

TINA-TI

第 9 版

TINA 电路仿真程序的特别赠送版本
由德州仪器分发

快速启动手册

DesignSoft

www.designsoftware.com

版权

©1990-2011 DesignSoft公司 版权所有

TINA的CD光盘中所有原版程序及其文档均受版权保护。TINA遵照许可证协议销售，只能够根据协议中条款和条件进行使用和复制。

有限责任

TINA，及其相关材料一起，按照“既有 (as is)” 准则提供，并不包含其他任何担保。

DesignSoft公司，它的发行人以及代理商不做任何明确的、隐含的或者法令的担保，包含但不仅限于任何隐含的商业适销性或适用性保证。

在任何情况下DesignSoft公司，它的发行人以及代理商不对任何人因购买、使用TINA或无法使用TINA而照成的直接、间接，意外或后续性损害或损失承担责任。

商标

IBM PC/AT, PS/2 是国际商业机器公司 (IBM) 的注册商标。

Windows, Windows 9x/ME/NT/2000/XP/Vista/Windows 7 是微软公司注册商标。

PSpice是MicroSim公司注册商标。

CorelDraw是Corel公司的注册商标。

TINA是DesignSoft公司的注册商标。

**简体中文版
Simplified chinese*

目录

1. 简介	5
1.1 TINA 和 TINA 设计套件是什么?	5
1.1.1 TINA-TI 是什么?	9
1.1.2 TINA-TI v9 的新功能	9
1.1.3 TINA 设计套件比 TINA-TI 提供更多功能	10
2. TINA 的新功能	12
2.1 TINA-TI v9 的新功能	12
2.2 TINA 设计套件 9 的新功能清单	13
2.3 TINA v8 及 TINA 设计套件的新功能列表	14
3. 安装和启动	16
3.1 安装步骤	16
3.1.1 从 TI 网站进行安装	16
3.1.2 从 CD-ROM 安装	16
3.1.4 跟随安装步骤	17
3.1.5 欢迎页面与软件许可证	17
3.1.6 输入用户信息	18
3.1.7 选择目的路径	18
3.1.8 选择程序文件夹	19
3.1.9 选择符号集	19
3.1.10 最终检查和复制文件	19
3.1.11 完成安装	20
3.2 卸载 TINA	20
3.3 启动	21
3.4 用样本电路来做实验, 避免常见问题	21
4. 开始使用	22
4.1 使用鼠标编辑原理图	22
4.1.1 使用鼠标左键	22
4.1.2 使用鼠标左键	22
4.2 计量单位	23
4.3 基本屏幕布局	24
4.4 放置电路元件	28
4.4.1 电线	28
4.4.2 输入和输出	29
4.5 练习	29
4.5.1 创建并创建和编辑电路原理图	29
4.5.2 分析	34
4.5.3 分析电路	35

4.5.4 使用虚拟及实时仪器测试电路.....	41
4.5.5 分析开关电源电路.....	45
5. 从 SPICE 宏和模型中创建子电路	55
5.1 从原理图中创建宏.....	55
5.2 从 Spice 子电路中创建宏.....	60
5.2.1 在 TINA 中创建 Spice 宏	60
5.2.2 为 Spice 宏添加参数.....	70
6. 创建自己的原理图符号	71
6.1 原理图符号编辑器.....	71
7. 进阶主题*	74
7.1 简介	74
7.2 进阶主题列表.....	74

简介

1.1 TINA 和 TINA 设计套件是什么？

TINA设计套件是一套强大的、价格相宜的套装软件，专门用于分析、设计和实时测试模拟、数字、VHDL和混合电子电路及其印版布局。你可以用它来分析射频、通讯和光电电路，也可来测试和调试微处理器和微控制器应用。每一年电路都运行地更快，日趋复杂，所以需要更强的计算能力来分析电路运行。为了满足需求，DesignSoft的工程师们充分利用了流行可扩展多线程CPU。TINA分析引擎可以在获得单线程计算机上同样精度，还可在双核或四核CPU计算机上获得 20 倍的执行速度。

TINA特色之一是可以利用USB控制的TIBALab II硬件（可选购）将你的电路变成现实。TINALab II 及 LogiXplorer将计算机变成一台强大的多功能测试测量仪器。电子工程师将会发现TINA是一个易于使用的、高性能的工具。教育工作者也能利用其特色用于教学环境。

TINA主要有两个发行版-TINA和TINA设计套件。TINA仅仅包括电路仿真，TINA设计套件则又包含了高级PCB设计软件。集成化布局模块包含了所需的高级PCB设计功能，包括含隔离电源层的多层柔性电路板（又称挠性电路板）、强大的自动放置与自动布线、拆除布线和重新布线、手动布线以及“跟随”方式布线、DRC、前向和反向注解、引脚和逻辑门互换、禁入和禁出保持区域、散热、扇出数、平面层、光绘（Gerber）文件输出以及其他。TINA也可以在教学环境中使用。它包含了一套独特的工具，可用于测试学生知识、监控学习进程、还介绍了故障排除技巧。它可与辅助硬件一起测试实际电路并将测量结果与仿真结果进行比较。该套件为教育工作者提供了重要帮助，提供了教学所需的一揽子工具。

绘制原理图 使用原理图编辑器可以非常容易地输入电路图。元件符号可通过鼠标在元件栏中拾取，并可在屏幕上做定位、移动、旋转或镜像翻转。TINA的半导体目录允许用户从可扩展元件库中选择元件。为方便修改电路图，系统提供了先进“橡胶电线”工具。你可以打开任意数目的电路文件或者子电路，在电路之间剪切、复制和粘贴电路的片段，当然还可以分析任何当前打开的电路。TINA提供各种工具用于增强原理图，可添加图形元素如直线、弧线、箭头、原理图帧以及标题区。你也可以画出非正交（斜线）元件，比如桥式电路和三相网络。

PCB设计TINA v9 仅仅包括电路仿真，而TINA设计套件则包含高级PCB设计软件。全集成的布局模块包含了你所需的高级PCB设计功能，包括含分离电源层的多层柔性电路板、强大的自动布置元件布线和自动布线、拆除布线和重新布线、手动布线以及“跟随”方式布线、DRC、前向和后向注解、引脚和逻辑门互换、禁入和禁出保持区域、散热、扇出数、平面层、任意角度的3D视角、光绘文件输出等等。你至少有两种利用TINA设计套件来制备PCB的方式：使用TINA提供的G-Code控制文件配合钻床制造内部原型板，或者将Gerber文件发给PCB制造商。

电学规则检查（ERC）会检查元件间有疑问的连接，并在电学规则检查视窗中显示出来。ERC是自动激活的，所以在分析开始之前，遗漏的连接线就会被提示出来以引起用户注意。

原理图符号编辑器 在TINA中，你可以通过将部分电路转变为子电路以简化原理图。此外，你也可以从任意Spice子电路中创建TINA元件，无论这些元件是你自己创建的、从互联网下载的、或者制造商CD中获取的。TINA自动将这些子电路表现为你原理图中的一个矩形框，但是你可以采用TINA原理图符号编辑器来创建自己喜欢的任意外形。

元件库管理器 TINA拥有各种大型元件库，包含一些半导体制造商例如：Analog Devices, Texas Instruments, National Semiconductor等提供的Spice模型。你可以添加更多的模型到这些库中，或者使用利用TINA元件库管理器(LM)来创建你自己的Spice和S参数元件库。

参数提取器 使用TINA的参数提取器你也可以通过将实测值或者产品目录数据转换为模型参数来创建更加接近真实器件的元件模型。

文本和方程式编辑器 TINA也提供一个内置的文本编辑器帮助在电路图表、计算和测量结果中插入文字。这个对教师预备问题和示例来说是无价的帮助。

电路的图表以及计算或测量结果能够以标准的Windows BMP、JPG和WMF格式打印或存储到文件中去。这些输出文件可以被一些著名的套装软件（如：Microsoft Word, Corel Draw等）处理。网表能够以Pspice格式导出或导入，也能够驱动一些流行的PCB套装软件如：ORCAD，TANGO，PCAD，PROTEL，REDAC以及其他软件。

DC分析可以计算出模拟电路的DC工作点和传输特性。通过用光标选择节点，用户可以显示在任何节点的计算或测量电压值。对于数字电路，程序能够解逻辑状态方程并且能在每一个节点逐步地显示结果。

瞬时分析 在TINA的瞬时和混合模式分析中，你可以选择各种输入波形选项（脉冲、单位阶跃、正弦波、三角波、方波、通用梯形波和用户自定义激励）并计算电路响应。如有需要还可将其参数化。同时还为数字电路提供了可编程时钟和数字信号发生器。

傅立叶分析 除了计算和显示电路响应，还提供了傅立叶级数的系数、周期信号的谐波失真以及非周期信号的傅立叶频谱分析。

数字仿真 TINA也为数字电路包含了非常快速而强大的仿真器。你可以通过单步、向前、向后追踪电路运行，或者在一个特殊的逻辑分析视窗中参看完整的时序图。除了逻辑门，TINA的大型元件库有许多IC和其他数字器件。

VHDL仿真 TINA现在包含了一个集成化VHDL仿真器，可以在数字和模数混合信号环境中验证VHDL设计。它支持IEEE 1076-1987 和 1076-1993 语言标准和IEEE标准 1164（标准逻辑门）。你的电路可以包含可编辑的VHDL模块，来源可以是TINA的元件库、FPGA和CPLD、或者自己创建及互联网下载的VHDL元件。你可以编辑任何VHDL元件的VHDL源码并立即看到结果。可以在选挂外部VHDL仿真器，你可以在TINA内部和外部来研发和调试你的VHDL代码。VHDL仿真器包含波形显示、项目管理和层级式浏览器以及 64 位时序。

微控制器（MCU）模拟 TINA支持范围很广的微控制器（PIC、AVR、8051, HCS, ARM），你可以测试、调试以及交互式运行。内置的MCU汇编器支持修改汇编代码并立即看到结果。

流程编辑器和调试器 编写MCU汇编代码常常是一种艰难而乏味的任务。使用TINA的流程编辑器和调试器来产生和调试MCU代码来取代手动编码，你可以简化软件开发并在电子硬件上赢得更多时间。这个易用工具使用符号和流程控制线来表达所需算法。

AC分析 可以计算复电压、复电流、复数阻抗并可计算出功率。此外，模拟电路关于幅度、相位和群时延特性的Nyquist（那奎斯特）图和Bode（波特）图也可以画出来。你可以为非线性电路画出复合相量图。非线性网络的运行点线性化也是自动完成的。

网络分析 可以确定网络的双端口参数(S, Z, Y, H)。如果你在设计射频电路，这特别有用。结果可以以Smith图、极坐标图或者其他图形显示。网络分析必须在TINA的网络分析器中运行。电路单元的射频模型采用的定义方式有：包含寄生元件（电感、电容）的SPICE子电路（SPICE宏）或者由其S（频率）函数定义的S参数。S函数通常由元件制造商提供（基于其实测数据），可以在互联网下载，并可手动及TINA元件库管理器插入到TINA中。

噪声分析 确定输入及输出的噪声频谱。噪声功率和信噪比（SNR）同样也可以计算出来。

符号分析 可对模拟线性网络在DC、AC和瞬时模式下的响应产生传输函数和封闭表达式。由符号分析所得精确方程解，也可以绘出，并同数字计算结果和实测结果相比较。内置的解释器能够求出并描绘出任意函数。

蒙特卡罗（Monte-Carlo）和最坏情形（worst-case）分析 公差值在进行蒙特卡罗（Monte-Carlo）和最坏情形（worst-case）分析时可赋到电路元件中。结果可以以统计方式获得，并且也可以计算出它们的期望方法、标准偏差、和良率。

优化 TINA的增强型优化工具可以调整一个或多个未知电路参数以实现预想的指标响应。电路的指标响应（电压、电流、阻抗或功率）必须使用仪表进行“监控”。例如，你可以指定多个DC电压工作点或者AC传输函数参数，并由TINA确定选定元件的值。

