



Escola Superior de Tecnologia de Tomar
Unidade Departamental de Matemática e Física e Departamento de Engenharia
Curso de Engenharia Electrotécnica e de Computadores

UNIDADE CURRICULAR DE ELECTROMAGNETISMO

2º Ano Regime: Semestral (1º)

Ano Lectivo: 2012-2013

Total	T	TP	OT	ECTS
162 h	28 h	42 h	5 h	6

Docentes: Teórica; Eq. a Asssit. 2º Triénio, *Mestre Rui Manuel Domingos Gonçalves*
Prática; Prof. Adjunto, *Doutor Raul Manuel Domingos Monteiro*

OBJECTIVO

Aprender os conceitos básicos e fundamentais, tal como os necessários modelos físicos associados à compreensão dos fenómenos electromagnéticos. Adquirir competências na aplicação desses conhecimentos aos fenómenos electromagnéticos nas diferentes áreas da electrotecnia.

PROGRAMA

1 Fundamentos da Matéria [1ª aula teórica]

Estrutura da matéria. Tabela periódica dos elementos químicos. Estrutura da Tabela Periódica. Estrutura e modelo do átomo; evolução histórica e modelo actual. Partículas elementares. Numero atómico (Z) e numero de massa atómica (A). Átomos e Moléculas.

2 Electrostática e Campo Eléctrico [2ª e 3ª aula teórica]

Propriedades da carga eléctrica. Propriedades eléctricas dos materiais; condutores e isolantes. Interação entre cargas eléctricas; a Lei de *Coulomb*. Força eléctrica. Campo eléctrico e sua representação. Propriedades do campo eléctrico. Linhas do campo eléctrico. Campo eléctrico; de uma distribuição discreta e de uma distribuição contínua de cargas eléctricas. Movimento de partículas electricamente carregadas num campo eléctrico uniforme.

3 Lei de Gauss [4ª aula teórica]

Fluxo eléctrico e lei de *Gauss*. Densidade de carga eléctrica e densidade de fluxo eléctrico. Condutor ideal e princípio de *Poisson*. Aplicação da lei de *Gauss* a isolantes carregados. Condutores eléctricos em equilíbrio electrostático.

4 Potencial Eléctrico [5ª aula teórica]

Trabalho e significado físico do potencial eléctrico. Diferença de potencial eléctrico (d.d.p.). Diferença de potencial num campo eléctrico uniforme. Potencial eléctrico e energia potencial de cargas eléctricas pontuais. Potencial eléctrico de distribuições contínuas de carga. Relação entre o campo e o potencial eléctrico. Potencial eléctrico de um condutor carregado.

5 Capacitância e Dieléctricos [6ª aula teórica]

Definição de capacitância e cálculo de capacitâncias. O condensador ideal e suas combinações. Energia de condensadores carregados. Efeitos do campo eléctrico nos Dieléctricos. Condensadores com dieléctricos.

6 Corrente eléctrica e Resistência eléctrica [7ª aula teórica]

Corrente eléctrica e baterias. Força electromotriz (F.E.M.) e pilhas químicas. Correntes estacionárias; intensidade de corrente e densidade de corrente. A resistência ideal. Lei de *Ohm* e efeito de *Joule*. Resistividade dos materiais eléctricos. Efeito superconductor. Condução eléctrica. Energia e potência eléctrica. Combinações de resistências.

7 Campo Magnético e suas fontes [8ª e 9ª aula teórica]

Efeitos magnéticos na natureza. Força magnética num condutor percorrido por uma corrente eléctrica. Momento numa espira de corrente, imersa num campo magnético uniforme. Movimento de uma partícula carregada num campo eléctrico e magnético; aplicações. Efeito de *Hall*. Forças entre correntes eléctricas (de *Lorentz*). Forças entre partículas carregadas. Lei de *Biot-Savart*. A lei de *Ampère*. Campo magnético de um solenóide. Fluxo magnético. Lei de *Gauss* do magnetismo. Corrente de deslocamento e lei de *Ampère* generalizada. Magnetismo na matéria e propriedades gerais do campo magnético; diamagnetismo, paramagnetismo, ferrimagnetismo e ferromagnetismo. Permeabilidade e susceptibilidade magnética. Permittividade eléctrica e polarização. O campo magnético Terrestre.

