

ESTUDIO DE TECNOLOGÍAS DE LUCES CONVENCIONALES, DE BOMBILLAS INCANDESCENTES Y LUCES LED

STUDY OF CONVENTIONAL LIGHTING TECHNOLOGIES OF INCANDESCENT BULBS, AND LED LIGHTS.

¹Santiago Fernando Celi Ortega, ²Abel Polivio Remache Coyago, ³Miguel Eduardo Martínez Betancourt, ⁴Luis Eduardo Tipanluisa Sarchi

¹⁻³⁻⁴ Universidad Internacional SEK - Facultad de Ingeniería Mecánica, Alberto Einstein y 5ta Transversal (Quito)

²Universidad Central del Ecuador – Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemáticas – Carrera Diseño Industrial

E-mail: ¹santiago.celi@uisek.edu.ec ²apremache@uce.edu.ec ³miguelmartinezbetancourt@hotmail.com ⁴luis.tipanluisa@uisek.edu.ec

Energía Mecánica Innovación y Futuro, IV Edición 2015, No.10 (13)

RESUMEN

Este documento muestra de forma breve los resultados de los ensayos realizados en un banco simulador de un sistema de iluminación de vehículos livianos. El banco simulador fue creado con el fin de ser un método genérico de estudio del sistema de iluminación, y ser la herramienta adecuada para la creación de nuevos diseños y realizar los ensayos necesarios para la seguridad de los ocupantes de los vehículos. Se realizó varios ensayos tales como : Ensayo de conformidad (CFN), ensayo de cantidad y condiciones de iluminación (CIL), ensayo de simulación de anomalías (SAN), ensayo de tiempos de reacción (TRE), ensayo de Recuperación de deslumbramiento (RDE), y ensayo de consumo de energía (CEN) con los que se obtuvo resultados adecuados.

Palabras claves: *iluminación automotriz, seguridad vial, eficiencia energética.*

ABSTRACT

This document briefly shows the results of tests conducted in a bench simulator illuminated light vehicle. The simulator bank was created to be a generic method of study of the lighting system, and be the right tool for the creation of new designs and perform the tests required for the safety of vehicle occupants. Several tests such as was done: Test of conformity (CFN), test quantity and lighting conditions (CIL), simulation test abnormalities (SAN) test reaction times (TRE), test Recovery glare (RDE), and energy consumption test (CEN) with which adequate results were obtained.

Keywords: *automotive lighting, road safety, energy efficiency.*

1. INTRODUCCIÓN

La iluminación vehicular es un tema de alta atención en lo que se refiere a la seguridad vial. Los esfuerzos por reducir accidentes de tránsito y conseguir un mayor confort a los conductores debe ser el principal objetivo [1]. La investigación busca atender los problemas evidenciados en el parque automotor ecuatoriano. La fase inicial fue construir un banco de pruebas que permita recopilar datos y realizar pruebas con diferentes sistemas de iluminación, de esta manera determinar las principales anomalías de iluminación que presentan los automotores.

Debido a las condiciones de uso de los vehículos, las condiciones de camino, y vibraciones hacen que los componentes mecánicos de los faros presenten desalineamiento, lo que ocasiona pérdida de la iluminación del terreno y en casos más severos, deslumbramiento a conductores que circulan en sentido contrario [2].

Se han dado diversas alternativas de solución a este problema como es el caso de las lámparas de xenón que se dan en vehículos únicamente de alta gama por los altos costos de los materiales y su fabricación [3].

La investigación concientiza a la comunidad, al enfatizar el adecuado uso del sistema de iluminación, poniendo atención en el uso correcto de luces direccionales, de parqueo, luces de ráfaga y de carretera de forma correcta.

En el Ecuador, es muy común observar en conductores jóvenes que se adaptan sistemas de accesorios visuales, con intensidades luminosas excesivamente altas, que al no tener un adecuado control, provoca deslumbramientos a los conductores. Se utilizan accesorios, tales como imitaciones de bombillas LED con funciones

intermitentes, que no brindan las adecuadas funciones de visibilidad.