后续处理器 TINA的另一新工具是其后续处理器。可以用后续处理器在图表的任意节点上添加新曲线和元件电压、电流。此外，你可以添加或者删减曲线，对现有曲线进行后续处理，或者在现有曲线上应用数学函数。你还可以绘制轨迹线；即电压、电流作为另一电压、电流的函数。

演示 你可以用TINA制作高质量的文档，支持Bode图、Nyquist图、相量图、极坐标图和Smith图、瞬时响应、数字波形以及其他使用线性和对数坐标的数据。使用TINA的高级画图工具可以非常容易地进行演示定制，你可以直接从TINA打印图表，剪贴到你的文本处理软件或者将其输出为流行的标准格式。定制化包括对于文本、轴线和绘图风格的完全控制；即设置线宽和颜色、字体大小和颜色以及自动或手动缩放轴线。

交互模式 当一切按部就班，要利用其交互控件（如键盘和开关）来仿真一个“真实”环境，对你的电路进行最终测试，并观察它的显示和其他指示灯。你可以用TINA的交互模式运行这种测试。你不仅仅可以操作这些控件，你还可以在分析过程中对元件值进行修改。

此外，你可以为元件值和开关指定快捷键，按下快捷键即可对其进行修改。并且可以立即看到修改后的效果。在TINA的交互模式下测试MCU应用，你不仅仅可以用栩栩如生的交互控件如键盘等，还可以在MCU单步执行汇编代码进行代码调试，还可以在每部执行后显示寄存器内容和TINA各项输出。如果需要，你可以在运行时修改汇编代码并再次测试你的电路而无需使用任何其他工具。

虚拟仪器 除了标准的分析演示如Bode图和Nyquist图，TINA可以将其仿真结果在形形色色的高科技虚拟仪器中进行显示。例如，你可以用一台虚拟方波产生器和虚拟示波器来仿真电路的时域响应。在使用真实测试和测量设备之前，使用TINA的虚拟仪器是一个很好的预备步骤。当然，必须要记住由虚拟仪器所获得的“测量结果”还是仿真所得。

实时测试和测量 如果辅助硬件已经安装在主机上，TINA可以不仅仅局限于仿真。TINA的强大工具支持该硬件在真实电路上进行实时测量并将其结果显示在虚拟仪器中。

教学和测验 针对教学和测验，TINA提供了特殊的操作模式。在这些模式中，在TINA控制下，学生可以解决老师所分配的问题。回答的方式依据问题的形式而定。它们可能是从列表中选择答案，或是计算数值，或是写出符号表达式。解释器（提供了一组解决工具）也可用于问题解决。如果学生无法解决一个问题，可求助于多级顾问模块。套装软件中包含了所有用于制作教材所需工具。套装软件同样还收集了许多教师处理过的示例和问题。TINA另一个特殊的教学功能是对电路故障的软硬件仿真，专门用以帮助练习故障排除。使用TINA，你可以在极低的成本上将现有PC教室改装为现代化电子教学实验室。

1.1.1 TINA-TI是什么？

TINA-TI 是 TINA 设计套件电路仿真软件的一套免费赠送、功能受限的版本，由 TINA 的开发商 DesignSoft 配合德州仪器（TI）进行分发。

它包括 TI 的宏模型和应用实例，现在不仅仅包括模拟运放还有 SMPS 控制器，主要用来为 TI 产品进行商用电路应用演示。

TINA-TI未被授权用于教育目的，教师不得在教学过程中使用，学生或他人也不得将其用于教学目的。DesignSoft特别为教师和学生开发了TINA的特别教育版。如需了解更多信息，请查看www.tina.com的“教育”部分。

我们相信在此提供的信息及其相关信息是可靠的；然而德州仪器（TI）不对其准确性或疏漏承担责任。TI 不对该信息的使用承担责任，所有此类信息的使用应由用户自己承担。并没有默认或同意转让任何种类的专利权或许可证给第三方。TI 没有授权或保证 TI 的产品可以用于生命维持设备及（或）系统。

TINA-TI 由 TINA 设计套件衍生而来，这是 DesignSoft 为分析、设计和实时测试模拟、数字、VHDL 和混合电子电路及 PCB 布板而提供的完整电子实验室程序。

你可以以特殊价格将 TINA-TI 升级为 TINA 设计套件完整版，网址：

www.tina.com/ti-upgrade.htm

1.1.2 TINA-TI v9 的新功能

- 支持多核处理器
- 来自 TI 的 100 多个 SMPS 模型
- 单核加快 10 倍，双核 15 倍，四核 20 倍
- 即使是超大规模电路，也提供快速图表绘制和处理速度
- 可在同一页中浏览图表的滚动条
- 组合型并行步进，在独立图表中显示
- 包含原理图符号编辑器
- 从其他制造商处添加新元件
- 后续处理器中节点列表显示相关宏的名称和节点名称。
- 增益裕量，相位裕量
- 允许线性电路
- 增加了理想运放

- 分析过程中将 TINA 最小化
- 可在同一计算机中同时运行多个 TINA。
- 在同一计算机中无需额外许可证既可以运行第二个 TINA。
- 可以输入 x 或 y 数值，也可以 0 db 穿越频率定位光标，
- Spice 子电路的 ERC（电气规则检查），你可以为整个电路或（Spice 或原理图）子电路制定和运行 ERC。
- ERC 可探测到 Spice 子电路中悬浮节点
- 在文件菜单中添加打开例子命令
- 用文件菜单中的打开命令打开.cir 文件
- 在打开对话框中增加『我的位置』按钮。
- 可转换到 v7，提供与 v7 和 v8 的兼容性
- 可在原理图中放置超链接
- 提供详细运行时统计
- 可连接到 TI 的设计中心，常见问题和样品申请网页
- 采用 XML 格式导出和导入电路原理图

TINA 现在已由 DesignSoft 进行数字签名

1.1.3 TINA设计套件比TINA-TI提供更多功能

- 数字和混合模式分析
- 蒙特卡洛和最坏情形分析和统计
- 符号分析
- 交互电路分析，使用开关，按钮，显示等。
- 多参数优化
- 网络分析和 S 参数
- 包含 20,000 多种元件和模型的大型可扩展元件库
- 用户自定义激励
- 带多参数的参数步进（扫描）
- 模拟控制元件和仿真
- 傅里叶频谱（连续频谱）
- 相量图、奈奎施特（Nyquist）图和群时延图
- 结果后续处理的解释器
- 实时测试测量可选
- 使用库管理器进行元件库扩展
- 使用参数提取器新建元件模型
- 提供更多元件：光电，总线，VCO，BSIM，通讯电路
- 可在交互模式下进行内置 VHDL 分析

- 用户自定义 VHDL 元件，实时修改 VHDL，使用 TINA FPGA 板进行综合，布局布线
- 及演示时产生的 Xilinx UCF 数字电路
- 微控制器仿真包括 PIC, AVR, 8051 和 ARM9 处理器
- ASM 汇编调试
- 压力（冒烟）分析
- 有源及无源滤波器设计
- 逻辑设计（真值表，卡诺图，Quine-McClusky 算法，原理图生成）
- 单击预览 3D 元件

TINA 设计套件 v9:

- 包括 TINA9 的所有功能，加上 TINA 的高级 PCB 设计包。

自动布局，自动布线，布线拆除并重试
 手工及“跟随”方式布线
 前向及反向注解
 交互引脚和逻辑门
 允许（Keep-in）和禁止（Keep-out）布线区域
 热风焊盘，扇出
 针对多层设计的平面层
 Gerber 文件输出
 封装引脚编辑器

欲知详情，请访问 www.tina.com/ti-upgrade.htm

www.tina.com/ti-upgrade.htm

TINA的新功能

本章描述了在最新的TINA v9 版本以及先前的 8.0 和 7.0 版本的新功能和改动。许多功能都是TINA的用户的建议，剩下的是DesignSoft的软件和电子工程师团队的创意。我们希望你也能分享这些新功能带来的欣喜。注意：并非TINA 9 的所有新功能都包括在TINA-TI中。(ld. Advanced Topics).

2.1 TINA-TI v9 的新功能

- 支持多核处理器
- 来自 TI 的 100 多个 SMPS 模型
- 单核加快 10 倍，双核 15 倍，四核 20 倍
- 即使是超大规模电路，也提供快速图表绘制和处理速度
- 可在同一页中浏览图表的滚动条
- 组合型并行步进，在独立图表中显示
- 包含原理图符号编辑器
- 从其他制造商处添加新元件
- 后续处理器中节点列表显示相关宏的名称和节点名称。
- 增益裕量，相位裕量
- 允许线性电路
- 增加了理想运放
- 分析过程中将 TINA 最小化
- 可在同一计算机中同时运行多个 TINA。
- 在同一计算机中无需额外许可证既可以运行第二个 TINA。
- 可以输入 x 或 y 数值，也可以 0 db 穿越频率定位光标，
- Spice 子电路的 ERC（电气规则检查），你可以为整个电路或（Spice 或原理图）子电路制定和运行 ERC。
- ERC 可探测到 Spice 子电路中悬浮节点
- 在文件菜单中添加打开例子命令
- 用文件菜单中的打开命令打开.cir 文件
- 在打开对话框中增加『我的位置』按钮。

- 可转换到 v7，提供与 v7 和 v8 的兼容性
- 可在原理图中放置超链接
- 提供详细运行时统计
- 可连接到 TI 的设计中心，常见问题和样品申请网页
- 采用 XML 格式导出和导入电路原理图

TINA 现在已由 DesignSoft 进行数字签名

2.2 TINA设计套件 9 的新功能清单

- 更加快速的带有改进型收敛属性的模拟解答式算法
- 集成化VHDL支持
- 使用VHDL代码自定义的VHDL元件
- 对包含VHDL代码的VHDL元件进行编辑和立即执行
- 支持更广泛的PIC处理器及其他种类处理器
- 内置MCU调试器和汇编器
- MCU的汇编代码可以进行编辑后立即执行
- VHDL的外部仿真器和调试器
- PCB设计完成后，可在原理图中查看 3D元件视图
- 无源和有源滤波器设计
- SMPS(开关电源)设计支持（稳态求解法）
- 在新的『交互模式』菜单下的交互模式控件
- 压力分析
- 高级集成化PCB设计
 - 多层PCB
 - 自动放置
 - 自动布线
 - 拆线和重新布线
 - 跟随法布线方式, DRC
 - 前向和后向标注
 - 管脚/逻辑门互换 禁入/禁出保持区 散热,
 - 扇出数
 - 光绘 (Gerber) 文件输出
 - 敷铜
 - 分隔层

内置多引脚封装向导的封装编辑器

PCB板的 3D视图

- 支持多引脚原理图符号设计
- 更加先进的逻辑设计（简化）工具
- 在Spice网表允许IF声明
- 更加先进的文件输出（EMF、BMP、JPG）（文件/输出）
- 更加先进的文件输入（EMF、WMF、BMP、JPG）（插入/图形）
- 可将任何Windows对话框内容（用Alt+PrtScr复合键）复制粘贴到原理图中
- 可实时XY记录、平均值、RMS计算和时基记录的扩展型虚拟仪器

2.3 TINA v8 及TINA设计套件的新功能列表

- Vista安装风格和文件夹主题
- 强大的、含MCU在内的Spice-VHDL联合仿真
- VHDL产生的有限状态机（FSM）编辑器
- 控制MCU的流程图编辑器和调试器
- 在单一电路中支持任意数目的MCU
- 支持更多MCU产品，包括PIC18、CAN等等
- 瞬时分析中的执行时间测量和统计
- 可在原理图和图表视窗中添加超链接
- 扩展的半导体产品目录
- 来自德州仪器的应用示例
- 基于Labview的虚拟仪器
- 构建基于LabVIEW的虚拟仪器接口
- 可将Wave(.wav)文件作为输入
- 全新的『文件』菜单下的『打开示例』命令用于打开内置示例
- 可在线更新元件库、程序或者两者同时更新
- 后续处理的表达式可以同原理图一起存储，也可再次编辑
- 实景 3D面包板（在虚拟 3D面包板上显示和 3D器件的动画）
- 将电子设计教材与“真实”电路集成（选装）
- 来自Christophe Basso的SMPS设计模板（选装）

