

# Multisim8

## 电路设计及应用

王冠华 王伊娜 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press



# Multisim8

## 电路设计及应用

王冠华 王伊娜 编著

国防工业出版社

·北京·

**图书在版编目(CIP)数据**

Multisim 8 电路设计及应用/王冠华,王伊娜编著. —北京:国防工业出版社,2006.6

ISBN 7-118-04542-X

I. M... II. ①王...②王... III. 电子电路—电路设计:计算机辅助设计—应用软件, Multisim 8 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 052073 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/16 印张 13½ 字数 308 千字

2006 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 29.00 元

---

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

# 前 言

在当今的信息化社会里,电子产品不但在性能上不断增强,而且更新换代的频率也越来越快,造成这种现象的主要因素是生产制造技术和电子设计技术的发展。就目前的情况而言,电子设计技术的核心就是 EDA 技术,EDA 是以计算机为工作平台,融合电子技术、计算机技术等方面最新成果而研制成的通用软件。它主要能辅助集成电路设计和电子电路设计。

EDA 软件的种类多种多样,本书只介绍基于电路级仿真的 Multisim8 电路仿真软件。Multisim8 的前身 EWB 是加拿大 Interactive Image Technology 公司推出的用于电子电路仿真的虚拟电子工作台软件。与 EWB 相比较,Multisim8 的功能更加强大。Multisim8 不仅继承了 EWB 用户界面友好和使用直观的虚拟仪表的优点,还大大地丰富和加强了 EWB 的各类分立器件和集成芯片。Multisim8 还将最新的安捷伦测试仪器引入虚拟仪器中,这些优良的安捷伦测量仪器是其他仿真软件所没有的。安捷伦测试仪器的控制面板界面、旋钮操作以及测量结果和实际安捷伦仪器完全一样,使用户在使用 Multisim8 时更能产生身临其境的感觉。另外,加拿大 IIT 公司还向用户提供配套印制 PCB 版软件 Ultiboard8。用 Multisim8 进行仿真设计后的电子电路内容可以无缝连接到 Ultiboard8 进行印制电路板的设计。

Multisim8 是一个优秀的电子技术训练工具,是能够替代电子实验室中的多种传统仪器的虚拟电子实验室,具有灵活、成本低、高效率的特点。

为了使读者能够快速地掌握 Multisim8 的使用方法,本书在内容上做了如下的安排:第 1 章介绍 Multisim8 的背景和用户初次使用 Multisim8 所必须进行的基本操作,在此基础上还结合实例对 Multisim8 的所有菜单项和子菜单项进行了介绍;第 2 章介绍 Multisim8 为用户提供的虚拟分析的方法;第 3 章介绍 Multisim8 为用户提供的虚拟仿真仪器。第 4 章~第 7 章介绍 Multisim8 在电路分析、模拟电子线路、数字电子线路、高频电子线路的电路设计和仿真分析时的应用,也是对第 2 章的内容上的补充;最后一章介绍 EWB 的后端软件 Ultiboard8 的使用,将 Multisim8 和 Ultiboard8 联合起来进行电路仿真设计和 PCB 的制作进行了简要的说明。

本书的主要内容都是完全围绕 Multisim8 的使用而展开的,采取层层深入的方法,从基本操作到高级操作,简单的操作放在前面的章节,复杂的操作放在后面的章节并辅以实例,从易到难,基本将 Multisim8 的所有菜单项和工具栏的使用都做了详细的介绍,便于读者能较快地掌握 Multisim8 的使用方法。

为了便于读者自学,书中所用的电路均为常用的电子线路,并配以必要的原理和功能的解释,以方便读者对 Multisim8 的仿真结果的检验。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

编著者  
2006年3月

# 目 录

<b>第 1 章 Multisim8 的基本功能与基本操作</b> .....	1
1.1 Multisim8 简介 .....	1
1.2 Multisim8 的基本操作界面 .....	1
1.3 Multisim8 的菜单项和工具栏 .....	7
<b>第 2 章 Multisim8 的分析方法</b> .....	39
2.1 直流静态工作点分析 .....	39
2.2 交流分析 .....	42
2.3 瞬态分析 .....	43
2.4 傅里叶分析 .....	45
2.5 噪声分析 .....	47
2.6 噪声系数分析 .....	49
2.7 直流扫描分析 .....	50
2.8 灵敏度分析 .....	52
2.9 最坏情况分析 .....	53
2.10 参数扫描分析 .....	56
2.11 温度扫描分析 .....	59
2.12 零—极点分析 .....	60
2.13 传输函数分析 .....	62
2.14 蒙特卡罗分析 .....	63
2.15 线宽分析 .....	65
2.16 批处理分析 .....	66
2.17 用户自定义分析 .....	68
2.18 射频分析 .....	68
<b>第 3 章 Multisim8 的虚拟仪器使用方法</b> .....	69
3.1 数字万用表 .....	69
3.2 函数信号发生器 .....	71
3.3 瓦特表 .....	72
3.4 双通道示波器 .....	74
3.5 四通道示波器 .....	77
3.6 波特图仪 .....	78
3.7 频率计 .....	80
3.8 字信号发生器 .....	82

