los extremos de la bobina, como se ha representado en la figura 56 parte derecha, capaz de descargar los picos de tensión que se generan en ella cuando se abre el interruptor y se corta la corriente de excitación, evitando con ello que estos picos de tensión afecten a componentes electrónicos conectados al relé. En este tipo de relés es imperativo conectar el borne 30 a corriente y el 86 a masa, mientras que en los que no disponen de diodo pueden invertirse estas conexiones.



- Terminales 85 y 86 corresponden a La bobina (electroimán)
- Terminal 30 es la entrada de corriente del interruptor.
- Terminal 87a es una salida N/C (Normalmente cerrada)
- Terminal 87 es la salida N/A (Normalmente Abierta) se cierra el circuito al alimentar con + y - los terminales 85 y 86



- Los Relé de 4 terminales no tienen la salida 87a

-La salida 87a tiene aplicaciones para invertir polaridad en vidrios eléctricos, seguros de puertas eléctricas o en corta corriente para alarmas.

**Figura 56** Composición interna del relé [15]

## 2.8 Elementos consumidores

El sistema de iluminación de un vehículo de motor consiste en el grupo de dispositivos lumínicos montados o instalados al frontal, laterales o trasera de un vehículo. Su propósito es proveer de iluminación a su conductor para poder hacer funcionar el automóvil con seguridad en condiciones de baja visibilidad, aumentando la claridad del vehículo y ofreciendo a los demás usuarios de la vía información sobre la presencia, posición, tamaño o dirección del vehículo y sobre las intenciones del conductor en cuanto a dirección y velocidad para cumplir todas estas necesidades para el conductor se necesita energía eléctrica, la misma es transformada en energía luminosa.



**Figura 57** Sistema luces [16]

## 2.9 Sistema Can Bus

El protocolo de comunicación Can fue originalmente desarrollado y especificado en los años 80, específicamente en el año de 1986, por la compañía alemana Robert Bosch en un intento por resolver los problemas de comunicación entre los diferentes sistemas de control de los vehículos.

Can Bus, abreviatura de Controller Área Network (red de área de control) y del término Bus, que en informática se entiende como un elemento para transmitir gran cantidad de

información. Can es un protocolo de comunicación en serie para el intercambio de información digital entre unidades de control electrónico, a través de un Bus, que ha sido desarrollado por Bosch y estandarizado internacionalmente en la norma ISO 11898, **ANEXO A**.

Es interesante destacar que originalmente el Can Bus fue desarrollado para aplicaciones en la industria de la automoción. Pero 1993/94 Can fue aceptado como un estándar mundial por la Organización Internacional de Estandarización (ISO), se definió como un protocolo de Bus de datos de comunicación serial para aplicaciones en tiempo real, orientado a trabajar con dispositivos inteligentes, sensores y actuadores, dentro de diversos sistemas distribuidos.

Can pasó de ser una idea exclusiva para el mundo del automóvil a ser adoptado también para aplicaciones industriales y de control, ya sea como protocolo en aplicaciones de bus de campo o de bus sensor/actuador. Como consecuencia de las características especiales que poseía, así como su robustez y excelente relación calidad/precio. Prueba de ello es que actualmente Can ha encontrado un lugar en diversas áreas del mercado. A pesar de eso, al Can aún le queda mucho trayecto por recorrer para extenderse por otros sectores ya que los últimos datos reflejan que un gran porcentaje de las aplicaciones Can aún están enfocadas hacia la industria automovilística.

2.9.1 *Arquitectura de capas.*- Toda organización de redes se basa en distintos niveles o capas. Cada uno de estos niveles ejecuta unas funciones específicas. La comunicación entre capas de igual nivel se lleva a cabo por medio de los protocolos propios de ese nivel. Se conoce con el nombre de arquitectura de red al conjunto de esas capas o protocolos. La arquitectura del protocolo Can, también está basada en capas. Ya se comentó con anterioridad que en 1993, Can pasó a ser un estándar de ISO, con la referencia ISO11898. Dicho estándar

se basa en la Especificación de Can 2.0 y relaciona Can con el modelo de referencia OSI. Como muestra la Figura 58.



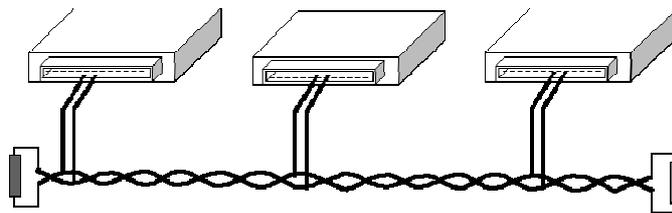
**Figura 58** Modelo OSI [17]

El protocolo Can es una especificación de bajo nivel ya que implementa las dos capas inferiores del modelo OSI: como es la capa física y la capa de enlace de datos, las capas restantes al no estar definidas para este protocolo de comunicación por la especificación deben ser implementadas por el ingeniero de acuerdo a la aplicación que diseño. La relación existente entre el modelo OSI y el modelo Can observamos en la figura 59.



**Figura 59** Relación entre el modelo OSI y CAN [18]

El sistema Can Bus permite compartir una gran cantidad de información entre las unidades de control abonadas al sistema, lo que provoca una reducción importante tanto del número de sensores utilizados como de la cantidad de cables que componen la instalación eléctrica. De esta forma aumentan considerablemente las funciones presentes en los sistemas del automóvil donde se emplea el Can Bus sin aumentar los costes, además de que estas funciones pueden estar repartidas entre las unidades de control.

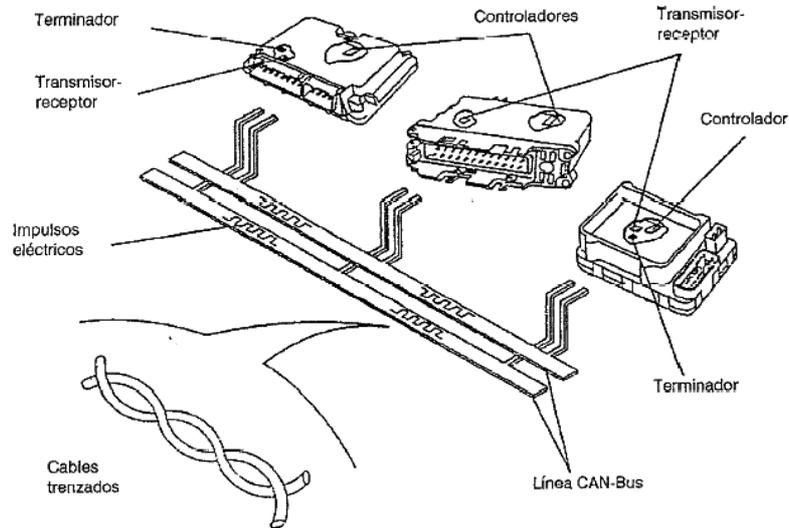


**Figura 60** Conexión de módulos [19]

El sistema Can funciona de forma serial, es decir, se van transmitiendo datos (bits) uno detrás de otro, a diferencia de los buses paralelos que transmiten varios a la vez. La transmisión funciona como un multimaster (multimaestro), ya que todos los abonados tienen los mismos derechos para volcar los datos al bus de comunicación. No hay diferentes jerarquías ni asignaciones temporales distintas para la comunicación entre las unidades de control. Por otra parte, Can funciona en tiempo real, lo que significa no hay pérdidas de tiempo para registrar procesos dinámicos, como los que se dan en el motor, por lo que resulta que este sistema es ideal para transmitir rápidamente pequeñas cantidades de datos en el automóvil.

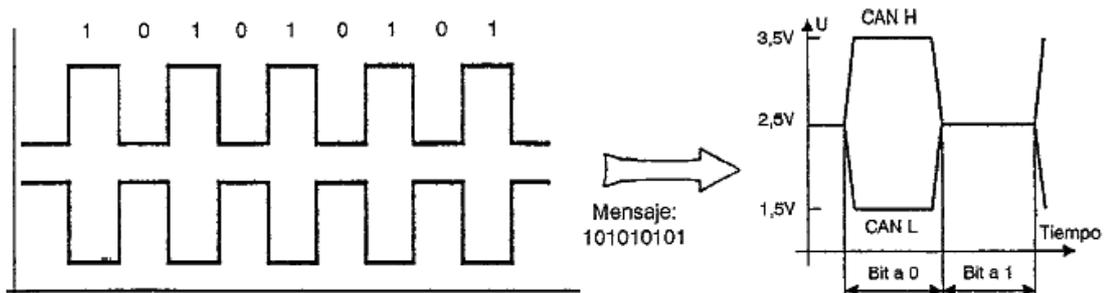
La figura 61 muestra la estructura de una red Can en la que cada uno de los calculadores se enlaza a la línea Can Bus por medio de dos cables y, en cada uno de ellos se integran: el transmisor receptor, el controlador y el elemento de cierre. La información se transmite por diferencia de tensión entre los dos cables para evitar los efectos perturbadores producidos por

la inducción electrostática (capacitiva) o electromagnética (autoinducción) entre líneas adyacentes o líneas de señal y potencia. Los hilos se trenzan para cancelar los campos magnéticos exteriores inducidos por la polaridad alterna de la línea Can Bus.



**Figura 61** Estructura de una red Can [13]

La transmisión de información por diferencia de tensión entre dos cables asegura una buena protección contra interferencias externas, dado que si hay un impulso interferente (conexión o desconexión de un componente eléctrico) afecta en el mismo punto por igual a los dos cables, la diferencia de tensión se mantiene. El sistema analiza la tensión diferencial entre ambos cables, ya que la información circula modulada en forma de impulsos eléctricos.

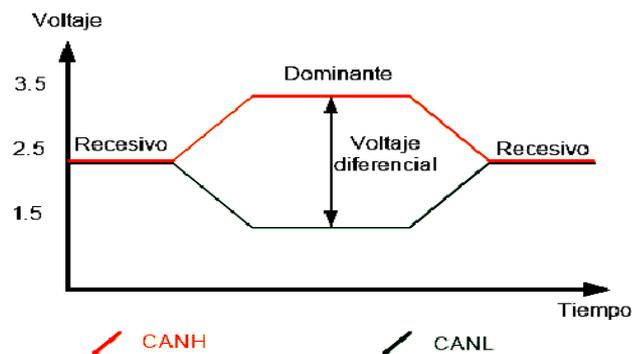


**Figura 62** Impulsos eléctricos [13]

## Capa física

La capa física en Can es responsable de la transferencia de bits entre los distintos nodos que componen la red. Define aspectos como niveles de señal, codificación, sincronización y tiempos en que los bits se transfieren al bus. En la especificación original de Can, el medio físico, los cables y los conectores no están definidos por la especificación, así que deben ser escogidos por el ingeniero una vez conocidos los requerimientos de señalización física necesarios.

De todas las características eléctricas que define la capa física, es importante conocer los denominados niveles lógicos del bus. Al tratarse de un bus diferencial, éste está formado por dos señales y la diferencia que existe entre estas dos señales determina el estado del bus. Por tanto, el Can dispone de dos niveles lógicos. Normalmente en los sistemas digitales de dos niveles se conocen estos dos estados por nivel alto y nivel bajo, sin embargo en este caso se denominan nivel dominante y nivel recesivo:



**Figura 63** Niveles que presenta el Can Bus [18]

Al cable de los valores altos de tensión se le denomina cable H (high = alto) y el de los niveles bajos L (low = bajo). La longitud de los cables está limitada en función de la velocidad de transmisión. Can Bus admite una longitud máxima de 30 a 40 metros para una velocidad de transmisión de 1 Mbits/s.

**Dominante:** La tensión diferencial entre los pines de comunicación (CAN\_H - CAN\_L) ha de ser del orden de 2 V. Para conseguir esto es necesario que CAN\_H tenga 3,5 V y CAN\_L sea de 1,5 V (nominal). Si el voltaje de la línea CAN\_H es al menos 0,9 V mayor que CAN\_L, entonces ya se detectará la condición de bit dominante.

**Recesivo:** La tensión diferencial entre los pines de comunicación (CAN\_H - CAN\_L) ha de ser del orden de 0 V. Para conseguir esto es necesario que CAN\_H y CAN\_L tengan 2,5 V (nominales). Aunque realmente el Bus detectará una condición de recesivo si el voltaje de la línea CAN\_H no es más alto que el voltaje de la línea CAN\_L más 0,5 V.

**Tabla 5.** VELOCIDAD EN FUNCIÓN DE LA DISTANCIA EN CABLES CAN BUS

Velocidad	Tiempo de Bit	Longitud Máxima
1 Mbps	1 $\mu$ S	30 m
800 Kbps	1,25 $\mu$ S	50 m
500 Kbps	2 $\mu$ S	100 m
250 Kbps	4 $\mu$ S	250 m
125 Kbps	8 $\mu$ S	500 m
50 Kbps	20 $\mu$ S	1000 m
20 Kbps	50 $\mu$ S	2500 m
10 Kbps	100 $\mu$ S	5000 m

Estos son valores orientativos que varían dependiendo de la tolerancia de los osciladores de los nodos, impedancias y retardos en la línea etc. El número máximo de nodos no está limitado por la especificación básica y depende de las características de los transeptores, las especificaciones de buses de campo lo limitan a 32 o 64 en una red sin repetidores.

### Capa de enlace de datos

La capa de enlace se divide en dos, el enlace de control lógico y el control de acceso medio. El enlace de control lógico maneja las notificaciones, filtrado de mensajes y

restablecimiento de las funciones de administración. El control de acceso medio se encarga del encapsulado y desencapsulado de datos, detección y control de errores, proceso de bit stuffing (llenar) y transmisión serial. En resumen, se encarga de todo lo relacionado con el protocolo de comunicación.

*2.9.2 Especificación CAN 2.0A y CAN 2.0B.*- El ISO/OSI están descritas las Capa 1 y Capa 2 en el normal internacional ISO 11519-2 para las aplicaciones de velocidad bajas, el ISO 11898 para las aplicaciones de velocidad altas. La descripción de ISO/OSI sobre especificación de CAN 2.0A y 2.0B están mas orientada a los requisitos de fabricación de controladores Can.

La diferencia entre CAN 2.0A y CAN 2.0B se localiza básicamente sobre todo en el formato del encabezado del mensaje del identificador. La especificación CAN 2.0A define sistemas Can con un estándar de 11 bit del identificador. CAN 2.0B especifica la trama extendida con 29 bit en el identificador.

Los mensajes transmitidos desde cualquier nodo en una red Can no contienen la dirección del nodo emisor ni la del nodo receptor. La estructura de los mensajes ofrece a la red una gran flexibilidad y posibilidad de expansión, ya que nuevos nodos pueden ser añadidos a la red sin la necesidad de hacer ningún cambio en el hardware ni en el software existente. Las tramas de los mensajes son los elementos básicos de transmisión y van de un nodo emisor a uno o varios nodos receptores.

*2.9.3 Proceso de transmisión de datos.*- Se desarrolla siguiendo un ciclo de varias fases:

**Suministro de datos:** Una unidad de mando que recibe información de los sensores que tiene asociados (r.p.m. del motor, velocidad, temperatura del motor, puerta abierta, etc.) El

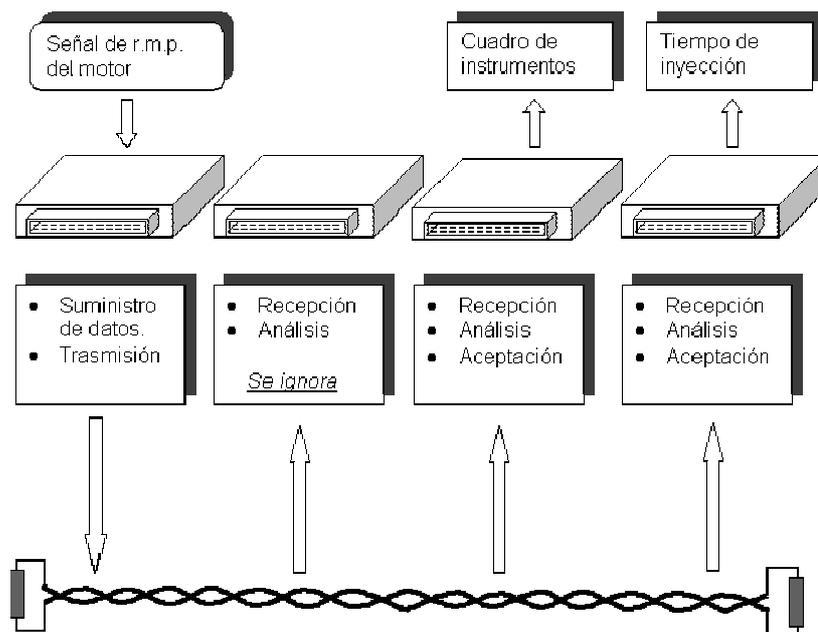
microprocesador pasa la información al controlador Can donde es gestionada y acondicionada para a su vez ser pasada al transmisor receptor donde se transforma en señales eléctricas.

**Transmisión de mensaje:** El controlador de la unidad transfiere los datos al transmisor, asumiendo la responsabilidad de que el mensaje sea correctamente transmitido a todas las unidades de mando asociadas. Para transmitir el mensaje ha tenido que encontrar el bus libre, y en caso de colisión con otra unidad de mando intentando transmitir simultáneamente, tener una prioridad mayor. A partir del momento en que esto ocurre, el resto de unidades de mando se convierten en receptoras.

**Recepción del mensaje:** Cuando la totalidad de las unidades de mando reciben el mensaje.

**Análisis del mensaje:** Las unidades de control del sistema determinan si el mensaje va a ser utilizado por ellas para la ejecución de sus funciones, si no lo necesitan, el mensaje es ignorado.

**Aceptación del mensaje:** Las unidades de control que los precisen aceptan y procesan los datos. El resto de unidades lo desprecian.



**Figura 64** Transmisión y recepción de datos [19]

El sistema Can Bus dispone de mecanismos para detectar errores en la transmisión de mensajes, de forma que todos los receptores realizan un chequeo del mensaje analizando una parte del mismo, llamado campo CRC. Otros mecanismos de control se aplican en las unidades emisoras que monitorizan el nivel del Bus, la presencia de campos de formato fijo en el mensaje (verificación de la trama), análisis estadísticos por parte de las unidades de mando de sus propios fallos.

Estas medidas hacen que las probabilidades de error en la emisión y recepción de mensajes sean muy bajas, por lo que es un sistema extraordinariamente seguro. El planteamiento del Can Bus, como puede deducirse permite disminuir notablemente el cableado en el automóvil, si una unidad de mando dispone de una información, por ejemplo, la temperatura del motor, esta puede ser utilizada por el resto de unidades de mando sin que sea necesario que cada una de ellas reciba la información de dicho sensor. Otra ventaja es que las funciones pueden ser repartidas entre distintas unidades de mando, y que incrementar las funciones de las mismas no admite un valor adicional excesivo.

*2.9.4 El encapsulado de la trama de datos.*- Can utiliza mensajes de estructura predefinida, es decir, tramas para la gestión de la comunicación, el protocolo Can define cuatro tipos de tramas diferentes: trama de datos, trama remota, trama de errores y trama de sobrecarga.

La trama de errores como la trama de sobrecarga son mensajes destinados al control de errores y se generan automáticamente por los nodos cuando detectan cualquiera de los muchos protocolos de error definidos por Can. La trama remota, es básicamente una trama de datos pero sin datos, y se utiliza para solicitar la transmisión de una trama de datos. Su función es simplemente para tener también un control pero en este caso sobre la red.

Pero realmente el mensaje que es interesante conocer al detalle es la trama de datos que es la más importante de las cuatro. En un Can Bus los nodos transmiten la información espontáneamente con tramas de datos, bien sea por un proceso cíclico o activado ante eventos en el nodo. Así que su función principal es poner información en el Bus.

Para la transmisión en el Bus, se crea un marco de datos (Data Frame), cuya longitud abarca como máximo 130 bits (formato estándar) o 150 bits (formato extendido). La trama de datos consta de 7 campos de bits diferentes:

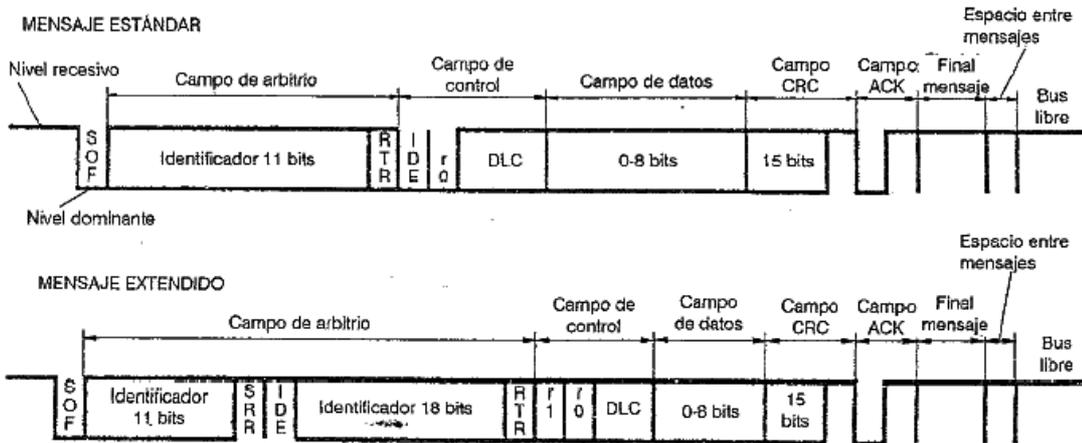


**Figura 65** Trama de datos Can [18]

### Como es el mensaje

El mensaje es una sucesión de “0” y “1”, están representados por diferentes niveles de tensión en los cables del Can Bus y que se denominan “bit”. El mensaje contiene toda una serie de datos necesaria para el intercambio de información entre unidades de control. La transmisión se realiza mediante impulsos eléctricos siguiendo unas reglas definidas en el protocolo Can, contienen siete campos donde se incluyen todos los datos a transmitir y son volcados, siguiendo un orden de prioridades, a la línea Can Bus. El volcado de mensajes se realiza de forma cíclica por parte de cada una de las unidades de control, generalmente cada 7 a 20 ms.

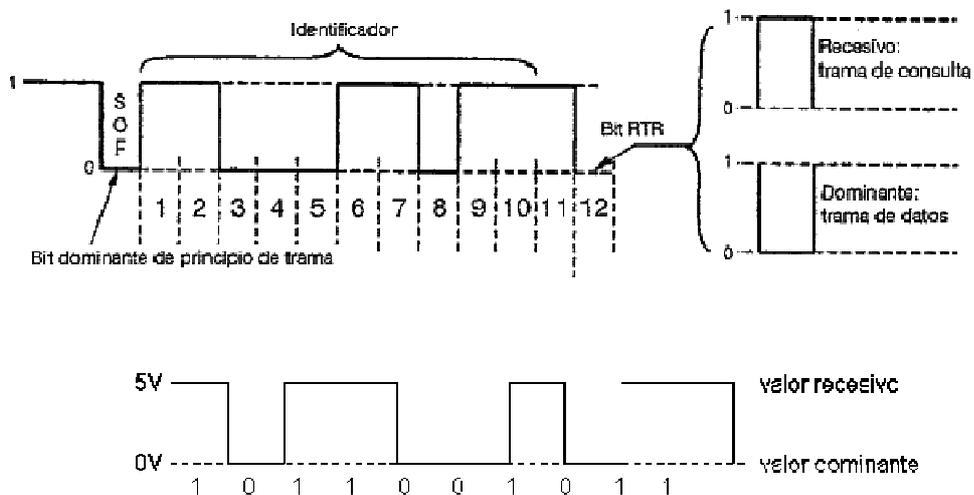
El protocolo soporta dos formatos de mensajes, cuya diferencia esencial es la longitud del identificador (IDE), que en el formato estándar es de 11 bits y en el extendido de 29 bits.



**Figura 66** Siete campos para transferencia de datos [13]

2.9.4.1 Trama de datos ó Estructura del mensaje

**Start of frame (SOF)):** Campo de inicio del mensaje o trama, está compuesto de un único bit. Se trata de un bit de sintonización dominante que indica el inicio de la transmisión. El flanco descendente de este bit es utilizado por los nodos receptores para sincronizarse entre sí Figura 67.



**Figura 67** Ejemplo de un mensaje [13]

**Campo de arbitraje:** Se compone de 11 bit que conforman el identificador del mensaje y el bit RTR, mientras se transmite este campo, el transmisor receptor comprueba cada bit para asegurarse si tiene la autorización de transmisión o si otra unidad de control ha empezado a transmitir simultáneamente otro mensaje de prioridad mayor. Cuanto más bajo sea el valor del identificador más alta es la prioridad, y determina el orden en que van a ser introducidos los mensajes en la línea. El identificador es de 11 a 29 bit de longitud, dependiendo del formato de mensaje escogido (estándar o extendido). Si hay alguna confrontación entre dos mensajes se resuelve mediante el identificador. El bit RTR es decisivo para determinar si se transmite una estructura portadora datos u otra estructura remota, si el mensaje contiene datos (RTR=0) o si se trata de una trama remota sin datos (RTR=1). Una trama de datos (dominante) siempre tiene una prioridad más alta que una trama remota (recesivo). La trama remota se emplea para solicitar datos a otras unidades de mando o bien porque se necesitan o para realizar un chequeo; Figura 67.

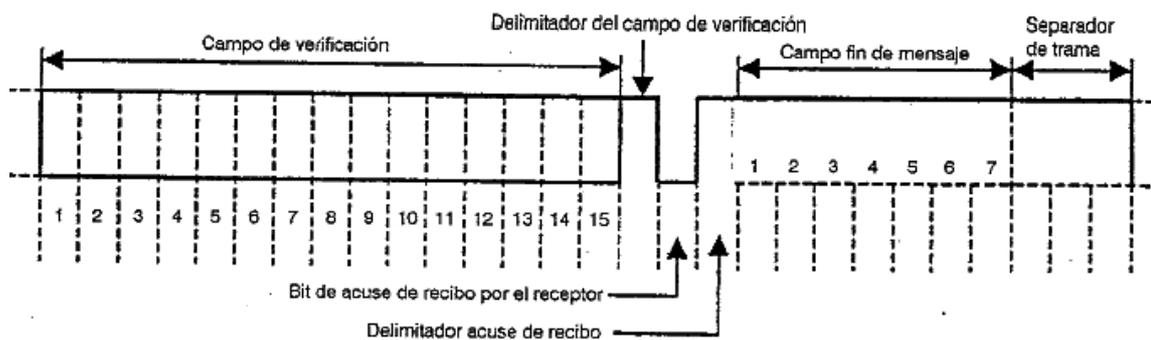
**Campo de control:** Contiene el bit IDE. Este campo informa sobre las características del campo de datos. El bit IDE indica cuando es un “0” que se trata de una trama estándar y cuando es un “1” que es una trama extendida. El campo de control está formado generalmente por seis bits, los dos primeros (r0 y r1) están reservados para futuras ampliaciones y los últimos cuatro bits componen el DLC, que indica el número de bytes de datos en el mensaje (de 0 a 8). Ejemplo: si el campo de datos contiene cuatro bytes, el DLC es 0100 y si los bytes son cinco, el DLC es 0101.

