

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

Andrés Cevallos¹ Santiago Reina² Germán Erazo³ Stalin Mena⁴

^{1,2,3,4} Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador.

email : andypipe_cev@hotmail.com, zanty89SZ@hotmail.com, wgerazo@espe.edu.ec, jsmena@espe.edu.ec.

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 Forza 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.

Palabra 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 Forza 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 reduce 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.

Keywords:

Lights,automated,security,illumination

I. INTRODUCCIÓN

Debido a los altos índices de accidentes de tránsito ocasionados por la falta de visibilidad en ambientes sin iluminación, se considera importante realizar la investigación sobre los niveles de iluminación de los faros automotrices actuales y la propuesta de implementación de un sistema capaz de mejorar, por lo menos en un 50% la visibilidad.

Bajo esta ideología se ha diseñado y construido un sistema automatizado de luces LED, en un Suzuki forsa II, que permiten mejorar los alcances de iluminación tanto en rectas como en curvas además de brindar mayor comodidad al usuario.



Fuente: Grupo de investigación

Figura1: Sistema implementado en el automóvil

Una vez diseñado el sistema es imprescindible implementarlo y probar su funcionamiento para condiciones reales de trabajo. Mediante la observación de resultados y la determinación del costo del sistema se podrá realizar el análisis costo-beneficio de la investigación.

II. DESARROLLO

a. ESTUDIO DE LUMINOSIDAD

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 faro 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.

A cada uno de estos tipos de faros se les sometió a diferentes pruebas para comprobar su eficiencia en iluminación, las pruebas realizadas fueron:

- *Pruebas de luminosidad.- Se utilizó un luxómetro para medir la intensidad de luz a diferentes distancias y condiciones de luminosidad.*
- *Medición del ancho y el alcance de luz.- Con el uso de un flexómetro se midió el alcance de cada tipo de luz y el ancho de haz.*
- *Forma de haz de luz.- Desde una vista aérea se captaron la forma del haz de luz en diferentes condiciones.*
- *Pruebas de consumo de energía.-Con un multímetro digital se realizaron pruebas de consumo de energía en diferentes condiciones para obtener la potencia requerida de cada tipo de luminaria.*
- *Pruebas de temperatura de bulbo.- Con un termómetro digital se obtuvo las curvas de temperatura en función del tiempo de cada uno de los faros.*
- *Pruebas de costos.- Se analizó también el costo de cada uno de los faros para considerar en la implementación del 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:

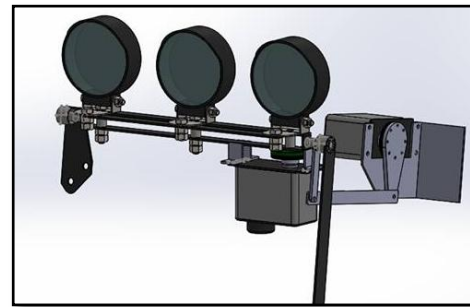
- *Presentan excelente iluminación en distancias cortas, y cabe resaltar que para la propuesta del proyecto se necesita iluminación a cortas distancias (en curvas, al coronar una pendiente, etc).*
- *Poseen un reducido consumo de potencia, por lo que permite adaptar más de una lámpara en el sistema.*
- *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.*

b. MECANISMO DE LEVANTAMIENTO Y GIRO

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



Fuente: Grupo de investigación

Figura 2: Modelado del mecanismo de faros

c. SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO

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.

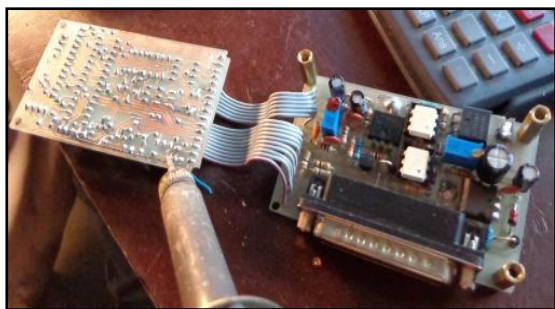
Los mecanismos que constituyen el sistema permiten:

- *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.

d. MÓDULO ELECTRÓNICO

El módulo se basa en un microcontrolador PSOC CY8C29466 y varios subsistemas de protección y tratado de señales que controla el funcionamiento de los actuadores (servomotores y faros) a partir de señales dadas por los sensores y el usuario.



