

CURSOS PROFISSIONAIS DE NÍVEL SECUNDÁRIO

Técnico de MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Variantes:

Electromecânica - Mecatrónica - Mecatrónica Automóvel - Aeronaves

PROGRAMA

Componente de Formação Técnica

Disciplina de

Desenho Técnico

Autores

Escola Tecnológica Artística e Profissional (Pombal)

Escola Profissional de Tondela

Escola Tecnológica e Profissional de Sicó (Avelar)

Escola Profissional de Trancoso

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

Escola Secundária Gago Coutinho (Alverca)

Outros autores

E. Profissional e Artística da Marinha Grande

Eng. Baptista Cabarrão

Eng. João Mineiro

Eng. Amândio Oliveira

Eng. Vítor Mendes

Eng. João Mendes

Eng. Américo Mendes

Eng. Hélder Santos

Eng. António Leitão

Eng. Victor Santos

Eng. Luís Santos

Eng. José Lameiras

Direcção-Geral de Formação Vocacional

2006

Parte I

Orgânica Geral

Índice:

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

1. Caracterização da Disciplina

A disciplina de Desenho Técnico 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 é comum em todas as variantes acima indicadas.

Trata-se de uma disciplina que desempenha um papel fundamental na formação de Técnicos de Manutenção Industrial, em qualquer uma das variantes, dado que continua a ser a linguagem gráfica de base para a comunicação, definição e produção de peças, bem como na montagem e manutenção de equipamentos. De salientar também a sua associação à generalidade dos temas desenvolvidos nas restantes disciplinas da Componente de Formação Técnica, nomeadamente, em Tecnologia e Processos e em Práticas Oficiais.

2. Visão Geral do Programa

O elenco modular da disciplina constitui um percurso de ensino/aprendizagem orientado para a sequência lógica e progressiva, que deverá ser respeitada.

Pelas suas características, esta disciplina contribuirá para a formação de um indivíduo autónomo e completo, com espírito crítico, criativo e com capacidade de iniciativa, adequado ao seu enquadramento profissional e social.

3. Competências a Desenvolver

Pretende-se que o aluno adquira ou desenvolva, de uma forma geral, hábitos de asseio e organização, e obediência a Normas e regulamentos específicos da Manutenção Industrial, no âmbito respectiva variante, com a finalidade de:

- Capacitar o aluno para fazer uma leitura e interpretação correcta de um documento técnico ou Desenho Técnico específico da área de Manutenção Industrial.
- Capacitar o aluno para utilizar e seleccionar os equipamentos e documentação técnica base para a execução de um determinado Desenho Técnico.
- Capacitar o aluno para a produção de documentação de Desenho Técnico necessária à sua actividade profissional.

4. Orientações Metodológicas / Avaliação

O docente da disciplina deve desenvolver os conteúdos modulares recorrendo sempre que possível a exemplos de aplicabilidade, do quotidiano da actividade profissional, privilegiando a realização de trabalhos práticos, nos temas em que seja viável, no sentido de promover a participação e empenhamento do aluno, tanto individualmente como em grupo, de forma a:

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

No processo de ensino/aprendizagem, o professor promover a articulação entre os conteúdos dos módulos desta disciplina e os conteúdos dos módulos das disciplinas de Tecnologia e Processos e de Práticas Oficiais, no sentido dos alunos tirarem um maior aproveitamento dos conteúdos leccionados, relacionando a teoria com a prática, tanto ao nível da concepção e produção, como ao nível da manutenção.

Nos dois primeiros anos do curso, os alunos deverão desenvolver, principalmente, trabalhos individuais e a sua avaliação deverá ser feita de forma contínua, com o recurso à análise crítica permanente da sua evolução tendo em conta as suas capacidades na aplicação dos conhecimentos adquiridos e na observância das normas e regras inerentes à linguagem técnica de comunicação.

No terceiro ano do curso, deverão ser aprofundados os conhecimentos adquiridos anteriormente, preparando-os para a abordagem dos problemas que surgem na concepção de um projecto, bem como na sua execução, montagem e manutenção.

