

CURSOS PROFISSIONAIS DE NÍVEL SECUNDÁRIO

Técnico de Mecatrónica

PROGRAMA

Componente de Formação Técnica

Disciplina de

Tecnologia Mecatrónica

Escolas Proponentes / Autores

E P de Gaia

Eng. António Jorge G. Antão (Coordenador)

Direcção-Geral de Formação Vocacional

2005

Parte I

Orgânica Geral

Índice:

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

1. Caracterização da Disciplina

A disciplina de Tecnologia Mecatrónica, a qual é parte integrante da componente Técnica, é leccionada ao longo dos três anos de Formação do Curso com uma carga horária total de 396 h.

Esta disciplina pretende dotar o aluno com valências que lhe permitam realizar a programação e operação de máquinas-ferramentas equipadas com controlo numérico, a programação e operação de manipuladores industriais e robots, bem como a concepção/programação de circuitos e automatismos, controlados electronicamente, por meio de autómatos, ou por processos electromecânicos, electropneumáticos ou hidráulicos.

2. Visão Geral do Programa

O programa permite ao aluno a aquisição de um conjunto de conhecimentos relacionados com a sua futura actividade profissional como técnico de nível III de Mecatrónica.

Tal como o termo Mecatrónica sugere, o programa contempla temas actuais relacionados com a integração da Electrónica, Electrotécnica, Computação, Controlo e da Mecânica. Esta integração (sinergia) é, actualmente, cada vez mais frequente no projecto, fabricação e manutenção de uma grande variedade de produtos e processos da nossa Indústria.

Assim o programa abarca temas que abordam a integração do controlo electrónico em dispositivos mecânicos, tais como a Tecnologia dos Materiais, a Tecnologia CNC, a Programação Assistida por Computador (CAD/CAM), a Robótica, a Electrónica de Potência e respectivas aplicações, os Sensores e Transdutores, os Autómatos Programáveis, a Electropneumática e a Hidráulica.

3. **Competências a Desenvolver**

Seleccionar criteriosamente componentes, materiais e equipamentos com base nas suas características tecnológicas e de acordo com as normas e regulamentos existentes.

Interpretar e utilizar correctamente manuais, esquemas e outra literatura técnica fornecida pelos fabricantes de equipamento eléctrico/electrónico/mecânico.

Efectuar operações de correcção, ajuste e manutenção segundo as instruções do fabricante.

Analisar e interpretar anomalias de funcionamento e formular hipótese de causas prováveis.

Conhecer em detalhe as tecnologias de Comando Numérico e respectiva utilização, quer na preparação de trabalho quer na programação das respectivas máquinas.

Operar num torno CNC.

Operar num centro de maquinagem CNC.

Utilizar ferramentas de CAD/CAM numa perspectiva da produção.

Proceder à montagem, manutenção e reparação de automatismos industriais.

Projectar e realizar protótipos de módulos electrónicos e mecânicos de pequena e média complexidade e proceder à respectiva montagem, teste e ajuste.

Aplicar e respeitar as normas de protecção do ambiente e de prevenção, higiene e segurança no trabalho.

Instalar e programar módulos electrónicos de controlo.

Realizar automatismos com autómatos programáveis.

Proceder à montagem, manutenção e reparação de equipamentos electropneumáticos.

Identificar os elementos que constituem um robot/manipulador industrial.

Classificar um robot.

Operar e programar um robot/manipulador industrial.

Implementar sistemas de comando e controlo relativos a instalações e equipamentos industriais.

4. Orientações Metodológicas / Avaliação

A apresentação dos conteúdos far-se-á através da apresentação de casos concretos de modo a preparar os alunos para uma melhor integração no mundo laboral.

Pretende-se que na disciplina de Tecnologia Mecatrónica, a observação experimental esteja sempre presente e que a teoria e a prática se desenvolvam iterativamente. Recorrer-se-á, assim, a métodos de trabalho individualizado ou em grupo, facilitadores de ambientes de aprendizagem que valorizem a iniciativa, a responsabilidade, a autonomia e o sentido crítico. Para tal, recomenda-se a utilização de laboratórios devidamente equipados durante todo o período de leccionação.

O processo de avaliação constituirá uma vertente importante para o sucesso na aprendizagem dos alunos; assim é da máxima conveniência uma cuidada metodologia. Uma avaliação de diagnóstico no início do primeiro ano, poderá favorecer o interesse dos alunos e permitirá detectar eventuais insuficiências na sua formação e assim permitir uma melhor definição de estratégias na respectiva planificação. Estes elementos permitem também um melhor conhecimento relativamente a atitudes, conhecimentos e desempenho que os alunos vão demonstrando. Será vantajoso a realização de trabalhos individuais e de grupo, fichas e testes formativos, que deverão ser corrigidos de forma a contribuírem para uma hetero e auto-avaliação. Isto permite ao aluno acompanhar a sua própria formação.

Sendo que os momentos em que se verifica a avaliação sumativa interna, de natureza qualitativa e quantitativa interessará realizar pelo menos no final de cada módulo, provas teóricas ou práticas, que de forma diferente, permitam avaliar a consolidação dos conhecimentos e competências adquiridas.

Relativamente às **tipologias**, esta disciplina, sendo de carácter predominantemente prático, exigirá instalações laboratoriais ou oficinais adequadas:

Para os módulos de Sensores e Transdutores, Autómatos Programáveis e Autómatos - Projectos , sugere-se a utilização de um laboratório que integre bancadas de trabalho para a montagem dos respectivos automatismos. Estas deverão estar equipadas com ferramenta adequada de electricista e de electrónica. Ao nível de equipamentos, deverão estar previstos autómatos e respectivos acessórios e computadores com os respectivos softwares de programação.

No que concerne aos módulos de CNC e de CAM, sugere-se que sejam leccionados numa sala equipada com meios informáticos e respectivos pacotes de software, máquinas de Comando Numérico e respectivos acessórios/ferramentas.

Os módulos de Robótica e de Programação de manipuladores industriais devem ser leccionados num laboratório dotado de manipuladores/robots (industriais ou didácticos) com respectivo software de controlo e simulação.

Para os módulos de Electropneumatica, Electropneumática - Projectos e de Hidráulica, deverão estar previstos alguns equipamentos (industriais ou didácticos) de ar comprimido e/ou hidráulicos tais como cilindros, válvulas, electroválvulas, compressor, acessórios, etc.

