

MÁQUINAS ELÉTRICAS

Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Código: 10011

Área Científica Predominante: Eletrónica e Instrumentação

Docente: António Herculano de Jesus Moreira

Idioma de Instrução: Português

Regime: S2

Carga Letiva: 60h Carga Trabalho: 100h

ECTS: 6,0

Objetivos

Esta unidade curricular tem como objetivo dotar os alunos dos conhecimentos fundamentais no domínio de máquinas elétricas, partindo-se de uma abordagem dos principais conceitos gerais e transversais, para um estudo individualizado dos principais tipos de máquinas elétricas. Pretende-se que os alunos compreendam os fenómenos físicos relacionados com as máquinas elétricas e que para cada uma sejam capazes de descrever e analisar os seus circuitos equivalentes, os seus diagramas fasoriais e as suas curvas características. Sempre que possível, o estudo assentará em casos práticos de aplicação real, orientado para a resolução de problemas nas vertentes de conceção, utilização, comissionamento e projeto de máquinas elétricas.

Resultados da Aprendizagem

Os alunos que concluíam com sucesso esta unidade curricular deverão ser capazes de:

1. Conhecer e compreender a utilização de máquinas elétricas em sistemas elétricos;
2. Conhecer o princípio de funcionamento dos transformadores, bem como os seus circuitos equivalentes e aspetos construtivos;
3. Conhecer o princípio de funcionamento das máquinas elétricas de corrente contínua, bem como os seus circuitos equivalentes e aspetos construtivos;
4. Conhecer o princípio de funcionamento das máquinas elétricas de corrente alternada, bem como os seus circuitos equivalentes e aspetos construtivos;
5. Compreender os regimes de funcionamento das máquinas elétricas estudadas, de forma a otimizar o seu desempenho e utilização;
6. Ter capacidade para projetar sistemas elétricos com máquinas elétricas em função de requisitos definidos.

Conteúdos Programáticos

1. Introdução às máquinas elétricas
 - 1.1. As máquinas elétricas nos sistemas elétricos

1.2. Conceitos básicos AC

1.2.1. Geração de corrente AC

1.2.2. Valores médios, pico, RMS

1.2.3. Potência elétrica

1.2.4. Fasores

1.3. Circuitos magnéticos e conversão de energia

1.3.1. Produção de campo magnético

1.3.2. Densidade de fluxo(B), Intensidade de campo(H), Permeabilidade(μ)

1.3.3. Circuitos magnéticos

1.3.4. Magnetização

1.3.5. Histerese e correntes de Foucault.

1.3.6. Lei de Faraday e Lei de Lenz

1.4. Princípios básicos das máquinas rotativas

1.4.1. Movimento rotacional (posição, velocidade e aceleração angular)

1.4.2. Energia e potência mecânica

1.4.3. Equações de Força e Torque

1.4.4. Fluxo de potência e perdas

1.4.5. Regulação de tensão e velocidade

2. Transformadores

2.1. Importância dos transformadores

2.2. Aspectos construtivos e tipos de transformadores

2.3. Transformador ideal

2.3.1. Potência

2.3.2. Impedância refletida

2.4. Transformador real monofásico

2.4.1. Relação de transformação

- 2.4.2. Corrente de magnetização
- 2.4.3. Convenção do ponto
- 2.5. Circuito equivalente do transformador
 - 2.5.1. Principais características
 - 2.5.2. Ensaio em vazio e em carga
 - 2.5.3. Perdas no ferro e no cobre
- 2.6. Transformadores trifásicos
 - 2.6.1. Grupos de ligação
 - 2.6.2. Sistema p.u. ("por unidade")
- 2.7. Perdas e rendimento dos transformadores
- 2.8. Autotransformadores

- 3. Máquinas de corrente contínua
 - 3.1. Princípio de funcionamento
 - 3.2. Ação do comutador (coletor)
 - 3.3. Aspectos construtivos
 - 3.4. Equações de funcionamento
 - 3.4.1. Força eletromotriz
 - 3.4.2. Binário
 - 3.4.3. Velocidade
 - 3.5. Circuito equivalente do motor DC
 - 3.6. Curva de magnetização da máquina DC
 - 3.7. Motores DC de excitação separada e de conexão shunt
 - 3.8. Máquinas DC de íman permanente
 - 3.9. Acionamento de motores DC

- 4. Máquinas Síncronas

4.1. Tipologia e aspetos construtivos

4.2. Operação como gerador

4.3. Operação como motor

5. Motores de indução

5.1. Constituição

5.2. Princípio de funcionamento

5.3. Equações de funcionamento

5.4. Circuito Equivalente

5.5. Potências e Binário

5.6. Características eletromecânicas e mecânicas

5.7. Ensaio para determinação dos parâmetros

5.8. Arranque dos motores de indução

5.8.1. Motores de gaiola de esquilo

5.8.2. Motores de rotor bobinado

5.9. Controlo de velocidade nos motores de indução

5.10. Gerador de indução

6. Motores monofásicos e motores especiais

6.1. Motor universal

6.2. Motor de relutância

6.3. Motor de histerese

6.4. Motores passo-a-passo

6.5. Servomotores

6.6. Motores lineares

7. Acionamento de máquinas elétricas

- 7.1. Regimes de funcionamento
- 7.2. Controlo de motores AC e motores DC
- 7.3. Arranque
- 7.4. Frenagem
- 7.5. Inversão de sentido de rotação
- 7.6. Controlo eletrónico de motores
- 7.7. Arrançadores suaves
- 7.8. Variadores de velocidade
 - 7.8.1. Seleção
 - 7.8.2. Ligações de comando e potência
 - 7.8.3. Parametrização
 - 7.8.4. Otimização

Bibliografia Recomendada

- Syed A. Nasar (1998), *Electric Machines and Electromechanics*, 2nd ed., Mc-Graw Hill.
- Guru, B.S. and Hiziroglu, H.R. (2000), *Elect. Mach. and Fund.*, 3rd Ed., Oxford Un.Press.
- Werner Leonhard (2001), *Control of Electrical Drives*, 3rd Edition, Springer

Métodos de Ensino e de Aprendizagem

O estudo das máquinas elétricas nesta unidade curricular compreende as máquinas estáticas e as rotativas, começando a análise a ser feita pelo transformador, e passando sucessivamente por cada uma das principais máquinas elétricas mencionadas nos conteúdos programáticos, tais como máquinas de corrente contínua, máquinas assíncronas, máquinas síncronas e motores especiais.

De forma a otimizar o desempenho e utilização de cada uma das máquinas são estudados os esquemas de comando, fazendo sempre que possível ensaios e simulações em laboratório dos respetivos acionamentos. Será dado um particular ênfase aos acionamentos eletrónicos, através da execução de trabalho prático integrado, onde se irão conjugar os diversos conhecimentos adquiridos.

Métodos de Avaliação

A aprovação nesta unidade curricular é obtida com uma nota igual ou superior a 10 (dez) valores, numa escala de 0 a 20, resultante da avaliação da componente teórico-prática, através da realização de um teste escrito (50%) e de um conjunto de 2 trabalhos práticos, efetuados no decorrer do semestre (TP1 (25%) + TP2 (25%)). A nota mínima

para o teste escrito é de 9 (nove) valores. A avaliação individual obrigatória de cada componente prática terá como nota mínima 10 (dez) valores.