

CURSOS PROFISSIONAIS DE NÍVEL SECUNDÁRIO

Técnico de MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Variantes:

Electromecânica - Mecatrónica - Mecatrónica Automóvel - Aeronaves

PROGRAMA

Componente de Formação Técnica

Disciplina de

Tecnologia e Processos

Autores

Escola Tecnológica Artística e Profissional (Pombal)

Escola Profissional de Tondela

Escola Tecnológica e Profissional de Sicó (Avelar)

Escola Profissional de Trancoso

I.P.L. / Escola Superior de Tecnologia e Gestão (Leiria)

Escola Secundária Gago Coutinho (Alverca)

Outros autores

E. P. da Fundação Mariana Seixas (Castro Daire)

E. Profissional Amar Terra Verde (Vila Verde)

Eng. Baptista Cabarrão

Eng. João Mineiro

Eng. Amândio Oliveira

Eng. Vítor Mendes

Eng. João Mendes

Eng. Américo Mendes

Eng. Hélder Santos

Eng. António Leitão

Eng. Victor Santos

Eng. Alexandre Figueiredo

Eng. Norton de Matos

Direcção-Geral de Formação Vocacional

2006

Parte I

Orgânica Geral

Índice:

	Página
1. Caracterização da Disciplina	2
2. Visão Geral do Programa	2
3. Competências a Desenvolver.	3
4. Orientações Metodológicas / Avaliação	5
5. Elenco Modular	6
6. Bibliografia	7

1. Caracterização da Disciplina

A disciplina de Tecnologia e Processos faz parte da Componente de Formação Técnica do Curso Profissional de Técnico de Manutenção Industrial, com as variantes de Electromecânica, de Mecatrónica, de Mecatrónica Automóvel e de Aeronaves, que visa as saídas profissionais, respectivamente de Técnico de Manutenção Industrial/Electromecânica, de Manutenção Industrial/Mecatrónica, de Técnico de Mecatrónica Automóvel e de Técnico de Manutenção de Aeronaves.

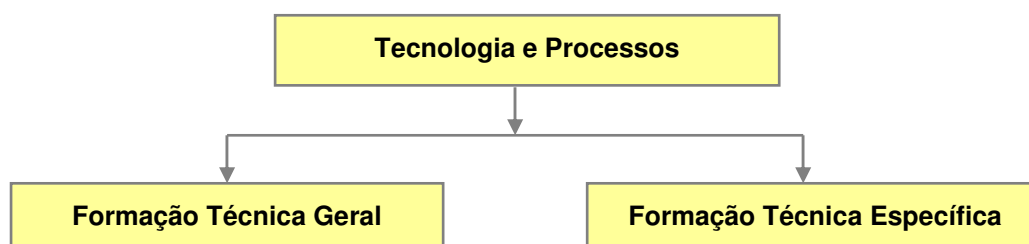
O seu elenco modular contempla módulos comuns e módulos específicos para cada uma das variantes acima indicadas.

Com os módulos desta disciplina pretende-se que, através da sensibilização, informação e desenvolvimento da capacidade para a aplicação das várias tecnologias e técnicas utilizadas no âmbito da manutenção, nas instalações industriais, nos processos de fabrico, nos veículos automóveis e na indústria aeronáutica, o aluno adquira os conhecimentos básicos. Estes, em articulação com os módulos das disciplinas de Práticas Oficiais, de Desenho Técnico e de Organização Industrial, permitirão o desenvolvimento de competências científicas e técnicas, gerais e específicas, essenciais para o desempenho da actividade profissional.

Para além do desenvolvimento das competências científicas e técnicas através da utilização de metodologias adequadas, a disciplina contribui também de forma activa para o desenvolvimento das competências pessoais e sociais necessárias ao cidadão em formação, nomeadamente alertando e sensibilizando o aluno para as implicações ambientais.

2. Visão Geral do Programa

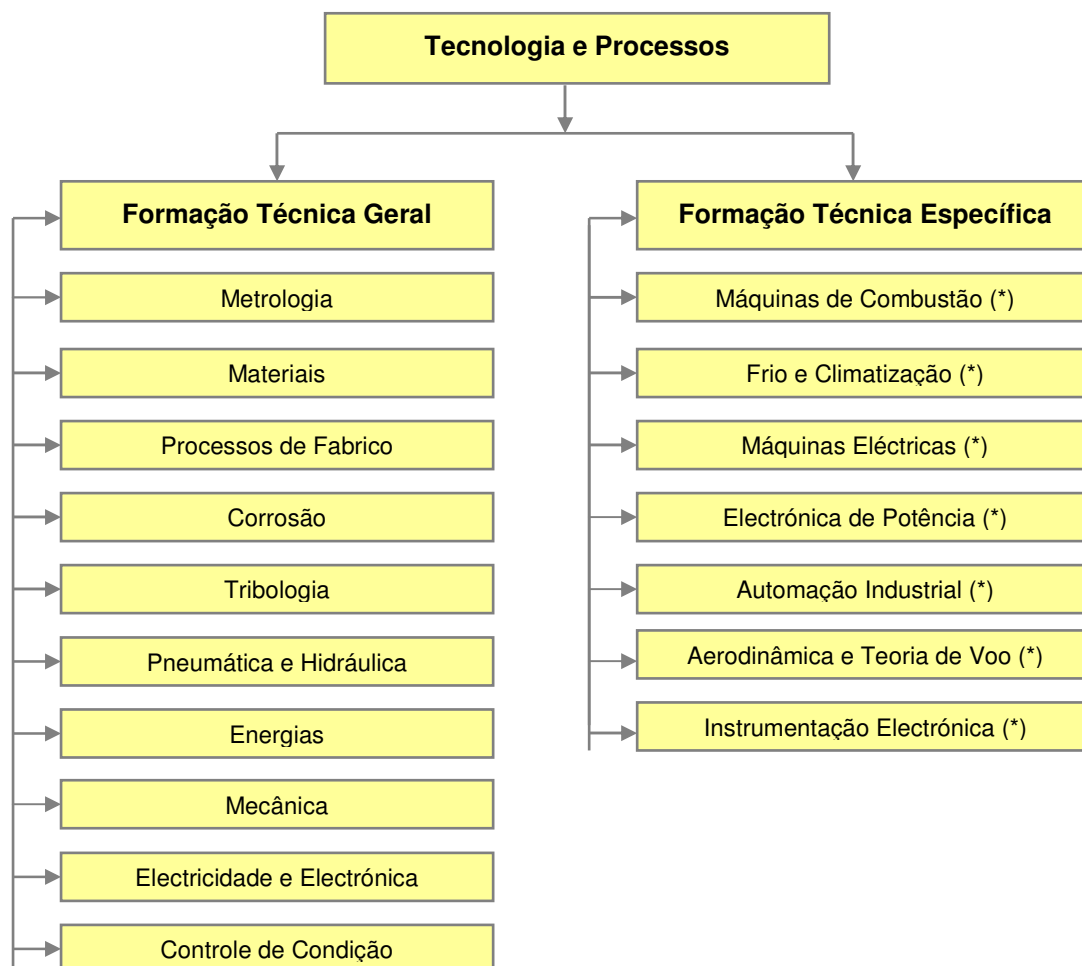
O programa da disciplina abrange, através do seu elenco modular, um conjunto de temas relativos a tecnologias e a técnicas imprescindíveis para a aquisição de conhecimentos, tanto ao nível da cultura tecnológica em geral, como ao nível da cultura tecnológica específica.



Os temas tratados nesta disciplina são essencialmente teóricos e teórico-práticos e servirão de base à disciplina de Práticas Oficiais.

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Entre outros serão tratados os seguintes temas:



(*) Tema específico de uma ou mais variantes

3. Competências a Desenvolver

O aluno deverá:

- Desenvolver a prática de pesquisa informática, aperfeiçoando o raciocínio crítico, a selecção criteriosa e o tratamento da informação recolhida;
- Usar a terminologia científica apropriada nas suas intervenções técnicas e científicas;
- Compreender e interpretar correctamente as normas técnicas e a legislação, aplicáveis no âmbito da sua actividade;
- Entender o comportamento dos materiais sujeitos a solicitações diversas, agindo em conformidade;
- Ser capaz de localizar, diagnosticar e resolver avarias e deficiências, para além de facilitar a sua adaptação à evolução tecnológica;

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

- Ser capaz de realizar acções de manutenção e reparação de equipamentos, no âmbito da sua actividade;
- Contribuir para o aumento da produtividade e da qualidade dos serviços prestados;
- Desenvolver o respeito pelas regras e o exercício de comportamentos de higiene, segurança e protecção ambiental.

Variante de Electromecânica:

- Desenvolver capacidade de pesquisa na área da mecânica, das instalações eléctricas, dos circuitos eléctricos, pneumáticos e hidráulicos, das máquinas térmicas, das máquinas eléctricas e dos equipamentos de frio e de climatização;
- Ser capaz de recorrer a métodos avançados de produção, nomeadamente na área do controlo numérico e da produção assistida por computador;
- Ser capaz de desenvolver os meios de sistematização da manutenção preventiva e preditiva em instalações industriais, procurando a minimização de avarias e tempos de paragem;

Variante de Mecatrónica:

- Desenvolver capacidade de pesquisa na área da mecânica, das instalações eléctricas, da electrónica, dos circuitos eléctricos, electrónicos, pneumáticos e hidráulicos, das máquinas eléctricas e da automação industrial;
- Ser capaz de realizar levantamentos de características de sistemas, nomeadamente ao nível de potência e consumo energético;
- Ser capaz de calcular esforços com vista a criar soluções de melhoria funcional;
- Conseguir introduzir melhoramentos nos processos de transmissão mecânica;
- Desenvolver capacidades de resolução de problemas, de comunicação e de flexibilização técnica, no âmbito da automação industrial;

Variante de Mecatrónica Automóvel:

- Desenvolver capacidade de pesquisa na área da mecânica, das instalações eléctricas e electrónicas do automóvel e das máquinas térmicas;

Variante de Aeronaves

- Desenvolver capacidade de pesquisa na área da mecânica, das instalações eléctricas, dos circuitos eléctricos, electrónicos, pneumáticos e hidráulicos, dos sistemas de fluidos e da aerodinâmica;

4. Orientações Metodológicas / Avaliação

O docente da disciplina deve desenvolver os conteúdos modulares recorrendo sempre que possível a exemplos de aplicabilidade, do quotidiano da actividade profissional, no sentido de:

- Motivar o aluno na busca de soluções para os problemas propostos;
- Evidenciar a aplicabilidade dos conceitos.

No processo de ensino/aprendizagem deverá haver articulação entre os conteúdos dos módulos desta disciplina e os conteúdos dos módulos da disciplina de Práticas Oficiais, no sentido de os alunos usufruírem de um maior aproveitamento dos conteúdos leccionados, relacionando a teoria com a prática.

Deverão efectuar-se visitas de estudo a empresas ou feiras técnicas, no sentido de complementar e actualizar a formação dos alunos.

O docente deverá privilegiar a realização de trabalhos práticos nos temas em que seja viável, no sentido de promover a participação e empenhamento do aluno, tanto individualmente como em grupo.

Quanto aos **critérios de avaliação**:

Deverão ser aplicados os definidos e aprovados ao nível de Escola conforme o estabelecido no Projecto Curricular de Turma e documentos decorrentes.

Na variante de aeronaves, nos módulos nºs 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14 e 15 (da sequência de referência) devem ser também aplicados os requisitos definidos no Apêndice 1 do Regulamento (CE) N.º 2042/2003 da COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS de 20 de Janeiro de 2003 e publicado em 28.11.2003 no Jornal Oficial da União Europeia (página 315/82). Os níveis de conhecimento exigidos encontram-se no Regulamento 2042/2003, nas páginas 86 a 98, 103, 104, 106, 107 e 108.

5. Elenco Modular

Número	Designação	Duração (horas)	Variantes			
			Electromecânica	Mecatrónica	Mecatrónica Automóvel	Aeronaves
			Sequência de Referência			
1	Metrologia	30	1	1	1	1
2	Tecnologia dos Materiais	35	2	2	2	2
3	Mecânica dos Materiais	30	3	3	3	4
4	Processos de Fabrico	35	4	4	4	
5	Corrosão, Atrito e Lubrificação	30	5	5	5	3
6	Transmissão e Transformação de Movimento	25	6	6	6	5
7	Pneumática e Hidráulica	30	7	7	7	9
8	Energias	20	8	8	8	
9	Electricidade I (Corrente contínua)	30	9			
10	Electricidade II (Corrente alternada)	30	10			
11	Máquinas Térmicas I (Máquinas de combustão)	30	11		9	
12	Máquinas Térmicas II (Frio e climatização)	30	12			
13	Máquinas Eléctricas	30	13		10	
14	Controle de Condição	25	14	15	14	
15	Electrotecnia I	25		9		7
16	Electrotecnia II	25		10		8
17	Electrónica	30		11	12	13
18	Electrónica de Potência	20		12		
19	Sistemas Lógicos I (Circuitos combinatórios)	30		13	13	
20	Sistemas Lógicos II (Circuitos sequenciais)	20		14		
21	Electricidade (Corrente contínua e corrente alternada)	30			11	
22	Mecânica dos Fluidos	30				6
23	Materiais e Equipamentos Físicos	20				10
24	Aerodinâmica e Teoria de Voo	25				11
25	Legislação Aeronáutica	25				12
26	Instrumentação Electrónica I	25				14
27	Instrumentação Electrónica II	25				15

6. Bibliografia

- ÁGUAS, M.; BALDAIA, R. (2004), *Sistemas Analógicos e Digitais 10: Curso tecnológico de electrotécnica e electrónica*. 10.º ano. Porto: Porto Editora.
- ÁGUAS, M.; BALDAIA, R.; PEREIRA, A. S. (2000), *Electricidade: Curso tecnológico de electrotecnia/ electrónica*. 10.º Ano. Porto: Porto Editora.
- ÁGUAS, M.; BALDAIA, R.; PEREIRA, S., (2005), *Sistemas Digitais 11: Curso tecnológico de electrotécnica e electrónica*. 11.º ano. Porto: Porto Editora.
- ALBUQUERQUE, R. O. (s.d.), *Análise de Circuitos em Corrente Alternada*. 1.ª ed., São Paulo: Editora Érica.
- ALMEIDA, G., (1997), *Sistema Internacional de Unidades (SI), Grandeza e Unidade Físicas, Terminologia, Símbolos e Recomendações*. 2.ª ed. Lisboa: Plátano.
- ANDERSON, J. D. (1985), *Introduction to flight*. 5.ª ed., New York: Editora McGraw-Hill.
- ANDERSON, J. D. (1991), *Fundamentals of Aerodynamics*. New York: Editora McGraw-Hill.
- ANTUNES, S. D. (1994), *Metrologia e Qualidade*, Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.
- ASHBY, M. F.; JONES, D. R. H. (1980/1982), *Engineering Materials*. Volumes I e II. Oxford: Pergamon Press.
- BASTOS, F. (1987), *Problemas de Mecânica dos Fluidos*. Rio de Janeiro. Editora Guanabara.
- BESSONOV, L. (1967), *Electricidade Aplicada para Engenheiros*. Porto: Editora Lopes da Silva.
- BLANES, O. (1997), *Manual de Instalações de Água e Gás*. 2.ª ed., Lisboa: Plátano.
- BOCCHI, G. (1987), *Motori a quattro tempi*. Napoli: Hoepli.
- BRAGA, J. (1999), *Guia do Ambiente: As empresas portuguesas e o desafio ambiental*. Lisboa: Monitor.
- BRANCO, C. M. (1998), *Mecânica dos Materiais*. 3.ª ed., Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- BRANDÃO, Diogo P. L. (1987), *Electrotecnia Geral*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian
- BRANDÃO, Diogo P. L. (1984), *Máquinas Eléctricas: Introdução – Máquinas eléctricas de corrente contínua*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- BROCH, J. T. (1984), *Mechanical Vibration and Shock Measurements*. 2.ª ed., Nærum, Dinamarca: Editora Bruel & Kjaer Publicações.
- BUZZONI, H. A. (s.d.), *Manual de Solda Eléctrica*. Rio de Janeiro: Ediouro Publicações S. A.:
- CABRAL, J. S. (1998), *Organização e Gestão da Manutenção: Dos conceitos à prática*. Lisboa: Editora Lidel.
- CABRAL, P. (1994), *Metrologia Industrial, uma função de Gestão da Qualidade*. Lisboa: Instituto Electrotécnico Português.
- CHIAVERINI, V. (1986), *Tecnologia Mecânica*. 2ª ed., São Paulo: McGraw-Hill.
- CLARK, G. H. (1988), *Industrial and Marine Fuels Reference Book*. London: Butterworths.
- COCKER, A. J. (1977), *Motores Eléctricos*. Colecção: Técnica Básica. Lisboa: Editorial Presença.
- COCKER, A. J. (1978), *Sistemas Eléctricos do Automóvel*. Lisboa: Editorial Presença.
- COSTA, L. (1978), *Tecnologia do Metal*. Colecção: Metalomecânica. Lisboa: Plátano Editora.
- Comissão Técnica de Metrologia - CT62 (1985), *Vocabulário Internacional de Metrologia: Termos Fundamentais e Gerais*. Lisboa: Direcção Geral da Qualidade.
- CREUS, J. A. (1978), *Tratado Prático de Refrigeração Automática*. Lisboa: Editora Dinalivro.

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

- CRUZ, A. C.; CARREIRA, J. (1992), *Ensaios mecânicos*. Lisboa: ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade.
- CUESTA GARCIA, L. M.; GIL PADILLA, A. J.; REMIRO DOMINGUEZ, F.. (1993), *Electrónica Analógica: Análise de circuitos, amplificação, sistemas de alimentação*. Lisboa: McGraw-Hill.
- CUESTA GARCIA, L. M.; GIL PADILLA, A. J.; REMIRO DOMINGUEZ, F. (1999), *Electrónica Digital: Álgebra de Boole, circuitos combinacionais e sequenciais, automatismos, memórias*. Lisboa: MacGraw Hill.
- DAVIES, E. (1993), *Avarias do Automóvel e sua Reparação*. Lisboa: Editorial Presença.
- DAVIM, J. P. (1995), *Princípios da Maquinagem*. Coimbra: Livraria Almedina.
- DRAPINSKI, J. (1979), *Hidráulica e Pneumática Industrial e Móvel: Elementos e manutenção. Manual prático de oficina*. São Paulo: McGraw Hill.
- DOLE, C. E.; Lewis, J. E. (2000), *Flight Theory and Aerodynamics - A practical guide for operational safety*. 2nd ed. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- DOSSAT, R. J. (1980), *Princípios de Refrigeração*. São Paulo: Hemus
- EDMINISTER, J. A.. (1977), *Circuitos Eléctricos: Resumo da Teoria*. São Paulo: Editora McGraw-Hill.
- FARINHA, J. S. B.; REIS, A. C. (2000), *Tabelas Técnicas*. Lisboa: Edições Técnicas, ETL.
- FERREIRA, L. A. (1998), *Tribologia: Notas de Cursos – lubrificação e lubrificantes*. Porto: Publindustria.
- FIALHO, A. B. (2004), *Automação Hidráulica – Projectos, Dimensionamento e Análise de Circuitos*. São Paulo: Editora Érica.
- FIGINI, G. (1980), *Electrónica Industrial – Circuitos e Aplicações*. São Paulo: Editora Hemus.
- FOX, W. J., et al. (1965), *Maquinaria Marítima Auxiliar*. México: UTEHA.
- FRANCISCO, A. (2002), *Autómatos Programáveis: Programação, Grafcet, Aplicações*. Lisboa: ETEP - Edições Técnicas e Profissionais.
- WHITE, F. M. (1999), *Mecânica dos Fluidos*. 4.^a ed. Rio de Janeiro: Editora Mcgraw-Hill
- FREIRE, J. M. (1978), *Tecnologia Mecânica*. Volumes I-II-III-IV-V. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, S.A.
- Fundamentos da Lubrificação* (1976), Coleção Técnica. Lisboa: Edição Mobil.
- GENTIL, V. (1996), *Corrosão*. Rio de Janeiro: Livros técnicos e Científicos Editora, S.A.
- GIACOSA, D. (1988), *Motores Endotérmicos*. Barcelona: Editora Ómega .
- GILES, R. V. (1972), *Mecânica dos Fluidos e Hidráulica*. Coleção Schaum. São Paulo: McGraw-Hill Book.
- GIL PADILLA, A. (1993), *Sistemas Digitais*. Lisboa: McGraw Hill.
- GONZÁLEZ, J. (1998), *Manual de Soldadura Eléctrica*. 3.^a ed. Lisboa: Plátano.
- GoodYear Aviation (2002), *Aircraft Tire Data Book*. Akron, Ohio: The Goodyear Tire & Rubber Company.
- GoodYear Aviation (2004), *Aircraft Tire Care Maintenance*. Akron, Ohio: The Goodyear Tire & Rubber Company.
- GUILLEN, M. (1988), *Cogeneración y Gas Natural: Sistemas de cogeneración*. Madrid: Empresa Nacional del Gas, S. A.
- GUSSOW, M., (1985), *Electricidade Básica*. São Paulo: McGraw-Hill
- HAMROCK, B. J.; JACOBSON, B.; SCHMID, S. R. (1999), *Fundamentals of Machine Elements*. Boston: McGraw-Hill.

