

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: CONTROLE DE ILUMINAÇÃO AUTÔNOMA DE UM LABORATÓRIO

GUILHERME BRITO RODRIGUES*, KAITO ALENCAR*, ALAN KARDEK RÊGO SEGUNDO*, DIOGENES VIEGAS MENDES FERREIRA*, SÁVIO AUGUSTO LOPES DA SILVA*

**Departamento de Engenharia de Controle e Automação e Técnicas Fundamentais-DECAT
Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto-UFOP
Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil*

Emails: guilhermeeecat@yahoo.com.br, kaitoalencar@gmail.com, alankardek@em.ufop.br, diogenes_viegas@ymail.com, savio@decat.em.ufop.br

Abstract— This paper presents a discussion about the use of automation systems as a tool for rational using of energy in the illumination systems. The pattern of energy consumption in Brazilian constructions shows that has a great dependence of electric energy in this sector. Significant part of this energy can be saved if natural light is utilized in a better way. The automation systems can integrate the natural illumination controlling a curtain and a dimmer. It can obtain more rational use and consequent economy of energy.

Keywords— domotics, natural lighting, home automation, microcontroller, LDR.

Resumo— Este artigo apresenta uma discussão sobre o uso de sistemas de automação como uma ferramenta para o uso racional de energia nos sistemas de iluminação. O padrão de consumo de energia em construções brasileiras mostra que existe grande dependência de energia elétrica nesse setor. Parte significativa dessa energia pode ser conservada se a luz natural for utilizada de melhor maneira nas instalações. Para isso, os sistemas de automação podem aproveitar a iluminação natural, por meio do controle automático de cortinas e da dimerização de lâmpadas, de acordo com a medição da luminância do ambiente. Portanto, pode-se obter utilização mais racional e, consequentemente, economia de energia.

Palavras-chave— domótica, iluminação natural, automação residencial, microcontrolador, LDR.

1 Introdução

Há anos as novas tecnologias estão se integrando com o uso consciente de energia e à eficiência energética. Devido às crises de energia vividas em todo o mundo o racionamento e o uso inteligente das fontes de energia tem sido inserido nos sistemas de produção.

A radiação solar tem sido aproveitada de várias maneiras por ser uma fonte de energia limpa, abundante e renovável. Além de painéis fotovoltaicos e painéis para aquecimento de água, a luz solar também pode ser utilizada na iluminação de ambientes e edificações de forma inteligente para que o consumo de energia possa ser reduzido no setor de iluminação.

Com o emprego de técnicas de automação predial é possível garantir uma utilização racional de energia e um abastecimento contínuo de dados que, analisados adequadamente, viabilizam o gerenciamento e a operação parcimoniosos dos serviços ou funções da edificação, bem como a sua alta integridade (Braga, 2007).

Nos últimos anos, o mercado de automação residencial cresce a uma média de 35% ao ano em número de projetos. tais como: cabeamento estruturado para dados, voz e imagem, sistemas de segurança, áudio e vídeo, controle de iluminação, cortinas e venezianas automáticas, utilidades (como aspiração central, irrigação, piso aquecido e outras) e em especial, o uso da automação para eficiência energética (Paiva, 2007).

Os projetos de automação residencial podem ser aplicados em grandes edificações como, por exemplo, universidades, prédios comerciais, escritórios, nos quais há necessidade cada vez maior não só do uso de tecnologias de dados e imagens, mas também de iluminação com controle inteligente da luminosidade coerente ao ambiente de trabalho, o que diminui os custos com energia elétrica.

Assim como a maioria das novidades relacionadas à tecnologia, a Automação Residencial, inicialmente, é entendida somente como um sinal de status, modernidade, comodidade e conveniência pelo cliente. Quando o cliente se intera mais e recebe mais informações sobre o produto, ele percebe que, além das características citadas anteriormente, possui também um fator de economia e o produto se torna uma necessidade (Luz et al., 2009).

