

SOBRE EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA MEDIANTE LA RACIONALIZACION DEL ALUMBRADO

RESUMEN

En el presente trabajo se analizan las posibilidades de ahorro de energía eléctrica que proporcionan la explotación, el diseño y ejecución racional de las instalaciones de alumbrado.

El análisis se realiza para las instalaciones en diferentes edificaciones, especialmente en las del tipo Girón, similares a las del Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa y a otras muchas construcciones educacionales, administrativas y de uso industrial.

El trabajo muestra que sólo mediante una colocación más racional de las luminarias con lámparas fluorescentes y el cumplimiento de algunas medidas generales en el proyecto y ejecución del alumbrado, se mejora la iluminación en los locales hasta un 25 % y disminuye, al mismo tiempo, la potencia instalada en un 33 % aproximadamente.

У.Д.К. 621.22:621.32:728.2(629 I)

ОБ ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПУТЁМ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ ОСВЕЩЕНИЯ

Резюме

В данной работе анализируются возможности экономии электрической энергии, которые представляют эксплуатация, проектирование и монтаж осветительных установок.

Анализ проводится для установок в различных условиях и постройках, в частности для построек типа "Гирон", подобных помещением Горно-Металлургического института Моа и многим другим убоным, административным и промышленным постройкам.

Работа показывает, что только путём более рационального расположения светильников с люминисцентными лампами и выполнением некоторых общих мер при проектировании и монтаже осветительных установок существует реальная возможность улучшить освещённость помещений на 25%, уменьшив при этом установленную мощность ламп приблизительно на 33%.

SOBRE EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA MEDIANTE LA RACIONALIZACION DEL ALUMBRADO

Ing. Sviatlana Maliuk

Asistente

J'Dpto. Electromecánica del ISMMMoa

Ing. Reynaldo Laborde Brown

Inst. Graduado Departamento Electromecánica del ISMMMoa

Ing. Luis Rojas Purón

Inst. Graduado Departamento Electromecánica del ISMMMoa

El problema del ahorro de energía es una tarea de carácter nacional, que cobra especial importancia en el actual período de aguda crisis energética.

Una parte considerable de la energía eléctrica generada en el país (alrededor del 45 %) se consume por el sector denominado "Carga de Alumbrado", que está compuesto por los consumidores residenciales, oficinas, instituciones y dependencias, siendo significativo también en las empresas industriales.

Un simple análisis muestra que una parte sustancial de la energía eléctrica del alumbrado se consume de manera irracional. Esto se debe a varios factores como: utilización de luminarias con muy bajo coeficiente de reflexión, colocación inadecuada, colores oscuros de pintura utilizados en las edificaciones, mantenimiento deficiente, etcétera.

Con frecuencia se utilizan tipos inadecuados constructivos de implementos de reflexión del flujo lumínico y es poco utilizado el cristal para las campanas protectoras y distribuidoras de la luz en las luminarias de uso común.

Con frecuencia, sin necesidad alguna, se mantienen encendidas las lámparas durante las horas diurnas, lo que, unido

al hecho de utilizar persianas de madera, a menudo cerradas y pintadas con colores oscuros o empolvadas o sucias. provoca la absorción de una cantidad considerable de los rayos lumínicos de las lámparas de alumbrado artificial o de la luz del sol.

El análisis de los planes de mantenimiento de diferentes empresas industriales, instituciones y oficinas muestra que la limpieza periódica de la superficie de la lámpara o de la luminaria no se incluye en el contenido de los mismos y que sólo se limitan a la sustitución de las lámparas fundidas por nuevas. Tampoco existen los gráficos de sustitución de las lámparas envejecidas, que ya han trabajado el número de horas garantizadas por el fabricante y no tienen las condiciones técnicas para su uso. Es necesario aclarar que las lámparas eléctricas se fabrican para un número de horas de trabajo determinado (las incandescentes tienen un tiempo de servicio garantizado de 1 000 horas aproximadamente y las lámparas fluorescentes de 2 500 a 3 000 horas), por lo que la vida física de la lámpara se acorta si la misma permanece encendida innecesariamente.