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

- HARRINGTON, R. L. (1992), *Marine Engineering* (reviewed edition). New Jersey: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- HARRIS, C.; CREDE, C. (1976), *Shock and Vibrations Handbook*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill Book C.
- HAYT, W. H.; KEMMERLY, J. E. (1975), *Análise de Circuitos em Engenharia*. São Paulo: McGraw-Hill.
- HONEYCOMBE, R. W. K. (1982), *Aços - Microestrutura e Propriedades*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. (1996), *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. New York: John Wiley and Sons.
- JACKSON, L.; MORTON, T. D. (1990), *General Engineering Knowledge for Marine Engineers*. 5th ed. London: Thomas Reed Publications Ltd.
- JUANICO, F. J. M. (1991), *Geradores de Calor*. Porto: ECEMEI.
- KENDAL, B. (1993), *Manual of Avionics*. 3rd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- KERMODE, A. C. (1989), *Flight Without Formulae*. 5th (reviewed edition). New York: Longman.
- KHETAGUROV, M. (2004), *Marine Auxiliary Machinery and Systems*. Moscow: University Press of the Pacific.
- KOSOW, I. (1989), *Máquinas Eléctricas e Transformadores*. 8.^a ed. São Paulo: Globo.
- LEAKE, K., HENTHORNE, N. J. (1980), *Soldadura a Arco Eléctrico*. Col. *Técnica Básica*, nº 17. Lisboa: Editorial Presença.
- LIRA, F. A. (2003), *Metrologia na Indústria*. 3.^a ed. São Paulo: Editora Érica, Lda.
- LUCCHESI, D. (1986), *O Automóvel: Curso técnico*. Lisboa: Editorial Presença.
- MACINTYRE, A. J. (1996), *Instalações Hidráulicas*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos.
- MAHER, E. (2001), *Avionics Troubleshooting and Repair*. Practical Flying Series. New York: McGraw-Hill.
- MALVINO, A. P. (1991), *Electrónica no Laboratório*. São Paulo: McGrawHill
- MALVINO, A. P. (2000), *Princípios de Electrónica*. Volume I. Lisboa: McGrawHill.
- MARTIGNONI, A. (1970), *Máquinas de Eléctricas de Corrente Contínua*. 4.^a ed. Porto Alegre: Editora Globo, S. A.
- MARTINS, V. (1995), *Aplicações de Electrónica*. Lisboa: Plátano-Edições Técnicas.
- MATIAS, J. (1991), *Electrotecnia: Corrente alternada – Sistemas trifásicos*. Lisboa: Plátano Editora.
- MATIAS, J. (1993), *Electrotecnia: Problemas e itens*. Lisboa: Plátano Editora.
- MATIAS, J. (2000), *Tecnologias da Electricidade*. 11.^o Ano. 1.^o Volume. Lisboa: Didáctica Editora.
- MATIAS, J. (2004), *Sistemas Analógicos e Digitais*. 10.^o ano. Volume 2. Lisboa: Didáctica Editora.
- MEIRELES, V. (2001), *Circuitos Eléctricos*. Lisboa: LIDEL.
- MEIXNER, H.; KOBLER, R. (1987), *Manual de Introdução à Pneumática*. 5.^a ed. São Paulo: Festo Didatic.
- MELCONIAN, S. (1990), *Elementos de Máquinas*. São Paulo: Editora Érica.
- MENDES, L. M. O. (1984), *Refrigeração e Ar-Condicionado: Teoria, Prática, Defeitos*. Rio de Janeiro: Ediouro.
- MILLMAN, J. (1998), *Microelectrónica*. 2.^a ed. Lisboa: McGraw-Hill.
- MITCHELL, J. S. (1981), *Introduction to Machinery Analysis and Monitoring*. Tulsa: PennWell Books.

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

- MORAIS, S. (2000), *Elementos de Electricidade*. Porto: Porto Editora.
- MORAN, M. J.; SHAPIRO, H. N. (1993), *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*. New York: John Wiley and Sons Publishers.
- MORRIS, N. (1985), *Aplicações da Electricidade e da Electrónica. Col. Electricidade e Electrónica, nº 3*. Mem Martins: Edições CETOP.
- MOTT, R. L. (2005), *Applied Fluid Mechanics*. 6th ed. New Jersey: Prentice Hall
- NASAR, A. S. (1984), *Máquinas Eléctricas*. Coleção Schaum. São Paulo: McGraw-Hill.
- NASH, W. A. (1973), *Resistência dos Materiais*. São Paulo: McGraw-Hill.
- NIEMANN, G. (1971), *Elementos de Máquinas. Volumes I, II e III*. São Paulo: Edgard Blucher.
- NOVAIS, J. M. A. (1983), *Método Sequencial para Automatização Electropneumática*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- NOVAIS, J. M. A. (1992), *Programação de Autómatos: Método Grafcet*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- O'CALLAGHAN, P. W. (1981), *Design & Management for Energy Conservation*. New York: Pergamon Press.
- OLIVA, E. R. (1977), *Transformadores de Potencia, de Medida y de Protección*. Coimbra: Almedina.
- OLIVEIRA, I. (2003), *Poupar Energia e Proteger o Ambiente - Guias Práticos*. Lisboa: EDIDECO.
- PINTO, A.; ALVES, V. (1999), *Práticas Oficiais e Laboratoriais: Curso Tecnológico de electrotecnia/electrónica. 10º Ano. 1.ª ed., 3.ª reimp.* Porto: Porto Editora.
- PINTO, A. (2001), *Práticas Laboratoriais e Oficiais: Curso tecnológico de electrotecnia/electrónica - 11º Ano. 1.ª ed., 2.ª reimp.* Porto: Porto Editora.
- PINTO, A.; ALVES, V. (1997-1998), *Tecnologias: Curso tecnológico de electrotecnia/electrónica - 10º e 11º Ano*. Porto: Porto Editora.
- PINTO, A., CALDEIRA, J. (1996), *Tecnologias: Curso tecnológico de electrotecnia/electrónica - 12º Ano*. Porto: Porto Editora.
- PINTO, A.; CALDEIRA, J. (1999), *Práticas Laboratoriais e Oficiais: Curso tecnológico de electrotecnia/electrónica. 12º Ano*. Porto: Porto Editora.
- POLIMEROS, G. (1981), *Energy Cogeneration Handbook: Criteria for Central Plant Design*. New York: Industrial Press Inc.
- PORTELA, A.; SILVA, A. (1996), *Mecânica dos Materiais*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- QUINTELA, A. C. (1981), *Hidráulica*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- RAFRIN, P. J. (1992), *Installations Frigorifiques*. Paris: PYC Edition.
- RAMOS, A. M. (1963), *Máquinas Auxiliares. Volumes I e II*. Lisboa: Escola Naval, Serviço de Publicações Escolares.
- RAMOS, A. M. (1965), *Nomenclatura e Funcionamento de Máquinas. Volumes I e II*. Lisboa: Escola Naval, Serviço de Publicações Escolares.
- RANDALL, R. B. (1987), *Frequency Analysis*. 3rd ed. Nærum: Bruel & Kjaer Publicações
- RAPIN, P. (1991), *Manual do Frio - Fórmulas Técnicas Refrigeração e Ar Condicionado*. São Paulo: Hemus.
- RELVAS, C. (2000), *Controlo Numérico Computorizado: Conceitos Fundamentais*. Porto: Publindústria.
- ROCHA, A. T. (1982), *Tecnologia Mecânica. Volumes II e III*. 8.ª ed. Coimbra: Coimbra Editora, Lda.
- ROSEIRA, A. (1971), *Elementos de Mecânica. Ensino técnico Profissional*. Porto: Porto Editora.

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

- ROSEIRA, A.; SILVA, F. (1981), *Electrotecnia: Corrente alternada – 10º e 11º Anos*. Porto: Porto Editora.
- ROSSI, M. (1971), *Estampado en frio de la chapa*. Barcelona: Editorial Científico-Médica.
- RUAS, M. (1982), *Tecnologia Mecânica. Col. formação profissional*. Lisboa: Plátano Editora.
- SABERSKY, R. H., ACOSTA, A. J. e HAUPTMANN, E. G. (1989), *Fluid Flow: A First Course in Fluid Mechanics*. 3rd ed. New York: Macmillan Publishing Company.
- SAF - Soudure Autogène Française (1981), *Guia do utilizador de soldadura manual: noções de tecnologia e de metalurgia, materiais e produtos*. 1.^a ed., Lisboa: Arlíquido - Sociedade Portuguesa de Ar Líquido.
- SANTOS, J. F. O.; QUINTINO, L. (1993), *Processos de Soldadura. Volumes I e II*. Lisboa: Instituto de Soldadura e Qualidade.
- SCHROCK, J. (1989), *Montagem, Ajuste e Verificação de Peças de Máquinas*. Rio de Janeiro: Editorial Reverte.
- SENA, L. A. (1973), *Units of Physical Quantities and their Dimensions*. Moscow: Mir Publishers.
- SHIGLEY, J. E.; MISCHKE, C. R. (1989), *Mechanical Engineering Design*. New York: McGraw-Hill.
- SIGHIERI, L.; NISHINARI, A. (1976), *Controle Automático de Processos Industriais: Instrumentação*. 2.^a ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltd.
- SILVA, F. A. P. (2000), *Tribologia*. 2.^a ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- SILVA, J. F. A. (1998), *Electrónica Industrial*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- SILVA, V. D. (2004), *Mecânica e Resistência dos Materiais*. 3.^a ed. Coimbra: Zuari - Edição de Livros Técnicos.
- SMITH, W. F. (1998), *Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*. 3.^a ed. Lisboa: McGraw-Hill.
- SOARES, P. (1992), *Aços: Características e Tratamentos*. 5.^a ed. Porto: Ed. Livroluz.
- SOKOLOV, F., USOV, P. (1977), *Mecânica Industrial*. 3.^a ed. Moscow: Editorial Mir.
- SOUZA, S. A. (1990), *Ensaios Mecânicos de Materiais Metálicos: Fundamentos teóricos e práticos*. 5.^a ed. São Paulo: Editora Blucher, Lda.
- STERLING, L. (1976), *Marine Engineering Practice: Pumping Systems and their Ancillary Equipment*. London: The Institute of Marine Engineering, Science and Technology.
- STERLING, L. (1973), *Marine Engineering Practice: Selection, Installation and Maintenance of Marine Compressors. Volume 1*. London: The Institute of Marine Engineering, Science and Technology.
- STOECKER, W. F.; JABARDO, J. M. S. (1994), *Refrigeração Industrial*. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltd.
- STOECKER, W. F.; JONES, J. W. (1985), *Refrigeração e Ar-Condicionado*. São Paulo: McGraw-Hill.
- STONE, R. (1985), *Introduction to Internal Combustion Engines*. London: MacMillan Publishers, Ltd.
- STOTT, J. R. (1974), *Marine Engineering Practice: Refrigerating Machinery & Air Conditioning Plant*. London: The Institute of Marine Engineering, Science and Technology.
- THOMSON, W. T.; DAHLEH, M. D. (1998), *Theory of Vibrations with Applications*. 5.^a ed. New Jersey: Printice Hall.
- TIMOSHENKO, S., YOUNG, D. H. (1974), *Vibration problems in engineering*. 4.^a ed. New York: John Wiley & Sons. Inc.
- TODD, B.; LOVETT, P. A. (1976), *Marine Engineering Practice: Selecting Materials for Sea Water Systems*. London: The Institute of Marine Engineering, Science and Technology.

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

VALENTE, A. J. M.; LOBO, V. M. M. (2000), *Corrosão: Fundamentos, Prevenção e Efluentes*. Rio Tinto: Cenertec (Centro de Energia e Tecnologia).

VALKENBURGH, N. (1978-1979), *Sistemas Básicos, Sincronização e Servomecanismos*. Volumes I e II. Lisboa: Clássica Editora.

VENÂNCIO, P.; MARTINHO, P. (s.d.), *Materiais compósitos*. Processos de Reparação. Alverca: OGMA

WOWK, V. (1991), *Machinery Vibration: Measurement and analysis*. New York: McGraw Hill

Normas, Regulamentos e Especificações:

A Gestão da Energia e o Regulamento de Gestão do Consumo de Energia - R.G.C.E. (1993). Lisboa: DGE – Direção Geral de Energia do Ministério da Economia.

Aircraft Mechanics Specification Handbook. Pittsburg: Pittsburg Institute of Aeronautics.

Eficiência Energética nos Edifícios (2002). Lisboa: DGE – Direção Geral de Energia do Ministério da Economia.

ICAO - Convention on Internacional Civil Aviation

CIA 02-05 - Certificação das Organizações de Formação

CIA 08-06 - Emissão, Revalidação e Alteração ,de Licenças de Técnicos de Manutenção de Aeronaves - Parte 66

CIA 13-01 - Alteração das licenças do Pessoal de Certificação de Manutenção de Aeronaves

CTI 92-02 - Aprovação/Revalidação/Revogação da Certificação das OMA de acordo com a parte 145

CTI 98-01 - Licenças de Técnicos de Manutenção de Aeronaves

EACS-23 - Certification Specification for normal,Utility, Aerobatic, and Commuter Category Aeroplanes

EACS-25 - Certification Specification for Large Aeroplanes

EACS-27 - Certification Specification for Small Rotorcraft

EACS-29 - Certification Specification for Larget Rotorcraft

Especificação MIL HDBK 131 A - Identification markings for fasteners

Especificação MIL HDBK 212 - Gasket materials

Especificação MIL HDBK 695 D - Rubber products recommend shelf life

Especificação MIL HDBK 699 B - Flexible rubber products

Especificação MIL HDBK 723 A - Steel and iron wrought products

Especificação MIL HDBK 729 - Corrosion and corrosion prevention metals

Especificação MIL STD 1247 C - Markings, Function and hazard designation of hose, pipe and tube line for aircraft

PART 145 - Approved Maintenance Organisation. Regulamento (CE) N.º 2042/2003 da Comissão de 20 de Novembro

PART 146 - Approved Aircraft Maintenance Training Organisation. Regulamento (CE) N.º 2042/2003 da Comissão de 20 de Novembro

PART 21 - Certification Procedures for Aircraft and Related Products and Parts. Regulamento (CE) N.º 2042/2003 da Comissão de 20 de Novembro

PART 66 - Certified Staf. Regulamento (CE) N.º 2042/2003 da Comissão de 20 de Novembro

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

PART M - Continuing Aiworthiness. Regulamento (CE) N.º 2042/2003 da Comissão de 20 de Novembro

Regulamento (CE) nº 1592/2002 do Parlamento Europeu e do Conselho de 15 de Julho de 2002

Regulamento (CE) nº 1643/2003 do Parlamento Europeu e do Conselho de 22 de Julho de 2003

Regulamento (CE) nº 1701/2003 da Comissão Europeia de 24 de Setembro de 2003

Regulamento (CE) nº1702/2003 da Comissão Europeia de 24 de Setembro de 2003

Regulamento (CE) nº2042/2003 da Comissão Europeia de 20 de Novembro de 2003

Regulamento da Qualidade dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (1993). Lisboa: DGE - Direcção Geral de Energia, Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações - Subcomissão do Conselho Superior de Obras Públicas e Transportes.

Regulamento das Características e Comportamento Térmico dos Edifícios. 5.ª ed., (1997). Lisboa: DGE – Direcção Geral de Energia do Ministério da Economia.

RSICEE - Regulamento de Segurança das Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas

RSIEET - Regulamento de Segurança de Instalações de Energia Eléctrica e Telefones.

RSIUUE - Regulamento de Segurança das Instalações de Utilização de Energia Eléctrica em Baixa Tensão.

