



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE LIMPIAPARABRISAS
CON UN MÓDULO DRL INCORPORADO PARA EL CONTROL TOTAL DE REFLECTORES**

José Roberto Rocha Albanez

Asesorado por la Inga. Ingrid Rodríguez García de Loukota

Guatemala, septiembre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE LIMPIA PARABRISAS
CON UN MÓDULO DRL INCORPORADO PARA EL CONTROL TOTAL DE REFLECTORES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSE ROBERTO ROCHA ALBANEZ

ASESORADO POR LA INGA. INGRID RODRÍGUEZ GARCÍA DE LOUKOTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN ELECTRÓNICA

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Marvin Marino Hernández Fernández
EXAMINADORA	Inga. Ingrid Salomé Rodríguez de Loukote
EXAMINADOR	Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE LIMPIAPARABRISAS
CON UN MÓDULO DRL INCORPORADO PARA EL CONTROL TOTAL DE REFLECTORES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 18 de agosto de 2016.

José Roberto Rocha Albanez

Guatemala 23 de Junio de 2017

Ingeniero
Carlos Eduardo Guzmán Salazar
Coordinador del Área de Electrónica
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

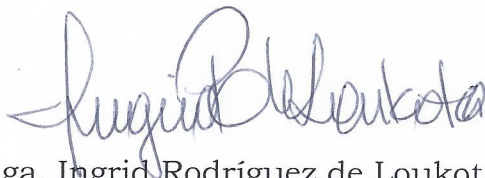
Apreciable Ingeniero Guzmán.

Me permito dar aprobación al trabajo de graduación titulado "**Diseño e implementación de un sistema automatizado de limpiaparabrisas con un módulo DRL incorporado para el control total de reflectores**", del señor **José Roberto Rocha Albanez**, por considerar que cumple con los requisitos establecidos.

Por tanto, el autor de este trabajo de graduación y, yo, como su asesora, nos hacemos responsables por el contenido y conclusiones del mismo.

Sin otro particular, me es grato saludarle.

Atentamente,



Inga. Ingrid Rodríguez de Loukota
Colegiada 5,356
Asesora

Ingrid Rodríguez de Loukota
Ingeniera en Electrónica
colegiado 5356

Universidad de San Carlos
de Guatemala

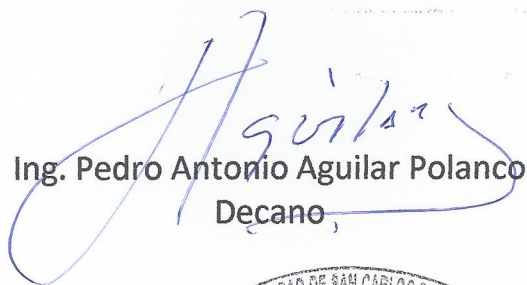


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 423.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE LIMPIAPARABRISAS CON UN MÓDULO DRL INCORPORADO PARA EL CONTROL TOTAL DE REFLECTORES**, presentado por el estudiante universitario: **José Roberto Rocha Albanez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano,

Guatemala, septiembre de 2017



/gdech



Ref. EIME 31. 2017
Guatemala, 29 de JUNIO 2017.

FACULTAD DE INGENIERIA

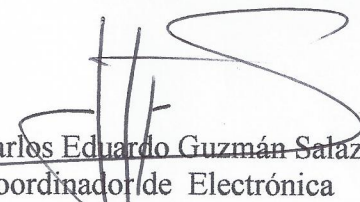
Señor Director
Ing. Francisco Javier González López
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:
**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
AUTOMATIZADO DE LIMPIAPARABRISAS CON UN
MÓDULO DRL INCORPORADO PARA EL CONTROL
TOTAL DE REFLECTORES,** del estudiante José Roberto
Rocha Albanez , que cumple con los requisitos establecidos para
tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,
ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar
Coordinador de Electrónica



SRO



REF. EIME 31. 2017.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; JOSÉ ROBERTO ROCHA ALBANEZ, titulado: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE LIMPIAPARABRISAS CON UN MÓDULO DRL INCORPORADO PARA EL CONTROL TOTAL DE REFLECTORES, , procede a la autorización del mismo.


Ing. Otto Fernando Andriano González



GUATEMALA, 14 DE AGOSTO 2017.

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

Adolfo Rocha y Miriam Albanez, por ser mis guías, brindarme su apoyo y enseñarme a superar todo momento y circunstancia de la vida.

Mis hermanos

Mario y Mariana Rocha, por su apoyo y cariño que me han brindado siempre.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser el centro de estudios que me permitió formarme como profesional.

Facultad de Ingeniería

Por permitirme desarrollar mis capacidades y talentos para alcanzar mis objetivos personales.

**Inga. Ingrid Rodríguez
De Loukota**

Por asesorarme en este trabajo de graduación por su apoyo como docente a lo largo de la carrera.

Freddy Ruano

Por brindarme su apoyo en este trabajo de graduación y a lo largo de la carrera.

Amigos de proyectos

Por pasar momentos inolvidables, trabajando día, noche y de madrugada, por compartir experiencias únicas.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. FUNCIONAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE UN AUTOMÓVIL.....	1
1.1. Misión y funcionamiento	1
1.2. La batería	3
1.2.1. Polaridad positiva y negativa	6
1.2.2. Circuitos serie y paralelo	7
1.3. Generador de energía	8
1.3.1. El alternador	8
1.3.2. Puente rectificador.....	10
1.3.3. Reguladores	10
1.4. Puesta en marcha eléctrica	10
1.4.1. Motor de arranque	10
1.4.2. Relé o solenoide	12
1.5. Sistemas eléctricos auxiliares.....	13
1.5.1. Equipo motor del limpiaparabrisas.....	13
1.5.1.1. Motor eléctrico	14
1.5.1.2. Sistema de transmisión	14

1.5.1.3.	Motor con transmisión por biela-manivela.....	15
1.5.1.4.	Motor con transmisión por cable flexible	16
1.5.1.5.	Funcionamiento eléctrico.....	17
1.5.2.	Fusibles.....	20
1.5.3.	Cables y circuitos impresos.....	22
2.	SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL AUTOMÓVIL.....	25
2.1.	Seguridad activa	26
2.2.	Historial del sistema de iluminación en automóviles	29
2.2.1.	Pasado	29
2.2.2.	Presente	33
2.2.2.1.	Lámparas incandescentes.....	34
2.2.2.2.	Tipos de lámparas y su utilización el automóvil.....	35
2.2.3.	Principio de funcionamiento de los faros provistos de parábolas reflectoras.....	42
2.2.4.	Tendencias al futuro.....	47
2.3.	Luces: activas, de curva y antiniebla.....	49
2.3.1.	Regulación automática del alcance luminoso.....	49
2.3.2.	Luces activas en curva.....	51
3.	NUEVAS TECNOLOGÍAS UTILIZADAS PARA EL CONFORT EN LA CONDUCCIÓN DE AUTOMÓVILES.....	53
3.1.	Detector de lluvia para limpiaparabrisas	54
3.1.1.	Conexiones del módulo RG-11	55
3.1.2.	Especificaciones del módulo RG-11.....	55
3.1.3.	Modos de operación del RG-11.....	57

3.1.4.	Ventajas de contar con un limpiaparabrisas automático	65
3.2.	Definición del sistema DRL utilizado en los faros del vehículo	66
3.2.1.	Encendido y apagado automático de luces del vehículo	68
3.3.	Importancia de la creación y el desarrollo de sistemas automatizados en los vehículos para el sector automotriz y educativo	69
4.	DISEÑO DEL SISTEMA INTEGRAL AUTOMATIZADO Y DESCRIPCIÓN DE SUS COMPONENTES	71
4.1.	Diagramas esquemáticos de los sistemas eléctricos del vehículo	71
4.2.	Diseño de la unidad de procesamiento de información	74
4.2.1.	Microcontrolador	74
4.2.1.1.	Aplicaciones de un microcontrolador ...	74
4.2.1.2.	Aplicación de los microcontroladores en el automóvil.....	74
4.2.1.3.	Selección del microcontrolador.....	76
4.2.2.	Microcontrolador PIC16F887	77
4.2.3.	Circuito de alimentación de la unidad de procesamiento de información.....	79
4.2.4.	Circuito utilizado para la programación del PIC16F887 desde la unidad de procesamiento de información	79
4.2.5.	Puertos utilizados en el PIC16F887.....	80
4.2.6.	Diagrama esquemático de la unidad de procesamiento de información.....	80

4.3.	Desarrollo de los módulos de recepción e interpretación de señales externas	81
4.3.1.	Circuito sensor de luz.....	82
4.3.2.	Circuito sensor de lluvia	84
4.3.2.1.	Selección del modo de operación del módulo RG11 utilizado	85
4.4.	Desarrollo del módulo de potencia	86
4.4.1.	Mosfet.....	86
4.4.2.	Relé.....	87
4.4.3.	<i>Driver</i> motor.....	88
4.4.4.	<i>Driver</i> luces	89
4.5.	Desarrollo del módulo de calibración	90
4.6.	Diagrama de bloques general del sistema integral automatizado.....	91
4.6.1.	Fuente de alimentación	92
4.6.2.	Unidad de control	92
4.6.3.	Módulo de calibración	92
4.6.4.	Información de los sensores.....	93
4.6.5.	Control de actuadores	93
4.7.	Diagramas de flujo para los módulos de iluminación y lluvia ...	93
4.7.1.	Diagrama de flujo para la programación del módulo sensor de lluvia.....	93
4.7.2.	Diagrama de flujo para la programación del módulo de iluminación.....	94
5.	CONSTRUCCIÓN E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA AUTOMATIZADO PROPUESTO	95
5.1.	Diseño y construcción de la placa de circuito impreso	95
5.1.1.	Diseño del circuito impreso	95

5.1.2.	Fabricación de la PCB	97
5.1.3.	Descripción de pines de salida de la unidad de control.....	100
5.1.4.	Ubicación del sensor de luz LDR.....	103
5.1.5.	Ubicación del sensor de lluvia RG-11	103
5.1.6.	Conexiones generales	104
5.2.	Programación del microcontrolador PIC 16F887	105
5.2.1.	Descripción de los comandos utilizados en el código de programación del PIC16F887	105
5.3.	Operación y funcionamiento del sistema	106
5.3.1.	Sistema de iluminación	106
5.3.2.	Limpiaparabrisas	107
5.4.	Ventajas del sistema propuesto.....	107
5.5.	Costos del sistema propuesto	108
CONCLUSIONES		110
RECOMENDACIONES.....		112
BIBLIOGRAFÍA.....		115
APÉNDICES		119
ANEXOS.....		125

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema básico de un circuito eléctrico en un vehículo	3
2.	Construcción de una batería	4
3.	Conexión de los vasos de una batería	5
4.	Circuitos serie y paralelo	7
5.	Situación del alternador y ajuste de la correa	9
6.	Situación y conexión del motor de arranque	11
7.	Motor de arranque.....	12
8.	Motor de limpiaparabrisas	14
9.	Esquema de una transmisión biela-manivela para limpiaparabrisas....	15
10.	Esquema del motor con transmisión por cable flexible	16
11.	Esquema de la transmisión por cable flexible	17
12.	Esquema eléctrico del limpiaparabrisas en posición de parada.....	18
13.	Esquema eléctrico del limpiaparabrisas en posición de marcha	19
14.	Esquema eléctrico del limpiaparabrisas en posición de parada, con el dispositivo de parada automático	19
15.	Esquema eléctrico del limpiaparabrisas de 2 velocidades	20
16.	Caja de fusibles.....	22
17.	Primer vehículo propulsado a vapor con lámpara de queroseno	29
18.	Lámpara de gas de acetileno	31
19.	Vehículo dotado con un sistema de iluminación eléctrico	32
20.	Lámpara de incandescencia	34
21.	Plafón	35
22.	Pilotos	36

23.	Lámparas de control	37
24.	Lancia	37
25.	Wedge	38
26.	Foco europeo.....	39
27.	Halógena	39
28.	Estructura de un faro de xenón.....	40
29.	Punto luminoso en el foco de la parábola	43
30.	Punto luminoso por delante del foco de la parábola	43
31.	Superficie reflectora debajo del punto luminoso	44
32.	Deflector de cristal tallado.....	45
33.	Haz de luz asimétrico.....	47
34.	Faros LED.....	48
35.	Funcionamiento de la regulación automática del alcance luminoso	50
36.	Sistema de iluminación orientable	52
37.	Módulo sensor de lluvia RG 11, Hydreon	54
38.	Conexiones internas del módulo RG-11	55
39.	Diagrama esquemático del sistema lumínico del vehículo Mazda 323.....	72
40.	Diagrama esquemático del sistema de limpiaparabrisas del vehículo Mazda 323.....	73
41.	Aplicaciones de microcontroladores en el automóvil	75
42.	Diagrama de pines PIC16F887.....	78
43.	Diagrama esquemático de la unidad de procesamiento de información	81
44.	Estructura y símbolo de una LDR	83
45.	Diagrama de conexión de LDR.....	84
46.	Diagrama de conexión del divisor de tensión para el sensor de lluvia RG11	85
47.	Mosfet de potencia IRFD220, empaquetado DIP-4	87

48.	Relé de alta potencia de 12VDC JSM1-12V-5	88
49.	Diagrama del módulo de potencia del sistema de limpiaparabrisas.....	89
50.	Diagrama del módulo de potencia del sistema de iluminación.....	90
51.	Diagrama de los trimpot del módulo de calibración.....	91
52.	Diagrama de bloques del sistema	91
53.	Diagrama de flujo del sistema limpiaparabrisas	93
54.	Diagrama de flujo del sistema de iluminación	94
55.	Diseño placa de control principal, vista frontal	96
56.	Fabricación de PCB, vista frontal	98
57.	Fabricación de PCB, vista posterior	99
58.	Soldadura de PCB.....	99
59.	Componentes utilizados en la PCB.....	100
60.	Diagrama de pines de salida.....	101

TABLAS

I.	Especificaciones eléctricas del módulo RG-11	55
II.	Modo 0 de operación del RG-11. cubeta medidora.....	58
III.	Modo 1, de operación del RG-11, está lloviendo	59
IV.	Modo 2 de operación del RG-11, sensor de condensación.....	60
V.	Modo 3 de operación del RG-1, control de limpiaparabrisas.....	61
VI.	Modo 4 de operación del RG-11, control de riego.....	63
VII.	Modo 5 de operación del RG-11, detector de gotas.....	64
VIII.	Modo 6 de operación del RG-11, recolección de agua de lluvia	65
IX.	Descripción de los puertos a utilizar del PIC16F887	80
X.	Presupuesto total del proyecto.....	108

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperio
Ah	Amperio-hora
°C	Grado centígrado
°	Grado sexagesimal
Hz	Hertz
H	Hora
KB	Kilobyte
KHz	Kilohertz
KΩ	Kilo-ohmio
MHz	Megahertz
mA	Miliamperio
mm	Milímetro
min	Minutos
#	Número
Ω	Ohmio
%	Porcentaje
”	Pulgada
V	Voltio
W	Watt

GLOSARIO

ADC	Convertidor analógico-digital (<i>analog to digital converter</i> , en inglés). Permite medir señales analógicas en forma digital con el propósito de facilitar su procesamiento.
Auto	Permite referirse a un automóvil o carro. Como su nombre lo indica, se trata de un vehículo que se mueve por sí mismo y que puede ser guiado por el conductor a través de un camino sin la necesidad de carriles fijos, como es el caso del tren o del tranvía.
Biela	Es el elemento del motor encargado de transmitir la presión de los gases que actúa sobre el pistón al cigüeñal.
Calibración	Conjunto de operaciones realizadas sobre un sistema para que el valor proporcionado por este, corresponda con un valor dado de una magnitud a medir.
Conector IDC	Conector eléctrico diseñado para conectar los conductores y aislamiento de la tira o la capa protectora que rodea un alambre o cables, eliminando así la necesidad de pelar el cable antes

de realizar la conexión, (*insulation-displacement connector*, en inglés).

Conmutador

Dispositivo que permite que una corriente eléctrica que la corriente eléctrica pase a otro conductor para conectar un circuito diferente.

Diodo

Dispositivo electrónico de dos terminales por el que circula la corriente eléctrica a través de él en un solo sentido.

DIP

Es una forma de encapsulamiento, común en la construcción de circuitos integrados, que consiste en un bloque con dos hileras paralelas de pines, (*dual in-line package*, en inglés).

DipTrace

Software para diseño de diagramas esquemáticos y PCB.

EEPROM

Memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente. (*electrically erasable programmable read only memory*, en inglés)

Escobilla

Elemento conductor utilizado para efectuar el contacto eléctrico entre 2 partes en movimiento relativo.

Faros

Son los proyectores de luz que sirven para iluminar el camino de un vehículo por la noche.

Fotorresistencia	Componente electrónico cuya resistencia disminuye con el aumento de intensidad de luz incidente.
GND	Se refiere al potencial de la superficie de la Tierra, cero voltios, (<i>ground</i> , en inglés).
GPIO	Es un pin genérico en un microcontrolador cuyo comportamiento que incluye si es un pin de entrada o salida, se puede programar por el usuario en tiempo de ejecución, (<i>general purpose input/output</i> , en inglés)
I2C	Es un estándar que facilita la comunicación entre microcontroladores, memorias y otros dispositivos similares, sólo requiere de dos líneas de señal y un común o tierra, (<i>inter-integrated circuit</i> , en inglés).
ICSP	Programación serial en circuito. Es la característica de algunos microcontroladores de ser programados mientras están instalados en un sistema completo, en lugar de requerir que el chip sea programado antes de ser instalado dentro del sistema. (<i>in-circuit serial programming</i> , en inglés).
Interrupcion	Dispositivo utilizado para desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica.

Led	Diodo emisor de luz. Es un diodo compuesto por material semiconductor que emite luz en una o más longitudes de onda, (<i>light-emitting diode</i> , en inglés).
Limpiaparabrisas	Varilla articulada, con movimiento automático para limpiar el cristal del parabrisas de la lluvia o de la nieve que dificulta la visibilidad en un vehículo.
Lumen	Es la unidad del sistema internacional de medidas para medir el flujo luminoso.
Manivela	Pieza mecánica, generalmente de hierro, con forma de ángulo recto, que, al darle movimiento rotatorio con la mano, hace girar un eje y pone en funcionamiento un motor o mecanismo.
Motor	Referido al motor de un carro, es un motor de combustión interna y éste es una máquina que obtiene energía mecánica desde la energía química que se genera cuando explota el combustible en el interior.
PCB	Placa de circuito impreso (<i>printed circuit board</i> , en inglés).
PIC	Es una familia de microcontroladores tipo RISC fabricados por <i>Microchip Technology Inc.</i> (<i>peripheral interface controller</i> , en inglés).

Prototipo	Es el primer dispositivo que se fabrica, del cual se toman las ideas más relevantes para la construcción de otros diseños y representa todas las ideas en cuanto a diseño, soporte y tecnología que se les puedan ocurrir a sus creadores.
Potenciómetro	Elemento de un circuito eléctrico que permite variar la magnitud de su resistencia mediante el giro de un eje o el deslizamiento de un cursor.
Puertos	Referido a los puertos de un microcontrolador, son el medio de comunicación con el mundo exterior, en ellos se pueden conectar los periféricos necesarios.
RAM	Memoria de acceso aleatorio, (<i>random access memory</i> , en inglés).
RISC	Es un tipo de procesador con instrucciones de tamaño fijo y presentadas en un reducido número de formatos, (<i>reduced instruction set computer</i> , en inglés).
r.p.m.	Revoluciones por minuto. La cantidad de vueltas que un cuerpo giratorio completa alrededor de su eje cada sesenta segundos.
Sensor	Es un objeto capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

SPI	Interfaz serial periférica, es un estándar de comunicaciones, usado para la transferencia de información entre circuitos integrados en equipos electrónicos. (<i>serial peripheral interface</i> , en inglés).
Sunroof	Ventanilla corrediza de cristal templado situada en el techo del automóvil que permite la entrada de luz y aire exterior.
Trimpot	Es un potenciómetro de precisión cuyo tamaño es muy pequeño y es utilizado para ajustes de precisión en circuitos donde se requiere que el usuario pueda modificar ciertos parámetros, (<i>trimmer-potentiometer</i> , en inglés).
VCC	Voltaje de corriente continua. Se denomina comúnmente con este acrónimo al pin de alimentación de los circuitos integrados.
Volante	También conocido como timón, es un tipo de control de dirección en vehículos.

RESUMEN

En la conducción vehicular se presentan diferentes situaciones que ponen en riesgo la seguridad del conductor: visibilidad, distracciones e interacciones con el mismo vehículo, que pueden ocasionar alguna fatalidad hacia el conductor o los conductores externos.

Para mejorar la calidad y seguridad vial se implementó un sistema de control automatizado para la activación de los limpiaparabrisas y luces de conducción en las situaciones requeridas, sin la intervención del conductor.

El sistema propuesto consiste en el uso de un microcontrolador como unidad de control principal capaz de monitorear las condiciones de conducción a las cuales está sometido el conductor, mediante la ayuda de sensores de iluminación y lluvia de fácil uso y bajo costo.

El sistema implementado brinda la opción de configurar ciertos parámetros a conveniencia del conductor y activar o desactivar los sistemas de manera independiente para un mayor control y comodidad. Además, el sistema cuenta con la ventaja de ser adaptable a la mayoría de vehículos con características similares en el control de la iluminación y del limpiaparabrisas, sin incurrir en un elevado costo para su adquisición e instalación.

OBJETIVOS

General

Diseñar e implementar un sistema electrónico automatizado para el control de los sistemas de iluminación y limpiaparabrisas de un vehículo, con el fin de garantizar la seguridad en la conducción y ofrecer las ventajas de fácil instalación y bajo costo.

Específicos

1. Seleccionar los sensores necesarios para la detección de la iluminación y lluvia adecuados a las características de un vehículo.
2. Analizar las conexiones eléctricas de los sistemas de iluminación y limpiaparabrisas del vehículo para definir la correcta instalación del sistema automatizado a implementar.
3. Determinar el controlador principal con características óptimas para gestionar la automatización de los sistemas de iluminación y limpiaparabrisas con un precio económico.
4. Establecer y delimitar los parámetros que pueda configurar el conductor para mejorar la comodidad y calidad en la conducción.

5. Desarrollar el código de programación del microcontrolador para que sea capaz de gestionar e interactuar con los distintos componentes del sistema.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de graduación se detalla el diseño y la implementación de un sistema automatizado para el control del limpiaparabrisas y la iluminación de un vehículo para mejorar la conducción vial. Actualmente, este tipo de sistemas automatizados se encuentran implementados en algunas líneas de vehículos desde su producción en masa. Sin embargo, cuando un vehículo no cuenta con este sistema, resulta necesario invertir montos considerables para su adquisición e instalación.

Por esta razón se presenta una solución económica y funcional que otorga al conductor la ventaja de tener prioridad en el control del sistema, de la iluminación frontal y de los limpiaparabrisas, que logra de esta manera, desactivar o activar ambos cuando el conductor así lo requiera. Además, tiene la característica de adaptarse a la mayoría de vehículos en circulación, siempre y cuando se realice el procedimiento establecido para su correcta instalación.

En el primer capítulo se detalla un marco general de conceptos claves a considerar en el proyecto desde el punto de vista del sistema eléctrico de un automóvil. Posteriormente, en el segundo capítulo se describe el funcionamiento y las partes del sistema de iluminación de un automóvil. El tercer capítulo proporciona información acerca de las nuevas tecnologías empleadas en los vehículos de última generación.

Finalmente, el cuarto y quinto capítulos tratan sobre el diseño de cada uno de los módulos y unidades que componen el sistema electrónico a implementar, así como la construcción e integración final del sistema automatizado propuesto.

1. FUNCIONAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE UN AUTOMÓVIL

El foco principal del presente trabajo de investigación está puesto en el diseño e implementación de un sistema automatizado de limpiaparabrisas con un módulo DRL incorporado para el control total de reflectores en un vehículo de motor.

1.1. Misión y funcionamiento

Conducir un auto es mucho más complejo que solamente sentarse tras el volante, saber realizar los cambios, llenarlo de gasolina y revisar el aceite o agua del vehículo; pues quien lo hace debe conocer claramente la estructura y el funcionamiento, del carro para conocer las acciones a seguir en caso de algún desperfecto.

El sistema eléctrico, es uno de los sistemas de mayor importancia en el vehículo como objetivo es transmitir de energía eléctrica suficiente y en todo momento a través de los circuitos del sistema de iluminación y señalización, y de otros que, aunque resultan ser optativos, colaboran en gran medida con la comodidad y seguridad.

El automóvil dispone de una serie de componentes eléctricos agrupados en circuitos y conectados por medio de una instalación eléctrica. Estos circuitos ayudan a transformar la energía eléctrica en otras clases de energía, según las necesidades requeridas. En resumen, colaboran con gestionar y repartir las funciones eléctricas del carro.

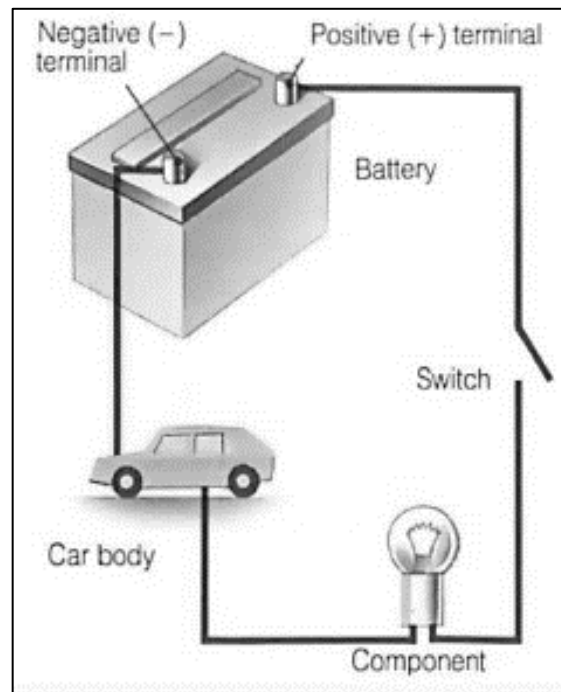
En un típico sistema eléctrico, aparte de los principales circuitos de carga, arranque y encendido, hay otros circuitos como el de encendido de luces, motores eléctricos, sensores y medidores de instrumentos eléctricos, elementos de calefacción, cerraduras operadas magnéticamente, radio, etc. Todos los circuitos se abren y cierran por medio de interruptores o relés (interruptores remotos operados por electroimanes).

