

Ano Letivo 2019-20

Unidade Curricular MÁQUINAS TÉRMICAS

Cursos ENGENHARIA MECÂNICA (1.º ciclo)  
- RAMO DE TÉRMICA (1.º ciclo)  
- RAMO DE GESTÃO E MANUTENÇÃO INDUSTRIAL (1.º ciclo)

Unidade Orgânica Instituto Superior de Engenharia

Código da Unidade Curricular 140064360

Área Científica ENGENHARIA MECÂNICA

Sigla

Línguas de Aprendizagem Português

Modalidade de ensino Presencial

Docente Responsável Nelson Manuel Santos Sousa

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
Nelson Manuel Santos Sousa	OT; T; TP	T1; TP1; OT1; OT2	15T; 30TP; 30OT

\* Para turmas lecionadas conjuntamente, apenas é contabilizada a carga horária de uma delas.

ANO	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO*	HORAS DE CONTACTO	HORAS TOTAIS DE TRABALHO	ECTS
2º	S2	15T; 30TP; 15OT	140	5

\* A-Anual; S-Semestral; Q-Quadrimestral; T-Trimestral

---

#### Precedências

Sem precedências

---

#### Conhecimentos Prévios recomendados

Conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Termodinâmica, Transmissão de Calor, Mecânica dos Fluidos e Mecânica dos Materiais.

---

#### Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

Dominar os conceitos da termodinâmica aplicados à análise da combustão, aplicando-os, em particular, ao estudo das caldeiras e dos motores de combustão interna.

Conhecer o funcionamento dos diversos tipos de caldeiras, distinguindo-os através da descrição dos seus componentes e dos parâmetros característicos do seu funcionamento, bem como os sistemas de tratamento de água a exaustão dos produtos de combustão, sabendo realizar a análise dos gases de combustão e determinar a melhoria das condições de queima e do rendimento da combustão.

Saber avaliar o desempenho dos motores de combustão interna através do cálculo dos parâmetros característicos do seu funcionamento.

Reconhecer e saber avaliar as implicações ambientais decorrentes da utilização de combustíveis e conhecer os processos para a sua redução.

Conhecer e saber aplicar as técnicas de manutenção dos motores de combustão interna.

---

## **Conteúdos programáticos**

### **Combustão**

Balanços. Estequiometria. Razão ar/combustível. Excesso de ar. Reagentes, excesso de ar. Temperatura adiabática, eficiência. Dissociação.

### **Caldeiras Produção de Vapor**

Caldeiras flamotubulares, aquotubulares.

Distribuição vapor, alimentação de ar.

Fornalha de alimentação de combustível sólido. Queimadores de combustíveis líquidos e sólidos.

Alimentação de água, de exaustão.

Testes hidráulicos, segurança. Procedimentos arranque, utilização, conservação.

Controlo eficiência energética, poluição e produção de vapor.

### **Caldeiras produção de água quente**

Tipos, constituição. Exaustão gases, alimentação combustível, circulação água quente.

Rendimento. Potência.

Caldeiras de baixa temperatura, de condensação. Dispositivos de segurança.

### **Motores combustão interna**

Componentes. Classificação. Ciclos teóricos. Sistemas injeção e carburação. Sobrealimentação. Ciclos reais. Parâmetros: potência, binário, rendimento, curvas características. Balanço energético. Atrito, lubrificação. Refrigeração.

---

## **Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**

Com o módulo 1, o aluno adquire conhecimentos teóricos e teórico-práticos sobre combustão relativos a caldeiras e a motores de combustão interna.

Com os módulos 2 e 3, o aluno adquire os conhecimentos teóricos e teórico-práticos referentes a caldeiras de produção de vapor e de água quente

Com o módulo 4, o aluno adquire conhecimentos teóricos e teórico-práticos sobre motores de combustão interna. O aluno aprenderá conceitos práticos sobre motores de combustão térmica, identificar e classificar componentes, utilizar as ferramentas adequadas.

---

### Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Aulas Teóricas : exposição teórica dos conteúdos, com recurso a acetatos ou ao "power point", alternada com exemplos práticos.

Aulas Teórico-Práticas : Resolução de problemas tipo sobre os diversos capítulos da matéria para servirem de orientação no estudo dos alunos.