**Campo de datos:** En este campo contiene la información del mensaje con los datos que la unidad de mando correspondiente introduce en la línea Can-Bus. Puede contener entre 0 y 8 bytes (de 0 a 64 bit), con el bit de mayor peso colocado al principio y el de menor al final. El significado de cada uno de los bits de este campo es asignado en el desarrollo técnico del

sistema donde va a operar cada Can Bus. Para sincronizar los procesos distribuidos se puede usar un mensaje con una longitud de datos de 0 bytes (estructura remota).

**Cyclic Redundancy Check (CRC), Campo de aseguramiento:** Este campo tiene una longitud de 16 bits y es utilizado para averiguar si se ha recibido correctamente lo que se ha transmitido. Se produce un error de CRC cuando el resultado calculado no es el mismo que la secuencia CRC recibida. Para ello se utilizan los 15 primeros bits, mientras el último siempre es un bit recesivo (1) que delimita el campo CRC.

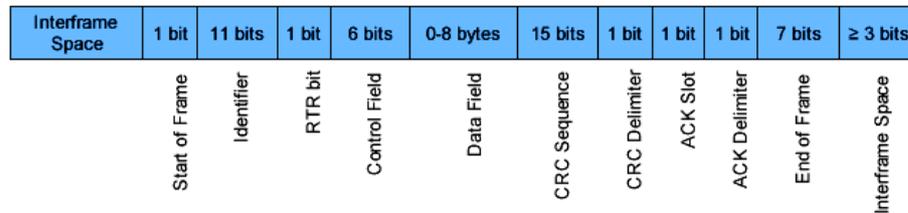
**Campo de confirmación (ACK):** El campo ACK esta compuesto por dos bit, uno forma el espacio ACK y el otro es el limitador ACK, que son siempre trasmitidos como recesivos (1). Todas las unidades de mando (Transmisores receptores) que reciben el mismo CRC modifican el primer bit del campo ACK por uno dominante (0), de forma que la unidad de mando que está todavía trasmitiendo reconoce que al menos alguna unidad de mando ha recibido un mensaje escrito correctamente. De no ser así, la unidad de mando trasmisora interpreta que su mensaje presenta un error.



**Figura 68** Campo CRC y campo ACK [13]

**End of frame (EOF), Campo de final de mensaje:** Cada final de mensaje es delimitado con una secuencia de señalización de 7 bits recesivos.

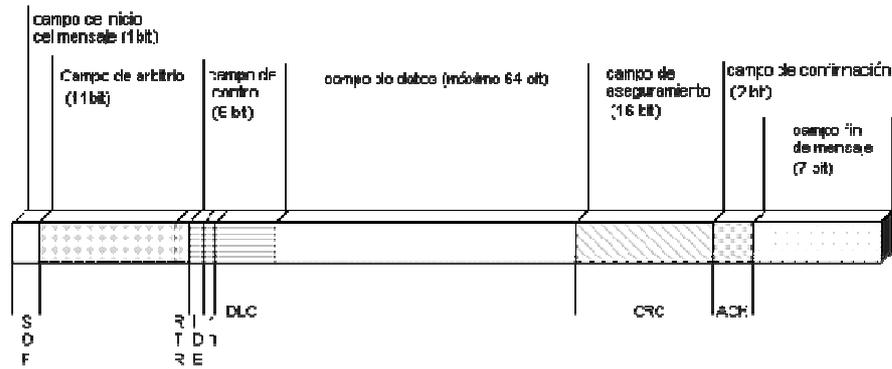
**Campo de intermisión (IFS):** Consta de un mínimo de 3 bits recesivos, que indican el final de la trama y que separan dos mensajes consecutivos distintos. Si no hay consiguientes volcados de datos por parte de alguna unidad de control, la línea Can Bus se mantiene libre.



**Figura 69** Ejemplo de un mensaje estándar [13]

Cuanto se refiere a las prioridades en la transmisión de mensajes, el protocolo Can tiene implementado un método de acceso al Bus que garantiza la prioridad en función de la importancia de los mensajes para el funcionamiento del sistema. En cuanto la línea está desocupada, todas las unidades que han solicitado acceso empiezan a transmitir su mensaje más importante. El conflicto por el acceso a la línea del Bus que resulta cuando varias unidades empiezan a transmitir simultáneamente se resuelve mediante un arbitraje de bits no destructivo (NRZ) usando los identificadores de los mensajes. Todas las estaciones monitorizan el bus bit a bit, de manera que un bit dominante (0 lógico) sobrescribe un bit recesivo (1 lógico). El arbitraje se basa en este proceso y, en un conflicto de acceso al Bus, todas las estaciones que transmiten un bit recesivo pierden cuando aparece un bit dominante en el Bus.

Puede ocurrir que en determinados mensajes se produzcan largas cadenas de ceros o unos, y que esto provoque una pérdida de sincronización entre unidades de mando. El protocolo Can resuelve esta situación insertando un bit de diferente polaridad cada cinco bits iguales: cada cinco “0” se inserta un “1” y viceversa. La unidad de mando que utiliza el mensaje, descarta un bit posterior a cinco bits iguales. Estos bits reciben el nombre de bit stuffing.



**Figura 70** Ejemplo de un mensaje real [19]

**Tabla 6** MENSAJE REAL DEL CAN BUS

SOF	IDENTIFICADOR	RTR	DE	DLC	DATO byte 1	DATO byte 2	CRC	ACK	FN
0	1100010000	0	000	0010	00010110	00000000	0	01	11111

### Detección de errores en el mensaje

El Can Bus incorpora tres mecanismos al nivel de mensaje y dos a nivel de bits.

#### Nivel del mensaje

- **Comprobación cíclica redundante:** El CRC salvaguarda la información del mensaje mediante la adhesión de bits redundantes de chequeo al final de la transmisión. A la recepción de estos bits son comparados con los recibidos y si no son correctos, es que hay un error CRC.
- **Comprobación del mensaje:** Este mecanismo verifica la estructura del mensaje transmitido mediante el chequeo de los bits de cada campo con respecto al formato fijo de campos de bits y a la longitud de cada estructura de datos. Los errores detectados por el chequeo del mensaje son designados como errores de formato y el mensaje afectado se invalida.

- **Errores ACK:** Como se ha dicho antes, los mensajes recibidos son reconocidos por todas las unidades receptoras a través del positivo que atribuya de recibo. Si éste no es recibido por la unidad transmisora del mensaje (errores ACK) esto puede significar que hay un error de transmisión, que ha sido detectado únicamente por las unidades receptoras, que el campo ACK ha sido corrompido o que no hay unidades receptoras.

### **Nivel de los bits**

- **Monitorización:** Cada unidad que transmite también observa el nivel del Bus y si descubre un bit diferente al que ha transmitido, indica un error.
- **Relleno de bits:** Estipula que durante la transmisión de los mensajes no puede haber más de cinco bits seguidos de la misma polaridad, entre el campo de inicio del mensaje y el final del campo CRC. Como resultado, cuando se han transmitido cinco bits de la misma polaridad, la unidad transmisora inserta automáticamente un bit de polaridad opuesta en la secuencia del mensaje (relleno). Los receptores eliminan este bit adicional (vaciado).

Cuando un controlador Can detecta un error interrumpe la transmisión en curso a las demás unidades, mandando una bandera de error que consiste en seis bits dominantes y su principio se basa en la alteración intencionada de la regla de relleno de datos o de formato, puesto que nunca pueden aparecer seis bits dominantes consecutivos en el bus en una estructura de datos no alterada o en una estructura remota. Puesto que los bits dominantes prevalecen sobre los recesivos, esto significa que cada unidad puede marcar cada estructura de datos o estructura remota transmitiendo seis bits dominantes, lo que da lugar a que cada unidad restante lo identifique como un error y el mensaje quede invalidado.

2.9.4.2 *Trama remota.*- Básicamente sirve para saber que nodo está conectado al Bus. No se mandan datos ni nada por el estilo, solo el identificador y se espera la respuesta del nodo. Primero se envía el identificador y luego el bit RTR (se encuentra dentro del campo del Identificador o Arbitraje) que es recesivo. Si al mismo tiempo se manda una trama de datos, ésta gana pues el bit RTR del identificador es dominante.

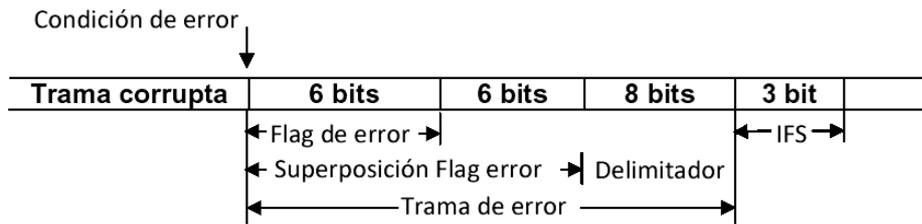


**Figura 71** Formato de trama [18]

Un detalle muy importante a tener en cuenta, es que una trama remota también puede ser utilizada por un nodo para solicitar la transmisión de una trama de datos con la información asociada a un identificador dado. El nodo que disponga de la información definida por el identificador la transmitirá en una trama de datos.

Pero cuidado, porque en Can Bus los nodos transmiten la información espontáneamente con tramas de datos, bien sea por un proceso cíclico o activado ante eventos en el nodo. Pero por el contrario, la trama remota sólo se debe utilizar para detección de presencia de nodos o para puesta al día de información en un nodo recién incorporado a la red. Estos mensajes también pueden entrar en colisión en el Bus. Entonces, como sucede siempre, el del identificador de mayor prioridad sobrevivirá y los demás serán retransmitidos lo antes posible.

2.9.4.3 *Trama de error.*- Son generadas por cualquier nodo que detecte un error definido. Es una trama de dos campos, por un lado el flag de error y por otro el delimitador. Éste último consiste en 8 bits recesivos consecutivos que le permite a los nodos iniciar limpiamente la transmisión. El formato de esta trama se observa en la figura 72.



**Figura 72** Campos que componen la trama error [18]

La condición o indicador de error será distinto según el estado o flag de error del nodo que detecte el error. Existen dos estados o flags de error de nodo: “Activo” y “Pasivo”. El Activo consiste en seis bits dominantes consecutivos y el Pasivo consiste en seis bits recesivos consecutivos, a no ser que estén sobrescritos por otros bits dominantes de otros nodos.

Si un nodo en estado de error "Activo" detecta un error en el Bus interrumpe la comunicación del mensaje en proceso generando un "Indicador o Condición de error activo" que consiste, como ya se ha comentado antes, en una secuencia de 6 bits dominantes sucesivos y continuos. Esta secuencia rompe la regla de relleno de bits y provocará que el resto de los nodos detecten error y transmitan también 6 bits. La longitud de esta superposición de flags oscila entre 6 y 12 bits (dependiendo del número de nodos que detectan el error en el Bus). Luego dicho transmisor coloca el delimitador de error mandando los 8 bits recesivos, espera el IFS2 y reinicia la transmisión del mensaje.

Si un nodo en estado de error "Pasivo" detecta un error, el nodo transmite un "Indicador o Condición de error pasivo" seguido, de nuevo, por el campo delimitador de error. El indicador de error de tipo pasivo consiste en 6 bits recesivos seguidos y, por tanto, la trama de error para un nodo pasivo es una secuencia de 14 bits recesivos (6 del flag más 8 del delimitador). De aquí se deduce que la transmisión de una trama de error de tipo pasivo no afectará a ningún nodo en la red, excepto cuando el error es detectado por el propio nodo que está transmitiendo. En ese caso los demás nodos detectarán una violación de las reglas de relleno y

transmitirán a su vez tramas de error. En este caso nuevamente la trama tendrá la misma estructura que la del error activo.

2.9.4.4 *Trama de sobrecarga.*- Una trama de sobrecarga tiene el mismo formato que una trama de error activo. Sin embargo, la trama de sobrecarga sólo puede generarse durante el espacio entre tramas en el IFS, de esta forma se diferencia de una trama de error, que sólo puede ser transmitida durante la transmisión de un mensaje. La trama de sobrecarga consta de dos campos, el indicador o flag de sobrecarga, y el delimitador. El indicador o flag de sobrecarga consta de 6 bits dominantes que pueden ser seguidos por los generados por otros nodos, dando lugar a un máximo de 12 bits dominantes. El delimitador es de 8 bits recesivos. La trama puede darse por tres situaciones:

- Debido a condiciones internas donde un nodo es incapaz de recibir un nuevo mensaje en ese instante. En este caso, la trama de sobrecarga se envía justo cuando se esperaba el primer bit del espacio de intermisión (IFS). De esta forma se consigue retrasar el inicio de transmisión del nuevo mensaje.
- Cuando un mensaje es validado por los receptores y el último bit del EOF es recibido como dominante (cuando debe ser recesivo), este bit dominante no es considerado como error, pero la existencia de este bit ilegal puede deberse a que el receptor ha perdido la sincronización y eso requiere una reacción por parte de la red.
- Si durante la intermisión uno de los dos primeros bits es dominante, es decir, si la intermisión ha sido violada. En este caso, la trama de sobrecarga se enviará un bit después de recibir el bit dominante, cada nodo puede mandar hasta un máximo de 2 tramas de sobrecarga.

## Implementaciones del Can

Existen dos implementaciones hardware básicas, aunque la comunicación en ambas es idéntica y son compatibles entre sí. Esto permite administrar el uso del bus en función de las necesidades de cada nodo.

**Basic Can:** Hay un vínculo muy fuerte entre el controlador Can y el micro controlador asociado. El micro controlador será interrumpido para tratar con cada uno de los mensajes del Can. Cada nodo transmitirá tan sólo cuando se produzca un evento en alguna de las señales que le conciernen. Este modo de funcionamiento es adecuado para aquellos nodos encargados de manejar informaciones esporádicas, disminuyendo la ocupación del bus.

**Full Can:** Contiene dispositivos hardware adicional que proporcionan un servidor que automáticamente recibe y transmite los mensajes Can, sin necesidad de interrumpir al microcontrolador asociado, reduciéndose la carga del mismo. Está orientado a nodos encargados del manejo de señales con un alto nivel de exigencia en cuanto a frecuencia de actualización y/o seguridad.

### 2.10 Características de los sistemas Can Bus

- La información que circula entre las unidades de mando a través de los dos cables son paquetes de 0 y 1 (bit) con una longitud limitada y con una estructura definida de campos que conforman el mensaje.
- El mensaje no va direccionado a ninguna unidad de mando en concreto, cada una de ellas reconocerá mediante este identificador si el mensaje le interesa o no. Todas las unidades de mando pueden ser trasmisoras y receptoras, y la cantidad de las mismas abonadas al sistema puede ser variable.

- Si la situación lo exige, una unidad de mando puede solicitar a otra una determinada información mediante uno de los campos del mensaje (trama remota o RDR).
- No se inserta en el mensaje a quién va dirigido, sino que cada abonado vuelca los datos a la línea Can y todos los demás los reciben, utilizándolos solamente quienes los necesitan.
- Según la importancia de cada mensaje se les asigna una prioridad en la transmisión a través de un identificador. Cuando coinciden para ser transmitidos dos mensajes, primero ingresará el que se le haya dado mayor prioridad.
- Es un sistema multimaestro. Cualquier unidad de mando introduce un mensaje en el Bus con la condición de que este libre, si otra lo intenta al mismo tiempo el conflicto se resuelve por la prioridad del mensaje indicado por el identificador del mismo.
- Un nodo emisor envía el mensaje a todos los nodos de la red, cada nodo según el identificador del mensaje, lo filtra y decide si debe procesarlo inmediatamente o descartarlo.
- El sistema está dotado de una serie de mecanismos que aseguran que el mensaje es transmitido y recibido correctamente. Cuando un mensaje presenta un error, es anulado y vuelto a transmitir de forma correcta, de la misma forma una unidad de mando con problemas avisa a las demás mediante el propio mensaje, si la situación es irreversible, dicha unidad de mando queda fuera de servicio pero el sistema sigue funcionando.
- El Bus de datos sirve como base para el intercambio de datos digitales entre sensores, actuadores y unidades de control, asegurando que varias unidades de control puedan procesar la información procedente de un sensor y controlar sus actuadores en concordancia. Además de las rutas de cableado cortas, el Bus de datos tiene la ventaja particular de que, si falla un componente el resto del sistema continúa funcionando normalmente, reduciendo en gran medida el riesgo de un fallo total del sistema.

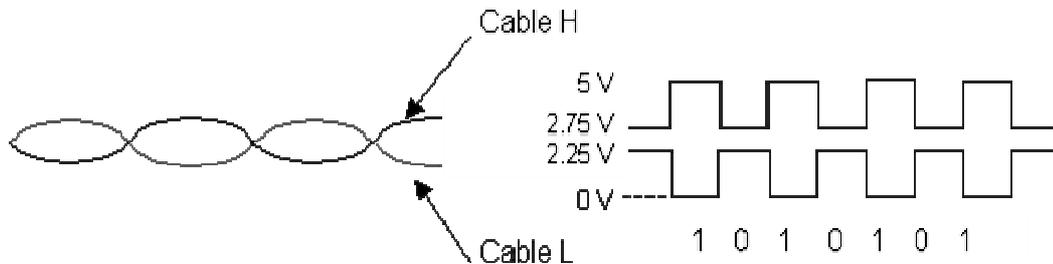
- Es un protocolo de comunicaciones normalizado, con lo que se simplifica y economiza la tarea de comunicar subsistemas de diferentes fabricantes sobre una red común o Bus.
- Al ser una red multiplexada, reduce considerablemente el cableado y elimina las conexiones punto a punto.
- El procesador principal delega la carga de comunicaciones a un periférico inteligente (controlador), por lo tanto el procesador principal dispone de mayor tiempo para ejecutar sus propias tareas.
- Velocidad limitada por la longitud de la red, puede alcanzar como máximo los 1000 m. de longitud a 50 kbits o una velocidad máxima de 1 Mbit en 25 m.
- La cantidad de nodos abonados a la red es variable pero limitada. Esta limitación viene marcada según el hardware utilizado.

## **2.11 Componentes del sistema Can Bus**

2.11.1 *Cables.*- La información circula por dos cables trenzados que unen todas las unidades de control que forman el sistema. Esta información se trasmite por diferencia de tensión entre los dos cables, de forma que un valor alto de tensión representa un 1 y un valor bajo de tensión representa un 0. La combinación adecuada de unos y ceros conforman el mensaje a transmitir.

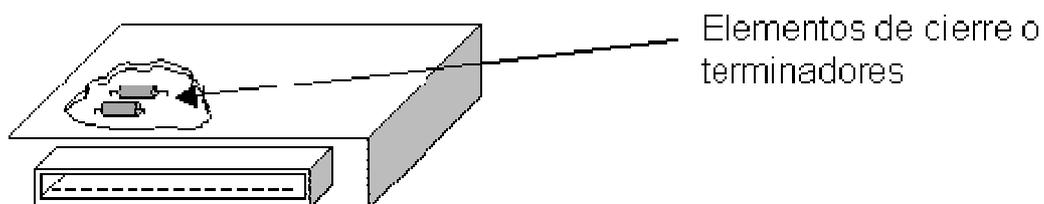
En un cable los valores de tensión oscilan entre 0V y 2.25V, por lo que se denomina cable L (Low) y en el otro, el cable H (High) lo hacen entre 2.75V. Y 5V. En caso de que se interrumpa la línea H o que se derive a masa, el sistema trabajará con la señal de Low con respecto a masa, en el caso de que se interrumpa la línea L, ocurrirá lo contrario. Esta situación permite que el sistema siga trabajando con uno de los cables cortados o comunicados a masa, incluso con ambos comunicados también sería posible el funcionamiento, quedando fuera de servicio solamente cuando ambos cables se cortan. Es

importante tener en cuenta que el trenzado entre ambas líneas sirve para anular los campos magnéticos, por lo que no se debe modificar en ningún caso ni el paso ni la longitud de dichos cables **ANEXO B**.



**Figura 73** Cable trenzado [19]

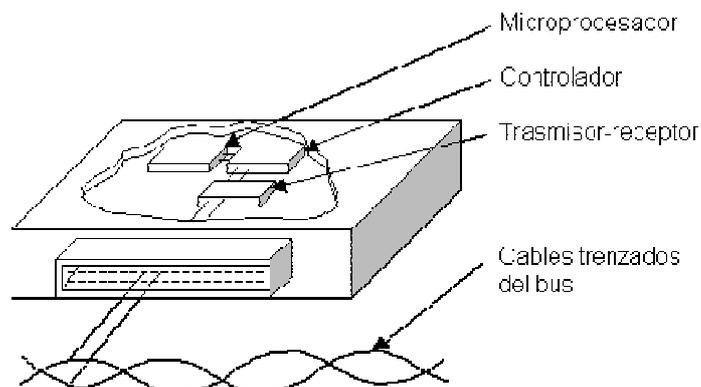
2.11.2 *Elemento de cierre o terminador.*- Estas resistencias cierran el circuito eléctrico con el fin de adaptar la impedancia de la línea, y evitan que los datos transmitidos a altas frecuencias se vean afectados por fenómenos de reflexiones, que darían lugar a perturbaciones indeseadas. Las resistencias tienen un valor óhmico empírico y permiten adecuar el funcionamiento del sistema a diferentes longitudes de cables y número de unidades de control abonadas, van colocadas en el extremo de la línea H y L, ubicadas en dos de las unidades de control. Para el Can Bus se utiliza resistencias de  $120\ \Omega$ , mientras que para los de confort suelen ser de  $560\ \Omega$ . Estas resistencias están alojadas en el interior de algunas de las unidades de control del sistema por cuestiones de economía y seguridad de funcionamiento.



**Figura 74** Terminador en el interior de la unidad de control [19]

2.11.3 *Transmisor Receptor*.-El transmisor receptor (interface de línea) es el elemento que tiene la misión de recibir y de transmitir los datos, además de acondicionar y preparar la información para que pueda ser utilizada por los controladores, sin modificar en nada la secuencia lógica del mensaje. Durante la recepción de una trama, la tensión en CAN L está comprendida generalmente entre 0 y 2,25 V (según la aplicación) y en CAN H es de entre 2,75 y 5 V. Un comparador efectúa la medida de la diferencia de tensión entre CAN H y CAN L para determinar si en la salida se tiene un 0 o el 1 lógico. En otras aplicaciones, la línea L toma una tensión comprendida entre 0 y 1,25 V y la línea H entre 1,25 y 2,5 V, por lo que la diferencia de tensión máxima entre ambas líneas es de 2,5 V, frente a los 5 V del caso anterior.

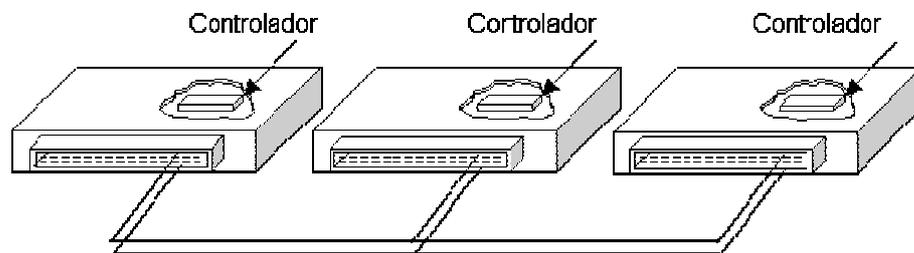
El transmisor receptor es básicamente un circuito integrado que está situado en cada una de las unidades de control abonadas al sistema, trabaja con intensidades próximas a 0.5 A. Funcionalmente está situado entre los cables que forman la línea Can Bus y el controlador.



**Figura 75** Transmisor receptor [19]

2.11.4 *Controlador Can*.- Es el elemento encargado de la comunicación entre el microprocesador de la unidad de control y el transmisor receptor. Trabaja acondicionando la información que entra y sale entre ambos componentes.

El controlador está situado en la unidad de control, por lo que existen tantos como unidades estén conectados al sistema. Este elemento trabaja con niveles de tensión muy bajos y es el que determina la velocidad de transmisión de los mensajes, que será más o menos elevada según el compromiso del sistema. Así, en la línea de Can Bus del motor, frenos, cambio automático es de 500 K baudios, y en los sistema de confort de 62.5 K baudios. Este elemento también interviene en la necesaria sincronización entre las diferentes unidades de mando para la correcta emisión y recepción de los mensajes.



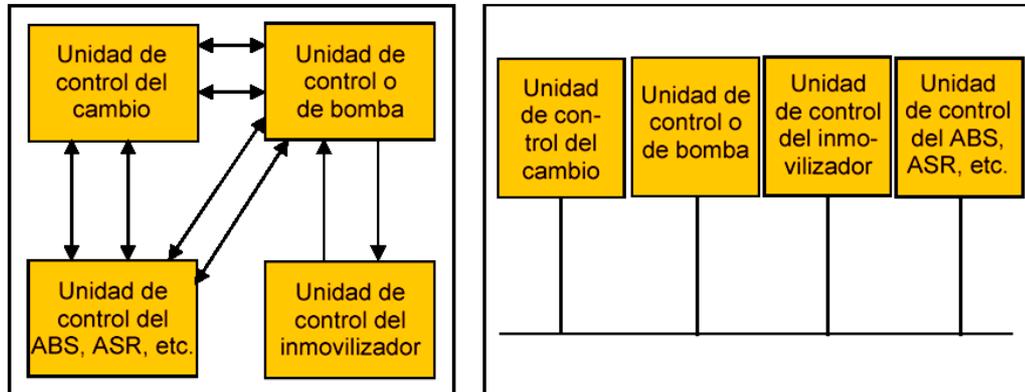
**Figura 76** Controlador Can [19]

## 2.12 Diferencia entre sistema de luces convencional y Can Bus

Antiguamente todos los sistemas utilizados para intercambiar datos se basaban en la transmisión de datos convencional (se caracteriza por el hecho de que a cada señal le está asignada una conducción individual). Pero con el paso del tiempo, debido al incremento en el intercambio de datos entre los componentes electrónicos, éste ya no puede ser realizado razonablemente con interfaces convencionales.

La complejidad de los mazos de cables tan solo puede dominarse actualmente con gran esfuerzo y cada vez aumentan más las exigencias planteadas en el intercambio de datos entre las unidades de control. De ahí la aparición de la transmisión de datos en serie Can. Los

problemas en el intercambio de datos a través de interfaces convencionales, se resolvieron mediante la aplicación de sistemas Bus.