O professor deverá promover a utilização de recursos didácticos diversificados, nomeadamente os modelos reais e os modelos simulados, a partir dos quais será possível elaborar um Desenho Técnico representativo de uma realidade concreta, e assim como, documentos diversos, tais como normas, regulamentos, tabelas, ábacos, catálogos e outros tipos de materiais de suporte que lhes facilitem a realização dos trabalhos e os ajudem a elevar o seu potencial de inovação tecnológica.

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, devem ser também aplicados os requisitos definidos no Apêndice 1 do Regulamento (CE) N.º 2042/2003 da COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS de 20 de Janeiro de 2003 e publicado em 28.11.2003 no Jornal Oficial da União Europeia (página 315/82). Os níveis de conhecimentos exigidos encontram-se no Regulamento 2042/2003, nas páginas 86 a 98, 103, 104, 106, 107 e 108.

5. Elenco Modular

Número	Designação	Duração de referência (horas)
1	Normalização e Desenho Geométrico	20
2	Geometria Descritiva	30
3	Projecções e Perspectivas	20
4	Cortes, Secções e Planificações	20
5	Cotagem e Tolerâncias	20
6	Elementos de Ligação e Desenho de Conjunto	30
7	Desenho Esquemático	30

6. Bibliografia

- BLANES, O. (1983), *Manual de Instalações Contra Incêndios*. Lisboa: Plátano Editora.
- BRANCO, C., et al. (2005), *Projecto de Órgãos de Máquinas*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- CARREIRA, A. R. (1972), *Compêndio de Desenho*. 2.ª ed. Lisboa: Livraria Sá da Costa.
- CUNHA, L. S. (2002), *Manual Prático do Mecânico*. São Paulo: Hemus.
- CUNHA, L. V. (1991), *Desenho Técnico*. 8ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- DIAS, João M. Pereira (2000/1/4), *Normas NP, ISO e EN, Relacionadas com o Desenho Técnico*. Lisboa: IST - Departamento de Engenharia Mecânica.
- MELCONIAN, S. (1990), *Elementos de Máquinas*. São Paulo: Editora Érica.
- MORAIS, J. M. S. (1984), *Desenho de Construções Mecânicas: Desenho técnico básico. Volumes 2 e 3*. 11.ª ed. Porto: Porto Editora.
- NIEMANN, G. (1971), *Elementos de Máquinas. Volume I*. São Paulo: Edgard Blucher.
- PROVENZA, F. (1986), *Desenhista de Máquinas*. São Paulo: Pro-Tec.
- PROVENZA, F. (1988), *Projetista de Máquinas*. São Paulo: Pro-Tec.
- SANTANA, S; GOMES, B. (1992), *Geometria Descritiva. 10º Ano de escolaridade*. 5.ª ed. Porto: Porto Editora.
- SILVA, A., et al. (2004), *Desenho Técnico Moderno*. 4.ª ed. Lisboa: Editora LIDEL.
- SILVA, F.; ROSEIRA, A. (1992), *Desenho de Esquemas Eléctricos*. Porto: Porto Editora.
- SOARES, Ó. S.; CARVALHO, L. F. (1999), *Desenho e Geometria Descritiva - B. 12º Ano*. 2.ª ed. Cacém: Texto Editora.
- SOUSA, M. M. (1999), *Desenho e Geometria Descritiva*. 2.ª ed. Lisboa: Plátano Editora.
- VASSALO, F. R. (1999), *Manual de Interpretação de Esquemas Eléctricos*. 4.ª ed. Lisboa: Plátano Editora.

Normas:

Normas Portuguesas - Desenho Técnico (1963-1968). Lisboa: Direcção Geral de Qualidade. Repartição de Normalização.

Normas Portuguesas (NP). Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.

Normas Europeias (EN). Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.

Normas Internacionais (ISO). Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.

Sítios na Internet:

<http://www.ipq.pt> - Instituto Português da Qualidade – IPQ.

<http://www.ipq.pt/custompage.aspx?modid=0&pagid=8> - Normas Portuguesas (NP), Europeias (EN) e Internacionais (ISO).

