

SOLUÇÕES DE SISTEMAS PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM ILUMINAÇÃO

Danilo Ataíde Silveira Benício, Josué Silva de Moraes, Aniel Silva de Moraes, Marcio José da Cunha, Fábio Vincenzi Romualdo da Silva, Carlos Augusto Bissochi Junior.

Laboratório de Automação, Servomecanismos e Controle (LASEC)

Núcleo de Controle e Automação (NCA)

Faculdade de Engenharia Elétrica (FEELT)

Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Av. João Naves de Ávila, 2160 - Bloco 3N - Campus Santa Mônica CEP: 38400-902

Uberlândia, MG, Brasil

e-mail: daniloataide@hotmail.com

Resumo – A proposta desse artigo é apresentar soluções para se conseguir economizar energia em iluminação. O trabalho mostra que podemos economizar energia por meio de sistemas de iluminação artificial mais eficientes que fazem o controle de intensidade de luz artificial, contrabalanceando com a luz natural existente no local. É proposto, para potencializar a economia, sistemas de captação de luz natural. Dessa forma, com a integração desses e outros sistemas de iluminação, podemos conseguir excelentes resultados de eficiência energética.

Palavras-Chave – Controle, Economia, Eficiência, Iluminação, Luz, Natural.

SOLUTIONS OF LIGHTING SYSTEMS FOR ENERGY EFFICIENCY

Abstract - The purpose of this paper is present solutions in lighting systems to save energy. It is shown that we can save energy by more efficient lighting systems. It is made to control the intensity of artificial light with natural light offsetting at the site, so you can save energy. It is also proposed, to maximize energy savings, systems to capture natural light into the environment. It is shown that the integration of these and other lighting systems, we can obtain excellent results for lighting energy efficiency.

Keywords – Control, Efficiency, Lighting, Light, Natural, Save.

I. INTRODUÇÃO

Experimentamos hoje um aumento da demanda energética no país, o que é bem preocupante, pois há uma ligação direta com problemas econômicos e ambientais. Então buscamos, nesse cenário, alternativas para se conseguir conservar energia elétrica.

Segundo [1], *Conservação de energia* é definida como:

“Conceito socioeconômico que traduz a necessidade de se retirar do planejamento da expansão do sistema elétrico, a componente referente ao desperdício. Isso permite a redução dos investimentos no setor elétrico, sem

comprometer o fornecimento de energia e a qualidade de vida.”

Ou seja, quando falamos em economizar energia, estamos falando da necessidade de se minimizar o desperdício sem comprometer o fornecimento de energia e a qualidade de vida.

Existem, segundo [1], dois caminhos para se conservar energia:

1) Vertente humana:

“O cidadão recebe informações compatíveis, que o auxiliam a se inserir no contexto da nova situação, induzindo-o à mudança de hábitos, atitudes e futura mudança de comportamento”.

2) Vertente Tecnológica:

“Através de treinamento específico, o técnico é inserido nas questões da eficiência energética, entrosando-se com novas técnicas e tecnologias, tanto de equipamentos quanto de processos, reduzindo significativamente o consumo de energia de uma instalação, sem comprometer o produto final”.

Com base nisso, podemos dizer que reduzimos o consumo pela mudança de hábito ou com novas tecnologias que promovem eficiência energética.

Pensou-se então em criar um sistema de captação de luz natural, para que assim possamos diminuir o uso de luz artificial no local. Neste caso utilizamos a vertente técnica para auxiliar no setor de iluminação para que se possa economizar energia.

Este trabalho irá destacar os sistemas de captação de luz natural, mostrando que o mesmo pode ajudar muito na eficiência energética de iluminação, quando conciliado com outros sistemas já possíveis, que também serão mais detalhados.

II. SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE LUZ NATURAL

Vamos descrever aqui os sistemas de captação de luz natural. Estes servirão para captar luz solar para que dessa forma possa diminuir a quantidade de luz artificial utilizada no local. Isto será feito automaticamente,

controlando a primeira, contrabalaceando com a segunda, ou seja, se tivermos luz natural, é diminuída (automaticamente) a intensidade de luz artificial, tendo assim uma melhor eficiência energética e, portanto, mais economia de energia elétrica. Pretende-se assim eliminar desperdícios de energia com relação à iluminação.

