



Controle de luminosidade em uma sala

Aionan Candibá, Bruna Jambeiro, Igor Rezende, Letícia Dantas, Andrea Bitencourt

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA. e-mail: aionan@ifba.edu.br, millena.bruna@hotmail.com, i-rezende@hotmail.com, leticia.dantas_@hotmail.com, andreabitencourt@ifba.edu.br

Resumo: Os recursos naturais estão cada vez mais escassos, portanto o desenvolvimento de projetos sustentáveis deve ser fomentado no ambiente acadêmico com objetivo de formar profissionais com responsabilidade sócio-ambiental. Neste contexto, este trabalho apresenta um sistema de controle de luminosidade de uma sala de aula, utilizando um protótipo como ambiente de teste. A estratégia de controle implementada utiliza o algoritmo PI (proporcional e integral) analógico, que proporciona o melhor aproveitamento da iluminação natural, economizando energia elétrica e melhorando a ergonomia no ambiente escolar, bem como, a utilização do protótipo como ferramenta didática de baixo custo para os cursos técnicos do Instituto Federal da Bahia, difundindo durante a utilização do mesmo os conhecimentos teóricos e práticos da automação e domótica, bem como, conceitos de interdisciplinaridade e sustentabilidade.

Palavras-chave: controlador PI, domótica, ergonomia, luminosidade, persianas

1. INTRODUÇÃO

A iluminação é um dos fatores que influenciam diretamente no conforto e na qualidade de determinadas atividades realizadas em um ambiente. Considerando uma sala de aula, a iluminação inadequada influencia no rendimento acadêmico dos alunos, onde o excesso ou a falta desta, prejudica o desenvolvimento das atividades, enquanto que, a boa iluminação do ambiente proporciona melhor aproveitamento das aulas, além da eficiente economia de energia elétrica.

Este projeto originou-se da dificuldade enfrentada com luminosidade excessiva em grande parte do dia por docentes e discentes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA). Porém, com a cobertura total das janelas, torna-se necessário a utilização de iluminação artificial, gerando o aumento do consumo de energia elétrica, esta elevação do consumo tem motivado o desenvolvimento de pesquisas com o objetivo de melhorar a eficiência energética no Instituto.

A solução para o problema apresentado é a implantação de persianas, já que estas permitem a modificação da sua inclinação, como uma alternativa na melhoria do aproveitamento da iluminação natural (Cândido, A. 2009). A persiana foi inventada em 1824, por Pierre Le Fou ao montar uma maquete de um sistema de regulagem do movimento das águas de um pequeno riacho. Essa maquete, após ter sido construída e engomada, foi pendurada na janela proporcionando a variação da entrada de luz no ambiente ao mover as lâminas do modelo (Griff, A. 2007).

Este trabalho apresenta uma abordagem interdisciplinar no Curso Técnico de Automação Industrial, integrando diversas áreas, priorizando as disciplinas de eletrônica analógica e controle. Através da construção de uma ferramenta didática de baixo custo, que permite além de integrar as áreas do conhecimento, eletrônica e controle, desenvolver o conceito de sustentabilidade através da reutilização de materiais reciclados e aproveitamento da iluminação natural.

Para isso, também serão utilizados os conceitos de automação residencial (domótica ou Smart Home), que consiste na aplicação da automação em ambientes comerciais e residenciais.



2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O termo “Domótica” resulta da junção da palavra latina “Domus” (casa) com “Robótica”. Surgiu nos anos 80, com um conceito conhecido como “casa inteligente”, com o objetivo de proporcionar maior conforto, segurança e qualidade de vida para os seus habitantes, controlando, por exemplo, a iluminação, a temperatura do ambiente, a segurança e a interligação entre esses três elementos (Branco, D. C. et al. 2009).

A domótica, considerada o emprego da automação em residências, pode ser implementada tanto para o conforto dos usuários como para proporcionar melhoria na qualidade de vida para deficientes e idosos que possuem limitações de movimentos.

