



高等学校精品规划教材

电路与电子技术的 Multisim10.0仿真

崔建明 陈惠英 温卫中 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

参 考 文 献

21世纪

高等学校精品规划教材

电路与电子技术的 Multisim10.0仿真

崔建明 陈惠英 温卫中 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书详细地介绍了 Multisim10.0 仿真软件, 并通过大量实例讲述了 Multisim10.0 在电路和电子技术中的应用。全书共 9 章, 主要内容包括 Multisim10.0 的界面和菜单; Multisim10.0 的各种元器件; Multisim10.0 提供的 20 余种仪器仪表的使用; Multisim10.0 的 18 种电路仿真方法, 特别是 6 种基本分析方法; 结合电路、模拟电子技术和数字电子技术的主要内容, 讲述了 Multisim10.0 在其中的应用; 以及基于 Multisim10.0 的单片机仿真。

本书可作为高等学校电子类、电气类及非电类专业的学生学习电路、电子技术和工学课程的仿真教材, 也可作为从事系统设计和开发的工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电路与电子技术的Multisim 10.0仿真 / 崔建明, 陈惠英, 温卫中主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2009. 11

21世纪高等学校精品规划教材
ISBN 978-7-5084-6973-7

I. ①电… II. ①崔… ②陈… ③温… III. ①电子电路—电路设计: 计算机辅助设计—应用软件, Multisim 10.0—高等学校—教材 IV. ①TN702

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第208534号

书 名	21 世纪高等学校精品规划教材 电路与电子技术的 Multisim10.0 仿真
作 者	崔建明 陈惠英 温卫中 主编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: sales@waterpub. com. cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 13.75 印张 326 千字
版 次	2009 年 11 月第 1 版 2009 年 11 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	24.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

Multisim10.0 是美国 NI (National Instruments) 公司 2008 年最新推出的仿真软件,是目前各种仿真软件中最理想的一种。它以界面形象友好、操作简单方便、分析功能强大和易学易用等优点,不仅深受广大电子设计人员的喜爱,为他们设计电子产品提供了重要工具,真正做到了省时、省力、节约设计费用,优化产品质量,而且也非常适合电路和电子课程的辅助教学,因此,世界上许多大学都将其作为电子类课程的辅助教材使用。

编写本书的目的在于通过不同电路的仿真,加强学生的动手能力,提高学生对所学习理论知识的理解和掌握,培养学生的创新意识和竞争能力,以适应 21 世纪科学技术飞速发展的需要。

本书是在参考许多优秀教材、在原版《电工电子 EDA 仿真技术》的基础上编写的。本书主要围绕电路、模拟电子技术、数字电子技术和单片机原理课程的主要内容,除仿真了大量的基础电路外,还列举了许多小巧、新颖、实用的小设计,如报警器、抢答器、交通灯等,这既可以丰富学生的学习兴趣,又可以提高学生的实际操作能力。

本书具有以下特点:

(1) 实用性。将计算机仿真引入电路、电子课程的学习中,使理论又向实践迈进了一步。

(2) 趣味性。Multisim10.0 友好的界面,加上生活中的小制作,使学生可在电路工作窗口任意发挥自己的想象空间,而不感到乏味。

(3) 逻辑性。每章前有基本要求、仿真注意事项,然后是各种典型电路的详细仿真过程,最后是本章小结,并附有练习与思考。

(4) 易学性。书中内容循序渐进,通俗易懂,便于自学。

全书共 9 章。第 1~5 章由太原理工大学崔建明编写,第 6 章、第 8 章由太原理工大学陈惠英编写,第 7 章由太原科技大学温卫中编写,第 9 章由太原理工大学吴飞编写。太原理工大学刘淳、刘华博对每一章例题和习题逐一进行