Parte II

Módulos

Índice:

	Página
Módulo 1 Normalização e Desenho Geométrico	7
Módulo 2 Geometria Descritiva	9
Módulo 3 Projecções e Perspectivas	12
Módulo 4 Cortes, Secções e Planificações	15
Módulo 5 Cotagem e Tolerâncias	17
Módulo 6 Elementos de Ligação e Desenho de Conjunto	20
Módulo 7 Desenho Esquemático	22

MÓDULO 1

Normalização e Desenho Geométrico

Duração de Referência: **20 horas**

1. Apresentação

Neste módulo pretende-se sensibilizar o aluno para a importância da normalização aplicada no Desenho Técnico, e assim como, através do Desenho Geométrico, desenvolver práticas de utilização das ferramentas necessárias às principais construções geométricas.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Conhecer as Normas fundamentais do Desenho Técnico, Nacionais e Internacionais;
- Entender a importância da normalização e dos produtos normalizados,
- Conhecer os Organismos Nacionais e Internacionais de Normalização;
- Compreender a diferença entre Normas e Especificações,
- Conhecer a terminologia específica do Desenho Técnico;
- Reconhecer a necessidade de aprender Desenho Técnico como forma de comunicação;
- Distinguir o Desenho Técnico do Desenho Artístico;
- Identificar as diferentes formas de Desenho Técnico, quanto à sua natureza e função;
- Conhecer e utilizar os equipamentos, utensílios e materiais necessários à execução do Desenho Técnico;
- Utilizar correctamente os elementos de desenho (formatos, esquadrias, dobragem, linhas, legendas);
- Traçar construções geométricas:
 - Bissetrizes, perpendiculares e paralelas;
 - Desenho de polígonos;
 - Circunferências e tangências;
 - Oval e óvulo;
 - Curvas espiraladas e envolvente;
 - Curvas cíclicas;
 - Curvas cónica;
 - Transposição, ampliação e redução de desenhos;
 - Utilizar escalas.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Normas de desenho
 - 1.1. Normas portuguesas NP
 - 1.2. Normas europeias EN
 - 1.3. Normas ISSO
 - 1.4. Outras Normas
2. Desenho geométrico
 - 2.1. Bissetrizes, perpendiculares e paralelas
 - 2.2. Desenho de polígonos
 - 2.3. Circunferências e tangências
 - 2.4. Oval e óvulo
 - 2.5. Curvas espiraladas e envolvente
 - 2.6. Curvas cíclicas
 - 2.7. Curvas cónicas
 - 2.8. Transposição, ampliação e redução de desenhos

4. Bibliografia / Outros Recursos

- CUNHA, L. V. (1991), *Desenho Técnico*. 8ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- DIAS, João M. Pereira (2000/1/4), *Normas NP, ISO e EN, Relacionadas com o Desenho Técnico*. Lisboa: IST - Departamento de Engenharia Mecânica.
- PROVENZA, F. (1986), *Desenhista de Máquinas*. São Paulo: Pro-Tec.
- PROVENZA, F. (1988), *Projetista de Máquinas*. São Paulo: Pro-Tec.
- SILVA, A., et al. (2004), *Desenho Técnico Moderno*. 4.ª ed. Lisboa: Editora LIDEL.

Normas:

Normas Portuguesas - Desenho Técnico (1963-1968). Lisboa: Direcção Geral de Qualidade. Repartição de Normalização.

Normas Portuguesas (NP). Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.

Normas Europeias (EN). Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.

Normas Internacionais (ISO). Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.

Sítios na Internet:

<http://www.ipq.pt> - Instituto Português da Qualidade – IPQ.

<http://www.ipq.pt/custompage.aspx?modid=0&pagid=8> - Normas Portuguesas (NP), Europeias (EN) e Internacionais (ISO).

MÓDULO 2

Geometria Descritiva

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

O módulo de Geometria Descritiva permitirá construir as bases de suporte do desenvolvimento do Desenho Técnico, tornando-se uma ferramenta essencial na representação e compreensão espacial, e contribuirá para o desenvolvimento equilibrado dos módulos seguintes.

