

Ministério da Educação
Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular

Programa de Aplicações Tecnológicas de Electrotecnicia/Electrónica

11º Ano

Curso Tecnológico de Electrotecnicia e Electrónica

Autores

Aníbal das Neves Oliveira
Henrique Gante (Coordenador)
Jaime Manuel Alves dos Santos Carlos
José Alfredo Tomé Parracho
José Gregório
Luís Filipe de Jesus Figueiredo

Homologação

07/03/2005

Índice

I - Introdução	3
II - Desenvolvimento do Programa.....	3
1 - Instalações Eléctricas Especiais.....	6
2 - Instalações Eléctricas Trifásicas.....	10
3 - Máquinas Eléctricas	13
4 - Comando de Máquinas Eléctricas.....	16
5 - Circuitos Electrónicos.....	17
Bibliografia Geral.....	18

I. INTRODUÇÃO – 11º ANO

A disciplina de Aplicações Tecnológicas de Electrotecnia/Electrónica é uma disciplina bienal, do Curso Tecnológico de Electrotecnia e Electrónica, iniciada no 10º ano, essencialmente prática mas de âmbito generalista, e que visa o estudo da tecnologia da electricidade e da electrónica e em que se procura ligar a aprendizagem da tecnologia aos contextos da sua aplicação.

A disciplina tenta assegurar a articulação entre a teoria e a prática, em que os temas relacionados com a tecnologia, os componentes e a aparelhagem, em vez de serem abordados numa disciplina teórica, são tratados de forma relacionada com a sua aplicação, de uma forma sistematizada, desenvolvendo um trabalho que tenha como referência a metodologia de projecto.

Ao longo do 10º ano, os alunos tiveram oportunidade de conhecer a história da tecnologia, de se familiarizar com regras de higiene e segurança no trabalho, de identificar materiais e componentes utilizados na indústria eléctrica e electrónica e de efectuar montagem de circuitos.

O programa do 11º ano visa, agora, dando continuidade aos conhecimentos adquiridos, o desenvolvimento de projectos envolvendo temas ligados às instalações eléctricas especiais, às instalações eléctricas trifásicas, às máquinas eléctricas e respectivos comandos e a circuitos electrónicos.

Na gestão dos tempos lectivos, previstos para cada projecto, considerou-se de igual modo, como no 10.º ano, um total anual de 30 semanas, correspondentes a 120 tempos lectivos de 90 minutos cada. Esta carga horária contempla os necessários tempos lectivos destinados ao desenvolvimento das aprendizagens, das actividades experimentais ou prática simulada. O tempo restante, contemplado no calendário lectivo, destina-se à avaliação e a situações imprevistas. A atribuição da carga horária teve em atenção o desenvolvimento dos diferentes temas e o grau de aprofundamento atribuído à abordagem de cada conteúdo. A sugestão da forma como a carga horária poderá ser distribuída, com os tempos lectivos entre parêntesis, deve ser tomada como referência para a planificação das actividades lectivas, podendo ser alterada em função das diversas formas de abordagem, do processo ensino-aprendizagem e das actividades desenvolvidas.

II. DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

O programa do 11º ano está estruturado com base nos seguintes temas:

1. Instalações Eléctricas Especiais

- 1.1 Instalação eléctrica de um sistema automático de detecção de incêndio e contra intrusão.
- 1.2 Instalação eléctrica de sinalização de emergência.
- 1.3 Instalação de infra-estruturas de telecomunicações.

Objectivos Gerais:

- Executar esquematicamente uma instalação de detecção de incêndios.
- Executar uma instalação de detecção automática de incêndios.
- Executar uma instalação de detecção de intrusão perimétrica.
- Executar esquematicamente uma instalação de circulação de emergência/sinalização de saída.
- Estabelecer o regime de instalação e ligação à rede pública, das infra-estruturas de telecomunicações em edifícios.

2. Instalações Eléctricas Trifásicas

- 2.1 Instalações trifásicas.
- 2.2 Organização de uma instalação trifásica.
- 2.3 Quadro eléctrico.

