

Optimización de instalación eléctrica y consumo en base a la eficiencia energética en el actual edificio central de la universidad americana

Optimization of electrical and consumption based on energy efficiency in the current building central american university

Hector Ricardo Gamen¹

Artículo Recibido: 08/01/2016

Aceptado para Publicación: 04/02/2016

Resumen: El fin principal del trabajo analizado es abaratar el consumo eléctrico de un edificio, los avances que ofrece la energía solar habían hecho imaginar que el consumo de energía del edificio de la Universidad Americana era una excelente elección. Pero el desarrollo de la misma implica el uso de paneles solares, baterías, etc., y la transformación así como la adaptación del sistema de iluminación de acuerdo con los requisitos de esta tecnología. Por tanto debimos primero considerar la viabilidad económica (costo-beneficio) para incorporar la misma. Desde el inicio de la investigación se realizó una inspección del lugar y un relevamiento de la situación actual, para lo cual se tuvieron en consideración los planos iniciales y se realizó una verificación detallada de cada área mediante la comprobación de los artefactos de iluminación actualmente en uso. Razonar el monto de esta inversión en sí no justifica el uso de la tecnología solar para nuestro propósito. Por tal motivo decidimos descartar el estudio solar y dedicar el mismo a la TECNOLOGIA LED. Comparativamente un tubo fluorescente tiene una "vida útil" y una "vida media". En el caso de un tubo utilizado con balastro electromagnético, su vida será de aproximadamente 6.000 horas (en función del número de encendidos y temperatura ambiente, etc.), mientras que su vida media puede llegar a 10.000 horas. Sin embargo, se está considerando que después de las primeras 6000 horas se ha producido una degradación de la luminancia del 40%, por lo que el tubo ya no proporcionar valores de luz aceptables y debe ser reemplazado. Sin embargo, las luces LED tienen muchas más horas de duración, alrededor de 50.000 horas, lo que indica una larga vida aparte de una salida de luz más alta y, por tanto, un descenso desde el punto de vista del consumo de energía.

Palabras clave: Consumo, eficiencia energética, tecnología fluorescente, tecnología led, tecnología solar

Abstract: The main purpose of the work is analyzed lower the power consumption of a building, advances offered by solar energy have made imagine that the energy consumption of the building of the American University was an excellent choice. But the development of the strategy involves the use of solar panels, batteries, etc., and the transformation and adaptation of the lighting system in accordance with the requirements of this technology. Therefore we should first consider the economic feasibility (cost-benefit) to incorporate it. Since the beginning of the investigation a site survey and a survey of the current situation was made, for which took into account the initial drawings and detailed verification of each area was carried out by checking the lighting fixtures

¹ Arquitecto. Universidad Americana. Hector.Gamen@americana.edu.py

currently in use . Reason the amount of the investment itself does not justify the use of solar technology for our purpose. For this reason we decided to discard the solar study and dedicate it to the LED technology. Comparatively a fluorescent tube has a "shelf life" and a "half-life". In the case of a tube used with electromagnetic ballast, its life will be approximately 6,000 hours (depending on the number of ignitions and room temperature, etc.), while its half-life can reach 10,000 hours. However, it is considering that after the first 6000 hours has been a degradation of the luminance of 40%, so that the tube no longer provide acceptable values of light and must be replaced. However, LEDs are much more hours, about 50,000 hours, indicating a long life apart from a higher light output and therefore a decrease from the point of view of energy consumption.

Keywords : consumption , energy efficiency, fluorescent technology , LED technology , solar technology

Introducción

La eficiencia energética es el consumo inteligente de la energía. Las fuentes de energía son finitas, y por lo tanto, su correcta utilización se presenta como una necesidad del presente para que podamos disfrutar de ellas en un futuro.

La energía no se crea ni se destruye. Sólo se transforma (ley de la conservación de la energía). Las transformaciones de energía no son eficientes: cuando una forma de energía se transforma en otra se produce una pérdida de energía aprovechable, normalmente en forma de energía térmica. Así por ejemplo, una lámpara incandescente transforma el 10% de la energía eléctrica en luz y el resto en calor.

El concepto de **eficiencia energética** tiene que ver con la cantidad de energía útil que se puede obtener de un sistema o de una tecnología en concreto. También se refiere a la utilización de tecnología que necesita menos energía para realizar la misma tarea. Una lámpara fluorescente compacta o CFL utiliza menos energía (dos tercios menos) que las lámparas incandescentes para proporcionar el mismo nivel de iluminación y puede durar entre seis y diez veces más. Las mejoras en eficiencia energética se suelen alcanzar adoptando tecnologías o procesos productivos más eficientes.

La eficiencia energética consta de tres pilares de acción:

Eficiencia energética por el lado de la demanda: Incluye una amplia gama de acciones y prácticas dirigidas a reducir la demanda de electricidad (o de hidrocarburos) y/o intentar desviar la demanda de horas punta a horas de menor consumo. Según la Agencia Internacional de la Energía, es una herramienta muy importante para ayudar a equilibrar la oferta y la demanda en los mercados

de electricidad, reducir la volatilidad de precios, aumentar la fiabilidad y la seguridad del sistema, racionalizar la inversión en infraestructuras de suministro de electricidad y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Eficiencia energética por el lado de la oferta: Se refiere al conjunto de medidas adoptadas para garantizar la eficiencia a lo largo de la cadena de suministro de electricidad. Las empresas intentan encontrar medios para realizar un uso más eficaz de sus equipos de generación menos eficientes. Se trata de mejorar el funcionamiento y mantenimiento de los equipos actuales o mejorarlos con tecnologías de vanguardia de eficiencia energética. Algunas empresas tienen sus propias alternativas de generación de electricidad, por lo que tienden a estudiar la eficiencia energética por el lado de la oferta además de por el lado de la demanda.

