

一、从概念产品到设计完成的完整电子设计工具

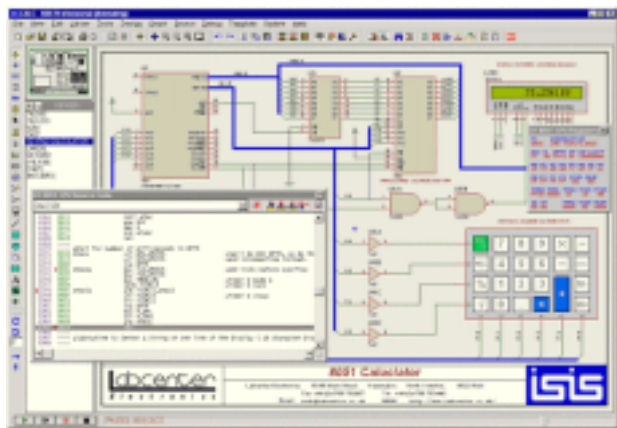
系统特性：

- **ISIS** 原理布图一个易用而又功能强大的工具；
- **PROSPICE** 混合模型 SPICE 仿真--可以升级到我们的独特的虚拟系统模型技术的工业标准 SPICE3F5f 仿真器；
- **ARES** PCB 设计—具有 32 位数据库、元件自动布置、撤消和重试的自动布线功能的超强性能的 PCB 设计系统；
- 标准的时尚的图形用户界面；
- 保证所有的主要模块的操作性能和兼容性；
- 支持 Windows 98/Me/2K/XP；
- 产品完全可以信赖：超过 15 年的连续不断的开发；
- 数千个拷贝安装分布全世界 35 个国家；
- 直接来自开发者的技术支持；
- 被 EWW CAD REVIEW Roundup 评为最好的全线产品。

Proteus 组合了高级原理布图、混合模式 SPICE 仿真,PCB 设计以及自动布线来实现一个完整的电子设计系统。

此系统受益于 15 年来的持续开发,被《电子世界》在其对 PCB 设计系统的比较文章中评为最好产品—“ **The Route to PCB CAD** ”。

Proteus 产品系列也包含了我们革命性的 VSM 技术,用户可以对基于微控制器的设计连同所有的周围电子器件一起仿真。用户甚至可以实时采用诸如 LED/LCD、键盘、RS232 终端等动态外设模型来对设计进行交互仿真。



同时我们的自动布置和自动布线工具使 PCB 设计尽可能的简便,复杂的工作都由计算机完成。

作为专业版用户,可以不受限制地进入我们公布的技术支持热线,同时我们在一年内至少提供 4 次升级。

Proteus 领先其他竞争者一步的哲学—通过持续的开发,让我们的技术始终保持一流。

二、ISIS 智能原理图输入系统

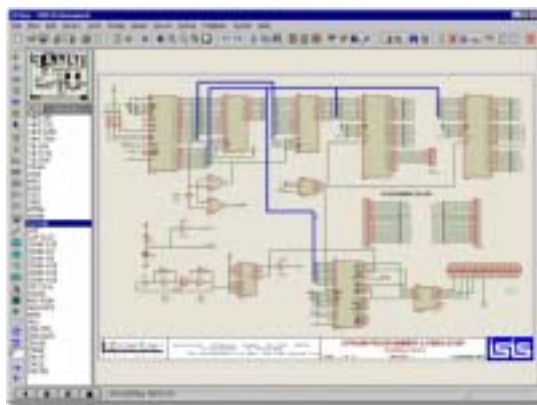
ISIS 是 PROTEUS 系统的中心,它远不仅是一个图表库。它是具有控制原理图画图的外观的超强的设计环境。无论用户的要求是快速实现复杂设计的仿真以及 PCB 设计,还是设计精美的原理图以供出版,ISIS 是您的最好工具。

特性：

- 生成出版质量的原理图；
- 风格模板允许提供库部件的用户化；
- 鼠标驱动和内容关联的用户界面；
- 自动走线,以及接点的布置和切除
- 参数表示子电路元件值的层次设计
- 包括子电路端口以及总线引脚的总线支持
- 挑选元件或建立新库元件可预览 PCB 封装
- 完全体现多元器件的同性和异性
- 包括相应对话框用户化的元件特性的精细管理
- 超过 8000 元件的大型元件库。完全适用于仿真模型
- 网表格式:Labcenter SDF, SPICE, Tango, Boardmaker, EEDeginer, Futurenet, Racal & Valid
- 电器标准检查以及元件报告清单
- 可彩色或单色输出到 Windows 打印装置
- 图形输出格式:WMF, BNP, DXF, EPS 以及 HPGL

出版质量的原理图

ISIS 提供给用户图形外观包括线宽、填充类型、字符等的全部控制,使用户能够生成如杂志上看到一样精美的原理图,远胜过 CAD 软件绘制出的稀薄的线条。画完图可以以图形文件输出,或者拷贝到剪切板以便其他文件使用。这就使得 ISIS 成为制作技术文件,学术论文,项目报告的理想工具,也是 PCB 设计的一个出色的前端。画图的外形由风格模板定义。此外,此方案允许用户定制元件库提供的库部件的外观



用户界面

如何使最常用的画图操作尽可能地变得又快又容易? ISIS 有一个无连线方式,用户只需点击元件的引脚或者先前布好的线,就能实现布线。此外,布置,编辑,移动,和删除操作能够直接用鼠标实现,无需去点击菜单或图标。

自动布线

点击想要连接的两个引脚,就能将简单地实现布线。在特殊的位置需要布线,用户只需在中间的角落点击。自动布线也能在元件移动的时候操作,自动地解决相应的连线。节点自动布置和移除。节约时间的同时,避免其他方面可能引起的错误。也可以手工布点,但是布点以后需要连线。

层次设计

和支持通常的多图纸设计过程一样,ISIS 支持层次设计。特殊的元件能够定义为通过电路图表示的模块,能够任意设定层次,模块可画成标准元件,或特殊可在使用中放置和删除端口的子电路块。

总线支持

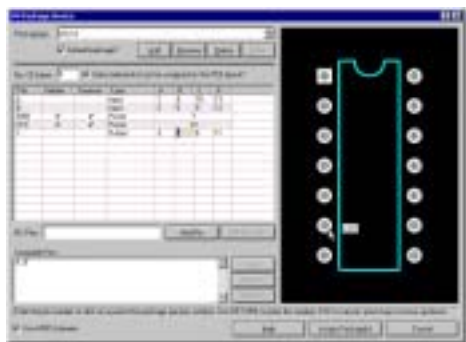
ISIS 提供的不仅是一根总线，还能用总线引脚定义元件和子电路。因此，一个连接在处理器和存储器之间的32位的处理器总线可以用单一的线表示，节省绘图的时间和空间。

元件库

ISIS 提供包含 8000 个部件的元件库，包括标准符号，三极管，二极管，热离子管，TTL，CMOS。ECL，微处理器以及存储器部件，PLDs，模拟 ICs 和运算放大器。

可视封装工具

原理图和 PCB 库部件的匹配是由封装工具简化的。在原理图部分的引脚旁边将显示 PCB 的封装，并允许每个引脚名对应文本和图形的引脚号码。

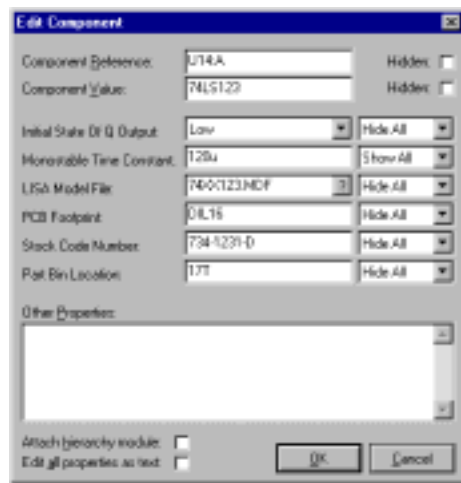


多个部件

ISIS 的元件库部分使所有的通用的单个元件(555 定时器)，同态多元器件和异态多元器件的成为可能。连接器也将每个引脚显示出来，以便于从原理图中区分出来，而不需将所有的连线接到单一的部分。

元件属性

设计中的每个元件都有一定数目的属性或性质。某些属性控制软件的专用功能，用户也可以添加自己的属性。一旦库建立，就能提供默认值以及属性定义。属性定义提供大量的属性描述，当修改元件时，将显示在它编辑的区域内。



生成报告

ISIS 支持许多第 3 方网表格式，因此能为其他软件使用。设置材料报表后可以添加用户所需的元件属性，也可设置属性列以挑选一定数目的属性。ERC 报告可列出可能的连线错误，如未连接的输入，矛盾的输出以及未标注的网络标签。

三、PROSPICE : Spice 3F5 混合型仿真器

PROSPICE 是结合 ISIS 原理图设计环境使用的混合型电路仿真器。基于工业标准 SPICE3F5 的模拟内核, 加上混合型仿真的扩展以及交互电路动态, PROSPICE 为您提供开发和测试设计的强大交互式环境。

电路仿真

系统特性:

- 完全集成原理图布图环境;
- 以虚拟仪器以及用户可定义的动态元件支持基于曲线图和交互电路模型;
- 14 种虚拟仪器: 直流电压/电流表、交流电压/电流表、信号发生器、数字发生器、示波器、逻辑分析仪、频率计数虚拟终端、SPI 调试器、I2C 调试器和逻辑探头;
- 独特的 Proteus VSM 技术以实现微处理器设计的协同仿真;

模拟仿真:

- 真实的 Berkeley SPICE3F5 模拟仿真器核, 并为真正的混合模式操作提供扩展;
- 基于曲线图的分析: 工作点、瞬态分析、频率、直流电压转换曲线、直流电压参数特性、交流电压参数特性、噪音、失真、傅立叶、输入输出阻抗;
- 高级仿真单元如 MOSFET Level 3、BSIM 版本 3、MESFET、传输线损耗, 以及基于表达式的任意源文件;
- 直接兼容厂商的 SPICE 模型;
- 模型库提供超过 6000 种模型;

数字仿真:

- 事件驱动数字仿真模型定时、失灵以及浮空输入特性;
- 熔丝图模型允许从 JEDEC 文件中直接仿真 PLD;
- 完全以定时信息设置 TTL 和 CMOS 模型;
- 一致性分析便易于嵌入系统的自动测试。

完全集成的环境

PROTEUS 中的整个电路仿真是在 ISIS 原理图设计模块下延续下来的, 原理图中, 曲线图和电路激励以及直接布置在线路上的探针一起, 出现在元件的旁边。任何时候都能通过按下空格键对电路进行仿真, 加快了从编辑到仿真的速度。仿真器有独自的应用窗口和用户界面。

基于图表或交互式仿真

在传统的基于曲线图的电路仿真的基础上, Proteus VSM 提供了完全交互电路动画曲线。用户能够用鼠标操作元件模型来控制设计, 并能够从指示屏上观察到过程。此外提供了很多虚拟仪器, 如电压计, 电流计, 示波器。这些虚拟仪器使的电路仿真非常直观, 如同在实际中操作一样。

可升级到 Proteus VSM 协同仿真

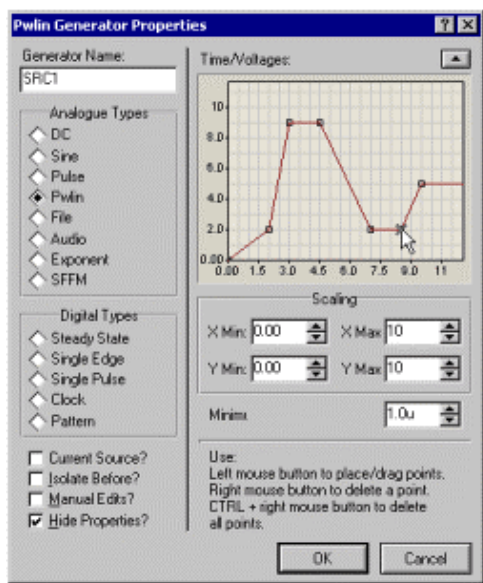
如果您的设计中需要如 PIC, AVR, MCS8051/52, 或者 68HC11 处理器, 可购买 VSM 附加模型。此技术允许用户实时仿真包括所有相关电子器件在内的完全基于微处理器的设计。

大型设计的部分仿真

PROTEUS 用来为 PCB 设计做整个设计的入口, 可能不适合在整个原理图上进行仿真。例如, 在测试晶振驱动的数字逻辑的时候, 对晶振如模拟电路一样进行仿真是没有意义的。Proteus 可以实现部分仿真。通过对电路坐标的分析, 只在处于输入激励和测量点之间的得到仿真。

卓越的建模工具

用户可以创建自己的元件模型，ISIS 中支持层次化设计使用户能够创建虚拟的测试步骤来开发元件模型。任何模型的更改都能够在存入预编译网表前快速地评估出来。用户也可以使用 VSM API 在 Windows DLLs 里用 C++ 等编程语言实现模拟和数字模型，VSM API 也可以用于实现复杂的动画器件。



SPICE3F5 仿真器内核

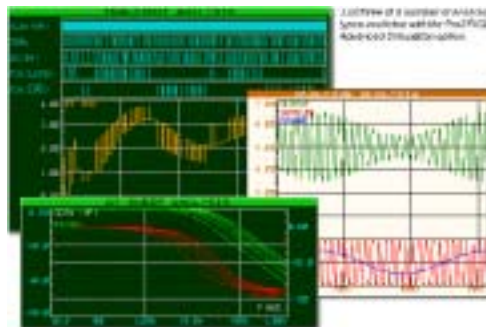
PROSPICE 是在加州 Berkeley 大学开发的基于工业标准的 SPICE 模拟仿真器，包含了最新的整合技术以及原型。PROSPICE 使用了 Berkeley 的源代码，保证在数字结果方面以及生产商 SPICE 模型的最好兼容性。

真正的混合型仿真

PROSPICE 结合一定的标准 SPICE 扩展，使得能够用事件驱动范例建模数字电路。对于晶体管级的建模颇为有效。当同时出现模拟和数字部件时，两种技术将平行的使用，以提供最优的性能和准确性。

完全兼容厂商的模型

越来越多的元件生产商在提供传统的数据书籍的同时也提供 SPICE 模型。选择 PROSPICE 您将从中能够得到最大的益处。我们强调使用 Berkeley 代码来分析 SPICE 网表以确保最大可能的兼容性。我们通过互联网搜集了超过 5000 个 SPICE 模型并链接到 ISIS 的原理图符号中。



特性丰富的数字仿真

PROSPICE 结合一完整特性的事件驱动数字仿真器，只要出现数字元件就能自动调用。数字仿真范例将定时器，故障性能，浮动输入以及未定义状态正确地建模-要注意到不是所有所谓的混合型仿真器都能如此。

PLD 建模

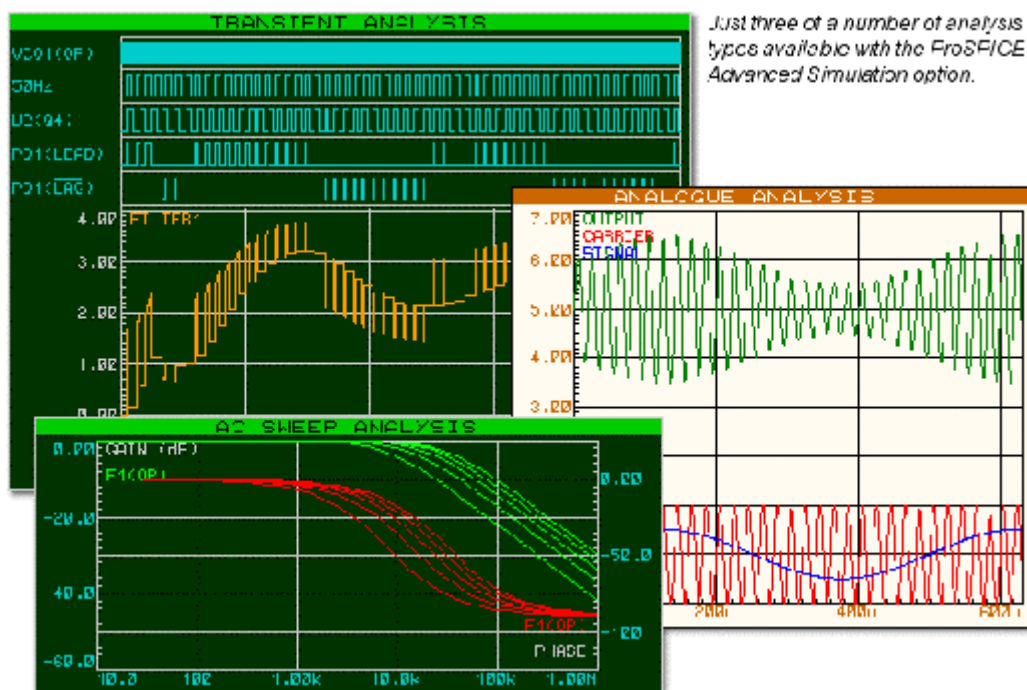
PROSPICE 包括了代表 PLD 熔丝图的特殊数字原型。这些器件能够用来构建任何可编程逻辑器件的模型。元件库提供通用 PLD 器件的专用模型。器件的编程资料可以直接从 PLD 汇编程序产生的 JEDEC 文件中阅读。因此，您不会因使用任何特殊 PLD 开发系统而受限。

一致性分析

这个独特的特性将一组新的仿真结果和预先检测的样本参考数据相比较。结合嵌入软件的 VSM 协同仿真，成为极有力的质量保证工具，完全自动地检查因硬件或软件改动引起的意外副作用。

四、Advanced Simulation

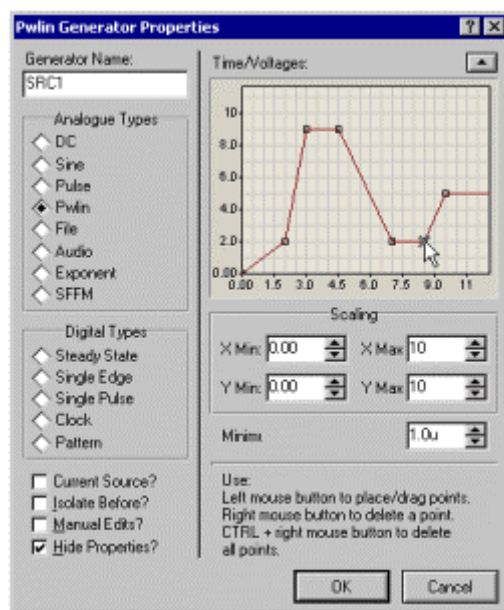
高级图形仿真



ProSPICE 高级仿真选件可以加入到所有 Proteus PCB Design 和 Proteus VSM 产品中，它以全图形化的分析界面扩展了基础仿真器的功能。

基于图形化的仿真是传统的 SPICE 仿真的表层，在这里，您首先画一个电路，设置信号源发生器，选定需要观测的点，然后运行仿真器，当仿真完成，结果就显示出来，然后您就可对结果进行分析。ISIS 和 ProSPICE 使这些工作做起来毫不费力。