A manera de ejemplo se puede mencionar que la lámpara fluorescente puede, trabajando 8-10 horas diarias, servir 12 o 13 meses. Esta misma lámpara funcionará sólo 3 meses si permanece encendida durante las 24 horas diarias.

Un análisis del alumbrado en diferentes locales de las empresas industriales de la región minera, en los centros educacionales, oficinas, albergues, etcétera, ha demostrado que la instalación de las luminarias no cumple las normas elementales de un proyecto luminotécnico, que tiene en cuenta una serie de exigencias técnicas y económicas, sino que se efectuará en forma espontánea, lo que permite afirmar que existe cierta arbitrariedad en el montaje de

las instalaciones de alumbrado en el sector no residencial.

Los trabajos encaminados a lograr una mejor utilización del alumbrado, así como el aumento del rendimiento lumínico, constituyen una tarea de gran importancia, que permite crear sistemas mucho más racionales, acorde a las exigencias y normas técnicas establecidas, con el mínimo de costos de montaje y explotación.

Son muchas las posibilidades reales que existen de disminuir el consumo de energía, que se relaciona directamente con el ahorro de combustible; pero estas posibilidades deben preverse durante la realización del proyecto de la instalación de alumbrado, que se basa, como es conocido, en la metodología establecida y deben cumplir las correspondientes normas técnicas que garantizan el nivel de iluminación requerido, para cada tipo de trabajo específico.

Las comprobaciones realizadas en diferentes locales de distintas instituciones y empresas, donde se efectúan diversos trabajos, han mostrado que en la práctica existe la tendencia de igualar las labores sin tomar en consideración las diferencias en el nivel de iluminación necesario. A manera de ejemplo se puede mencionar que el alumbrado de los almacenes se encuentra en el mismo rango que las aulas docentes de un centro de educación superior; una sala de lectura de la biblioteca se alumbró igual que un comedor. Son frecuentes los casos en que el alumbrado supera en más de un 20 % la norma. Las normas técnicas para el alumbrado establecen por lo general la iluminación mínima en la superficie de trabajo (E_{min} , lux) y varía en límites muy grandes desde 0,3 lx hasta 1 000 lx y más.

El proyecto luminotécnico contempla, principalmente, la determinación del flujo lumínico F (expresado en lumen:lm)

que se debe garantizar sobre la superficie de trabajo, de tal forma que se logre la iluminosidad mínima, procurando siempre que no exceda más de un 20 % de la normada. Además, se calcula el número de lámparas a utilizar, su altura, se selecciona el tipo y la potencia de las lámparas, así como la disposición mutua entre las mismas.

Para los locales cerrados el flujo luminoso que es necesario crear depende, entre otros factores, de los valores del coeficiente de reserva y el coeficiente de aprovechamiento del flujo lumínico F , y puede ser determinado por la siguiente expresión:

$$F = \frac{K \cdot Z \cdot S \cdot E_{\min}}{\eta} ; \text{lm}$$

donde:

- F = flujo luminoso que es necesario crear sobre la superficie de trabajos S (m^2), para asegurar la iluminación establecida; E_{\min} (lx);
- K = coeficiente de reserva, que toma en consideración el envejecimiento de las lámparas, así como la acumulación del polvo y la suciedad de las mismas. Usualmente en los cálculos técnicos se toma en los rangos de 1,2-2, cuyo mayor valor corresponde a las condiciones más polvorizadas del trabajo de la luminaria;
- η - coeficiente de aprovechamiento del flujo luminoso;
- Z - coeficiente de irregularidad del alumbrado, para las luminarias modernas se toma 1,-1,2.

De la expresión queda claro la necesidad de crear las condiciones de limpieza en los locales alumbrados y de las superficies de las lámparas y luminarias, ya que para un

mismo local la norma técnica puede ser cumplida con la instalación de un número menor de lámparas en condiciones de limpieza, que cuando hay polvo y suciedad.