La corriente fluye a lo largo de un único cable desde la batería hasta el componente que es alimentado y regresa a la batería a través de la carrocería de metal. El paso de la corriente eléctrica por el conductor, o por los diferentes tipos de aparatos receptores, produce diversos efectos obtención de movimiento, generación de calor, emisión de luz, etc.

Tanto la estructura metálica como algunas piezas metálicas, se utilizan como masa conjunta, es decir, la tierra para la mayoría de los aparatos eléctricos. En un sistema de retorno a tierra negativo (-), la corriente fluye desde el terminal positivo (+) hacia el componente utilizado. El componente está conectado a tierra por medio de la carrocería del vehículo la cual está conectada a tierra por el terminal negativo (-) de la batería.

Este tipo de circuito se llama sistema de retorno a tierra; cualquier parte conectada a la carrocería del vehículo, se dice que está conectada a tierra.

Figura 1. **Esquema básico de un circuito eléctrico en un vehículo**



Fuente: Dirección General de Tráfico España. *Mecánica simple*. <http://www.dgt.es/formacion-vial/cursos-para-profesores-y-directores-de-autoescuelas/doc/.pdf>. Consulta: 20 de enero de 2017.

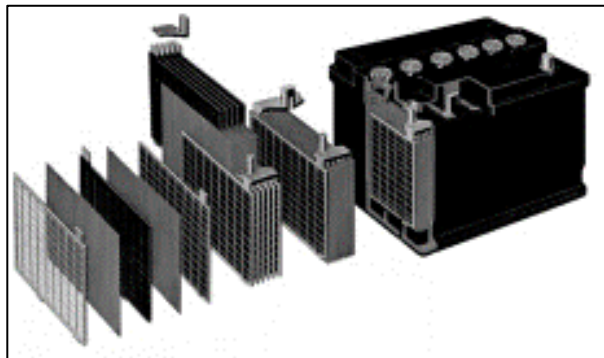
1.2. La batería

La energía eléctrica necesaria para abastecer a los componentes del equipo eléctrico de un automóvil ha de estar disponible, aun cuando el motor esté parado por lo tanto, es necesario disponer de una fuente de energía capaz de acumularla durante el funcionamiento del motor, que es cuando la produce el generador, para entregarla cuando se solicite. Esta fuente de energía recibe el nombre de acumulador o batería.

La función de la batería es almacenar energía química que se transformará en energía eléctrica, en el momento que se conecte un aparato eléctrico.

Asimismo, cuando funciona el motor, lo hace el generador de energía, que produce energía eléctrica que se transforma, por medio de una serie de reacciones químicas en el interior de la batería, en energía química que se va acumulando hasta que esta se carga totalmente. El ciclo vital de una batería no es más que una sucesión de ciclos de carga y descarga de energía.

Figura 2. **Construcción de una batería**

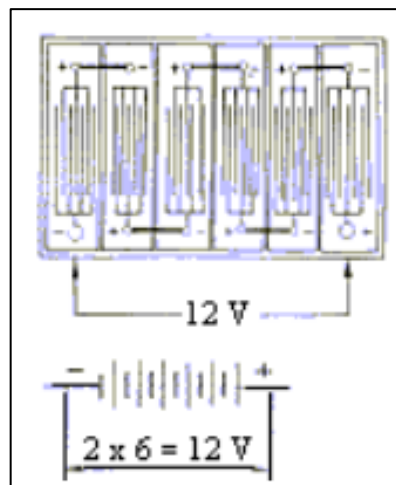


Fuente: Dirección General de Tráfico España. *Mecánica simple*. <http://www.dgt.es/formacion-vial/cursos-para-profesores-y-directores-de-autoescuelas/doc/.pdf>. Consulta: 20 de enero de 2017.

Una batería está compuesta por una estructura o recipiente de caucho endurecido, en cuyo interior hay una serie de placas positivas y negativas que forman un vaso que, como por construcción, suministra 2 voltios; para formar una batería de 12 voltios se necesitan 6, conectados en serie; es decir, el polo positivo de un vaso con el polo negativo del siguiente.

Cada vaso lleva un orificio superior para llenarlo, hasta aproximadamente 1 centímetro por encima de las placas, de ácido sulfúrico diluido en agua destilada. Esta disolución se denomina electrolito y se encarga de producir la reacción química con las placas. Los vasos van tapados con tapones con orificios para eliminar los gases que se producen en el proceso de carga de la batería.

Figura 3. **Conexión de los vasos de una batería**



Fuente: Dirección General de Tráfico España. *Mecánica simple*. <http://www.dgt.es/formacion-vial/cursos-para-profesores-y-directores-de-autoescuelas/doc/.pdf>. Consulta: 20 de enero de 2017.

Una batería se caracteriza por su voltaje, capacidad y la máxima corriente de descarga en frío. Por ejemplo, una etiqueta en una batería con los datos 12V 150Ah 420A, se refiere a lo siguiente:

- La tensión de la batería es de 12 voltios.

- La capacidad es de 150 Ah. La capacidad es una característica que depende del tamaño y número de las placas contenidas en la batería. Es la cantidad de energía almacenada en la batería y representa la intensidad de la corriente que puede proporcionar una batería por unidad de tiempo. Por ejemplo, una batería de capacidad 150Ah puede proporcionar una corriente de intensidad 10 amperios durante 15 horas. Si las baterías se conectan en serie, la capacidad del conjunto es la misma, duplicándose en caso de la conexión en paralelo.
- Los 420 A, se refieren a la corriente de descarga en frío. Un valor alto significa una buena capacidad de arranque a bajas temperaturas.

1.2.1. Polaridad positiva y negativa

La electricidad fluye desde la batería en una sola dirección y algunos componentes funcionan solo si el flujo a través de estos pasa en la dirección correcta.

Este convenio de flujo unidireccional se llama polaridad. En la mayoría de los autos, el terminal negativo (-) de la batería está conectado a tierra y el positivo (+) alimenta al sistema eléctrico.

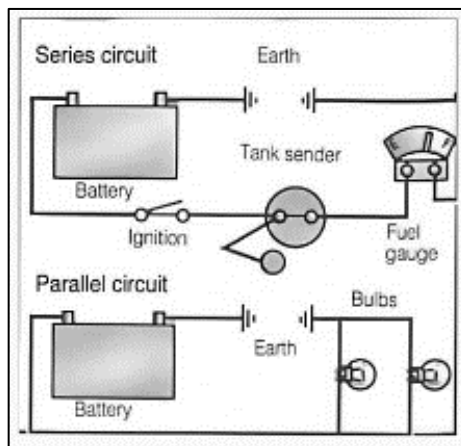
Esto se conoce como sistema de tierra negativo y cuando se compra un accesorio eléctrico, por ejemplo, una radio, se debería de comprobar que es de un tipo adecuado para el sistema del auto. El montaje de una radio con una polaridad incorrecta dañará al equipo, sin embargo, la mayoría de las radios cuentan con un interruptor externo que permite adaptar la polaridad para que funcione en el auto. Es recomendable cambiar a la configuración correcta antes de instalarla.

1.2.2. Circuitos serie y paralelo

Un circuito normalmente incluye más de un componente, como bombillas en los circuitos de iluminación. No importa si están conectados en serie, uno después del otro o en paralelo, lado a lado.

La bombilla de los faros, por ejemplo, está diseñada para tener un determinado grado de resistencia, por lo tanto, para iluminar con normalidad consumirá una cantidad específica de corriente.

Figura 4. Circuitos serie y paralelo



Fuente: Dirección General de Tráfico España. *Mecánica simple*. <http://www.dgt.es/formacion-vial/cursos-para-profesores-y-directores-de-autoescuelas/doc/.pdf>. Consulta: 20 de enero de 2017.

Pero al menos hay dos faros en el circuito. Si estos se conectan en serie, la corriente eléctrica tendrá que pasar primero por uno para llegar al otro. La corriente se tendrá que encontrar dos veces con la resistencia y el doble de resistencia reducirá a la mitad la corriente, de manera que las bombillas solo se iluminarán tenuemente.

La conexión de las bombitas en paralelo significará que la electricidad pase por cada una solamente una vez. Por ejemplo, el transmisor en el tanque de combustible varía su resistencia de acuerdo a la cantidad de combustible en el tanque y envía una pequeña corriente eléctrica al indicador de combustible. Los dos componentes están conectados en serie de modo que la resistencia variable en el transmisor afecte la posición de la aguja en el indicador.

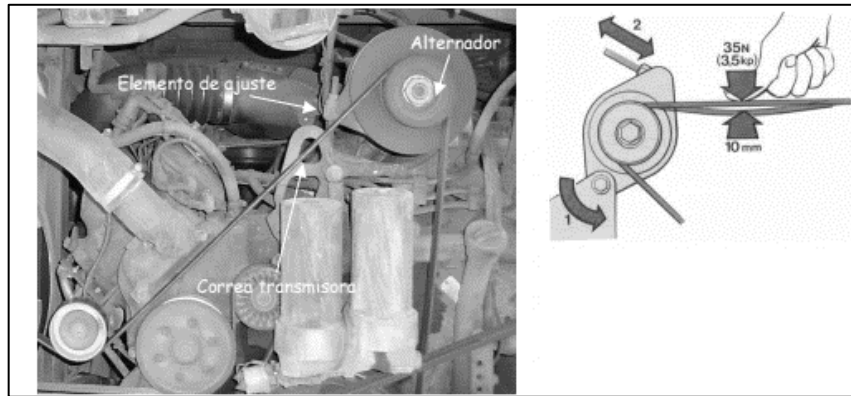
1.3. Generador de energía

1.3.1. El alternador

Transforma la energía mecánica que se le suministra mediante rotación por el motor de combustión a través de una correa trapezoidal, en energía eléctrica para recargar la batería y alimentar a los diversos aparatos eléctricos. La tensión eléctrica producida por el alternador ha de ser controlada para evitar que suba en exceso y garantizar que, a los componentes, se les aplica la tensión prevista para su correcto funcionamiento. Se consigue mediante el regulador de tensión que está conectado al alternador.

Se debe mantener una tensión correcta en la correa para transmitir el movimiento: no ha de ser ni muy elevada, por si se rompe o se deterioran los rodamientos, ni muy baja para que no patine. La tensión se ajusta desplazando el alternador o actuando sobre dispositivos colocados a tal efecto.

Figura 5. **Situación del alternador y ajuste de la correa**



Fuente: Dirección General de Tráfico España. *Mecánica simple*. <http://www.dgt.es/formacion-vial/cursos-para-profesores-y-directores-de-autoescuelas/doc/.pdf>. Consulta: 20 de enero de 2017.

Su funcionamiento se basa en mover un conductor eléctrico dentro de un campo magnético, con ello se crea en dicho conductor una corriente eléctrica. Al atravesar una serie de polos positivos y negativos por cada bobina, generan corriente positiva y negativa alternadamente, de aquí su nombre. Esta corriente alterna debe pasar por unos diodos rectificadores, alojados en el alternador, de modo que en sus terminales se obtenga corriente continua.

Las anomalías, que pueden producirse en el funcionamiento del circuito de carga, son señalizadas por una lámpara testigo emplazada en el cuadro de instrumentos; su encendido indica una avería en el sistema que puede estar localizada en el alternador, el regulador o la instalación eléctrica.

1.3.2. Puente rectificador

Está formado por diodos de silicio, conectados a cada una de las fases del alternador. Así pues, el puente rectifica la onda completa de todas las fases que obtiene a la salida del alternador una corriente continua.

1.3.3. Reguladores

La cantidad de corriente generada no es constante sino que está en función de la intensidad del campo magnético inductor y del régimen de giro del motor. Así pues, en el circuito debe existir un elemento que limite su valor para que esta corriente no perjudique a ningún aparato eléctrico y pueda ser almacenable. Debido a ello, el funcionamiento de los reguladores se basa en controlar el nivel de voltaje que produce el campo magnético inductor para mantener estabilizada la tensión en los bornes del alternador.

1.4. Puesta en marcha eléctrica

1.4.1. Motor de arranque

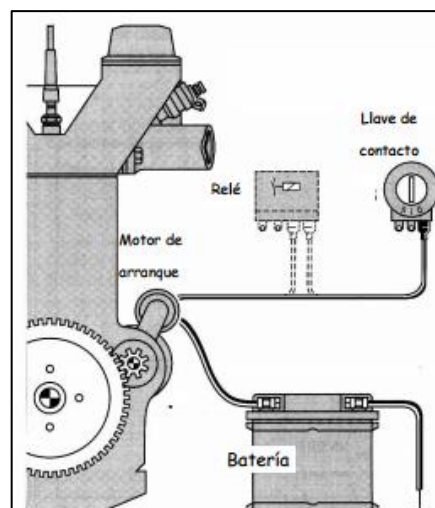
Para lograr el arranque del motor de combustión es preciso hacerle girar a un régimen mínimo con el que se logre comprimir el aire lo suficiente para iniciar el desarrollo del giro del motor al inyectar el carburante. Esta función la cumple el motor de arranque.

Cuando el motor ya está funcionando, y si todos sus sistemas funcionan perfectamente, puede seguir haciéndolo por sí solo, aprovechando la energía producida por la combustión en los cilindros.

Por tanto, para arrancar el motor térmico, se dota al vehículo de un motor eléctrico que recibe energía eléctrica de la batería y la transforma en energía mecánica para dar aproximadamente 50 r.p.m., que son las que necesita el motor para funcionar por sí mismo.

Para hacer funcionar un motor de arranque es necesario una gran cantidad de energía eléctrica, que llegan a consumir hasta 350 amperios, lo que implica que ha de estar conectado a la batería por un cable de gran sección; además, no es conveniente accionarlo durante más de 20 segundos de forma continua. El motor de arranque engrana directamente con la corona del volante del cigüeñal, siendo la relación de dientes de aproximadamente 20/1. El motor de arranque ha de llevar algún sistema de acoplamiento que le permita desconectarse del volante del cigüeñal cuando este supera las 50 r.p.m., pues de lo contrario se quemaría.

Figura 6. **Situación y conexión del motor de arranque**



Fuente: Dirección General de Tráfico España. *Mecánica simple*. <http://www.dgt.es/formacion-vial/cursos-para-profesores-y-directores-de-autoescuelas/doc/.pdf>. Consulta: 20 de enero de

2017.

El funcionamiento del motor de arranque se basa en la reacción entre electroimanes. Al acercar un electroimán a otro, pueden suceder dos cosas: ambos se repelen si se enfrentan dos polos del mismo signo y se atraen cuando los polos son opuestos.

El motor de arranque no necesita dispositivos reguladores porque los arrollamientos de inductores e inducido están montados en serie. Este tipo de conexión es autorreguladora; es decir, el motor toma de la batería exactamente la corriente eléctrica que necesita para mover los pistones.

Figura 7. **Motor de arranque**



Fuente: Dirección General de Tráfico España. *Mecánica simple*. <http://www.dgt.es/formacion-vial/cursos-para-profesores-y-directores-de-autoescuelas/doc/.pdf>. Consulta: 20 de enero de 2017.

1.4.2. Relé o solenoide

Es un elemento de conexión a distancia; es decir, el conductor, a través de la llave de contacto ordena su intención de poner en marcha el motor y es el relé, al que le llega la orden del conductor, quien acciona el motor eléctrico de arranque.

La utilización de un relé es debida a que la intensidad que necesita el motor de arranque es tan grande que se quemarían rápidamente los contactos de la llave de contacto.

Como la intensidad que circula por estos es alta, los cables que unen la batería con el relé, y, este con el motor de arranque, han de ser de gran sección. El relé se suele acoplar en la parte superior del motor de arranque.

1.5. Sistemas eléctricos auxiliares

Existen una serie de sistemas y elementos que proporcionan una comodidad al usuario del vehículo, así como una información de algunos de los sistemas o parámetros del funcionamiento del vehículo.

Debido a la enorme cantidad de estos complementos, se describe el funcionamiento de los que más influencia tienen en la seguridad de circulación.

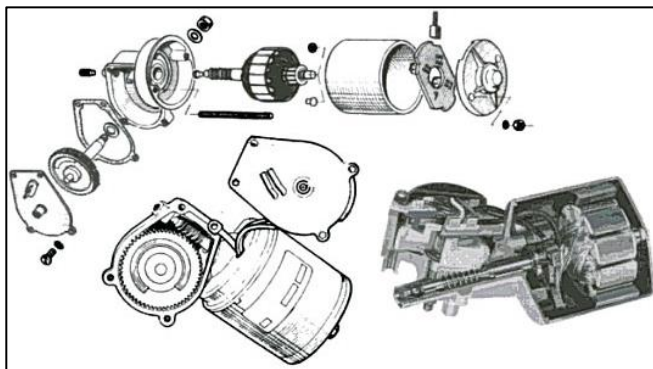
1.5.1. Equipo motor del limpiaparabrisas

Este equipo es necesario para la limpieza de la luna parabrisas del automóvil que permita una buena visibilidad al conductor en caso de lluvia, nieve e incluso para lavar el propio parabrisas por acumulación de suciedad.

El conjunto está formado por un motor eléctrico, con un sistema de reducción, que transforma la velocidad de giro del motor en un desplazamiento de vaivén de los brazos porta escobillas, para obtener en las mismas un desplazamiento de vaivén de unas 50 o 70 oscilaciones por minuto.

El equipo se complementa con unos dispositivos mecánicos situados en el panel delantero de la carrocería, los cuales reciben el movimiento del motor y constituyen el sistema de transmisión para realizar el barrido y limpieza del cristal.

Figura 8. **Motor de limpiaparabrisas**



Fuente: Aficionados a la mecánica. *Equipo motor limpiaparabrisas*. <http://www.aficionadosalamecanica.com/limpiaparabrisas-motor>. Consulta: 25 de enero de 2017.

1.5.1.1. Motor eléctrico

Este motor debe ser capaz de vencer la fuerza de rozamiento que ejerce las raquetas o escobillas contra el cristal, en cualquier condición de funcionamiento. Este motor funciona con una tensión nominal de 12 voltios y una intensidad de 4 a 6 amperios.

1.5.1.2. Sistema de transmisión

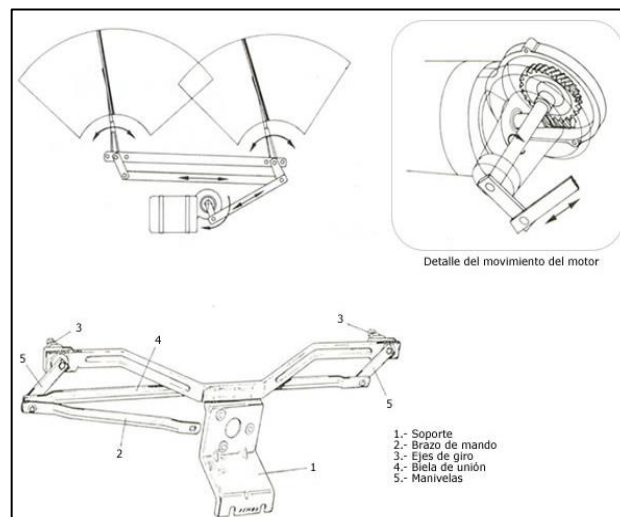
Según la forma de transmitir el movimiento del motor a los brazos de raqueta, el sistema de transmisión y, por tanto, el conjunto de motor

limpiaparabrisas puede ser normalmente de dos tipos: motor con transmisión por biela-manivela y motor con transmisión por cable flexible.

1.5.1.3. Motor con transmisión por biela-manivela

Este sistema consiste en transformar exteriormente el movimiento circular de la rueda dentada en movimiento alternativo en los brazos de escobilla por medio de un conjunto de bielas y manivelas. El motor se acopla a un soporte y transmite el movimiento de giro incompleto en los dos sentidos a los ejes por medio del brazo de mando, la biela de unión y las manivelas. Estos mecanismos articulados reciben el movimiento del giro excéntrico del extremo de la biela montada en el eje de salida de la rueda reductora del motor.

Figura 9. **Esquema de una transmisión biela-manivela para limpiaparabrisas**



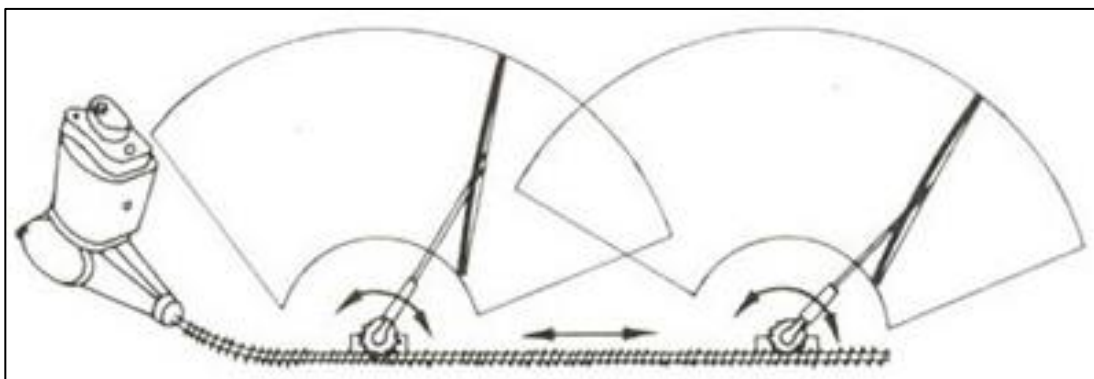
Fuente: Aficionados a la mecánica. *Equipo motor limpiaparabrisas*. <http://www.aficionadosalamecanica.com/limpiaparabrisas-motor>. Consulta: 25 de enero de 2017.

1.5.1.4. Motor con transmisión por cable flexible

Este tipo de motor transforma interiormente el movimiento circular de la rueda dentada en movimiento alternativo, por medio una placa excéntrica montada a presión sobre la rueda, con un pistón en el que se acopla una biela que transmite el movimiento alternativo a un soporte unido al cable flexible de transmisión, el cual se desliza por una guía montada sobre el soporte del motor.

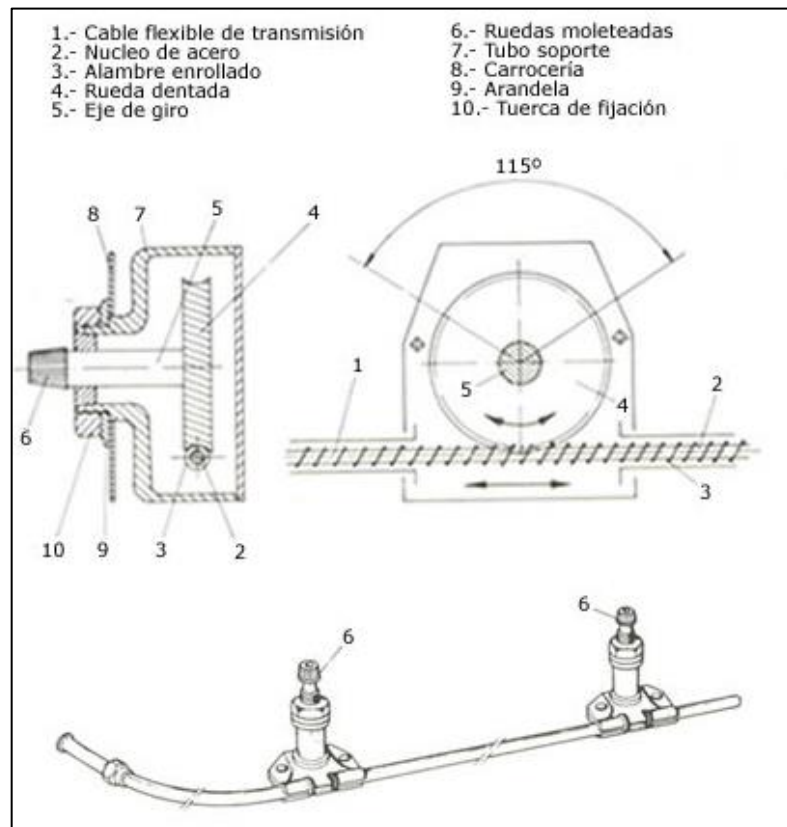
El cable flexible de transmisión está formado por un alma de acero, el cual lleva enrollado un alambre, también de acero, en forma helicoidal, y se desliza por el interior de unos tubos engranando con las ruedas dentadas de los ejes secundarios de giro, a los cuales transmite el movimiento de vaivén y estos a las ruedas, donde se acoplan los brazos portaescobillas. Este sistema tiene la ventaja de que se le puede acoplar adaptándose a las formas de la carrocería y apenas ocupa espacio.

Figura 10. Esquema del motor con transmisión por cable flexible



Fuente: Aficionados a la mecánica. *Equipo motor limpiaparabrisas*. <http://www.aficionado salamecanica.com/limpiaparabrisas-motor>. Consulta: 25 de enero de 2017.

Figura 11. **Esquema de la transmisión por cable flexible**



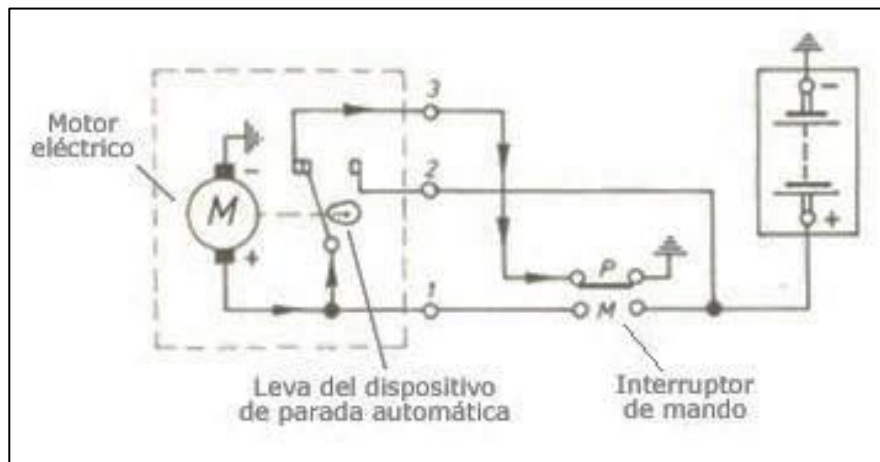
Fuente: Aficionados a la mecánica. *Equipo motor limpiaparabrisas*. <http://www.aficionado-salamecanica.com/limpiaparabrisas-motor>. Consulta: 25 de enero de 2017.