Conservación de la energía: Es el conjunto de actividades dirigidas a reducir el consumo de energía a través de un uso más eficaz de la energía y un menor consumo de energía y/o hidrocarburos.

La energía desempeña un papel fundamental para el rendimiento económico de cualquier empresa. Su uso eficiente representa una oportunidad para que las PYME ahorren recursos económicos, fortalezcan sus procesos productivos y ejerzan un impacto positivo en el medio ambiente. La eficiencia energética es una de las herramientas más importantes y rentables que pueden ayudar a las PYME a satisfacer sus objetivos a la vez de promocionar el crecimiento económico y proteger el medio ambiente, tanto a nivel local como regional.

Existe una amplia gama de posibles acciones para mejorar la eficiencia energética. Algunos ejemplos:

Eficiencia Energética por el Lado de la Demanda:

- Cambiar a una iluminación más eficiente (CFL, LED)
- Incorporar aparatos más eficientes (calefacción y aire acondicionado)
- Instalar motores y bombas eléctricas de alto rendimiento
- Promulgar normas que favorezcan más los edificios e instalaciones eficientes en energía
- Promover la recuperación térmica industrial

Eficiencia Energética por el Lado de la Oferta:

- Rehabilitar y reformar centrales de generación de energía in situ
- Ampliar el uso de cogeneración y gasificación integrada a ciclos combinados
- Instalar transformadores eficientes y de baja pérdida
- Optimizar sistemas de calentamiento/refrigeración
- Generar electricidad a través de sistemas solares fotovoltaicos

Conservación de la Energía

- Apagar las luces y los equipos cuando no se utilicen
- Comprar equipos más eficientes en energía (servidores, computadoras e impresoras, entre otros)
- Elaborar planes de movilidad sostenible para los empleados (compartición de vehículos)
- Ajustar termostatos para reducir el consumo de calefacción y aire acondicionado
- Fomentar una conducta inteligente en energía en la empresa (por ejemplo, normas de vestimenta más liviana durante el verano)

El uso de leds en las iluminaciones

Analicemos ahora la Tecnología LED

Estamos sin lugar a dudas ante el nacimiento de un nuevo concepto en la iluminación de nuestro día a día. Decir adiós a la tradicional bombilla va a ser un verdadero reto, y es que un nuevo inquilino en nuestras casas, calles, oficinas e industrias va a ocupar su lugar pronto. Hablamos de algo diminuto, pero sin embargo revolucionario y con altura suficiente como para convertirse, en el futuro, en un estándar de luz. Hablamos de los Leds. Este nuevo concepto de iluminación más pequeño, que podría verse como algo meramente estético, implica una mayor eficiencia energética. El ahorro energético es la gran meta del mercado, y hacia allí apuntan los mayores esfuerzos.

Ecológicos, potentes, versátiles, cosmopolitas son unos pocos adjetivos que podemos utilizar para describir la relevancia y el protagonismo que va a acaparar esta nueva fuente de luz. Los leds, sin duda, conjugan confort, seguridad y calidad y por ello los convierte en protagonistas en el mundo de la domótica. ¿Revolucionará nuestro concepto de iluminación? ¿Dejaremos a un lado la tradicional bombilla? ¿Su implantación será tan lenta como la de las bombillas de bajo consumo? ¿Llegarán a consolidarse, o solo servirán como una fuente de iluminación secundaria? ¿Cuánto nos va a costar el cambio y porque cambiar? ¿Cuándo aparecieron y cómo funcionan? ¿Qué inconvenientes tienen? Son bastantes las preguntas que nos podemos hacer, naturalmente, porque estamos ante algo novedoso para algunos, incluso desconocido, quizás, para otros.

Aplicaciones de los LEDs I

La aplicación más directa que tienen los LEDs sobre el campo de la domótica es conseguir una adecuada iluminación y ambientación, según la situación lo requiera, ya que no olvidemos que la domótica se basa en hacer la estancia en el hogar, o en un edificio cualquiera, lo más agradable y cómoda posible.

La domótica se está implantando en los hogares. Y la pregunta es ¿Por qué LEDs y no focos incandescentes? Efectivamente, cada día más se está imponiendo el uso del LED. Debido a que este no es una bombilla, sino un circuito electrónico, y su adaptación a la domótica es más simple que la iluminación convencional. Los LEDs están preparados para que puedan ser controlados por una centralita u ordenador. Desde ahí se controla: la intensidad de la luz, la cantidad de focos que tienen que estar encendidos o apagados, programar un horario por razones de seguridad. Con todo esto respondemos con contundencia a la pregunta anterior, ya que para una casa “inteligente” el manejo de estos circuitos es mucho más directo, ya que son fácilmente integrables.

Damos ahora ejemplos sobre este tipo de iluminaciones que podemos conseguir con los LEDs, es obvio que en una hipotética casa que pudiera detectar por ejemplo nuestro estado de ánimo, o situaciones de comportamiento específicas, podría variar fácilmente la iluminación y los tonos del recinto o instancia gracias al uso de estos.

