

可下载教学资料

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



高等学校教材
电子信息

电子设计自动化技术 及应用实验教程

李方明 陈哲 于洋 编著

清华大学出版社



高等学校教材

电子信息

电子设计自动化技术 及应用实验教程

李方明 陈哲 于洋 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以 Protel DXP 为仿真分析和设计工具,系统介绍了常用仿真分析类型的参数设置和应用、仿真分析环境下分析测量功能的应用、各种常见错误信息及处理方法等实用内容。书中包含了原理图和印制电路板的设计,直流电路、交流电路、模拟电子电路、组合逻辑电路和时序逻辑电路仿真分析等实验。各实验都经过反复验证、精心编排。本书既可以作为高等学校仿真实验课程的教材单独使用,也可以作为电路、电子类课程中的辅助教材。

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

电子设计自动化技术及应用实验教程/李方明等编著. —北京:清华大学出版社,2008.6
(高等学校教材·电子信息)

ISBN 978-7-302-17253-6

I. 电… 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(2008)第 040863 号

责任编辑:魏江江 李玮琪

责任校对:李建庄

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

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 装 者:北京市清华园胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:8.25 字 数:198 千字

版 次:2008 年 6 月第 1 版 印 次:2008 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:15.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:027279-01

编审委员会成员

(按地区排序)

东南大学
南京大学
南京航空航天大学
解放军理工大学

上海大学
上海交通大学

华中科技大学

武汉理工大学

宁波大学
天津大学

中国科学技术大学

苏州大学
山东大学
山东科技大学
东北师范大学
沈阳工业学院
长春大学
吉林大学
湖南大学
长沙理工大学
华南理工大学
西南交通大学

重庆工学院
重庆通信学院

王志功 教授
王新龙 教授
王成华 教授
邓元庆 教授
刘景夏 副教授
方 勇 教授
朱 杰 教授
何 晨 教授
严国萍 教授
朱定华 教授
刘复华 教授
李中年 教授
蒋刚毅 教授
王成山 教授
郭维廉 教授
王煦法 教授
郭从良 教授
徐佩霞 教授
赵鹤鸣 教授
刘志军 教授
郑永果 教授
朱守正 教授
张秉权 教授
张丽英 教授
林 君 教授
何怡刚 教授
曾喆昭 教授
冯久超 教授
冯全源 教授
金炜东 教授
余成波 教授
曾凡鑫 教授

曾孝平 教授

谢显中 教授

张德民 教授

彭启琮 教授

樊昌信 教授

何明一 教授

迟 岩 教授

学大 刘惟一 教授

方建安 教授

出版说明

高等学校教材·电子信息

改改革开放以来,特别是党的十五大以来,我国教育事业取得了举世瞩目的辉煌成就,高等教育实现了历史性的跨越,已由精英教育阶段进入国际公认的大众化教育阶段。在质量不断提高的基础上,高等教育规模取得如此快速的发展,创造了世界教育发展史上的奇迹。当前,教育工作既面临着千载难逢的良好机遇,同时也面临着前所未有的严峻挑战。社会不断增长的高等教育需求同教育供给特别是优质教育供给不足的矛盾,是现阶段教育发展面临的基本矛盾。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2001年8月,教育部下发了《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》,提出了十二条加强本科教学工作提高教学质量的措施和意见。2003年6月和2004年2月,教育部分别下发了《关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知》和《教育部实施精品课程建设提高高校教学质量和人才培养质量》文件,指出“高等学校教学质量和教学改革工程”是教育部正在制定的《2003—2007年教育振兴行动计划》的重要组成部分,精品课程建设是“质量工程”的重要内容之一。教育部计划用五年时间(2003—2007年)建设1500门国家级精品课程,利用现代化的教育信息技术手段将精品课程的相关内容上网并免费开放,以实现优质教学资源共享,提高高等学校教学质量和人才培养质量。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合新世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻

性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。首批推出的特色精品教材包括:

