

高等学校教材

EDA

仿真与虚拟仪器技术

李东生 编著

 高等教育出版社

高等学校教材

EDA 仿真与虚拟仪器技术

李东生 编著

高等教育出版社

内容提要

本书内容分为两篇:第一篇是理论与实验指导,以电路分析、电子线路、数字电路、信号系统、通信原理等理论课程的知识分章;第二篇是软件使用方法介绍,按照软件名称分章。第一篇又按照电子技术课程的知识结构分为三个部分。第一部分是第1章到第7章,介绍以电路元件为基本单元的电路设计与仿真实验,这部分涉及电路分析、模拟电子线路与数字电路等路类课程的实验选题,支持这部分内容的软件平台分别有 Multisim、Protel DXP 和 OrCAD,即第17、18、19章。第二部分是第8章到第13章,介绍基于信号的系统设计与仿真实验,这部分涉及信号分析、系统分析、通信原理等信号类实验选题,支持这部分内容的软件平台分别有 SystemView、MATLAB,即第16章和第20章。第三部分是第14、15章,介绍现代仪器接口技术和虚拟仪器系统的设计方法,主要软件是 LabVIEW,即第21章。考虑到不同的教学需求和不同的读者群体,本书各部分之间尽量减少内容关联,以方便读者按照知识结构来选择内容和相应的软件平台。

本书适合作为本科电子类专业的实验教材或理论课教学参考书。有关本书相关问题请通过网站“EDA 教学与研究”(EDAteach.com)或电子邮件 lidsh@21cn.com 与作者联系。

图书在版编目(CIP)数据

EDA 仿真与虚拟仪器技术 / 李东生编著. —北京:
高等教育出版社, 2004. 12
ISBN 7-04-015604-0

I. E... II. 李... III. 电子电路—电路设计:计
算机辅助设计—高等学校—教材 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 103080 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京嘉实印刷有限公司

开 本 787×960 1/16
印 张 32.25
字 数 590 000

版 次 2004 年 12 月第 1 版
印 次 2004 年 12 月第 1 次印刷
定 价 39.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号:15604-00

序 言

实验是工程的基础和科学的源泉,是理论与实践相结合的重要环节,也是人们认识客观世界并对所获取的定性或定量信息加以分析、研究和处理的基本方法。在科学技术高度发展的今天,新理论、新技术和新产品的产生如果没有先进的实验技术和仪器支持,其研究、设计和验证是不可能的。

微电子技术和计算机科学技术的飞速发展极大地推动了电子测试技术、仪器及电子系统设计方法的发展,使得“仿真和虚拟实验”成为电子实验技术、电子测试技术和电子设计自动化领域中广为应用的一种重要手段,并促使以往的电子技术实验原理、方式和手段发生了重大的变革。如果说微电子、计算机和电子测试将成为现代电子系统的三大技术基础,那么 EDA 仿真和虚拟仪器技术则将是实现电子系统设计、开发、验证和评估自动化的重要技术支撑。

基于计算机、仿真技术的电子设计自动化(EDA)和虚拟仪器概念在电子技术实验教学中的广泛应用,能够显著提高电子技术实验教学水平,极大地丰富实验教学内容,大大降低实验成本和测试费用,并为学生工程素质和创新能力的培养创造十分有利的条件。

本书正是在上述观念、思想的指导下,汇聚本书作者李东生教授多年来的理论与实践编写而成。首先,它将“软件就是仪器”的思想贯穿于电子技术实验教学和理论教学的全过程,突出 EDA 仿真和虚拟仪器在电子技术实验和电子专业教学中应用的先进性、开放性和实效性,使得本书具有更为广泛的应用范围。其次,它很好地总结了作者多年来从事 EDA 仿真技术和虚拟仪器研究、产品开发、电子技术理论和实验教学的宝贵经验,充分吸纳国内外的先进思想和研究成果,注重突出以研究型、设计性和综合性实验为主体的现代实验教学思想。再次,本书体现了开放式、模块化、自主型的编写思想,构思新颖,章节编排科学合理,教学方法灵活多样,内容衔接渐进深入。

