

CURSOS PROFISSIONAIS DE NÍVEL SECUNDÁRIO

Técnico de MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Variantes:

**Electromecânica
Mecatrónica
Mecatrónica Automóvel
Aeronaves**

PROGRAMA

Componente de Formação Técnica

Disciplina de

Práticas Oficinais

Escolas Proponentes / 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)

Eng. João Mineiro

Eng. Amândio Oliveira

Eng. Vítor Mendes

Eng. João Mendes

Eng. Américo Mendes

Eng. Hélder Santos

Eng. António Leitão

Eng. Victor Santos

Outros Autores

Escola P. da Fundação Mariana Seixas (Castro Daire)

Escola Profissional de Moura (Vila Verde)

AEMAR – Inst. de Tecnologias Náuticas (Paço de Arcos)

Eng. Alexandre Figueiredo

Eng.^a Patrícia Fabela

Eng. Mário Figueiredo

Parte I

Orgânica Geral

Índice:

	Página
1. Caracterização da Disciplina	2
2. Visão Geral do Programa	2
3. Competências a Desenvolver.	4
4. Orientações Metodológicas / Avaliação	5
5. Elenco Modular	6
6. Bibliografia	8

1. Caracterização da Disciplina

A disciplina de Práticas Oficiais 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.

Esta disciplina visa fazer o enquadramento prático das matérias leccionadas nas restantes disciplinas técnicas do curso, permitindo o desenvolvimento de competências essencialmente práticas na utilização de ferramentas e equipamentos, na transformação dos materiais e nas suas aplicações mecânicas, eléctricas e electrónicas, no diagnóstico e reparação de avarias, nas intervenções de manutenção e conservação, para além de outras actividades específicas no âmbito de cada uma das variantes, tendo em consideração a respectiva Saída Profissional.

No âmbito dos objectivos dos módulos desta disciplina, em articulação com módulos das outras disciplinas técnicas, o aluno poderá também realizar projectos, acções práticas de aprendizagem, e desenvolver aplicações com diversos fins, aplicando os conhecimentos teóricos adquiridos e desenvolvendo outros de carácter mais prático.

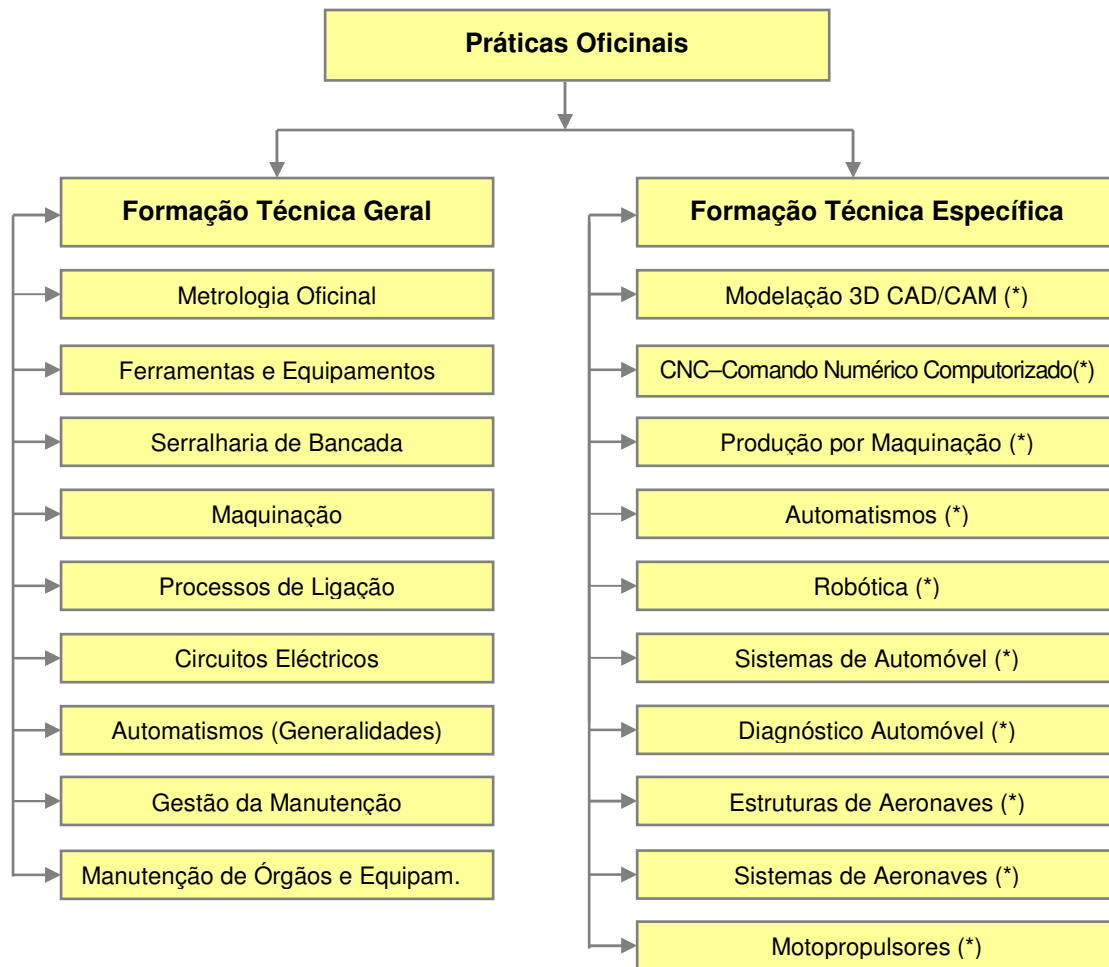
2. Visão Geral do Programa

O programa da disciplina está organizado de modo a que os temas contemplados no seu elenco modular, bem como a respectiva articulação com os módulos das outras disciplinas da Componente de Formação Técnica, permitam ao aluno seleccionar o processo mais adequado para executar o trabalho proposto, utilizando os instrumentos e procedimentos apropriados, não descurando as normas de Higiene, de Saúde e de Segurança no Trabalho, e de Protecção do Ambiente, inerentes à sua actividade.

O programa da disciplina abrange, através do seu elenco modular, um conjunto de temas essencialmente teórico-práticos e práticos, relativos a técnicas imprescindíveis, sendo algumas comuns (Formação Técnica Geral) à maioria das variantes e outras específicas (Formação Técnica Específica) para o desenvolvimento e qualificação da respectiva Saída Profissional.

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Serão tratados os seguintes temas nucleares:



(*) Tema específico de uma ou mais variantes

A adequada articulação entre os módulos das diferentes disciplinas da Componente de Formação Técnica, permitirá que determinados trabalhos iniciados numa disciplina sejam concluídos noutra, por exemplo:

- A disciplina de Desenho Técnico contempla a concepção e elaboração do desenho de um componente ou conjunto (mecanismo ou sistema) para determinada aplicação prática (no âmbito das actividades profissionais correspondentes às variantes contempladas);
- A disciplina de Tecnologia e Processos contempla a escolha de materiais, a compreensão dos princípios de funcionamento do respectivo componente ou conjunto, e a elaboração de cálculos (por ex.: dimensionamento);
- A disciplina de Organização Industrial inclui a identificação das condições de higiene e segurança mais adequadas, e a qualidade definida para esse componente ou conjunto;
- A disciplina de Práticas Oficiais contempla a eventual execução, o diagnóstico, a reparação e a manutenção do respectivo componente ou conjunto (mecanismo ou sistema).

3. Competências a Desenvolver

- Conhecer e usar as normas de higiene, de saúde e de segurança no trabalho, e de protecção ambiental, inerentes à actividade profissional;
- Conhecer princípios tecnológicos, simbologia e normas de fabrico;
- Desenvolver a capacidade de análise crítica, de modo a conseguir tomar decisões e fazer opções;
- Conhecer e usar técnicas de planeamento, preparação, programação, execução e controlo do trabalho;
- Identificar e usar diferentes matérias-primas de acordo com as tarefas a desenvolver;
- Usar correctamente equipamentos de medição, verificação e traçagem;
- Adequar os equipamentos e ferramentas às tarefas a desenvolver;
- Usar correctamente os diferentes processos de ligação de materiais, metálicos e outros;
- Produzir, quando necessário, peças e conjuntos, procedendo ao respectivo controlo;
- Ser capaz de planear, preparar, programar e desenvolver acções de manutenção/conservação;
- Ser capaz de seguir instruções técnicas respeitantes à instalação, montagem, utilização de equipamentos e manutenção;
- Saber identificar, diagnosticar e reparar avarias;
- Realizar actividades de forma autónoma, responsável e criativa;
- Valorizar o trabalho de equipa e desenvolver técnicas de bom relacionamento;
- Reconhecer o valor social e económico do trabalho.

Variante de Electromecânica:

- Saber produzir peças com recurso a diferentes técnicas de ligação e de maquinação, com máquinas e ferramentas, programáveis ou não;
- Saber identificar, diagnosticar e reparar avarias em sistemas electromecânicos.

Variante de Mecatrónica:

- Fazer a escolha tecnológica para um automatismo em função das necessidades;
- Programar e desenvolver ferramentas para aplicação de robótica;
- Conseguir programar, interpretar e modificar programas de autómatos, microcontroladores, variadores de frequência e outros equipamentos de uso industrial;
- Saber identificar, diagnosticar e reparar avarias em automatismos electromecânicos.

Variante de Mecatrónica Automóvel:

- Ser capaz de analisar e interpretar pedidos de clientes diagnosticando avarias mecânicas e eléctricas, procedendo à resolução de problemas técnicos do veículo automóvel;
- Interpretar manuais de reparação, conhecendo as técnicas propostas para solucionar alguns tipos de avaria de modo autónomo;
- Participar na execução de planos de manutenção e reparação de veículos automóveis;
- Saber identificar, diagnosticar e reparar avarias nos diversos sistemas do veículo automóvel.

Variante de Aeronaves:

- Saber identificar e caracterizar as estruturas e os sistemas das Aeronaves;
- Saber identificar e caracterizar os motores de combustão interna utilizados em Aeronaves;
- Dominar o processo de manutenção/conservação de mecanismos;
- Saber identificar, diagnosticar e reparar avarias nos diversos mecanismos mecânicos e electromecânicos utilizados em aeronáutica.

4. Orientações Metodológicas / Avaliação

O docente de qualquer um dos módulos desta disciplina deve desenvolver os conteúdos propostos/elencados recorrendo sempre que possível, a exemplos 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 das outras disciplinas da Componente de Formação Técnica, no sentido de se conseguir 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.

Relativamente a determinados conteúdos essencialmente práticos, que exijam o recurso a meios ou equipamentos específicos apenas existentes no meio fabril, poderão ser ministradas aulas nesse ambiente devendo ser salvaguardadas as devidas condições de segurança, bem como as condições necessárias e adequadas ao processo de ensino / aprendizagem.

Os módulos desta disciplina são eminentemente práticos, assumindo por vezes o carácter teórico-prático para leccionar conceitos necessários à prossecução do programa, à transmissão dos conhecimentos e à resolução dos problemas que se apresentam durante a execução dos trabalhos propostos.

O processo de ensino / aprendizagem é caracterizado por uma relação particularmente directa e individualizada entre docente e aluno, enquanto decorre a execução das tarefas conducentes à realização dos trabalhos.

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

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 5 a 18 (da sequência de referência da variante) devem também ser aplicados os requisitos definidos no Apêndice 1 do Regulamento (CE) Nº 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 99 a 103, 107 a 119 e 128 a 134.

5. Elenco Modular

Número	Designação	Duração (horas)	Variantes			
			Electromecânica	Mecatrónica	Mecatrónica Automóvel	Aeronaves
			Sequência de Referência			
1	Metrologia Oficial	25	1	1	1	
2	Ferramentas e Equipamentos (Manutenção Industrial)	20	2	2	2	1
3	Serralharia de Bancada	25	3	3	3	2
4	Maquinação (I) (Operações elementares)	35	4	4	4	3
5	Processos de Ligação	30	5	5	5	4
6	CAD I (Desenho Assistido por Computador)	20	6			
7	CAD II (Desenho Assistido por Computador)	30	7			
8	Modelação 3D CAD/CAM	25	8			
9	CNC (Comando Numérico Computorizado)	25	9			
10	Maquinação II (Torneamento, fresagem e outros processos)	30	10			
11	Circuitos de Iluminação e de Sinalização	30	11	7		
12	Quadros Eléctricos	25	12	11		
13	Automatismos (I)	35	13	8	6	
14	Preparação do Trabalho e Planeamento	25	14			

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

15	Gestão da Manutenção	30	15	15	7
16	Manutenção de Órgãos e Equipamentos	35	16		8
17	Projecto de Electromecânica	35	17		
18	Instrumentação e Medidas	20		6	
19	Automatismos II	35		9	
20	Automatismos III	35		10	
21	Microcontroladores	35		12	
22	Robótica I	35		13	
23	Robótica II	30		14	
24	Projecto de Mecatrónica	35		16	
25	Sistemas de Automóvel I (Arrefecimento e lubrificação)	25			9
26	Sistemas de Automóvel II (Transmissão convencional e automática)	25			10
27	Sistemas de Automóvel III (Direcção, suspensão e travagem)	25			11
28	Sistemas de Automóvel IV (Ignição, alimentação e sobrealimentação)	30			12
29	Sistemas de Automóvel V (Carga e arranque)	30			13
30	Sistemas de Automóvel VI (Segurança e conforto automóvel)	30			14
31	Sistemas de Automóvel VII (Eléctricos e electrónicos)	30			15
32	Diagnóstico Automóvel I (Sistemas mecânicos)	25			16
33	Diagnóstico Automóvel II (Sistemas eléctricos e electrónicos)	25			17
34	Estruturas de Aeronaves I (Aeronavegabilidade e fuselagens)	20			5
35	Estruturas de Aeronaves II (Asas, estabilizadores, superfícies de controlo de voo e coberturas de motor/pilões)	20			6
36	Sistemas de Aeronaves I (Comandos de voo e sistemas de instrum.)	25			7
37	Sistemas de Aeronaves II (Eléct., prot. contra o gelo, a chuva e luzes)	30			8
38	Sistemas de Aeronaves III (Ar condicionado e pressurização da cabine, equipamentos e interiores, protecção contra incêndios, oxigénio e águas/resíduos)	30			9
39	Sistemas de Aeronaves IV (Combustível e pneumáticos /vácuo)	25			10
40	Sistemas de Aeronaves V (Hidráulicos e trem de aterragem)	30			11
41	Sistemas de Aeronaves VI (Aviónicos e de manutenção de bordo)	25			12
42	Motopropulsores I (Motores de combustão interna; Motores alternativos)	35			13
43	Motopropulsores II (Motores de turbina a gás)	35			14
44	Motopropulsores III (Hélices)	20			15
45	Processos e Práticas de Manutenção I	25			16
46	Processos e Práticas de Manutenção II	25			17
47	Processos e Práticas de Manutenção III	25			18

6. Bibliografia

- AIRD, Forbes (s.d.), *Race car chassis: design and construction*. Osceola: MBI Publishing Company.
- AIRLOC (s.d.), *Instalação de Máquinas e Equipamentos Industriais*. [s.l.]: Airloc.
- ALBERT, Martí Parera (1993), *Frenos ABS*. Barcelona: Marcombo.
- ALMEIDA, Guilherme, (1997), *Sistema Internacional de Unidades (SI), Grandeza e Unidade Físicas, Terminologia, Símbolos e Recomendações*. 2.ª ed. Lisboa: Plátano.
- ALONSO, José Manuel (2006), *Electromecánica de Vehículos, Sistemas de Seguridad y Confortabilidad*. Madrid: Editorial Paraninfo.
- ALONSO, José Manuel (s.d.), *Sistemas de transmisión y frenado*. Madrid: Editorial Paraninfo.
- ÂNGELO, H.; CARROLO, J.; BEIRA, R. (2002), *Introdução ao Solid Works*. Lisboa: IST.
- AR LIQUIDO (s.d.), *Guia do Utilizador da Soldadura Manual*. [s.l.]: Ar Liquido.
- ASTREIN (s.d.), *MCC – Manutenção Centrada na Confiabilidade - software de gestão de manutenção*. S. Paulo: Astrein.
- AZINHEIRA, José Raul; FONSECA, Agostinho (2000), *Instrumentação*. [s.l.]: [s.n.]
- BARBOSA, L. S. (1996), *Elementos da Teoria dos Autómatos*. Braga: Universidade do Minho (DI/UM).
- BARTZ, Wilfried J. (1992), *Engine oils and automotive lubrication*. New York: Marcel dekker, Inc.
- BAUER, Horst (s.d.), *Automotive brake systems*. Warrendable: Bosch.
- BENT, R. D.; MCKINLEY, J. L. (1995), *Aircraft Powerplants*. 5ª ed. Londres: McGraw-Hill.
- BOLD, S. E. (1999), *Technology Development for Aero-engines*. Hampshire: P. M. Farries and M. R. Winstone.
- BRUHN, E. F., (s.d.), *Analysis and Design of Flight Vehicle Structures*. [s.l.]: Jacobs Publishing
- CABRAL, J. S. (1998), *Organização e Gestão da Manutenção: Dos conceitos à prática*. Lisboa: LIDEL - Edições Técnicas.
- CAMPILHO, Aurélio (s.d.), *Instrumentação Electrónica - Métodos e Técnicas de Medição*. Porto: FEUP (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)
- CASTRO, Miguel (s.d.), *Manual da Ignição*. Lisboa: Plátano Editora.
- CHURCHILL, Jeremy; COOMBS, Mark (s.d.), *Honda VFR750 & 700 V-Fours service and repair manual*. Somerset: Haynes Publishing Group.
- COHEN, H.; ROGERS, G. F. C.; H., I. H (1996), *Gas Turbine Theory*. 4ª ed. [s.l.]: Longman Scientific & Technical
- COSTA, Leonídio (1978), *Tecnologia do Metal. Coleção: Metalomecânica*. Lisboa: Plátano Editora.
- COSTA, Leonídio (1979), *Práticas do Metal, Formação Profissional*. Lisboa: Plátano Editora.
- COUTO, Araujo Hudson (1995), *Ergonomia Aplicada ao Trabalho - Volumes I e II*. Belo Horizonte: Ergo Editora.
- CRAIG, John (2005), *Introduction to Robotics: Mechanics and Control*. 3.ª ed. New Jersey: Prentice Hall.
- CRANE, Dale (1999), *Aviation Maintenance Technician Séries: Airframe Structures*. 2.ª ed. Washington: Aviation Supplies e Academies, Inc.
- CRUZ, António (2005). *Incerteza de Medição*. Lisboa: IPQ (Instituto Português da Qualidade).
- CUNHA, L. V. (1991), *Desenho Técnico*. 8ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- DAVIM, J. P. (1995), *Princípios da Maquinagem*. Coimbra: Livraria Almedina.
- DENTON, Tom (s.d.), *Advanced automotive diagnosis*. Amsterdam: Butterworth Heinemann.

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

- DENTON, Tom (s.d.), *Automobile Electrical and Electronic Systems*. [s.l.]: [s.n.]
- DIAS, J. (2000), *Desenho Assistido por Computador com Modelação de Sólidos a 3D usando Solid Edge*. Lisboa: AEIST.
- DIXON, John C. (1999), *The shock absorber handbook*. Warrendale: SAE (Society of Automotive Engineers).
- Editora Publicadora Universitária (1984), *Comando numérico CNC, Técnica Operacional CNC, Curso Básico*. São Paulo: Editora Publicadora Universitária.
- FAG (s.d.), *Danificação de rolamentos*. [s.l.]: FAG.
- FAG (s.d.), *Montagem de rolamentos*. [s.l.]: FAG.
- FERREIRA, Luís Andrade (1998), *Tribologia: Notas de Cursos – lubrificação e lubrificantes*. Porto: Publindústria.
- FONSECA, A. R. A. (2001), *Flight Test Instrumentation*. [s.l.]: [s.n.]
- FONSECA, A. R. A. (2003), *Ensaio em Voo – Introdução*. [s.l.]: [s.n.]
- FRANCISCO, António (2002), *Autómatos Programáveis: Programação, Grafcet, Aplicações*. Lisboa: ETEP - Edições Técnicas e Profissionais.
- FREIRE, J. M. (1977), *Tecnologia do Corte*. Livros Técnico e Científicos Editora.
- FREIRE, J. M. (1978), *Tecnologia Mecânica. Volumes I-II-III-IV-V*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, S.A.
- FREITAS, Vítor; MARTINS, Pedro; RIBEIRO, João; SILVA, João (s.d.), *Mechanical Desktop 4.0 - Curso Completo*. Lisboa: FCA Editora.
- GARCIA, J.; NETO, P. (2002), *Autocad 2002 - Depressa e Bem*. Lisboa: FCA Editora.
- GIACOSA, Dante (1988), *Motores Endotérmicos*. Barcelona: Editora Ómega .
- GIRÃO, Pedro Silva (1986), *Instrumentação e Medidas*. Lisboa: AEIST (Associação de Estudantes do Instituto Superior Técnico).
- GRANDJEAN, Etienne (1998), *Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem*. [s.l.]: Bookman.
- GUSTAVO, Silva, (2004), *Instrumentação Industrial*. 2ª ed., Setúbal: ESTG (Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Setúbal).
- HAYNES, J. H. e STEAD, D. H. (s.d.), *Volkswagen Beetle 1300/1500 Owners Workshop Manual*. Somerset: Haynes Publishing Group.
- HEYWOOD, John B. (1988), *Internal Combustion Engines Fundamentals*. Londres: McGraw-Hill.
- HILL, Philip G.; PETERSON, Carl R. (1992), *Mechanics and Thermodynamics of Propulsion*. 2ª ed. [s.l.]: [s.n.]
- HMT Limited (1999), *Mechatronics and machine tools*. New York: McGraw-Hill
- INNES, Innes; FALCONER, Mitchell (2003). *Custeio Baseado em Actividades*. Lisboa: Monitor.
- IPQ (Instituto Português da Qualidade) (2005). *Guia para a expressão da incerteza de medição nos laboratórios de calibração*. Lisboa: IPQ.
- IPQ (Instituto Português da Qualidade) (2005). *VIM - Vocabulário internacional de metrologia*. Lisboa: IPQ.
- J.E. Bygatr (s.d.), *Aircraft Electrical Systems*. [s.l.]: Jeppesen
- JEPPESEN (s.d.), *Aircraft Propell and Controls*. [s.l.]: Jeppesen
- JEPPESEN (s.d.), *Avionics Fundamentals*. [s.l.]: Jeppesen.

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

- JORGE, H. Machado Jorge (1993), *Metrologia, Método e Arte da Medição*. Lisboa: Instituto Português da Qualidade (IPQ), Centro para o desenvolvimento e inovação tecnológicos (CEDINTEC).
- JURGEN, Ronald K. (1995), *Automotive Electronics Handbook*. [s.l.]: McGraw-Hill.
- KAYTON, M.; FRIED, W. R. (1996), *Avionics Navigation Systems*. [s.l.]: [s.n.]
- LEGG, A. K. (s.d.), *Citroen AX service and repair manual*. Somerset: Haynes Publishing Group.
- LIRA, F. A. (2003), *Metrologia na Indústria*. 3.^a ed. São Paulo: Editora Érica, Lda.
- LOMBARDO, David A. (1998), *Aircraft Systems*. New York: McGraw-Hill.
- LOVINE, John (2004), *Robotics a beginners guide to robotics projects using the PIC. Micro*. New York: McGraw-Hill
- LUCCHESI, D. (1986), *O Automóvel: Curso técnico*. Lisboa: Editorial Presença.
- MACINNES, Hugh (1984), *Turbochargers*. New York: Berkley Publishing Group.
- MAGOS, E., ALMEIDA, A. OLIVEIRA, A. (1993), *Autómatos Programáveis*. Lisboa: Edições ASA.
- MAHER, E. (2001), *Avionics Troubleshooting and Repair. Practical Flying Series*. New York: McGraw-Hill.
- MARTIN, Fred (2001), *Robotic Explorations: A Hands-on Introduction to Engineering*. New Jersey: Prentice Hall.
- MARTÍNEZ, Hermógenes Gil (2002), *Manual del automóvil: reparación y mantenimiento*. Madrid: Cultural Sa De Ediciones.
- MARTINS, Jorge (2006), *Motores de Combustão Interna*. 2.^a ed. Porto: Publindústria, Edições Técnicas
- MARTINS, V. (s.d.), *Práticas Oficiais – Instalações Eléctricas, Automatismos e Electrónica Industrial*. Lisboa: Plátano Editora.
- MATIAS, José (2000), *Tecnologias da Electricidade. 10.^o Ano*. Lisboa: Didáctica Editora.
- MATIAS, José (s.d.), *Aplicações Tecnológicas de Electrotecnia e Electrónica. Curso Tecnológico de Electrotecnia e Electrónica – 10.^o Ano*. Lisboa: Didáctica Editora.
- MATIAS, José; LEOTE, Ludgero (2000), *Automatismos Industriais - Comando e Regulação*. Lisboa: Didáctica Editora.
- MATTINGLY, J. D.; HEISER, W. H.; DALEY, D. H., (s.d.), *Aircraft Engine Design*. [s.l.]: AIAA (American Institute of Aeronautics and Astronautics).
- MCMAHON, C.; BROWNE, J. (1998), *CAD/CAM, Principles, Practice and Manufacturing Management*. 2.^a ed. [s.l.]: Addison-Wesley.
- MEGSON, T.H.(s.d.), *Aircraft Structures for Engineering Students*. 3.^a ed. [s.l.]: Edward Arnold
- MEKELL, Groover (2001), *Automation. Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing*. 2.^a ed. New Jersey: Prentice Hall.
- MOBIL (1976), *Fundamentos da Lubrificação, Coleção Técnica*. Lisboa: Edição Mobil.
- NAVALTIK (s.d.), *ManWinWin – Software de Gestão da Manutenção*. Lisboa: Navaltik
- NICOLOSI, D. E.C. (2002), *Laboratório de Microcontroladores – Família 8051*. São Paulo: Editora Érica.
- NIEMANN, Gustav (1971), *Elementos de Máquinas. Volumes I, II e III*. São Paulo: Edgard Blucher.
- NIKU, Saeed (2002), *Introduction to Robotics: Analysis, Systems, Applications*. New Jersey: Prentice Hall.
- 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.