3.9	逻辑分析仪	84
3.10	逻辑转换仪	86
3.11	IV分析仪	87
3.12	失真分析仪	89
3.13	频谱分析仪	90
3.14	网络分析仪	92
3.15	安捷伦仪器	94
3.15.1	安捷伦万用表	95
3.15.2	安捷伦示波器	96
3.15.3	安捷伦函数发生器	100
<b>第4章</b>	<b>Multisim8 在电路分析中的应用</b>	<b>103</b>
4.1	基尔霍夫定律	103
4.1.1	基尔霍夫电流定律	103
4.1.2	基尔霍夫电压定律	104
4.2	电路分析方法的验证	105
4.3	常用电路定理的验证	106
4.3.1	戴维南定理	106
4.3.2	诺顿定理	107
4.3.3	特勒根定理	108
4.4	Multisim8 在谐振电路中的应用	108
4.5	Multisim8 在二端口网络中的分析应用	111
<b>第5章</b>	<b>Multisim8 在模拟电路中的应用</b>	<b>114</b>
5.1	单管放大电路的分析	114
5.1.1	静态工作点的分析	114
5.1.2	晶体管单管放大电路的动态分析	115
5.1.3	定制放大电路	118
5.1.4	Multisim8 的电路后处理功能	120
5.2	Multisim8 在集成电路中的应用	122
5.2.1	同相比例放大集成电路	122
5.2.2	多级同相比例放大集成电路	123
5.3	分析滤波电路	127
5.3.1	滤波电路的分析	127
5.3.2	滤波电路的定制	130
5.4	Multisim8 在运算电路中的应用	133
5.4.1	比例运算电路	133
5.4.2	基本运算电路	134
5.4.3	积分和微分运算电路	135
5.5	Multisim8 在反馈电路中的应用	136
<b>第6章</b>	<b>Multisim8 在数字电路中的应用</b>	<b>139</b>

6.1	分析组合逻辑电路 .....	139
6.1.1	组合逻辑电路的分析 .....	139
6.1.2	组合逻辑电路的设计 .....	142
6.2	时序逻辑电路的分析应用 .....	144
6.2.1	计数器的仿真 .....	144
6.2.2	分频器的仿真 .....	152
6.3	Multisim8 在 555 定时器电路中的应用 .....	154
6.3.1	555 定时器的创建 .....	154
6.3.2	定制 555 定时器电路 .....	156
6.4	Multisim8 在 A/D 和 D/A 转换中的应用 .....	160
<b>第 7 章</b>	<b>Multisim8 在非线性电路中的应用 .....</b>	<b>166</b>
7.1	Multisim8 在振荡电路中的应用 .....	166
7.1.1	LC 振荡电路 .....	166
7.1.2	晶体振荡电路 .....	171
7.2	直流稳压电源的分析 .....	172
7.3	调制解调电路的仿真 .....	173
7.3.1	普通调制电路 .....	173
7.3.2	单边带调制电路的仿真 .....	175
7.3.3	解调电路 .....	177
<b>第 8 章</b>	<b>Ultiboard8 在电路仿真中的应用 .....</b>	<b>184</b>
8.1	Ultiboard8 的基本工作界面 .....	184
8.2	Ultiboard8 中的常用操作 .....	185
8.2.1	标准工具栏的常用功能 .....	185
8.2.2	View 工具栏 .....	186
8.2.3	Main 工具栏 .....	186
8.2.4	The Select 工具栏 .....	193
8.3	器件属性的编辑 .....	193
8.3.1	电路板的属性编辑 .....	193
8.3.2	元器件的属性编辑 .....	194
8.4	Ultiboard8 和 Multisim8 的组合使用 .....	196
	<b>参考文献 .....</b>	<b>207</b>



# 第 1 章 Multisim8 的基本功能与基本操作

## 1.1 Multisim8 简介

在当代社会中，计算机技术发展迅猛，并在全世界得到了广泛的普及。人类的许多活动都或多或少地依赖或借助于计算机的应用。与这个趋势相对应，用于使电子设计自动化的 EDA 技术随之而产生。EDA 技术借助于计算机的强大功能，使电子电路的设计、性能参数的仿真以及印制电路板等繁琐的任务变得轻而易举。