2. MÉTODO

El banco de ensayos utilizado, cuenta con mecanismos de sencilla ejecución mediante los cuales es posible modificar sus dimensiones de forma rápida durante los ensayos. Permitiendo recrear y reproducir diseños existentes en el parque automotor.

Los principales parámetros a tomar en cuenta en los sistemas de iluminación vehicular son: Cantidad de iluminación [Lux], distancia, alcance de iluminación y corriente consumida, para realizar posteriores análisis de la potencia consumida y eficiencia energética.

El equipo dispone de interruptores conectados en serie con cada elemento y consumidor del banco simulador, con el fin de simular la falla de cualquier elemento deseado.

Se realizaron diferentes ensayos, que involucran el estudio del sistema de iluminación en distintas condiciones ambientales: ambientes nocturnos, ambientes diurnos en condiciones adversas y ambientes nocturnos en condiciones escasas. Dichos ensayos son:

Ensayo Preliminar

Se establece los parámetros de una inspección básica [4] que se debe realizar al sistema de iluminación de un vehículo, tal como se muestra en la Figura 1.

Distancia de revisión a la superficie iluminada (dr): 5 m.

Altura de la zona iluminada en la superficie desde el piso (h1): 0,9 h.

Ancho de la zona iluminada en superficie (a1): > 1.2 m.

Ancho de la zona iluminada en superficie (a1): + 0,1 m -- + 0.3 m.

Alcance de iluminación: 50 m.

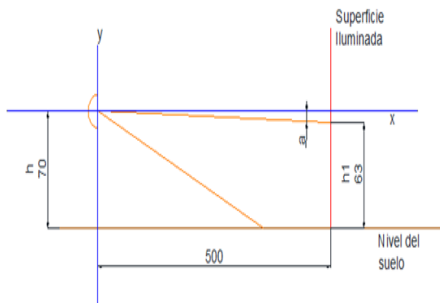


Fig. 1. Esquema de inspección básica, visto desde un punto lateral al banco simulador.

Ensayos

El Ensayo de conformidad (CFN), realiza pruebas de conformidad con sujetos observadores distintos, que realizan apreciaciones visuales de la calidad de la iluminación presentada por cada grupo de iluminación de luces piloto, siendo estas: luces de posición, reversa, freno, intermitentes y direccionales. Los ensayos se realizan involucrando ambos sistemas, tanto con luces convencionales de bombillas incandescentes como con luces LED, sometidos a prueba en ambientes diurnos y nocturnos, en condiciones climatológicas favorables y escasas.

El luxómetro se coloca a distancias de 15 m, 25 m, 40 m y 60 m. Se toman en cuenta los valores nocturnos únicamente, puesto que durante el día las mediciones de cantidad de iluminación hacen referencia a las mediciones de luz natural.

Ensayo de cantidad y condiciones de iluminación (CIL) este ensayo se realiza una medición del parámetro físico de la cantidad de iluminación, expresada en Luxes. Se debe considerar este dato para futuros ensayos de comparación y poder

contar con parámetros válidos de repetitividad.

Con el ensayo se demuestra la invalidez de elementos que simulan bombillas de uso automotriz con conexión H4, con luces LED. bombillas incandlas icon luson de 0 Lux.

Con el ensayo de simulación de anomalías (SAN), se establecen los límites de reglaje de la posición de las luces, en relación a sus parámetros de inclinación y desviación

El ensayo de tiempos de reacción (TRE) involucra el estudio de las luces piloto de freno, utilizando ambos sistemas, tanto con luces LED, como con luces convencionales. La medición simula un ambiente de ciudad, con un vehículo real circulando a 25 km/h hacia el banco simulador detenido, y encendiendo las luces de freno cuando el auto real se encuentra a una distancia de 30 m.

Se analiza la distancia restante entre el vehículo real, una vez que este se haya detenido completamente y el banco simulador.