Sítios na Internet:

<http://www.miit.pt> – Manutenção Industrial Informatizada e Tecnologia

<http://www.aeromech.usyd.edu.au/aero/aerodyn.html> (Aerodinâmica)

<http://www.aeromech.usyd.edu.au/aero/atmos/atmos.html> (Física atmosfera)

<http://www.aeromech.usyd.edu.au/aero/atmos/atmtab.html> (Física atmosfera)

<http://aerodyn.org/> (Aerodinâmica)

<http://dei-s1.dei.uminho.pt/outraslic/lebiom/el1/>

http://pt.wikipedia.org/wiki/Corrente_contínua

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Eletrônica>

<http://web.mit.edu/ara/www/ds.html> - Digital Simulator (Freeware p/ ensino)

<http://www.auf.asn.au/groundschool/contents.html> (Teoria de voo)

<http://www.5spice.com> - 5spice

<http://www.allstar.fiu.edu/aero/flighttheory.htm> (Teoria de voo)

<http://www.aviation-history.com/theory/index-theory.html> (Teoria de voo)

<http://www.datasheetarchive.com/>

<http://www.datasheetlocator.com/po/>

<http://www.desktopaero.com/educational.html> (Aerodinâmica)

<http://www.electronicworkbench.com> - Multisim

http://www.generalcablecelcat.com/Tabelas_Tecnicas/

<http://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/bga.html> (Aerodinâmica)

<http://www.labcenter.co.uk> - Proteus VSM

<http://www.puz.com/sw/karnaugh/karnaugh12.htm> - Karnaugh Map 1.2 (Freeware)

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

<http://www.research-systems.com/easysim/easysim.htm> - EasySim

http://www.sc.ehu.es/sbweb/electronica/elec_basica/

<http://www.semiconductors.philips.com/>

<http://www.standardics.philips.com/datasheets/>

<http://www.inac.pt/htm/JAA.asp> JAR-OPS

<http://www.imdepa.com.br> – FAG: *Catálogo. FAG rolamentos.*

<http://www.imdepa.com.br> – FAG: *Danificação de rolamentos.*

<http://www.imdepa.com.br> – FAG: *Montagem de rolamentos.*

Parte II

Módulos

Índice:

		Página
Módulo 1	Metrologia	16
Módulo 2	Tecnologia dos Materiais	19
Módulo 3	Mecânica dos Materiais	22
Módulo 4	Processos de Fabrico	24
Módulo 5	Corrosão, Atrito e Lubrificação	26
Módulo 6	Transmissão e Transformação de Movimento	28
Módulo 7	Pneumática e Hidráulica	30
Módulo 8	Energias	33
Módulo 9	Electricidade I (Corrente contínua)	35
Módulo 10	Electricidade II (Corrente alternada)	37
Módulo 11	Máquinas Térmicas I (Máquinas de combustão)	39
Módulo 12	Máquinas Térmicas II (Frio e climatização)	42
Módulo 13	Máquinas Eléctricas	44
Módulo 14	Controle de Condição	46
Módulo 15	Electrotecnia I	47
Módulo 16	Electrotecnia II	52
Módulo 17	Electrónica	58
Módulo 18	Electrónica de Potência	61
Módulo 19	Sistemas Lógicos I (Circuitos combinatórios)	63
Módulo 20	Sistemas Lógicos II (Circuitos sequenciais)	66
Módulo 21	Electricidade (Corrente contínua e corrente alternada)	69
Módulo 22	Mecânica dos Fluidos	71
Módulo 23	Materiais e Equipamentos Físicos	73
Módulo 24	Aerodinâmica e Teoria de Voo	77
Módulo 25	Legislação Aeronáutica	81
Módulo 26	Instrumentação Electrónica I	84
Módulo 27	Instrumentação Electrónica II	87

MÓDULO 1

Metrologia

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

A Metrologia é definida como a ciência da medição. A medição é uma operação de grande importância para diversas actividades, porque através dela será possível garantir o nível de Qualidade definido para o processo produtivo, produto ou serviço. Neste módulo, pretende-se sensibilizar o aluno para os conceitos e processos de medição, para a utilização do instrumento de medição mais adequado para medir determinada grandeza, para o cumprimento das normas aplicáveis em determinado processo, para o conhecimento da influência dos erros associados a cada medição e para a gestão dos equipamentos de metrologia.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Tomar conhecimento do Subsistema Nacional de Metrologia;
- Tomar conhecimento das normas utilizadas no âmbito da Metrologia;
- Identificar e caracterizar o conceito e o domínio de actividade da metrologia;
- Identificar e caracterizar os termos fundamentais e gerais do vocabulário internacional de metrologia;
- Distinguir os conceitos de unidade, grandeza e dimensão;
- Distinguir os conceitos de medir, verificar, medição directa, medição indirecta e medição por estimativa;
- Identificar os diferentes sistemas de unidades utilizados em metrologia;
- Reconhecer as unidades de base, as unidades suplementares e as unidades derivadas do Sistema Internacional de Unidades;
- Identificar os múltiplos e submúltiplos, bem como os respectivos símbolos e prefixos;
- Proceder à conversão de unidades de sistemas diferentes;
- Identificar os instrumentos de medição mais utilizados em cada tipo de grandeza;
- Utilizar correctamente os instrumentos de medição;
- Identificar as principais qualidades dos instrumentos de medição;
- Identificar os principais factores geradores de erro numa medição e controlá-los;
- Efectuar medições com instrumentos de leitura directa e escala auxiliar (nónio);
- Detectar a necessidade de calibrar os instrumentos de medição;
- Classificar os equipamentos de medida e organizar um banco de dados destinado ao controlo e calibração dos instrumentos.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Subsistema Nacional de Metrologia
 - 1.1. Conceitos
 - 1.2. Domínio de actividade
 - 1.3. Estrutura nacional
2. Sistemas de unidades
 - 2.1. Generalidades
 - 2.2. A metrologia em Portugal
 - 2.3. O sistema internacional de unidades (S.I.)
 - 2.4. Outros sistemas utilizados em Portugal
 - 2.5. Vocabulário internacional de metrologia
 - 2.6. Normas
3. Cadeias hierarquizadas de padrões
 - 3.1. Conceitos
 - 3.2. Rastreabilidade e calibração
 - 3.3. Cadeias hierarquizadas de padrões
4. Gestão dos instrumentos de medição
 - 4.1. Selecção dos instrumentos de medição
 - 4.2. Recepção e entrada em serviço
 - 4.3. Calibração e verificação
 - 4.4. Exemplos de calibração
5. Factores de influência da medição
 - 5.1. Generalidades
 - 5.2. Métodos de medição
 - 5.3. Erros de medição
 - 5.3.1. Conceitos
 - 5.3.2. Tipos de erros
 - 5.4. Uso incorrecto dos instrumentos
6. Técnicas e instrumentos de medição
 - 6.1. Generalidades
 - 6.2. Metrologia dimensional
 - 6.3. Metrologia da temperatura
 - 6.4. Metrologia das massas
 - 6.5. Metrologia eléctrica
 - 6.6. Metrologia do tempo
 - 6.7. Metrologia da intensidade luminosa
 - 6.8. Metrologia das pressões

4. Bibliografia / Outros Recursos

ALMEIDA, G., (1997), *Sistema Internacional de Unidades (SI), Grandeza e Unidade Físicas, Terminologia, Símbolos e Recomendações. 2.ª ed.* Lisboa: Plátano.

ANTUNES, S. D. (1994), *Metrologia e Qualidade*, Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.

CABRAL, P. (1994), *Metrologia Industrial, uma função de Gestão da Qualidade*. Lisboa: Instituto Electrotécnico Português.

Comissão Técnica de Metrologia - CT62 (1985), *Vocabulário Internacional de Metrologia: Termos Fundamentais e Gerais*. Lisboa: Direcção Geral da Qualidade.

LIRA, F. A. (2003), *Metrologia na Indústria. 3.ª ed.* São Paulo: Editora Érica, Lda.

SENA, L. A. (1973), *Units of Physical Quantities and their Dimensions*. Moscow: Mir Publishers.

MÓDULO 2

Tecnologia dos Materiais

Duração de Referência: **35 horas**

1. Apresentação

Neste módulo, será feita uma abordagem às principais classes de materiais utilizados em engenharia (metálicos e não metálicos) incidindo, nomeadamente, sobre a sua constituição e propriedades, os processos da sua obtenção, os tratamentos a que podem ser sujeitos para alterar as suas propriedades e as suas principais aplicações. Também se pretende com este módulo sensibilizar o aluno para as tendências actuais, no âmbito da Ciência e Engenharia dos Materiais, no que concerne à sua utilização racional dos materiais.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Reconhecer a constituição da matéria;
- Identificar as principais classes de materiais;
- Reconhecer as propriedades que permitem distinguir os materiais;
- Identificar os ensaios oficiais e laboratoriais,
- Identificar registos de ensaios, nomeadamente, diagramas de tensão-deformação, diagramas de ultra-sons, raios-X e outros;
- Identificar os metais ferrosos e não ferrosos mais utilizados na indústria;
- Enunciar as propriedades e especificações técnicas dos materiais metálicos, ferrosos e não ferrosos, assim como os processos metalúrgicos para a sua obtenção;
- Enumerar as principais aplicações industriais dos materiais metálicos;
- Indicar os diferentes tipos de classificação dos aços.
- Seleccionar os materiais ferrosos e não ferrosos de acordo com as suas classificações normalizadas;
- Caracterizar os tratamentos aplicáveis aos materiais e os efeitos daí resultantes;
- Interpretar o diagrama de equilíbrio das ligas ferro-carbono;
- Ler o diagrama TTT (tempo, temperatura e transformação);
- Distinguir os tipos de materiais não metálicos mais utilizados na indústria, bem como as suas propriedades e aplicações.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Constituição da matéria, estrutura atómica e molecular dos materiais
2. Propriedades físico-químicas, mecânicas e tecnológicas dos materiais
3. Metais
 - 3.1. Metais ferrosos
 - 3.1.1. Diagrama das ligas ferro-carbónicas
 - 3.1.2. Ligas ferrosas; aços-carbono, aços de liga, ferros fundidos
 - 3.1.3. Metalurgia do ferro. Processo siderúrgico e alto-forno
 - 3.1.4. Aços e processos de obtenção dos aços. Conversores, forno Siemens-Martin, fornos eléctricos, cadinho e outros
 - 3.1.5. Classificação dos aços
 - 3.2. Metais não ferrosos
 - 3.2.1. Metais simples
 - 3.2.2. Ligas metálicas
4. Tratamentos
 - 4.1. Generalidades
 - 4.2. Tratamentos térmicos
 - 4.3. Tratamentos termomecânicos
 - 4.4. Tratamentos termoquímicos
 - 4.5. Tratamentos de superfície
5. Materiais não metálicos
 - 5.1. Generalidades
 - 5.2. Compósitos
 - 5.3. Polímeros (plásticos)
 - 5.4. Borrachas
 - 5.5. Madeiras e seus derivados
 - 5.6. Amianto

4. Bibliografia / Outros Recursos

- ASHBY, M. F.; JONES, D. R. H. (1980/1982), *Engineering Materials*. Volumes I e II. Oxford: Pergamon Press.
- CHIAVERINI, V. (1986), *Tecnologia Mecânica*. 2ª ed., São Paulo: McGraw-Hill.
- COSTA, L. (1978), *Tecnologia do Metal*. Coleção: Metalomecânica. Lisboa: Plátano Editora.
- FARINHA, J. S. B.; REIS, A. C. (2000), *Tabelas Técnicas*. Lisboa: Edições Técnicas, ETL.
- FREIRE, J. M. (1978), *Tecnologia Mecânica*. Volumes I-II-III-IV-V. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, S.A.
- HONEYCOMBE, R. W. K. (1982), *Aços - Microestrutura e Propriedades*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- ROCHA, A. T. (1982), *Tecnologia Mecânica*. Volumes II e III. 8.ª ed. Coimbra: Coimbra Editora, Lda.
- RUAS, M. (1982), *Tecnologia Mecânica*. Col. formação profissional. Lisboa: Plátano Editora.
- SMITH, W. F. (1998), *Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*. 3.ª ed. Lisboa: McGraw-Hill.
- SOARES, P. (1992), *Aços: Características e Tratamentos*. 5.ª ed. Porto: Ed. Livroluz.
- TODD, B.; LOVETT, P. A. (1976), *Marine Engineering Practice: Selecting Materials for Sea Water Systems*. London: The Institute of Marine Engineering, Science and Technology.

MÓDULO 3

Mecânica dos Materiais

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Neste módulo será feita uma abordagem aos aspectos básicos da mecânica dos materiais, aos conceitos fundamentais do comportamento mecânico dos materiais e aos ensaios a que estes podem ser submetidos para determinação das suas propriedades mecânicas. Pretende-se com este módulo que o aluno adquira conceitos fundamentais de Mecânica dos Materiais, que lhe permitirão avaliar a aptidão de dado material, para suportar determinado tipo de solicitação mecânica, em condições de funcionamento definidas. Através deste módulo, o aluno adquirirá também conhecimentos sobre as técnicas de ensaios mecânicos mais utilizados na caracterização dos materiais e sobre os ensaios não destrutivos, mais utilizados na Indústria Metalomecânica, para avaliação da conformidade do processo ou para detecção de defeitos.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Definir força e identificar os elementos característicos de força e momento;
- Reconhecer o comportamento dos materiais quando sujeitos a esforços;
- Interpretar os diagramas resultantes de ensaios laboratoriais, nomeadamente o diagrama de tensão-deformação;
- Avaliar a aptidão de dado material para determinada aplicação;
- Realizar cálculos elementares de resistência de materiais para escolha de perfis comerciais a utilizar em estruturas metálicas simples.
- Caracterizar os vários tipos de ensaios, destrutivos ou não destrutivos, utilizados na determinação das propriedades dos materiais ou detecção de defeitos.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Noções básicas de estática

- 1.1. Tipos de esforços sobre os materiais: Tracção, compressão, corte, flexão e torção
- 1.2. Diagrama de tracção – deformação
- 1.3. Deformação elástica e plástica
- 1.4. Resistência à tracção – compressão, Leis de Hooke e de Poisson
- 1.5. Tensão admissível e coeficiente de segurança
- 1.6. Encurvadura, Fórmula de Euler

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 3: Mecânica dos Materiais

- 1.7. Resistência ao corte
- 1.8. Resistência à flexão, módulo de inércia e momento flector
- 1.9. Diagrama dos momentos flectores e esforços transversos
- 1.10. Resistência à torção, momento torsor
- 1.11. Fadiga e concentração de tensões
- 1.12. Rotura frágil; rotura dúctil; temperatura
- 2. Ensaios
 - 2.1. Oficiais
 - 2.2. Laboratoriais
 - 2.2.1. Destrutivos: Tracção, dureza, dobragem, choque, fadiga e fluência
 - 2.2.2. Não destrutivos: métodos visuais, magnetoscopia, líquidos penetrantes, radiografia industrial, ultra sons e outros

4. Bibliografia / Outros Recursos

- BRANCO, C. M. (1998), Mecânica dos Materiais. 3.^a ed., Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- CRUZ, A. C.; CARREIRA, J. (1992), Ensaios mecânicos. Lisboa: ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade.
- CRUZ, A. C.; CARREIRA, J. (1992), Ensaios mecânicos. Lisboa: ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade.
- NASH, W. A. (1973), Resistência dos Materiais. São Paulo: McGraw-Hill.
- PORTELA, A.; SILVA, A. (1996), Mecânica dos Materiais. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- ROCHA, A. T. (1982), Tecnologia Mecânica. Volumes II e III. 8.^a ed. Coimbra: Coimbra Editora, Lda.
- SILVA, V. D. (2004), Mecânica e Resistência dos Materiais. 3.^a ed. Coimbra: Zuari - Edição de Livros Técnicos.
- SOARES, P. (1992), Aços: Características e Tratamentos. 5.^a ed. Porto: Ed. Livroluz.
- SOKOLOV, F., USOV, P. (1977), Mecânica Industrial. 3.^a ed. Moscow: Editorial Mir.

MÓDULO 4

Processos de Fabrico

Duração de Referência: **35 horas**

1. Apresentação

Neste módulo será feita uma abordagem aos processos tecnológicos, conceitos e técnicas mais utilizados na Indústria Metalomecânica, associados principalmente, aos processos de deformação plástica, maquinação, fundição e processos de ligação. Terá também por objectivo fornecer informação que permita aos alunos associar a cada produto metálico um processo de fabrico adequado. Deverá ser feita uma articulação com a disciplina de Práticas Oficiais, onde os alunos terão oportunidade de por em prática os conhecimentos adquiridos.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Reconhecer as peças e métodos de as obter por deformação plástica;
- Distinguir os diversos processos tecnológicos que utilizam o corte por arranque de apara;
- Reconhecer os processos tecnológicos de produção de peças por fundição;
- Identificar o tipo de peças obtidas por qualquer um dos processos de fabrico;
- Justificar a necessidade de acabamento final das peças;
- Caracterizar os processos de fabrico, a partir dos desenhos técnicos e especificações definidas;
- Indicar os processos simples ou integrados de produção automática assistida por computador e as suas vantagens nos ganhos de produtividade e qualidade dos produtos;
- Tomar conhecimento das tecnologias de Comando Numérico e respectiva utilização.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Fabricação de peças por deformação dos materiais
2. Processos de fabrico sem arranque de apara
 - 2.1. Laminagem
 - 2.2. Estampagem
 - 2.3. Extrusão
 - 2.4. Trefilagem
 - 2.5. Corte mecânico
 - 2.6. Dobragem
 - 2.7. Quinagem

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 4: *Processos de Fabrico*

- 2.8. Calandragem
- 3. Processos de fabrico com arranque de apara
 - 3.1. Furacão
 - 3.2. Torneamento
 - 3.3. Fresagem
 - 3.4. Corte
 - 3.5. Aplainamento
 - 3.6. Mandrilagem
 - 3.7. Rectificação
- 4. Outros processos de fabrico
 - 4.1. Fundição
 - 4.2. Oxi-corte
 - 4.3. Corte por plasma
 - 4.4. Corte por laser
 - 4.5. Corte por jacto de água
 - 4.6. Electro-erosão
 - 4.7. Projecção a quente
 - 4.8. Moldação
 - 4.9. Lamelagem
- 5. Aplicações de comando numérico computadorizado (cnc)

4. Bibliografia / Outros Recursos

- BUZZONI, H. A. (s.d.), Manual de Solda Eléctrica. Rio de Janeiro: Ediouro Publicações S. A.
- CHIAVERINI, V. (1986), Tecnologia Mecânica. 2ª ed., São Paulo: McGraw-Hill.
- DAVIM, J. P. (1995), Princípios da Maquinagem. Coimbra: Livraria Almedina.
- GONZÁLEZ, J. (1998), Manual de Soldadura Eléctrica. 3.ª ed. Lisboa: Plátano.
- LEAKE, K., HENTHORNE, N. J. (1980), Soldadura a Arco Eléctrico. Col. Técnica Básica, nº 17. Lisboa: Editorial Presença.
- RELVAS, C. (2000), Controlo Numérico Computorizado: Conceitos Fundamentais. Porto: Publindústria.
- ROCHA, A. T. (1982), Tecnologia Mecânica. Volumes II e III. 8.ª ed. Coimbra: Coimbra Editora, Lda.
- ROSSI, M. (1971), Estampado em frio de la chapa. Barcelona: Editorial Científico-Médica.
- SAF - Soudure Autogène Française (1981), Guia do utilizador de soldadura manual: noções de tecnologia e de metalurgia, materiais e produtos. 1.ª ed., Lisboa: Arlíquido - Sociedade Portuguesa de Ar Líquido.
- SANTOS, J. F. O.; QUINTINO, L. (1993), Processos de Soldadura. Volumes I e II. Lisboa: Instituto de Soldadura e Qualidade.

MÓDULO 5

Corrosão, Atrito e Lubrificação

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Neste módulo pretende-se fazer uma abordagem aos vários tipos de corrosão, bem como analisar o desgaste das peças devido ao efeito do atrito, aliados a uma boa selecção dos materiais/lubrificantes.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Definir os conceitos de atrito e corrosão;
- Tomar conhecimento dos fenómenos físico-químicos envolvidos nos processos de corrosão e atrito bem como suas correlações;
- Fazer cálculos elementares sobre forças de atrito;
- Identificar os diferentes tipos ou formas de corrosão;
- Indicar as formas de prevenir a corrosão ou reduzir os seus efeitos;
- Aplicar os métodos de tratamento de corrosão;
- Identificar tipos de lubrificantes, formas de utilização, metodologias de selecção, armazenamento e manuseamento.
- Descrever o funcionamento dos dispositivos e sistemas mecânicos usados na lubrificação.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Corrosão dos materiais metálicos

1.1. Generalidades

1.2. Tipos de corrosão

1.2.1. Uniforme

1.2.2. Localizada

1.2.3. Intergranular

1.3. Causas da corrosão

1.3.1. Química

1.3.2. Electroquímica

- 1.4. Protecções contra a corrosão
 - 1.4.1. Metalização
 - 1.4.2. Pintura
 - 1.4.3. Plastificação
 - 1.4.4. Protecção catódica
- 1.5. Metais autoprotectores
- 2. Atrito
 - 2.1. Generalidades
 - 2.2. Tipos de atrito - Atrito de escorregamento e Atrito de rolamento
 - 2.3. Força de atrito
 - 2.4. Lei do atrito de escorregamento
- 3. Lubrificação e lubrificantes
 - 3.1. Generalidades
 - 3.2. Tipos de óleos e massas lubrificantes
 - 3.2.1. Propriedades dos lubrificantes
 - 3.2.2. Aditivos e factores de escolha de um lubrificante
 - 3.3. Sistemas de lubrificação
 - 3.3.1. Intermitente
 - 3.3.2. Por imersão
 - 3.3.3. Por chapinhagem
 - 3.3.4. Sob pressão
 - 3.3.5. Automática
 - 3.4. Dispositivos de lubrificação
 - 3.4.1. Bombas e sistemas de refrigeração dos óleos
 - 3.4.2. Elementos de um dispositivo de lubrificação
 - 3.5. Manipulação e armazenamento de lubrificantes

4. Bibliografia / Outros Recursos

- Fundamentos da Lubrificação (1976), Colecção Técnica. Lisboa: Edição Mobil.
- GENTIL, V. (1996), *Corrosão*. Rio de Janeiro: Livros técnicos e Científicos Editora, S.A.
- ROCHA, A. T. (1982), *Tecnologia Mecânica*. Volumes II e III. 8.ª ed. Coimbra: Coimbra Editora, Lda.
- SILVA, F. A. P. (2000), *Tribologia*. 2.ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- VALENTE, A. J. M.; LOBO, V. M. M. (2000), *Corrosão: Fundamentos, Prevenção e Efluentes*. Rio Tinto: Cenertec (Centro de Energia e Tecnologia).
- GENTIL, Vicente. (s.d.), *Corrosão*. [s.l.]: Editora, Livros técnicos e Científicos Editora, S.A.