用于电路仿真的 EDA 工具有很多种，Multisim8 是早期的 Electronic Workbench(EWB) 的升级换代的产品。早期的 EWB 与 Multisim8 在功能上不能同日而语。Multisim8 提供了功能更强大的电子仿真设计界面，能进行射频、PSPICE、VHDL 等方面的仿真。Multisim8 提供了更为方便的电路图和文件管理功能。更重要的是，Multisim8 使电路原理图的仿真与完成 PCB 设计的 Ultiboard8 仿真软件结合构成了新一代的 EWB 软件，使电子线路的仿真与印制电路板的制作更为高效。

下面将对 Multisim8 的基本功能与基本操作做一个简单的介绍，使读者能够较快地熟悉 Multisim8 的基本操作。

## 1.2 Multisim8 的基本操作界面

在完成 Multisim8 的安装之后，便可以打开安装好的电路，进行所需要的电路仿真、电路分析和综合等内容。

Multisim8 与 Windows 的操作界面极其类似，和 EWB、Multisim2001、Multisim7 等一样具有操作简便、易于使用的特点。

在打开 Multisim8 以后，Multisim8 以图 1-1 的形式呈现出来。这就是 Multisim8 的基本操作界面，新产生的电路原理图文件以 Multisim8 默认的名称 Circuit1 来命名。从图 1-1 可以看到，Multisim8 的基本操作界面包括：电路工作区、菜单栏、工具栏、元器件栏、仿真开关、电路元件属性视窗等，此基本操作界面就相当于一个虚拟电子实验平台。下面对它的各部分一一加以介绍。

### 1. 菜单栏

Multisim8 的菜单栏和 Windows 的操作界面极其类似，如图 1-2 所示。在菜单栏中提供了文件操作、文本编辑、放置元器件等选项。

#### (1) FILE 菜单

此菜单提供了打开、新建、保存文件等操作，用法与 Windows 类似，在此不再叙述。

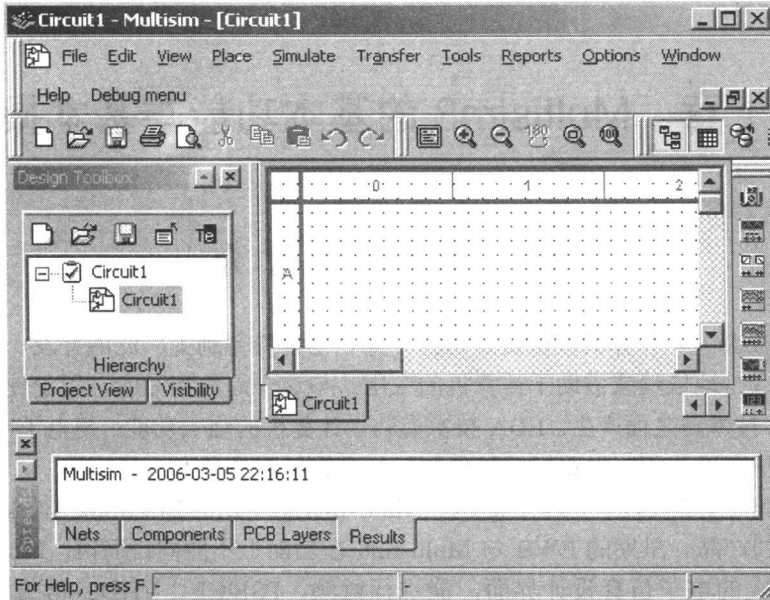


图 1-1

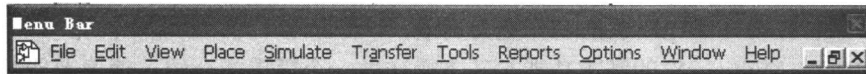


图 1-2

## (2) EDIT 菜单

此菜单提供了 Undo、Redo、Cut、Copy、Paste、Delete、Find 和 Select All 选项，用法与 Windows 类似，在此不再叙述。