**Figura 77** Transmisión convencional vs. Transmisión Can Bus. [18]

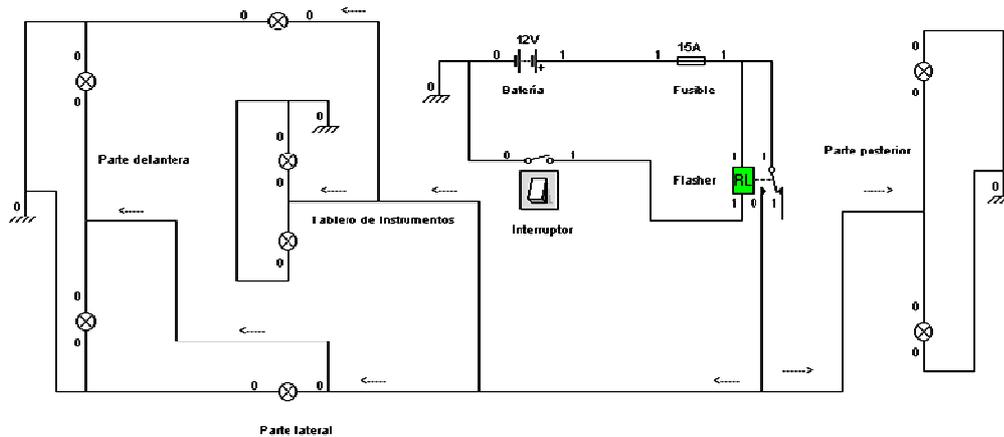
Los circuitos eléctricos tradicionales en el automóvil permiten que por cada cable solo circule una información en las distintas formas de variación eléctricas (tensión, intensidad, potencia, resistencia). La evolución en seguridad, ecología y confort de los vehículos hace necesarias cada vez más información con lo cual la cantidad, complejidad y coste de cableados eléctricos haría unas instalaciones imposibles. Debido a estas necesidades Bosch en los años 80 desarrolló el protocolo de comunicaciones Can que hace que a través de dos cables que interconectan todas las centrales electrónicas del automóvil circulen multitud de informaciones que pueden ser utilizadas por todos los elementos electrónicos.

## 2.13 Diagrama de circuitos eléctricos

Los diagramas que se observaran a continuación están realizados en Crocodile Clips electrónica.

2.13.1 *Luces de estacionamiento.*- El sistema de luces de estacionamiento es también considerado sistema de emergencia, cuando se enciende hace que todas las luces direccionales destellen simultáneamente. El sistema utiliza el alumbrado regular de las direccionales y de

las farolas que tienen suministro separado y el interruptor. Lo cual hace posible operar el sistema aún cuando el interruptor de encendido este en la posición off y de las puertas estén aseguradas. El sistema se activa al empujar o presionar el interruptor (Las luces son de color amarillo, y están colocadas en un conector múltiple de color amarillo, colocados a menos de 400 mm del extremo del vehículo, entre 250 y 900 mm del suelo).

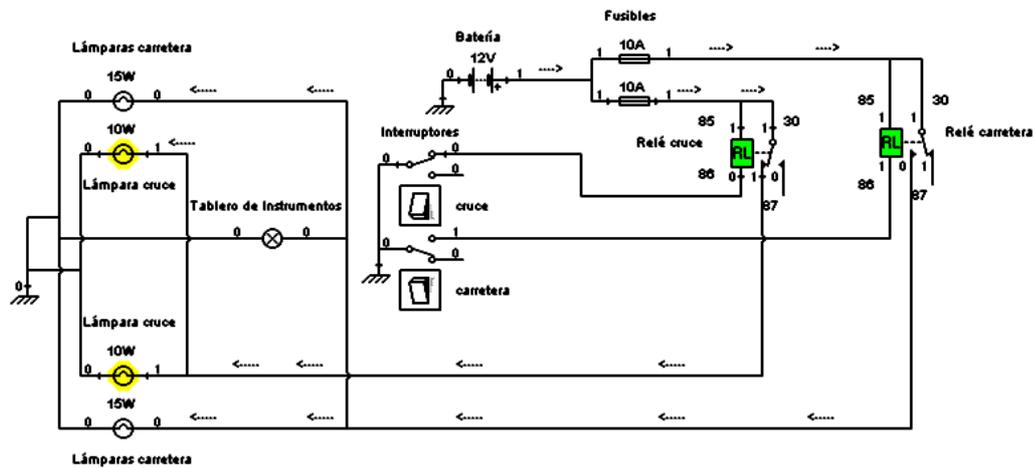


**Figura 78** Diagrama de sistema de luces de estacionamiento [20]

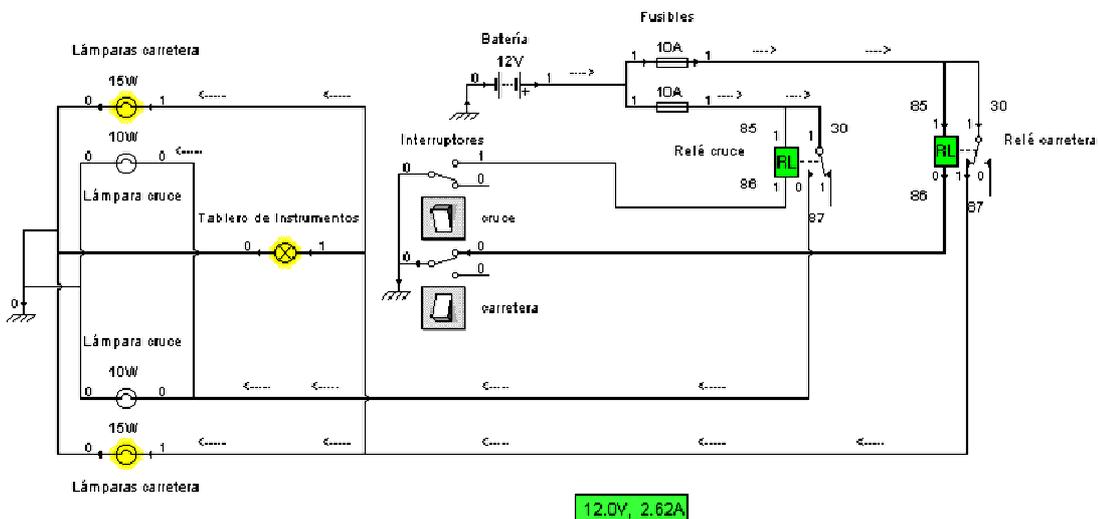
2.13.2 *Luces carretera y cruce.*- La finalidad de las luces de carretera es de iluminar la vía 100 metros, como mínimo, por delante del vehículo. La luz de cruce debe iluminar la vía, sin deslumbrar, 40 m. como mínimo por delante del vehículo. En la parte delantera del vehículo se encuentran dos o cuatro focos luminosos a una distancia sobre el suelo de no menos de 0,5 m hasta 1,2 m, esta última en vehículos grandes, que deben emitir un haz de luz asimétrica con dos proyecciones distintas una para la luz de «cruce» y otra para la «larga» ambas en carretera; ello permite al conductor disponer de la visibilidad suficiente, tanto para larga como para corta distancia.

Los gobiernos de los diferentes países establecen las exigencias técnicas que deben cumplir estos focos tanto en su forma como en su capacidad y dimensiones empleándose el

color blanco o amarillo. Este circuito se muestra en la figura 79 y se alimenta a través de la batería; su funcionamiento se efectúa por medio de un interruptor y conmutador manual y están protegidos por fusibles calibrados llevando, además, unas luces de control situadas en el panel de instrumentos.



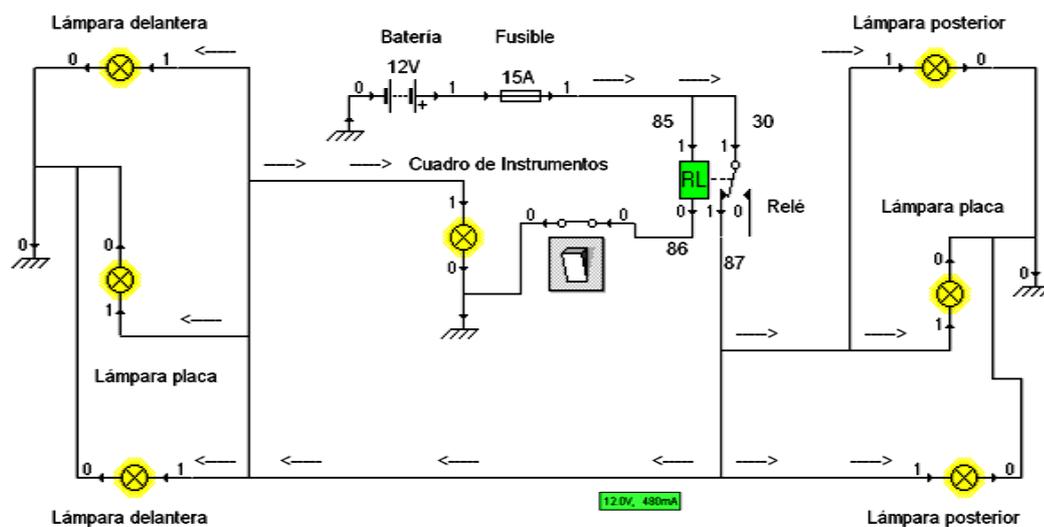
**Figura 79** Diagrama de lámparas para cruce, encendidas [20]



**Figura 80** Diagrama de luces para carretera, encendidas [20]

2.13.3 *Luces posición.*- Estas luces determinan la posición del vehículo situándolo en la calzada. Para esta función se disponen dos pilotos delanteros y dos traseros, ensamblados en la carrocería en ambos frontales y cerca de los extremos, quedando situados los delanteros algo más bajos que los faros. En algunas ocasiones, estos pilotos están acoplados en el mismo

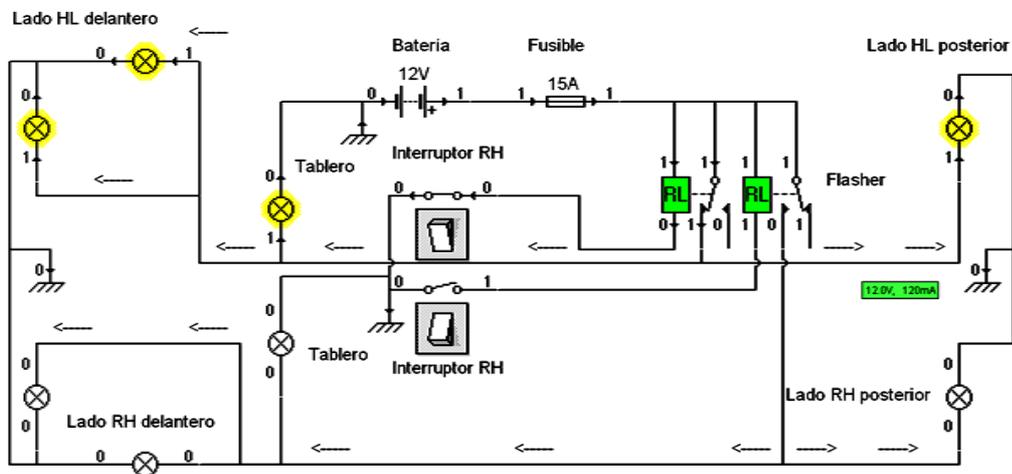
paragolpes, o forman parte del propio faro, como ya se ha mencionado, quedando su lámpara alojada en el mismo portalámparas de carretera/cruce en algunos casos. Los pilotos traseros se sitúan por encima del paragolpes, fijándose a la carrocería por medio de tornillos que se acoplan por el interior del maletero. Estas luces se utilizan en circulación urbana nocturna, cuando la vía por la que se transita está suficientemente iluminada y solamente es preciso advertir a los demás usuarios de la vía pública de la presencia del vehículo. Debe ser visible de noche, en condiciones de visibilidad normales, a una distancia mínima de 100 metros, tanto por delante como por detrás. Sus bordes exteriores deben estar situados tan cerca como sea posible de los bordes exteriores del vehículo. De color blanca parte delantera y roja parte posterior, colocados menos de 400 mm del extremo lateral del vehículo, entre 350 y 1500 mm del suelo.



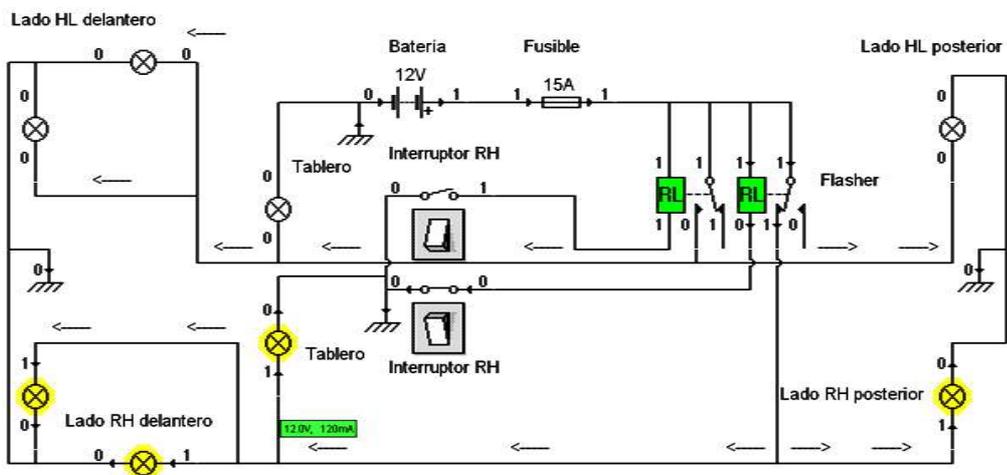
**Figura 81** Diagrama de luces de posición [20]

2.13.4 *Luces direccionales.*- El interruptor de luces direccionales se encuentra montado en la columna de la dirección. Las luces direccionales se encienden para indicar que se va a efectuar una vuelta. Si el automóvil está equipado con luces laterales, cuando el interruptor de las luces laterales se mueve a la posición opuesta, las luces se encienden al lado opuesto del

automóvil de forma similar a las direccionales. En el tablero de instrumentos destellará una luz indicadora de las direccionales. El interruptor de las direccionales está montado en un compartimento del extremo superior de la columna de la dirección debajo del timón (volante). Una placa que actúa la direccional está montada en el soporte y hace contacto con el interruptor de las direccionales. El interruptor está integrado con un arnés y conector múltiple de color amarillo, colocados a menos de 400 mm del extremo del vehículo, entre 250 y 900 mm del suelo.

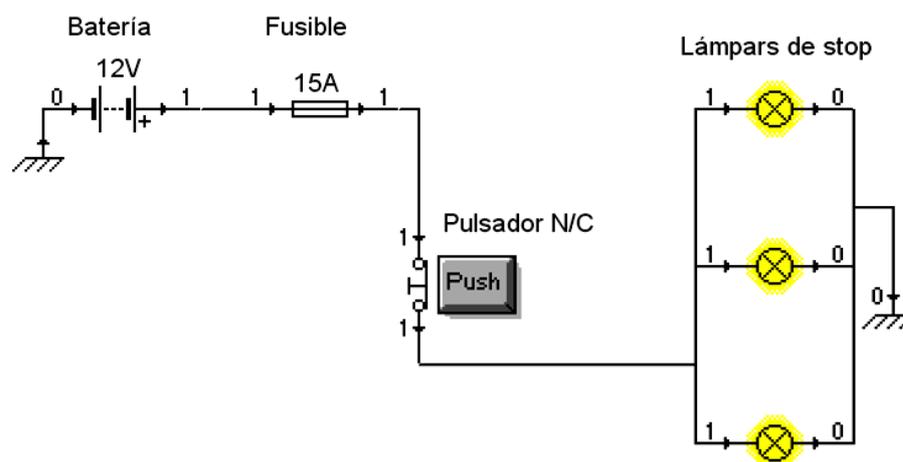


**Figura 82** Diagrama de luces de direccionales lado izquierdo (LH). [20]



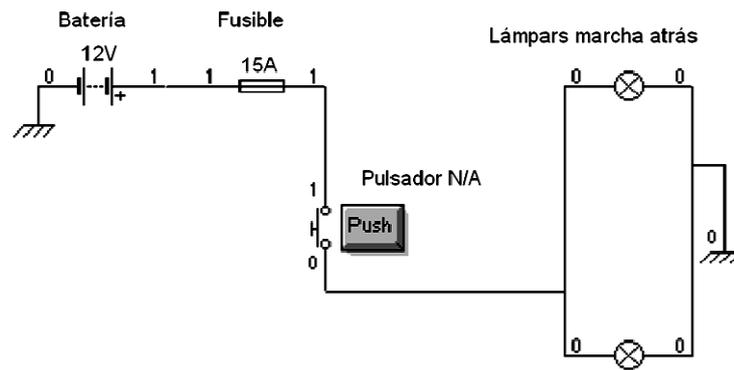
**Figura 83** Diagrama de luces de direccionales lado derecho (RH). [20]

2.13.5 *Luces de freno.*- Cada ensamble de la lámpara posterior (calavera) posee una luz trasera, de freno y direccional. Las luces traseras están controladas por el interruptor principal de luces del vehículo. Las luces de frenos están controladas por un interruptor mecánico instalado en el pedal del freno. El cual hace contacto cada vez que se aplica en pedal del freno. La luz de frenos de nivel alto montada en el centro también se controla por el interruptor de luz de frenos. La luz de prevención de frenos se ilumina cuando el encendido está en posición ON, el freno de estacionamiento está oprimido o cuando exista una diferencia de presión entre los dos circuitos hidráulicos de frenos de color rojas, colocados menos de 400 mm del extremo lateral del vehículo.- altura al suelo: mínima 350 mm; máxima 1500 mm.



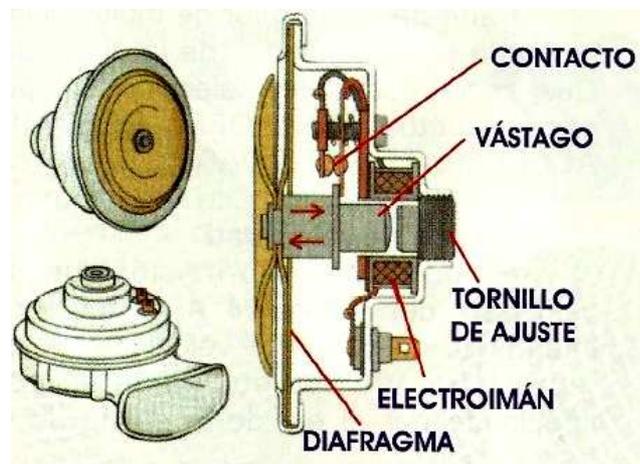
**Figura 84** Diagrama de luces de freno [20]

2.13.6 *Luces de retro.*- La gran mayoría de automóviles están equipados con dos ensambles de luces de reversa de un solo filamento. Las luces se actúan cuando el interruptor de encendido está en posición ON y sólo cuando la palanca del selector de transmisión está en posición de reversa. Un interruptor de luces de reversa se activa, ya sea por el varillaje de los cambios en la columna de la dirección o por el mecanismo de corrimiento en la transmisión de acuerdo al diseño. Color blanco, situado en la parte trasera a una altura del suelo entre 250 y 1200 mm



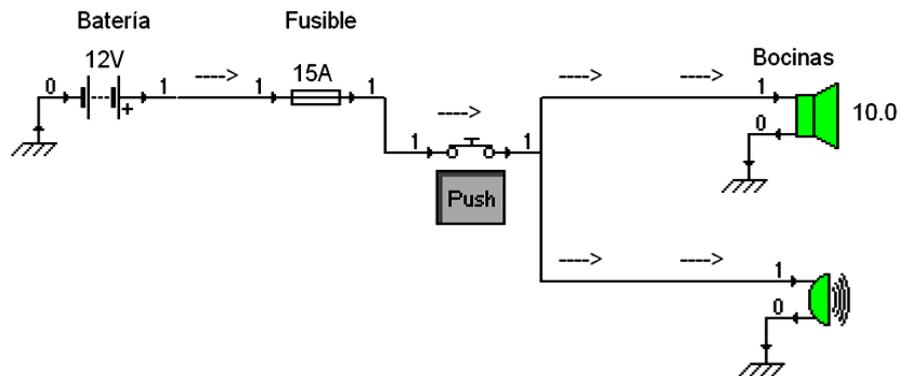
**Figura 85** Diagrama de luces de marcha atrás [20]

2.13.7 *Diagrama de la bocina.*- El pito o claxon suena cuando un electroimán hace vibrar un diafragma vibrador. Al oprimir el interruptor del pito, circula una corriente en el electroimán y atrae el vástago del diafragma, al moverse separa los contactos, desconecta la corriente y el electroimán y suelta el vástago. Este ciclo se repite muchas veces por minuto y produce un sonido fuerte, el cual es amplificado por una cámara de resonancia, en algunos pitos o claxon se puede modificar con un tornillo de ajuste, que aumenta o reduce el recorrido del vástago.



**Figura 86** Partes de una bocina o claxon [4]

Algunos vehículos disponen dos bocinas de diferentes tonos, que funcionan al unísono, consiguiéndose de esta manera un sonido fuerte y agradable.

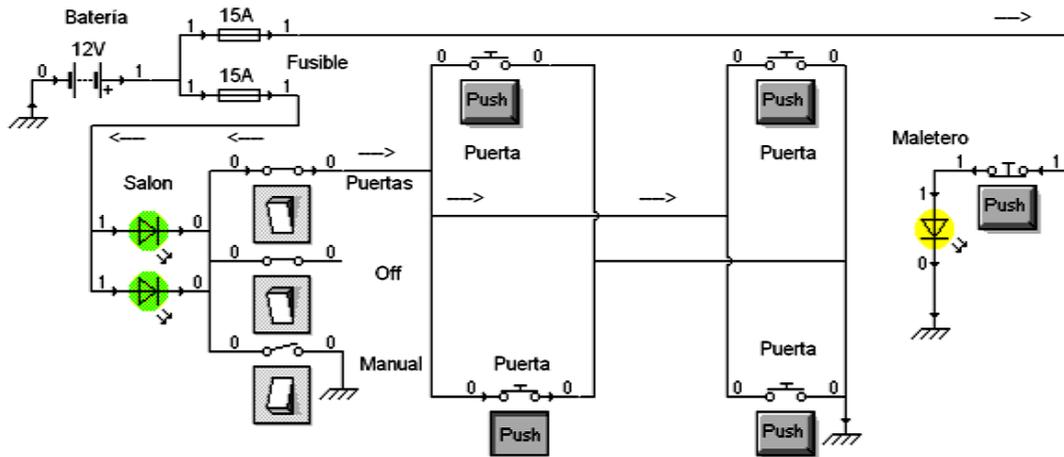


**Figura 87** Diagrama de bocinas [20]

2.13.8 *Alumbrado interior del vehículo.*- La iluminación del interior del vehículo se encomienda generalmente a dos pequeños plafones situados en ambos costados, entre las puertas delanteras y traseras, en la unión al techo, o bien en la parte trasera y en el centro de la parte delantera, junto al espejo retrovisor interior. El encendido y apagado de estas luces lo realizan sendos interruptores, que son accionados al abrir las puertas, aunque también puede conseguirse por medio de interruptores incorporados en los mismos plafones.

En la figura 88 se ha representado el esquema simplificado de la instalación para el alumbrado del interior del vehículo, formado por dos plafones, constituidos por lámpara e interruptores. Accionando cualquiera de estos interruptores se consigue el encendido de las luces. En la misma instalación se disponen también los pulsadores (Push) que cierran el circuito cuando se abre la puerta correspondiente, con cuya acción se consigue el encendido de la luz.

Los pulsadores van emplazados en el montante de la puerta. También se dispone en los vehículos un sistema de alumbrado del cofre motor y del maletero, cuya instalación eléctrica es similar a la del alumbrado interior.



**Figura 88** Diagrama alumbrado del interior del vehículo [20]

## 2.14 Localización de fallos

### Sistema Can Bus

Los sistemas de seguridad que incorpora el Can Bus permiten que las probabilidades de fallo en el proceso de comunicación sean muy bajas, pero sigue siendo posible que cables, contactos y las propias unidades de mando presenten alguna disfunción.

Para el análisis de una avería, se debe tener presente que una unidad de mando averiada abonada al Can Bus en ningún caso impide que el sistema trabaje con normalidad. Lógicamente no será posible llevar a cabo las funciones que implican el uso de información que proporciona la unidad averiada, pero sí todas las demás.

Por ejemplo, si quedase fuera de servicio la unidad de mando de una puerta, no funcionaría el cierre eléctrico ni se podrían accionar el del resto de las puertas. En el supuesto que la avería se presentara en los cables del bus, sería posible accionar eléctricamente la cerradura de dicha puerta, pero no las demás. Recuérdese que esto solo ocurriría si los dos cables se cortan o se cortocircuitan a masa.

También es posible localizar fallos en el Can Bus consultando el sistema de auto diagnóstico del vehículo, donde se podrá averiguar desde el estado de funcionamiento del sistema hasta las unidades de mando asociadas al mismo, pero necesariamente se ha de disponer del equipo de chequeo apropiado.

Otra alternativa es emplear el programa informático CANALYZER (Vector Informatik GmbH) en el ordenador y la conexión adecuada. Este programa permite visualizar el tráfico de datos en el Can Bus, indica el contenido de los mensajes y realiza la estadística de mensajes, rendimiento y fallos.

Probablemente, la herramienta más adecuada y asequible sea el osciloscopio digital con dos canales, memoria y un ancho de banda de 20 MHz. (FLUKE, MIAC etc.) con el que se pueden visualizar perfectamente los mensajes utilizando una base de tiempos de 100 microsegundos y una base de tensión de 5V. En este caso, se debe tener en cuenta que los bits stuff (el que se añade después de cinco bits iguales) deben ser eliminados.

### **Cuadro sinóptico de averías del circuito de alumbrado**

**Tabla 7. VERIFICACIÓN Y CONTROL DEL CIRCUITO DE ALUMBRADO**

<b>SÍNTOMAS</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>PRUEBAS</b>	<b>REMEDIOS</b>
<b>Una de las luces no se enciende.</b>	Lámpara fundida.	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 probar.	Limpiar las conexiones.
<b>No enciende ninguno de los faros o pilotos que deben lucir en la misma posición del mando de luces.</b>	Fusible fundido.	Comprobar fusible.	Cambiar fusible.
	Interruptor general de alumbrado defectuoso.	Probar con lámpara de pruebas o voltímetro.	Sustituir interruptor.
	Mando de luces defectuoso.	Comprobar con lámpara o voltímetro.	Reparar o sustituir.