本书的出版可满足高等院校电子工程专业、电子技术基础实验对 EDA 仿真和虚拟仪器技术的教学使用需求。同时,对于计算机、电子测试以及通信工程等学科领域的电路和系统的设计者,也具有重要的参考使用价值;亦可作为实验技术人员或在职工程技术人员的培训教材。

王卫国

2004 年 7 月于武汉

前 言

基于计算机技术的 EDA 仿真和虚拟仪器技术正在改变着电子技术实验的教学观念、教学内容、教学方法和教学过程。“仿真和虚拟实验”已经占据了现代电子技术实验的半壁江山,所以,将“仿真和虚拟实验”内容单独提出来进行教学是相当必要的。

当前高校的电子类实验分为两种,其一是传统的硬件类实验(硬实验),其次是仿真和虚拟实验(软实验),而其中的虚拟仪器系统实验实际上是软硬结合的实验方式,是用“软实验”的方法实现“硬实验”的目的,代表了现代电子测量技术的发展方向。在高校电子类实验教学中,硬实验依然是实验教学的主体,这是不容置疑的。但是由于电子技术发展很快,仪器翻新和淘汰也十分迅速,仪器的技术寿命一般为 2~5 年,而实验室仪器更新换代最快也要 5 年以上,一般在 10 年左右。实验室仪器使用寿命很难与仪器技术寿命匹配,这给实验室建设和实验教学带来困难,由于“软实验”发展很快,其灵活性高、成本低,在某些领域几乎替代了传统的硬件实验,给实验教学带来了巨大的教学改革空间。在理论教学上,随着课堂教学设备的改善,广大的理论课教师也能够充分利用这些“软实验”手段进行形象化教学,这也大大改善了理论课教学形式。这些教学需求都期望一本合适的教材产生,本书力图完成这一使命。本书可用于电路分析、电子线路、数字电路、信号与系统、通信原理、测量与控制等电子专业的技术基础课程实验。

本书所选之实验平台是目前高校广泛采用、在国际上享有良好声誉的工具软件。每一分析类型中,推荐了几款常用软件,读者只需要熟悉每种类型中的一款就可以使用本书进行学习。例如,支持电路类实验仿真平台有 EWB/Multisim、Protel DXP、OrCAD 三款软件,支持系统级设计和仿真的软件有 SystemView、MATLAB 两款软件,支持虚拟仪器系统设计的是 LabVIEW。例如:在第 8 至第 13 章分别采用 SystemView、MATLAB 软件进行仿真实验,读者只需要选用其中一个平台就可以了。

本书的思路是作者在多年从事 EDA 和电子技术实验课程教学的基础上摸索出来的,本书体系也经过了 5 年的本科教学和一期电子类高校实验技术师资培训班的教学实践的检验,效果较好。教学安排上,可以采用两种方法,一种方法是以本书单独设课,按章教学,授课学时和实验学时为 1:3,或者实验学时更

多些;另一种方法是与硬件实验同步进行,根据需要把软实验穿插其中。实际上第二种方法比较适合现有的课程设置,而第一种方法教学效果较好,便于通过实验将先修理论课程内容融会贯通,师资和实验室也容易集中解决。为了加强理论与实践的联系,本书在每个单元开始总是要简要叙述相关理论知识,然后将实验选题分成“教学指导”和“实验研究”两部分:“教学指导”帮助读者理清实验思路、学会实验方法;“实验研究”是读者展开实验内容的提示,结合本书后面的习题进行更丰富的实验研究。这种安排充分考虑了开放性实验和研究型实验的教学思想,使本书具有较强的教学操作性。本书内容实际上是电子技术多门课程的浓缩。尽管涉及面宽,但是各章、甚至各单元之间并没有太多的关联,读者可以根据自己的基础选用其中的任一部分进行学习和研究。

