

电类专业电子技能实训系列

电子电路

仿真技术

任文霞 吕文哲 王彦朋 编著

▶ “淡化” 理论知识

▶ “强化” 实际技能

▶ 以实际案例为基础

▶ 重点介绍新技术、新产品的应用

▶ 培养实践能力及创新意识

▶ 实现课堂到工作岗位无缝对接



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

电类专业电子技能实训系列

电子电路仿真技术

任文霞 吕文哲 王彦朋 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是根据电类各专业对电子技能的基本要求,结合电子技能教学实践和当前电子技术发展的新形势,为培养学生的实践创新能力而编写的。全书分6章,第一章介绍计算机仿真技术及常用软件;第二章讲述Edison仿真软件的基本操作和仿真实例;第三章讲述PSpice仿真软件的仿真过程;第四章讲述EWB512和Multisim 8.0仿真软件在电路分析中的应用;第五章讲述Protel 99 SE软件的仿真过程及应用实例;第六章讲述PROTEUS仿真软件在数字电路、模拟电路和单片机系统的仿真过程及应用实例。每章均结合典型的工程设计实例进行讲解,以帮助读者轻松掌握各仿真软件的使用。

本书定位准确、内容新颖、结构合理、通俗易懂,注重能力培养,具有很高的实用价值,可供电类及相关专业的大、中专学生在电子技术课程设计、生产实习及毕业设计等实践环节中参考,也可供工程技术人员和电子爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

电子电路仿真技术/任文霞等编著. —北京:中国电力出版社, 2009

(电类专业电子技能实训系列)

ISBN 978-7-5083-8037-7

I. 电… II. 任… III. 电子电路—计算机仿真 IV. TN710

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第161396号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009年1月第一版 2009年1月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 14.25印张 353千字

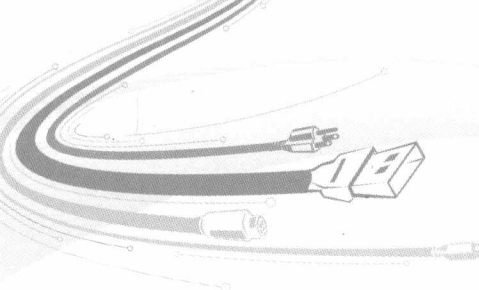
印数0001—3000册 定价28.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



为提高电子信息及相关专业学生的实践创新能力,加速培养创新型人才,作者编写了《电类专业电子技能实训系列》丛书。本套丛书面向在校大学生读者群体,以应用知识为主,注重理论联系实际,通过大量的电子设计与制作实例,来强化对大学生实践能力及创新意识的培养,以填补大学生在校学习到工作岗位这段时间实践知识和能力的空白,为就业打下一定的基础。在编写过程中注重知识的系统性和完整性,力求使丛书体现“定位准确、内容创新、注重实用、结构合理、通俗易懂”的特点。《电子电路仿真技术》是该套丛书的第三本。

20 世纪是信息的时代,电子信息技术革命极大地推动人类社会生活的进步。近年来出现的电子设计自动化 EDA (Electronic Design Automation) 技术,对传统电子设计手段形成巨大冲击,以计算机辅助分析和设计为基础的电子设计自动化技术已广泛应用于电子电路系统的设计与分析之中,将电子设计和制造水平推向一个新的高度。针对电子设计领域新技术、新器件的不断涌现,各种计算机仿真软件也成为电子工程技术人员设计电子产品、器件和电类专业在校学生进行模拟实验、验证电路功能的必不可少的重要工具。目前应用较广泛的仿真软件有 PSpice、Multisim 8.0、Protel 99 SE 及 PROTEUS 等。这些软件因界面友好、功能强大及容易使用而受到广大师生和工程技术人员喜爱。

本书从实用角度出发,详细介绍 Edison、PSpice、EWB、Multisim 8.0、Protel 99 SE 及 PROTEUS 等软件的仿真过程。在每个软件的讲解中,结合电路基础、模拟电子技术、数字电子技术等内容,从不同角度出發,选用了大量的典型电路讲述软件的使用过程,以帮助读者轻松掌握各仿真软件的使用。

参与本书编写工作的主要有任文霞、吕文哲等。其中李英编写了第一章;王彦朋编写了第二章,并完成了全书的审阅及统稿工作;吕文哲编写了第三、四章;任文霞编写了第五、六章。高新雷、武爱强、任利国等同学验证了书中的应用实例。此外,参加本书编写的还有张会莉、高妙、高观望、王冀超等同志。

本书在编写过程中,得到了沙占友教授及电子技术教研室老师们的大力支持和帮助,在此谨表示诚挚的谢意。

本书中有些电路图为了保持与软件一致,保留了软件中的电路,部分电器符号和单位与我国现行的国家标准不符。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不足之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2008 年 12 月

