



Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería Mecánica

**Diseño y construcción de un banco didáctico para comprobación
y corrección del alumbrado principal del vehículo**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero en
Mecánica Automotriz**

Autores:

Dalton Iván Carrillo Moreno

Juan Carlos Jima Matailo

Director:

José Fernando Muñoz Vizhñay

Cuenca, Ecuador

2012

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar a este punto dándome la salud para cumplir con mis objetivos con su infinita bondad y amor, a mis padres Flavio Víctor Carrillo Abarca y Almida Itamar Moreno Iñiguez quienes son el pilar fundamental de mi vida espiritual y académica gracias por sus ejemplos dignos de superación y entrega me han sacado adelante dándome una carrera para mi futuro creyendo en mí, a mis hermanos Cristian y Paulina por estar conmigo y alentarme siempre. A Gabriela Gordillo gracias por su amor y apoyo incondicional, a mis profesores, amigos y compañeros gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles. A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

Dalton.

Al cumplir este trabajo le dedico en primer lugar a Dios que guía mi camino, a mi padre José David Jima quien con sus consejos me apoyado en el transcurso de mi vida, a mi madre Emérita Targelia Matailo trabajadora incansable quien con sus ejemplos me ha enseñado lo fundamental que es la perseverancia para tener éxito en la vida, a mis hermanos José y Jackeline, a toda mi familia y amigos que siempre me apoyaron con sus consejos a todos ellos muchas gracias.

Juan.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad del Azuay y sus docentes por darnos la oportunidad de estudiar con categoría e impartir en nosotros un alto grado de conocimiento y ética profesional, nuestro profundo agradecimiento a RTV. EMOV. EP en especial al Ing. Oscar Tinoco por su disponibilidad y apoyo brindado, a nuestro director de tesis Ing. Fernando Muñoz gracias por guiar nuestro proyecto con sapiencia, al Ing. Mauricio Barros por su asesoramiento y apoyo para poder culminar este trabajo.

Handwritten signature and date: 950912

RESUMEN

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO PARA COMPROBACIÓN Y CORRECCIÓN DEL ALUMBRADO PRINCIPAL DEL VEHÍCULO.

Para el diseño del tablero verificador y el equipo medidor luxómetro se investigó información sobre la temática de fotometría, electrónica y faros del vehículo. En su producción se obtuvo una máquina capaz de medir la intensidad luminosa cuyos valores serán representados en una computadora a través de un software, los mismos que servirán para la comprobación y corrección en las luces de alumbrado principal del vehículo. También se realizaron pruebas de campo para homologación del equipo con el fin de obtener la fiabilidad de acuerdo a la norma INEN 1155 establecida en el país. Como resultado final se encontró que el proyecto es confiable, factible, completamente ejecutable y al realizar una producción en serie se reducirán los costos de fabricación.

Palabras claves: luxómetro, intensidad luminosa, fotometría, INEN 1155, faros del vehículo.



Ing. Hernán Viteri C.
JUNTA ACADEMICA



Ing. Fernando Muñoz V.
DIRECTOR



Sr. Dalton Carrillo Moreno.
ESTUDIANTE



Sr. Juan Jima Matailo.
ESTUDIANTE

Carrillo
26/09/12

ABSTRACT

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A DIDACTIC BANK FOR THE VERIFICATION AND ADJUSTMENT OF THE MAIN LIGHTING SYSTEM OF VEHICLES

This graduation project was based on the design and construction of verifier panel and luxmeter equipment capable of measuring luminous intensity. The measure will appear on the computer through software. The results will serve to verify and adjust the main lighting system of the vehicle. Field tests were also carried out so as to achieve the equipment's approval based on its reliability according to the current regulations. As a final result we found that the project is reliable, feasible, executable, and mass production will reduce the fabrication costs.

Key Words: design and construction, luxmeter, luminous intensity, main lighting, approval, software.



Ing. Hernán Viteri C.
ACADEMIC BOARD



Ing. Fernando Muñoz
DIRECTOR



Sr. Dalton Carrillo Moreno
STUDENT



Sr. Juan Jima Matailo
STUDENT



UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
DPTO. IDIOMAS



Translated by,
Diana Lee Rodas

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	iv
Abstract	iv
Índice de contenidos.....	vi
Índice de figuras	viii
Índice de tablas.....	xi
Índice de anexos.....	xii

INTRODUCCIÓN	1
---------------------------	----------

CAPITULO 1: TECNICA DE ALUMBRADO Y FOTOMETRÍA

1.1. Función y necesidad del sistema de alumbrado	2
1.2. Prescripciones y equipamiento.....	5
1.3. Definiciones y conceptos	10
1.4. Tecnología y Sistemas de Faros	18
1.5. Tipos de Faro	25
1.6. Lámparas utilizadas en el automóvil.....	28
1.7. Luces de xenón.....	35
1.8. Mantenimiento, Verificación y Reglajes	37
1.9. Fotometría.....	39
1.10. Luxómetro	46
1.11. Conclusiones	50

CAPÍTULO 2: DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL LUXOMETRO

2.1. Estructura General.....	52
2.2. Análisis Lógico	57
2.3. Diagramas lógicos	61
2.4. Diseño del Software.....	64
2.5. Interpretación y explicación del programa de medición.....	76
2.6. Cálculo técnico de los componentes	78

2.7.	Montaje e integración de los componentes	80
2.8.	Pruebas de funcionamiento.....	83
2.9.	Manual de ensamble.....	84
2.10.	Conclusiones	85

CAPITULO TRES: DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL TABLERO DE VERIFICACION

3.1.	Diseño del tablero	87
3.2.	Selección de Materiales.....	88
3.3.	Cálculo de componentes	91
3.4.	Construcción de componentes.....	93
3.5.	Montaje, calibración y ajustes.....	96
3.6.	Prueba de Funcionamiento del Tablero y sus Componentes	99
3.7.	Reajustes	100
3.8.	Manual del tablero de reglaje.....	101
3.9.	Conclusiones	101

CAPITULO 4: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y HOMOLOGACIÓN

4.1.	Análisis.....	103
4.2.	Pruebas de homologación del luxómetro	105
4.3.	Manual de uso del banco didáctico	109
4.4.	Conclusiones.....	109
4.5.	Recomendaciones.....	110
	BIBLIOGRAFÍA	112
	CONCLUSIONES GENERALES	112
	RECOMENDACIONES GENERALES.....	113
	ANEXOS.....	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Lámpara de petromax.....	4
Figura 1.2: Alcance de luz de los faros.....	12
Figura 1.3: Iluminación de las luces de cruce y carretera	13
Figura 1.4: Prescripción de señales por edades	13
Figura 1.5: Reflector Parabólico.....	15
Figura 1.6: Luz de cruce	19
Figura 1.7: Sistema selectivo, detector de objetos potencialmente peligrosos.....	22
Figura 1.8: Faros Led	23
Figura 1.9: Luces Diurnas	24
Figura 1.10: Asistentes de carretera o largas	25
Figura 1.11: Reflector escalonado.....	26
Figura 1.12: Reflectores sin escalones	26
Figura 1.13: Faros con cristal protector claro	26
Figura 1.14: Faros con reflector biselado.....	27
Figura 1.15: Faros PES	28
Figura 1.16: Faros PES	29
Figura 1.17: Lámpara plafón.....	29
Figura 1.18: Lámparas pilotos.....	30
Figura 1.19: Lámparas de control	30
Figura 1.20: Lámpara Lancia	30
Figura 1.21: Lámpara Wedge.....	31
Figura 1.22: Foco europeo	31
Figura 1.23: Halógenos	31
Figura 1.24: Halógena H1	32
Figura 1.25: Halógena H2	32
Figura 1.26: Halógenos H3	33
Figura 1.27: Halógenos H4	33
Figura 1.28: Halógenos H5	34
Figura 1.29: Halógenos H7	34
Figura 1.30: Faro de xenón	35
Figura 1.31: Faros bi-xenón	36
Figura 1.32: Faros de xenón dobles	36

Figura 1.33: Esquematzación del proceso de calibrado.....	38
Figura 1.34: Calibración de la luz de cruce.....	38
Figura 1.35: Calibración de la luz de carretera.....	38
Figura 1.36: Calibración de la luz de carretera.....	39
Figura 1.37: Flujo luminoso.....	41
Figura 1.38: Diferencia entre flujo luminoso e intensidad luminosa.....	41
Figura 1.39: Luminancia de una superficie.....	42
Figura 1.40: Concepto de iluminancia.....	43
Figura 1.41: Rendimiento Luminoso.....	43
Figura 1.42: Normalización de colores.....	45
Figura 1.43: Tipos de luxómetro.....	47
Figura 1.44: Tipos de luxómetro para Vehículos.....	48
Figura 1.45: Alcance geométrico para la parte horizontal del limite entre la zona iluminada y la oscura de la luz de cruce para los diferentes estados de carga.....	49
Figura 2.1: Pantógrafo, corte con CNC.....	53
Figura 2.2: Fabricación de la tapa.....	53
Figura 2.3: Fabricación de la caja óptica.....	54
Figura 2.4: Construcción de las bases.....	54
Figura 2.5: Construcción de la columna.....	55
Figura 2.6: Fabricación del sistema de desplazamiento vertical.....	55
Figura 2.7: Proceso de pintado.....	56
Figura 2.8: Diagrama de bosques.....	57
Figura 2.9: Divisor de voltaje para la LDR.....	58
Figura 2.10: Diagrama del algoritmo utilizado.....	61
Figura 2.11: Interfaz gráfica de Matlab.....	65
Figura 2.12: Diagrama de flujo del programa en Matlab.....	76
Figura 2.13: Opciones para conectarse con el puerto serial.....	77
Figura 2.14: Parámetros para guardar los valores de luminosidad obtenidos.....	78
Figura 2.15: Elementos utilizados en el circuito Software Proteus.....	81
Figura 2.16: Conexión de los dispositivos.....	81
Figura 2.17: Simulación del Circuito.....	82
Figura 2.18: Diseño del circuito impreso PCB.....	82
Figura 2.19: Componentes soldados.....	83
Figura 2.20: Pruebas en CUENCAIRE.....	83

Figura 2.21: Luxómetro	84
Figura 3.1: Diseño del tablero	87
Figura 3.2: Plancha de alucobond	89
Figura 3.3: Tubos cuadrados de aluminio	91
Figura 3.4: Calculo del Marco Posterior	92
Figura 3.5: Tiras de aluminio	93
Figura 3.6: Sistemas de medidas	94
Figura 3.7: Puntos medios de cada faro	94
Figura 3.8: Marco Posterior	95
Figura 3.9: Sistema de desplazamiento vertical	95
Figura 3.10: Sistema de tres posiciones	96
Figura 3.11: Tiras de aluminio, bujes y muelles	96
Figura 3.12: Construcción del sistema de medidas	97
Figura 3.13: Compactación del marco posterior	97
Figura 3.14: Colocación del perfil de aluminio	98
Figura 3.15: Colocación del Sistema de Rieles.....	98
Figura 3.16: Armado del sistema de rieles.....	99
Figura 3.17: Montaje del Sistema de desplazamiento vertical y del tablero verificador	99
Figura 3.18: Tuercas de seguridad	100
Figura 4.1: Revisión Técnica Vehicular CAPULISPAMBA.....	105
Figura 4.2: Homologación de luxómetro	105
Figura 4.3: Regiones de aceptación y rechazo	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Cantidad, ubicación y color de las luces indicadoras delanteras.	11
Tabla 1.2: Alcance geométrico del límite horizontal del lado claro/oscuro de la luz de cruce.	10
Tabla 1.3: Puntos de medición e intensidades de alumbrado de faros.....	20
Tabla 1.4: Puntos de medicino e intensidades de luz de los faros con luz de cruce ..	21
Tabla 1.5: Magnitudes Fotométricas.....	40
Tabla 1.6: Ejemplos de rendimiento luminoso	44
Tabla 1.7: Ejemplos de temperaturas	43
Tabla 1.8: Alcance geométrico para la parte horizontal del límite entre la zona iluminada y la oscura de la luz de cruce (altura de montaje del faro 65 cm.).....	49
Tabla 3.1: Propiedades de la madera.....	90
Tabla 3.2: Distancia entre Faros	92
Tabla 4.1: Cantidad, costo de componentes y elementos.....	104
Tabla 4.2: Comparación de medias de luces bajas.....	106
Tabla 4.3: Equipos evaluados en intensidad de luces bajas.	107
Tabla 4.4: Comparación de medias de luces altas.....	107
Tabla 4.5: Equipos evaluados en intensidad de luces altas.....	108
Tabla 4.6: Varianzas de luces bajas.	108
Tabla 4.7: Varianzas de luces altas.	109

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Norma INEN 1155	116
ANEXO B. Planos de la construcción del luxómetro	119
ANEXO C. Pruebas Funcionamiento del equipo medidor	120
ANEXO D. Homologación del equipo	122
ANEXO E. Distribución t de Student	123
ANEXO F. Manuales de uso.....	124

Dalton Iván Carrillo Moreno

Juan Carlos Jima Matailo

Trabajo de Graduación

Ing. Fernando Muñoz

Septiembre del 2012

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO PARA COMPROBACIÓN Y CORRECCIÓN DEL ALUMBRADO PRINCIPAL DEL VEHÍCULO

INTRODUCCIÓN

El sistema de alumbrado es parte de la seguridad activa de un vehículo, está permite evitar accidentes que pueden ser provocados por una ineficiencia del mismo. Su función principal es de alumbrar eficazmente la calzada, para que el conductor pueda observar el tráfico y reconocer con la debida anticipación los obstáculos que se presenten; además, advierten de la presencia del vehículo a los todos los ocupantes que transitan por vía.

Estos dispositivos al estar correctamente calibrados, permiten acrecentar la seguridad activa, mejorando la visibilidad al conducir y disminuyendo la probabilidad de accidentes. Para la medición y reglaje de los faros del vehículo se construirá un equipo llamado luxómetro, éste permitirá medir la intensidad y realizar una correcta verificación ó corrección del reglaje de las luces que están sujetos a la norma nacional INEN 1155.

También se realizará la construcción de un tablero comprobador de reglaje de las luces de carretera del vehículo, donde se podrá corregir y verificar el correcto direccionamiento de la luz para evitar el encandilamiento o falta de iluminación en la calzada.

Finalmente se efectuarán pruebas de homologación del equipo Luxómetro comparando la medición de intensidad luminosa versus el equipo Maha perteneciente al Centro de Revisión Técnica Vehicular de la ciudad de Cuenca ubicado en Capulispamba, con el fin de poder determinar si los valores obtenidos por el luxómetro son confiables.

CAPITULO 1

TECNICA DE ALUMBRADO Y FOTOMETRÍA

1.1. Función y necesidad del sistema de alumbrado

1.1.1. Introducción

Para que un vehículo pueda circular en lugares con baja visibilidad o nocturnos, con la mayor seguridad posible es necesario contar con un sistema de iluminación el mismo que consta de un grupo de dispositivos frontales, laterales y posteriores para iluminar el camino por donde se recorre ofreciendo al resto de usuarios información de la presencia, posición, velocidad, tamaño y dirección del vehículo. Así mismo el panel de control consta de dispositivos internos que forman parte fundamental en los sistemas de iluminación dando al conductor un servicio de control y confort e indicando anomalías en el caso que estén ocurriendo.

La tendencia en la industria automovilística se basa específicamente en la revolución electrónica. Dicha revolución necesita tener sistemas más eficientes de seguridad activa y pasiva, resguardando así las vidas de las personas. De tal forma que ha facilitado el costo, peso y trabajo en los diferentes componentes lumínicos, haciéndolos a los automóviles más seguros, modernos y cómodos para el conductor, pasajeros, peatones, etc.

La necesidad del sistema de alumbrado en los vehículos se ve dada por el hecho de tener buena visibilidad y la de ser visto por los peatones u ocupantes de las vías por donde se transita, los diferentes cambios en el clima, condiciones de carretera (baches y curvas mal hechas o pronunciadas, etc.), la alta densidad peatonal hace que este sistema sea indispensable y principal en todos los sentidos. Intimando así una excelente regulación y mantenimiento del mismo ya que sin ello nos veríamos perjudicados sustancialmente al perder visibilidad y espacios notables para evitar causar accidentes en las vías.

1.1.2. Sistema Convencional de iluminación

La iluminación de los faros para el sistema convencional van paralelos al giro del vehículo dejando zonas con poco enfoque, es decir no poseemos una buena iluminación en curvas aumentando el riesgo de producirse un accidente. Por lo general este sistema viene de fábrica teniendo una ventaja en su mantenimiento y costo, a su vez la batería y alternador están hechos para abastecer a todo el sistema de una forma adecuada.

1.1.3. Sistemas Activos de iluminación

Al hablar de seguridad activa en los vehículos se hace referencia a todos los sistemas que disminuyen el riesgo a tener un accidente, la tecnología con su avance en la iluminación se ha basado en aumentar la seguridad activa del vehículo, con el pasar de los años se fabrican nuevas formas de proteger al conductor y ocupantes atacando así de forma directa las causas de accidentes de tránsito. El sistema de iluminación es tan importante ya de él depende que el vehículo sea visto y ver correctamente. Los faros antiniebla forman parte de la seguridad activa; los mismos iluminan en función del manejo del conductor, es decir siguen el movimiento del vehículo, dando una mejor iluminación para detectar los trazados de curvas y obstáculos. Logrando así una excelente iluminación y seguridad elevada.

1.1.4. Sistemas de iluminación del automóvil

1.1.4.1. Evolución

En los inicios de la industria mecánica automotriz con el diseño y la fabricación de los primeros automóviles se ha visto una evolución en el sistema de alumbrado, el mismo que empezó con la utilización de candiles o velas hasta llegar a la sofisticación de estos sistemas a través de la electrónica, con el único objetivo que el vehículo o conductor vea y sea visto resguardando así la vida del mismo y de los ocupantes de la vía.

1.1.4.2. Pasado

En el año de 1769 Nicholas-Joseph creó el primer vehículo propulsado a vapor, el cual adoptó un sistema de velas y lámparas de petromax como se ve en la figura 1.1 los mismos que eran instalados en la parte más alta de los vehículos con el fin de iluminar la vía, luego en 1866 el alemán Gottlieb Daimler construye el primer vehículo propulsado por combustión interna, el cual en 1908 instala los primeros faros los mismos que utilizan lámparas de gas de acetileno provistas de espejos y vidrios con la finalidad de aumentar el caudal de luz.



Figura1.1: Lámpara de petromax

Fuente: http://es.123rf.com/photo_9788769_linterna-lampara-de-huracan-tormenta-lampara-de-queroseno-vintage-muy-corroidos-aislado-en-tierra-bl.html. Acceso: 08-12-2011

En 1881 se creó el primer vehículo Eléctrico de Jeantaud, el cual mediante 21 baterías daba la corriente necesaria para su funcionamiento, teniendo mejor confort para el conductor y su visibilidad. Fue entonces en 1915 donde aparecen los primeros alternadores y los sistemas eléctricos de iluminación, también eran dotados con luces posteriores y de freno, sus faros empiezan a utilizar doble filamento en sus bombillas, obteniendo así luz de cruce y luz larga que se podían cambiar de forma manual.

Debido a la primera guerra mundial 1914 y la segunda 1939, la industria automotriz dio pasos agigantados en el desarrollo e innovaciones de los sistemas de alumbrado que iban a la par con los demás sistemas, los cuales colocaron direccionales, faros antiniebla y luces cuneteras en el año de 1930. En 1951 Ford en su modelo taunus instaló las primeras luces intermitentes, siete años más tarde los vehículos utilizan faros con luces asimétricos como en la actualidad.

Las lámparas halógenas fueron lanzadas al mercado en la década de los 60, más tarde por la crisis petrolera de la década de los 70 se exigió la construcción de autos más aerodinámicos y por lo tanto con faros más pequeños e iluminación con menor capacidad. Al inicio de los 90 y finales de los 80 se creó las parábolas reflectoras de geometría compleja o free-form reflector, dándonos grandes ventajas con relación a los reflectores circulares como el aprovechamiento del caudal de luz. Además por sus múltiples caras de sus parábolas se logró dirigir mejor la luz, reducir el deslumbramiento y dar un mayor alumbrado.

1.1.4.3. Presente

Ya desde el año de 1988 la industria automotriz ha dotado a todos sus automóviles con los mejores sistemas de iluminación compuestos por lámparas halógenas de gran potencia y faros provistos de parábolas reflectoras de geometría compleja, obteniendo una mejora en el sistema con mayor seguridad al conducir otorgando además, al conductor un mayor confort evitando así un desgaste físico y mental al momento de conducir.

1.2. Prescripciones y equipamiento

1.2.1. Prescripciones¹

1.2.1.1. Luz de carretera, montaje exterior

Se autorizan dos luces de carretera como mínimo y cuatro como máximo, así mismo, se permite solo el ensamble y la inclusión con la luz de cruce y las demás luces delanteras. La máxima intensidad luminosa admisible, considerada como suma de las distintas intensidades luminosas de todos los faros de luz de carretera montados en el vehículo, es de 225.000 cd. Este valor se controla mediante números de referencia que figuran indicados en todos los faros, cerca de la marca de homologación. Las 225.000 cd. corresponden al número 75. Cuando un vehículo sólo está equipado con estos faros (sin

¹<http://www.educa.madrid.org/web/ies.mateoaleman.alcala/Iluminacion>: Acceso: 20-07-12

ningún faro adicional de luz de carretera), la intensidad luminosa total asciende al 40/75 % de 225.000 cd., es decir, a 120.000 cd.

1.2.1.2. Luz de cruce, montaje exterior

Para los vehículos de varias vías se autorizan dos faros de luz de cruce de color blanco y distribución de luz asimétrica. Para el control del efecto deslumbrante de un faro, se aplica la directiva que considera nulo el deslumbramiento cuando la iluminación a 25 m. de distancia, a la altura del centro del faro, no excede de 1 lux.

1.2.1.3. Cambio de luces cruce/carretera

Al cambiar a luz de cruce deben apagarse simultáneamente todos los faros de luz de carretera. Se permite la amortiguación (desconexión retardada) con un tiempo máximo de amortiguación admisible de 5 segundos. Para que el proceso de desconexión no tenga lugar cuando se acciona el avisador de ráfagas, existe un retardo de reacción de 2 segundos. La luz de cruce puede estar encendida en la posición de “luz de carretera” del conmutador de luces (conexión simultánea). Por lo general, las lámparas están diseñadas para el funcionamiento con los dos filamentos encendidos durante corto tiempo.

1.2.2. Símbolos de homologación

Cada dispositivo luminotécnico debe estar bien definido e identificado por un símbolo de homologación, el mismo que se les otorga luego de haber pasado por pruebas de construcción y funcionamiento. Estos símbolos tienen colocados en lugares visibles por el hombre como (por ejemplo en la carcasa de los faros). Los organismos competentes, (por ejemplo en Alemania la oficina Federal de Circulación), son los encargados de otorgar dichos símbolos conforme a los distintos reglamentos como la ECE (Economic Commission for Europe).

Ejemplos de símbolos de homologación:



Marca de tipificación ECE, (Comisión Económica Europea).



Marca de tipificación UE. (Unión Europea).

En Ecuador la encargada de regular y controlar que el sistema de iluminación en los vehículos cumplan con todas las condiciones de funcionamiento, mediante una Revisión Técnica Vehicular es la Comisión Nacional de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial por medio de sus Comisiones Provinciales ó Corporaciones Municipales de regulación (por ejemplo: En la ciudad de Quito Corpoaire) los mismos que se rigen a la norma 1155 impuesta por el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN.

1.2.3. Disposiciones Generales²

- a) Los dispositivos de alumbrado y de señalización luminosa estarán instalados de tal modo que, en condiciones normales de utilización, y a pesar de vibraciones a las que pudiera estar sometidos, se asegure su buen funcionamiento.
- b) Las luces no deben accionarse inadecuadamente por si solas de forma inadvertida.
- c) Las luces altas y bajas deben de estar instaladas de forma que sea posible ajustar correctamente su orientación.
- d) Todos los dispositivos de señalización luminosa, serán paralelos al plano de apoyo del vehículo sobre la vía; además, serán perpendiculares al plano longitudinal medido del vehículo, en el caso de los catadióptricos laterales y de las luces de posición laterales, y paralelo a tal plano para todos los demás dispositivos de señalización. Se admitirá en cada dirección una tolerancia de $\pm 3^\circ$, excepto los faros delanteros que se sujetarán a las normas de la revisión técnica vehicular.
- e) Las luces podrán ser agrupadas, combinadas o recíprocamente incorporadas, a condición de que cada una de ellas cumpla todo los requisitos referentes a color, posición, alineación, visibilidad geométrica, conexiones eléctricas y otros requisitos, si los hubiera.
- f) Solo serán intermitentes las luces indicadoras de dirección y las de estacionamiento o emergencia.
- g) Ninguno de los dispositivos de alumbrado podrá emitir hacia adelante luz roja o diferente a la establecida en los requisitos que pueda prestarse a confusión; para

² INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION. 2009. Norma Técnica Ecuatoriana 1155. Primera Edición, Ecuador. p. 4

esta consideración no debe tomarse en cuenta los dispositivos de alumbrado instalados para la iluminación interior del vehículo.

- h)** Ninguno de los dispositivos de alumbrado posterior, excepto las luces de marcha atrás, podrá emitir hacia atrás luz blanca o diferente a la establecida en los requisitos que pueda prestarse a confusión; para esta consideración no debe tomarse en cuenta los dispositivos de alumbrado instalados para la iluminación interior del vehículo.
- i)** No se permite el uso de luces estroboscópicas en los vehículos particulares, excepto en los vehículos de emergencia autorizados por la autoridad competente.

1.2.4. Requisitos³

Todo vehículo automotor, comprendido en el alcance de esta norma debe tener incorporado los siguientes dispositivos de alumbrado y de señalización luminosa para que mantengan o mejoren la visibilidad del conductor y del automotor:

- a)** Faros delanteros: Luces bajas y altas.
- b)** Luces indicadoras delanteras: Posición, emergencia, direcciones y volumen.
- c)** Luces indicadoras laterales: Posición, emergencia y direccionales. No obligatorio para vehículos livianos.
- d)** Luces Indicadoras posteriores: Posición, emergencia, direcciones, volumen, reversa, freno y luz de la placa de la matrícula.
- e)** Catadióptricos.
- f)** Retrovisores exteriores.
- g)** Retrovisor interior en el caso de los vehículos livianos.
- h)** Desempañador (antivaho).
- i)** Limpiaparabrisas.
- j)** Luz antiniebla delantera y posterior.
- k)** Iluminación interior.

³ INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION. 2009. Norma Técnica Ecuatoriana 1155. Primera Edición. Ecuador. p. 4,5 y 6.

1.2.4.1. Faros delanteros

a) Tipos de faros:

- ✓ Luces de alumbrado, bajas y altas.
- ✓ El faro delantero puede ser doble, con dos focos independientes, o con un único foco dual que por conmutación activa la luz alta o bajo.
- ✓ El faro delantero debe disponer de un dispositivo de reglaje que permita regular el mismo.
- ✓ Los faros delanteros deben ser asimétricos con mayor iluminación hacia la derecha para no deslumbrar a los conductores que vienen de frente y poder ver a los peatones que circulen por la acera.
- ✓ La intensidad luminosa y el reglaje de cada faro debe ser como se indica a continuación:
 - La alineación horizontal del faro delantero será mayor o igual al 2% hacia el centro del vehículo, acepto para los vehículos de 2 o 3 ruedas.
 - La alineación vertical del faro delantero será mayor o igual al 2,5% por debajo del plano horizontal del vehículo, excepto para vehículos de 2 o 3 ruedas.
 - La intensidad luminosa del faro delantero debe de ser menor a 135 candela metro (135 luxes).

b) Ubicación de los faros delanteros:

- ✓ Para los vehículos automotores de 2 o 3 ruedas, las luces deben estar ubicadas en la parte frontal y en el centro del vehículo y a una altura suficiente para poder proyectar el haz lumínico especificado en el literal e) del punto 1.2.3.2.1.
- ✓ Para vehículos automotores de 4 o más ruedas, las luces deben estar ubicadas en la parte frontal del vehículo, una de cada tipo a cada lado y a una altura suficiente para poder proyectar el haz lumínico especificado en el literal e) del punto 1.2.3.2.1.

c) Color de las luces de los faros delanteros

- ✓ Las luces de los faros de alumbrado deben ser de color blanco o amarillo. (ver anexo A).

1.2.4.2. Luces indicadoras delanteras (Posición, direccionales, emergencia y volumen).

- a) *Intensidad luminosa.*- Los focos de las luces indicadoras delanteras deben ser de baja intensidad luminosa a la de los faros delanteros.
- b) Para vehículos automotores de 2 ruedas, una luz a cada lado del vehículo en la parte delantera y posterior a una altura suficiente para poder ser observadas a distancia de acuerdo al diseño original del vehículo.
- c) La cantidad, ubicada y el color de las luces indicadoras delanteras para vehículos motorizados de 3 o más ruedas y para remolques se indica en la tabla 1.1.

1.3. Definiciones y conceptos

1.3.1. Conceptos luminotécnicos⁴

a) Alcance geométrico de un faro

Distancia con respecto a la parte horizontal del límite claro-oscuro en la calzada, con una inclinación de la luz de cruce de un 1% o 10cm/10m, el alcance geométrico es igual a 100 por la altura de montaje del faro (midiéndose el centro del reflector sobre la calzada). Ver tabla 1.2. Altura del faro 65cm.

Inclinación del límite claro/oscuro en % (1% = 10cm/10m)	1	1.5	2	2.5	3
Cota de ajuste <i>e</i> cm	10	15	20	25	30
Alcance geométrico en m de la parte horizontal del límite claro/oscuro m	65	43.3	32.5	26	21.7

Tabla 1.1: Alcance geométrico del límite horizontal del lado claro/oscuro de la luz de cruce.
Fuente: BOSCH, Robert. *Manual de la técnica del automóvil*. GmbH (trad). 4ª ed. Alemania, 2005. p 910.