画完原理图后，通过设置一个带有属性设置的图形，选择您需要的电路分析类型，您想要多少个图都可以。图形类型包括：模拟、数字和混合瞬时图形、频率、转换器、噪声、失真、付立叶、交流、直流和音频曲线。这个类型不仅能被用于捕捉和显示暂态数据，而且可以通过声卡放出来。然后，加入并配置一个信号源到仿真电路里，把探针放到观测点，在仿真时这些就能像电路里的元件一样变化。模拟信号发生器包括直流、正弦、脉冲、分段线性、音频、指数、单频 FM；数字信号发生器包括尖脉冲、脉冲、时钟和码流。最后，加入多个信号源和探针，在图形上可以选择要观察和跟踪的对象。对特定的一些探针和信号源形成的特定的图形足够显示电路的哪部分仿真了，进行了哪种分析。



通过画图就可形成一个分段线性的信号源波形

高级仿真的特点：

当您购买了高级仿真选件并加入到任何 Proteus PCB Design 或 Proteus VSM 产品包后,高级仿真的功能就具备了,它们是附加在基础仿真器之上的。

* 标准 SPICE 分析包括:模拟瞬态、数字瞬态、混合模式瞬态、频率、付立叶、噪声、失真、转换沿、直流特性、交流特性和工作点。

* 图形显示模拟、数字和总线数据。频谱显示增益和相位。

* 音频分析可形成波形或在声卡上播放。

* 交互仿真后,捕捉结果到图形上,并进行交互的分析。

* 数字信号一致性分析,后面会详细介绍该工具。

* 探针所观测点的电压或电流可以数字标示出来。

* 使用图形的图标可以精确度量。

* 以 CSV 格式将仿真结果输出给其它软件如 EXECL。

一致性分析：一个独特的质量保证工具

一致性分析是比较两次不同的数字仿真结果。经常会发生这样的情形:对一个先前已经通过的设计进行了修改,但需要快速测试该修改有没有造成对其它部分不希望发生的影响。尤其在一个基于微控制器的应用中,源码改动后,需要对整个固件进行重新测试。

五、PCB 布图设计

基于高性能网表的 PCB 设计软件完全补足 ISIS。结合元件自动布置和高效的撤消和重新自动布线。ARES 也支持手动布线，系统限制相对较少。

特性：

- 16 个铜箔层，2 个丝印层，4 个机械层加上板沿，禁止布线层，抗蚀掩模和阻焊层
- 任意角元件的布置和焊盘栈
- 完全自动的连线（ratsnest）以及力向量生成
- 理想的基于网表的手工布线系统
- 无栅，多边形电源板
- 物理设计规则检测保证设计的完整性
- 超过 1000 种标准封装的元件库
- Windows 装置的任何输出
- 完整的 CAMCAM 输出以及嵌板工具
- 自动插入机器的拾取和布置文件

自动设计：

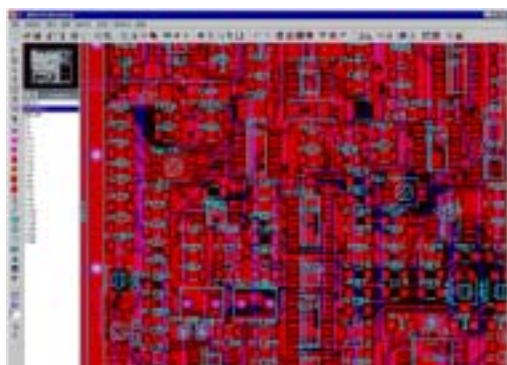
- 元件自动布置
- 基于多策略栅格的自动布线
- SMT 输出的特殊例行程序
- 在多数板上实现 100% 撤消以及重试
- 减少过孔的数目和铜膜导线的长度

Layout 数据库

ARES 代表了最复杂的 PCB 设计技术，在最大规格为 20 米的板内，布置分辨率为 10 纳米。元件以及其他目标器件能够以 0.1 度旋转，同时焊盘栈便于在内层实现最大区域的布线。

网表和连线（ratsnest）的处理

在放置阶段，ARES 可显示连线（ratsnest）和力向量。当拖动元件时，两者都将实时更新。在布线的过程中连线（Ratsnest）也将自动更新，当增加一条铜膜导线，相应的一条连线（ratsnest）会消失，删除一条导线，将出现一条连线（ratsnest）。



系统完全支持设计修改，如果用户修改了原理图并重新加载网表，ARES 将正确的标记相关联的元件和导线。同理，ARES 中的引脚交换和门交换将自动地反馈到原理图中。

路径设置与编辑

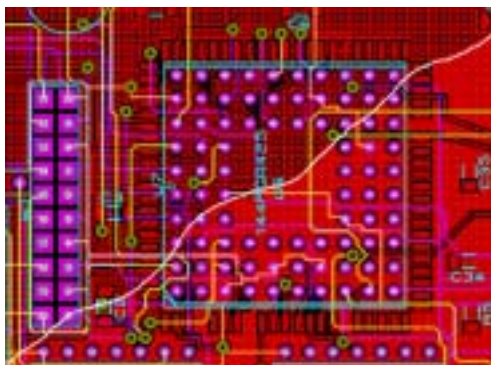
手动布线无需从连线（ratsnest）开始。用户可以任何方式布置导线，ARES 将删除连线（ratsnest）当连接完成。用户不用考虑最初的布置，可重新布线或删除导线中的任何一部分来编辑线路。提供改变密度或者导线任何部分的设计指令。如果有密集的导线排列在障碍之间，如 IC 焊盘，ARES 将自动插入一个更窄的颈来维护当前的设计标准。按 CTRL 键并用鼠标选中导线就能布置弯曲的线路。

电源层

ARES 具有使用电源层支持的特性-用户可以在已有的焊盘和路径周围自动生成内部边界的多边形区域内布线。改变焊盘和导线，边界将被重新计算以维持设计标准安全间距。

设计规则检查

手工布线时，ARES 将自动检测用户布置的每一条导线，一旦有违反设计规则，将发出警告。用户可以在任何时候运行全局的物理以及电气设计规则检测。双击设计规则错误提示，ARES 将在板上的相应的位置提示。



封装库

提供的元件库包含如最通用的 IC，三极管，二极管等大量的穿孔元件，以及连接器封装类型，我们还提供包含所有分立元器件和集成电路 SMT 封装类型的完整 SM782 库。可直接通过画图创建元件库，ARES 也支持通用的 2D 绘图特性。

CAD/CAM 输出

在支持输出 PCB 到标准 Windows 打印机的同时，ARES 也为绘图仪提供一最优化的 HPGL 驱动以及完整的一套专业版生产特性。

RS274D 和较新的 RS274X 格式都支持 Gerber，同时为钻孔机器提供一个标准的 Excellon 格式文件。此外，为贴片机提供列出元件位置和方位的 ASCII 文件。提供一 Gerber 浏览器，用户可以查询 Gerber 文件，并在定稿生产之前就能嵌板。

自动布局

元件自动布局使用户能够用绝对少的精力完成整个设计。布置交互地操作，用户就能先预布置要求严格的元件，然后让 ARES 自动地完成剩余的工作。

自动布线

基于网格的布线既灵活又快速，并能使用任何导线密度或孔径宽度，以 90 或 45 度在 1 到 8 层上布线。在电子世界最近的 PCB 软件评论上排列 A 类。

最后用户还能通过运行一个整理过程来减少导线的长度以及穿孔的数目，同时提高板的美感。

六、Proteus 模型 / 元件库

(一)Proteus VSM 高级外设模型

虚拟仪器和分析工具	交互式虚拟仪器	双通道示波器 24 通道逻辑分析仪 计数器 / 计时器 RS232 终端 交流电压表 / 直流电压表 交流电流表 / 直流电流表
	规程分析仪	双模式 (主 / 从) I2C 规程分析仪 双模式 (主 / 从) SPI 规程分析仪
	交互式电路激励工具	模拟信号发生器 - 可输出方波、锯齿波、三角波、和正弦波信号 数字图形发生器 - 支持 1K 的标准 8-bit 数据流
光电显示模型和驱动模型		数字式 LCD 模型 图形 LCD 模型 LED 模型 七段显示模型 光电驱动模型 光耦模型
电机模型和控制器		电机模型 电机控制器模型
存储器模型		I2C EPROM 存储器模型 静态存储器模型 永久性 EPROM 模型
温度控制模型		温度计和温度自动调节器模型 温度传感器模型 热电偶模型
计时模型		实时时钟模型
I2C/SPI 规程模型		I2C 外设 SPI 外设 规程分析仪
1 次规程模型		一线 EEPROM 模型 一线温度计模型 一线开关模型 一线按钮模型
RS232/RS485/RS422 规程模型		RS232 终端模型 Maxim 外设模型
ADC/DAC 转换模型		模数转换模型 数模转换模型
电源管理模型		正电源标准仪 负电源标准仪 混合电源标准仪
脉宽控制模型		全桥脉宽放大器 半桥脉宽放大器 脉宽调节器
拉普拉斯转换模型		操作模型 一阶模型 二阶模型 过程控制 线性模型 非线性模型
热离子管模型		二极管模型 五极真空管模型 四极管模型 三级管模型
变压器模型		压力传感器模型

(二)Proteus VSM 元件库

元件名称	中文名	说 明
7407	驱动门	
1N914	二极管	
74LS00	与非门	
74LS04	非门	
74LS08	与门	
74LS390	TTL 双十进制计数器	
7SEG	4 针 BCD-LED	输出从 0-9 对应于 4 根线的 BCD 码
7SEG	3-8 译码器电路 BCD-7SEG 转换电路	
ALTERNATOR	交流发电机	

