

Ficha de Unidade Curricular – (Versão A3ES 2018-2023)

1 Caracterização da Unidade Curricular.

1.1 Designação da unidade curricular (1.000 carateres).

Complementos de Máquinas Elétricas (CME - 3482)

1.2 Sigla da área científica em que se insere (100 carateres).

EE

1.3 Duração (100 carateres).

Semestral

1.4 Horas de trabalho (100 carateres).

162h

1.5 Horas de contacto (100 carateres).

T: 22,5h; TP: 22,5h; PL:22,5h.

1.6 ECTS (100 carateres).

6

1.7 Observações (1.000 carateres).

1.7 Remarks (1.000 carateres).

2 Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo) (1.000 carateres).

Rita Marcos Fontes Murta Pereira: 45h

3 Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular (1.000 carateres).

Pedro Miguel Neves da Fonte: 22.5h

4 Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes). (1.000 carateres).

Análise, modelização e identificação das máquinas elétricas em regime dinâmico.

Estudo e análise da transformação física e matemática das máquinas elétricas.

Estudar a utilização de observadores nas máquinas elétricas.

Análise do efeito da saturação magnética no comportamento das máquinas elétricas

4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students). (1.000 characters).

Modeling and application of the dynamic behavior of electrical machines.

Analysis and application of electric machines mathematical and physical transformations.

Application of observers in electric machines.

Analysis of magnetic saturation effect in electric machines behavior.

5. Conteúdos programáticos (1.000 caracteres).

Estudo da dinâmica de conversores eletromecânicos: Teoria clássica e generalizada; Função de estado e variáveis de estado; Lagrangeano; Equação de Lagrange. Energia de um conversor eletromecânico.

Grafos de ligação energética: Variáveis generalizadas. Representação dos elementos, junções e das suas equações matemáticas.

Analogia entre sistemas físicos. Sentido da energia. Causalidade. Obtenção das equações dinâmicas. Controlabilidade e observabilidade. Ativação.

Modelos generalizados das máquinas elétricas: Transformação física da máquina síncrona. Transformações reais e complexas. Dedução da transformação abc-dqo. Transformação física da máquina DC. Dedução da transformação abc- $\alpha\beta 0$ e dqo- $\alpha\beta 0$. Modelos temporais.

Máquina primitiva de comutação. Regime permanente e dinâmico. Equações comportamentais da máquina DC.

Máquina DC, síncrona e assíncrona: Caracterização de transitórios eletromagnéticos, eletromecânicos e de pequena perturbação. Análise do efeito da saturação magnética.

5. Syllabus (1.000 characters).

Dynamic equations determination of electric machines: electric machines classic theory vs generalized theory, system state function, state variables of conservative systems, conservative Lagrangean, Lagrange equation of motion.

Bondgraphs: variables definition, system power flow, bondgraph elements, system dynamic equations, causality, controllability, observability, activation.

Electric machines generalized models: physical transformation of a salient pole synchronous and DC machine; commutator primitive machine model; transformations: abc-dqo, abc – $\alpha\beta 0$, dqo- $\alpha\beta 0$, complex transformed machined model, time-domain model. Modeling and analysis of the dynamic behavior of DC machines: Equations of motion, Steady-state and dynamic behavior.

Electromagnetic and electromechanical transients, small disturbances transients and Magnetic saturation analysis of DC, synchronous and induction machines

6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (1.000 caracteres).

Os conteúdos programáticos visam a aquisição de competências por parte dos alunos nos seguintes domínios:

Modelização de conversores eletromecânicos de energia,

Modelização e análise do comportamento dinâmico de máquinas elétricas

Análise dos modelos generalizados obtidos através da transformação física e matemática
Estudo do efeito da saturação magnéticas na modelização das máquinas elétricas. Análise do comportamento das máquinas elétricas com recurso a observadores.

Neste sentido os objetivos da unidade curricular sintetizam de forma clara as competências a adquirir pelos alunos, as quais estão em concordância com os conteúdos programáticos apresentados.

6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (1.000 characters).

These programmatic contents aim students 'competence acquirement on following domains:

- electromechanical energy conversion modeling
- electrical machines dynamic behavior modeling and analysis
- General machines models based on mathematical and physical transformation analysis
- Study of magnetic saturation effect in electric machines modeling

7. Metodologias de ensino (avaliação incluída) (1000 carateres).

O ensino reflete as vertentes: teórica, teórico-prática e laboratorial.

