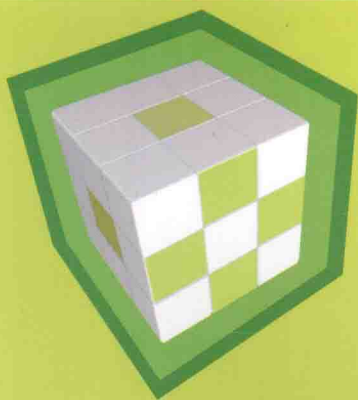




普通高校“十三五”规划教材

基于PROTEUS的 电路及单片机 设计与仿真 (第3版)



周润景 张文霞 赵晓宇 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高校“十三五”规划教材

基于 PROTEUS 的电路及 单片机设计与仿真 (第 3 版)

周润景 张文霞 赵晓宇 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是再版书,是前两版的发展和延续,内容包括 PROTEUS 软件的基本操作、模拟和数字电路的分析方法、单片机电路的软硬件调试和 PCB 设计方法。相对于第 2 版,本书新增了基于 Intel 8086 微处理器的软硬件调试、基于 DSP 的软硬件调试等内容。

本书面向实际、图文并茂、内容详细具体、通俗易懂、层次分明、易于掌握,可以为从事科技发展、电路系统教学以及学生实验、课程设计、毕业设计、电子设计竞赛等人员提供很大的帮助。

本书既可以作为从事电子设计的工程技术人员自学的参考书,也可以作为高等院校相关专业的教材或职业培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

基于 PROTEUS 的电路及单片机设计与仿真/周润景,
张文霞,赵晓宇编著. —3 版. —北京:北京航空航天大学
大学出版社,2016.4

ISBN 978-7-5124-2176-9

I. ①基… II. ①周… ②张… ③赵… III. ①单片微
型计算机—系统仿真—应用软件 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 142262 号

版权所有,侵权必究。

基于 PROTEUS 的电路及单片机设计与仿真(第 3 版)

周润景 张文霞 赵晓宇 编著

责任编辑 董立娟 陈 旭

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@buaacm.com.cn 邮购电话:(010)82316936

北京同江印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:22.75 字数:485 千字

2016 年 9 月第 3 版 2016 年 9 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-2176-9 定价:49.00 元

第3版前言

本书在介绍 PROTEUS 8.1 软件的基本操作方法的基础上,进一步运用该软件实现模拟电路、数字电路、单片机电路的设计和调试,这几部分内容是对前两版内容在软件版本更新的基础上的延续,增加了 Intel 8086 微处理器的软硬件调试、基于 DSP 的软硬件调试等内容。

本书做了如下修订:

第1章:根据新版本软件的特点更新了该软件新增加的特点和功能。

第2章:本章大约有 50% 的内容做了更新,包含了新的图片和更清晰的解释。在电路参数实时显示部分,对双电源供电含电压比较器电路的仿真结果分析中做了相应的改动和更详尽的解释。

第3章:本章的主要修订包括相关图片的更新并新增了部分内容。新增内容是音频功率放大电路部分中,不同放大倍数的前置放大电路的分析比较和同相、反相放大电路的对比分析。

第4章:本章是前两版的延续,修订部分主要是相关软件界面的更新。

第5章:本章主要更新了相应的软件界面,删减了一些实用性不强的技术操作。

第6章:本章为新增内容,增加了基于 Intel 8086 微处理器仿真的例子,如继电器的控制与实现。

第7章:本章同样为新增内容,增加了基于 DSP 仿真的例子,如频谱分析仪的设计。

第8章:本章的主要修订包括 PROTEUS ARES PCB 设计的相关图片的更新,并新增了 PCB 设计之前的检查、自动布线及 3D 效果显示等。

本书由张文霞负责第6章的编写,赵晓宇负责第7章的编写,其余由周润景编写,王洪艳、姜攀、托亚、贾雯、刘晓霞、何茹、蒋诗俊、张晨、张红敏、张丽敏、周敬、宋志清也参与了本书的编写,在此一并表示感谢。

由于作者的水平有限,加上时间仓促,不妥之处敬请广大读者批评指正。

作者

2016年3月

第2版前言

随着电子技术的飞速发展,电子设计的方式也在不断进步。PROTEUS 嵌入式虚拟开发系统与仿真平台是一款可以实现数字电路、模拟电路、微控制器系统仿真以及 PCB 设计等功能的 EDA 软件。电路的软、硬的设计与调试都是在计算机虚拟环境下进行的。基于这一设计思想开发的 PROTEUS 软件,可以在原理图设计阶段对所设计的电路进行验证,并可以通过改变元器件参数使整个电路性能达到最优化。这样就避免了传统电子电路设计中方案更换带来的多次重复购买元器件及制版的麻烦,可以节省很多时间和经费,也提高了设计的效率和质量。

