

Comparación de luminarias simuladas en el software Multisim NI

I.Z. Lara Salazar^{1*}, J. C. Rodríguez López², C., M. I. Arias Prieto³ Y. C. Fernández Vásquez⁴.

¹Departamento de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, Av. Universidad No. 350, Carretera Federal Cuitláhuac-La Tinaja, Loc. Dos Caminos, CP.94910, Cuitláhuac, Veracruz.

¹ignacio.lara@utcv.edu.mx.

Área de participación: Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Resumen

Se simularon luminarias tipo T8 (1200 mm) fluorescentes y LED de la misma medida en el software Multisim® de *National Instruments*. Dichas lámparas son utilizadas en el taller de la *Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz*. Esta simulación tuvo como finalidad realizar la comparación de ambas tecnologías y su interacción con la instalación eléctrica cuando se conecta una carga diferente. Los resultados obtenidos definen cuales son las ventajas y desventajas del uso de las dos tecnologías y cómo ambos tipos de lámparas intervienen en el consumo de energía de la instalación eléctrica. Se observó que tecnología LED presenta un factor de potencia bajo, logrando con esto una disminución en el consumo energético pero la instalación pudiera verse afectada a la larga. Por otro lado, las lámparas fluorescentes alcanzan un mayor factor de potencia con la utilización de balastos electrónicos.

Palabras clave: Luminarias, software, energía, factor de potencia

Abstract

T8 (1200 mm) fluorescent and LED luminaires of the same size were simulated in National Instruments' Multisim® software. These lamps are used in the workshop of the Universidad Tecnológica Del Centro de Veracruz. The aim of this simulation was to compare both technologies and their interaction with the electrical installation when a different load is connected. The results obtained define which are the advantages and disadvantages of the use of the two technologies and how both types of lamps intervene in the energy consumption of the electrical installation. It was observed that LED technology has a low power factor, achieving a decrease in energy consumption, but the installation could be affected in the long run. On the other hand, fluorescent lamps achieve a higher power factor with the use of electronic ballasts.

Key words: Luminaire, software, energy, power factor

Introducción

El uso de luminarias fluorescentes está presente en diversos lugares y con el paso del tiempo se ha implementado la electrónica para mejorar la eficiencia de dichas lámparas al grado de alcanzar un alto factor de potencia. La implementación de este tipo de luminarias es de uso recurrente en los centros educativos y en la industria, debido al nivel luminoso y al tiempo de vida de las mismas, en dichos lugares las personas suelen pasar un tiempo considerable y por ende el funcionamiento de las lámparas es prolongado aunado al hecho de que se utilizan demasiadas en el orden de cientos o miles. Tomando lo anterior como referencia es de esperarse que exista una afectación en los parámetros eléctricos de la instalación e inclusive consecuencias para la salud del ser humano.

Por ejemplo, una persona que se levanta con energías, las puede perder fácilmente debido a los efectos de la iluminación inadecuada mismos que se pueden reflejar en la salud como los siguientes: trastornos oculares, dolores de cabeza, efectos anímicos, falta de concentración, agotamiento y fatiga. Sin embargo, la persona que está agotada por estrés o falta de sueño, reflejara esta condición por todo el día [Castro y Posligua, 2015].

El presente trabajo tiene la finalidad de presentar una comparación mediante la utilización de un software para circuitos eléctricos entre dos tipos de luminaria actualmente utilizados en un taller de manufactura de la UTCV, en lo que respecta al aspecto técnico y consumo energético de la utilización de ambas luminarias, no así de los efectos que éstas puedan ocasionar en los estudiantes o personas que realizan actividades en dicho taller. La metodología empleada permitirá tener una idea mayor del comportamiento instantáneo de la instalación eléctrica cuando se encienden o se apagan un número importante de luminarias.

Metodología

Medición de parámetros eléctricos

Se midieron los principales parámetros eléctricos (voltaje, corriente, potencia, factor de potencia, lúmenes) en las dos lámparas, utilizando un multímetro y luxómetro respectivamente. Una vez obtenidos se compararon con los valores del fabricante, aquí cabe hacer mención que la luminaria LED no especifica su factor de potencia, pero con el wattómetro se observó que oscila entre 0.6 y 0.67 y en cuanto a la iluminación de las lámparas fluorescentes no se cumple lo especificado por el fabricante.