MÓDULO 6

Transmissão e Transformação de Movimento

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Neste módulo irão ser estudados os vários tipos de transmissão e transformação de movimento. Deverá efectuar-se uma articulação com a disciplina de Práticas Oficiais, onde os alunos terão oportunidade de desmontar/montar órgãos de transmissão e analisar os mecanismos de transformação de movimento.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar os diversos tipos de movimento.
- Relacionar os conceitos físicos e matemáticos envolvidos nas diversas transformações de movimento.
- Reconhecer os diversos dispositivos mecânicos utilizados na transformação de movimento.
- Realizar cálculos simples relativos às diversas transformações de movimento.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Transmissão de movimento
 - 1.1. Tipos de transmissão de movimento
 - 1.2. Elementos característicos
 - 1.2.1. Sentido de rotação
 - 1.2.2. Variação de velocidade
 - 1.2.3. Transmissões simples e transmissões múltiplas
 - 1.2.4. Orientação dos veios entre si
 - 1.2.5. Razão de transmissão
 - 1.3. Cálculos de transmissão de movimento
2. Sistemas de transmissão de movimento
 - 2.1. Rodas de fricção
 - 2.2. Tambores e correias
 - 2.3. Rodas dentadas

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 6: *Transmissão e Transformação de Movimento*

- 2.3.1. Tipos de engrenagens
- 2.3.2. Elementos característicos da roda dentada
- 2.3.3. Condições de engrenamento
- 2.3.4. Razão de transmissão

3. Transformação de movimento

- 3.1. Parafuso sem-fim e roda helicoidal
- 3.2. Roda dentada e cremalheira
- 3.3. Parafuso e porca
- 3.4. Manivela e corrediça oscilante
- 3.5. Cadeias ou correntes e rodas dentadas
- 3.6. Biela e manivela
- 3.7. Excêntricos e ressaltos
- 3.8. Cruz de malta
- 3.9. Cadeias cinemáticas

4. Bibliografia / Outros Recursos

HAMROCK, B. J.; JACOBSON, B.; SCHMID, S. R. (1999), Fundamentals of Machine Elements. Boston: McGraw-Hill.

ROSEIRA, A. (1971), Elementos de Mecânica. Ensino técnico Profissional. Porto: Porto Editora.

MÓDULO 7

Pneumática e Hidráulica

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Este módulo permitirá ao aluno a aquisição dos fundamentos e princípios de pneumática e hidráulica, bem como o entendimento sobre a relação entre os diferentes dispositivos. Estes conhecimentos são indispensáveis para a participação no desenvolvimento de processos industriais com automatismos, regulação e controle de pressão, caudal e nível. É igualmente importante participar em rotinas de manutenção das instalações.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar as razões da utilização do ar comprimido nas instalações industriais;
- Explicitar as características necessárias ao ar comprimido para a função,
- Identificar os vários tipos de compressores,
- Indicar as várias fases de produção, tratamento e armazenamento do ar comprimido;
- Identificar e caracterizar os vários tipos de compressores, quanto à constituição, funcionamento e aplicação;
- Explicitar os problemas de lubrificação, conservação e manutenção deste tipo de máquinas;
- Descrever as rotinas de conservação das instalações de ar comprimido;
- Reconhecer as propriedades dos fluidos hidráulicos;
- Identificar e caracterizar os vários tipos de bombas hidráulicas, quanto à constituição, funcionamento e aplicação;
- Identificar os elementos constituintes das bombas hidráulicas, e as suas funções;
- Identificar os problemas específicos de manutenção e conservação das bombas hidráulicas;
- Efectuar cálculos que permitam seleccionar os componentes para um circuito pneumático/hidráulico;
- Identificar num circuito em esquema, pneumático/hidráulico, cada um dos seus elementos constituintes representados por simbologia normalizada, interpretar as suas funções e justificar aplicações;
- Identificar e caracterizar os componentes, equipamentos e instalações auxiliares de um circuito pneumático/hidráulico;
- Proceder ao diagnóstico de avarias e à manutenção de circuitos pneumáticos/hidráulicos;
- Executar a montagem de circuitos pneumáticos/hidráulicos;
- Relacionar os sistemas de accionamento e controlo dos processos industriais com os dispositivos pneumáticos, hidráulicos e eléctricos.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Pneumática

- 1.1. Ar comprimido. Aplicações gerais
- 1.2. Produção, tratamento e armazenagem de ar comprimido
- 1.3. Instalações de ar comprimido
- 1.4. Compressores pneumáticos. Classificação e funcionamento
- 1.5. Válvulas distribuidoras, reguladoras de caudal, pressostáticas, de segurança, de sequência e outras
- 1.6. Actuadores, cilindros e motores
- 1.7. Acessórios – tubagens e ligações, filtros, reservatórios, manómetros, termostatos, conversores de sinal, arrefecedores e aquecedores
- 1.8. Simbologia
- 1.9. Circuitos elementares – esquemas funcionais
- 1.10. Manutenção e conservação

2. Hidráulica

- 2.1. Fluidos hidráulicos. Tipos e propriedades
- 2.2. Bombas hidráulicas. Classificação e funcionamento
- 2.3. Válvulas distribuidoras, reguladoras de caudal, pressostáticas, de segurança, de sequência e outras
- 2.4. Actuadores, cilindros e motores
- 2.5. Acessórios – tubagens e ligações, filtros, reservatórios, manómetros, termóstatos, conversores de sinal, arrefecedores e aquecedores
- 2.6. Simbologia
- 2.7. Circuitos elementares – esquemas funcionais
- 2.8. Manutenção e conservação

4. Bibliografia / Outros Recursos

- CLARK, G. H. (1988), *Industrial and Marine Fuels Reference Book*. London: Butterworths.
- CREUS, J. A. (1978), *Tratado Prático de Refrigeração Automática*. Lisboa: Editora Dinalivro.
- DRAPINSKI, J. (1979), *Hidráulica e Pneumática Industrial e Móvel: Elementos e manutenção. Manual prático de oficina*. São Paulo: McGraw Hill.
- FIALHO, A. B. (2004), *Automação Hidráulica – Projectos, Dimensionamento e Análise de Circuitos*. São Paulo: Editora Érica.
- FOX, W. J., et al. (1965), *Maquinaria Marítima Auxiliar*. México: UTEHA.

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 7: *Pneumática e Hidráulica*

HARRINGTON, R. L. (1992), *Marine Engineering* (reviewed edition). New Jersey: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.

JACKSON, L.; MORTON, T. D. (1990), *General Engineering Knowledge for Marine Engineers*. 5th ed. London: Thomas Reed Publications Ltd.

KHETAGUROV, M. (2004), *Marine Auxiliary Machinery and Systems*. Moscow: University Press of the Pacific.

MEIXNER, H.; KOBLER, R. (1987), *Manual de Introdução à Pneumática*. 5.ª ed. São Paulo: Festo Didatic.

RAMOS, A. M. (1963), *Máquinas Auxiliares*. Volumes I e II. Lisboa: Escola Naval, Serviço de Publicações Escolares.

RAMOS, A. M. (1965), *Nomenclatura e Funcionamento de Máquinas*. Volumes I e II. Lisboa: Escola Naval, Serviço de Publicações Escolares.

SIGHIERI, L.; NISHINARI, A. (1976), *Controle Automático de Processos Industriais: Instrumentação*. 2.ª ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltd.

STERLING, L. (1973), *Marine Engineering Practice: Selection, Installation and Maintenance of Marine Compressors*. Volume 1. London: The Institute of Marine Engineering, Science and Technology .

STERLING, L. (1976), *Marine Engineering Practice: Pumping Systems and their Ancillary Equipment*. London: The Institute of Marine Engineering, Science and Technology.

STOTT, J. R. (1974), *Marine Engineering Practice: Refrigerating Machinery & Air Conditioning Plant*. London: The Institute of Marine Engineering, Science and Technology.

MÓDULO 8

Energias

Duração de Referência: **20 horas**

1. Apresentação

Neste módulo é feita uma abordagem às principais formas e fontes de energia existentes, renováveis e não renováveis, permitindo uma visão da aplicabilidade dos vários tipos, suas vantagens e desvantagens, bem como o impacto ambiental causado. Pretende-se também sensibilizar o aluno para a utilização de energias renováveis, devido à sua natural acessibilidade, capacidade de auto-regeneração e reduzido impacto ambiental decorrentes da sua utilização.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar e caracterizar os processos de obtenção, tipos e aplicações das principais formas das energias renováveis e não renováveis;
- Indicar as vantagens/desvantagens da aplicação de energias renováveis e de energias não renováveis;
- Analisar, em cada caso, o impacto ambiental das instalações;
- Identificar e caracterizar instalações simples de cogeração;
- Elaborar o esquema funcional das instalações;
- Respeitar sempre os princípios da U.R.E. (Utilização Racional da Energia) nas instalações;
- Identificar e caracterizar processos de recuperação de energia em instalações e equipamentos.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Energias não renováveis
 - 1.1. Generalidades
 - 1.2. Tipos e aplicações
 - 1.2.1. Petróleo
 - 1.2.2. Carvão mineral
 - 1.2.3. Gás natural
 - 1.2.4. Urânio e Plutónio
 - 1.3. Impacto ambiental

2. Energias renováveis

2.1. Generalidades

2.2. Tipos e aplicações

2.2.1. Energia hídrica

2.2.1.1. Turbinas hidráulicas – funcionamento

2.2.1.2. Classificação e aplicações

2.2.2. Energia solar

2.2.2.1. Colectores solares térmicos

2.2.2.2. Fornos solares

2.2.2.3. Painéis fotovoltaicos (fotopilhas)

2.2.2.4. Paredes de trompe

2.2.3. Energia eólica

2.2.4. Biomassa.

2.2.5. Geotermia

2.2.5.1. A baixa profundidade

2.2.5.2. Grande profundidade

2.2.6. Energia dos oceanos

2.2.6.1. Marés

2.2.6.2. Ondas

3. Aspectos específicos a considerar para optimização dos esquemas funcionais consoante o tipo de energia

4. Bibliografia / Outros Recursos

BRAGA, J. (1999), Guia do Ambiente: As empresas portuguesas e o desafio ambiental. Lisboa: Monitor.

GUILLEN, M. (1988), Cogeneración y Gas Natural: Sistemas de cogeneración. Madrid: Empresa Nacional del Gas, S. A.

O'CALLAGHAN, P. W. (1981), Design & Management for Energy Conservation. New York: Pergamon Press.

OLIVEIRA, I. (2003), Poupar Energia e Proteger o Ambiente - Guias Práticos. Lisboa: EDIDECO.

POLIMEROS, G. (1981), Energy Cogeneration Handbook: Criteria for Central Plant Design. New York: Industrial Press Inc.

MÓDULO 9

Electricidade I (Corrente contínua)

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Neste módulo pretende-se que os alunos conheçam e utilizem as grandezas relacionadas com a corrente contínua, bem como o funcionamento e utilidade dos receptores.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Perspectivar os principais marcos históricos relacionados com a electricidade;
- Reconhecer os perigos associados ao manuseamento de material eléctrico e formas de os evitar;
- Distinguir sentido real de sentido convencional da corrente eléctrica;
- Reconhecer a existência de uma f.e.m. para manter uma d.d.p. ou tensão eléctrica,
- Adquirir o conceito de resistência eléctrica,
- Definir os elementos indispensáveis no circuito eléctrico,
- Reconhecer a resistividade enquanto resistência de uma determinada substância,
- Relacionar a dependência da resistência com a resistividade, comprimento e secção,
- Definir as unidades de intensidade de corrente, tensão eléctrica, resistência eléctrica e resistividade no S.I.;
- Identificar a relação $U=R.I$ pela lei de Ohm;
- Reconhecer a necessidade de se associarem receptores;
- Identificar o tipo de associação e descrever as suas características;
- Identificar a energia resultante num processo de transformação;
- Reconhecer o efeito de Joule como a transformação de energia eléctrica em energia calorífica;
- Aplicar a lei de Joule;
- Definir unidades de energia e de potência no S.I.;
- Relacionar potência com energia;
- Identificar unidades práticas de energia e potência e relacioná-las com as unidades S.I.;
- Reconhecer as consequências práticas do efeito de Joule;
- Definir rendimento;
- Interpretar esquemas eléctricos;
- Reconhecer o princípio de funcionamento dos sensores;
- Identificar os principais sensores associados à medida da temperatura.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Introdução histórica sobre a electricidade
2. Efeitos fisiológicos da corrente. Medidas de protecção
3. Corrente eléctrica; Circuito eléctrico
 - 3.1. sentido real e sentido convencional da corrente eléctrica
 - 3.2. intensidade da corrente eléctrica
 - 3.3. resistência eléctrica
 - 3.4. o circuito eléctrico
 - 3.5. efeitos da corrente eléctrica
 - 3.6. lei de ohm
 - 3.7. resistividade eléctrica e resistência eléctrica
 - 3.8. variação da resistência com a temperatura
 - 3.9. associação de resistências (série, paralelo e mista)
4. Energia eléctrica
 - 4.1. energia. Transformações energéticas
 - 4.2. lei de joule
 - 4.3. potência e energia eléctricas
 - 4.4. perdas de energia
 - 4.5. rendimento da transformação energética
5. Medidas eléctricas e aparelhos de medida
6. Sensores e transdutores
7. Controlo e regulação de temperatura; termómetros industriais

4. Bibliografia / Outros Recursos

ÁGUAS, M.; BALDAIA, R.; PEREIRA, A. S. (2000), *Electricidade: Curso tecnológico de electrotecnia/ electrónica. 10º Ano*. Porto: Porto Editora.

EDMINISTER, J. A. (1977), *Circuitos Eléctricos: Resumo da Teoria*. São Paulo: Editora McGraw-Hill.

MORAIS, S. (2000), *Elementos de Electricidade*. Porto: Porto Editora.

ROSEIRA, A.; SILVA, F. (1981), *Electrotecnia: Corrente alternada – 10º e 11º Anos*. Porto: Porto Editora.

MÓDULO 10

Electricidade II (Corrente alternada)

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Neste módulo pretende-se levar os alunos a conhecer e utilizar/relacionar as grandezas eléctricas inerentes à utilização da corrente alternada, bem como o funcionamento dos receptores que funcionam com ligações em estrela e/ou triângulo.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Reconhecer uma grandeza alternada sinusoidal;
- Identificar o princípio de produção de uma corrente alternada monofásica;
- Caracterizar uma grandeza alternada sinusoidal;
- Definir período e frequência de uma grandeza periódica, relacionando-os entre si;
- Distinguir valor máximo, valor médio e valor eficaz de uma grandeza alternada sinusoidal;
- Representar graficamente uma grandeza alternada sinusoidal;
- Representar matematicamente e vectorialmente uma grandeza alternada sinusoidal;
- Reconhecer a necessidade de sistemas trifásicos de tensões;
- Identificar o princípio de produção de um sistema trifásico;
- Relacionar tensão composta e tensão simples;
- Identificar a ligação em estrela. Identificar cargas equilibradas e desequilibradas;
- Determinar a corrente no neutro;
- Reconhecer a necessidade do neutro numa carga desequilibrada; Identificar a ligação em triângulo.

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 10: *Electricidade II (Corrente alternada)*

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Formas de corrente eléctrica
2. Grandezas características da corrente alternada (amplitude, alternância, valor médio, valor eficaz, período, frequência)
3. Representação matemática, temporal e vectorial da tensão e da corrente
4. Desfasamentos
5. Sistemas trifásicos
6. Ligação de receptores (em estrela e/ou triângulo)

4. Bibliografia / Outros Recursos

ÁGUAS, M.; BALDAIA, R. (2000); PEREIRA, A. S., *Electricidade: Curso tecnológico de electrotecnia/ electrónica*. 10º Ano Porto: Porto Editora .

EDMINISTER, J. A. (1977), *Circuitos Eléctricos: Resumo da Teoria*. São Paulo: Editora McGraw-Hill.

MORAIS, S. (2000), *Elementos de Electricidade*. Porto: Porto Editora.

ROSEIRA, A.; SILVA, F. (1981), *Electrotecnia: Corrente alternada – 10º e 11º Anos*. Porto: Porto Editora.

MÓDULO 11

Máquinas Térmicas I (Máquinas de combustão)

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Com este módulo pretende-se proporcionar aos alunos os conhecimentos básicos sobre a evolução histórica dos motores térmicos, sendo feita uma abordagem às máquinas de combustão interna e às máquinas de combustão externa. Os alunos terão oportunidade de perceber o seu funcionamento, constituição e aplicação, para além do estudo cinemático e dinâmico do mecanismo biela/manivela, dos conceitos termodinâmicos, dos ciclos térmicos e respectiva análise.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar os tipos de combustíveis utilizados;
- Dominar os esquemas funcionais de transferência de calor;
- Classificar os vários tipos de máquinas de combustão;
- Descrever o seu princípio de funcionamento;
- Descrever a constituição e o funcionamento de cada um dos tipos de máquinas de combustão;
- Identificar e caracterizar a função dos principais elementos de cada uma das máquinas de combustão, por exemplo: veios de manivelas, êmbolos, cilindros, válvulas de admissão e escape, rotores, estatores, injectores;
- Interpretar os diagramas de funcionamento;
- Compreender a importância da lubrificação nos motores térmicos e identificar os problemas específicos de lubrificação;
- Compreender os ciclos termodinâmicos.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Combustíveis
2. Vapor
 - 2.1. Produção
 - 2.2. Definições
 - 2.3. Classificação
3. Caldeiras
 - 3.1. Classificação
 - 3.2. Constituição
 - 3.3. Funcionamento
 - 3.4. Equipamentos auxiliares
 - 3.5. Controle das condições de funcionamento
4. Máquinas térmicas de combustão externa
 - 4.1. Máquinas alternativas
 - 4.2. Máquinas rotativas
5. Máquinas térmicas de combustão interna
 - 5.1. Classificação
 - 5.1.1. Máquinas alternativas
 - 5.1.2. Máquinas rotativas – motor *Wankell* e turbina
 - 5.2. Constituição
 - 5.3. Funcionamento
 - 5.4. Características
 - 5.5. Lubrificação
 - 5.6. Conservação e manutenção
6. Ciclos termodinâmicos avançados
 - 6.1. Ciclos especiais
 - 6.1.1. Aplicações aeronáuticas
 - 6.1.2. Aplicações industriais
 - 6.1.2.1. Ciclos de vapor
 - 6.1.2.2. Ciclos combinados gás-vapor
 - 6.1.2.3. Cogeração.
 - 6.2. Ciclos criogénicos
 - 6.3. Ciclo de absorção

4. Bibliografia / Outros Recursos

BOCCHI, G. (1987), *Motori a quattro tempi*. Napoli: Hoepli.

COCKER, A. J. (1978), *Sistemas Eléctricos do Automóvel*. Lisboa: Editorial Presença.

DAVIES, E. (1993), *Avarias do Automóvel e sua Reparação*. Lisboa: Editorial Presença.

GIACOSA, D. (1988), *Motores Endotérmicos*. Barcelona: Editora Ómega .

INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. (1996), *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. New York: John Wiley and Sons.

JUANICO, F. J. M. (1991), *Geradores de Calor*. Porto: ECEMEI.

LUCCHESI, D. (1986), *O Automóvel: Curso técnico*. Lisboa: Editorial Presença.

MORAN, M. J.; SHAPIRO, H. N. (1993), *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*. New York: John Wiley and Sons Publishers.

STONE, R. (1985), *Introduction to Internal Combustion Engines*. London: MacMillan Publishers, Ltd.