PROTEUS 软件集强大的功能与简易的操作于一体,成为嵌入式系统领域技术最先进的开发工具。PROTEUS 软件提供了三十多个元器件库、上万个元器件。元器件涉及电阻、电容、二极管、晶体管、MOS 管、变压器、继电器、各种放大器、各种激励源、300 多种微控制器、各种门电路和各种终端等。在 PROTEUS 软件中提供的仪表有交直流电压表、交直流电流表、逻辑分析仪、定时/计数器和信号发生器等虚拟仪器。PROTEUS 作为交互可视化仿真软件,提供数码管、液晶屏、LED、按钮、键盘等外设,同时支持图形化的分析功能,具有直流工作点、瞬态特性、交直流参数扫描、频率特性、傅里叶分析、失真分析、噪声分析等多种分析功能,并可将仿真曲线绘制到图表中。

本书是基于 PROTEUS 7.6 SP0 版本的软件,通过实例讲解 PROTEUS 软件的操作,包括原理图输入、电路仿真、软件调试及系统协同仿真。

本书总共分为 7 章,其主要内容如下:

第 1 章:PROTEUS 原理图编辑环境和 PROTEUS ARES PCB 制版环境概述。

第 2 章:介绍 PROTEUS ISIS 电路仿真中的控制面板、元器件的使用,并介绍了两种电路调试、仿真方法,即交互式电路仿真和基于图表的电路仿真。

第 3 章:介绍模拟电路的设计与仿真方法,其中包括模拟激励源的设置、模拟虚拟仪器的使用、探针的放置及模拟电路仿真方法。

第 4 章:介绍数字电路的设计与仿真方法,其中包括数字激励源的设置、数字虚拟仪器的使用、数字调试工具的使用、探针的放置及数字电路仿真方法。

第 5 章:介绍单片机的设计与仿真方法,其中包括源代码的编辑、目标代码的生

第2版前言

成、第三方编辑器和第三方 IDE 的使用、单片机系统的调试及系统仿真。

第6章:介绍了利用 PROTEUS 软件进行仿真的多个例子,包括模拟交通灯、数字时钟、电子密码锁等。

第7章:介绍了 PROTEUS ARES PCB 的设计,主要包括了原理图的后处理、创建元件封装、PCB 布局、PCB 布线以及光绘文件的输出。

本书共7章,其中第1章由张丽娜负责编写,丁莉完成书中例子的验证工作,其余内容由周润景负责编写,全书由周润景统稿、定稿。此外,张宏敏、张丽敏、宋志清、刘培智、陈雪梅、刘怡芳、陈艳梅、景晓松、张斐、郝晓霞、图雅、祁建光、吕小虎、王林、郑建峰、赵阳阳等同志参与了本书的录入、编排、校验等工作。

由于作者的水平有限,加上时间仓促,不妥之处敬请广大读者批评指正。

作 者

2009 年 10 月



第 1 章	PROTEUS 概述	1
1.1	PROTEUS ISIS 概述	1
1.2	PROTEUS ARES 概述	6
1.3	新版本 PROTEUS 的 8.1 特点与功能	6
第 2 章	PROTEUS ISIS 电路仿真	8
2.1	交互式仿真	8
2.1.1	PROTEUS ISIS 交互式仿真控制面板	8
2.1.2	PROTEUS ISIS 交互式仿真活性元件	9
2.1.3	PROTEUS ISIS 交互式仿真过程	10
2.2	交互式仿真中的电路测量	16
2.2.1	仿真动态实时显示	16
2.2.2	电路参数实时显示	31
2.2.3	电压探针与电流探针	37
2.2.4	虚拟仪器	43
2.3	基于图表的仿真	52
2.3.1	基于图表的电路仿真——电路输入	53
2.3.2	基于图表的电路仿真——放置信号发生器	54
2.3.3	基于图表的电路仿真——放置仿真探针	57
2.3.4	基于图表的电路仿真——放置仿真图表	58
2.3.5	基于图表的电路仿真——设置仿真图表	59
2.3.6	基于图表的电路仿真——电路输出波形仿真	63
第 3 章	基于 PROTEUS ISIS 的模拟电路分析	66
3.1	二极管伏安特性分析——直流信号源(电压型)与直流参数扫描分析	66
3.1.1	二极管伏安特性测量电路	66
3.1.2	直流信号源编辑	68
3.1.3	探针及直流分析图表编辑	69

