



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

EXTENSIÓN LATACUNGA

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

“DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN DE
DIFERENTES TIPOS DE FAROS E IMPLEMENTACIÓN DE
UN SISTEMA AUTOMATIZADO EN EL AUTOMÓVIL”

ANDRÉS FELIPE CEVALLOS GONZÁLEZ
SANTIAGO XAVIER REINA VÁSQUEZ

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del
grado de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AÑO 2013

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

NOSOTROS: ANDRÉS FELIPE CEVALLOS GONZÁLEZ
 SANTIAGO XAVIER REINA VÁSQUEZ

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado titulado: “**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE FAROS E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO EN EL AUTOMÓVIL**” ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

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

Latacunga, Octubre del 2013.

Andrés F. Cevallos G.
C.I. 100319565-6

Santiago X. Reina V.
C.I. 100314684-0

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
ESPE

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo titulado “**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE FAROS E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO EN EL AUTOMÓVIL**” fue desarrollado por ANDRÉS FELIPE CEVALLOS GONZÁLES y SANTIAGO XAVIER REINA VÁSQUEZ, bajo nuestra supervisión, cumpliendo con normas estatutarias establecidas por la ESPE en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.

Latacunga, Octubre del 2013.

Ing. GERMÁN ERAZO
DIRECTOR DE TESIS

Ing. STALIN MENA
CODIRECTOR DE TESIS

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
ESPE
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

ING. GERMÁN ERAZO (DIRECTOR),
ING. STALIN MENA (CODIRECTOR)

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado “**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE FAROS E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO EN EL AUTOMÓVIL**” realizado por los señores: ANDRÉS FELIPE CEVALLOS GONZÁLEZ y SANTIAGO XAVIER REINA VASQUEZ, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará al desarrollo profesional, **SI** recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de UN documento empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a los señores: ANDRÉS FELIPE CEVALLOS GONZÁLEZ y SANTIAGO XAVIER REINA VÁSQUEZ, que lo entreguen al ING. JUAN CASTRO CLAVIJO, en su calidad de Director de la Carrera de Ingeniería Automotriz.

Latacunga, Octubre del 2013.

Ing. Germán Erazo
DIRECTOR

Ing. Stalin Mena
CODIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
ESPE
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros: ANDRÉS FELIPE CEVALLOS GONZÁLEZ
SANTIAGO XAVIER REINA VÁSQUEZ

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución, del trabajo: **“DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE FAROS E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO EN EL AUTOMÓVIL”** cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Octubre del 2013.

Andrés F. Cevallos G.
C.I. 100319565-6

Santiago X. Reina V.
C.I. 100314684-0

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

A mis padres, Cecy y Elías, por haber forjado en mi niñez y guiarme en la vida adulta hasta alcanzar bajo su ejemplo mis propios méritos. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis ñaños, Santy y Juan Martín, compañeros de juegos y aventuras, para que continúen forjando su rumbo en la vida y alcanzar sus sueños tan anhelados.

A mis abuelitos, Anita y José, Blanca y Jorge, ejemplo de amor y comprensión.

A Santiago, un excelente colega y amigo.

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”.

Andrés Felipe Cevallos González

DEDICATORIA

Quisiera dedicar mi trabajo a muchas personas, ya que es en realidad una tarea difícil agradecer de esta manera el apoyo brindado incondicionalmente por todos para la realización de este logro.

Dedico este trabajo a mis padres, Zoila y Luis aunque ya no estés conmigo papito tu más grande deseo fue verme como todo un ingeniero hecho y derecho, por cosas de la vida y por voluntad de Dios te nos fuiste antes de tiempo y no tuviste ese gusto de ver realizado a tu hijo, pero yo sé que desde el cielo nunca me desamparas y siempre cuento con tus bendiciones, dedicarte este trabajo a ti principalmente fue uno de mis más grandes deseos Luchito. Gracias a ustedes papitos soy todo lo que soy.

A mis hermanos José Luis y Jenny Cristina quienes son mi mayor ejemplo de superación, tenacidad y esfuerzo continuo; gracias ñañitos por apoyarnos entre todos como una verdadera familia a pesar de que perdimos a nuestro padre.

A mi primo Marco Vázquez quien fue el mejor amigo de mi padre mil gracias por ese apoyo incondicional y por siempre brindarme una mano cuando lo necesito.

Santiago Xavier Reina Vásquez

AGRADECIMIENTO

Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades es inevitable que te asalte un muy humano egocentrismo que te lleva a concentrar la mayor parte del mérito en el aporte que has hecho. Sin embargo, el hecho en sí de cumplir este logro hubiese sido imposible sin la participación de personas que han influido en el desarrollo de mi vida profesional.

Por ello, es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con ellas, expresándoles mis agradecimientos.

A Dios, por haberme concedido la bendición de vivir y disfrutar de este logro alcanzado.

A mis Padre, Elías Cevallos, por el ejemplo de ser humano y profesional, mentor de mi educación y luchador insaciable por mi bienestar.

A mi Madre, Cecilia González, por su paciencia y amor, quien con su ejemplo me ha enseñado el valor del esfuerzo y perseverancia.

A mis ñaños, Santy y Juan Martín, por su confianza y apoyo incondicional, son la razón de mi dedicación y esfuerzo.

A mi Colega y Amigo, Santiago, por haberme permitido la oportunidad de trabajar y aprender a su lado, compañero de experiencias que nos fortalecieron en el largo camino estudiantil.

Al Ing. Germán Erazo e Ing. Stalin Mena, por todo el empeño y paciencia dedicados a la culminación de este logro, y a todos los que conforman la tan gloriosa familia de Automotriz de la ESPE.

“El futuro tiene muchos nombres. Para los débiles es lo inalcanzable. Para los temerosos, lo desconocido. Para los valientes es la oportunidad”

Andrés Felipe Cevallos González

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios, por darme la salud y la vida, bendiciéndome junto a toda mi familia.

A mi padre por darme la vida, por sus consejos, por hacer de mí una persona respetable y de valores y en especial por brindarme desde el cielo todas tus bendiciones y cuidados gracias.

A mi madre por darme la vida, su incondicional apoyo cuando lo necesito y por tu gran paciencia, Zoilita eres la persona más importante en mi vida.

A mi hermana Jenny por darme esos empujones para que logre la culminación de este trabajo gracias ñañaíta.

A mi hermano José Luis quien se convirtió en el pilar de mi familia, gracias hermano por ser mi segundo padre y por esos consejos para que logre superarme día a día.

A mi primo Marquito por ser como otro padre para mí y por ayudarme sin nada a cambio en la construcción y finalización de este proyecto.

A mis amigos en especial a Edwin ya que eres el confidente de todo y con el que compartimos la factura que nos presenta la vida paso a paso: los arrebatos en el amor, las vanidades, los dolores y las dudas.

A mis profesores por el conocimiento brindado ya que fue la principal herramienta de trabajo para la culminación de este proyecto.

Santiago Xavier Reina Vásquez

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	ii
CERTIFICACIÓN.....	III
CERTIFICADO.....	IV
AUTORIZACIÓN.....	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VIII
ÍNDICE DE CONTENIDOS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVII
RESUMEN	XXIV
ABSTRACT.....	XXVI
PRESENTACIÓN.....	XXVII
CAPÍTULO 1	- 1 -
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	- 1 -
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	- 1 -
1.1.1 ÁRBOL DE IDEAS	- 2 -
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	- 2 -
1.3 OBJETIVOS.....	- 3 -
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	- 3 -
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	- 3 -
1.4 JUSTIFICACIÓN EN IMPORTANCIA	- 4 -
1.5 METAS.....	- 5 -
1.6 ÁREA DE INFLUENCIA.....	- 5 -

CAPÍTULO 2.....	- 6 -
2. MARCO TEÓRICO.....	- 6 -
2.1 TECNOLOGÍAS DE ILUMINACIÓN VEHÍCULAR.....	- 6 -
2.1.1 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN EN LOS AUTOMÓVILES.....	- 7 -
2.2 MAGNITUDES CONCERNIENTES A LA ILUMINACION.....	- 22 -
2.2.1 CANTIDAD DE LUZ (Q).....	- 22 -
2.2.2 EL FLUJO LUMINOSO (Φ).....	- 23 -
2.2.3 LA INTENSIDAD LUMINOSA (I).....	- 24 -
2.2.4 EFICACIA LUMINOSA (ρ).....	- 25 -
2.2.5 EFICIENCIA LUMINOSA.....	- 25 -
2.2.6 ILUMINANCIA (E).....	- 26 -
2.2.7 LUMINANCIA (L).....	- 26 -
2.3 SENSORES DE POSICIÓN ANGULAR.....	- 28 -
2.3.1 ENCODERS.....	- 28 -
2.4 SENSORES DE LUMINOSIDAD.....	- 31 -
2.4.1 SENSORES FOTOCONDUCTIVOS.....	- 31 -
2.4.2 FOTODIODO.....	- 33 -
2.4.3 FOTOTRANSISTOR.....	- 34 -
2.5 MICROCONTROLADORES DE GAMA MEJORADA.....	- 36 -
2.5.1 MICROCONTROLADORES.....	- 36 -
2.5.2 MICROCONTROLADORES DE GAMA MEJORADA PSOC.....	- 37 -
2.6 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN MICROCONTROLADORES.....	- 41 -
2.6.1 EL LENGUAJE BASIC.....	- 41 -
2.6.2 LENGUAJE C.....	- 42 -
2.6.3 LENGUAJE ENSAMBLADOR.....	- 44 -
2.6.4 PROGRAMACIÓN DE MICROCONTROLADORES PSOC.....	- 45 -
2.7 SERVOMOTOR.....	- 50 -
2.7.1 INTRODUCCIÓN.....	- 50 -
2.7.2 CARÁCTERÍSTICAS.....	- 51 -
2.7.3 CONTROL DE SERVOMOTORES.....	- 52 -

CAPÍTULO 3.....	- 55 -
3. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS	- 55 -
3.1 HIPÓTESIS	- 55 -
3.2 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	- 55 -
3.2.1 VARIABLES INDEPENDIENTES.....	- 55 -
3.2.2 VARIABLES DEPENDIENTES	- 55 -
3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	- 56 -
3.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE	- 56 -
3.3.2 VARIABLES DEPENDIENTES	- 57 -
CAPÍTULO 4.....	- 58 -
4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 58 -
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	- 58 -
4.2 PRUEBA PILOTO	- 59 -
4.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. -	61 -
4.4 POBLACIÓN	- 61 -
4.5 MUESTRA.....	- 61 -
4.6 TRATAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS	- 63 -
4.7 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS.....	- 63 -
4.8 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	- 63 -
4.8.1 TABULACIÓN DE DATOS.....	- 63 -
4.8.2 INFORME GERENCIAL.....	- 66 -
4.8.3 CONCLUSIONES	- 71 -
4.8.4 RECOMENDACIONES	- 72 -
CAPÍTULO 5.....	- 73 -
5. TITULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	- 73 -

5.1 ESQUEMA DE LA PROPUESTA	- 73 -
5.2 ESTUDIO DE LUMINOSIDAD.....	- 73 -
5.2.1 CRITERIOS PARA TIPOS DE LUMINARIAS A PROBAR.....	- 73 -
5.2.2 INSTRUMENTOS DE MEDIDA PARA LAS PRUEBAS.....	- 74 -
5.2.3 PRUEBAS DE LUMINOSIDAD	- 76 -
5.2.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	- 116 -
5.2.5 TIPO Y NÚMERO DE LUMINARIAS A UTILIZAR	- 121 -
5.3 MECANISMO DEL SISTEMA DE LUMINARIAS INTELIGENTES	- 122 -
5.3.1 DISEÑO DEL MECANISMO DE GIRO Y LEVANTAMIENTO...	- 122 -
5.3.2 SELECCIÓN DE LOS MOTORES DEL SISTEMA	- 125 -
5.3.3 CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES EN EL MECANISMO	- 127 -
5.4 SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO.....	- 136 -
5.4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.....	- 136 -
5.4.2 CARACTERIZACIÓN DEL HARDWARE	- 141 -
5.4.3 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO GENERAL DEL SISTEMA.....	- 171 -
5.4.4 DISEÑO DE LAS PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO.....	- 173 -
5.4.5 DESCRIPCIÓN DEL FIRMWARE.....	- 175 -
5.4.6 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO	- 189 -
5.4.7 PUEBAS DEL SISTEMA.....	- 196 -
CAPÍTULO 6.....	- 206 -
6. MARCO ADMINISTRATIVO.....	- 206 -
6.1 RECURSOS.....	- 206 -
6.1.1 RECURSOS HUMANOS	- 206 -
6.1.2 RECURSOS FÍSICOS	- 206 -
6.1.3 MATERIALES	- 207 -
6.1.4 RECURSOS TECNOLÓGICOS.....	- 208 -
6.2 CRONOGRAMA.....	- 209 -
6.3 PRESUPUESTO	- 209 -
6.3.1 ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA	- 209 -

6.3.2 ELEMENTOS MECÁNICOS	- 210 -
6.3.3 ELEMENTOS ELECTRÓNICOS.....	- 210 -
6.3.4 ACABADOS Y PINTURA	- 211 -
6.3.5 TOTAL	- 211 -
6.4 FINANCIAMIENTO	- 211 -
6.5 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO	- 212 -
CONCLUSIONES	- 213 -
RECOMENDACIONES.....	- 215 -
BIBLIOGRAFÍA.....	- 216 -
NETGRAFÍA	- 217 -
ANEXOS.....	- 218 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Resumen de fórmulas de luminotecnia	- 27 -
Tabla 3.1: Operacionalización de la variable independiente	- 56 -
Tabla 3.2: Operacionalización de variables dependientes	- 57 -
Tabla 4.1: Descripción de Variables para muestra finita	- 62 -
Tabla 4.2: Cálculo de la Muestra	- 62 -
Tabla 4.3: Tabulación pregunta 1	- 63 -
Tabla 4.4: Tabulación pregunta 2	- 64 -
Tabla 4.5: Tabulación pregunta 3	- 64 -
Tabla 4.6: Tabulación pregunta 4	- 64 -
Tabla 4.7: Tabulación pregunta 5	- 65 -
Tabla 4.8: Tabulación pregunta 6	- 65 -
Tabla 4.9: Tabulación pregunta 7	- 65 -
Tabla 4.10: Tabulación pregunta 8	- 66 -
Tabla 5.1: Ancho y alcance de luz de faros incandescentes	- 94 -
Tabla 5.2: Ancho y alcance de luz de faros halógenos.....	- 94 -
Tabla 5.3: Ancho y alcance de luz de faros de xenón.....	- 95 -
Tabla 5.4: Ancho y alcance de luz de faros LED	- 95 -
Tabla 5.5: Consumo de energía de lámparas incandescentes	- 104 -
Tabla 5.6: Consumo de energía de lámpara halógena	- 105 -
Tabla 5.7: Consumo de energía de lámpara Xenón	- 107 -
Tabla 5.8: Consumo de energía de Faros LED.....	- 108 -
Tabla 5.9: Temperatura de lámparas incandescentes	- 109 -
Tabla 5.10 Temperatura de las lámparas Halógenas	- 110 -
Tabla 5.11 Temperatura de Lámparas Xenón	- 111 -
Tabla 5.12 Temperatura de las lámparas LED	- 112 -
Tabla 5.13: Eficacia y Eficiencia de Lámparas Incandescentes	- 114 -
Tabla 5.14: Eficacia y Eficiencia de lámparas halógenas	- 114 -
Tabla 5.15: Eficacia y eficiencia de Lámpara de Xenón	- 115 -
Tabla 5.16: Eficacia y eficiencia de lámpara LED	- 116 -

Tabla 5.17: Costos de los faros	- 116 -
Tabla 5.18: Resumen de lúmenes de faros	- 117 -
Tabla 5.19: Ventajas y desventajas de los faros automotrices	- 120 -
Tabla 5.20: Componentes del mecanismo.....	- 128 -
Tabla 5.21: Estados en el optoacoplador.....	- 156 -
Tabla 5.22: Distribución de pines.....	- 163 -
Tabla 5.23: Sistema convencional vs Sistema Inteligente	- 205 -
Tabla 6.1: Recursos Humanos.....	- 206 -
Tabla 6.2: Recursos Físicos	- 207 -
Tabla 6.3: Materiales del sistema	- 207 -
Tabla 6.4: Recursos tecnológicos	- 208 -
Tabla 6.5: Presupuesto de los elementos de la estructura	- 209 -
Tabla 6.6: Presupuesto de elementos mecánicos	- 210 -
Tabla 6.7: Presupuesto de elementos electrónicos	- 210 -
Tabla 6.8: Presupuesto de acabados y pintura.....	- 211 -
Tabla 6.9: Presupuesto total del proyecto.....	- 211 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Árbol de ideas	- 2 -
Figura 2.1 Bulbo incandescente estándar	- 7 -
Figura 2.2 Bulbos H4	- 9 -
Figura 2.3 Bulbo H5	- 9 -
Figura 2.4 Bulbo H7	- 10 -
Figura 2.5 Comparación haz luminoso Halógenos vs Convencionales	- 11 -
Figura 2.6 Componentes del Bulbo de Xenón	- 12 -
Figura 2.7 Comparación de haz luminoso Halógenos vs Xenón	- 14 -
Figura 2.8 Estructura de un faro de xenón	- 15 -
Figura 2.9 Elementos de un bixenón	- 16 -
Figura 2.10 Esquema de funcionamiento de un foco bixenón	- 17 -
Figura 2.11 Faros LED	- 18 -
Figura 2.12 Faros Diurnos	- 19 -
Figura 2.13 Funcionamiento de la regulación automática	- 20 -
Figura 2.14 Sistema de iluminación orientable	- 22 -
Figura 2.15 Resumen de conceptos básicos	- 28 -
Figura 2.16 Discriminador de sentido de giro	- 29 -
Figura 2.17 Encoder incremental	- 30 -
Figura 2.18 Encoder absoluto	- 31 -
Figura 2.19 Símbolo de una fotorresistencia	- 32 -
Figura 2.20 Gráfica de resistencia iluminación	- 33 -
Figura 2.21 Símbolo de un fotodiodo	- 33 -
Figura 2.22 Símbolo de un fototransistor	- 35 -
Figura 2.23 Componentes de un microcontrolador	- 36 -
Figura 2.24 Estructura de un microcontrolador PSOC	- 37 -
Figura 2.25 Familias de PSOC disponibles en el mercado	- 38 -
Figura 2.26 Configuración de las puertas de entrada y salida	- 40 -
Figura 2.27 Disposición de pines del PSoC	- 41 -

Figura 2.28 Ícono device editor.....	- 46 -
Figura 2.29 Subdivisiones de device editor	- 47 -
Figura 2.30 Pantalla device editor.....	- 47 -
Figura 2.31 Pantalla Interconnect view	- 48 -
Figura 2.32 Ícono debugger.....	- 50 -
Figura 2.33 Diagrama lógico de subsistemas botones del menú.....	- 50 -
Figura 2.34 Servomotor de uso industrial	- 51 -
Figura 2.35 Estructura de un servomotor.....	- 52 -
Figura 2.36 Ancho de pulso modulado	- 53 -
Figura 2.37 Motor en sentido horario	- 53 -
Figura 2.38 Motor neutral.....	- 54 -
Figura 2.39 Motor en sentido antihorario	- 54 -
Figura 4.1: Resultado de encuesta realizada pregunta 1.....	- 66 -
Figura 4.2: Resultado de encuesta realizada pregunta 2.....	- 67 -
Figura 4.3: Resultado de encuesta realizada pregunta 3.....	- 67 -
Figura 4.4: Resultado de encuesta realizada pregunta 4.....	- 68 -
Figura 4.5: Resultado de encuesta realizada pregunta 5.....	- 69 -
Figura 4.6: Resultado de encuesta realizada pregunta 6.....	- 69 -
Figura 4.7: Resultado de encuesta realizada pregunta 7.....	- 70 -
Figura 4.8: Resultado de encuesta realizada pregunta 8.....	- 71 -
Figura 5.1: Multímetro Digital DMM8907	- 74 -
Figura 5.2: Luxómetro MD-8030	- 75 -
Figura 5.3: Software DT1309.....	- 75 -
Figura 5.4: Medidas frente al faro	- 76 -
Figura 5.5: Medidas a 3m en cuarto oscuro.....	- 76 -
Figura 5.6: Medidas en espacio abierto	- 77 -
Figura 5.7: Medida de Faro Incandescente de frente (LM)	- 77 -
Figura 5.8: Medida de faro Incandescente de frente (LI)	- 78 -
Figura 5.9: Medida con faro incandescente a 1m (LM).....	- 78 -
Figura 5.10: Medida con faro incandescente a 1m (LI).....	- 78 -
Figura 5.11: Medida con faro incandescente a 3m (LM).....	- 79 -

Figura 5.12: Medida con faro incandescente a 3m (LI).....	- 79 -
Figura 5.13: Medida con faro incandescente a 5m (LM).....	- 79 -
Figura 5.14: Medida con faro incandescente a 5m (LI).....	- 80 -
Figura 5.15: Medida con faro incandescente a 10m (LM).....	- 80 -
Figura 5.16: Medida con faro incandescente a 10m (LI).....	- 80 -
Figura 5.17: Medida con faro incandescente a 30m (LI).....	- 81 -
Figura 5.18: Medida con faro halógeno de frente (LM).....	- 81 -
Figura 5.19: Medida con faro halógeno de frente (LI).....	- 81 -
Figura 5.20: Medida con faro halógeno a 1m (LM).....	- 82 -
Figura 5.21: Medida con faro halógeno a 1m (LI).....	- 82 -
Figura 5.22: Medida con faro halógeno a 3m (LM).....	- 82 -
Figura 5.23: Medida con faro halógeno a 3m (LI).....	- 83 -
Figura 5.24: Medida con faro halógeno a 5m (LM).....	- 83 -
Figura 5.25: Medida con faro halógeno a 5m (LI).....	- 83 -
Figura 5.26: Medida con faro halógeno a 10m (LM).....	- 84 -
Figura 5.27: Medida con faro halógeno a 10m (LI).....	- 84 -
Figura 5.28: Medida con faro halógeno a 30m (LM).....	- 84 -
Figura 5.29: Medida con faro halógeno a 30m (LI).....	- 85 -
Figura 5.30: Medida con faro halógeno a 50m (LM).....	- 85 -
Figura 5.31: Medida con faro halógeno a 50m (LI).....	- 85 -
Figura 5.32 Medida con faro de Xenón de frente (LM).....	- 86 -
Figura 5.33 Medida con faro de Xenón de frente (LI).....	- 86 -
Figura 5.34 Medida con faro de Xenón a 1m (LM).....	- 86 -
Figura 5.35 Medida con faro de Xenón a 1m (LI).....	- 87 -
Figura 5.36 Medida con faro de Xenón a 3m (LM).....	- 87 -
Figura 5.37 Medida con faro de Xenón a 3m (LI).....	- 87 -
Figura 5.38 Medida con faro de Xenón a 5m (LM).....	- 88 -
Figura 5.39 Medida con faro de Xenón a 5m (LI).....	- 88 -
Figura 5.40 Medida con faro de Xenón a 10m (LM).....	- 88 -
Figura 5.41 Medida con faro de Xenón a 10m (LI).....	- 89 -
Figura 5.42 Medida con faro de Xenón a 30m (LM).....	- 89 -

Figura 5.43 Medida con faro de Xenón a 30m (LI).....	- 89 -
Figura 5.44 Medida con faro de Xenón a 50m (LM).....	- 90 -
Figura 5.45 Medida con faro de Xenón a 50m (LI).....	- 90 -
Figura 5.46 Medida con faro de LED de frente	- 90 -
Figura 5.47 Medida con faro de LED a 1m	- 91 -
Figura 5.48 Medida con faro de LED a 3m	- 91 -
Figura 5.49 Medida con faro de LED a 5m	- 91 -
Figura 5.50 Medida con faro de LED a 10m	- 92 -
Figura 5.51 Medida con faro de LED a 30m	- 92 -
Figura 5.52 Medida con faro de LED a 50m	- 92 -
Figura 5.53: Medida del ancho del haz de luz	- 93 -
Figura 5.54: Medida del alcance del faro	- 93 -
Figura 5.55: Haz de luz de lámparas incandescentes medias	- 96 -
Figura 5.56: Haz de luz de lámparas incandescentes intensas	- 96 -
Figura 5.57 Haz de luz de lámparas halógenas medias	- 97 -
Figura 5.58: Haz de luz de lámparas halógenas intensas	- 97 -
Figura 5.59 : Haz de luz de lámparas de xenón medias	- 98 -
Figura 5.60: Haz de luz de lámparas de xenón intensas	- 98 -
Figura 5.61: Haz de luz de lámparas LED	- 99 -
Figura 5.62: Vista de frente de luces medias incandescentes	- 99 -
Figura 5.63: Vista de frente de luces intensas incandescentes	- 100 -
Figura 5.64: Vista de frente de luces medias halógenas	- 100 -
Figura 5.65: Vista de frente de luces intensas halógenas.....	- 101 -
Figura 5.66: Vista de frente de luces medias xenón	- 101 -
Figura 5.67: Vista de frente de luces intensas xenón	- 102 -
Figura 5.68: Vista de frente de faros LED.....	- 102 -
Figura 5.69: Prueba de foco incandescente en el sistema	- 103 -
Figura 5.70: Prueba de consumo de faro halógeno en el sistema	- 104 -
Figura 5.71: Prueba independiente del foco halógeno en la batería..	- 105 -
Figura 5.72: Prueba en el fusible del sistema Xenón.....	- 106 -
Figura 5.73: Prueba de Faros LED	- 107 -

Figura 5.74: Medida de temperatura del bulbo incandescente	- 108 -
Figura 5.75: Gráfica Temp vs Tiempo de lámpara incandescente.....	- 109 -
Figura 5.76 Gráfica Temp. Vs Tiempo de lámpara Halógena	- 110 -
Figura 5.77: Gráfica Temp vs Tiempo de lámparas xenón	- 111 -
Figura 5.78 Gráfica Temp. Vs Tiempo de lámpara LED	- 112 -
Figura 5.79: Mecanismo de Giro en Working Model	- 123 -
Figura 5.80: Modelado del mecanismo de giro en Solid Works	- 123 -
Figura 5.81: Mecanismo de levantamiento en Working model	- 124 -
Figura 5.82: Modelado del mecanismo de levantamiento.....	- 124 -
Figura 5.83 : Fuerzas en el mecanismo.....	- 125 -
Figura 5.84: Servomotor Torxis i00600.....	- 126 -
Figura 5.85: Servomotor Torxis i00800.....	- 127 -
Figura 5.86: Medición para el corte en las platinas de hierro.....	- 129 -
Figura 5.87: Perforación de las platinas para el soporte de los faros	- 129 -
Figura 5.88: Soportes para los faros LED.....	- 129 -
Figura 5.89: Componentes del mecanismo de giro de faros.....	- 130 -
Figura 5.90: Fabricación de bocin para posicionamiento horizontal ..	- 130 -
Figura 5.91: Soldado de bocines para soporte del mecanismo	- 130 -
Figura 5.92: Pulido de las soldaduras en las piezas	- 131 -
Figura 5.93: Centrado del mecanismo de faros en el automóvil	- 131 -
Figura 5.94: Corte del capot para ocultar los faros	- 131 -
Figura 5.95: Pulido del corte en el capot.....	- 132 -
Figura 5.96: Fabricación de la tapa desplazable con puntos pivote...	- 132 -
Figura 5.97: Realización de la curvatura en la tapa desplazable	- 132 -
Figura 5.98: Soldado de esquinas para el cierre de la tapa.....	- 133 -
Figura 5.99: Ensamblaje del mecanismo con el capot modificado.....	- 133 -
Figura 5.100: Faros ocultos en el capot.....	- 133 -
Figura 5.101: Proceso de masillado del capot modificado.....	- 134 -
Figura 5.102: Proceso de lijado del capot modificado.....	- 134 -
Figura 5.103: Proceso de fondeado del capot modificado	- 134 -
Figura 5.104: Proceso de emporado final	- 135 -

Figura 5.105: Acabado final del capot modificado	- 135 -
Figura 5.106: Acabado final del capot modificado	- 135 -
Figura 5.107: Diagrama de bloques	- 137 -
Figura 5.108: Circuito de fuente de alimentación regulada	- 142 -
Figura 5.109: Circuito recomendado para el LM317T	- 143 -
Figura 5.110: Sensor de luz de ambiente	- 145 -
Figura 5.111: Circuito filtro pasabajos de sensor de luz ambiente	- 145 -
Figura 5.112: Sensor de luz contraria	- 146 -
Figura 5.113: Circuito de sensor de luz contraria	- 146 -
Figura 5.114: Divisor de voltaje para sensor de deslumbramiento	- 147 -
Figura 5.115: Circuito de sensado de voltaje de alimentación	- 149 -
Figura 5.116 Divisor de voltaje para el sensor de batería	- 150 -
Figura 5.117: Sensor ultrasónico de distancia	- 151 -
Figura 5.118: Módulo del sensor ultrasónico	- 151 -
Figura 5.119: Sensores ópticos y codificador de cuadratura	- 152 -
Figura 5.120: Conformadores de pulsos para sensores ópticos	- 153 -
Figura 5.121: Interfaz lógica optoacoplada para señal de contacto ...	- 155 -
Figura 5.122: Interfaz lógica optoacoplada para señal de luces	- 155 -
Figura 5.123: Interfaz optoacoplada	- 157 -
Figura 5.124: Circuito de corriente del led infrarrojo	- 157 -
Figura 5.125: Estructura del sistema microprocesado	- 160 -
Figura 5.126: Pines en el microcontrolador	- 162 -
Figura 5.127: Componentes interiores del servomotor	- 164 -
Figura 5.128: Sistema en lazo cerrado del servomotor	- 165 -
Figura 5.129: Relé de estado sólido SSR	- 165 -
Figura 5.130: Interfaz de estado sólido para control SSR	- 166 -
Figura 5.131: Interfaz de estado sólido para control servomotores ...	- 166 -
Figura 5.132: Interfaz de estado sólido para relé de corte	- 167 -
Figura 5.133: Divisor de voltaje para el corte de corriente	- 168 -
Figura 5.134: Manejador estado sólido para alimentación sensores .	- 170 -
Figura 5.135: Divisor de voltaje para alimentación de sensores	- 170 -

Figura 5.136: Diagrama esquemático general	- 172 -
Figura 5.137: Circuito impreso placa inferior	- 173 -
Figura 5.138: Circuito impreso placa superior.....	- 174 -
Figura 5.139: Construcción de las placas del módulo.....	- 174 -
Figura 5.140: Máquina de estados.....	- 176 -
Figura 5.141: Control de servomotores por PWM.....	- 178 -
Figura 5.142: Módulo PWM de 16 bits para servos	- 178 -
Figura 5.143: Parámetros del módulo PWM	- 179 -
Figura 5.144: Gráfica PWM vs Grados de giro del motor	- 181 -
Figura 5.145: Módulo PWM de 8 bits para luces	- 182 -
Figura 5.146: Componentes del conversor análogo digital	- 185 -
Figura 5.147: Franjas de color captadas por los sensores ópticos	- 186 -
Figura 5.148: Señales para giro del volante a la derecha.....	- 186 -
Figura 5.149: Señales para giro del volante a la izquierda	- 187 -
Figura 5.150: Módulo TICK TIMER.....	- 187 -
Figura 5.151: Módulo contador	- 188 -
Figura 5.152: Módulo análogo comparador	- 188 -
Figura 5.153: Identificación de señales en el vehículo.....	- 189 -
Figura 5.154: Soldado de cables en señales identificadas	- 189 -
Figura 5.155: Cables soldados para el módulo del sistema.....	- 190 -
Figura 5.156: LDR en el tubo de aluminio.....	- 190 -
Figura 5.157: Sensor ubicado en el tablero	- 191 -
Figura 5.158: Sensor de luz ambiente en el tablero.....	- 191 -
Figura 5.159: Soldado de cables de los faros.....	- 192 -
Figura 5.160: Recubrimiento de cables con manguera.....	- 192 -
Figura 5.161: Aislamiento de uniones con Termo-encogible	- 193 -
Figura 5.162: Identificación de cables del sistema.....	- 193 -
Figura 5.163: Arnés de cables	- 194 -
Figura 5.164: Soldado de cables en el socket	- 194 -
Figura 5.165: Arnés conectado al módulo	- 195 -
Figura 5.166: Módulo implementado en el vehículo.....	- 195 -

Figura 5.167: Sistema finalizado en el vehículo.....	- 195 -
Figura 5.168: Iluminación en curva con sistema convencional	- 196 -
Figura 5.169: Iluminación en curva con sistema inteligente.....	- 196 -
Figura 5.170: Iluminación en curva derecha sistema convencional ...	- 197 -
Figura 5.171: Iluminación en curva a la derecha sistema inteligente. -	197 -
Figura 5.172: Iluminación en curva izquierda sistema convencional .	- 198 -
Figura 5.173: Iluminación en curva izquierda con sistema inteligente-	198 -
Figura 5.174: Iluminación en recta con sistema convencional.....	- 199 -
Figura 5.175: Iluminación en recta con sistema inteligente	- 199 -
Figura 5.176: Vista desde la curva con sistema convencional.....	- 200 -
Figura 5.177: Vista desde la curva con sistema inteligente	- 200 -
Figura 5.178: Medida en curva con sistema convencional	- 201 -
Figura 5.179: Medida en curva con sistema de luces inteligentes	- 201 -
Figura 5.180: Medida con sistema convencional a 10m	- 201 -
Figura 5.181: Medida con sistema de luces inteligentes a 10m.....	- 202 -

RESUMEN

El proyecto tiene por objetivo el diseño, construcción e implementación de un sistema de luces automatizadas y dinámicas con tecnología LED en un vehículo Suzuki Forsa II, pretendiendo que sea un sistema de gran alcance capaz de ser instalado en otros automóviles.

Ofrece un sistema de iluminación más óptimo, con la finalidad de reducir accidentes durante la conducción nocturna o entornos de poca luz, causados por falta de iluminación o fatiga visual, además de aumentar la seguridad activa en el vehículo.

Se considera un estudio de los niveles de iluminación nocturna de diferentes tipos de faros automotrices, para determinar los faros más adecuados al sistema de luces dinámicas.

Mejora notablemente con el uso de la tecnología LED, la cual brinda una iluminación eficaz y de bajo consumo de corriente, automatiza las tareas de encendido, apagado y cambio de luces, capaz de brindarle al conductor una conducción más relajada; orienta los faros hacia donde se requiere el haz de luz y disminuye la intensidad luminosa para evitar deslumbramientos hacia los otros conductores.

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

Se aprecia que la conducción nocturna es más segura al tener un mejor sistema de iluminación y permitir visualizar zonas fuera del alcance de un sistema convencional.

Palabras Clave:

Luces, automatizadas, seguridad, iluminación

ABSTRACT

This Project has as objective to design, build and implement an automatized car-light system with LED technology in a Suzuki Forsa II car, in order to be a system with high reach and easy to be installed in any car.

Offers an optimal illumination system that reduces accidents during the nocturnal driving or in low-light environments, caused by absence of light or visual fatigue, in addition of increasing the active security in the vehicle.

Also there is an experimentation of the nocturnal lighting levels of different type of car-lights, in order to determinate the most adequate headlights for the dynamic light system.

Increases with the use of LED technology, which offers an effective illumination with low consumption of energy. Also, the system automatize the starting and offing task, in addition to the lighting switch, giving the driver a relaxed drive, and moving the headlights where the light is required and reducing the intensity when necessary to avoid glaring the other drivers.

In order to build the system, it was necessary to join the mechanic and electronic useful with the control of the dynamic light system.

We can appreciate that the nocturnal driving is securer than conventional system y we can visualize zones out of the range con the conventional lighting system.

Keyword:

Lights, automated, security, illumination

PRESENTACIÓN

Ante la tendencia de la industria automotriz por innovar en las tecnologías de los vehículos actuales y brindar una mayor seguridad a los conductores, se ha impulsado la necesidad de utilizar dispositivos electrónicos en la mayoría de sus sistemas.

Considerando que el sistema de luces es el más importante en cuanto a seguridad en la conducción nocturna, se ha aplicado la electrónica en comunión con la mecánica mejorando así la seguridad activa de los vehículos modernos.

Para el desarrollo de este tema hemos dividido nuestro trabajo en seis capítulos, los cuales detallaremos a continuación:

El Capítulo I, presenta el planteamiento del problema, define los objetivos trazados y la justificación de realizar dicha investigación.

El Capítulo II, define los principios y fundamentos teóricos de las luminarias, describe los componentes del sistema de luces activas y su funcionamiento.

El Capítulo III, detalla el planteamiento de la hipótesis y la relación entre las variables de la investigación.

El Capítulo IV, trata la metodología de investigación a utilizarse y el estudio de factibilidad del proyecto.

El Capítulo V, enmarca el estudio de luminosidad de los faros automotrices y el diseño e implementación electrónico y mecánico del sistema de luces activas, así como sus pruebas de funcionamiento.

El Capítulo VI, abarca el marco administrativo del proyecto y los recursos utilizados para la elaboración del proyecto.

TEMA:

**“DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN DE
DIFERENTES TIPOS DE FAROS E IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA AUTOMATIZADO EN EL AUTOMÓVIL”**

CAPÍTULO 1

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

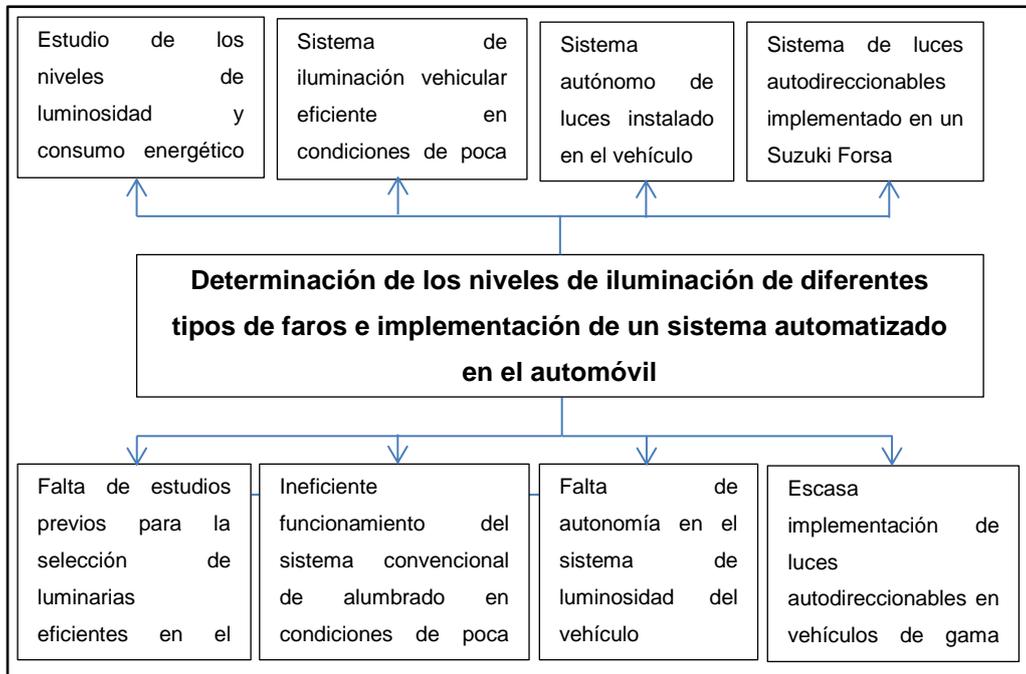
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ante la problemática de los sistemas de iluminación actuales y su ineficiente funcionamiento en condiciones de poca luminosidad, ya sea por lámparas de mala calidad, insuficiente número de iluminarias o por no cumplir a cabalidad con condiciones como iluminación en curvas, ascensos, etc; se busca dar una solución eficaz a los sistemas convencionales, proponiendo un estudio previo y un sistema automatizado que pueda facilitar el manejo de las luces del vehículo y brindar mayores niveles de visibilidad al conductor.

En el campo de la autotrónica no se ha creado un sistema para solventar eficientemente y de manera unificada el control automático de los parámetros que permitan solucionar los problemas antes mencionados. Este proyecto, cuyas investigaciones previas son escasas, permitirá al conductor contar con un sistema automatizado de control de luces.

Con estos planteamientos previos, se buscará satisfacer las necesidades de luminosidad al conductor, además de brindar una autonomía del sistema y que el conductor no tenga que manipular directamente el mismo. Así, evitar posibles imprudencias o mal manejos de los sistemas de luces y mejorar la visibilidad del propio conductor como de los demás conductores de las vías.

1.1.1 ÁRBOL DE IDEAS



Fuente: Grupo de investigación

Figura 1.1: Árbol de ideas

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La ESPE Extensión Latacunga oferta el Programa de III Nivel de Ingeniería Automotriz el que tiene como propósito formar profesionales capacitados para analizar sistemas electrónicos y mecánicos aplicados en los vehículos, buscando soluciones para las problemáticas frecuentes de los vehículos y la seguridad del usuario. El problema se formula tomando en consideración las siguientes interrogantes.

¿Qué ventajas presenta el sistema de iluminación activa frente a la iluminación convencional?

¿Cómo ayuda la iluminación activa a la conducción nocturna?

¿A qué ayuda la iluminación activa dirigida al alumbrado?

¿Qué tipo de luminarias para el sector automotriz son las más eficientes en la conducción nocturna?

¿Qué dispositivos electrónicos permiten el control de las luces autodireccionables en el vehículo?

¿La calibración del sistema de luces inteligentes puede ser realizada mediante control electrónico o solo mecánico?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los niveles de iluminación de diferentes tipos de faros e implementar un sistema automatizado en el automóvil para mejorar los niveles de seguridad y conducción en ambientes nocturnos reduciendo el porcentaje de accidentes de tránsito.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar en detalle las características, definiciones y aplicaciones de los dispositivos y elementos inmersos dentro del sistema a desarrollarse.
- Realizar un análisis de luminosidad y consumo de energía con diferentes tipos de faros de vehículos, para determinar cuál es el más apto de implementar en el sistema automático.

- Programar microcontroladores y diseñar diagramas esquemáticos y placas de circuito impreso.
- Diseñar un mecanismo para el accionamiento, enclavamiento y giro automático.

1.4 JUSTIFICACIÓN EN IMPORTANCIA

En el país, los niveles de accidentes de tránsito han crecido notablemente en los últimos años y entre las causas principales de los siniestros están: impericia del conductor, estado de embriaguez y falta de visibilidad, la cual representa el 15% de los accidentes registrados.

El presente proyecto, está encaminado a mejorar la visibilidad nocturna para conducción en carreteras, debido a que en nuestra realidad no se cuenta con suficiente iluminación y señalización.

Los beneficiarios directos del proyecto son todos los conductores expuestos a la falta de visibilidad en las noches y a los peligros que ésta conlleva, además de los peatones que siempre son susceptibles a ser invisibles en la carretera, especialmente por las noches.

Se considera importante el estudio y análisis de los niveles de iluminación y la implementación de un sistema automatizado que pueda mejorar la iluminación de los vehículos y las condiciones de manejo para escasa luminosidad.

Es importante resaltar que el diseño y construcción del sistema se basa en conocimientos, habilidades, destrezas, capacidades y aptitudes de interés en nuestro ámbito profesional. Aquí se aplican conocimientos en

las áreas de microprocesadores, electrónica de potencia, electricidad del automóvil y autotrónica.

1.5 METAS

- Disponer del sistema que permita el control automático de luces vehiculares en el plazo de un año.
- Recopilar y analizar información sobre características, definiciones y aplicaciones de los elementos del sistema en el lapso de un mes.
- Realizar un estudio de los niveles de iluminación de diferentes tipos de faros en el lapso de tres semanas.
- Diseño del sistema, caracterización del hardware y elaboración de firmware en quince semanas.
- Implementación del sistema mecánico en un lapso de cinco semanas.

1.6 ÁREA DE INFLUENCIA

Provincia: Imbabura

Cantón: Ibarra

Parroquia: San Francisco

Dirección: Bolívar y Oviedo

Lugar de realización: Talleres del Gobierno provincial de Imbabura

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 TECNOLOGÍAS DE ILUMINACIÓN VEHÍCULAR

Los adelantos en la tecnología de la iluminación del automóvil se han basado en aumentar la seguridad activa del vehículo. Durante años se ha integrado elementos de seguridad en los vehículos modernos por parte de sus fabricantes,

Los cuales se rigen a normas dictadas por organismos internacionales que realizan investigaciones sobre las causas de los accidentes de tránsito a fin de proteger la vida del conductor y los acompañantes.

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

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

Uno de los factores importantes para la seguridad en el sistema de iluminación es la mayor visibilidad. Una de las mejores formas de evitar accidentes es que los conductores vean y sean vistos.

La calidad de la iluminación depende especialmente de la calidad de la fuente luminosa.

