

Curso Tecnológico de Electrotecnia e Electrónica

Programa de Práticas de Instalações Eléctricas

12º Ano

Autores

Adriano Manuel Rodrigues de Almeida
António José Henriques*
Eurico Tomás Magos (Coordenador)
José Alfredo Carqueijeiro Tomé Parracho
Maria José Teixeira*

Homologação

21/04/2006

* António José Henriques e Maria José Teixeira participaram apenas na autoria do projecto inicial que esteve na base do presente programa.



Índice

	Pág.
I – Introdução	04
II – Apresentação do Programa	07
Finalidades	07
Objectivos Gerais	08
Visão Geral dos Temas/Conteúdos	09
Sugestões Metodológicas Gerais	11
Competências	14
Recursos/Equipamentos	17
Avaliação	23
III – Desenvolvimento do Programa	24
IV – Bibliografia	83

I – Introdução

Nas disciplinas das componentes de formação científica e tecnológica dos 10.º e 11.º anos do Curso Tecnológico de Electrotecnia e Electrónica os alunos adquirem uma formação de banda larga, consubstanciada em saberes, capacidades e atitudes que estruturam um conjunto de competências-base. No 12.º ano, com a introdução das disciplinas de **especificação**, pretende-se fazer o aprofundamento e o desenvolvimento das competências-base, tendo em vista a preparação e a orientação para um dado sector de actividade, para uma profissão ou para uma família de profissões.

A disciplina de **Práticas de Instalações Eléctricas** surge como uma das especificações do curso e visa o desenvolvimento de competências para o exercício de actividades de reparação, manutenção e montagem de sistemas de suporte à utilização de energia eléctrica, supervisão, comando e regulação de instalações eléctricas. Um aluno com esta formação poderá exercer profissões como instalador de sistemas eléctricos, automáticos ou não, de suporte à produção, distribuição e utilização de energia eléctrica, de técnico de equipamentos eléctricos, de técnico de manutenção de sistemas eléctricos, de desenhador projectista de instalações eléctricas, etc.

Não estando em presença de uma especialização, que não seria possível, nem faria sentido, procura-se contribuir de forma importante e eficaz para a aquisição de competências consideradas necessárias ao exercício de actividades profissionais qualificadas. As Instalações Eléctricas são uma área que integra transversalmente várias tecnologias com reflexo na instalação e na exploração e o controlo de muitos e diversificados equipamentos. Ao técnico instalador, em formação e em contacto com diversos domínios de qualificação, cabe a opção entre muitos vectores de especialização futura.

Acrescente-se que a disciplina de especificação, representando uma excelente oportunidade de aprendizagem da tecnologia nos contextos da sua aplicação, constitui o ponto de convergência e de integração das aprendizagens realizadas nas outras disciplinas das componentes de formação científica e tecnológica ao longo dos três anos do curso.

Pretende-se que, a par de uma preparação perspectivada para o desempenho de uma actividade profissional, os cursos tecnológicos permitam também uma base de formação de significativa relevância para o prosseguimento de estudos no ensino superior técnico.

A gestão da disciplina deve ser feita em estreita articulação com as disciplinas de **Sistemas Analógicos e Digitais** e de **Práticas Laboratoriais** que, no 12.º ano, estão também vocacionadas para uma área de especificação. Igual articulação se deve fazer com o **Projecto Tecnológico**, uma vez que se espera que os alunos aí desenvolvam projectos no âmbito da respectiva área de especificação curricular. Assim, a sequência, a organização e o desenvolvimento dos vários temas da disciplina devem ter em conta os projectos que os alunos realizam e pretendam defender na sua **Prova de Aptidão Tecnológica**, de modo a poder contribuir de forma positiva e eficaz para a consecução desses projectos.

Tendo em conta que as Instalações Eléctricas acompanham a evolução tecnológica acelerada dos materiais, equipamentos e regras técnicas de instalação e exploração, modificações que dificilmente têm tratamento estruturado ao nível do ensino secundário, terão as escolas e os professores, com o apoio das instituições, associações e outros organismos competentes, um papel fundamental em garantir um esforço de actualização, tanto no que diz respeito a recursos físicos como a recursos humanos.

Estando as escolas inseridas em meios empresariais muito diversos que sobre elas exercem solicitações também diversas e considerando ainda a rapidez da evolução da tecnologia, justifica-se grande flexibilidade na gestão do currículo. Porém, o critério de flexibilização deve estar baseado numa resposta dinâmica às solicitações do meio e do avanço tecnológico e não numa oferta de formação estática em função dos recursos físicos e humanos da escola.

Para além da formação em contexto escolar, a disciplina de especificação prevê a **formação em contexto de trabalho**, para o que a escola deve:

- organizar os seus horários e modos de funcionamento de forma a conciliar as actividades escolares com as de formação em contexto de trabalho;
- estudar modalidades concretas de formação em contexto de trabalho que permitam qualificar efectivamente a aprendizagem, designadamente



- visitas de estudo planeadas e guiadas, levantamento e estudo de equipamentos ou sistemas, colóquios, seminários ou oficinas com especialistas de empresas, etc.;
- negociar protocolos e parcerias com empresas e outras instituições no sentido de efectivar o estágio com qualidade.

A carga horária da disciplina é de 120 unidades lectivas, essencialmente utilizadas em contexto escolar, embora possam ser contempladas e privilegiadas aproximações claras de curta duração a situações e contextos reais de trabalho.

A carga horária do Projecto Tecnológico deve ser de 27 unidades lectivas.

II – Apresentação do Programa

Finalidades

São as seguintes as finalidades da disciplina:

Desenvolver o conhecimento dos sistemas de suporte, protecção, medida, controlo e regulação de processos ligados à utilização de energia eléctrica, bem como dos seus vários componentes e subsistemas no que respeita a características, funções e forma como se articulam.

Estudar e verificar o funcionamento, as características e a utilização dos equipamentos eléctricos, electromagnéticos, pneumáticos e electropneumáticos e a forma como se controla a sua alimentação e operação com segurança, eficiência e eficácia.

Proporcionar o domínio das várias tecnologias de automação, desde as cabladas às programadas, bem como das técnicas e das ferramentas de desenho e de projecto de sistemas automáticos.

Desenvolver competências de concepção, montagem, ensaio, exploração e manutenção de sistemas de alimentação eléctrica.

Perspectivar a qualidade, a segurança e o controlo das instalações eléctricas, através de testes, medidas, supervisão e regulação de processos.

Desenvolver a capacidade de actualizar as competências técnico-científicas adquiridas, face à rápida progressão das tecnologias e técnicas.

Objectivos Gerais

No final do curso o aluno deve ser capaz de:

Conhecer e aplicar as regras de segurança e higiene no trabalho.

Saber fazer escolhas tecnológicas (de materiais, de técnicas, de processos) em função de critérios funcionais, tecnológicos, operacionais, económicos, ambientais ou outros.

Realizar esquemas e projectos de sistemas eléctricos de média complexidade.

Usar os adequados métodos e ferramentas informáticas no projecto, na análise, na simulação e na programação de sistemas e subsistemas eléctricos.

Conceber projectos de instalações eléctricas de potência e complexidade adequadas.

Conhecer a normalização e regulamentação relacionada com a segurança de sistemas eléctricos automáticos ou não.

Conhecer e aplicar os aspectos normativos, metodológicos, técnicos e administrativos da manutenção curativa e preventiva.

Manifestar destreza motora e assumir posturas ergonómicas e atitudes que conduzam ao trabalho com segurança, eficiência e qualidade.

Visão Geral dos Temas / Conteúdos

As Instalações Eléctricas são um domínio muito vasto, que engloba várias áreas de especialização. Embora não tencionando fazer uma cobertura exaustiva do assunto, o que aliás seria impossível no âmbito do curso, pretende-se que o aluno construa sobre o tema uma visão geral, assente em conhecimentos sólidos e adquirida através do contacto real e interactivo com as estruturas, os componentes e as tecnologias próprias das Instalações Eléctricas.

O programa está organizado nas seguintes unidades didácticas:

1. **Desenho e Leitura de Esquemas Eléctricos.**
2. **Distribuição da Energia Eléctrica.**
3. **Características Gerais das Instalações Eléctricas.**
4. **Instalações Eléctricas Colectivas em Edifícios e Entradas.**
5. **Utilização da Energia Eléctrica.**
6. **Instalações Eléctricas Industriais.**
7. **Exploração das Instalações Eléctricas.**

Na **primeira unidade** aborda-se a linguagem gráfica, em representação esquemática, nas suas diferentes formas, bem como a representação simbólica de dispositivos e equipamentos utilizados nas instalações eléctricas de suporte à utilização de energia eléctrica e/ou dos sistemas eléctricos automáticos ou não. Os conceitos estudados serão aplicados no desenvolvimento dos conteúdos das restantes unidades. Pretende-se que o aluno adquira rigor na representação esquemática.

Na **segunda unidade**, procura-se abordar a distribuição eléctrica, dando-se relevo à organização da distribuição em baixa tensão e à contagem de energia.

Na **terceira unidade** estabelecem-se as bases gerais da organização das instalações eléctricas, enumeram-se e estudam-se as regras técnicas de execução das canalizações eléctricas, das protecções eléctricas e da segurança eléctrica das pessoas.

Na **quarta unidade** estuda-se a organização e a execução de uma instalação colectiva e de uma instalação de entrada num edifício, incluindo a organização, montagem e electrificação de um quadro de serviços comuns.

Na **quinta unidade** aborda-se de forma individualizada: **a iluminação**, referindo-se as características das fontes de iluminação, dos aparelhos de iluminação, dos métodos de cálculo; **as instalações de climatização** com o estudo da produção e da transmissão de calor e de frio, dos aparelhos de climatização, das características

das instalações e da gestão técnica e da energia; **as instalações de comunicação** em geral e as de telecomunicações em edifícios; **as instalações de segurança** em edifícios. Pretende-se fornecer os dados básicos para a execução correcta das instalações.

Na **sexta unidade** estuda-se: **a organização e as características da distribuição da energia** em locais industriais; **o estudo das energias operativas**, eléctrica, pneumática, assim como os respectivos actuadores, circuitos, interfaceamentos e controlo de potência; **as ferramentas gráficas** de descrição e estruturação de sistemas automáticos, dando-se particular relevo ao GRAFCET. São estudadas as várias tecnologias de automação, desde as cabladas às programadas, bem como o arranque, a variação de velocidade e a travagem de máquinas eléctricas.

Na **sétima unidade** pretende-se a familiarização com as técnicas de exploração e manutenção das instalações eléctricas, através da utilização de equipamentos de medida e teste.

Finalmente, em todas as unidades dar-se-á atenção aos aspectos de higiene e segurança na execução das práticas propostas e de manutenção dos sistemas eléctricos, nomeadamente as técnicas de manutenção mecânica, com que é necessário complementar a formação dos alunos.

Sugestões Metodológicas Gerais

A disciplina tem um desenvolvimento eminentemente prático, o que significa que as aprendizagens se farão em interacção directa com os dispositivos, equipamentos e sistemas reais, existentes, quer na própria escola, quer eventualmente noutros locais, sobre os quais os alunos realizarão actividades de observação, análise, experimentação, montagem, manutenção, construção, etc.

Todavia, o desenvolvimento prático não dispensa constante e rigoroso suporte científico e tecnológico, necessariamente adequado ao nível do curso e à carga horária atribuída às diferentes unidades. Deve compreender-se e prever o funcionamento dos sistemas com que se opera. A escolha dos materiais, dos instrumentos e dos processos que se utilizam para resolver situações práticas deve ser devidamente fundamentada em critérios científicos e técnicos que permitam conhecer as causas, dominar os condicionamentos, prever os efeitos e encontrar e avaliar soluções.

A aprendizagem torna-se mais efectiva se as metodologias utilizadas forem centradas na actividade prática do aluno. Contudo, ao mesmo tempo, o professor deve procurar induzir nos alunos o uso do pensamento científico, para o que deve lançar constantes desafios de reflexão sobre os problemas a resolver, sobre a informação a utilizar, sobre os materiais a aplicar, sobre as estratégias a escolher, sobre a forma de pensar, sobre as soluções que se encontram e sobre os resultados que se obtêm.

Há que incentivar a expressão do raciocínio através da comunicação oral e escrita, promovendo o diálogo e a reflexão, estimulando a argumentação lógica, fomentando confronto de ideias, exigindo rigor na utilização da linguagem técnica e científica, solicitando a fundamentação das opções e desafiando a considerar novas perspectivas.

Convém continuar a desenvolver nos alunos competências de pesquisa e tratamento de informação, indicando e patenteando formas de aceder a fontes. Deve-se disponibilizar abundante informação impressa ou em suporte multimédia (livros, revistas, catálogos, notas técnicas, CD-ROM, Internet, etc.).

O professor deve limitar o tempo em que expõe informação e, quando o tiver que fazer, deverá servir-se de meios audiovisuais, projecção de animações em vídeo ou

em computador, simuladores, modelos e sistemas reais, bem como de outros meios didácticos apelativos e usar processos interactivos com a turma.

Além do trabalho individual deve recorrer-se a trabalho em equipa de forma a desenvolver as competências de cidadania e tirar partido da aprendizagem cooperativa.

A aprendizagem de muitos dos itens do programa requer a experimentação laboratorial/oficinal real ou em simulação por computador, a qual não se deve limitar à mera confirmação da teoria, mas deve permitir a exploração real de hipóteses, no sentido de desenvolver as competências para aprender através da experimentação planeada, que é fundamental ao técnico qualificado. Em relação à utilização do método experimental, recomenda-se a leitura das sugestões metodológicas gerais do programa de Práticas Laboratoriais de Electrotecnia/Electrónica, assim como a coordenação pedagógica com o professor desta disciplina.

O trabalho sob a forma de projecto será uma das metodologias mais eficientes a usar na disciplina de especificação, uma vez que, através dele, o aluno se envolve na procura de um conjunto estruturado de soluções para um problema que não está expurgado da complexidade das situações reais. O facto de ser o próprio aluno a formular o problema e a conceber o projecto permite-lhe identificar-se com este e motivar-se. Leva-o, também, a construir o saber através de aprendizagens significativas e a desenvolver a sua autonomia e a sua capacidade de empreendimento.

Recomenda-se a leitura das sugestões metodológicas gerais do programa da disciplina de Aplicações Tecnológicas de Electrotecnia/Electrónica.

Cabe ao professor escolher as metodologias a usar e fazer a gestão do desenvolvimento do programa da forma que achar mais conveniente.

Utilizando a metodologia de trabalho de projecto, ou outras estratégias, a disciplina exige também a consolidação de técnicas oficiais de realização e de manutenção que configurem o domínio dos instrumentos, dos métodos, das regras de arte e dos hábitos de trabalho eficiente, seguro e de qualidade.