Orientação Tutorial : Esclarecimento de dúvidas sobre a resolução de problemas propostos e sobre a realização do trabalho laboratorial.

**1. Avaliação Contínua** : 2 provas escritas (TA1 e TA2), 2 trabalhos de laboratório (TL1 e TL2).

Classificação Final= $0,7 \times (TA1+TA2)/2 + 0,3 \times (TL1+TL2)/2$

**2. Avaliação Exame** : Exame escrito, avaliado na escala de 0 a 20, em substituição das provas escritas.

Classificação Final= $0,7 \times \text{Exame} + 0,3 \times (TL1+TL2)/2$

O aluno fica aprovado se obtiver classificação final igual ou superior a 10 na avaliação contínua ou na avaliação final. A classificação mínima em todas as provas e trabalhos é de 8 valores.

---

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

Com as aulas presenciais os alunos adquirem o conjunto de conhecimentos e competências de acordo com os conteúdos programáticos.

Nas aulas teóricas são expostas as matérias e transmitidos os conhecimentos teóricos do programa da disciplina.

Nas aulas teórico-práticas serão realizados exercícios práticos de acordo com os módulos dos conteúdos programáticos.

Nas aulas teórico-práticas serão realizados exercícios relativos às matérias transmitidas na componente teórica. Nas aulas práticas de laboratório serão realizados trabalhos práticos recorrendo aos equipamentos e ferramentas existentes nas oficinas do Departamento.

Nas aulas tutoriais pretende-se uma interação pedagógica de acompanhamento sistemático das matérias lecionadas e dos trabalhos realizados, de modo a colmatar as dificuldades dos alunos. No âmbito desta disciplina, as aulas tutoriais pretendem facilitar o acesso ao conhecimento e orientar o aluno no desenvolvimento dos trabalhos propostos.

---

### Bibliografia principal

- Coelho, P.; Costa, M., Combustão, Edições Orion, 2007
- Turns, S.R. An introduction to Combustion - Concepts and Applications, McGraw-Hill, 2000
- F. Juanico , Geradores de calor. ECEMEI, 1991
- The Control of Boilers, Sam G. Dukelow, Instrument Society of America, 1991
- El-Wakil, M., Power Plant Technology, International Student Edition , 1985
- Gunn, David & Horton, Robert., Industrial Boilers, Longman Scientific & Technical , 1989.
- DTIE 10.03 , Calderas Individuales, ATECYR, 1998.
- Giacosa, Dante , Motores Endotérmicos, 3.ª edição, editorial Dossat S.A., D.L.1986.
- Heywood, Jonh B. , Internal Combustion Engine Fundamentals, Mc Graw Hill, 1988.
- Jorge Martins, Motores de Combustão Interna, Publindústria, 4ª edição, 2013

**Academic Year** 2019-20

**Course unit** THERMAL MACHINES

**Courses** MECHANICAL ENGINEERING  
- BRANCH THERMAL ENGINEERING  
- BRANCH INDUSTRIAL MANAGEMENT AND MAINTENANCE

**Faculty / School** INSTITUTE OF ENGINEERING

**Main Scientific Area** ENGENHARIA MECÂNICA

**Acronym**

**Language of instruction** Portuguese

**Teaching/Learning modality** In classroom, face to face

**Coordinating teacher** Nelson Manuel Santos Sousa

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
Nelson Manuel Santos Sousa	OT; T; TP	T1; TP1; OT1; OT2	15T; 30TP; 30OT

\* For classes taught jointly, it is only accounted the workload of one.

---

#### Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
15	30	0	0	0	0	15	0	140

T - Theoretical; TP - Theoretical and practical ; PL - Practical and laboratorial; TC - Field Work; S - Seminar; E - Training; OT - Tutorial; O - Other

---

#### Pre-requisites

no pre-requisites

---

#### Prior knowledge and skills

Knowledge acquired in the subjects of Thermodynamics, Heat Transfer, Fluid Mechanics and Mechanics of Materials.

---

#### The students intended learning outcomes (knowledge, skills and competences)

Introduce for the future engineer the basic knowledge of the thermodynamics applied to combustion analysis, in particular, to the study of boilers and internal combustion engines.