La regulación de las luces es muy importante para evitar perder visibilidad de la carretera o deslumbrar a otros conductores que circulen en sentido contrario.

2.1.1 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN EN LOS AUTOMÓVILES

Desde 1988 ya los vehículos estaban provistos de un sistema de iluminación muy eficiente que utiliza lámparas halógenas de gran potencia y faros provistos de parábolas reflectoras de geometría compleja.

a. BULBOS DE ALTA POTENCIA

a.1 BULBO INCANDESCENTE ESTÁNDAR

El manual sobre tipos de ampolletas (2009) menciona que: “Los bulbos incandescentes estándares como los mostrados en la figura 2.1, fueron utilizados durante muchos años por todos los vehículos, comúnmente con el filamento de luz de carretera de 55 vatios y el de luz de cruce de 45 vatios para los sistemas de 12 voltios. No obstante han ido cayendo en desuso debido a las ventajas de los otros dos tipos de bulbos.” Pag1.



Fuente: Manual sobre los tipos de ampolletas, 2009

Figura 2.1 Bulbo incandescente estándar

a.2 BULBO INCANDESCENTE HALÓGENO

Para aumentar la intensidad luminosa de una lámpara se puede aumentar la temperatura de funcionamiento de la misma, pero la forma constructiva de las lámparas incandescentes limita su temperatura de funcionamiento por lo que también se ve limitada su intensidad luminosa. Las lámparas halógenas presentan la ventaja de que la intensidad luminosa es muy superior a la de una lámpara convencional, con un pequeño aumento del consumo de corriente y una vida más larga de funcionamiento. La ausencia casi total de ennegrecimiento de la ampolla, hace que su potencia luminosa sea sensiblemente igual durante toda la vida útil de la lámpara.

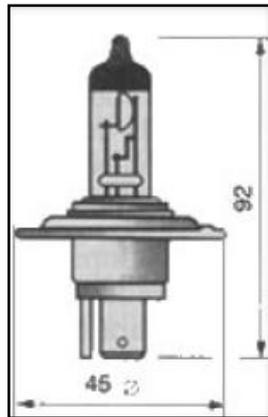
Este tipo de bulbo ha venido reemplazando al incandescente estándar en casi todas las aplicaciones y especialmente en las luces de camino, debido a que puede tener una vida más larga y produce una iluminación más brillante, con lo que se mejora el alcance del faro por lo que existen una serie de estos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

a.3 LÁMPARA H4

Es la más utilizada en luces de carretera y cruce. Sus dos filamentos van situados en línea alojados en una ampolla cilíndrica, que se fija a un casquillo con plataforma de disco para su acoplamiento a la óptica del faro.

En algunos casos, la ampolla principal se cubre con otra auxiliar que puede ser coloreada para aplicación a países que utilizan alumbrado intensivo con luz amarilla.

Generalmente se disponen los filamentos con potencias de 55/60 W (cruce-carretera), 70/75 y 90/100 W y su forma se muestra en la figura 2.2.

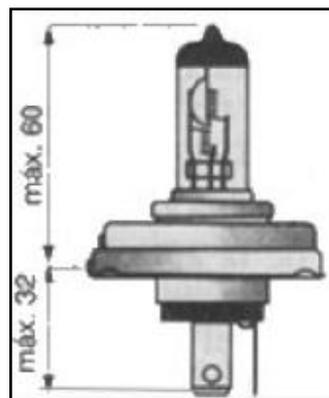


Fuente: Manual sobre los tipos de ampollas, 2009

Figura 2.2 Bulbos H4

a.4 LÁMPARA H5

Que es similar a la anterior, de la que se diferencia únicamente por el casquillo, como puede verse en la figura 2.3.



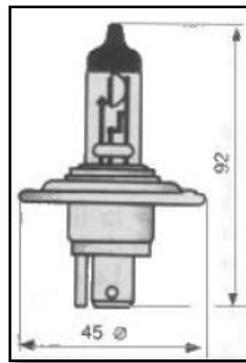
Fuente: Manual sobre los tipos de ampollas, 2009

Figura 2.3 Bulbo H5

a.5 LÁMPARA H7

En el manual sobre los tipos de ampollas (2009) se expresa que: “Este tipo de lámparas son utilizadas en alumbrado de carretera y cruce, así como en faros antiniebla”. Pág. 6.

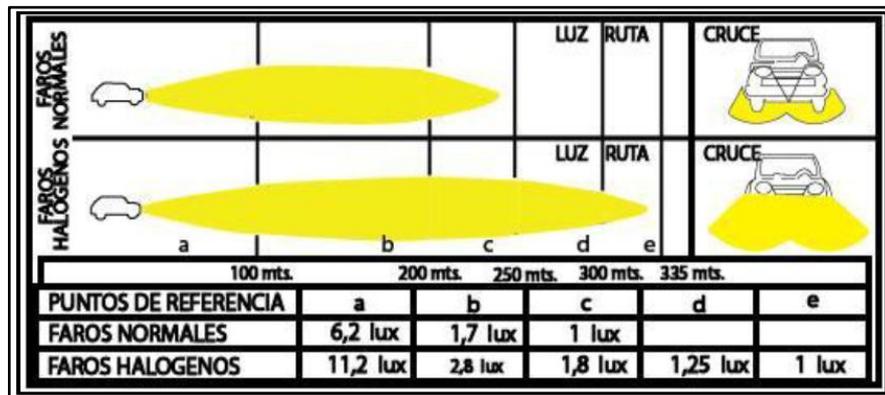
Los filamentos se disponen con potencias de 55/70 W y la figura 2.4 muestra su forma.



Fuente: Manual sobre los tipos de ampollas, 2009

Figura 2.4 Bulbo H7

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 lum. Los faros halógenos dan una mayor profundidad de visión en la luz de carretera, mientras que en la de cruce, aunque la distancia iluminada es la misma, la luz es mucho más intensa y el haz luminoso más ancho, lo que permite ver mejor los bordes de la calzada.



Fuente: Celin Padilla 2006

Figura 2.5 Comparación de haz luminoso Halógenos vs Convencionales

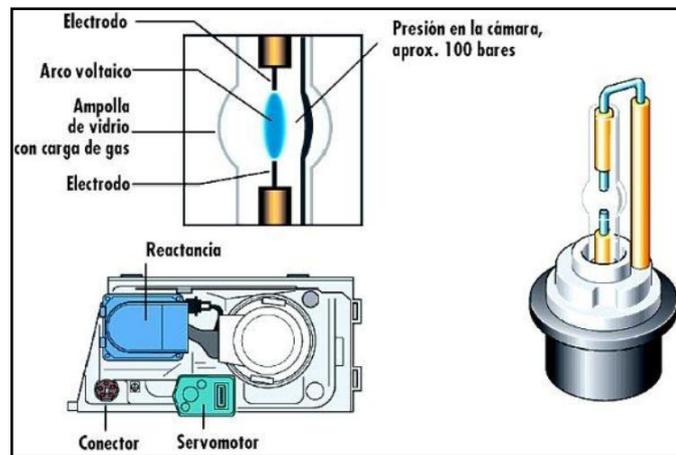
Dada la mayor temperatura de funcionamiento de la lámpara halógena y su potencia luminosa, se hace necesario emplear reflectores apropiados a ellas, cuya fabricación requiere unos niveles de calidad y precisión netamente superiores a los de un reflector convencional. En cuanto al cristal de la óptica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

a.6 BULBO DE ARCO ELÉCTRICO DE XENÓN

Estos bulbos son sumamente brillantes debido a que la iluminación la produce un arco eléctrico en el interior del bulbo relleno con gas xenón. Además de la intensidad luminosa, tienen otras ventajas como; una mayor economía de electricidad para producir la misma iluminación y una extensa vida útil. Tiene la desventaja de que funcionan a voltaje elevado por lo que necesitan un dispositivo elevador de voltaje que los hace más caros y requieren más cuidado en la manipulación, además que se demoran cierto tiempo para alcanzar el brillo máximo, por lo que su

utilización está restringida solo a las luces de carretera mientras que la luz de cruce se deja a un bulbo convencional.

La luz se genera por medio de un arco voltaico de hasta 30 KV, entre dos electrodos tungsteno situados en una cámara de vidrio, cargada con gas xenón y sales de metales halogenados, figura 2.6.



Fuente: Manual sobre los tipos de ampolletas, 2009

Figura 2.6 Componentes del Bulbo de Xenón

El arco es generado por una reactancia o reacción que produce una corriente alterna de 400 Hz. En el interior de la lámpara se alcanza una temperatura de aproximadamente 700 °C. Una vez efectuado el encendido, se hace funcionar la lámpara de descarga de gas aproximadamente durante 3 segundos, con una corriente de mayor intensidad. El objetivo es que la lámpara alcance su claridad máxima tras un retardo mínimo de 0,3 segundos. Debido a este ligero retardo no se utilizan lámparas de descarga de gas para la luz de carretera.

En virtud de la composición química del gas, en la ampolla o bulbo de la lámpara se genera una luz con un elevado porcentaje de luz verde y azul.

Esa es la característica de identificación exterior de la técnica de luminiscencia por descarga de gas.

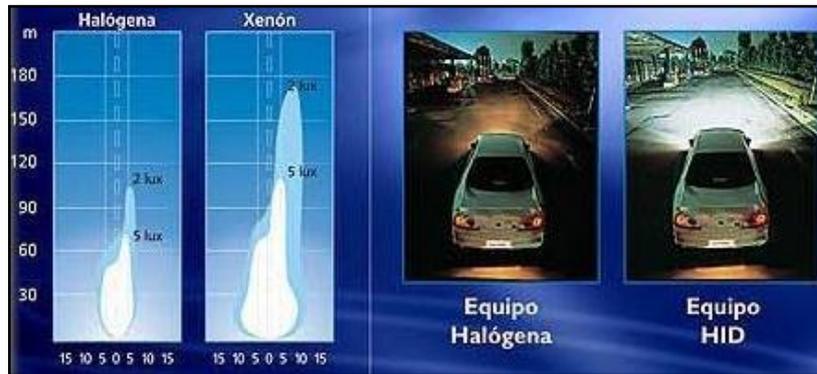
Las ventajas de esta nueva generación de faros, en comparación con la tecnología de las lámparas convencionales, son:

- Rendimiento luminoso hasta tres veces superior, con la misma absorción de corriente.
- Para generar el doble de intensidad luminosa que una lámpara convencional de 55 W, se utiliza una descarga de gas de sólo 35 W. De esta manera se reduce el consumo aproximadamente en un 25%.
- La vida útil es de unas 2.500 horas. Cinco veces más que una lámpara halógena.

Los inconvenientes son:

- Tardan 60 segundos en dar luz máxima (3200lm) aunque al segundo dan 800lm (lúmenes).
- Necesitan equipo electrónico de encendido y control.
- Se permite el uso solo en combinación con sistemas automáticos de regulación de altura de la luz de los faros y de lavafaros (lo del lavafaros es para que siempre estén limpios, pues la suciedad es un aislante térmico y sin evacuaciones del calor se produce avería segura).
- Precio de lámparas e instalación requerida.

Mediante una configuración especial del reflector, visera y lente se consigue un alcance superior y una zona de dispersión más ancha en la zona de proximidad. De esta forma se ilumina mejor el borde de la calzada, lo cual reduce la fatiga visual del conductor. Figura 2.7.



Fuente: Celin Padilla 2006

Figura 2.7 Comparación de haz luminoso Halógenos vs Xenón

a.7 FAROS DE XENÓN

En el manual sobre los tipos de ampolletas (2009) dice que: “Estas lámparas son un sistema de iluminación con alto rendimiento luminoso que aumenta la seguridad activa durante la conducción. Se instalan estas lámparas actualmente en los vehículos de alta gama, aunque también se empiezan a ver cada vez más en vehículos de gama media.

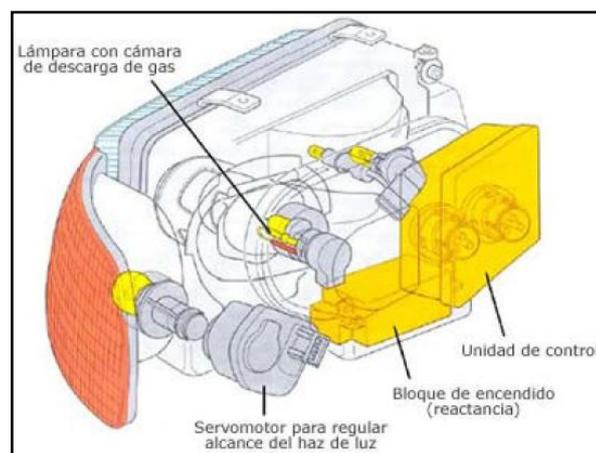
La tecnología de luz halógena convencional ha quedado en gran medida obsoleta en cuanto a intensidad luminosa y características de iluminación. Las luces de xenón suponen un avance significativo en esta área. Los faros de xenón facilitan la conducción nocturna, gracias al hecho de que el espectro de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

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 re ignición automática. Los faros

xenón emiten más luz que los faros halógenos y permiten una conducción nocturna más segura y menos fatiga visual para el conductor, sobre todo en condiciones de mal tiempo.” Pág. 8.

ESTRUCTURA DEL FARO

El faro mostrado en la figura 2.8 está formado por una unidad de control y un bloque de encendido, normalmente están incorporados en el faro, pero también existen modelos en los que la unidad de control está en una platina sujeta cerca de las torres de amortiguación. Normalmente, los componentes del faro de descarga de gas pueden sustituirse por separado.



Fuente: Manual sobre los tipos de ampollas, 2009

Figura 2.8 Estructura de un faro de xenón

FUNCIONAMIENTO.

En el interior de la ampolla hay gas xenón y halogenuros metálicos; estos tienen una gran resistencia, además se requiere de un dispositivo electrónico llamado balastro (ballast) que es el encargado de aplicar una

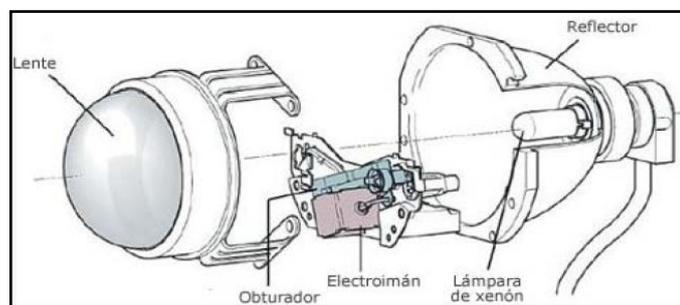
tensión de encendido (unos 23000 V) entre los electrodos, para encender lámpara y controlar el arco.

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

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

a.8 FAROS CON LÁMPARAS DE DESCARGA DE GAS BIXENÓN.

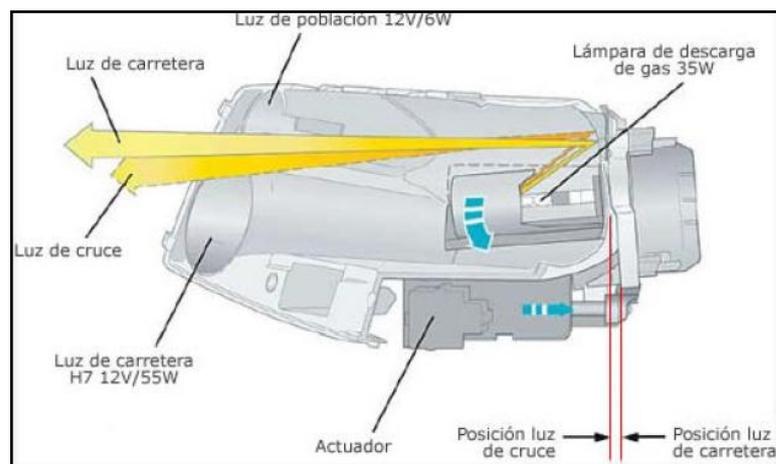
En los sistemas anteriores no era posible generar las luces de cruce y carretera con una sola lámpara de descarga de gas. No se podía modificar el límite claro-oscuro durante el funcionamiento. Ahora es posible utilizar la luz de xenón para cruce y carretera, haciendo intervenir un obturador mecánico “shutter”, cuya posición se conmuta por medio de un electroimán tal cual muestra la figura 2.9.



Fuente: Manual sobre los tipos de ampollas, 2009

Figura 2.9 Elementos de un bixenón

Con este mecanismo obturador se cubre una parte de la luz generada por la lámpara, para configurar así la luz de cruce, y al pasar el mecanismo a la posición de carretera se deja pasar la totalidad de la luz generada por la lámpara tal como se muestra en la figura 2.10. Y de esta manera se obtienen las dos luces con un solo bombillo.



Fuente: Manual sobre los tipos de ampollas, 2009

Figura 2.10 Esquema de funcionamiento de un foco bixenón

a.9 FAROS LED

Los faros que funcionan sin bombilla y cuya luz es graduable y modulable a voluntad es la tecnología LED, acrónimo del inglés light emitting diodes o diodos emisores de luz (Véase la Figura 2.11). Se trata, como su nombre indica, de componentes electrónicos capaces de producir luz. Las ventajas que ofrecen respecto a los faros convencionales son muchas e importantes: simplicidad, menor consumo, mejor distribución de la luz y posibilidad de crear zonas de alumbrado, así como capacidad de modular la intensidad de la potencia lumínica.



Fuente: Ralph Hanson, 2007

Figura 2.11 Faros LED

Estos sistemas de alumbrado presentan numerosas ventajas sobre los HID. Por una parte, están compuestos por un gran número de pequeñas lámparas. La intensidad de éstas se puede variar de forma individual para producir haces de luz de las formas más diversas.

Además, los LED consumen aún menos que las lámparas de xenón y duran tanto como aquéllas, aunque su respuesta es mucho más rápida.

FAROS DIURNOS

Miguel Sánchez Hidalgo (2006) expresa que: “La iluminación diurna, a diferencia de las anteriores, no sirve para ver, sino para ser visto (Véase la Figura 2.12). En la actualidad en numerosos países, ya es obligatorio su uso.

El problema radica en que este tipo de lámparas deberían tener una vida útil más prolongada y consumir sensiblemente menos que una convencional. Por ello en la actualidad se apuesta por diodos LED para este tipo de iluminación. La mayor controversia se presenta en el aumento del consumo de combustible y por tanto en el aumento de emisiones contaminantes a la atmósfera.” Pág.55.



Fuente: www.miniinthebox.com,2012

Figura 2.12 Faros Diurnos

b. LUCES ACTIVAS, DE CURVA Y ANTINIEBLA

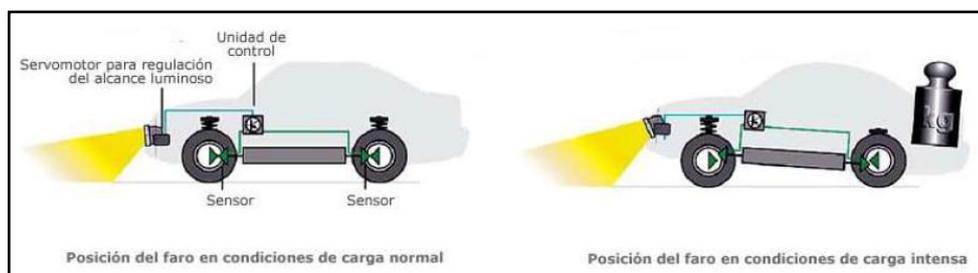
Para dotar a los coches de sistemas de iluminación acordes a sus prestaciones cada vez es más frecuente la utilización de circuitos electrónicos de control en el sistema de iluminación del automóvil, de esta forma en un auto actual es frecuente que las luces de carretera se apaguen solas si el conductor se descuida y las deja encendidas cuando abandona el vehículo, o, las luces de cabina estén dotadas de temporizadores para mantenerlas encendidas un tiempo después de cerradas las puertas, y otras muchas, lo que hace muy difícil generalizar. Con todas estas adecuaciones se pretende mejorar la seguridad activa del vehículo, algunos sistemas se detallan a continuación:

b.1 REGULACIÓN AUTOMÁTICA DEL ALCANCE LUMINOSO

Para evitar la posibilidad de deslumbrar a los conductores que circulan en sentido contrario, la legislación obliga a que los vehículos con faros de descarga de gas dispongan de un sistema regulador automático de alcance luminoso como se muestra en la Figura 2.13. El perfeccionamiento de este sistema dinámico de reglaje se debe a la presencia de sensores situados en los ejes delantero y trasero, los cuales transmiten la información sobre la situación de la suspensión del vehículo.

Los datos recibidos son tratados electrónicamente y transmitidos a los actuadores situados detrás de los proyectores de Xenón.

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



Fuente: Manual sobre los tipos de ampollas, 2009

Figura 2.13 Funcionamiento de la regulación automática del alcance luminoso

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

b.2 LUCES ACTIVAS EN CURVA

El tema de la iluminación en el automóvil, tiene gran importancia en la seguridad activa ya que si los faros están mal regulados o tienen una iluminación defectuosa, puede ser muy peligroso en la conducción nocturna, cuando hay gran densidad de circulación, a gran velocidad o cuando los agentes climatológicos son adversos por esto los diseñadores

están lanzando al mercado un nuevo sistema revolucionario de luces activas.

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

Los faros adaptativos que iluminan en función de la conducción hacen que los faros sigan los movimientos direccionales del vehículo, mejorando notablemente la iluminación en curvas. De este modo, el conductor puede reconocer el trazado de la curva y detectar posibles obstáculos con mayor rapidez. La luz de giro integrada en los faros mejora notablemente la iluminación de la calzada, por ejemplo al doblar en un cruce, al tomar una curva cerrada o al aparcar.

En la actualidad, la marca MERCEDEZ BENZ ha desarrollado en sus vehículos de la clase M, faros de bi-xenón con luces activas y luz de giro, desarrollando viajes nocturnos más seguros. El resultado es una mejora de la iluminación en curvas de hasta un 90% como se muestra en la Figura 2.14.

Grupo InTech solutions (2013) expresa que: “algunos fabricantes incorporan a sus modelos un sistema de luces de cruce autoadaptables, el cual dirige el haz de luz para iluminar las curvas en su totalidad desde el inicio del viraje, en función del giro del volante, lo que incrementa notablemente la seguridad.



Fuente: (Universidad Politécnica de Catalunya, 2006)
Figura 2.14 Sistema de iluminación orientable

Además existe el sistema Dyna View, que orienta los faros del vehículo para iluminar las curvas. Otro de los avances tecnológicos en la iluminación vehicular son las luces de xenón orientables.” Pág.1.

2.2 MAGNITUDES CONCERNIENTES A LA ILUMINACION

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

2.2.1 CANTIDAD DE LUZ (Q)

Se denomina cantidad de luz, el producto de tiempo por flujo luminoso dado; la cantidad de luz registra, por tanto, la energía lumínica dada en un

espacio de tiempo. Por regla general, esta cantidad de luz se indica en km.h.

$$Q = \Phi \cdot t \quad \text{Ec. 2.1}$$

Donde,

Q= Cantidad de luz en lúmenes por segundo

Φ = Flujo Luminoso en lúmenes

t= Tiempo

2.2.2 EL FLUJO LUMINOSO (Φ)

Se define como la magnitud que mide la potencia o caudal de energía de la radiación luminosa, y se puede definir de la siguiente manera:

Flujo luminoso; es la cantidad total de luz radiada o emitida por una fuente de luz durante un segundo:

$$\Phi = \frac{Q}{t} \quad \text{Ec. 2.2}$$

Donde:

t = Tiempo en seg.

Q = Cantidad de luz emitida en lúmenes por seg.

Φ = Flujo luminoso en lúmenes.

El lumen como unidad de potencia corresponde a 1/680 W emitidos a la longitud de onda de 550 nanómetros.

El flujo luminoso Φ es una medida para la potencia de luz de una fuente luminosa

(Φ)=lumen (lm).

2.2.3 LA INTENSIDAD LUMINOSA (I)

Una fuente luminosa puntual e ideal radia su flujo luminoso de manera uniforme en todas las direcciones del espacio; su intensidad luminosa es en todas direcciones la misma.

En la práctica, no obstante, siempre se da una distribución espacial irregular del flujo luminoso, que en parte es condicionada por la disposición de los medios de luz y en parte originada por la conducción consciente de la luz.

Por lo tanto, es conveniente indicar una medida para la distribución espacial del flujo luminoso, es decir, la intensidad luminosa de la luz.

$$I = \frac{\Phi}{\Omega} \quad \text{Ec. 2.3}$$

Donde:

Φ = Flujo luminoso en lúmenes

I = Intensidad luminosa en candelas

Ω = Ángulo sólido en estereorradianes

La candela se define también como 1/60 de la intensidad luminosa por cm^2 de “cuerpo negro” a la temperatura de solidificación del platino (2.042°k)

La candela como unidad de la intensidad luminosa es la única unidad base de la luminotecnia, de la cual se derivan todas las demás medidas luminotécnicas.

2.2.4 EFICACIA LUMINOSA (ρ)

La eficacia luminosa describe el grado de acción de un iluminante. Se expresa mediante la relación del flujo luminoso dado en lumen y la potencia empleada en vatios.

$$\rho = \frac{\Phi}{P} \quad \text{Ec. 2.4}$$

Donde,

ρ = Eficacia luminosa en lum/watt

Φ = Flujo luminoso en lúmenes

P= Potencia en watts

Alan H. Cromer (2006) dice que: “la eficacia luminosa, es el rendimiento energético de una lámpara y mide la calidad de la fuente como un instrumento destinado a producir luz por la transformación de energía eléctrica en energía radiante visible. El máximo valor teóricamente alcanzable con total conversión de la energía en luz visible sería 673 lm/W. Las eficacias luminosas reales varían según el medio de luz, pero siempre quedan muy por debajo de este valor ideal.”

2.2.5 EFICIENCIA LUMINOSA

Es una relación porcentual de la eficacia luminosa de cada lámpara en relación al valor máximo alcanzable de la luz visible (673 lm/W) correspondientes al 100% de eficiencia.

2.2.6 ILUMINANCIA (E)

La iluminancia es una medida para la densidad del flujo luminoso. Se ha definido como la relación del flujo luminoso que cae sobre una superficie y el área de la misma. La iluminancia no está sujeta a una superficie real, se puede determinar en cualquier lugar del espacio, y puede derivar de la intensidad luminosa. La iluminancia además, disminuye con el cuadrado de la distancia desde la fuente de luz.

La iluminancia indica la cantidad de luz que llega a una superficie y se define como el *flujo luminoso* recibido por unidad de superficie:

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad \text{Ec. 2.5}$$

Donde:

E= Iluminancia en Lux

Φ = Flujo Luminoso

A= Área en metros cuadrados

A su vez, el lux se puede definir como la iluminación de una superficie de 1 m² cuando sobre ella incide, uniformemente repartido, un flujo luminoso de 1 lumen.

2.2.7 LUMINANCIA (L)

Mientras la iluminancia registra la potencia de luz que cae sobre una superficie, la luminancia describe la luz que procede de esta superficie. Esta luz, sin embargo, puede partir por sí misma de esta extensión (por ejemplo, con una luminancia de lámparas y luminarias). Aquí la

luminancia se define como la relación de la intensidad luminosa y la superficie proyectada verticalmente a la dirección de irradiación.

Es decir la luminancia, es una medida de la luz que llega al ojo procedente de los objetos y es la responsable de excitar la retina provocando la visión. Esta luz proviene de la reflexión que sufre la iluminancia cuando incide sobre los cuerpos.

Por tanto la luminancia es la intensidad luminosa por unidad de superficie perpendicular a la dirección de la luz.

$$L = \frac{I}{A} \quad \text{Ec. 2.6}$$

Donde:

L= Luminancia en candelas/m²

I = Intensidad Luminosa en candelas

A= Área de incidencia en metros cuadrados

Tabla 2.1 Resumen de fórmulas de luminotecnia

MAGNITUD	FÓRMULA	UNIDAD
Flujo Luminoso	Φ	Lúmenes
Eficiencia Luminosa	$\rho = \Phi/P$	Lumen/Watt
Iluminancia	$E = \Phi/A$	Lúmen/m ² = Lux
Intensidad Luminosa	$I = \Phi/\Omega$	Candela
Luminancia	$L = I/A$	Candela/m ²

Fuente: Grupo de investigación



Fuente: Magnitudes de luminotecnia 2012

Figura 2.15 Resumen de conceptos básicos

2.3 SENSORES DE POSICIÓN ANGULAR

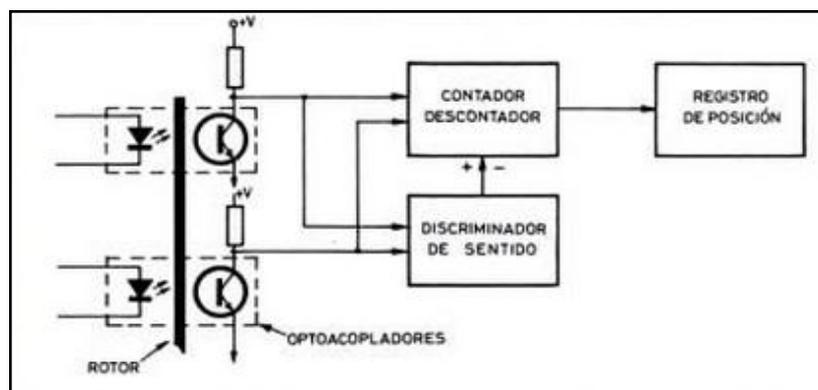
Los sensores de posición sirven para detectar recorridos y posiciones angulares y son los sensores más utilizados en los vehículos motorizados. Desde hace tiempo se investiga para sustituir los sensores con contacto (cursor) por otros "sin contacto", que no estén sometidos a desgastes y por tanto ofrezcan una duración más larga y una mayor fiabilidad, pero esto es en teoría, en la realidad todavía se siguen usando sensores de cursor por motivos económicos y porque estos cumplen aun bien su tarea en diferentes puntos del automóvil.

2.3.1 ENCODERS

Josep Balcells (1997) menciona que: "Los encoders son dispositivos formados por un rotor con uno o varios grupos de bandas opacas y translúcidas alternadas y un estator con una serie de captadores ópticos que detectan la presencia o no de banda opaca.

Existen dos tipos de encoders, incrementales y absolutos. Los primeros dan un determinado número de impulsos por vuelta y requieren un contador para determinar la posición a partir de un origen de referencia, los absolutos disponen de varias bandas en el rotor ordenadas según un código binario, y los captadores detectan un código digital completo que es único para cada posición del rotor.

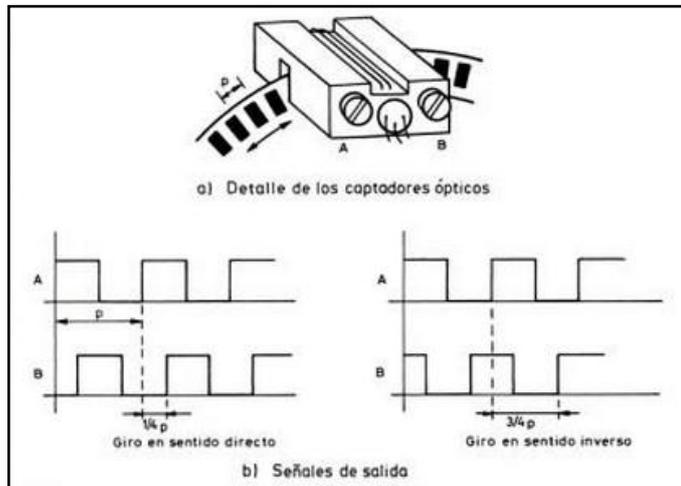
Los encoders incrementales suelen tener una sola banda de marcas repartidas en el disco del rotor y separadas por un paso p . En el estator disponen de dos pares de emisor-receptor ópticos, decalados un número entero de pasos más $\frac{1}{4}$ de paso. Al girar el rotor genera una señal cuadrada, el decalaje hace que las señales tengan un desfase de $\frac{1}{4}$ de periodo si el rotor gira en un sentido y de $\frac{3}{4}$ si gira en el sentido contrario, lo que se utiliza para discriminar el sentido de giro.” Pág. 192.



Fuente: (Josep Balcells, 1997)

Figura 2.16 Discriminador de sentido de giro

Un simple sistema lógico permite determinar desplazamientos a partir de un origen, a base de contar impulsos de un canal y determinar el sentido de giro a partir del desfase entre los dos canales. Algunos encoders pueden disponer de un canal adicional que genere un pulso por vuelta y la lógica puede dar número de vueltas más fracción de vuelta.



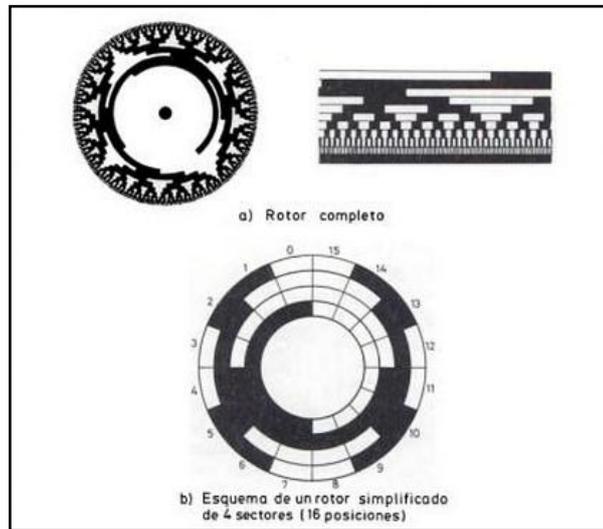
Fuente: (Josep Balcells, 1997)

Figura 2.17 Encoder incremental

La resolución del encoder depende del número N de divisiones del rotor, es decir del número de impulsos por revolución. No debe confundirse lo que es resolución angular del encoder con la posible resolución de un sistema de medida de coordenadas lineales que dependerá de la desmultiplicación mecánica.

Los encoders absolutos disponen de varias bandas dispuestas en forma de coronas circulares concéntricas, dispuestas de tal forma que en sentido radial el rotor queda dividido en sectores, con combinaciones de opacos y transparentes que siguen un código Gray o binario.

El estator dispone de un conjunto emisor-receptor ópticos para cada corona del rotor. El conjunto de información binaria obtenida de los captadores es única para cada posición del rotor y representa su posición absoluta. Se utiliza el código Gray en lugar de un binario clásico porque en cada cambio de sector sólo cambia el estado de una de las bandas, evitando errores por falta de alineación de los captadores.



Fuente: (Josep Balcells, 1997)

Figura 2.18 Encoder absoluto

Para un encoder con N bandas, el rotor permite $2N$ combinaciones, la resolución será 360° entre los $2N$ sectores, por ejemplo para encoders de 12 y 16 bits se obtiene una resolución angular de 0.0879° y 0.00054° respectivamente.

2.4 SENSORES DE LUMINOSIDAD

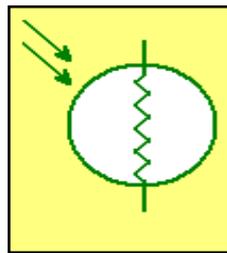
2.4.1 SENSORES FOTOCONDUCTIVOS

En la Enciclopedia Encarta (2012) señala que: “los sensores fotoconductoros o fotorresistencias, cambian de resistencia como respuesta a los cambios en la intensidad de la luz, a medida que aumenta la iluminación la resistencia disminuye. Así, por ejemplo, cuando el nivel de iluminación es de 1.000 lux, la resistencia puede ser de 130 ohmios, pero cuando el nivel de iluminación disminuye hasta 50 lux, su resistencia

puede ser de 2,4 kilo ohmios. También reciben el nombre de resistencia dependiente de la luz (LDR).

Están compuestos, generalmente, por una base de sulfuro de cadmio debidamente encapsulado y con una cubierta de resina transparente y aislante, de tal forma que cuando los fotones inciden sobre la superficie de dicho material, imprimen a los electrones suficiente energía como para elevar su conductividad.”

Los símbolos esquemáticos usados con frecuencia para los sensores fotoconductivos se muestran en la figura 2.19.

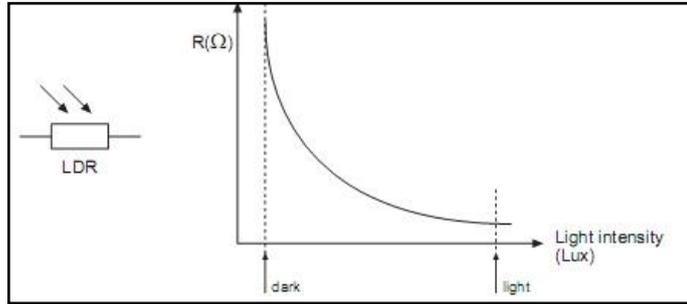


Fuente: Curso de electrónica lección 79, 2010

Figura 2.19 Símbolo de una fotorresistencia

La gráfica de resistencia contra iluminación para una celda fotoconductiva típica se muestra en la figura 2.20, note que ambas escalas son logarítmicas, para cubrir los grandes rangos de resistencia e iluminación que son posibles.

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



Fuente: Valenzuela 2010

Figura 2.20 Gráfica de resistencia iluminación

2.4.2 FOTODIODO

Un fotodiodo es un semiconductor construido con una unión PN, sensible a la incidencia de la luz visible o infrarroja. Para que su funcionamiento sea correcto se polariza inversamente, con lo que se producirá una cierta circulación de corriente cuando sea excitado por la luz. Debido a su construcción, los fotodiodos se comportan como células fotovoltaicas, es decir, en ausencia de luz exterior generan una tensión muy pequeña con el positivo en el ánodo y el negativo en el cátodo. Esta corriente presente en ausencia de luz recibe el nombre de corriente de oscuridad.



Fuente: Fundación Wikimedia, 2013

Figura 2.21 Símbolo de un fotodiodo

Un fotodiodo es una unión PN o estructura P-I-N. Cuando un haz de luz de suficiente energía incide en el diodo, excita un electrón dándole movimiento y crea un hueco con carga positiva. Si la absorción ocurre en la zona de agotamiento de la unión, o a una distancia de difusión de él, estos portadores son retirados de la unión por el campo de la zona de agotamiento, produciendo una fotocorriente.

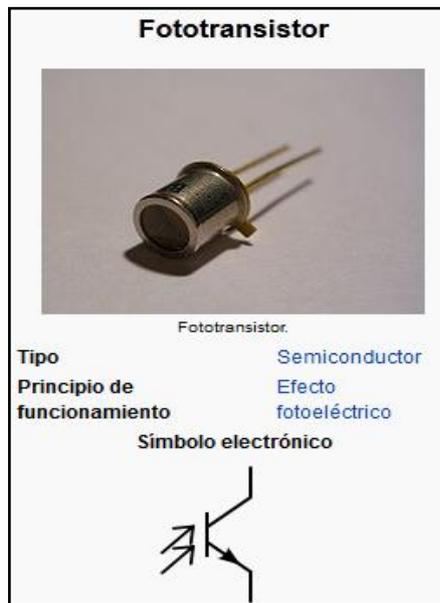
Los diodos tienen un sentido normal de circulación de corriente, que se llama polarización directa. En ese sentido el diodo deja pasar la corriente eléctrica y prácticamente no lo permite en el inverso. En el fotodiodo la corriente (que varía con los cambios de la luz) es la que circula en sentido inverso al permitido por la juntura del diodo. Es decir, para su funcionamiento el fotodiodo es polarizado de manera inversa. Se producirá un aumento de la circulación de corriente cuando el diodo es excitado por la luz.

A diferencia del LDR , el fotodiodo responde a los cambios de oscuridad a iluminación y viceversa con mucha más velocidad, y puede utilizarse en circuitos con tiempo de respuesta más pequeño.

2.4.3 FOTOTRANSISTOR

En el artículo fototransistor publicado por Fundación Wikimedia, menciona que: “se llama fototransistor a un transistor sensible a la luz, normalmente a los infrarrojos. La luz incide sobre la región de base, generando portadores en ella.

Esta carga de base lleva el transistor al estado de conducción. El fototransistor es más sensible que el fotodiodo por el efecto de ganancia propio del transistor.”



Fuente: Fundación Wikimedia, 2013
Figura 2.22 Símbolo de un fototransistor

Un fototransistor es igual a un transistor común, con la diferencia que el primero puede trabajar de 2 formas:

Como transistor normal con la corriente de base I_b (modo común). Como fototransistor, cuando la luz que incide en este elemento hace las veces de corriente de base. I_p (modo de iluminación).

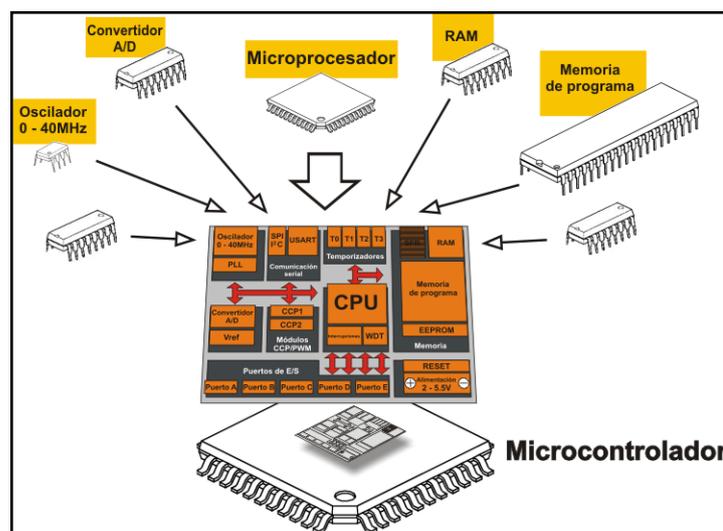
Se utilizan ampliamente encapsulados conjuntamente con un LED, formando interruptores ópticos (opto-switch), que detectan la interrupción del haz de luz por un objeto. Existen en dos versiones: de transmisión y de reflexión.

Para obtener un circuito equivalente de un fototransistor, basta agregar a un transistor común un fotodiodo, conectando en el colector del transistor el cátodo del fotodiodo y el ánodo a la base.

2.5 MICROCONTROLADORES DE GAMA MEJORADA

2.5.1 MICROCONTROLADORES

Un microcontrolador (abreviado μC , UC o MCU) es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica. Un microcontrolador incluye en su interior las tres principales unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida.



Fuente: Verle, 2009

Figura 2.23 Componentes de un microcontrolador

Los microcontroladores más utilizados son los:

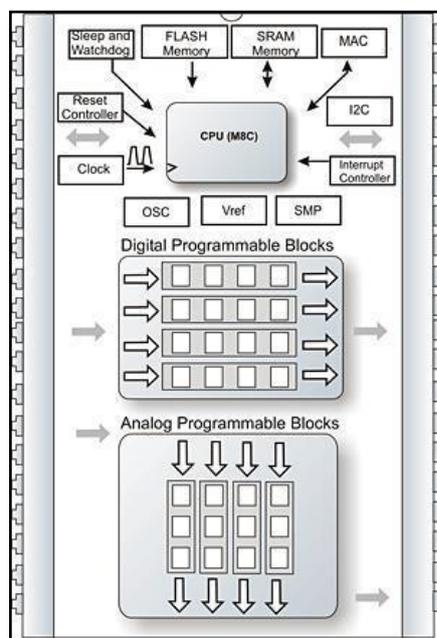
- AVR
- ARM

- MSP430
- PIC

2.5.2 MICROCONTROLADORES DE GAMA MEJORADA PSOC

Psoc es la abreviación de la sigla (Program System on Chip) la cual es una nueva tecnología aplicada al desarrollo de los microcontroladores, la cual nos permite escoger bloques análogos o digitales de diferentes dispositivos electrónicos, ya sean estos análogos u/o digitales para luego programarlos mediante lenguaje C o Asembler.

Esta es una tecnología muy innovadora, ya que el microprocesador interiormente está dividido en bloques análogos y digitales, por lo cual es muy versátil; ya que nos permite escoger todo tipo de componentes.



Fuente: Tapia, 2013

Figura 2.24 Estructura de un microcontrolador PSOC

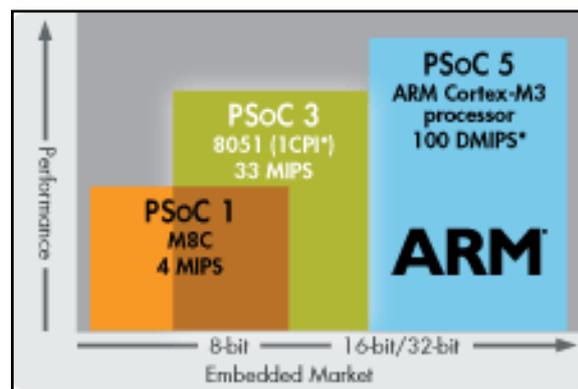
Las características principales de los microcontroladores Psoc son:

- Unidad multiplicadora MAC
- Multiplicación por hardware de 8x8 con almacenamiento de 32 bits
- Funciona con 5.0 volt o 3.3 volt o hasta con 1 volt
- Clock interno o externo (Frecuencia Variable)
- Voltaje de referencia Variable para adaptarse a distintos Sensores

a. ARQUITECTURA Y FAMILIAS DE PSOC

Juan Tapia (2013) publica que: “Actualmente existen tres familias, delimitadas por la arquitectura (principalmente el tipo de procesador embebido) del PSoC:

- Arquitectura PSoC1 (modelos CY8C2####) con CPU M8C.
- Arquitectura PSoC3 (modelos CY8C3####) con CPU Intel_8051.
- Arquitectura PSoC5 (modelos CY8C5####) con CPU ARM Cortex M3.”