Os diversos equipamentos e/ou consumíveis deverão ser adquiridos, tendo em conta as especificidades e conteúdos abordados nos módulos.

No que concerne à bibliografia sugerida, deverá o professor realizar uma análise cuidada desta e a respectiva proposta de aquisição para a biblioteca da sua escola.

Como esta disciplina é de carácter essencialmente prático com estrutura modular e envolve a utilização de equipamentos que apresentam alguma perigosidade, torna-se necessária uma maior vigilância por parte dos formadores para assim atender a um acompanhamento o mais personalizado possível e também no sentido de evitar acidentes. Trata-se por isso de uma disciplina em que a formação assume um carácter bastante individualizado, pelo que se torna necessário acompanhar cada formando nas tarefas que se encontra a desempenhar, pelo que o método de formação privilegiado será o de "ensinar fazendo". Por outro lado, os equipamentos disponíveis são limitados não podendo todos os formandos executar as mesmas operações ao mesmo tempo.

Assim sendo recomenda-se que a turma seja desdobrada na totalidade da disciplina.

5. Elenco Modular

Número	Designação	Duração de referência (horas)
1	Tecnologia dos Materiais	18
2	Tecnologia CNC	18
3	Programação CNC – Torneamento	36
4	Programação CNC – Fresagem	36
5	Programação Assistida por Computador (CAM)	36
6	Robótica	36
7A	Programação de Manipuladores Industriais*	36
7B	Electrónica de Potência e Aplicações*	36
8	Sensores e Transdutores	36
9	Autómatos Programáveis	36
10	Autómatos – Projectos	36
11	Electropneumática	36
12A	Electropneumática – Projectos**	36
12B	Hidráulica**	36

* A escola deverá seleccionar um dos módulos.

** A escola deverá seleccionar um dos módulos.

6. Bibliografia

- Sobral, Pires e Pires, M. Carvalho, 1986, **Mecânica dos Materiais**, Edições ASA.
- Roseira, A . **Elementos de Mecânica** – Porto Editora.
- Nuñes. Juan Gonzales, **El Control Numérico y la programación Manual de las MHCN**, URMO, S.A. Ediciones.
- Relvas, Carlos Alberto Moura. **Controlo Numérico Computorizado – Conceitos Fundamentais**, Publindústria, 1ª Edição, Março de 2000.
- Silva, Sidnei Domingues da. **CNC – Programação de comandos Numéricos Computadorizados, Torneamento** – Editora Érica 2002.
- Wien, Carl Hanser Verlag Munchen. **Comando Numérico CNC – Curso Básico**, EPU, 1984.
- Wien, Carl Hanser Verlag Munchen. **Comando Numérico CNC – Torneamento; programação e operação**, EPU, 1984.
- SMID, Peter. **CNC PROGRAMMING HANDBOOK**, Industrial Press Inc. Second Edition.
- Valentino, James V. – Goldenberg, Joseph. **Introduction to Computer Numerical Control (CNC)**, Third Edition, Prentice Hall.
- Cozzens, Richard & Hansen, Scott & Fife, Boyd. **Mastercam V9 Workbook**, SDC Publications
- K.S.Fu, R.C.Gonzalez e C.S.G.Lee, **ROBOTICS: CONTROL, SENSING, VISION AND INTELLIGENCE**, McGraw-Hill.
- P. McKerrow, Addison, **INTRODUCTION TO ROBOTICS**, Wesley.
- M.P.Groover, M.Weiss, R.N.Nagel and N.G.Odrey, **ROBÓTICA, TECNOLOGIA E PROGRAMAÇÃO**, McGraw-Hill.
- K.S.Fu, R.C.Gonzalez e C.S.G.Lee, **ROBOTICS: CONTROL, SENSING, VISION AND INTELLIGENCE**, McGraw-Hill.
- P. McKerrow, Addison, **INTRODUCTION TO ROBOTICS**, Wesley.
- M.P.Groover, M.Weiss, R.N.Nagel and N.G.Odrey, **ROBÓTICA, TECNOLOGIA E PROGRAMAÇÃO**, McGraw-Hill.
- Pinto, António, **PRÁTICAS LABORATORIAIS E OFICINAIS**, 10º, 11º e 12º anos, Porto Editora.
- AUTOMATISMOS INDUSTRIAIS – REGULAÇÃO E COMANDO** – Didáctica Editora.
- Novais, J., **PROGRAMAÇÃO DE AUTÓMATOS**. Lisboa: F. C. Gulbenkian, 1992.
- Fialho, Arivelto Bustamante. (2002). **Automação Hidráulica** – Projectos, Dimensionamento e Análise de Circuitos. Editora Érica.
- José Novais (1997), Método sequencial para automatização electropneumática, 3ª Edição, Fundação Calouste Gulbenkian.
- Bollmann, A., **Fundamentos da automação Industrial Pneutrônica**, Projetos de Comandos Binários Eletropneumáticos. ABHP – Associação Brasileira de Hidráulica e Pneumática, 1996.
- Bolton, W., **Pneumatic and Hydraulic Systems**. Butterworth-Heinemann, Linacre House, Jordan Hill, Oxford, U.K., 1997.
- PARKER TRAINING **Tecnologia Pneumática Industrial**, Apostila M1001BR, São Paulo: Parker Hannifin Corporation, 2000.
- PARKER TRAINING **Tecnologia Eletropneumática Industrial**, Apostila M1002-2BR, São Paulo: Parker Hannifin Corporation, 2001.
- HASEBRINK, J.P., KOBLE, R. **Técnicas de Comandos: Fundamentos de Pneumática e Eletropneumática**. São Paulo: Festo – Máquinas e Equipamentos Pneumáticos Ltda, 1975.
- MEIXNER, H., KOBLE, R. **Introdução à Pneumática**. São Paulo: Festo – Máquinas e Equipamentos Pneumáticos Ltda, 1978.