前言

第一章 概述	1
第一节 EDA 概述	1
第二节 常用计算机仿真软件介绍	1
第二章 Edison 仿真软件	9
第一节 Edison 的界面介绍	9
第二节 电路图编辑器	22
第三节 Edison 进行电路仿真实例	32
第三章 PSpice 仿真软件	42
第一节 电路原理图编辑程序 (Schematics)	42
第二节 图形后处理程序 (Probe)	52
第三节 电路的文本文件描述	58
第四节 PSpice 进行电路仿真实例	71
第四章 EWB512 和 Multisim 8.0	89
第一节 EWB512 系统和功能简介	89
第二节 Multisim 8.0 的集成环境	92
第三节 Multisim 8.0 的虚拟仪器的使用	97
第四节 Multisim 8.0 的电路分析	107
第五节 Multisim 8.0 进行电路仿真实例	121
第五章 Protel 99 SE 仿真软件	134
第一节 SIM 99 仿真库中的元件	134
第二节 SIM 99 中的激励源描述	143
第三节 仿真器的设置	146
第四节 实现电子线路仿真的方法和步骤	152
第五节 Protel 99 SE 进行电路仿真实例	157
第六章 PROTEUS 仿真软件	167
第一节 PROTEUS ISIS 的原理图编辑环境	167
第二节 PROTEUS ISIS 仿真	177
第三节 PROTEUS 进行电路仿真实例	193
参考文献	220

第一章 概述

第一节 EDA 概述

电子设计自动化 EDA (Electronic Design Automation) 技术是在电子 CAD 技术基础上发展起来的通用软件系统,是指以计算机为工作平台,融合了应用电子技术、计算机技术、信息处理及智能化技术的最新成果,进行电子产品的自动设计系统。

EDA 技术已有 30 年的发展历程,大致可分为三个阶段:① 20 世纪 70 年代为计算机辅助设计 (CAD) 阶段,人们开始用计算机取代手工操作进行 IC 版图编辑、PCB 布局布线;② 20 世纪 80 年代为计算机辅助工程 (CAE) 阶段,与 CAD 相比,CAE 除了有纯粹的图形绘制功能外,又增加了电路功能分析和结构设计,并且通过电气连接网络表将两者结合在一起,实现了工程设计;③ 20 世纪 90 年代为电子系统设计自动化 (EDA) 阶段,同时又出现了计算机辅助工艺 (CAPP)、计算机辅助制造 (CAM) 等。

现代电子设计技术的核心就是 EDA 技术。EDA 技术应用广泛,在机械、电子、通信、航空航天、化工、矿产、生物、医学、军事等各个领域都有 EDA 的应用。

在产品设计与制造方面,EDA 技术可实现前期的计算机仿真、系统级模拟及测试环境的仿真、PCB 的制作、电路板的焊接、ASIC 的设计等。

在教学方面,我国高校从 20 世纪 90 年代中期开始 EDA 教育,现在几乎所有理工科类高校都开设了 EDA 课程。这些课程主要是让学生了解 EDA 的基本概念和原理,使用 EDA 软件进行电子电路课程的实验及从事简单系统的设计。

目前,进入我国并具有广泛影响的 EDA 软件有 EWB、PSpice、SwCAD、Protel、Proteus、MATLAB、OrCAD 等。这些软件都有较强的功能,除了进行电路的仿真外,许多软件同时还可以进行 PCB 自动布局布线,或输出多种网表文件与第三方软件接口等。本书主要介绍 5 种常用 EDA 软件在电子电路仿真方面的应用。

第二节 常用计算机仿真软件介绍

一、Edison 仿真软件

1. Edison 简介

电子电路设计模拟分析软件 Edison 是匈牙利 Designsoft Inc. 公司设计推出的电子电路仿真分析、设计软件。Edison 的环境是以实体的零件造型,让用户有置身于真实电路实验室的感觉,加上有趣的声、光效果,使设计者在娱乐中学习。同时,可以弥补实验仪器、元件少的不足及避免仪器、元器件的损坏。

2. Edison 的运行环境

Edison 是一套兼具声光多媒体的软件，对运行本程序的计算机硬件要求如下：

- (1) 586 以上奔腾 CPU。
- (2) 16M RAM。
- (3) 20M Bytes 可用硬盘空间。
- (4) 16 位图形加速卡。
- (5) 鼠标、声卡。

3. Edison 功能特点

(1) 双视窗操作。Edison 提供双视窗操作，左侧是立体声光实验室，右侧是电路图分析器，使用者可以同时把实验电路图与电路原理图进行对比。

(2) 生动活泼。Edison 是一套兼具声光与动画的活软件，通过声音、光的效果，既使电学实验和电子学实验生动活泼，又可以动态展现实验结果。

(3) 实例演示。Edison 提供了 13 种实例演示，使初学者能更快地掌握 Edison 和各元器件的使用及电路的功能。

(4) 电路分析。Edison 提供了 DC 分析、交流分析、瞬时分析、数字步进、数字计时分析等功能，并能产生相关的模拟波形。

(5) 方程式。Edison 除了电路分析外，还可以提供一般电路模拟软件所没有的方程式，自动给出测试数据的理论推导公式。

(6) 元器件封装。元器件封装理想化，适合任何使用者，特别是初学者。

(7) 高效。在对电路进行模拟的同时，Edison 还可以存储实验数据、波形、元器件清单、工作状态等，并可打印输出。

二、PSpice 仿真软件

1. PSpice 程序简介

PSpice 是由 Spice 发展而来的用于微型计算机的通用电路分析程序。Spice (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) 是由美国加州大学伯克利分校于 1972 年开发的电路仿真程序。随后，版本不断更新，功能不断增强和完善。Spice 有工业版 (Production Version) 和教学版 (Evaluation Version) 之分，本书介绍 PSpice 9.1 版本 (PSpice Evaluation Version 9.1，即教学版，有时也称为学生版)。