Fuente: Tapia, 2013

Figura 2.25 Familias de PSOC disponibles en el mercado

La familia PSoC1 dispone un entorno gráfico de programación llamado PSoC Designer, que es un IDE gráfico tipo pick&place para la configuración del chip, y con dos modos de edición de código para el procesador.

- Chip design, basado en un editor/compilador de lenguaje C.
- System design, de interfaz totalmente gráfica, que permite desarrollar aplicaciones pegando y/o uniendo funciones de forma gráfica.

Para chips PSoC3 y PSoC5 la herramienta de desarrollo se llama PSoC Creator, también basada en un entorno gráfico para la configuración del chip, y se apoya en un compilador de la conocida firma Keil para PSoC3 y en las herramientas GNU desarrolladas para ARM en el caso del PSoC5.

b. BLOQUES

La cantidad de bloques varía de acuerdo a la familia de microcontroladores seleccionada ya sea CY27443-CY27699 entre otras, la cantidad de bloques que consume depende del tipo de dispositivo montado.

En cada bloque se pueden Montar:

- 16 kbytes de memoria programable
- 256 Mb de Ram
- Conversores Análogos digitales con una resolución de hasta 14 bits
- Conversores Digitales-Análogos con resolución de hasta 9 bits
- Amplificadores de ganancia variable
- Amplificadores inversores
- Comparadores
- Filtros Análogos
- Timers de 8-16-32 bits

- Moduladores de ancho de pulso (PWM) DE 8-16-32 BITS
- Interfaces de comunicación UARTS, SPTI, I2C

c. PUERTAS DE ENTRADA Y SALIDA

Las puertas juegan un papel importante ya que permiten la comunicación con el mundo exterior, el microcontrolador CY27443 posee 3 puertas de 8 bits cada una enumeradas desde el 0 al 2 las cuales permiten leer y escribir datos y se accede a ellas de forma gráfica o por software a través de los registros PRT0D, PRT1D, PRT2D, en este caso se escogieron los 8 bits de la puerta 2 para el uso del LCD, y los 8 bits de la puertas 0 y 1 para propósito generales.

Cada puerta puede tomar la configuración mostrada en la figura:

DM2 bit	DM1 bit	DM0 bit	Mode	Data=0	Data=1
0	0	0	Resistive Pull Down	Resistive	Strong
0	0	1	Strong Drive	Strong	Strong
0	1	0	High Impedance	Hi-Z	Hi-Z
0	1	1	Resistive Pull Up	Strong	Resistive
1	0	0	Open Drain, Drive High	Hi-Z	Strong (Slow)
1	0	1	Show Strong Drive	Strong(show)	Strong (Slow)
1	1	0	High Impedance Analog	Hi-Z	Hi-Z
1	1	1	Open Drain, Drives Low	Strong (Slow)	Hi-Z

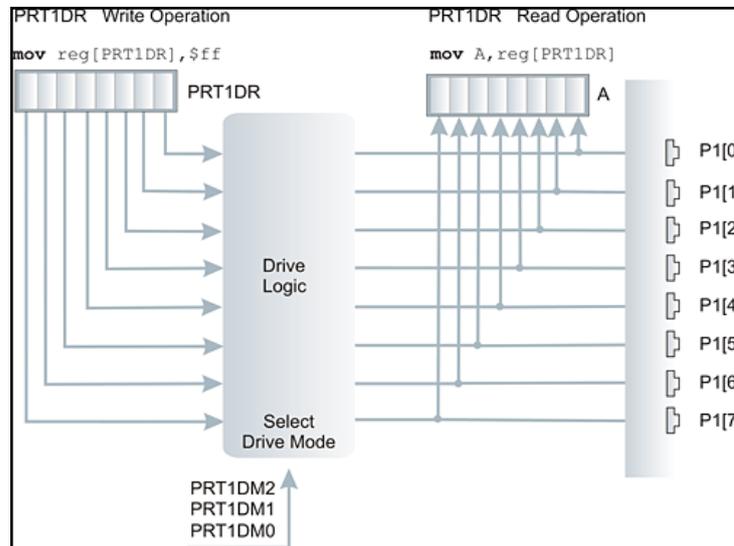
Fuente: Tapia, 2013

Figura 2.26 Configuración de las puertas de entrada y salida

d. CONFIGURACION PINES DE ENTRADA Y SALIDA

A las puertas se puede acceder por los bloques análogos o digitales, todos los pines de la puerta 0 y los 4 pines más bajos de la puerta 2 pueden ser usados como entrada de puertas análogas para lo cual se configuran como Hi-AnalogZ.

Los pines 6 y 4 de la puerta 2, pueden ser usados como referencia externa para los conversores A/D, entre otras funciones.



Fuente: Tapia, 2013

Figura 2.27 Disposición de pines del PSoc

2.6 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN DE MICROCONTROLADORES

2.6.1 EL LENGUAJE BASIC

Luis Roberto Arteaga (2007) publica:

Ventajas:

- Es un lenguaje muy simple y con instrucciones fácilmente legibles, incluso por no expertos

Desventajas:

- Nunca se tiene el control del programa en cuanto a tiempos de ejecución y control de registros bit a bit.

- Es muy complicado el manejo de interrupciones simultáneas en este lenguaje.
Tiene limitaciones cuando genera el archivo .hex, es decir no optimiza el tamaño de memoria de programa del PIC.
- La mayoría de compiladores para este lenguaje pueden utilizarse únicamente bajo ambiente Windows.

2.6.2 LENGUAJE C

El lenguaje de programación en C, es un lenguaje conocido como de alto nivel.

Una de las características del lenguaje de programación en C, es que es un lenguaje estructurado, lo que permite generar código claro y sencillo, ya que está basado en la modularidad.

El lenguaje de programación en C, está estructurado en tres partes fundamentales, las cuales son, una librería estándar, un programa compilador y un preprocesador.

La librería estándar en el lenguaje de programación C, no es más que librerías realizadas en código objeto y puede haber sido realizada en otro lenguaje diferente que el C.

Estas librerías se deben colocar en un programa de lenguaje programación en C, en la instrucción conocida como INCLUDE.

El programa compilador en el lenguaje de programación en C, es el que tiene como función traducir las instrucciones del programa fuente en C al lenguaje conocido por las computadoras u ordenadores, el llamado lenguaje máquina. El programa compilador, depura y detecta los posibles errores en el lenguaje fuente, y es capaz de notificar el error ocurrido al programador, mediante un mensaje de texto. En el lenguaje de programación en C, el preprocesador es un componente perteneciente

propriadamente al lenguaje C, el cual transforma el programa fuente traduciendo cada instrucción del programa fuente, de la siguiente forma: Elimina los comentarios colocados por el programador, incluye en el programa fuente el contenido de los archivos que se encuentran declarados en el INCLUDE , a estos archivos se le suele llamar cabeceras, y por último , sustituye los valores de las constantes declaradas en define

.

Las ventajas del dispositivo son:

- Lenguaje muy eficiente puesto que es posible utilizar sus características de bajo nivel para realizar implementaciones óptimas.
- A pesar de su bajo nivel es el lenguaje más eficiente en existencia, habiendo compiladores para casi todos los sistemas conocidos.
- Proporciona facilidades para realizar programas modulares y/o utilizar código o bibliotecas existentes.
- Por su flexibilidad y ser un lenguaje de alto nivel, es empleado por muchos programadores
- Es un lenguaje de alto nivel más cercano a la máquina.
- Se puede construir rutinas matemáticas fácilmente.
- Puede ser de ayuda al combinarlo con Ensamblador sobre todo en la gama alta.
- Se pueden crear macros con este lenguaje, para después simplificar el código en diferentes desarrollos.
- Es aceptado por la empresa fabricante Microchip, incluso ellos tienen algunos compiladores C.

Desventajas:

- Los programas al compilarlos pueden resultar un poco extensos y pesados por ello debe tenerse en cuenta la capacidad de memoria de programa del PIC a utilizar.
- Con este lenguaje tampoco se puede controlar del todo los tiempos y los registros bit a bit

2.6.3 LENGUAJE ENSAMBLADOR

Luis Roberto Arteaga (2007) señala:

Ventajas:

- Es el lenguaje de bajo nivel natural de la línea PIC tanto para gama baja, media o alta.
- Con él se tiene un aprovechamiento eficiente de los recursos del PIC.
- Se pueden crear macros con este lenguaje, para después simplificar el código en diferentes desarrollos.
- Con él se pueden controlar los tiempos y los registros bit a bit.
- Excelente para manejar interrupciones simultáneas.
- Cuando se genera el archivo .hex éste es completamente optimizado.

Desventajas:

- No existe ninguna, excepto cuando no se tiene experiencia en programación puede tardarse el desarrollo de alguna rutina en comparación con los otros lenguajes.

Lo ideal es manejar el lenguaje ensamblador para los rangos de gama baja, media y alta por versatilidad y mejor aprovechamiento de recursos del PIC.

Si se comienza con la programación de PICs se debe primero dominar el lenguaje Ensamblador, no se aconseja el lenguaje BASIC. Una vez que se haya dominado el lenguaje Ensamblador para gama baja y media puede iniciarse con el lenguaje C.

El Lenguaje C es un lenguaje de alto nivel y puede resultar útil combinándolo con el lenguaje Ensamblador ya que ahorra tiempo de programación, depuración y simulación sobre todo en la gama alta y en los dsPIC.

Puede emplear el Lenguaje C o el Ensamblador para crear macros que le simplifiquen desarrollos futuros.

2.6.4 PROGRAMACIÓN DE MICROCONTROLADORES PSOC

Para trabajar con este dispositivo se debe utilizar, el PSOC DESIGNER y el PSOC PROGRAMER.

El primero de ellos nos permite diseñar, seleccionar de forma gráfica nuestros bloques y programarlos, ya sea en Assembler por defecto o a través de lenguaje C.

En este programa además encuentra un datasheet detallado de cada componente seleccionado y sus características principales, como programarlo y obtener su mejor rendimiento a través de instrucciones API.

Una vez diseñado y compilado el programa, se descarga el archivo .hex al microcontrolador, mediante el software PSOC PROGRAMER por el

puerto USB, ya que este dispositivo posee una memoria Flash, por lo que no requiere de un grabador externo.

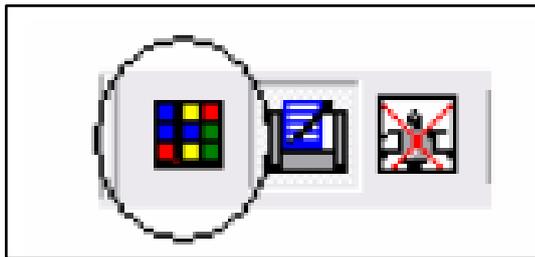
a. PSoC DESIGNER

PSoC Designer se divide en tres grandes subsistemas:

- Device Editor
- Application Editor
- Debugger

a.1 DEVICE EDITOR

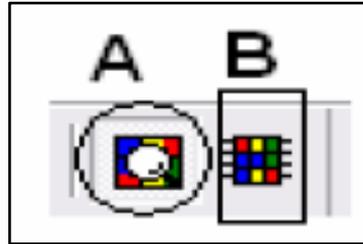
Este es el primer sistema que aparece en PSoC Designer, con éste se realiza la configuración del PSoC; es decir, se seleccionan los periféricos analógicos y digitales que se necesitan para una aplicación particular. Una vez se finaliza esta etapa se generan los ficheros necesarios de configuración (API's ISR's, *datasheets*, etc...) con la opción *Generate Application*.



Fuente: Granada, 2013

Figura 2.28 Ícono device editor

Device Editor se compone de dos partes:

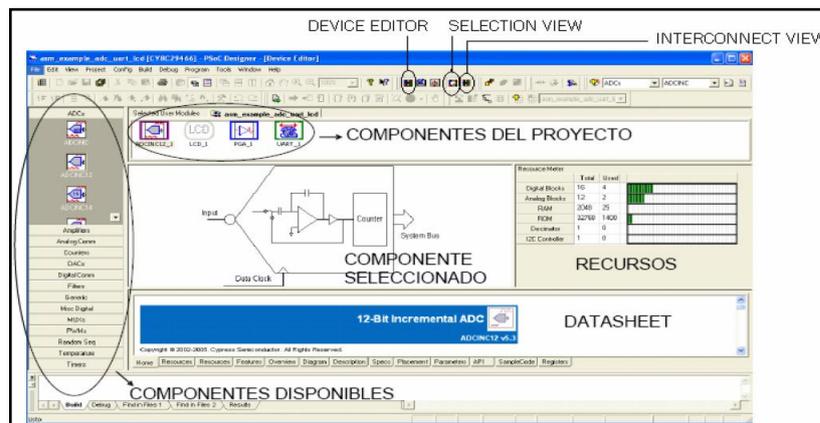


Fuente: Granada, 2013

Figura 2.29 Subdivisiones de device editor

SELECTION VIEW

Iván Granada (2013) expresa que: “En la que se seleccionan los componentes disponibles en las librerías (menú de la izquierda) y se incluyen dentro de la configuración del C.I. (al pinchar dos veces sobre el componente). Los componentes escogidos se muestran en la parte superior central. En la parte inferior aparece el esquema del componente y más abajo el datasheet del mismo. La parte derecha de la pantalla muestra los recursos disponibles.” Pág.1.

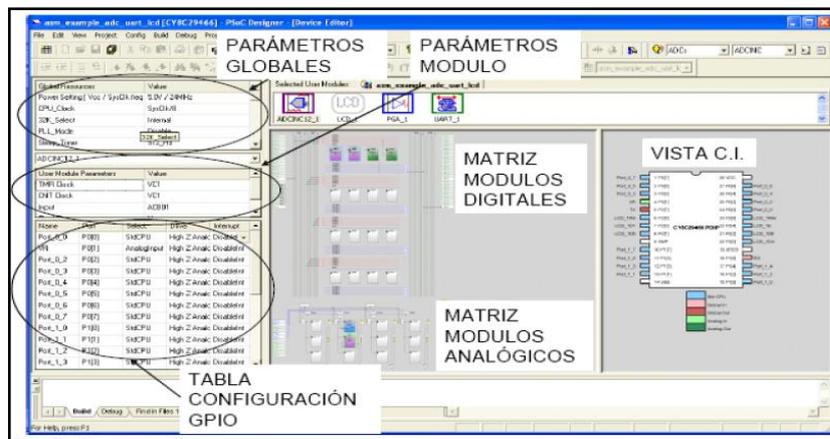


Fuente: Granada, 2013

Figura 2.30 Pantalla device editor

INTERCONNECT VIEW

En esta pantalla están las herramientas necesarias para la conexión de los diferentes bloques que configuran las matrices analógicas y digitales. En esta pantalla se observan las siguientes funciones. En la parte izquierda de la pantalla aparecen tres tablas. De la parte superior a la inferior encontramos:



Fuente: Granada, 2013

Figura 2.31 Pantalla Interconnect view

- **GLOBAL RESOURCE TABLE**

A través de ella se configuran los parámetros generales del dispositivo (tensión de alimentación, Reloj interno/externo, frecuencia del reloj principal y auxiliares...)

- **USER MODULE PARAMETERS**

En ella se seleccionan los parámetros característicos de cada bloque seleccionado (analógico y/o digital). Los parámetros susceptibles de modificación vienen descritos en el datasheet del módulo.

- **PORT TABLE**

Mediante esta tabla se seleccionan las características de los puertos de entrada-salida (General Purpose Input-Output, GPIO)

En la parte central de la pantalla aparecen las dos matrices programables, la digital en la parte superior y la analógica en la parte inferior. Sobre estas matrices se insertarán los componentes escogidos y se cablearán hacia los distintos pines del C.I. En la versión empleada del PSoC (CYC29466) aparecen 16 módulos digitales, organizados en una matriz de 4x4 elementos, y 12 módulos analógicos, organizados en una matriz 3x4. A su alrededor se observan las diversas líneas de interconexión y puertos disponibles.

La parte derecha de la pantalla muestra una vista del C.I. con los pines empleados y su descripción (entrada/salida, analógico/digital).

a.2 APPLICATION EDITOR.

El segundo subsistema que aparece una vez se ha configurado el C.I. es el Application Editor. En éste se incluye el código principal del programa que debe ejecutar el núcleo microcontrolador.

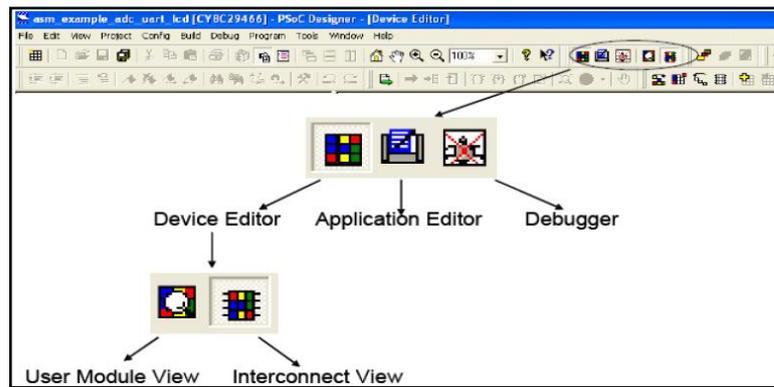
a.3 DEBUGGER

El tercer subsistema que aparece una vez se ha configurado los Global Resources, los parámetros de los módulos a utilizar y también se haya incluido el código principal del programa; procedemos por así decirlo ejecutar el programa, obteniendo información de los errores y de warnings; pero tan bien dando un diagnóstico sobre la RAM, la flash, entre otros.



Fuente: Granada, 2013

Figura 2.32 Ícono debugger



Fuente: Granada, 2013

Figura 2.33 Diagrama lógico de subsistemas botones del menú

2.7 SERVOMOTOR

2.7.1 INTRODUCCIÓN

El artículo Servomotor de Fundación Wikimedia dice que: “Un servomotor (también llamado servo) es un dispositivo similar a un motor de corriente continua que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición.”

Un servomotor es un motor eléctrico que consta con la capacidad de ser controlado, tanto en velocidad como en posición.



Fuente: Sarmiento, 2012

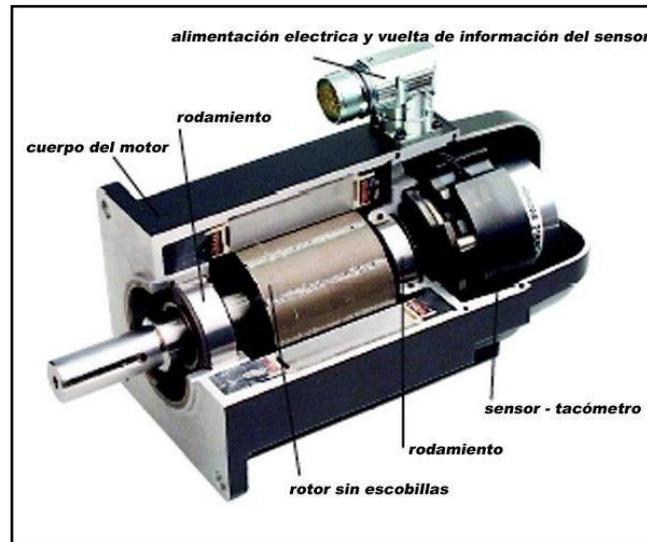
Figura 2.34 Servomotor de uso industrial

Los servos se utilizan frecuentemente en sistemas de radio control y en robótica, pero su uso no está limitado a estos. Es posible modificar un servomotor para obtener un motor de corriente continua que, si bien ya no tiene la capacidad de control del servo, conserva la fuerza, velocidad y baja inercia que caracteriza a estos dispositivos.

2.7.2 CARÁCTERÍSTICAS

Está conformado por un motor, una caja reductora y un circuito de control. También potencia proporcional para cargas mecánicas. Un servo, por consiguiente, tiene un consumo de energía reducido.

La corriente que requiere depende del tamaño del servo. Normalmente el fabricante indica cual es la corriente que consume. La corriente depende principalmente del par, y puede exceder un amperio si el servo está enclavado, pero no es muy alto si el servo está libre moviéndose todo el tiempo.



Fuente: Sarmiento, 2012

Figura 2.35 Estructura de un servomotor

En otras palabras, un servomotor es un motor especial al que se ha añadido un sistema de control (tarjeta electrónica), un potenciómetro y un conjunto de engranajes. Con anterioridad los servomotores no permitían que el motor girara 360 grados, solo aproximadamente 180; sin embargo, hoy en día existen servomotores en los que puede ser controlada su posición y velocidad en los 360 grados. Los servomotores son comúnmente usados en modelismo como aviones, barcos, helicópteros y trenes para controlar de manera eficaz los sistemas motores y los de dirección.

2.7.3 CONTROL DE SERVOMOTORES

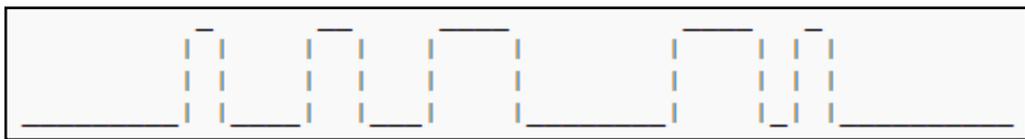
El artículo Servomotor de Fundación Wikimedia expresa: “Los servomotores hacen uso de la modulación por ancho de pulsos (PWM) para controlar la dirección o posición de los motores de corriente continua. La mayoría trabaja en la frecuencia de los cincuenta Hz, así las señales

PWM tendrán un periodo de veinte milisegundos. La electrónica dentro del servomotor responderá al ancho de la señal modulada.

Si los circuitos dentro del servomotor reciben una señal de entre 0,5 a 1,4 milisegundos, este se moverá en sentido horario; entre 1,6 a 2 milisegundos moverá el servomotor en sentido antihorario; 1,5 milisegundos representa un estado neutro para los servomotores estándares.”

A continuación se exponen ejemplos de cada caso:

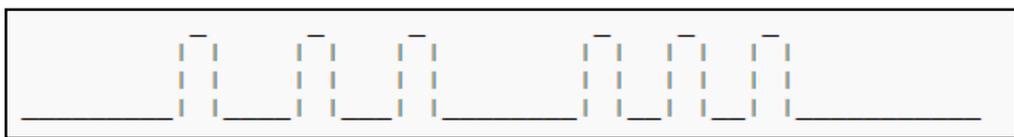
- Señal de ancho de pulso Modulado:



Fuente: Sarmiento, 2012

Figura 2.36 Ancho de pulso modulado

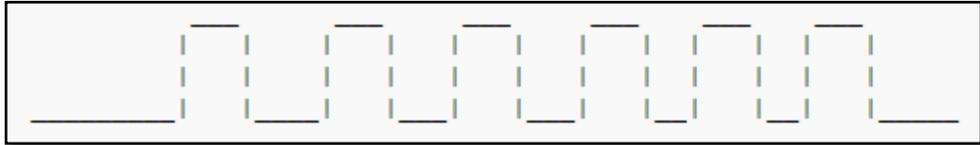
- Motor en sentido horario (ejemplo 0,7 ms):



Fuente: Sarmiento, 2012

Figura 2.37 Motor en sentido horario

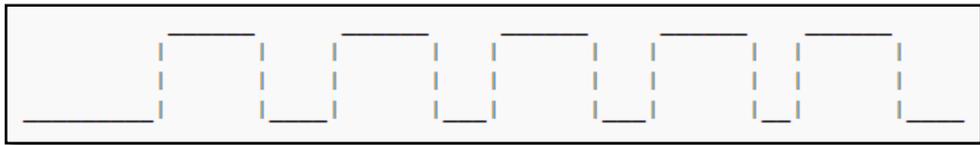
- Motor neutral (1,5ms):



Fuente: Sarmiento, 2012

Figura 2.38 Motor neutral

- Motor en sentido antihorario (ejemplo 1,8ms):



Fuente: Sarmiento, 2012

Figura 2.39 Motor en sentido antihorario

CAPÍTULO 3

3. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

3.1 HIPÓTESIS

El estudio de luminosidad y la implementación de un sistema automatizado de faros en el automóvil mejorarán la visibilidad del sistema de alumbrado nocturno en un 50% más que un sistema convencional.

3.2 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 VARIABLES INDEPENDIENTES

- Determinar los niveles de iluminación de diferentes tipos de faros.
- Implementar un sistema automatizado en el automóvil.

3.2.2 VARIABLES DEPENDIENTES

- Mejorar los niveles de seguridad y conducción en ambientes nocturnos.
- Reducir porcentajes de accidentes de tránsito ocurridos por falta de visibilidad.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Tabla 3.1: Operacionalización de la variable independiente

NIVELES DE ILUMINACIÓN

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
Se refiere a las magnitudes de luminancia que emiten diferentes tipos de faros automotrices sometidos a diferentes condiciones de luz ambiente.	Académica	Tipos de pruebas para determinar los niveles de iluminación y eficiencia luminosa de los faros. ≥ 7	¿Cuántas pruebas se utilizan para determinar el tipo de luminaria automotriz más eficiente?
	Tecnológica	Tipos de control electrónico para el sistema automatizado de luces. ≥ 1	¿Cuántos sistemas de control se utilizan en un sistema automatizado de luces?
		Número de sensores que aplica al sistema de control electrónico. ≥ 5	¿Cuál es el número de sensores que dispone el sistema automatizado para realizar el control de los faros?
		Número de actuadores que dispone el sistema automatizado de luces. ≥ 2	¿Cuál es el número de actuadores que dispone el sistema de luces automatizadas?

Fuente: Grupo de investigación

3.3.2 VARIABLES DEPENDIENTES

Tabla 3.2: Operacionalización de variables dependientes
NIVELES DE SEGURIDAD Y CONDUCCIÓN EN AMBIENTES
NOCTURNOS

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
Se refiere en brindar al conductor mayores facilidades para la conducción nocturna aumentando con esto su seguridad	Académica	Nivel de mejora de visibilidad ofrecida por el sistema de luces automatizadas.	¿En qué porcentaje aumenta la visibilidad en la conducción nocturna gracias al sistema automatizado de luces?
	Tecnológica	Número de accidentes de tránsito ocurridos por falta de visibilidad.	¿Cómo se reduce el número de accidentes ocurridos por falta de visibilidad?

Fuente: Los Autores

CAPÍTULO 4

4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Mario Bunge (2000) explica que: “La investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado o comprobar la hipótesis de investigación.” Pag.5.

La investigación se clasifica en:

- Documental
- De campo
- Experimental.

Para nuestro tema de investigación hemos utilizado la investigación experimental y documental, enfatizándonos más en la experimental.

Este tipo de investigación consiste en someter a un objeto a determinadas condiciones, estímulos o tratamientos (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente).

Todo esto se realiza basado en los objetivos e interrogantes planteadas, en las que el investigador se sustenta en el diseño experimental y no solo identifica las características que se estudian; sino que las somete a pruebas en diferentes condiciones y busca controlar, alterar o manipular con el fin de observar los resultados.

En esta investigación constan las siguientes etapas:

- Delimitar y definir el objeto de la investigación o problema, señalando las variables independientes y dependientes del mismo.

- Plantear una hipótesis de trabajo, ésta debe ser factible y comprobable, por lo que se debe tener un resultado tentativo (hipótesis) de cómo puede ocurrir dicho fenómeno.
- Elaborar el diseño experimental, mediante los siguientes pasos: Realizar un estudio previo del tema de investigación, determinar todos los componentes del equipo, acoplar los componentes, realizar un experimento de prueba e interpretar tentativamente los resultados.
- Realizar el experimento final para detectar cualquier anomalía y buscar una respuesta al problema.
- Analizar los resultados los cuales deben contestar las preguntas planteadas por el problema.
- Obtener conclusiones, ya logrados los resultados del experimento el investigador debe aplicar su criterio científico para aceptar o rechazar la hipótesis.
- Elaborar un informe por escrito.

4.2 PRUEBA PILOTO

Para el estudio se elaboró la siguiente encuesta con la que se conseguirá la información que será de gran importancia para el desarrollo del presente proyecto, las preguntas son sencillas y de fácil comprensión para los encuestados.

A continuación se presenta el formulario para el desarrollo de la encuesta que se deberá aplicar previamente como piloto:

ENCUESTA DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

Reciba un cordial saludo. El objetivo es evaluar la factibilidad de la implementación de un sistema automatizado de faros en un vehículo para mejorar los niveles de visibilidad nocturna dentro del campo de la Ingeniería Automotriz. Coloque con una X la respuesta.

1. ¿Cuál considera usted que es el mejor tipo de luminaria automotriz para su vehículo?

Incandescente____ Halógena____ Xenón____ LED____

2. ¿Sabe ud, que tipo de luminaria automotriz, expuestas anteriormente, es la más eficiente?

SI____ NO____

3. En caso de que su respuesta anterior haya sido afirmativa, explique cuál considera usted la más eficiente.

Incandescente____ Halógena____ Xenón____ LED____

4. ¿Considera usted que la falta de iluminación y visibilidad en la conducción nocturna es una de causas principales de los accidentes de tránsito?

SI____ NO____

5. ¿Conoce usted algún sistema de iluminación vehicular que mejore la visibilidad en la conducción nocturna de manera automatizada?

SI____ NO____

6. ¿Cree usted que un sistema, en el que no se tenga que accionar manualmente las luces del vehículo brindaría mayor confort y seguridad al conductor?

SI____ NO____

7. ¿Estaría dispuesto a colocar en su vehículo un sistema que mejore considerablemente la visibilidad nocturna?

SI____ NO____

8. ¿Le gustaría que se sigan realizando investigaciones que permitan mejorar la seguridad activa y pasiva en un vehículo?

SI____ NO____

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

4.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El instrumento de investigación elegido por su grado de credibilidad es la encuesta, porque es una técnica que permite interrogar de forma escrita con el fin de obtener la información necesaria para una investigación.

Para esto se hará uso de un cuestionario, que nos indicará claramente la aceptación o no del proyecto, aplicándolo a profesionales del área con el fin de obtener la información requerida.

Finalmente, determinamos los objetivos de nuestra encuesta, los cuales son:

- Evaluar la factibilidad de la creación de este proyecto.
- Evaluar la aceptación e implementación de este sistema en vehículos convencionales.

4.4 POBLACIÓN

Partimos de la información de la población de 120 trabajadores pertenecientes al GOBIERNO PROVINCIAL DE IMBABURA que están directamente involucrados, como mecánicos y choferes profesionales, a la conducción nocturna y saben los peligros que representa la falta de visibilidad.

4.5 MUESTRA

Para obtener este tamaño de muestra hemos considerado un modelo de cálculo tomando en cuenta que por ser nuestro universo o tamaño de la población "Finita" (se conoce su tamaño), se determinará la muestra en base a la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times P \times Q}{i^2 \times (N-1) + Z_{\alpha}^2 \times P \times Q} \quad \text{Ec 4.1}$$

Tabla 4.1: Descripción de Variables para muestra finita

n	Tamaño muestral
N	Tamaño de la población
Zα	Nivel de confianza prefijado. Para una seguridad del 95%= 1,96
P	Proporción esperada del parámetro a evaluar. En este caso 0.5%= 0,5
Q	1-p. En este caso 1-0,5= 0,5
i	Error muestral deseado. En este caso deseamos un 10%. = 0,1

Fuente: Vivanco, 2005

Para la determinación del tamaño de la muestra en esta investigación, se trabajó con los siguientes datos:

- N = Tomaremos el valor de 120 de población.
- $Z_{\alpha}^2 = 1.96^2$ (si la seguridad es del 95%)
- P = proporción esperada (en este caso 50% = 0.5)
- Q = 1 – p (en este caso 1-0.5 = 0.5)
- i = precisión (en este caso deseamos un 10%).

Tabla 4.2: Cálculo de la Muestra

$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times P \times Q}{i^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times P \times Q}$
$n = \frac{(120) \times 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5}{0,1^2 \times (120 - 1) + 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5}$
$n = \frac{115,248}{1,19 + 0,9604}$
$n = 53,59375$
$n = 54$
Se realizará 54 encuestas con el fin de obtener resultados confiables

Fuente: Grupo de investigación

4.6 TRATAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

De las encuestas que se realizarán se procederá a la tabulación de datos, codificación, cálculos, etc. a fin de determinar los hallazgos más importantes de nuestra investigación.

4.7 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

El instrumento utilizado para la investigación y que relaciona las variables fueron 54 encuestas, justificadas a través de la ecuación de tamaño muestral para población finita, con la cual hicimos el cálculo de tamaño de muestra para una confiabilidad del 95 %.

4.8 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

4.8.1 TABULACIÓN DE DATOS

Las encuestas planteadas serán sometidas a la tabulación de datos, codificación, cálculos etc.; con el fin de determinar las cuestiones más relevantes de nuestra investigación.

Tabla 4.3: Tabulación pregunta 1

1. ¿Cuál considera usted que es el mejor tipo de luminaria automotriz para su vehículo?			
Incandescentes	Halógenas	Xenón	Led
0	14	7	33
0%	26%	13%	61%

Fuente: Grupo de investigación

Tabla 4.4: Tabulación pregunta 2

2. ¿Sabe Usted qué tipo de luminaria automotriz expuesta anteriormente es la más eficiente?	
Si	No
40	14
74%	26%

Fuente: Grupo de investigación

Tabla 4.5: Tabulación pregunta 3

3. En caso de que su respuesta anterior haya sido afirmativa, explique cuál considera usted la más eficiente.			
Incandescentes	Halógenas	Xenón	Led
2	12	7	23
5%	26%	16%	54%

Fuente: Grupo de investigación

Tabla 4.6: Tabulación pregunta 4

4. ¿Considera usted que la falta de iluminación y visibilidad en la conducción nocturna es una de las causas principales de los accidentes de tránsito?	
Si	No
47	7
87%	13%

Fuente: Grupo de investigación

Tabla 4.7: Tabulación pregunta 5

5. ¿Conoce usted algún sistema de iluminación vehicular que mejore la visibilidad en la conducción nocturna de manera automatizada?	
Si	No
21	33
39%	61%

Fuente: Grupo de investigación

Tabla 4.8: Tabulación pregunta 6

6. ¿Cree usted que un sistema en el que no se tenga que accionar manualmente las luces del vehículo brindaría mayor confort y seguridad al conductor?	
Si	No
45	9
83%	17%

Fuente: Grupo de investigación

Tabla 4.9: Tabulación pregunta 7

7. ¿Estaría dispuesto a colocar en su vehículo un sistema que mejore considerablemente la visibilidad nocturna?	
Si	No
54	0
100%	0%

Fuente: Grupo de investigación

Tabla 4.10: Tabulación pregunta 8

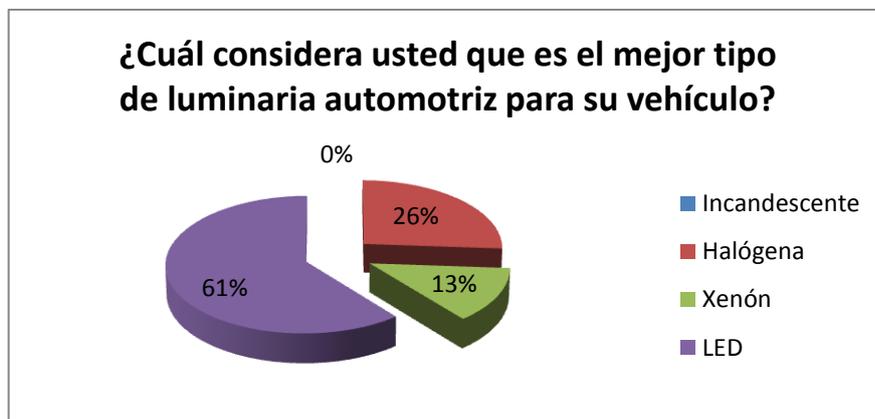
8. ¿Le gustaría que se sigan realizando investigaciones que permitan mejorar la seguridad activa y pasiva en un vehículo?	
Si	No
52	2
96%	4%

Fuente: Grupo de investigación

4.8.2 INFORME GERENCIAL

De las encuestas realizadas, se obtuvo los siguientes resultados de acuerdo con las indagaciones a 54 personas elegidas.

1. ¿Cuál considera usted que es el mejor tipo de luminaria automotriz para su vehículo?



Fuente: Grupo de investigación

Figura 4.1: Resultado de encuesta realizada pregunta 1

RESULTADO: El análisis demuestra que un 61% considera que el mejor tipo de luminaria es el LED, el 26% considera a la halógena, el 13% al xenón y nadie considera que la lámpara Incandescente es el mejor tipo de luminaria automotriz.

2. ¿Sabe Usted qué tipo de luminaria automotriz expuesta anteriormente es la más eficiente?

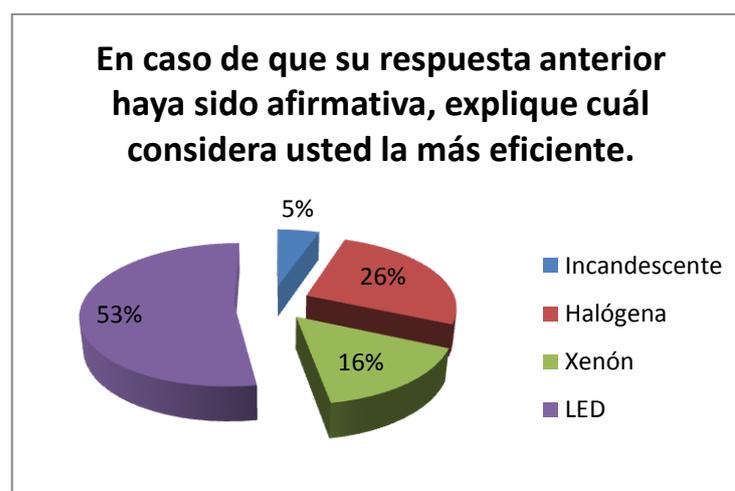


Fuente: Grupo de investigación

Figura 4.2: Resultado de encuesta realizada pregunta 2

RESULTADO: El análisis demuestra que el 74% conoce el tipo de luminaria más eficiente mientras que el 26% lo desconoce.

3. En caso de que su respuesta anterior haya sido afirmativa, explique cuál considera usted la más eficiente.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 4.3: Resultado de encuesta realizada pregunta 3

RESULTADO: El análisis demuestra que el 53% de los encuestados afirman que la lámpara LED es la más eficiente, seguida por la halógena con un 26%, el Xenón con un 16% y la lámpara incandescente con el 5%.

4. ¿Considera usted que la falta de iluminación y visibilidad en la conducción nocturna es una de las causas principales de los accidentes de tránsito?

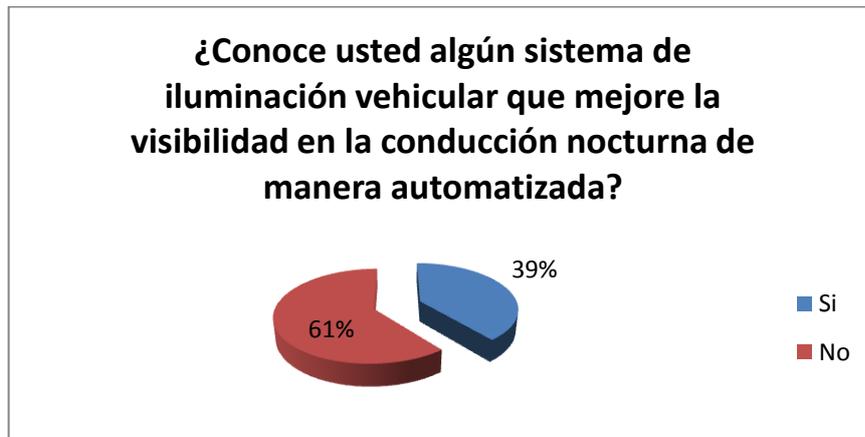


Fuente: Grupo de investigación

Figura 4.4: Resultado de encuesta realizada pregunta 4

RESULTADO: El análisis demuestra que el 87% de los encuestados considera a la falta de visibilidad como una de las principales causas de accidentes de tránsito, mientras que el 13% restante no lo considera así.

5. ¿Conoce usted algún sistema de iluminación vehicular que mejore la visibilidad en la conducción nocturna de manera automatizada?

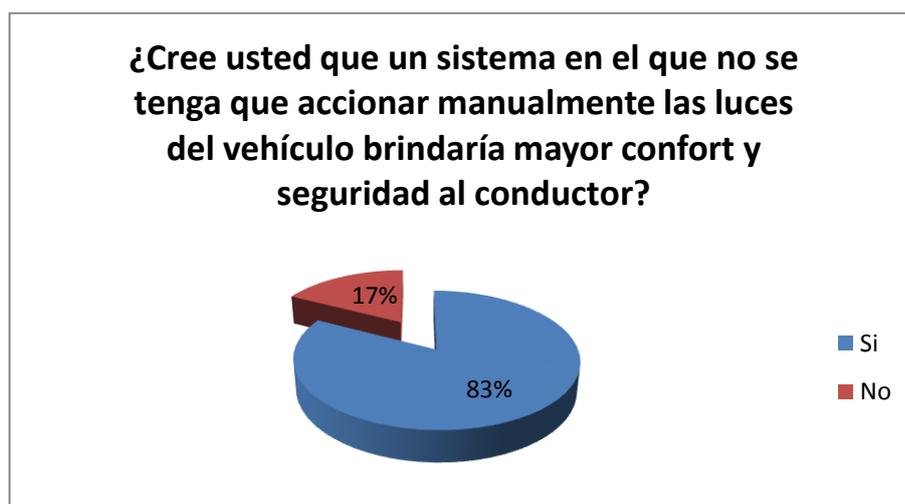


Fuente: Grupo de investigación

Figura 4.5: Resultado de encuesta realizada pregunta 5

RESULTADO: El análisis demuestra que el 61% de los encuestados desconoce sobre sistemas automatizados de luces en el vehículos mientras que el 39% si tiene conocimientos sobre estos sistemas.

6. ¿Cree usted que un sistema en el que no se tenga que accionar manualmente las luces del vehículo brindaría mayor confort y seguridad al conductor?



Fuente: Grupo de investigación

Figura 4.6: Resultado de encuesta realizada pregunta 6

RESULTADO: El análisis demuestra que el 83% piensa que un sistema en el que no se necesite la intervención del conductor para la manipulación de las luces brindaría mayor confort y seguridad, mientras que el 17% restante no lo considera así.

7. ¿Estaría dispuesto a colocar en su vehículo un sistema que mejore considerablemente la visibilidad nocturna?

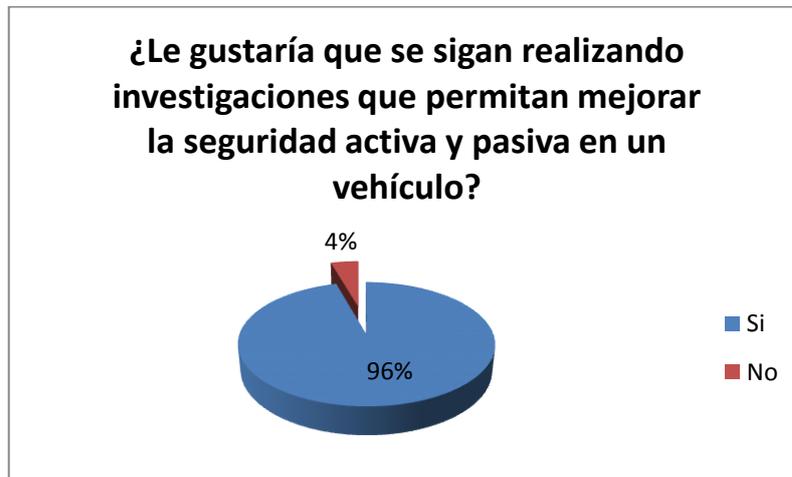


Fuente: Grupo de investigación

Figura 4.7: Resultado de encuesta realizada pregunta 7

RESULTADO: El análisis demuestra que el 100% de los encuestados estarían dispuestos a colocar un sistema automatizado de luces en sus vehículos con el fin de mejorar su visibilidad en la conducción nocturna.

8. ¿Le gustaría que se sigan realizando investigaciones que permitan mejorar la seguridad activa y pasiva en un vehículo?



Fuente: Grupo de investigación

Figura 4.8: Resultado de encuesta realizada pregunta 8

RESULTADO: El análisis demuestra que el 96% de los encuestados creen importante que se sigan realizando investigaciones en torno a mejorar la seguridad en la conducción, mientras que el 4% considera irrelevantes estas investigaciones.