Parte II

Módulos

Índice:

	Página
Módulo 1 Tecnologia dos Materiais	10
Módulo 2 Tecnologia CNC	12
Módulo 3 Programação CNC – Torneamento	15
Módulo 4 Programação CNC – Fresagem	17
Módulo 5 Programação assistida por computador (CAM)	19
Módulo 6 Robótica	21
Módulo 7A Programação de manipuladores industriais	23
Módulo 7B Electrónica de potência e aplicações	25
Módulo 8 Sensores e Transdutores	28
Módulo 9 Autómatos Programáveis	30
Módulo 10 Autómatos – Projectos	33
Módulo 11 Electropneumática	35
Módulo 12A Electropneumática – Projectos	38
Módulo 12B Hidráulica	40

MÓDULO 1

Tecnologia dos Materiais

Duração de Referência: **18 horas**

1. Apresentação

Este módulo fornece os conhecimentos básicos sobre a forma como se comportam alguns tipos de matérias e como se identificam as principais vantagens dos diversos tipos de tratamentos associados aos materiais.

2. Objectivos de Aprendizagem

Conhecer factos e princípios da utilização de materiais.
Identificar os diversos ensaios aos materiais (destrutivos e não destrutivos).
Conhecer os principais materiais metálicos e não metálicos.
Enumerar as principais ligas metálicas.
Conhecer os diversos tipos de aços e suas aplicações.
Enumerar os diversos tratamentos mecânicos, térmicos e termoquímicos e superfícies dos aços.

3. Âmbito dos Conteúdos

Propriedades dos materiais.

Ligas metálicas:

Ligas ferrosas.

Aços.

Materiais metálicos não ferrosos:

Cobre e suas ligas.

Alumínio e suas ligas.

Ensaio de materiais:

Ensaio destrutivos.

Ensaio não destrutivos.

Tratamentos aplicados aos materiais:

Tratamentos mecânicos.

Tratamentos térmicos.

Tratamentos químicos.

Tratamentos superficiais.

4. Bibliografia / Outros Recursos

Sobral, Pires e Pires, M. Carvalho, 1986, **Mecânica dos Materiais**, Edições ASA.

Roseira, A. **Elementos de Mecânica** – Porto Editora.

MÓDULO 2

Tecnologia CNC

Duração de Referência: **18 horas**

1. Apresentação

Este módulo tem um carácter teórico-prático, pelo que deverá decorrer em ambiente laboratorial de forma a permitir ao aluno assimilar os conceitos teóricos passando posteriormente à sua verificação experimental.

Este módulo fornece os conhecimentos básicos sobre a tecnologia associada ao Controlo Numérico. Pretende formar tecnicamente o aluno nos processos operativos de programação, preparação e maquinagem de peças, tendo em conta as capacidades da máquina, as ferramentas e os meios a utilizar segundo as normas de fabricação, bem como, os sistemas de segurança estabelecidos.

2. Objectivos de Aprendizagem

Identificar os componentes de um sistema CNC.

Conhecer em detalhe as tecnologias de Comando Numérico e respectiva utilização, quer na preparação de trabalho quer na programação destas.

Classificar as Máquinas-Ferramentas;

Conhecer a finalidade e funcionamento das Máquinas-Ferramentas;

Enunciar as principais operações das Máquinas-Ferramentas de uso corrente;

Adquirir conceitos para a selecção da Máquinas-Ferramentas adequada a cada operação;

Apontar as regras de segurança na utilização das Máquinas-Ferramentas.

Conhecer as características das diferentes ferramentas de corte, bem como os materiais utilizados no seu fabrico.

Conhecer a estrutura de um programa CNC e identificar as principais funções.

Conhecer os diversos tipos de equipamentos CNC e técnicas de execução de peças neste tipo de máquinas.

Conhecer as diversas Máquinas Ferramenta, sabendo identificar a sua constituição e funcionalidade;

3. Âmbito dos Conteúdos

História do Controlo Numérico:

Principais Máquinas-Ferramentas e sua aplicação .

Vantagens da aplicação das Máquinas-Ferramentas com Controlo Numérico.

Sequência operativa das Máquinas-Ferramentas com Controlo Numérico.

Classificação das Máquinas Ferramentas com Controlo Numérico.

Tecnologia de fabricação das Máquinas-Ferramentas com Controlo Numérico:

Principais Componentes e principio de funcionamento.

Sistemas de controlo de posicionamento (Malha aberta vs Malha fechada).

Sistemas de medição dos deslocamentos.

Sistema de troca de ferramenta.

Conceitos fundamentais para a programação das Máquinas-Ferramentas com Controlo Numérico:

Sistemas de coordenadas.

Nomenclatura dos eixos e movimentos associados.

Pontos origem e pontos de referência.

Coordenadas absolutas e incrementais.

Deslocamentos ajustáveis do ponto de origem.

Introdução à programação manual de Máquinas Ferramentas CNC ISO:

Estrutura do Programa (Blocos, Palavras, Endereços).

Tipos de Funções de programação (Funções tecnológicas, Funções preparatórias, Funções auxiliares).

Modos de programação (Definição do sistema dimensional, Programação absoluta e incremental, Programação de cotas).

Movimentos programáveis (Deslocamento rápido, Interpolação linear, Interpolação circular).

Funções tecnológicas (Programação da velocidade de avanço, Programação da velocidade de corte, Programação da ferramenta).

Cálculos geométricos para a programação manual.

Características das diferentes ferramentas de corte.

Preparação do posto de trabalho.

4. Bibliografia / Outros Recursos

Nuñes. Juan Gonzales, **El Control Numérico y la programación Manual de las MHCN**, URMO, S.A. Ediciones

Relvas, Carlos Alberto Moura. Controlo **Numérico Computorizado – Conceitos Fundamentais**, Publindústria, 1ª Edição, Março de 2000.

Silva, Sidnei Domingues da. **CNC – Programação de comandos Numéricos Computadorizados, Torneamento** – Editora Érica 2002.

Wien, Carl Hanser Verlag Munchen. **Comando Numérico CNC – Curso Básico**, EPU, 1984.

Wien, Carl Hanser Verlag Munchen. **Comando Numérico CNC – Torneamento; programação e operação**, EPU, 1984.

SMID, Peter. **CNC PROGRAMMING HANDBOOK**, Industrial Press Inc. Second Edition.

Valentino, James V. – Goldenberg, Joseph. **Introduction to Computer Numerical Control (CNC)**, Third Edition, Prentice Hall.

MÓDULO 3

Programação CNC – Torneamento

Duração de Referência: **36 horas**

1. Apresentação

Este módulo tem um carácter eminentemente prático, pelo que deverá decorrer em ambiente laboratorial de forma a permitir ao aluno assimilar os conceitos teóricos passando imediatamente à sua verificação experimental.