⁴ BOSCH, Robert. 2005. Manual de la técnica del automóvil. GmbH (trad). 4ª ed. Alemania. p 910.

LUCES INDICADORAS DELANTERAS	CANTIDAD Min. Por cada lado	UBICACION	COLOR (ver Anexo A)
Luces de posición	1	Incorporadas o próximas a los faros delanteros y verticales a la carrocería a no más de 400 mm de los extremos laterales y entre 350 mm y 1500 mm de altura respecto del suelo (hasta 2100 mm para camiones o tractocamiones)	Blanco o ámbar
Luces direccionales (ver nota 1)	1	Lo más cercano o en los extremos mismos a no más de 400 mm de los extremos laterales y entre 350 mm y 1 500 mm de altura respecto del suelo (hasta 2 100 mm para camiones o tractocamiones)	Ámbar
Luces de emergencia (ver nota 1 y 2)	1	Lo más cercano o en los extremos mismos a no más de 400 mm de los extremos laterales y entre 350 mm y 1 500 mm de altura respecto del suelo (hasta 2 100 mm para camiones o tractocamiones)	Ámbar
Luces de volumen (ver nota 3)	1	A la máxima altura posible y no más de 400 mm desde los extremos laterales	Blanco
NOTA 1. La frecuencia de los destellos debe de ser de 90 ± 30 periodos por minuto NOTA 2. Los dispositivos de las luces direccionales pueden usarse como luces de emergencia NOTA 3. Aplicables a vehículos con carrocerías mayores a 2100 mm de ancho			

Tabla 2.1: Cantidad, ubicación y color de las luces indicadoras delanteras.

Fuente: INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION, Norma Técnica Ecuatoriana 1155, Primera Edición, 2009, p 6.

b) Alcance de un faro

Distancia dentro de la intensidad luminosa del haz de luz tiene un valor determinado, ver la figura 1.2 generalmente la línea de 1 lux en el borde derecho de la calzada. Los faros halógenos dan una mayor profundidad de visión en la luz de carretera, mientras que en la de cruce aunque en la distancia iluminada es la misma, la luz es mucho más intensa y el haz luminoso mucho más ancho.

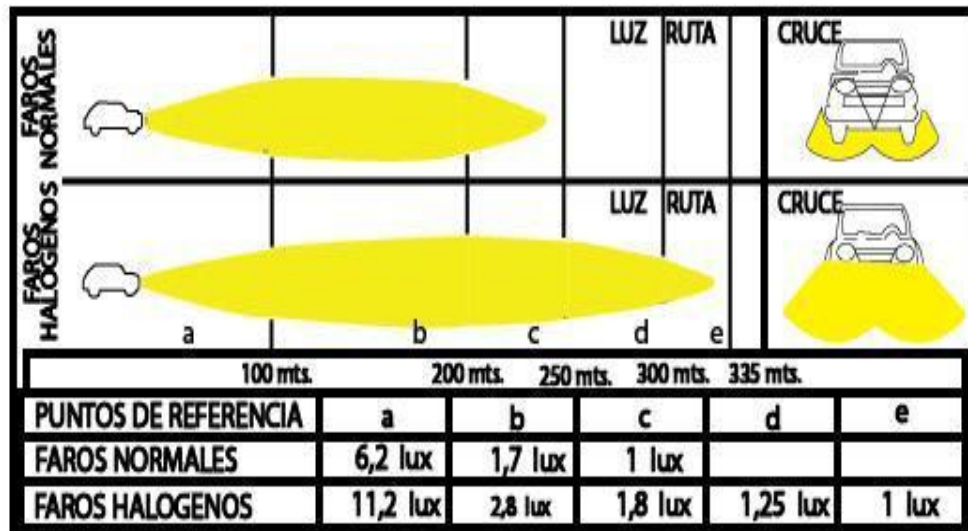


Figura 1.2: Alcance de luz de los faros

Fuente: BOSCH, Robert. *Manual de la técnica del automóvil*. GmbH (trad). 4ª ed. Alemania, 2005.p 910.

c) Campo de visión

Distancia a la que es visible un objeto (vehículo, conjunto, elemento, etc.) situado dentro de la zona de distribución de la intensidad lumínica de la vía. El campo de visión varía en función de la forma, el tamaño y el grado de reflexión de los objetos y el pavimento, de la ejecución técnica y de la limpieza de los faros, así como del grado de adaptación de los ojos. Debido a ésta gran cantidad de factores no se pueden determinar valores numéricos para el campo de visión. Así, por ejemplo: el campo de visión en condiciones extremadamente desfavorables puede ser inferior a 20 m (en el lado izquierdo de la calzada, carretera mojada), mientras que en condiciones muy favorables puede ser superior a 100 m (el borde derecho de la calzada).

En la figura 1.3 se muestra el patrón de iluminación en las luces de carretera y de cruce. Las luces de carretera poseen gran alcance e iluminan todo el camino al frente del vehículo, incluyendo la ruta por donde circulan los vehículos en sentido contrario, mientras que las luces de cruce enfocan más la iluminación en el borde lateral derecho del camino, produciendo una zona de sombra bien marcada en la senda contraria para evitar el deslumbramiento del otro conductor y tienen menos brillo (menor potencia eléctrica).

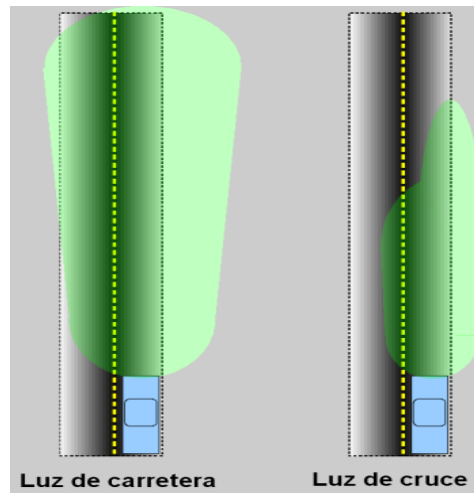


Figura 1.3: Iluminación de las luces de cruce y carretera

Fuente: <http://www.sabelotodo.org/automovil/alinearfaros.html>. Acceso: 10-12-2011

d) Distancia de percepción de una señal

Es la máxima distancia a la que aún se puede reconocer una señal luminosa, la luz necesaria para una correcta percepción varía con la edad, condiciones físicas de la vía, vehículo y medio ambiente. Desde el nacimiento y durante el período de crecimiento, el ser humano requiere de 4 a 5 veces más luz que un adulto, así mismo las personas mayores requieren mucha más luz. En efecto, una persona de 60 años necesita al menos el doble de luz que una de 20, tal como se muestra en la figura 1.4.

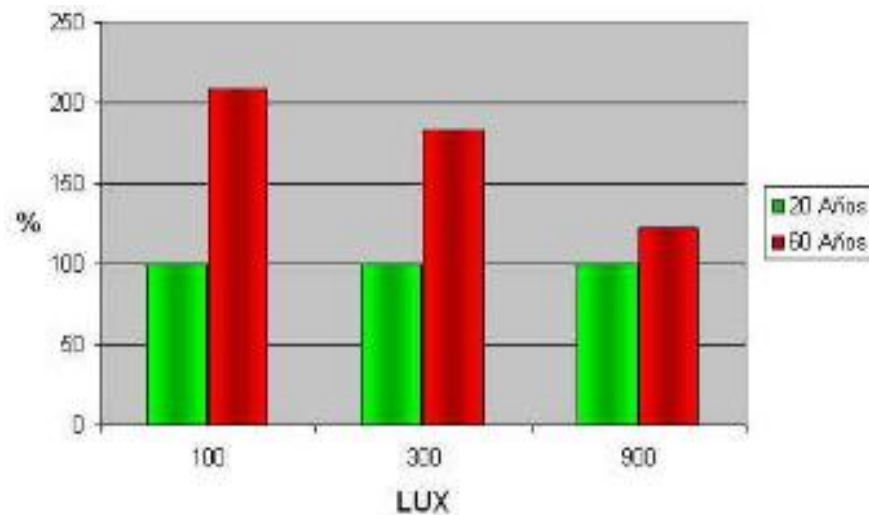


Figura 1.4: Prescripción de señales por edades

Fuente: <http://www.arquimaster.com.ar/iluminacion/dilum12.htm>. Acceso: 05-01-2012

e) Deslumbramiento fisiológico (discapacitación parcial)

Disminución cuantificable/mensurable de la capacidad visual originada por fuentes de luz deslumbrantes que hieren directamente a la retina del ojo, por ejemplo: la reducción del campo visual al aproximarse dos vehículos.

f) Deslumbramiento psicológico (molestia)

Se produce cuando una fuente luminosa que se encuentra dentro del campo visual del conductor molesta al cabo de algún tiempo, pero sin reducir la capacidad visual. Se evalúa en una escala de agradable a desagradable.

1.3.2. Tecnología/sistemas de faros⁵**a) Distancia focal de un reflector**

Los reflectores convencionales de los faros y las luces son generalmente parabólicos. La distancia focal f (distancia entre el vértice de la parábola y el punto focal) es de 15 a 40 mm.

b) Reflectores de forma geométrica libre/variable

La forma geométrica de este tipo de reflectores se calcula aplicando fórmulas matemáticas complejas (HNS Homogeneous Numerically Calculated Surface), en las que se determina la distancia focal medida f , referida a la distancia entre el vértice del reflector y el centro del filamento. Los valores oscilan entre 15 y 25 mm. En el caso de los reflectores biselados o divididos en varios niveles, cada partición se puede crear su propia distancia focal f . En la figura 1.5 se puede visualizar la forma que se obtiene en este tipo de reflectores.

⁵ BOSCH, Robert. 2005. Manual de la técnica del automóvil. GmbH (trad). 4ª ed. Alemania. p 910.

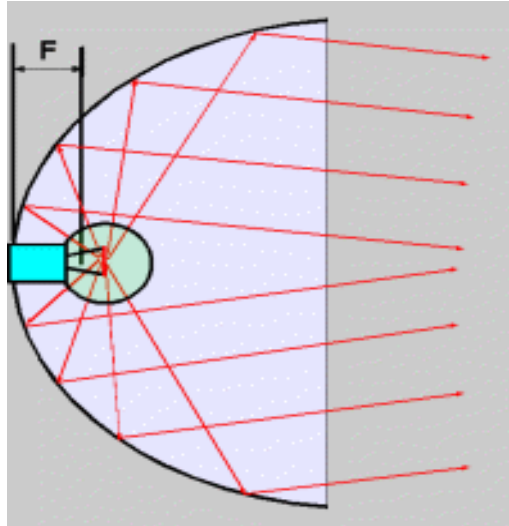


Figura 1.5: Reflector Parabólico

Fuente: http://dc312.4shared.com/doc/XWp_5Xuw/preview.html. Acceso 26/01/20012

c) Área iluminada por el reflector

Proyección paralela a la abertura total de un reflector sobre un plano horizontal. Normalmente, este plano es perpendicular a la dirección de marcha.

d) Flujo luminoso eficaz, Eficacia de un faro

Parte de un flujo luminoso de una fuente de luz que puede actuar eficazmente sobre los componentes reflectantes o refringentes de un aparato (por ejemplo: el flujo proyectado por el reflector de un faro sobre la calzada). Con un reflector cuya distancia focal sea corta se logra un mayor aprovechamiento de la lámpara y una mayor eficacia, porque el reflector abarca la lámpara convirtiendo una gran parte de flujo luminoso en un haz lumínico eficaz.

1.3.3. Conceptos sobre formas constructivas⁶

a) Conjunto

Carcasa común, pero con distintos cristales difusores y lámparas. Ejemplo: la unidad de luces traseras, que tienen varios comportamientos para distintas luces.

⁶BOSCH, Robert. 2005. Manual de la técnica del automóvil. GmbH (trad). 4ª ed. Alemania. p 910.

b) **Combinación**

Carcasa y lámpara común, pero con distintos cristales difusores. Ejemplo: Luces traseras rojas e iluminación de la matrícula combinadas.

c) **Construcción una dentro de otra**

Carcasa y cristal (o cristal difusor) comunes, pero con lámparas distintas. Ejemplo: Faro y luz de posición integrados.

1.3.4. **Conceptos según la norma⁷**

- **Angulo de iluminación.-** Está situado entre el eje de referencia y la línea recta que une el centro de referencia al centro de la fuente luminoso (ver anexo A).
- **Berma.-** Faja lateral, pavimentada o no, adyacente a la calzada de un camino.
- **Catadióptrico.-** Es el dispositivo utilizado para indicar la presencia del vehículo mediante la reflexión de la luz procedente de una fuente luminosa independiente de dicho vehículo, hallándose el observador cerca de la fuente.
- **Dispositivos.-** Son todos los elementos unitarios o en conjunto que desarrollan una o varias funciones.
- **Dispositivo catadióptrico.-** Es el conjunto listo para su uso y que consta de una o más unidades ópticas catadióptricas.
- **Faro.-** Conjunto divisible que contiene un foco u otra fuente de luz y un sistema óptico (lente y/o reflector) para proporcionar una mejor iluminación.
- **Faro de iluminación de la placa de matrícula.-** Son aquellos dispositivos utilizados para iluminar únicamente la placa de matrícula en la parte posterior de un vehículo; se accionan al activarse las luces de guía.
- **Foco.-** Es un conjunto indivisible que contiene una fuente de luz.
- **Foco halógeno.-** Conjuntos indivisibles que contienen una fuente de luz, con la presencia de un gas halógeno a alta o baja presión.

⁷ INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION. 2009. Norma Técnica Ecuatoriana 1155. Primera Edición. Ecuador. p. 4,5 y 6.

- **Foco incandescente.-** Conjunto indivisible que contiene una fuente de luz con presencia de un filamento.
- **Iluminación del dispositivo catadióptrico.-** Es la empleada convencionalmente para designar la iluminación medida en un plano perpendicular a los rayos incidentes y que pasa por el centro de referencia.
- **Luz.-** Dispositivo destinado a iluminar la vía o a emitir una señal luminosa para los demás usuarios de la misma. Los dispositivos de alumbrado de la placa posterior de matrícula y los catadióptricos se considerarán también luces.
- **Luces de salón.-** Son aquellas luces instaladas dentro de la cabina y/o carrocería, que sirven para iluminar el interior del vehículo.
- **Luces de iluminación del panel de instrumentos.-** Son aquellas luces que iluminan el panel de instrumentos, cuando se accionan las luces de posición del vehículo.
- **Luces agrupadas.-** Son los dispositivos que tienen suficientes reflectantes distintas y fuentes de luz distintas, pero una caja común.
- **Luces combinadas.-** Son los dispositivos que tienen superficies reflectantes distintas, pero una fuente luminosa y una caja comunes.
- **Luces altas.-** Utilizadas para alumbrar distancias largas de la vía muy por delante del vehículo.
- **Luces bajas.-** Utilizadas para alumbrar la vía por delante del vehículo sin deslumbrar ni molestar a los conductores ni peatones que vengan en sentido contrario, ni a los demás usuarios de la vía.
- **Luz indicadora de dirección o direccional.-** Utilizadas para señalar a los peatones y demás conductores que el vehículo se propone cambiar de dirección hacia la derecha o hacia la izquierda.
- **Luz de frenado.-** Son aquellas luces colocadas en la parte posterior del vehículo, que proporcionan una luz fija de mayor intensidad que las luces de posición y que se accionan automáticamente con la aplicación del freno de servicio, para indicar la intención del conductor de detener el vehículo o disminuir su velocidad.
- **Luz de posición delantera.-** Nos da una idea de la anchura del vehículo y su posición real el momento que se lo divisa frontalmente.
- **Luz de posición posterior.-** Luz utilizada para indicar la presencia y la anchura visto desde atrás.

- **Luz de posición lateral.-** Indica la presencia y la anchura del vehículo visto desde la parte lateral.
- **Luz antiniebla delantera.-** Proporciona un haz de luz, que debido a su ubicación, intensidad y al ángulo de apertura del espectro luminoso, concentran la intensidad luminosa, reduciendo la reflexión y el consecuente deslumbramiento en caso de niebla, nevada, tormenta o nube de polvo.
- **Luz antiniebla posterior.-** Luz utilizada para hacer el vehículo más visible por detrás en caso de niebla densa. Nevada, tormenta o nube de polvo.
- **Luz para marcha atrás.-** Son aquellos faros accionados automáticamente con el cambio a reversa para proveer iluminación posterior e indicar marcha atrás.
- **Luces indicadoras de alerta o de estacionamiento de emergencia.-** Sistema que permite accionar en forma intermitente todos los faros direccionales o indicadores de giro, para advertir a otros conductores la presencia de un peligro, que el automotor se encuentra estacionado, o la intención de estacionarse emergentemente. En tales circunstancias sustituye a las luces de posición delantera y posterior.
- **Luz de volumen o cocuyo.-** Luces instaladas cerca de los bordes exteriores del vehículo destinadas a indicar claramente el volumen de éste. En determinados vehículos y remolques, esta luz sirve de complemento a las luces de posición delanteras y posteriores del vehículo para señalar su volumen.

1.4. Tecnología y Sistemas de Faros

1.4.1. Sistemas⁸

a) Sistema Europeo

- **Luz de cruce**

Debido a la gran cantidad de vehículos que transitan en las vías, los conductores se ven en la obligación de dejar a lado las luces de carretera y usar las luces de cruce como luz de marcha ver la figura 1.6. De esta manera se alcanzó una mejora continua aplicando medidas básicas:

⁸BOSCH, Robert. 2005. Manual de la técnica del automóvil. GmbH (trad). 4ª ed. Alemania. p 910.

- ✓ La introducción de la luz de cruce asimétrica con un mayor campo de visibilidad en la parte derecha de la carretera.
- ✓ La aprobación de las lámparas halógenas que tienen un 50 y 80% de intensidad luminosa sobre el pavimento.
- ✓ La entrada de nuevos elementos y sistemas de faros con geometría compleja (PES, superficies de formas libres, reflectores biselados) incrementando el rendimiento en un 50%.
- ✓ Las lámparas de gas con el sistema de faros LITRONIC (lámparas de xenón con arco voltaico) aumentando el doble la cantidad de luz producida por las lámparas halógenas.
- ✓ La mejora de la iluminación lateral y homogénea con un 70% en la calzada.

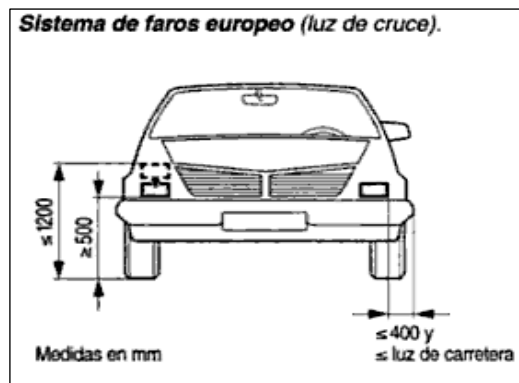


Figura 1.6: Luz de cruce

Fuente: BOSCH, Robert. *Manual de la técnica del automóvil*. GmbH (trad). 4ª ed. Alemania, 2005. p 910.

Los faros de la luz de cruce requieren un límite claro-oscuro en la distribución de la luz. El límite claro-oscuro (LCO) permite aplicar una distribución “arriba oscuro-abajo claro” idónea para lograr campos de visión aceptables en todas las situaciones de circulación evitando el deslumbramiento y generando intensidades lumínicas grandes, cumpliendo con las especificaciones de iluminación en la zona próxima al vehículo que se muestran en la tabla 1.3.

- **Luz de curvas**

Desde el año 2003 se autorizó los faros para alumbrar las curvas permitiéndonos variar la orientación de los faros de la luz de cruce (luz de curva dinámica), y a su vez conectar otra fuente de luz más (luz de curva estática). Además de este ángulo de dirección se

aplican otros puntos de activación, tales como señales GPS, índices de giro sobre el eje vertical (índice de guiñada) o similares. ver la tabla 1.3.

Luz de cruce					Luz de carretera			
Puntos de medición en la gráfica			Intensidad de alumbrado		Puntos de medición		Intensidad de alumbrado	
Núm. de imagen	Circ. por la derecha	Circ. por la izquierda	Clase A (lx)	Clase B (lx)	Núm. de imagen	Punto	Clase A (lx)	Clase B (lx)
01	8L/4U		$\leq 0,7$	$\leq 0,7$		$E_{m\acute{a}x}$	$32 < E$	$48 < E$
02	V/4U		$\leq 0,7$	$\leq 0,7$			< 240	< 240
03	8R/4U		$\leq 0,7$	$\leq 0,7$	F1	$E_{H-5,15^\circ}$	> 4	> 6
04	4L/2U		$\leq 0,7$	$\leq 0,7$	F2	$E_{H-2,55^\circ}$	> 16	> 24
05	V/2U		$\leq 0,7$	$\leq 0,7$	F3	E_{HV}^1	$\geq 0,8$	$\geq 0,8$
06	4R/2U		$\leq 0,7$	$\leq 0,7$			$E_{m\acute{a}x}$	$E_{m\acute{a}x}$
07	8L/H	8R/H	$\geq 0,1; \leq 0,7$	$\geq 0,1; \leq 0,7$	F4	$E_{H+2,55^\circ}$	> 16	> 24
08	4L/H	4R/H	$\geq 0,2; \leq 0,7$	$\geq 0,2; \leq 0,7$	F5	$E_{H+5,15^\circ}$	> 4	> 6
09	B50L	B50R	$\leq 0,4$	$\leq 0,4$				
10	75R	75L	≥ 6	≥ 12				
11	75L	75R	≤ 12	≤ 12				
12	50L	50R	≤ 15	≤ 15				
13	50R	50L	≥ 6	≥ 12				
14	50V	50V	-	≥ 6				
15	25L	25R	$\geq 1,5$	≥ 2				
16	25R	25L	$\geq 1,5$	≥ 2				
cualquier punto en zona III			$\leq 0,7$	$\leq 0,7$				
cualquier punto en zona IV			≥ 2	≥ 3				
cualquier punto en zona I			≤ 20	$\leq 2E^1)$				

Para la luz de cruce:
Suma 1+2+3 $\geq 0,3lx$
Suma 4+5+6 $\geq 0,6lx$

¹⁾ E es el valor de medición actual en el punto 50R, o bien, 50L.

Tabla 1.3: Puntos de medición e intensidades de alumbrado de faros

Fuente: BOSCH, Robert. *Manual de la técnica del automóvil*. GmbH (trad). 4ª ed. Alemania, 2005. p 910.

b) Sistema EE.UU

Al igual que en Europa, se utilizan sistemas de dos y cuatro faros. El montaje y utilización de los faros antiniebla y de carretera adicionales se regulan por las leyes de los diferentes estados de la nación. Hasta el año de 1983 solo se permitían montar faros con ciertas medidas y sellados, pero por medio del anexo a la norma FMVSS número 108 se hizo posible el uso de faros de cualquier tamaño y forma con lámparas recambiables, así mismo desde el 1 de mayo de 1997 en EE.UU está permitido la fabricación de faros claro-oscuro.

• Luz de cruce

Las exigencias entre ambos sistemas se diferencian o se distinguen dependiendo al modelo. En particular los niveles de deslumbramiento exigidos en los estados unidos son

más altos la luz de cruce se sitúa comúnmente más cerca del vehículo y el ajuste básico es generalmente superior (puntos de medición, tabla 1.4).

Núm. de Imagen	Puntos de medición	Intensidad luminosa (cd)	Núm. de imagen	Puntos de medición	Intensidad Luminosa (cd)
	10U-90U				
01	4U, 8L	≤ 125	11	0.6D, 1.3R	≥ 10000
02	4U, 8R	≥ 64	12	0.86D, V	≥ 4500
03	2U, 4L	≥ 64	13	0.86D,	≥ 1800 ;
04	1.5U, 1R-	≥ 135	14	3.5L	≤ 12000
05	3R	≥ 200	15	1.5D, 2R	≥ 15000
05	1.5U, 1R-R	≤ 1400	16	2D, 9L	≥ 1250
06	1U, 1.5L-L	≤ 700	17	2D, 9R	≥ 1250
07	0.5U, 1.5L-	≤ 1000	18	2D, 15L	≥ 1000
08	L	≥ 500 ; ≤ 125	19	2D, 15R	≥ 1000
09	0.5U, 1R-	≥ 135	20	4D, 4R	≥ 12500
10	3R	≥ 64	21	4D, 20L	≥ 300
	H, 4L			4D, 20R	≥ 300
	H, 8L				

Tabla 1.4: Puntos de medicino e intensidades de luz de los faros con luz de cruce
Fuente: BOSCH, Robert. *Manual de la técnica del automóvil*. GmbH (trad). 4ª ed. Alemania, 2005. p 910.

- **Luz de carretera.**

Las formas de construcción de la luz de carretera corresponden a las mismas que el sistema europeo, existen pocas diferencias como en es el caso del ancho de dispersión de la distribución de luz necesaria o requerida y en su valor máximo pequeño en el eje del faro de carretera.

1.4.2. Tecnología

Desde la homologación de los faros xenón hasta hoy en día, numerosos han sido los fabricantes de vehículos que equipan esta opción en su gama de modelos y también cuantiosas han sido las mejoras que se han incluido en los sistemas de iluminación.

La capacidad de proporcionar hasta tres veces más potencia luminosa y una duración de hasta cinco veces más que las lámparas halógenas, da como resultado una mayor iluminación de la calzada y una mejora de la seguridad activa de los vehículos.

1.4.2.1. Iluminación inteligente⁹

Los sistemas de iluminación xenón y bi-xenón, se han combinado con nuevas tecnologías como es la luz de curvas. En su variante dinámica, entra en funcionamiento mediante el giro del módulo xenón en función del radio de la curva que se está trazando en cada momento. Gracias a esta nueva tecnología, el área iluminada por el haz de cruce al entrar en una curva será casi el doble. En su otra modalidad, luz de estática para curvas, lo que se pretende iluminar son intersecciones o curvas muy cerradas. La homologación se concedió en enero de 2003, pero en 2006 se produce la homologación del sistema de luces adaptativas AFS, el cual permitirá además de girar el haz de luz, aumentar la profundidad y la anchura del mismo. Así, en ciudad se podrá disponer de un haz más ancho y corto, mientras que en autopista, a altas velocidades, éste será más estrecho y largo tal como se ilustra en la figura 1.7.



Figura 1.7: Sistema selectivo, detector de objetos potencialmente peligrosos

Fuente: <http://www.bmwfaq.com/f7/hella-presenta-la-iluminacion-inteligente-221715>. Acceso: 08-01-2012

1.4.2.2. Faros Led

Los faros LED combinan la última tecnología en iluminación (ver figura 1.8) con un diseño contemporáneo. Sus múltiples componentes ahorran energía y proporcionan luz para los faros de las luces de cruce y de carretera, además de utilizarse para la

⁹<http://www.electriauto.com/tecnologias-en-iluminacion/>. Acceso: 08-01-2012.

franja de luces LED de marcha diurna. El color de la luz de los faros LED reproduce fielmente la luz solar natural, lo que permite que los ojos perciban mejor los contrastes y sean menos sensibles a la fatiga, ofreciendo mayor seguridad en condiciones de oscuridad y mal tiempo debido a que iluminan la carretera de forma más uniforme y amplia con un mayor alcance, sin deslumbrar a los conductores que vienen de frente. Además, dado que son prácticamente ajenos al desgaste, cambiar bombillas es parte del pasado, el lado negativo de los Led es su precio y que se calientan demasiado por ello es recomendado utilizar una buena ventilación para su refrigeración y así obtener un funcionamiento óptimo y positivo.



Figura 1.8: Faros Led

Fuente: <http://autoconsultorio.com/tecnologia-coches/ventajas-y-desventajas-de-los-faros-de-diodos-led/>. Acceso: 10-01-2012

1.4.2.3. Luces Diurnas¹⁰

La iluminación diurna, no sirve para ver, sino para ser visto están integradas en los faros principales o en el parachoques delantero como una unidad separada y utilizan menos energía que las luces de cruce, contribuyen en gran medida a mejorar la eficiencia energética, sobre todo cuando están formadas por LEDs. En comparación con las luces de cruce convencionales, ofrecen un ahorro de energía de más del 90%. Las luces de marcha diurna tienen un consumo de energía de solo 6 voltios.

Los nuevos modelos de vehículo y camioneta que se comercialicen en la Unión Europea deberán estar equipados con luces diurnas (DRL, por sus siglas en inglés) que se encienden de manera automática al tiempo que el motor, por la entrada en vigor de una

¹⁰http://www.audi.es/es/brand/es/Efficiency/efficiency_technologies. Acceso: 02 -02- 2012

nueva directiva pensada para mejorar la seguridad en las carreteras. La norma será también obligatoria para camiones y autobuses a partir de agosto de 2012, pues aunque parezca increíble la disminución de accidentes al utilizar este sistema es notoria y muy segura, en la figura 1.9 se muestra un ejemplo de la disposición de las luces diurnas.



Figura 1.9: Luces Diurnas

Fuente: <http://www.elmundo.es/elmundomotor/2011/02/07/seguridad/1297098024.html>. Acceso: 02-02-2012.

1.4.2.4. Iluminación de ambiente

Unas franjas de iluminación de ambiente situadas en el techo y en los laterales, entre los asideros, proporcionan una iluminación básica mientras el vehículo está en movimiento. La iluminación de las guanteras, el hueco para los pies, la consola central y los paneles interiores de las puertas ofrece una mayor facilidad de orientación. La iluminación de ambiente sobre la consola central produce la sensación de que esté flotando. Los estribos de las puertas también se iluminan para facilitar la transición entre la iluminación del hueco para los pies y la iluminación de la entrada, hay disponibles tres esquemas de color: polar, marfil y rubí.

