

Trabalho da Disciplina Controle por Computador: Aplicação de um Microcontrolador num Circuito Elétrico

Professor José Paulo Vilela Soares da Cunha

30 de outubro de 2023

Identificação

UERJ

Faculdade de Engenharia

Departamento de Eletrônica e Telecomunicações

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Eletrônica

Assunto: Trabalho obrigatório para a disciplina no segundo semestre letivo de 2023.

Turma: 01

Professor: José Paulo Vilela Soares da Cunha

E-mails: jpaulo@uerj.br e jpaulo@ieee.org

Homepage: <http://www.lee.uerj.br/~jpaulo/controle-computador.html>

Resumo

Este texto estabelece as diretrizes para a execução de um trabalho para a disciplina Controle por Computador em que os alunos devem desenvolver um controlador para um circuito elétrico. O algoritmo de controle será codificado num microcontrolador. O relatório final sobre o trabalho deverá apresentar uma introdução teórica, descrever aspectos práticos e avaliar resultados analíticos, de simulação e experimentais.

1 Introdução

O objetivo deste trabalho é estimular os alunos na aplicação de técnicas de controle por computador a sistemas reais.

2 Etapas do Trabalho

As principais etapas deste trabalho, que deverão ser documentadas no Relatório Final, são relacionadas a seguir:

1. Sintetizar um circuito elétrico de segunda ordem ou superior.
2. Modelar a dinâmica do circuito elétrico selecionado pelo grupo.
3. Escrever a equação de estado da dinâmica na forma matricial.
4. Obter a função de transferência do circuito elétrico.
5. Simular a resposta transitória do circuito elétrico em malha aberta e compará-la ao comportamento esperado do sistema real para validar a modelagem desenvolvida.
6. Desenvolver a função de transferência do sistema em tempo discreto a partir daquela obtida no item 4, tendo em vista o projeto do sistema de controle por computador a ser realizado no item 9.
7. Estabelecer os objetivos de controle a serem atingidos.
8. Estabelecer e quantificar critérios de desempenho para o sistema de controle em malha fechada (vide o Capítulo 5 de (Ogata 2003) ou (Ogata 2010)).
9. Projetar um controlador em tempo discreto para o circuito elétrico, tendo em vista atingir os objetivos de controle definidos no item 7 e os critérios estabelecidos no item 8. Neste projeto deve ser usada a função de transferência do circuito elétrico

com sinais em tempo discreto que foi desenvolvida no item 6. Nesta etapa, deve ser selecionado o período de amostragem.

10. Simular o sistema de controle em malha fechada.
11. Selecionar um microcontrolador adequado a este sistema de controle. Sugere-se o [Arduino](#), que é apresentado no livro introdutório (Banzi 2011).
12. Conectar o servomecanismo ao microcontrolador.
13. Codificar este controlador na linguagem de programação do microcontrolador.
14. Testar experimentalmente o sistema de controle.
15. Ao final do trabalho, fazer uma avaliação comparativa dos resultados teóricos, de simulação e experimentais.

3 Observações Gerais sobre o Trabalho

As observações gerais sobre este trabalho são as seguintes (**leia com atenção**):

1. Este trabalho é obrigatório para todos os alunos da turma 01 de Controle por Computador.
2. Poderá ser realizado em grupo de no máximo três alunos.
3. Cada circuito elétrico poderá ser escolhido por apenas um grupo.
4. O grau do trabalho será atribuído conforme a avaliação feita pelo professor.
5. Na avaliação do trabalho serão considerados o seu conteúdo, os resultados analíticos, os resultados de simulação, os resultados experimentais, o desempenho do controlador desenvolvido, a criatividade dos alunos, a clareza da apresentação, etc. O Professor poderá fazer uma arguição a cada aluno integrante de um mesmo grupo, resultando em graus diferentes para cada um dos alunos.
6. As orientações contidas neste roteiro e na referência ([Cunha 1997](#)) deverão ser seguidas para a elaboração do relatório.
7. O relatório poderá ser manuscrito ou datilografado. A qualidade da apresentação será avaliada.
8. O Relatório Final deverá documentar todo o projeto e será o principal meio de avaliação dos resultados alcançados.

4 Sugestões Adicionais

1. Este trabalho possui uma parte experimental bastante significativa. Para possibilitar que as dificuldades experimentais sejam contornadas a tempo, deve-se evitar que toda a parte experimental seja executada no final do prazo. É conveniente que os alunos tenham contato com o microcontrolador e o circuito elétrico reais ainda no início do trabalho.
2. Sugere-se simular o efeito de aproximações e simplificações importantes a fim de corrigir o projeto do controlador antes de aplicá-lo ao circuito elétrico real. Os principais fenômenos a serem avaliados são:
 - (a) Limitações de correntes e tensões de entrada e saída do microcontrolador, o que pode acarretar, por exemplo, a saturação do sinal de controle;
 - (b) Ruídos de medição.
3. O desempenho do sistema de controle depende das especificações estabelecidas no projeto e do período de amostragem utilizado no controle. Sugere-se tentar várias combinações de especificações para compará-las e, então, selecionar a mais conveniente. Franklin, Powell & Workman (1990, Capítulo 10) apresentam de forma bastante profunda a seleção do período de amostragem.
4. Sugere-se adotar os livros (Banzi 2011) ou (Ordonez, Penteadó & Silva 2006) para a realização das etapas do trabalho que aplicam o microcontrolador. Åström & Wittenmark (2011) apresentam diversos aspectos sobre a implementação de controladores digitais, em especial no Capítulo 9.
5. Durante todo o desenvolvimento os alunos devem consultar seu professor e/ou outros professores para orientar o trabalho.

5 Conclusão

Descreveu-se um trabalho de execução obrigatória para compor a avaliação desta turma. A orientação aqui apresentada é fundamental para o bom desenvolvimento do trabalho.

A criatividade será um aspecto bastante valorizado na avaliação deste trabalho.

Referências

- Åström, K. J. & Wittenmark, B. (2011). *Computer–Controlled Systems: Theory and Design*, 3rd edn, Dover Publications.
- Banzi, M. (2011). *Primeiros Passos com o Arduino*, 1^a edn, Novatec Editora Ltda.
- Cunha, J. P. V. S. (1997). Orientação para melhorar a elaboração de relatórios técnicos no ensino de engenharia, *Anais do III Encontro de Professores de Engenharia da UERJ*, Rio de Janeiro, pp. 110–114.
- Franklin, G. F., Powell, J. D. & Workman, M. L. (1990). *Digital Control of Dynamic Systems*, 2nd edn, Addison-Wesley.
- Ogata, K. (2003). *Engenharia de Controle Moderno*, 4^a edn, Pearson Brasil.
- Ogata, K. (2010). *Engenharia de Controle Moderno*, 5^a edn, Pearson Brasil.
- Ordonez, E. D. M., Penteado, C. G. & Silva, A. C. R. (2006). *Microcontroladores e FPGAs: Aplicações em Automação*, Novatec Editora Ltda.