Objectivos Gerais:

- Descrever um sistema trifásico de tensões.
- Identificar aparelhos de corte, comando e protecção.
- Planear e executar esquematicamente uma instalação eléctrica colectiva de um edifício com serviços comuns.
- Identificar e caracterizar os diferentes componentes de um quadro eléctrico.
- Planear e executar as ligações eléctricas de quadro eléctrico de uma habitação com circuitos de iluminação, circuitos de tomada gerais (com terra e sem terra), circuito de tomada para máquina de lavar roupa ou outra.

3. Máquinas Eléctricas

- 3.1 Tipos e princípio de funcionamento de máquinas eléctricas.
- 3.2 Máquinas de corrente alternada.
 - Transformadores.
 - Motor assíncrono trifásico.
 - Motor assíncrono monofásico.
 - Máquina síncrona.
- 3.3 Máquinas de corrente contínua.
- 3.4 Motores especiais.
 - Introdução aos motores passo a passo.
 - Motor universal.

Objectivos Gerais:

- Identificar, classificar e operar as seguintes máquinas:
 - de corrente alternada (transformadores; motor assíncrono trifásico, monofásico e máquina síncrona);
 - de corrente contínua;
 - motor passo - a - passo;
 - motor universal.

4. Comando de Máquinas Eléctricas

4.1 Automatismo: Comando e protecção de máquinas eléctricas.

Objectivos Gerais:

- Identificar os principais elementos constituintes de um automatismo electromecânico.
- Identificar e analisar circuitos de comando e circuitos de potência.
- Conhecer diferentes tipos de encravamento bem como locais de utilização e simbologia.
- Planear e executar as ligações de alguns automatismos electromecânicos.
- Reconhecer e identificar as características de um automatismo sequencial.
- Identificar etapas e condições de transição entre etapas.

5. Circuitos Electrónicos

5.1 Construção de um equipamento analógico e digital.

Objectivos Gerais:

- Conhecer para além dos componentes electrónicos e técnicas de fabricação de circuitos impresso e soldadura, já estudados no 10.º ano, todo um conjunto de materiais e acessórios utilizados na construção de um equipamento electrónico.
- Executar diferentes técnicas de cablagem.

1 - Instalações Eléctricas Especiais

Temas/ Conteúdos	Objectivos	Sugestões Metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>1.1 - Instalação eléctrica de um sistema automático de detecção de incêndio e contra intrusão.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elementos constituintes: <ul style="list-style-type: none"> - Central. - Detectores (incêndio e intrusão). - Cablagem. - Outra aparelhagem. • Simbologia. <ul style="list-style-type: none"> - Representação esquemática deste tipo de instalação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar os elementos constituintes dos sistemas representativos destas instalações. - Distinguir zonas da central e suas aplicações. - Reconhecer situações de aplicação. - Descrever a constituição de uma instalação de detecção automática de incêndios e de intrusão. - Conhecer normas aplicáveis a este tipo de instalações. - Conhecer simbologia utilizada. - Ler e interpretar esquemas eléctricos relativos a este tipo de instalações. - Executar esquematicamente uma instalação de detecção de incêndios e contra intrusão. - Executar este tipo de instalações. 	<p>Nota - As instalações eléctricas apresentadas nos diferentes temas deverão ser executadas em espaço oficial com materiais, equipamentos e regras de montagem idênticas às praticadas por profissionais.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nos trabalhos propostos as montagens e respectiva execução das instalações em estudo devem ser realizadas em grupo, com um número máximo de 3 alunos. - Os alunos deverão consultar as disposições existentes reguladoras deste tipo de instalações. - Deve incentivar-se a consulta na Internet, de páginas de eventuais fabricantes destes equipamentos. - É importante a consulta de publicações técnicas, catálogos de fabricantes e revistas da especialidade. - Sugere-se, se for oportuno, a visita de estudo a obras que incluam instalações eléctricas deste tipo. - Do trabalho efectuado, deverá ser elaborado um relatório, discriminando as diferentes fases (projecto, equipamento/especificação técnica, montagem e execução). 	<p>10</p> <p>(6)</p>