了仿真。全书由崔建明统稿。

由于作者水平有限，加之时间仓促，对书中的错误和不妥，敬请广大读者批评指正。

编者

2009 年 9 月

目录

前言

第1章 概述	1
1.1 Multisim 简介	1
1.2 Multisim10.0 的特点	1
1.3 Multisim10.0 的安装	2
1.4 Multisim10.0 的操作界面	3
1.5 电路原理图的输入方法	4
1.6 电路的仿真方法和步骤	7
本章小结	8
练习与思考	8
第2章 Multisim10.0 的操作界面和菜单	9
2.1 标题栏	9
2.2 菜单栏	9
2.3 工具栏	15
2.4 元件库	16
2.5 仪器仪表库	17
2.6 电路工作区	17
2.7 其他部分	17
本章小结	18
练习与思考	18
第3章 Multisim10.0 的元件库	19
3.1 电源库 (Sources)	19
3.2 基本元件库 (Basic)	20
3.3 二极管元件库 (Diodes)	21
3.4 晶体管元件库 (Transistors)	22
3.5 模拟元件库 (Analog)	23
3.6 TTL 数字集成元件库 (TTL)	24
3.7 COMS 数字集成元件库 (COMS)	25

3.8 其他数字集成元件库 (Misc Digital)	26
3.9 混合集成元件库 (Mixed)	27
3.10 显示器类元件库 (Indicators)	28
3.11 功率类元件库 (Power)	28
3.12 杂合类元件库 (Misc)	29
3.13 高级外围元件库 (Advanced_Peripherals)	30
3.14 射频类元件库 (RF)	30
3.15 机电类元件库 (Electro_Mechanical)	32
3.16 微处理器模块元件库 (MCU_Module)	33
3.17 层次化模块与总线模块元件库	33
本章小结	33
练习与思考	34
第4章 Multisim10.0 的分析仪器	35
4.1 数字万用表 (Multimeter)	35
4.2 失真度分析仪 (Distortion Analyzer)	36
4.3 函数信号发生器 (Function Generator)	37
4.4 功率表 (Wattmeter)	38
4.5 双通道示波器 (Oscilloscope)	39
4.6 频率计 (Frequency Counter)	40
4.7 安捷伦信号发生器 (Agilent Function Generator)	41
4.8 四通道示波器 (4 Channel Oscilloscope)	42
4.9 波特图仪 (Bode Plotter)	42
4.10 伏安特性分析仪 (IV Analyzer)	43
4.11 字信号发生器 (Word Generator)	44
4.12 逻辑转换仪 (Logic Converter)	46
4.13 逻辑分析仪 (Logic Analyzer)	47
4.14 安捷伦示波器 (Agilent Oscilloscope)	49
4.15 安捷伦万用表 (Agilent Multimeter)	50
4.16 频谱分析仪 (Spectrum Analyzer)	51
4.17 网络分析仪 (Network Analyzer)	52
4.18 泰克示波器 (Tektronix Oscilloscope)	54
4.19 电流探针 (Current Probe)	54
4.20 LabVIEW 虚拟仪器 (LabVIEW Instrument)	55
4.21 测量探针 (Measurement Probe)	56
本章小结	57
练习与思考	57
第5章 Multisim10.0 的分析方法	59
5.1 直流工作点分析 (DC Operating Point Analysis)	60

5.2. 交流分析 (AC Analysis)	62
5.3. 暂态分析 (Transient Analysis)	63
5.4. 傅里叶分析 (Fourier Analysis)	65
5.5. 噪声分析 (Noise Analysis)	67
5.6. 失真分析 (Distortion Analysis)	69
5.7. 分析中遇到的问题及解决方法	71
本章小结	72
练习与思考	72
第 6 章 Multisim10.0 在电路分析中的应用	73
6.1. 直流线性电路	74
6.2. 双口网络	81
6.3. 瞬态电路	85
6.4. 单相交流电路	93
6.5. 含有耦合电感的交流电路	103
6.6. 三相交流电路	107
6.7. 非正弦周期交流电路	110
本章小结	114
练习与思考	114
第 7 章 Multisim10.0 在模拟电子电路分析中的应用	118
7.1. 半导体二极管及其基本电路	118
7.2. 晶体管及其放大电路基础	121
7.3. 场效应管放大电路	128
7.4. 功率放大电路	132
7.5. 差分放大电路	135
7.6. 集成运算放大电路	141
7.7. 反馈放大电路	144
7.8. 信号产生电路	148
7.9. 直流稳压电源	152
本章小结	155
练习与思考	156
第 8 章 Multisim10.0 在数字电子电路分析中的应用	163
8.1. 逻辑转换	163
8.2. 逻辑门电路	165
8.3. 组合逻辑电路	166
8.4. 触发器	176
8.5. 时序逻辑电路	178
8.6. 脉冲波形的产生与整形	188
8.7. 数模与模数转换技术	191

