
1. Designação da unidade curricular

[4513] Sistemas de Supervisão Industrial / Industrial Supervision Systems

2. Sigla da área científica em que se insere

CS

3. Duração

Unidade Curricular Semestral

4. Horas de trabalho

135h 00m

5. Horas de contacto

Total: 45h 00m das quais TP: 45h 00m

6. % Horas de contacto a distância

Sem horas de contacto à distância

7. ECTS

5

8. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular

[1418] Mário José Gonçalves Cavaco Mendes | Horas Previstas: N/D

9. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular

Não existem docentes definidos para esta unidade curricular

10. Objetivos de aprendizagem e a sua compatibilidade com o método de ensino (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes).

Esta unidade curricular visa dotar os estudantes de conhecimentos sobre supervisão e monitorização de processos industriais, abordando tecnologias como SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), IIoT (Industrial Internet of Things) e Digital Twins. Os alunos desenvolverão competências/aptidões na integração de sistemas de automação, redes industriais e cibersegurança, capacitando-os para a implementação e gestão de sistemas de supervisão em ambientes reais. A metodologia de ensino combina exposição teórica com laboratórios práticos e seminários de empresas, permitindo a aplicação de conceitos em projetos reais e simulados. Assim, os estudantes desenvolverão competências na programação de PLCs (Programmable Logic Controllers), criação de HMI (Human Machine Interfaces) e análise de dados industriais para diagnóstico de falhas. O alinhamento com as exigências da Indústria 4.0/5.0 assegura uma formação atualizada e relevante para o mercado de trabalho.

10. Intended Learning objectives and their compatibility with the teaching method (knowledge, skills and competences by the students).

This curricular unit aims to provide students with knowledge on the supervision and monitoring of industrial processes, covering technologies such as SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), IIoT (Industrial Internet of Things) and Digital Twins. Students will develop competences/skills in the integration of automation systems, industrial networks and cybersecurity, enabling them to implement and manage supervisory systems in real environments. The teaching methodology combines theoretical exposition with practical laboratories and company seminars, allowing concepts to be applied to real and simulated projects. Students will thus develop skills in programming PLCs (Programmable Logic Controllers), creating HMI (Human Machine Interfaces) and analysing industrial data for fault diagnosis. Alignment with the demands of Industry 4.0/5.0 ensures up-to-date and relevant training for the labour market.

11. Conteúdos programáticos

1. Introdução aos Sistemas de Supervisão Industrial: Conceitos de supervisão e monitorização de processos; Diferença entre supervisão, controlo e automação; Indústria 4.0/5.0. Exemplos.
2. Arquitetura de Sistemas de Supervisão e Controlo: Estrutura de um SCADA; Níveis de Integração de sistemas SCADA; Controladores Lógicos Programáveis (PLC); Linguagens de programação de PLC; Interfaces Homem-Máquina (HMI); Sistemas DCS (Decentralized Control Systems).
3. Redes Industriais: Introdução às redes industriais: Protocolos; IIoT; Comunicação entre máquinas (M2M).
4. Monitorização e Diagnóstico de Falhas: Diagnóstico de falhas em processos industriais; Estratégias de recuperação de falhas; Big Data e Inteligência Artificial na supervisão industrial.
5. Cibersegurança industrial: Segurança em sistemas SCADA; Normas de cibersegurança na indústria;
6. Aplicações Práticas: Implementação de sistemas de supervisão; Digital Twins; Comissionamento virtual de máquinas.

11. Syllabus

1. Introduction to Industrial Supervision Systems: Concepts of process supervision and monitoring; Difference between supervision, control and automation; Industry 4.0/5.0. Examples.
2. Supervision and Control Systems Architecture: SCADA structure; SCADA system integration levels; Programmable Logic Controllers (PLC); PLC programming languages; Human Machine Interfaces (HMI); DCS systems (Decentralised Control Systems).
3. Industrial networks: Introduction to industrial networks: Protocols; IIoT; Communication between machines (M2M).
4. Monitoring and fault diagnosis: Fault diagnosis in industrial processes; Fault recovery strategies; Big Data and Artificial Intelligence in industrial supervision.
5. Industrial cybersecurity: Security in SCADA systems; Cybersecurity standards in industry.
6. Practical applications: Implementation of supervisory systems; Digital Twins; Virtual commissioning of machines.

12. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Os conteúdos programáticos desta unidade curricular estão estruturados de forma a garantir a aquisição dos conhecimentos, aptidões e competências definidos nos objetivos de aprendizagem. A introdução aos conceitos de supervisão e automação estabelece a base teórica necessária para a compreensão dos sistemas SCADA. A abordagem à arquitetura e componentes dos sistemas de supervisão, incluindo PLCs, HMI e redes industriais, permite o desenvolvimento de aptidões técnicas fundamentais. Além disso, a ênfase na monitorização, diagnóstico de falhas e cibersegurança assegura que os estudantes adquiram competências essenciais para a supervisão/controlo seguro e eficiente de processos industriais. A aplicação prática dos conceitos, por meio de simulações e desenvolvimento de interfaces gráficas, garante a consolidação dos conhecimentos, alinhando o ensino com as exigências da Indústria 4.0/5.0 e preparando os estudantes para desafios reais.

12. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes

The syllabus for this course is structured to ensure the acquisition of the knowledge, skills and competences defined in the learning objectives. The introduction to the concepts of supervision and automation establishes the theoretical basis necessary for understanding SCADA systems. The approach to the architecture and components of supervisory systems, including PLCs, HMI and industrial networks, enables the development of fundamental technical skills. In addition, the emphasis on monitoring, fault diagnosis and cybersecurity ensure that students acquire essential skills for the safe and efficient supervision/control of industrial processes. The practical application of concepts, through simulations and the development of graphical interfaces, guarantees the consolidation of knowledge, aligning teaching with the demands of Industry 4.0/5.0 and preparing students for real challenges.

13. Metodologias de ensino e de aprendizagem específicas da unidade curricular articuladas com o modelo pedagógico

Esta unidade curricular adota metodologias de ensino e aprendizagem ativas, combinando exposições teóricas com atividades práticas e laboratoriais, de forma a garantir uma aprendizagem sólida e aplicada. O modelo pedagógico baseia-se na articulação entre conhecimento teórico, desenvolvimento de competências técnicas e aplicação prática, preparando os estudantes para os desafios reais da Indústria 4.0/5.0.

As aulas teóricas/práticas proporcionam uma base conceptual sólida, abordando temas como arquitetura de sistemas de supervisão, integração de SCADA, MES e ERP, redes industriais e cibersegurança. Estas sessões são complementadas por estudos de casos e discussões sobre aplicações reais, estimulando o pensamento crítico e a compreensão aprofundada dos temas.

As componentes laboratoriais e práticas desempenham um papel fundamental, permitindo que os estudantes desenvolvam aptidões técnicas essenciais. Através da programação de PLCs, configuração de interfaces HMI e desenvolvimento de sistemas SCADA, os alunos aplicam os conceitos adquiridos, consolidando o conhecimento por meio da experimentação. O uso de simulações, Digital Twins e comissionamento virtual facilita a compreensão do funcionamento dos sistemas industriais num ambiente controlado e seguro.

A metodologia inclui também o desenvolvimento de projetos práticos, onde os estudantes trabalham em grupo para conceber, implementar e testar soluções de supervisão industrial para processos reais ou simulados. Esta abordagem promove a aprendizagem baseada em problemas (Problem-Based Learning - PBL), incentivando a autonomia, a resolução de problemas e o trabalho em equipa.

Além disso, a unidade curricular incorpora ferramentas digitais e plataformas interativas, permitindo a exploração de Big Data, inteligência artificial aplicada à supervisão industrial e estratégias de cibersegurança. A avaliação distribuída, baseada em relatórios, apresentações e desenvolvimento de soluções práticas, assegura um acompanhamento eficaz da evolução dos estudantes e fomenta uma aprendizagem reflexiva e progressiva.