1.4.2.5. Asistente de Carretera

El asistente de luces de carretera puede decidir por sí mismo cuándo es conveniente utilizar las luces de carretera. Detecta de forma automática los faros de los coches que vienen de frente, las luces traseras de otros vehículos y las zonas urbanizadas, según los límites del sistema. Una cámara integrada discretamente en el espejo interior controla la carretera. La función de ayuda puede activarse al atardecer o por la noche como muestra la figura 1.10.



Figura 1.10: Asistentes de carretera o largas

Fuente: <http://www.circulaseguro.com/seguridad-activa/asistentes-de-luces-de-carretera-o-largas>.

Acceso: 05-02-2012

1.5. Tipos de Faro¹¹

1.5.1. Faros de Reflexión

En los sistemas de faros convencionales con reflectores parabólicos, la calidad de la luz de cruce aumenta proporcionalmente con el tamaño del reflector. Además con un montaje lo más alto posible se obtiene un gran alcance geométrico. Por el contrario, la delantera de los vehículos tiene que ser baja para tener una buena aerodinámica. Bajo tales condiciones, para aumentar el tamaño se tienen que diseñar faros anchos. Los reflectores de igual tamaño con distancias focales diferentes no tienen la misma eficacia con respecto a los de distancias focales cortas estos generan un haz luminoso más ancho y con mejor alumbrado a los lados y en el área más próxima al vehículo, esto resulta ventajoso al circular por curvas.

a) Reflectores Escalonados.

Son reflectores segmentados compuestos de partes paraboloides o para elípticas de distancias focales diferentes que, aun teniendo una menor profundidad de montaje, conservan las ventajas de los reflectores normales ver la Figura 1.11.

b) Reflectores sin Escalones.

La constante evolución en el diseño lumínico permite diseñar reflectores con formas no escalonadas y secciones no parabólicas. El punto focal de las diferentes zonas del

¹¹ BOSCH, Robert. 2005. Manual de la técnica del automóvil. GmbH (trad). 4ª ed. Alemania. p 910.

reflector puede variar su posición respecto de la fuente de luz. Aplicando este principio es posible aprovechar toda la superficie del reflector verla figura 1.12.



Figura 1.12: Reflector escalonado

Fuente: <http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C>. Acceso 25-01-2012

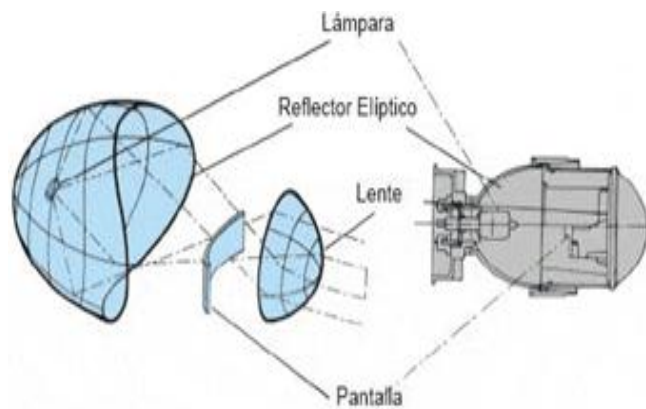


Figura 1.13: Reflectores sin escalones

Fuente: <http://www.netvisa.com.mx/lecciones/pointer>. Acceso 28-01-2012



Figura 1.14: Faros con cristal protector claro

Fuente: <http://www.google.com.ec/q=faros+reflector+con+cristal>. Acceso 01-02-2012

1.5.2. Faros con cristal protector claro

El desarrollo de los reflectores ha logrado actualmente una eficacia hasta el 50% en los faros. Toda la distribución de la luz se genera únicamente en la superficie del reflector, sin elementos ópticos en el cristal cobertero. Ello permite diseñar faros distintos a los convencionales ver la figura 1.13.

1.5.3. Faros con reflector biselado

La superficie de estos reflectores está dividida en facetas o celdas una característica de la 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, ver la figura 1.14.

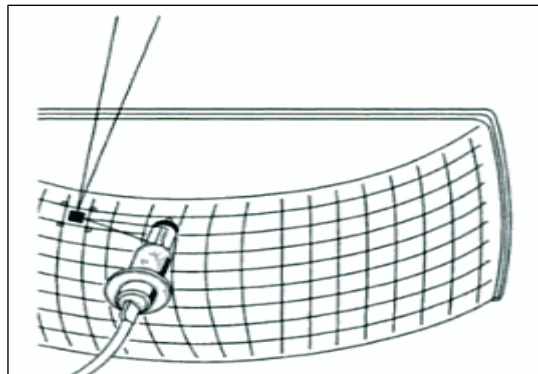


Figura 1.15: Faros con reflector biselado

Fuente: BOSCH, Robert. *Manual de la técnica del automóvil*. GmbH (trad). 4ª ed. Alemania, 2005. p 910

1.5.4. Faros PES

El sistema de faros PES (Poly-Ellipsoid-System) con elementos ópticos de reproducción de la imagen permite realizar diseños diferentes a los faros tradicionales de gran superficie. Esto se logra gracias a un reflector elíptico y a un elemento óptico de proyección. El reflector ubicado junto al objetivo conforma un límite claro-oscuro definido con una precisión exacta, según se requiera una definición elevada, una impresión intencionada o un determinado trazado formal. La trayectoria del haz luminoso proyectado puede establecerse de forma que el entorno

que rodea al objetivo se aproveche como superficie indicadora de señales. Esta amplificación de la superficie reflectora se emplea en objetivos de pequeño diámetro, para reducir el deslumbramiento del tráfico que circula en sentido contrario, ver la figura 1.15.

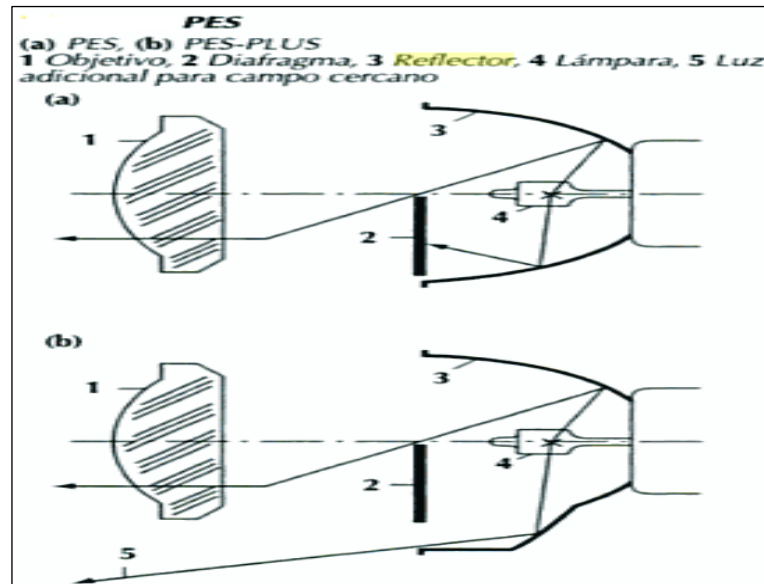
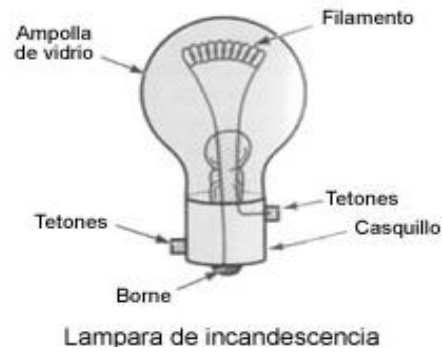


Figura 1.16: Faros PES

Fuente: BOSCH, Robert. *Manual de la técnica del automóvil*. GmbH (trad). 4ª ed. Alemania, 2005. p 910

1.6. Lámparas utilizadas en el automóvil

Las lámparas utilizadas en el automóvil están constituidas por un filamento de tungsteno o wolframio que se une a dos terminales soporte; el filamento y parte de los terminales se alojan en una ampolla de vidrio en la que se ha hecho el vacío y se ha llenado con algún gas inerte (argón, neón, nitrógeno, etc.); los terminales aislados e inmersos en material cerámico se sacan a un casquillo, éste constituye el soporte de la lámpara y lleva los elementos de sujeción (tetones, rosca, hendiduras, etc.) por donde se sujeta al portalámparas. Cuando por el filamento pasa la corriente eléctrica éste se pone incandescente a elevada temperatura (2000 a 3000°C) desprendiendo gran cantidad de luz y calor por lo que se las conoce como lámparas de incandescencia; en el automóvil se emplean varios tipos aunque todos están normalizados y según el empleo reciben el nombre, pudiendo ser para: faros, pilotos, interiores y testigos, ver la figura 1.16.



Lámpara de incandescencia

Figura 1.17: Faros PES

Fuente: <http://www.mecanicavirtual.org/luces>. Acceso 11-11-2011

1.6.1. Tipos de lámparas

- 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. Se fabrican en diversos tamaños de ampolla para potencias de 3, 5, 10 y 15 Watts, ver la figura 1.17.



Figura 1.18: Lámpara plafón

Fuente: <http://www.sabelotodo.org/automovil/sisiluminacion>. Acceso 15-11-2011

- 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. Este modelo de lámpara se utiliza en luces de posición, iluminación, stop, marcha atrás, etc. Para aplicación a luces de posición se utilizan preferentemente la de ampolla esférica y filamento único, con potencias de 5 o 6 Watts. En luces de señalización, stop, etc., se emplean las de ampolla alargada con potencia de 15, 18 y 21 Watts, ver la figura 1.18.



Figura 1.19: Lámparas pilotos

Fuente: <http://referencia-de-bombillos-en-automoviles.html> Acceso 18-11-2011

- c) **Control.-** Disponen un casquillo con dos tetones simétricos y ampolla esférica o tubular. Se utilizan como luces testigo de funcionamiento de diversos aparatos eléctricos, con potencias de 2 a 6 Watts, ver la figura 1.19.



Figura 1.20: Lámparas de control

Fuente: <http://www.accesoriosdecoches>. Acceso 05-02-2012

- d) **Lancia.-** Este tipo de lámpara es similar al anterior, pero su casquillo es más estrecho y los tetones de los que está provisto son alargados en lugar de redondos. Se emplea fundamentalmente como señalización de cuadro de instrumentos, con potencias de 1 y 2 Watts, ver la figura 1.20.



Figura 1.21: Lámpara Lancia

Fuente: <http://www.cetronic.es/sqlcommerce/disenos>. Acceso 25-11-2011

- e) **Wedge.-** En este tipo de 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, ver la figura 1.21.



Figura 1.22: Lámpara Wedge
Fuente: <http://lotelle.com/grs/Acceso> 25-11-2011

- f) **Foco europeo.-** Este modelo de lámpara dispone una ampolla esférica y dos filamentos especialmente dispuestos, los bornes de conexión están ubicados en el extremo del casquillo. Se utiliza en luces de carretera y cruce, ver la figura 1.22.



Figura 1.23: Foco europeo
Fuente: <http://www.otro-equipamiento/p-lampara-foco>. Acceso 28-11-2011

- g) **Halógena.-** Es una variante de la lámpara incandescente con un filamento de tungsteno dentro de un gas inerte y una pequeña cantidad de halógeno (como yodo o bromo). El vidrio se substituye por un compuesto de cuarzo, que soporta mucho mejor el calor, tiene un rendimiento mejor que la incandescente y su vida útil se aumenta hasta las 2.000 y 4.000 horas de funcionamiento, ver la figura 1.23.



Figura 1.24: Halógenos
Fuente: <http://transmotor.wordpress.com>. Acceso 15-11-2011

En la figura 1.23 puede verse la constitución de una lámpara de halógeno de doble filamento para carretera y cruce, el extremo de la ampolla está recubierto con pintura negra especial, esta zona recubierta con tiene influencia directa sobre la distribución de la temperatura en el interior de la ampolla. Atendiendo a la forma de la ampolla, numero de filamentos y posicionamiento de los mismos, existen básicamente las siguientes clases de lámparas halógenas:

- **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 milímetros de diámetro. Se utiliza fundamentalmente en faros de largo alcance y antiniebla, con potencias de 55, 70 y 100 Watts, ver la figura 1.24.



Figura 1.25: Halógena H1

Fuente: <http://www.philips.es/c/car-lamps/premium.com> Acceso 21-11-2011.

- **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, ver la figura 1.25.



Figura 1.26: Halógena H2

Fuente: <http://www.philips.es/c/car-lamps/premium.com> Acceso 23-11-2011

- **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. Se utiliza principalmente en faros auxiliares antiniebla y de largo alcance, con potencias similares a las anteriores, ver la figura 1.26.



Figura 1.27: Halógenos H3

Fuente: <http://www.philips.es/c/car-lamps/premium.com> Acceso 24-11-2011.

- **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 Watts (cruce-carretera), 70/75 y 90/100 Watts, ver la figura 1.27.



Figura 1.28: Halógenos H4

Fuente: <http://www.philips.es/c/car-lamps/premium.com> Acceso 11-12-2011

- **Lámpara H5.**

Es similar a la anterior, esta se diferencia únicamente por el casquillo, como puede verse en la figura 1.28.



Figura 1.29: Halógenos H5

Fuente: <http://www.wega.com.ar/catalogo/LamparasHal.com> Acceso 15-12-2011

- **Lámpara H7.**

Es el bulbo halógeno de séptima generación diseñado para el uso de vehículos. La H7 solo tiene un filamento de tungsteno a diferencia de otras versiones con dos filamentos en el interior de la bombilla. El empleo de lámpara halógena en lugar de la convencional representa un fuerte aumento de la energía luminosa. Para la luz de carretera, 1200 lm (lúmenes) en lugar de los 700 lm de la lámpara convencional y en luz de cruce 750 lm frente a 450 lm. Los faros halógenos dan una mayor profundidad de visión en la luz de carretera, mientras que en la de cruce, aunque la distancia iluminada es la misma, la luz es más intensa y el haz luminoso más ancho, lo que permite ver mejor los bordes de la calzada, ver la figura 1.29.



Figura 1.30: Halógenos H7

Fuente: <http://www.bmw-noroeste.com/t2113-2-com>. Acceso 15-12-2011

Dada la mayor temperatura de funcionamiento de la lámpara halógena y su potencia luminosa, se hace necesario emplear reflectores apropiados a ellas, cuya fabricación

requiere unos niveles de calidad y precisión netamente superiores a los de un reflector convencional. En cuanto al cristal de la óptica está más cuidado el tallado de los prismas, encargados de dirigir con precisión el haz luminoso especialmente con el funcionamiento de la luz de cruce. Con las lámparas halógenas debe tenerse la precaución de no tocar con los dedos el cristal de cuarzo, pues aparte de las quemaduras que puede provocar cuando está caliente, la grasilla depositada con el tacto produce una alteración permanente en el cristal con las altas temperaturas. Por esta razón, cuando se toca el cristal debe limpiarse con alcohol antes de poner en servicio la lámpara. Un tipo de lámpara halógena especial es aquella que utiliza gas xenón en el interior de la ampolla, con el cual se consigue una luz más blanca y, por tanto, más semejante a la luz del día.

1.7. Luces 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. Además, destacan por su largo alcance y su extensión lateral perfecta, ver la figura 1.30.

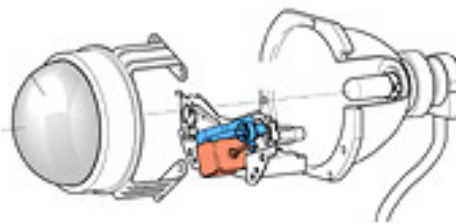


Figura 1.31: Faro de xenón

Fuente: <http://bricomotor.blogspot.com> Acceso 20-12-2011.

Otras ventajas incluyen el bajo consumo energético y la durabilidad de las bombillas, equivalente a toda la vida de servicio del vehículo. 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.

1.7.1. Faros bi-xenón

El faro bi-xenón es una versión especial del faro xenón y posibilita generar un haz alto y otro bajo desde un mismo faro. Al seleccionar el haz bajo, el haz de luz alto es parcialmente bloqueado por un obturador móvil. Para cambiar al haz alto, un electroimán retira el obturador de la trayectoria del haz de luz, ver la figura 1.31.



Figura 1.32: Faros bi-xenón

Fuente: <http://bricomotor.blogspot.com> Acceso 11-12-2011

1.7.2. Faros de xenón dobles

Los faros de xenón dobles ofrecen todas las ventajas de la luz de xenón pero también para las luces de carretera. Cuando el conductor cambia de la luz de cruce a la de carretera, se enciende una lámpara de descarga gaseosa aparte. Los faros de xenón dobles generan un campo de luz muy expansivo y homogéneo. Además, el diseño inconfundible de primera clase embellece aún más el vehículo, ver la figura 1.32.



Figura 1.33: Faros de xenón dobles

Fuente: <http://bricomotor.blogspot.com> Acceso 15-12-2011

1.8. Mantenimiento, Verificación y Reglajes¹²

1.8.1. Mantenimiento

El mantenimiento del sistema de alumbrado se lo debería realizar por lo menos una vez al año y este consiste en la regulación correcta de los faros. Además, se debe de realizar un chequeo de los pernos de sujeción de todo el faro y la limpieza o pulido de ser requerido de los cristales que recubren el foco. Hay veces que se debe dar un mantenimiento a la luna del faro atreves del pulido de esta forma nos aseguramos que la luz emitida sea aprovechada al máximo.

1.8.2. Verificación y Reglaje

La regulación correcta de los faros del vehículo debe suministrar un alumbrado perfecto de la carretera cuando fuese utilizada luz baja, presentando una ofuscación mínima con respecto a los vehículos que estén transitando en el carril opuesto. Cuando vaya a regular el faro, asegúrese que la superficie de la carretera y la superficie en la que se va a efectuar la regulación estén planas y paralelas. Los neumáticos del vehículo se deben llenar según la presión específica. La regulación es efectuada con el vehículo con el peso en orden de marcha más una persona ó 75 kg en el asiento del conductor. El aparato de regulación del faro es ajustado según las especificaciones del fabricante; es ajustado con 1.0% de inclinación para luz baja y con 2.0% de inclinación para el faro antiniebla.

1.8.2.1. Procedimiento

- ❖ Se retira el vehículo de la pared hasta una distancia de 10m. asegurándose de hacerlo que la orientación de las ruedas sea la correspondiente a marcha en línea recta como se muestra en la figura 1.33.
- ❖ Encender la luz de cruce y actuar sobre los tornillos de reglaje hasta corregir que el haz de luz de cada uno de los faros, quede 10 cm por debajo de la línea horizontal trazada anteriormente y bien centrada sobre la cruz ver figura 1.34.

¹² CHEVROLET S.A. 2002. Manual de Taller Corsa Evolution 1.8. Editorial GM. p. 2557.

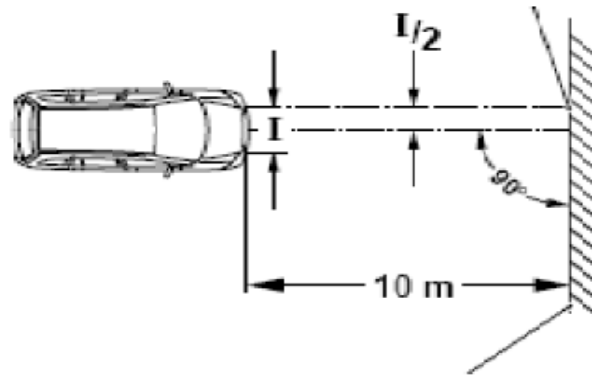


Figura 1.35: Esquematización del proceso de calibrado
 Fuente: MANUAL DE TALLER, Corsa Evolution 1.8. 2002

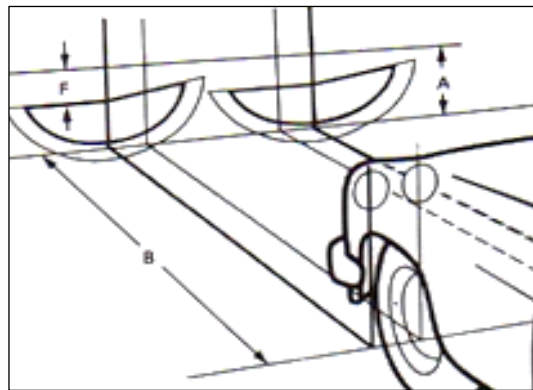


Figura 1.36: Calibración de la luz de cruce
 Fuente: <http://www.furgovw.org/furgallery.php?usuario=1213>. Acceso 25-12-2011

- ❖ Encender la luz de carretera y comprobar que el haz de luz de cada faro incide sobre la cruz trazada al efecto, ver la figura 1.35.

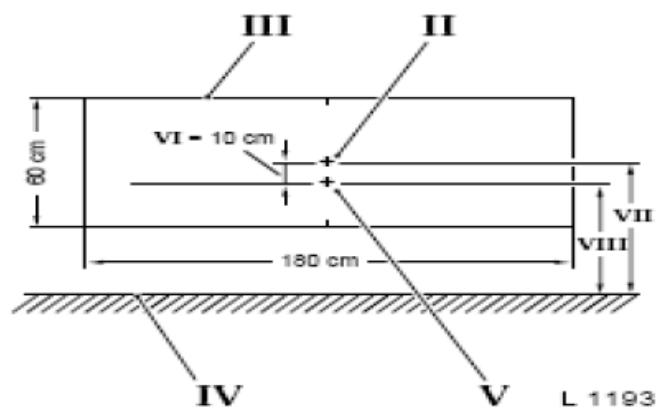


Figura 1.37: Calibración de la luz de carretera
 Fuente: MANUAL DE TALLER, Corsa Evolution 1.8. 2004.

Por último se comprueba que la luz de faros de carretera colocadas adicionalmente estén a 20 cm por debajo de la línea de trazada y el vehículo a una distancia de 10 m del tablero. De esta manera se puede verificar el reglaje de los faros de acuerdo a los requerimientos del manual de cada vehículo y su faro, ver la figura 1.36.

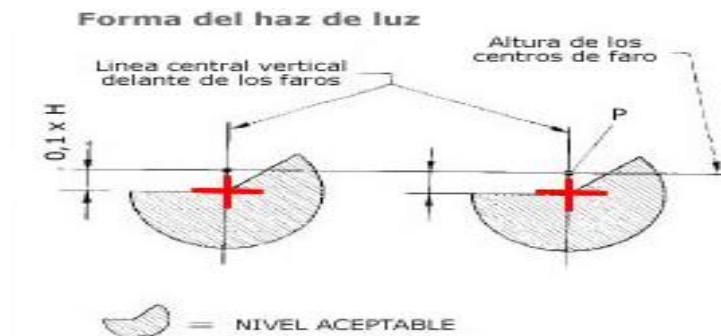


Figura 1.38: Calibración de la luz de carretera

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/hazlo-reglaje-faros>. Acceso 04-01-2012

1.9. Fotometría

1.9.1. Introducción

En el automóvil, el sistema óptico es el encargado de realizar las funciones de iluminación y señalización, estando formado por: una fuente luminosa (la lámpara), el reflector y el cristal o tulipa, todos estos son los encargados de cumplir con dos conceptos básicos: el de ver (al que le corresponde el papel a la iluminación) y el ser visto (que se encarga de ello la señalización). Como los dos sistemas inciden directamente en la seguridad de los conductores y acompañantes del automóvil, han de responder a normas de homologación internacionales. El código de circulación con sus normas y las Revisiones Técnicas de Vehiculares (RTV) se encarga de velar por el cumplimiento de las normas.

1.9.2. Definición¹³

Es la ciencia que se encarga de la medición de la intensidad de la luz, como el brillo percibido por el ojo humano. Es decir, estudia la capacidad que tiene la radiación

¹³http://energia.guanajuato.gob.mx/siegconcyteg/eventosieg/archivos/AI_Introd_fotometria_para_ingenieria_Iluminacion.pdf. Acceso: 03-03-2012

electromagnética de estimular el sistema visual. No debe confundirse con la Radiometría, que se encarga de la medida de la luz en términos de potencia absoluta. Cuando la intensidad es medida en varios ángulos de una luminaria, el proceso es denominado goniofotometría. El ojo humano no tiene la misma sensibilidad para todas las longitudes de onda que forman el espectro visible. La fotometría introduce este hecho ponderando las diferentes magnitudes radiométricas medidas para cada longitud de onda por un factor que representa la sensibilidad del ojo para esa longitud.

1.9.3. Magnitudes Fotométricas¹⁴

La fotometría se divide en visual, física y fotográfica. La propia medición se puede realizar con el ojo (fotometría visual) o con instrumentos de medición sensibles a la luz (fotometría física). La parte del espectro electromagnético visible para el ojo humano es 380nm-780nm. La tabla 1.5 nos muestra las diferentes magnitudes.

MAGNITUD FOTOMETRICA	SIMBOLO	UNIDAD	ABREVIATURA	MAGNITUD RADIOMETRICA
Cantidad de luz o energía luminosa	Q _v	lumen·segundo	lm·s	Energía radiante
Flujo luminoso o potencia luminosa	F	lumen(= cd·sr)	lm	Flujo radiante o potencia radiante
Intensidad luminosa	I _v	candela	cd	Intensidad radiante
Luminancia	L _v	candela/metro ²	cd/m ²	Radiancia
Iluminancia	E _v	luz	lx	Irradiancia
Emitancia luminosa	M _v	lux	lx	Emitancia

Tabla 1.5: Magnitudes Fotométricas

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Fotometr%C3%ADa_%28f%C3%B3tica%29. Acceso 07-03-2012

¹⁴http://www.luxlite.lu/site/sp_pres_tech_1.php. Acceso: 10-03-2012.

1.9.4. Conceptos y Generalidades Fotométricas

1.9.4.1. Flujo Luminoso¹⁵

El flujo luminoso describe toda la potencia luminosa emitida por una fuente de luz. Mediante la inclusión de la sensibilidad espectral del ojo, resulta la unidad lumen. El valor máximo que se puede alcanzar teóricamente con una transformación total de la energía a 555 nm es de 653 lm/W, ver la figura 1.37.

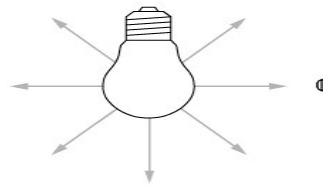


Figura 1.39: Flujo luminoso

Fuente: http://www.erco.com/guide_v2/guide_2/lighting-technology-94/luminous-flux-1835/es/intro-1.php. Acceso 12-03-2012

1.9.4.2. Intensidad Luminosa¹⁶

Cantidad de flujo luminoso emitido por cada uno de los rayos que la fuente emite en una determinada dirección por unidad de ángulo sólido. Magnitud que expresa la distribución del flujo luminoso en el espacio. Esta magnitud se entiende únicamente referida a una determinada dirección y contenida en un ángulo sólido o estéreo que se mide en estereorradianes, ver la figura 1.38.



Figura 1.40: Diferencia entre flujo luminoso e intensidad luminosa

Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/indice0.html>. Acceso 15-03-2012

¹⁵http://www.luxlite.lu/site/sp_pres_tech_1.php. Acceso: 10-03-2012.

¹⁶<http://riunet.upv.es/bitstream/handle/>. Acceso 15-03-2012.

1.9.4.3. Luminancia¹⁷

Efecto de luminosidad que produce una superficie en la retina del ojo, tanto si procede de una fuente primaria que produce luz, como si procede de una fuente secundaria o superficie que refleja luz. Relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. La percepción de la luz es realmente la percepción de diferencias de luminancias. El área proyectada es la vista por el observador en la dirección de la observación. La luminancia se percibe como brillo y parece más brillante cuanto menor es la superficie en comparación con la intensidad luminosa, ver la figura 1.39.

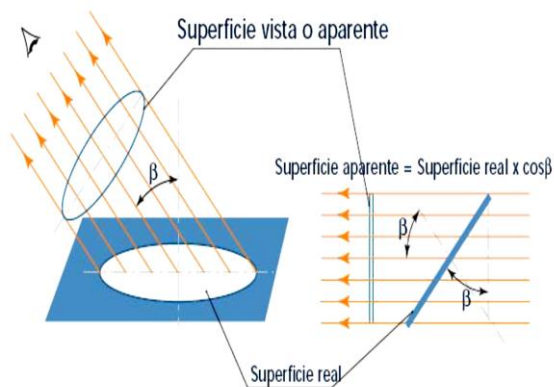


Figura 1.41: Luminancia de una superficie
Fuente: <http://www.indal.es/portal/docs>. Acceso 16-03-2012

1.9.4.4. Iluminancia¹⁸

La iluminancia es una medida para la densidad de la intensidad luminosa sobre una superficie. Disminuye con el cuadrado de la distancia a la fuente de luz. Cuando una superficie de 1 m² es iluminada uniformemente con un flujo luminoso de 1 lumen, resulta una iluminancia de 1 lux, es decir es el flujo luminoso recibido por una superficie, ver la figura 1.40.

¹⁷<http://riunet.upv.es/bitstream/handle/>. Acceso 15-03-2012.

¹⁸http://www.luxlite.lu/site/sp_pres_tech_1.php. Acceso: 10-03-2012.

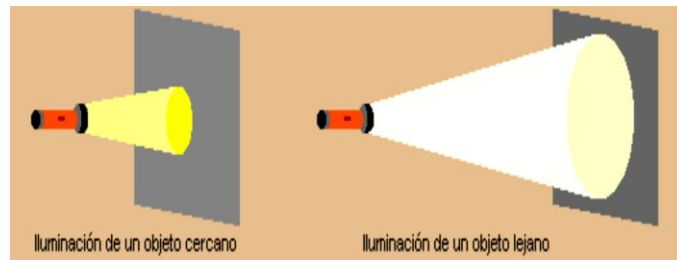


Figura 1.42: Concepto de iluminancia

Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/indice0.htm>. Acceso 15-03.2012.

1.9.4.5. Rendimiento Luminoso¹⁹

Es el cociente entre el flujo luminoso producido por la lámpara y la potencia eléctrica consumida, que viene definida con las características de las lámparas, ver la figura 1.41.