1 - Instalações Eléctricas Especiais

Temas/ Conteúdos	Objectivos	Sugestões Metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>1.2 - Instalação eléctrica de sinalização de emergência.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Armaduras de emergência: <ul style="list-style-type: none"> - Tipos. - Elementos constituintes. - Cablagem. - Outra aparelhagem. • Simbologia. <ul style="list-style-type: none"> - Representação esquemática deste tipo de instalação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar armaduras de sinalização de emergência de saída ou outras. - Descrever o funcionamento deste tipo de armaduras. - Identificar alguns tipos de alimentação. - Conhecer a simbologia. - Conhecer as disposições legais relativas a este tipo de instalações. - Ler e interpretar esquemas eléctricos relativos a este tipo de instalações. - Executar esquematicamente uma instalação. - Executar este tipo de instalações. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sugere-se que seja elaborada uma requisição de todo o material necessário à instalação, onde conste a designação, características e quantidade do material. - Sugere-se a elaboração de um "roteiro de trabalho" que inclua todos os passos necessários à execução da instalação. - Após a execução do trabalho, cada grupo deverá proceder à sua apresentação. Para esta apresentação o professor pode incentivar a utilização de meios informáticos. 	<p>(4)</p>

1 - Instalações Eléctricas Especiais

Temas/ Conteúdos	Objectivos	Sugestões Metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>1.3 – Instalação de infra-estruturas de telecomunicações.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Espaços e redes de tubagens necessários para a instalação dos diversos equipamentos, cabos e outros dispositivos: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Armários para repartidores de edifícios; ▪ Caixas de entrada de cabos por via subterrânea ou aérea, nomeadamente para ligação a sistemas de acesso fixo via rádio (FWA). • Rede de Cabos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rede colectiva de cabos (RCC), incluindo os repartidores do edifício, no caso de um edifício com mais de uma fracção autónoma; 	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer o regime de instalação de infra-estruturas de telecomunicações em edifícios e respectivas ligações às redes públicas de telecomunicações. - Conhecer a simbologia. - Ler e interpretar os diferentes esquemas de Instalação de infra-estruturas de telecomunicações. - Planear e executar esquematicamente uma infra-estrutura de telecomunicações (armário repartidor, caixa de entrada de cabos, rede de tubos e cabos num edifício até 3 andares). - Executar, a partir de uma rede colectiva de cabos, uma rede individual (fracção autónoma). - Efectuar as ligações dos condutores e dos cabos aos dispositivos terminais. 	<ul style="list-style-type: none"> - O trabalho a realizar deverá ser colectivo e efectuado por grupos de 2 a 3 alunos. - Os alunos devem aproveitar o trabalho em grupo para desenvolver atitudes de colaboração, de diálogo e de respeito mútuo. - Sugere-se a consulta a páginas na Internet de fabricantes destes equipamentos e a utilização de suportes técnicos, tais como catálogos e revistas da especialidade. - Os alunos deverão contactar com os equipamentos de modo a procederem à sua identificação, bem como a situações de utilização. - A abordagem deste tema deverá ter em conta os objectivos generalistas deste programa e a sua estruturação predominantemente prática, devendo seguir a metodologia de trabalho de projecto. - O tratamento deste tema deverá ser aplicado e executado em contexto de oficina, podendo recorrer-se à utilização de painéis para fixação do equipamento. - Os alunos deverão utilizar como instrumento privilegiado de trabalho a consulta das cláusulas mais importantes do regulamento de instalações de infra-estruturas de telecomunicações (Decreto-Lei 59/2000, de 19 de Abril). 	<p>10</p> <p>(2)</p> <p>(8)</p>

1 -Instalações Eléctricas Especiais

Temas/ Conteúdos	Objectivos	Sugestões Metodológicas	Aulas de 90 min.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rede individual de cabos (RIC) para ligação física às redes públicas de telecomunicações. • Sistema de cablagem para distribuição de sinais sonoros e televisivos de tipo A (por via hertziana terrestre) e de tipo B (por via satélite). • Sistema de cablagem para uso exclusivo do edifício, nomeadamente videoportaria e televigilância. • Representação esquemática deste tipo de instalação. 		<ul style="list-style-type: none"> - O planeamento e a execução do trabalho deve passar pela análise e consulta que permitam a escolha do diferente material e a aplicabilidade das regras de montagem e execução. - Sugere-se que seja elaborada uma requisição de todo o material necessário à instalação, onde conste a designação, as características e a quantidade do material. - Sugere-se a elaboração de um "roteiro de trabalho" que inclua todos os passos necessários à execução da instalação. - Após a execução do trabalho, cada grupo deverá proceder à sua apresentação. Para esta apresentação o professor pode incentivar a utilização de meios informáticos. - Os elementos indicados anteriormente serão sujeitos a avaliação, complementada por grelhas de observação. 	