(1) 高等学校教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 高等学校教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 高等学校教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 高等学校教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 高等学校教材·信息管理与信息系统。

(6) 高等学校教材·财经管理与计算机应用。

清华大学出版社经过二十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

E-mail: dingl@tup. tsinghua. edu. cn

科学实验是科学技术得以发展的重要保证,是研究自然科学和应用技术的重要手段。随着科学技术的不断发展,实验方法和手段也在不断更新。电子设计自动化技术的产生和发展为相关领域提供了完善而强大的实验方法和手段。利用电子设计自动化应用软件中的仿真功能进行实验,不但可以大大缩短实验时间、节省实验费用,还可以完成传统实验中由于设备、器件、环境等因素的限制而无法完成的内容。对于高等院校电工、电子类课程来说,电子设计自动化技术是联系理论与实际的纽带,是传统实验的发展和补充,是帮助学生深入掌握理论知识、培养分析和解决问题的能力、熟悉电路分析设计方法以及常用元器件的应用、完成作业和课程设计以及毕业设计的得力助手。通过实验,可以使学生熟练掌握电子设计自动化工具软件的应用,并将其灵活应用于学习理论知识,辅助完成作业、课程设计和毕业设计,这样往往可以收到事半功倍的效果。有兴趣的同学还可以进行自己感兴趣的研究工作,对就业也有一定的辅助作用。

在众多电子设计自动化软件中,本书选择当前较为流行并具有一定代表性的 Protel DXP 作为仿真分析和其他设计的工具。Protel DXP 环境为设计者提供了强大的仿真分析功能,可以对模拟和数字电路进行静态工作点分析、瞬态分析、傅里叶分析、交流小信号分析、传递函数分析、噪声分析、直流扫描、参数扫描、温度扫描分析和蒙特卡罗分析等各种仿真分析。其各种功能的无缝链接使设计应用更为便利,“方便、易学、实用、快速”的风格更是深受使用者的欢迎。

本书第 1 章和第 2 章分别介绍了原理图和印制电路板的设计实验,第 3 章介绍了仿真分析的基本方法,第 4 章至第 8 章分别介绍了直流电路、交流电路、模拟电子电路、组合逻辑电路和时序逻辑电路的仿真分析实验。本书系统介绍了常用仿真分析类型的参数设置方法和应用,仿真分析环境下分析测量功能的应用,以及各种常见错误信息及处理方法等实用内容。书中的各个实验都经过作者反复验证、精心编排,在实验报告要求中汇集了可以帮助学生加深理解理论教学内容的问题。本书既可以作为仿真实验课程的教材,也可以作为电路、电子类课程中的辅助教材。

本书编写过程中参阅了许多资料,在此向资料作者表示衷心感谢。由于编者水平有限,书中难免存在各种欠妥之处,恳请读者批评指正。

李方明

2008 年 4 月

目 录

高等学校教材·电子信息

第 1 章 电路及电子线路原理图设计	1
1.1 原理图设计基本方法	1
1.1.1 原理图概述	1
1.1.2 设计原理图的基本步骤	1
1.1.3 原理图设计的准备工作	1
1.2 普通原理图设计	4
1.2.1 普通原理图的设计步骤	4
1.2.2 简单原理图设计实验	5
1.2.3 复杂原理图设计实验	7
1.3 总线结构原理图设计	8
1.3.1 总线结构原理图简介	8
1.3.2 总线结构原理图设计步骤简介	8
1.3.3 总线结构原理图设计实验	9
1.4 层次结构原理图设计	12
1.4.1 层次结构原理图简介	12
1.4.2 层次结构原理图设计步骤简介	12
1.4.3 层次结构原理图设计实验	13
1.5 设计原理图时的注意事项	15
第 2 章 印制电路板设计	16
2.1 印制电路板设计概述	16
2.2 手工设计印制电路板	16
2.2.1 手工设计印制电路板的基本步骤	16
2.2.2 手工设计印制电路板实验	19
2.3 自动设计印制电路板	22
2.3.1 自动设计印制电路板的基本步骤	22
2.3.2 自动设计印制电路板实验(单面板)	25

