

Análisis técnico-económico de las ventajas y desventajas de las lámparas incandescentes y las lámparas fluorescentes compactas

Tecnical-economic analysis of the advantages and disadvantages of incandescent and compact fluorescents lamps

Moreno, Luz Stella*, Sosa, Jorge, Gudiño, Jheison

Departamento de Potencia, Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes,
Mérida, Venezuela

*luz@ula.ve

Resumen

Una lámpara es una fuente de luz artificial y su funcionamiento consiste en la transformación de la energía eléctrica en energía espectral visible (luz) y no visible (calor y flujo no luminoso). Este proceso se mide a través de la eficiencia de la lámpara, siendo una relación: lumen emitido por watt de consumo. En cuanto a la producción de luz artificial, la incandescencia fue una de las primeras empleadas, la cual se basa en la transformación de energía eléctrica en energía radiante, mediante el calentamiento de un filamento a elevadas temperaturas. En la actualidad existen otros fenómenos de producción de luz artificial, como la luminiscencia y electroluminiscencia. El primero, se basa en la excitación de los electrones de un gas inerte, este proceso es efectuado dentro de un tubo al vacío que contiene el gas y otras sustancias, las lámparas fluorescentes compactas emiten su radiación luminosa mediante este fenómeno. Debido a la actual tendencia, de la sustitución de las lámparas incandescentes por las fluorescentes compactas, surgió esta investigación de tipo experimental, en donde se analizan tanto técnica como económicamente, las ventajas y desventajas de las lámparas incandescentes y las fluorescentes.

Palabras clave: Lámparas incandescentes, lámparas fluorescentes compactas, armónicos, vida útil, vida media, análisis económico, espectro luminoso.

Abstract

A lamp is a source of artificial which produces the change of electric energy into visible spectrum (light) and invisible (heat and light). This process is measured by the efficiency of the lamp, being a relation among: delivered lumen per watt of consumption. In the artificial light production field, the filament was one of the first used, which is based on transforming electrical energy into radiant energy, by heating a filament at elevated temperatures. Today, the artificial lighting, can be obtained by different ways, such as luminescence and electroluminescence. The first, is based on the excitation of inert gas electrons, this process is completed within an evacuated tube containing the gas and other substances, CFLs emit their light radiation by this phenomenon. This experimental research is motivated to the recent tendency to replace incandescent by compact fluorescent lamps. Here, the technical and economical advantages and disadvantages of both lamps are analyzed.

Key words: Incandescent lamps, compact fluorescent lamps, harmonics, economic life, media life, economic analysis, luminic spectrum.

1 Introducción

Como consecuencia de los problemas energéticos mundiales y propios ocurridos en la actualidad, en nuestro país se ha incrementado la preocupación por el ahorro de la energía eléctrica, lo cual ha llevado a incentivar la disminución del consumo energético en cada hogar, comercio y sitio de trabajo. Para lograr esta disminución se ha recomen-

dado la sustitución de las lámparas incandescentes por las popularmente denominadas lámparas ahorradoras o de bajo consumo, que no son otra que lámparas fluorescentes compactas. La principal ventaja de este cambio es la disminución de la potencia consumida por los sistemas de iluminación, sin embargo existen otros factores que no se ven a primera vista, pero que deben tenerse en cuenta a la hora de hacer cambios de iluminación en espacios públicos, como plazas, parques, aulas de clases, sitios de recreación, y en

las diferentes áreas que conforman un hogar, o una oficina.

El presente estudio pretende dar una visión más amplia a cerca de las características de ambos tipo de lámpara, analizando todas las ventajas y desventajas mediante un estudio completo de las especificaciones técnicas y económicas, tales como la vida útil, depreciación, potencia de consumo, espectro electromagnéticas y luminoso, entre otros.

El objetivo final es el de ofrecer una fuente de información ampliada que permita despejar dudas y aclarar conceptos novedosos sobre el tema, por consiguiente permitirán brindar una orientación a los ciudadanos en general al seleccionar la lámpara que más le conviene en un determinado ambiente.

El trabajo comprende la realización y posterior discusión de los siguientes análisis:

- Análisis de los armónicos emitidos por cada una de las lámparas a la red.
- Análisis de la potencia consumida.
- Análisis de la vida media de las lámparas de estudio.
- Análisis de la vida útil y la curva de depreciación del flujo luminoso de las lámparas en estudio.
- Análisis de los efectos del reencendido en la vida útil de las lámparas.
- Análisis del Espectro luminoso de cada una de las lámparas.
- Análisis económico de las lámparas.