2 Iluminação Natural e sua integração com a artificial

O conforto visual pode ser obtido pela iluminação natural ou artificial, mas é importante ressaltar que a luz natural provê um aumento da qualidade de vida, leva as pessoas à percepção da variação do tempo e as mantém informadas a respeito do clima no ambiente externo, respeitando o ciclo circadiano.

O uso da luz natural pode proporcionar bem estar, conforto visual, ambientes mais saudáveis,

dentre outros, mas, certamente, não haverá economia de energia se o projeto para uso da luz natural não estiver diretamente conectado ao projeto de iluminação artificial (Corbella and Yannas, 2003).

Um dos problemas do uso da luz natural é que, em parte do dia, a radiação solar ultrapassa os níveis confortáveis de iluminância, o que se torna necessário controlar a entrada dos raios solares para que não seja gerado desconforto visual.

A integração dos dois tipos de iluminação, natural e artificial, pode ser implementada em edifícios de todos os setores e trabalhar de forma autônoma.

3 Automação da Iluminação

Sendo a iluminação um dos grandes responsáveis pelo consumo de energia elétrica, os projetos e sistemas de iluminação inteligente são de suma importância para o desenvolvimento das tecnologias de eficiência energética em toda edificação seja ela industrial, comercial, ou residencial, diminuindo o consumo de energia de uma maneira global na sociedade.

Do ponto de vista energético, um edifício seria dito mais eficiente que outro se, oferecidas as mesmas condições ambientais, apresenta menor consumo de energia (Lamberts et al., 2004).

Brown (2004) representa em dois gráficos, mostrados nas Figuras 1 e 2, os efeitos da redução do consumo de energia em iluminação artificial quando usada de forma adequada, integrada ao sistema de iluminação natural. Esses conceitos podem ser aplicáveis a todos os segmentos de consumo de energia.

Os níveis de iluminância da luz natural mostrado na Figura 1, em determinadas horas do dia, assumem valor maior que o nível de iluminância do projeto, por isso a entrada da luz natural no ambiente deve ser controlada.

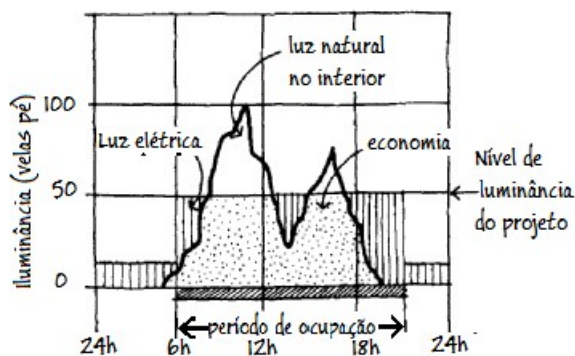


Figura 1: Economia potencial de energia com o uso da iluminação natural

Fonte: Brown (2004).

Na Figura 2, três grupos de lâmpadas são mostrados, os quais há necessidade de acionamento on/off separado para cada lâmpada do

grupo. O objetivo deste trabalho é automatizar o acionamento das lâmpadas e, por meio de sensores, dimmers e microcontrolador, controlar a potência dos grupos de lâmpadas de acordo com a iluminância necessária. Dessa forma, é possível deixar a iluminação homogênea em todo o ambiente e economizar energia elétrica.

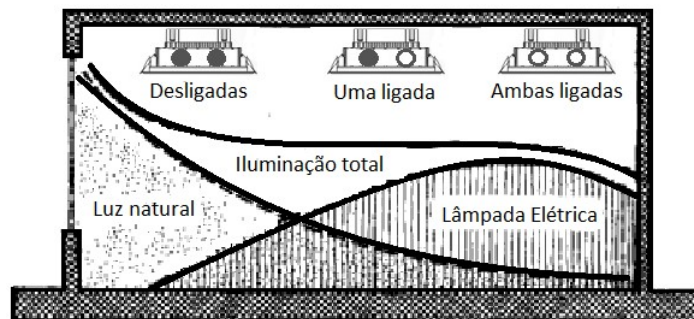


Figura 2: Conservação dos níveis de iluminância adequados por meio do acionamento de lâmpadas elétricas por zonas

Fonte: Brown (2004).

