

Unidade Curricular: SISTEMA DISTRIBUIDOS DE CONTROLO**Curso:** Mestrado em Controlo e Electrónica Industrial**Ano:** 1º**Regime:** Semestral (1º)**Ano Lectivo:** 2010/2011**Carga Horária Total:** 162 horas**Horas de Contacto:** T:28; PL:28; OT:5; O:2**Créditos:** 6 ECTS**Docentes:**

- *Docente Responsável: Prof. Adjunto Manuel Fernando Martins de Barros*
- *Parte Teórica e Práticas: Prof. Adjunto Manuel Fernando Martins de Barros*

ENQUADRAMENTO:

A matéria que integra a disciplina de Sistemas Distribuídos de Controlo embora não sendo, indispensável à formação genérica de Engenheiros Electrotécnicos, pretende fazer a cobertura de uma área cuja importância tem crescido quase exponencialmente nos últimos 10 anos e que hoje pode ser considerada fundamental. O reflexo que tem no desempenho, rentabilidade e modernidade da indústria é, além do mais, considerável. Em resumo, pretende-se dotar os alunos de conhecimentos conducentes a:

- Projecto de sistemas embebidos baseado em microcontroladores (em modo stand-alone).
- Projecto de unidades/módulos para sistemas industriais distribuídos.
- Introdução à teoria de sistemas distribuídos, em particular, sistemas embebidos .

OBJECTIVOS

- O principal objectivo desta unidade curricular é fornecer aos alunos os conceitos e princípios fundamentais dos sistemas distribuídos, dando uma especial atenção à sua aplicação aos sistemas de controlo.
- Explorar e utilizar as técnicas de projecto de sistemas de controlo tendo em vista as restrições colocadas pela dinâmica do sistema a controlar.
- Estudar a arquitectura e os modelos de comunicação de sistemas distribuídos, as redes locais e protocolos de comunicação para controlo e automação.
- Conceber e analisar sistemas de controlo em tempo real utilizando soluções distribuídas baseadas essencialmente em redes CAN BUS, FIP e Ethernet.
- Explorar e utilizar as técnicas de auxílio ao projecto de sistemas de controlo em tempo real baseados em PCs e microcontroladores.
- Estudo e familiarização dos sistemas operativos multi-processo em tempo real.

- Conceber e realizar pequenos projectos que compreendem a análise, programação e teste de sistemas embebidos de controlo utilizando núcleos de tempo-real.

Programa relativo à Parte Teórica:

1) Introdução. Noções e Aplicabilidade de Sistemas Industriais Distribuídos.

- a) Organização da disciplina;
- b) Métodos de Avaliação;

2) Arquitectura dos sistemas embebidos

- a) Plataformas de hardware;
- b) Desenvolvimento de sistema de controlo por microcontrolador;
- c) Executivos multitarefa tempo-real em sistemas embebidos.

3) Sistemas de controlo

- a) Elementos dum sistema de controlo;
- b) Introdução aos sistemas de controlo em tempo real;
- c) Os modernos sistemas de controlo e instrumentação,
- d) Software de sistemas de controlo;
- e) Hardware de sistemas de controlo;

4) Conceitos e Propriedades de Sistemas Tempo Real e Sistemas Distribuídos

- a) Definição, classificação e características dos Sistemas Distribuídos.
- b) Definição, classificação e características dum STR
- c) Políticas de escalonamento e Análise de Escalonabilidade com prioridades fixas e dinâmicas;
- d) Linguagens de programação de tempo real;

5) Redes de Comunicação em Sistemas Distribuídos

- a) Conceitos Básicos sobre Barramentos de Campo
- b) Arquitectura de rede;
- c) Barramentos de campo à luz do modelo OSI;
- d) Classificação dos Métodos de Acesso;

6) Redes de Comunicação em Sistemas Distribuídos

- a) Redes dedicadas. Barramentos de campo;
 - i) O protocolo CAN-Controller Area Network.
 - ii) WorldFIP
 - iii) Profibus.
- b) Rede Ethernet. Breve descrição
 - i) Norma IEEE
 - ii) Aplicação a sistemas distribuídos e de tempo real.
 - iii) Protocolos existentes para sistemas distribuídos

7) Redes Casos de Estudo: O barramento CAN e o barramento FIP

- a) O protocolo.
- b) Soluções de implementação.
- c) A camada física.
- d) Soluções mais divulgadas para a camada aplicação.

8) Sistemas distribuídos de tempo-real: Tópicos Fundamentais

- a) Comunicação em tempo-real;
- b) Sincronização;
- c) Modelos de Cooperação;
- d) Comunicação Event-Trigger Vs Time-Trigger;
- d) Escalonamento das mensagens.
- e) Tolerância a falhas em sistemas distribuídos.
- f) Detecção de erros;

Programa relativo à Parte Prática:

- Como a experiência dos alunos em projecto de sistemas baseados em microcontrolador é normalmente escassa, planeia-se numa primeira fase a sedimentação de conhecimentos e aquisição de experiência prática, desenvolvendo uma aplicação de controlo baseada num sistema embebido.

