

---

**Ano Letivo** 2019-20

---

**Unidade Curricular** MÁQUINAS ELÉTRICAS I

---

**Cursos** ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÓNICA (1.º ciclo)  
- RAMO DE SISTEMAS DE ENERGIA E CONTROLO (1.º ciclo)

---

**Unidade Orgânica** Instituto Superior de Engenharia

---

**Código da Unidade Curricular** 15241057

---

**Área Científica** ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

---

**Sigla**

---

**Línguas de Aprendizagem** Portuguesa

---

**Modalidade de ensino** Presencial

---

**Docente Responsável** João Manuel Martins Gomes

---

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
João Manuel Martins Gomes	OT; PL; T; TP	T1; TP1; PL1; OT1	30T; 20TP; 10PL; 20OT

\* 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
3º	S1	30T; 20TP; 10PL; 20OT	140	5

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

#### Precedências

Sem precedências

#### Conhecimentos Prévios recomendados

Electromagnetismo; Análise Vectorial; Análise de Circuitos I e II; Matemática I; Electrotecnia Aplicada

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

Desenvolver as capacidades necessárias para a operação e manutenção de máquinas eléctricas, nomeadamente transformadores e máquinas de indução.

Desenvolver a capacidade de análise e escolha dessas máquinas eléctricas de acordo com aplicações específicas.

#### Conteúdos programáticos

1. Introdução ao estudo das Máquinas Eléctricas
2. Transformadores
  1. Aspectos construtivos
  2. Princípio de funcionamento
  3. Transformador monofásico ideal
  4. Transformador monofásico real
  5. Esquemas equivalentes
  6. Determinação de parâmetros
  7. Regulação de tensão
  8. Fluxo de potência e rendimento
  9. Transformadores trifásicos
  10. Paralelo de transformadores
3. Fundamentos das máquinas eléctricas de C. A.
  1. Enrolamentos
  2. Força magnetomotriz
  3. Campo magnético girante
4. Máquinas eléctricas de indução
  1. Aspectos construtivos
  2. Princípio de funcionamento
  3. Esquemas equivalentes
  4. Determinação de parâmetros
  5. Equações de potência e binário
  6. Fluxo de potência e rendimento
  7. Funcionamento como gerador
  8. Métodos de arranque
5. Introdução aos acionamentos eletromecânicos
  1. Dinâmica
  2. Natureza e classificação dos binários de carga
6. Acionamento de motores de indução

---

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

As máquinas eléctricas desempenham papel crucial na produção de energia eléctrica e na larga maioria das indústrias existentes. São, portanto, necessários técnicos que não só saibam analisar e escolher as máquinas eléctricas para determinadas aplicações como também saibam promover o seu funcionamento e manutenção de forma correcta. Os conteúdos programáticos acima referidos visam dar aos alunos e futuros técnicos todas essas competências, nomeadamente o conhecimento teórico e prático dos tipos mais comuns de máquinas eléctricas existentes no mercado. Nesta UC, os alunos aprendem, em termos teóricos e práticos, os aspectos construtivos, princípio de funcionamento, características de funcionamento e desempenho de dois tipos de máquinas eléctricas: transformadores e máquinas de indução.

---

### Metodologias de ensino (avaliação incluída)

- Aulas teóricas: aulas expositivas com auxílio a recursos visuais (projector de vídeo).
- Aulas teórico-práticas: resolução de problemas para complementar as explicações do professor.
- Aulas práticas: sob orientação do docente, os alunos realizam um conjunto de trabalhos laboratoriais.

- A avaliação consta de duas componentes: teórica (65%) e prática (35%).

- A avaliação teórica será efectuada por frequência (1 teste) ou por exame; nota mínima requerida: 9,5 valores (em 20).

- A avaliação prática será efectuada pela realização de trabalhos de laboratório; nota mínima requerida: 9,5 valores (em 20) na média da nota dos trabalhos.

- A avaliação de cada trabalho de laboratório será efectuada pelo relatório de grupo (40%) e por miniteste individual (60%).

Classificação final =  $0,65 * \text{Teórica} + 0,35 * \text{Prática}$

---

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

Para o desenvolvimento de competências no domínio das máquinas eléctricas, isto é, para atingirem os objectivos de aprendizagem desta UC, os alunos devem:

1 - Aprender todos os aspectos teóricos relacionados com os transformadores e as máquinas de indução (aspectos construtivos, princípio de funcionamento, características de funcionamento, desempenho, etc) o que é conseguido através da ministração das aulas teóricas e teórico-práticas.

2 - Aplicar e aprofundar os conhecimentos teóricos adquiridos na resolução de problemas específicos o que é conseguido através das aulas teórico-práticas e de orientação tutorial (resolução de problemas).

3 - Complementar os conhecimentos teóricos com os conhecimentos adquiridos na prática o que é conseguido através da ministração de aulas de orientação tutorial efectuadas no laboratório de máquinas eléctricas e através de visitas de estudo.