Figura 1.43: Rendimiento Luminoso

Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/fotometria/imatges/rdto.gif>. Acceso 15-03.2012

Algunas medidas de elementos en temperaturas grados kelvin en la siguiente tabla 1.7:

TEMPERATURA	[K]
Vela	1900-19500
Lámpara incandescente	2700-2900
Lámpara de sust. Luminiscente	2800-7500
Lámpara incand. Halógena	3000-3300
Luz de luna	4100
Luz diurna	5800-6500

Tabla 1.6: Ejemplos de temperaturas

Fuente: http://www.luxlite.lu/site/sp_pres_tech_1.php. Acceso: 10-03-2012

¹⁹<http://riunet.upv.es/bitstream/handle/>. Acceso 15-03-2012.

Ejemplos de rendimiento luminoso en la tabla 1.6:

EJEMPLOS DE RENDIMIENTO LUMINOSO	[%]	RENDIMIENTO LUMINOSO	[lm/W]
Vela	0.04	Lumen [lm]	0.1
Lámpara de aceite	0.08	Candela [cd]	0.2
Lámpara incandescente 220 V	1	Candela/surface [cd/m ²]	10-20
Lámpara incandescente halógena 12 V	4	Lux [lx]	28
Diodo luminiscente	15	Lumen/Watt [lm/W]	5-50
Lámpara de vapor de sodio	28	Lux [lx]	40-70

Tabla 1.7: Ejemplos de rendimiento luminoso
Fuente: http://www.luxlite.lu/site/sp_pres_tech_1.php. Acceso: 10-03-2012.

1.9.5. Formulas²⁰

Las formulas son las más básicas y principales de la división de la fotometría.

- **Flujo Luminoso** Φ Lumen [lm]

$$\Phi = Km \times \int_0^\infty \frac{d\phi(\lambda)}{d\lambda} \times V(\lambda) d\lambda$$

- **Intensidad Luminosa** I Candela [cd]

$$I = \frac{d\phi}{d\Omega_1}$$

- **Luminancia** L Candela/surface [cd/m²]

$$L = \frac{dI}{dA \cos(\theta)} = \frac{d^2\phi}{dA \cos(\theta) d\omega}$$

- **Iluminancia** E Lux [lx]

$$E = \frac{d\phi}{dA_c}$$

²⁰http://www.luxlite.lu/site/sp_pres_tech_1.php. Acceso: 10-03-2012

- **Rendimiento Luminoso** η Lumen/Watt [lm/W]

$$\eta = \frac{\Phi}{P}$$

1.9.6. Normalización²¹

El color de la luz es el color de la luz emitida por una fuente de luz. El color de la luz se puede indicar como lugar del color mediante las coordenadas x,y. Con sólo 3 colores independientes es posible representar cualquier otro color. En el interior del área se encuentra el punto de mínima saturación denominado blanco o punto acromático (U). Todos los niveles de saturación de un color se pueden encontrar pues sobre una recta entre el punto acromático y el correspondiente lugar del color. Sobre la línea púrpura sólo hay colores de combinación entre el violeta y el rojo, y no se puede asignar ninguna longitud de onda individual, ver la figura 1.42.

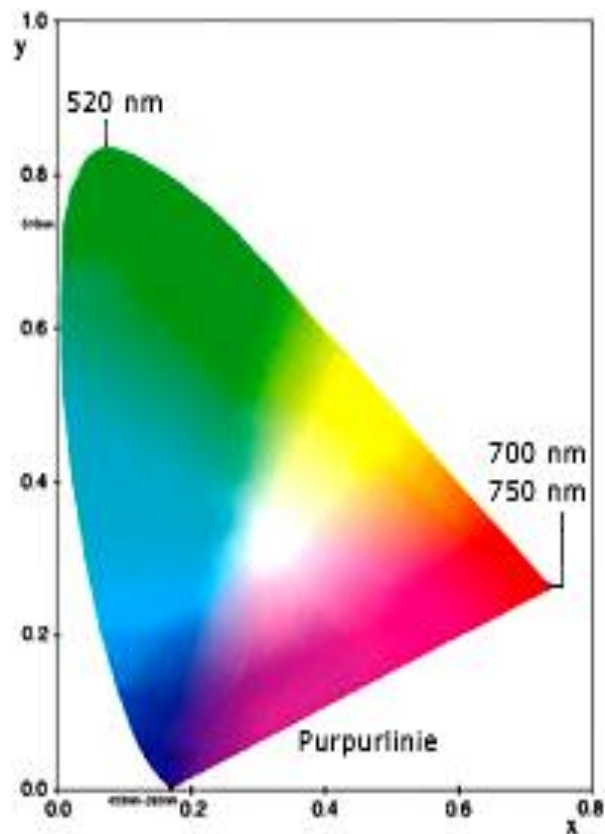


Figura 1.44: Normalización de colores

Fuente: http://www.luxlite.lu/site/sp_pres_tech_1.php. Acceso: 10-03-2012

²¹http://www.luxlite.lu/site/sp_pres_tech_1.php. Acceso: 10-03-2012.

1.10. Luxómetro²²

El luxómetro (también llamado light meter) es un instrumento de medición que permite calcular simple y rápidamente la iluminancia real de un faro sin importar la marca o procedencia del mismo. La unidad de medida es lux (*lx*). Contiene una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados y representada en un display en caso de que este sea digital o aguja de ser analógico cada uno de estos con la correspondiente escala de luxes.

1.10.1. Evolución

Los primeros luxómetros fueron utilizados por fotógrafos, cineastas y cada vez más utilizado por escenografía para optimizar la iluminación interior, que entre el 20 y el 60 % de la electricidad es consumida por la iluminación. Se utilizan también, más raramente para medir la luminosidad del cielo en meteorología y para medir la luz que recibe el suelo en bosques o en invernaderos. En los últimos años también ha comenzado a ser utilizado por ecologistas, astrónomos y arquitectos para desarrollar índices cuantitativos de la contaminación lumínica o la intrusión de la luz para reducirlas o adaptar estrategias de ingeniería.

Otro uso; dan los profesionales de higiene y seguridad, a fin de determinar la posibilidad de una enfermedad profesional por deficiencias lumínicas, ya que así lo establece la ley de seguridad e higiene laboral en Argentina y México que habla de las condiciones de iluminación en los centros de trabajo. Hoy en día este aparato de medición sirve para el campo automotriz concretamente para medir la intensidad luminosa de los faros en el vehículo. Por esta razón a nivel mundial los países se han unido para crear normas en donde existen valores establecidos y permitidos para que el valor de intensidad luminosa del faro sea regularizado. En el Ecuador la norma es la INEN 1155.

²²<http://www.automatizando.com.co/luxometros.htm>, Luxómetro. Acceso: 11/07/2012.

1.10.2. Principio de Funcionamiento²³

El luxómetro moderno funciona según el principio de una celda (célula) fotovoltaica; un circuito integrado recibe una cierta cantidad de luz (fotones que constituyen la "señal", una energía de brillo) y la transforma en una señal eléctrica (analógica). Esta señal es visible por el desplazamiento de una aguja, el encendido de diodo o la fijación de una cifra. Una fotoresistencia asociada a un ohmímetro desempeñaría el mismo papel. Un filtro de corrección de espectro permite evitar que las diferencias de espectro falseen la medida (la luz amarilla es más eficaz que la azul, por ejemplo, para producir un electrón a partir de la energía de un paquete de fotones). Los luxómetros pueden tener varias escalas para adaptarse a las luminosidades débiles o las fuertes (hasta varias decenas de millares de luxes).

1.10.3. Tipos de Luxómetro

En la actualidad existen muchos modelos de Luxómetros que son utilizados en algunas áreas como son: La arquitectura, ingeniería civil, inspectores de salud, meteorólogos, analizadores de riesgo laboral, ingeniería automotriz, revisión técnica vehicular, etc. Los tamaños de los equipos son diferentes pero el principio de funcionamiento es el mismo; conforme ha evolucionado la tecnología los equipos analógicos fueron remplazados por los electrónicos, ver la figura 1.43.



Figura 1.45: Tipos de luxómetro

Fuente: <http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index>. Acceso 11/07/2012

²³ <http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index>; Titulo; Luxómetro. Acceso: 11/07/2012.

Los luxómetros ocupados en el área automotriz tienen la particularidad en la lente la misma que es de mayor tamaño que las habituales. Además para realizar una medida precisa necesitan estar correctamente alineados al faro y nivelados con el plano donde se encuentran es decir una superficie plana. Por esta razón su base es robusta de preferencia acero y tiene ruedas para desplazarse en una forma paralela a la luz que va hacer medido, ver la figura 1.44.



Figura 1.46: Tipos de luxómetro para Vehículos

Fuente: <http://acoruna.olx.es/regulador-de-faros-con-pantalla-digital-y-laser-iid-71076980>.
Acceso 11/07/2012

1.10.4. Rueda Reguladora

Ubicada en la parte céntrica-posterior de la caja óptica, es de suma importancia para la regulación y verificación del alcance geométrico de las luces cuando el luxómetro no es netamente digital o cuando en el faro no vienen con la inclinación predeterminada, otorgándonos el nivel adecuado de altura para el sensor captador, su funcionamiento está ligado a la definición del alcance geométrico de faros prescrito por la UE (Ver en la página 9, 10).

1.10.4.1. Disposiciones²⁴

La tabla 1.8 indica el alcance geométrico para diferentes inclinaciones de los faros, cuando la altura de montaje de los proyectores es de 65 cm. En las inspecciones técnicas se aceptan inclinaciones de hasta el -2,5% (1,5% por debajo del ajuste

²⁴<http://www.educa.madrid.org/web/ies.mateoaleman.alcala/Iluminacion.pdf>. Acceso 20/07/2012.

normal). El ordenamiento legal de la UE (directiva 76/56/CEE) establece que el ajuste fundamental según la medida de ajuste “e” es de 10 a 15 cm. a la distancia de 10 m, con una persona en el asiento del conductor como carga del vehículo, es decir, de -1% a -1,5% con relación a la horizontal (fig. 1.45). Normalmente el fabricante del vehículo indica el valor del ajuste fundamental. Para los diferentes estados de carga, el haz de cruce debe quedar ligeramente inclinado hacia abajo, entre los valores de -0,5% y -2,5% con relación a la horizontal (fig. 1.45).

Inclinación del límite entre la zona iluminada y la oscura (1% = 10 cm. / 10 m.)	-1%	-1,5%	-2%	-2,5%	-3%
Medida de ajuste e (cm.)	10cm.	15cm.	20cm.	25cm.	30cm.
Alcance geométrico para la parte horizontal del límite entre la zona iluminada y la oscura (m.)	65 m.	43,3m.	32,5m.	26 m.	21,7m.

Tabla 1.8: Alcance geométrico para la parte horizontal del límite entre la zona iluminada y la oscura de la luz de cruce (altura de montaje del faro 65 cm.)

Fuente: <http://www.educa.madrid.org/web/ies.mateoaleman.alcala/Iluminacion.pdf>. Acceso 20/07/2012.

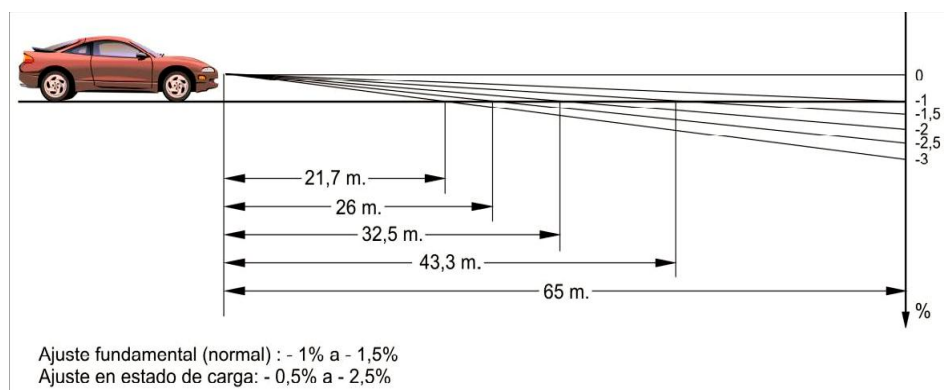


Figura 1.47: Alcance geométrico para la parte horizontal del límite entre la zona iluminada y la oscura de la luz de cruce para los diferentes estados de carga.

Fuente: <http://www.educa.madrid.org/web/ies.mateoaleman.alcala/Iluminacion.pdf>. Acceso 20/07/2012.

Actualmente todos los vehículos nuevos que entran en circulación en todo el mundo, deben disponer de un sistema de regulación automática del alcance de luces (obligatorio en los sistemas con lámpara de descarga) o un sistema manual de ajuste de dicho alcance, que garantiza las tolerancias de inclinación del haz luminoso en

función de la carga del vehículo, de esta manera nos facilita el mantenimiento del sistema principal de alumbrado.

1.11. Conclusiones

- ❖ El desarrollo de la industria automovilística se fundamenta principalmente en la revolución electrónica. Obteniendo sistemas más eficientes e incrementando la seguridad activa, haciendo a los vehículos más seguros y cómodos, ya que mejora la visibilidad en condiciones climatológicas adversas.
- ❖ La función de sistema del alumbrado es prestar al conductor los requerimientos necesarios para circular tanto en la ciudad como en la carretera, cumpliendo así con la misión de ver y ser visto. Además, de los servicios auxiliares de control y confort para la conducción del vehículo prescritos por la norma INEN 1155.
- ❖ De acuerdo a lo estudiado e investigado en los sistemas de iluminación y las normas que rigen en el país, se recomienda implementar de manera obligatoria las Revisiones Técnicas Vehiculares RTV, para que los vehículos puedan transitar de forma adecuada y otorgar la debida seguridad a sus navegantes y ocupantes de las vías. Dado que una de las causas de accidentes de tránsito, se ve reflejada en la falta de iluminación y deslumbramiento.
- ❖ El sistema de iluminación requiere un mantenimiento preventivo en la parte mecánica y electrónica cada cierto periodo de tiempo, para garantizar un haz de luz correcto e intensidad lumínica adecuada, el luxómetro nos facilita esta verificación y regulación de dicho sistema, siendo este una máquina de fácil manejo, con una precisión al momento de realizar las mediciones.
- ❖ Se utilizan sistemas de iluminación con haz asimétrico para aprovechar iluminar al máximo la parte derecha de la calzada, evitando así el deslumbramiento a vehículos y conductores que circulan en sentido contrario.
- ❖ Las personas de 60 años necesitan el doble de luz que una de 20, así mismo un ser humano que se encuentra en la etapa de crecimiento necesita de 4 a 5 veces

más luz que un adulto. Es decir que la percepción de luz varía conforme a la edad.

- ❖ Los deslumbramientos fisiológicos y psicológicos son causantes de la disminución en la capacidad visual provocadas por fuentes deslumbrantes o fuentes luminosas para el conductor, estas pueden herir directamente o molestar al cabo de cierto tiempo.

CAPÍTULO 2

DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL LUXOMETRO

2.1. Estructura General

Para la realización del diseño y construcción del luxómetro se efectuó estudios como análisis para obtener el modelo más conveniente en el proyecto, los materiales utilizados son: plancha laminada al frío ASTM A-366, tubo estructural ASTM A-500, vidrio oscuro de 2 milímetros, una lente de 200 milímetros; así mismo se utilizó un mecanismo de desplazamiento vertical con freno y componentes electrónicos.

2.1.1. Parte Mecánica

El diseño que compete a la parte mecánica está basado en 4 cuerpos: una Tapa, una Caja óptica, un Conjunto Soporte y un Soporte de Espejo de precisión, los mismos que fueron construidos para efectuar los trabajos de regulación y verificación de una forma ágil, de fácil manejo, como precisa. Los materiales empleados en el proyecto fueron seleccionados con fines didácticos.

2.1.1.1. Planos

Planos de construcción ver en el Anexo B.

2.1.1.2. Construcción de componentes mecánicos

a) Tapa y Caja Óptica.

La construcción de la tapa y caja óptica se la realizó en un pantógrafo el mismo que permite precisión de corte, mejor acabado en líneas o superficies. El material utilizado en estos dos componentes fue plancha de acero. Dicho pantógrafo realiza los cortes a través del control numérico CNC, (fig. 2.1).



Figura 2.1: Pantógrafo, corte con CNC

La parte superior de la tapa posee: un área descubierta en donde se coloca el vidrio de 2 milímetros, este permite la entrada de luz a la caja. También encontramos un display digital que indica el valor de medición en klux o lux, la tapa va sujeta a la caja óptica mediante tornillos (fig. 2.2)..



Figura 2.2: Fabricación de la tapa

En la parte frontal de la caja óptica se instaló una lente la cual debe concentrar la luz que reflejan los faros y emitirla al sensor receptor, el mismo que está sujeto a un soporte que se encuentra en una placa interior, la cual se mueve verticalmente por medio de un mecanismo de resorte y rueda regularizada. La luz reflejada debe reproducir sobre la placa interior una imagen semejante a la que se obtendría sobre un muro situado a 25 metros de distancia, esto se logra por medio de las características de la lente óptica.

El sensor recepta la luz y la convierte en una señal que es transmitida hacia la parte digital de medición, obteniendo una medida exacta en la intensidad luminosa en los faros de los vehículos. La rueda regularizada se mueve de acuerdo al tipo de faro que

va hacer calibrado, con la finalidad de colocar la placa interior a la altura adecuada que se necesita para realizar la medición, pues no todos los vehículos vienen con los mismos grados de inclinación en su geometría y haz de luz. La caja óptica tiene un nivel de burbuja el cual asegura que se trabaje en condiciones horizontales y paralelas a la superficie del piso (fig. 2.3)..



Figura 2.3: Fabricación de la caja óptica

b) Conjunto Soporte

El conjunto soporte consta de tres partes:

- ✓ La base, está fabricada de plancha de acero de dos milímetros de espesor, y va acoplada sobre tres ruedas distribuidas de forma adecuada, el diseño de la base nos permite obtener una firmeza para soportar los pesos, cargas y nos garantiza una estabilidad antivuelco que se podría presentar en el funcionamiento de la máquina (fig. 2.4)..



Figura 2.4: Construcción de las bases

- ✓ En la columna se empleó tubo estructural de dos milímetros, la misma que va sujeta a la base por medio de un juego de pernos. Dicha columna está compuesta por dos tubos los cuales servirán de guía para el sistema de

desplazamiento vertical, Sistema de freno y soporte de todo el peso del luxómetro ver la figura 2.5.

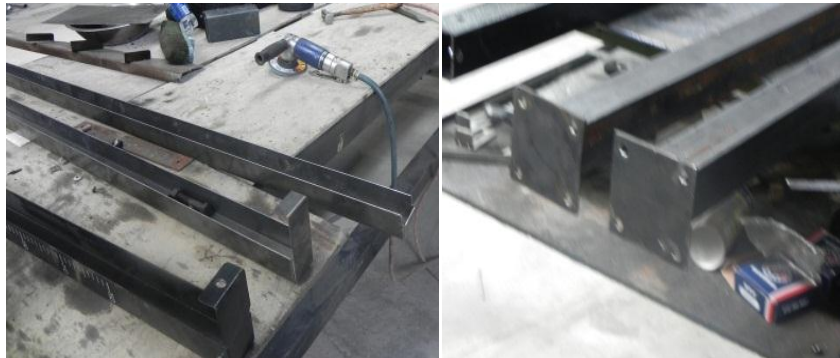


Figura 2.5: Construcción de la columna

- ✓ Para el Sistema de desplazamiento vertical se utilizó plancha de acero de dos milímetros de espesor. Este sistema sirve de unión entre la Caja óptica y las columnas, las mismas que harán de guía para el desplazamiento, pues es aquí en donde se da el movimiento de forma vertical hasta conseguir la altura adecuada de trabajo. Una vez lograda la altura deseada la Caja óptica se quedará en esta posición gracias a su sistema de freno (fig. 2.6).



Figura 2.6: Fabricación del sistema de desplazamiento vertical

c) Soporte de Espejo de precisión

Construido con acero inoxidable de un milímetro y un espejo normal el cual lleva una marca referencial que atraviesa el mismo de forma longitudinal, dicha marca

sirve de guía para direccionar el luxómetro de forma paralela al vehículo. El soporte va roscado a la columna en su parte alta.

A todos los elementos contruidos se les realiza un proceso de pintado para dar mejor acabado y estética al proyecto. La pintura aplicada sobre estos elementos es poliuretano la cual nos garantiza una mejor conservación en el equipo evitando la corrosión ver la figura 2.7.



Figura 2.7: Proceso de pintado

2.1.2. Parte electrónica²⁵

Para el diseño y construcción de la parte electrónica del luxómetro se utiliza un sensor de luminosidad LDR (Light Dependent Resistance), este es un dispositivo cuya resistencia óhmica varía en función de la iluminación recibida sobre su superficie. El proyecto está diseñado para trabajar con el Microcontrolador PIC 16F877, el cual nos permite realizar la conversión Analógica /Digital (ADC) con una resolución de 10 bits.

El ADC trabajará con una frecuencia de oscilación de 16 Megahercios dividido para 32, el cual permite realizar la comunicación serial con la PC; además, se utiliza una

²⁵<http://www.microchip.com/pic16f877.html>. Acceso: 01-07-2012.

pantalla GLCD (Graphical Led Display) para la visualización de los valores digitales que obtenemos mediante el ADC del PIC. Estos valores fueron ajustados en el programa²⁶ MikroC Pro ForPic v.4.60.0.0 que nos entrega en un rango de 0 lux a 240 lux.

Se efectúa la comunicación serial con la Pc a una velocidad de 9600 baudios, un bit de parada y sin bit de paridad, aquí se transmiten los valores digitales obtenidos y a estos se adjunta un programa de interfaz gráfica en Matlab. Aquí se obtiene y procesan los datos adquiridos en la comunicación serial. En la figura 2.8 se visualiza el diagrama de bloques del luxómetro (fig. 2.8).

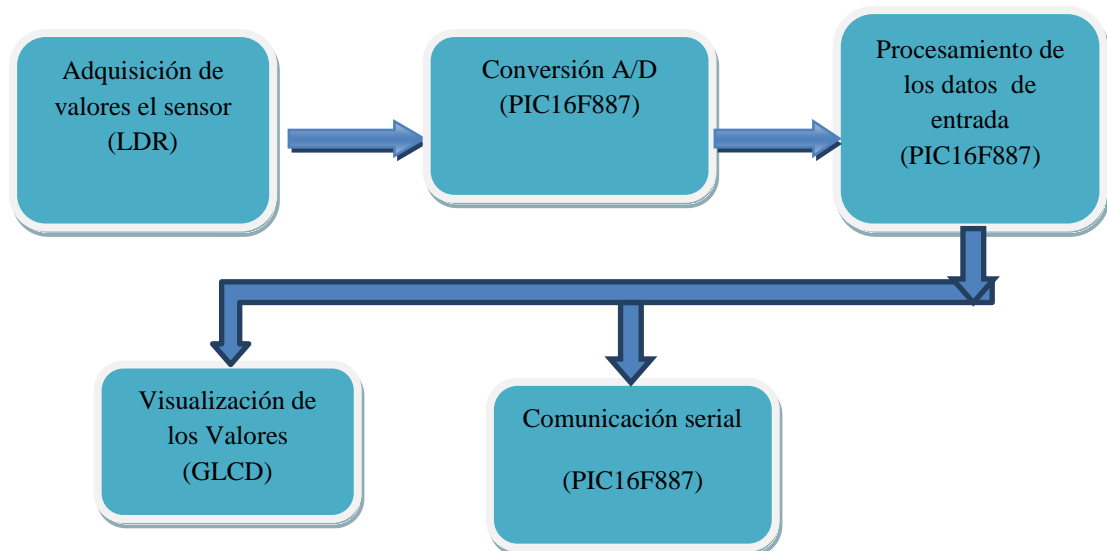


Figura 2.8: Diagrama de bosques

2.2. Análisis Lógico

2.2.1. Adquisición de los datos mediante el LDR

Mediante la fotorresistencia se obtiene los datos que varían de acuerdo con la luz que incide sobre ella, se realiza un arreglo en el divisor de voltaje para obtener las

²⁶ MikroC Pro ForPic

variaciones del LDR, cuyos valores van de 0 a 5 voltios. La adquisición de datos se tendrá de acuerdo a la siguiente fórmula²⁷:

$$V_{sal} = \frac{R_6}{R_6 + R_{(LDR)}}$$

Debido a la variación de resistencia del sensor en alta luminosidad está en niveles bajos (ohm), y de acuerdo con la necesidad de trabajar con alta luz se requiere una resistencia baja en serie con la LDR visualizar la figura 2.9.

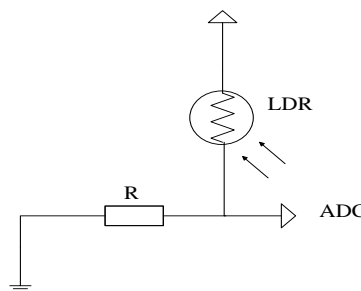


Figura 2.9: Divisor de voltaje para la LDR

2.2.2. Conversión A/D(pic16f887)

Una vez obtenidos los datos que entrega el sensor se procede a realizar la conversión de análogo a digital, para poder trabajar con la misma mediante el PIC16f887, por lo cual se debe activar el pin de entrada (RA0) como analógico, luego activar los registros respectivos del PIC tales como la configuración del ADCON0 y el ADCON1 que entregan ciertos parámetros para realizar la conversión ADC de acuerdo a las necesidades requeridas.

2.2.3. Procesamiento de los datos de entrada (PIC16F887)

Como se menciona anteriormente la variación del sensor utilizado no es lineal por lo tanto se realiza un proceso de linealización por mínimos cuadrados para poder ajustar los valores de salida, esto se lo hace con la ayuda del programa Matlab el

²⁷ DRISCOLL Frederick F. Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados. México p200

cual nos presenta el comando “polyfit”. En primer lugar se debe tener un patrón para poder calibrar el sensor, en este caso un luxómetro. Luego se toma con el luxómetro ciertos valores en diferentes rangos de luz para compararlos con los de la fotorresistencia. En el programa Matlab se procede a generar un vector (y) con los valores tomados por el luxómetro, y otro vector (x) con los datos obtenidos por el sensor, como ejemplo se da el siguiente código:

```
y= [0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 40 60 80 100 120 140 160
180 200 220 240]
x= [0 170 200 233 390 465 470 500 520 565 615 620 680 694 710 720 760 780 790
815 827 866 870 874 879 882 886 890 896 900 903 905];
p= polyfit (x,y,4)
```

- Donde p es un vector de coeficientes de orden 4 cuyos coeficientes se muestran a continuación:

```
p(1) = -6.278541271460093e-006
p(2) = 0.003353124355416
p(3) = -0.593438161502845
p(4) = 38.595236099613302
p(5) = 2.237345586078885e+002
```

- Finalmente la fórmula²⁸ representa la liberalización:

$$P(x) = P_1 x^n + P_2 x^{(n-1)} + P_3 x^{(n-2)} + \dots + P_{(n-1)} x + P_n$$

$$P(x) = -6.278541271460093e - 006 x^4 + 0.003353124355416x^3 - 0.593438161502845x^2 + 38.595236099613302x + 2.237345586078885e + 002$$

- Donde (x) puede ser cualquier valor del sensor.

²⁸ RODRIGUEZ Manuel Gil. 2003. Introducción rápida a Matlab y Simulink. Madrid.

2.2.4. Visualización de los Valores (GLCD)

Una vez realizado el procedimiento para calibrar el sensor se procede a visualizar los valores en la pantalla gráfica, para lo cual se debe configurar los pines del PIC para el envío de datos, y la activación respectiva del resto de pines del GLCD.

2.2.5. Comunicación serial (PIC16F887)

La comunicación serial es mucho más lenta que la paralela debido a que transmite bit a bit pero tiene la ventaja de necesitar menor cantidad de hilos y además se puede extender la comunicación a mayor distancia por ejemplo la norma RS232 a 15 metros en la norma RS422/485 a 1200 metros y utilizando un modem a cualquier parte del mundo.

2.2.5.1. Norma R232²⁹

El protocolo RS-232 es una norma o estándar mundial que rige los parámetros de uno de los modos de comunicación serial. Por medio de este protocolo se estandarizan las velocidades de transferencia de datos, la forma de control que utiliza dicha transferencia, los niveles de voltajes utilizados, el tipo de cable permitido, las distancias entre equipos, los conectores, etc. La Norma RS-232 fue definida para conectar un ordenador a un modem. Además de transmitirse los datos de una forma serie asíncrona son necesarias una serie de señales adicionales, que se definen en la norma. Las tensiones empleadas están comprendidas entre +15/-15 voltios.

Existen dos formas de realizar la comunicación serial: la sincrónica y la asíncrona, la diferencia entre estas dos formas es que la comunicación sincrónica además de la línea para la transición de datos necesita otra línea que contenga los pulsos de reloj, estos a su vez indican cuando un dato es válido. Por otra parte la comunicación serial asíncrona no necesita pulsos de reloj en su lugar utiliza mecanismo como diferencia tierra (R2S32) o voltajes diferenciales (RS422/485), en donde la velocidad de cada bit es determinada por la velocidad de la transmisión de los datos que se

²⁹<http://juandeg.tripod.com/rs232.htm>. Acceso: 10-07-2012

debe definir previamente entre ambos dispositivos a comunicarse. Así mismo la comunicación serial se realiza cuando tenemos calibrado el sensor aquí se configura la para, la transmisión y los siguientes parámetros: Velocidad de 9600 baudios, Un bit de parada, Sin bit de paridad y Ocho bits de datos.