2 Análisis Técnicos Económicos realizados

El estudio se realizó a 6 lámparas que tienen en común su voltaje 120V y casquillo Edison E-27 (Philips, 2002), cuyas características se pueden apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1. Datos del fabricante de las lámparas de estudio

Lámparas incandescentes					
Marca	Tensión (V)	Potencia (W)	Emisión (lm)	Eficiencia (lm/W)	Vida (horas)
General Electric	120	100	1630	16	750
Philips	120	100	1400	14	1000
Silvania	120	100	1400	14	1000
Lámparas fluorescentes compactas					
Marca	Tensión (V)	Potencia (W)	Emisión (lm)	Eficiencia (lm/W)	Vida (horas)
Dien Quang	115	18	900	50	6000
Philips	110-127	23	1450	63	8000
Truper	120	24	1430	60	8000

3 Análisis de los armónicos emitidos

La determinación de la distorsión armónica generada por las diferentes lámparas se realizó mediante la implementación del circuito de la figura 1. Los valores medidos

de distorsión de armónicos de corriente y voltaje en cada una de las lámparas se pueden apreciar en la Tabla 2.

Los armónicos se midieron por medio del uso de un analizador de calidad eléctrica (Fluke 430 II), circuito de la Figura 1.

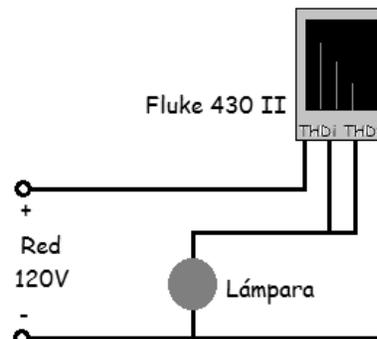


Fig. 1. Circuito para medir armónicos de las lámparas.

Tabla 2. Distorsión de armónicos de corriente y voltaje

Lámparas incandescentes		
Marca	THDi(%)	THDv(%)
General Electric	0	2,09
Philips	0	2,31
Silvania	0	2,02
Lámparas fluorescentes compactas		
Marca	THDi(%)	THDv(%)
Dien Quang	105,68	3,36
Philips	75,78	4,42
Truper	81,49	3,31

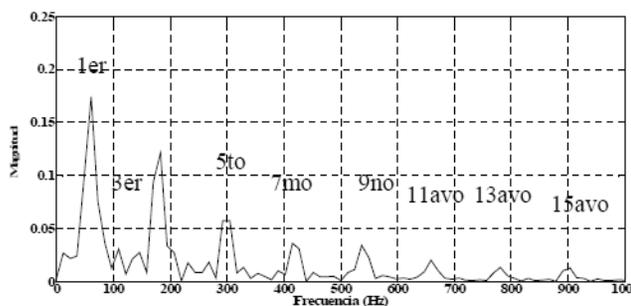


Fig. 2. Espectro de la corriente de la lámpara fluorescente compacta Dien Quang

El valor obtenido de distorsión de armónicos de voltaje (TDHv) en todas las lámparas analizadas es menor de 5% y se puede asumir que son propios de la red. Sin embargo, las distorsiones de armónicos de corriente (THDi) en las lámparas fluorescentes compactas tienen una mayor magnitud en el tercer armónico, ver Figuras 2, 3 y 4, lo cual en muchos estudios se han demostrado que causan imperfecciones a la red eléctrica. (Rashid 1993)

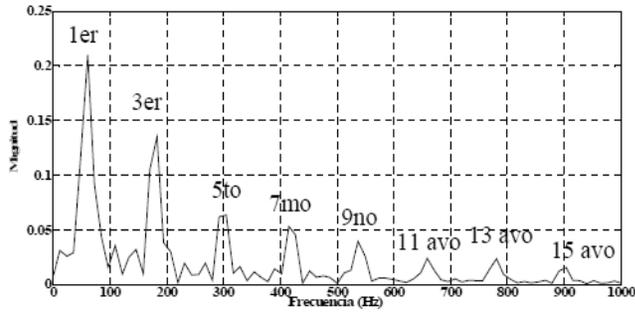


Fig. 3. Espectro de la corriente de la lámpara fluorescente compacta Philips

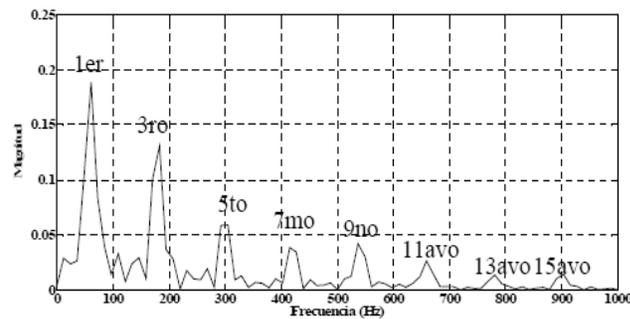


Fig. 4. Espectro de la corriente de la lámpara fluorescente compacta Truper

4 Potencia medida de consumo

La potencia consumida por cada una de las lámparas se efectuó en diferentes etapas de su funcionamiento, con el osciloscopio y el circuito de la Figura 1, en cada ocasión arrojó el mismo resultado, es decir, la potencia no varía a lo largo de su vida útil, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 3. Valores medidos de las lámparas