4.8.3 CONCLUSIONES

- La mayoría de las personas encuestadas consideran a la lámpara LED como el mejor tipo de luminaria automotriz de la actualidad.
- Los encuestados consideran que la falta de iluminación representa una de las principales causas de accidentes de tránsito en el Ecuador.
- Muy pocas personas encuestadas conocen acerca de la existencia de sistemas automatizados de luces que mejoren la visibilidad del conductor.

- Todos los encuestados, estarían dispuestos a implementar un sistema automatizado en su vehículo con el fin de garantizar mejorar la visibilidad en la conducción nocturna.

4.8.4 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar las encuestas a un grupo de personas de distintos géneros y estatus social, para obtener diferentes puntos de vista en la encuesta.
- Las encuestas deben ser realizadas a personas que estén relacionadas directamente al tema encuestado.
- Antes de proceder a realizar la encuesta, es importante explicar al grupo los objetivos y el fin de la misma.
- Una vez obtenidos los resultados es importante realizar una tabulación y análisis de los mismos para el informe gerencial.

CAPÍTULO 5

5. “DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN NOCTURNA E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO EN EL AUTOMÓVIL”

5.1 ESQUEMA DE LA PROPUESTA

Con los resultados obtenidos en las encuestas, nuestra propuesta es:

Realizar un estudio de los niveles de iluminación de diferentes tipos de faros para determinar cuál es el más óptimo para el sistema, considerando eficiencia y nivel de luminosidad; para lo que se realizarán diferentes pruebas que certifiquen la veracidad del estudio.

Construir el sistema automatizado de luces, en un vehículo Suzuki Forza II, mediante la adaptación de elementos electrónicos y mecánicos que permitan el funcionamiento del mismo mejorando así los niveles de seguridad en la conducción nocturna y proponiendo una mejora al sistema convencional de alumbrado.

5.2 ESTUDIO DE LUMINOSIDAD

5.2.1 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS TIPOS DE LUMINARIAS A PROBAR

Para realizar el estudio de luminosidad hemos escogido 4 tipo de luminarias automotrices que son: Faros Incandescentes Estándar, Faros Incandescentes Halógenos, Faros de descarga de gas (Xenón) y Faros LED, cuya justificación se presenta a continuación:

Se ha escogido realizar pruebas en los Faros incandescentes porque fueron los primeros bulbos de alta potencia usados en el sector automotriz durante muchos años.

Los faros halógenos, fueron escogidos debido a que actualmente son los más utilizados en vehículos convencionales y que fueron el reemplazo de los faros incandescentes tradicionales.

El fero xenón fue escogido debido a que es una tecnología que se está adaptando en vehículos de alta gama y que ha presentado grandes mejoras en visibilidad a los conductores debido al uso de luz blanca que se asemeja a la luz del día.

Finalmente, se ha considerado usar también faros LED, debido a que son los faros con mayor tecnología actual y que se están convirtiendo en los sustitutos de todos los faros anteriormente descritos.

5.2.2 INSTRUMENTOS DE MEDIDA UTILIZADOS PARA LAS PRUEBAS

Para la prueba de medición de voltajes, intensidad de corriente y temperatura de funcionamiento, se ha usado un Multímetro Digital FW First Power DMM8907.



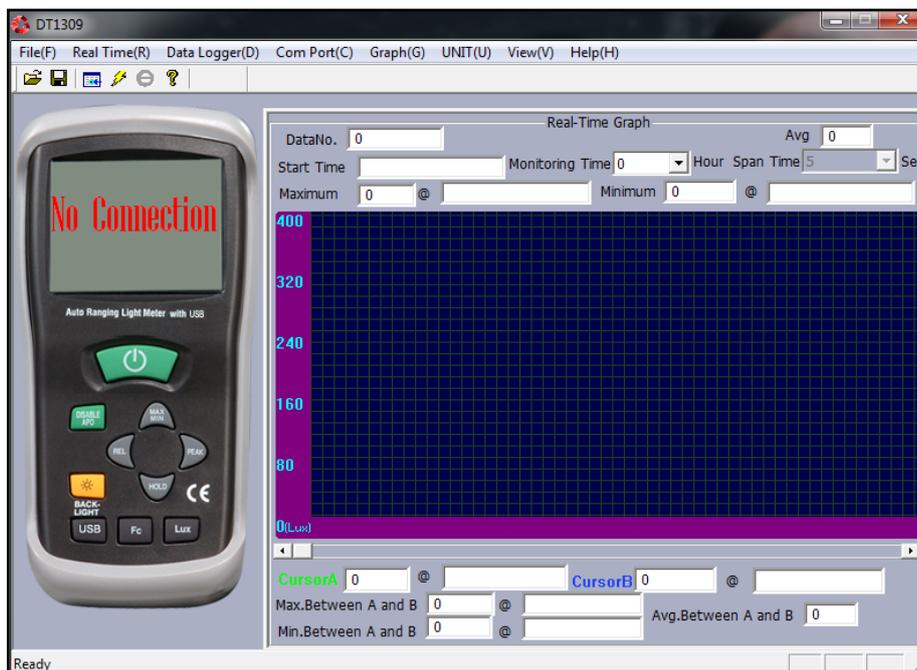
Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.1: Multímetro Digital DMM8907

Para la prueba de flujo luminoso, se ha utilizado un luxómetro MD-8030 con software DT-1309 de interfaz con la computadora.



Fuente: Grupo de investigación
Figura 5.2: Luxómetro MD-8030



Fuente: Grupo de investigación
Figura 5.3: Software DT1309

5.2.3 PRUEBAS DE LUMINOSIDAD

a. DETERMINACIÓN DEL FLUJO LUMINOSO

Para determinar el flujo luminoso, se han realizado medidas con el luxómetro en un cuarto oscuro en las siguientes medidas: Frente al faro, a 1m, 3m y 5m; además de medidas en un espacio abierto y totalmente oscuro a 10m, 30m y 50m.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.4: Medidas frente al faro



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.5: Medidas a 3m en cuarto oscuro



Fuente: Grupo de investigación
Figura 5.6: Medidas en espacio abierto

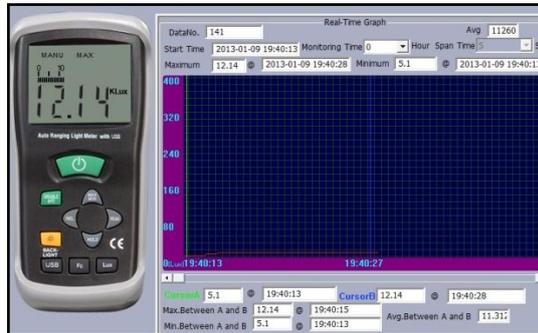
a.1 MEDIDAS EN FAROS INCANDESCENTES

- Medida frente al faro con luces medias: 14460 Lux



Fuente: Grupo de investigación
Figura 5.7: Medida de Faro Incandescente de frente (LM)

- Medida frente al faro con luces intensas: 12140 Lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.8: Medida de faro Incandescente de frente (LI)

- Medida a 1m con luces medias: 1441 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.9: Medida con faro incandescente a 1m (LM)

- Medida a 1m con luces intensas: 1240 Lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.10: Medida con faro incandescente a 1m (LI)

- Medida a 3m con luces medias: 326.3 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.11: Medida con faro incandescente a 3m (LM)

- Medida a 3m con luces intensas: 310.6 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.12: Medida con faro incandescente a 3m (LI)

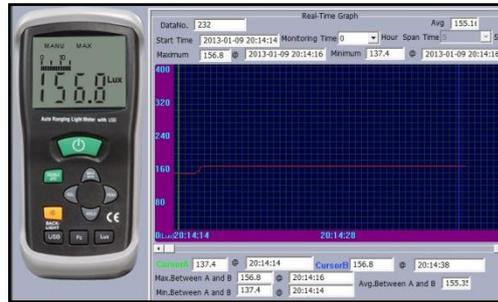
- Medida a 5m con luces medias: 151.6 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.13: Medida con faro incandescente a 5m (LM)

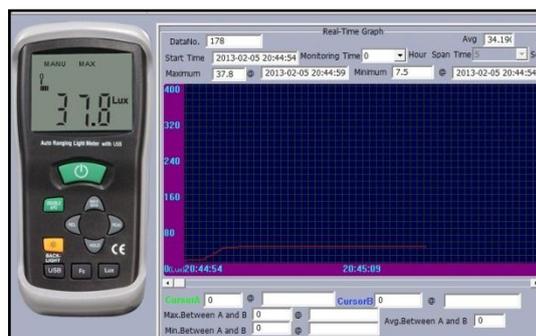
- Medida a 5m con luces intensas: 156.8 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.14: Medida con faro incandescente a 5m (LI)

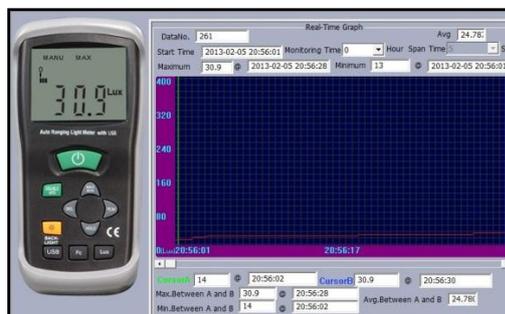
- Medida a 10m con luces medias: 37.8 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.15: Medida con faro incandescente a 10m (LM)

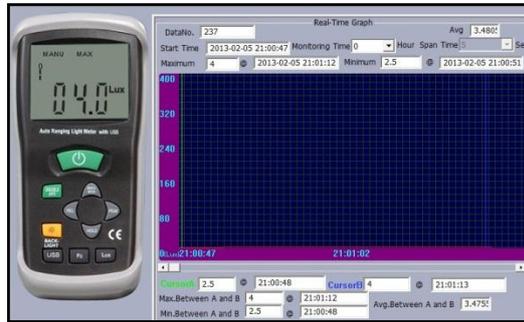
- Medida a 10m con luces intensas: 30.9 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.16: Medida con faro incandescente a 10m (LI)

- Medida a 30m con luces intensas: 4 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.17: Medida con faro incandescente a 30m (LI)

a2. MEDIDAS EN FAROS HALÓGENOS

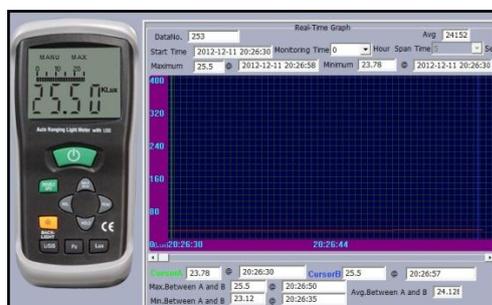
- Medida frente al faro con luces medias: 47600 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.18: Medida con faro halógeno de frente (LM)

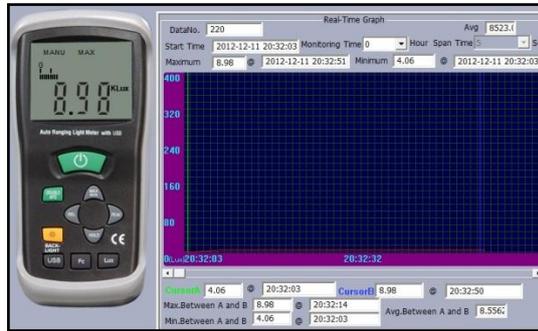
- Medida frente al faro con luces intensas: 25500 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.19: Medida con faro halógeno de frente (LI)

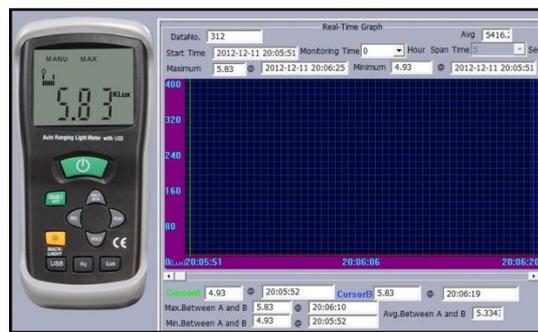
- Medida a 1m con luces medias: 8980 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.20: Medida con faro halógeno a 1m (LM)

- Medida a 1m con luces intensas: 5830 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.21: Medida con faro halógeno a 1m (LI)

- Medida a 3m con luces medias: 1364 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.22: Medida con faro halógeno a 3m (LM)

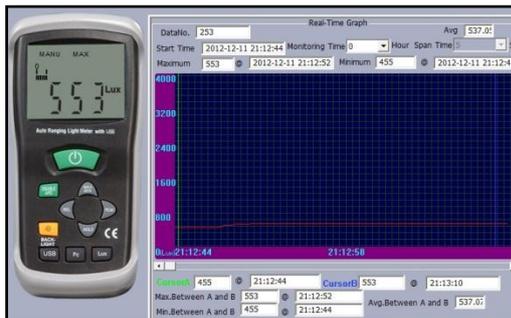
- Medida a 3m con luces intensas: 1644 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.23: Medida con faro halógeno a 3m (LI)

- Medida a 5m con luces medias: 553 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.24: Medida con faro halógeno a 5m (LM)

- Medida a 5m con luces intensas: 924 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.25: Medida con faro halógeno a 5m (LI)

- Medida a 10m con luces medias: 141.9 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.26: Medida con faro halógeno a 10m (LM)

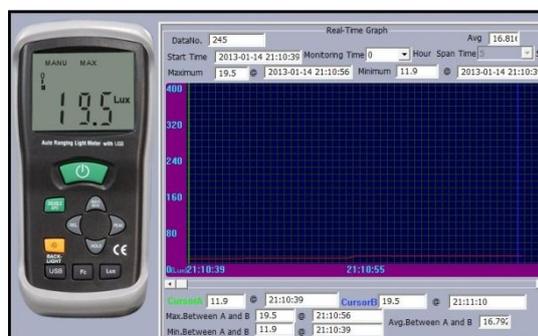
- Medida a 10m con luces intensas: 240 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.27: Medida con faro halógeno a 10m (LI)

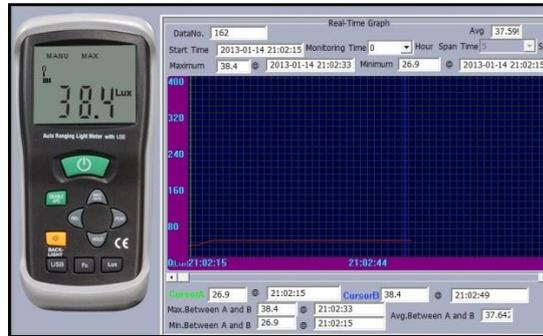
- Medida a 30m con luces medias: 19.5 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.28: Medida con faro halógeno a 30m (LM)

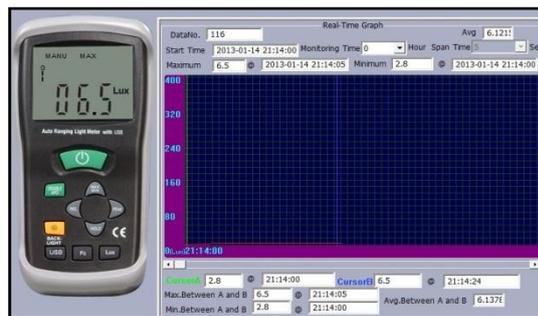
- Medida a 30m con luces intensas: 38.4 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.29: Medida con fano halógeno a 30m (LI)

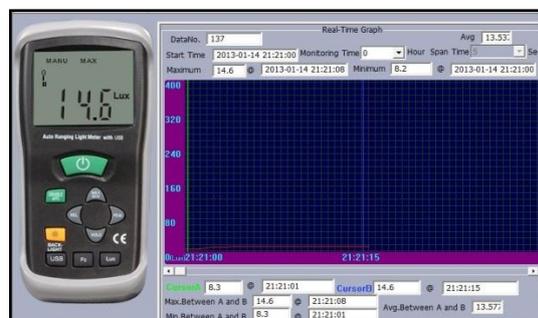
- Medida a 50m con luces medias: 6.5 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.30: Medida con fano halógeno a 50m (LM)

- Medida a 50m con luces intensas: 14.6 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.31: Medida con fano halógeno a 50m (LI)

a3. MEDICIONES EN FAROS DE XENÓN

- Medida frente al faro con luces medias: 136700 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.32 Medida con faro de Xenón de frente (LM)

- Medida frente al faro con luces intensas: 112700 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.33 Medida con faro de Xenón de frente (LI)

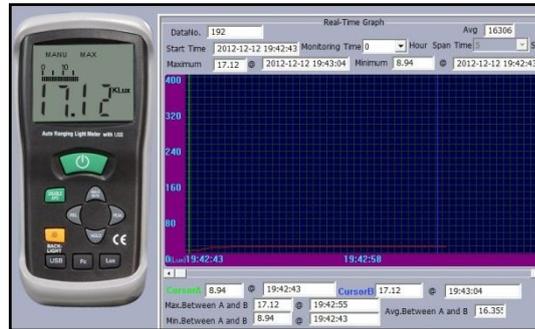
- Medida a 1m con luces medias: 16070 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.34 Medida con faro de Xenón a 1m (LM)

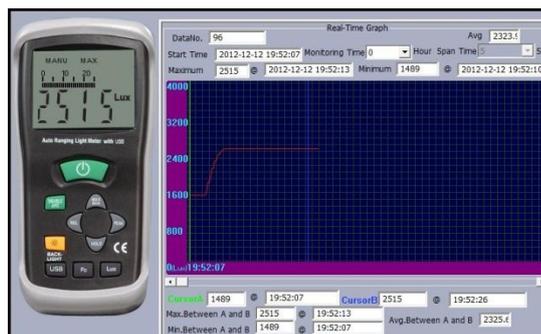
- Medida a 1m con luces intensas: 17120 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.35 Medida con faro de Xenón a 1m (LI)

- Medida a 3m con luces medias: 2515 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.36 Medida con faro de Xenón a 3m (LM)

- Medida a 3m con luces intensas: 3313 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.37 Medida con faro de Xenón a 3m (LI)

- Medida a 5m con luces medias: 1012 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.38 Medida con faro de Xenón a 5m (LM)

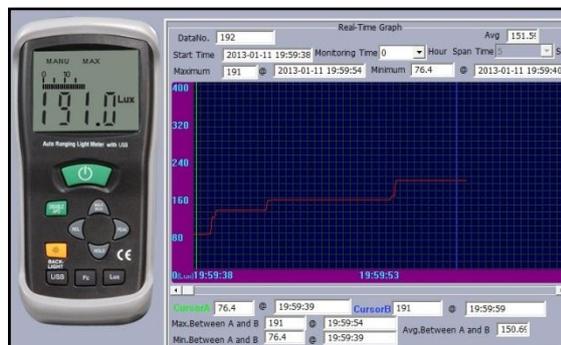
- Medida a 5m con luces intensas: 1328 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.39 Medida con faro de Xenón a 5m (LI)

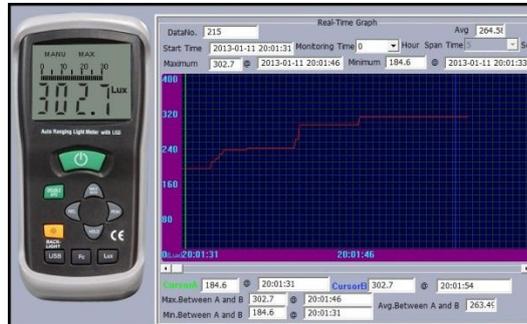
- Medida a 10m con luces medias: 191.0 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.40 Medida con faro de Xenón a 10m (LM)

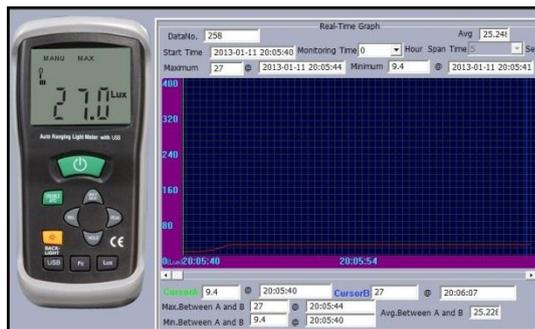
- Medida a 10m con luces intensas: 302.7 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.41 Medida con faro de Xenón a 10m (LI)

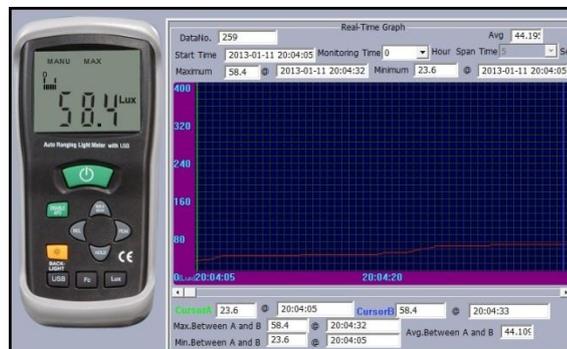
- Medida a 30m con luces medias: 27 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.42 Medida con faro de Xenón a 30m (LM)

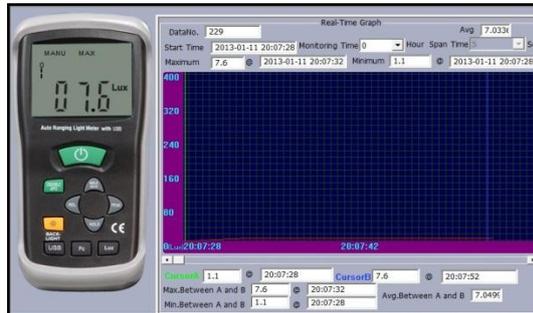
- Medida a 30m con luces intensas: 58,4 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.43 Medida con faro de Xenón a 30m (LI)

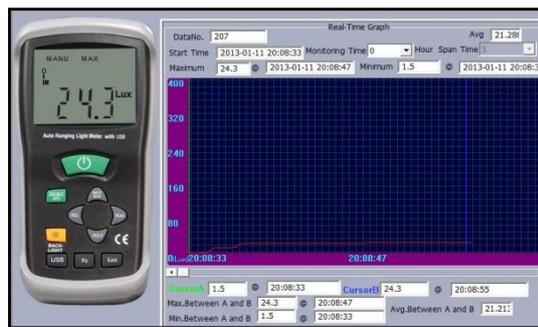
- Medida a 50m con luces medias: 7,6 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.44 Medida con faro de Xenón a 50m (LM)

- Medida a 50m con luces intensas: 24,3 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.45 Medida con faro de Xenón a 50m (LI)

a4. MEDICIONES EN FAROS DE LED

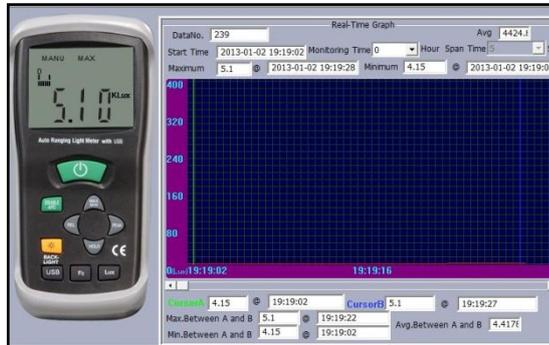
- Medida frente al faro : 256900 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.46 Medida con faro de LED de frente

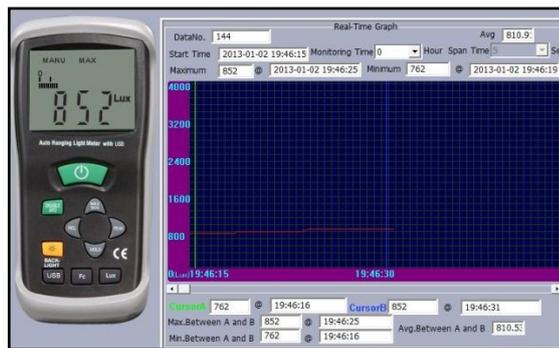
- Medida a 1m: 5100 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.47 Medida con faro de LED a 1m

- Medida a 3m: 852 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.48 Medida con faro de LED a 3m

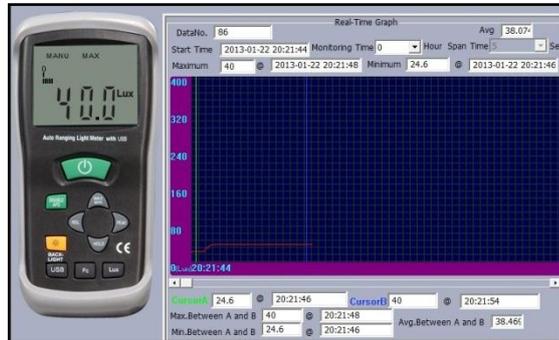
- Medida a 5m: 319 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.49 Medida con faro de LED a 5m

- Medida a 10m: 40 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.50 Medida con faro de LED a 10m

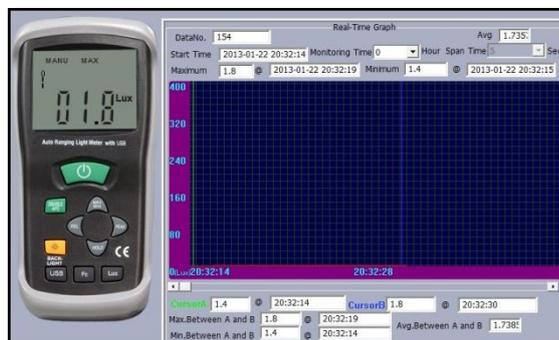
- Medida a 30m: 4.5 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.51 Medida con faro de LED a 30m

- Medida a 50m: 1.8 lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.52 Medida con faro de LED a 50m

b. MEDICIÓN DEL ANCHO Y EL ALCANCE DE LUZ A DIFERENTES DISTANCIAS

Para determinar el ancho de luz, se han realizado medidas a 10m y 30m en un espacio abierto.

El alcance fue medido en espacio abierto considerando un ambiente de 0 luxes.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.53: Medida del ancho del haz de luz



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.54: Medida del alcance del faro

b1. LÁMPARA INCANDESCENTE

Tabla 5.1: Ancho y alcance de luz de faros incandescentes

LÁMPARA INCANDESCENTE		
Distancia (m)	Modo	Ancho del haz de luz (m)
10	Medias	5,3
	Intensas	5,7
30	Medias	0
	Intensas	10,8
Largo máximo del haz de luz (m)		
Medias		19,4
Intensas		46,2

Fuente: Grupo de investigación

b2. LÁMPARA DE HALÓGENO

Tabla 5.2: Ancho y alcance de luz de faros halógenos

LÁMPARA DE HALÓGENO		
Distancia (m)	Modo	Ancho del haz de luz (m)
10	Medias	9,5
	Intensas	13,5
30	Medias	4,8
	Intensas	10
Largo máximo del haz de luz (m)		
Medias		57
Intensas		125

Fuente: Grupo de investigación

b3. LÁMPARA DE XENÓN

Tabla 5.3: Ancho y alcance de luz de faros de xenón

LÁMPARA DE XENÓN		
Distancia (m)	Modo	Ancho del haz de luz (m)
10	Medias	12
	Intensas	15
30	Medias	15
	Intensas	19,5
Largo máximo del haz de luz (m)		
Medias		62,5
Intensas		128

Fuente: Grupo de investigación

b4. LÁMPARA LED

Tabla 5.4: Ancho y alcance de luz de faros LED

LÁMPARA LED		
Distancia (m)	Modo	Ancho del haz de luz (m)
10	Intensas	8,4
30	Intensas	9,8
Largo máximo del haz de luz (m)		
Intensas		93,5

Fuente: Grupo de investigación

c. FORMAS DEL HAZ DE LUZ

c1. VISTA SUPERIOR DE HAZ DE LUZ

- **HAZ DE LUZ DE LÁMPARAS INCANDESCENTES**

Forma de haz de luz con luces medias



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.55: Haz de luz de lámparas incandescentes medias

Forma de haz de luz con luces intensas



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.56: Haz de luz de lámparas incandescentes intensas

- **HAZ DE LUZ DE LÁMPARAS HALÓGENAS**

Forma del haz de luz del faro con luces medias



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.57 Haz de luz de lámparas halógenas medias

Forma del haz de luz del faro con luces intensas

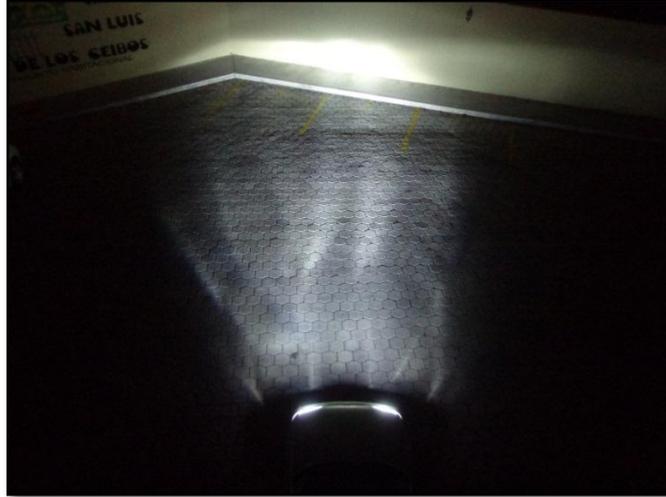


Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.58: Haz de luz de lámparas halógenas intensas

- **HAZ DE LUZ DE LAMPARAS DE XENÓN**

Forma del haz de luz del faro con luces medias



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.59 : Haz de luz de lámparas de xenón medias

Forma del haz de luz del faro con luces intensas



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.60: Haz de luz de lámparas de xenón intensas

- **HAZ DE LUZ DE LAMPARAS DE LED**

Forma del haz de luz del faro



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.61: Haz de luz de lámparas LED

c2. VISTA DE FRENTE DE HAZ DE LUZ

Para la forma de haz de luz, se puso al vehículo frente a una pared plana a 4m de distancia, de manera que se pueda observar la forma del haz.

- **HAZ DE LUZ DE LÁMPARAS INCANDESCENTES**

Forma de haz de luz con luces medias



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.62: Vista de frente de luces medias incandescentes

Forma de haz de luz con luces intensas

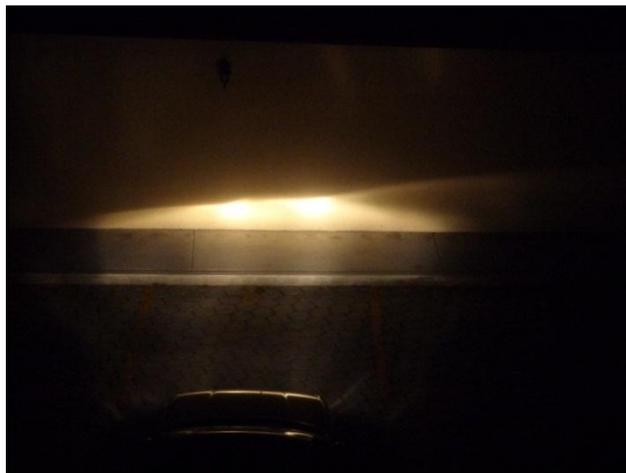


Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.63: Vista de frente de luces intensas incandescentes

- **HAZ DE LUZ DE LÁMPARAS HALÓGENAS**

Forma del haz de luz con luces medias



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.64: Vista de frente de luces medias halógenas

Forma de haz de luz con luces intensas



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.65: Vista de frente de luces intensas halógenas

- **HAZ DE LUZ DE LÁMPARAS XENÓN**

Forma de haz de luz con luces medias



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.66: Vista de frente de luces medias xenón

Forma de haz de luz con luces intensas

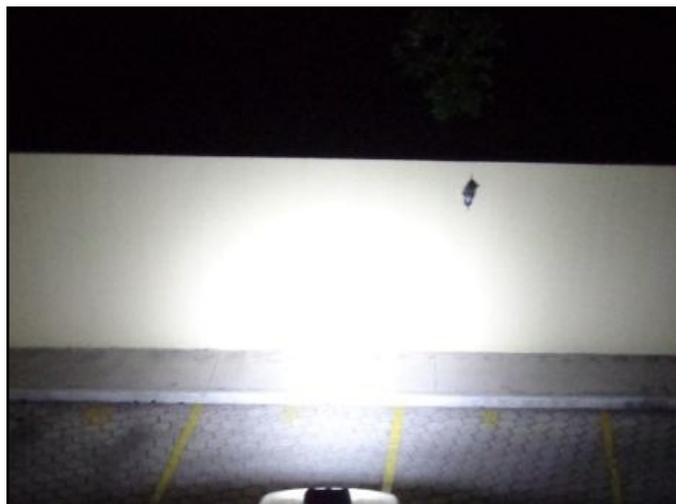


Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.67: Vista de frente de luces intensas xenón

- **HAZ DE LUZ DE LÁMPARAS LED**

Forma de haz de luz con luces intensas



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.68: Vista de frente de faros LED

d. PRUEBAS DE CONSUMO DE ENERGÍA

Para las pruebas de consumo de energía utilizamos dos multímetros digitales para medir la caída de voltaje en cada tipo de faro y a la vez la intensidad de corriente.

Las pruebas se realizaron en diferentes condiciones como: Con motor en marcha, motor apagado, con el faro en el sistema de alumbrado y pruebas independientes de cada faro en la batería.

Con estas magnitudes medidas, se procedió a calcular la potencia consumida de cada faro en WATT.

d1. LÁMPARA INCANDESCENTE

Se ha utilizado una lámpara FLOSSER 12V GP394002



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.69: Prueba de foco incandescente en el sistema

Tabla 5.5: Consumo de energía de lámparas incandescentes

LÁMPARAS INCANDESCENTES			
PRUEBA INDIVIDUAL DE LA LÁMPARA			
	VOLTAJE (V)	INTENSIDAD DE CORRIENTE (A)	POTENCIA (W)
LÁMPARA EN MEDIAS			
VEHÍCULO ENCENDIDO	14,03	4,29	60,19
VEHÍCULO APAGADO	12,41	4	49,64
LÁMPARA EN INTENSAS			
VEHÍCULO ENCENDIDO	14,13	4,95	69,94
VEHÍCULO APAGADO	12,65	4,68	59,20
PRUEBA CON LÁMPARA EN EL SISTEMA			
	VOLTAJE (V)	INTENSIDAD DE CORRIENTE (A)	POTENCIA (W)
LÁMPARA EN MEDIAS			
VEHÍCULO ENCENDIDO	13,6	3,25	44,20
VEHÍCULO APAGADO	12,35	3,05	37,67
LÁMPARA EN INTENSAS			
VEHÍCULO ENCENDIDO	13,9	3,42	47,54
VEHÍCULO APAGADO	12,46	3,32	41,37

Fuente: Grupo de investigación

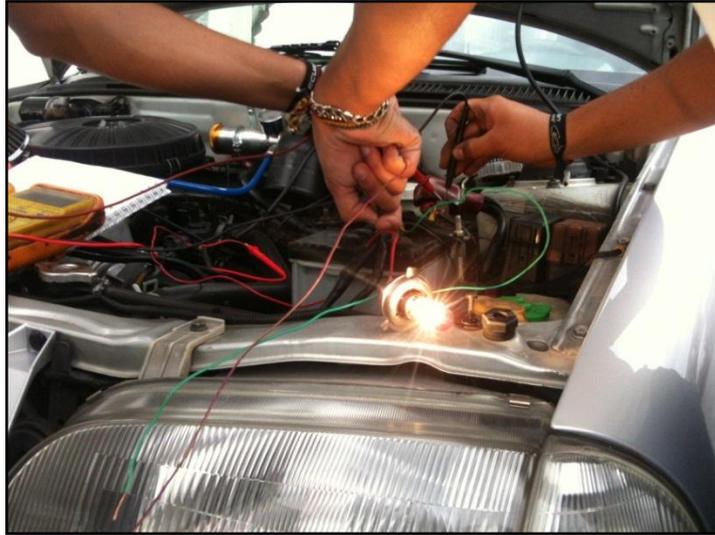
d2. LÁMPARAS HALÓGENAS

Se han utilizado lámparas halógenas OSRAM DILUX 12V H4V



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.70: Prueba de consumo de energía de faro halógeno en el sistema



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.71: Prueba independiente del foco halógeno en la batería

Tabla 5.6: Consumo de energía de lámpara halógena

LÁMPARA HALÓGENA			
PRUEBA INDIVIDUAL DE LÁMPARA			
	VOLTAJE (V)	INTENSIDAD DE CORRIENTE (A)	POTENCIA (W)
LÁMPARA EN MEDIAS			
VEHÍCULO ENCENDIDO	14,1	4,8	67,68
VEHÍCULO APAGADO	12,92	4,4	56,85
LÁMPARA EN INTENSAS			
VEHÍCULO ENCENDIDO	14,1	5,55	78,255
VEHÍCULO APAGADO	12,98	5,17	67,11
PRUEBA CON LÁMPARAS EN EL SISTEMA			
	VOLTAJE (V)	INTENSIDAD DE CORRIENTE (A)	POTENCIA (W)
LÁMPARA EN MEDIAS			
VEHÍCULO ENCENDIDO	13,8	3,45	47,61
VEHÍCULO APAGADO	12,35	3,24	40,01
LÁMPARA EN INTENSAS			
VEHÍCULO ENCENDIDO	13,5	3,6	48,6
VEHÍCULO APAGADO	12,36	3,5	43,26

Fuente: Grupo de investigación

d3. LÁMPARA DE XENÓN

Para las pruebas con el sistema de Xenón, se ha utilizado el sistema HID XENON 6000K H4.

Cabe resaltar que en este sistema no fue posible realizar pruebas con el foco independiente, ya que posee un balastro que es el que proporciona el alto voltaje.

En lugar de ésta prueba, se consideraron las medidas con el sistema frío y el sistema caliente debido a que varía considerablemente el consumo según la temperatura de funcionamiento.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.72: Prueba en el fusible del sistema Xenón

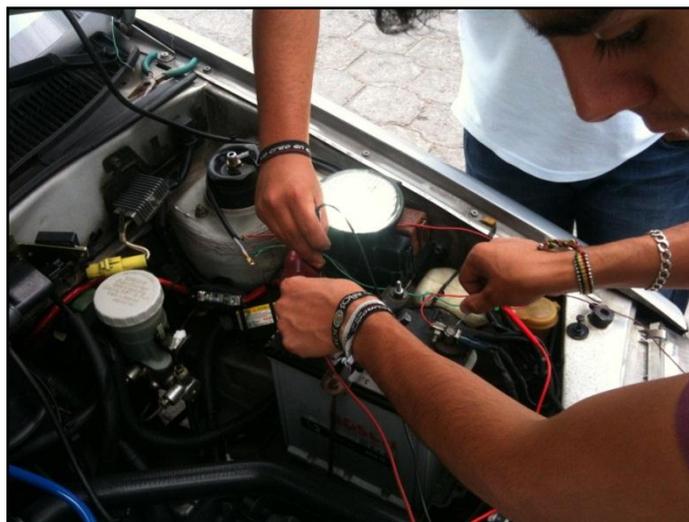
Tabla 5.7: Consumo de energía de lámpara Xenón

LÁMPARA DE DESCARGA DE GAS (XENON)			
PRUEBAS CON SISTEMA FRÍO			
	VOLTAJE (V)	INTENSIDAD DE CORRIENTE (A)	POTENCIA (W)
LÁMPARA EN MEDIAS			
VEHÍCULO ENCENDIDO	11,56	11,34	131,09
VEHÍCULO APAGADO	9,87	12,06	119,03
LÁMPARA EN INTENSAS			
VEHÍCULO ENCENDIDO	11,55	12,2	140,91
VEHÍCULO APAGADO	10,04	13,06	131,12
PRUEBAS CON SISTEMA CALIENTE			
	VOLTAJE (V)	INTENSIDAD DE CORRIENTE (A)	POTENCIA (W)
LÁMPARA EN MEDIAS			
VEHÍCULO ENCENDIDO	12,61	7,32	92,31
VEHÍCULO APAGADO	10,6	8,66	91,80
LÁMPARA EN INTENSAS			
VEHÍCULO ENCENDIDO	12,64	7,27	91,89
VEHÍCULO APAGADO	10,54	8,7	91,70

Fuente: Grupo de investigación

d4. LÁMPARA LED

Se utilizaron faros LED TRUCKSTAR CE 12-24V.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.73: Prueba de Faros LED

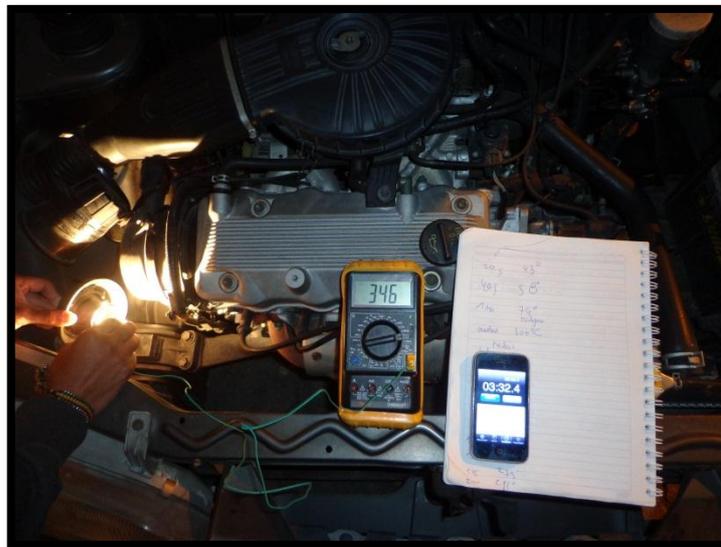
Tabla 5.8: Consumo de energía de Faros LED

LÁMPARAS CON DIODO EMISOR DE LUZ (LED)			
PRUEBA INDIVIDUAL DE LA LÁMPARA			
	VOLTAJE (V)	INTENSIDAD DE CORRIENTE (A)	POTENCIA (W)
LÁMPARA EN INTENSAS			
VEHÍCULO ENCENDIDO	14,26	1,16	16,54
VEHÍCULO APAGADO	13,01	1,2	15,61

Fuente: Grupo de investigación

e. PRUEBA DE TEMPERATURA DEL BULBO

Para medir la temperatura, se ha utilizado el accesorio de temperatura del multímetro digital y se han tomado valores de temperatura respecto a una escala de tiempo.