Sistemas domóticos possibilitam a atuação não supervisionada de dispositivos eletrônicos em um ambiente, exercendo tarefas complexas e interagindo com usuários e com o meio físico. Essa interação é feita através de sensores e atuadores, sendo o primeiro o transformador de parâmetros físicos em sinais elétricos que possam ser devidamente analisados pelo sistema, enquanto que, os atuadores são componentes eletromecânicos que têm suas características alteradas conforme os impulsos elétricos recebidos. Esses sistemas utilizam conceitos modernos de arquitetura e de construção, que permitem um maior aproveitamento de recursos naturais, reduzindo o consumo de energia elétrica (Bolzani, C.A.M. 2004).

Neste projeto, a Domótica está relacionada com o controle da iluminação interna de um ambiente através de uma persiana vertical, a qual regulará a intensidade da entrada dos feixes de luz solar no local. Para realizar esse controle, será utilizado um controlador PI cuja combinação das ações de natureza proporcional e integral é normalmente aplicada para se obter um grau tolerável de redução do erro estacionário simultaneamente com boas características de estabilidade e amortecimento (Torrice, C. R. C.2011), correspondendo ao tipo de controle necessário para manter a iluminação ambiente em um nível aceitável.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Construção do protótipo

O protótipo desenvolvido como ambiente de teste é apresentado na figura 1, onde será simulado o ambiente a ser controlado.



Figura 1 – Visão externa do protótipo.

Esse protótipo é constituído de duas partes básicas: o ambiente de teste, simulando a sala de aula, constituído por uma caixa de madeira medindo 50cmx50cmx30cm, com uma janela de acrílico, cuja medida é de 30cmx17cm, na qual se deseja controlar a iluminação ambiente, além do posicionamento da persiana vertical. A parte eletrônica é formada por um circuito de sensoriamento, um circuito de fonte simétrica e o circuito de controle proporcional-integral (PI) que são apresentados na figura 2, bem como a posição do sensor (LDR) em relação à janela e a ligação entre o motor e a persiana.

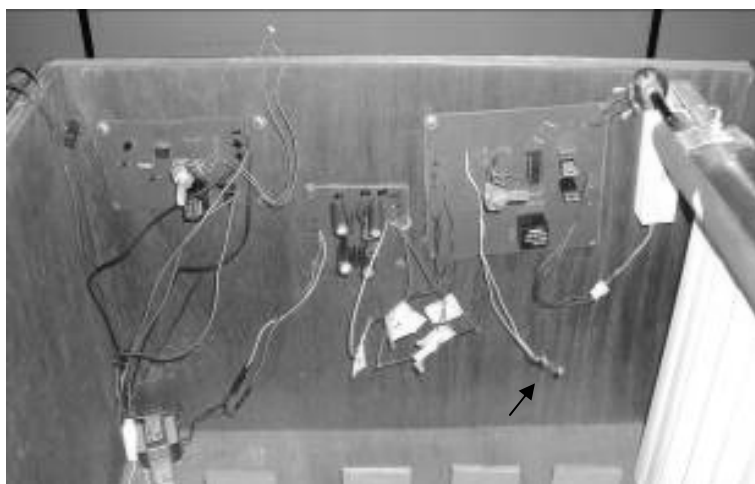


Figura 2 – Visão interna do protótipo

Para o desenvolvimento e a implementação dos circuitos elétricos foram utilizados os componentes apresentados na tabela 1, além do motor de corrente contínua (CC), com alimentação de 6V, como elemento final de controle e de um transformador de 110V/220V para 9V.

Tabela 1 – Componentes utilizados na confecção dos circuitos.

Resistores (k Ω)	LDR (variando de 2,7 à 14); 0,1; 0,047; 1; 3,3; 10; 100; 220.
Potenciômetros (k Ω)	0,1; 10; 470.
Amplificadores operacionais	LM 324; LM 741.
Transistores	TIP 41; TIP 42; BC337.
Capacitores (μ F)	0,47; 2200; 0,1.
Diodos	1N4148; 1N4004; Zener (5V).
Reguladores de tensão	7806; 7906.
Outros componentes	Relé (6V); Ponte retificadora.

Os circuitos desenvolvidos foram simulados no *Proteus 7.8*, ferramenta utilizada para o design de projetos eletrônicos e placas de circuito impresso, para a visualização do funcionamento do sistema de controle.