Por otra parte el coeficiente de aprovechamiento del flujo luminoso depende de las dimensiones geométricas del local y de los coeficientes de reflexión del techo, el piso y las paredes, que a su vez están determinados por el color de la pintura y el estado de limpieza. También es conocido que el flujo luminoso desprendido por cualquier objeto lumínico es mayormente reflejado por superficies limpias, pulimentadas o pintadas con colores claros.

Los locales que se caracterizan por mayores coeficientes de reflexión de sus elementos tienen mayores valores de coeficientes de aprovechamiento lumínico. Es evidente que los locales pintados con colores claros y que se mantienen limpios se alumbran, de acuerdo a las normas técnicas, con un número menor de lámparas y de inferior potencia, que los mismos locales pintados con colores oscuros y sucios. Este aspecto tampoco es tomado en consideración. Desde el punto de vista de la utilización racional de las instalaciones de alumbrado, es aquí donde están contenidas las mayores posibilidades de ahorro tanto en las inversiones, como en la disminución del consumo de energía eléctrica, que para el alumbrado debe representar no menos de un 20 %.

Las mediciones realizadas en diferentes empresas industriales de la región minera de la provincia Holguín, han demostrado que las pérdidas del flujo lumínico se producen:

- como resultado de la suciedad de las superficies de las lámparas y lumínicas alrededor de un 20 %;
- por la suciedad de las paredes y los techos de un 19 a 23 %;

- por el envejecimiento de las lámparas de un 13 a un 15 %;
- y por la disminución o caída de la tensión en la red, de un 8 a un 12 %.

Por tanto, al no tener en consideración todos estos elementos mencionados, que influyen también en la calidad del alumbrado, aparece una manifiesta tendencia de incrementar injustificadamente el número de luminarias.

Por otra parte, la sustitución de las luminarias con lámparas incandescentes por las luminarias con lámparas fluorescentes con el objetivo de ahorrar la energía eléctrica tiene sus particularidades que hay que tomar en consideración durante la realización de los proyectos técnicos.

El factor de potencia de las lámparas fluorescentes constituye cerca de 0,5-0,6. Por esta razón es inadmisibles la utilización de estas lámparas sin los dispositivos de compensación (condensadores estáticos).

La segunda fase del proyecto técnico lo constituye su parte electrotécnica, que consiste en la realización de los cálculos y selección de la red eléctrica de alumbrado, del cual depende en gran medida la calidad de la iluminación y gastos de explotación. Esta parte del proyecto está relacionada con la selección de los conductores por la corriente de carga y las pérdidas admisibles de la tensión. Las lámparas existentes son muy sensibles a las fluctuaciones de la tensión de la red. Una inadecuada selección de los conductores, efectuada sólo sobre la base de la corriente de carga, sin tener en cuenta las pérdidas de la tensión de la red, provoca sensibles afectaciones en el trabajo normal de la instalación. En el mejor de los casos esto origina una disminución del nivel

de iluminación; pero además para las lámparas fluorescentes provoca un continuo parpadeo o simplemente no se encienden.

En una comprobación hecha a la parte electrotécnica del proyecto de la instalación de alumbrado del Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa, en busca de las causas de las afectaciones en algunas áreas de alumbrado del centro, se detectó lo planteado anteriormente. Es decir, los conductores fueron seleccionados sólo por la corriente de carga, sin tener en consideración las pérdidas de tensión, que en algunos sectores de la red muy alejados de los transformadores de fuerza superaban en dos y hasta tres veces los valores admisibles, ocasionaban esas afectaciones, que fueron eliminadas al tomarse las medidas pertinentes.

La caída de tensión en las redes de alumbrado por debajo de los límites admisibles, puede ser la causa también de la disminución de la vida física de la lámpara fluorescente y de algunos de los elementos del esquema de encendido, como el transformador de encendido rápido, el encendedor, los condensadores, etcétera.

Con el objetivo de revelar las reservas de ahorro de energía eléctrica en las instalaciones de alumbrado, además de las mencionadas, se ha realizado un estudio del alumbrado en el ISMMMoa, que ha permitido cuantificarlas y elaborar una serie de recomendaciones prácticas para la explotación de este tipo de instalaciones, de cualquier local cerrado de carácter institucional o industrial. Particularmente se analizan las construcciones del tipo Girón.