Assim, com este módulo pretende-se formar tecnicamente o aluno nos processos operativos de programação, preparação e maquinagem de peças de um torno CNC, tendo em conta as capacidades da máquina, as ferramentas e meios a utilizar segundo as normas de fabricação bem como os sistemas de segurança estabelecidos.

2. Objectivos de Aprendizagem

Facultar aos formandos conhecimentos na área de operação e programação de tornos CNC, bem como, fornecer uma visão global do respectivo processo de produção mecânica.

No final do modulo, o aluno estará apto a:

Efectuar a programação manual de um torno CNC, mediante a utilização de linguagens de programação CNC utilizadas na Industria, a partir da ordem de fabricação e de documentos técnicos.

Interpretar, corrigir e otimizar programas CNC para Torno.

Operar um torno CNC.

Conhecer as principais ferramentas utilizadas no torneamento.

3. Âmbito dos Conteúdos

Procedimentos de programação de um torno CNC (abordagem geral).

Elaboração de programas para as diferentes operações realizadas num torno CNC.

Simulação de programas.

Preparação do torno CNC:

Montagem de ferramentas.

Medição das ferramentas.

Definição do sistema de coordenadas.

Introdução do programa peça.

Simulação Gráfica.

Teste em vazio.

Maquinação da peça.

Optimização do programa.

Maquinação do lote.

4. Bibliografia / Outros Recursos

Nuñes. Juan Gonzales, **El Control Numérico y la programación Manual de las MHCN**, URMO, S.A. Ediciones.

Relvas, Carlos Alberto Moura. **Controlo Numérico Computorizado – Conceitos Fundamentais**, Publindústria, 1ª Edição, Março de 2000.

Silva, Sidnei Domingues da. **CNC – Programação de comandos Numéricos Computadorizados, Torneamento** – Editora Érica 2002.

Wien, Carl Hanser Verlag Munchen. **Comando Numérico CNC – Curso Básico**, EPU, 1984.

Wien, Carl Hanser Verlag Munchen. **Comando Numérico CNC – Torneamento; programação e operação**, EPU, 1984.

SMID, Peter. **CNC PROGRAMMING HANDBOOK**, Industrial Press Inc. Second Edition.

Valentino, James V. – Goldenberg, Joseph. **Introduction to Computer Numerical Control (CNC)**, Third Edition, Prentice Hall.

Manuais dos diversos equipamentos utilizados no laboratório.

MÓDULO 4

Programação CNC – Fresagem

Duração de Referência: 36 horas

1. Apresentação

Este módulo tem um carácter eminentemente prático, pelo que deverá decorrer em ambiente laboratorial de forma a permitir ao aluno assimilar os conceitos teóricos passando imediatamente à sua verificação experimental.

Assim, com este módulo pretende-se formar tecnicamente o aluno nos processos operativos de programação, preparação e maquinagem de peças de um centro de maquinagem CNC, tendo em conta as capacidades da máquina, as ferramentas e meios a utilizar segundo as normas de fabricação bem como os sistemas de segurança estabelecidos.

2. Objectivos de Aprendizagem

Facultar aos formandos conhecimentos na área de operação e programação de centros de maquinagem CNC, bem como, fornecer uma visão global do respectivo processo de produção mecânica.

No final do modulo, o aluno estará apto a:

Efectuar a programação manual de um centro de maquinagem, mediante a utilização de linguagens de programação CNC utilizadas na Industria, a partir da ordem de fabricação e de documentos técnicos.

Interpretar, corrigir e optimizar programas CNC para centros de maquinagem.

Operar um centro de maquinagem.

Conhecer as principais ferramentas utilizadas nos centros de maquinagem.

3. Âmbito dos Conteúdos

Procedimentos de programação de um centro de maquinagem CNC (abordagem geral).
Elaboração de programas para as diferentes operações 2D realizadas num centro de maquinagem.
Simulação de programas.
Preparação do centro de maquinagem:
 Montagem de ferramentas.
 Medição das ferramentas.
 Definição do sistema de coordenadas.
 Introdução do programa peça.
 Simulação Gráfica.
 Teste em vazio.
 Maquinação da peça.
 Optimização do programa.
 Maquinação do lote.

4. Bibliografia / Outros Recursos

Nuñes. Juan Gonzales, **El Control Numérico y la programación Manual de las MHCN**, URMO, S.A. Ediciones.

Relvas, Carlos Alberto Moura. **Controlo Numérico Computorizado – Conceitos Fundamentais**, Publindústria, 1ª Edição, Março de 2000.

Wien, Carl Hanser Verlag Munchen. **Comando Numérico CNC – Curso Básico**, EPU, 1984.

SMID, Peter. **CNC PROGRAMMING HANDBOOK**, Industrial Press Inc. Second Edition.

Valentino, James V. – Goldenberg, Joseph. **Introduction to Computer Numerical Control (CNC)**, Third Edition, Prentice Hall.

Manuais dos diversos equipamentos utilizados no laboratório.

MÓDULO 5

Programação Assistida por Computador – CAD/CAM

Duração de Referência: **36 horas**

1. Apresentação

Este módulo tem um carácter teórico-prático, pelo que deverá decorrer em ambiente laboratorial de forma a permitir ao aluno assimilar os conceitos teóricos passando posteriormente à sua verificação experimental. Assim, com este módulo pretende-se realizar uma introdução à programação assistida por computador de modo a dotar os formandos com valências que lhes permitam modelar e gerar o programa CNC num sistema CAD/CAM, necessário para a produção de uma determinada peça mecânica.

2. Objectivos de Aprendizagem

Utilizar ferramentas de CAD/CAM numa perspectiva de produção.

Identificar os tipos de coordenadas.

Utilizar de forma eficaz a ferramenta de visualização.

Modelar num sistema CAD/CAM uma peça mecânica.

Importar e exportar modelos de outros sistemas.

Utilizar bibliotecas de ferramentas ou outras.

Gerar trajectórias de ferramentas.

Pós-processar ficheiros.

Visualizar e simular o percurso das ferramentas.

Maquinar peças.