Resumindo, as estratégias a usar devem privilegiar a aprendizagem pela prática e devem ser variadas, usando-se designadamente as seguintes:

Trabalho de projecto;

Trabalho em equipa;



Aprendizagem cooperativa;

Resolução de problemas;

Pesquisa e tratamento de informação;

Apresentações animadas;

Desafio constante à reflexão crítica e ao confronto de ideias;

Estruturação da comunicação oral e escrita;

Experimentação laboratorial;

Exploração de ferramentas informáticas;

Realização oficial;

Autonomização do aluno;

Auto-avaliação do aluno.

Competências

- **Competências gerais**

Em conjunto com as restantes disciplinas do curso, a especificação contribuirá para o desenvolvimento das seguintes competências-base:

Interpretar e intervir na realidade concreta mobilizando saberes e técnicas para descobrir e fazer.

Usar o conhecimento científico e o raciocínio técnico de forma estruturada, com espírito crítico e construtivo, argumentando de forma fundamentada, escolhendo procedimentos, estabelecendo relações lógicas, validando hipóteses, concluindo e generalizando posteriormente, detectando erros e faltas de rigor.

Equacionar e resolver problemas através de uma análise simultaneamente particular e global das situações, fraccionando-as em questões parciais, mobilizando conhecimentos e técnicas, procurando e tratando informação necessária, formulando hipóteses e prevendo resultados, escolhendo estratégias e metodologias de resolução, verificando e discutindo resultados e fazendo uma avaliação global dos processos utilizados.

Pesquisar e tratar informação necessária à resolução de problemas específicos, o que implica as capacidades de aceder, procurar, escolher, organizar, interpretar, analisar, sintetizar e avaliar informação.

Saber aprender, através de tratamento de informação e de processos pessoais, reflectindo sobre a experiência e tirando partido dela, acreditando e praticando a auto-formação contínua e a actualização tecnológica ao longo da vida.

Saber situar-se no presente, tendo em conta o passado e compreendendo a forma como a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade se cruzam num contexto de acelerada mudança.

Procurar associar-se e dinamizar acções colectivas de forma construtiva e solidária, identificando-se com a sua realidade pessoal e com os grupos a que pertence.

Trabalhar em equipa e estabelecer boas relações com os outros na base da tolerância, do respeito, do diálogo, da negociação, da cooperação e da partilha.

Organizar e planear o trabalho com método em função dos meios, do tempo e dos objectivos definidos.

Tomar decisões baseando-se em critérios de qualidade (do que utiliza e do que realiza), de **eficiência** (relação entre resultados e meios), de **eficácia** (relação entre resultados e objectivos) e de **segurança**.

Revelar criatividade, dinamismo e espírito empreendedor, procurando e aceitando desafios e experiências novas, avaliando os riscos do desconhecido e assumindo os resultados da sua iniciativa.

Construir e desenvolver projectos pessoais, evidenciando capacidades de autonomia, de auto-estima, de brio pessoal e profissional, motivação, auto-controlo, sentido da responsabilidade, hábitos de trabalho, persistência e determinação.

- **Competências específicas**

No final do curso o aluno deve ser capaz de:

- **Aplicar** com correcção as regras de segurança e higiene no trabalho.
- **Fazer escolhas tecnológicas** (de materiais, de técnicas, de processos) em função de critérios funcionais, tecnológicos, operacionais, económicos, ambientais ou outros.
- **Interpretar, relacionar e desenhar esquemas** e projecto de sistemas eléctricos de média complexidade.
- **Utilizar ferramentas gráficas** para desenhar esquemas eléctricos.
- **Conceber/dimensionar/orçamentar projectos** de instalações eléctricas de potência e complexidade adequadas com características previstas no “Estatuto do Técnico Responsável” e produzir as respectivas peças escritas/desenhadas e condições técnicas.
- **Seleccionar e manipular** correctamente e com segurança a diversa aparelhagem, ferramentas e instrumentos, usados na montagem, no teste e na manutenção de sistemas eléctricos.



- **Planear e realizar** a construção/montagem de quadros/equipamentos/instalações de sistemas eléctricos automáticos ou não, de complexidade adequada, utilizando as técnicas e metodologias apropriadas.
- **Detectar e reparar** avarias e anomalias em circuitos, equipamento e componentes de sistemas eléctricos automáticos ou não, de pequena complexidade.
- **Procurar, interpretar e aplicar** a normalização e regulamentação relacionada com a segurança de sistemas eléctricos automáticos ou não.

Recursos/Equipamentos

As actividades da componente de formação escolar devem decorrer num espaço específico destinado à disciplina ou em espaços diversos, laboratórios e oficinas, consoante os temas a tratar e que estejam devidamente apetrechados com o equipamento necessário.

Para cada grupo de trabalho, que não deve ser constituído por mais de três alunos, deve ser disponibilizado um conjunto de materiais e equipamentos para a realização dos trabalhos práticos propostos.

Consideram-se necessários os seguintes recursos:

Equipamento geral de enquadramento

Para toda a turma

- 1 Computador com ligação à Internet
- 1 Impressora A3
- 1 Projector de vídeo
- 1 Retroprojector
- 1 Instalação fixa de produção e distribuição de ar comprimido
- 1 Conjunto de aparelhos de medida, teste e controlo das instalações
- 1 Conjunto de ferramentas de electricista, de electrónica e de mecânica e outro equipamento próprio para utilização em espaço oficial, incluindo um aparelho de soldadura controlada
- 1 Conjunto das Normas e dos Regulamentos aplicáveis
- 1 Conjunto de documentação técnica constituída por livros, manuais, catálogos, esquematecas, CD-ROM, publicações técnicas e revistas da especialidade

Por grupo de trabalho

- 1 Conjunto de ferramentas de electricista e de electrónica

Equipamento específico para as Unidades de Aprendizagem

1ª – Desenho e Leitura de Esquemas Eléctricos

- 1 *Software* para desenho electrotécnico

2ª – Distribuição da Energia Eléctrica

Geral

1 Conjunto de quadros eléctricos constituído por armários de distribuição de BT utilizados pelo distribuidor público (armários tipo X, W e T)

1 Conjunto de contadores de energia eléctrica constituído por sistemas de contagem de energia dos vários tipos utilizados em BT: de ligação directa ou por TI; de tarifa simples ou múltipla; de energia activa e reactiva

1 Conjunto de projectos-tipo disponibilizados pela Direcção-Geral de Geologia e Energia (antiga DGE) e pelos fabricantes de equipamento

3ª – Características Gerais das Instalações Eléctricas

Geral

1 Telurímetro

1 Aparelho de ensaio das instalações

1 Transformador de isolamento

1 Conjunto de tabelas técnicas e catálogos de fabricantes

1 *Software* para cálculo das instalações com determinação das correntes de curto-circuito e quedas de tensão

1 Conjunto de amostras de tubos, caixas e cabos, com organização adequada

1 Conjunto de amostras de aparelhagem embebida e saliente que incluam: interruptores, simples e luminosos; comutadores, de escada e de lustre; botões de pressão; tomadas, monofásicas e trifásicas

1 Conjunto de amostras de aparelhagem que inclua: o invólucro; a estrutura de fixação da aparelhagem; interruptor de corte geral; disjuntores modulares de vários calibres; teleruptor; contactor modular; sinalizadores; seccionador porta fusíveis; régua de terminais

1 Conjunto de aparelhos limitadores de potência, um monofásico e um trifásico, preferencialmente de vários fabricantes e diferentes sensibilidades

Por grupo de trabalho

1 Conjunto de eléctrodos de terra sob a forma de vareta constituído por duas unidades

1 Caixa de medição de terras

1 Conjunto de tubos e cabo de cobre para ligação do eléctrodo à caixa e varão de cobre para interligar os eléctrodos

4ª – Instalações Eléctricas Colectivas em Edifícios e Entradas

Geral

1 Conjunto constituído por “Ficha de Identificação” e “Ficha Electrotécnica” para instalações eléctricas, em papel e em suporte informático

Por grupo de trabalho

1 Quadro de colunas completo, constituído por caixas dos tipos GC, BBD, PB e PC

1 Caixa de coluna entre as existentes no mercado (o conjunto da turma deve ter, pelo menos, uma caixa de cada um dos tipos existentes: CAD a CBQ)

1 Quadro (dos Serviços Comuns) que inclua: o invólucro, metálico e saliente; a estrutura de fixação da aparelhagem; interruptor de corte geral; interruptores diferenciais; disjuntores modulares de vários calibres; teleruptor; contactor modular; automático de escada; alimentador para sistema de video-porteiro; sinalizadores; seccionador porta-fusíveis; régua de terminais

1 Caixa de medição de terras

1 Conjunto de eléctrodos de terra

1 Conjunto de tubos e cabos

5ª – Utilização da Energia Eléctrica

1 – Iluminação

Geral

1 Conjunto de lâmpadas constituído pelos tipos de lâmpadas mais frequentes com várias temperaturas de cor e índices de restituição de cores (de incandescência, fluorescentes, de vapor de mercúrio, de vapor de sódio, de iodetos metálicos...) montadas e a funcionar

1 Luxímetro

1 *Software* de cálculo

1 Conjunto de catálogos de fabricantes

Por grupo de trabalho

1 Célula fotoelétrica

2 – AVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado)

Geral

1 Conjunto de actuadores (para teste dos automatismos realizados) constituído por ventilador de 2 velocidades, ventilador de uma velocidade, bomba gémea, bomba simples

Por grupo de trabalho

1 Quadro eléctrico que inclua: o invólucro, metálico e saliente; a estrutura de fixação da aparelhagem; o interruptor de corte geral; o barramento; interruptores diferenciais; disjuntores modulares de vários calibres; contactores; relés térmicos; relés instantâneos e temporizados; relés de falta e assimetria de fases; interruptores e comutadores; sinalizadores; seccionadores porta-fusíveis; régua de terminais

3 – Comunicações

Geral

1 Conjunto de cabos de pares de cobre, coaxiais e de fibra óptica utilizados com mais frequência

1 Conjunto de tomadas e fichas para cabos de pares de cobre, coaxiais e de fibra óptica utilizadas com mais frequência

1 Instalação colectiva que inclua: quadros, caixas distribuidoras, cabos, de pares de cobre e DD; cabos coaxiais, amplificadores e derivadores (TAP); tubos e caixas.

1 Armário de Telecomunicações Individual (ATI)

1 Instalação individual que inclua: ligação a tomadas RJ45, tomadas mistas, tomadas de TV e ao quadro da fracção. Tubos e caixas

Por grupo de trabalho

1 Instalação individual e colectiva com pelo menos duas caixas tipo C2, um ATI, tomadas RJ45, tomadas de TV, tomadas mistas

1 Conjunto constituído por tubos, caixas e cabos

4 – Segurança

Geral

1 Sistema de detecção de incêndios, instalado e a funcionar, constituído por: central, detectores; botoneiras; sirenes; interfaces de alarme e de comando; etc.

1 Sistema de detecção de intrusão, instalado e a funcionar, constituído por: central, módulos de endereçamento; detectores magnéticos; detectores de infravermelhos; botoneiras; pedais; sirenes; etc.

1 Sistema de detecção de gás, instalado e a funcionar, constituído por: central, detectores; painéis sinalizadores; etc.

1 Sistema de CCTV analógico ou digital, instalado e a funcionar, constituído por: câmaras; *multiplexeur*; manipulador; gravador; etc.

1 Sistema de controlo de acessos, instalado e a funcionar, constituído por: central, detectores; leitor magnético; trinco; contactos magnéticos; botão de pressão; etc.

Por grupo de trabalho

1 Quadro eléctrico de alimentação que inclua: o invólucro, metálico e saliente; a estrutura de fixação da aparelhagem e o equipamento para o comando de um sistema integrado de segurança

1 Conjunto de tubos, caixas e cabos

6ª – Instalações Eléctricas Industriais

Geral

1 Quadro eléctrico que inclua: o invólucro, metálico e saliente; a estrutura de fixação da aparelhagem; interruptor de corte geral; barramento; interruptores diferenciais; disjuntores compactos de vários calibres; réguas de terminais

1 Alicates de cravar equipados com vários tipos de matriz

1 Variador de velocidade

2 Arranque progressivos (*Soft starter*), para arranque progressivo e para arranque e paragem progressivos

1 Conjunto de motores assíncronos trifásicos de uma velocidade para 400 V por enrolamento (2 potências e 2 velocidades diferentes)



2 Motores assíncronos trifásicos de uma e de duas velocidades do tipo enrolamentos separados e do tipo Dalhander

Por grupo de trabalho

1 Conjunto didáctico para estudo de automatismos electromecânicos constituído por: contactores; relés; interruptores; comutadores; botoneiras; fins de curso; detectores indutivos e capacitivos; células fotoeléctricas

1 Conjunto didáctico para estudo de automatismos pneumáticos constituído por: válvulas, electroválvulas; cilindros de simples e duplo efeito; fins de curso; funções E, OU e outras

1 Relé programável

1 Autómato programável com entradas e saídas digitais e analógicas e portas de comunicação

7ª Unidade de Aprendizagem – Exploração das Instalações Eléctricas

Geral

1 Conjunto de equipamentos de medida e controlo de instalações eléctricas



Avaliação

A avaliação não deve aparecer isolada no fim de um processo de aprendizagem, mas deve estar integrada nele de forma contínua, de maneira a poder cumprir cabalmente as suas funções formativa e reguladora. Esta intencionalidade formativa e reguladora leva à identificação das dificuldades do aluno e à redefinição de estratégias de remediação e de recuperação.

Aliás, a auto-avaliação formativa deve ser estimulada, pois desempenha um papel fundamental na aquisição das competências cognitivas. De facto, ao reflectir sobre a forma como raciocina, como estuda, como trata a informação, como aplica estratégias de resolução de problemas, como encontra as soluções ou como vence as dificuldades, o aluno apropria racionalmente o processo de aprendizagem e, dessa maneira, aprende a aprender.

É importante que a auto-avaliação formativa contribua para o aperfeiçoamento dos métodos de trabalho e de estudo e para a aquisição da competência de auto-formação ao longo da vida, e ainda para a consolidação da auto-estima e do brio pessoal e profissional.

Os instrumentos de avaliação a usar deverão ser diversificados e adequados aos objectivos a avaliar, bem como ao tipo de actividades de aprendizagem desenvolvidas. É de realçar que os instrumentos devem operacionalizar a avaliação das competências, para além da avaliação dos saberes e das atitudes. Para isso devem ser construídos com todo o cuidado e assentar em critérios previamente clarificados e negociados com os alunos.