En este tipo de edificaciones las luminarias se colocan en la forma mostrada en la Figura 1, o sea, ajustadas al techo y situadas a lo largo de la pieza prefabricada. De esta forma la luminaria queda colocada entre dos paredes

laterales de la pieza del techo y una parte del flujo lumínico que incide sobre ellas se pierde en el espacio del local.

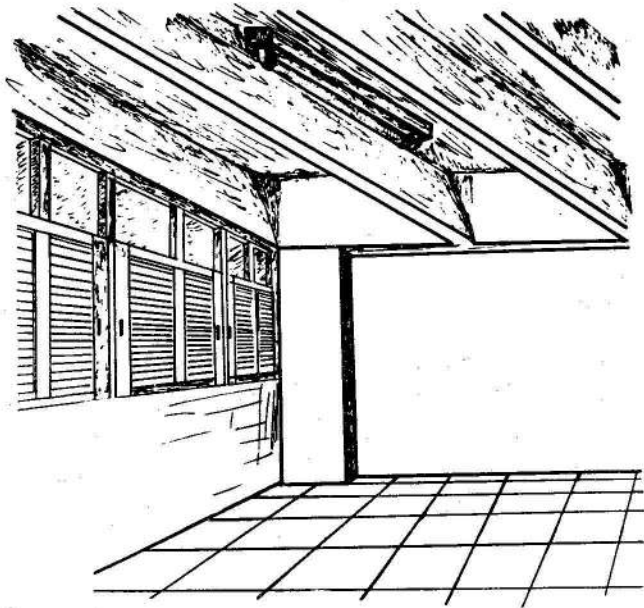


Fig. 1. Luminarias colocadas de acuerdo al proyecto original.

Para alcanzar una iluminación normal en la superficie de trabajo de un local de 56 m^2 se alumbra con 18 lámparas fluorescentes de 40 watt; aclarando que según el proyecto arquitectónico, los locales del centro estaban pintados con colores oscuros: persianas y puertas en color rojo, las paredes en color azul fuerte y rosado oscuro.

Al aplicar en esos locales pintura de colores más claros y ubicar las luminarias en la forma que se muestra en la Figura 2, o sea, cuando la altura de suspensión de la lámpara sobre la superficie de trabajo ha disminuido sólo en 25-30 centímetros, pero además la lámpara queda fuera de las paredes laterales del techo, ha permitido por cada 56 m^2 de superficie alumbrada disminuir el número de lámparas a utilizar hasta 12, proporcionando una disminución de la potencia instalada de 240 watt, o sea, en un 33 % aproximadamente. Al mismo tiempo el nivel de iluminación se incrementó desde 384 lux hasta 414 lux, siendo mejor y más uniformemente distribuida sobre la superficie de trabajo.

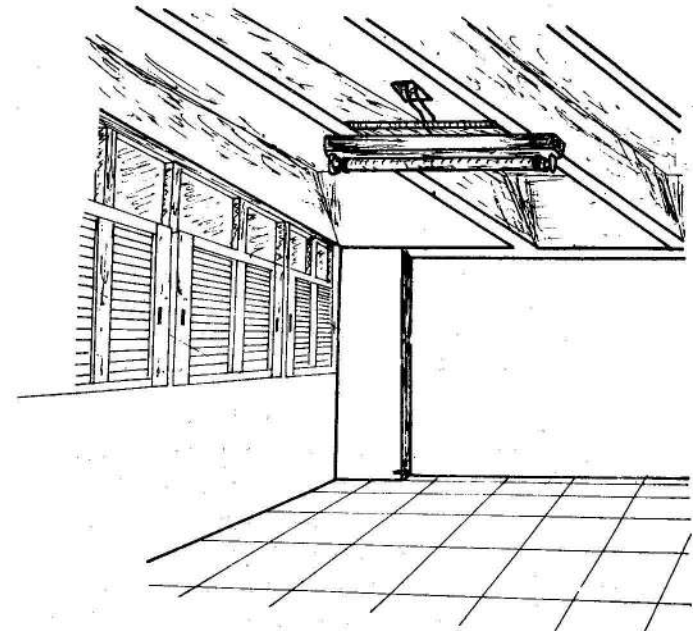


Fig. 2. Luminarias colocadas de acuerdo a la modificación.