- 1 -Alumbrado para suelos, pavimentos, baños... Ya que cada una de estas estancias tendrá una iluminación diferente y propia acorde con sus características.
- 2 - Alumbrado decorativo, ya que es importante para el bienestar y en cierta forma también es fin propio de la iluminación decorar e entorno, según las necesidades de este.
- 3 . Alumbrado de exteriores, ya que soporta mejor las condiciones ambientales, que otros focos incandescentes.
- 4 - Orientación por zonas de la casa que puedan ser comprometidas en horarios nocturnos, claramente en una zona controlada por sensores, cuando se detecte movimiento automáticamente se activará.
- 5 .Ambientación de ciertas zonas del hogar “especiales”, como puede ser una cama de matrimonio o cualquier lugar en el cual sea interesante dispones de varios ambientes según la situación lo requiera. Gracias a la diversidad en las tonalidades que se pueden conseguir, es otro punto a favor del LED, en este tipo de situaciones.
- 6 .Proporcionar seguridad, ya que podemos dejar programada en la centralita ciertos horarios para crear la iluminación adecuada, que en este caso pueda persuadir a posibles ladrones, creando la sensación de que efectivamente la casa está habitada sin realmente estarlo.
- 7 . Alumbrado para suelos, pavimentos, baños... Ya que cada una de estas estancias tendrá una iluminación diferente y propia acorde con sus características.
- 8 -Alumbrado decorativo, ya que es importante para el bienestar y en cierta forma también es fin propio de la iluminación decorar e entorno, según las necesidades de este.
9. Alumbrado de exteriores, ya que soporta mejor las condiciones ambientales, que otros focos incandescentes.
- 10 -Orientación por zonas de la casa que puedan ser comprometidas en horarios nocturnos, claramente en una zona controlada por sensores, cuando se detecte movimiento automáticamente se activará.

11 -Ambientación de ciertas zonas del hogar “especiales”, como puede ser una cama de matrimonio o cualquier lugar en el cual sea interesante disponer de varios ambientes según la situación lo requiera. Gracias a la diversidad en las tonalidades que se pueden conseguir, es otro punto a favor del LED, en este tipo de situaciones.

12 -Proporcionar seguridad, ya que podemos dejar programada en la centralita ciertos horarios para crear la iluminación adecuada, que en este caso pueda persuadir a posibles ladrones, creando la sensación de que efectivamente la casa está habitada sin realmente estarlo.

En definitiva el LED forma y formará parte fundamental de la iluminación en hogares y edificios en un futuro, ya que con el paso del tiempo estos edificios y su automatización es inevitable, y por tanto las ventajas derivadas de que la fuente que produzca la iluminación sea realmente un circuito, son que su integración y control por parte de las centralitas sea fácil de conseguir y adecuada según las necesidades del entorno. Pudiendo tener situaciones en las que debemos crear una atmósfera de calma y quietud, y otras en las que es interesante un ambiente más dinámico.

Características físicas de los Leds

Principio físico

El fenómeno de emisión de luz está basado en la teoría de bandas, por la cual, una tensión externa aplicada a una unión p-n polarizada directamente, excita los electrones, de manera que son capaces de atravesar la banda de energía que separa las dos regiones.

Si la energía es suficiente los electrones escapan del material en forma de fotones. Cada material semiconductor tiene unas determinadas características que y por tanto una longitud de onda de la luz emitida.

A diferencia de las lámparas de incandescencia cuyo funcionamiento es por una determinada tensión, los Led funcionan por la corriente que los atraviesa. Su conexión a una fuente de tensión constante debe estar protegida por una resistencia limitadora.

Teoría de bandas

En un átomo aislado los electrones pueden ocupar determinados niveles energéticos pero cuando los átomos se unen para formar un cristal, las interacciones entre ellos modifican su energía, de tal manera que cada nivel inicial se desdobra en numerosos niveles, que constituyen una banda, existiendo entre ellas huecos, llamados bandas energéticas prohibidas, que sólo pueden salvar los electrones en caso de que se les comunique la energía suficiente. En los aislantes la banda inferior menos energética (banda de valencia) está completa con los e- más internos de los átomos, pero la superior (banda de conducción) está vacía y separada por una banda prohibida muy ancha (~ 10 eV), imposible de atravesar por un e-. En el caso de los conductores las bandas de conducción y de valencia se encuentran superpuestas, por lo que cualquier aporte de energía es suficiente para producir un desplazamiento de los electrones.

Entre ambos casos se encuentran los semiconductores, cuya estructura de bandas es muy semejante a los aislantes, pero con la diferencia de que la anchura de la banda prohibida es bastante pequeña. Los semiconductores son, por lo tanto, aislantes en condiciones normales, pero una elevación de temperatura proporciona la suficiente energía a los electrones para que, saltando la banda prohibida, pasen a la de conducción, dejando en la banda de valencia el hueco correspondiente.

En el caso de los diodos Led los electrones consiguen saltar fuera de la estructura en forma de radiación que percibimos como luz (fotones).

Composición de los Leds

Para obtener colores distintos en los diodos LED se aplican diferentes composiciones, a continuación haremos una breve descripción de algunas de las distintas posibilidades. Vamos a describir la composición que caracteriza a cada uno de los tres colores más utilizados: el rojo, verde y el amarillo.