Acrescente-se que a avaliação deve incidir também sobre os processos e não apenas sobre os produtos.



III – Desenvolvimento do Programa

UNIDADES DE ENSINO-APRENDIZAGEM

DESENHO E LEITURA DE ESQUEMAS ELÉCTRICOS	25
DISTRIBUIÇÃO DA ENERGIA ELÉCTRICA	28
CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS	34
INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS COLECTIVAS EM EDIFÍCIOS E ENTRADAS	47
UTILIZAÇÃO DA ENERGIA ELÉCTRICA	50
INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS INDUSTRIAIS	69
EXPLORAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS	81

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
1 – Desenho e Leitura de esquemas eléctricos			(4)
<p>1.1 Esquema Diagrama Quadro</p> <p>1.2 Desenho arquitectónico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interpretação de plantas <p>1.3 Classificação dos esquemas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Esquema de princípio e de funcionamento • Esquema multifilar • Esquema unifilar • Diagrama de blocos <p>1.4 Normalização e Regulação</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definição • Organismos oficiais • Normas Portuguesas e Europeias • Classificação • Regulamentos 	<p>Conhecer: Os diferentes tipos de esquemas A denominação dos esquemas a utilizar</p> <p>Os esquemas-base dos diferentes sub-domínios As regras de execução dos esquemas</p> <p>Identificar e compreender os diferentes tipos de esquemas</p> <p>Identificar as Normas Portuguesas e Europeias</p> <p>Identificar os principais Regulamentos</p> <p>Conhecer os organismos responsáveis pela sua edição e divulgação</p>	<p>Apresentar o esquema eléctrico como uma linguagem que todo o Técnico de electricidade deve conhecer e aplicar no desempenho de uma actividade profissional</p> <p>Apresentar desenhos arquitectónicos, realizando exercícios de leitura e interpretação de plantas e cortes a diferentes escalas</p> <p>Apresentar desenhos de instalações que representem claramente os diferentes tipos de esquemas</p>	2
Os Regulamentos e as Normas em vigor devem estar disponíveis e ser utilizados ao longo do curso.			

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>1.4.1 Principais normas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desenho técnico • Representação eléctrica <p>1.5 Desenho electrotécnico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instalações eléctricas em edifícios de habitação • Quadros eléctricos • Instalações colectivas • Instalações industriais <ul style="list-style-type: none"> Circuitos de distribuição de energia Circuitos de potência Circuitos de comando Redes de distribuição 	<p>Conhecer as principais normas portuguesas e europeias, quer as da área da Electricidade quer as do Desenho Técnico</p> <p>Ler e compreender os diferentes tipos de esquemas</p> <p>Representar correctamente os esquemas das instalações, respeitando a normalização em vigor</p> <p>Modificar os esquemas de base com vista à sua adaptação a outras situações</p> <p>Descrever e explicar de forma simples o funcionamento de uma instalação eléctrica definida através de representação esquemática</p>	<p>Deverá desenvolver-se inicialmente exercícios de interpretação e leitura dos tipos de circuitos, referentes a instalações já estudadas e trabalhadas em anos anteriores, de modo a permitir a familiarização com a simbologia e a identificação dos diferentes modos de representação.</p> <p>Posteriormente e ao longo do ano lectivo, deverão ser elaborados desenhos referentes às instalações que forem sendo executadas, observando-se as regras estudadas nesta unidade de ensino-aprendizagem.</p>	<p>1</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>1.6 Técnicas de representação</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desenho manual • Desenho assistido por computador 	<p>Identificar programas informáticos adequados de utilização frequente</p> <p>Conhecer e descrever de forma sucinta algumas características</p>	<p>Deverá ser dada ênfase à actual utilização de meios informáticos quer na elaboração do desenho quer na representação esquemática.</p> <p>Deverá prever-se, em sala adequada, os meios informáticos, incluindo <i>software</i>, acessíveis, para utilização sempre que for conveniente ou oportuno.</p> <p>Deverá ser acentuado que, praticamente, excluindo as situações de esboço, explicação sumária ou preparação de trabalhos, profissionalmente todos os desenhos são realizados com a utilização de meios informáticos.</p> <p>Deverá ser feita uma apresentação muito sucinta de um ou mais programas de utilização frequente, pelo professor que leccione a disciplina, ou, na impossibilidade deste, por outro professor ou técnico habilitado. Esta apresentação poderá não ocorrer no desenvolvimento desta unidade de aprendizagem, mas posteriormente.</p>	<p>1</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p style="background-color: yellow; padding: 5px;">2 – Distribuição da energia eléctrica</p> <p>2.1 Estrutura geral de um sistema de Produção, Transporte e Distribuição de Energia Eléctrica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produção de energia eléctrica • Rede primária de distribuição – Transporte de Energia Eléctrica em AT • Rede secundária de distribuição – Transporte de Energia Eléctrica em MT • Rede de distribuição em B.T. • Grupos de emergência • Alimentação ininterrupta (UPS) 	<p>Caracterizar o sistema de Produção, Transporte e Distribuição de Energia Eléctrica em Portugal</p> <p>Distinguir o âmbito da Produção e Transporte do da Distribuição.</p> <p>Conhecer os diferentes níveis de tensão utilizados, nos diferentes subsistemas</p> <p>Justificar a necessidade da existência de grupos de emergência e das unidades de alimentação ininterrupta</p>	<p>Pretende-se caracterizar a estrutura de produção, transporte e distribuição de energia eléctrica em Portugal, para que o aluno conheça, ainda que em traços gerais, as redes que alimentam as instalações de utilização, objecto fundamental da disciplina.</p> <p>Trata-se de uma introdução que permite uma visão geral, mas integrada, do sistema de alimentação às instalações eléctricas, públicas e privadas, de Baixa e de Alta Tensão.</p> <p>A abordagem dos vários assuntos deve ser sucinta, devidamente sistematizada, apoiada em esquemas, mapas e quadros que facilitem a sua compreensão e memorização.</p> <p>É desejável a utilização de imagens que esclareçam, caracterizem e clarifiquem as ideias fundamentais dos temas em estudo.</p> <p>É fundamental o recurso sistemático a equipamentos audiovisuais do tipo projector de vídeo ou retroprojector.</p>	<p style="text-align: center;">(8)</p> <p style="text-align: center;">2</p>



2ª UNIDADE DE ENSINO-APRENDIZAGEM: **Distribuição da Energia Eléctrica**

CARGA HORÁRIA: **8** UNIDADES LECTIVAS

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
	<p>Descrever a organização deste tipo de equipamentos</p> <p>Identificar os equipamentos a alimentar</p>	<p>Relembrar os aspectos fundamentais do estudo da “Produção, Transporte e Distribuição de Energia Eléctrica” já feito no 10º Ano,</p> <p>Sobre a Produção e Transporte, apresentar um mapa de Portugal com a localização das centrais mais importantes (referir a origem da energia “produzida”) e o traçado das linhas de Alta e Muito Alta Tensão.</p> <p>Indicar outras fontes de energia como seja a eólica, que tem vindo a ser implementada em Portugal.</p> <p>Fazer referência à organização das subestações</p> <p>Caracterizar sucintamente o Despacho e o Telecomando</p> <p>Para caracterizar as redes de Distribuição devem ser apresentados esquemas e/ou exemplos de redes radiais, em anel e malhadas, quer aéreas quer enterradas.</p> <p>Os alunos devem ser sensibilizados para as diferenças entre as redes aéreas de MT e AT, em especial no que diz respeito às características dos postes e isoladores (utilizar fotografias ou catálogos de fabricantes).</p>	

2ª UNIDADE DE ENSINO-APRENDIZAGEM: Distribuição da Energia Eléctrica

CARGA HORÁRIA: 8 UNIDADES LECTIVAS

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>2.2 Estruturas utilizadas na distribuição</p> <p>2.2.1 Redes de distribuição em Média Tensão (M.T.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aérea ou subterrânea • Rede radial • Rede em anel • Rede malhada 	<p>Caracterizar os vários tipos de redes em Média Tensão</p> <p>Identificar a origem das instalações de utilização nos vários tipos de alimentação</p> <p>Justificar os tipos de ligação</p>	<p>Referir a existência de um “Regulamento de Segurança das Linhas Aéreas de Alta Tensão”</p> <p>Sugere-se a apresentação deste tipo de equipamentos utilizando diagrama de blocos. Descrever o seu princípio de funcionamento</p> <p>Apresentar esquemas e plantas com redes de Média Tensão de distribuição de energia em meio urbano e meio rural</p> <p>Referir as vantagens e os inconvenientes de cada uma</p> <p>Associar o esquema da entrada de energia no PT à forma de alimentação do mesmo, caracterizando as situações de contagem em Média e em Baixa Tensão</p> <p>Referir o comando centralizado dos interruptores do anel (em implementação), técnica que facilita a intervenção em caso de avaria</p>	<p style="text-align: center;">2</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>2.2.2 Redes de distribuição em B.T.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redes aéreas <ul style="list-style-type: none"> Organização geral Equipamentos: <ul style="list-style-type: none"> Postes Cabos • Redes subterrâneas <ul style="list-style-type: none"> Organização geral Equipamentos: <ul style="list-style-type: none"> Cabos Armários • Utilização: <ul style="list-style-type: none"> Uso exclusivo Uso partilhado • Definições <ul style="list-style-type: none"> Ramal Quadro Portinhola • Terras <ul style="list-style-type: none"> De serviço De protecção • Redes de Iluminação pública <ul style="list-style-type: none"> Organização Comando 	<p>Conhecer a organização geral das redes de distribuição em B.T.</p> <p>Caracterizar os vários tipos de redes em Baixa Tensão</p> <p>Identificar os equipamentos mais frequentemente utilizados nas redes de distribuição de energia eléctrica em B.T.</p> <p>Justificar a ligação do neutro à terra ao longo das instalações de distribuição de energia em B.T.</p> <p>Justificar a normalização interna do Distribuidor Público</p> <p>Identificar os pontos de concentração de aparelhos de protecção</p> <p>Conhecer as sequências de cabos e fusíveis utilizados</p> <p>Justificar a existência ou não de portinhola</p> <p>Descrever as formas de comando das redes de iluminação pública</p>	<p>Existem publicados (Distribuidor Público e outros) variados documentos normativos, acessíveis na Internet, que podem facilitar a apresentação deste ponto do programa.</p> <p>São, no entanto, demasiadamente aprofundados para que se possa sugerir aos alunos a sua consulta.</p> <p>Apresentar esquemas de distribuição de energia em Baixa Tensão, identificando e caracterizando os equipamentos neles assinalados</p> <p>Devem ser tipificadas as características gerais das redes de distribuição de energia eléctrica, em B.T, de acordo com as prescrições regulamentares em paralelo com a definição dos conceitos fundamentais.</p> <p>Utilizar as definições contidas no “Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão”</p> <p>Caracterizar as instalações aéreas e subterrâneas com o apoio de fotografias e/ou de amostras dos materiais mais utilizados nas redes locais</p> <p>Referir a organização e a protecção de pessoas</p> <p>Referir os comandos por célula fotoeléctrica, por interruptor horário e por relé de frequência</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>2.3. Posto de transformação</p> <p>2.3.1 Organização geral</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transformador • Órgãos de protecção • Órgãos de seccionamento • Órgãos de medida <p>2.3.2 Tipos de postos de Transformação</p> <ul style="list-style-type: none"> • P.T. de distribuição rural <ul style="list-style-type: none"> Aéreo Cabine alta • P.T. de distribuição urbana <ul style="list-style-type: none"> Alvenaria Compacto 	<p>Definir Posto de Transformação</p> <p>Reconhecer a sua importância</p> <p>Descrever a organização geral de um Posto de Transformação</p> <p>Identificar os vários tipos de Postos de Transformação</p>	<p>Devem ser apresentados esquemas eléctricos unifilares representando a organização geral de um PT (com um único transformador), assinalando, para além do transformador, os aparelhos de corte e protecção.</p> <p>No estudo da organização de um P.T. sugere-se a utilização de um esquema unifilar simplificado.</p> <p>Sugere-se a utilização sistemática de fotografias relativas aos vários tipos de postos de transformação.</p> <p>Deverá ser feita referência à existência do “Regulamento de Segurança de Subestações Postos de Transformação e Seccionamento” e à existência de “projectos Tipo” elaborados pela DGE.</p> <p>A exploração deste assunto deverá ser concretizada (caso seja possível) com uma visita a um PT.</p> <p>A apresentação dos tipos de postos de transformação deve ser sucinta e com base em diagramas</p> <p>Referir as especificidades do “PT público” <i>versus</i> “PT de cliente”</p>	<p style="text-align: center;">2</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>2.4 Contagem de energia eléctrica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potências contratáveis Monofásica ou trifásica Com e sem limitador de potência Em média e alta tensão Em baixa tensão • Tarifário Taxas de potência e de energia Horas de vazio, cheias e de ponta Tarifas simples, bi-horária e tri-horária Energia activa e reactiva Instalações permanentes e sazonais • Equipamento e esquemas Em Média Tensão Em Baixa Tensão Contagem simples e múltipla • Contagem de Energia reactiva 	<p>Conhecer a organização do Tarifário Nacional</p> <p>Conhecer os escalões de potência em vigor, relacionando-os com o tipo de alimentação (monofásica ou trifásica)</p> <p>Distinguir Taxa de Potência de Taxa de Energia e justificar a existência de ambas</p> <p>Justificar a existência de várias tarifas distintas</p> <p>Justificar a contagem de energia reactiva</p> <p>Conhecer soluções técnicas utilizadas para fazer a contagem de energia eléctrica</p> <p>Justificar a utilização de transformadores de intensidade e de tensão</p>	<p>Sugere-se que a abordagem deste sub-capítulo seja feita a partir do tarifário em vigor, dando ênfase às noções de “Taxa de Energia” e “Taxa de Potência”, associando-as aos diagramas de carga típicos dos dias de Verão e de Inverno, à definição de horas de vazio, cheias e de ponta e às respectivas taxas.</p> <p>Mais do que em termos de valores absolutos as taxas devem ser analisadas em termos relativos.</p> <p>Justificar a existência do limitador de energia</p> <p>Como exercício de aplicação sugere-se o preenchimento de “Fichas Electrotécnicas” para diversas instalações.</p> <p>Referir que a solução a adoptar para a localização dos equipamentos de contagem deve ser acordada com o Distribuidor Público de Energia.</p> <p>Apresentar esquemas simplificados da ligação dos contadores de energia às redes que medem</p>	<p>2</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
3 – Características Gerais das Instalações Eléctricas			
<p>3.1 Condicionantes das instalações eléctricas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Influências externas – Ambiente do local <ul style="list-style-type: none"> Classificação dos locais • Influências externas – Utilização do local • Classificação dos locais 	<p>Conhecer a classificação dos locais quanto ao ambiente e à utilização do local</p> <p>Identificar e caracterizar os tipos de canalizações</p> <p>Definir as características das canalizações, aparelhos e quadros no que se refere aos graus de protecção contra os agentes identificados na Regulamentação em vigor</p> <p>Aplicar correctamente prescrições técnicas regulamentares</p> <p>Interpretar a informação técnica contida em projectos de instalações eléctricas</p> <p>Interpretar a informação técnica em catálogos</p>	<p>Este ponto programático é apresentado com o desenvolvimento proposto, de acordo com o regulamento aplicável em vigor. Deve contudo ser adaptado ou completado no seu conteúdo, quando e se nova regulamentação for aprovada.</p> <p>Descrever as principais influências externas devidas ao meio e as devidas à utilização dos locais</p> <p>Apresentar os códigos referentes às diferentes classes de influência</p> <p>Deverão ser apresentados exemplos concretos que ilustrem situações concretas de diferentes classes de influência, que mais facilmente permitam interpretar e compreender a importância deste estudo.</p>	<p>1</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>3.2 Canalizações eléctrica</p> <p>3.2.1 Características eléctricas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corrente de emprego • Potência • Factores de correcção <ul style="list-style-type: none"> Rendimento Factor de potência Factor de utilização Factor de simultaneidade <p>3.2.2. Condutores e cabos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Características geométricas e eléctricas <ul style="list-style-type: none"> Corrente admissível Quedas de tensão <p>3.2.3 Condutas. Tubos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Características 	<p>Calcular a corrente de emprego num circuito com base nas características eléctricas dos equipamentos a alimentar</p> <p>Descrever as características das canalizações eléctricas tendo em conta as prescrições regulamentares</p> <p>Calcular a corrente admissível num cabo</p> <p>Escolher a secção de um cabo em função da corrente admissível e da queda de tensão</p> <p>Distinguir os factores que influenciam a corrente máxima admissível, num condutor ou cabo</p> <p>Conhecer as prescrições regulamentares relativas às quedas de tensão nos diferentes troços da instalação eléctrica</p>	<p>Definir a canalização eléctrica como o suporte que permite distribuir e utilizar a energia eléctrica num local</p> <p>Referir que a canalização eléctrica para permitir o controlo, a regulação, a configuração e a exploração deve estar em conformidade com as Normas e os Regulamentos em vigor</p> <p>Apresentar para diferentes receptores, utilizações, número de circuitos, instalações a jusante e tipos de exploração (iluminação e potência instalada), sob a forma de quadro, o valor dos factores que por consulta permitem o cálculo da corrente de serviço (ou apresentar uma expressão geral de cálculo). Este quadro deve ser elaborado com a participação e pesquisa dos alunos.</p> <p>Recordar a constituição e as características gerais dos condutores e cabos, estudados em anos anteriores</p> <p>Relembrar a nova designação dos condutores e cabos</p> <p>Apresentar a escolha dos condutores e cabos em função das condições de influência externa e dos seus domínios de utilização (doméstica, industrial, sinalização, informática etc.)</p>	<p>3</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>3.2.4 Modos de colocação</p> <ul style="list-style-type: none"> • Características dos modos de colocação • Materiais de colocação • Tipos de colocação <ul style="list-style-type: none"> Conduatas Ar livre Vazios de construção Calhas técnicas Caleiras Encastramento directo Enterradas Imersas <p>3.2.5 Outra aparelhagem intercalada nas canalizações</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipos • Características <p>3.3 Protecção eléctrica</p> <p>3.3.1 Natureza das perturbações</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sobre intensidades • Sobre tensões • Abaixamentos ou faltas de tensão 	<p>Enumerar e descrever as características principais ligadas aos modos de colocação</p> <p>Identificar diferentes materiais utilizados como suporte para os diferentes modos de colocação</p> <p>Identificar e distinguir os diferentes modos de colocação e os factores de correcção indicados na documentação técnica</p> <p>Identificar e distinguir os diferentes aparelhos intercalados nas canalizações, e descrever as suas principais características</p> <p>Identificar a natureza das perturbações</p> <p>Identificar as principais causas, os efeitos e os meios de protecção para as perturbações</p>	<p>Referir o número e a natureza dos condutores e cabos que asseguram a ligação eléctrica</p> <p>Relacionar as condições de colocação e fixação com a protecção mecânica, física ou química dos condutores e dos cabos</p> <p>Referir que as condições de montagem asseguram o percurso da canalização</p> <p>Apresentar, se possível fisicamente, os diferentes materiais utilizados como suporte para os diferentes modos de colocação</p> <p>Apresentar exemplos de modos de colocação, sob a forma de quadros, visualizando os diferentes modos</p> <p>Relembrar circuitos e aparelhos já estudados anteriormente</p> <p>Descrever e identificar os diferentes tipos de perturbações da utilização da energia eléctrica e das suas consequências</p>	<p>8</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>3.3.2 Protecção contra as sobre intensidades</p> <ul style="list-style-type: none"> Características dos dispositivos <ul style="list-style-type: none"> Características gerais dos aparelhos de protecção contra as sobrecargas Características gerais dos aparelhos de protecção contra os curto-circuitos <p>3.4 Aparelhagem de protecção</p> <p>3.4.1. Corta circuito fusível de BT:</p> <ul style="list-style-type: none"> Constituição; Funcionamento Condições de emprego Classificação Características funcionais <ul style="list-style-type: none"> Característica Tempo-Corrente Poder de corte Escolha de fusíveis 	<p>Conhecer as normas referentes aos corta-circuitos fusíveis</p> <p>Distinguir fusíveis para protecção contra sobre cargas e curto-circuitos</p> <p>Analisar curvas características dos corta-circuitos fusíveis</p> <p>Definir a corrente estipulada de um corta-circuitos fusível, para protecção contra sobrecargas, de um condutor ou cabo, com uma dada secção</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>Referir a marcação CE como a materialização da conformidade do produto com as directivas europeias que lhe são aplicáveis (directiva de compatibilidade electromagnética e directiva de baixa tensão). A aposição da marca CE é da responsabilidade do construtor do produto.</p> </div> <p>Identificar e caracterizar os dispositivos de protecção, do ponto de vista técnico, apresentando documentação e catálogos de fabricantes</p> <p>Apresentar as normas referentes aos corta circuitos fusíveis</p> <p>Apresentar e analisar as curvas de funcionamento</p> <p>Escolher corta-circuitos fusíveis para situações concretas e reais</p>	



Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>3.4.2 Disjuntores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Constituição • Funcionamento • Características <ul style="list-style-type: none"> Tensão estipulada de emprego Corrente estipulada Corrente de regulação dos disparadores de sobrecarga Corrente de regulação dos disparadores de curto-circuito Curva de funcionamento Poder de corte Poder de limitação • Condições de funcionamento <ul style="list-style-type: none"> Curva geral de funcionamento Curvas de funcionamento • Escolha de disjuntores 	<p>Definir a corrente estipulada de um disjuntor, para protecção de um condutor ou cabo, com uma dada secção</p> <p>Verificar se a protecção contra sobrecargas, de um condutor ou cabo o protege contra curto-circuitos</p> <p>Conhecer as normas referentes aos disjuntores</p> <p>Analisar curvas características dos disjuntores</p> <p>Escolher para um cabo ou condutor, com uma dada secção, a corrente estipulada do disjuntor</p>	<p>Identificar e caracterizar os dispositivos de protecção, do ponto de vista técnico, apresentando documentação e catálogos de fabricantes</p> <p>Apresentar as normas CENELEC, EN 60 898 (disjuntores domésticos) e EN 60 947.2 (geral)</p> <p>Apresentar e analisar as curvas de funcionamento</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>3.4.3 Disjuntores e interruptores diferenciais</p> <ul style="list-style-type: none"> • Princípio de funcionamento • Estrutura interna • Interruptor diferencial • Disjuntor diferencial <ul style="list-style-type: none"> Sensibilidade Tempo de disparo <p>3.4.4 Ligação à terra</p> <ul style="list-style-type: none"> • Execução de uma terra • Elementos a ligar à terra • Valores limites da resistência de terra 	<p>Conhecer o princípio de funcionamento dos dispositivos diferenciais</p> <p>Descrever a estrutura dos disjuntores e interruptores diferenciais</p> <p>Escolher um disjuntor ou um interruptor diferencial</p> <p>Descrever os principais tipos de eléctrodos de terra</p> <p>Conhecer os valores limites de resistência de terra de acordo com a sensibilidade do dispositivo diferencial</p>	<p>Apresentar as normas CENELEC para os aparelhos diferenciais, EN 61 008 (interruptores) e EN 61 009 (disjuntores diferenciais monobloco e blocos diferenciais adaptáveis)</p> <p>Referir os aparelhos do tipo S selectivos</p> <p>Apresentar as sensibilidades e gamas de disparo normalizadas deste tipo de dispositivos</p> <p>Referir o tempo de disparo</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>A execução da terra e a sua medição pode ser efectuada na unidade de ensino-aprendizagem 4, aquando da execução do circuito de ligação à terra.</p> </div>	



Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>3.4.5 Selectividade das protecções</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definição • Tipos de selectividade <ul style="list-style-type: none"> Total Parcial • Selectividade amperimétrica <ul style="list-style-type: none"> Selectividade entre dois disjuntores (total ou parcial) Selectividade entre um disjuntor e um fusível • Selectividade cronométrica • Outros casos (aparelhos electrónicos) • Selectividade diferencial <ul style="list-style-type: none"> Horizontal. Condições Vertical. Condições Aparelhos diferenciais selectivos retardados 	<p>Definir selectividade</p> <p>Distinguir entre selectividade total e parcial</p> <p>Distinguir entre selectividade amperimétrica e cronométrica</p> <p>Distinguir entre selectividade diferencial horizontal e vertical</p> <p>Conhecer as condições para se garantir selectividade entre protecções diferenciais</p>	<p>Referir a importância da selectividade para melhorar a continuidade de serviço e o conforto da exploração de uma instalação eléctrica</p> <p>Analisar os diferentes tipos de selectividade socorrendo-se das curvas de disparo dos aparelhos de protecção</p> <p>Referir as regras práticas para garantir a selectividade</p> <p>Analisar os diferentes tipos de selectividade diferencial socorrendo-se de diagramas com as protecções hierarquizadas</p>	



Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>3.5 Segurança das pessoas em instalações eléctricas</p> <p>3.5.1 Riscos de acidentes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Importância da segurança eléctrica Consequências físicas e económicas • Regulamentação • Choque eléctrico Intensidade de corrente <p>3.5.2 Efeitos da corrente eléctrica no corpo humano</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intensidade de corrente • Tensão de contacto • Resistência do corpo • Tempo de passagem da corrente eléctrica • Relação entre o tempo de passagem da corrente no corpo e a intensidade da corrente Curvas características: Zonas de risco 	<p>Descrever a importância geral da segurança eléctrica</p> <p>Identificar situações de risco de acidente</p> <p>Conhecer a legislação e a Regulamentação aplicável</p> <p>Caracterizar o choque eléctrico</p> <p>Descrever os parâmetros ligados com a avaliação do risco de choque eléctrico</p> <p>Interpretar as curvas e zonas nos diagramas que relacionam os parâmetros de risco</p>	<p>Apresentar e enumerar situações de acidentes por choque eléctrico, socorrendo-se de relatos nos media</p> <p>Analisar e identificar com os alunos situações concretas de risco, propondo a ou as formas de as corrigir</p> <p>Referir e descrever com algum pormenor os parâmetros em jogo nestes assuntos e a sua relação</p> <p>Analisar os diferentes tipos de curvas identificando os efeitos concretos nos diferentes níveis e as zonas de risco</p>	<p style="text-align: center;">4</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre o tempo de passagem da corrente no corpo humano e a tensão de contacto Curvas características • Relação entre a resistência do corpo humano e a tensão de contacto Curvas características <p>3.5.3 Acidentes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Causas Contactos directos Contactos indirectos • Socorro Intervenção rápida Respiração artificial <p>3.5.4 Protecção contra contactos directos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meios de protecção contra o risco de contactos directos Isolamento de partes activas Inacessibilidade das partes activas 	<p>Descrever e distinguir os contactos presentes nos acidentes por choque eléctrico</p> <p>Saber intervir em termos de socorro em caso de acidente</p> <p>Identificar e descrever os meios de protecção contra contactos directos</p>	<p>Socorrendo-se de meios audiovisuais, distinguir situações de contacto directo das de contacto indirecto</p> <p>Descrever os diferentes tipos de intervenção possível em caso de acidente</p> <p>Ilustrar os diferentes métodos utilizados, chamando a atenção para a sua correcta aplicação</p> <p>Identificar partes activas</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>3.5.5 Protecção contra contactos indirectos, sem corte automático da alimentação</p> <ul style="list-style-type: none"> Meios de protecção <ul style="list-style-type: none"> Utilização de MBTS Materiais da classe II de isolamento Reforço de isolamento Separação de segurança dos circuitos Colocação de obstáculos Ligações equipotenciais <p>3.5.6 Protecção contra os contactos indirectos com corte automático da alimentação</p> <ul style="list-style-type: none"> Condições gerais dos regimes TT, TN e IT 	<p>Identificar os meios de protecção contra contactos indirectos</p> <p>Conhecer as classes de isolamento dos materiais do ponto de vista eléctrico</p> <p>Descrever os tipos de isolamento eléctrico</p> <p>Identificar e descrever fontes que permitem a separação galvânica de circuitos eléctricos</p> <p>Identificar e descrever os regimes de ligação à terra</p> <p>Descrever as condições que permitem o corte da corrente de defeito</p>	<p>Indicar as diferentes classes de isolamento dos materiais</p> <p>Caracterizar a classe II de isolamento. Simbologia</p> <p>Apresentar as principais características dos dispositivos com isolamento suplementar</p> <p>Caracterizar a separação de segurança de circuitos</p> <p>Caracterizar os transformadores de separação utilizados como fonte de segurança</p> <p>Justificar a colocação de obstáculos para tornar impossível tocar simultaneamente uma massa colocada acidentalmente sob tensão e um elemento condutor ligado à terra</p> <p>Referir como condições a realização de um circuito de defeito, e o corte da corrente de defeito por um dispositivo de protecção apropriado</p> <p>Referir que o anel de defeito depende do esquema das ligações à terra: TT, TN ou IT</p> <p>Salientar a importância do tempo de corte</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>Colocação à terra Duração máxima de uma tensão de contacto</p> <p>3.5.7 Protecção no regime TT</p> <ul style="list-style-type: none"> • Condições de segurança • Ligação à terra • Duração máxima de uma tensão de contacto <p>• Circuito de Terra</p> <p>Organização Elementos a ligar à terra Valores limites da resistência de terra Execução de terra</p>	<p>Conhecer as condições de protecção neste regime de terra ou de neutro</p> <p>Descrever a organização do circuito de terra</p> <p>Identificar os principais tipos de eléctrodos de terra</p> <p>Conhecer os valores limites da resistência de terra</p> <p>Executar uma terra de protecção</p> <p>Medir o valor da resistência de uma terra</p>	<p>Apresentar e analisar, socorrendo-se de um esquema eléctrico explicativo, este tipo de regime</p> <p>Apresentar e descrever a forma como é organizada a protecção de pessoas neste regime de neutro</p> <p>Apresentar dados técnicos dos dispositivos utilizados na protecção diferencial</p> <p>Apresentar, socorrendo-se de meios audiovisuais, a organização do circuito de terra e das soluções possíveis e praticáveis para a ligação à terra</p> <p>Criar as condições para simular situações de ligação à terra, executá-la e medi-la</p>	



