


普通高等教育“十一五”规划教材

模拟电子技术基础

— 仿真、实验与课程设计

张丽华 刘勤勤 吴旭华 编著
徐少莹 主审

 西安电子科技大学出版社
XIDIAN UNIVERSITY PRESS

普通高等教育“十一五”规划教材

模拟电子技术基础

——仿真、实验与课程设计

张丽华 刘勤勤 吴旭华 编著

徐少莹 主审

西安电子科技大学出版社



内 容 简 介

本书是按照高校模拟电子技术基础课程教学大纲要求编写的集实验、课程设计、EDA 于一体的实践性教材。本书主要分为三大部分：第一部分是电子电路的仿真；第二部分是基础实验；第三部分是课程设计。全书共 6 章：第 1 章介绍了模拟电子技术基础课程的特点、作用及教学与学习方法；第 2 章介绍了 PSpice 仿真软件及应用；第 3 章介绍了 Multisim8 仿真软件及应用；第 4 章介绍了模拟电路仿真与分析；第 5 章介绍了模拟电子技术基础实验；第 6 章介绍了模拟电子技术基础课程设计。本书最后在附录中给出了常用电子元件的性能参数及使用知识。

本书可作为高等学校电工、电子及通信类专业本、专科学生电子技术与电子线路课程的教辅、实验和课程设计教材，亦可作为电子技术专业人员的参考书。

★本书配有电子教案，需要者可登录出版社网站免费下载。

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术基础——仿真、实验与课程设计/张丽华，刘勤勤，吴旭华编著。

—西安：西安电子科技大学出版社，2009.12

普通高等教育“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5606-2377-1

I. 模… II. ①张… ②刘… ③吴… III. 模拟电路—电子技术 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 055796 号

策 划 张 媛

责任编辑 薛 媛

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西省光大印务有限责任公司

版 次 2009 年 12 月第 1 版 2009 年 12 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 18

字 数 424 千字

印 数 1~3000 册

定 价 26.00 元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 2377 - 1/TN · 0549

XDUP 2669001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜，谨防盗版。

前 言

模拟电子技术基础课程是工科电子、通信类专业的一门重要技术基础课，具有很强的工程性和实践性。本书是集模拟电子技术基础课程的教辅、实验和课程设计于一体的教材，全书分为三大部分：第一部分是电子电路的仿真；第二部分是基础实验；第三部分是课程设计。本书在内容的编排上具有以下几个特点：

(1) 软硬结合，注重能力培养。

软硬结合的目的是帮助学生较快地入门，更好地把握该课程的重点。学生在刚学该课程时，不能很好地把握每一章节的重点，因此通过仿真来加深对学过的概念的理解。

目前，以计算机辅助设计为基础的电子设计自动化技术已渗透到电子系统的各个环节。使用计算机辅助分析和设计工具来分析与设计电路，加深对电路原理、信号流通过程、元器件参数等对电路性能影响的理解，已经成为电类本科生必须具备的基本能力。本书在第2章和第3章分别介绍了 PSpice 仿真软件和 Multisim8 仿真软件，第4章通过对模拟电子技术主要电路的仿真分析实例，让学生学会仿真软件的使用并从中直观地了解电路的性能特点。本书在第二部分的基础实验和第三部分的课程设计中，充分运用仿真功能分析、设计电路。通过电路仿真，可以使学生较快地明确目标，节省时间，不受实验设备、场地的限制。模拟电路是硬件，在利用软件对电路进行辅助设计时，不能轻视硬件。本教材通过实验操作和硬件安装、调试，让学生感受工程应用的特点，积累实践经验和提高实验能力。由于各校的理论课学时都偏紧，因此这一部分作为学生自学的内容，学生可以在课后根据此书学习电路仿真的方法及应用，把课堂上不易理解的概念通过仿真分析得到强化，由此明确各章节的学习目标。

(2) 结构灵活，实用性强。

全书中各章的编排既相互独立，又互相联系，有利于模拟电子技术实践教学的组织和学生工程实践能力的训练。虽然各校的具体情况不尽相同，特别是实验设备不一致，但是电路原理是相同的，组成是多变的；应用是灵活的，概念是不变的。使用本教材时，各校可根据教学上的需要、学时数及设备条件，对内容进行取舍。