Know the components, the characteristics and the operation parameter of the various types of boilers. Understand the importance of the water treatment systems and the exhaust combustion system in a boiler operation. Analyze the combustion gases in order to improve the combustion efficiency. Assess the performance of an internal combustion engines through the operation parameters. Understand the environmental implications of fossil fuel use and know the processes for their reduction. Know the importance and some techniques to maintenance of internal combustion engines.

---

#### Syllabus

##### 1 - Combustion

Balances. Stoichiometry. Air / fuel ratio. Excess air. Reagents. Adiabatic temperature, efficiency. Dissociation.

##### 2 - Steam Boilers

Fire-tube boilers, water-tube boiler.  
Steam production and distribution, air supply.  
Solid fuel furnace. Burners of liquid and solid fuels.  
Water supply, exhaust.  
Hydraulic tests, safety. Startup, operation and maintenance.  
Control efficiency and pollution.

##### 3 - Producing hot water boilers

Types, constitution. Exhaust gases, fuel supply, hot water circulation.  
Efficiency. Power.  
Condensation Boilers. Safety devices.

##### 4 - Internal Combustion Engines

Components. Classification. theoretical cycles. Systems injection and carburetion. Air forced induction: turbocharging and supercharging. Real cycles. Parameters: power, torque, efficiency, characteristic curves. Energetic balance. Friction. Lubrication. Cooling.

---

### Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives

With module 1, the student acquires theoretical and theoretical-practical knowledge in combustion applied to boilers and internal combustion engines.

With modules 2 and 3, the student acquires theoretical and theoretical- practical knowledge in steam boilers hot water boilers.

With module 4, the student acquires theoretical and theoretical-practical knowledge in internal combustion engines. The student will learn practical concepts of thermal combustion engines, identify and classify components.

---

### Teaching methodologies (including evaluation)

Theoretical Lectures: Explanation of theory, based on slides or ,power points, with examples.

Theoretical-Practical Lectures: Examples of problems solving by lecturer.

Tutorials lectures: Clarification of doubts during problem solving by students.

Laboratorial practices: Recognize and assemble components of an internal combustion engines.

Continuous evaluation: Written tests or final exam, laboratorial assignment.

1. Continuous Assessment: 2 written tests (TA1 and TA2), laboratory work (TL1 and TL2).

Final grade =  $0,7 \times (TA1 + TA2) / 2 + 0,3 \times (TL1 + TL2) / 2$

2. Final assessment: Written exam, rated on a scale from 0 to 20, instead of the written tests.

Final grade =  $0,7 \times \text{Exam} + 0,3 \times (TL1 + TL2) / 2$

The student is approved if it obtains a final grade equal to or greater than 10 in the continuous assessment or final assessment. The minimum grade in all tests is 8 points.

---

### Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes

With the lectures students acquire the knowledge and skills set according to the syllabus.

In the theoretical lectures the subject are exposed and transmitted in the theoretical aspects of the syllabus.

In theoretical-practical lectures exercises are presented and solved according to the modules of the course contents.

In laboratorial classes, the students work using the existing equipment and tools on the mechanical lab.

In tutorial classes students solved a set of exercises and through a pedagogical interaction allowed the teacher monitoring the students difficulties. In these classes the students can also clarify some aspects of the laboratorial work.

#### Main Bibliography

- Coelho, P.; Costa, M., Combustão, Edições Orion, 2007
- Turns, S.R. An introduction to Combustion - Concepts and Applications, McGraw-Hill, 2000
- F. Juanico , Geradores de calor. ECEMEI, 1991
- The Control of Boilers, Sam G. Dukelow, Instrument Society of America, 1991
- El-Wakil, M., Power Plant Technology, International Student Edition , 1985
- Gunn, David & Horton, Robert., Industrial Boilers, Longman Scientific & Technical , 1989.
- DTIE 10.03 , Calderas Individuales, ATECYR, 1998.
- Giacosa, Dante , Motores Endotérmicos, 3.<sup>a</sup> edição, editorial Dossat S.A., D.L.1986.
- Heywood, Jonh B. , Internal Combustion Engine Fundamentals, Mc Graw Hill, 1988.
- Jorge Martins, Motores de Combustão Interna, Publindústria, 4.<sup>a</sup> edição, 2013