PCB设计（仅在TINA设计套件v8版中提供，为TINA v8 加装附件）

- 创建包含 3D显示的“柔性（挠性）” PCB
- 可以创建包含圆边在内的任意外形PCB
- 埋导通孔和盲导通孔
- 扩展的产品目录
- 改进型优化自动布线器
- 可以显示包含PCB以及外连器件的完整 3D电路

安装和启动

3.1 安装步骤

最小硬件及软件需求

- Intel Pentium 及兼容处理器
- 256MB RAM
- 200 MB 剩余硬盘空间
- CD-ROM
- 鼠标
- VGA显卡和显示器
- Microsoft Windows 9x / ME / NT / 2000/ XP / Vista / Windows 7

3.1.1 从TI网站进行安装

可以从德州仪器网站www.ti.com/tina-ti以zip文件形式下载TINA-TI压缩包。如需下载并开始安装，点击『下载』按钮，选择『打开』，下载后双击zip文件中的TINA9-TI.exe 文件。你也可以下载并保存zip文件。打开保存的副本并双击zip文件中的TINA9-TI.exe。这会启动安装程序。

3.1.2 从CD-ROM安装

开始安装，将 CD 插入 CD-ROM 驱动器中。如果 CD-ROM 的自动运行是使能的（Windows 默认方式），安装程序会自动运行。

如果不是，选择『开始|运行』并输入：

D:\SETUP(回车)（这里假设你的驱动器为D盘）。启动安装程序。

注意:

该软件有可能带复制保护。详细内容请参看网络安装一节中的复制保护部分说明。



3.1.4 跟随安装步骤

TINA 的安装步骤和大多数的 Windows 程序类似。在一些屏幕页面中，你可以输入或者修改一些重要的安装选项，例如：安装类型、目录等。你总是可以使用  按钮返回上一步。如果你由于任何理由而不愿意继续安装，可以点击 。如果你选择取消安装，程序会提示你是否真的想退出。你可以继续或者退出安装。

3.1.5 欢迎页面与软件许可证

在欢迎页面中点击『下一步』开始安装步骤。第一步是软件许可证协议。



注意:

如果点击『是』，表明你完全同意 DesignSoft 公司关于本软件的使用条款和条件。

3.1.6 输入用户信息

这些数据是用来对你的软件进行个性定制。在默认情况下，安装程序会提取你安装 Windows 时说输入的数据。你可以点击『下一步』接受这些默认名称，或者进行修改。

根据你的程序版本不同，你可能需要输入 CD-ROM 包装中或《快速启动手册》中的序列号。

3.1.7 选择目的路径

在这一步，你可以选择与默认路径不同的其他安装目录。默认路径是 Windows 程序的标准目录。想要修改路径，点击『浏览』并在『选择文件夹』对话框中选择另一驱动器或目录。

重要提示:

如果你 TINA Windows 版所安装的硬盘中已经装有一个较早版本的 TINA，你必须确保为 TINA Windows 版使用一个新目录。

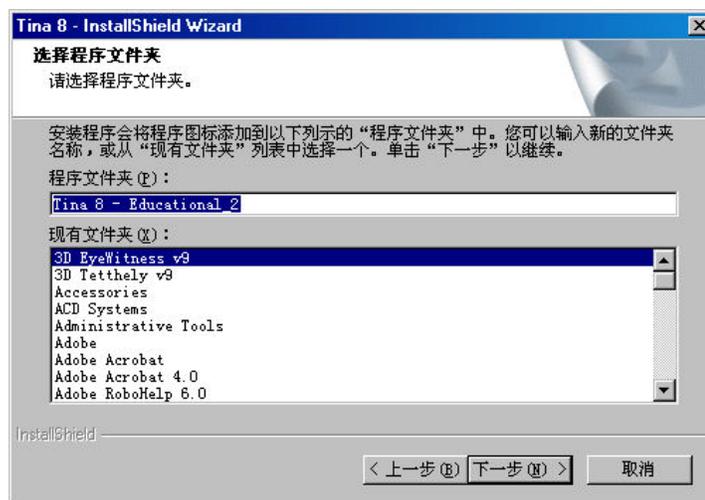
可使用推荐目录，C:\Program Files\DesignSoft\Tina-TI，否则之前创建的工作文件会被覆盖和遗失。

如果不能确定，先退出安装，将 TINA 工作文件安全地复制到另一硬盘目录或者软盘中，然后再重新安装。

3.1.8 选择程序文件夹

你可以在这一步选择将程序图标放置在 Windows 启动菜单中的程序段中的位置。默认位置是一个名为『example TINA 9 Industrial』的子菜单。你可以修改名称或者从列表中选择现有的程序文件夹。

你可这一步选择在 Windows 的开始菜单中程序图标出现的位置，默认值是名为 TINA 8 的新建子菜单。你可以修改名字或者从列表中选择现有程序文件夹。



3.1.9 选择符号集

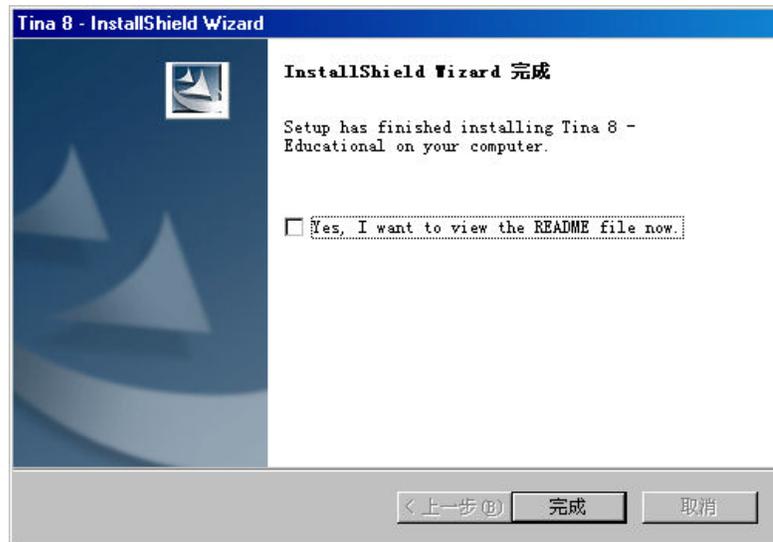
TINA 可以按照美国 (ANSI) 或者欧洲 (DIN) 的惯例方式显示元件原理图符号。请选择一个适合你的方式。

3.1.10 最终检查和复制文件

这一页列出了你所做的设定，给你一次机会来再重新检查、更改、有必要的话可以再退回修正。在你点击『下一步』后，安装程序将自动地进行文件复制。

3.1.11 完成安装

在系统复制了所有选择的文件、并创建了『开始』菜单之后，会提示你是否需要在桌面放置 TINA 程序的快捷方式。在最后一页中，会显示安装成功并邀请你打开并阅读有关 TINA 的最新信息的文件。我们敬请你花一点时间浏览一下那个文件。结束后单击完成按钮。



3.2 卸载TINA

你可以在任何时候卸载 TINA。注意：这并不会删除你创建的文件。

1. 要开始卸载，请从『开始』菜单中的 TINA 文件夹中选择 TINA。
2. 在显示的视窗中，双击『卸载 TINA』。
3. 如果你肯定想要删除 TINA，点击“是”。

当所有的文件均成功地删除后，将出现一个『确定』按钮。点击确定完成卸载工作。

3.3 启动

在成功安装 TINA 后，你可以双击桌面上的 TINA 图标或者选择开始菜单中的 TINA 9 来启动程序。

3.4 用样本电路来做实验，避免常见问题

启动程序，并点击屏幕最上面一行的『文件』菜单项，下拉『文件』菜单。选择『打开』命令，显示出的标准打开文件对话框中出现*.TSC，提示寻找.TSC 扩展名的文件。选择 EXAMPLES 文件夹，会出现.TSC 文件列表。选择一个文件后，电原理图会显示出来。现在，你可以执行分析、修改或扩展电路、以及评估结果。

开始使用

在本章中，我们会呈现TINA的屏幕布局和菜单结构。一步步用示例进行介绍。

4.1 使用鼠标编辑原理图

本章帮助你熟悉编辑原理图的基本鼠标技巧。

4.1.1 使用鼠标左键

在任何时候，如果你按下鼠标右键，会出现弹出菜单。使用该菜单，你可以：

取消模式： 从上一操作（如：移动元件，画线）中退出。

上一元件： 返回到上一部件并重新定位。

电线： 切换到画线模式。在此方式下，光标变成一只笔，这样你可以用来画线。如需了解详情，请查看以下电线段落。

删除： 删除选定元件。

左旋、右旋、镜像翻转： 对目前选定或移动的部件作旋转或镜像。你也可以用Ctrl-L或Ctrl-R将所选中元件进行旋转。

- **属性：** 应用此命令来编辑当前选定或正移动元件的属性（值、标签）。在属性菜单中，你可以设置一个元件的所有参数（当它还未被放置前）。这样可以让你放置多个包含相同属性的部件。在部件属性编辑器中，鼠标右键另有一个功能。当你在编辑除了标签栏之外任何元件参数时，你可以通过按鼠标右键选择『复制到标签』命令，把该栏的内容复制到标签栏中。你也可简单通过按F9。完成相同任务

4.1.2 使用鼠标左键

在以下描述中，“单击”总是指鼠标左键。

- **选择：** 单击一目标将选定所指目标并且撤消对其他目标的选择。
- **多重选择：** 在按住 [Shift] 键时用光标选择目标，可将此目标加到已经选定的目标组中。如果光标下的目标已经包含在目前选定目标组中，再次单击可将其从该组中删除。

- **块选择:** 如需一次选择一大块多个目标, 首先确定光标下面无任何目标。然后按住左键并移动鼠标(拖动)。这将创建一矩形框, 所有在框中的目标都会被选中。
- **选择所有目标:** 按Ctrl+A选择所有目标。
- **移动目标:** 单个目标可以通过拖动进行移动 (将光标定位在目标上, 按住左键并移动鼠标即可)。也可以移动多个目标, 先参看上述说明了解选择多个目标, 然后将光标指向其中一个物件, 按住鼠标左键再拖动。
- **参数修改:** 双击某个目标将显示其参数菜单, 这样你可以对其中参数进行修改 (如果有的话)。
- **交叉电线:** 两根交叉导线不会在交叉点连接, 除非你特意地选择将它们连接在一起。使用『编辑|隐藏/重新连接』命令来放置或删除一个连接点。然而, 最好是多进行绘图练习以避免导线相互交叉, 因为这样容易对交叉处交点的存在与否引起疑义。
- **块或者符号复制:** 在已经选定一个块或符号后, 你可按 Ctrl+C 进行复制。然后单击块或符号外的地方并释放, 按 Ctrl+V。你会看到这个块的副本, 并将其移至任意地方。如果原理图视窗不足以放下该副本, 按 Alt - 来缩小。一旦你已定位好块的位置, 按一次鼠标左键释放它, 再按一次则撤销对移动块的选定。

4.2 计量单位

当为电子元器件设置参数或指定数值时, 你可以使用标准的电子符号缩写。例如, 你可输入 1k(欧姆)代替 1000(欧姆)。倍数缩写要跟随数值之后, 例如: 2.7k, 3.0M, 1u, 等等。

以下字符代表各倍数因子:

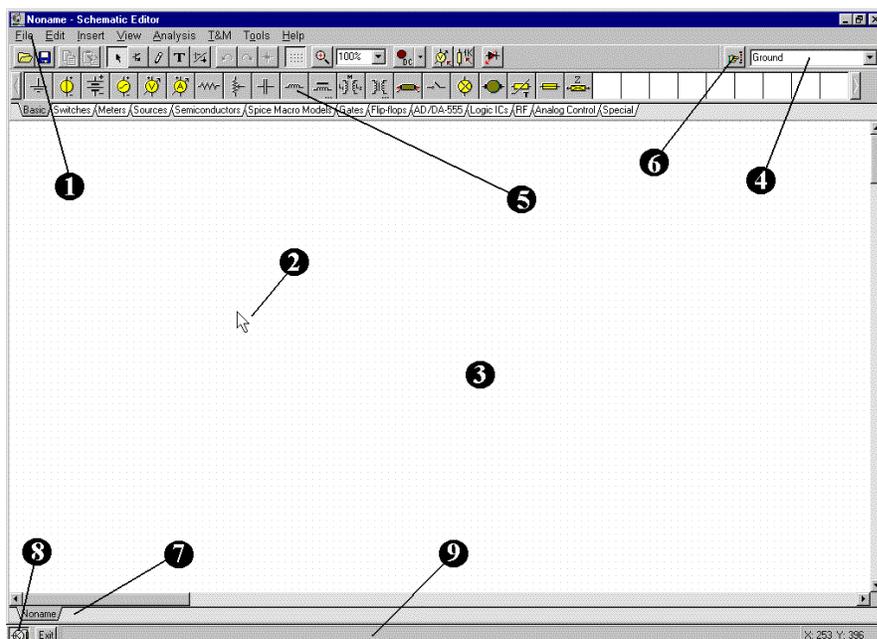
p = pico = 10^{-12}	T = tera = 10^{12}
n = nano = 10^{-9}	G = giga = 10^9
u = micro = 10^{-6}	M = mega = 10^6
m = milli = 10^{-3}	k = kilo = 10^3

注意:

必须小心区别字母大小写 (如: $M \neq m$), 且选定的字母必须紧跟在数值后面不能有空格 (例如 1k或 5.1G), 否则TINA将视其为出错。

4.3 基本屏幕布局

启动程序之后，显示器中出现的屏幕如下所示：



❶

菜单栏

❷

光标或指针：专门用于选择命令和编辑原理图。你只能够使用鼠标移动光标。

依据不同的操作方式，光标变为如下形式之一：

箭头，用于需要在编辑视窗中选择命令时。

元件符号（伴随着一个箭头和小方框）用于原理图视窗中插入部件到原理图中时。元件在原理图中的位置被选定之前，由鼠标控制其移动。

画笔，用于定义导线终点的时候。

可伸缩的线，用于定义导线终点或者输入输出的第二节点的时候。

可伸缩的方框，用于一个方框的第一点已被固定好之后。

虚线方框，用于元件标签或文本框定位时。

放大镜，用于定义缩放窗口时。

❸

原理图视窗：这里显示当前被编辑或分析的电路原理图。

原理图视窗事实上是一更大绘图区的其中一个视窗。你可以在整个绘图区，通过控制屏幕右边和底部的滚动条来移动屏幕视窗。当在『文件』菜单中选择『新建』命令时，系统自动在整个绘图区的中心对齐编辑视窗的起点。当

加载现有电路文件时也是如此，因为这是默认的视窗位置。

你可以想象TINA的原理图有好几“层”。除了包含元件、电线、文字的首层之外，另有二个绘图层。你可以分别开关。让这两层也保持打开状态使用会更加便利。

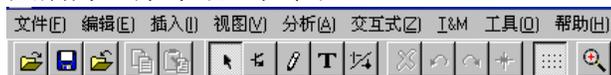
视图 | 插脚标记 开/关用于显示/隐藏元件的引脚端。

视图 | 栅格 开/关显示/隐藏栅格。

根据『视图』菜单中的『栅格开/关』的栅格按钮的当前状态，可以显示或隐藏原理图视窗中覆盖整个绘图区的密集栅格点阵。在某些原理图缩放级别上，你可能看不到栅格点。尽管如此，所有元件引脚和连接线都连接在点上。这些点是唯一可用的互连点。元件符号在绘图区中可以水平或垂直地摆放。这些符号都采用固定模式并有预先确定的引脚位置，并且作为一个单元来处理。这就允许软件能够明确地找出网络节点。

4

工具栏：你可以从该工具栏中选择大多数的编辑器命令（如：选择、缩放、画线等）。让我们总结一下工具栏中最重要的命令。你可以在TINA的帮助系统中找到更加详尽的信息。注意：工具栏中的大多数命令也可以在下拉菜单中找到，通常也可以用快捷键激活。我们这里将菜单名和命令名用小数点隔开（菜单名.命令名）。



 **(文件. 打开)** 打开一原理图电路文件（.TSC或.SCH），TINA宏文件(.TSM)或Spice连线表文件(.CIR)。

.TSC扩展名是TINAv6 及新版本当前使用的原理图文件扩展名。.SCH扩展名在TINA v4 和v5 中使用的原理图名称。

(文件. 打开) 打开电原理图文件（.TSC或.SCH）或者宏文（.TSM）。

在TINA v6 和v7 使用.TSC扩展名，.SCH则用于更加早期版本。

.TSM是TINA的宏文件扩展名，用来包含来自TINA原理图、Spice网表或VHDL代码的子电路。

.CIR文件必须为电路文件或者Spice连线表格式的子电路。这些文件出现在连线表编辑器中，可以执行大多数TINA分析，并可以编辑或者完善连线表。



(文件. 从互联网打开) 该命令在网络浏览器中创建工程，允许你浏览任意网站，只需要连接就可以直接打开点击TSC, SCH或CIR扩展名的TINA文件。它同样可以将TSM, LIB和TLD文件保存在合适的用户区中。最后，TINA可以识别出.ZIP文件扩展名，并帮助你选择、复制和解压缩文件。

默认情况下，TINA中的浏览器中创建打开的是www.tina.com 网站中的 TINA 互联网电路网页（撰写本用户手册时其网页地址为：www.tina.com/English/tina/circuits/），你可以在这里下载或直接从互联网打开文件，继而用TINA进行仿真。



(文件. 存储) 将实际电路或者子电路存储到其原始文件位置。间或存储当前工作电路文件是很明智的事情，可以很好避免计算机崩溃。



(文件. 关闭) 关闭实际电路或者打开的子电路。用于关闭打开子电路时特别有用。

 (编辑. 复制) 将选中的电路部分或文本复制到剪贴板中。

 (编辑. 粘贴) 将剪贴板内容粘贴到原理图编辑器中。注意：该内容可以来源于原理图编辑器自身、TINA图表视窗、或者其他Windows程序。

 **选择模式** 如果该按钮被按下，你可以用光标选择并拖动元件。用光标点击某一元件（部分）、电线或文本，进行选择。你也可以一次选中多个目标，先按着Shift键后逐一点击目标，一次选中多个目标；或者在某一区域点击后，按住鼠标左键，移至对角然后释放鼠标按键。被选中的目标会变成红色。你拖动其中一个就拖动了全体目标。当鼠标停留在选中目标上面时，点击并按着鼠标左键用鼠标拖动它们。你可以在空白区域点击，取消对目标的选中状态。只要按着Shift键并按鼠标左键，可以在其他目标保持选中状态时，将其中一个或者部分选中目标删除。

(插入. 上一个元件) 获取先前一个插入的元件信息，采用先前同样的参数并作为另一副本插入。

 (插入. 线路) 使用该图标在原理图设计中插入（添加）电线。

 (插入. 文本) 为原理图和分析结果添加注解。

 (编辑. 隐藏 | 重新连接) 使用隐藏 | 重新连接来放置或移除 在交叉电线和线元件连接件的连接点。

 (编辑. 向左旋转 (Ctrl L), 编辑. 向右旋转 (Ctrl R)) 将选中元件进行旋转。

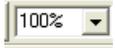
 (编辑. 镜像) 将选中元件进行镜像翻转。

快捷键为Ctrl L, Ctrl H。



 栅格打开/关闭 即打开或者关闭栅格显示。

 在当前视图中的选中部分进行明确放大。如果你仅仅点击该图标，在你希望缩小的区域点击，即可进行缩小。

 可选的缩放比例从 10%到 200%。你也可以选择『放大所有』，会将有效图表放大到全屏。

交互模式，参见『交互』菜单：

-  DC模式
-  AC模式
-  连续瞬时模式
-  单触发瞬时模式，时间设置等同于瞬时分析所设。
-  数字模式
-  VHDL模式

 使用该列表框，你可以选择分析和交互模式选项对话框。

 (分析. 优化目标) 选择优化目标用以设置优化模式或修改设定。

 (分析. 支配对象) 从参数步进或者优化中选择控制目标。

 (分析. 启动错误显示) 如果该按钮被按下, 它会使能由元件的故障属性设置的元件故障。你可以双击元件, 在属性编辑器中设置元件故障。

 (视图. 3D视图/2D视图) 快捷键F6。2D、3D视图。 如果该按钮被按下, TINA的原理图编辑器会将分配给原理图符号的真实元件的 3D图像显示出来。这在启动PCB设计之前, 是一个很简单实用的检查手段。

 (工具. PCB设计) 在开始TINA的PCB设计模块之前激活该对话框。

 工具)。查找元件工具 (查找元件用于激活元件检索和放置工具。该工具帮助你在TINA的产品目录中以名称方式来查找元件。你输入的检索字符可在元件名称的开始、结束或任意位置中。如果你不知道元件位置, 或需要所有满足特定检索标准的元件列表, 该工具非常实用。查找找到的元件可以被立即放置到原理图中, 只要选中它并按下该工具的『插入』按钮。

 元件列表。 你可以使用该工具从某一列表中选择元件。

⑤ **元件栏:** 元件在元件栏的各个标签被分在若干组中。一旦你选择了某个组, 在标签上会出现可选的元件符号。当你点击所需元件 (并释放了按钮), 光标就会变成那个元件符号, 你可以将其放置在绘图区任意位置。你也可以按下+或者-键旋转元件 (使用计算机的数字小键盘), 或者按星(*)键 (也是小键盘) 将其进行镜像翻转。一旦你选择了器件的位置和方向, 点击鼠标左键将符号定位。

⑥ **查找元件工具:** 该工具帮助你在TINA的产品目录中以名称来寻找元件。上述详情请参见工具栏描述。

⑦ **打开文件标签:** 你可以同时在原理图编辑器中打开不同的电路文件或者电路的不同部分 (宏)。点击某个标签即可将该电路页在编辑器中显示。

⑧ **TINA任务栏:** TINA的任务栏显示在屏幕的底部, 提供当前使用中的多种工具或测试测量 (T&M) 仪器快捷按钮。每种工具或仪器在其自己的视窗中运行, 点击它的快捷按钮 (工具图标) 可以激活该视窗。一旦光标停留在快捷按钮上面, 会显示器简短提示。注意: 第一个按钮 (左面第一个) 为锁定原理图按钮, 有一个特殊的功能。当锁定原理图按钮被按下后, 原理图视窗被锁定在其他视窗后面, 这样它永远无法覆盖在其他图标或虚拟仪器上面。如当前选定的原理图没有处于锁定, 你总是看到该原理图整个覆盖在其他视窗上面。

⑨ **帮助栏:** 帮助栏, 位于屏幕底部, 提供光标指向的项目的简短解释。

4.4 放置电路元件

元件通过元件栏来选定，其图形符号由鼠标负责移动到所需位置。当你点击鼠标左键，程序将把元件符号的引脚锁定在最近的栅格点上。

元件能被垂直或水平位置放置，并能通过按[+]键进行顺时针方向旋转或按[-]键进行逆时针方向旋转（每次旋转 90 度）。另外，一些元件（例如：三极管）也能通过按数字小键盘上的[*]键以它们的垂直轴作镜像。你也能通过使用  按钮或弹出菜单（鼠标右键）来定位元件。