(3) 循序渐进，目标明确。

本书根据循序渐进的教学思想，将模拟电子技术的实验知识、实验技能、系统

设计技术、EDA 技术有机地结合在一起,不仅有利于学生自学,通过有限的学时在掌握常用功能电路的同时形成电子系统的概念,还有利于教师根据各自不同的教学要求安排教学内容,实现因材施教。

本书由合肥工业大学张丽华主编,并编写了第1章、第2章和第5章;合肥工业大学刘勤勤编写了第6章;安徽广播影视职业技术学院吴旭华编写了第3章和第4章。全书由张丽华统稿。

本书在编写过程中参考了多位学者的著作,在此表示衷心的感谢。

限于编者水平及时间仓促,书中疏漏在所难免,恳请广大师生和读者提出批评和建议。

编者

2009年12月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 模拟电子技术基础课程的特点.....	1
1.1.1 工程性.....	1
1.1.2 实践性.....	2
1.2 本课程在本科生素质教育中的作用.....	2
1.2.1 模拟电子技术基础课程的地位.....	2
1.2.2 模拟电子技术基础课程的素质教育作用.....	2
1.3 模拟电子技术基础课程的教学方法与学习方法.....	3
1.3.1 教学方法.....	3
1.3.2 学习方法.....	3
1.3.3 本教材的思路.....	3
第 2 章 PSpice 仿真软件及应用	5
2.1 概述.....	5
2.1.1 OrCAD PSpice 的基本构成.....	5
2.1.2 PSpice 软件的主要功能.....	6
2.2 电路图编辑.....	7
2.2.1 进入绘图区.....	8
2.2.2 绘图页参数的设置.....	13
2.2.3 装入元件库.....	14
2.2.4 绘制电路图.....	16
2.3 设置分析方式.....	21
2.3.1 绘制原理图.....	21
2.3.2 建立仿真描述文件.....	22
2.3.3 运行 PSpice 分析.....	23
2.3.4 直流分析.....	23
2.3.5 交流分析.....	25
2.3.6 时域信号分析.....	27
2.3.7 通用参数扫描分析.....	30
2.3.8 温度分析.....	31
2.3.9 蒙特卡罗(Monte Carlo)分析.....	31
2.3.10 最坏情况分析.....	36
2.3.11 初始偏置条件的设置.....	37
2.3.12 PSpice 中的任选项设置(OPTIONS).....	40

2.4 查看仿真结果	42
2.4.1 设置波形显示方式	42
2.4.2 数据保存选项	43
2.4.3 运行仿真, 查看结果	43
2.4.4 仿真实例	47
第3章 Multisim8 仿真软件及应用	61
3.1 Multisim8 的基本功能与基本操作	61
3.1.1 Multisim8 简介	61
3.1.2 Multisim8 用户界面	61
3.1.3 创建电路图的基本操作	66
3.2 Multisim8 的虚拟仪器使用方法	68
3.2.1 数字万用表	68
3.2.2 函数信号发生器	70
3.2.3 瓦特表	71
3.2.4 双通道示波器	71
3.2.5 波特图仪	73
3.2.6 字信号发生器	75
3.2.7 频率计	77
3.2.8 逻辑分析仪	78
3.2.9 IV 分析仪	79
3.2.10 失真分析仪	80
3.2.11 频谱分析仪	81
3.2.12 网络分析仪	83
3.3 Multisim8 的分析方法	84
3.3.1 直流静态工作点分析	84
3.3.2 交流分析	86
3.3.3 瞬态分析	87
3.3.4 傅立叶分析	88
3.3.5 噪声分析	89
3.3.6 噪声系数分析	90
3.3.7 直流扫描分析	91
3.3.8 灵敏度分析	92
3.3.9 最坏情况分析	93
3.3.10 参数扫描分析	96
3.3.11 温度扫描分析	97
3.3.12 传输函数分析	98
3.3.13 其他分析	99
第4章 模拟电路仿真与分析	100
4.1 半导体元件特性仿真	100