本章小结	192
练习与思考	192
第9章 Multisim10.0 单片机的仿真	198
9.1 Multisim10.0 的单片机仿真平台	198
9.2 单片机端口 I/O 仿真	201
9.3 单片机定时器的应用	203
9.4 单片机中断系统的应用	205
9.5 单片机接口技术的应用	207
本章小结	210
练习与思考	210
参考文献	211

第1章 概述

1.1 Multisim 简介

Multisim 是 Electronics Workbench(简称 EWB)的升级版本。1988 年,加拿大 Interactive Image Technologies Ltd.公司(简称 IIT 公司)开发了一种电子电路计算机仿真设计软件 EWB。该软件设计功能完善,操作界面友好、形象,非常易于掌握,这不仅给电子产品设计人员带来了极大的方便和实惠,也非常适合于电子课程的辅助教学。因此,世界上许多大学都将 EWB 纳入了电路及电子类课程的教学当中。20 世纪 90 年代国内外较流行的版本是 EWB5.0。21 世纪初,EWB5.0 升级为 EWB6.0,并更名为 Multisim2001,此后陆续推出 Multisim7.0 和 Multisim8.0。继 Multisim9.0 后,美国 National Instruments 公司(简称 NI 公司,已兼并加拿大 IIT 公司)2008 年又推出最新的 Multisim10.0 版本。Multisim10.0 界面更友好,功能更强大,更便于学习和掌握。

目前,NI 公司的电子虚拟工作台包括电子电路仿真设计模块 Multisim、PCB 设计软件 Ultiboard、布线引擎 Ultiroute 和通信电路分析设计模块 CommSIM 四部分,四部分相互独立,可分别使用。每个模块又分为增强专业版、专业版、个人版、教育版、学生版和演示版等版本。

1.2 Multisim10.0 的特点

Multisim10.0 具有以下主要特点。

1. 集成化、一体化的设计环境

Multisim 将组成电路的元器件数据库、测试电路的虚拟仪器仪表库、仿真分析的各种操作命令以及原理图的创建、电路测试分析结果等全部集成到一个工作窗口,使用者可任意地在系统中集成元件,完成原理图输入、测试和数据波形图显示等。当用户进行仿真时,原理图、波形图同时出现。当改变电路连线或元件参数时,波形即时显示变化。

2. 界面友好、操作简单

单击鼠标,用户可以轻松地选择元件;拖动鼠标,可将元件放入原理图中。调整电路连线、改变元件位置、修改元件属性也非常简单。此外,Multisim 还有自动排列连线的功能,使画原理图更加美观、快捷。

3. 真实的仿真平台

Multisim 提供了一个庞大的元器件数据库,各种电路元器件达数千种之多,即有无源元件也有有源元件,即有模拟元件也有数字元件,即有分立元件也有集成元件,还可以新

建或扩充已有的元器件数据库。此外, Multisim 还提供了种类齐全的虚拟仪器, 如各种示波器、信号发生器、万用表、波特图仪、频谱仪和逻辑分析仪等。用这些元器件和仪器仪表仿真电子电路, 就如同在实验室做实验, 非常真实, 可不必担心损坏仪器和元件, 也不必为仪器过时、测量精度不够而一筹莫展。

4. 分析方法多而强

Multisim 不但可以完成电路的稳态分析和瞬态分析、时域分析和频域分析、器件的线性分析和非线性分析、电路的噪声分析和失真分析等常规分析, 而且还提供了离散傅里叶分析、电路的零极点分析、交直流灵敏度分析和电路的容差分析等 18 种分析方法。用户可以通过这些分析方法, 即可对模拟电路、数字电路和模数混合电路进行分析, 也可对高频电路、RF 电路、电力电子电路和部分微机接口电路进行分析, 从而清楚而准确地了解电路的工作状态。

5. 具有 VHDL 的设计和仿真功能
Very-High-Speed Integrated Circuit Hardware Description Language Verilog 的缩写为 VHDL。Multisim 包含了 VHDL/Verilog 的设计和仿真功能, 使得大规模可编程逻辑器件的设计和仿真与模拟、数字电路的设计和仿真融为一体。