2.3.3 自动设计印制电路板实验(双面板)	27
第3章 电路仿真分析的基本方法	30
3.1 Protel DXP 环境下进行电路仿真分析的基本步骤	30
3.1.1 设计仿真分析用原理图	30
3.1.2 设置仿真元件参数	30
3.1.3 设置仿真类型和参数	31
3.1.4 运行仿真分析,观察输出结果	31
3.2 常用仿真分析类型及参数设置方法	31
3.2.1 General Setup(基本设置)	32
3.2.2 Operating Point Analysis(静态工作点分析)	32
3.2.3 Transient/Fourier Analysis(瞬态/傅里叶分析)	33
3.2.4 DC Sweep Analysis(直流扫描分析)	33
3.2.5 AC Small Signal Analysis(交流小信号分析)	33
3.2.6 Noise Analysis(噪声分析)	34
3.2.7 Transfer Function Analysis(传递函数分析)	34
3.2.8 Temperature Sweep(温度扫描分析)	34
3.2.9 Parameter Sweep(参数扫描分析)	35
3.2.10 Monte Carlo Analysis(蒙特卡罗分析)	35
3.2.11 Pole-Zero Analysis(极—零点分析)	35
3.3 Protel DXP 环境下仿真分析常见错误及解决方法	36
3.4 仿真结果显示环境及应用	37
3.4.1 测量光标的应用	38
3.4.2 仿真数据管理器的应用	38
3.4.3 新波形曲线的创建	39
3.4.4 快捷菜单的应用	41
3.4.5 常用波形参数的测量方法	41
第4章 直流电路仿真分析	43
4.1 电路基本定律验证实验	43
4.2 叠加原理验证实验	44
4.3 戴维南定理和诺顿定理的验证实验	46
4.4 电压源与电流源等效变换实验	48
4.5 一阶 RC 电路暂态过程分析实验	49
第5章 交流电路仿真分析	53
5.1 R、L、C 元件及其串联电路实验	53
5.2 串联谐振电路及其频率特性实验	55
5.3 功率因数提高实验	57

5.4	星形连接三相电路的电压电流关系实验	60
5.5	三角形连接三相电路的电压电流关系实验	63
第 6 章	模拟电路仿真实验	65
6.1	基本放大电路实验	65
6.2	比例运算电路实验	66
6.3	积分运算电路实验	67
6.4	电压比较器实验	69
6.5	正弦波振荡电路实验	71
6.6	方波、三角波产生电路实验	73
6.7	单相半波整流、滤波电路实验	74
6.8	单相桥式整流、滤波电路实验	76
第 7 章	组合逻辑电路仿真分析实验	79
7.1	基本逻辑门电路实验	79
7.2	组合逻辑门电路应用实验	82
7.3	二进制译码器及其应用实验	84
7.4	二-十进制译码器实验	86
7.5	数据选择器及其应用实验	88
7.6	数值比较器功能验证实验	92
第 8 章	时序逻辑电路	94
8.1	D 触发器(74LS74)逻辑功能及应用实验	94
8.2	JK 触发器(74LS112)逻辑功能及应用实验	96
8.3	二、五、十进制异步加法计数器 74LS290 逻辑功能及应用实验	99
8.4	十进制同步计数器 160 逻辑功能及应用实验	101
8.5	单时钟十进制同步加/减计数器 190 逻辑功能及应用实验	103
8.6	双时钟十进制同步加/减计数器 192 逻辑功能及应用实验	105
参考文献		108

电路及电子线路原理图设计

1.1 原理图设计基本方法

1.1.1 原理图概述

原理图通常由元件符号及标注、连接关系以及用于说明的文字、图形标注等组成。根据设计方法不同,可分为普通结构、总线结构和层次结构原理图等。根据后续应用不同,可分为用于仿真分析、FPGA 设计与仿真、印制电路板设计与信号完整性分析的原理图。