Lámparas incandescentes					
Marca	Voltaje (V)*	Corriente (A)	Potencia (W)	Potencia (VA)	Factor de potencia
General Electric	120	0,71	86,98	87,33	0,996
Philips	120	0,75	88,65	89	0,996
Sylvania	120	0,72	85,41	85,65	0,977
Lámparas fluorescentes compactas					
Marca	Voltaje (V)*	Corriente (A)	Potencia (W)	Potencia (VA)	Factor de potencia
Dien Luang	120	0,42	38,48	45,81	0,84
Philips	120	0,55	37,96	53,18	0,71
Truper	120	0,51	45,97	55,28	0,79

* Usando fuente de voltaje alterna.

5 Análisis de la vida media

La vida media se define como el tiempo en que el 50%

de las lámparas de un mismo lote, en pruebas de laboratorio, han dejado de funcionar (San Martin, 2003). En este caso se dejaron encendidas durante toda la fase experimental y se registró el tiempo en el cual dejaban de funcionar.

Tabla 4. Valores obtenidos de vida media

Lámparas incandescentes		Lámparas fluorescentes compactas	
Marca	Vida en horas	Marca	Vida en horas
General Electric	552	Dien Quang	*
Philips	918	Philips	*
Sylvania	1362	Truper	*

* Para el periodo de estudio de 25 semanas aún estaban en funcionamiento.

Se puede comprobar experimentalmente que las lámparas incandescentes tienen una vida media menor que las lámparas fluorescentes compactas. Y que su valor varía dependiendo del fabricante, la lámpara General Electric tienen una duración de menos de la mitad (552 horas) que la lámpara Silvana (1362 horas).

6 Análisis de la vida útil y curva de depreciación

La vida útil es el tiempo en el cual el flujo luminoso emitido por la lámpara, se ha depreciado aproximadamente un 30% de su flujo inicial (San Martin 2003). Los resultados obtenidos de las mediciones realizadas cada semana a las lámparas del análisis anterior (encendidas todo el tiempo), se pueden apreciar en las Figuras 5 y 6.

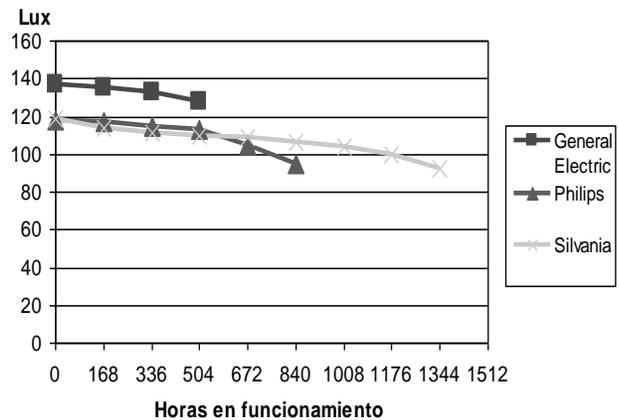


Fig. 5. Depreciación del flujo luminoso de las lámparas incandescentes.

Las lámparas incandescentes no lograron depreciarse un valor mayor al 30% de su flujo inicial, primero dejaron de funcionar antes de que esto ocurriera, GE a las 504 horas, Philips a la 840 horas y Silvana a 1344 horas. No obstante, las lámparas fluorescentes compactas para el momento de sus últimas medidas (semana 25, 4200 horas), aún seguían en funcionamiento, pero su flujo luminoso tenía una depreciación cercana al 30% de su valor inicial, es decir que

ya estaban aproximándose a su vida útil.

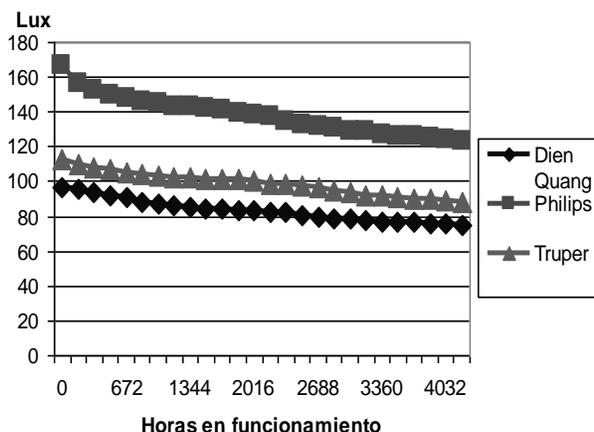


Fig. 6. Depreciación del flujo luminoso de las lámparas fluorescentes compactas.

