

熊 伟 侯传教 梁 青 孟 涛 编著



Electronics
WORKBENCH

Multisim 7

电路设计及仿真应用



清华大学出版社

Multisim 7 电路设计及仿真应用

熊 伟 侯传教 梁 青 孟 涛 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是一本易学易用、编排科学、实用性很强的 Multisim 学习用书。它可以引导读者轻松入门,快速提高。

全书分为 3 篇,共 16 章。基础篇主要介绍 Multisim 7 的基本操作方法和各种分析功能,包括 Multisim 7 概述、创建电路图的基本操作、元件库与元件、使用虚拟仪器、基本分析方法等。提高篇针对 Multisim 7 仿真软件颇具特色的功能进行较为详细的介绍,包括电路图的高级操作、用户自定义分析、射频电路的仿真分析、仿真电路的处理、基于 Multisim 7 的 VHDL 仿真、虚拟安捷伦仪表的功能与应用等。应用篇主要介绍 Multisim 7 在电子类课程如电路分析、低频电子线路、脉冲与数字电路、高频电子线路以及在电路故障诊断中的应用。本书所选仿真实例覆盖了以上课程的全部实验内容、基本理论和功能电路。配书光盘收录了 Multisim 7 (Demo 版)软件、仿真实例和教学幻灯片。

本书内容充实,实例丰富,适合作为高等院校电子、微电子等电子类专业的教材,也可作为相关工程技术人员进行电路设计的参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

Multisim 7 电路设计及仿真应用/熊伟等编著. —北京:清华大学出版社, 2005.7

ISBN 7-302-11334-3

I. M… II. 熊… III. 电子电路-电路设计:计算机辅助设计-应用软件, Multisim 7

IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 075296 号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 客户服务:010-62776969

组稿编辑:欧振旭

文稿编辑:刘 丽

封面设计:姜凌娜

版式设计:俞小红

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:203×260 印张:23.5 字数:540 千字

版 次:2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-11334-3/TN·263

印 数:1~5000

定 价:36.00 元(附光盘 1 张)

前言

随着时代的发展,计算机技术在电子电路设计中发挥着越来越大的作用。20 世纪 80 年代后期,出现了一批优秀的电子设计自动化 (Electronic Design Automation, EDA) 软件,如 PSPICE、EWB 等,EDA 软件工具代表着电子系统设计的技术潮流,已逐步成为电子工程师理想的设计工具,也是电子工程师和高等院校电子类专业学生必须掌握的基本工具。

目前,我国高等院校都在加强 EDA 实验室的软、硬件建设,加强学生对 EDA 技术的掌握。在 EDA 软件方面,许多高等院校相继引入加拿大 IIT (Interactive Image Technologies) 公司推出的电子设计自动化软件 EWB,把它作为电子类专业课程教学和实验的一种辅助手段。EWB 软件从 20 世纪 90 年代初期的 EWB 4.0 逐步升级到 EWB 5.0、Multisim V6,随后 IIT 公司对 EWB 软件进行较大的变动,于 2001 年推出系列化 EDA 软件 Multisim 2001、Ultiboard 2001 和 Commsim 2001。其中, Multisim 2001 保留了 EWB 软件的界面直观、操作方便、易学易用的特点,增强了软件的仿真测试和分析功能。IIT 公司开设了 EdaPARTS.com 网站,为用户提供元器件模型的扩充和技术支持。2003 年 8 月, IIT 公司又对 Multisim 2001 进行了较大的改进,升级为 Multisim 7。本书以最新推出的 Multisim 7 (教育版) 仿真软件为主,全面介绍该软件的基本操作、各种分析功能及其应用。本书主要针对高等院校本科生开设 EDA 教学使用,也可作为研究生、电子工程师仿真分析设计电路的参考用书。

全书共分为 3 篇。基础篇主要介绍 Multisim 7 的基本操作方法和各种分析功能。例如,创建电路图、元件库与元件、各种虚拟仪表以及对电路的基本分析。为了使读者尽快掌握 Multisim 7 仿真软件的基本功能,这些内容的阐述都结合具体的仿真实例进行。提高篇针对 Multisim 7 仿真软件颇具特色的功能进行较为详细的介绍。其中,第 6 章介绍 Multisim 7 的高级操作,有助于提高创建电路图的效率和质量。如编辑元件属性,查看电子表格,编辑标题栏,放置总线,创建子电路、分级电路和多页电路等。第 7 章介绍利用 SPICE 语言来创建和仿真电路。第 8 章主要介绍 Multisim 7 仿真软件中射频元件的模型、相关的仪表和射频电路的仿真。第 9 章主要介绍电路仿真后产生的各种报告、对输出节点进行某种数学运算以及与其他 Windows 应用软件之间电路信息的相互交换。第 10 章主要介绍 Multisim 7 仿真软件选配的 VHDL 设计软件 (MultiHDL VHDL) 的基本操作和使用。第 11 章主要介绍 Multisim 7 仿真软件提供 Agilent 的数字万用表 34401A、函数信号发生器 33120A 和示波器 54622D 这 3 个虚拟仪表。这些虚拟仪表不仅具有与实际仪表相同的功能,而且具有相同的面板,能完成实际仪表的各种操作。应用篇主要介绍 Multisim 7 在电子电路故障诊断和电类课程如电路分析、低频电子线路、脉冲与数字电路以及高频电子线路中的实际应用。所选仿真实例覆盖以上课程的全部实验内容以及基本理论和功能电路。配书光盘收录了书中所有的仿真实例,都经过 Multisim 7 仿真软件的仿真,并具有可重复性,拥有正版的 Multisim 7 (不含 Demo 版) 的读者,都可以打开仿真。此外,配书光盘还收