3. Âmbito dos Conteúdos

Introdução à Produção Assistida por Computador:

- Definição de CAD/CAM.
- Integração da Tecnologias CAD/CAM no Ciclo do Produto.
- Relação entre as tecnologias de CAD/CAM e Automação.
- Principais etapas para a obtenção do programa CNC num sistema CAD/CAM.
- Exemplos de sistemas CAD/CAM 2D e 3D.

Aplicações de programação (modelação e maquinagem de Geometrias num sistema CAD/CAM Industrial):

- Ambiente de trabalho da aplicação.
- Operações de gestão de ficheiros.
- Criação de entidades de desenho.
- Comandos de visualização.
- Edição de entidades.
- Análise de geometrias, opções de selecção de entidades.
- Cotagem
- Impressão
- Gestão de bibliotecas.
- Superfícies e Sólidos.
- Maquinação 2D.
- Maquinação de superfícies e Sólidos.
- Simulação das operações.
- Pós Processamento.
- Ensaio na Máquina-Ferramenta

4. Bibliografia / Outros Recursos

Cozzens, Richard & Hansen, Scott & Fife, Boyd. **Mastercam V9 Workbook**, SDC Publications

Manuais de utilização do pacote de Software disponível no laboratório.

MÓDULO 6

Robótica

Duração de Referência: **36 horas**

1. Apresentação

À semelhança de todos os módulos desta disciplina, este deve ser de índole teórico-prática com predominância da componente prática.

Neste módulo devem ser abordados os conceitos básicos da robótica industrial.

2. Objectivos de Aprendizagem

Conhecer a história da robótica.

Identificar os elementos que constituem um robot 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.

Aplicar métodos de programação de robôs industriais.

Apontar diferentes aplicações de robôs industriais.

3. Âmbito dos Conteúdos

História da robótica.

Elos, juntas e eixos.

Classificação geométrica de robôs.

Órgão Terminal.

Actuadores e Sensores.

Visão Artificial.

Volume de trabalho.

Velocidade

Capacidade de Carga.

Precisão

Fiabilidade

Mecanismos Auxiliares.

Programação On-line e Off-line.

4. Bibliografia / Outros Recursos

K.S.Fu, R.C.Gonzalez e C.S.G.Lee, **ROBOTICS: CONTROL, SENSING, VISION AND INTELLIGENCE**, McGraw-Hill.

P. McKerrow, Addison, **INTRODUCTION TO ROBOTICS**, Wesley.

M.P.Groover, M.Weiss, R.N.Nagel and N.G.Odrey, **ROBÓTICA, TECNOLOGIA E PROGRAMAÇÃO**, McGraw-Hill.

Software de programação e/ou simulação on-line e off-line.

MÓDULO 7A

Programação de manipuladores industriais

Duração de Referência: **36 horas**

1. Apresentação

Este módulo tem um carácter eminentemente prático, pelo que deverá decorrer totalmente em ambiente laboratorial de forma a permitir ao Aluno implementar na prática sistemas automatizados efectuando simulações de aplicações reais da programação de manipuladores industriais.

2. Objectivos de Aprendizagem

Com base na utilização de manipuladores industriais, tem-se como objectivo efectuar a programação dos mesmos de modo a implementar o projecto de sistemas automatizados, passando pelas fases de concepção, programação, implementação, manutenção e exploração, pelo que deverá o aluno atingir os seguintes objectivos:

Profundar os conhecimentos de programação de um manipulador industrial.

Desenvolver os conhecimentos do módulo anterior.

Profundar a experimentação prática de programação de manipuladores industriais.

3. Âmbito dos Conteúdos

Realização de pequenos projectos que englobem:

Apresentação do sistema a automatizar.

Seleccção dos equipamentos (sensores, actuadores, etc) a implementar.

Escolha do manipulador a utilizar.

Definição de entradas e saídas.

Elaboração do programa.

Teste e colocação em serviço.

Detecção, diagnóstico e correcção de eventuais avarias do sistema.

Manutenção preventiva.

4. Bibliografia / Outros Recursos

K.S.Fu, R.C.Gonzalez e C.S.G.Lee, **ROBOTICS: CONTROL, SENSING, VISION AND INTELLIGENCE**, McGraw-Hill.

P. McKerrow, Addison, **INTRODUCTION TO ROBOTICS**, Wesley.

M.P.Groover, M.Weiss, R.N.Nagel and N.G.Odrey, **ROBÓTICA, TECNOLOGIA E PROGRAMAÇÃO**, McGraw-Hill.

Software de programação e/ou simulação on-line e off-line.

MÓDULO 7B

Electrónica de Potência e Aplicações

Duração de Referência: **36 horas**

1. Apresentação

O módulo tem carácter teórico-prático à semelhança dos restantes. Pretende-se que no final do módulo o aluno deverá ser capaz de conhecer as principais aplicações da Optoelectrónica e Electrónica de Potência.

2. Objectivos de Aprendizagem

Conhecer o esquema de blocos de um sistema electrónico de potência.

Conhecer o funcionamento e aplicações dos Triacs, tirístores, Diacs, transistor bipolar e Mosfet.

Analisar circuitos rectificadores monofásicos e trifásicos com tirístores.

Conhecer os princípios associados à variação de velocidade (sistemas em malha aberta e malha fechada).

Saber analisar um circuito simples de variação de corrente e potência.

Saber traçar os gráficos temporais de funcionamento dos circuitos electrónicos estudados.

Analisar circuitos de comutação com e sem cargas indutivas.

Dimensionar e montar um circuito simples de variação de potência por controlo de variação de tensão.

Distinguir os diferentes tipos de circuitos de disparo (Chopper) apontando as suas aplicações.

Distinguir os diferentes componentes utilizados na optoelectrónica (fotodiodo, fototransistor, células solares, diodo emissor de infravermelhos, diodo laser).

Caracterizar aplicações com fibras ópticas e enunciar as suas vantagens.

TÉCNICO DE MECATRÓNICA**Módulo7B: Electrónica de Potência e Aplicações****3. Âmbito dos Conteúdos**

Esquema de blocos de um sistema electrónico de potência.

Triacs, Tirístores, Diacs, Transístor Bipolar e Mosfet – Funcionamento e aplicações:

Rectificação Controlada (Tirístores).

Rectificação Monofásica; Rectificação Trifásica; Comparação entre Rectificadores.

Variação de Velocidade.

Conceitos gerais; Sistemas em Malha Aberta e de Malha Fechada.