MÓDULO 12

Máquinas Térmicas II (Frio e climatização)

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Nos últimos anos, tem-se verificado um elevado crescimento na aplicação dos sistemas de climatização. Neste sentido, este módulo faz uma abordagem aos sistemas frigoríficos e instalações de climatização, onde os alunos ficarão com uma noção do princípio de funcionamento, constituição e tipos de Manutenção específicos a aplicar em cada sistema.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Descrever o(s) princípio(s) de funcionamento das instalações frigoríficas;
- Identificar e descrever os elementos constituintes de uma instalação frigorífica;
- Descrever esquematicamente a manutenção e conservação de uma instalação frigorífica;
- Identificar os tipos de sistemas mais usuais em instalações de climatização;
- Descrever os elementos constituintes dos sistemas de climatização;
- Identificar os problemas específicos de regulação destes sistemas;
- Descrever esquematicamente a manutenção e conservação do sistema;

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Instalação frigorífica
 - 1.1. Princípio de funcionamento
 - 1.2. Elementos constituintes de uma instalação frigorífica (compressores, condensadores, depósito de líquido refrigerante, válvulas expansoras e de isolamento, evaporadores, entre outros)
 - 1.3. Manutenção e conservação de uma instalação frigorífica
2. Instalação de climatização
 - 2.1. Tipos de sistemas mais usuais em instalações de climatização
 - 2.2. Climatização por água arrefecida
 - 2.3. Elementos constituintes dos sistemas de climatização
 - 2.4. Problemas específicos de regulação dos sistemas
 - 2.5. Manutenção e conservação dos sistemas

4. Bibliografia / Outros Recursos

A Gestão da Energia e o Regulamento de Gestão do Consumo de Energia - R.G.C.E. (1993). Lisboa: DGE – Direcção Geral de Energia do Ministério da Economia.

CREUS, J. A. (1978), Tratado Prático de Refrigeração Automática. Lisboa: Editora Dinalivro.

DOSSAT, R. J. (1980), Princípios de Refrigeração. São Paulo: Hemus

Eficiência Energética nos Edifícios (2002). Lisboa: DGE – Direcção Geral de Energia do Ministério da Economia.

MENDES, L. M. O. (1984), Refrigeração e Ar-Condicionado: Teoria, Prática, Defeitos. Rio de Janeiro: Ediouro.

RAFRIN, P. J. (1992), Installations Frigorifiques. Paris: PYC Edition.

RAPIN, P. (1991), Manual do Frio - Fórmulas Técnicas Refrigeração e Ar Condicionado. São Paulo: Hemus.

Regulamento da Qualidade dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (1993). Lisboa: DGE - Direcção Geral de Energia, Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações - Subcomissão do Conselho Superior de Obras Públicas e Transportes.

Regulamento das Características e Comportamento Térmico dos Edifícios. 5.ª ed., (1997). Lisboa: DGE – Direcção Geral de Energia do Ministério da Economia.

STOECKER, W. F.; JABARDO, J. M. S. (1994), Refrigeração Industrial. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltd.

STOECKER, W. F.; JONES, J. W. (1985), Refrigeração e Ar-Condicionado. São Paulo: McGraw-Hill.

MÓDULO 13

Máquinas Eléctricas

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Utilizando os conhecimentos já adquiridos nos módulos de Electricidade I (Corrente Contínua) e de Electricidade II (Corrente Alternada), pretende-se com este módulo contribuir para a formação científica do aluno, envolvendo-o no estudo das máquinas de corrente contínua em regime permanente, dos funcionamentos tipo motor e gerador, e da conversão de energia eléctrica, designadamente dos transformadores. Pretende-se também com este módulo, que os alunos compreendam o funcionamento dos vários tipos de máquinas, e procedam à sua instalação e ensaio.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Reconhecer o princípio de funcionamento das máquinas eléctricas;
- Definir campo magnético produzido por um íman;
- Adquirir a noção de fluxo magnético;
- Relacionar fluxo com indução magnética através de uma superfície;
- Reconhecer as unidades de indução e fluxo magnético, no S.I.;
- Determinar a indução do campo magnético;
- Descrever aplicações dos electroímans;
- Definir e compreender as leis de Faraday e de Lenz;
- Descrever o processo de produção de energia eléctrica;
- Interpretar os esquemas de ligação;
- Identificar os campos de aplicação das máquinas eléctricas;
- Escolher a máquina em função do objectivo pretendido;
- Instalar e montar a máquina eléctrica;
- Ensaiar a máquina eléctrica.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Transformadores
2. Motores de corrente alternada
 - 1.1. Máquina síncrona
 - 1.2. Máquina assíncrona
2. Magnetismo
3. Electromagnetismo
4. Gerador elementar
5. Motores de corrente contínua
6. Protecção de circuitos
7. Circuitos trifásicos
8. Instalação, montagem e ensaio

4. Bibliografia / Outros Recursos

- ALBUQUERQUE, R. O. (s.d.), *Análise de Circuitos em Corrente Alternada*. São Paulo: Editora Érica.
- BESSONOV, L. (1967), *Electricidade Aplicada para Engenheiros*. Porto: Editora Lopes da Silva.
- BRANDÃO, D. P. L. (1984), *Máquinas Eléctricas: Introdução – Máquinas eléctricas de corrente contínua*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- COCKER, A. J. (1977), *Motores Eléctricos. Coleção: Técnica Básica*. Lisboa: Editorial Presença.
- KOSOW, I. (1989), *Máquinas Eléctricas e Transformadores. 8.ª ed.* São Paulo: Globo.
- MARTIGNONI, A. (1970) *Máquinas de Eléctricas de Corrente Contínua. 4.ª ed.* Porto Alegre: Editora Globo, S. A.
- MATIAS, J. (2000), *Tecnologias da Electricidade. 11.º Ano. 1.º Volume*. Lisboa: Didáctica Editora.
- MEIRELES, V. (2001), *Circuitos Eléctricos*. Lisboa: LIDEL.
- NASAR, A. S. (1984), *Máquinas Eléctricas. Coleção Schaum*. São Paulo: McGraw-Hill.
- OLIVA, E. R. (1977), *Transformadores de Potencia, de Medida y de Protección*. Coimbra: Almedina.
- PINTO, A., CALDEIRA, J. (1996), *Tecnologias: Curso tecnológico de electrotecnia/electrónica - 12.º Ano*. Porto: Porto Editora.
- PINTO, A., CALDEIRA, J. (1996), *Tecnologias: Curso tecnológico de electrotecnia/electrónica - 12.º Ano*. Porto: Porto Editora.
- PINTO, A.; ALVES, V. (1997-1998), *Tecnologias: Curso tecnológico de electrotecnia/electrónica - 10.º e 11.º Ano*. Porto: Porto Editora.

MÓDULO 14

Controle de Condição

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

A manutenção por Controle de Condição ou Condicionada é já uma filosofia e forma de acção activa e efectivamente praticada em muitas indústrias e equipamentos, nomeadamente em aviões, reactores nucleares, siderurgias, refinarias de petróleo, navios, centrais térmicas, entre outros. Sendo suportada por um conjunto de tecnologias que se desenvolveram rapidamente nas últimas décadas, permitem benefícios muito significativos.

As modernas técnicas de manutenção condicionada de máquinas e equipamentos implicam a utilização de vários métodos de monitorização. Entre estes métodos assumem particular importância a análise de vibrações e a análise de lubrificantes em serviço, que são frequentemente complementadas com informação referente a outras variáveis individuais como por exemplo a pressão e/ou temperatura de funcionamento (termografia), ou as solicitações aplicadas.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Reconhecer os métodos de monitorização de equipamentos.
- Avaliar a influência que as vibrações têm no desempenho de determinado equipamento.
- Identificar a influência dos lubrificantes no desempenho dos mecanismos.
- Reconhecer a influência do estado de superfície no desgaste/desempenho dos órgãos mecânicos.
- Utilizar a termografia na detecção/ prevenção de avarias.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Estudo de vibrações
 - 1.1. Medição e análise de vibrações
 - 1.2. Tipos de vibrações
 - 1.3. Vibrações das máquinas
 - 1.4. Avarias típicas
2. Análise de lubrificantes
3. Análise de estados de superfície
4. Termografia
 - 4.1. Conceitos
 - 4.2. Aplicações

4. Bibliografia / Outros Recurso

BROCH, J. T. (1984), Mechanical Vibration and Shock Measurements. 2.^a ed., Nærum, Dinamarca: Editora Bruel & Kjaer Publicações.

CABRAL, J. S. (1998), Organização e Gestão da Manutenção: Dos conceitos à prática. Lisboa: Editora Lidel.

FERREIRA, L. A. (1998), Tribologia: Notas de Cursos – Lubrificação e lubrificantes. Porto: Publindustria.

HARRIS, C.; CREDE, C. (1976), Shock and Vibrations Handbook. 2nd ed. New York: McGraw-Hill Book C.

MITCHELL, J. S. (1981), Introduction to Machinery Analysis and Monitoring. Tulsa: PennWell Books.

RANDALL, R. B.(1987), Frequency Analysis. 3rd ed. Nærum: Bruel & Kjaer Publicações

SILVA, F. A. P. (2000), Tribologia. 2.^a ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

THOMSON, W. T.; DAHLEH, M. D. (1998), Theory of Vibrations with Applications. 5.^a ed. New Jersey: Printice Hall.

TIMOSHENKO, S., Young, D. H. (1974), Vibration problems in engineering. 4.^a ed. New York: John Wiley & Sons. Inc.

WOWK, V. (1991), Machinery Vibration: Measurement and analysis. New York: McGraw Hill

Sítios na Internet:

<http://www.mii.pt> – Manutenção Industrial Informatizada e Tecnologia.

MÓDULO 15

Electrotecnia I

Duração de Referência: 25 horas

1. Apresentação

Com este módulo pretende-se que o aluno conheça e utilize as grandezas eléctricas relacionadas com a corrente contínua, bem como o funcionamento e utilidade dos receptores, aplicando as principais leis, em problemas teóricos, em ambiente de laboratório ou no desempenho da sua actividade profissional no âmbito da Manutenção.

Os conteúdos deste módulo deverão ser leccionados em articulação com os do módulo de Circuitos Eléctricos, da disciplina de Física e Química, da Componente de Formação Científica, a fim de evitar redundâncias desnecessárias no processo de ensino aprendizagem.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Perspectivar os principais marcos históricos relacionados com a electricidade;
- Enunciar as principais características dos materiais condutores e isoladores;
- Apontar os perigos associados ao manuseamento de material eléctrico e formas de os evitar;
- Distinguir sentido real de sentido convencional da corrente eléctrica;
- Definir as principais grandezas eléctricas e respectivas unidades, no S.I.;
- Identificar os elementos indispensáveis no circuito eléctrico;
- Definir e aplicar a Lei de *Ohm* na análise e simplificação de circuitos eléctricos;
- Calcular a resistência de um condutor em função da resistividade do material, do comprimento e da secção do condutor;
- Reconhecer a necessidade de se associarem receptores;
- Identificar o tipo de associação e descrever as suas características;
- Identificar os processos de produção de energia eléctrica;
- Aplicar a Lei de *Joule* nos processos de transformação de energia;
- Analisar e simplificar circuitos utilizando os métodos do divisor de tensão, do divisor de corrente e Leis de *Kirchoff*;
- Calcular o rendimento em função dos dados do problema, atendendo aos aspectos práticos da aplicação;
- Adquirir a noção de potência útil, potência absorvida e rendimento;
- Interpretar esquemas eléctricos;
- Construir pontes de *Wheatstone*;
- Descrever o funcionamento e a função de um condensador;
- Utilizar correctamente a aparelhagem de medida na análise de circuitos.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Constituição da matéria
 - 1.1. Elementos constituintes (moléculas e átomos - electrões, protões e neutrões - iões)
 - 1.2. Estrutura molecular de condutores, semicondutores e isolantes
2. Electrostática (generalidades)
 - 2.1. Carga eléctrica. Lei de *Coulomb*
 - 2.2. Campo eléctrico. Potencial eléctrico. Energia potencial eléctrica.
3. Circuito eléctrico
 - 3.1. Generalidades - Força electromotriz (F.E.M.), quantidade de electricidade (carga eléctrica), potencial, tensão, intensidade e resistência
 - 3.2. Constituição de um circuito eléctrico simples. Constituição básica e funcionamento
 - 3.2.1. Geradores
 - 3.2.1.1. Generalidades
 - 3.2.1.2. Conceitos e definições (corrente contínua – C.C. e corrente alternada C. A.)
 - 3.2.1.3. Tipos e processos
 - 3.2.2. Condutores e isoladores
 - 3.2.2.1. Condutibilidade eléctrica (em elementos sólidos, líquidos, gasosos e no vácuo)
 - 3.2.2.2. Fios e cabos condutores (normas, tipos, características e aplicações)
 - 3.2.2.3. Substâncias dieléctricas (tipos, características e aplicações)
 - 3.2.3. Interruptores
 - 3.2.4. Receptores (generalidades – tipos e aplicações)
 - 3.2.5. Protecções
4. Terminologia, grandezas e unidades de medida fundamentais
 - 4.1. Sistema internacional de unidades (generalidades)
 - 4.2. Terminologia
 - 4.3. Grandezas e unidades
 - 4.3.1. Intensidade da corrente
 - 4.3.2. Quantidade de electricidade
 - 4.3.3. Tensão
 - 4.3.4. F.E.M. (força electromotriz)
 - 4.3.5. Resistência eléctrica
5. Lei de Ohm. Leis de Kirchoff
6. Resistência eléctrica
 - 6.1. Generalidades
 - 6.2. Factores de influência
 - 6.3. Resistência específica

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 15: *Electrotecnia I*

- 6.4. Código de cores das resistências. Características das resistências
- 6.5. Agrupamento de resistências (série, paralelo e misto)
- 6.6. Reóstatos e potenciômetros. Construção, funcionamento e utilização
- 6.7. Ponte de *Wheatstone*
- 7. Análise e simplificação de circuitos – Leis de *Kirchoff*
- 8. Aparelhos de medida, simbologia e aplicações
- 9. Transformações de energia
 - 9.1. Generalidades
 - 9.2. Grandezas e unidades fundamentais
 - 9.2.1. Trabalho e energia. Potência. Rendimento
 - 9.2.2. Medição da potência e da energia eléctrica
 - 9.3. Lei de Joule. Aplicações do efeito de Joule
 - 9.4. Geradores (generalidades)
 - 9.5. Motores eléctricos (generalidades)
 - 9.6. Principais transformações de energia
 - 9.6.1. Generalidades. Construção, materiais, funcionamento e aplicações
 - 9.6.2. Energia térmica e energia eléctrica
 - 9.6.2.1. Par termoeléctrico (termopar)
 - 9.6.2.2. Aparelhos de aquecimento (irradiadores, ferros de soldar e outros)
 - 9.6.2.3. Soldadura por resistência (soldadura por pontos, por costura e topo a topo)
 - 9.6.2.4. Corta circuitos fusíveis
 - 9.6.3. Energia mecânica e energia eléctrica
 - 9.6.3.1. Gerador e motor síncrono
 - 9.6.3.2. Gerador e motor de indução ou assíncrono
 - 9.6.3.3. Gerador e motor de corrente contínua
 - 9.6.4. Energia química e energia eléctrica
 - 9.6.4.1. Pilhas e acumuladores
 - 9.6.4.2. Baterias (de chumbo-ácido, de chumbo-cádmio e outras)
 - 9.6.4.3. Baterias ligadas em série e em paralelo
 - 9.6.4.4. Recarga de baterias de acumuladores
 - 9.6.4.5. Electrólise
 - 9.6.5. Energia luminosa e energia eléctrica
 - 9.6.5.1. Célula fotoeléctrica
 - 9.6.5.2. Lâmpada (de incandescência, fluorescente e outras)
 - 9.6.6. O corpo humano e a energia eléctrica

MÓDULO 15: *Electrotecnia I*

10. Condensadores e dieléctricos
 - 10.1. Capacidade
 - 10.2. Combinações de condensadores
 - 10.3. Energia armazenada nos condensadores
 - 10.4. Condensadores com dieléctricos
 - 10.5. Tipos de condensadores. Construção e aplicações
 - 10.6. Código de cores dos condensadores. Características dos condensadores
 - 10.7. Ensaio de condensadores

4. Bibliografia / Outros Recursos

ÁGUAS, M.; BALDAIA, R.; PEREIRA, A. S. (2000), *Electricidade: Curso tecnológico de electrotecnia/electrónica. 10º Ano*. Porto: Porto Editora.

EDMINISTER, J. A. (1977), *Circuitos Eléctricos: Resumo da Teoria*. São Paulo: Editora McGraw-Hill.

MATIAS, J. (1993), *Electrotecnia: Problemas e itens*. Lisboa: Plátano Editora.

MORAIS, S. (2000), *Elementos de Electricidade*. Porto: Porto Editora.

PINTO, A., CALDEIRA, J. (1996), *Tecnologias: Curso tecnológico de electrotecnia/electrónica - 12º Ano*. Porto: Porto Editora.

PINTO, A.; ALVES, V. (1997-1998), *Tecnologias: Curso tecnológico de electrotecnia/electrónica - 10º e 11º Ano*. Porto: Porto Editora.

ROSEIRA, A.; SILVA, F. (1981), *Electrotecnia: Corrente alternada – 10º e 11º Anos*. Porto: Porto Editora.

Sítios na Internet:

http://pt.wikipedia.org/wiki/Corrente_contínua

http://www.generalcablecelcat.com/Tabelas_Tecnicas/

MÓDULO 16

Electrotecnia II

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Com este módulo pretende-se que o aluno identifique e compreenda o funcionamento das máquinas eléctricas, tanto de corrente contínua como de corrente alternada. Pretende-se, igualmente, que conheça e utilize as grandezas eléctricas relacionadas com a corrente alternada, enuncie e determine os principais efeitos da corrente alternada em cargas capacitivas, indutivas e resistivas, em sistemas monofásicos e trifásicos, e revele entendimento do funcionamento e utilidade dos receptores que funcionam com ligações em estrela e/ou triângulo.