录了 Multisim 7 仿真软件的 Demo 版和教学幻灯片。

本书由熊伟主编。熊伟编写了第 1、6、7、8、9 章，侯传教编写了第 10、11、13、14、16 章，梁青编写了第 2、3、4、5、12 章，孟涛、熊伟共同编写了第 15 章。李新建、郝伟、朱晓鹏、蔡志新、陈鹏、常智礼和钱巍等人参与了部分内容的编写。杨光、李月霞、秦昌雷、杨阳、郭伟和武斌等人参与了原始资料的翻译工作。熊伟负责全书统稿，并对部分内容进行了修订和重新编写。

此外，赵世强、杨智敏和赫建国等老师初审了部分章节，并提出良好的建议。严玉国老师为本书的编写提供了部分资料。在此，对以上同志的大力支持表示深切的谢意。

本书在编写过程中，主要参考了加拿大 IIT 公司的 Multisim 7 User Guide, Multisim 7 Component Reference 及 Multisim 7 Getting Started & Tutorial Guide; 郑步生、吴渭编著的《Multisim 2001 电路设计及仿真入门与应用》。在此向加拿大 IIT 公司和郑步生、吴渭老师致谢。

编写工作得到了 Multisim 7 仿真软件在中国总代理——北京掌宇金仪科教仪器有限公司潘文升先生的大力支持，在此表示感谢。也感谢北京掌宇公司西安分公司的李景明先生、张尊民先生、陈玲女士等所提供的帮助。感谢空军工程大学电子技术实验中心和西安邮电学院电子与信息工程系同仁的大力支持。

对加拿大 IIT 公司授权编写本书，并允许在本书配书光盘中提供 Multisim 7 (Demo 版) 仿真软件表示感谢。

因编者水平有限，加之时间仓促，仿真电路涉及知识广，书中有不妥之处，恳请读者批评指正。

作 者

2005 年 6 月

目 录

基 础 篇

第 1 章 Multisim 7 概述	2
1.1 EWB 与 Multisim 7	2
1.2 Multisim 7 的安装	4
1.3 Multisim 7 用户界面	8
1.3.1 菜单栏	9
1.3.2 标准工具栏	12
1.3.3 仿真开关	12
1.3.4 图形注释工具栏	12
1.3.5 项目栏	13
1.3.6 元件工具栏	13
1.3.7 虚拟工具栏	13
1.3.8 电路窗口	13
1.3.9 仪表工具栏	13
1.3.10 电路标签	14
1.3.11 状态栏	14
1.3.12 电路元件属性视窗	14
1.4 电路仿真实例	14
1.4.1 创建电路图	15
1.4.2 电路的仿真分析	19
1.5 习题	20
第 2 章 创建电路图的基本操作	22
2.1 电路界面的设置	22
2.2 元器件的选取操作	25
2.2.1 从元件工具栏中选取元件	25
2.2.2 启动菜单的放置元件命令	26
2.2.3 搜索所需的元件	26
2.2.4 从 In User List 中选取相 同的元件	27

2.2.5 放置虚拟元件	27
2.2.6 放置三维立体元件	29
2.3 线路的连接	29
2.3.1 元件的连接	29
2.3.2 放置节点	30
2.3.3 连线的调整	31
2.3.4 连线颜色的设置	31
2.3.5 删除连线	31
2.4 添加文本	32
2.4.1 添加元器件的标识	32
2.4.2 修改节点号	32
2.4.3 添加文本	32
2.4.4 添加电路描述窗	33
2.4.5 添加标题栏	34
2.5 电路图创建举例	34
2.5.1 振幅调制电路	35
2.5.2 十进制计数器	36
2.6 习题	36
第 3 章 元件库与元件	39
3.1 Multisim 7 的元件库	39
3.2 Multisim 7 的元件	39
3.2.1 电源库	40
3.2.2 基本元件库	40
3.2.3 二极管库	41
3.2.4 晶体管库	41
3.2.5 模拟集成元件库	41
3.2.6 TTL 元件库	41
3.2.7 CMOS 元件库	42
3.2.8 其他数字元件库	43
3.2.9 混合器件库	43
3.2.10 指示器件库 (Indicators)	44

