

**Unidade Curricular:** **CONTROLO**

**Curso:** Engenharia Electrotécnica e de Computadores

**Ano:** 3º / Ramo de Automação Industrial e Ramo de Energia **Regime:** Semestral (5º)

**Ano Lectivo:** 2008/2009

**Carga Horária Total:** 162 horas

**Horas de Contacto:** T:28; TP:14; PL:14; OT:5; O:2

**Créditos:** 6 ECTS

**Área:** Automação e Controlo

**Docente:** *Professor Adjunto Paulo Manuel Machado Coelho*

### Objectivos

Os objectivos desta disciplina são: permitir conhecimentos sobre as várias estruturas dos sistemas de controlo automático, permitindo desenvolver competências no projecto de sistemas de controlo clássicos, assumindo processos lineares ou linearizáveis e invariantes no tempo, e na análise de estabilidade e de desempenho.

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

### PROGRAMA:

1. **Introdução:** Breve introdução aos sistemas de controlo automático. Controlo por realimentação e controlo directo (feedforward). Controlo em cascata / mestre-escravo. Sensores e codificadores em sistemas de controlo: potenciómetros, codificadores, tacómetros. Revisão Diagrama de Blocos.
2. **Modelos matemáticos de sistemas físicos:** Revisão aos Sistemas mecânicos de translação e aos sistemas mecânicos de rotação. Motor DC em sistemas de controlo ( Modelos matemáticos; Curvas torque-velocidade). Engrenagens e backlash. Servo-mecanismos
3. **Análise temporal em malha aberta e malha fechada:** Análise de estabilidade relativa. Critério de Routh. Efeito da adição de pólos e zeros. Pólos dominantes em funções de transferência. Aproximação de sistemas de ordem superior a sistemas de ordem inferior. Estabilidade de Nyquist: Análise através do Diagrama de Nyquist.
4. **Análise de sistemas de controlo:** Critérios de projecto. Análise de erros em regime estacionário. Método do lugar das raízes. Métodos no domínio da frequência – representação gráfica de funções de transferência sinusoidais (diagrama de Bode e traçado polar): Frequência e pico de ressonância e largura de banda de sistemas de 2ª ordem; Critérios de estabilidade; Efeito da adição de pólos e zeros.

5. **Projecto de sistemas de controlo clássicos:** Configuração do controlador. *Controlo PID* [Acções de controlo proporcional (P), proporcional-derivativo (PD) e proporcional-integral-derivativo (PID)]; Sintonização de controladores PID (Método de Ziegler-Nichols em malha aberta e em malha fechada; Método de colocação de pólos; Método experimental). *Compensação em avanço-atraso* (Controladores em avanço e controladores em atraso). Análise de perturbações. Projecto de sistemas com várias malhas de realimentação. Projecto no domínio da frequência.
6. **Projecto de sistemas de controlo digitais:** Introdução aos sistemas de controlo digitais. Os conversores A/D e D/A no anel de controlo. Diagramas de blocos de sistema de controlo digitais. Projecto de controladores PID digitais via discretização de PID analógicos: método de emulação.

#### MÉTODO DE AVALIAÇÃO:

- Frequência
- Exame (75%)
- Trabalhos de laboratório (25%)
- Projecto (...%)
- Outro: \_\_\_\_\_

Para aprovação na disciplina o aluno tem de obter uma classificação no exame 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 / teórico-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 o docente no início do semestre. É-lhes também retirada a obrigatoriedade de assistir a 2/3 das aulas práticas/teórico-práticas.

#### BIBLIOGRAFIA:

- [1] **k. Ogata, "Modern Control Engineering", 3ª Edição, Prentice-Hall, 1997**
- [2] Benjamin C. Kuo, "Automatic Control Systems", 7ª Edição, Wiley, 1995.
- [3] **G. Franklin, D. Powell, A. Emani-Naeini, "Feedback Control of Dynamic Systems", 3ª Edição, Addison-Wesley, 1994.**
- [4] G. Franklin, D. Powell, M. Workman, "Digital Control of Dynamic Systems", 3ª Edição, Addison-Wesley, 1998.

*Paulo Manuel Machado Coelho*