Los datos de las mediciones realizadas y los índices de ahorro que se logran alcanzar con este método propuesto se muestran en la Tabla 1.

Como se ve de la Tabla 1 el ahorro de energía eléctrica al año es de 610 kWh, que constituyen 186,6 kg de combustible; esto para un área de 56 m², o sea 3,33 kg de combustible por cada m² de área alumbrada. En conclusión se puede señalar que:

- existen considerables reservas, tanto para el ahorro de energía eléctrica como para crear condiciones más favorables de trabajo en el sistema de alumbrado;
- en las edificaciones del tipo Girón existe la posibilidad de disminuir la potencia instalada en un 33 %, incrementando al mismo tiempo la iluminación en un 25 %, mediante la colocación más racional de las luminarias y la utilización de colores más claros. El ahorro constituye 3,33 kg/m² de área alumbrada.

Con este objetivo es imprescindible exigir:

- la realización de los proyectos técnicos y la aplicación de las normas en el alumbrado, para lo cual se hace necesario establecer las metodologías de tipo nacional, que incluyan las normas implantadas;
- la realización de la comparación técnico-económica de diferentes tipos de luminarias posibles con la correspondiente fundamentación de la variante escogida;
- debe transmitirse a las empresas constructoras las posibilidades existentes del ahorro de energía mediante las decisiones propias del constructor, y que hoy en día no se tienen en consideración;
- la limpieza periódica de las luminarias debe estar en el contenido del mantenimiento de las mismas;
- diseñar las armaduras para las luminarias con las lámparas fluorescentes, utilizadas en las edificaciones del

TABLA 1. Índices técnicos de alumbrado y de consumo de energía y combustible de un local con una superficie de 7 x 8 m².

Modo de suspensión de la luminaria y tonalidad del color de las paredes	Nº. de lámparas	Iluminación E	Potencia instalada P (W)	Consumo diario* de energía (kWh)	Consumo anual de energía (kWh)	Ahorro de Combustible (kg)
Situada entre los laterales de la pieza prefabricada, ajustada al techo. Paredes pintadas con colores oscuros	18	384	720	7,2	1 829	-
Situada 25 o 30 cm del techo. Paredes pintadas con colores claros	12	414	480	4,8	1 219	197

* Se considera que las lámparas trabajen 10 horas diarias.

tipo Girón, que permiten su suspensión, de acuerdo a la Figura 2;

- la colocación de las lámparas fluorescentes en las edificaciones del tipo Girón puede ser analizada para incluirse en las Normas Cubanas.

REFERENCIAS

CHULKOV, N. N.: Electrificación de las minas a cielo abierto en tareas y ejemplos. Ed. Niedra, Moscú, 1976.

POSIBILIDADES DE AHORRO DE ENERGIA MEDIANTE LA RACIONALIZACION DEL ESQUEMA DE SUMINISTRO ELECTRICO EN LA EMPRESA 'COMANDANTE PEDRO SOTTO ALBA'

RESUMEN

En el trabajo se analiza el esquema de suministro eléctrico de la Empresa "Comandante Pedro Sotto Alba" con el objeto de revelar reservas que permiten la disminución de los costos y el ahorro de energía, así como el incremento del aprovechamiento de las capacidades existentes.

Los resultados permiten hacer recomendaciones racionalizadoras prácticamente sin inversiones, que disminuyen las pérdidas de energía eléctrica, mejoran el factor de potencia y crean reservas reales de las potencias de transformación.

У.Д.К. 621.22:621.3/621.316.3(629.16)

ВОЗМОЖНОСТИ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГИИ ПУТЁМ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ СХЕМЫ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ КОМБИНАТА ИМ. ПЕДРО СОТО АЛЬБА

Резюме

В работе анализируется схема электроснабжения комбината им. Педро Сото Альба с целью выявления резервов, направленных на снижение стоимости и экономии энергии а также на улучшение использования существующих мощностей.