3.2.11 其他器件库 (Miscellaneous)	44	4.6.3 应用举例	61
3.2.12 射频器件库	44	4.7 逻辑分析仪	61
3.2.13 机电器件库	44	4.7.1 逻辑分析仪的连接	61
3.3 元器件库的管理	45	4.7.2 逻辑分析仪的面板设置	62
3.3.1 元件系列的管理	45	4.7.3 应用举例	63
3.3.2 修改用户使用标题	47	4.8 逻辑转换仪	63
3.3.3 复制仿真元件	47	4.8.1 逻辑转换仪的连接	63
3.3.4 删除仿真元件	48	4.8.2 逻辑转换仪的面板操作	63
3.3.5 编辑仿真元件	49	4.8.3 应用举例	64
3.3.6 转换 Multisim 2001 的 数据库	49	4.9 失真分析仪	65
3.4 习题	50	4.9.1 失真分析仪的连接	65
第 4 章 使用虚拟仪器	52	4.9.2 失真分析仪的面板设置	65
4.1 数字万用表	52	4.9.3 应用举例	66
4.1.1 数字万用表的连接	52	4.10 习题	66
4.1.2 数字万用表的设置	53	第 5 章 基本分析方法	68
4.1.3 应用举例	54	5.1 直流工作点分析	68
4.2 函数信号发生器	54	5.2 交流分析	70
4.2.1 函数信号发生器的连接	54	5.3 瞬态分析	71
4.2.2 函数信号发生器的面板设置	54	5.4 傅里叶分析	72
4.2.3 应用举例	55	5.5 噪声分析	74
4.3 瓦特表	55	5.6 噪声系数分析	76
4.3.1 瓦特表的连接	55	5.7 失真分析	78
4.3.2 瓦特表的面板设置	55	5.8 直流扫描分析	79
4.3.3 应用举例	56	5.9 灵敏度分析	80
4.4 双踪示波器	56	5.10 参数扫描分析	82
4.4.1 双踪示波器的连接	56	5.11 温度扫描分析	84
4.4.2 双踪示波器的面板设置	56	5.12 零-极点分析	86
4.4.3 应用举例	57	5.13 传递函数分析	87
4.5 波特图仪	58	5.14 最坏情况分析	88
4.5.1 波特图仪的连接	58	5.15 蒙特卡罗分析	90
4.5.2 波特图仪的面板设置	58	5.16 线宽分析	91
4.5.3 应用举例	59	5.17 批处理分析	93
4.6 字信号发生器	59	5.18 习题	95
4.6.1 字信号发生器的连接	59		
4.6.2 字信号发生器的面板设置	60	提 高 篇	
		第 6 章 电路图的高级操作	98

6.1 编辑元件属性.....98	7.3 习题.....124
6.1.1 指定元件标识信息的显示.....98	第8章 射频电路的仿真分析.....126
6.1.2 查看元件的大小和模型.....98	8.1 射频元件.....126
6.1.3 在分析中如何使用元件.....100	8.1.1 射频传输线.....126
6.1.4 设置元件故障.....100	8.1.2 射频电阻.....126
6.2 使用弹出菜单.....101	8.1.3 射频电容.....127
6.3 元件数据表视窗.....101	8.1.4 射频电感.....127
6.3.1 元件数据表的元件标签页.....101	8.1.5 射频三极管.....127
6.3.2 元件数据表的网表标签页.....103	8.2 射频仪表.....127
6.3.3 元件数据表的PCB标签页.....103	8.2.1 频谱分析仪.....128
6.4 标题栏编辑器.....104	8.2.2 网络分析仪.....130
6.4.1 标题栏编辑器的菜单栏.....105	8.3 射频电路的仿真分析.....131
6.4.2 标题栏编辑器的工具栏.....107	8.3.1 射频特性分析.....131
6.4.3 标题栏数据表格视窗.....108	8.3.2 匹配网络分析.....133
6.5 总线.....108	8.4 射频电路的设计.....135
6.5.1 手动放置总线.....109	8.5 习题.....138
6.5.2 自动连接总线.....109	第9章 仿真电路的处理.....139
6.6 电气规则检查.....110	9.1 电路的统计信息报告.....139
6.7 项目管理.....111	9.1.1 元件列表清单.....139
6.7.1 建立项目文件.....111	9.1.2 元件详细信息报告.....140
6.7.2 项目文件管理.....112	9.1.3 网表报告.....141
6.7.3 项目文件中电路文件	9.1.4 电路图统计报告.....142
的管理.....112	9.1.5 空闲门报告.....142
6.8 子电路.....114	9.1.6 相互参照报告.....142
6.8.1 创建子电路的电路图.....114	9.2 仿真电路信息的输入/输出方式.....143
6.8.2 添加子电路.....114	9.2.1 将电路图输出到PCB设
6.8.3 编辑子电路.....115	计软件.....143
6.8.4 子电路替换元件.....115	9.2.2 仿真结果的输出.....144
6.9 分层电路的设计.....116	9.2.3 输出网表.....145
6.9.1 创建分层电路.....116	9.2.4 输入其他格式的电路图
6.9.2 创建新分层模块.....117	文件.....145
6.9.3 应用举例.....117	9.2.5 输入SPICE或PSPICE
6.10 多页电路的设计.....120	网表文件.....145
6.11 习题.....122	9.3 后处理器.....145
第7章 用户自定义分析.....123	9.3.1 后处理器的基本操作.....146
7.1 创建和仿真SPICE文件.....123	9.3.2 仿真实例.....147
7.2 SPICE文件导入Multisim 7.....124	9.3.3 后处理器变量.....148