2.3. Diagramas lógicos

En el siguiente diagrama se muestra el flujo del algoritmo utilizado para la programación del Microcontrolador (fig. 2.10).:

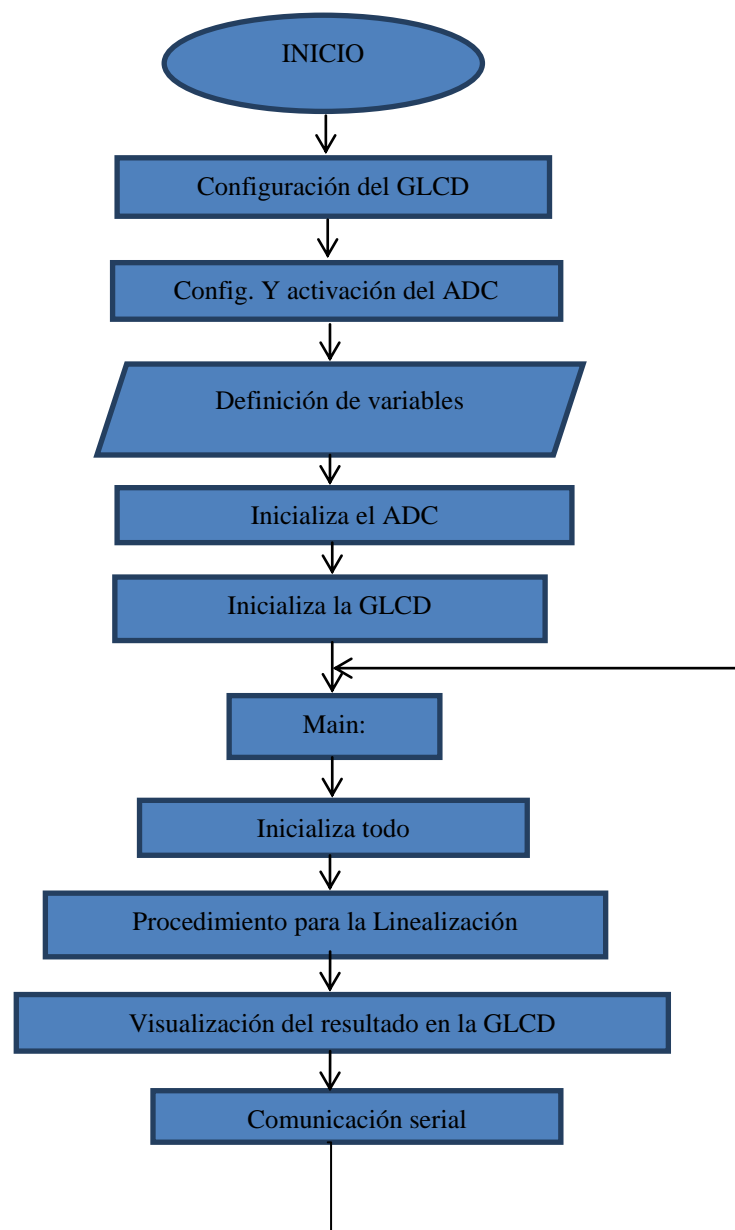


Figura 2.10: Diagrama del algoritmo utilizado

2.3.1. Programación del pic16f887 mediante “mikroc pro for pic ”

```

// declaración de variables.
const code char nom_bmp[1024] ;
const code char uda4_bmp[1024];
unsigned int LDR ;    //Creamos una variable LDR
unsigned int LDR1 ;   //Creamos una variable LDR1
unsigned int LDR2;
//-----declaración de variables en punto flotante -----
float pol1;
float pol2;
float pol3;
float pol4;
float pol5;
float polT;
char *txt[6];
char *txt1[6];
char *txt2[6];
//-----Configuración de los pines Para el GLCD-----
char GLCD_DataPort at PORTB;
sbit GLCD_CS1 at RD4_bit;
sbit GLCD_CS2 at RC5_bit;
sbit GLCD_RS at RD2_bit;
sbit GLCD_RW at RD3_bit;
sbit GLCD_EN at RC4_bit;
sbit GLCD_RST at RD5_bit;

sbit GLCD_CS1_Direction at TRISD4_bit;
sbit GLCD_CS2_Direction at TRISC5_bit;
sbit GLCD_RS_Direction at TRISD2_bit;
sbit GLCD_RW_Direction at TRISD3_bit;
sbit GLCD_EN_Direction at TRISC4_bit;
sbit GLCD_RST_Direction at TRISD5_bit;
//-----
void delay2S() {           // una función de 2 segundos de retardo
    Delay_ms(2000);
}
//-----
void InitGlcd() {
    ANSEL = 0;           // Configura los Pines AN como Digital
    ANSELH = 0;
    C1ON_bit = 0;       // Desabilita Los comparadores
    C2ON_bit = 0;

```

```

Glcd_Init();           // Initialize GLCD
Glcd_Fill(0x00);
Glcd_Image(uda4_bmp); // Dibuja el logo de la universidad en la GLCD
delay2s();
Glcd_Image(nom_bmp);
Delay2s(); Delay_ms(2000);
Glcd_Fill(0x00);
Glcd_Set_Font(Character8x7, 8, 7, 32);
Glcd_Write_text("ALINEADOR DE", 15, 0, 1);
Glcd_Write_text("FAROS", 45, 1, 1);
}
//-----
void InitAdc() {
ANSEL = 0;           // Configura los Pines AN como Digital
ANSELH = 0;
ADCON0 |= 0x83;     // Fosc/32 seleccionamos el canal 0
ADCON1 |= 0x00;     // Configuracion de AN0 como entrada analógica
TRISA |= 0x01;     //configura A0 como entrada de dato
LDR = adc_Read(0); // Obtiene el resultado de la conversion AD
}
//-----
void main () {
TRISC |= 0x07;
InitGlcd ();
while(1) {
InitAdc();           // Inicia la funcion InitAdc
Glcd_Set_Font(font5x7, 5, 7, 32);
//Glcd_Set_Font(System3x5, 3, 8, 32);
WordToStr(LDR,txt1); //Coje el valor de pol y lo guarda en txt1
Glcd_Write_Text(txt1,0,6,1); // escribe el valor de txt1 en el GLCD
//-----Ajuste de Los valores del ADC por mínimos cuadrados -----
//pol1=0.000000062785413*LDR*LDR*LDR*LDR;
delay_ms(15);
pol2=0.000004421045552*LDR*LDR*LDR;
delay_ms(15);
pol3=0.0017807160579*LDR*LDR;
delay_ms(15);
pol4=0.201141194378873*LDR;
delay_ms(15);
pol5=3.524897646291801;
polT=pol2-pol3+pol4+pol5; // Resultado del ajuste por minimos cuadrados
delay_ms(60);
//-----
floatToStr(polT,txt); //Coje el valor de pol y lo guarda en txt

```

```

Glcd_Set_Side(5) ;
Glcd_Write_Text(txt,90, 3, 1);
Glcd_Write_text("MEDIDA EN LUX ", 0, 3, 1);
//-----
UART1_Init(9600);          // seleccionamos 9600 baudios
ANSEL = 0;                // Configura AN0 pins as digital
ANSELH = 0;
delay_ms(100);
UART1_Write_Text(txt);
//-----
LDR1=polT/1000;           //Coje el valor de pol y lo divide para 1000
para mostrar en Klux
Glcd_Write_text("MEDIDA EN KLUX", 0, 4, 1);
wordToStr(LDR1, txt2);    //Coje el valor de LDR1 y lo guarda en txt2
Glcd_Write_Text(txt2,75, 4, 1);    // escribe el valor de txt2 en el GLCD
}

```

2.4. Diseño del Software

El programa está diseñado y fabricado con una herramienta particular que nos presenta Matlab de interfaz grafico (**GUIDE**), el mismo que cuenta con varias aplicaciones y opciones que nos permiten diseñar cada uno de los elementos y componentes deseados, además se podrá programar cada uno de estos de acuerdo a nuestro requerimiento y exigencias de diseño. En nuestro caso hemos utilizado los siguientes elementos:

- Una lista de opciones que accede a la selección del puerto habilitado
- Un Botón para conectarse y desconectarse
- Un botón para visualizar los valores en Klux enviados desde PIC.
- Un botón para visualizar los valores en Lux enviados desde PIC.
- Un botón para abrir un documento de Excel donde se guardaran los valores medidos en el instante deseado.
- Un botón para salir del programa
- Seis botones para guardar los valores de luminosidad obtenidos en distintas posiciones.

En la siguiente figura 2.11 observamos el diseño completo del interfaz gráfico:



Figura 2.11: Interfaz gráfica de Matlab

Fuente: Programa Matlab

- El siguiente código es el empleado para obtener los valores en Klux

```
global com_ser
global K_lux
while true
B= (fscanf(com_ser,'%f',5)./1000);
disp(B);
set(handles.K_lux,'string',B)
pause (0.2);
end
```

- El siguiente código es el empleado para obtener los valores en Lux

```
global com_ser
global text_5
%A= [];
while true
pause(0.2);
%for j= 1:10
A= fscanf(com_ser,'%f',5);
disp(A);
set(handles.text5,'string',A);
end
```

2.4.1. Código del programa de interfaz gráfico en Matlab

```

function varargout = rx_sensor(varargin)
% RX_SENSOR M-file for rx_sensor.fig
%   RX_SENSOR, by itself, creates a new RX_SENSOR or raises the existing
%   singleton*.
%
%   H = RX_SENSOR returns the handle to a new RX_SENSOR or the handle to
%   the existing singleton*.
%
%   RX_SENSOR('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%   function named CALLBACK in RX_SENSOR.M with the given input
%   arguments.
%
%   RX_SENSOR('Property','Value',...) creates a new RX_SENSOR or raises the
%   existing singleton*. Starting from the left, property value pairs are
%   applied to the GUI before rx_sensor_OpeningFcn gets called. An
%   unrecognized property name or invalid value makes property application
%   stop. All inputs are passed to rx_sensor_OpeningFcn via varargin.
%
%   *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows only one
%   instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help rx_sensor

% Last Modified by GUIDE v2.5 27-Mar-2012 14:31:38

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',    mfilename, ...
                  'gui_Singleton', gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @rx_sensor_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn', @rx_sensor_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn', [] , ...
                  'gui_Callback', []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});

```

```

else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes just before rx_sensor is made visible.
function rx_sensor_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to rx_sensor (see VARARGIN)
set(handles.portList, 'String', ...

    [{'COM1'} ; ...
     {'COM2'} ; ...
     {'COM3'} ; ...
     {'COM4'} ; ...
     {'COM5'} ; ...
     {'COM6'} ; ...
     {'COM7'} ; ...
     {'COM8'} ; ...
     {'COM9'} ; ...
     {'COM10'} ; ...
     {'COM11'} ; ...
     {'COM12'} ; ...
     {'COM13'} ; ...
     {'COM14'} ]);
set(handles.portList, 'Value', 2);

% Choose default command line output for rx_sensor
handles.output = hObject;

% Update handles structure
global linea
global linea1
global linea2
global linea3
global linea4
global linea5
linea='1';
linea1='1';
linea2='1';
linea3='1';

```

```

linea4='1';
linea5='1';
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes rx_sensor wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);
% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = rx_sensor_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject handle to figure
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

function KLUX_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to KLUX (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of KLUX as text
% str2double(get(hObject,'String')) returns contents of KLUX as a double
global com_ser
global K_lux
while true
B= (fscanf(com_ser,'%f',5)./1000);
disp(B);
set(handles.K_lux,'string',B)
pause (0.2);
end

%%K1= [];
% while (1==1)
% K1 = [K1 fread(com_ser,1,'uchar')];
% K1=string(K1);

%disp(A);
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function KLUX_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to KLUX (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.

```



```

% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function LUX_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to LUX (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of LUX as text
% str2double(get(hObject,'String')) returns contents of LUX as a double
global com_ser
global text_5
%A= [];
while true
pause(0.2);
%for j= 1:10
A= fscanf(com_ser,'%f',5);
disp(A);
set(handles.text5,'string',A);
end;
%B= (fscanf(com_ser,'%f',5)./1000);
%disp(B);
%set(handles.K_lux,'string',B)

%set(handles.K_lux,'string',A);
%end
%K1= [];
%while (1==1)
%K1 = [K1 fread(com_ser,1,'uchar')];
%K1=string(K1);

%pause(1)
%end;
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function LUX_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to LUX (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
% See ISPC and COMPUTER.

```

```

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in conect.
function conect_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to conect (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
clc
global com_ser
if strcmp(get(hObject,'String'),'Connect')
    serPortn = get(handles.portList, 'Value');
    serList = get(handles.portList,'String');
    serPort = serList{serPortn};
% puerto= get(handles.PORT,'string');
% com_ser=serial(puerto);
com_ser= serial(serPort);
set(com_ser,'BaudRate',9600);
set(com_ser,'DataBits',8);
set(com_ser,'Parity','none');
set(com_ser,'StopBits',1);
set(com_ser,'FlowControl','none');
set(com_ser,'Terminator','CR/LF');
set(com_ser,'InputBufferSize',20);
    try
        fopen(com_ser);
        com_ser = com_ser;
        set(handles.rxButton, 'Enable', 'On');
        set(hObject, 'String', 'Disconnect')
    catch e
        errordlg(e.message);
    end
else
%set(handles.Tx_send, 'Enable', 'Off');
set(handles.rxButton, 'Enable', 'Off');

set(hObject, 'String', 'Connect')
fclose(com_ser);
delete(com_ser);
clear com_ser;
end

```

INSTRFIND

```

guidata(hObject, handles);
%set(com_ser,'Timeout',5);
%fopen(com_ser);
% --- Executes when user attempts to close figure1.
function figure1_CloseRequestFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to figure1 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
global com_ser;
%fclose(com_ser);
delete(com_ser);
clear com_ser;
% Hint: delete(hObject) closes the figure
delete(hObject);

% --- Executes on button press in alt_der.
function alt_der_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to alt_der (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
global K_lux
global linea
lin=str2num(linea);
linea=lin+1;
linea=num2str(linea);
a=warndlg('GUARDANDO DATO','GUARDANDO');
Luz_dera=get(handles.K_lux,'string');
Luz_dera=str2num(Luz_dera);
cadena=['A',linea];
xlswrite('reglas.xls',Luz_dera,'DATOS',cadena);
close(a);
warndlg('DATO GUARDADO','END');
guidata(hObject,handles);

% --- Executes on button press in alt_izq.
function alt_izq_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to alt_izq (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
%handles.q=inputdlg('INGRESE EL VALOR MEDIDO','GUARDAR: ');
global K_lux
global linea1
lin1=str2num(linea1);

```

```

linea1=lin1+1;
linea1=num2str(linea1);
a=warndlg('GUARDANDO DATO','GUARDANDO');
Luz_iza=get(handles.K_lux,'string');
Luz_iza=str2num(Luz_iza);
cadena=['B',linea1];
xlswrite('reglas.xls',Luz_iza,'DATOS',cadena);
close(a);
warndlg('DATO GUARDADO','END');
guidata(hObject,handles);

% --- Executes on button press in open.
function open_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to open (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% [FileName Path]=uigetfile({'*.doc;*.xls'},'ABRIR DOCUMENTO');
% if isequal(FileName,0)
% return
% else

    % winopen(strcat(Path,FileName));
    % winopen('D:/myfiles/myresults.html')
    winopen('reglas_car.xls')
    % datos=load('datos.txt');
% end

% --- Executes on button press in baj_iz.
function baj_iz_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to baj_iz (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
global K_lux
global linea2
lin2=str2num(linea2);
linea2=lin2+1;
linea2=num2str(linea2);
a=warndlg('GUARDANDO DATO','GUARDANDO');
Luz_bajiz=get(handles.K_lux,'string');
Luz_bajiz=str2num(Luz_bajiz);
cadena=['C',linea2];
xlswrite('reglas.xls',Luz_bajiz,'DATOS',cadena);
close(a);
warndlg('DATO GUARDADO','END');

```

```
guidata(hObject,handles);
```

```
% --- Executes on button press in baj_der.
```

```
function baj_der_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
% hObject handle to baj_der (see GCBO)
```

```
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
```

```
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
```

```
global K_lux
```

```
global linea3
```

```
lin3=str2num(linea3);
```

```
linea3=lin3+1;
```

```
linea3=num2str(linea3);
```

```
a=warndlg('GUARDANDO DATO','GUARDANDO');
```

```
Luz_bajder=get(handles.K_lux,'string');
```

```
Luz_bajder=str2num(Luz_bajder);
```

```
cadena=['D',linea3];
```

```
xlswrite('reglas.xls',Luz_bajder,'DATOS',cadena);
```

```
close(a);
```

```
warndlg('DATO GUARDADO','END');
```

```
guidata(hObject,handles);
```

```
% --- Executes on button press in halo_iz.
```

```
function halo_iz_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
% hObject handle to halo_iz (see GCBO)
```

```
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
```

```
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
```

```
global K_lux
```

```
global linea4
```

```
lin4=str2num(linea4);
```

```
linea4=lin4+1;
```

```
linea4=num2str(linea4);
```

```
a=warndlg('GUARDANDO DATO','GUARDANDO');
```

```
Luz_haloiz=get(handles.K_lux,'string');
```

```
Luz_haloiz=str2num(Luz_haloiz);
```

```
cadena=['E',linea4];
```

```
xlswrite('reglas.xls',Luz_haloiz,'DATOS',cadena);
```

```
close(a);
```

```
warndlg('DATO GUARDADO','END');
```

```
guidata(hObject,handles);
```

```
% --- Executes on button press in halo_der.
```

```
function halo_der_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
% hObject handle to halo_der (see GCBO)
```

```
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
```

```
global K_lux
global linea5
lin5=str2num(linea5);
linea5=lin5+1;
linea5=num2str(linea5);
a=warndlg('GUARDANDO DATO','GUARDANDO');
Luz_haloder=get(handles.K_lux,'string');
Luz_haloder=str2num(Luz_haloder);
cadena=['F',linea5];
xlswrite('reglas.xls',Luz_haloder,'DATOS',cadena);
close(a);
warndlg('DATO GUARDADO','END');
guidata(hObject,handles);
```

```
function Lin_excel_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to Lin_excel (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
```

```
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of Lin_excel as text
% str2double(get(hObject,'String')) returns contents of Lin_excel as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
```

```
function Lin_excel_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to Lin_excel (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called
```

```
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
% See ISPC and COMPUTER.
```

```
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function fig1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to fig1 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called
```

```

[x,map]=imread('U_Azuay.jpg','jpg');
image(x),colormap(map),axis off,hold on
% Hint: place code in OpeningFcn to populate fig1

% --- Executes on button press in salir.
function salir_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to salir (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

opc=questdlg('¿Salir De Control de Luminosidad?','SALIR','Si','No','No');
if strcmp(opc,'No')
return;
fclose(com_ser);
delete(com_ser);
clear com_ser;
end
clear,clc,close all

% --- Executes on selection change in portList.
function portList_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to portList (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns portList contents as cell
array
% contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from portList
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function portList_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to portList (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: listbox controls usually have a white background on Windows.
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in rxButton.
function rxButton_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to rxButton (see GCBO)

```

```
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
```

2.5. Interpretación y explicación del programa de medición

El programa de medición se basa en un procedimiento previo como la programación del Microcontrolador en el cual se configura la comunicación serial para poder enviar la base de datos procesado al computador. Está dado de la siguiente manera, (fig. 2.12).:

- Velocidad de 9600 baudios.
- Un bit de parada.
- Sin bit de paridad.
- Ocho bits de datos.

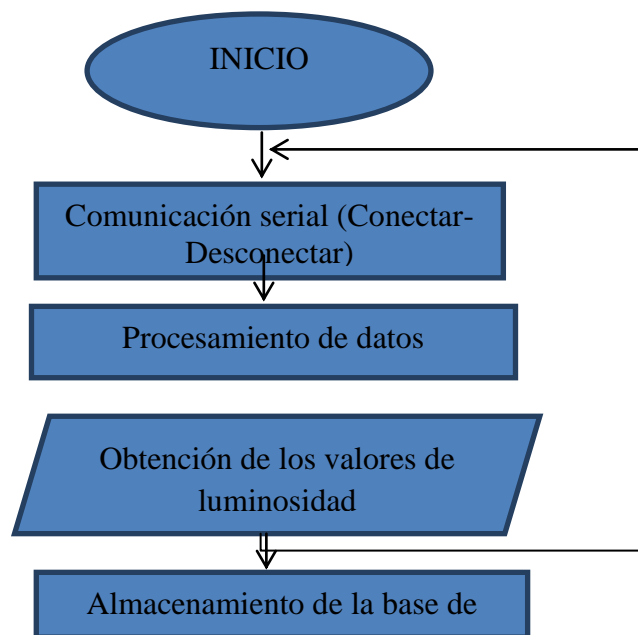


Figura 2.12: Diagrama de flujo del programa en Matlab

Para poder establecer la comunicación con la PC es necesario configurar estos mismos parámetros en el programa de Matlab, como se muestra a continuación.

```
com_ser= serial(serPort);
set(com_ser,'BaudRate',9600);
set(com_ser,'DataBits',8);
```



```

set(com_ser,'Parity','none');
set(com_ser,'StopBits',1);
set(com_ser,'FlowControl','none');
set(com_ser,'Terminator','CR/LF');
set(com_ser,'InputBufferSize',20);

```

Después de esto creamos una opción (Connect), que nos permita seleccionar el puerto serial habilitado para poder conectarnos mediante el mismo. Una vez conectado saldrá en el mismo botón la opción de desconectarse (fig. 2.13).

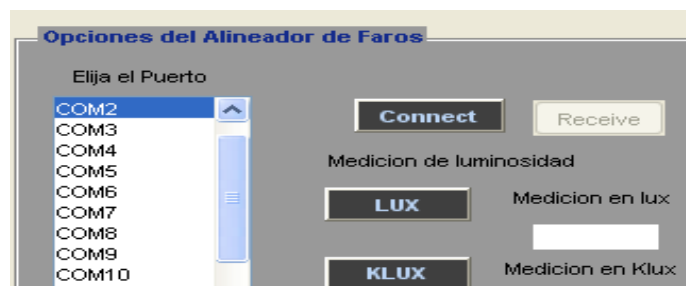


Figura 2.13: Opciones para conectarse con el puerto serial
Fuente: Programa Matlab

Como la comunicación serial se realiza en código ASCII es necesario procesar estos datos (convertirlos en formato string), para poder visualizar en números reales los valores medidos. El siguiente código nos permite realizar lo dicho.

```

global com_ser
global K_lux
while true
B= (fscanf(com_ser,'%f',5)/1000);
disp(B);
set(handles.K_lux,'string',B)
pause (0.2);
end

```

➤ El siguiente código es el empleado para obtener los valores en Lux.

```

global com_ser
global text_5
%A= [];
while true
pause(0.2);
%for j= 1:10

```

```
A= fscanf(com_ser,'%f',5);
disp(A);
set(handles.text5,'string',A);
end;
```

Agregamos a esto dos botones para obtener los valores de luminosidad en kilo lux o lux, respectivamente.

Luego existe la alternativa de guardar estos valores obtenidos en una hoja de Excel creada previamente para este fin. Existen seis opciones para guardar 6 valores diferentes de acuerdo a los parámetros que estemos midiendo, cuando se presione un botón de estos saldrá un mensaje en una ventana indicado que se está guardando, y luego indicara que el dato ha sido guardado. El siguiente código nos permite realizar esto. En la figura 2.14 se muestra los parámetros para guardar los valores.

```
global K_lux
linea_excel= get(handles.Lin_excel,'string');
a=warndlg('GUARDANDO DATO','GUARDANDO');
Luz_dera=get(handles.K_lux,'string');
xlswrite('reglas_car.xls',Luz_dera, 'Luz Alta Derecha',linea_excel);
close(a);
warndlg('DATO GUARDADO','END');
guidata(hObject,handles);
```

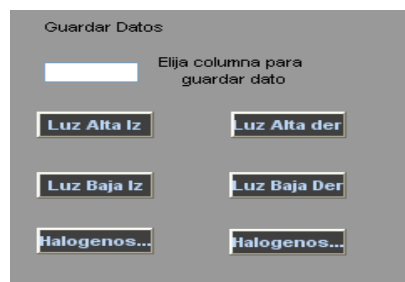


Figura 2.14: Parámetros para guardar los valores de luminosidad obtenidos
Fuente: Programa Matlab

2.6. Cálculo técnico de los componentes

Para que el luxómetro construido tenga la eficiencia adecuada cada uno de los componentes deben cumplir ciertas características específicas.

2.6.1. Microcontrolador

Se requiere de un Microcontrolador sea muy versátil eficiente y práctico para que pueda ser empleado en el presente proyecto. Debe constar principalmente con las siguientes características:

- Debe soportar el modo de comunicación serial (USART). Para la transmisión de los datos al P C.
- Una amplia memoria para datos y programa, esto es necesario debido a que se requiere de un procesamiento de datos amplio para la calibración del Luxómetro.
- Para que los valores obtenidos del ADC tengan alta precisión es necesario tener una resolución adecuada, a nuestro alcance se tienen microcontroladores con resolución de A/D de 8bits, 10 bits y 12 bits.
- Debe contar con una amplia frecuencia de trabajo. Se requiere una alta frecuencia de trabajo para que los procedimientos e instrucciones dadas al microcontrolador sean optimas y con una alta velocidad
- Como en la implementación del luxómetro se utilizará una GLCD, es necesario que el microcontrolador tenga la capacidad de manejo del mismo, además debe tener varios puertos de E/S para poder realizar las conexiones respectivas al GLCD.

2.6.2. MAX232

Para establecer la comunicación serial entre el microcontrolador a la PC, y para que la lectura de los datos sea correcta, ambos equipos deben estar configurados a la misma velocidad y demás parámetros. No debe exceder mas allá de los 2 metros, pasado esta distancia los datos recibidos pueden no ser los correctos debido a la perdida de voltaje en el cable, ruido, etc. Para distancias mayores existe el protocolo RS232, cuyos niveles de voltaje son diferentes.

El CI. MAX232 es la solución para transmitir a mayor distancia, ya que incrementa los niveles de voltaje de (5 ± 10) Voltios. Gracias a una configuración de capacitores que ayudan a doblar los voltajes, ya que para su alimentación solo requiere 5 Voltios; que es la misma utiliza por el PIC. El MAX232 dispone de dos juegos de transmisores y receptores de los cuales solo utilizaremos un par de ellos. El

MAX232 nos ayudará en la conversión de los voltajes TTL del PIC en voltajes de la norma RS232, quiere decir que si enviamos un estado lógico alto (5V), a la salida del Tout del CI. MAX232 tendremos -10V y si enviamos un 0 lógico desde el PIC (0V), en el MAX232 enviara +10V.

2.6.3. GLCD

A menudo se utiliza en dispositivos electrónicos de pilas, ya que utiliza cantidades muy pequeñas de energía eléctrica, hay versiones de pantallas con diferentes controladores embebidos, como el Samsung KS0107, Samsung KS0108 o el Toshiba T6963. El GLCD tiene una memoria RAM interna de igual capacidad en tamaño que la pantalla, por ejemplo si una pantalla tiene un tamaño de 128 pixeles de largo por 64 pixeles de alto (128x64) tiene una memoria RAM interna de la misma capacidad (128x64). Hay varios tamaños y por lo general los expresan por las cantidad de pixeles que ellos dispones.

- 240x128
- 240x64
- 160x128
- 128x128
- 128x66
- 128x64
- 96x65 (Usado por el Teléfono Nokia 7110).

Para la implementación del luxómetro se utilizara la GLCD con un tamaño de 128x64 con controlador KS0107B que es el más práctico y fácil de manejar.

2.7. Montaje e integración de los componentes

Para la elaboración del circuito se siguió el siguiente proceso:

- a) Se debe elaborar ciertas pruebas mediante un simulacro de cómo va ser implementado el circuito electrónico, esto se lo realizó en el software especializado “Proteus Isis”. Este software incluye en sus librerías los dispositivos necesarios para la simulación en tiempo real de los circuitos electrónicos. Lo primero que hacemos es seleccionar cada uno de los

componentes que vamos a utilizar en nuestro diseño como se lo muestra en la figura 2.15.

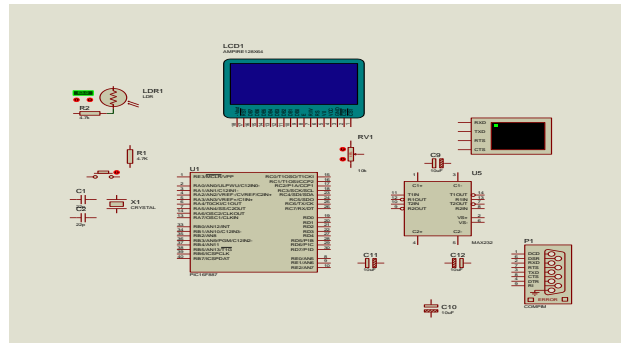


Figura 2.15: Elementos utilizados en el circuito Software Proteus
Fuente: Programa Proteus.

Procedemos a la conexión lógica de cada componente teniendo en cuenta los pines establecidos para la conexión del microcontrolador con la Pantalla de Cristal Liquido, además se deberá tener la hoja de datos (Datashet) de cada circuito integrado (C.I) para saber que pines vienen establecidos para la alimentación, tierra, y los que están configurados para conexiones específicas (Fig. 2.16).

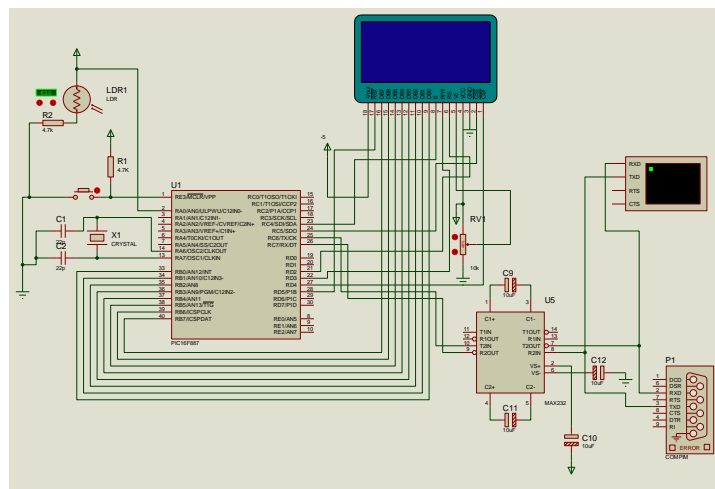


Figura 2.16: Conexión de los dispositivos
Fuente: Programa Proteus.