4.1.1	二极管	100
4.1.2	晶体管 BJT 特性	101
4.1.3	场效应晶体管 FET 特性	104
4.2	BJT 单管放大电路	105
4.2.1	基本共射放大电路	105
4.2.2	基本共集放大电路	105
4.2.3	基本共基放大电路	107
4.3	MOSFET 单管放大电路	109
4.4	负反馈放大电路	110
4.5	差分放大电路	114
4.6	运算电路	115
4.6.1	比例运算电路	115
4.6.2	求和运算电路	116
4.6.3	积分运算电路	117
4.7	电压比较电路	117
4.7.1	过零电压比较器	118
4.7.2	迟滞比较器	118
4.8	波形发生电路	119
4.8.1	正弦波振荡电路	120
4.8.2	非正弦波发生电路	121
4.9	功率放大电路	122
4.10	直流稳压电源	124
4.10.1	整流、滤波电路	124
4.10.2	集成稳压电路	125
第 5 章 模拟电子技术基础实验		129
5.1	概述	129
5.1.1	模拟电子技术基础实验的性质与任务	129
5.1.2	模拟电子技术基础实验的基本程序	129
5.1.3	实验报告	130
5.2	模拟电子技术实验常用仪器简介	130
5.2.1	直流稳压电源	130
5.2.2	信号发生器	133
5.2.3	示波器	136
5.2.4	交流毫伏表	142
5.2.5	数字万用表	143
5.2.6	晶体管特性图示仪	144
5.3	常用电参数的测量方法	150
5.3.1	电压、电流、电功率的测量	150
5.3.2	频率、时间和相位的测量方法	152

5.4	基本训练型实验	153
101	实验 1 常用电子仪器的使用	153
401	实验 2 单管共射放大电路	155
201	实验 3 场效应管源极电压跟随器	160
101	实验 4 差分式放大电路	161
201	实验 5 负反馈放大电路	164
701	实验 6 集成运算放大器的应用(线性应用)	168
101	实验 7 集成运算放大器的应用(非线性应用)	173
401	实验 8 集成功率放大电路	177
601	提高型实验一 加法器的设计与实现	180
101	提高型实验二 RC 振荡器的设计与实现	181
第 6 章 模拟电子技术基础课程设计		187
6.1	概述	187
7.1	6.1.1 电子电路设计的一般方法与步骤	187
101	6.1.2 电子电路安装技术	189
201	6.1.3 电子电路调试与抗干扰技术	190
401	6.2 印刷电路板设计	193
101	6.2.1 Protel DXP 2004 简介	193
001	6.2.2 绘制和编辑电路原理图	194
101	6.2.3 报表生成及输出	198
201	6.2.4 印刷电路板设计	200
401	6.3 模拟电路设计实例	203
101	6.3.1 低频函数信号发生器的设计	203
251	6.3.2 直流稳压电源的设计	208
001	6.3.3 方波、三角波发生电路的设计	214
401	6.3.4 有源滤波器的设计	218
001	6.3.5 测量放大器的设计	229
401	6.3.6 音响放大器的设计	232
701	6.3.7 增益自动切换的电压放大电路	243
001	6.3.8 光电报警系统设计	250
附录 A 常用电子元器件		260
附录 B 第 6 章公式注释		277
参考文献		279

第1章 绪 论

1.1 模拟电子技术基础课程的特点

电子技术是一门发展很快、应用极广、实践性很强的学科。模拟电子技术基础课程与数学、物理等先修课程不同，它不仅强调基本概念、基本原理和基本分析方法，更强调理论与实际相结合，着眼于解决复杂的实际问题。本课程的主要特点是具有较强的工程性和实践性。

1.1.1 工程性

模拟电子技术中器件的工作状态复杂，电路种类繁多，分析方法灵活，工程性强，使许多学习者感到难学、难懂、难掌握。因此，在模拟电子技术基础课程中要让学生学会一些工程分析方法。

1. 定性分析的重要性

实际工程需要证明其可行性，定性分析必不可少。该课程的定性分析与数学课程有别，基本概念的掌握更为重要。

2. 定量计算的特殊性——估算

由于电子器件性能的分散性，同一种型号器件的参数值并不完全相同，这些参数还会随温度变化而变化，加上实际电路中各种寄生参数的影响，任何严格的计算都不可能得到与实际完全相符的结果，因此过分苛求严密计算是不必要的。实际工程在满足基本性能指标的前提下总是允许存在一定的误差范围，即采用定量估算的方法。

