

Ahorro energético en instalaciones de iluminación

Antonio Pulido Alonso, Javier Cruz Norro y Felipe Díaz Reyes

Departamento de Ingeniería Eléctrica
E.T.S.I.I., Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Campus Universitario de Tafira – Las Palmas de G.C., 35310 Las Palmas (España)
Tel.:+34 928 451987, fax:+34 928 451874, e-mail: apulido@die.ulpgc.es

Resumen

En lo relativos a estos aspectos: seguridad laboral, calidad y ahorro energético. Es imprescindible considerar la acción del hombre, no es suficiente el empleo de tecnología punta. Estos aspectos deben formar parte de la conciencia de los empleados y clientes de las instalaciones para lograr resultados satisfactorios. Así, no es suficiente especificar equipos eficientes, si no desde el proyecto, montaje, y funcionamiento de la instalación incidir en los aspectos de la gestión de la misma.

Palabras llave

Ahorro, gestión, diseño, eficiencia, alumbrado.

1. Introducción

Está en puertas el nuevo código técnico en la edificación, con su apartado de ahorro energético, que incluirá la clasificación energética de los edificios de la A a la G. Por otro lado están asignadas las cuotas de emisión a las empresas eléctricas para cumplir con Kioto. Como bien es sabido, por cada kW eléctrico consumido, se han quemado 3kW de combustible en la central. Luego se hace necesario un planteamiento serio sobre la gestión de la energía, en este caso trataremos exclusivamente la empleada para iluminación, lo que podría corresponder con el 25% del consumo eléctrico global de un país como España.

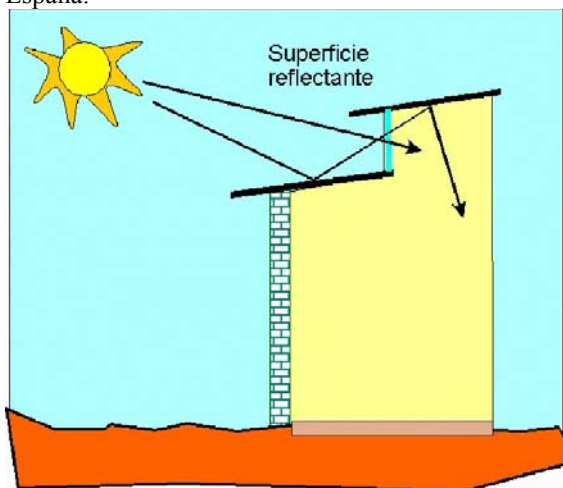


Fig 1 Aprovechamiento Solar

La directiva 2000/55/CE y su transposición al R.D. 838/2002, establecen el abandono de los balastos más gastones en pro de los más eficientes.

Pero como siempre, sin un correcto diseño de la instalación, un adecuado mantenimiento y sistema de control, será llover sobre mojado.

Por último recordar que la iluminación natural es la más barata y de mejor calidad, considerarla en el diseño. Potenciándola con el empleo de superficies reflectoras convenientemente orientadas, empleo de lucernarios, etc... Para ello se realizará un estudio de la trayectoria solar, y orientación adecuada de las estancias de frecuente ocupación. Contribuyendo a un diseño más racional. En la figura 1, se observa como empleando superficies reflectantes en el tejado y techo interior, se ilumina de forma natural un recinto.

2. El dispositivo de alumbrado

A. Las lámparas.

Energéticamente se definen por su eficacia luminosa (lúmenes/vatios), así para cada emplazamiento habrá de tratar de colocar las luminarias de mayor eficacia, cumpliendo con los requerimientos de tono de luz y rendimiento de color, valorando también su vida útil, esto implica un valor añadido ya que reduce las labores de reposición, condiciones de encendido y la posibilidad de regulación de flujo luminoso. A continuación se presentan a título indicativo los valores de eficacia de las lámparas más características.

Lámpara	Valor Medio	Valor Máximo
Incandescentes	13	17
Halógena	17	25
Vapor de mercurio	50	55
Fluorescente balón	50	60
Fluorescente compacta	60	87
Fluorescente tubular	80	95
Halogenuros metálicos	80	95
Sodio alta presión	100	138
Sodio baja presión	150	200

B. El equipo auxiliar. Balastos.

Cuanto menor sea el consumo del mismo, mayor será la eficiencia del conjunto, según este criterio se clasifican en siete clases, empezando por las más elevadas: A1, A2, A3, B1, B2, C y D. Esta clasificación no tienen

correlación con la tecnología que emplea. Esta referido al factor “BLF = Ballast Lumen Factor = (Flujo de la lámpara funcionando con el balasto de ensayo)/(Flujo de la lámpara funcionando con balasto de referencia)” y sólo es aplicable a las alimentadas por la red de B.T. estandarizada en Europa.