- O recurso a microcontroladores em detrimento dos sistemas de microprocessadores é devido às questões de continuidade dos restantes trabalhos e também pelo facto, de esses elementos serem dominantes nas aplicações em redes industriais. Os conhecimentos da arquitectura interna do microcontrolador e da respectiva programação facilitam a implementação de programas (drivers) para produção e consumo de informação sobre o um barramento de campo ("fieldbus") standard, p.e., CAN ou RS485 que constitui o objecto do 2º trabalho.

- A reunião dos dois primeiros trabalhos resulta num projecto de uma unidade de uma rede industrial. Aqui os alunos constroem uma unidade de uma rede industrial que disponha de interface CAN/RS485 ou outra. O objectivo é desenvolver a ligação entre as comunicações e um programa de aplicação ainda que simples.

- Por último, introduzir no sistema implementado uma aplicação de supervisão e controlo (SCADA). Neste ponto deve-se explorar as capacidades da aplicação "Easy SCADA", nomeadamente, o estudo dos recursos básicos do Eclipse SCADA, mostrando a criação de uma aplicação, a configuração de um driver de comunicação, criação de objectos dinâmicos no monitor e a execução da aplicação.

Na persecução destes objectivos, várias vários conceitos podem ser inseridos ao projecto de uma unidade de uma rede industrial, tais como, a utilização de núcleos de tempo real em microcontroladores e a exploração de ferramentas CAD de projectos de sistema de comunicação.

Método de Avaliação:

A avaliação de conhecimentos consistirá nas seguintes componentes:

- Avaliação contínua:
 - (40%) - 3 Trabalhos de grupo (2 ou 3 elementos) composto por várias componentes a desenvolver essencialmente nas aulas práticas;
 - (20%) – Apresentação oral (\pm 30m) individual ou em grupo do projecto (Powerpoint).
 - (20%) – Relatório escrito sobre o projecto desenvolvido (formato doc).
 - (20%) – Avaliação escrita definidas na época de exames.
- a) A data de entrega destes elementos de avaliação termina no último de aulas.
- b) O aluno nesta opção é aprovado se obtiver apreciação favorável superior a 50% nos três primeiros pontos referidos acima;
- c) Os pontos sem apreciação favorável podem ser melhorados (para aprovação ou melhoria) nas épocas definidas pelo regulamento geral de exames (4º ponto).
- d) O quarto ponto é opcional, o aluno pode optar por ser avaliado só nos 3 primeiros pontos.

- Os alunos têm acesso ao laboratório, exceptuando nas horas em que o laboratório se encontra ocupado com aulas.

- **E-learning:** Os enunciados dos trabalhos de grupo, apresentações individuais, relatório escrito, slides das aulas teóricas e outros recursos pedagógicos adicionais estão disponíveis *online* na plataforma de e-learning do IPT. Procurar em "Escola Superior de Tecnologia de Tomar" – "Licenciaturas"-"Engenharia Electrotécnica e de Computadores"-"Sistemas Digitais", ou então "click" directamente em:

<http://www.e-learning.ipt.pt/course/category.php?id=78>

ou na plataforma Fenix:

<https://fenix.estt.ipt.pt/3002> (não está disponível ainda)

BIBLIOGRAFIA:

- [0] – Sebenta do docente, "Sistemas Distribuídos de Controlo" - 2009
- [1] - Dogan Ibrahim, "Advanced PIC Microcontroller Projects in C" , Elsevier 2008
- [2] - Deon Reynders, Steve Mackay, "Practical Industrial Data Communications – Best Practice Techniques", Elsevier 2005
- [3] - "Practical Distributed Control Systems (DCS) for Engineers and Technicians" - IDC Technologies
- [4] - Kopetz, H. (1997). Real-Time Systems Design Principles for Distributed Embedded Applications. Kluwer Academic Publishers.
- [5] - Buttazzo, G.C. (2004). Hard Real-Time Computing Systems (2nd ed.). Springer
- [6] - Bennett, Stuart, Real-Time Computer Control: An Introduction, 2ª Ed., Prentice-Hall, 1994
- [7] - Douglass, Bruce P., Doing Hard Time: Developing Real-Time Systems with UML, Objects, Frameworks and Patterns (with CD-Rom), Addison Wesley professional, 1999
- [8] - Laplante, Phillip A., Real-Time Systems Design and Analysis – An Engineer's Handbook, 2ª Ed., IEEE Press, 1997
- [9] - Shaw, Alan C., Real-Time Systems and Software, John Wiley and Sons, 2001

O Docente Responsável:

(Prof. Adjunto Manuel Fernando Martins de Barros, PhD)