

Technology
实用技术

全華

电子电路仿真

——基于PSpice A/D

卢勤庸 编著

苏 蕾 审校



科学出版社

www.sciencep.com

86

电 子 电 路 仿 真

——基于PSpice A/D

卢勤庸 编著
苏 蕾 审校

科 学 出 版 社

北 京

TN702

L788

内 容 简 介

本书主要内容包括PSpice A/D软件介绍及使用说明, 如何创建一个基本的电路文件, 直流工作点分析和小信号转移函数分析, 直流扫描、第二参数扫描和灵敏度分析, 波形分析窗口说明, 频率响应分析和噪声分析, 暂态分析和傅里叶分析, 修改元件模型参数, 温度分析和参数调制分析, 蒙特卡罗分析和最坏状况分析, 数字电路和混合电路分析, 数字电路最坏状况分析, 层次式电路设计, 创建元件符号库等。在附录中还给出了PSpice A/D的电路元件集和点命令集等内容。

本书内容结构合理、讲解思路清晰、配图丰富、实用性强。

本书适合作为高等院校电子信息工程、自动化等相关专业师生的参考用书, 也可作为电路设计从业人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子电路仿真: 基于PSpice A/D/卢勤庸编著; 苏蕾审校. —北京: 科学出版社, 2009

ISBN 978-7-03-025880-9

I. 电… II. ①卢…②苏… III. 电子电路—电路设计: 计算机辅助设计—应用软件, PSpice A/D IV. TN702

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第196531号

责任编辑: 孙力维 杨 凯 / 责任制作: 董立颖 魏 谨
责任印制: 赵德静 / 封面设计: 李 力

北京东方科龙图文有限公司 制作

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

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京天时彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010年2月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2010年2月第一次印刷 印张: 17 3/4

印数: 1—4 000 字数: 340 000

定价: 39.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

作者序

电子系的同学在计算电路或设计一个应用电路时，经常会觉得不容易利用笔和纸来计算结果，尤其是较复杂的电路，很难得到正确的答案。

本书和其他相同主题书籍之间的较大差别，是这本书希望使用者除了知道如何使用这套仿真分析软件外，还可以在电脑教室中多做练习。本书具有以下特点：

1. 系统功能的详尽说明。
2. 实际练习分析常见应用电路。
3. 每章节均提供许多实验。

本书可以顺利完成付印，要感谢中国台湾全华图书公司的全力协助，才能顺利利地完成整个编辑工作。

目 录

第1章 PSpice A/D软件介绍及使用说明

1.1	PSpice A/D软件的由来	3
1.2	使用计算机辅助软件仿真电路的原因	3
1.3	PSpice A/D软件的系统结构	3
1.4	安装PSpice A/D软件	5
1.5	电路编辑窗口属性介绍	8
1.6	PSpice A/D软件的操作流程	11

第2章 创建一个基本的电路文件

2.1	创建电路文件的准备工作	15
2.2	创建一个原理图	20
2.3	创建一个较复杂的原理图	33
2.4	综合练习	35
2.5	实 验	37

第3章 直流工作点分析和小信号转移函数分析

3.1	PSpice A/D软件的电路分析方法概述	43
3.2	直流分析的输出变量说明	45
3.3	基本电路分析流程介绍	45
3.4	直流分析——偏压点分析	48

3.5	直流分析——直流传输函数	50
3.6	实 验	52

第4章 直流扫描、第二参数扫描和灵敏度分析

4.1	直流分析——直流扫描	61
4.2	第二参数扫描	65
4.3	灵敏度分析	67
4.4	N沟道JFET	70
4.5	实 验	71

第5章 波形分析窗口说明

5.1	执行Probe窗口设置工作	79
5.2	Probe窗口的波形显示方式	80
5.3	改变坐标轴的范围	82
5.4	多重坐标轴和多重框架	84
5.5	多个波形窗口同时显示	87
5.6	启动光标功能测量波形	88
5.7	综合练习及实验	89