1.5.1.5. **Funcionamiento eléctrico**

El motor limpiaparabrisas funciona al recibir corriente de la batería a través de un interruptor conmutador situado generalmente en el volante y pasando por el interruptor de encendido o llave de contacto. El motor del limpiaparabrisas lleva un dispositivo para hacer una parada automática. Esta parada automática sirve para cuando se desconecta la llave de contacto con el limpiaparabrisas activado y hace que las raquetas no se queden en mitad del recorrido sobre el cristal sino que lo retorna a su posición inicial.

El dispositivo consiste en una leva integrada a la rueda de reducción la cual acciona un interruptor de parada situada en el soporte motor.

Figura 12. **Esquema eléctrico del limpiaparabrisas en posición de parada**

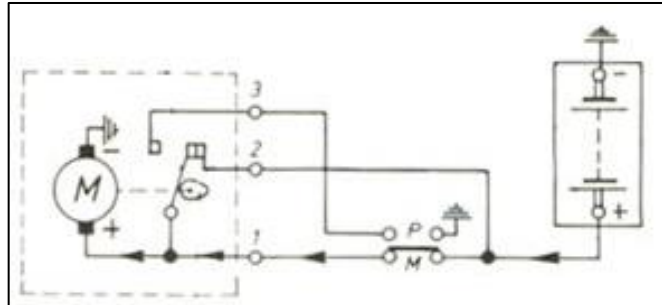


Fuente: Aficionados a la mecánica. *Equipo motor limpiaparabrisas*. <http://www.aficionado-salamecanica.com/limpiaparabrisas-motor>. Consulta: 25 de enero de 2017.

Al cerrar el interruptor en posición de marcha (M), la corriente de batería llega al motor directamente a través de un borne (1), con lo cual funciona normalmente hasta que se interrumpe la corriente.

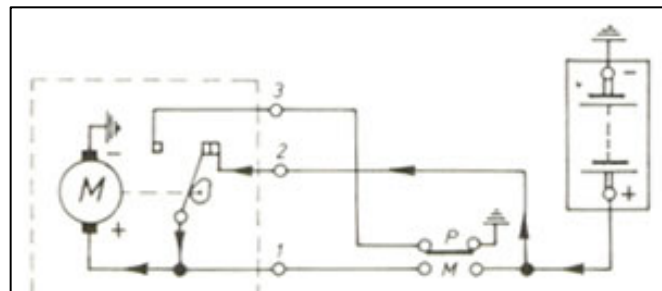
Al pasar el conmutador a la posición (P), el motor sigue funcionando al recibir corriente por el borne (2) a través del interruptor interior, hasta que la leva, en su giro, abre los contactos del interruptor interior poniendo el borne (1) a masa, que actúan como freno eléctrico en la posición en final o de reposo de las escobillas.

Figura 13. **Esquema eléctrico del limpiaparabrisas en posición de marcha**



Fuente: Aficionados a la mecánica. *Equipo motor limpiaparabrisas*. <http://www.aficionado salamecanica.com/limpiaparabrisas-motor>. Consulta: 25 de enero de 2017.

Figura 14. **Esquema eléctrico del limpiaparabrisas en posición de parada, con el dispositivo de parada automático**

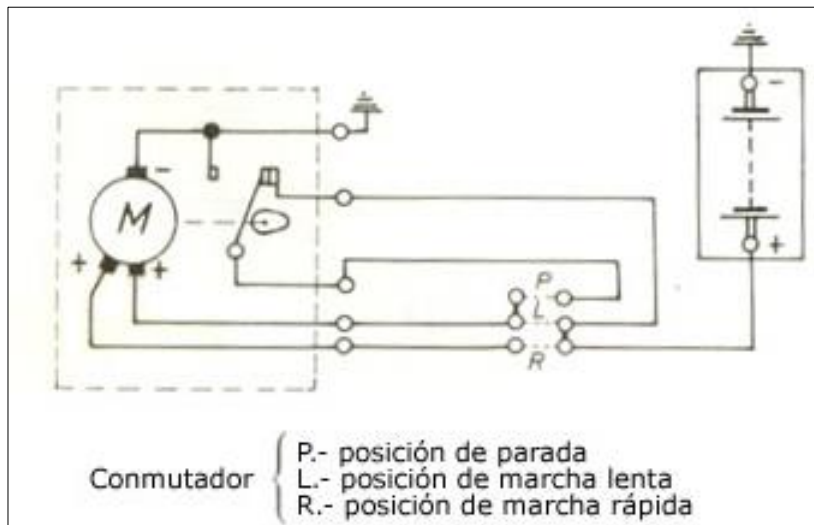


Fuente: Aficionados a la mecánica. *Equipo motor limpiaparabrisas*. <http://www.aficionado salamecanica.com/limpiaparabrisas-motor>. Consulta: 25 de enero de 2017.

Existen motores con dos velocidades de funcionamiento para marcha lenta y rápida, los cuales incorporan en su circuito eléctrico una tercera escobilla y según la escobilla positiva que se conecta a la fuente de alimentación, se obtendrá una u otra velocidad de giro que funciona ambas con

un paro automático idéntico a los de una sola velocidad. La puesta en servicio de una u otra velocidad se realiza a través de un interruptor de tres posiciones (P, L y R) situado generalmente en el volante.

Figura 15. **Esquema eléctrico del limpiaparabrisas de 2 velocidades**



Fuente: Aficionados a la mecánica. *Equipo motor limpiaparabrisas*. <http://www.aficionado-salamecanica.com/limpiaparabrisas-motor>. Consulta: 25 de enero de 2017.

1.5.2. Fusibles

Si se utiliza un cable con el tamaño equivocado o si un cable se rompe o se desconecta, este puede causar un cortocircuito accidental que desvíe la resistencia del componente. La corriente en el cable puede llegar a ser tan alta y peligrosa que podría llegar a derretir el cable o provocar un incendio.

Para prevenir esto los circuitos auxiliares cuentan con fusibles. El tipo más común de fusible es un cable corto y delgado encerrado en una carcasa resistente al calor, normalmente de vidrio.

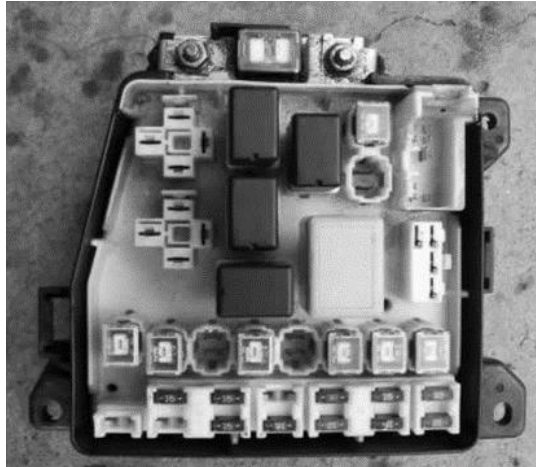
El cable fusible es el más delgado que puede transportar la corriente normal del circuito sin sobrecalentamiento y se encuentra indicado en amperios.

Los fusibles no protegen al cable en el tramo anterior a donde están situados, solamente protegen al cable o hilo conductor positivo desde el propio fusible hasta el receptor. Si el circuito es importante se coloca un fusible por cada receptor. No obstante, se puede instalar un fusible para proteger varios circuitos. Un fusible se puede fundir por varias causas: como un cortocircuito o un mal contacto en el soporte.

Cuando un fusible se funde se debe sustituir por otro de igual intensidad. Si se vuelve a fundir hay que localizar y eliminar el cortocircuito que, generalmente, se produce al soltarse el cable de algún receptor o conector, o cuando el aislante se pela por roce con alguna parte metálica. Si el fusible se funde en el momento de instalarlo, cuando los interruptores están desconectados, el cortocircuito se localiza antes de los interruptores.

Nunca se debe anular o sustituir un fusible con un cable grueso ya que la instalación queda sin protección y puede iniciarse un incendio en esto o en sus proximidades.

Figura 16. **Caja de fusibles**



Fuente: Dirección General de Tráfico España. *Mecánica simple*. <http://www.dgt.es/formacion-vial/cursos-para-profesores-y-directores-de-autoescuelas/doc/.pdf>. Consulta: 20 de enero de 2017.

1.5.3. Cables y circuitos impresos

Los tamaños de los alambres y cables se clasifican de acuerdo al amperaje máximo que pueden transportar con seguridad. Una red compleja de cables funciona dentro del auto. Para evitar confusiones, cada cable es identificado con un color, solamente dentro del auto, no se rige bajo un sistema de identificación nacional o internacional.

La mayoría de los manuales de servicio y de autos en general, incluyen un diagrama de cableado que puede ser difícil de seguir. La codificación de colores, sin embargo, es una guía útil para rastrear el cableado.

Los cables se encuentran unidos en un manojo, en una funda de plástico o tela para mantenerlos ordenados y que sea menos difícil ajustarlos. Este

manejo de cables se extiende en toda la longitud del auto, con cables individuales o pequeños grupos de cables emergiendo de donde sea necesario.

Los autos modernos a menudo necesitan espacio para muchos cables en espacios confinados. Algunos fabricantes utilizan circuitos impresos en vez de manojos de cables, particularmente en la parte posterior del tablero.

Los circuitos impresos consisten en láminas de plástico en las que se han, literalmente, impreso las pistas de cobre. Los componentes están conectados directamente a las pistas. Solo algunos autos modernos tienen circuitos impresos flexibles. Las pistas de cobre están impresas en cintas de plástico flexibles, que sustituyen a todo el sistema de cableado.

2. SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL AUTOMÓVIL

Este capítulo proporciona la información acerca del sistema de iluminación del automóvil desde su pasado, su presente hasta las tendencias a futuro, junto con un preámbulo del funcionamiento de las luces activas y su evolución; este es un estudio muy importante para el eje conceptual. También, se menciona acerca de la seguridad activa en el vehículo y cómo se relaciona con el sistema de iluminación del automóvil.

Desde la creación del motor de combustión interna y el impulso industrial del automóvil se han realizado muchos cambios y evoluciones en cada uno de sus sistemas, desde los más sencillos utilizados en los primeros autos fabricados hasta los más complejos y eficientes implementados en los últimos modelos de vehículos, en donde la electrónica es la parte fundamental y la que ha revolucionado toda la industria automotriz.

Los cambios realizados en los vehículos se han dado por muchas razones: la comodidad del conductor y los ocupantes, las necesidades determinadas por las características del vehículo y una de las razones de mayor peso es la seguridad de las personas que están dentro y fuera del vehículo.

Es así como muchos sistemas han evolucionado según la necesidad, por ejemplo, de tener motores más pequeños y livianos, pero con mayor potencia, llevó al desarrollo de nuevos materiales para su construcción y a mejorar el sistema de alimentación de combustible e ignición de la mezcla que ahora son controlados por computadora según las condiciones de conducción.

El mejoramiento en el rendimiento de los motores hizo que los vehículos sean más veloces, con velocidades superiores a los 250 kilómetros por hora, se volvieron peligrosos para sus ocupantes y los peatones, por lo cual se desarrollaron sistemas para hacerlos más seguros tanto activa como pasivamente, es decir, contar con seguridad activa y pasiva.

Uno de los adelantos en seguridad activa es el sistema de iluminación de los automóviles. Es de gran importancia el sistema mencionado, pues ayuda mucho en la conducción, en la visibilidad del conductor y sobre todo ayuda a que el vehículo sea visto por los peatones y otros conductores; advierte de las maniobras del conductor de dicho vehículo.

El sistema de iluminación es uno de los elementos fundamentales en la conducción que ha evolucionado mucho en los últimos tiempos pues este debe adaptarse a las condiciones de conducción: carreteras en mal estado, curvas muy pronunciadas, etc, y a las condiciones meteorológicas adversas: lluvia, neblina, etc, que aumenta la seguridad activa dirigida a la iluminación, que facilita tanto la visión del conductor como el ser visto.

2.1. Seguridad activa

Todos estos adelantos en la tecnología de la iluminación del automóvil se han realizado por aumentar la seguridad activa del vehículo. Durante años se han integrado elementos de seguridad en los nuevos vehículos según las normas dictadas por organismos internacionales que realizan investigaciones sobre las causas de los accidentes de tránsito a fin de proteger la vida del conductor y los acompañantes.

Hoy en día existen dos tipos de seguridad en los automóviles para salvaguardar la vida de miles de conductores y pasajeros, los cuales han sido desarrollados para funcionar antes y durante del impacto.

La seguridad activa en el automóvil se refiere a todos aquellos mecanismos o dispositivos destinados a disminuir el riesgo de que se produzca un accidente. Es decir, engloba los dispositivos sobre los que el conductor puede actuar directamente:

- Sistema de frenado: detiene el vehículo y evita el bloqueo de las ruedas (ABS).
- Sistema de suspensión: garantiza la estabilidad durante la conducción.
- Sistema de dirección: hace girar las ruedas de acuerdo al giro del volante.
- Sistema de climatización: proporciona la temperatura adecuada durante la marcha.
- Neumáticos: su dibujo es garantía de agarre, incluso en situaciones climatológicas adversas.
- Motor y caja de cambios: hacen posible adaptar la velocidad a las circunstancias de la carretera.
- Sistema de iluminación: permite al conductor ver y ser visto.

La seguridad activa está pensada para garantizar el buen funcionamiento de un vehículo en movimiento y responder a las órdenes del conductor. Precisamente, la pericia al volante y la precaución son las claves para evitar un siniestro, siempre y cuando el automóvil responda como le pide el usuario.

Uno de los factores importantes para la seguridad en el sistema de iluminación es la mayor visibilidad. Una de las mejores formas de evitar accidentes es que los conductores vean y sean vistos. Por esta razón, cuando los ingenieros y diseñadores, insisten en dotar a los automóviles de amplias ventanas para reducir los ángulos muertos, limpiaparabrisas automáticos con velocidad intermitente variable, lunetas térmicas traseras, innovadores faros con una luz más natural, luces para circular durante el día, luces de visibilidad lateral y luces de freno elevadas.

Todo ello es un componente integral del diseño. Se trata de un diseño que se reconoce fácilmente en las carreteras de todo el mundo.

En un carro los faros son tan importantes como las ruedas; faros y luces eficaces en la parte delantera y trasera del vehículo son la base para ver correctamente y para ser visto por el resto de conductores.

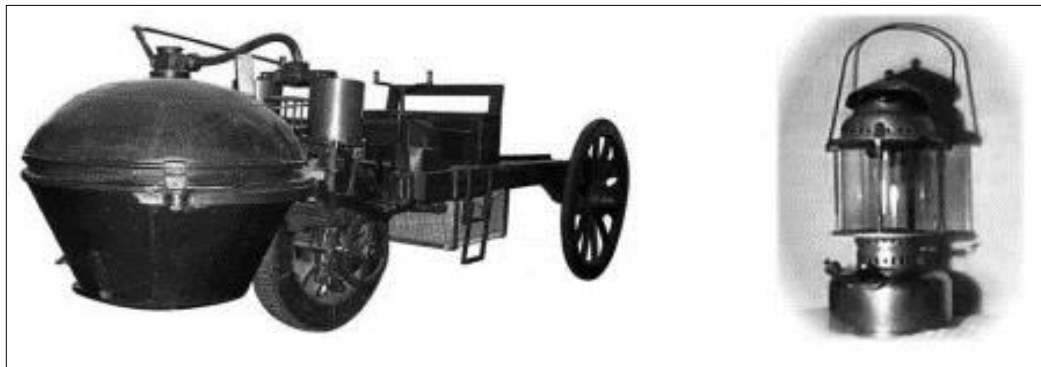
La calidad de la iluminación depende especialmente de la calidad de la fuente luminosa. La regulación de las luces es muy importante para evitar la pérdida de visibilidad de la carretera o deslumbrar a otros conductores que circulen en sentido contrario.

2.2. Historial del sistema de iluminación en automóviles

2.2.1. Pasado

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 provisto con ruedas de madera, llantas de hierro y con un peso de 4,5 toneladas. Como era de suponerse adoptaron el sistema de iluminación de aquellos vehículos; es decir, los primeros automóviles construidos a partir de carros de caballos, aún confían la iluminación a velas y lámparas de queroseno, las cuales eran colgadas en la parte más alta del vehículo con la finalidad de iluminar el camino.

Figura 17. **Primer vehículo propulsado a vapor con lámpara de queroseno**



Fuente: Circula seguro. *Historia del automóvil*. <http://www.circulaseguro.com/nicolas-joseph-cugnot-inventor-del-primer-automovil/>. Consulta: 28 de enero de 2017.

Luego, en 1866, el motor de vapor es reemplazado por un motor de combustión interna. El alemán Gottlieb Daimler construyó el primer automóvil propulsado por un motor de combustión interna y poco después en 1908 llegan los primeros faros que utilizan lámparas de gas de acetileno las cuales estaban provistas de espejos y mejores vidrios para aumentar el caudal de luz. Este tipo de lámpara se basa en la conocida reacción del carburo cálcico al entrar en contacto con agua. Así, el carburo en polvo o en forma de Pellet, se almacenaba en un pequeño cubículo al fondo de la lámpara. Sobre el recipiente de carburo aparecía otro, con agua, que iba cayendo gota a gota, a velocidad controlada por una espita, un tubo corto que se abre o cierra por el giro de una llave o mediante una palanca y que se pone en el agujero por donde se vacía un recipiente cualquiera para regular el paso de un fluido sobre el carburo.

Al entrar en contacto el agua con el compuesto cálcico, se originaba acetileno, gas inflamable, que se conducía hacia una boquilla para ser prendida y, así, ofrecer una luz potente y limpia la que se podía controlar según el goteo del agua; este tipo de lámpara podía iluminar durante ocho horas sin ningún problema.

Figura 18. **Lámpara de gas de acetileno**



Fuente: Circula seguro. *Historia del automóvil*. <http://www.circulaseguro.com/nicolas-joseph-cugnot-inventor-del-primer-automovil/>. Consulta: 28 de enero de 2017.

En 1881 aparece el primer vehículo eléctrico de Jeantaud. La corriente necesaria para su funcionamiento la proporcionan 21 baterías. Una vez que los automóviles dejaron de tener similitud con las carrozas tiradas por caballos, sus prestaciones comenzaron a mejorar de forma notable. Los candiles que se utilizaban hasta entonces comenzaron a ser insuficientes, es decir, proporcionar la visibilidad adecuada al conductor. Fue entonces, que en 1915 aparecieron los primeros alternadores y los sistemas eléctricos de iluminación.

Los carros comienzan a ser dotados de luces traseras y de pilotos de freno. Los faros empiezan a ser equipados con bombillas de doble filamento,

que proporcionan luz larga y de cruce intercambiable manualmente como se muestra en la figura 19.

Figura 19. **Vehículo dotado con un sistema de iluminación eléctrico**



Fuente: Tecnología LCP. *Historia del automóvil*. <http://tecnologia-lcp.orgfree.com/Documentos/Historia%20del%20automovil.pdf>. Consulta: 01 de febrero de 2017.

Durante las guerras mundiales ambos bandos utilizaron mucho los vehículos a motor, esto hizo que la industria del automóvil tenga su despegue definitivo que desde entonces ha conocido una marcha imparable de mejoras e innovaciones.

Los sistemas de alumbrado del automóvil evolucionaron en paralelo a los vehículos de motor. Por lo cual en 1930 los carros incorporan por primera vez brazos plegables como indicadores de giro; aparecen también los primeros faros antiniebla y las luces cuneteras. En 1951, Ford introduce en el modelo Taunus el primer intermitente. Siete años más tarde por primera vez los automóviles montan faros con luces asimétricas, como los de los carros actuales.

En la década de los 60, se lanza al mercado un tipo de lámpara halógena. Sin embargo, los faros equipados con este tipo de dispositivos tenían sus limitaciones. En concreto, 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; esto se dejó notar especialmente a mediados de los 70 cuando la primera crisis del petróleo obligó a los fabricantes de automóviles a desarrollar vehículos más aerodinámicos. Esto exigía a su vez faros de menor diámetro y, consecuentemente, con menor capacidad de iluminación. Las lámparas halógenas de mayor potencia, como las H4 y las H7, vinieron a solventar este problema.

La llegada de los intermitentes electrónicos marca el inicio del desembarco de la electrónica en el automóvil.

A finales de los años 80 también nacieron las parábolas reflectoras de geometría compleja o *free-form* reflector, que eran mucho más efectivas que los reflectores circulares. Estos dispositivos presentan numerosas ventajas. Por un lado, permiten aprovechar más eficientemente el caudal de luz. Además, gracias a las múltiples caras de sus parábolas, también logran dirigir mejor la luz, reducir la zona de deslumbramiento y crear mayores áreas de alumbrado.

2.2.2. Presente

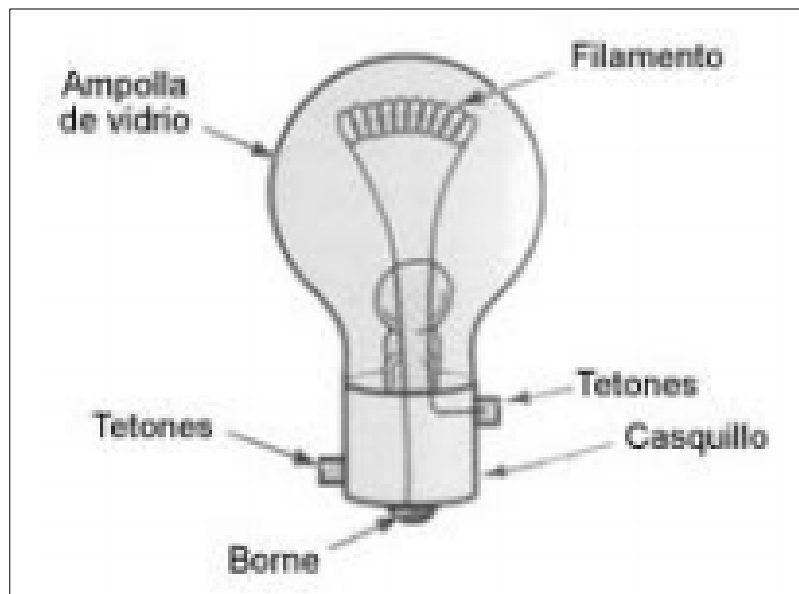
Desde 1988 ya los vehículos estaban provistos de un sistema de iluminación muy eficiente que utiliza lámparas halógenas de gran potencia y faros provistos de parábolas reflectoras de geometría compleja. A continuación, se describe el funcionamiento de una lámpara, sus tipos y cuál es su utilización

en el vehículo; además, se explica el principio de funcionamiento de los faros provistos de parábolas reflectoras.

2.2.2.1. Lámparas incandescentes

Estas lámparas están constituidas por un filamento de tungsteno o wolframio que se une a dos terminales soporte; el filamento y parte de los terminales se alojan en una ampolla de vidrio en la que se ha hecho el vacío y se ha llenado con algún gas inerte, como el argón, neón, nitrógeno, etc. Los terminales aislados e inmersos en material cerámico se sacan a un casquillo que constituye el soporte de la lámpara y lleva los elementos de sujeción por donde se sujeta al portalámparas.

Figura 20. Lámpara de incandescencia



Fuente: Iluminet. *Lámpara incandescente*. <http://www.iluminet.com/a-130-anos-de-la-lampara-incandescente/>. Consulta: 01 de febrero de 2017.

2.2.2.2. Tipos de lámparas y su utilización el automóvil

- Plafón: su ampolla de vidrio es tubular y está provista de dos casquillos en ambos extremos donde se conecta el filamento. Se utiliza fundamentalmente en luces de techo (interior), iluminación de guantera y maletero. Se fabrican en diversos tamaños de ampolla para potencias de 3, 5, 10 y 15 W.

Figura 21. **Plafón**

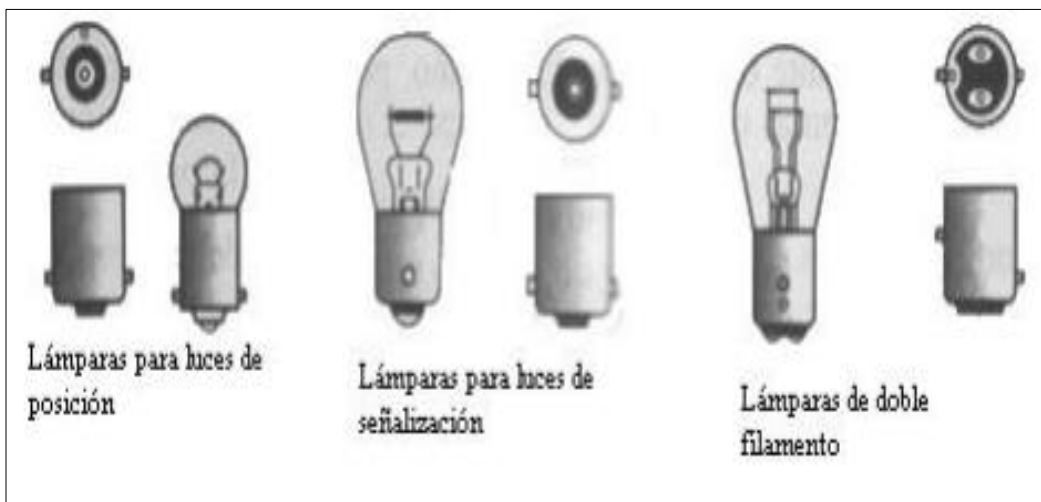


Fuente: High Motors. *Historia de luces del automóvil*. <http://www.highmotor.com/historia-luces-carros.html/>. Consulta: 01 de febrero de 2017.

- Pilotos: la forma esférica de la ampolla se alarga en su unión con el casquillo metálico, provisto de 2 puntas 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 utilizan preferentemente la de ampolla esférica y filamento único, con potencias de 5 o 6 W. En luces de señalización, *stop*, etc., se emplean

las de ampolla alargada con potencia de 15, 18 y 21 W. En otras aplicaciones se usan este tipo de lámparas provistas de dos filamentos, en cuyo caso, los extremos de su casquillo están posicionados a distintas alturas.

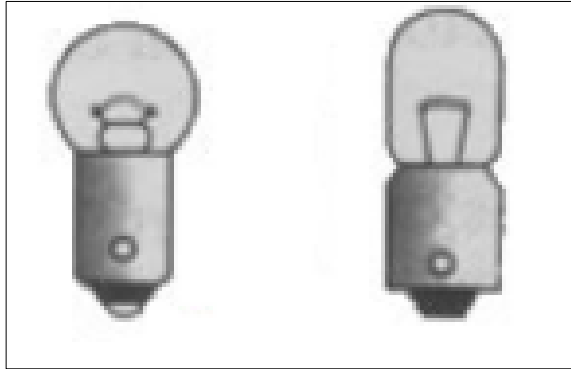
Figura 22. **Pilotos**



Fuente: High Motors. *Historia de luces del automóvil*. <http://www.highmotor.com/historia-luces-carros.html/>. Consulta: 01 de febrero de 2017.