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

- OTIS, Charles E. (1989), *Aircraft Gas Turbine Powerplants*. [s.l.]: Jeppesen Sanderson, Inc.
- OZISIK, M. Necati (1985), *Heat Transfer*. New York: McGraw-Hill.
- PALLET, E. H. J. (1992), *Aircraft Instruments & Integrated Systems*. [s.l.]: Jeppesen.
- PEERY, David J.; AZAR, J.J. (s.d.), *Aircraft Structures*. [s.l.]: [s.n.].
- PEREIRA, Fábio (s.d.), *Microcontroladores PIC – Programação em C*. 6ª ed. São Paulo: Editora Érica.
- PINTO, A.; ALVES, V. (1999), *Práticas Oficiais e Laboratoriais: Curso Tecnológico de electrotecnia/electrónica*. 10º Ano. Porto: Porto Editora.
- PINTO, João R. Caldas (2002), *Técnicas de Automação*. Lisboa: Editora LIDEL.
- PIRES, Norberto (s.d.), *Automação Industrial*. Lisboa: Editora LIDEL.
- PIRES, Vaz E. E. (s.d.), *Máquinas Ferramentas I - Torneamento, Fresagem, Lubrificação*. Porto: Editora Lopes da Silva.
- PIRES, Vaz E. E. (s.d.), *MECÂNICA TÉCNICA - Soldadura e Cálculos Técnicos*. Porto: Editora Lopes da Silva.
- PIRRO, D. M.; WESSOL A. A. (s.d.), *Lubrication Fundamentals*. 2.ª ed. New York: Marcel Dekker, Inc.
- PREDKO, M. (1999), *Programming and Customizing The 8051 Microcontroller*. New York: McGraw-Hill.
- RANGWALA, A. S. (s.d.), *Turbo-machinery dynamics : design and operation*. New York: McGraw-Hill.
- REGH, James; KRAEBBER, Henry (2005), *Computer Integrated Manufacturing*. 3.ª ed. New Jersey: Prentice Hall.
- RELVAS, Carlos. (2000), *Controlo Numérico Computorizado: Conceitos Fundamentais*. Porto: Publindústria.
- ROBERT BOSCH (s.d.), *Alternators: automotive electric/electronic systems*. Stuttgart: Bosch.
- ROBERT BOSCH (s.d.), *Automotive electrics and electronics*. Stuttgart : Bosch.
- ROBERT BOSCH (s.d.), *Automotive electronics for safety, comfort and reliability*. Stuttgart: Bosch.
- ROBERT BOSCH (s.d.), *Batteries: automotive electric/electronic systems*. Stuttgart: Bosch.
- ROBERT BOSCH (s.d.), *Diesel-engine management*. Bury St. Edmunds: Professional Engineering Publishing.
- ROBERT BOSCH (s.d.), *Engine electronics*. Stuttgart: Bosch.
- ROBERT BOSCH (s.d.), *Starting systems: automotive electric/electronic systems*. Stuttgart: Bosch.
- ROBERT BOSCH; SAE (s.d.), *Driving-safety systems*. Stuttgart: Bosch.
- ROBERT BOSCH; SAE (s.d.), *Gasoline-engine management*. Stuttgart: Bosch.
- ROCHA, Acácio Teixeira (1982), *Tecnologia Mecânica. Volumes I, II e III*. 8.ª ed. Coimbra: Coimbra Editora, Lda.
- ROLDÁN, J. (1989), *Manual de Medidas Eléctricas*. Lisboa: Plátano Editora.
- ROLDÃO, V. S.; RIBEIRO S. R. (2004), *Organização da Produção e das Operações*. Lisboa: Monitor.
- ROSKAM, J.; LAN, C.T. (2003), *Airplane Aerodynamics and Performance*. Ottawa: Roskam Aviation and Engineering Corporation.
- RUAS, M. (1982), *Tecnologia Mecânica. Coleção formação profissional*. Lisboa: Plátano Editora.
- SABER, (s.d.), *Revista mensal - Mecatrónica Fácil*. S. Paulo: Editora Saber.
- SABER, (s.d.), *Revista mensal – Mecatrónica Actual*. S. Paulo: Editora Saber.
- SACRISTÁN, Francisco Rey (s.d.), *Gestão Industrial - Manutenção Eléctrica e Mecânica na Indústria e Oficinas*. Lisboa: Edições CETOP

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

- SAE (s.d.), *Compression ignition combustion processes*. Warrendale: SAE (Society of Automotive Engineers).
- SAE (s.d.), *Light truck suspension systems : SP-1198*. Warrendale: SAE (Society of Automotive Engineers).
- SAE (s.d.), *New developments in axle, steering, suspension and chassis technology*. Warrendale: SAE (Society of Automotive Engineers).
- SANDIN, Paul (2003), *Robot Mechanisms and Mechanical Devices Illustrated*. New York: McGraw-Hill.
- SANTOS, J. F. O.; QUINTINO, L. (1993), *Processos de Soldadura. Volumes I e II*. Lisboa: Instituto de Soldadura e Qualidade.
- SANTOS, João (2006), *AutoCAD 3D 2007 – Curso Completo*. Lisboa: FCA Editora.
- SCHROCK, J. (1989), *Montagem, Ajuste e Verificação de Peças de Máquinas*. Rio de Janeiro: Editorial Reverte.
- SHAW, M. C. (s.d.), *Metal. Cutting Principles*. Oxford: Clarendon Press
- SILVA, A., et al. (2004), *Desenho Técnico Moderno*. 4.^a ed. Lisboa: Editora LIDEL.
- SILVA, F. A. P. (2000), *Tribologia*. 2.^a ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- SMITH, W. F. (1998), *Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*. 3.^a ed. Lisboa: McGraw-Hill.
- SOARES, Pinto (1992), *Aços: Características e Tratamentos*. 5.^a ed. Porto: Ed. Livroluz.
- SOUSA, L. (2000), *Introdução ao Mechanical Desktop*. Lisboa: AEIST (Associação de Estudantes do IST).
- STONE, Richard (1992), *Introduction to Internal Combustion Engines*. 2nd Ed. Londres: MacMillan.Aviation.
- THYER, G. E. (1996), *Computer numerical control of machine tools*. 2.^a ed. Oxford: Newnes.
- VASSALLO, F. Ruiz (s.d.), *Manual de Instrumentos de Afinação e Verificação*. Lisboa: Plátano.
- VASSALLO, F. Ruiz (s.d.), *Manual de Instrumentos de Medida Electrónicos*. Lisboa: Plátano.
- WAENY, J. C. (1992), *Controle Total da Qualidade em Metrologia*. S.Paulo: McGraw-Hill.
- WHITE, Charles; RAVENHILL, Keith (s.d.), *EEC IV, EEC V & Weber Marelli engine management systems techbook*. Somerset: Haynes Publishing Group.
- WILLS, J. George (s.d.), *Lubrication Fundamentals*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- YAMAYEE, Zia A.; BALA, Juan L. (1994), *Electromechanical energy devices and power systms*. West Sussex: John Willey & Sons.
- YERALAN, S.; AHLUWALAIA, A. (1995), *Programming and Interfacing the 8051 Microcontroller*. [s.l.]: Addison Wesley.
- ZEID, Ibrahim (1991), *CAD/CAM Theory and Practice*. [s.l.]: McGraw-Hill.

Normas, Regulamentos e Especificações:

- CAP 562 civil aircraft airworthiness information procedure.
- KINNISON, Harry A. (2004), *Aviation Maintenance Management*. New York: McGraw-Hill.
- MIL- HBDK – 728-2 Eddy current testing (ED).
- MIL- HBDK – 728-3 Liquid penetrant testing (PT).
- MIL- HBDK – 728-4A Magnetic particle testing (MT).
- MIL- HBDK – 728-5A Radiologic testing (RT).

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MIL- HBDK 274 (AS) electrical grounding for aircraft safety.
MIL- HBDK 60 Threaded fasteners: Tightening to a proper tension.
MIL- HBDK 728-6 Ultrasonic testing (ET).
MIL- HBDK 730 Materials joining.
NP 1515:1977 1ª Edição. Soldadura. Representação Simbólica nos Desenhos (correspondência com ISO 2553:1974).
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.
Standard Aviation Maintenance Handbook. [s.l.]: Jeppesen.

Sítios na Internet:

<http://cipres.cec.uchile.cl/~fpeirano/> - “Motores de Turbina de Gas para Aeronaves”
<http://jepessen.com>
http://pt.wikipedia.org/wiki/Corrente_el%C3%A9trica -
<http://tektionia.no.sapo.pt/Automatos/automatos.htm> -
<http://www.abpubs.demon.co.uk/scadasites.htm> -
<http://www.di.uminho.pt/~jas/Teaching/Courses/mpiii.html> -
<http://www.flightstore.co.uk>
<http://www.grc.nasa.gov/>
<http://www.howstuffworks.com/turbine.htm?printable=1> - “How Gas Turbine Engines (and Jet Engines) Work”
<http://www.isq.pt> ISQ (Instituto da Soldadura e Qualidade).
<http://www.matrixmultimedia.com/> - Software de programação e simulação por fluxograma
<http://www.me.vt.edu/people/faculty/class/brown/brownpicture.html> - “Gas turbine Pictures”
<http://www.microchip.com/> - Microcontroladores PIC
<http://www.miit.pt> – Manutenção Industrial Informatizada e Tecnologia
<http://www.mikroelektronika.co.yu/portuguese/product/books/picbook/00.htm> - Tutorial on-line de Microcontroladores PIC em português
<http://www.omron.pt> - Autómatos e Controlo industrial
<http://www.parallax.com> - Microcontroladores Basic Stamp
<http://www.process-controls.com/> -
<http://www.rolls-royce.com/education/jetengine/default.htm> - Rolls-Royce plc – Education and Training; “How a Jet Engine Works”
<http://www.skygeek.com>
<http://www/k-12airplane/brayton.html> - Aircraft Piston Engines For Professional and private pilots - PC Training software – Oxford Aviation
http://www-seme.dee.fct.unl.pt/leec/ime/frame_principal.htm -

Parte II

Módulos

Índice:

		Página
Módulo 1	Metrologia Oficial	16
Módulo 2	Ferramentas e Equipamentos (Manutenção industrial)	18
Módulo 3	Serralharia de Bancada	20
Módulo 4	Maquinação (I)	23
Módulo 5	Processos de Ligação	26
Módulo 6	CAD I (Desenho Assistido por Computador)	29
Módulo 7	CAD II (Desenho Assistido por Computador)	31
Módulo 8	Modelação 3D CAD/CAM	33
Módulo 9	CNC (Comando Numérico Computorizado)	35
Módulo 10	Maquinação II	37
Módulo 11	Circuitos de Iluminação e de Sinalização	40
Módulo 12	Quadros Eléctricos	42
Módulo 13	Automatismos (I)	44
Módulo 14	Preparação do Trabalho e Planeamento	46
Módulo 15	Gestão da Manutenção	48
Módulo 16	Manutenção de Órgãos e Equipamentos	50
Módulo 17	Projecto de Electromecânica	52
Módulo 18	Instrumentação e Medidas	53
Módulo 19	Automatismos II	55
Módulo 20	Automatismos III	57

Índice:

	Página
Módulo 21 Microcontroladores	59
Módulo 22 Robótica I	61
Módulo 23 Robótica II	63
Módulo 24 Projecto de Mecatrónica	65
Módulo 25 Sistemas de Automóvel I (Arrefecimento e lubrificação)	66
Módulo 26 Sistemas de Automóvel II (Transmissão convencional e automática)	68
Módulo 27 Sistemas de Automóvel III (Direcção, suspensão e travagem)	70
Módulo 28 Sistemas de Automóvel IV (Ignição, alimentação e sobrealimentação)	72
Módulo 29 Sistemas de Automóvel V (Carga e arranque)	75
Módulo 30 Sistemas de Automóvel VI (Segurança e conforto automóvel)	77
Módulo 31 Sistemas de Automóvel VII (Eléctricos e electrónicos)	79
Módulo 32 Diagnóstico Automóvel I (Sistemas mecânicos)	81
Módulo 33 Diagnóstico Automóvel II (Sistemas eléctricos e electrónicos)	83
Módulo 34 Estruturas de Aeronaves I (Aeronavegabilidade e fuselagens)	85
Módulo 35 Estruturas de Aeronaves II (Asas, estabilizadores, superfícies de controlo de voo e coberturas de motor/pilões)	87
Módulo 36 Sistemas de Aeronaves I (Comandos de voo e sistemas de instrum.)	89
Módulo 37 Sistemas de Aeronaves II (Eléct., prot. contra o gelo, a chuva e luzes)	91
Módulo 38 Sistemas de Aeronaves III (Ar condicionado e pressurização da cabine, equipamentos e interiores, protecção contra incêndios, oxigénio e águas/resíduos)	93
Módulo 39 Sistemas de Aeronaves IV (Combustível e pneumáticos /vácuo)	96
Módulo 40 Sistemas de Aeronaves V (Hidráulicos e trem de aterragem)	98
Módulo 41 Sistemas de Aeronaves VI (Aviónicos e de manutenção de bordo)	100
Módulo 42 Motopropulsores I (Motores de combustão interna; Motores alternativos)	102
Módulo 43 Motopropulsores II (Motores de turbina a gás)	107
Módulo 44 Motopropulsores III (Hélices)	112
Módulo 45 Processos e Práticas de Manutenção I	114
Módulo 46 Processos e Práticas de Manutenção II	117
Módulo 47 Processos e Práticas de Manutenção III	120

MÓDULO 1

Metrologia Oficial

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Com este módulo pretende-se complementar os conhecimentos adquiridos no módulo de Metrologia da disciplina de Tecnologia e Processos, devendo ser articulada a sua leccionação, permitindo que o aluno coloque em prática os conhecimentos adquiridos tanto no âmbito da medição como da traçagem.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar e utilizar correctamente os diferentes instrumentos de medição e verificação, traçagem e ponteamento;
- Identificar os sistemas de unidades de medida, respectivas unidades e relação entre elas;
- Evidenciar sensibilidade no manuseamento de instrumentos ou aparelhos de medição e verificação;
- Proceder a ensaios de medição, traçagem e ponteamento;
- Utilizar correctamente os instrumentos e equipamentos de metrologia;
- Utilizar técnicas de conservação e manutenção dos instrumentos e equipamentos de metrologia;
- Registrar o rastreamento e calibração dos instrumentos e equipamentos de metrologia;
- Realizar a calibração dos instrumentos e equipamentos de metrologia, quando necessário e desde que estejam em conformidade com as suas competências técnicas;
- Reconhecer a importância da normalização;
- Enumerar as normas técnicas e simbologia aplicável;
- Preparar correctamente as peças para traçagem;
- Aplicar as diferentes técnicas de traçagem.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Metrologia
 - 1.1. Generalidades
 - 1.2. Tipos de instrumentos
 - 1.2.1. Instrumentos de medição directa
 - 1.2.2. Instrumentos de medição indirecta
 - 1.2.3. instrumentos de verificação
 - 1.3. preparação de instrumentos e de peças para medição
 - 1.4. técnicas de medição e de verificação
2. Traçagem
 - 2.1. Utensílios de traçagem
 - 2.2. Preparação de peças para traçagem
3. Tipos de traçagem
 - 3.1. Traçagem no plano
 - 3.2. Traçagem no espaço

4. Bibliografia / Outros Recursos

- CRUZ, António (2005). *Incerteza de Medição*. Lisboa: IPQ (Instituto Português da Qualidade).
- IPQ (Instituto Português da Qualidade) (2005). *Guia para a expressão da incerteza de medição nos laboratórios de calibração*. Lisboa: IPQ.
- IPQ (Instituto Português da Qualidade) (2005). *Vocabulário internacional de metrologia*. Lisboa: IPQ.
- JORGE, H. Machado Jorge (1993), *Metrologia, Método e Arte da Medição*. Lisboa: Instituto Português da Qualidade (IPQ), Centro para o desenvolvimento e inovação tecnológicos (CEDINTEC).
- LIRA, F. A. (2003), *Metrologia na Indústria*. 3.^a ed. São Paulo: Editora Érica, Lda.
- ROLDÁN, J. (1989), *Manual de Medidas Eléctricas*. Lisboa: Plátano Editora.
- RUAS, M. (1982), *Tecnologia Mecânica*. Coleção formação profissional. Lisboa: Plátano Editora.
- VASSALLO, F. Ruiz (s.d.), *Manual de Instrumentos de Afinação e Verificação*. Lisboa: Plátano.
- VASSALLO, F. Ruiz (s.d.), *Manual de Instrumentos de Medida Electrónicos*. Lisboa: Plátano.
- WAENY, J. C. (1992), *Controle Total da Qualidade em Metrologia*. S.Paulo: McGraw-Hill.

MÓDULO 2

Ferramentas e Equipamentos (Manutenção Industrial)

Duração de Referência: **20 horas**

1. Apresentação

Pretende-se, com este módulo, fazer uma abordagem ao estudo e utilização das ferramentas mais comuns utilizadas no âmbito das Práticas Oficiais em Manutenção Industrial, no sentido e, no decorrer da execução das diversas tarefas de manutenção, fazer os alunos utilizar de forma correcta as ferramentas e equipamentos para a obtenção dos melhores resultados, prevenindo acidentes de trabalho.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Organizar a ferramentaria, equipamento e materiais;
- Identificar os diversos tipos de ferramentas e equipamentos;
- Distinguir as ferramentas manuais e auxiliares;
- Utilizar correctamente os diversos tipos de instrumentos de medição e de verificação;
- Utilizar máquinas de medir coordenadas tridimensionais;
- Utilizar máquinas de medição/controlo de grandezas eléctricas;
- Utilizar equipamentos de medição de características de fluidos;
- Aplicar normas de protecção, higiene e segurança;
- Identificar os riscos de acidente e aplicar medidas de prevenção quando utilizar:
 - Ferramentas várias;
 - Máquinas ferramentas;
 - Postos de soldadura;
 - Outros, inerentes à sua actividade.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Generalidades
2. Ferramentas manuais e auxiliares
3. Chaves de serviço
4. Paquímetro
5. Micrómetro
6. Comparador
7. Rugosímetro
8. Máquina de medir coordenadas tridimensionais
9. Viscosímetro
10. Multímetro
11. Outras ferramentas e equipamentos

4. Bibliografia / Outros Recursos

VASSALLO, F. Ruiz (s.d.), *Manual de Instrumentos de Afinação e Verificação*. Lisboa: Plátano.
VASSALLO, F. Ruiz (s.d.), *Manual de Instrumentos de Medida Electrónicos*. Lisboa: Plátano.

MÓDULO 3

Serralharia de Bancada

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Este módulo visa desenvolver as capacidades do aluno na realização do trabalho em bancada com recurso a ferramentas manuais ou a equipamentos mecânicos, eléctricos ou pneumáticos ligeiros. O aluno adquirirá princípios de organização de trabalho, devendo interpretar correctamente um desenho, seleccionar o método de execução mais adequado e utilizar eficientemente as ferramentas e/ou o equipamento.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Interpretar correctamente um desenho técnico;
- Seleccionar o método de trabalho mais adequado para tirar o máximo rendimento e obter uma boa qualidade do produto final;
- Identificar os diversos tipos de ferramentas;
- Aplicar os conhecimentos básicos e terminologia de:
 - Ferramentas de fixação;
 - Ferramentas de execução.
- Utilizar correctamente as ferramentas na traçagem;
- Utilizar correctamente os instrumentos de medição e verificação;
- Identificar a terminologia utilizada na serralharia de bancada;
- Seleccionar as ferramentas manuais adequadas ao trabalho a executar;
- Afiar correctamente as ferramentas de corte: Escopro, buris, ferros de corte, brocas helicoidais, e outros;
- Produzir e ajustar peças;
- Realizar operações de serragem manual;
- Realizar operações de corte com escopro, buril, tesoura manual e tesoura de alavanca;
- Realizar operações de furação e roscagem;
- Identificar os tipos e formas das roscas e caracterizar o processo e as regras a observar na execução manual de roscas;
- Realizar operações de dobragem, quinagem, calandragem, desempenagem e enformação por martelagem;
- Realizar processos de medição e verificação das roscas;

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 3: Serralharia de Bancada

- Manusear correctamente os instrumentos de medição e verificação das roscas;
- Distinguir rosca métrica de rosca inglesa;
- Identificar os diversos tipos de forjas e ferramentas;
- Forjar;
- Aplicar os principais tratamentos térmicos aos metais com o fim de modificar as suas características;
- Efectuar operações de conservação e manutenção das ferramentas e equipamentos;
- Identificar e respeitar as normas de higiene e segurança.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Desbaste e corte
 - 1.1. Limagem
 - 1.2. Serragem manual
 - 1.3. Corte com escopro e buril
 - 1.4. Corte com tesoura manual
 - 1.5. Corte com tesoura de alavanca
2. Furacão e roscagem
 - 2.1. Furacão com berbequim manual
 - 2.1.1. Furacão com berbequim eléctrico
 - 2.1.2. Roscagem manual
 - 2.1.3. Mandrilagem manual
3. Dobragem, quinagem e calandragem
4. Desempenagem e enformação por martelagem
5. Forjagem
6. Tratamentos
 - 6.1. Generalidades
 - 6.2. Térmicos
 - 6.2.1. Ciclo de tratamento
 - 6.2.2. Diagrama de equilíbrio e “Curvas TTT”
 - 6.2.3. Constituintes estruturais
 - 6.2.4. Influência dos elementos de liga nos pontos críticos
 - 6.2.5. Tratamentos
 - 6.2.5.1. Recozimento.
 - 6.2.5.2. Têmpera
 - 6.2.5.3. Revenido

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 3: Serralharia de Bancada

- 6.3. Termoquímicos
 - 6.3.1. Cementação
 - 6.3.2. Nitruração
 - 6.3.3. Carbonitruração
- 6.4. Outros tratamentos

4. Bibliografia / Outros Recursos

- COSTA, Leonídio (1978), *Tecnologia do Metal. Coleção: Metalomecânica*. Lisboa: Plátano Editora.
- FREIRE, J. M. (1977), *Tecnologia do Corte*. Livros Técnico e Científicos Editora.
- FREIRE, J. M. (1978), *Tecnologia Mecânica. Volumes I-II-III-IV-V*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, S.A.
- RUAS, M. (1982), *Tecnologia Mecânica. Coleção formação profissional*. Lisboa: Plátano Editora.
- SMITH, W. F. (1998), *Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*. 3.^a ed. Lisboa: McGraw-Hill.
- SOARES, Pinto (1992), *Aços: Características e Tratamentos*. 5.^a ed. Porto: Ed. Livroluz.