3. 近似分析的合理性

在电路分析中，为了突出主要矛盾、简化实际问题，经常会采用近似的方法。合理的近似是解决实际问题的重要手段。近似分析时要充分地了解其近似的“合理性”和“近似条件”。例如：解决什么问题；在什么前提下忽略了什么；建立了什么模型等。这种抓主要矛盾的分析方法可使复杂问题大大简化。

4. 模型建立的必要性

模拟电子电路中一般都含有非线性特性的半导体器件，为使模拟电子电路转换成一般的(线性)电路，可将半导体器件用适当近似的(由线性元件组成的)等效模型来代替。合理的选择模型是正确求解电路的保证。

1.1.2 实践性

由于半导体器件参数的分散性,理论分析与实际总有一些差距,几乎没有什么电子电路可以不经调试就达到设计目的的,因此最后决定性步骤一定是实验调试。许多理论概念必须通过实践才能获得更清晰、更深入的理解,而在实践中获得的丰富知识和经验有助于理论的学习。因此,掌握常用的电子仪器的使用方法、模拟电子电路的测试方法、故障的判断和排除方法及EDA软件的应用方法是教学的基本要求。

除此之外,模拟电子技术基础课程还有“非线性器件”、“交直流信号共存”、“电路的单向化处理”、“反馈”等一些特有概念。

1.2 本课程在本科生素质教育中的作用

1.2.1 模拟电子技术基础课程的地位

模拟电子技术基础课程是电气、电子信息类和部分非电类专业本科生在电子技术方面入门性质的技术基础课,具有自身的体系和很强的实践性。本课程通过对常用电子器件、模拟电路及其系统的分析和设计的学习,使学生获得模拟电子技术方面的基本知识、基本理论和基本技能,为深入学习电子技术及其在专业中的应用打下基础。

1.2.2 模拟电子技术基础课程的素质教育作用

电子技术基础课程在本科生素质教育中起着重要的作用,其主要体现在以下几个方面:

1. 建立系统的观念

一个电路从信号输入、中间的处理到最后的输出,各级之间的增益分配、参数设置、逻辑关系等都是相互协调、相互制约的,只有通盘考虑、全面调试才能获得理想的效果。通过电子技术基础课程的学习,可有助于学生系统集成能力、综合应用能力、仿真能力的培养。

2. 建立工程的观念

电子技术中“忽略次要,抓住主要”的方法能引导学生的思维更切合工程实际。

3. 建立科技进步的观念

电子技术、电子器件的飞速发展让人深刻地体会到,只有不断更新知识才能不断前进。因此,在学习中应着眼于基础,放眼于未来。

4. 培养创新意识

创新意识是一种思维方式,是一种做事的态度。创新意识要求鼓励学生突破自我、突破课堂知识和书本知识。电子电路可在咫尺之间产生变化,能够充分发挥学生的想像力和创造力,因而特别有利于创新意识和创新能力的培养。

1.3 模拟电子技术基础课程的教学方法与学习方法

1.3.1 教学方法

1. 讲好每一堂课

重点讲解基本概念、原理和方法。强调概念是不变的、应用是灵活的；原理是相同的、组成是多变的。抓住重点、难点，从教学目的、教学资源、教学评价等几个方面进行教学设计。

2. 采用“发现法”教学

注重研究如何使学生学会怎样去学习；如何引导学生发掘自己的潜力，激发他们的想像力、创造力和学习的激情；研究本课程在素质教育中的作用，确定教学方针，并贯彻于教学活动中。