9.3.4	后处理器函数	149
9.4	习题	151
第 10 章	基于 Multisim 7 的 VHDL 仿真.....	153
10.1	Multisim 7 的 VHDL 仿真平台	153
10.1.1	概述	153
10.1.2	MultiHDL VHDL 的项目	154
10.1.3	VHDL 模块文件的编辑	156
10.1.4	VHDL 测试文件的编辑	158
10.1.5	MultiHDL VHDL 仿真	160
10.2	创建 VHDL 模型的元件	165
10.2.1	创建元件的 VHDL 模块	166
10.2.2	创建元件的符号	166
10.3	含 VHDL 模型元件和 SPICE 模型元件的混合电路仿真	170
10.4	习题	170
第 11 章	虚拟安捷伦仪表的功能与应用	172
11.1	Agilent 数字万用表— Agilent 34401A	172
11.1.1	常用参数的测量	172
11.1.2	设置 Agilent 34401A 的 显示格式	174
11.1.3	Agilent 34401A 运算功能	175
11.1.4	Agilent 34401A 的触发 功能	177
11.2	Agilent 数字示波器—Agilent 54622D	178
11.2.1	Agilent 54622D 的校正	178
11.2.2	Agilent 54622D 示波器的 基本操作	180
11.2.3	Agilent 54622D 示波器触 发方式的调整	183
11.2.4	显示波形的延迟测量和 游标测量	184
11.2.5	使用 Agilent 54622D 示 波器的数学函数	185
11.3	Agilent 函数发生器—Agilent 33120A	188

11.3.1	Agilent 33120A 面板上按 钮的主要功能	189
11.3.2	用 Agilent 33120A 产生的 标准波形	190
11.3.3	用 Agilent 33120A 产生特 殊函数波形	194
11.3.4	用 Agilent 33120A 函数发 生器产生任意波形	196
11.4	习题	197

应 用 篇

第 12 章	Multisim 7 在电路分析中的 应用	200
12.1	电路的基本规律	200
12.1.1	欧姆定律	200
12.1.2	基尔霍夫电流定律	200
12.1.3	基尔霍夫电压定律	201
12.2	电阻电路的分析	202
12.2.1	直流电路网孔电流分析	202
12.2.2	直流电路节点电压分析	202
12.2.3	齐次定理	203
12.2.4	叠加定理	204
12.2.5	替换定理	204
12.2.6	戴维南定理	205
12.2.7	诺顿定理	206
12.2.8	特勒根定理	207
12.3	动态电路	207
12.3.1	电容器充电和放电	208
12.3.2	零输入响应	208
12.3.3	零状态响应	208
12.3.4	全响应	209
12.3.5	二阶电路的响应	210
12.4	正弦稳态分析	212
12.4.1	电路定理的相量形式	212
12.4.2	谐振电路	215
12.4.3	三相交流电路	216
12.5	习题	219

第 13 章 Multisim7 在模拟电子线路中的应用.....222	13.7 信号变换电路.....272
13.1 晶体管放大电路.....222	13.7.1 半波精密整流电路.....272
13.1.1 共发射极放大电路.....222	13.7.2 绝对值电路.....273
13.1.2 常见类型的基本放大电路的比较.....227	13.7.3 限幅电路.....273
13.1.3 场效应管及晶体管组合的放大电路.....233	13.7.4 电压电流 (U/I) 变换电路.....275
13.1.4 差动放大电路.....235	13.8 直流稳压电源.....276
13.1.5 低频功率放大电路.....238	13.8.1 线性稳压电源.....276
13.2 反馈放大电路.....240	13.8.2 降压式开关电源.....277
13.2.1 负反馈对放大器性能的主要影响.....240	13.8.3 升压式 DC/DC 转换器.....278
13.2.2 直流电流负反馈电路和交流电压负反馈电路.....245	13.9 习题.....278
13.3 集成运算放大器.....247	第 14 章 Multisim 7 在数字电路中的应用.....283
13.3.1 分离元件构成的简单集成运算放大器.....247	14.1 晶体管的开关特性.....283
13.3.2 集成运算放大器的交流小信号模型.....249	14.1.1 晶体二极管的开关特性.....283
13.4 信号运算电路.....252	14.1.2 晶体三极管的开关特性.....283
13.4.1 理想运算放大器的基本特性.....252	14.1.3 MOS 管的开关特性.....284
13.4.2 比例运算电路.....252	14.2 逻辑部件的测试.....285
13.4.3 求和电路.....255	14.2.1 TTL 与非门的测试.....285
13.4.4 积分电路和微分电路.....257	14.2.2 组合逻辑部件的功能测试.....286
13.4.5 对数和指数运算电路.....260	14.2.3 时序逻辑部件的功能测试.....287
13.5 有源滤波电路.....261	14.2.4 A/D 与 D/A 功能测试.....289
13.5.1 低通滤波器.....261	14.3 组合逻辑电路.....290
13.5.2 高通滤波器.....263	14.3.1 全加器的功能分析.....291
13.5.3 窄带带通滤波器.....264	14.3.2 利用四位全加器实现四位数据相加.....291
13.5.4 带阻滤波器.....264	14.3.3 编码器的扩展.....291
13.5.5 利用 Multisim 7 中的 Filter Wizard 设计滤波器.....265	14.3.4 用译码器实现一位全加器.....292
13.6 信号产生电路.....268	14.3.5 用数据选择器实现逻辑函数.....292
13.6.1 正弦波信号产生电路.....268	14.3.6 用门电路实现 2ASK、2FSK 和 2PSK 键控调制电路.....293
13.6.2 弛张振荡器.....270	14.3.7 静态冒险现象的分析.....294
	14.4 时序逻辑电路.....295
	14.4.1 智力竞赛抢答器.....296

