



---

## 1. Caracterização da Unidade Curricular

### 1.1 Designação

[3153] Termodinâmica Aplicada / Applied Thermodynamics

### 1.2 Sigla da área científica em que se insere

ECS

### 1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

### 1.4 Horas de trabalho

148h 30m

### 1.5 Horas de contacto

Total: 67h 30m das quais T: 22h 30m | TP: 45h 00m

### 1.6 ECTS

5.5

### 1.7 Observações

Unidade Curricular Obrigatória

---

## 2. Docente responsável

[1752] Cláudia Sofia Séneca da Luz Casaca

---

## 3. Docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular

Não existem docentes definidos para esta unidade curricular

---

## 4. Objetivos de aprendizagem (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 ideais. 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.



---

**4. Intended learning outcomes  
(knowledge, skills and  
competences to be developed  
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.

---

**5. 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 exérgica. Representação por Diagramas de Carga, de Sankey e de Grassman.

**2. CICLOS TERMODINÂMICOS PRODUTORES DE TRABALHO E RESPECTIVAS 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 RESPECTIVAS 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 fluido frigorígeno.

---

**5. 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.



---

**6. 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 exergetica como complemento à tradicional análise energética.

---

**6. 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.

---

**7. Metodologias de ensino (avaliação incluída)**

A unidade curricular organiza-se em aulas teóricas, teórico-práticas, de prática laboratorial e visitas de estudo. Nas aulas teóricas e teórico-práticas, os tópicos que integram o programa são expostos e discutidos e são propostos aos alunos problemas de aplicação. Nas aulas de prática laboratorial, os alunos trabalham com simuladores informáticos de instalações. Nas visitas de estudo serão conhecidas verdadeiras instalações reais.

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.

---

**7. Teaching methodologies  
(including assessment)**

The course is organized in theoretical, theoretical/practical, laboratory classes and field trips. In the theoretical and theoretical/practical classes the topics covered in the course will be explained and discussed and applied problems are solved. In laboratory practice sessions, students work with computer programs simulating facilities functioning. In the study visits they will get acquainted with real plants.

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.

---

**8. 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.

---

**8. 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.



**ISEL**  
INSTITUTO SUPERIOR DE  
ENGENHARIA DE LISBOA

**Ficha de Unidade Curricular A3ES**  
**Termodinâmica Aplicada**  
**Licenciatura em Engenharia Mecânica**  
**2024-25**

---

**9. 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.

---

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

---

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