2.2. Funcionamento dos circuitos

O projeto é constituído de três circuitos com as respectivas funções: sensoriamento, alimentação (fonte simétrica) e controle. O circuito de sensoriamento é responsável por enviar um sinal para



selecionar o tipo de iluminação a ser utilizado, o artificial com o acionamento da lâmpada ou o natural através da atuação do sistema de controle para o movimento das persianas.

Neste circuito existe uma tensão fixa que alimenta uma das entradas do subtrator. A outra entrada é alimentada com uma tensão que varia proporcionalmente a variação de luminosidade sobre o LDR. Dependendo do sinal na saída do subtrator, o diodo será polarizado diretamente ou inversamente, estando ligado em série a um transistor que fornecerá tensão para que o relé comute ou não. O fato de o relé comutar é que determinará se a lâmpada ou o circuito de controle estará em funcionamento. Quando a tensão variável for maior que a fixa a lâmpada acenderá, quando a tensão fixa for maior que a variável, o circuito de controle será acionado. Este circuito pode ser observado na Figura 3.

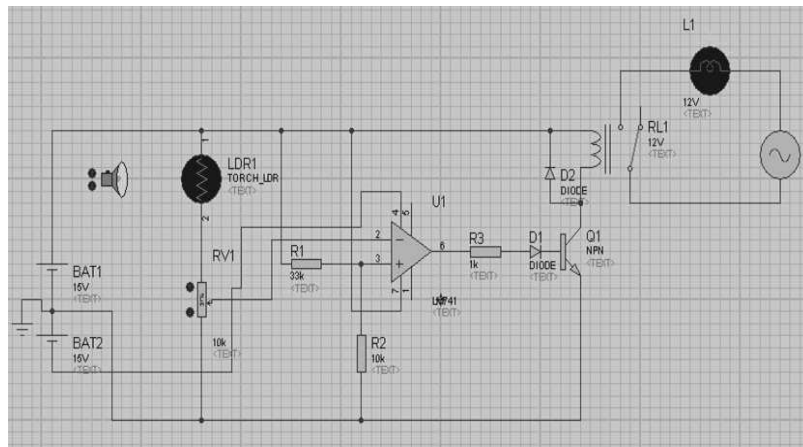


Figura 3 – Circuito que comuta entre o funcionamento da lâmpada e do controlador PI.

O circuito de alimentação, como o mostrado na figura 4, funciona como um retificador de onda completa e também como fonte simétrica na saída, sendo responsável por transformar 110volts (CA) recebidos pelo transformador em 9volts (CA) que serão utilizados para a alimentação do circuito de controle, esta tensão é retificada por uma ponte presente. Em seguida são utilizados capacitores para proporcionar maior constante de tempo à fonte e aos reguladores de tensão com o propósito de manter a tensão no nível definido para alimentar o circuito seguinte.

