

- 由浅入深地介绍Multisim 11的使用方法
- 根据“软件介绍—虚拟仿真—真实电路—虚实对比”思路安排内容
- 结合课程应用，加深对电子技术课程基本理论的理解
- 免费提供PPT课件和书中实例仿真电路文件

Multisim 11

电路仿真与实践

梁青 侯传教 熊伟 孟涛◎编著

DVD 光盘:

内含NI Circuit Design Suite 11、
NI ELVISmx软件以及本书应用
实例文件

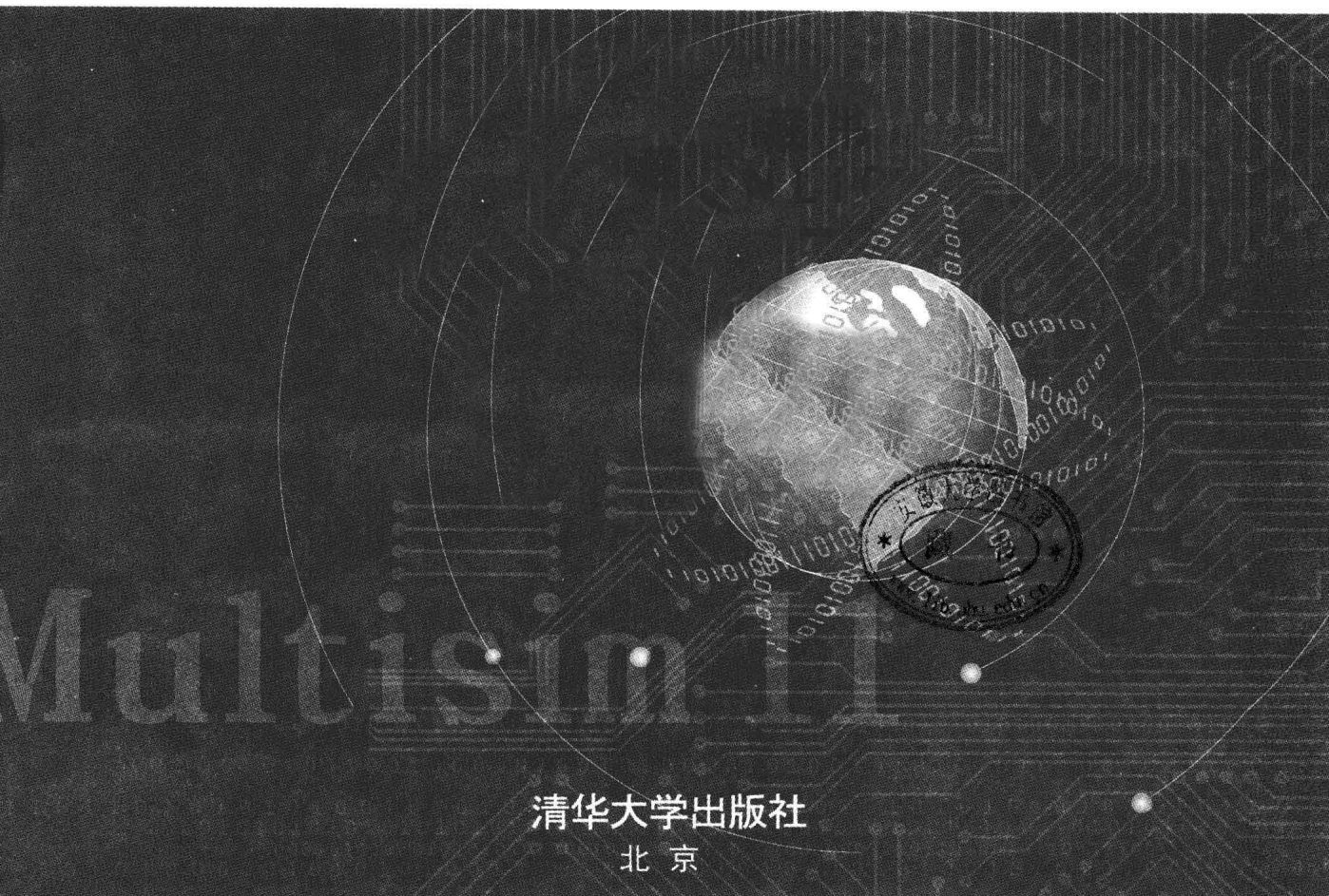
Multisim 11

清华大学出版社

Multisim 11

电路仿真与实践

梁青 侯传教 熊伟 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、编排合理、实用性很强的 NI Multisim 11 学习用书,可以引导读者轻松入门、快速提高。