8 Lei de Faraday e a Indução Electromagnética [10ª aula teórica]

A lei de Faraday e a Indução. A F.E.M. de movimento. Lei de *Lenz*. F.E.M. induzidas e campos eléctricos induzidos. Aplicações da indução; geradores, motores e transformadores. Correntes de *Foucault*. Coeficientes de auto e mútua indução. Energia num campo magnético.

9 Equações de Maxwell. Propagação de ondas electromagnéticas [11ª e 12ª aula teórica]

As equações de *Maxwell* e as descobertas de *Hertz*. Ondas electromagnéticas planas. Energia de uma onda electromagnética; Teorema de *Poynting*. Propriedades das ondas. Velocidade de propagação da radiação electromagnética. Radiação electromagnética e matéria. Interação matéria – radiação; o corpo negro. Espectro de frequências da radiação electromagnética. Antenas; emissão e recepção de radiação electromagnética.

10 Corrente alternada sinusoidal monofásica [1ª a 5ª aula prática]

Formas de Corrente Eléctrica. Corrente alternada sinusoidal. Necessidade da corrente alternada. Grandezas características. Representação matemática. Desfasagem entre grandezas sinusoidais da mesma frequência; valores particulares. Representação vectorial. Teoria das bobinas e dos condensadores. Caracterização dos elementos de circuito em regime alternado sinusoidal: a resistência, a bobina e o condensador; relação tensão-corrente, potência instantânea, potência média ou activa e energia armazenada.

11 Circuitos em corrente alternada sinusoidal monofásica [6ª a 10ª aula prática]

Representação de grandezas alternadas sinusoidais através de *fasores* (amplitudes complexas - domínio da frequência). Relações para a resistência, a bobina e o condensador no domínio da frequência. Reactância, impedância, admitância.. Potência activa, reactiva e aparente. Factor de potência. Leis de *Kirchhoff* no domínio da frequência. Análise de circuitos: circuitos RL, RC, RLC, série e paralelo, RL paralelo com C e outras combinações de elementos de circuito. Ressonância. Compensação do factor de potência; implicações práticas. Máxima transferência de potência. Adaptação de impedâncias; aplicações. Referência ao efeito pelicular: resistência DC e resistência AC de um condutor; exemplos.

12 Sistemas trifásicos [11ª a 14ª aula prática]

Sistema de tensões trifásicas. Representação matemática e vectorial. Ligação em estrela e em triângulo. Sistemas equilibrados e desequilibrados. Potência nos sistemas trifásicos. Método de *Boucherot*. Compensação do factor de potência em sistemas trifásicos.

AVALIAÇÃO

A classificação é de 0 a 20 valores. O aluno só obtém aprovação à disciplina com nota igual ou superior a 10 (dez) valores. A avaliação contínua constará de duas frequências. O aluno terá que obter uma classificação mínima de 7,5 valores na 1ª frequência para poder realizar a 2ª frequência. A classificação final das frequências é a sua média aritmética. Caso o aluno não obtenha a nota mínima na 1ª frequência ou a média seja inferior a 10 valores, está automaticamente admitido ao exame final.

Serão efectuados dois testes de diagnóstico (facultativos); um no início e outro no final do semestre, com a duração aproximada de 90 minutos cada. Aos alunos que efectuarem estes dois testes, será adicionado 1 (um) valor à sua nota de avaliação. Os testes são efectuados em suporte informático.

Não será permitido o uso de máquinas de calcular gráficas, alfanuméricas ou com memória alfanumérica, durante a realização da parte teórica da prova de avaliação escrita.

CONTEÚDOS E INFORMAÇÃO DISPONÍVEL ON-LINE

A documentação em formato digital (sebenta, fichas de exercícios, etc) está disponível em <http://www.e-learning.ipt.pt/> na unidade curricular (UC) Electromagnetismo. O acesso é condicionado aos alunos inscritos na UC, mediante palavra-chave.