元件名称	中文名	说 明
AMMETER-MILLI	mA 安培计	
AND	与门	
BATTERY	电池/电池组	
BUS	总线	
CAP	电容	
CAPACITOR	电容器	
CLOCK	时钟信号源	
CRYSTAL	晶振	
D-FLIPFLOP	D 触发器	
FUSE	保险丝	
GROUND	地	
LAMP	灯	
LED-RED	红色发光二极管	
LM016L	2 行 16 列液晶	可显示 2 行 16 列英文字符,有 8 位数据总线 D0-D7,RS,R/W,EN 三个控制端口(共 14 线),工作电压为 5V。没背光,和常用的 1602B 功能和引脚一样(除了调背光的二个线脚)
LOGIC ANALYSER	逻辑分析器	
LOGICPROBE	逻辑探针	
LOGICPROBE[BIG]	逻辑探针(大)	用来显示连接位置的逻辑状态
LOGICSTATE	逻辑状态	用鼠标点击,可改变该方框连接位置的逻辑状态
LOGICTOGGLE	逻辑触发	
MASTERSWITCH	按钮	手动闭合,立即自动打开
MOTOR	马达	
OR	或门	
POT-LIN	三引线可变电阻器	
POWER	电源	
RES	电阻	
RESISTOR	电阻器	
SWITCH	按钮	手动按一下一个状态
SWITCH-SPDT	二选通一按钮	
VOLTMETER	伏特计	
VOLTMETER-MILLI	mV 伏特计	
VTERM	串行口终端	
Electromechanical	电机	

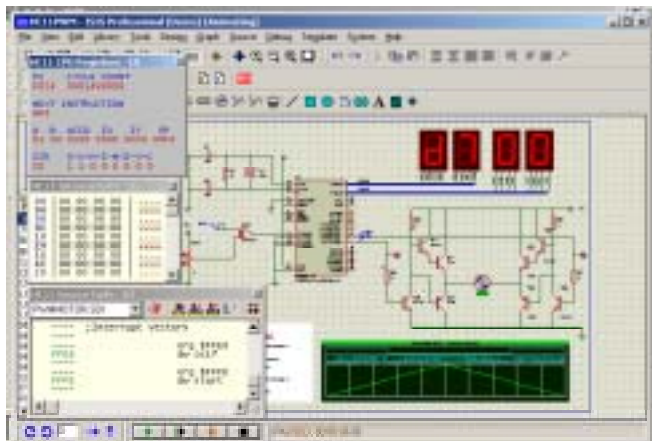
元件名称	中文名	说 明
Inductors	电感器	
Laplace Primitives	拉普拉斯变换	
Memory Ics	存储器	
Microprocessor Ics	微控制器	
Miscellaneous	各种器件	AERIAL- 天 线 ； ATAHDD ； ATMEGA64 ； BATTERY ； CELL ； CRYSTAL- 晶 振 ； FUSE ； METER-仪表 ；
Modelling Primitives	各种仿真器件	是典型的基本元器模拟，不表示具体型号，只用于 仿真，没有 PCB
Optoelectronics	各种光电器件	发光二极管，LED，液晶等等
PLDs & FPGAs	可编程逻辑控制器件	
Resistors	各种电阻	
Simulator Primitives	常用的仿真器件	
Speakers & Sounders		
Switches & Relays	开关，继电器，键盘	
Switching Devices	晶闸管	
Transistors	晶体管（三极管，场效应管）	
TTL 74 series		
TTL 74ALS series		
TTL 74AS series		
TTL 74F series		
TTL 74HC series		
TTL 74HCT series		
TTL 74LS series		
TTL 74S series		
Analog Ics	模拟电路集成芯片	
Capacitors	电容器	
CMOS 4000 series		
Connectors	排座，排插	
Data Converters	ADC,DAC	
Debugging Tools	调试工具	
ECL 10000 Series	各种常用集成电路	

七、PROTEUS VSM 虚拟系统模型

特点：

- 支持 ARM7, PIC, AVR, HC11 以及 8051 系列的微处理器 CPU 模型, 更多模型正在开发中, 更新信息请参见网页;
- 交互外设模型有 LCD 显示、RS232 终端、通用键盘、开关、按钮、LED 等;
- 强大的调试功能, 如访问寄存器与内存, 设置断点和单步运行模式;
- 支持如 IAR、Keil 和 Hitech 等开发工具的 C 源码和汇编的调试;
- 一键“make”特性: 一个键完成编译与仿真操作;
- 内置超过 6000 标准 SPICE 模型, 完全兼容制造商提供的 SPICE 模型;
- DLL 界面为应用提供特定的模式;
- 基于工业标准的 SPICE3F5 混合模型电路仿真器
- 14 种虚拟仪器: 示波器、逻辑分析仪、信号发生器、规程分析仪等;
- 高级仿真包含强大的基于图形的分析功能: 模拟、数字和混合瞬时图形; 频率; 转换; 噪声; 失真; 付立叶; 交流、直流和音频曲线;
- 模拟信号发生器包括直流、正弦、脉冲、分段线性、音频、指数、单频 FM; 数字信号发生器包括尖脉冲、脉冲、时钟和码流;
- 集成 PROTEUS PCB 设计形成完整的电子设计系统。

PROTEUS 虚拟系统模型组合了混合模式的 PROSPICE 电路仿真、动画器件和微控制器模型实现了完整的基于微控制器设计的协同仿真。第一次真正使在物理原型出来之前对这类设计的开发和测试成为可能。



在设计中您可以使显示如 LED/LCD 和输入如开关/按钮等相互作用, 仿真是在几乎实时状态下进行的: 一台 300 MHz Pentium II 能实时仿真一个时钟超过 12MHz 的 8051 系统。Proteus VSM 亦能提供扩展的调试能力包括在汇编或 C 等高级语言下设置断点、单步和显示变量。

VSM 架构允许任何人包括用户添加动画模型, 很多类型的动画模型无需编程就可创建, 开发者将被提供一个文本的界面来写他们自己的模型, 并封装成 Windows DLLs 一样。这些模型既能实现纯粹电子特征, 又能组合图形化特征, 以致几乎所有特定外设的应用都能被仿真。

Proteus VSM 是一个完整的嵌入式系统软、硬件设计仿真平台, 它包括原理布图系统 ISIS、带扩展的 Prospice 混合模型仿真器、动态器件库、高级图形分析模块和处理器虚拟系统仿真模型 VSM。以下是各部分简介:

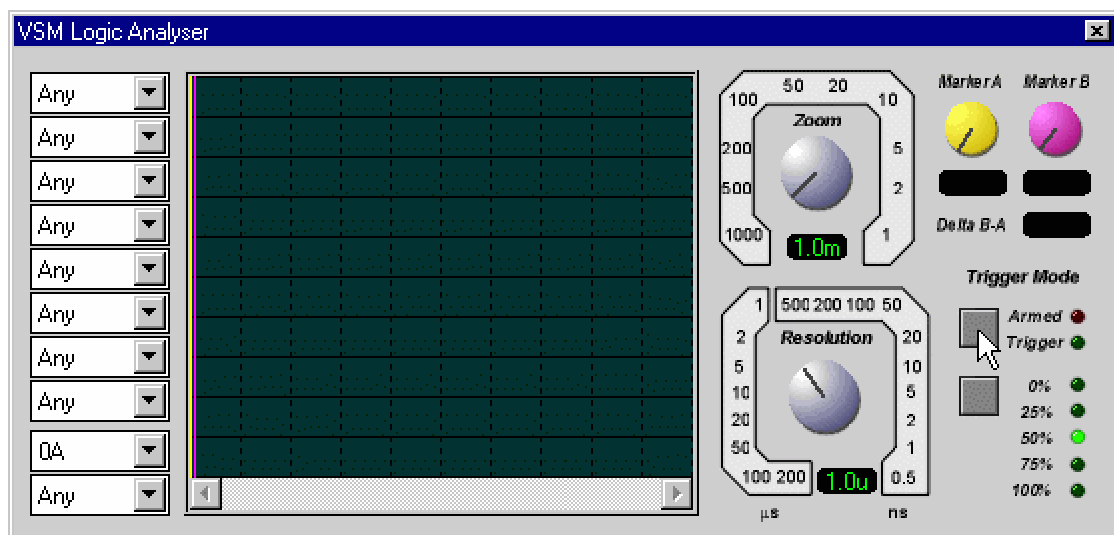
智能原理图输入系统：ISIS

Proteus VSM 使用我们的被广泛验证的 Schematic Capture 软件作为设计和开发的平台, ISIS 是一个被长时间使用组合有很多易用的功能强大的编辑工具, 其 schematic capture 既支持仿真又支持 PCB 设计。用于 Proteus VSM 测试的设计可产生我们的 PCB 设计软件或第三方 PCB 设计工具需要的网表。ISIS 对绘图的处理能力非常强, 包括线宽、填充类型、字符等, 这些功能对电路的完整的图形化动态仿真非常需要。

电路仿真：ProSpice Simulation

Proteus VSM 的核心是 ProSPICE, 这是一个组合了 SPICE3F5 模拟仿真器核和基于快速事件驱动的数字仿真器的混合的仿真系统, SPICE 内核的使用使您能采用数目众多的制造厂商提供的 SPICE 模型, 目前该软件包包含有约 6000 个模型。

Proteus VSM 包含大量的虚拟仪器如示波器、逻辑分析仪、函数发生器、数字信号图案发生器、时钟计数器、虚拟终端以及简单的电压计、电流计。此外我们还发布了主 / 从 / 监视模式的 SPI 和 I2C 规程分析仪, 仿真器能通过色点来显示每个管脚的状况, 这点在单步调试代码时绝对非常有用。



VSM 虚拟逻辑分析仪

微处理器软件的协同仿真:VSM

Proteus VSM 最令人激动、最重要的特点是它能把微处理器软件作用在处理器上并和连接该微处理器的任何模拟和数字器件协同仿真。

微处理器模型和其它器件的模型一道驻流在原理设计中, 它仿真执行目标码, 就像在真正的单片机系统上。如果程序代码向一个外设口写, 电路中逻辑电平会相应变化, 如果电路改变微处理器管脚的状态, 也可以在您的程序代码中看到, 就象真实系统一样。