全书分为 3 篇,共 16 章。第 1 篇为软件基础,主要介绍 NI Multisim 11 电路仿真软件的使用,包括 NI Multisim 11 的发展历程、软件特点、创建仿真电路的基本操作、虚拟仪表的使用和电路的分析方法等。第 2 篇为课程应用,主要介绍 NI Multisim 11 在电子类课程(如电路分析、低频电子线路、脉冲与数字电路、高频电子线路以及单片机)中的应用。第 3 篇为实践应用,主要介绍美国 NI 公司设计的教学实验室虚拟仪表套件,包括虚拟 NI ELVIS 操作仿真、原型 NI ELVIS 的性能指标和使用,有助于学生开展电子电路实践活动。随书光盘收录了 NI Multisim 11(试用版)仿真软件、虚拟仪表驱动软件 NI ELVISmx 以及书中各种仿真实例,所有仿真实例都具备可重复性。

本书内容充实,实例丰富,既适合作为高等院校电子类专业的教材,也可以作为相关工程技术人员进行电路设计的参考用书。

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。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Multisim 11 电路仿真与实践/梁青,侯传教,熊伟,孟涛编著. —北京:清华大学出版社,2012.12

ISBN 978-7-302-30938-3

I. ①M… II. ①梁… ②侯… ③熊… ④孟… III. ①电子电路-计算机仿真-应用软件 IV. ①TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 291702 号

责任编辑:朱英彪

封面设计:刘 超

版式设计:文森时代

责任校对:赵丽杰

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:27.5 字 数:646 千字
(附光盘 1 张)

版 次:2012 年 12 月第 1 版

印 次:2012 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1~5000

定 价:49.80 元

产品编号:044583-01

再版说明

时间如梭，自 2005 年 7 月编写《Multisim 7 电路设计及仿真应用》一书以来，已有 7 年的时间。在这期间，我国高等院校 EDA 实验室广泛选用的电子电路仿真软件——Multisim 得到了长足的进步和发展。如今，原 Multisim 推出的公司——加拿大 IIT 公司已经隶属美国 NI 公司，NI 将本公司最具特色的 LabVIEW 仪表融入 Multisim 仿真软件中，克服了原 Multisim 软件不能采集实际数据的缺陷，给 Multisim 仿真软件注入了新鲜血液，使其特色更加鲜明。用户在学习 Multisim 的过程中，若能配合使用 NI 公司推出的教学实验室虚拟仪表套件（ELVIS），则能够将理论学习与实际电路设计结合得更加完美。

Multisim 仿真软件的最新版本——NI Multisim 11，不仅继承了原版本界面直观、易学易用、仿真功能强大等特点，更增加了许多新功能，主要有以下几点：

- ☑ 不断扩充的元器件库。新增了 Microchip、Texas Instruments、Linear Technologies 等公司的五百五十多种元器件，使元件总数达到一万七千余种。
- ☑ 增添了 LabVIEW 仪表。用户可以利用这些 LabVIEW 仪表进行实际电路波形的数据采集和必要的数学分析，克服了原 Multisim 电路仿真软件不能采集实际数据的缺点。此外，还可以在 LabVIEW 中自建所需要的仪表，并导入 NI Multisim 11 仿真软件中使用。
- ☑ 提升了可编程逻辑器件（PLD）原理图设计仿真与硬件实现一体化融合的性能。将一百多种新型基本元器件放置到仿真工作界面，搭接电路后可直接生成 VHDL 代码。
- ☑ 新增了单一频率交流分析。可用来测试电路对某个特定频率的交流频率响应分析结果，其结果以实部/虚部或幅度/相位的形式给出。
- ☑ 支持用梯形图语言编程设计的系统仿真，增强了对工业控制系统仿真的支持。
- ☑ 配置了虚拟 NI ELVIS 仿真。可使初学者在 NI Multisim 11 电路仿真环境中模拟实物 NI ELVIS 的各种操作。
- ☑ 新增 NI 范例查找器。NI Multisim 11 软件为了帮助用户熟悉仿真软件的使用，专门构建了 NI 范例查找器，用户通过关键词或带有逻辑性的文件夹搜索仿真软件自带的大量范例。
- ☑ 增强了探针功能。能够方便、快速地检查电路中不同支路、节点或引脚的电压、电流及频率。