6. 多种输入输出接口
Multisim 可以输入由 Spice 等其他电路仿真软件所创建的 Spice 网表文件, 并自动生成相应的电路原理图, 也可以把在 Multisim 环境下创建的电路原理图文件, 输出给 Protel 等常见的 PCB 软件, 进行印制电路板设计。Ultiboard 可以实现从电路图到 PCB 布线工具包的无缝数据传输, 因此, 备受广大电路设计人员的喜爱。

1.3 Multisim10.0 的安装

1.3.1 安装环境

Multisim10.0 安装和运行的最低要求如下。

操作系统: Windows98/NT/2000/XP

CPU: Pentium III

内存: 128MB

光驱: CD-ROM(没有光驱可通过网络安装)

显示器分辨率: 800 像素×600 像素

硬盘: 可用空间≥250MB

1.3.2 安装步骤

安装前关闭 Windows 其他应用程序。

(1) 安装光盘放入光驱, 安装程序自动运行。

(2) 安装程序初始化后, 单击 Next 按钮执行下一步安装。

(3) 在弹出“用户信息”对话框中填写“用户全名”、“单位名称”和软件产品“序列号”, 没有序列号, 可选择后面的备选项, 安装评估板。单击 Cancel 取消安装, 单击 Next 执行下一步安装, 单击 Back 回到上一步安装。

(4) 输入序列号验证通过后, 桌面上弹出“选择程序安装地址”对话框, 用户可以

选择默认的安装路径,也可以单击 Browse 按钮选择新的安装路径。

(5) 弹出“安装特性选择”对话框中有两个备选模块:一个是 Support and Upgrade Utility;另一个是 NI Circuit Design Suite 10.0.1,前者允许程序自动检测并支持产品升级,后者为主要程序。Restore Defaults 为可恢复默认设置按钮, Disk Cost 为剩余安装空间分析按钮。

(6) 在弹出的“NI 软件许可协议”对话框中,先单击 I accept the License Agreement(s)按钮,再单击 Next 按钮执行下一步操作。

(7) 仍然是两个协议,先单击 I accept the above 2 License Agreement(s),然后单击 Next。

(8) 弹出“安装信息确认”对话框,已安装的模块显示在对话框中间的空白栏,若需重新选择安装其他模块(Multisim10.0 共有 16 个功能模块需要安装),可单击 Adding or Changing 按钮。

(9) 软件安装完毕后,弹出“安装完毕”对话框,单击对话框中的复选框,可对支持和升级单元进行配置,如不需要配置,则单击 Next 按钮结束安装。

(10) 重启计算机。

1.4 Multisim10.0 的操作界面

单击系统“开始”菜单,在“所有程序”中选择 National Instruments/Circuit Design Suite 10.0/Multisim 命令,启动 Multisim10.0 程序,显示操作界面如图 1-1 所示。操作界面主要包括:菜单栏、工具栏、元件库、仪器仪表库、电路工作区等。第 2~第 4 章将对各部分作详细介绍。