一旦元件符号被选定和放置完毕，你可以双击它，启动对话框以输入参数值和标签。当输入数值时，可使用从 10^{-12} 到 10^{12} 的整数幂缩写。如：1K代表 1,000。

注意：

按下元件对话框中的帮助按钮，可以激活TINA的HTML格式帮助。你会找到选中元件的参数和数学模型。你也可以从帮助菜单中访问元件帮助。

TINA 会自动为你放置在原理图中的每个元件分配一个标签。

它也会显示主要元件参数数值（例如：R4 10k）。注意：只有当视图菜单里的数值选项被选中，标签的数值才会显现。老版本的TINA文件，系统默认关闭其数值显示选项。在符号分析模式中，需要标签的第一部分即R4。如果视图菜单中数值和单位选项都是打开的话，你也可以显示电容或电感的单位（如：C1 3nF）。

4.4.1 电线

电线在两个元件引脚间建立一简单短路（零欧姆）连接。

要放置一根电线，移动光标到你开始连接的元件端点。游标会变成一支画笔。你可以采用两种方式画电线。

1) 按住鼠标左键选择电线起点，拖曳画笔开始画线。在画线时，你可以向任何方向移动，电线也将紧随着你。在电线终点处，再次点击鼠标左键。

2) 在定位画笔时按住鼠标左键，在终点释放。

在画线的时候，你可以移动回原来的线段，即可将之删除。拖动时按住Ctrl 键可以移动前一水平或垂直线段。

你可以很容易的通过选择并曳拖线段或边缘来修改电线。

对短线段，在画线时你得需要按住 Shift 键。

你也可以用『插入|线路』命令（快捷键.[空格]）来激活画线工具。[Space]）。你可以在任何地方点击鼠标左键即可开始画线。当你结束画线时，使用鼠标右键的弹出菜单，或者使用 ESC 键终止画线模式。确认不要让任何元件节点处于未连接状态。如果有未连接元件或者连接端，TINA 的电气规则检查工具（ERC）会产生警告（除非你关闭这项功能）。线段总是垂直或水平放置。然而，你可以在特殊元件工具栏里使用专为桥式电路，Y 和 D 电路而设计的斜向线段。

4.4.2 输入和输出

如果没有选定好输入和输出端，某些分析类型（DC 传输特性，Bode 图，Nyquist 图，群时延，传输函数）不能执行。输入输出确定了在哪里获得激励，哪里获得响应。输出端的选择也决定了在所选分析模式中会出现何种波形。发生源和发生器可被设置为输入端，而仪表可被设置为输出端。然而，在计算 AC 传输曲线和函数时，仪表也能用来决定输入量的位置。为增加灵活性，在几乎任何位置都可以通过『插入.输入端』和『插入.输出』命令建立输入或输出端。

注意：你只可以通过『插入|输入端』命令来定义参数扫描的输入参数。要插入一个输入或者输出端，从『插入』菜单中选择『输入端』或『输出』命令，并将附着在光标上的输入（I+）或输出（O+）移至应该定义的第一个原理图节点。点击节点，释放鼠标按键，然后将符号移至第二个节点，再点击该节点。程序会在两个节点间画出一条虚线橡胶线，在你点击第二个节点时将该线放置在原理图中。

由于可以用许多方式建立输入参考点，所以一次在一个电路中仅可以放置一个输入端。

类似地，在 TINA 的某些分析方法（如：符号分析）中，在一个电路中只可以定义一个输出。

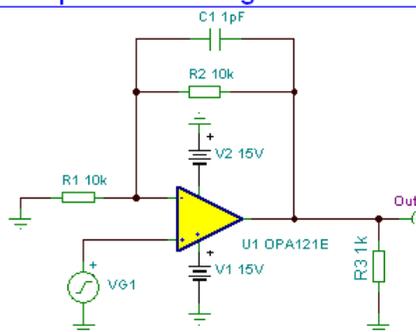
4.5 练习

这些练习会帮助你扩充和整合本手册中所学知识。

4.5.1 创建并创建和编辑电路原理图

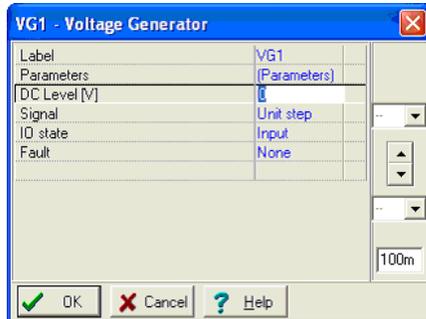
如图所示，使用德州仪器 Texas Instrument 的 OPA121E 运算放大器创建电路图注意：你可以跳过创建电路这一步，直接从 **EXAMPLES/TI** 测试电路文件夹中加载预先绘制好的“OPA121E Test Circuit.TSC”，然后进入下一节内容对其进行分析。你也可以自己创建电路，请参照下一节。

Sample Circuit Using the OPA121E

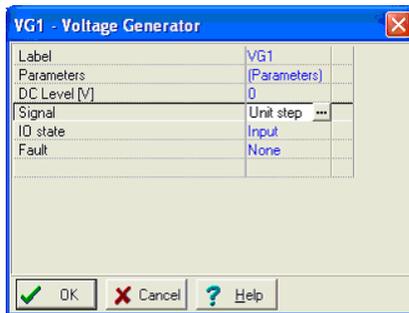


如果你刚刚打开 TINA 并希望创建自己的电路，可以立刻开始添加元件。默认情况下，最高一栏中的电路文件名为未命名（Noname），提示着当前编辑的新电路文件名为 Noname.TSC。如果你已经在编辑器中加载了一个电路，如我们先前的 RLC 电路，你可以使用『文件|新建』命令来创建一个新电路。你可以通过点击屏幕底部的标签在多个电路之间切换。

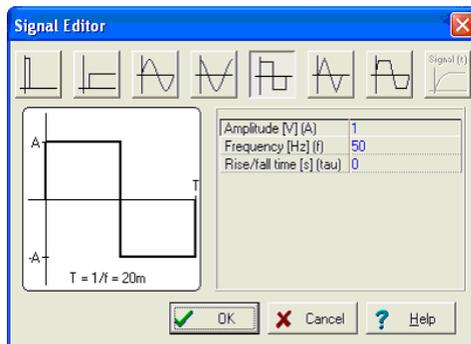
现在开始添加元件。选中电压发生器图标，点击鼠标左键，然后放开。光标会切换到发生器图标。使用鼠标将其定位（或者按[+]/[Ctrl+R]或者[-]/[Ctrl+L]键将其旋转，或者[*]键将其镜像翻转）。将其大约放置在屏幕中间，然后放开鼠标左键将该元件放到原理图中。我们还需要设置发生器参数。双击发生器之后，会出现以下对话框：



保持 DC 电平和 IO 状态参数不变。注意：一旦接受 IO 状态参数为输入，你就选择将此发生器的输出作为本分析的输入（此例中为 Bode 图）。如下图所示对话框。菜单栏『信号』点击

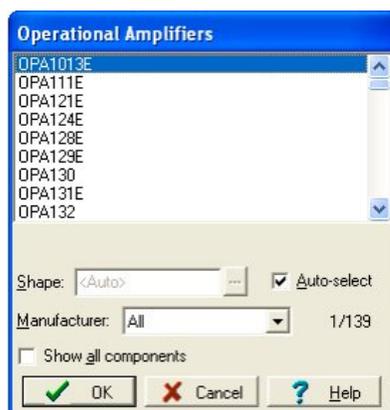


点击  按钮。会出现一个显示现有各种电压发生器图标的新对话框。当你选中其中一种（如点击方波按钮），相关的曲线和一些默认参数会一起出现。方波信号如图所示



将幅度改为 500m（这代表 500mV 峰值），频率设为 100k(100kHz)，并将上升/下降时间设为 1p(1ps)。点击确定后返回前一对话框，再次点击确定。程序会自动在元件附件放置一个标签 (VG1)，你就可以将元件及标签一起进行定位和放置。如果默认的标签位置不令人满意，你也可以以后拖动标签至所需位置。

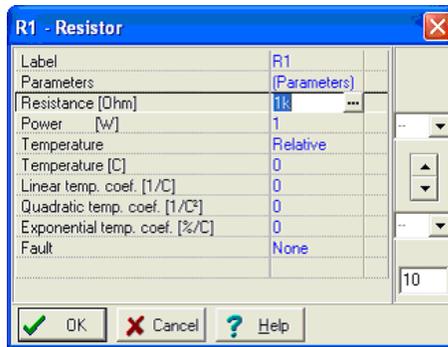
现在点击 Spice 宏标签，并按下最左面的运算放大器按钮。会出现以下对话框



点击第三行 (OPA121E)，然后按下确定按钮（你也可以双击该行）。会出现运放的原理图符号并附着在光标上。移动鼠标，如本节开始的原理图所示，将运放定位后，点击鼠标左键将运放放置在原理图中。

注意在运算放大器之后还有其他的 IC：差分放大器、全差分放大器、比较器、稳压器、缓冲器、分流检测器和其他元件）。如果你设置了显示所有器件复选框，你就会将所有这些元件都带入这个对话框中。除了在列表中选择 IC，你也可以点击列表中任意一项后再输入 IC 名称。另一种查找 IC 的方法是屏幕右上角的  “查找元件”工具。

现在点击元件条中的“基础”标签，点击电阻图标。电阻符号会附着在光标上。将电阻移动到本节开始例子原理图中所示 R1 电阻的位置，按下鼠标左键将该电阻放置到原理图中。双击电阻后出现下面的对话框。



将电阻栏中数值改到 10k 后按确定。

注意：你可以在放置元件前，移动元件的时候设置元件值。要实现这一点，按鼠标右键后选择弹出菜单的属性。上述对话框会出现后，你就可以设置元件的属性了。点击确定之后，你可以返回到元件放置状态。

现在让我们在电路上部放置 R2。点击元件工具栏的电阻符号，移动并放置电阻。当你放下电阻时，你会发现它的值已经是 10k 了，因为程序会记住上次的数值。

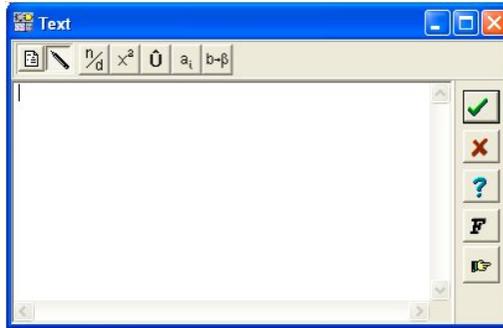
现在让我们放置 R3，但是需要转 90 度。点击工具栏中的电阻符号，将元件转 90 度，只要点击  或者  按钮或者按 Ctrl +L 或者 Ctrl+R 组合键。（数字小键盘中的+和-有同样的效果）。将元件放置在屏幕右侧，将其数值设置为 1k。

如上图所示，接着将电容、电池和接地元件加入。分别将参数设置为 C=1 p, V1=15, V2=15。在新原理图右侧放置一个电压输出脚（从仪表元件组中选取）。注意电池极性，如有必要需将其旋转。

所有共享同一标签的跨接线在 TINA 中被认为有电气连接。所以，一旦你将一个名为 VCC 的跨接线连接到运放的正电源端，再将运放的正电源引脚连接到同名的 VCC 标签跨接线上就足够了。你可以从 TINA 的 EXAMPLES\PCB 文件夹中加载并学习一个示例 OPAMP2.TSC，如下图所示。

注意，即使在运行分析后（参考本章后面及关于分析结果后处理章节中）可以获得所有计算所得电压、电流和信号，你还是需要定义至少一个输出。我们已经将器件放置到原理图中，但是它们彼此还没有连接。如需连接器件，将光标移至合适的引脚节点上直至一个小型画笔图标出现。当画笔出现时，点击鼠标左键，划线，再点击左键作为终点结束。

