

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA



CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE LUCES
DINÁMICAS DE XENÓN A INSTALARSE EN EL AUTOMÓVIL
SUZUKI I DE LA DISTRIBUIDORA RG”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AUTOMOTRIZ**

**CRISTHIAN OSWALDO SÁNCHEZ PÉREZ
NELSON PATRICIO OROSCO SISALIMA**

Latacunga, marzo 2012

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, CRISTHIAN OSWALDO SÁNCHEZ PÉREZ y NELSON PATRICIO OROSCO SISALIMA, declaramos que:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE LUCES DINÁMICAS DE XENÓN A INSTALARSE EN EL AUTOMÓVIL SUZUKI I DE LA DISTRIBUIDORA RG” ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, marzo del 2012.

Cristhian Sánchez
CC. 180346867-5

Nelson Orosco
CC.171517966-7

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE LUCES DINÁMICAS DE XENÓN A INSTALARSE EN EL AUTOMÓVIL SUZUKI I DE LA DISTRIBUIDORA RG” fue desarrollado por Cristhian Oswaldo Sánchez Pérez y Nelson Patricio Orosco Sisalima, bajo nuestra supervisión, cumpliendo con normas estatutarias establecidas por la ESPE en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Latacunga, marzo del 2012.

Ing. Julio Acosta
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Euro Mena
CODIRECTOR DE PROYECTO

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros, CRISTHIAN OSWALDO SÁNCHEZ PÉREZ y NELSON PATRICIO OROSCO SISALIMA, autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE LUCES DINÁMICAS DE XENÓN A INSTALARSE EN EL AUTOMÓVIL SUZUKI I DE LA DISTRIBUIDORA RG”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, marzo del 2012.

Cristhian Sánchez
CC. 180346867-5

Nelson Orosco
CC.171517966-7

DEDICATORIA

A mis padres, a mis hermanos, sobrinos y principalmente a quien desafortunadamente, no está en medio de nosotros y no pudo ver este logro, él que siempre confió en mí, y me enseñó que una persona si lo desea puede alcanzar todas sus metas, puesto que Dios nos puso en este mundo a cada uno con una meta; mi sobrino “Sebastián”.

Cristhian

AGRADECIMIENTO

Primeramente a mí Dios, que me ha dado las fuerzas cuando más lo necesité, a la Escuela Politécnica del Ejército, a mis padres, a mis hermanos, a mis sobrinos, profesores, y a todas las personas que de una u otra manera me apoyaron para conseguir mi formación técnico profesional.

Cristhian

DEDICATORIA

Mi más profundo agradecimiento a Dios, por iluminarme, cuidarme, darme la fuerza y el valor necesario para alcanzar unos de mis objetivos y de esta manera seguir construyendo el camino necesario para construir mi Leyenda Personal a lo largo de mi vida.

Un agradecimiento a mis padres por todo ese apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de mi etapa estudiantil

Nelson

AGRADECIMIENTO

Especialmente a Dios a mis padres, y a cada una de las personas que me apoyaron de una u otra forma para culminar esta primera etapa de mi vida.

Nelson.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Declaración de responsabilidad.....	li
Certificación.....	lii
Autorización.....	lv
Índice de contenidos	lx
Índice de figuras	xvi
Índice de tablas.....	xx
Índice de ecuaciones.....	xxi
Resumen.....	xxii
Presentación.....	xiii
CAPÍTULO 1	
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	3
1.5 METAS DEL PROYECTO.....	4
CAPÍTULO 2	
2. FUNDAMENTOS.....	6
2.1 SISTEMA DE ALUMBRADO.....	6
2.1.1 LUCES EN LA PARTE DELANTERA.....	8
a. Luces Altas/Carretera.....	8
b. Luces Bajas/Cruce.....	8
c. Luces de Estacionamiento.....	8
d. Luces Direccionales.....	8
2.1.2 LUCES EN LA PARTE TRASERA.....	8
a. Luces de Freno.....	8
b. Luces de Marcha Atrás.....	8

c. Luces Rojas Posteriores.....	8
d. Luces de Estacionamiento.....	9
e. Luces Direccionales.....	9
f. Luces de Matrícula.....	9
2.1.3 LUCES DEL HABITÁCULO.....	9
a. Luces de Cuadro.....	9
b. Luces de Alumbrado Interior.....	9
2.1.4 LUCES ESPECIALES.....	9
a. Luces Antiniebla.....	9
b. Luces de Largo Alcance.....	10
c. Largo Alcance Haz Concentrado.....	10
2.2 FOTOMETRÍA Y UNIDADES DE MEDIDA.....	11
2.2.1 UNIDADES TÉCNICAS DE ILUMINACIÓN.....	12
a. El Flujo Luminoso (Φ).....	12
b. La Intensidad Luminosa (I).....	12
c. La Intensidad de Iluminación (E).....	13
d. La luminancia (L).....	13
e. Rendimiento Luminoso (η).....	13
2.2.2 CONCEPTOS LUMINOTÉCNICOS.....	13
a. Alcance de un Faro.....	13
b. Campo de Visión.....	13
c. Deslumbramiento Fisiológico.....	13
d. Deslumbramiento Psicológico.....	13
2.2.3 NORMAS DEL SISTEMA DE ALUMBRADO.....	13
2.3 FAROS.....	15
2.3.1 REFLECTOR PARABÓLICO.....	16
2.3.2 REFLECTORES ESCALONADOS.....	18
2.3.3 REFLECTORES SIN ESCALONES.....	18
2.3.4 REFLECTORES BISELADOS.....	19
2.3.5 PORTALÁMPARAS.....	19
2.3.6 CRISTAL.....	20

2.4	LÁMPARAS TIPO Y CLASIFICACIÓN.....	20
2.4.1	BULBOS DE BAJA POTENCIA.	21
	a. Plafón.	21
	b. Pilotos.....	21
	c. Control.....	22
	d. Lancia.....	22
	e. Wedge.....	23
2.4.2	BULBOS DE ALTA POTENCIA.....	23
	a. Bulbo Incandescente Estándar.....	23
	b. Bulbo Incandescente Halógeno.....	24
	b.1 Lámpara H1.....	24
	b.2 Lámpara H2.....	25
	b.3 Lámpara H3.....	25
	b.4 Lámpara H4.....	25
	b.5 Lámpara H5.....	26
	b.6 Lámpara H7.....	26
	c. Bulbo de Arco Eléctrico de Xenón.....	27
	c.1 D1.....	27
	c.2 D2.....	27
	d. Faros de Xenón.....	28
	d.1 Estructura del Faro.....	29
	d.2 Funcionamiento.....	29
	e. Faros con Lámparas de Descarga de Gas Bixenón.....	31
2.5	REGULACIÓN DE FAROS.....	32
2.6	SENSORES.....	35
2.6.1	SENSOR DE EFECTO HALL.....	36
2.6.2	SENSORES FOTOCONDUCTIVOS.....	39
2.6.3	SENSORES RESISTIVOS.....	40
2.7	ACTUADORES.....	42
2.7.1	MOTORES PASO A PASO.....	42
	a. Principio de Funcionamiento.....	42

b. Partes del Motor Paso a Paso.....	43
b.1 Una fija llamada "estator".....	43
b.2 Una móvil, llamada "rotor".....	43
2.8 CARACTERÍSTICAS Y ARQUITECTURA DEL PIC 18F452...	45
CAPÍTULO 3	
3 ANÁLISIS Y DISEÑO.....	47
3.1 ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DEL SISTEMA.....	47
3.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA.....	48
a. PIC.....	48
b. Visualizador.....	48
c. Botoneras.....	48
d. Sensor de Iluminación.....	50
e. Sensor de Inclinación.....	50
f. Sensor de Dirección.....	50
g. Sensor de Velocidad.....	50
h. Motor 1.....	50
i. Motor 2.....	50
j. Cambio de Luces.....	51
k. Motor 3.....	51
l. Motor 4.....	51
m. Faro Izquierdo.....	51
n. Faro Derecho.....	51
3.3.1 SELECCIÓN DE COMPONENTES.....	51
3.3.1 SELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR.....	52
a. Arquitectura del Microcontrolador.....	53
b. Descripción de Pines.....	55
c. Organización de la Memoria.....	60
c.1 Bit 0 RD.....	64
c.2 Bit 1 WR.....	65
c.3 Bit 2 WREN.....	65

c.4 Bit 3 WRERR.....	65
c.5 Bit 4 FREE.....	65
c.6 Bit 5.....	65
c.7 Bit 6 CFGS.....	65
c.8 Bit 7 EEPGD.....	65
d. Puertos de Entrada y Salida.....	66
d.1 Puerto A.....	66
d.2 Puerto B.....	66
d.3 Puerto C.....	67
d.4 Puerto D.....	67
d.5 Puerto E	67
e. Interfaz Serial SPI.....	68
3.3.2 SELECCIÓN DEL SENSOR DE ILUMINACIÓN.....	68
3.3.3 SELECCIÓN DEL SENSOR DE INCLINACIÓN.....	69
3.3.4 SELECCIÓN DEL SENSOR DE DIRECCIÓN.....	71
3.3.5 SELECCIÓN DEL SENSOR DE VELOCIDAD.....	71
3.3.6 SELECCIÓN DE LOS MOTORES PASO A PASO.....	74
3.3.7 SELECCIÓN DE LOS BOMBILLOS PARA LOS FAROS.....	77
3.3.8 SELECCIÓN DE LAS BOTONERAS.....	78
3.3.9 SELECCIÓN DEL VISUALIZADOR.....	79
3.4 PARÁMETROS QUE DETERMINAN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN.....	80
3.4.1 DIRECCIÓN DEL VOLANTE.....	80
3.4.2 INCLINACIÓN/DECLINACIÓN DEL VEHÍCULO.....	80
3.4.3 VELOCIDAD DEL VEHÍCULO.....	81
3.4.4 ILUMINACIÓN DEL ENTORNO.....	81
3.4.5 ILUMINACIÓN RECIBIDA DEL VEHÍCULO OPUESTO.....	81
3.5 DISEÑO DEL SOFTWARE DE CONTROL.....	82
3.5.1 DESCRIPCIÓN DEL BLOQUE DE PINES.....	83
a. Puerto A.....	84
b. Puerto B.....	87

c. Puerto C.....	88
d. Puerto D.....	89
e. Puerto E.....	90
f. Pines de Alimentación.....	90
g. Pin de Voltaje de Grabado.....	91
3.6 DISEÑO DEL HARDWARE.....	91
3.6.1 ACOPLER DEL SENSOR DE INCLINACIÓN.....	92
3.6.2 ACOPLER DEL SENSOR DE DIRECCIÓN.....	94
3.6.3 UBICACIÓN DEL SENSOR DE VELOCIDAD.....	95
3.6.4 UBICACIÓN DEL SENSOR DE ILUMINACIÓN.....	98
3.6.5 DISEÑO DEL CIRCUITO ACOPLADOR DE IMPEDANCIAS..	98
3.6.6 DISEÑO DE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN.....	99
3.6.7 UBICACIÓN DEL CIRCUITO DE CONTROL.....	103
3.6.8 UBICACIÓN DEL DISPLAY.....	104
3.6.9 UBICACIÓN DE LA BOTONERA REMOVIBLE.....	105
a. Pulsador 1.....	105
b. Pulsador 2.....	105
c. Pulsador E.....	105
d. Pulsador C.....	105
3.6.10 ELABORACIÓN DE LOS SOPORTES Y UBICACIÓN DE LOS MOTORES A PASOS.....	106
3.6.11 ELABORACIÓN DE LOS CONTROLADORES DE LOS MOTORES A PASOS.....	108
3.6.12 ACOPLER DE LOS FAROS AL MECANISMO DE MOVIMIENTO.....	109
3.7 ELABORACIÓN DE LAS PLACAS ELECTRÓNICAS.....	110
3.8 ENLACE DE LOS SISTEMAS MECÁNICOS Y ELECTRÓNICOS.....	114
a. Sistema.....	114
b. Subsistema.....	115
c. Componente.....	115

d. Sistema Mecánico.....	115
e. Sistema Electrónico.....	115
CAPÍTULO 4	
4 PRUEBAS EXPERIMENTALES.....	118
4.1 DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA.....	118
4.2 CONFIGURACIÓN INICIAL.....	121
4.3 ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO.....	135
4.4 PRUEBAS DE CONSUMO Y AUTORREGULACIÓN.....	141
4.5 PRUEBAS DE GIRO.....	143
4.6 PRUEBAS DE NIVEL.....	143
4.7 PRUEBAS DE FIABILIDAD.....	144
4.8 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	145
CAPÍTULO 5	
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	147
5.1 CONCLUSIONES.....	147
5.2 RECOMENDACIONES.....	148
5.3 BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES.....	151
ANEXOS	
ANEXO “A” GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	153
ANEXO “B” PLANOS ELÉCTRICOS.....	160
ANEXO “C” PROGRAMA CONTENIDO EN EL PIC.....	161
ANEXO “D” HOJAS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	162
ANEXO “E” ARTÍCULO.....	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Esquema de un sistema de iluminación típico de automóvil.....	7
Figura 2.2 Haz de luz antiniebla.....	10
Figura 2.3 Haz de luz de largo alcance.....	10
Figura 2.4 Haz concentrado de largo alcance.....	10
Figura 2.5 Haz de alcance de las luces.....	11
Figura 2.6 Espectro de luz.....	12
Figura 2.7 Parábola.....	16
Figura 2.8 Rayos paralelos de una parábola.....	16
Figura 2.9 Rayos divergentes en una parábola.....	16
Figura 2.10 Rayos convergentes.....	17
Figura 2.11 Grapas de fijación de la lámpara al faro.....	19
Figura 2.12 Bulbos de plafón.....	21
Figura 2.13 Bulbos pilotos.....	22
Figura 2.14 Bulbos de control.....	22
Figura 2.15 Bulbos lancia.....	23
Figura 2.16 Bulbos wedge.....	23
Figura 2.17 Bulbo incandescente estándar.....	24
Figura 2.18 Bulbo incandescente halógeno H1.....	24
Figura 2.19 Bulbo H2.....	25
Figura 2.20 Bulbo H3.....	25
Figura 2.21 Bulbo H4.....	26
Figura 2.22 Bulbo H5.....	26
Figura 2.23 Bulbo H7.....	27
Figura 2.24 Estructura de un faro de xenón.....	29
Figura 2.25 Lámpara iniciando el encendido.....	30
Figura 2.26 Inicio del arco voltaico.....	30
Figura 2.27 Elementos de un bixenón.....	31
Figura 2.28 Trayectoria de luz de cruce y carretera bixenón.....	32

Figura 2.29 Distancia que recorre un vehículo.....	33
Figura 2.30 Reglaje bajo.....	33
Figura 2.31 Reglaje alto.....	34
Figura 2.32 Reglaje correcto.....	34
Figura 2.33 Alineación del faro con el regloscopio.....	35
Figura 2.34 Flujo de información del sensor.....	36
Figura 2.35 Sensor de efecto hall.....	37
Figura 2.36 Símbolos de una fotorresistencia.....	39
Figura 2.37 Grafica de resistencia - iluminación.....	40
Figura 2.38 Potenciómetro.....	40
Figura 2.39 Potenciómetro líquido.....	41
Figura 2.40 Estator de 4 bobinas.....	44
Figura 2.41 Rotor de un motor a pasos.....	44
Figura 2.42 Pines del PIC 18F452.....	46
Figura 3.1 Diagrama de bloques del sistema.....	49
Figura 3.2 Diagrama de bloques del PIC 18F452.....	55
Figura 3.3 Diagrama de pines del PIC 18F452.....	56
Figura 3.4 Diagrama de la organización de la memoria.....	62
Figura 3.5 Mapa de la memoria de programa.....	63
Figura 3.6 Registro EECON1.....	65
Figura 3.7 Cotas de la fotorresistencia (mm).....	69
Figura 3.8 Cotas en milímetros del potenciómetro.....	70
Figura 3.9 Cotas en milímetros del interruptor 3132.....	74
Figura 3.10 Diagrama de fuerzas.....	75
Figura 3.11 Diagrama de torques de motores a pasos.....	76
Figura 3.12 Cotas del motor a pasos (pulgadas).....	77
Figura 3.13 Cotas en milímetros de los pulsadores.....	78
Figura 3.14 Cotas del display en milímetros.....	79
Figura 3.15 Terminales del sensor de inclinación.....	92
Figura 3.16 Sensor de inclinación.....	93
Figura 3.17 Ubicación del sensor de inclinación.....	93

Figura 3.18 Acople del sensor de dirección.....	94
Figura 3.19 Ubicación del sensor de dirección.....	95
Figura 3.20 Descripción de pines del sensor de velocidad.....	96
Figura 3.21 Ubicación del sensor de velocidad.....	97
Figura 3.22 Orificios para ubicar los imanes.....	97
Figura 3.23 Ubicación del sensor de iluminación.....	98
Figura 3.24 Circuito acoplador de impedancias.....	99
Figura 3.25 Diagrama esquemático de la fuente de poder.....	102
Figura 3.26 Fuentes de poder de 5Vcc.....	102
Figura 3.27 Placa de control.....	104
Figura 3.28 Display en el tablero del vehículo.....	104
Figura 3.29 Botoneras de configuración.....	106
Figura 3.30 Soportes para los motores.....	106
Figura 3.31 Unión del motor al tornillo de avance.....	107
Figura 3.32 Base de unión del motor al soporte.....	107
Figura 3.33 Esquema del controlador del motor a pasos.....	108
Figura 3.34 Placas de los cuatro controladores de los motores.....	109
Figura 3.35 Terminal modificado.....	110
Figura 3.36 Esquema de la placa de control.....	112
Figura 3.37 Esquema del circuito seguidor de tensión.....	113
Figura 3.38 Esquema de la fuente de poder.....	113
Figura 3.39 Esquema del controlador del motor a pasos.....	114
Figura 3.40 Esquema de la placa de cambio de luces.....	114
Figura 3.41 Enlace del sistema electrónico y sistema mecánico.....	117
Figura 4.1 Pantalla inicial de presentación del sistema.....	121
Figura 4.2 Pantalla de ingreso al menú principal.....	122
Figura 4.3 Pantalla de submenú de ingreso a las calibraciones.....	123
Figura 4.4 Pantalla de calibración del sensor de luz.....	123
Figura 4.5 Pantalla de calibración del nivel de luz baja.....	124
Figura 4.6 Pantalla de calibración del nivel de luz alta.....	124
Figura 4.7 Pantalla de calibración del sensor de inclinación.....	125

Figura 4.8 Pantalla de calibración del dato de inclinación.....	125
Figura 4.9 Pantalla de calibración del dato de declinación.....	126
Figura 4.10 Pantalla de calibración de faros y velocidad.....	126
Figura 4.11 Pantalla de calibración de los faros.....	127
Figura 4.12 Calibración del número de pasos del faro izquierdo.....	127
Figura 4.13 Calibración del número de pasos hacia la izquierda del faro izquierdo.....	128
Figura 4.14 Calibración del número de pasos hacia la derecha del faro izquierdo.....	128
Figura 4.15 Pantalla de calibración del faro izquierdo.....	129
Figura 4.16 Calibración del número de pasos ascendentes del faro izquierdo.....	129
Figura 4.17 Calibración del número de pasos descendentes del faro izquierdo.....	129
Figura 4.18 Calibraciones del faro derecho.....	130
Figura 4.19 Calibración del número pasos hacia la izquierda del faro derecho.....	130
Figura 4.20 Calibración del número pasos hacia la derecha del faro derecho.....	130
Figura 4.21 Pantalla de calibración ascendente y descendente del faro derecho.....	131
Figura 4.22 Calibración del número pasos ascendentes del faro derecho.....	131
Figura 4.23 Calibración del número pasos descendentes del faro derecho.....	131
Figura 4.24 Calibración de la velocidad máxima y mínima.....	132
Figura 4.25 Pantalla de calibración de la velocidad máxima.....	133
Figura 4.26 Pantalla de calibración de la velocidad mínima.....	133
Figura 4.27 Pantalla de validación y confirmación de los datos.....	134
Figura 4.28 Pantalla de alerta de los datos fuera de rango	134
Figura 4.29 Pantalla del sistema en funcionamiento.....	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Umbrales (rangos de calificación CORPAIRE).....	15
Tabla 2.2 Rendimiento de los reflectores según su constitución.....	18
Tabla 3.1 Características principales del PIC 18F452.....	53
Tabla 3.2 Descripción de pines del puerto A.....	57
Tabla 3.3 Descripción de pines del puerto E.....	57
Tabla 3.4 Descripción de pines del puerto C.....	58
Tabla 3.5 Descripción de pines del puerto D.....	59
Tabla 3.6 Descripción de pines del puerto B.....	60
Tabla 3.7 Características de la fotorresistencia NSL - 4912 a 25°C y 2854°K.....	69
Tabla 3.8 Características técnicas del potenciómetro B10KΩ.....	70
Tabla 3.9 Características del interruptor de efecto hall 3132A.....	74
Tabla 3.10 Características del motor a pasos.....	77
Tabla 3.11 Características del bombillo de HID de xenón.....	78
Tabla 3.12 Características del display.....	79
Tabla 3.13 Valores de compensación del desvío del haz de Luz.....	86
Tabla 3.14 Características técnicas del bombillo HID.....	110
Tabla 4.1 Detalle de costos de la placa de control.....	136
Tabla 4.2 Detalle de costos de la botonera.....	137
Tabla 4.3 Detalle de costos de las fuentes de alimentación.....	137
Tabla 4.4 Costos de los controladores de los motores a pasos.....	138
Tabla 4.5 Detalle de costos del módulo de control de las luces.....	138
Tabla 4.6 Detalle de costos de los sensores y módulo de sensores.....	139
Tabla 4.7 Detalle de costos del armario de control.....	140
Tabla 4.8 Detalle de costos de los motores y soportes.....	140
Tabla 4.9 Costos de mano de obra y accesorios de oficina.....	141
Tabla 4.10 Detalle de costos totales del proyecto.....	141
Tabla 4.11 Comparación de consumo eléctrico de los sistemas.....	142

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2.1 Espacio recorrido por un vehículo.....	33
Ecuación 3.1 Relación de engranajes.....	71
Ecuación 3.2 Recorrido del neumático en una revolución.....	72
Ecuación 3.3 Número de revoluciones para una velocidad máxima..	72
Ecuación 3.4 Tiempo de respuesta para la velocidad máxima.....	72
Ecuación 3.5 Fuerza requerida para mover el faro.....	75
Ecuación 3.6 Torque necesario del motor a pasos.....	76
Ecuación 3.7 Corriente máxima.....	100
Ecuación 3.8 Voltaje de salida.....	101

RESUMEN

El presente proyecto está enmarcado en el diseño y construcción del control de luces dinámicas de xenón, que se implementó en un automóvil Suzuki I de la distribuidora RG, pretendiendo que sea un sistema de amplio espectro capaz de ser instalado en otros automóviles considerando únicamente las calibraciones.

El proyecto ofrece un sistema de iluminación más óptimo, con la finalidad de reducir accidentes durante la conducción nocturna o de poca luz natural, causados por falta de iluminación o fatiga visual.

La iluminación de la calzada mejora al reemplazar los bombillos halógenos por bombillos de xenón, los cuales ofrecen una iluminación mayor, además el sistema automatiza las tareas de encendido, apagado y cambio de luces, capaz de brindarle al conductor una conducción mas relajada, el sistema también orienta los faros hacia donde se requiere el haz de luz y no deslumbrar a los conductores que circulan en sentido contrario al tener una mayor área de iluminación.

Para llevar a cabo la automatización fue necesario enlazar convenientemente los sistemas mecánicos con los sistemas electrónicos encargados del control de todo el sistema de iluminación.

Una vez concluido el proyecto se puede apreciar que la conducción es más placentera al tener una mejor iluminación y hacer de lado tareas repetitivas como el cambio de luces, y no provocar fastidio a los conductores opuestos durante la conducción nocturna.

PRESENTACIÓN

El automóvil ha alcanzado varias innovaciones tecnológicas en la mayoría de sus componentes empleando por ejemplo circuitos electrónicos con la finalidad de brindar seguridad y confort al conductor, se puede citar el sistema de iluminación que al ser indispensable en la conducción nocturna ha sido mejorado únicamente en los autos de gama alta, por lo que nos hemos visto en la necesidad de realizar cambios accesibles en un vehículo Suzuki I, en el direccionamiento, encendido/apagado y cambio de luces de forma automática, además mejorando la calidad de iluminación con bombillos de xenón.

En el capítulo 1 se presenta el planteamiento del problema y las metas a alcanzar en la solución del proyecto.

En el capítulo 2 se determina el fundamento teórico de los componentes de un sistema de iluminación.

En el capítulo 3 se encuentra el sustento técnico de la selección de todos los componentes utilizados, además se puede observar donde fueron colocados los sensores con sus respectivos acondicionamientos.

El capítulo 4 explica de manera sistemática la calibración o configuración del sistema dinámico de luces con sus rango de funcionamiento y limitaciones, además las respectivas conclusiones de las pruebas realizadas durante el funcionamiento del sistema

El capítulo 5 presenta las conclusiones y recomendaciones pertinentes para el mejor funcionamiento del sistema de luces dinámico de xenón.

CAPÍTULO 1

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la actualidad el automóvil se ha convertido en un medio de transporte masivo, el cual ha evolucionado continuamente en algunos de sus componentes, hoy existen vehículos que alcanzan grandes velocidades, brindan un viaje confortable pero no se ha dado la debida atención a una parte fundamental que constituye el sistema de iluminación; debido a que los accidentes registrados anualmente se producen desde el atardecer hasta el amanecer a pesar de que en esas horas las carreteras presentan un flujo vehicular menor, lo cual demuestra la importancia de los sistemas de iluminación: “Ver y Ser Visto”.

Puesto que el sistema actual de luces halógenas producen una intensidad luminosa en función de la temperatura que alcanza su filamento al circular por él una corriente eléctrica; cuando se produce la emisión electrónica empuja a los electrones fuera de su órbita, por lo que choca con las paredes de la ampolla provocando un ennegrecimiento de la misma, que con el tiempo se opaca, dificultando la emisión del flujo luminoso, disminuye también la sección del filamento de forma paulatina, aumentando la densidad de la corriente y acortando la vida útil de la lámpara halógena. No obstante, esta idea no parece haber calado en el conductor medio, que presta poca o ninguna atención a los faros de su vehículo, puesto que no es raro ver circulando a vehículos con faros desreglados, con lámparas de diferente intensidad, bombillos fundidos o carecientes de ellos.

Este sistema convencional no ha conseguido tener un alumbramiento gradual eficaz; proporcional a las diferentes áreas tanto rurales como urbanas; además no posee una regulación automática de altura y dirección para las carreteras con pendientes y sinuosas o cuando circula con carga elevada.

Los faros halógenos proporcionan la misma cantidad de luz en otoño, invierno, nieblas y lluvias creando una visibilidad deficiente debido a una alteración de su potencia lumínica, provocada por la puesta en marcha de otro sistema eléctrico, como puede ser el limpiaparabrisas o la calefacción etc. además, las partículas de polvo adheridas a las pantallas del faro refractan la luz, deshaciendo el efecto direccional de este tipo de lámparas desviando la luz y convirtiéndola en un peligro para los conductores opuestos.

El faro provoca deslumbramiento y fatiga puesto que dispersa mayor cantidad de luz de color amarillento, y ésta al incidir en el ojo del conductor contrario hace que se cierre la pupila, disminuyendo momentáneamente la capacidad visual del individuo afectado y creando un efecto de ceguera transitoria.

La mayoría de autos comerciales disponen de sistemas de luces halógenos excepto en autos de clase elitista como: Audi, BMW, Mercedes Benz, Volvo que disponen de complicados y costosos sistemas de luces xenón.

1.2 OBJETIVO GENERAL.

Diseñar e Implementar el Control de Luces Dinámicas de Xenón a Instalarse en un Automóvil Suzuki I de la Distribuidora RG.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Identificar y localizar los componentes del sistema de iluminación actual para determinar los elementos a reutilizar y los que sean necesario reemplazar.
- Aplicar el microcontrolador PIC 18F452, en el desarrollo de sistemas de control de luces xenón.
- Generar los niveles de voltaje y corriente requeridos por los faros de luz xenón y el sistema de accionamiento.
- Adaptar el sistema a las normas, regulaciones y estándares que rigen la fotometría.
- Enlazar el sistema de control y regulación así como el sistema de giro.
- Acondicionar la carrocería del vehículo para el sistema de alta descarga (HID).
- Realizar las pruebas de iluminación en carretera.
- Efectuar las correcciones pertinentes y puesta a punto del sistema.
- Normar la seguridad de manipulación del sistema.

1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.

El conducir es una necesidad para llegar sin complicaciones a su cometido, pero en ocasiones es necesario conducir en horas nocturnas, o en condiciones de lluvia o neblina donde existe poca luz natural, lo cual constituye un riesgo debido a la falta de visibilidad, además es conocido que la capacidad visual se reduce constantemente con la edad; por estas y otras razones nos hemos visto en la necesidad de implementar un sistema dinámico de iluminación en base a faros xenón.

Las lámparas de xenón ofrecen mayor seguridad al conducir, puesto que son capaces de iluminar mejor por su alto rendimiento, por esto es

necesario mantener los factores de luminosidad acorde a las establecidas, para no afectar a conductores opuestos.

Cabe recalcar que al obtener mayor iluminación habrá menores posibilidades de accidentes por falta de visibilidad, y como la luz xenón es blanca semejante a la luz natural, en contraste con la luz halógena que es amarillenta, se podrá distinguir mejor los objetos en la carretera.

La sensación, de conducir con este sistema de luz provee mayor confort; puesto que el conductor no estará en la preocupación de encender o apagar las luces, tampoco realizar el cambio de luces, ya que estas acciones se efectuaran automáticamente según las condiciones del entorno por donde circule el vehículo.

La regulación automática de altura pretende mantener horizontalmente las luces cuando varía la inclinación de la carrocería y si el vehículo está trazando una horquilla, los faros controlados electrónicamente giran a la izquierda o derecha, dependiendo de la carretera y dirigiendo la luz donde es necesaria mejorar las zonas de alumbramiento.

Las lámparas de HID de xenón, en comparación con la luz halógena necesitan un sofisticado sistema electrónico para el funcionamiento, a fin de generar la elevada tensión de ignición de entre 18.000 y 30.000 voltios para garantizar el funcionamiento constante con una potencia de sólo 35 vatios.

1.5 METAS DEL PROYECTO.

- Familiarizarse con el funcionamiento, requerimiento y operación del sistema de luces halógenas.
- Interpretar los diagramas eléctricos del sistema de iluminación.
- Familiarizarse con la arquitectura y características del PIC 18F452.

- Dimensionar y definir los sensores, actuadores y demás componentes a utilizarse.
- Familiarizarse con los requerimientos de las luces de xenón.
- Discernir los componentes del sistema a ser reutilizados, así como los que requieren reemplazo o acondicionamiento.
- Realizar el software y hardware del sistema.
- Enlazar los componentes mecánicos con los componentes electrónicos para realizar el montaje del sistema en la carrocería del automóvil.
- Delimitar el sistema de luces según las regulaciones estándares de la fotometría.
- Obtener y registrar los alcances del sistema en un marco óptimo de funcionamiento en carretera.
- Efectuar las pruebas pertinentes al proyecto y calibrar los niveles de intensidad luminosa.

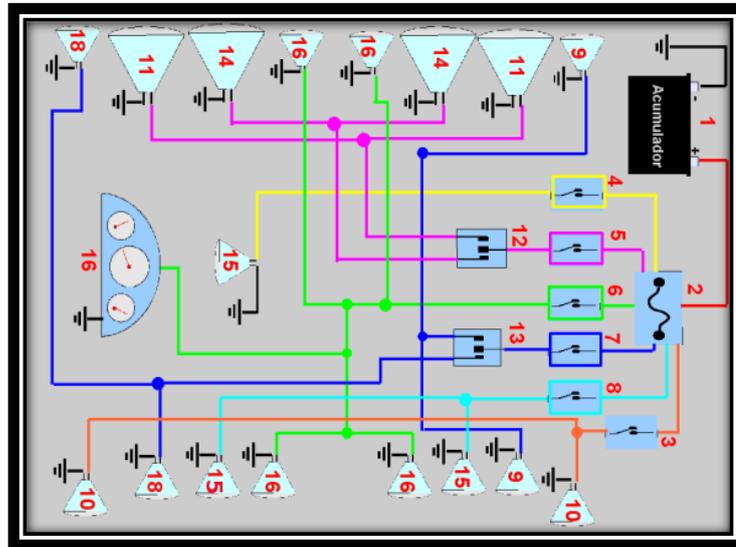
CAPÍTULO 2

2. FUNDAMENTOS.

2.1 SISTEMA DE ALUMBRADO.

El sistema de alumbrado mostrado en la figura 2.1 es un circuito muy amplio en el automóvil, puesto que durante la noche hay que iluminar muchos servicios tales como: Luces en la parte delantera, trasera y el habitáculo.