Diseño de la simulación

Utilizando el software Multisim® de National Instruments en su versión 12 y mediante los cálculos de las reactancias inductivas e impedancias correspondientes de las lámparas, se determinó el circuito eléctrico para cada tipo de lámpara (ver figuras 1 y 2), los cuales servirán de ayuda para proponer un escenario de la instalación eléctrica y medir su potencia para el proceso comparativo.

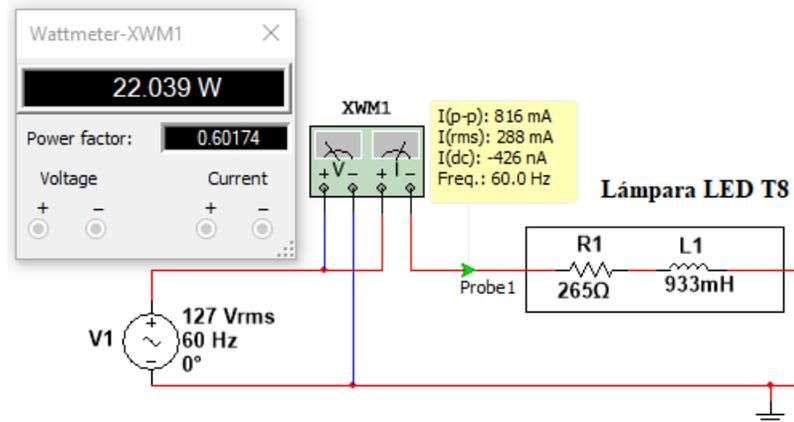


Figura 1. Simulación de circuito para la luminaria LED. Los medidores muestran la potencia, factor de potencia y el amperaje de la lámpara LED. Multisim® versión 12.

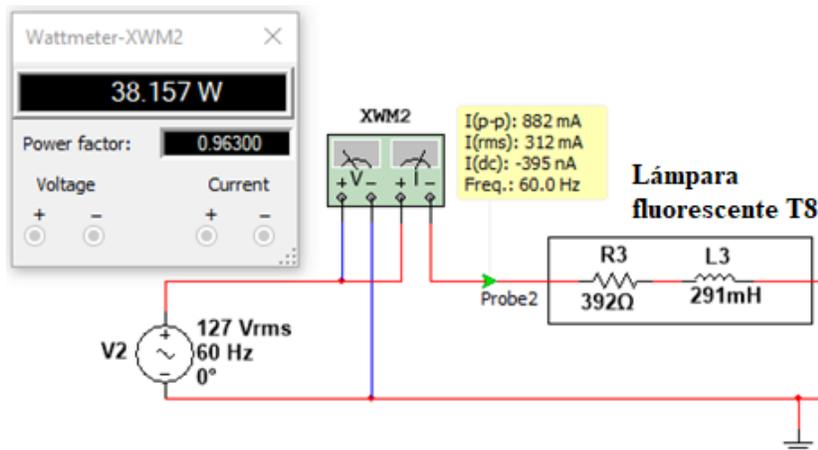


Figura 2. Simulación de circuito para la luminaria fluorescente. Los medidores muestran la potencia, factor de potencia y el amperaje de la lámpara. Software: Multisim® versión 12.

Una vez que los circuitos fueron simulados, se compararon con los valores reales de las lámparas obteniendo resultados casi exactos a los de su funcionamiento y a los valores que brinda el fabricante.

Análisis de la instalación eléctrica

Con los circuitos obtenidos, se pudo realizar el modelado del circuito de iluminación de la instalación eléctrica y el análisis matemático de la misma gracias al software, en la figura 3 se

puede observar el taller con luminarias fluorescentes T8 que emplea 12 unidades con dos lámparas cada una es decir 24 lámparas en total.



Figura 3. Taller de manufactura. Se puede apreciar la luz natural mezclada con la luz artificial de las lámparas Fluorescentes T8.

Para el cálculo de los parámetros de la instalación eléctrica fue necesario replicar el modelo de la lámpara y obtener los valores directamente del programa, una opción para no colocar 24 componentes fue obtener la impedancia completa de la instalación utilizando el mismo software simulando un análisis de frecuencia única en corriente alterna (single frequency AC analysis), el cual nos proporciona directamente la impedancia expresada en magnitud y fase o bien con números reales e imaginarios.