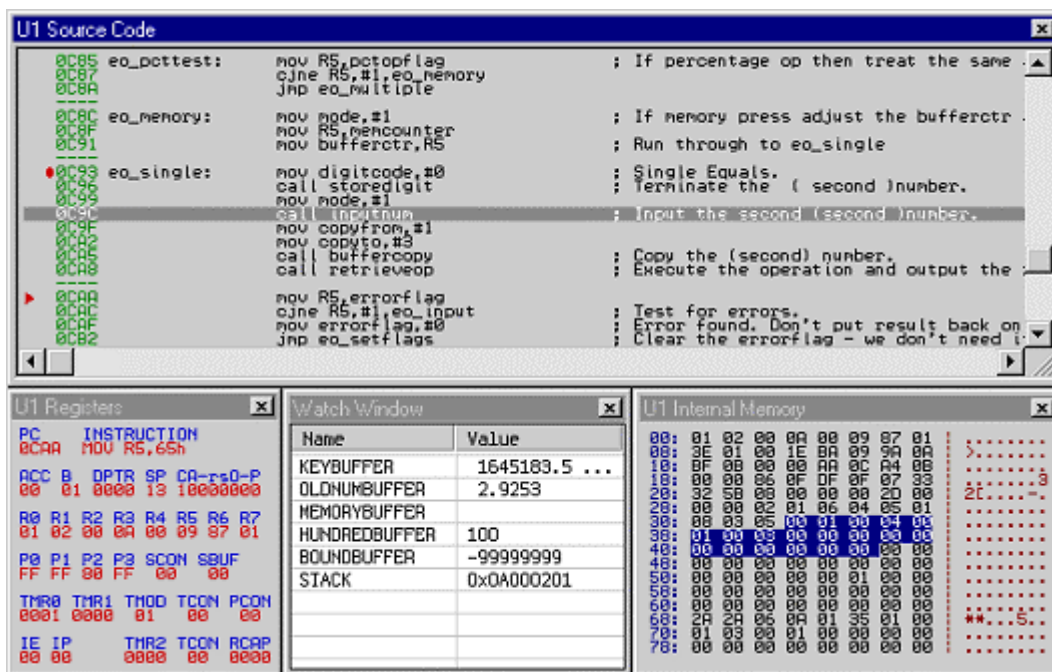
VSM CPU 模型能完整仿真 I/O 口、中断、定时器、通用外设口和其它与 CPU 有关的外设资源, 它是一个使外设与外部电路相互作用模型化为波形的简便的软件仿真器。

VSM 甚至能仿真多个 CPU, 它能方便地处理两个或以上微控制器的连接与设计。

源码级调试

由于 Proteus VSM 有接近实时仿真微控制器系统的独特的特点，这使它可以实现单步执行仿真，就像您正在使用喜欢的软件调试器。除了单执行仿真外，您还能观察到整个设计的效果，包括外部电路到微控制器。

VSM 能达到上述效果依赖于所采用的微控制器类型及相关的编译器。



8051 计算器设计的调试窗口

模型库:

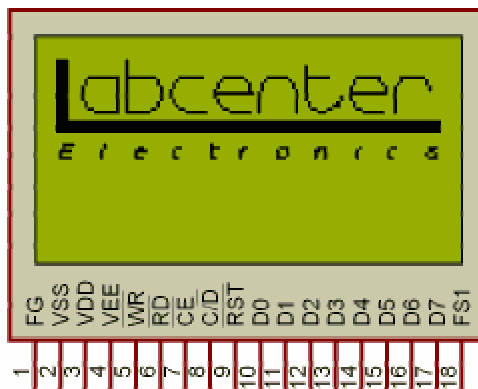
除了微控制器模型外，VSM 包含超过 6000 种器件模型：

标准电子元件：电阻、电容、二极管、晶体管、SCRs、光耦合器、运放、555 定时器等；
74 系列 TTL 和 4000 系列 CMOS 器件； 存储器：ROM、RAM、EEPROM、I2C 器件等；
微控制器支持的器件如 I/O 口、USART 等； Proteus VSM 库同样包含大量复杂的外设模型：

Proteus VSM 除上述库外，同样包含大量复杂的外设模型：

7 段 LED、灯和标志； 字符和图形 LCD 显示； 通用矩阵键盘； 按钮、开关和电压表；
压电发声器和喇叭； 直流、步进和伺服电机模型； RAM、ROM 和 I2C EEPROM；
I2C、SPI 和其它一线 I/O 扩充设备和外设； ATA/IDE 硬件驱动；
COM 口和以太网口物理界面模型等。

LCD1
PG12864F



上述计算器图显示进一步地验证外设模型是如何工作的
就在此时此刻，至少有一家公司正在为 Proteus VSM 开发模型，请留意更新的进展。
您也能创建您自己的模型，在 Proteus VSM 包里有 SDK 解释创建模型的多种方法。

1、 Proteus VSM for ARM/LPC2000

Proteus VSM for ARM/LPC2000 包含您开发和仿真基于 ARM7 内核的 Phillips LPC2000 32 位处理器的嵌入式系统的所有功能：

模块包括：

原理图布图：ISIS [schematic capture](#). ; Phillips LPC2000 系列 CPU 模型库；
ARM7TDMI and ARM7TDMI-S 内核模型；. ProSPICE 协同仿真引擎；.
全部 VSM 外设库。

特点：

支持 ARM 和 THUMB 指令系统； 支持 VIC 中断子系统的全部功能；支持片上外设的所有硬件模型，包括：GPIO, timers, RTC, UARTs, SPI, I2C, MAM, PLL, ADC 和 watchdog timer；
高达 10MIPS 仿真速度； 配有 IAR Embedded Workbench 和 Keil UV3 调试器的驱动。

CPU 模型：

LPC2104, LPC2105, LPC2106 LPC2114, LPC2124
ARM7TDMI and ARM7TDMI-S core models

支持的编译器：

IAR's ARM Compiler (EWARM). GNU ARM compiler Keil ARM compiler (KARM)

2、 Proteus VSM for 8051/8052

Proteus VSM for 8051/8052 包含您开发和仿真基于如下处理器的嵌入系统的所有功能：
80C31/80C51, 80C32/80C52, 80C54 and 80C58，具体处理器为 Atmel AT89、 Philips 8051FX、
8051RX variants.

模块包括：

原理图布图：ISIS [schematic capture](#). ; 80XXX 系列 CPU 模型库；
ProSPICE 协同仿真引擎； 全部 VSM 外设库。

CPU 模型：

Generic 80C31, 80C32, 80C51, 80C52, 80C54 and 80C58.
Atmel AT89C51, AT89C52 and AT89C55.
Atmel AT89C51RB2, AT89C51RC2 and AT89C51RD2 (the the X2 mode and SPI are not modelled.) Philips P87C51FX, P87C51RX+. (i.e. FA, FB, FC, RA+, RB+, RC+, RD

特点：

全部 8051 指令系统和 SFRs； 所有 IO 操作； 所有片上外设的各种操作模式 :包括 timers 、 UART； 所有中断模式； 内部产生处理器时钟以优化经济结构性能，I/O 和其它事件定时器精确至一个时钟相位； 程序和外部数据存储单元能被仿真为内部模型，以提高吞吐量，或仿真为外部模型以验证硬件设计； 提供内部一致性代码检查功能；

完整集成 ISIS 的源码级调试和源码管理系统； 支持集成 Keil 等第三方编译器和调试器。

支持的编译器：

Keil C51 / μ Vision 2

IAR

3、 *Proteus VSM for PIC10 / PIC12*

Proteus VSM for PIC10/12 包含您开发和仿真基于 microchip 公司 PIC10、PIC12 系列处理器的嵌入系统的所有功能。

软件包包含：

原理图布图：ISIS schematic capture.； PIC10 / PIC12 系列 CPU 模型库；

ProSPICE 协同仿真引擎； 全部 VSM 外设库。

CPU 模型：

PIC 10F200, 10F202, 10F204, 10F206 **NEW**

PIC12C5xx Family (12C508A, 12C509A, 12CE518, 12CE519).

PIC12C6xx Family (12C671, 12C672, 12CE673, 12CE674).

PIC12F6xx Family (12F629, 12F675).

特点：

全部指令系统； 所有口和 I/Opin 操作； 所有定时器：看门狗、休眠和唤醒模式；

ADC； 模拟信号比较器和基准电压； 支持所有中断模式；

内部产生处理器时钟以优化经济结构性能，I/O 和其它事件定时器精确至一个时钟相位；

提供内部一致性代码检查功能； 完整集成 ISIS 的源码级调试和源码管理系统。

支持的编译器：

Microchip MPLAB

IAR

Proton

Hi-tech

4、 *Proteus VSM for PIC16*

Proteus VSM for PIC16 包含您开发和仿真基于 microchip 公司 PIC16 系列处理器的嵌入系统的所有功能。

软件包包含：

原理图布图：ISIS schematic capture.； PIC16 系列 CPU 模型库；

ProSPICE 协同仿真引擎； 全部 VSM 外设库。

CPU 模型： PIC 16C6x Family (16C61, 16C62B, 16C63A, 16C64A, 16C65B, 16C66, 16C67

PIC 16C7x Family (16C72A, 16C73B, 16C74B, 16C76, 16C77).

PIC 16F8x Family (16F83, 16F84A, 16F87, 16F88).

PIC 16F87x Family (16F870, 16F871, 16F873, 16F874, 16F876, 16F877).

PIC 16F62x Family (16F627, 16F628, 16F648).