El IEE, Índice de Eficiencia Energética correspondiente a un determinado circuito balasto-lámpara deberá indicarse en el catálogo del fabricante y en el equipo.

Así según el RD 838/2002, los balastos convencionales deberán ser paulatinamente reemplazados por los de elevada eficiencia, según calendario establecido.

Potencia Lámpara	Vapor de Mercurio	Vapor de Sodio A.P.	Vapor de Halogenuros Metálicos
50 W	60	62	--
70 W	--	84	84
80 W	92	--	--
100 W	--	116	116
125 W	139	--	--
150 W	--	171	171
250 W	270	277	270/7
400 W	425	435	425/35

*Ensayo según norma EN-60923:97 y a tensión 230 V

C. Las luminarias

Para hablar de aprovechamiento energético de la misma definiremos dos coeficientes: El rendimiento como el coeficiente entre el flujo emitido por las lámparas y el procedente de la luminaria. La utillancia será el cociente entre el flujo útil procedente de la luminaria que llega a la superficie de referencia y el total emitido por la misma. Pero no va a ser nuestro único criterio de selección, además nos fijaremos en su distribución de la intensidad luminosa y nivel de deslumbramiento.

D. Light Emitting Diodes -LEDs-

El rápido desarrollo de los LEDs como nuevas fuentes de emisión luminosa ha permitido que de ser consideradas simplemente indicadores luminosos, pasen a ser habitualmente empleadas en sistemas de señalización luminosa y se inicie su introducción en los sistemas de alumbrado e iluminación. Esto ha sido posible por la elevada vida media de los LEDs de las últimas generaciones, el notable incremento de su luminosidad y el mantenimiento de su reducido consumo, dando lugar a sistemas altamente eficaces energéticamente y de bajo coste de mantenimiento.

Su empleo en los sistemas de iluminación ha sido bastante limitado hasta la actualidad, dado que los niveles de iluminación necesarios son muy elevados y los requerimientos en cuanto a la “calidad visual” de la iluminación que produce cualquier fuente luminosa empleada para iluminación convencional, exige altas prestaciones en cuanto al aspecto del color de dicha luz (temperatura de color de la fuente), índices de reproducibilidad cromática, posibilidad de control de los haces luminosos y confort visual: reducción de deslumbramientos molestos directos e indirectos. Todos estos aspectos quedan cubiertos por los LEDs de última generación: altas temperaturas de color, contribución de emisión luminosa de todo el espectro visible, elevadas intensidades y posibilidad de agrupación e incorporación de elementos ópticos que permitan regular, direccionar y apantallar la iluminación según convenga para cada

aplicación. A todo ello hay que añadir otras ventajas adicionales: alta vida media (bajos costes de trabajos de mantenimiento y reposición) y reducido consumo energético (disminución en los costes de mantenimiento de las instalaciones e incluso posibilidad del empleo de baterías para alumbrado de emergencia).[11]

3. Diseño y consideraciones del local

A. Características del local

Se define factor de utilización al cociente entre el flujo útil que llega al plano de trabajo y el flujo emitido por las lámparas de la luminaria, principalmente podremos actuar sobre los colores del techo, paredes y otras superficies reflectantes, altura de las luminarias...

B. Climatización- Iluminación

El empleo de superficies acristaladas, murales o cenitales, favorece la iluminación natural, pero presenta cargas térmicas adicionales a la climatización por lo que se deberá alcanzar una solución que se considere óptima. Para ello hay empresas con larga experiencia en el sector que nos ofertan protecciones solares activas y pasivas, lucernarios, y soluciones al respecto.

Se deberá valorar el ahorro adicional que producimos sobre la climatización en verano y por el contrario el gasto adicional en invierno.

El empleo de sistemas integrados tal como nos recomienda el RITE. Produce un doble ahorro, aumento del rendimiento y vida útil de la lámpara por refrigerarse con el aire de retorno y el poder trabajar con temperaturas más elevadas a la hora de climatizar el aire.[10]

En cualquier caso el garantizar una adecuada ventilación a la lámpara, redundará en su mayor vida y su mejor rendimiento.

C. Valor de eficiencia energética de un local

El valor de eficiencia energética (VEE) es un índice que evalúa la eficiencia energética de una instalación de iluminación interior de una zona o local, cuya unidad de medida es (w/m²/lux)·100. Cuanto menor es su valor tanto más eficiente será la instalación. A medida que transcurre el tiempo su valor crece, pues las lámparas bajan su eficacia luminosa y el factor de utilización disminuye debido a la suciedad. Para contrarrestar este efecto, será interesante incluir en el plan de mantenimiento reponer periódicamente las lámparas y limpiar de polvo las luminarias.