A Figura 3 mostra a proposta deste artigo para o controle autônomo da iluminação de um ambiente, em que um sensor fotoelétrico é colocado próximo à janela para monitorar a quantidade de luz natural que entra no ambiente. Dependendo da necessidade, o microcontrolador envia um sinal para o motor de passo abrir ou fechar a cortina. Os sensores fotoelétricos espalhados pelo repartimento levam informação do quanto é necessário aumentar a potência das lâmpadas ao microcontrolador, para que a iluminância fique homogênea em todo o cômodo. A potência das lâmpadas é independente.

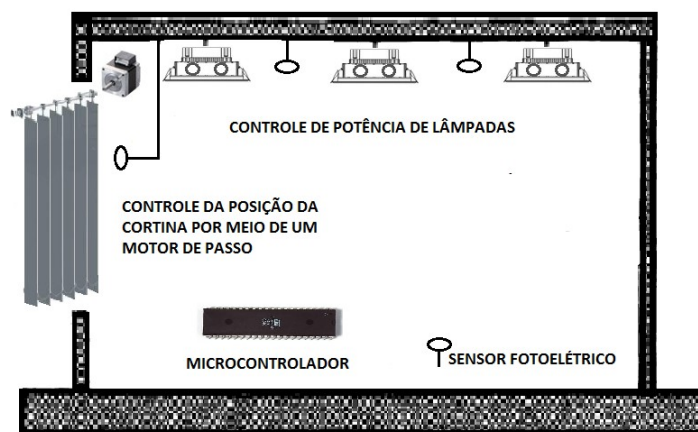


Figura 3: Controle de Iluminação autônomo

O fluxograma da Figura 4 mostra o comportamento do sistema.

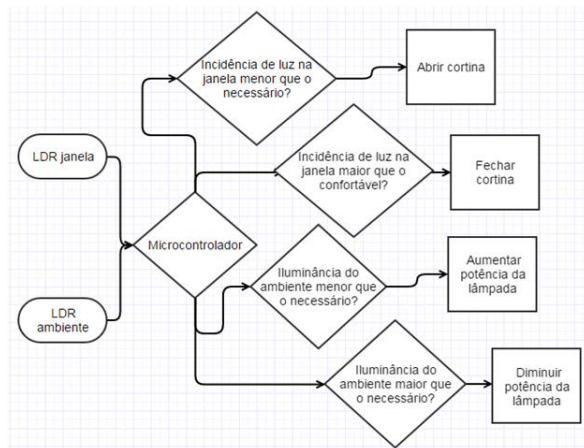


Figura 4: Fluxograma

4 Projeto

O projeto foi executado no Laboratório de Automação Predial da Escola de Minas. Para isso, foi acoplado um motor de passo ao eixo da cortina persiana do laboratório.

O projeto do circuito eletrônico e o layout da placa de circuito impresso foram elaborados por meio do software Proteus. A confecção da placa foi realizada por uma máquina CNC do Laboratório de Máquinas Elétricas Escola De Minas. Como mostrado pela Figura 5, foi utilizado um microcontrolador PIC18F4550 para controlar o sistema, por apresentar o módulo de comunicação USB integrado no próprio chip.