- b) Cargamos el programa de MikroC en el microcontrolador estableciendo la frecuencia de trabajo del microcontrolador la misma que se puso en MikroC. Ejecutamos el programa, cabe destacar que si se realiza algún cambio en el programa se actualizara automáticamente en el Proteus siempre y cuando este no esté ejecutado (Fig. 2.17).

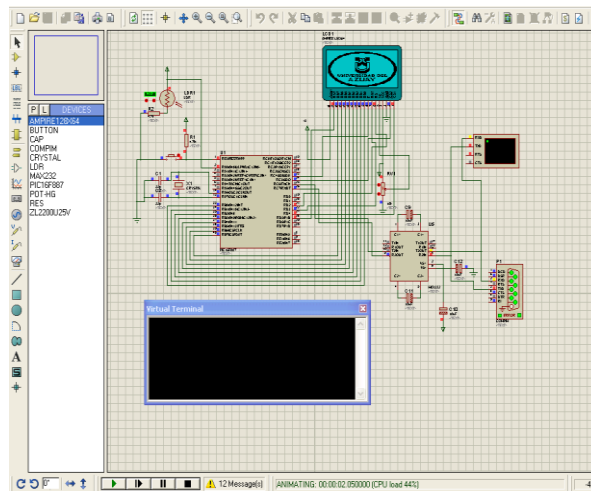


Figura 2.17: Simulación del Circuito
Fuente: Programa Proteus.

- c) Una vez verificado el correcto funcionamiento en la simulación procedemos a realizar la Placa de Circuito Impreso (printed circuit board PCB). El programa “Proteus Isis” tiene la facilidad de generar este PCB directamente mediante una herramienta del mismo (Ares). Las conexiones estarán dadas de la misma manera en que se lo hizo en la simulación. Por lo tanto solo realizamos la ubicación adecuada para cada componente (Fig. 2.18).

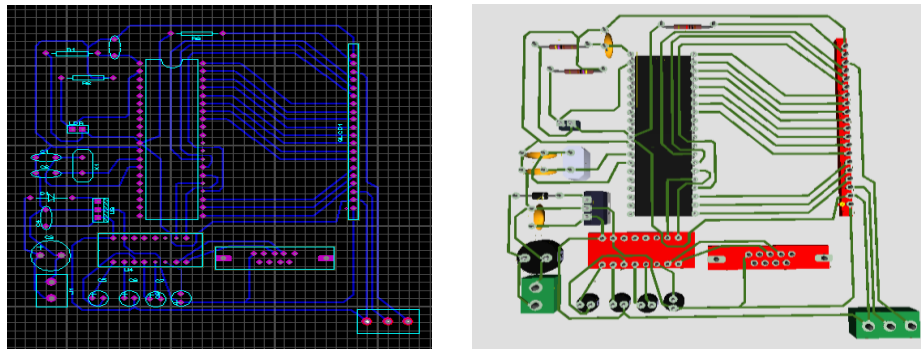


Figura 2.18: Diseño del circuito impreso PCB
Fuente: Programa Proteus.

- d) Este mismo software tiene la opción de imprimir el circuito, esta debe hacerse en una hoja de acetato o papel fotográfico para luego poder pegarla en la baquelita. A esta se le pone un ácido de percloruro férrico para que pueda quitarse el cobre que no es parte de las conexiones.
- e) Teniendo las pistas bien definidas en la baquelita perforamos de acuerdo al grosor de los pines de cada elemento
- f) Finalmente soldamos cada componente como se ve en la figura 2.19.

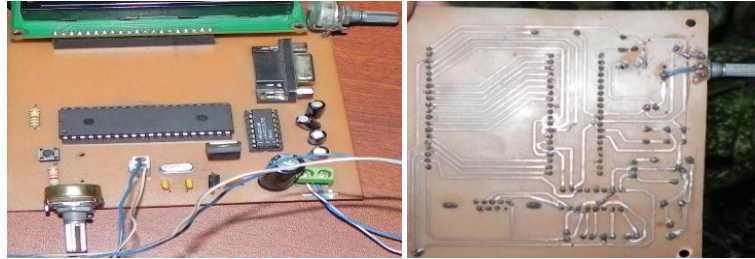


Figura 2.19: Componentes soldados

2.8. Pruebas de funcionamiento

Las pruebas de funcionamiento tanto de los elementos mecánicos, como de los componentes electrónicos se los realizó en diferentes tipos de vehículos de distinta marcas y modelos, de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el país. Estas pruebas fueron realizadas en la Corporación Municipal de Revisión Técnica Vehicular de la ciudad de Cuenca, quienes facilitaron la ejecución de las mismas en sus instalaciones los datos están adjuntos en el Anexo C en el cual se puede ilustrar algunas pruebas efectuadas y la comparación con la maquina verificadora de CUENCAIRE (Fig. 2.20).



Figura 2.20: Pruebas en CUENCAIRE

Elaboradas las pruebas en diferentes vehículos se obtuvo variación entre ambas maquinas, estas serán corregidas en el trayecto y elaboración final del proyecto. Cabe recalcar que dichas variaciones no representan valores considerables y a su vez dependen de factores como el medio ambiente en donde se trabaje pues la variación que se puede obtener por el medio de trabajo en donde se realicen las pruebas incide directamente.

2.9. Manual de ensamble

Al manual de ensamble se lo realizó con mucha atención y provisto de toda la información que se requiere para el uso correcto de la máquina medidora, pues este debe de ser exclusivamente empleado para el fin que ha sido construido, todo otro empleo no contemplado en el presente manual es totalmente prohibido y podría ser notablemente perjudicial para el operador y su salud, o para la misma máquina medidora.

2.9.1. Componentes del luxómetro

- ✓ A BASE
- ✓ B COLUMNA 1
- ✓ C SISTEMA DE DESLIZAMIENTO VERTICAL
- ✓ D VISOR DE ESPEJO
- ✓ E CAJA OPTICA
- ✓ F RUEDAS
- ✓ G PERNO DE NIVELACIÓN
- ✓ H COLUMNA

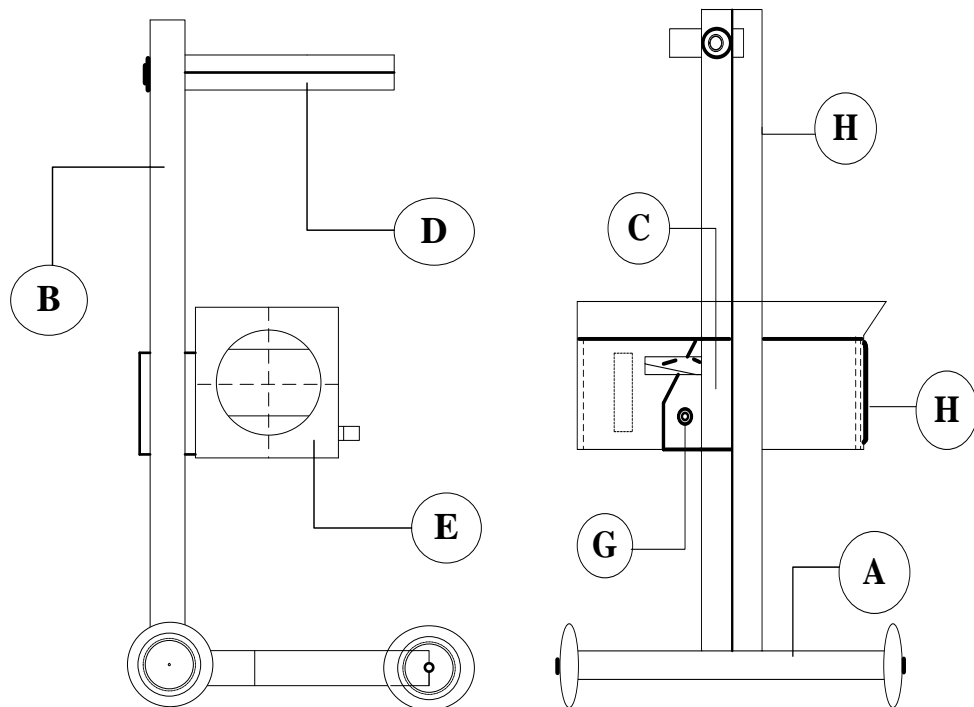


Figura 2.21: Luxómetro

2.9.2. Montaje

1. Montar las columnas portantes B sobre la base A.
2. Montar el lado de la caja óptica E con el sistema de deslizamiento vertical C mediante el perno de nivelación G y un perno normal.
3. Colocar C en las columnas B, tener en cuenta el muelle del sistema.
4. Colocar el visor H en la parte superior de columna B mediante un perno de sujeción.
5. Sujetar la columna H sobre la base A y la columna B.

2.9.3. Seguridad en el uso del luxómetro

- ✓ Estar bien informados acerca del empleo, uso y mantenimiento del luxómetro, pues la conservación del aparato depende de la correcta aplicación.
- ✓ El ambiente de trabajo debe ser seco, claro y aireado.
- ✓ No exponer el ALINEADOR DE FAROS a luz solar directa o cambios bruscos de temperatura.
- ✓ Prohibido fumar, usar fuego o generar chispas cerca del aparato.

2.9.4. Instrucciones de uso

Ver en el Anexo F.

2.10. Conclusiones

- Las investigaciones para el diseño y construcción del luxómetro en lo que compete a la parte mecánica, nos permitieron concluir que la utilización de láminas al frío y tubo estructural de acero nos garantiza firmeza, estabilidad y una prolongada vida útil de la máquina; además, proporcionan seguridad para el operario.

- La utilización del pantógrafo a través de control numérico CNC, nos facilita el trabajo con mayor precisión en cortes de los componentes mecánicos del luxómetro, disminuyendo el tiempo de trabajo pero con un mayor costo. Esta manera de diseño y construcción servirá como una base de datos para una posterior producción en serie.

- Conociendo el principio de funcionamiento del luxómetro realizamos el diagrama de bloques, este indica la dirección que van tomando los datos recogidos para su posterior visualización en la pantalla GLCD y PC.

- Debido a que la variación de la resistencia del sensor en alta luminosidad presenta niveles muy bajos (ohm), y de acuerdo con nuestra necesidad de trabajar con alta luz, requerimos de una resistencia baja en serie con la LDR para tener variaciones proporcionales a la luminosidad.

- En base a las pruebas realizadas se vio la necesidad de utilizar un potenciómetro para regular la sensibilidad del sensor (LDR), ya que este no varía de forma lineal de acuerdo con la luminosidad.

- La linealización de la curva se la realizó empleando el método polinomial debido a que fue el más óptimo luego de realizar varias pruebas en “Matlab”, con los métodos: exponencial logarítmico y potencial.

- El programa Matlab es una herramienta de alto nivel que nos permite realizar cálculos matemáticos; además, la creación de interfaces de usuario (GUI), como la comunicación con programas en otros lenguajes y con diferentes dispositivos hardware. Por lo cual se hizo apto para el presente proyecto.

- Los valores medidos en el luxómetro presentan una gran sensibilidad a la variación de la luz, debido a que el patrón con el cual se lo calibró tenía esta característica.

CAPITULO TRES

DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL TABLERO DE VERIFICACION

3.1. Diseño del tablero

3.1.1. Introducción

Tener las luces en el nivel correcto es tan importante como el cambio de aceite en el motor o como el estado de las neumáticos, pues una de las reglas necesarias y fundamentales para que los vehículos transiten es la de “ver y ser visto” por medio del sistema de iluminación, a su vez esto no implica el deslumbramiento a otros vehículos que vienen en sentido contrario, ya que tener las luces mal reguladas significa un peligro constante. Utilizando un tablero de regulación dinámico se pueden encontrar fallas en las luces del vehículo, las mismas que deben ser rectificadas para garantizar la seguridad de conductores y ocupantes de la vía disminuyendo así un gran número de accidentes. La dirección lateral e inclinación del haz luminoso deben regularse según las prescripciones legales vigentes en el país

3.1.2. Diseño

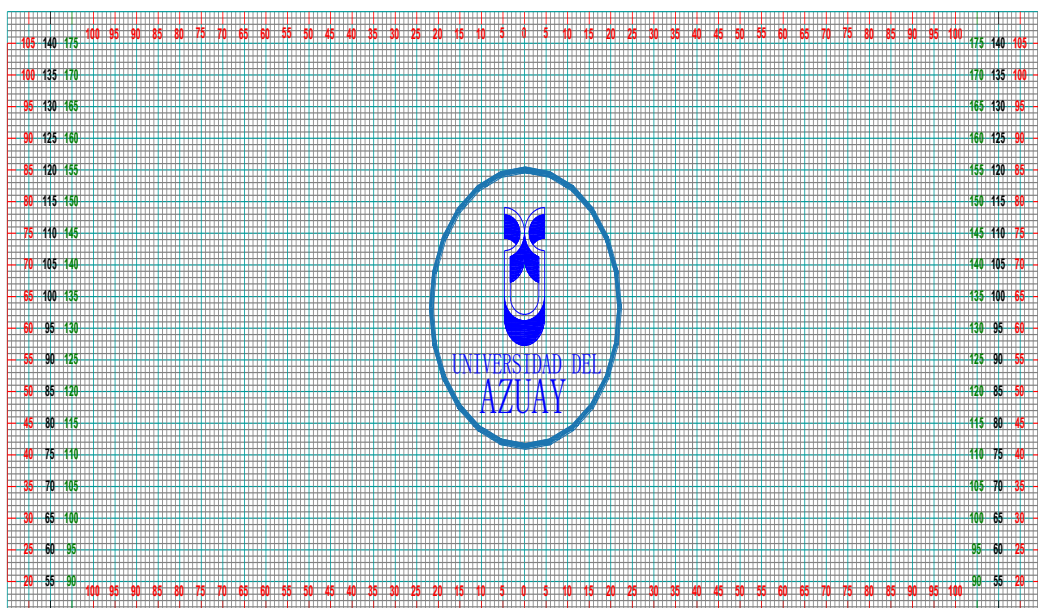


Figura 3.1: Diseño del tablero

3.2. Selección de Materiales

3.2.1. Material del Tablero

Para la selección y construcción del tablero tenemos varios materiales los cuales podemos usar, uno de los requisitos indispensables es su peso el mismo que debe ser liviano, pues esto nos facilitará en la movilidad cuando todo el tablero de verificación este concluido. Tenemos diferentes tipos de materiales tales como plywood, cartón prensado y planchas de aluminio conocida como alucobond, a todos estos materiales se les realizó una investigación de sus características y propiedades las cuales podemos ver a continuación:

a) Plywood³⁰

Está, hecha de láminas de madera unidas con adhesivos, tienen una gran resistencia Físico-Mecánica tanto en humedad como en temperatura, la maquinabilidad del plywood se maneja de muy buena manera pues el perforado, taladrado, clavado se lo realiza de forma normal y en la mayoría de casos sin producirse rajaduras ni grietas.

b) Cartón prensado³¹

Utilizado en una amplia gama de temperaturas de -196°C a 300°C , con una resistencia química a los ácidos y solventes, se acomoda a la mayoría de las tintas o pinturas. Resistente a las radiaciones, insectos sin poseer reacciones tóxicas a los seres humanos, el cartón prensado consta de un fácil cortado, perforado, doblado, impreso, rociado o pegado a otros materiales.

c) Alucobond³²

Es un material fabricado a base de dos hojas delgadas de aluminio unidas por un centro termoplástico, se utiliza en revestimientos de fachadas, cubiertas,

³⁰<http://www.novocentro-tumbaco.com/productos/plywood>. Acceso: 02-02-2012.

³¹<http://eiccompany.com/tienda/images/nomext994mex.pdf>. Acceso: 02-02-2012.

³²<http://www.alucobond.com/alucobond-product-properties.html?&L=4>, Acceso: 02-02-2012.

marquesinas, paneles publicitarios, etc. Es ligero con gran rigidez a la flexión, posee una amplia gama de colores, resistente a la intemperie, agua, sol y amortigua las vibraciones, de peso ligero y gran planeidad.

La investigación realizada en los distintos tipos de materiales, específicamente en sus propiedades nos lleva a determinar que el material más óptimo para la realización del tablero de verificación es el alucobond, ya que éste posee características que no presentan los otros materiales tales como: el color original que ahorra costos de pintura en el tablero, su peso es ligero facilitándonos la movilidad del mismo, éste material viene en planchas de (2500 x 1000) milímetros y un espesor de 10 milímetros. El alucobond es de fácil acceso en el mercado y su costo es muy cómodo, ver la figura 3.2.

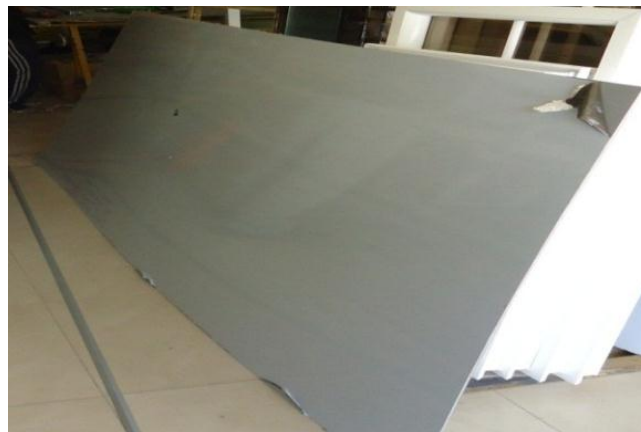


Figura 3.2: Plancha de alucobond

3.2.2. Material del Marco Posterior

Para evitar el fenómeno de pandeo y obtener un mejor manejo, se diseñó un marco posterior que tiene una estructura colocada en la parte posterior del tablero, dicha estructura nos debe garantizar firmeza, peso ligero y costos mínimos de producción. Para el marco posterior se realizó el análisis entre dos materiales los mismos que son:

a) Madera³³

En la tabla 3.1 se detallará las propiedades de la madera.

³³<http://www.bricopage.com/madera/propiedades.htm>. Acceso: 04-02-2012.

PROPIEDADES	DESCRIPCIÓN
Dureza	Resistencia a la penetración por otros cuerpos (tornillos, clavos, sierras etc.) Esta dureza dependerá de la cohesión de las fibras que la componen. Las maderas de tipo fibroso son más duras que las porosas por ejemplo.
Flexibilidad	Capacidad para ser doblada sin romperse en el sentido de sus fibras
Higroscopicidad	Capacidad de absorber o desprender humedad. Esta propiedad afecta en gran medida a su peso y volumen.
Facilidad de pulido	Directamente relacionada con la dureza ya que mientras más dura es la madera más facilidad es su pulido. Esta facilidad es importante para acabados superficiales.
El color y el Avetado	Características de tipo visual que influyen es la elección para trabajos o decoración dando características bellas a la madera.
Resistencia mecánica	Agrupamos en esta descripción las características de la madera para soportar esfuerzos de compresión, flexión, tracción, torsión, cizalladura, dependiendo en todo caso de las fibras de la madera con respecto a las fuerzas que en ellas se aplica.

Tabla 3.1: Propiedades de la madera

Fuente: <http://www.bricopage.com/madera/propiedades.htm>. Acceso: 04-02-2012.

b) Aluminio³⁴

Entre las características físicas del aluminio destacan las siguientes: Es un metal ligero, cuya densidad o peso específico es de 2700 Kg./m³ (2,7 veces la densidad del agua), tiene un punto de fusión bajo: 660°C (933 K), es de color blanco brillante. Buen conductor del calor y de la electricidad, resistente a la corrosión, abundante en la naturaleza y reciclable. Entre las características mecánicas del aluminio se tienen las siguientes: De fácil mecanizado, muy maleable, bastante dúctil como blando y soldable. Dado el análisis de estos dos materiales y su comparación, el aluminio cumple con los requisitos que se requiere para la construcción del marco posterior,

³⁴http://www.revesconsult.com/descargas/propiedades_aluminio.pdf, Acceso: 04-02-2012

pues por estética, costo, peso y facilidad de trabajo en combinación con el alucobond del tablero éste es más apropiado y seguro para el diseño (Fig. 3.3)..



Figura 3.3: Tubos cuadrados de aluminio

3.2.3. Material del Conjunto soporte

Con los estudios de cargas y pesos efectuados en la construcción del luxómetro se realizará la construcción de dos conjuntos soportes para el tablero de verificación, pues el peso de dicho tablero no será mayor para los mismos. Otra razón para la fabricación con éste modelo es la estética en combinación con todo el proyecto, los materiales de los soportes son: plancha laminada al frío ASTM A-366 y tubo estructural ASTM A-500, de dos líneas.

3.3. Cálculo de componentes

3.3.1. Tablero

Para calcular las dimensiones del tablero se tiene que hacer una relación directa con la distancia existente entre los faros de todas las marcas de vehículos, ver en la tabla 3.2. Adquiriendo una media de las medidas existentes se calcula que el ancho del tablero será de 2400 milímetros. Así mismo para la altura del tablero se tomo en cuenta los procesos de medición y las alturas con referencia del piso a mitad del faro, obteniendo una altura en el tablero de 1000 milímetros, como se ilustra en la tabla 3.2.

MARCAS DE VEHICULOS	DISTANCIA ENTRE FARO Y FARO
Chevrolet Silverado doble cabina	1450 mm aprox.
Chevrolet FVR	2050 mm aprox.
Chevrolet Spark Hatchback 5 Puertas	1150 mm aprox.
Hyundai Santa Fe	1615 mm aprox.
Hyundai H1	1650 mm aprox.
Hyundai County	1680 mm aprox.

Tabla 3.2: Distancia entre Faros

Fuente: <http://www.chevrolet.com.ve/vehiculos/>. Acceso: 10-02-2012.<http://hyundai.com.ec/especificaciones-stafe.html>. Acceso: 10-02-2012.

3.3.2. Marco posterior

Para la realización del marco posterior se decidió hacer una red en subdivisiones, obteniendo una mayor seguridad y evitando el pandeo, dándonos así un manejo rápido con mayor facilidad de uso. Se calculó que de acuerdo al diseño en subdivisiones y las pérdidas de material por cortes, se utilizaran 11 metros de tubo cuadrado (1,5x1,5) pulgadas. La medida de (1,5 x 1,5) pulgadas se la tomó para garantizar la alianza con el conjunto soporte por medio de dos placas de unión, con estas dimensiones garantizamos un marco seguro y liviano (Fig. 3.4).

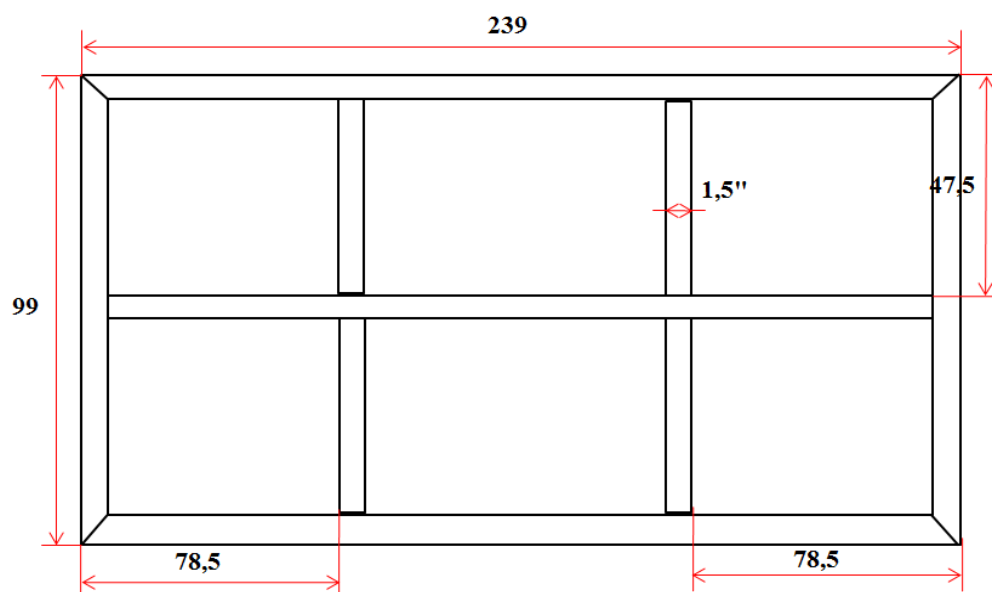


Figura 3.4: Calculo del Marco Posterior

3.3.3. Sistema de medición

El sistema de medición empleado es tipo riel, éste va colocado en la parte periférica frontal del tablero. Se utilizarán los siguientes elementos: 5.5 metros de tubo redondo en aluminio (diámetro 10 mm), ocho bujes de bronce, ocho muelles y 6 metros de soguilla ver la figura 3.5.

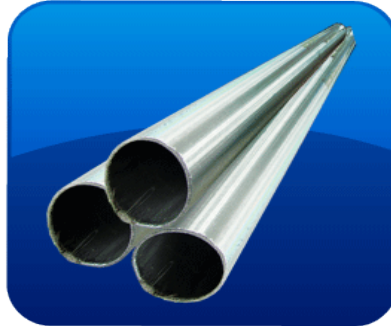


Figura 3.5: Tiras de aluminio

Fuente: <http://fisica.usach.cl/~ecerda/HowThingsWork/html>. Acceso: 14-02-2012.

3.4. Construcción de componentes

3.4.1. Construcción del Tablero

El tablero de alucobond es de color gris original de tal forma que no existe necesidad de pintarlo, pues este color es perfecto para realizar las pruebas de verificación. Al tablero se le realizó una división cuadrangular de (1x1) centímetros en la parte frontal, mediante un adhesivo con un recubrimiento laminado, éste consta de dos sistemas de medidas:

- a. Sistema de tres medidas, diferenciadas en tres colores que sirve para escoger la altura a la cual vamos a trabajar de acuerdo al tamaño del vehículo a verificar, pues dicho tablero está diseñado para trabajar en tres niveles distintos por medio de un mecanismo de traba colocado en el conjunto soporte.
- b. Sistema de medidas horizontales, diseñado para colocar la distancia que existe entre faro y faro, ver la figura 3.6.

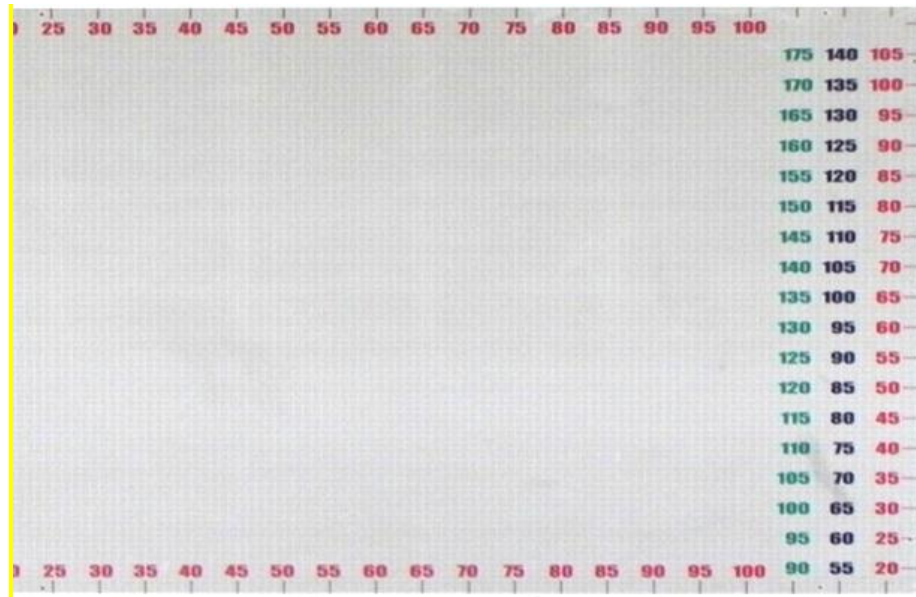


Figura 3.6: Sistemas de medidas

Es así que por medio de estos dos sistemas con sus medidas podremos ubicar el punto medio de cada uno de los faros reflejados en el tablero, mediante el cruce vertical y horizontal de las soguillas, como se indica en la figura 3.7.

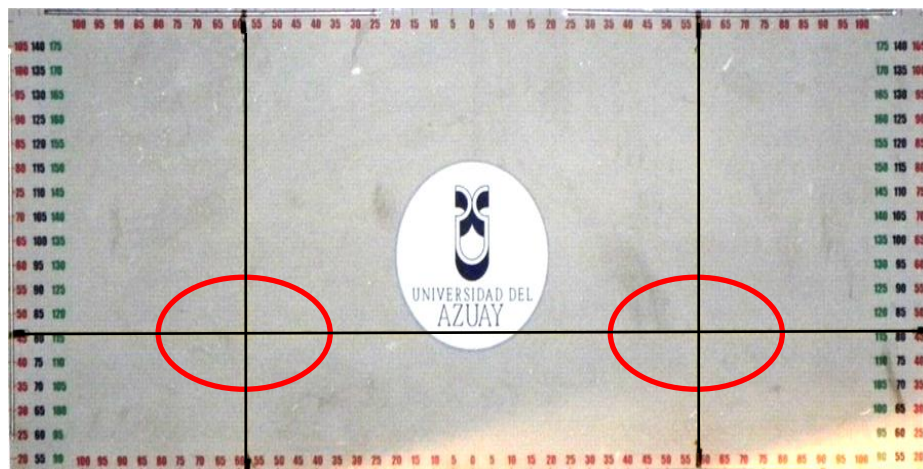


Figura 3.7: Puntos medios de cada faro

3.4.2. Construcción del Marco posterior

El marco posterior se lo a subdivido en partes iguales por medio de cortes transversales y longitudinales de tubo cuadrado, éste va sujeto al tablero por medio de remaches y pega, también se le colocó un perfil de aluminio para protección de

los filos del tablero y mejora de la estética en general. Los cortes y sus dimensiones se muestran en la figura 3.8.