Led Rojo

Formado por GaP consiste en una unión p-n obtenida por el método de crecimiento epitaxial del cristal en su fase líquida, en un sustrato.

La fuente luminosa está formada por una capa de cristal p junto con un complejo de ZnO, cuya máxima concentración está limitada, por lo que su luminosidad se satura a altas densidades de corriente. Este tipo de Led funciona con baja densidades de corriente ofreciendo una buena luminosidad, utilizándose como dispositivo de visualización en equipos portátiles. El constituido por GaAsP consiste en una capa p obtenida por difusión de Zn durante el crecimiento de un cristal n de GaAsP, formado en un sustrato de GaAs, por el método de crecimiento epitaxial en fase gaseosa. Actualmente se emplea los Led de GaAlAs debido a su mayor luminosidad.

El máximo de radiación se halla en la longitud de onda 660 nm.

Led anaranjado y amarillo

Están compuestos por GaAsP al igual que sus hermanos los rojos pero en este caso para conseguir luz anaranjada y amarilla así como luz de longitud de onda más pequeña, lo que hacemos es ampliar el ancho de la “banda prohibida” mediante el aumento de fósforo en el semiconductor.

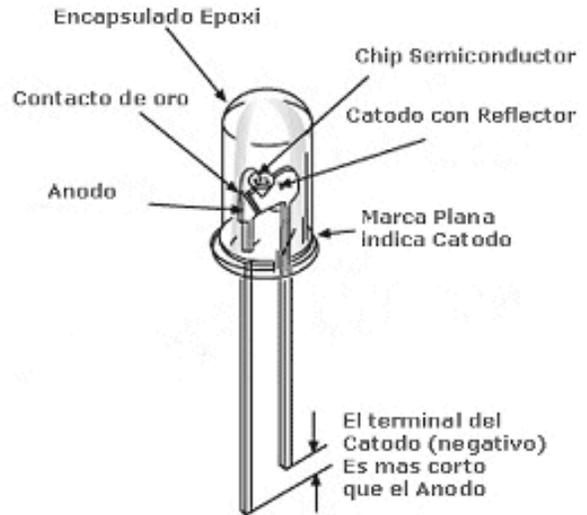
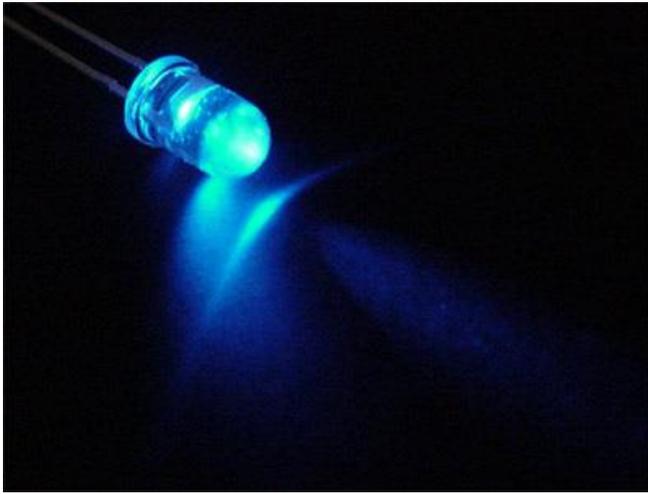
Su fabricación es la misma que se utiliza para los diodos rojos, por crecimiento epitaxial del cristal en fase gaseosa, la formación de la unión p-n se realiza por difusión de Zn.

Como novedad importante en estos Leds se mezcla el área emisora con una trampa isoelectrónica de nitrógeno con el fin de mejorar el rendimiento.

Led Verde

El Led verde está compuesto por GaP. Se utiliza el método de crecimiento epitaxial del cristal en fase líquida para formar la unión p-n. Al igual que los Leds amarillos, también se utiliza una trampa isoelectrónica de nitrógeno para mejorar el rendimiento. Debido a que este tipo de Led posee una baja probabilidad de transición fotónica, es importante mejorar la cristalinidad de la capa n. La disminución de impurezas a larga la vida de los portadores, mejorando la cristalinidad.

Su máxima emisión se consigue en la longitud de onda 555 nm.



Fuente: SA ALFRED. 1986

Tecnología fluorescente vs. Tecnología led

La tecnología fluorescente se usa desde la década de los 40, siendo uno de los sistemas de iluminación más extendidos en el mundo. Su luz blanca hace idóneo su uso en entornos de trabajo o con requerimientos lumínicos medios. A diferencia de otros sistemas, como la incandescencia o la iluminación halógena, cuyo tono de color amarillento se sitúa en torno a los 2100°K hasta los 3100°K, la iluminación fluorescente rara vez se utiliza en estas temperaturas de color. Habitualmente se utilizan temperaturas entre los 4000°K (840) y los 6500°K (765).

Los tubos fluorescentes son en realidad tubos de vapor de mercurio a baja presión, con partículas de otros gases y metales fosforescentes. En los extremos del tubo encontramos filamentos de tungsteno, que tienen la función de iniciar la ionización de los componentes fosforescentes del tubo. Para producirse este proceso de ignición, se usa un cebador, que elevará la tensión hasta una descarga de alto voltaje que calentará los filamentos de tungsteno hasta llevarlos al rojo vivo, momento en que los gases del tubo prenderán. Durante el uso del tubo, una reactancia o balastro mantendrá un flujo estable de corriente entre los polos, con el doble objetivo de mantener el tubo prendido, además de regular el flujo de corriente, para mantener las propiedades fosforescentes de los componentes del tubo. Es por ello que una reactancia o balastro en mal estado afecta a la durabilidad de los tubos fluorescentes.