特点： 全部指令系统； 所有口和 I/Opin 操作； 所有定时器：看门狗、休眠和唤醒模式；

支持在任何模式下的双 Capture-Compare-PWM (CCP)模块；

支持部分器件的 Parallel Slave Port (PSP)；

支持 Master Synchronous Serial Port (MSSP)在 SPI 和 I2C 主从模式中；. ADC；

支持所有模式的 USART ; 模拟信号比较器和基准电压 ; 支持所有中断模式 ;
内部产生处理器时钟以优化经济结构性能 , I/O 和其它事件定时器精确至一个时钟相位 ;
提供内部一致性代码检查功能 ; 完整集成 ISIS 的源码级调试和源码管理系统。

支持工具 : Microchip MPLAB IAR Proton Hi-tech Bytcraft

5、 Proteus VSM for PIC18

Proteus VSM for PIC18 包含您开发和仿真基于 microchip 公司 PIC18 系列处理器的嵌入系统的所有功能。

软件包包含 :

原理图布图 : ISIS schematic capture. ; PIC16 系列 CPU 模型库 ;
ProSPICE 协同仿真引擎 ; 全部 VSM 外设库。

CPU 模型 :

PIC18F242, PIC18F252, PIC18F442, PIC18F452
PIC18F248, PIC18F258, PIC18F448, PIC18F458 PIC18F1220, PIC18F1320.
PIC18F2220, PIC18F2320, PIC18F2420, PIC18F2520, PIC18F2620.
PIC18F6520, PIC18F8520, PIC18F6620, PIC18F8620, PIC18F6720, PIC18F8720.
PIC18F4220, PIC18F4320, PIC18F4420, PIC18F4520, PIC18F4620
PIC18F2410, PIC18F2510, PIC18F2610, PIC18F4410, PIC18F4510, PIC18F4610
PIC18F2515, PIC18F4515 PIC18F2525, PIC18F4525, PIC18F6585, PIC18F6680

特点 :

全部指令系统 ; 所有口和 I/Opin 操作 ; 所有定时器 : 看门狗、休眠和唤醒模式 ;
支持在任何模式下的双 Capture-Compare-PWM (CCP)模块 ;
支持部分器件的 Parallel Slave Port (PSP) ;
支持 Master Synchronous Serial Port (MSSP)在 SPI 和 I2C 主从模式中 ; . ADC ;
支持所有模式的 USART ; 模拟信号比较器和基准电压 ; 支持所有中断模式 ;
内部产生处理器时钟以优化经济结构性能 , I/O 和其它事件定时器精确至一个时钟相位 ;
提供内部一致性代码检查功能 ; 完整集成 ISIS 的源码级调试和源码管理系统。

支持工具 :

Microchip MPLAB IAR Proton Hi-tech CCS

6、 Proteus VSM for AVR

Proteus VSM for AVR 包含您开发和仿真基于 ATMEL 公司 AVR 系列处理器的嵌入系统的所有功能。

软件包包含 :

原理图布图 : ISIS schematic capture. ; AVR 系列 CPU 模型库 ;
ProSPICE 协同仿真引擎 ; 全部 VSM 外设库。

CPU 模型 :

所有 AVR 处理器

特点 :

全部指令系统 ; 所有口和 I/Opin 操作 ; 所有计数器/定时器 ; SUART SPI
Atmel Two Wire Interface (TWI). 外部 SRAM 接口 ; ADC ; 模拟信号比较器和基准电压 ;
支持所有中断模式 ; 内部产生处理器时钟以优化经济结构性能 , I/O 和其它事件定时器精确至一个时钟相位 ; 提供内部一致性代码检查功能 ; 完整集成 ISIS 的源码级调试和源码管理系统。

支持工具： IAR ImageCraft Codevision GNU

7、 *Proteus VSM for HC11*

Proteus VSM for AVR 包含您开发和仿真基于 Freescale 控制器的嵌入式系统的所有功能。

软件包包含：

原理图布图：ISIS schematic capture. ; HC11 系列 CPU 模型库 ;
ProSPICE 协同仿真引擎 ; 全部 VSM 外设库。

CPU 模型：

MC68HC11A8 MC68HC11E9

特点：

支持单片和扩展模式； 所有在片外设：capture timers, COP, pulse accumulator, ADC, SPI and SCI； EEPROM 操作； 内部产生处理器时钟以优化经济结构性能，I/O 和其它事件定时器精确至一个时钟相位； 程序和外部数据存储器能被仿真为内部模型，以提高吞吐量，或仿真为外部模型以验证硬件设计； 提供内部一致性代码检查功能； 完整集成 ISIS 的源码级调试和源码管理系统。

支持工具： IAR

8、 *Proteus VSM for Basic Stamp*

Proteus VSM for AVR 包含您开发和仿真基于 Basic Stamp 控制器的嵌入式系统的所有功能。

软件包包含：

原理图布图：ISIS schematic capture. ; Basic Stamp 系列 CPU 模型库 ;
ProSPICE 协同仿真引擎 ; 全部 VSM 外设库； VSM Virtual Stampworks..

CPU 模型：

BS1, BS2, BS2e, BS2sx, BS2p24, BS2p40, BS2pe

特点：

全部指令系统； 随意的 RAM 读写； Multi-slot programs; 使用 POLLX 指令的随机中断；
辅助 I/O capability of the 40 pin, BS2p40 device BS2 调试指令和内部 UART；
完全的 SERIN/SEROUT formatter list 完整集成 ISIS 的源码级调试和源码管理系统。
支持带 memory (code/data), variable, 和 scratch RAM 检查窗口的调试。 .

八、Proteus PCB Design

Proteus PCB 设计分为 5 个级别，不同的级别设计容量和性能不同

Feature	Starter Kit	Level 1 / 1+	Level 2 / 2+	Level 3
Max. Number of Pins ¹ In Netlist	500	1000 / 2000	1000 / 2000	Unlimited
Shape-based Power Planes ²	1 Per Layer	1 Per Layer	Unlimited	Unlimited
Standard Autorouting	✓	✓	✓	✓
Rip-up & Retry Autorouting			✓	✓
Electra Autorouter Interface ³	✓	✓	✓	✓
Auto Component Placement			✓	✓
Gate-Swap Optimizer			✓	✓
Basic Simulation	✓	✓	✓	✓

PC 设计限制

PROTEUS 级别 1 和 2 实行在网表中引脚数目的限制。当加载到 ARES 中时，将受到此限制。级别 1+和级别 2+提供双倍的设计容量，但其他方面一样。

电源层

所有级别的 PROTEUS 都使用多边形的电源板。然而在级别 1，每层只能

允许一个电源板-只有级别 2 和 3 在每层能支持一个局部或多个电源板。

自动布线

所有的 PROTEUS 级别都包括一个高级多策略自动布线工具。级别 1 和级别 2 能够实现撤消和重试操作，100%地完成最复杂，密集的制板。

九、经验交流

（一）基于 Proteus 软件的单片机实验室建设

单片机技术是现代电子工程领域一门迅速发展的技术，应用于各种嵌入式系统中。单片机技术的发展和推广极大地推动了电子工业的发展，其在教学和产业界的技术推广仍然是当今业界的一个热点。单片机技术是现代电子工业中不可缺少的一项技术，掌握单片机技术是电子信息类专业学生就业的一个基本条件。

目前各个高校都建立了单片机实验室，并且基本都是采用相应的硬件仿真设备；但是由于单片机的种类繁多，再加上资金的限制，不可能在一个实验室包括所有种类的单片机仿真设备。下面结合我校的单片机实验室建设浅谈一下我们的作法。

1 引入单片机软件仿真系统

伴随着计算机软件和硬件技术的飞速发展，在各个领域都出现了各种仿真系统，为各种实际系统的开发提供了准确可靠的保证，同时节约了大量的人力和物力。电子信息技术领域也不例外，出现了大量的仿真工具，如各种 EDA 工具：模数混合仿真的 Multisim、OrCAD、Protel 等，数字系统设计仿真的 Maxplus II、Foundation、Expert 等，系统仿真软件 Systemview 等。

目前，在我校已建立了 EDA 实验室，配备了 Multisim、Protel、Maxplus II(Quatues)、Systemview 等软件和配套硬件；但这些软硬件对单片机的仿真无能为力，因此仍然需要建立单片机实验室。过去，在单片机实验室的建设中基本都是采用硬件仿真系统，所以为了保证实验的顺利开设，同类型的硬件仿真开发系统就需要采购多套设备，这样硬件的投资成本相对较高。

另一个很重要的原因就是，目前单片机的课程除了主要开设 8051 系列单片机课程之外，还开设 AVR 系列、PIC 等系列的选修课。为了保证相应实验的开设，必须要有配套的实验系统。如果要保证一定的实验硬件设备套数，将是一笔更大的开支。所以在目前经费非常紧张的情况下，根据经验，引入单片机软件仿真系统，就可以大大减少硬件设备的采购，同时降低对硬件设备进行维护的工作量。

2 选择单片机软件仿真系统的标准

目前，具有单片机仿真功能的软件比较多，如何选择软件，必须要有一个标准，以下是我们在建设实验室时遵循的标准。

（1）单片机仿真和 SPICE 电路仿真相结合

在仿真单片机系统时，不仅需要知道单片机内部各种寄存器、数据存储器以及各个端口当前的状态，更重要的是要完成人机通道、前向通道、后向通道、相互通道的配置与接口。在这些接口电路中，有许多是模拟电路，而模拟电路的仿真就需要 SPICE 模型，因此必须要求该系统具有 SPICE 电路仿真功能。

（2）支持主流单片机系统的仿真

目前广泛采用的单片机系统有 68000 系列、8051 系列、AVR 系列、PIC12 系列、PIC16 系列、PIC18 系列、Z80 系列、HC11 系列等。很显然，如果该软件支持的单片机系统的系列很少，那就没有任何优势可言。因为不可能为每一个系列的单片机配备一套软件，所以要求该软件尽可能将多个系列的单片机集成在一起。

