instituto superior de engenharia de lisboa

Ficha de Unidade Curricular A3ES
Termodinâmica Aplicada
Licenciatura em Engenharia Mecânica

2025-26

1. Designação da unidade curricular

[3153] Termodinâmica Aplicada / Applied Thermodynamics

2. Sigla da área científica em que se insere	ECS
3. Duração	Unidade Curricular Semestral
4. Horas de trabalho	148h 30m
5. Horas de contacto	Total: 67h 30m das quais T: 22h 30m | TP: 45h 00m
6. % Horas de contacto a distância	Sem horas de contacto à distância
7. ECTS	5.5
8. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular	[1752] Cláudia Sofia Séneca da Luz Casaca | 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).

O objetivo fundamental da Unidade Curricular é dotar o aluno das bases teóricas e práticas necessárias para compreensão do ensino avançado sobre a matéria. Identificação, classificação e compreensão de sistemas reais com base na aprendizagem de sistemas ideias. Comparação entre sistemas distintos e análise de resultados.

Os alunos deverão conhecer os ciclos termodinâmicos para conversão de energia térmica em mecânica e vice-versa, e as respetivas aplicações práticas em centrais produtoras de energia elétrica baseadas em turbinas a vapor, turbinas a gás, Centrais de ciclo combinado, de cogeração e de produção de frio e de calor (bombas de calor). Capacidade de tratamento de problemas de Engenharia devidamente estruturados e coerentes no sentido de se poder inferir, através deles, o comportamento dos sistemas reais. Deverão ainda ser capazes de elaborar e defender relatórios escritos segundo as regras e métodos universalmente aceites e utilizar meios informáticos.

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

The fundamental goal of this Curricular Unit is to provide the student with the theoretical and practical bases necessary for understanding the subjects. Identification, classification and understanding of real systems based on learning of ideal systems. Comparison between different systems and analysis of results.

The students should know thermal and work producing thermodynamic cycles and their practical applications in power plants based on steam turbines, gas turbines, combined cycle, cogeneration, heat pumps and refrigeration plants. Capability to deal with engineering problems well-structured and coherent in order to be able to infer, through them, the behavior of real systems. The students should be able to write a report according to universally accepted and used rules and with the resource of computer software.

11. Conteúdos programáticos

1. INTRODUÇÃO

Definição de energia. Conversão energética. Fontes energéticas esgotáveis e renováveis. O processo de combustão e combustíveis. 1º e 2º Princípios da Termodinâmica. Noção de Exergia. Análise energética e exergética. Representação por Diagramas de Carga, de Sankey e de Grassman.

2. CICLOS TERMODINÂMICOS PRODUTORES DE TRABALHO E RESPETIVAS APLICAÇÕES

Ciclo de Rankine - Centrais com turbinas a vapor simples, com reaquecimento e aquecimento regenerativo (aquecedores fechados e abertos). Ciclo de Joule (Brayton) - Centrais com turbinas a gás em circuito aberto e fechado. Ciclos combinados e Cogeração.

3. CICLOS TERMODINÂMICOS PRODUTORES DE ENERGIA TÉRMICA E RESPETIVAS APLICAÇÕES

Ciclo de compressão de vapor, sistema de refrigeração por gás, e de absorção - Instalações frigoríficas e bombas de calor. Coeficientes de desempenho. Propriedades termodinâmicas desejadas para o fluído frigorigénio.

11. Syllabus

1. INTRODUCTION

Definition of energy. Energy conversion. Renewable and non-renewable energy sources. The process of combustion and fuels. 1st and 2nd Principles of Thermodynamics. Definition of exergy. Energy and exergy analysis. Load Diagrams: Sankey and Grassman.

2. WORK PRODUCING THERMODYNAMIC CYCLES AND THEIR APPLICATIONS

Rankine - steam turbine plants based on simple Cycle, with reheating and with regenerative heating (closed and open heaters). Joule (Brayton) - gas turbines plants in open and closed circuits. Combined cycles and combined heat and power production (Cogeneration).

3. THERMAL PRODUCING THERMODYNAMIC CYCLES AND THEIR APPLICATIONS

Vapour-compression, gas refrigeration systems and Absorption refrigeration Cycles ? heat pumps and refrigeration plants. Coefficients of performance. The desired thermodynamic properties for the refrigerant fluid.

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

Com os temas abordados na introdução explicam-se os conceitos termodinâmicos a serem desenvolvidos no núcleo principal de estudo de diversos ciclos e posteriormente concretizados nos estudos de aplicação a centrais reais produtora de energia. No final desta unidade curricular os alunos serão capazes de fazer cálculos que envolvam não só ciclos termodinâmicos simplificados e típicos de manuais universitários, mas também ciclos termodinâmicos presentes em centrais produtoras de energia existentes, tomando assim contacto com o que na realidade se passa numa central.

Nesta UC pretende-se dar continuidade aos conteúdos da UC Termodinâmica do semestre anterior, desenvolvendo a análise exergética como complemento à tradicional análise energética.

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

The topics covered in the introduction explain the thermodynamic concepts to be developed in the main core of the study of various cycles and then put into practice in the application studies to real power plants. At the end of this curricular unit, students will be able to make calculations involving not only simplified thermodynamic cycles typical of university textbooks, but also thermodynamic cycles present in existing power plants, thus making contact with what actually happens in a power plant.

This course aims to continue the contents of the Thermodynamics course from the previous semester, developing exergetic analysis as a complement to traditional energy analysis.