7 Análisis del reencendido en la vida útil

Para determinar cómo afecta el reencendido en la vida útil de las lámparas, se les colocó un temporizador a las lámparas, el cual mantenía encendida la lámpara 2 horas encendidas y 2 horas apagadas, con el fin de que sus componentes internos se enfriaran completamente. Los resultados obtenidos se pueden apreciar en la Figura 7 y 8.

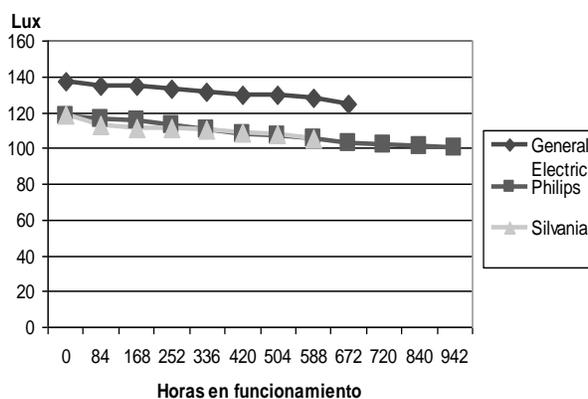


Fig. 7. Depreciación del flujo luminoso de las incandescentes con reencendido.

En la teoría la vida media y el flujo luminoso de las lámparas incandescente no se ven afectadas por el reencendido. Sin embargo, en el ensayo experimental, se puede apreciar que las lámparas con reencendido General Electric (672 horas) y la Philips (942 horas) tienen un número mayor de horas de funcionamiento con respecto a lámparas del mismo fabricante pero encendidas todo el tiempo, en cambio la Sylvania que encendida todo el tiempo alcanzó una

vida media de 1344 horas con reencendido disminuyó a 588 horas. En cuanto a su flujo luminoso se puede apreciar que no hay cambios significativos con respecto a su depreciación.

En la teoría la vida media y el flujo luminoso de las lámparas fluorescente compactas, si se ven afectadas por el reencendido. En el ensayo experimental se puede apreciar que el porcentaje de depreciación correspondiente a 4200 horas de funcionamiento de las lámparas encendidas todo el tiempo corresponde a los valores depreciados de 2100 horas de funcionamiento de las lámparas con reencendido. Es decir, que las lámparas con reencendido tendrán una vida útil menor, aproximadamente la mitad que sus análogas encendidas todo el tiempo.

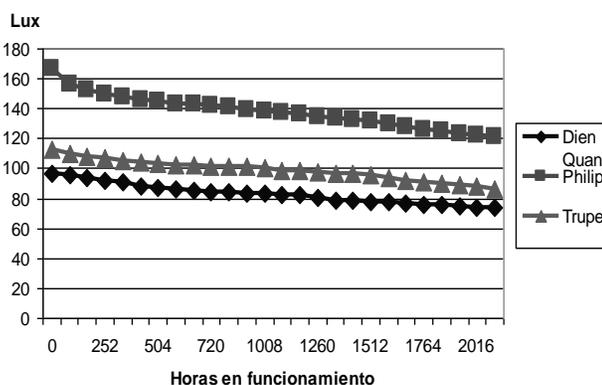


Fig. 8. Depreciación del flujo luminoso de las fluorescentes compactas con reencendido.

8 Análisis del espectro luminoso emitido

Mediante medidas realizadas en el laboratorio de Óptica de la Facultad de Ciencias de la ULA, por medio del uso de un radiómetro o fotómetro, se obtuvo el espectro luminoso de cada una de las lámparas de estudio. Los resultados obtenidos se pueden apreciar en las Figuras 9, 10, 11, 12, 13 y 14.

Como se puede apreciar las lámparas incandescentes tienen una mayor emisión continua hacia las tonalidades cálidas (5000 a 7800 Anstromg), incluso pérdidas en los infrarrojos (emisiones mayores a 7800 A), las cuales no pueden ser percibidas por el ojo humano, ya que el rango visible de la luz se encuentra entre 3800 y 7800 A.

Las lámparas fluorescentes compactas tienen emisiones discretas dentro del rango visible de la luz, y los picos que se obtienen son debido a los polvos fluorescentes que componen el recubrimiento de la capa interior de la ampolla, la cual tiene como finalidad desplazar las emisiones originales de la lámpara fluorescente, que se encuentra en el rango de los ultravioletas (aproximadamente 100 a 3800 A), al rango visible.