La distancia restante entre el vehículo real, una vez que este se haya detenido completamente y el banco simulador. El ensayo es durante el día y la noche, en condiciones climatológicas favorables. El ensayo de recuperación de deslumbramiento (RDE) realiza un deslumbramiento intencional a distintos sujetos a una distancia de 1 m, en donde se establecen los tiempos normales de recuperación de los sujetos en prueba. El ensayo se desarrolla durante el día y la noche, en condiciones climatológicas favorables.

A través del ensayo de consumo de energía (CEN) se encuentran los menores consumos de corriente, teniendo una notoria mejora de la eficiencia energética utilizando luces LED.

Todos los ensayos fueron realizados para: un joven de 17 años sin problemas de visión, un joven de 23 años con problemas de astigmatismo e hipermetropía, y un adulto mayor de 70 años con problemas de astigmatismo e hipermetropía

3. RESULTADOS

Conformidad - Ensayo CNF

El ensayo muestra que las luces LED, en todas las variaciones de condiciones ambientales, muestran un mejor comportamiento, presentando información de forma más precisa, gracias a su propiedad de encendido inmediato, colores más definidos y formas más detalladas de acuerdo al diseño. De esta manera, las señales de giro y cambios de velocidad son mejor apreciadas si son emitidas por un aparato que involucre luces LED. Esta utilización se limita únicamente a luces piloto.

En las siguientes figuras, se muestra los promedios de las evaluaciones de apreciación realizada por los sujetos observadores. Se otorgan valores desde 4 a 1 siendo calificaciones para valoraciones abstractas que son excelente, buena, aceptable y deficiente respectivamente.

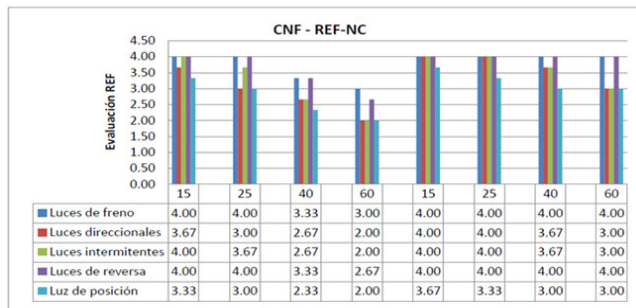


Fig. 2. Cuadro demostrativo del Resumen de Ensayo Final, para el ensayo REF en condiciones climatológicas de noche clara.

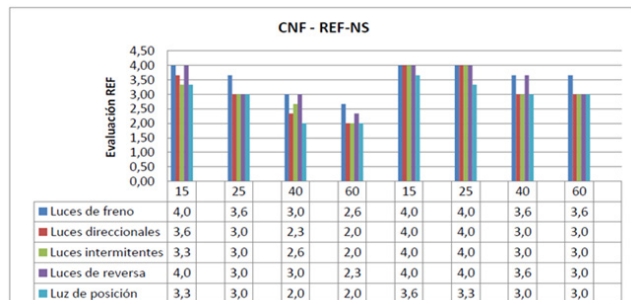


Fig. 3. Cuadro demostrativo del Resumen de Ensayo Final, para el ensayo REF en condiciones climatológicas de noche con niebla superficial fina.

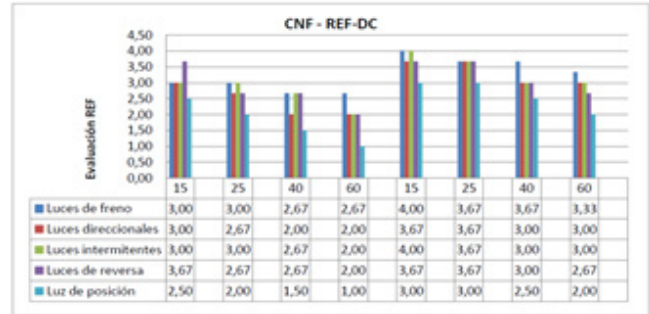


Fig. 4. Cuadro demostrativo del Resumen de Ensayo Final, para el ensayo REF en condiciones climatológicas de día claro.