Dessa forma, as metodologias de ensino e aprendizagem adotadas garantem a coerência com o modelo pedagógico, equilibrando teoria e prática, e promovendo o desenvolvimento de conhecimentos, aptidões e competências essenciais para a supervisão e automação de processos industriais modernos.

13. Teaching and learning methodologies specific to the curricular unit articulated with the pedagogical model

This course adopts active teaching and learning methodologies, combining theoretical lectures with practical and laboratory activities, to guarantee solid, applied learning. The teaching model is based on articulating theoretical knowledge, developing technical skills and practical application, preparing students for the real challenges of Industry 4.0/5.0.

Theoretical/practical classes provide a solid conceptual basis, covering topics such as supervisory systems architecture, SCADA, MES and ERP integration, industrial networks and cybersecurity. These sessions are complemented by case studies and discussions on real applications, stimulating critical thinking and in-depth understanding of the topics.

Laboratory and practical components play a key role, enabling students to develop essential technical skills. By programming PLCs, configuring HMI interfaces and developing SCADA systems, students apply the concepts they have learnt, consolidating their knowledge through experimentation. The use of simulations, Digital Twins and virtual commissioning makes it easier to understand how industrial systems work in a controlled and safe environment.

The methodology also includes the development of practical projects, where students work in groups to design, implement and test industrial supervision solutions for real or simulated processes. This approach promotes Problem-Based Learning (PBL), encouraging autonomy, problem-solving and teamwork. In addition, the course incorporates digital tools and interactive platforms, allowing the exploration of Big Data, artificial intelligence applied to industrial supervision and cybersecurity strategies. Distributed assessment, based on reports, presentations and the development of practical solutions, ensures effective monitoring of student progress and encourages reflective and progressive learning. In this way, the teaching and learning methodologies adopted ensure consistency with the pedagogical model, balancing theory and practice, and promoting the development of knowledge, skills and competences essential for the supervision and automation of modern industrial processes.

14. Avaliação

Método de avaliação : Avaliação distribuída com exame final

Avaliação distribuída : Dois trabalhos (NT) de igual peso e ao longo do semestre. Os dois trabalhos são pedagogicamente fundamentais. A classificação mínima de cada trabalho é de 8,0 valores e média final da avaliação distribuída de 9,5 valores.

Exame Final : realização de um exame escrito (NE), classificado de 0 a 20 valores. Os alunos têm de obter uma classificação mínima de 9,5 valores no exame.

Classificação Final (CF): $CF = 0,50*NE + 0,25*NT1 + 0,25*NT2$

14. Assessment

Assessment method : Distributed assessment with final exam

Distributed assessment : Two assignments (NT) of equal weight throughout the semester. The two assignments are pedagogically fundamental. The minimum mark for each assignment is 8.0 and the final average mark for the distributed assessment is 9.5.

Final exam : a written exam (NE), graded from 0 to 20. Students must obtain a minimum mark of 9.5 in the exam.

Final Classification (CF): $CF = 0.50*NE + 0.25*NT1 + 0.25*NT2$

15. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

As metodologias de ensino e avaliação desta unidade curricular estão estruturadas para garantir a aquisição dos conhecimentos, aptidões e competências definidas nos objetivos de aprendizagem. A combinação entre ensino teórico e prático permite que os estudantes compreendam os conceitos fundamentais e desenvolvam a capacidade de os aplicar na resolução de problemas reais da supervisão industrial.

O ensino teórico estabelece uma base sólida, abordando temas como SCADA, PLCs, redes industriais e cibersegurança, preparando os estudantes para compreender a integração de sistemas na Indústria 4.0/5.0. As aulas práticas e laboratoriais complementam esse conhecimento, proporcionando experiências diretas na programação de controladores, desenvolvimento de interfaces HMI e implementação de sistemas de monitorização. Esta abordagem garante que os alunos adquiram aptidões técnicas essenciais para o desempenho profissional na área.