MÓDULO 4

Maquinação (I) (Operações elementares)

Duração de Referência: **35 horas**

1. Apresentação

Pretende-se com este módulo fazer uma abordagem às máquinas e ferramentas utilizadas em trabalhos essencialmente manuais, que os alunos terão que conhecer e aplicar em situações concretas. Desta abordagem farão parte, entre outros, os temas seguintes: furação, mandrilagem, roscagem manual e aplainamento. Com este módulo pretende-se dotar o aluno de informação que lhe permita a elaboração de sequências de maquinação e o preenchimento de fichas técnicas com instruções detalhadas adequadas à produção de peças mecânicas a partir do respectivo desenho de fabrico. Nestes processos de maquinação procurar-se-à utilizar materiais diversificados, tais como metais ferrosos e não ferrosos, madeira e compósitos, para que o aluno possa também avaliar e seleccionar as condições e processos mais adequados à maquinação, em conformidade com as características desses materiais e as máquinas e ferramentas disponíveis.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Interpretar correctamente um desenho técnico;
- Utilizar, na execução de peças, o método de trabalho mais apropriado;
- Seleccionar o método de trabalho em função do máximo rendimento e da qualidade pretendida para o produto final;
- Identificar e caracterizar as principais operações de maquinação que podem ser efectuadas nas máquinas ferramentas;
- Seleccionar os parâmetros de corte em função do material a maquinar e da ferramenta a utilizar;
- Utilizar correctamente tabelas e ábacos de velocidade de corte e de rotação;
- Identificar os principais tipos de máquinas de furar e seus acessórios, suas características técnicas e processos de funcionamento;
- Identificar e seleccionar as ferramentas de corte das máquinas de furar em função de diferentes factores;
- Consultar e interpretar tabelas de velocidades de corte;
- Consultar e interpretar tabelas de ângulos de corte de brocas, segundo o material a furar;
- Reconhecer a importância da refrigeração, para o bom estado da ferramenta e para a qualidade do produto final;

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 4: Maquinação (I) (Operações elementares)

- Identificar as ferramentas para a operação de mandrilagem;
- Distinguir diversos tipos de mandris: cilíndricos, cónicos e expansivos;
- Reconhecer a finalidade e importância da mandrilagem na rectificação de furos;
- Identificar as principais ferramentas utilizadas para efectuar mandrilagens;
- Identificar as ferramentas para abrir roscas exteriores e interiores;
- Efectuar a abertura de roscas exteriores e interiores, manualmente ou com máquina;
- Identificar e caracterizar o serrote mecânico;
- Identificar e utilizar os processos de corte sem arranque de apara;
- Identificar e respeitar as normas de higiene e segurança, aplicáveis no âmbito da maquinação de peças;
- Identificar e respeitar as normas de higiene e segurança;
- Descrever a nomenclatura e funcionamento dos diferentes tipos de engenhos de furar;
- Seleccionar métodos de fabrico adequados à furação;
- Respeitar o cumprimento das normas de higiene, prevenção e segurança;
- Identificar vários tipos de roscas;
- Reconhecer o sistema métrico e o sistema inglês;
- Identificar as ferramentas para o roscamento;
- Executar roscamentos exteriores e interiores, manualmente e em segurança;
- Executar mandrilagens manuais em segurança;
- Seleccionar ferramentas de corte de acordo com o respectivo processo de fabrico;
- Desenvolver técnicas de execução;
- Reflectir sobre o cumprimento de normas técnicas e de protecção e segurança.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Máquinas ferramentas

1.1. Tipos. Generalidades

1.2. Ferramentas de corte

1.2.1. Elementos característicos de uma ferramenta de corte

1.2.2. Elementos característicos de uma operação de corte: velocidade de corte, velocidade de avanço e profundidade de passagem

1.2.3. Tabelas e ábacos

1.2.4. Lubrificação e refrigeração

1.2.5. Afiamento de ferramentas

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 4: *Maquinação (I) (Operações elementares)*

2. Furacão

2.1. Tipos de máquinas de furar

2.1.1. Berbequim

2.1.2. Engenho de furar de coluna

2.1.3. Engenho de furar radial

2.1.4. Outras máquinas utilizadas na furação

2.2. Processos, ferramentas e acessórios

3. Mandrilagem

3.1. Equipamentos utilizados na mandrilagem

3.2. Processos, ferramentas e acessórios

4. Roscagem

4.1. Ferramentas e acessórios para abertura de roscas

4.2. Processos de roscagem

5. Serragem

5.1. Tipos de máquinas de serrar

5.1.1. Serrote alternativo

5.1.2. Serrote de disco

5.1.3. Serrote de fita

5.2. Processos, ferramentas e acessórios

6. Limagem e aplainamento

6.1. .1 - limador mecânico

6.2. .2 - plaina mecânica

6.3. .3 - processos, ferramentas e acessórios

7. Processos de corte sem arranque de apra

4. Bibliografia / Outros Recursos

DAVIM, J. P. (1995), *Princípios da Maquinagem*. Coimbra: Livraria Almedina.

FREIRE, J. M. (1977), *Tecnologia do Corte*. Livros Técnico e Científicos Editora.

FREIRE, J. M. (1978), *Tecnologia Mecânica. Volumes I-II-III-IV-V*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, S.A.

ROCHA, Acácio Teixeira (1982), *Tecnologia Mecânica. Volumes I, II e III*. 8.^a ed. Coimbra: Coimbra Editora, Lda.

RUAS, M. (1982), *Tecnologia Mecânica. Coleção formação profissional*. Lisboa: Plátano Editora.

SHAW, M. C. (s.d.), *Metal. Cutting Principles*. Oxford: Clarendon Press

MÓDULO 5

Processos de Ligação

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Neste módulo será feita uma abordagem teórico-prática aos vários processos de ligação de peças, metálicas e não metálicas, entre os quais se destacam: rebitagem, aparafusamento, soldadura e colagem. Com este módulo pretende-se dotar o aluno de informação que lhe permita a elaboração de sequências de maquinação e de fichas de instruções detalhadas adequadas à produção de peças mecânicas a partir do respectivo desenho de fabrico. Com a realização de trabalhos práticos, pretende-se que os alunos seleccionem e utilizem o processo mais adequado para efectuar uma determinada ligação, de acordo com as especificações indicadas para o efeito, utilizando os meios de protecção, higiene e segurança apropriados.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar processos e técnicas de ligação;
- Seleccionar a técnica adequada;
- Interpretar catálogos e fichas técnicas;
- Realizar operações de ligação de peças;
- Operar em segurança;
- Identificar as diferentes técnicas de rebitagem;
- Seleccionar a técnica adequada ao trabalho a realizar;
- Identificar os diferentes tipos de rebites, bem como as ferramentas necessárias à rebitagem;
- Realizar operações de rebitagem em segurança;
- Identificar as várias técnicas de aparafusamento;
- Seleccionar a técnica adequada ao trabalho a realizar;
- Identificar os diferentes tipos de parafusos e porcas, bem como as ferramentas necessárias à realização da técnica;
- Reflectir sobre as normas relativas ao aparafusamento;
- Realizar operações de aparafusamento em segurança;
- Identificar os diferentes tipos de soldadura;
- Descrever a nomenclatura e funcionamento dos vários equipamentos;
- Identificar os principais factores que determinam a soldabilidade.

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 5: Processos de Ligação

- Identificar os factores a ter em consideração na soldadura de peças metálicas;
- Seleccionar o processo de soldadura em função dos diferentes factores;
- Reconhecer a importância da preparação das peças a soldar (chanfros, limpeza, etc.);
- Identificar os materiais de adição a utilizar nos diferentes tipos de soldadura;
- Executar a ligação de peças por soldadura;
- Identificar os defeitos nas soldaduras e respectivas causas;
- Ligar peças de diversos materiais por colagem;
- Ligar peças em madeira;
- Identificar e respeitar normas de higiene e segurança.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Processos de ligação
2. Rebitagem
 - 2.1. Processos de rebitagem
 - 2.2. Tipos de rebites
3. Roscagem
 - 3.1. Tipos de roscas
 - 3.2. Tipos de parafusos e de porcas
 - 3.3. Ligação de peças por roscagem
4. Soldadura
 - 4.1. Princípios básicos de soldadura
 - 4.1.1. Equipamentos e utensílios
 - 4.1.2. Factores de soldabilidade
 - 4.1.3. Preparação de peças
 - 4.2. Processos de soldadura
 - 4.2.1. Soldagem
 - 4.2.1.1. Branda
 - 4.2.1.2. Forte
 - 4.2.1.3. Sodo-Soldagem
 - 4.2.2. Soldadura
 - 4.2.2.1. Oxiacetilénica
 - 4.2.2.2. Por eléctrodos revestidos
 - 4.2.2.3. MIG/MAG
 - 4.2.2.4. TIG
 - 4.2.2.5. Outros processos
 - 4.3. Acabamento de peças
 - 4.4. Causas de defeitos

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 5: Processos de Ligação

- 5. Colagem
 - 5.1. Tipos de colas
 - 5.2. Preparação das superfícies
 - 5.3. Processos de colagem
- 6. Ligações em madeira. Samblagens

4. Bibliografia / Outros Recursos

AR LIQUIDO (s.d.), *Guia do Utilizador da Soldadura Manual*. [s.l.]: Ar Liquido.

COSTA, Leonídio (1978), *Tecnologia do Metal. Coleção: Metalomecânica*. Lisboa: Plátano Editora.

COSTA, Leonídio (1979), *Práticas do Metal, Formação Profissional*. Lisboa: Plátano Editora.

PIRES, Vaz E. E. (s.d.), *MECÂNICA TÉCNICA - Soldadura e Cálculos Técnicos*. Porto: Editora Lopes da Silva.

SANTOS, J. F. O.; QUINTINO, L. (1993), *Processos de Soldadura. Volumes I e II*. Lisboa: Instituto de Soldadura e Qualidade.

Normas, Regulamentos e Especificações:

NP 1515:1977 1ª Edição. *Soldadura. Representação Simbólica nos Desenhos* (correspondência com ISO 2553:1974).

Sítios na Internet:

<http://www.isq.pt> ISQ (Instituto da Soldadura e Qualidade).

MÓDULO 6

CADI (Desenho Assistido por Computador)

Duração de Referência: **20 horas**

1. Apresentação

Neste módulo, o aluno vai ter oportunidade de aprender a utilizar novas tecnologias relacionadas com o desenho técnico, que lhe vão permitir executar desenhos com maior rigor.

A utilização de um computador para modelar um objecto em duas ou três dimensões, juntar as partes e executar uma montagem rigorosa é uma realidade exequível vel com programas de *CAD*. Com estes programas também será possível otimizar recursos e tempo. De um modo sucinto, um Sistema *CAD*, consiste num *Software* que apresenta um conjunto de comandos específicos para elaborar um desenho. Estes comandos estabelecem com o utilizador um interface directo e de fácil domínio da computação gráfica, relacionando aspectos da Matemática, da Geometria e da Ciência Computacional.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar os componentes de um sistema *CAD*, em função das suas necessidades;
- Estabelecer e interpretar a relação entre módulos de um sistema de *CAD* integrado;
- Operacionalizar os comandos básicos do *CAD*;
- Identificar as necessidades de *software* e *hardware* de um equipamento informático de *CAD*;
- Fazer a representação de peças em desenho rigoroso e respectiva cotação;
- Executar desenhos de conjunto simples.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Introdução ao *CAD*
2. Equipamentos de um sistema de *CAD*
3. Comandos fundamentais 2D
4. Desenho técnico em ambiente *CAD*
5. Arquivo e reprodução de desenhos

4. Bibliografia / Outros Recursos

ÂNGELO, H.; CARROLO, J.; BEIRA, R. (2002), *Introdução ao Solid Works*. Lisboa: IST.

CUNHA, L. V. (1991), *Desenho Técnico*. 8ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

DIAS, J. (2000), *Desenho Assistido por Computador com Modelação de Sólidos a 3D usando Solid Edge*. Lisboa: AEIST.

FREITAS, Vítor; MARTINS, Pedro; RIBEIRO, João; SILVA, João (s.d.), *Mechanical Desktop 4.0 - Curso Completo*. Lisboa: FCA Editora.

GARCIA, J.; NETO, P. (2002), *Autocad 2002 - Depressa e Bem*. Lisboa: FCA Editora.

SANTOS, João (2006), *AutoCAD 3D 2007 – Curso Completo*. Lisboa: FCA Editora.

SILVA, A., et al. (2004), *Desenho Técnico Moderno*. 4.ª ed. Lisboa: Editora LIDEL.

SOUSA, L. (2000), *Introdução ao Mechanical Desktop*. Lisboa: AEIST (Associação de Estudantes do IST).

MÓDULO 7

CAD II (Desenho Assistido por Computador)

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Ao nível do desenho técnico, procede-se gradualmente à representação dos desenhos, utilizando o computador com *software* adequado, em substituição dos estiradores e arquivos de desenhos tradicionais.

Neste módulo, o aluno vai ter um primeiro contacto com a modelação geométrica, o que lhe vai permitir uma maior flexibilidade de visualização.

Os modelos passam a ser mais detalhados, podendo-se gerar representações em 2D e 3D, sendo igualmente fácil obter imagens de peças e conjuntos em diferentes posições, assim como arquivar os trabalhos em suporte informático.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar e utilizar os comandos 3D do *CAD*;
- Identificar peças em 3D;
- Representar peças em 3D;
- Identificar as necessidades de *software* e *hardware* de um equipamento informático de *CAD*;
- Fazer a representação de peças em desenho rigoroso e respectiva cotação, em 3D;
- Executar desenhos de conjunto simples, em 3D;
- Executar e imprimir desenhos de peças e de conjuntos em suporte informático;
- Organizar a documentação técnica em ficheiros de arquivo informático.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Sólidos primitivos
2. Sólidos por extrusão
3. Sólidos de revolução
4. Comandos 3D
5. Criação de modelos 3D
6. Visualização de modelos 3D

4. Bibliografia / Outros Recursos

- ÂNGELO, H.; CARROLO, J.; BEIRA, R. (2002), *Introdução ao Solid Works*. Lisboa: IST.
- CUNHA, L. V. (1991), *Desenho Técnico*. 8ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- DIAS, J. (2000), *Desenho Assistido por Computador com Modelação de Sólidos a 3D usando Solid Edge*. Lisboa: AEIST.
- FREITAS, Vítor; MARTINS, Pedro; RIBEIRO, João; SILVA, João (s.d.), *Mechanical Desktop 4.0 - Curso Completo*. Lisboa: FCA Editora.
- GARCIA, J.; NETO, P. (2002), *Autocad 2002 - Depressa e Bem*. Lisboa: FCA Editora.
- SANTOS, João (2006), *AutoCAD 3D 2007 – Curso Completo*. Lisboa: FCA Editora.
- SILVA, A., et al. (2004), *Desenho Técnico Moderno*. 4.ª ed. Lisboa: Editora LIDEL.
- SOUSA, L. (2000), *Introdução ao Mechanical Desktop*. Lisboa: AEIST (Associação de Estudantes do IST)

MÓDULO 8

Modulação 3D CAD/CAM

Duração de Referência: 25 horas

1. Apresentação

Os elementos definidos no projecto, são a base de elaboração dos programas operacionais de fabrico e contribuem para a definição da estrutura do CAD/CAM (*Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*). Os elementos adicionais prendem-se com os processos de fabrico, os parâmetros técnicos e cálculos a considerar, de acordo com os equipamentos disponíveis.

Este módulo conjuga os objectivos do projecto (Desenho Técnico) com os objectivos do fabrico (Tecnologia e Processos). Sendo assim, os alunos aplicarão os conhecimentos científicos e práticos adquiridos nos módulos de CAD I e de CAD II, os quais permitirão estabelecer os fundamentos da utilização de sistemas CAM e a sua ligação às máquinas-ferramenta CNC.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Interpretar a ligação dos elementos contidos num desenho técnico com as necessidades operacionais de fabrico;
- Descrever o ciclo de desenvolvimento e fabrico de um produto;
- Optimizar o desempenho dos processos de fabrico e montagem;
- Identificar sistemas de automação aplicados a processos de fabrico utilizadores de CAD/CAM;
- Utilizar ferramentas de CAD/CAM numa perspectiva da produção e reconhecer as suas limitações.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Introdução
 - 1.1. Sistemas de projecto
 - 1.2. Sistemas de desenho
 - 1.3. Sistemas de fabrico assistido por computador
2. Fabrico assistido por computador (CAM)
 - 1.1. Introdução
 - 1.2. Arquitectura dos Sistemas CAM
 - 1.3. Máquinas-ferramenta de comando numérico assistido por computador (CNC)
 - 1.4. Preparação de modelos para CAM

4. Bibliografia / Outros Recursos

Editora Publicadora Universitária (1984), *Comando numérico CNC, Técnica Operacional CNC, Curso Básico*. São Paulo: Editora Publicadora Universitária.

MCCORMACK, C.; BROWNE, J. (1998), *CAD/CAM, Principles, Practice and Manufacturing Management*. 2.ª ed. [s.l.]: Addison-Wesley.

MEKELL, Groover (2001), *Automation. Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing*. 2.ª ed. New Jersey: Prentice Hall.

REGH, James; KRAEBBER, Henry (2005), *Computer Integrated Manufacturing*. 3.ª ed. New Jersey: Prentice Hall.

SILVA, A., et al. (2004), *Desenho Técnico Moderno*. 4.ª ed. Lisboa: Editora LIDEL.

ZEID, Ibrahim (1991), *CAD/CAM Theory and Practice*. [s.l.]: McGraw-Hill.

MÓDULO 9

CNC (Comando Numérico Computorizado)

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

A abordagem ao tema CNC, reveste-se de particular importância devido ao facto de ter havido uma grande evolução na construção de máquinas de comando numérico. Neste sentido, pretende-se que os alunos fiquem a conhecer os vários tipos de máquinas com CNC, conhecendo os comandos fundamentais. Neste módulo pretende-se que o aluno adquira conhecimentos relativamente aos passos fundamentais a seguir, desde a interpretação do desenho à introdução do programa na máquina.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Analisar e melhorar os sistemas produtivos com CNC;
- Distinguir as tecnologias de produção e gestão da produção;
- Utilizar ferramentas que permitem otimizar o desempenho dos processos de fabrico e montagem;
- Descrever o ciclo de desenvolvimento e fabrico de um produto;
- Utilizar ferramentas de *CAD/CAM* numa perspectiva da produção, tendo em consideração as suas limitações;
- Identificar as tecnologias de Comando Numérico e respectiva utilização, tanto na preparação de trabalho como na programação;
- Identificar as etapas de maquinação nas máquinas-ferramenta CNC;
- Seleccionar ferramentas de corte;
- Executar a maquinação com recurso a equipamentos com CNC, em condições de higiene e segurança.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Máquinas CNC
 - 1.1. Componentes e ferramentas
 - 1.2. Torno
 - 1.3. Fresadora
2. Comandos CNC
 - 2.1. Funções programáveis
 - 2.2. Elementos de comando
3. Ferramentas
 - 3.1. Características da maquinação de Comando Numérico
 - 3.2. Formação de aparas em fresadoras e tornos
4. Conceitos de geometria para programação CNC
 - 4.1. Sistemas de coordenadas. Ponto-zero e de referência
 - 4.2. Deslocamentos, interpolação e compensação da ferramenta
 - 4.3. Colocação correcta de cotas
5. Programação CNC
 - 5.1. Introdução
 - 5.2. Linguagens
 - 5.3. Formas de elaboração de programas
 - 5.4. Dados e principais instruções

4. Bibliografia / Outros Recursos

HMT Limited (1999), *Mechatronics and machine tools*. New York: McGraw-Hill

RELVAS, Carlos. (2000), *Controlo Numérico Computorizado: Conceitos Fundamentais*. Porto: Publindústria.

THYER, G. E. (1996), *Computer numerical control of machine tools*. 2.^a ed. Oxford: Newnes.

MÓDULO 10

Maquinação II (Torneamento, fresagem e outros processos)

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Com este módulo pretende-se dar continuidade ao conteúdo leccionado no módulo de Maquinação I, em que será feita uma abordagem a máquinas-ferramenta de maior exigência técnica no que concerne à sua utilização. Os alunos terão que conhecer e aplicar os processos de maquinação em situações concretas. Desta abordagem farão parte, entre outros, os temas relativos ao torneamento e fresagem. Nestes processos de maquinação, o aluno continuará a utilizar materiais diversificados, tais como metais ferrosos e não ferrosos, madeira e compósitos. Terá que avaliar e seleccionar as condições e processos mais adequados para maquinação, em conformidade com as características desses materiais e as máquinas e ferramentas disponíveis.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Interpretar correctamente um desenho para aplicar o método de trabalho mais apropriado na execução de peças;
- Seleccionar o método de trabalho mais adequado, que tire o máximo rendimento e consiga a qualidade pretendida para o produto final;
- Identificar e caracterizar as principais operações de maquinação que podem ser efectuadas nas máquinas-ferramenta;
- Seleccionar os parâmetros de corte em função do material a maquinar e da ferramenta a utilizar;
- Utilizar correctamente tabelas e ábacos de velocidade de corte e de rotação;
- Reconhecer a importância da refrigeração, no bom estado da ferramenta e na qualidade do produto final;
- Identificar os principais tipos de tornos mecânicos e suas características construtivas, bem como identificar os seus principais acessórios e dos sistemas de regulação e comando,
- Descrever a nomenclatura e funcionamento dos diversos tipos de tornos mecânicos (paralelo, vertical, revólver);
- Seleccionar métodos de fabrico adequados ao torneamento mecânico;
- Identificar e efectuar diferentes operações no torno mecânico (cilindrar, facejar, torneamento cónico, furar, abertura de roscas, etc.);
- Consultar e interpretar tabelas de ângulos de corte dos buris, segundo o material a trabalhar;

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 10: *Maquinação II (Torneamento, fresagem e outros processos)*

- Identificar os principais tipos de fresadoras e suas características construtivas;
- Identificar os principais acessórios e os sistemas de regulação e comando;
- Enumerar e descrever o funcionamento dos diversos tipos de fresadoras: vertical, horizontal, universal;
- Seleccionar métodos de fabrico adequados à fresagem;
- Identificar os diferentes tipos de fresas;
- Identificar e efectuar diferentes operações de fresagem;
- Respeitar o cumprimento das normas de higiene, prevenção e segurança.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Torneamento
 - 1.1. Tipos de tornos mecânicos e suas características
 - 1.2. Terminologia. Acessórios
 - 1.3. Formas de fixação das peças
 - 1.4. Cálculo de engrenagens para abertura de roscas
 - 1.5. Operações de torneamento
 - 1.5.1. Superfícies planas (faces)
 - 1.5.2. Superfícies cilíndricas exteriores e interiores
 - 1.5.3. Superfícies cónicas
 - 1.5.4. Abertura de roscas
 - 1.5.5. Corte
 - 1.5.6. Outras operações
2. Fresagem
 - 2.1. Tipos de tornos mecânicos e suas características
 - 2.2. Terminologia. Acessórios
 - 2.3. Formas de fixação das peças
 - 2.4. Prato divisor
 - 2.5. Operações de fresagem
 - 2.5.1. Fresagem de superfícies planas
 - 2.5.2. Fresagem de superfícies cilíndricas
 - 2.5.3. Abertura de dentes em rodas dentadas
 - 2.5.4. Outras operações
3. Outros processos de maquinação

4. Bibliografia / Outros Recursos

DAVIM, J. P. (1995), *Princípios da Maquinagem*. Coimbra: Livraria Almedina.

FREIRE, J. M. (1977), *Tecnologia do Corte*. Livros Técnico e Científicos Editora.

FREIRE, J. M. (1978), *Tecnologia Mecânica. Volumes I-II-III-IV-V*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, S.A.

PIRES, Vaz E. E. (s.d.), *Máquinas Ferramentas I - Torneamento, Fresagem, Lubrificação*. Porto: Editora Lopes da Silva.

ROCHA, Acácio Teixeira (1982), *Tecnologia Mecânica. Volumes I, II e III*. 8.ª ed. Coimbra: Coimbra Editora, Lda.

RUAS, M. (1982), *Tecnologia Mecânica. Coleção formação profissional*. Lisboa: Plátano Editora.