第6章 频率响应分析和噪声分析

6.1	交流分析的输出变量说明	103
6.2	频率响应分析	103
6.3	噪声分析	106
6.4	综合练习及实验	109

第7章 暂态分析和傅里叶分析

7.1	电源或信号源元件	123
7.2	暂态分析	127
7.3	傅里叶分析	130
7.4	综合练习及实验	133

第8章 修改元件模型参数

8.1 元件模型数据库说明	145
8.2 修改模型数据库的参数	148
8.3 扫描模型参数	150
8.5 实 验	152

第9章 温度分析和参数调制分析

9.1 温度分析	159
9.2 参数扫描	163
9.3 综合练习及实验	167

第10章 蒙特卡罗分析和最坏状况分析

10.1 蒙特卡罗分析	175
10.2 最坏状况分析	179
10.3 综合练习及实验	182

第11章 数字电路和混合电路分析

11.1 组合逻辑电路分析	191
11.2 时序逻辑电路分析	195
11.3 混合电路分析	199
11.4 实 验	200

第12章 数字电路最坏状况分析

12.1 组合逻辑电路最坏状况分析	209
12.2 时序逻辑电路最坏状况分析	212
12.3 综合练习及实验	214

第13章 层次式电路设计

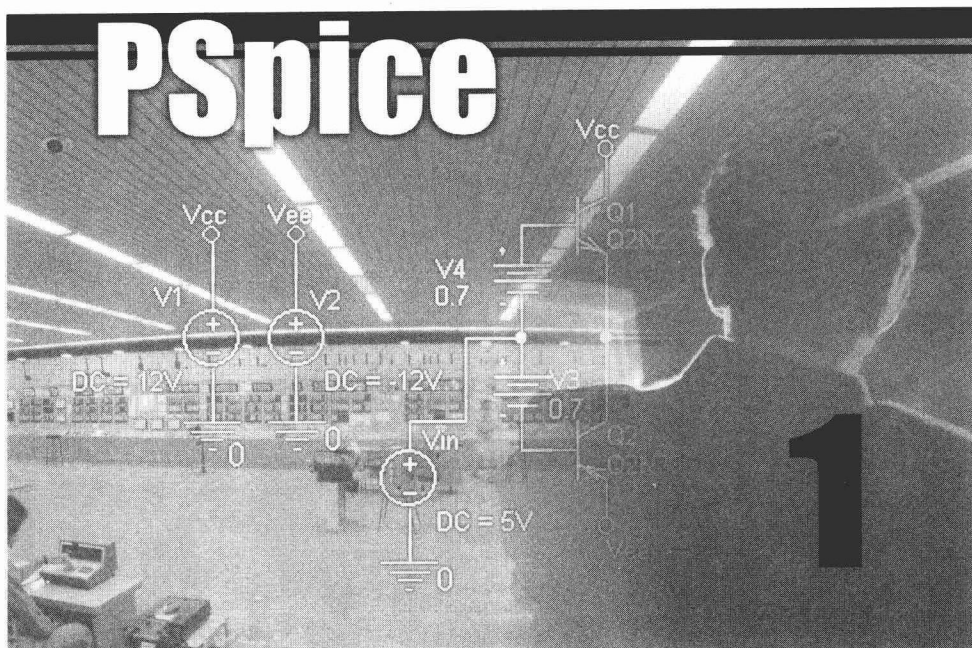
13.1 自上而下电路设计法	225
13.2 实 验	231

第14章 创建元件符号库

14.1	元件符号编辑器	237
14.2	修改原来的元件符号	237
14.3	创建一个新的元件库	239
14.4	综合练习及实验	242

第15章 附 录

15.1	电路元件集	247
15.2	点命令集	247
15.3	DOS版面PSpice说明	248
15.4	半导体元件模型参数	253
15.5	窗口主菜单介绍	261



PSPICE A/D 软件介绍及使用说明



1.1 PSpice A/D 软件的由来

PSpice A/D 是 PSPICE 的 Windows 版,而 PSPICE 是 SPICE 软件的一种,SPICE 软件是一种专门针对电路进行仿真分析的软件,原本 PSPICE 是一套 DOS 版的软件,是由 SPICE 2 软件所发展出来的,而 SPICE 软件的发展过程如图 1.1 所示。

