

MODELAGEM E CONTROLE DE SISTEMAS LED-LDR TRANSIÇÃO PARA TEMPO DISCRETO COM IMPLEMENTAÇÃO DE CONTROLADOR

Eliezer Pereira Guimarães (IFMG - Ibirité) E-mail: eliezerpereira1234@gmail.com

Marcos Prado Guimarães (IFMG - Ibirité) E-mail: marcospguimaraes02@gmail.com

Victor Henrique de Mattos Medeiros (IFMG - Ibirité) E-mail: victormattosgt@gmail.com

Thiago Henrique Barbosa de Carvalho Tavares (IFMG - Ibirité) E-mail: thiago.tavares@ifmg.edu.br

Resumo: Este artigo aborda a crescente importância dos sistemas autônomos, destacando a necessidade de aprimoramentos nas técnicas de controle para otimização de parâmetros como tempo de resposta e estabilização. A pesquisa se concentra em um sistema de iluminação autônomo, explorando sua evolução e detalhando a implementação e aprimoramento destas estratégias. Ao abordar a transição para a computação digital, o MATLAB foi utilizado como ferramenta de simulação. A metodologia envolve a coleta de dados experimentais, modelagem, discretização e a implementação de um controlador PI. Sendo assim um trabalho bem atualizado e replicável em softwares especializados.

Palavras-chave: controlador PI, MATLAB, simulação.

Abstract: This article addresses the growing importance of autonomous systems, highlighting the need for improvements in control techniques to optimize parameters such as response time and stabilization. The research focuses on an autonomous lighting system, exploring its evolution and detailing the implementation and enhancement of these strategies. In addressing the transition to digital computing, MATLAB was used as a simulation tool. The methodology involves the collection of experimental data, modeling, discretization, and the implementation of a PI controller. Therefore, it is a well-updated and replicable work in specialized software.

Keywords: PI controller, MATLAB, simulation.

1. Introdução

Os sistemas autônomos têm se tornado cada vez mais prevalentes no cotidiano das pessoas, desempenhando papéis cruciais em diversos contextos. No entanto, muitas vezes, esses sistemas demandam técnicas de controle aprimoradas para a correção eficiente de parâmetros como tempo de resposta e tempo de estabilização.

Nesse cenário, as técnicas de digitalização do sistema surgem como uma abordagem acessível e eficaz. Este artigo se propõe a explorar a aplicação dessas técnicas em um sistema de iluminação autônomo, composto por um sensor e um emissor. Ao longo do estudo, tornou-se evidente a necessidade de implementar um controle robusto para otimizar o desempenho do sistema em questão.

O artigo não apenas abrange a evolução do sistema autônomo de iluminação, mas também detalha a implementação e refinamento das estratégias de controle adotadas. Este trabalho oferece uma visão abrangente do desenvolvimento integral do sistema e do controle associado, proporcionando insights valiosos para aprimorar a eficiência e confiabilidade de sistemas autônomos similares.

2. Levantamento Bibliográfico

Com o avanço do minicomputador na década de 1960 e do microcomputador na década

de 1970, os sistemas físicos já não necessitam ser dirigidos por computadores de alto custo. Um exemplo disso são as operações de fresagem, que antes demandavam computadores robustos, mas agora podem ser gerenciadas por um computador pessoal (NISE, 2002).

A aplicação de computadores digitais em malhas oferece diversas vantagens em comparação aos sistemas analógicos: redução de custos, flexibilidade para responder a alterações de projeto e imunidade a ruídos. Os sistemas de controle modernos demandam a gestão simultânea de várias malhas, como pressão, posição, velocidade e tração. Conjuntos de equipamentos, medidores e botões são substituídos por terminais de computador, nos quais informações sobre configurações e desempenho são acessadas por meio de menus e telas de apresentação. A presença de computadores digitais na malha proporciona um nível elevado de flexibilidade na resposta a mudanças no projeto. Qualquer modificação futura pode ser implementada com simples alterações no programa, evitando gastos substanciais em modificações de equipamento. Por fim, os sistemas digitais demonstram maior resistência a interferências sonoras devido aos métodos de implementação utilizados (ÅSTRÖM, 2013).

Dessa forma, quando um computador digital é utilizado como controlador para um sistema físico, o processo de conversão de sinais é essencial para que os componentes digitais e analógicos possam ser interligados no mesmo sistema (OGATA, 1999). Por exemplo, os sinais de saída de um dispositivo analógico devem passar por uma conversão analógico-digital (A/D) antes de serem processados por um controlador digital. Da mesma forma, o sinal codificado de um controlador digital deve ser decodificado por um conversor digital-analógico (D/A) antes de ser processado por um dispositivo analógico (GOPAL, 1988).