## (3) View 菜单

此菜单提供了以下功能：全屏显示，缩放基本操作界面，绘制电路工作区的显示方式，以及扩展条、工具栏、电路的文本描述、工具栏是否显示。

## (4) Place 菜单

此菜单提供绘制仿真电路所需的元器件、节点、导线，各种连接接口，以及文本框、标题栏等文字内容。

## (5) Simulate 菜单

此菜单提供启停电路仿真和仿真所需的各种仪器仪表；提供对电路的各种分析（如放大电路的静态工作点分析）；设置仿真环境以及 PSPICE、VHDL 等仿真操作。

## (6) Transfer 菜单

此菜单提供仿真电路的各种数据与 Ultiboard8 和其他 PCB 软件的数据相互传送的功能。

## (7) Tools 菜单

此菜单主要提供各种常用电路如：放大电路、滤波器、555 时基电路的快速创建向

导。用户也可以通过 Tools 菜单快速创建自己想要的电路。另外各种电路元器件都可以通过 Tools 菜单修改其外部形状。

#### (8) Report 菜单

此菜单主要用于产生指定元件存储在数据库中的所有信息和当前电路窗口中所有元件的详细参数报告。

#### (9) Options 菜单

此菜单提供根据用户需要自己设置电路功能、存放模式以及工作界面功能。

#### (10) Window 菜单

此菜单提供对一个电路的各个多页子电路以及不同的各个仿真电路同时浏览的功能。

#### (11) Help 菜单

单击 Help 菜单，可打开 Help 窗口，其中含有帮助主题目录、帮助主题索引以及版本说明等选项。

### 2. 设计工具箱

设计工具箱如图 1-3 所示，它位于基本工作界面的左半部分，主要用于层次电路的显示，例如，Multisim8 刚刚启动时，自动默认命名的 Circuit1 电路就以分层的形式展示出来。

Hierarchy 选项用于对不同电路的分层显示。单击图 1-3 中的  将生成 Circuit2 电路，两个电路以层次化的形式表现。

Project View 选项用于显示同一电路的不同页。

Visibility 选项用于设置是否显示电路的各种参数标识。如集成电路的引脚名、引脚号。

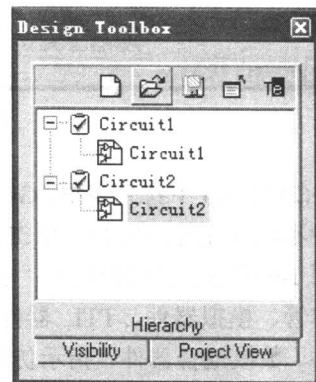


图 1-3

### 3. 扩展条（电路元件属性视窗）

扩展条位于图 1-1 中的最下方。主要在检验电路是否存在错误时用来显示检验结果以及当前电路文件中所有元件属性的统计窗口，可以通过该窗口改变元件部分或全部的属性。

### 4. 工作电路区

工作电路区是基本工作界面的最主要部分，用来创建用户需要检验的各种实际电路。下面将以具体实例来显示。

#### 例 1-1 简单电阻串联分压电路。

具体步骤如下所述。

第一步：选取元件。选取一个 12V 电源，一个参考接地点，以及一个 20k $\Omega$  电阻和一个 30k $\Omega$  电阻。为建立该实验仿真电路，单击菜单栏中的 Place/Component，弹出如图 1-4 所示的对话框。此对话框中包括以下几个部分。

(1) Database 下拉列表框。单击该框后可以看到 3 个选项，如图 1-5 所示。其中，Master Database 表示主元器件库，Corporate Database 表示公司元器件库，User Database 表示用户元器件库。主元器件库中存储了大量常用的元器件。仿真时所需的器件基本都能从主元器件库中找到。后两者是为用户的特殊需要而设计的。

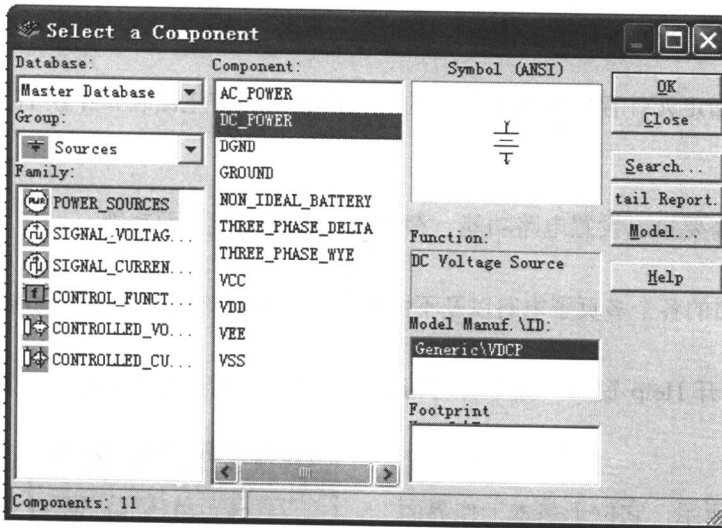


图 1-4

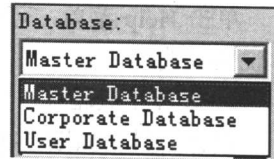


图 1-5

(2) Group 下拉列表框。Group 即为某一元器件库中的各种不同族元件的集合。单击该框后出现 14 种元件族，如图 1-6 所示。它们分别为：电源、基本元件族、二极管、晶体管、模拟器件、TTL 器件族、CMOS 器件族、数字器件、数模混合器件、指示仿真结果器件、其他器件、射频器件、机械电子器件族和梯形图器件。