Como ocurre siempre deberemos llegar a una solución de compromiso, así, cuanto más elevado sea el control del deslumbramiento, existe un mayor confort visual, pero en cambio el rendimiento de las luminarias es menor, lo que implica valores de eficiencia energética (VEE) superiores.

D. Factor de mantenimiento

Se define el factor de mantenimiento como la relación entre la iluminancia mantenida (Em) exigida con mantenimiento de la instalación y la iluminancia inicial (E inicial).

Además, la iluminancia mantenida es el valor por debajo del cual no debe descender la iluminancia media en el área especificada. Consecuentemente, es la iluminancia media en el período en el que debe ser realizado el mantenimiento. Dicha iluminancia mantenida viene

establecida en las exigencias de las normas EN 12464, así como en la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo, que son independientes de cualquier otra reglamentación.

E. Agrupar según horarios

En el caso de un edificio en el que existan turnos con diferentes niveles según horarios, por ejemplo los locales de ocio nocturno de un centro comercial, deberían estar agrupados en un mismo sector, así como las plazas de aparcamiento, para ahorrar el iluminar todo el recinto de forma innecesaria.

4. Diseño de la instalación

A. Zonificación de circuitos

Es muy frecuente encontrar áreas diáfanas totalmente iluminadas eléctricamente cuando en grandes periodos de tiempo sólo se requiere en una pequeña zona muy determinada, también nos encontramos con que de día ciertas partes de la instalación están más que cubierta por lucernarios o ventanales y cuentan con circuitos comunes a otras áreas, en ambos casos dispondrán de dispositivos de encendido independientes.

Aquellos locales en que se realicen diferentes actividades, puede que unas requieran mayor luminosidad que otras, por ejemplo, la limpieza y reposición de mercancías de un gran almacén, no justifica el tener todos los circuitos como cuando se halla abierto al público. Serán divididos. Al igual que canchas deportivas compartidas entre profesionales, partidos televisados y amateurs.

B. Locales con múltiples entradas

Todos los accesos debería contar de pulsadores de encendido y apagado, aunque sea de un circuito mínimo para transitar con seguridad hasta los interruptores principales. Podrá contar con temporizadores, detectores de presencia, sin embargo en muchos casos se opta por dejar una iluminación mínima fija, caso de aparcamientos de edificios y pulsadores por zonas.

C. Empleo de doble balasto por luminaria

Podría emplearse en un recinto luminarias con tres tubos fluorescentes, dos conectados a un circuito y el tercero a otro, de esta manera podría obtenerse tres niveles de iluminación distintos en el mismo local.

D. Reducción de los niveles de iluminación

Utilizando una iluminación específica para el área de trabajo se puede reducir el nivel de iluminación, ahorrando en torno a un 30% del consumo. Así en grandes zonas abiertas como una sala de delineación, o un taller de costura, lo propio sería que cada puesto contara con un dispositivo de iluminación local, y el alumbrado general sólo fuese un complemento.

5. Sistema de Gestión

A. Programadores horarios para el alumbrado exterior Es muy empleado para conectar los circuitos al atardecer y desconectar al amanecer. Pero no todos los días amanece y oscurece a la misma hora, se estima que cada semana este momento se añade 12 minutos más de

luz si nos dirigimos al solsticio de verano, o menos si es al de invierno, mientras el programador horario mantiene su consigna. Normalmente se ajusta mensualmente. Con el consiguiente despilfarro energético, aproximadamente un 3,6% de la energía. La alternativa es reemplazar el programador horario, por uno astral. Si se considera que en días de alta nubosidad podría ser conveniente el emplear dicha iluminación se podría emplear sondas de luminosidad, menos exactas pero que nos permitirían conectar al menos parte del circuito.

B. Atenuación lumínica

Se emplea en alumbrado exterior, de forma que a partir de una determinada hora se disminuye el consumo y el flujo luminoso con un regulador de flujo, en algunas comunidades está legislado su empleo, p.ej, Ley 6/2001, de 31 de mayo, de Ordenación Ambiental del Alumbrado para la Protección del Medio Nocturno BOE 149, de 22-06-01. Su empleo resulta interesante cuando queremos resaltar la entrada, o elementos no expuestos directamente a la luz solar en un edificio, cuando más luz solar hay, mayor será el nivel de iluminación artificial sobre dicho objeto para que resalte y viceversa.

C. Ejemplo de Control de una sala de congresos

En este caso nos encontramos que el gasto en iluminación suele mucho mayor de lo necesario debido a que cuando opera el personal de limpieza o montadores suelen encender el 100% del alumbrado, además simultáneamente operan en varias estancias dejando unas y otras encendidas, y al terminar unos y otros, nadie apaga, como el cuadro de accionamientos es de libre acceso nadie es responsable.