Gabinete do docente: B103 Extensão telefónica: 4220 email: rui.goncalves@ipt.pt
Gabinete do docente: I205 Extensão telefónica: 5174 email: raulm@ipt.pt

BIBLIOGRAFIA

Em Português:

- [P01] “Física 3 – Electricidade, Magnetismo e Ótica”, *Raymond A. Serway*
Livros Técnicos e Científicos, 1996 [CDA 18795] e [CDA 18796]
- [P02] “Física – Electricidade e Magnetismo” vol.3, *Paul Tipler*
Livros Técnicos e Científicos [CDA 16500] e [CDA 16501]
- [P03] “Física 3”, *D. Halliday, R. Resnick*
Livros Técnicos e Científicos, 1984
[CDA 12099], [CDA 14639], [CDA 14640], [CDA 14755] e [CDA 14788]
- [P04] “Física 3 – Electricidade e Magnetismo”, *Sears, Zemansky, Young*
Livros Técnicos e Científicos, 1984 [CDA 16917]
- [P05] “Electromagnetismo”, *Jaime E. Villate*
McGraw-Hill, 1999 [CDA 21971]
- [P06] “Electromagnetismo”, *William H. Hayt Jr.*
Livros Técnicos e Científicos, 1994 [CDA 14645]
- [P07] “Electromagnetismo”, *Carlos Peres Quevedo*
Ed. Loyola, 1993 [CDA 15801]
- [P08] “Introdução ao Electromagnetismo”, *Sushil Kumar Mendiratta*
Manuais Universitários, Fundação Calouste Gulbenkian, 1984 [CDA 249]
- [P09] “Física - um curso universitário”, vol. II - Campos e Ondas, *Alonso & Finn*
Livros Técnicos e Científicos, 1972, 1992 [CDA 9] e [CDA 14657 e 8], [CDA 23556]

- [P10] “Fundamentos de Física”, *M. Margarida Costa e Maria José Almeida*
Almedina, 1972, 2004 1ª Ed. [CDA 13778 e 79], [CDA 13781 a 83]
2ª Ed. [CDA 24483 a 85], [CDA 24487 e 88] e [CDA 24490]
- [P11] “Campo Electromagnético”, *L. Brito, M. Fiolhais e C. Providência*
McGraw-Hill, 1999
- [P12] “Fundamentos de Circuitos Eléctricos”, *Matthew N.O. Sadiku, Charles Alexander*, 3ª edição,
McGraw-Hill, 2008, ISBN: 9788586804977 (existe edição em Língua Inglesa)
- [P13] “Análise de Circuitos em Corrente Alternada”, *Rómulo Albuquerque*, editora Erica, 2006,
ISBN: 9788536501437
- [P14] “Circuitos em Corrente Alternada - Estude e Use”, *Rómulo Albuquerque*, editora Erica, 2005,
ISBN: 9788571943933 (livro de exercícios)
- [SI] “Sistema Internacional de Unidades (S.I.)”, *Guilherme de Almeida*
1988, 1ªEd., Plátano (Ed. Téc.) [CDA 12603 e 15415]
1997, 2ªEd., Plátano (Ed. Téc.) [CDA 18791]
2002, 3ªEd., Plátano (Ed. Téc.)

Exercícios:

- [PE1] “Electromagnetismo – 310 problemas resolvidos”, *Joseph A. Edminister*
Schaum - McGraw-Hill, 1979
- [PE2] “Física Geral” 650 problemas resolvidos”, *Frederick J. Bueche*
McGraw-Hill, 1983 [CDA 15805]

Divulgação:

- [D1] “As cinco equações que mudaram o mundo”, *Michael Guillen*
Cap. 3 “Acto de classe”
Colecção Ciência Aberta, 96, Gradiva
- [D2] “O universo eléctrico”, a verdadeira e surpreendente história da electricidade, *David Bodanis*
Colecção Ciência Aberta, 172, Gradiva

Em Inglês:

- [I1] “*Electromagnetism for Engineers- an introductory course*”, *P. Hammond*
Oxford Science Publications, 1997 [CDA 21477]
- [I2] “*The Electrical Engineering Handbook*”, *Richard C. Dorf (Editor-in-chief)*
CRC Press & IEEE Press, 1997
- [I3] “*Physics for Scientists and Engineers*”, *Fishbane, Gasiorowicz, Thornton*
Prentice Hall International Editions, 1ª Ed. [CDA 18848], 2ª Ed. [CDA 22384]
- [I4] “*A Treatise on Electricity and Magnetism*”, *James Clerk Maxwell*
Oxford Classic texts in the Physical Sciences, volume one, 1998 (1891)
[CDA 19267]

Rw 6