La función primordial de los faros instalados en la parte delantera, es alumbrar eficazmente la calzada, para que el conductor pueda observar el tráfico y reconocer con la debida anticipación los obstáculos que se le presenten; y así mismo en la parte trasera dependiendo de las situaciones atmosféricas indicar la posición del vehículo, si está frenando, girando, estacionado o hacia atrás, y en el habitáculo garantizar el funcionamiento de los elementos de mando y la suficiente información acerca de funcionalidad de los servicios.



Fuente: <http://www.sabelotodo.org/automovil/sisiluminacion.html>

Fig. 2.1 Esquema de un sistema de iluminación típico de automóvil.

Componentes del Sistema de Iluminación.

- 1.- Acumulador
- 2.- Caja de fusibles
- 3.- Interruptor de luces de reversa
- 4.- Interruptor de luz de cabina
- 5.- Interruptor de luz de carretera
- 6.- Interruptor de luces de ciudad
- 7.- Interruptor de luces de vía a la derecha
- 8.- Interruptor de luz de frenos
- 9.- Luces de vía
- 10.- Luces de reversa
- 11.- Luces altas de carretera
- 12.- Permutador de luces de carretera
- 13.- Interruptor de luces de vía
- 14.- Luces bajas de carretera
- 15.- Luces de frenos

16.- Luces de ciudad y tablero de instrumentos

18.- Luces de vía a la izquierda.

2.1.1 LUCES EN LA PARTE DELANTERA.

- a. **Luces Altas/Carretera.-** Las que emiten los faros principales de un vehículo, para obtener largo alcance en la iluminación de la vía.
- b. **Luces Bajas/Cruce.-** Las que emiten los faros principales de un vehículo, para iluminar la vía a corta distancia.
- c. **Luces de Estacionamiento.-** Son de baja intensidad colocadas en el frente y que son de luz intermitente.
- d. **Luces Direccionales.-** Luces intermitentes, emitidas simultáneamente por una lámpara delantera del mismo lado del vehículo, según la dirección que se vaya a tomar.

2.1.2 LUCES EN LA PARTE TRASERA.

- a. **Luces de Freno.-** Aquellas que emiten el haz por la parte posterior del vehículo, cuando se oprime el pedal del freno.
- b. **Luces de Marcha Atrás.-** Las que iluminan el camino por la parte posterior del vehículo, durante el movimiento hacia atrás.
- c. **Luces Rojas Posteriores.-** Las emitidas hacia atrás por lámparas colocadas en la parte baja posterior del vehículo o del último remolque de una combinación y que se encienden simultáneamente con los faros principales o con los de estacionamiento.

- d. Luces de Estacionamiento.-** Son de baja intensidad colocadas en la parte posterior del vehículo y que son de luz intermitente¹.
- e. Luces Direccionales.-** Las de haces intermitentes, emitidos simultáneamente por una lámpara posterior del mismo lado del vehículo, según la dirección que se vaya a tomar
- f. Luces de Matrícula.-** Debe permitir leer la inscripción desde una distancia prudente, sin deslumbrar ni molestar a otros conductores.

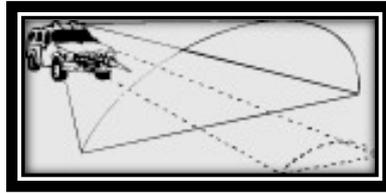
2.1.3 LUCES DEL HABITÁCULO.

- a. Luces de Cuadro.-** Sirven para alumbrar los aparatos indicadores en el panel de mandos.
- b. Luces de Alumbrado Interior.-** Son aquellas que están colocados en la cabina y están destinadas a la iluminación de los pasajeros.

2.1.4 LUCES ESPECIALES.

- a. Luces Antiniebla.-** El haz de luz emitido por los mismos es paralelo al suelo, amplio y de baja altura. Sus tamaños pueden ser redondos, rectangulares u ovalados y su luz blanca o ámbar. Su instalación debe hacerse por debajo de la línea del capo del vehículo como indica la figura 2.2.

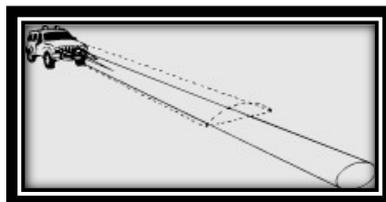
¹Reglamento a la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre.



Fuente: <http://xt660r.mforos.com/1285139/8893890-faros-adicionales>

Fig.2.2 Haz de luz antiniebla

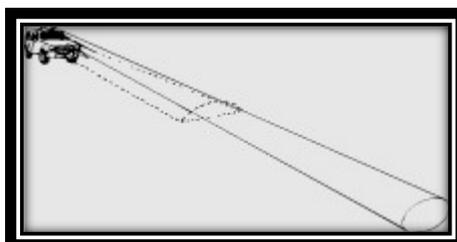
- b. Luces de Largo Alcance.-** Proyectan una luz de características similares a la luz alta de nuestro vehículo pero con mayor alcance e intensidad. Sus formas pueden ser redondas, rectangulares u ovaladas y su luz blanca o ámbar según la trayectoria de la luz indicada en la figura 2.3.



Fuente: <http://xt660r.mforos.com/1285139/8893890-faros-adicionales>

Fig. 2.3 Haz de luz de largo alcance.

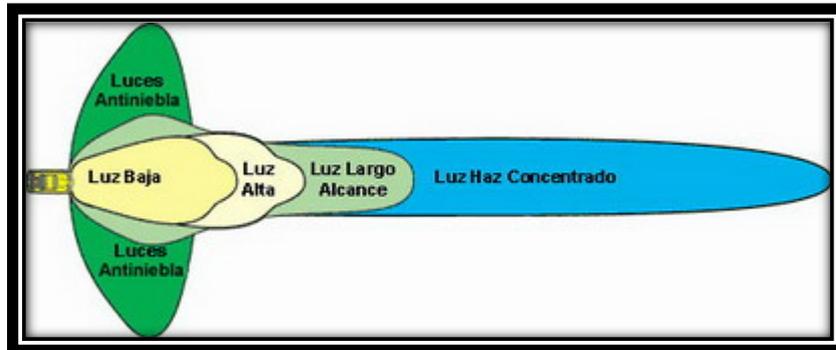
- c. Largo Alcance Haz Concentrado.-** Proyectan una luz muy concentrada y de mucha distancia. Su cristal es liso y por lo general su forma es redonda u ovalada tal como la figura 2.4 y su color blanco.



Fuente: <http://xt660r.mforos.com/1285139/8893890-faros-adicionales>

Fig. 2.4 Haz concentrado de largo alcance

En la figura 2.5 se muestra el alcance de todas las luces descritas anteriormente:



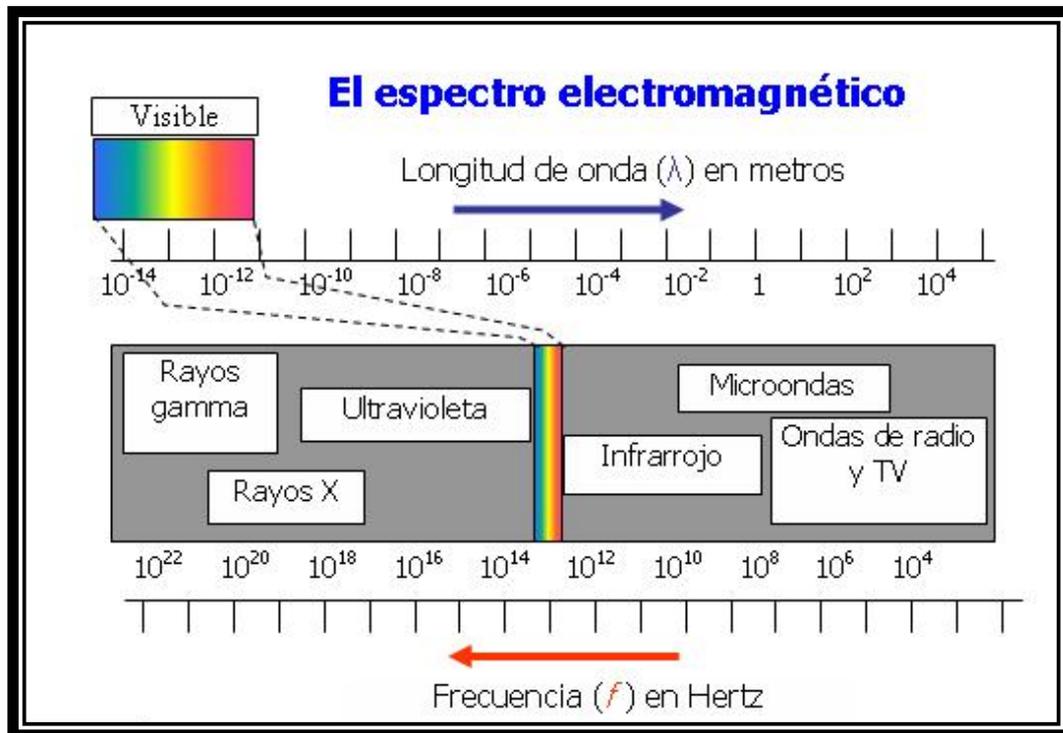
Fuente: <http://xt660r.mforos.com/1285139/8893890-faros-adicionales>

Fig. 2.5 Haz de alcance de las luces

2.2 FOTOMETRÍA Y UNIDADES DE MEDIDA.

La Fotometría es la ciencia que se encarga de la medida de la luz como el brillo percibido por el ojo humano, es decir es la parte de la óptica que trata de las leyes relativas a la intensidad de la luz y radiación electromagnética.

La luz es una forma de radiación electromagnética comprendida entre los 380nm (nanómetros) y los 770nm de longitud de onda a la que es sensible el ojo humano. Pero esta sensibilidad no es igual en todo el intervalo y tiene su máximo para 555nm (amarillo-verdoso) descendiendo hacia los extremos (violeta y rojo) y también comprende la radiación ultravioleta e infrarroja tal como se indica en el espectro de la luz mostrado en la figura 2.6.



Fuente: <http://www.educarchile.cl/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?ID=139897>

Fig. 2.6 Espectro de luz

2.2.1 UNIDADES TÉCNICAS DE ILUMINACIÓN.

Dado que el rango de sensibilidad para la radiación visible es sutilmente diferente para cada persona para las mediciones y cálculos luminotécnicos se definen a continuación las magnitudes y unidades técnicas:

- a. **El Flujo Luminoso (Φ).**- Es la cantidad de luz irradiada en todas las direcciones por una fuente luminosa. La unidad de flujo luminoso es el lumen (lm).
- b. **La Intensidad Luminosa (I).**- Es una emisión de luz en una dirección dada. La unidad de la intensidad luminosa es la candela (cd).

- c. **La Intensidad de Iluminación (E).**- Relación entre el flujo luminoso incidente y el área de la superficie iluminada, la unidad es el lux (Lx).
- d. **La luminancia (L).**- La luminancia de una fuente luminosa es el cociente de su intensidad en cd. por su superficie en m². Se expresa en Candela por m². La unidad de luminancia es el NIT (1 cd/m²).
- e. **Rendimiento Luminoso (η).**- Relación entre el flujo luminoso irradiado y la potencia recibida (lm/W).

2.2.2 CONCEPTOS LUMINOTÉCNICOS.

- a. **Alcance de un Faro.**- Distancia dentro de la que la intensidad lumínica del haz de luz tiene un valor determinado; generalmente la línea de un lux en el borde derecho de la calzada.
- b. **Campo de Visión.**- Distancia a la que es visible un objeto dentro de la zona de distribución de la intensidad lumínica de la visión.
- c. **Deslumbramiento Fisiológico (Discapitación Parcial).**- Disminución cuantificable de la capacidad visual originada por fuentes de luz deslumbrantes.
- d. **Deslumbramiento Psicológico (Molestia).**- Se produce cuando una fuente luminosa molesta, pero sin reducir la capacidad visual se evalúa en una escala de agradable a desagradable

2.2.3 NORMAS DEL SISTEMA DE ALUMBRADO.

El conductor de un vehículo provisto de las luces de carretera, luces de cruce o luces de posición definidas por el **Reglamento a la Ley de**

Tránsito y Transporte Terrestre utilizará estas luces en las condiciones siguientes:

Art. 165.- Todo vehículo deberá llevar sus luces encendidas, entre las 18h00 y las 06h00 del día siguiente y entre las 06h00 y las 18h00, si las condiciones atmosféricas (neblina, lluvia, etc.) lo exigen.

Art. 166.- Los vehículos motorizados durante las horas indicadas en el artículo anterior, deberán circular dentro del radio urbano con las luces bajas. En ningún caso deberá usarse solo las luces de estacionamiento cuando el vehículo está en marcha.

Art. 167.- El uso de faros neblineros será permitido en aquellos lugares que por circunstancias especiales sea indispensable su empleo. Deberán colocarse en el guardachoque delantero en un número no mayor de dos.

Art. 177.- En las carreteras y calles en donde sea permitido rebasar, el conductor utilizará luces direccionales. Igual procedimiento observará en caso de girar o virar, encendiendo las luces direccionales intermitentes del costado derecho e izquierdo, según el caso.

Art. 141.- En las carreteras o zonas pobladas que carezcan de alumbrado eléctrico, los conductores emplearán luz intensa alta; la cambiarán a baja, en los siguientes casos:

- a. Cuando estén aproximadamente a 200 metros de un vehículo que viene en dirección contraria para que no produzca deslumbramiento;
- b. Cuando un vehículo que viene en sentido contrario realice el cambio de luces de intensa a baja.

c. Cuando siga a otro vehículo a una distancia de 200 metros.

Art. 221.- Para estacionar un vehículo automotor por la noche, en donde se carezca de alumbrado eléctrico que impida su visibilidad, o cuando haya lluvia o neblina, deberá mantenerse encendidas las luces de estacionamiento, en la tabla 2.1 se muestra los valores de umbral sugeridos por la CORPAIRE.

Tabla 2.1 Umbrales (rangos de calificación CORPAIRE)²

Descripción Umbral	Año Modelo	Tipo	Umbral	Unidad	Categoría de vehículo
Alineación Horizontal Faro Conductor	Todos	1	$-4\% < x < -2\%$	%	Todos expt. Motos
Alineación Vertical Faro Conductor	Todos	1	$2.5\% < x < 5\%$	%	Todos expt. Motos
Intensidad Faro Conductor	Todos	1	$135 < x < 155$	Lux	Todos expt. Motos

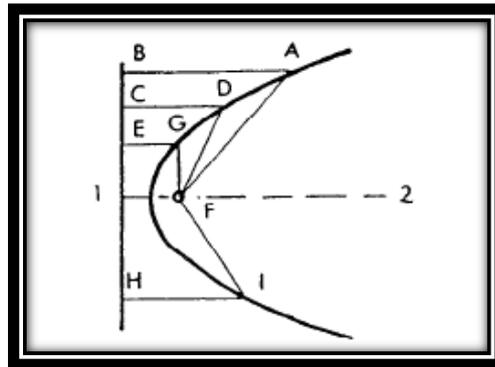
2.3 FAROS.

Son los encargados de transmitir la luz a distancia. La luz está producida por la lámpara pero el faro es el dispositivo encargado de proyectar esta luz en la dirección y con las características necesarias para que la iluminación nocturna sea efectiva y correcta y están conformados por las siguientes partes:

² Tabla de Umbrales CORPAIRE (Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito)

2.3.1 REFLECTOR PARABÓLICO.

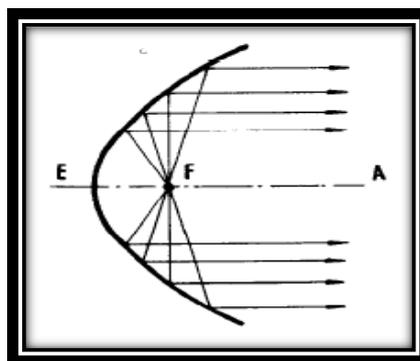
La función principal es captar toda la luz posible del faro, siempre y cuando se encuentre dentro del límite del foco (F) de la parábola mostrada en la figura 2.7 y así facilitar el máximo alcance e influir sobre la propagación de la luz en la carretera.



Fuente: <http://www.disfrutalasmaticas.com/geometria/parabola.html>

Fig. 2.7 Parábola

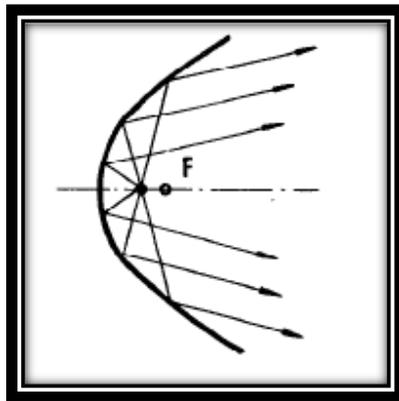
Cuando la proyección de la luz se efectúa desde el mismo foco (F) de la parábola; estos rayos se proyectan paralelos al eje E-A que se indica en la figura 2.8.



Fuente: <http://www.disfrutalasmaticas.com/geometria/parabola.html>

Fig. 2.8 Rayos paralelos de una parábola.

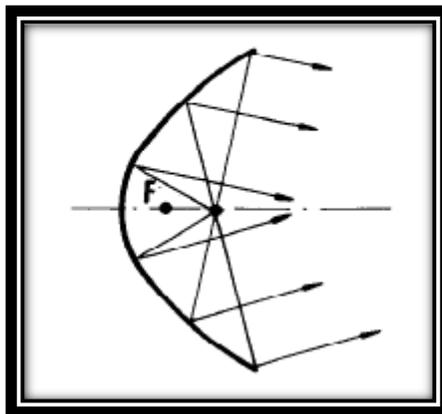
Ahora cuando el foco luminoso se encuentra antes del foco (F) de la parábola; la proyección de los rayos hace que sean divergentes con respecto al eje mostrado en la figura 2.9.



Fuente: <http://www.disfrutalasmaticas.com/geometria/parabola.html>

Fig. 2.9 Rayos divergentes en una parábola

Cuando el foco luminoso se encuentra después del foco (F); los rayos de la luz son convergentes³ como los mostrados en la figura 2.10.



Fuente: <http://www.disfrutalasmaticas.com/geometria/parabola.html>

Fig. 2.10 Rayos convergentes

³ Dicho de dos o más líneas: Dirigirse a unirse en un punto.

Los reflectores están hechos de plástico, chapa de fundición o chapa de acero, con un ligero recubrimiento de plata, níquel, o de espejo, y el nivel de rendimiento se resume en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Rendimiento de los reflectores según su constitución

Tipo de Recubrimiento	Porcentaje de Rendimiento (%)
Plata	91 a 94
Níquel.	60 a 70
Espejo	80 a 90

Si los reflectores utilizados anteriormente eran paraboloides ahora existen reflectores escalonados de forma libre o mediante nuevos diseños de faros.

2.3.2 REFLECTORES ESCALONADOS.

Los reflectores escalonados son reflectores segmentados compuestos de partes paraboloides o paraelípticas (combinación de parábola y elipse) de distancias focales diferentes que, aun teniendo una menor profundidad de montaje, conservan las ventajas de los reflectores profundos.

2.3.3 REFLECTORES SIN ESCALONES.

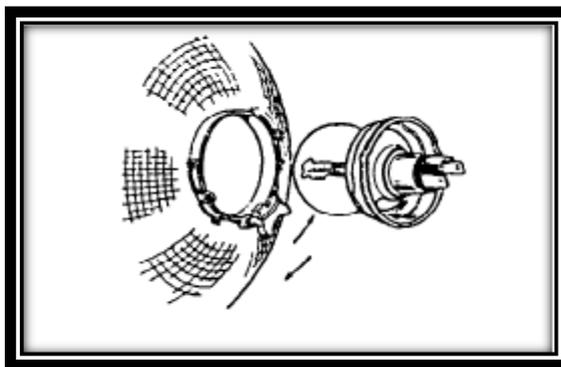
El punto focal de las diferentes zonas del reflector puede variar su posición respecto de la fuente de luz. Aplicando este principio es posible aprovechar toda la superficie del reflector.

2.3.4 REFLECTORES BISELADOS.

La superficie de estos reflectores está dividida en facetas o celdas, una característica esencial de las superficies es que puede haber discontinuidades y escalones en todas las superficies límite de la división. Como resultado se obtienen reflectores libremente conformados, con la máxima homogeneidad e iluminación lateral.

2.3.5 PORTALÁMPARAS.

Es una pieza a la que se conecta los cables y por el otro lado sujeta la lámpara formando un conjunto que asegura un buen contacto eléctrico. Con el fin de lograr que las lámparas se encuentren perfectamente colocadas con respecto al foco de la parábola se construyen con una cazoleta de aplicación que se ajusta directamente por la parte posterior del foco y luego se sujeta por medio de unas grapas tal como se indica en la figura 2.11.



Fuente: <http://www.foros.com.ar/viewtopic.php%3Ff%3D20%26t%3D1307%26view>

2.11 Grapas de fijación de la lámpara al faro

2.3.6 CRISTAL.

Debe ser resistente ya que puede recibir impactos de piedra desprendidos por los vehículos que lo preceden a corta distancia, además lo importante es el tallado del cristal para evitar desviaciones de la luz hacia arriba para que no produzca deslumbramiento a los conductores que circulan en dirección contraria. Los cristales que poseen los faros actuales están hechos en su mayoría de plástico.

2.4 LÁMPARAS TIPO Y CLASIFICACIÓN.

Las lámparas de alumbrado de vehículos están disponibles en 6V, 12V y 24V. Los diversos tipos de lámparas se distinguen por sus diferentes formas de zócalo, para evitar confusiones y la tensión está señalizada.

El tipo de lámpara adecuado deberá estar indicado en el aparato. Un aumento de tensión del 10% tendrá como consecuencia un cambio de la vida útil del 75% además de un cambio de la potencia lumínica del 30%.

El rendimiento luminoso (lumen por vatio) es el rendimiento luminotécnico en relación a la potencia eléctrica alimentada.

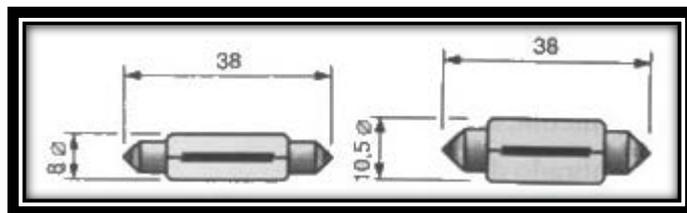
El rendimiento luminoso de las lámparas de vacío es de 10 a 18 lm/W.

El rendimiento luminoso superior de las lámparas halógenas de 22 a 26 lm/W es principalmente una consecuencia del aumento de la temperatura del filamento.

Las lámparas de descarga de gas D2S y D2R (Litronic) contribuyen a una mejora adicional de la luz de cruce de 85 lm/W.

2.4.1 BULBOS DE BAJA POTENCIA.

- a. **Plafón.-** Su ampolla de vidrio es tubular y va provista de dos casquillos en ambos extremos en los que se conecta el filamento. Se utiliza fundamentalmente en luces de techo (interior), iluminación de guantera, maletero y algún piloto de matrícula, como los mostrados en la figura 2.12 ya que se fabrican en diversos tamaños de ampolla para potencias de 3, 5, 10 y 15 W.

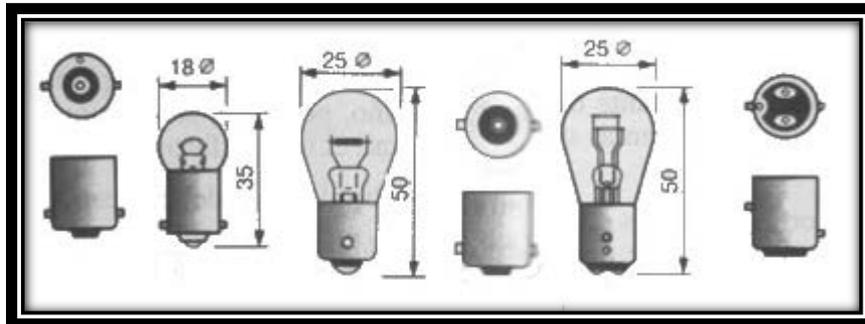


Fuente: <http://es.scribd.com/doc/13722832/Manual-Sobre-Los-Tipos-de-ampolletas>

Fig. 2.12 Bulbos de plafón

- b. **Pilotos.-** La forma esférica de la ampolla se alarga en su unión con el casquillo metálico, provisto de 2 tetones que encajan en un portalámparas de tipo bayoneta. 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 6W. En luces de señalización, stop, etc., se emplean las de ampolla alargada con potencia de 15, 18 y 21 W.

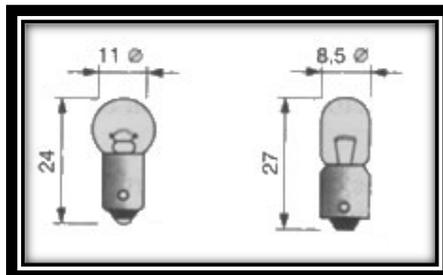
En otras aplicaciones se usan este tipo de lámparas provistas de dos filamentos, en cuyo caso, los tetones de su casquillo están posicionados a distintas alturas tal como indica la figura 2.13.



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/13722832/Manual-Sobre-Los-Tipos-de-ampolletas>

Fig. 2.13 Bulbos pilotos

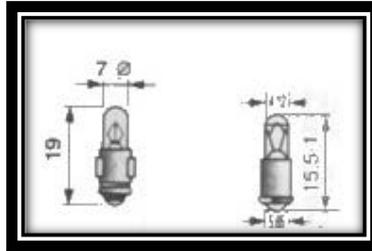
- c. **Control.-** Disponen un casquillo con dos tetones y ampolla esférica o tubular. Se utilizan como luces testigo de funcionamiento de diversos aparatos eléctricos, con potencias de 2 a 6W como los de la figura 2.14.



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/13722832/Manual-Sobre-Los-Tipos-de-ampolletas>

Fig. 2.14 Bulbos de control

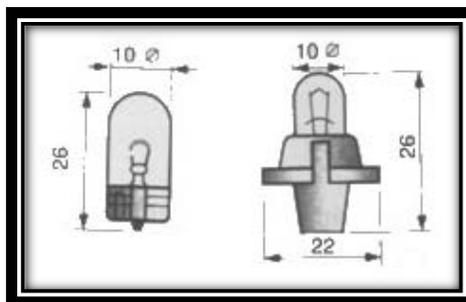
- d. **Lancia.-** Este tipo de lámpara es similar al anterior, pero su casquillo es más estrecho y los tetones son alargados en lugar de redondos. Se emplea fundamentalmente como señalización de cuadro de instrumentos, con potencias de 1 y 2W tal como se muestran en la figura 2.15.



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/13722832/Manual-Sobre-Los-Tipos-de-ampolletas>

Fig. 2.15 Bulbos lancía

- e. **Wedge.** La lámpara tubular se cierra por su inferior en forma de cuña, quedando plegados sobre ella 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 y estos tienen las formas que se muestran en la figura 2.16.



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/13722832/Manual-Sobre-Los-Tipos-de-ampolletas>

Fig. 2.16 Bulbos wedge

2.4.2 BULBOS DE ALTA POTENCIA.

- a. **Bulbo Incandescente Estándar.-** Los bulbos incandescentes estándares como los mostrados en la figura 2.17, fueron utilizados durante muchos años por todos los vehículos, comúnmente con el filamento de luz de carretera de 55 vatios y el de luz de cruce de 45 vatios para los sistemas de 12 voltios. No obstante han ido cayendo en desuso debido a las ventajas de los otros dos tipos de bulbos.

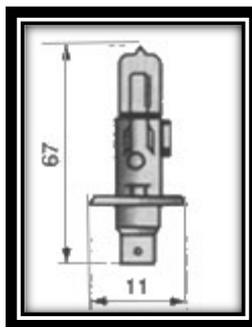


Fuente: <http://es.scribd.com/doc/13722832/Manual-Sobre-Los-Tipos-de-ampolletas>

Fig. 2.17 Bulbo incandescente estándar

b. Bulbo Incandescente Halógeno.- Este tipo de bulbo ha venido reemplazando al incandescente estándar en casi todas las aplicaciones y especialmente en las luces de camino, debido a que puede tener una vida más larga y produce una iluminación más brillante, con lo que se mejora el alcance del faro por lo que existen una serie de estos tipos de lámparas incandescentes como se detallan a continuación.

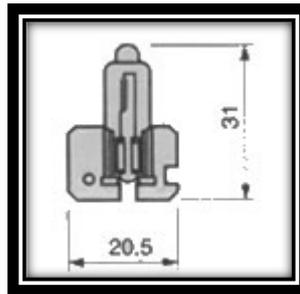
b.1 Lámparas H1.- De ampolla tubular alargada en la que el único filamento está situado longitudinalmente y separado de la base de apoyo. En su casquillo se forma un platillo de 11 mm de diámetro. Se utiliza fundamentalmente en faros de largo alcance y antiniebla, con potencias de 55, 70 y 100W cuya forma se muestra en la figura 2.18.



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/13722832/Manual-Sobre-Los-Tipos-de-ampolletas>

Fig. 2.18 Bulbo incandescente halógeno H1

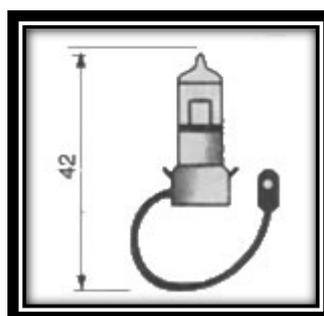
b.2 Lámpara H2.- Similar a la anterior en cuanto a filamento y ampolla, pero de menor longitud y no dispone de casquillo, sino unas placas de conexión. Es empleada básicamente en faros auxiliares, con potencias similares a la anterior y cuya forma se muestra en la figura 2.19.



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/13722832/Manual-Sobre-Los-Tipos-de-ampolletas>

Fig. 2.19 Bulbo H2

b.3 Lámpara H3.- Cuyo único filamento está situado transversalmente sobre la ampolla y no dispone de casquillo, acabando el filamento en un cable con terminal conector tal como se indica en la figura 2.20. Se utiliza principalmente en faros auxiliares antiniebla y largo alcance, con potencias similares a las anteriores.

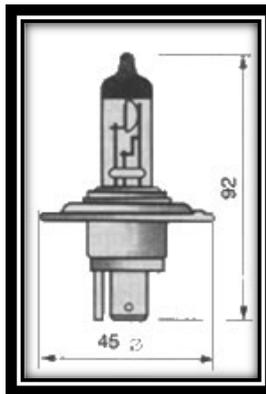


Fuente: <http://es.scribd.com/doc/13722832/Manual-Sobre-Los-Tipos-de-ampolletas>

Fig. 2.20 Bulbo H3

b.4 Lámpara H4.- Es la más utilizada en luces de carretera y cruce. Sus dos filamentos van situados en línea alojados en una ampolla cilíndrica, que se fija a un casquillo con plataforma de disco para su

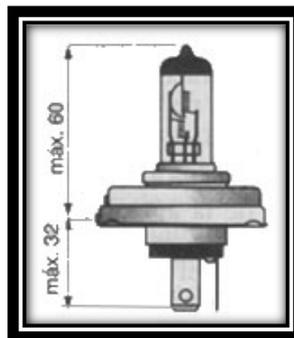
acoplamiento a la óptica del faro. En algunos casos, la ampolla principal se cubre con otra auxiliar que puede ser coloreada para aplicación a países que utilizan alumbrado intensivo con luz amarilla. Generalmente se disponen los filamentos con potencias de 55/60 W (cruce-carretera), 70/75 y 90/100 W y su forma se muestra en la figura 2.21.



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/13722832/Manual-Sobre-Los-Tipos-de-ampolletas>

Fig. 2.21 Bulbo H4

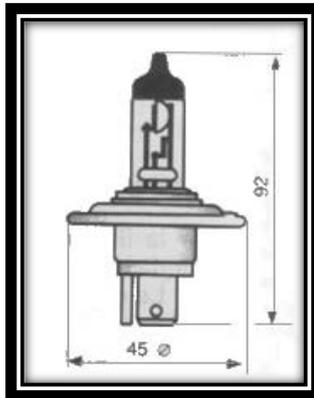
b.5 Lámpara H5.- Que es similar a la anterior, de la que se diferencia únicamente por el casquillo, como puede verse en la figura 2.22.



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/13722832/Manual-Sobre-Los-Tipos-de-ampolletas>

Fig. 2.22 Bulbo H5

b.6 Lámpara H7.- Son utilizadas en alumbrado de carretera y cruce, así como en faros antiniebla. Los filamentos se disponen con potencias de 55/70 W y la figura 2.23 muestra su forma.