	Cortocircuito en esta posición del mando de luces.	Comprobar con lámpara de pruebas el funcionamiento del mando.	Reparar o sustituir.
<b>No se enciende ningún faro ni piloto del sistema de alumbrado.</b>	Cable de alimentación del mando de luces cortado.	Comprobar con lámpara de pruebas.	Reparar instalación.
	Mando de luces defectuoso. .	Comprobar su funcionamiento con lámpara de pruebas.	Reparar o sustituir mando.
	Bornes de batería flojos o en mal estado.	Verificar si se calientan con el funcionamiento del circuito.	Limpieza de conexiones.
<b>No se encienden las luces de stop al pisar el freno.</b>	Interruptor de stop defectuoso.	Comprobar con lámpara de pruebas.	Sustituir interruptor.
	Cable de alimentación cortado.	Comprobar con lámpara de pruebas.	Reparar instalación.
<b>No se enciende uno de los pilotos de stop al pisar el pedal del freno.</b>	Cable de alimentación cortado.	Comprobar con lámpara de pruebas.	Reparar instalación.
	Lámpara fundida.	Comprobar lámpara.	Sustituir lámpara.
<b>No enciende cualquiera de los faros antiniebla o la luz de marcha atrás.</b>	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.
<b>Las luces tienen poco brillo, en particular las de carretera y cruce.</b>	Conexiones defectuosas.	Verificar caídas de tensión.	Reparar conexiones.
	Bornes de batería flojos o defectuosos.	Comprobar estado de los bornes.	Reparar conexión y bornes.
	Toma de masa de batería defectuosa.	Comprobar conexión de masa.	Limpieza de la conexión.
	Batería descargada.	Comprobar batería.	Cargar batería.
	Mal estado de parábolas o reflectores.	Comprobar en regloscopio.	Sustituir reflectores.
	Mando de luces defectuoso.	Comprobar caídas de tensión en el mismo.	Sustituir mando de luces.
<b>Lámparas se funden frecuentemente.</b>	Tarado defectuoso del regulador de tensión.	Verificar circuito de carga.	Reparar o sustituir
	Conexiones defectuosas (resistencias de contacto)	Verificar caídas de tensión.	Reparar conexiones.

## Cuadro sinóptico de averías del circuito de maniobras

Tabla 8. VERIFICACIÓN Y CONTROL DEL CIRCUITO DE INTERMITENTES Y CLAXON

SÍNTOMAS	CAUSAS	PRUEBAS	REMEDIOS
<b>Una de las lámparas no se enciende.</b>	Cable cortado.	Comprobar con lámpara de pruebas si llega tensión al piloto.	Reparar instalación.
	Lámpara fundida.	Comprobar con batería.	Sustituir lámpara.
	Portalámparas defectuoso.	Comprobar laminillas de contacto con lámpara.	Sustituir portalámparas.
<b>No enciende ninguna de las lámparas de un mismo costado del vehículo.</b>	Toma de masa defectuosa.	Comprobar con voltímetro.	Reparar conexión.
	Conmutador de intermitencias defectuoso.	Comprobar cambiando conexiones al borne de salida del lado que	Sustituir conmutador.
<b>No enciende ninguna de las lámparas.</b>	Cable de alimentación de pilotos cortado entre ellos y	Comprobar con lámpara de pruebas.	Reparar instalación.
	Fusible fundido.	Comprobar fusible.	Sustituir fusible.
	Conmutador de intermitencias defectuoso.	Comprobar si llega tensión al conmutador y si sale de	Sustituir conmutador.
	Cable de llegada al conmutador cortado.	Comprobar con lámpara de pruebas.	Reparar instalación.
<b>No hay parpadeo de las lámparas. Lucen fijas.</b>	Central de intermitencias defectuosa.	Puentear desde el borne de llegada al de salida para el	Sustituir central de intermitencias.
	Cable de llegada a central de intermitencias cortado.	Comprobar si llega tensión a la central.	Reparar instalación.
	Central de intermitencias defectuosa.	Probar con una central nueva.	Sustituir la central.
<b>Los destellos son muy rápidos o muy lentos.</b>	Lámparas de mayor o menor potencia de la debida.	Verificar potencia de lámparas marcada en sus	Sustituir lámparas.
	Caídas de tensión debidas a conexiones defectuosas.	Verificar caídas de tensión.	Reparar conexiones.
	Central defectuosa.	Probar con una central nueva.	Sustituir central.
<b>Luz testigo de intermitencias no funciona.</b>	Lámpara de intermitencias de uno de los pilotos fundida o avería en el circuito.	Verificar circuito como en apartados anteriores.	Reparar averías.
	Lámpara testigo fundida.	Comprobar con batería.	Sustituir lámpara.
	Central de intermitencias defectuosa.	Comprobar con otra nueva.	Sustituir central.
<b>El claxon no funciona.</b>	Pulsador defectuoso.	Comprobar con lámpara de pruebas.	Sustituir pulsador.
	Relé de claxon defectuoso.	Comprobar con lámpara de pruebas.	Sustituir relé.

	Contactos o bobinas del claxon defectuosas.	Verificar con batería y lámpara de pruebas.	Sustituir claxon o reparar avería
	Reglaje defectuoso.	Comprobar girando el tornillo.	Efectuar reglaje.
<b>El claxon funciona a veces.</b>	Reglaje defectuoso.	Comprobar girando el tornillo.	Efectuar reglaje.
	Toma de masa defectuosa.	Comprobar con voltímetro.	Reparar conexión.
	Pulsador defectuoso.	Comprobar caída de tensión en él.	Reparar o sustituir.

## CAPÍTULO III

### 3 DISEÑO DEL MODELO DIDÁCTICO

#### 3.1 Diseño del soporte para instalar las luces

El diseño del modelo didáctico se inicia con la estructura base como se observa en los planos en el ANEXO C. La misma tiene que ser lo más segura para evitar que se caiga por el peso de sus componentes, además tiene que ser de fácil movilidad.

#### 3.2 Materiales

3.2.1 *Estructura.*- Para realizar el soporte se realizó una comparación de dos materiales entre los analizados está el Aluminio (Al) y el Acero (Ac).

##### **Aluminio**

Las ventajas que nos da el aluminio en estructuras son muy favorables en comparación con el acero, por ejemplo el bajo peso, bajo costo, es antioxidante, no requiere pintura por lo que tiene su color propio, etc. Las desventajas es que por las dimensiones de la estructura requerida y el peso que soportara el mismo tiende a moverse fácilmente, por que las uniones entre sus partes no son fijas o soldadas ya que se lo realiza a través de remaches o pernos.

Durante las prácticas de estudio que se realizaran en el modelo didáctico está expuesto a movimiento continuo, por lo que sus uniones se saldrían o se aflojarían, permitiendo que sus componentes estén expuestos a caerse o la misma estructura se desarme.



**Figura 89** Aluminio estructural [20]

### **Acero**

La ventaja del acero en comparación con el Aluminio es que su densidad es superior, tiene mayor estabilidad y las uniones entre las partes se lo realizan a través de soldadura de cualquier tipo, este material soporta mayor peso antes de deformarse y es lo que requerimos para nuestro trabajo, las desventajas es que se oxidan con facilidad, su traslado o movilidad no es fácil debido a que tiene mayor peso, su costo en comparación con el aluminio es superior por los procesos de soldadura que requieren para unir sus partes.



**Figura 90** Estructura rectangular [20]

3.2.2 *Selección de materiales.*- En comparación entre estos dos materiales anteriormente estudiados, el más factible para nuestro trabajo es el acero, por que brinda mejor seguridad y estabilidad. Para el soporte se utilizar acero rectangular que tiene las medidas siguientes 25x50x1.5 mm.

### Tubo rectangular de 25x50x1.5

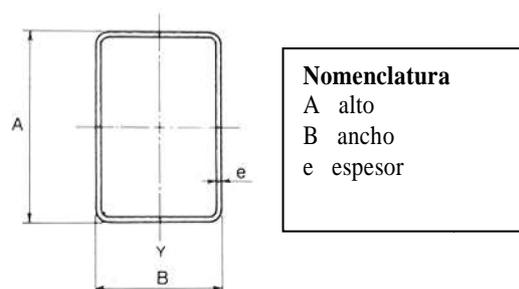
Es la denominación que comúnmente se le da en ingeniería metalúrgica a una aleación de hierro con una cantidad de carbono variable entre el 0,1 y el 2,1% en peso de su composición, aunque normalmente estos valores se encuentran entre el 0,2% y el 0,3%. Si la aleación posee una concentración de carbono mayor al 2,0% se producen fundiciones que, en oposición al acero, son quebradizas y no es posible forjarlas sino que deben ser moldeadas.

Los dos componentes principales del acero se encuentran en abundancia en la naturaleza, lo que favorece su producción a gran escala. Esta variedad y disponibilidad lo hace apto para numerosos usos como la construcción de maquinaria, herramientas, edificios y obras públicas, contribuyendo al desarrollo tecnológico de las sociedades industrializadas. A pesar de ello existen sectores que no utilizan acero (como la construcción aeronáutica), debido a su densidad ( $7.850 \text{ kg/m}^3$  de densidad en comparación a los  $2.700 \text{ kg/m}^3$  del aluminio, por ejemplo).

**Aplicaciones:** Para estructuras, cerramientos, invernaderos, galpones, carrocerías, etc.

**Tabla 9** DIMENSIONES Y NORMAS DEL TUBO RECTANGULAR [21]

Producto	Largo Normal (m)	Recubrimiento	Dimensiones (plg)	Espesores Normal (mm)	Calidad del Acero
Tubo estructural Cuadrado	6	Negro – Galvanizado	20 mm a 100 mm	1.5 a 4	JIS G 3132 SPHT-1 ASTMA 569
Tubo estructural Rectangular	6	Negro – Galvanizado	(20 x 40) mm a (50 x 150) mm	1.5 a 4	JIS G 3132 SPHT-1 ASTMA 569



**Figura 91** Perfil de acero rectangular [21]

## **Tablero DURAPLAC**

Los tableros DURAPLAC, son más confiables y eficientes. Están conformados por capas de partículas o virutas de madera seleccionada. Cada capa está formada por elementos de similar dimensión, por lo que la producción y clasificación de las partículas por su tamaño, es una etapa básica del proceso de fabricación de este producto. El tablero aglomerado cumple las normas internacionales DIN EN-312; ANSI A208.1 (DIN Instituto Alemán de Normalización).

Tablero aglomerado recubierto con papel melamínico, se lo usa en interiores y presenta revestido con papeles melamínicos decorativos, adheridos por medio de un proceso con condiciones controladas de presión, tiempo y temperatura. Se recomienda para ser usado en las superficies de trabajo que requieren resistencia al rayado y abrasión. El recubrimiento melamínico soporta el derrame de líquidos corrientes o alimentos. Su amplia gama de colores permite satisfacer todos los gustos y necesidades de la decoración moderna. Para mayor durabilidad se recomienda sellar los cantos. El tablero utilizado tiene un espesor de 15 mm.

## **Aplicaciones**

Se utiliza en muebles de oficina, cocina, baño, closets y otros usos. Es un producto recomendado para la decoración en general.



**Figura 92** Tableros DURAPLAC [22]

**Ventajas:**

1. Son de calidad superior que cumple los más altos estándares.
2. Contienen menos impurezas por lo que facilitan el corte y reducen el desgaste de las herramientas.
3. Tienen una mejor estructura interna, más homogénea y consistente ya que utiliza mejor madera que la competencia.
4. Tiene formatos manejables y adecuados para modulación por lo que incrementan el aprovechamiento.
5. No se despostillan al cortarse por lo que ahorran tiempo de trabajo y problemas de calidad.
6. Cuidan el ambiente y el futuro de nuestras familias al ser fabricados con madera de bosques reforestados o plantados.
7. Ofrecen una amplia gama de recubrimientos y texturas actualizados con las tendencias.

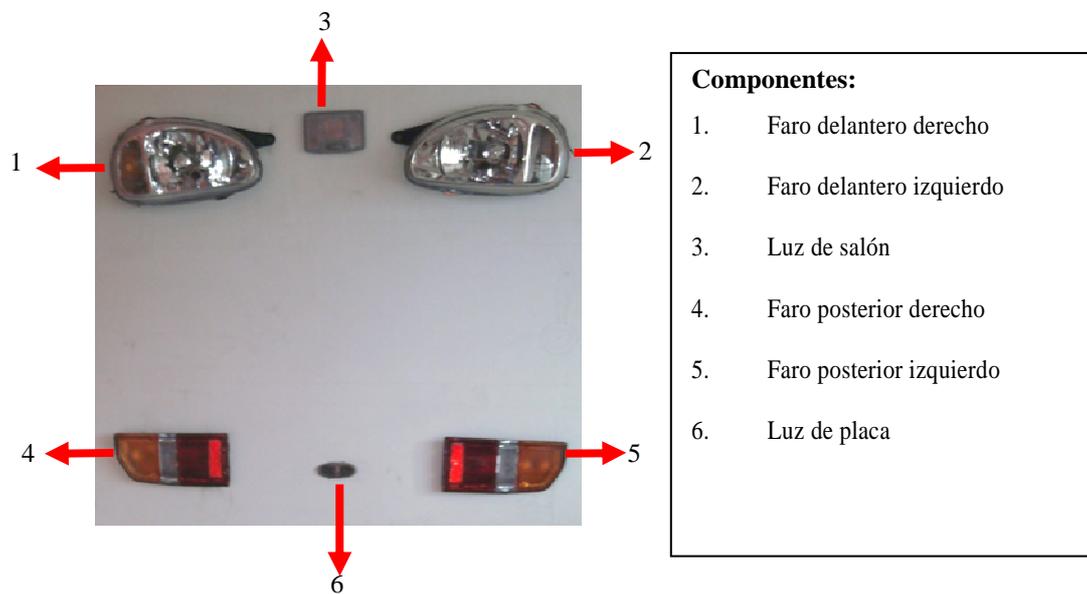
**Características generales**

Es un tablero formado por multicapas de partículas de madera, donde las más gruesas están en el centro y las más finas en las superficies. Se aglutinan con resina y son prensadas en condiciones controladas de presión, tiempo y temperatura.

- Producto fabricado principalmente con madera de pino
- Buena cohesión interna y resistencia homogénea
- Superficie tersa y uniforme
- Buena resistencia a la combustión
- Excelentes propiedades de aislamiento térmico y acústico

3.2.3 *Distribución de las luces del vehículo.*- Para distribuir de las luces en el modelo didáctico se observa en la figura 93, para la correcta ubicación de los mismos se considero las dimensiones de los faros delanteros como posteriores, dejando su correcto espacio entre ellos para colocar los componentes del sistema Can Bus y los puntos de contacto de cada uno de las luces respectivas.

Los faros delanteros derecho como izquierdo constan de las siguientes luces: posición de color blanco, de cruce es de color amarillo, carretera es de color amarillo, luz direccional y luz de estacionamiento de color tomate. La luz de carretera como la de cruce también puede ser de color blanco si utiliza luces de xenón. Los faros posteriores izquierdo y derecho están constituidos por las luces de: posición y retro de color rojo, estacionamiento y direccional de color tomate y de marcha atrás de color blanco.



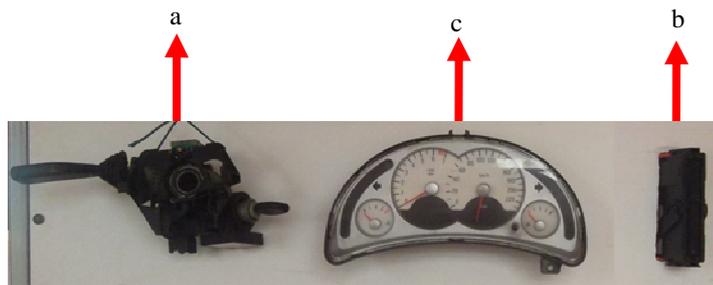
**Figura 93** Distribución de las luces [20]

## CAPÍTULO IV

### 4 IMPLEMENTACIÓN DEL TABLERO DIDÁCTICO PARA LAS LUCES DEL VEHÍCULO

#### 4.1 Distribución de los componentes del sistema Can Bus

La distribución de los componentes del sistema Can Bus se muestra en la figura 94, la misma que se realizó de acuerdo a su funcionamiento, (a) es el encargado de enviar los mensajes negativos o positivos al Módulo de Control de la Carrocería (b), que recibe los mensajes desde (a), los procesa y a través del cable trenzado envía al tablero (c).



**Figura 94** Componentes del sistema Can Bus. [20]

#### Componentes

- a) Palanca de control de luces
- b) Módulo Control de Carrocería (BCM)
- c) Tablero de instrumentos

#### 4.2 Construcción del modelo didáctico

La construcción del modelo didáctico se lo realizó en un taller industrial, en el mismo se construyó la estructura en base a los planos realizados.

## Procedimiento

1. Selección de materiales



2. Medida requeridas



3. Corte de material



4. Unión de materiales (soldadura)



5. Pintura



4.2.1 *Ubicación de componentes en el modelo didáctico para la iluminación.*- Todos los faros, focos que se utilizo en el tablero son originales de la marca Chevrolet, los componentes del sistema Can Bus es específicamente de un auto Corsa Evolution del año 2008.

### Proceso

1. Distribución de elementos



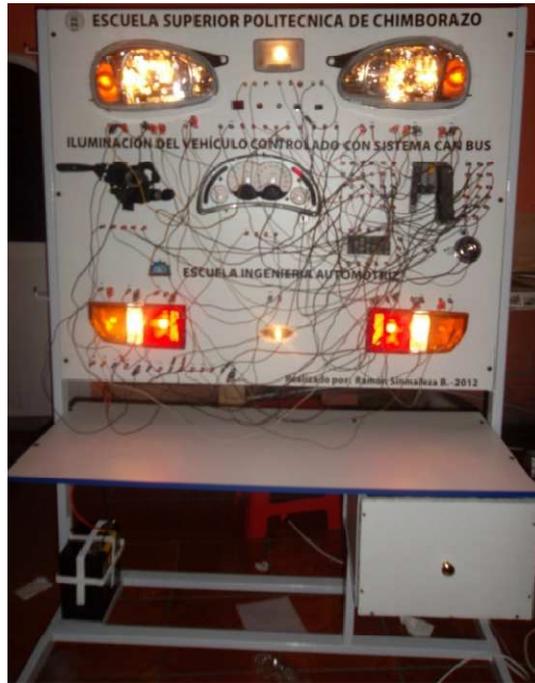
2. Medidas en el tablero



3. Colocación de componentes

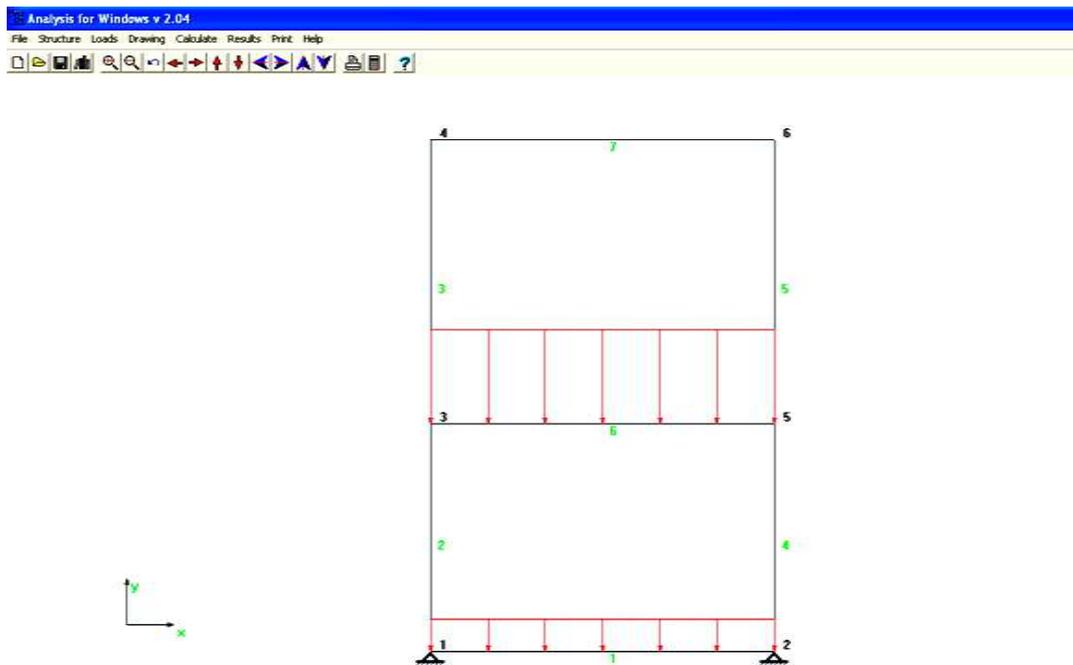


## 4. Modelo terminado



## Análisis de la estructura

El análisis esta realizado en el programa Analysis for Windows v 2.04



**Figura 95** Estructura del modelo didáctico [20]

Resultados

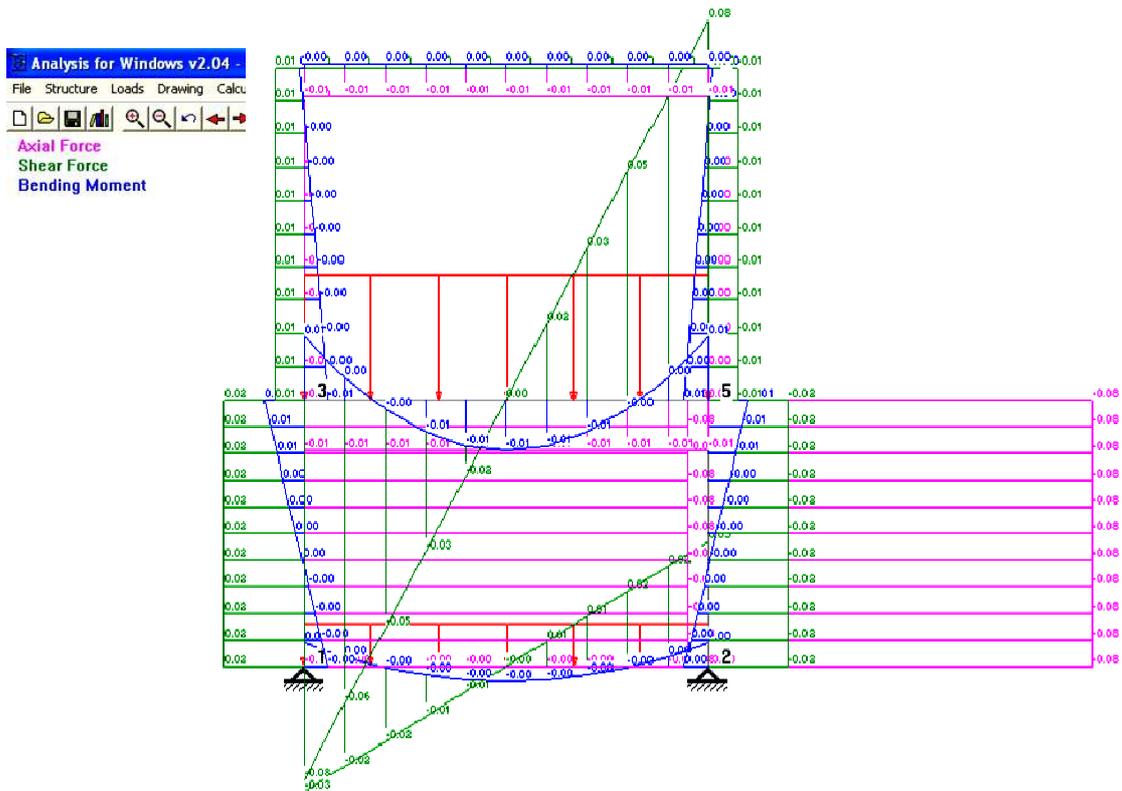


Figura 96 Cálculo de la estructura [20]

Tabla 10 FUERZAS DEL MIEMBRO UNO

[m] Distance	Forces [kN]			Moments [kNm]			Deflection [mm]		Stress [N/mm <sup>2</sup> ] Sres
	N	Ty	Tz	Mx	My	Mz	fy	fz	
0.000	-0.000	-0.026				0.005	0.000		1.589
0.120	-0.000	-0.021				0.002	-0.004		0.827
0.240	-0.000	-0.016				-0.000	-0.009		0.431
0.360	-0.000	-0.011				-0.002	-0.015		0.574
0.480	-0.000	-0.005				-0.003	-0.019		0.785
0.600	-0.000	-0.000				-0.003	-0.021		0.863
0.720	-0.000	0.005				-0.003	-0.019		0.785
0.840	-0.000	0.011				-0.002	-0.015		0.574
0.960	-0.000	0.016				-0.000	-0.009		0.431
1.080	-0.000	0.021				0.002	-0.004		0.827
1.200	-0.000	0.026				0.005	0.000		1.589

Tabla 11 FUERZAS DEL MIEMBRO SIETE

**NTM Forces**

[m] Distance	Forces [kN]			Moments [kNm]			Deflection [mm]		Stress [N/mm <sup>2</sup> ] Sres
	N	Ty	Tz	Mx	My	Mz	fy	fz	
0.000	-0.006	-0.000				0.001	-0.001		0.274
0.120	-0.006	-0.000				0.001	0.003		0.274
0.240	-0.006	-0.000				0.001	0.006		0.274
0.360	-0.006	-0.000				0.001	0.008		0.274
0.480	-0.006	-0.000				0.001	0.010		0.274
0.600	-0.006	-0.000				0.001	0.010		0.274
0.720	-0.006	-0.000				0.001	0.010		0.274
0.840	-0.006	-0.000				0.001	0.008		0.274
0.960	-0.006	-0.000				0.001	0.006		0.274
1.080	-0.006	-0.000				0.001	0.003		0.274
1.200	-0.006	-0.000				0.001	-0.001		0.274

Member nr.   Select the members to be drawn.  All members

Number of divisions:

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7

**Detailed Design**

Member	Begin	End	Section	Material	Hinge	Angle	Leng[m]	Keep Section	
1	1	2	RHS40.40.2	FE310	0	0	1.20		

Plastic Design Proposal: RHS30.30.2

	Forces [kN]			Moments [kNm]			Distance [mm]	
	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	by	bz
Maximum allowed	58.800	16.974	0.000	0.000	0.867	0.968	6.000	6.000
Actual maximum	0.000	-0.026	0.000	0.000	0.000	0.005	-0.021	0.000

Member: 1 Cross-section: RHS40.40.2 Plastic Design

- 0.000 < 58.800 [kN] => Compression resistance: based on: gross cross-sectional area acceptable
- 0.005 < 0.868 [kNm] => Bending moment resistance major axis: based on full plastic section modulus: acceptable
- 19.000 < 65.000 => Shear Buckling does not need to be considered
- 0.026 < 16.974 [kN] => Plastic shear resistance major axis: acceptable

Applied shear force < 0.5 plastic shear resistance of the cross-section: no reduced moment resistance

- 0.000 < 14.700 [kN] => no reduction for axial force in the major plastic moment resistance necessary
- 0.000 < 14.400 [kN] => no reduction for axial force in the major plastic moment resistance necessary

58015.834 > 200 => Major axis deflection: acceptable  
 999.000 > 200 => Minor axis deflection: acceptable

Global result: RHS40.40.2 is acceptable

Figura 97 Aceptación de la estructura

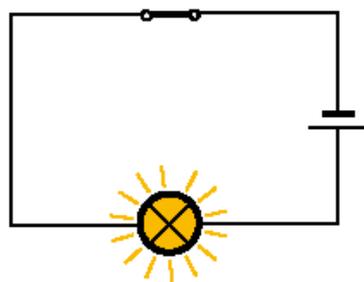
4.2.2 *Funcionamiento del sistema Can Bus.*- La transmisión de datos a través del Can Bus funciona de un modo parecido al de una conferencia telefónica. Un abonado (unidad de control) modula sus datos, introduciéndolos en la red, mientras que los demás escuchan estos datos. Para ciertos abonados resultan interesantes estos datos, en virtud de lo cual los utilizan. A otros abonados pueden no interesarles esos datos específicos. El protocolo de datos consta de varios bits enlazados. Cada bit puede adoptar cada vez un solo estado o bien los valores “0” ó “1”.