Fuente: Grupo de investigación
Figura 3: Módulo de control

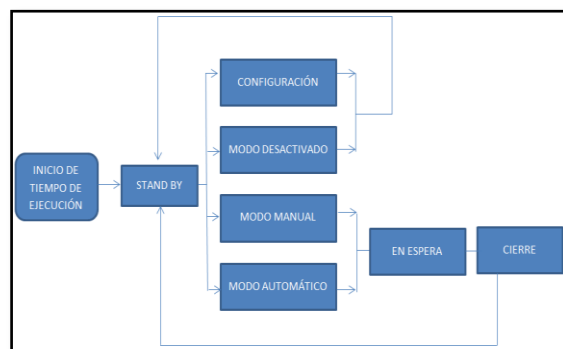
La principal ventaja del microcontrolador PSOC en comparación con otros tipos de microcontroladores es que en éste se pueden configurar los periféricos necesarios de acuerdo a las necesidades del usuario. Para éste propósito se dispone de una matriz compuesta por diferentes hardware que se unen a través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

e. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA



Fuente: Grupo de investigación
Figura 4: 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.

III. PRUEBAS EL 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.

Es muy importante realizar las medidas con el luxómetro exactamente en el mismo lugar y con el mismo ángulo de incidencia de luz en todas las mediciones



Fuente: Grupo de investigación
Figura 5: Iluminación en curva a la derecha con sistema convencional



Fuente: Grupo de investigación
Figura 6: Iluminación en curva a la derecha con sistema inteligente

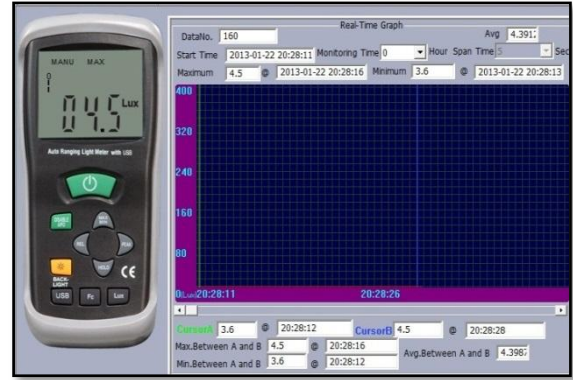


Fuente: Grupo de investigación
Figura 7: Iluminación en recta con sistema convencional



Fuente: Grupo de investigación

Figura 8: Iluminación en recta con sistema inteligente



Fuente: Grupo de investigación

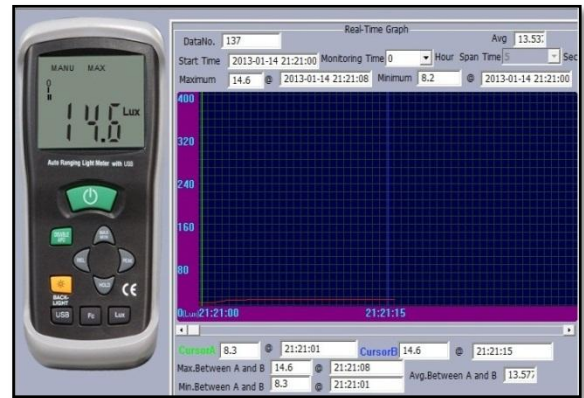
Figura 11: Medida en curva con sistema convencional



Fuente: Grupo de investigación

Figura 9: Vista desde la curva con sistema convencional

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



Fuente: Grupo de investigación

Figura 12: Medida en curva con sistema de luces inteligentes



Fuente: Grupo de investigación

Figura 10: Vista desde la curva con sistema inteligente

IV. 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 246% en iluminación en curvas, además al ser un sistema automatizado que no requiere la manipulación directa del usuario brinda mayor confort al conductor.

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

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 0.1: 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

V. CONCLUSIONES

- 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.

BIBLIOGRAFÍA

- 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.*



Germán Erazo, nació en Latacunga, Ecuador, Es Ingeniero Automotriz, Ingeniero Industrial dispone estudios de Posgrado en Autotrónica, Gerencia de Marketing, Gerencia de Proyectos, Diseño Curricular, Administración de Empresas, Egresado de Maestría en Gestión de Energías Universidad Técnica de Cotopaxi. Docente en la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE desde 1993. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica y electrónica automotriz.

BIOGRAFÍA.



Andrés Cevallos, nació en Ibarra, Ecuador. Es ingeniero Automotriz, presta sus servicios profesionales como asesor en mecánica automotriz.



Santiago Reina, nació en Ibarra, Ecuador. Es ingeniero Automotriz, presta sus servicios profesionales como asesor en mecánica automotriz.



Jorge Stalin Mena, nació en Ambato, Ecuador, Es ingeniero Automotriz, es docente tiempo parcial en la universidad de las fuerzas armadas-ESPE desde el 2008. Imparte servicios de asesoramiento, capacitación en el ámbito automotriz, compartiendo sus conocimientos teórico práctico a los estudiantes y promulgando la investigación científica y la vinculación con colectividad.

<i>Registro de la publicación</i>	
<i>Fecha recepción</i>	04 septiembre 2013
<i>Fecha aceptación</i>	08 octubre 2013
<i>Revisado por:</i>	Germán Erazo. Stalin Mena.

