

**Mestrado em Engenharia Eletrotécnica**

Mestrado, 2º Ciclo

Plano: Despacho n.º 8500/2020 - 03/09/2020

**Ficha da Unidade Curricular: Sistemas Distribuídos de Controlo**

ECTS: 6; Horas - Totais: 162.0, Contacto e Tipologia, T:28.0; PL:28.0; OT:5.0; O:2.0;

Ano | Semestre: 1 | S1

Tipo: Obrigatória; Interação: Presencial; Código: 37783

Área Científica: Sinais, Controlo e Automação

**Docente Responsável**

Manuel Fernando Martins de Barros

Professor Adjunto

**Docente(s)**

Manuel Fernando Martins de Barros

Professor Adjunto

**Objetivos de Aprendizagem**

Estudar os conceitos fundamentais dos Sistemas Distribuídos (DCS), dando ênfase às tecnologias de controlo digital. Conhecer a arquitetura, os modelos e protocolos de comunicação DCS, os barramentos de campo e sistemas SCADA. Introdução às Redes de Sensores Sem Fios (IOT) e Sistemas de Tempo Real.

**Objetivos de Aprendizagem (detalhado)**

Estudar e compreender os conceitos fundamentais dos Sistemas Distribuídos (DCS), dando uma especial ênfase à sua aplicação aos sistemas de controlo digital. Conhecer a arquitetura, os modelos de comunicação e as tecnologias de comunicação digital DCS, os principais protocolos de comunicação, os barramentos de campo (FieldBus) e os sistemas SCADA. Introdução às redes de sensores sem fios e Internet da Coisas (IoT) para ambientes industriais como IEEE 802.15.4, ZigBee, WirelessHart e o ISA100. Introdução aos Sistemas de Controlo em Tempo Real. Estudo e análise dos aspetos específicos dos sistemas de tempo real aplicado aos sistemas embebidos.

**Conteúdos Programáticos**

- 1) Introdução
- 2) Arquitetura dos sistemas embebidos (SE)
- 3) Sistemas de Controlo Distribuído (DCS) e Sistemas SCADA em ambientes Industriais
- 4) Modelos e Redes de Comunicação para Sistemas DCS & SCADA & FieldBus
- 5) Redes de Sensores sem fios (WSN) e Internet das Coisa (IoT) para ambientes industriais.
- 6) Sistemas de tempo-real (STR)

### **Conteúdos Programáticos (detalhado)**

#### 1) Introdução.

- Apresentação do Programa, Avaliação e Organização da disciplina;
- Breve introdução aos Sistemas Embebidos (SE);
- Elementos de um Sistema Distribuído de Controlo Industrial (DCS);
- Breve visão dos sistemas de controlo em tempo real (RTS);
- Apresentação de projetos SDC de anos anteriores

#### 2) Arquitetura dos sistemas embebidos

- Plataformas de hardware (AVR, PICs);
- Microprocessador de um ou vários núcleos, organização, mecanismo de interrupções, unidade E/S, memórias e registos.
- Desenvolvimento de sistema de controlo por microcontrolador;
- Executivos multitarefa de tempo-real em sistemas embebidos.

#### 3) Sistemas de Controlo Distribuído (DCS) e Sistemas SCADA em ambientes Industriais

- Elementos dum sistema de controlo Industrial;
- Os modernos sistemas de controlo e instrumentação;
- Interfaces Homem-Máquina; Interfaces entre computador e processos;
- Hardware e Software de sistemas de controlo;
- Evolução dos Sistemas de controlo distribuído (DCS);
- Descrição geral de um sistema DCS;
- Características chave de sistema SCADA;
- Requisitos típicos de um sistema RTU;
- Software SCADA;

#### 4) Modelos e Redes de Comunicação para Sistemas DCS & SCADA & FieldBus

- Conceitos Básicos sobre comunicações, redes dedicadas e Barramentos de Campo;
- Arquitecturas de redes;
- Barramentos de campo à luz do modelo OSI;
- Classificação dos Métodos de Acesso;
- Rede Ethernet. Breve descrição
- O protocolo Modbus; Hart;
- Aplicações Típicas DCS & SCADA
- Funções de um sistema Fieldbus;
- Arquitetura e componentes principais;
- Caso de estudo: CAN-Controller Area Network, soluções de implementação, camada física e

soluções mais divulgadas para a camada aplicação.

- Classificação do Fieldbus:

A- Soluções Não-Baseadas no protocolo Ethernet:

- Modbus, HART, FOUNDATION Fieldbus (FF) H1, PROFIBUS DP and PA, DeviceNet, AS-i;

B- Soluções Baseadas no protocolo Ethernet:

- Ethernet, TCP/IP, and industrial Ethernet, PROFINET, EtherNet/IP, Modbus TCP, FF HSE

5) Redes de Sensores sem fios (WSN) e Internet das Coisa (IoT) para ambientes industriais.

