

Ministério da Educação

Direcção - Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular

Ensino Recorrente de Nível Secundário

Programa de Práticas Laboratoriais de Electrotecnia e 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)

Alcides Pereira Baptista

Jorge Luís de Matos Teixeira

José Virgílio Faria Pires

Homologação

15/11/2005

Índice

I - Introdução.....	3
II - Visão geral dos módulos/conteúdos.....	4
III - Desenvolvimento do programa	5
Módulo 4	6
Módulo 5	10
Módulo 6	12
IV – Bibliografia.....	16

I. Introdução.

A disciplina de **Práticas Laboratoriais de Electrotecnia e Electrónica** é uma disciplina trienal, do Curso Tecnológico de Electrotecnia e Electrónica, do ensino secundário recorrente, iniciada no 10º ano. Esta disciplina fará a exploração criativa de hipóteses pela experimentação laboratorial e pela utilização da simulação em computador, funcionando de forma intimamente relacionada com a dos Sistemas Analógicos e Digitais, de modo a dar suporte experimental à conceptualização teórica, não só demonstrando e confirmando a teoria, mas, sobretudo, antecipando-a através do método indutivo.

Preende-se, assim, valorizar claramente a aprendizagem feita pela prática, integrada nos contextos de aplicação da tecnologia, bem como estimular as práticas pedagógicas centradas na actividade do aluno, as únicas que permitem a construção autónoma e segura do saber.

Durante o 10.º ano, os alunos tiveram oportunidade de conhecer os processos de produção, transporte e distribuição da energia eléctrica, as leis gerais do circuito eléctrico, o funcionamento dos condensadores, as leis do magnetismo e do electromagnetismo, a corrente alternada e o funcionamento dos circuitos básicos com díodos.

O programa do 11.º ano desenvolve agora e dando continuidade aos conhecimentos adquiridos, o estudo dos transístores, a introdução aos amplificadores operacionais e aos sistemas digitais e suas aplicações mais importantes.

A introdução ao estudo dos amplificadores operacionais, módulo 4, ponto 4.3 é apresentada de uma forma menos aprofundada, tendo em atenção que este tema será, novamente, abordado e de um modo mais desenvolvido, no 12.º ano nas especificações de Práticas de Electrónica e de Telecomunicações. O seu aparecimento neste módulo, teve como objectivo fornecer ao aluno uma ferramenta básica, especialmente àqueles que optem no 12.º ano pela especificação de Práticas de Instalações Eléctricas.

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. – Transístores e Introdução aos Amplificadores Operacionais**

- 4.1 – Transístor Bipolar.
- 4.2 – Transístor de Efeito de Campo.
- 4.3 – Amplificador Operacional.

- **Módulo 5. – Introdução aos Sistemas Digitais**

- 5.1 – Funções lógicas básicas. Portas lógicas.
- 5.2 – Análise, projecto e simplificação de circuitos combinatórios.

- **Módulo 6. – Aplicações de Sistemas Digitais**

- 6.1 – Circuitos combinatórios típicos.
- 6.2 – Biestáveis.
- 6.3 – Contadores.

Módulo 4 : Transístores e Introdução aos Amplificadores Operacionais

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>4. – Transístores e introdução aos Amplificadores Operacionais.</p> <p>4.1 – Transístor Bipolar.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Identificação do tipo de transístor e dos seus terminais. – Tensões e correntes do transístor. 	<ul style="list-style-type: none"> – Identificar experimentalmente os tipos de transístor, (NPN ou PNP). – Identificar experimentalmente os terminais de um transístor. – Verificar as relações entre as tensões e entre as correntes do transístor. – Verificar que é sensivelmente constante a tensão U_{BE}. 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>Nota: As indicações que se seguem pressupõem uma prévia leitura das sugestões metodológicas gerais feitas na apresentação do programa e que não são aqui repetidas por uma questão de simplificação do texto. Devem, no entanto, estar sempre presentes na gestão do programa. Assim, o professor terá o cuidado de, a cada passo, discernir a importância relativa dos assuntos, centrar o processo de aprendizagem na actividade dos alunos, diferenciar os métodos de acordo com as características daqueles, diversificar o tipo de actividades laboratoriais, lançar constantes desafios de reflexão e de discussão, aplicar continuamente uma avaliação formativa apoiada em instrumentos adequados.</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> – Abordar o transístor bipolar como uma associação de duas junções PN. – Comprovar o bom estado das duas junções com o ohmímetro. – Utilizar a configuração emissor comum. 	<p>22</p> <p>(10)</p>