SHAW, M. C. (s.d.), *Metal. Cutting Principles*. Oxford: Clarendon Press

MÓDULO 11

Circuitos de Iluminação e de Sinalização

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

O estudo de uma iluminação para ambiente interior ou exterior exige da parte do técnico alguns conhecimentos básicos sobre luminotecnia, nomeadamente sobre a modalidade de iluminação a instalar, tipos de lâmpadas e respectivas armaduras, potências e, naturalmente, a sua localização. Neste sentido, irá ser feita uma abordagem aos temas subordinados a Circuitos de Iluminação, Circuitos de Sinalização e Circuitos de Tomadas, para que os alunos adquiram as competências necessárias para a execução deste tipo de circuitos.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Interpretar desenhos ou esquemas;
- Interpretar projectos de instalações eléctricas;
- Identificar a simbologia relativa aos circuitos de iluminação e de sinalização;
- Identificar os elementos constituintes dos circuitos de iluminação e de sinalização,
- Montar ou alterar os circuitos de iluminação, de sinalização e de tomadas, no âmbito das suas competências;
- Detectar e reparar avarias.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Circuitos de iluminação
 - 1.1. Derivação simples: com lâmpadas de descarga e incandescentes
 - 1.2. Comutação de lustre e de escada
 - 1.3. Telerruptor e automáticos de escada
2. Circuitos de sinalização
 - 2.1. Campainhas
 - 2.2. Sinalização circuito de chamada com quadro de alvos
 - 2.3. Sinalização circuito de chamada / resposta
3. Circuitos de tomadas
 - 3.1. Monofásicas
 - 3.2. Trifásicas

4. Bibliografia / Outros Recursos

MATIAS, José (2000), *Tecnologias da Electricidade. 10º Ano*. Lisboa: Didáctica Editora.

MATIAS, José (s.d.), *Aplicações Tecnológicas de Electrotecnia e Electrónica. Curso Tecnológico de Electrotecnia e Electrónica – 10.º Ano*. Lisboa: Didáctica 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.

Normas, Regulamentos e Especificações:

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

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

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

MÓDULO 12

Quadros Eléctricos

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Neste módulo pretende-se que os alunos apliquem os conhecimentos adquiridos, nesta disciplina e em articulação com a disciplina de Tecnologia e Processos. Visando-se o conhecimento dos materiais, regras e tipos de protecções para a instalação de equipamentos eléctricos, a montagem ou alteração de quadros eléctricos, a introdução de circuitos eléctricos que carecem de protecção adequada, bem como a respectiva manutenção.

2. Objectivos de Aprendizagem

Ser capaz de:

- Utilizar aparelhos de medida que permitem obter o valor das grandezas eléctricas existentes num circuito;
- Conceber, executar, instalar e alterar quadros eléctricos, no âmbito das suas competências;
- Aplicar normas de segurança e implementar medidas de protecção de riscos eléctricos;
- Cumprir os requisitos estabelecidos nas normas específicas para instalação de quadros eléctricos;
- Monitorizar as condições de funcionamento de quadros eléctricos.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Medição de grandezas eléctricas
2. Electrificação de quadros eléctricos
 - 2.1. Monofásicos
 - 2.2. Trifásicos
3. Instalação colectiva
4. Corte e seccionamento
5. Protecção
 - 5.1. Contra sobreintensidades
 - 5.2. Contra sobretensões
 - 5.3. Contra curto-circuitos
6. Selectividade de circuitos
7. Manutenção
8. Diagnóstico e reparação de avarias

4. Bibliografia / Outros Recursos

MATIAS, José (2000), *Tecnologias da Electricidade*. 10º Ano. Lisboa: Didáctica Editora.

MATIAS, José (s.d.), *Aplicações Tecnológicas de Electrotecnia e Electrónica. Curso Tecnológico de Electrotecnia e Electrónica – 10.º Ano*. Lisboa: Didáctica 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.

Normas, Regulamentos e Especificações:

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

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

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

MÓDULO 13

Automatismos (I)

Duração de Referência: **35 horas**

1. Apresentação

A automação, no âmbito industrial (Controlo de Processos Industriais), pode ser definida como o estudo dos métodos e procedimentos, cuja finalidade é a substituição do operador humano por um operador artificial, na concretização de uma tarefa física ou mental previamente programada. Assim, neste módulo, irá ser efectuada uma abordagem a dispositivos de comando, controlo e regulação no sentido do aluno ser capaz de analisar e implementar Automatismos.

2. Objectivos de Aprendizagem

Ser capaz de:

- Ler esquemas de automatismos,
- Montar ou alterar os circuitos;
- Detectar avarias;
- Projectar pequenos automatismos.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Contactores
2. Conceitos de comando, regulação e controlo
3. Sensores
4. Dispositivos de comando manual e automático
5. Constituição e funcionamento do contactor
6. Esquemas eléctricos de automatismos
7. Implementação de automatismos

4. Bibliografia / Outros Recursos

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

MARTINS, V. (s.d.), *Práticas Oficiais – Instalações Eléctricas, Automatismos e Electrónica Industrial*. Lisboa: Plátano Editora.

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.

PINTO, A.; ALVES, V. (1999), *Práticas Oficiais e Laboratoriais: Curso Tecnológico de electrotecnia/electrónica. 10º Ano*. Porto: Porto Editora.

MÓDULO 14

Preparação do Trabalho e Planeamento

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Com este módulo pretende-se que o aluno adquira competências para definir métodos de trabalho, estudar tempos de produção, organizar postos de trabalho e preparar e distribuir tarefas.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Definir processos de execução de peças;
- Planear e gerir materiais, equipamentos e mão de obra;
- Planear e gerir a produção de acordo com os objectivos definidos;
- Controlar a produção, propondo acções preventivas e correctivas face aos desvios;
- Estabelecer e aplicar metodologias e formas de medição que influenciem a produtividade;
- Aplicar as normas de higiene, de segurança, de qualidade e ambientais.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Estudo do trabalho
 - 1.1. Introdução ao estudo do trabalho
 - 1.2. Estudo dos métodos
 - 1.3. Medida do trabalho (estudo dos tempos)
 - 1.4. Técnicas de direcção
 - 1.5. Formação de pessoal
 - 1.6. Relatórios finais
2. Posto de trabalho
 - 2.1. Conteúdo do posto de trabalho
 - 2.2. Organização do posto de trabalho
 - 2.3. Ergonomia

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 14: *Preparação do Trabalho e Planeamento*

3. Preparação do trabalho

- 3.1. Recepção ou estudo de desenhos e outras especificações técnicas
- 3.2. Sequência de operações a realizar
- 3.3. Seleção de ferramentas e equipamentos de produção

4. Controlo da produção

- 4.1. Análise dos métodos
- 4.2. Rectificação dos desvios
- 4.3. Auto-controle e melhoria da produtividade

4. Bibliografia / Outros Recursos

COUTO, Araujo Hudson (1995), *Ergonomia Aplicada ao Trabalho - Volumes I e II*. Belo Horizonte: Ergo Editora.

GRANDJEAN, Etienne (1998), *Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem*. [s.l.]: Bookman.

INNES, Innes; FALCONER, Mitchell (2003). *Custeio Baseado em Actividades*. Lisboa: Monitor.

ROLDÃO, V. S.; RIBEIRO S. R. (2004), *Organização da Produção e das Operações*. Lisboa: Monitor.

MÓDULO 15

Gestão da Manutenção

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Neste módulo pretende-se que o aluno aplique na prática os conhecimentos adquiridos na disciplina de Organização Industrial, dando assim continuidade à sua aprendizagem. Neste sentido, o aluno deverá ser capaz de executar operações de manutenção, de acordo com as ordens de trabalho definidas no plano de manutenção e utilizar correctamente *software* de Gestão da Manutenção na resolução das tarefas propostas.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Analisar trabalhos a efectuar de acordo com o plano de manutenção.
- Elaborar ordens de trabalho de acordo com a ficha de manutenção.
- Conhecer os vários estados das ordens de trabalho.
- Executar trabalhos de manutenção de acordo com as ordens de trabalho.
- Conhecer requisitos da gestão das peças e acessórios.
- Codificar materiais de acordo com a sua classe e com a estrutura das famílias e subfamílias.
- Executar trabalhos de manutenção de acordo com os planos de manutenção (ordens de trabalho).
- Conhecer *software* de Gestão da Manutenção.
- Utilizar *software* de Gestão da Manutenção.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Planeamento e programação dos trabalhos
2. Ordens de trabalho
3. Relatórios de trabalhos, avarias e histórico
4. Gestão dos materiais
5. Efectuar trabalhos de manutenção
 - 5.1. Correctiva
 - 5.2. Programada
 - 5.3. Melhorativa
6. *Software* de gestão da manutenção

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 15: *Gestão da Manutenção*

4. Bibliografia / Outros Recursos

ASTREIN (s.d.), *MCC – Manutenção Centrada na Confiabilidade - software de gestão de manutenção*. S. Paulo: Astrein.

CABRAL, J. S. (1998), *Organização e Gestão da Manutenção: Dos conceitos à prática*. Lisboa: LIDEL - Edições Técnicas.

NAVALTIK (s.d.), *ManWinWin – Software de Gestão da Manutenção*. Lisboa: Navaltik

SACRISTÁN, Francisco Rey (s.d.), *Gestão Industrial - Manutenção Eléctrica e Mecânica na Indústria e Oficinas*. Lisboa: Edições CETOP

Sítios na Internet:

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

MÓDULO 16

Manutenção de Órgãos e Equipamentos

Duração de Referência: **35 horas**

1. Apresentação

Pretende-se com este módulo que o aluno entenda o conceito de manutenção e aplique os conhecimentos adquiridos, efectuando manutenção em órgãos mecânicos fundamentais e equipamentos, observando os cuidados de higiene e segurança inerentes.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Descrever o funcionamento de diferentes tipos de mecanismos;
- Identificar vários métodos de trabalho e adoptar o mais adequado a cada situação;
- Ler e interpretar tabelas técnicas, catálogos, diagramas;
- Detectar avarias;
- Proceder à análise de avarias;
- Distinguir a importância da manutenção a vários níveis: económico, de qualidade e de satisfação;
- Planificar acções de manutenção/conservação;
- Executar a manutenção/conservação de diferentes tipos de mecanismos;
- Respeitar e cumprir regras de prevenção, higiene e segurança;
- Reflectir sobre os vários tipos de manutenção;
- Identificar as vantagens/desvantagens de cada um dos tipos de manutenção;
- Detectar possíveis causas de avarias;
- Identificar métodos de trabalho de montagem e desmontagem;
- Diagnosticar avarias;
- Planificar as acções de manutenção a desenvolver;
- Proceder à manutenção/conservação de diversos equipamentos;
- Respeitar e cumprir regras de prevenção, higiene e segurança.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Veios
 - 1.1. Alinhamento de veios
 - 1.2. Avarias típicas de veios
2. Rolamentos
 - 2.1. Generalidades
 - 2.2. Montagem de rolamentos
 - 2.3. Defeitos em serviço
 - 2.4. Manutenção de rolamentos
3. Parafusos
 - 3.1. Parafusos de transmissão de movimento
 - 3.2. Forças de atrito
 - 3.3. Rendimento e tensões nos parafusos
4. Embraiagens
5. Válvulas
 - 5.1. Classificação e características
 - 5.2. Manutenção
6. Molas
 - 6.1. Generalidades
 - 6.2. Manutenção
7. Tipos de manutenção e tipos de trabalho
8. Limpeza e lubrificação de equipamentos

4. Bibliografia / Outros Recursos

- AIRLOC (s.d.), *Instalação de Máquinas e Equipamentos Industriais*. [s.l.]: Airloc.
- CABRAL, J. S. (1998), *Organização e Gestão da Manutenção: Dos conceitos à prática*. Lisboa: LIDEL - Edições Técnicas.
- FAG (s.d.), *Danificação de rolamentos*. [s.l.]: FAG.
- FAG (s.d.), *Montagem de rolamentos*. [s.l.]: FAG.
- MOBIL (1976), *Fundamentos da Lubrificação, Coleção Técnica*. Lisboa: Edição Mobil.
- NIEMANN, Gustav (1971), *Elementos de Máquinas. Volumes I, II e III*. São Paulo: Edgard Blucher.
- SACRISTÁN, Francisco Rey (s.d.), *Gestão Industrial - Manutenção Eléctrica e Mecânica na Indústria e Oficinas*. Lisboa: Edições CETOP
- SCHROCK, J. (1989), *Montagem, Ajuste e Verificação de Peças de Máquinas*. Rio de Janeiro: Editorial Reverte.
- SILVA, F. A. P. (2000), *Tribologia*. 2.^a ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

MÓDULO 17

Projecto de Electromecânica

Duração de Referência: **35 horas**

1. Apresentação

Pretende-se com este módulo que o aluno aplique em contexto prático, os conhecimentos adquiridos nas disciplinas da Componente de Formação Técnica, ao longo do curso, de forma a possibilitar o desenvolvimento de um projecto específico, que terá por objectivo a produção de uma solução para um problema proposto no âmbito da Manutenção Industrial/Electromecânica. O Projecto deverá ser de natureza concreta, visando a aplicação, de preferência multidisciplinar, das matérias leccionadas, sendo explícito nos vários passos do processo.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Estabelecer os pressupostos de um projecto a desenvolver;
- Organizar o processo de um projecto, definindo a estrutura documental, de acordo com as regras de procedimento;
- Aplicar conhecimentos e técnicas adquiridos nas disciplinas do curso.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Definição de uma estrutura documental incluindo:
 - 1.1. Apresentação da ideia do projecto;
 - 1.2. Definição de objectivos;
 - 1.3. Planeamento e programação;
 - 1.4. Identificação de problemas funcionais e sua solução;
 - 1.5. Recolha de informação técnica e sua organização;
 - 1.6. Identificação de disposições construtivas;
 - 1.7. Elaboração de desenhos e esquemas;
 - 1.8. Execução do projecto;
 - 1.9. Realização do testes de verificação final.

4. Bibliografia / Outros Recursos

Variável consoante o tema do Projecto.

MÓDULO 18

Instrumentação e Medidas

Duração de Referência: **20 horas**

1. Apresentação

Com este módulo, pretende-se que o aluno adquira competências no manuseamento de instrumentos de medida de grandezas eléctricas, de uma forma consciente e responsável. Será feita abordagem à noção do valor a medir antes de efectuar a respectiva medição, para atender a factores de escala, selecção do aparelho indicado e ligações.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Utilizar o instrumento adequado à medida pretendida e manuseá-lo de forma correcta;
- Analisar e assimilar as medidas efectuadas, confrontando-as com a previsão teórica;
- Realizar a calibração dos instrumentos com recurso a padrões de trabalho;
- Ajustar os instrumentos em função das necessidades;
- Identificar as características principais dos aparelhos de medida estudados;
- Identificar o aparelho de medida a usar perante uma situação de intervenção de manutenção;
- Proceder à medição rigorosa das grandezas características dos principais componentes electrónicos utilizados na indústria;
- Atender aos possíveis erros de medição, desde leves perturbações até à falha do próprio aparelho;
- Fazer conversão do factor de escala, quando necessário;
- Utilizar o osciloscópio para comparação de dois sinais, atendendo às suas características.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Instrumentos de medição de grandezas eléctricas. Funcionamento e utilização
 - 1.1. Ohmímetro
 - 1.2. Amperímetro
 - 1.3. Voltímetro
 - 1.4. Capacímetro
 - 1.5. Multímetro
 - 1.6. Osciloscópio
 - 1.7. *Wattímetro* e fasímetro

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 18: *Instrumentação e Medidas*

2. Teste de semicondutores
3. Medidor de terra e analisadores de redes eléctricas
4. Medidas em circuitos fora de serviço e em serviço
5. Análise de sinais com osciloscópio e sonda lógica
6. Contagem de energia: ligação de contadores KWH e instrumentação de quadro
7. Teste de fugas e isolamento com mega ohmímetro

4. Bibliografia / Outros Recursos

CAMPILHO, Aurélio (s.d.), *Instrumentação Electrónica - Métodos e Técnicas de Medição*. Porto: FEUP (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

GIRÃO, Pedro Silva (1986), *Instrumentação e Medidas*. Lisboa: AEIST (Associação de Estudantes do Instituto Superior Técnico).

GUSTAVO, Silva, (2004), *Instrumentação Industrial*. 2ª ed., Setúbal: ESTG (Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Setúbal).

Sítios na Internet:

http://pt.wikipedia.org/wiki/Corrente_el%C3%A9trica -

http://www-seme.dee.fct.unl.pt/leec/ime/frame_principal.htm -

MÓDULO 19

Automatismos II

Duração de Referência: **35 horas**

1. Apresentação

Com este módulo pretende-se que o aluno adquira competências que lhe permitam desenvolver programas de autómatos, usando as funções básicas de programação. Será feita abordagem à leitura, alteração e criação de programas de controlo de automatismos, de tipo sequencial e de média complexidade, em autómatos de marcas diferentes.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Enunciar os diferentes métodos de programação de autómatos;
- Elaborar programas de controlo pelo método do Grafcet e de raciocínio lógico;
- Realizar as ligações de entradas e saídas;
- Fazer a escolha tecnológica em função da aplicação;
- Programar processos pelo método sequencial;
- Usar as funções de programação do autómato;
- Ligar correctamente sensores e transdutores;
- Dominar mais do que uma linguagem de programação;
- Ler um programa e fazer alterações em caso de necessidade;
- Traçar o esquema eléctrico de um quadro já elaborado;
- Diagnosticar falhas de continuidade, sinais de entrada e deficiências nas saídas.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Estrutura básica de um autómato
 - 1.1. Arquitectura de um microprocessador
 - 1.2. Endereços de memória
 - 1.3. Mapa de entradas e saídas
 - 1.4. Acoplamento de sinais de I/O

2. Automatismos sequenciais

- 2.1. Ciclos em “L” e ciclos em quadrado
- 2.2. Noção de acção, etapa e transição
- 2.3. *Grafcet* simples e com ramificações
- 2.4. Equação geral de etapa
- 2.5. *Ladder*, *step-ladder* e linguagens de instruções
- 2.6. *Bit's* especiais, contadores, temporizadores e outros elementos

3. Programação de autómatos

- 3.1. Consola de programação e periféricos
- 3.2. *Software* dedicado e interface de ligação
- 3.3. Operação de leitura, escrita e monitorização de variáveis
- 3.4. Detecção de erros, defeitos ou anomalias a partir da consola ou do *PC*
- 3.5. Conversão de linguagens, entre marcas e entre *ladder* e linguagem de instruções

4. Ligações de entradas e saídas

- 4.1. Ligação de sensores, transdutores, fins de curso e botões de comando
- 4.2. Activação de relés exteriores, contactores ou cargas directas
- 4.3. Ligações com níveis de tensão diferentes e separação galvânica
- 4.4. Orientação dos condutores, disposição dos componentes no quadro e aspecto final

4. Bibliografia / Outros Recursos

BARBOSA, L. S. (1996), *Elementos da Teoria dos Autómatos*. Braga: Universidade do Minho (DI/UM).

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

PINTO, João R. Caldas (2002), *Técnicas de Automação*. Lisboa: Editora LIDEL.

Sítios na Internet:

<http://tektonia.no.sapo.pt/Automatos/automatos.htm> -

<http://www.di.uminho.pt/~jas/Teaching/Courses/mpiii.html> -

MÓDULO 20

Automatismos III

Duração de Referência: **35 horas**

1. Apresentação

Com este módulo pretende-se que o aluno adquira competências para desenvolver programas de autómatos, utilizando as funções avançadas de programação. Será feita abordagem aos principais componentes de um sistema de aquisição e tratamento de dados, ao seu funcionamento, bem como aos conversores analógico-digital e digital-analógico. No domínio da programação, serão elaborados programas para consolas tácteis (*touch screen*), cartas de sinais analógicos, redes de autómatos e “profi-bus”.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Distinguir transdutores e detectores;
- Identificar a necessidade da aquisição de dados no controlo industrial;
- Aplicar os conversores D/A e A/D;
- Aplicar e configurar um variador de velocidade;
- Programar um controlador de temperatura electrónico;
- Programar um contador para contagem de impulsos por *encoder*;
- Programar um *display* ou consola táctil HMI;
- Projectar e seleccionar a melhor solução para uma rede de dados de uma instalação industrial;
- Configurar componentes numa rede;
- Explorar *software* de programação de sistemas de supervisão;
- Implementar uma rede de autómatos.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Entradas analógicas de um autómato programável
 - 1.1. Sinais standard (0/10V; -10/10V; 0/20mA; 4/20mA)
 - 1.2. Configuração de cartas de sinais analógicos
 - 1.3. Tratamento de sinais analógicos

2. Entradas rápidas de um autómato programável
 - 2.1. Ligações de *encoders*
 - 2.2. Configuração e funções específicas das cartas rápidas
 - 2.3. Tratamento de sinais rápidos
3. Programação de funções avançadas
 - 3.1. *Words* e *floating points*
 - 3.2. Operações de comparação
 - 3.3. Operações matemáticas
 - 3.4. Operações de indexação e utilização de subrotinas
4. Consolas de diálogo homem/máquina
 - 4.1. Terminais alfanuméricos
 - 4.2. Terminais gráficos
5. Redes
 - 5.1. Níveis hierárquicos de uma rede
 - 5.2. Redes proprietárias
 - 5.3. Redes abertas
 - 5.4. Redes (bus) de terreno
 - 5.5. Rede Ethernet TCP/IP
 - 5.6. Rede de cabelagem estruturada

4. Bibliografia / Outros Recursos

MATIAS, José; LEOTE, Ludgero (2000), *Automatismos Industriais - Comando e Regulação*. Lisboa: Didáctica Editora.

PINTO, João R. Caldas (2002), *Técnicas de Automação*. Lisboa: Editora LIDEL.

PIRES, Norberto (s.d.), *Automação Industrial*. Lisboa: Editora LIDEL.

Outros Recursos

Manuais de instalação e programação da marca das consolas e/ou software de supervisão a utilizar.

Sítios na Internet:

<http://www.abpubs.demon.co.uk/scadasites.htm> -

<http://www.process-controls.com/> -

MÓDULO 21

Microcontroladores

Duração de Referência: **35 horas**

1. Apresentação

Este módulo pretende fornecer as competências de base no que diz respeito a microcontroladores ou sistemas controlados por autómato. O aluno familiariza-se com dispositivos controladores e com técnicas de algoritmia e programação, e desenvolverá competências que lhe permitam projectar e desenvolver projectos simples em laboratório, utilizando os microcontroladores como base de controle.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar a estrutura típica de um sistema controlado por microcontrolador;
- Identificar principais características do microcontrolador / *PLC* em estudo;
- Interpretar e realizar fluxogramas / *GRAFGETs*;
- Desenvolver programação;
- Utilizar *software* de simulação e programação do microcontrolador / *PLC* em estudo;
- Aplicar as principais instruções do microcontrolador / *PLC* em estudo;
- Realizar um pequeno projecto que permita controlar mediante as entradas seleccionadas, etapas de saída para controlo de relés, electroválvulas, luzes, pequenos motores, etc.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Simbologia
2. Pinagem do microcontrolador
3. Diagrama de blocos interno do microcontrolador/*PLC* em estudo
4. Portas paralela e série
5. Interrupções
6. *Hardware* periférico
7. Constituição de um sistema microcontrolado
8. Memórias, microprocessador, periféricos de entrada/saída

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 21: Microcontroladores

9. Conjunto de instruções/funções do microcontrolador/PLC em estudo
10. Técnicas de realização de fluxogramas – *grafcets*, *ladder* e outras
11. *Software* de simulação e programação
12. Criação de programas em *assembly* ou outra linguagem a partir de fluxogramas
13. Compilação, execução, simulação e *debuging* de programas
14. Comunicação com autómatos.

4. Bibliografia / Outros Recursos

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

MAGOS, E., ALMEIDA, A. OLIVEIRA, A. (1993), *Autómatos Programáveis*. Lisboa: Edições ASA.

MATIAS, José; LEOTE, Ludgero (2000), *Automatismos Industriais - Comando e Regulação*. Lisboa: Didáctica Editora.

NICOLOSI, D. E.C. (2002), *Laboratório de Microcontroladores – Família 8051*. São Paulo: Editora Érica.

PEREIRA, Fábio (s.d.), *Microcontroladores PIC – Programação em C*. 6ª ed. São Paulo: Editora Érica.

PIRES, Norberto (s.d.), *Automação Industrial*. Lisboa: Editora LIDEL.

PREDKO, M. (1999), *Programming and Customizing The 8051 Microcontroller*. New York: McGraw-Hill.

SABER, (s.d.), *Revista mensal – Mecatrónica*. Actual. S. Paulo: Editora Saber.

SABER, (s.d.), *Revista mensal - Mecatrónica Fácil*. S. Paulo: Editora Saber.