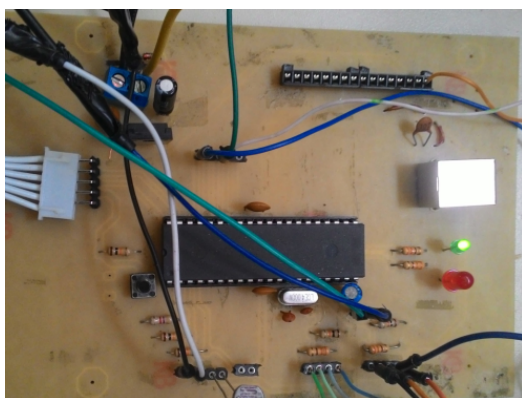


Figura 5: Placa confeccionada

A Figura 6 mostra a placa de acionamento do motor de passo. Ela possui os circuitos integrados L298 e L297, que facilitam o acionamento. Além disso, possui um dissipador de calor necessário para motores de maior potência, que geram corrente alta no circuito.

O motor de passo foi acoplado à engrenagem da cortina persiana do laboratório, como mostrado na Figura 7.

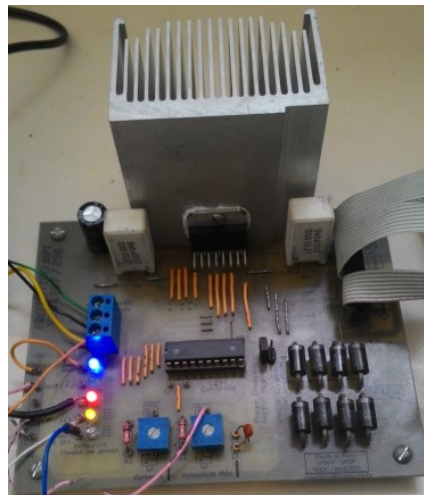


Figura 6: Placa de acionamento de motor de passo



Figura 7: Acoplamento do motor à cortina

Foram utilizados dois sensores de final de curso óptico-reflexivos TRT5000, para identificar quando a persiana está totalmente aberta ou fechada. A Figura 8 mostra como os sensores foram instalados na cortina



Figura 8: Sensores ópticos instalados

Dois sensores LDR foram usados no trabalho para realizar a medição da luminosidade. O primeiro foi instalado na frente da janela para controlar a posição da cortina (Figura 9). Já o segundo foi colocado sobre a mesa para controlar a potência da lâmpada, de modo a manter a lumino-

cidade próxima do valor desejado, de acordo com a Figura 10.



Figura 9: LDR cortina

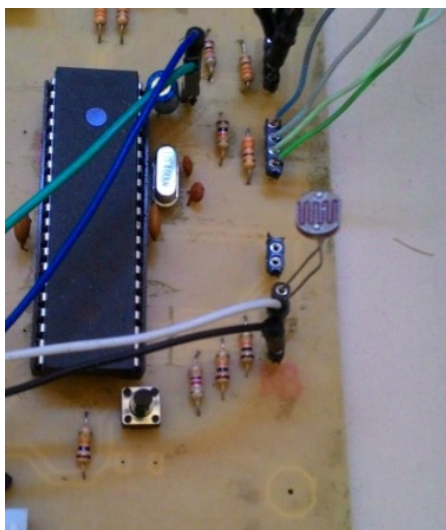


Figura 10: LDR mesa

A iluminação artificial do ambiente é fornecida por meio de duas fitas de LED de um metro, instaladas em uma luminária de lâmpada fluorescente tubular, de acordo com a Figura 11.

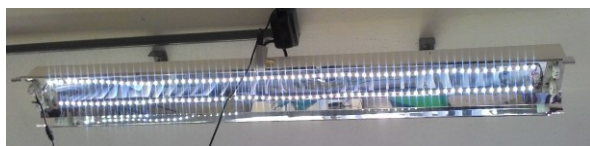


Figura 11: Lâmpada de fita LED

Para dimerizar a lâmpada foi elaborado um circuito de acionamento utilizando um transistor NPN de 3A - TIP31. O microcontrolador gera um sinal de PWM (Pulse Width Modulation) para acionar a base do transistor, que entrega potên-

cia para a lâmpada proporcionalmente ao ciclo de trabalho do sinal, de acordo com a Figura 12.