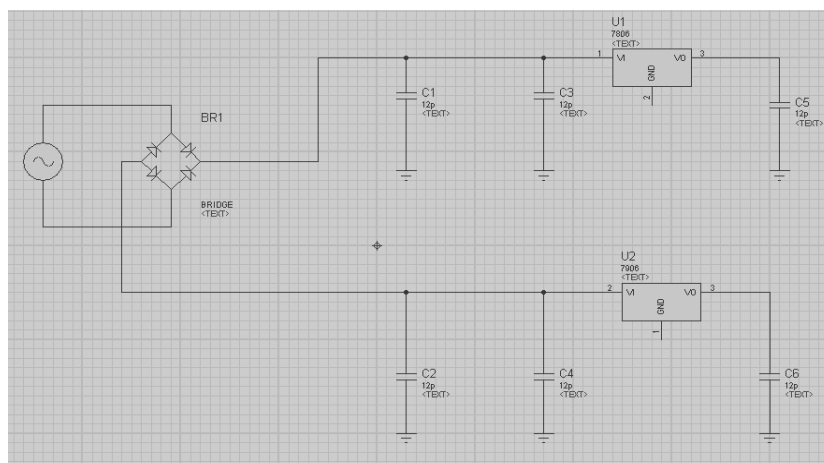


Figura 4 – Circuito de alimentação

O circuito do controlador PI, apresentado na figura 5, tem a função de calcular o erro e emitir um sinal de correção que é enviado para o elemento final de controle, motor CC, até que o erro seja nulo. Para esta função são usadas diferentes malhas com amplificadores operacionais. O primeiro estágio de amplificação deste circuito é um subtrator com ganho proporcional igual a 1, o que garante que o sinal de saída do mesmo será o valor da diferença entre o *set point* e o sinal medido. O segundo é um PI, com ganho proporcional variável de 2,2 a 6,9. Os dois amplificadores são inversores, assim, se o erro for positivo o sinal de saída do controlador será positivo. Em série com os amplificadores estão dois transistores paralelos entre si que, a depender do sinal do valor na saída, farão o motor rotacionar no sentido horário ou anti-horário.

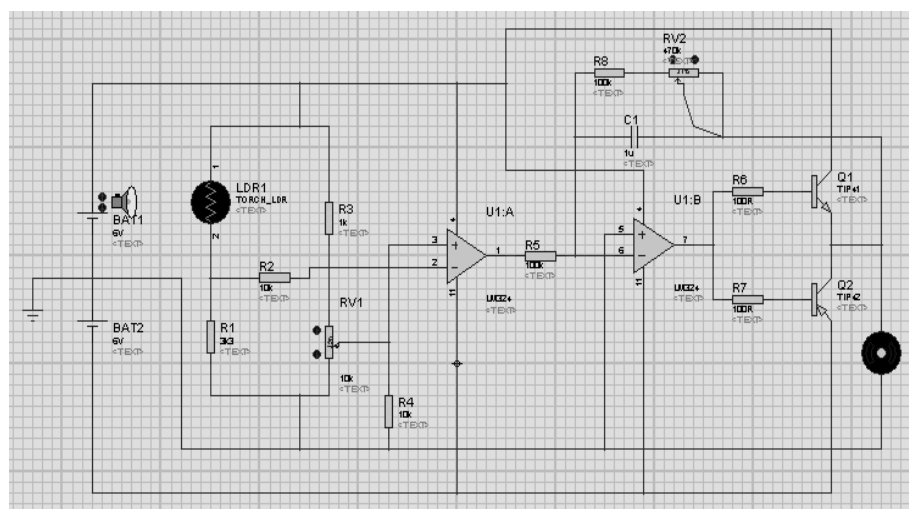


Figura 5 - Circuito do controlador PI.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de controle funcionou como previsto, quando a luminosidade exterior era de intensidade maior que o valor desejado o sistema de controle atuava na persiana através do motor fazendo com que esta reduzisse a entrada de luz no interior da sala. À medida que a luminosidade no interior da sala é reduzida o valor medido tende a atingir o valor desejado, se chegar a um valor inferior ao mesmo a persiana abrirá permitindo maior entrada de luz no ambiente.

Com a finalidade de validar o sistema desenvolvido foi definido um set-point de 50% do valor máximo suportado pelo sensor (LDR). O LDR varia sua resistência de $2,7\Omega$ até $14,7\Omega$ aproximadamente, portanto, o valor definido para set-point equivale a $8,5\Omega$. O primeiro teste realizado teve o objetivo de avaliar o LDR, verificou-se que para uma maior luminosidade no interior do ambiente a resistência do LDR diminui e a tensão diminui proporcionalmente, o que é representado pela Equação 01.

$$V = R.I \quad [\text{Eq. 01}]$$

sendo:

V – tensão de alimentação;

R – resistência;

I – Corrente.

Para uma resistência inferior ao set-point, a tensão de saída foi negativa, fazendo o motor movimentar a persiana para um dos lados, fechando-a. Entretanto, com a resistência maior que o set-



point, a tensão na saída do controlador foi positiva, fazendo o motor girar a persiana para o lado contrário, aumentando a passagem de luz. Essa relação da variação da resistência do sensor (LDR) em determinado tempo é apresentado no gráfico da figura 6.

O motor pode ser ligado na saída do controlador PI, sem considerar a polaridade, já que as posições de abertura e fechamento são conseguidas independentemente do lado para o qual o motor gira a persiana.