Spice 是 20 世纪 80 年代世界上应用最广的电路设计软件，1998 年被定为美国国家标准。1984 年，美国 MicroSim 公司推出了基于 Spice 的微机版 PSpice (Personal_Spice)。现在使用较多的是 PSpice 9.1 版本，在同类产品中，它是功能最为强大的模拟和数字电路混合仿真 EDA 软件。

PSpice 发展至今，已被并入 OrCAD 公司，成为 OrCAD_PSpice，但 PSpice 仍然单独销售和使用。

PSpice 可以进行各种各样的电路仿真、激励建立、温度与噪声分析、模拟控制、波形输出、数据输出，并在同一窗口内同时显示模拟与数字的仿真结果。无论对哪种器件、哪些电路进行仿真，都可以得到精确的仿真结果，并可以自行选择元器件并建立元器件库。

2. PSpice 的运行环境

PSpice 9.1 对运行本程序的计算机硬件要求如下：

- (1) 90MHz 以上或相近奔腾 CPU。
- (2) 操作系统为 Windows 95/98/XP/NT 平台。
- (3) 内存为 16M (推荐使用 32M 以上内存)。
- (4) 90MB 以上剩余硬盘空间。
- (5) 鼠标或其他定点设备。
- (6) 800×600 以上显示分辨率。

3. PSpice 的基本组成

PSpice 实际上是个软件包, 整个仿真分析过程是通过软件包中的各个软件协调完成的。PSpice 主要包括 Schematics、PSpice A/D、Probe、Stimulus Editor、Model Editor 和 Optimizer 等程序。

(1) Schematics, 即电路原理图编辑程序。PSpice 的输入形式有电路原理图和网表文件两种, 采用电路原理图的形式作为输入方式比较简单、直观。Schematics 相当于一个电路模拟器。它可以直接绘制电路原理图, 电路原理图文件后缀为.sch。图形文件编辑器自动将原理图转化为电路网单文件, 以提供模拟计算程序运行仿真。在 Schematics 中可对电路进行直流分析、交流分析、瞬态分析、傅里叶分析、环境温度分析、蒙特卡罗分析和灵敏度分析等多种分析的参数设置, 还可以对元件进行修改和编辑。

(2) PSpice A/D, 即模拟计算程序 (也叫电路仿真程序)。PSpice A/D 是一个数据处理器, 它是 PSpice 的核心部分。它可以在 Schematics 中所绘制的电路进行模拟分析, 运算出结果并自动生成输出文件 (扩展名为.out) 和数据文件 (扩展名为.dat)。PSpice A/D 只能打开扩展名为.cir 的电路输入文件, 而不能打开扩展名为.sch 的电路输入文件。因此, 在 Schematics 环境下运行模拟计算程序时, 系统首先将原理图.sch 文件转换为.cir 文件, 再启动 PSpice A/D 进行模拟分析。

(3) Probe, 即图形后处理程序。Probe 相当于一个示波器或万用表, 它可以将 PSpice 运算的结果在屏幕或打印设备上显示出来。模拟结果还可以接受由基本参数组成的任意表达式。

(4) Stimulus Editor, 即信号源编辑程序。Stimulus Editor 是产生信号源的工具, 在 PSpice 中信号源种类较多, 有正弦源、脉冲源、指数源、分段线性源和单频调频源等, 利用 Stimulus Editor 设定和修改各种激励信号非常方便直观, 而且容易查对。

(5) Model Editor, 即模型参数提取程序。Model Editor 是对器件建模的工具。在实际电路设计中需要的元器件种类繁多, 而模型参数库中的模型是有限的, 利用 Model Editor 可以半自动地将来自厂家的器件数据信息或用户自定义的器件数据转换为 PSpice 中所用的模拟数据, 并提供它们之间的关系曲线及相互作用, 确定元件的精确度, 并将该模型放入库中, 从而可以利用该模型进行仿真。

(6) Optimizer, 即电路优化设计程序。可以利用 Optimizer 根据用户规定的电路特性或约束条件, 自动调整电路元器件的参数设计值, 以满足电路的某些特定指标要求, 使电路的性能得到改善。

4. PSpice 的优越性

在电路系统仿真方面, PSpice 可以说独具特色, 它是一个多功能的电路模拟试验平台。PSpice 软件由于收敛性好, 适于做系统及电路仿真, 具有快速、准确的仿真能力。其主要优点有:

(1) 图形界面友好, 易学易用, 操作简单。由 DOS 版本的 PSpice 到 Windows 版本的 PSpice, 该软件由原来单一的文本输入方式更新升级为输入原理图方式, 使电路设计更加直观形象。PSpice 6.0 以上版本全部采用菜单式结构, 只要熟悉 Windows 操作系统就很容易学, 利用鼠标和热键一起操作, 既提高了工作效率, 又缩短了设计周期。即使没有参考书, 用户只要具备一定的英语基础就可以通过实际操作很快掌握该软件。