Na componente teórica os fundamentos teóricos do programa são abordados de forma bidirecional entre docente e discente são utilizados problemas (e sempre que possível, casos reais) para contextualizar os conteúdos programáticos apresentados. A aplicação dos conhecimentos adquiridos é colocada em prática através da resolução matemática de problemas e da implementação e análise laboratorial. Na resolução de problemas são utilizadas técnicas de aprendizagem ativa. Nas aulas laboratoriais são apresentados os objetivos e as competências a adquirir pelos alunos em cada trabalho num horizonte temporal pré-definido para cumprimento desses objetivos. A avaliação da teórica é realizada através de teste final e a prática através da apresentação e discussão de 4 trabalhos laboratoriais. A componente teórica tem um peso de 60% e a laboratorial um peso de 40%, na classificação final da UC.

7. Teaching methodologies (including assessment) (1.000 characters).

Lectures have 3 components: theory, exercises, and laboratory. In theory component, the fundamental syllabus theory is discussed in bidirectional way between teacher and students. The knowledge application is put into practice by solving math problems solving and in laboratorial analysis. In laboratory classes the goals and competencies to be acquired by students are presented. Each work has some predefined time scheduling that could be used as guideline for the successful accomplishment of those goals. The assessment of the theoretical component is accomplished through final test. Laboratorial assessment component is accomplished through presentation and discussion of 4 laboratorial problems. For Students final grade calculus, a weight of 60% of theory component and 40% of laboratory component, are considered. Theory and laboratory components are pedagogically fundamental for student's approval.

8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (3.000 carateres).

Para cumprimentos dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular, o aluno deve estar motivado e conseguir aplicar os conhecimentos teóricos a casos práticos e laboratoriais. Existe um elevado grau de articulação temporal entre as componentes, teórica, teórico-prática e laboratorial, para que o aluno consiga uma articulação adequada e lógica entre o saber e o saber fazer. Uma das formas de demonstração da coerência entre as metodologias de ensino e objetivos de aprendizagem é realizada através motivação (difícilmente mensurável) dos alunos associado ao número de aprovações (facilmente mensurável). Neste sentido os alunos que se

submetem a avaliação teórica e que frequentam as aulas teóricas e teórico-práticas têm uma taxa de aprovação de cerca de 72 %. As metodologias adotadas nas aulas teórico-práticas indiciam um aumento da motivação dos alunos, medido através da frequência dos alunos nestas aulas ao longo do semestre. A metodologia adotada para as aulas laboratoriais contribui para consolidação do conhecimento uma vez que os alunos definem o processo, metodologia e aplicam os conhecimentos teóricos, contribuindo para a sinergia entre as aulas das componentes teóricas, teórico-práticas e laboratoriais. Os alunos que frequentam as aulas teóricas e teórico-práticas de forma regular, são os que se submetem a avaliação teórica.

8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (3.000 characters).

To accomplish the learning objectives of the course, students should be motivated and able to apply theoretical knowledge into practical and laboratorial problems. There is a high coordination between the theoretical, exercises and laboratorial components. This coordination helps students to achieve a proper and logical articulation between knowledge and know-how. One way of demonstrating the consistency between teaching methodologies and learning objectives are accomplished through student's motivation (hardly measurable) associated with approvals numbers (easily measured). In this sense students who undergo theoretical evaluation and attend all lectures have an approval ratio around 72%. The methodologies used in exercises lectures indicate some increase in students' motivation, accordingly to students' attendance numbers measured along the semester. The adopted methodology for the laboratory classes contributes to consolidation and construction of knowledge. Students must define and chose the process, methodology and apply theoretical knowledge, contributing to the synergy between exercise and laboratorial lectures. The students who attend these all classes components with some regularity are those who submit into theoretical evaluation.

9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória (1.000 carateres).

"Complementos de Máquinas Elétricas" - Elementos de apoio ao estudo disponibilizados pelo docente, na página moodle;

Krause, Wasynczuk, Sudhoff, Analysis of Electric Machinery and drives, IEEE 2002.

Lyshevski, Electromechanical Systems, Electric Machines and Applied Mechatronics, CRC Press, 2000

Amalendu Mukherjee; Ranjit Karmakar, Modelling and Simulation of Engineering Systems Through Bondgraphs, Alpha Science International Ltd, 2000