14.4.2 模 7 计数器.....	296	15.3.3 电容三端式振荡器的改 进型电路.....	318
14.4.3 程序计数分频器.....	296	15.3.4 石英晶体振荡器.....	319
14.4.4 序列信号产生电路.....	298	15.4 振幅调制与解调电路.....	321
14.4.5 交通灯控制电路.....	298	15.4.1 普通振幅调制 (AM)	321
14.4.6 随机灯发生器.....	299	15.4.2 抑制载波的双边带 (DSB) 信号.....	323
14.5 数模和模数转换电路.....	300	15.4.3 单边带 (SSB) 信号的 特点.....	325
14.5.1 数模转换电路 (DAC)	300	15.4.4 检波电路.....	326
14.5.2 模数转换电路 (ADC)	304	15.5 混频器.....	331
14.6 555 定时器的应用.....	304	15.5.1 三极管混频器电路.....	331
14.6.1 用 555 定时器构成施密 特触发器.....	305	15.5.2 模拟乘法器混频电路.....	331
14.6.2 用 555 定时器构成单稳 态触发器.....	305	15.6 鉴频器.....	332
14.6.3 用 555 定时器构成多谐 振荡器.....	306	15.7 习题.....	333
14.6.4 用 555 定时器组成波群 发生器.....	308	第 16 章 Multisim 7 在故障诊断中的应用.....	335
14.7 习题.....	308	16.1 故障诊断概述.....	335
第 15 章 Multisim 7 在高频电子线路中 的应用.....	310	16.1.1 故障诊断的基本步骤.....	335
15.1 高频小信号谐振放大电路.....	310	16.1.2 仪表对电路测试的影响.....	336
15.1.1 高频小信号谐振放大电 路的组成.....	310	16.2 应用 Multisim 7 诊断电阻电路 和动态电路的故障.....	337
15.1.2 高频小信号谐振放大电 路的选频作用.....	311	16.2.1 电阻电路的故障诊断.....	337
15.1.3 高频小信号谐振放大电 路的通频带和矩形系数.....	311	16.2.2 动态电路的故障诊断.....	341
15.1.4 双调谐回路高频小信号 放大器.....	312	16.3 应用 Multisim 7 诊断模拟电路 的故障.....	344
15.2 高频功率放大电路.....	312	16.3.1 半导体元件故障对模拟 电路的影响.....	344
15.2.1 高频功率放大电路的原 理仿真.....	313	16.3.2 电压串联负反馈电路的 故障诊断.....	349
15.2.2 高频功率放大电路的外 部特性.....	314	16.4 应用 Multisim 7 诊断数字电路 的故障.....	353
15.3 正弦波振荡器.....	317	16.4.1 数字集成电路故障对数 字电路的影响.....	353
15.3.1 电感三端式振荡器.....	318	16.4.2 计数器电路的故障诊断.....	356
15.3.2 电容三端式振荡器.....	318	16.5 习题.....	358
		参考文献	361

第 1 篇



Electronics
WORKBENCH



multisim 7

Simulation & Capture

The purchaser is responsible for any copy of the software found in violation of the license agreement. Unauthorized duplication or distribution of this software application, or any portion of it is illegal and will be prosecuted to the full extent of the law. © 2003 Interactive Image Technologies. All rights reserved. <http://www.electronicworkbench.com>

基础篇

第 1 章 Multisim 7 概述

第 2 章 创建电路图的基本操作

第 3 章 元件库与元件

第 4 章 使用虚拟仪器

第 5 章 基本分析方法

第 1 章 Multisim 7 概述

随着时代的发展,计算机技术在电子电路设计中发挥着越来越大的作用。20 世纪 80 年代后期,出现了一批优秀的电子设计自动化(Electronic Design Automation, EDA)软件,如 PSPICE、EWB 等。EDA 软件工具代表着电子系统设计的技术潮流。本章介绍加拿大 IIT 公司(Interactive Image Technologies)具有代表性的 EDA 软件 Multisim 7 的特点、安装步骤和用户界面。

1.1 EWB 与 Multisim 7

Electronics Workbench(简称 EWB)是加拿大 IIT 公司于 20 世纪 80 年代末推出的电子线路仿真软件。它可以对模拟、数字和模拟/数字混合电路进行仿真,克服了传统电子产品的设计受实验室客观条件限制的局限性,用虚拟的元件搭建各种电路,用虚拟的仪表进行各种参数和性能指标的测试。因此,在电子工程设计和高校电子类教学领域中得到广泛应用。与其他电路仿真软件相比,EWB 具有以下特点:

1. 系统集成度高,界面直观,操作方便

EWB 软件把电路图的创建、电路的测试分析和仿真结果等内容都集成到一个电路窗口中。整个操作界面就像一个实验平台。创建电路所需的元器件、仿真电路所需的测试仪器均可以直接从电路窗口中选取,并且虚拟的元器件、仪器与实物外形非常相似,仪器的操作开关、按键同实际仪器也极为相似。因此,该软件易学易用。

2. 具备模拟、数字及模拟/数字混合电路的仿真

在电路窗口中既可以对模拟或数字电路进行仿真,还可以对模拟/数字混合电路进行仿真。

3. 提供较为丰富的元器件库

EWB 的元器件库提供了数千种类型的元器件及各类元器件的理想参数。用户还可以根据需要进行修改元件参数或创建新元件。

4. 电路分析手段完备

EWB 除了用 7 种常用的测试仪表来对仿真电路进行测试之外,还提供了电路的直流工作点分析、瞬态分析、傅里叶分析、噪声分析和失真分析等 14 种常用的分析方法。这些分析方法基本能满足一般电子电路的分析和设计要求。

5. 输出方式灵活

对电路进行仿真时,它可以储存测试点的数据、测试仪器的的工作状态、显示的波形以及电路元件的统计清单等内容。

6. 兼容性好

EWB 的元件库与 SPICE 的元件库完全兼容,电路文件可以直接输出到常见印刷电路板设计软件中,如 Protel、OrCAD 等。

随着技术的发展,EWB 软件也在进行不断升级,国内常见的升级版本有 EWB 4.0、EWB 5.0;发

展到 5.x 版本以后, IIT 公司对 EWB 进行较大的变动, 软件名称也变为 Multisim V6; 到了 2001 年, 该软件又升级为 Multisim 2001, 允许用户自定义元器件的属性, 可以把一个子电路当作一个元件使用, 并且开设了 EdaPARTS.com 网站, 为用户提供元器件模型的扩充和技术支持; 2003 年, IIT 公司又对 Multisim 2001 进行了较大的改进, 升级为 Multisim 7, 增加了 3D 元件以及安捷伦的万用表、示波器、函数信号发生器等仿实物的虚拟仪表, 使得虚拟电子工作平台更加接近实际的实验平台。具体来讲, Multisim 7 具有以下特点:

1. 用户界面直观

Multisim 7 沿袭了 EWB 界面的特点, 提供了一个灵活的、直观的工作界面来创建和定位电路。Multisim 7 (教育版) 考虑到学生的特点, 允许教师根据自身需要、课程内容和学生水平设置软件的用户界面, 以创建具有个性化的菜单、工具栏和快捷键。还可以使用密码来控制学生所接触的功能、仪器和分析项目。

2. 种类繁多的元件和模型

Multisim 7 提供的元件库拥有 13 000 个元件。尽管元件库很大, 但由于元件被分为不同的“系列”, 所以可以方便地找到所需要的元件。

Multisim 7 元件库含有所有的标准器件及当今最先进的数字集成电路。数据库中的每一个器件都有具体的符号、仿真模型和封装, 用于电路图的建立、仿真和印刷电路板的制作。

Multisim 7 还含有大量的交互元件、指示元件、虚拟元件、额定元件和三维立体元件。交互元件可以在仿真过程中改变元器件的参数, 避免为改变元器件参数而停止仿真, 节省了时间, 也使仿真的结果能直观反映元件参数的变化; 指示元件可以通过改变外观来表示电平大小, 给用户一个实时视觉反馈; 虚拟元件的数值可以任意改变, 有利于说明某一概念或理论观点; 额定元件通过“熔断”来加强用户对所设计的参数超出标准的理解; 3D 元件的外观与实际元件非常相似, 有助于理解电路原理图与实际电路之间的关系。

除了 Multisim 7 软件自带的主元件库外, 用户还可以建立“公司元件库”, 有助于一个团队的使用, 简化仿真实验室的练习和工程设计。Multisim 7 与其他软件相比, 能提供更多方法向元件库中添加个人建立的元件模型。

3. 元件放置迅速和连线简捷方便

在虚拟电子工作平台上建立电路的仿真, 相对比较费时的步骤是放置元件和连线, Multisim 7 可以使学生几乎不需要指导就可以轻易地完成元件的放置。元件的连接也非常简单, 只需单击源引脚和目的引脚就可以完成元件的连接。当元件移动和旋转时, Multisim 7 仍可以保持它们的连接。连线可以任意拖动和微调。

4. 进行 SPICE 仿真

对电子电路进行 SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) 仿真可以快速了解电路的功能和性能。Multisim 7 为模拟、数字以及模拟/数字混合电路提供了快速并且精确的仿真。Multisim 7 的核心是基于使用带 XSPICE 扩展的伯克利 SPICE 的强大的工业标准 SPICE 引擎来加强数字仿真的。Multisim 7 的界面对最为陌生的用户来说都是非常直观的。这使用户运用 SPICE 的功能而不必去担心 SPICE 复杂的句法。