3ª UNIDADE DE ENSINO-APRENDIZAGEM: **Características Gerais das Instalações Eléctricas**

CARGA HORÁRIA: **16** UNIDADES LECTIVAS

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
3.5.8 Outros regimes de terra <ul style="list-style-type: none">• Regime TN. Tipos• Regime IT• Protecção de pessoas nos regimes TN e IT	<p>Caracterizar os regimes TN e IT</p> <p>Descrever a protecção de pessoas nestes dois regimes</p> <p>Identificar situações de utilização de cada um deles</p>	<p>Apresentar sucintamente estes dois regimes, referindo no essencial o que os distingue do regime TT, e como é assegurada a protecção de pessoas</p> <p>Apresentar as vantagens, os inconvenientes e as situações que justificam a sua escolha</p>	

4ª UNIDADE DE ENSINO-APRENDIZAGEM: **Instalações Eléctricas Colectivas em Edifícios e Entradas** CARGA HORÁRIA: **16** UNIDADES LECTIVAS

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p style="text-align: center;">4. Instalações Eléctricas Colectivas em Edifícios e Entradas</p> <p>4.1 Organização geral da instalação</p> <ul style="list-style-type: none"> Alimentação <p>4.2 Projecto das instalações</p> <ul style="list-style-type: none"> Coluna <ul style="list-style-type: none"> Secção dos condutores ou cabos Diâmetro nominal do tubo Corrente estipulada dos aparelhos de protecção 	<p>Projectar e executar uma instalação colectiva e entrada</p> <p>Desenhar o esquema arquitectural da instalação</p> <p>Aplicar as prescrições técnicas regulamentares e normas em vigor</p> <p>Dimensionar a secção dos condutores ou cabos da coluna e entrada</p> <p>Dimensionar o tubo da coluna e entrada</p> <p>Dimensionar os aparelhos de protecção da coluna</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>Sugere-se que se aproveite este ponto programático para praticar o desenho e a leitura de esquemas eléctricos.</p> </div> <p>Referir a situação habitual de alimentação através de uma rede de distribuição pública em baixa tensão (em regime TN)</p> <p>Deve fornecer-se ao aluno plantas e cortes de um edifício multifamiliar de quatro pisos para que possa localizar e desenvolver a instalação, representando o respectivo traçado.</p> <p>Referir a Corrente de curto-circuito a montante</p> <p>Sensibilizar o aluno para a localização dos equipamentos, tipo de montagem, tipo de condutores ou cabos e localização dos aparelhos de contagem de energia</p>	<p style="text-align: center;">(16)</p> <p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">4</p>

4ª UNIDADE DE ENSINO-APRENDIZAGEM: **Instalações Eléctricas Colectivas em Edifícios e Entradas** CARGA HORÁRIA: 16 UNIDADES LECTIVAS

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<ul style="list-style-type: none"> • Quadro de colunas <ul style="list-style-type: none"> Organização Tipo de quadros • Entrada <ul style="list-style-type: none"> Definição Características • Caixa de coluna <ul style="list-style-type: none"> Tipos • Ligadores • Quadro de serviços comuns <ul style="list-style-type: none"> Circuitos de iluminação Circuitos de tomadas Circuito de intercomunicação Outros • Circuito de ligação à terra <ul style="list-style-type: none"> Condutor de terra Eléctrodo de terra Terminal principal de terra (ligador amovível) Ligador de massa 	<p>Interpretar as prescrições técnicas relativas ao quadro de colunas e às caixas de coluna</p> <p>Dimensionar o quadro de colunas</p> <p>Dimensionar a caixa de colunas</p> <p>Dimensionar os aparelhos de protecção a colocar eventualmente na caixa de coluna</p> <p>Verificar a selectividade entre protecções</p> <p>Dimensionar o quadro de serviços comuns</p> <p>Interpretar as prescrições técnicas regulamentares</p> <p>Dimensionar o circuito de terra (condutor e eléctrodo)</p> <p>Consultar as normas</p>	<p>Devem ser analisadas as normas portuguesas relativas aos quadros de coluna, complementadas com as normas europeias (NP 1271, complementada por NP EN 60 439-1, que refere as marcações CE, IP e IK, o tipo de quadro, a marca do fabricante, a identificação do barramento, o ligador de massa, a ligação equipotencial das portas e a identificação dos circuitos).</p> <p>Referir as disposições regulamentares respeitantes às dimensões dos tubos</p> <p>Deverá estar disponível para consulta um conjunto de tabelas actualizadas relativas às características de condutores e cabos.</p> <p>Deverá disponibilizar-se para consulta catálogos de fabricantes e outra documentação técnica actualizada.</p> <p>Orientar e aconselhar a escolha dos circuitos (serviços assegurados) que deverão fazer parte do quadro de serviços comuns</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Deverá prever-se uma prática simulada que cumpra a totalidade dos temas e os objectivos.</p> </div>	

4ª UNIDADE DE ENSINO-APRENDIZAGEM: Instalações Eléctricas Colectivas em Edifícios e Entradas CARGA HORÁRIA: **16** UNIDADES LECTIVAS

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>4.3 Orçamentação das instalações</p> <ul style="list-style-type: none"> • Listas de materiais • Medições • Orçamentos • Materiais • Mão-de-obra • Encargos sociais • Lucro 	<p>Identificar os materiais e equipamentos a utilizar numa instalação colectiva</p> <p>Determinar quantidades de materiais e equipamentos necessários para a execução de uma instalação colectiva</p> <p>Determinar os preços dos trabalhos e equipamentos pedidos</p>	<p>Sugere-se que o professor promova a discussão sobre os trabalhos e equipamentos incluídos em cada um dos itens da lista de materiais e que, a partir dela, se estabeleça o preço correspondente, tendo em consideração o preço dos materiais e equipamentos utilizados, o custo da mão-de-obra necessária e o lucro. Sugere-se uma análise das características técnicas destes equipamentos.</p> <p>Devem ser disponibilizadas tabelas de preços relativas aos materiais utilizados na execução das instalações colectivas.</p>	<p>4</p>
<p>4.4 Planeamento das instalações</p>	<p>Definir e caracterizar as diferentes fases da execução das instalações</p>	<p>Sugere-se que o professor promova uma discussão que envolva os alunos na definição da sequência lógica de operações a executar e do número de intervenientes julgados necessários para as diferentes intervenções.</p>	<p>1</p>
<p>4.5 Execução das instalações</p>	<p>Executar as instalações colectivas de um edifício</p>	<p>A instalação a executar deve incluir pelo menos um quadro de colunas, uma coluna, um quadro de serviços comuns, uma caixa de coluna, uma entrada, a execução de um circuito de protecção e a ligação à terra e eventualmente um quadro de contagem centralizada.</p>	<p>6</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p style="text-align: center;">5 - Utilização da Energia Eléctrica</p> <p>5.1 Iluminação</p> <p>5.1.1 Características da luz e sua percepção</p> <p>5.1.2 Fotometria</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grandezas da iluminação <ul style="list-style-type: none"> Fluxo luminoso Illuminância Intensidade luminosa Luminância Factores de reflexão, absorção e transmissão 	<p>Identificar a luz como radiação electromagnética e localizá-la no espectro electromagnético</p> <p>Conhecer o espectro luminoso</p> <p>Relacionar o espectro luminoso com a temperatura de cor e com a visibilidade relativa.</p> <p>Reconhecer a importância da iluminação tendo em conta o conforto e a prevenção de doenças e acidentes de trabalho</p> <p>Conhecer as grandezas fotométricas e respectivas unidades</p> <p>Relacionar as diversas grandezas entre si</p>	<p>Para além da exploração dos conceitos básicos, é de importância relevante a consulta de catálogos e publicações técnicas de fabricantes.</p> <p>Fazer aplicações numéricas simples que relacionem as diversas grandezas</p>	<p style="text-align: center;">(32)</p> <p style="text-align: center;">8</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<ul style="list-style-type: none"> • Leis fundamentais <ul style="list-style-type: none"> Lei do inverso do quadrado das distâncias Lei dos cosenos <p>5.1.3 Processos de Iluminação</p> <ul style="list-style-type: none"> Lâmpadas de incandescência Lâmpadas de iodo Lâmpadas fluorescentes Lâmpadas de descarga Lâmpadas de néon Outras 	<p>Enunciar as leis fundamentais</p> <p>Aplicar as leis fundamentais</p> <p>Descrever os vários tipos de lâmpadas e o respectivo princípio de funcionamento</p> <p>Descrever vantagens e os inconvenientes das várias lâmpadas quanto a:</p> <ul style="list-style-type: none"> Rendimento Vida útil Restituição de cores Posição de funcionamento Tempo de arranque <p>Referir as aplicações mais frequentes de cada um dos tipos de lâmpadas</p> <p>Representar os esquemas de ligação dos vários tipos de lâmpadas</p>	<p>Sugere-se, como aplicação, o cálculo da iluminação produzida por um projector de feixe cónico numa parede perpendicular ao eixo de projecção.</p> <p>Em paralelo com a definição e caracterização do funcionamento dos diversos tipos de lâmpadas devem analisar-se catálogos e outras publicações técnicas de vários fabricantes.</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>5.1.4 Projecto de Iluminação de espaços interiores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Condicionantes <ul style="list-style-type: none"> Utilização do local (nível aconselhado) Envolvente do local (Factores de reflexão) Dimensões do local (Distribuição de Luminárias) • Cálculo manual <ul style="list-style-type: none"> Índice do local Factor de utilização Fluxo luminoso a instalar Nº de armaduras • Cálculo automático <p>5.1.5 Execução de uma instalação de iluminação</p>	<p>Identificar as condicionantes impostas pelo espaço e compreender a sua influência na solução final</p> <p>Projectar as soluções a utilizar em espaços de periferia regular para obter os níveis de Iluminância recomendados</p> <p>Desenhar o esquema das instalações, projectá-las e dimensioná-las</p> <p>Reconhecer as vantagens do cálculo automático quanto ao rigor da solução e as do cálculo manual quanto à definição de uma primeira estimativa</p> <p>Executar uma instalação de iluminação que inclua a montagem de lâmpadas de descarga e o respectivo comando</p> <p>Efectuar medições luminotécnicas</p>	<p>Deverão ser elaborados cálculos de iluminação de espaços diferenciados para que possam ser contempladas situações que cubram diferentes tipos de actividades e espaços com características arquitectónicas e funcionais diferentes</p> <p>Deve promover-se a discussão ao nível da turma das soluções encontradas para cada problema (estabelecimento comercial, gabinete técnico, "open space", nave industrial, etc.).</p> <p>Sugere-se a utilização dos programas de cálculo automático fornecidos pelos vários fabricantes de Luminárias, como complemento e confirmação dos cálculos manuais efectuados.</p> <p>Os alunos deverão, previamente à execução, ter contacto com diferentes tipos de lâmpadas de descarga e respectivas características técnicas avaliadas em documentos técnicos, que deverão estar disponíveis.</p> <p>Sugere-se que a instalação proposta para execução inclua o comando por contactores.</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>5.2 Instalações de AVAC</p>		<p>A inclusão deste sub-capítulo no programa de “Práticas de Instalações Eléctricas” justifica-se como forma de dotar os alunos dos conhecimentos mínimos sobre as instalações de AVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado), que lhes permitam integrar-se na problemática da obra sem serem confrontados com um assunto que, de todo, desconhecem.</p> <p>Deve dar-se ênfase ao estudo dos princípios físicos, para que os alunos os possam utilizar na compreensão de situações e soluções não descritas.</p> <p>Todavia, porque não se trata de um curso de AVAC, a abordagem deste sub-capítulo deve ser extremamente pragmática, não ultrapassando nunca a mera apresentação qualitativa dos fenómenos e a descrição geral dos equipamentos.</p> <p>Recomenda-se a utilização de meios audiovisuais, em particular o retroprojector e o projector de vídeo, para otimizar o tempo disponível.</p>	<p>8</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>5.2.1 Princípios gerais da climatização</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produção de calor <ul style="list-style-type: none"> Por queima de combustíveis Pela utilização de energia eléctrica (efeito de Joule) • Produção de frio <ul style="list-style-type: none"> O ciclo frigorífico Produção por compressão Produção por absorção 	<p>Conhecer as formas de produção de calor e exemplificar soluções correntes</p> <p>Enunciar as vantagens de cada uma delas</p> <p>Descrever o ciclo frigorífico justificando as trocas energéticas que contém</p> <p>Conhecer os processos de produção de frio</p> <p>Descrever os princípios físicos em que se baseiam esses processos</p>	<p>Sugere-se que se aproveitem exemplos práticos indicados nas instalações de ventilação para aplicar conceitos de segurança e de automatismos adquiridos ao longo do ano.</p> <p>Esta aplicação prática deve ser feita no final do ano lectivo.</p> <p>Devem enumerar-se os vários tipos de soluções de produção de calor, referindo vantagens e inconvenientes de cada um.</p> <p>Distinguir aquecimento ambiente de aquecimento de águas sanitárias.</p> <p>Abordar a necessidade de reduzir os consumos de energia, fazendo referência à utilização de energia solar para aquecimento de águas sanitárias e à cogeração para produção de frio e calor.</p> <p>Sugere-se que a abordagem do ciclo frigorífico se faça, qualitativamente, a partir do funcionamento de um frigorífico doméstico.</p> <p>Evidenciar as funções do evaporador e do condensador e as trocas de energia nelas processadas.</p>	