最后，使用工具栏中的  图标添加原理图的标题。让我们检查一下我们刚才创建的电路，并从『分析』菜单中运行『ERC』。如果一切顺利，会出现下述对话框：

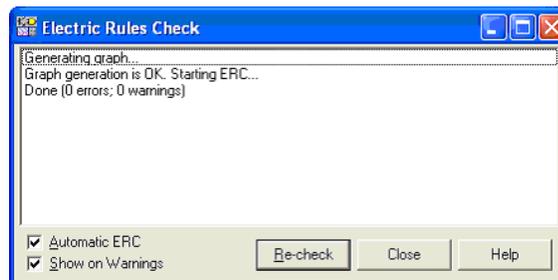


键入：“采用 OPA121E 的例子电路”。点击  图标并设置字体大小。

12. 编辑器还允许你选择其他字体风格，颜色等等。

现在点击  图标，将文本定位并放置在原理图中。

现在检查我们刚刚创建的电路，并从分析菜单中运行 ERC。如果一切正常，会出现以下对话框：



如果电路存在问题，会在对话框中列出所有警告或错误信息。如果你点击其中一个错误信息，相关元件或连线会在电路图中高亮显示。

在进行下一步之前，使用“文件|另存为”命令保存电路。将电路命名为“OPA121.TSC”（.TSC 后缀自动添加）。如果你愿意，还可以以多种方式编辑该电路：

- 添加新元件。
- 使用“编辑|剪切，复制，粘贴和删除”命令来删除、复制或者移动所选对象。
- 将元件进行分组移动、旋转或镜像翻转。请逐个选择元件，点击的时候一直按着 Shift 按钮。

你也可以使用窗口选择法围绕着所需元件拉出一个方框来选择分组。当你选好最后的元件之后，放开鼠标左键，然后将光标移至所选元件上方。接着按着鼠标左键不放，使用鼠标拖动所选元件。你可以在拖动时使用 [+] / [Ctrl-L] / [Ctrl-R], [-] 及 [*] 按钮来进行旋转和镜像翻转。

- 点击任意元件标签可以单独移动它，可以将其拖动到所需位置然后释放鼠标按钮。
- 双击元件既可以修改元件参数值及标签。

当然，如果要保留这些改动你必须重新保存电路。

4.5.2 分析

TINA 有许多分析模式和选项：

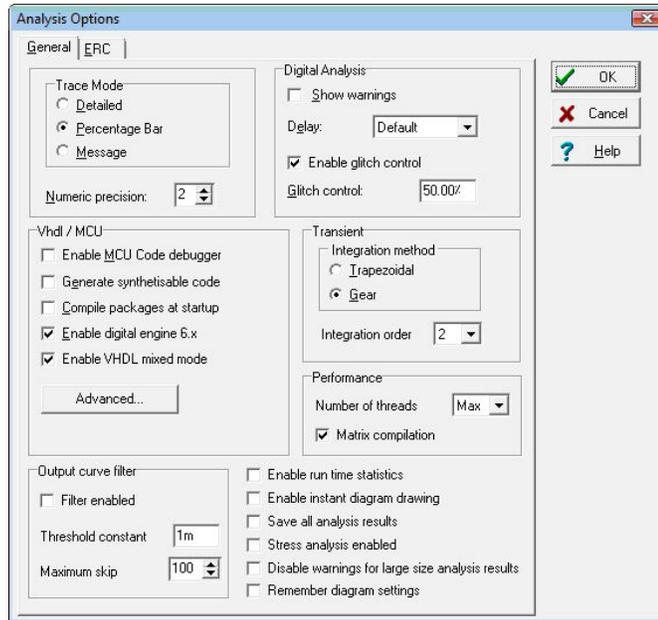
当电路仅包含模拟元件时，分析方式是模拟的。元件也是使用模拟模型来建模。

当电路包含模拟元件和数字元件时，分析方式是混合式的。TINA 会以模拟方式分析模拟器件，数字方式分析数字器件，并自动在元件间创建接口。这确保了同步和快速收敛。

当电路仅包含数字元件时，分析方式是数字模式。元件采用快速数字模型来建模。

分析选项

该对话框出现在分析菜单，可以设置分析参数。检视截屏，可以看到你可以调整的参数。



本手册中，我们只会展示你可能需要改动的最重要选项。全部选项的完整解释包含在在线帮助中，你可以在对话框中按下帮助按钮就可以显示出来。

注意：如果在对话框中修改了任意设置，并按下了确定按钮，程序会记忆修改过的设置。

性能：TINA v9 及更新版本支持多核处理器并在并行线程中运行分析。这样可以大大提高速度。默认情况下，线程数等于 CPU 的内核数。当然，您可以利用线程参数进行控制。

线程数：该参数默认情况下设置为最大值，即每个内核对应一个线程。当然，你可以将其设为 1 到最大值之间任意数字，或者设为动态。如果你有四核处理器，该参数的合适数字是 3，为其他程序和进程保留部分计算余量。你可以使用动态参数，来自动控制线程数量。这取决于你计算机中运行的其他进程。

矩阵编译：默认情况下，该参数是启用的。在某些矩阵运算中可以编译获得超快的代码。关闭该参数的唯一理由是进行运行速度比较或者调试软件。要获得最佳性能，应该将其启用。

启用运行时统计：启用运行时统计如果该项被选，TINA 在状态栏中显示瞬时分析的仿真时间并创建包含最新瞬时运行的详情文件。你可以使用视图。瞬时统计菜单项来加载此文件。

启动即时图表绘图：如果该项被选，TINA 会在瞬时分析同时绘制图表，每隔 1~2 秒刷新一次。这在观察超长计算过程非常有用。

保存全部分析结果：如果你要保存所有节点电压、电阻、电容和电感电压和电流，请选中此项。这可以让之后的处理更加方便。然而，该选项会拖慢 30~50%的分析速度。

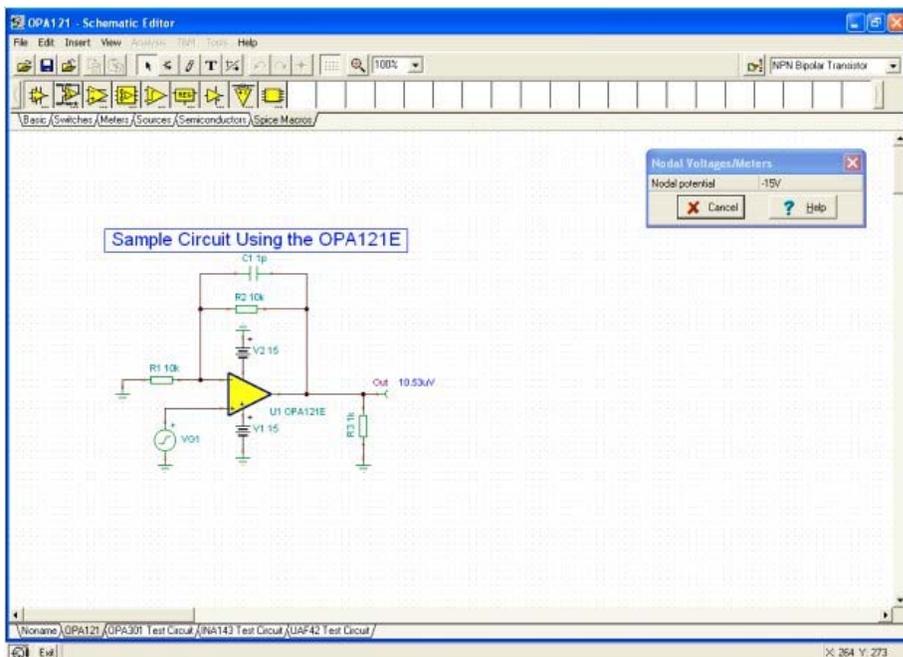
关闭大型分析结果警告 如果如果你运行瞬时分析时点数超过 1,000,000 (1M) 点，会有警告提示你。如果你要关闭警告请选择此项。

4.5.3 分析电路

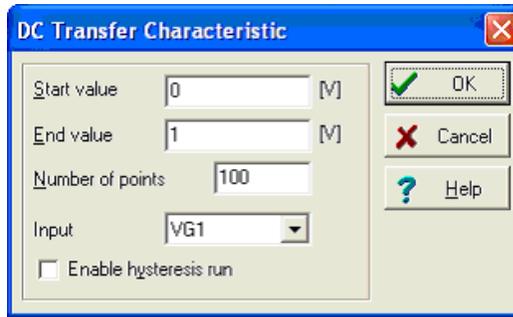
现在我们查看电路的工作点。从“分析”菜单中选择“DC 分析”，并选择“计算节点电压”。

在 Out 引脚这点显示的电压为 10.53uV，实际上为 0。此外会显示出一个探针外形光标，可以用来测试所有节点的电压。在下图中，探针放置在运放的负电源引脚。

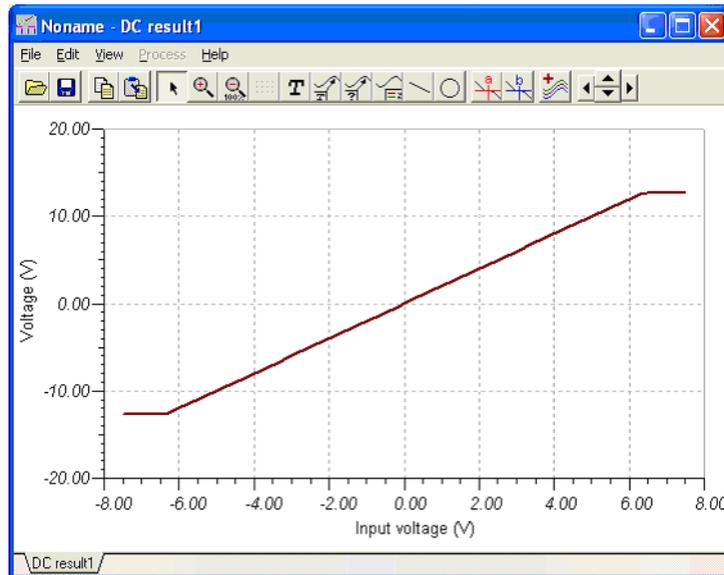
我们通过计算电路的 DC 传递特性另作一次 DC 分析。



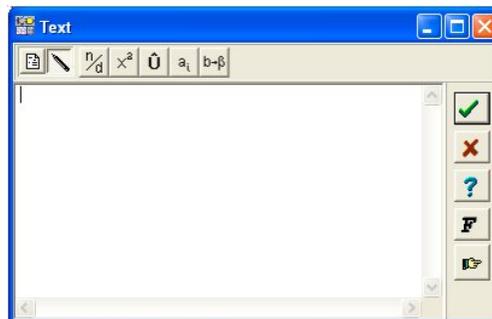
从『分析』菜单中选择『DC 分析|DC 传输特性...』会出现以下对话框：



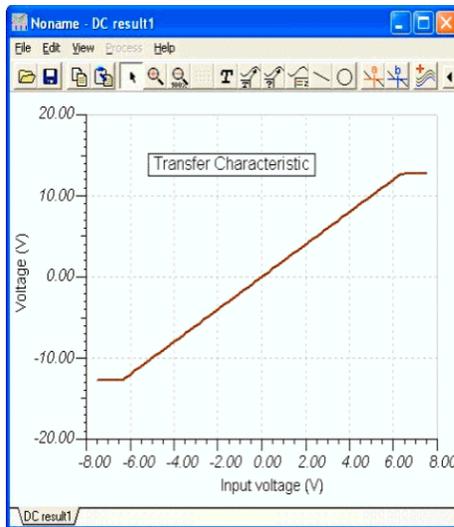
将初始数值设置为-7.5，结束数值为 7.5，然后按确定。在运行一段时间后，会出现下述图表窗口。这显示了电路输入电压/输出电压的传输曲线。