Os conteúdos deste módulo deverão ser leccionados em articulação com os do módulo de Circuitos Eléctricos, da disciplina de Física e Química da Componente de Formação Científica, a fim de evitar redundâncias desnecessárias no processo de ensino aprendizagem.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Definir e aplicar os conceitos de corrente alternada, período, frequência e fase;
- Enunciar os diferentes tipos de formas de onda, apontando situações reais associadas;
- Definir campo magnético produzido por um íman;
- Adquirir a noção de fluxo magnético;
- Relacionar fluxo com indução magnética através de uma superfície;
- Reconhecer as unidades de indução e fluxo magnético, no Sistema Internacional de Unidades (Sistema S.I.);
- Determinar a intensidade do campo magnético;
- Descrever aplicações dos electroímãs;
- Definir e compreender as leis de *Faraday* e de *Lenz*;
- Descrever o sistema de produção, transporte e distribuição de energia eléctrica;
- Enunciar o princípio de funcionamento das máquinas eléctricas, apontando os seus campos de aplicação;
- Descrever o princípio de funcionamento de um alternador, explicando o aparecimento da onda sinusoidal;
- Definir o conceito de valor máximo, valor médio e valor eficaz de uma grandeza de corrente alternada sinusoidal;
- Representar graficamente uma grandeza de corrente alternada sinusoidal;

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 16: *Electrotecnia II*

- Representar matematicamente e vectorialmente uma grandeza de corrente alternada sinusoidal;
- Usar diagramas vectoriais para dimensionar circuitos em Corrente Alternada;
- Analisar circuitos RLC série e paralelo atendendo ao factor de potência, energias reactiva e activa;
- Dimensionar protecções e cablagem para cargas indutivas e capacitivas;
- Reconhecer a necessidade de sistemas trifásicos de tensões;
- Descrever o princípio de produção de um sistema trifásico;
- Definir tensão trifásica gráfica e vectorialmente;
- Estabelecer a relação entre tensão composta e tensão simples;
- Identificar a ligação em estrela. Identificar cargas equilibradas e desequilibradas;
- Determinar a corrente no neutro;
- Reconhecer a necessidade do neutro numa carga desequilibrada; Identificar a ligação em triângulo;
- Analisar sistemas de estrela-triângulo, atendendo às grandezas simples e compostas;
- Aplicar e analisar os conceitos de equilíbrio de cargas em sistemas Y/ Δ ;
- Calcular capacidades para compensação de factor de potência e gestão de potência reactiva.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Magnetismo e electromagnetismo

1.1. Magnetismo

1.1.1. Ímanes (propriedades e teoria do magnetismo)

1.1.2. Campo magnético (generalidades)

1.1.3. Magnetização e desmagnetização (tipos de material magnético e suas características)

1.1.4. Permeabilidade magnética dos materiais

1.1.5. Ciclo de histerese

1.1.6. Aplicações de campos magnéticos criados por corrente eléctrica (construção, materiais, funcionamento e aplicações)

1.1.6.1. Bobinas

1.1.6.2. Electroímanes

1.2. Forças electromagnéticas

1.2.1. Generalidades

1.2.2. Fluxo de um campo electromagnético

1.3. Indução electromagnética

1.3.1. Generalidades

1.3.2. Lei da indução electromagnética (Lei de *Faraday-Neumann-Lenz*)

1.3.3. Correntes induzidas em condutores

1.3.4. Correntes induzidas em massas metálicas (correntes de *Foucault*)

1.3.5. Auto-indução

1.3.6. Indutores

1.3.6.1. Generalidades (tipos, principais características e aplicações)

1.3.6.2. Indutância

1.3.6.3. Energia armazenada num indutor

1.3.6.4. Aplicação em circuitos eléctricos

1.3.6.5. Aplicações

2. Corrente alternada – C. A.

2.1. Generalidades

2.2. Onda sinusoidal. Características. Valor eficaz da Intensidade e da tensão

2.3. Ondas triangulares / quadradas. Origens e aplicações

2.4. Princípios da monofase / trifase

3. Circuito RLC

3.1. Características fundamentais

3.2. Análise do circuito RLC

3.2.1. RLC série

3.2.1.1. Cálculo de tensões, impedâncias e potências (activa, reactiva e aparente)

3.2.1.2. Diagramas vectoriais

3.2.1.3. Factor de potência e correcção do factor de potência

3.2.2. RLC paralelo

3.2.2.1. Cálculo de correntes, impedâncias e potências (activa, reactiva e aparente)

3.2.2.2. Diagramas vectoriais

3.2.2.3. Factor de potência e correcção do factor de potência

3.3. Similaridades e diferenças entre os circuitos série e paralelo

3.4. Análise de um circuito tampão

3.5. Filtros. Tipos, funcionamento e aplicações (filtros de passa-baixo, de passa-alto, de passa-banda e de corta-banda)

3.6. Aplicações

4. Máquinas eléctricas

4.1. Generalidades

4.2. Tipos

4.2.1. Rotativas (dínamos, alternadores e motores)

4.2.2. Estáticas (transformadores)

4.3. Máquinas de corrente contínua

4.3.1. Generalidades

4.3.2. Geradores

4.3.2.1. Tipos

4.3.2.2. Dínamos

- .Tipos (paralelo (*Shunt*) e composto)
- .Constituição, funcionamento e características
- .Factores que influenciam a saída e direcção do fluxo de corrente
- .Aplicações

4.3.3. Motores

4.3.3.1. Tipos (série, paralelo (*Shunt*) e composto)

4.3.3.2. Constituição, funcionamento (arranque, regulação da velocidade) e características

4.3.3.3. Factores que influenciam a potência de saída, o binário e o sentido de rotação

4.3.3.4. Aplicações

4.4. Máquinas de corrente alternada

4.4.1. Generalidades

4.4.2. Geradores

4.4.2.1. Tipos (síncronos e de indução ou assíncronos)

4.4.2.2. Constituição, funcionamento e características

4.4.2.3. Alternadores

- .Tipos (monofásicos, difásicos e trifásicos)
- .Funcionamento
- .Factores que influenciam a saída e direcção do fluxo de corrente
- .Aplicações

4.4.3. Motores

4.4.3.1. Tipos (síncronos e de indução - assíncronos trifásicos e monofásicos)

4.4.3.2. Constituição, funcionamento e características

4.4.3.3. Comando e protecção de motores

- .Factores que influenciam a potência de saída, o binário e o sentido de rotação
- .Arranque directo
- .Arranque estrela triângulo
- .Arranque dos motores de rotor bobinado
- .Inversão de marcha
- .Protecções

4.4.3.4. Motores universais (corrente contínua / corrente alternada)

4.4.3.5. Aplicações

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 16: *Electrotecnia II*

5. Transformadores

- 5.1. Tipos (monofásicos e trifásicos)
- 5.2. Constituição, funcionamento e características
- 5.3. Perdas de um transformador
- 5.4. Corrente primária e secundária, tensão, relação de transformação, potência e eficiência
- 5.5. Cálculo de tensões, correntes de linha, de fase e da potência
- 5.6. Autotransformadores
- 5.7. Aplicações

6. Conversão da corrente alternada em contínua

- 6.1. Grupo conversor
- 6.2. Rectificadores
 - 6.2.1. Generalidades
 - 6.2.2. Tipos
 - 6.2.3. Aplicações

4. Bibliografia / Outros Recursos

- ÁGUAS, M.; PEREIRA, A. S.; BALDAIA, R. (2000), *Electricidade: Curso tecnológico de electrotecnia/ electrónica*. 10^º Ano Porto: Porto Editora.
- ALBUQUERQUE, R. O. (s.d.), *Análise de Circuitos em Corrente Alternada*. São Paulo: Editora Érica.
- BESSONOV, L. (1967), *Electricidade Aplicada para Engenheiros*. Porto: Editora Lopes da Silva.
- BRANDÃO, D. P. L. (1984), *Máquinas Eléctricas: Introdução – Máquinas eléctricas de corrente contínua*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- COCKER, A. J. (1977), *Motores Eléctricos*. Coleção: Técnica Básica. Lisboa: Editorial Presença.
- EDMINISTER, J. A. (1977), *Circuitos Eléctricos: Resumo da Teoria*. São Paulo: Editora McGraw-Hill.
- HAYT, W. H.; KEMMERLY, J. E. (1975), *Análise de Circuitos em Engenharia*. São Paulo: McGraw-Hill.
- KOSOW, I. (1989), *Máquinas Eléctricas e Transformadores*. 8.^ª ed. São Paulo: Globo.
- MARTIGNONI, A. (1970) *Máquinas de Eléctricas de Corrente Contínua*. 4.^ª ed. Porto Alegre: Editora Globo, S. A.
- MATIAS, J. (1991), *Electrotecnia: Corrente alternada – Sistemas trifásicos*. Lisboa: Plátano Editora.
- MATIAS, J. (1993), *Electrotecnia: Problemas e itens*. Lisboa: Plátano Editora.
- MEIRELES, V. (2001), *Circuitos Eléctricos*. Lisboa: LIDEL.
- MORAIS, S. (2000), *Elementos de Electricidade*. Porto: Porto Editora.
- NASAR, A. S. (1984), *Máquinas Eléctricas*. Coleção Schaum. São Paulo: McGraw-Hill.

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 16: *Electrotecnia II*

OLIVA, E. R. (1977), Transformadores de Potencia, de Medida y de Protección. Coimbra: Almedina.

PINTO, A., CALDEIRA, J. (1996), Tecnologias: Curso tecnológico de electrotecnia/electrónica - 12º Ano. Porto: Porto Editora.

PINTO, A.; ALVES, V. (1997-1998), Tecnologias: Curso tecnológico de electrotecnia/electrónica - 10º e 11º Ano. Porto: Porto Editora.

ROSEIRA, A.; SILVA, F. (1981), Electrotecnia: Corrente alternada – 10º e 11º Anos. Porto: Porto Editora.

Sítios na Internet:

<http://dei-s1.dei.uminho.pt/outraslic/lebiom/el1/>

http://pt.wikipedia.org/wiki/Corrente_contínua

http://www.generalcablecelcat.com/Tabelas_Tecnicas/

Módulo 17

Electrónica

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Com este módulo pretende-se que o aluno seja capaz de conhecer e identificar as principais características dos semicondutores, aplicando-as para dimensionar pequenos circuitos de utilização no controlo de processos e automação.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Enunciar as características da junção PN;
- Explicar o funcionamento dos díodos estudados, atendendo às respectivas curvas características;
- Identificar os diferentes díodos estudados, segundo a simbologia normalizada;
- Efectuar ensaios funcionais de díodos;
- Dimensionar circuitos de estabilização com díodos *Zener*;
- Dimensionar circuitos de rectificação, filtragem e estabilização de corrente, aplicando díodos rectificadores, condensadores e díodos *Zener*;
- Explicar o funcionamento do transistor bipolar, atendendo à sua característica I_c - V_{ce} ;
- Enunciar as características gerais de um transistor de efeito de campo (FET);
- Identificar os diferentes transístores estudados, segundo a simbologia normalizada;
- Aplicar as características gerais do transistor e seus parâmetros na análise de diversos circuitos;
- Proceder às medidas necessárias para determinar o estado de um semiconductor, díodo ou transistor, dentro e fora do circuito;
- Descrever o funcionamento de circuitos lógicos e lineares / amplificadores operacionais,
- Dimensionar circuitos de comutação com transístores, atendendo às características físicas e aos dados da aplicação;
- Consultar manuais de características dos componentes, para elaborar pequenos circuitos;
- Identificar os diferentes transístores estudados, segundo a simbologia normalizada.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Estruturas atómicas
 - 1.1. Generalidades
 - 1.2. Germânio e silício
2. Semicondutores
 - 2.1. Generalidades
 - 2.2. Tipos de semicondutores: Extrínsecos e intrínsecos
 - 2.3. Díodos
 - 2.3.1. Tipos, funcionamento e características
 - 2.3.1.1. Díodo de junção
 - 2.3.1.2. Díodo *Zener*
 - 2.3.2. Simbologia dos díodos
 - 2.3.3. Díodos em série e em paralelo
 - 2.3.4. Ensaio funcionais de díodos
 - 2.3.5. Aplicações
 - 2.4. Transístores
 - 2.4.1. Tipos, funcionamento e características
 - 2.4.1.1. Transístores de junção (PNP e NPN). Características e polarização
 - 2.4.1.2. Transístores de efeito de campo. Características e polarização
 - 2.4.2. Simbologia dos transístores
 - 2.4.3. Aplicações
 - 2.5. Funcionamento, características principais e aplicações de tirístores, díodos emissores de luz, díodos fotocondutores (foto-díodo), varístores, díodos rectificadores
 - 2.6. Descrição e funcionamento de circuitos lógicos e lineares/amplificadores operacionais
 - 2.7. Teste e medição de dispositivos semicondutores
3. Placas de circuitos impressos
 - 3.1. Generalidades
 - 3.2. Técnicas de execução
 - 3.3. Materiais e ferramentas
 - 3.4. Traçado das pistas/*lay-out*
 - 3.5. Execução de placas de circuitos impressos
4. Servomecanismos (generalidades)
 - 4.1. Terminologia
 - 4.2. Tipos, constituição, funcionamento e principais características
 - 4.3. Aplicações

4. Bibliografia / Outros Recursos

ÁGUAS, M.; BALDAIA, R.; PEREIRA, A. S. (1996), Aplicações de Electrónica. Bloco I. Porto: Porto Editora.

ÁGUAS, M.; BALDAIA, R.; PEREIRA, S. (2005), Sistemas Digitais 11: Curso tecnológico de electrotécnica e electrónica. 11.º ano. Porto: Porto Editora.

CUESTA GARCIA, L. M.; GIL PADILLA, A. J.; REMIRO DOMINGUEZ, F. (1993), Electrónica Analógica: Análise de circuitos, amplificação, sistemas de alimentação. Lisboa: McGraw-Hill.

FIGINI, G. (1980), Electrónica Industrial – Circuitos e Aplicações. São Paulo: Editora Hemus.

MALVINO, A. P. (1991), Electrónica no Laboratório. São Paulo: McGrawHill

MALVINO, A. P. (2000), Princípios de Electrónica. Volume I. Lisboa: McGrawHill.

MARTINS, V. (1995), Aplicações de Electrónica. Lisboa: Plátano-Edições Técnicas.

MATIAS, J. (2004), Sistemas Analógicos e Digitais. 10º ano. Volume 2. Lisboa: Didáctica Editora.

MILLMAN, J. (1998), Microelectrónica. 2.ª ed. Lisboa: McGraw-Hill.

MORRIS, N. (1985), Aplicações da Electricidade e da Electrónica. Col. Electricidade e Electrónica, nº 3. Mem Martins: Edições CETOP.

PINTO, A., CALDEIRA, J. (1996), Tecnologias: Curso tecnológico de electrotecnia/electrónica - 12º Ano. Porto: Porto Editora.

PINTO, A.; ALVES, V. (1997-1998), Tecnologias: Curso tecnológico de electrotecnia/electrónica - 10º e 11º Ano. Porto: Porto Editora.

VALKENBURGH, N. (1978-1979), Sistemas Básicos, Sincronização e Servomecanismos. Volumes I e II. Lisboa: Clássica Editora.

Sítios na Internet:

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Eletrônica>

http://www.sc.ehu.es/sbweb/electronica/elec_basica/

MÓDULO 18

Electrónica de Potência

Duração de Referência: 20 horas

1. Apresentação

Neste módulo, o aluno adquire conhecimentos relativos às principais aplicações da Optoelectrónica e Electrónica de Potência, de modo a compreender o funcionamento de equipamentos como variadores de velocidade, fontes comutadas e acoplamentos entre tensões diferentes recorrendo ao isolamento galvânico.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Explicar o esquema de blocos de um sistema electrónico de potência;
- Demonstrar o funcionamento e indicar aplicações dos triacs, tirístores, diacs, transístor bipolar e *MOSFET*;
- Analisar circuitos rectificadores monofásicos e trifásicos com tirístores;
- Identificar os princípios associados à variação de velocidade (sistemas em malha aberta e malha fechada);
- Analisar um circuito simples de variação de corrente e potência;
- Traçar os gráficos temporais de funcionamento dos circuitos electrónicos estudados;
- Analisar circuitos de comutação com e sem cargas indutivas;
- Dimensionar e montar um circuito simples de variação de potência por controlo de variação de tensão;
- Distinguir os diferentes tipos de circuitos de disparo (*Chopper*) e identificar as suas aplicações;
- Definir isolamento galvânico e apresentar exemplos práticos de aplicação;
- Indicar aplicações de optoisoladores (fototriac, fototransístor e outros);
- Distinguir os diferentes componentes utilizados na optoelectrónica (fotodíodo, fototransístor, células solares, díodo emissor de infravermelhos, díodo laser);
- Caracterizar aplicações com fibras ópticas e enunciar as suas vantagens.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Esquema de blocos de um sistema electrónico de potência
2. Triacs, tirístores, diacs, transístor bipolar e *MOSFET* (Funcionamento e aplicações)
 - 2.1. Rectificação controlada (tirístores)
 - 2.1.1. Rectificação monofásica

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 18: *Electrónica de Potência*

- 2.1.2. Rectificação trifásica
- 2.1.3. Comparação entre rectificadores
- 2.2. Variação de velocidade
 - 2.2.1. Conceitos gerais
 - 2.2.2. Sistemas em malha aberta e de malha fechada
 - 2.2.3. Aplicações com variadores de velocidade
- 2.3. Transístor de potência
 - 2.3.1. Características de comutação
 - 2.3.2. TBP em comutação com carga indutiva
- 2.4. Tensão contínua regulável: Conversores CC/CC (*Chopper*)
- 2.5. Onduladores: Conversores CC/CA
- 2.6. Corrente alternada regulável
- 3. Estudo e análise de componentes de optoelectrónica
 - 3.1. Conceito geral de optoelectrónica
 - 3.2. Aplicações com optoisoladores
 - 3.3. Componentes fotossensíveis
 - 3.4. Fotodíodo PN
 - 3.5. Fototransístor
 - 3.6. Células solares
 - 3.7. Díodo emissor de infravermelhos
 - 3.8. Díodo laser
- 4. Fibras ópticas - Conceitos gerais e aplicações

4. Bibliografia / Outros Recursos

- CUESTA GARCIA, L. M.; GIL PADILLA, A. J.; REMIRO DOMINGUEZ, F. (1993), *Electrónica Analógica: Análise de circuitos, amplificação, sistemas de alimentação*. Lisboa: McGraw-Hill.
- MARTINS, V. (1995), *Aplicações de Electrónica*. Lisboa: Plátano-Edições Técnicas.
- MILLMAN, J. (1998), *Microelectrónica*. 2.^a ed. Lisboa: McGraw-Hill.
- PINTO, A. (2001), *Práticas Laboratoriais e Oficinas: Curso tecnológico de electrotecnia/electrónica - 11.^o Ano*. 1.^a ed., 2.^a reimp. Porto: Porto Editora.
- PINTO, A., CALDEIRA, J. (1996), *Tecnologias: Curso tecnológico de electrotecnia/electrónica - 12.^o Ano*. Porto: Porto Editora.
- PINTO, A.; ALVES, V. (1997-1998), *Tecnologias: Curso tecnológico de electrotecnia/electrónica - 10.^o e 11.^o Ano*. Porto: Porto Editora.
- PINTO, A.; CALDEIRA, J. (1999), *Práticas Laboratoriais e Oficinas: Curso tecnológico de electrotecnia/electrónica*. 12.^o Ano. Porto: Porto Editora.
- SILVA, J. F. A. (1998), *Electrónica Industrial*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

MÓDULO 19

Sistemas Lógicos I (Circuitos combinatórios)

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Este módulo tem carácter teórico-prático, devendo decorrer essencialmente em ambiente laboratorial, de modo a permitir aos alunos ensaiar e comprovar as características e funcionamento dos circuitos combinatórios estudados na teoria.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Caracterizar as diferentes bases de numeração;
- Representar números nas bases: decimal, binária e hexadecimal;
- Efectuar a conversão de números na base decimal para números noutras bases e vice-versa, de números inteiros e números fraccionários;
- Distinguir a noção de estado lógico, variável lógica e nível lógico;
- Representar as funções lógicas através de tabelas de verdade;
- Desenhar o logigrama a partir da expressão lógica e vice-versa;
- Reconhecer os postulados e teoremas da Álgebra de *Boole*;
- Simplificar funções lógicas com base nos teoremas e postulados da Álgebra de *Boole* e pelo método de Karnaugh;
- Desenhar circuitos de lógica combinatória a partir da tabela de verdade ou da expressão de saída;
- Descrever o funcionamento e aplicações dos circuitos combinatórios;
- Obter a tabela de verdade;
- Implementar os respectivos circuitos com portas elementares ou CI;
- Executar a simulação de circuitos combinatórios por software.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Sistemas de numeração
 - 1.1 Sistema decimal
 - 1.2 Sistema binário
 - 1.3 Sistema hexadecimal
 - 1.4 Conversão entre sistemas diferentes
2. Álgebra de Boole
 - 2.1. Circuitos lógicos elementares e suas funções
 - 2.1.1. Introdução
 - 2.1.2. Funções lógicas
 - 2.1.3. Portas lógicas
 - 2.2. Tabelas de verdade
 - 2.3. Teoremas e postulados
 - 2.4. Leis de Morgan
 - 2.5. Simplificação de funções
 - 2.5.1. Via analítica
 - 2.5.2. Via matricial: Mapas de Karnaugh
 - 2.6. Sistemas Boleanos: Diagramas
 - 2.6.1. Exemplos de aplicação simples
 - 2.6.1.1. Sistema electromecânico
 - 2.6.1.2. Sistema pneumático
 - 2.6.1.3. Sistema electrónico
 - 2.6.1.4. Sistema electropneumático
 - 2.6.1.5. Outros sistemas
 - 2.6.2. Aplicações industriais
3. Implementação de sistemas lógicos
 - 3.1. Famílias lógicas
 - 3.2. TTL (*Transistor-Transistor Logic*)
 - 3.3. CMOS (*Complementary Metal-Oxide-Semiconductor*)
 - 3.4. *Displays*, interruptores e outras interfaces homem-máquina
 - 3.5. Interfaces com sistemas analógicos

4. Bibliografia / Outros Recursos

ÁGUAS, M.; BALDAIA, R. (2004), *Sistemas Analógicos e Digitais 10: Curso tecnológico de electrotécnica e electrónica*. 10.º ano. Porto: Porto Editora.