Fuente: Los Autores

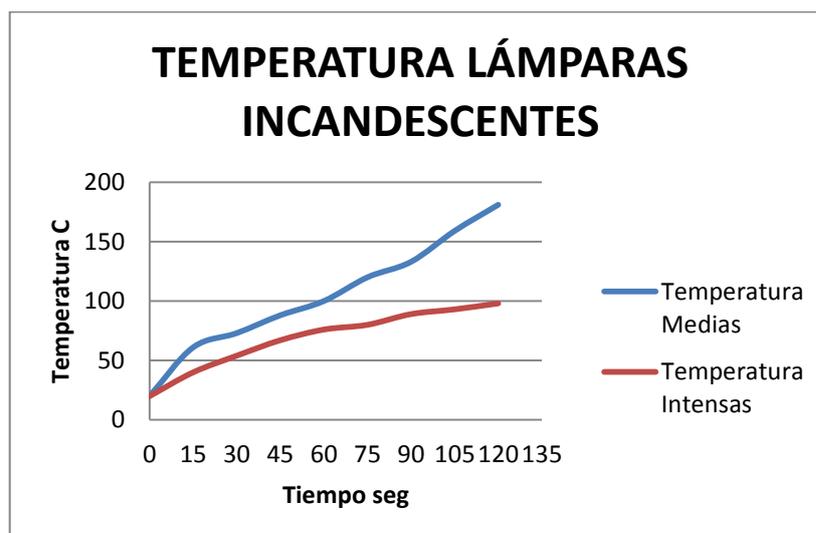
Figura 5.74: Medida de temperatura del bulbo incandescente

e1. TEMPERATURA DE LÁMPARAS INCANDESCENTES

Tabla 5.9: Temperatura de lámparas incandescentes

TEMP DE LAS LÁMPARAS INCANDESCENTES	
LUCES MEDIAS	
TIEMPO (seg)	TEMPERATURA (°C)
0	20
15	61
30	73
45	88
60	100
75	120
90	133
105	159
120	181
LUCES INTENSAS	
TIEMPO (seg)	TEMPERATURA (°C)
0	20
15	40
30	54
45	67
60	76
75	80
90	89
105	93
120	98

Fuente: Grupo de investigación



Fuente: Grupo de investigación

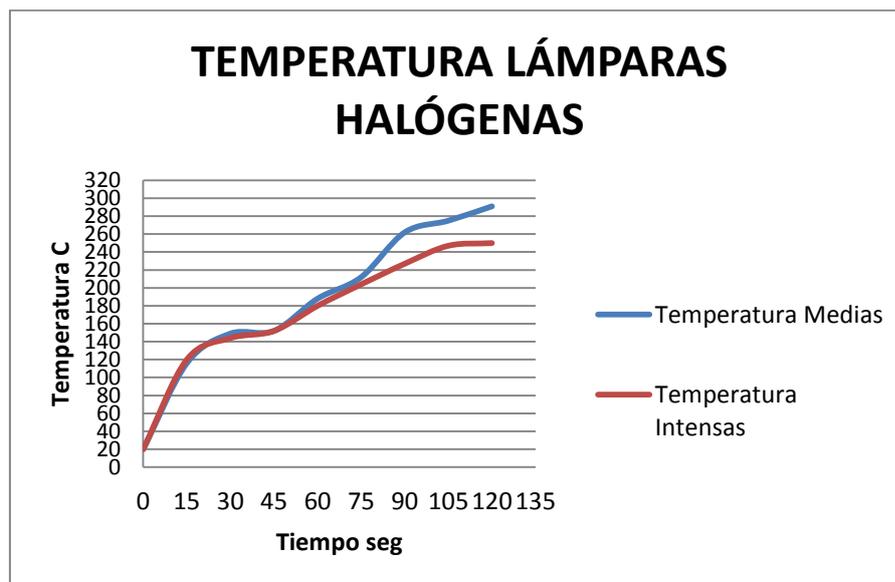
Figura 5.75: Gráfica Temp vs Tiempo de lámpara incandescente

e2. TEMPERATURA DE LÁMPARAS HALÓGENAS

Tabla 5.10 Temperatura de las lámparas Halógenas

TEMPERATURAS DE LAS LÁMPARAS HALÓGENAS	
LUCES MEDIAS	
TIEMPO (seg)	TEMPERATURA (oC)
0	20
15	116
30	149
45	152
60	188
75	212
90	262
105	275
120	291
LUCES INTENSAS	
TIEMPO (seg)	TEMPERATURA (oC)
0	20
15	120
30	144
45	152
60	180
75	204
90	227
105	247
120	250

Fuente: Grupo de investigación



Fuente: Grupo de investigación

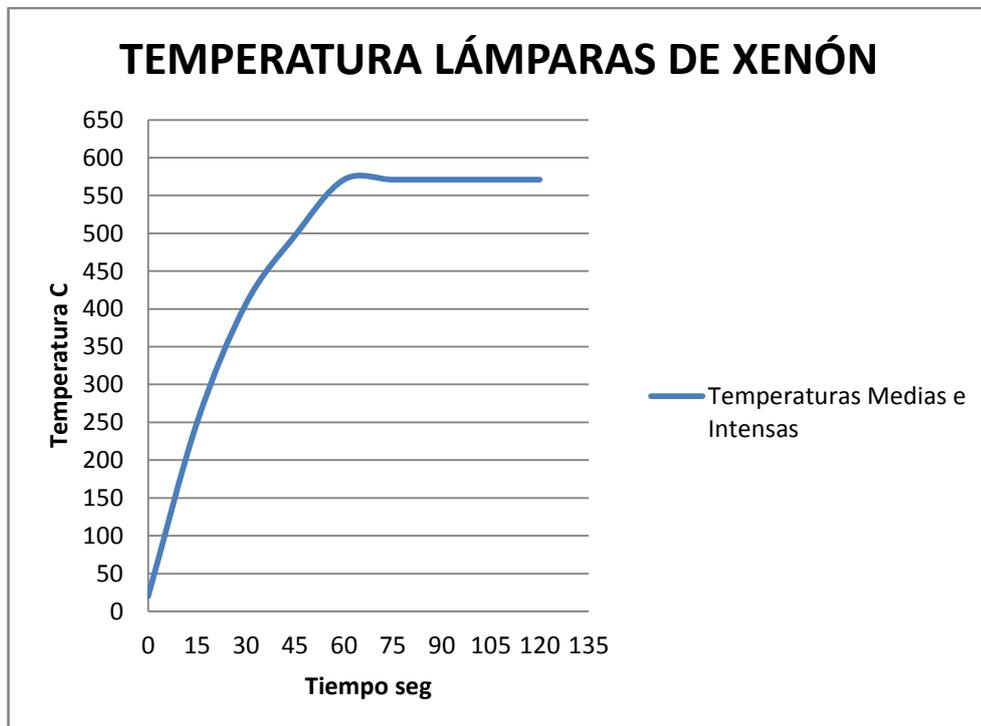
Figura 5.76 Gráfica Temp. Vs Tiempo de lámpara Halógena

e3. TEMPERATURA DE LÁMPARAS XENÓN

Tabla 5.11 Temperatura de Lámparas Xenón

TEMPERATURAS DE LAS LÁMPARAS XENON	
LUCES MEDIAS E INTENSAS	
TIEMPO (seg)	TEMPERATURA (oC)
0	20
15	250
30	407
45	497
60	571
75	571
90	571
105	571
120	571

Fuente: Grupo de investigación



Fuente: Grupo de investigación

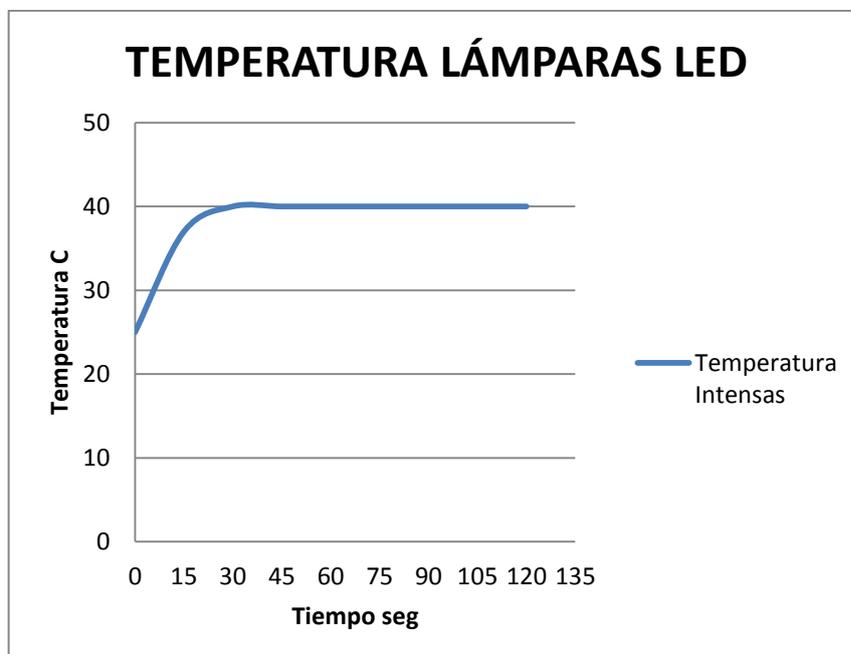
Figura 5.77: Gráfica Temp vs Tiempo de lámparas xenón

e4. TEMPERTATURA DE LÁMPARAS LED

Tabla 5.12 Temperatura de las lámparas LED

TEMPERATURAS DE LAS LÁMPARAS LED	
LUCES INTENSAS	
TIEMPO (seg)	TEMPERATURA (oC)
0	25
15	37
30	40
45	40
60	40
75	40
90	40
105	40
120	40

Fuente: Grupo de investigación



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.78 Gráfica Temp. Vs Tiempo de lámpara LED

f. DETERMINACIÓN DE EFICACIA Y EFICIENCIA LUMINOSA

Tomando en cuenta la potencia obtenida con la medición del consumo de corriente y la caída de voltaje en cada lámpara, se calcula la eficacia y eficiencia luminosa de cada lámpara.

f1. EJEMPLO DE CÁLCULO DE EFICACIA Y EFICIENCIA LUMINOSA

Datos:

Potencia (P) = 60,19 W

Flujo luminoso (Φ) = 1441 lm

Eficacia luminosa máxima (ρ máx) = 673 lm/W

Eficacia luminosa (ρ):

$$\rho = \frac{\Phi}{P} \quad \text{Ec 5.1}$$

$$\rho = \frac{1441}{60,19}$$

$$\rho = 23,94 \text{ lm/W}$$

Eficiencia luminosa (η):

Para calcular la eficiencia luminosa se hace una relación considerando que la eficacia luminosa máxima 673 lm/W corresponde a una eficiencia del 100%.

$$\eta = \frac{\rho \cdot 100}{\rho \text{ máx}} \quad \text{Ec 5.2}$$

$$\eta = \frac{23,94 \cdot 100}{673}$$

$$\eta = 3,56\%$$

f2. LÁMPARAS INCANDESCENTES

Tabla 5.13: Eficacia y Eficiencia de Lámparas Incandescentes

LÁMPARAS INCANDESCENTES			
PRUEBA INDIVIDUAL DE LA LÁMPARA			
POTENCIA (W)	LUMENES (lm)	EFICACIA LUMINOSA (lm/W)	EFICIENCIA LUMINOSA (%)
LÁMPARA EN MEDIAS			
60,19	1441	23,94	3,56
49,64	1441	29,03	4,31
LÁMPARA EN INTENSAS			
69,94	1240	17,73	2,63
59,20	1240	20,95	3,11
PRUEBA CON LÁMPARA EN EL SISTEMA			
POTENCIA (W)	LUMENES (lm)	EFICACIA LUMINOSA (lm/W)	EFICIENCIA LUMINOSA (%)
LÁMPARA EN MEDIAS			
44,20	1441	32,60	4,84
37,67	1441	38,26	5,68
LÁMPARA EN INTENSAS			
47,54	1240	26,08	3,88
41,37	1240	29,98	4,45

Fuente: Grupo de investigación

f3. LÁMPARAS HALÓGENAS

Tabla 5.14: Eficacia y Eficiencia de lámparas halógenas

LÁMPARA HALÓGENA			
PRUEBA INDIVIDUAL DE LÁMPARA			
POTENCIA (W)	LUMENES (lm)	EFICACIA LUMINOSA (lm/W)	EFICIENCIA LUMINOSA (%)
LÁMPARA EN MEDIAS			
67,68	8980	132,68	19,72
56,85	8980	157,97	23,47
LÁMPARA EN INTENSAS			
78,26	5830	74,50	11,07
67,11	5830	86,88	12,91

PRUEBA CON LÁMPARAS EN EL SISTEMA			
POTENCIA (W)	LUMENES (lm)	EFICACIA LUMINOSA (lm/W)	EFICIENCIA LUMINOSA (%)
LÁMPARA EN MEDIAS			
47,61	8980	188,62	28,03
40,01	8980	224,42	33,35
LÁMPARA EN INTENSAS			
48,60	5830	119,96	17,82
43,26	5830	134,77	20,02

Fuente: Grupo de investigación

f4. LÁMPARAS DE XENÓN

Tabla 5.15: Eficacia y eficiencia de Lámpara de Xenón

LÁMPARA DE DESCARGA DE GAS (XENON)			
PRUEBAS CON SISTEMA FRÍO			
POTENCIA (W)	LUMENES (lm)	EFICACIA LUMINOSA (lm/W)	EFICIENCIA LUMINOSA (%)
LÁMPARA EN MEDIAS			
131,09	284,7	2,17	0,32
119,03	284,7	2,39	0,36
LÁMPARA EN INTENSAS			
140,91	84,1	0,60	0,09
131,12	84,1	0,64	0,10

PRUEBAS CON SISTEMA CALIENTE			
POTENCIA (W)	LUMENES (lm)	EFICACIA LUMINOSA (lm/W)	EFICIENCIA LUMINOSA (%)
LÁMPARA EN MEDIAS			
92,31	16070	174,10	25,87
91,80	16070	175,06	26,01
LÁMPARA EN INTENSAS			
91,89	17120	186,30	27,68
91,70	17120	186,70	27,74

Fuente: Grupo de investigación

f5. LÁMPARAS LED

Tabla 5.16: Eficacia y eficiencia de lámpara LED

LÁMPARAS CON DIODO EMISOR DE LUZ (LED)			
PRUEBA INDIVIDUAL DE LA LÁMPARA			
POTENCIA (W)	LUMENES (lm)	EFICACIA LUMINOSA (lm/W)	EFICIENCIA LUMINOSA (%)
LÁMPARA EN INTENSAS			
16,54	5100	308,31	45,81
15,61	5100	326,67	48,54

Fuente: Grupo de investigación

g. COMPARACIÓN DE COSTOS DE LOS FAROS

Tabla 5.17: Costos de los faros

COSTOS DE LAS LUMINARIAS	
LÁMPARA	PRECIO (USD)
LÁMPARA INCANDESCENTE	8
LÁMPARA HALÓGENA	16
LAMPARA DE XENON	180
LÁMPARA LED	150

Fuente: Grupo de investigación

5.2.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

a. ANÁLISIS DE FLUJO LUMINOSO

Con los resultados obtenidos en las pruebas de flujo luminoso de los diferentes faros, se obtuvo las siguientes conclusiones:

- En la medida frente al faro, se obtuvo que la lámpara LED emite mayor luminosidad (256900 lum) en comparación a las otras.

- A partir de 1m, la lámpara de xenón es la de mayor flujo luminoso debido a su tecnología de descarga de gas.
- La lámpara halógena presenta un nivel intermedio de luminosidad pero de similares características que la lámpara LED.
- La lámpara incandescente, presenta la mayor deficiencia de flujo luminoso entre las lámparas consideradas.

Tabla 5.18: Resumen de lúmenes de faros

LÚMENES DE FAROS							
LUCES MEDIAS							
TIPO DE LÁMPARA	FRENTE	1m	3m	5m	10m	30m	50m
INCANDESCENTES	14460	1441	326,3	151,6	37,8	N/A	N/A
HALÓGENAS	47600	8980	1364	553	141,9	19,5	6,5
XENÓN	136700	16070	2515	1012	191	27	7,6
LUCES INTENSAS							
TIPO DE LÁMPARA	FRENTE	1m	3m	5m	10m	30m	50m
INCANDESCENTES	12140	1240	310,6	156,8	30,9	4	N/A
HALÓGENAS	25500	5830	1644	924	240	38,4	14,6
XENÓN	112700	17120	3313	1328	302,7	58,4	24,3
LED	256900	5100	852	319	40	4,5	1,8

Fuente: Grupo de investigación

b. ANÁLISIS DE CONSUMO DE ENERGÍA

Considerando los resultados de las medidas de consumo de energía, se obtiene las siguientes conclusiones:

- En cuanto a potencia consumida, se concluye que la lámpara LED es la de menor consumo en comparación con las otras lámparas consideradas.
- La lámpara LED consume 75% menos potencia que la lámpara Halógena y la incandescente, y 85% menos que la lámpara Xenón.

- La lámpara de Xenón es la de mayor consumo de potencia debido a que el sistema emplea balastos de alto consumo para aumentar el voltaje de los faros.

c. ANÁLISIS DE EFICIENCIA

En consideración al flujo luminoso y consumo de potencia de cada lámpara, se concluye lo siguiente:

- La lámpara LED, es la más eficiente de las lámparas consideradas (48,54% de eficiencia), debido a su iluminación regular y bajo consumo de energía.
- En comparación con las otras lámparas, la lámpara LED tiene 15,19% más eficiencia que la lámpara Halógena, 20,80% más eficiencia que la lámpara Xenón y 42,86% más que la lámpara Incandescente.
- Al momento de accionar la lámpara de xenón, ésta tiene una eficiencia de 0,09% debido a que necesita altos valores de corriente para alcanzar rápidamente su temperatura óptima de funcionamiento.
- El resto de porcentaje perdido en la eficiencia son pérdidas por calor analizadas posteriormente.

d. ANÁLISIS DE ALCANCE

Con las medidas de alcance de haz de luz que se realizaron con los faros, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Las luces de xenón y halógenas son las que dan mayor alcance con una distancia de aproximadamente 125m.
- La lámpara de LED tiene un alcance regular de aproximadamente 94 m.

- La lámpara incandescente presenta grandes deficiencias de alcance, debido a que en las pruebas realizadas tan solo tuvo un alcance de 46 m.

e. ANÁLISIS DE ANCHO DE LUZ

Mediante la prueba de ancho de luz, se determinó que:

- A 10m, las lámparas Xenón tienen mayor ángulo de iluminación que las otras consideradas, y superan por aproximadamente el doble a las lámparas LED, pero cabe resaltar que para la prueba se utilizaron solo dos lámparas LED.
- Las lámparas incandescentes presentan la menor apertura de luz (5,7m).
- A 30m, la lámpara de xenón y la LED abren más el haz de luz, a diferencia de la halógena que va cerrando el haz.

f. ANÁLISIS DE TEMPERATURA DEL BULBO

Considerando las medidas de pérdidas por calor, se determinó que:

- La lámpara que menos pérdidas por calor tiene es la lámpara LED, debido a que alcanza una temperatura máxima de 40°C; por lo que se concluyó que era la lámpara con mayor eficiencia.
- La lámpara xenón es la que más pérdida por calor tiene, debido a que alcanza temperaturas sobre los 500°C.
- La lámpara halógena, también posee una pérdida de calor por sobre los 250°C, lo que disminuye la eficiencia de la lámpara.
- La lámpara incandescente alcanza temperaturas sobre los 180°C.

g. ANÁLISIS DE COSTOS DE LOS FAROS

Tomando en cuenta los costos de los faros, se han determinado las siguientes conclusiones:

- Los faros incandescentes y halógenos son los más económicos en el mercado debido a su fácil acceso y sencillez.
- El sistema de luces de xenón es el más costoso debido a la complejidad del mismo y la cantidad de componentes que intervienen.
- Los faros Led tienen un costo elevado debido a la poca disponibilidad de éstas lámparas en el mercado ecuatoriano.

h. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS LUMINARIAS

Tabla 5.19: Ventajas y desventajas de los faros automotrices

	INCANDESCENTE	HALÓGENAS	XENÓN	LED
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> -Fácil Acceso -Económica 	<ul style="list-style-type: none"> -Fácil Acceso -Económica -Buena Iluminación -Buena en condiciones de lluvia, neblina, etc. -Excelente alcance a largas distancias. 	<ul style="list-style-type: none"> -Luz blanca semejante al día -Gran iluminación -Gran alcance -Mejora estética del vehículo. -Gran apertura de haz de luz. 	<ul style="list-style-type: none"> -Luz blanca semejante al día -Gran iluminación a distancias moderadas -Alcance regular -Nueva tecnología -Poca temperatura de trabajo -Mayor eficiencia -Fáciles de manipular -Excelente apertura de haz de luz desde el faro. -Capaz de modular la intensidad d la potencia lumínica.

DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> -Tecnología antigua -Deficiente iluminación -Deficiente alcance -Poca eficiencia -Alta temperatura de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> -Consumo elevado de energía -Difíciles de manipular (Frágiles) -Alta temperatura de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> -Con el sistema frío posee poca iluminación y alto consumo de energía. -Malo en lluvia, neblina y polvo. -El sistema necesita estar caliente para funcionar óptimamente. -Alta temperatura de trabajo. -Sistema complejo -Elevado valor económico -Difíciles de manipular (Frágiles) 	<ul style="list-style-type: none"> -Poca iluminación a largas distancias. -Poco mercado nacional -Precio considerable
--------------------	---	---	--	--

Fuente: Grupo de investigación

5.2.5 DETERMINACIÓN DEL TIPO Y NÚMERO DE LUMINARIAS A UTILIZAR EN EL SISTEMA

Una vez realizado el estudio y considerando diferentes pruebas a los tipos de luminarias existentes en el mercado, se determinó usar los FAROS LED en el sistema de luces activas, debido a que:

- Presentan excelente iluminación en distancias cortas, y cabe resaltar que para la propuesta del proyecto se necesita iluminación a cortas distancias (en curvas, al coronar una pendiente, etc).
- Poseen un reducido consumo de potencia, por lo que permite adaptar más de una lámpara en el sistema.
- Al no poseer gran ancho de haz de luz, se optó por colocar 3 lámparas que superan el ancho de luz de las otras luminarias analizadas, sin aumentar notablemente el consumo de potencia.

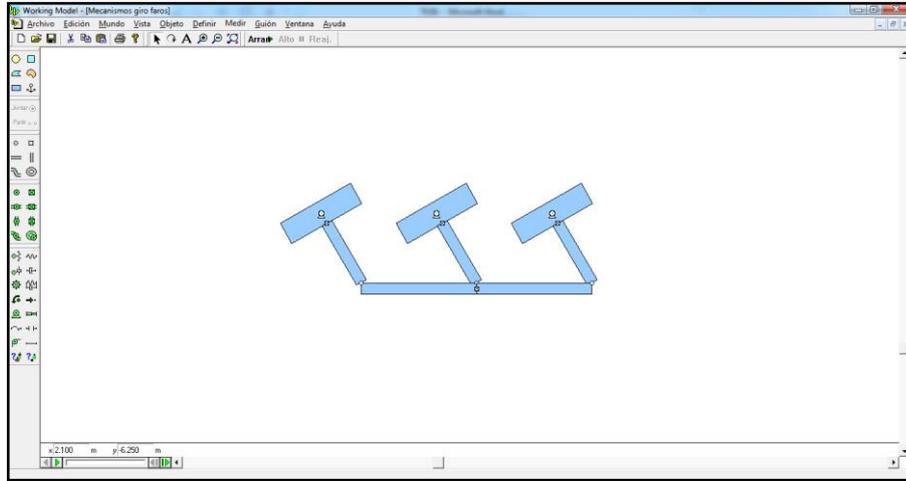
- En todas las lámparas Led, se optó por un diseño del cristal tallado en forma semiesférica para obtener mayor ancho de luz y dispersión horizontal del haz; y como no son puntuales, se evita el deslumbramiento a los conductores de la vía, además de permitir la mejora de la visibilidad en neblina y lluvia.
- Este tipo de iluminaria es graduable y capaz de modular la intensidad de la potencia lumínica, lo que es ideal para realizar el cambio de luces de altas a bajas evitando así el deslumbramiento a los demás conductores.
- Son lámparas fáciles de manipular y que no presentan mayor complejidad al sistema.
- Es una nueva tecnología que merece ser implementada en vehículos de gama media.

5.3 MECANISMO DEL SISTEMA DE LUMINARIAS INTELIGENTES

5.3.1 DISEÑO DEL MECANISMO DE GIRO Y LEVANTAMIENTO DE FAROS

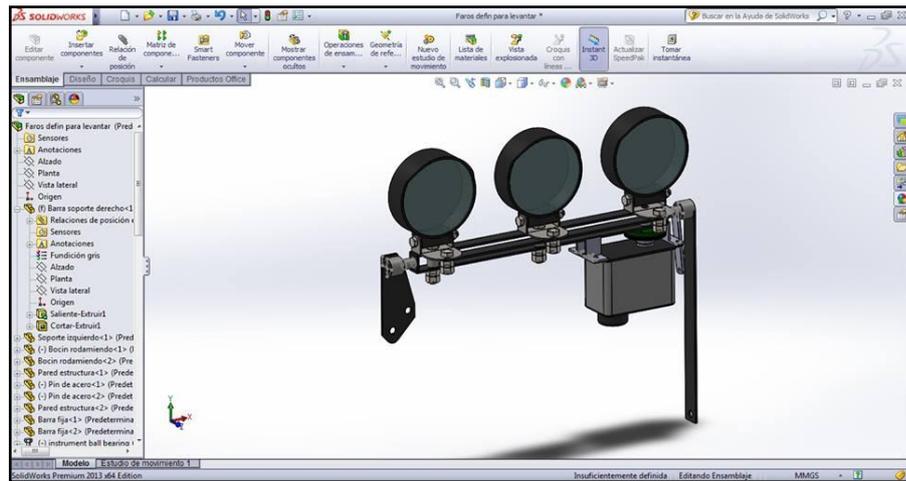
a. MECANISMO DE GIRO DE FAROS

Para el giro de los faros se ha empleado un mecanismo de 4 barras extendido para tres faros, debido a su sencillez de fabricación y efectividad en funcionamiento.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.79: Mecanismo de Giro en Working Model

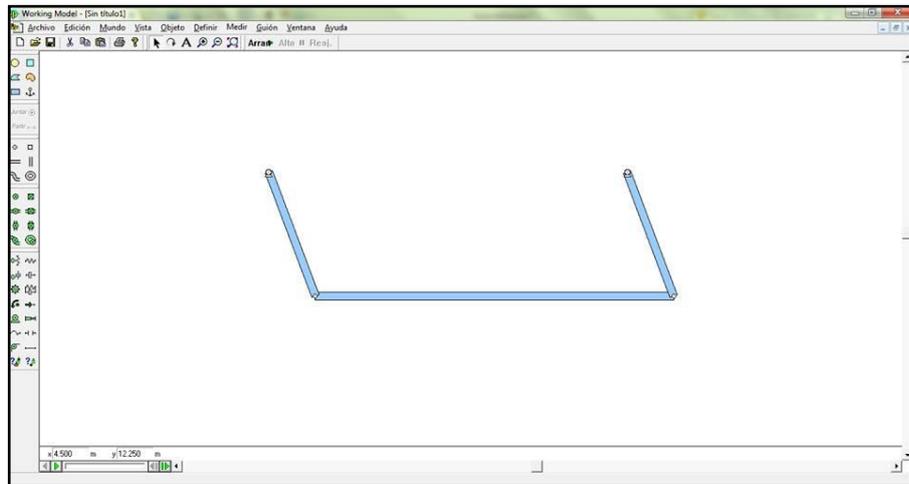


Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.80: Modelado del mecanismo de giro en Solid Works

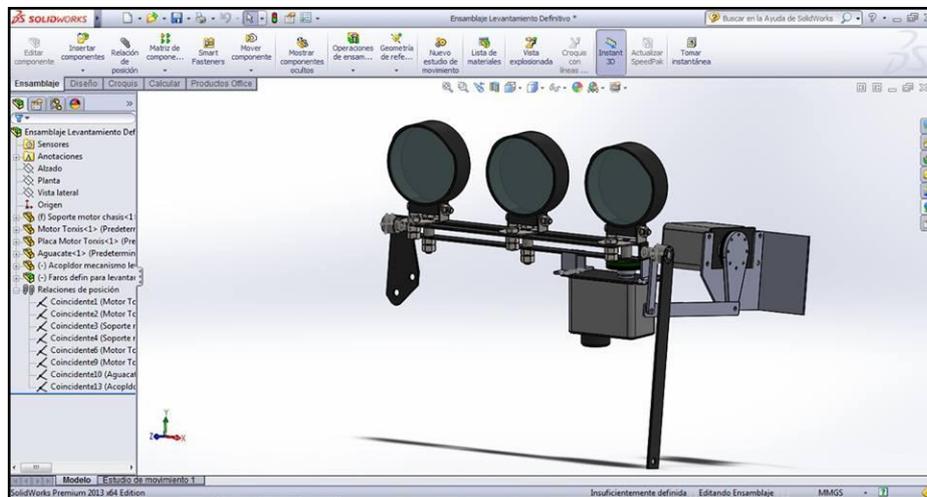
b. MECANISMO DE LEVANTAMIENTO DE FAROS

Para el levantamiento de los faros se ha empleado un mecanismo de 4 barras, ideal para el tipo de movimiento requerido y de fácil fabricación.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.81: Mecanismo de levantamiento en Working model



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.82: Modelado del mecanismo de levantamiento en Solid Works

5.3.2 SELECCIÓN DE LOS MOTORES DEL SISTEMA

Teniendo como información preliminar los siguientes datos, se realiza el cálculo del motor de levantamiento de faros.

$W = 3 \text{ kgf}$

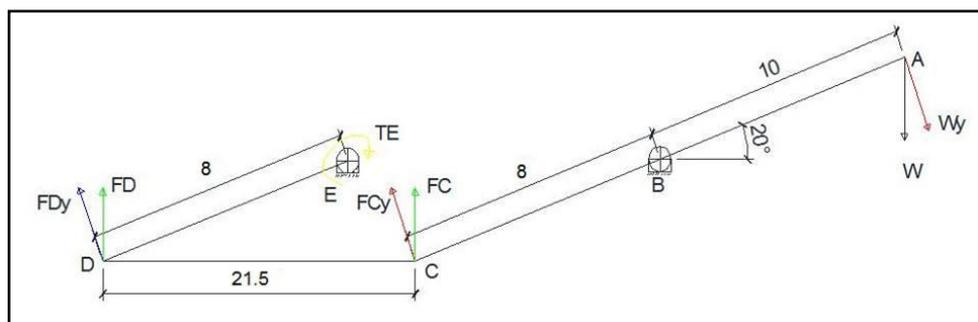
$AB =$ Longitud del pivote al centro de masa de los faros = 10cm

$BC =$ Longitud de la barra seguidora = 8cm

$CD =$ Longitud de la barra acopladora = 21.5cm

$DE =$ Longitud de la barra motriz = 8cm

$\tau_E =$ Torque necesario del motor



Fuente: Grupo de investigación
Figura 5.83 : Fuerzas en el mecanismo

$$W_y = W \cos 20^\circ \quad \text{Ec 5.3}$$

$$W_y = 3 \text{ kgf} \cos 20^\circ$$

$$W_y = 2.82 \text{ kgf}$$

$$\Sigma M_B = 0 \quad \text{Ec 5.4}$$

$$-2.82 (10) - F_{Cy} (8) = 0$$

$$F_{Cy} = -3.525 \text{ kgf}$$

$$FCy = FDy$$

Ec 5.5

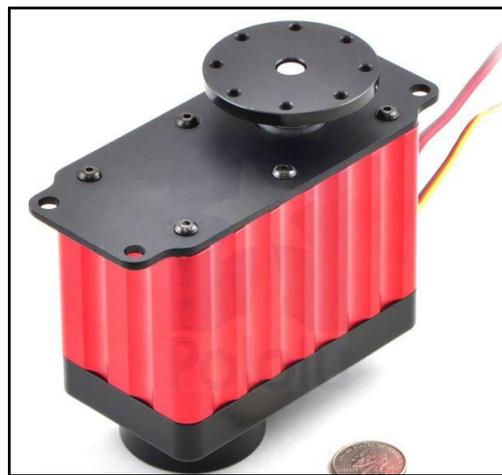
$$\tau_E = -3.525 \text{kgf} (8 \text{cm})$$

$$\tau_E = -28.2 \text{kg cm}$$

Para el caso se ha considerado un movimiento inicial de los faros de 20° y se determinó necesario un motor con un torque de 28.2kg cm ; y que para una posición de totalmente horizontal (0°) se necesitaría un motor de 30kg cm .

Por la disponibilidad en el mercado y considerando un factor de seguridad para el torque requerido seleccionamos un servomotor Torxis i00600 con las siguientes características.

- Torque continuo real de trabajo: 115Kg.cm (11.3N-m)
- Control de servomotor por ancho de pulso PWM
- Engranajes de elaboración metálica
- Alimentación de 12V
- Consumo de 3A a máxima carga
- 270° de operación continua



Fuente: Robotshop, 2013

Figura 5.84: Servomotor Torxis i00600

Para el mecanismo de giro de los faros se ha considerado utilizar un motor Torxis i00800 debido a que no se necesita un alto torque para este movimiento. El motor cuenta con las siguientes características:

- Torque continuo real de trabajo: 57Kg.cm (5.6 N-m)
- Control de servomotor por ancho de pulso PWM
- Engranajes de elaboración metálica
- Alimentación de 12V
- Consumo de 3A a máxima carga
- 270° de operación continua



Fuente: Robotshop, 2013

Figura 5.85: Servomotor Torxis i00800

5.3.3 CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES EN EL MECANISMO

Para empezar la construcción del mecanismo seleccionamos los materiales adecuados para el acoplamiento de los componentes mecánicos, que vamos a colocar en el mismo, los cuales nos deben brindar una resistencia óptima para el peso de los componentes y además las dimensiones necesarias para su correcta instalación.

Tabla 5.20: Componentes del mecanismo

CANTIDAD	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
1	Platina de hierro	120x50x3mm
1	Platina de hierro	350x19x3mm
2	Platina de hierro	390x19x4mm
1	Platina de hierro	132x50x3mm
2	Platina de hierro	20x19x4mm
1	Platina de hierro	300x25x6mm
3	Soportes en u	52x21x2mm
3	Bocines de acero	Øext 14,5 -Øint 10- h19mm
2	Bocines de acero	Øext 25 -Øint 22- h14,5mm
2	Pines de acero	Ø 14-L30mm
2	Rodamientos radiales de bolas	Øext 22 -Øint 10- h6mm
8	Rodamientos axiales de rodillos	Øext 24 -Øint 10- h3mm
3	Pernos de acero	10x25mm
2	Pernos de acero	10x48mm
3	Pernos de acero	8x64mm

Fuente: Grupo de investigación

a. CONSTRUCCIÓN DEL MECANISMO DE POSICIONAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL

Elegidos todos los componentes para el mecanismo, y posterior a haberse realizado el diseño en Solid Works, hacemos los cortes, medidas

y soldas para su fabricación de acuerdo a lo esquematizado en el software.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.86: Medición para el corte en las platinas de hierro



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.87: Perforación de las platinas para el soporte de los faros



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.88: Soportes para los faros LED



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.89: Componentes del mecanismo de giro de faros



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.90: Fabricación de bocines para el posicionamiento horizontal de faros



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.91: Soldado de bocines para soporte del mecanismo de faros



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.92: Pulido de las soldaduras en las piezas



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.93: Centrado del mecanismo de faros en el automóvil

c. MODIFICACIÓN DEL CAPOT PARA EL SISTEMA DE FAROS OCULTOS



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.94: Corte del capot para ocultar los faros



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.95: Pulido del corte en el capot



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.96: Fabricación de la tapa desplazable con sus puntos de pivote



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.97: Realización de la curvatura en la tapa desplazable



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.98: Soldado de esquinas para el cierre de la tapa desplazable



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.99: Ensamblaje del mecanismo en el vehículo con el capot modificado



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.100: Faros ocultos en el capot



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.101: Proceso de masillado del capot modificado



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.102: Proceso de lijado del capot modificado



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.103: Proceso de fondeado del capot modificado



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.104: Proceso de emporado final



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.105: Acabado final del capot modificado



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.106: Acabado final del capot modificado

5.4 SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO

5.4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

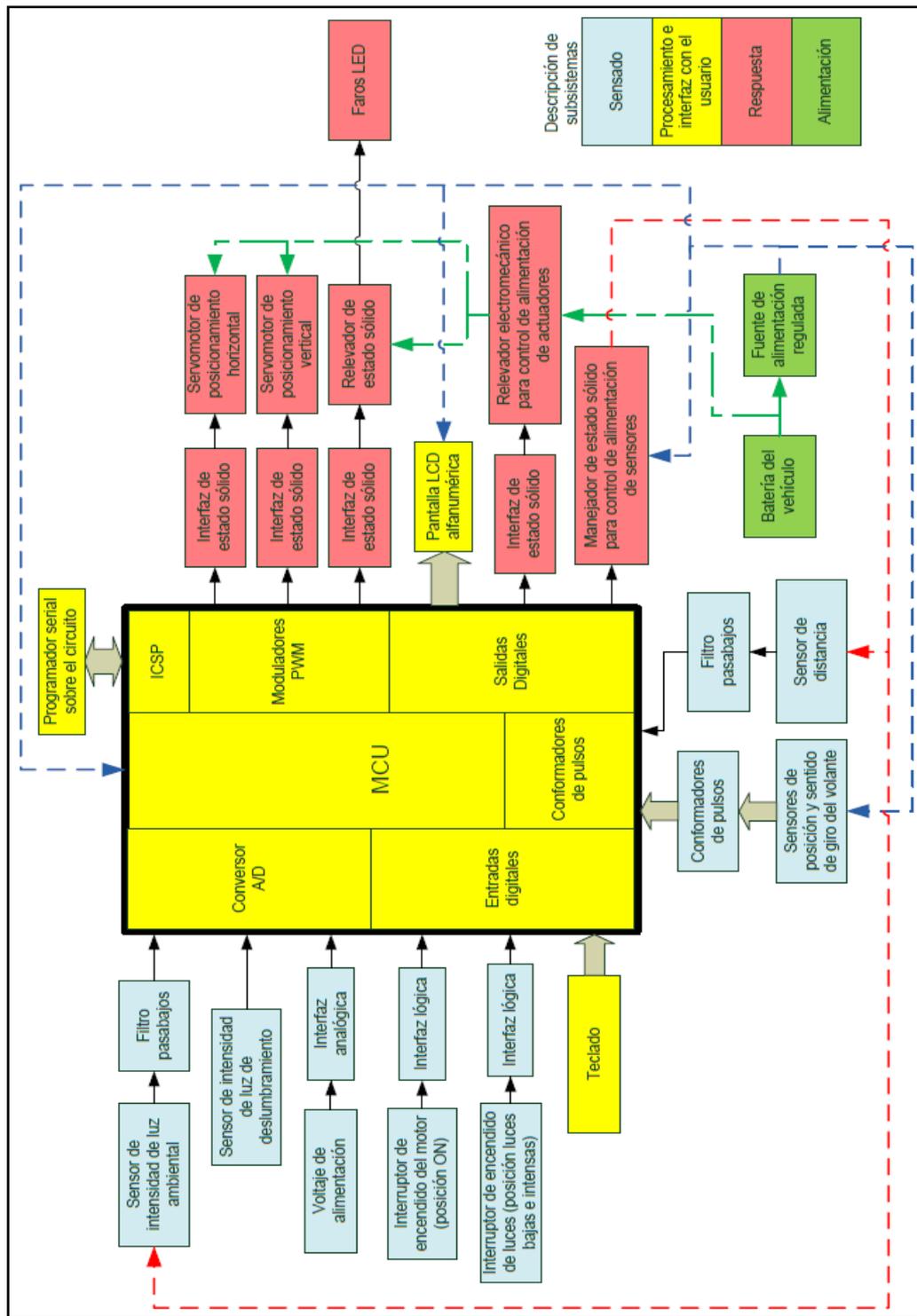
El dispositivo es un sistema mecánico-electrónico implementado en el automóvil diseñado para el giro, levantamiento y modulación de intensidad de luz de faros según condiciones externas.

Los mecanismos que constituyen el sistema permiten:

- Controlar en tiempo real el giro de los faros mediante la captación del sentido de giro del volante con el empleo de sensores ópticos.
- Permitir el accionamiento y levantamiento automático de los faros mediante condiciones de luz ambiental externa empleando una fotorresistencia.
- Modular la intensidad de luz de los faros para evitar deslumbramientos a otros conductores mediante la captación de luz contraria.
- Variar la posición vertical de los faros para evitar deslumbramiento posterior a otros conductores usando un sensor ultrasónico de proximidad.
- Controlar permanentemente el estado de carga de la batería como requisito para el funcionamiento del sistema.
- Mantener una comunicación permanente con el usuario mediante una interfaz alfanumérica LCD y un teclado para configuraciones.

a. APROXIMACIÓN EN BLOQUES

La concepción básica del dispositivo se basa en bloques agrupados en subsistemas de acuerdo a sus funciones generales (Alimentación, sensado, procesamiento y configuración, respuesta).



Fuente: Grupo de investigación
 Figura 5.107: Diagrama de bloques

Para su desempeño el sistema de control consta de 4 subsistemas:

- Subsistema de alimentación
- Subsistema de sensado
- Subsistema de procesamiento e interfaz con el usuario
- Subsistema de respuesta

b. SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN

Se basa en una fuente de alimentación que regula el voltaje de alimentación al sistema electrónico.

La fuente está protegida contra interferencias, sobrevoltajes y conexiones invertidas.

c. SUBSISTEMA DE SENSADO

Comprende todos aquellos sensores y señales del vehículo que luego serán analizadas por el subsistema de procesamiento y configuración.

Estas señales permiten al sistema adquirir toda la información necesaria para el subsistema de respuesta.

Dentro de las señales del subsistema se tienen:

- Sensor de intensidad de luz ambiente.- Es el encargado de captar la luz proveniente del ambiente para el accionamiento automático del sistema; posee un filtro pasabajo para evitar interferencias en la señal que ingresa al conversor análogo/digital del microcontrolador.
- Sensor de intensidad de luz de deslumbramiento.- Permite captar la luz contraria emitida por otros vehículos para la modulación de la intensidad de luz del sistema. Esta señal ingresa al conversor análogo/digital del microcontrolador.
- Sensor de voltaje de alimentación.- Permite medir el estado de carga de la batería como requisito para el funcionamiento del sistema a

través de una interfaz analógica que envía la señal al convertor análogo/digital del microcontrolador.

- Sensor de distancia ultrasónico.- Permite medir la proximidad de otro vehículo para regular el posicionamiento vertical y evitar deslumbramientos posteriores. Emplea un filtro pasabajo para evitar interferencias. Esta señal ingresa al conformador de pulsos del microcontrolador.
- Sensores ópticos de posición y sentido de giro del volante.- Permiten sensar el desplazamiento angular del volante, así como su sentido de giro para el direccionamiento de faros en curvas. Emplean conformadores de pulsos para tratar la señal que ingresa al conformador de pulsos del microcontrolador.
- Interruptor de encendido (Arnés en posición ON).- Permite condicionar al sistema para que la alimentación de los componentes sea permisible sólo cuando el switch del vehículo esté en la posición ON. Emplea una interfaz lógica optoacoplada para el procesamiento de la señal que ingresa a las entradas digitales del microcontrolador.
- Interruptor de encendido de luces.- Permite accionar el sistema manualmente por el usuario al accionar las luces convencionales del vehículo. Emplea una interfaz lógica optoacoplada para el procesamiento de la señal que ingresa a las entradas digitales del microcontrolador.

d. SUBSISTEMA DE PROCESAMIENTO E INTERFAZ CON EL USUARIO

Comprende todos los mecanismos que le permiten actualizar el firmware sobre la placa del microcontrolador.

Posee un teclado con el que se puede ingresar las calibraciones previas del sistema para adaptar el funcionamiento a los requerimientos del usuario y una pantalla LCD que permite observar un menú de configuración y las acciones que esta tomando en el momento el sistema de control.

Dentro de los componentes del subsistema tenemos:

- Programador serial sobre el circuito.- Es la interfaz que permite conectar el módulo al computador y de esta manera recopilar y actualizar el firmware.
- Microcontrolador.- Es el encargado del procesamiento de las señales del subsistema de sensado y la conformación de señales para el subsistema de respuesta.

Contiene:

- Programador serial sobre el circuito ICSP
 - Conversor análogo digital
 - Entradas digitales
 - Conformador de pulsos
 - Salidas digitales
 - Moduladores PWM
 - MCU
- Pantalla LCD alfanumérica.- Permite mostrar el menú de calibración y los datos de funcionamiento del sistema.
 - Teclado.- Permite la configuración manual del sistema por el usuario. Va conectado a las entradas digitales del microcontrolador.

e. SUBSISTEMA DE RESPUESTA

Comprende todos los actuadores y pre actuadores en los que se observa el resultado de las señales adquiridas y procesadas por los subsistemas de sensado y procesamiento.

El subsistema de respuesta contiene:

- Actuadores.- Son los componentes que indican un cambio en un fenómeno físico como movimiento, intensidad de luz, etc.

Entre los actuadores del sistema tenemos:

- Servomotor de posicionamiento horizontal
- Servomotor de posicionamiento vertical
- Faros LED

- Pre actuadores.- Corresponden a las interfaces que permiten el funcionamiento de los actuadores.

Entre los pre actuadores del sistema tenemos:

- Interfaz de estado sólido
- Relevador de estado sólido
- Relevador electromecánico para control de alimentación de actuadores.
- Manejador de estado sólido para control de alimentación de sensores.

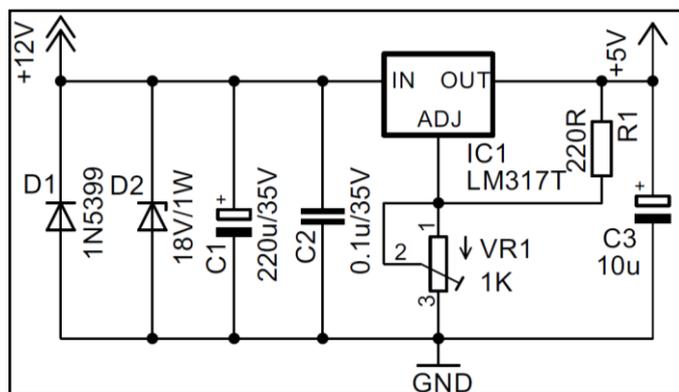
5.4.2 CARACTERIZACIÓN DEL HARDWARE

El sistema de luces automatizado contiene un módulo electrónico programable que se encarga de suministrar todas las funciones requeridas del sistema a través de diferentes interfaces.

Éste módulo además de permitir la automatización del sistema, brinda al usuario la posibilidad de configurarlo según sus necesidades y es factible de adaptar a cualquier vehículo que lo requiera.

a. SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN

FUENTE DE ALIMENTACIÓN REGULADA



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.108: Circuito de fuente de alimentación regulada

La fuente regulada de voltaje esta basada en un regulador variable LM317T.

El circuito consta de algunos elementos de protección:

El diodo D1 1N5399 trabaja como rectificador de media onda y protege al circuito contra la conexión inversa y elimina picos de voltaje negativos generados por cargas inductivas en el suministro eléctrico del automóvil.