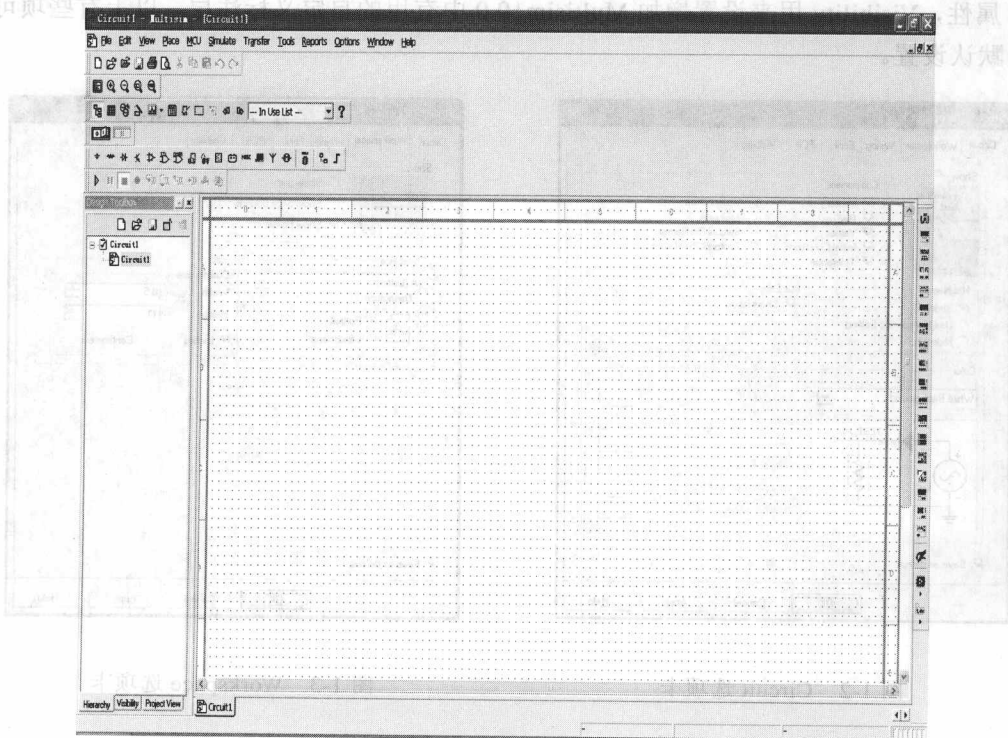


图 1-1 Multisim10.0 的操作界面

1.5 电路原理图的输入方法

启动 Multisim10.0 后,操作界面上会自动建立一个名为 Circuit1 的空白电路文件,即可在电路工作区画电路原理图了。应如何画原理图、怎样才能设计出自己满意的原理图呢?这应了解以下操作。

1. 画图前页面的设置

画图前,需要对页面进行一些简单的设置。

(1) 元件符号标准的选择。Multisim10.0 中有两套符号标准可供选择。一套是美国符号标准 ANSI;另一套是欧洲符号标准 DIN。打开 Options 菜单下的 Global Preferences 子菜单,在 Symbol standard 选项区中选择元件符号标准。由于我国电气符号标准与欧洲国家符号标准相近,因此选择 DIN 比较好。

(2) 元件参数及页面设置。单击菜单 Options 下的 Sheet Properties 子菜单,在 Circuit 选项卡中设置电路原理图中各元件参数的显示项,如图 1-2 所示,其中 Show 区设置元件及连线上所要显示的文字项目等,Color 区设置编辑窗口内各元件和背景颜色;在 Workspace 选项卡中设置电路显示窗口图纸的形式,如图 1-3 所示,其中 Show 区设置窗口图纸格式,Sheet size 和 Custom size 区设置窗口图纸的规格大小和摆向;另外, Wiring 选项卡用于设置导线宽度和连线方式, Fout 选项卡用于设置元器件属性等文字, PCB 用来设置要生成的 PCB 属性, Visibility 用来设置增加 Multisim10.0 中有用的自定义标注层。以上有些项可以采用默认设置。

