

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;"><b>1 – Transístor Bipolar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificação do tipo de transístor e dos seus terminais.</li>   <li>- Tensões e correntes do transístor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar experimentalmente os tipos de transístor. (NPN ou PNP)</li> <li>- Identificar experimentalmente os terminais de um transístor.</li>   <li>- Verificar as relações entre as tensões e entre as correntes do transístor.</li> <li>- Verificar que é sensivelmente constante a tensão <math>U_{BE}</math>.</li> </ul>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p><b>Nota:</b> 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"> <li>- Abordar o transístor bipolar como uma associação de duas junções PN.</li> <li>- Comprovar o bom estado das duas junções com o ohmímetro.</li>   <li>- Utilizar a configuração emissor comum.</li> </ul>	<p><b>10</b></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"> <li>- Determinação das características do transístor.</li>   <li>- O transístor como comutador e como fonte de corrente.</li>   <li>- Polarização e estabilização do transístor.</li>   <li>- Amplificador em emissor comum.</li> <li>- Amplificador colector comum.</li> <li>- Amplificador em base comum.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar as curvas características de entrada e de saída de um transístor na montagem de emissor comum.</li>   <li>- Analisar o comportamento do transístor a funcionar na zona de corte e na zona de saturação.</li> <li>- Analisar o comportamento do transístor como fonte de corrente.</li>   <li>- 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.</li> <li>- Verificar a influência da temperatura no ponto de funcionamento do transístor na polarização fixa e por divisor de tensão.</li>   <li>- 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.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li>   <li>- Realçar os valores elevados da impedância de saída para determinados valores de <math>U_{ce}</math>.</li> <li>- Observar o comportamento da comutação em função da frequência. Dimensionar um circuito para accionar um led e/ou um relé.</li> <li>- Aplicar uma fonte de corrente para acender um led com uma corrente pré-determinada sendo este alimentado a uma tensão superior à da fonte.</li>   <li>- Utilizar diferentes transístores com a mesma designação e ganhos distintos.</li> <li>- Utilizar um transístor PNP e um NPN</li>   <li>- Realizar um dos trabalhos em simulador.</li> <li>- Simular avarias com componentes em curto-circuito e circuito aberto.</li> </ul>	

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"> <li>- Verificar o desfasamento entre o sinal de entrada e o sinal de saída.</li> <li>- Verificar, na montagem EC, a influência da resistência de emissor não desacoplada, nos ganhos e na distorção por não linearidade do transistor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar o osciloscópio no modo de funcionamento XY (figuras de Lissajous) para medir o desfasamento.</li> <li>- Utilizar na montagem EC os desacoplamentos total e parcial da resistência de emissor.</li> </ul>	

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p><b>2 – Transístores de efeito de campo.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Características do JFET.</li> <li>- Polarização do JFET.</li> <li>- Amplificadores com FET.</li> <li>- Aplicações dos FET como comutador e como resistência variável</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar experimentalmente as curvas características de dreno e de transferência de um JFET.</li> <li>- Determinar os valores de <math>I_{DSS}</math> e de <math>U_P</math>.</li> <li>- Analisar o comportamento de montagens de polarização do JFET.</li> <li>- Verificar a estabilidade do ponto de funcionamento.</li> <li>- Determinar experimentalmente o ganho de tensão e a impedância de saída de um amplificador na configuração de fonte comum.</li> <li>- Analisar o funcionamento do JFET como comutador.</li> <li>- Analisar o funcionamento do JFET como resistência variável.</li> <li>- Determinar a resistência <math>R_{ds}</math> (ON).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar o osciloscópio (real ou virtual) para visualizar as curvas determinadas experimentalmente.</li> <li>- Utilizar as montagens de autopolarização e de polarização por divisor de tensão.</li> <li>- Utilizar vários FET com a mesma designação.</li> <li>- Utilizar os desacoplamentos total e parcial da resistência de fonte.</li> <li>- Comparar o comportamento do FET como resistência variável ao de uma VDR.</li> </ul>	<p><b>6</b></p>