1.1.2 设计原理图的基本步骤

原理图设计通常包含如下步骤:创建设计项目→创建原理图文件并进入编辑状态→设置图纸参数→设置其他参数→安装元件库→放置元件、调整元件位置、设置元件属性(参数)→放置连接关系、调整位置、设置属性→放置其他标注、调整位置、设置属性→存盘与打印。

1.1.3 原理图设计的准备工作

1. 创建或打开设计项目

在初始界面上单击 Create a new Board Level Design Project 按钮或执行 File→New→PCB Project 命令创建新的 PCB 设计项目;也可以执行 File→Open 命令,打开 Choose Document to Open 窗口,在其中选择并打开原有的设计项目。

2. 创建或打开原理图文件

执行 File→New→Schematic 命令创建新的原理图文件并进入原理图设计环境;也可以执行 File→Open 命令,打开 Choose Document to Open 窗口,在其中选择并打开原有的原理图,进入原理图设计环境。

3. 设置图纸参数

执行 Design→Document Options 命令,打开如图 1.1.1 所示的 Document Options 对

话框,设置图纸参数(显示方式、图纸规格、颜色等)。



图 1.1.1 Document Options 对话框

4. 设置其他参数

执行 Tools→Schematic Preferences 命令,打开 Preferences 对话框,其中与原理图关系密切的 Schematic 选项卡如图 1.1.2 所示。在其中可以选择设计时的操作方式。