Cuestiones técnicas a tener en cuenta

Los cebadores deben ser sustituidos según las indicaciones de los fabricantes. Un cebador viejo no suministrará a los filamentos de tungsteno la tensión adecuada para iniciar el proceso fosforescente. El resultado serán tubos parpadeando sin llegar a encenderse. El sistema intentará sin descanso realizar la operación de encendido, una y otra vez. En cada uno de estos intentos se producirá un sobre-consumo adicional no contemplado en los estudios de consumo. La temperatura de los extremos del tubo aumentará considerablemente, envejeciendo el porta tubos y la luminaria. Es habitual encontrar luminarias quemadas en una instalación de fluorescencia con más de 7 años de uso. Por supuesto, los múltiples encendidos deterioran los cebadores, tubos y luminarias, además de producir picos de consumo y bajadas de tensión considerables. Estos picos y bajadas pueden afectar a otros dispositivos sensibles conectados a la misma red.

Las reactancias también deben ser sustituidas según las especificaciones del fabricante. Una reactancia en mal estado puede alimentar incorrectamente un tubo, produciendo dos tipos de perjuicios: en caso de suministrar tensión insuficiente, el tubo tendrá tendencia a apagarse, por lo que deberá volverse a encender. En caso de suministrar al tubo más tensión de la necesaria, las propiedades fosforescentes del tubo se consumirán en menos tiempo. Lo habitual es que una reactancia o balastro suministre menor tensión debido a las pérdidas de conductividad del cobre, lo que produce sobrecalentamiento de la reactancia y genera distorsión armónica en la tensión (ruido). En muchos casos este ruido es audible. En casos en que la temperatura ambiental se eleve por encima de los 45°, la reactancia o balastro se comportará anómalamente, consumiendo todo el sistema más de lo normal. Ley de Ohm, a mayor temperatura mayor resistencia, a mayor resistencia mayor potencia, a mayor potencia mayor consumo. Los datos técnicos de los sistemas fluorescentes se realizan en testeos realizados a 25°C de temperatura ambiente. Los fluorescentes tienen un rango de trabajo de entre 5°C y 45°C. Para situaciones fuera de estos valores, deberemos utilizar series especialmente diseñadas.

Los propios tubos también deben ser sustituidos según ciertas especificaciones. Un tubo fluorescente tiene una "vida útil" y una "vida media". En el caso de un tubo que se utilice con reactancia electromagnética (EEM), su vida útil rondará las 6.000 horas (dependiendo del número de encendidos y temperatura ambiental, etc), mientras que su vida media puede alcanzar las 10.000

horas. Sin embargo, se considera que pasadas las primeras 6.000 horas se habrá producido una degradación lumínica superior al 40%, por lo que el tubo ya no ofrecerá valores lumínicos aceptables y debería ser sustituido. Depende del entorno y uso, hay usuarios que pueden agotar la vida del tubo hasta que éste deja de funcionar, mientras que en entornos con necesidades lumínicas exigentes, primará la luminosidad por metro cuadrado (luxes).

Las reactancias y balastos necesitan cargar eléctricamente toda su bobina de cobre en el momento de su conexión a la red eléctrica, produciéndose un efecto por el cual demandan al tendido eléctrico más potencia inicial que la potencia nominal del equipo. Una vez magnetizado el electroimán, la reactancia devuelve la potencia sobrante a la red. A este fenómeno se le llama generación de energía reactiva. Podemos explicarlo diciendo que existe un diferencial entre la "potencia demandada" y la "potencia nominal". Una vez devuelta la potencia sobrante, se habrá producido una desviación del "coseno de ϕ " entre las curvas de la corriente. El coseno de ϕ ideal (sin desfase) sería equivalente a 1. Cuando el coseno de ϕ se desfasa, el factor de potencia disminuye. Así pues, con un factor de potencia de 0,90, una instalación eléctrica está consumiendo más potencia de la que realmente está utilizando. A la potencia realmente necesaria y utilizada convenientemente se le llama "energía activa" y a la potencia sobrante se le denomina "energía reactiva". Las compañías eléctricas penalizan a los usuarios de grandes instalaciones con factores de potencia inferiores a 0,95, razón por la cual una instalación que genere energía reactiva debe dotarse de una batería de condensadores que compense el desfase del coseno de ϕ . Estos dispositivos son caros y requieren de mantenimiento cada 4 o 5 años, sin embargo su uso es indispensable y resulta rentable instalarlas.