Neste módulo, pretende-se que os alunos adquiram conhecimentos básicos de Geometria Descritiva, sendo feita uma abordagem a figuras geométricas elementares, tais como os pontos, as linhas e as superfícies, sendo fundamental o entendimento das noções de ponto, recta e plano.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Conhecer e identificar o espaço diédrico e triédrico;
- Representar o ponto no espaço diédrico e triédrico;
- Resolver problemas de representação de pontos, rectas e planos no espaço diédrico;
- Representar a recta através das suas projecções e averiguar se um determinado ponto lhe pertence;
- Indicar a designação de uma recta e as suas características principais consoante a sua posição relativa aos principais planos de projecção;
- Determinar os traços de uma recta;
- Determinar a intersecção de uma recta com os planos bissectores;
- Indicar a designação de um dado plano em relação aos principais planos de projecção;
- Identificar os casos notáveis de representação de rectas nos planos de projecção;
- Adquirir critérios de rigor gráfico;
- Adquirir vocabulário específico da geometria descritiva.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Espaço diédrico e triédrico
 - 1.1. Planos de projecção
 - 1.2. Planos bissectores
 - 1.3. Diedros e octantes
 - 1.4. Triedros

2. O ponto

- 2.1. Representação do ponto no espaço diédrico
- 2.2. Representação no espaço triédrico
- 2.3. Localização de pontos

3. A recta

- 3.1. Definição de recta
- 3.2. Condição para que um ponto pertença a uma recta
- 3.3. Alfabeto da recta
 - 3.3.1. Recta de nível
 - 3.3.2. Recta de frente
 - 3.3.3. Recta de topo
 - 3.3.4. Recta vertical
 - 3.3.5. Recta fronto-horizontal
 - 3.3.6. Recta de perfil
 - 3.3.7. Recta oblíqua
- 3.4. Traços da recta
 - 3.4.1. Intersecção com o plano horizontal de projecção
 - 3.4.2. Intersecção com o plano frontal de projecção
- 3.5. Intersecção de recta com os planos bissectores

4. O plano

- 4.1. Definição de plano
- 4.2. Planos definidos por duas rectas
- 4.3. Planos definidos pelos seus traços
- 4.4. Alfabeto do plano
 - 4.4.1. Plano de nível
 - 4.4.2. Plano de frente
 - 4.4.3. Plano de topo
 - 4.4.4. Plano vertical
 - 4.4.5. Plano de rampa
 - 4.4.6. Plano de perfil
 - 4.4.7. Plano oblíquo
- 4.5. Rectas notáveis do plano
 - 4.5.1. Recta de maior declive
 - 4.5.2. Recta de maior inclinação

4. Bibliografia / Outros Recursos

- CARREIRA, A. R. (1972), *Compêndio de Desenho*. 2.ª ed. Lisboa: Livraria Sá da Costa.
- SANTANA, S; GOMES, B. (1992), *Geometria Descritiva. 10º Ano de escolaridade*. 5.ª ed. Porto: Porto Editora.
- SILVA, A., *et al.* (2004), *Desenho Técnico Moderno*. 4.ª ed. Lisboa: Editora LIDEL.
- SOARES, Ó. S.; CARVALHO, L. F. (1999), *Desenho e Geometria Descritiva - B. 12º Ano*. 2.ª ed. Cacém: Texto Editora.
- SOUSA, M. M. (1999), *Desenho e Geometria Descritiva*. 2.ª ed. Lisboa: Plátano Editora.

