

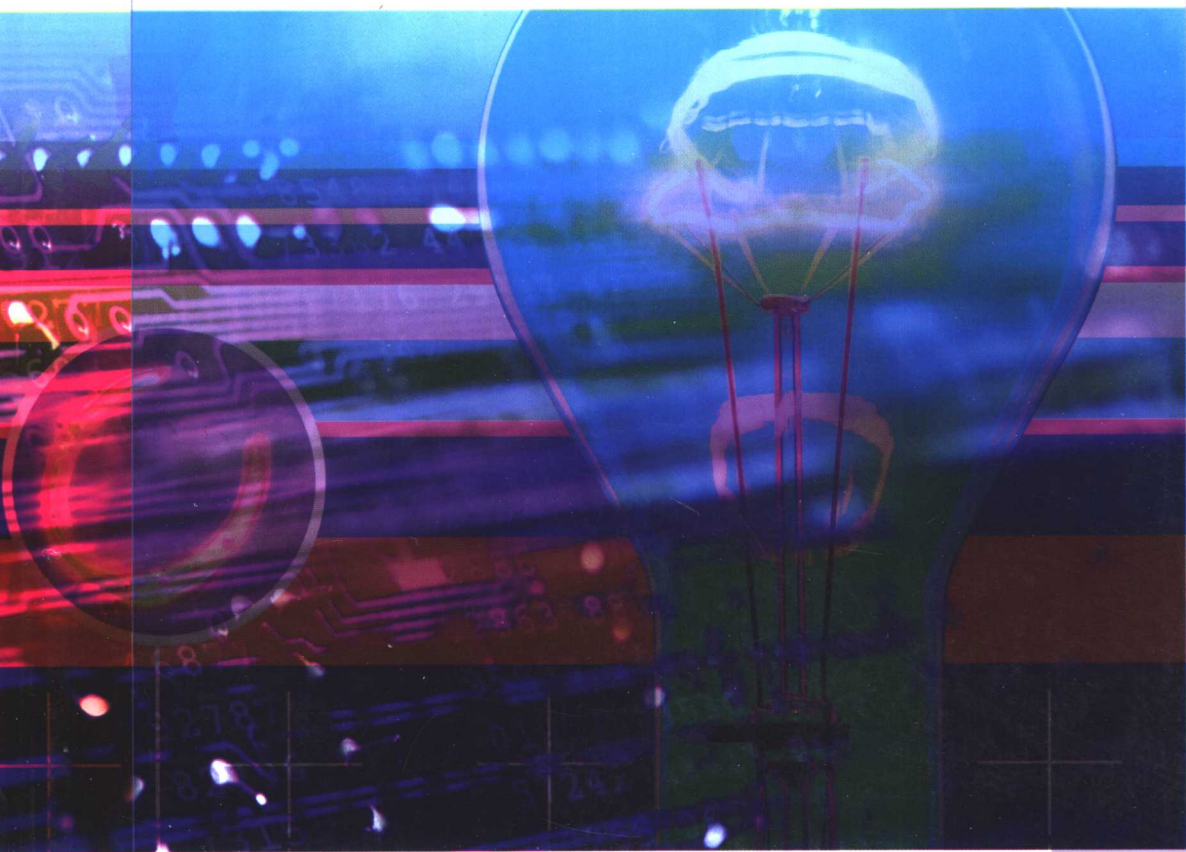


应用型本科人才培养创新教材出版工程

电工与电子技术 实训教材

■ 主编 黄大勉 乔晓华

■ 主审 曹林根



 科学出版社
www.sciencep.com

●应用型本科人才培养创新教材出版工程

电工与电子技术 实训教材

黄大勉 乔晓华 主编

曹林根 主审

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书分“电工技术”和“电子技术”两部分。书中有经典定理的验证、电子工作台(EWB)软件的应用、工业控制中的可编程控制器(PLC)及电子设计自动化(EEDA)初步。本书详细地叙述了每一个实验的原理、线路和实验方法;还简要介绍了测量误差及实验数据处理方面的基础知识,在此基础上,设有一些设计性实验。