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

A unidade curricular adota uma abordagem pedagógica integradora, centrada na articulação entre os fundamentos teóricos da termodinâmica e a sua aplicação em contextos práticos e profissionais. Esta abordagem concretiza-se através de uma combinação de aulas teóricas, teórico-práticas, de prática laboratorial e de visitas de estudo, promovendo uma aprendizagem ativa, contextualizada e orientada para a resolução de problemas.

Nas aulas teóricas e teórico-práticas, procede-se à exposição, análise e discussão dos conceitos e princípios fundamentais da termodinâmica aplicada, acompanhada da resolução de problemas que permitem consolidar os conteúdos e desenvolver competências de raciocínio crítico e de modelação físico-matemática. Este formato favorece a participação dos estudantes e a sua capacidade de transferir conhecimentos para diferentes contextos.

As aulas laboratoriais são orientadas para a simulação computacional de sistemas e instalações térmicas, permitindo aos estudantes a familiarização com ferramentas profissionais e o desenvolvimento de competências de análise e interpretação de resultados. Esta componente laboratorial assegura a ligação entre a teoria e a prática, potenciando a autonomia técnica dos estudantes.

As visitas de estudo a instalações reais proporcionam uma aprendizagem experiencial e aplicada, permitindo o contacto com ambientes e tecnologias industriais relevantes, reforçando a compreensão dos fenómenos termodinâmicos e a sua integração em sistemas complexos.

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

The curricular unit takes an integrated pedagogical approach, combining the theoretical principles of applied thermodynamics with their practical and professional applications. This approach is implemented through a combination of theoretical and practical sessions, as well as laboratory work and field trips, to foster active learning, contextualisation and a problem-solving mindset.

Theoretical and theoretical-practical classes present, analyse and discuss the fundamental concepts and principles of applied thermodynamics, supported by problem-solving exercises that reinforce content assimilation and promote critical reasoning and physical-mathematical modelling skills. This format encourages student engagement and the ability to apply knowledge in different contexts.

Laboratory sessions focus on the computational simulation of thermal systems and installations, familiarising students with professional tools and enabling them to develop analytical and interpretative competencies. This practical component establishes a connection between theoretical knowledge and its application, thereby enhancing students? technical autonomy.

Field trips to real installations provide experiential and applied learning opportunities, allowing students to gain first-hand experience of industrial environments and technologies. These visits consolidate understanding of thermodynamic phenomena within complex systems.

14. Avaliação

A avaliação da unidade curricular baseia-se na **avaliação distribuída com exame final** .

Avaliação Distribuída: Realização de um trabalho laboratorial (**TL**) e de um trabalho de campo (**TC**), ambos com relatório escrito sobre a atividade desenvolvida e pedagogicamente fundamentais.

Exame Final: Realização dum Exame Escrito (**Ex**). Na época de exames não há lugar a melhoria de nota nem repetição de nenhum componente da avaliação distribuída.

Classificação final: NF = 0,70 Ex + 0,15 TL + 0,15 TC ; mínimo de 9,5 valores para aprovação.

14. Assessment

The assessment of the course is based on **distributed assessment with a final exam .**

Distributed assessment: Completion of a laboratory work (**TL**) and a field work (**TC**), both with a written report on the activity conducted and pedagogically fundamental.

Final exam: Single written exam (**Ex**). During the exam period, there is no room for improving grades or repeating any component of the assessment.

Final grade: NF = 0.70 Ex + 0.15 TL + 0.15 TC ; minimum of 9.5 points for approval.

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

A lecionação das aulas teórico-práticas passa pela exposição dos vários conteúdos programáticos com recurso à resolução de problemas que concretizam exemplos práticos dos diversos temas, a técnicas audiovisuais e software apropriado como suporte à apresentação e visualização de exemplos, conferindo assim um maior dinamismo às mesmas.

Procura-se que a aprendizagem parta do interesse estimulado nos alunos sobre os temas abordados na disciplina, sendo concretizado pela realização, em grupos de 3/4 alunos, de diversos trabalhos práticos (laboratoriais ou de pesquisa) e por um exame onde serão avaliadas individualmente a aquisição de competências teóricas e práticas das matérias lecionadas.

A orientação da aprendizagem efetua-se complementarmente através da plataforma Moodle onde são disponibilizados conteúdos com informação relevante para a unidade curricular.

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

Theoretical-practical classes are taught by presenting the various syllabuses using problem-solving and practical examples of the various topics, audiovisual techniques and appropriate software to support the presentation and visualization of examples, thus making them more dynamic.

The aim is for learning to be based on the students' interest in the topics covered in the course. This is achieved by carrying out various practical tasks (laboratory or research) in groups of 3/4 students and by an exam in which the acquisition of theoretical and practical skills in the subjects taught will be assessed individually.

Learning guidance is also provided through the Moodle platform, where content with information relevant to the course is made available.

16. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

Çengel, Y. A., Boles, M. A. and Kanoglu, M. (2019). Thermodynamics: an engineering approach. McGraw-Hill.

Haywood, R. W. (2012). Analysis of Engineering Cycles: Power, Refrigerating and Gas Liquefaction Plant. Pergamon Press.

Michael J. Moran, Howard N. Shapiro, Daisie D. Boettner, Margaret B. Bailey (2018). Fundamentals of Engineering Thermodynamics. John Wiley & Sons Publishers.

Óscar Mota (2017). Exercícios Resolvidos de Termodinâmica. LIDEL.

Paulo M. Coelho (2017). Tabelas de Termodinâmica. LIDEL

Paulo Pimentel de Oliveira (2015). Fundamentos de Termodinâmica Aplicada: Análise Energética e Exergética. LIDEL.

17. Observações

Unidade Curricular Obrigatória

Data de aprovação em CTC: 2025-10-17

Data de aprovação em CP: 2025-10-17