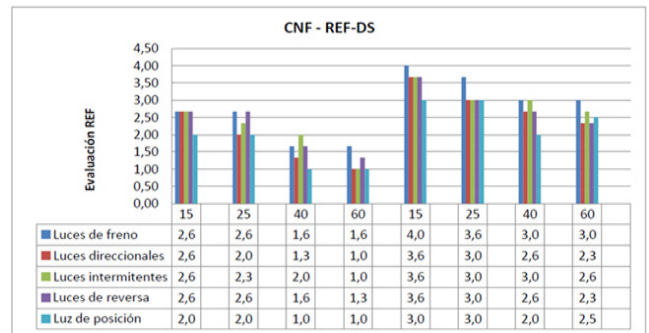


Fig. 5. Cuadro demostrativo del Resumen de Ensayo Final, para el ensayo REF en condiciones climatológicas de día con niebla superficial fina.

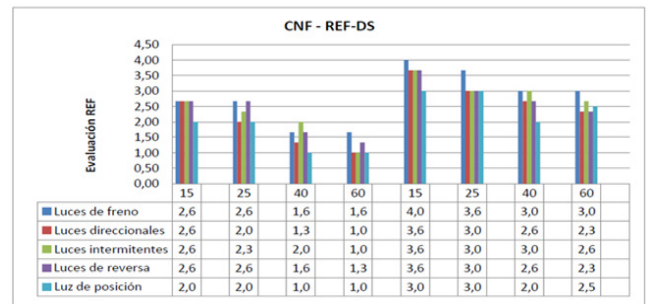


Fig. 6. Cuadro demostrativo del Resumen de Ensayo Final, para el ensayo CIL durante la noche.

La disminución de la calidad de la iluminación, con presencia de niebla fina o polvo, desciende en un 46% en comparación a las condiciones favorables, y descienden en un 60% para condiciones adversas, entendiéndose estas como la presencia de niebla muy espesa, o lluvia fuerte. De esta forma se definen las recomendaciones necesarias para límites de velocidad durante la noche.

Simulación de anomalías Ensayo SAN.

Para los parámetros de desviación, los máximos

valores son de $\pm 3.8^\circ$, para evitar el deslumbramiento de otros conductores, y de $\pm 8.5^\circ$ para evitar la pérdida de iluminación del terreno.

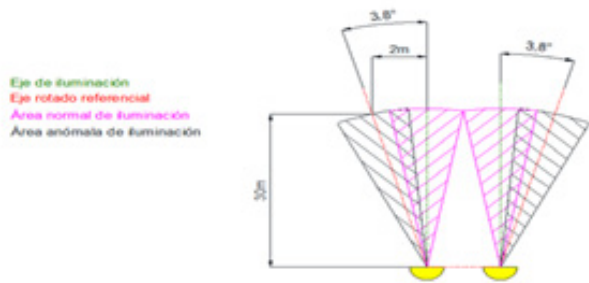


Fig. 7. Límites de reglaje desviación para evitar deslumbramiento.

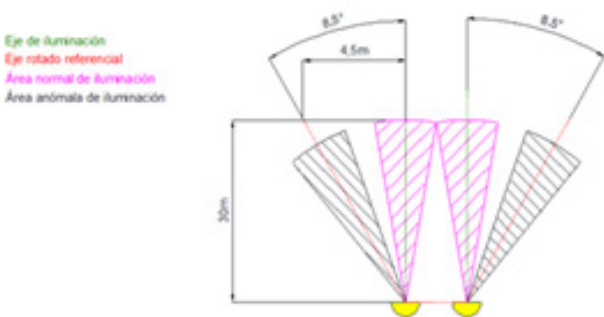


Fig. 8. Límites de reglaje desviación para evitar pérdida de iluminación del terreno.