本套教材处理 EDA 软件教学的方法类似于传统教学中仪器教学的方法,尽管 EDA 软件很多,但其原理基本相同,只要读者熟悉一个 EDA 软件,同类功能的 EDA 软件使用基本没有障碍。软件教学的主要目的是解决软件构造原理和界面的进入方法。所以,不需要花太多的学时在软件的教学上,这样就避免了 EDA 课程成为工具软件教学课程的误区。每个学校 EDA 实验环境是不同的,不能强求每个学校都按照书中的软件去建立实验室,也不是每个读者都具备本书所列的所有软件,本书在编写时重点考虑了与软件有关的可操作性问题,处理办法是:(1)以电子技术理论知识模块为线索,只要具备先修理论课程就可以进行本书主体内容的学习。(2)书中介绍的 EDA 软件各具特色,教师可以根据实验室资源和教学需求选取工具软件。所选软件在满足基本教学功能的前提下,以简单易学、功能通用、成本低廉为基本准则。每个教学模块只需要有一个最简单的软件就可以非常好地开展教学,而做到这点对于一个普通的 EDA 实验室来说并不难。(3)本书章节编排和内容处理上尽量减少了章节模块之间的内容关联性,老师在教学时可以根据教学需要选取内容。实验内容的安排是自由的,由教师根据实验室平台情况和教学内容自行决定。

本书由教育部电工电子教学指导分委员会委员、北京交通大学电子系主任李哲英教授主审;由军队院校实验室工作研究会副理事长、秘书长,海军工程大学王卫国教授为本书作序。李教授对本书的目录和初稿进行了细致的审阅,提出了宝贵的修改意见,王教授对现代实验技术的深刻理解又为本书锦上添花,对上述两位专家的工作及其对本书的褒奖表示衷心的感谢。我的同事王津和桂树老师分别完成了第 8~13 章和第 1~7 章的例题调试和习题的编写,我的研究生马涛、陈云利、王昌林等同学也参加了部分例题和习题编写工作。本书的出版还得到龚伯凯、袁化伦、牛纪海、黄发文、张兴胜、丁卫东、吴祖国、张勇等老师和同志们们的支持和帮助。本书参考和引用了许多专家的著作和文章,也得到了相关 EDA 供应商的大力支持和配合,在此一并表示感谢。本书大部分内容是在业余

时间完成的,这当然要特别感谢我的妻子、孩子和年迈的父母在生活上的照顾及事业上的大力支持和配合。

书中难免有错误和遗漏,恳请读者批评指正。为了与实验过程相一致,本书涉及仿真的插图均与使用软件一致,未与国标统一。书中的例题原程序请从网站“EDA 教学与研究”(EDAteach.com)下载,有关本书相关问题请用电子邮件 lidsh@21cn.com 与作者联系。

李东生 2004 年 3 月 1 日 于合肥

目 录

第一篇 理论与实验指导

第 1 章 概述	3	习题	66
1.1 电子技术实验研究范畴	3	第 5 章 组合逻辑电路	70
1.2 系统仿真技术及软件平台	5	5.1 组合电路逻辑关系	70
1.3 电路仿真技术及软件平台	7	5.2 全加器	72
1.4 现代虚拟仪器与测控技术	10	5.3 编码器	74
1.5 现代电子实验教学和虚拟 实验室建设	12	5.4 译码、编码与显示	76
习题	14	习题	77
第 2 章 基本电路分析	15	第 6 章 时序逻辑电路	79
2.1 线性网络等效	15	6.1 寄存器	79
2.2 线性网络主要特性	19	6.2 计数器	83
2.3 受控源电路	24	6.3 序列信号发生器	89
2.4 正弦稳态电路	26	习题	93
2.5 动态电路	28	第 7 章 模-数与数-模转换 电路	96
习题	32	7.1 数-模转换器	96
第 3 章 放大电路	34	7.2 模-数转换器	97
3.1 基本放大电路	34	7.3 A/D 与 D/A 转换器的 应用	99
3.2 负反馈放大电路	39	习题	101
3.3 功率放大电路	41	第 8 章 信号的波形与频谱 分析	102
3.4 集成运算放大电路	45	8.1 频域仿真的基本原理	102
习题	49	8.2 周期信号的波形与频谱	104
第 4 章 振荡与滤波电路	52	8.3 非周期信号的波形和	
4.1 谐振电路	52		
4.2 LC 正弦波振荡电路	57		
4.3 滤波器	59		