Cálculo de consumo energético

Un aspecto importante de comparación es por su puesto el ahorro económico que puede representar la utilización de un determinado tipo de lámpara. Se realizaron los cálculos matemáticos del consumo total de energía del taller de manufactura durante un mes de facturación con los datos del software y tomando como referencia 12 horas diarias en los que se realizan prácticas en el taller.

Resultados y discusión

Comparación de parámetros

Los datos que arrojó el programa después de hacer la simulación del circuito de iluminación son mostrados en la tabla 1, mismos que se pueden corroborar matemáticamente (procedimiento más tardado).

Tabla 1. Parámetros obtenidos del software Multisim® para la instalación eléctrica de dos tipos de lámpara.

Parámetro	Fluorescente	LED
Impedancia ^a (Ω)	$Z = 12.72 \angle 15.63^\circ$	$Z = 13.76 \angle 53^\circ$
Potencia (Watts)	1221.02	705.22
Amperaje ^b (A)	10.2	9.23

Nota: ^a impedancia en ohms, ^b amperaje o corriente eléctrica.

Analizando la información de la tabla 1 se puede observar que la corriente es muy similar para la utilización de ambas luminarias, lo que supone que el calentamiento en los conductores por el efecto Joule no cambiaría por la utilización de una u otra. La impedancia como es de esperar tiene el mismo factor de potencia que la lámpara individual, siendo el ángulo de fase más bajo para las luminarias fluorescentes y más grande para las LED.

En cuanto a la disipación de potencia se nota que las luminarias fluorescentes por poseer un alto factor de potencia en conjunto con su balastro electrónico aprovechan la mayor parte de la energía que consumen de la red. Sin embargo, la tecnología LED al presentar un factor de potencia de 0.6, está poniendo en duda las ventajas de su implementación y las repercusiones que se podrían acarrear con un factor relativamente bajo. Un ejemplo sumamente predecible y rápido de efectuar en el software es que al conectarle al circuito de iluminación LED en una carga, éste se verá afectado directamente en el factor global de la instalación reduciéndolo significativamente. Se suele despreciar el impacto de las lámparas LED porque hay equipos de mayor potencia en la instalación, pero debido al número de luminarias y por tratarse de un centro educativo en el cual están encendidas de manera continua, sería conveniente analizar detalladamente su impacto.

Un bajo factor de potencia implica un aumento de la corriente aparente y por lo tanto un aumento de las pérdidas eléctricas en el sistema, es decir indica una eficiencia eléctrica baja, lo cual siempre es costoso, ya que el consumo de potencia activa es menor que el producto $V \cdot I$. (potencia aparente). Un bajo factor de potencia aumenta el costo de suministrar la potencia activa a la compañía de energía eléctrica, porque tiene que ser transmitida más corriente, y este costo más alto se le cobra directamente al consumidor industrial por medio de cláusulas del factor de potencia incluidas en las tarifas. Un bajo factor de potencia también causa sobrecarga en los generadores, transformadores y líneas de distribución dentro de la misma planta industrial, así como también las caídas de voltaje y pérdidas de potencia se tornan mayores de las que deberían ser. Todo esto representa pérdidas y desgaste en equipo industrial [UPME y COLCIENCIAS, 2015].

Análisis de consumo de energía

En la figura 4 se puede apreciar claramente la “ventaja” energética de la utilización de lámparas LED porque significan un ahorro de al menos un 50%.

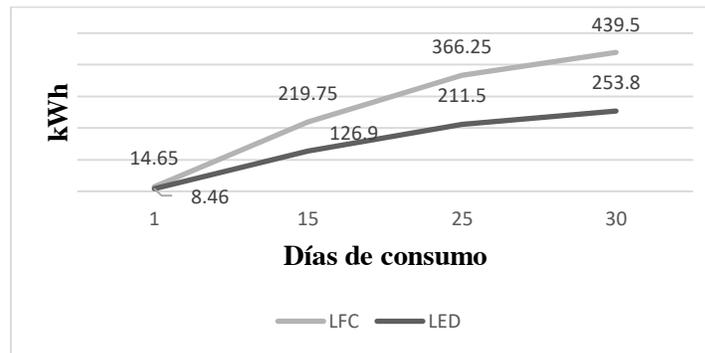


Figura 4. Consumo de energía de luminarias fluorescentes LED. El consumo de energía de las luminarias LED es un 50% más bajo que el de las lámparas fluorescentes.