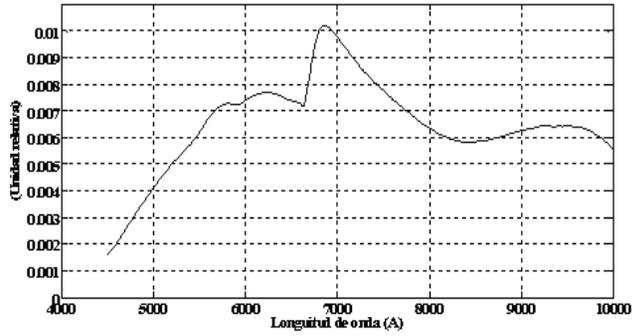


Fig. 9. Espectro luminoso de la lámpara incandescente General Electric.

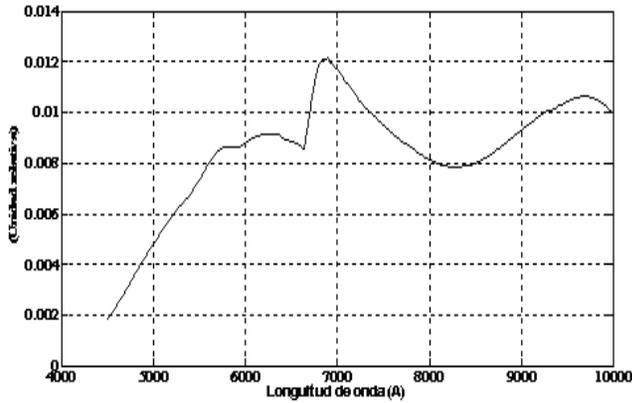


Fig. 10. Espectro luminoso de la lámpara incandescente Philips.

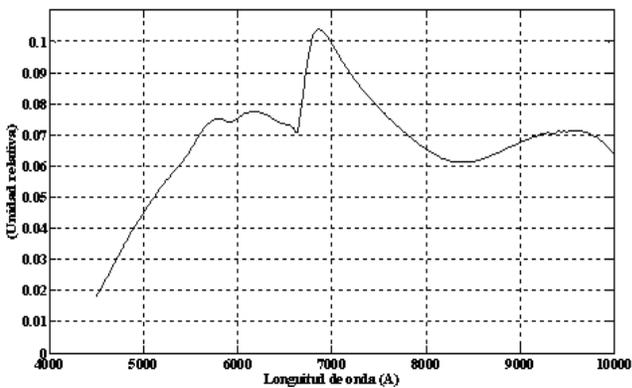


Fig. 11. Espectro luminoso de la lámpara incandescente Sylvania.

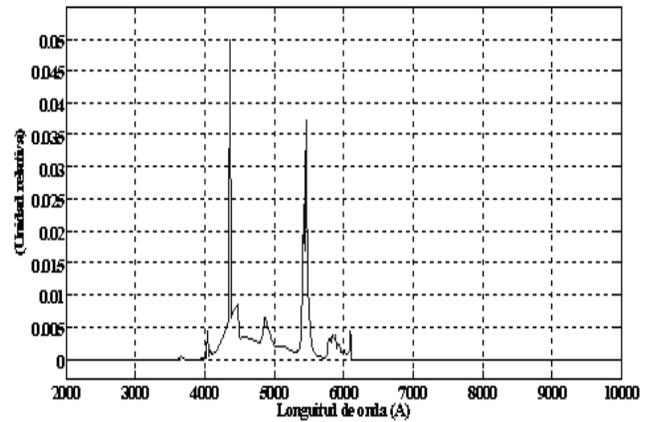


Fig. 12. Espectro luminoso de la lámpara fluorescente compacta Dien Quang.

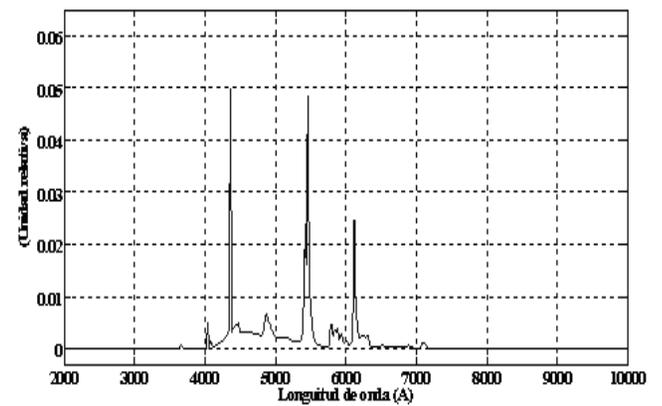


Fig. 13. Espectro luminoso de la lámpara fluorescente compacta Philips.