Para los parámetros de inclinación, los máximos valores son de 0° a $+0.95^\circ$ para evitar un deslumbramiento, y de -0.58° a -2.67° , para evitar la pérdida de la iluminación del terreno. Estos últimos valores son tomados en cuenta desde un eje con centro en el faro del banco simulador y paralelo al suelo.

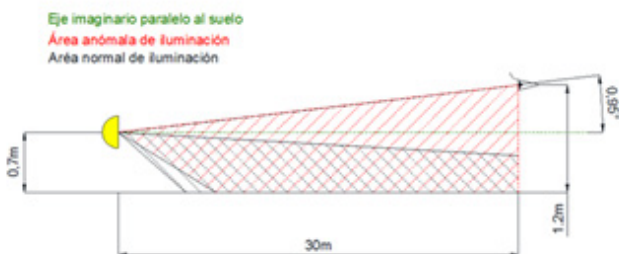


Fig. 9. Límites de reglaje inclinación para evitar deslumbramiento.

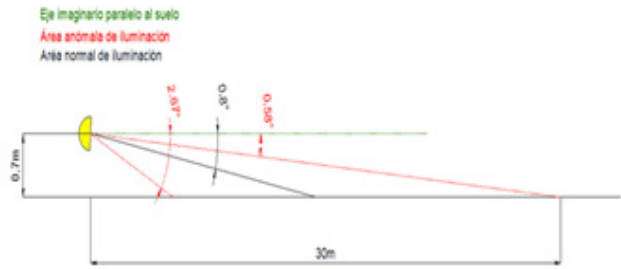


Fig. 10. Límites de reglaje inclinación para evitar pérdida de iluminación del terreno.

Al simular una lámpara principal fundida y medir la cantidad de iluminación a 30m de distancia, se tiene una disminución de la cantidad de iluminación de 11.7 Lux a 7.3 Lux, una disminución de 37%, parámetros importante que debe ser tomado en cuenta debido a los tiempos de reacción relativamente largos entre 0.75 s a 2 s, y las velocidades promedio alcanzadas por un vehículo en carreteras perimetrales, entre 60 km/h a 90 km/h.

Tiempos de Reacción – Ensayo TRE.

Los resultados muestran que la utilización de bombillas LED en luces de freno, representa una disminución de los tiempos de reacción de 33% durante la noche, y de un 29% durante el día. Esto se traduce en mayores distancias para realizar maniobras de emergencia.

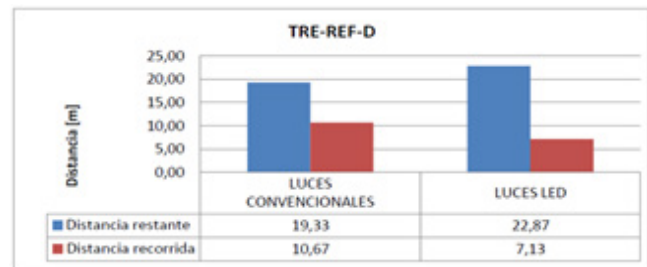


Fig. 11. Cuadro demostrativo del Resumen de Ensayo Final para la medición de tiempos de reacción durante el día.

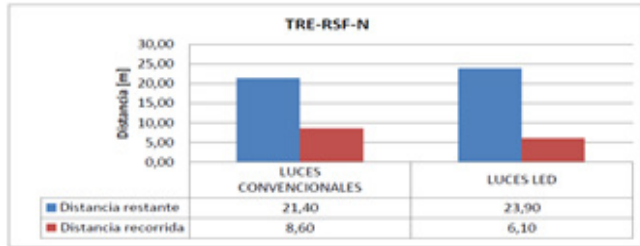


Fig. 12. Cuadro demostrativo del Resumen de Ensayo Final para la medición de tiempos de reacción durante la noche.

Recuperación del Deslumbramiento – Ensayo RDE.