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/13722832/Manual-Sobre-Los-Tipos-de-ampolletas>

Fig. 2.23 Bulbo H7

c. Bulbo de Arco Eléctrico de Xenón.- Estos bulbos son sumamente brillantes debido a que la iluminación la produce un arco eléctrico en el interior del bulbo relleno con gas **xenón**. Además de la intensidad luminosa, tienen otras ventajas como; una mayor economía de electricidad para producir la misma iluminación y una extensa vida útil. Tiene la desventaja de que funcionan a voltaje elevado por lo que necesitan un dispositivo elevador de voltaje que los hace más caros y requieren más cuidado en la manipulación, además que se demoran cierto tiempo para alcanzar el brillo máximo, por lo que su utilización está restringida solo a las luces de carretera mientras que la luz de cruce se deja a un bulbo convencional. Básicamente existen dos tipos de lámparas de Xenón:

c.1 D1.- que se divide en **D1S** y **D1R** según el tipo de faro en el que se instalen.

c.2 D2.- que se divide en **D2S** y **D2R**.

Las tipo **D1** llevan el transformador (ballast) en la propia base de la lámpara y las tipo **D2** llevan el transformador (ballast) aparte de la lámpara.

Las **D2S** están diseñadas para faros de tipo proyección (BMW, Audi, VW, etc.), en general todos los que dispongan de óptica elipsoidal.

Las **D2R** están diseñadas para faros de tipo reflexión (Mercedes, Peugeot, Renault, etc.), generalmente la mayoría de los vehículos.

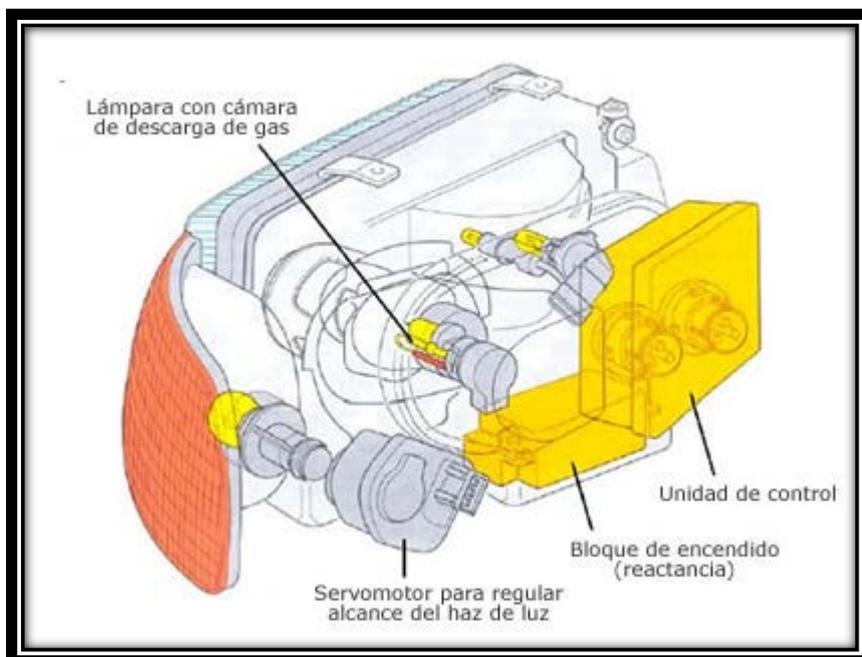
d. Faros de Xenón.- La tecnología de luz halógena convencional ha quedado en gran medida obsoleta en cuanto a intensidad luminosa y características de iluminación. Las luces de xenón suponen un avance significativo en esta área. Los faros de xenón facilitan la conducción nocturna, gracias al hecho de que el espectro de la luz de xenón es similar al de la luz diurna, proporcionando así un elevado nivel de seguridad.

Los faros de xenón destacan por su largo alcance y su extensión lateral perfecta, otra ventaja incluye el bajo consumo energético y la durabilidad de las bombillas, equivalente a toda la vida de servicio del vehículo. La fuente de luz es una denominada lámpara de descarga gaseosa, un arco entre dos electrodos en la atmósfera de gas xenón en las lámparas resulta en un tubo de gas ionizado a través del cual fluye la corriente eléctrica, esto provoca que la mezcla gaseosa brille en forma de arco eléctrico.

Es necesario un sofisticado sistema electrónico para el funcionamiento de estas bombillas, a fin de generar la elevada tensión de ignición de entre 18.000 y 30.000 voltios para garantizar el funcionamiento constante con una potencia de sólo 35 vatios o la reignición automática. Los faros xenón emiten más luz que los faros halógenos y permiten una conducción nocturna más segura y menos fatiga visual para el conductor, sobre todo en condiciones de mal tiempo.

d.1 Estructura del Faro.

El faro mostrado en la figura 2.24 está formado por una unidad de control y un bloque de encendido, normalmente están incorporados en el faro, pero también existen modelos en los que la unidad de control está en una platina sujeta cerca de las torres de amortiguación. Normalmente, los componentes del faro de descarga de gas pueden sustituirse por separado.



Fuente: <http://www.lucesdexenon.com.ar/instalacionxenon.htm>

Fig. 2.24 Estructura de un faro de xenón

d.2 Funcionamiento.

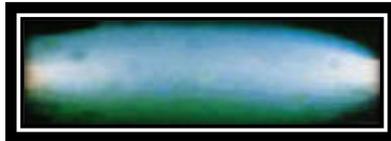
En el interior de la ampolla hay gas xenón y halogenuros metálicos; estos tienen una gran resistencia, además se requiere de un dispositivo electrónico llamado balastro (ballast) que es el encargado de aplicar una tensión de encendido (unos 23000 V) entre los electrodos, para encender lámpara y controlar el arco mostrado en la figura 2.25.



Fuente: <http://www.lucesd Xenon.com.ar/instalacionxenon.htm>

Fig. 2.25 Lámpara iniciando el encendido

El gas xenón se vaporiza al iniciarse el arco voltaico produciendo luz amarilla como indica la figura 2.26.



Fuente: <http://www.lucesd Xenon.com.ar/instalacionxenon.htm>

Fig. 2.26 Inicio del arco voltaico

Las sales se evaporan produciendo luz blanco-azulada a consecuencia del arco voltaico de hasta 30.000 voltios generado entre los dos electrodos de tungsteno situados en la cámara de vidrio. Cabe destacar que en 1 segundo se obtiene el 25% de la luminosidad total, y en unos 4 segundos se obtiene el 80%.

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. La temperatura de luz de estas lámparas es de 4100 a 4500°k frente a los 3200 de las halógenas, por los que es más blanca.

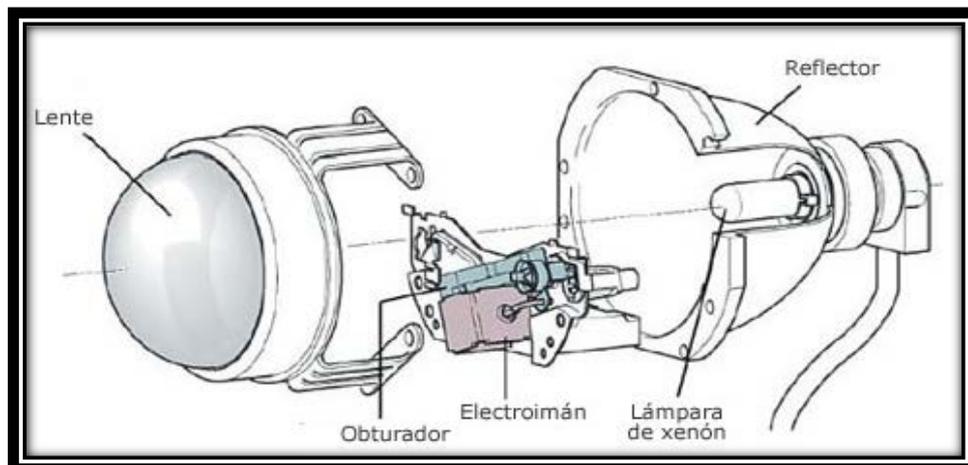
Una vez efectuado el encendido, se hace funcionar la lámpara de descarga de gas aproximadamente durante 3 segundos, con una corriente de mayor intensidad. El objetivo es que la lámpara alcance su claridad máxima tras un retardo mínimo de 0,3 segundos. Debido a este

ligero retardo no se utilizan lámparas de descarga de gas para la luz de carretera.

En virtud de la composición química del gas, en la ampolla o bulbo de la lámpara se genera una luz con un elevado porcentaje de luz verde y azul. Esa es la característica de identificación exterior de la técnica de luminiscencia por descarga de gas.

e. Faros con Lámparas de Descarga de Gas Bixenón.

En los sistemas anteriores no era posible generar las luces de cruce y carretera con una sola lámpara de descarga de gas. No se podía modificar el límite claro-oscuro durante el funcionamiento. Ahora es posible utilizar la luz de xenón para cruce y carretera, haciendo intervenir un obturador mecánico “shutter”, cuya posición se conmuta por medio de un electroimán tal cual muestra la figura 2.27.

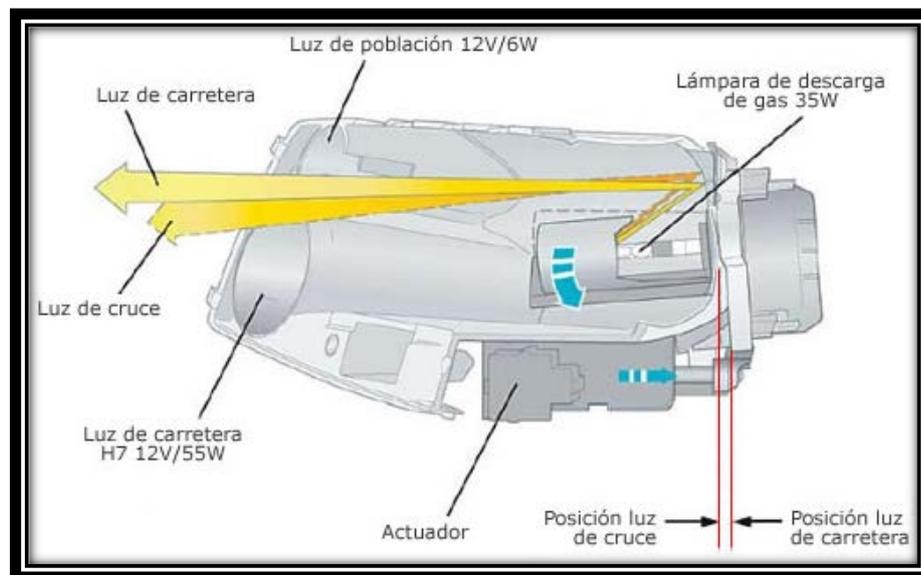


Fuente: <http://www.lucesdexenon.com.ar/xenon.htm>

Fig. 2.27 Elementos de un bixenón.

Con este mecanismo obturador se cubre una parte de la luz generada por la lámpara, para configurar así la luz de cruce, y al pasar el mecanismo a

la posición de carretera se deja pasar la totalidad de la luz generada por la lámpara tal como se muestra en la figura 2.28. Y de esta manera se obtienen las dos luces con un solo bombillo.



Fuente: <http://www.lucesdexenon.com.ar/xenon.htm>

Fig. 2.28 Trayectoria de luz de cruce y carretera bixenón

2.5 REGULACIÓN DE FAROS.

Nuestra vista es muy buena, a pesar que la exigimos para circular a velocidades para las que no fue creado el hombre. Es así que, si sobre la ruta encontramos un obstáculo y circulamos a la velocidad máxima permitida para la zona, y provistos de una iluminación apropiada podremos apreciar el riesgo y efectuar la maniobra que consideremos oportuna (frenar, esquivar, etc.). Por tal razón los faros deben enfocar dentro de los límites máximos, para conseguir que el alumbrado de carretera tenga un alcance y una dirección normal.

Un pequeño cálculo constata la importancia de las luces en un vehículo, si un automóvil circula a 90 km/h recorre 25 metros cada segundo.

$$\frac{90\text{Km}}{h} * \frac{h}{3600s} * \frac{1000m}{\text{Km}} = 25m/s$$

Ec. (2.1)

Si el conductor visualiza un obstáculo con medio segundo de retraso, habrá perdido más de 10 metros, una distancia considerable si se ve obligado a realizar una maniobra tal como lo indica la figura 2.29.

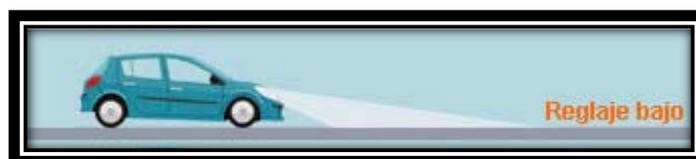


Fuente: http://revista.consumer.es/web/es/20070601/practico/consejo_delmes/71603.php

Fig. 2.29 Distancia que recorre un vehículo.

La correcta regulación de los faros es fundamental para la conducción segura:

Si el reglaje es BAJO como el de la figura 2.30, se produce una falta de visibilidad que se acentúa en la frenada. Aumenta la fatiga visual



Fuente: http://revista.consumer.es/web/es/20070601/practico/consejo_delmes/71603.php

Fig. 2.30 Reglaje bajo.

Si el reglaje es ALTO como en la figura 2.31, se deslumbra a los demás conductores, sobre todo con el auto cargado.



Fuente:http://revista.consumer.es/web/es/20070601/practico/consejo_delmes/71603.php

Fig. 2.31 Reglaje alto.

La figura 2.32 muestra la regulación CORRECTA que es fundamental para ver lo suficiente sin deslumbrar al resto de los usuarios.



Fuente:http://revista.consumer.es/web/es/20070601/practico/consejo_delmes/71603.php

Fig. 2.32 Reglaje correcto.

Por lo tanto es indispensable proceder a la regulación de faros, que no toma más de 5 minutos y quizá le salve la vida; se realiza con máquinas apropiadas (regloscopios⁴) o por un procedimiento sencillo, que consiste en situar el vehículo frente a una pared, contra la que se proyecta el haz de luz.

La regulación de los faros se la efectúa con la ayuda de un regloscopio, cuya óptica se sitúa frente al faro que se va a reglar, a una distancia aproximada de 30 cm, como se indica en la figura 2.33, el haz de luz incide en una pantalla situada en el fondo del regloscopio sobre las que están marcadas las líneas convenientes para determinar si el reglaje es correcto.

⁴El luxómetro o regloscopio es un aparato que mide la intensidad de un haz de luz.



Fuente: <http://www.vagclub.net/tec/headaimberto.htm>.

Fig. 2.33 Alineación del faro con el regloscopio.

En estos regloscopios se dispone además de un fotómetro/luxómetro, en cuya escala puede determinarse si la intensidad luminosa del faro que se está comprobando es correcta, o por el contrario, si el reflector ha perdido brillo y no refleja suficientemente la luz.

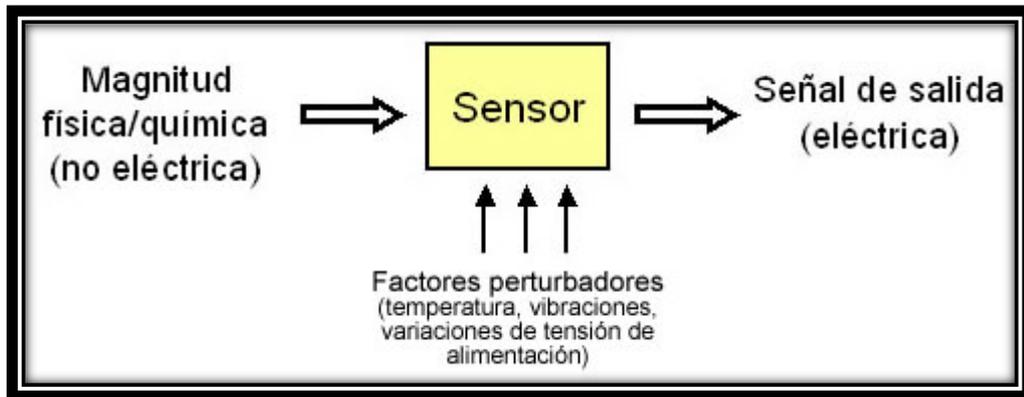
Los tornillos de reglaje de los vehículos están generalmente ubicados en la parte posterior del faro y en los extremos de una de las diagonales del mismo, con el tornillo situado en el mando del corrector de altura de faros, al apretar se baja la altura del haz de luz, al mismo tiempo que se desplaza lateralmente, mientras que al aflojar se obtiene el efecto contrario.

Hay un tornillo situado en la parte de abajo y colocado diagonalmente con respecto al anterior, que actúa a la inversa, y mediante los 2 puede conseguirse el perfecto centrado del haz de luz.

2.6 SENSORES.

Los sensores además de ser la interfaz entre el vehículo y sus complejas funciones de accionamiento, frenado, chasis y carrocería (incluyendo las funciones de la dirección y de navegación) transforman una magnitud física (temperatura, inclinación, posición, revoluciones del motor, etc.) o química (gases de escape, calidad de aire, etc.) que generalmente no son

eléctricas, en una magnitud eléctrica utilizable para algún fin y cuyo flujo de señal se muestra en la figura 2.34.



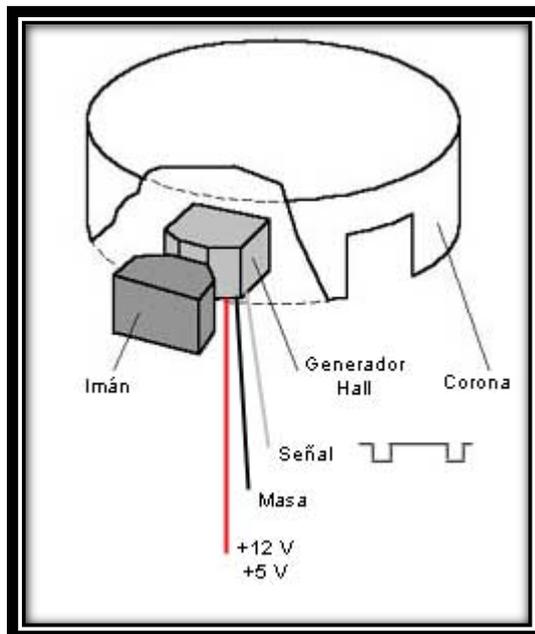
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/sensores.htm>

Fig. 2.34 Flujo de información del sensor

2.6.1 SENSOR DE EFECTO HALL.

El efecto Hall es el fenómeno en el que los portadores de carga que se mueven a través de un campo magnético son forzados hacia un lado del medio conductor.

Los sensores de efecto Hall como el mostrado en la figura 2.35, se utilizan en los automóviles para medir velocidades de rotación o detectar la posición de un determinado elemento. Su principal ventaja es que pueden ofrecer datos fiables a cualquier velocidad de rotación. Y sus inconvenientes son la mayor complejidad y precio con respecto a un sensor inductivo.



Fuente: <http://www.autocity.com/documentos-tecnicos/?codigoDoc=85>

Fig. 2.35 Sensor de efecto hall.

El sensor de efecto hall se basa en la tensión transversal de un conductor que está sometido a un campo magnético; colocando un voltímetro entre dos puntos transversales de un cable se puede medir esa tensión, para ello hay que hacer circular por el cable una intensidad fija y acercar un imán y los electrones que pasan por el cable se verán desplazados hacia un lado, entonces aparece una diferencia de tensión entre los dos puntos transversales del cable al separar el imán del cable, la tensión transversal desaparece, y para poder utilizar la tensión transversal es necesario amplificarla, porque su valor es muy reducido.

Un sensor de efecto hall utilizado en automoción se compone de:

- Un generador magnético que suele ser un imán fijo.
- Un pequeño módulo electrónico donde se encuentran los componentes que miden la tensión transversal.

- Una corona metálica con ventanas para interrumpir el campo magnético.
- La corona metálica se intercala entre el imán fijo y el módulo electrónico y está unida a un eje con giro. Según la posición de la corona, el campo magnético del imán llega hasta el módulo electrónico. La tensión obtenida a la salida del módulo electrónico, una vez tratada y amplificada corresponde con un valor alto (de 5 a 12 voltios) cuando la corona tapa el campo magnético, y un nivel bajo (de 0 a 0,5 voltios) cuando la corona descubre el imán.

Los sensores de efecto hall se suelen utilizar para detectar la posición de los árboles de levas, la velocidad del vehículo y en algunos distribuidores para determinar el momento de encendido, también pueden emplearse para determinar la posición del cigüeñal.

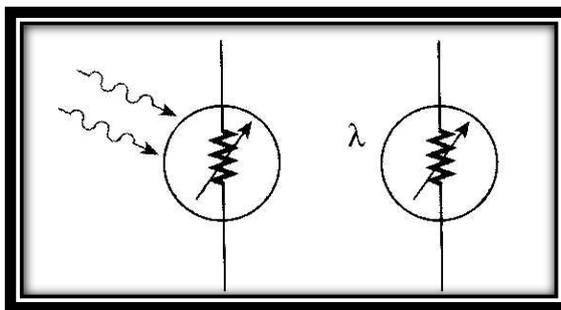
El sensor de efecto hall se conecta mediante tres cables eléctricos, uno de ellos corresponde con el valor negativo (masa del vehículo), otro cable corresponde con la alimentación, que suele ser de 5 ó de 12 voltios. El tercer cable corresponde con la señal de salida que varía según la posición de la corona metálica.

Para comprobar el funcionamiento de un sensor hall basta verificar el valor de la tensión de alimentación y la variación de la tensión en la señal de salida cuando alguna ventana de la corona permite el flujo del campo magnético.

2.6.2 SENSORES FOTOCONDUCTIVOS⁵.

Los sensores fotoconductivos o fotorresistencias, cambian de resistencia como respuesta a los cambios en la intensidad de la luz, a medida que aumenta la iluminación la resistencia disminuye.

Los símbolos esquemáticos usados con frecuencia para los sensores fotoconductivos se muestran en la figura 2.36.

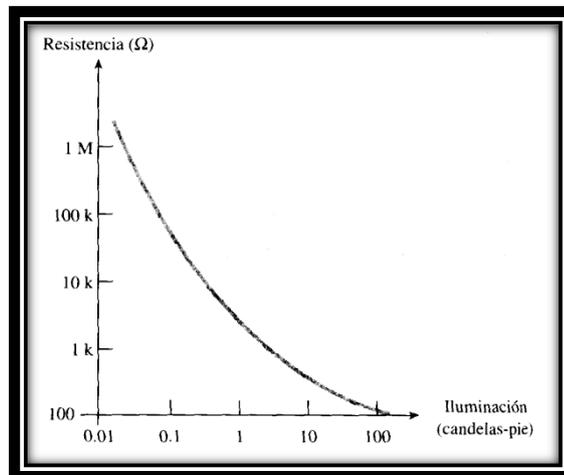


Fuente: http://www.electronica2000.net/curso_elec/leccion79.htm

Fig. 2.36 Símbolos de una fotorresistencia.

La gráfica de resistencia contra iluminación para una celda fotoconductiva típica se muestra en la figura 2.37, note que ambas escalas son logarítmicas, para cubrir los grandes rangos de resistencia e iluminación que son posibles.

⁵Electrónica Industrial Moderna 3ª. Ed. edición Timothy J. Maloney editorial Pearson Education 1998



Fuente: <http://roble.pntic.mec.es/~jsaa0039/cucabot/fotorresistencia-intro.html>

Fig. 2.37 Gráfica de resistencia iluminación.

La virtud principal de las celdas fotoconductoras modernas es su sensibilidad, la resistencia de las celdas puede cambiar de más de 1 millón de Ω a menos de 1000 Ω a medida que cambia la intensidad de la luz.

2.6.3 SENSORES RESISTIVOS (POTENCIÓMETROS⁶).

Un potenciómetro como el mostrado en la figura 2.38 es un resistor con un contacto móvil deslizante o giratorio. La resistencia entre dicho contacto móvil y uno de los terminales es proporcional al recorrido del cursor.



Fuente: <http://www.potenciometros.es/potenciometros/potenciometros-de-control/>

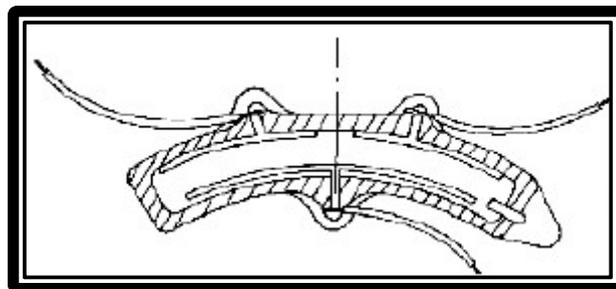
Fig. 2.38 Potenciómetro.

⁶Sensores y acondicionadores de señal 3ª. Ed. Ramón Pallas Areny Alfaomega 2000

Los modelos disponibles comercialmente admiten movimientos lineales y circulares (una vuelta o más en los helicoidales). Hay modelos cuya salida en función del desplazamiento es no lineal; en algunos modelos la salida es una función sinusoidal del ángulo de giro del cursor, también se puede conseguir una variación no lineal a base de disponer el hilo con un espaciado no uniforme y haciendo que su tamaño cambie a lo largo del recorrido del cursor.

Para tener alta resolución y larga vida a un bajo precio, se prefieren los potenciómetros basados en una película de carbón depositada sobre un soporte, solo o bien aglomerado con plástico, y un cursor de metales nobles aleados y su coeficiente de temperatura es alto.

Los potenciómetros líquidos o electrolíticos como el mostrado en la figura 2.39 tienen una disposición especial, prevista para medir inclinaciones y consisten en un tubo de vidrio curvado y cerrado herméticamente, parcialmente lleno con un fluido conductor (electrolito), en el que se forma una burbuja de aire dentro del tubo hay tres electrodos metálicos en contacto con el líquido, entre los electrodos extremos se aplica una tensión alterna (una continua produciría electrólisis). Cuando el tubo está nivelado, la tensión en el electrodo de control es la mitad de la tensión aplicada, es decir 0V, pero cuando el tubo se inclina, cambia la posición de la burbuja, y con ella la resistencia eléctrica entre el electrodo central y los otros dos.



Fuente: http://cermedind.blogspot./11-potencimetros-variables-mecnicas_31.html

Fig. 2.39 Potenciómetro líquido.

2.7 ACTUADORES.

2.7.1 MOTORES PASO A PASO.

En numerosas ocasiones es necesario convertir la energía eléctrica en energía mecánica, esto se puede lograr, por ejemplo, usando los motores de corriente continua, pero cuando lo deseado es posicionamiento con un elevado grado de exactitud y/o una muy buena regulación de la velocidad, se puede utilizar un motor paso a paso.

Los motores paso a paso son ideales para la construcción de mecanismos en donde se requieren movimientos muy precisos. La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos un paso a la vez por cada pulso que se le aplique, éste paso puede variar desde 90° hasta pequeños movimientos de tan solo 1.8° , es decir, que se necesitarán 4 pasos en el primer caso (90°) y 200 para el segundo caso (1.8°), para completar un giro completo de 360° .

Estos motores poseen la habilidad de poder quedar enclavados en una posición o bien totalmente libres, si una o más de sus bobinas están energizadas, el motor estará enclavado en la posición correspondiente y por el contrario quedará completamente libre si no circula corriente por ninguna de sus bobinas.

a. Principio de Funcionamiento.

Los motores eléctricos, en general, basan su funcionamiento en las fuerzas ejercidas por un campo electromagnético y creadas al hacer circular una corriente eléctrica a través de una o varias bobinas. Y si dicha bobina, generalmente circular y denominada estator, se mantiene en una posición mecánica fija y en su interior, bajo la influencia del campo

electromagnético, se coloca otra bobina, llamada rotor, recorrida por una corriente y capaz de girar sobre su eje, esta última tenderá a buscar la posición de equilibrio magnético, es decir, orientará sus polos norte-sur hacia los polos sur-norte del estator, respectivamente.

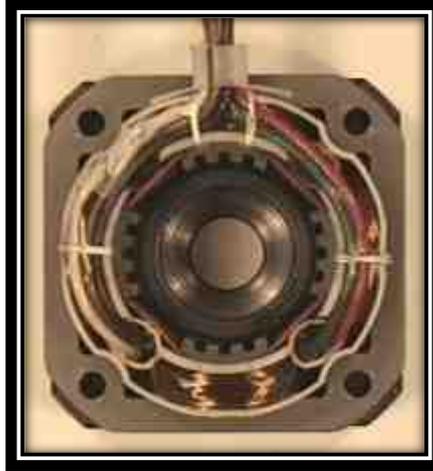
Cuando el rotor alcanza esta posición de equilibrio, el estator cambia la orientación de sus polos, aquel tratará de buscar la nueva posición de equilibrio; manteniendo dicha situación de manera continuada, se conseguirá un movimiento giratorio y continuo del rotor y a la vez la transformación de una energía eléctrica en otra mecánica en forma de movimiento circular.

A pesar de que se basan en el mismo principio de funcionamiento de los motores de corriente continua, los motores paso a paso son más sencillos que cualquier otro tipo de motor eléctrico.

b. Partes del Motor Paso a Paso.

El motor paso a paso está constituido esencialmente por dos partes, estator y rotor.

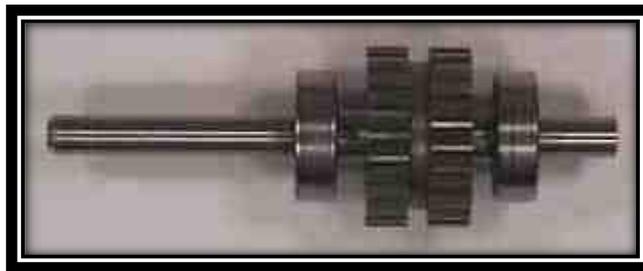
b.1 Una fija llamada "estator", construida a base de cavidades en las que van depositadas las bobinas que excitadas convenientemente formarán los polos norte-sur de forma que se cree un campo magnético giratorio tal cual se muestra en la figura 2.40.



Fuente: <http://orcobot.blogspot.com/2009/03/motores-pasos.html>

Fig. 2.40 Estator de 4 bobinas.

b.2 Una móvil, llamada "rotor" construida mediante un imán permanente, con el mismo número de pares de polos, que el contenido en una sección de la bobina del estator; este conjunto va montado sobre un eje soportado por dos cojinetes que le permiten girar libremente en la figura 2.41 se muestra un rotor típico de un motor a pasos.



Fuente: <http://orcobot.blogspot.com/2009/03/motores-pasos.html>

Fig. 2.41 Rotor de un motor a pasos.

Al excitar el estator creando los polos norte-sur, y se hace variar dicha excitación de modo que el campo magnético formado efectúe un movimiento giratorio, la respuesta del rotor será seguir el movimiento de dicho campo, produciéndose de este modo el giro del motor.

Puede decirse por tanto que un motor paso a paso es un elemento que transforma impulsos eléctricos en movimientos de giro controlados, ya que podremos hacer girar al motor en el sentido que deseemos y el número de vueltas y grados que necesitemos.

2.8 CARACTERÍSTICAS Y ARQUITECTURA DEL PIC 18F452.

El PIC18F452 pertenece a la familia de la gama alta de los microcontroladores, está desarrollado con 5 puertos multiplexados que pueden ser configurados como entrada/salida o funciones adicionales específicas, los puertos A, B, C y D son de 8 bits, mientras que el puerto E es de sólo 3 bits, todos los puertos están internamente relacionados prácticamente con todos los módulos internos, a través de un bus de datos de 8 bits full duplex.

Los módulos del TIMER0, TIMER1, TIMER2, TIMER3 acceden directamente a los respectivos puertos a través del bus datos, también apreciamos los dos módulos generadores de las señales de PWM, en los módulos CCP1 y CCP2.

La memoria de datos EEPROM, y finalmente tenemos el módulo del convertor analógico a digital; en una segunda sección o bloque tenemos a lo que comprende el módulo de la unidad lógica y aritmética, estando aquí un módulo de multiplicación en 8 bits, uno de los registros más utilizados como es el acumulador (WREG), y la propiamente dicha unidad lógica aritmética.

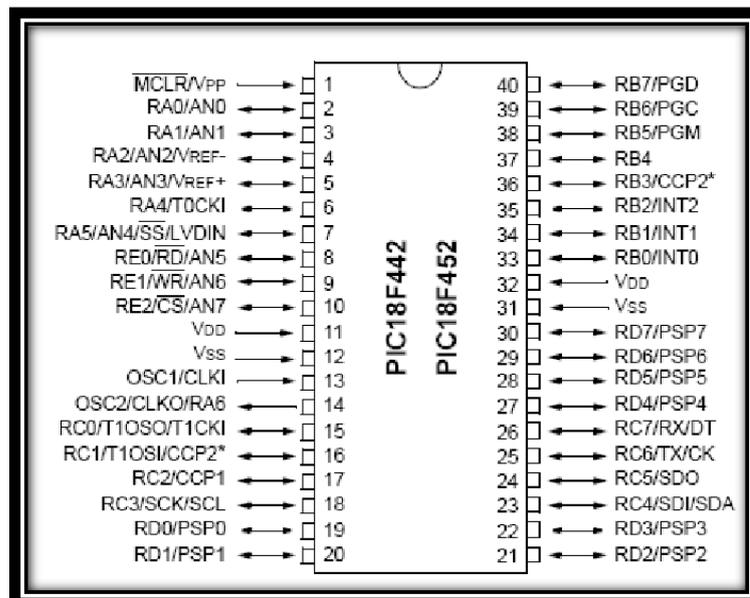
En otro bloque encontramos la memoria de datos, adicionalmente se tiene a los registros de funciones especiales (FSR) de 12 bits, el registro BSR de 4 bits, y el registro de los bancos seleccionados de 4 bits, los mismos

que mediante un direccionamiento de 12 bits acceden a la memoria de datos.