- Breve visão de uma rede de sensores sem fios.

- Arquitetura do sistemas WSN

- Sistemas Operativos para WSN: Estudo comparativo

- Internet das Coisa (IoT) para ambientes industriais.

- Exemplos de aplicações.

6) Sistemas de tempo-real (STR)

- Definição, classificação e características dum STR

- Políticas de escalonamento;

- Análise de Escalonabilidade - com prioridades fixas e com prioridades dinâmicas;

- Controlo de Tarefas, secção críticas, interrupções, Filas de mensagens, Semáforos;

- Comunicação em tempo-real; Comunicação Event-Trigger Vs Time-Trigger;

- Linguagens de programação de tempo real;

### **Metodologias de avaliação**

Trabalhos laboratoriais (50%);

Demonstração do projeto final (30%);

Relatório final de projeto (20%)

### **Software utilizado em aula**

Ferramentas gratuitas:

- SCADABR ([www.scadabr.com.br/](http://www.scadabr.com.br/))

- Eagle ([www.cadsoftusa.com](http://www.cadsoftusa.com))

- Arduino IDE

- Atmel Studio ([www.atmel.com/microsite/atmel\\_studio6/](http://www.atmel.com/microsite/atmel_studio6/))

- Visual Studio ([www.visualstudio.com/](http://www.visualstudio.com/))

- Times Tool ([www.timestool.com/](http://www.timestool.com/))

### **Estágio**

Não aplicável.

### **Bibliografia recomendada**

- Technologies, I. (2004). *Practical Distributed Control Systems (DCS) for Engineers and Technicians* (Vol. 1). (pp. 1-623). 6.1, IDC Technologies. [www.idc-online.com](http://www.idc-online.com)

- Mahalik, N. (2003). *Fieldbus Technology, Industrial network Standards for realtime distributed*

*control* (Vol. 1).. 2003, Springer. Springer online  
- Margolis, M. (2011). *Arduino Cookbook* (Vol. 1).. 2, OReilly Media. OReilly Media online  
- Barros, M. (0). *Sebenta e Slides de - Sistemas Distribuídos de Controlo (in PT)* Acedido em 24 de setembro de 2015 em <http://www.e-learning.ipt.pt/course/view.php?id=1020>

### **Coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos**

Os conteúdos programáticos definidos cobrem um largo espectro do conhecimento e do domínio das engenharias e permitem aos alunos ter a capacidade de dominar os conceitos e os instrumentos básicos de Sistemas de Controlo Distribuídos. Serão apresentadas as ferramentas essenciais, para o aluno projetar, simular e implementar sistemas avançados de controlo distribuídos usando sistemas embebidos e um sistema de comunicação muito popular na indústria automóvel. Privilegiou-se uma abordagem mais orientada para a prática, na medida em que nos parece ser esta a formula que mantém os estudantes mais motivados.

### **Metodologias de ensino**

Aulas teóricas expositivas  
Aulas de resolução de problemas  
Aulas práticas laboratoriais

### **Coerência das metodologias de ensino com os objetivos**

A base de estudo da disciplina de SDC envolve o cruzamento de vários domínios do conhecimento científico. A este nível de estudos, privilegiou-se, uma metodologia mais orientada para a demonstração de conceitos teóricos e da ilustração de aplicações práticas, na medida em que nos parece ser esta a formula que mantém os estudantes mais motivados. Nas aulas teórico-práticas será feito um acompanhamento aos alunos, através do esclarecimento de dúvidas, da resolução de exercícios e da orientação de trabalhos práticos laboratoriais que ilustram de uma maneira objetiva as matérias descritas nos objetivos da unidade curricular. A aplicação desta metodologia pedagógica em cada módulo abordado visa desenvolver no aluno as competências que o permitam pesquisar e interpretar informação de forma autónoma e desenvolver as capacidades de reflexão e autocrítica na avaliação dos problemas que lhe são propostos. No final o mini-projecto proposto pelo professor ou por um grupo de alunos, permitirá ao aluno aplicar os conhecimentos adquiridos e desenvolver a sua capacidade de comunicação, num ambiente de trabalho de equipa e de partilha de conhecimentos.

### **Língua de ensino**

Português

### **Pré-requisitos**

Não aplicável.

### **Programas Opcionais recomendados**

Não aplicável.

### Observações

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:

- 4 - Garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos;
- 8 - Promover o crescimento económico inclusivo e sustentável, o emprego pleno e produtivo e o trabalho digno para todos;
- 9 - Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;
- 13 - Adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos;
- 15 - Proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, travar e reverter a degradação dos solos e travar a perda de biodiversidade;

---

Docente responsável

**Manuel  
Barros**

Assinado de forma  
digital por Manuel  
Barros  
Dados: 2022.10.15  
18:52:06 +01'00'