目 录

3.1.4	二极管伏安特性分析	73
3.2	晶体管输出特性分析——直流信号源(电流型)与转移特性分析	74
3.2.1	晶体管输出特性测量电路	74
3.2.2	直流信号源编辑	75
3.2.3	探针及直流分析图表编辑	77
3.2.4	晶体管输出特性分析	79
3.3	RC 低通滤波器频率特性分析——正弦波信号源与交流参数扫描	81
3.3.1	RC 低通滤波器电路	81
3.3.2	正弦波信号源编辑	83
3.3.3	探针及交流参数扫描图表编辑	83
3.3.4	RC 低通滤波器幅频特性、相频特性分析	86
3.4	单限比较器分析——模拟脉冲信号源与模拟分析	88
3.4.1	单限比较器电路	88
3.4.2	直流信号源与模拟脉冲信号源编辑	92
3.4.3	探针及模拟图表编辑	94
3.4.4	单限比较器分析	96
3.5	限幅电压放大电路分析——指数信号源、单频率调频波信号源	99
3.5.1	限幅电压放大电路	99
3.5.2	指数脉冲信号源编辑	99
3.5.3	探针及模拟图表编辑	102
3.5.4	限幅电压放大电路分析	103
3.6	音频功率放大器电路分析——频率、音频、噪声、傅里叶及失真分析	107
3.6.1	音频功率放大器前置放大电路	107
3.6.2	音频功率放大器前置放大电路分析	110
3.6.3	音频功率放大器二级放大电路	133
3.6.4	音频功率放大器二级放大电路分析	134
3.6.5	音频功率放大器功率放大电路	153
3.6.6	音频功率放大器功率放大电路分析	154
3.6.7	音频功率放大器电路	160
3.6.8	音频功率放大电路分析	162
第4章 基于 PROTEUS ISIS 的数字电路分析		177
4.1	异步十进制计数器电路分析——数字时钟、边沿信号源与数字分析	177
4.1.1	异步十进制计数器电路	177
4.1.2	数字时钟信号源编辑	180
4.1.3	探针及数字分析图表编辑	183

4.1.4	异步十进制计数器电路分析	185
4.1.5	异步十进制计数器电路完善	188
4.2	RS 触发器电路分析——数字模式信号源与数字分析	193
4.2.1	RS 触发器电路	193
4.2.2	RS 触发器电路调试	195
4.2.3	RS 触发器数字图表分析——数字模式信号源编辑	198
4.2.4	RS 触发器数字图表分析——探针及数字分析图表编辑	200
4.2.5	RS 触发器电路分析	203
4.2.6	RS 触发器用于消除机械开关振荡引起的脉冲	204
4.3	竞赛抢答器电路分析——数字单周期脉冲信号源与数字分析	210
4.3.1	竞赛抢答器电路	211
4.3.2	数字时钟信号源及数字单周期脉冲信号源编辑	214
4.3.3	竞赛抢答器电路分析	217
4.3.4	利用灌电流和或非门设计竞赛抢答器电路	219
第 5 章 PROTEUS ISIS 单片机仿真		222
5.1	如何在 PROTEUS ISIS 中输入单片机系统电路	222
5.1.1	如何选取仿真元件	222
5.1.2	如何调试 PWM 输出电路中的 ADC0808 模数转换电路	223
5.1.3	如何设计 PWM 输出控制电路	230
5.2	如何在 PROTEUS ISIS 中进行软件编程	232
5.2.1	如何在 PROTEUS ISIS 中创建源代码文件	232
5.2.2	如何在 PROTEUS ISIS 中将源代码文件生成目标代码	235
5.3	如何进行系统调试	236
5.3.1	如何将目标代码添加到电路	236
5.3.2	如何进行电路调试	237
5.3.3	如何仿真电路	252
5.4	如何将 PROTEUS 与 Keil 联调	256
5.4.1	如何使用 Keil 的 μ Vision3 集成开发环境	258
5.4.2	如何进行 PROTEUS 与 Keil 的整合	271
5.4.3	如何进行 PROTEUS 与 Keil 的联调	272
第 6 章 基于 8086 和 PROTEUS 设计实例		279
6.1	继电器的控制与实现	279
6.1.1	设计目的	279
6.1.2	设计任务	279