**Ejemplo que explica la forma como se genera un estado operativo con los valores “0” ó “1”**

**El interruptor de la luz.-** Sirve para encender o apagar la luz. Eso significa, que puede adoptar dos diferentes estados operativos.

**Estado del interruptor de luz con el valor “1”**

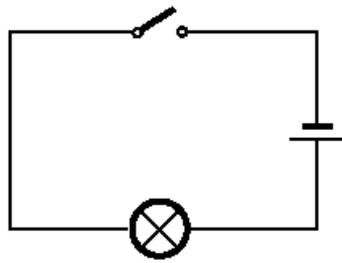
- Contactos cerrados
- Lámpara encendida



**Figura 98** Luz encendida [20]

**Estado del interruptor de luz con el valor “0”**

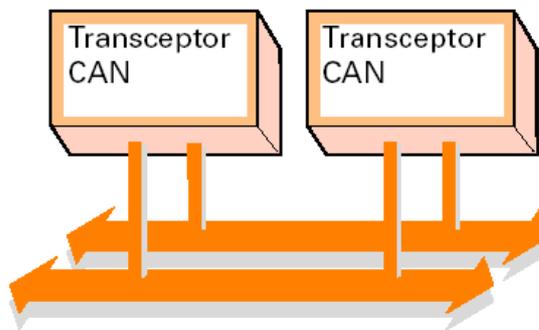
- Contactos abiertos
- Lámpara apagada



**Figura 99** Luz apagada [20]

En el caso del Can Bus de datos, esto funciona básicamente de la misma forma.

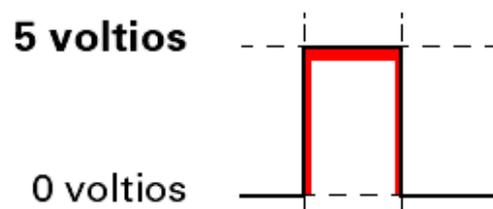
**El transceptor.** También puede generar dos diferentes estados operativos de un bit.



**Figura 100** Transceptor Can [18]

### Estado del bit con el valor "1"

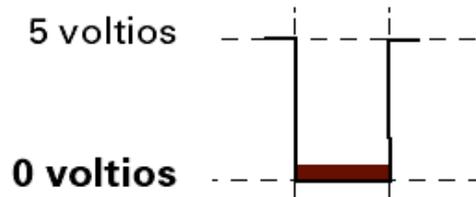
- Transceptor abierto; conecta 5 voltios en el área de confort (área de tracción aprox. 2,5 voltios).
- Tensión en el cable del Bus de datos: aprox. 5 voltios en el área de confort (aprox. 2,5 voltios en el área de la tracción)



**Figura 101** Bit con el valor "1" [13]

### Estado del bit con el valor “0”

- Transceptor cerrado; conecta a masa
- Tensión en el cable del Bus de datos: aprox. 0 voltios



**Figura 102** Bit con el valor “0” [14]

En la tabla 12 se aprecia la forma en que se puede transmitir información por medio de dos bits enlazados.

### Con dos bits se obtienen cuatro diferentes variantes.

A cada variante se le puede asignar una información específica, con carácter formal para todas las unidades de control.

### Explicación

Si se transmite el primer bit con 0 voltios y el segundo también con 0 voltios, la información en la tabla significa “El foco se encuentra encendido” o bien “La temperatura del líquido refrigerante es de 10 °C”.

**Tabla 12** VARIANTES EN CAN BUS CON DOS BIT

Posible variante	Segundo bit	Primer bit	Representación gráfica	Información Estado del foco	Información Temperatura líquido refrigerante
Uno	0 Voltios	0 Voltios		Encendido	10°C
Dos	0 Voltios	5 Voltios		Apagado	20°C

La tabla 13 se muestra la forma como aumenta la cantidad de información con cada bit adicional.

**Tabla 13** CANTIDAD DE INFORMACIÓN CON DOS BIT

Variantes con 1 bit	Posible información	Variantes con 2 bits	Posible información	Variantes con 3 bits	Posible información
0 V	10 °C	0 V, 0 V	10 °C	0 V, 0 V, 0 V	10 °C
5 V	20 °C	0 V, 5 V	20 °C	0 V, 0 V, 5 V	20 °C
		5 V, 0 V	30 °C	0 V, 5 V, 0 V	30 °C
		5 V, 5 V	40 °C	0 V, 5 V, 5 V	40 °C
				5 V, 0 V, 0 V	50 °C
				5 V, 0 V, 5 V	60 °C
				5 V, 5 V, 0 V	70 °C
				5 V, 5 V, 5 V	80 °C

Cuanto mayor es el número de bits enlazados, tanta más información pueden transmitir. Con cada bit adicional duplica la cantidad de la posible información. El Can-Bus de datos es un bus puesto por dos cables, con una frecuencia de trabajo de 100 kBit/s para el Confort.



**Figura 103** Pareja de cables retorcidos, líneas Can-High y Can-Low [18]

A través de estos dos cables se efectúa el intercambio de datos entre las unidades de control. Estos datos son por ejemplo los de régimen del motor, nivel de combustible en depósito y velocidad de marcha.

4.2.3 *Conexiones.*- Los conductores se designan por su sección normal en milímetros cuadrados. Los cables normalizados más empleados en electricidad del automóvil, según normas UNE son: 0,5 - 0,75 - 1 - 1,5 - 2,5 - 4 - 6 - 10 - 16 - 25 - 35 mm<sup>2</sup> de sección. Como norma general para el cobre suelen soportar unos 8A por milímetro cuadrado.

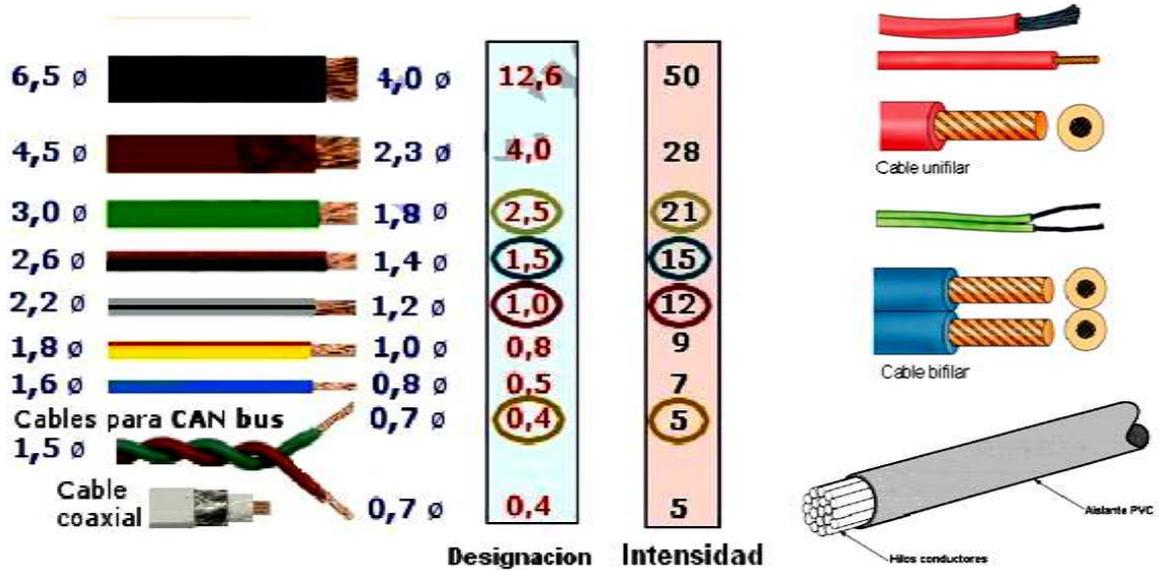


Figura 104 Cables normalizados por la UNE [23]

### Códigos de colores

Tabla 14 CÓDIGO DE COLORES PARA CABLES AUTOMOTRICES

CÓDIGO	COLOR	CÓDIGO	COLOR
BL	AZUL	P	PURPURA
N	NATURAL	VG	VERDE OSCURO
BK	NEGRO	R	ROJO
O	ANARANJADO	GN	VERDE
BR	MARRÓN	T	CAFÉ
PK	ROSA	GY	GRIS
DB	AZUL OSCURO	W	BLANCO
LB	AZUL CLARO	Y	AMARILLO
LG	VERDE CLARO		

Los códigos de colores son normalmente abreviaturas de 1 ó 2 letras. Para representar un cable de 2 colores será con 2 abreviaturas separadas por una diagonal, la primera es el color básico y la segunda es el color de la raya o de los puntos.

Conforme aumenta el diámetro del cable, también aumenta su capacidad de conducción de corriente. El número de calibre representa el diámetro del cable, entre más grande sea el número menor es el diámetro del cable.



**Figura 105** Cables automotrices [23]

El sistema Can Bus tiene sus dos cables número 16, los mismos que están trenzados y es de color verde y amarillo. Las especificaciones técnicas de los cables utilizados se pueden ver en el **ANEXO D**.

### **4.3 Cuidados y mantenimiento de componentes del modelo didáctico**

#### **Mantenimiento en el sistema de luces**

- Compruebe el funcionamiento de sus luces - faros, posición, intermitentes y frenos periódicamente.
- Un mal estado del sistema de alumbrado genera una mala visibilidad de la calzada en la oscuridad, incrementa la fatiga visual del conductor y la dificultad de otros conductores para ver su vehículo y sus maniobras.
- Aunque todas las luces funcionen correctamente, cambie las lámparas cada 50.000 kilómetros o cada dos años, siempre por parejas, aunque su duración depende de sus características.

- Por desperfectos o roturas externas de las pantallas protectoras se pueden producir condensaciones en el interior del faro y se corre el riesgo de que se funda alguna bombilla.
- Instale lámparas originales. El bajo coste en muchos casos viene acompañado de menor vida útil y menor potencia lumínica.
- Bajo ningún motivo coloque lámparas xenón en faros de lámparas halógenas, porque el faro debe estar preparado para ello.
- Otro aspecto importante es su correcta regulación. Una luz muy alta puede deslumbrar a otros conductores y, en cualquier caso, es peligroso porque le hará perder visibilidad. Lo mismo ocurre si están excesivamente bajas.
- Un mal reglaje puede deberse a golpes, al mal estado de los amortiguadores o a que viaja con su vehículo muy cargado. Hoy, la mayoría de los coches disponen de reguladores para corregir la altura de los faros.
- No se olvide de la limpieza y del buen estado de la pantalla protectora. Si los faros o los pilotos están sucios, se reduce la distancia de alumbrado y aquella desde la cual es visto. Una simple capa de polvo en la superficie de los faros puede reducir su eficacia hasta en un 10% y la solución es sencilla como pasar un paño húmedo.

### **Fusible**

1. *Descúbrelos.* Retira la tapa de plástico que oculta los fusibles. Suele ir encajada a presión.
2. *Según el sistema que falle.* Tendrás que cambiar un fusible u otro. El libro de usuario del vehículo le indicara con que fusible funciona el sistema.
3. *Retíralo.* Tira del fusible utilizando las pinzas especiales que encontrarás en la tapa de plástico del paso 1.
4. *Reemplázalo.* Introduce el fusible nuevo en el hueco del viejo y vuelve a colocar la tapa de plástico.



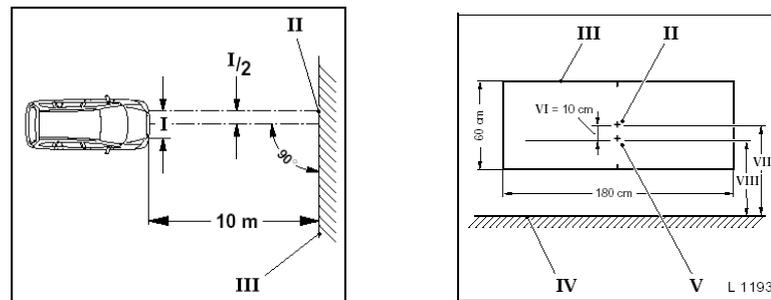
**Figura 106** Procedimiento para cambiar un fusible [20]

A los fusibles se los debe sacar con frecuencia y limpiar sus puntas con un líquido especial, debido que las mismas pueden sulfatarse y tendrá un mal contacto.

### Faros

- Limpia la superficie del faro, una capa de polvo empeora la potencia lumínica hasta en un 10%
- En el alojamiento o en el retenedor del faro está señalada una referencia del 1,0 % para la regulación de la luz baja.
- La regulación correcta de los faros del vehículo debe suministrar un alumbrado perfecto de la carretera cuando fuese utilizada luz baja, presentando una ofuscación mínima con respecto a los vehículos que estén transitando en el carril opuesto. De esta manera, la inclinación del foco del faro con respecto al nivel del carril y el ángulo del foco con respecto al plano vertical-longitudinal que pasa por la parte central del vehículo debe estar según las especificaciones del fabricante.
- La ofuscación (luz baja) se considera eliminada cuando la intensidad de alumbrado, a una distancia de 25 m de cada faro separadamente en el plano perpendicular a la carretera y a la altura del faro y más allá, no fuese superior a 1 lux. Esta condición es generalmente atendida si la regulación del faro fuese efectuada según las especificaciones descritas por el fabricante.

- El valor del 1.0 % corresponde a la medida de instalación del faro, basado en la inclinación de la luz alta. De esta manera, la inclinación a una distancia de 10 m del faro del vehículo es de 10 cm. La línea del límite claro/oscuro sirve como indicación para la inclinación de la luz baja del faro.



**Figura 107** Forma de regular faros [24]

#### Detalle de símbolos:

I. Distancia horizontal entre los puntos centrales de los faros

II. Marcación central

III. Superficie de prueba

IV. Superficie de la carretera

V. Punto de ruptura

VI. Medida de instalación en cm;  $VI = VII - VIII$  (medida de instalación, faro 1.0 %,  $VI = 10$  cm, faro antiniebla 2 %,  $VI = 20$  cm)

VII. Altura desde el centro del faro sobre la superficie de la carretera

VIII. Altura desde la línea de límite claro/oscuro de la luz baja arriba del nivel del piso

- Cuando utilice el aparato de regulación del faro, asegúrese de que la superficie de la carretera y la superficie en la que se va a efectuar la regulación estén planas y paralelas.

- Los neumáticos del vehículo se deben llenar según la presión especificada. Lentes y espejos del faro que presenten irregularidades, y también bombillas oscurecidas se deben reemplazar antes del procedimiento de regulación.
- La regulación es efectuada con el vehículo con el peso en orden de marcha más una persona ó 75 kg en el asiento del conductor. (Peso en orden de marcha = peso del vehículo totalmente llenado (tanque de combustible) más el peso de todos los equipamientos utilizados durante la operación, por ejemplo, rueda de repuesto, herramientas, gato, botiquín de urgencia, triángulo de emergencia, etc.).
- El interruptor de control de los faros debe estar ajustado en la posición "0" (posición para regulación básica del faro).
- La intersección entre las partes horizontal y la subida del límite claro/oscurο (punto de ruptura) debe estar perpendicular con respecto a la marca central.
- Para que el punto de intersección fuese más fácilmente determinado, se pueden alternadamente cubrir y descubrir las mitades del faro.

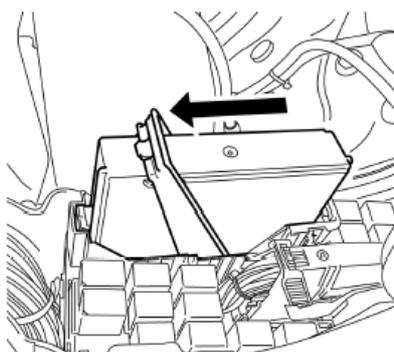
### **Cuidados en el sistema Can Bus**

1. Conservarse en ambientes secos libres de polvos y emanaciones.
2. En trabajos en los cuales exista riesgo de cortocircuito eléctrico, el cable masa se deberá desconectar de la batería.
3. Los conectores de mazos de conductores eléctricos jamás se deberán desconectar o instalar en dispositivos de mando u otros componentes electrónicos estando conectado el encendido, para evitar daños a los dispositivos de mando.
4. Después de la conclusión de los trabajos de reparación o las prácticas se deberá observar la correcta situación de los conectores de los mazos de conductores eléctricos, de las conexiones de la batería y la existencia de buenos contactos a masa. Las conexiones eléctricas deficientes provocan fallos de funcionamiento.

5. La red Can es un sistema cerrado y no deberá ser violado (abierto) para la instalación de accesorios.
6. La reparación de los mazos de conductores eléctricos se deberá ejecutar por personal debidamente instruido.
7. El mazo de conductores eléctricos de la red Can es siempre trenzado e identificado por los colores verde y blanco. Existen procedimientos adecuados para manipulación de este mazo de conductores eléctricos. No se permite la conexión de ningún aparato o accesorio en este mazo de conductores eléctricos.
8. En la red Can no se permite el uso de puntas de prueba o lámparas de test en los circuitos, debiendo utilizarse únicamente el Tech 2.

### **Módulo de control de la carrocería (BCM)**

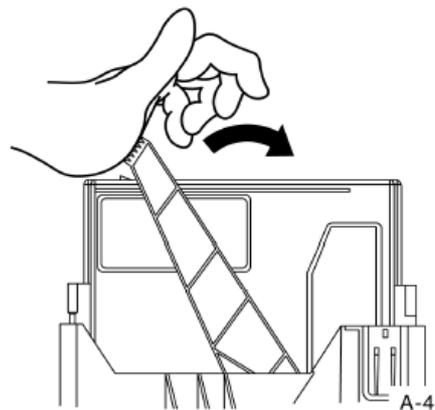
**Desconecte:** Módulo de control de la carrocería, destrabando la lengüeta y desplazando la palanca de fijación del módulo desde la parte superior hacia la inferior (flecha).



**Figura 108** Desconectar BCM [24]

### **Instale o Conecte**

Módulo de control de la carrocería, presionándolo firmemente hacia abajo (flechas) y simultáneamente, desplazando la palanca de fijación del módulo desde la parte delantera hacia la posterior (flecha), hasta que la lengüeta esté trabada.

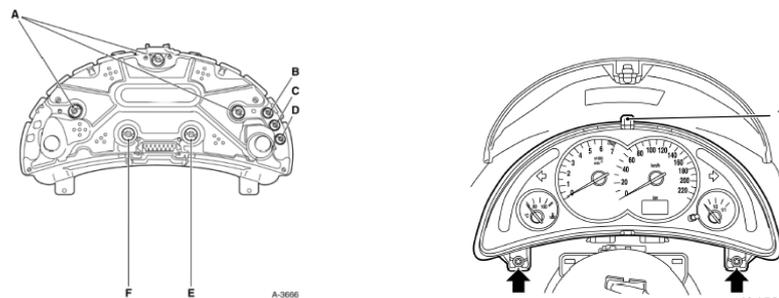


**Figura 109** Conectar BCM [24]

### Luces indicadoras del tablero de instrumentos

#### Desconecte

1. Tablero de instrumentos.
2. Luces indicadoras del tablero.
- A. Alumbrado de los instrumentos.
- B. Testigo del faro antiniebla.
- C. Testigo de regulación del faro.
- D. Testigo del cinturón de seguridad.
- E. Alumbrado del cuadrante digital de marchas.
- F. Alumbrado del odómetro total y parcial.

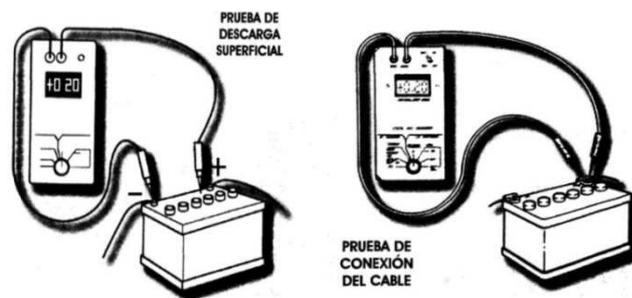


**Figura 110** Tablero de instrumentos [24]

### Sistema de alimentación

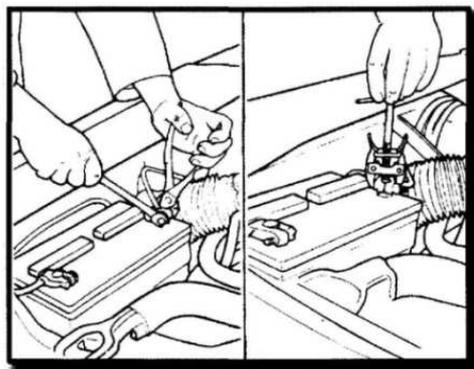
Para el funcionamiento del sistema se realiza con un acumulador de corriente continua el la marca **MAC ANEXO E**.

- Puede comprobar si existen fugas eléctricas tocando con las puntas de un voltímetro la cubierta de la batería, en caso que el voltímetro indique cualquier voltaje, es necesario lavar y secar la batería, para detener la pérdida de electricidad a través de la cubierta.
- El ácido de la batería es extremadamente corrosivo, por lo tanto evite contacto con la piel, ojos y ropa. En caso de accidente que el ácido entrara en los ojos, enjuáguelos con agua y consulte el oftalmólogo. Si tiene contacto con la piel, lávela completamente con agua, algo de bicarbonato con el agua de lavado neutralizará la acción del ácido.



**Figura 111** Prueba de la batería [13]

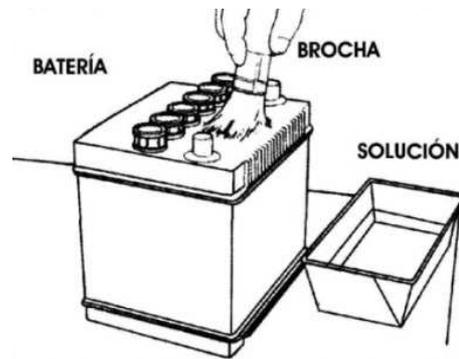
- Al desconectar la batería primero desconectar el borne negativo posteriormente positivo y al momento de conectar realizarlo inversamente a la forma de desconectar.



**Figura 112** Retiro de la abrazadera del cable de la batería [13]

- Para que funcione eficientemente la batería debe ser lo suficientemente grande y estar cargada.

- El electrolito debe cubrir las placas de cada celda, y el cable y conectores deberán estar limpios. Compruebe el nivel del electrolito en la batería, en el caso que el nivel sea bajo, añada agua hasta llegar al nivel correcto, es recomendable utilizar agua destilada en el servicio de la batería.
- Para verificar una mala conexión entre el cable y el borne, utilice un voltímetro digital, para medir la caída de voltaje entre el borne y el cable. Conecte la terminal negativa en el extremo del cable, arranque el motor mientras toca la terminal positiva al borne de la batería. Si la caída de voltaje excede 0.5 voltios, limpie y apriete la conexión del cable.



**Figura 113** Limpieza de bornes [13]

- Para limpiar la batería y sus bornes utilice una solución de agua y bicarbonato para limpiar la batería, el soporte y los cables. Utilice una brocha suave con la solución, un cepillo de alambre para eliminar cualquier corrosión y limpiar las terminales laterales. Después de la limpieza aplique una capa delgada de grasa a las terminales, luego instálelas y apriete lo necesario para hacer una buena conexión (la grasa evita la corrosión).

### **Calculo de descarga de la batería**

### **Calculo de descarga de la batería**

## Notaciones

P = Potencia eléctrica [W]

$$P = V * I [W]$$

V = Voltaje [V]

I = Intensidad [A]

Q = Capacidad de la batería [Ah]

$$Q = I * t [Ah]$$

t = Duración de conexión en horas [h]

## Datos

La capacidad de la batería es de 60Ah.

Voltaje de la batería 12.6 V

Luz de cruce tiene una potencia de 55 W

Luz de carretera potencia 60 W

Los demás focos tienen una potencia de 5 W

## Procedimiento

### Luces de cruce

$$P = V * I$$

Intensidad para un foco pero multiplicar por 2 focos

$$I = \frac{P}{V} [A]$$

que tiene el circuito eléctrico consume.

$$I = \frac{55 W}{12.6 V} = \mathbf{4.36A}$$

$$I = 4.36 * 2 = \mathbf{8.73A}$$

Descarga de la batería

$$Q = I * t [Ah]$$

$$t = \frac{Q}{I} [h]$$

$$t = \frac{60 Ah}{8.73A} = \mathbf{6.87h}$$

Aproximadamente 6 horas con 46 minutos.

### Luces de carretera

$$I = \frac{P}{V} [A]$$

Por dos focos tenemos:

$$I = \frac{60W}{12.6V} = 4.76A$$

$$I = 4.76 * 2 = 9.52A$$

Descarga batería

$$t = \frac{Q}{I} [h]$$

$$t = \frac{60Ah}{9.52A} = 6.30h$$

Aproximadamente 6 horas con 18 minutos

**Luces de freno, retro, estacionamiento, direccionales, salón y posición.**

$$I = \frac{P}{V} [A]$$

$$I = \frac{5W}{12.6V} = 0.40A \quad c/u$$

Este valor multiplicar por la cantidad de focos que tiene cada diagrama eléctrico del modelo didáctico:

**Frenos dos focos:**

Descarga de la batería

$$I = 0.40A * 2$$

$$t = \frac{Q}{I} [h]$$

$$I = 0.80A$$

$$t = \frac{60Ah}{0.80A} = 75h$$

**Estacionamiento 4 focos.**

Descarga de la batería.

$$I = 0.40A * 4$$

$$t = \frac{Q}{I} [h]$$

$$I = 1.60A$$

$$t = \frac{60Ah}{1.60A} = 37.5h$$

Aproximadamente 37 horas con 30 minutos.