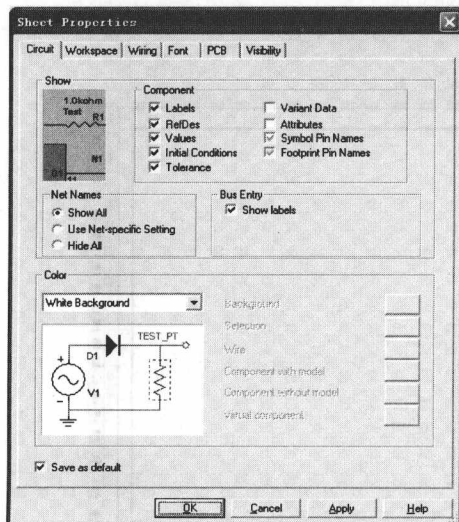


图 1-2 Circuit 选项卡

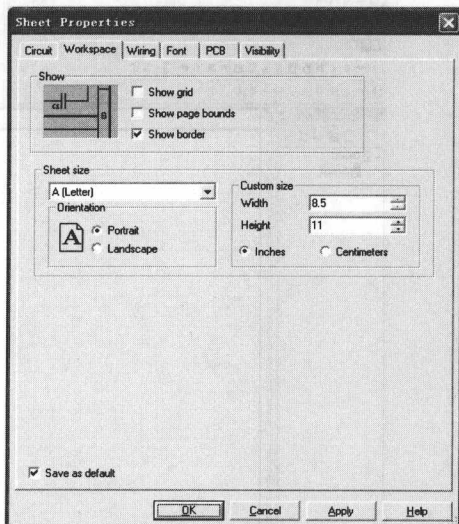


图 1-3 Workspace 选项卡

2. 元件的选取及操作

(1) 选取元件。元件可以在工具栏里的元器件库中选取,也可以单击 Place 下拉菜单

中的 Component 命令, 在打开的“元件选择”对话框中选取, 如图 1-4 所示。通过 Group 栏选择待选元件所在的元件库, 通过 Family 栏选择待选元件的类型, 类型选定后, Component 栏中显示该类型元件的各种型号, 选中某型号, Symbol 栏下会出现该元件的图形符号。单击 OK 按钮选取该元件。

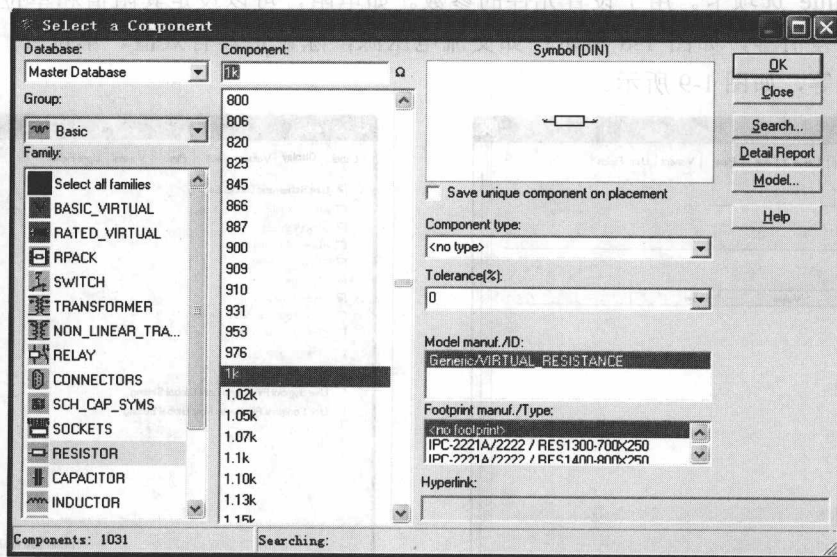


图 1-4 元件选择对话框

(2) 移动元件。按住鼠标左键, 将所选元件拖至电路工作区的任何位置。

(3) 调整元件的方向。右键单击要调整的元件, 弹出一个菜单, 如图 1-5 所示。菜单栏中有 4 种元件调整操作: 水平翻转 (Flip Horizontal)、垂直翻转 (Flip Vertical)、顺时针旋转 90° (90 Clockwise) 和逆时针旋转 90° (90 CounterCW)。

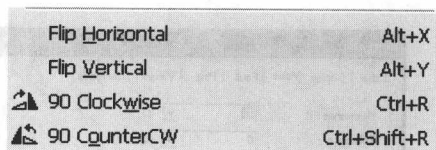


图 1-5 元件方向的调整

(4) 复制和粘贴元件。有三种方法可供选择。

方法 1: 右击要复制的元件, 在弹出的下拉菜单中选择“复制”和“粘贴”命令。

方法 2: 单击要复制的元件, 在菜单栏中 Edit(编辑)主菜单下选择“复制”, 然后再在 Edit 主菜单下选择“粘贴”。

方法 3: 选中要复制的元件, 在工具栏中单击“复制”图标, 再单击“粘贴”图标。

(5) 删除元件。删除元件也有三种方法: ①选中要删除的元件, 按键盘上 Delete 键删除; ②在 Edit 主菜单下选择“Delete”命令删除; ③右击要删除的元件, 在弹出的下拉菜单中选择“Delete”命令删除。

3. 元件属性的设置

双击电路工作区中的元件, 弹出元件属性对话框, 对话框包含 7 个选项卡, 通过这些选项卡可以设置元件的属性。

(1) **Label** 选项卡。如图 1-6 所示, 用于设置元件的编号 (RefDes) 和标号 (Label)。编号即元件的序号, 是元件唯一的识别码, 由程序自动生成, 不重复, 必须设置 (除个别不需要设置编号的元件外)。标号是用户赋予元件的标记, 可以不设置。