Transístor de Potência:

Características de Comutação.

TBP em Comutação com Carga Indutiva.

Tensão Contínua Regulável – conversores cc/cc (chopper).

Onduladores – conversores cc/ca.

Corrente Alternada Regulável.

Estudo e análise de componentes de optoelectrónica:

Conceito geral de optoelectrónica.

Componentes fotossensíveis.

Fotodíodo PN.

Fototransístor

Células Solares.

Díodo emissor de infravermelhos.

Díodo laser.

Visualizador de cristais líquidos.

Fibra óptica.

4. Bibliografia / Outros Recursos

Chauffournier, B. e outros, **TECNOLOGIAS DE CONTROLO INDUSTRIAL**. Lisboa: Editons CITEF – Telemecanique, 1994.

Guérin, D. *et al.*, **ESQUEMATECA – TECNOLOGIAS DO CONTROLO INDUSTRIAL**. Paris: Éditions CITEF. 1994.

Heumann, K., **FUNDAMENTOS DE LA ELECTRÓNICA DE POTENCIA**. Madrid: Paraninfo – AEG-Telefunken, 1981.

Martins, Vítor, **APLICAÇÕES DE ELECTRÓNICA**, Plátano Editora.

Millman, Jacob, **MICROELECTRÓNICA**, Vol.1 e 2, McGraw-Hill.

Padilla, António, **ELECTRÓNICA ANALÓGICA**, McGraw-Hill.

Pinto, António, **PRÁTICAS LABORATORIAIS E OFICINAIS**, 10^o, 11^o e 12^o anos, Porto Editora.

Pinto, António, **TECNOLOGIAS**, Curso Tecnol. de Electrotecnia, 10^o, 11^o e 12^o anos, Porto Editora.

Schuler, C. M., **INDUSTRIAL ELECTRONICS AND ROBOTICS**. E.U.A.: McGraw-Hill, 1986.

Sugere-se que o laboratório esteja equipado com:

Componentes passivos: Resistências variáveis e fixas; Condensadores electrolíticos e não electrolíticos, bobinas e choques.

Componentes activos: díodos rectificadores e díodos zéner; Transístores unijunção e transístores de efeito de campo; Triacs, Tirístores e diacs.

Diversos: Transformadores; Motores DC; Placas de ensaio; Fios para ligações; Relés DC, LEDs, fusíveis etc; Computador e software de simulação de circuitos electrónicos.

MÓDULO 8

Sensores e Transdutores

Duração de Referência: **36 horas**

1. Apresentação

Este módulo tem um carácter teórico-prático, pelo que deverá decorrer em ambiente laboratorial de forma a permitir ao aluno assimilar os conceitos teóricos passando, posteriormente, à sua verificação experimental, sobre diversos sensores e transdutores.

2. Objectivos de Aprendizagem

Distinguir sensor de transdutor.

Identificar a constituição interna, as características específicas e o princípio de funcionamento dos diversos equipamentos de detecção electromecânica e electrónica.

Aplicar correctamente sensores e transdutores atendendo ao seu tipo de saída.

Escolher o tipo de sensor e transdutor de acordo com o tipo de aplicação.

Seleccionar, através da consulta de catálogos de fabricantes, os sensores e transdutores a instalar em aplicações reais tendo em vista a sua automatização.

Realizar um sistema automatizado utilizando sensores e transdutores, aplicando desta forma os conceitos teóricos apreendidos.

3. Âmbito dos Conteúdos

Detecção electromecânica:

Fins de curso de posição.

Fins de curso de segurança.

Detecção electrónica:

Detectores indutivos.

Detectores capacitivos.

Células foto-eléctricas.

Detectores ultra-sónicos.

Detectores magnéticos.

Detectores dedicados:

Detecção de níveis.

Sondas de temperatura.

Pressostatos

Encoders incrementais e absolutos.

Leitores de códigos de barras.

Transdutores associados aos detectores:

Tipos de transdutores.

Tipos de sinais.

Ligação dos diversos tipos de sensores em sistemas automatizados baseados em tecnologia electromecânica e com autómatos programáveis.

Seleção dos detectores e transdutores baseada em catálogos de fabricantes.

4. Bibliografia / Outros Recursos

Catálogos de fabricantes.

Sugere-se ainda que o laboratório esteja equipado com:

Detectores electromecânicos (fins de curso de posição, fins de curso de segurança).

Detectores electrónicos (detectores indutivos, detectores capacitivos, células foto-eléctricas, detectores ultra-sónicos, detectores magnéticos).

Detectores dedicados (detecção de níveis, sondas de temperatura, pressostatos, encoders incrementais e absolutos, leitores de códigos de barras).

Transdutores associados aos detectores (tipos de transdutores, tipos de sinais).

MÓDULO 9

Autómatos Programáveis

Duração de Referência: **36 horas**

1. Apresentação

Este módulo tem um carácter teórico-prático, pelo que deverá decorrer em ambiente laboratorial de forma a permitir ao aluno assimilar os conceitos teóricos passando posteriormente à sua verificação experimental. Assim, com este módulo pretende efectuar-se a introdução aos autómatos programáveis, identificar o seu âmbito de aplicação, bem como as vantagens e desvantagens da sua integração e utilização num sistema automatizado.

2. Objectivos de Aprendizagem

Conhecer as vantagens e desvantagens de um automatismo controlado por autómato e os outros sistemas estudados.

Identificar os elementos de um sistema automatizado.

Identificar os diversos elementos constituintes de um autómato programável e o respectivo funcionamento.

Conhecer e seleccionar as diferentes soluções construtivas de um autómato programável.

Identificar os diferentes acessórios de utilização de autómatos.

Distinguir as diferentes gamas de autómatos pelas suas características.

Efectuar a cablagem de um autómato programável.

Utilizar as cartas de expansão para autómatos.

Saber fazer a ligação das entradas e das saídas dos autómatos a outros componentes.

Identificar e utilizar os diferentes tipos de cartas especiais.

Identificar as linguagens de programação “Lista de Instruções” e “Diagrama de contactos – Ladder”.

Efectuar programas de aplicações com operações lógicas, temporizadores e contadores.

Efectuar a descrição do funcionamento de um automatismo recorrendo ao Grafcet.

Aplicar a equação geral da etapa na conversão do Grafcet ou utilizar outro método.

Utilizar com destreza o software de programação.