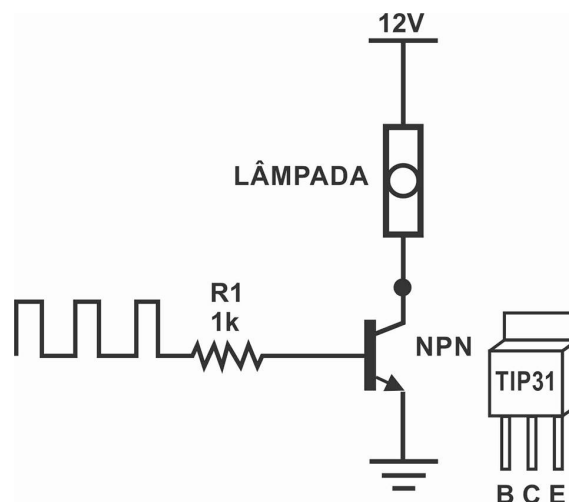


Figura 12: Circuito de dimerização da lâmpada LED

A Figura 13 mostra de forma detalhada o ambiente no qual o projeto foi instalado, sendo possível observar a fita LED dimerizada (1), o sensor LDR instalado na cortina (2), os sensores ópticos (3), o LDR instalado na mesa (4), a cortina persiana (5) e o motor de passo (6).



Figura 13: Cortina e lâmpada utilizadas no trabalho

Para interface e aquisição de dados do sistema, foi desenvolvido um sistema supervisor em linguagem de programação C Sharp (C#) por meio do ambiente de desenvolvimento Visual Studio, tornando o sistema interativo com o usuário.

A Figura 14 exibe a tela do sistema de supervisão. Na barra de menus do programa, tem-se a opção “Arquivo”, que permite ao usuário: iniciar a comunicação via USB e exportar os dados do sistema para um documento de texto.

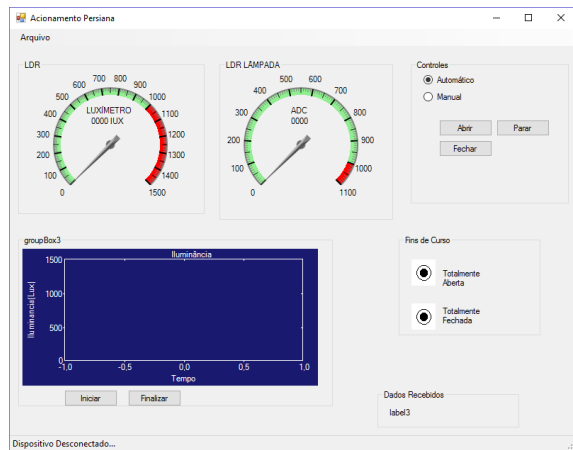


Figura 14: Tela Sistema Supervisório

O Programa possui dois indicadores que permitem ao usuário visualizar as leituras dos dois sensores LDR. O primeiro faz a indicação da entrada de luz no ambiente, em lux. O segundo mostra o resultado da conversão analógico digital do LDR da bancada, responsável por dimerizar a lâmpada.

O sistema possui dois modos de controle: manual e automático. No primeiro modo o usuário pode controlar as persianas em malha aberta, por meio dos botões “abrir”, “fechar” e “parar”. Já no segundo, o motor acoplado à persiana responde de acordo com as medições dos sensores LDR e o setpoint desejado.

Os estados dos dois sensores digitais de fim de curso são indicados em outro grupo, que altera a cor do símbolo se a persiana estiver totalmente aberta ou fechada.

5 Discussão de Resultados

A automação tem muito a oferecer na construção de edificações com eficiência energética em várias áreas. A iluminação é uma delas, sendo que não só o controle de iluminância, mas também a captação de energia solar por meio de painéis fotovoltaicos, pode ser implementado em vários tipos de edificações.