频谱	120	第 13 章 Chirp 傅里叶变换	
习题	127	研究	212
第 9 章 信号的运算	129	13.1 Chirp 傅里叶变换原理 ...	212
9.1 信号相加与相乘	129	13.2 实际的 Chirp 傅里叶变换	214
9.2 信号微分与积分	134	13.3 Chirp 傅里叶变换仿真系统	217
9.3 信号分解与合成	138	13.4 Chirp 变换仿真结果及分析	220
9.4 信号卷积与相关	144	习题	223
习题	148		
第 10 章 信号采样与模拟信号数字处理	149	第 14 章 虚拟仪器及测控技术	224
10.1 信号采样与恢复	149	14.1 虚拟仪器概念引导测控技术的发展	224
10.2 模拟系统的数字模仿	160	14.2 NI(National Instrument) 虚拟仪器系统	230
10.3 快速傅里叶变换	166	14.3 仪器与自动测试系统总线	236
习题	173	14.4 PXI 总线规范及其应用	244
第 11 章 线性系统分析	175	14.5 数据采集和仪器控制	252
11.1 线性系统时域和频域响应分析	175	习题	265
11.2 系统稳定性的分析	185	第 15 章 LabVIEW 及系统编程	266
11.3 系统的物理可实现性分析	189	15.1 LabVIEW 简介	266
11.4 连续时间系统的模拟	190	15.2 LabVIEW 操作环境	267
习题	192	15.3 VI 编程方法	278
第 12 章 通信信号与系统分析 ...	194	15.4 程序设计举例	295
12.1 幅移键控 ASK 信号	194	15.5 DAQ VI 组织结构	296
12.2 频移键控 FSK 信号	197	15.6 系统设计与仪器控制	314
12.3 相移键控 PSK 信号	200	习题	321
12.4 最小频移键控 MSK 信号	204		
习题	210		

第 16 章 工程设计与建模软件

MATLAB 325

16.1 MATLAB 基本功能 325

16.2 Simulink 交互式仿真

集成环境 341

16.3 系统建模 356

习题 357

第 17 章 电子实验工作台软件

Multisim 358

17.1 EWB 与 Multisim 358

17.2 Multisim 的安装 359

17.3 Multisim 基本界面

介绍 366

17.4 电路仿真实例 372

习题 384

第 18 章 电路原理图及 PCB 设计软件 Protel DXP 388

计软件 Protel DXP 388

18.1 运行环境、安装与卸载 ... 388

18.2 Protel DXP 操作环境 391

18.3 基于 PCB 的电路设计

入门 399

习题 409

第 19 章 电路设计与仿真软件

OrCAD 412

19.1 Capture 的使用 412

19.2 PSpice 的使用 433

习题 440

第 20 章 动态系统仿真软件

SystemView 443

20.1 SystemView 入门介绍 ... 443

20.2 系统设计窗口 450

20.3 系统定时及仿真条件的

设定 455

20.4 分析窗工作环境 456

习题 465

第 21 章 虚拟仪器设计软件

LabVIEW 467

21.1 概述 467

21.2 LabVIEW 操作环境

设置 468

21.3 系统工具、工具箱、控件

及功能模板介绍 481

21.4 基本操作方法 486

习题 498

参考文献 500

第一篇

理论与实验指导

第 1 章 概 述

“软件就是仪器”的概念已逐渐被人们接受。因此,虚拟实验与仿真技术已经成为替代或改善传统电子实验的重要技术,这项技术给电子技术实验教学改革带来了巨大的生机。本章将这方面内容分成三类:基于信号的系统仿真、基于元件的电路仿真、虚拟测控技术。

1.1 电子技术实验研究范畴

1.1.1 技术基础课程及其实验研究

电子与电气专业技术基础课程主要有:电路分析、电子线路、数字电路、信号与系统、通信原理以及仪器与测量等。这些课程基本构成了本科学生的主要学科基础,因此这些课程及相应的实验教学是相当重要的。