- Control: disponen un casquillo con dos tetones simétricos y ampolla esférica o tubular. Se utilizan como luces testigo de funcionamiento de diversos aparatos eléctricos, con potencias de 2 a 6 W.

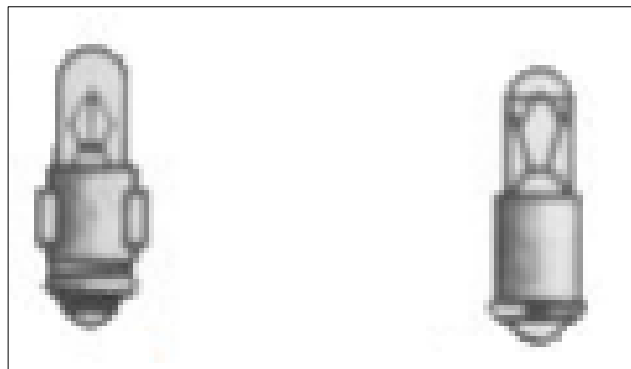
Figura 23. **Lámparas de control**



Fuente: High Motors. *Historia de luces del automóvil*. <http://www.highmotor.com/historia-luces-carros.html/>. Consulta: 01 de febrero de 2017.

- Lancia: este tipo de lámpara es similar al anterior, pero su casquillo es más estrecho y los tetones de los que está provisto son alargados en lugar de redondos. Se emplea fundamentalmente como señalización de cuadro de instrumentos, con potencias de 1 y 2 W.

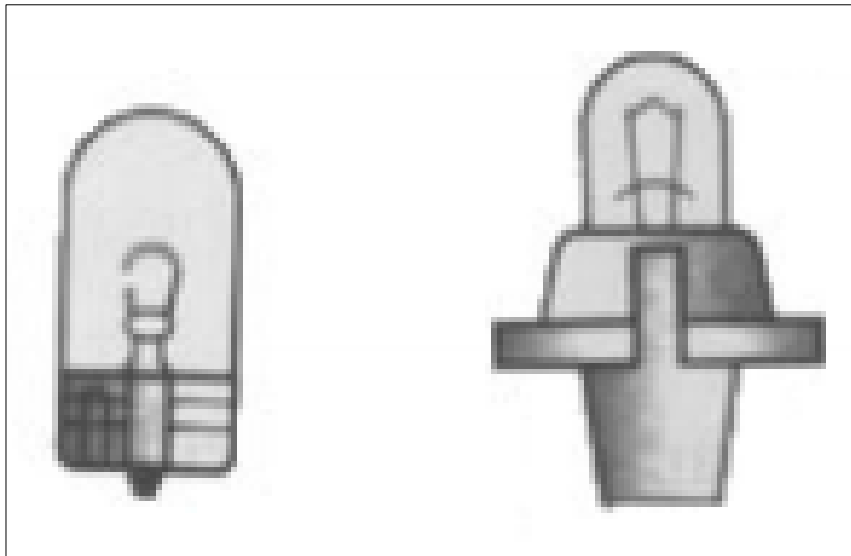
Figura 24. **Lancia**



Fuente: High Motors. *Historia de luces del automóvil*. <http://www.highmotor.com/historia-luces-carros.html/>. Consulta: 01 de febrero de 2017.

- Wedge: en este tipo de lámpara, la lámpara tubular se cierra por su inferior en forma de cuña, quedando plegados sobre esta los hilos de los extremos del filamento para su conexión al portalámparas. En algunos casos, este tipo de lámpara se suministra con el portalámparas. Cualquiera de las dos tiene su aplicación en el cuadro de instrumentos.

Figura 25. **Wedge**



Fuente: High Motors. *Historia de luces del automóvil*. <http://www.highmotor.com/historia-luces-carros.html/>. Consulta: 01 de febrero de 2017.

- Foco europeo: este modelo de lámpara dispone una ampolla esférica y dos filamentos especialmente dispuestos. Los bornes de conexión están ubicados en el extremo del casquillo. Se utiliza en luces de carretera y cruce.

Figura 26. **Foco europeo**



Fuente: High Motors. *Historia de luces del automóvil*. <http://www.highmotor.com/historia-luces-carros.html/>. Consulta: 01 de febrero de 2017.

- Halógena: al igual que la anterior, se utiliza en alumbrado de carretera y cruce, así como en faros antiniebla.

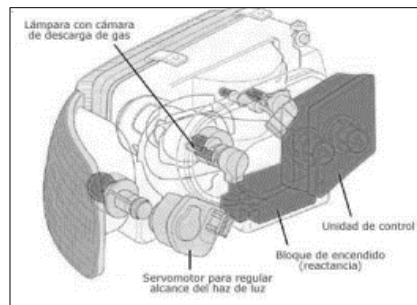
Figura 27. **Halógena**



Fuente: High Motors. *Historia de luces del automóvil*. <http://www.highmotor.com/historia-luces-carros.html/>. Consulta: 1 de febrero de 2017.

- Xenón: estas lámparas son un sistema de iluminación con alto rendimiento luminoso capaz de iluminar una zona de más de 140 metros, con esto se logra aumentar la seguridad activa durante la conducción. Se instalan estas lámparas actualmente en los vehículos de alta gama, también, se empiezan a ver cada vez más en vehículos de gama media. Funcionan por descarga de gas, en el interior de la ampolla hay gas xenón y halógenos metálicos; para el funcionamiento se requiere un dispositivo electrónico que debe llevarlo el vehículo que utilice estas lámparas, el dispositivo enciende la lámpara y controla el arco. Para el encendido, el sistema electrónico eleva la tensión entre los electrodos del interior de la ampolla, creándose un arco de luz gracias al gas xenón y a la gasificación de los halógenos metálicos.
- La luz es generada por medio de un arco voltaico de hasta 30 000 voltios, entre los dos electrodos de tungsteno situados en la cámara de vidrio. El arco es generado por una reactancia o reacción que produce una corriente alterna de 400 Hz. En el interior de la lámpara se alcanza una temperatura de aproximadamente 700 °C.

Figura 28. **Estructura de un faro de xenón**



Fuente: High Motors. *Historia de luces del automóvil*. <http://www.highmotor.com/historia-luces-carros.html/>. Consulta: 01 de febrero de 2017.

Algunas de las ventajas de esta generación de faros, con relación a la tecnología convencional son:

- El rendimiento luminoso es unas tres veces mayor. Para generar el doble de intensidad luminosa que una lámpara convencional de 55 W, se utiliza una descarga de gas de solo 35 W. De esta manera se reduce el consumo aproximadamente en un 25 %.
- La energía eléctrica convertida en calor es mucho menor por lo que se pueden usar faros pequeños y de materiales plásticos.
- Banda de luz más amplia. Mediante una configuración especial del reflector, visera y lente se consigue un alcance superior y una zona de dispersión más ancha en la zona de proximidad. De esta forma se ilumina mejor el borde de la calzada, lo cual reduce la fatiga visual del conductor.
- La vida útil es de unas 2 500 horas. Cinco veces más que una lámpara halógena. También presenta algunos inconvenientes:
- Tardan 60 segundos en dar luz máxima, 3 200 lúmenes, aunque al segundo dan 800 lúmenes.
- Necesitan equipo electrónico de encendido y control.
- Se permite el uso solo en combinación con sistemas automáticos de regulación de altura de la luz de los faros.

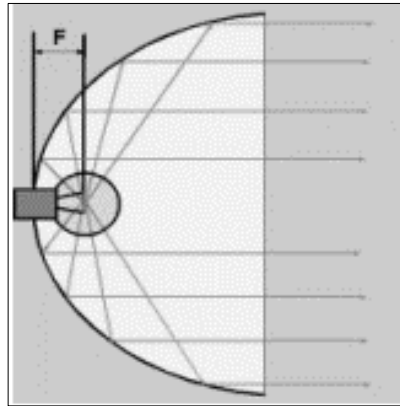
Las lámparas van dentro de los faros que proyectan su luz. Los faros a su vez realizan dos tareas opuestas: una trata de conseguir una luz potente para realizar una conducción segura, con una cierta difusión cerca del vehículo, a fin de obtener una buena iluminación que permita ver bien el pavimento y la cuneta.

Por otra parte, tiene que evitar que esta potente luz no deslumbre a los conductores de los vehículos que vienen en sentido contrario; hace falta otra luz más baja o de cruce que, sin deslumbrar, permita una iluminación suficiente para mantener una velocidad razonable con la suficiente seguridad. Para lograr todo esto el emisor de luz es colocado dentro de la parábola la cual determina como será reflejada la luz al exterior.

2.2.3. Principio de funcionamiento de los faros provistos de parábolas reflectoras

Cuando el punto brillante se coloca en el foco de la parábola, la luz reflejada sale como un haz concentrado formado por líneas paralelas dirigidas rectas al frente del foco, en este caso el haz luminoso tiene el máximo alcance y representa la luz de carretera.

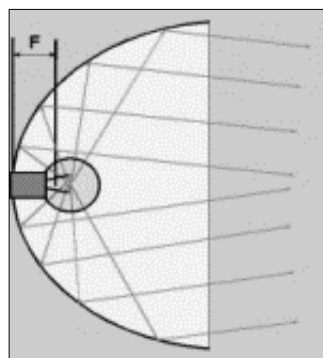
Figura 29. **Punto luminoso en el foco de la parábola**



Fuente: Taller auto eléctrico. *Luces del automóvil*. <http://tallerautoelectrico.com/como-funcionan-las-luces-altas-y-bajas-en-el-auto/>. Consulta: 05 de febrero de 2017.

Si el filamento luminoso se coloca por delante del foco, los rayos reflejados salen de la lámpara con un ángulo de desviación con respecto al eje de la parábola y el alcance se reduce.

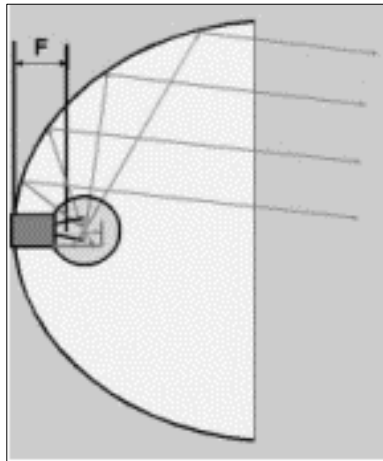
Figura 30. **Punto luminoso por delante del foco de la parábola**



Fuente: Taller auto eléctrico. *Luces del automóvil*. <http://tallerautoelectrico.com/como-funcionan-las-luces-altas-y-bajas-en-el-auto/>. Consulta: 05 de febrero de 2017.

Si se coloca una superficie reflectora de forma adecuada debajo de la bombilla, que impida la iluminación de una parte de la parábola, el haz de luz se inclina hacia abajo.

Figura 31. **Superficie reflectora debajo del punto luminoso**



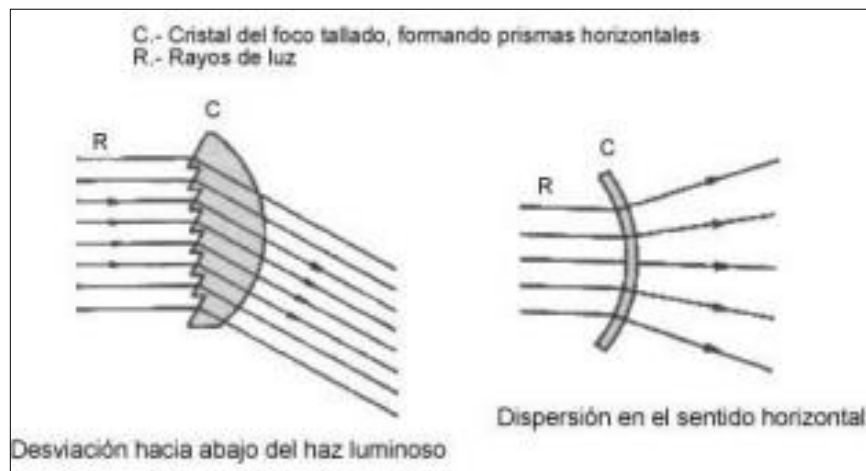
Fuente: Taller auto eléctrico. *Luces del automóvil*. <http://tallerautoelectrico.com/como-funcionan-las-luces-altas-y-bajas-en-el-auto/>. Consulta: 05 de febrero de 2017.

Con lo cual se consigue la luz corta o de cruce, ya que esta concentra la iluminación en la zona cercana por delante del automóvil para garantizar la iluminación adecuada del camino mientras el conductor que circula en sentido contrario se encuentra en una zona de sombra.

Para el alumbrado de carretera se obtiene, por consiguiente, una intensidad luminosa considerable por un haz de rayos paralelos de gran alcance. Pero esto no es lo que se busca para el alumbrado de carretera ya que se necesita una proyección de luz a gran distancia, pero que no se concentre en un punto, sino que se extienda por todo lo ancho de la carretera.

Para lograr este objetivo el deflector o cristal que cubre el foco suele ir tallado formando prismas triangulares, de tal forma que se consiga una desviación hacia abajo del haz luminoso y una dispersión en el sentido horizontal.

Figura 32. **Deflector de cristal tallado**



Fuente: Taller auto eléctrico. *Luces del automóvil*. <http://tallerautoelectronico.com/como-funcionan-las-luces-altas-y-bajas-en-el-auto/>. Consulta: 05 de febrero de 2017.

El alumbrado de carretera por su alta intensidad llega a deslumbrar a los conductores de los automóviles que circulan en sentido contrario. Para evitarlo se dispone del alumbrado de cruce que se obtiene instalando un segundo filamento por delante del foco geométrico de la parábola, con lo que se consigue que los rayos de luz salgan de forma convergentes.

Este filamento tiene la peculiaridad de disponer una pequeña pantalla por debajo de él que evita que los rayos de luz que despide el filamento hacia abajo sean reflejados por la parábola, con lo cual solamente son los que salen hacia la mitad superior, que parten del reflector con una cierta inclinación hacia abajo, lo que supone un corte del haz de luz, que incide en el suelo a una menor

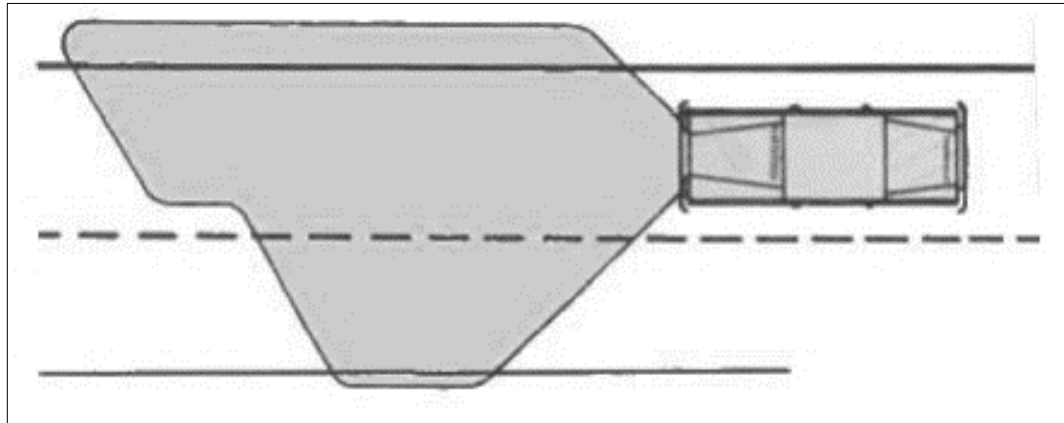
distancia que evita el deslumbramiento mientras permite la iluminación del borde del camino y sus áreas adyacentes para mejorar la seguridad de conducción.

Los filamentos de las lámparas de carretera y cruce se disponen generalmente en una sola lámpara que tiene tres terminales: uno de tierra, otro de cruce y el otro de carretera. La fijación de la lámpara al faro se realiza por medio de un casquillo metálico, de manera que encaja en una posición única, en la cual, la pantalla del filamento de cruce queda posicionada por debajo de él en el montaje. Para ello el casquillo va provisto de un resalte que encaja en el foco en una posición predeterminada.

Para aprovechar al máximo la intensidad luminosa del alumbrado de cruce sin deslumbrar al conductor que viene en sentido contrario, se utiliza un sistema de alumbrado llamado de haz asimétrico. Este efecto se consigue dando una pequeña inclinación a la pantalla situada por debajo del filamento de luz de cruce, de forma que el corte de haz de luz se levante en un ángulo de 15° sobre la horizontal a partir del centro y hacia la derecha.

Como se muestra en la figura 33, la parte derecha de la calzada queda mejor iluminada que permite ver mejor el carril por donde circula el carro, sin deslumbrar a los conductores que vienen en sentido contrario.

Figura 33. **Haz de luz asimétrico**



Fuente: Taller auto eléctrico. *Luces del automóvil*. <http://tallerautoelectrico.com/como-funcionan-las-luces-altas-y-bajas-en-el-auto/>. Consulta: 05 de febrero de 2017.

2.2.4. Tendencias al futuro

Para dotar a los carros de sistemas de iluminación acordes a las necesidades actuales, cada vez es más frecuente la utilización de circuitos electrónicos de control en el sistema de iluminación del automóvil; de esta forma en un vehículo moderno es frecuente que las luces de carretera se apaguen solas si el conductor se descuida y las deja encendidas cuando abandona el vehículo o las luces de cabina estén dotadas de temporizadores para mantenerlas encendidas un tiempo después de cerradas las puertas y otras muchas más aplicaciones.

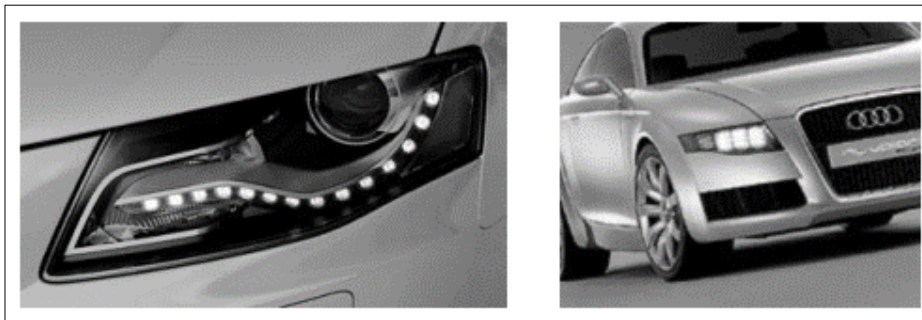
Con todas estas adecuaciones se pretende mejorar la seguridad activa del vehículo.

En los próximos años, muchos vehículos contarán con un sistema de iluminación interior basado en la tecnología LED. Además, se anuncia el

sistema DynaView capaz de orientar los faros del vehículo para iluminar las curvas que podrá ser adaptado a cualquier vehículo presente en el mercado. Otra de las tendencias es hacer que las luces de xenón sean orientables.

Lo último será la posible generalización de los faros de LED para la iluminación de los vehículos. Los faros que funcionan sin bombilla y cuya luz es graduable y modulable a voluntad. La tecnología LED, acrónimo del inglés *light emitting diodes* o diodos emisores de luz. Se trata, como su nombre indica, de componentes electrónicos capaces de producir luz. Las ventajas que ofrecen respecto a los faros convencionales son muchas e importantes: simplicidad, menor consumo, mejor distribución de la luz y posibilidad de crear zonas de alumbrado, así como capacidad de modular la intensidad de la potencia lumínica.

Figura 34. **Faros LED**



Fuente: Taller auto eléctrico. *Luces del automóvil*. <http://tallerautoelectrico.com/como-funcionan-las-luces-altas-y-bajas-en-el-auto/>. Consulta: 05 de febrero de 2017.

Estos faros suponen la culminación de un proceso de innovaciones que comenzó a principios del siglo XX, cuando las primeras lámparas eléctricas sustituyeron a los viejos candiles que el automóvil heredó de los carros de caballos.

Desde entonces los vehículos de motor han visto el paso de los faros halógenos y, sobre todo, la llegada de los faros de xenón, el sistema más eficaz disponible hoy en día, pero que podría comenzar a ser reemplazado por la tecnología led a partir de 2010.

Estos sistemas de alumbrado presentan numerosas ventajas. Por una parte, están compuestos por un gran número de pequeñas lámparas. La intensidad de estas se puede variar de forma individual para producir haces de luz de las formas más diversas. Además, los LED consumen aún menos que las lámparas de xenón y duran tanto como aquellas, aunque su respuesta es mucho más rápida.

2.3. Luces: activas, de curva y antiniebla

Para aumentar la seguridad activa en lo que a iluminación se refiere se han implementado en algunos vehículos, sistemas de luces activos los cuales se detallan a continuación.

2.3.1. Regulación automática del alcance luminoso

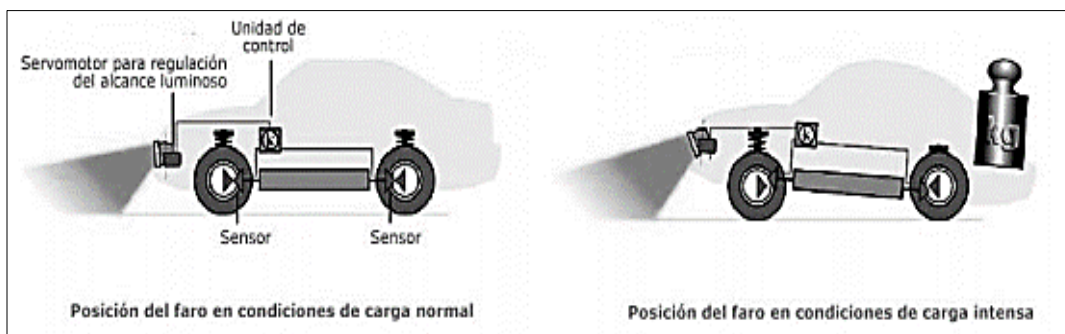
Para evitar la posibilidad de deslumbrar a los conductores que circulan en sentido contrario, se debe obligar a que los vehículos con faros de descarga de gas dispongan de un sistema regulador automático de alcance luminoso. El perfeccionamiento de este sistema dinámico de reglaje se debe a la presencia

de sensores situados en los ejes delantero y trasero, los cuales transmiten la información sobre la situación de la suspensión del vehículo.

Los datos recibidos son tratados electrónicamente y transmitidos a los accionadores situados detrás de los proyectores de xenón.

El tiempo de reacción se mide en milésimas de segundo con lo cual la posición del haz de luz es ajustada casi instantáneamente y no deslumbra a los conductores que circulan en sentido contrario.

Figura 35. **Funcionamiento de la regulación automática del alcance luminoso**



Fuente: Volkswagen. *Control automático de la altura de faros*. http://www.volkswagen-latinoamerica.com/es/technik-lexikon/automatische_leuchtweitenregulierung.html/. Consulta: 15 de febrero de 2017.

De presentarse alguna avería eléctrica en la regulación automática del alcance del haz luminoso, los servomotores del sistema desplazan automáticamente el enfoque del haz de luz de los faros a su posición más baja. De esta manera, el conductor se percata de la avería.

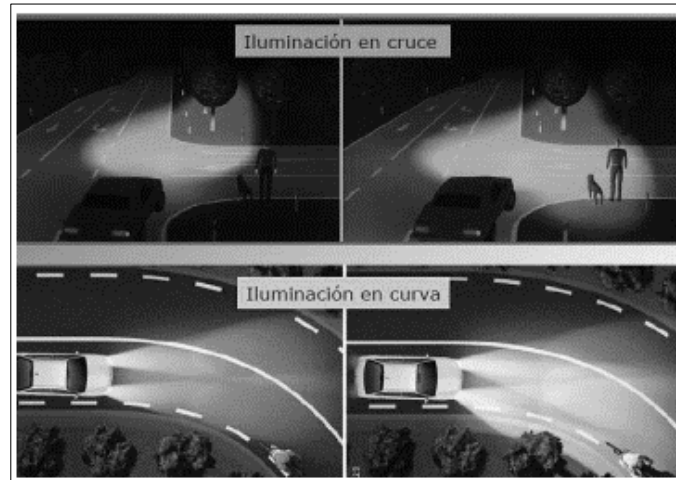
2.3.2. Luces activas en curva

El tema de la iluminación en el automóvil, tiene gran importancia ya que, si los faros están mal regulados o tienen una iluminación defectuosa, puede ser muy peligroso en la conducción nocturna, cuando hay gran densidad de circulación, a gran velocidad o cuando los agentes climatológicos son adversos. Por esto los diseñadores están lanzando al mercado un nuevo sistema revolucionario de luces activas.

El sistema de iluminación orientable o también denominado por sus siglas AFS (*advanced frontlighting system*), sistema avanzado de iluminación frontal, está suponiendo un paso adelante en materia de conducción nocturna. Esta nueva técnica consiste en iluminar las zonas donde gira el volante. Por ejemplo, cuando el conductor está dando una curva cerrada y todavía no la ha tomado (aunque está girando el volante para hacerlo), en vez de iluminar las luces hacia adelante, ya están iluminando el tramo de curva que todavía no ha realizado.

Los faros adaptativos que iluminan en función de la conducción, hacen que los faros sigan los movimientos direccionales del vehículo que mejoran notablemente la iluminación en curvas. De este modo, el conductor puede reconocer el trazado de la curva y detectar posibles obstáculos con mayor rapidez. La luz de giro integrada en los faros mejora notablemente la iluminación de la calzada, por ejemplo, al doblar en un cruce, al tomar una curva cerrada o al parquear. Para ello, pequeños motores eléctricos mueven los faros unos pequeños grados en función de unos parámetros establecidos que permiten al contrario que con los faros convencionales, ver en las curvas.

Figura 36. **Sistema de iluminación orientable**



Fuente: Universidad Politécnica de Catalunya. *Seguridad activa y pasiva en el automóvil.*

<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7101/1/AC-ESPEL-MAI-0434.pdf/>

Consulta: 15 de febrero de 2017.