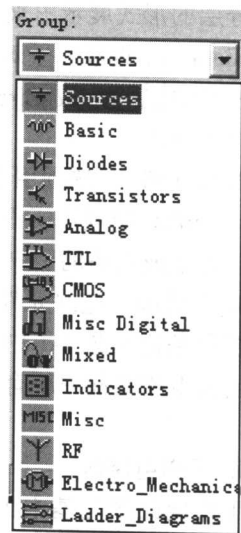


图 1-6

从中可以看出选择元器件时，首先应确定某一数据库，然后确定元件族，接着确定某种系列。在本例中，首先选择+12V 直流电源，再在 Database 框中选中 Master Database，在 Group 框中选择 Sources，这时在 Family 框中出现了对应于电源族器件的 6 种不同的系列——依次分别为直流电压源、单信号交流电压源、单信号交流电流源、控制函数、受控电压源和受控电流源。对于本例，自然选择 POWER\_SOURCE 系列。选中后对话框变为图 1-4 所示，这时在 Select a

Component 对话框中的 Component 框中一共列出了 11 个具体元件。单击每一个选项后，在右侧的 Symbol、Function、Model Manuf 等栏中都会给出元器件的外型、功能、封装模式等的描述。

本例中按图 1-4 完成设置，然后单击 OK 按钮，我们会看到在用户的绘制电路工作区有一个直流电源的虚影在随着鼠标移动，将鼠标移到相应位置后单击鼠标左键，此时，一个直流电源已经放置在工作区中。

按照同样的方法放置一个参考接地点 20kΩ 电阻和一个 30kΩ 电阻。

第二步：连接元件之间的导线。待所有的元器件都已经放置于工作区中后，开始

连接导线。将鼠标移动到所要连接的器件的某个引脚上，这时，鼠标指针会变成中间有实心黑点的十字型。单击鼠标后，再次移动鼠标，就会拖出一条黑虚线，将此黑虚线移动到所要连接的元件的引脚时，再次单击鼠标，这时就会将两个元器件的引脚连接起来。

第三步：分析仿真电路。Multisim8 为仿真电路提供了两种分析方法，即利用 Multisim8 提供的虚拟仪表观测仿真电路的某项参数和利用 Multisim8 提供的分析功能。

本例中选择第一种分析方法：单击 Simulate/Instruments/Multimeter，与放置元器件类似，此时随着鼠标指针移动的是一个万用表。完成万用表的放置后，将万用表按前述方法与电阻相连。然后双击万用表的图标，就出现如图 1-7 所示的界面。也可以采用第二种分析方法，这时只需单击 Simulate/Analysis 即可。这两种分析方法实质上是等同的，只是对于 Multisim8 的操作来说稍有不同。

按照上述办法连接的电路如图 1-8 所示。电路连接好以后，就可以开始仿真操作，单击 Simulate/Run，仿真开始。从万用表中可以看到仿真的结果。

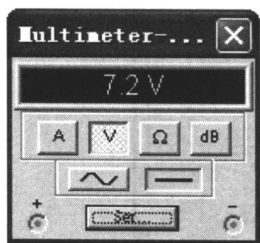


图 1-7

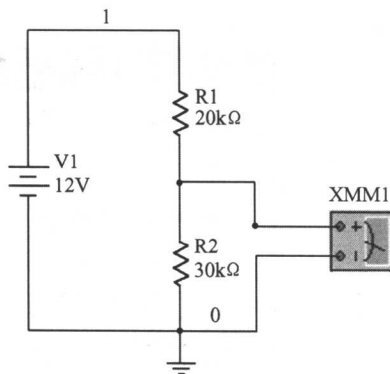


图 1-8

第四步：保存电路。

创建电路、编辑电路、仿真分析等工作完成后，就可以将电路文件存盘。存盘的方法与其他 Windows 应用软件一样，第一次保存新创建的电路文件时，默认的文件名为 Circuit.ms8，当然，也可以更改文件名和存放路径。