从“看、算、选、调”四个方面着手，积极进行教学方法改革的探索，灵活运用多种先进的教学方法，注重对学生的知识运用能力和创新能力的培养。

看——是指对电路的识别和定性分析。例如是哪种电路、性能如何。

算——是指对电路的定量分析。例如求解电压放大倍数、输入电阻等。

选——是指根据需求选择电路及元器件。例如在已知需求的情况下选择电路形式、在已知功能的情况下选择元器件类型、在已知指标的情况下选择元器件的参数等。

调——是指电路调试的方法及步骤。例如调整电路性能指标应改变哪些元件参数、如何改变等。

1.3.2 学习方法

(1) 抓住基本概念和基本电路，学会定性分析。

弄清基本概念、理解各种基本电路的性能特点是选择和设计电子电路的基础，也是定量估算和实验调试的前提，是学好本课程的关键。

(2) 掌握基本分析方法，学会归纳总结。

比如，在求Q点时需要用直流通路；在求动态参数时需要小信号等效电路；对于基本的共射极放大电路和分压式带射极偏置电阻的放大电路，其求Q点参数的顺序是不同的等。

(3) 加强课后练习，重视实践环节。

习题和实验（计算机仿真）是不可缺少的教学环节，它不仅可以帮助学生巩固概念、启发思路、加深理解、融会贯通，而且可以培养学生分析和解决实际问题的能力、创新能力和计算机应用能力。

1.3.3 本教材的思路

模拟电子技术基础是实践性、工程性和应用性很强的课程，概念多，电路千变万化，

学生初学会遇到很多问题，很难掌握。本教材就是基于这种情况编写的，是模拟电子技术基础课程的教辅、实验和课程设计教材。

教材的第一部分是介绍电子电路的仿真方法，并按照模拟电子技术基础教学大纲的要求及内容介绍仿真实例。目的是引导学生明确目标。这一部分是自学内容，学生可以在课余根据此书学习电路仿真的方法及应用，把课堂上不易理解的概念通过仿真分析得到强化，由此明确各章节的学习目标。

教材的第二部分是基础实验。教材以分立元件、通用中规模器件的应用为起点，给出基础的电子电路实验项目。通过实验操作，对实际出现的现象和问题进行思考，培养学生的动手能力、思考意识和探索精神。

教材的第三部分是模拟电子技术基础课程设计，这部分介绍了电子电路设计方法、印刷电路板设计，给出了模拟电路设计参考实例。根据循序渐进的教学思想，将模拟电子技术的理论知识、实验技能、系统设计技术、EDA 技术有机地结合在一起。使学生通过有限的学时在掌握常用功能电路的同时形成电子系统设计的概念，提高综合设计能力及创新思维意识。

第 2 章 PSpice 仿真软件及应用

2.1 概 述

随着计算机技术和现代电子技术的快速发展,以电子计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)为基础的电子设计自动化(Electronic Design Automation, EDA)已经渗透到了电子系统和专用集成电路设计的各个环节。用计算机辅助分析与设计工具分析设计电路,可以更加深入理解电路原理、信号流通过程、元器件参数对电路性能的影响等,掌握 EDA 技术已成为电类本科生必须掌握的知识和必备的基本能力。

目前国际上流行的电路通用仿真软件有 PSpice 和 Multisim 8(EWB)。本章主要介绍 PSpice 软件及其应用。

PSpice 软件是 OrCAD 公司开发的通用电路模拟仿真软件,它不仅具有文本文件输入方式,还具有图形文件输入方式,操作直观快捷,给使用者带来极大方便。随着版本的不断提高,PSpice 不仅可以仿真纯模拟电路或数字电路,还可以非常有效而完善地仿真模拟加数字的混合电路,因而被国内外工程技术人员、专家和学者公认为是通用电路模拟程序中的优秀软件。OrCAD 10.5 是 2005 年 10 月上市的,本书中的 PSpice 部分就是主要针对 OrCAD 10.5 Demo 版的。

2.1.1 OrCAD PSpice 的基本构成

OrCAD 10.5 主要包括以下几个方面的内容

- (1) OrCAD Signal Explorer。它是 OrCAD 信号管理器。
- (2) OrCAD Capture。它是电路原理图绘制软件,包括 OrCAD Capture CIS 和 Capture CIS Studio。其中,OrCAD Capture CIS 是原理图输入和元器件管理工具; Capture CIS Studio 是为 PCB 设计人员提供的原理图输入的设计工作平台。
- (3) OrCAD Capture CIS Options。它是一些用于 Capture CIS 的选项。
- (4) PSpice A/D。它是模拟、数字或模数混合仿真程序。
- (5) PSpice AA。它是高级仿真程序。
- (6) PSpice Integration with Matlab Simulink。它是仿真一体化与 Matlab 仿真。
- (7) OrCAD PCB Editor。它既是 PCB 的编辑器,又是 PCB Designer 最主要和最强大的核心工具,还是用来建立及绘制复杂多层电路板的设计平台。