本书可作为高等学校非电类专业“电工技术”和“电子技术”两门课程的实验教材,也可供其他工科专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术实训教材/黄大勉,乔晓华主编. —北京:科学出版社, 2004

(应用型本科人才培养创新教材出版工程)

ISBN 7-03-013728-0

I. 电… II. ①黄… ②乔… III. ①电工技术—高等学校:技术学校—教材 ②电子技术—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TM ②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 060438 号

责任编辑:许 远 贾瑞娜 姚庆爽 / 责任校对:颜 容
责任印制:安春生 / 封面设计:王凌波

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 8 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2004 年 8 月第一次印刷 印张:11 1/4

印数:1—4 000

字数:208 000

定价:18.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

随着设计、制造技术的进步,电子产品更新换代的速度可谓日新月异,新技术层出不穷,教学内容和体系不断地改革、完善,高等学校教学需要有相应的实验教材。

信息技术的发展,各种应用产品的开发越来越依赖于集成电路的设计与开发,依赖于微电子技术的支持。因此,许多研究机构和整机系统公司,纷纷开始从事或参与集成电路的设计。集成电路的设计技术几乎成为各类电子工程师和电气工程师的一项必须掌握的技能。

本教材紧密结合高等本科教育特点,突出应用性、加强实践能力的培养,旨在使学生在理论学习的同时,开拓视野,受到较为全面的实验技能训练。内容叙述力求深入浅出,内容编排力求简洁明快、形式新颖。第1章介绍了EWB (Electronics Workbench) 软件的使用,第2、3章分别介绍了PLC (Programmable Controller) 及EDA (Electronic Design Automatic) 实验系统。初学者经过这些内容的学习之后,就可以配合高等教育“电工技术”和“电子技术”教材,顺利完成第4、5章相应的实验内容及设计。作为一个完整的实验体系,书中设立了第6章测量与误差及第7章实验数据的处理。书中的PLC实验系统采用的是FXOS-20MR可编程控制器,EDA工具为ALTERA公司的MAX+PLUS II,软件运行环境为Windows 98。

本书由黄大勉、乔晓华主编;黄大勉编写第2、3章及4.12~4.16、5.10、5.12~5.14节实验;乔晓华编写第6、7章及4.1~4.3、4.9、4.11、5.5、5.7、5.11节实验,张建民、李月红参加了其中的电路实验;王维荣编写第1章及4.8、4.10、5.2~5.4、5.6节实验;徐炯编写4.4~4.7、5.1、5.8、5.9节实验。全书由黄大勉统稿,曹林根审阅。

本书在编写过程中得到许多教师的关心与支持,在此深表谢意。

由于编者水平有限,书中错误难免,恳请读者指正。

编 者

2004年4月于上海

目 录

前言

第 1 章 EWB 应用软件	1
1.1 常用 EWB 软件简介	1
1.2 虚拟仪器的使用与电路分析	13
第 2 章 可编程控制器	24
2.1 PLC 的组成	24
2.2 PLC 的工作过程	25
2.3 PLC 实验装置	26
2.4 PLC 的程序编制	27
第 3 章 电子设计自动化	33
3.1 概述	33
3.2 EDA 的设计过程	33
3.3 MAX+PLUS II 的基本操作	35
3.4 MAX+PLUS II 开发系统	46
3.5 MAX+PLUS II 应用举例	48
第 4 章 电工电路实验	51
4.1 基尔霍夫定律的验证	51
4.2 电压源与电流源的等效变换	53
4.3 受控源的研究	57
4.4 叠加原理及戴维宁定理的验证	63

