

---

**Ano Letivo** 2017-18

---

**Unidade Curricular** TURBOMÁQUINAS

---

**Cursos** ENGENHARIA MECÂNICA - ENERGIA, CLIMATIZAÇÃO E REFRIGERAÇÃO (2.º ciclo)  
ENGENHARIA MECÂNICA (1.º ciclo) (\*)  
- RAMO DE GESTÃO E MANUTENÇÃO INDUSTRIAL (1.º ciclo)

(\*) Curso onde a unidade curricular é opcional

---

**Unidade Orgânica** Instituto Superior de Engenharia

---

**Código da Unidade Curricular** 17821005

---

**Área Científica** ENGENHARIA MECÂNICA

---

**Sigla**

---

**Línguas de Aprendizagem** Português, Inglês

---

**Modalidade de ensino** Aulas teórico-práticas complementadas com ensaio prático de uma turbomáquina (ventilador) em laboratório.

---

**Docente Responsável** Frederico Trovisqueira Fernandes Morgado

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
Frederico Trovisqueira Fernandes Morgado	PL; T; TP	T1; TP1; PL1	15T; 24TP; 6PL

\* 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
1º	S2	15T; 24TP; 6PL	168	6

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

#### Precedências

Sem precedências

#### Conhecimentos Prévios recomendados

Conhecimentos básicos de mecânica dos fluidos.

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

Pretende-se que os alunos compreendam os aspectos fundamentais das turbomáquinas enquanto máquinas que fornecem ou recebem energia de um fluido. Os alunos devem compreender a utilização da análise dimensional aplicada a este domínio, com aplicações práticas ao nível de modelos e aplicações reais de máquinas a trabalhar nas mesmas instalações mas com rotações e/ou diâmetros diferentes.

Os alunos devem ficar a conhecer os triângulos de velocidades e sua aplicação pela Equação de Euler, assim como ficar com boas noções dos vários tipos de máquinas e respectivos campos de aplicação. Finalmente devem ficar a conhecer a forma de projectar uma bomba radial, que constitui a máquina com a aplicação mais alargada na indústria.

## Conteúdos programáticos

### 1. Introdução ao estudo das turbomáquinas

Tipos de turbomáquinas

Relações termodinâmicas

Números adimensionais

Aplicações práticas de análise dimensional.

### 2. Estudo simplificado de uma turbomáquina

Escoamento absoluto e relativo no interior das turbomáquinas

Triângulos de velocidades

Equação de Euler

Desvios da equação de Euler (escorregamentos, rendimentos)

### 3. Estudo dos vários tipos de turbomáquinas

Turbinas Pelton, radiais, axiais e mistas

Turbinas eólicas

Bombas axiais e radiais

Ventiladores axiais e centrífugos

Ensaio de um ventilador centrífugo

### 4. Tópicos de Projecto de uma bomba radial.

---

## Metodologias de ensino (avaliação incluída)

O ensino é partilhado entre aulas teóricas e teórico-práticas e um ensaio laboratorial. Nas aulas teóricas é realizada a exposição da matéria com recurso à projecção de diapositivos seguido da resolução de exercícios práticos nas aulas teórico-práticas de forma a consolidar os conteúdos leccionados. São ainda apresentados exercícios e problemas de resolução autónoma que consiste no trabalho dos alunos fora das horas de contacto. No ensaio laboratorial os alunos são confrontados com o ensaio prático de um ventilador centrífugo.

A avaliação compreende uma parte de testes ou exames, com peso de 90%, e um relatório sobre o ensaio de laboratório, com peso de 10%. Para a média dos testes ou exame, e relatório, exige-se uma nota mínima de 10 valores. O aluno fica aprovado se obtiver classificação final igual ou superior a 10 valores.

---

## Bibliografia principal

- FRANK M. WHITE (2011) Fluid Mechanics, McGraw-Hill, 7th Edition.
- SEPPO KORPELA, (2012) Principles of Turbomachinery, John Wiley & Sons
- SCHETZ, J.A., FUHS, A.E. (1996) Handbook of Fluid Dynamics and Fluid Machinery, Vol.3, John Wiley & Sons
- KURTON, R.K. (1995) Principles of Turbomachinery, 2nd. Ed., Chapman & Hall.

**Academic Year** 2017-18

**Course unit** TURBOMACHINERY

**Courses** MECHANICAL ENGINEERING - ENERGY, AIR-CONDITIONING AND REFRIGERATION

MECHANICAL ENGINEERING (\*)  
- RAMO DE GESTÃO E MANUTENÇÃO INDUSTRIAL (1.º ciclo)

(\*) Optional course unit for this course

**Faculty / School** Instituto Superior de Engenharia

**Main Scientific Area** ENGENHARIA MECÂNICA

**Acronym**

**Language of instruction** Portuguese, English

**Teaching/Learning modality** Theoretical and practical classes, complemented with laboratory test of a relevant machine (fan).

**Coordinating teacher** Frederico Trovisqueira Fernandes Morgado

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
Frederico Trovisqueira Fernandes Morgado	PL; T; TP	T1; TP1; PL1	15T; 24TP; 6PL

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

**Contact hours**

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
15	24	6	0	0	0	0	0	168

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**

Basic knowledge on fluid mechanics.

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

It is intended that students understand the fundamentals of turbomachinery as machines that provide or receive energy from a fluid. Students shall understand the use of dimensional analysis applied to this domain, like small scale modelling, or real-world applications to machinery working in the same facility but with different rotation speeds and/or different diameters.

Students shall get to know velocity triangles and their application by Euler equation, as well as acquire understanding on various types of machines and their respective field of application .

Finally students will acquire skills in radial pump design, one of the widest industry application machine.

## Syllabus

### 1. Introduction to the study of turbomachinery

Types of turbomachinery

Thermodynamic relations

Dimensionless numbers

Practical applications of dimensional analysis

### 2. Simplified study of turbomachinery

Absolute and relative flow within turbo machinery

Velocity triangles

Euler equation and deviations - performance.

### 3. Study of various types of turbomachinery

Turbines (Pelton, radial, axial, mixed)

Wind turbines

Pumps (axial and radial)

Fans (axial and centrifugal)

Laboratory test of a centrifugal fan.

### 4. Topics for the project of a centrifugal pump

---

## Teaching methodologies (including evaluation)

Teaching is shared between theoretical and practical classes and a laboratory test. Lectures include exposition in Powerpoint or similar method, together with the in-class resolution of practical exercises. Students are also presented with suggestion exercises and problems to be solved off-class. In the laboratory students are faced with the practical test of a centrifugal fan.

The assessment includes individual tests or examinations, weighted of 90%, and a report about the laboratory test, weighted 10%. Students are required to obtain minimum grade of 10 in tests (average of) or exam, and lab report.

---

## Main Bibliography

- FRANK M. WHITE (2011) Fluid Mechanics, McGraw-Hill, 7th Edition.
- SEPPO KORPELA, (2012) Principles of Turbomachinery, John Wiley & Sons
- SCHETZ, J.A., FUHS, A.E. (1996) Handbook of Fluid Dynamics and Fluid Machinery, Vol.3, John Wiley & Sons
- KURTON, R.K. (1995) Principles of Turbomachinery, 2nd. Ed., Chapman & Hall.