Otro bloque corresponde al módulo del contador de programa (PC), al cual accede a bus de datos en tres secciones de 8 bits y también está directamente relacionado con la memoria de pila, el cual nos permite una profundidad de 31 niveles, este módulo nos permite direccionar las instrucciones que se ejecutarán en el microcontrolador, siendo un bus de salida del PC de 20 bits para poder direccionar toda la memoria de programa.

Otra sección encontramos un módulo relacionado con eventos generales del microcontrolador, los cuales pueden ser la generación de las señales de reloj, watchdog timer, power-on reset, power-up timer.

El PIC18F452 es un microcontrolador tipo DIP de 40 pines distribuidos en dos hileras tal como se presenta en la figura 2.42.



Fuente: <http://electronicadesarrollo.blogspot.com/2007/12/programacin-de-pics.html>

Figura 2.42 Pines del PIC 18F452.

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS Y DISEÑO.

3.1 ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DEL SISTEMA.

Por factores como: seguridad, visibilidad y confort al conducir se opta por modificar el sistema de luces del auto, pretendiendo que el impacto en cuanto a la estructura original del vehículo sea el mínimo posible, y se acople con facilidad en cualquier vehículo, por ello los componentes electrónicos del sistema deben ser totalmente compatibles con la parte eléctrica de los vehículos.

La modificación del sistema de luces se lleva a cabo dentro de los siguientes parámetros:

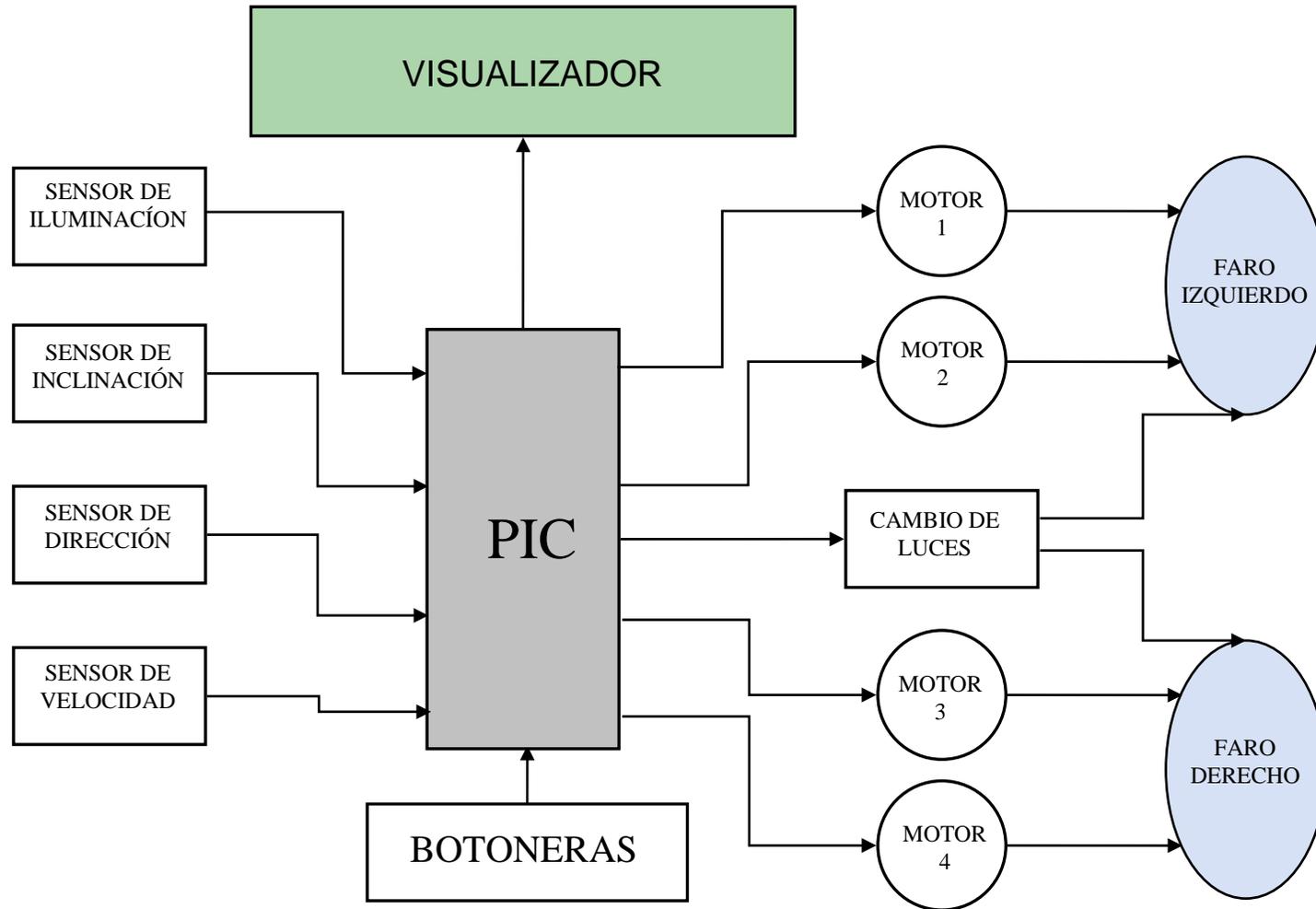
1. Interpretar el sistema de luces original del automóvil.
2. Selección de los diferentes sensores y actuadores a emplearse en el proyecto.
3. Construcción de soportes para los faros y motores.
4. Acoplamiento de motores y faros en los soportes.
5. Selección del microcontrolador a emplearse para el procesamiento de las señales.
6. Reemplazo de los bombillos halógenos por los bombillos de xenón en los faros que serán reutilizados.
7. Acoplamiento de los sensores y ubicación de los mismos en el auto.
8. Desarrollo de los módulos de procesamiento, control y potencia.
9. Ubicación del conjunto de controladores de los motores a pasos.
10. Ubicación del visualizador (display), y fuentes de regulación en la cabina del automóvil.

11. Tendido del cableado de los módulos, faros, sensores y actuadores en el automóvil.
12. Acondicionamiento de la mascarilla, manteniendo al máximo los aspectos estéticos y líneas originales del vehículo, con el fin de causar el menor impacto visual.
13. Generar la documentación técnica necesaria del proyecto, como los nuevos planos eléctricos del sistema para su posterior mantenimiento y/o reparación.

3.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA.

Para la ejecución del proyecto se ha visto conveniente representarlo en el diagrama de bloques de la figura 3.1.

- a. **Pic.-** Es el Microcontrolador que se empleara para el procesamiento de las señales, provenientes de los diferentes sensores, con el fin de realizar el control a través de los actuadores empleados.
- b. **Visualizador.-** Es un display de cristal líquido (LCD, por sus siglas en inglés) en el cual se podrá observar los niveles de calibración de cada menú ingresados a través de las botoneras; también se podrá observar los niveles de señal provenientes de los sensores, como velocidad y grados de dirección.
- c. **Botoneras.-** Son un conjunto de pulsadores que sirven para calibrar las magnitudes cuantificadas en el sistema; para el efecto son contactos normalmente abiertos (NA); los mismos que por cuestiones de seguridad en cuanto a la manipulación de personal no autorizado serán de fácil remoción.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez
 Figura 3.1 Diagrama de bloques del sistema.

- d. Sensor de Iluminación.-** Son sensores fotoeléctricos empleados para determinar la cantidad de luz incidente en el vehículo, enviando esta señal al microprocesador, el cual se encarga de realizar las tareas de encendido o cambio de luces.
- e. Sensor de Inclinación.-** Es un sensor resistivo acoplado de manera conveniente para determinar la inclinación o declinación del vehículo; esta señal proveniente del sensor ingresara al microcontrolador el cual efectuará las tareas preprogramadas para el efecto.
- f. Sensor de Dirección.-** Es un sensor resistivo encargado de determinar la dirección que toman las ruedas, sean estas hacia la izquierda o hacia la derecha; esta señal una vez ingresada al microcontrolador será procesada y se tomara las acciones correspondientes.
- g. Sensor de Velocidad.-** Es un sensor de efecto hall encargado de emitir una señal cuantificada del recorrido del vehículo al microcontrolador, consecuentemente el microcontrolador se encargará de la corrección que se dará a las luces según los parámetros configurados.
- h. Motor 1.-** Es el motor a pasos empleado como actuador para mover el faro izquierdo en sentido vertical, es decir hacia arriba y hacia abajo según las condiciones del camino.
- i. Motor 2.-** Es el motor a pasos empleado para realizar el movimiento del faro izquierdo de derecha a izquierda o viceversa según la orden emitida por el microcontrolador.

- j. Cambio de Luces.-** Realiza el encendido, apagado y cambio de luces del vehículo según las órdenes emitidas por el microcontrolador en base a las circunstancias de iluminación a la que se encuentra sujeto el vehículo.
- k. Motor 3.-** Es el motor a pasos encargado de mover al faro derecho hacia arriba y hacia abajo, según las ordenes emitidas por el microcontrolador.
- l. Motor 4.-** Es el motor a pasos encargado de realizar el movimiento del faro derecho en sentido horizontal según las señales emitidas por los sensores y procesadas por el microcontrolador.
- m. Faro Izquierdo.-** Es el faro izquierdo del auto, a reutilizarse con bombillo de xenón, el mismo que al recibir la señal del microcontrolador, se encarga de dirigir el haz de luz, según la dirección y cantidad requerida en la carretera.
- n. Faro Derecho.-** Es el faro derecho del automóvil con bombillo de xenón, encargado de dirigir el haz de luz según la trayectoria definida por el auto, conforme la dirección y cantidad especificada por el microcontrolador a través de los motores a pasos respectivos.

3.3 SELECCIÓN DE COMPONENTES.

Al llevar a cabo un control automático, es importante la apropiada selección de componentes, en base a varias características técnicas como: Rangos de operación, inmunidad al ruido, dimensiones apropiadas, resistencia a condiciones ambientales, parámetros económicos, disponibilidad en el mercado, etc. así conseguir el óptimo funcionamiento del proyecto.

3.3.1 SELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR.

Para la realización del proyecto, el gestor principal es el microcontrolador, por lo que es necesario seleccionarlo de una manera adecuada, puesto que debe ser capaz de cumplir con una multitud de requerimientos y presentar ciertas características como: asegurar la disponibilidad de las líneas de entrada y salida, puesto que en este proyecto se requieren: 4 entradas analógicas para los sensores, 4 entradas para las botoneras, 16 salidas para controlar los motores a pasos, 4 salidas para visualizar en el display y 2 salidas para controlar los cambios de luces, además el microcontrolador debe encontrarse con facilidad en el mercado local, y disponer de suficiente información para su programación.

Uno de los microcontroladores que cumplen con nuestros requerimientos es el PIC 18F452, que pertenece a la gama alta de los microcontroladores de la línea Microchip; y brinda ventajas adicionales como; su bajo costo, herramientas de software de terceros para programación en C o Basic y fácil programación.

Por lo cual se opta por la selección de este microcontrolador y cuyas características se resumen en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Características principales del PIC 18F452.

MICROCHIP PIC18F452 
Código de instrucciones compatible con la familia 16 y 17 de los PIC'S
Reloj que puede trabajar por encima de 10 MIPs.
Posee 5 puertos de I/O A, B, C, D y E.
Uso de cristal de 40 Mhz.
Memoria Flash de Programa de 32 Kbytes.
RAM (incluida) de Datos de 1536 bytes.
Cristales de 4 a 10 Mhz. utilizando un multiplicador de frecuencia PLL.
Instrucciones de 16 bits con bus de datos de 8 bits.
Prioridad de interrupciones.
Multiplicador hardware de 8 x 8 que funciona en un solo ciclo de máquina.
Tres pines para manejo de interrupciones externas.
Manejo de niveles corriente de 25 mA. en modo fuente y sumidero.
Temporizador 0 de 8 o 16 bits.
Temporizador 1 de 16 bits, Temporizador 2 de 8 bits.
Temporizador 3 de 16 bits (65535 conteos).
Dos módulos de Captura/Comparación/PWM de 10 bits.
Módulo de comunicación con soporte para RS-485 y RS-232.

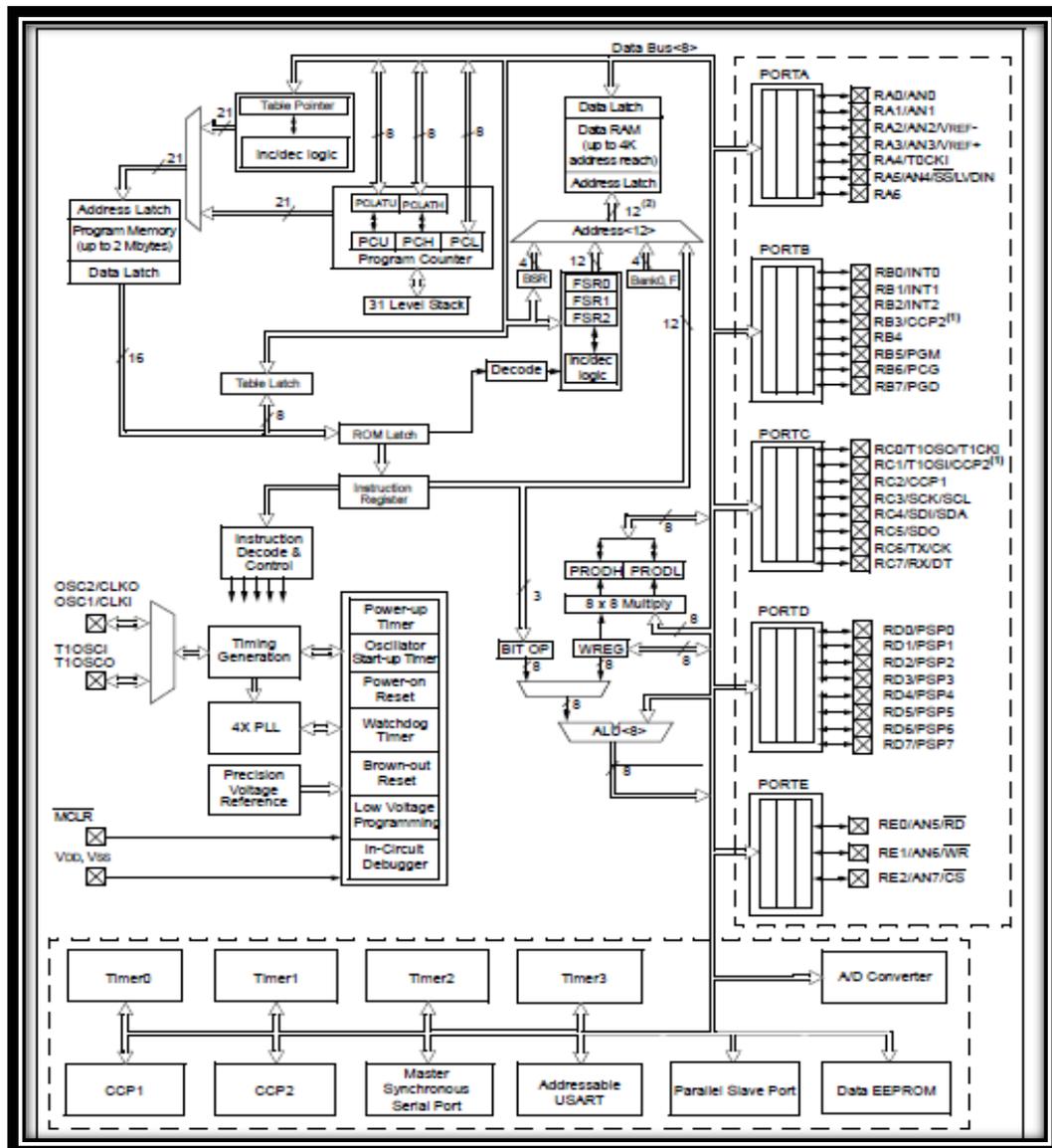
a. Arquitectura del Microcontrolador.

El PIC18F452 está desarrollado con 5 puertos multiplexados que pueden ser configurados como entrada/salida o funciones adicionales específicas. El puerto A es de 7 bits, los puertos B, C y D son de 8 bits, mientras que el puerto E es de sólo 3 bits, todos los puertos están internamente relacionados prácticamente con todos los módulos internos, a través de un bus de datos de 8 bits full duplex. Los módulos del TIMER0, TIMER1, TIMER2, TIMER3 acceden directamente a los respectivos puertos a través del bus datos, también apreciamos los dos módulos generadores de las señales de PWM, en los módulos CCP1 y CCP2, la memoria de datos EEPROM, y finalmente tenemos el módulo del conversor analógico

a digital; en una segunda sección o bloque tenemos lo que comprende el módulo de la unidad lógica y aritmética, estando aquí un módulo de multiplicación en 8 bits, uno de los registros más utilizados como el acumulador (WREG), y la unidad lógica aritmética.

En otro bloque encontramos la memoria de datos, adicionalmente se tiene a los registros de funciones especiales (FSR) de 12 bits, el registro BSR de 4 bits, y el registro de los bancos seleccionados de 4 bits, los mismos que mediante un direccionamiento de 12 bits acceden a la memoria de datos; en otro bloque podemos ubicar lo que corresponde al módulo del contador de programa (PC), el cual accede a bus de datos en tres secciones de 8 bits y también está directamente relacionado con la memoria de pila, el cual nos permite una profundidad de 31 niveles, este módulo nos permite direccionar las instrucciones que se ejecutarán en el microcontrolador, siendo un bus de salida del PC de 20 bits para poder direccionar toda la memoria de programa.

En otra sección encontramos un módulo relacionado con eventos generales del microcontrolador, los cuales pueden ser la generación de las señales de reloj, watchdog, power-on reset, power-up timer. En la figura 3.2 se puede apreciar un diagrama de bloques del microcontrolador PIC18F452, en el que se encuentran todos los módulos antes descritos, cabe mencionar que este diagrama de bloques es generalizado para algunos pics de la familia 18FXX2.

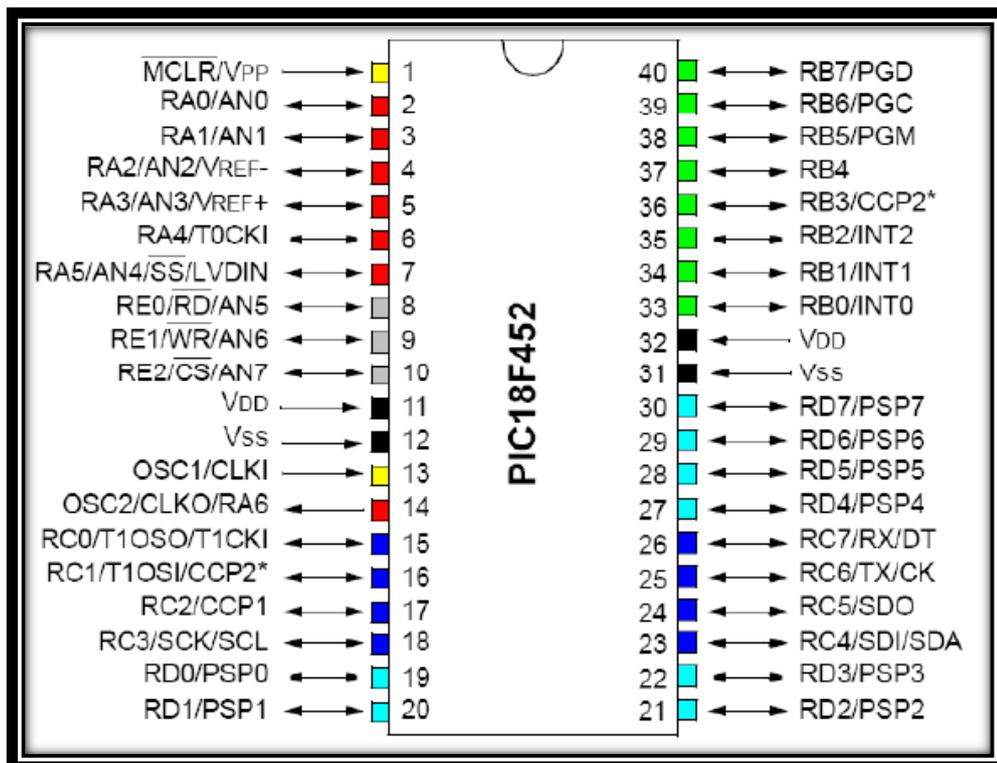


Fuente: 2002 Microchip Technology Inc, en www.microchip.com

Figura 3.2 Diagrama de bloques del PIC 18F452.

b. Descripción de Pines.

El PIC18F452 tipo DIP seleccionado presenta 40 pines distribuidos como se muestra a continuación en la figura 3.3.



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>

Figura 3.3 Diagrama de pines del PIC 18F452.

El pin 1 corresponde a MCLR/Vpp, siendo un pin de ingreso, donde MCLR es el master clear, siendo activado al nivel lógico bajo, y cuando recibe este nivel, lo que hace es resetear el PIC, también es el pin de voltaje de programa cuando actúa en este modo.

Los pines 2, 3, 4, 5, 6, y 7 corresponden a los 6 bits del puerto bidireccional A, el cual tiene sus funciones alternas como prosigue; aquí se encuentra un convertidor analógico a digital de 5 bits, la estructura del puerto A se detalla en la tabla 3.2.

Tabla 3.2 Descripción de pines del puerto A.

Pin N°.	Nombre de Pin	Descripción
2	RA0 AN0	E/S digital 0 Ingreso analógico 0
3	RA1 AN1	E/S digital 1 Ingreso analógico 1
4	RA2 AN2 VREF-	E/S digital 2 Ingreso analógico 2 Ingreso de voltaje de referencia A/D
5	RA3 AN3 VREF+	E/S digital 3 Ingreso analógico 3 Ingreso de voltaje de referencia A/D
6	RA4 TOCKI	E/S digital 4 Señal de ingreso externa para el timer 0
7	RA5 AN4 SS LVDIN	E/S digital 5 Ingreso analógico 4 Selección de integrado SPI esclavo Detección de nivel bajo de voltaje

En los pines 8, 9 y 10 corresponde al puerto bidireccional E, de 3 bits, el mismo que tiene como función alterna el control del puerto de comunicaciones paralelo, encontrándose en estos pines las señales de lectura, escritura y habilitador, como se describe en la tabla 3.3.

Tabla 3.3 Descripción de pines del puerto E.

Pin N°.	Nombre de Pin	Descripción
8	RE0 RD	E/S digital 0 Señal de lectura para el puerto paralelo
9	RE1 WR	E/S digital 1 Señal de escritura para el puerto paralelo
10	RE2 CS	E/S digital 2 Señal de selección del integrado

En los pines 11 y 32 se encuentra la alimentación positiva del integrado (Vdd), en niveles de valor lógico alto (5Vdc), mientras que en los pines 12 y 31 se debe conectar a la señal de alimentación de nivel lógico bajo (0Vdc). Los pines 13 y 14 corresponden a las señales de reloj externas,

que pueden provenir generalmente de una configuración de cristales de cuarzo o una resonancia de un circuito RC, dependiendo de la configuración que se utilice, también se podría aprovechar el pin 14 como un pin de E/S adicional como bit 6 del puerto A.

Los pines 15, 16, 17, 18, 23, 24, 25 y 26 pertenecen al puerto C con sus respectivas funciones alternas que cada uno posee, en este puerto como función alterna, se encuentra un timer, los dos generadores de señales PWM, un ingreso de captura, y también los pines asociados a las comunicaciones serie de este PIC, siendo la comunicación I2C, SPI, y USART; en la tabla 3.4 se indican las correspondencias de cada pin con lo mencionado.

Tabla 3.4 Descripción de pines del puerto C

Pin N°.	Nombre de Pin	Descripción
15	RC0 T1OSO T1CKI	E/S digital 0 Salida del oscilador del timer 1 Ingreso de la señal de reloj externa
16	RC1 T1OSI CCP2	E/S digital 1 Ingreso señal oscilador timer 1 Compare input/ouput 2, salida PWM 2
17	RC2 CCP1	E/S digital 2 Compare input/ouput 1, salida PWM 1
18	RC3 SCK SCL	E/S digital 3 Señal de reloj en modo SPI Señal de reloj en modo I2C
23	RC4 SDI SDA	E/S digital 4 Dato de ingreso en modo SPI Dato de ingreso/salida en modo I2C
24	RC5 SDO	E/S digital 5 Dato de salida en modo SPI
25	RC6 TX CK	E/S digital 6 Transmisor en modo USART asíncrono Señal de reloj en modo USART
26	RC7 RX DT	E/S digital 7 Receptor en modo USART asíncrono Datos en modo USART asíncrono

Los pines 19, 20, 21, 22, 27, 28, 29 y 30 pertenecen al puerto D con un ancho de 8 bits, siendo este de propósito general, es decir se pueden configurar cada uno de sus pines como entrada o salida, a la vez que este puerto también puede ser configurado como función alterna, la de ser un puerto de comunicaciones paralelo con todos sus 8 bits de ancho. En la tabla 3.5 se indica la descripción de todos los pines.

Tabla 3.5 Descripción de pines del puerto D.

Pin N°.	Nombre de Pin	Descripción
19	RD0 PSP0	E/S digital 0 Puerto paralelo esclavo bit 0.
20	RD1 PSP1	E/S digital 1 Puerto paralelo esclavo bit 1.
21	RD2 PSP2	E/S digital 2 Puerto paralelo esclavo bit 2.
22	RD3 PSP3	E/S digital 3 Puerto paralelo esclavo bit 3.
27	RD4 PSP4	E/S digital 4 Puerto paralelo esclavo bit 4.
28	RD5 PSP5	E/S digital 5 Puerto paralelo esclavo bit 5.
29	RD6 PSP6	E/S digital 6 Puerto paralelo esclavo bit 6.
30	RD7 PSP7	E/S digital 7 Puerto paralelo esclavo bit 7.

Los pines 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39 y 40 que se muestran en la tabla 3.6 pertenecen al puerto B, también de 8 bits, siendo este puerto de propósito general es decir tanto de entrada como de salida, adicionalmente este puerto también posee funciones alternas tales como las interrupciones externas, 1 módulo generador de PWM y un control de voltajes para las comunicaciones seriales.

Tabla 3.6 Descripción de pines del puerto B.

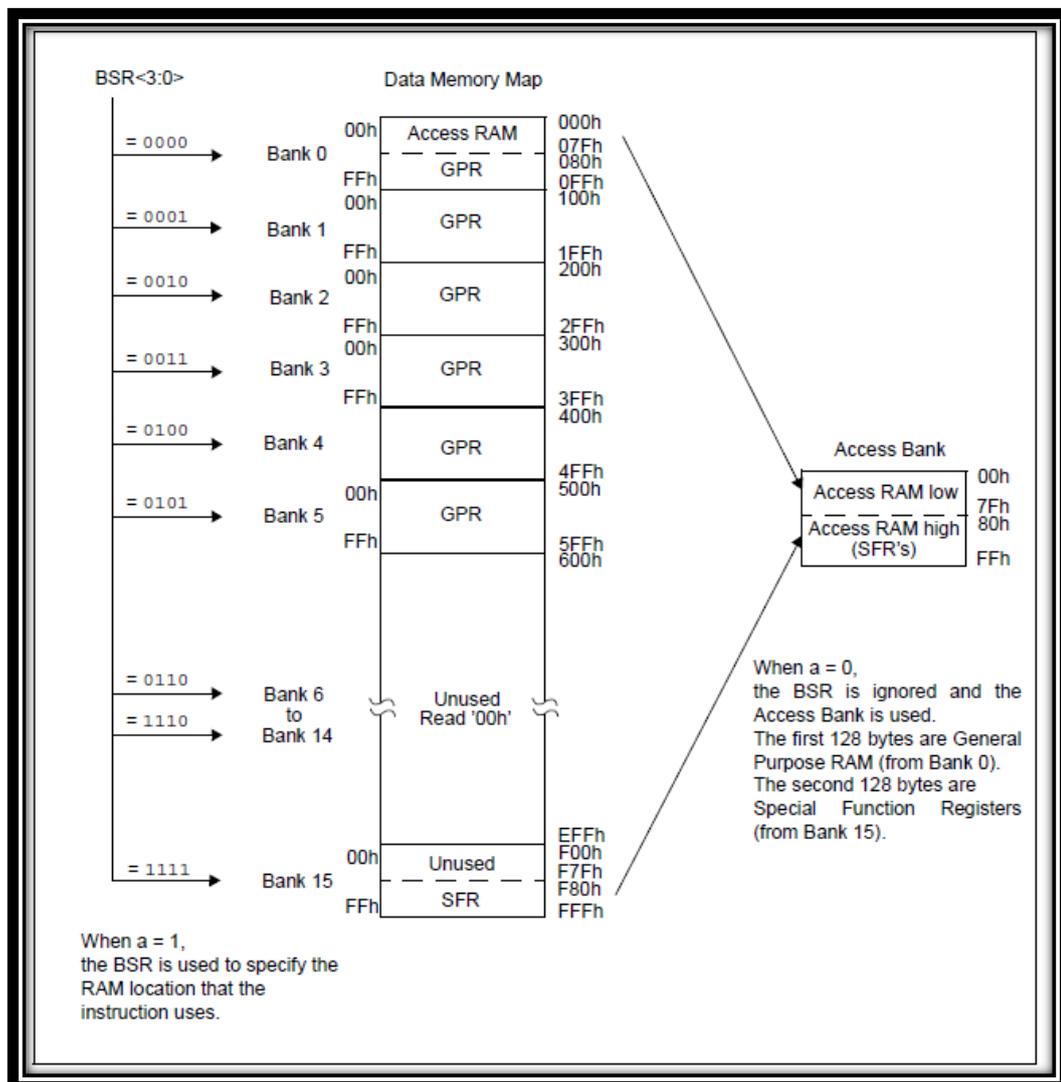
Pin N°.	Nombre de Pin.	Descripción.
33	RB0	E/S digital 0.
	INT0	Interrupción externa 0.
34	RB1	E/S digital 1.
	INT1	Interrupción externa 1.
35	RB2	E/S digital 2.
	INT2	Interrupción externa 2.
36	RB3	E/S digital 3.
	CCP2	Compara-Ingreso/salida 2 PWM 2.
37	RB4	E/S digital 4.
38	RB5	E/S digital 5.
	PGM	Habilitador programación ICSP.
39	RB6	E/S digital 6.
	PGC	Clock de programación ICSP.
40	RB7	E/S digital 7.
	PGD	Dato de la programación ICSP.

Adicionalmente cuando este puerto se configure como salida, se debe tener en cuenta que internamente posee resistencia de pull-up que deberán ser activadas de acuerdo al uso de puerto.

c. Organización de la Memoria.

En este microcontrolador existen 3 tipos de bloques de memoria asociada, siendo estas la Memoria de Programa, Memoria de Datos, y la Memoria EEPROM, este PIC 18F452 consta con 32 Kbytes de memoria de programa tipo flash, 1.5 Kbytes de memoria RAM estática de datos, la cual mantiene sus datos únicamente mientras este energizado este chip; finalmente posee 256 bytes de memoria EEPROM para almacenar datos de una manera permanente, la cual no se borra si el microcontrolador se encuentra sin energía eléctrica.

La memoria de datos es implementada a través de una memoria estática RAM, sus registros son direccionados con 12 bits, lo cual nos daría virtualmente una capacidad de 4096 bytes, pero este microcontrolador dispone de 1.5 Kbytes de memoria de datos, donde se puede separar en dos grandes grupos, el segmento que contiene a los registros de funciones especiales, por sus siglas en inglés SFR, en otro segmento se encuentran los registros de propósito general, por sus siglas en inglés GPR, los registros del SFR son usados para el control, estado y funciones de los puertos de salida del microcontrolador, mientras que los registros del GPR son usados para almacenar y recuperar datos de la aplicación del usuario; esta memoria puede ser accedida de una manera directa o indirecta, en la figura 3.4 se encuentra el mapa de la organización de la memoria de datos, notándose que los registros que comprenden el SFR se encuentran en el banco 0 128 bytes, y otros 128 bytes en el banco 15, mientras que los registros del GPR se encuentran en la parte alta del primer banco y los 5 siguientes bancos.