5. 虚拟仪器

Multisim 7 提供了逻辑分析仪、安捷伦仪器、波特图仪、失真分析仪、频率计数器、函数信号发生

器、数字万用表、网络分析仪、频谱分析仪、瓦特表和字信号发生器等 18 种虚拟仪器，其功能与实际仪表相同。特别是安捷伦的 54622D 示波器、34401A 数字万用表和 33120A 信号发生器，它们的面板与实际仪表完全相同，各旋钮和按键的功能也与实际一样。通过这些虚拟器件，免去昂贵的仪表费用，用户们可以毫无风险地接触所有仪器，掌握常用仪表的使用。

6. 强大的电路分析功能

Multisim 7 除了提供虚拟仪表，为了更好地掌握电路的性能，还提供了直流工作点分析、交流分析、敏感度分析、3dB 点分析、批处理分析、直流扫描分析、失真分析、傅里叶分析、模型参数扫描分析、蒙特卡罗分析、噪声分析、噪声系数分析、温度扫描分析、传输函数分析、用户自定义分析和最坏情况分析等 19 种分析，这些分析在现实中有可能是无法实现的。

7. 强大的作图功能

Multisim 7 提供了强大的作图功能，可将仿真分析结果进行显示、调节、储存、打印和输出。使用作图器还可以对仿真结果进行测量、设置标记、重建坐标系以及添加网格。所有显示的图形都可以被微软 Excel、Mathsoft Mathcad 以及 LABVIEW 等软件调用。

8. 后处理器

利用后处理器，可以对仿真结果和波形进行传统的数学和工程运算。如算术运算、三角运算、代数运算、布尔代数运算、矢量运算和复杂的数学函数运算。

9. RF 电路的仿真

大多数 SPICE 模型在进行高频仿真时，SPICE 仿真的结果与实际电路测试结果相差较大，因此对射频电路的仿真是不准确的。Multisim 7 提供了专门用于射频电路仿真的元件模型库和仪表，以此搭建射频电路并进行实验，提高了射频电路仿真的准确性。

10. HDL 仿真

利用 MultiHDL 模块（需另外单独安装），Multisim 7 还可以进行 HDL（Hardware Description Language，硬件描述语言）仿真。在 MultiHDL 环境下，可以编写与 IEEE 标准兼容的 VHDL 或 Verilog HDL 程序，该软件环境具有完整的设计入口、高度自动化的项目管理、强大的仿真功能、高级的波形显示和综合调试功能。

针对不同用户的需要，Multisim 7 发行了增强专业版（Power Professional）、专业版（Professional）、个人版（Personal）、教育版（Education）、学生版（Student）和演示版（Demo）。各版本的功能和价格也有明显的不同，本书以 Multisim 7 教育版为例，系统地介绍 Multisim 7 的主要功能以及在电路分析、模拟电子线路、脉冲与数字电路、高频电子线路等电子技术课程中的应用。

1.2 Multisim 7 的安装

Multisim 7 教育版的安装可分为单机用户版和网络版安装。单机用户版用于在一台没有联网的计算机上安装 Multisim 7。网络版则用于在网络或者几台独立的计算机上安装 Multisim 7。安装的步骤与一般的 Windows 软件不同，安装 Multisim 7 一般需要 3 个阶段，下面以单机用户版为例来说明 Multisim 7 的安装过程。

安装 Multisim 7 的第一个阶段为升级 Windows 系统文件。首先在 Windows 系统下，将 Multisim 7

的系统光盘放入光驱内,系统将自动启动安装程序。安装程序的启动画面如图 1-1 所示。图 1-1 中的右下角为安装程序检查系统是否可以安装 Multisim 7 的过程。

检查完成后,先后出现程序安装说明、版权声明、系统升级等对话框,最后出现如图 1-2 所示的“系统文件更新完成”对话框。



图 1-1 Multisim 7 软件安装的启动画面

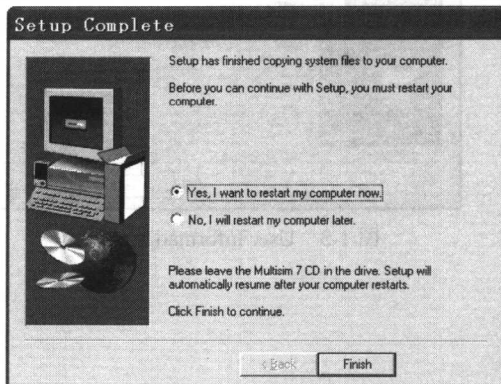


图 1-2 “系统文件更新完成”对话框

图 1-2 所示的对话框提示是否需要重新启动计算机以进行下一阶段的安装。根据笔者经验,不需要重新启动计算机,也可以进行 Multisim 7 软件的第二个阶段的安装。

第二阶段为正式安装 Multisim 7 的系统程序。与大多数应用软件的安装不同,重新开机后不能自行启动安装程序,需要单击 Windows“开始”菜单中的“程序”级联菜单中的 Startup 下的 Continue Setup 命令,安装程序重新启动。出现安装界面、简要安装说明及版权声明等对话框,只要单击其中的 Next 或者 Yes 按钮即可。随后出现如图 1-3 所示的 User Information 对话框。