5ª UNIDADE DE ENSINO-APRENDIZAGEM: **Utilização da Energia Eléctrica**

CARGA HORÁRIA: **32** UNIDADES LECTIVAS

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<ul style="list-style-type: none"> • Arrefecimento por evaporação • Transmissão de Calor/Frio <ul style="list-style-type: none"> Pelo ar Por água Por glicol 	<p>Conhecer os processos de transmissão do calor</p> <p>Justificar a utilização da água na transmissão à distância e do glicol nos “bancos de gelo”</p>	<p>Abordar o princípio de funcionamento do frigorífico a gás (absorção) após o estudo do frigorífico eléctrico (compressão)</p> <p>Aplicar a noção de “Calor latente de evaporação” para justificar o arrefecimento por evaporação</p> <p>Associar os processos de transmissão de calor para o ar aos equipamentos mais utilizados, por exemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Radiação – às lareiras, aos radiadores eléctricos ou a gás... Condução – às salamandras, aos pavimentos radiantes, tectos refrigerados, equipamentos com serpentinas... Convecção – à ventilação natural, aos radiadores de água... <p>Justificar a utilização da água ou da água glicolada em função da temperatura do fluido</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>5.2.2 Aparelhos de climatização</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produção de Calor/Frio <ul style="list-style-type: none"> <i>Split e multi-split</i> <i>Chiller</i> Caldeira Bomba de calor Torres de arrefecimento • Distribuição de Calor/Frio <ul style="list-style-type: none"> Bombas de circulação de água Ventiladores Ventilo convectores Unidades de tratamento de ar 	<p>Descrever a constituição e o princípio de funcionamento dos diversos equipamentos de produção de frio e calor</p> <p>Interpretar as curvas P(Q) de bombas e ventiladores</p> <p>Conhecer os vários tipos de ventiladores</p> <p>Descrever a constituição dos vários tipos de equipamento e a sua função nos sistemas de climatização</p>	<p>Distinguir a produção local da central Com o apoio de diagramas funcionais descrever o funcionamento dos diversos equipamentos e caracterizá-los, em termos relativos, quanto aos consumos de energia</p> <p>Utilizar catálogos de bombas e de ventiladores para salientar as características eléctricas e mecânicas destes equipamentos Descrever a constituição, funcionamento e função das UTA (Unidades de Tratamento de Ar).</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>5.2.5 Sistemas de segurança</p> <ul style="list-style-type: none"> • Soluções • Automatismos • Instalação <p>5.2.6 Execução de uma instalação de AVAC</p>	<p>Descrever os principais sistemas de segurança</p> <p>Descrever soluções tipo de desenfumagem e de pressurização</p> <p>Enunciar as exigências regulamentares quanto a alimentação de equipamentos de segurança</p> <p>Caracterizar os automatismos relativos à ventilação de desenfumagem de segurança</p> <p>Projectar e executar uma instalação de alimentação a equipamento de AVAC</p> <p>Projectar um quadro eléctrico que inclua automatismos relativos a instalações de AVAC</p>	<p>Apresentar as várias soluções utilizadas para garantir a protecção contra os fumos provocados por um incêndio (pressurização, desenfumagem natural e forçada), realçando as exigências regulamentares quanto ao grau e à duração da resistência ao fogo exigido para ventiladores e respectivos alimentadores</p> <p>Caracterizar as principais exigências feitas às instalações eléctricas quanto à alimentação e ao comando de equipamentos intervenientes nas acções de segurança</p> <p>Caracterizar a hierarquia dos comandos executados sobre os equipamentos de segurança, salientando o primado do manual sobre o automático</p> <p>Sugere-se a execução de uma instalação que inclua o comando de sistemas de bombagem, de desenfumagem e de pressurização. Os equipamentos a utilizar na instalação devem ser previamente analisados e estudados, considerando as características técnicas de catálogo, e dada a especificidade destes equipamentos sugere-se a colaboração de técnicos de empresas que os comercializam.</p>	

5ª UNIDADE DE ENSINO-APRENDIZAGEM: Utilização da Energia Eléctrica

CARGA HORÁRIA: 32 UNIDADES LECTIVAS

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
	<p>Executar um quadro eléctrico com automatismos relativos à desenfumagem de segurança</p> <p>Utilizando cabos resistentes ao fogo, estabelecer ligação a equipamentos relativos à desenfumagem de segurança</p>	<p>Promover o estudo da legislação em vigor quanto à protecção contra incêndios em edifícios de habitação, tendo em vista a definição e execução de instalações de comando manual e automático de protecção contra incêndios</p> <p>Sugere-se que se simule um sistema de pressurização de escadas enclausuradas, com comando automático assegurado pela CDI a que se sobrepõe o comando manual local.</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>5.3 Comunicação de Voz e Dados</p> <p>5.3.1 Redes de comunicações estruturadas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normalização <ul style="list-style-type: none"> Normas de redes (componentes activos) Normas para estrutura de redes de cabos (componentes passivos) • Estrutura <ul style="list-style-type: none"> Hierarquizada Estrela • Classes de Aplicação 	<p>Identificar os diferentes elementos de uma rede estruturada</p> <p>Descrever a estrutura de comunicação entre edifícios e no edifício</p> <p>Identificar e hierarquizar os diferentes elementos da estrutura</p> <p>Relacionar as classes de aplicação com as diferentes categorias</p>	<p>Deve ter-se em atenção que alguns dos assuntos aqui referidos já foram abordados anteriormente.</p> <p>Pretende-se rever conceitos já adquiridos anteriormente, introduzir conceitos complementares e aplicá-los em situações concretas.</p> <p>Aconselha-se a utilização de retroprojector e/ou projector de vídeo.</p> <p>Fazer referência às principais normas aplicáveis</p> <p>Deverá estar disponível uma colecção de normas aplicáveis, EN 50 173 (Arquitectura e componentes), EN 50 174-2 (Regras de instalação), ISSO/IEC 11 801, outras.</p> <p>Referir as diferentes categorias para as instalações indicadas nas normas, relacioná-las com as classes de utilização</p>	<p>10</p>



5ª UNIDADE DE ENSINO-APRENDIZAGEM: **Utilização da Energia Eléctrica**

CARGA HORÁRIA: **32** UNIDADES LECTIVAS

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<ul style="list-style-type: none"> • Local técnico Características • Bastidores Organização geral Características físicas Acondicionamentos • Cabos de cobre Tipos (UTP, FTP, SFTP, SSTP) Características • Conectores RJ 45 Acessórios para cravação • Acessórios para ligação 	<p>Descrever as principais características em função da instalação a servir</p> <p>Descrever a organização de um bastidor</p> <p>Identificar os diferentes elementos (painéis) que o constituem</p> <p>Identificar e descrever a constituição dos cabos</p> <p>Identificar e ligar o conector</p>	<p>Sugere-se a apresentação de catálogos de fabricantes com este tipo de equipamento.</p> <p>Apresentar os diferentes tipos de cabos utilizados e as principais características</p> <p>Apresentar o esquema de ligação RJ 45 e da preparação do cabo</p> <p>Referir o número de tomadas terminais mínimo e o aconselhado por posto de trabalho (10 m²)</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<ul style="list-style-type: none"> • Fibra óptica <ul style="list-style-type: none"> Constituição Princípio de funcionamento Tipos de fibra Vantagens Ligadores ópticos Organização de uma distribuição 	<p>Conhecer as principais características</p> <p>Enumerar as vantagens</p> <p>Identificar o equipamento e os acessórios adequados</p> <p>Descrever a organização de uma distribuição</p>	<p>Apresentar as normas de referência</p> <p>Referir os principais aspectos práticos de instalação</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>5.3.2 ITED</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evolução das comunicações e da distribuição TV/RD • Em Portugal. RITA. Tomada Rita • Rede informática Habitação. Terciário • ITED <ul style="list-style-type: none"> Legislação Âmbito de aplicação • Estrutura de uma ITED • Caracterização geral das instalações em edifícios de habitação • Cablagem. Níveis de Qualidade • Tubos. Regras de instalação • Rede Cabos de pares de cobre <ul style="list-style-type: none"> Instalações individuais Instalações colectivas Equipamentos Exemplo de aplicação 	<p>Representar qualitativamente os diagramas de cabos (de pares de cobre e coaxiais) das instalações colectivas de um edifício-tipo (de três ou quatro pisos)</p> <p>Representar o diagrama de tubos e caixas correspondente.</p> <p>Justificar a utilização de cada elemento representado</p> <p>Justificar a existência da CEMU nos edifícios unifamiliares</p>	<p>No 11º ano foi estudada a organização das instalações de comunicações num edifício de três andares.</p> <p>Nesta fase devem lembrar-se e actualizar-se os conceitos fundamentais das ITED – Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios, dando especial ênfase aos diagramas de desenvolvimento vertical (podem ser utilizados os incluídos no Manual ITED), em que se podem caracterizar perfeitamente as instalações.</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<ul style="list-style-type: none"> • Rede de Cabos coaxiais <ul style="list-style-type: none"> Instalações colectivas Instalações individuais Exemplo de aplicação • Equipamentos <ul style="list-style-type: none"> Armário de Telecomunicações Individual. Características • Terras • Dimensionamento das instalações colectivas em edifícios de habitação <ul style="list-style-type: none"> De cabos de pares de cobre <ul style="list-style-type: none"> Cabos Tubos Repartidores De cabos coaxiais 	<p>Descrever as instalações individuais a executar num fogo e o ATI correspondente</p> <p>Calcular o número de pares de cobre a instalar na instalação colectiva de um edifício de habitação</p> <p>Definir os cabos a instalar na coluna, assim como a localização dos repartidores</p> <p>Dimensionar os diferentes repartidores a instalar na coluna</p> <p>Dimensionar a rede de tubos a instalar na coluna</p> <p>Conhecer a metodologia do cálculo das atenuações em circuitos com cabos coaxiais</p> <p>Conhecer os níveis de sinal exigíveis nas tomadas</p>	<p>Definir os critérios de dimensionamento da coluna</p> <p>Fornecer elementos relativos aos vários tipos de cabos que se podem utilizar nas instalações colectivas (Cat 3, e Cat 5)</p> <p>Sugere-se o dimensionamento completo da coluna de pares de cobre das redes de cabos coaxiais de um edifício de quatro pisos, com duas instalações por piso.</p> <p>O cálculo da atenuação ao longo de um percurso bem definido, que inclua cabos de mais de um tipo e mais de um tipo de repartidor, feito para as frequências-limite, deve ser efectuado.</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>5.3.3 Execução de instalações ITED</p> <p>Instalações colectivas Instalações individuais</p>	<p>Planear a execução de uma instalação ITED</p> <p>Executar uma instalação ITED num edifício que inclua instalações colectivas e individuais</p> <p>Estabelecer as ligações, com cabo UTP, entre um ATI tomadas RJ45 Ligar, por cabo coaxial, tomadas de TV a um ATI Executar as ligações de cabos de Cat.3 e Cat 5 num repartidor</p>	<p>Após a caracterização geral das instalações e o dimensionamento da rede de pares de cobre de um edifício, os alunos devem executar as instalações já dimensionadas.</p> <p>Sugere-se que seja utilizado o mesmo espaço e a mesma infra-estrutura onde foram simuladas as instalações de utilização de energia eléctrica.</p> <p>A instalação a executar deve incluir a rede de tubos e caixas de uma instalação colectiva, a ligação ao ou aos ATI e ligações diversificadas a tomadas a jusante.</p> <p>Deve, na coluna montante, considerar-se as redes de cabo coaxial, CATV e MATV.</p> <p>Deve efectuar-se o ensaio da instalação.</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>5.4 Sistemas de Segurança</p> <p>5.4.1 Detecção de incêndios e de intrusão</p>	<p>Descrever a organização geral destes sistemas de detecção de incêndios e de intrusão, quer de endereçamento individual quer de endereçamento colectivo</p> <p>Justificar a existência de um número máximo de detectores de incêndio por linha de detecção</p>	<p>Os sistemas de detecção de incêndios e de intrusão foram estudados no 11º ano. É objectivo final deste sub-capítulo a realização prática de uma instalação que interligue diferentes sistemas de segurança a outros sistemas existentes.</p> <p>Relembrar e actualizar os conceitos fundamentais, distinguindo a organização das instalações de endereçamento individual das de endereçamento colectivo e fazendo referência, justificando, ao número máximo de detectores a utilizar em cada caso (na detecção de incêndios)</p> <p>Sugere-se a apresentação de diagramas dos sistemas de detecção de incêndios e de detecção de intrusão em dois tipos de edifício distintos:</p> <p>Um, de não mais de três pisos e de pequeno desenvolvimento em planta, em que se pode utilizar um sistema de endereçamento colectivo;</p> <p>Outro, com mais de três pisos e com grande desenvolvimento em planta, em que é vantajosa a utilização do endereçamento individual.</p>	<p>6</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>5.4.2 Outros sistemas de segurança</p> <p>Detecção de CO Extinção de incêndios CCTV Controlo de acessos Detecção de roubo</p> <p>5.4.3 Integração de sistemas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concepção de um sistema integrado • Execução de um sistema integrado 	<p>Descrever a organização geral dos vários sistemas</p> <p>Compreender as diversas interacções entre sistemas. Conceber e caracterizar automatismos que as realizem Executar as instalações entre os constituintes de um sistema integrado</p>	<p>Referir a actuação das centrais sobre outros sistemas como sejam os de corte das instalações eléctricas, os de combate a incêndios, os de ascensores...</p> <p>Deverá existir uma colecção de modelos, montados e electrificados, que permita de forma sucinta o estudo destes sistemas complementares.</p> <p>Sugere-se o apoio de um projecto de um edifício que inclua sistemas de segurança, dando especial atenção aos esquemas e diagramas que permitam identificar os vários componentes e compreender a organização das instalações.</p> <p>Apresentar situações em que a interacção entre sistemas seja evidente</p> <p>Sugere-se, por exemplo, a organização, a execução e a montagem de um quadro de alimentação e comando da ventilação de um piso de estacionamento automóvel, que receba sinais da gestão técnica, da detecção de CO, da detecção de incêndios e comandos manuais (dos Bombeiros, que se sobrepõe a todos os outros).</p>	



