



INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Departamento de Engenharia Electrotécnica

Curso de Engenharia Electrotécnica

Handwritten signature

DISCIPLINA DE CONTROLO AUTOMÁTICO

3º Ano -

Regime: Semestral (1º)

Ano Lectivo: 2003/2004

Carga Horária: 2T + 2P

Docente: Prof. Adjunto Gabriel Pires

OBJECTIVOS:

A disciplina de Automação e Controlo visa o ensino de metodologias de análise e projecto direccionadas para o controlo clássico em sistemas lineares SISO. Numa primeira fase, a disciplina deverá fornecer ao aluno conhecimentos para modelação de sistemas mecânicos, eléctricos, de nível de líquido, etc.. De seguida, deverá fornecer métodos de análise e desempenho de estabilidade absoluta, estabilidade relativa, sensibilidade, robustez, baseando-se em análise temporal, análise em frequência, método de Evans entre outros. Por fim, serão abordadas questões de projecto, implementação e sintonização de controladores PID, e compensação em atraso/avanço.

Em termos práticos, no final do semestre espera-se que o aluno esteja apto a desenvolver, por exemplo, servo-mecanismos de posição, desde a modelação, à construção mecânica, actuação, leitura de sensores e concepção do controlador.

Esta disciplina de iniciação ao controlo terá sequência nas disciplinas de Controlo Digital e Controlo Inteligente.

PROGRAMA:

1. Introdução:

- 1.1. Breve introdução aos sistemas de controlo;
- 1.2. Sistemas em malha aberta e malha fechada
- 1.3. Diagramas de blocos
- 1.4. Perturbações

2. Modelos matemáticos de sistemas físicos

- 2.1. Sistemas eléctricos
- 2.2. Sistemas mecânicos de translação
- 2.3. Sistemas mecânicos de rotação
- 2.4. Motor DC em sistemas de controlo
 - 2.4.1. Modelos matemáticos
 - 2.4.2. Curvas torque-velocidade
- 2.5. Engrenagens e backlash
- 2.6. Servo-mecanismos



- 2.7. Sensores e codificadores em sistemas de controlo: potenciómetros, codificadores, tacómetros
- 2.8. AMPOPs

3. Análise temporal em malha aberta e malha fechada:

- 3.1. Sistemas de 1ª e 2ª ordem
- 3.2. Resposta transitória
- 3.3. Análise de erros em regime permanente
- 3.4. Análise de estabilidade relativa
- 3.5. Critério de Routh para análise de estabilidade
- 3.6. Efeito da adição de pólos e zeros
- 3.7. Pólos dominantes em funções de transferência
- 3.8. Aproximação de sistemas de ordem superior a sistemas de ordem inferior

4. Análise de sistemas de controlo

- 4.1. Critérios de projecto
- 4.2. Método do lugar das raízes
- 4.3. Métodos no domínio da frequência – representação gráfica de funções de transferência sinusoidais (diagrama de Bode e traçado polar)
 - 4.3.1. Frequência e pico de ressonância e largura de banda de sistemas de 2ª ordem
 - 4.3.2. Critérios de estabilidade
 - 4.3.3. Efeito da adição de pólos e zeros

5. Projecto de sistemas de controlo

- 5.1. Controlo PID
 - 5.1.1. Acções de controlo proporcional (P), proporcional-derivativo (PD) e proporcional-integral-derivativo (PID)
 - 5.1.2. Sintonização de controladores PID
 - 5.1.2.1. Método de Ziegler-Nichols em malha aberta
 - 5.1.2.2. Método de Ziegler-Nichols em malha fechada
 - 5.1.2.3. Método de colocação de pólos
 - 5.1.2.4. Método experimental
- 5.2. Compensação em avanço-atraso

COMPONENTE PRÁTICA

Nas aulas práticas são realizadas experiências laboratoriais com kits didácticos, complementadas com a resolução de problemas e realização de simulações em ambiente MATLAB/SIMULINK.