(2) **Display** 选项卡。如图 1-7 所示, 用于设置元件的显示方式。

(3) **Value** 选项卡。用于设置元件的参数。如电阻, 可以设定其阻值和单位, 还可以设定电阻的误差值等, 如图 1-8 所示; 如交流电压源, 除设定其有效值、单位外, 还可设定频率和相位等, 如图 1-9 所示。

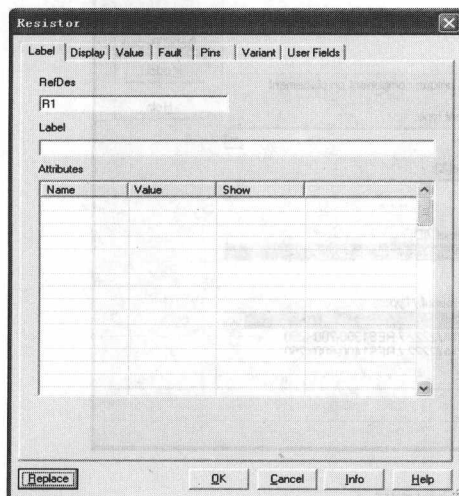


图 1-6 Label 选项卡

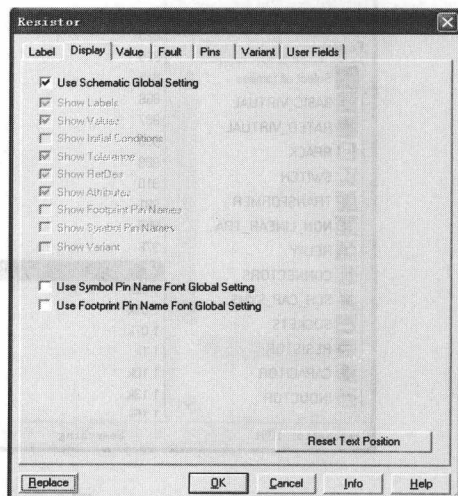


图 1-7 Display 选项卡

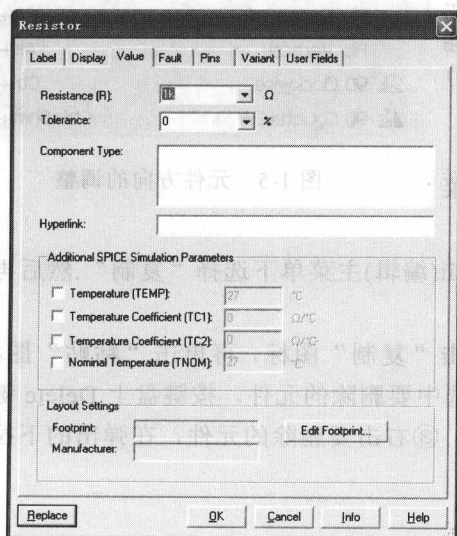


图 1-8 电阻的 Value 选项卡

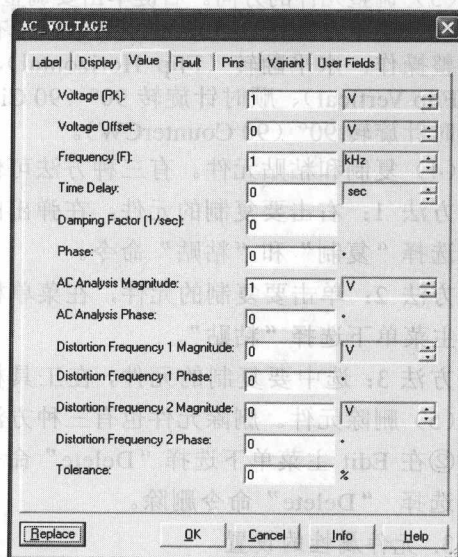


图 1-9 交流电压源的 Value 选项卡

(4) **Fault** 选项卡。Fault 选项卡如图 1-10 所示, 用于设置元件的故障方式。包括 4 个

选项：无故障、开路、短路和漏电。默认设置为 None，即不设置故障。

此外，元件属性对话框中还包含 Pins 选项卡、Variant 选项卡和 User Fields 选项卡，由于不常使用，故在此不做介绍。

4. 元件的连接

建立电路时元器件之间需要连线。在 Multisim10.0 中，线路的连接十分方便。

(1) 两个元件之间的连接。将鼠标指向所要连接元件的管脚，当出现十字光标时，单击鼠标左键，拖出一根导线，当导线接近另一个元件的管脚时，再次单击鼠标左键，即完成两个元件的自动连接。