4.5	日光灯交流电路	67
4.6	三相交流电路电压、电流的测量	70
4.7	三相电路功率的测量	73
4.8	一阶 RC 电路的输入响应及其应用	77
4.9	R 、 L 、 C 串联谐振电路的研究	81
4.10	RC 选频网络特性测试	84
4.11	双口网络的测试	88
4.12	三相异步电动机的使用与测试	91
4.13	三相异步电动机正反转控制	93
4.14	可编程控制器基本指令的编程练习	94
4.15	用 PLC 实现三相异步电动机的 Y - Δ 启动控制	97
4.16	三相异步电动机控制电路的 PLC 设计	99
第 5 章	电子技术实验	101
5.1	常用电子仪器的使用	101
5.2	共发射极单管放大电路参数测试 (一)	105
5.3	共发射极单管放大电路参数测试 (二)	109
5.4	负反馈放大电路的测试与仿真	112
5.5	低频功率放大电路的测试	116
5.6	集成运算放大器的基本运算电路	120
5.7	集成稳压电源的测试	125
5.8	组合逻辑电路分析、设计与测试	129
5.9	触发器及其应用	134
5.10	计数器的测试与应用	139
5.11	555 时基电路测试	143
5.12	EDA 工具箱操作入门	146

5.13 用图形硬件描述语言 GHDL 设计逻辑电路	151
5.14 用文字硬件描述语言 AHDL 设计逻辑电路	153
第 6 章 测量与误差	155
6.1 测量与测量方法	155
6.2 测量误差与误差表示法	156
6.3 测量误差的分类	158
6.4 误差分析的意义	161
6.5 测量结果的评定	161
第 7 章 实验数据的处理	163
7.1 实验数据的读取	163
7.2 数据的舍入规则	164
7.3 有效数字的运算规则	164
7.4 测量数据的处理	166
参考文献	169
附录 部分集成电路引脚排列	170

第 1 章

EWB 应用软件

电子工作台 (Electronics WorkBench) 简称 EWB。

1.1 常用 EWB 软件简介

1.1.1 概述

在进行电子线路设计时, 通常需要制作一块试验板进行模拟试验和仿真, 以测试是否达到设计的要求, 这往往延长设计周期, 增加产品成本。20 世纪 70 年代, 美国加州伯克利大学推出了 Spice 程序 (Simulation program with circuit emphasis), 它将常用的器件用数字模型表示, 可以通过软件对电路进行仿真和模拟。随着数字技术的不断发展, Spice 推出包括数字器件模型的 Spice2 版本。现在大量的电子电路仿真和模拟软件都建立在 Spice2 及更高版本的基础上, 如美国 Or Cad 公司的 Pspice 软件, 加拿大 Interactive Image Tech 公司的 Multisim2001 软件。

Multisim 软件基本器件的数学模型基于 Spice3.5 版本, 但增加了大量的 VHDL 器件模型, 可以仿真更复杂的数字器件, 是目前教学中使用最多的仿真软件之一。Multisim2001 版本, 可以在互联网上直接对用户器件库进行升级。电子产品的设计人员利用这些软件对所设计的电路进行仿真和调试, 一方面可以验证所设计的电路是否能达到设计要求的技术指标, 另一方面又可以通过改变电路设计中元器件的参数使整个电路的性能达到最佳。

作为 EWB 的新版本, Multisim2001 具有很多优点:

(1) 提供了一个巨大的绘制电路所需的元器件库, 并且增加了大量的 VHDL 器件。有 5000 多种器件可用, 还可以将各种新器件的 Spice 库文件导入该软件自建器件库供使用者选择, 以便创建和仿真复杂的数字电路。

(2) 可以直接在互联网上对用户的器件库进行升级。

(3) 能实现从基本的模拟器件到复杂的数字器件和可编程控制器件的混合仿真。

(4) 容易使用的电路原理图编辑功能。Multisim 软件采用了与 Windows 一样的可视化的工具栏进行器件选择, 而且具有子电路功能和电路加密功能, 使用

相当方便灵活。

(5) 强大的虚拟仪器功能。该软件提供了示波器、逻辑分析仪、波特图仪及万用表等十多种虚拟仪器。其友好、逼真的界面如同在实验室中实际操作仪器一样。测试电路参数可以直接从屏幕仪器架上选取仪器,并且可以将仪器测试结果加以保存,用于教学非常方便。特别是它提供的逻辑分析仪、网络分析仪等高档仪器,弥补了实验室设备成套率不足的矛盾。