Práticas Laboratoriais de Electrotecnia e Electrónica - Desenvolvimento do Programa - 11.º ano

Módulo 4 : Transístores e Introdução aos Amplificadores Operacionais

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<ul style="list-style-type: none"> - Determinação das características do transístor. - O transístor como comutador e como fonte de corrente. - Polarização e estabilização do transístor. ▪ Amplificador em emissor comum. ▪ Amplificador colector comum. ▪ Amplificador em base comum. 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar as curvas características de entrada e de saída de um transístor na montagem de emissor comum. - Analisar o comportamento do transístor a funcionar na zona de corte e na zona de saturação; - Analisar o comportamento do transístor como fonte de corrente. - Verificar as diferenças quanto ao ponto de funcionamento, tanto na polarização fixa como na polarização por divisor de tensão, de transístores com a mesma designação e ganhos distintos; - Verificar a influência da temperatura no ponto de funcionamento do transístor na polarização fixa e por divisor de tensão. - Determinar, para cada uma das montagens amplificadoras, os ganhos de tensão, de corrente e de potência, bem como as impedâncias de entrada e de saída e as frequências de corte inferior e superior; - Verificar o desfasamento entre o sinal de entrada e o sinal de saída; - Verificar, na montagem EC, a influência da resistência de emissor não desacoplada, nos ganhos e na distorção por não linearidade do transístor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar o osciloscópio ou um simulador para a visualização das curvas características do transístor. Não se pretende a obtenção das curvas pelo seu traçado ponto a ponto. - Realçar os valores elevados da impedância de saída para determinados valores de U_{ce}. - Observar o comportamento da comutação em função da frequência. Dimensionar um circuito para accionar um led e/ou um relé. - Aplicar uma fonte de corrente para acender um led com uma corrente pré-determinada sendo este alimentado a uma tensão superior à da fonte. - Utilizar diferentes transístores com a mesma designação e ganhos distintos. - Utilizar um transístor PNP e um NPN. - Realizar um dos trabalhos em simulador. - Simular avarias com componentes em curto-circuito e circuito aberto. - Utilizar o osciloscópio no modo de funcionamento XY (figuras de Lissajous) para medir o desfasamento. - Utilizar, na montagem EC, os desacoplamentos total e parcial da resistência de emissor. 	

Módulo 4 : Transístores e Introdução aos Amplificadores Operacionais

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>4.2 – Transístores de efeito de campo.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Características do JFET. – Polarização do JFET. – Amplificadores com FET. – Aplicações dos FET como comutador e como resistência variável. 	<ul style="list-style-type: none"> – Determinar experimentalmente as curvas características de dreno e de transferência de um JFET.; – Determinar os valores de I_{DSS} e de U_P. – Analisar o comportamento de montagens de polarização do JFET; – Verificar a estabilidade do ponto de funcionamento. – Determinar experimentalmente o ganho de tensão e a impedância de saída de um amplificador na configuração de fonte comum. – Analisar o funcionamento do JFET como comutador; – Analisar o funcionamento do JFET como resistência variável; – Determinar a resistência R_{ds} (ON). 	<ul style="list-style-type: none"> – Utilizar o osciloscópio (real ou virtual) para visualizar as curvas determinadas experimentalmente. – Utilizar as montagens de autopolarização e de polarização por divisor de tensão. – Utilizar vários FET com a mesma designação. – Utilizar os desacoplamentos total e parcial da resistência de fonte. – Comparar o comportamento do FET como resistência variável ao de uma VDR. 	<p>(6)</p>