YERALAN, S.; AHLUWALAIA, A. (1995), *Programming and Interfacing the 8051 Microcontroller*. [s.l.]: Addison Wesley.

Outros Recursos:

Kits didáticos de microcontroladores ou autómatos (PLC) de baixa ou média gama;

Software de simulação e programação, de acordo com o *hardware* escolhido;

Software para realização de fluxogramas, de acordo com o *hardware* escolhido.

Catálogos dos fabricantes (Omron, Siemens, Festo, Telemecanique, etc).

Sítios na Internet:

<http://www.matrixmultimedia.com/> - Software de programação e simulação por fluxograma

<http://www.microchip.com/> - Microcontroladores PIC

<http://www.mikroelektronika.co.yu/portuguese/product/books/picbook/00.htm> - Tutorial on-line de Microcontroladores PIC em português

<http://www.omron.pt> - Autómatos e Controlo industrial

<http://www.parallax.com> - Microcontroladores Basic Stamp

MÓDULO 22

Robótica I

Duração de Referência: **35 horas**

1. Apresentação

Neste módulo, o aluno adquire conhecimentos relativos à utilização de robôs em aplicações industriais. À semelhança de todos os módulos desta disciplina, este deve ser de índole teórico-prática com predominância da componente prática.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Tomar conhecimento da história da robótica;
- Identificar as várias gerações de robôs;
- Identificar os elementos que constituem um robô industrial;
- Identificar os eixos de um robô;
- Classificar dos robôs industriais;
- Identificar actuadores e sensores na robótica;
- Explicar as características de um robô industrial;
- Identificar mecanismos auxiliares de um robô industrial.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Introdução à robótica
 - 1.1. História da robótica
 - 1.2. Conceitos e aplicações
 - 1.3. Tipos de robôs
 - 1.4. Sistemas de coordenadas
 - 1.5. Utilização de robôs na indústria

2. Funcionamento e unidades constituintes de um robô

- 1.1. Sistemas de funcionamento: mecânicos, electrónicos, electromecânicos, hidráulicos e pneumáticos
- 1.2. Configurações típicas: tipos e características
- 1.3. Unidade mecânica
- 1.4. Controladores
- 1.5. Equipamentos externos e periféricos
- 1.6. Sensores e circuitos

4. Bibliografia / Outros Recursos

CRAIG, John (2005), *Introduction to Robotics: Mechanics and Control*. 3.^a ed. New Jersey: Prentice Hall.

LOVINE, John (2004), *Robotics a beginners guide to robotics projects using the PIC. Micro*. New York: McGraw-Hill

MARTIN, Fred (2001), *Robotic Explorations: A Hands-on Introduction to Engineering*. New Jersey: Prentice Hall.

NIKU, Saeed (2002), *Introduction to Robotics: Analysis, Systems, Applications*. New Jersey: Prentice Hall.

SANDIN, Paul (2003), *Robot Mechanisms and Mechanical Devices Illustrated*. New York: McGraw-Hill.

MÓDULO 23

Robótica II

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Neste módulo, o aluno adquire conhecimentos relativos à programação e montagem de robôs. À semelhança de todos os módulos desta disciplina, este deve ser de índole teórico-prática com predominância da componente prática.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Aplicar métodos de programação de robôs;
- Utilizar *software* específico de programação de robôs;
- Apontar diferentes aplicações de robôs industriais;
- Construir um robô.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Tipo de controle
2. Linguagens e programação de robôs
 - 2.1. Instruções de movimento
 - 2.2. Instruções de IO
 - 2.3. Estruturas de dados
 - 2.4. Sistemas de coordenadas
 - 2.5. Instruções de controlo de programa
 - 2.6. Simulação *offline*
 - 2.7. Utilização de ficheiros: leitura e escrita
3. Aplicações de robôs na indústria
4. Operações de manutenção e reparação
 - 4.1. Generalidades
 - 4.2. Erros e avarias mais comuns
 - 4.3. Diagrama de funcionamento

4. Bibliografia / Outros Recursos

LOVINE, John (2004), *Robotics a beginners guide to robotics projects using the PIC. Micro*. New York: McGraw-Hill

MARTIN, Fred (2001), *Robotic Explorations: A Hands-on Introduction to Engineering*. New Jersey: Prentice Hall.

NIKU, Saeed (2002), *Introduction to Robotics: Analysis, Systems, Applications*. New Jersey: Prentice Hall.

SANDIN, Paul (2003), *Robot Mechanisms and Mechanical Devices Illustrated*. New York: McGraw-Hill.

MÓDULO 24

Projecto de Mecatrónica

Duração de Referência: **35 horas**

1. apresentação

Pretende-se com este módulo que o aluno aplique em contexto prático, os conhecimentos adquiridos nas disciplinas da Componente de Formação Técnica, ao longo do curso, de forma a possibilitar o desenvolvimento de um projecto específico, que terá por objectivo a produção de uma solução para um problema proposto no âmbito da Manutenção Industrial/Mecatrónica. O Projecto deverá ser de natureza concreta, visando a aplicação, de preferência multidisciplinar, das matérias leccionadas, sendo explícito nos vários passos do processo.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Estabelecer os pressupostos de um projecto a desenvolver;
- Organizar o processo de um projecto, definindo a estrutura documental, de acordo com as regras de procedimento:
- Aplicar conhecimentos e técnicas, adquiridos nas disciplinas curriculares do curso.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Definição de uma estrutura documental incluindo:
 - 1.1. Apresentação da ideia do projecto
 - 1.2. Definição de objectivos
 - 1.3. Planeamento e programação
 - 1.4. Identificação de problemas funcionais e sua solução
 - 1.5. Recolha de informação técnica e sua organização
 - 1.6. Identificação de disposições construtivas
 - 1.7. Elaboração de desenhos e esquemas
 - 1.8. Execução do projecto
 - 1.9. Realização do testes de verificação final

4. Bibliografia / Outros Recursos

Variável consoante o tema do Projecto.

MÓDULO 25

Sistemas do Automóvel I (Arrefecimento e lubrificação)

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Neste módulo será feita abordagem aos conceitos físicos inerentes aos sistemas de arrefecimento e lubrificação, à identificação e caracterização dos vários tipos de sistemas de arrefecimento e de lubrificação, à descrição dos seus modos de funcionamento e dos vários componentes que os constituem. Este módulo irá capacitar os alunos para a execução de procedimentos de diagnóstico e de testes de verificação do funcionamento destes sistemas, bem como para executar reparações nos vários tipos de sistemas.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar os conceitos físicos inerentes aos sistemas de arrefecimento e lubrificação;
- Identificar e caracterizar sistemas de arrefecimento por ar e por líquido;
- Descrever o funcionamento dos sistemas de arrefecimento pressurizados e estanques;
- Identificar os componentes que constituem os sistemas de arrefecimento;
- Descrever o funcionamento dos vários componentes que constituem os sistemas de arrefecimento,
- Verificar o estado das tubagens e controlar a estanqueidade das mesmas, procedendo à eliminação de fugas de líquido de arrefecimento se necessário;
- Verificar o nível do líquido de arrefecimento, pressões, temperaturas e caudais nos circuitos,
- Verificar o estado e funcionamento dos componentes do sistema de arrefecimento (bomba de água, radiador, depósito de expansão, termostato), procedendo à sua substituição se necessário;
- Efectuar medições e reparações nos componentes do sistema de arrefecimento;
- Identificar e distinguir os diversos sistemas de lubrificação;
- Identificar a função da lubrificação em sistemas mecânicos;
- Descrever os vários tipos de sistemas de lubrificação de motores;
- Identificar os vários componentes de cada sistema de lubrificação e descrever a sua função;
- Descrever os vários tipos de sistemas de lubrificação de transmissões;
- Distinguir e caracterizar os vários tipos de óleos para motores e transmissões;
- Verificar o estado dos canais de lubrificação, controlando a estanqueidade dos mesmos;
- Verificar o nível e a pressão do óleo de lubrificação, atestar ou proceder à sua substituição;
- Verificar o estado e funcionamento dos componentes do sistema de lubrificação (cárter do óleo, filtro de óleo, bomba de óleo, etc.), procedendo à sua substituição e reparação.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Sistemas de arrefecimento
 - 1.1. Condução, convecção e radiação
 - 1.2. Finalidade
 - 1.3. Tipos de sistemas: características
 - 1.4. Componentes
 - 1.5. Método de verificação do termóstato
 - 1.6. Utilização do verificador de estanqueidade
 - 1.7. Verificação do sistema de arrefecimento
 - 1.8. Técnicas de montagem/desmontagem
 - 1.9. Reparação e substituição de componentes
2. Sistemas de lubrificação
 - 2.1. Lubrificantes e lubrificação
 - 2.2. Sistemas de lubrificação de motores: constituição e características
 - 2.3. Sistemas de lubrificação de transmissões: constituição e características
 - 2.4. Componentes
 - 2.5. Utilização de manómetros para medição de pressão
 - 2.6. Verificação
 - 2.7. Técnicas de montagem/desmontagem
 - 2.8. Reparação e substituição de componentes

4. Bibliografia / Outros Recursos

- ALMEIDA, Guilherme, (1997), *Sistema Internacional de Unidades (SI), Grandeza e Unidade Físicas, Terminologia, Símbolos e Recomendações*. 2.ª ed. Lisboa: Plátano.
- ALONSO, José Manuel (2006), *Electromecánica de Vehículos, Sistemas de Seguridad y Confortabilidad*. Madrid: Editorial Paraninfo.
- BARTZ, Wilfried J. (1992), *Engine oils and automotive lubrication*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- FERREIRA, Luís Andrade (1998), *Tribologia: Notas de Cursos – lubrificação e lubrificantes*. Porto: Publindustria.
- LUCCHESI, D. (1986), *O Automóvel: Curso técnico*. Lisboa: Editorial Presença.
- MOBIL (1976), *Fundamentos da Lubrificação, Coleção Técnica*. Lisboa: Edição Mobil.
- OZISIK, M. Necati (1985), *Heat Transfer*. New York: McGraw–Hill.
- PIRRO, D. M.; WESSOL A. A. (s.d.), *Lubrication Fundamentals*. 2.ª ed. New York: Marcel Dekker, Inc.
- WILLS, J. George (s.d.), *Lubrication Fundamentals*. New York: Marcel Dekker, Inc.

MÓDULO 26

Sistemas do Automóvel II (Transmissão convencional e automática)

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Neste módulo será feita a abordagem aos tipos, constituição e funcionamento de sistemas de transmissão convencional e automática nos automóveis, permitindo ao aluno a sua identificação e caracterização.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar tipos de sistemas de transmissão convencional e seus principais componentes;
- Descrever os princípios de funcionamento de um sistema de transmissão convencional;
- Descrever a função e funcionamento dos principais componentes de sistemas de transmissão convencional;
- Descrever a função e funcionamento de caixas de velocidades manuais;
- Identificar e descrever a função e características de componentes de caixas de velocidade;
- Descrever a função e funcionamento de embraiagens de sistemas de transmissão convencional,
- Identificar e descrever a função e características de componentes de embraiagens de sistemas de transmissão convencional;
- Identificar tipos de lubrificantes de embraiagens e caixas de velocidades;
- Identificar tipos de sistemas de transmissão automática e seus principais componentes;
- Descrever os princípios de funcionamento de um sistema de transmissão automática;
- Descrever a função e funcionamento dos principais componentes de sistemas de transmissão automática;
- Descrever a função e funcionamento de caixas de velocidades automáticas,
- Identificar e descrever a função e características de componentes de caixas de velocidades automáticas;
- Descrever a função e funcionamento de embraiagens de sistemas de transmissão automática;
- Identificar e descrever a função e características de componentes de embraiagens de sistemas de transmissão automática;
- Identificar tipos de lubrificantes de embraiagens e caixas de velocidades automáticas;
- Verificar o estado e funcionamento de embraiagens e caixas de velocidades;
- Diagnosticar e identificar as acusações de avaria em embraiagens e caixas de velocidades;
- Propor soluções para reparação e manutenção.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Sistemas de transmissão convencional
 - 1.1. Tipos de sistemas
 - 1.2. Componentes
 - 1.3. Tipos, características e funcionamento de caixas de velocidades
 - 1.4. Tipos, características e funcionamento de embraiagens
 - 1.5. Tipos de lubrificantes de embraiagens e caixas de velocidades
2. Sistemas de transmissão automática
 - 2.1. Tipos de sistemas
 - 2.2. Componentes
 - 2.3. Tipos, características e funcionamento de caixas de velocidades automáticas
 - 2.4. Tipos, características e funcionamento de embraiagens
 - 2.5. Tipos de lubrificantes de embraiagens e caixas de velocidades automáticas
3. Diagnóstico, verificação, reparação e substituição de embraiagens e caixas de velocidades de sistemas de transmissão convencional e automática
 - 3.1. Utilização de chaves dinamométricas
 - 3.2. Utilização de comparadores
 - 3.3. Técnicas de montagem e desmontagem

4. Bibliografia / Outros Recursos

MARTÍNEZ, Hermógenes Gil (2002), *Manual del automóvil: reparación y mantenimiento*. Madrid: Cultural Sa De Ediciones.

YAMAYEE, Zia A.; BALA, Juan L. (1994), *Electromechanical energy devices and power systems*. West Sussex: John Willey & Sons.

MÓDULO 27

Sistemas do Automóvel III (Direcção, suspensão e travagem)

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Neste módulo será feita abordagem à identificação e caracterização dos tipos, constituição e funcionamento de sistemas de direcção, de suspensão e de travagem.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar as funções de um sistema de suspensão;
- Identificar tipos de sistemas de suspensão: mecânicos, pneumáticos, hidráulicos, hidropneumáticos, entre outros;
- Identificar tipos de suspensões geridas electronicamente e seus principais componentes;
- Descrever os princípios de funcionamento dos sistemas de suspensão;
- Distinguir as massas suspensas das não suspensas;
- Identificar a influência das anomalias do sistema de suspensão na geometria de direcção e na segurança do veículo;
- Identificar os tipos de equipamentos de ensaio de sistemas de suspensão;
- Identificar tipos de sistemas de direcção e seus principais componentes;
- Descrever os princípios de funcionamento de um sistema de direcção e os seus principais componentes;
- Descrever a função dos sistemas de direcção assistida e os seus princípios de funcionamento;
- Identificar vantagens;
- Identificar os diferentes ângulos da geometria de direcção;
- Definir e interpretar conceitos relacionados com a direcção do automóvel
- Definir conceito de travagem e identificar os factores influentes no processo de travagem;
- Identificar os diversos tipos de sistemas de travagem e seus componentes;
- Descrever a função e funcionamento dos componentes do sistema de travagem;
- Descrever os princípios de funcionamento de sistemas de travagem hidráulicos;
- Identificar as principais características dos óleos nos sistemas de travagem hidráulicos;
- Descrever o tipo e as funções dos pneus e rodas.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Sistemas de direcção
 - 1.1. Tipos e características
 - 1.2. Componentes
 - 1.3. Geometria da direcção
2. Sistemas de suspensão
 - 2.1. Tipos e características
 - 2.2. Componentes
3. Sistemas de suspensão
 - 3.1. Tipos e características
 - 3.2. Componentes
 - 3.3. Óleos e sistemas de travagem hidráulicos
4. Rodas e pneus
 - 4.1. Tipos rodas e características
 - 4.2. Tipos pneus e características

4. Bibliografia / Outros Recursos

- AIRD, Forbes (s.d.), *Race car chassis: design and construction*. Osceola: MBI Publishing Company.
- ALBERT, Martí Parera (1993), *Frenos ABS*. Barcelona: Marcombo.
- ALONSO, José Manuel (s.d.), *Sistemas de transmisión y frenado*. Madrid: Editorial Paraninfo.
- BAUER, Horst (s.d.), *Automotive brake systems*. Warrendale: Bosch.
- CHURCHILL, Jeremy; COOMBS, Mark (s.d.), *Honda VFR750 & 700 V-Fours service and repair manual*. Somerset: Haynes Publishing Group.
- DIXON, John C. (1999), *The shock absorber handbook*. Warrendale: SAE (Society of Automotive Engineers).
- HAYNES, J. H. e STEAD, D. H. (s.d.), *Volkswagen Beetle 1300/1500 Owners Workshop Manual*. Somerset: Haynes Publishing Group.
- LEGG, A. K. (s.d.), *Citroen AX service and repair manual*. Somerset: Haynes Publishing Group.
- MARTÍNEZ, Hermógenes Gil (2002), *Manual del automóvil: reparación y mantenimiento*. Madrid: Cultural Sa De Ediciones.
- SAE (s.d.), *Light truck suspension systems : SP-1198*. Warrendale: SAE (Society of Automotive Engineers).
- SAE (s.d.), *New developments in axle, steering, suspension and chassis technology*. Warrendale: SAE (Society of Automotive Engineers).

MÓDULO 28

Sistemas do Automóvel IV (Ignição, alimentação e sobrealimentação)

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Neste módulo será feita abordagem à identificação e caracterização dos vários tipos de sistemas de ignição, alimentação e sobrealimentação, descrevendo as suas características e modos de funcionamento.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar a função do sistema de ignição no veículo,
- Descrever as características e princípios de funcionamento dos sistemas de ignição e seus componentes;
- Distinguir e identificar os vários tipos de sistemas de ignição, bobines e distribuidores;
- Distinguir velas quentes de velas frias segundo o tipo de motor em que são aplicadas;
- Identificar e descrever os vários componentes que constituem o sistema de alimentação convencional de motores a gasolina;
- Descrever o princípio de funcionamento dos carburadores e dos vários tipos de injeção mecânica;
- Identificar os vários componentes que constituem as injeções mecânicas e descrever o seu funcionamento;
- Descrever como se efectua a alimentação de combustível nos vários tipos de injeção mecânica;
- Identificar a função do sistema de injeção no veículo;
- Descrever as características e princípios de funcionamento dos sistemas de injeção e seus componentes;
- Distinguir injeção de gasolina de injeção de gasóleo;
- Distinguir sistemas de injeção monoponto de sistemas de injeção multiponto;
- Distinguir os vários tipos de injeções electrónicas;
- Identificar os tipos de emissões poluentes;
- Descrever as características e princípio de funcionamento de sistemas anti-polução;
- Descrever as vantagens da sobrealimentação de motores a gasolina e Diesel;
- Enumerar os tipos de compressores utilizados na sobrealimentação;
- Descrever o funcionamento e constituição dos compressores volumétricos e turbocompressores;
- Identificar os problemas relacionados com a aplicação de um turbocompressor a um motor;

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 28: *Sistemas do Automóvel IV (Ignição, alimentação e sobrealimentação)*

- Descrever o sistema de sobrealimentação seguido de refrigeração do ar – *intercooler*;
- Descrever e caracterizar o sistema de ar comprimido;
- Identificar os cuidados a ter na utilização de motores sobrealimentados com turbocompressor.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Sistemas de ignição
 - 1.1. Sistemas de ignição com platinados: características e funcionamento
 - 1.2. Sistemas de ignição electrónicos: características e funcionamento
 - 1.3. Conceito de alta tensão
 - 1.4. Transformadores
 - 1.5. Aplicação dos sistemas de ignição em motores a gasolina
2. Sistemas de alimentação
 - 2.1. Sistemas de alimentação de gasolina por carburador
 - 2.1.1. Sistemas de alimentação convencional: características
 - 2.1.2. Funcionamento de carburadores
 - 2.2. Sistemas de injeção mecânica em motores a gasolina
 - 2.2.1. Características
 - 2.2.2. Funcionamento
 - 2.2.3. Sistemas de injeção electrónica em motores a gasolina e em motores a gasóleo
 - 2.3. Sistemas de injeção de gasolina: características e funcionamento
 - 2.4. Sistemas de injeção de gasóleo: características e funcionamento
3. Sistemas de sobrealimentação
 - 3.1. Termodinâmica aplicada ao processo de sobrealimentação
 - 3.2. Sobrealimentação de motores térmicos
 - 3.3. Mecanismos de sobrealimentação: características e funcionamento

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 28: *Sistemas do Automóvel IV (Ignição, alimentação e sobrealimentação)*

4. Bibliografia / Outros Recursos

CASTRO, Miguel (s.d.), *Manual da Ignição*. Lisboa: Plátano Editora.

CHURCHILL, Jeremy; COOMBS, Mark (s.d.), *Honda VFR750 & 700 V-Fours service and repair manual*. Somerset: Haynes Publishing Group.

HAYNES, J. H. e STEAD, D. H. (s.d.), *Volkswagen Beetle 1300/1500 Owners Workshop Manual*. Somerset: Haynes Publishing Group.

MACINNES, Hugh (1984), *Turbochargers*. New York: Berkley Publishing Group.

RANGWALA, A. S. (s.d.), *Turbo-machinery dynamics : design and operation*. New York: McGraw-Hill.

ROBERT BOSCH (s.d.), *Diesel-engine management*. Bury St. Edmunds: Professional Engineering Publishing.

ROBERT BOSCH; SAE (s.d.), *Gasoline-engine management*. Stuttgart: Bosch.

SAE (s.d.), *Compression ignition combustion processes*. Warrendale: SAE (Society of Automotive Engineers).

MÓDULO 29

Sistemas do Automóvel V (Carga e arranque)

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Neste módulo será feita abordagem à identificação do princípio de funcionamento e das características dos sistemas de carga e arranque, bem como e dos elementos constituintes. Este módulo irá capacitar os alunos para a execução de (des)montagem e manutenção dos sistemas de carga e de arranque, nomeadamente da bateria do veículo automóvel.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar o circuito de carga do veículo;
- Definir o princípio de funcionamento do alternador e seus componentes;
- Definir rectificação de corrente e regulação de tensão;
- Desenhar o esquema eléctrico equivalente do alternador;
- Definir o princípio de funcionamento da bateria de acumuladores, sua estrutura e o processo de armazenamento de energia eléctrica;
- Identificar e (des)montar a bateria;
- Medir a densidade do electrólito;
- Verificar a carga da bateria;
- Efectuar a limpeza da bateria e dos bornes;
- Determinar a polaridade da bateria;
- Recarregar baterias;
- Identificar o circuito de arranque do veículo e respectiva disposição;
- Definir o princípio de funcionamento do motor de arranque e seus componentes;
- Verificar o relé do motor de arranque;
- Verificar a queda de tensão nos cabos;
- Verificar as ligações de massa da bateria.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Circuito de carga
 - 1.1. Electromagnetismo (Generalidades)
 - 1.2. Corrente alternada e corrente contínua (Generalidades)
 - 1.3. Circuito de carga. Características. Constituição
 - 1.4. Funcionamento do circuito de carga
 - 1.5. Geradores eléctricos
 - 1.6. Rectificação de corrente eléctrica
 - 1.7. Regulação de tensão
 - 1.8. Armazenamento de energia eléctrica
 - 1.9. Baterias
 - 1.9.1. Tipos de baterias. Características. Constituição
 - 1.9.2. Funcionamento das baterias
 - 1.9.3. Utilização de multímetros
 - 1.9.4. Utilização de densímetros
 - 1.9.5. Tipos, características e utilização de carregadores de baterias
 - 1.9.6. Desmontagem/montagem da bateria e manutenção
2. Circuito de arranque
 - 2.1. Tipos de motores eléctricos. Características. Constituição
 - 2.2. Funcionamento dos motores de arranque
 - 2.3. Funcionamento dos relés
 - 2.4. Motores de arranque
 - 2.4.1. Tipos de motores de arranque. Características. Constituição
 - 2.4.2. Diagnóstico de avarias. Procedimentos de reparação

4. Bibliografia / Outros Recursos

ROBERT BOSCH (s.d.), *Alternators: automotive electric/electronic systems*. Stuttgart: Bosch.

ROBERT BOSCH (s.d.), *Batteries: automotive electric/electronic systems*. Stuttgart: Bosch.

ROBERT BOSCH (s.d.), *Engine electronics*. Stuttgart: Bosch.

ROBERT BOSCH (s.d.), *Starting systems: automotive electric/electronic systems*. Stuttgart: Bosch.