Tecnología led vs. Tecnología fluorescente

La tecnología LED ofrece importantes mejoras, respecto de la fluorescencia. En el siguiente cuadro, observará las diferencias fundamentales entre la tecnología fluorescente y la iluminación LED

| | Fluorescente | LED |
|--|--------------|---------------|
| <i>Contiene Mercurio y metales pesados</i> | SI | NO |
| <i>Usa cebador</i> | SI/NO(HFP) | NO |
| <i>Usa balastro</i> | SI | NO |
| <i>Genera energía reactiva</i> | SI | NO |
| <i>Consume con tubo fundido</i> | SI | NO |
| <i>Potencia tubo 60cms</i> | 18W | 9W |
| <i>Potencia tubo 120cms</i> | 36W | 18W |
| <i>Potencia tubo 150cms</i> | 58W | 22W |
| <i>Consumo balasto/driver 1x60cms</i> | 3W-7W | 1W |
| <i>Consumo balasto/driver 1x120cms</i> | 5W-7W | 2W |
| <i>Consumo balasto/driver 1x150cms</i> | 7W-11W | 3W |
| <i>Emite infrarrojos (IR)</i> | SI | NO |
| <i>Emite ultravioletas (UV)</i> | SI | NO |
| <i>Temperatura de superficie</i> | 80° | 40° |
| <i>Rango de temperatura de trabajo</i> | de 5° a 45° | de -20° a 60° |
| <i>Peligro por rotura</i> | SI | NO |
| <i>Tensión de trabajo</i> | 240V | 12V |
| <i>Riesgo eléctrico</i> | SI | NO |
| <i>Vida útil (en horas)</i> | 6.000/17.000 | 50.000 |
| <i>Vida media</i> | 8.000/19.000 | 80.000 |
| <i>Oscurece techos / decolora</i> | SI | NO |
| <i>Produce parpadeo durante el uso</i> | SI | NO |
| <i>Encendido instantaneo</i> | NO | SI |
| <i>Encendido a plena luminosidad</i> | NO | SI |
| <i>Sobre consumo por encendidos múltiples</i> | SI | NO |
| <i>Degradación luminica por cada 3.000 horas</i> | 30% | 2% |

Fuente : SA ALFRED. 1986

| | Fluorescente | LED |
|--|--------------|---------------|
| <i>Contiene Mercurio y metales pesados</i> | SI | NO |
| <i>Usa cebador</i> | SI/NO(HFP) | NO |
| <i>Usa balastro</i> | SI | NO |
| <i>Genera energía reactiva</i> | SI | NO |
| <i>Consume con tubo fundido</i> | SI | NO |
| <i>Potencia tubo 60cms</i> | 18W | 9W |
| <i>Potencia tubo 120cms</i> | 36W | 18W |
| <i>Potencia tubo 150cms</i> | 58W | 22W |
| <i>Consumo balasto/driver 1x60cms</i> | 3W-7W | 1W |
| <i>Consumo balasto/driver 1x120cms</i> | 5W-7W | 2W |
| <i>Consumo balasto/driver 1x150cms</i> | 7W-11W | 3W |
| <i>Emite infrarrojos (IR)</i> | SI | NO |
| <i>Emite ultravioletas (UV)</i> | SI | NO |
| <i>Temperatura de superficie</i> | 80° | 40° |
| <i>Rango de temperatura de trabajo</i> | de 5° a 45° | de -20° a 60° |
| <i>Peligro por rotura</i> | SI | NO |
| <i>Tensión de trabajo</i> | 240V | 12V |
| <i>Riesgo eléctrico</i> | SI | NO |
| <i>Vida útil (en horas)</i> | 6.000/17.000 | 50.000 |
| <i>Vida media</i> | 8.000/19.000 | 80.000 |
| <i>Oscurece techos / decolora</i> | SI | NO |
| <i>Produce parpadeo durante el uso</i> | SI | NO |
| <i>Encendido instantaneo</i> | NO | SI |
| <i>Encendido a plena luminosidad</i> | NO | SI |
| <i>Sobre consumo por encendidos múltiples</i> | SI | NO |
| <i>Degradación luminica por cada 3.000 horas</i> | 30% | 2% |

Fuente: SA ALFRED. 1986

Tecnología Fluorescente Vs Tecnología Led

El tubo fluorescente trabaja con balasto: Existen 2 tecnologías diferentes de balastos en el mercado, el balasto electromagnético (EM), y el balasto electrónico de alta frecuencia (HF).

Sin embargo, el tubo Philips MASTER LEDtube trabaja directamente con la tensión de la red, por lo tanto, los balastos se deberán reconectar, o bien anular, siguiendo la guía rápida de instalación.

El tubo Philips MASTER LEDtube es compatible con todas las luminarias que posean portalámparas estándar bi-pin G13. En algunos casos puede ser necesario extraer de la luminaria el portalámparas G13 que no sea estándar.

Nombre del Producto Longitud Potencia Longitud A Longitud B Longitud C Peso

MASTER LEDtube GA 600 mm 11W 840/865 G13 600 11 588.5 595.5 602.5 210

MASTER LEDtube GA 900 mm 17W 840/865 G13 900 17 893.5 900.5 907.5 285

MASTER LEDtube GA 1200 mm 22W 840/865 G13 1200 22 1198.0 1205.0 1212.0 360

MASTER LEDtube GA 1200 mm 25W 840/865 G13 1500 25 1500.0 1507.0 1514.0 450 * typical value

Especificaciones Técnicas Nombre del producto Longitud Potencia Base Tensión Factor de potencia Flujo lumin. CCT (K) Apertura de haz CRI Tiempo de vida

MASTER LEDtube GA 600m m 11W 840 G13 600 11 G13 90-264 >0.9 825 4000 140 85 40,000

MASTER LEDtube GA 900mm 17W 840 G13 900 17 G13 90-264 >0.9 1265 4000 140 85 40,000

MASTER LEDtube GA 1200mm 22W 840 G13 1200 22 G13 90-264 >0.9 1650 4000 140 85 40,000