**Posición**

Descarga de la batería

$$I = 0.40A * 5$$

$$t = \frac{Q}{I} [h]$$

$$I = 2A$$

$$t = \frac{60Ah}{2A} = 30h$$

Las luces de retro y las direccionales tienen dos focos respectivamente y consumen la misma cantidad de energía que las luces de freno.

**Salón**

Descarga de la batería

$$I = 0.40A * 1$$

$$t = \frac{Q}{I} [h]$$

$$I = \mathbf{0.40A}$$

$$t = \frac{60Ah}{0.40A} = \mathbf{150h}$$

Al encender todas las luces por igual la batería tendrá una duración de 2 horas con 26 minutos.

$$I_{Total} = I_{cruce} + I_{carretera} + I_{freno} + I_{estacionamiento} + I_{posición} + I_{retro} + I_{direccionales} \\ + I_{salón}$$

$$I_{Total} = 8.73A + 9.52A + 0.80A + 1.60A + 2A + 0.80A + 0.80A + 0.40A$$

$$I_{Total} = \mathbf{24.65A}$$

Descarga de la batería.

$$t = \frac{60Ah}{24.65}$$

$$t = \mathbf{2.43}$$

**Tabla 15** VOLTAJE A CIRCUITO ABIERTO Y PORCENTAJE DE CARGA

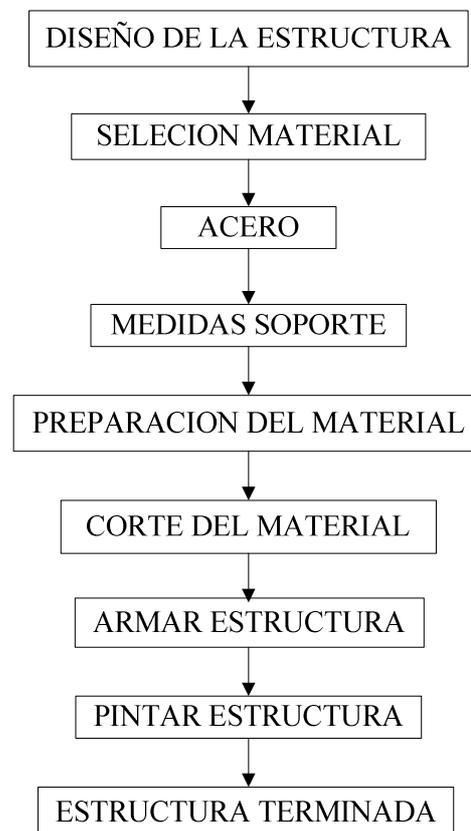
VOLTIOS CON CIRCUITO	PORCENTAJE DE CARGA
11.7 o menos	0
12.0	25
12.2	50
12.4	75
12.6 o más	100

**Tabla 16** TIEMPO DE CARGA PARA LA BATERÍA

Estado de carga	Densidad relativa	Tiempo de carga
Con carga completa	1.250	
80% de carga	1.220	50 min.
60% de carga	1.190	70 min.
40% de carga	1.160	90 min.
20% de carga	1.130	12 h.

#### 4.4 Flujograma de construcción y montaje

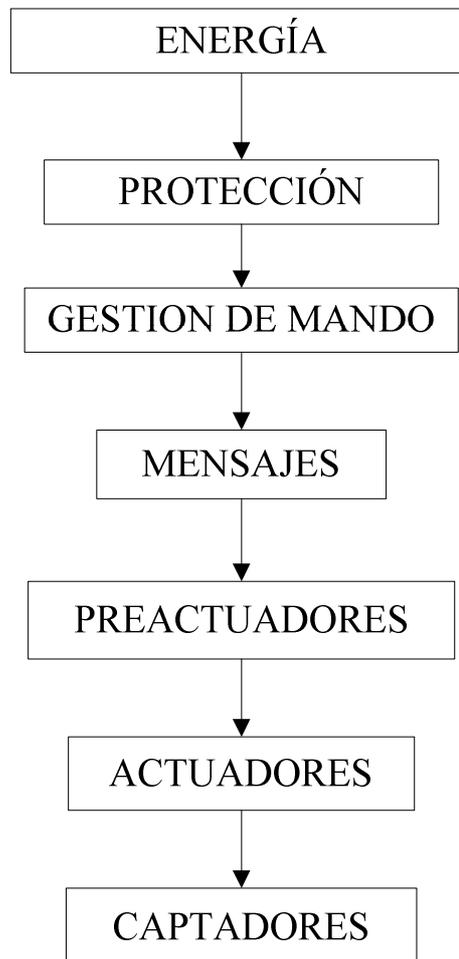
##### Armado de la estructura



##### Constitución general del sistema eléctrico

La energía para encender las luces del modelo didáctico es suministrada por la batería, para proteger los circuitos eléctricos esta los fusibles, para la gestión de mando se lo realiza mediante la central electrónica que es la BCM (Módulo Control de la Carrocería), el control

de los mensajes positivos como negativos se lo realiza mediante conmutadores, los preactuadores son los relés, los actuadores son los focos o halógenos del modelo didáctico, el captador es el tablero de instrumentos.



#### 4.5 Costos

Se observa los aspectos económicos relacionas con este proyecto. Se adjunta un presupuesto sobre el coste de realización y materiales de la instalación propuesta. Para en ello, en la Tabla 17 se puede observar un inventario de material y componentes que forman la instalación del sistema de iluminación controlado con Can Bus.

**Tabla 17 PRESUPUESTO DEL MODELO**

<b>PRESUPUESTO DEL MODELO DIDÁCTICO PARA LA INSTALACIÓN DE LUCES CONTROLADO CON CAN BUS</b>				
<b>COMPONENTE</b>	<b>MODELO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>PRECIO UNITARIO (\$)</b>	<b>VALOR TOTAL (\$)</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>ESTRUCTURA</b>				
Tubo recto. 25*50*1.5		2	15,20	30,40
Ángulo		1	9,00	9,00
Electrodos	6011	1 lb	3,30	2,00
Ruedas	Metálicas	4	1,00	4
Tablero	Duraplac	1	64,00	64
Pintura	Automotriz	1/4 litro	25,00	18,00
Fondo color aluminio	Pintulac	1/2 litro	15,00	8,00
Tiñer	Original	1 litro	10,00	7,00
Construcción		1	100,00	100,00
<b>TABLERO</b>				
Batería	Mac Pauer	1	95,00	95,00
Par de bornes	Finos	2	3,00	6,00
Pernos, rodela y tuerca	Forma coco	20	0,25	5,00
Faros delanteros	CH Corsa Wind	2	55,00	110,00
Faros posteriores	CH Vitara	2	25,00	50,00
Luz de placa	CH Corsa Wind	1	10	10,00
Luz de salón	CH LUV Dimax	1	15,00	15,00
Pito		1	20,00	20,00
Halógenos	H4	2	9,00	18,00
Bombillos	1 punto	2	0,5	1,00
Bombillos	Uña	2	0,75	1,50
Relé	Especiales	10	15,00	150,00
Fusibles	Mini	20	0,20	4,00
Plus banana	Hembra	70	0,30	21,00
Plus banana	Macho	50	0,30	15,00
<b>Sistema CAN BUS</b>				
CH Corsa Evolution	2008	1	1600,00	1600,00
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				
Impresiones, copias.	A4			106,10
Transporte				150,00
Suministros				300,00
			<b>TOTAL</b>	<b>2920,00</b>

## CAPÍTULO V

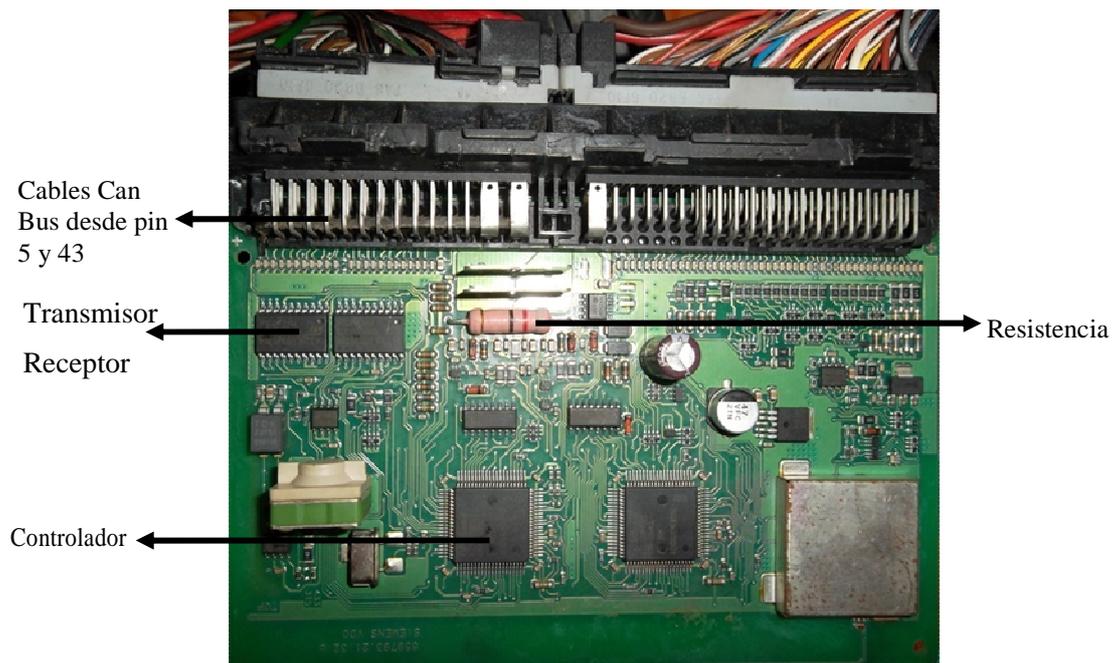
### 5. MANUAL DE OPERACIÓN DEL MODELO DIDÁCTICO DE LUCES CONTROLADO CON CAN BUS

#### 5.1 Instrucciones

El funcionamiento del modelo didáctico se basa en los mensajes que llegan al Módulo de Control de Carrocería (BCM), las señales están controladas por contactos o interruptores y también por pulsadores, todos estos envían señales al Módulo de Control de la Carrocería, en el mismo se encuentra el controlador Can que se encarga de la comunicación entre el microprocesador de la unidad de control y el transmisor receptor y la información salen por los cables trenzados al tablero para cumplir la función requerida.

Los cables trenzados sirven para ingresar o salida de la información a los diferentes componentes del sistema Can Bus. Cuando se desconecta el interruptor o se vuelve a presionar el pulsador se corta la corriente, la señal no puede quedarse en los cables trenzados y es consumida con el elemento terminador del sistema Can Bus.

En la figura 114 se observa los componentes utilizados para el funcionamiento de las luces en el modelo didáctico, esta tarjeta electrónica tiene varios componentes que no se utilizan para el alumbrado del vehículo, estos se comunican con la ECU del motor para funcionar correctamente. Es de bienestar saber que el manejo de un sistema Can Bus es importante en la actualidad, debido que es la última tecnología en automoción, la manipulación correcta de sus componentes es fundamental, este manual explicará la manipulación correcta del sistema para el encendido de las luces.



**Figura 114** Tarjeta del Módulo de Control de Carrocería [20]

La conexión eléctrica se realiza con cables didácticos de varias secciones y diámetro como lo especifica la norma AWG, todos y cada uno de los componentes que están en el tablero tienen conectados plug para facilitar la instalación. A continuación detallaremos las conexiones de cada circuito del sistema de luces que constituye el modelo didáctico. Las conexiones de los diferentes componentes del modelo didáctico hasta los plug los podemos identificar fácilmente por los colores normalizados de cables.

Los cables que están representados bajo norma de colores solo son los que salen desde los componentes hasta los plug en el tablero, para realizar la instalación entre los diferentes componentes se utilizan los cables didácticos que están hechos para cumplir el objetivo que es de cerrar los circuitos para encender las luces requeridas. Las letras que están sobre o debajo de los plug son de los colores del conductor. Identificar bien el color cuando se desconecte uno de los mismos.

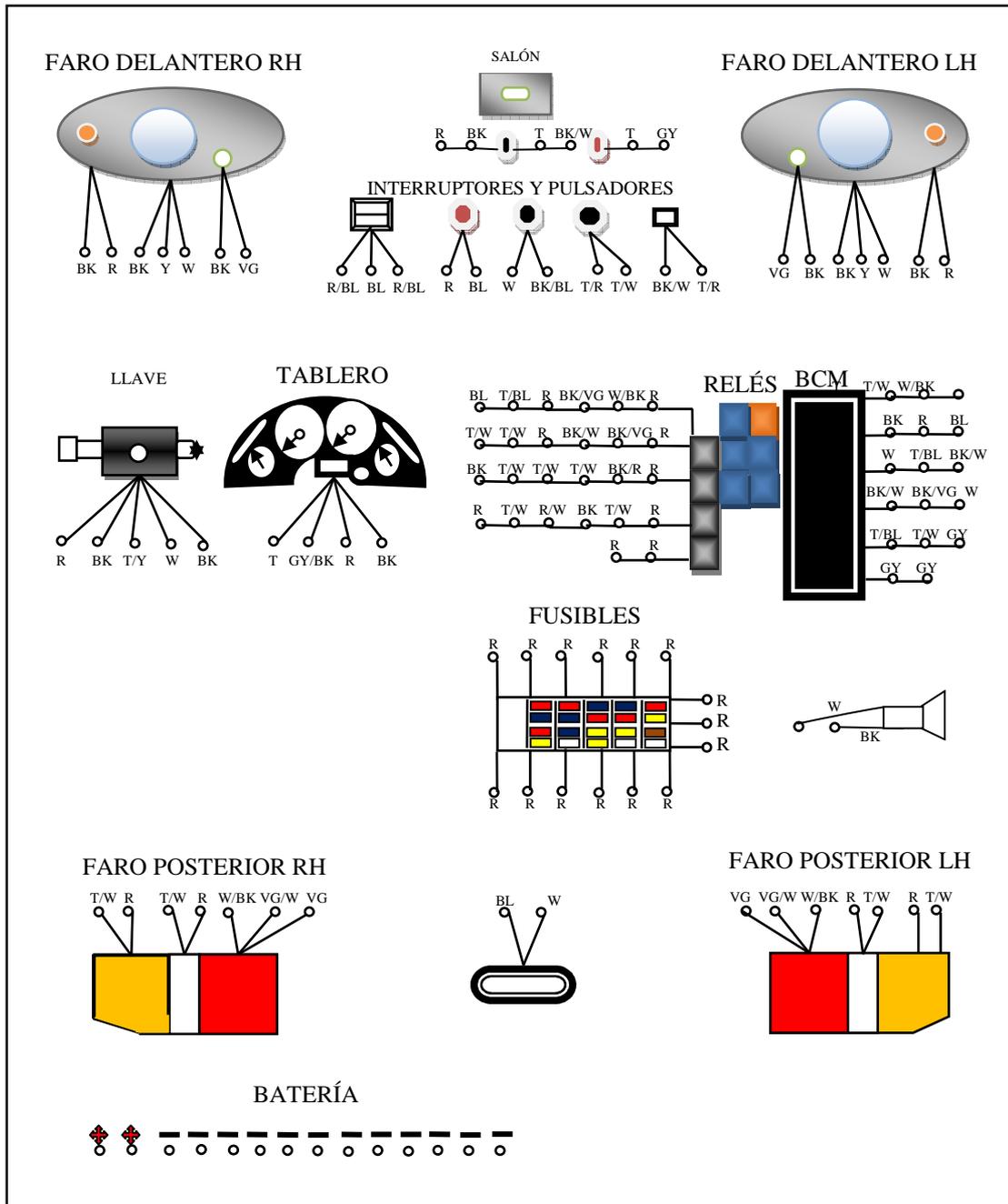


Figura 115 Identificación de los colores de los conductores [20]

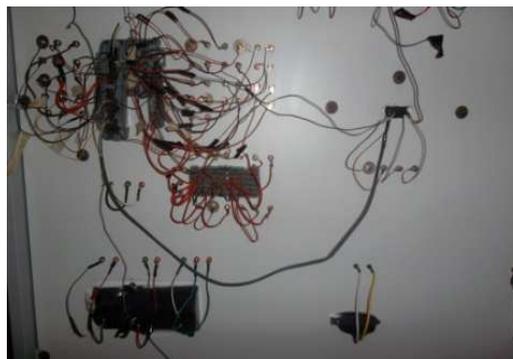
## 5.2 Circuito principal

Para la fácil instalación entre los componentes del modelo se utilizara letras y números. Para colocar las letras que permiten la conexión entre los componentes del modelo didáctico se elimino el código de los cables y los nombres de los componentes.

Los cables trenzados ya están conectados para evitar errores en la instalación, pero si observaremos en la parte posterior del modelo didáctico salen desde el Módulo de Control de la Carrocería desde el pin 5 y el 43 figura 116 (a) de color verde claro y blanco hasta llegar al tablero de instrumentos figura 116 (b).



a) Cables Can Bus



b) Cables hasta el tablero

**Figura 116** Conexión del cable Can Bus [20]

Las letras A y H son de la llave. Al conectar A con A y H con H y se coloca la llave en posición de ACC envía la corriente al terminal 85 del relé que esta representado con la letra H. Para activar los fusibles debemos conectar B con B, es importante comprender que todos los fusibles de la misma línea se activan porque están conectados en paralelo.

El relé necesita corriente positiva para tener esta se conecta G con G, terminada esta conexión y la llave este en posición de ACC tendrá una corriente con switch, I con I, la misma que llega a otra fila de fusibles para diferente aplicaciones.

El tablero de instrumento para realizar la comunicación Can Bus necesita ser activado, se conecta C con C que son negativo, al conectar D con D colocamos una corriente directa y finalmente al conectar E con E ubicamos una corriente con switch.

Para activar la BCM se conectara de la siguiente manera, K con K que es negativo del Módulo de Control de la Carrocería (BCM), J con J es negativo de la bobina del relé que es controlado por la BCM, M con M es la corriente directa que necesita el Módulo de Control de la Carrocería para activar los componentes del sistema Can Bus.

Las conexiones del relé como de Módulo de Control de la Carrocería se observa en la figura 117, las misma que solo llegan hasta los plus para que el profesor y los estudiantes realicen las posteriores conexiones entre los demás componentes que tiene el Modelo Didáctico.

El Módulo de control de la carrocería se encarga de generar errores en el sistema, al conectar varios negativos o positivos en el mismo punto se genera un error porque no llega la corriente necesaria a la BCM y no puede interpretar si este mensaje es dominante o recesivo. Al estar conectado varios componentes en un punto en común y al enviar una señal a la BCM comienza a encender varias luces fuera del circuito requerido siempre y cuando estén conectadas.

Si la batería no tiene un voltaje superior a 11 voltios se genera un error en el sistema, quedando encendidos las luces y no se apagan los relés, esto se debe a que el Módulo de control de la carrocería no tiene la tensión necesaria para cumplir su objetivo que es activar y desactivar los relés.

Para armar el modelo didáctico nos basamos el manual del vehículo Chevrolet Corsa 2. En el **ANEXO F**. Se detallan los diagramas eléctricos que tienen las siguientes características:

El auto Chevrolet Corsa utiliza un nuevo esquema eléctrico, conocido como sistema IVED-Integrate Eletrical Design o Proyecto eléctrico integral del vehículo. Este nuevo esquema eléctrico es muy fácil de interpretar. Para comprender es necesario conocer sus características.

- Cada página del esquema eléctrico posee una regla en la parte inferior de la hoja enumerada de 00 a 56, que son las coordenadas.
- Los circuitos y los componentes pueden ser encontrados utilizando estas coordenadas.
- Cuando el circuito continúa en otra hoja, estas coordenadas se utilizan para identificar la página y el lugar donde el circuito continúa.
- Los enchufes y las cavidades se identifican a través de un número.
- De esta manera, la consulta al diagrama eléctrico del Corsa es más sencilla, ya que es posible identificar rápidamente la ubicación de la conexión de todos los componentes, reduciendo el tiempo para comprobar irregularidades.

#### **Código de colores:**

A. Rojo

B. Amarillo

F. Negro

M. Blanco

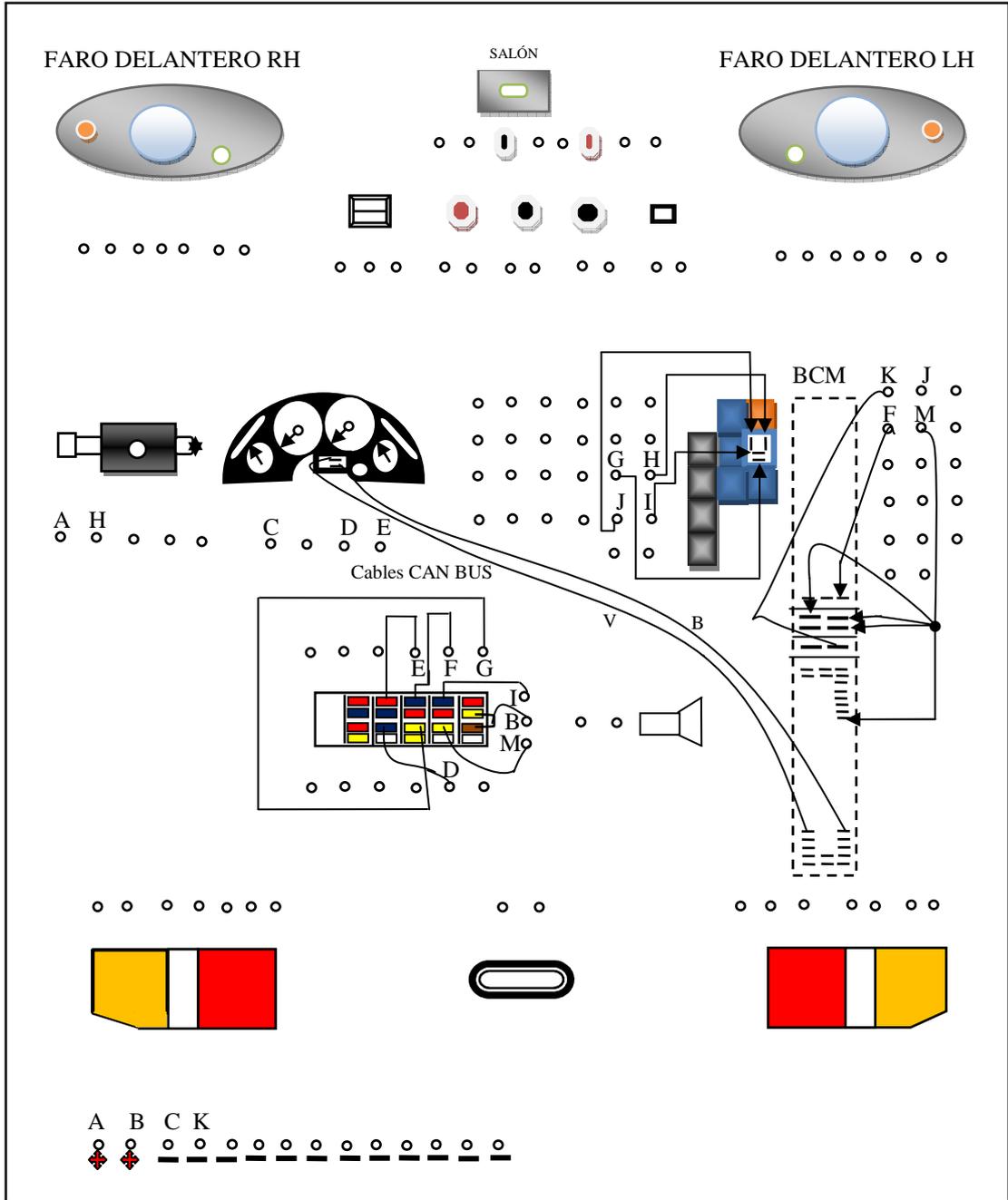
P. Azul

R. Gris

V. Verde

X. Marrón

Y. Violeta



**Figura 117** Conexión del circuito Principal [20]

Esta instalación se la debe realizar para activar los componentes del sistema Can Bus, de lo contrario no funcionara ningún componente en el sistema.

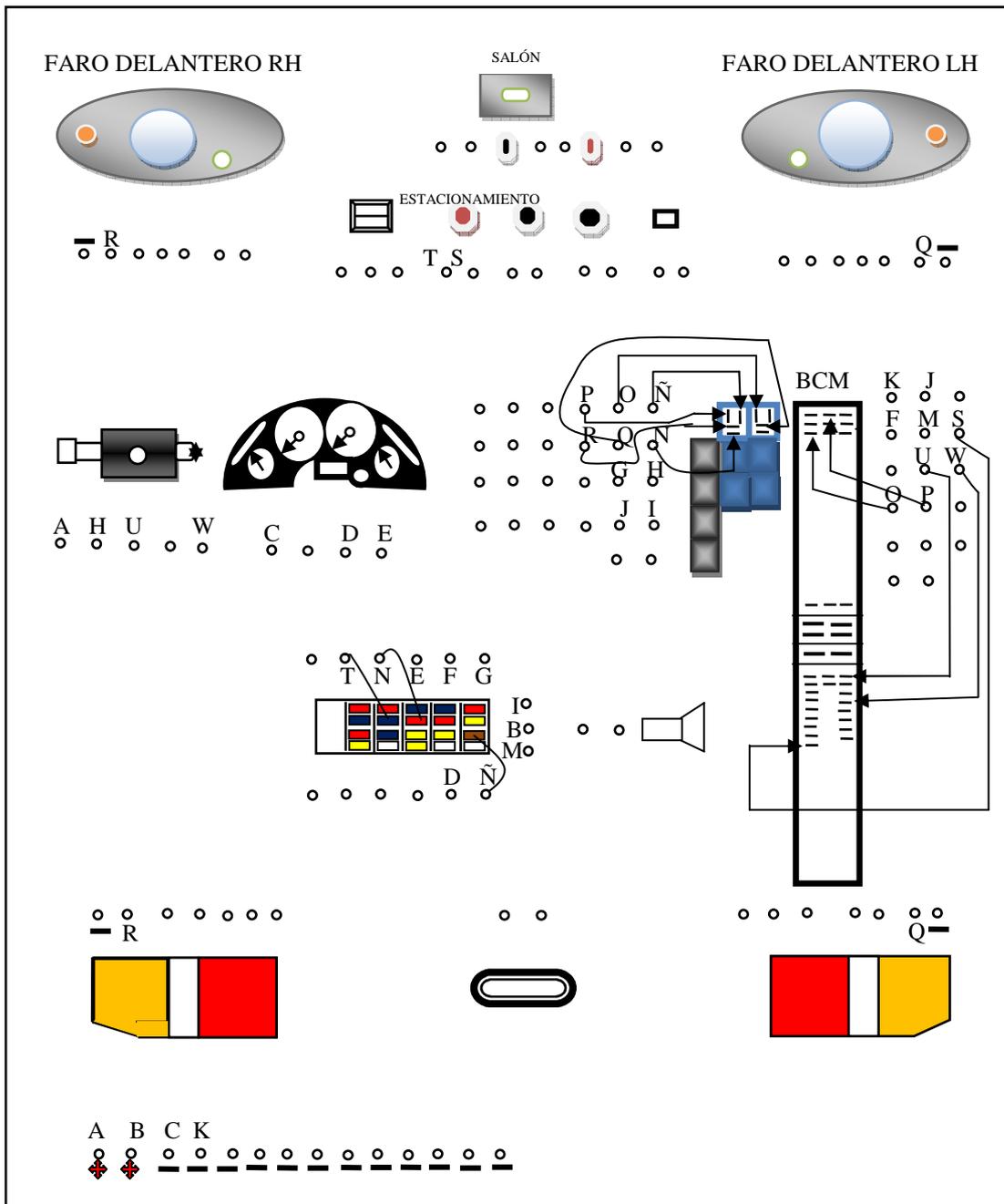
### 5.3 Sistema de luces estacionamiento y direccionales

Para encender los focos de parqueo primero se activan los relés como se observa en la figura 118, se conecta N con N que es la corriente positiva que llega al relé pasando por el fusible, al conectar Ñ con Ñ llega corriente directa a la bobina del relé, estos dos relés comporten positivo N como Ñ respectivamente, en la parte posterior del modelo se podrá apreciar de la mejor manera.