2-Instalações Eléctricas Trifásicas

Temas/ Conteúdos	Objectivos	Sugestões Metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>2.1 Instalações trifásicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema trifásico de tensões. <ul style="list-style-type: none"> - Receptor trifásico: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ligação em estrela. ▪ Ligação em triângulo. ▪ Correntes. Tensões. - Potências em receptores trifásicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Representar graficamente o sistema trifásico de tensões. - Ligar receptores trifásicos em estrela e triângulo. - Verificar a relação entre os valores eficazes das tensões simples e compostas. - Traçar o diagrama vectorial das tensões simples e compostas. - Verificar experimentalmente a relação entre correntes de linha e fases (Carga), de um receptor trifásico. - Verificar experimentalmente a soma vectorial de correntes alternadas sinusoidais. - Medir as potências deste circuito e relacioná-las. - Aplicar a fórmula da potência em sistemas equilibrados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sugere-se a utilização do osciloscópio na visualização de tensões desfasadas entre si. - Embora no estudo experimental se possam utilizar receptores térmicos (resistências, lâmpadas, etc.), o aluno deve contactar com cargas trifásicas reais. - Cada grupo de trabalho deverá apresentar um relatório escrito com o estudo deste tema, bem como as respectivas conclusões. 	<p>20</p> <p>(5)</p>

2-Instalações Eléctricas Trifásicas

Temas/ Conteúdos	Objectivos	Sugestões Metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>2.2 - Organização de uma instalação trifásica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Canalizações. Dimensionamento. • Protecção das Canalizações. • Protecção de Pessoas. • Instalação Colectiva de Distribuição. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Organização. Norma. ▪ Quadro de Colunas. ▪ Quadro de Serviços Comuns. • Simbologia. • Representação esquemática. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar e descrever a instalação. - Dimensionar uma instalação colectiva. - Planear e executar esquematicamente uma instalação colectiva de um edifício com serviços comuns. - Consultar Regulamentos. - Consultar tabelas de fabricantes de condutores e cabos. - Coordenar protecções. - Descrever meios de protecção contra contactos directos. - Descrever meios de protecção contra contactos indirectos. - Conhecer a simbologia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sugere-se o dimensionamento de uma instalação simples. - Sugere-se a representação esquemática de uma instalação colectiva de um edifício até 3 pisos. - Sensibilizar para a necessidade das protecções de uma canalização, considerar a temperatura e a queda de tensão. - Referir aplicações práticas de medidas de protecção contra contactos indirectos, em instalações domésticas e industriais. - Sugere-se a realização de visitas a locais onde os alunos possam ter contacto com uma coluna montante. 	<p>(5)</p>

2-Instalações Eléctricas Trifásicas

Temas/ Conteúdos	Objectivos	Sugestões Metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>2.3 - Quadro Eléctrico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organização. Tipos. • Aparelhagem. Função. • Protecção diferencial. • Simbologia. • Esquema das Instalações. • Contagem de Energia Eléctrica. • Terras de protecção e de serviço. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar e descrever disjuntor diferencial. - Conhecer a simbologia. - Planear e executar um quadro eléctrico onde constem circuitos de iluminação, circuitos de tomadas de usos gerais (com terra e sem terra), circuito de tomadas para máquinas e circuito de sinalização. - Efectuar a montagem de um contador de energia eléctrica. - Ler e interpretar o valor indicado no contador de energia. - Interpretar esquemas de quadros eléctricos e respectivos componentes. - Conhecer e relacionar as diferentes secções das canalizações e entradas, com recurso ao RSIUEE e RSICEE. - Escolher os diferentes órgãos de protecção e respectivos calibres das canalizações e relacioná-los. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sugere-se a utilização de suportes técnicos, tais como catálogos e revistas da especialidade e se possível visitas a estabelecimentos inseridos no meio envolvente, tendo como principal objectivo o relacionamento de práticas escolares com a inserção do aluno em contexto de trabalho. - Deverão ser apresentadas por cada grupo de trabalho as diferentes fases relativas à execução do respectivo trabalho de projecto em suporte de relatório escrito, bem como as respectivas conclusões. - Sugere-se o recurso a tabelas de fabricantes de condutores e cabos para escolha das secções em função das correntes de serviço. - Recorrer a catálogos técnicos de fabricantes de material eléctrico. - Depois de executado o projecto, cada aluno deverá fazer a apresentação do respectivo trabalho ao grupo/turma, utilizando, tanto quanto possível, as novas tecnologias da informação (por exemplo, com um programa de apresentações). 	<p>(10)</p>