(8) OrCAD Layout。它是 PCB 设计软件。该模块可直接将 OrCAD/Capture 生成的电路图通过手工或自动布局布线方式进行复杂、混合间距、多层 PCB 设计。它是电路板设计的布局和布线编辑器。

(9) Spectra for OrCAD。它是最先进的自动及手动布线软件。

OrCAD 常用文档类型有：

- (1) *.opj—项目管理文件。
- (2) *.dsn—电路图文件。
- (3) *.olb—图形符号库文件。
- (4) *.lib—仿真模型描述库文件。
- (5) *.mnl—网络表文件。
- (6) *.max—电路板文件。
- (7) *.tch—技术档文件。
- (8) *.gdt—光绘文件。
- (9) *.llb—PCB 封装库文件。
- (10) *.log *.lis—记录说明文件。
- (11) *.tpl—板框文件。
- (12) *.sf—策略档文件。

OrCAD 软件包含的库有：

(1) *.olb-Capture 专用的图形符号库。该库有两种类型：一类是只有电气特性而没有仿真特性的库，此类库没有相应的 *.lib 库，且器件属性中没有 PSpiceTemplate 属性；另一类是能够利用 PSpice 进行仿真的库，此类库有相应的 *.lib 库，且器件属性中有 PSpiceTemplate 属性。

(2) *.lib-PSpice 仿真库，利用 Spice 语言对 Capture 中的图形符号进行功能定义与描述，可以编辑。

(3) *.llb-PCB Layout 器件封装库。OrCAD Layout 提供了 3000 多个国际标准的器件封装。

2.1.2 PSpice 软件的主要功能

1. OrCAD PSpice 的主要功能

(1) 高度集成功能。从电路图绘制、电路仿真分析到印制板设计或可编程逻辑设计，整个过程全部在 OrCAD 集成环境中完成，无需频繁切换工作环境。

(2) 完整的观测测量功能。OrCAD PSpice 提供了一套专门用于观测和测量仿真结果的 Probe 程序，它可以测量出各种电路参数和性能特性数据。

(3) 完全分析功能。除了可以完成基本的分析功能外，还可以完成高级仿真功能。

(4) 模块化和层次化设计功能。

(5) 电路行为特点的模拟功能。

(6) 模数混合仿真功能。

(7) 元件库扩充功能。

OrCAD PSpice A/D 内虽已建好许多常见的元件库,但随着电子技术的进步,新的电子元件不断涌现,用户可以用元件库新建或编辑合乎要求的新元件。

2. PSpice 电路仿真程序的主要特点

- (1) 图形界面友好,易学易用,操作简单。
- (2) 实用性强,仿真效果好。
- (3) 功能强大,集成度高。
- (4) 操作应用简单方便。

2.2 电路图编辑

用 PSpice 对电路进行模拟分析,必须用 PSpice 能够识别或接受的方式来描述电路。这就是说,PSpice 有它一定的规则。这里,我们首先就电路原理图的绘制过程中所遇到的有关规则做一简单介绍。

1) 节点及其编号

在描述电路之前先要对节点进行编号。PSpice 规定节点 0 为地节点,其他节点的编号可以是任意数字或字符串。每个节点对地要有直流通路,当这个条件不满足时,应连接一个大电阻(如 $1\text{ G}\Omega$)到地节点以构成直流通路。每个节点至少应连接两个元件,不能有悬空节点存在。节点的编号有下面四种类型:

(1) 用户为连接线设置的名称。例如:在连接线上设置 Reset。Reset 就代表在连接线上的节点名称;V(Reset)即代表该节点的节点电压。

(2) 用户为电路端口符号确定的名称。例如:用表示电压源的端口符号作为输出端口的标识符。若设该图符号为 V_o ,则 V_o 就可代表输出端节点的编号,V(V_o)即代表输出节点的电压。