El diodo zenner D2 es protección para sobrevoltajes, permitiendo que en caso de existir un voltaje pico mayor a 18V, éste se polarice y no pase el voltaje al sistema.

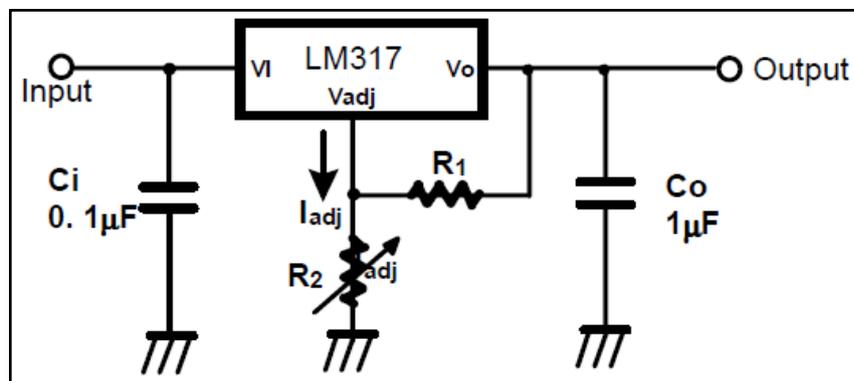
El capacitor C1 de 220 μ F/35V esta dimensionado para funcionar como un filtro pasa-bajo, con corte de frecuencias de hasta 60 Hz. Toda frecuencia mayora 60 Hz es absorbida por el capacitor eliminando de esta manera la interferencia.

El capacitor C2 de $0.1\mu\text{F}/35\text{V}$ es de desacople y permite el funcionamiento normal del regulador variable LM317T y es recomendado por el fabricante para que funcione como filtro pasa-bajo adicional.

El capacitor C3 de $10\mu\text{F}$ es para mantener una señal constante y aliviar armónicos que puedan introducirse al voltaje regulado de salida.

El regulador variable LM317T tiene una limitación interna de corriente para cortocircuito de 1.5 A , es decir en caso de un cortocircuito se limita la corriente o se apaga el regulador, además posee una estabilidad ante la temperatura, es decir que con cambios de temperatura el voltaje no varía significativamente.

Para la regulación del voltaje de salida se ha empleado la conexión recomendada por el fabricante en el datasheet.



Fuente: Datasheet LM317T

Figura 5.109: Circuito recomendado para el LM317T

Para la selección de la resistencia fija y variable, se ha empleado la ecuación mostrada en el datasheet:

$$V_o = 1,25 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_{adj} \cdot R_2 \quad \text{Ec 5.6}$$

Donde:

V_o = Voltaje de salida

R_2 = Resistencia variable

R_1 = Resistencia fija

I_{adj} = Corriente de ajuste (en este caso se considera inexistente por ser una corriente menor a $100\mu\text{A}$)

Considerando un voltaje de salida de 5 V y asumiendo una resistencia fija R_1 de 220Ω , se calcula la resistencia variable:

$$V_o = 1,25 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

Despejando R_2 de la ecuación:

$$R_2 = \left(\frac{V_o}{1,25} - 1 \right) \cdot R_1$$

$$R_2 = \left(\frac{5}{1,25} - 1 \right) \cdot 220$$

$$R_2 = 660 \Omega$$

Para nuestro caso se ha escogido un potenciómetro de 1K debido a que R_2 calculado se encuentra en el rango del potenciómetro.

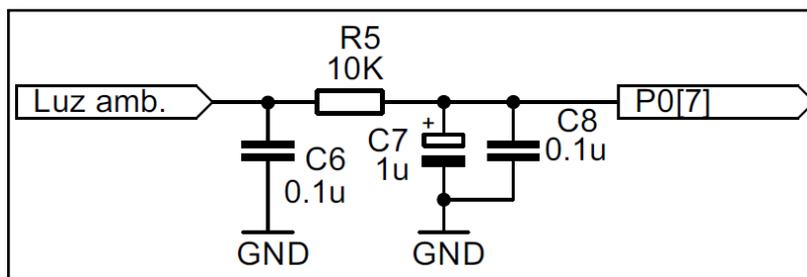
b. SUBSISTEMA DE SENSADO

SENSOR DE INTENSIDAD DE LUZ AMBIENTE



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.110: Sensor de luz de ambiente



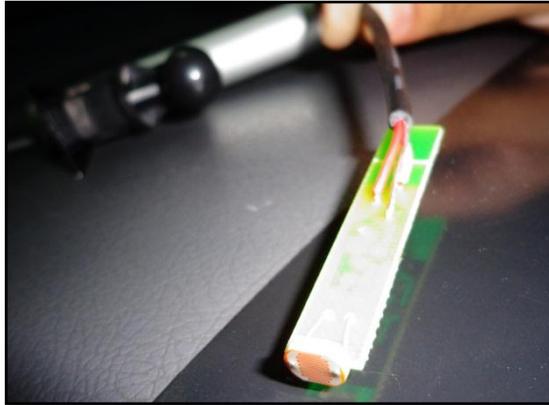
Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.111: Circuito filtro pasabajos de sensor de luz ambiente

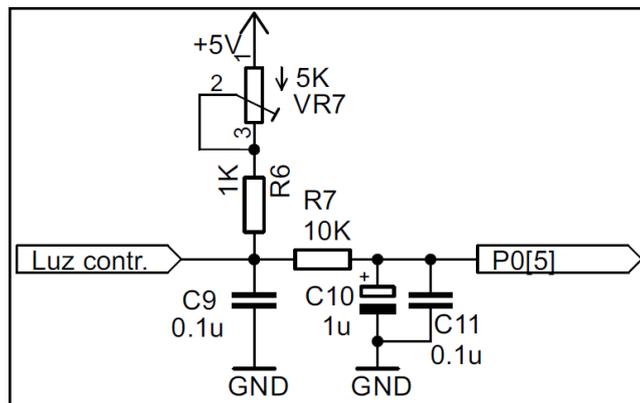
Debido a que el arreglo para tratar la señal de luz ambiente ya ha sido incluida en el sensor como tal, no ha sido necesario más que configurar un filtro pasabajo en el módulo para eliminar las altas frecuencias de la señal.

El filtro pasabajo contiene una resistencia R5 de 10K, dos capacitores C8 y C6 de $0,1\mu\text{F}$ y un capacitor C7 de $1\mu\text{F}$

SENSOR DE INTENSIDAD DE LUZ DE DESLUMBRAMIENTO



Fuente: Grupo de investigación
Figura 5.112: Sensor de luz contraria



Fuente: Grupo de investigación
Figura 5.113: Circuito de sensor de luz contraria

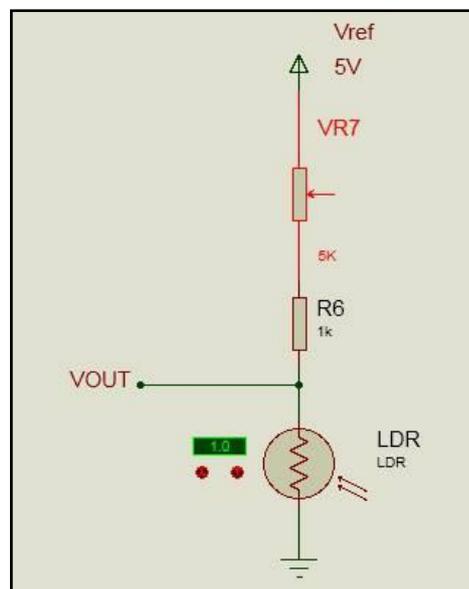
El circuito de sensado de luz contraria está conformado por una fotorresistencia (LDR) , un trimmer VR7 de 5K, una resistencia R6 de 1K, una resistencia R7 de 10K, dos capacitores C9 y C11 de 0,1 μ F y un capacitor C10 de 1 μ F.

El capacitor C9, es el responsable de eliminar transientes o señales de alta frecuencia; un capacitor con mayor capacitancia elimina frecuencias más bajas y uno con menor capacitancia elimina frecuencias más altas.

La resistencia R7 con los capacitores C10 y C11 forman un filtro pasabajo que ayuda eliminando las interferencias producidas por altas frecuencias.

El Trimmer VR7 junto con la resistencia R6 y la LDR forman un divisor de voltaje.

Cuando la fotorresistencia capta una luz contraria cambia su valor resistivo y en consecuencia varia el voltaje de salida del divisor. El trimmer permite calibrar el sensor para las condiciones de deslumbramiento y ausencia de luz que se requiera; por tanto la resistencia equivalente entre VR7 y R6 será calibrable para valores entre 1K y 6K como se muestra en la figura:



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.114: Divisor de voltaje para sensor de deslumbramiento

El voltaje resultante del divisor ingresa al conversor análogo/digital del microcontrolador y éste se encarga de transformar las variaciones del voltaje en una señal lógica tratable.

$$V_{OUT} = \frac{(V_{ref}) \cdot RLDR}{RLDR + (R6 + VR7)} \quad \text{Ec 5.7}$$

Donde:

V_{OUT} = Voltaje resultante del divisor

V_{ref} = Voltaje de referencia del divisor (5V)

$RLDR$ = Resistencia variable de la fotorresistencia

$R6$ = Resistencia de 1K

$VR7$ = Resistencia variable de 0 a 5K

V_{OUT} con luz contraria presente:

$$V_{OUT} = \frac{(5) \cdot 460}{460 + (1000 + 4000)}$$

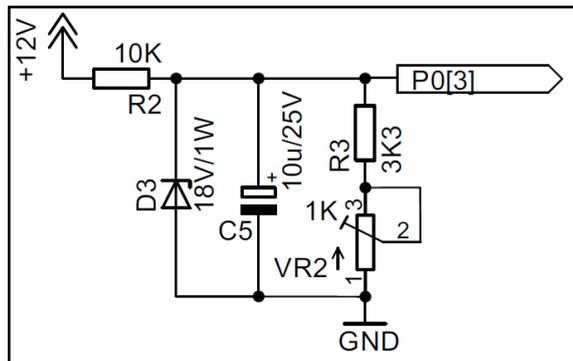
$$V_{OUT} = 0,42V$$

V_{OUT} sin luz contraria presente:

$$V_{OUT} = \frac{(5) \cdot 2000000}{2000000 + (1000 + 4000)}$$

$$V_{OUT} = 4,98V$$

SENSOR DE VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.115: Circuito de sensado de voltaje de alimentación

Para la medición en tiempo real del estado de carga de batería se ha configurado un circuito de sensado que contiene los siguientes componentes: Una resistencia R2 de 10K, un diodo zenner D3 de 18V/1W, un capacitor C5 de 10 μ F/25V, una resistencia R3 de 3,3K y un trimmer VR2 de 1K.

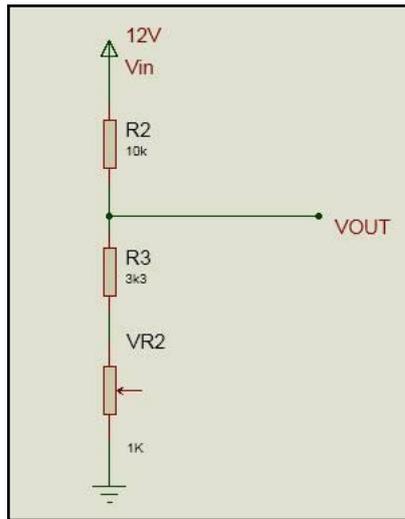
El diodo zenner en conjunto con la resistencia R2, forman una protección contra exceso de voltaje; cuando el voltaje de alimentación excede a 18V, el diodo se pone en corto impidiendo que el exceso de voltaje pase al circuito, este exceso de voltaje es absorbido en la resistencia de 10K.

El capacitor C5 en conjunto con la resistencia R2 forma un filtro pasabajo que absorbe las señales de alta frecuencia.

Para el tratado de voltaje en el microcontrolador se ha dispuesto un divisor de voltaje formado por la resistencia R2, la resistencia R3 y el trimmer VR2. Este divisor reduce el voltaje en aproximadamente 1/4 de su valor nominal para que pueda ser leído por el microcontrolador, posteriormente se compensará esta división en la programación del microcontrolador.

El trimmer VR2 permite la puesta a punto del sensor corrigiendo las tolerancias existentes en las resistencias.

En la figura se muestra el divisor de voltaje formado en el sensor y a continuación su respectivo cálculo.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.116 Divisor de voltaje para el sensor de batería

$$V_{OUT} = \frac{(V_{in}) \cdot (R_3 + VR_2)}{R_2 + (R_3 + VR_2)} \quad \text{Ec 5.8}$$

Donde:

V_{OUT} = Voltaje resultante del divisor

V_{in} = Voltaje de la batería

VR_2 = Resistencia variable de 0 a 1K

R_2 = Resistencia de 10K

R_3 = Resistencia de 3.3K

$$V_{OUT} = \frac{12 \cdot (3300 + 500)}{10000 + (3300 + 500)}$$

$$V_{OUT} = 3,3V$$

SENSOR DE DISTANCIA ULTRASÓNICO



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.117: Sensor ultrasónico de distancia



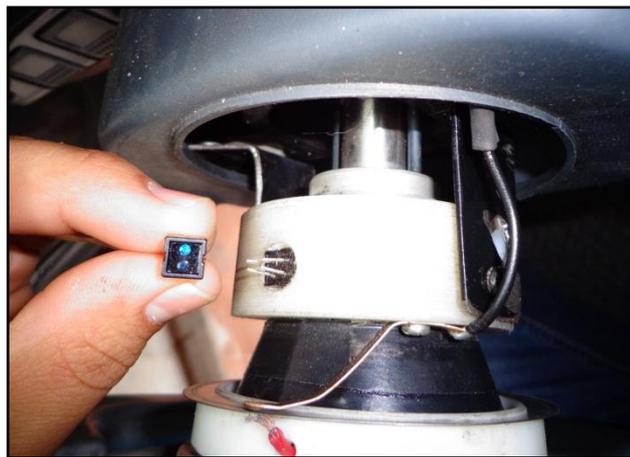
Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.118: Módulo del sensor ultrasónico

Éste sensor consta de un parlante que emite una señal de 40 KHz, y que al rebotar sobre una superficie es captada por un micrófono integrado en el sensor; de ésta manera mediante el tiempo empleado en dar y recibir la señal y la velocidad del sonido, se calcula la distancia del objeto.

El sensor mide hasta una distancia máxima de 3 metros y tiene un punto ciego de 20cm.

SENSORES ÓPTICOS DE POSICIÓN Y SENTIDO DE GIRO DEL VOLANTE



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.119: Sensores ópticos y codificador de cuadratura

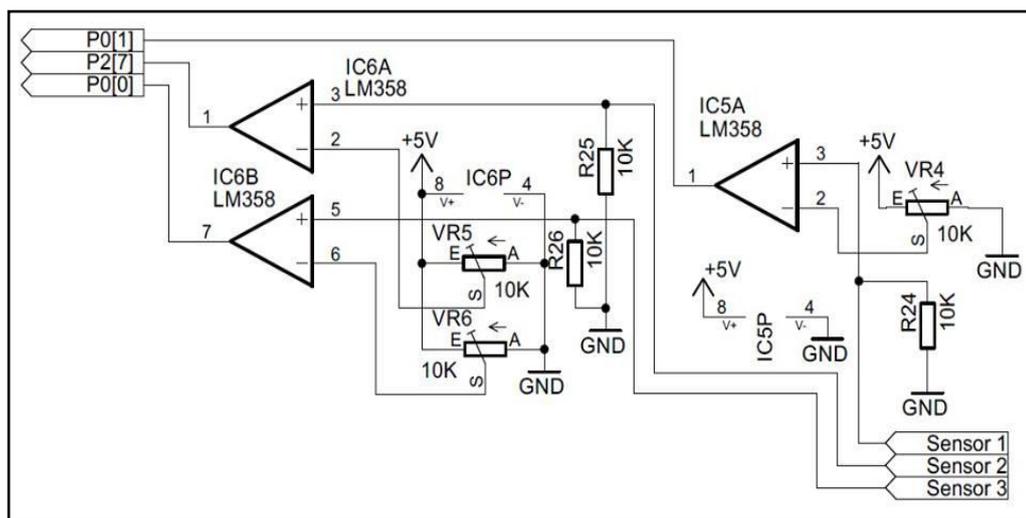
Son los encargados de captar la posición en la que se encuentra el volante y el sentido de giro de éste. Contienen un led infrarrojo que emite una cantidad de luz hacia un codificador. El codificador que está dispuesto con franjas blancas y negras refleja la luz hacia un optotransistor ubicado en el mismo sensor, cuando la luz incide sobre una superficie blanca, ésta retorna al optotransistor con suficiente intensidad

para activarlo y cuando incide sobre una superficie negra, la mayoría de luz es absorbida y no se activa el optotransistor.

Para el sensado de posición y giro se ha dispuesto 3 sensores ópticos de tal manera que formen un codificador de cuadratura.

El primer sensor permite medir el desplazamiento angular realizado por el volante, el segundo sensor junto con el primero están desfasados 90° y permiten captar el sentido de giro del volante, el tercer sensor permite encerrar el codificador de cuadratura y contar el número de vueltas del volante.

CONFORMADORES DE PULSOS



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.120: Conformadores de pulsos para sensores ópticos

El circuito conformador de pulsos permite tratar la señal de los sensores ópticos de posición y sentido de giro del volante y conformarla en una señal de 1 y 0 lógicos para el procesamiento en el microcontrolador.

Debido a los diferentes factores que inciden en la captación de la señal de los sensores ópticos (Distancia al codificador, luz externa, etc.), es

necesario utilizar amplificadores operacionales en configuración de comparador de ventana para la conformación de los pulsos que van al microcontrolador.

El circuito está formado por: El amplificador operacional IC5A LM358, una resistencia R24 de 10K, y un trimmer VR4 de 10K.

El trimmer VR4 con un voltaje de referencia de 5V forma un divisor de voltaje que ingresa al terminal “-” del amplificador operacional. Éste voltaje resultante del divisor sirve como referencia para el comparador de ventana y es calibrable para las condiciones de uso.

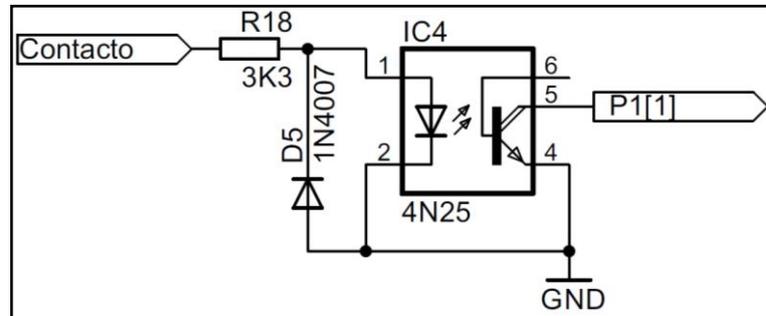
Cuando el sensor óptico incide sobre la superficie negra del codificador, el transistor corta el suministro de voltaje y se coloca 0V en el terminal “+” del amplificador operacional; de la misma manera cuando el sensor óptico incide sobre la superficie blanca del codificador, el transistor conmuta un voltaje de aproximadamente 5V hacia el terminal “+” del amplificador operacional.

La comparación de ventana se realiza de la siguiente manera: Cuando el voltaje en el terminal “+” es mayor o igual al voltaje en el terminal “-”, se coloca un 1 lógico a la salida del amplificador; y cuando el voltaje en el terminal “+” es menor al voltaje en el terminal “-”, se coloca un 0 lógico en la salida del amplificador.

De ésta manera se conforman los pulsos o señales digitales que se procesarán en el microcontrolador.

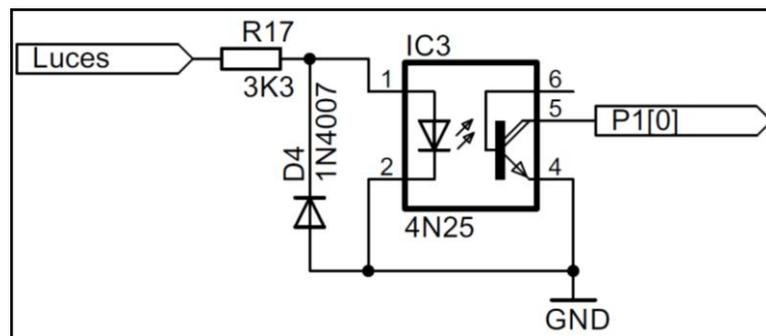
Para el sistema se ha dispuesto un conformador de pulsos por cada sensor óptico de giro para permitir la calibración individual del voltaje de referencia de estos sensores.

INTERFACES LÓGICAS OPTOACOPLADAS PARA SEÑAL DE CONTACTO Y LUCES



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.121: Interfaz lógica optoacoplada para señal de contacto



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.122: Interfaz lógica optoacoplada para señal de luces

El optoacoplador es un dispositivo electrónico que permite proporcionar una señal de activación o desactivación lógica por medio de una señal infrarroja emitida por un diodo LED. Ésta característica del optoacoplador permite obtener señales lógicas a diferentes rangos de voltaje, con la única condición de que el voltaje suministrado sea el suficiente para energizar el LED.

Esta interfaz será aplicada para captar las señales de los interruptores de encendido de luces y switch ON del vehículo.

Posee un diodo D5 1N4007 que permite proteger al optoacoplador 4N25 contra picos de voltajes inversos emitidos por cargas inductivas las cuales se pueden dar al momento de desactivar el interruptor de luces a causa de los relés.

El optoacoplador 4N25 está formado por un diodo led infrarrojo IRLED que al ser energizado emite una luz infrarroja que es captada en la base del fototransistor permitiendo de esta manera la conmutación entre el emisor y el colector.

En el estado 1 (señal de contacto en ON o señal de luces encendidas), se energiza el IRLED debido a la presencia de un voltaje en V_{in} , lo que permite al fototransistor conmutar y enviar una señal de 0 lógico al micro controlador.

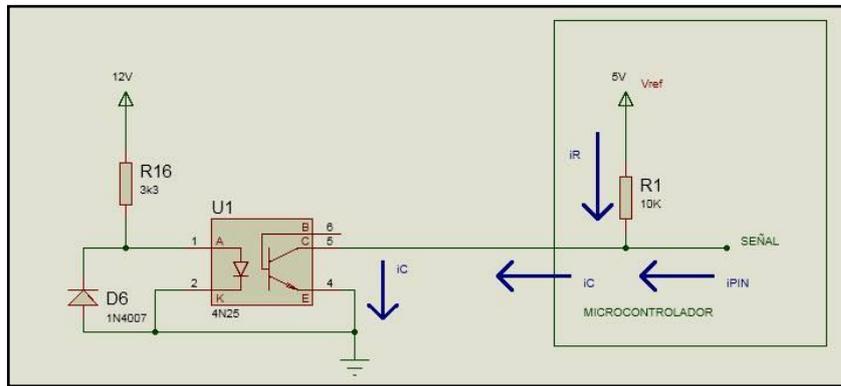
En el estado 2 (señal de contacto en OFF o señal de luces apagadas), no hay excitación del fototransistor, por lo que el sistema con resistencia pull up brinda una señal de voltaje referencial de 5V (1 lógico) al microcontrolador.

Tabla 5.21: Estados en el optoacoplador

ESTADO DIODO LED	ESTADO CIRCUITO	SEÑAL EN EL MICROCONTROLADOR
Apagado	El transistor no conduce	1 lógico
Encendido	El transistor conduce	0 lógico

Fuente: Grupo de investigación

La interfaz lógica optoacoplada contiene una resistencia limitadora de corriente R18 que regula la cantidad de corriente suministrada al LED y en consecuencia la cantidad de corriente suministrada al microprocesador.



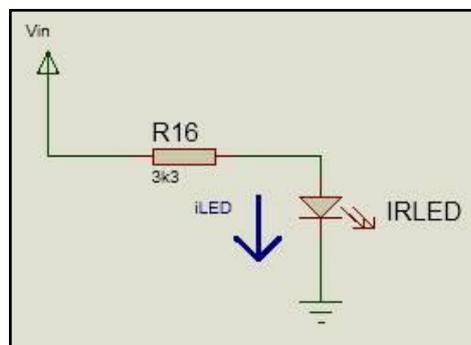
Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.123: Interfaz optoacoplada

En el circuito, la intensidad de corriente que atraviesa por el colector i_C estará condicionada por la intensidad de corriente en el IRLED y por consecuencia por la resistencia R16.

Se debe considerar que la intensidad i_C debe ser mayor a la resultante de la suma de las intensidades i_R (intensidad proporcionada por el voltaje de referencia de 5V) y i_{PIN} (intensidad proporcionada por el pin del microcontrolador) para el funcionamiento.

Para esto, se debe calcular la intensidad mínima que debe atravesar por el LED considerando el siguiente circuito:



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.124: Circuito de corriente del led infrarrojo

$$i_{LEDmin} = \frac{V_{in} - V_{led}}{R_{16}} \quad \text{Ec. 5.9}$$

Donde:

i_{LEDmin} = Intensidad mínima de corriente que atraviesa por el LED

V_{in} = Voltaje mínimo otorgado por la batería (para el sistema 10V)

V_{LED} = Voltaje en el LED (obtenido del datasheet de optoacoplador 4N25)

R_{16} = Resistencia en el circuito

$$i_{LEDmin} = \frac{10 - 1,2}{3300}$$

$$i_{LEDmin} = 2,7mA$$

Para obtener el i_{Cmin} , se utiliza la razón de transferencia de corriente CTR que permite relacionar la intensidad en el LED con la intensidad en el colector de la siguiente manera:

$$CTR = \frac{i_C}{i_{LED}} \quad \text{Ec. 5.10}$$

Donde:

CTR = Razon de transferencia de corriente (obtenido en tablas en el datasheet 4N25)

i_C = Intensidad en el colector

i_{LED} = Intensidad en el LED

$$i_C = CTR \cdot i_{LED}$$

$$iC = 0,9 \cdot 2,7$$

$$iC = 2,43mA$$

Como se había expresado anteriormente el valor de iC debe ser mayor a la resultante de la suma $iR+iPIN$, por lo tanto:

$$iC > iR + iPIN \quad \text{Ec. 5.11}$$

$$iC > \frac{Vref}{R1} + iPIN$$

$$0,00243A > \frac{5}{10000} + 0.001A$$

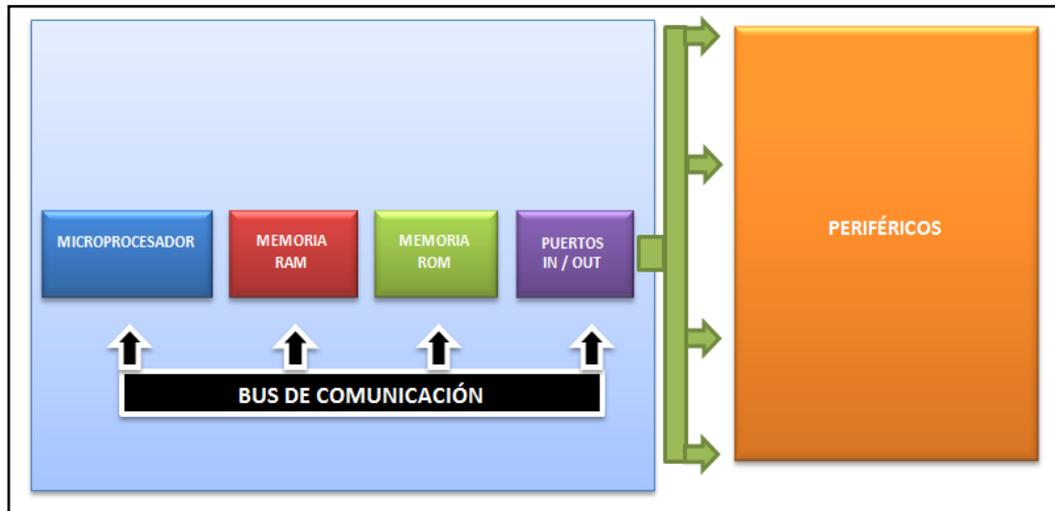
$$2,43mA > 1,5mA$$

Por lo tanto la resistencia R16 asumida de 3,3K Ω satisface las necesidades del circuito.

c. SUBSISTEMA DE PROCESAMIENTO E INTERFAZ CON EL USUARIO

SISTEMA MICROPROCESADO

Un sistema microprocesado se define como un dispositivo electrónico de alta escala de integración que realiza operaciones aritméticas y lógicas a una alta velocidad.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.125: Estructura del sistema microprocesado

El microprocesador es la unidad de procesamiento encargada de realizar todas las operaciones lógicas y aritméticas del sistema microprocesado.

Funciona a través de una señal de reloj que da pulsos a determinada frecuencia permitiendo así la ejecución de instrucciones según el número de pulsos y obteniéndose así la velocidad de procesamiento.

El bus de comunicación sirve para transmitir la información entre los distintos bloques del hardware.

La memoria RAM (memoria de acceso aleatorio) es una memoria volátil que sirve para dos propósitos:

Propósito específico: Contiene los mapas de registros que permiten manejar los periféricos.

Propósito general: Contiene los datos y variables ingresados por el usuario.

La memoria ROM (memoria de sólo lectura), almacena el código de programa del sistema microprocesado. Se la llama sólo de lectura porque cuando se encuentra en el estado de Run time no es posible almacenar los datos en ella.

Los puentes IN / OUT son un conjunto de integrados que permiten comunicar todo el sistema con los periféricos.

Los periféricos son todas las unidades que permiten la conexión con componentes externos.

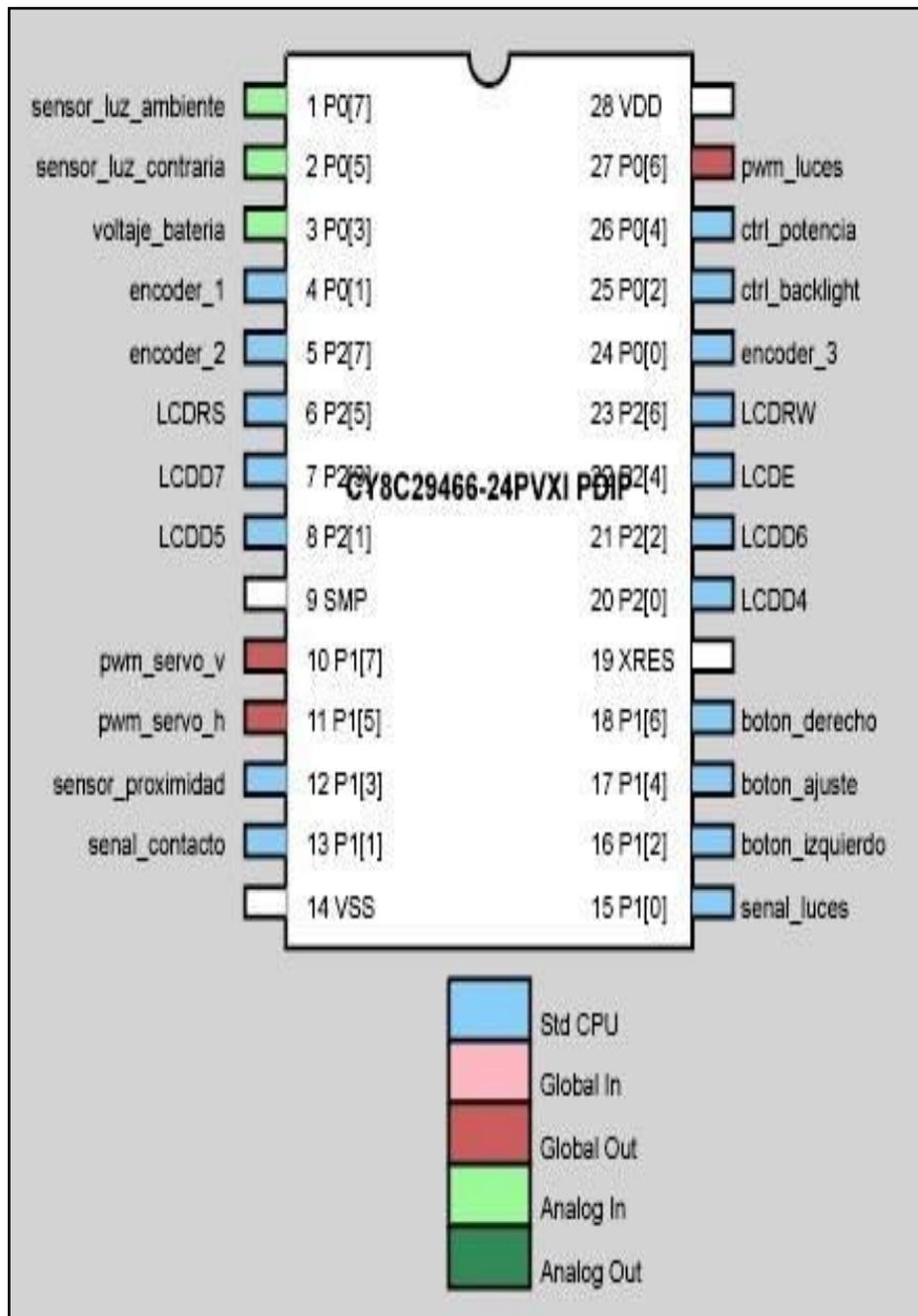
MICROCONTROLADOR PSOC

La principal ventaja del microcontrolador PSOC en comparación con otros tipos de microcontroladores es que en éste se pueden configurar los periféricos necesarios de acuerdo a las necesidades del usuario. Para éste propósito se dispone de una matriz compuesta por diferentes hardware que se unen a través de interruptores controlados por configuraciones del programador.

Debido a que el microcontrolador PSOC no tiene una memoria EEPROM como periférico, es necesario configurar un bloque de memoria ROM como memoria EEPROM para guardar aquí las configuraciones y evitar que se borren cuando el sistema se reinicie.

Una de las principales desventajas del PSOC es que no contiene suficientes librerías por lo que la programación resulta más compleja al tener que crear el usuario sus propias librerías.

A continuación se presenta la distribución de pines del microcontrolador



Fuente: Grupo de investigación
 Figura 5.126: Pines en el microcontrolador

Tabla 5.22: Distribución de pines

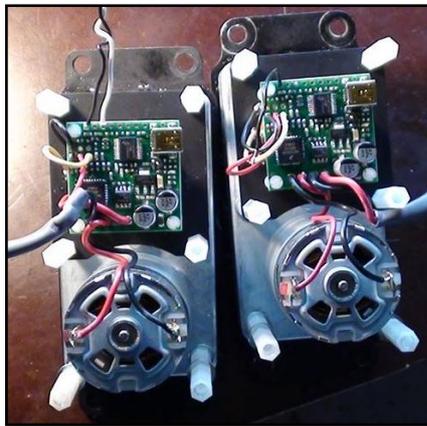
NOMBRE	PIN	E/S	A/D	FUNCIÓN
P0[7]	1	E	A	Señal de sensor de luz ambiente
P0[5]	2	E	A	Señal de sensor de luz contraria
P0[3]	3	E	A	Señal de voltaje de batería
P0[1]	4	E	D	Señal del sensor 1 del encoder
P2[7]	5	E	D	Señal del sensor 2 del encoder
P2[5]	6	S	D	LCD
P2[3]	7	S	D	LCD
P2[1]	8	S	D	LCD
SMP	9			Controlador ON/OFF
P1[7]	10	S	D	PWM servo vertical
P1[5]	11	S	D	PWM servo horizontal
P1[3]	12	E	D	Señal del sensor de proximidad
P1[1]	13	E	D	Señal de contacto
VSS	14			Tierra
P1[0]	15	E	D	Señal de luces
P1[2]	16	E	D	Botón izquierdo
P1[4]	17	E	D	Botón ajuste
P1[6]	18	E	D	Botón derecho
XRES	19			Reset
P2[0]	20	S	D	LCD
P2[2]	21	S	D	LCD
P2[4]	22	S	D	LCD
P2[6]	23	S	D	LCD
P0[2]	25	S	D	Control Backlight
P0[4]	26	S	D	Control Potencia sensores
P0[6]	27	S	D	PWM Luces
VDD	28			Voltaje de alimentación del microcontrolador

Fuente: Grupo de investigación

d. SUBSISTEMA DE RESPUESTA

SERVOMOTORES

El servomotor es un actuador electromecánico con un sistema de control en lazo cerrado que posee en su interior un motor DC, un sistema de engranajes de reducción y un sistema electrónico de control. El servomotor tiene la ventaja de tener un alto torque debido a que los engranajes de reducción multiplican el torque del motor DC.

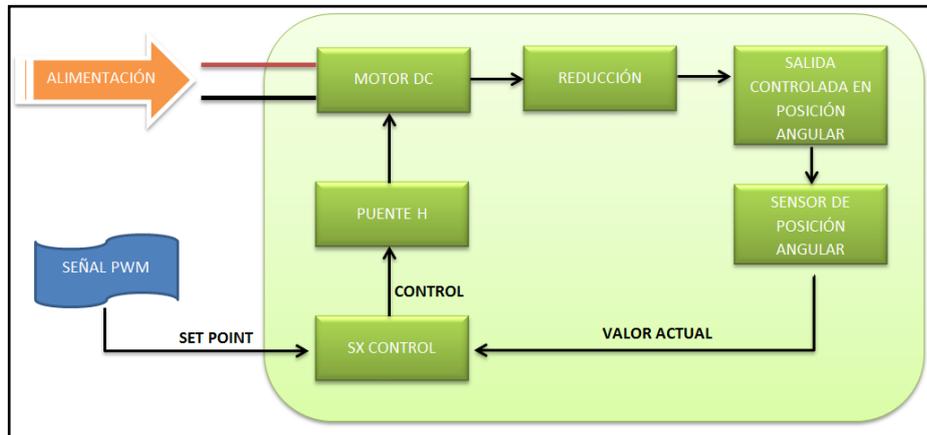


Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.127: Componentes interiores del servomotor

El motor DC alimentado con 12V está acoplado al sistema de engranajes de reducción. El sistema de control (SX control) utiliza el PWM para enviar señales al motor DC a través de un conjunto de transistores denominados puente H. Éstas señales permiten el movimiento del motor DC y el funcionamiento del servo.

En el eje de salida del servomotor (salida controlada en posición angular), se encuentra acoplado un sensor que mide en todo momento la posición real del eje e informa al sistema de control (SX control) sobre cualquier error en la posición para su corrección.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.128: Sistema en lazo cerrado del servomotor

RELEVADOR DE ESTADO SÓLIDO PARA FAROS SSR

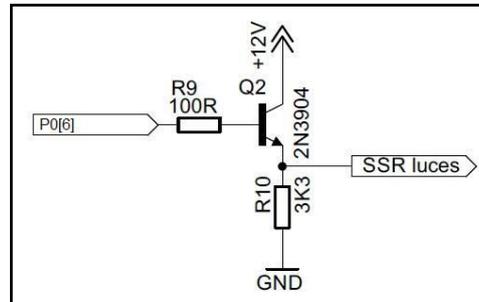
El relevador de estado sólido SSR es un relé que permite conmutar corriente a una alta frecuencia que un relé electromecánico no podría hacer. Para esto se emplea un circuito transistorizado que recibe una señal de ancho de pulso para la conmutación de corriente hacia los faros y así permitir su modulación de intensidad luminosa.



Fuente: Grupo de investigación

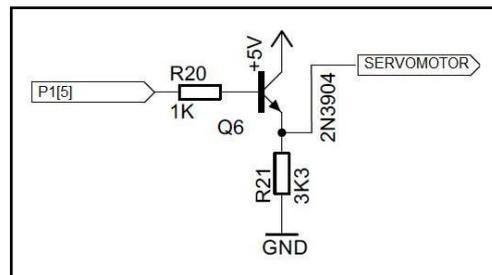
Figura 5.129: Relé de estado sólido SSR

INTERFAZ DE ESTADO SÓLIDO PARA EL CONTROL DE SERVOMOTORES Y CONTROL DE RELEVADOR DE ESTADO SÓLIDO DE FAROS



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.130: Interfaz de estado sólido para control SSR



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.131: Interfaz de estado sólido para control de servomotores

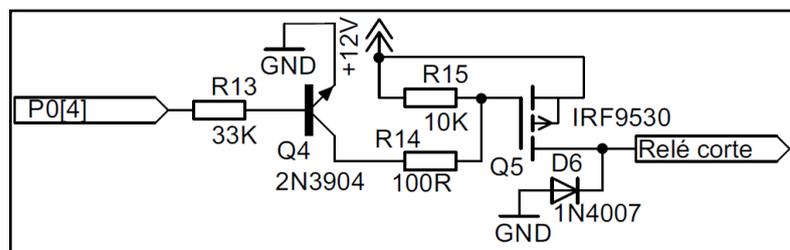
Son interfaces de salida que sirven para proteger el pin del microcontrolador y además evitar interferencias que puedan ingresar directamente por el pin.

Esta interfaz está conformada por un transistor Q6 2N3904, una resistencia R20 de 1K y una resistencia R21 de 3,3K.

El microcontrolador envía la señal PWM a la base del transistor Q6 a través de la resistencia R20, cuando se trate de un 0 lógico, el transistor

no conmutará la señal de referencia de 5V y se pondrá un cero lógico en el emisor del transistor. Cuando el microcontrolador envíe una señal de 1 lógico a la base del transistor, éste conmutará una señal de aproximadamente 5 voltios (1lógico) en el emisor del transistor, y de ésta manera se realizará el control por PWM en los servomotores y en el SSR.

INTERFAZ DE ESTADO SÓLIDO PARA RELÉ ELECTROMECAÁNICO DE CONTROL DE ALIMENTACIÓN DE ACTUADORES



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.132: Interfaz de estado sólido para relé de corte

El driver de estado sólido es la interfaz que permite el manejo del relé de corte desde señales lógicas del microcontrolador.

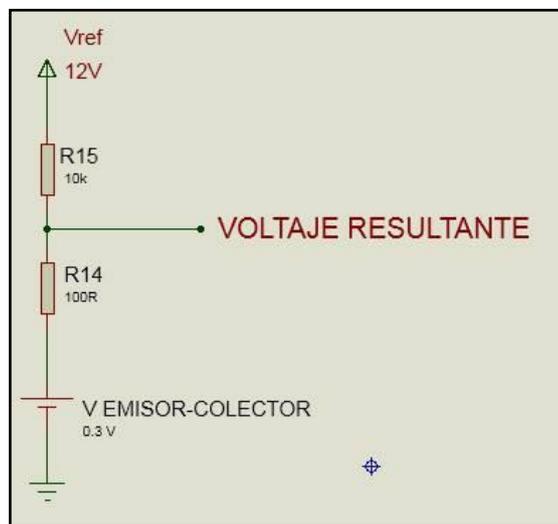
El circuito consta de una entrada de señal del microcontrolador, una resistencia R13 de 33K, el transistor Q4 2N3904, una resistencia R14 de 100Ω, una R15 de 10K, un voltaje de referencia de 12V y un transistor mosfet Q5 IRF9530, cuyo Drain o salida va hacia el bobinado del relé de corte. Además, se ha configurado un diodo D6 1N4007 en antiparalelo para protección contra picos de voltajes inversos.

El funcionamiento es el siguiente:

En estado 1 (señal de 0 lógico o 0V del microcontrolador), no hay conmutación entre el colector y emisor del transistor Q4 (alta impedancia), lo que desconecta a la resistencia R14 del circuito.

En este estado el voltaje de 12 V envía una señal al Gate del transistor Q5 lo que desactiva al transistor y en consecuencia el bobinado del relé. Es importante señalar que la conmutación en el transistor mosfet es controlada por voltaje, de manera que con una señal negativa y tendiente a cero se realiza la conmutación; y con voltajes mayores se pone en estado de alta impedancia.

En estado 2 (señal de 1 lógico o 5V del microcontrolador), existe conmutación entre el colector y emisor del transistor Q4 conectando la resistencia R14 al circuito. Ésta resistencia forma un divisor de voltaje que disminuye la señal del voltaje de referencia a un valor tendiente a cero de la siguiente manera:



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.133: Divisor de voltaje para el corte de corriente

$$V_{resultante} = \frac{(V_{ref} - V_{emisorcolector}) \cdot R_{14}}{R_{14} + R_{15}} \quad \text{Ec. 5.12}$$

Donde:

V_{ref} = Voltaje de referencia del circuito 12V

$V_{emisor-colector}$ = Caída de voltaje en el transistor Q4 (tomado de datasheet 2N3904)

R_{14} = Resistencia del divisor de voltaje

R_{15} = Resistencia del divisor de voltaje

$$V_{resultante} = \frac{(12 - 0,3) \cdot 100}{100 + 10000}$$

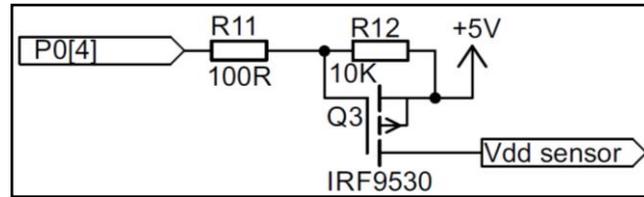
$$V_{resultante} = 0,116 \text{ V}$$

Como el V resultante es tendiente a cero, el transistor mosfet conmuta entre source y drain el voltaje necesario para activar el bobinado del relé.