3. Âmbito dos Conteúdos

Métodos de implementação de um automatismo:

Lógica cablada.

Lógica programada através da integração de um autómato programável, suas vantagens e desvantagens.

Arquitectura e constituição de um autómato programável:

Autómatos compactos e modulares.

Alimentação

Unidade central de processamento – CPU.

Memórias de programas e dados.

Entradas e saídas.

Comunicação com periféricos.

Parâmetros e características a ter em conta na selecção de um autómato programável.

Esquemas de ligação de um autómato programável:

Alimentação e respectiva protecção.

Entradas digitais.

Saídas digitais.

Ciclo de funcionamento de um autómato programável.

Linguagens de programação:

Lista de instruções.

Diagrama de contactos (Ladder).

Endereçamento de entradas / saídas.

Funções de programação básicas:

Contactos (NA/NF/Dif up/Dif down).

Bobines (normal/set/reset).

Ligações

Memórias (bits/flags).

Temporizadores

Contadores.

Funções de programação especiais.

Periféricos

Cartas especiais.

Introdução à programação com o método Grafcet .

4. Bibliografia / Outros Recursos

Pinto, António, PRÁTICAS LABORATORIAIS E OFICINAIS, 10º, 11º e 12º anos, Porto Editora.

AUTOMATISMOS INDUSTRIAIS – REGULAÇÃO E COMANDO – Didáctica Editora.

Novais, J., **PROGRAMAÇÃO DE AUTÓMATOS**. Lisboa: F. C. Gulbenkian, 1992.

Manuais de instalação e programação da marca do autómato a utilizarem.

Outros recursos:

Software de programação (de acordo com as marcas de PLCs a utilizar)

MÓDULO 10

Autómatos – Projectos

Duração de Referência: **36 horas**

1. Apresentação

Este módulo tem um carácter eminentemente prático, pelo que deverá decorrer em ambiente laboratorial de forma a permitir ao aluno implementar na prática sistemas automatizados efectuando simulações de aplicações reais.

2. Objectivos de Aprendizagem

Com base na utilização de autómatos programáveis tem-se como objectivo efectuar o projecto de sistemas de automatismos, passando pelas fases de concepção, implementação, manutenção e exploração, pelo que deverá o aluno atingir os seguintes objectivos:

Desenvolver os conhecimentos do módulo anterior.

Aprofundar a experimentação prática de programação de autómatos programáveis.

Com base em exemplos de sistemas de automatismos apresentados, adquirir a capacidade de:

Seleccionar o autómato a utilizar e restantes equipamentos integrantes do sistema.

Efectuar a programação do autómato.

Efectuar a colocação em serviço do sistema.

Detectar e corrigir anomalias.

3. Âmbito dos Conteúdos

Apresentação do sistema a automatizar.

Seleccção dos equipamentos (sensores, actuadores, etc.) a implementar.

Escolha do autómato a utilizar.

Definição de entradas e saídas.

Elaboração do programa do autómato.

Teste e colocação em serviço da aplicação.

Detecção, diagnóstico e correcção de eventuais avarias do sistema.

Manutenção preventiva.

4. Bibliografia / Outros Recursos

Francisco, António M.S. – **Autómatos programáveis** – 3ª edição actualizada – ETEP – Grupo LIDEL.

Pires, J. Norberto – **Automação industrial** – 2ª edição ETEP – Grupo LIDEL.

Pinto, João R. Caldas - **Técnicas de Automação** - ETEP – Grupo LIDEL.

Manuais de instalação e programação da marca do autómato a utilizar.

Projectos específicos adaptados aos meios existentes a apresentar pelo docente.

Outros recursos:

Software de programação (de acordo com as marcas de PLCs a utilizar).

MÓDULO 11

Electropneumática

Duração de Referência: **36 horas**

1. Apresentação

Este módulo dará ao aluno um conhecimento fundamentado para participar no desenvolvimento de processos industriais com automatismos, regulação e controle de pressão, caudal e nível, assim como participar em rotinas de manutenção das instalações.

2. Objectivos de Aprendizagem

Identificar as razões da utilização do ar comprimido nas instalações industriais.

Explicitar as características necessárias ao ar comprimido para a função.

Indicar as várias fases de produção, tratamento e armazenamento do ar comprimido.

Indicar as suas aplicações gerais.

Descrever os vários tipos de compressores quanto à composição e funcionamento.

Explicitar os problemas de lubrificação, conservação, e manutenção deste tipo de máquinas.

Identificar os campos de aplicação dos vários tipos de compressores.

Identificar os principais componentes de uma instalação de ar comprimido e Indicar as funções dos mesmos.

Descrever as rotinas de conservação das instalações de ar comprimido.

Relacionar os sistemas de accionamento e controlo dos processos industriais com os dispositivos pneumáticos e eléctricos.

3. Âmbito dos Conteúdos

Ar comprimido. Aplicações gerais.

Componentes e aplicações da pneumática e electropneumática.

Produção e tratamento e armazenamento de ar comprimido:

Unidade de conservação.

Características dos compressores.

Compressor de êmbolos.

Compressor rotativos.

Turbo compressores.

Aplicações dos compressores.

Cilindros (Actuadores, cilindros e motores):

Características dos cilindros.

Cilindro de simples efeito.

Cilindros de duplo efeito.

Cilindros de construção especial.

Aplicações dos cilindros.

Cálculo de forças.

Cálculo de consumos.

Aplicações dos cilindros.

Válvulas distribuidoras, reguladoras de caudal, pressostáticas, de segurança, de sequência e outras:

Válvulas direccionais de duas posições.

Válvulas direccionais de três posições.

Válvulas direccionais especiais.

Aplicações das válvulas.

Acessórios (Tubagens e ligações, Filtros, reservatórios, manómetros, Termóstatos, Conversores de sinal, Arrefecedores e Aquecedores.

Circuitos simples:

Dimensionamento da rede de um circuito pneumático.

Controlo de cilindros.

Manutenção e conservação.

4. Bibliografia / Outros Recursos

Fialho, Arivelto Bustamante. (2002). **Automação Hidráulica** – Projectos, Dimensionamento e Análise de Circuitos. Editora Érica.

José Novais (1997), Método sequencial para automatização electropneumática, 3ª Edição, Fundação Calouste Gulbenkian.

