

Trabalho da Disciplina Controle por Computador: Aplicação de um Microcontrolador num Conversor CC–CC

Professor José Paulo Vilela Soares da Cunha

10 de outubro de 2024

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 2024.

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 conversor CC-CC. 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. Escolher um conversor CC-CC (Mohan, Undeland & Robbins 2003) de segunda ordem ou superior, ou seja, com pelo menos dois elementos armazenadores de energia.
2. Modelar a dinâmica do conversor CC-CC selecionado pelo grupo.
3. Escrever a equação de estado da dinâmica linearizada na forma matricial (Kassakian, Schlecht & Verghese 1991).
4. Obter a função de transferência do conversor CC-CC.
5. Simular a resposta transitória do conversor CC-CC 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 conversor CC-CC, 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 conversor CC-CC 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 conversor CC-CC 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 conversor CC-CC 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 conversor CC-CC 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.
- Kassakian, J. G., Schlecht, M. F. & Verghese, G. C. (1991). *Principles of Power Electronics*, Addison-Wesley.
- Mohan, N., Undeland, T. M. & Robbins, W. P. (2003). *Power Electronics: converters, applications, and design*, 3rd edn, John Wiley & Sons.
- 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., Penteadó, C. G. & Silva, A. C. R. (2006). *Microcontroladores e FPGAs: Aplicações em Automação*, Novatec Editora Ltda.