(2) 实用性强, 仿真效果好。在 PSpice 中, 对元件参数的修改很容易, 它只需存一次盘、创建一次连接表, 就可以实现一个复杂电路的仿真。

(3) 功能强大, 集成度高。在 PSpice 内集成了许多仿真功能, 如直流分析、交流分析、噪声分析、温度分析等, 用户只需在所观察的节点放置电压(电流)探针, 就可以在仿真结果图中观察到其“电压(或电流)一时间图”。该软件还集成了诸多数学运算, 不仅提供加、减、乘、除等基本运算, 还提供了正弦、余弦、绝对值、对数、指数等基本的函数运算, 这些都是其他软件所无法比拟的。

另外, 用户还可以对仿真结果窗口进行编辑, 如添加窗口、修改坐标、叠加图形等, 还可以保存和打印图形, 这些功能都给用户提供了制作所需图形的一种快捷、简便的方法。此外, Windows 版本的 PSpice 建立电路仿真可以使用输入原理图方式, 也可以使用输入文本方式, 可适应不同使用者的需求。

三、EWB 和 Multisim 仿真软件

1. EWB 和 Multisim 简介

EWB 是 Electronics Workbench 的缩写, 称为电子工作平台, 是一种在电子技术界广为应用的优秀计算机仿真设计软件, 被誉为: “计算机里的电子实验室”。EWB 于 20 世纪 80 年代由加拿大 Interactive Image Technologies 公司(简称 IIT 公司)推出, 以其界面形象直观、操作方便、分析功能强大、易学易用等突出优点, 受到电子行业技术人员的青睐。随着技术的发展, EWB 软件也在进行不断升级, 国内常见的版本有 EWB512。

跨入 21 世纪初, 加拿大 IIT 公司在保留原版本优点的基础上, 增加了更多功能和内容, 特别是改进了 EWB 软件虚拟仪器调用有数量限制的缺陷。将 EWB 软件更新换代推出 EWB 6.0 版本, 并取名 Multisim (意为多重仿真), 也就是 Multisim 2001 版本。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, Multisim 2001 升级为 Multisim 7.0 版本。Multisim 7.0 功能相当强大, 它能胜任各种电子电路的分析和仿真实验。它具有十分丰富的电子元器件库, 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。Multisim 7.0 提供 18 种基本分析方法, 可供用户对电子电路进行各种性能分析; 它还有多达 17 台虚拟仪器仪表和一个实时测量探针, 可以满足一般电子电路的测试和实验。但它有一个缺点, 就是将电阻的单位 Ω 用 “Ohm” 三个字母表示, 使用起来不方便。除了这一点之外, 电子仿真软件 Multisim 7.0 已经相当成熟和稳定, 是加拿大 IIT 公司在开拓电子仿真软件领域中的一个里程碑。

2005 年, IIT 公司对 Multisim 7.0 进行了全面优化与升级, 推出了 Multisim 8.0。Multisim 8.0 版本是加拿大 IIT 公司推出的电子仿真软件的终极版。本书主要介绍 Multisim 8.0 使用。

2005 年以后, 加拿大 IIT 公司隶属于美国国家仪器公司(National Instrument, 简称 NI

公司)。NI 公司于 2006 年初首次推出 Multisim 9.0 版本。它与以前加拿大 IIT 公司推出的 Multisim 版本有着本质上的区别。虽然它的界面、元件调用方式、搭建电路、虚拟仿真、电路基本分析方法等还是沿袭了 EWB 的优良传统,但软件的内容和功能已大不相同。如它的元件工具条中增加了单片机和三维先进的外围设备。2007 年初,NI 公司又推出最新的 NI Multisim 10 版本,在原来的 Multisim 前冠以 NI,在安装 NI Multisim 10 软件的同时,也同时安装了与之配套的制版软件 NI Ultiboard10,并且两个软件位于同一路径下,为用户使用提供了极大的方便。

2. EWB 的运行环境和操作步骤

(1) EWB 的运行环境:

- 1) Windows 98/XP/NT 操作系统;
- 2) Microsoft 相容的鼠标;
- 3) Pentium486 以上处理器;
- 4) 16M 以上内存;
- 5) 20M 空余硬盘空间。

(2) EWB 的操作步骤:

- 1) 用虚拟器件在工作区建立电路;
- 2) 选定元件的模式、参数值和标号;
- 3) 连接信号源等虚拟仪器;
- 4) 选择分析功能和参数;
- 5) 激活电路进行仿真;
- 6) 保存电路图和仿真结果。

Multisim 的电路设计和仿真步骤基本与 EWB 相同,将在第四章中重点介绍。

3. Multisim 的基本功能

(1) 建立电路原理图。Multisim 为用户提供有数量众多的现实元器件和虚拟元器件,分门别类地存放在 14 个器件库中。绘制电路图时只需打开器件库,再用鼠标左键选中要用的元器件,并把它拖放到工作区,当光标移动到元器件的引脚时,软件会自动产生一个带十字的黑点,进入到连线状态,单击鼠标左键确认后,移动鼠标即可实现连线,搭接电路原理图既方便又快捷。

(2) 虚拟仪器仪表测试电路性能参数及波形。用户可在电路图中接入虚拟仪器仪表,方便地测试电路的性能参数及波形。Multisim 软件提供的虚拟仪器仪表有数字万用表、函数信号发生器、示波器、扫描仪、字信号发生器、逻辑分析仪、逻辑转换仪、功率表、失真分析仪、频谱分析仪和网络分析仪等,这些仪器仪表不仅外形和使用方法与实际仪器相同,而且测试的数值和波形更为精确可靠。