(3) 用元器件的引出端作为节点的编号。其一般形式为:元器件编号,引出端名。

对两端元器件,PSpice 用 1 和 2 作为两个引出端的内定名称。例如:“R1: 1”表示电阻 R1 编号为 1 的引出端,“Cload: 2”表示电容 Cload 编号为 2 的引出端。

对独立电流源和电压源,PSpice 用“+”和“-”作为两个引出端的内定名称。例如: V_i : +, V_i : -。

BJT 的基极、集电极、发射极和衬底分别用字母 B、C、E 及 S 表示。例如, V(Q2: C) 代表编号为 Q2 的双极型晶体管的集电极端子的节点电压。场效应晶体管的源极、漏极、栅极和衬底分别用字母 S、D、G 及 B 表示。

(4) 用数字编排的节点序号。在生成电路连接网表文件时,PSpice 将给每个节点编排一个数字编号,并将节点数字编号与上述几种节点名的对应关系存放在 Alis(别名)文件中(以 .als 为扩展名),同时显示在以 .out 为扩展名的输出文件中。

2) 数值与单位

PSpice 的数值可以使用整数、小数。整数或浮点数后面跟以 10 为底的指数(例如 $12\text{E}-11$),

6.745E+6);也可以在整数或浮点数后后缀比例因子(例如 1.23K,它与 1.23E+3 及 1230 都表示同一个数)。比例因子有 10 种: F=1E-15、P=1E-12、N=1E-9、U=1E-6、MIL=25.4E-6、M=1E-3、K=1E+3、MEG=1E+6、G=1E+9、T=1E+12。比例因子不区分大小写, M 及 m 均代表 1E-3。

PSpice 以工程单位(Mks)为基本单位。后缀符号为: V——伏特、A——安培、Hz——赫兹、OHM——欧姆、H——亨利、F——法拉、DEG——度。这些标准单位后缀在描述时均可省略。对于几个变量的运算结果, PSpice 会自动确定单位。例如,电压与电流的乘积会自动确定单位为瓦特(W)。

3) 表达式与分隔符

可以用表达式定义元器件的参数值,例如电阻值为{1K *(1+P*Pcoeff/Pnom)}。当给定 Pcoeff=-0.6, Pnom=1.0, P 从 0 变到 5 时,可以分析电阻值按该表达式的函数关系变化时电路的响应。

在 PSpice 的相关编辑窗口中输入多个参数值或表达式时,数值或表达式之间用逗号或空格分开,多个空格等于一个空格。

4) 输出变量的基本表示格式

这里先给出一些例子来说明输出变量的基本格式,例如: V(1)代表节点 1 的电压; V(C2: 1)代表电容 C2 端子 1 的节点电压; V(V1: +)代表电压源 V1 的“+”号端子的节点电压; V(R1: 1, R1: 2)代表 R1 端子 1 与 2 之间的电压; VCE(Q2)代表 Q2 集电极与发射极之间的电压; I(R1)代表流过电阻 R1 的电流; I(Q1: C)代表流过 BJT 集电极 C 的电流; IC(Q1)与 I(Q1: C)一样; IG(J2)代表流过结型场效应管 J2 的栅极电流,更多的例子将在后面的应用中予以介绍。

电路图绘制与电路图的后处理由 OrCAD/Capture 软件完成。Capture 软件不但可以绘制各种类型的电路图(包括模拟电路、数字电路以及数模混合电路),生成多种格式要求的电连接网表,而且可以对电路设计图进行各种后处理,生成多种报表。

电路原理图设计过程如图 2-1 所示。

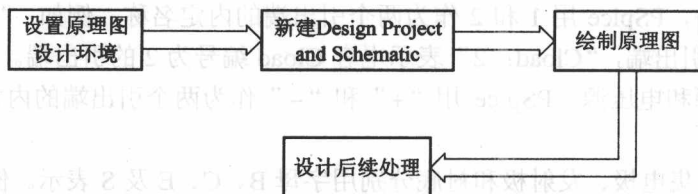


图 2-1 电路原理图设计过程

2.2.1 进入绘图区

单击计算机屏幕左下方的“开始”图标,按图 2-2 所示操作,进入图 2-3 的 Capture CIS (原理图设计)窗口。