在本书开始,先简单回顾一下上述先修课程研究的主要内容,以帮助读者重新审视一下有关的理论课程内容。

“电路分析”课程的基本内容一般分为直流分析、交流稳态分析、暂态分析等。这些分析以电路拓扑结构为依据,以电路电压-电流等效关系为准则,利用基本物理定律建立理想电路模型并研究其分析方法。其中,直流分析多数以纯电阻电路为分析对象,此时电容、电感等储能元件往往被理想化,一是为了简化电路,方便读者理解电路定理,二是在理想直流状态下,电感、电容可作为短路和开路处理。在交流稳态分析时,为了简化分析,通常假定信号源是单频率的,使得相位和幅度成为分析的主要参数,而采用相量法分析交流稳态电路。直流分析和交流稳态分析的简化是为了避免暂态分析时复杂的数学运算而突出分析的基本内容。然而在实际电路的分析中必须包括暂态情况,这样才能得到完整的分析结果。暂态电路的理论分析需要建立电路动态模型,即微分方程或偏微分方程。所以在有些教科书中,往往一开始就引入电路的一般模型,即微分方程模型和解微分方程分析方法,教学效果并不好。因为,解微分方程的复杂运算往往会使初学者理解电路的物理特性有困难。理想化模型的优点是简化了计算,使学生抓住电路的主要矛盾,但是也可能会引起一些概念上的误解。因此,电路分析实验教学的主要目的是:(1)研究基本电路元件特性和基本电路定理。(2)

理解电路模型与实际电路之间的关系,理解理想波形与实际波形之间的区别。

“电子线路”课程教学是在“电路分析”课程基础上进行的。“电子线路”课程以基本半导体器件(二极管、晶体管、场效晶体管等)及其电路为主要分析对象。线性电子线路中晶体管主要工作在器件的线性放大区,非线性电子线路中晶体管主要工作在器件的非线性区。控制器件工作区域的主要方法是确定直流工作点和调整输入信号的幅度。分析过程分为两个步骤,首先是分析和确定电路的直流工作点,其次是计算交流参数。在低频小信号时,电路模型比较简单,理论分析准确度比较高,在高频率、大信号时,尤其是到了射频范围,这种模型和相应的分析将会有很大的误差。因此,电子线路实验是用实验的方法分析测量器件和电路的模型与参数,研究电子线路的行为特性和参数特性关系。

“数字电路”课程可以看成是电子线路非线性工作的极端情况,晶体管工作在截止区和饱和区两种开关工作状态。在这里,线性放大区带来的是脉冲上升沿和下降沿的延时,所以要尽量避免工作在放大区。这种二值逻辑电路理想情况下符合布尔代数的运算关系。在低频率时,信号的逻辑关系可以做得非常理想,但是在高速数字电路中,避免器件的延时和线性放大工作区是提高电路性能的主要难点之一。数字电路实验的主要任务不仅是验证所设计电路的逻辑模型,还需要研究器件延时、信号翻转时间对理想逻辑状态的影响。

前面几门课程是以元件、电路为分析对象,“信号与系统”课程不涉及具体电路结构,而是从系统(输入输出)结构的角度的研究系统级行为模型和分析的方法。其基本分析方法包括以下两类,即基于系统的信号分析和基于信号的系统分析。按照数学方法分为时域分析、频域分析以及复频域分析。根据信号特征不同还分为连续时间系统的模拟分析和数字系统的离散分析。“信号与系统”课程实验主要研究信号特性、系统特性以及两者的关系,其中包括:信号时域、频域特性及其关系,信号与系统的变换和运算,信号分解和合成,信号与系统离散化处理方法及误差,系统稳定性问题等。

1.1.2 电子测量与测量工具

物理量的测量虽然从古代就已开始,但是,测量作为一门精密技术,问世不过数百年。

测量是科学技术发展的必然要求,离开测量便谈不上科学。现代测量仪器与软件工具不仅是科学研究的工具,其本身也是科学研究成果之一。

电子测量分为两类:一类是测电压、电流、电容或电场强度之类的电量参数;一类是运用传感器及其相应的电子手段来测量压力、温度或流速之类的非电量参数。

“电子技术测量”课程的教学目的有如下几个方面:电子测量理论和方法,仪

器和工具软件,进行电子测量实践和研究。

实际的电子测量是测量一个具体系统的物理参数,本书所介绍的 EDA 仿真是测量并分析虚拟电路模型的参数,这些参数多半是理论值,然而,这在思路上与实际的参数测量是一样的,所以在很多情况下,可以利用 EDA 仿真来实现与实际电子实验几乎一样的教学目的;虚拟仪器的“虚拟”一词主要是强调其利用计算机软件技术,有些情况下不是虚拟的,仅仅是利用计算机强大的处理和显示功能进行实际的测量,是一种新的电子仪器标准。