(3) 多种类型的仿真分析。Multisim 可以进行直流工作点分析、交流分析、瞬态分析、傅里叶分析、噪声分析、失真分析、直流扫描分析、温度扫描分析、参数扫描分析、灵敏度分析、传输函数分析、极点—零点分析、最坏情况分析、蒙特卡罗分析、批处理分析、噪声图形分析及 RF 分析,分析结果以数值或波形直观地显示出来。为用户设计分析电路提供了极大的方便。

(4) 提供了与其他软件信息交换接口。Multisim 可以打开由 PSpice 等其他电路仿真软件所建立的 Spice 网络表文件,并自动形成相应的电路原理图。也可将 Multisim 建立的电路原

理图转换为网络表文件, 提供给 Ultiboard 模块或其他 EDA 软件 (如 Protel、Orcad 等) 进行印制电路板图的自动布局和自动布线。

4. Multisim 8.0 的功能特点

(1) 与以前版本相比, 仿真速度提高了 67% 以上。

(2) 变量支持。

(3) 电气规则检查的范围设定。

(4) 具有跨越多页分图的分类高级搜索功能。

(5) 新型虚拟 Tektronix 示波器。

(6) 测量探针的动态数值显示。

(7) 通过网页自动更新。

(8) 用户自定义仿真界面的设定。

(9) 打印或输出电子表格观测窗的内容。

(10) 增加了 PLC 控制的仿真分析。

由于 Multisim 8.0 比 EWB512 的功能更强大, 但操作界面和操作步骤基本类似, 所以本书以介绍 Multisim 8.0 为重点内容, EWB512 作为了解内容, 它的使用请参考 Multisim 8.0 的使用方法, 本书不再赘述。

四、Protel 99 SE 仿真软件

1. Protel 99 SE 程序简介

Protel 99 SE 是由 Protel 的早期版本发展而来的基于 Windows 95/98/2000/XP 环境的新一代电路原理图辅助设计与绘制软件, 它是集电路设计与开发环境于一体的应用软件。

2. Protel 99 SE 的功能模块

Protel 99 SE 的主要功能模块包括电路的原理图设计、印刷电路板 (PCB) 设计、无网格布线器、可编程逻辑器件设计、电路设计/仿真等。各模块具有丰富的功能, 可以实现电路设计与分析。以下主要介绍 Schematic、PCB 和 Simulate 三个模块。

(1) 用于原理图设计的 Schematic 模块。支持层次化设计, 可将整个电路按照其特性及复杂程度切割成适当的子电路, 必要时可以使用层次化的树枝状结构来完成。具有丰富、灵活的编辑功能, 能对大型复杂设计进行快速的电气法则检查。原理图提供 16 000 多个元器件库, 包括 AMD、Intel、Motorola、ZILOG、Maxim 等公司的元件库, 以及 Eesof、PSPICE、SPICE 仿真库。

(2) 用于印制电路板设计的 PCB 设计模块。支持设计层数为 32 层、版图大小为 2 540mm×2 540mm 或 100in×100in 的多层印制电路板。PCB 图能同时显示元器件引脚号和连接在引脚上的网络号。

(3) 用于电路仿真的 Simulate 模块。Protel 99 SE 提供了 Advanced SIM 99 仿真工具, 它的仿真引擎直接作用于电路原理图, 因此设计人员在设计阶段就能够获得电路的工作状况, 从而提高设计工作的效率, 使得对于电路的研究变得简单。

Protel Advanced SIM 99 是一个数/模混合的信号电路仿真器, 能提供连续的模拟信号仿真和离散的数字信号仿真。运行在 Protel 的集成环境下, 与 Protel Advanced Schematic 原理图输入程序协同工作, 作为 Advanced Schematic 的扩展, 为用户提供了一个完整的从设计到验证的仿真设计环境。

3. Protel 99 SE 的分析功能

Protel 99 SE 提供的电路分析方法有：静态工作点分析、瞬态特性和傅里叶分析、交流小信号分析、直流扫描分析、噪声分析、温度扫描分析、参数扫描分析、蒙特卡罗分析等。仿真结果以多种图形方式输出，可以单图精细分析，也可以多图综合比较分析，并可通过不同的角度进行分析，以获得对电路设计的准确判断。仿真所绘制的电路，可直接调用 PCB 模块进行 PCB 板的设计，无须再经过 SCH 电路绘制过程，这也是 Protel 99 SE 的新功能。

五、PROTEUS 仿真软件

1. PROTEUS 程序简介

PROTEUS 是英国 LabCenter Electronics 公司开发的电路分析与实物仿真软件。PROTEUS 不仅是模拟电路、数字电路、模/数混合电路的设计与仿真平台，更是目前世界上最先进的、最完整的多种型号微控制器系统的设计与仿真平台。它真正实现了在计算机上完成从原理图设计、电路分析与仿真、单片机代码及调试与仿真、系统测试与功能验证到形成 PCB 的完整的电子设计、研发过程。PROTEUS 从 1989 年问世至今。经过了近 20 年的使用、发展和完善，功能越来越强，性能越来越好。