Sin embargo, se plantea que este ahorro es “virtual” por lo que se explicó anteriormente. Es decir, el usuario podrá percibir una disminución inmediata en cuestión económica con la implementación de luminarias LED, pero en el trasfondo el bajo factor de potencia de éstas estaría perjudicando la instalación haciéndola ineficiente. Inclusive en un futuro pudieran incrementarse los costos mantenimiento y peor aún el remplazo de las luminarias; también se debe de tomar en cuenta que, en media tensión, la tarifa HM involucra penalizaciones por bajo factor de potencia en instalaciones industriales.

El software nos permite simular diferentes casos, por ejemplo, las lámparas LED utilizadas en hogares y negocios; pueden implicar el ahorro porque las lámparas no tienen un impacto en la carga de la instalación eléctrica, además en México el factor de potencia de los hogares y negocios (con carga menor a 25 kW) no se toma en cuenta para la facturación.

Trabajo a futuro

En una segunda etapa de la investigación se plantea continuar utilizando el software *Multisim®* de *National instruments* en mención para que el circuito de la lámpara también arroje una simulación de los armónicos que la luminaria o el conjunto de luminarias pudieran inyectar en la red. Para dar solución al problema del bajo factor de potencia se plantea la idea de crear un banco de capacitores compacto única y exclusivamente para el circuito de iluminación del taller una vez que sus luminarias hayan sido reemplazadas por lámparas LED.

Conclusiones

Se pudo demostrar que la utilización del software *Multisim®* de *National instruments* nos permite realizar la simulación de dos luminarias utilizando el concepto de impedancia y cómo éstas interactúan con la instalación eléctrica cuando se adiciona una carga. Los parámetros eléctricos son similares a los que se midieron mediante instrumentos físicos y con los datos proporcionados por el fabricante.

La investigación también permitió descubrir que la tecnología LED presenta ciertas desventajas en comparación con las lámparas fluorescentes y una de ellas es sin duda que el factor de potencia de las luminarias LED es bajo, por lo que no se está aprovechando eficientemente la energía de dichas lámparas y los inconvenientes que se podrían generar en la instalación son numerosos si no se actúa en ese indicador. Sin embargo, la utilización inteligente de las lámparas LED podría significar un ahorro sustancial para la empresa porque puede representar un 50% de ahorro energético en los circuitos de alumbrado.

Referencias

1. Alexander, C. K. (2013). Fundamentos de circuitos eléctricos. México: Mc Graw Hill.
2. Castro Guaman, M. P., & Posligua Murillo, N. C. (Marzo de 2015). Título de la tesis. Diseño de iluminación con luminarias tipo led basado en el concepto de eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas. Guayaquil, Ecuador.
3. Fuentes Orozco, C. F. (Septiembre de 2011). Título de tesis (Efectos en la red de distribución debido al uso de las lámparas fluorescentes compactas). Ciudad de Guatemala, Guatemala.
4. Guaman, M. P., & Posligua Murillo, N. C. (2015). Diseño de eliminación con luminarias tipo led basado en el concepto de eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas. (pág. 206). Guayaquil.
5. Philips.(26 de Junio de 2018). Philips Lighting Holding B.V. Obtenido de http://www.lighting.philips.com.mx/content/B2B_LI/es_MX/inicio.html
6. Trasancos, J. G. (2016). Instalaciones eléctricas en media y baja tensión. Madrid: Ediciones Paraninfo.
7. Unidad de planeación Minero Energética de Colombia (UPME), Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y Tecnología. "Francisco José Caldas" COLCIENCIAS". (2015). Corrección del factor de potencia y control de la demanda. Recuperado de <https://www.cuvsi.com/2015/04/corriente-alterna.html>.
8. Wildi, T. (2007). Maquinas Electricas Y Sistemas De Potencia. Mexico: Prentice Hall/Pearson.