(6) 强大的分析功能。Multisim 软件提供了 18 种电路的分析手段,可以帮助设计者分析电路的性能。此外,它还可以对被仿真分析的电路中的元件设置各种故障,如开路、短路和不同程度的漏电等,从而观察在不同故障情况下电路的工作状况。

(7) VHDL/Verilog 设计输入和仿真。Multisim2001 版将 VHDL/Verilog 设计输入和仿真包含进去,使可编程器件的设计和仿真与模拟电路、数字电路的设计和仿真融为一体。

(8) 可以与 PCB 布线软件连接。该软件的设计结果可以方便地输入到常见的印刷电路板布线软件,如 Protel、Orcad 和 Tango 软件,进行 PCB 布线。

④ 与 Spice 软件兼容,两者可以互相转换。

⑤ 提高了电路设计的工作效率。Multisim 结合了电路设计、仿真和可编程逻辑。设计者可放心地去创新设计,而无须学习更多的 EDA 软件知识。

1.1.2 Multisim 软件的基本界面

当前,世界各国许多大学都将 EWB 作为介绍 EDA 技术的内容,并纳入电类课程的教学中。通过 EWB 软件的应用,帮助学生在掌握电学基本理论、基本概念、基本分析方法的基础上,通过虚拟实验电路设计、电路仿真,培养学生分析、应用和创新的能力,大大提高了学生动手能力的培养,体现了以学生为中心的实验教学的宗旨。

启动 Multisim 软件后,可以看到其主窗口如图 1-1 所示。

从图中可以看到, Multism 模仿了一个实际的电子实验台。主窗口中最大的区域是电路窗口 (Circuit Window) 用来绘制电路图及添加测量仪器。工作区的上面是标题栏、菜单栏 (Menu)、系统工具栏 (System Toolbar)、设计工具栏 (Design Toolbar)、正在使用的器件清单 (In Use List), 工作区的左边为元器件工具栏 (Component Toolbar), 右面为仪器工具栏 (Instruments Toolbar), 下面为状态栏 (Status Bar) 等几个部分组成。从菜单栏可以选择电路连接、实验所需的各种命令。系统工具栏包含了常用的操作命令按钮。

设计工具栏包括了器件设计按钮 (Component Design Button)、器件编辑按钮 (Component Editor Button)、仪器按钮 (Instruments Button)、仿真模拟按

钮 (Simulate Button)、分析按钮 (Analysis Button)、后处理按钮 (Postprocessor Button)、VHDL/Verilog 按钮、统计报告按钮 (Reports Button)、导出按钮 (Transfer Button) 等。各按钮的功能如表 1-1 所示。