MÓDULO 3

Projecções e Perspectivas

Duração de Referência: **20 horas**

1. Apresentação

O módulo desenvolve-se por apresentação e aplicação dos sistemas de projecção, como metodologia e técnica de representação de peças em Desenho Técnico. Após a distinção dos métodos (Europeu e Americano) utiliza-se e pratica-se o método Europeu de Projecção Ortogonal, sendo abordada a correcta representação da forma e dimensão das peças. A temática relativa à representação em perspectiva é desenvolvida em Desenho Técnico de modo a permitir uma representação gráfica que forneça uma imagem mais próxima da que é apreendida pelo observador na realidade. Pretende-se que a perspectiva, como representação gráfica de grande utilidade, permita uma visão espacial rápida.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Conhecer e diferenciar os tipos de projecção;
- Diferenciar o método de representação ortogonal europeu do método americano, quer através de símbolos, quer através da análise de vistas;
- Escolher as vistas mais convenientes;
- Representar peças, por projecção ortogonal, utilizando o método europeu;
- Utilizar os planos auxiliares de projecção na representação de faces oblíquas;
- Interpretar formas e simbologias correntes de desenho simplificado;
- Diferenciar os diferentes tipos de perspectiva e relacioná-los com a posição do objecto;
- Interpretar a representação de planos inclinados e círculos em perspectivas isométricas;
- Interpretar a perspectiva ou projecção oblíqua de qualquer objecto;
- Definir o método mais adequado à representação do objecto;
- Desenhar a perspectiva de uma peça partindo da sua representação em vistas múltiplas e projecções ortogonais.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Conceito de projecção. Tipos de projecções
2. Projecções ortogonais
 - 2.1. Métodos de representação de Projecções Ortogonais
 - 2.1.1. Europeu ou do primeiro diedro
 - 2.1.2. Americano ou do terceiro diedro
 - 2.2. Significado das linhas
 - 2.3. Representações convencionais e representações simbólicas
 - 2.4. Vistas necessárias para representar um objecto
 - 2.5. Tipos de vistas
 - 2.5.1. Parciais
 - 2.5.2. Locais
 - 2.5.3. Interrompidas
 - 2.5.4. Auxiliares
3. Perspectivas
 - 3.1. Classificação das perspectivas
 - 3.2. Perspectiva Isométrica
 - 3.3. Perspectiva Cavaleira
 - 3.4. Perspectiva Dimétrica
4. Desenho de perspectivas rápidas
 - 4.1. Escolha da posição
 - 4.2. Métodos de construção
 - 4.3. Perspectiva de linhas curvas
 - 4.4. Perspectiva da circunferência
 - 4.5. Traçado de elipses
 - 4.6. Perspectiva de sólidos de revolução
 - 4.7. Representação de linhas
5. Perspectivas explodidas

4. Bibliografia / Outros Recursos

- BRANCO, C., et al. (2005), *Projecto de Órgãos de Máquinas*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- CUNHA, L. S. (2002), *Manual Prático do Mecânico*. São Paulo: Hemus.
- CUNHA, L. V. (1991), *Desenho Técnico*. 8ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- MELCONIAN, S. (1990), *Elementos de Máquinas*. São Paulo: Editora Érica.
- MORAIS, J. M. S. (1984), *Desenho de Construções Mecânicas: Desenho técnico básico. Volumes 2 e 3*. 11.ª ed. Porto: Porto Editora.
- NIEMANN, G. (1971), *Elementos de Máquinas*. Volume I. São Paulo: Edgard Blucher.
- PROVENZA, F. (1986), *Desenhista de Máquinas*. São Paulo: Pro-Tec.
- PROVENZA, F. (1988), *Projetista de Máquinas*. São Paulo: Pro-Tec.
- SILVA, A., et al. (2004), *Desenho Técnico Moderno*. 4.ª ed. Lisboa: Editora LIDEL.

Normas:

Normas Portuguesas - Desenho Técnico (1963-1968). Lisboa: Direcção Geral de Qualidade. Repartição de Normalização.

Normas Portuguesas (NP). Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.

Normas Europeias (EN). Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.

Normas Internacionais (ISO). Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.

Sítios na Internet:

<http://www.ipq.pt> - Instituto Português da Qualidade – IPQ.

<http://www.ipq.pt/custompage.aspx?modid=0&pagid=8> - Normas Portuguesas (NP), Europeias (EN) e Internacionais (ISO).

MÓDULO 4

Cortes, Secções e Planificações

Duração de Referência: **20 horas**

1. Apresentação

Este módulo permite a utilização de simbologia adequada, possibilitando apresentar os vários modos de efectuar um corte ou uma secção num desenho.

O recurso a cortes e secções no desenho técnico, faz-se em geral quando se pretende clarificar alguns pormenores importantes, que não estão claramente definidos nas projecções ortogonais.