3. NUEVAS TECNOLOGÍAS UTILIZADAS PARA EL CONFORT EN LA CONDUCCIÓN DE AUTOMÓVILES

Los vehículos de última generación poseen tecnología que se enfocan en una mayor atención del conductor en el camino para no perder esta concentración en el accionamiento de los accesorios del vehículo. Por ejemplo, el control de la radio ubicada en el volante del vehículo para que el conductor no aparte la mirada del camino. Pero el presente trabajo va más allá de la simple reubicación de los botones de la radio, más bien, tiene un foco de atención mucho más amplio, dirigido principalmente al accionamiento automático de ciertos elementos, en el preciso momento que el conductor lo requiera: los limpiaparabrisas y las luces del vehículo.

Los automóviles están en constante evolución. Los usuarios ya no buscan vehículos simples, sino que eligen el que tiene vidrios eléctricos, asientos con calefacción, GPS integrado y todo lo que implique un viaje más cómodo. Pero las modificaciones que sufren no solo tienen que ver con estar a gusto en su interior, también, tienden hacia la comodidad en la conducción.

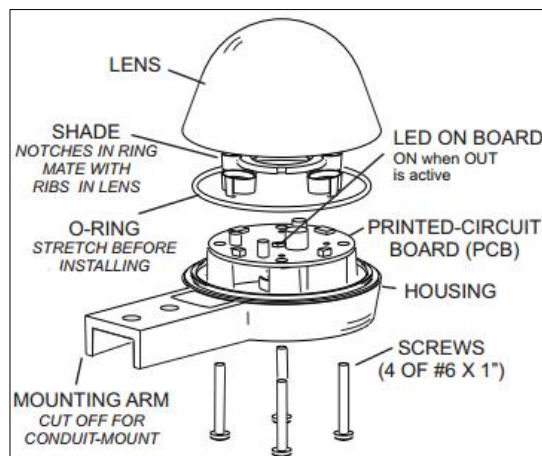
Sistemas como el ABS, la alarma que se activa cuando se supera determinada velocidad, sensores de aparcamiento o la velocidad de cruce son algunos de los nuevos extras que todo el mundo quiere en su carro. Pero esto no es nuevo, las tecnologías para el confort en la conducción llevan mucho tiempo entre los conductores. Serían dos las principales: el detector de lluvia, cuya finalidad radica en que, al iniciar la lluvia, se activen automáticamente los limpiaparabrisas para mejorar la seguridad de la conducción, al no distraerse el piloto en su activación.

Otra es la automatización de los reflectores del vehículo con el objetivo principal de encender los faros del automóvil de forma automática si se baja de cierto umbral de luminosidad.

3.1. Detector de lluvia para limpiaparabrisas

Actualmente, existe una gran variedad de dispositivos detectores de lluvia en el mercado tecnológico. Sin embargo, el principal componente considerado a implementar en este trabajo de investigación, consiste en un módulo óptico sensor de lluvia, cuya operación es similar a la de un pluviómetro, el cual mide la cantidad de precipitación líquida durante un período de tiempo determinado. El módulo a utilizar es el modelo RG-11 de la marca Hydreon. Este aditamento es empleado para que el limpiaparabrisas funcione automáticamente sin la intervención del conductor, de modo que solo funcione en el caso que al limpiaparabrisas le caiga agua, producto de la lluvia u otro motivo.

Figura 37. **Módulo sensor de lluvia RG 11, Hydreon**

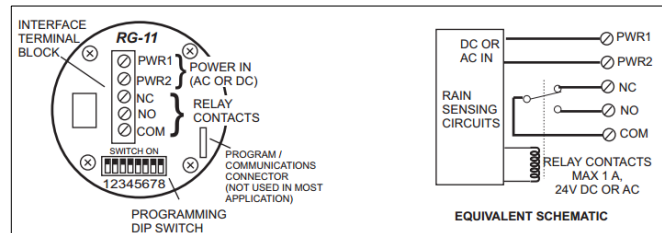


Fuente: Hydreon Corporation. *Vista explosionada*. http://hydreon.com/wp-content/uploads/sites/3/2015/documents/rg-11_instructions.pdf. Consulta: 25 de febrero de 2017.

3.1.1. Conexiones del módulo RG-11

Las conexiones e interfaces internas del módulo RG-11 a utilizar se describen gráficamente en la siguiente figura:

Figura 38. Conexiones internas del módulo RG-11



Fuente: Hydreon Corporation. *Diagrama esquemático de las conexiones internas.*
http://hydreon.com/wp-content/uploads/sites/3/2015/documents/rg-11_instructions.pdf.

Consulta: 25 de febrero de 2017.

3.1.2. Especificaciones del módulo RG-11

Las especificaciones eléctricas bajo las cuales se rige la operación de este módulo, se encuentran detalladas en la tabla I.

Tabla I. Especificaciones eléctricas del módulo RG-11

Parameter	Value
Input Voltage	12 – 30VDC or 12 – 26 VAC 50V surge Reverse polarity protected to 50V
Current Drain	15 mA nominal. (No outputs on, not raining, no heater) about 1.5 mA in micro-power sleep mode. 50 mA with output on. 55 mA - With heater on, 24V dc input.
Output	Relay closure, Normally Open and Normally Closed contacts. Max load 1A, 24 VDC.
Operating Temperature range	-40 C to +60C

Fuente: Hydreon Corporation. *RG-11 Instrucciones.* http://hydreon.com/wp-content/uploads/sites/3/2015/documents/rg-11_instructions.pdf. Consulta: 25 de febrero de 2017.

- *Dip switches*: se configuran los interruptores DIP para la aplicación según las tablas de modos de operación. Generalmente, tres posiciones de conmutación (5, 6, y 7) establecen el modo general de operación y otras (1, 2, 3, 4) ajustan el comportamiento dentro de los modos.

El interruptor 8 habilita el modo de suspensión de microalimentación en la mayoría de las aplicaciones. La mayoría de las aplicaciones utilizarán el *switch* 8 apagado. En el modo de *micro power*, si un largo tiempo (unos 20 min) ha transcurrido desde que se detectó la última lluvia, la unidad entrará en un modo de sueño o estado ocioso. Una caída grande hará que salga del modo de reposo y reanude la normalidad operación. Esto es para aplicaciones con batería. El modo *micro power* está deshabilitado en el modo de detección de condensación y en modo de irrigación.

- LED de salida: el LED en el centro de la placa de circuito se enciende cuando la salida está activada y como ayuda a la depuración.
- Condensación: generalmente, el RG-11 detectará la condensación como si fuera lluvia, pero esto rara vez supone una acumulación significativa de agua.
- Interferencia de luz ambiental: el RG-11 es casi completamente inmune a los efectos de la luz ambiental y puede montarse libremente bajo la luz directa del sol.
- Detección en la oscuridad: enciende la salida cuando es de noche, nominalmente menos de 2 000 lux.

- Parpadeo del LED: si el relé y el LED permanecen encendidos durante un largo período de tiempo (segundos), el LED puede parpadear y el relé puede hacer un zumbido apenas audible.

Esto es porque la anchura del pulso modula la señal de excitación del relé para reducir la corriente consumo. Esto lo hace para evitar el calor excesivo en el RG-11 que no afecta la funcionalidad de ninguna manera.

3.1.3. Modos de operación del RG-11

El RG-11 cuenta con 6 modos de operación que se detallan a continuación:

- Modo 0, cubeta medidora

El módulo emula una cubeta medidora del tamaño especificado. Por ejemplo, si los interruptores DIP están ajustados para trabajar con un tamaño de cubeta de 0,01", entonces la salida pulsará ON durante 50 milisegundos cada vez que se acumule 0,01" de agua. Esto puede ser externamente totalizado y utilizado para medir las tasas de lluvia.

Tabla II. **Modo 0 de operación del RG-11. cubeta medidora**

Switch							Behavior
7	6	5	4	3	2	1	
0	0	0	X	0	0	0	Bucket Size = 0.01"
				0	0	1	Bucket Size = 0.001" (Sensitive)
				0	1	0	Bucket Size = 0.0001" (Very sensitive)
				1	0	0	Bucket Size = 0.2 mm
				1	0	1	Bucket Size = 0.01 mm (sensitive)
				1	1	0	Bucket Size = 0.001 mm (Very sensitive)
				1	1	1	Reserved for system test

Fuente: Hydreon Corporation. *RG-11 Instrucciones*. http://hydreon.com/wpcontent/uploads/sites/3/2015/documents/rg-11_instructions.pdf. Consulta: 25 de febrero de 2017.

- Modo 1, está lloviendo

El módulo RG-11 activa el relé para indicar que está lloviendo cuando la precipitación ha alcanzado una intensidad dada. Utilice este modo para verificar el equipo que debe ser controlado, habilitado, abierto, cerrado, y así sucesivamente dependiendo de si está lloviendo. La salida se activa cuando se detecta una velocidad de lluvia determinada y se apaga después de que ha caído por debajo de un umbral. Cada uno de los niveles de sensibilidad (establecidos por los conmutadores 1 y 2) proporciona diferentes puntos de disparo y liberación.

Hay mucha histéresis construida, pero las tasas reales de caída de lluvia suelen fluctuar, incluso en lo que puede percibir como una lluvia constante, así que es normal esperar que la salida se encienda y se apague. La salida

permanecerá encendida entre unos 30 segundos y 5 minutos después de la última gota de lluvia detectada, dependiendo del ajuste de sensibilidad y las condiciones actuales. Para evitar que algún equipo se encienda y apague constantemente, puede activar el interruptor 3. Eso mantendrá la salida encendida durante 15 minutos después de que la lluvia haya cesado.

Tabla III. **Modo 1, de operación del RG-11, está lloviendo**

Switch							Function
7	6	5	4	3	2	1	
0	0	1	X	X	0	0	Very sensitive-- first detected raindrop.
					0	1	Sensitive-- turn on with very light rainfall (0.1" per hour).
					1	0	Medium Sensitivity-- turn on with medium rain (0.25" per hour. You would want your car's wipers on steady slow)
					1	1	Low Sensitivity-- turn on in heavy rainfall. (1" per hour. You would want your car's wipers on high)
			X	0	X	X	Output off when rain stops.
				1			Output Monostable Extended by 15 minutes
		0	X	X	X		No Dark-Detect - Normal operation
		1					Dark Detect

Fuente: Hydreon Corporation. *RG-11 Instrucciones*. http://hydreon.com/wp-content/uploads/sites/3/2015/documents/rg-11_instructions.pdf. Consulta: 25 de febrero de 2017.

- Modo 2, sensor de condensación

El pluviómetro detecta condensación o formación de escarcha en la superficie. El sensor de lluvia detecta la condensación mediante un cambio de la condición clara. El relé se cierra cuando ocurre la condensación y se abre cuando la condensación desaparece. El sensor de lluvia se ajusta para adaptar muy gradualmente la condición clara, de modo que la acumulación muy gradual de la suciedad u otros contaminantes no cause una activación falsa

Tabla IV. **Modo 2 de operación del RG-11, sensor de condensación**

Switch							Behavior
7	6	5	4	3	2	1	
0	1	0	0	0	0	0	Very Sensitive- first sign of condensation
					0	1	Sensitive
					1	0	Medium Low
					1	1	Low

Fuente: Hydreon Corporation. *RG-11 Instrucciones*. http://hydreon.com/wp-content/uploads/sites/3/2015/documents/rg-11_instructions.pdf. Consulta: 25 de febrero de 2017.

- **Modo 3, control del limpiaparabrisas**

El RG-11 puede usarse para controlar un sistema de limpiaparabrisas. El relé de salida se enciende cuando se debe encender el devanado lento del motor. Esto se usará típicamente para accionar un relé externo, que, a su vez, accionará los devanados del motor del limpiaparabrisas. Esto puede usarse para los limpiaparabrisas de un carro, barco, locomotora, ventana de observación o muchas otras aplicaciones. El RG-11 no le importa lo que los limpiaparabrisas están limpiando.

Es importante mencionar que los contactos de relé del RG-11 pueden controlar solo una carga de 1A y los sistemas de limpiaparabrisas generalmente requieren muchas veces esa corriente. El RG-11 debe ser utilizado con un relé externo adecuado en aplicaciones de control de limpiaparabrisas.

El control nominal del limpiaparabrisas se ajusta para que controle adecuadamente las escobillas del limpiaparabrisas de un automóvil. Está optimizado para sistemas de limpiaparabrisas que requieren entre 1, 2 y 3

segundos para realizar un único accionamiento completo de los limpiaparabrisas. Se proporciona un tiempo de ciclo largo (conmutador 4 activado) para sistemas con un tiempo de ciclo de accionamiento del limpiaparabrisas entre 3 y 8 segundos.

En todos los casos, el RG-11 proporciona un pulso para iniciar el accionamiento del limpiaparabrisas. La mayoría del sistema de limpiaparabrisas incluirá algún tipo de mecanismo de retroalimentación de leva que hace que los limpiaparabrisas sigan funcionando hasta que alcancen una posición inicial.

Tabla V. **Modo 3 de operación del RG-1, control de limpiaparabrisas**

Switch							Behavior	
7	6	5	4	3	2	1		
0	1	1	0	x	0	0	Normal Wiper Control	
			0		0	1	Wipe More	
			0		1	0	Wipe a Lot More	
			0		1	1	Wipe a Whole Lot More	
			1		0	0	Wipe Less	
			1		0	1	Wipe a Lot Less	
			1		1	0	Wipe a Whole Lot Less	
			1		1	1	Wipe hardly at all	
			x		0	x	x	Normal Slow Cycle Time (1.2 to 3 sec.)
			1					Long Slow Cycle Time (3 – 8 sec.)

Fuente: Hydreon Corporation. *RG-11 Instrucciones*. http://hydreon.com/wp-content/uploads/sites/3/2015/documents/rg-11_instructions.pdf. Consulta: 25 de febrero de 2017.

- Modo 4, control de riego

El RG-11 puede configurarse para proporcionar un control preciso de un sistema de riego. Normalmente, la instalación se conectará a los contactos de relé COM y NC para interrumpir las válvulas cuando se deba inhibir el riego.

El perfil de riego nominal se ajusta de modo que el suelo reciba una pulgada de agua por semana. Inhibirá el riego después de la acumulación de 0,2 pulgadas de agua y volver a activar el sistema después de que el agua se ha evaporado. Esto puede ser tan corto como menos de un día o hasta seis días, dependiendo de la lluvia.

Nominalmente (interruptor 4 apagado), el RG-11 impedirá el riego durante una tormenta, aunque no haya acumulado mucha agua. La razón es porque si está lloviendo fuerte, es probable que la lluvia proporcione suficiente acumulación para justificar la inhibición al menos del ciclo actual de riego. Esto evita que esté lloviendo y los rociadores todavía sigan funcionando. Esta característica puede desactivarse llevando el interruptor 4 a la posición de ON.

Tabla VI. **Modo 4 de operación del RG-11, control de riego**

Switch								Behavior		
8	7	6	5	4	3	2	1			
X	1	0	X	X	0	0	0	Typical Water Control. Inhibit watering for up to 5 days.		
					0	0	1		Water More	
					0	1	0		Water a lot more	
					1	0	0		Water Less	
					1	0	1		Water a lot less	
					0	X	X	X	Inhibit irrigation during a storm	
					1					Allow irrigation during a storm
					0	X	X	X	X	Inhibit irrigation during freeze
					1					
					0					
1							Hi Evaporation Rate			

Fuente: Hydreon Corporation. *RG-11 Instrucciones*. http://hydreon.com/wp-content/uploads/sites/3/2015/documents/rg-11_instructions.pdf. Consulta: 25 de febrero de 2017.

- Modo 5, detector de gotas

El RG-11 también puede proporcionar detección de gotas. Se usa este modo si se desea hacer una propia interpretación de datos externos. La salida mandará una señal con cada gota detectada.

Normalmente, producirá pulsos más largos (en múltiplos de 200 ms) para gotas mayores. Si se ajusta a múltiples pulsos por caída (conmutador 3 ON), cada gota detectada generará uno o más impulsos de 100 ms, dependiendo del tamaño de la gota.

En el modo sensible, el umbral para la detección de gotas se reduce a un nivel inferior al normal. Esto hace que el sistema sea más sensible, pero aumenta la posibilidad de detecciones falsas. Corresponde al diseñador del sistema determinar la compensación adecuada. De manera similar, el umbral de caída alto proporcionará una salida solo para gotas grandes, lo que hace que sean improbables las falsas detecciones para instalaciones en las que una falsa detección es especialmente discutible.

Tabla VII. **Modo 5 de operación del RG-11, detector de gotas**

Switch							Behavior
7	6	5	4	3	2	1	
1	1	0	0	X	0	0	Normal drop threshold
					0	1	Sensitive Drop threshold. Expect rare false trips.
					1	0	Hi drop threshold. Trip only with large drops.
				0	X	X	One pulse per drop, longer pulses for bigger drops
				1			Multiple pulses per larger drop

Fuente: Hydreon Corporation. *RG-11 Instrucciones*. http://hydreon.com/wp-content/uploads/sites/3/2015/documents/rg-11_instructions.pdf. Consulta: 25 de febrero de 2017.

- Modo 6, recolección de agua de lluvia

En este modo, el RG-11 no cambiará el estado del relé hasta que cierta cantidad de agua haya caído. Después de que se ha detectado una cierta cantidad de agua, el relé se abre, desviando el agua a un tanque de retención adecuado. Así configurado, el relé de salida actúa como un control que indica al menos la cantidad deseada de lluvia que se ha acumulado.

Tabla VIII. **Modo 6 de operación del RG-11, recolección de agua de lluvia**

Switch								Behavior		
8	7	6	5	4	3	2	1	Level (in)	Gallons	Clean Time (days)
0	1	1	1	X	0	0	0	0.02	12	3
					0	0	1	0.04	25	5
					0	1	0	0.08	50	9
					0	1	1	0.16	100	13
					1	0	0	0.20	125	15
					1	0	1	0.24	150	17
					1	1	0	0.28	175	19
					1	1	1	0.32	200	21
				0	X	X	X	Normal Clean Time		
				1				Gets Dirty Fast		

Fuente: Hydreon Corporation. *RG-11 Instrucciones*. http://hydreon.com/wp-content/uploads/sites/3/2015/documents/rg-11_instructions.pdf. Consulta: 25 de febrero de 2017.

3.1.4. **Ventajas de contar con un limpiaparabrisas automático**

En la actualidad, la industria automotriz ha innovado y desarrollado tecnología para brindar mayor seguridad y comodidad a los usuarios de los automóviles. La llegada a los vehículos de tecnología como la del sensor de lluvia hace que la conducción sea, además de confortable, cada vez más segura. No pierde su efecto si la luna está llena o si se desencadena un torrencial. Está pensado para mejorar la seguridad en las calles al no tener que accionar ninguna palanca y que, así, la persona que esté al volante pueda centrarse únicamente en la conducción.

La visibilidad ha sido uno de los grandes problemas que tienen los conductores de los vehículos. La lluvia es la principal causa de este

inconveniente ya que, al momento de presentarse este fenómeno meteorológico, involucra una disminución en la capacidad perceptiva del entorno al ir conduciendo.

En resumen, las principales ventajas del sensor de lluvia se encuentran en su confort y seguridad. El conductor puede concentrarse en manejar sin tener que preocuparse de activar el barrido. Se trata de una gran ventaja en seguridad, sobre todo cuando hay poca visibilidad, por ejemplo, cuando se quiere rebasar a un camión con clima de lluvia.

3.2. Definición del sistema DRL utilizado en los faros del vehículo

De sus siglas en inglés *daytime running lamps*, traducido al español luces de circulación diurna; es un sistema que activa las luces de un vehículo para señalar su posición durante el día y la noche que hacen uso de las luces frontales, laterales y traseras de señalización del vehículo. Este sistema en algunos casos, activa las luces frontales de corto alcance durante la noche, que previene que el conductor haya olvidado activarlas. Por lo general, este sistema viene instalado en vehículos nuevos y consiste en un tipo de luces pensadas para ser vistos y no para iluminar.

Los sistemas DRL en la gran mayoría de casos cuentan con un indicador en el panel frontal del vehículo, dándole así al piloto el conocimiento del sistema DRL, ya sea que esté activado o tenga un mal funcionamiento; también, cuentan con su activación automática, siempre y cuando el motor del vehículo se encuentre encendido, por lo que no permite apagarlo una vez que se ha puesto en marcha el motor.

Según las condiciones de iluminación exterior en el entorno, será diferente el comportamiento de las luces del vehículo:

- Iluminación directa del sol: todas las luces del vehículo permanecerán apagadas por el sistema automatizado, a no ser que cuente con una luz dedicada para DRL, por lo que no será muy intensa, pero será visible por los otros conductores.
- Iluminación media o indirecta por el sol: activación de las luces de señalización del vehículo, frontal, lateral y trasera.
- Iluminación pobre o débil: activación de las luces de señalización y las frontales de corto alcance.
- Iluminación nula: activación de las luces de señalización y las luces frontales de largo alcance, esto en algunos sistemas con sensor de iluminación frontal para vías de 2 sentidos.

Las luces DRL no son como las de cruce, aunque la finalidad es la misma: ser vistos de día. Son las colocadas en la parte frontal del vehículo que sirven para hacer más visible al vehículo entre la salida y la puesta del sol.

Debido a que las luces de conducción diurna se conectan automáticamente cuando se arranca el vehículo, no se necesita preocuparse de este. Sin embargo, su poder de iluminación es escaso por lo que no sustituyen en ningún momento a las luces de cruce en caso de condiciones de baja visibilidad.

Además, cuando se atraviesa algún túnel también se debe encender las luces de cruce ya que el alumbrado exterior permanece apagado que mermado la visibilidad para el resto de conductores que siguen detrás.

3.2.1. Encendido y apagado automático de luces del vehículo

Las luces automáticas suponen un dispositivo de seguridad, en primer lugar, para evitar errores ocasionados por el factor humano que puedan provocar situaciones comprometidas en carretera y prever olvidos con el encendido y apagado. Esta función se está generalizando en varios modelos de carros y cada vez resulta más conveniente, aunque todavía algunos pocos encuentran dificultad al adaptarse y prefieran el alumbrado manual.

Puede venir de serie, ser opcional o se puede añadir con posterioridad, aunque esta última no asegura el reconocimiento tan fiel de la luz ambiente como los otros métodos, pero puede resultar ser la más favorable desde el punto de vista económico. De cualquier forma, la función tradicional manual sigue disponible en el mando siempre que quiera hacerse uso de para hacer ráfagas de advertencia y señales luminosas, por ejemplo, sin alterar la automatización.

Funciona gracias a la instalación de células fotoeléctricas que miden la luminosidad exterior para gestionar en cada caso concreto el encendido y apagado de las luces de cruce, en exclusiva, aunque ya se van encontrando modelos con función en luces de carretera, a través generalmente del sensor de lluvia. Este controla tanto las luces como los limpiaparabrisas de forma automática.

El sistema automatizado detecta mediante el sensor de luz ambiental, por lo general a base de una fotorresistencia, la cantidad de luz que existe mientras circula el vehículo y enciende las luces de cruce de forma automática si se baja de un cierto umbral de iluminación en el ambiente externo.

3.3. Importancia de la creación y el desarrollo de sistemas automatizados en los vehículos para el sector automotriz y educativo

La electrónica ha encontrado un campo de operación cada vez más amplio y lucrativo en la industria automotriz. La utilización de radios, seguros y vidrios eléctricos, alarmas y sistemas electrónicos de control se ha vuelto común en la industria automotriz actual. La industria electrónica global ha encontrado un importante nicho de desarrollo bastante interesante y productivo en el sector automotriz. Cada vez es más frecuente encontrarse con aplicaciones electrónicas dentro de un vehículo, aplicaciones que van desde dispositivos de electrónica de consumo incorporados al vehículo hasta sistemas de seguridad que permiten prevenir accidentes y reducir los riesgos de sufrir daños físicos al ocurrir algún siniestro.

Hoy en día, los avances tecnológicos y sistemas electrónicos en el mundo automovilístico, parecen superarse a sí mismos con gran rapidez, en compromiso con la seguridad y confort que cada usuario experimenta durante la conducción. Uno de estos avances que, sin lugar a dudas, facilita y hace más cómoda la experiencia al volante es la automatización de muchos procesos que, por su sencillez, a veces son más susceptibles de caer en el error humano. Por ejemplo, una cuestión que pocos admiten, pero muchos olvidan, es la de encender y apagar las luces del carro, ya sea por descuido o por no conocer con claridad en qué situaciones concretas debe usarse cada tipo de alumbrado.

Es por ello, que el primordial objetivo de este trabajo de investigación consiste en facilitar la adquisición de estos sistemas electrónicos a la totalidad de vehículos de clase media que existen, incorporando dos aplicaciones fundamentales: el sistema electrónico para la activación automática de las luces de señalización y el sistema automatizado del limpiaparabrisas.

Con la finalidad de reducir el nivel de distracción del piloto cuando conduce el vehículo, de esta manera, el conductor mantiene su atención en la trayectoria.

Es decir, el hecho de desarrollar sistemas electrónicos de automatización en el área automotriz no solo otorga un gran aporte a este sector industrial también, al sector educativo; el hecho de incursionar en estos sistemas permite diseñar, integrar, crear e implementar herramientas y dispositivos para su aplicación en las ramas de sistemas digitales, telecomunicaciones, automatización y robótica.

Además, brinda la oportunidad de utilizar tecnología actual y desarrollar tecnología emergente para enfrentar los retos de la era moderna, así como proponer soluciones integrales con una visión amplia de los requerimientos de las empresas y de la sociedad. En este caso, esta visión abarca las empresas y personas estrechamente relacionadas con el sector automotriz.