原理图编辑器中，你可以在图表视窗工具条中点击  图标，添加标题或任意文本到图表中。会显示文本编辑器：



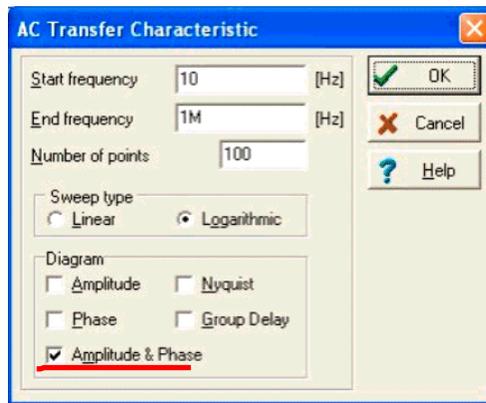
键入“传输特性”后点击  图标。现在你可以定位文本，放置在图表中。



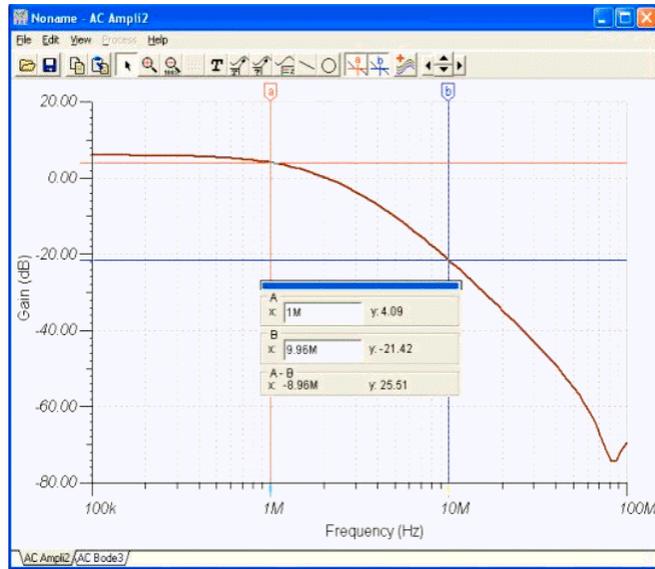
如果你已经在图表中放置了文本，可双击文本在文本编辑器中对其进行编辑。你可以使用  图标改变字体大小，此外在  图标下还有许多种图形功能，这在本节稍后介绍。

现在尝试在电路中执行 AC 和瞬时分析。

首先从主菜单中选择“AC 分析|AC 传输特性”。会显示出以下对话框：



缺省情况下会计算电路的幅度和相位。然后，选中幅度复选框。将起始频率分别修改为 10k 和 100M 后按下确定。程序计算时会出现一个进度条。计算结束后，会在图表视窗中显示 Bode(波特)幅度特性。你使用图表视窗底部的标签在幅度图和相位图间切换。



你可以通过激活一个或更多光标来读取确切的输入/输出数值。按下  并/或  并点击你要运行光标的那条曲线。如果你运行两个光标，如下图所示，你可以看到频率的差值和两个光标测量数值。

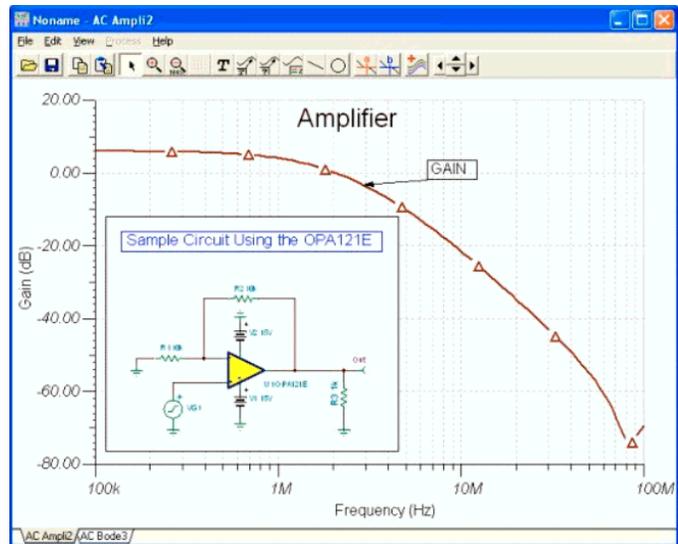
使用 TINA 的图形工具，如有需要，你可以在图表中添加更多帮助信息。例如，我们可以将标记，特殊的注解以及电路原理图本身添加到图表中去。要在曲线中添加标记，将光标移到曲线上方，找到合适的位置，当光标变成+形状之后，在该点点击该曲线。当曲线选中后，变成红色。现在你可以双击该曲线或按下鼠标右键，在弹出菜单中选择“属性”。

在显示的对话框中，你可以设置曲线参数：颜色，线宽和标记。要选择标记类型：“方形”并点击确定。如要添加一些文本，点击  文本图标。会显示文本编辑器。输入“放大器”后点击  按钮将字体大小改为 20。返回到文本编辑器后，按下  按钮将文本放置在图表视窗顶部。

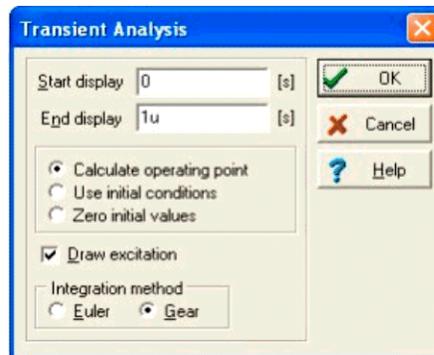
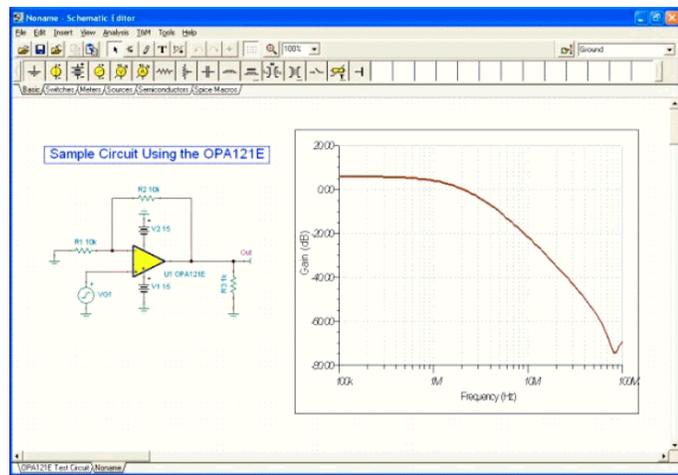
当文本编辑器出现后，键入“OPA121E”。注意：使用  字体图标，你可以选择任意字体，风格，大小和颜色。点击确定，并将文本放置在曲线附近。现在点击  指针图标，然后指向文本，最后指向曲线。注意：当光标变成+符号之后，你正指向正确位置。

在你输入一行之后，即使你将文本拖动到其他位置，或作出其他修改，箭头总是从文本指向曲线。

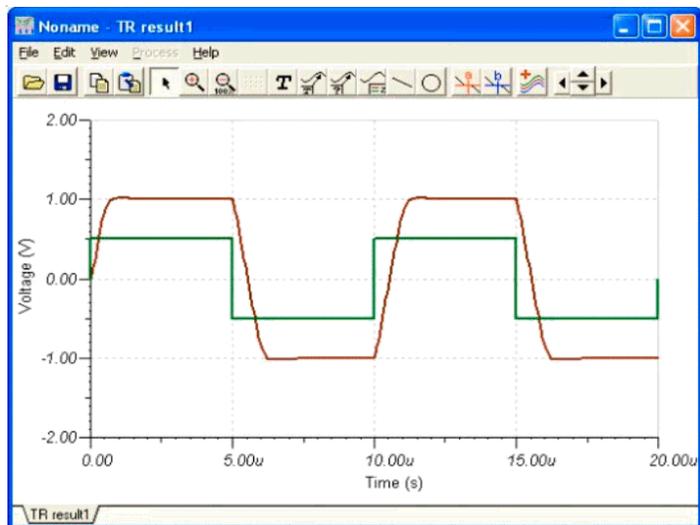
 现在将原理图本身放置到图表中。点击原理图编辑器视窗，选择“编辑|全选”。选择“编辑|复制”，或点击复制图标或 Ctrl+C 快捷键，将所选电路复制到剪贴板中。点击图表视窗，使用编辑|粘贴，粘贴图标或 Ctrl+V 快捷键。会显示出电路图框架。将其定位后，将其放置在图表的左侧一角。现在你还可以通过拖动、双击修改其大小、框架或背景来修改这个图像。



采用类似的方法，你可以倒过来将波特图放置到原理图中去。实现方法：点击图表视窗的顶部标题部分（或任意空白位置）并按下 Ctrl+C，或者使用**图表视窗菜单**中的“编辑|复制”命令将图表复制到剪贴板中去。现在点击原理图视窗标题或任意空白位置选择原理图视窗，按下 Ctrl+V，或者**原理图视窗**中的“编辑|粘贴”命令。现在你可以在原理图中移动并放置图表，然后通过角上的控制手柄或者双击图形用数字键进行缩放。

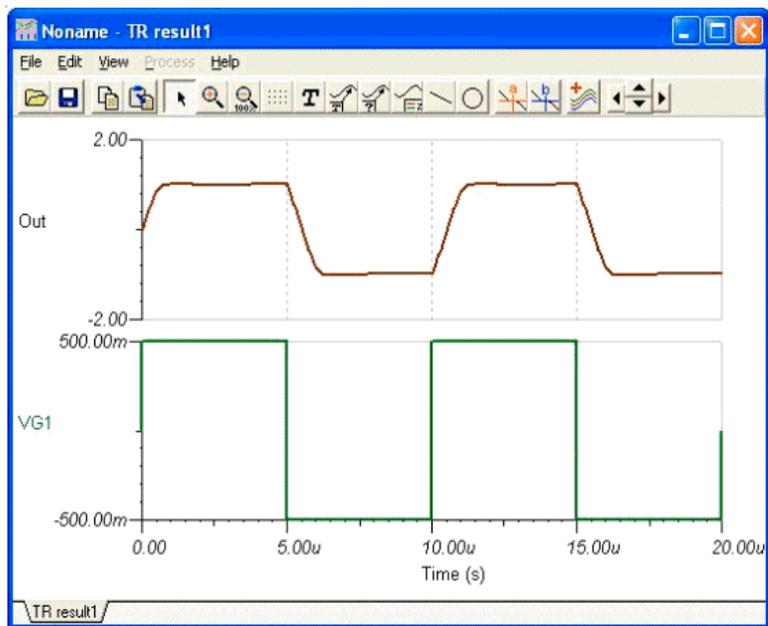


✓ 现在运行一次瞬时分析。首先，确认光标为选择箭头，然后双击电压发生器将其波形改为默认的单位阶跃。选择了“分析|瞬时分析”之后，显示下图：



将终点显示参数改为 20u 后，点击确定。瞬时响应波形会在单独的视窗中显示出来。通过激活  和/或  图形光标可以读取精确的输入/输出数据点。

你可以在独立的坐标系统中查看这两种不同的曲线。实现方式为在图表视图中选择“查看独立曲线”命令。结果，每个曲线都在单独图表中进行显示，正如下图所示。 **不是查看独立曲线，而是分离曲线**