---

### Bibliografia principal

- [1] Sebenta da disciplina de Máquinas Eléctricas I.
- [2] Syed A. Nasar, "Máquinas Eléctricas", McGraw-Hill, 1984.
- [3] Dino Zorbas, "Electric Machines", West Publishing Company, 1989.
- [4] Stephen J. Chapman, "Electric Machinery Fundamentals", McGraw-Hill, 2005.
- [5] P. C. Sen, "Principles of Electric Machines and Power Electronics", 1997.
- [6] Theodore Wildi, "Electrical Machines, Drives and Power Systems", Prentice Hall, 1991.

**Academic Year** 2019-20

**Course unit** ELECTRICAL MACHINES I

**Courses** ELECTRIC AND ELECTRONICS ENGINEERING  
- BRANCH SPECIALISATION IN ENERGY AND CONTROL SYSTEMS

**Faculty / School** INSTITUTE OF ENGINEERING

**Main Scientific Area** ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

**Acronym**

**Language of instruction** Portuguese

**Teaching/Learning modality** Presential

**Coordinating teacher** João Manuel Martins Gomes

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
João Manuel Martins Gomes	OT; PL; T; TP	T1; TP1; PL1; OT1	30T; 20TP; 10PL; 20OT

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

### Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
30	20	10	0	0	0	20	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

Electromagnetism; Vector Analysis; Circuit Analysis I and II; Mathematics I; Applied Electrical Engineering

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

Develop necessary skills for operation and maintenance of electrical machines, namely transformers and induction machines. Develop necessary skills for analysis and selection of those electrical machines for specific applications.

### Syllabus

1. Introduction to Electrical Machines
2. Transformers
  1. Constructive aspects
  2. Principle of operation
  3. Ideal single-phase transformer
  4. Real single-phase transformer
  5. Equivalent circuits
  6. Equivalent circuit parameter evaluation
  7. Voltage regulation
  8. Power flow and efficiency
  9. Three-phase transformers
  10. Parallel operation of transformers
3. AC electrical machines fundamental
  1. Windings
  2. Magnetomotive force
  3. Rotating magnetic field
4. Induction electrical machines
  1. Constructive aspects
  2. Principle of operation
  3. Equivalent circuits
  4. Equivalent circuit parameter evaluation
  5. Power and torque equations
  6. Power flow and efficiency
  7. Operation as a generator
  8. Starting methods
5. Introduction to electromechanical drives
  1. Dynamics
  2. Nature and classification of load torques
6. Induction motor's drive

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

Electric machines play a crucial role in electricity production and in the vast majority of existing industries. Therefore, there is a need for technicians who not only know how to analyze and select electrical machines for certain applications, but also how to provide for their correct operation and maintenance. The syllabus above aims to provide students and future technicians with all of these skills, including theoretical and practical knowledge of the most common types of electric machines on the market. In this course, students learn from a theoretical and practical point of view, the constructive aspects, principles of operation, operating characteristics and performance of two types of electric machines: transformers and induction machines.

---

### **Teaching methodologies (including evaluation)**

Theoretical lectures: using exposition and explanation, supported by visual resources (video projector).

Theoretical-practical classes: solving problems in order to complement the teacher's explanations.

Practical classes: under teacher's guidance, the students execute a set of laboratorial works.

The evaluation consists of two components: theoretical (weighting 65%) and practical (weighting 35%).

The theoretical evaluation will be carried out by frequency (one test) or by exam; minimum required score: 9.5 (out of 20).

The practical evaluation will be carried out by laboratory works; minimum required score: 9.5 (out of 20) in the average of the lab works grades.

The evaluation of each laboratory work will be done by the group report (weighting 40%) and by the individual practical test (weighting 60%).

Final grade = 0.65 \* Theoretical grade + 0.35 \* Practical grade

---

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

For the development of competencies in the field of electric machines, i.e. to achieve the learning objectives of this course, students must:

- 1 - Learn all the theoretical aspects of transformers and induction machines (constructive aspects, principle of operation, operating characteristics, performance, etc.), what they achieve through theoretical lectures and theoretical-practical classes.
- 2 - Apply and consolidate theoretical knowledge by solving specific problems, what they achieve through theoretical-practical classes and tutorial orientation classes.
- 3 - Complement theoretical knowledge with practical knowledge, what they achieve through tutorial classes in the laboratory of electrical machines and field trips.

### Main Bibliography

- [1] Teacher's texts on Electrical Machines I.
- [2] Syed A. Nasar, "Máquinas Eléctricas", McGraw-Hill, 1984.
- [3] Dino Zorbas, "Electric Machines", West Publishing Company, 1989.
- [4] Stephen J. Chapman , "Electric Machinery Fundamentals", McGraw-Hill, 2005.
- [5] P. C. Sen , "Principles of Electric Machines and Power Electronics", 1997.
- [6] Theodore Wildi, "Electrical Machines, Drives and Power Systems", Prentice Hall, 1991.