La palanca de direccionales se encarga de enviar la señal al Módulo de Control de la Carrocería y el mismo es el encargado de hacer activar la bobina de cada relé, al conectar O con O se activa la bobina del mismo enviando la señal Q para los focos del lado izquierdo LH. Al conectar P con P se activa la otra bobina del otro relé como se observa en el modelo didáctico, el mismo envía una señal R para encender los focos del lado derecho RH. Para encender las luces en el tablero lo realizan los cables trenzados.

En este sistema no se utiliza un flasher porque la BCM se encarga de activar y desactivar los relés. Al conectar la señal Q lado RH y R lado LH a los focos para encenderlos necesita negativo que se utilizara en la parte inferior del modelo didáctico

Para encender y apagar los focos de estacionamiento se conecta T con T que sale de los fusibles hasta el pulsador y S con S que sale desde el pulsador hasta la BCM, al enviar una señal positiva al Módulo de Control de la carrocería hace funcionar los focos a través de la misma instalación y componentes de las direccionales, esta forma de instalar funciona en un vehículo normal.



**Figura 118** Conexión del circuito de estacionamiento y direccionales [20]

Se utilizará los cables didácticos correctamente porque pueden calentarse y se debe porque son muy finos o están haciendo un mal contacto. En las corrientes positivas procurar utilizar cables con mayor sección y dimensión adecuada.

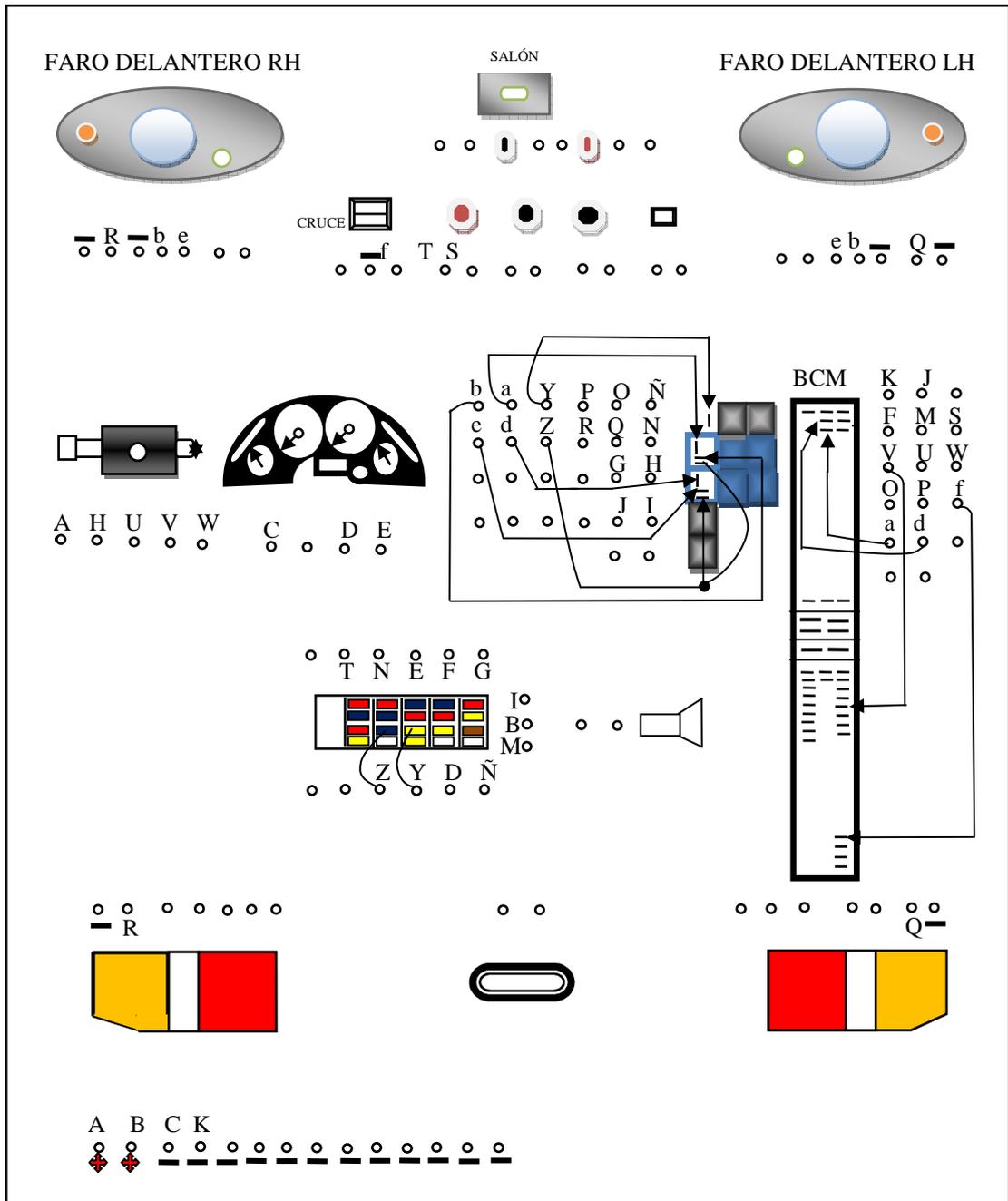
#### 5.4 Sistema de luces de cruce y carretera

Para encender los halógenos tanto de cruce como de carretera se utiliza dos relés más, como se observa en la figura 119. Estos dos relés tienen en común el terminal Y que activa la bobina con corriente positiva al momento de conectar Y con Y, de igual forma Z con Z que es corriente positiva para el relé, la señal negativa para activar a la bobina del relé la recibe del Módulo de Control de la Carrocería (BCM).

El interruptor de luces de cruce desde el terminal “f” con “f” llega hasta la BCM, al momento que llega esta señal negativa el Módulo de Control de la Carrocería activa al relé conectar “a” con “a”, la señal para los focos sale por “b”, y la señal para la comunicación entre el tablero y la BCM lo realiza por los cables trenzados.

Para encender las luces de carretera conectar V con V que es el interruptor que envía un pulso negativo al Módulo de control de Carrocería, la misma activa a la bobina del relé de luces de carretera al conectar “d” con “d” y la señal para los focos sale por “e”. La comunicación al tablero y la BCM lo realiza por los cables trenzados.

Para encender los halógenos de cruce sale la señal por “b” desde el relé como se observa en la figura 119, para las luces de carretera sale la señal por “e” del otro relé. La corriente negativa para cerrar el circuito en los focos se conecta directamente a la batería. En el tablero enciende un foco que indica luz carretera, este foco para encenderse recibe una señal por los cables trenzados.



**Figura 119** Conexión del circuito de las luces de cruce y carretera [20]

### 5.5 Sistema de luces posición

Las corrientes positivas para este relé están compartiendo con el terminal Ñ del relé de estacionamiento y con el terminal Y que activa a los relés de luces de cruce y carretera.

El relé para encender las luces recibe señal negativo del interruptor al conectar “g” con “g” como se observa en la figura 120, la señal para los focos sale por el terminal “i” del relé. Al conectar “h” con “h” se envía la señal negativa al tablero que sale desde el Módulo de Control de la Carrocería y enciende el tablero por medio de los cables trenzados. Para encender los focos se conecta “i” con “i” entre si, se colocará negativo de la batería para que enciendan.

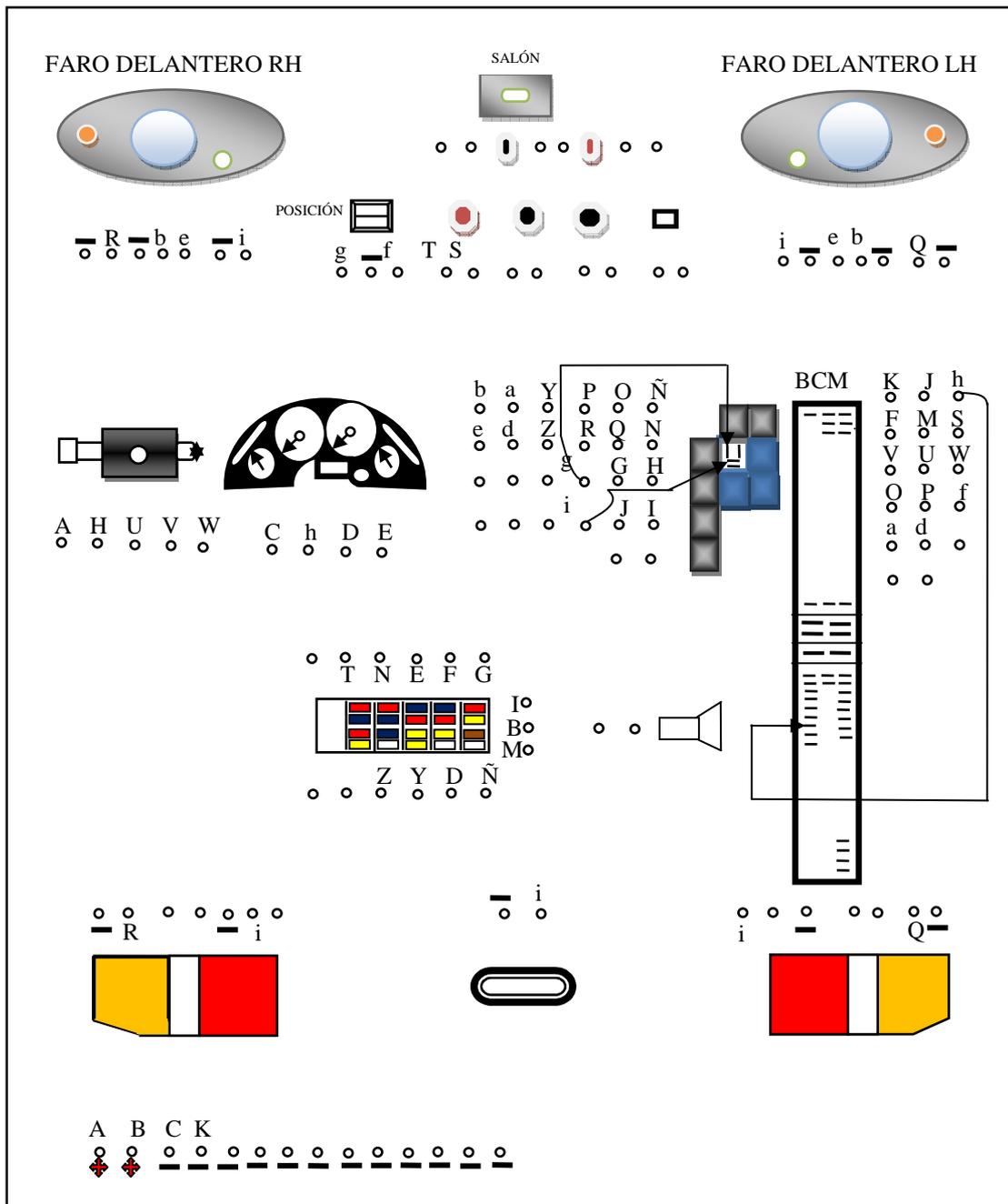


Figura 120 Conexión de las luces de posición [20]

## 5.6 Sistema de luces de freno

Para enviar la señal a las focos se activa el relé como se observa en la figura 121, los cables que no estén conectados a este relé es porque Y está cargando positivamente a todo el conjunto de relés de la tercera fila. Al estar conectado el interruptor envía la señal negativa al relé para activarlo (conexión “k” con “k”), este relé envía una corriente positiva para los focos que sale por el terminal “j” como se observa en la figura 121.

Al conectar “j” con “j” se envía una señal positiva desde el relé del freno hasta los focos, para cerrar el circuito en este sistema todos los focos que reciben esta señal se conectan al borne negativo de la batería. En los vehículos normales se enciende los focos cuando se pisa el pedal, este mismo principio se genera en el modelo didáctico, que se coloco un soporte para simular que es el pedal.

Para comprender mejor se conecto la señal del freno de mano que llega al Módulo de Control de la Carrocería para que encienda en el tablero, el mismo funciona con la señal negativo que envía el pulsador, pero la comunicación al tablero lo realiza por medio de los cables trenzados. El foco del freno de mano en el tablero se enciende cuando se coloca la llave en posición de ACC pero en unos 5 segundos se apaga.

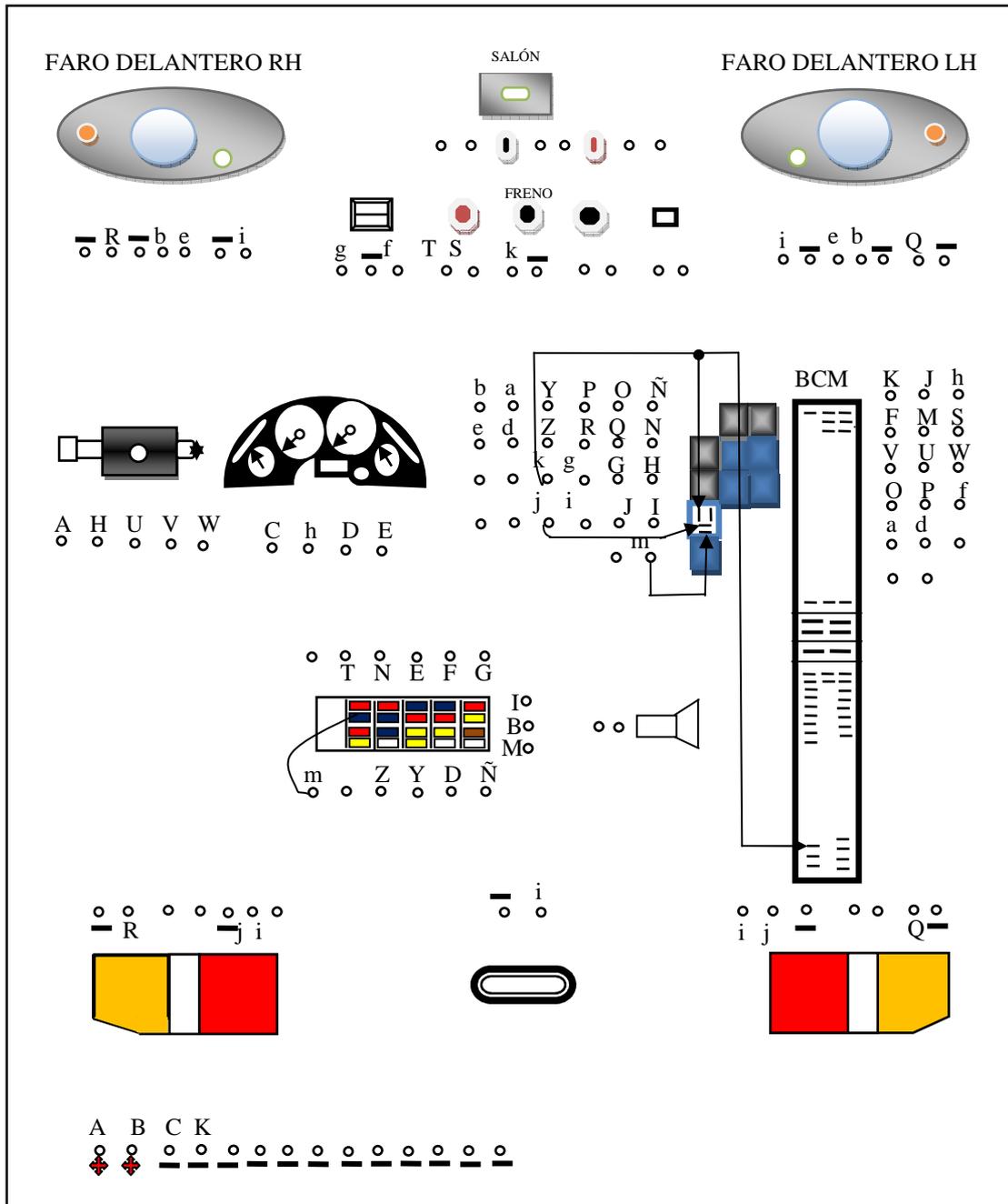


Figura 121 Conexión del circuito de luces de freno [20]

### 5.7 Sistema de luces de marcha atrás

Para encender los focos de este circuito la llave debe estar en posición de ACC. Al conectar “ñ” con “ñ” se alimenta el relé con corriente con switch, este mismo comparte la señal para la bobina del mismo como se aprecia en la figura 122. La señal negativa que

necesita el relé la recibe desde el interruptor y se conecta “n” con “n” para obtener la misma, como esta activado la señal para los focos sale por “p”. Al conectar “p” con “p” y colocando negativo a los focos se encienden.

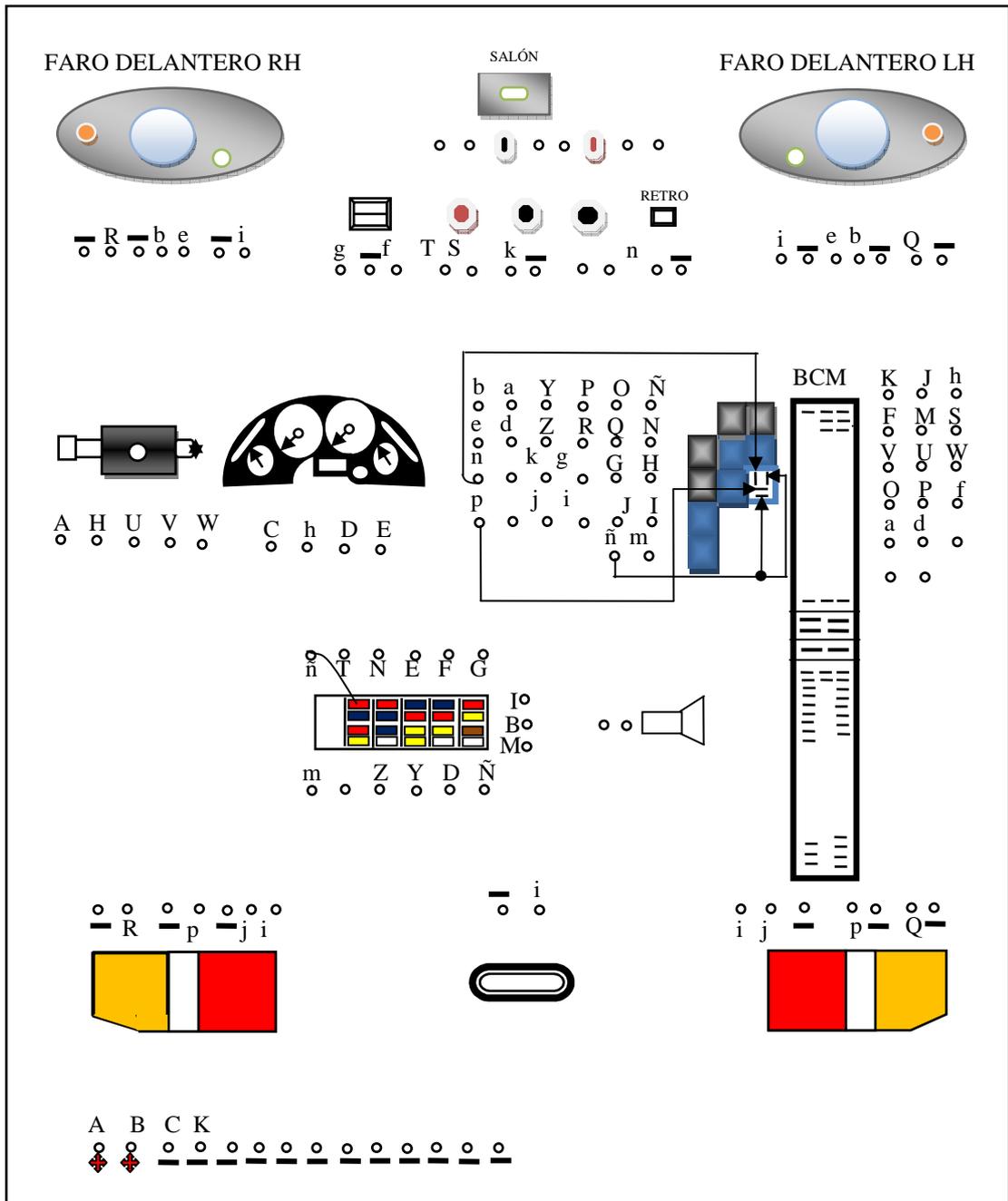


Figura 122 Conexión del circuito de marcha atrás [20]

### 5.8 Sistema de bocinas

Para activar la bocina al relé del mismo comparte la señal positiva con el relé del freno. Si solo se desea conectar el relé para la bocina se conectara “m” con “m” que es el terminal que carga positivamente al mismo. Para activarlo desde el interruptor se envía una corriente negativa como se observa en la figura 123, conectar “r” con “r” para lo requerido y saldrá una corriente positiva hasta la terminal de la bocina, conecta “q” con “q” para activar la misma. La bocina necesita negativo y se conecta a la batería, en la parte inferior del modelo hay varios negativos.

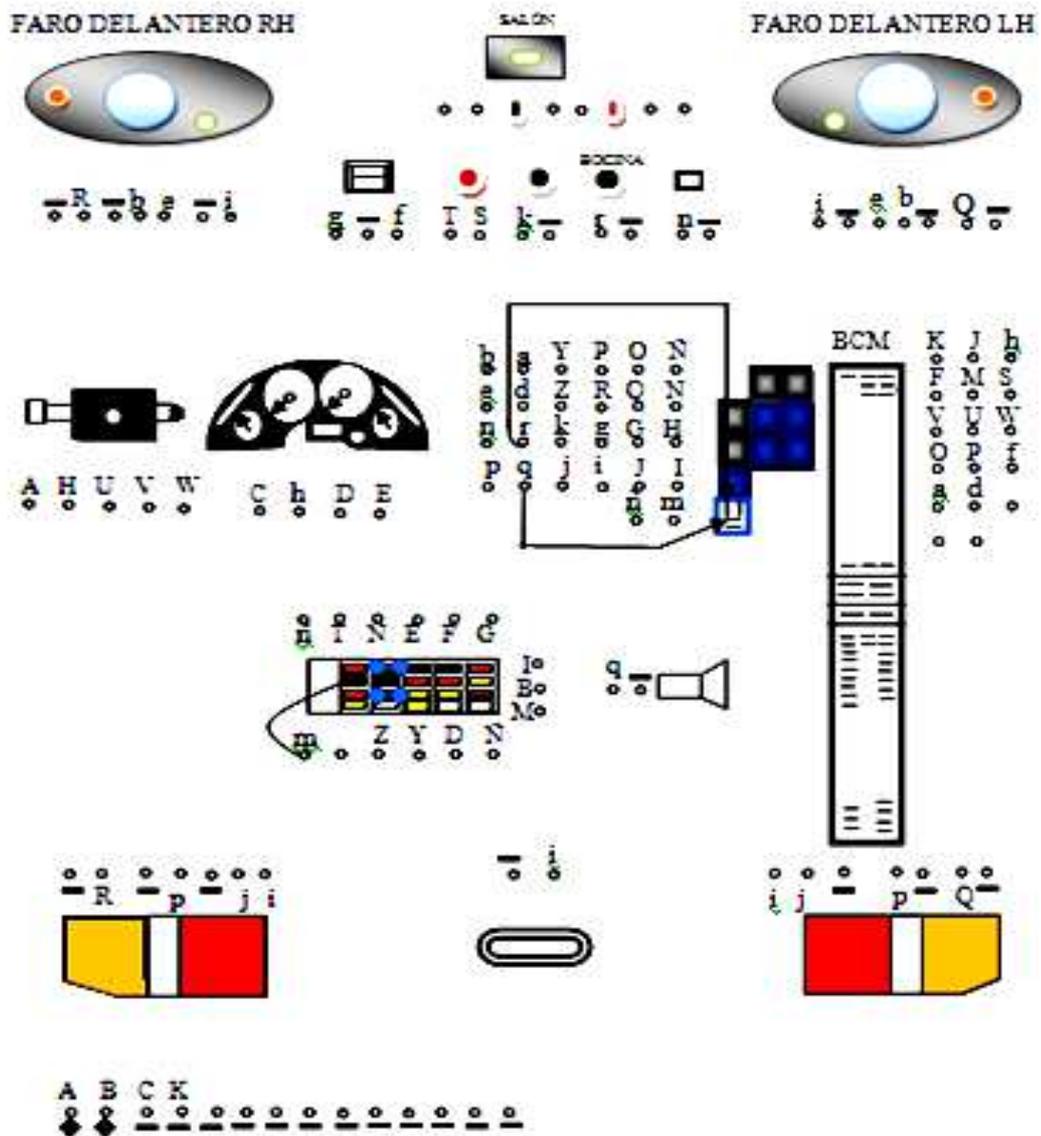


Figura 123 Conexión del circuito de la bocina [20]

## 5.9 Sistema de luces de salón

Para activar esta luz utilizaremos dos pulsadores como se observa en la figura 124. Al conectar “t” con “t” que es positivo para la luz que sale de la caja de fusibles, la señal negativa para terminar el circuito lo realiza el Módulo de Control de la Carrocería, al conectar “u” con “u” que es el pulsador de la puerta, la luz se encenderá y al momento que se presiona el mismo la luz tardara un instante en apagarse como funciona en un vehículo normal.