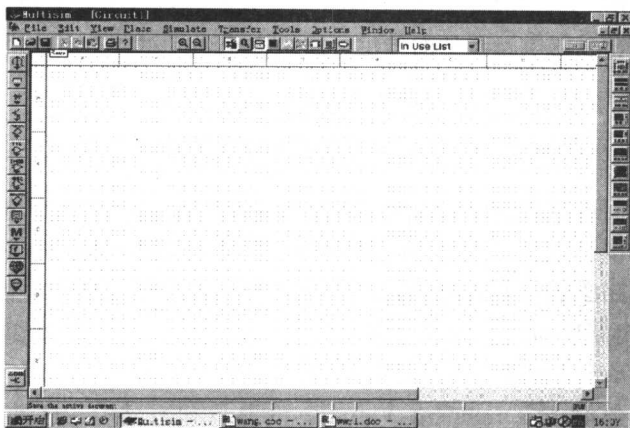


图 1-1 Multisim 主窗口

表 1-1 设计工具按钮的功能描述

工 具	名 称	功 能
	器件设计按钮	用来打开/关闭器件工具栏, 缺省时该按钮处于激活状态, 器件工具栏处于打开状态
	器件编辑按钮	用来打开器件编辑器, 当需要编辑器件时单击该按钮就可以打开器件编辑界面
	仪器按钮	用来打开/关闭仪器工具栏, 缺省时该按钮处于激活状态, 仪器工具栏处于打开状态
	模拟仿真按钮	用于开始/结束/暂停电路的模拟, 相当于实际工作时的电源开关, 当电路中没有仪器时该按钮不能被激活
	分析按钮	用于执行电路的分析功能, 单击该按钮时出现下拉菜单, 从中选择分析方法。电路在模拟时无法激活该按钮
	后处理按钮	用于打开后处理功能, 可以将分析结果进行再加工, 如通过电压波形处理后得到电流波形等
	VHDL/Verilog 按钮	用于打开 VHDL/Verilog 的设计界面。该功能是一个选项, 必须单独购买后才能使用
	统计报告按钮	用于对设计电路进行统计, 统计出所使用的器件情况、仪器情况
	导出按钮	可以将设计的结果导出到 PCB 设计软件, 将分析结果导出到其他软件中

元器件工具栏包含了电路实验所需的各种元器件, 仪器工具栏包含各种可供选择的仪器。按下“启动/停止”开关或“暂停/恢复”按钮可以方便地控制实验

的进程。

1.1.3 Multisim 软件设置

用户在使用 Multisim 软件前可以根据个人的需要自主设置界面,如打开/关闭各种工具栏、设置电路器件的颜色、图纸大小、显示的放大比例、自动存盘的时间、器件符号的类别、打印的设置等。

1. 设置用户界面

(1) 对界面进行当前设置。对当前界面中电路的设置只须在电路窗口中单击鼠标右键,但该设置仅对当前的电路有效。新建电路时原设置将不能保留到新建电路中。如电路图显示方式的设置,用户可在电路图窗口内单击鼠标右键,通过 Color 来改变电路中器件、导线、背景的颜色;通过 Show 来改变电路中的器件标注(Component Label)、器件标号(Component References)、节点名(Node Name)、器件数值(Component Values)的显示和不显示,这种方法只对当前电路图有效,新建电路要重新进行当前设置。若要使新建的每一个文件都使用同一种设置,就需要进行永久设置。

图 1-2 为电路窗口的设置对话框。该对话框设置对当前电路无效,仅对新建的电路有效。对话框中有 Passive Component (无源器件), Active Component (有源器件), Virtual Component (虚拟器件)。

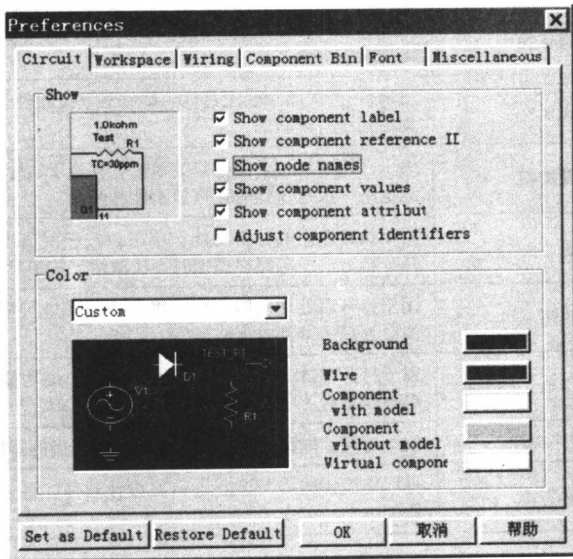


图 1-2 电路窗口设置对话框

(2) 对界面进行长期设置。通过 EDIT 菜单下的 User Preferences 进行设置 (各种工具栏的显示和隐含可以通过 View 菜单下的 Toolbars 选择)。

2. 电路显示特性设置

在 Options 菜单下的 Preference 中的 Workspace (工作区域) 可对显示电路窗口进行改变 (改变窗口大小, 是否要网格等)。图 1-3 为设置窗口工作界面。