3 - Máquinas Eléctricas

Temas/ Conteúdos	Objectivos	Sugestões Metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>3.1 – Tipos e princípio de funcionamento de máquinas eléctricas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Binário motor. ▪ Campo magnético girante. <p>3.2 – Máquinas de corrente alternada.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transformadores: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Introdução. ▪ Constituição. ▪ Princípio de funcionamento. ▪ Monofásicos. Trifásicos. ▪ Principais características. ▪ Aspectos construtivos. ▪ Utilização. Algumas avarias. 	<p>Classificar as máquinas eléctricas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Quanto à função; ▪ Quanto ao movimento; ▪ Quanto à alimentação. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Relacionar corrente eléctrica, indução magnética e binário de forças nas espiras de uma bobina. ▪ Descrever a produção de um campo magnético girante a partir de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Um sistema trifásico ▪ Um sistema monofásico <p>- Observar e identificar os elementos constituintes do transformador.</p> <p>- Conhecer as principais características.</p> <p>- Descrever o princípio de funcionamento.</p> <p>- Identificar situações de utilização.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - O estudo deste tema deverá ter em conta os objectivos generalistas deste programa. - O estudo deve ser orientado para a utilização prática destes equipamentos. - Referir a simbologia e princípios de funcionamento. - Os alunos deverão contactar estes equipamentos de modo a poderem proceder à sua identificação, bem como a eventuais utilizações. - A aparelhagem de medida e de verificação deverá ser a que melhor se adapte às experiências a analisar. - O tratamento deste tema deverá ser aplicado e executado em contexto de Laboratório de Máquinas Eléctricas e Oficina de Electricidade. - Sugere-se a elaboração de fichas de trabalho, estruturadas, que acompanhem o aluno nas suas intervenções. - Deverão ser apresentadas por cada grupo de trabalho as diferentes fases relativas à execução do respectivo trabalho em suporte de relatório escrito e respectivas conclusões. 	<p>40</p> <p>(3)</p> <p>(4)</p>

3 - Máquinas Eléctricas

Temas/ Conteúdos	Objectivos	Sugestões Metodológicas	Aulas de 90 min.
<ul style="list-style-type: none"> • Motor assíncrono trifásico: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Constituição. ▪ Princípio de funcionamento. ▪ Características. ▪ Aspectos construtivos. ▪ Utilização. ▪ Instalação. Manutenção. ▪ Arranque Directo. ▪ Com redução de potência. ▪ Inversão do sentido de rotação. • Motor Assíncrono Monofásico: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Constituição e funcionamento. • Máquina Síncrona: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Constituição. ▪ Funcionamento como alternador. ▪ Funcionamento como motor síncrono. 	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar a chapa de características. - Identificar terminais. - Conhecer as principais características. - Conhecer o arranque estrela / triângulo. - Medir as correntes no arranque e correntes estabilizadas. - Medir potência de arranque. - Identificar situações de utilização. - Conhecer e descrever as diferentes formas de comando e sinalização (de marcha, paragem e disparo do Relé térmico) no arranque e funcionamento. - Analisar a chapa de características. - Identificar terminais. - Efectuar a ligação do motor assíncrono monofásico. - Identificar situações de utilização. - Analisar a chapa de características. - Identificar terminais. - Efectuar a ligação e arranque como alternador. - Efectuar a ligação como motor e arranque (com motor auxiliar e com ligação como assíncrono). - Identificar situações de utilização. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sugere-se consulta de suporte legal, dando ênfase ao Art.º 431 – Aparelhos de utilização com potência elevada, do RSIUEE. - O tratamento deste tema deverá ser executado em contexto de Laboratório/Oficina em grupos de 2 alunos, podendo recorrer-se a painéis didácticos a serem progressivamente elaborados pelos alunos, ao longo das diferentes aprendizagens. - Sugere-se o acompanhamento de todos estes ensaios através de fichas de trabalho, estruturadas, e tendo como suporte as diferentes ferramentas informáticas disponibilizadas. - Ao longo do percurso do estudo deste tema, o aluno deverá apresentar por grupo de trabalho as diferentes fases relativas à sua execução. 	<p>(4)</p> <p>(2)</p> <p>(3)</p>