Se ha conectado al circuito un diodo en antiparalelo para absorber los picos de voltaje inverso generados por la bobina del relé y de esta manera proteger el circuito.

MANEJADOR DE ESTADO SÓLIDO PARA EL CONTROL DE ALIMENTACIÓN DE SENSORES

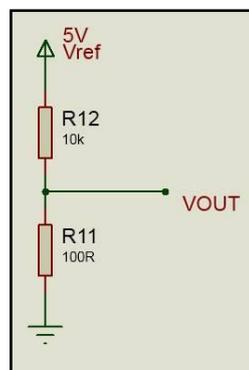
Es el circuito encargado de dar la alimentación de 5V hacia los sensores del sistema. Está conformado por: un transistor mosfet Q3 IRF9530, una resistencia R_{11} de 100 Ω y una resistencia R_{12} de 10K.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.134: Manejador de estado sólido para alimentación de sensores

El circuito funciona de la siguiente manera: Cuando la señal del microcontrolador da un 0 lógico (0 voltios), se forma un divisor de voltaje con la resistencia R11 y R12 y el voltaje de referencia de 5 V, reduciendo el voltaje de salida al gate del Transistor a aproximadamente un valor de 0 voltios



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.135: Divisor de voltaje para alimentación de sensores

$$VOUT = \frac{(Vref) \cdot R11}{R12 + R11} \quad \text{Ec. 5.13}$$

Donde:

VOUT= Voltaje resultante del divisor

Vref= Voltaje de referencia de alimentación de sensores

R11= Resistencia de 100Ω

R12=Resistencia de 10K

$$V_{OUT} = \frac{(5) \cdot 100}{10000 + 100}$$

$$V_{OUT} = 0,05 V$$

Con este voltaje de aproximadamente 0 V en el gate, se conmuta el voltaje de referencia 5V entre el source y el drain del transistor, alimentando de esta manera a los sensores. Es importante señalar que para este circuito se ha utilizado un transistor mosfet debido a su baja resistencia interna lo que no permite que el voltaje de 5V disminuya considerablemente.

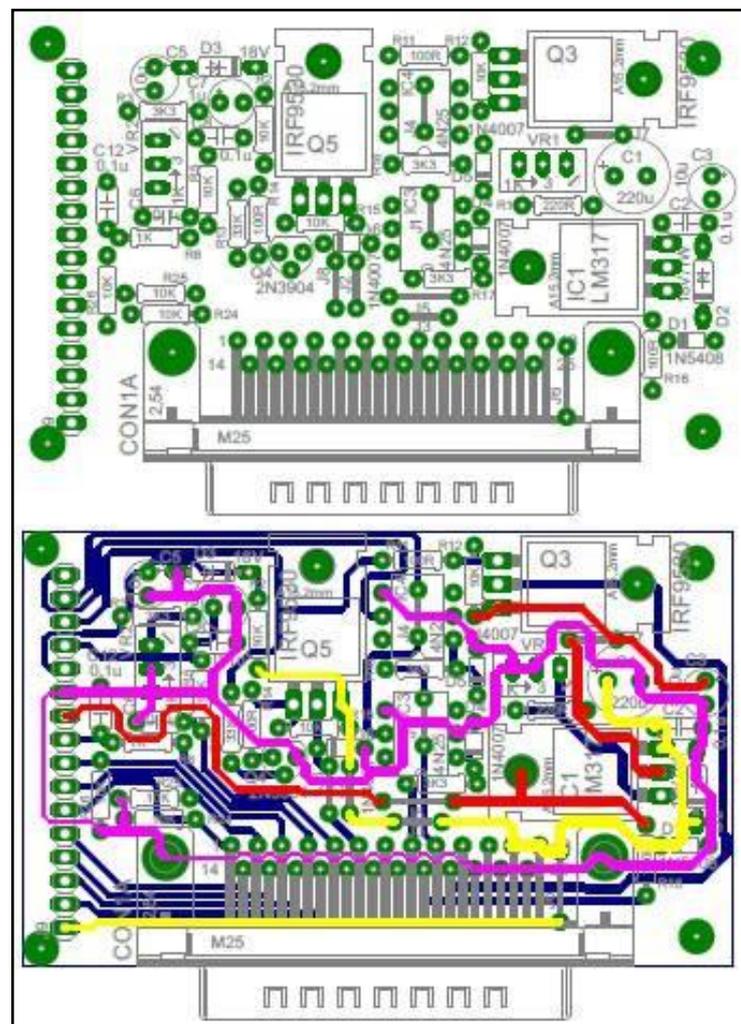
El microcontrolador está configurado para que en la condición de 1 lógico de éste pin se cree una alta impedancia que desconecta la resistencia R11 del sistema; de ésta manera se tiene un voltaje mayor que 0 en el gate del transistor que lo desconecta. De esta manera se quita la alimentación a los sensores.

5.4.3 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO GENERAL DEL SISTEMA

El diagrama esquemático general sintetiza todos los circuitos detallados anteriormente, incluyendo los subsistemas expresados y la configuración de pines en el microcontrolador y el conector.

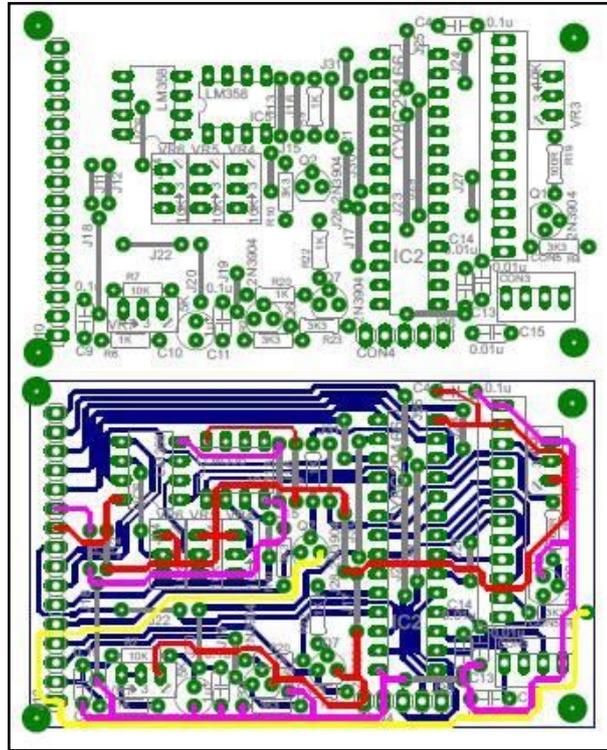
5.4.4 DISEÑO DE LAS PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO

El diseño de las placas se realizó considerando que los circuitos de potencia estén lo suficientemente lejos de los elementos lógicos, además posicionando los condensadores de desacople lo más cerca posible al microcontrolador; todo esto para disminuir el efecto de la interferencia en las señales.



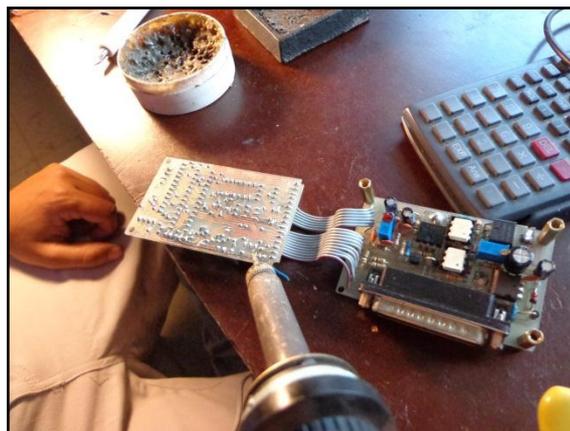
Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.137: Circuito impreso placa inferior



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.138: Circuito impreso placa superior



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.139: Construcción de las placas del módulo

5.4.5 DESCRIPCIÓN DEL FIRMWARE

Para la programación de microcontroladores en la actualidad se usan compiladores en lenguaje C, sobre otros lenguajes. C es un lenguaje de nivel intermedio que incorpora muchos elementos propios del ensamblador, puede acceder a los registros del sistema y trabajar con direcciones de memoria.

Permite realizar las operaciones mucho más legibles, utilizar estructuras de datos y otras características propias de los lenguajes de alto nivel.

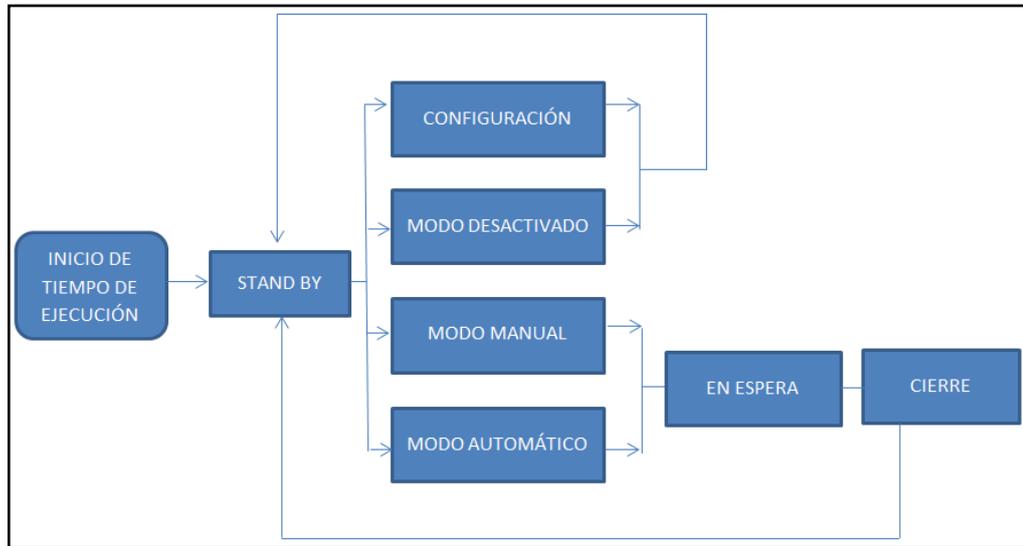
Así, es aplicable para desarrollos que necesiten alto grado de optimización. Algunas de sus características más importantes son:

- Uso extensivo de llamadas a funciones.
- Comandos breves.
- Programación a nivel de bit.
- Implementación de apuntadores para la memoria, arreglos, estructuras y funciones.

El compilador PSOC designer se emplea para el diseño interno del hardware y para realizar la programación del software del microcontrolador.

El PSOC programmer permite grabar el hardware y software diseñado en el microcontrolador.

a. MÁQUINA DE ESTADOS



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.140: Máquina de estados

En el INICIO DE TIEMPO DE EJECUCIÓN se energizan todos los componentes del sistema y pasa al estado de STAND BY.

En el estado STAND BY el sistema espera a un evento de hardware para cambiar a los siguientes estados.

Por ejemplo, para entrar al MODO MANUAL es necesaria la selección del modo en el menú y a la vez el accionamiento de las luces del vehículo.

En este modo las luces se activan y desactivan bajo la operación del usuario, además se puede realizar el cambio de luces altas y bajas según como desee el conductor. Además el usuario puede probar las posiciones de giros horizontales y verticales de los faros y la intensidad luminosa para luces altas y bajas.

Cuando se apagan las luces se va al estado de EN ESPERA en el que el sistema espera 8 segundos a que el usuario active otro modo o ejecute el estado de cierre inmediato.

En el estado de CIERRE, los faros se posicionan y se guardan dentro del capot y luego regresa al estado STAND BY.

Para entrar en el MODO AUTOMÁTICO es necesaria la selección del modo en el menú y a la vez la señal ON de contacto.

En este modo el sistema funciona automáticamente: accionamiento, cambio de luces, posicionamientos horizontales y verticales, todo esto mediante sensores que captan diferentes condiciones externas.

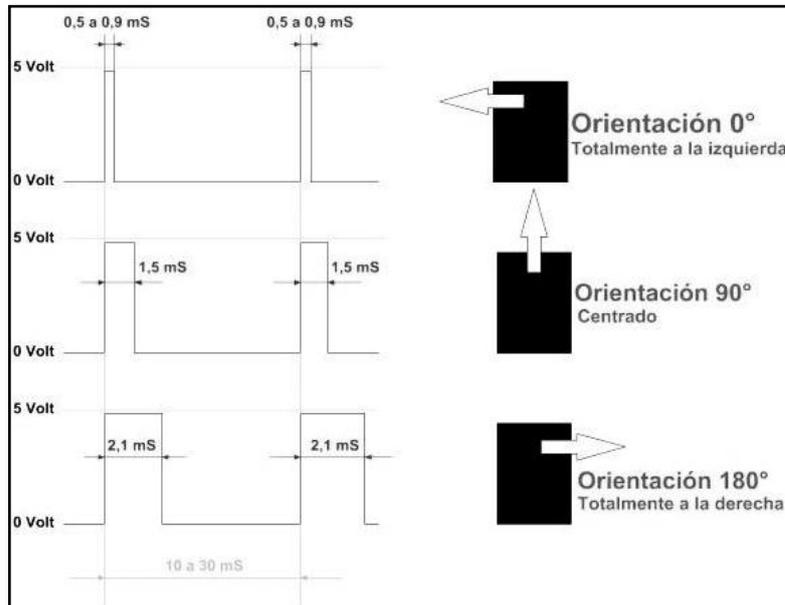
Al quitar la señal de contacto el sistema pasa a modo de EN ESPERA y CIERRE para posteriormente regresar al estado STAND BY.

Por defecto el sistema siempre se inicia en el último modo que quedó al apagar el módulo.

En el modo CONFIGURACIÓN, el usuario ingresa las calibraciones del funcionamiento del sistema para el MODO AUTOMÁTICO.

b. MÓDULO PWM PARA CONTROL DE SERVOMOTORES

Para el control del PWM de los servomotores, es necesario conocer con que valores de ancho de pulso toman las diferentes posiciones y orientaciones, para eso nos basamos en tablas referenciales para control de servomotores.

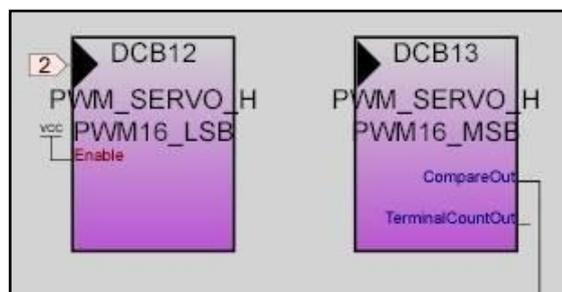


Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.141: Control de servomotores por PWM

Los valores de ancho de pulso de la figura anterior son teóricos, por lo que es necesario probar manualmente los valores exactos para el tipo de servomotor que vayamos a usar.

Para la obtención del PWM es necesario crear un módulo en el hardware del PSOC; para este caso se utilizó un módulo PWM de 16 bits que permite ingresar números hasta 65535.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.142: Módulo PWM de 16 bits para servos

Para el correcto funcionamiento del servomotor, es necesario un período de trabajo de 20 ms, con lo que se puede calcular el valor de período (period value) del módulo.

Para esto se utiliza la siguiente fórmula tomada del datasheet del módulo PWM en el PSOC.

$$T_{out} = \frac{(Period\ value + 1)}{F_{clock}} \quad \text{Ec. 5.14}$$

Donde:

Tout= Período de trabajo

Period value= Valor del período en número

Fclock= Reloj del microcontrolador 1 Mhz

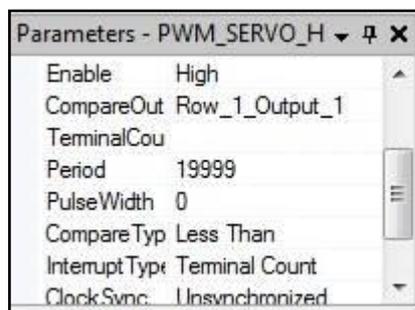
$$Period\ value = (T_{out} \cdot F_{clock}) - 1$$

$$Period\ value = (20ms \cdot 1Mhz) - 1$$

$$Period\ value = (0,02s \cdot 1000000hz) - 1$$

$$Period\ value = 19999$$

Éste valor representa los 20ms del período y constituyen pulsos de reloj en el módulo.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.143: Parámetros del módulo PWM

Mediante pruebas experimentales y basándonos en los datos de la figura 5.141 se obtuvo que para una posición totalmente a la izquierda (0°) se necesita un ancho de pulso de 0,5ms y para una posición totalmente a la derecha (180°) se necesita un ancho de pulso de 2ms.

Con estos valores se calcula el valor del período para estas condiciones.

$$\text{Pulse width value} = (T_{out} \cdot F_{clock}) - 1 \quad \text{Ec. 5.15}$$

Donde:

Pulse width value= Es el ancho de pulso que controlará el servomotor

Tout= Período de trabajo

Fclock= Reloj del microcontrolador 1 Mhz

$$\text{Pulse width value} = (0,5ms \cdot 1Mhz) - 1$$

$$\text{Pulse width value} = (0,0005s \cdot 1000000) - 1$$

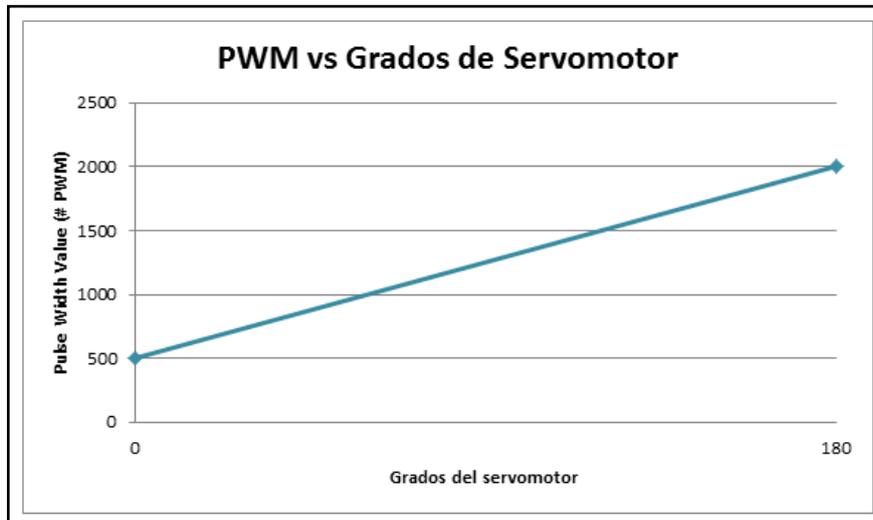
$$\text{Pulse width value} = 500$$

$$\text{Pulse width value} = (2ms \cdot 1Mhz) - 1$$

$$\text{Pulse width value} = (0,002s \cdot 1000000) - 1$$

$$\text{Pulse width value} = 2000$$

En el microcontrolador, este valor representa los pulsos en alto, y pasado el Pulse width value se pone en bajo hasta completar el valor del período (19999); además indican la posición inicial y final del servo respectivamente, y nos permiten relacionar el número de ancho de pulso con los grados que se mueve el motor, de la siguiente manera.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.144: Gráfica PWM vs Grados de giro del motor

A partir de la ecuación de la recta se determina el modelo matemático de funcionamiento del motor:

$$y = mx + b \quad \text{Ec. 5.16}$$

Donde:

y= valores en el eje y

m= pendiente de la recta

x= valores en el eje x

b= desfase en el eje y

$$m = \frac{2000 - 500}{180 - 0}$$

$$m = \frac{25}{3}$$

$$y = \frac{25}{3}x + 500$$

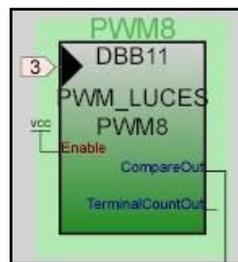
$$\text{Pulse width value} = \frac{25}{3}(\text{grados}) + 500$$

Con éste modelo matemático tenemos el valor del ancho de pulso para cualquier posición angular del motor.

En el firmware del servomotor, se configuran los grados iniciales y finales absolutos del servomotor; a partir de éstos se programan los grados iniciales y finales relativos sumando los grados iniciales a los que se encuentra el motor.

MÓDULO PWM PARA MODULACIÓN DE INTENSIDAD DE LUCES

Para la modulación de intensidad de luces se ha utilizado un módulo PWM de 8 bits que nos permite ingresar números hasta un valor de 256.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.145: Módulo PWM de 8 bits para luces

Mediante pruebas experimentales se determinó que a una frecuencia de 65Hz y un período de 15ms los faros emiten una luz constante. Si se trabaja a menor frecuencia se puede observar inestabilidad en la luminosidad de los faros (luz titilante), y a muy alta frecuencia, no es

posible modular la intensidad de luz debido al capacitor interno de los faros.

Para la programación del módulo es necesario tomar un valor de período entre 0 y 256, para nuestro caso se ha considerado tomar un valor de 99 correspondiente al 100% de luminosidad de los faros, éste valor es una representación numérica del periodo de 15 ms. Con éste valor de período y la frecuencia de trabajo de los faros se procede a calcular la frecuencia del reloj del módulo de la siguiente manera:

$$F_{clock} = F_{out}(Period\ value + 1) \quad \text{Ec. 5.17}$$

Donde:

F_{clock} = Frecuencia del reloj del módulo

F_{out} = Frecuencia de trabajo de los faros (65Hz)

Period value= Valor del período (99)

$$F_{clock} = 65Hz(99 + 1)$$

$$F_{clock} = 6500Hz$$

Una vez obtenido el valor del período y la frecuencia deseada en el módulo, se permite al usuario modular la intensidad de luz entre 0 y 100%, siendo que el 100% de intensidad corresponde a un ancho de pulso (Pulse width value) de 99.

En el programa además se ha condicionado para que el usuario no pueda poner un porcentaje de luz baja mayor al porcentaje de iluminación de la luz alta.

CONTROLADOR DE SENSOR DE DISTANCIA

El firmware del microcontrolador está diseñado para enviar un pulso de 100µs al trigger del sensor lo que permite que después de un tiempo de aproximadamente 200 µs se envíe la primera señal ultrasónica de 40Khz para el sensado de distancia, y ponga en alto (1lógico) la salida del sensor. Cuando exista la presencia de un objeto dentro del rango de medición, se da una ráfaga o una caída de voltaje instantánea que es tratada en el microcontrolador como una señal digital.

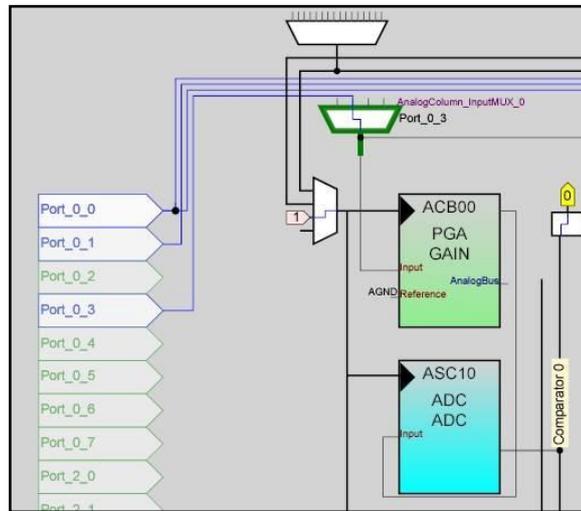
Debido a la alta sensibilidad del sensor, se ha optado por diseñar el firmware de manera que cuando detecte un objeto mantenga la señal de detección por un tiempo para evitar fluctuaciones de la señal.

CONVERSOR ANÁLOGO DIGITAL PARA CONTROL DE SEÑAL DE VOLTAJE, LUZ AMBIENTE Y LUZ CONTRARIA

Es un dispositivo digital que permite codificar señales analógicas en señales digitales dependiendo de la resolución del conversor. Para este caso hemos utilizado un conversor de 12 bits que permite trabajar con valores hasta 4096.

Nuestro microcontrolador trabaja con valores de voltaje de 0 a 5V que transformados a una señal digital correspondería el valor de 0 para 0 Voltios y el valor de 4096 para 5V.

Además tenemos un multiplexor analógico (MUX) en el que ingresan las 3 señales de los sensores (voltaje de batería, luz ambiente, luz contraria) y mediante una señal de control permite que salga una sola señal hacia el conversor. De esta manera es posible usar un solo conversor análogo-digital para las tres señales.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.146: Componentes del convertor analógico digital

Es necesario usar un amplificador de ganancia programable que permite amplificar una señal de voltaje a un valor determinado y protege al convertor analógico digital de cualquier tipo de anomalía externa.

Para nuestro caso como se maneja señales de entre 0 y 5 Voltios en el microcontrolador se ha escogido una ganancia de 1.

Mediante el software se crea el control del multiplexor analógico permitiendo llamar a los canales de los sensores cada vez que sean necesarios.

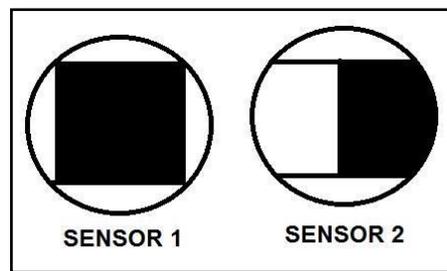
CODIFICADOR DE CUADRATURA PARA EL SENTIDO DE GIRO DEL VOLANTE

El codificador de cuadratura consta de dos sensores ópticos y una banda compuesta de franjas blancas y negras ubicadas en el volante; cuando el sensor óptico emite una señal infrarroja sobre la franja de color blanco, ésta rebota en la superficie y es captada por el mismo sensor poniendo un

1 lógico en la salida, pero, cuando incide sobre una franja negra, se absorbe la luz infrarroja en ésta y se coloca un 0 lógico en la salida del sensor.

El sensor 1 está desfasado 90° en relación con el sensor 2 lo que permite también tener un desfase en las señales.

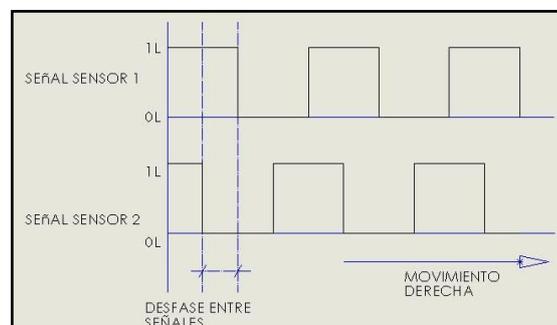
Cuando el sensor 1 capta una señal de 0 lógico, el sensor 2 se encuentra captando un punto intermedio entre las franjas de la siguiente manera:



Fuente: Grupo de investigación

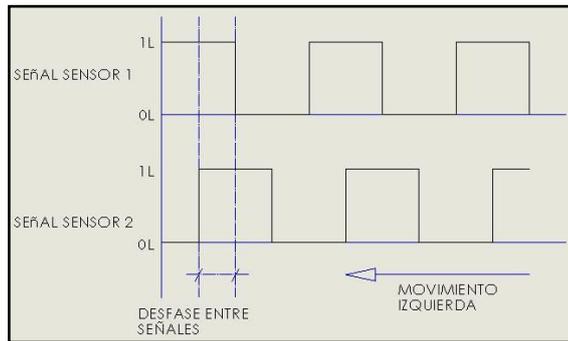
Figura 5.147: Franjas de color captadas por los sensores ópticos

Así, las señales enviadas por los sensores también tendrían un desfase de 90° lo que permite determinar el sentido de giro. A continuación se puede observar las diferencias entre las dos señales al girar el volante a la derecha o izquierda.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.148: Señales para giro del volante a la derecha



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.149: Señales para giro del volante a la izquierda

MÓDULO DE TACÓMETRO PARA VELOCIDAD DE GIRO DEL VOLANTE

Para medir la velocidad de giro del volante hemos utilizado un módulo TICK TIMER de 16 bits, un contador CNTR de 24 bits y un comparador análogo COMP, que funciona de la siguiente manera:

El TICK TIMER permite dar pulsos de alta frecuencia con un valor constante y determinado en el programa.



Fuente: Grupo de investigación

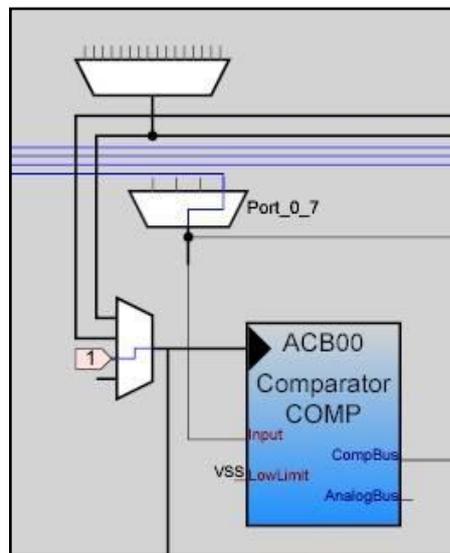
Figura 5.150: Módulo TICK TIMER

El contador CNTR cuenta los pulsos emitidos por el sensor óptico 1 al pasar por una franja negra o blanca y el comparador COMP compara esta frecuencia de pulsos con la frecuencia del TICK TIMMER; la diferencia entre estas dos frecuencias dará como resultante la velocidad de giro del volante.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.151: Módulo contador



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.152: Módulo analógico comparador

5.4.6 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO EN EL VEHÍCULO

Una vez seleccionados todos los componentes del hardware del sistema, se procede a la instalación del sistema electrónico en el vehículo.

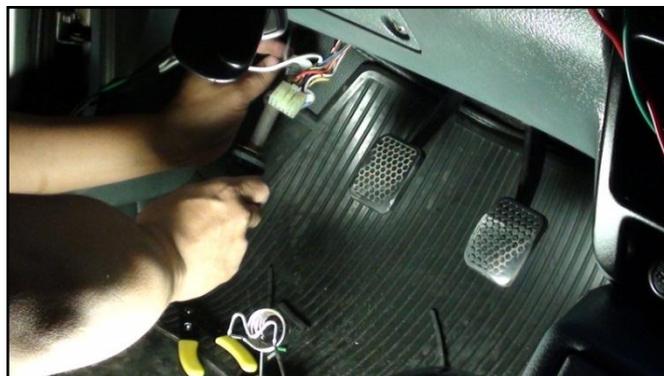
Primeramente se determinó las señales de contacto y luces, se identifico la señal de 12 voltios y masas en el arnés de cables del vehículo.



Fuente: Grupo de investigación

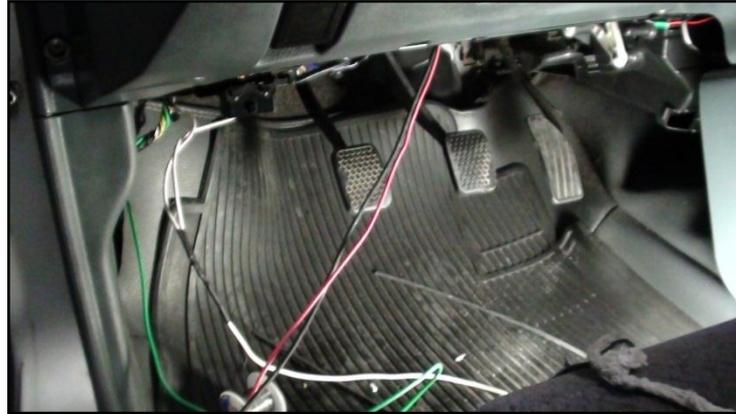
Figura 5.153: Identificación de señales en el vehículo

Una vez identificadas las señales, se suelda los cables que posteriormente se conectarán al módulo del sistema.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.154: Soldado de cables en señales identificadas



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.155: Cables soldados para el módulo del sistema

Una vez listo el arnés de cables del sistema se ubican los sensores en el vehículo.

Para el sensor de luz contraria se ubico la LDR en el interior de un tubo de aluminio con base giratoria para regular la incidencia de la luz en el sensor y evitar que la señal varíe por efecto de la luz ambiente.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.156: LDR en el tubo de aluminio



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.157: Sensor ubicado en el tablero

El sensor de Luz ambiente se colocó en el centro del tablero para tener una incidencia directa de la luz externa.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.158: Sensor de luz ambiente en el tablero

En lo que se refiere a la parte externa del vehículo, se conectaron los faros LED y los cables provenientes del arnés del sistema.



Fuente: Grupo de investigación

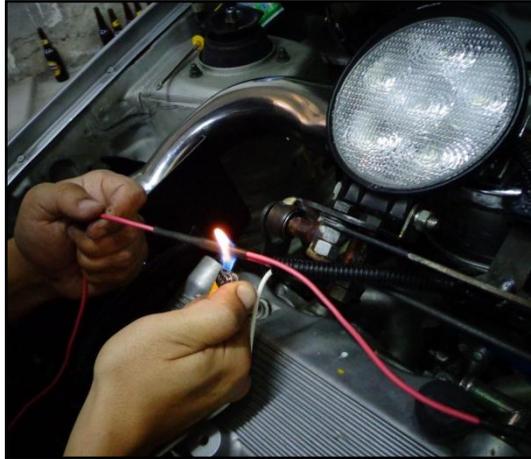
Figura 5.159: Soldado de cables de los faros

Todos los cables fueron recubiertos con manguera corrugada flexible y las soldaduras aisladas con spaguetti termo-encogible.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.160: Recubrimiento de cables con manguera



Fuente: Grupo de investigación

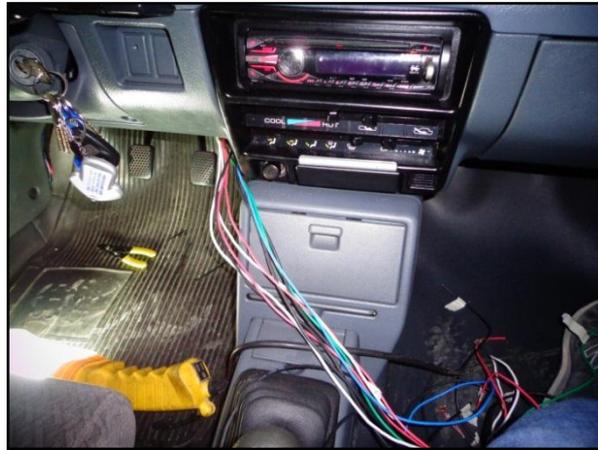
Figura 5.161: Aislamiento de uniones con Termo-encogible

Una vez instalados todos los sensores y actuadores internos y externos, se conecta el arnés de cables al socket que irá al módulo.



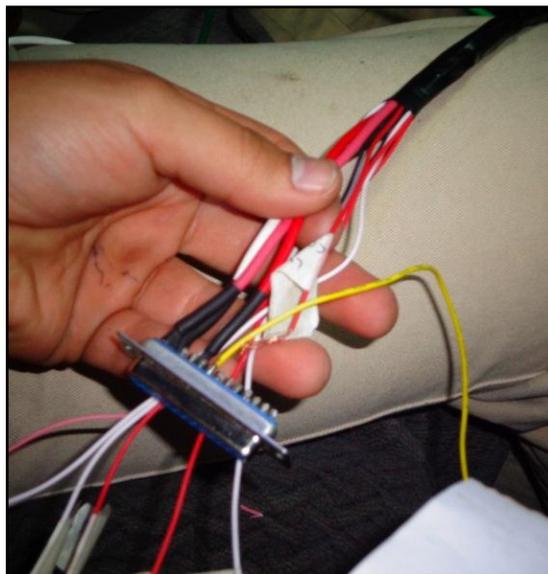
Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.162: Identificación de cables del sistema



Fuente: Grupo de investigación

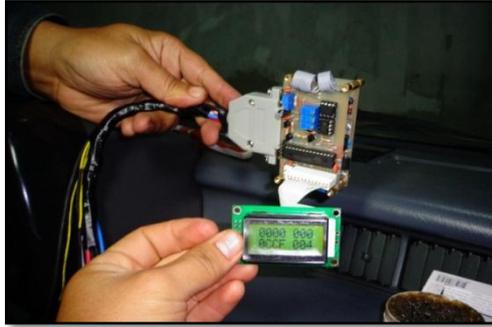
Figura 5.163: Arnés de cables



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.164: Soldado de cables en el socket

Finalmente se conecta el socket al módulo para las posteriores pruebas de funcionamiento.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.165: Arnés conectado al módulo



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.166: Módulo implementado en el vehículo



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.167: Sistema finalizado en el vehículo

5.4.7 PUEBAS DEL SISTEMA

A fin de comprobar el funcionamiento y eficacia del sistema se realizaron diferentes pruebas descritas a continuación

a. PRUEBAS EN CARRETERA

Estas pruebas se las realizaron en una carretera con ausencia de luz para la exactitud en las mediciones.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.168: Iluminación en curva con sistema convencional



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.169: Iluminación en curva con sistema inteligente



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.170: Iluminación en curva a la derecha con sistema convencional



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.171: Iluminación en curva a la derecha con sistema inteligente



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.172: Iluminación en curva a la izquierda con sistema convencional



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.173: Iluminación en curva a la izquierda con sistema inteligente



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.174: Iluminación en recta con sistema convencional



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.175: Iluminación en recta con sistema inteligente



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.176: Vista desde la curva con sistema convencional



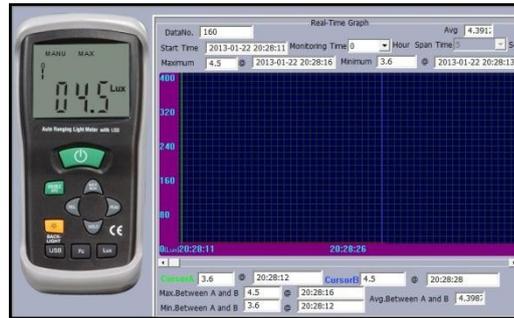
Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.177: Vista desde la curva con sistema inteligente

b. PRUEBAS DE INTENSIDAD LUMINOSA

Para las pruebas de eficacia del sistema se utilizó un luxómetro con el que se mide la intensidad luminosa en diferentes condiciones.

- Medida en curva con sistema convencional : 4,5 Lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.178: Medida en curva con sistema convencional

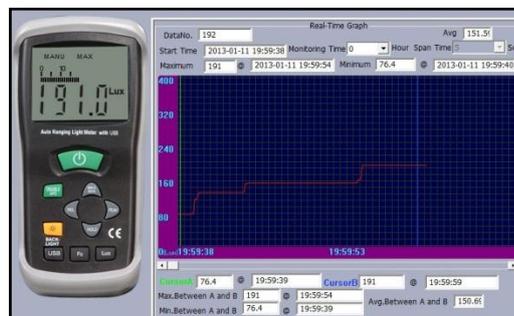
- Medida en curva con el sistema de luces inteligentes: 14,6Lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.179: Medida en curva con sistema de luces inteligentes

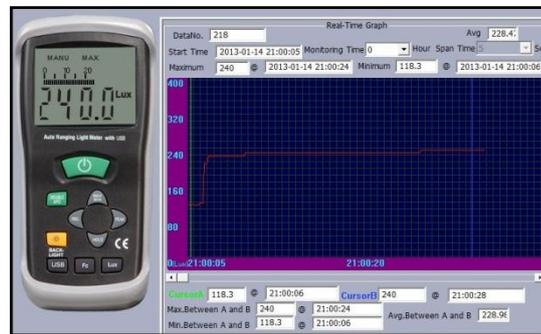
- Medida en recta a 10m con sistema convencional: 191Lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.180: Medida con sistema convencional a 10m

- Medida en recta a 10m con sistema de luces inteligentes: 240Lux



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.181: Medida con sistema de luces inteligentes a 10m

c. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO FALLAS Y SOLUCIONES

Al tratarse de un prototipo diseñado y construido por el grupo de investigación, existieron varias fallas que fueron analizadas para su posterior corrección a fin de verificar que todas las funciones del sistema trabajen correctamente.

FALLA 1: El sistema realiza el cambio de luces altas a bajas intermitentemente.

Causa.- El sensor ultrasónico envía señales de rebote intermitentemente, y en cada entrega y recepción de señal varía la posición de los faros.

Solución.- Se cambió la programación para que las señales emitidas por el sensor ultrasónico sean captadas por el módulo con un cierto tiempo de espera cuando se detecte un objeto, con esto se eliminó la intermitencia en el cambio de luces de altas a bajas.

FALLA 2: Los faros tienen rozamiento con el capot del vehículo al momento en que se giran amplios grados horizontal y verticalmente.

Causa.- No existen finales de carrera mecánicos ni electrónicos.

Solución.- Se adaptó topes mecánicos al sistema para q los faros no sobrepasen los ángulos de giro y para evitar forzar a los servomotores se programó en el módulo grados de giro iniciales menores y finales máximos.

FALLA 3: El sensor de luz ambiente necesario para el modo automático, tiene mucha sensibilidad a la luz de los postes de alumbrado público en la noche y el sistema se desactiva.

Causa.- El sensor no posee calibraciones para diferentes condiciones de luz

Solución.- Se programaron calibraciones en porcentaje para aumentar o disminuir la sensibilidad del sensor de luz ambiente y de ésta manera evitar que dicho sensor reconozca la luz de alumbrado público.

FALLA 4: La señal emitida por el sensor de luz contraria se confunde con la señal del sensor de luz ambiente.

Causa.- La luz ambiente también incide directamente sobre el sensor.

Solución.- Fue necesario colocar la LDR dentro de un tubo dirigido hacia el frente para que de ésta manera sólo lo active la luz contraria proveniente de otros vehículos; Además se programaron calibraciones en porcentaje para aumentar y disminuir la sensibilidad del sensor.

FALLA 5: No se modula la intensidad luminosa de los faros.

Causa.- Se determinó que los faros LED poseen condensadores en su interior y eliminan el PWM a altas frecuencias.

Solución.- Se redujo la frecuencia del ancho de pulso a 65Hz y de ésta manera las caídas de voltaje absorbidas por el condensador no interfieren en la señal necesaria para la modulación.

FALLA 6: Los servomotores se mueven descontroladamente

Causa.- La bobina del motor de combustión interna produce interferencia, la cual es captada por los servomotores y se produce la falla.

Solución.- Se desarmó el servomotor, se instalaron diodos de protección, se cambió el condensador de entrada y el cable común por un cable blindado que absorbe interferencias, de esta manera ingresa al servomotor una señal limpia.

FALLA7: Al momento de accionar el motor de arranque se quemó un faro LED.

Causa.- La caída de voltaje producida al momento de arrancar produjo el recalentamiento de los diodos LED

Solución.- Se instalaron diodos de protección en antiparalelo en los 3 faros para eliminar caídas de voltaje.

d. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De las pruebas se obtuvo como resultado que el sistema está listo y se encuentra en óptimas condiciones para su funcionamiento. El prototipo instalado en el vehículo puede ser utilizado por cualquier persona siendo necesaria únicamente una corta instrucción de operación del sistema.

Las pruebas demostraron mejoras significativas en la visibilidad nocturna, teniendo una mejora del 25% en iluminación en rectas y un 224% en iluminación en curvas, además al ser un sistema automatizado que no requiere la manipulación directa del usuario brinda mayor confort al conductor.

Los resultados fueron positivos con el 100% de asertividad en todas las ocasiones que se necesitó el sistema.

El haber superado todas las pruebas realizadas certifica la viabilidad de continuar incursionando en nuevas tecnologías de iluminación vehicular.

Tabla 5.23: Sistema convencional vs Sistema Inteligente

	Sistema Convencional Xenón	Sistema Inteligente
Luminosidad en curvas	4.5 lux	14.6 lux
Luminosidad en rectas	191 lux	240 lux
% de mejora de luminosidad en rectas	0%	25%
% de mejora de luminosidad en curvas	0%	224%
Precio	220	854,35
Direccionamiento en curvas	NO	SI
Accionamiento Automático	NO	SI
Modulación de intensidad de luz	NO	SI
Innovación	Sistema muy difundido en el país	Sistema innovador y no difundido en el país
Riesgo en mantenimiento	Manejo de Alto voltaje	Ninguno

Fuente: Grupo de Investigación

CAPÍTULO 6

6. MARCO ADMINISTRATIVO

6.1 RECURSOS

Con el fin de desarrollar este proyecto de forma planificada, se plantea el presente capítulo con el cual se analizará el aspecto técnico-operativo del mismo para así comprender todo aquello que tenga relación con el funcionamiento y la operatividad del propio proyecto de aquí que los recursos tanto humanos, tecnológicos y materiales son fundamentales para la puesta en marcha.

La planificación tiene como objetivo la optimización de recursos, para lo que es necesario diseñar un plan y asegurarse que se cumpla.