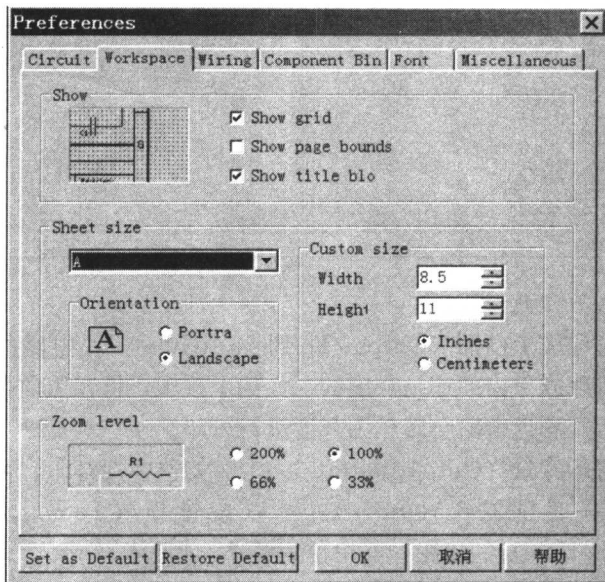


图 1-3 设置窗口工作界面

3. 自动存盘及符号设置

为了防止因计算机死机、停电等非正常关机引起的数据丢失, Multisim 提供了自动存盘的功能, 用户可以设置是否存盘及每隔多长时间进行一次自动存盘。自动存盘设置在 Edit 菜单下的 User Preference 对话框的 User Preference 标签下, 缺省情况下, 每 20 分钟自动存一次盘。

Multisim 软件提供两种符号标准: ANSI (美国国家标准组织标准) 标准和 DNI 标准。其中 DNI 标准的符号与我国原第四机械工业部的部颁标准基本一致。表 1-2 为常用器件 DIN 与 ANSI 标准符号对照表。

4. 打印页面设置

设置打印方式可以通过选 Options 菜单下的 “Preferences” 中的 “Print Page Setup” 项来进行。

表 1-2 常用器件 DIN 与 ANSI 标准符号对照表

器件名称	DIN	ANSI	器件名称	DIN	ANSI
电阻			交流电压源		
电感			交流电流源		
电容			运算放大器		
二极管			与门		
三极管			或门		
直流电压源			非门		
直流电流源			异或门		

可以进行如下参数设置：

(1) 是否打印成黑白图 (Output To Black/White)。指电路的彩色打印在黑白打印机上是打印成黑白的还是灰度的。如选中该项，将在黑白打印机上打印出黑白电路图，否则彩色电路会转化为灰度进行打印。

(2) 是否打印背景 (Output Background)。如选中则打印，否则不打印。

(3) 页边宽度设置 (Margine)。可以设置顶 (Top)、左 (Left)、右 (Right)、下 (Bottom) 的边距，其单位为英寸^①或厘米。

(4) 输出比例设置。打印的电路图可以预设比例。

5. 器件故障设置

有时需要仿真模拟某一器件损坏及电路故障，这就要求仿真软件具有设置器件故障的功能。Multisim 具有器件开路 (Open)、短路 (Short) 和漏电 (Leakage) 故障设置。图 1-4 为三极管设置故障的对话框，通过双击需要设置故障的器件，在弹出的对话框进入 “Fault” 项就可以设置器件的故障。