Al provocar un deslumbramiento a esta distancia se provoca una ceguera total momentánea y se encuentra que la recuperación del deslumbramiento se da en tres etapas: la recuperación de la ceguera dentro de 2.5 a 3.5 s después del deslumbramiento, en la que se restablece parcialmente la visión central, seguida por la recuperación total de la visión periférica, dentro de 40s a 55s manteniéndose afectada la visión central, y la recuperación total, en la que la visión central se restablece completamente, después de 70s a 90s de provocar el deslumbramiento. Los menores tiempos de recuperación se tienen con el sujeto de 17 años, concluyendo que estos tiempos de recuperación son inversamente proporcionales a la edad de los sujetos. Con los sujetos de 17 y 23 años, se tiene el fenómeno que durante los ensayos iniciales los tiempos de recuperación tienen una tendencia a disminuir, pero a medida que se repiten los ensayos estos tiempos cambian a una tendencia al aumento, entendiéndose esto como la aparición del cansancio de la visión.

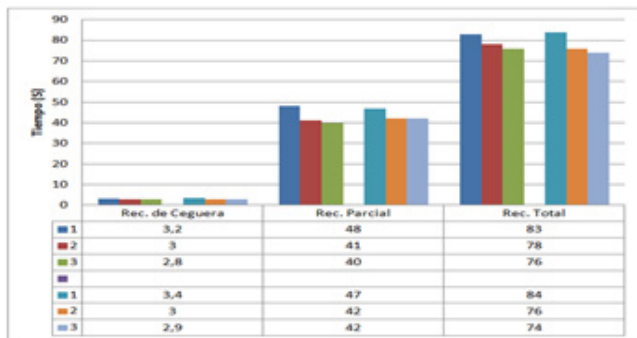


Fig. 13. Ensayos realizados en un sujeto joven de 17 años sin problemas de visión.

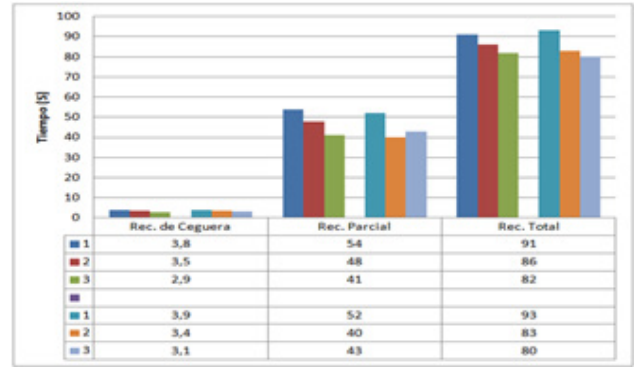


Fig. 14. Ensayo realizado en un sujeto adulto de 23 años con problemas de visión de astigmatismo e hipermetropía

Para el caso del adulto mayor, esta primera tendencia de disminución de tiempos no existe, teniendo siempre aumentos de los tiempos, llegando a casos críticos de 4.8 s para la primera etapa de recuperación, traduciéndose en que un sujeto de 70 años que ha sido perjudicado con un fuerte deslumbramiento en la carretera, permanecerá en promedio 4 s prácticamente ciego. Para condiciones climáticas escasas, esto es con la presencia de niebla fina, una conducción de varias horas en estas condiciones, se puede producir cansancio prematuro ocasionando un aumento en los tiempos de reacción, entre 1.5 s a 2 s [5]

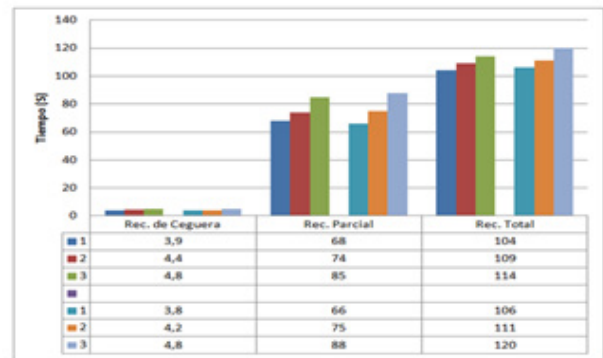


Fig. 15. Ensayo realizado en un sujeto adulto mayor de 70 años con problemas de visión de astigmatismo e hipermetropía.