2. PROTEUS 的运行环境

要运行 PROTEUS 系统，要求计算机系统具有：

- (1) 200MHz 或更高的奔腾 CPU。
- (2) Windows 98/Me/2000/XP 或更高的版本的操作系统。
- (3) 64MB 或以上的可用硬盘空间。
- (4) 64MB 或以上的 RAM 空间。
- (5) 鼠标或其他指示装置等。

3. PROTEUS 的主要功能

PROTEUS 的主要功能包括：

(1) PROTEUS VSM 功能。实现数字电路、模拟电路、模/数混合电路的设计与仿真，特别是实现单片机与外设的混合电路系统、软件系统的设计与仿真。该功能包括的主要功能模块与资源有：

1) ISIS 原理图输入系统：既是智能原理图设计、绘制和编辑的环境；又是数字电路、模拟电路、模/数混合电路的设计与仿真环境；更是单片机与外设的设计、仿真和协同仿真环境。支持多种图形格式输出，可通过剪贴板输出 Windows 位图、图元文件和 EPS 等格式的文件。可输出到绘图机、彩色打印机等 Windows 打印设备。

2) 混合模型仿真器：是 PROTEUS VSM 的核心。它结合 ISIS 使用的混合模型仿真器，由 SPICE3F5 模拟仿真器内核和快速事件驱动数字仿真器组成。在 VSM 中约有 6 000 个模型。

3) 单片机模型库：是目前能够对多种系列众多型号的单片机进行实时仿真、协同仿真、调试与测试的 EDA 工具。

4) 具有高级外设模型、丰富的元器件模型库、激励源和虚拟仪器。

5) ASF 高级图标仿真：以全图形化的分析界面扩展了基础仿真器的功能。主要包括：

a) 标准 SPICE 分析功能：模拟瞬态、数字瞬态、混合模式瞬态、频率、傅里叶、噪声、失真、转换区间、直流参数扫描、交流参数扫描和工作点。

b) 图形显示模拟、数字和总线数据，频谱显示增益和相位。

c) 音频分析形成波形并在声卡上播放。

d) 将交互仿真的结果捕捉到图形上, 并进行交互分析。

e) 数字信一致性分析。

f) 探针观测点的电压、电流可以用数字标示出来。

g) 用图形光标进行精确测量。

h) 以 CSV 将仿真结果输出到其他软件, 如 Excel。

(2) PROTEUS PCB 设计功能。基于高性能网表的设计系统, 组合了 ISIS 原理图捕捉和 ARES PCB 输出程序, 构成一个强大的易于使用的设计 PCB 的工具包, 能完成高效、高质的 PCB 设计。

4. PROTEUS 的特点

PROTEUS 该软件具有以下特点:

(1) 实现了单片机仿真和 SPICE 电路仿真相结合。具有模拟电路仿真、数字电路仿真、单片机及其外围电路组成的系统的仿真、RS232 动态仿真、I2C 调试器、SPI 调试器、键盘和 LCD 系统仿真的功能; 有各种虚拟仪器, 如示波器、逻辑分析仪、信号发生器等。

(2) 支持主流单片机系统的仿真。目前支持的单片机类型有: 68000 系列、8051 系列、AVR 系列、PIC12 系列、PIC16 系列、PIC18 系列、Z80 系列、HC11 系列以及各种外围芯片。

(3) 提供软件调试功能。在硬件仿真系统中具有全速、单步、设置断点等调试功能, 同时可以观察各个变量、寄存器等的当前状态, 因此在该软件仿真系统中, 也必须具有这些功能; 同时支持第三方的软件编译和调试环境, 如 Keil C51 uVision2 等软件。

(4) 具有强大的原理图绘制功能。总之, 该软件是一款集单片机和 Spice 分析于一身的仿真软件, 功能极其强大。本书第六章介绍 Proteus ISIS 软件的工作环境和一些基本操作及应用示例。

第二章 Edison 仿真软件

电子电路设计模拟分析软件 Edison 是匈牙利 Designsoft Inc. 公司设计推出的电子电路仿真分析、设计软件。Edison 的环境是以实体的零件造型, 让初学者有置身于真实电路实验室的感觉, 加上有趣的声、光效果, 如电路中的灯泡, 可以观察到灯泡光线强弱的变化, 又如电动机, 可以看到其转动的快慢及方向, 使初学者仿佛在游戏中学习, 在不知不觉中学习电学知识, 快速引导初学者进入电子学领域, 从而引起初学者的兴趣。同时, 可以弥补实验仪器、元件少的不足及避免仪器、元器件的损坏, 是一个非常难得的电子仿真实验软件。