Figura 3.8: Marco Posterior

3.4.3. Construcción del Conjunto soporte

El conjunto soporte se lo construyó de la misma forma en la que se fabricó el soporte del luxómetro (Ver Anexo C), es decir con las mismas medidas, mecanismos de desplazamiento vertical y sistema de freno, hay que acotar que existen dos diferencias: la placa o plancha de sujeción y el sistema de tres posiciones. Al hablar de la placa de sujeción soporte-tablero se diseño de forma diferente para que encaje correctamente con el marco posterior del tablero y así asegurar de la mejor forma todo el conjunto en un solo cuerpo (Fig. 3.9).

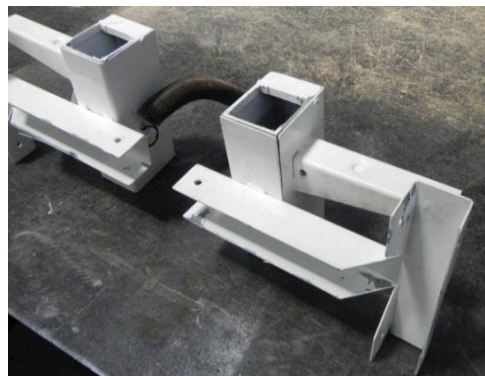


Figura 3.9: Sistema de desplazamiento vertical

Sistema de tres posiciones, se realizó en las columnas del conjunto soporte unos agujeros mediante medidas, los mismos que nos servirán de topes para obtener tres

posiciones de altura que estarán sujetas al sistema de medidas verticales del tablero. Se utiliza un enclavamiento en dichos agujeros para lograr las tres posiciones de trabajo ver la figura 3.10.



Figura 3.10: Sistema de tres posiciones

3.4.4. Construcción de los Rieles de medidas

Los rieles de medidas, se las construye de aluminio \varnothing 10 milímetros las mismas fueron colocadas en la parte frontal del tablero, para las medidas entre faro y faro se utilizaron cuatro tiras de 850 milímetros colocadas en forma horizontal a los costados del tablero y paralelas entre sí. Así mismo para ubicar la altura del faro, se colocan 2 tiras de 800 milímetros de forma vertical en los costados del tablero. En todas las tiras se colocaron bujes de bronce con muelles para el deslizamiento de la soguilla la cual va sujeta y templada a dicho muelle (Fig. 3.11).



Figura 3.11: Tiras de aluminio, bujes y muelles

3.5. Montaje, calibración y ajustes

Una vez contruidos todos los componentes necesarios para el tablero de verificación, se procede con el armado, calibración y ajustes si éste sería necesario,

pues dichos componentes fueron fabricados con todos los análisis. A continuación detallaremos los pasos a seguir para el montaje del tablero verificador:

- 1) Con el color del tablero original gris de alucobond colocamos sobre él un adhesivo con recubrimiento laminado, el mismo que consta de una división cuadrangular de (1x1) centímetros y de los sistemas de medidas horizontal-vertical tal como se ilustra la figura 3.12.



Figura 3.12: Construcción del sistema de medidas

- 2) Realizamos la unión del marco con sus cortes transversales y longitudinales, los mismos que van en la parte posterior del tablero de alucobond unidos por medio de remaches (Fig. 3.13).



Figura 3.13: Compactación del marco posterior

Los tubos cuadrados serán asegurados al tablero en la parte posterior por medio de silicón transparente. Aquí también se coloca un perfil de aluminio con tres

finés: reforzar la unión entre marco y tablero, cuidar los filos del tablero y estética del conjunto (Fig. 3.14).



Figura 3.14: Colocación del perfil de aluminio

- 3) Sistema de rieles, hechos los cortes del tubo se los coloca a estos en la parte frontal del tablero, estos van ensamblados al mismo por medio de tornillos y un alza espaciadora con el fin de lograr el deslizamiento de los bujes (Fig. 3.15).

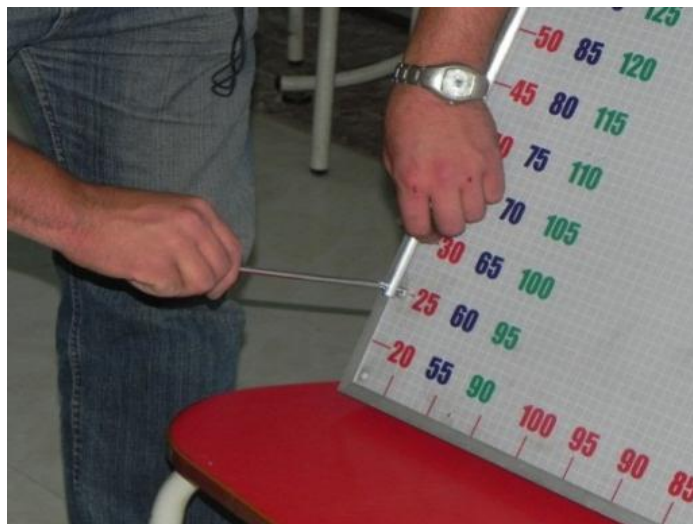


Figura 3.15: Colocación del Sistema de Rieles

El sistema de rieles lleva consigo unos bujes colocados en las tubos de aluminio, en dichos bujes van montados unos muelles los cuales sirven para tensar la soguilla. Ya armado los seis rieles queda establecido el sistema de medidas y toda la parte que concierne al tablero de verificación (Fig. 3.16).

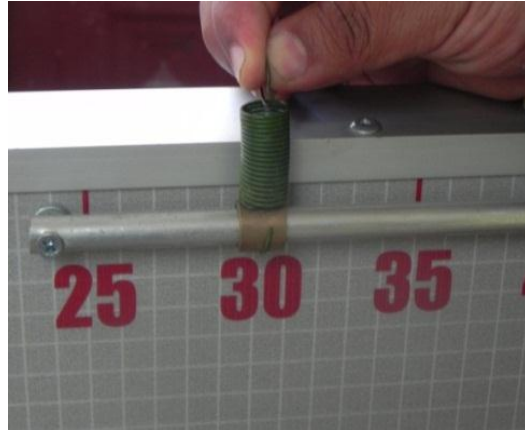


Figura 3.16: Armado del sistema de rieles

- 4) Con el conjunto soporte armado tal como se especificó en el ensamble del luxómetro y una vez realizados sus modificaciones se procede a acoplar el tablero. La placa se une al marco posterior del tablero por medio de pernos logrando un solo cuerpo ver la figura 3.17.



Figura 3.17: Montaje del Sistema de desplazamiento vertical y del tablero verificador

3.6. Prueba de Funcionamiento del Tablero y sus Componentes

3.6.1. Base del Tablero

Las bases de plancha de acero permitieron dar firmeza y rigidez a todo el conjunto, su forma triangular distribuye la carga en mayor peso a las ruedas traseras. De esta forma aseguramos un desplazamiento longitudinal uniforme y preciso.

3.6.2. Columna

El funcionamiento de las columnas con el tablero fue seguro y sin pandeo. De esta manera se realizará una verificación óptima y sin problemas a los sistemas de iluminación en los vehículos.

3.6.3. Sistema de Deslizamiento Vertical

El sistema de desplazamiento funcionó con problemas al momento de ubicar las posiciones de altura requeridas, pues el sistema de frenado no soportó el peso del tablero.

3.7. Reajustes

En el capítulo tratado luego de las pruebas realizadas en el tablero y sus componentes se realizaron varios cambios con el fin de dar una mejora, seguridad y manipulación al momento de efectuar las pruebas de verificación en las luces de los vehículos de cualquier tipo y marca, sin importar los defectos que se tengan en dichas luces.

- En los reajustes realizados están las ruedas, pues para lograr una mayor seguridad y disminuir el movimiento de vaivén en el conjunto soporte, se cambio las tuercas de apriete normales por unas tuercas de seguridad (Fig. 3.19).



Figura 3.18: Tuercas de seguridad

Fuente: <http://imageshack.us/photo/my-images/138/014tuercas.jpg/sr=1>. Acceso: 16-02-2012

- En el Sistema de freno por medio de zapata se realizó un cambio en el espesor de la misma, pues al realizar las pruebas estas no soportaban el peso del tablero, es

por eso que se realizó la colocación de unas arandelas para lograr aumentar su espesor, el cambio se ejecutó en los dos conjuntos soportes.

Por medio de estas pruebas y reajustes al tablero se logró captar con todas las expectativas planteadas para la construcción del mismo.

3.8. Manual del tablero de reglaje

Ver en el anexo F.

3.9. Conclusiones

- Se realizó varias pruebas en diferentes vehículos llegando a la conclusión, que para obtener mejor deslizamiento de las rieles se la efectúe con soguilla delgada y con un temple adecuado.
- Se realizó las correcciones respectivas en el proyecto, para que funcione satisfactoriamente y cumplir los propósitos para el cual fue construido, ser un equipo práctico, de fácil uso, con materiales resistentes y capaces de ser utilizados en cualquier tipo de vehículo.
- Con el avance del mundo y sus nuevas tecnologías, la llegada de máquinas electrónicas digitales a la industria automotriz hace que se tenga un desplazamiento de los bancos de regulación didácticos. No obstante los costos elevados de estos equipos disminuyen la posibilidad de adquisición, es por eso la necesidad de tableros didácticos en los talleres.
- La evolución de materiales con sus nuevas aleaciones, nos permitieron obtener un tablero con mejores propiedades y características: mecánicas, físicas como químicas. El alucobond es el material adecuado para obtener un proyecto de gran calidad y vida útil mayor.

- Para disminuir la fricción en el sistema de deslizamiento tubo-buje y conociendo que el primero es de aluminio, seleccionamos el bronce material con menor dureza para la pieza deslizable (bujes), evitando así un desgaste acelerado entre las piezas.

- Se debe tener una zapata adecuada en espesor y diámetro en el sistema de freno, que soporte el peso del tablero y la manipulación del mismo, evitándonos así causar accidentes laborales.

- Se colocó un recubrimiento laminado en el tablero verificador con el fin de protegerlo del polvo, ralladuras, lluvias, sol, manchas ocasionadas por la manipulación del usuario, etc. Así mismo con el recubrimiento obtenemos un mejor acabado de estética.

CAPITULO 4

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y HOMOLOGACIÓN

4.1. Análisis

4.1.1. Análisis Técnico

El equipo es capaz de medir distintos niveles de intensidad luminosa en diversos modelos de vehículos, pues el sensor receptor tiene una fotorresistencia que varía de acuerdo con la luz que incide sobre su superficie, el mismo posee características receptoras con un rango de variabilidad que va de 0 lux a 240 lux. De acuerdo al nivel de luminosidad y una vez culminado el proyecto se puede realizar medidas y corregir el reglaje en cualquier tipo de faro sin importar su procedencia o marca, verificando los niveles de intensidad permitidos por la norma establecida en el país INEN 1155.

Las verificaciones de intensidad luminosa del equipo medidor luxómetro varían según el ambiente de trabajo en donde se las realicen, pues el sensor o captador de intensidad es muy sensible y varía su medida si tenemos ambientes con considerable luz natural; por lo tanto, para obtener datos más confiables se requiere ejecutar las pruebas en un lugar donde el ambiente de trabajo no sea muy claro, no varíe fácilmente y de preferencia éste sea constante.

4.1.2. Análisis financiero

En la construcción del banco didáctico se emplearon materiales, dispositivos conocidos y accesibles en el medio, a excepción del lente óptico el cual fue importado. En la siguiente tabla 4.1, se puede visualizar los respectivos costos individuales de componentes empleados en la construcción del banco didáctico para la comprobación y corrección del alumbrado principal del vehículo, representando también su valor total.

Cantidad	Componente	Precio \$
1	PIC (16F877A)	40
1	C.I. MAX 232	20
1	Pantalla Grafica de Cristal Liquido (GLCD)	50
3	2 Conectores DB9 (hembra y 1 macho)	4
1	LM 7805	1
8	3 Capacitores cerámicos 5 electrolíticos	1
3	2 Resistencias de 4.7 K Ω 1 de 10 4.7 K Ω	0.8
2	1 Potenciómetro de 5 K Ω 1 de 10 K Ω	1
1	Pulsador	0.5
1	Oscilador de cristal Clock (8MHz)	2
1	Fuente de 9 Voltios	10
3 m	Cable UTP	2
2	Sócalos	1
1	Baquelita 15*10	5
1	Borneras	1
2	Acido percloruro férrico	5
1	Sensor LDR	10
1	Lente de 200 mm	499
3	Conjuntos Soportes	450
1	Caja Óptica	150
1	Tablero Verificador	220
1	Cable de datos	2
Total		\$ 1475,30

Tabla 4.1: Cantidad, costo de componentes y elementos.

4.2. Pruebas de homologación del luxómetro



Figura 4.1: Revisión Técnica Vehicular CAPULISPAMBA.

Las pruebas de homologación del luxómetro se las realizó en las instalaciones del centro de Revisión Técnica Vehicular ubicado en el sector CAPULISPAMBA ver la figura 4.2. Las mismas que consistieron en medir la intensidad luminosa y reglaje de los faros en diferentes vehículos a fin de obtener una base de datos confiable para sacar el porcentaje de variación, confianza y fiabilidad con respecto a los dos equipos (Ver Anexo D).



Figura 4.2: Homologación de luxómetro

4.2.1. Análisis de resultados

Para el análisis de datos de la homologación se efectuarán las pruebas de medias y varianzas de datos en luces bajas y altas. Además utilizamos la tabla de Distribución t de Student (Ver anexo E) y la respectiva nomenclatura:

gl = grados de libertad

t = valor estadístico

p = valor de aceptación o rechazo

4.2.1.1. Comparación de medias para los equipos en medición de luces bajas y altas

a) Comparación de medias en medición de intensidad de luces bajas:

	EQUIPOS	N	Media	Desviación estándar	Error típ. de la media
INTENSIDAD FAROS LUCES BAJAS	MAHA EQUIPO CUENCAIRE	12	17,75	2,989	,863
	EQUIPO PROYECTO	12	19,17	3,713	1,072

Tabla 4.2: Comparación de medias de luces bajas.

Regiones de aceptación y rechazo en el contraste de hipótesis analizar la figura 4.3.

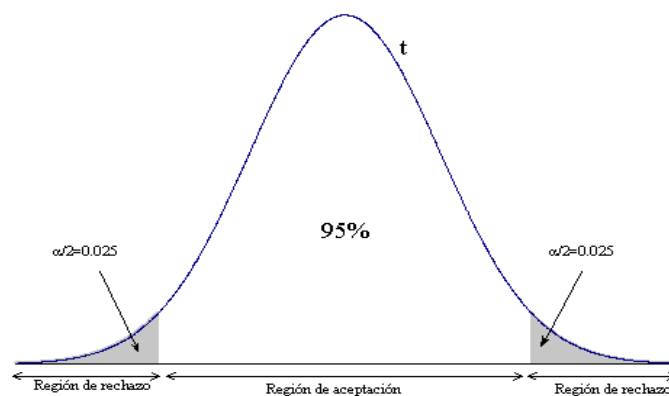


Figura 4.3: Regiones de aceptación y rechazo

Fuente: http://www.fisterra.com/mbe/investiga/t_student/images/t_stud3.gif. Acceso: 12-08-2012.

❖ **Comparación de medias para las medias de los equipos evaluados en intensidad de luces bajas:**

	Prueba T para la igualdad de medias						
	t	gl	p	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
						Inferior	Superior
INTENSIDAD FAROS LUCES BAJAS	-1,030	22	,314	-1,42	1,376	-4,270	1,437

Tabla 4.3: Equipos evaluados en intensidad de luces bajas.

Valor $p = 0,314$

Valor $p > 0,05$

CONCLUSIÓN: Los equipos generan mediciones comparables en sus medias, en medición de luces bajas (95% de confianza).

b) Comparación de medias en medición de intensidad de luces altas:

	EQUIPOS	N	Media	Desviación estándar	Error típ. de la media
INTENSIDAD FAROS LUCES ALTAS	MAHA EQUIPO CUENCAIRE	12	30,58	5,501	1,588
	EQUIPO PROYECTO	12	40,42	10,440	3,014

Tabla 4.4: Comparación de medias de luces altas.

❖ **Comparación de medias para las medias de los equipos evaluados en intensidad de luces altas:**

	Prueba T para la igualdad de medias						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
						Inferior	Superior
INTENSIDAD FAROS LUCES ALTAS	-2,887	22	,009	-9,83	3,407	-16,898	-2,769

Tabla 4.5: Equipos evaluados en intensidad de luces altas.

Valor $p = 0,009$

Valor $p < 0,05$

CONCLUSIÓN: Los equipos generan mediciones que difieren significativamente en sus medias, en medición de luces altas (95% de confianza).

4.2.1.2. Comparación de varianzas para los equipos en medición de luces bajas y altas

a) Comparación de varianzas en medición de intensidad de luces bajas:

	MAHA	PROYECTO
Varianza	8,9	13,8
Observaciones	12	12
Grados de libertad	11	11
F	0,6	
$P(F \leq f)$	0,2	
Valor crítico para F	0,4	

Tabla 4.6: Varianzas de luces bajas.

Valor $p = 0,2$

Valor $p > 0,05$

CONCLUSIÓN: Los equipos producen mediciones con variaciones comparables al medir luces de intensidad baja (95% de confianza).

b) Comparación de varianzas en medición de intensidad de luces altas:

	MAHA	PROYECTO
Varianza	30,3	109,0
Observaciones	12	12
Grados de libertad	11	11
F	0,28	
$P(F \leq f)$	0,02	
Valor crítico para F	0,35	

Tabla 4.7: Varianzas de luces altas.

Valor $p = 0,02$

Valor $p < 0,05$

CONCLUSIÓN: Los equipos producen mediciones con variaciones significativamente diferentes al medir luces de intensidad alta (95% de confianza).

4.3. Manual de uso del banco didáctico

Para el manual de uso y manejo correcto del equipo medidor y el tablero de regulación ver en el Anexo F.

4.4. Conclusiones.

- Analizando el valor total en relación a los beneficios se concluye, que el banco didáctico es un proyecto costoso por sus importaciones, pero a la vez éste modelo sirve de guía para una fabricación en serie la cual minimizará costos.

- Con los diferentes niveles de luminosidad que dan los faros en los vehículos, el proyecto está en las condiciones de realizar medidas en cualquier tipo de faro sin importar su procedencia o marca.
- Aunque parezca mínima la variación de luz en el ambiente de trabajo incide directamente en las medidas expresadas por el sensor debido a su sensibilidad, no obstante estas medidas no variaran en un rango considerado de forma ascendente o descendente.
- Las pruebas de homologación nos dieron resultados que satisfacen a los objetivos planteados para nuestro proyecto pues las medidas de las dos máquinas presentan un rango de error del 5 %.
- Hemos cumplido satisfactoriamente los objetivos planteados en el proyecto, obteniendo un banco didáctico en excelentes condiciones y presto a toda prueba de comparación o uso del mismo.
- El equipo medidor luxómetro servirá para realizar las respectivas pruebas en los vehículos, garantizando así un correcto reglaje en los faros e intensidad luminosa, a su vez la aprobación al momento de efectuar las pruebas en los centros de Revisión Técnica Vehicular.
- Al finalizar el proyecto obtenemos un porcentaje bastante acorde con los fines y objetivos planteados, pues el 95% de confiabilidad del equipo medidor una vez perpetrados las pruebas de homologación nos deja una satisfacción enorme y una seguridad en el uso del mismo.

4.5. Recomendaciones.

Para el uso del equipo medidor luxómetros y del tablero verificador, se deben seguir las siguientes recomendaciones para todos los vehículos. Las mismas que serán tomadas como reglas ya que con estas efectuaremos una correcta regulación y verificación del direccionamiento e intensidad luminosa de los faros:

- ❖ Mantener encendido el motor durante 4 o 5 minutos antes de proceder con las pruebas, tener los amortiguadores en buen estado y comprobar que la presión en los neumáticos sea la adecuada.
- ❖ Comprobar que la batería este en buen estado, para que no se vea afectada la intensidad en los faros y en caso de vehículos de alta gama con regulación interior colocar ésta en la posición más alta.
- ❖ Al realizar las pruebas en el luxómetro el haz de luz debe incidir directamente sobre el sensor que está en el centro de la placa, para evitar falla en la medida. Para esto el centrado entre faro y luxómetro debe ser lo más preciso posible.
- ❖ Es importante que el ambiente de trabajo en donde se realicen las pruebas sea óptimo y constante, pues los sensores captadores del luxómetro varían con las condiciones de luz a las que están expuestos, por mínimos que parezcan estos ante el operador.
- ❖ En el equipo medidor luxómetro se recomienda realizar una calibración en el sistema electrónico medidor específicamente en su sensor cada **dos años**, con un equipo patrón en este caso se sugiere un equipo que esté actuando en los centros de Revisión Técnica Vehicular, para esto el equipo cuenta con un potenciómetro el mismo que regula la sensibilidad del sensor captador de luz.

CONCLUSIONES GENERALES

- Se ha cumplido satisfactoriamente con los objetivos planteados en la realización del proyecto, obteniendo un equipo medidor de bajo costo pero con una gran garantía y efectividad en el momento de realizar las verificaciones o regulaciones en sistema de iluminación en los vehículos.
- Con la producción en serie del proyecto se logrará abaratar más los costos de fabricación, pues el tiempo invertido y las fallas que se van dando en la misma nos otorgan las experiencias necesarias para minimizar errores.
- Si bien es cierto los fabricantes estandarizan sus focos de acuerdo al modelo de vehículo, los propietarios varían estos por mantenimiento, accidentes o gustos por lo tanto no es posible realizar una base de datos que facilite la regulación o verificación de las luces en los vehículos, consecuentemente nos regimos a la norma establecida en el país INEN 1155.
- El proyecto contribuye de forma directa con la seguridad activa del vehículo, pues la regulación y verificación del sistema de alumbrado es de suma importancia ya que circular con las luces en mal estado atenta contra la seguridad en la circulación vehicular.
- Con la investigación y recopilación de la información sobre alumbrado, fotometría y requerimientos técnicos se logró diseñar y construir los componentes de un banco didáctico referenciado o prototipo el mismo que servirá de base para la comprobación y corrección de las luces de alumbrado principal del vehículo, así como para futuras complementaciones.
- En base a las pruebas técnicas-mecánicas establecidas en la norma INEN 1155 del alumbrado de vehículos, y en las pruebas de homologación se concluyó que el funcionamiento del equipo luxómetro esta ajustado a los requisitos planteados, con un margen de precisión del 95% en los datos conclusorios en función de las pruebas ensayadas.

RECOMENDACIONES GENERALES

- Es importante que la universidad incentive a sus alumnos para efectuar proyectos de tesis ya que particularmente creemos que es la mejor manera de consolidar y aumentar nuestro conocimiento adquirido en las aulas. Pues conforme se avanza en la realización de los capítulos la necesidad de investigar aumenta para despejar las dudas que se presentan y es en ese momento en donde desarrollamos nuestro intelecto y creatividad.
- En el momento de cambiar los faros de un vehículo por cualquiera que haya sido el motivo, estos no vienen regulados por esta razón recomendamos que en los talleres de pintura y latonería exista por lo menos un tablero de reglaje ó mejor aun un equipo medidor Luxómetro que brinde un servicio acorde con las exigencias establecidas por la norma INEN 1155.
- Transitar con el sistema de iluminación en buen estado proporciona comodidad y seguridad tanto al conductor como a las demás personas, por esta razón recomendamos realizar el mantenimiento del mismo por lo menos una vez al año.
- El uso de nuevas herramientas nos permite mejorar los procesos ya establecidos consiguiendo colateralmente ponernos a la vanguardia de la tecnología y de esta forma imaginar nuevas soluciones mejorando las que tenemos, solo así podemos desarrollar nuestras capacidades por eso recomendamos se siga apoyando a proyectos como estos que ayudan al desarrollo del país.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION. 2009. Norma Técnica Ecuatoriana 1155. Primera Edición, Ecuador.

BOSCH Robert. 2005. Manual de la técnica del automóvil. GmbH (trad). 4^a ed. Alemania.

CHEVROLET S.A. 2002. Manual de Taller Corsa Evolution 1.8. Editorial GM.

RODRIGUEZ Manuel Gil. 2003. Introducción rápida a Matlab y Simulink. Madrid.

DRISCOLL Frederick F. Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados. México.

ICHIHARA K, BOYD JC, 2010, IFCC Committee on Reference Intervals and Decision Limits (C-RIDL). Clin Chem. Lab Med.

CORRALES. 2006. Electrónica practica con microcontroladores PICs. Primera edición.

ALONSO PÉREZ José Manuel. 2007. Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico. Paraninfo Editorial, Decima edición.

PALACIOS Enrique. 2004. Microcontrolador PIC16F887. RA-MA Editorial. España.

CEAC. 2003. Manual CEAC del Automóvil. Grupo Editorial CEAC S.A.

COSTALES, Alcívar. 2007. Curso de microcontroladores PICs.

SAN MARTIN Paramo, Ramón. 2004. Manual de Luminotecnia, Editorial OSRAM.

REFERENCIA ELECTRÓNICAS

Prescripciones Iluminación, se encontró en:

<http://www.educa.madrid.org/web/ies.mateoaleman.alcala/Iluminacion.pdf>, y fue consultado el: 20-07-2012.

Tecnologías en Iluminación, ElectriAuto, Electricidad Básica, Electrónica y Mecánica aplicada a tu Automóvil: se encontró en: <http://www.electriauto.com/tecnologias-en-iluminacion/>, y fue consultado el: 08-01-2012.

Luces de marcha diurna, Sistemas de iluminación, Tecnologías eficientes, se encontró en: http://www.audi.es/es/brand/es/Efficiency/efficiency_technologies, y fue consultado el: 02-02-2012.

Introducción a la Fotometría Básica para la Ingeniería de la Iluminación, se encontró en:

http://energia.guanajuato.gob.mx/siegconcyteg/eventosieg/archivos/AI_Introd_fotometria_para_ingenieria_Iluminacion.pdf, y fue consultado el: 03-03-2012.

Conceptos básicos de la técnica de alumbrado, se encontró en:

http://www.luxlite.lu/site/sp_pres_tech_1.php, y fue consultado el: 10-03-2012

Magnitudes Fotométricas básicas. Unidades de medida, se encontró en: <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/>, y fue consultado el: 15-03-2012.

Norma R232, se encontró en: <http://juandeg.tripod.com/rs232.htm>, y fue consultado el: 10-07-2012.

Alineación de los faros delanteros del automóvil, se encontró en: <http://www.sabelotodo.org/automovil/alinearfaros.html>, y fue consultado el: 10-12-2011.

PIC16F887, se encontró en: <http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.>, y fue consultado el: 02-07-2012.

Microchip PIC16 Series C Tutorial CD-ROM, se encontró en:

http://microcontrollershop.com/product_info.php, y fue consultado el: 04-12-2012.

ANEXOS

ANEXO A. Norma INEN 1155



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1 155:2009
Segunda revisiónVEHÍCULOS AUTOMOTORES. DISPOSITIVOS PARA
MANTENER O MEJORAR LA VISIBILIDAD.

Primera Edición

AUTOMOTIVE VEHICLES. DEVICES TO IMPROVE OR TO MAINTAIN THE VISIBILITY.

First Edition

NTE INEN 1 155

2009-08

ANEXO A

A.1 En este anexo se definen los colores empleados en el equipo de iluminación externa de los vehículos automotores. Las especificaciones se aplican al color efectivo total de la luz emitida por el dispositivo, y no al color de la luz de una pequeña área de los lentes.

A.2 Definiciones. Las definiciones fundamentales del color están expresadas mediante coordenadas cromáticas de acuerdo con el sistema colorimétrico normalizado del ICE (ver figura A.2).