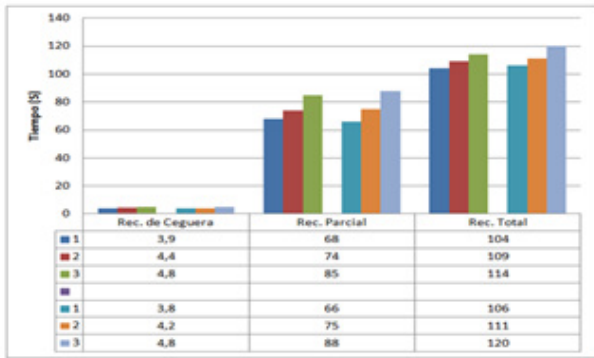


Fig. 15. Ensayo realizado en un sujeto adulto mayor de 70 años con problemas de visión de astigmatismo e hipermetropía.

Pruebas de Consumo de energía – Ensayo CEN.

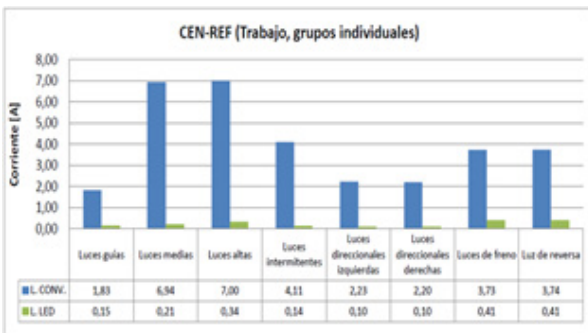


Fig. 16. Resumen de Ensayo final de mediciones de corriente con sistema de luces convencionales y luces LED.

Se da el fenómeno, al utilizar luces convencionales, que se tienen picos de corriente de arranque, llegando a valores de un 35% más de consumo de corriente durante breves instantes, a iniciar el funcionamiento de una bombilla incandescente. Estas corrientes de arranque no existen al utilizar luces LED, puesto que esta nueva tecnología, al ser energizadas consumen su inmediatamente su corriente nominal sin bruscos aumentos de potencia durante esta etapa.

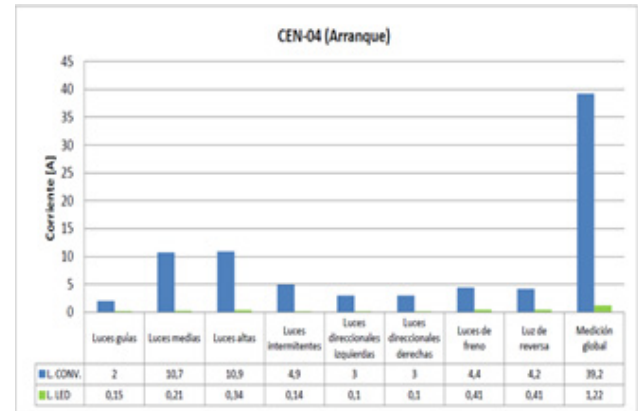


Fig. 17. Comparación de corrientes de arranque con los sistemas convencional y LED.

Finalmente, se realizó una medición del consumo de corriente tanto para un sistema convencional como para uno con luces LED. La tabla 1, muestra la comparación de las corrientes, en etapas de trabajo consumiendo corrientes nominales, presenta una ventaja de un 89% de mayor eficiencia, al utilizar luces LED.

Tabla 1. Detalle de consumo de potencia en vatios [W] con los sistemas convencional y LED, en etapas de arranque y trabajo normal.