MÓDULO 30

Sistemas do Automóvel VI (Segurança e conforto automóvel)

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Neste módulo será feita a abordagem à identificação dos principais sistemas de segurança activa, de segurança passiva e de conforto e segurança existentes nos veículos automóveis. Os alunos tomarão também conhecimento sobre as suas características e princípios de funcionamento.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Distinguir segurança activa de segurança passiva;
- Identificar os principais sistemas de segurança activa e segurança passiva;
- Descrever o princípio de funcionamento e as características dos principais sistemas de segurança activa;
- Distinguir os diversos sistemas de controlo de travagem e aceleração;
- Distinguir os diversos sistemas de controlo de estabilidade dinâmica;
- Descrever o princípio de funcionamento e as características dos principais sistemas de segurança passiva;
- Identificar os principais sistemas de conforto e segurança dos veículos automóveis;
- Descrever o princípio de funcionamento e as características dos sistemas de fechos centralizados;
- Descrever o princípio de funcionamento e as características dos sistemas de vidros eléctricos;
- Descrever o princípio de funcionamento e as características dos sistemas de bancos reguláveis electricamente;
- Descrever o princípio de funcionamento e as características dos sistemas de espelhos retrovisores eléctricos;
- Descrever o princípio de funcionamento e as características dos sistemas de limpa-vidros;
- Descrever o princípio de funcionamento e as características dos sistemas de desembaciamento;
- Descrever o princípio de funcionamento e as características dos sistemas de ar condicionado;
- Descrever o princípio de funcionamento e as características dos sistemas de alarme anti-roubo.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Sistemas de segurança activa e passiva
 - 1.1. Sistemas de segurança activa: características e funcionamento
 - 1.2. Sistemas de segurança passiva: características e funcionamento
 - 1.3. Circuitos hidráulicos
 - 1.4. Sistemas de travagem antibloqueio (ABS)
 - 1.5. Sistemas de bloqueio electrónico do diferencial (EDS)
 - 1.6. Sistemas de controlo de tracção (ETC)
 - 1.7. Sistemas antipatinagem das rodas (ASR)
2. Sistemas de conforto e de segurança
 - 2.1. Características
 - 2.2. Funcionamento
 - 2.3. Motores eléctricos de corrente contínua utilizados em sistemas de conforto e de segurança

4. Bibliografia / Outros Recursos

ROBERT BOSCH (s.d.), *Automotive electronics for safety, comfort and reliability*. Stuttgart: Bosch.
ROBERT BOSCH; SAE (s.d.), *Driving-safety systems*. Stuttgart: Bosch.

MÓDULO 31

Sistemas do Automóvel VII (Eléctricos e electrónicos)

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Neste módulo será feita abordagem à identificação dos principais componentes e características dos sistemas digitais, ao funcionamento de transformadores, motores e geradores eléctricos, utilizados no veículo automóvel, à leitura e interpretação de esquemas eléctricos auto e à utilização correcta dos aparelhos eléctricos de medição de grandezas. Pretende-se com estes conteúdos capacitar os alunos para a análise, estudo e diagnóstico de avarias em diferentes sistemas eléctricos e electrónicos que se podem encontrar nos veículos automóveis.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar os principais sistemas eléctricos e electrónicos do veículo automóvel;
- Descrever o princípio de funcionamento e as características da instalação eléctrica do automóvel;
- Descrever e interpretar esquemas eléctricos do automóvel;
- Distinguir diferentes tipos de sensores e actuadores e a sua interacção com a unidade de comando;
- Utilizar o multímetro e o osciloscópio para identificar avarias nos sistemas eléctricos e electrónicos.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Sistema eléctrico
 - 1.1. Instalação eléctrica do automóvel
 - 1.2. Leitura e interpretação de esquemas eléctricos do automóvel
 - 1.3. Componentes do sistema eléctrico do automóvel e sua simbologia
 - 1.4. Tipos e características de cabos, fusíveis e relés utilizados em veículos automóveis
 - 1.5. Leitura e interpretação de esquemas eléctricos auto
 - 1.6. Normas DIN e S.A.E.
2. Unidades electrónicas de comando, sensores e actuadores
3. Diagnóstico/reparação em sistemas eléctricos (generalidades)
4. Diagnóstico/reparação em sistemas com gestão electrónica (generalidades)

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 31: *Sistemas do Automóvel VII (Eléctricos e electrónicos)*

5. Multiplexagem

5.1. Sistemas de comunicação *CAN*

5.2. *Bus* multiplexado

5.3. Protocolos de diagnóstico

6. Sistemas de comunicação e informação

6.1. Sistemas de som e multimédia

6.2. Sistema de posicionamento *GPS*

4. Bibliografia / Outros Recursos

DENTON, Tom (s.d.), *Automobile Electrical and Electronic Systems*. [s.l.]: [s.n.]

JURGEN, Ronald K. (1995), *Automotive Electronics Handbook*. [s.l.]: McGraw-Hill.

ROBERT BOSCH (s.d.), *Automotive electrics and electronics*. Stuttgart : Bosch.

ROBERT BOSCH; SAE (s.d.), *Driving-safety systems*. Stuttgart: Bosch.

MÓDULO 32

Diagnóstico Automóvel I (Sistemas mecânicos)

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Neste módulo será feita abordagem, essencialmente prática, ao controle de condição dos sistemas mecânicos que constituem o veículo automóvel. Este módulo deverá ser leccionado em articulação com o de “Diagnóstico Automóvel II (Sistemas Eléctricos e Electrónicos)”, devido à sua complementaridade. Pretende-se com este módulo que o aluno adquira competências na utilização de aparelhos de medida e outros equipamentos utilizados na detecção e diagnóstico de avarias. A inserção deste módulo na disciplina de Práticas Oficiais permitirá a complementaridade prática dos conhecimentos já adquiridos na disciplina de Tecnologia e Processos.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar as funções e potencialidades do multímetro;
- Medir qualquer grandeza eléctrica com o uso do multímetro e definir com clareza os resultados obtidos em função do calibre utilizado no aparelho;
- Identificar as principais funções do osciloscópio;
- Visualizar sinais de entrada e entrada/saída do circuito eléctrico/electrónico do veículo automóvel com um osciloscópio;
- Efectuar medições de grandes intensidades de corrente eléctrica utilizando a pinça amperimétrica;
- Utilizar correctamente o ferro de soldar fios eléctricos;
- Utilizar correctamente ferramentas de furação e corte;
- Diagnosticar e reparar avarias eléctricas consultando os esquemas do veículo;
- Diagnosticar e identificar as causas de avaria em caixas de velocidade simples e automáticas;
- Diagnosticar e identificar as causas de avaria em embraiagens;
- Diagnosticar as causas de avaria no sistema de suspensão do veículo;
- Diagnosticar e identificar as causas de avaria nos sistemas de direcção;
- Diagnosticar e identificar as causas de avaria nos sistemas de travagem hidráulicos;
- Diagnosticar avarias no sistema ignição/alimentação e sobrealimentação;
- Diagnosticar avarias no sistema de carga e arranque;
- Executar reparações nos diferentes sistemas a partir dos resultados da detecção e diagnóstico de avarias;
- Elaborar relatório de detecção, diagnóstico e reparação de avarias.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Processo de detecção e diagnóstico de avarias
 - 1.1. Sistemas de arrefecimento e de lubrificação
 - 1.2. Sistemas de transmissão convencional e automática
 - 1.3. Sistemas de direcção, de suspensão e de travagem
 - 1.4. Sistemas de ignição, de alimentação e de sobrealimentação
 - 1.5. Sistemas de carga e de arranque
 - 1.6. Sistemas de segurança e de conforto automóvel
2. Regras de elaboração de relatório de detecção, diagnóstico e reparação de avarias

4. Bibliografia / Outros Recursos

DENTON, Tom (s.d.), *Advanced automotive diagnosis*. Amsterdam: Butterworth Heinemann.

MÓDULO 33

Diagnóstico Automóvel II (Sistemas eléctricos e electrónicos)

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Neste módulo será feita a abordagem, essencialmente prática, ao controle da condição dos sistemas eléctricos e electrónicos que constituem o veículo automóvel. Este módulo deverá ser leccionado após o módulo de “Sistemas de Automóvel VII (Eléctricos e Electrónicos)” e em articulação com o de “Diagnóstico Automóvel I (Sistemas Mecânicos)”, devido à sua complementaridade. Pretende-se com este módulo que o aluno adquira competências na utilização de aparelhos de medida e outros equipamentos utilizados na detecção e diagnóstico de avarias, para além de ler e interpretar esquemas eléctricos e electrónicos. A inserção deste módulo na disciplina de Práticas Oficiais permitirá a complementaridade prática dos conhecimentos já adquiridos na disciplina de Tecnologia e Processos.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar os cabos condutores da cablagem de um veículo;
- Identificar a caixa central e a caixa de fusíveis de um automóvel;
- Identificar as secções dos cabos condutores da instalação eléctrica do automóvel;
- Distinguir cabos condutores multifilares de cabos coaxiais e identificar as circunstâncias em que cada um é utilizado;
- Distinguir os diferentes circuitos eléctricos de um veículo automóvel segundo a sua classificação;
- Distinguir a função dos fios condutores consoante a cor característica;
- Identificar os componentes eléctricos com base na sua simbologia;
- Identificar a simbologia DIN e S.A.E. dos esquemas eléctricos;
- Interpretar e elaborar esquemas de blocos de um determinado circuito;
- Interpretar esquemas eléctricos segundo as normas DIN e SAE;
- Identificar os calibres dos fusíveis utilizados para protecção dos circuitos eléctricos;
- Identificar os tipos de relés mais comuns no automóvel;
- Diagnosticar e reparar avarias eléctricas, consultando os esquemas eléctricos do veículo;
- Diagnosticar e reparar avarias electrónicas consultando os esquemas electrónicos do veículo;
- Executar reparações nos diferentes sistemas a partir dos resultados da detecção e diagnóstico de avarias;
- Elaborar relatório de detecção, diagnóstico e reparação de avarias.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Processos de detecção e diagnóstico de avarias
 - 1.1. Sistemas eléctricos
 - 1.2. Sistemas electrónicos
2. Regras de elaboração de relatório da detecção, diagnóstico e reparação de avarias

4. Bibliografia / Outros Recursos

DENTON, Tom (s.d.), *Advanced automotive diagnosis*. Amsterdam: Butterworth Heinemann.

VASSALLO, F. Ruiz (s.d.), *Manual de Instrumentos de Medida Electrónicos*. Lisboa: Plátano.

WHITE, Charles; RAVENHILL, Keith (s.d.), *EEC IV, EEC V & Weber Marelli engine management systems techbook*. Somerset: Haynes Publishing Group.

MÓDULO 34

Estruturas de Aeronaves I (Aeronavegabilidade e fuselagens)

Duração de Referência: **20 horas**

1. Apresentação

Com este módulo, pretende-se iniciar o estudo das estruturas de aeronaves, começando pela abordagem aos requisitos de “aeronavegabilidade” e aos métodos de construção das “fuselagens” de aviões segundo as especificações “ATA 52/53/56”.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Tomar conhecimento dos requisitos de aeronavegabilidade;
- Classificar e distinguir as estruturas de aeronaves;
- Definir os conceitos de “a prova de falha”, “vida segura” e “tolerância ao dano”;
- Distinguir os sistemas de zona e de estação;
- Distinguir e aplicar os esforços que se podem exercer sobre as estruturas;
- Instalar os sistemas de drenagem e ventilação;
- Instalar sistemas de protecção contra descargas eléctricas;
- Identificar métodos de construção/reparação das fuselagens;
- Identificar técnicas de montagem de estruturas;
- Executar trabalhos de manutenção em estruturas de aeronaves;
- Identificar métodos de protecção de superfícies;
- Efectuar a limpeza de superfícies;
- Utilizar métodos de alinhamento de fuselagens;
- Verificar a simetria de fuselagens;
- Instalar assentos e sistemas de carga;
- Descrever o processo de construção de fuselagens;
- Efectuar a selagem de pressurização;
- Proceder à reparação/montagem dos pontos de fixação das asas, estabilizador, pilão, fixações do trem de aterragem;
- Reparar e montar as portas de saída de emergência;
- Reparar e montar mecanismos de janelas e pára-brisas;
- Executar trabalhos de manutenção na fuselagem das aeronaves;
- Respeitar e cumprir regras de prevenção, higiene e segurança.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Estruturas - Conceitos gerais

1.1. Aeronavegabilidade

- 1.1.1. Requisitos de aeronavegabilidade para resistência estrutural
- 1.1.2. Classificação estrutural: primária, secundária e terciária
- 1.1.3. Conceitos de “à prova de falha”, “ vida segura “ e “ tolerância ao dano “
- 1.1.4. Sistemas de identificação de zona e estação
- 1.1.5. Pressão, esforço, curvatura, compressão, corte, torção, tensão, pressão circular e fadiga
- 1.1.6. Sistemas de drenagem e ventilação
- 1.1.7. Instalação de sistemas
- 1.1.8. Sistemas de protecção contra descargas atmosféricas
- 1.1.9. Colagem e aglomeração em sistemas e aeronaves

1.2. Fuselagem

- 1.2.1. Métodos de construção de: fuselagem com revestimento activo, matrizes, réguas de bordo, longarinas anteparas, armações, chapas de reforço, apoios, barras, estruturas de caixa, estruturas de pavimento, reforços, métodos de revestimento, protecção anti-corrosão, fixação de asa e fixação de motor
- 1.2.2. Técnicas de montagem de estrutura: rebitagem, aparafusamento e colagem
- 1.2.3. Métodos de protecção de superfície: cromagem, anodização e pintura
- 1.2.4. Limpeza de superfícies
- 1.2.5. Simetria da fuselagem: métodos de alinhamento e verificação da simetria

2. Fuselagem (ATA 52/53/56)

- 2.1. Construção e selagem de pressurização
- 2.2. Pontos de fixação da asa, estabilizador, pilão, fixação de trem de aterragem
- 2.3. Instalação de assentos e sistema de carga
- 2.4. Portas e saídas de emergência: Construção, mecanismos de funcionamento e dispositivos de segurança
- 2.5. Construção e mecanismos de janela e pára-brisas

4. Bibliografia / Outros Recursos

- BRUHN, E. F., (s.d.), *Analysis and Design of Flight Vehicle Structures*. [s.l.]: Jacobs Publishing
- CRANE, Dale (1999), *Aviation Maintenance Technician Séries: Airframe Structures*. 2.^a ed. Washington: Aviation Supplies e Academies, Inc.
- MEGSON, T.H.(s.d.), *Aircraft Structures for Engineering Students*. 3.^a ed. [s.l.]: Edward Arnold
- PEERY, David J.; AZAR, J.J. (s.d.), *Aircraft Structures*. [s.l.]: [s.n.].

MÓDULO 35

Estruturas de Aeronaves II (Asas, estabilizadores, superfícies de controlo de voo e coberturas de motor/pilões)

Duração de Referência: **20 horas**

1. Apresentação

Pretende-se com este módulo dar continuidade ao módulo de “Estruturas de Aeronaves I”, sendo abordados temas relativos a “asas” (especificação ATA 57), a “estabilizadores” (especificação ATA 55), às “superfícies de controlo de voo” (especificações ATA 55/57) e às “coberturas de motor/pilões” (especificação ATA 54), no que concerne aos métodos de construção e montagem, segundo as especificações aplicáveis em cada caso.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Interpretar correctamente a especificação ATA 57;
- Descrever o processo de construção das asas;
- Caracterizar os depósitos de combustível;
- Caracterizar o trem de aterragem, pilão, superfícies de controlo e os pontos de fixação dos dispositivos de hipersustentação/arrasto;
- Interpretar correctamente a especificação ATA 55;
- Descrever o processo de construção dos estabilizadores;
- Descrever o processo de a fixação da superfície de controlo;
- Interpretar o capítulo ATA 54;
- Instalar divisórias corta-fogo;
- Aplicar o berço do motor;
- Respeitar e cumprir regras de prevenção, higiene e segurança;
- Executar trabalhos de manutenção em asas, estabilizadores, superfícies de controlo de voo e coberturas de motores/pilões.

MÓDULO 35: *Estruturas de Aeronaves II (Asas, estabilizadores, superfícies de controlo de voo e coberturas de motor/pilões)*

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Asas (ATA 57)
 - 1.1. Construção
 - 1.2. Depósitos de combustível
 - 1.3. Trem de aterragem, pilão, superfícies de controlo e pontos de fixação de dispositivos de hipersustentação/arrasto
2. Estabilizadores (ATA 55)
 - 2.1. Construção
 - 2.2. Fixação da superfície de controlo
3. Superfícies de controlo de voo (ATA 55/57)
 - 3.1. Construção e fixação
 - 3.2. Centragem. Massa e aerodinâmica
4. Coberturas de motor/pilões (ATA 54)
 - 4.1. Construção
 - 4.2. Divisórias corta-fogo
 - 4.3. Berço do motor

4. Bibliografia / Outros Recursos

BRUHN, E. F., (s.d.), *Analysis and Design of Flight Vehicle Structures*. [s.l.]: Jacobs Publishing

CRANE, Dale (1999), *Aviation Maintenance Technician Séries: Airframe Structures*. 2.^a ed. Washington: Aviation Supplies e Academies, Inc.

MEGSON, T.H.(s.d.), *Aircraft Structures for Engineering Students*. 3.^a ed. [s.l.]: Edward Arnold

PEERY, David J.; AZAR, J.J. (s.d.), *Aircraft Structures*. [s.l.]: [s.n.].

MÓDULO 36

Sistemas de Aeronaves I (Comandos de voo e sistemas de instrumentos)

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Pretende-se com este módulo iniciar o estudo dos sistemas de aeronaves, começando pela abordagem aos comandos de voo (especificação ATA 27) e aos sistemas de instrumentos (especificação ATA 31), segundo as especificações aplicáveis em cada caso.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar os comandos de voo;
- Distinguir os seus componentes;
- Descrever a sua função no sistema;
- Executar trabalhos de manutenção nos comandos de voo;
- Definir sistemas de instrumentos;
- Distinguir os seus componentes;
- Descrever a sua função no sistema;
- Executar trabalhos de manutenção em sistemas de instrumentos;
- Respeitar e cumprir regras de prevenção, higiene e segurança.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Comandos de voo (ATA 27)
 - 1.1. Comandos primários: aileron, leme de profundidade, leme de direcção, *spoiler*
 - 1.2. Comando de compensação
 - 1.3. Controlo activo de carga
 - 1.4. Dispositivos de hipersustentação
 - 1.5. Redutores de sustentação, freios aerodinâmicos
 - 1.6. Funcionamento de sistemas: manual, hidráulico, pneumático, eléctrico e *fly-by-wire*
 - 1.7. Simulador de sensações sensoriais, amortecedor de guinada, compensador de *Mach*, limitador de leme de direcção, sistemas de bloqueio de comandos
 - 1.8. Centragem e ajuste
 - 1.9. Sistema de protecção/aviso de perda

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 36: *Sistemas de Aeronaves I* (Comandos de voo e sistemas de instrumentos)

2. Sistemas de instrumentos (ATA 31)

- 2.1. *Pitot* estático: altímetro, indicador de velocidade do ar, indicador de velocidade vertical
- 2.2. Giroscópio: indicador de horizonte artificial, indicador de altitude com indicador de rumo, indicador de direcção de voo, indicador de posição horizontal, indicador de voltas, coordenado de voltas
- 2.3. Bússolas: leitura directa e leitura remota
- 2.4. Indicação de ângulo de ataque, sistemas de aviso de perda
- 2.5. Outros indicadores de sistemas aeronáuticos

4. Bibliografia / Outros Recursos

AZINHEIRA, José Raul; FONSECA, Agostinho (2000), *Instrumentação*. [s.l.]: [s.n.]

KAYTON, M.; FRIED, W. R. (1996), *Avionics Navigation Systems*. [s.l.]: [s.n.]

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

PALLETT, E. H. J. (1992), *Aircraft Instruments & Integrated Systems*. [s.l.]: Jeppesen.

Sítios na Internet:

<http://jepessen.com>

<http://www.flightstore.co.uk>

MÓDULO 37

Sistemas de Aeronaves II (Eléctricos, protecção contra o gelo, a chuva e as luzes)

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Pretende-se com este módulo dar continuidade ao módulo de “Sistemas de Aeronaves I”, sendo abordados temas relativos a “Sistemas eléctricos” (especificação ATA 24), à “Protecção contra o gelo e a chuva” (especificação ATA 30) e às “Luzes” (especificação ATA 33), segundo as especificações aplicáveis em cada caso.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Caracterizar comandos de Sistemas Eléctricos de aeronaves;
 - Identificar os seus componentes;
 - Descrever a sua função no sistema;
 - Executar trabalhos de manutenção em sistemas eléctricos de aeronaves;
- Caracterizar sistemas de protecção contra o gelo e a chuva;
 - Identificar os seus componentes;
 - Descrever a sua função no sistema;
 - Executar trabalhos de manutenção nos sistemas de protecção contra o gelo e a chuva;
- Caracterizar o sistema de luzes de aeronaves;
 - Identificar os seus componentes;
 - Descrever a sua função no sistema;
 - Executar trabalhos de manutenção no sistema de luzes de aeronaves.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Sistemas eléctricos (ATA 24)
 - 1.1. Instalação e funcionamento de baterias
 - 1.2. Geração de Corrente Contínua
 - 1.3. Geração de Corrente Alternada
 - 1.4. Geração de corrente eléctrica de emergência
 - 1.5. Regulação de tensão
 - 1.6. Distribuição da corrente eléctrica
 - 1.7. Inversores, transformadores e rectificadores
 - 1.8. Protecção dos circuitos
 - 1.9. Fonte de alimentação externa/terrestre
2. Protecção contra o gelo e a chuva (ATA 30)
 - 2.1. Formação de gelo, classificação e detecção
 - 2.2. Sistemas de anti-gelo: eléctrico, de ar quente e químico
 - 2.3. Sistemas de degelo: eléctrico, de ar quente, pneumático e químico
 - 2.4. Repelente de chuva
 - 2.5. Aquecimento da sonda de abastecimento e dos drenos
 - 2.6. Sistemas de limpa pára-brisas
3. Luzes (ATA 33)
 - 3.1. Externas: navegabilidade, anti-colisão, aterragem, rolagem no solo, gelo
 - 3.2. Internas: cabine de passageiros, cabine de pilotagem, compartimento de carga
 - 3.3. Emergência

4. Bibliografia / Outros Recursos

- AZINHEIRA, José Raul; FONSECA, Agostinho (2000), *Instrumentação*. [s.l.]: [s.n.]
- J.E. Bygatr (s.d.), *Aircraft Electrical Systems*. [s.l.]: Jeppesen
- KAYTON, M.; FRIED, W. R. (1996), *Avionics Navigation Systems*. [s.l.]: [s.n.]
- LOMBARDO, David A. (1998), *Aircraft Systems*. New York: McGraw-Hill.
- MAHER, E. (2001), *Avionics Troubleshooting and Repair. Practical Flying Series*. New York: McGraw-Hill.
- PALLETT, E. H. J. (1992), *Aircraft Instruments & Integrated Systems*. [s.l.]: Jeppesen.

Sítios na Internet:

<http://jepessen.com>

<http://www.flightstore.co.uk>

MÓDULO 38

Sistemas de Aeronaves III

(Ar condicionado e pressurização da cabine, equipamento e interiores, protecção contra incêndios, oxigénio e águas/resíduos)

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Pretende-se com este módulo dar continuidade ao módulo “Sistemas de Aeronaves II”, sendo abordados temas relativos a “Ar condicionado e pressurização da cabine” (especificação ATA 21), a “Equipamento e interiores” (especificação ATA 25), a “ Protecção contra incêndios” (especificação ATA 26), ao “Oxigénio” (especificação ATA 35) e às “Águas/resíduos” (especificação ATA 38), segundo as especificações aplicáveis em cada caso.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Caracterizar os sistemas de ar condicionado;
- Caracterizar os sistemas de distribuição de ar condicionado;
- Controlar o fluxo, a temperatura e a humidade;
- Caracterizar os sistemas de pressurização;
- Caracterizar os sistemas de controlo e indicação;
- Executar trabalhos de manutenção em pressurização;
- Identificar os sistemas de segurança e aviso;
- Executa trabalhos de manutenção em dispositivos de segurança e aviso;
- Identificar os equipamentos de interior de uma aeronave;
- Executar trabalhos de manutenção nos equipamentos de interior de uma aeronave;
- Distinguir os sistemas de detecção e aviso de fumo e incêndio;
- Ensaiar os sistemas de extinção de incêndios;
- Identificar as fontes de oxigénio;
- Caracterizar o sistema de distribuição de oxigénio;
- Executar trabalhos de manutenção nos sistemas de distribuição de oxigénio, de controlo de pressão e indicadores e avisos;
- Descrever a configuração do sistema de águas e resíduos;
- Executar trabalhos de manutenção nos sistemas de águas e resíduos;
- Respeitar e cumprir as regras de prevenção, higiene e segurança.