3 - Máquinas Eléctricas

Temas/ Conteúdos	Objectivos	Sugestões Metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>3.3– Máquinas de corrente contínua</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Constituição. ▪ Princípio de funcionamento. ▪ Principais características. ▪ Binário velocidade. ▪ Arranque de motores. ▪ Inversão do sentido de marcha. <p>3.4 – Motores Especiais</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introdução aos motores passo a passo: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Motores de relutância variável. ▪ Motores de ímanes permanentes. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Constituição. ▪ Princípio de funcionamento. ▪ Comando automático electrónico de regulação de velocidade. • Motor universal: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Constituição e funcionamento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Observar e identificar os elementos constituintes do motor de corrente contínua. - Identificar os terminais dos enrolamentos e suas polaridades. - Identificar diferentes tipos de excitação. - Analisar o comportamento de um motor derivação. - Analisar o comportamento de um motor série. - Analisar o comportamento de um motor de excitação composta. - Descrever a constituição e o princípio de funcionamento de um motor passo a passo. - Identificar os diferentes tipos. - Identificar as principais utilizações. - Descrever o comando electrónico de regulação de velocidade. - Identificar o motor universal. - Conhecer o funcionamento do motor universal. - Identificar situações de utilização. 	<ul style="list-style-type: none"> - Deverão ser apresentados modelos reais deste tipo de motores. - Sugere-se a utilização de um circuito electrónico para regulação da velocidade do motor. 	<p>(2)</p> <p>(2)</p>

4 – Comando de Máquinas Eléctricas

Temas/ Conteúdos	Objectivos	Sugestões Metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>4.1 - Automatismo: Comando e protecção de máquinas eléctricas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organização de um automatismo electromecânico para comando e protecção de um motor assíncrono. • Elementos constituintes: <ul style="list-style-type: none"> - Circuito de comando. - Dispositivos de detecção. (fins de curso, detectores indutivos e capacitivos, células). • Dispositivos de Protecção. (contra c.c e sobre - cargas). • Circuito de potência: Interfaces -(contactores, relés, êmbolos). • Automatismo sequencial: <ul style="list-style-type: none"> - Diagrama funcional. - Aplicação. Grafcet. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar os principais elementos constituintes de um automatismo electromecânico. - Conhecer e identificar simbologia. - Identificar e analisar circuitos de comando e circuitos de potência. - Conhecer diferentes tipos de encravamento, bem como locais de utilização e simbologia. - Conhecer e descrever os esquemas de comando e potência dos diferentes processos de arranque de motores trifásicos de rotor em curto-circuito. - Planear e executar um circuito de comando e potência com discontactor. - Planear e executar as ligações de um inversor de marcha para um motor trifásico de rotor em curto-circuito. - Planear e executar as ligações de um inversor de marcha para um motor trifásico de rotor em curto-circuito com arranque estrela triângulo estatórico. - Reconhecer e identificar as características de um automatismo sequencial. - Identificar "etapas" (tarefa ou tarefas) e condições de transição entre etapas. 	<ul style="list-style-type: none"> - O desenvolvimento deste tema deverá ter em conta o programa e a sua estruturação predominantemente prática. Assim, o planeamento e a execução dos diferentes trabalhos devem passar por fase de análise e consulta que permita a escolha do diferente equipamento e condutores. - A aparelhagem de comando e potência deverá ser a que melhor se adapte ao trabalho a realizar. - Sugere-se que o tratamento deste assunto seja fundamentalmente prático. - Sensibilizar os alunos para a escolha do tipo de arranque, em função da potência e das características do motor, e a necessidade de consultar suporte legal. - Sugere-se a execução de um esquema de comando e potência para sequenciadores a relés. 	<p>(14)</p> <p>(6)</p>