4. DISEÑO DEL SISTEMA INTEGRAL AUTOMATIZADO Y DESCRIPCIÓN DE SUS COMPONENTES

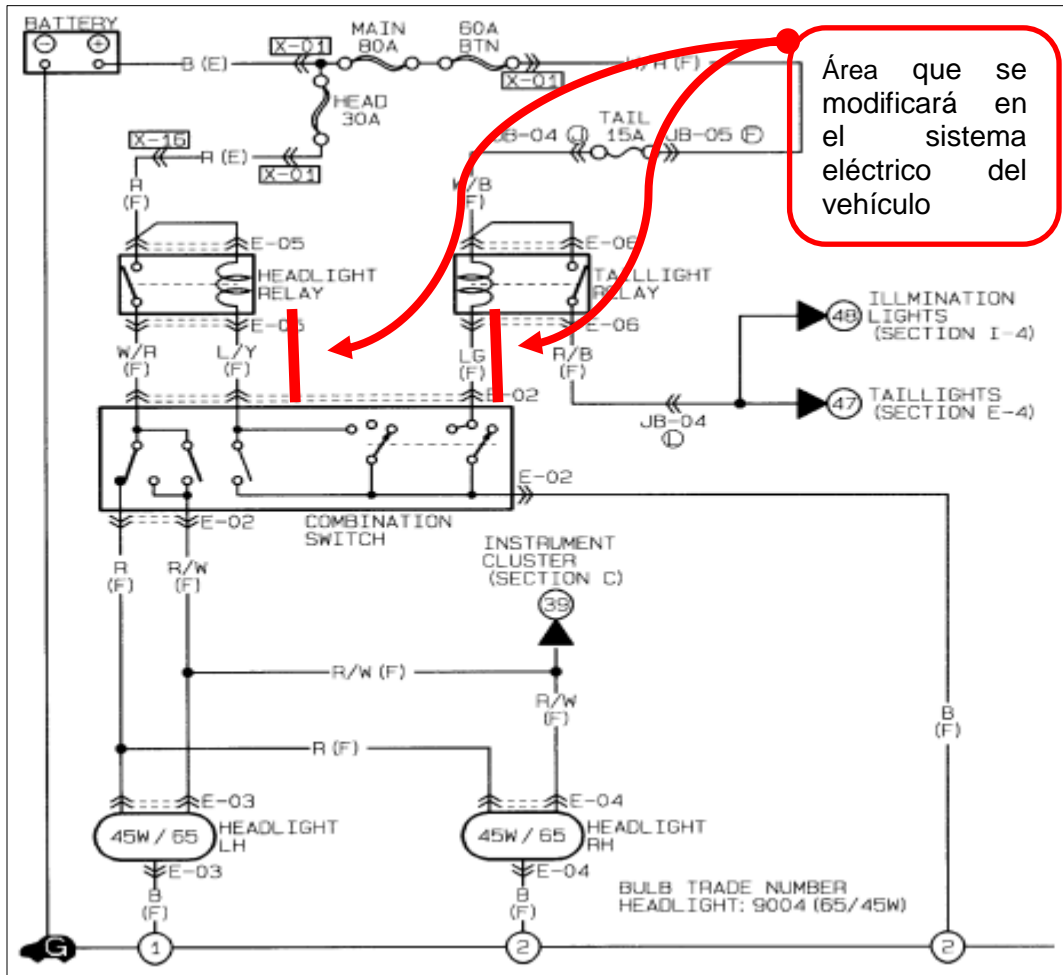
4.1. Diagramas esquemáticos de los sistemas eléctricos del vehículo

En esta sección, lo que se pretende en primera instancia es identificar los lugares de las conexiones eléctricas propias del vehículo sobre las que se desea actuar para su correspondiente automatización, mediante la ayuda del manual eléctrico del carro Mazda 323 modelo 2003, el cual será utilizado para realizar las pruebas necesarias para la implementación de este sistema.

En la figura 39 se detalla el diagrama del sistema de iluminación del vehículo a utilizar, en el cual se observa el modo de control de las luces principales y de señalización, controladas de manera remota con un interruptor en la cabina para la conexión de neutro del relé, cuya función principal es controlar la potencia entregada al sistema de iluminación.

El módulo a implementar controlará las señales remotas hacia la conexión de los relés de potencia, por lo que en el módulo de control no atravesará la potencia total entregada al sistema lumínico. De tal manera, que su intervención no es invasiva y se toma siempre como prioridad el mando de control de la persona al volante. Además, es importante mencionar que la decisión para la activación y desactivación del sistema depende de un interruptor principal situado en la cabina del automóvil.

Figura 39. Diagrama esquemático del sistema lumínico del vehículo Mazda 323

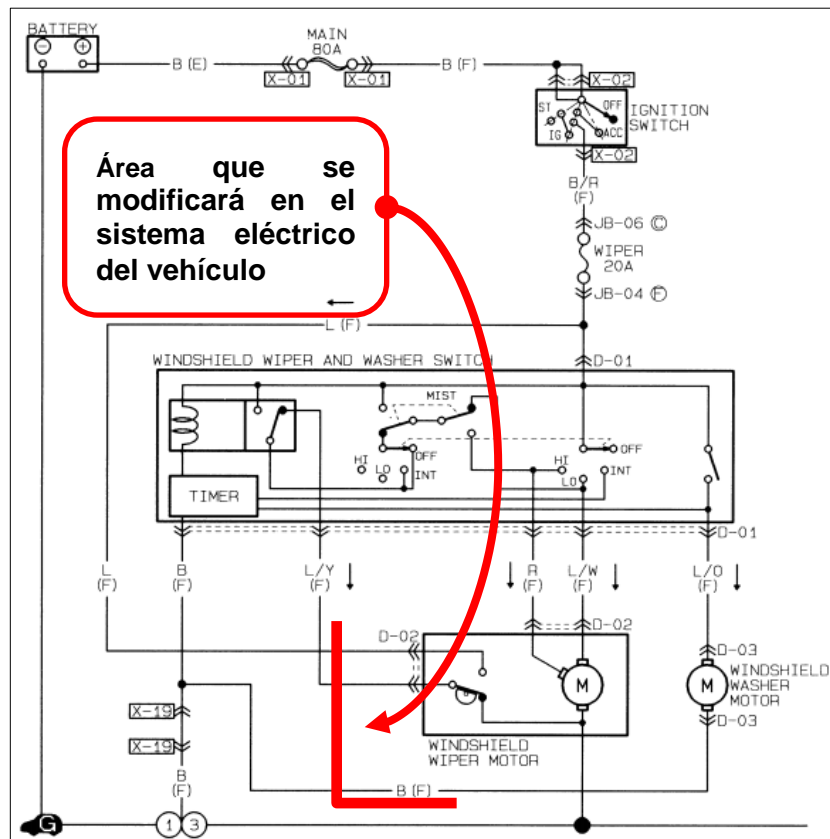


Fuente: SULLIVAN, Kevin R. *Mazda. Electrical wiring diagram workbook*. [http:// www.autoshop101.com/forms/maz-ewd.pdf](http://www.autoshop101.com/forms/maz-ewd.pdf). Consulta: 5 de marzo de 2017.

En la figura 40, se muestra el diagrama eléctrico del sistema de limpiaparabrisas formado por un interruptor principal de mando localizado en el volante que controla la potencia completa entregada al motor del sistema.

El motor de limpiaparabrisas cuenta con un sistema de realimentación para estacionar el motor en su posición inicial. El interruptor de realimentación está ubicado en el motor del mecanismo y es en este punto donde se realizará una intervención y posterior modificación con el fin de controlar de manera práctica y eficiente el motor del limpiaparabrisas sin afectar en su función de retorno a la posición inicial, por lo que resulta necesario un relé o un circuito de potencia para el control del mismo.

Figura 40. **Diagrama esquemático del sistema de limpiaparabrisas del vehículo Mazda 323**



Fuente: SULLIVAN, Kevin R. *Mazda, electrical wiring diagram workbook*. [http:// www.autoshop101.com/forms/maz-ewd.pdf](http://www.autoshop101.com/forms/maz-ewd.pdf). Consulta: 5 de marzo de 2017.

Una vez diseñados los sistemas de control se puede optar por construir el prototipo, esto con la finalidad única de observar el comportamiento que poseen dichos sistemas frente a distintas circunstancias de funcionamiento.

4.2. Diseño de la unidad de procesamiento de información

4.2.1. Microcontrolador

Un microcontrolador es un circuito integrado programable que contiene todos los componentes de un computador. Es empleado para controlar el funcionamiento de una tarea determinada y por ser de un tamaño reducido se puede incorporar en el propio dispositivo al que gobierna.

4.2.1.1. Aplicaciones de un microcontrolador

Cada vez existen más productos que incorporan un microcontrolador con el fin de aumentar sustancialmente sus prestaciones, reducir su tamaño y costo, mejorar su fiabilidad y disminuir el consumo.

Los microcontroladores están siendo empleados en multitud de sistemas presentes en nuestra vida diaria: juguetes, hornos microondas, frigoríficos, televisores, computadoras, impresoras, módems, el sistema de arranque del vehículo, etc.

4.2.1.2. Aplicación de los microcontroladores en el automóvil

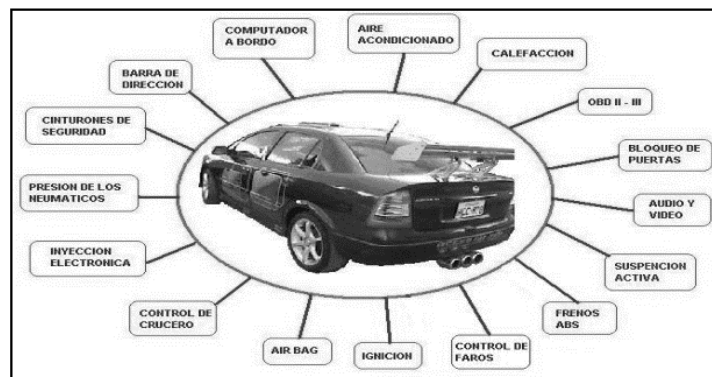
Los componentes electrónicos deben operar bajo condiciones extremas de vibraciones, choques, ruido, etc., y seguir siendo fiables en todos los campos,

pero en los automóviles son los más exigentes. El fallo de cualquier componente electrónico en un automóvil puede ser el origen de un accidente.

Un dispositivo con este tipo de memoria incorporado al control del motor de un automóvil permite que pueda modificarse el programa durante la rutina de mantenimiento periódico, compensando los desgastes y otros factores como la compresión, la instalación de nuevas piezas, etc.

La reprogramación del microcontrolador puede convertirse en una labor rutinaria dentro de la puesta a punto. Aproximadamente un 10 % son adquiridos por las industrias automotrices para ser usados en la instalación de inyección electrónica de gasolina, frenos ABS, control de crucero, alarmas, equipos de audio y video, comunicación satelital (GPS), suspensión activa, control de faros, tableros digitales, entre otros.

Figura 41. **Aplicaciones de microcontroladores en el automóvil**



Fuente: Universidad Politécnica Salesiana. *Control automático de faros del vehículo.*
dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1136/16/UPS-CT001883.pdf. Consulta: 5 de marzo de 2017.

4.2.1.3. Selección del microcontrolador

A la hora de escoger el microcontrolador en un diseño concreto se debe tener en cuenta multitud de factores: la documentación y herramientas de desarrollo disponibles, precio, la cantidad de fabricantes que lo producen y, por supuesto, las características del microcontrolador: tipo de memoria de programa, número de temporizadores, interrupciones, etc.

En cada aplicación son sus características específicas las que determinan el más conveniente. En los PIC se debe tomar en cuenta las siguientes características:

- Sencillez de manejo
- Precio
- Buen promedio de parámetros: consumo, tamaño, alimentación, etc.
- Herramientas de desarrollo fáciles y baratas
- Diseño rápido
- Disponibilidad inmediata
- Compatibilidad del *software* en todos los modelos de la misma gama

El costo es un factor primordial y como es lógico, los fabricantes de microcontroladores compiten duramente para vender sus productos. Y estadísticamente, venden 10 veces más microcontroladores que microprocesadores.

Estos microcontroladores tienen que ser accesibles y de fácil adquisición en el mercado nacional para el presente caso el PIC a utilizar será el modelo 16F887, que tiene un bajo costo y se puede encontrar en la mayoría de electrónicas del país.

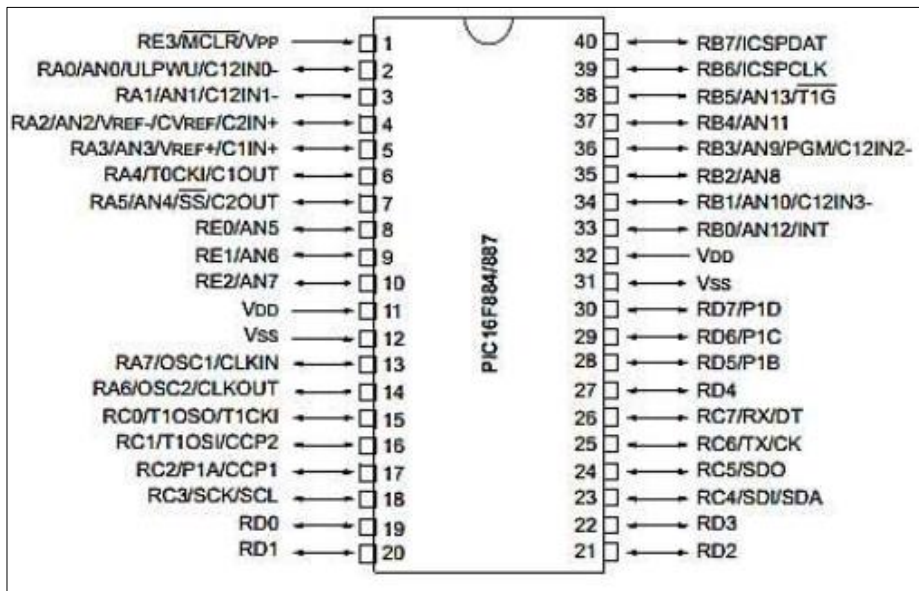
4.2.2. Microcontrolador PIC16F887

Pertenece a la familia de controladores PIC16, los cuales se caracterizan por su bajo precio, alta disponibilidad y calidad, motivos por los cuales será el microcontrolador utilizado en el sistema implementado. Entre las características del microcontrolador PIC16F887 destacan:

- Arquitectura RISC con 35 instrucciones diferentes.
- Frecuencia de operación de 0 a 20 MHz.
- Oscilador interno de alta precisión seleccionado por software de 31 KHz a 8 MHz.
- Voltaje de alimentación de 2 a 5,5 V.
- Ahorro de energía en el modo de suspensión.
- 35 pines de entrada/salida con interrupciones programables y resistencias pull-up programables individualmente por software.
- ROM de 8 KB con tecnología FLASH, capaz de reprogramarse hasta 100 000 veces.
- 256 bytes de EEPROM capaz de grabarse más de 1 000 000 de veces
- 368 bytes de memoria RAM.
- Convertidor analógico/digital de 14 canales con 10 bits de resolución.

- 3 temporizadores/contadores independientes.
- Módulo comparador analógico.
- Módulo PWM incorporado.
- Módulo USART mejorado capaz de soportar comunicaciones seriales RS-485, RS-232 y LIN2.0, así como autodetección de baudios.
- MSSP capaz de soportar los modos SPI e I2C

Figura 42. Diagrama de pines PIC16F887



Fuente: MICROCHIP PIC16F882/883/884/886/887. *Data sheet*. ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41291D.pdf. Consulta: 5 de marzo de 2017.

4.2.3. Circuito de alimentación de la unidad de procesamiento de información

Debido a que el microcontrolador PIC16F887 trabaja con un voltaje directo de 5 V, es necesaria la construcción de un circuito de alimentación utilizando un regulador de voltaje fijo de 5 V y otros dispositivos, como un led indicador de encendido o apagado, diodos rectificadores y capacitores para filtrar el voltaje de entrada y salida del regulador.

El regulador utilizado en el circuito de alimentación es un LM7805 en encapsulación TO-220, capaz de proporcionar un voltaje de salida de 5 V con una corriente máxima de 1 A siempre y cuando el voltaje de entrada se encuentre entre 5 y 18 V.

4.2.4. Circuito utilizado para la programación del PIC16F887 desde la unidad de procesamiento de información

Debido a que el microcontrolador no utiliza ningún pin especial para su programación, sino que hace uso de los pines de entrada/salida, se incluye dentro de la unidad de procesamiento de información la opción de ICSP que permite programar el microcontrolador sin necesidad de retirarlo de su unidad.

El circuito de programación es sumamente sencillo y hace uso de los pines RB6 y RB7 del microcontrolador para la transmisión de las señales de reloj y datos de programación respectivamente. Asimismo, son necesarios los voltajes VDD de 5 V, GND (0 V) como referencia, VPP (12-14 V) para la programación de la memoria FLASH. Finalmente, se utilizarán un conector IDC macho de 5 pines para suministrar los diferentes voltajes a los pines del microcontrolador.

4.2.5. Puertos utilizados en el PIC16F887

Cada uno de los pines del microcontrolador se conecta, mediante las pistas de cobre del circuito impreso de la unidad de procesamiento de información, a diversos conectores IDC machos u otros componentes electrónicos. Estas conexiones permitirán llevar a cabo la correcta interacción de señales eléctricas que permitirán el intercambio de la información necesaria para el control de los distintos procesos o dispositivos que conforman el sistema que se desea implementar.

La tabla XI describe el uso de los puertos del microcontrolador, así como sus respectivas conexiones.

Tabla IX. Descripción de los puertos a utilizar del PIC16F887

Puerto	Conectado a	Función
Puerto A	Potenciómetros	Potenciómetros utilizados para la calibración de parámetros de acción.
Puerto B	Sensores y salidas	Conexión de los sensores de presencia de lluvia e iluminación y señales de salida para iluminación.
Puerto C	Interfaz GPIO	Pines de propósito general para futuras aplicaciones.
Puerto D	Salidas e interruptores de control	Conexión de la salida de control de los limpiaparabrisas y los interruptores de control del sistema.

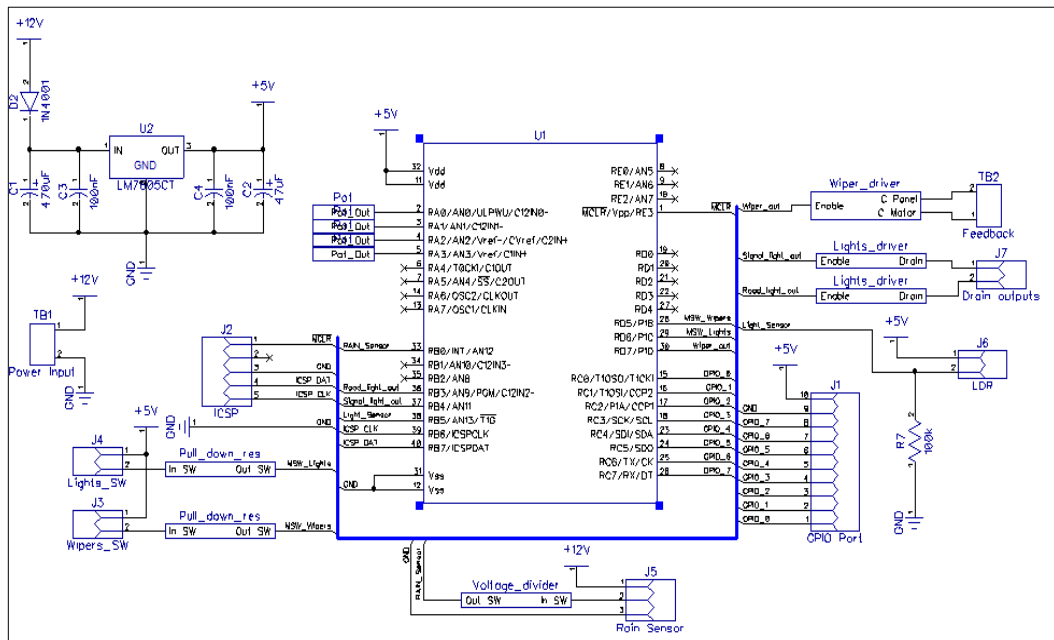
Fuente: elaboración propia.

4.2.6. Diagrama esquemático de la unidad de procesamiento de información

La figura 43 muestra el diagrama completo de la unidad de procesamiento de información donde se observan todas las conexiones existentes entre el

microcontrolador PIC16F887, los circuitos auxiliares y los demás componentes mencionados en la tabla IX.

Figura 43. Diagrama esquemático de la unidad de procesamiento de información



Fuente: elaboración propia, empleando DipTrace 3.0.0.1.

4.3. Desarrollo de los módulos de recepción e interpretación de señales externas

Estos módulos, formados básicamente por sensores, son los encargados de interactuar con el medio y compartir con la unidad de procesamiento de información los datos recopilados de puntos estratégicos.

La unidad de procesamiento de información operará de manera remota los controles de potencia del vehículo para la intervención de los sistemas de

iluminación y de limpiaparabrisas, sin afectar el funcionamiento habitual de los mandos regulados por la persona al volante.

Para el control remoto del sistema de limpiaparabrisas, se intervendrá en el circuito de realimentación del motor actuador de las plumillas, de tal manera que se pueda activar el mismo, sin necesidad de los interruptores de mando al volante.

Para la activación remota del sistema lumínico, se intervendrá en las conexiones de neutro de los relés respectivos de cada grupo de iluminación de manera paralela: las luces de señalización y las luces de conducción de corto alcance.

4.3.1. Circuito sensor de luz

Básicamente, este módulo consiste en una fotorresistencia cuyo valor óhmico de resistencia disminuye sensiblemente al ser expuesto a la luz mientras que cuando permanece en la oscuridad total presenta un valor de resistencia muy elevado. También, recibe el nombre de resistencia dependiente de la luz (LDR).

Es un dispositivo fotodetector que modifica su resistencia eléctrica al ser expuesto a la energía luminosa. Así, por ejemplo, cuando el nivel de iluminación es de 1 000 lux, la resistencia puede ser de 130 Ω , pero cuando el nivel de iluminación disminuye hasta 50 lux, su resistencia puede ser de 2,4 K Ω .

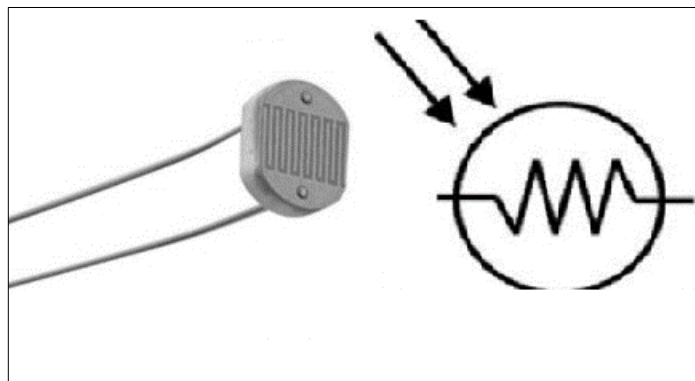
Están compuestos, generalmente, por una base de sulfuro de cadmio debidamente encapsulado y con una cubierta de resina transparente y aislante, de tal forma que cuando los fotones inciden sobre la superficie de dicho

material, imprimen a los electrones suficiente energía como para elevar su conductividad.

Su tiempo de respuesta típico es de aproximadamente 0,1 segundos. Hay muchas aplicaciones en las que una fotoresistencia es muy útil como en los circuitos de:

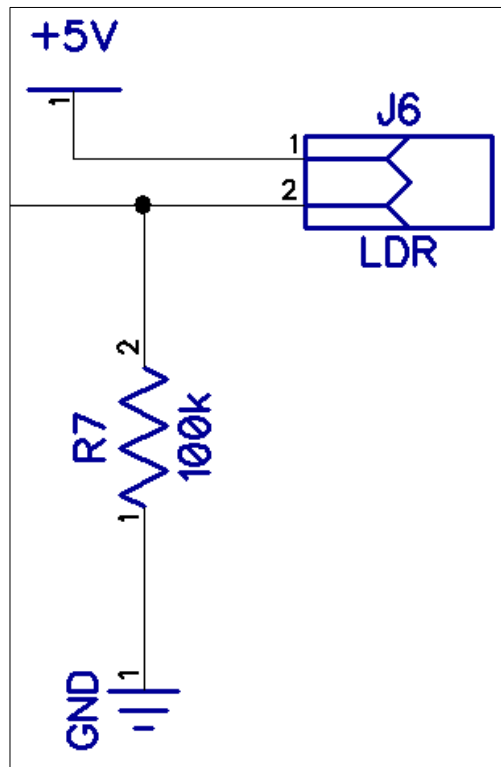
- Luz nocturna de encendido automático que utiliza una fotoresistencia para activar una o más luces al llegar la noche.
- Relé controlado por luz donde el estado de iluminación de la fotoresistencia activa o desactiva un relé que puede tener un gran número de aplicaciones.

Figura 44. Estructura y símbolo de una LDR



Fuente: Tienda Prometec. *Sensor de luz*. <http://www.prometec.net/producto/ldr-sensor-de-luz/>
Consulta: 5 de marzo de 2017.

Figura 45. Diagrama de conexión de LDR



Fuente: elaboración propia, empleando DipTrace 3.0.0.1.

En la figura 47 se indica la forma de conexión de una LDR en configuración de divisor de tensión, de tal manera que la salida de voltaje sea directamente proporcional a la cantidad de luz recibida por la misma.

4.3.2. Circuito sensor de lluvia

Este circuito hace uso del módulo sensor de lluvia RG11 de Hydreon para la detección de las gotas de agua, dependiendo de la existencia de lluvia, este activará los limpiaparabrisas de forma automática.

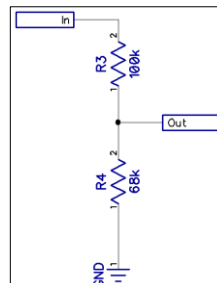
4.3.2.1. Selección del modo de operación del módulo RG11 utilizado

El sensor RG11 cuenta con varios modos de operación, el utilizado en este proyecto consiste en el modo de limpiaparabrisas (*wiper mode*), el cual envía una señal hacia la unidad de control con base en la intensidad de lluvia y el tamaño de las gotas percibidas, dando un estimado de activación del motor de las plumillas.

La interfaz de control del sensor cuenta con un relé, conformado por una terminal común y una normalmente abierta conectadas hacia la alimentación y señal de salida proveniente del sensor. Esta señal luego es interpretada por el módulo de control para la activación respectiva de los limpiaparabrisas.

La señal de salida proveniente del sensor de lluvia es de un nivel de voltaje mayor al adecuado por la unidad de control, por lo que es indispensable reducir el nivel de voltaje para su interpretación mediante la utilización de un divisor de tensión en su configuración básica mostrado en la figura 48.

Figura 46. **Diagrama de conexión del divisor de tensión para el sensor de lluvia RG11**



Fuente: elaboración propia, empleando DipTrace 3.0.0.1.

4.4. Desarrollo del módulo de potencia

Este módulo será el encargado de controlar los procesos de potencia requeridos por el vehículo para los accionamientos de los sistemas de limpiaparabrisas y de iluminación.

Enviando las señales adecuadas para su correcta operación mediante la utilización de dispositivos semiconductores Mosfet y electromecánicos como los relés.

4.4.1. Mosfet

Un mosfet es un dispositivo semiconductor utilizado para la conmutación y amplificación de señales. El nombre completo, transistor de efecto de campo de metal-óxido-semiconductor (*metal oxide semiconductor field effect transistor*) se debe a la constitución del propio transistor.