在图 1-3 所示的 Name 文本框中输入用户姓名,在 Company 文本框中输入所属的公司或者单位名称,在 Serial 文本框中输入软件的序列号,该序列号可以在软件包装盒上找到(包括两个字母以及 18 个阿拉伯数字,两个字母反映所用软件的版本,如 ed 表示教育版, en 表示教育网络版, pp 表示增强专业版)。单击 Next 按钮,如果序列号正确,将出现“序列号验证”对话框。单击“确定”按钮继续进行下一步操作。随后出现如图 1-4 所示的 Enter Information 对话框,要求输入功能码(Feature Code)。这里要求输入的功能码不是每个版本都有,如教育版就没有,用户可以忽略此项,直接单击 Next 按钮跳过。

当所有文件复制完成后, Multisim 7 安装的主要过程已经完成。之后,安装程序将询问是否安装加拿大 IIT 公司的另一个仿真软件 Commsim(演示版),如图 1-5 所示。Commsim 是与 SystemView、Matlab 相似的一种系统仿真软件。如果需要安装 Commsim,单击“是”按钮,程序将自动进行安装。

如果在图 1-5 中单击“否”按钮,将出现程序说明窗口,阅读完成后将其关闭。此时,安装程序出现如图 1-6 所示的最后一个对话框。单击 Finish 按钮,则程序安装的第二阶段结束。

完成第二阶段的安装之后,就可以使用 Multisim 7 软件。但有时限制,只能使用 15 天,过期就不能打开 Multisim 7 软件。要想不受时间限制长期使用下去,还必须输入一个交付码(Release Code),来激活 Multisim 7,该过程也就是 Multisim 7 安装的第三阶段,具体安装过程如下。

在 Windows 桌面,单击“开始”菜单中“程序”下的 Multisim 7 中的 Multisim 7 命令,将出现图 1-7 所示的 Multisim 7 启动画面。

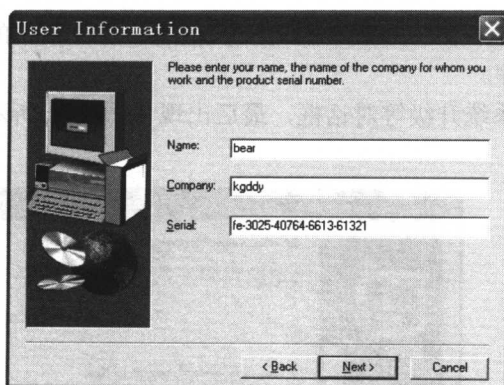


图 1-3 User Information 对话框

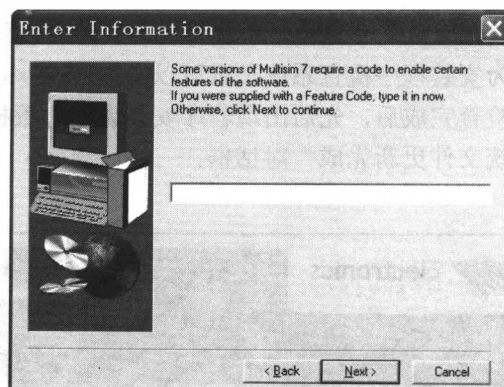


图 1-4 Enter Information 对话框

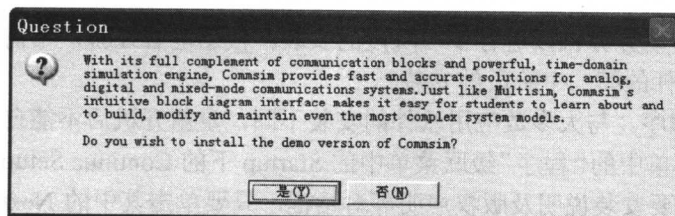


图 1-5 询问是否安装 Commsim 软件

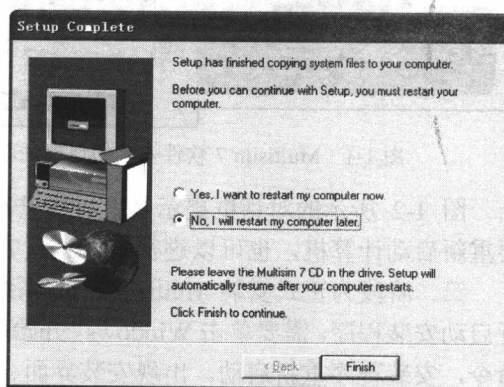


图 1-6 程序安装结束对话框



图 1-7 Multisim 7 的启动画面

Serial Number (序列号) 随软件一起提供, 并在程序安装的第一过程已经输入。Signature (特征号) 由 Multisim 7 仿真软件与所安装的计算机结合自行产生, 所安装的计算机不同, 特征号也不同。请记录购买 Multisim 7 随盘带的序列号和安装计算机的特征号, 从软件代理商或网上付款以获取交付码时要用。

Enter release code 按钮是在获取了交付码后用来输入交付码的。第一次安装 Multisim 7 时, 由于还没有获取交付码, 所以 Multisim 7 启动画面的右上角显示一行文字 “You have 15 days left”, 以提示未获取交付码的用户还可以使用的天数, 以后每过一天, 可使用的天数自动减少一天。单击 Continue 按