目 录

6.1.3	设计原理	279
6.1.4	硬件设计	285
6.1.5	软件实现	285
6.1.6	系统仿真	289
第7章	基于DSP与PROTEUS的设计实例	292
7.1	频谱分析仪的设计	292
7.1.1	设计目的	292
7.1.2	设计任务	292
7.1.3	设计原理	292
7.1.4	硬件设计	298
7.1.5	软件设计	298
7.1.6	系统仿真	304
第8章	PROTEUS ARES PCB设计	306
8.1	原理图的后处理	306
8.1.1	概 述	306
8.1.2	自定义元件符号	307
8.1.3	检查元件的封装属性	319
8.1.4	完善原理图	319
8.2	创建元件封装	322
8.2.1	元件符号与元件封装	322
8.2.2	创建元件封装	325
8.2.3	指定元件封装	331
8.3	PCB布局	333
8.3.1	设置层面	333
8.3.2	自动布局	333
8.3.3	手工布局	336
8.3.4	调整文字	337
8.4	PCB布线	339
8.4.1	设置约束规则	339
8.4.2	手工布线及自动布线	341
8.4.3	规则检查	344
8.4.4	3D效果显示	345
8.4.5	铺 铜	345
8.5	输出光绘文件	347

第 1 章

PROTEUS 概述

PROTEUS 软件是由英国 LabCenter Electronics 公司开发的 EDA 工具软件,由 ISIS 和 ARES 两个软件构成,其中 ISIS 是一款便捷的电子系统仿真平台软件,ARES 是一款高级的布线编辑软件,它集成了高级原理布图、混合模式 SPICE 电路仿真、PCB 设计以及自动布线来实现一个完整的电子设计。

1.1 PROTEUS ISIS 概述

通过 PROTEUS ISIS 软件的 VSM(虚拟仿真技术),用户可以对模拟电路、数字电路、模数混合电路,以及基于微控制器的系统连同所有外围接口电子器件一起仿真,如图 1-1 所示。

在原理图中,电路激励源、虚拟仪器、图表以及直接布置在线路上的探针一起出现在电路中,如图 1-2 所示。任何时候都能通过“运行按钮”或“空格”键对电路进行仿真。

PROTEUS VSM 有两种截然不同的仿真方式:交互式仿真和基于图标的仿真。其中交互式仿真可实时观测电路的输出,因此可用于检验设计的电路是否能正常工作,如图 1-3 所示。

而基于图表的仿真能够在仿真过程中放大一些特别的部分,进行一些细节上的分析,因此基于图表的仿真可用于研究电路的工作状态和进行细节的测量,如图 1-4 所示。

PROTEUS 软件的模拟仿真直接兼容厂商的 SPICE 模型,采用扩充了的 SPICE3F5 电路仿真模型,能够记录基于图表的频率特性、直流电的传输特性、参数的扫描、噪声的分析、傅里叶分析等,具有超过 8 000 种的电路仿真模型。PROTEUS 模拟仿真如图 1-5 所示。

PROTEUS 软件的数字仿真支持 JDEC 文件的物理器件仿真,有全系列的 TTL 和 CMOS 数字电路仿真模型,同时一致性分析易于系统的自动测试。PROTEUS 数字仿真如图 1-6 所示。