（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，同时要支持第三方的软件编译和调试环境。只有这样，经过该单片机软件仿真系统训练的学生，才能够较快地熟悉和使用真正的硬件仿真系统。

（4）提供丰富的外围接口器件

外围接口不仅仅限于仅有的几个器件，这样更接近实际。在训练学生时，可以选择不同的方案，这样更利于培养学生。

（5）提供丰富的虚拟仪器

利用虚拟仪器在仿真过程中可以测量外围电路的特性，培养学生实际硬件的调试能力。

(6) 具有强大的原理图绘制功能

目前绝大多数软件都能满足这个要求。

3 单片机实验室建设的配置方案

(1) 软件仿真系统选用 Proteus (海神) 的 ISIS

该软件的特点：全部满足我们提出的单片机软件仿真系统的标准，并在同类产品中具有明显的优势。

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。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。支持大量的存储器和外围芯片。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，是其他任何一款软件不能相比的。

在单片机实验室为每一台计算机安装该软件。安装套数的多少根据实验室的规模确定。

(2) 编译调试环境选用 Keil C51 uVision2 软件

该软件支持众多不同公司的 MCS51 架构的芯片，集编辑、编译和程序仿真等于一体，同时还支持 PLM、汇编和 C 语言的程序设计。它的界面友好易学，在调试程序、软件仿真方面有很强大的功能，很多 51 应用的工程师都在使用该软件；所以使用该软件将使学生获得很多实际工作经验，并且通过设置可与 ISIS 联机调试单片机系统。

(3) 配置计算机平台

上面介绍的这两款软件，对机器的配置要求都不高，主流的计算机都能满足要求。至于计算机的数量，根据实验室的规模确定。我们按标准班级的数量配置，基本保证每人一台。

(4) 配置硬件仿真器、实验板、编程器和示波器等

我校每门课程基本安排 10 个左右的实验。这 10 个实验都是比较常规的实验，不需要特殊的器件，所以每门课的实验首先都是通过单片机仿真软件实现的。为了让学生的训练不脱离实际，给学生提供硬件仿真和验证的机会，我们的做法是：学生自己绘制原理图，自己编制程序，在仿真软件里首先调试通过，调试通过后，将自己编译好的程序用编程器去烧录，然后安装到目标实验板去观察运行结果，如果有问题，再连接硬件仿真器去调试、分析。

基于以上分析，我们在硬件的配置上有：8051 系列的仿真器 5 套、PIC 系列的仿真器 5 套、AVR 系列的仿真器 5 套、编程器 2 台，20M 通用示波器 5 台，配套的目标实验板 8051 系列 12 套、AVR 系列 12 套、PIC 系列 12 套，相关的芯片若干。

配置有限的硬件设备，将节约的资金用于购买仿真软件（相对来说软件的价格远远低于硬件的价格），这样我们用有限的资金解决了单片机实验室的建设问题，对于经费紧张的学校有一定的借鉴价值。

至于在具体实施时会涉及到一些具体的技术问题，在网络上和软件的随机文档中都有这方面详细的资料，只要查看一下，基本都能解决。

总之，我们认为采用这样的方案有以下优势：有利于促进课程和教学改革，更有利于人才的培养；从经济性、可移植性、可推广性角度讲，建立这样的实验室是非常有意义的；利用仿真系统，可以节约开发时间和开发成本；利用仿真系统，具有很大的灵活性和可扩展性；也是高校提升实验室建设水平有益的尝试。

以上是笔者对建立单片机实验室的一些粗浅的想法，只是想写出来和同行们一起探讨。如有不妥之处，还请指正。

(作者：北京信息职业技术学院 李学礼 林海峰)

(二) 单片机虚拟实验室的建立

单片机课程是机电、自动化等专业的一门重要课程，可以充分体现学生利用已学知识解决实际工程问题的能力。由于该学科是多基础、多理论的实践性学科，在教学过程中必须软件硬件结合，因此有学生感

到难学，教师感到难教这样的尴尬。

现代科技的发展，促进了计算机技术在软件和硬件上的飞速发展，利用计算机软件的仿真技术，可以充分地仿真诸如电路的工作等实际的工程问题。作者无意中找到一款软件 Proteus，解决了许多问题，而单片机虚拟实验室也是以该软件为核心建立起来的。

1 实验的组织

在单片机的理论教学和实验中，所涉及到的内容包括了四方面，即单片机系统资源、软件技术、硬件接口电路、软件和硬件结合的应用系统。因此教师在进行教学时，应该充分考虑课程的特点并作合理的模块划分，在每次实验课程前作适当的准备工作，以使教学任务能集中和突出。以下例子中所涉及到的单片机均为 51 系列。

(1) 系统资源的实验教学

任何一种单片机均提供了一定的系统资源。对于 51 系列单片机来讲，其所提供的资源是以寄存器和存储器的方式体现出来的。对于寄存器内容的查看，可以采用多种可以模拟仿真 51 单片机的软件来实现。对于 Proteus 软件来讲，可以执行在 debug 菜单下 registers 菜单项命令打开相应的窗口。对于系统内部存储器的查看，同样是执行 debug 菜单下的 internal memory 菜单项命令打开相应的窗口。

(2) 软件技术

在软件技术的实验中所涉及到的内容主要包括对语言中具体语句的执行效果验证、算法的具体实现、程序中语法错误的检查和逻辑错误的验证等内容。对于纯软件的实验教学内容，教师在实验设置时应充分考虑到学生的能力并作好具体的准备工作，以达到预期的教学目的。

例如，对于两个 16 位二进制数的乘法运算 $R4R5 \times R6R7 = R3R4R5R6R7$ 的汇编语言实现。为了较为直观地验证程序执行的正确性，教师在之前应该设计一个硬件电路，能完成数据的输入(带显示)和结果的输出(显示)，并设计主程序、bcd 码到二进制的转换、二进制码到 bcd 码的转换、bcd 码到显示码的转换、显示等程序的设计，学生只在实验中进行乘法运算的算法设计并作为子程序加入系统中即可。

(3) 硬件接口电路

单片机的接口电路所涉及到的知识涵盖了电子电路设计的相关领域，也涉及到单片机应用系统具体的工作需要。接口电路部分涉及到线路的连接、元器件的选择、工作方式的设置、电路工作的稳定性和可靠性、电路的空间需求等等许多方面的知识和内容；但就学生实验来讲，所涉及到的并不需要这么全面。作为 Proteus 仿真软件，其仿真电路时所模拟的元件真实工作情况，和单片机应用系统的实际工作环境还是有一定的差别。因此只能根据教学的需要，让学生自行设计电路并设置其工作方式。其实验可以通过两种方式组织实施，一是根据具体的要求，让学生设计接口电路并编写相应的程序；一是根据程序的要求，设计单片机接口电路。

例如，对于键盘输入和显示(数码管)接口电路的设计，可以采用比较多的方法来实现。选择何种方法，与键盘中键的数量和数码管的个数以及显示的方式等都有关系。选择一种采用几种方法都能实现的键盘键数(如 12 个)和显示位数(如 4 位或 4 位半)，提出具体的诸如必须预留的口地址、成本控制等要求，让学生自行设计接口电路。当然，对于如 A/D 转换等接口电路的设计，教师应该在事先设计出单片机电路的其它部分，并以模块的方式进行处理，给学生提供电路的接口信号。

(4) 软件和硬件结合的应用系统

软件和硬件的结合，就是一个单片机的应用系统了。这一步的实验可以在课程设计中以课题的方式提出来处理，也可以将其分解成不同的接口部分在接口电路的多次实验中分次完成。在这一阶段，硬件电路的设计已经不是最为关键的了，而软件系统的设计、调试和运行才是实验的主要内容。因此可以以建议性的意见给出具体的硬件电路，并提出该电路所需要完成的具体工作，由学生进行软件的设计和调试。

(5) 观摩实验

学生自行设计的硬件系统和软件，一般存在着某方面的不足，当给出了相应的实验设计任务后，学生就算能顺利的完成，但其中所涉及到的有些方式方法并不能在自己的设计中充分领悟。Proteus 系统提供了

相应的一些范例,比如单片机系统中的计算器示例,当教师讲述了其中涉及到的所有(子)程序的功能并将其合理地组织在一起的时候,结合该系统的硬件,将对学生进行程序的设计和系统硬件的设计方法,产生比较大的影响。

2 用 Proteus 软件虚拟单片机实验的优点

采用 Proteus 仿真软件进行虚拟单片机实验,具有比较明显的优势,如涉及到的实验实习内容全面、硬件投入少、学生可自行实验、实验过程中损耗小、与工程实践最为接近等。当然其存在的缺点也是有的。

(1)内容全面

内容全面包括其能实验的内容包括软件部分的汇编、C51 等语言的调试过程,也包括硬件接口电路中的大部分类型。对同一类功能的接口电路,可以采用不同的硬件来搭建完成,因此采用 Protues 仿真软件进行实验教学,克服了用单片机实验教学板教学中硬件电路固定、学生不能更改、实验内容固定等方面的局限性,可以扩展学生的思路和提高学生的学习兴趣。

(2)硬件投入少,经济优势明显

对于传统的采用单片机实验教学板的教学实验,由于硬件电路的固定,也就将单片机的 CPU 和具体的接口电路固定了下来。在单片机的实际教学中,如果要涉及到 51 系列,也要涉及到 PIC16 系列,那么为了教学必然要投入两种单片机的实验教学板;同时在教学过程中所涉及到的接口电路,也需要有较大的投入和储备,以利于实验的进行和在实验过程中元件损毁后的更换。Protues 所提供的元件库中,大部分可以直接用于接口电路的搭建,同时该软件所提供的仪表,不管在质量还是数量上,都是可靠和经济的。如果在实验教学中投入这样的真实的仪器仪表,仅仪表的维护来讲,其工作量也是比较大的。因此采用软件的方式进行教学,其经济优势是比较明显的。

