



*[Handwritten Signature]*

**INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR**  
**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**  
**Departamento de Engenharia Electrotécnica**  
**Curso de Engenharia Informática**  
**(Opção II: Controlo Digital II)**

Ano: 5º

**Regime:** Semestral (10º)

**Ano Lectivo:** 2004/2005

**Carga Horária:**

- 1 aula teórica (2 horas)
- 1 aula prática (3 horas)

**Docentes:**

**Docente Responsável:** Assistente de 2º Triénio Ana Cristina Barata Pires Lopes

**Parte Teórica:** Assistente de 2º Triénio Ana Cristina Barata Pires Lopes

**Parte Prática:** Assistente de 2º Triénio Ana Cristina Barata Pires Lopes

---

**OBJECTIVOS:**

- Síntese de sistemas lineares de controlo por computador usando técnicas em espaço de estados.
- Síntese de observadores de Kalman e de controlador-observador em espaço de estados.
- Controlo de processos usando MATLAB/SIMULINK.

**Programa Relativo à Parte Teórica:**

1. Revisões
  - a. Controlabilidade, Atingibilidade e Observabilidade:
    - i. Noções, teoremas e aplicabilidade; e
    - ii. Perda de controlabilidade completa.
  - b. Controlo por realimentação das variáveis de estado:
    - i. Fórmula de Ackermann.
2. Projecto em Espaço de Estados (Regulação – Cont.):
  - a. Controlador deadbeat;
  - b. Controlador com Observador de Estado
    - i. Observador Preditor;
    - ii. Observador Corrente.
3. Perturbações e regulação com modelo aumentado:
  - a) Controlador com o modelo aumentado, incluindo o modelo do processo;
  - b) Controlador com o modelo aumentado, incluindo o modelo das perturbações;
  - c) Acção integral.
4. Seguimento:
  - d) Controlador com uma entrada de referência.
5. Processos estocásticos (modelos discretos):
  - a. Noções;
  - b. Propriedades;
  - c. Resposta de sistemas LIT a sinais aleatórios;
  - d. Caracterização de ruído.



**INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR**  
**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**  
**Departamento de Engenharia Electrotécnica**  
**Curso de Engenharia Informática**

6. Controlador com observador de Kalman:
  - a. Filtro de Kalman escalar e filtro de Kalman vectorial;
  - b. Observador implementado com filtro de Kalman.

**Programa Relativo à Parte 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.

1. Controlo de um pêndulo invertido, utilizando um controlador deadbeat e um outro controlador definido pelos alunos, devendo ser utilizada a colocação de pólos e realimentação em espaço de estados.
2. Controlo em espaço de estados de um motor DC, utilizando observadores.
3. Projecto e implementação de um controlador para um motor DC, utilizando um microcontrolador (PIC18F458).
4. Controlo em espaço de estados de um pêndulo invertido utilizando um controlador com um observador de Kalman.

**MÉTODO DE AVALIAÇÃO:**

Parte teórica – 12 Valores (prova escrita)  
Parte prática – 8 Valores (trabalhos laboratoriais)

Mínimos de 50% na parte prática e de 40% na parte teórica. Os alunos com uma nota inferior a 4 Valores na parte laboratorial serão excluídos da avaliação.

Os alunos que não frequentarem pelo menos 2/3 das aulas de laboratório serão excluídos da avaliação.

**Bibliografia:**

- [1] – K. J. Astrom, and H.Wittenmark, "Computer-controlled systems: theory and design", 3ª ed., Prentice-Hall, 1998.
- [2] – K. Ogata, "Discrete-time control systems", Prentice-Hall, 1994
- [3] – R. J. Vaccaro, "Digital Control: A State-Space Approach", McGraw-Hill, 1995.
- [4] – J.B. Dabney, and T.Harman, "Mastering SIMULINK 2", Prentice-Hall, MATLAB Curriculum Series, 1998.

**DOCENTES RESPONSÁVEIS:**

  
(Assistente de 2º Triénio Ana Cristina Barata Pires Lopes)