(2) 连线上插入元件。要在两个已连接元件的导线上插入新元件时，只需拖动待插入元件并将其放到导线上即可。

(3) 移动连线。先用鼠标单击要移动的连线，当光标变成上下方向或左右方向的箭头时，拖动鼠标就可移动连线。

(4) 删除连线。有两种方法：①右击要删除的连线，在弹出的快捷菜单中选择“Delete”命令删除；②选中要删除的连线，按键盘上 Delete 键删除。

(5) 检查元件是否与连线相连。移动元件，若连线与元件引脚同时移动，则证明元件与连线可靠连接。

(6) 元件与仪表的连接。仪表与电路测试点的连接办法与两个元件之间的连接方法相同。

5. 节点的使用

当电路中需要节点（实心小圆点）时，可通过以下两种方法获取：①执行菜单命令 Place/Junction，将节点拖放至电路工作区；②右击电路工作区空白处，在弹出的快捷菜单中选择 Place Schematic/Junction 命令。

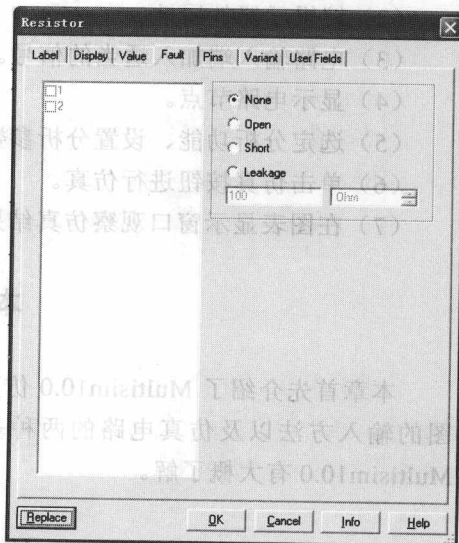


图 1-10 Fault 选项卡

1.6 电路的仿真方法和步骤

用 Multisim10.0 软件对电子电路进行仿真有两种基本方法：一种方法是使用 Multisim10.0 元器件库中的仪器仪表直接测量电路，即测量法；另一种是使用 Multisim10.0 提供的分析方法来分析电路，即分析法。

1. 测量法

用该方法分析电路就像在实验室做电子电路实验。具体步骤如下：

- (1) 在电路工作区构建所要分析的电路原理图。
- (2) 编辑元器件属性，使元器件的数值和参数与所要分析的电路一致。
- (3) 在电路输入端加入适当的信号。

(4) 放置并连接测试仪器。

(5) 接通仿真电源开关进行仿真。

2. 分析法

Multisim10.0 软件共提供了 18 种分析方法, 仿真电子电路的步骤如下:

(1) 在电路工作区画电路原理图。

(2) 编辑元器件属性。

(3) 电路输入端加入适当的信号。

(4) 显示电路节点。

(5) 选定分析功能、设置分析参数。

(6) 单击仿真按钮进行仿真。

(7) 在图表显示窗口观察仿真结果。

本章小结

本章首先介绍了 Multisim10.0 仿真软件的特点、安装和操作界面, 并介绍了电路原理图的输入方法以及仿真电路的两种基本方法和步骤。通过对本章的学习, 希望读者对 Multisim10.0 有大概了解。

练习与思考

1-1 熟悉 Multisim10.0 的操作界面。

1-2 练习电路元件的操作及原理图的连接。

1-3 如何设置元件的属性?

1-4 如何检查电路中的元器件是否可靠连接?

1-5 如何设置元件符号标准?

1-6 在电路工作区放置一个 $100\text{k}\Omega$ 电位器, 设置其控制键为“R”, 调整率为 1%, 试调整电位器, 观察其变化。