1.1.4 电路原理图绘制

1. Multisim 软件的电路元器件库

Multisim 使用数据库对器件进行管理，数据库的结构可分为三个层次：

(1) Multisim Master 层次，为基本元器件库，用户不可以对其进行修改、

^① 1 英寸=2.54 厘米，后同。

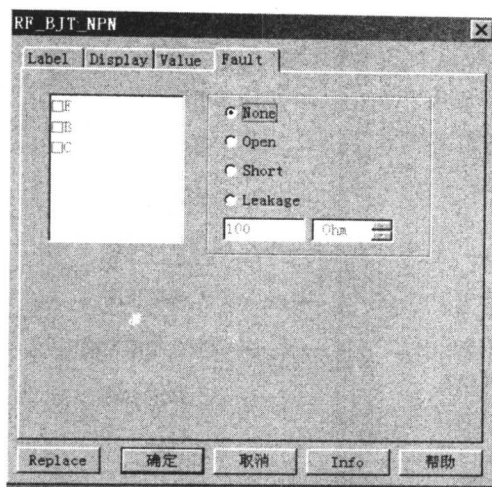


图 1-4 三极管模型窗口

删除等操作。开始使用时用户仅有 Multisim Master 层次的器件可选用。

(2) Corporate 层次, 是专门为公司或多人共同参与某项目而设置的, 它对单用户版本不适用, 仅对网络用户适用。

(3) User 层次, 是用户自己新建的器件或用户修改过的器件, 可以将其存入 User 数据库供下次使用。

这三个层次的选择通过元器件数据库进行。

Multisim 将基本器件库中的器件分为信号源 (Source)、常用器件 (Basic)、二极管 (Diodes)、晶体管 (Transistors)、模拟集成电路 (Analog ICS)、TTL 集成电路、CMOS 集成电路、其他数字集成电路 (Miscellaneous Digital ICS)、混合芯片 (Mixed chips)、指示器件 (Indicators)、其他器件 (Miscellaneous)、控制器件 (Controls)、RF 器件 (Radio Frequency Devices)、机电类器件 (Electromechanical) 等 14 个类别。将这 14 个类别的器件在工具栏中用 14 个按钮来表示 (如图 1-5 所示), 通过点击按钮打开相应器件库。图 1-6 为二极管的选用过程。

2. 器件的放置与器件参数的调整

(1) 器件的放置。器件的放置一般有三种方法: 一是用器件工具栏进行选择; 二是使用菜单中命令 “Edit/Place Component” 来选择; 三是在已使用的器件列表中查找。一般使用最多的方法是第一种。下面以放置 74LS00D 为例说明其步骤:

1) 单击器件工具栏中的 “TTL” 按钮, 在弹出的 TTL 数字电路工具栏中单击 “74LS” 按钮;



图 1-5 器件工具栏

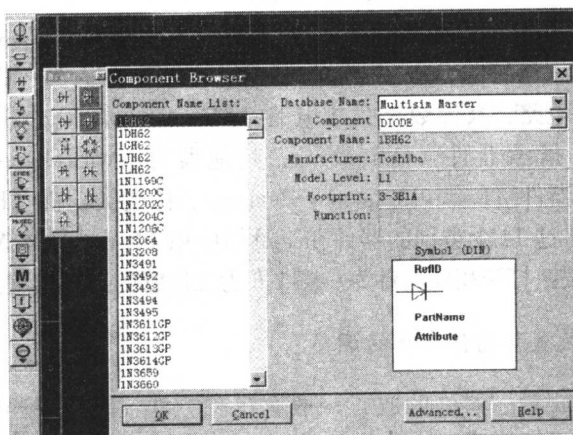


图 1-6 二极管器件的选用过程

- 2) 在弹出的图 1-7 所示器件浏览窗口中选择 74LS00D, 单击“OK”按钮;
- 3) 在选择器件单元的对话框中任意选择 A, B, C 或 D;

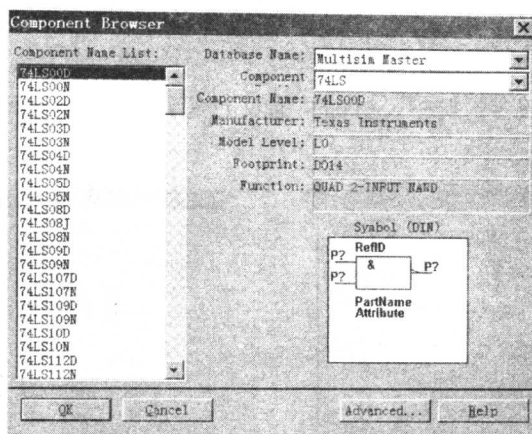


图 1-7 74LS00D 器件的放置

4) 在需要放置器件的地方单击鼠标左键, 这时 74LS00D 就放置在需要的地方了。

器件位置的调整一般有三种方法。

1) 移动。移动已经放置在电路中的器件, 只需将鼠标的箭头在需要移动的器件上按住左键拖动, 当移动到需要放置的地方时松开鼠标。如果需要移动多个器件, 先选中需要移动的多个器件, 在其中一个选中的器件上按住鼠标左键拖动。