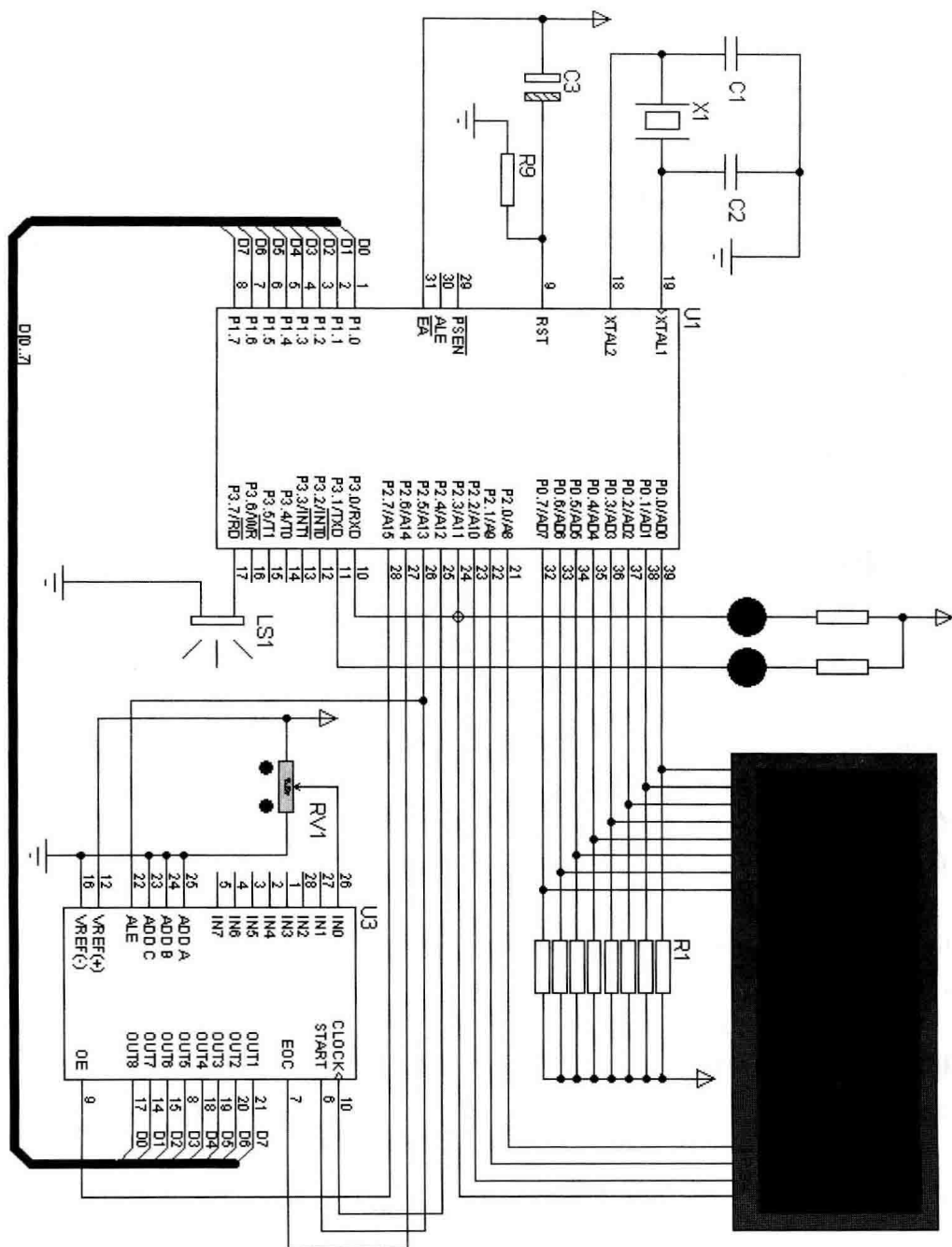


图 1-1 基于微控制器的系统连同所有外围接口电子器件的仿真

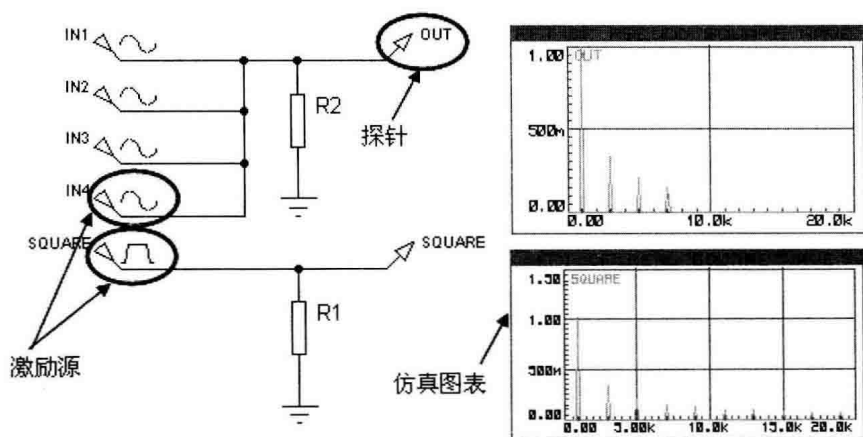


图 1-2 电路激励源、虚拟仪器、图表以及直接布置在线路上的探针一起出现在电路中

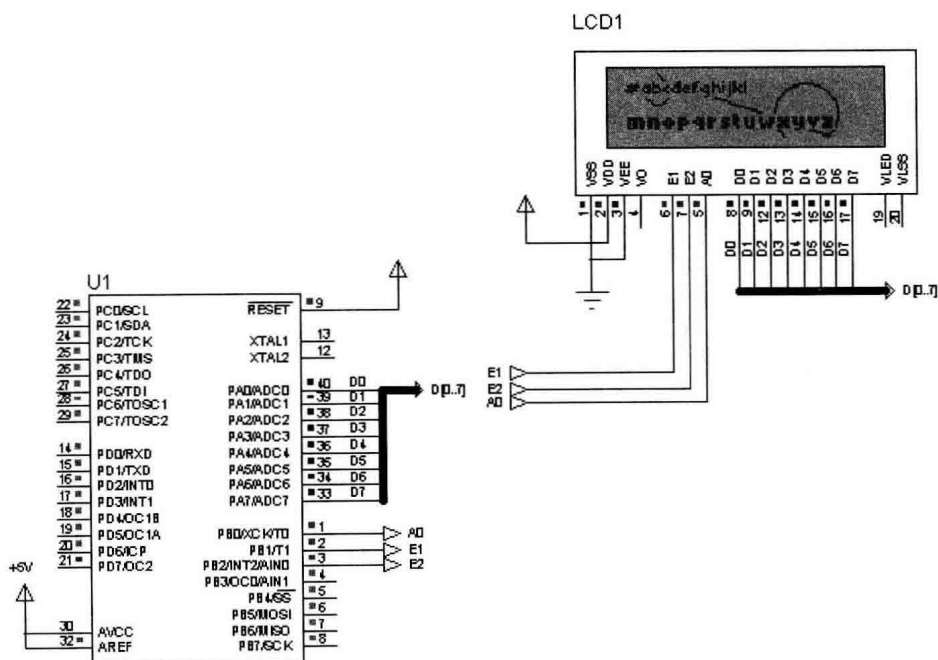


图 1-3 交互式仿真图

PROTEUS 软件支持许多通用的微控制器,如 PIC、AVR、HC11 以及 8051;包含强大的调试工具,可对寄存器、存储器实时监测;具有断点调试功能及单步调试功能;具有对显示器、按钮、键盘等外设进行交互可视化仿真。此外,PROTEUS 可对 IAR C-SPY、Keil μ Vision2 等开发工具的源程序进行调试,可与 Keil 实现联调。PROTEUS 中微处理器电路仿真如图 1-7 所示。