Bollmann, A., **Fundamentos da automação Industrial Pneutrônica**, Projetos de Comandos Binários Eletropneumáticos. ABHP – Associação Brasileira de Hidráulica e Pneumática, 1996.

Bolton, W., **Pneumatic and Hydraulic Systems**. Butterworth-Heinemann, Linacre House, Jordan Hill, Oxford, U.K., 1997.

PARKER TRAINING **Tecnologia Pneumática Industrial**, Apostila M1001BR, São Paulo: Parker Hannifin Corporation, 2000.

PARKER TRAINING **Tecnologia Eletropneumática Industrial**, Apostila M1002-2BR, São Paulo: Parker Hannifin Corporation, 2001.

HASEBRINK, J.P., KOBLE, R. **Técnicas de Comandos: Fundamentos de Pneumática e Eletropneumática**. São Paulo: Festo – Máquinas e Equipamentos Pneumáticos Ltda, 1975.

MEIXNER, H., KOBLE, R. **Introdução à Pneumática**. São Paulo: Festo – Máquinas e Equipamentos Pneumáticos Ltda, 1978.

MÓDULO 12A

Electropneumática – Projectos

Duração de Referência: **36 horas**

1. Apresentação

Este módulo dará ao aluno um conhecimento fundamentado para participar no desenvolvimento de processos industriais com automatismos, desenvolver circuitos electropneumáticos, projectar e implementar soluções de electropneumática em sistemas automatizados industriais e unidades de produção na indústria, assim como participar em rotinas de manutenção das instalações.

2. Objectivos de Aprendizagem

Identificar os componentes de circuitos electropneumáticos.
Explicitar as características dos componentes electropneumáticos.
Descrever o funcionamento dos componentes electropneumáticos.
Identificar os campos de aplicação dos vários tipos de componentes.
Projectar e implementar circuitos electropneumáticos elementares.
Relacionar os sistemas de accionamento e controlo dos processos industriais com os dispositivos pneumáticos e eléctricos.
Projectar e implementar circuitos electropneumáticos em sistemas automatizados.
Projectar e implementar circuitos electropneumáticos em sistemas sequenciais de actuação.
Identificar problemas, e realizar tarefas de manutenção em sistemas electropneumáticos.

TÉCNICO DE MECATRÓNICA

Módulo 12A: Electropneumática – Projectos

3. Âmbito dos Conteúdos

Comando pneumático:

Princípios de Técnicas de Comando:

Implementação de sistemas de automação.

Generalidades sobre ciclos automáticos (Ciclos combinatórios; Ciclos sequenciais).

Método de Cascata (Exemplificação do método; Circuitos com memórias).

Técnicas de comando eléctrico:

Critérios de diferenciação de comando.

Diferenciação do processamento de sinais.

Comando em ciclo aberto.

Elementos de entrada.

Conversores de sinais (Eléctrico →Pneumático; Pneumático →Eléctrico).

Controlo directo e indirecto.

Técnicas de comando (Utilização de relés como memórias; Utilização de PLC's).

4. Bibliografia / Outros Recursos

Fialho, Arivelto Bustamante. (2002). **Automação Hidráulica** – Projectos, Dimensionamento e Análise de Circuitos. Editora Érica.

José Novais (1997), **Método sequencial para automatização electropneumática**, 3ª Edição, Fundação Calouste Gulbenkian.

Bollmann, A., **Fundamentos da automação Industrial Pneutrônica**, Projetos de Comandos Binários Eletropneumáticos. ABHP – Associação Brasileira de Hidráulica e Pneumática, 1996.

Bolton, W., **Pneumatic and Hydraulic Systems**. Butterworth-Heinemann, Linacre House, Jordan Hill, Oxford, U.K., 1997.

PARKER TRAINING **Tecnologia Pneumática Industrial**, Apostila M1001BR, São Paulo: Parker Hannifin Corporation, 2000.

PARKER TRAINING **Tecnologia Eletropneumática Industrial**, Apostila M1002-2BR, São Paulo: Parker Hannifin Corporation, 2001.

HASEBRINK, J.P., KOBLE, R. **Técnicas de Comandos: Fundamentos de Pneumática e Eletropneumática**. São Paulo: Festo - Máquinas e Equipamentos Pneumáticos Ltda, 1975.

MEIXNER, H., KOBLE, R. **Introdução à Pneumática**. São Paulo: Festo - Máquinas e Equipamentos Pneumáticos Ltda, 1978.

MÓDULO 12B

Hidráulica

Duração de Referência: **36 horas**

1. Apresentação

Este módulo dará ao aluno um conhecimento fundamentado para participar no desenvolvimento de processos industriais com automatismos, regulação e controle de pressão, caudal e nível, assim como participar em rotinas de manutenção das instalações.

2. Objectivos de Aprendizagem

Identificar as razões da utilização do óleo sob pressão nas instalações industriais.

Relacionar os sistemas de accionamento e controlo dos processos industriais com os dispositivos hidráulicos e pneumáticos e eléctricos.

Conhecer as propriedades dos fluidos hidráulicos em particular os de utilização mais frequente.

Conhecer a composição, e funções, das bombas hidráulicas.

Identificar os vários tipos de bombas.

Conhecer a constituição e funções dos componentes das bombas.

Identificar os problemas específicos de manutenção e conservação das bombas.

Identificar os equipamentos usados em circuitos hidráulicos, conhecer a sua constituição e função nos circuitos.

Projectar e implementar circuitos óleo-hidraulicos.

Conhecer os problemas específicos mais comuns que se colocam na manutenção de uma instalação hidráulica.

3. Âmbito dos Conteúdos

Fluidos hidráulicos. Tipos e propriedades.

Bombas hidráulicas. Classificação e funcionamento.

Válvulas distribuidoras, reguladoras de caudal, pressostáticas, de segurança, de sequência e outras.

Actuadores, cilindros e motores.

Acessórios – tubagens e ligações, filtros, reservatórios, manómetros, termóstatos, conversores de sinal, arrefecedores e aquecedores.

Simbologia.

Circuitos elementares – esquemas funcionais.

Dimensionamento e implementação de circuitos.

Manutenção e conservação.

4. Bibliografia / Outros Recursos

Fialho, Arivelto Bustamante. (2002). **Automação Hidráulica** – Projectos, Dimensionamento e Análise de Circuitos. Editora Érica.