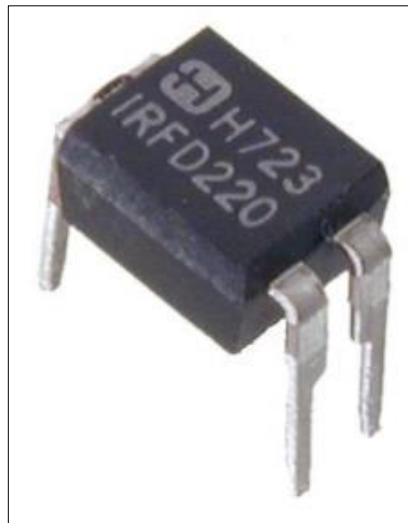
Los mosfet poseen, al igual que los transistores BJT, 3 terminales: *gate*, *drain* y *source* (compuerta, drenaje y fuente). A su vez, se subdividen en 2 tipos: los MOSFET canal N y canal P.

El surgimiento del mosfet fue posterior al del BJT, pero las ventajas que ofrece su uso, especialmente en la electrónica de microcontroladores, ha trazado una línea divisoria entre las aplicaciones donde se utiliza el BJT y aquellas donde es mejor utilizar un mosfet. El mosfet no requiere de una corriente en la compuerta, sino que se trata de un transistor conmutado por voltaje, a diferencia del BJT que es un transistor conmutado por corriente. Esto hace que este dispositivo sea el más utilizado actualmente en electrónica digital ya que ayudan a los microcontroladores a controlar cargas de altos voltajes y

corrientes significativas utilizando una señal de voltaje sin tener que entregar una corriente.

Es importante destacar que el mosfet a utilizar en este módulo de potencia es el IRFD220 con empaquetado DIP-4 debido a sus características eléctricas y pequeñas dimensiones.

Figura 47. **Mosfet de potencia IRFD220, empaquetado DIP-4**



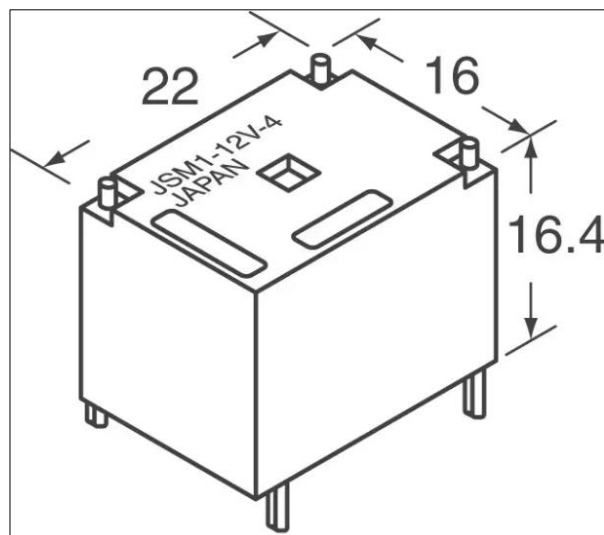
Fuente: Kessler electronic, *IRFD220*. <http://media.internet11.de/Artikelbilder/shop800px/irfd220.jpg>. Consulta: 8 de marzo de 2017.

4.4.2. Relé

Es un interruptor activado electromagnéticamente compuesto por una bobina con núcleo de hierro, un inducido móvil como elemento de accionamiento mecánico, un muelle de recuperación y contactos fijos de conmutación cuya cantidad dependerá del tipo de relé.

Cuando la bobina es polarizada produce un campo electromagnético que atrae el inducido móvil hacia los contactos fijos de conmutación. Si se interrumpiera la tensión en la bobina, el inducido móvil regresa a su posición original mediante la fuerza ejercida por el muelle de recuperación. El módulo de potencia utilizará 1 relé marca AROMAT de 12 V del tipo SPDT, capaz de soportar una corriente máxima de 15A y 16 VDC.

Figura 48. **Relé de alta potencia de 12VDC JSM1-12V-5**



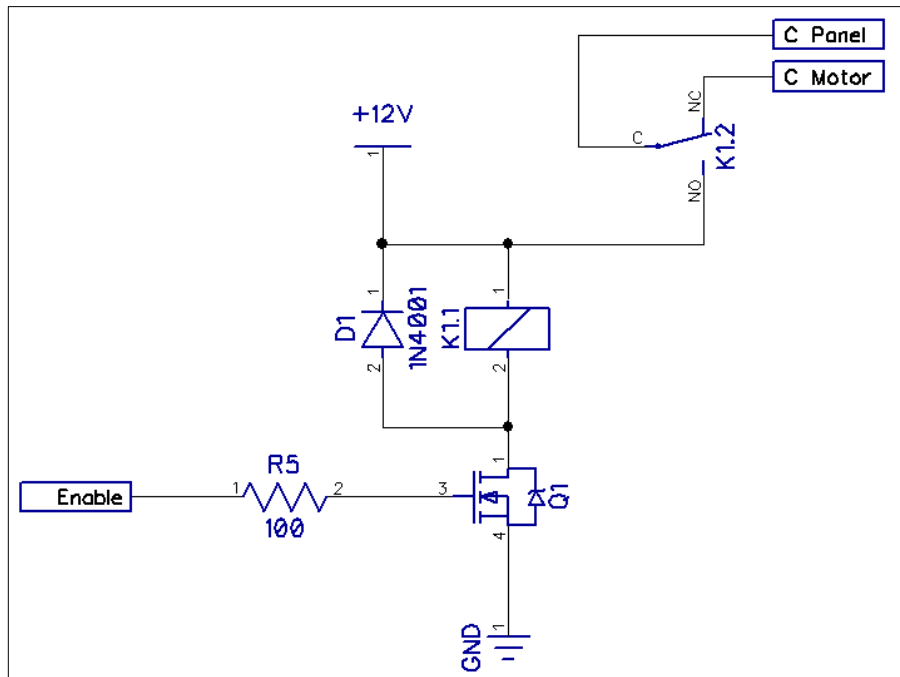
Fuente: Digi-Key electronics. Relé JSM1-12V-5. <http://www.digikey.com/product-detail-electric-works/JSM1-12V-5/255-1240-ND/274764>. Consulta: 8 de marzo de 2017.

4.4.3. **Driver motor**

El *driver* de motor consiste en la utilización de un relé como componente principal para la activación del mecanismo limpiaparabrisas, este es accionado por la unidad de control mediante un pequeño mosfet de potencia IRFD220.

El relé selecciona la señal de realimentación del mecanismo del limpiaparabrisas entrante hacia el mando de control del volante, de tal manera que se puede accionar el mecanismo o mantener su línea de realimentación sin intervenir en su funcionamiento.

Figura 49. **Diagrama del módulo de potencia del sistema de limpiaparabrisas**

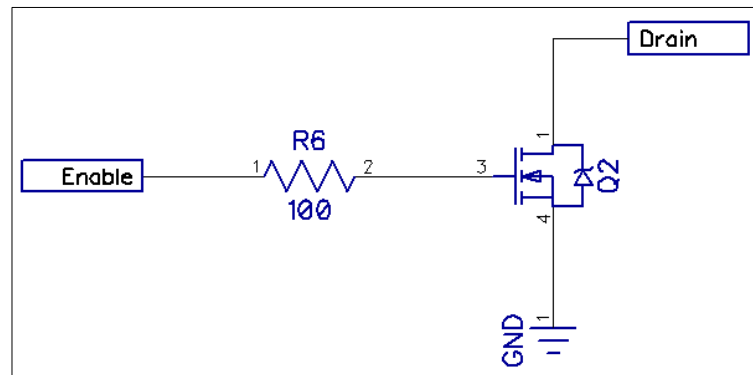


Fuente: elaboración propia, empleando DipTrace 3.0.0.1.

4.4.4. **Driver luces**

El *driver* de potencia del sistema de iluminación es simple y está conformado por un mosfet de potencia IRFD220 conectado de manera paralela al sistema de potencia del vehículo que logran controlar los relés instalados por el fabricante.

Figura 50. **Diagrama del módulo de potencia del sistema de iluminación**



Fuente: elaboración propia, empleando DipTrace 3.0.0.1.

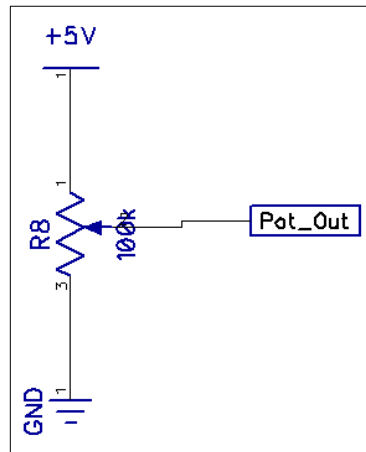
4.5. **Desarrollo del módulo de calibración**

El módulo de calibración consiste en 4 trimpots de 100 kilo ohm cada uno, con el objetivo primordial de ajustar diferentes parámetros: el umbral de sensibilidad lumínica, para la activación de las luces de señalización y las luces de corto alcance.

Por otra parte, también, se puede calibrar la frecuencia de limpieza del sistema de limpiaparabrisas, de tal manera que se puede definir un valor máximo del periodo de accionamiento de las plumillas con relación a la cantidad de agua y tamaño de las gotas detectadas.

Los 4 trimpots implementados en este módulo están conectados directamente a los módulos ADC de la unidad de control para su posterior interpretación en los diferentes sistemas, cada trimpot está conectado a 5VDC y *Ground*, logrando crear un divisor de tensión ajustable por el usuario para el control de los parámetros respectivos.

Figura 51. **Diagrama de los trimpot del módulo de calibración**



Fuente: elaboración propia, empleando DipTrace 3.0.0.1.

4.6. **Diagrama de bloques general del sistema integral automatizado**

En la figura 54 se presenta el diagrama de bloques general de todo el sistema automatizado a implementar en el vehículo.

Figura 52. **Diagrama de bloques del sistema**



Fuente: elaboración propia, empleando SmartDraw 2012 Enterprise Edition.

4.6.1. Fuente de alimentación

Debido a que el consumo de corriente es menor a 300 miliamperios, se decidió usar un regulador de voltaje LM7805 con encapsulado TO-220, con la finalidad de suministrar un voltaje constante de 5VDC al microcontrolador y demás componentes auxiliares.

4.6.2. Unidad de control

La unidad de control está conformada por un microcontrolador PIC16F887 como unidad de procesamiento de información, trimpots para los ajustes de parámetros, *drivers* de potencia para el sistema de limpiaparabrisas e iluminación y los distintos elementos utilizados para la recepción de las señales provenientes de los sensores. Además, es conveniente mencionar que la unidad de control dispone de 8 pines de propósito general para aplicaciones futuras con la opción de utilizar transmisión serial RX y TX con pines para alimentación de voltaje de 5VDC y GND.

4.6.3. Módulo de calibración

El módulo de calibración está compuesto por cuatro trimpots de 100 K Ω cada uno, con el objetivo principal de configurar los parámetros necesarios para controlar los sistemas de limpiaparabrisas e iluminación, dejando un trimpot libre para uso en aplicaciones futuras.

4.6.4. Información de los sensores

En este bloque se utilizan componentes electrónicos pasivos para lograr la adaptación de las señales provenientes de los sensores hacia la unidad de control.

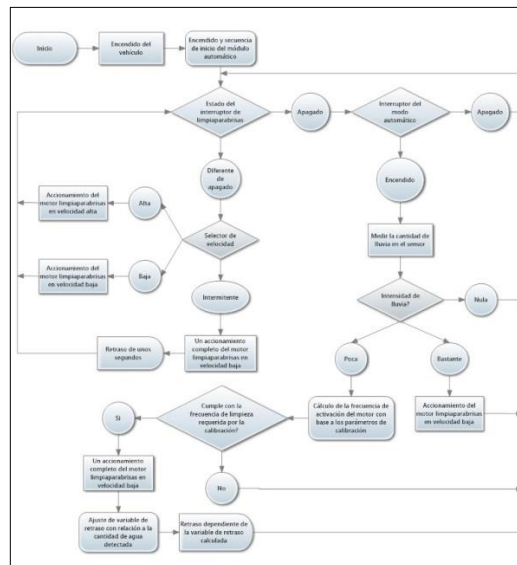
4.6.5. Control de actuadores

El control de actuadores engloba el uso de los *drivers* de potencia para el control del motor del sistema de limpiaparabrisas y los relés del sistema de iluminación exterior del vehículo.

4.7. Diagramas de flujo para los módulos de iluminación y lluvia

4.7.1. Diagrama de flujo para la programación del módulo sensor de lluvia

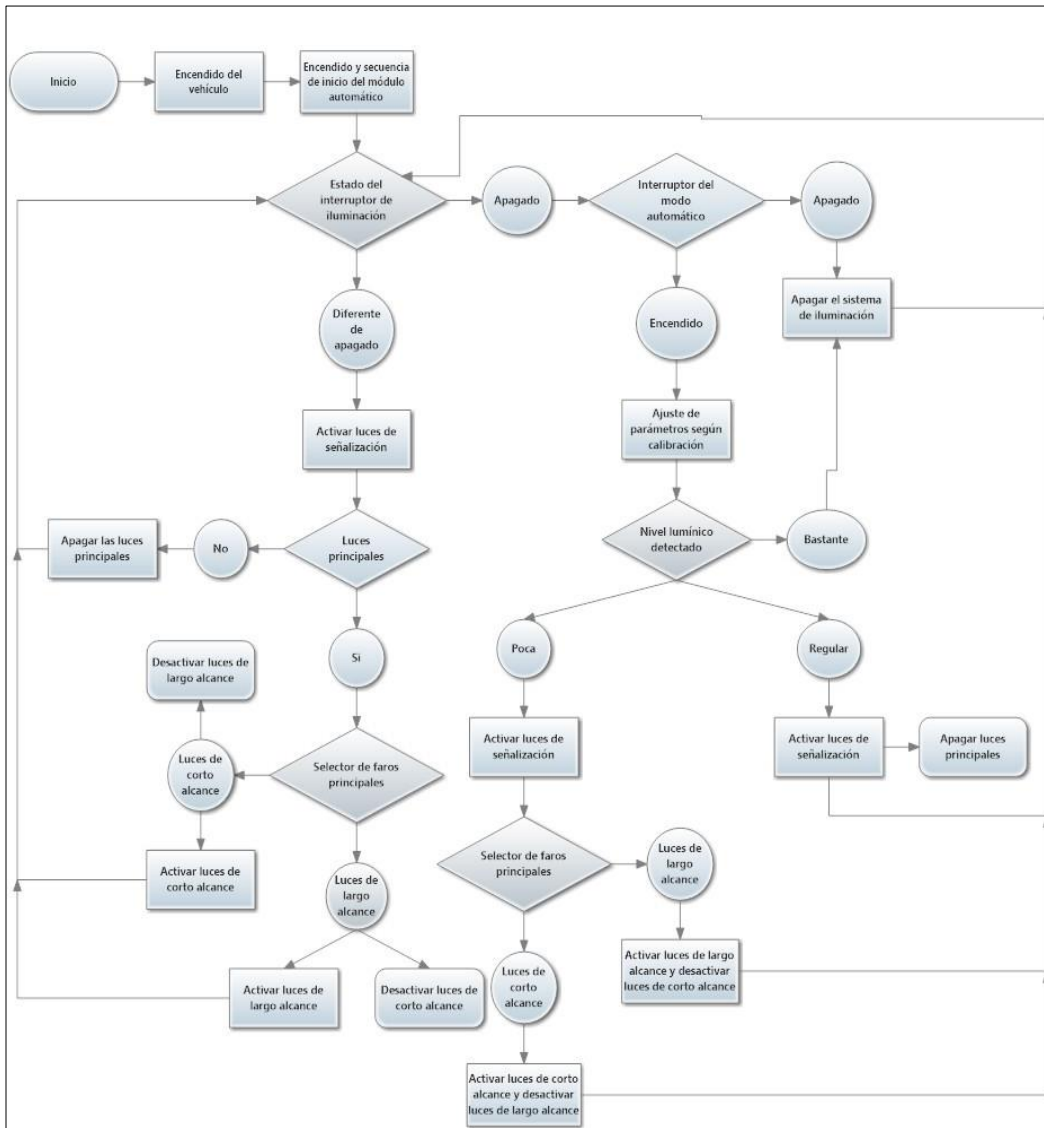
Figura 53. Diagrama de flujo del sistema limpiaparabrisas



Fuente: elaboración propia, empleando SmartDraw 2012 Enterprise Edition.

4.7.2. Diagrama de flujo para la programación del módulo de iluminación

Figura 54. Diagrama de flujo del sistema de iluminación



Fuente: elaboración propia.

5. CONSTRUCCIÓN E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA AUTOMATIZADO PROPUESTO

5.1. Diseño y construcción de la placa de circuito impreso

Para elaborar la placa de circuito impreso de la unidad de control se realizaron varias actividades: diseño, fabricación y posterior conexión con los distintos componentes electrónicos utilizados.

5.1.1. Diseño del circuito impreso

Para el diseño de la PCB (placa de circuito impreso) se utilizó el *software DipTrace* versión 3.0.0.1. Este programa cuenta con un entorno completo para diseñar circuitos esquemáticos y diagramas de PCB. Cuenta con 4 módulos:

- *Schematic editor* (editor esquemático)
- *PCB layout editor* (editor de diseño de PCB)
- *Component editor* (editor de componentes)
- *Pattern editor* (editor de diseños)

Posee una completa serie de herramientas de diseño y un manejo muy accesible. Es ideal para proyectos con acabado profesional y de alta definición.

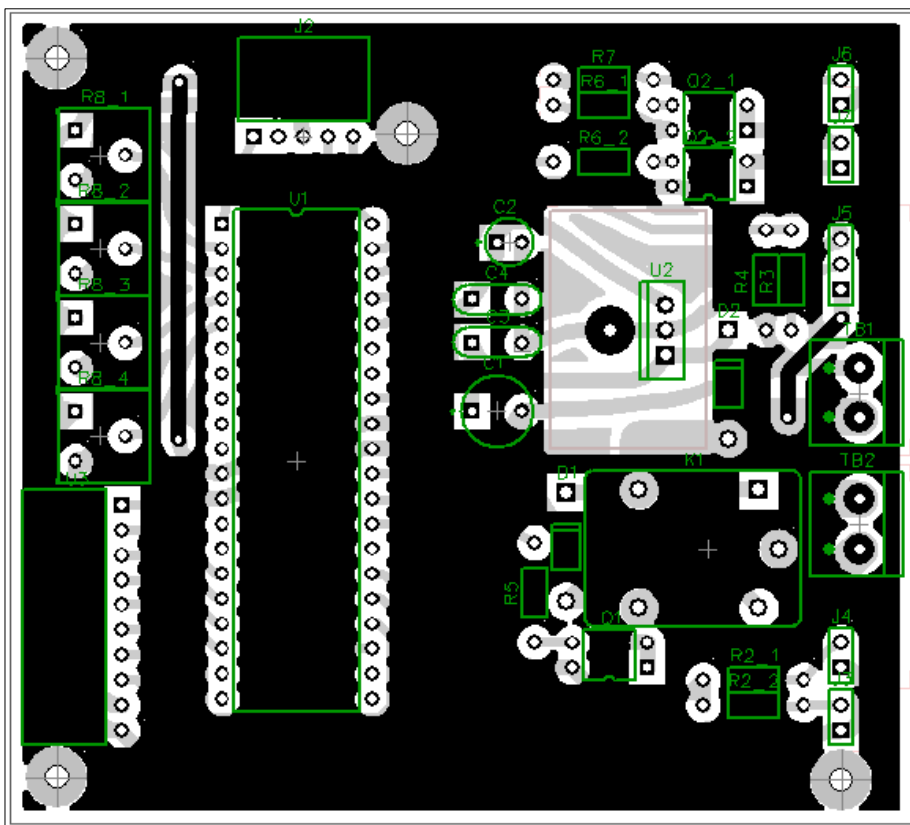
Se utilizó este *software* dadas las siguientes ventajas:

- Gran calidad en sus diagramas
- Autoruteo y autoposicionamiento de componentes

- Calidad del visor 3D aceptable
- Sencillo editor de componentes y librerías
- Tutoriales de uso paso a paso
- Capacidad de exportar los diseños y librerías
- Versión libre que cubre los requisitos de un diseñador de nivel medio

El diseño de la placa de control principal se muestra en las figuras 57 y 58.

Figura 55. **Diseño placa de control principal, vista frontal**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa DipTrace.

5.1.2. Fabricación de la PCB

Para elaborar la PCB de forma artesanal, pero conservando la precisión, se utilizó una técnica distinta a la transferencia térmica con plancha. En su lugar se utilizará una técnica en frío, cuyo componente principal activo es la acetona.

Se basa en el método de transferencia de tóner, pero aquí no se usa plancha, ni papeles especiales. Aquí es la acetona quien realiza la transferencia, lográndolo mucho más rápido.

El material necesario consiste en acetona, alcohol, ácido férrico y un paño para limpiar la placa de fibra de vidrio.

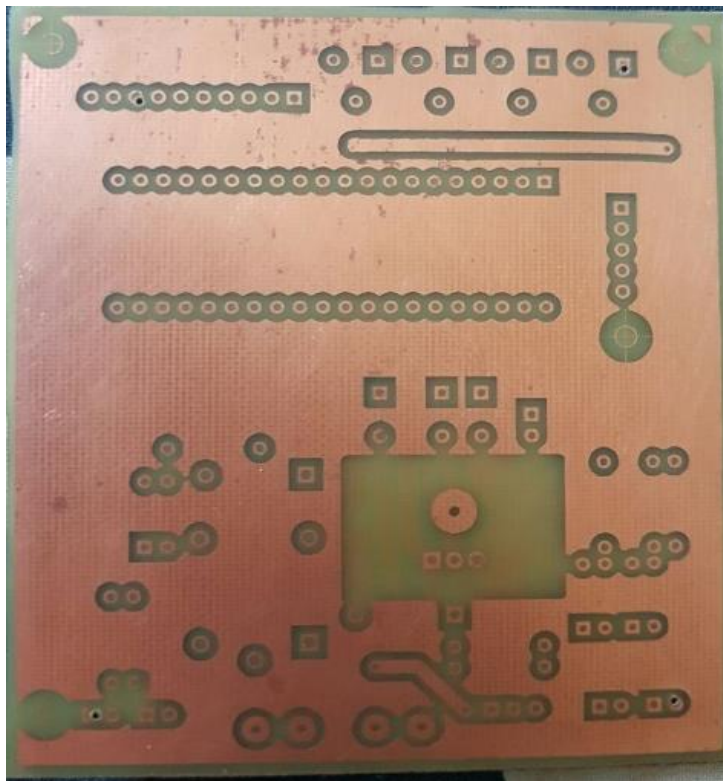
Los pasos a realizar en esta técnica son los siguientes:

- Preparar la placa. Esto implica pasar una lija fina en la placa a tratar y limpiarla con alcohol.
- Imprimir el diseño de PCB en un papel fotográfico estilo glossy.
- Aplicar una proporción de acetona con alcohol en la placa previamente preparada.
- Colocar el diseño sobre la superficie cubierta con la mezcla de acetona y alcohol. Dejarla reaccionar durante 5 segundos sin aplicar presión.
- Aplicar presión moderada y equitativa hasta que la mezcla se volatilice.
- Sumergir en agua de 1 a 2 minutos y arrancar el papel fotográfico.

- Sumergir la placa en ácido férrico durante un par de minutos hasta que el diseño quede sin residuos de cobre.
- Lavar la placa con agua y retirar el tóner con thinner.

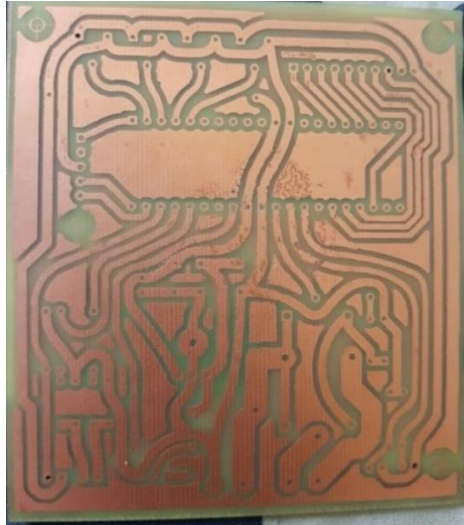
El resultado final de la PCB elaborada bajo esta técnica se muestra en las figuras 59 y 60.

Figura 56. **Fabricación de PCB, vista frontal**



Fuente: elaboración propia.

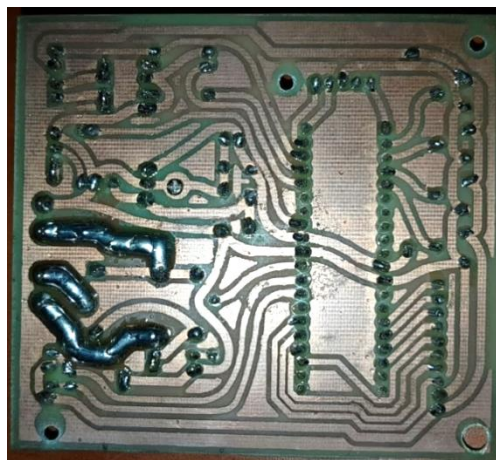
Figura 57. **Fabricación de PCB, vista posterior**



Fuente: elaboración propia.

La soldadura realizada y los componentes que forman la PCB se muestran en la figura 61 y 62.

Figura 58. **Soldadura de PCB**



Fuente: elaboración propia.

Figura 59. **Componentes utilizados en la PCB**



Fuente: elaboración propia.