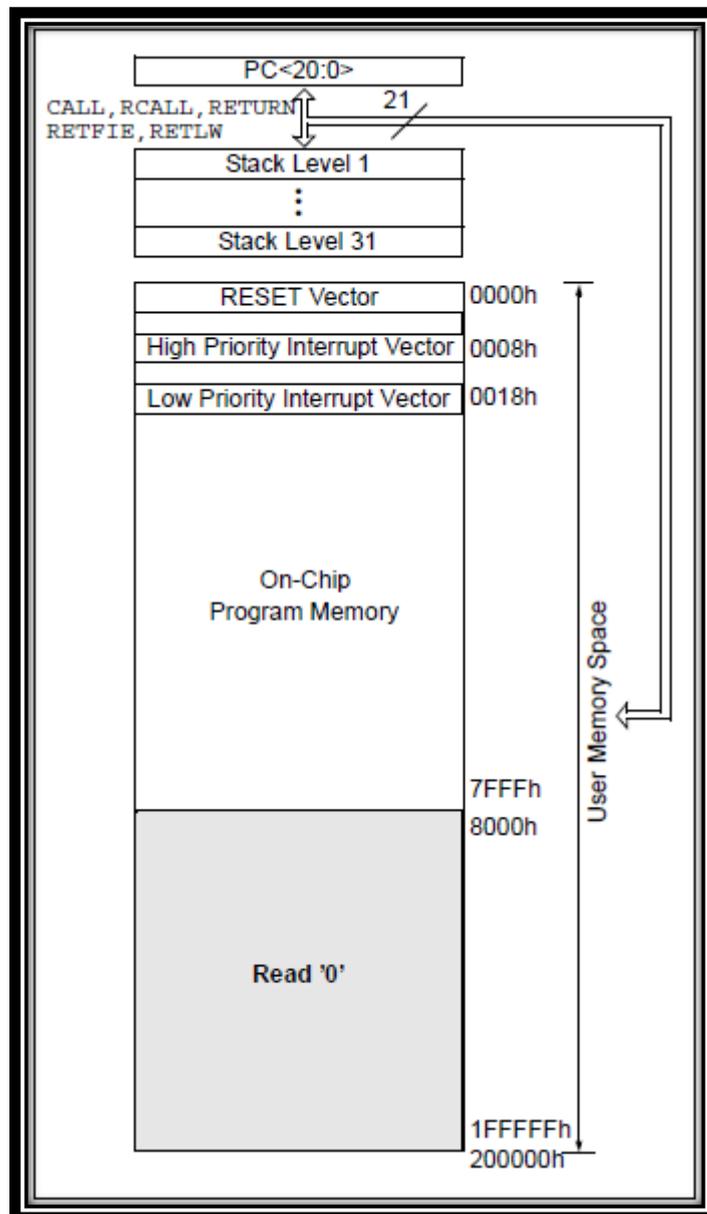


Fuente: 2002 Microchip Technology Inc, en www.microchip.com

Figura 3.4 Diagrama de la organización de la memoria.

La memoria de programa es del tipo flash, cualidad que nos permite que esta memoria no sea volátil, y sin ninguna dificultad se puede leer, escribir e incluso borrar; esta memoria tiene un ancho de 16 bits, en la figura 3.5, podemos apreciar el mapa de la memoria de programa y adicionalmente, también se indica que la memoria de pila posee 31 niveles de profundidad, el cual no debe ser rebasado porque causaría un desbordamiento de la memoria de pila, y podría conducir a una ejecución

de reset y concluyendo en una falla en el proceso de ejecución del programa cargado en el microcontrolador.



Fuente: 2002 Microchip Technology Inc, en www.microchip.com

Figura 3.5 Mapa de la memoria de programa.

Finalmente tenemos la memoria no volátil EEPROM, la cual tiene una capacidad de 256 bytes y puede ser de lectura o escritura; es esta la memoria que se debe utilizar cuando requiriéramos que los datos no se

pierdan después de un corte de energía eléctrica; adicionalmente esta memoria no es direccionada directamente, sino a través del registro de funciones especiales SFR, para su control y acceso se utilizan cuatro registros fundamentales como son: EECON1, EECON2, EEDATA y EEADR, esta memoria fue diseñada con un alto nivel de recurrencia a los datos, pudiendo ser de lectura o escritura, cuando grabamos un nuevo dato, este reemplaza al dato existente si lo había.

El registro EEADR es el que contiene la dirección donde se grabarán los datos, cabe recordar que es un máximo de 256 bytes (00-FF), mientras que el registro EEDATA es el que contiene el dato a ser grabado, siendo este de un ancho de 8 bits. EECON1 es un registro físico de acceso para el control de la memoria, mientras que EECON2 es un registro no físico, este se usa sólo y exclusivamente en el proceso de escritura. Los bits de control RD y WR perteneciendo a lectura y escritura respectivamente, solamente pueden ser activados por software y no desactivados o borrados por el usuario, únicamente son borrados por hardware una vez que se ha completado el proceso sea de lectura o escritura. EECON1 como se mencionó anteriormente se trata de un registro físico de 8 bits que se encuentra en la dirección FA6h; cada bit se detalla a continuación y se muestra en la figura 3.6.

c.1 Bit 0 RD.- Bit de control en operaciones de lectura, si su valor es 1 entonces habilita la memoria para ser leída, y si es 0 entonces queda deshabilitada su lectura.

c.2 Bit 1 WR.- Bit de control en operaciones de escritura, si su valor es 1 entonces inicializa la secuencia de escritura ya sea en la memoria EEPROM o en la memoria de programa, si su valor es 0 entonces se dice que el ciclo de escritura ha terminado.

c.3 Bit 2 WREN.- Este es un bit que permite habilitar o deshabilitar un procedimiento de escritura, si su valor es 1 habilita un proceso de escritura, pero si su valor es 0 deshabilita cualquier intento de escritura.

c.4 Bit 3 WRERR.- Este es un bit que nos indica errores en un ciclo de escritura; si su valor es 1 entonces decimos que un ciclo de escritura ha terminado prematuramente sin completarse, mientras que si su valor es 0 se dice que el ciclo de escritura ha sido completado satisfactoriamente.

c.5 Bit 4 FREE.- Se trata de un bit que habilita el borrado de una fila de la memoria de programa, si su valor es 1 borra una fila de la memoria de programa direccionada por TBLPTR en un comando de escritura.

c.6 Bit 5.- No está implementada, léase como cero.

c.7 Bit 6 CFGS.- Se trata de un bit de selección, si su valor es 1 entonces se habilita el acceso a configuración o a registro de calibración, mientras que si su valor es 0 entonces se tiene acceso a la memoria de programa o a la EEPROM.

c.8 Bit 7 EEPGD.- Se trata de un bit de selección, si su valor es 1 entonces se tiene acceso a la memoria FLASH de programa, pero si su valor es 0 entonces el acceso es hacia la memoria EEPROM.

R/W-x	R/W-x	U-0	R/W-0	R/W-x	R/W-0	R/S-0	R/S-0
EEPGD	CFGS	—	FREE	WRERR	WREN	WR	RD
bit 7							bit 0

Fuente: 2002 Microchip Technology Inc, en www.microchip.com

Figura 3.6 Registro EECON1.

d. Puertos de Entrada y Salida.

El microcontrolador PIC18F452 posee 5 puertos de comunicaciones bidireccionales, los cuales se describe brevemente a continuación:

d.1 Puerto A.

El puerto A tiene 7 bits de ancho, es bidireccional, la configuración de sus bits para que sean de entrada o salida se debe realizar en un registro llamado TRISA, en donde cada bit de este registro corresponde al bit físico del puerto A, si a cada bit individualmente se le carga con un valor lógico alto entonces el puerto se configura como de entrada, y se carga con un valor lógico bajo entonces el puerto se configura como de salida. Cabe mencionar que en una ejecución de Power on Reset RA0, RA1, RA2, RA3 y RA5 son configuradas como entradas analógicas, mientras que RA4 y RA6 son configuradas como ingresos digitales.

d.2 Puerto B.

El puerto B tiene un ancho de 8 bits, es totalmente bidireccional, de igual manera está asociado con el registro TRISB para configurar cada pin si es de entrada o salida, cada uno de los pines de este puerto consta internamente con resistencias de pull-up que pueden ser habilitadas o no de acuerdo a la configuración del bit RBPU, perteneciente al registro INTCON2, este bit activa o no todas las pull-up, cuando este puerto se configura como salida automáticamente todas las pull-up son deshabilitadas, y cuando se produce un evento de power on reset también son deshabilitadas, y el puerto se configura como ingresos digitales.

d.3 Puerto C.

El puerto C tiene un ancho de 8 bits bidireccionales, asociado con el registro TRISC para configurar cada uno de sus pines para que puedan actuar como entradas o salidas, este puerto posee internamente compuertas del tipo schmitt trigger como buffer de entrada. En una acción de power on reset todos los pines de este puerto se configuran como entradas digitales.

d.4 Puerto D.

Este puerto consta de 8 bits bidireccionales, relacionados con el registro TRISD para poder configurar cada uno de sus pines ya sea como entradas o salidas, este puerto también posee entradas del tipo schmitt trigger en todos sus pines; y tiene como tiene la capacidad de ser configurado como un puerto de comunicación paralelo, a la cual se le conoce comúnmente con el nombre de puerto PSP. En una acción de power on reset todos los pines de este puerto son configurados como ingresos digitales.

d.5 Puerto E.

El puerto E está conformado únicamente por 3 bits que también son bidireccionales, donde la dirección del flujo de datos se configura mediante el registro TRISE, estos pines también poseen compuertas amplificadoras del tipo schmitt trigger, en una acción de power on reset estos tres pines son configurados como entradas analógicas por defecto.

e. Interfaz Serial SPI.

La comunicación en forma serial SPI es una de las dos posibles en este microcontrolador, para realizar la comunicación de este tipo solamente se requieren de tres pines ubicados en el puerto C, como se describe a continuación:

- RC5/SDO Salida de datos seriales.
- RC4/SDI Entrada de datos seriales.
- RC6/SCK Señal de reloj para sincronización.

Se pueden transmitir datos con un ancho de 8 bits de una forma síncrona, este puerto de comunicaciones está asociado con cuatro registros de control, los mismos que son:

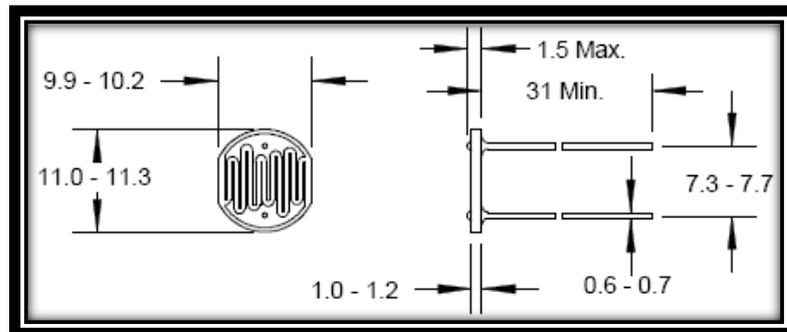
- SSPCON1 registro de control.
- SSPSTAT registro de estado.
- SSPBUF buffer de transmisión o recepción.
- SSPSR registro de cambios.

3.3.2. SELECCIÓN DEL SENSOR DE ILUMINACIÓN.

Para el desarrollo del proyecto empleamos sensores fotoeléctricos, los cuales varían su resistencia en respuesta al cambio en la intensidad de luz, por lo que es necesario tener en cuenta parámetros como:

- a) Tamaño de la fotorresistencia.
- b) Temperatura de operación.
- c) Tensión de alimentación.

En el diagrama 3.7, y tabla 3.7 se muestra las características de las fotorresistencias seleccionadas.



Fuente: [www.alldatasheets.es/TO-8 Photocells.html](http://www.alldatasheets.es/TO-8+Photocells.html).

Figura 3.7 Cotas de la fotorresistencia (mm).

Tabla 3.7 Características de la fotorresistencia NSL-4912 a 25°C y 2854°K.

Diámetro	11 mm
Tensión	80 V
Rango de Temperatura	-60°C a 75°C
Resistencia a 10 lux	Min 50 KΩ Max 150 KΩ
Resistencia a 0 lux	20 MΩ

3.3.3 SELECCIÓN DEL SENSOR DE INCLINACIÓN.

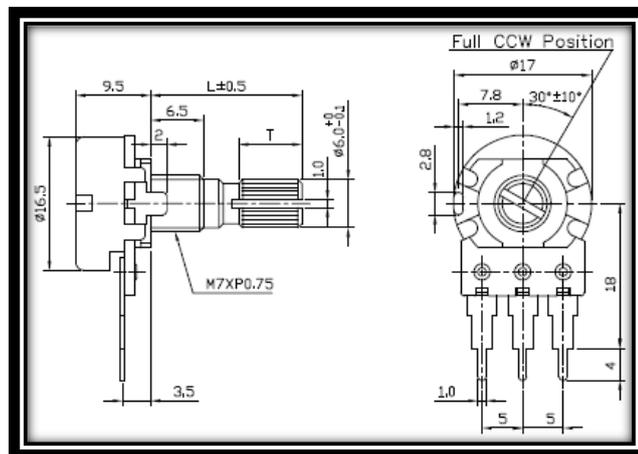
El sensor a emplearse para medir la inclinación o declinación del vehículo será un potenciómetro, él mismo que debe ser de característica lineal su variación de resistencia con el fin de cuantificar apropiadamente la inclinación/declinación del vehículo, acoplado de manera conveniente a una plomada, por lo tanto también debe ser del tipo monovuelta y de una construcción robusta, capaz de soportar el peso de la plomada que va a ser acoplado, por lo que se opta por un potenciómetro que presenta las siguientes características:

- a) Variación de resistencia lineal.
- b) Monovuelta.
- c) Construcción robusta.
- d) Ángulo de giro.

A continuación en la tabla 3.8 y en la figura 3.8 se muestran las características eléctricas y mecánicas del potenciómetro de 10KΩ seleccionado.

Tabla 3.8 Características técnicas del potenciómetro B10KΩ.

Tipo de salida	Lineal
Valor de resistencia	10KΩ
Tipo de eje	Rotatorio
Material de cubierta	Metal
Trayectoria angular total	300°± 10°
Ciclos de vida	100 000



Fuente: BI Technologies Corporation, en www.bitechnologies.com

Figura 3.8 Cotas en milímetros del potenciómetro.

3.3.4 SELECCIÓN DEL SENSOR DE DIRECCIÓN.

Para sensar la dirección se optó por un potenciómetro de 10KΩ, de las mismas características que el utilizado para sensar la inclinación, pero acoplado a través de engranajes para obtener los grados de rotación deseados.

El eje de la dirección del vehículo, que es donde está acoplado el sensor presenta un rango de rotación de 1105°, y el potenciómetro posee una trayectoria angular de 300°, por lo tanto la relación requerida será:

$$relación = \frac{trayectoria\ del\ eje}{trayectoria\ angular\ del\ sensor} = \frac{1105}{300}$$

Ec. (3.1)

$$relación = 3.68$$

$$relación = 3.68 = \frac{81}{22}$$

Por ello se acopla el sensor a un piñón de 22 dientes en tanto que el eje de la dirección está acoplado al engranaje de 81 dientes con el fin de poder sensar todo el rango de desplazamiento de la dirección del vehículo.

3.3.5 SELECCIÓN DEL SENSOR DE VELOCIDAD.

Para seleccionar el sensor encargado de cuantificar el desplazamiento del vehículo se recurre a un sensor de efecto Hall, el mismo que se seleccionara en base a los siguientes parámetros:

- Frecuencia de trabajo o tiempo de respuesta.

Para que el sensor sea capaz de sensor la máxima velocidad alcanzada por el vehículo, el valor mínimo de respuesta que precisamos es:

Condiciones Máximas:

$$V_{\max} = 180 \text{ Km / h.}$$

$$\phi_{\text{neumático}} = 56.5 \text{ cm}$$

$$\text{recorrido} = \pi * \phi_{\text{neumático}} / \text{rev}$$

$$\text{recorrido} = \pi * 0.565 \text{ m / rev} \quad \text{Ec. (3.2)}$$

$$\text{recorrido} = 1.77 \text{ m / rev}$$

$$\text{rev para } V_{\max} = 50 \text{ m/s}$$

$$\# \text{ rev para recorrer } 50 \text{ m} = \frac{50 \text{ m}}{1.77 \text{ m}} \quad \text{Ec. (3.3)}$$

$$28.24 \text{ rev para recorrer } 50 \text{ m}$$

$$\text{frecuencia de rev para } V_{\max} = \frac{28.24 \text{ rev}}{s}$$

$$\text{tiempo de respuesta mínimo para } V_{\max} = \frac{1}{\text{frecuencia}} \quad \text{Ec. (3.4)}$$

$$\text{tiempo de respuesta mínimo para } V_{\max} = \frac{1}{28.24 / s}$$

$$\text{tiempo de respuesta mínimo para } V_{\max} = 0.035 \text{ s}$$

$$\text{tiempo de respuesta mínimo para } V_{\max} = 35 \text{ ms}$$

Por lo tanto el sensor requerido debe responder en el orden de los milisegundos.

- Los valores máximos y mínimos del nivel de la señal.

La señal de salida del sensor debe proveer un voltaje comprendido en el rango de valores TTL, es decir de 0 a 0.8 voltios, para el nivel bajo "0", y de 2 a 5 voltios para el nivel Alto "1"; puesto que esta señal ingresará al microcontrolador y únicamente estos valores son admitidos.

- Consideraciones acerca de la forma de montaje y espacio disponible.

Por factores como el reducido espacio disponible es necesario optar por un sensor pequeño; en tanto al montaje es necesario colocarlo de una manera adecuada para que el emisor quede ubicado a pocos milímetros del receptor, y pueda girar libremente en torno al receptor, ya que éste es fijo y posee cables de alimentación y señal.

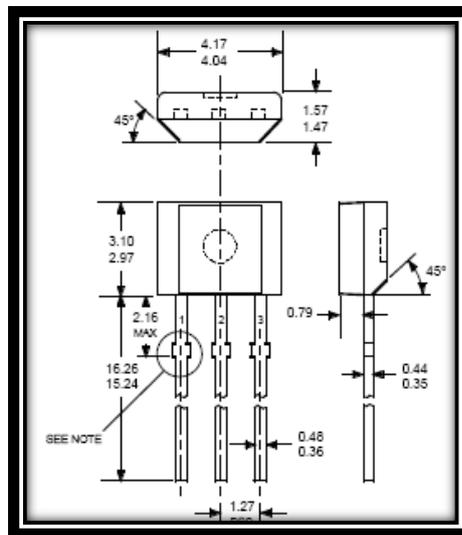
- Otras consideraciones tales como la temperatura de trabajo, aspectos ambientales y de compatibilidad química o la necesidad de seguridad intrínseca deberán tenerse en cuenta a la hora de efectuar la elección final del sensor.

Para el efecto se requiere que el sensor presente resistencia a las condiciones extremas a la que estará expuesto al ser montado en el sistema de freno en la parte posterior del vehículo, puesto que tendrá que soportar factores adversos como elevadas temperaturas, humedad, vibración, golpes, partículas de polvo y asbesto.

Por todas las condiciones citadas, la opción más apropiada para el proyecto es optar por un sensor interruptor bipolar de efecto hall "3132"; el mismo que presenta las características que se detallan a continuación en la tabla 3.9 y figura 3.9 respectivamente.

Tabla 3.9 Características del interruptor de efecto hall 3132.

Marca	Allegro
Modelo de Hall	Interruptor 3132
Voltaje de funcionamiento	4.5 a 24 V
Tiempo de Respuesta	0.04 a 2 μ S
Rango de Temperatura	-40°C a +150°C
Campo Magnético	Campo Bipolar
Tipo de Salida	Colector Abierto



Fuente: <http://www.datasheetdlr.com/A3132Hall-Effect-Sensors>.

Figura 3.9 Cotas en milímetros del interruptor 3132.

3.3.6 SELECCIÓN DE LOS MOTORES PASO A PASO.

Para la selección de los motores a pasos es necesario cuantificar el torque que debe soportar el motor, es decir la carga aplicada; y el ángulo de giro o paso del motor que se necesita, por lo tanto es necesario cuantificar el torque según los datos que se disponen.

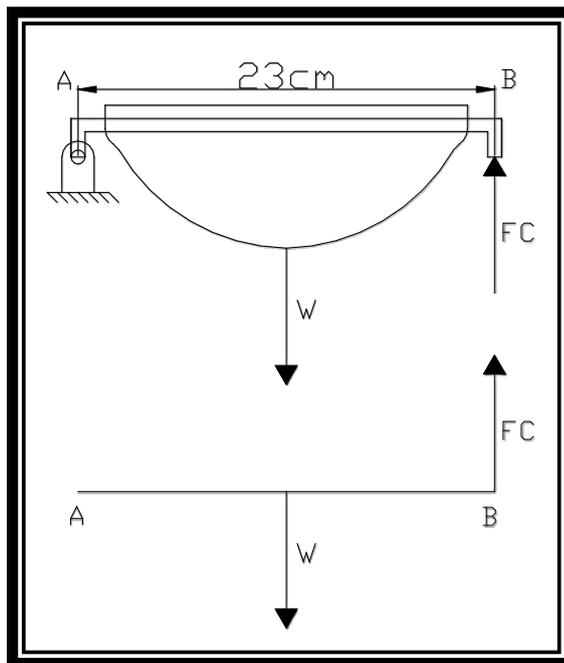
Datos:

W = Peso del faro. = 1.3 lb.

AB = Longitud entre ejes del reflector = 23cm.

FC = Fuerza para mover el Faro.

T = Torque del motor a pasos.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.10 Diagrama de fuerzas.

$$\sum_{MA} = 0$$
$$\frac{AB}{2} \times W - AB \times FC = 0$$

$$\frac{23}{2} \times W = 23 \times FC$$

$$\frac{W}{2} = FC \quad \text{Ec. (3.5)}$$

$$\frac{1.3}{2} = FC$$

$$FC = 0.65 \text{ lbf}$$

$$T = FC \times d$$

$$T = 0.65 \times 11 \quad \text{Ec. (3.6)}$$

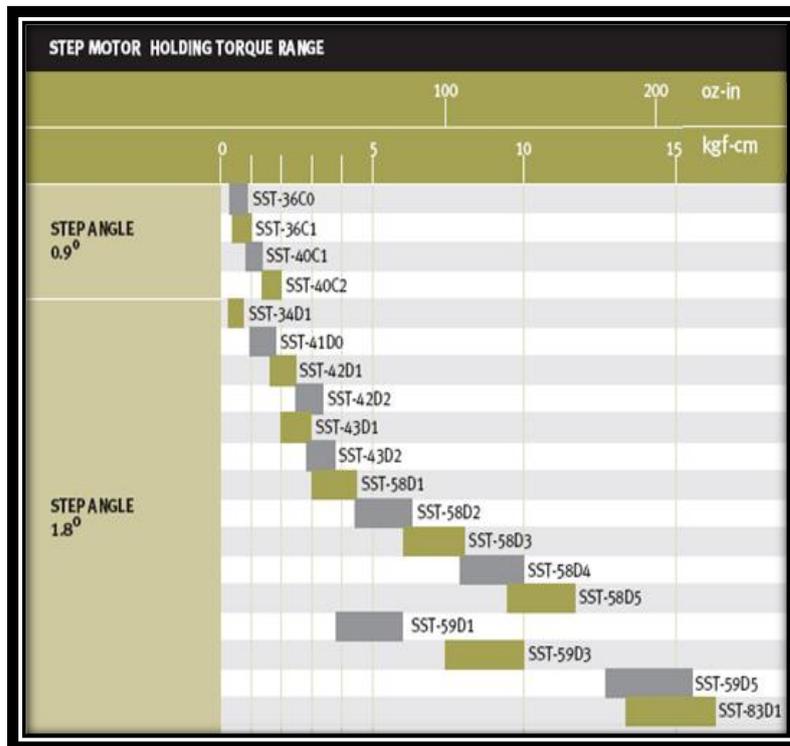
$$T = 7.15 \text{ lbf} \times \text{cm}$$

$$T = 7.15 \text{ lbf} \times \text{cm} \frac{1 \text{Kgf}}{2.2 \text{lbf}} .$$

$$T = 3.25 \text{Kgf} / \text{cm}.$$

El motor a pasos requerido es aquel que presente un torque de 3.25Kgf/cm; por lo que se opta por motores de la marca Shinano Kenshi,⁷ cuyas características se muestran en la figura 3.11 y en la tabla 3.10. Es necesario indicar que los cálculos se están realizando únicamente para un motor; pero como para el efecto se requieren cuatro motores, los restantes serán de características similares.

⁷ Shinano Kenshi, Empresa de construcción de motores a pasos, www.shinano.com



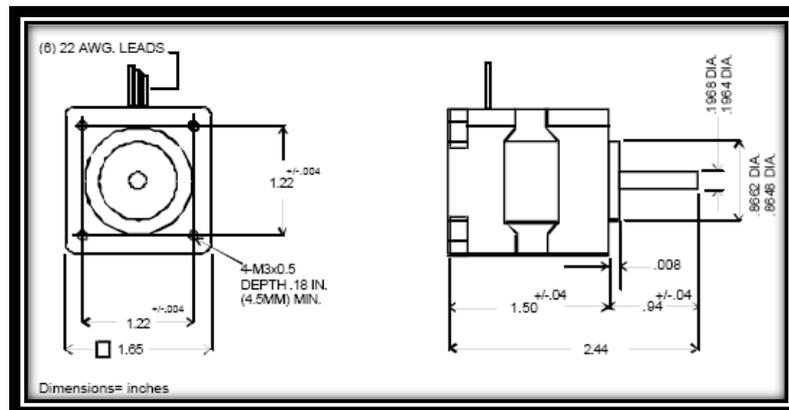
Fuente: <http://www.skcyj.co.jp/motor/english/categories.htm>

Figura 3.11 Diagrama de torques de motores a pasos.

El motor seleccionado presenta los siguientes datos de placa.

Tabla 3.10 Características del motor a pasos.

Marca	Shinano Kenshi
Modelo	SST-42D2
Voltaje	5.16 Vdc
Corriente	1.2 A
Paso	1.8 Gra/Paso



Fuente: <http://www.skcyj.co.jp/motor/english/categorys.htm>

Figura 3.12 Cotas del motor a pasos (pulgadas).

3.3.7 SELECCIÓN DE LOS BOMBILLOS PARA LOS FAROS.

Para el efecto se consideró que los faros podían ser reutilizados, los elementos a reemplazarse serán los bombillos halógenos, por bombillos de alta descarga de Xenón (HID); y se optó por bombillos que respondan al mismo nivel de alimentación, cables de conexión y zócalo para acoplar en el faro; por tanto las características de los bombillos de la marca HID Ligting C.L. y se muestran en la tabla 3.11.

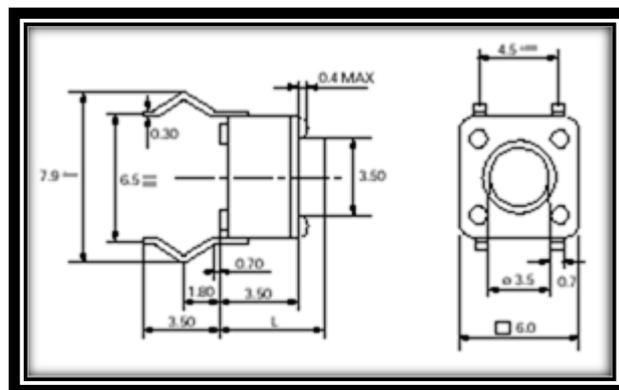
Tabla 3.11 Características del bombillo de HID de xenón.

Alimentación	12V
Potencia	35W
Tipo de Zócalo	H4
Gas de Reacción	Xenón
Color de Temperatura	8000°K
Nivel de luz	HI/LO

3.3.8 SELECCIÓN DE LAS BOTONERAS.

La botonera es un conjunto de cuatro pulsadores, la cual por cuestión de seguridad ante la manipulación de personal no autorizado será de tipo

removible; puesto que sirven únicamente para la calibración y variación de los parámetros iniciales de funcionamiento del sistema y una vez configurado el sistema esta es prescindible, razón por la cual no repercute en un dimensionamiento especial o características especiales; sin embargo la característica requerida es que sean de tipo de contactos normalmente abiertos para lo cual se selecciona los que se muestran en la figura 3.13.



Fuente: www.ck-components.com

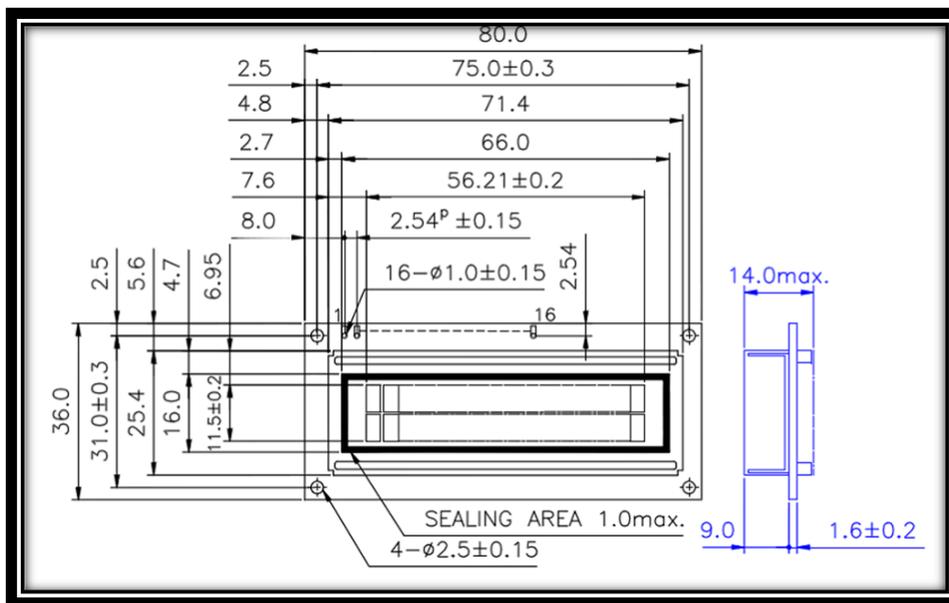
Figura 3.13 Cotas en milímetros de los pulsadores.

3.3.9 SELECCIÓN DEL VISUALIZADOR.

Para observar los valores de calibración, así como ciertos valores de operación del vehículo, es necesario un display de cristal líquido (LCD) de aproximadamente 32 caracteres, para una visualización resumida pero entendible es recomendable optar por un display de 2 filas por 16 caracteres que trabaje con una alimentación compatible a la de nuestro sistema. Por lo tanto se selecciona un display de cristal líquido con las características que se presentan en la tabla 3.12 y figura 3.14.

Tabla 3.12 Características del display.

Número de líneas	2
Caracteres por línea	16
Voltaje	5 V
Consumo	5 mA.
Número de Pines	14
Memoria DDRAM	80 bytes



Fuente: www.fadisel.com

Figura 3.14 Cotas del display en milímetros.

3.4 PARÁMETROS QUE DETERMINAN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN.

Los parámetros tomados en cuenta para el sistema de iluminación dinámico son aquellos que intervienen directamente entorno a la toma de decisiones, desempeño y funcionamiento del sistema, los mismos que para el efecto se citan a continuación:

- Dirección del volante.
- Inclinación/declinación del vehículo.
- Velocidad del vehículo.
- Iluminación del entorno.
- Iluminación recibida del vehículo opuesto.

3.4.1 DIRECCIÓN DEL VOLANTE.

La dirección del volante es importante puesto que al conocer la dirección se toma en cuenta para girar los faros, para iluminar en la misma dirección a la que se está dirigiendo el volante; pero teniendo en cuenta claro, que los faros no girarán la misma cantidad de recorrido de la del volante pero si un valor proporcional capaz de mejorar la visión y reducir el desvío del haz de luz.

3.4.2 INCLINACIÓN/DECLINACIÓN DEL VEHÍCULO.

La inclinación o declinación interfiere en dirigir los faros en sentido opuesto a lo que ocurra con el vehículo; es decir si el vehículo se inclina hacia la parte de atrás los faros deben declinarse o viceversa, de esta manera se compensa en parte proporcional el haz de luz, así se consigue proyectar una mejor visión de la calzada y no deslumbrar a los conductores que circulan en sentido contrario incluso con las luces de cruce.

3.4.3 VELOCIDAD DEL VEHÍCULO.

En función de la velocidad a la que se encuentre recorriendo el vehículo se realizará o no, la corrección de la dirección o inclinación de los faros;

puesto que la corrección no puede ser la misma para todo el rango de velocidad, sino más bien la corrección se realiza sólo dentro del rango de velocidad establecido entre el límite superior y el límite inferior establecido por cada conductor, ya que para velocidades fuera de este rango no se realizara corrección alguna.

3.4.4 ILUMINACIÓN DEL ENTORNO.

La iluminación del entorno establece las condiciones para que el sistema inicie su funcionamiento, encendiendo las luces dependiendo de las condiciones: si está por llegar al crepúsculo de la tarde, circula por un túnel, existe lluvia o neblina que obstruyan la visión normal; y apagando las luces si la condición de iluminación se restablece.