A planificação de sólidos simples, utiliza-se na construção metálica e caldeiraria.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Saber optar entre um corte e uma secção;
- Saber decidir sobre a necessidade de recorrer a cortes ou secções para representar claramente uma peça em projecções ortogonais;
- Efectuar correctamente a representação gráfica de cortes e secções no respeito das Normas de desenho aplicáveis;
- Efectuar planificação de sólidos simples e sua intersecção com diferentes planos previamente definidos.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Cortes

1.1. Tipos de cortes

1.1.1. Corte total

1.1.2. Meio corte

1.1.3. Corte por planos paralelos

1.1.4. Corte por planos concorrentes

1.1.5. Corte local

1.2. Selecção das zonas de corte

1.3. Regras gerais em cortes

1.4. Elementos que não são cortados e representações convencionais

1.5. Cortes em desenhos de conjuntos de peças

2. Secções

2.1. Secções sucessivas

2.2. Secções deslocadas

2.3. Secções rebatidas

3. Planificações

4. Intersecções

4. Bibliografia / Outros Recursos

BRANCO, C., et al. (2005), *Projecto de Órgãos de Máquinas*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

CUNHA, L. S. (2002), *Manual Prático do Mecânico*. São Paulo: Hemus.

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

MELCONIAN, S. (1990), *Elementos de Máquinas*. São Paulo: Editora Érica.

MORAIS, J. M. S. (1984), *Desenho de Construções Mecânicas: Desenho técnico básico. Volumes 2 e 3*. 11.ª ed. Porto: Porto Editora.

NIEMANN, G. (1971), *Elementos de Máquinas. Volumes I*. São Paulo: Edgard Blucher.

PROVENZA, F. (1986), *Desenhista de Máquinas*. São Paulo: Pro-Tec.

PROVENZA, F. (1988), *Projetista de Máquinas*. São Paulo: Pro-Tec.

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

Normas:

Normas Portuguesas - Desenho Técnico (1963-1968). Lisboa: Direcção Geral de Qualidade. Repartição de Normalização.

Normas Portuguesas (NP). Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.

Normas Europeias (EN). Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.

Normas Internacionais (ISO). Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.

Sítios na Internet:

<http://www.ipq.pt> - Instituto Português da Qualidade – IPQ.

<http://www.ipq.pt/custompage.aspx?modid=0&pagid=8> - Normas Portuguesas (NP), Europeias (EN) e Internacionais (ISO).

MÓDULO 5

Cotagem e Tolerâncias

Duração de Referência: **20 horas**

1. Apresentação

Este módulo permite completar a representação da forma, com as dimensões e posições dos diferentes elementos das peças. O conhecimento dos processos e tecnologias de fabrico e os aspectos funcionais das peças ou de alguns dos seus elementos, é condição nuclear da cotagem.

As tolerâncias e estados de superfícies estão interligados. O toleranciamento é uma extensão da cotagem, estabelecendo uma informação adicional, acerca da forma, dimensão e posição dos elementos toleranciados. Há uma relação entre o toleranciamento e as indicações necessárias para o fabrico, na medida em que, as tolerâncias especificadas no desenho, podem condicionar e onerar o processo de fabrico.

Neste módulo pretende-se dotar o aluno de conhecimentos e técnicas que lhe permitam fazer uma cotagem correcta dos desenhos técnicos, sendo este um factor determinante para uma boa interpretação de desenhos e projectos.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Usar a cotagem para indicar a forma e localização dos elementos de uma peça;
- Cotar desenhos com representações e aplicações diversas tais como: vistas múltiplas; desenhos de conjunto e perspectivas;
- Seleccionar criteriosamente as cotas a inscrever no desenho, tendo em conta as funções da peça e das tecnologias ou processos de fabrico;
- Aplicar as técnicas da cotagem de acordo com as Normas técnicas, de modo a garantir a legibilidade, simplicidade e clareza do desenho.
- Compreender a importância do toleranciamento dimensional para o fabrico;
- Saber usar o Sistema ISO de tolerâncias e ajustamentos e em cada situação, determinar o tipo de tolerância mais adequado à situação;
- Saber interpretar e inscrever cotas toleranciadas nos desenhos;
- Saber especificar o acabamento superficial das peças e indicá-lo nos desenhos.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Cotagem