MASTER LEDtube GA 1500mm 25W 840 G13 1500 25 G13 90-264 >0.9 1900 4000 140 85 40,000

MASTER LEDtube GA 600mm 11W 865 G13 600 11 G13 90-264 >0.9 825 6500 140 85 40,000

MASTER LEDtube GA 900mm 17W 865 G13 900 17 G13 90-264 >0.9 1265 6500 140 85 40,000

MASTER LEDtube GA 1200mm 22W 865 G13 1200 22 G13 90-264 >0.9 1650 6500 140 85 40,000

MASTER LEDtube GA 1500mm 25W 865 G13 1500 25 G13 90-264 >0.9 1900 6500 140 85 40,000 * Valores Típicos * con balasto EM Ventajas del tubo

MASTER LEDtube • 50% de ahorro de energía

- Stable lighting quality Temperatura Ambiente (c°)
- La iluminación del tubo Philips MASTER LEDtube está entre el 95% y el 105% del valor de especificación (a 25°C), dentro de un rango de temperatura ambiente de -30°C a 45°C. En cambio, el tubo fluorescente T8 varía enormemente: Entre 50% y 100%, desde 0°C a 45°C; menos del 50%, por debajo de 0°C; o incluso puede no llegar a encenderse.
- Áreas de aplicación

El tubo Philips MASTER LEDtube es una alternativa de avanzada del clásico tubo fluorescente lineal, y está diseñado para múltiples aplicaciones de iluminación general, tales como:

– Offices – Almacenes – Cámaras de frío – Industrial – Supermercados/Tiendas – Estacionamientos – Escuelas – Estaciones de Tren – Hospitales

Notas de aplicación

- El rango de temperatura ambiente de operación es de -30°C a 45°C.
- Sólo utilizar en ambientes interiores secos, para aplicaciones en exterior es necesario una luminaria con clasificación IP.
- No utilizar con luminarias de emergencia, o iluminación de salida.
- Utilizar en luminarias que posean portalámparas bi-pin G13 compatibles con IEC, y que pueden soportar estructuralmente un tubo de 0,5Kg

Tubos Fluorescentes Trifósforo TL-D (T8) Super 80 / Ecomaster

Son lámparas de descarga de mercurio de baja presión con un tubo de 26mm de diámetro con un recubrimiento fluorescente especial de tres bandas que proporciona una muy buena reproducción de colores (Ra>80) mejorando la apariencia de los objetos expuestos y el confort visual en la ejecución de tareas. Combinan una elevada vida útil con eficiencia, su emisión de flujo luminoso es hasta un 35% superior a los tubos TLD Standard y poseen mayor mantenimiento de flujo a lo largo de su funcionamiento

Estos tubos pueden ser utilizados con tanto con balastos magnéticos como con sistemas electrónicos de alta frecuencia, siendo un reemplazo directo de los tubos standard sin necesidad de modificar la instalación.

Utilizando equipos electrónicos se alcanzan ahorros de hasta un 30% de energía y la vida útil aumenta hasta un 33% (dependiendo del equipo utilizado).

Se encuentran disponibles en diferentes potencias y tonalidades de color 2700K, 3000K, 4000K, 6500K (dependiendo de la potencia). Ideal para iluminación donde se requiere muy buena calidad lumínica tales como oficinas, industrias, comercios, establecimientos públicos y privados.

La idea

Siempre estaba en mente pensar en abaratar el importante consumo eléctrico de un edificio, de ahí que surgió el interés en desarrollar una tarea investigativa que fuere de verdadera utilidad para un edificio desde el punto de vista de ahorro del consumo.

En un principio, apasionados por los avances que brindaba la energía solar habíamos imaginado que el consumo eléctrico del edificio de la Universidad Americana era una excelente alternativa que teníamos muy cercana con la posibilidad de realizar un estudio para abaratar el mismo.

De allí surgió la idea de realizar una tarea de investigar cómo implementar un sistema que con la energía solar permitiera optimizar el gran consumo eléctrico del edificio.

Pero desarrollar esta tarea implicaba el uso de paneles solares, acumuladores, etc y la transformación y adaptación del sistema lumínico de acuerdo a los requerimientos de esta tecnología.

Debíamos entonces y en primer lugar considerar la viabilidad económica (costo-beneficio) de incorporar esta tecnología.

Como comienzo de la investigación decidimos realizar un relevamiento in situ de la situación actual, para lo cual con técnicos y los planos del edificio se hizo un recorrido pormenorizado de cada área verificando los artefactos de iluminación en uso actualmente.

Considerando los datos obtenidos en este relevamiento pudimos calcular la cantidad de paneles necesarios para alimentar los circuitos de iluminación actuales.

Para el cálculo se tuvo en cuenta la potencia instalada de iluminación, se calcula el valor de potencia en Watts pico necesario con esta fórmula:

$$Ar = \frac{1200 \times Ed}{Id}$$

En donde:

Ar. Es la potencia a determinar en Watts pico.

Ed. Es la energía consumida por día KWH/día, para la Universidad es 2.282

Id. Es la Radiación Solar de la región KWH/m²/día, para nuestra zona es de 4,7

Con estos valores calculamos la Potencia $Ar = 582.762 \text{ Wp}$

Los paneles solares comerciales vienen en varias potencias, de 75 Wp, de 85 Wp, etc.