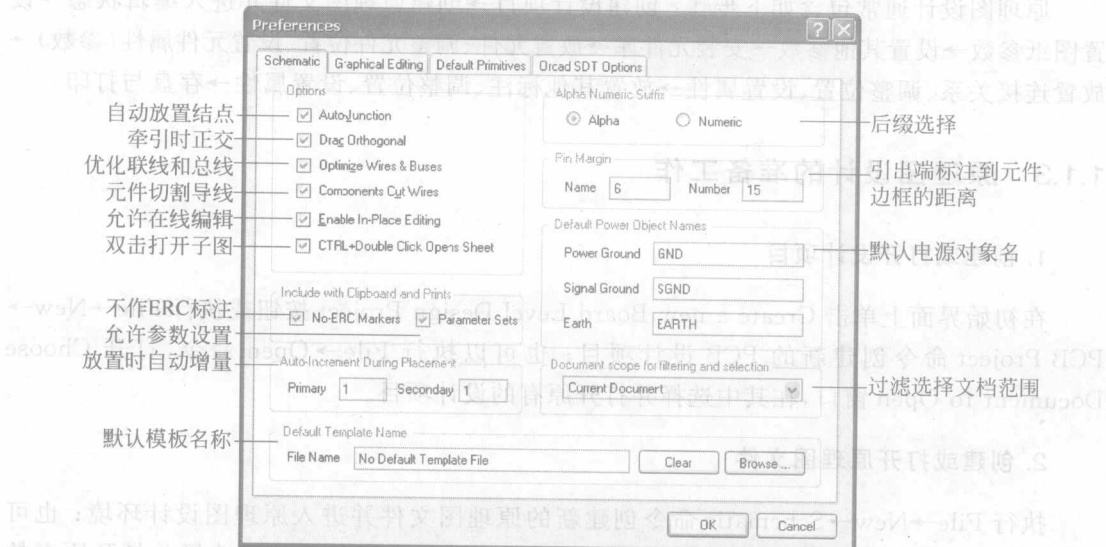


图 1.1.2 Preferences 对话框

5. 安装元件库

(1) 单击窗口底部的 Libraries 标签,打开如图 1.1.3 所示的 Libraries(元件库管理)面板。

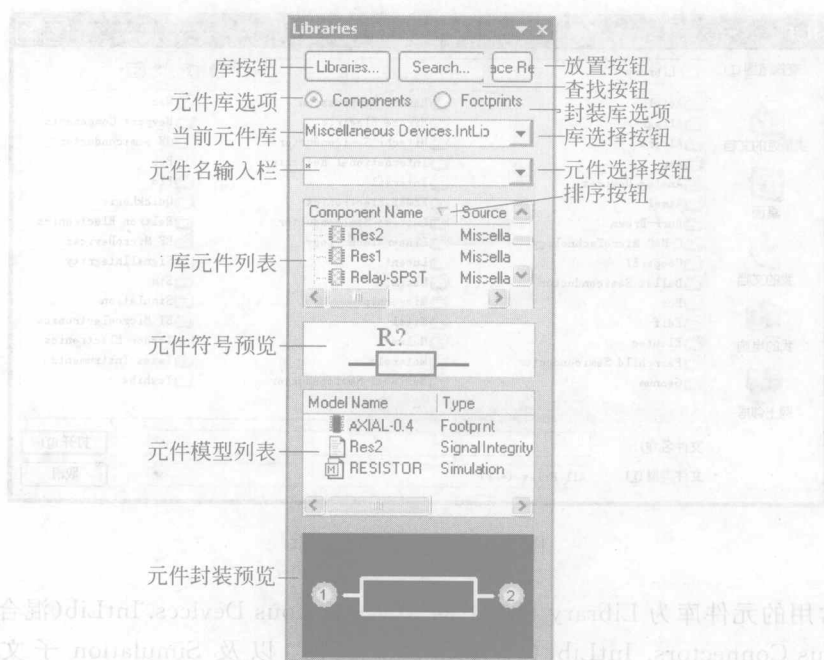


图 1.1.3 元件库管理面板

(2) 在库管理面板的库类型选项中选中 Components(元件库)选项。

(3) 单击面板上部左侧 Libraries 按钮,打开 Available Libraries(当前可用库)对话框;其中的 Installed 选项卡如图 1.1.4 所示,显示了当前已安装的元件库。在其中选择某一元件库后,可以利用 Move Up 或 Move Down 按钮改变其排列位置,还可以利用 Remove 按钮删除选中的元件库。

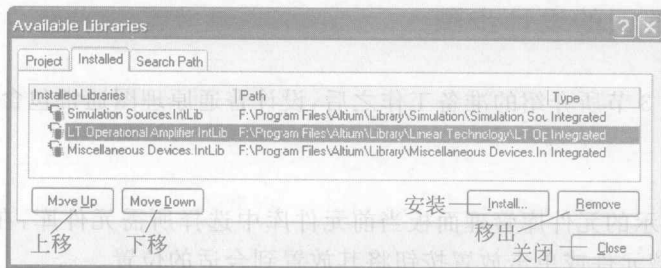


图 1.1.4 Installed 选项卡

(4) 单击 Install 按钮,打开如图 1.1.5 所示的“打开”对话框,在其中双击所需元件库或选择该元件库后单击“打开”按钮将其安装并回到图 1.1.4 所示的 Installed 选项卡。

(5) 单击 Close 按钮关闭该对话框,元件库安装到库管理面板中,准备工作完成。

注意:

- ① 元件库所在的路径为安装路径(如 C:\Program Files)\Altium\Library\。
- ② 原理图设计所用元件库的扩展名一般为 IntLib(集成元件库)或 SchLib(原理图元件库)。