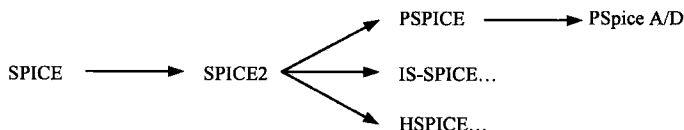


图 1.1 SPICE 软件的发展过程

SPICE 的全名是 Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis,由全名可以知道,此软件是专门为集成电路执行分析工作的仿真程序,由于集成电路越来越复杂,难以利用纸笔分析出结果,所以利用计算机软件来分析这些越来越复杂的电路,可以在最短的时间得到最接近实际的结果。

PSpice A/D 是由 DOS 版的 PSPICE 软件发展来的,Windows 版使用户更容易创建电路文件、分析电路并得到仿真结果。

1.2 使用计算机辅助软件仿真电路的原因

当电子工程师要设计一个电路时,如果立即使用实际电路元件组合出这一电路,现场测试电路,检查是否符合规格要求,再更改电路元件,直到达到要求,才算完成电路设计工作,这不是一个很好的方法,因为电路功能并不是一次就能符合要求的,所以要重复地调试、修正电路结果,这样会浪费许多电路设计和调试的时间,而且不一定就会达到所要的电路要求。

最好的电路设计方式是利用计算机辅助软件(例如,PSpice A/D)先仿真电路的操作,检查并分析结果是否能符合电路要求,如果不能符合要求,则可以直接更改电路文件,重复分析电路的操作情况,直到达到电路的输出要求。

1.3 PSpice A/D 软件的系统结构

由于 PSpice A/D 软件提供 Demo 版软件,我们可以使用 Demo 版进行练习,虽然所能使用的功能有一些限制,但是依旧能对一些较复杂功能的电路进行仿真分析,只是可使用的元件数量及软件功能稍受限制。图 1.2 所示是 PSpice A/D 软件的系统结构,以下是各功能的说明。

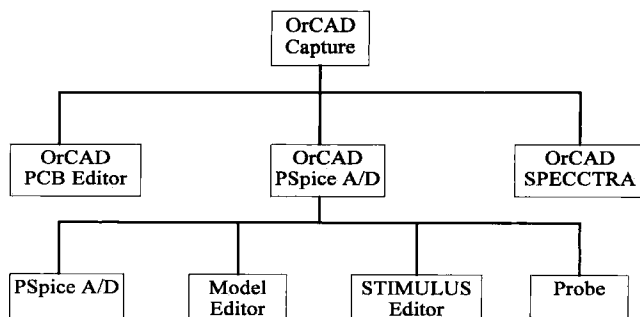


图 1.2 PSpice A/D 软件的系统结构

① OrCAD Capture:它是一个电路编辑程序,要仿真分析电路就要在 Capture 界面中输入电路数据,创建电路文件,生成仿真程序(PSpice A/D),然后才能进行分析工作。

② OrCAD PCB Editor:它是 PCB 编辑器,可以创建印制电路板(PCB)及所需要的文件。

③ OrCAD PSpice A/D:它是电路仿真程序,除了主要分析程序(PSpice A/D)外,还有波形分析程序(Probe)、信号编辑器(Stimulus Editor)和模型编辑器(Model Editor),PSpice A/D 功能是电路仿真程序,可以针对仿真和混合电路进行仿真和测试工作。

④ OrCAD SPECCTRA:它是一个 Allegro PCB Router 软件。

接下来所介绍的软件功能都属于 PSpice A/D 的内置功能。

⑤ PSpice A/D:它是本系统使用的仿真分析程序,负责仿真和混合电路的仿真分析工作,也可以进行小型数字电路的分析工作。

⑥ Model Editor:它是系统的模型编辑器,可以编辑模型参数和子电路串接文件,也可以定义新模型。

⑦ STIMULUS Editor:它是一个创建波形的编辑器,可以编辑自定义信号波形,输入到电路进行分析工作,通过测量电路的输出结果可以了解电路的工作情形。可以创建的信号有以下两种。