A.2.1 Rojo. El color de la luz emitida por el dispositivo debe ubicarse dentro de los siguientes límites:

$$y = 0,33 \text{ (límite amarillo)}$$

$$y = 0,98 - x \text{ (límite azul)}$$

A.2.2 Amarillo (ámbar). El color de la luz emitida por el dispositivo debe ubicarse dentro de los siguientes límites:

$$y = 0,39 \text{ (límite rojo)}$$

$$y = 0,79 - 0,67 \text{ (límite blanco)}$$

$$y = x - 0,12 \text{ (límite verde)}$$

A.2.3 Blanco (transparente). El color de la luz emitida por el dispositivo debe ubicarse dentro de los siguientes límites:

$$x = 0,31 \text{ (límite azul)}$$

$$x = 0,50 \text{ (límite amarillo)}$$

$$y = 0,15 + 0,64 x \text{ (límite verde)}$$

$$y = 0,44 \text{ (límite verde)}$$

$$y = 0,38 \text{ (límite rojo)}$$

$$y = 0,05 + 0,75 x \text{ (límite azul)}$$

FIGURA A.1. Forma y dimensiones de los dispositivos catadióptricos triangulares

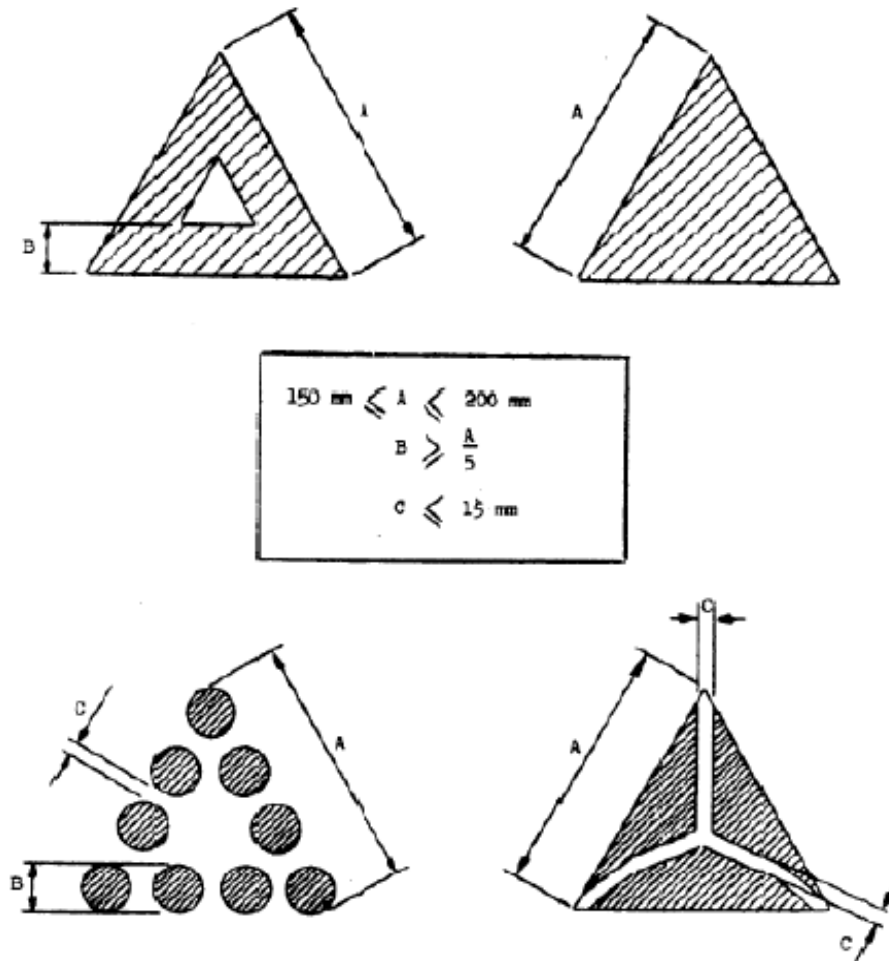
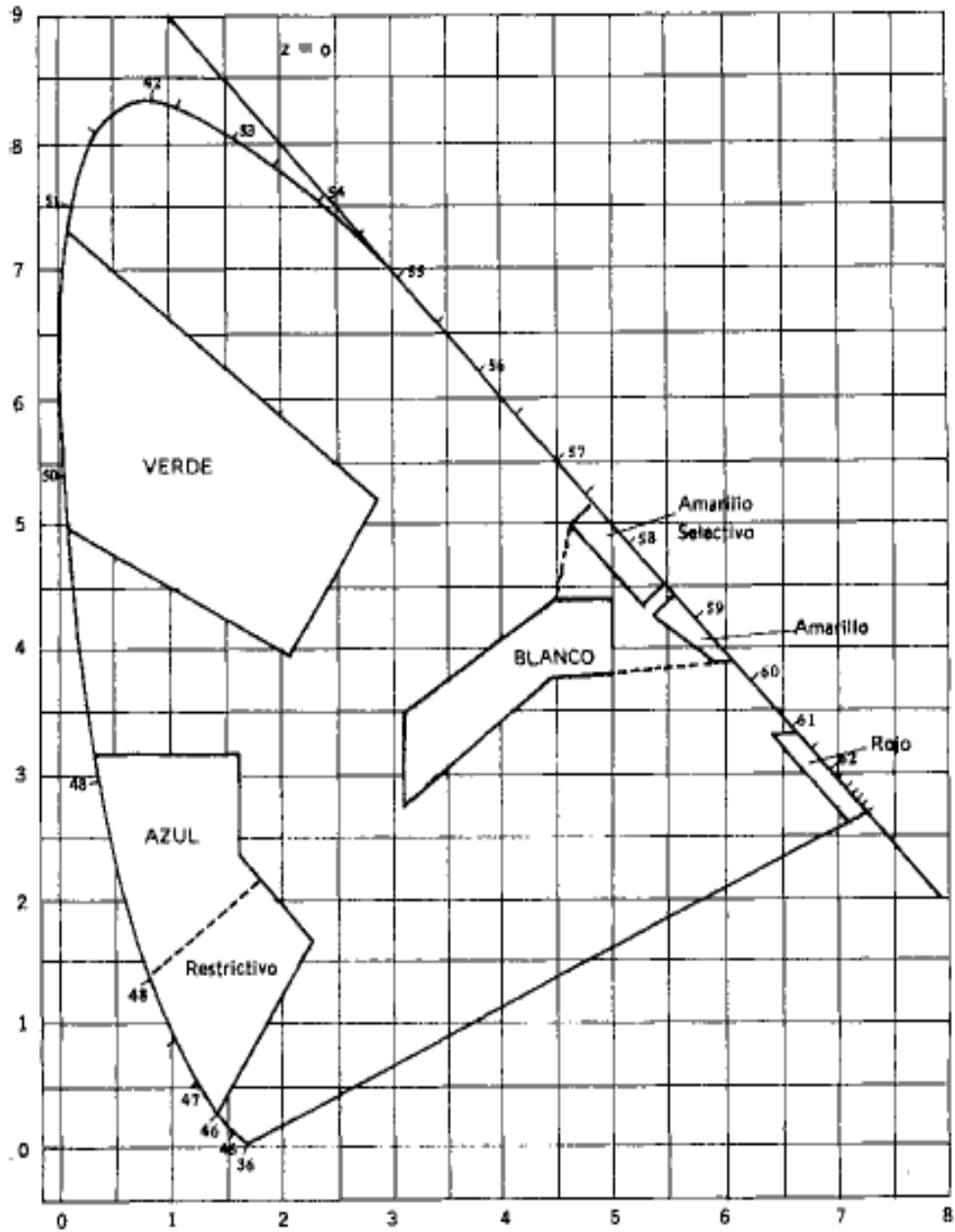
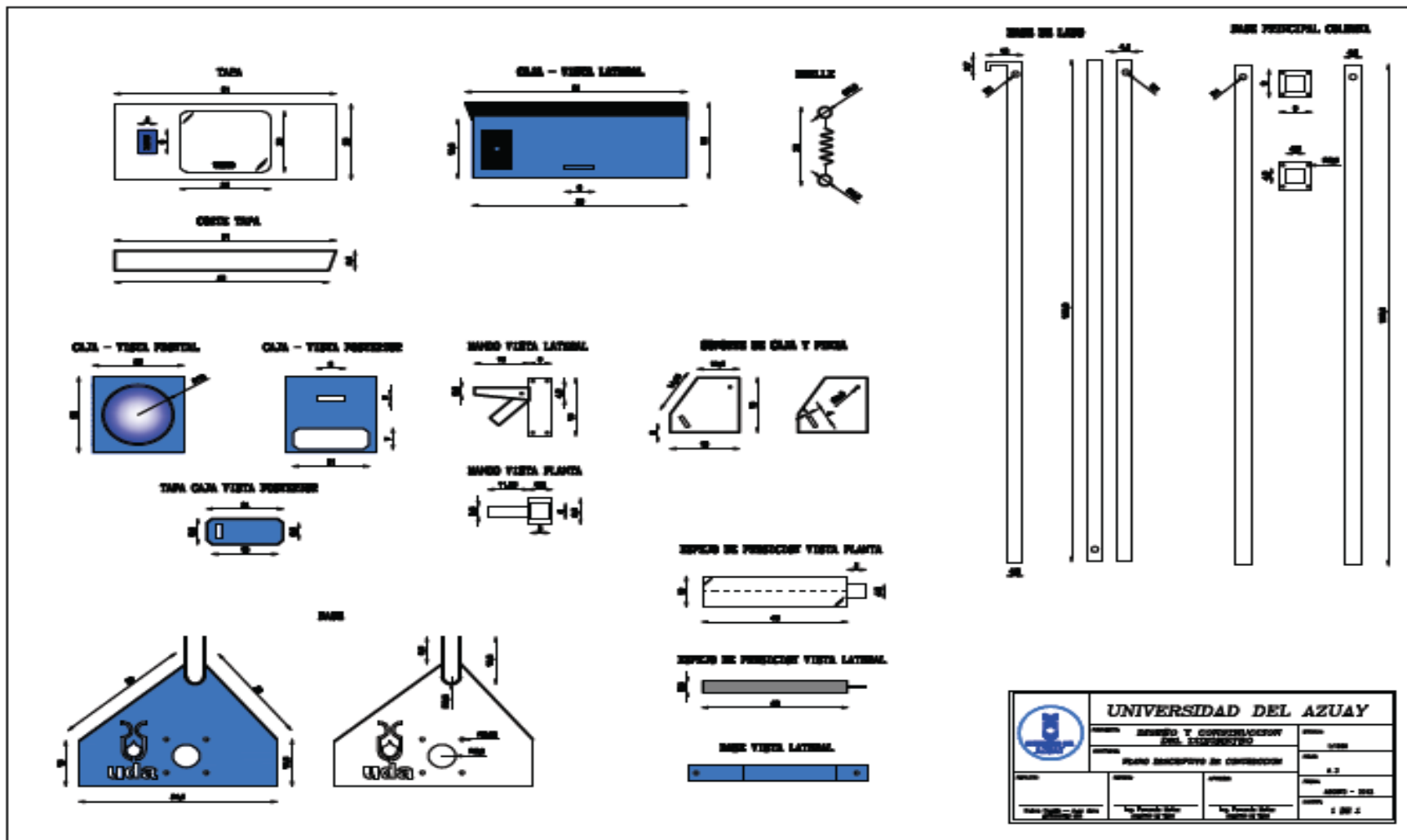


FIGURA A.2. Diagrama de cromaticidad



ANEXO B. Planos de la construcción del luxómetro



		UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
		FACULTAD DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA	
TÍTULO: PLANO DESCRIPTIVO DE CONSTRUCCION		CURSO: 1.º SEMESTRE	
AUTORES: JIMA MATAILO		FECHA: 2023	
TÍTULO: PLANO DESCRIPTIVO DE CONSTRUCCION		CURSO: 1.º SEMESTRE	

ANEXO C. Pruebas Funcionamiento del equipo medidor



El **Sr. Ing. Oscar Tinoco**, RTV EMOV. EP.

CERTIFICA:

Que, el **Sr. DALTON IVAN CARRILLO MORENO**, identificado con ced. 1900422963 y el **Sr. JUAN CARLOS JIMA MATAILO**, identificado con ced. 1103874804 han efectuado en nuestra empresa las pruebas de funcionamiento de su proyecto de tesis, comparándolo con el regloscopio de marca MAHA, modelo LITE 3 del centro de revisión técnico vehicular de CAPULISPAMBA, los datos obtenidos en dichas pruebas fueron lo siguientes:

Marcas/Placas de vehículos	Faro izquierdo				Faro derecho			
	Luces bajas		Luces altas		Luces bajas		Luces altas	
	Cuencaire	Tesis	Cuencaire	Tesis	Cuencaire	Tesis	Cuencaire	Tesis
Suzuki homigo PHL 551	18 Lux	16 Lux	50 Lux	21 Lux	42 Lux	19 Lux	6 Lux	16 Lux
Suzuki PIN 041	2 Lux	6 Lux	12 Lux	11 Lux	6 Lux	12 Lux	44 Lux	25 Lux
Suzuki PKP 371	18 Lux	7 Lux	70 Lux	24 Lux	10 Lux	7 Lux	3 Lux	5 Lux
Corsa evolution PIE 351	2 Lux	20 Lux	12 Lux	11 Lux	2 Lux	10 Lux	8 Lux	9 Lux
Nissan 1200 PDE 071	2 Lux	11 Lux	32 Lux	15 Lux	4 Lux	7 Lux	25 Lux	18 Lux
CHEV. Optra AFK 791	3 Lux	25 Lux	75 Lux	53 Lux	3 Lux	39 Lux	75 Lux	84 Lux
Corsa evolution AAW 271	1 Lux	8 Lux	18 Lux	15 Lux	1 Lux	3 Lux	3 Lux	5 Lux

Se expide la presente a solicitud de los interesados, para los fines que crean convenientes.

Cuenca, 16 febrero 2012



Ing. Oscar Tinoco V
0102345949



ANEXO D. Homologación del equipo



El Sr. Ing. Oscar Tinoco, RTV. EMOV. EP.

CERTIFICA:

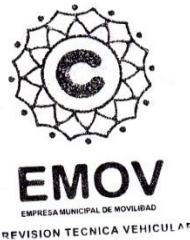
Que, el Sr. DALTON IVAN CARRILLO MORENO, identificado con ced. 1900422963 y el Sr. JUAN CARLOS JIMA MATAILO, identificado con ced. 1103874804 han efectuado en nuestra empresa las pruebas de homologación de su proyecto de tesis, comparándolo con el regloscopio de marca MAHA, modelo LITE 3 del centro de revisión técnico vehicular de CAPULISPAMBA, los datos obtenidos en dichas pruebas fueron lo siguientes:

PRUEBAS	FARO IZQUIERDO				FARO DERECHO			
	L. BAJAS		L. ALTAS		L. BAJAS		L. ALTAS	
	Maha	Tesis	Maha	Tesis	Maha	Tesis	Maha	Tesis
1	24 lux	26 lux	41 lux	52 lux	23 lux	19 lux	32 lux	38 lux
2	17 lux	14 lux	36 lux	55 lux	18 lux	20 lux	28 lux	39 lux
3	16 lux	19 lux	32 lux	52 lux	17 lux	20 lux	25 lux	33 lux
4	15 lux	21 lux	30 lux	50 lux	15 lux	18 lux	25 lux	29 lux
5	15 lux	23 lux	28 lux	43 lux	15 lux	15 lux	23 lux	24 lux
6	19 lux	21 lux	38 lux	42 lux	18 lux	22 lux	29 lux	28 lux

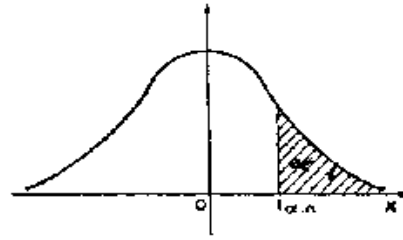
Se expide la presente a solicitud de los interesados, para los fines que crean convenientes.

Cuenca, 07 de agosto 2012

Ing. Oscar Tinoco V
0102345949



ANEXO E. Distribución t de Student



$\alpha/2$ gf	0,40	0,30	0,20	0,10	0,050	0,025	0,010	0,005	0,001	0,0005
1	0,325	0,727	1,376	3,078	6,314	12,71	31,82	63,66	318,3	636,6
2	0,289	0,617	1,061	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	22,33	31,60
3	0,277	0,584	0,978	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	10,22	12,94
4	0,271	0,569	0,941	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	7,173	8,610
5	0,267	0,559	0,920	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	5,893	6,859
6	0,265	0,553	0,906	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,208	5,959
7	0,263	0,549	0,896	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,785	5,405
8	0,262	0,546	0,889	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	4,501	5,041
9	0,261	0,543	0,883	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,297	4,781
10	0,260	0,542	0,879	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,144	4,587
11	0,260	0,540	0,876	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,025	4,437
12	0,259	0,539	0,873	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,930	4,318
13	0,259	0,538	0,870	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,852	4,221
14	0,258	0,537	0,868	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,787	4,140
15	0,258	0,536	0,866	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,733	4,073
16	0,258	0,535	0,863	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,686	4,015
17	0,257	0,534	0,863	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,646	3,965
18	0,257	0,534	0,862	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,611	3,922
19	0,257	0,533	0,861	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,579	3,883
20	0,257	0,533	0,860	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,552	3,850
21	0,257	0,532	0,859	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,527	3,819
22	0,256	0,532	0,858	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,505	3,792
23	0,256	0,532	0,858	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,485	3,767
24	0,256	0,531	0,857	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,467	3,745
25	0,256	0,531	0,856	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,450	3,725
26	0,256	0,531	0,856	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,435	3,707
27	0,256	0,531	0,855	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,421	3,690
28	0,256	0,530	0,855	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,408	3,674
29	0,256	0,530	0,854	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,396	3,659
30	0,256	0,530	0,854	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,385	3,646
40	0,255	0,529	0,851	1,303	1,688	2,021	2,423	2,704	3,307	3,551
50	0,255	0,528	0,849	1,298	1,676	2,009	2,403	2,678	3,262	3,495
60	0,254	0,527	0,848	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,232	3,460
80	0,254	0,527	0,846	1,292	1,664	1,990	2,374	2,639	3,195	3,415
100	0,254	0,526	0,845	1,290	1,660	1,984	2,365	2,626	3,174	3,389
200	0,254	0,525	0,843	1,286	1,653	1,972	2,345	2,601	3,131	3,339
500	0,253	0,525	0,842	1,283	1,648	1,965	2,334	2,586	3,106	3,310
∞	0,253	0,524	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,090	3,291

ANEXO F. Manuales de uso

Manual de uso del banco didáctico

LUXOMETRO



El luxómetro con su espejo de precisión permite medir la intensidad y alinear los faros de cualquier tipo de vehículo, buses o tracto-camiones, la máquina debe ser utilizada por un solo operador calificado e instruido con conocimientos técnicos para el manejo de la misma.

SEGURIDAD.

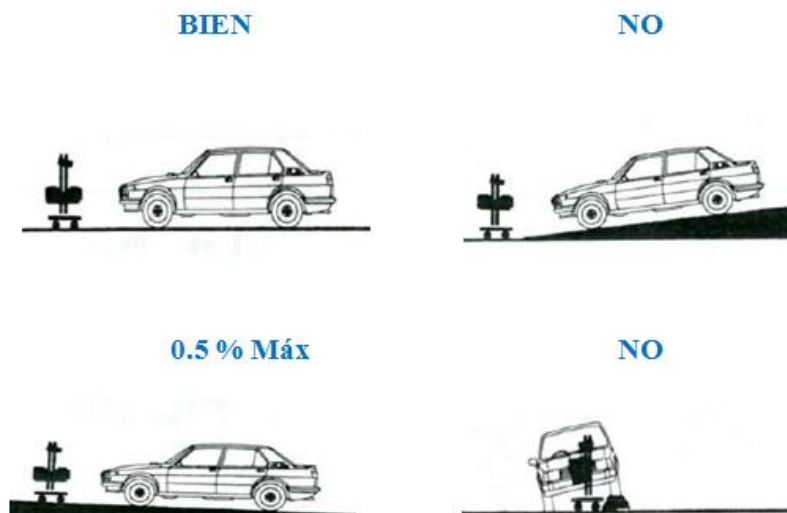
- ✓ Estar bien informados acerca del empleo, uso y mantenimiento del luxómetro, pues la conservación del aparato depende de la correcta aplicación.
- ✓ El ambiente de trabajo debe ser seco, claro y aireado.
- ✓ No exponer el ALINEADOR DE FAROS a luz solar directa, cambios bruscos de temperatura.
- ✓ Prohibido fumar, usar fuego o generar chispas cerca del aparato.

IMPORTANTE:

- ❖ En el caso, de automóviles con suspensiones neumáticas mantener encendido el motor durante 4 o 5 minutos antes de proceder a realizar la prueba.
- ❖ Tener los amortiguadores en buen estado.
- ❖ Comprobar que la batería este en buen estado, para que no se vea afectada la intensidad en los faros.
- ❖ Si el vehículo dispone de regulación interior colocar ésta en la posición más alta.

PRE-ALINEACIÓN

1. Colocar el vehículo y el luxómetro sobre una superficie plana, ver la siguiente figura.
2. Comprobar la correcta presión de aire en los neumáticos y vehículo sin carga.
3. Comprobar el correcto anclaje de los faros y bombillas. Limpiar el cristal.
4. Mantener el motor encendido para realizar la prueba.



Tipos de superficies

Fuente: <http://www.lujan.es/catalogo/marcoFAROS.htm>. Acceso: 24-04-2011



Pre-alineación.

CALIBRACIÓN

1. Alinear el luxómetro paralelamente al eje longitudinal del vehículo.
2. Tomamos las medidas referenciales:
 - La distancia entre faro y luxómetro puede estar entre (20 y 50) centímetros, teniendo en cuenta una perfecta nivelación de caja óptica y una alineación paralela al vehículo mediante el espejo de precisión tomando una referencia horizontal en el vehículo.



Distancia faro-luxómetro.

NOTA:

- ❖ ***EN CASO DE QUE LA CAJA ÓPTICA NO ESTÁ NIVELADA ACTUAMOS SOBRE EL PERNO MANIJA.***
- ❖ ***CHEQUEAR EL NIVEL DE LA BURBUJA QUE ESTÁ EN EL INTERIOR DE LA CAJA.***

- Medimos la altura H desde el centro del faro al suelo, y colocamos al luxómetro en la misma medida de altura.



Distancia H .

IMPORTANTE:

EL HAZ DE LUZ DEBE INCIDIR DIRECTAMENTE SOBRE EL SENSOR QUE ESTÁ EN EL CENTRO DE LA PLACA, PARA EVITAR FALLA EN LA MEDIDA, PARA ESTO EL CENTRADO ENTRE FARO Y LUXOMETRO DEBE SER LO MAS PRECISO POSIBLE.

3. Actuamos sobre la rueda de calibración de acuerdo al tipo de vehículo que se va a verificar. Ver en tabla 1.



Rueda de Calibración

Posición 1	Prueba de no deslumbramiento	Para turismos, furgonetas, motocicletas
Posición 2	Prueba Antiniebla	Para turismos, furgonetas, motocicletas
Posición 3	Prueba de no deslumbramiento	Para camiones, autobuses
Posición 4	Prueba Antiniebla	Para camiones, autobuses

Tabla 1: Posiciones de rueda de Calibración.

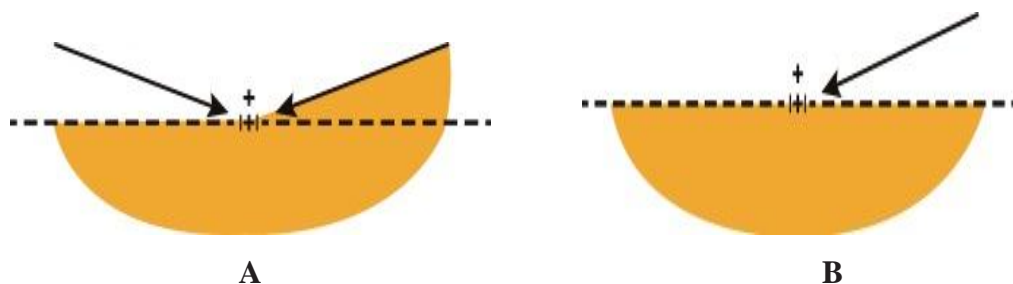
NOTA:

❖ ***EN ALGUNOS VEHÍCULOS LOS FAROS VIENEN CON INCLINACIÓN PREDETERMINADA SI EL CASO FUERA. POR EJEMPLO: SI DICE 2%, COLOCAR LA RUEDA EN LA POSICIÓN 2.***

4. Encendemos las luces bajas, y si es necesario actuamos sobre los tornillos de ajuste para la respectiva calibración haciendo que coincida el haz de luz de cruce sobre las líneas de asimetría del luxómetro.

NOTA:

Para los faros asimétricos tener en cuenta que su proyección iluminará también una sección en la parte derecha de la placa interna del luxómetro, con un ángulo de aproximadamente 15° grados; respecto al plano horizontal y en caso de faros simétricos la proyección tiene que ser perfectamente horizontal.

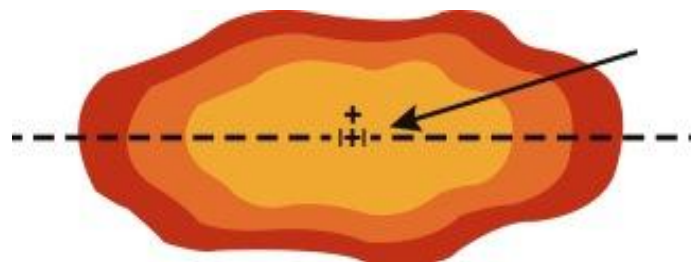


Proyección asimétrica A y simétrica B.

NOTA:

❖ ***PARA VEHÍCULOS CON VOLANTE A LA DERECHA Y FAROS ASIMÉTRICOS LA PROYECCIÓN DEL HAZ DE LUZ SERÁ LIGERAMENTE HACIA LA IZQUIERDA.***

5. Al medir las luces altas o de carretera comprobar que el haz de luz se refleje en el centro de las líneas del luxómetro.



Proyección de luz Alta

Fuente: Los autores.

6. Medimos la intensidad de las luces de los faros en el marcador digital del luxómetro, esta medida no debe ser mayor a 135 luxes de acuerdo a la norma INEN 1155.

IMPORTANTE:

- ❖ En caso de faros antiniebla es preciso que el haz de luz se calibre con la línea horizontal.
- ❖ Es importante que el ambiente de trabajo en donde se realicen las pruebas sea óptimo y constante, pues los sensores captadores varían con las condiciones de luz a las que están expuestos, por mínimos que parezcan estos ante el operador.

TABLERO DE REGLAJE



Tablero de Reglaje.

En este catálogo se detallarán los pasos a seguir de forma correcta y estudiados, para alinear los faros del vehículo con la ayuda del tablero de verificación construido, evitando tiempos muertos y facilitándonos tanto el manejo como el uso del mismo de una mejor manera.

PRE-ALINEACIÓN

PREVIA A LA ALINEACIÓN DE LOS FAROS TOME EN CUENTA LO SIGUIENTE:

- 1) La superficie en donde están situados el vehículo y el tablero debe ser completamente plana.



Tipos de superficies

- 2) Se debe comprobar que en cada uno de los neumáticos la presión sea adecuada.
- 3) La regulación se debe efectuar con el motor encendido y una persona en el asiento del conductor de un peso aproximado de 75 Kg.



Pre-alineación

- 4) Colocar al tablero en la adecuada altura o posición de trabajo a la que se desee verificar, dependiendo del vehículo.

ALINEACIÓN

1. Acercar el vehículo al tablero y hacer coincidir el punto medio del automóvil y la medida 0 del tablero la cual también se la conoce como **A**.



Punto medio

2. Encontrar la altura del faro, midiendo desde el piso al centro del faro, por medio de un flexometro. Esta medida la conoceremos como **H**.



Altura del faro

Procedemos a tomar la medida desde los puntos medios imaginarios de cada luz de cruce y obtenemos la distancia entre faro y faro, dichos puntos se los conoce como **B** y **C**.



Figura 14: Altura del faro

3. Se toma la distancia entre el eje delantero y posterior del vehículo, a ésta se la conoce como **b**. Multiplicar **b** por 2 para obtener la distancia **2b** como se muestra en la figura. Se retira el vehículo del tablero.

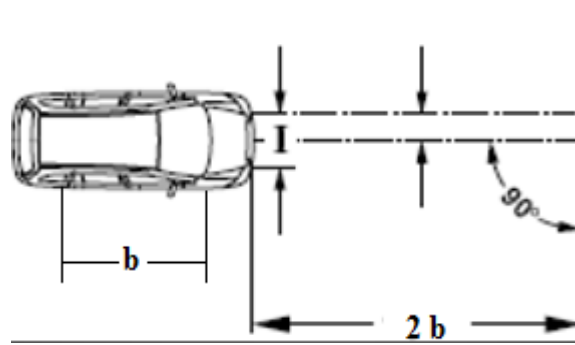


Figura 15: Esquematación del proceso de Calibrado

NOTA:

- ❖ ***AL RETIRAR EL VEHÍCULO DEL TABLERO HACERLO DE TAL FORMA QUE LAS RUEDAS VAYAN EN LÍNEA RECTA Y PERPENDICULAR AL MISMO.***

4. Encendemos las luces del vehículo y procedemos a ver el haz de luz proyectado sobre el tablero.

ATENSIÓN:

El mecanismo de desplazamiento vertical nos permite ubicar al tablero en tres posiciones de trabajo, el cual actúa de forma directa con el sistema de medidas vertical como muestra la siguiente tabla 2:

Mecanismo de desplazamiento vertical	Sistema de medida vertical
Posición baja	Color rojo
Posición media	Color azul
Posición alta	Color verde

Tabla 2: Sistema de trabajo

5. De acuerdo a la posición en la que se colocó el tablero nos disponemos a ubicar los puntos **H, B y C**:

- ❖ Para la distancia **H** procedemos a trabajar en el sistema de medidas verticales, de acuerdo a la altura tomada en el paso 2 desplazamos los bujes y ubicamos la medida.



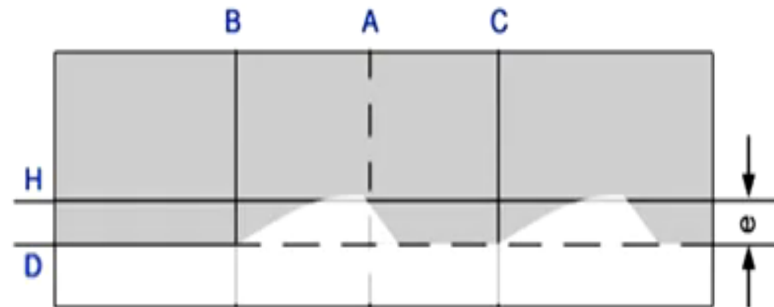
Colocación de la distancia H

- ❖ Dividimos en dos la medida tomada en el paso 3, Ubicamos como referencia el punto 0 o **A** en el tablero, desplazamos los bujes sobre los rieles horizontales derecha-izquierda para colocar dicha medida encontrando los puntos **B y C**.



Figura 17: Colocación de las distancias B y C

LA IMAGEN QUE SE PROYECTA SOBRE EL TABLERO DEBE SER SIMILAR AL SIGUIENTE ESQUEMA:



Esquema ideal del haz de luz

Fuente: http://bloghella.com.mx/videos/diagramas_nivelador. Acceso 21-04-2012.

6. Colocar la luz de cruce y observar la proyección reflejada en el tablero. En caso de que la proyección no sea similar a la ideal actuamos sobre los tornillos de reglaje del faro hasta corregir.



Calibración de faros