第五步：说明扩展条

在创建了一个电路以后，可以通过 Multisim8 的电路元件属性视窗来查看电路元件的属性，如图 1-9 所示。

从图 1-9 中可以看出，对于本例中的简单电阻分压电路来说，组成该电路的所有元器件的清单均通过电路元件属性视窗展示出来。在该窗口中列出了元器件的标识号，所属的数据库和元件系列参数值以及封装模式等信息。如以+12V 的直流电源为例，在电路元件属性视窗中可以清楚地看到它的标识号为 V1，属于 POWER\_SOURCE 系列，数值为 12V 等。还可以通过电路元件属性视窗快速地更改元件的部分或某一属性。例如，在本例中，改变直流电压源的数值大小。可以通过电路元件属性视窗来进行，方法如

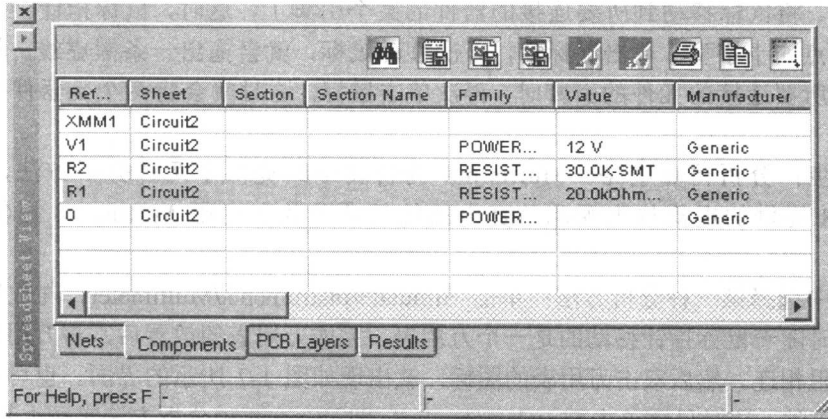


图 1-9

下：鼠标指向电路元件属性视窗中的 Component 选项卡中的 Value 选项后，双击 12V 字体，弹出如图 1-10 所示的对话框。

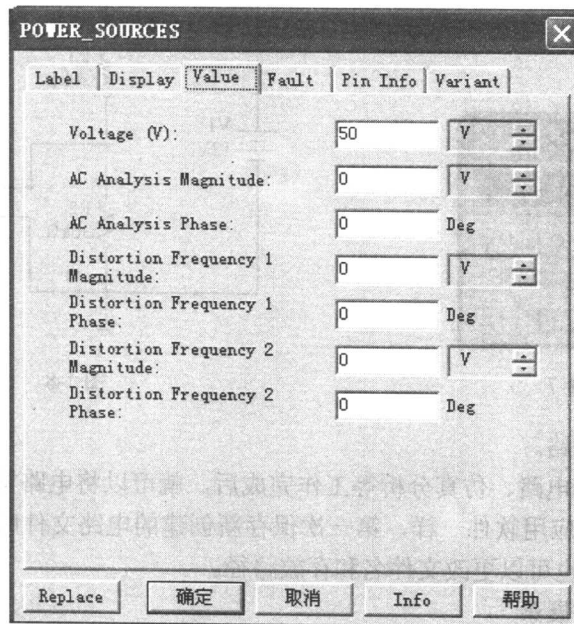


图 1-10

在如图 1-10 所示的对话框中，单击 Value 标签，打开其选项卡，在其中可以根据需要输入电源的大小（Voltage）以及交流分析的幅度、相位（Magnitude/Phase）等参数。本例中，在 Voltage 文本框中输入 50V。然后单击“确定”，退出该对话框。这时电路工作区中直流电源的值已经变为+50V。

注意：不是所有的元器件的任何属性都可以通过电路元件属性视窗来修改。一般此方法仅适用于理想的虚拟元器件。例如：本例中的电阻是实际电阻，其大小不能通过电

路元件属性视窗改变。

以上就是使用 Multisim8 分析电路的最简单的过程,当然 Multisim8 的功能远远不止于此,在后面还将继续说明 Multisim8 的其他更强大、更高级的用途和用法。上例只是为了说明使用 Multisim8 的最一般的方法。即首先建立电路,然后根据给定的虚拟仪器和用户的需求对仿真电路进行分析。如果达不到实际要求,可以改动电路中的元件继续测试,直到得到正确结果。

从上例可以看到, Multisim8 的仿真功能可以大大缩短测试电路的时间,它将以前在实验室进行的工作全部转移到 PC 上了,实现了用软件来代替硬件实验的功能。

### 1.3 Multisim8 的菜单项和工具栏

在 1.2 节中我们简单地介绍了 Multisim8 的基本操作过程,本节将比较仔细地介绍 Multisim8 的其他基本操作和命令。

Multisim8 的用户界面主要由菜单栏、工具栏、项目栏、状态栏以及电路元件属性视窗和电路窗口组成。Multisim8 的菜单栏如图 1-2 所示。下面对其中的菜单一一介绍。