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p><b>3 – Amplificadores Operacionais.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Amplificador de tensão inversor.</li> <li>- Amplificador de tensão não inversor.</li> <li>- Somador inversor.</li> <li>- Subtractor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisar o circuito amplificador de tensão inversor.</li> <li>- Determinar o ganho de tensão e as impedâncias de entrada e de saída.</li> <li>- Verificar o desfasamento entre a tensão de entrada e a de saída.</li> <li>- Determinar a largura de banda.</li> <li>- Analisar o circuito amplificador de tensão não inversor.</li> <li>- Determinar o ganho de tensão e as impedâncias de entrada e de saída.</li> <li>- Verificar a estabilidade do ganho de tensão.</li> <li>- Determinar a largura de banda.</li> <li>- Analisar o funcionamento do somador inversor.</li> <li>- Analisar o funcionamento de um subtractor.</li> <li>- Determinar a RRMC utilizando o subtractor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar o laboratório virtual para comprovar os resultados.</li> <li>- Consultar manuais e sites de fabricantes para conhecer características dos componentes e novos desenvolvimentos.</li> <li>- Comprovar características de um amplificador operacional: correntes de entrada de polarização e tensão diferencial de entrada.</li> <li>- Determinar o valor da frequência em que surge a distorção devida ao Slew Rate.</li> <li>- Verificar a constância do produto ganho-largura de banda.</li> <li>- Utilizar a realimentação total para obter o seguidor de tensão.</li> </ul>	<p>7</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p style="text-align: center;"><b>4 – Sistemas digitais</b></p> <p><b>4.1 – Funções lógicas básicas. Portas lógicas.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Portas lógicas NOT, AND e OR.</li> <li>- Portas lógicas NAND, NOR, XOR e XNOR.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar um nível lógico por visualização e medição. Utilização da sonda lógica.</li> <li>- Manipular um circuito integrado e identificar a sua pinagem.</li> <li>- Verificar o funcionamento das portas lógicas.</li> <li>- Utilizar uma porta AND como interruptor lógico e uma porta XOR como inversor controlado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chamar a atenção para algumas regras práticas a seguir nas montagens com circuitos integrados em placas de ensaio.</li> <li>- Fazer uma breve apresentação dos circuitos integrados, sua referência e numeração de pinos.</li> <li>- Propor a descoberta pelos alunos das portas lógicas existentes em alguns integrados.</li> <li>- 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.</li> <li>- 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.</li> </ul>	<p><b>4</b></p>

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p><b>4.2 – Análise, projecto e simplificação de circuitos combinatórios</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introdução ao simulador digital.</li>   <li>- Implementação e análise de circuitos combinatórios.</li>   <li>- Projecto e simplificação de circuitos combinatórios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimentar as várias funcionalidades de um programa de simulação digital em computador.</li> <li>- Desenhar um circuito, seleccionando e dispondo convenientemente os seus componentes.</li> <li>- Visualizar o funcionamento de um circuito digital e realizar medidas e registos com aparelhos simulados.</li> <li>- Manipular os vários comandos de desenho e de teste de circuitos.</li>   <li>- Fazer a análise de circuitos pelo estabelecimento da respectiva tabela de verdade.</li>   <li>- Obter a expressão simplificada de uma função lógica e implementar o respectivo circuito e verificar a equivalência.</li> <li>- Implementar o circuito a partir do seu esquema lógico.</li> <li>- Testar circuitos projectados para cumprirem condições expressas em enunciados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Propor a realização de um circuito envolvendo portas lógicas distintas. Verificar os níveis lógicos nos diferentes pontos do circuito.</li>   <li>- 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.</li> <li>- Aplicar o método de projecto e simplificação de circuitos combinatórios pelo mapa de Karnaugh.</li> <li>- Simplificar circuitos pela utilização de portas universais.</li> <li>- Propor ao aluno a detecção de avarias (eventuais ou provocadas).</li> </ul>	<p>5</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p><b>4.3 - Estudo de alguns circuitos combinatórios típicos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descodificador/Demultiplexer.</li>   <li>- Multiplexer.</li>   <li>- Descodificadores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisar o funcionamento de um circuito integrado como decodificador e como demultiplexer.</li> <li>- Verificar o nível de actividade das entradas de endereços, de habilitação e de dados.</li> <li>- Agrupar decodificadores em cascata.</li>   <li>- Analisar o funcionamento de um circuito integrado como multiplexer.</li> <li>- Verificar a transferência para a saída de dados presentes numa entrada seleccionada.</li> <li>- Experimentar a transmissão série com multiplexagem e desmultiplexagem.</li> <li>- Usar um MUX como gerador de uma função e confirmar o seu funcionamento.</li>   <li>- Ensaiar o funcionamento de um decodificador BCD/7SEG.</li> <li>- Testar as funções das entradas LT, BI e RBI e a saída RBO.</li> <li>- Verificar o funcionamento de decodificadores ligados em cascata.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> <li>- Usar dois CI 74138 para montar um decodificador de 4 para 16 linhas.</li>   <li>- Usar o CI 74153 como MUX 4:1 ou o CI 74151 como MUX 8:1.</li> <li>- Dada a complexidade de ligações, o ensaio deste último poderá ser feito apenas no simulador electrónico.</li> <li>- Ensaiar, com um multiplexer e um demultiplexer, a transmissão de informação pelas conversões paralelo-série e série-paralelo.</li> <li>- 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.</li>   <li>- Utilizar um decodificador ligado a um mostrador de 7 segmentos.</li> <li>- Mesmo que se comece por fazer o ensaio no simulador, a utilização da montagem em laboratório real é motivadora para os alunos.</li> </ul>	<p>10</p>

Temas/Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Codificadores.</li>   <li>- Comparador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar o funcionamento de um descodificador BCD-decimal de colector aberto.</li>   <li>- Ensaiai um codificador de prioridade simples.</li>   <li>- Ensaiai um comparador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li>   <li>- Sugere-se a utilização de um CI 7445 actuando em dois relés e/ou lâmpadas.</li>   <li>- 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.</li>   <li>- Usar o CI 7485 como comparador de dois números de 4 bits.</li> </ul>	





## 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 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).