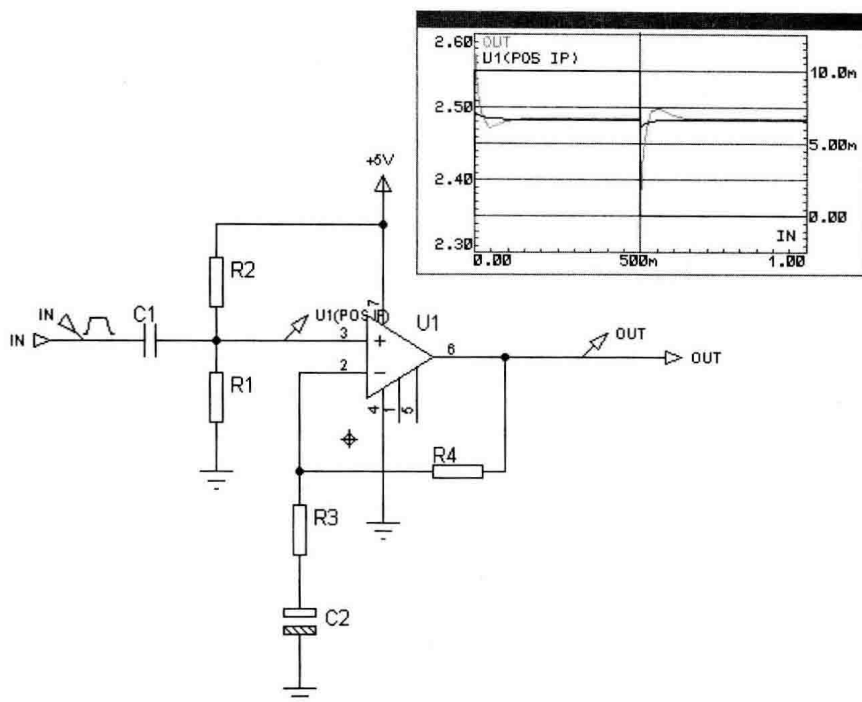


图 1-4 基于图表的仿真图

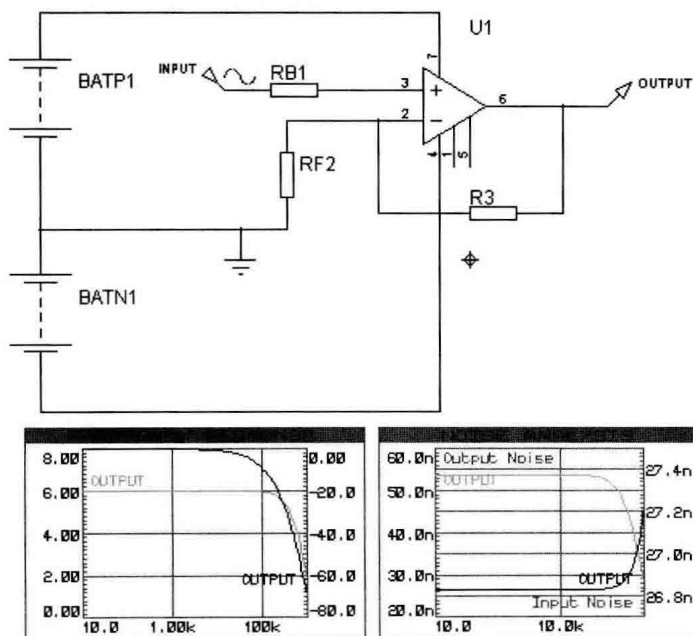


图 1-5 模拟仿真

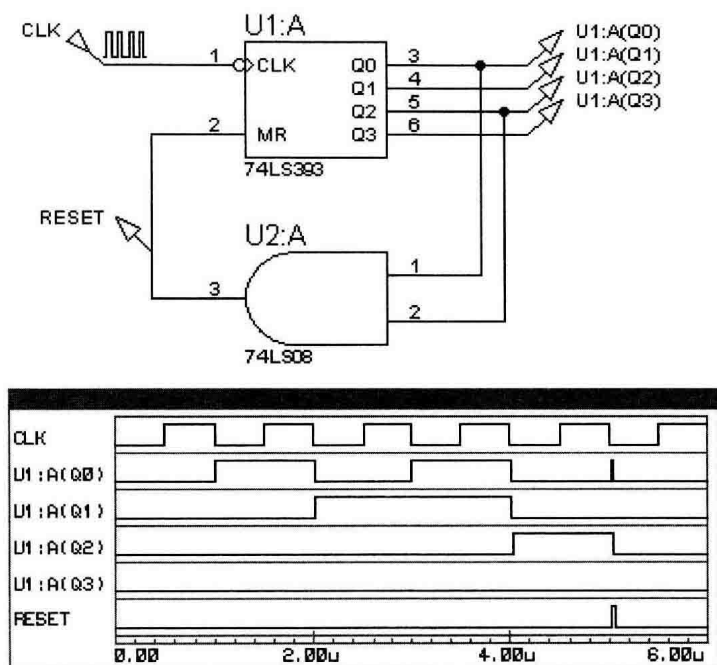


图 1-6 数字仿真

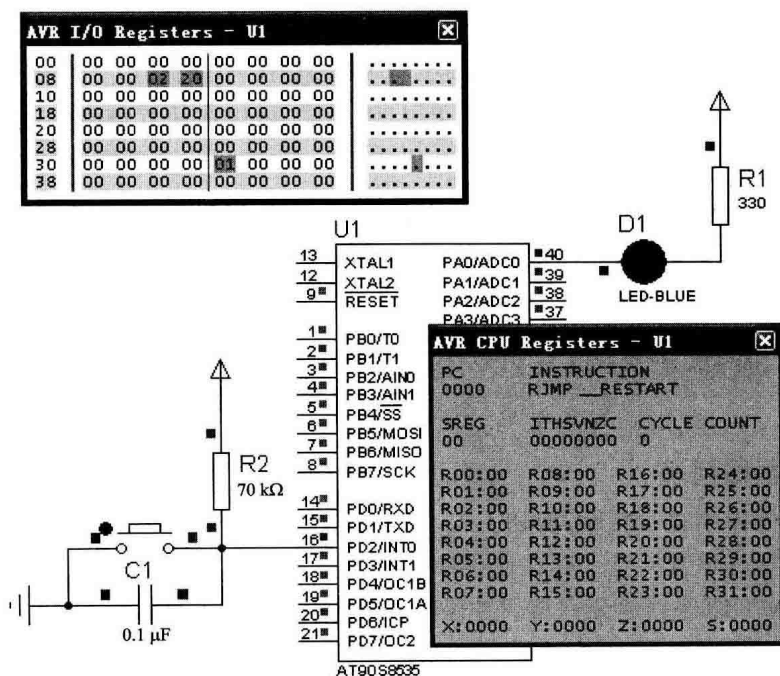


图 1-7 微处理器仿真

第1章 PROTEUS 概述

此外,在 PROTEUS 中配置了各种虚拟仪器,如示波器、逻辑分析仪、频率计、I²C 调试器等,便于测量和记录仿真的波形、数据,如图 1-8 所示。

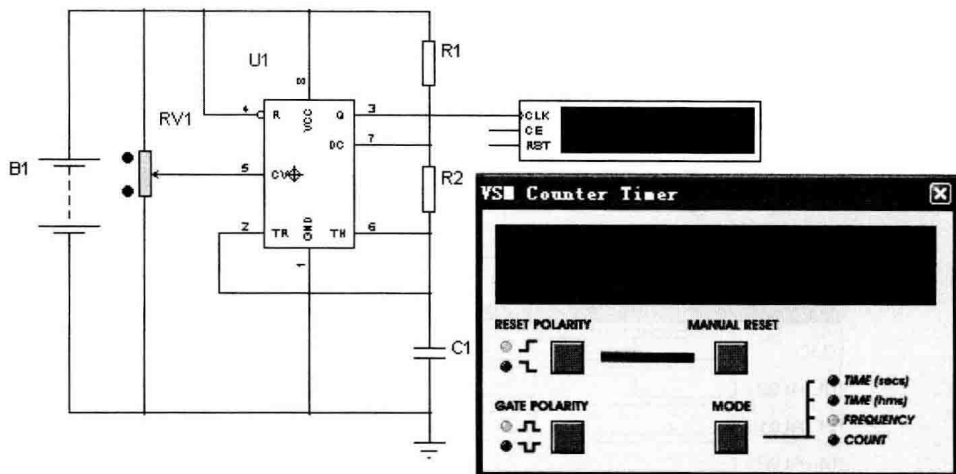


图 1-8 PROTEUS 中虚拟仪器的使用

1.2 PROTEUS ARES 概述

PROTEUS ARES PCB 的设计采用了原 32 位数据库的高性能 PCB 设计系统,以及高性能的自动布局 and 自动布线算法;支持多达 16 个布线层、2 个丝网印刷层、4 个机械层,加上线路板边界层、布线禁止层、阻焊层,可以在任意角度放置元件和焊盘连线;支持光绘文件的生成;具有自动的门交换功能;集成了高度智能的布线算法;有超过 