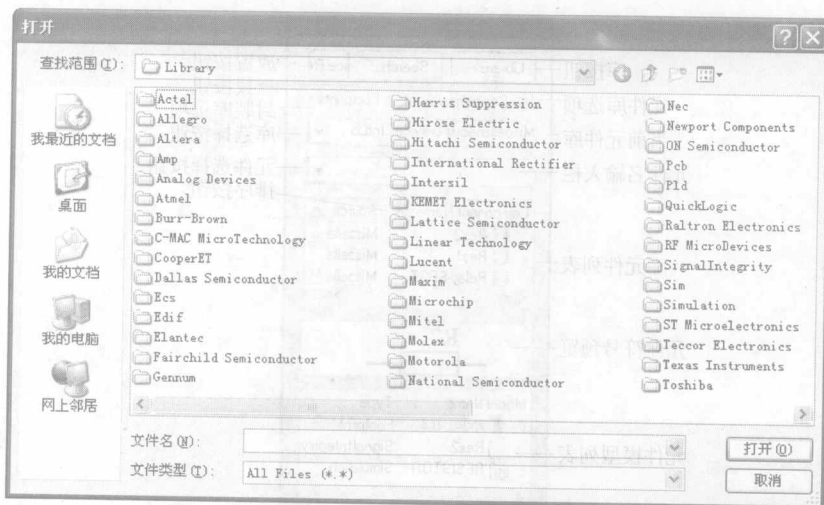


图 1.1.5 “打开”对话框

③ 最常用的元件库为 Library 目录下的 Miscellaneous Devices, IntLib(混合集成库)和 Miscellaneous Connectors, IntLib (连接元件集成库)以及 Simulation 子文件夹中的 Simulation Sources, IntLib(仿真电源库)。

1.2 普通原理图设计

普通原理图通常由元件、连接关系和标注构成。比较简单的原理图,连接关系一般由导线构成。复杂一些的原理图,连接关系可以由导线和网络标注构成。

1.2.1 普通原理图的设计步骤

在完成了 1.1.3 节所介绍的准备工作之后,设计普通原理图通常包含如下几个步骤。

1. 放置元件

在图 1.1.3 所示的元件库管理面板当前元件库中选择所需元件库,在库元件列表中选择所需元件,双击该元件或单击放置按钮将其放置到合适的位置。

2. 编辑元件属性

双击元件,打开如图 1.2.1 所示的 Component Properties(元件属性)对话框,在其中设置元件标号(如 R1、C1 等)、参数值(如 10K、20u 等),单击 OK 按钮关闭对话框。

3. 放置电气连接关系

执行 Place 命令菜单中对应命令或利用图 1.2.2 所示画线工具栏中相应按钮放置导线、电气结点、电源符号和网络标注等电气连接关系。双击某一对象即可打开其属性设置对话框,在其中可以根据需要设置其属性。