NI Multisim 11 最重要的特色仍属首推的教学实验室虚拟仪表套件（ELVIS）。众所周知，电类课程是一门实践性很强的课程，只有通过实验活动才能加深对电路理论的理解，培养学生的动手能力和创新能力。但目前国内高等院校的实验场地和设备资源都非常有限，学生只有到实验室才能搭建电路、测试性能指标、巩固理论知识，这在一定程度上制约了

学生动手能力的提高和创新意识的培养。现在学校只要配备了计算机和 NI Multisim 11 仿真软件,就相当于有了一个“电子实验室”,学生可以不拘场所和时间,用“以虚代实,以软代硬”的方法做实验,提高了学习效率,降低了实验成本,扩展了实验时间。NI ELVIS 平台介于真实实验室和虚拟仿真实验室之间,它提供了一个搭建实际电路的平台,将真实仪表全部用虚拟仪表代替,大大简化了实验条件。学生只要有计算机和一些必要的元件,就可以利用 NI ELVIS 平台和 8 种虚拟仪表进行自主实验。NI 公司提供了这些虚拟仪表的源代码,用户可以根据自己的需求在 LabVIEW 中更改仪表的功能。熟悉 LabVIEW 的用户可以构建自己的仪表,测量所关注的信号。被采集实际电路的信号还可以利用 NI 公司提供的 Signal Express 软件进行进一步处理、存储和虚实信号对比。

根据 NI Multisim 11 仿真软件的新特点和近几年的教学实践,编者对《Multisim 7 电路设计及仿真应用》一书做了较大改动,精简了软件介绍,沿袭了其在电类课程中的应用,加强了实践活动,故本书改名为《Multisim 11 电路仿真与实践》。全书分为 3 篇,共 16 章。第 1 篇简单介绍了 NI Multisim 11 仿真软件,其中,第 1 章介绍 NI Multisim 11 的发展历程、安装方法和特点,第 2 章通过一个实例具体阐述电路的搭建、仪表测试、电路分析和实际测试过程,第 3 章介绍 NI Multisim 11 的基本操作,第 4 章介绍软件自带的虚拟仪表,第 5 章介绍 NI LabVIEW 仪表,第 6 章介绍 NI ELVIS 仪表,第 7 章通过实例介绍电路的各种分析方法。第 2 篇为课程应用,主要阐述 NI Multisim 11 仿真软件在电路分析、低频电子线路、脉冲与数字电路、高频电子线路以及单片机中的应用。第 3 篇为实践应用,其中,第 13 章介绍虚拟面包板的特点和应用,第 14 章通过实例介绍 NI ELVIS I、NI ELVIS II 和 NI myDAQ 等电子工作平台的模拟仿真操作,第 15 章介绍原型 NI ELVIS II⁺的功能和应用,第 16 章介绍便携式数据采集设备——原型 NI myDAQ 的功能和使用。

本书第 1、2、5、6、8 章由梁青编写,第 3、9、10、12 章由侯传教编写,第 13、14、15、16 章由熊伟编写,第 4、7、11 章由孟涛编写,全书由梁青统稿。

西安邮电大学的阴亚芳、张新,空军工程大学的王宽仁、吴晓丽、赵雪岩等老师审阅了本书部分章节内容,并提出了大量宝贵意见,在此表示衷心感谢。

本书在编写过程中参考了大量图书和网站,皆已列入书后的参考文献中,在此对这些资料的作者表示衷心的感谢。

编写工作中,美国国家仪器有限公司李甫成提供了 NI Multisim 11 仿真软件、NI ELVIS 和 NI myDAQ 等硬件平台以及技术上的大力支持,在此表示感谢。同时也感谢北京掌宇金仪科教仪器有限公司西安分公司的李新建先生提供的帮助。郭龙、李牧东等研究生也为本书的编写提供了帮助,本书还得到了西安邮电大学电子与信息工程学院、空军工程大学信息与导航学院的各级领导和同仁的大力支持和帮助,在此表示感谢。