A metodologia de ensino está alinhada com o método de avaliação, que combina trabalhos práticos ao longo do semestre e um exame final. A avaliação distribuída, composta por dois trabalhos fundamentais, reforça a aprendizagem contínua e a aplicação prática dos conceitos, permitindo que os estudantes demonstrem a sua capacidade de desenvolver soluções reais para desafios da supervisão industrial. Esses trabalhos incentivam o pensamento crítico, a resolução de problemas e o trabalho em equipa, competências essenciais para o mercado de trabalho.

O exame final assegura que os estudantes adquiriram uma compreensão global dos conteúdos programáticos, avaliando tanto os conhecimentos teóricos como a capacidade de análise e tomada de decisão em contextos industriais. A exigência de uma classificação mínima nos trabalhos e no exame garante que os alunos desenvolvam um nível de competência adequado, consolidando a sua preparação para desafios futuros. Além disso, a ponderação equilibrada entre avaliação distribuída (50%) e exame final (50%) reflete a importância tanto da aprendizagem prática como da consolidação teórica.

Desta forma, a coerência entre as metodologias de ensino e o método de avaliação reforça a aquisição progressiva e estruturada dos objetivos de aprendizagem, garantindo que os estudantes desenvolvem não apenas conhecimentos técnicos, mas também a capacidade de aplicar de forma eficiente e inovadora na supervisão industrial.

15. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes

The teaching and assessment methodologies of this course are structured to ensure the acquisition of the knowledge, skills and competences defined in the learning objectives. The combination of theoretical and practical teaching enables students to understand the fundamental concepts and develop the ability to apply them to solving real industrial supervision problems.

Theoretical teaching lays a solid foundation, covering topics such as SCADA, PLCs, industrial networks and cybersecurity, preparing students to understand the integration of systems in Industry 4.0/5.0.

Practical and laboratory classes complement this knowledge, providing direct experience in programming controllers, developing HMI interfaces and implementing monitoring systems. This approach ensures that students acquire the technical skills essential for professional performance in the field.

The teaching methodology is aligned with the assessment method, which combines practical work throughout the semester and a final exam. Distributed assessment, consisting of two key assignments, reinforces continuous learning and the practical application of concepts, allowing students to demonstrate their ability to develop real solutions to industrial supervision challenges. These assignments encourage critical thinking, problem-solving and teamwork, essential skills for the labour market.

The final exam ensures that students have acquired a comprehensive understanding of the syllabus, assessing both theoretical knowledge and the ability to analyse and make decisions in industrial contexts. The requirement for a minimum mark in the assignments and the exam ensures that students develop an adequate level of competence, consolidating their preparation for future challenges. In addition, the balanced weighting between distributed assessment (50%) and the final exam (50%) reflects the importance of both practical learning and theoretical consolidation.

In this way, the coherence between the teaching methodologies and the assessment method reinforces the progressive and structured acquisition of the learning objectives, ensuring that students develop not only technical knowledge, but also the ability to apply it efficiently and innovatively in industrial supervision.

16. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

- Boyer, S. A. (2010). SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition. ISA.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2021). Management information systems: Managing the digital firm (17ª ed., Global Edition). Pearson Education Limited.
- Bolton, W. (2021). Programmable Logic Controllers. Elsevier.
- Francisco, A. (2015). Autómatos programáveis (Programação, GRAFCET, aplicações) (5ª ed.). ETEP - Edições Técnicas e Profissionais.
- Macaulay, T. (2016). Industrial Network Security: Securing Critical Infrastructure Networks for Smart Grid, SCADA, and Other Industrial Control Systems. Syngress.
- Schwung, A., & Hurtado, F. (2021). Industrial Automation: Hands-On. Wiley.
- Lipták, B. G. (2016). Instrumentation and Control Systems. CRC Press.
- Recursos Online e normas: International Society of Automation (ISA); OPC Foundation; International Electrotechnical Commission (2025). ISA/IEC 62443.

17. Observações

Unidade Curricular Opcional