Módulo 4 : Transístores e Introdução aos Amplificadores Operacionais

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>4.3-Amplificadores operacionais.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Amplificador de tensão inversor. - Amplificador de tensão não inversor. - Somador inversor. - Subtractor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar o circuito amplificador de tensão inversor; - Determinar o ganho de tensão e as impedâncias de entrada e de saída; - Verificar o desfasamento entre a tensão de entrada e a de saída; - Determinar a largura de banda. - Analisar o circuito amplificador de tensão não inversor; - Determinar o ganho de tensão e as impedâncias de entrada e de saída.; - Verificar a estabilidade do ganho de tensão; - Determinar a largura de banda. - Analisar o funcionamento do somador inversor. - Analisar o funcionamento de um subtractor; - Determinar a RRMC, utilizando o subtractor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar o laboratório virtual para comprovar os resultados. - Consultar manuais e sites de fabricantes para conhecer características dos componentes e novos desenvolvimentos. - Comprovar características de um amplificador operacional: correntes de entrada de polarização e tensão diferencial de entrada. - Determinar o valor da frequência em que surge a distorção devida ao Slew Rate. - Verificar a constância do produto ganho-largura de banda. - Utilizar a realimentação total para obter o seguidor de tensão. 	<p>(6)</p>

Módulo 5: Introdução aos Sistemas Digitais

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>5. – Introdução aos Sistemas Digitais.</p> <p>5.1 - Funções lógicas básicas. Portas lógicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Portas lógicas NOT, AND e OR. – Portas lógicas NAND, NOR, XOR e XNOR. 	<ul style="list-style-type: none"> – Identificar um nível lógico por visualização e medição. Utilização da sonda lógica; – Manipular um circuito integrado e identificar a sua pinagem; – Verificar o funcionamento das portas lógicas. – Utilizar uma porta AND como interruptor lógico e uma porta XOR como inversor controlado. 	<ul style="list-style-type: none"> – Chamar a atenção para algumas regras práticas a seguir nas montagens com circuitos integrados em placas de ensaio. – Fazer uma breve apresentação dos circuitos integrados, sua referenciação e numeração de pinos. – Propor a descoberta, pelos alunos, das portas lógicas existentes em alguns integrados. – Iniciar os alunos na consulta de informação técnica (catálogos, CD-ROM ou sites de fabricantes e distribuidores) sobre tipos de invólucros, famílias lógicas, configuração dos terminais. – Sugere-se a aplicação de uma onda quadrada numa das entradas de uma porta AND, servindo a outra como entrada de controlo. – Idem para uma porta XOR. 	<p>22</p> <p>(10)</p>

Módulo 5: Introdução aos Sistemas Digitais

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>5.2 - Análise, projecto e simplificação de circuitos combinatórios</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introdução ao simulador digital. - Implementação e análise de circuitos combinatórios. - Projecto e simplificação de circuitos combinatórios. 	<ul style="list-style-type: none"> - Experimentar as várias funcionalidades de um programa de simulação digital em computador; - Desenhar um circuito, seleccionando e dispondo convenientemente os seus componentes; - Visualizar o funcionamento de um circuito digital e realizar medidas e registos com aparelhos simulados; - Manipular os vários comandos de desenho e de teste de circuitos. - Analisar circuitos pelo estabelecimento da respectiva tabela de verdade. - Obter a expressão simplificada de uma função lógica e implementar o respectivo circuito, verificando a equivalência; - Implementar o circuito a partir do seu esquema lógico; - Testar circuitos projectados para cumprirem condições expressas em enunciados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Propor a realização de um circuito envolvendo portas lógicas distintas. Verificar os níveis lógicos nos diferentes pontos do circuito. - Aplicar o método de análise de circuitos pela comparação da respectiva tabela de verdade. Fazer notar que, a cada função lógica (com uma ou várias operações), corresponde uma só tabela de verdade e um só mapa de Karnaugh, mas que pode ser realizada por vários circuitos, cada um com a sua expressão lógica e o seu logigrama. - Aplicar o método de projecto e simplificação de circuitos combinatórios pelo mapa de Karnaugh. - Simplificar circuitos pela utilização de portas universais. - Propor ao aluno a detecção de avarias (eventuais ou provocadas). 	<p>(12)</p>