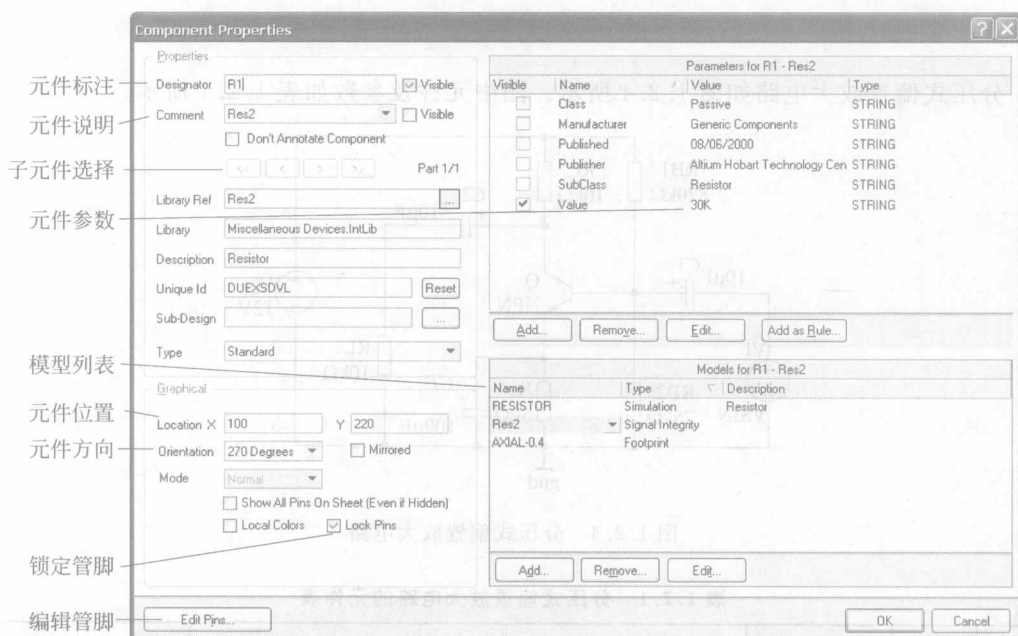


图 1.2.1 Component Properties 对话框

4. 放置非电气设计对象

执行 Place 命令菜单中对应命令或利用图 1.2.3 所示画图工具栏中相应按钮放置各种图形、曲线、文字和图片等非电气设计对象。双击某一对象即可打开其属性设置对话框,在其中可以根据需要设置其属性。

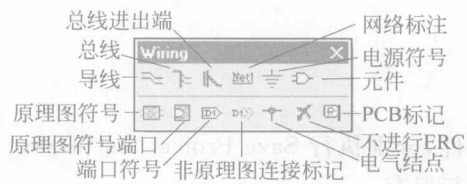


图 1.2.2 画线工具栏

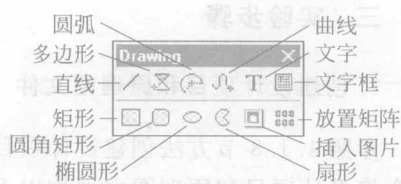


图 1.2.3 画图工具栏

5. 保存文件

执行 File→Save 命令保存文件。

1.2.2 简单原理图设计实验

一、实验目的

学习原理图参数的设置方法、元件库的安装方法和原理图设计的基本操作方法。

二、实验电路

分压式偏置放大电路如图 1.2.4 所示。图中元件及参数如表 1.2.1 所示。

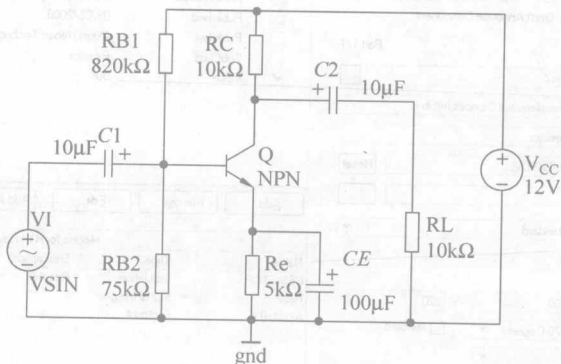


图 1.2.4 分压式偏置放大电路

表 1.2.1 分压式偏置放大电路的元件表

标号	参数	元件名	所在库	标号	参数	元件名	所在库
VI		VSIN	Simulation Sources, IntLab	RB1	820kΩ	Res2	Miscellaneous Devices, IntLab
V _{cc}	12V	VSRC		RB2	75kΩ		
C1	10μF	Cap Pol1	Miscellaneous Devices, IntLab	RC	10kΩ		
C2	10μF			RE	5kΩ		
CE	100μF			RL	10kΩ		
Q		NPN		gnd	位于画线工具栏中		

三、实验步骤

1. 创建设计项目和原理图文件

参照 1.1.3 节方法创建设计项目和原理图文件,分别执行 Save Project As 和 Save As 命令将设计项目和原理图文件均以 EDA1 为名进行保存。

2. 设置原理图参数

参照 1.1.3 节方法打开如图 1.1.1 所示的 Document Options 对话框,设置图纸颜色为白色,不显示标题栏和可见栅格;采用用户设置的图纸规格,宽 400,高 300;纵向和横向分区数均设置为 4。

3. 安装元件库

参照 1.1.3 节方法安装表 1.2.1 中所示的两个集成元件库。

4. 绘制原理图

参照 1.1.3 节方法和图 1.2.4,通过放置元件、连接导线和接地符号等操作绘制原理图。