本书中涉及的元件符号由于软件原因部分保留了原有符号,以便于和软件保持一致。

由于 Multisim 电路涉及的知识较广,再加上编者水平有限,时间所限,书中难免有疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章	NI Multisim 11 概述	1
1.1	NI Multisim 11 的发展历程	1
1.2	NI Multisim 11 的安装	3
1.3	NI Multisim 11 用户界面	4
1.4	NI Multisim 11 的主要特点	10
	习题	11
第 2 章	NI Multisim 11 快速入门	13
2.1	电路设计	13
2.2	创建仿真电路	17
2.3	电路仿真分析	18
2.4	NI ELVIS 的应用	22
	习题	27
第 3 章	NI Multisim 11 基本操作	29
3.1	仿真电路界面的设置	29
3.1.1	设置工作区的界面参数	29
3.1.2	设置电路图和元器件参数	30
3.1.3	设置电路图的连线、字体及 PCB 参数	31
3.1.4	设置放置元器件模式及符号标准	32
3.1.5	设置文件路径及保存	32
3.1.6	设置信息提示及仿真模式	32
3.2	元器件库	33
3.2.1	电源库/信号源库	33
3.2.2	基本元件库	34
3.2.3	二极管库	34
3.2.4	晶体管库	34
3.2.5	模拟集成元件库	35
3.2.6	TTL 元件库	35
3.2.7	CMOS 元件库	35
3.2.8	混杂数字器件库	35
3.2.9	混合器件库	35
3.2.10	指示器件库	35
3.2.11	电源器件库	36

3.2.12	其他元器件库.....	36
3.2.13	高级外设元器件库.....	36
3.2.14	射频器件库.....	36
3.2.15	机电器件库.....	36
3.2.16	NI 库.....	37
3.2.17	微控制器库.....	37
3.3	元器件操作.....	37
3.3.1	元器件的选用.....	37
3.3.2	元器件的放置.....	38
3.3.3	元器件的选中.....	38
3.3.4	元器件的复制、移动、删除.....	38
3.3.5	元器件的旋转与反转.....	38
3.3.6	设置元器件属性.....	38
3.3.7	设置元器件颜色.....	40
3.4	导线的连接.....	40
3.4.1	导线的连接.....	40
3.4.2	导线的调整.....	41
3.4.3	连接点的使用.....	41
3.4.4	放置总线.....	42
3.5	添加文本.....	43
3.5.1	添加文字文本.....	43
3.5.2	添加电路描述窗.....	45
3.5.3	添加注释.....	45
3.5.4	添加标题栏.....	46
3.6	子电路和层次化电路.....	47
3.6.1	子电路.....	47
3.6.2	分层电路.....	49
3.6.3	多页电路.....	51
3.7	仿真电路的处理.....	52
3.7.1	电路的统计信息报告.....	53
3.7.2	仿真电路信息的输入/输出方式.....	57
3.7.3	后处理器.....	58
3.8	帮助功能的使用.....	60
3.8.1	Multisim 帮助.....	60
3.8.2	元器件参考信息帮助.....	60
3.8.3	其他帮助功能.....	61
习题		62

第 4 章 NI Multisim 11 虚拟仪表	64
4.1 模拟仪表.....	64
4.1.1 数字万用表.....	64
4.1.2 函数信号发生器.....	66
4.1.3 瓦特表.....	67
4.1.4 双踪示波器.....	68
4.1.5 四通道示波器.....	70
4.1.6 波特图仪.....	72
4.1.7 伏安特性图示意.....	73
4.1.8 失真分析仪.....	74
4.2 数字仪表.....	76
4.2.1 频率计.....	76
4.2.2 字信号发生器.....	77
4.2.3 逻辑分析仪.....	80
4.2.4 逻辑转换仪.....	82
4.3 射频仪表.....	84
4.3.1 频谱分析仪.....	84
4.3.2 网络分析仪.....	86
4.4 虚拟真实仪表.....	91
4.4.1 Agilent 34401A 型数字万用表.....	91
4.4.2 Agilent 33120A 型函数发生器.....	94
4.4.3 Agilent 54622D 型数字示波器.....	98
4.4.4 Tektronic TDS 2024 型数字示波器.....	101
4.5 探针.....	103
4.5.1 动态探针.....	103
4.5.2 静态探针.....	105
4.5.3 电流探针.....	106
习题.....	108
第 5 章 NI LabVIEW 仪表	110
5.1 概述.....	110
5.2 NI Multisim 11 中的 LabVIEW 仪表.....	110
5.3 修改 NI Multisim 11 中的 LabVIEW 仪表.....	114
5.4 LabVIEW 仪表导入 NI Multisim 11.....	115
5.4.1 重命名模板项目.....	116
5.4.2 标明界面信息.....	117
5.4.3 生成用户仪表.....	119
习题.....	120