Módulo 6 – Aplicações de Sistemas Digitais

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>6. – Aplicações de sistemas digitais.</p> <p>6.1 - Circuitos combinatórios típicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Descodificador/Demultiplexer. – Multiplexer. – Descodificadores. 	<ul style="list-style-type: none"> – Analisar o funcionamento de um circuito integrado como descodificador e como demultiplexer; – Verificar o nível de actividade das entradas de endereços, de habilitação e de dados; – Agrupar descodificadores em cascata. – Analisar o funcionamento de um circuito integrado como multiplexer; – Verificar a transferência para a saída de dados presentes numa entrada seleccionada; – Experimentar a transmissão série com multiplexagem e demultiplexagem; – Usar um MUX como gerador de uma função e confirmar o seu funcionamento. – Ensaiar o funcionamento de um descodificador BCD/7SEG; – Testar as funções das entradas LT, BI e RBI e a saída RBO; – Verificar o funcionamento de descodificadores ligados em cascata. 	<ul style="list-style-type: none"> – Utilizar o CI 74138. Recorrer a folhas de dados para estudo da pinagem. Ensaiar primeiro como descodificador. No ensaio como demultiplexador, aplicar uma onda quadrada à entrada de dados. – Usar dois CI 74138 para montar um descodificador de 4 para 16 linhas. – Usar o CI 74153 como MUX 4:1 ou o CI 74151 como MUX 8:1. – Dada a complexidade de ligações, o ensaio deste último poderá ser feito apenas no simulador electrónico. – Ensaiar, com um multiplexer e um demultiplexer, a transmissão de informação pelas conversões paralelo-série e série-paralelo. – Usar o CI 74151 como gerador de uma função combinatória de 3 entradas e comparar o seu funcionamento com o da mesma função implementada com portas lógicas. – Utilizar um descodificador ligado a um mostrador de 7 segmentos. – Mesmo que se comece por fazer o ensaio no simulador, a utilização da montagem em laboratório real é motivadora para os alunos. 	<p>22</p> <p>(4)</p>

Módulo 6 – Aplicações de Sistemas Digitais

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>6.2 – Biestáveis</p> <ul style="list-style-type: none"> – Latches: SR e D. – Flip-Flop D. – Flip-Flop JK edge triggered. – Flip-Flop T. <p>6.3 – Contadores</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Ensaiar a operação dos diversos tipos de <i>latches</i> e verificar as suas tabelas de funcionamento; – Prever e verificar os cronogramas que relacionam as variações temporais das saídas com as das entradas; – Analisar alguns problemas de funcionamento dos diversos <i>latches</i>; – Comparar as constituições internas dos vários <i>latches</i> e as diferenças de comportamento daí advenientes. – Ensaiar a operação dos diversos tipos de <i>flip-flops</i> e verificar as suas tabelas de funcionamento; – Prever e verificar os cronogramas que relacionam as variações temporais das saídas com as das entradas; – Analisar alguns problemas de funcionamento dos diversos <i>flip-flops</i>; – Comparar as constituições internas dos vários <i>flip-flops</i> e as diferenças de comportamento daí advenientes. – Projectar um circuito sequencial muito simples. 	<ul style="list-style-type: none"> – Montar circuitos de <i>latches</i> feitos com portas lógicas e ensaiá-los, determinar a função de cada entrada, prever e verificar cronogramas. – Ensaiar sucessivamente os <i>latches</i> SR, e D. Sugere-se a utilização dos CI 74279 e 74373. – A utilização de um analisador lógico (no simulador) facilita a construção de cronogramas. – Utilizar o CI 7474. – Comparar o funcionamento do <i>flip-flop</i> D com o do <i>latch</i> D. – Verificar o funcionamento das entradas assíncronas. – Utilizar por exemplo o CI 74LS73. – Ensaiar um circuito sequencial que acenda três leds com uma sequência predefinida. 	<p>(10)</p>