#### 1. File 菜单

此菜单提供了打开、新建、保存文件等操作。用法与 Windows 类似,此处不再叙述。

#### 2. Edit 菜单

单击 Edit,弹出图 1-11 所示菜单。其中,Undo、Redo、Cut、Copy、Paste、Delete、Find 和 Select All 选项的用法与 Windows 类似,此处不再叙述。下面介绍以下一些选项。

(1) Delete Multi-Page: 删除多页电路中的某一页文件。

(2) Paste as Subcircuit: 将电路复制为子电路。

(3) Find: 寻找元件。执行该命令后,弹出如图 1-12 所示的对话框。

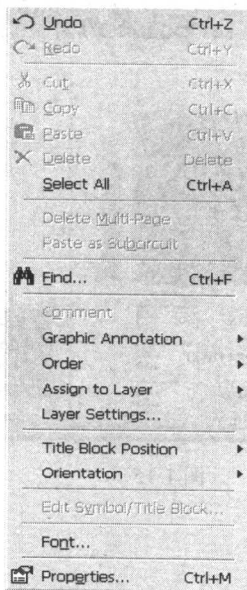


图 1-11

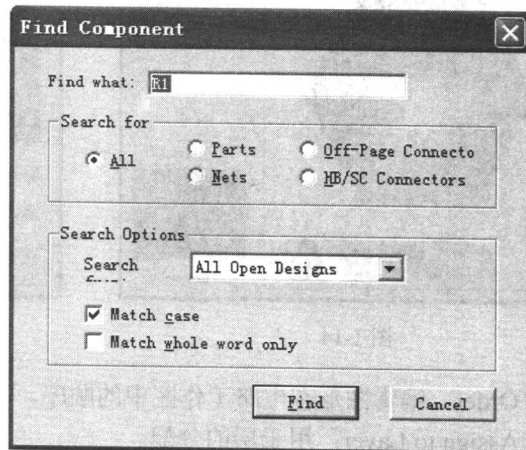


图 1-12

其中，Find what 选项用于输入所要查找的器件名称。Search for 选项用于设置查找对象：All 表示当前所有电路文件，Parts 表示部分电路，Off-Page Connectors 表示多页电路的连接，Nets 表示用于搜索网络器件，HB/SC Connectors 表示设置了连接器的电路。Search Options 选项用于设置查找范围：当前的电路和所有打开的电路。其余两项用于设置搜索时字符匹配方式任意匹配和完全匹配。

按照图 1-12 所设置的选项进行查找，可以得到，如图 1-13 的结果。

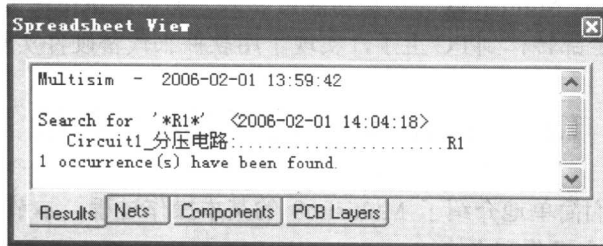


图 1-13

注意：在 Multisim8 中搜索时，对元器件名称的大小写要严格区分。

从图 1-13 中可以看到，用 Edit 菜单中进行查找的结果显示于电路元件属性视窗的 Results 选项卡中。右击 Spreadsheet View 对话框中的空白处，可以清除查找的结果。

(4) Comment: 编辑仿真电路的注释。

(5) Graphic Annotation: 编辑图形注释，利用它可以改变导线的颜色等设置，方法是：首先单击 Select All，选中电路窗口中的所有元件，然后鼠标指向 Graphic Annotation，选择 Pen Color 项，弹出图 1-14 所示的对话框。也可以自定义颜色，单击 Custom 标签，在弹出的图 1-15 所示的对话框中设置相关参数。