1 000 个标准的元器件引脚封装;支持输出各种 Windows 设备;可以导出其他线路板设计工具的文件格式;能自动插入最近打开的文档;元件可以自动放置。PROTEUS PCB 布线如图 1-9 所示。

1.3 新版本 PROTEUS 的 8.1 特点与功能

1. 焊盘和封装

- 在原件库中自主粘贴/剪切。
- 画出导热焊盘并且保存在原件库。
- 为 SMT 原件创建分列模式并保存在原件库。
- 在每个焊盘上不支持自动粘贴和自动剪切。

2. 项目剪辑/设计摘录

- 在一个项目内或者多个项目间能够重复使用块电路。

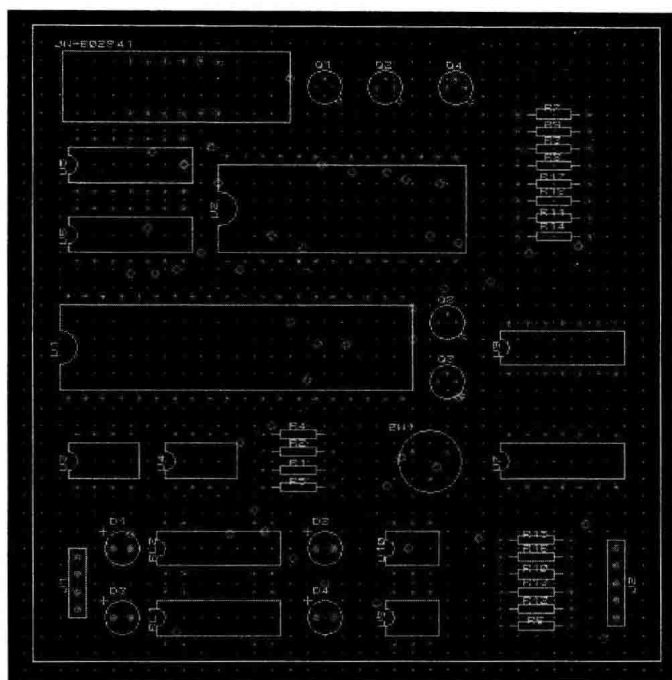


图 1-9 PROTEUS PCB 布线

- 可以仅仅出现原理图,或者原理图和 PCB 布局可以同时出现。
- 可以单击将完整的电路块放在电路板上。

3. 动态“泪滴”

- 在轨道焊盘上或者轨道通孔连接处加入“泪滴”。
- 启用后,可以根据两个连接焊盘的环形圈的大小和连接轨道的深度进行配置。
- 个人焊盘和过孔可以启用和禁用“泪滴”,也可以匹配全局环境设置。

4. Arduino 的 AVR 支持

- 在 VSMSStudio IDE 中直接支持 AVR Arduino 工具链。