
1. Caracterização da Unidade Curricular

1.1 Designação

[3338] Optimização Aplicada à Engenharia / Optimization Applied to Engineering

1.2 Sigla da área científica em que se insere

MAT

1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

1.4 Horas de trabalho

175h 30m

1.5 Horas de contacto

Total: 67h 30m das quais TP: 67h 30m

1.6 ECTS

6.5

1.7 Observações

Unidade Curricular Obrigatória

2. Docente responsável

[1476] Pedro Miguel de Abreu e Silva

3. Docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular

[1476] Pedro Miguel de Abreu e Silva | Horas Previstas: 270 horas

4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes)

Formular problemas de otimização em engenharia. Analisar contextualmente as soluções dos problemas de otimização. Obter soluções ótimas em diferentes problemas ligados à engenharia. Compreender alguns dos algoritmos utilizados na otimização de sistemas lineares e não lineares. Compreender a utilização de sistemas de inteligência artificial em complexos problemas de engenharia. Modelar e simular sistemas de engenharia. Utilizar sistemas inteligentes na modelação e otimização de sistemas em engenharia.

4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students)

Formulate optimization problems in engineering. Contextually analyze solutions to optimization problems. Obtain optimal solutions to different engineering problems. Understand some of the algorithms used in the optimization of linear and nonlinear systems. Understand the use of artificial intelligence systems in complex engineering problems. Model and simulate engineering systems. Use intelligent systems in the modelling and optimisation of engineering systems

5. Conteúdos programáticos

1. Introdução à Optimização: Evolução histórica. A abordagem. Introdução à formalização.
2. Programação linear: Definições e conceitos básicos. Hipóteses da programação linear. Definições básicas. Resolução gráfica. Resolução pelo algoritmo do simplex. Método do M elevado. Dualidade e análise de sensibilidade. Análise pós-optimização.
3. Redes neuronais artificiais. Introdução. O neurónio como elemento base. Funções de activação.
4. Perceptrões multicamada: Propriedades de aproximação. Treino supervisionado em perceptrões multicamada. Generalização e validação.
5. Algoritmos Genéticos: Fundamentos matemáticos. Implementação computacional. Aprendizagem com recurso a algoritmos genéticos.
6. Introdução à simulação: Terminologia e conceitos básicos. Métodos de geração para distribuições de probabilidade. Diagramas de ciclo de actividades. Estatísticas de funcionamento.

5. Syllabus

1. Introduction to Optimization History. Introduction to formalization. Examples.
2. Linear Programming Definitions and basic concepts. Linear programming hypotheses. Basic definitions. Graphic resolution. Simplex Algorithm. Auxiliary variables, the Big M method. Sensitivity analysis. The Simplex Dual algorithm.
3. Artificial Neural Networks. Introduction. The neuron. Activation Function. Multilayer Perceptrons. Approximation property. Supervised training. Generalization and validation.
5. Genetic Algorithms. Mathematical foundations. Computational applications. Learning with genetic algorithms.
6. Introduction to Simulation. Basic concepts. Discrete simulation example. Generation methods for probability distribution. Activity cycle diagrams.

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

A unidade curricular de optimização aplicada à engenharia versa fundamentalmente algoritmos de optimização. A obtenção de soluções óptimas em problemas dedicados à engenharia (produção, transportes, afectação de recursos, etc.) permite analisar, decidir e implementar soluções que tornem os sistemas produtivos mais eficientes. Desta forma, no primeiro capítulo da unidade curricular são fornecidas as primeiras ferramentas para uma correcta formulação matemática do problema em causa. No capítulo 2 é estudado de forma exaustiva a optimização de problemas lineares, aplicados a sistemas de engenharia. Nos capítulos 3 e 4 definem-se os conceitos básicos e os algoritmos de optimização na área das redes neuronais. O capítulo 5 define e apresenta de forma pouco aprofundada a utilização de algoritmos genéticos em optimização. Finalmente no último capítulo apresenta-se as ferramentas básicas que podem ser utilizadas na simulação dos processos desenvolvidas até ao momento.

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

Optimization applied to engineering is a subject about optimization algorithms. Obtaining optimal solutions to problems dedicated to engineering (production, transport, resource allocation, etc.) makes it possible to analyse, decide and implement solutions that make production systems more efficient. Thus, in the first chapter of the course, the first tools for a correct mathematical formulation of the problem in question are provided. Chapter 2 studies the optimization of linear problems applied to engineering systems. Chapters 3 and 4 define the basic concepts and optimization algorithms in the area of neural networks. Chapter 5 defines and presents the use of genetic algorithms in optimization. Finally, in the last chapter, we present the basic tools that can be used in process simulation.

7. Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Metodologias de ensino : Sempre que pedagogicamente seja válido, durante as aulas teóricas, utilizam-se simulações de casos reais otimizados através de software específico. As aulas práticas são utilizadas para que os alunos desenvolvam as competências necessárias à aplicação dos conceitos apreendidos.

Método de avaliação : Avaliação por exame final

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

7. Teaching methodologies (including assessment)

Teaching methodologies : Whenever pedagogically valid, simulations of real cases optimised using specific software are used during lectures. Practical classes are used for students to develop the skills needed to apply the concepts learnt.

Assessment method: Final exam

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

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

Sendo uma unidade curricular com uma predominante vertente de aplicação prática na área da engenharia, a utilização de aulas práticas com utilização de software para a resolução de problemas práticos, desenvolve nos alunos a capacidade de resolução de problemas em ambiente laboral. A introdução de um projeto, de resolução obrigatória, consegue desenvolver a capacidade de análise e crítica de uma solução que deve ser implementada num sistema de engenharia. Desta forma, o aluno consegue atingir os objetivos delineados em termos de aprendizagem, refletindo e analisando diferentes tipos de problemas. A formulação teórica de cada método é acompanhada de perto com casos práticos, motivando os alunos para a aplicabilidade e importância da unidade curricular no futuro do engenheiro mecânico.

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

Being a curricular unit with a strong application in engineering systems, the use of laboratory classes where computer software is used to solve practical cases, develops in the student the ability to solve different types of problems that can be applied directly on an working environment. The mandatory project increases the sense of analysis and criticism of a given solution. The student has to decide what outputs of the problem should be implemented and what type of solution should be used. The student is able to reach the objectives, working with different types of application problems. The theoretical learning of each one of the proposed methods is reinforced with real practical applications, motivating the student towards the importance of the curricular unit in the future of the mechanical engineer.

9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

- L. Valadares Tavares et al., Investigação Operacional, Mc Graw-Hill, 1997.
- Frederick S. Hillier, Gerald J. Lieberman, Introduction to Operation Research (11th Ed.), Mc Gr.-Hill, 2021
- Wayne L. Winston, Operations Research ? Appl. and Algorithms, Duxbury Press, 2022.
- Alexander M. Meystel, James S. Albus, Intelligent Systems - Architecture, Design, and Control, John Wiley & Sons, Inc., 2001.
- Laurene Fausett, Fundamentals of Neural Networks ? Architectures, Algorithms and Applications, Prentice-Hall, 1994.
- Lance D. Chambers , The Practical Handbook of Genetic Algorithms: Applications (2nd Ed.) Chapman and Hall/CRC, 2000.

10. Data de aprovação em CTC 2024-07-17 2024-07-17

11. Data de aprovação em CP 2024-06-26 2024-06-26