第一节 Edison 的界面介绍

单击屏幕左下方的【开始】→【程序】→【Edison4】→【Edison】进入 Edison 4 集成环境。

Edison 4 的主界面分为三部分, 分别为立体声光实验室、电路图分析器和控制面板, 如图 2-1 所示。

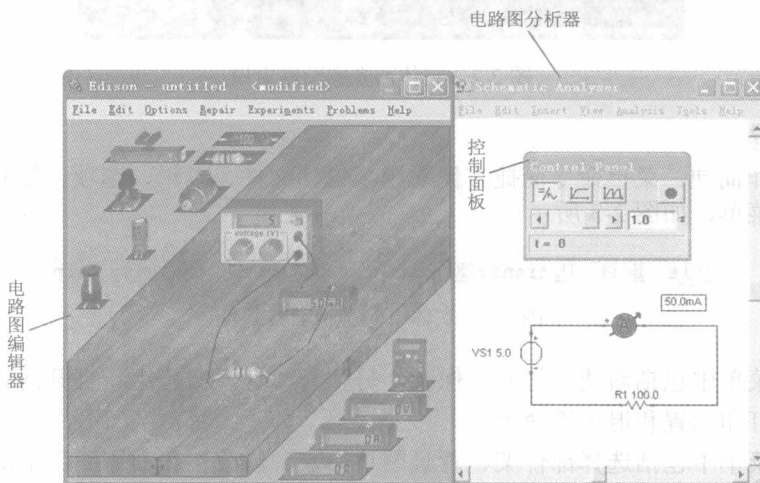


图 2-1 Edison 的工作界面

在立体声光实验室中可完成实体元器件的调用、连线及测试, 而同时在电路图分析器中会根据立体声光实验室的实体电路自动绘出电路分析图。使实体元器件和电路图分析有机结合, 有利于初学者的学习, 这是很多电子仿真软件很难达到的。Edison 4 最有特色的莫过于立体声光实验室, 在本节中将 Edison 的集成环境作一个总体的介绍。

一、立体声光实验室

Edison 与其他电子电路仿真软件的最大区别就是有两个视窗, 而且左边视窗里的实体电

子元器件，仪器表，工作台都是立体的。

在立体声光实验室里，可进行动态的实验，如发声、转动、闪光等，还可以进行基本电学实验和电子技术实验。

立体声光实验室窗口如图 2-2 所示，它由菜单、实体元器件库和工作台三大部分组成。

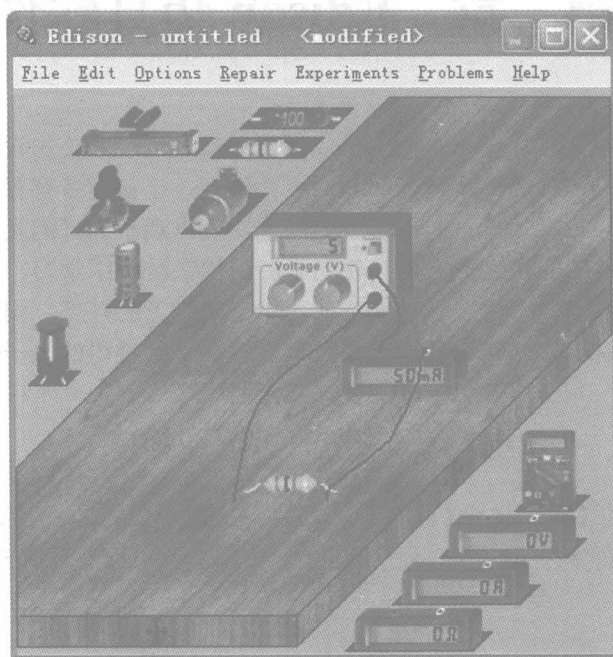


图 2-2 立体声光实验室窗口

1. 菜单列表

Edison 操作简便，菜单命令简捷方便易用，包括文件、编辑、选项、修复、实验、问题和帮助七个子菜单，如图 2-3 所示。



图 2-3 立体声光实验室的菜单

(1) 文件菜单中包括新建、打开、保存、另存为、打开实验组、打开问题组、复制到剪贴板、打印、打印设置和退出等命令。

(2) 编辑菜单中包括选择部件架、背景图片、宏、修改参数、删除、全部修复和重新绘制等命令。

(3) 选项菜单中包括声音效果、显示故障、线形、线色、移动时持住线、部件架上的提示、电路上的提示和退出前保存选项等命令。

(4) 修复菜单是用于修复电路的故障。

(5) 实验菜单是进入各项实验项目。

(6) 问题菜单是进入各项测验问题。

(7) 帮助菜单里提供 Edison 操作的各项说明。

2. 实体元件库

在立体声光实验室里，左上角和右下角是实体元器件库，提供了灯泡、电源、熔丝、信

号发生器、开关、电容、电感线圈、电阻、电动机、喇叭、二极管、三极管、门电路和触发器等常用实体电子元器件，此外还有电位器、示波器、信号分析器、万用表、电阻表、电压表、电流表等实体测量仪器。

3. 工作台

在立体声光实验室里，工作台是可以变化的。用户可以自己选择背景图片，具体操作为：单击菜单【Edit】→【Background picture】，在弹出的对话框中选择相应的图片即可。也可以将自己设计的 128×128，256 色的“*.bmp”图片作为工作台的背景图片。

