

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

Ensino Recorrente de Nível Secundário

Programa de Aplicações Tecnológicas de Electrotecnia/Electrónica

11º Ano

Curso Tecnológico de Electrotecnia e Electrónica

Autores

Henrique Gante

José Gregório

Adaptado a partir do programa elaborado por:

Aníbal das Neves Oliveira (Coordenador)

Jaime Manuel Alves dos Santos Carlos

José Alfredo Tomé Parracho

Luís Filipe de Jesus Figueiredo

Homologação

15/11/2005

Índice

I - Introdução	3
II - Visão geral dos módulos/conteúdos	4
III - Desenvolvimento do Programa.....	5
Módulo 4	5
Módulo 5	8
Módulo 6	11
IV - Bibliografia Geral.....	12

I. Introdução

A disciplina de Aplicações Tecnológicas de Electrotecnia/Electrónica é uma disciplina trienal, do Curso Tecnológico de Electrotecnia e Electrónica, do ensino secundário recorrente, iniciada no 10º ano, essencialmente prática mas de âmbito generalista, 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 pretende 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 e 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 do trabalho, de identificar materiais e componentes utilizados na indústria eléctrica e electrónica e de efectuar montagens de circuitos.

O programa do 11º ano visa, agora, dando continuidade aos conhecimentos adquiridos, o desenvolvimento de projectos envolvendo temas ligados 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 33 semanas, correspondentes a 66 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, 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. Visão geral dos módulos/conteúdos

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

- **Módulo 4. - Instalações Eléctricas Trifásicas**

- 4.1 - Instalações trifásicas.

- 4.2 - Organização de uma instalação trifásica.

- 4.3 - Quadro eléctrico.

- **Módulo 5. – Máquinas Eléctricas e Automatismos (1.ª Parte)**

- 5.1 – Tipos e princípio de funcionamento de máquinas eléctricas.

- 5.2 – Máquinas de corrente alternada.

- Transformadores;

- Motor assíncrono trifásico;

- Motor assíncrono monofásico;

- Máquina síncrona.

- 5.3 – Automatismo: Comando e protecção de máquinas eléctricas.

- **Módulo 6. – Circuitos Electrónicos**

- 6.1 - Construção de placas de circuito impresso para equipamentos analógicos e digitais.

Módulo 4: Instalações Eléctricas Trifásicas

Temas/ Conteúdos	Objectivos	Sugestões Metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>4.1 - 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 em 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>22</p> <p>(5)</p>

Módulo 4 -Instalações Eléctricas Trifásicas

Temas/ Conteúdos	Objectivos	Sugestões Metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>4.2 - 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>

Módulo 4-Instalações Eléctricas Trifásicas

Temas/ Conteúdos	Objectivos	– Sugestões Metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>4.3 - 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 o 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. – Devem 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>(12)</p>

Módulo 5 - Máquinas Eléctricas e Automatismos (1ª Parte)

Temas/ Conteúdos	Objectivos	Sugestões Metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>5.1 – Tipos e princípio de funcionamento de máquinas eléctricas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Binário motor. - Campo magnético girante. <p>5.2 – Máquinas de corrente alternada.</p> <p>– Transformadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Introdução. ▪ Constituição. ▪ Princípio de funcionamento. ▪ Monofásicos. Trifásicos. ▪ Principais características. ▪ Aspectos construtivos. ▪ Utilização. Algumas avarias. 	<ul style="list-style-type: none"> - Classificar as máquinas eléctricas. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Quanto à função; ▪ Quanto ao movimento; ▪ Quanto à alimentação. - 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. - Observar e identificar os elementos constituintes do transformador. - Conhecer as principais características. - Descrever o princípio de funcionamento. - Identificar situações de utilização. 	<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 estabelecer contacto com 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. - Devem 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>22</p> <p>(2)</p> <p>(4)</p>

Módulo 5 - Máquinas Eléctricas e Automatismos (1ª Parte)

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.º431 – 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>

Módulo 5 - Máquinas Eléctricas e Automatismos (1ª Parte)

Temas/ Conteúdos	Objectivos	Sugestões Metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>5.3 - 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: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Interfaces (contactores, relés, êmbolos). 	<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 estático. 	<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 execução dos diferentes trabalhos deve passar por fase de análise e consulta que permitam 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. 	<p>(7)</p>

Módulo 6 - Circuitos Electrónicos

Temas/ Conteúdos	Objectivos	Sugestões Metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>6.1 – Construção de placas de circuito impresso para equipamentos analógicos e digitais.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Com base em propostas elaboradas nas disciplinas de Sistemas Analógicos e Digitais e Práticas Laboratoriais de Electrotecnia e Electrónica, fazer o planeamento e execução de placas de circuito impresso. - Numa lógica de progressão de aprendizagem deve introduzir-se, nestas montagens, aplicações com circuitos integrados. 	<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 de painel; - Passa cabos; - Displays; - Led`s; - Fios e Cabos; - Dissipadores de calor; - Suportes de integrados “soquetes”; - Outros materiais; - Identificar a sequência de pinos de um circuito integrado. 	<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), e ainda outros que, eventualmente, venham a constituir partes do equipamento a desenvolver no 12º ano. - 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 devem ser acompanhados de relatório onde conste (planificação, processo de fabrico e teste do equipamento), devendo no final ser objecto de uma apresentação por parte dos alunos. 	<p>22</p> <p>(4)</p> <p>(16)</p> <p>(2)</p>

IV - 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 Vol.)*. 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. e 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.