1.1. Elementos da cotagem

1.1.1. Escalas

1.1.2. Linhas de chamada e linhas de cota

1.1.3. Seta

1.1.4. Cota

1.1.5. Símbolos

1.2. Inscrição das cotas no desenho

1.3. Cotagem dos elementos

1.3.1. Cotagem de forma

1.3.2. Cotagem de posição

1.3.3. Boleados e concordâncias

1.4. Critérios de cotagem

1.4.1. Cotagem em série

1.4.2. Cotagem em paralelo

1.4.3. Cotagem em paralelo com linhas de cota sobrepostas

1.4.4. Cotagem por coordenadas

1.4.5. Cotagem de elementos equidistantes

1.4.6. Cotagem de elementos repetidos

1.4.7. Cotagem de chanfros e furos escareados

1.4.8. Cotas fora de escala

1.4.9. Cotas para inspeção

1.5. Cotagem de representações especiais

1.5.1. Cotagem de meias vistas

1.5.2. Cotagem de vistas parciais e interrompidas

1.5.3. Cotagem de contornos invisíveis

1.5.4. Cotagem de desenhos de conjunto

1.5.5. Cotagem de perspectivas

1.5.6. Cotagem de ajustamentos ou montagens

1.5.7. Linhas de referência e anotações

1.6. Cotagem funcional

1.6.1. Generalidades

1.6.2. Tolerâncias

1.6.3. Ajustamentos

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Módulo 5: Cotagem e Tolerâncias

2. Tolerâncias

- 2.1. Toleranciamento dimensional
 - 2.1.1. Sistemas ISO de tolerâncias lineares
 - 2.1.2. Sistemas ISO de tolerâncias angulares
 - 2.1.3. Inscrição de tolerâncias nos desenhos
 - 2.1.4. Ajustamentos
 - 2.1.5. Verificação de tolerâncias
 - 2.1.6. Toleranciamento dimensional geral
 - 2.1.7. Toleranciamento de peças especiais
- 2.2. Estados de superfície
- 2.3. Toleranciamento geométrico

4. Bibliografia / Outros Recursos

- BRANCO, C., *et al.* (2005), *Projecto de Orgãos de Máquinas*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- CUNHA, L. S. (2002), *Manual Prático do Mecânico*. São Paulo: Hemus.
- CUNHA, L. V. (1991), *Desenho Técnico*. 8ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- MELCONIAN, S. (1990), *Elementos de Máquinas*. São Paulo: Editora Érica.
- MORAIS, J. M. S. (1984), *Desenho de Construções Mecânicas: Desenho técnico básico. Volumes 2 e 3*. 11.ª ed. Porto: Porto Editora.
- NIEMANN, G. (1971), *Elementos de Máquinas. Volume I*. São Paulo: Edgard Blucher.
- PROVENZA, F. (1986), *Desenhista de Máquinas*. São Paulo: Pro-Tec.
- PROVENZA, F. (1988), *Projetista de Máquinas*. São Paulo: Pro-Tec.
- SILVA, A., *et al.* (2004), *Desenho Técnico Moderno*. 4.ª ed. Lisboa: Editora LIDEL.

Normas:

Normas Portuguesas - Desenho Técnico (1963-1968). Lisboa: Direcção Geral de Qualidade. Repartição de Normalização.

Normas Portuguesas (NP). Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.

Normas Europeias (EN). Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.

Normas Internacionais (ISO). Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.

Sítios na Internet:

<http://www.ipq.pt> - Instituto Português da Qualidade – IPQ.

<http://www.ipq.pt/custompage.aspx?modid=0&pagid=8> - Normas Portuguesas (NP), Europeias (EN) e Internacionais (ISO).

MÓDULO 6

Elementos de Ligação e Desenho de Conjunto

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Neste módulo é feita a descrição dos elementos de ligação referindo nomeadamente a sua aplicação e representação nos desenhos de conjunto.

Na disciplina de Tecnologia e Processos, são identificados os principais elementos de ligação e órgãos de máquinas como componentes fundamentais à realização de um projecto de Engenharia Mecânica.

Com este módulo pretende-se dotar o aluno de conhecimentos e técnicas que permitam executar e interpretar desenhos de conjunto e esquemas funcionais.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Compreender a representação dos elementos normalizados;
- Distinguir e compreender formas de ligação;
- Representar, cotar e referenciar elementos de máquinas;
- Distinguir os elementos normalizados na representação de conjuntos num desenho;
- Ler e interpretar o funcionamento de equipamentos mecânicos utilizando desenhos de conjunto;
- Executar desenhos de definição e de conjunto com listas de peças de equipamentos mecânicos;
- Consultar tabelas técnicas de elementos de ligação e outros elementos constituintes do esquema funcional;
- Interpretar e executar esquemas funcionais.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Elementos de ligação
 - 1.1. Permanentes
 - 1.2. Desmontáveis
2. Ligações roscadas
 - 2.1. Parafusos
 - 2.2. Porcas
 - 2.3. Pernos
 - 2.4. Furo cego
 - 2.5. Furo passante

TÉCNICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Módulo 6: Elementos de Ligação e Desenho de Conjunto

- 2.6. Tipos de rosca
3. Rodas dentadas
4. Anilhas, chavetas, cavilhas e troços
5. Rebites
6. Molas
7. Outros elementos de ligação
8. Desenho de conjunto

4. Bibliografia / Outros Recursos

- BRANCO, C., *et al.* (2005), *Projecto de Órgãos de Máquinas*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- CUNHA, L. S. (2002), *Manual Prático do Mecânico*. São Paulo: Hemus.
- CUNHA, L. V. (1991), *Desenho Técnico*. 8ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- MELCONIAN, S. (1990), *Elementos de Máquinas*. São Paulo: Editora Érica.
- MORAIS, J. M. S. (1984), *Desenho de Construções Mecânicas: Desenho técnico básico. Volumes 2 e 3*. 11.ª ed. Porto: Porto Editora.
- NIEMANN, G. (1971), *Elementos de Máquinas. Volume I*. São Paulo: Edgard Blucher.
- PROVENZA, F. (1986), *Desenhista de Máquinas*. São Paulo: Pro-Tec.
- PROVENZA, F. (1988), *Projetista de Máquinas*. São Paulo: Pro-Tec.
- SILVA, A., *et al.* (2004), *Desenho Técnico Moderno*. 4.ª ed. Lisboa: Editora LIDEL.

Normas:

- Normas Portuguesas - Desenho Técnico (1963-1968). Lisboa: Direcção Geral de Qualidade. Repartição de Normalização.
- Normas Portuguesas (NP). Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.
- Normas Europeias (EN). Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.
- Normas Internacionais (ISO). Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.

Sítios na Internet:

- <http://www.ipq.pt> - Instituto Português da Qualidade – IPQ.
- <http://www.ipq.pt/custompage.aspx?modid=0&pagid=8> - Normas Portuguesas (NP), Europeias (EN) e Internacionais (ISO).

MÓDULO 7

Desenho Esquemático

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Neste módulo são abordados esquemas funcionais necessários a ter em consideração numa montagem a realizar em Electricidade, Pneumática, Óleo-hidráulica e Tubagens, entre outras, na qual utilizam-se sinais gráficos Normalizados, identificando o percurso e a funcionalidade, dos aparelhos de controlo e a ligação entre os diversos elementos constituintes.

Os esquemas funcionais são fundamentais para a interpretação de quaisquer sistemas.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Saber identificar e utilizar as Normas Portuguesas, CEI, CENELEC e outras consideradas fundamentais para a interpretação de esquemas;
- Saber analisar e interpretar circuitos de tubagens;
- Saber analisar e identificar os componentes de um esquema ou circuito Pneumático, Óleo-hidráulico, Tubagens, Eléctrico, Electrónico e outros circuitos, assim como a sua funcionalidade.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Instalações eléctricas
2. Electrónica
3. Redes de gás e de vapor
4. Circuitos pneumáticos e hidráulicos
5. Outros esquemas funcionais

4. Bibliografia / Outros Recursos

- BLANES, O. (1983), *Manual de Instalações Contra Incêndios*. Lisboa: Plátano Editora.
- CUNHA, L. V. (1991), *Desenho Técnico*. 8ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- PROVENZA, F. (1986), *Desenhista de Máquinas*. São Paulo: Pro-Tec.
- PROVENZA, F. (1988), *Projetista de Máquinas*. São Paulo: Pro-Tec.
- SILVA, A., *et al.* (2004), *Desenho Técnico Moderno*. 4.ª ed. Lisboa: Editora LIDEL.
- SILVA, F.; ROSEIRA, A. (1992), *Desenho de Esquemas Eléctricos*. Porto: Porto Editora.
- VASSALO, F. R. (1999), *Manual de Interpretação de Esquemas Eléctricos*. 4.ª ed. Lisboa: Plátano Editora.