3.4.5 ILUMINACIÓN RECIBIDA DEL VEHÍCULO OPUESTO.

La iluminación proveniente de los vehículos que circulan en sentido contrario al nuestro juega un papel muy importante en la calibración del sistema, puesto que es con esta señal de iluminación con la que se establece la necesidad de realizar el cambio de luces de altas a bajas o viceversa dependiendo de la condición en la que nos encontremos.

3.5 DISEÑO DEL SOFTWARE DE CONTROL.

En el desarrollo del software de control para el presente proyecto se dispone de múltiples opciones; por lo que es necesario recurrir a aquel que satisfaga a cabalidad los requerimientos y brinde las siguientes características:

- Tamaño pequeño.
- Uso extensivo de llamadas a funciones.
- Comandos breves.
- Lenguaje estructurado.
- Programación de bajo nivel (nivel bit).
- Implementación de apuntadores para el uso de memoria, arreglos, estructuras y funciones.

Por lo que se considera de que el lenguaje C++ es el que brinda una riqueza de operadores y expresiones, flexibilidad, concisión, y eficiencia; además proporciona capacidades de Programación Orientada a Objetos (P.O.O.) que promete mucho para incrementar la productividad, calidad y reutilización del software, puesto que su unidad de programación es la clase y se puede especificar entradas y salidas de datos preprogramadas, es por ello que se optó por un lenguaje de programación de alto nivel, el lenguaje C++, que es versátil y potente.

El compilador que empleamos es el C18 que tiene la función de convertir el programa desarrollado en el lenguaje C++ de alto nivel, a lenguaje máquina, y brinda la posibilidad de detectar ciertos errores durante la compilación y emite los mensajes correspondientes para que el usuario corrija los errores que fueron detectados.

Para realizar pruebas con respecto al desempeño del programa se puede realizar la simulación del mismo, con el fin de corregir los errores existentes, o el desempeño erróneo del programa, basados en la ventaja que ofrecen los programas de simulación como el ISIS que permiten evaluar el programa antes de realizar el montaje del proyecto.

Una vez que se obtiene el programa compilado, es necesario cargarlo al microcontrolador, con un programador como el IC-Prog, que es la interfaz

entre el computador y el microcontrolador, el cual carga al microcontrolador los opcodes o “códigos de operación” que fueron generados por el compilador y que por lo general están en base hexadecimal. Debido a que el diseño del software gira entorno al microcontrolador se pretende exponer el bloque de pines del mismo y la función o señal que se le fue asignada.

3.5.1 DESCRIPCIÓN DEL BLOQUE DE PINES.

Los microcontroladores PIC18F452 encapsulados con 40 pines disponen de 5 puertos de entrada/salida (A, B, C, D y E), así como los pines respectivos de la alimentación y grabado.

Todas las líneas de los puertos son multifuncionales, es decir realizan diversas funciones según estén programadas. Sin embargo todas ellas tienen la capacidad de trabajar como líneas de entrada/salida de propósito general.

a. Puerto A.

El puerto A dispone de 7 líneas, que pueden ser de tipo entrada/salida digital o entradas analógicas; y para la ejecución del proyecto las mismas fueron configuradas de acuerdo a las necesidades del proyecto quedando de la siguiente manera:

Las líneas A0, A1 y A3 están configuradas como entradas de tipo análogas, en tanto que las líneas A2, A4, A5 y A6 fueron configuradas como salidas así:

```
set_tris_a(0b00001011);           //PTO A0,A1,A3=IN ANALOG
                                   //A2,A4,A5,A6=OUT
```

La señal proveniente de la fotorresistencia que es empleada como **sensor de iluminación**, es ingresada a un circuito acoplador de impedancias con el fin de obtener una señal análoga sin efectos de carga, la señal provee una variación de voltaje en función de la variación de resistencia que presenta la fotorresistencia ante la incidencia del haz de luz, teniendo en cuenta que el sensor posee un coeficiente de resistencia negativo, es decir a más incidencia de luz menor es la resistencia que presenta el sensor, con estas consideraciones la señal análoga de iluminación será procesada al ingresar al microcontrolador a través de la línea RA0, que corresponde al pin # 2 del microcontrolador, para ser dentro del pic mediante el conversor de análogo a digital, convertida en señal digital para cuantificarla y según el valor tomar las decisiones de:

Encender los faros con las luces altas, si la señal análoga de iluminación está entre un rango de voltaje de 2.6 a 4.6 voltios, lo cual significa que el nivel de luz incidente sobre la fotorresistencia es bajo, ya sea porque ingresamos a un túnel o trayecto de poca iluminación o debido a que existe presencia de lluvia o neblina sobre la calzada lo cual disminuye la intensidad luminosa.

Encender los faros con las luces bajas, para que se lleve a cabo esta decisión es necesario de que el valor de la señal análoga de iluminación este dentro del rango de valores de voltaje de 0.7 a 2.5 voltios, lo cual se puede dar por lo regular cuando se encienda en vehículo en el atardecer o el amanecer.

Realizar el cambio de luces de altas a bajas, esta condición se efectúa cuando la señal análoga ingresada a RA0 pase del rango de valores destinados a luces altas de 2.6 a 4.6 al valor de 2.5 voltios o menos, ya que estos valores ya corresponden al rango de valores de luces bajas, ya

sea por la incidencia de la luz de los vehículos opuestos o por que las condiciones de luz ambiente mejoran.

Realizar el cambio de luces bajas a altas, esta acción debe realizarse cuando la luz baja o de cruce provea una visión insuficiente, capaz que la señal análoga se pase del valor de 2.5 al rango de valores de altas de 2.6 a 4.6 voltios.

Apagar los faros, para apagar los faros será necesario que el valor de incidencia de luz sobre el sensor sea alto, capaz de manejar únicamente con la luz ambiente y la señal en términos de voltaje llegue al rango de voltaje de 0.7 a 0 voltios.

A través de la línea RA1 ingresa la señal proveniente del **sensor de dirección**; la misma que es una señal análoga de voltaje, ya que el sensor empleado para determinar la dirección es un potenciómetro lineal, donde la variación de la dirección produce una variación de voltaje y es ésta señal de voltaje la que se procesa a través del conversor de análogo a digital, de acuerdo a la dirección del vehículo realizar el movimiento de los faros hacia la izquierda o hacia la derecha, con el fin de compensar el desvío del haz de luz del vehículo según los grados de compensación de los faros de acuerdo a la tabla 3.13.

Tabla 3.13 Valores de compensación del desvío del haz de luz.

Giro de la dirección	Corrección en faros
<i>Derecha</i>	<i>Derecha</i>
30°	15.0°
15°	7.5°
5°	2.5°
<i>Izquierda</i>	<i>Izquierda</i>
5°	2.5°
15°	7.5°
30°	15°

La línea A2 del microcontrolador esta designada como **salida para controlar las luces bajas** o cortas y será quien ejecutará el encendido, cambio y apagado de la luces bajas hacia las luces altas o viceversa, dependiendo de la visibilidad ambiental, estas luces permanecerán encendidas siempre y cuando la señal del sensor de luminosidad este dentro de su rango y el vehículo este circulando.

La línea RA3 del pic 18F452 es una entrada del tipo análoga, por donde ingresa la señal del **sensor de inclinación**, que acoplado a través de un potenciómetro y adecuado mecánicamente sobre una estructura tipo plomada será quien nos entregara un valor de voltaje dependiendo en este caso de la inclinación o declinación del vehículo.

La línea RA5 está configurada como salida para realizar la conmutación de las **luces altas**, es decir esta línea será la encargada de encender las luces altas cuando se requiera debido a las condiciones de iluminación, ya sea que el sistema encienda en luces altas o cuando se realice el cambio de luces bajas a altas.

b. Puerto B.

El puerto B consta de 8 líneas bidireccionales, que pueden ser configuradas de acuerdo a las necesidades de manera individual, y cada una de estas líneas dispone de una resistencia interna de pull up al positivo de la alimentación, y estas resistencias son un transistor tipo CMOS-P que se conecta automáticamente cuando la línea se configura como salida y en el caso de un reset por conexión de alimentación se desconectan todas las pull up.

El puerto B se ha configurado de la siguiente manera: las líneas B1, B2, y B3 como salidas en tanto que las líneas B0, B4, B5, B6, y B7 se han configurado como entradas así:

```
set_tris_b(0b00001110);           //PTO B B1,B2,B3=IN
                                   //PTO B B0, B4, B5, B6, B7=OUT
```

La línea RB0 está destinada para la entrada de la señal del **sensor de velocidad**, el cual es un sensor de efecto hall y entrega una señal discreta a una frecuencia equivalente a la velocidad del auto; esta señal nos da un pulso por cada revolución que realice el neumático y al cuantificar la frecuencia de este tren de pulsos se puede determinar la velocidad si multiplicamos por pi (π) y por el diámetro del neumático; luego realizar la conversión de unidades de metros a kilómetros y de segundos a hora para que tengamos un valor en unidades estándar de Km/h.

Las líneas RB1, RB2 y RB3 son configuradas como salidas y están destinadas al control del motor a pasos destinado a **mover el faro izquierdo** de arriba hacia abajo y viceversa, dependiendo de la configuración y programación que se realiza en el microcontrolador en función de los valores de inclinación o declinación que emite el sensor de inclinación; además para el control de este motor a pasos también se empleó la línea RE0 que corresponde a la línea del puerto E y que también fue configurada como salida.

Las líneas RB4, RB5, RB6 y RB7 están destinadas para las **botoneras**; por lo tanto están configuradas como entradas, así RB4 está destinada para el pulsador número 1, RB5 para el pulsador número 2, RB6 para el pulsador número 3 o salvar, y RB7 para el pulsador 4 o salir.

c. Puerto C.

El puerto C dispone de 8 líneas de entrada/salida, las mismas tienen multiplexadas varias funciones adicionales, configurables de acuerdo a las necesidades específicas, y para este programa en particular se encuentran configuradas todas las líneas como salida.

```
set_tris_c(0b00000000);           //PTO C all OUT
```

Las líneas RC0, RC1, RC2 y RC3 son salidas que están destinadas para el control de los drivers del motor a pasos que es el encargado de mover el **faro derecho** de arriba hacia abajo y viceversa de acuerdo a la programación establecida dentro del microcontrolador, en función de las señales obtenidas por el sensor de inclinación, con el fin de compensar el desvío de la iluminación con el movimiento del faro.

RC4, RC5, RC6 y RC7 son las líneas de salida del microcontrolador destinada para el control del **motor a pasos** que constituye el actuador del sistema al realizar el movimiento del faro derecho en sentido vertical, es decir de arriba hacia abajo o viceversa dependiendo de la programación establecida en el microcontrolador, en función de la inclinación que presente el vehículo.

d. Puerto D.

Este puerto posee de 8 líneas que son bidireccionales, las mismas que suelen utilizarse como entrada o salidas dependiendo de la aplicación a emplearse; además pueden usarse como puerto paralelo esclavo para realizar la comunicación entre otros elementos, todas las líneas fueron configuradas como salidas.

```
set_tris_d(0b00000000);
```

```
//PTO D ALL OUT
```

En el puerto D las líneas RD0, RD1, RD2 y RD3 son asignadas como salidas para el **display** a través del bus de datos que para el efecto es multiplexado con cuatro bits, con el fin de emplear únicamente cuatro líneas en lugar de ocho para el bus de datos; pero al multiplexar hay que tener en cuenta que se logra un ahorro en las líneas del microcontrolador pero en compromiso la programación para multiplexar los datos y desmultiplexar en el display es un tanto más complejo; hay que tener en cuenta que al multiplexar se envían primero los cuatro bits más significativos y luego los cuatro bits menos significativos.

Para una vez desmultiplexados los datos poder visualizar en el LCD los valores de velocidad, grados de dirección del vehículo, también se podrá observar los valores de calibración del sistema, tales como los valores de la reacción de los sensores de luz, los valores del sensor de dirección y los valores del valor del sensor de inclinación; así como el valor multiplicador de los pasos de los motores.

Las líneas restantes del puerto D RD4, RD5, RD6 y RD7, son empleadas como salidas para el circuito de control de los motores a paso (drivers) encargado de realizar el movimiento de corrección del haz de luz, del faro izquierdo en la dirección de derecha a izquierda y de izquierda a derecha según el caso, y esto depende de las condiciones configuradas en el microcontrolador en función de las señales obtenidas del sensor de dirección.

e. Puerto E.

El puerto E dispone de tres pines que pueden ser configurados como entradas o salidas, y para nuestro caso se configuraron como salidas.

```
set_tris_e(0b00000000);
```

```
//PTO E ALL OUT
```

La línea RE0 como se citó anteriormente se empleó para el control de los drivers del motor empleado para mover el faro izquierdo en dirección de arriba hacia abajo y en sentido contrario.

Para las líneas de control del display se emplean las líneas RE1 y RE2, que serán encargadas de emitir las señales de control para que se realice la escritura en el display; ya que estas líneas también sirven para leer los datos que se encuentren en el display pero este no es el caso.

f. Pines de Alimentación.

El microcontrolador pic 18F452 presenta las siguientes características de alimentación: Vdd con respecto a Vss de -0.3V a +7.5V; por lo que para nuestro caso el voltaje de Vss lo asignaremos 0V o Gnd. En tanto que a Vdd le daremos una alimentación de +5V, cumpliendo con el rango de funcionamiento, y de esta manera se estandariza la parte de control a niveles de voltajes TTL y los terminales de alimentación correspondientes para este microcontrolador son los pines Vss 12 y 31 a 0V, en tanto que los pines Vdd 11 y 32 a +5V.

g. Pin de Voltaje de Grabado.

El pin número 1 es el Vpp, que corresponde al pin donde se ingresa el voltaje de grabación mientras dura esta operación.

El programa realizado en lenguaje C++, se lo puede encontrar en los anexos como programa principal.

3.6 DISEÑO DEL HARDWARE.

Para poner en funcionamiento el software es necesario diseñar la plataforma física del sistema, que comprende desde las conexiones de los sensores hasta los mecanismos de movimiento de los faros.

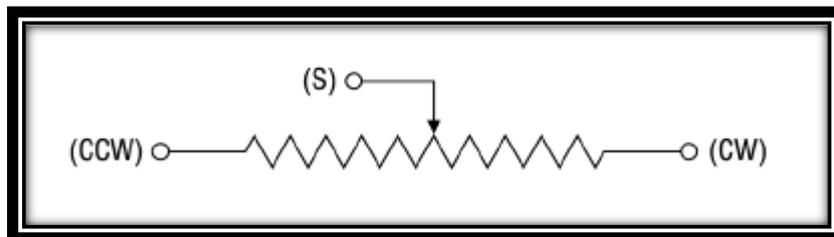
Con el fin de que se puedan apreciar las características y justificar la toma de decisiones en cuanto al diseño, y la comprensión del sistema se lo dividirá en partes que son:

- 3.6.1 Acople del Sensor de Inclinación.
- 3.6.2 Acople del Sensor de Dirección.
- 3.6.3 Ubicación del Sensor de Velocidad.
- 3.6.4 Ubicación del Sensor de Iluminación.
- 3.6.5 Diseño del Circuito Acoplador de Impedancias.
- 3.6.6 Diseño de las Fuentes de Alimentación.
- 3.6.7 Ubicación del Circuito de Control.
- 3.6.8 Ubicación del Display.
- 3.6.9 Ubicación de la Botonera Removible.
- 3.6.10 Elaboración de los Soportes y Ubicación de los Motores a Pasos.
- 3.6.11 Elaboración de los Controladores de los Motores a Pasos.
- 3.6.12 Acople de los Faros al Mecanismo de Movimiento.

3.6.1 ACOUPLE DEL SENSOR DE INCLINACIÓN.

Para ubicar el sensor de inclinación fue necesario acoplarlo a un sistema mecánico tipo plomada, con el fin de que la variación de inclinación o declinación que percibe el vehículo sea transmitido mediante el potenciómetro lineal de 10K Ω , y es la variación de la inclinación o declinación que se convierte en una señal de voltaje variable en función de la resistencia que presenta el potenciómetro, esta señal proveniente

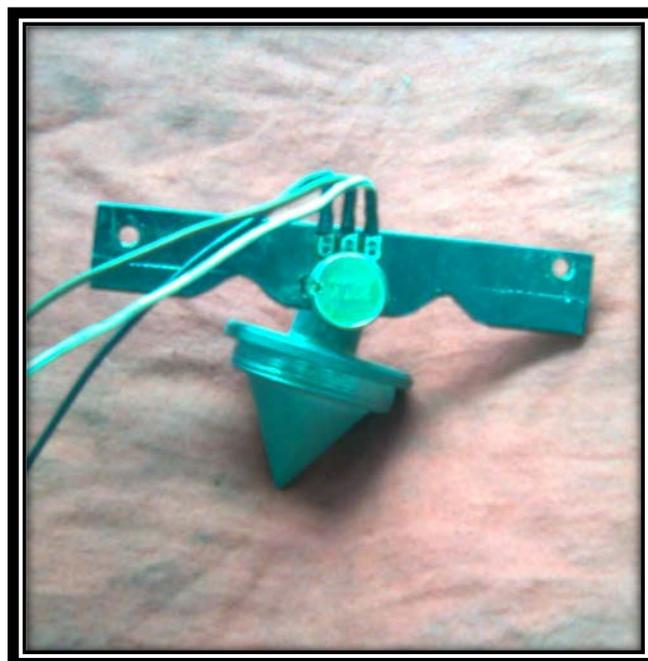
del terminal (S) que se muestra en la figura 3.15, será procesada dentro del microcontrolador, esta señal de voltaje estará entre niveles TTL y se alimenta con 0 voltios al terminal (CW) y 5 voltios al terminal (CCW).



Fuente: www.bitechnologies.com

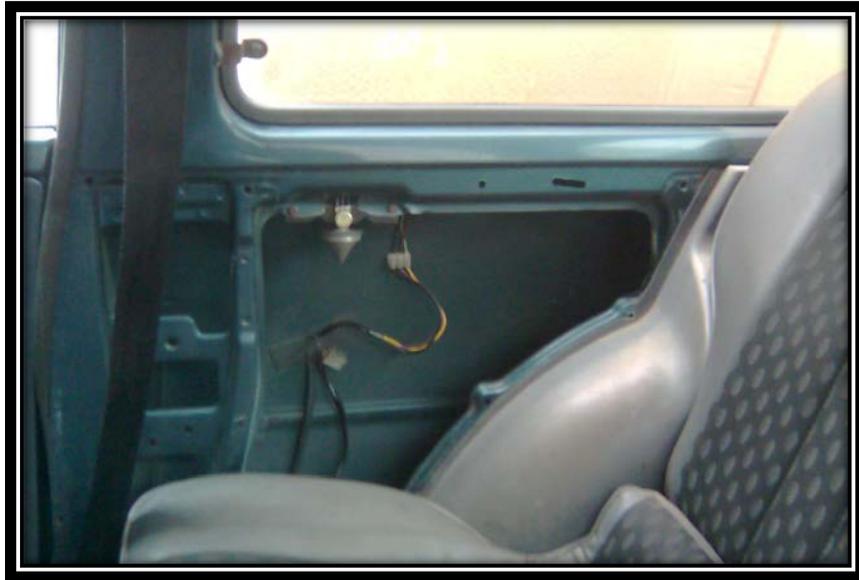
Figura 3.15 Terminales del sensor de inclinación.

A continuación se muestra la figura 3.16, donde se puede observar el potenciómetro ensamblado a la plomada para que sirva como sensor de inclinación, y en la figura 3.17 se puede observar la ubicación del sensor en la parte derecha en el interior del vehículo.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.16 Sensor de inclinación.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.17 Ubicación del sensor de inclinación.

3.6.2 ACOPLA DEL SENSOR DE DIRECCIÓN.

El potenciómetro lineal de 10 K Ω es empleado para sensor la dirección del vehículo, fijando la base a un soporte metálico y el vástago a un engranaje de 22 dientes, acoplado a un engranaje de 81 dientes colocado en la columna de la dirección, para que sea capaz de sensor todo el desplazamiento del volante del vehículo.

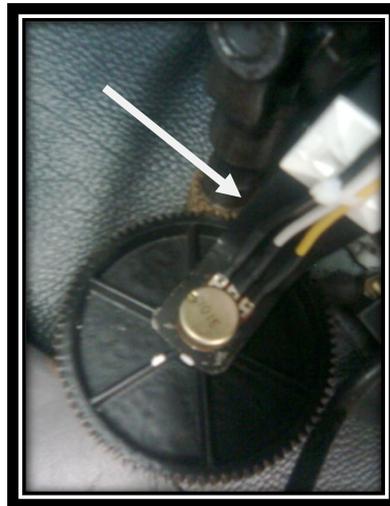
Con la relación de 22 a 81 se obtiene una variación de resistencia del potenciómetro en función de la dirección del volante; y esta variación de resistencia nos emite a través del terminal (S) del potenciómetro una señal de variación de voltaje de 0 a 5 voltios, puesto que se alimenta al sensor con 0 voltios al terminal (CW) y 5 voltios al terminal (CCW) tal como se hace referencia en la figura 3.15.

En la figura 3.18 se muestra el potenciómetro acoplado al soporte metálico y al engranaje de 81 dientes, y en la figura 3.19 se muestra la

ubicación del sensor en el interior del auto acoplado al engranaje de 22 dientes de la columna de la dirección.



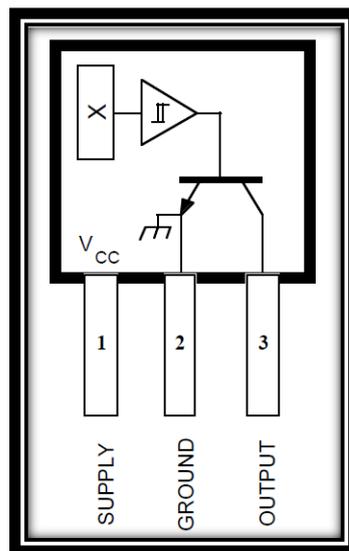
Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.
Figura 3.18 Acople del sensor de dirección.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.
Figura 3.19 Ubicación del sensor de dirección.

3.6.3 UBICACIÓN DEL SENSOR DE VELOCIDAD.

El sensor hall empleado para sensar la velocidad de vehículo es un switch magnético de tipo bipolar, por lo que es necesario acoplarlo con dos imanes permanentes con los campos magnéticos opuestos, con el fin de que emita una señal discreta por cada revolución del neumático; esta señal ingresa a una determinada frecuencia al microcontrolador, se la procesa y se obtiene el valor de velocidad del auto, el sensor dispone de tres terminales, los cuales se muestran en la figura 3.20 donde: al terminal supply se aplica 5 voltios, 0 voltios a ground y el terminal output es la salida por donde obtenemos una señal discreta entre 0 y 5 voltios.



Fuente: Allegro MicroSystems, Inc, en www.allegromicro.com

Figura 3.20 Descripción de pines del sensor de velocidad.

El sensor de velocidad fue fijado con steel epoxy⁸ en el plato del tambor de freno como muestra la figura 3.21, mientras que los dos imanes permanentes con los campos magnéticos opuestos fueron colocados equidistantes en el tambor de freno del neumático posterior derecho con el fin de que entre los imanes y el sensor exista una distancia capaz de

⁸ Steel epoxy Pegamento de alta resistencia (pegamento de dos toneladas)

que sea posible detectar el campo magnético tal como se muestra en la figura 3.22.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.21 Ubicación del sensor de velocidad.

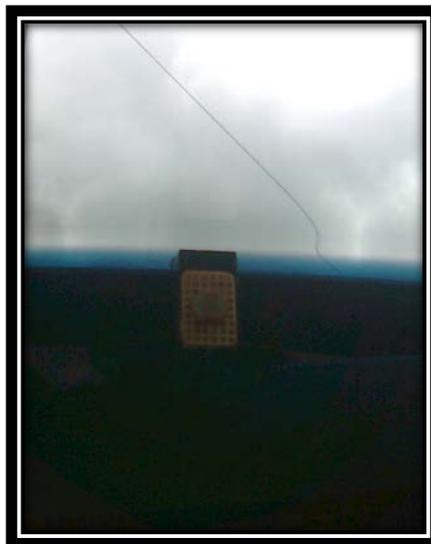


Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.22 Orificios para ubicar los imanes.

3.6.4 UBICACIÓN DEL SENSOR DE ILUMINACIÓN.

El sensor de iluminación fue ubicado dentro del vehículo en la parte superior del parabrisas sobre un soporte de madera de balsa tal como muestra la figura 3.23, para sensar la luz ambiente y el haz de luz proveniente de los vehículos que circulan en dirección opuesta; la variación de resistencia proveniente del sensor es ingresada a un pequeño circuito acoplador de impedancias con el fin de obtener una señal libre del efecto de carga e interferencias, que será ingresada al microcontrolador para que tome la decisión de encender las luces, apagar o realizar el cambio de luces.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.23 Ubicación del sensor de iluminación.

3.6.5 DISEÑO DEL CIRCUITO ACOPLADOR DE IMPEDANCIAS.

Con la finalidad de que no ocurra una pérdida de la señal proveniente de la fotorresistencia es necesario ingresarla al microcontrolador a través de un seguidor de tensión, para evitar el efecto de divisor de tensión y reducir

problemas de distorsión o pérdida de la señal. En la figura 3.24 se muestra el circuito del seguidor de tensión empleado.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.24 Circuito acoplador de impedancias.

3.6.6 DISEÑO DE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN.

La mayoría de circuitos empleados en el proyecto funcionan con niveles de voltajes TTL; y debido a que la fuente de alimentación del vehículo es la batería que entrega un voltaje de 12 voltios, es necesario de alguna manera obtener los voltajes requeridos para el funcionamiento de la mayoría de los circuitos, por lo que se agrupa los circuitos que tienen los mismos requerimientos en cuanto a voltajes y corrientes para diseñar las fuentes de alimentación para cada grupo.

Luego de realizar la agrupación se diseñó dos fuentes de características similares con voltajes de 5 voltios, en lugar de una sola con el doble de capacidad, una para el control de los cuatro sensores y la carga de los

motores del lado izquierdo del vehículo y otra para los motores correspondientes al lado derecho del vehículo y los módulos restantes.

En cuanto a carga se requiere de una corriente de 3.5 Amperios puesto que:

Consumo de los motores a pasos 1.3A.

Consumo máximo de los sensores 0.05A.

Fs = Factor de seguridad

Por lo tanto se requiere de una fuente de poder de 5 Voltios de salida y hasta 3.5 amperios.

$$I_{max} = (\text{corriente de motores} + \text{corriente de sensores}) \times F_s \quad \text{Ec. (3.7)}$$

$$I_{max} = (2 \times 1.3 + 4 \times 0.05) \times 1.25$$

$$I_{max} = (2.6 + 0.2) \times 1.25$$

$$I_{max} = 2.8 \times 1.25$$

$$I_{max} = 3.5 \text{ Amperios}$$

Para obtener estas características se recurre a una fuente de poder en base al regulador de voltaje LM338K, el cual mediante la configuración adecuada y la selección apropiada de los elementos discretos se puede obtener la fuente que cumpla los requerimientos del proyecto:

El voltaje de salida se obtiene mediante la ecuación siguiente:

$$V_{out} = 1.25 * \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) + I_{adj} * (R2) \quad \text{Ec. (3.8)}$$

$$5 = 1.25 * \left(1 + \frac{1000}{R1}\right) + 45 \mu A * (1000)$$

$$5 = \left(1.25 + \frac{1250}{R1}\right) + 0.045$$

$$5 - 0.045 = \left(1.25 + \frac{1250}{R1}\right)$$

$$R1 = \left(\frac{1250}{4.955 - 1.25}\right)$$

$$R1 = 337.38$$

Entonces para obtener los valores requeridos se asigna a R2 el valor de 1K Ω y se calcula la resistencia R1 de 337 Ω , pero como el valor estándar comercial más próximo es de 330 Ω por lo que la salida recalculada de nuestra fuente será de 5.08 voltios en la configuración que se presenta en la figura 3.25.

Valores sugeridos en este tipo de configuración:

$$C1 = 1 \mu F$$

$$C2 = 0.1 \mu F$$

$$C3 = 10 \mu F$$

$$R32 = 220 \Omega$$

Valor de resistencia calculado:

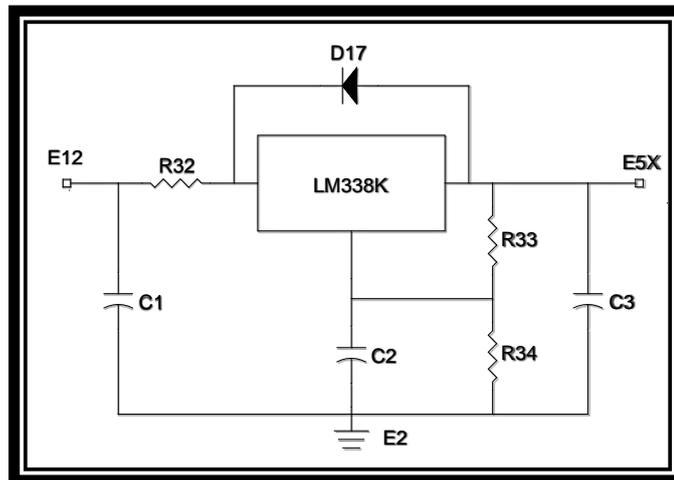
$$R33 = 330 \Omega$$

Valor de resistencia asumido para el cálculo:

$$R34 = 1000 \Omega$$

E12 = Voltaje de entrada 12 Voltios.

E5X y **E5Z** constituyen las salidas de 5 voltios, respectivas de las dos fuentes.



Fuente: <http://onsemi.com>.

Figura 3.25 Diagrama esquemático de la fuente de poder.

Cabe indicar que el diseño se lo realiza para una fuente, pero en el proyecto se emplean dos fuentes de las mismas características, las cuales se encuentran encapsuladas dentro de la caja que se muestra en la figura 3.26.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.26 Fuentes de poder de 5Vcc.

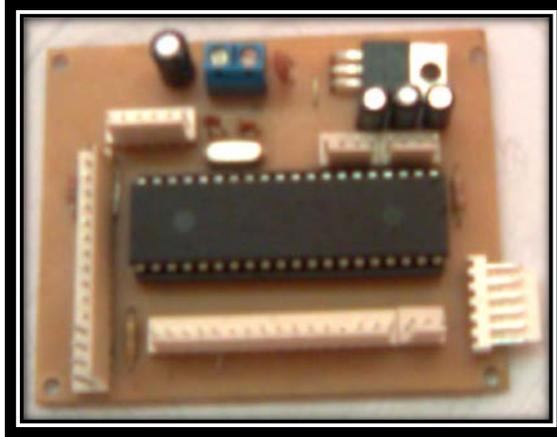
Para evitar las EMI⁹ que pueden presentarse al encender el motor, o variaciones de voltaje por el consumo de dispositivos del automóvil, y considerando que la placa de control que contiene al microcontrolador presenta un bajo consumo de corrientes se puede emplear una batería de 9V o conectar a la batería del automóvil por medio de una configuración apropiada con el regulador de voltaje 7805, y así obtener una alimentación constante e independiente para la placa de control.

3.6.7 UBICACIÓN DEL CIRCUITO DE CONTROL.

El circuito de control en términos computacionales constituye la tarjeta madre del sistema, puesto que es el circuito encargado de soportar al microcontrolador PIC 18F452, el mismo que debe ser de fácil remoción para efecto de prueba de desempeño o reprogramación, por lo tanto esta tarjeta contiene elementos auxiliares del microcontrolador tales como: el circuito oscilador, el circuito de reset, la alimentación y un sinnúmero de borneras para los puertos de entrada/salida que van destinadas a su función específica antes citada.

En la figura 3.27 se puede observar la placa con los componentes respectivos, donde resalta un zócalo de 40 pines donde va inmerso el microcontrolador para su fácil remoción.

⁹ EMI Interferencias Electromagnéticas



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.27 Placa de control.

3.6.8 UBICACIÓN DEL DISPLAY.

El display es un elemento cuya función es mostrar ciertos valores o parámetros de funcionamiento del sistema, la ubicación del mismo debe estar cerca al conductor para poder visualizar con rapidez y facilidad los parámetros por ello se coloca en la parte izquierda del tablero tal como se muestra en la figura 3.28, por ser un lugar que proporciona una visibilidad aceptable y no interfiere en la atención del conductor en cuanto al panel de instrumentos.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.28 Display en el tablero del vehículo.

3.6.9 UBICACIÓN DE LA BOTONERA REMOVIBLE.

Los conectores de las botoneras fueron colocados en la parte izquierda del tablero, y se colocó en esta ubicación con la finalidad de conectar las botoneras únicamente retirando la tapa de los fusibles y poder observar en el display los datos manipulados con la botonera.

Además hay que tener en cuenta que las botoneras no son necesarias durante el funcionamiento del programa, estas son removidas para evitar que el sistema sea manipulado de manera errónea o por personal no autorizado.