No início do século XXI, a evolução continuou, impulsionada pelos avanços na capacidade de processamento. Controladores digitais tornaram-se mais rápidos e eficientes, incorporando algoritmos avançados como controle adaptativo e controle preditivo. O surgimento de plataformas de código aberto, como Arduino e Raspberry Pi, expandiu ainda mais o acesso à implementação de controle digital (ISERMANN, 2013).

Atualmente, o MATLAB e suas ferramentas associadas continuam a desempenhar um papel central no design, simulação e implementação de controladores digitais. A integração de tecnologias avançadas promove inovação e eficiência nos sistemas de controle digital, consolidando o papel crucial dessa área no panorama da automação e da tecnologia (KARRIS, 2006).

3. Metodologia

No desenvolvimento deste estudo foi utilizado um conjunto de um sensor de luminosidade LDR e um LED de iluminação, onde inicialmente foram coletados dados experimentais que descrevem o comportamento dinâmico do sistema, em seguida utilizando técnicas de modelagem obtivemos a função de transferência do sistema, utilizando a constante de tempo obtida a partir da resposta ao degrau e o ganho estático do sistema.

Utilizando as técnicas descritas por NISE, realizamos a desratização do nosso sistema, para a facilitação da implementação computacional dele. Partindo do sistema discreto utilizamos o Simulink é uma ferramenta presente no ambiente MATLAB, para a simulação e visualização do comportamento do sistema ao longo do tempo, podendo visualizar o desempenho e a resposta do sistema em diferentes condições.

Partindo do da função de transferência do sistema no domínio Z, realizamos uma análise para definir qual o tipo de controlador ideal para se implementar no sistema, onde implementamos o controlador do tipo PI. Foram realizados diversos testes utilizando o MATLAB, onde foi plotada a curva de resposta ao degrau e partindo da análise da mesma foi definido os parâmetros do controlador PI.

4. Resultados

Utilizando o sistema eletrônico montado em um conjunto de LED e sensor LDR por meio de técnicas de modelagem desenvolvidas em (NISE, 2002) encontramos a função de transferência contínua do sistema, onde em sequência utilizando a ferramenta computacional Matlab plotamos a resposta ao degrau do sistema contínuo, como observado na figura 1.

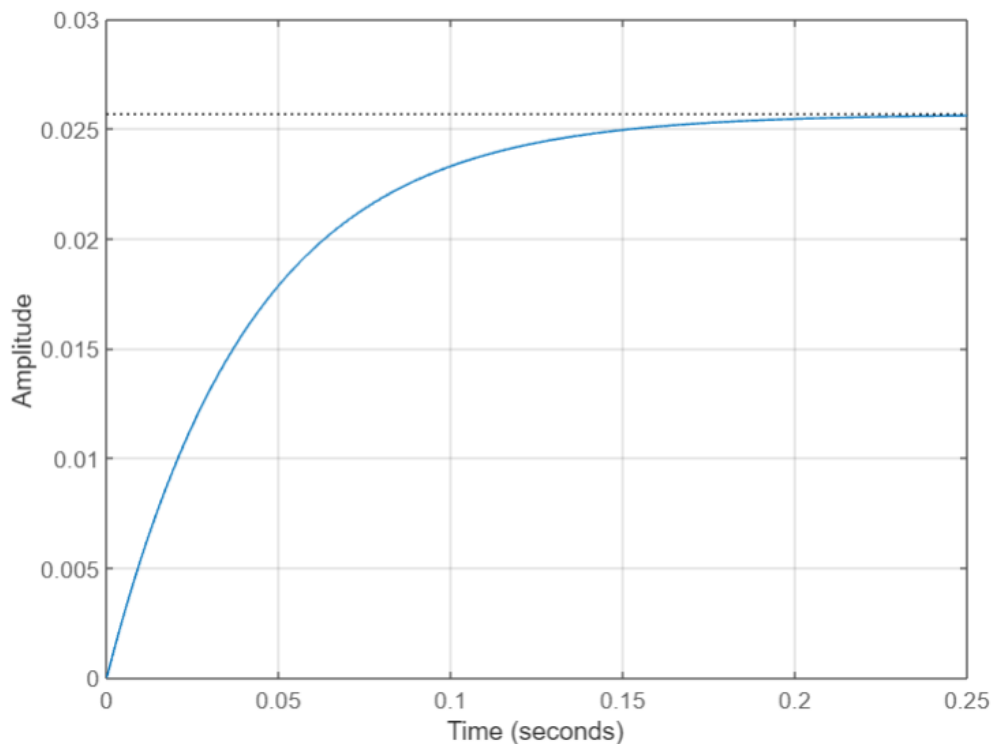


Figura 1 – Sistema Led-LDR

Com a resposta ao degrau de nosso sistema observamos a necessidade da implementação de um controlador para se encontrar uma resposta melhor, partindo de análises de nosso sistema e da dinâmica do mesmo, implementamos um controlador do tipo PI, utilizando técnicas desenvolvidas por (NISE, 2002) encontramos os parâmetros ideais do controlador, para que possa melhorar a resposta em regime permanente sem que essa resposta se torne lenta. Com o controlador no sistema pudemos observar uma melhor resposta ao degrau, como pode ser observado na figura 2.