	ARRANQUE		TRABAJO	
	L CONV.	L LED	L CONV.	L LED
Luces guías	24.00	1.80	22.00	1.80
Luces medias	128.40	2.52	83.24	2.52
Luces altas	130.80	4.08	84.00	4.08
Luces intermitentes	58.80	1.68	12.00	1.68
Luces direccionales izquierdas	36.00	1.20	6.00	1.20
Luces direccionales derechas	36.00	1.20	6.00	1.20
Luces de freno	52.80	4.92	44.72	4.92
Luz de reversa	50.40	4.92	44.88	4.92
Medición global	470.40	14.64	304.40	14.64

4. CONCLUSIONES

Las bombillas de imitación con luces LED con conexión H4, son inservibles como iluminación principal.

Las velocidades recomendadas para circulación en carretera durante la noche son de 70 km/h en condiciones climatológicas favorables, 60 km/h en condiciones escasas, y menos de 50 km/h para condiciones adversas.

La pérdida de la calidad de la iluminación cuando no funciona una de las bombillas principales se

estima en un 37%.

Las ventajas que comprende el uso de la tecnología de luces LED son una mejora en la comunicación de intenciones de cambio de giro y velocidad a otros conductores, un 30% en promedio de disminución de tiempos y distancia de reacción, un 89% de reducción de la energía consumida y la ausencia de picos de corriente.

Es necesario desarrollar un método genérico y funcional para reemplazar el sistema de iluminación convencional del vehículo a uno de luces LED.

Se motiva a generar políticas de homologación a vehículos que ingresen al parque automotor, solamente a aquellos que involucren luces LED para sus luces piloto.

Debido a las importantes disminuciones de apreciación con la presencia de niebla fina en las mañanas en la sierra ecuatoriana, se recomienda mantener luces medias encendidas durante la mañana, aproximadamente hasta las 7:00 am, mientras se tiene completa presencia de luz natural.

Es necesario desarrollar un sistema de luces de circulación diurna para vehículos de media y baja gama.

Se debe desarrollar un sistema de iluminación inteligente para vehículos de media y baja gama, que pueda cambiar de forma automática el comportamiento de las luces, de acuerdo a la presencia de tráfico.

REFERENCIAS

- [1]Alonso, J. M. (2004). Circuitos Eléctricos Auxiliares. Madrid: Thomson Paraninfo.
 [2]Alonso, J. M. (2004). Técnicas del automóvil. Equipo eléctrico. Madrid: Thomson Paraninfo.

- [3]Ferrer, V. S. (2006). Circuitos Eléctricos del Automóvil. Madrid: Thomson Paraninfo.
 [4]ISO, I. O. (2004). ISO 2575-2004 Road vehicles - Symbols for controls, indicators and telltales. Geneva: ISO, International Organization of Standardization
 [5]CINAE, C. d. (2013). CINAE, Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana. Recuperado el 25 de Noviembre de 2013, de <http://www.cinae.org.ec/>

BIOGRAFÍAS



1 Santiago Celi, Magister en Administración de Empresas y Marketing, Ingeniero Automotriz, Profesor Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Internacional SEK.



2 Abel Remache, Magister en Gerencia y Liderazgo Educacional, Ingeniero Automotriz, Estudiante de Maestría en Energías Renovables y Sostenibilidad Energética Universidad de Barcelona, Profesor tiempo completo Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Central del Ecuador, Carrera de Diseño Industrial



3 Miguel Martínez Betancourt, Ingeniero Mecánico Automotriz, Asesor Técnico en La Llave S.A. Técnico en maquinaria industrial y minería.



4 Luis Tipanluisa.-
Magister en Energías
Renovables, Ingeniero
Automotriz, Profesor
Facultad de Ingeniería
Mecánica de la Universidad
Internacional SEK,
Encargado de Laboratorio de
Termodinámica.

Registro de publicación:

<i>Fecha de recepción</i>	<i>15 de septiembre 2015</i>
<i>Fecha aceptación</i>	<i>10 diciembre 2015</i>