La botonera mostrada en la figura 3.29 es una pequeña placa que contiene cuatro pulsadores normalmente abiertos cuyos nombres y funciones se describen a continuación:

- a. Pulsador 1.-** Tiene la función de validar cuando se pulsa, así como ir cambiando de manera ascendente entre los números del 0 al 9 y el punto decimal.
- b. Pulsador 2.-** Es el pulsador encargado de validar la opción dentro de los menús cuando se pulsa, y también es el encargado de desplazar el cursor hacia la derecha con el fin de modificar el dato consecutivo.
- c. Pulsador E.-** Designado como pulsador enter o de acceso, permite acceder a los menús o guardar los datos modificados.
- d. Pulsador C.-** Es el pulsador que sirve para salir de los menús.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.29 Botoneras de configuración.

3.6.10 ELABORACIÓN DE LOS SOPORTES Y UBICACIÓN DE LOS MOTORES A PASOS.

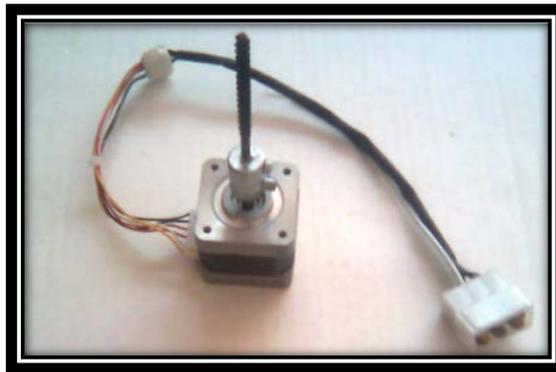
Tomando en cuenta que cada soporte debe sujetar dos motores a pasos y al faro, se utiliza una platina de 1 ½ por 1/8 para construir dos soportes, uno para el lado derecho y otro para el izquierdo como se muestra en la figura 3.30.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.30 Soportes para los motores.

Cada soporte sostiene al faro en tres posiciones, la primera es a través de una rotula que se acopla con una canastilla plástica que está ubicada en el marco del faro, el siguiente punto es mediante un tornillo de avance que se conecta al motor a pasos mediante un acople de 19mm x Ø14mm con dos prisioneros 3/16' que sujetan al eje del motor y por el otro extremo al tornillo de avance, como se indica en la figura 3.31, el motor se fija al soporte a través de una base de 38mm de altura sujetada por cuatro pernos m5 x 0.8 como se muestra en la figura 3.32 y el tercer punto que sostiene al faro tiene los mismos componentes del segundo punto, la diferencia radica en que el motor se fija al soporte a través de una base de 18mm de altura.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.31 Unión del motor al tornillo de avance.



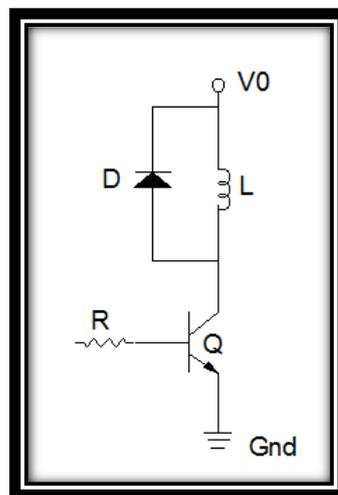
Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.32 Base de unión del motor al soporte.

3.6.11 ELABORACIÓN DE LOS CONTROLADORES DE LOS MOTORES A PASOS.

Debido que el microcontrolador maneja corrientes en el orden de los miliamperios, es necesario elaborar un circuito adicional conocido como driver o controlador que será el encargado de controlar las corrientes de consumo de los motores a pasos.

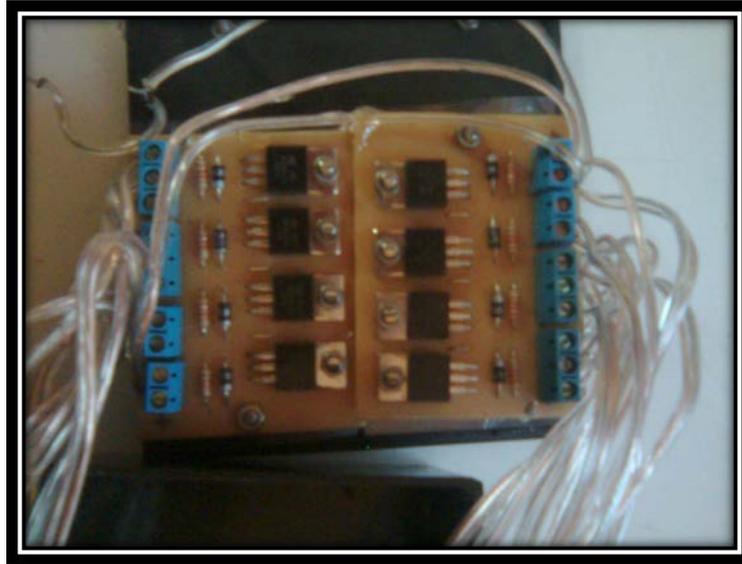
Existen algunas configuraciones de drivers para el tipo de motores unipolares que empleamos, en este caso optamos por la configuración que emplea un transistor TIP capaz de trabajar con las corrientes requeridas, además tiene un diodo de protección que permite que las corrientes circulantes que permanecen en las bobinas se descarguen a través del mismo, y las resistencias que limitan la corriente en la disposición mostrada en la figura 3.33.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.33 Esquema del controlador del motor a pasos.

En la figura 3.34 se muestran los controladores de los motores a pasos en la placa de control y dentro de una caja de soporte.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.34 Placas de los cuatro controladores de los motores.

3.6.12 ACOPLA DE LOS FAROS AL MECANISMO DE MOVIMIENTO.

Cada faro del vehículo posee un marco, el cual tiene tres puntos que se unirán al soporte de los motores, el primer punto tiene una canastilla plástica fijada con un par de tornillos, mientras que el otro punto posee un terminal de dirección de 8mm, modificado para colocar en el interior dos rodamientos de 1.8mm, con el objeto de permitir el avance del tornillo de avance (broca de 3/16), que permite realizar los movimientos requeridos por el sistema: arriba, abajo, derecha e izquierda y el siguiente punto de apoyo es igual al anterior, pero colocado en otra posición del marco. En la figura 3.35 se indica el terminal modificado convenientemente de acuerdo a las necesidades requeridas.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.35 Terminal modificado.

Los bombillos de xenón son de tipo H4 compatibles con el faro original del vehículo, estos disponen de las luces de carretera y de cruce en el mismo bombillo, el consumo es de 35 vatios lo que implica un consumo de potencia menor al de los bombillos estándar. En la tabla 3.14 se presentan las características del bombillo.

Tabla 3.14 Características técnicas del bombillo HID.

Tipo	HID
Vn	13.2 V
In	3.2 A
P out	35 W
Temp	-40° C / + 105° C

3.7 ELABORACIÓN DE LAS PLACAS ELECTRÓNICAS.

Para la elaboración de los circuitos electrónicos en las placas PCB¹⁰ de baquelita el primer paso es convertir el diagrama esquemático en una lista de nodos en los cuales se conectan los terminales o pines de los componentes. Usualmente el programa de captura de esquemáticos, es

¹⁰ PCB.- Printed Circuit Board., Placa de Circuito Impreso.

responsable de la generación de la lista de nodos, y esta lista es posteriormente importada al programa de ruteo.

Lo siguiente es determinar la posición de cada componente, la forma sencilla de hacer esto es especificar una rejilla de filas y columnas, donde los dispositivos deberían ir, y el programa asigna el pin 1 de cada dispositivo en la lista de componentes, a una posición en la rejilla, además se puede también asistir a la rutina de posicionamiento automático al especificar ciertas zonas de la tarjeta, donde determinados la posición de algunos componentes teniendo en cuenta que las corrientes elevadas requieren de pistas más anchas.

Luego el programa transfiriere la lista de pines a la lista de nodos y trata de rutear cada nodo en la lista de señales-pines, con pistas de conexión. Después del ruteo automático, usualmente hay una lista de nodos que deben ser ruteados manualmente o se debe emplear puentes de conexión.

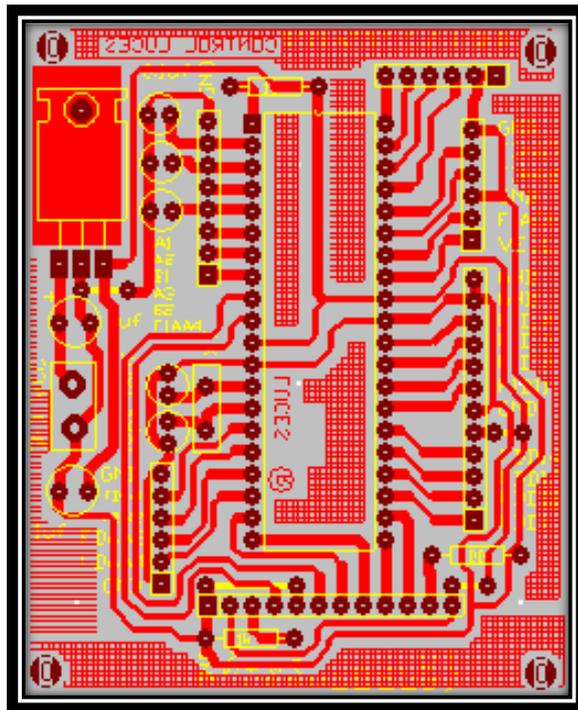
Una vez que se obtiene el diseño de nuestro circuito, se imprime en material termotransferible, para luego transferir a la placa de cobre mediante calor, de allí se procede al atacado químico con cloruro férrico para retirar el exceso de cobre quedando únicamente el patrón deseado de nuestras pistas, de cobre sobre la placa.

Al tener ya las placas con el circuito en ella el paso a seguir es la perforación de los orificios por donde ingresaran los terminales de los elementos.

El siguiente paso es fijar los elementos a la placa a través de los orificios para que queden fijas mecánica y eléctricamente, mediante la soldadura con estaño.

A continuación se muestran todas las placas ruteadas de nuestro proyecto.

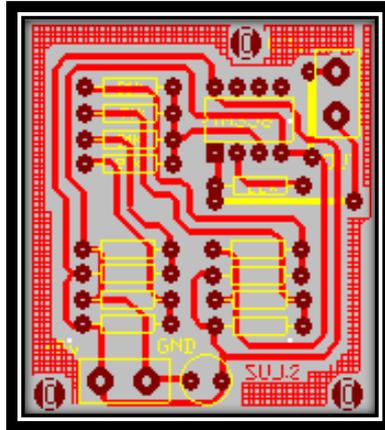
La figura 3.36 corresponde a la placa del control del sistema de luces, esta placa es la que contendrá el microcontrolador.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.36 Esquema de la placa de control.

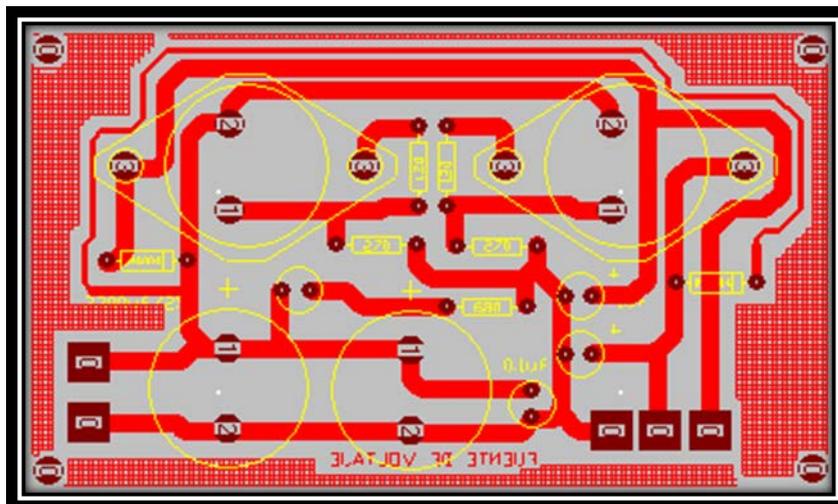
En la figura 3.37 se muestra el esquema correspondiente al circuito seguidor de tensión con la señal proveniente del sensor de luz.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.37 Esquema del circuito seguidor de tensión.

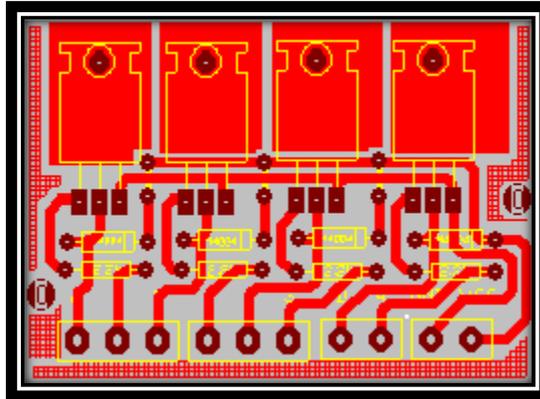
La figura 3.38 muestra el esquema de la fuente de poder empleada para el proyecto.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.38 Esquema de la fuente de poder.

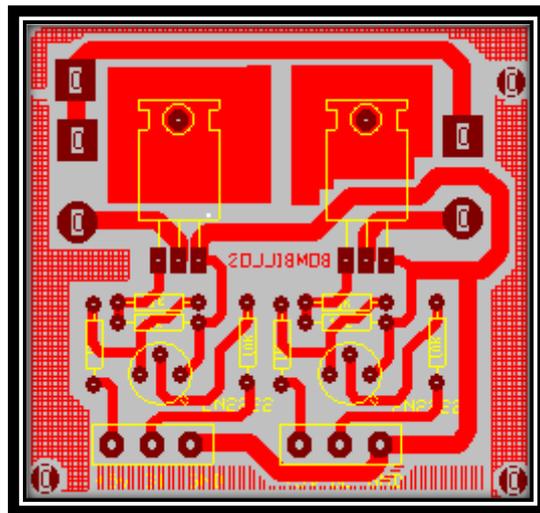
El esquema mostrado en la figura 3.39 corresponde al controlador de los motores empleados en el proyecto.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.39 Esquema del controlador del motor a pasos.

La figura 3.40 constituye el esquema de la placa encargada de realizar el cambio de luces del vehículo.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Figura 3.40 Esquema de la placa de cambio del luces.

3.8 ENLACE DE LOS SISTEMAS MECÁNICOS Y ELECTRÓNICOS.

- a. **Sistema.**- Conjunto de elementos, que relacionados entre sí de manera ordenada y secuencial contribuyen para alcanzar el propósito

deseado. En un sistema se pueden identificar entradas, procesos y salidas, entre los cuales se establecen relaciones e intercambios.

- b. Subsistema.-** Subconjunto de elementos de un sistema según el criterio que se clasifique o se pida que se haga la separación.
- c. Componente.-** Elemento que compone o integra un sistema o subsistema. Cada componente cumple una función específica dentro de un sistema. Si falla, se tiene que sustituir o arreglar para que el sistema continúe funcionando.
- d. Sistema Mecánico.-** Un sistema mecánico es un conjunto de elementos dinámicamente relacionados, que permiten producir, transmitir, regular o modificar movimiento. Cada componente cumple una función específica dentro del sistema.
- e. Sistema Electrónico.-** Un sistema electrónico es un conjunto de elementos dinámicamente relacionados, que permiten generar, conducir y recibir corriente eléctrica. Dependiendo de cómo estén dispuestos los elementos dentro del o los circuitos, las fallas o daños causados serán variables. Un problema en un componente puede producir una falla general, dañando un área extensa o una falla local, sin interrumpir todo el sistema.

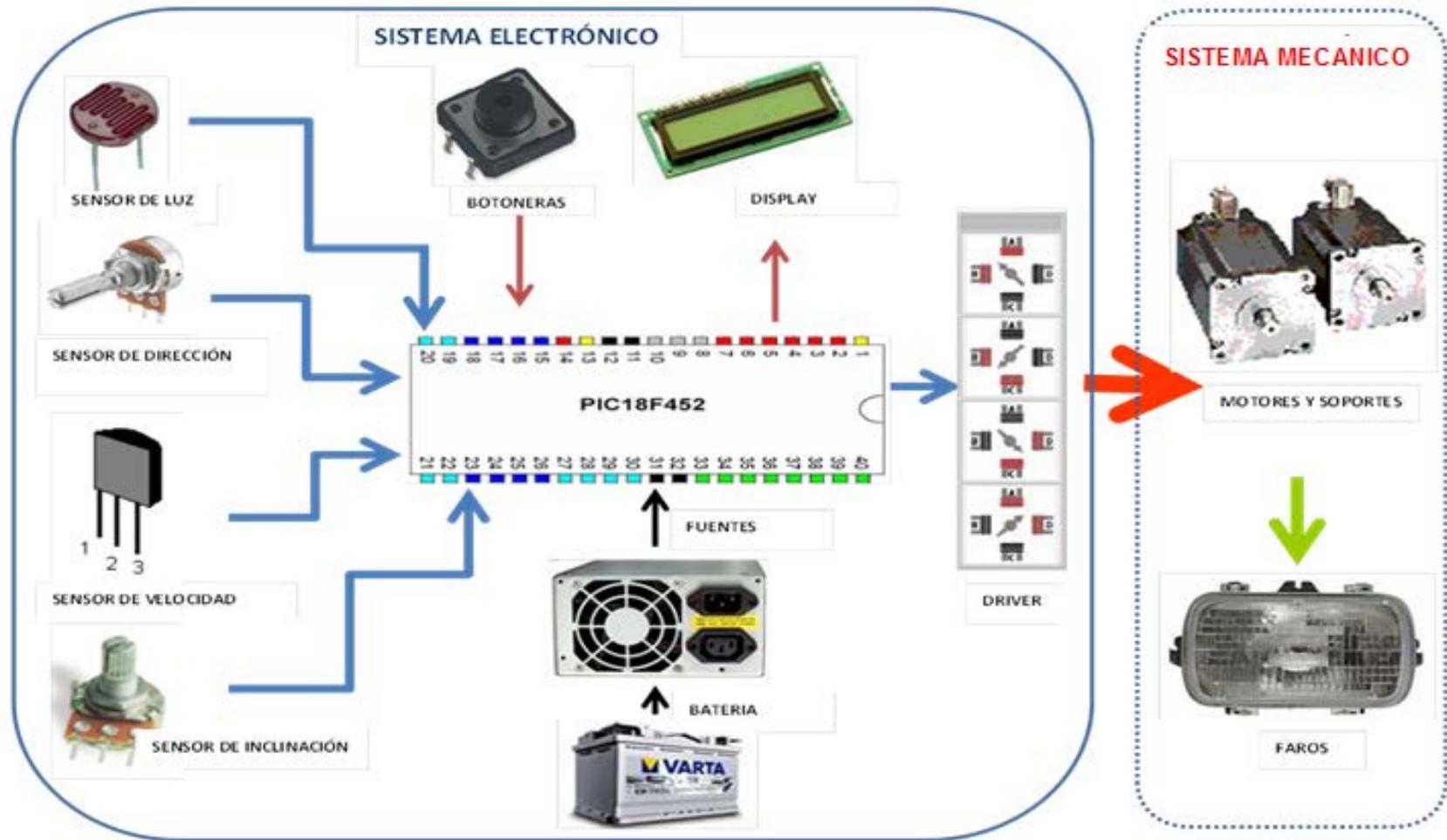
Por lo tanto para enlazar los sistemas mecánicos y electrónicos de nuestro proyecto se debe tener en cuenta la función específica que va a desempeñar cada componente de uno u otro sistema con el objetivo de ir relacionando los dos sistemas de una manera adecuada y conveniente para obtener una armonía entre los componentes.

Los componentes del sistema electrónico del proyecto lo constituyen; el sensor de luz, el sensor de velocidad, el sensor de dirección, el sensor de inclinación, el microcontrolador, la placa de control, el display, la botonera, los controladores de los motores, las fuentes de alimentación, el cableado y conectores o terminales.

Los componentes del sistema mecánico son los motores, los soportes, los acoples, y los faros; que forman los elementos actuadores del proyecto, debido a que son los elementos sujetos a las órdenes del sistema electrónico.

El sistema electrónico es el encargado de comandar a los componentes del sistema mecánico, en base a operaciones continuas predefinidas, teniendo en cuenta que todo este proceso se debe llevar a cabo de manera secuencial y en función de las señales receptadas por los sensores.

El enlace de los dos sistemas Mecánico y Electrónico se ilustra en la figura 3.41 donde la fusión de todos los sistemas constituya nuestro sistema de luces dinámicas.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez
 Figura 3.41. Enlace del sistema electrónico y sistema mecánico.

CAPÍTULO 4

4. PRUEBAS EXPERIMENTALES.

4.1 DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA.

El sistema presenta un amplio enfoque para que pueda ser instalado en cualquier vehículo sin mayores modificaciones, es por ello que se optó por empaquetaduras comerciales con el fin de facilitar el montaje de sistemas posteriores.

Para empezar a describir la ubicación física de los elementos constituyentes del proyecto lo haremos desde la parte delantera del vehículo hacia la parte posterior del mismo; por lo tanto los elementos que más adelante del vehículo se localizan son los faros, los cuales contienen a los bombillos de xenón con sus respectivos arrancadores, los faros se situaron sobre los soportes metálicos, los mismos que también sirven de soporte para los cuatro motores, que ubicados de manera conveniente producirán el movimiento de los faros. Los motores con sus terminales originales se encuentran unidos a un conector L12 que es un conector de 6 terminales de riel macho; este a su vez se encuentra conectado a su complemento el conector O05, y este se enlaza mediante un cable de control de 12 x 18 awg, el mismo que cruza desde el motor del vehículo hacia el habitáculo donde se conecta con la unidad de control; y bajo el asiento derecho en el interior del vehículo se ubicó una caja metálica de 8 breakers de (250 x 400mm), en la misma que se encuentra la unidad de control, los puntos de conexión de las fuentes alimentación, las señales de los sensores, el control de potencia de los motores a pasos, y también se desprenden dos cables UTP categoría 6 para la conexión del teclado y el LCD; es decir se encuentran las conexiones principales, de todos los componentes del sistema con sus respectivas marquillas.

En este mismo conjunto están ubicadas en posición horizontal, cuatro borneras tipo U380V-6A de doce puntos, las cuales se enumeraron como bornera 1, bornera 2, bornera 3 y bornera 4, designadas desde la parte posterior hacia la parte frontal, observado desde el lado derecho del automóvil; además existen dos borneras de seis puntos 600V-15A con tapa plástica colocadas en forma vertical, y designadas como borneras 5 y 6.

En la bornera 5 se conecta la alimentación de 12V con E (positivo) y E2 (negativo); por medio del cable 12 awg. procedente de la batería del vehículo; destinada para la alimentación del módulo de control del encendido y apagado de las luces altas (LF2 y LF1) y luces bajas (LS2 y LS1).

Una fuente de voltaje de 5V se ubica bajo el sistema de calefacción del vehículo, y se enlaza en la bornera 6 desde donde se deriva la alimentación del: sensor de luz, sensor de velocidad, sensor de inclinación y sensor de dirección.

La fotorresistencia de 11mm empleada como sensor de luz se ubicó en la parte superior del parabrisas, detrás del espejo retrovisor a través de un cable 16 awg se dirige a una caja plástica de color amarillento, la misma que contiene un circuito acoplador de impedancias que está colocado en forma lateral en la caja central de control y su alimentación proviene de la bornera 6 a través de los cables numero 18 etiquetados con SZ1 para el positivo y SZ2 negativo; la salida del circuito acoplador de impedancias es enviada a la bornera 3 a través de un cable 16 awg SL3, y esta señal será procesada por el microcontrolador.

El sensor de inclinación se ubicó en la carrocería del automóvil en la parte lateral derecha, el cual se encuentra cubierto por el tapizado lateral, la

alimentación se realiza desde la bornera 6 con cable número 16 awg, SI1 para positivo y SI2 para negativo, la señal de salida de este sensor se dirige a la bornera 3 etiquetada con SI3.

Para el sensor de velocidad se utilizó un hall-effect bipolar switches, el cual requiere de dos imanes que se colocaron en el tambor de freno del neumático posterior derecho colocados uno al frente del otro con polaridades alternadas, en tanto que el switch se acoplo al plato del freno, la alimentación se realiza desde la bornera 6 con SS1 (positivo) y SS2 (negativo), como la señal del sensor es de colector abierto se coloca una resistencia de 220Ω dirigiéndose a la bornera 3 con la etiqueta SS3.

Para el sensor de dirección se utilizaron dos engranajes, uno acoplado en la parte inferior de la columna de dirección de 22 dientes y el otro engranaje de 81 dientes fijado a un potenciómetro, la señal de salida de este sensor se dirige al microcontrolador con cable 14 awg. etiquetado con SX3, y en la bornera 6 se realiza la alimentación con cable 16 awg. etiquetados con SX1 para el positivo y SX2 para el negativo.

El LCD de 2 líneas de 16 caracteres se ensambló en una base de polietileno blanco al costado izquierdo del tablero, el mismo que sirve para visualizar el valor de giro de los neumáticos tanto a la derecha como izquierda y la velocidad del automóvil; la alimentación y datos recibidos del LCD se realiza a través de un cable utp. categoría 6 que se enlaza a la unidad de control.

Para configurar los valores de set points del sistema se requiere de un teclado, que utiliza cuatro pulsadores cuadrados de 6mm, conectado a un cable utp. de categoría 6 que se dirige a la unidad de control.

4.2 CONFIGURACIÓN INICIAL.

Una vez finalizado el montaje de todos los componentes necesarios del proyecto, el siguiente paso es realizar la configuración inicial del sistema, donde se fija el valor de algunos puntos de ajuste y ciertas limitantes, las mismas que dependen del vehículo en el que se instale el sistema y la percepción del conductor del vehículo.

A continuación se describen los niveles, límites y formato de cada una de ellas con sus figuras correspondientes:

Cuando se coloca el switch del vehículo en la posición de accesorios (ACC), y al encender el interruptor del sistema, la primera pantalla que presenta el display es la indicada en la fig. 4.1.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.1 Pantalla inicial de presentación del sistema.

Después de transcurrir esta pantalla por alrededor de una fracción de segundo se presenta la pantalla mostrada en la figura 4.2, la misma que presenta tres posibles acciones: INICIO=1, se puede presionar el pulsador uno de la botonera y con esta acción el sistema se activa y prueba si los datos ingresados de las variables; si son correctos inicializa el sistema. CAL=2, al presionar el pulsador número dos de la botonera el sistema

permite ingresar a los submenús de calibraciones y la tercera opción se presenta si el usuario no presiona ninguno de los dos pulsadores, el sistema transcurrido veinte segundos se inicializa automáticamente, esto con la finalidad de que el sistema una vez calibrado y listo para usarse no es necesario ninguna calibración adicional, y el usuario cada vez que utilice el vehículo no este inicializando el sistema, sino que el sistema ya transcurrido el tiempo determinado se inicialice solo; de esta manera se puede retirar la botonera sin ningún compromiso.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.2 Pantalla de ingreso al menú principal.

Para inicializar la calibración del sistema se elige la opción CAL=2, ingresando al submenú mostrado en la figura 4.3, donde se tiene la posibilidad de calibrar con S.LUZ=1 los niveles de los sensores de luz, con S.INC=2 los niveles del sensor de inclinación, además al presionar el pulsador número tres de la botonera se tiene la posibilidad de calibrar los faros y la velocidad, submenú que se explicará posteriormente.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.3 Pantalla de submenú de ingreso a las calibraciones.

Escogiendo la opción S.LUZ=1 se despliega la pantalla mostrada en la figura 4.4, permitiéndonos escoger entre el submenú de BAJAS=1 y ALTAS=2.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.4 Pantalla de calibración del sensor de luz.

En esta ocasión al escoger la opción de BAJAS=1, el display muestra la figura 3.5, siendo la pantalla donde se puede calibrar un valor entre 0,1 y 9,9; siendo un valor cuantitativo proporcionado a la intensidad de luz, con el fin de dar un valor donde se desee que las luces bajas se enciendan; es decir, si se desea que se encienda apenas se está ocultando el sol debería ir con un valor cercano a uno, y si se desea que se encienda conforme va oscureciendo el nivel que se ingresa debe ir incrementando dependiendo de la percepción y de la capacidad visual del conductor.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.5 Pantalla de calibración del nivel de luz baja.

Si en el submenú de la figura 4.4 se presiona el pulsador que corresponde a la calibración de las luces altas con ALTAS=2, el programa desplegará el menú de la figura 4.6, donde se puede calibrar el valor de encendido de las luces altas, el cual lógicamente deberá ser mayor al valor ingresado de luces bajas, es decir hasta 9,9, el programa se encargará de validar los valores, en caso de error el display desplegará un mensaje indicando que los valores se encuentran fuera de rango.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.6 Pantalla de calibración del nivel de luz alta.

La figura 4,7 es la imagen del display que muestra el menú de calibración del sensor de inclinación, el mismo que presenta dos posibilidades de calibrar al sistema: inclinación INCLI=1, y declinación DECLI=2.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.7 Pantalla de calibración del sensor de inclinación.

El dato que se calibrará en el menú del sensor de inclinación de la figura 3.8, es un valor comprendido entre 1 y 35, es un valor limitante de rango de funcionamiento de la corrección del sistema, siendo una aproximación a los grados de inclinación donde el sistema no reaccionará; por ejemplo al fijar un valor de 5 el sistema funcionara solo después que el vehículo se incline más de 5 grados, esta limitante tiene la finalidad de no tener oscilaciones innecesarias en inclinaciones pequeñas.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.8 Pantalla de calibración del dato de inclinación.

El dato del sensor de declinación tiene una limitante similar al sensor de la inclinación, es decir se puede definir el valor desde donde inicia la corrección, y está comprendida de igual manera entre 1 y 35, debido a que se calibran de manera independiente es posible que el dato de

inclinación sea diferente a la declinación, la pantalla se muestra en la figura 4.9.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.9 Pantalla de calibración del dato de declinación.

Como se explicó en el menú de calibración de la figura 4.2, al presionar el pulsador tres se accede al submenú de calibración de los faros y velocidad, pantalla que se muestra a continuación en la figura 4.10.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.10 Pantalla de calibración de faros y velocidad.

Al optar por la calibración de los faros FAROS=1, se accede al submenú donde se debe escoger entre calibrar el faro izquierdo F.IZQ=1, o F.DER=2 para calibrar el faro derecho respectivamente tal como indica la figura 4.11.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.11 Pantalla de calibración de los faros.

Ingresando a la calibración del faro izquierdo, dentro del submenú presentado en la figura 4.12, se puede calibrar el número de pasos hacia la izquierda y hacia la derecha, que deseamos que avance el motor para realizar la corrección adecuada del haz de luz; el valor ingresado es un multiplicador del número de pasos del motor y está comprendido entre 1 y 300, con el fin de conseguir el desplazamiento angular necesario del motor, como se muestra en los menús de las figuras 4.12, 4.13 y 4.14.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.12 Calibración del número de pasos del faro izquierdo.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.13 Calibración del número de pasos hacia la izquierda del faro izquierdo.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.14 Calibración del número de pasos hacia la derecha del faro izquierdo.

Si en el submenú mostrado en la figura 4.12 se presiona el pulsador número 3 ingresa a otro submenú, donde permite calibrar los valores de UP=1 y DOWN=2, que constituyen el número multiplicador que modifica el número de pasos que asciende o desciende el faro izquierdo, como se muestra en las configuraciones de las figuras 4.15, 4.16 y 4.17.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.15 Pantalla de calibración del faro izquierdo.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.16 Calibración del número de pasos ascendentes del faro izquierdo.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.17 Calibración del número de pasos descendentes del faro izquierdo.

Si en el menú mostrado en la figura 4.12 se activa la opción de calibración del faro derecho se muestra la pantalla mostrada en la figura 4.18, permitiendo realizar las calibraciones para el faro derecho, siendo

similares a las realizadas en el faro izquierdo, bajo los mismos criterios y valores admisibles tal como se muestra en las figuras consecuentes de la 4.18 a la 4.23 respectivamente.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.18 Calibraciones del faro derecho.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.19 Calibración del número pasos hacia la izquierda del faro derecho.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.20 Calibración del número pasos hacia la derecha del faro derecho.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.21 Pantalla de calibración ascendente y descendente del faro derecho.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.22 Calibración del número pasos ascendentes del faro derecho.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.23 Calibración del número pasos descendentes del faro derecho.

Otra de las calibraciones necesarias del sistema es el rango de velocidad dentro del cual funcionará el sistema, se ingresa a través de la opción 2 del menú mostrado en la figura 4.10, para calibrar con V.MAX=1 o V.MIN=2, como se indica en el submenú mostrado en la figura 4.24.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.24 Pantalla de calibración de la velocidad máxima y mínima.

En la opción V.MAX=1, se ingresa a la pantalla mostrada en la figura 4.25, donde permite ingresar la limitante de velocidad máxima del sistema, es decir esta calibración indica hasta qué velocidad responde la corrección del sistema, con esta calibración si el vehículo supera la velocidad, los faros no seguirán la dirección de los neumáticos, pero esta limitante tiene acción sobre la corrección del haz de luz, más no en la condición de iluminación en la que se encuentre circulando el vehículo; por ejemplo si el límite fijado es 80 Km/h, y el vehículo excede la velocidad con las luces encendidas, los faros se colocan en la posición de cero desviación, pero las luces siguen encendidas y se realizan los cambios de luces necesarios.