- 仿真信号:可以创建弦波、脉冲波形、分段线性波形、指数波形和单频调频波形。
- 数字信号:分为简单时序信号、复杂脉冲信号和总线信号。

⑧ Probe:它是软件的波形分析(Waveform Analysis)功能,可以查看并分析输出结果的波形。

PSpice A/D 需要电路网表文件(Circuit Netlist)和分析命令,这些电路文件由 Capture 软件创建,利用这些电路文件和分析命令可以使 PSpice A/D 进行电路分析,当然同时也需要进行模型(Model)参数设置,并将输入信号(Stimulus)的数据输入电

路文件,当完成电路分析工作后,PSpice A/D 会创建波形结果和文字结果,提供给用户进行分析和评估。

1.4 安装 PSpice A/D 软件

PSpice A/D (Demo 版)软件的安装步骤如下所示。

① 放入安装盘,自动执行安装程序,如果没有自动执行安装程序,则可单击“开始”→“执行”,出现“执行”对话框,如图 1.3 所示。假设光碟机的代号是 E,则输入“E:\setup.exe”,或者单击“浏览”键进行查找。

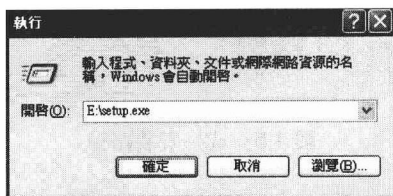


图 1.3 “执行”对话框

② 单击“确定”键,出现“Installshield Wizard”对话框,之后自动出现“License Agreement”对话框,如图 1.4 所示。

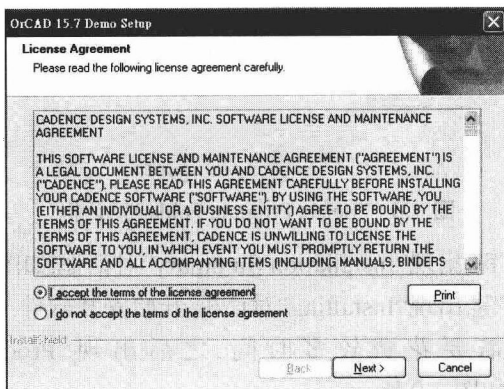


图 1.4 “License Agreement”对话框

③ 点选“I accept the terms of the license agreement”,单击“Next>”键,出现警告信息,要求用户关掉杀毒程序,以防止安装过程发生错误,再单击“确定”键,出现图 1.5所示的对话框。

图 1.5 所示的对话框可以使用户选择安装的路径,系统的缺省路径是“C:\OrCAD\OrCAD_15.7_Demo\”,一般来说,使用缺省路径即可,如果要修改路径,可以单击“Browse”键,设定新的路径。

④ 单击“Next>”键,出现“Working Directory”对话框,采用缺省路径,再单击“Next>”键,出现“PCB Editor Footprint Library Path”对话框,也采用缺省路径,再单