Al conectar “y” con “y” que es negativo para encender la luz cuando el pulsador de la puerta este cerrado o presionado, para terminar este circuito se necesita un pulso negativo que ingrese al Módulo de Control de la Carrocería, el mismo que es enviado a través de un pulsador como se observa en la figura 124, se conecta @ con @ para transmitir el pulso a la BCM.

Cuando se abre la puerta o se presiona el otro pulsador se enciende el odómetro del tablero y esta información es enviada a través de los cables trenzados. Cada extremo de los pulsadores necesitan negativo directamente de la batería como se observa en la figura 124, esta conexión se lo podrá hacer en cualquier terminal negativo de la parte inferior del modelo didáctico.

Para cerrar el pulsador se coloco un soporte así se observara el principio de funcionamiento, el pulsador manual en controlado según requerimiento del conductor. No mover el interruptor de la luz de salón porque no se encenderá, no cerrará el circuito, si mueven el interruptor la luz de salón no encenderá pero la luz del tablero encenderá porque es controlado con los cables trenzados.

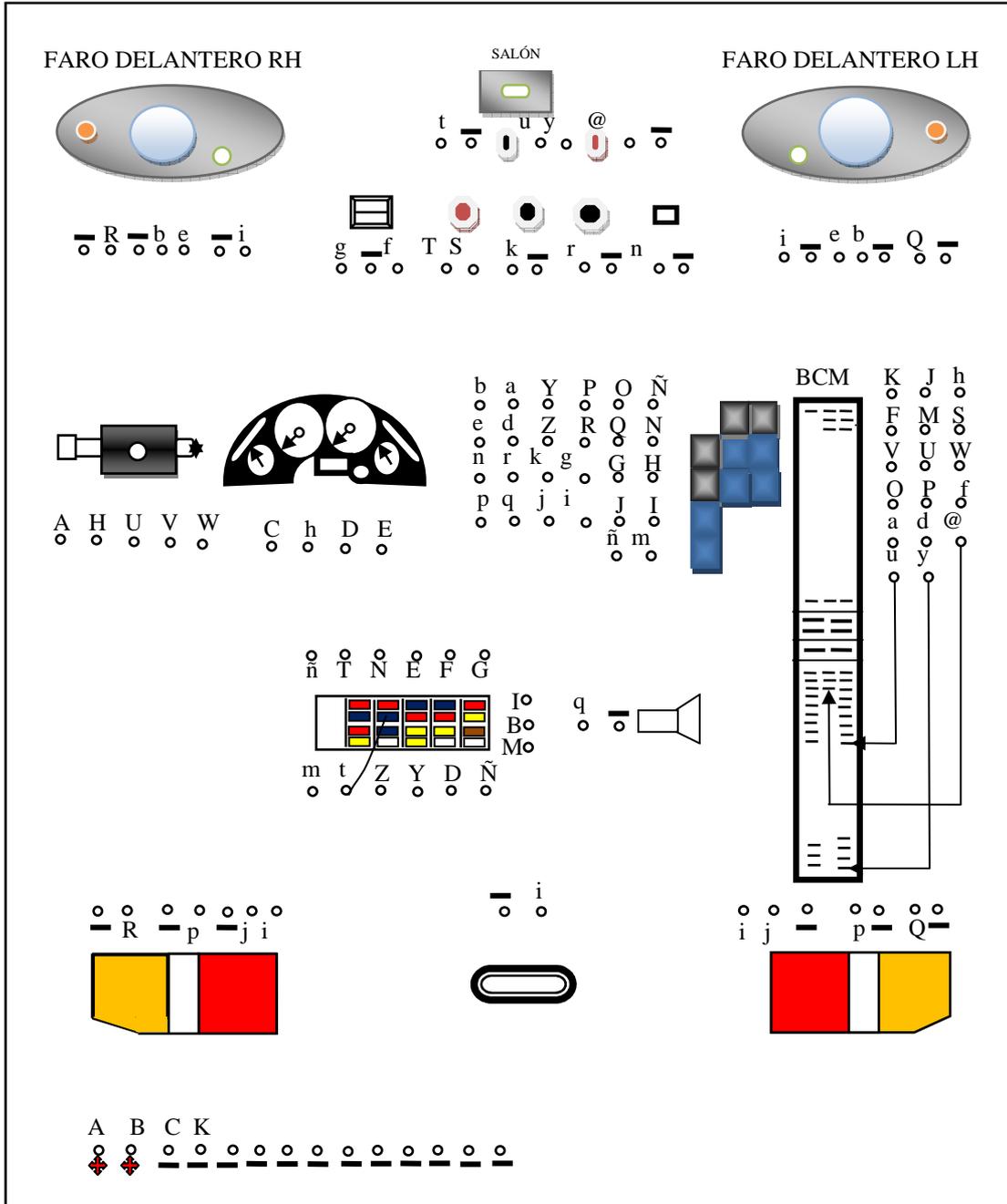


Figura 124 Conexión del circuito de luz de salón [20]

### 5.10 Guías de laboratorio

Las guías de laboratorio están realizadas en base al manual de operación, al momento de instalar los diagramas eléctricos se debe seguir las instrucciones correctamente.

## PRÁCTICA N-º1

**TEMA:** Identificación de los componentes del modelo didáctico y observar los colores de cables hasta los plug.

### OBJETIVO

- Conocer desde donde salen los cables a cada uno de los plug, para instalar correctamente los circuitos.
- Reconocer los colores de los cables basándose en las normas UNE.

### MATERIAL

Modelo didáctico

Cables

### PROCEDIMIENTO

- Ubicar el modelo didáctico en un lugar seguro, limpio y fuera de humedad.
- Identificar los componentes que forman el modelo didáctico.
- Identificar correctamente los cables que salen desde el Módulo de Control de la Carrocería y anotar en la hoja respectiva.
- Observar el color de los cables que salen desde los faros e identificar que función cumple cada cable.
- Realizar correctamente la conexión hasta los plug.

### CUESTIONARIO

¿Cuál es el código de colores de los cables en el área automotriz?

¿Cuál es la sección de los cables trenzados según normas UNE?

## PRÁCTICA N-º2

**TEMA:** Realizar la conexión del circuito principal y observar los cables trenzados entre el tablero y el Módulo de Control de la Carrocería.

### OBJETIVO

- Realizar la conexión del circuito principal a través de los cables didácticos para que funcione el sistema Can Bus.
- Conocer el funcionamiento de los relés.

### MATERIAL

Modelo didáctico

Cables

### PROCEDIMIENTO

- Ubicar el modelo didáctico en un lugar seguro, limpio y fuera de humedad.
- Comprobar el voltaje de la batería con un voltímetro o con un densímetro, porque si no tiene el voltaje correcto la BCM no interpreta bien los mensajes y se genera un error entre sus componentes, voltaje requerido superior a 11 voltios.
- Separar los cables didácticos de acuerdo a su dimensión para una fácil instalación.
- Reconocer con cual relé funciona el circuito.
- Identificar las corrientes positivas negativas y señal para las luces.
- Colocar símbolos o letras para una fácil identificación y posterior instalación entre los plug.
- Realizar la instalación y encender utilizando en interruptor requerido.

### CUESTIONARIO

¿Qué es el sistema Can Bus y que función tiene en el vehículo?

¿Cuáles son las partes del sistema Can Bus?

¿Cuál es la función de los fusibles?

## PRÁCTICA N-º3

**TEMA:** Conexión del circuito de luces para el estacionamiento y direccionales.

### OBJETIVO

- Realizar la instalación eléctrica para encender las luces de estacionamiento y direccionales.

### MATERIAL

Modelo didáctico

Cables

### PROCEDIMIENTO

- Ubicar el modelo didáctico en un lugar seguro, limpio y fuera de humedad.
- Comprobar el voltaje de la batería.
- Separar los cables didácticos de acuerdo a su dimensión para una fácil instalación.
- Reconocer con cual relé funciona el circuito.
- Identificar las corrientes positivas negativas y señal para las luces.
- Colocar símbolos o letras para una fácil identificación y posterior instalación entre los plug.
- Realizar la instalación y encender utilizando en interruptor requerido.

### CUESTIONARIO

¿Cuál es la función de las luces de estacionamiento y direccionales?

¿Estos diagramas utilizan flasher?

## PRÁCTICA N-º4

**TEMA:** Conexión del circuito de luces para encender halógenos de cruce y carretera.

### OBJETIVO

- Realizar la instalación eléctrica para encender las luces de carretera.
- Realizar la instalación eléctrica para encender las luces de cruce.

### MATERIAL

Modelo didáctico

Cables

### PROCEDIMIENTO

- Ubicar el modelo didáctico en un lugar seguro, limpio y fuera de humedad.
- Comprobar el voltaje de la batería.
- Separar los cables didácticos de acuerdo a su dimensión para una fácil instalación.
- Reconocer con cual relé funciona el circuito.
- Identificar las corrientes positivas negativas y señal para las luces.
- Colocar símbolos o letras para una fácil identificación y posterior instalación entre los plug.
- Realizar la instalación y encender utilizando en interruptor requerido.

### CUESTIONARIO

¿Cómo se identifica el faro halógeno para luz de cruce y carretera?

¿Qué distancia deben alumbrar cada filamento bajo normas?

## PRÁCTICA N-º5

**TEMA:** Conexión del circuito de luces de posición.

### OBJETIVO

- Realizar la instalación eléctrica para encender las luces de posición.

### MATERIAL

Modelo didáctico

Cables

### PROCEDIMIENTO

- Ubicar el modelo didáctico en un lugar seguro, limpio y fuera de humedad.
- Comprobar el voltaje de la batería.
- Separar los cables didácticos de acuerdo a su dimensión para una fácil instalación.
- Reconocer con cual relé funciona el circuito.
- Identificar las corrientes positivas negativas y señal para las luces.
- Colocar símbolos o letras para una fácil identificación y posterior instalación entre los plug.
- Realizar la instalación y encender utilizando en interruptor requerido.

### CUESTIONARIO

¿Cuál es el color de los focos bajo normas y a que altura del suelo se las debe colocar?

¿Tipos de luces de incandescencia?

## PRÁCTICA N-º6

**TEMA:** Conexión del circuito de luces del freno

### OBJETIVO

- Realizar la instalación eléctrica para encender las luces de freno.

### MATERIAL

Modelo didáctico

Cables

### PROCEDIMIENTO

- Ubicar el modelo didáctico en un lugar seguro, limpio y fuera de humedad.
- Comprobar el voltaje de la batería.
- Separar los cables didácticos de acuerdo a su dimensión para una fácil instalación.
- Reconocer con cual relé funciona el circuito.
- Identificar las corrientes positivas negativas y señal para las luces.
- Colocar símbolos o letras para una fácil identificación y posterior instalación entre los plug.
- Realizar la instalación y encender utilizando en interruptor requerido.

### CUESTIONARIO

¿Cómo se activa las luces de freno, cuando el pedal esta pisado o pedal alzado, porque?

¿Cuál son las averías en el circuito de alumbrado y de maniobra?

## PRÁCTICA N-º7

**TEMA:** Conexión del circuito de luces de marcha atrás.

### OBJETIVO

- Realizar la instalación eléctrica para encender las luces de retro.

### MATERIAL

Modelo didáctico

Cables

### PROCEDIMIENTO

- Ubicar el modelo didáctico en un lugar seguro, limpio y fuera de humedad.
- Comprobar el voltaje de la batería.
- Separar los cables didácticos de acuerdo a su dimensión para una fácil instalación.
- Reconocer con cual relé funciona el circuito.
- Identificar las corrientes positivas negativas y señal para las luces.
- Colocar símbolos o letras para una fácil identificación y posterior instalación entre los plug.
- Realizar la instalación y encender utilizando en interruptor requerido.

### CUESTIONARIO

¿Cuál es la función de las luces de retro y como se activan?

¿Cuál es el color de las luces de retro y su ubicación en el vehículo?

## PRÁCTICA N-º8

**TEMA:** Conexión del circuito de bocinas

### OBJETIVO

- Realizar la instalación eléctrica para encender la bocina.

### MATERIAL

Modelo didáctico

Cables

### PROCEDIMIENTO

- Ubicar el modelo didáctico en un lugar seguro, limpio y fuera de humedad.
- Comprobar el voltaje de la batería.
- Separar los cables didácticos de acuerdo a su dimensión para una fácil instalación.
- Reconocer con cual que relé funciona el circuito.
- Identificar las corrientes positivas negativas y señal para la bocina.
- Colocar símbolos o letras para una fácil identificación y posterior instalación entre los plug.
- Realizar la instalación y encender utilizando en interruptor requerido.

### CUESTIONARIO

¿Cómo funciona la bocina automotriz?

¿Símbolo de la bocina y elementos eléctricos?

## PRÁCTICA N-º9

**TEMA:** Conexión del circuito de luces de salón

### OBJETIVO

- Realizar la instalación eléctrica para encender la luz de salón.

### MATERIAL

Modelo didáctico

Cables

### PROCEDIMIENTO

- Ubicar el modelo didáctico en un lugar seguro, limpio y fuera de humedad.
- Comprobar el voltaje de la batería.
- Separar los cables didácticos de acuerdo a su dimensión para una fácil instalación.
- Identificar las corrientes positivas negativas y señal para las luces.
- Colocar símbolos o letras para una fácil identificación y posterior instalación entre los plug.
- Realizar la instalación y encender utilizando en interruptor requerido.

### CUESTIONARIO

¿Cuál es el tiempo que tarda en apagarse la luz cuando se cierra la puerta?

¿Cuál es el tiempo que tarda en apagarse la luz cuando es activada de forma manual?

¿Cuál son las averías en un sistema Can Bus?

Estructura para todas las prácticas.

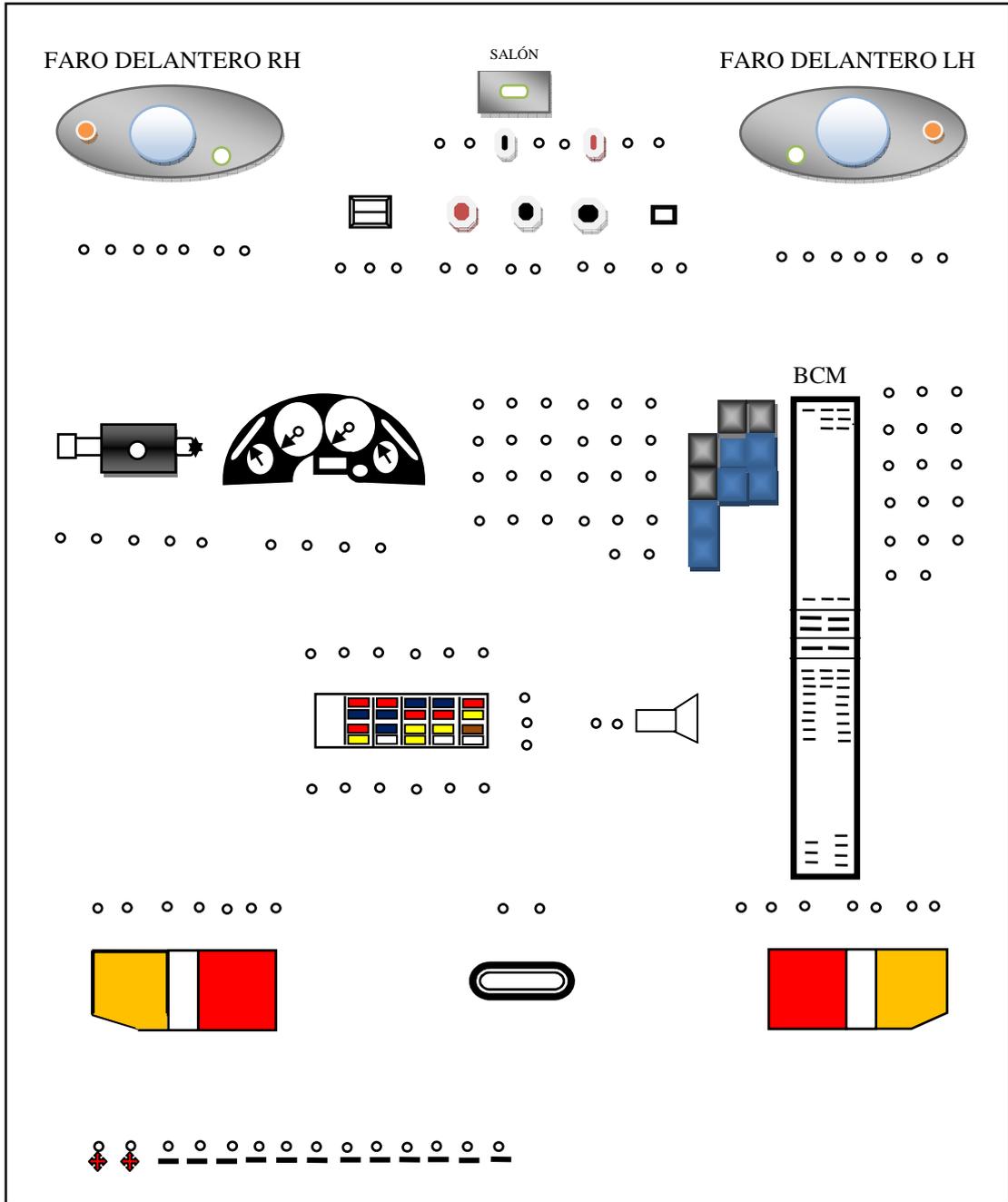


Figura 125 Guías de laboratorio

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

- Después del estudio realizado se adquirieron nuevos conocimientos del protocolo Can, se puede destacar que las principales ventajas que representa este sistema es la robustez en la consistencia de datos, la flexibilidad de la configuración, el aislamiento de nodos defectuosos.
- Este proyecto será útil para los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Automotriz, en la práctica permitirá (mediante el uso adecuado del modelo didáctico, de los fundamentos teóricos de este trabajo y de las guías de laboratorio) que el estudiante mire desde otro punto de vista el funcionamiento de los sistemas de luces del vehículo controladas con Can Bus.
- Los objetivos propuestos inicialmente se han cumplido a plenitud, desde el inicio de la investigación, se realizó la adquisición de los componentes necesarios para la construcción del modelo didáctico y todos los demás elementos necesarios para este sistema de entrenamiento; con un trabajo adecuado y con la aplicación de los mismos se pudo llegar a la implantación del modelo didáctico para el laboratorio de la Escuela Ingeniería Automotriz.
- Se cumplió con el objetivo inicial que fue recopilar la información necesaria sobre el sistema Can Bus implementado en los vehículos, para de esta manera poder llegar a un conocimiento aún más profundo sobre la correcta manipulación de los diferentes componentes del sistema de Can Bus.
- Para el funcionamiento correcto del sistema Can Bus la batería estuvo completamente cargada lo que permitió obtener los mensajes con el voltaje adecuado de esta forma el módulo de control de carrocería identifica con facilidad si es un mensaje recesivo o dominante.

## 6.2 Recomendaciones

- Verificar el estado de la batería con un voltímetro cada vez que se vaya a utilizar el modelo didáctico para confirmar el voltaje de trabajo de la misma y evitar errores en el funcionamiento de las luces. Si el voltaje no es el adecuado se procederá a desmontar la batería para colocarla en el respectivo cargador a bajo amperaje/hora y sobre una superficie de madera, al mismo tiempo que se verifica el estado del electrolito con un densímetro para no acortar la vida útil de la misma.
- Observar el estado de los fusibles y relé de cada instalación eléctrica para evitar que estén divididos o sus puntas de contacto posean sulfato porque evitan el paso de corriente. Para limpiar las puntas sulfatadas aplicar un líquido limpiador de contactos (hay varios en el mercado de nuestro país) o aplicar agua con bicarbonato, posteriormente verificar que estén bien asentados.
- Seguir las instrucciones requeridas para armar los circuitos de luces en el modelo didáctico, tomando en consideración las precauciones manifestadas en las guías de laboratorio para evitar dañar los componentes del sistema Can Bus o producir un circuito entre todos los elementos del sistema eléctrico.
- Las señales emitidas por el Módulo de Control de la Carrocería se las podrá observar con un Tech 2, o un osciloscopio automotriz, analizar la guía de laboratorio para identificar los pines de conexión, caso contrario tendríamos una señal incorrecta. No cortar los cables trenzados porque se distorsiona la señal y se genera errores en todo el sistema, por corrientes parasitas que pueden existir.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <http://www.minerain.com/?q=node/150>
- [2] <http://www.electricasas.com/que-es-la-electricidad-concepto-definicion/>
- [3] <http://pcastela.es/exelearnig/tercero/Electricidad/index.html>
- [4] OROZCO Cuautle José Luis, Electrónica y Electricidad Automotriz. México: 2005. Pág. 8-48
- [5] [http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke\\_corriente\\_electrica/ke\\_corriente\\_electrica\\_1.htm](http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_corriente_electrica/ke_corriente_electrica_1.htm)
- [6] <http://www.electricasas.com/diferencias-entre-corriente-continua-y-corriente-alterna/>
- [7] [http://www.kalipedia.com/fisica-quimica/tema/circuitos-serie-paralelo.html?x=20070924klpcnafyq\\_314.Kes&ap=2](http://www.kalipedia.com/fisica-quimica/tema/circuitos-serie-paralelo.html?x=20070924klpcnafyq_314.Kes&ap=2)
- [8] MARTINEZ D. Hermógenes, Manual práctico del automóvil. España: 2010. Pág. 55-80
- [9] GIL Hermógenes, Manual Técnico del automóvil, Grupo editorial Ceac S.A. España: 2002. Pág. 80
- [10] <http://electricidad-viatger.blogspot.com/2008/12/mantenimiento-baterias-plomo.html>
- [11] <http://german7644dotcom.wordpress.com/2011/02/14/sistemas-control-de-emisiones/multiplexado/>
- [12] [http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores\\_electricos.pdf](http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf)
- [13] ALONSO J.M, Técnicas del automóvil, equipo eléctrico. México: 2006. Pág. 150-180.
- [14] <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/98/6/Capitulo1.pdf>
- [15] <http://platea.pntic.mec.es/~pcastela/tecno/documentos/apuntes/rele.pdf>
- [16] <http://frenoscarpe.blogspot.com/2010/04/fcarpe-campana-de-seguridad-abril-la.html>
- [17] <http://delybp.edublogs.org/2010/07/08/bienvenidos/>
- [18] <http://es.scribd.com/doc/80029492/73/Fig-A-2-Relacion-entre-el-Modelo-OSI-y->

- [19] <http://www.canbus.galeon.com/electronica/canbus.htm>
- [20] GERSCHLER “GTZ”, Tecnología del Automóvil. Tomo II. España: 2000. Pág. 555-570
- [21] [http://disensa.com/main/images/pdf/perfileria\\_acero.pdf](http://disensa.com/main/images/pdf/perfileria_acero.pdf)
- [22] <http://www.cotopaxi.com.ec/product/duraplac-melamina>
- [23] [http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias\\_emprendizaje/sis\\_luces.pdf](http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias_emprendizaje/sis_luces.pdf)
- [24] CHEVROLET Corsa 2, Manual, Diagramas eléctrico, Año 2008.

## **BIBLIOGRAFÍA**

ÁGUEDA Casado Eduardo, José Luis García Jiménez, José Martín Navarro y Tomás Gómez Morales, Fundamentos tecnológicos del automóvil: España, 2009.

ALONSO José Manuel, Técnicas del automóvil; equipo eléctrico, 10ª Edición: México, 2006.

CEAC, Manual Ceac del automóvil, Ediciones CEAC, Grupo editorial Ceac S.A.:  
Barcelona- España, 2003.

CROUSE Willian H. Equipo eléctrico y electrónico del automóvil, 6ª Edición: México, 2005.

GIL Martínez, D Hermógenes, Manual práctico del automóvil, Grupo editorial Ceac: España,  
2010.

MEZQUITA José Font y Dols Ruiz Juan F, Tratado sobre automóviles: España, 2005.

OROZCO Cuautle José Luis, Electrónica y Electricidad Automotriz: México, 2005.

SANTANDER Jesús Rueda, Técnico en mecánica & electrónica automotriz: México, 2005.

## **LINKOGRAFÍA**

### **BATERÍAS MAC**

[http://www.mac.com.co/html/sitio/index.php?view=vistas/es\\_ES/pagina\\_46.php#caracteristicas](http://www.mac.com.co/html/sitio/index.php?view=vistas/es_ES/pagina_46.php#caracteristicas)  
2000-06-18

### **CAN BUS**

<http://canbus.galeon.com/electronica/canbus.htm>  
2009-07-07

### **CAMPAÑA DE SEGURIDAD**

<http://frenoscarpe.blogspot.com/2010/04/fcarpe-campana-de-seguridad-abril-la.html>  
2005-04-16

### **CAPITULO UNO**

<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/98/6/Capitulo1.pdf>  
2008-05-24

### **ELECTRICIDAD**

<http://www.rolcar.com.mx/Tecno%20Tips/Electricidad%20en%20el%20automovil/electricidad.asp>  
2008-09-07

### **FARO ALFA ROMEO**

<http://www.foroalfaromeo.com/foro/showthread.php?t=7903>  
2004-06-20

### **MANTENIMIENTO VERIFICACIÓN Y REGLAJE**

<http://sites.google.com/site/gtsistemadealumbrado/Home/11---mantenimiento--verificacion-y-reglajes/11-2---reglaje-de-faros/11-2-1--procedimiento-de-la-pared>  
2006-03-22

## **MEMORIA**

<http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/4691/1/memoria.pdf>

2008-09-25

## **RELÉ**

<http://platea.pntic.mec.es/~pcastela/tecno/documentos/apuntes/rele.pdf>

2005-02-09

## **RELES FUSIBLES**

<http://www.bmwfaq.com/f24/reles-fusibles>

2009-06-12

## **SIMBOLOS ELECTRÓNICOS**

[http://electronica-analogica.wikispaces.com/file/view/SIMBOLOS\\_](http://electronica-analogica.wikispaces.com/file/view/SIMBOLOS_)

ELECTRONICOS.PDF

2007-03-08

## **TABLERO DURAPLAC**

<http://www.cotopaxi.com.ec/proceso-tablero-duraplac>

2003-05-15

## **TODO SOBRE FUSIBLES**

<http://www.autofacil.es/conductor/todo-lo-que-debes-saber-sobre-fusibles>

2002-08-27

## **VALORES NORMALIZADOS DE CABLES AWG**

<http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Valores-normalizados-cables-AWG.php>

2000-09-12