下面有必要解释一下,EDA 仿真、虚拟仪器、教学课件之间的区别,主要是澄清一些概念上的误解。

EDA 仿真与虚拟仪器的区别在于,虚拟测控系统中的虚拟仪器可以与仪器硬件接口进行信息交换,可以进行实际测量和控制,是一个真实的、分布式的、软硬结合的第三代智能仪器系统;而 EDA 软件中的虚拟仪器只是原理仿真,是假仪器,不与硬件打交道。在本书中 EDA 软件中的虚拟仪器与虚拟测控系统中的虚拟仪器意义是不一样的,本书并没有给它们另外起名字,依然沿用“虚拟仪器”的称呼,希望读者注意区别。但是,这里需要说明,并不是所有的基于 EDA 的虚拟仪器仅限于仿真,在新的 EDA 工具中,可以通过编程方法将虚拟仪器嵌入到 PCB 或芯片中,通过标准接口测量电路的真实物理量,这也是 EDA 技术发展的一大成就。

有些做得比较好的教学课件看上去很像 EDA 软件,为了弄清楚两者的区别,只需要知道什么是 EDA 仿真。所谓 EDA 仿真就是基于 EDA 工具软件和标准的模型库进行的仿真,EDA 工具软件内嵌有符合工程原理的仿真引擎,这个仿真引擎是符合国际标准的、具有很高的权威性的程序,它支持用户进行随意的设计和参数分析;而教学课件是采用虚拟现实技术或调用一些简单的程序算法,将电路和对应的波形联系起来,只支持一些已经设定的电路形式,或者说其内部仿真程序是不完备和不符合国际标准的。所以说,有没有仿真引擎是 EDA 仿真与教学课件的主要区别。

1.2 系统仿真技术及软件平台

1.2.1 系统仿真技术

系统仿真(System Simulation)是根据被研究的真实系统数学模型,结合所用的计算机建立仿真模型,依仿真模型在计算机上计算、分析、研究,获得真实系统的定量关系,加深对真实系统的认识和理解,为系统设计、调试或管理提供所需的信息、数据或资料。本书所指的系统特指电子系统。

系统仿真技术是在数学模型基础上,利用计算机进行实验研究的一种方法。是建立在系统科学、系统辨识、控制理论、计算机技术与控制工程基础上的一门综合性很强的实验科学技术,是分析、综合各类系统的一种研究方法和有力工具。

系统仿真通常可以分为模拟计算机与模拟仿真技术,数字计算机和数字仿真技术,混合计算机和混合仿真技术,全数字并行处理计算机与仿真,系统模型辨识和仿真,CAD 仿真技术,最优化技术与仿真。EDA 仿真技术是在电子 CAD、最优化、数值计算、模拟和数字混合仿真等技术的基础上高度集成化的技术。自 20 世纪 50 年代以来,仿真技术随着计算机技术的发展也随之逐渐形成一门新兴的科学技术。近年来,随着 PC 机的发展,EDA 软件逐渐从工作站和大型计算机上来到了 PC 机上安家落户,图形化的交互式界面使得仿真技术容易掌握,软件功能越来越强大,因而迅速被人们所接受。