击“Next>”键,出现“Select Program Folder”对话框,如图 1.6 所示。不需要修改名称,直接采用缺省值即可。

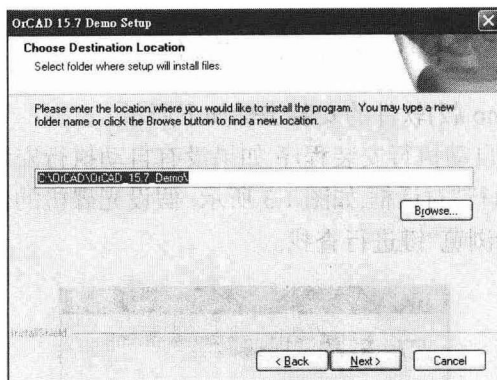


图 1.5 选择安装路径

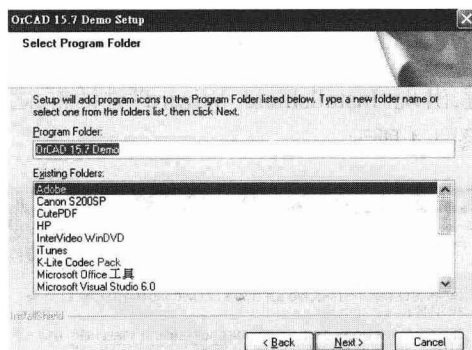


图 1.6 “Select Program Folder”对话框

⑤ 单击“Next>”键,出现“Installation Summary”对话框,如图 1.7 所示。

⑥ 单击“Next>”键,出现“Installing”对话框,开始安装软件,如图 1.8 所示。

⑦ 安装过程需要花费较多时间,之后出现“Product File Extension Registration”对话框,如图 1.9 所示。

⑧ 单击“否(N)”键,出现“Text Editor File Extension Registration”对话框,再单击“否(N)”键,继续执行安装程序直到完成,出现“Restart Windows”对话框,如图 1.10所示。

图 1.10 表示已完成 OrCAD 的安装工作,最后询问用户是否重新启动计算机。

⑨ 点选“Yes, I want to restart my computer now”,单击“Finish”键,完成 OrCAD 软件的安装工作,并且重新启动计算机。

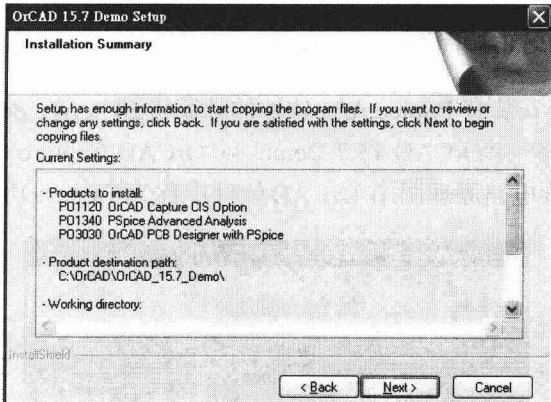


图 1.7 “Installation Summary”对话框

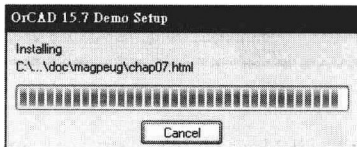


图 1.8 “Installing”对话框

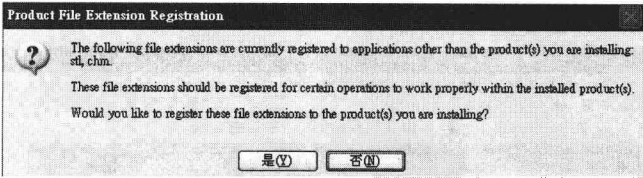


图 1.9 “Product File Extension Registration”对话框

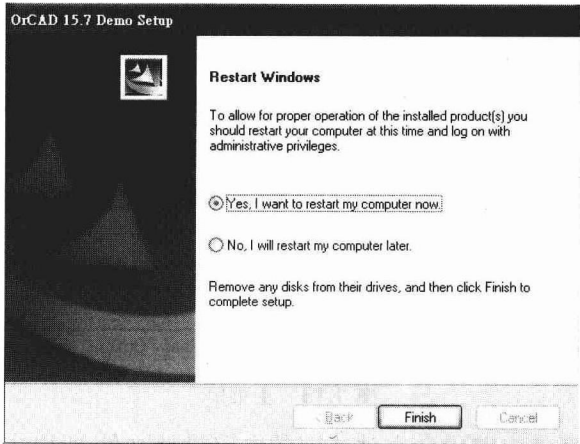


图 1.10 “Restart Windows”对话框

1.5 电路编辑窗口属性介绍

现在打开已经安装有 PSpice A/D 软件的计算机,进入 Windows 窗口环境,选择“开始”→“所有程序”→“OrCAD 15.7 Demo”→“OrCAD Capture CIS Demo”选项,进入电路编辑窗口,画电路原理图,在 OrCAD 软件中称为 Capture 功能,如图 1.11 所示。