5ª UNIDADE DE ENSINO-APRENDIZAGEM: **Utilização da Energia Eléctrica**

CARGA HORÁRIA: **32** UNIDADES LECTIVAS

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
		<p>Depois de devidamente analisados e justificados os objectivos da interacção, os alunos deverão elaborar e executar o esquema de comando que os cumpra.</p> <p>A falta de alguns equipamentos não deve justificar a não realização da montagem. Os sinais deles emanados podem ser simulados por contactos livres de potencial.</p> <p>Sugere-se, dada a especificidade dos equipamentos em causa, a colaboração de técnicos de empresas que os comercializem.</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
6. INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS INDUSTRIAIS			(36)
6.1 Organização de uma instalação industrial	Caracterizar a organização de uma instalação eléctrica de distribuição industrial	Sugere-se a referência a unidades de pequena e média potência (centenas de KVA) alimentadas em M.T: Deve recorrer-se a uma planta com o traçado dos alimentadores aos quadros. Na topologia da rede deve constar um P.T., Q.G.B.T., do qual saem alimentadores para os diversos quadros parciais.	4
6.1.1 Alimentadores	Definir os tipos de cabos eléctricos a utilizar em função dos condicionamentos do local	Devem estar disponíveis normas, regulamentos e tabelas de fabricantes e outra documentação técnica actualizada. Sugere-se a apresentação, de forma sistematizada, da sequência de passos que permite o dimensionamento dos condutores, cabos, tubos e respectivas protecções.	
<ul style="list-style-type: none"> • Tipo • Correntes admissíveis • Protecção Selectividade Filiação 	Dimensionar a secção dos cabos em função das potências e factores de correcção aplicáveis	Na realização das diferentes instalações eléctricas deve ser simulado um ambiente tipo industrial, de modo à utilização de aparelhagem e equipamento adequados. Sugere-se a utilização de dispositivos de telecomando, de deslastragem de circuitos, tendo em vista a gestão de energia.	
	Executar instalações eléctricas em ambiente industrial		

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>6.1.2 Quadros</p> <ul style="list-style-type: none"> • Classificação <ul style="list-style-type: none"> Estrutura Função • Características <ul style="list-style-type: none"> Eléctricas Mecânicas 	<p>Identificar tipos de quadros</p> <p>Identificar as várias funções dos quadros</p> <p>Conhecer outras características</p>	<p>A abordagem da concepção dos quadros eléctricos deverá ser feita quanto à estrutura e quanto à função.</p> <p>Sugere-se que seja executada a ligação de cabo de secção elevada a um equipamento.</p> <p>Deverão ser preparadas pontas de cabo de secção elevada para cravação dos respectivos terminais.</p> <p>Sugere-se a apresentação de um quadro eléctrico com equipamentos para intensidades elevadas, sensibilizando os alunos para as dimensões e os esforços mecânicos em jogo.</p>	

mas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>6.2 Sistemas automáticos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definição de sistema automático. • Características dos sistemas automáticos <ul style="list-style-type: none"> Capacidade • Estrutura <ul style="list-style-type: none"> Diálogo homem máquina Comando Parte operativa • Simbologia <ul style="list-style-type: none"> Eléctrica 	<p>Descrever a estrutura de um sistema automático e a articulação dos vários componentes</p> <p>Compreender a interacção entre as diferentes partes de um sistema automático</p> <p>Identificar os vários tipos de esquemas</p> <p>Referenciar os aparelhos pelos seus símbolos gráficos Conhecer regras numéricas e alfanuméricas utilizadas para identificar os aparelhos</p> <p>Distinguir circuito de potência do circuito de comando e sinalização</p>	<p>Pretende-se que neste sub-capítulo seja feita uma abordagem genérica da organização de um sistema automático, sendo que as suas várias funções e componentes serão estudados nos capítulos posteriores.</p> <p>Chamar a atenção para o papel e para a necessidade dos interfaceamentos e exemplificar vários tipos de interfaceamento</p> <p>Utilizar um diagrama em blocos, de forma a evidenciar a ligação da estrutura de um sistema automático</p> <p>Apresentar as normas que definem os símbolos gráficos e regras numéricas e alfanuméricas (C.E.I. 1082 – 1)</p> <p>Esta abordagem deverá ser articulada com os conteúdos leccionados na disciplina de Aplicações Tecnológicas de Electrotecnia/Electrónica.</p>	<p style="text-align: center;">4</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>Pneumática</p>	<p>Ler esquemas de funcionamento de circuitos de comando eléctrico</p> <p>Identificar e usar simbologia pneumática “CETOP”</p> <p>Ler e interpretar esquemas de funcionamento de circuitos electropneumáticos</p> <p>Identificar as diversas formas de energia utilizada no comando</p>	<p>Deverá ser referida a simbologia pneumática segundo as normas CETOP (Comissão Europeia de Transmissões Oleopneumáticas). Esquemas de circuitos electropneumáticos simples permitirão a familiarização com a simbologia.</p> <p>Deverão ser apresentados os principais tipos de dispositivos pneumáticos e associá-los aos respectivos símbolos</p> <p>Deverá recorrer-se a vídeos, desenhos, mapas, fotografias que exemplifiquem as várias formas de energias utilizadas no comando (eléctrica, pneumática e hidráulica).</p>	



6ª UNIDADE DE ENSINO-APRENDIZAGEM: **Instalações Eléctricas Industriais**

CARGA HORÁRIA: **36** UNIDADES LECTIVAS

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<ul style="list-style-type: none">Tecnologias de comando<ul style="list-style-type: none">CabladaProgramadaMétodos gráficos para estudo de automatismos<ul style="list-style-type: none">CronogramaFluxograma<i>Grafcet</i>	<p>Caracterizar as tecnologias utilizadas nos automatismos</p> <p>Enumerar critérios de escolha</p> <p>Distinguir os métodos gráficos para estudo de automatismos</p> <p>Descrever as regras de organização do <i>Grafcet</i></p>	<p>Deve ser feita referência às várias tecnologias cabladas (electromecânica, electrónica e pneumática), e tecnologias programadas (autómato programável e micro-sistema dedicado)</p> <p>Nas escolhas das tecnologias a utilizar deverão ser referidos alguns critérios, como por exemplo: funcionais, tecnológicos, operacionais, económicos.</p> <p>Sugere-se a análise de diversos diagramas que descrevam métodos gráficos de estudo de automatismos.</p> <p>Deverão ser realizados exercícios que envolvam o estudo de automatismos.</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>6.3 Equipamentos dos Sistemas Automáticos</p> <p>6.3.1 Interacção homem - máquina</p> <p>Botões de pressão Comutadores Terminais de diálogo Manipuladores</p> <p>6.3.2 Aquisição de dados</p> <p>Fins de curso Células fotoeléctricas Detectores inteligentes Detectores de leitura e escrita Detectores de proximidade</p>	<p>Identificar os diferentes dispositivos de diálogo e a sua função</p> <p>Identificar dispositivos de aquisição de dados e a sua função</p> <p>Seleccionar correctamente dispositivos de aquisição de dados</p>	<p>Devem ser apresentados ao aluno estes elementos.</p> <p>O estudo dos diferentes dispositivos de aquisição de dados deve ser feito através de ensaios, de modo a verificar o seu funcionamento e características mais importantes.</p>	<p>12</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>6.3.3 Tratamento de dados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eléctricos <ul style="list-style-type: none"> Contactores Relés Relés estáticos • Pneumáticos: <ul style="list-style-type: none"> Electroválvulas Distribuidores pneumáticos 	<p>Identificar dispositivos de tratamento de dados</p> <p>Conhecer o princípio de funcionamento das electroválvulas</p> <p>Conhecer as válvulas direccionais pela sua referência</p>	<p>Referir os contactores e relés estáticos</p> <p>Sugere-se que o estudo dos vários tipos de válvulas (direccionais, anti retorno com estrangulamento, alternadora, tipo célula “OU” e célula “E”) seja feito com recurso a modelos, ou animação multimédia.</p> <p>Na designação das válvulas direccionais, referir o modo como estas são conhecidas (m/n) número de orifícios / número de posições, 2/2, 3/2, 4/2, 5/2. Mostrar modelos em corte, ou animações multimédia.</p> <p>Devem ser indicados os tipos de accionamento, manual, mecânico, eléctrico (electroválvulas) e pneumático.</p> <p>Sugere-se a execução de algumas montagens laboratoriais, de comando de cilindros.</p> <p>Levar os alunos a fazer uma observação reflectida de um sistema Electropneumático: elementos de controlo, elementos de comando, elementos de trabalho, elementos de sinal</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>6.3.4 Comando de potência</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seccionamento • Protecção <ul style="list-style-type: none"> Blocos térmicos Corta – circuitos fusíveis Disjuntor-motor • Comando <ul style="list-style-type: none"> Contactores Arranque progressivo Variadores de velocidade <p>6.3.5 Accionadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eléctricos • Pneumáticos 	<p>Caracterizar as funções ligadas ao comando de potência</p> <p>Conhecer o princípio de funcionamento destes equipamentos electromecânicos</p> <p>Distinguir contactores de potência dos de comando</p> <p>Identificar accionadores</p> <p>Conhecer o princípio de funcionamento dos diferentes arranqueadores progressivos e variadores de velocidade</p>	<p>Sugere-se que o estudo dos equipamentos seja acompanhado de esquemas que permitam identificar as respectivas funções.</p> <p>O estudo dos equipamentos de controlo e variação de velocidade deverá ser apoiado por esquemas sob a forma de diagramas de blocos.</p> <p>Este tema deverá ser abordado com o apoio de esquemas.</p> <p>Sugere-se a referência a motores eléctricos de cc e ca, cilindros pneumáticos e motores pneumáticos.</p> <p>Deverá ser mostrado alguns tipos de cilindros, e referir as suas grandezas nominais.</p> <p>Fazer referência ao comando indirecto de cilindros (manual, fim de curso e pressão)</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>6.3.6 Autómato programável</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arquitectura externa <ul style="list-style-type: none"> Estrutura modular Estrutura compacta • Princípio de funcionamento <ul style="list-style-type: none"> Ciclo de autómato Programa utilizador • Arquitectura interna <ul style="list-style-type: none"> Unidade de entradas Unidade central de processamento (C.P.U.) <ul style="list-style-type: none"> Processador Memória Circuitos associados 	<p>Enumerar os campos de aplicação</p> <p>Distinguir configurações compactas de configurações modulares e apresentar as vantagens de umas e de outras</p> <p>Enumerar vantagens e desvantagens em relação a outras tecnologias</p> <p>Conhecer o ciclo básico de trabalho da CPU, na execução de um programa</p> <p>Caracterizar os vários tipos de entradas</p> <p>Descrever a arquitectura interna de um autómato programável, indicando as funções das diferentes partes</p> <p>Conhecer os elementos constituintes da C.P.U.</p>	<p>Deverão ser referidos os campos de aplicação do PLC (Controlador Lógico Programável).</p> <p>Referir os elementos constituintes (unidade de alimentação, consola de programação, dispositivos periféricos, interfaces), e as respectivas características principais</p> <p>Fazer uma referência à ligação dos elementos à entrada no PLC (captos)</p> <p>Deve ser feita uma breve referência aos tipos de saídas (a relé, a triac, a transístor), e aos tipos de sinais que as controlam.</p> <p>Referir a norma IEC 1131-3 sobre linguagens de programação</p> <p>O estudo dos autómatos deve ser baseado na realização de exercícios, no estudo de casos e na resolução de problemas. Deve também ser acompanhado pela manipulação do material: manusear consolas, utilizar <i>software</i>, estabelecer ligações externas, testar programas pela utilização de simuladores de entradas e de saídas, experimentar maquetas ou miniaturas de sistemas automáticos reais, etc.</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>Unidade de saídas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de linguagem de programação <ul style="list-style-type: none"> Lista de instruções booleana -IL Lista de instruções literais estruturadas -ST Linguagens gráficas baseadas no: <ul style="list-style-type: none"> Diagrama de contactos (Ladder) -LD <i>Grafcet</i> -SFC Fluxograma Logigrama • Consolas e <i>software</i> de programação e exploração • Ligações externas. Tipos de entradas e de saídas 	<p>Caracterizar os vários tipos de saídas</p> <p>Distinguir as várias linguagens de programação</p> <p>Executar exercícios de programação de autómatos</p> <p>Transcrever um programa para linguagem de lista de instruções</p> <p>Transcrever para uma lista um programa dado em diagrama de contactos, em <i>Grafcet</i> ou noutra linguagem gráfica</p> <p>Desenhar esquemas das ligações externas de um autómato tendo em conta as características das suas entradas e das suas saídas, bem como das características da restante aparelhagem a ligar e da necessidade de interfaces</p> <p>Estabelecer ligações eléctricas entre um autómato programável e a restante aparelhagem</p>	<p>Estando as linguagens de programação ligadas às marcas existentes, não sendo possível na escola utilizá-las todas, dever-se-á optar pelo aprofundamento de uma delas, havendo vantagem de contactar com autómatos de outras marcas.</p> <p>Os exercícios de programação terão como finalidade traduzir em linguagem reconhecida pelo autómato (existente na escola) um esquema de comando fornecido.</p> <p>A programação de autómatos deve começar pela utilização de ferramentas gráficas de estruturação, nomeadamente o diagrama de contactos e o <i>Grafcet</i>, a partir dos quais se fará a transcrição para lista de instruções ou se editará directamente por meio de um <i>software</i> gráfico.</p> <p>Sempre que possível deverão resolver-se problemas de programação de sistemas automáticos reais em experiências de formação em contexto de trabalho, ou utilizar sistemas didácticos miniaturizados de automatismos que simulem situações reais da indústria ou dos serviços. Convém utilizar sistemas versáteis ou sistemas variados que possibilitem exercícios de projecto variados.</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>6.4 Execução de automatismos</p> <p>6.4.1 Electromecânicos</p> <p>Comando de um motor de duas velocidades</p> <p>Travagem de motores eléctricos de ca Por contra corrente Por injeção de corrente rectificada</p>	<p>Analisar e descrever o funcionamento de sistemas automáticos reais.</p> <p>Executar o esquema de circuitos de média complexidade</p> <p>Seleccionar os aparelhos de comando</p> <p>Seleccionar os dispositivos de protecção Executar a montagem</p> <p>Detectar e reparar avarias em sistemas cablados</p> <p>Executar operações de teste e de manutenção preventiva em sistemas cablados reais</p>	<p>Sugere-se mesmo que se realizem com os alunos experiências de projecto e produção de sistemas didácticos, o que, para além de constituir uma excelente oportunidade de aprendizagem, permite criar recursos que podem ser usados por alunos vindouros para exercício próprio.</p> <p>Salientar que os sistemas cablados são utilizados em sistemas de reduzida complexidade (ou em instalações de socorro) dada a progressiva diminuição do custo e da dificuldade de concepção e de instalação dos sistemas programados. Todavia, os alunos poderão vir a encontrar na sua vida profissional futura sistemas cablados, de instalação não muito recente, sobre os quais serão chamados a efectuar operações de manutenção ou mesmo de substituição por sistemas programados. Daí a necessidade de serem capazes de lidar com esta tecnologia, beneficiando do seu carácter pedagógico.</p> <p>Sugere-se a realização de alguns trabalhos, de comando e travagem de motores.</p> <p>Deverá ser seguida a seguinte metodologia: execução dos esquemas de comando e de potência, selecção dos aparelhos de comando e potência. Na escolha dos contactores, deverá ser tida em atenção as suas especificações técnicas.</p>	<p>16</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>6.4.2. Electropneumáticos</p> <p>Comando de um cilindro de simples acção</p> <p>Comando de um cilindro de dupla acção</p> <p>Comando directo e regulação de velocidade de um cilindro de dupla acção</p> <p>6.4.3. Aplicações com autómatos</p>	<p>Interpretar esquemas de sistemas automáticos cablados pneumáticos e quer compactos, quer modulares</p> <p>Executar o esquema do circuito</p> <p>Seleccionar a aparelhagem</p> <p>Executar a montagem</p> <p>Conceber o esquema do circuito de aplicação</p> <p>Seleccionar a aparelhagem</p> <p>Executar a montagem</p>	<p>Realizar alguns exercícios tendo em vista a escolha de contactores</p> <p>Realizar alguns exercícios tendo em vista a prática de circuitos de comando pneumático e electropneumático</p> <p>A análise de equipamentos automáticos que utilizem a pneumática poderá ser complementada com a visita a instalações industriais.</p> <p>A interligação entre um autómato programável e um variador de velocidade deve ser estudada, se possível em sistema de anel fechado, com a utilização de taquímetros de saída analógica ou numérica.</p>	