5 - Circuitos Electrónicos

Temas/ Conteúdos	Objectivos	Sugestões Metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>5 – Construção de um Equipamento Analógico e Digital</p> <ul style="list-style-type: none"> Com base em propostas elaboradas nas disciplinas de Sistemas Analógicos e Digitais e Práticas Laboratoriais de Electrotecnia/Electrónica, proceder ao planeamento e à execução de um equipamento electrónico, incluindo placa ou placas de circuito impresso, chassis, acessórios e respectivas cablagens. 	<ul style="list-style-type: none"> Conhecer, para além dos componentes electrónicos, das técnicas de fabricação de circuito impresso e de soldadura, todo um conjunto de materiais e acessórios que existem num equipamento electrónico, tais como: <ul style="list-style-type: none"> Transformadores. Suporte de fusível. Terminais. Fichas de ligação. Interruptor de painel/ comutadores. Amperímetros/ Voltímetros. Passa cabos. Displays. Led`s. Fios e Cabos. Outros materiais. Executar as diferentes técnicas de cablagem. 	<ul style="list-style-type: none"> Fomentar atitudes que promovam a interdisciplinaridade entre as disciplinas da área técnica. Executar preferencialmente materiais e/ ou equipamentos, para utilização na Escola (espaços Oficiais e Laboratoriais). Utilizar para os chassis dos equipamentos preferencialmente caixas standard, maquinando os alunos os painéis frontal e posterior, devendo o equipamento englobar as duas componentes analógica e digital. Quando necessário e se o circuito assim o exigir, poderão ser elaborados circuitos impressos de dupla face, introduzindo-se neste caso as técnicas de elaboração deste tipo de placas. Os trabalhos deverão ser acompanhados da elaboração do projecto respectivo, devendo o equipamento ser, no final da sua execução, apresentado pelo aluno. 	<p>40</p> <p>(6)</p> <p>(30)</p> <p>(4)</p>

Bibliografia Geral

Martins, V. (1993). *Práticas Oficinas – Instalações Eléctricas, Automatismos e Electrónica Industrial*. Lisboa: Plátano Editora.

Conteúdos: Introdução geral às Instalações Eléctricas, a ser utilizado como material de consulta, já que inclui diversidade de materiais, nomeadamente Normas Portuguesas sobre quadros eléctricos, tabelas de equivalência de transístores e díodos.

Matias, J. (1995). *Tecnologias da Electricidade 11º Ano, 1º Volume*. Lisboa: Didáctica Editora.

Conteúdos: Introdução às instalações eléctricas, inclui diversidade de assuntos neste âmbito.

Miguel, A. S. S. R. (2000). *Manual de Higiene e Segurança no Trabalho*. Porto: Porto Editora.

Conteúdos: Abordagens de temas no âmbito da Higiene e Segurança no Trabalho (aconselhado para docente).

Pereira, A. S., Águas, M. , Baldaia, R. (1995). *Sistemas Digitais, 11º Ano*. Porto: Porto Editora.

Conteúdos: Abordagem teórica aos sistemas digitais.

Pinto, A. (1999). *Práticas Oficinas e Laboratoriais, 11º Ano*. Porto: Porto Editora.

Conteúdos: Abordagem de vários temas e trabalhos práticos a executar pelos alunos.

Pinto, L. M. V., Vasconcelos, J. F. (1990). *A Utilização da Electricidade com Toda a Segurança*. Porto: Ed. ASA.

Conteúdos: Estudo exaustivo dos vários regimes de neutro aplicados à segurança e protecção de pessoas (para docente).

Silva, F. & Roseira, A. (1992). *Desenho de Esquemas Eléctricos*. Porto: Porto Editora.

Conteúdos: Introdução aos esquemas eléctricos, sistematiza diversos esquemas de iluminação.

Silva, V. (1991). *Trabalhos Práticos de Electrónica*. Lisboa: Didáctica Editora.

Conteúdos: Introdução teórica aos trabalhos práticos de electrónica.

Vassalo, F. R. (1999). *Manual de Interpretação de Esquemas Eléctricos*. Lisboa: Plátano Editora.

Conteúdos: Abordagem à simbologia e esquematização de circuitos eléctricos.

Zbar, P. B. (1984). *Práticas de Electrónica*. Barcelona: Marcombo.

Conteúdos: Introdução teórica aos trabalhos práticos de electrónica.