Fichas de Exercícios

Ficha 1: Comandos de controlo em Matlab.

Ficha 2: Modelação matemática de sistemas eléctricos e sistemas mecânicos de translação.

Ficha 3: Engrenagens e sistemas mecânicos de rotação. Motor DC controlado por tensão de armadura. Motor DC controlado por tensão de campo. Servo-mecanismos.

Ficha 4: Critério de estabilidade de Routh.

Ficha 5: Análise da resposta transitória de sistemas de 2ª ordem.

Ficha 6: Análise de erros em regime estacionário.

Ficha 7: Modelação e controlo de sistema de nível líquido.

Ficha 8: Lugar das raízes.

Ficha 9: Diagramas de Bode. Projecto baseado em análise de frequência.

Ficha 10: Controlo PID. Sintonização.

Projectos Finais

Projecto 1: Projecto de um servo-mecanismo de posição (escolha de motores, engrenagens, modelização matemática e controlo).

Projecto 2: Controlo de um motor DC existente no laboratório cujo modelo matemático é desconhecido.

MÉTODO DE AVALIAÇÃO:

A avaliação consta de duas componentes: uma prova escrita (frequência e exame) com um peso de 75% na nota final e uma avaliação prática com peso de 25% que consiste na avaliação de relatórios de trabalhos práticos realizados por grupos de alunos. Para aprovação na disciplina o aluno tem de obter uma classificação na prova escrita superior ou igual a **8 em 20 valores** e tem de obter a classificação mínima de **9.5 em 20 valores** nos trabalhos práticos. Para aprovação na disciplina os alunos terão ainda de assistir a um mínimo de 2/3 das aulas práticas / teorico-práticas. A(s) data(s) limite de entrega dos trabalhos práticos será combinada entre alunos e docentes no início do semestre lectivo.

Os alunos com estatuto de trabalhadores estudantes terão de satisfazer os mesmos critérios de avaliação que os alunos ordinários, sendo-lhes no entanto dada a possibilidade de realizarem os trabalhos laboratoriais fora do horário normal, em moldes a combinar com os docentes no início do Semestre. É-lhes também retirada a obrigatoriedade de assistir a 2/3 das aulas práticas / teorico-práticas.



INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Departamento de Engenharia Electrotécnica

Curso de Engenharia Electrotécnica

BIBLIOGRAFIA:

Livro de Referência

k. Ogata, "Modern Control Engineering", 3ª Edição, Prentice-Hall, 1997.

Bibliografia alternativa

Benjamin C. Kuo, "Automatic Control Systems", 7ª Edição, Wiley, 1995.

G. Franklin, D. Powell, A. Emani-Naeini, "Feedback Control of Dynamic Systems", 3ª Edição, Addison-Wesley, 1994.

G. Franklin, D. Powell, M. Workman, "Digital Control of Dynamic Systems", 3ª Edição, Addison-Wesley, 1998.

Tutorial

Control Tutorial for Matlab: <http://www.engin.umich.edu/group/ctm/>

Livros com aplicações de controlo em Matlab

K. Ogata, "Solving Control Engineering Problems with Matlab", Prentice-Hall.

J. B. Dabney and T. Harman, "Mastering SIMULINK 2", Prentice-hall, MATLAB Curriculum Series, 1998.

Outros livros de controlo clássico existentes na biblioteca

W. Bolton, "Engenharia de Controle", Makron Books (Ed. Brasileira), 1995.

D. Coughanowr, "Process Systems Analysis and Control", Second Edition, MacGraw-Hill, 1991 (1ª edição 1965).

William J. Palm III, "Control System Engineering", John Wiley & Sons, 1986.

Joseph J. Distefano, A. Stubberud, I. Williams, "Sistemas de Retroação e Controle", McGraw-Hill, 1964.

Gabriel Pires