第 6 章 NI ELVIS 仪表	122
6.1 概述	122
6.1.1 NI ELVIS 软件的安装	122
6.1.2 NI ELVIS 虚拟仪表的启动	123
6.2 NI ELVIS 模拟输入仪表	123
6.2.1 数字万用表	123
6.2.2 示波器	124
6.2.3 波特图仪	125
6.2.4 动态信号分析仪	125
6.2.5 阻抗分析仪	126
6.2.6 两线电流-电压分析仪	127
6.2.7 三线电流-电压分析仪	127
6.3 NI ELVIS 模拟输出仪表	128
6.3.1 函数信号发生器	128
6.3.2 可变电源	129
6.3.3 任意信号发生器	129
6.4 NI ELVIS 数字仪表	132
6.4.1 数字读取器	132
6.4.2 数字写入器	133
习题	133
第 7 章 NI Multisim 11 基本分析	135
7.1 直流工作点分析	135
7.2 交流分析	138
7.3 单一频率交流分析	140
7.4 瞬态分析	141
7.5 傅里叶分析	143
7.6 噪声分析	145
7.7 噪声系数分析	148
7.8 失真分析	150
7.9 直流扫描分析	151
7.10 灵敏度分析	153
7.11 参数扫描分析	155
7.12 温度扫描分析	158
7.13 零-极点分析	160
7.14 传递函数分析	161
7.15 最坏情况分析	163
7.16 蒙特卡罗分析	166

7.17 线宽分析.....	168
7.18 批处理分析.....	171
7.19 用户自定义分析.....	173
习题.....	174
第 8 章 NI Multisim 在电路分析中的应用	177
8.1 电路的基本规律.....	177
8.1.1 欧姆定律.....	177
8.1.2 基尔霍夫电流定律.....	178
8.1.3 基尔霍夫电压定律.....	178
8.2 电阻电路的分析.....	180
8.2.1 直流电路网孔电流分析.....	180
8.2.2 直流电路节点电压分析.....	180
8.2.3 齐次定理.....	181
8.2.4 叠加定理.....	182
8.2.5 替换定理.....	183
8.2.6 戴维南定理.....	183
8.2.7 诺顿定理.....	184
8.2.8 特勒根定理.....	185
8.3 动态电路.....	186
8.3.1 电容器充电和放电.....	186
8.3.2 零输入响应.....	187
8.3.3 零状态响应.....	188
8.3.4 全响应.....	188
8.3.5 二阶电路的响应.....	190
8.4 正弦稳态分析.....	192
8.4.1 电路定理的相量形式.....	193
8.4.2 谐振电路.....	195
8.4.3 三相交流电路.....	197
8.5 等效电路.....	200
8.5.1 电阻的串联和并联等效电路.....	200
8.5.2 电阻 Δ 形与 Y 形等效电路.....	201
8.5.3 含受控源单口网络的等效.....	201
8.5.4 与理想电压源并联支路的等效.....	202
8.5.5 与理想电流源串联支路的等效.....	202
习题.....	202
第 9 章 NI Multisim 在模拟电子线路中的应用	205
9.1 晶体管放大电路.....	205

9.1.1	共发射极放大电路	205
9.1.2	常见基本放大电路	211
9.1.3	场效应管及晶体管组合的放大电路	214
9.1.4	低频功率放大电路	217
9.1.5	共发射极三极管放大器设计向导	219
9.1.6	负反馈放大器电路	221
9.2	集成运算放大器	225
9.2.1	差动放大电路	226
9.2.2	分立元件构成的简单集成运算放大器	229
9.2.3	集成运算放大器的交流小信号模型	231
9.3	信号运算电路	233
9.3.1	理想运算放大器的基本特性	234
9.3.2	比例求和运算电路	234
9.3.3	积分电路和微分电路	238
9.3.4	对数和指数运算电路	240
9.4	有源滤波电路	242
9.4.1	低通滤波器	242
9.4.2	高通滤波器	244
9.4.3	带通滤波器	245
9.4.4	带阻滤波器	247
9.4.5	滤波器设计向导	247
9.5	信号产生电路	249
9.5.1	正弦波信号产生电路	250
9.5.2	弛张振荡器	253
9.6	信号变换电路	255
9.6.1	半波精密整流电路	255
9.6.2	绝对值电路	256
9.6.3	限幅电路	257
9.6.4	电压电流(V/I)变换电路	259
9.6.5	电压比较器	259
9.6.6	可调有源分频器	262
9.6.7	同相峰值检出电路	264
9.6.8	检测报警电路的仿真	265
9.7	直流稳压电源	266
9.7.1	线性稳压电源	266
9.7.2	反激式DC/DC转换器	267
9.7.3	直流降压斩波变换电路	267
9.7.4	直流升压斩波变换电路	268