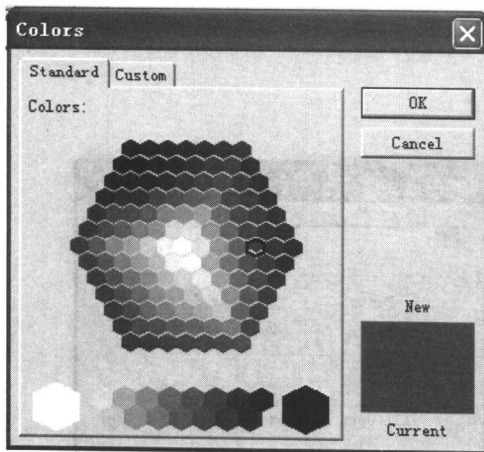


图 1-14

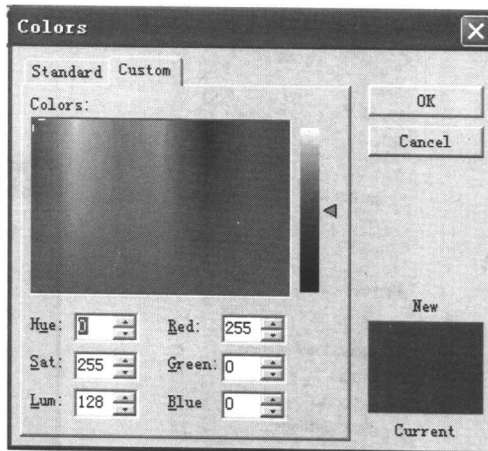


图 1-15

(6) Order: 编辑图形在电路工作区中的顺序。

(7) Assign to Layer: 用于层的分配。

(8) Layer Setting: 用于层的设计。



(9) Title Block Position: 设置标题栏在电路工作区中的位置。

(10) Orientation: 调整电路元件方向, 包括水平调整、垂直调整、顺时针旋转 90°、逆时针旋转 90°。

(11) Edit Symbol/ Title Block: 编辑电路元件的外型或标题栏的形式。在电路工作区中选中某个元件, 如图 1-8 中我们首先选择直流电阻 R1, 单击 Edit Symbol/ Title Block 后, 出现图 1-16 所示的对话框。其下半部分为器件外型编辑窗口, 如图 1-17 所示。在 Length 项中提供了 Short、Regular、Long、Extra Long 这 4 个针对 R1 电阻引脚的备选项。本例中选中 Extra Long 项, 在临时窗口中保存后, 返回 Multisim8 的基本工作界面, 在电路窗口中观察到电阻引脚的变化, 会发现电阻的引脚变长了。

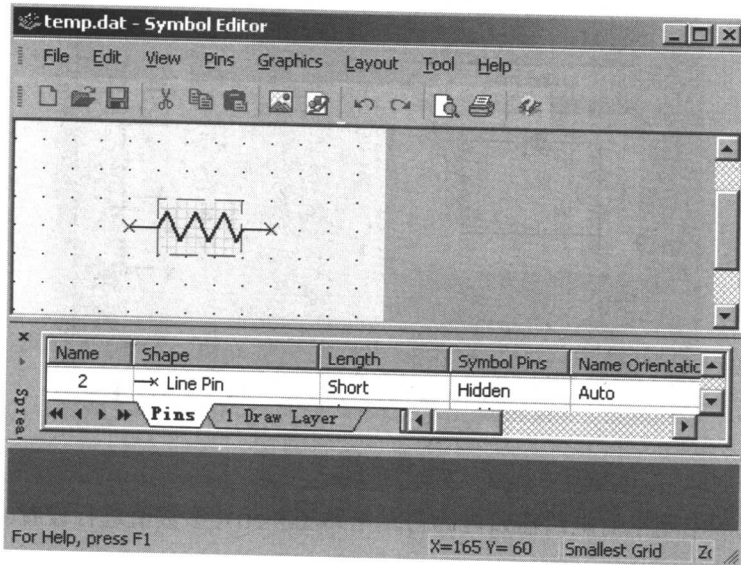


图 1-16

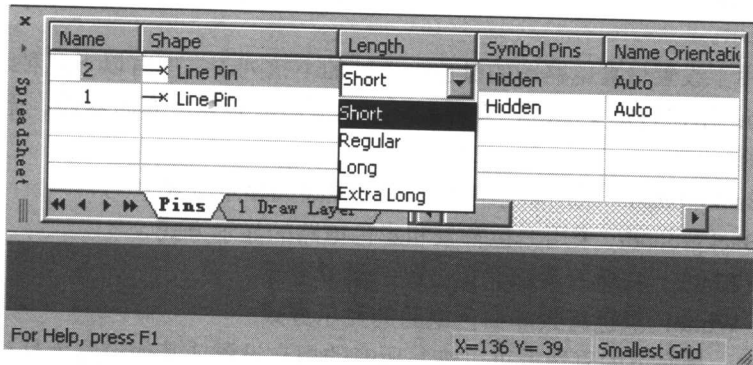


图 1-17

(12) Font: 设置字体。可以用于对电路窗口中的元器件的标识号、参数值等进行设置, 与 Word 用法类似。

(13) Properties: 显示属性编辑窗口。单击 Properties 选项, 弹出如图 1-18 所示的对话框。其中有 6 个标签, 在对应的选项卡中包括了对电路窗口各个方面的设置。