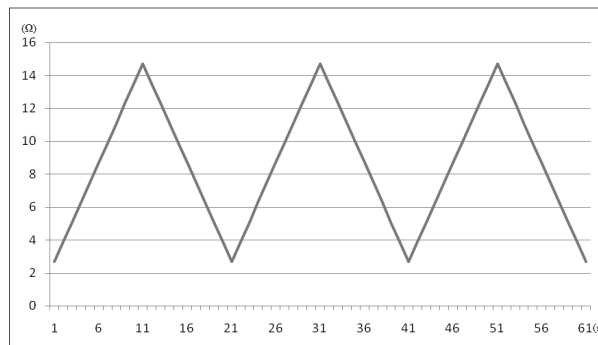


Figura 6 – Gráfico de variação da resistência(Ω) do LDR no tempo(s). Forma de onda triangular.

Para obter a variação da tensão de saída do controlador PI foram realizadas medições da mesma em determinados intervalos de tempo, sendo os valores aplicados no *Matlab* para a obtenção do gráfico. Como pode ser observado na figura 7, a tensão se mantém na maior parte do tempo dentro os valores de 3 e 4 volts, o que foi considerado o valor necessário para a estabilização do nível de luminosidade no ambiente.

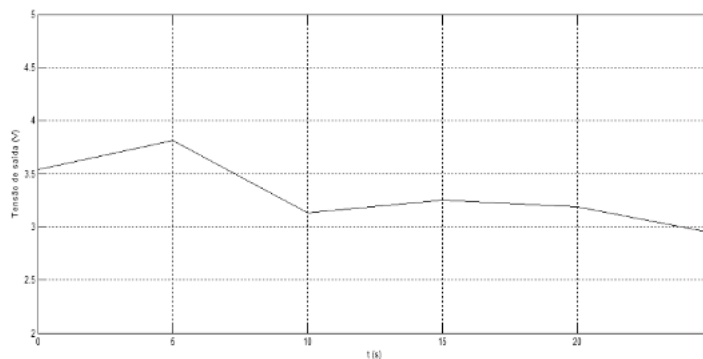


Figura 7 – Gráfico da tensão(V) na saída do Controlador PI no tempo(s), em reação a forma de onda triangular aplicada na entrada.

As persianas, por não possuírem um suporte inferior, oscilam por determinado espaço de tempo quando o motor varia sua posição. Isso faz com que a luminosidade dentro da sala não se fixe em determinado valor em curto espaço de tempo. Essa oscilação é suficiente para não permitir a estabilização do sinal medido no valor desejado em curto prazo, pois com a oscilação das persianas, o valor da variável medida também se modifica.



4. CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta uma solução para a melhoria da ergonomia em sala de aula, melhor aproveitamento da iluminação natural e a economia de energia elétrica. Além disso, propõe a utilização do protótipo desenvolvido como ferramenta didática de baixo custo para as áreas de Eletrônica Analógica e Controle.

Como trabalho futuro, será implementado o sistema de controle de luminosidade em ambiente real, utilizando microcontrolador, além de sensores de presença para acionar a lâmpada e outros equipamentos, como ventiladores.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal da Bahia pelo apoio e suporte e a Bello Persianas pelo apoio técnico.

REFERÊNCIAS

BOLZANI, C.A.M. **Desenvolvimento de um simulador de controle de dispositivos residenciais inteligentes: uma introdução aos sistemas domóticos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

BRANCO, D.C.; DA SILVA, F. N. **Domótica.** Trabalho do curso de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

CÂNDIDO, A.; CASTRO, M. **O uso das persianas no aproveitamento do conforto ambiental.** IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, Belém do Pará. 2009.

GRIFF, A. **História das persianas.** Disponível em: <<http://pierrelefou.br.tripod.com/brasil.htm>> Acesso em: 29 mar. 2012.

LANDO, A.L.; POIATO, L.; DIAS, R.R. **Controle automático de luminosidade e persiana micro-controlado.** Pontifícia Universidade Católica do Paraná. 2006.

SLOMP, D.; BATALHA, L.; BORTOLIZZI, S. **Projeto de controle de luminosidade de instrumentação AUT606.** Universidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul. 2008.

TORRICO, C.R.C. **Projeto de um controlador PID.** Experimento do curso de graduação em Engenharia Elétrica - Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville. 2011.