4. 音效设定

需要设定音效时，可执行【Option】→【Sound Effect】命令，在弹出的对话框中进行选择。

5. 线形设定

在立体声光实验室里，通过执行【Option】→【Wire Color....】命令，可在弹出的对话框中定义线形。

二、电路图分析器

电路图分析器窗口如图 2-4 所示，Edison 可透过这个窗口，在另一方面将电路以更具体的形象表达出来。

在电路图分析器的菜单中，有文件、编辑、插入、视图、分析、工具、帮助七个菜单项，具体如图 2-4 所示。

- (1) File（文件）：对电路文件进行管理，包括保存、另存为、打印等功能。
- (2) Edit（编辑）：提供一般的编辑功能，如复制和粘贴等功能。
- (3) Insert（插入）：在电路图中，可以插入文字、图形和块操作，便于对电路图做进一步的补充说明。
- (4) Text（文字）：文字插入提供了多种效果，可以设置公式，改变字体，设置背景和边框样式等。
- (5) Graphics（图形）：图形支持*.WMF 微软视窗位图文件插入，便于对电路信号描述，如波形图。
- (6) View（视图）：包括普通视图、页面视图、缩放、网格线、基点标记和重画等，简单介绍如下：

1) 缩放：将电路图以设定的比例显示在屏幕上，如图 2-5 所示。

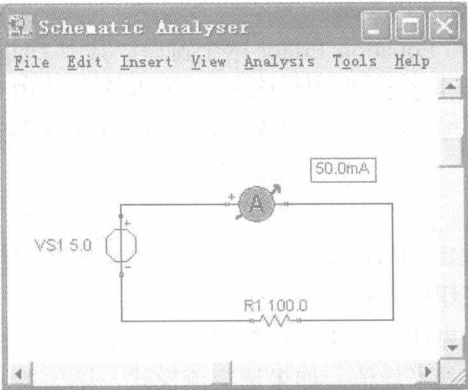


图 2-4 电路图分析器窗口

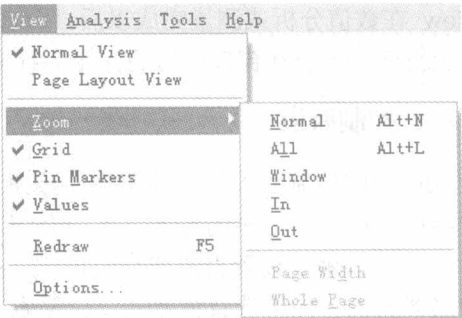


图 2-5 视图菜单

其中的选项有：

- Normal: 即编辑区按 100% 的比例显示, 快捷键: Alt+N。
- All: 将编辑区所有零件按最大化显示, 快捷键: Alt+L。
- Window: 对当前视图所选的部分图像进行放大。
- In: 对编辑区进行两倍放大。
- Out: 将编辑区的显示比例缩小一半。
- Page Width: 编辑区按页面宽度显示。
- Whole Page: 编辑区按设定比例将整页显示出来。

2) Grid: 设定网格线按钮的打开/关闭, 此命令可用作显示或不显示网格线。如果视图是按缩小形式显示的, 则不能显示网格线。此外, 在普通视图下, 仅显示网格线的每隔一点位置。

3) Pin Markers: 用于打开或关闭元件末端基点 (又叫端点) 的标记, 这些标记有助于编辑和连接。

4) Redraw: 在编辑电路图时, 经常会遇到屏幕花屏或显示不正常等, 这不是故障, 也不是错误。对于绘图软件来说, 电路图大了, 画面就不会立刻刷新, 此时只要单击【View】中的【Redraw】即可对画面进行刷新, 亦可按快捷键 F5。

5) Option: 编辑器选项用于设置电路图显示制式, 如图 2-6 所示, 可根据不同地方使用习惯设定。分别有元件符号设置、度量单位设置、AC 用的基本函数设置和元件参数名称的设置等。

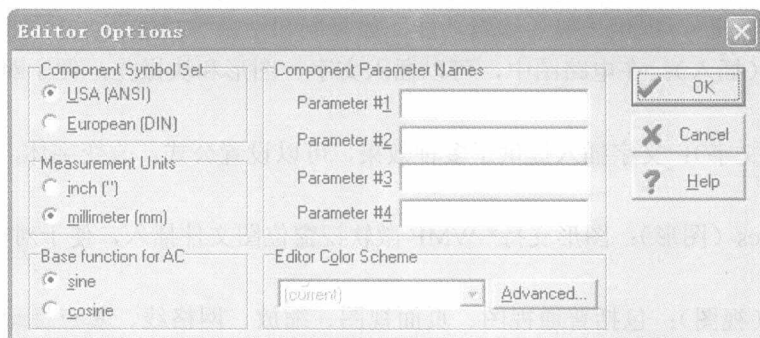


图 2-6 编辑选项

(7) Analysis: 分析菜单, 用于设置环境温度等分析参数。

(8) Tools: 在此窗口中包含 Diagram window 和 Equation Editor 两个窗口。其中 Diagram window 在数值分析或测量完成以后, 图表窗口把计算的结果用图形显示。如果分析组中有一个以上图表, 可以在窗口底边的标签上看见它们。点击相应的标签来查看或打印其他的图表。

三、控制面板

Edison 的控制面板只有四个功能按钮和两个设定按钮, 如图 2-7 所示, 但它们在模拟实验中给用户提供了很多的方便, 下面介绍这几个按钮的作用。

(1) : 用于设置直流或交流模式, 把电路的电流或电压值计算出来, 并显示在连接电路的仪器表上。如果选直流模式, 仪器表上显示的是平均值; 如果选交流模式, 则仪器表上显示的是有效值。