(3)学生可自行实验,锻炼解决实际工程问题的能力

实验能力和实验设计能力的培养,是工科学生解决实际工程问题能力中较为重要的。传统的实验教学中,忽视了学生实验能力的培养,对于实验设计能力的培养,则很少涉及到。因此学生学习了理论,要想将其应用到实际的工程实践中,其难度是比较大的。还有,学生毕业后想对单片机控制技术或智能仪表等有较深的研究和学习,如果采用传统的实验教学方法,则学生需要购置的设备比较多,增加了他们学习和研究的投入。采用仿真软件后,学习的投入变得比较小,而实际工程问题的研究,也可以先在软件环境中模拟通过,再进行硬件的投入,这样处理,不仅省时省力,也可以节省因方案不正确所造成的硬件投入的浪费。

(4)实验过程中损耗小,基本没有元器件的损耗问题

在传统的实验教学过程中,都涉及到因操作不当而造成的元器件和仪器仪表的损毁,也涉及到仪器仪表等工作时所造成的能源消耗。采用 Protues 仿真软件进行的实验教学,则不存在上述的问题,其在实验的过程中是比较安全的。

(5)与工程实践最为接近,可以了解实际问题的解决过程

在进行课程设计或进行大实验的时候,可以具体的在 Protues 中做一个工程项目,并将其最后移植到一个具体的硬件电路中,让学生了解将仿真软件和具体的工程实践如何结合起来,利于学生对工程实践过程的了解和学习。

(6)大量的范例,可供学生参考处理

在系统的设计时,存在对已有资源的借鉴和引用处理,而该仿真系统所提供的较多的比较完善的系统设计方法和设计范例,可供学生参考和借鉴。同时也可以在原设计上进行修改处理。

(7)协作能力的培养和锻炼

一个比较大的工程设计项目,是由一个开发小组协作完成的。了解和把握别人的设计意图和思维模式,是团结协作的基础。在 Proteus 中进行仿真实验时,所涉及到的内容并不全是学生独立设计完成的,因此对于锻炼学生的团结协作意识,是有好处的。

(作者: 马正强 摘录有部分删节)

十、部分用户列表及评价

(一)部分用户列表

企业用户：

*ST Microelectronics Motorola Vikram Sarabhai Space Center Volvo UCLH
 *British Army SCIAD Branch Ferrari British Nuclear Fuels plc Guys and St. Thomas Hospitals
 *The Audio Partnership plc AMD Automation Data Process GmbH Zetex plc Panasonic
 *Assemtech Europe Ltd. Microchip Technologies Glaxosmithkline British Gas plc
 *Linear Technologies Philips Sanyo Gyrus Medical National Rail BBC
 *Penny & Giles Aerospace Delphi Diesel Systems SGS Thompson Xerox Sony
 *Westcode Semiconductors Britvic Philadelphia Scientific Yamaha R&D
 *Qinetiq Ford British Antarctic Survey Intel JET Joint Undertaking
 *Rutherford Appleton Labs Visteon Automotive BAE Systems Symbolic Sound Corporation
 *Accent Optical Technologies Caterpillar Peterlee Carlton Television Michelin Tire
 *UW Radiation Calibration Lab Jefferson Lab R W Beckett Corp Ariens Company
 *Lexmark International Inc. Upchurch Scientific, Inc. Hewlett Packard TRLabs
 *Calgon Carbon Corporation WrightPatterson Air force base Northrop Grumman Corporation
 *Xenogen Corporation Bell South Los Alamos National Laboratory
 *Naval Air Warfare Center COM DEV Space Group Electrolux Home Products
 *Tom Baker Cancer Center HEXFET America Dept of NAVY - EOD
 *Xenogen Corporation BC Hydro Natural Resources Canada

高校用户（共 18 个国家，400 所大学）：

Australia：*Deakin University *Scotch College Melbourne * University Of Tasmania
 Brazil：*Cefet – Sc * Cefet Campos * Renato Olderico Azevedo Junior
 Finland：*Ahtarin Ammatti-Instituutti * Kangasalan Ammattioppilaitos
 France：* Afpa-Cfpa * Centre-M icroelectronique-Provence * Centrel
 India：* Gec Amravati * Gec Gandhinagar * Gec Kalyani
 Ireland：* Carlow Regional Tech College * National University Of Ireland * University Of Limerick
 Kuwait：*Kuwait University
 Lebanon：*University Of Balamand
 Malaysia：* Fortune Institute Of Technology
 Malta：* University Of Malta * Malta College Of Arts Science
 Mexico：*University Instituto Tecnologico De Pueblo
 New Zealand：*University Of Auckland * University Of Waikato
 Norway：* Aassiden Vgs * Askoy Vgs * Brundalen Vgs
 Oman：* Dhofar University Salalah
 South Korea：*nsung Womens Polytechnic College * Busan Polytechnic College * Daeduk College
 Spain：*University Of Catalonia Upc * University Of Granada * University Of Madrid
 Turkey：*Istanbul Kultur University
 United Kingdom：* Aston University * Basildon College * Bournemouth & Poole College

(二)部分用户评价

Malcolm Newton - Isle of Man College

我们非常愉快地使用了 Proteus 好几年，特别是 ISIS 及仿真-我们发现基于 PIC 的仿真特别适合我的 Microprocessor Systems 课程，对于通用的电路仿真，我和我的同事认为 Proteus 非常棒- -我们已经从 Electronic Workbench 转到了 Proteus，因为我们认为 Proteus 基于图形的仿真和 VSM 好多了。我以前在 Email 中多次提到，我们发现用 Proteus 在 PICTUTOR 教学中对学生的帮助极大，学生可以使用 MPLAB 在仿真的硬件上运行他们开发的程序。

Alan Duffy - Sutton Coldfield College

整个 Proteus 软件包对我们实施高级 BTEC 电子学课程起到了不可估量的作用，Proteus VSM 处理器仿真非常出色且容易实施。

Ray Freshwater - Cambridge University

在选定 Proteus 软件包之前，我调查了六种电路和 PCB 设计工具，从价格和性能上比较，Proteus 是非常出色的。

Dennis Briggs - Colchester Institute

在 Colchester Institute 我和我的学生已经成功地使用了 Proteus 的 ISIS 和 PCB 的老版本好多年，最近随着我的 PC 机升级至 XP，我们购买了全套的 Proteus 软件包，用于在 Higher national & national certificate 和 PE01 & PE02 课程中的原理图与 PCB 的开发。学员很快就掌握了使用 ARES 和 ISIS 的使用技巧，开发并完成了指定和课程要求的电路设计与编程。

Richard Reeves - Aston University

我一直保持使用 Labcenter 软件的原因是，它是我用过的最友好的专业电子 CAD 软件（我已经删去了我计算机上的 Mentor V7-好软件，但难学会），当我教至少 30 个学生一个 PCB 设计课程作为 IEE 学位课程时，我使用 Proteus 做不超过一个小时的演示后，班上这些一年级研究生有很多以前从未使用过任何 CAD 工具，但现在很多都作出了非常好的 PCB 设计。VSM 仿真在最后一年的项目中起到了非常大的作用，我们的学生使用 VSM 仿真 AVR 和各种外设，既体现了真实世界的设计，又节约了时间，排除了不确定性。技术支持也无出其右，有问题总会在几小时内解决。

James Bell - Carlisle College

我们大学使用 PROTEUS 已经有 12 年了，HND 学生使用高级图形仿真 ASF 用于他们的电子学、电路原理与工程学课程，教员使用图形仿真及动态器件用于演示教学，学生利用它巩固所学理论并完成老师设定的任务，学生们非常喜欢使用 Proteus，因为结果很快就能得到，而且不用担心会损坏昂贵的设备，作为一个电子学教师，我发现它是一个巨大的教学资源。

Martin Rice - Senior Lecturer, Newbury College

我使用 Proteus 在我的所有的电子学教学中，从欧姆理论到傅立叶分析，从基本门电路到微控制器系统，我发现该系统是 BTEC National and Higher National 水平考试必需的工具。我把它作为一个专家教育产品来使用，因为它是“真实的”，它是那种我的学生能平滑过渡到工业应用的系统，我推荐它，并喜欢听到其他人把该软件用于教学环境。

Dan O'Brien - Dundalk Institute of Technology

在 DKIT 电子系期间，我们已经使用 Proteus 软件包从 4、5 到 6 版本多年，我们深刻感受，该软件包非常强大，能完成从 PCB 设计到微控制器和模拟电路仿真的需要，Proteus 被我们大学选为电力与电子系统学士学位骨干软件工具，用于系统的设计教学。

Gael Salles - ST MicroElectronics

我们一直在使用 Proteus 软件包，我们真的非常欣赏该软件的简单友好的使用界面和强大的功能；当我们在使用时碰到了限制和问题时，Proteus 的技术支持与响应总是及时与到位。Proteus 是设计相对复杂系统的好的解决方案。

Andre Lamothe - CEO / Chief Scientist Nurve Networks LLC

Proteus 无疑是该价位最好的原理布图、PCB 设计和电路与处理器仿真软件包，它完全可匹敌 Protel DXP，但比 Protel DXP 更容易使用；Proteus 标准的自动布线工具非常棒，非常快。我非常愿意向任何想以合理价格获得高端工具包的任何人推荐 Proteus，你一定不会失望，此外，他们的客户支持是 NO1，他们的技术是专家级的，可以解决在原理图、PCB 及仿真中的任何问题。