

Ministério da Educação
Departamento do Ensino Secundário

Programa de Práticas Laboratoriais de Electrotecnia/Electrónica

11º Ano

Curso Tecnológico de Electrotecnia e Electrónica

Autores

Alcides Pereira Baptista
Jorge Luís de Matos Teixeira
José Virgílio Faria Pires

Coordenador

Aníbal das Neves Oliveira

Homologação

06/12/2001

Índice

Desenvolvimento do programa – 11º Ano	3
Bibliografia Geral.....	14

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p style="text-align: center;">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>10</p>

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. 	<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. 	

Práticas Laboratoriais de Electrotecnicia e Electrónica — desenvolvimento do programa — 11º ano

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
	<ul style="list-style-type: none"> - 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 transistor. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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. 	

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>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>

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>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>7</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p style="text-align: center;">4 – Sistemas digitais</p> <p>4.1 – 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 referência 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>4</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>4.2 – 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. - Fazer a análise de circuitos pelo estabelecimento da respectiva tabela de verdade. - Obter a expressão simplificada de uma função lógica e implementar o respectivo circuito e verificar 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>5</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>4.3 - Estudo de alguns 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 decodificador e como demultiplexer. - Verificar o nível de actividade das entradas de endereços, de habilitação e de dados. - Agrupar decodificadores 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 desmultiplexagem. - Usar um MUX como gerador de uma função e confirmar o seu funcionamento. - Ensaiar o funcionamento de um decodificador BCD/7SEG. - Testar as funções das entradas LT, BI e RBI e a saída RBO. - Verificar o funcionamento de decodificadores 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 decodificador. No ensaio como desmultiplexador, aplicar uma onda quadrada à entrada de dados. - Usar dois CI 74138 para montar um decodificador 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 decodificador 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>10</p>

Práticas Laboratoriais de Electrotecnia e Electrónica — desenvolvimento do programa — 11º ano

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<ul style="list-style-type: none"> - Codificadores. - Comparador. 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar o funcionamento de um descodificador BCD-decimal de colector aberto. - Ensaiar um codificador de prioridade simples. - Ensaiar um comparador. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sugere-se a visualização em dois mostradores de 7 segmentos de uma contagem até 100. O contador é obtido usando um CI 74390 ou dois CI 7490. Os descodificadores são ligados pela entrada RBI e saída RBO. - Sugere-se a utilização de um CI 7445 actuando em dois relés e/ou lâmpadas. - Sugere-se a simulação electrónica do CI 74148. Observar a operação de prioridade e que as saídas são activas baixas. As entradas podem ser ligadas a um teclado e as saídas a um descodificador BCD/7SEG ligado a um mostrador de 7SEG. - Usar o CI 7485 como comparador de dois números de 4 bits. 	

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>4.4 – Biestáveis</p> <ul style="list-style-type: none"> - Latches: SR e D. - Flip-Flop D. - Flip-Flop JK edge triggered. - Flip-Flop T. 	<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>8</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p>4.5 – Contadores</p> <p>- Contador assíncrono.</p> <p>- Contador síncrono.</p>	<p>- Testar a operação de contadores assíncronos.</p> <p>- Explorar as utilizações de contadores integrados.</p> <p>- Alterar o módulo de contagem em contadores crescentes pela utilização do <i>reset</i> assíncrono.</p> <p>- Agrupar contadores em cascata.</p> <p>- Testar o funcionamento de contadores síncronos em circuito integrado.</p> <p>- Obter e analisar as sequências de estados dos contadores.</p> <p>- Ensaiar as operações de <i>Clear</i> e de <i>Load</i>.</p> <p>- Experimentar uma entrada <i>up/down</i> de um contador reversível.</p>	<p>- Utilizar sites de fabricantes para conhecer tipos e características de contadores.</p> <p>- Montar um contador de módulo 100 com dois CI 7493.</p> <p>- Verificar o funcionamento de contadores 4 bits binários e decimais.</p> <p>- Projectar e montar contadores síncronos de módulo arbitrário até 256, usando entradas de <i>Clear</i> e de <i>Load</i>.</p> <p>- Projectar um contador síncrono reversível de módulo inferior a 256.</p>	<p>6</p>

Bibliografia

11º ano

Angulo C., Muñoz A., Pareja J. (1993). *Teoria e Prática de Electrónica*. Editora 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 volume II, 10ºano*. Porto: Porto Editora.

(Recomendado para os trabalhos sobre características e polarização de transístor).

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

(Recomendado para os trabalhos de amplificadores a transístor).

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

(Recomendado para os trabalhos de sistemas digitais).

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

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

Pinto, A. , Caldeira, J. (1999). *Práticas Oficiais 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).