习题.....	268
第 10 章 NI Multisim 在数字电路中的应用	274
10.1 数字逻辑器件的测试.....	274
10.1.1 TTL 门电路的测试.....	274
10.1.2 组合逻辑部件的功能测试.....	275
10.1.3 时序逻辑部件的功能测试.....	277
10.1.4 A/D 与 D/A 功能测试	279
10.2 组合逻辑电路的仿真.....	281
10.2.1 用逻辑门实现 2ASK、2FSK 和 2PSK 电路的仿真.....	281
10.2.2 用四位全加器实现四位二进制数的运算	283
10.2.3 编码器的扩展.....	284
10.2.4 用译码器实现逻辑函数.....	285
10.2.5 用数据选择器实现逻辑函数.....	286
10.2.6 基于逻辑转换仪的组合逻辑电路设计	286
10.2.7 静态冒险现象的分析.....	287
10.3 时序逻辑电路的仿真.....	288
10.3.1 智力竞赛抢答器.....	288
10.3.2 数字钟晶振时基电路.....	289
10.3.3 程序计数分频器.....	289
10.3.4 序列信号产生电路.....	291
10.3.5 随机灯发生器.....	292
10.4 基于 PLD 器件实现计数器	292
10.4.1 新 PLD 模块构建	292
10.4.2 NI Multisim 中的 PLD 用户界面.....	293
10.4.3 创建 PLD 电路	294
10.4.4 基于 PLD 器件实现计数器	295
10.4.5 基于 PLD 器件实现计数器的 VHDL 语言.....	295
10.5 数模和模数转换电路.....	298
10.5.1 数模转换电路 (DAC)	298
10.5.2 模数转换电路 (ADC)	302
10.6 555 定时器的应用.....	302
10.6.1 用 555 定时器构成施密特触发器	303
10.6.2 用 555 定时器构成单稳态触发器	303
10.6.3 用 555 定时器构成多谐振荡器	305
10.6.4 用 555 定时器组成波群发生器.....	307
习题.....	308

第 11 章	NI Multisim 在高频电子线路中的应用	310
11.1	高频小信号谐振放大电路	310
11.1.1	高频小信号放大电路的组成	310
11.1.2	高频小信号谐振放大电路的选频作用	311
11.1.3	高频小信号谐振放大电路的通频带和矩形系数	312
11.1.4	双调谐回路高频小信号放大器	312
11.2	高频功率放大电路	313
11.2.1	高频功率放大电路的原理仿真	313
11.2.2	高频功率放大电路的外部特性	316
11.3	正弦波振荡器	322
11.3.1	电感三端式振荡器	322
11.3.2	电容三端式振荡器	323
11.3.3	电容三端式振荡器的改进型电路	324
11.3.4	石英晶体振荡器	325
11.4	振幅调制与解调电路	327
11.4.1	普通振幅调制 (AM)	327
11.4.2	抑制载波的双边带 (DSB) 信号	330
11.4.3	单边带 (SSB) 信号	332
11.4.4	检波电路	333
11.5	混频器	339
11.5.1	三极管混频器电路	339
11.5.2	模拟乘法器混频电路	340
10.6	频率调制与解调电路	341
11.6.1	频率调制	341
11.6.2	调频解调	342
习题		344
第 12 章	NI MultiMCU 单片机仿真	347
12.1	NI MultiMCU 仿真平台介绍	347
12.2	基于 8051 用汇编语言实现开关量的输入/输出仿真设计	347
12.2.1	创建仿真的 8051 单片机硬件电路	347
12.2.2	编写并编译 MCU 源程序	350
12.2.3	开关量的输入/输出仿真电路	351
12.3	基于 PIC 用 C 语言实现彩灯闪亮电路的仿真设计	351
12.3.1	创建仿真的 PIC 单片机硬件电路	351
12.3.2	编写并编译 MCU 源程序	353
12.3.3	彩灯闪亮的仿真电路	354
12.3.4	MultiMCU 在线调试	354