Si consideramos el panel de 75 Wp, cuyo costo promedio es de U\$S 499, necesitaríamos 7.770 u. con un costo estimado de U\$S 3.877.230.-

El costo calculado es solo de paneles, para poder tener un sistema confiable se debe tener también un sistema de baterías para acumular la energía para la noche y los días nublados y el costo de montaje del sistema, pero considerando solo el costo de los paneles la amortización de esta inversión se realizaría en aproximadamente 2.004 meses, si consideramos un consumo de Gs. 8.702.863 en energía eléctrica que dejaríamos de pagar a la compañía de electricidad.

Razonando el monto de esta inversión ya de por si Justifica la no utilización de la tecnología solar para nuestro propósito. Por tanto descartamos la investigación en el área ya que está visto que los valores de costo son altísimos para el caso de nuestro edificio.

Calculo del consumo y propuesta de cambio por tecnología led

En el edificio de la Universidad existen, en el área de aulas 5164 tubos fluorescentes de 40W, el 80% está instalado en el edificio de grado y el 20% en el edificio de postgrado.

En la situación actual la potencia instala de iluminación para los dos edificios (aulas y postgrado) es de 206,56 KW

Existen dos transformadores y dos cuentas de consumo de energía eléctrica, en ambos casos la categoría de consumo es la comercial, en donde las tarifas de energía son

Tarifa PC 241,9

Tarifa FPC 96,65

| | | | | | | | |
|---|-------|-------|---------------|------------|-----------------------------|--------|------------|
| | Al | | | | | | |
| Situación actual | | | 206,56 | KW | Lámpara fluorescente de 40W | | |
| Consumo | | | | | | | |
| Horario | | Total | Factor de | Potencia | Consumo | Costo | Monto |
| de | hasta | horas | simultaneidad | Neta | KWH | KWH | Gs. |
| 8 | 13 | 5 | 0,4 | 82,62 | 413,12 | 96,65 | 39.928,05 |
| En este horario las oficinas están funcionando, hay un mínimo de aulas ocupadas, por eso el factor de simultaneidad será bajo. | | | | | | | |
| 13 | 17 | 4 | 0,7 | 144,59 | 578,37 | 96,65 | 55.899,27 |
| En este horario las oficinas están funcionando, existen más aulas ocupadas, el factor de simultaneidad va ser mayor. | | | | | | | |
| 17 | 22 | 5 | 0,85 | 175,58 | 877,88 | 241,90 | 212.359,17 |
| El Horario de Punta de Carga, todas las aulas están funcionando y la mayor parte de la oficinas también el factor de simultaneidad va ser alto. | | | | | | | |
| 22 | 8 | 10 | 0,2 | 41,31 | 413,12 | 96,65 | 39.928,05 |
| Diario | | | | | 2.282,49 | | 348.114,54 |
| Consumo diario es entonces de | | | | 2.282,49 | KWH | | |
| El monto de consumo eléctrico es de | | | | 348.114,54 | Gs. por día | | |

| | | | | | |
|---|--|-------|-------|-----|-----------|
| Costo mensual de consumo (25 días) | | | | Gs. | 8.702.863 |
| Costo de reemplazo mensual | | | | | |
| Con los mismos parámetros podemos calcular las horas de uso promedio para los tubos fluorescentes | | | | | |
| Horas de cada tubo por 25 días | | | | | 276,25 hs |
| Vida Útil de los tubos | | 6.000 | horas | | |

276,25 hs

| | | | | | | |
|--|--|--------|----------|-----|------------|-------------|
| Vida Útil | | 50.000 | horas | | | |
| Reemplazo | | 181 | meses | | | |
| (*) no consideramos porque la vida útil sobrepasa en marco de tiempo de nuestro análisis | | | | | | |
| Costo de inversión de reemplazo de tubos | | | | | | |
| | | | Cantidad | UM | Costo Unit | Total |
| Tubos LED de | | | 5.164 | u. | 95.040 | 490.786.560 |
| 18W | | | | | | |
| Accesorios y readecuamiento | | | 1 | gl. | 24.539.328 | 24.539.328 |
| Mano de obra | | | 5.164 | u. | 9.000 | 46.476.000 |
| Costo Inversión | | | | | Gs. | 561.801.888 |
| Costo de Inversión + 10 años de operación | | | | | Gs. | 772.389.610 |

Nota: El costo total corresponde en un 80% al edificio de grado y 20% al edificio de posgrado.

| | | |
|-------------------|-----|-------------|
| Ahorro en 10 años | Gs. | 657.123.846 |
|-------------------|-----|-------------|

Conclusión

El análisis y la evaluación de costos demuestran que se lograría un importante ahorro en el costo mensual de la energía que consume actualmente la universidad, cambiando a tecnología LED.

Si bien se debería realizar una inversión importante de luminarias, dicha inversión no requiere ser en un 100% sino que se iría realizando de a poco en un proceso programado.

Referencia

FRAILE VILLARRASA, Jorge; GAGO CALDERON, A., 2012, Iluminación con Tecnología Led, Paraninfo, Madrid

SA, ALFRED SA ET AL. 2012, Aplicaciones del Led en Diseño de Iluminación, Marcombo, Barcelona

SA ALFRED. 1986. El experto: Breve introducción al LED y su tecnología actual. Recuperado <http://www.icandela.com/actualidad/el-experto-en-led/1248-el-experto-breve-introduccion-al-led-y-su-tecnologia-actual>