Vamos citar aqui várias soluções de sistemas de captação de luz natural e assim poderemos ver as vantagens e desvantagens de cada caso e qual poderá ser mais adequada em determinada situação.

Hybrid Solar Lighting

Este sistema de captação consiste em um coletor que capta os raios do sol e os direciona para fibras ópticas e posteriormente para as luminárias, que irão iluminar o local desejado [2]. Podemos ver o esquema desenhado na figura abaixo:

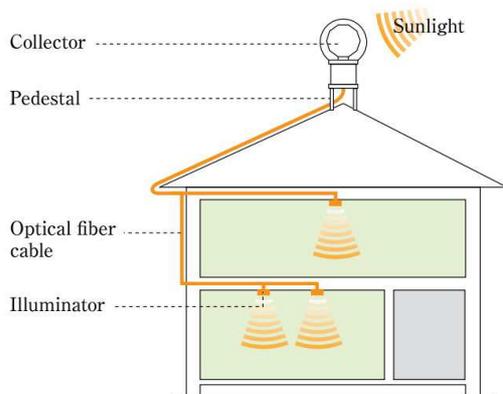


Fig. 1. Esquema de funcionamento do Hybrid Solar Lighting

Para este sistema é feita apenas a instalação dos equipamentos, podendo-se utilizar em qualquer tipo de estrutura, tanto em prédios, casas, quanto em galpões industriais.

O coletor consiste em uma associação de espelhos côncavos, de forma a direcionar esses raios para um ponto só, pois passará para a fibra óptica, e depois para os ambientes.



Fig. 2. Esquema do coletor

Precisamos direcionar os raios incidentes por meio de espelhos côncavos/convexos para a fibra óptica. Vamos utilizar alguns conceitos da física óptica para auxiliar com o direcionamento desses raios. Vamos primeiramente analisar

a incidência dos raios, para todos os casos, em nosso coletor (representado por um espelho côncavo) para saber como dimensioná-los de forma a conduzir todos (ou a maioria) dos raios para um ponto.

À frente observamos os casos:

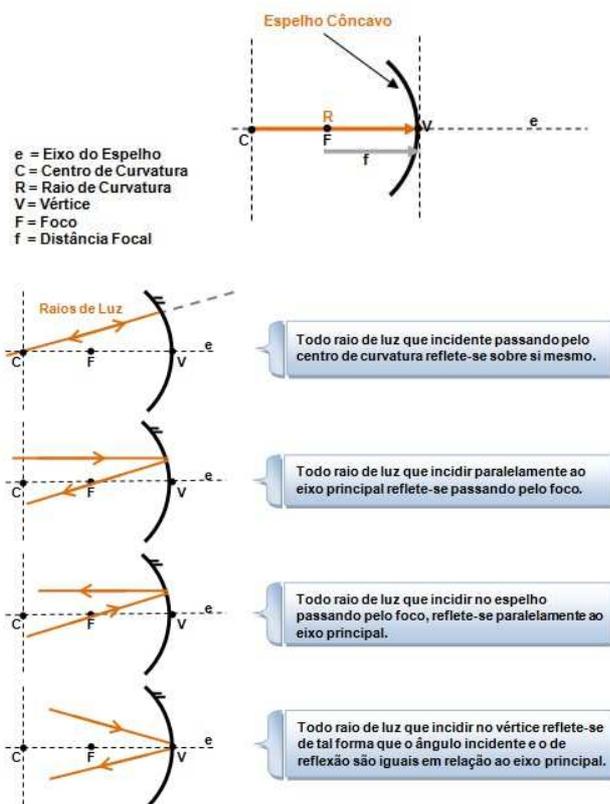


Fig. 3. Conceitos de física óptica

Podemos observar, através dos conceitos apresentados, que a maioria dos raios (em paralelo ao eixo principal) vão se refletir e convergir para o foco do espelho. Precisamos convergir esses raios para o vértice do espelho maior, onde será colocado o módulo receptor de luz. Colocamos então, para o lado em que serão refletidos os raios inicialmente, outro espelho côncavo menor, com seu foco na mesma posição do espelho maior, para receber esses raios e mandá-los paralelamente a uma lente que convergirá todos eles ao vértice do espelho maior. Ainda é colocada uma lente convergente para convergir os raios paralelos ao ponto desejado. Chegamos então nesse modelo:

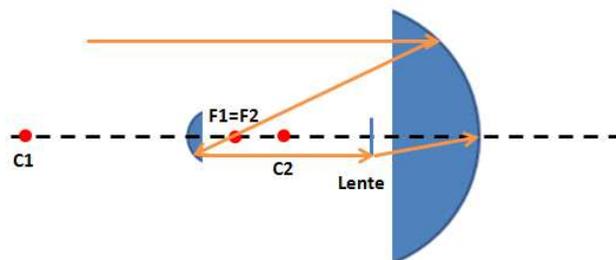


Fig. 4. Modelo para convergência dos raios

Como podemos observar, quanto mais raios paralelos tivermos, melhor captação de luz teremos. Pode-se

então fazer com que esse captador siga o sol através de um controle, para um melhor aproveitamento.

Tubo de Iluminação Solar

Esse sistema consiste em um tubo que capta os raios solares incididos sobre a parte superior do local. Esse tubo é colocado entre o teto e o local de trabalho. É espelhado por dentro para que consiga convergir esses raios para dentro do ambiente [3].

Tal solução serve tanto para a área residencial quanto para a industrial. Esse modelo se adapta melhor em estruturas novas, pois necessita de um planejamento estrutural para a instalação, que é um pouco mais complicada. Mas pode também ser adaptada em estruturas antigas, porém, será mais trabalhosa a sua instalação.

É uma opção relativamente barata, quando comparado a outras, e que tem um bom aproveitamento na captação dos raios. Além de evitar o aquecimento do ambiente, não impactando termicamente.

Podemos ver abaixo uma ilustração do funcionamento desse sistema:

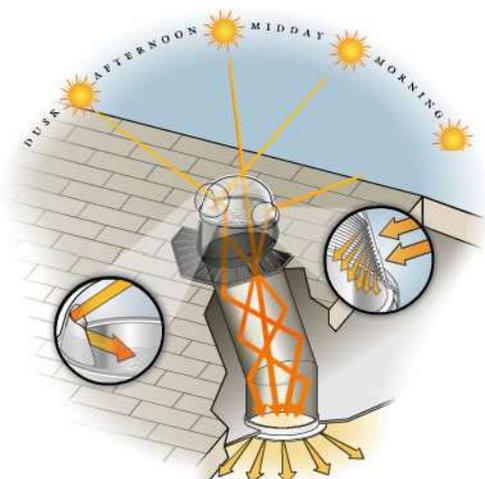


Fig. 5. Esquema de funcionamento do tubo solar

Esse sistema já é bem difundido, em que algumas empresas já o implementaram, tanto no setor industrial quanto no residencial, como podemos ver:



Fig. 6. Implementação no setor industrial



Fig. 7. Implementação no setor residencial

Energia Solar

Podemos ainda fazer uso da energia solar, tecnologia essa que já é muito difundida no mercado. Para este, precisaremos fazer uso de painéis fotovoltaicos que recebem luz solar e convertem em energia elétrica. Esses painéis podem ser colocados na parte externa do ambiente de forma a captar a maior intensidade de raios solares.



Fig. 8. Instalação das células fotovoltaicas

Se discute muito a viabilidade do uso de energia solar por ser um sistema ainda muito caro e que tem, muitas vezes, baixo rendimento. Para resolver isso, foi desenvolvida outra tecnologia que pode “turbinar” esse sistema. São os OSCs (Concentradores Solares Orgânicos), tecnologia desenvolvida por um grupo de pesquisadores do MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts). É melhor descrito em [4]. São vidros desenvolvidos de tal forma que prendem a luz dentro deles. Assim, a luz coletada por toda a superfície do vidro é direcionada para as bordas e então é captada por fitas de coletores fotovoltaicos.