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 38: *Sistemas de Aeronaves III (Ar condicionado e pressurização da cabine, equipamento e interiores, protecção contra incêndios, oxigénio e águas/resíduos)*

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Ar condicionado e pressurização da cabine (ATA 21)
 - 1.1. Fornecimento de ar: fontes de fornecimento de ar, incluindo purga de ar do motor, APU e veículos de assistência
 - 1.2. Ar condicionado
 - 1.2.1. Sistemas de ar condicionado
 - 1.2.2. Ventiladores e máquinas de ciclo de vapor
 - 1.2.3. Sistemas de distribuição
 - 1.2.4. Sistemas de controlo de fluxo, temperatura e humidade
 - 1.3. Pressurização
 - 1.3.1. Sistemas de pressurização
 - 1.3.2. Sistemas de controlo e indicação, incluindo válvulas de controlo e segurança
 - 1.3.3. Controlo de pressão de cabina
 - 1.4. Dispositivos de segurança e aviso
2. Equipamento e interiores (ATA 25)
 - 2.1. Requisitos de equipamentos de emergência Ar condicionado
 - 2.2. Cadeiras, arneses e cintos
 - 2.3. Configuração da cabine e equipamentos
 - 2.4. Instalação de interiores de cabina, equipamento recreativo de cabina
 - 2.5. Instalação da cozinha
 - 2.6. Escadas
3. Protecção contra incêndios (ATA 26)
 - 3.1. Sistemas de detecção e aviso de fumos e incêndios
 - 3.2. Sistemas de extinção de incêndios
 - 3.3. Ensaio aos sistemas
 - 3.4. Extintores portáteis
4. Oxigénio (ATA 35)
 - 4.1. Configuração de sistema: cabina de pilotagem, cabina de passageiros
 - 4.2. Fontes, armazenagem, carga e distribuição
 - 4.3. Sistemas de regulação de funcionamento
 - 4.4. Indicações e avisos
5. Águas/Resíduos (ATA 38)
 - 5.1. Configuração do sistema de fornecimento, distribuição, manutenção e drenagem de água
 - 5.2. Configuração de casas de banho, dispositivos de autoclismo e lavagem
 - 5.3. Corrosão

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 38: *Sistemas de Aeronaves III*

(Ar condicionado e pressurização da cabine, equipamento e interiores, protecção contra incêndios, oxigénio e águas/resíduos)

4. Bibliografia / Outros Recursos

LOMBARDO, David A. (1998), *Aircraft Systems*. New York: McGraw-Hill.

Sítios na Internet:

<http://jepessen.com>

MÓDULO 39

Sistemas de Aeronaves IV (Combustível e pneumáticos/vácuo)

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Pretende-se com este módulo dar continuidade ao módulo “Sistemas de Aeronaves III”, sendo abordados temas relativos aos “Sistemas de combustíveis” (especificação ATA 28) e aos “Sistemas pneumáticos/vácuo” (especificação ATA 36), segundo as especificações aplicáveis em cada caso.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar os componentes do sistema de combustível;
- Identificar os depósitos de combustível;
- Caracterizar os sistemas de abastecimento;
- Caracterizar os sistemas de descarga em voo e descarga intencional;
- Executar o reabastecimento e extracção de combustível;
- Executar trabalhos de manutenção no sistema de combustíveis;
- Identificar os componentes do sistema de pneumático;
- Descrever a função dos componentes no sistema;
- Distinguir as interfaces dos sistemas pneumáticos/vácuo com outros sistemas;
- Executar trabalhos de manutenção nos sistemas pneumáticos/vácuo;
- Respeitar e cumprir regras de prevenção, higiene e segurança.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. SISTEMAS DE COMBUSTÍVEL (ATA 28)

- 1.1. Configuração de sistema
- 1.2. Reservatório de combustível
- 1.3. Sistemas de abastecimento
- 1.4. Sistemas de descarga em voo, descarga intencional e drenagem
- 1.5. Alimentação cruzada e transferência
- 1.6. Indicações e avisos
- 1.7. Reabastecimento e extracção de combustível
- 1.8. Sistemas de repartição equilibrada de combustível no plano longitudinal

2. Sistemas pneumáticos/vácuo (ATA 36)

- 2.1. Configuração de sistema
- 2.2. Fontes: motor/APU, compressores reservatórios, fornecimento terrestre
- 2.3. Controlo de pressão
- 2.4. Distribuição
- 2.5. Indicações e avisos
- 2.6. Interfaces com outros sistemas

4. Bibliografia / Outros Recursos

LOMBARDO, David A. (1998), *Aircraft Systems*. New York: McGraw-Hill.

Sítios na Internet:

<http://jepessen.com>

MÓDULO 40

Sistemas de Aeronaves V (Hidráulicos e trem de aterragem)

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Pretende-se com este módulo dar continuidade ao módulo de “Sistemas de Aeronaves IV”, sendo abordados temas relativos aos “Sistemas hidráulicos” (especificação ATA 29) e ao “Trem de aterragem” (especificação ATA 32), segundo as especificações aplicáveis em cada caso.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar as propriedades dos fluidos hidráulicos;
- Identificar e caracterizar os vários tipos de bombas hidráulicas, quanto à constituição, funcionamento e aplicação;
- Caracterizar os elementos constituintes das bombas hidráulicas, e as suas funções;
- Identificar os problemas específicos de manutenção e conservação das bombas hidráulicas;
- Descrever o processo de distribuição de pressão;
- Identificar os diversos tipos de válvulas;
- Identificar e caracterizar os componentes, equipamentos e instalações auxiliares de um circuito pneumático/hidráulico;
- Executar trabalhos de manutenção em sistemas hidráulicos;
- Descrever o processo de construção do trem de aterragem, nomeadamente dos amortecedores;
- Descrever a função dos seus componentes no sistema;
- Interpretar as indicações e os avisos;
- Executar trabalhos de manutenção no trem de aterragem;
- Respeitar e cumprir regras de prevenção, higiene e segurança.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Sistemas hidráulicos (ATA 29)
 - 1.1. Configuração do sistema
 - 1.2. Líquidos do sistema hidráulico
 - 1.3. Reservatórios e acumuladores hidráulicos
 - 1.4. Geração de pressão: eléctrica, mecânica e pneumática
 - 1.5. Geração de pressão de emergência
 - 1.6. Controlo de pressão
 - 1.7. Distribuição da acção hidráulica
 - 1.8. Sistemas de indicação e aviso
 - 1.9. Interface com outros sistemas
2. Trem de aterragem (ATA 32)
 - 2.1. Construção
 - 2.2. Amortecedores
 - 2.3. Sistemas de extensão e retracção: normais e de emergência
 - 2.4. Sinalizadores: Indicações e avisos
 - 2.5. Rodas, travões, dispositivos de anti-derrapagem e de travagem automática
 - 2.6. Pneumáticos
 - 2.7. Direcção

4. Bibliografia / Outros Recursos

CRANE, Dale (1999), *Aviation Maintenance Technician Séries: Airframe Structures*. 2.^a ed. Washington: Aviation Supplies e Academies, Inc.

Sítios na Internet:

<http://jepessen.com>

<http://www.skygeek.com>

MÓDULO 41

Sistemas de Aeronaves VI (Aviónicos e de manutenção de bordo)

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Pretende-se com este módulo dar continuidade ao módulo de “Sistemas de Aeronaves V”, sendo abordados temas relativos aos “Sistemas aviónicos” (especificações ATA 22/23/34) e aos “Sistemas de manutenção de bordo” (especificação ATA 45), segundo as especificações aplicáveis em cada caso.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Descrever a função do piloto automático;
- Identificar os componentes do piloto automático;
- Descrever as funções dos componentes do piloto automático;
- Proceder à manutenção do piloto automático;
- Identificar os componentes do sistema de comunicações;
- Descrever as funções dos componentes do sistema de comunicações;
- Proceder à manutenção dos sistemas de comunicações;
- Caracterizar os componentes do sistema de navegação;
- Descrever as funções dos componentes do sistema de navegação;
- Proceder à manutenção dos sistemas de navegação;
- Respeitar e cumprir regras de prevenção, higiene e segurança;
- Caracterizar os componentes do sistema de manutenção a bordo;
- Descrever as funções dos componentes do sistema de manutenção a bordo;
- Proceder à manutenção do sistema de manutenção a bordo.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Sistemas aviônicos
 - 1.1. Princípios e funcionamento de configurações de sistema
 - 1.2. Piloto automático (especificação ATA 22)
 - 1.3. Sistemas de comunicação (especificação ATA 23)
 - 1.4. Sistemas de navegação (especificação ATA 34)
2. Sistemas de manutenção de bordo (ATA 45)
 - 2.1. Computadores centrais de manutenção
 - 2.2. Sistema de carregamento de dados
 - 2.3. Sistema de biblioteca electrónica
 - 2.4. Monitorização de estrutura (monitorização de tolerância ao dano)

4. Bibliografia / Outros Recursos

- FONSECA, A. R. A. (2001), *Flight Test Instrumentation*. [s.l.]: [s.n.]
- FONSECA, A. R. A. (2003), *Ensaios em Voo – Introdução*. [s.l.]: [s.n.]
- JEPPESEN (s.d.), *Avionics Fundamentals*. [s.l.]: Jeppesen.

MÓDULO 42

Motopropulsores I (Motores de combustão interna; Motores alternativos)

Duração de Referência: **35 horas**

1. Apresentação

Pretende-se com este módulo iniciar o estudo dos motores utilizados na propulsão de aeronaves, com uma primeira abordagem aos tipos de motores de combustão interna, as suas principais características, os princípios de funcionamento e aplicações, seguindo-se a abordagem aprofundada aos motores alternativos (*piston engines*), no que concerne à sua constituição, parâmetros e funcionamento.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar e classificar um motor de combustão interna;
- Caracterizar os motores alternativos (*piston engines*);
- Descrever o princípio de funcionamento dos motores com ignição por faísca (*Otto*) e por compressão (*Diesel*), a 2 e 4 tempos;
- Definir cilindrada e taxa de compressão;
- Revelar entendimento da importância da ordem de ignição;
- Calcular e medir a potência de um motor;
- Identificar os componentes do motor;
- Descrever os sistemas de combustível;
- Caracterizar os sistemas de arranque e ignição;
- Definir os sistemas de admissão escape e refrigeração;
- Descrever os princípios e finalidade da sobrealimentação;
- Listar as propriedades dos lubrificantes, os aditivos e medidas de segurança;
- Descrever o funcionamento e os componentes do sistema de lubrificação;
- Interpretar as características e os dados de funcionamento do motor;
- Descrever os componentes do grupo motopropulsor, nomeadamente paredes corta-fogo, painéis Acústicos, berços do motor, apoios antivibração;
- Descrever os procedimentos de arranque e aceleração do motor;
- Interpretar o regime de potência e parâmetros;
- Inspeccionar motores e componentes;
- Executar a manutenção/conservação de motores de pistão;
- Respeitar e cumprir regras de prevenção, higiene, segurança e ambiente.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Motores de combustão interna
 - 1.1. Generalidades: tipos, principais características, princípios de funcionamento e aplicações
 - 1.2. Motores alternativos (*piston engines*)
 - 1.2.1. Motores longitudinais
 - 1.2.2. Motores radiais
 - 1.3. Motores rotativos
 - 1.3.1. Motores alternativos rotativos
 - 1.3.2. Motores *Wenkel*
 - 1.3.3. Motores de turbina: Turbojacto (Turborreactores), *Turbofan* (Turborreactores de duplo fluxo), Turboeixo e Turbohélice
 - 1.4. Estatorreactores: abertos e fechados
2. Motores alternativos (*piston engines*)
 - 2.1. Parâmetros de funcionamento e desempenho do motor
 - 2.1.1. Ciclo de operação
 - 2.1.1.1. Motor de 4 Tempos: Ciclos de Otto, de Diesel, Misto e de Miller
 - 2.1.1.2. Motor de 2 Tempos
 - 2.1.2. Potência, consumo e rendimentos
 - 2.1.2.1. Relações básicas
 - 2.1.2.2. Potência indicada e potência efectiva
 - 2.1.2.3. Razão ar/combustível
 - 2.1.2.4. Cilindrada e taxa de compressão
 - 2.1.2.5. Cálculo e medição da potência
 - 2.1.2.6. Parâmetros que condicionam a potência efectiva do motor
 - 2.1.2.7. Rendimento dos ciclos
 - 2.2. Combustíveis
 - 2.2.1. Tipos, propriedades, especificações e aplicações
 - 2.2.2. Misturas/combustão. Ciclos reais
 - 2.2.3. Aditivos de combustível. Influência e aplicações
 - 2.2.4. Medidas de segurança
 - 2.3. Lubrificantes
 - 2.3.1. Tipos, propriedades, especificações e aplicações
 - 2.3.2. Medidas de segurança

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 42: *Motopropulsores I (Motores de combustão interna; Motores alternativos)*

2.4. Constituição do motor

- 2.4.1. Cáster do motor. Tipos de cárteres
- 2.4.2. Cambota. Tipos de cambotas
- 2.4.3. Reservatórios de óleo
- 2.4.4. Caixa de transmissão acessória
- 2.4.5. Grupos de cilindro e pistão. Segmentos. Parâmetros de funcionamento
- 2.4.6. Bielas. Tipos de bielas. Sistema de admissão e escape
- 2.4.7. Válvulas. Tipos de válvulas. Mecanismos de válvula. Diagrama de distribuição
- 2.4.8. Acessórios
- 2.4.9. Caixas reductoras de hélice

2.5. Sistemas auxiliares

2.5.1. Sistemas de alimentação de combustível

- 2.5.1.1. Sistemas de alimentação de combustível por carburador
 - Tipos de carburadores
 - Constituição, características e funcionamento
 - Congelamento e aquecimento
- 2.5.1.2. Sistemas de injeção mecânica de combustível
 - Tipos de sistemas
 - Constituição, características e funcionamento
- 2.5.1.3. Sistemas de injeção electrónica de combustível
 - Tipos de sistemas
 - Constituição, características e funcionamento

2.5.2. Sistemas de lubrificação: Constituição, características e funcionamento

2.5.3. Sistemas de arranque e de ignição

- 2.5.3.1. Tipos de ignição:
 - Ignição por faísca
 - Ignição por compressão
 - Ignição híbrida
- 2.5.3.2. Sistemas de ignição:
 - Com platinados. Constituição, características e funcionamento
 - Electrónicos. Constituição, características e funcionamento
- 2.5.3.3. Conceito de alta tensão
- 2.5.3.4. Transformadores

2.5.4. Sistemas de admissão, escape e refrigeração

- 2.5.4.1. Construção e funcionamento de sistemas de admissão, incluindo sistemas de ar alternativo
- 2.5.4.2. Sistemas de escape
- 2.5.4.3. Sistemas de refrigeração a ar e líquido

2.5.5. Sobrealimentação/turbocompressão

- 2.5.5.1. Termodinâmica aplicada ao processo de sobrealimentação
- 2.5.5.2. Princípios e finalidade da sobrealimentação e seus efeitos nos parâmetros do motor
- 2.5.5.3. Mecanismos de sobrealimentação/turbocompressão. Constituição, características e funcionamento
- 2.5.5.4. Sistema de controlo
- 2.5.5.5. Protecção do sistema

2.6. Funcionamento dos motores alternativos (*piston engines*)

2.6.1. Motores de ignição por faísca

- 2.6.1.1. Características
- 2.6.1.2. Combustíveis utilizados
- 2.6.1.3. Princípio de funcionamento
- 2.6.1.4. Sistemas de doseamento de combustível
- 2.6.1.5. Sobrealimentação
- 2.6.1.6. Sistemas de ignição
- 2.6.1.7. Combustão
- 2.6.1.8. Sistemas de escape
- 2.6.1.9. Sistemas de lubrificação e de refrigeração

2.6.2. Motores de ignição por compressão

- 2.6.2.1. Características
- 2.6.2.2. Combustíveis utilizados
- 2.6.2.3. Princípio de funcionamento
- 2.6.2.4. Sistemas de doseamento de combustível
- 2.6.2.5. Sobrealimentação
- 2.6.2.6. Sistemas de ignição
- 2.6.2.7. Combustão
- 2.6.2.8. Sistemas de escape
- 2.6.2.9. Sistemas de lubrificação e de refrigeração
- 2.6.2.10. Limitações dos motores *Diesel* em sistemas de propulsão aeronáuticos

2.7. Sistemas de indicação de dados do motor

- 2.7.1. Rotação do motor
- 2.7.2. Temperatura da cabeça do motor
- 2.7.3. Temperatura do líquido de refrigeração
- 2.7.4. Pressão e temperatura do óleo
- 2.7.5. Temperatura dos gases de escape
- 2.7.6. Pressão e fluxo do combustível
- 2.7.7. Pressão de admissão

3. Formação e eliminação de poluentes

- 3.1. Produtos da combustão e constituintes dos gases de escape
- 3.2. Poluentes
- 3.3. Emissões de gases e suas implicações
- 3.4. Controlo das emissões

4. Sistemas de protecção contra incêndios

- 4.1. Generalidades
- 4.2. Funcionamento dos sistemas de detecção e extinção de incêndios

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 42: *Motopropulsores I (Motores de combustão interna; Motores alternativos)*

5. Grupo motopropulsor

- 5.1. Generalidades
- 5.2. Configuração de paredes corta/fogo
- 5.3. Capotas
- 5.4. Painéis acústicos
- 5.5. Berços de motor
- 5.6. Apoios anti-vibração
- 5.7. Tubagens
- 5.8. Sistemas de alimentação
- 5.9. Conectores
- 5.10. Tubos de suporte de cabos
- 5.11. Cabos de controlo e tirantes
- 5.12. Pontos de elevação e de drenagem

6. Monitorização do comportamento do motor e operações em terra

- 6.1. Procedimento de arranque e aceleração do motor no solo
- 6.2. Interpretação do regime de potência do motor e parâmetros
- 6.3. Inspeção de motores e componentes segundo os critérios, tolerâncias e dados especificados pelo fabricante do motor

7. Recolha e inibição de motores

- 7.1. Generalidades
- 7.2. Inibição e recolocação em serviço de motores, acessórios e sistemas

4. Bibliografia / Outros Recursos

- BENT, R. D.; MCKINLEY, J. L. (1995), *Aircraft Powerplants*. 5ª ed. Londres: McGraw-Hill.
- GIACOSA, Dante (1988), *Motores Endotérmicos*. Barcelona: Editora Ómega .
- HEYWOOD, John B. (1988), *Internal Combustion Engines Fundamentals*. Londres: McGraw-Hill.
- MARTINS, Jorge (2006), *Motores de Combustão Interna*. 2ª ed. Porto: Publindústria, Edições Técnicas.
- STONE, Richard (1992), *Introduction to Internal Combustion Engines*. 2nd Ed. Londres: MacMillan.Aviation.

MÓDULO 43

Motopropulsores II (Motores de turbina a gás)

Duração de Referência: **35 horas**

1. Apresentação

Pretende-se com este módulo dar continuidade ao estudo dos motores utilizados na propulsão de aeronaves, sendo abordado o tema relativo a motores de turbina a gás, no que concerne à sua constituição, parâmetros e funcionamento.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Relacionar força, trabalho, potência, energia, velocidade e aceleração;
- Interpretar o ciclo de Brayton;
- Caracterizar a construção e funcionamento dos motores de turbina a gás;
- Reconhecer o rendimento e parâmetros característicos do motor;
- Distinguir e caracterizar os diferentes tipos de compressores;
- Descrever as características de construção, princípios de funcionamento e aplicações dos compressores;
- Distinguir as diversas variáveis no funcionamento do compressor;
- Descrever o princípio de funcionamento e as características dos diferentes tipos de pás de turbina e sua equilibragem;
- Identificar os diversos tipos de rolamentos e vedantes e seus princípios de funcionamento;
- Listar as especificações e propriedades dos combustíveis, lubrificantes e aditivos;
- Caracterizar o sistema de lubrificação e os seus componentes;
- Caracterizar os sistemas de combustível e os seus componentes;
- Descrever os sistemas de ar, de arranque e ignição do motor, seu funcionamento e seus componentes;
- Interpretar os dados fornecidos pelo motor;
- Descrever o funcionamento, aplicações e métodos dos sistemas de aumento de potência;
- Distinguir motores turbo-hélice dos motores turbo-eixo;
- Descrever a finalidade, funcionamento e sistemas de protecção das unidades auxiliares de potência (APU);
- Identificar os principais componentes do grupo motopropulsor, suas funções e modo de operação;
- Descrever o funcionamento do sistema de detecção e extinção de incêndios;
- Monitorizar o comportamento do motor e interpretar os resultados;
- Avaliar os danos causados por objectos estranhos;
- Executar a inibição e recolocação do motor em serviço.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Motores de turbina a gás
 - 1.1. Parâmetros de funcionamento e desempenho do motor
 - 1.1.1. Energia potencial e energia cinética. Leis de Newton do movimento
 - 1.1.2. Ciclo de Brayton
 - 1.1.3. Relação entre força, trabalho, potência, energia, velocidade e aceleração
 - 1.1.4. Impulso total, impulso real, impulso à tubeira obstruída, distribuição do impulso, impulso resultante, potência do impulso, potência equivalente ao veio, consumo específico de combustível
 - 1.1.5. Rendimento do motor
 - 1.1.6. Razão de diluição no sistema de alimentação e taxa de compressão do motor
 - 1.1.7. Pressão, temperatura e velocidade do fluxo de gás
 - 1.1.8. Parâmetros que condicionam a potência efectiva do motor
 - 1.2. Combustíveis
 - 1.2.1. Tipos, propriedades, especificações e aplicações
 - 1.2.2. Aditivos de combustível. Influência e aplicações
 - 1.2.3. Medidas de segurança
 - 1.3. Lubrificantes
 - 1.3.1. Tipos, propriedades, especificações e aplicações
 - 1.3.2. Medidas de segurança
 - 1.4. Constituição e funcionamento do motor de turbina a gás
 - 1.4.1. Generalidade
 - 1.4.2. Admissão
 - 1.4.2.1. Conduitas de admissão do compressor
 - 1.4.2.2. Efeitos resultantes de diferentes configurações de admissão
 - 1.4.2.3. Protecção contra o gelo
 - 1.4.3. Compressor
 - 1.4.3.1. Tipos de compressores: axiais e centrífugos
 - 1.4.3.2. Características de construção, princípios de funcionamento e aplicações
 - 1.4.3.3. Causas e efeitos das perdas e sobretensões em compressores
 - 1.4.3.4. Métodos de controlo do fluxo do ar: válvulas de purga, lâminas de guia de entrada variáveis, lâminas variáveis do estator, lâminas rotativas do estator
 - 1.4.3.5. Taxa de compressão
 - 1.4.4. Câmara de combustão: Características de construção e princípios de funcionamento
 - 1.4.5. Turbina
 - 1.4.5.1. Tipos de turbinas: de impulso, de reacção e de reacção-impulso
 - 1.4.5.2. Características de construção, princípios de funcionamento e aplicações
 - 1.4.5.3. Características dos diferentes tipos de pás de turbina
 - 1.4.5.4. Equilibragem das pás do rotor da turbina
 - 1.4.5.5. Fixação da pá ao disco
 - 1.4.5.6. Lâminas de guia da tubeira de escape
 - 1.4.5.7. Causas e efeitos da pressão e deformação das pás de turbina

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 43: *Motopropulsores II (Motores de turbina a gás)*