Por isso, a discussão a respeito dos benefícios que a automação pode trazer às novas construções civis, sejam eles ganhos em conforto ou segurança dos usuários, deve ser ampliada.

O presente sistema de controle de luminosidade de ambientes atendeu às necessidades iniciais propostas pelo trabalho. Ele se mostrou capaz de controlar a incidência de luz natural no cômodo, por meio dos controles de posição da cortina persiana e de energia fornecida à lâmpada, de acordo com as medições dos sinais dos sensores LDR. Desse modo, foi possível controlar a iluminância do ambiente e deixá-la praticamente constante, dentro de uma faixa pré-estabelecida,

durante todo o dia.

O acoplamento do motor à cortina se deu de forma adequada e a velocidade de abertura e fechamento da cortina foi satisfatória. A lâmpada de fita LED, apesar de gerar luminosidade menor que as lâmpadas fluorescentes tubulares, gerou a luminosidade necessária quando a luz solar não atingia a iluminância requerida. A dimerização funcionou corretamente e a programação feita gerou resultados de acordo com o planejado.

Observou-se o funcionamento do sistema durante grande parte do dia. Na parte da manhã a cortina ficou totalmente aberta, pois o sol não bate diretamente na janela do Laboratório de Automação Predial da Escola de Minas durante essa parte do dia. A lâmpada teve que aumentar a potência em alguns momentos quando haviam nuvens no céu.

No decorrer da tarde, a partir das 14 horas, aproximadamente, os raios solares começam a bater diretamente na janela. Assim, a quantidade de luz incidente torna-se maior que o confortável para um laboratório, de acordo com a norma da ABNT 5413. Faz-se necessário, então, que a posição da cortina seja controlada. O controle se mostrou suficiente, sendo que nem sempre a cortina fecha completamente. Quando havia algumas nuvens no céu, a posição da cortina ficou intermediária, mostrando que o posicionamento da persiana modifica a luminosidade do ambiente mesmo quando ela não está totalmente fechada ou aberta. No horário entre 14 e 17 horas, aproximadamente, a lâmpada ficou desligada.

A partir das 17 horas a lâmpada aumentou a potência gradativamente até o dia escurecer. Assim que necessário a lâmpada estava na sua potência máxima. O sistema ficou completamente autônomo e pôde funcionar durante o dia inteiro.

6 Considerações Finais

A parte prática do trabalho foi realizada utilizando uma lâmpada, sendo que, o laboratório possui vários outros grupos de lâmpadas para sua iluminação total. Assim, a iluminância medida de parte do laboratório não representou a iluminância de todo o ambiente. Para trabalhos futuros e para aprimorar o estudo de um sistema de iluminação autônomo, faz-se necessário o controle de todas as lâmpadas do ambiente. Dessa forma, pode-se saber se a quantidade de lux se mantém constante em todo o cômodo. Neste caso, seria necessário o uso de mais sensores fotoelétricos, como mostrado na Figura 3 deste trabalho.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal de Ouro Preto pelo apoio.

Referências

- Braga, L. C. (2007). *Estudo de Aspectos de Eficiência Energética de Edificações com uma Abordagem de Automação Predial*. 165 f, Escola de Engenharia da UFMG, Universidade de Minas Gerais.
- Brown, G. Z. and Dekay, M. (2004). *Sol, Vento e Luz: Estratégias para o projeto de Arquitetura*, Ed. Bookman.
- Corbella, O. and Yannas, S. (2003). *Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos*, Ed. REVAN.
- Lamberts, R., Dutra, L. and Pereira, F. (2004). *Eficiência Energética na Arquitetura*, São Paulo: PRO Livros.
- Luz, G. Y., Miranda, M. E., Cledes, M. and Ferrari, M. (2009). *Artigo Acadêmico, Automação residencial*, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Paiva, L. S. (2007). *Monografia, Metodologia para a Implantação de Automação Residencial*, Universidade Federal de Ouro Preto.