ÁGUAS, M.; BALDAIA, R.; PEREIRA, S. (2005), *Sistemas Digitais 11: Curso tecnológico de electrotécnica e electrónica*. 11.º ano. Porto: Porto Editora.

CUESTA GARCIA, L. M.; GIL PADILLA, A. J.; REMIRO DOMINGUEZ, F. (1999), *Electrónica Digital: Álgebra de Boole, circuitos combinacionais e sequenciais, automatismos, memórias*. Lisboa: MacGraw Hill.

FRANCISCO, A. (2002), *Autómatos Programáveis: Programação, Grafcet, Aplicações*. Lisboa: ETEP - Edições Técnicas e Profissionais.

GIL PADILLA, A. (1993), *Sistemas Digitais*. Lisboa: McGraw Hill.

NOVAIS, J. M. A. (1983), *Método Sequencial para Automatização Electropneumática*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

NOVAIS, J. M. A. (1992), *Programação de Autómatos: Método Grafcet*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Datasheets das famílias lógicas CMOS e TTL:

<http://www.datasheetarchive.com/>

<http://www.datasheetlocator.com/po/>

<http://www.semiconductors.philips.com/>

<http://www.standardics.philips.com/datasheets/>

Software de simulação de circuitos electrónicos:

<http://www.electronicworkbench.com> - Multisim

<http://www.labcenter.co.uk> - Proteus VSM

<http://www.5spice.com> - 5spice

<http://www.research-systems.com/easysim/easysim.htm> - EasySim

<http://web.mit.edu/ara/www/ds.html> - Digital Simulator (Freeware p/ ensino)

<http://www.puz.com/sw/karnaugh/karnaugh12.htm> - Karnaugh Map 1.2 (Freeware)

MÓDULO 20

Sistemas Lógicos II (Circuitos sequenciais)

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Este módulo tem um carácter teórico-prático, devendo decorrer essencialmente em ambiente laboratorial de modo a permitir aos alunos ensaiar e comprovar as características e funcionamento dos circuitos sequenciais.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Distinguir circuito sequencial de circuito combinatório,
- Descrever o funcionamento do *Flip-Flop* com portas lógicas NAND e/ou NOR;
- Representar o *Flip-Flop* pela sua tabela da verdade e diagrama temporal,
- Reconhecer biestáveis síncronos e assíncronos;
- Identificar os biestáveis pelos seus símbolos;
- Descrever o funcionamento de circuitos sequenciais através de diagramas de estado;
- Conhecer os vários tipos de contadores, as suas características e funcionamento;
- Implementar um contador a partir da sua tabela da verdade;
- Utilizar contadores como divisores de frequência;
- Identificar o funcionamento de sistemas de multiplexagem, codificadores e decodificadores;
- Implementar decodificadores BCD/7 segmentos;
- Compreender o princípio de funcionamento de um registo de deslocamento, as suas características e aplicações;
- Conhecer os diferentes modos de funcionamento de um registo de deslocamento quanto à entrada/saída de dados;
- Identificar os registos de deslocamento quanto ao modo de deslocamento (à direita e à esquerda);
- Interpretar convenientemente a informação técnica fornecida pelos fabricantes sob a forma de catálogo ou *datasheet on-line*, no que se refere à respectiva pinagem, alimentação, níveis de tensão, resposta em frequência, tabelas de verdade, entre outros.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Circuitos combinatórios
 - 1.1. Introdução
 - 1.2. Codificadores e decodificadores
 - 1.3. Circuitos comparadores
 - 1.4. Exemplos de aplicação
2. Circuitos sequenciais
 - 2.1. *Flip-flops* (biestáveis)
 - 2.2. Registos de deslocamento
 - 2.3. Contadores e divisores de frequência
 - 2.4. Análise e síntese de circuitos sequenciais
 - 2.5. Exemplos de aplicação

4. Bibliografia / Outros Recursos

ÁGUAS, M.; BALDAIA, R. (2004), *Sistemas Analógicos e Digitais 10: Curso tecnológico de electrotécnica e electrónica*. 10.^o ano. Porto: Porto Editora.

ÁGUAS, M.; BALDAIA, R.; PEREIRA, S. (2005), *Sistemas Digitais 11: Curso tecnológico de electrotécnica e electrónica*. 11.^o ano. Porto: Porto Editora.

CUESTA GARCIA, L. M.; GIL PADILLA, A. J.; REMIRO DOMINGUEZ, F. (1999), *Electrónica Digital: Álgebra de Boole, circuitos combinacionais e sequenciais, automatismos, memórias*. Lisboa: MacGraw Hill.

Datasheets das famílias lógicas CMOS e TTL, que podem ser obtidos em:

FRANCISCO, A. (2002), *Autómatos Programáveis: Programação, Grafcet, Aplicações*. Lisboa: ETEP - Edições Técnicas e Profissionais.

GIL PADILLA, A. (1993), *Sistemas Digitais*. Lisboa: McGraw Hill.

NOVAIS, J. M. A. (1983), *Método Sequencial para Automatização Electropneumática*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

NOVAIS, J. M. A. (1992), *Programação de Autómatos: Método Grafcet*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Datasheets das famílias lógicas CMOS e TTL:

<http://www.datasheetarchive.com/>

<http://www.datasheetlocator.com/po/>

<http://www.semiconductors.philips.com/>

<http://www.standardics.philips.com/datasheets/>

Software de simulação de circuitos electrónicos:

<http://web.mit.edu/ara/www/ds.html> - Digital Simulator (Freeware p/ ensino)

<http://www.electronicworkbench.com> - Multisim

<http://www.labcenter.co.uk> - Proteus VSM

<http://www.puz.com/sw/karnaugh/karnaugh12.htm> - Karnaugh Map 1.2 (Freeware)

<http://www.research-systems.com/easysim/easysim.htm> - EasySim

<http://www.5spice.com> - 5spice

MÓDULO 21

Electricidade (Corrente contínua e corrente alternada)

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

As instalações eléctricas são um domínio muito vasto e muito importante em várias áreas. Neste módulo faz-se uma abordagem a noções básicas de corrente contínua e de corrente alternada, de análise de circuitos e dos seus principais parâmetros. Haverá também referência ao funcionamento e utilização dos receptores e à interpretação de esquemas eléctricos. Este módulo deverá ser leccionado em articulação com o de Desenho Esquemático, na parte relativa a Instalações Eléctricas.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar e caracterizar os circuitos em corrente contínua;
- Distinguir os processos de cálculo da resistência em função dos tipos de circuito onde estão inseridas;
- Identificar os diferentes tipos de resistência de acordo com os materiais utilizados na sua construção;
- Aplicar as leis de Kirchhoff a circuitos básicos;
- Descrever os efeitos provocados pela passagem da corrente eléctrica num condutor;
- Definir rendimento;
- Identificar e reduzir perdas;
- Interpretar o princípio de funcionamento dos condensadores, bem como dos seus diferentes tipos;
- Identificar e caracterizar as formas de corrente eléctrica;
- Caracterizar a corrente alternada;
- Identificar e caracterizar as grandezas características da corrente alternada;
- Definir os diferentes fenómenos verificados a quando da produção do campo magnético em torno de um condutor;
- Identificar e caracterizar os circuitos em corrente alternada (monofásicos e trifásicos);
- Identificar e caracterizar os sistemas trifásicos;
- Reconhecer a necessidade de sistemas trifásicos de tensão;
- Identificar e caracterizar a ligação de receptores em estrela e em triângulo.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Corrente contínua
 - 1.1. Análise de circuitos em corrente contínua
 - 1.2. Problemas de aplicação
 - 1.2.1. Generalidades
 - 1.2.2. Lei de Ohm
 - 1.2.3. Energia e Lei de Joule (rendimento e perdas)
2. Corrente alternada
 - 2.1. Formas de corrente eléctrica
 - 2.2. Grandezas características da corrente alternada: amplitude, alternância, valor médio e eficaz, frequência, unidades SI
 - 2.3. Desfasamentos
 - 2.4. Potências em Corrente Alternada (activa, reactiva e aparente)
 - 2.5. Sistemas trifásicos
 - 2.6. Ligação de receptores em estrela e em triângulo

4. Bibliografia / Outros Recursos

- ÁGUAS, M.; PEREIRA, A. S.; BALDAIA, R. (2000), *Electricidade: Curso tecnológico de electrotecnia/ electrónica*. 10º Ano Porto: Porto Editora.
- ALBUQUERQUE, R. O. (s.d.), *Análise de Circuitos em Corrente Alternada..* São Paulo: Editora Érica.
- BRANDÃO, D. P. L. (1987), *Electrotecnia Geral*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian
- EDMINISTER, J. A.. (1977), *Circuitos Eléctricos: Resumo da Teoria*. São Paulo: Editora McGraw-Hill.
- GUSSOW, M., (1985), *Electricidade Básica*. São Paulo: McGraw-Hill
- MATIAS, J. (2000), *Tecnologias da Electricidade*. 11º Ano. 1º Volume. Lisboa: Didáctica Editora.
- MEIRELES, V. (2001), *Circuitos Eléctricos*. Lisboa: LIDEL.
- MORAIS, S. (2000), *Elementos de Electricidade*. Porto: Porto Editora.
- PINTO, A.; ALVES, V. (1999), *Práticas Oficiais e Laboratoriais: Curso Tecnológico de electrotecnia/electrónica*. 10º Ano. 1.ª ed., 3.ª reimp. Porto: Porto Editora.
- ROSEIRA, A.; SILVA, F.(1981), *Electrotecnia: Corrente alternada – 10º e 11º Anos*. Porto: Porto Editora.
- Regulamentos:**
- RSIUEE - Regulamento de Segurança das Instalações de Utilização de Energia Eléctrica em Baixa Tensão.
- RSICEE - Regulamento de Segurança das Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas
- RSIEET - Regulamento de Segurança de Instalações de Energia Eléctrica e Telefones.

MÓDULO 22

Mecânica dos Fluidos

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Este módulo vai permitir ao aluno compreender melhor a forma como se processa o escoamento de um fluido numa tubagem, o que lhe vai ser bastante útil nos módulos de projecto.

A matéria apresenta-se no estado sólido ou no estado fluído, que compreende o estado líquido ou gasoso.

O estudo dos fluidos e o seu comportamento nas tubagens é fundamental para a avaliação das condições de desempenho das instalações.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Definir pressão absoluta e pressão relativa;
- Converter as unidades de pressão entre os diversos sistemas;
- Enunciar os princípios de Pascal;
- Enumerar aplicações dos medidores de pressão;
- Definir compressibilidade de um fluido;
- Relacionar caudal maciço e caudal volúmico;
- Calcular velocidades caudais, diâmetros de secções e pressões em diversos pontos de uma conduta;
- Distinguir tipos de escoamento;
- Saber utilizar o diagrama de Moody;
- Relacionar os diversos parâmetros que influenciam as perdas de carga.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Pressão

1.1. Pressão Absoluta

1.2. Pressão Relativa

1.3. Unidades de medida

1.4. Aparelhos de medição e controle

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 22: *Mecânica dos Fluidos*

- 2. Pressão
 - 2.1. Pressão Absoluta
 - 2.2. Pressão Relativa
 - 2.3. Unidades de medida
 - 2.4. Aparelhos de medição e controle
- 3. Princípio de Pascal
- 4. Débito ou caudal. Equação da continuidade
 - Viscosidade
- 5. Número de Reynolds
- 6. Tipos de regime
 - 6.1. Laminar
 - 6.2. Turbulento
- 7. *Flash-gas*
- 8. Equação de Bernoulli
- 9. Perdas de carga
 - 9.1. Em condutas rectas de secção circular
 - 9.2. Em acidentes. Fugas e suas consequências
- 10. Ventiladores
 - 10.1. Tipos, constituição
 - 10.2. Manutenção e conservação

4. Bibliografia / Outros Recursos

- BLANES, O. (1997), Manual de Instalações de Água e Gás. 2.^a ed., Lisboa: Plátano.
- MACINTYRE, A. J. (1996), Instalações Hidráulicas. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos.
- MOTT, R. L. (2005), Applied Fluid Mechanics. 6th ed. New Jersey: Prentice Hall
- QUINTELA, A. C. (1981), Hidráulica. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- SABERSKY, R. H., Acosta, A. J. e Hauptmann, E. G. (1989), Fluid Flow: A First Course in Fluid Mechanics. 3rd ed. New York: Macmillan Publishing Company.
- WHITE, F. M. (1999), Mecânica dos Fluidos. 4.^a ed. Rio de Janeiro: Editora Mcgraw-Hill

MÓDULO 23

Materiais e Equipamentos Físicos

Duração de Referência: **20 horas**

1. Apresentação

Neste módulo será feita uma abordagem dos materiais ferrosos e não ferrosos mais utilizados na indústria aeronáutica bem como os tratamentos a efectuar a esses materiais. Será ainda abordado o processo de corrosão, bem como o seu tratamento e a utilização de órgãos e equipamentos. Deverá existir uma perfeita articulação entre este e os módulos de “Processos e Práticas de Manutenção “ da disciplina de Práticas Oficiais.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Distinguir materiais ferrosos de não ferrosos
- Indicar as suas características e propriedades
- Efectuar ensaios mecânicos
- Identificar as características e propriedades dos materiais compósitos
- Detectar defeitos em materiais compósitos.
- Identificar métodos de construção de fuselagens em madeira
- Enumerar as características, propriedades e tipos de madeira utilizados em aeronáutica.
- Indicar características, propriedades e tipos de material têxtil utilizado em aviões
- Reparar revestimentos em material têxtil
- Distinguir os diversos tipos de fixação, suas especificações e características, bem como a sua aplicação prática.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Materiais aeronáuticos ferrosos
 - 1.1. Características, propriedades e identificação de ligas de aço comuns utilizadas em aeronaves
 - 1.2. Tratamentos térmicos e aplicação de ligas de aço
 - 1.3. Ensaio de dureza, resistência à tracção, resistência à fadiga e resistência ao impacto de materiais ferrosos

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 23: *Materiais e Equipamentos Físicos*

2. Materiais aeronáuticos não ferrosos
 - 2.1. Características, propriedades e identificação de materiais não metálicos comuns utilizados em aeronaves
 - 2.2. Tratamentos térmicos e aplicação de materiais não ferrosos
 - 2.3. Ensaios de dureza, resistência à tracção, resistência à fadiga e resistência ao impacto de materiais não ferrosos
3. Materiais aeronáuticos compósitos e não metálicos
 - 3.1. Materiais compósitos e não metálicos
 - 3.1.1. Características, propriedades e identificação
 - 3.1.2. Agentes vedantes e de ligação
 - 3.1.3. Detecção de defeitos/deterioração
 - 3.1.4. Reparação
 - 3.2. Estruturas em madeira
 - 3.2.1. Métodos de construção de fuselagens
 - 3.2.2. Características, propriedades e tipos de madeira e cola utilizadas em aviões
 - 3.2.3. Preservação e manutenção
 - 3.2.4. Tipos de defeitos
 - 3.2.5. Detecção de defeitos
 - 3.2.6. Reparação
 - 3.3. Revestimentos em material têxtil
 - 3.3.1. Características, propriedades e tipos
 - 3.3.2. Métodos de inspecção
 - 3.3.3. Tipos de defeitos
 - 3.3.4. Reparação de revestimentos
4. Fixações
 - 4.1. Roscas
 - 4.1.1. Nomenclatura
 - 4.1.2. Formas, dimensões e tolerâncias de parafuso *standard*
 - 4.1.3. Medição
 - 4.2. Cavilhas e elementos roscados
 - 4.2.1. Tipos de cavilhas e elementos roscados: especificação, identificação e marcação de acordo com as normas internacionais
 - 4.2.2. Porcas *standar*, de travamento automático, de chumbador e outras
 - 4.2.3. Parafusos de montagem: especificações da aeronave
 - 4.2.4. Parafuso *Parker*, parafuso de encaixe
 - 4.3. Dispositivos de fecho: Anilhas com freio e anilhas de pressão, placas de segurança, pernos ranhurados, porcas de travamento, frenagem com arame, fixações de desengate rápido, chaves, freios, contrapinos
 - 4.4. Rebites em aeronaves
 - 4.4.1. Tipos
 - 4.4.2. Especificações e identificação
 - 4.4.3. Tratamento térmico

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 23: *Materiais e Equipamentos Físicos*

5. Tubagens e uniões
 - 5.1. Identificação e tipos de tubagens rígida e flexível e respectivas uniões
 - 5.2. Uniões *standard* para tubagens dos sistemas hidráulicos e pneumáticos de aeronaves, incluindo tubagens de combustível, óleo e ar
6. Molas
 - 6.1. Tipos
 - 6.2. Materiais
 - 6.3. Características e aplicações
7. Rolamentos
 - 7.1. Finalidade dos rolamentos, cargas, material e construção
 - 7.2. Tipos de rolamentos e suas aplicações
8. Transmissões
 - 8.1. Tipos de transmissões e suas aplicações
 - 8.2. Relações de transmissão, sistemas de desmultiplicação e multiplicação, carretos conduzidos e condutores, carretos de transmissão, padrões de engrenagem
9. Cabos de comando
 - 9.1. Tipos de cabos.
 - 9.2. Elementos de montagem: terminais, tensores , dispositivos de compensação e outros
 - 9.3. Polias e componentes de sistema de cabo
 - 9.4. Cabos *Bowden*.
 - 9.5. Sistemas de comandos flexíveis de aeronaves
10. Cabos e conectores eléctricos
 - 10.1. Tipos de cabos, construção e características
 - 10.2. Cabos de alta tensão e coaxiais
 - 10.3. Terminais prensados
 - 10.4. Tipos de conectores, fixações, fichas, encaixes, isoladores, regime de corrente e tensão, pares, códigos de identificação

4. Bibliografia / Outros Recursos

- CHIAVERINI, V. (1986), *Tecnologia Mecânica. 2ª ed.*, São Paulo: McGraw-Hill.
- GENTIL, V. (1996), *Corrosão*. Rio de Janeiro: Livros técnicos e Científicos Editora, S.A.
- GoodYear Aviation (2002)*, Aircraft Tire Data Book. Akron, Ohio: The Goodyear Tire & Rubber Company.
- GoodYear Aviation (2004)*, Aircraft Tire Care Maintenance. Akron, Ohio: The Goodyear Tire & Rubber Company.
- MELCONIAN, S. (1990), *Elementos de Máquinas*. São Paulo: Editora Érica.
- NIEMANN, G. (1971), *Elementos de Máquinas. Volumes I, II e III*. São Paulo: Edgard Blucher.
- RELVAS, C. (2000), *Controlo Numérico Computorizado: Conceitos Fundamentais*. Porto: Publindústria.
- ROCHA, A. T. (1982), *Tecnologia Mecânica. Volumes II e III. 8.ª ed.* Coimbra: Coimbra Editora, Lda.
- ROSEIRA, A. (1971), *Elementos de Mecânica. Ensino técnico Profissional*. Porto: Porto Editora.
- SAF - Soudure Autogène Française (1981), *Guia do utilizador de soldadura manual: noções de tecnologia e de metalurgia, materiais e produtos. 1.ª ed.*, Lisboa: Arlíquido - Sociedade Portuguesa de Ar Líquido.
- SANTOS, J. F. O.; QUINTINO, L. (1993), *Processos de Soldadura. Volumes I e II*. Lisboa: Instituto de Soldadura e Qualidade.
- SCHROCK, J. (1989), *Montagem, Ajuste e Verificação de Peças de Máquinas*. Rio de Janeiro: Editorial Reverté.
- SHIGLEY, J. E.; MISCHKE, C. R. (1989), *Mechanical Engineering Design*. New York: McGraw-Hill.
- SOUZA, S. A. (1990), *Ensaios Mecânicos de Materiais Metálicos: Fundamentos teóricos e práticos. 5.ª ed.* São Paulo: Editora Blucher, Lda.
- VENÂNCIO, P.; MARTINHO, P. (s.d.), *Materiais compósitos. Processos de Reparação*. Alverca: OGMA

Normas, Regulamentos e Especificações:

- Aircraft Mechanics Specification Handbook*. Pittsburg: Pittsburg Institute of Aeronautics.
- Especificação MIL HDBK 131 A - Identification markings for fasteners
- Especificação MIL HDBK 212 - Gasket materials
- Especificação MIL HDBK 695 D - Rubber products recommend shelf life
- Especificação MIL HDBK 699 B - Flexible rubber products
- Especificação MIL HDBK 723 A - Steel and iron wrought products
- Especificação MIL HDBK 729 - Corrosion and corrosion prevention metals
- Especificação MIL STD 1247 C - Markings, Function and hazard designation of hose, pipe and tube

Sítios da Internet:

- <http://www.imdepa.com.br> – FAG: Catálogo. FAG rolamentos.
- <http://www.imdepa.com.br> – FAG: Danificação de rolamentos.
- <http://www.imdepa.com.br> – FAG: Montagem de rolamentos.