2) 删除。选中需要删除器件, 按键盘中 “Delete” 键。

3) 旋转器件。Multisim 提供了垂直翻转、水平翻转、顺时针翻转和逆时针翻转四种旋转方式。操作这些翻转只须首先选中需要放置的器件, 再通过 Edit 菜单下相应的命令或快捷键, 也可以通过图 1-8 快捷键菜单来进行旋转。

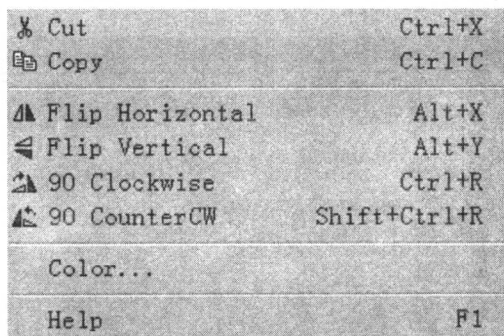


图 1-8 旋转器件菜单

(2) 器件参数的调整包括虚拟器件和真实元件的参数调整。

1) 虚拟器件的参数调整。有时需要对在元器件工具栏选择的器件进行参数

修改,对于虚拟器件,只需用鼠标双击需修改参数的器件(如图 1-9 所示)直接修改。

2) 真实元件的参数调整。鼠标左键双击真实元件后,出现如图 1-10 所示对话框。

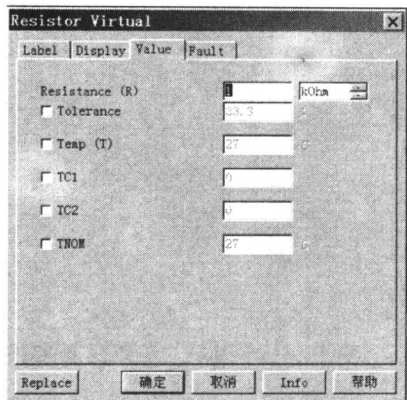


图 1-9 器件参数修改对话框

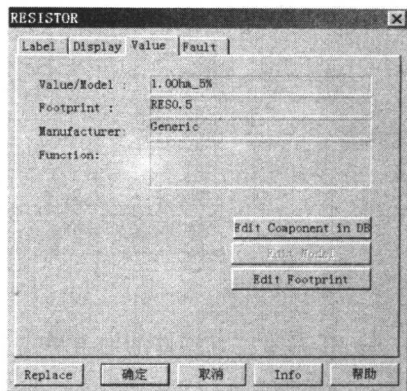


图 1-10 真实元件的参数调整

真实元件的参数修改是通过元件的替换(Replace)和编辑模型(Edit Model)来进行的,这两项修改在对话框中分别有两个按钮与之对应,器件的更换与在实验室实际更换器件的工作是一样的。按下“Replace”按钮时会弹出器件浏览窗口,用户可以在其中选择合适参数的基本器件替换原器件。

对于有些器件,其型号是正确的,但器件的参数不是用户需要的参数或与实际器件的参数不一致,通过更改器件无法进行仿真与模拟,这时可以通过修改器件的模型参数来实现仿真的要求。图 1-11 为模型修改窗口。

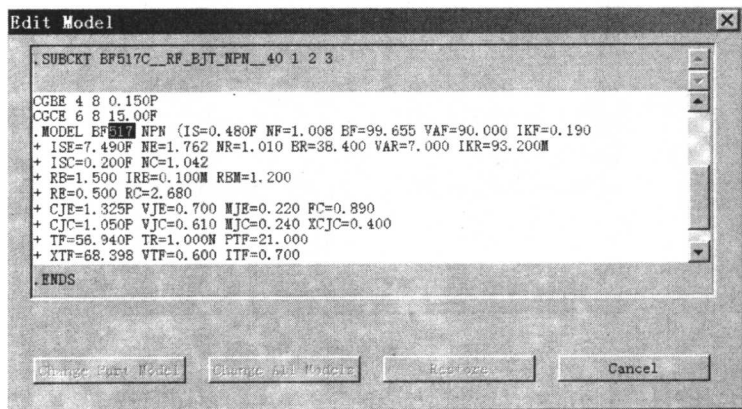


图 1-11 模型修改窗口