Una alternativa a fin de producir ahorro podría cerrar el cuadro de mando, disponiendo en su interior de un interruptor de llave con dos posiciones, servicio/cliente, para mantenerse en la posición cliente la llave será retenida. Cada circuito contará con conmutador 0-1-automático, conectado a un regulador programable. Los circuitos necesarios para las labores de servicios serán accionados por dicho relé, que a su vez contará con un sistema de control de presencia con retardo de 10 minutos. Así el personal tendrá acceso sólo a los circuitos asignados para sus tareas y controlados con detectores de presencia, cuando se va a emplear el salón, la llave queda fijada, se anulan los controles de presencia y el regulador programable, con incluso un mando a distancia en manos del cliente para gestionar los encendidos. Al acabar el acto el encargado que dejó su llave en el interruptor será el responsable de restituir el sistema.[1]

D. Empleo de autómatas programables.

Aun cuando se empleen estos dispositivos resulta conveniente que la instalación eléctrica sea lo más convencional posible, para no requerir mano de obra especializada. El paso de manual a automático de la forma más sencilla. El sistema será robusto frente a fallos del autómata.

Con estos criterios se emplearán contactores con las tres posiciones clásicas: cero, uno y automático. Estando normalmente en posición de automático, en el caso de preverse atenuación lumínica podría solicitarse balastos electrónicos, comandados por una señal desde el

autómata. Las entradas a emplear en los autómatas de zona serán detectores de presencia, pulsadores, y fotocélulas. Los pulsadores no cerrarían los circuitos correspondientes, sino que remitirían una señal al autómata correspondiente, y este actuará en consecuencia.

Con este sistema ante el fallo de un autómata de zona, el personal responsable podría acceder a los contactores en la posición de automático y encenderlos manualmente, pero según la aplicación esto podría suponer un trastorno no asumible. En este caso se podría disponer de un autómata redundante alimentado sólo por todos los pulsadores de todas las zonas, en este caso cada circuito requerirá de dos contactores, uno accionado por el autómata de zona y otro por el autómata redundante. Al bus estarán conectados un PC de control, los diferentes autómatas de zona y el autómata redundante.[9]

F. *Controles automáticos*

No siempre serán válidos, de hecho pueden ser hasta perjudiciales, pues como es sabido un fuerte ciclado de las lámparas reducen su vida útil.

En un local habitualmente sin uso tampoco lo requiere, por lo que nos deberemos asesorar acerca del tiempo de empleo previsto para cada local.

Si disponemos de una célula fotoeléctrica para desconectar el circuito perimetral de varias estancias, cuantas más luminarias accionemos, tanto más rentable será el sistema de control.

Los balastos electrónicos permiten la regulación del flujo luminoso, pudiendo ser comandado por un sensor.

6. Conclusiones

El ahorro energético en una instalación de alumbrado, no pasa sólo por elegir los equipos adecuados a las necesidades, con elevados rendimientos, sino que además deberá estudiarse las necesidades y uso del local, para diseñar el sistema de control idóneo. Además asesorar al cliente proponiéndole unos procedimientos de actuación que conlleven al pretendido ahorro. Así se podría dividir en tres las pautas: equipos eficientes, control adecuado y explotación procedente. Sólo con esas tres premisas alcanzaremos el máximo ahorro sin pérdidas en seguridad, calidad y confort.

Referencias

- [1] Juan Núñez Cacho del Aguila, Gestión energética en hoteles, el instalador. Nº411 Septiembre-2004
- [2] San Martín R.(1985), "Manuals de Auditoria energética I. Enllumenat públic", Diputació de Barcelona Servei del Medi Ambient. ISBN 84-505-2352-4. Barcelona
- [3] CIE 29.2 (1986), "Guide for interior lighting", Commission Internationale de L'éclairage Publication Nº29.2
- [4] Urraca Piñeiro José Ignacio, "Eficiencia energética en alumbrado interior". XXIX Simposium nacional de alumbrado. Mayo 2003
- [5] Norma UNE-EN 12665: Iluminación. Términos básicos y criterios para la especificación de los requisitos de alumbrado.
- [6] Norma EN 12464: Iluminación. Alumbrado de los lugares de trabajo

[7] Real Decreto 838/2002, de 2 de agosto, por el que se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.

[8] San Martín R., Manzano E.R.(1998) A study of indirect energy cost due to reduced urban lighting maintenance, proceedings of the National Lighting Conference 1998, Cartered Institution of Bulding Services Engineers (CIBSE)

[9] Moreno Roldán, J., Andrés Díaz, J.R. Universidad de Málaga. Utilización racional de los sistemas de iluminación interior.

[10] Antonio Pulido Alonso. Climatización personalizada en el siglo XXI. Tomo I Ahorro energético. ISBN84-89528-92-6

[11] Brial Forestier. XXX Simposium del CEI. 2004. Aplicación de tecnología LED en el desarrollo de luminarias de seguridad y emergencias