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p style="text-align: center;">7. Exploração das Instalações Eléctricas</p> <p>7.1 Manutenção de instalações eléctricas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Níveis de manutenção ▪ Organização <p>7.2 Ensaios e testes em instalações eléctricas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Equipamentos para medição e teste ▪ Medição de terras e isolamento 	<p>Reconhecer a importância da manutenção das instalações eléctricas</p> <p>Conhecer os diferentes tipos de manutenção</p> <p>Conhecer os diferentes tipos de ensaios e teste para a exploração e manutenção de instalações eléctricas</p> <p>Conhecer os diferentes tipos de equipamentos de ensaio e teste</p> <p>Aplicar correctamente os procedimentos técnicos e de segurança na realização dos diferentes ensaios e testes</p>	<p>Deverão ser apresentados os preceitos da regulamentação em vigor e as recomendações relativas à manutenção e exploração das instalações eléctricas.</p> <p>Deverão ser apresentados equipamentos tradicionais e multifunção que permitem realizar os ensaios e testes das instalações, e o seu modo de operação.</p> <p>Deverá ser dada ênfase aos aspectos da segurança, nomeadamente no que respeita ao isolamento funcional das canalizações e equipamento e à manutenção das suas características.</p> <p>Deverão ser apresentados relatórios de exploração para análise.</p>	<p style="text-align: center;">(8)</p> <p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">4</p>



7ª UNIDADE DE ENSINO-APRENDIZAGEM: **Exploração das Instalações Eléctricas**

CARGA HORÁRIA: **8** UNIDADES LECTIVAS

Temas/Conteúdos	Objectivos de Aprendizagem	Sugestões Metodológicas	Gestão da carga horária (unidades de 90 min.)
<p>7.3 Manutenção preventiva das máquinas eléctricas</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Operações de manutenção▪ Resistência de isolamento	<p>Utilizar correctamente aparelhos de medida e teste</p> <p>Elaborar relatórios de manutenção</p> <p>Medir resistências de isolamento</p>	<p>Deverão ser realizados exercícios práticos diversificados de ensaios e manutenção das instalações eléctricas e equipamentos de forma a permitir a utilização dos diversos equipamentos de medida e teste.</p>	<p>2</p>

IV – Bibliografia

Bibliografia Geral

Livros

- Bossi, A. & Sesto, E. (1997). *Instalações Eléctricas*. S. Paulo: Hemus.
(Manual muito completo sobre instalações eléctricas incluindo as de tipo industrial. Para consulta do aluno. Apoio às unidades 3, 4)
- Bouissoux, M. & Montagnac, J. (1984). *Cours de Schémas - Automatismes - Électricité*. Paris: Dunod.
(Esquemateca com grande variedade de exemplos de automatismos cablados, quer compactos, quer usando sequenciadores modulares eléctricos, electrónicos ou pneumáticos. Recomendado para o professor)
- Bouteille, D. (1988). *Les automatismes programmables*. Toulouse: Cépaduès.
(Interessante manual sobre a concepção e o projecto de sistemas automáticos baseados em tecnologias programáveis, incluindo vários exemplos de aplicação concreta. Acessível ao aluno. Apoio à unidade 6)
- Bouteille, N. (1992). *Le GRAFCET*. Toulouse: Cépaduès Editons.
(Aprofundamento de conceitos sobre o *Grafcet* com exemplos de aplicação. Recomendado para o professor)
- Degoulange, F., Lemaitre, R. & Perrin, D. (1985). *AUTOMATISMES Grafcet-Composants-Fonctions Logiques-Schémas*. Paris: Dunod.
(Estudo muito completo dos elementos enunciados, com diversos exercícios de aplicação resolvidos. Recomendado para o professor, acessível ao aluno. Apoio à unidade 6)
- Elgerd, O. I. (1978). *Electric Energy Systems Theory*. New York: McGraw-Hill.
(Fontes de produção de energia eléctrica, potências em corrente alternada, transmissão trifásica, representação por unidade de impedâncias, correntes, tensões e potências; transformadores de potência. Para consulta do professor)
- Francisco, A. (2003). *Autómatos Programáveis*. Lisboa: Lidel Edições Técnicas e Profissionais.
(Analisa de uma forma geral a constituição do autómato, contém exercícios de programação dos seguintes autómatos Twido Schneider Electric, S7-200 Siemens, CPM1A/2 A Omron. Apoio à unidade 6)
- Matias, J. (2004). *Aplicações Tecnológicas de Electrotecnia e Electrónica 10º Ano*. Porto: Porto Editora.
(Manual; diversificados capítulos, alguns dos quais tratam os seguintes assuntos: Higiene e Segurança no Trabalho, Materiais e Componentes Utilizados na Indústria Eléctrica, Instalações Eléctricas. Apoio às unidades 3 e 6)

- Matias, J. (2004). *Aplicações Tecnológicas de Electrotecnia e Electrónica 11º Ano*. Porto: Porto Editora
(Apoio às unidades 3 e 6)
- Matias, J.& Leote, L. (1992). *Produção; Transporte e Distribuição de Energia Eléctrica*. Lisboa: Didáctica Editora.
(Aborda a temática da produção e transporte de energia eléctrica. Apoio à unidade 2)
- Matias, J.& Leote, L. (2000). *Automatismos Industriais – Comando e Regulação*. Lisboa: Didáctica Editora.
(Dá uma visão geral sobre diversos elementos de comando automático, esquemas de comando automático, concepção de circuitos de comando por aplicação da Álgebra de Boole, problemas resolvidos e lista de problemas para resolver. Apoio à unidade 6)
- Matias, J.& Leote, L. (2000). *Sistemas De Protecção Eléctrica*. Lisboa: Didáctica Editora.
(Faz uma abordagem de uma forma simples à protecção de canalizações e de algumas máquinas eléctricas com recurso a fusíveis e relés. Apresenta uma lista de problemas resolvidos e para resolver. Apoio à unidade 3)
- Matias, J. & Rodrigues, J. (1999). *Máquinas Eléctricas – Transformadores*. Lisboa: Didáctica Editora.
(Faz o estudo dos transformadores monofásicos e trifásicos, apresenta uma lista de problemas resolvidos e para resolver, alguns dos quais tratam, ainda que de uma forma breve, o cálculo de correntes de curto circuito em regime nominal.)
- Novais, J. (1983). *Método Sequencial Para Automatização Electropneumática*. Lisboa: F. C. Gulbenkian.
(Projecto de sistemas pneumáticos cablados pelo método dos preponderantes, com muitos exemplos práticos. Recomendado para o professor. Apoio à unidade 6)
- Novais, J. (1992). *Programação de Autómatos*. Lisboa: F. C. Gulbenkian.
(Colecção de exercícios de programação de autómatos em linguagem IL a partir da estruturação por *Grafcet*. Recomendado para o aluno. Apoio à unidade 6)
- Pires, J. N. (2002). *Automação Industrial*. Lisboa: Lidel Edições Técnicas e Profissionais.
(Descrição de sensores industriais, introdução aos autómatos programáveis, estudo de linguagens gráficas *Grafcet*. Apoio à unidade 6)
- Re, V. (1978). *Instalações de ligação à terra*. S. Paulo: Hemus.
(Manual muito completo sobre instalações eléctricas de ligação à terra, incluindo as de tipo pára-raios. Para consulta do aluno. Apoio às unidades 3 e 4)
- Spitta, A. F. (1981). *Instalações eléctricas*. Madrid: Editorial Dossat, S.A.
(Manual bastante completo sobre instalações eléctricas, instalações de distribuição de energia eléctrica, cálculo de correntes de curto-circuito em sistemas trifásicos, protecção de redes, aparelhos de manobra de alta tensão, instalações de ligação à terra, lumotecnica, técnica de climatização. Para consulta do professor)
- Vasquez, J. R. (1991). *Instalações Eléctricas I e II*. Lisboa: Plátano Editora.
(Manual bastante completo sobre tecnologia dos equipamentos e instalações eléctricas. Para consulta do aluno. Apoio às unidades 3 e 4)

- Vilela Pinto, L. M. (2000). *Técnicas e Tecnologias em Instalações Eléctricas*. Porto: Certiel.
(Manual com vista à concepção e exploração de instalações eléctricas de utilização em baixa tensão. Envolve três partes: estrutura e tecnologias, escolha de componentes e quadro legal. Apoio às unidades 3,4 e 6)
- Vilela Pinto, L. M. (2004). *InstalExpress, Instalações Eléctricas em Locais de Habitação*. Porto: Certiel.
(Publicação enquadrada pela apresentação das novas Regras Técnicas. Recomendada para professores. Apoio às unidades 3,4 e 6)
- Vilela Pinto, L. M. & Coelho, M. (1979). *A Segurança das Pessoas em Instalações Eléctricas*. Porto: Porto Editora.
(Faz uma abordagem da acção da corrente eléctrica sobre o organismo, sistemas e métodos de segurança contra contactos acidentais, terras e condutores associados, medidas relacionadas com a Protecção de Pessoas. Apoio à unidade 3)

Legislação

- Manual ITED (Infra-estruturas de Telecomunicações em Edifícios) Prescrições e Especificações Técnicas ANACOM, 1ª edição Julho de 2004.
(Decreto Lei nº59/2000, de 19 Abril)
- Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica
- Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas de Edifícios e entradas
(Decreto Lei nº 740/74 de 26 de Dezembro).
- Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Secionamento
(decreto nº 42895 de 31 de Março de 1960 alterado pelo Decreto Regulamentar nº 14/70 e Portaria nº 37/70 de 17 de Janeiro)

Outras publicações

- LEGRAND (1999). *Documento técnico / Guia Técnico da Protecção. Disjuntores DPX e DX*.
(Guia técnico sobre a utilização de disjuntores na protecção eléctrica, conselhos práticos e aplicações. Recomendado para o aluno)
- SCHNEIDER ELECTRIC (1999). *Documento técnico: A protecção das instalações eléctricas contra descargas atmosféricas*.
(Guia técnico sobre protecção de instalações eléctricas contra descargas atmosféricas, conselhos práticos e aplicações, Recomendado para o professor e para o aluno).
- SCHNEIDER ELECTRIC (2005). *Documento técnico / Electricistas*.
(Guia técnico sobre materiais para instalações eléctricas, com guia normativo, conselhos práticos e aplicações. Recomendado para o aluno)

- TELEMECANIQUE (1983). *Automatismos Sequenciais*. Lisboa: Telemecanique. (Três exemplos de projectos completos de automatismos cablados utilizando sequenciadores modulares eléctricos. Recomendado para o professor)
- TELEMECANIQUE (1989). *Manuel des Automatismes à commande Pneumatique*. Nanterre: Telemecanique. (Projecto de sequenciadores modulares pneumáticos a partir do *Grafcet*. Recomendado para o professor)

Normas em vigor

- EN 60 269-2 (referente a corta circuitos fusíveis)
- NP1271 complementada por NP EN 60 439 (quadros de coluna)
- NP1272 complementada por NP EN 60 439 (caixas de coluna)
- NP EN 60 529 (protecção contra a penetração sólidos e líquidos)
- EN 50 102 (protecção mecânica dos equipamentos)
- EN 60 947 – 2 e EN 60 898 (referentes a disjuntores)

Endereços Electrónicos

http://europa.eu.int/comm/enterprise/tris/index_pt.htm	(Permite acesso às Regras Técnicas)
http://www.certiel.pt/htm/index.htm	(Associação Certificadora de Instalações Eléctricas)
http://www.dge.pt/main.asp	(Informação variada sobre o sector energético e publicações técnicas)
http://www.ren.pt/	(Informações sobre a rede eléctrica nacional)
http://www.edp.pt	(Informações sobre distribuição de energia eléctrica)
http://www.icp.pt/	(Autoridade Nacional de Comunicações)
http://www.schneiderelectric.pt/index.htm	(Equipamento para instalações eléctricas, comando, protecção, catálogo electrónico)
http://www.qenergia.com/qenergia.html	(Gestão de energia, automação e equipamentos)
http://www.siemens.pt/index.jsp	(Equipamentos de automação, controlo e instalações eléctricas)
http://www.legrand.pt/	(Aparelhagem eléctrica e de protecção, redes estruturadas)
http://www.hager.pt/	(Aparelhagem eléctrica de ligação, protecção, armários metálicos)
http://www.jsl-online.net/	(Fabricante de material eléctrico)
http://www.rockwellautomation.com/	(Equipamento para automação)
http://www.europe.omron.com/pt_pt/cor/iab/home/	(Equipamento para automação)
www.efacec.pt	(Equipamento de distribuição e transmissão de energia eléctrica)
http://www.generalcablecelcat.com/index.html	(Fabricante de condutores e cabos)
http://www.solidal.pt/empresa.htm	(Fabricante de condutores e cabos)
http://www.cunhabarros.pt/pt/index_p.html	(Fabricante de condutores e cabos)
http://www.osram.pt/	(Sistemas de iluminação, lâmpadas eléctricas)
http://www.walmonof.com.br/produtos/i-centrais.php	(Iluminação de emergência)
http://www.philips.com.br/	(Sistemas de iluminação, equipamentos de áudio e vídeo)
http://www.sa.online.pt	(Equipamentos para automação e <i>software</i> para desenho)