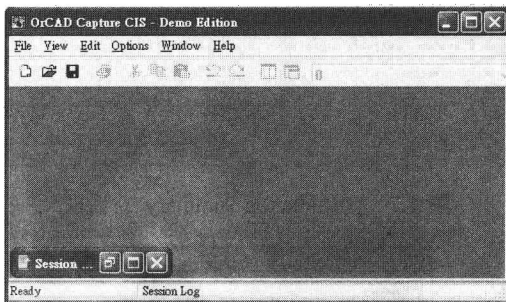


图 1.11 Capture 功能

接下来要创建新的电路设计文件,单击“File”→“New”→“Project”命令,出现“New Project”对话框,输入适当的数据,再单击“OK”键,会出现 3 个新窗口,如图 1.12 所示。

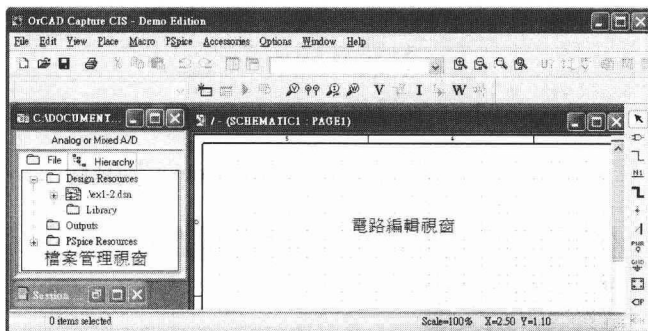


图 1.12 创建新的电路设计文件

图 1.12 所示是“OrCAD Capture”功能的 3 个窗口画面,接下来介绍窗口中各部分的功能。

① 主菜单,如图 1.13 所示。



图 1.13 主菜单

由于已打开新的电路设计文件或旧的电路设计文件,所以主菜单是可以执行 PSpice 功能的状态。注意:主菜单中有 PSpice 功能才能执行 PSpice 分析工作。

当然除了主菜单可以调用命令外,用户也可以利用快捷图标调用命令,但是快

捷图标只有部分主菜单的命令,并不包括全部功能。

② 图标(Icon),如图 1.14 所示。



图 1.14 图 标

使用图标可以使执行命令的速度加快,因为用户只要点击鼠标左键,即可选择所要的功能图标,通常这些图标都是一些最常用的功能。

③ 系统状态记录器 (Session Log),如图 1.15 所示。

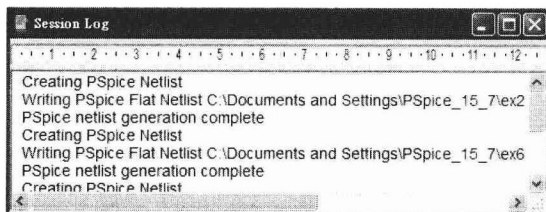


图 1.15 系统状态记录器

Session Log 窗口可以记录电路绘制过程,是系统执行的状态记录器,共有 3 个按钮供窗口操作使用,包括最小化、最大化和关闭,如果画原理图过程中发生错误,可以在此窗口中看到错误信息,这个窗口永远存在,不会被真正地关闭。

④ 状态行,如图 1.16 所示。



图 1.16 状态行

图 1.16 所示的状态行只有两个字段,第一个字段是表示系统状态或功能说明,例如,“Ready”表示系统处于准备状态,等待用户输入命令;第二个字段属性是 Session Log,表示目前使用中的窗口是 Session Log 窗口,点选电路编辑窗口后,此字段会分裂成两个子字段,形成图 1.17 所示的状态行。



图 1.17

图 1.17 也可以表示成下面的形式。

系统状态或功能说明	选择项目的数量	窗口显示比例及光标位置
-----------	---------	-------------

而这两个新的子字段,一个表示选择项目的数量,例如,“0 items selected”表示没有项目被选择;另一个表示窗口显示比例(例如,Scale=100%)及光标的位置(例如,X=1.40,Y=1.90)。