Módulo 6 – Aplicações de Sistemas Digitais

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<ul style="list-style-type: none"> – Contador assíncrono. – Contador síncrono. 	<ul style="list-style-type: none"> – Testar a operação de contadores assíncronos; – Explorar as utilizações de contadores integrados; – Alterar o módulo de contagem em contadores crescentes pela utilização do <i>reset</i> assíncrono; – Agrupar contadores em cascata. – Testar o funcionamento de contadores síncronos em circuito integrado; – Obter e analisar as sequências de estados dos contadores. – Ensaiar as operações de <i>Clear</i> e de <i>Load</i>; – Experimentar uma entrada <i>up/down</i> de um contador reversível. 	<ul style="list-style-type: none"> – Utilizar sites de fabricantes para conhecer tipos e características de contadores. – Montar um contador de módulo 100 com dois CI 7493. – Verificar o funcionamento de contadores 4 bits binários e decimais. – Projectar e montar contadores síncronos de módulo arbitrário até 256, usando entradas de <i>Clear</i> e de <i>Load</i>. – Projectar um contador síncrono reversível de módulo inferior a 256. 	

IV - Bibliografia

11º ano

Angulo C., Muñoz A., Pareja J. (1993). *Teoria e Prática de Electrónica*. S. Paulo: McGraw-Hill.

(Recomendado para os trabalhos de díodos. Aconselhado aos docentes)

Hall, D. (1989). *Digital Circuits and Systems*. USA: Mc Graw Hill.

(Contém boa fundamentação teórica de sistemas digitais, exemplos de aplicação, exercícios e sugestões para laboratório. Aconselhado aos docentes)

Leach, D. (1993). *Electrónica Digital no Laboratório*. S. Paulo: Mc Graw-Hill

(Contém 33 roteiros de experiências de sistemas digitais. Recomendado aos docentes)

Malvino, A. P. (1991). *Electrónica no Laboratório*. S. Paulo: McGraw-Hill.

(Recomendado para os trabalhos com transístores bipolares e de efeito campo e amplificadores operacionais . Aconselhado aos docentes)

Melo, M. (1993). *Electrónica Digital*. S. Paulo: Mc Graw-Hill.

(Contém muitas sugestões de trabalhos de sistemas digitais. Aconselhado aos docentes)

Miguel, A. S. S. R. (1997). *Higiene e Segurança no Trabalho -(Win)-CD-Rom*. Porto: Porto Editora .

(Reúne informação sobre ruído ocupacional, iluminação e prevenção e protecção contra incêndios)

Miguel, A. S. S. R. (2000). *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho*. Porto: Porto Editora.

(Reúne informação dos vários temas no âmbito da Higiene e Segurança no Trabalho. Aconselhado aos docentes)

Pereira, A. S., Águas, M., Baldaia, R. (1993). *Electrónica (vol. II), 10ºano*. Porto: Porto Editora.

(Recomendado para trabalhos sobre características e polarização de transístor)

Pereira, A. S., Águas, M., Baldaia, R. (1993). *Electrónica 11ºano*. Porto: Porto Editora.

(Recomendado para trabalhos de amplificadores a transístor)

Pereira, A. S., Águas, M., Baldaia, R. (1998). *Sistemas Digitais 11ºano*. Porto: Porto Editora.

(Recomendado para trabalhos de sistemas digitais)

Pinto, A. (1998). *Práticas Oficinas e Laboratoriais 11º Ano*. Porto: Porto Editora.

(Recomendado para os trabalhos de transístores bipolares e de efeito campo)

Pinto, A. , Caldeira, J. (1999). *Práticas Oficinas e Laboratoriais 12º Ano*. Porto: Porto Editora.

(Recomendado para os trabalhos de amplificadores operacionais)

Pinto, L. M. V., Vasconcelos, J. (1990). *A Utilização da Electricidade com toda a segurança*. Porto: Editora ASA.

(Estudo dos vários regimes de neutro aplicados à segurança e protecção de pessoas. Aconselhado aos docentes)

Silva, V. (1991). *Trabalhos Práticos de Electrónica 11ºano*. Lisboa: Didáctica Editora.

(Recomendado para os trabalhos de transístores bipolares e de efeito campo)

Silva, V. (1991). *Trabalhos Práticos de Electrónica 12ºano*. Lisboa: Didáctica Editora.

(Recomendado para os trabalhos de amplificadores operacionais)

Vassallo, F.R. (1979). *Manual de Símbolos Electrónicos*. Lisboa: Plátano Editora.

(Apresenta diversos tipos de simbologia).