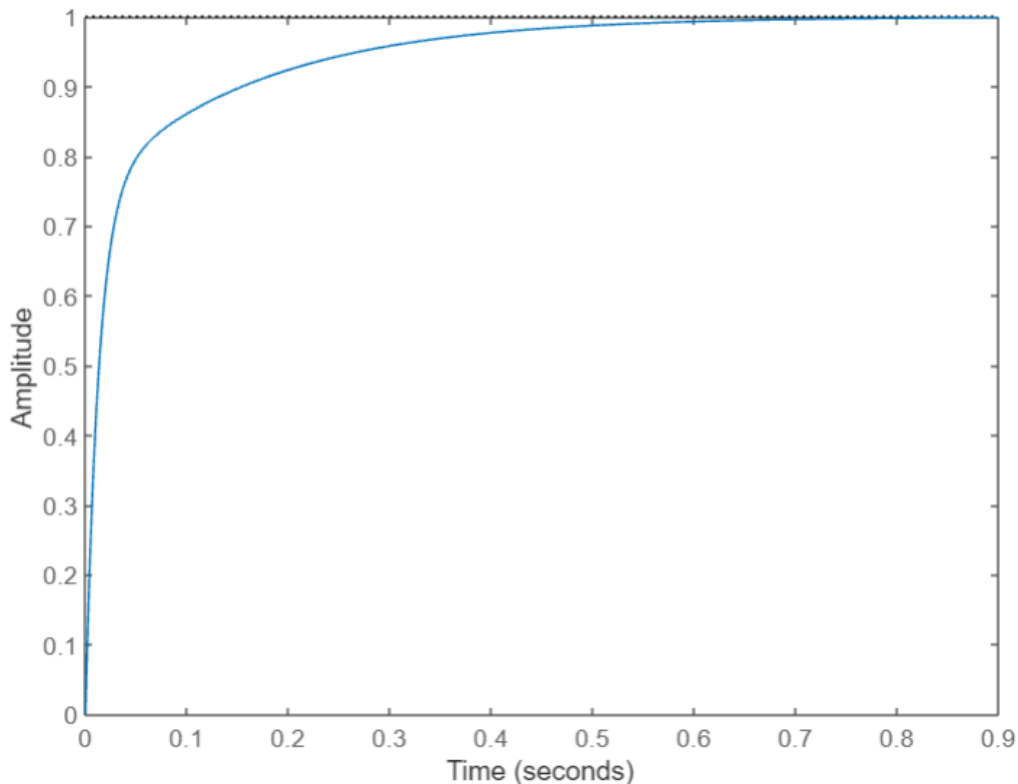


Figura 2 – Implementação controlador PI

Com a implementação do controlador entramos um sistema com o funcionamento dentro dos parâmetros desejados. Utilizando técnicas desenvolvidas por (OGATA, 1999), realizamos a transformada z da função de transferência, onde passamos a planta e o controlador que estava em tempo contínuo para o tempo discreto. Para a simulação do sistema em tempo discreto foi utilizado a ferramenta computacional Matlab, onde utilizamos o Simulink que é uma ferramenta utilizada para modelagem, simulação e análise de sistemas dinâmicos. A montagem do sistema no Simulink foi realizada conforme a figura 3.



Figura 3 – Implementação no Simulink

Simulando o sistema montado no Simulink podemos encontrar a resposta ao degrau do sistema no tempo discreto, em que foi implementado inicialmente o controlador em tempo contínuo e passado para o tempo discreto. A resposta ao degrau de nosso sistema em tempo discreto pode ser observada na figura 4, onde podemos observar que o sistema se comportou de uma maneira estável no tempo além de ter uma resposta rápida.