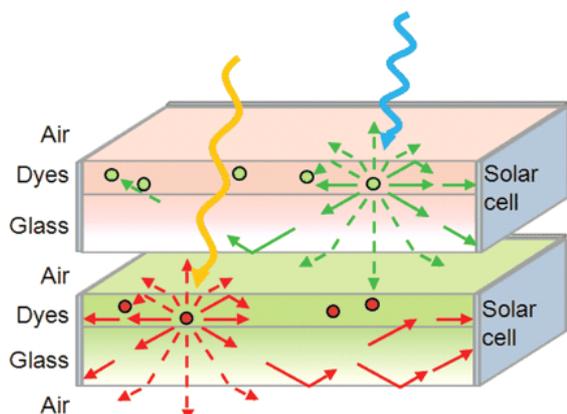


Fig. 9. Configuração física dos OSCs

Com o uso desses vidros, melhora-se muito o rendimento da energia solar. Essa tecnologia pode ser usada substituindo os vidros comuns de janelas, que captam luz para converter em energia elétrica, melhorando o rendimento dos painéis solares.

Pode-se ainda, implantar o sistema de energia solar, de forma que seja carregada uma bateria que seria utilizada somente quando fosse necessário. Como esquematizado na figura:

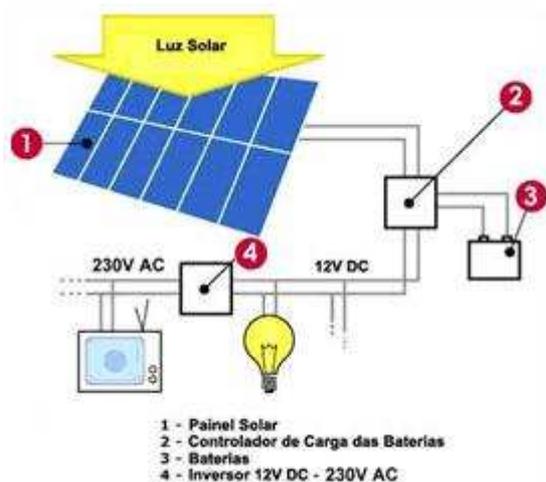


Fig. 10. Esquema de funcionamento da energia solar

Se fizermos essa associação de um sistema de captação de luz natural e controle da iluminação artificial, com o de uma energia solar mais eficiente, teremos grandes ganhos em eletricidade, melhorando ainda mais a economia de energia elétrica.

III. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

Faremos nos sistemas artificiais de iluminação (no nosso caso, elétrico) um controle de intensidade, de acordo com a necessidade de luz para o ambiente.

É nesse sistema que, de fato, conseguimos economizar energia. Os outros de captação de luz natural servem apenas para potencializar tal economia. São

desenvolvidos então soluções para obter melhor eficiência, utilizando-se da vertente técnica anteriormente descrita.

Vamos descrever aqui, várias formas de se conseguir o máximo de eficiência energética que poderá ser usada em conjunto com os sistemas de captação de luz natural.

Dimensionamento de componentes

Com um bom dimensionamento dos componentes de iluminação, muitas vezes conseguimos obter uma significativa economia de energia. Isso muitas vezes passa despercebido, e em muitos lugares, no momento em que se dimensionam os componentes, fazem escolhas pelos componentes (lâmpadas/reatores/luminárias) mais baratos, mas que, na maioria das vezes são menos eficientes energeticamente para a iluminação.

Para isso, precisamos dimensionar lâmpadas e luminárias mais eficientes do ponto de vista energético e assim conseguir economizar energia, apesar de se ter um investimento maior.

Para casos de substituição de sistemas de iluminação antigos por outros mais eficientes, pode ser feita uma análise econômica de tempo de retorno do investimento para saber se será viável ou não a sua implantação. Dessa forma pode-se escolher, dentro das condições financeiras da empresa, os melhores componentes de iluminação a serem utilizados, almejando melhor eficiência.

Uma outra opção seria a utilização de lâmpadas LED (Light Emitting Diode) por serem muito eficientes e terem uma boa durabilidade, mas que, são bem mais caras que as mais comuns (fluorescentes tubulares), tendo como consequência um investimento muito alto.