12.3.5 仿真及调试注意事项	356
12.4 单片机仿真设计实例	357
12.4.1 用 8052 实现流水灯的仿真	357
12.4.2 用 8052 实现十六进制转换为十进制的数制转换电路仿真	358
12.4.3 用 PIC16F84 实现 LCD 屏显示仿真	360
12.4.4 PIC16F84A 的 EEPROM 读写仿真设计	363
习题	365
第 13 章 虚拟面包板	368
13.1 面包板概述	368
13.2 虚拟面包板	368
13.3 虚拟面包板的常用操作	369
13.3.1 放置元件	369
13.3.2 放置连线	371
13.3.3 浏览虚拟面包板	372
13.3.4 浏览元件信息	372
13.4 虚拟面包板的界面设置	373
13.4.1 虚拟面包板的设置	373
13.4.2 虚拟面包板的属性	373
13.5 应用举例	374
习题	375
第 14 章 虚拟电子工作平台	377
14.1 概述	377
14.2 虚拟 NI ELVIS I	377
14.2.1 虚拟 NI ELVIS I 操作界面	377
14.2.2 虚拟 NI ELVIS I 的仪表	380
14.2.3 虚拟 ELVIS I 应用举例	383
14.3 虚拟 NI ELVIS II	385
14.3.1 虚拟 NI ELVIS II 操作界面	385
14.3.2 虚拟 NI ELVISmx 仪表的启动	386
14.3.3 虚拟 NI ELVISmx 仪表的使用	387
14.4 虚拟 NI myDAQ	388
习题	390
第 15 章 原型 NI ELVIS II⁺	392
15.1 概述	392
15.2 原型 NI ELVIS II ⁺ 硬件	393
15.2.1 原型 NI ELVIS II ⁺ 硬件平台	393

15.2.2	NI ELVIS II ⁺ 原型板信号	395
15.2.3	原型 NI ELVIS II ⁺ 主要性能指标	396
15.3	NI ELVISmx 软件	396
15.3.1	使用 NI ELVISmx 软面板仪表	397
15.3.2	使用 NI ELVISmx 快捷虚拟仪表	399
15.3.3	在 LabVIEW Signal Express 中使用 NI ELVISmx 仪表	401
15.4	应用举例	403
习题		406
第 16 章	原型 NI myDAQ	407
16.1	原型 NI myDAQ 的硬件	407
16.1.1	原型 NI myDAQ 的开发环境	407
16.1.2	原型 NI myDAQ 的信号连接	408
16.1.3	原型 NI myDAQ 虚拟仪表的性能指标	408
16.2	原型 NI myDAQ 的软件	409
16.2.1	使用 NI ELVISmx 软面板仪表	410
16.2.2	使用 NI ELVISmx 快捷虚拟仪表	411
16.2.3	NI myDAQ 与 NI Multisim 11	413
习题		416
附录 A	NI Multisim 版本比较表	417
附录 B	NI ELVIS II ⁺ 主要性能指标	419
参考文献		423

第 1 章 NI Multisim 11 概述

NI Circuit Design Suite 11 是美国国家仪器有限公司 (National Instrument, NI) 下属的 Electronics Workbench Group 于 2010 年 1 月推出的以 Windows 为基础、符合工业标准、具有 SPICE 最佳仿真环境的 NI 电路设计套件。该电路设计套件含有 NI Multisim 11 和 NI Ultiboard 11 两个软件, 能够实现电路原理图的图形输入、电路硬件描述语言输入、电子线路和单片机仿真、虚拟仪器测试、多种性能分析、PCB 布局布线和基本机械 CAD 设计等功能。本章主要介绍 NI Multisim 11 电路仿真软件的发展历程、使用环境、安装过程、用户界面和主要特点等内容。

1.1 NI Multisim 11 的发展历程

NI Multisim 11 电路仿真软件最早是加拿大图像交互技术公司 (Interactive Image Technologies, IIT) 于 20 世纪 80 年代末推出的一款专门用于电子线路仿真的虚拟电子工作平台 (Electronics Workbench, EWB), 它可以对数字电路、模拟电路以及模拟/数字混合电路进行仿真, 克服了传统电子产品设计受实验室客观条件限制的局限性, 用虚拟元件搭建各种电路, 用虚拟仪表进行各种参数和性能指标的测试。20 世纪 90 年代初, EWB 软件进入我国, 1996 年 IIT 公司推出 EWB 5.0 版本, 由于其操作界面直观、操作方便、分析功能强大、易学易用等突出优点, 在我国高等院校得到迅速推广, 也受到电子行业技术人员的青睐。

从 EWB 5.0 版本以后, IIT 公司对 EWB 进行了较大的变动, 将专门用于电子电路仿真的模块改名为 Multisim, 将原 IIT 公司的 PCB 制板软件 Electronics Workbench Layout 更名为 Ultiboard, 为了增强器布线能力, 开发了 Ultiroute 布线引擎。另外, 还推出了用于通信系统的仿真软件 Commsim。至此, Multisim、Ultiboard、Ultiroute 和 Commsim 构成现在 EWB 的基本组成部分, 能完成从系统仿真、电路仿真到电路板图生成的全过程。其中, 最具特色的仍然是电路仿真软件 Multisim。