- 1.4.6. Escape
 - 1.4.6.1. Características e princípios de funcionamento
 - 1.4.6.2. Tuberias convergentes, divergentes e de geometria variável
 - 1.4.6.3. Silenciador do ruído de motor
 - 1.4.6.4. Inversores de impulso
- 1.5. Sistemas auxiliares
 - 1.5.1. Sistemas de alimentação de combustível
 - 1.5.1.1. Sistemas de controlo de motores
 - 1.5.1.2. Sistemas doseadores
Constituição, características e funcionamento
Sistemas electrónicos (*FADEC*)
 - 1.5.2. Sistemas de lubrificação: constituição, características e funcionamento
 - 1.5.3. Sistemas de ar
 - 1.5.3.1. Funcionamento de sistemas de distribuição de ar do motor
 - 1.5.3.2. Sistemas de controlo anti-gelo, de refrigeração interna, de isolamento e de admissão de ar exterior
 - 1.5.4. Sistemas de arranque e de ignição
 - 1.5.4.1. Constituição, características e funcionamento
 - 1.5.4.2. Requisitos de segurança no âmbito da manutenção
 - 1.5.5. Sistemas de aumento de Potência
 - 1.5.5.1. Funcionamento e aplicações
 - 1.5.5.2. Injecção de água
 - 1.5.5.3. Injecção de água e metanol
 - 1.5.5.4. Sistema de pós-combustão
 - 1.5.6. Sistemas de indicação de dados do motor
 - 1.5.6.1. Rotação do motor
 - 1.5.6.2. Temperatura dos gases de escape
 - 1.5.6.3. Temperatura da interfase da turbina
 - 1.5.6.4. Indicadores do impulso do motor
Taxa de compressão do motor
Pressão de descarga da turbina
Pressão do tubo de escape do reactor
 - 1.5.7. Pressão e temperatura do óleo
 - 1.5.8. Pressão e fluxo do combustível
 - 1.5.9. Sistemas de indicação e medição de vibrações
 - 1.5.10. Binário e Potência
- 2. Motores de turbina a gás turbohélice
 - 2.1. Turbinas a gás livres e acopladas à caixa de engrenagem
 - 2.2. Caixas reductoras
 - 2.3. Comandos integrados: Motor e hélice
 - 2.4. Dispositivos de segurança contra sobrevelocidade

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 43: *Motopropulsores II (Motores de turbina a gás)*

- 3. Motores de turbina a gás turboeixo
 - 3.1. Generalidades
 - 3.2. Configurações
 - 3.3. Sistema de propulsão
 - 3.4. Caixas reductoras
 - 3.5. Acoplamentos
 - 3.6. Sistemas de controlo
- 4. Unidades auxiliares de potência (APU)
 - 4.1. Generalidades
 - 4.2. Finalidade
 - 4.3. Constituição
 - 4.4. Funcionamento
 - 4.5. Sistemas de protecção
- 5. Formação e eliminação de poluentes
 - 5.1. Produtos da combustão e constituintes dos gases de escape
 - 5.2. Poluentes
 - 5.3. Emissões de gases e suas implicações
 - 5.4. Controlo das emissões
- 6. Sistemas de protecção contra incêndios
 - 6.1. Generalidades
 - 6.2. Funcionamento dos sistemas de detecção e extinção de incêndios
- 7. Grupo motopropulsor
 - 7.1. Generalidades
 - 7.2. Configuração de paredes corta/fogo
 - 7.3. Capotas
 - 7.4. Painéis acústicos
 - 7.5. Berços de motor
 - 7.6. Apoios anti-vibração
 - 7.7. Tubagens
 - 7.8. Sistemas de alimentação
 - 7.9. Conectores
 - 7.10. Tubos de suporte de cabos
 - 7.11. Cabos de controlo e tirantes
 - 7.12. Pontos de elevação e drenagem

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 43: Motopropulsores II (Motores de turbina a gás)

- 8. Monitorização do comportamento do motor e operações em terra
 - 8.1. Procedimento de arranque e aceleração do motor no solo
 - 8.2. Interpretação do regime de potência do motor e parâmetros
 - 8.3. Monitorização do comportamento (incluindo controle do óleo, vibração e boroscópio)
 - 8.4. Inspeção de motores e componentes segundo os critérios, tolerâncias e dados especificados pelo fabricante do motor
 - 8.5. Lavagem/limpeza do compressor
 - 8.6. Danos provocados por objectos estranhos
- 9. Recolha e inibição de motores
 - 9.1. Generalidades
 - 9.2. Inibição e recolocação em serviço de motores, acessórios e sistemas

4. Bibliografia / Outros Recursos

- BENT, R. D.; MCKINLEY, J. L. (1995), *Aircraft Powerplants*. 5ª ed. Londres: McGraw-Hill.
- BOLD, S. E. (1999), *Technology Development for Aero-engines*. Hampshire: P. M. Farries and M. R. Winstone.
- COHEN, H.; ROGERS, G. F. C.; H., I. H (1996), *Gas Turbine Theory*. 4ª ed. [s.l.]: Longman Scientific & Technical
- GIACOSA, Dante (1988), *Motores Endotérmicos*. Barcelona: Editora Ómega .
- HILL, Philip G.; PETERSON, Carl R. (1992), *Mechanics and Thermodynamics of Propulsion*. 2ª ed. [s.l.]: [s.n.]
- MARTINS, Jorge (2006), *Motores de Combustão Interna*. 2ª ed. Porto: Publindústria, Edições Técnicas
- MATTINGLY, J. D.; HEISER, W. H.; DALEY, D. H., (s.d.), *Aircraft Engine Design*. [s.l.]: AIAA (American Institute of Aeronautics and Astronautics).
- OTIS, Charles E. (1989), *Aircraft Gás Turbine Powerplants*. [s.l.]: Jeppesen Sanderson, Inc.
- ROSKAM, J.; LAN, C.T. (2003), *Airplane Aerodynamics and Performance*. Ottawa: Roskam Aviation and Engineering Corporation.

Sítios na Internet:

- <http://cipres.cec.uchile.cl/~fpeirano/> - “Motores de Turbina de Gas para Aeronaves”
- <http://www.grc.nasa.gov/>
- <http://www.howstuffworks.com/turbine.htm?printable=1> - “How Gas Turbine Engines (and Jet Engines) Work”
- <http://www.me.vt.edu/people/faculty/class/brown/brownpicture.html> - “Gas turbine Pictures”
- <http://www.rolls-royce.com/education/jetengine/default.htm> - Rolls-Royce plc – Education and Training; “How a Jet Engine Works”
- <http://www/k-12airplane/brayton.html> - Aircraft Piston Engines For Professional and private pilots - PC Training software – Oxford Aviation

MÓDULO 44

Motopropulsores III (Hélices)

Duração de Referência: **20 horas**

1. Apresentação

Pretende-se com este módulo dar continuidade ao estudo dos motores utilizados na propulsão de aeronaves, sendo abordado o tema relativo a hélices, no que diz respeito à sua constituição, parâmetros e funcionamento.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Reconhecer os princípios de funcionamento da hélice
- Descrever métodos e materiais utilizados na construção de hélices
- Identificar os diferentes tipos de hélice
- Executar o controlo do passo da hélice
- Caracterizar o equipamento de sincronização das hélices
- Caracterizar o equipamento de degelo das hélices
- Proceder à manutenção de hélices
- Avaliar sinais de danificação das hélices
- Colocar o motor da hélice em funcionamento.
- Proceder à recolha e inibição de hélices

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Parâmetros de funcionamento e desempenho das hélices
 - 1.1. Teoria do elemento de pá
 - 1.2. Ângulo de pá elevado/reduzido, ângulo inverso, ângulo de ataque, velocidade de rotação
 - 1.3. Recuo da hélice
 - 1.4. Forças aerodinâmicas, centrífuga e de impulsão
 - 1.5. Torque
 - 1.6. Vento relativo ao ângulo de ataque da pá
 - 1.7. Vibração e ressonância

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 44: *Motopropulsores III (Hélices)*

- 2. Construção das hélices
 - 2.1. Métodos e materiais utilizados de hélices
 - 2.2. Estação da pá, face da pá, espiga da pá, dorso da pá e fixação do cubo
 - 2.3. Hélice de passo fixo, hélice de passo controlável, hélice de velocidade constante
 - 2.4. Instalação de hélice/rotor
- 3. Controlo do passo da hélice
 - 3.1. Controlo da velocidade e métodos de alteração do passo, sistemas mecânicos e eléctricos / electrónicos
 - 3.2. Passo invertido e variável
 - 3.3. Protecção contra sobrevelocidade
- 4. Sincronização de hélices
 - 4.1. Generalidades
 - 4.2. Equipamento e fase de sincronização
- 5. Protecção das hélices contra o gelo
 - 5.1. Generalidades
 - 5.2. Equipamento eléctrico e hidráulico de degelo
- 6. Manutenção de hélices
 - 6.1. Equilíbrio estático e dinâmico
 - 6.2. Percurso das pás
 - 6.3. Avaliação de sinais de danificação pela erosão, corrosão, impacto e delaminação em pás de hélice
 - 6.4. Programas de tratamento/reparação de hélices
- 7. Recolha, inibição e recolocação em serviço de hélices

4. Bibliografia / Outros Recursos

- HILL, Philip G.; PETERSON, Carl R. (1992), *Mechanics and Thermodynamics of Propulsion*. 2ª ed. [s.l.]: [s.n.]
- JEPPESEN (s.d.), *Aircraft Propell and Controls*. [s.l.]: Jeppesen
- ROSKAM, J.; LAN, C.T. (2003), *Airplane Aerodynamics and Performance*. Ottawa: Roskam Aviation and Engineering Corporation.

MÓDULO 45

Processos e Práticas de Manutenção I

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Neste módulo, o primeiro de três dedicados a práticas de manutenção, pretende-se que o aluno aplique conhecimentos adquiridos noutras disciplinas, nomeadamente nos módulos de “Higiene Segurança e Ambiente”, “Ferramentas e Equipamento”, bem como os diversos tipos de manutenção que se podem realizar.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Distinguir métodos de soldagem, soldo-brasagem, brasagem e colagem;
- Inspeccionar juntas soldadas e brasadas;
- Preparar aeronaves para pesagem;
- Caracterizar os métodos de recolha de aeronaves e precauções de segurança;
- Descrever procedimentos de abastecimento/retirada de combustível;
- Descrever programas de controlo de envelhecimento, fadiga e corrosão;
- Identificar métodos de inspecção não destrutivos;
- Elaborar uma ordem de trabalhos de acordo com a ficha de manutenção;
- Executar trabalhos de manutenção de acordo com a ordem de trabalhos;
- Analisar trabalhos de acordo com o plano de manutenção;
- Discriminar requisitos da gestão das peças e acessórios;
- Ler e interpretar tabelas técnicas, normas e especificações;
- Executar o controlo de componentes com tempo de vida limitada;
- Utilizar *software* de manutenção.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Soldagem, brasagem, soldo-brasagem e colagem

1.1. Métodos de soldagem

1.1.1. Processos

1.1.2. Inspeção de juntas

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 45: *Processos e Práticas de Manutenção I*

- 1.2. Métodos de brasagem
 - 1.2.1. Processos
 - 1.2.2. Inspeção de juntas
- 1.3. Métodos de soldo-brasagem
 - 1.3.1. Processos
 - 1.3.2. Inspeção de juntas
- 1.4. Métodos de colagem
 - 1.4.1. Processos
 - 1.4.2. Inspeção de juntas
- 1.5. Métodos de soldagem e brasagem
- 1.6. Inspeção de juntas soldadas e brasadas
- 1.7. Métodos de colagem e inspeção de juntas coladas
- 2. Massa e centragem de aeronaves
 - 2.1. Determinação do centro de gravidade/limites de centragem
 - 2.2. Preparação de aeronaves para fins de pesagem
 - 2.3. Pesagem de aeronaves
- 3. Assistência e recolha de aeronaves
 - 3.1. Rolagem/reboque de aeronaves e precauções de segurança
 - 3.2. Elevação, calcamento e fixação de aeronaves e precauções de segurança
 - 3.3. Métodos de recolha de aeronaves
 - 3.4. Procedimento de abastecimento/retirada de combustível de aeronaves
 - 3.5. Procedimentos de degelo anti-gelo
 - 3.6. Alimentação dos sistemas hidráulicos pneumáticos e eléctricos
 - 3.7. Efeitos das condições atmosféricas na assistência em terra e na operação de aeronaves
- 4. Métodos de desmontagem, inspeção, reparação e montagem
 - 4.1. Tipos de defeitos e métodos de inspeção visual
 - 4.2. Remoção da corrosão
 - 4.2.1. Avaliação
 - 4.2.2. Aplicação de materiais de protecção
 - 4.3. Métodos de reparação geral - manual de reparação estrutural
 - 4.4. Programas de controlo de envelhecimento, fadiga e corrosão
 - 4.5. Métodos de inspeção não destrutivos: líquidos penetrantes, radiografia, correntes parasitas, ultrassom e boroscópio
 - 4.6. Métodos de desmontagem e remontagem
 - 4.7. Métodos de resolução de falhas

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 45: *Processos e Práticas de Manutenção I*

5. Situações anómalas

- 5.1. Inspeções realizadas na sequência de descargas atmosféricas e exposição a radiações de elevada intensidade
- 5.2. Inspeções realizadas na sequência de aterragens duras ou passagens por zonas de turbulência

6. Procedimentos de manutenção

- 6.1. Planeamento
- 6.2. Alteração
- 6.3. Aprovisionamento
- 6.4. Certificação/ aptidão para serviço
- 6.5. Interface com operações de aeronaves
- 6.6. Inspeção de manutenção/controlo de qualidade/garantia da qualidade
- 6.7. Procedimentos de manutenção suplementar
- 6.8. Controlo de componentes com tempo de vida limitada

7. *Software* de gestão da manutenção**4. Bibliografia / Outros Recursos**

ASTREIN (s.d.), *MCC – Manutenção Centrada na Confiabilidade - software de gestão de manutenção*. S. Paulo: Astrein.

CABRAL, J. S. (1998), *Organização e Gestão da Manutenção: Dos conceitos à prática*. Lisboa: LIDEL - Edições Técnicas.

Navaltik (s.d.), *ManWinWin – Software de Gestão da Manutenção*. Lisboa: Navaltik

SACRISTÁN, Francisco Rey (s.d.), *Gestão Industrial - Manutenção Eléctrica e Mecânica na Indústria e Oficinas*. Lisboa: Edições CETOP

Normas, Regulamentos e Especificações:

CAP 562 civil aircraft airworthiness information procedure.

MIL- HBDK – 728-2 Eddy current testing (ED)

MIL- HBDK – 728-3 Liquid penetrant testing (PT)

MIL- HBDK – 728-4A Magnetic particle testing (MT)

MIL- HBDK – 728-5A Radiologic testing (RT)

MIL- HBDK 274 (AS) electrical grounding for aircraft safety

MIL- HBDK 60 Threatened fasteners: Tightening to a proper tension

MIL- HBDK 728-6 Ultrasonic testing (ET)

MIL- HBDK 730 Materials joining

Standard Aviation Maintenance Handbook. [s.l.]: Jeppesen.

MÓDULO 46

Processos e Práticas de Manutenção II

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Neste segundo módulo da disciplina de Processos e Práticas de Manutenção pretende-se dar continuidade à aprendizagem iniciada no módulo anterior, sendo abordados temas relativos à execução de operações de manutenção de acordo com as ordens de trabalho definidas e à detecção, diagnóstico e reparação de avarias.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Aplicar sistemas de segurança em aeronaves e oficinas;
- Ler e interpretar tabelas técnicas, normas, especificações e catálogos;
- Conservar ferramentas;
- Calibrar ferramentas e equipamentos;
- Interpretar o funcionamento dos equipamentos de ensaio geral;
- Interpretar tipos de desenhos e diagramas, símbolos, tolerâncias e projecções;
- Aplicar a especificação 100da ATA;
- Aplicar as normas ISO, NA, MS, NAS e MIL;
- Interpretar diagramas eléctricos e diagramas esquemáticos;
- Interpretar e utilizar o sistema comum de folgas e tolerâncias;
- Interpretar limites de arqueação, torção e desgaste;
- Interpretar e utilizar métodos normalizados para verificar veios, rolamentos e outras peças;
- Verificar alinhamento de veios;
- Aplicar técnicas de isolamento, continuidade e ligação de cabos e conectores eléctricos;
- Instalar e ensaiar cabos coaxiais, obedecendo aos procedimentos estabelecidos;
- Detectar e diagnosticar avarias;
- Revelar valorização da manutenção a vários níveis: económico, qualidade e satisfação;
- Executar a manutenção de diversos tipos de mecanismos;
- Respeitar e cumprir regras de higiene, prevenção e segurança;
- Planificar acções de manutenção e conservação;
- Analisar e preparar trabalhos a efectuar, de acordo com o plano de manutenção;
- Executar técnicas e ensaios de continuidade, isolamento e continuidade
- Analisar juntas rebitadas;

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 46: *Processos e Práticas de Manutenção II*

- Aplicar técnicas de protecção de cabos eléctricos;
- Proceder à manutenção e conservação de diversos equipamentos;
- Inspeccionar sistemas e componentes,
- Proceder ao diagnóstico dos defeitos detectados e propor acções correctivas.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Precauções de segurança em aeronaves e oficinas
 - 1.1. Trabalhos com recurso à electricidade, a gases (especialmente oxigénio), a produtos petrolíferos e a produtos químicos
 - 1.2. Procedimentos em situação de incêndio ou de acidente
2. Práticas de oficina
 - 2.1. Preservação das ferramentas, controlo das ferramentas, utilização de materiais de oficina
 - 2.2. Dimensões, permissões e tolerâncias, normas de mão-de-obra
 - 2.3. Calibrações de ferramentas e equipamentos, padrões de calibração
3. Ferramentas
 - 3.1. Ferramentas manuais comuns
 - 3.2. Ferramentas eléctricas comuns
 - 3.3. Funcionamento e utilização de ferramentas de medição de precisão
 - 3.4. Equipamentos e métodos de lubrificação
 - 3.5. Funcionamento, função e utilização de equipamento eléctrico para ensaio geral
4. Equipamento de ensaio geral de sistemas aviónicos
 - 4.1. Funcionamento
 - 4.2. Função
 - 4.3. Utilização
5. Desenhos, diagramas e padrões de engenharia
 - 5.1. Tipos de desenhos e diagramas, respectivos símbolos, dimensões, tolerâncias e projecções
 - 5.2. Legendas dos desenhos e projectos
 - 5.3. Documentos em microfilme, microficha e informatizados
 - 5.4. Especificação 100 da ATA (*Air Transport Association*)
 - 5.5. Normas aeronáuticas e outras normas aplicáveis, incluindo ISO, NA, MS, NAS e MIL
 - 5.6. Diagramas eléctricos e diagramas esquemáticos

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

MÓDULO 46: Processos e Práticas de Manutenção II

6. Folgas e tolerâncias

- 6.1. Dimensões dos furos destinados aos parafusos, classes de folgas
- 6.2. Sistema comum de folgas e tolerâncias
- 6.3. Esquemas de folgas e tolerâncias para aeronaves e motores
- 6.4. Limites de arqueação torção e desgaste
- 6.5. Métodos normalizados para verificar veios, rolamentos e outras peças
- 6.6. Alinhamento de veios

7. Cabos e aparelhagem eléctrica de ligação

- 7.1. Técnicas de isolamento, continuidade e ligação
- 7.2. Utilização de ferramentas de engate manual e hidráulico
- 7.3. Ensaio em junções
- 7.4. Remoção e inserção de pinos de ligação
- 7.5. Cabos coaxiais, ensaios e precauções na instalação
- 7.6. Técnicas de protecção de cabos eléctricos

4. Bibliografia / Outros Recursos

ASTREIN (s.d.), *MCC – Manutenção Centrada na Confiabilidade - software de gestão de manutenção*. S. Paulo: Astrein.

CABRAL, J. S. (1998), *Organização e Gestão da Manutenção: Dos conceitos à prática*. Lisboa: LIDEL - Edições Técnicas.

Navaltik (s.d.), *ManWinWin – Software de Gestão da Manutenção*. Lisboa: Navaltik

SACRISTÁN, Francisco Rey (s.d.), *Gestão Industrial - Manutenção Eléctrica e Mecânica na Indústria e Oficinas*. Lisboa: Edições CETOP

Normas, Regulamentos e Especificações:

CAP 562 civil aircraft airworthiness information procedure

MIL- HBDK – 728-2 Eddy current testing (ED)

MIL- HBDK – 728-3 Liquid penetrant testing (PT)

MIL- HBDK – 728-4A Magnetic particle testing (MT)

MIL- HBDK – 728-5A Radiologic testing (RT)

MIL- HBDK 274 (AS) electrical grounding for aircraft safety

MIL- HBDK 60 Threaded fasteners: Tightening to a proper tension

MIL- HBDK 728-6 Ultrasonic testing (ET)

MIL- HBDK 730 Materials joining

Standard Aviation Maintenance Handbook. [s.l.]: Jeppesen.

MÓDULO 47**Processos e Práticas de Manutenção III**Duração de Referência: **25 horas****1. Apresentação**

Neste terceiro módulo da disciplina de Processos e Práticas de Manutenção pretende-se dar continuidade á aprendizagem iniciada no módulo anterior, sendo abordados temas relativos à execução de operações de manutenção (de acordo com as ordens de trabalho definidas) e à detecção, diagnóstico e reparação de avarias.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Determinar e calcular tolerâncias de curvatura;
- Inspeccionar trabalhos em chapa;
- Executar colagens em materiais compósitos e não metálicos;
- Aplicar métodos de inspecção de materiais compósitos;
- Identificar e aplicar diferentes tipos de rebites;
- Calcular espaçamento e passo do rebite;
- Inspeccionar juntas rebitadas;
- Instalar, fixar e inspeccionar tubagens em aeronaves;
- Inspeccionar e ensaiar molas;
- Inspeccionar, limpar, ensaiar e lubrificar rolamentos;
- Montar rolamentos;
- Inspeccionar transmissões mecânicas;
- Prensar terminais de cabos de comando;
- Inspeccionar e ensaiar cabos de comando;
- Identificar e aplicar cabos Bowden;
- Identificar, classificar e caracterizar válvulas;
- Efectuar a manutenção das válvulas.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Rebites
 - 1.1. Junções rebitadas, espaçamento e passo do rebite
 - 1.2. Ferramentas utilizadas para rebitar e entalhar
 - 1.3. Inspeções de juntas rebitadas
2. Tubagens
 - 2.1. Curvar e tornear/alargar tubagens em aeronaves
 - 2.2. Inspeção de tubagens em aeronaves
 - 2.3. Instalação e fixação de tubagens
3. Molas
 - 3.1. Inspeção e ensaios de molas
 - 3.2. Manutenção de molas
4. Rolamentos
 - 4.1. Ensaio, limpeza e inspeção de rolamentos
 - 4.2. Requisitos de lubrificação de rolamentos
 - 4.3. Defeitos em rolamentos e respectivas causas
 - 4.4. Montagem de rolamentos
5. Transmissões
 - 5.1. Inspeção de engrenagens, folga mecânica
 - 5.2. Inspeção de correias e polias, correntes e cremalheiras
 - 5.3. Inspeção de macacos mecânicos, dispositivos de alavanca, sistemas de tirante
6. Cabos de comando
 - 6.1. Prensagem de terminais
 - 6.2. Inspeção e ensaio de cabos de comando
 - 6.3. Cabos Bowden: Sistemas de comandos flexíveis de aeronaves
7. Controlo de material
 - 7.1. Chapas metálicas
 - 7.1.1. Determinação e cálculo de tolerâncias de curvatura
 - 7.1.2. Trabalhos em chapas metálicas
 - 7.1.3. Inspeção de trabalhos em chapa metálica
 - 7.2. Materiais compósitos e não metálicos
 - 7.2.1. Práticas de colagem
 - 7.2.2. Condições ambientais
 - 7.2.3. Métodos de inspeção
8. Válvulas
 - 8.1. Tipos, características e aplicações
 - 8.2. Manutenção de válvulas

4. Bibliografia / Outros Recursos

ASTREIN (s.d.), *MCC – Manutenção Centrada na Confiabilidade - software de gestão de manutenção*. S. Paulo: Astrein.

CABRAL, J. S. (1998), *Organização e Gestão da Manutenção: Dos conceitos à prática*. Lisboa: LIDEL - Edições Técnicas.

Navaltik (s.d.), *ManWinWin – Software de Gestão da Manutenção*. Lisboa: Navaltik

SACRISTÁN, Francisco Rey (s.d.), *Gestão Industrial - Manutenção Eléctrica e Mecânica na Indústria e Oficinas*. Lisboa: Edições CETOP

Normas, Regulamentos e Especificações:

CAP 562 civil aircraft airworthiness information procedure.

KINNISON, Harry A. (2004), *Aviation Maintenance Management*. New York: McGraw-Hill.

MIL- HBDK – 728-2 Eddy current testing (ED)

MIL- HBDK – 728-3 Liquid penetrant testing (PT)

MIL- HBDK – 728-4A Magnetic particle testing (MT)

MIL- HBDK – 728-5A Radiologic testing (RT)

MIL- HBDK 274 (AS) electrical grounding for aircraft safety

MIL- HBDK 60 Threatened fasteners: Tightening to a proper tension

MIL- HBDK 728-6 Ultrasonic testing (ET)

MIL- HBDK 730 Materials joining

Standard Aviation Maintenance Handbook. [s.l.]: Jeppesen.