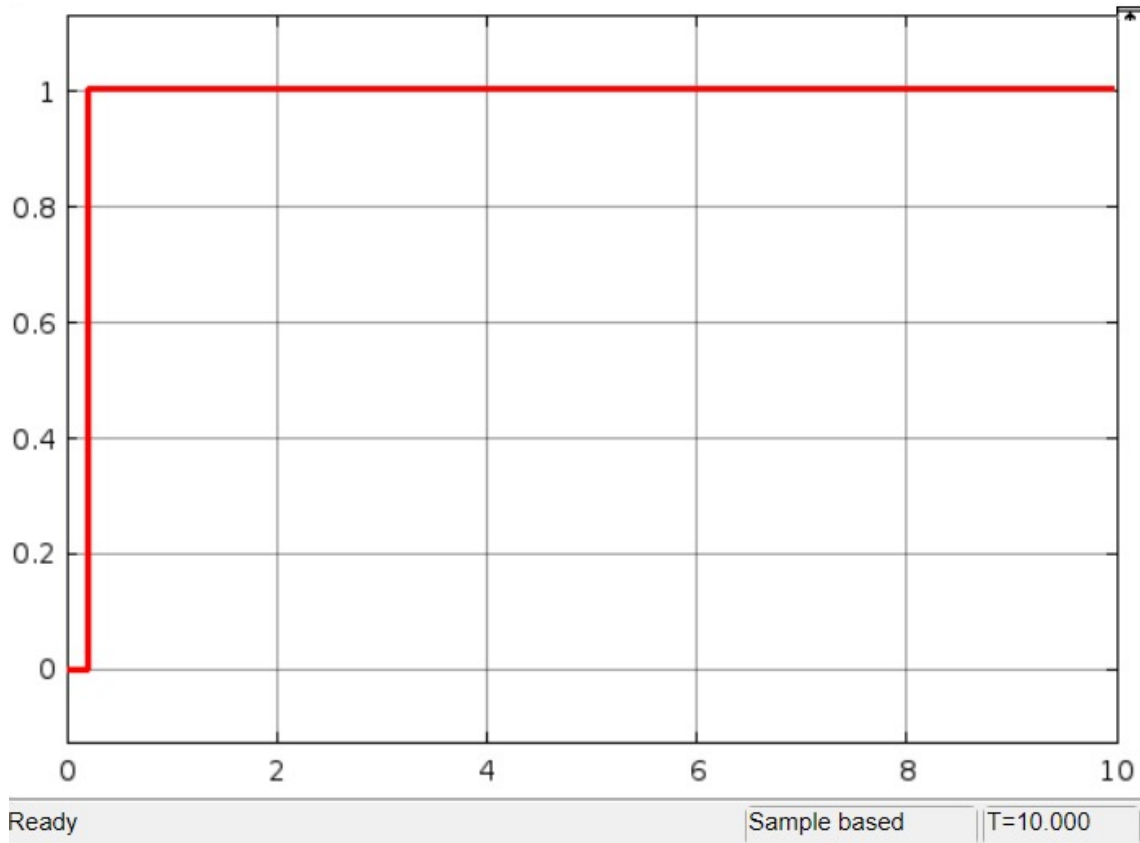


Figura 4 – Simulação no Simulink

5. Conclusões

No desenvolvimento desse estudo pudemos implementar diversas técnicas de modelagem, controle e tempo contínuo e controle em tempo discreto, em que poderá colaborar no desenvolvimento de outros estudos onde foram implementadas diversas áreas de conhecimentos e concatenadas a fim de se obter o melhor resultado.

Os resultados obtidos demonstraram que o sistema proposto, com a inclusão do controlador PI, apresenta melhorias substanciais em termos de estabilidade, precisão e resposta transitória. A capacidade de adaptação às mudanças nas condições de iluminação ambiente, aliada à eficiência energética proporcionada pelo controle adequado do LED, destaca a viabilidade e robustez do sistema proposto.

Este estudo não apenas contribui para o avanço na área de controle de sistemas de iluminação, mas também oferece insights valiosos para aplicações práticas em ambientes onde a eficiência energética e a adaptação às condições ambientais são essenciais. Com base nos resultados obtidos, é possível considerar a implementação prática deste sistema, levando em conta as contribuições significativas para a eficiência energética e sustentabilidade.

Com a simulação no Simulink é mostrado que o desenvolvimento de sistemas de controle representam uma abordagem promissora para o desenvolvimento de sistemas de iluminação inteligentes e eficientes, com potencial para aplicações em diversas áreas, desde iluminação residencial até sistemas de iluminação pública.

Referências

ÅSTRÖM, Karl J.; WITTENMARK, Björn. Computer-controlled systems: theory and design. Courier Corporation, 2013.

GOPAL, Madan. Digital control engineering. New Age International, 1988.

ISERMANN, Rolf. Digital control systems. Springer Science & Business Media, 2013.

KARRIS, Steven T. Introduction to Simulink with engineering applications. Orchard Publications, 2006.

NISE, Norman S.; DA SILVA, Fernando Ribeiro. Engenharia de sistemas de controle. LTC, 2002.

OGATA, Katsuhiko. Modern control engineering. Book Reviews, v. 35, n. 1181, p. 1184, 1999.