2001 年, IIT 公司推出了 Multisim 2001, 重新验证了元件库中所有元件的信息和模型, 提高了数字电路仿真速度, 开设了 EdaPARTS.com 网站, 用户可以从该网站得到最新的元件模型和技术支持。

2003 年, IIT 公司又对 Multisim 2001 进行了较大的改进, 并升级为 Multisim 7, 其核心是基于带 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, 提供了 19 种虚拟仪器, 尤其是增加了 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, 将电路仿真分析增加到 19 种, 元件增加到 13000 个。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。此时,电路仿真软件 Multisim 7 已经非常成熟和稳定,是加拿大 IIT 公司在开拓电路仿真领域的一个里程碑。随后 IIT 公司又推出 Multisim 8,增加了虚拟 Tektronix 示波器,仿真速度有了进一步提高,仿真界面、虚拟仪表和分析功能则变化不大。

2005 年以后,加拿大 IIT 公司隶属于美国 NI 公司,并于 2005 年 12 月推出 Multisim 9。Multisim 9 在仿真界面、元件调用方式、搭建电路、虚拟仿真、电路分析等方面沿袭了 EWB 的优良特色,但软件的内容和功能有了很大不同,将 NI 公司的最具特色的 LabVIEW 仪表融入 Multisim 9,可以将实际 I/O 设备接入 Multisim 9,克服了原 Multisim 软件不能采集实际数据的缺陷。Multisim 9 还可以与 LabVIEW 软件交换数据,调用 LabVIEW 虚拟仪表。增加了 51 系列和 PIC 系列的单片机仿真功能,还增加了交通灯、传送带、显示终端等高级外设元件。

NI 公司于 2007 年 8 月 26 日发行 NI 系列电子电路设计套件(NI Circuit Design Suite 10),该套件含有电路仿真软件 NI Multisim 10 和 PCB 板制作软件 NI Ultiboard 10 两个软件。安装 NI Multisim 10 时,会同时安装 NI Ultiboard 10 软件,且两个软件位于同一路径下,给用户的使用带来极大方便。NI Multisim 10 的启动画面也在 Multisim 前冠以 NI,还出现了 NI 公司的徽标和“NATIONAL INSTRUMENTS™”字样。增加了交互部件的鼠标单击控制、虚拟电子实验室虚拟仪表套件(NI ELVIS II)、电流探针、单片机的 C 语言编程以及 6 个 NI ELVIS 仪表。

2010 年初,NI 公司正式推出 NI Multisim 11,其新增加的功能介绍如下:

(1) 扩展了原有元器件库。新增了源自 Microchip、Texas Instruments、Linear Technologies 等公司的五百五十多种元器件,使元件总数达到一万七千余种。

(2) 不断改进虚拟接口。所谓虚拟接口就是无须在连接点之间显式地放置连线,可以用虚拟接口进行网络连接,广泛用于单页、多页和层次结构的设计中。改进的方面有隐藏接口名称、精确名称定位和更安全的接口命名功能,以此来帮助用户创建可读性更高的原理图。

(3) 提升了可编程逻辑器件(PLD)原理图设计仿真与硬件实现一体化融合的性能。将一百多种新型基本元器件放置到仿真工作界面,搭接电路后可直接生成 VHDL 代码。

(4) 新增波特图分析仪。通过安装 NI ELVISmx 驱动软件 4.2.3 及以上版本,用户可以访问一个新的 NI ELVIS 仪器——波特图分析仪,以帮助学生分析其实际电路。

(5) 专为学生定制了 NI myDAQ。NI myDAQ 是一款适合大学工程类课程的便携式数据采集设备,集成了 8 个虚拟仪表。NI myDAQ、NI LabVIEW 和 Multisim 三者可以协同进行实际的工程实验,使学生们在课堂或实验室之外也能接触原型系统并分析电路性能。

(6) 增加了 AC 单频分析。

(7) 提高打开和保存文件的速度以及移动组件、取消、更改和重新更改的速度。以前在 Multisim 中打开多个设计时,有时难以识别哪些设计是主动仿真设计,为了克服这种情况,仿真设计指示器出现在主动仿真设计旁边的设计工具栏(Design Toolbox)的层次(Hierarchy)标签内,设计者可以快速识别各种文档的层次关系。

(8) 新增 NI 范例查找器。NI Multisim 11 软件为了帮助用户熟悉仿真软件的使用,自身携带了大量的实例,用户可通过关键词或带有逻辑性的文件夹搜索所有范例进行学习。