1.2.2 基于信号的系统仿真软件平台

基于信号的系统仿真软件平台常见的有 SystemView、MATLAB、SPW 等。

SystemView 是美国 Elanix 公司研制的一个动态系统设计、仿真和分析的可视化设计软件,提供了开发电子系统的模拟和数字工具;包括一套可以选择的能够增加核心库功能的用于特殊应用的库,这些库是:通信库、DSP 库、逻辑库、射频/模拟库、用户代码库、自动程序生成库 (APG)、CDMA/PCS、Xilinx FPGA、MATLAB、DVB 库。其主要功能有:动态系统仿真,离散系统的 z 域分析和连续系统的 s 域分析,模拟和数字滤波器的设计,信号频谱和功率谱分析,支持嵌入式系统和多层子系统,全部的逻辑功能、开关和非线性装置组件,完整的信号源,内部系统诊断和连接检查,分析窗口的多图显示,在线帮助系统等。SystemView 主要用于以下几个方面:信号处理、通信和控制系统(模拟、数字或混合模式系统)设计和仿真,DSP 系统设计和分析,线性和非线性系统设计和分析,线性和非线性微分方程的解,控制系统的设计和测试,模拟数字变换系统、量化和采样系统、同相和正交系统等;软件的嵌套系统功能保证了系统设计规模可以任意扩大,用户可以自己用高级语言编写库中没有的模块。因此,软件虽小、功能强大、使用方便,是一套专用于系统仿真的优秀软件,自 1997 年投放中国市场至今,功能不断扩展,受到高校师生的欢迎。从最初引进的 1.87 版,版本多次升级,最新版本是 6.0 版。

MATLAB 是一个通用的工程设计平台,因 Matrix Laboratory(矩阵实验室)而得名,由美国新墨西哥大学 Cleve Moler 教授提出并应用于矩阵计算的教学中。后由 Mathworks 公司作为产品推出,1984 年推出 MATLAB 商业版,1990 年推出了第一个可以运行在 Windows 系统下的 MATLAB 3.5i 版本,1992 年推出了 MATLAB 4.0 版本,两年之后又推出了 MATLAB 4.2 版本。

MATLAB 4. x后的版本增加了许多新功能,诸如 Simulink 动态系统的建模、仿真和分析的集成仿真环境;与外部直接进行数据交换的单元;符号运算软件包以及 Notebook 等。

在 1997 年又推出了 MATLAB 5.0 版本,1999 年推出了 MATLAB 5.3/Simulink 3.0 版本。2000 年推出了 MATLAB 6.0/Simulink 4.0 版本,一年之后,MATLAB 6.1/Simulink 4.1 问世了。现在 MATLAB/Simulink 最高的版本是 MATLAB 6.5/Simulink 5.0。随着版本的不断更新,MATLAB 的功能不断完善,已不再仅仅是“矩阵实验室”,其功能齐备的应用工具箱、良好的用户界面、便捷的模块化动态仿真环境,使 MATLAB/Simulink 成为国际上最为流行的科学计算以及系统仿真领域的系统软件工具。

今天的 MATLAB 集数值计算、图形可视化、图像处理以及多媒体技术于一身,在航天、航空、军事、经济、交通、自动控制、通信、信号处理、系统优化设计等众多领域得到广泛的应用。现在,MATLAB 已经成为国内外大学生和研究生进行学习以及科学研究时必须掌握的基本软件工具,在设计研究和工业部门,MATLAB 也广泛应用于研究和解决各种实际的工程问题。

MATLAB 经过长期不断地发展和完善,已经成为当今世界上最优秀的数值计算软件,受到了人们的广泛欢迎。

Cadence 的信号处理工作系统 (SPW: Signal Processing Worksystem) 是一个允许用户使用层次化框图进行设计的系统级设计工具,SPW 是一个能够从算法设计实现多 ASIC/FPGA 或 SoC 的工具,由于其价格较贵,一般用户难以承受,难以作为教学使用。

1.3 电路仿真技术及软件平台

1.3.1 电路仿真技术

电路仿真技术是基于电路元件模型和电路模型程序化的一种计算机仿真技术,按分析对象不同分为数字电路仿真和模拟电路仿真。

随着集成电路技术和计算机技术的发展,数字系统的发展经历了分立元件、小规模集成电路 (SSI)、中规模集成电路 (MSI)、大规模集成电路 (LSI)、超大规模集成电路 (VLSI) 等阶段。若用 SSI、MSI 设计复杂的数字系统,由于其器件和连线多,使得系统故障率高、体积大,目前在设计大规模电路时已经很少使用 SSI 和 MSI;然而,又因为大规模集成电路复杂的结构也限制了其使用上的通用性,所以,专用集成电路 (ASIC)、嵌入式 CPU 和 PLD (可编程逻辑器件) 对于现代数字系统设计显得相当重要。基于 EDA 的数字系统仿真模型主要是硬件描