Portanto, com um bom dimensionamento dos componentes para projetos de iluminação, conseguimos ter um sistema de iluminação mais eficiente energeticamente, podendo trazer vários benefícios, principalmente financeiros.

Controle da luz artificial

Além de termos um sistema bem dimensionado, podemos economizar energia controlando a intensidade de luz artificial para conseguir mais economia. Para fazermos o controle de intensidade, teremos que analisar casos específicos e assim poder definir como fazer o controle dos mesmos.

Para o caso de uso de LEDs para iluminação será preciso um circuito de controle de potência para poder controlar sua intensidade luminosa. Esse controle já foi desenvolvido e pode ser visto em [5].

Para outro caso, faremos o controle de intensidade luminosa de lâmpadas fluorescentes, que são as mais utilizadas no mundo hoje. Iremos atuar, mudando a intensidade luminosa por meio de um reator eletrônico dimerizável. Este pode ser melhor visto em [6].



Fig. 11. Diagrama do circuito

São colocados na saída de luz do sistema de captação de luz natural, sensores LDR (Light Dependent Resistor) que variam sua resistência linearmente com a intensidade luminosa. Assim podemos mandar um sinal de tensão correspondente à luminosidade natural ao microcontrolador que poderá interpretar (fazer os cálculos necessários) e mandar um sinal de controle entre 1 a 10VDC para o reator dimerizável controlar a saída de luz artificial.

O filtro passa-baixa colocado logo após os sensores serve para impedir mudanças bruscas de intensidade luminosa, evitando desconforto visual.

O amplificador operacional serve para aumentar o sinal de tensão entregue pelo microcontrolador, que é de apenas 0 a 5VDC, para no máximo 10VDC.

Ou seja, o controle da intensidade luminosa das lâmpadas é feito pelo reator dimerizável que recebe um valor de tensão de 1 a 10V DC.

Dessa forma fazemos o controle da intensidade luminosa das lâmpadas fluorescentes, conseguindo assim uma melhor eficiência energética em iluminação.

IV. CONCLUSÕES

Visto que a demanda energética do país tem aumentado significativamente, tem-se, atualmente uma grande preocupação com os impactos econômicos e ambientais decorrentes disso, necessitando assim de se economizar energia.

Pensou-se então no desenvolvimento e aplicação de sistemas de captação de luz natural (que foram desenvolvidas de forma a potencializar a economia) fazendo-se uma compensação com o de luz artificial. Então é controlada a intensidade de luz artificial e assim economizamos energia.

Além disso, ainda pode ser acoplado um sistema de energia solar que capta luz natural e converte para energia elétrica. Isto por meio das células fotovoltaicas, que além de ser instaladas de formas mais eficientes, podem carregar uma bateria quando não for solicitado o uso de energia, podendo assim ser utilizada em outro horário em que se tenha necessidade.

Portanto, visando o máximo de economia em iluminação, podemos concluir que com a integralização dessas soluções podemos conseguir grandes ganhos em eficiência energética, podendo assim economizar energia elétrica.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Eletrobrás / PROCEL EDUCAÇÃO, Conservação de Energia, 3ª Edição ed., Itajubá, 2006, p. 34.
- [2] “ornl.gov,” Oak Ridge National Laboratory, [Online]. Available: http://www.ornl.gov/info/press_releases/get_press_release.cfm?ReleaseNumber=mr20070601-00.
- [3] “solatube.com,” Solatube, [Online]. Available: <http://www.solatube.com/es/productcatalog.htm>.
- [4] M. J. Currie, J. K. Mapel, T. D. Heidel, S. Goffri e M. A. Baldo, “sciencemag.org,” 11 Julho 2008. [Online]. Available: <http://www.sciencemag.org/content/321/5886/226.full?sid=750e1940-0a75-478a-967c-926b76af810b#xref-fn-1-1>.
- [5] I. B. Tavares, “Controle do Fluxo Luminoso de Lâmpadas LED Visando Durabilidade e Economia de Energia”. *CEEL*.
- [6] J. S. d. Moraes, *Dimerização de Lâmpadas Fluorescentes com Reator Duplamente Integrado*, Uberlândia: Dissertação de Mestrado UFU, 2010.