Esta limitante es creada con la finalidad de asegurar la velocidad de respuesta del sistema; puesto que si la velocidad de circulación del vehículo es alta ya no sería necesaria una desviación del haz de luz, que por condiciones de tiempo de respuesta pudiera tardarse en regresar a la posición deseada; por ejemplo al adelantar a otro vehículo se realiza a alta velocidad y se regresa lo más pronto posible al carril, por tal razón para evitar problemas en estas condiciones se ha creado esta limitante.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.25 Pantalla de calibración de la velocidad máxima.

En la figura 4.26 se muestra la calibración de la velocidad mínima de acción del sistema, y esta condición es requerida cuando el vehículo circula a reducida velocidad, ya sea al cruzar por un muro rompe velocidades o por un camino lleno de baches, donde no es necesaria la corrección del haz de luz; pero se debe tener en cuenta que solo se limita la corrección del haz de luz y no el encendido o cambio de estado de las luces.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.26 Pantalla de calibración de la velocidad mínima.

Cada vez que se ordene al sistema guardar el dato calibrado presionando el pulsador tres de la botonera, aparecerá una pantalla que confirma que se ha validado y guardado perfectamente el dato en el programa mediante un mensaje de confirmación GUARDANDO DATOS ESPERE... tal cual se muestra en la figura 4.27.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.27 Pantalla de validación y confirmación de los datos.

Puede darse el caso que los datos ingresados no estén dentro de los valores admitidos, o el formato permitido, (enteros o decimales) se mostrará como en la figura 4.28 una pantalla con el mensaje ¡ERROR!!!...DATOS FUERA DE RANGO, indicando que los datos no fueron guardados, con la finalidad de que se ingrese nuevamente los valores admitidos en cada configuración.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.28 Pantalla de alerta de los datos fuera de rango.

El sistema al encenderse siempre presenta la opción de INICIO=1 o CAL=2, pero como se ha concluido con la calibración de todos los valores, se presiona el pulsador 1 o se espera a que transcurran 20 segundos y el sistema arranca automáticamente indicando de manera continua las

condiciones de velocidad y dirección del vehículo; como se muestra en la figura 4.29 el vehículo no se encuentra en movimiento y tampoco tiene los neumáticos desviados.



Fuente: Nelson Orosco, Cristhian Sánchez.

Fig. 4.29 Pantalla del sistema en funcionamiento.

4.3 ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO.

Para la implementación de un sistema de luces dinámicas se debe tener en cuenta dos consideraciones principales: el factor económico y la disponibilidad técnica de los componentes. Se recomienda reutilizar los componentes que sea pertinente hacerlo, previo un análisis técnico de funcionalidad para posteriormente cuantificar la inversión realizada, y considerar la disponibilidad o continuidad de los componentes en el mercado local.

En las siguientes tablas se muestra el costo de los elementos utilizados para el desarrollo e implementación del proyecto.

Tabla 4.1 Detalle de costos de la placa de control

Elementos	Cantidad	Precio Unitario (UDS)	Subtotal (UDS)
LCD 2x16	1	8,5	8,5
Pic 18F452	1	14,5	14,5
Cristal 10 Mhz	1	1,2	1,2
Condensador 18pf	2	0,2	0,4
LM 7805	1	0,6	0,6
Condensador 1uf/50v	2	0,1	0,2
Resistencia 100Ω	1	0,04	0,04
Resistencia 1kΩ	1	0,04	0,04
Condensador 10uf/50v	3	0,1	0,3
Bornera 2h	1	0,25	0,25
Conector sip 16p	2	1,2	2,4
Conector sip 6p	2	0,45	0,9
Conector sip 4p	2	0,35	0,7
Conector sip 3p	1	0,25	0,25
Interruptor 2p	1	0,35	0,35
Conector batería	1	0,35	0,35
Cinta ribbon	40	0,06	2,4
Borneras negras 6H	2	1,15	2,3
Tornillos 3/8"	4	0,04	0,16
Baquelita 77mm x 62mm	1	8,5	8,5
Caja plástica dexion	1	2,5	2,5
Tapa acrílica	1	1,5	1,5
		Total 1 =	48,34

Tabla 4.2 Detalle de costos de la botonera.

Elementos	Cantidad	Precio Unitario (UDS)	Subtotal (UDS)
Micro pulsadores 6mm	4	0,25	1
Conector sip 3p	1	0,25	0,25
Conector sip 2p	1	0,2	0,2
Baquelita 18 x 70mm	1	3	3
Cable UTP 4pr	2	0,5	1,0
		Total 2 =	5,45

Tabla 4.3 Detalle de costos de las fuentes de alimentación.

Elementos	Cantidad	Precio Unitario (UDS)	Subtotal (UDS)
LM317k	2	8,5	17
Condensador 4700uf/25v	2	2,2	4,4
Condensador 1uf/50v	2	0,1	0,2
Condensador 0,1uf/50v	1	0,1	0,1
Diodos 1N4007	2	0,1	0,2
Resistencias 120Ω	2	0,04	0,08
Resistencias 390Ω	2	0,04	0,08
Resistencias 680Ω	1	0,04	0,04
Diodo led	1	0,1	0,1
Cable rojo	2,3	0,2	0,46
Cable azul	2,3	0,2	0,46
Tornillos 3/8"	6	0,04	0,24
Cable #22	0,42	0,22	0,0924
Baquelita 10cm x 6cm	1	8,5	8,5
Disipador 170mm	1	1	1
Caja plástica negra	1	5	5
		Total 3=	37,95

Tabla 4.4 Costo de los controladores de los motores a pasos.

Elementos	Cantidad	Precio Unitario (UDS)	Subtotal (UDS)
TIP 121	16	1,2	19,2
Resistencia 2,2kΩ	16	0,04	0,64
1N4007	16	0,1	1,6
Bornera 3h	8	0,35	2,8
Bornera 2h	8	0,25	2
Baquelita 65 x 45mm	4	8,5	34
Cable #22	38	0,22	8,36
Bornera 6h	1	1	1
Cable rojo	0,3	0,2	0,06
Cable azul	0,3	0,2	0,06
Mica	4	0,1	0,4
Caja negra proyecto	1	5	5
Tornillos 3/8"	24	0,04	0,96
		Total 4=	76,08

Tabla 4.5 Detalle de costos del módulo de control de las luces.

Elementos	Cantidad	Precio Unitario (UDS)	Subtotal (UDS)
Bornera 3h	2	0,35	0,7
2N2222	2	0,1	0,2
IRF Z44	2	1,5	3
Resistencias 220Ω	8	0,04	0,32
Baquelita 100x 60mm	1	8,5	8,5
Tornillos 3/8"	4	0,04	0,16
Mica	1	0,1	0,1
Kit de luces xenón	1	250	250
		Total 5=	262,98

Tabla 4.6 Detalle de costos de los sensores y módulo de sensores.

Elementos	Cantidad	Precio Unitario (UDS)	Subtotal (UDS)
Fotorresistencia	1	1	1
Borneras 2h	2	0,25	0,5
Potenciómetros 5K Ω	2	0,5	1
Engranajes	2	1	1
Base 8p	1	0,1	0,1
Platina	0,3	1,5	0,45
Resistencias 91k Ω	4	0,04	0,16
Resistencia 22k Ω	1	0,04	0,04
Condensador 10uf/50v	1	0,1	0,1
Baquelita 42 x 45mm.	1	8,5	8,5
LM358	1	0,55	0,55
Cable #22	1	0,22	0,22
Sensor hall 3132	1	5,8	5,8
Resistencia 100 Ω	2	0,04	0,08
2N3904	1	0,1	0,1
Bornera 2h	3	0,25	0,75
Baquelita 50 x 75mm	1	1	1
Plomada	1	2	2
Imanes cilíndricos \varnothing 12x10mm	2	1	2
		Total6=	25,35

Tabla 4.7 Detalle de costos del armario de control.

Elementos	Cantidad	Precio Unitario (UDS)	Subtotal (UDS)
Caja de 8 breaker	1	25,5	25,5
Cable de control 12x18 awg	6	2,5	15
Manguera flexible 3/8	4	0,2	0,8
Marquillas	60	0,5	3
Cable #16	40	0,22	8,8
Cable #18	30	0,18	5,4
Terminales tipo uña 22-16	8	0,04	0,32
Terminales tipo punta	22	0,03	0,66
Terminales tipo anillo	10	0,04	0,4
Terminales tipo riel h	4	0,05	0,2
Terminales tipo riel m	4	0,05	0,2
Terminales tipo uña 12-10	6	0,05	0,3
Borneras tipo u 12h	4	0,5	2
Estaño	2	0,5	1
		Total 7=	63,58

Tabla 4.8 Detalle de costos de los motores y soportes.

Elementos	Cantidad	Precio Unitario (UDS)	Subtotal (UDS)
Motores a pasos	4	6	24
Conector O05	4	1,2	4,8
Acoples	4	2	8
Tornillos para madera de 3'	4	0,04	0,16
Pernos m6 1'	10	0,04	0,4
Platina de 1 1/2x1/8	1	2,5	2,50
Electrodos	1	1,5	1,5
Interruptor de tres posiciones 10A	1	1,8	1,8
Porta fusible	1	0,5	0,7
		Total8=	43,86

Tabla 4.9 Costos de mano de obra y accesorios de oficina.

Elementos	Cantidad	Precio Unitario (UDS)	Subtotal (UDS)
Mano de obra	2	125	250
Impresiones	500	0,05	25
Empastados	4	10	40
Internet	35	0,6	21
		Total 9=	336

Tabla 4.10 Detalle de costos totales del proyecto.

Subtotales	Costo (UDS)
TOTAL1	48,34
TOTAL2	5,45
TOTAL3	37,95
TOTAL4	76,08
TOTAL5	262,98
TOTAL6	25,35
TOTAL7	63,58
TOTAL8	43,86
TOTAL9	336
TOTAL	899,59

Por lo tanto el costo total del proyecto es de aproximadamente 900 dólares americanos.

4.4 PRUEBAS DE CONSUMO Y AUTORREGULACIÓN

Para determinar si existe diferencia en cuanto al consumo eléctrico de los dos sistemas, es necesario realizar una comparación, entre el consumo eléctrico del sistema inicial, frente al consumo del sistema dinámico

completo, para lo cual se enumeran los componentes involucrados con sus parámetros eléctricos en la tabla 4.11.

Tabla 4.11 Comparación del consumo eléctrico de los sistemas.

Sistema Inicial					Sistema Dinámico			
Elementos	In (A)	Vn (V)	Cantidad de Elementos	Pn (W)	In (A)	Vn (V)	Cantidad de Elementos	Pn (W)
Batería	45 Ah	12	1	540	45 Ah	12	1	540
Bombillos	8,33	12	2	200	2,5	12	2	60
Motores	-	-	-	-	1,2	5,16	4	24,76
Módulo de Control	-	-	-	-	25×10^{-3}	5	16	2
Consumo Total de Potencia				200	Consumo Total de Potencia			86,76

En base a los resultados obtenidos se puede observar que el sistema dinámico actual, a pesar de disponer de una mayor cantidad de elementos en el sistema presenta un consumo de potencia menor, de 220 vatios a 87 vatios, lo cual asegura la reserva de la batería del vehículo, que tiene una capacidad de reserva de 20A de 72 min.

Al realizar las pruebas de autorregulación de las luces, se comprobó que estas luces dinámicas SI se encendieron o apagaron al atardecer y amanecer respectivamente, o en condiciones ambientales hostiles tales como lluvia, neblina o al circular por un túnel.

Además se comprobó que en una conducción normal en tramos de carreteras con alumbrado público y que carezcan del mismo, las luces cambiaron de bajas a altas o viceversa según el caso, y para realizar el cambio la señal es la intensidad de luz recibida de los vehículos que

circulan en sentido contrario, y tomando en cuenta que entre conductores difiere la percepción de la intensidad de luz, esto no constituye problema puesto que se pueden configurar fácilmente los umbrales de las luces mediante las calibraciones.

4.5 PRUEBAS DE GIRO

Estas pruebas se realizaron en curvas pronunciadas donde se puede visualizar la utilidad de este tipo de sistema, al alumbrar el lado donde se dirige el vehículo, con la finalidad de obtener una mejor visión de la curva o de obstáculos que puedan estar presentes en las carreteras para lo cual, con el fin de registrar la ventaja del sistema se optó por fotografiar la pruebas que se realizaban tanto con el sistema original como con el sistema actual, también con el objetivo de tener otro punto de vista fue necesario recurrir a la opinión de otros conductores que conduzcan el vehículo e indiquen sus observaciones con el fin de mejorar, corregir o finiquitar ya con las pruebas de campo realizadas.

4.6 PRUEBAS DE NIVEL

Para realizar estas pruebas fue necesario circular por las calles que presenten diferentes grados de pendientes, para ello realizamos las pruebas ascendiendo y descendiendo por las carreteras en dos condiciones: con el vehículo únicamente con el conductor y con el vehículo a plena carga (5 personas), observando la funcionalidad de esta corrección en cada condición de prueba.

El rango de desplazamiento de los faros para esta corrección no es la misma donde se corrige el haz en función de la dirección, porque el sensor no se desplaza en todo su rango puesto que no existen pendientes

tan pronunciadas por donde sea posible circular; a esta corrección de nivel se le podría sacar un mayor provecho en un vehículo como una camioneta a plena carga, debido que al circular en esta condición ya presenta una inclinación.

Cabe recalcar que para las pruebas de Autorregulación, Giro y Nivel fue necesario recurrir a algunos conductores voluntarios para probar el sistema con el fin de obtener otros puntos de vista, así como mejoras, sugerencias o modificaciones necesarias al sistema, estas pruebas fueron necesarias con la finalidad de obtener un mejor desempeño del sistema de iluminación puesto que es muy importante para una circulación segura.

4.7 PRUEBAS DE FIABILIDAD

Al conducir con este sistema el conductor disfruta de mayor confort y una conducción más segura al dirigir el vehículo por la noche, debido a que las luces de xenón son de color blanco (8000°K)¹¹ parecidas a la luz del día, en comparación con la luz halógena de color amarillento (4000°K); es decir se consiguió alumbrar un mayor rango de visión enfocando el haz de luz hacia donde se dirige el auto ya sea en curvas o pendientes, además el conductor no tiene que preocuparse de realizar el cambio de luces, de bajas a altas o viceversa, tampoco de encender las luces al oscurecer o en zonas con ausencia de luz, o apagarlas cuando se presente el amanecer etc.

Aunque el automóvil se encuentra sometido a diferentes condiciones tales como: mecánicos (vibraciones, golpes), climáticos (temperatura, humedad), químicos (salpicaduras de agua, combustible, aceite motor, residuos de asbesto, polvo), y electromagnéticos (interferencias,

¹¹La Temperatura de color de una fuente de luz se define comparando su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un cuerpo negro calentado a una temperatura determinada.

sobretensiones, inversión de polaridad), por estas condiciones, los sensores deben estar en la capacidad de resistir estos esfuerzos.

Por tal motivo fue necesario emplear los sensores que más se ajusten a las necesidades requeridas, y ubicarlos en sitios apropiados; por ejemplo los potenciómetro presentan una resistencia de temperatura de -20°C a 70°C pero no son resistentes al agua, debido a esto se colocaron en el interior del vehículo, y poseen una vida útil de 100000 ciclos aproximadamente, la fotorresistencia posee una inmunidad de temperatura de -60°C a 75°C pero esta no posee protección de vidrio propia de la fotorresistencia para condiciones químicas, en tanto que el sensor hall trabaja perfectamente desde -40°C a 150°C presentando una alta resistencia a las condiciones ambientales, lo cual facilitó la ubicación en el exterior del vehículo, además este sensor posee integrado un regulador de voltaje, un circuito para estabilizar la temperatura, lo cual constituye una mejora en la fiabilidad del sensor.

El sistema cuenta con un interruptor principal, el cual permite conmutar entre el sistema dinámico y el sistema convencional, con la finalidad que si por alguna causa uno de los componentes del sistema dinámico llegase a colapsar, el vehículo circule con el sistema convencional pero obviamente con los bombillos de xenón.

Los sensores fueron colocados de manera conveniente para ser reemplazados fácilmente en caso de colapsar, así aseguramos la confiabilidad del sistema.

4.8 ALCANCES Y LIMITACIONES.

Al concluir con el proyecto actual se observó que se cumple con las metas citadas del proyecto y denota las siguientes limitaciones:

- En el encendido inicial se tarda hasta alcanzar la máxima intensidad de luz.
- Los bombillos necesitan equipo electrónico propio de encendido y control.
- Los bombillos son susceptibles a dañarse por condiciones de humedad o cambios frecuentes de estado de iluminación.
- Los bombillos son más susceptibles a fallas causadas por el mal estado de las baterías.

El proyecto modificó el sistema de iluminación convencional permitiendo obtener algunos de los siguientes alcances:

- Este tipo de luces puede ser instalado en cualquier tipo de vehículo.
- Con este sistema se logró automatizar el encendido, apagado y direccionamiento de las luces.
- Aumento el confort y la seguridad en la conducción nocturna.
- El conductor logra una mayor concentración para conducir, al despreocuparse del sistema de luces.
- Los bombillos consumen menor potencia, por lo cual existe menos pérdidas de potencia convertida en calor.
- Este proyecto puede ser un peldaño con el fin de realizar proyectos más ambiciosos en la automatización de un vehículo.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Al finalizar la implementación del sistema de luces dinámicas de xenón se puede compartir las siguientes conclusiones:

- Finalizado el proyecto se logró cumplir con el objetivo general que consistía en diseñar e implementar el control de luces dinámicas de xenón a instalarse en el automóvil Suzuki I de la Distribuidora RG.
- Para que sea posible la automatización del sistema de luces del vehículo se conoció el funcionamiento de mismo.
- Para realizar las conexiones del sistema dinámico fue conveniente interpretar los diagramas eléctricos del sistema de iluminación.
- Considerando la funcionalidad y características de los microcontroladores se empleó el PIC 18F452 para automatizar el sistema de luces.
- En la selección de los elementos electrónicos y mecánicos indispensables para el desarrollo del proyecto, se tomó en cuenta las características eléctricas, mecánicas así como la vulnerabilidad a las condiciones ambientales.

- Reutilizamos los faros del vehículo ensamblándolos en bases para poderlos mover de acuerdo a las necesidades requeridas.
- Para llevar a cabo el control del sistema de luces del automóvil fue necesario enlazar los sistemas mecánicos con los sistemas electrónicos, empleando al microcontrolador como vínculo entre los elementos.
- El consumo de potencia total del sistema disminuyó de 200 a 87 vatios, por lo tanto no se requiere de una batería de mayor capacidad, asegurando la reserva disponible de la batería instalada.
- Todos los componentes empleados en el desarrollo del proyecto se encuentran con facilidad en el mercado nacional.
- El sistema de luces dinámico provee una conducción más segura y confortable para el conductor mejorando la visibilidad al enfocar el haz de luz hacia donde se dirige el vehículo y suprimiendo las tareas de encendido, apagado y cambio de luces.

5.2 RECOMENDACIONES

Para un mejor desempeño del proyecto se pone a consideración las siguientes recomendaciones:

- Para concluir con un proyecto en el menor tiempo posible es conveniente realizar todo el proceso de manera continua, lógica y sistemática.

- Para realizar la automatización de algún sistema en particular es necesario ponerse al tanto del funcionamiento recurriendo a los manuales o información técnica existente.
- Antes de encender las luces se recomienda comprobar todas las conexiones, ya que una mala conexión provocaría un déficit en el rendimiento o destello de las luces.
- Para realizar la selección del microcontrolador es necesario realizar un bosquejo del programa con la finalidad de proyectar los recursos que debe disponer el microcontrolador, como la capacidad de memoria, número de puertos de entrada/salida y velocidad de respuesta.
- Se debe proteger cada componente del sistema, de los agentes externos propios de cada sitio y realizar la limpieza o lubricación periódica según el caso.
- No tocar el bulbo de cristal con las manos durante la instalación, hacerlo únicamente por la base y tenga precaución de no romperlo puesto que es muy frágil.
- Se debe tener la certeza de que un componente es reutilizable para evitar el remplazarlo posterior.
- El campo de los microcontroladores es muy amplio, por ello es necesario seguirlo explorando, ya que siempre existe algo que se puede automatizar para evitar tareas monótonas o tardías.
- Se debe mantener encendido el vehículo durante las pruebas de calibración de las luces, de no hacerlo de esta manera la reserva de la

batería se agota debido al consumo de potencia de los elementos que intervienen en el sistema.

- Los elementos deben ser seleccionados adecuadamente, y en caso de no existir en el mercado local o nacional no escatimar en conseguirlo fuera así garantizamos el desempeño y funcionamiento del proyecto.
- El campo de la Autotrónica avanza a pasos agigantados, por esta razón se recomienda continuar con proyectos de esta índole, con la finalidad que este sea considerado únicamente como una evolución en la automatización global de un automóvil.

A continuación se cita algunas recomendaciones sugeridas para la instalación y el mantenimiento del kit de luces xenón.

- Para realizar la instalación de una manera segura se debería hacer cuando el motor este totalmente frio, la fuente desconectada y el vehículo estacionado en un lugar apropiado.
- Solo personal autorizado podrá hacer un ajuste en la instalación de la luz, por ningún motivo intente hacer un ajuste sin previo conocimiento debido a que podría ocasionarse un accidente.
- Recuerde que su batería necesita estar en óptimas condiciones para el buen funcionamiento de las luces.
- Se debe comprobar que los faros del automóvil no acumulen o tengan humedad dentro; esto produciría un mal funcionamiento en el sistema de iluminación.

- Procure tener siempre apagadas las luces al momento de encender su automóvil, no encienda ni apague las luces repetidamente, esto podría causar un desajuste o una falla eléctrica en la luz de xenón.
- Al estar encendidas las luces tener precaución de no mirar dentro del faro, ya que puede causar deslumbramientos, además no colocar cerca de combustibles comerciales ya sea papel, aceite, sprays, diluyentes debido a que puede producir un incendio.
- No ajustar el nivel de las luces demasiado alto, esto puede provocar un destello a los conductores opuestos.
- Todas estas recomendaciones son para alargar la vida y mejorar la funcionabilidad de sus luces así como proteger su integridad.

5.3 BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES

1. ALONSO J. M, "Técnicas del automóvil – Equipo Eléctrico", Editorial Paraninfo S.A, España, 1996.
2. CROASE William, "Equipo Eléctrico y Electrónico del Automóvil", Alfaomega Grupo Editorial S.A., España, 1997.
3. GOÑI Julio, "Robots", F & G, Madrid, 2000.
4. MARTÍNEZ Hermógenes, "Manual del Automóvil Reparación y Mantenimiento", Cultural S. A., España, 2002.
5. PADILLA Celin, MOLINA Wilson, "Diseño e Instalación de un Sistema de Luminarias Inteligentes del Vehículo para Direccionar en Curvas", Tesis ESPE-Latacunga, 2006.

6. RODRÍGUEZ José M., TAPIA Fausto, "Automatización y Puesta en Marcha de la Máquina Empacadora CASSOLI PAC600R de la Planta Productos Familia Sancela del Ecuador S.A.", Tesis ESPE-Latacunga, 2006.
7. VELASTEGUÍ Angulo José M., "Microcontroladores PIC Diseño Practico de Aplicaciones, PIC 16F84X Parte I", Concepción Fernández, España, 2000.
8. <http://electronicadesarrollo.blogspot.com/2007/12/programacin-de-pics.html>
9. <http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>
10. <http://www.autocity.com/documentos-tecnicos/index.html>
11. <http://www.autocity.com/glosario/index.html>
12. <http://www.e-aerodelismo.com.ar/Notas/radiocontrol/faq.htm>
13. <http://www.lucesd Xenon.com.ar/index.htm>
14. <http://www.lucesd Xenon.com.ar/instalacionxenon.htm>
15. <http://www.nipponpower.com.mx/foro/index.php?s=7fb0ad5736a7348d0d4b9322510e8aac>
16. <http://www.radix.uia.mx/lmartin/sensowiki/index.php/Fotoresistencia#Descripcion.C3.B3n>
17. <http://www.skcyj.co.jp/motor/english/category3.htm>
18. <http://www.zonabot.com/electronica.html>
19. http://www.frino.com.ar/tut_motores.htm

ANEXO A

GLOSARIO DE TÉRMINOS.

A

ACC.- Posición de accesorios del vehículo

Asbesto.- Mineral de composición y caracteres semejantes a los del amianto, pero de fibras duras y rígidas que pueden compararse con el cristal hilado.

AWG.- American Wire Gauge. Calibre americano para conductores. Es una referencia de clasificación de conductores eléctricos de acuerdo a su diámetro.

B

Bixenón.- Bombillo de xenón con los dos estados de luz integrados, altas y bajas.

Botonera.- Conjunto de pulsadores de diversos aparatos o máquinas, que se sirven para el control o mando.

Breakers.- Interruptores termomagnéticos, que desconectan el circuito cuando alcanzan la temperatura de apertura, protección ante sobrecorrientes.

BSR.- Registro de los bancos seleccionados.

C

C++.- Es un Lenguaje de Programación que se comenzó a desarrollar en 1980. Al comienzo era una extensión del lenguaje C que fue denominada **C withclasses**.

CMOS.- Complementary Metal Oxide Semiconductor. Semiconductor de Oxido de Metal Complementario.

Convergente.- Dirigirse a unirse en el mismo punto.

CORPAIRE.- Corporación Para el Mejoramiento del Aire de Quito.

CW.- Clockwise. Desplazamiento en el sentido horario.

CCW.- Counterclockwise. Desplazamiento anti-horario.

D

DIP.- Disposición en dos filas de los pines de un circuito integrado.

Distorsión.- Es la alteración de una forma de onda original en algún punto del circuito.

Divergente.- Irse separando sucesivamente.

Dúplex.- Es la capacidad de un dispositivo para operar de dos maneras. En comunicaciones se refiere normalmente a la capacidad de un dispositivo para recibir/transmitir.

E

EECON1.- Es el bit que contiene la dirección donde se grabarán los datos en la memoria EEPROM.

EECON2.- Es un bit no físico, este se usa sólo y exclusivamente en el proceso de escritura.

EEDATA.- Es un bit que contiene el dato a ser grabado en la memoria.

EEADR.- Registro de direccionamiento de la memoria EEPROM.

EEPROM.- Electrically Erasable Programmable Read Only Memory. Memoria de lectura y escritura programable eléctricamente, que puede ser programada y borrada muchas veces.

EMI.- Interferencias Electromagnéticas.

F

Flash.- Se trata de una memoria no volátil, de bajo consumo, que se puede escribir y borrar en circuito al igual que las EEPROM, pero suelen disponer de mayor capacidad que está última.

Fotoconductor.- Dicho de un cuerpo cuya conductividad eléctrica varía según la intensidad de la luz que lo ilumina.

FSR.- Registros de Funciones Especiales

Full Dúplex.- Es la capacidad que tiene un dispositivo de transmitir y recibir simultáneamente.

G

Gnd, Ground.- Conexión a tierra.

GPR.- Registros de Propósito General.

H

Half-Duplex.- Es la capacidad de un dispositivo de transmitir y recibir pero alternativamente.

Hall-Effect Bipolar Switches.- Interruptor Bipolar de Efecto Hall.

Hardware.- Componentes que son posibles ver y tocar, en lenguaje computacional cuyo significado es máquina o "cosa dura".

HID Xenón.- High Discharge. Bombillos de Xenón de Alta Descarga.

I

Imán.- Cuerpo que tiene propiedades magnéticas, que es capaz de atraer hacia él a otros cuerpos, generalmente a los que contienen hierro.

Impedancia.- Oposición que representa un componente o componentes al paso de la corriente alterna.

K

Km/h.- Kilometro por hora.

L

Lámpara, ampolleta o bombilla.- Dispositivo eléctrico que se conecta a un circuito por el que circula corriente eléctrica y transforma la energía eléctrica que recibe en energía calorífica y luminosa.

Lancia.- Tipo de lámpara empleada en el tablero de instrumentos.

LCD.- Liquid Crystal Display. Display de Cristal Líquido.

LDR.- Light Depend Resistance. Fotorresistencia. Elemento electrónico que tiene la propiedad de que su resistencia eléctrica varía por la incidencia de la luz.

Led.- Light Emitting Diode.

LM338K.- Circuito regulador de voltaje

Lumen.- Unidad de medida de iluminación en una pantalla o cualquier otra superficie, $1 \text{ lumen/m}^2 = 1 \text{ pie-candela}$.

Lux.- Unidad de medida de flujo luminoso. Se toma a partir del reflejo del objeto iluminado. $1 \text{ pie-candela} = 10,76 \text{ lux}$.

Luxómetro.- Aparato que mide la intensidad luminosa en lux.

M

MCLR.- Es el pin Master Clear del Microcontrolador.

Microchip.- Empresa especializada en la fabricación de Microcontroladores.

Microcontrolador.- Es un circuito integrado que contiene todos los componentes del computador, basta con cargarlos con el programa de trabajo y conectar los periféricos a las entradas y salidas para que puedan ser operativos, si se les aplica la alimentación y frecuencia de funcionamiento necesarias.

Microprocesador.- Circuito constituido por millares de transistores integrados en un chip, que realiza alguna determinada función de los computadores electrónicos digitales.

Multiplexado.- Sistema de conexiones electrónicas que permite conducir por un único cable varias informaciones codificadas, y así evitar la enorme cantidad de cables y sus conexiones utilizados en el sistema convencional.

N

Nanómetro.- Medida de longitud que equivale a la milmillonésima (10^{-9}) parte del metro.

P

P.O.O.- Programación Orientada a Objetos.

PC.- Personal Computer. Computador Personal

PCB.- Printed Circuit Board. Placa de Circuito Impreso.

PIC.- Microcontrolador.

Piezoeléctricos.- Propiedad que tienen ciertos cristales de polarizarse eléctricamente cuando son sometidos a presión, y a la inversa.

Piñón.- Rueda pequeña y dentada, que engrana con otra mayor en una máquina.

Platina.- Plancha lisa de hierro, bronce o zinc, que sirve para la construcción en la industria del metal.

PLL.- Multiplicador de frecuencia del Microcontrolador.

PWM.- Pulse Width Modulation. Modulación por Ancho de Pulso.

R

RAM.- Random Access Memory. Es un tipo de memoria de lectura y escritura, pero pierden la información que tienen almacenada cuando se interrumpe la alimentación.

RBPU.- Es el bit habilitador de las resistencias de pull up de protección del microcontrolador.

Regloscopio.- Aparato para comprobar y corregir el reglaje de los faros de un automóvil.

Reset.- Reiniciar. Un reset en el microcontrolador obliga a cualquier conversión en proceso a ser abortada y arrancar nuevamente el programa desde el inicio.

Resonancia.- Situación donde las reactancias se eliminan entre sí, y el circuito posee una mínima impedancia (en circuitos serie) o admitancia (en circuitos paralelo).

RS 485.- Recommended Standard 485. Conjunto de estándares de comunicación serial, especificando varias características eléctricas y mecánicas para interfaces entre computadoras terminales y módems.

Rueda.- Disco o armadura redonda que gira solidaria o alrededor de un eje. En el automóvil, el conjunto constituido por rin y llanta forma una rueda.

Rutear.- Realizar el trazado de las pistas con la ayuda de un sistema computacional.

S

Shinano kenshi.- Compañía China dedicada a la manufactura de motores a pasos.

Software.- Conjunto de instrucciones, que se pone en la memoria de una computadora para dirigir sus operaciones.

Steel Epoxy.- Un tipo de resina sintética, dura y resistente, utilizada para unir metales.

Switch.- Interruptor.

T

Timer.- Temporizador. Para generar un período de tiempo.

Tris Register. - Data Direction Register. Registro que controla la dirección del puerto.

TTL.- Transistor Transistor Logic. Lógica Transistor a Transistor.

U

Umbral.- Valor mínimo de una magnitud a partir del cual se produce un efecto determinado.

V

Vdd.- Voltaje de alimentación de referencia positiva de un PIC.

Vpp.- Es la habilitación de la tensión de programación cuando se está programando el dispositivo.

Vss.- Es la tensión de alimentación de un PIC de referencia a tierra.

W

WDT.- Watchdog Timer. Perro guardián. Esta es una capacidad del pic de auto-resetearse.

Wedge.- Tipo de lámpara empleada en la iluminación del tablero de instrumentos.

WREG.- Working Register. Registro de trabajo para almacenar datos de forma momentánea.

X

Xenón.- Gas noble presente en el aire en pequeñísima cantidad, denso, incoloro y no del todo inerte. Se emplea como gas de llenado de lámparas y tubos electrónicos.

ANEXO B

DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS

ANEXO C

PROGRAMA CONTENIDO EN EL PIC.

ANEXO D

HOJAS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

ANEXO E

ARTÍCULO