6.1.1 RECURSOS HUMANOS

Tabla 6.1: Recursos Humanos

GRUPO DE INVESTIGACIÓN	
DIRECTOR	Ing. Germán Erazo
CODIRECTOR	Ing. Stalin Mena
AYUDANTE 1	Andrés Cevallos
AYUDANTE 2	Santiago Reina

Fuente: Grupo de Investigación

6.1.2 RECURSOS FÍSICOS

Se especifican todos los espacios físicos utilizados para el desarrollo e instalación del sistema. Para la parte práctica taller de armado y ensamblaje, taller de pintura. La parte teórica se desarrolló en el cuarto de

estudio de la casa de uno de los integrantes del grupo de investigación. Adicionalmente las pruebas reales se hicieron en la un espacio abierto de pruebas, para este caso el Aeropuerto y el Autódromo de Yahuarcocha.

Tabla 6.2: Recursos Físicos

RECURSOS FÍSICOS	
Parte Práctica	-Taller del Gobierno Provincial de Imbabura -Taller de pintura MEGA AUTO
Parte Teórica	-Cuarto de Estudio
Pruebas	-Aeropuerto de Ibarra -Autódromo de Yahuarcocha

Fuente: Grupo de Investigación

6.1.3 MATERIALES

Tabla 6.3: Materiales del sistema

CANTIDAD	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
1	Platina de Hierro	120x50x3mm
1	Platina de Hierro	350x19x3mm
2	Platina de Hierro	390x19x4mm
1	Platina de Hierro	132x50x3mm
2	Platina de Hierro	20x19x4mm
1	Platina de Hierro	300x25x6mm
3	Soportes en U	52x21x2mm
3	Bocines de acero	Øext 14.5-Øint 10 - h 19mm
2	Bocines de acero	Øext 25-Øint 22 - h 14.5mm
2	Pines de acero	Ø14 - l 30mm
1	Eje duralón	Ø75- l 60mm
2	Rodamientos radiales de bolas	Øext 22-Øint 10 - h 6mm
8	Rodamientos axiales de rodillos	Øext 24-Øint 10 - h 3mm
7	Pernos de acero	10x25mm
2	Pernos de acero	10x48mm
3	Pernos de acero	8 x 64mm
2	Bisagras	
1	Capot	Suzuki forza II

1	Tapa de latón	48.5 x 21.5 mm
3	Caucho para filo	1m
3	Faros LED	Truckstar CE 12-24V
2	Servomotores	Dynamixel Smart- Servo 64
1	Microcontrolador	PSOC
1	SSR	
1	Sensor luz de ambiente	
1	Sensor ultrasónico	
1	Componentes electrónicos varios	
2	Sensores ópticos	
1	Pintura gris plata	Frasco de 1/16
1	Pintura negra mate	Frasco de 1/16
1	Masilla Plástica Mustang	Frasco de 1 litro
1	Pintura amarilla brillante	Frasco de 1/32
1	Pintura negra brillante	Frasco de 1/32
1	Masilla suave Polyfill	Frasco de un 1kl

Fuente: Grupo de Investigación

6.1.4 RECURSOS TECNOLÓGICOS

Tabla 6.4: Recursos tecnológicos

RECURSOS TECNOLÓGICOS
Computadoras
Multímetro Digital
Cámara de fotos digital
Luxómetro
Internet
Libros

Fuente: Grupo de Investigación

6.2 CRONOGRAMA

El cronograma de implementación del proyecto se realizó con el programa Microsoft Office Project y se encuentra en el anexo D.

6.3 PRESUPUESTO

Para cumplir con la meta prevista, a continuación se muestran los valores económicos junto con su asignación, que sirvieron como control financiero del proyecto y que nos genera una idea de la inversión realizada.

6.3.1 ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA

Tabla 6.5: Presupuesto de los elementos de la estructura

CANTIDAD	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1	Platina de Hierro	120x50x3mm	1,06	1,06
1	Platina de Hierro	350x19x3mm	0,42	0,42
2	Platina de Hierro	390x19x4mm	0,56	1,12
1	Platina de Hierro	132x50x3mm	1,06	1,06
2	Platina de Hierro	20x19x4mm	0,56	1,12
1	Platina de Hierro	300x25x6mm	1,07	1,07
3	Soportes en U	52x21x2mm	1	3
3	Bocines de acero	∅ext 14.5-∅int 10 - h 19mm	0,25	0,75
2	Bocines de acero	∅ext 25-∅int 22 - h 14.5mm	0,55	1,1
2	Pines de acero	∅14 - l 30mm	0,5	1
1	Eje duralón	∅75- l 60mm	12	12
			TOTAL	23,7

Fuente: Grupo de investigación

6.3.2 ELEMENTOS MECÁNICOS

Tabla 6.6: Presupuesto de elementos mecánicos

CANTIDAD	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
2	Rodamientos radiales de bolas	Øext 22-Øint 10 - h 6mm	3	6
8	Rodamientos axiales de rodillos	Øext 24-Øint 10 - h 3mm	4	32
7	Pernos de acero	10x25mm	0,1	0,7
2	Pernos de acero	10x48mm	0,15	0,3
3	Pernos de acero	8 x 64mm	0,1	0,3
2	Bisagras		2	4
1	Capot	Suzuki forza II	80	80
1	Tapa de latón	48.5 x 21.5 mm	8	8
3	Caucho para filo	1m	4	12
			TOTAL	143,3

Fuente: Grupo de investigación

6.3.3 ELEMENTOS ELECTRÓNICOS

Tabla 6.7: Presupuesto de elementos electrónicos

CANTIDAD	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
3	Faros LED	Truckstar CE 12-24V	50	150
2	Servomotores	Dynamixel Smart-Servo 64	200	400
1	Microcontrolador	PSOC	10	10
1	SSR		15	15
1	Sensor luz de ambiente		20	20
1	Sensor ultrasónico		30	30
1	Componentes electrónicos varios		10	10
2	Sensores ópticos		1,5	3
			TOTAL	638

Fuente: Grupo de investigación

6.3.4 ACABADOS Y PINTURA

Tabla 6.8: Presupuesto de acabados y pintura

CANTIDAD	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1	Pintura gris plata	Frasco de 1/16	15	15
1	Pintura negra mate	Frasco de 1/16	10	10
1	Masilla Plástica Mustang	Frasco de 1 litro	4,9	4,9
1	Pintura amarilla brillante	Frasco de 1/32	8	8
1	Pintura negra brillante	Frasco de 1/32	5	5
1	Masilla suave Polyfill	Frasco de un 1kl	6,45	6,45
			TOTAL	49,35

Fuente: Grupo de investigación

6.3.5 TOTAL

Tabla 6.9: Presupuesto total del proyecto

DESCRIPCIÓN	TOTAL
ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA	23,7
ELEMENTOS MECÁNICOS	143,3
ELEMENTOS ELECTRÓNICOS	638
ENDEREZADA Y PINTURA	49,35
VALOR TOTAL DEL PROYECTO	854,35

Fuente: Grupo de investigación

6.4 FINANCIAMIENTO

El financiamiento se realizó por parte del grupo de investigación conformado por: Ing. Germán Erazo, Ing. Stalin Mena, Andrés Cevallos, Santiago Reina.

6.5 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

Considerando que en la actualidad no existe un sistema con similares características, las luces inteligentes se presentan como una aplicación autotrónica novedosa y en plena capacidad de ser difundida en la iluminación vehicular. Además, su naturaleza programable y calibrable lo hace fácil de implementar en cualquier vehículo.

El prototipo, con un costo de fabricación de ochocientos cincuenta y cuatro dólares con treinta y cinco centavos más un margen de ganancia del 20% resultaría en un precio de venta al público de 1025 dólares, el cual es un precio accesible en relación a las prestaciones y ventajas que brinda el sistema.

CONCLUSIONES

Finalizado el proyecto de investigación, se pone a consideración las siguientes conclusiones y recomendaciones de manera que puedan ser utilizadas como fuente de consulta para futuras investigaciones.

- Se implementó un sistema automatizado de faros en un vehículo Suzuki Forsa II que mejoró los niveles de seguridad y conducción en ambientes nocturnos. El sistema inteligente mejora la iluminación en rectas en un 25% y la iluminación en curvas en un 246%.
- Se realizó un análisis de luminosidad y consumo de energía de diferentes tipos de faros de vehículos para determinar el más apto de implementar en el sistema automático.
- Se determinó que la iluminación LED es la más eficiente para los nuevos sistemas de iluminación vehicular.
- Se realizó un software de microcontrolador PSOC para controlar las funciones del sistema.
- Se diseñó un módulo electrónico aplicando conocimientos e investigaciones de teoría de circuitos eléctricos.
- Se analizó las características y aplicaciones de los dispositivos, elementos y circuitos electrónicos inmersos en el sistema desarrollado.

- Se construyó un mecanismo de cuatro barras para el levantamiento y giro del sistema de luces inteligentes debido a su facilidad de construcción y versatilidad de funcionamiento.
- Se elaboró un manual de uso del sistema que facilitará la utilización del mismo y permitirá sacar el mejor provecho de él.
- El sistema de iluminación inteligente es eficiente y puede ser operado por cualquier persona previo a una ligera instrucción de su funcionamiento y sin necesidad que tenga ningún conocimiento en mecánica o electrónica automotriz.
- Se determinó que la iluminación en curvas es más necesaria al momento de entrar en ella para anticipar posibles objetos no visibles con un sistema convencional.
- Para el proyecto se incursionó con el uso de microcontroladores PSOC capaces de modificar su hardware interno para obtener una mayor eficiencia según la aplicación a realizarse.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación del sistema de luminarias inteligentes en los vehículos para disminuir índices de accidentes por falta de visibilidad nocturna.
- Se recomienda leer el manual de uso del sistema de manera que pueda ser utilizado eficientemente.
- Para realizar un estudio de tipos de faros es necesario analizar todos los parámetros concernientes y aplicar la mayor cantidad de pruebas posibles.
- Elaborar subsistemas de protección de voltaje e intensidad para el microcontrolador y actuadores, antes de probar el sistema en el vehículo.
- El microcontrolador debe estar localizado lejos de los sistemas de potencia para evitar fallos en su funcionamiento.
- Se recomienda usar cables blindados en componentes cuya señal se pueda ver afectada a causa de interferencias.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

- Alan H. Cromer, J. F. (2006). *Física en la Ciencia y en la Industria*. Barcelona: Reverté.
- Bunge, M. (2000). *La investigación científica*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Celin Padilla, W. M. (2006). *Diseño e instalación de un sistema de iluminarias inteligentes de un vehículo para direccionar en curvas*. Latacunga: Tesis de Grado ESPEL.
- Josep Balcells, J. L. (1997). *Autómatas Programables*. Barcelona.
- SSolutions, G. I. (2013). Regla #1 de seguridad activa: uso adecuado de las luces en tu vehículo. *Tráfico y seguridad vial*.
- Universidad Politécnica de Catalunya. (2006). Seguridad Activa y Pasiva en el Automóvil. Catalunya, España.
- Vivanco, M. (2005). *Muestreo estadístico. Diseño y aplicaciones*. Santiago de Chile: Universitaria.
- Zabler, E. (2002). *Los sensores en el automóvil*.

NETGRAFÍA

ARTÍCULOS WEB:

- Arteaga, L. R. (2007, Diciembre 31). <http://electronicadesarrollo.blogspot.com/2007/12/programacin-de-pics.html>.
- Granada, I. M. (2013). <http://instrumentaciongz.wikispaces.com/file/view/PsoC+para+Dummies.pdf>.
- Tapia, J. (2013). <http://www.psoc-chile.es.tl/Psoc.htm>.
- Valenzuela, A. (2010, Abril 19). <http://binnacle-picaxe.blogspot.com/2010/04/el-microcontrolador-picaxe.html>.
- Verle, M. (2009). <http://www.mikroe.com/chapters/view/79/capitulo-1-el-mundo-de-los-microcontroladores/>.

ANEXOS

ANEXO A: Manual del usuario

ANEXO B: Formato de información del proyecto

ANEXO C: Certificados Empresariales

ANEXO D: Cronograma

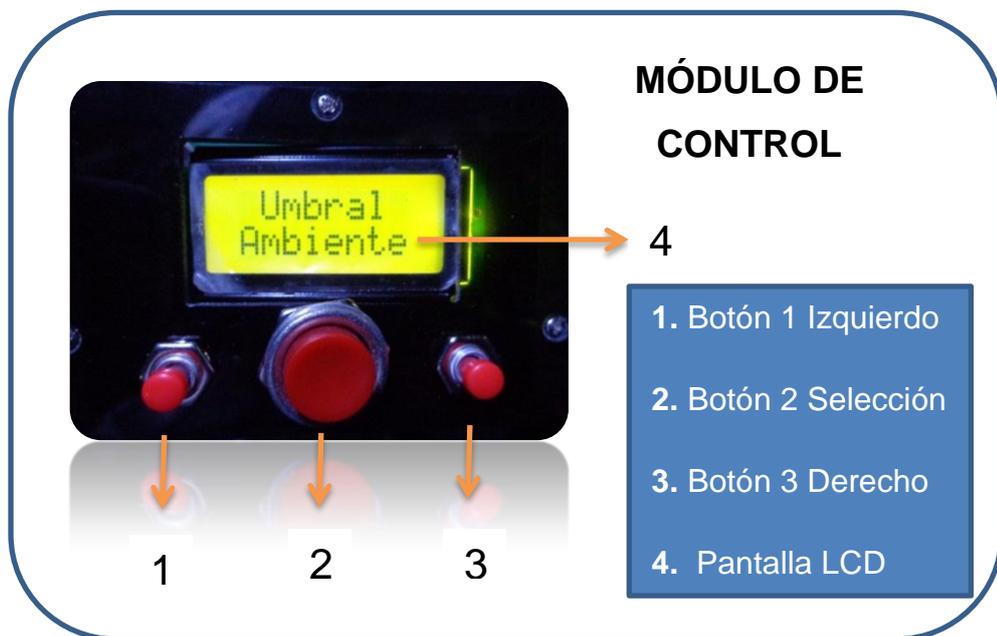
ANEXO E: Artículo para la revista

ANEXO 1

Manual del Usuario

Manual de Usuario del Sistema de Luces Inteligentes

SISTEMA DE LUCES INTELIGENTES



SELECCIÓN DE MODOS

El sistema está equipado con tres modos que puede escoger el usuario los cuales pueden ser:

- **MODO DESACTIVADO:** En este modo el sistema de luces inteligentes queda inactivo.
- **MODO MANUAL:** En este modo se permite al usuario controlar las funciones del sistema de luces inteligentes.
- **MODO AUTOMÁTICO:** En este modo se activan todas las funciones automáticas del sistema.

Para seleccionar cualquiera de los modos, presione **el botón 2 de selección** hasta ver el nombre en la pantalla del modo deseado.

MODO DESACTIVADO

Cuando el sistema se encuentra en el modo desactivado se mostrará en pantalla.

Este modo solo puede ser activado cuando las llaves y el switch de luces convencionales del vehículo estén en la posición **OFF**.



MODO MANUAL

Para activar este modo el switch de luces convencionales debe estar en **ON**.

Cuando el sistema se encuentra en el modo manual, se mostrará en pantalla.



Por defecto, el modo manual está programado para comenzar en luces bajas. En este modo se puede calibrar los valores de **Intensidad Luminosa**, **Posición Vertical** y **Posición horizontal** de los faros.

Presionando el botón 2 de selección por 2 segundos, se alternan las calibraciones de **Intensidad Luminosa**, **Posición Vertical** y **Posición horizontal** para luces altas y bajas.

Con **los botones 1 izquierdo y botón 3 derecho**, se suben y bajan los valores de las calibraciones mostrados en pantalla:



Para hacer el cambio de luces presione instantáneamente el **botón 2 de selección**. La intensidad luminosa y la posición vertical en bajas están programadas para que no sobrepasen los valores configurados en luces altas.



MODO AUTOMÁTICO

Para activar este modo el switch de encendido debe estar en **ON**.

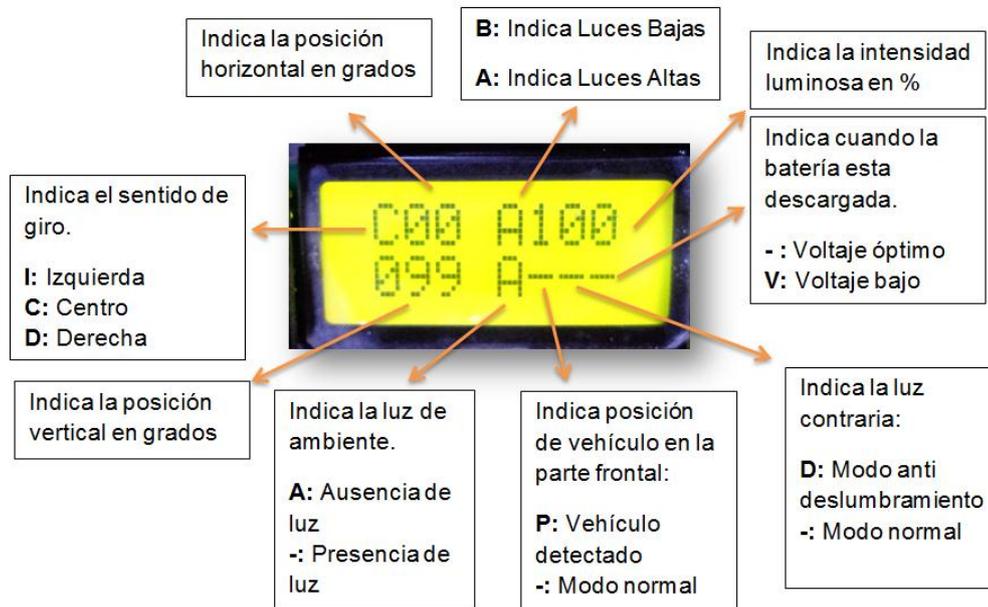
Cuando el sistema se encuentra en el modo automático, se mostrará en pantalla.



Mientras el modo automático esté activo, pero el vehículo esté circulando en el día, en pantalla se muestra:



Cuando el vehículo circula en la noche, el sistema capta la ausencia de luz en el ambiente y se activan las luces. Por defecto, el sistema inicializa en luces altas, esperando alguna condición (**Luz contraria u Vehículo adelante**) para realizar el cambio de luces a bajas.



BAJO VOLTAJE

Cuando se detecta un valor de voltaje de batería por debajo del umbral establecido, se desactiva el sistema hasta que la batería vuelva a un estado de carga normal.



En pantalla se mostrará un mensaje de alerta.

EN ESPERA Y CIERRE

Cuando se apaga el sistema inteligente de luces independientemente del modo en que se encuentre, va a estado de **En Espera** por 8 segundos esperando alguna acción del usuario, sea esta selección de otro modo o cierre inmediato.

Si no existe ninguna acción por parte del usuario dentro de los 8 segundos, el sistema va al modo de cierre inmediato **Cerrando** y se guardan los faros.



CIERRE INMEDIATO

Cuando el sistema se encuentra en el modo de **En Espera**, el usuario puede presionar el **botón 2 de selección** para un cierre inmediato de los faros.



MODO CONFIGURACIÓN

En el modo configuración se calibran todos los parámetros a usarse en el modo automático.

Para acceder a este modo se presionan simultáneamente el **botón 1 y 3** del módulo de control.



Con los **botones 1 y 3**, se desplaza por el menú de configuración, y para escoger un parámetro se presiona el **botón 2 de selección**.

En este modo se puede configurar los parámetros:

- **Brillo Luces Bajas:** Configura el porcentaje de brillo en luces bajas de 0 a 99%.
- **Brillo Luces Altas:** Configura el porcentaje de brillo en luces altas de 1 a 100%.
- **Posición Luces Altas:** Configura la posición de luces altas de 1 a 105°.
- **Posición Luces Bajas:** Configura la posición de luces bajas de 0 a 104°.
- **Angulo giro máximo:** Configura el giro máximo de las luces de 0 a 30°.
- **Umbral ambiente:** Configura la captación de luz de ambiente de 10 a 90%. Cuando está en un valor alto el sistema se acciona con mayor cantidad de luz, y un porcentaje bajo requerirá mayor oscuridad para su funcionamiento.
- **Umbral deslumbramiento:** Configura la captación de luz contraria de 0 a 100%. Cuando está en un valor bajo, el sistema se vuelve más sensible a la luz contraria.
- **Umbral Batería:** Configura el valor de voltaje mínimo al que se desactiva automáticamente el sistema de 10 a 12V.
- **Salir:** Permite salir del modo configuración. Además, si no se realiza ninguna acción durante un lapso de tiempo, el módulo va saliendo automáticamente de cada menú hasta desactivarse.

ANEXO 2

Formato de información del proyecto

1. DATOS GENERALES

Nombre o Título del proyecto (Español):

Determinación de los niveles de iluminación de diferentes tipos de faros e implementación de un sistema automatizado en el automóvil.

Nombre o Título del proyecto (Inglés):

Determination of the illumination levels of different kind of lights and the implementation of an automatized system in the vehicle.

Nombre del Departamento/ Centro Responsable: Ciencias de la Energía y Mecánica		Carrera: Ingeniería automotriz	Programa de Postgrado:	
No. Convocatoria 2013	Nombre del Programa (Op) No aplica		Grupo de Investigación: (Pertenece) (Op) No aplica	
Línea de Investigación: 12. Sistemas Eléctricos, Electrónicos y Computacionales			Sublínea de Investigación: Electrónica aplicada	
Tipo de Investigación: Investigación Científica				
COBERTURA Y LOCALIZACIÓN				
Local x		Regional		Nacional
Zona de Planificación Regional 1		Región Sierra	Provincia Imbabura	Cantón Ibarra
		Regional amplio		Parroquia San Francisco

Objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir:				
2. Mejorar las capacidades y potencialidades de la ciudadanía				
Área de Conocimiento:				
ESPE Sistemas Electrónicos		Unesco Ingeniería, industria y construcción		
INSTITUCIONES INVOLUCRADAS EN EL PROYECTO				
Datos de las Instituciones Ejecutoras				
Institución Ejecutora Principal:		ESPE		
Dirección Marquez de Maenza	Ciudad Latacunga	Correo Electrónico	Pag. Web. Webtga.espe.edu.ec	Teléfonos /Fax
Otras Instituciones Nacionales e Internacionales que colaborarán con el proyecto				
Institución:		<p>Gobierno Provincial de Imbabura</p> 		

Dirección Bolívar y Oviedo	Ciudad Ibarra	Correo Electrónico	
Monto			
Presupuesto de Riesgos	Presupuesto aporte ESPE No admite	Presupuesto entidad auspiciantes/ beneficiaria	Presupuesto Total No admite
Plazo de ejecución			
Fecha de presentación	Fecha de inicio 4-10-2012	Fecha de finalización 08-10-2013	
Duración en meses: 12 meses	Estado: Nuevo: <input type="checkbox"/> En Ejecución <input checked="" type="checkbox"/> Continuasión: <input type="checkbox"/>		
PERSONAL RESPONSABLE DEL PROYECTO			
Nombres y Apellidos del Director de Proyecto Erazo Laverde Washington Germán	Cargo Profesor tiempo completo	Unidad/Dpto. Ciencias de la Energía y mecánica	Correo Electrónico wgerazo@espe.edu.ec
Nombres y Apellidos del Investigador Asistente Mena Navarrete Stalin	Cargo Profesor tiempo completo	Unidad/Dpto. Ciencias de la Energía y mecánica	

Nombres y Apellidos del Investigador Ayudante 1 Cevallos González Andrés Felipe	Alumno de la carrera de ingeniería Automotriz	Ciencias de la Energía y mecánica	andypipe_cev@hotmail.com
Nombres y Apellidos del Investigador Ayudante 2 Reina Vásquez Santiago Xavier	Alumno de la carrera de ingeniería Automotriz	Ciencias de la Energía y mecánica	Zanty89SZ@hotmail.com

2. DIAGNÓSTICO Y PROBLEMA

2.1 Descripción de la situación actual del tema a investigar:

En el país, los niveles de accidentes de tránsito han crecido notablemente en los últimos años y entre las causas principales de los siniestros están: impericia del conductor, estado de embriaguez y falta de visibilidad, la cual representa el 15% de los accidentes registrados.

El presente proyecto, está encaminado a mejorar la visibilidad nocturna para conducción en carreteras, debido a que en nuestra realidad no se cuenta con suficiente iluminación y señalización.

Los beneficiarios directos del proyecto son todos los conductores expuestos a la falta de visibilidad en las noches y a los peligros que ésta conlleva, además de los peatones que siempre son susceptibles a ser invisibles en la carretera, especialmente por las noches.

2.2 Identificación, descripción y diagnóstico del problema

Ante la problemática de los sistemas de iluminación actuales y su ineficiente

funcionamiento en condiciones de poca luminosidad, ya sea por lámparas de mala calidad, insuficiente número de iluminarias o por no cumplir a cabalidad con condiciones como iluminación en curvas, ascensos, etc; se busca dar una solución eficaz a los sistemas convencionales, proponiendo un estudio previo y un sistema automatizado que pueda facilitar el manejo de las luces del vehículo y brindar mayores niveles de visibilidad al conductor.

Con estos planteamientos previos, se buscará satisfacer las necesidades de luminosidad al conductor, además de brindar una autonomía del sistema y que el conductor no tenga que manipular directamente el mismo. Así, evitar posibles imprudencias o mal manejos de los sistemas de luces y mejorar la visibilidad del propio conductor como de los demás conductores de las vías.

2.3 Tabla de Búsqueda: en Bases de Datos/Documentos/Patentes/otros

- 1) Josep Balcells, J. L. (1997). *Autómatas Programables*. Barcelona.
- 2) Zabler, E. (2002). *Los sensores en el automóvil*.
- 3) El microcontrolador PSOC
<http://www.psoc-chile.es.tl/Psoc.htm>. (n.d.).
- 4) Faros Led
<http://www.motorspain.com/11-08-2007/uncategorized/el-audi-r8-estrena-faros-de-led>. (n.d.).
- 5) Fundamentos de electrónica
http://www.electronica2000.net/curso_elec/leccion79.htm. (n.d.).

Base de Datos	Denominación	No. De patente	Otros
No aplica	No aplica	No aplica	No aplica

2.4 Análisis Comparativo

El proyecto ofrece un sistema de iluminación más óptimo, con la finalidad de reducir accidentes durante la conducción nocturna o entornos de poca luz, causados por falta de iluminación o fatiga visual, además de aumentar la seguridad activa en el vehículo.

La iluminación nocturna mejora notablemente con el uso de la tecnología LED, la cual

brinda una iluminación eficaz y de bajo consumo de corriente, además el sistema automatiza las tareas de encendido, apagado y cambio de luces, capaz de brindarle al conductor una conducción más relajada; asimismo orienta los faros hacia donde se requiere el haz de luz y disminuye la intensidad luminosa para evitar deslumbramientos hacia los otros conductores.

El proyecto dará como resultado una conducción nocturna más segura al tener un mejor sistema de iluminación y permitir visualizar zonas fuera del alcance de un sistema convencional.

*** Adjuntar : Página Legal**

Identificación y caracterización de la población objetivo (beneficiarios y participantes)

Número Directos Hombres:	Número Directos Mujeres:	Total Directos:	Total Indirectos:
20	10	30	100

Número de docentes participantes:	Docentes participantes hombres:	Docentes participantes mujeres:
2	2	

Número de estudiantes participantes:	Estudiantes participantes hombres:	Estudiantes participantes mujeres:
2	2	

Factores críticos de éxito:

Disponibilidad de elementos mecánicos
 Conocimientos sobre electrónica y electromecánica

Restricciones/Supuestos

Disponibilidad de elementos electrónicos.
 Demora en importaciones

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

	Indicador	Medio de verificación	Supuestos
<p>Fin:</p> <p>Reducir accidentes durante la conducción nocturna o entornos de poca luz, causados por falta de iluminación o fatiga visual, además de aumentar la seguridad activa en el vehículo.</p>	<p>El estudio de luminosidad y la implementación de un sistema automatizado de faros en el automóvil mejorarán la visibilidad del sistema de alumbrado nocturno en un 50% más que un sistema convencional.</p>	<p>Inspección visual y análisis con luxómetro de los niveles de luminosidad</p>	<p>Reducir la cantidad de accidentes durante la conducción nocturna</p>
<p>Propósito (objetivo general):</p> <p>Determinar los niveles de iluminación de diferentes tipos de faros e implementar un sistema automatizado en el automóvil para mejorar los niveles de seguridad y conducción en ambientes nocturnos reduciendo el porcentaje de accidentes de tránsito.</p>	<p>Sistema autónomo de luces autodireccionables y aumento de seguridad activa en el vehículo</p>	<p>Pruebas de campo e inspección visual</p>	<p>Aumento de visibilidad en la conducción nocturna y verificación de datos</p>

<p>Componentes (objetivos específicos):</p> <p>Realizar un análisis de luminosidad y consumo de energía con diferentes tipos de faros de vehículos, para determinar cuál es el más apto de implementar en el sistema automático.</p> <p>Diseñar un mecanismo para el accionamiento, enclavamiento y giro automático.</p>	<p>Determinar los niveles de luminosidad y consumo energético de diferentes tipos de faros</p> <p>Construcción de un mecanismo de 4 barras adaptado al tipo de movimiento requerido</p>	<p>Prueba de campo y de laboratorio con instrumentos de medición</p> <p>Diseño y simulación del mecanismo en software Working Model y Solid Works.</p>	<p>Análisis de resultados y selección del tipo de luminaria según el estudio</p>
<p>Actividad:</p> <p>Analizar en detalle las características, definiciones y aplicaciones de los dispositivos y elementos inmersos dentro del sistema a desarrollarse.</p> <p>Realizar un análisis de luminosidad y consumo de energía con diferentes tipos de faros de vehículos, para determinar cuál es el más apto de implementar en el sistema automático.</p> <p>Programar microcontroladores y</p>	<p>Adquisición de material bibliográfico y fuentes de información</p> <p>Adquisición de instrumentos de medida para las pruebas de laboratorio y de campo</p> <p>Asesoramiento en la programación de</p>	<p>Informe de costos de construcción del sistema</p>	<p>Aprobación de los diseños y del sistema de luces autodireccionables</p>

diseñar diagramas esquemáticos y placas de circuito impreso. Diseñar un mecanismo para el accionamiento, enclavamiento y giro automático.	microcontroladores PSOC Adquisición de materiales y gastos de maquinado de piezas		
--	--	--	--

Detalle de entregables del proyecto				
Bienes	Sistema de faros automatizados instalados en un vehículo de serie			
Servicios	No aplica			
Bienes y Servicios	No aplica			
Detalle de adquisiciones del proyecto				
Descripción	% Nacional	% Importado	Detalle insumo nacional	Detalle insumo importado
Bienes Platinas de hierro Rodamientos axiales Rodamientos radiales Faros LED Servomotores Microcontroladores PSOC Relés de estado sólido Sensores electrónicos Luxómetro	40	60	Platinas de hierro Capot Suzuki Forza Rodamientos axiales Rodamientos radiales	Faros LED Servomotores Microcontroladores PSOC Relés de estado sólido Sensores electrónicos Luxómetro

Capot Suzuki Forsa				
Servicios	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Bienes y Servicios	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Categorización del Proyecto				
Indispensable	Necesario		Deseable	Admisible
	x			

4. METODOLOGÍA PARA LA INVESTIGACIÓN (Diseño del Estudio: Detallar diseño experimental, tipo de análisis estadístico, otros)

Para nuestro tema de investigación hemos utilizado la investigación experimental y documental, enfatizándonos más en la experimental.

Este tipo de investigación consiste en someter a un objeto a determinadas condiciones, estímulos o tratamientos (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente).

Todo esto se realiza basado en los objetivos e interrogantes planteadas, en las que el investigador se sustenta en el diseño experimental y no solo identifica las características que se estudian; sino que las somete a pruebas en diferentes condiciones y busca controlar, alterar o manipular con el fin de observar los resultados.

En esta investigación constan las siguientes etapas:

- Delimitar y definir el objeto de la investigación o problema, señalando las variables independientes y dependientes del mismo.
- Plantear una hipótesis de trabajo, ésta debe ser factible y comprobable, por lo que se debe tener un resultado tentativo (hipótesis) de cómo puede ocurrir dicho fenómeno.

- Elaborar el diseño experimental, mediante los siguientes pasos: Realizar un estudio previo del tema de investigación, determinar todos los componentes del equipo, acoplar los componentes, realizar un experimento de prueba e interpretar tentativamente los resultados.
- Realizar el experimento final para detectar cualquier anomalía y buscar una respuesta al problema.
- Analizar los resultados los cuales deben contestar las preguntas planteadas por el problema.
- Obtener conclusiones, ya logrados los resultados del experimento el investigador debe aplicar su criterio científico para aceptar o rechazar la hipótesis.
- Elaborar un informe por escrito.

5. FINANCIAMIENTO

El financiamiento se realizó por parte del grupo de investigación conformado por: Ing. Germán Erazo, Ing. Stalin Mena, Andrés Cevallos, Santiago Reina

6. VIABILIDAD Y PLAN DE SOSTENIBILIDAD

Viabilidad Técnica:

El sistema consta de 3 faros LED escogidos posterior a un estudio de luminosidad realizado, que irán ubicados en el centro del capot del vehículo. Mediante el empleo de sensores se recopilara información de diferentes condiciones externas las cuales serán procesadas por un módulo de control, y éste a su vez accionará los actuadores que permitirán el accionamiento automático de las diferentes funciones q consta el sistema automatizado.

Entre las funciones se encuentran: Direccionamiento de los faros en curvas, movimiento vertical de faros, modulación de intensidad de luz, mecanismo de faros escamoteables.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Servomotores	Torxis (115 kg.cm@18v)
Faros	LED Truckstar CE 12-24V
Microcontrolador PSOC	Cypress PSOC
Relés	SSR
Mecanismo	4 barras platina de hierro
Sensores	Distancia, luz ambiente, óptica de giro contraria.
Accesorios	Pantalla LCD, mando control 3 puls Suzuki forsa.

Equipamiento Tecnológico Disponible

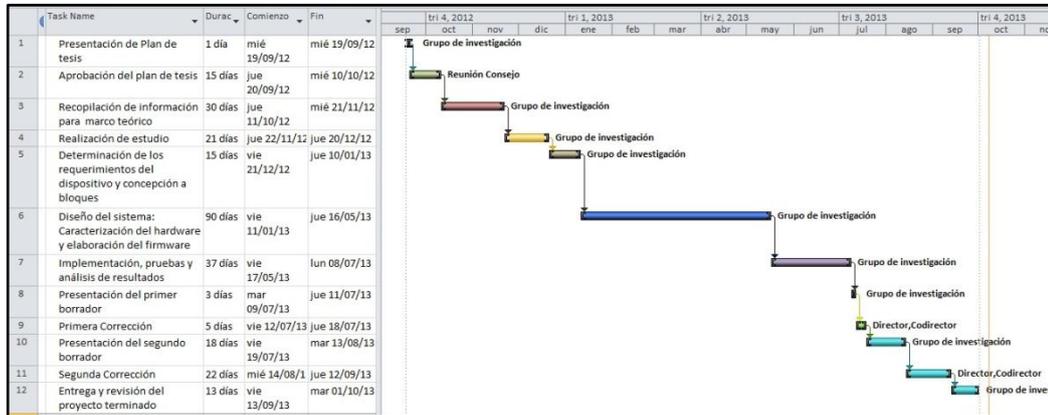
Para el estudio de luminosidad se ha empleado un laboratorio de diferentes ambientes oscuros elaborado por parte de los autores, en el que se determinó los niveles de luminosidad y consumo energético mediante el uso de instrumentos de medición como: Luxómetro con interfaz computarizada y multímetro

Qué perdería el país si el proyecto no se ejecuta en este periodo?

La oportunidad de mejorar la seguridad activa de los vehículos y de esta manera reducir los índices de accidentes de tránsito por falta de

	visibilidad.	
¿Cuáles son los resultados o impactos esperados del proyecto?	Funcionamiento óptimo del sistema automatizado y mejora de la visibilidad y confort del conductor en condiciones de poca luminosidad.	
¿Dispone de alguna metodología específica para valorar el retorno de inversión de su proyecto?	SI:	NO: X
Análisis de impacto ambiental No existe un impacto ambiental directo, sin embargo se debe considerar el manejo de los componentes electrónicos una vez concluida su vida útil.		
Sostenibilidad social: equidad, género, participación ciudadana El proyecto permitirá salvaguardar la integridad física de las personas, especialmente de los conductores y peatones que diariamente están expuestos a posibles accidentes de tránsito en las noches.		
Transferencia Tecnológica (Su proyecto generará):		
Artículo Científicos Estudio detallado de las condiciones de luminosidad de los faros automotrices existentes.		
Prototipos Construcción del sistema de faros autodireccionables en un Suzuki forsa		
Registro de Propiedad Intelectual		
Empresas Spin Offs		
Otros		
Análisis de riesgos: Ingresar la información en el ANEXO		

7. ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN



8. ESTRATEGIA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

Hitos del proyecto (Un hito x mes)		
Mes	DESCRIPCIÓN DE HITOS (Entregables)	USD Presupuesto
Noviembre	Realización de las pruebas de iluminación	165
Diciembre	Determinación de los requerimientos del dispositivo y concepción de bloques del sistema	-
Enero	Caracterización del hardware y elaboración del firmware	1540
Febrero	Caracterización del hardware y elaboración del firmware	-
Marzo	Caracterización del hardware y elaboración del firmware	-
Abril	Caracterización del hardware y elaboración del firmware	-
Mayo	Implementación, pruebas y análisis de resultados	253,35
Junio	Implementación, pruebas y análisis de resultados	
Octubre	Entrega y revisión del proyecto	

9. DIFUSIÓN

Tipo de Evento

Actividad	Costo
Una vez finalizado el proyecto, los resultados serán expuestos en la defensa de tesis de los participantes, además serán divulgados en los eventos científicos desarrollados por las instituciones a nivel nacional.	0

10. BIBLIOGRAFÍA Y OTRA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA CITADA

- 1) Josep Balcells, J. L. (1997). *Autómatas Programables*. Barcelona.
- 2) Zabler, E. (2002). *Los sensores en el automóvil*.
- 3) El microcontrolador PSOC
<http://www.psoc-chile.es.tl/Psoc.htm>. (n.d.).
- 4) Faros Led
<http://www.motorspain.com/11-08-2007/uncategorized/el-audi-r8-estrena-faros-de-led>.
(n.d.).
- 5) Fundamentos de electrónica
http://www.electronica2000.net/curso_elec/leccion79.htm. (n.d.).

11. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

Ing. Germán Erazo L.

Director del Proyecto

Ing. Stalin Mena N.

Coodirector del proyecto

Sr. Andrés Cevallos

Investigador ayudante 1

Sr. Santiago Reina

Investigador ayudante 2

Guido Torres

Director de departamento

Ing. Marcelo Silva

**Jefe de Investigación y
Vinculación**

ANEXO C

Certificados empresariales

Ibarra, Viernes 20 de Septiembre del 2013

CERTIFICADO

A quien interese certifico en mi calidad de Ingeniero Mecánico Responsable del Área de Taller de Mantenimiento de Maquinaria Pesada y Equipo a Rueda perteneciente al parque Automotor del Gobierno Provincial de Imbabura, que el Grupo de Investigación conformado por los señores: Santiago Reina con CI: 1003146840 y Andrés Cevallos con CI: 1003195656 estudiantes egresados de la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga realizaron en los talleres antes mencionados los trabajos, utilizando las herramientas adecuadas y las respectivas medidas de Seguridad Industrial en cada una de las máquinas de las cuales poseemos, para el avance del proyecto denominado "DETERMINACION DE LOS NIVELES DE ILUMINACION DE DIFERENTES TIPOS DE FAROS E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO EN EL AUTOMOVIL", proyecto bajo supervisión de los Profesionales Docentes: Ing. German Erazo Director de Tesis e Ing. Stalin Mena Coodirector.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, para fines pertinentes.-

Atentamente

 **gpi** Gobierno
Provincial
de Imbabura

EDWIN TORRES
INGENIERO MECANICO JEFE

Ibarra, Lunes 7 de octubre del 2013

CERTIFICADO

A quien interese, certifico en mi calidad de ingeniero mecánico, Responsable del Área de Taller de Mantenimiento de Maquinaria Pesada y Equipo a Rueda perteneciente al Parque Automotor del Gobierno Provincial de Imbabura, que el grupo de investigación conformado por los señores: Andrés Cevallos con CI: 100319565-6 y Santiago Reina con CI: 100314684-0, estudiantes egresado de la facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, realizaron en los talleres antes mencionados una encuesta a miembros del plantel de trabajadores, sobre la factibilidad del proyecto de tesis denominado: “DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE FAROS E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO EN EL AUTOMÓVIL”, proyecto bajo la supervisión de los profesionales docentes: Ing. Germán Erazo, Director de Tesis, e Ing. Stalin Mena, Codirector.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad para fines pertinentes.

Atentamente,

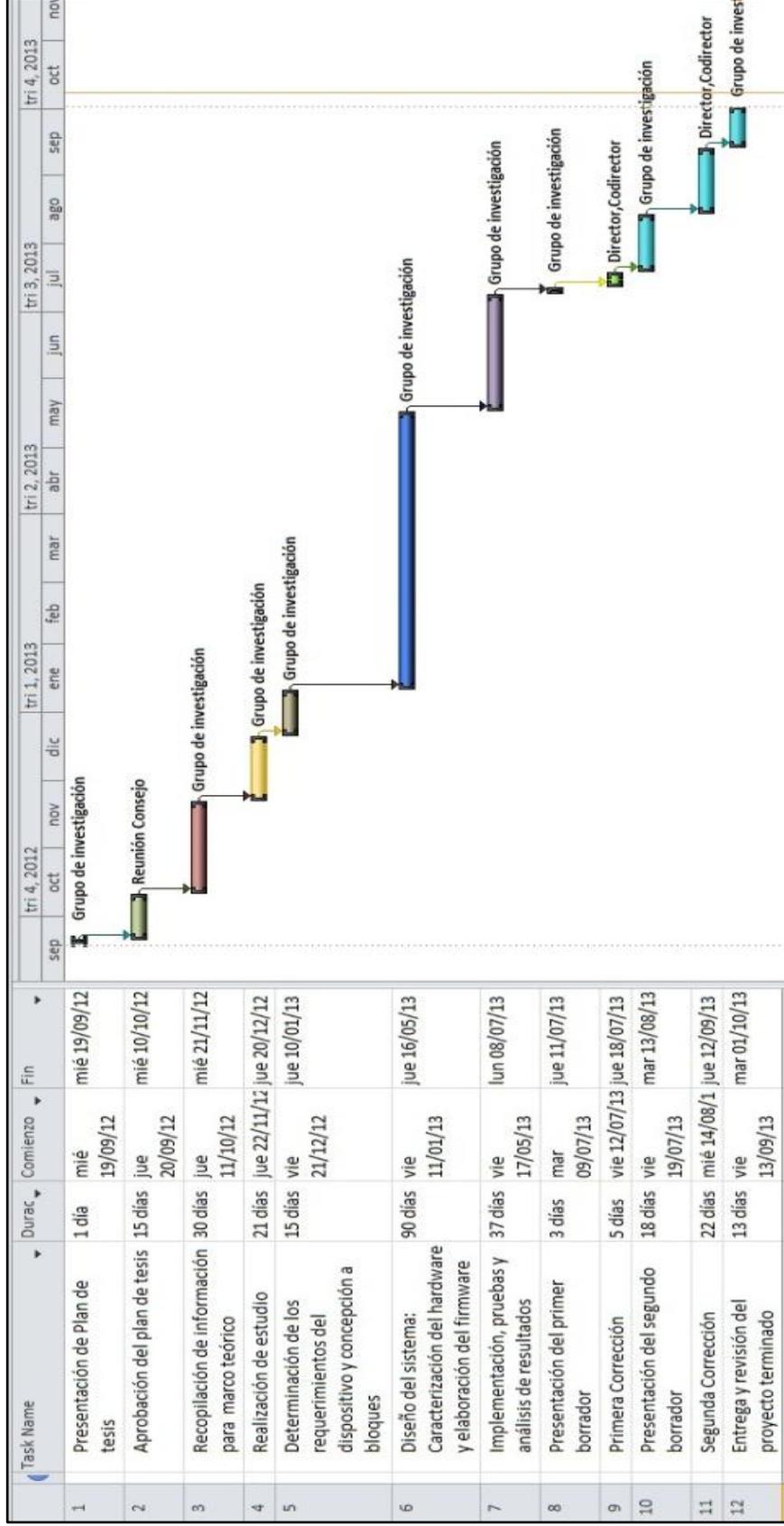


EDWIN TORRES

INGENIERO MECÁNICO JEFE

ANEXO D

Cronograma



ANEXO E

Artículo

Latacunga, Octubre del 2013

LOS AUTORES:

Andrés Felipe Cevallos González

Santiago Xavier Reina Vásquez

EL DIRECTOR DE CARRERA:

Ing. Juan Castro Clavijo

UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO:

Dr. Freddy Jaramillo