MÓDULO 24

Aerodinâmica e Teoria de Voo

Duração de Referência: 25 horas

1. Apresentação

Neste módulo será feita uma abordagem aos parâmetros e características do escoamento do ar, com ênfase para a temática relativa ao fluxo de ar à volta de um corpo e o aumento da sustentação.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Reconhecer os efeitos do fluxo de ar em torno de um corpo;
- Calcular o número de *Reynolds*;
- Caracterizar os tipos de escoamento existentes e determiná-los;
- Caracterizar: camada limite, corrente livre, correntes de ar ascendentes e descendentes, vórtices e estagnação;
- Definir os seguintes termos: curvatura, corda, corda média aerodinâmica, arrasto (parasita) do perfil, arrasto induzido, centro de pressão, ângulo de ataque, incidência positiva, incidência negativa, alongamento, forma da asa e razão de aspecto;
- Relacionar ângulo de ataque com sustentação;
- Identificar os factores que alteram o perfil aerodinâmico, incluindo gelo e neve;
- Relacionar o impulso e o peso com a aerodinâmica resultante;
- Relacionar sustentação, peso, impulso e arrasto;
- Relacionar o aumento da sustentação com a estabilidade e dinâmica de voo;
- Identificar a aerodinâmica e superfícies de controlo de voo de aviões;
- Enumerar os principais elementos do sistema de controlo de voo;
- Descrever o funcionamento e efeito dos elementos de controlo de voo;
- Identificar o modo de remover e instalar os elementos do controlo de voo;
- Reconhecer a importância da velocidade do som no âmbito da aerodinâmica;
- Distinguir voo subsónico de transónico e de supersónico;
- Identificar número de *Mach* e número de *Mach* crítico;
- Reconhecer os factores que afectam a entrada de ar nos motores de aeronaves a alta velocidade;
- Distinguir os efeitos do ângulo de flecha em número de *Mach* crítico.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Física da atmosfera
 - 1.1. Generalidades
 - 1.2. Propriedades da atmosfera
 - 1.3. Atmosfera *Standard* Internacional (ISA)
 - 1.4. Aplicações à aeronáutica
2. Aerodinâmica
 - 2.1. Noções básicas. Terminologia. Grandezas e unidades
 - 2.2. Medição da atmosfera e da velocidade do ar
 - 2.2.1. Equação da continuidade
 - 2.2.2. Equação de *Bernoulli*
 - 2.2.3. Medição da velocidade do ar
 - 2.2.4. Regimes de escoamento
 - 2.3. Forças aerodinâmicas
 - 2.3.1. Força aerodinâmica
 - 2.3.2. Momentos de intensidade aerodinâmica
 - 2.3.3. Centro aerodinâmico
 - 2.4. Impulso, peso, aerodinâmica resultante
 - 2.5. Geração de sustentação e arrasto
 - 2.5.1. Ângulo de ataque
 - 2.5.2. Coeficiente de sustentação
 - 2.6. Coeficiente de arrasto, curva polar, perda
3. Factores que alteram o perfil aerodinâmico (incluindo o gelo e a neve)
 - 3.1. Teoria de voo
 - 3.2. Relação entre sustentação, peso, impulso e arrasto
 - 3.3. Razão de planeio
 - 3.4. Voos em regime constante: Desempenho
 - 3.5. Teoria da viragem
 - 3.6. Influência de factores de carga
 - 3.6.1. Perda
 - 3.6.2. Envolvente de voo
 - 3.6.3. Limitações estruturais
4. Aumento da sustentação (Estabilidade e dinâmica de voo)

5. Teoria de voo

5.1. Aerodinâmica e superfícies de controlo de voo de aviões

5.1.1. Tipos de controlo, funcionamento e efeito

5.1.1.1. Controlo de rolamento: *ailerons* e *spoilers*

5.1.1.2. Controlo de arfagem: lemes de profundidade, estabilizadores horizontais, estabilizadores e compensadores de incidência variável

5.1.1.3. Controlo de guinada, limitadores de leme de direcção

5.1.2. Dispositivos de hipersustentação, fendas, *slats*, *flaps*, *flaperons*

5.1.3. Dispositivos indutores de arrasto, *spoilers*, redutores de sustentação, freios aerodinâmicos

5.1.4. Efeitos de rebordo de asa, bordos de ataque em “dentes de serra”

5.1.5. Controlo de camada limite com geradores de vórtice, cunhas de estol ou dispositivos de bordo de ataque

5.1.6. Funcionamento e efeito de compensadores, compensadores e anti-compensadores, servo-compensadores, compensadores de mola, equilíbrio de massa, pendentos de superfície de controlo, painéis de equilíbrio aerodinâmico

5.2. Voos de alta velocidade

5.2.1. Velocidade do som, voo subsónico, voo transónico, voo supersónico

5.2.2. Número de *Mach*, número de *Mach* crítico, trepidação por efeito de compressibilidade, onda de choque, aquecimento aerodinâmico, lei das áreas

5.2.3. Factores que afectam a entrada de ar nos motores de alta velocidade

5.2.4. Efeitos de ângulo de flecha em número de *Mach* crítico

4. Bibliografia / Outros Recursos

ANDERSON, J. D. (1985), Introduction to flight. 5.^a ed., New York: Editora McGraw-Hill.

ANDERSON, J. D. (1991), Fundamentals of Aerodynamics. New York: Editora McGraw-Hill.

BASTOS, F. (1987), Problemas de Mecânica dos Fluídos. Rio de Janeiro. Editora Guanabara.

DOLE, C. E.; Lewis, J. E. (2000), Flight Theory and Aerodynamics - A practical guide for operational safety. 2nd ed. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.

GILES, R. V. (1972), Mecânica dos Fluídos e Hidráulica. Coleção Schaum. São Paulo: McGraw-Hill Book.

KERMODE, A. C. (1989), Flight Without Formulae. 5th (reviewed edition). New York: Longman.

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 24: Aerodinâmica e Teoria de Voo

Sítios na Internet:

<http://aerodyn.org/> (Aerodinâmica)

[http:// www.aeromech.usyd.edu.au/aero/aerodyn.html](http://www.aeromech.usyd.edu.au/aero/aerodyn.html) (Aerodinâmica)

[http:// www.aeromech.usyd.edu.au/aero/atmos/atmos.html](http://www.aeromech.usyd.edu.au/aero/atmos/atmos.html) (Física atmosfera)

[http:// www.aeromech.usyd.edu.au/aero/atmos/atmtab.html](http://www.aeromech.usyd.edu.au/aero/atmos/atmtab.html) (Física atmosfera)

<http://www.allstar.fiu.edu/aero/flighttheory.htm> (Teoria de voo)

<http://www.auf.asn.au//groundschool/contents.html> (Teoria de voo)

<http://www.aviation-history.com/theory/index-theory.html> (Teoria de voo)

<http://www.desktopaero.com/educational.html> (Aerodinâmica)

<http://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/bga.html> (Aerodinâmica)

<http://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/short.html> (Aerodinâmica)

MÓDULO 25

Legislação Aeronáutica

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Neste módulo será feita uma abordagem à legislação aeronáutica nacional e internacional, nomeadamente ao quadro regulamentar por que é regida, bem como às diferentes certificações existentes.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Tomar conhecimento do quadro regulamentar da legislação aeronáutica;
- Descodificar pormenorizadamente os requisitos da parte 66, da parte 145 e da parte M, do Regulamento (CE) N.º 2042/2003 da Comissão de 20 de Novembro;
- Identificar os diferentes tipos de certificados necessários á aviação comercial;
- Utilizar termos típicos da área;
- Ler e interpretar normas de certificação de aeronaves;
- Identificar tipos de certificados necessários;
- Identificar os requisitos nacionais e internacionais.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Quadro regulamentar
 - 1.1. Papel da Organização da Aviação Civil Internacional.
 - 1.2. Papel da EASA
 - 1.3. Papel dos estados membros
 - 1.4. Relação entre as normas das partes M, 66, 145, 147
 - 1.5. Relação com outras autoridades aeronáuticas
2. Parte 66 – pessoal de certificação – manutenção
 - Requisitos da parte 66
3. Parte 145 – entidades de manutenção certificadas
 - Requisitos da parte 145

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 25: *Legislação Aeronáutica*

- 4. *Jar-ops*: Transporte aéreo comercial
 - 4.1. Certificado de operador aéreo
 - 4.2. Responsabilidade dos operadores
 - 4.3. Documentação a bordo.
 - 4.4. Marcações e letreiros em aeronaves
- 5. Certificação de aeronaves
 - 5.1. Generalidades
 - 5.1.1. Normas de certificação: por exemplo EACS 23/25/27/29
 - 5.1.2. Certificação de tipo
 - 5.1.3. Certificação de tipo suplementar
 - 5.1.4. Certificações de entidades de projecto/produção (parte 21)
 - 5.2. Documentos
 - 5.2.1. Certificado de aeronavegabilidade
 - 5.2.2. Certificado de matrícula
 - 5.2.3. Certificado de ruído
 - 5.2.4. Programa de pesagem
 - 5.2.5. Licença e aprovação de estações de rádio
- 6. Parte M
 - Requisitos da parte M
- 7. Requisitos nacionais e internacionais aplicáveis às seguintes matérias (caso não sejam substituídos por requisitos comunitários)
 - 7.1. Programas de manutenção, verificações, inspecções de manutenção
 - 7.2. Listas principais de equipamentos mínimos, listas de equipamentos mínimos, listas de desvio
 - 7.3. Directivas de aeronavegabilidade
 - 7.4. Boletim de serviço, dados de manutenção do fabricante
 - 7.5. Modificações e reparações
 - 7.6. Documentação relativa a manutenção: manuais de manutenção, manual de reparação estrutural, catálogos de peças ilustrados entre outros
 - 7.7. Navegabilidade permanente
 - 7.8. Voos de teste
 - 7.9. ETOPS, requisitos de manutenção e expedição
 - 7.10. Operações em todas as condições atmosféricas, operações de categoria 2/3 e requisitos mínimos de equipamento

4. Bibliografia / Outros Recursos

Normas, Regulamentos e Especificações:

CIA 02-05 - Certificação das Organizações de Formação

CIA 08-06 - Emissão, Revalidação e Alteração, de Licenças de Técnicos de Manutenção de Aeronaves - Parte 66

CIA 13-01 - Alteração das licenças do Pessoal de Certificação de Manutenção de Aeronaves

CTI 92-02 - Aprovação/Revalidação/Revogação da Certificação das OMA de acordo com a parte 145

CTI 98-01 - Licenças de Técnicos de Manutenção de Aeronaves

EACS-23 - Certification Specification for normal, Utility, Aerobatic, and Commuter Category Aeroplanes

EACS-25 - Certification Specification for Large Aeroplanes

EACS-27 - Certification Specification for Small Rotorcraft

EACS-29 - Certification Specification for Large Rotorcraft

ICAO - Convencion on Internacional Civil Aviacion

JAR-OPS - <http://www.inac.pt/html/JAA.asp>

PART 145 - Approved Maintenance Organisation. Regulamento (CE) N.º 2042/2003 da Comissão de 20 de Novembro

PART 146 - Approved Aircraft Maintenance Training Organisation. Regulamento (CE) N.º 2042/2003 da Comissão de 20 de Novembro

PART 21 - Certification Procedures for Aircraft and Related Products and Parts. Regulamento (CE) N.º 2042/2003 da Comissão de 20 de Novembro

PART 66 - Certified Staff. Regulamento (CE) N.º 2042/2003 da Comissão de 20 de Novembro

PART M - Continuing Airworthiness. Regulamento (CE) N.º 2042/2003 da Comissão de 20 de Novembro

Regulamento (CE) nº 1592/2002 do Parlamento Europeu e do Conselho de 15 de Julho de 2002

Regulamento (CE) nº 1643/2003 do Parlamento Europeu e do Conselho de 22 de Julho de 2003

Regulamento (CE) nº 1701/2003 da Comissão Europeia de 24 de Setembro de 2003

Regulamento (CE) nº 1702/2003 da Comissão Europeia de 24 de Setembro de 2003

Regulamento (CE) nº 2042/2003 da Comissão Europeia de 20 de Novembro de 2003

MÓDULO 26

Instrumentação Electrónica I

Duração de Referência: 25 horas

1. Apresentação

Neste módulo pretende-se que o aluno adquira conhecimentos teóricos sobre técnicas digitais, para posteriormente os poder aplicar na prática. Os alunos serão sensibilizados para as restrições a alterações não aprovadas em programas informáticos.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar a configuração de sistemas de experimentação electrónicos na cabina de pilotagem;
- Reconhecer sistemas de numeração;
- Descrever o funcionamento e aplicação de conversores de dados;
- Identificar símbolos correntes de portas lógicas, quadros e circuitos lógicos equivalentes;
- Identificar e utilizar terminologia e tecnologia informática;
- Descrever as vantagens e inconvenientes da transmissão de dados através de fibra óptica;
- Reconhecer aplicações da fibra óptica em sistemas de aeronaves;
- Descrever princípios de funcionamento de visores correntes nomeadamente LED, tubos de raios catódicos e ecrãs de cristais líquidos;
- Revelar sensibilização sobre restrições informáticas ao nível da gestão de *software*;
- Identificar a influência de fenómenos electromagnéticos sobre a manutenção de sistemas electrónicos.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Sistemas de instrumentação electrónicos
2. Sistemas de numeração
 - 2.1. Binário, octal e hexadecimal
 - 2.2. Conversão entre os sistemas decimal e binário, octal e hexadecimal e vice-versa
3. Conversão de dados
 - 3.1. Dados analógicos, dados digitais
 - 3.2. Funcionamento e aplicação de conversores analógico/digital e digital/analógico, *input* e *output*, limitações de diversos tipos

4. Barramento de dados

- Barramento de dados em sistema de aeronaves: Conhecimentos de ARINC e outras especificações

5. Circuitos lógicos

- 5.1. Símbolos correntes de portas lógicas, quadros e circuitos lógicos equivalentes
- 5.2. Aplicações utilizadas em sistemas de aeronaves, diagramas esquemáticos

6. Estrutura básica do computador

- 6.1. Terminologia informática
- 6.2. Tecnologia informática (aplicada em sistemas aeronáuticos)

7. Fibra óptica

- 7.1. Transmissão de dados através da fibra óptica em relação a cabos eléctricos: Vantagens e desvantagens
- 7.2. Barramento de dados
- 7.3. Terminologia relacionada
- 7.4. Terminações
- 7.5. Acopladores, terminais de controlo, terminais remotos
- 7.6. Aplicações em sistemas de aeronaves

8. Visores electrónicos

- Princípios de funcionamento de tipos de visores correntes: Tubos de raios catódicos, LED e ecrãs de cristais líquidos

9. Dispositivos sensíveis a descargas electrostáticas

- 9.1. Manuseamento
- 9.2. Riscos de eventuais danos materiais e pessoais
- 9.3. Dispositivos de protecção antiestática

10. Controlo da gestão de *software*

- Restrições, requisitos de aeronavegabilidade e possíveis efeitos catastróficos decorrentes de alterações não aprovadas em programas informáticos

11. Ambiente electromagnético

- 11.1. Influência dos seguintes fenómenos sobre a manutenção de sistemas electrónicos:
 - 11.1.1. CEM – Compatibilidade electromagnética
 - 11.1.2. IEM – Interferência electromagnética
 - 11.1.3. HIRF – Campo com alta intensidade de radiação
- 11.2. Raios/protecção contra raios

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 26: *Instrumentação Electrónica I*

4. Bibliografia / Outros Recursos

ÁGUAS, M.; BALDAIA, R. (2004), *Sistemas Analógicos e Digitais 10: Curso tecnológico de electrotécnica e electrónica. 10º ano*. Porto: Porto Editora.

MALVINO, A. P. (1991), *Electrónica no Laboratório*. São Paulo: McGrawHill

MALVINO, A. P. (2000), *Princípios de Electrónica. Volume I*. Lisboa: McGrawHill.

MATIAS, J. (2004), *Sistemas Analógicos e Digitais. 10º ano. Volume 2*. Lisboa: Didáctica Editora.

MÓDULO 27

Instrumentação Electrónica II

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Utilizando os conhecimentos já adquiridos nos módulos de Electrónica (Módulo 17) e de Instrumentação Electrónica I (Módulo 26) pretende-se com este módulo contribuir para a formação científica do aluno envolvendo-o no estudo e ensaio de sistemas aeronáuticos electrónicos/digitais típicos.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Ensaiar equipamentos digitais recorrendo a equipamentos com sistema de auto teste;
- Detectar avarias nos sistemas ensaiados;
- Analisar as avarias detectadas.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Sistemas aeronáuticos electrónicos/ digitais típicos
 - Disposição geral
2. Equipamento com sistema de auto teste (BITE) associado
 - 2.1. Disposição geral
 - 2.2. Ensaios:
 - 2.2.1. ACARS – *ARINC Electronic Communication and Addressing and Reporting System* (Sistema de transmissão e recepção das comunicações de aeronaves da ARINC)
 - 2.2.2. ECAM – *Electronic Centralised Aircraft Monitoring* (Sistema de monitorização electrónica central de aeronaves)
 - 2.2.3. EFIS – *Electronic Flight Instrument System* (Sistema electrónico de instrumentação de voo)
 - 2.2.4. EICAS – *Engine Indication and Crew Alerting System* (Sistema de indicação do motor e de alerta da tripulação)
 - 2.2.5. FBW – Sistema “*Fly-by-Wire*”
 - 2.2.6. FMS – Sistema de gestão de voo
 - 2.2.7. Sistema de Posicionamento Global
 - 2.2.8. IRS – Sistema de Referência Inercial
 - 2.2.9. TCAS – *Traffic Alert Collision Avoidance System* (Sistema de anti-colisão e de alerta de tráfego aéreo)
 - 2.3. Avarias e acções correctivas

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 27: *Instrumentação Electrónica II*

4. Bibliografia / Outros Recursos

KENDAL, B. (1993), Manual of Avionics. 3rd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

MAHER, E. (2001), Avionics Troubleshooting and Repair. Practical Flying Series. New York: McGraw-Hill.