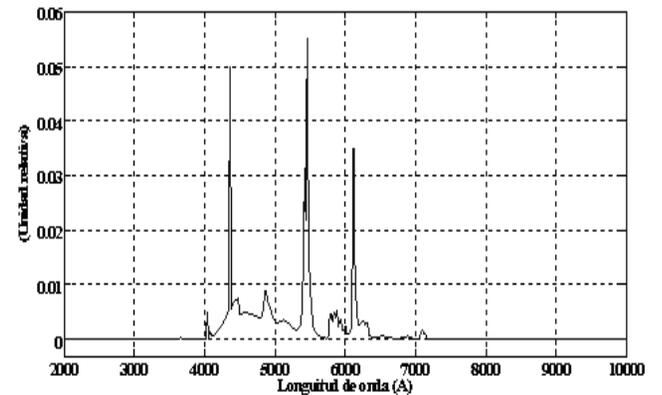


Fig. 14. Espectro luminoso de la lámpara fluorescente compacta Truper.

9 Análisis económico

Para realizar el análisis económico se requiere determinar, su costo inicial, su vida útil en meses (asumiendo un

uso de 10 horas diarias y las Figuras 7 y 8), costo de la energía (valor dado por la compañía de suministro eléctrico (de 3,76 BsF los primeros 100 KWh/mes), la potencia consumida (esto se determinó en el apartado 4) y la tasa de interés usada en el país por la banca pública y privada (del 24% anual, 1,8% mensual).

Tabla 5. Variables necesarias para el análisis económico de las lámparas en estudio

	Incandescentes			Fluorescentes compactas		
	General Electric	Philips	Sylvania	Dien Quang	Philips	Truper
Costo inicial BsF	7,5	6	5	35*	65	40
Vida útil en meses	2	2	3	9	8	8
Potencia W	86,98	88,65	85,41	38,48	37,96	45,97
KWh consumo al mes	26,094	26,595	25,623	11,544	11,388	13,781
Costo mensual Bsf	0,9811	1,0000	0,9634	0,4341	0,4282	0,5182

* Valor estimado ya que la compañía no suministra este dato.

El estudio técnico económico (Degarmo y col, 1997) se realizó bajo los parámetros del cálculo de Ingeniería Económica, que no es más que aplicar las fórmulas y los factores de los análisis de alternativas; considerando que son lámparas que tienen vida útil diferentes y que el precio que se hallan en el mercado son precios acordes a la tecnología empleada. El análisis a emplear es el Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) (Blank y Tarquin, 2012). Que para el caso de estudio se aplicó un equivalente mensual debido a que los costos están referidos a este periodo de tiempo.

$$CMUE = \text{Costo de inversión equivalente} + \text{costo mensual} = A + CM = P * (A/P, i\%, n) + CM \quad (1)$$

$$CMUE = P * \left(\frac{i * (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right) + CM \quad (2)$$

De donde P es el costo inicial de la lámpara, i la tasa de interés mensual, n el periodo de tiempo en meses y CA el costo mensual de consumo de energía. Considerando la lámpara incandescente General Electric, se tiene como costo mensual equivalente:

$$CMUE = 7,5 * \left(\frac{0,018 * (1+0,018)^2}{(1+0,018)^2 - 1} \right) + 0,9811 \quad (3)$$

$$CMUE = 4,81185 \text{ BsF}$$

Tabla 6. Costo mensual uniforme equivalente de las lámparas en estudio

	Incandescentes			Fluorescentes compactas		
	General Electric	Philips	Sylvania	Dien Quang	Philips	Truper
CMUE	4,83	4,08	2,69	4,68	9,23	5,93

En la Tabla 6 se puede apreciar que la lámpara más económica es la incandescente Sylvania, porque tiene un equivalente de costo neto menor, siguiendole en segundo lugar la lámpara incandescente Philips. No obstante, hay que tener en cuenta que el costo de la energía en nuestro país no es el real, ya que esta muy por debajo de su costo actual de generación, transmisión y distribución. Por esta razón, para que la decisión sea lo más efectiva posible, se requiere un análisis de sensibilidad para determinar si para variaciones tanto de la tasa de interés como del costo de la energía, esta decisión se mantiene.

Estimando variaciones de la tasa de interés mensual del ± 50% [0,9% - 2,7%] se obtienen las siguientes curvas de costo mensual equivalente.