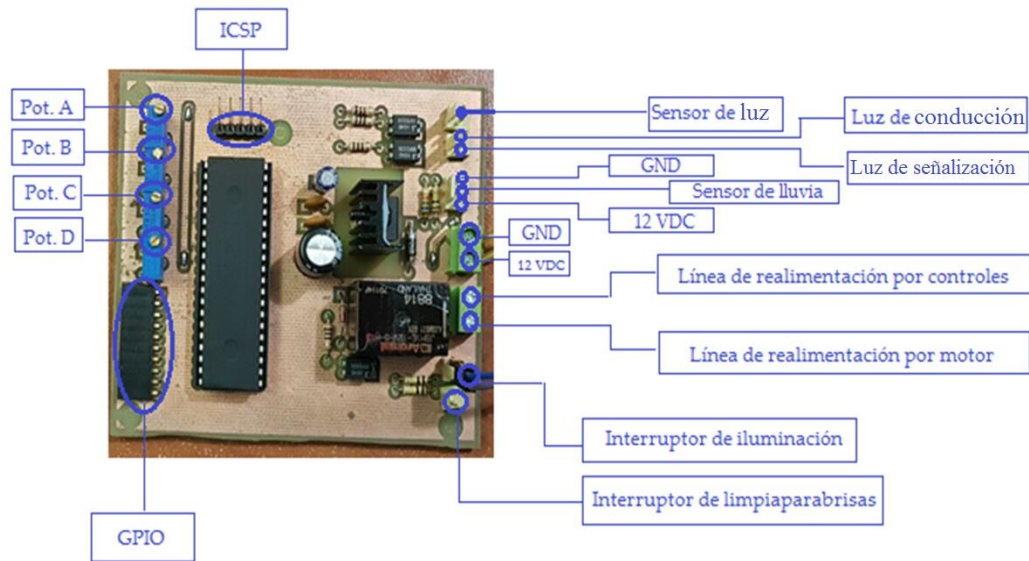
Es importante resaltar que, para la conexión de la línea de realimentación del motor de limpiaparabrisas en las terminales del relé, es necesario reforzarla con un engrose de estaño en las pistas, agregando un alambre de cobre para mejorar la conducción y la capacidad de amperaje soportado, ya que la corriente requerida por el motor del sistema puede llegar hasta un máximo de 15 amperios.

El refuerzo de estaño cubre las pistas mayores de 4 mm de ancho, que va desde las terminales principales del relé hasta su derivación en la bornera con tornillos y la línea de alimentación principal, tal y como se muestra en la figura 59.

5.1.3. Descripción de pines de salida de la unidad de control

En este apartado se detalla cada uno de los pines utilizados en la unidad de control y la función que tiene en el sistema implementado.

Figura 60. **Diagrama de pines de salida**



Fuente: elaboración propia, empleando SmartDraw.

- Sensor de luz: conexión de un LDR para la detección del nivel lumínico en el ambiente exterior.
- Luz de conducción: conexión en derivación desde el cableado del interruptor de luces de conducción de los controles de mando en el volante.
- Luz de señalización: conexión en derivación desde el cableado del interruptor de luces de señalización de los controles de mando en el volante.
- Sensor de lluvia: terminal de salida proveniente del sensor de lluvia, la cual indica la presencia de agua en el mismo.

- GND: conexión del negativo implementado en el sistema completo.
- 12VDC: alimentación de 12 voltios para el sistema y algunos componentes, incluyendo el sensor de lluvia.
- Línea de realimentación por controles: esta es la línea de realimentación utilizada por el sistema de limpiaparabrisas proveniente de los mandos de control en el volante.
- Línea de realimentación por motor: línea de realimentación utilizada por el sistema de limpiaparabrisas proveniente del motor externo debajo del capó.
- Interruptor de iluminación: interruptor principal para la alimentación del sistema automatizado en el control de la iluminación del vehículo.
- Interruptor de limpiaparabrisas: interruptor principal para la alimentación del sistema automatizado en el control de los limpiaparabrisas.
- ICSP: interfaz de programación para el microcontrolador (*In-Circuit Serial Programming*). La secuencia de pines de programación es la siguiente, empezando en el pin más próximo a los potenciómetros:
 - Voltaje de programación
 - No implementado
 - GND
 - *ICSP Data*
 - *ICSP Clock*

- GPIO: pines de propósito general no utilizados en este proyecto. Sin embargo, fueron diseñados con el objetivo de utilizarlos para alguna aplicación futura.
- Potenciómetro A, B, C y D: utilizados para el ajuste de los parámetros de iluminación y detección de lluvia, aplicados de la siguiente manera:
 - Potenciómetro A: umbral de iluminación para la activación de las luces de señalización.
 - Potenciómetro B: umbral de iluminación para la activación de las luces de conducción.
 - Potenciómetro C: frecuencia de accionamiento del motor del sistema de limpiaparabrisas.
 - Potenciómetro D: libre para la utilización de propósitos generales futuros.

5.1.4. Ubicación del sensor de luz LDR

El sensor de luz está conformado únicamente por un LDR, el cual no es para uso en el exterior, por lo que debe de ir localizado bajo el parabrisas del vehículo en posición vertical hacia afuera; también, puede ir ubicado en el *sunroof* del vehículo ya que cumple con los mismos requisitos.

5.1.5. Ubicación del sensor de lluvia RG-11

El sensor de lluvia debe de ir ubicado en frente del parabrisas del vehículo en la parte exterior, de preferencia con un ángulo de 45 grados con referencia a la normal, debido a que es de exterior se recomienda un cable dedicado para ello, como un cable de tipo TSJ de 3 X 18 AWG o equivalente.

En la parte interna del sensor se necesita crear una conexión entre la alimentación positiva del mismo y la terminal común del relé, con el objetivo de emitir una señal positiva hacia el módulo de control al momento de accionarse.

5.1.6. Conexiones generales

Para la alimentación del módulo implementado, se debe conectar de manera derivada con los cables de alimentación positiva y negativa, utilizada por los mandos de control del conductor.

Los interruptores de control principal de los sistemas automatizados están conectados directamente al módulo de control. Para la conexión del sistema lumínico es necesario intervenir en la línea de neutro de los relés respectivos, con lo cual el conductor podrá controlar las luces del vehículo de manera manual sin importar el estado de la señal del módulo implementado.

Para el sistema de limpiaparabrisas es necesario cortar la línea de realimentación que va desde el motor del limpiaparabrisas hasta los controles de mando del conductor. Cabe notar la importancia de respetar el orden de la conexión de esta línea hacia el módulo implementado porque un error en esta puede desencadenar un corto circuito.

Al finalizar con estas conexiones resultará en cuatro conexiones en derivación sin interrumpir el cableado original del vehículo y una conexión totalmente intervenida para la realimentación del motor de limpiaparabrisas. Esto sin considerar el cableado adicional resultante de la conexión de los interruptores principales y los sensores de luz y lluvia.

5.2. Programación del microcontrolador PIC 16F887

El PIC16F887 es el núcleo de la unidad de procesamiento de información, debido a que es responsable de la recepción de las señales provenientes de los sensores de lluvia e iluminación, los cuales serán posteriormente procesadas para que puedan realizarse las acciones correspondientes en los periféricos del microcontrolador. El código de programación del microcontrolador conlleva específicamente la siguiente secuencia:

- Importación de librerías y declaración de variables a utilizar.
- Configuración de temporizadores.
- Habilitación de las interrupciones necesarias.
- Subrutinas de programación.
- Rutina de interrupción.
- Adecuación de variables a utilizar por las interrupciones.
- Lectura y comparación de los datos recibidos.
- Envío de las señales a los periféricos correspondientes de acuerdo al dato recibido.

5.2.1. Descripción de los comandos utilizados en el código de programación del PIC16F887

- void main: método principal del programa.
- int abc: declaración de las variables abc como número entero de 8 bits.
- switch (): declaración de una sentencia de múltiple decisión.
- output_low(PIN_x): cambio de estado del pin x a bajo.
- void interrupts(): sentencia para permitir la ejecución de las interrupciones previamente habilitadas.

- `tris_x(0bx0)`: configuración de los pines del puerto x como entrada o salida (1 y 0 respectivamente).
- `port_x = y`: asignación del valor y al puerto x.
- `if ()`: declaración de la una sentencia if para una toma de decisión.
- `while(true)`: declaración de una sentencia de iteración.

El código de programación para la memoria del microcontrolador PIC16F887 se encuentra en la sección de anexos.

5.3. Operación y funcionamiento del sistema

El módulo de control está dividido en dos sistemas, el de iluminación y el de limpiaparabrisas, ambos sistemas integrados en las conexiones del timón del conductor, de una manera simple y sin intervención agresiva en el cableado del vehículo.

5.3.1. Sistema de iluminación

El sistema de iluminación consiste en el control de las luces de señalización y de conducción de corto alcance de manera automática, las luces de señalización se activan después de 1 segundo bajo cierta condición lumínica constante para evitar su activación innecesaria. Por otra parte, las luces de conducción se activan después permanecer bajo cierta condición de luz por más de 2 segundos. Para la desactivación de las luces de conducción debe de restablecerse la condición mínima de iluminación necesaria por más de 1 minuto y para las luces de señalización por más de 30 segundos. Con esto se asegura la existencia de una condición ideal de iluminación y prevenir cualquier problema al momento de la conducción.

El sistema de iluminación cuenta con dos potenciómetros utilizados para calibrar los umbrales de detección de condición lumínica. Por medio de la programación del módulo, se obliga que el umbral de las luces de señalización sea mayor al umbral de las luces de conducción que toman como prioridad el umbral de las luces de conducción. En cualquier momento el conductor podrá tomar el control del sistema de iluminación del vehículo sin importar el estado del sistema automático.

5.3.2. Limpiaparabrisas

El sistema de limpiaparabrisas cuenta con un interruptor principal para el control del accionamiento de las plumillas, que puedan calibrar su retraso de accionamiento con un potenciómetro instalado en el módulo implementado.

En cualquier momento el conductor podrá tomar el control del sistema de limpiaparabrisas del vehículo sin importar el estado del sistema automático.

5.4. Ventajas del sistema propuesto

El sistema automatizado implementado posee varias ventajas entre las que destacan las siguientes:

- Posee un interruptor principal para la activación de cada uno de los sistemas integrados en el módulo, lo que brinda una facilidad al momento de que el usuario desee controlar el sistema automático.
- Se pueden calibrar los umbrales de detección lumínica y la frecuencia de limpieza del sistema limpiaparabrisas por medio de potenciómetros de precisión.

- El módulo cuenta con pines de propósito general y comunicación serial, potenciómetro adicional, pines de alimentación externa de 5 voltios con terminal negativa, para futuras aplicaciones creadas a raíz de las necesidades características de cada usuario en particular.
- El módulo puede ser programado en cualquier momento sin necesidad de remover el microcontrolador por medio de una interfaz ICSP instalada en el módulo.

5.5. Costos del sistema propuesto

Con base en todos los gastos que se han originado para realizar este sistema automatizado, se hace necesario un análisis económico para desglosar ordenadamente todos los recursos empleados en este proyecto.

Tabla X. Presupuesto total del proyecto

Núm.	Descripción del material	Cantidad	Costo en Quetzales	Costo total
1	Microcontrolador PIC16F887	1	55,00	55,00
2	Sensor de lluvia RG-11	1	320,00	320,0
3	Regulador de voltaje	1	5,00	5,00
4	Borneras de dos tornillos	2	3,00	6,00
5	Placa de fibra de vidrio	1	48,00	48,00
6	Resistencia de ¼ watt	7	0,25	1,75
7	LDR de 5mm.	1	8,00	8,00
8	Capacitores electrolíticos	2	3,50	7,00
9	Capacitores cerámicos	2	1,50	3,00
10	Diodos de protección	2	2,00	4,00
11	MOSFET IRFD220	3	6,00	18,00
12	Relé de alta corriente	1	50,00	50,00
13	Conectores polarizados	5	3,00	15,00
14	Cable TSJ 3 X 18 AWG (metro)	3	7,50	22,50
15	Cable paralelo 22 AWG (metro)	3	3,00	9,00
16	Interruptor empotrar	2	8,00	16,00
17	Potenciómetros de precisión de 10 KOhm	4	6,00	24,00
18	Pines hembra y macho	2	4,00	8,00
19	Base para integrado 40 pines	1	3,50	3,50
20	Ácido férrico (200 mL)	1	15,00	15,00
			TOTAL:	638,75

Fuente: elaboración propia.

Se logra apreciar a partir de la tabla X que el costo total del proyecto implementado es considerablemente económica en comparación con los sistemas comerciales existentes en el mercado actual. Ya que los precios de los sistemas automatizados de marcas conocidas en el sector automotriz llegan incluso a triplicar el valor del costo utilizado para este proyecto.

CONCLUSIONES

1. El sensor seleccionado para medir la cantidad de luz consiste en una resistencia variable ante la intensidad lumínica, LDR, ubicado detrás del parabrisas del vehículo con orientación hacia el cielo y un sensor de lluvia óptico multifuncional modelo RG-11 de la corporación Hydreon, colocado en la parte externa inferior del parabrisas con una inclinación de 45 grados respecto al suelo.
2. Los controles de mando para los sistemas de iluminación y limpiaparabrisas del vehículo se localizan próximos al conductor montados detrás del volante, por lo que resulta práctico y conveniente realizar la instalación y las conexiones eléctricas debajo del panel de instrumentos.
3. El microcontrolador seleccionado fue un PIC16F887 debido a sus características de sencillez, robustez, precio y cantidad de puertos disponibles, con el fin de que el usuario pueda ampliar la funcionalidad del proyecto agregando nuevas rutinas a la programación del controlador.
4. Para mejorar la calidad en la conducción, el conductor podrá modificar los parámetros de sensibilidad de iluminación y frecuencia de limpieza de las plumillas mediante potenciómetros de precisión montados en la placa del controlador. Sin embargo, no podrá configurar los tiempos de respuesta para la activación del sistema lumínico por la seguridad vial.

5. El código de programación se realizó bajo el entorno de desarrollo integrado MikroC PRO for PIC, el cual cuenta con las características necesarias para gestionar e interpretar la información de los distintos componentes del sistema.

RECOMENDACIONES

1. En la detección de lluvia se podría instalar un sensor óptico por refracción detrás del parabrisas en la región de barrido de las plumillas para obtener una medición directa de la cantidad de gotas presentes a la visión del conductor.
2. En el cableado eléctrico de los mandos de control al volante es estrictamente necesario prestar atención en la forma de realizar las conexiones con el sistema automatizado a implementar para evitar un daño o deterioro al sistema eléctrico del vehículo.
3. Al agregar rutinas de programación más complejas que requieran de un procesamiento exigente, se necesita seleccionar un microcontrolador de mayor gama para evitar el mal funcionamiento en la ejecución de las actividades programadas.
4. Para la configuración de parámetros ajustables, se debería utilizar potenciómetros normales en lugar de los componentes de precisión para una mayor sencillez en la calibración.
5. Para un mejor rendimiento en la ejecución de instrucciones en el microcontrolador es conveniente utilizar un lenguaje de bajo nivel que permita la ejecución de rutinas de manera eficiente.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARIAS PAZ, Manuel. *Manual de automóviles*. 6a ed. Colombia: Dossat, 2008. 1108 p.
2. *Control automático de faros del vehículo*. [En línea]. <dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1136/16/UPS-CT001883.pdf>. [Consulta: 05 de marzo de 2017].
3. *Control automático de la altura de los faros*. [En línea]. <http://www.volkswagenlatinoamerica.com/es/technik-lexikon/automatische_leuchtweitenregulierung.html>. [Consulta: 15 de febrero de 2017].
4. DANIELS, Jeff. *Tecnología del carro moderno*. México: CEAC, 2005. 224 p.
5. *Diagrama de pines del PIC16F887*. [En línea]. <ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41291D.pdf>. [Consulta: 05 de marzo de 2017].
6. *Estructura y símbolo de una LDR*. [En línea]. <<http://www.prometec.net/producto/ldr-sensor-de-luz>>. [Consulta: 05 de marzo de 2017].

7. *Historia de luces del automóvil.* [En línea]. <<http://www.highmotor.com/historia-luces-carros.html>>. [Consulta: 05 de febrero de 2017].
8. *Historia del automóvil.* [En línea]. <<http://www.circulaseguro.com/nicolas-joseph-cugnot-inventor-del-primer-automovil>>. [Consulta: 28 de enero de 2017].
9. *Lámpara incandescente.* [En línea]. <<http://www.iluminet.com/a-130-anos-de-la-lampara-incandescente>>. [Consulta: 01 de febrero de 2017].
10. LLANOS LOPEZ, María José. *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo.* México: Paraninfo, 2011. 469 p.
11. *Luces altas y bajas del automóvil.* [En línea]. <<http://tallerautoelectrico.com/como-funcionan-las-luces-altas-y-bajas-en-el-auto>>. [Consulta: 05 de febrero de 2017].
12. *Mazda electrical wiring diagram workbook.* [En línea]. <<http://www.autoshop101.com/forms/maz-ewd.pdf>>. [Consulta: 05 de marzo de 2017].
13. Dirección General de Tráfico España. *Mecánica simple.* [En línea]. <<http://www.dgt.es/formacion-vial/cursos-para-profesores-y-directores-de-autoescuelas/doc/.pdf>>. [Consulta: 20 de enero de 2017].

14. *Mosfet de potencia IRFD220, empaquetado DIP-4.* [En línea]. <<http://media.internet11.de/Artikelbilder/shop800px/irfd220.jpg>>. [Consulta: 08 de marzo de 2017].
15. OROVIO ASTUDILLO, Manuel. *Tecnología del automóvil.* México: Paraninfo, 2010. 688 p.
16. PEREZ ALONSO, José Manuel. *Técnicas del automóvil. Equipo eléctrico.* México: Paraninfo, 2009. 580 p.
17. *Relé de alta potencia de 12VDC JSM1-12V-5.* [En línea]. <<http://www.digikey.com/product-detail/es/panasonic-electric-works/JSM1-12V-5/255-1240-ND/274764>>. [Consulta: 28 de enero de 2017].
18. ROS MARIN, Joan Antoni. *Sistemas eléctricos de seguridad y confortabilidad.* Colombia: Paraninfo, 2011. 544 p.
19. *Seguridad activa y pasiva en el automóvil.* [En línea]. <<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7101/1/AC-ESPEL-MAI-0434.pdf>>. [Consulta: 15 de febrero de 2017].
20. Hydreon Corporation. *Sensor de lluvia RG 11.* [En línea]. <http://hydreon.com/wpcontent/uploads/sites/3/2015/documents/rg-11_instructions.pdf>. [Consulta: 28 de enero de 2017].
21. *Sistema de limpiaparabrisas del automóvil.* [En línea]. <<http://www.aficionadosalamecanica.com/limpiaparabrisas-motor>>. [Consulta: 25 de enero de 2017].

22. *Tecnología LCP en el automóvil*. [En línea]. <<http://tecnologia-lcp.orgfree.com/Documentos/Historia%20del%20automovil.pdf>>. [Consulta: 01 de febrero de 2017].
23. TENA SANCHEZ, José Guillermo. *Circuitos electrotécnicos básicos, sistemas de carga y arranque*. México: Paraninfo, 2009. 312 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Códigos de programación desarrollados para el PIC16F887

➤ programación unidad de control

```
1. unsigned int pota, potb, potc, potd, light = 0;
2. unsigned int sw_light_state, light_state, timer_count, quarter_count, t_now, t_before = 0;
3. unsigned int sw_wiper_state, signal_state, ts_now, ts_before = 0;
4. unsigned int first_act, sensor_state, wiper_state, tw_now, tw_before = 0;
5.
6. const unsigned int signal_on_delay = 4; //Factor de multiplicación de 0.25 segundos
7. const unsigned int light_on_delay = 8;
8. const unsigned int signal_off_delay = 20;
9. const unsigned int light_off_delay = 40;
10.
11. void InitTimer2();
12. void InitTimer2Count();
13.
14. void main() {
15.     OSCCON = 0x71; //Internal osc freq 8Mhz and internal clock select
16.     ansel = 0x0f; //RA0 - RA3 como entradas analógicas para trimpots
17.     anselh = 0x20; //RA13 entrada analógica para sensor de luz
18.     trisb = 0b00100001;
19.     portb = 0;
20.     trisd = 0b01100000;
21.     portd = 0;
22.     trisc = 0;
23.     portc = 0;
24.     trisa = 0b00001111;
25.     porta = 0;
26.
27.     ADC_Init();
28.     delay_ms(1);
29.
```

Continuación del apéndice 1.

```
1.   InitTimer2();
2.   TMR2ON bit = 0;
3.   InitTimer2Count();
4.
5.   light_state = 0;
6.   signal_state = 0;
7.   wiper state = 0;
8.   sw_light_state = 0;
9.   sw wiper state = 0;
10.  sensor_state = 0;
11.  tw_before = quarter_count;
12.  first act = 1;
13.
14.  delay ms(5000);
15.
16.  while(1) {
```

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Toma de valores analógicos por los trimpots

```
17.
18.   pota = 1023 - ADC_Read(0);
19.   potb = 1023 - ADC_Read(1);
20.   potc = ADC_Read(3);
21.   potc = (80/1023) * potc;
22.   light = ADC_Read(13);
```

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Sistema de iluminación

```
23.
24.   if(Button(&PORTD, 6, 1, 1)){ //Condición del interruptor principal de las
luces
25.   if(sw_light_state == 0){
26.     ts_before = quarter_count;
27.     t_before = quarter_count;
28.     sw light state = 1;
29.   }
30.
31.   if(pota < potb) //Condición para que las luces de señalización no se
enciendan después de las de conducción
32.     pota = potb;
33.
34.
```

Fuente: elaboración propia

Apéndice 4. Luces de señalización

```
30.     if(light < pota){
31.         if(signal_state == 1){
32.             ts_before = quarter_count;
33.         }
34.         else{
35.             ts_now = quarter_count;
36.             if((ts_now - ts_before) >= signal_on_delay){
37.                 portb.b4 = 1;
38.                 signal_state = 1;
39.             }
40.         }
41.     }
42.     else{ //Condición mayor para apagar la iluminación
43.         if(signal_state == 0){
44.             ts_before = quarter_count;
45.         }
46.         else{
47.             ts_now = quarter_count;
48.             if(((ts_now - ts_before) >= signal_off_delay) && (light_state == 0)){
49.                 portb.b4 = 0;
50.                 signal_state = 0;
51.             }
52.         }
53.     }
54. }
```

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Luces de conducción

```
55.
56.     if(light < potb){
57.         if(light_state == 1){
58.             t_before = quarter_count;
59.         }
60.         else{
61.             t_now = quarter_count;
62.             if((t_now - t_before) >= light_on_delay){
63.                 portb.b3 = 1;
64.                 light_state = 1;
65.             }
66.         }
67.     }
68.     else{ //Condición mayor para apagar la iluminación
69.         if(light_state == 0){
70.             t_before = quarter_count;
71.         }
72.         else{
73.             t_now = quarter_count;
74.             if((t_now - t_before) >= light_off_delay){
75.                 portb.b3 = 0;
76.                 light_state = 0;
77.             }
78.         }
79.     }
80. }
```

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Interruptor principal de iluminación apagado

```
81.         else{
82.             portb.b4 = 0; //Luces de señalización
83.             portb.b3 = 0; //Luces de conducción
84.             light_state = 0;
85.             signal_state = 0;
86.             sw_light_state = 0;
87.         }
88.
```

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Sistema de limpiaparabrisas

```
89.
90.         if(Button(&PORTD, 5, 1, 1)){
91.             if(Button(&PORTB, 0, 1, 1)){
92.                 tw_now = quarter_count;
93.                 if(((tw_now - tw_before) >= potc) || ((tw_now -
tw_before) >= 90) || (first_act)){
94.                     if(wiper_state == 0){
95.                         portd.b7 = 1;
96.                         wiper_state = 1;
97.                         first_act = 0;
98.                     }
99.                 }
100.            }
101.        }
102.        else{
103.            if(wiper_state == 1){
104.                portd.b7 = 0;
105.                wiper_state = 0;
106.                tw_before = quarter_count;
107.            }
108.        }
109.    }
110.    else{
111.        first_act = 1;
112.        portd.b7 = 0;
113.        wiper_state = 0;
114.    }
115. }
116.
```

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. Rutinas de interrupción y rutinas programables

```
117.  
118. void InitTimer2(){  
119.     T2CON = 0xFA;  
120.     TMR2IE_bit = 1;  
121.     INTCON = 0xC0;  
122. }  
123.  
124. void InitTimer2Count(){  
125.     TMR2 = 0;  
126.     timer_count = 0;  
127.     quarter_count = 0;  
128.     TMR2ON_bit = 1;  
129. }  
130.  
131. void Interrupt(){  
132.     if (TMR2IF_bit){  
133.         TMR2IF_bit = 0;  
134.         timer_count += 1;  
135.         if(timer_count >= 8){  
136.             quarter_count += 1;  
137.             timer_count = 0;  
138.         }  
139.         TMR2 = 0;  
140.     }  
141. }
```

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. Imagen de implementación del proyecto en una maqueta



Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Diagramas eléctricos esquemáticos de Mazda protege modelo 2002, workshop manual

LIGHT SWITCH INSPECTION A3U091866121W02

Headlight switch

1. Remove the light switch. (See 09-18-13 LIGHT SWITCH REMOVAL/INSTALLATION.)
2. Inspect for continuity between the light switch terminals using an ohmmeter.
 - If not as specified, replace the light switch.

○—○ : Continuity

Switch position			Terminal					
Light	Dimmer	Flash-to-pass	J	L	P	O	Q	R
OFF	-	Off						
		On			○—○	○—○		
TNS	-	Off		○—○				
		On		○—○	○—○	○—○	○—○	
Head-light	LO	Off	○—○	○—○	○—○	○—○		○—○
	On		○—○	○—○	○—○	○—○	○—○	
	HI	-	○—○	○—○	○—○	○—○		

Y3U918WAN

PART SIDE CONNECTOR
(VIEW FROM HARNESS SIDE)

Y3U918WA0

Fuente: SULLIVAN, Kevin R. Mazda, *Electrical wiring diagram*. <http://autosshop101.com>.

Consulta: 3 de marzo de 2017.

Anexo 2. Inspección del interruptor de limpiaparabrisas

WIPER AND WASHER SWITCH INSPECTION A3U091966122W02

Windshield Wiper and Washer

1. Disconnect the negative battery cable.
2. Remove the wiper and washer switch. (See 09-19-9 WIPER AND WASHER SWITCH REMOVAL/INSTALLATION.)
3. Inspect for continuity between the wiper and washer switch terminals using an ohmmeter.
 - If not as specified, replace the wiper and washer switch.

○—○ : Continuity

Switch position	One-touch	Terminal				
		A	C	E	K	O
Wiper switch	OFF	OFF	○	○	○	○
		ON		○	○	○
	INT	1		○	○	○
		2			○	○
Washer switch	ON	○	○			

X3U919WB8

PART SIDE CONNECTOR
(VIEW FROM TERMINAL SIDE)

Y3U919WA5

Fuente: SULLIVAN, Kevin R. *Mazda, Electrical wiring diagram*. <http://autosshop101.com>.

Consulta: 3 de marzo de 2017.