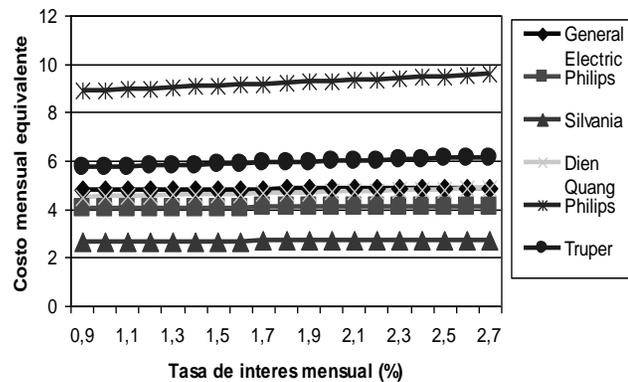


Fig. 15. Análisis de sensibilidad de las variaciones de la tasa de interés.

Estimando variaciones del costo de la energía del [3,76 - 20] BsF, se obtienen las siguientes curvas de costo mensual equivalente.

10 Análisis de los Resultados

- En el análisis de los armónicos emitidos a la red, se puede apreciar que las lámpara incandescentes no aportan ningún armónico a la red y se comportan como una resistencia ideal. No obstante, las lámpara fluorescentes compactas inyectan a la red armónicos, y como se pueden apreciar en la Figuras 2, 3 y 4, su valor es considerable, porque el tercer armónico tienen un valor mayor a la mitad de la onda fundamental. No obstante, habría que hacer unas pruebas, en investigaciones futuras, para determinar

si varias lámparas fluorescentes compactas en un sistema emiten una cantidad de armónicos proporcional al número de lámparas conectadas, y si los armónicos emitidos varían o se ven afectados o compensados por las cargas lineales y no lineales presentes en la red.

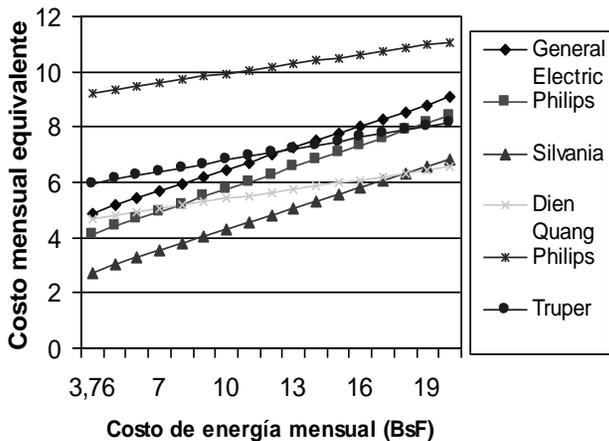


Fig. 16. Análisis de sensibilidad de las variaciones del costo de la energía.

- Las mediciones realizadas para determinar la potencia activa y reactiva demostró que las lámparas incandescentes se comportan como una resistencia ideal, presentando un factor de potencia muy cercano a 1. En cambio, las lámparas fluorescentes compactas presentan un factor de potencia bajo, comportándose como una carga inductiva, por consiguiente, su uso masivo requiere el uso de compensadores de reactivos (STATCOM, etc).
- Las lámparas fluorescentes compactas tienen una vida media que supera en creces a las incandescentes, siendo de 6 a 8 veces mayor.
- La vida útil de las lámparas incandescentes es igual a su vida media, esto quiere decir que cuando estas dejan de funcionar, su flujo luminoso tiene un valor mayor al 70% de su valor inicial. No obstante las lámparas fluorescentes compactas presentan una vida útil menor a su vida media y en el análisis de encendidas todo el tiempo está en el orden de las 5000 horas de funcionamiento por interpolación de las curvas de la Figura 6.
- En el análisis del efecto del reencendido en la vida útil de las lámparas, se pudo comprobar que en las lámparas incandescentes únicamente la Sylvania se vio afectada por esto y su vida media y útil fue menor que en el análisis anterior, el resto sus valores estuvieron cercanos al análisis anterior. No obstante, en las lámparas fluorescentes compactas, se puede apreciar que su vida útil se redujo considerablemente, tanto así que el flujo luminoso medido para 4200 horas de funcionamiento en todo el tiempo encendidas, son similares, a las medidas a 2100 horas de funcionamiento en encendidas 2 horas y apagadas 2 horas. Demostrándose con esto que el efecto de encendido si afecta el flujo luminoso emitido por las lámparas fluo-

rescentes compactas, no así a las lámparas incandescentes.

- También es importante resaltar que a pesar que las lámparas fluorescente compactas tienen un valor de potencia de aproximadamente la mitad de las lámparas incandescentes, su emisión luminosa (medida en lux) son aproximadamente iguales, valores entre 100 y 150 lux, ver Figura 5 y 6.
- Mediante las mediciones del espectro luminoso emitido se pudo comprobar que las lámparas incandescentes emiten dentro del rango visible pero tienen una considerable pérdida en el rango de los infrarrojos (emisiones mayores a los 7800 Å). Las lámparas fluorescentes compactas gracias a su recubrimiento de polvos fluorescentes emiten únicamente dentro del rango visible del ojo humano.
- Finalmente, el análisis económico realizado demostró que a pesar de que las lámparas fluorescentes compactas tienen un menor consumo de energía y su vida útil es mucho mayor que las lámparas incandescentes, desde el punto de vista económico, las lámparas incandescentes son más rentables, debido a que sus costos equivalentes siempre dieron menores a pesar de variaciones de la tasa de interés y de incrementos del costo de energía, ver Figuras 15 y 16. En tal sentido, siempre debe prevalecer el cuidado del planeta y la vida humana, y en base a ello se han de llevar a cabo todos los planes de ahorro energético (Ereu, 2008).

11 Conclusiones

Como se pudo demostrar en esta investigación tipo experimental, las lámparas incandescentes presenta ciertas ventajas sobre las fluorescentes compactas, como son: La ausencia de emisión de armónicos a la red, factor de potencia cercano a 1, por ende no requiere de ningún equipo extra para su uso correcto y sin efectos a la red, menor costo inicial y un costo equivalente total (considerando su costo inicial, su vida útil y su costo de consumo de energía) que es mucho menor. Además, no contienen en su interior mercurio, sustancia contaminante tanto para el ambiente como para el ser humano.

Las lámparas fluorescentes compactas presentan como ventajas sobre las lámparas incandescentes, una mayor vida útil, mayor flujo luminoso, emisiones lumínicas únicamente dentro del rango visible humano y consumo de energía menor. Este aspecto es de suma importancia actualmente, ya que en el país se tiene una insuficiente generación de energía eléctrica y si se logra reducir su consumo total se mitigaría notablemente esta problemática energética.

En la Figura 16, se puede apreciar que para valores elevados del costo de la energía, de aproximadamente 6 veces el valor actual, o que el costo inicial de la lámpara fluorescente compacta sea menor, o que su vida útil sea mayor, si se podría considerar la lámpara fluorescente compacta como ahorradora, desde el punto de vista económico, y por ende su costo mensual equivalente resulte menor que las incandescentes. No obstante, gracias a los grandes avances

en el diseño de nuevos y mejores modelos es posible que muy pronto se tenga en el mercado lámparas fluorescentes compactas realmente ahorradoras, tanto desde el punto de vista de consumo como monetariamente, que tengan un menor costo inicial y/o una vida útil mayor.

Por consiguiente, se recomienda que en el momento de considerar la opción de sustituir las lámparas incandescentes por las lámparas fluorescentes compactas, se evalúen en los modelos a tomar en cuenta todos los aspectos expuestos anteriormente, considerando todos los pro y los contra, en virtud, de que la decisión considerada vaya siempre efectivamente en función del cuidado del medio ambiente, del ser humano y del uso racional de la energía

Referencias

- Blank L, Tarquin A, 2012, Ingeniería Económica. Séptima Edición. Mc Graw Hill. México. pp. 224-229.
- DeGarmo P, 1997, Ingeniería Económica. Décima Edición. Prentice Hall. México. pp. 208.
- Ereù M, 2008, Alumbrado Público. Criterios. Diseño y Recomendaciones (4° Edición). Caracas-Venezuela. pp. 163-166.
- Philips, 2002, Norma Europea sobre Iluminación para interiores. UNE 12464.1. pp.
- Rashid M, 1993. Electrónica de Potencia. Segunda Edición. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. México. pp. 387.
- San Martin R, 2003, Manual de Luminotecnia. Ediciones Especializadas S. L. Madrid. pp. 58.

Recibido: 20 de febrero de 2015

Aceptado: 09 de febrero de 2016

Moreno Luz Stella. Ingeniero Electricista (Universidad de los Andes, 1996). Doctorado en Ingeniería de Proyectos (Universidad Politécnica de Cataluña, 2007). Desde 1997 Profesora a Dedicación Exclusiva de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de los Andes.

Sosa Jorge. Ingeniero Electricista (Universidad de los Andes, 1997). Maestría en Automatización e Instrumentación (Universidad de los Andes, 2003). Doctorado en Ingeniería Electrónica (Universidad Politécnica de Cataluña, 2007). Desde 1999 Profesor a Dedicación Exclusiva adscrito a la Facultad de Medicina de la Universidad de los Andes. Correo electrónico: jorgesosa5@gmail.com

Gudiño Jheison. Ingeniero Electricista 2012. Actualmente realizando tesis de maestría con título: "Diseño de sistema de iluminación arquitectónico y funcional al monumento cinético Divina Pastora Manto de María utilizando iluminación LED", en la UNEXPO Barquisimeto. Correo electrónico: gudinojheison@gmail.com