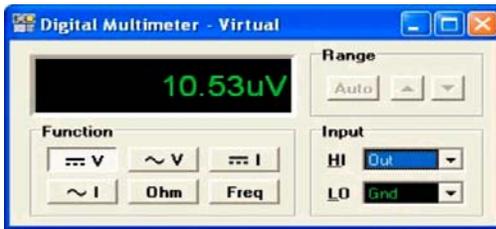


4.5.4 使用虚拟及实时仪器测试电路

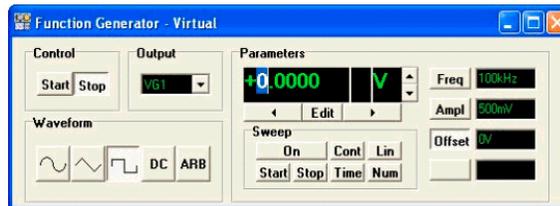
TINA 不仅仅可以让你使用迄今为止一直使用的发生器和分析视窗，也可以使用虚拟和实时测量来测试和调整电路。你可以使用 T&M 菜单在屏幕上放置逼真的可缩放虚拟仪器，这些可以自动取代发生器和分析视窗。你可以控制这些仪器的设置，并立即查看结果，如同现实中的实验室一样。TINA 通常用其分析引擎仿真测量，但是如果你有 TINA 的 TINALab II 多功能 PC 仪器选购件，你可以切换到真实测量模式。现在你虽然使用同样的屏幕仪器和设定，然而却可以在实际电路上进行实际测量。

注意：即使电路仿真驱动的虚拟仪器使用非常方便，也的确是为了相对小型电路而设计的。当电路非常大时，电路的变动仿真往往需要很长时间，这时采用本手册 4.6 一节中所述的传统方式变得更加容易些。

使用虚拟仪器时，加载电路，选择“T&M”菜单，并在屏幕上放置函数发生器和万用表。



点击万用表的  按钮。万用表仅仅显示 10uV。现在点击函数发生器的偏移按钮，通过点击  按钮或使用左右光标箭头，将焦点移动到+ 符号后的第一个 0。现在你可以通过点击上下箭头或函数发生器的  箭头，改变偏移电压的第一个数字，并可以在万用表上立即看到结果。

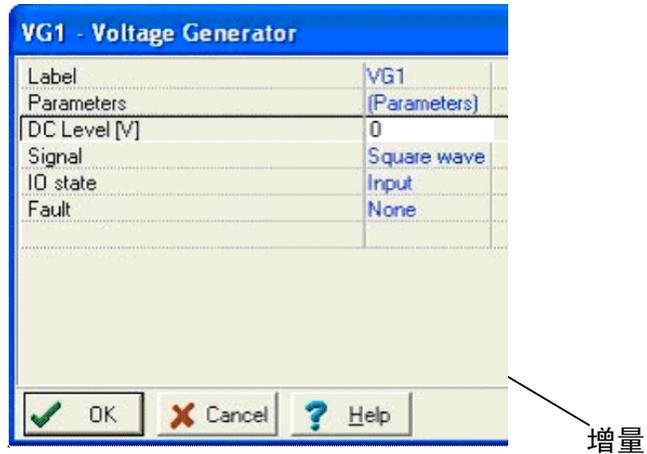


例如，你在函数发生器上设置 1V 偏移，万用表上会显示 2V。如果将偏移电压升过 6V，你会看到输出电压进入饱和状态在大约 12.7V，这一点我们在 DC 传输特性中已经看到了。

你也可以通过函数发生器中的  按钮来设置函数发生器的参数，输入所需数字，并按下确认。

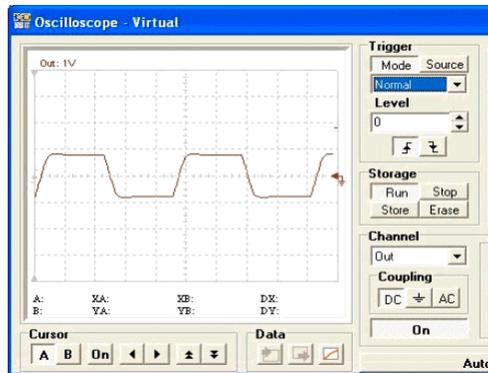
你也可以看到通过属性视窗改变元件参数的效果。

演示一下，确认万用表的  是打开的，双击原理图中的电压发生器符号。会显示出发生器的属性视窗。



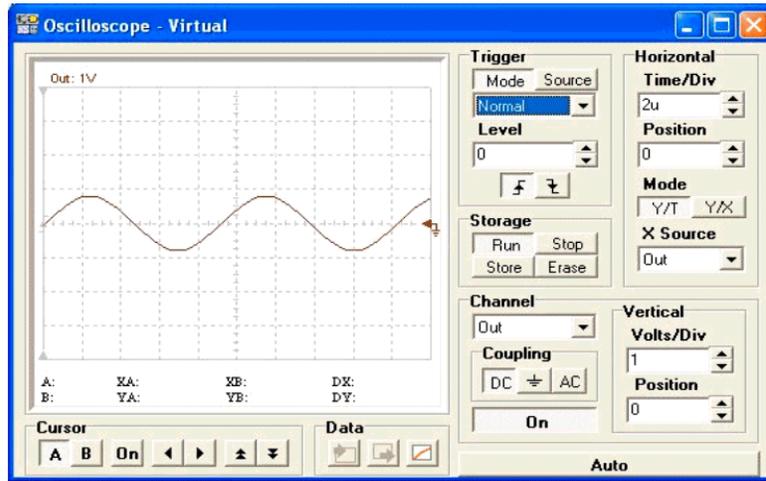
由于焦点已经留在 DC 电平参数上，也就是函数发生器 偏移量相同的数值，你可以在对话框右侧的   按钮上直接进行修改。右侧底部一栏显示的是增量。默认情况下增量为 100mV，如果需要，你可以在编辑框中输入来改变步进大小。

点击   按钮，在万用表上可以立即看到效果。
将 DC 电平设置回 0，并点击电压发生器对话框中的确定按钮。
按下示波器面板的“运行”，在示波器屏幕上会出现一个方波。

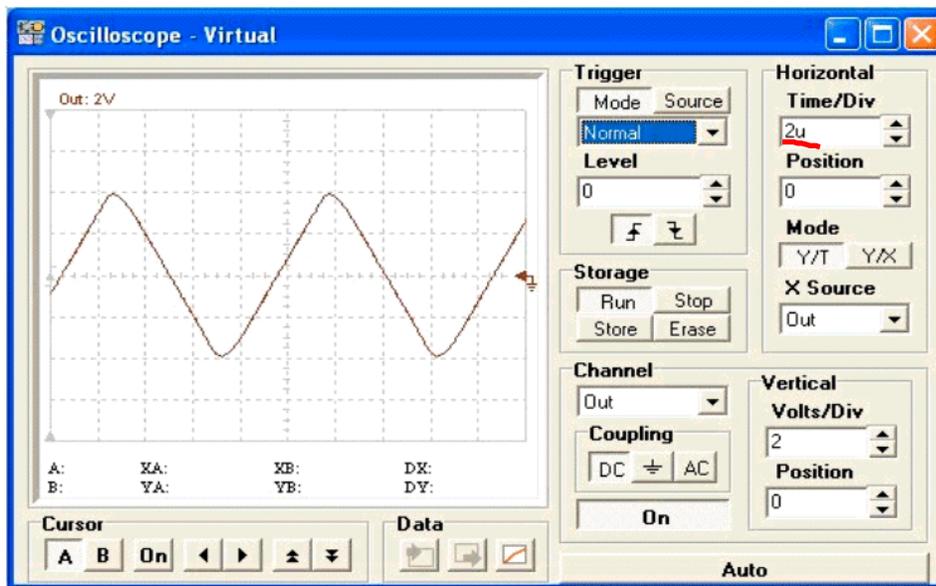


波形在屏幕中移动，这是因为缺省情况下示波器是自动（自由振荡）模式。将波形同步需要在触发器一栏下方列表中选择普通模式。示波器上波形这时不再移动。你可以点击  或  按钮采用上升沿或下降沿来触发波形。

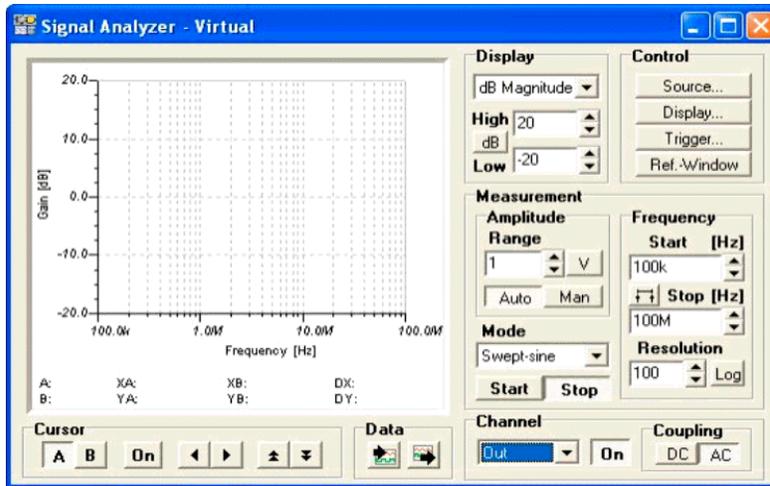
现在点击函数发生器的  按钮。如下图所示，示波器中波形变成一个正弦波。



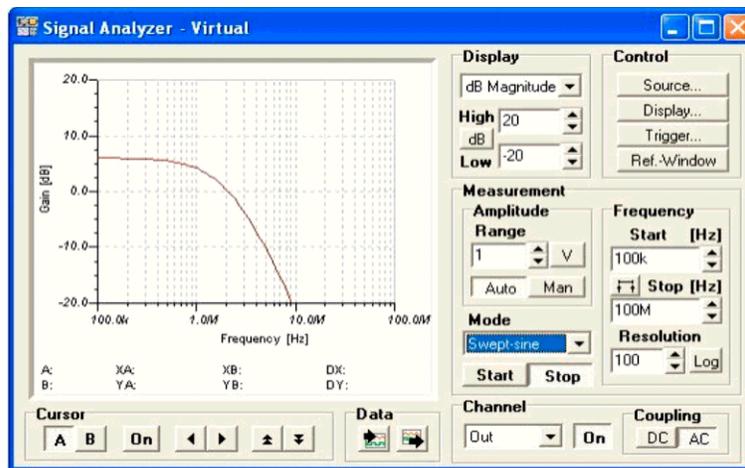
现在我们改变函数发生器提供正弦波的幅度。点击发生器上的 **Ampl** 按钮，采用  及  按钮将焦点一直默认 500mV 的第一个数字，然后采用  按钮修改幅度。如下图所示，你可以通过将输入电压的转换速率限制在约 2V，观察信号逐渐失真变成三角波：



现在我们从 T&M 菜单中激活“信号分析”来研究电路的 AC 传输特性。会显示出以下对话框：



TINA 虚拟仪器的另一有用功能是替代分析菜单中的设定。所以我们的例子中，按下信号分析器的“开始”按钮，会如下图所示出现幅度波特图。



你可以按下仪器底部的“数据”一栏下的  按钮，将结果导出为常见的图表。

你可以通过仪器顶部显示一栏下方列表中选择所需模式来做其他测量（相位，幅/相双面板等）。

你可以在仪器中使用其他控件来设置频域（“频率”下的“开始”和“停止”），垂直轴（增益）设定（“显示”下的“高”和“低”），你可以点击示波器并按下 F1 寻求帮助。

4.5.5 分析开关电源电路

switching mode power supply

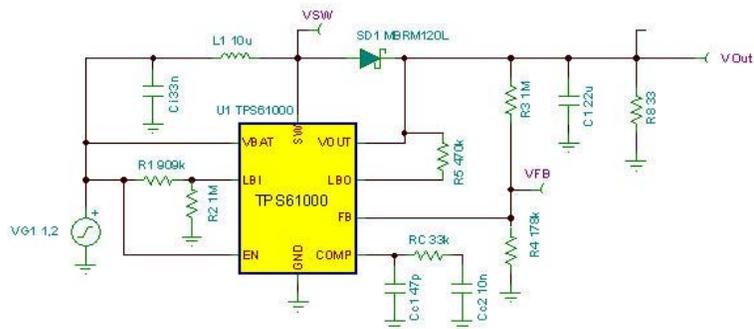
SMPS 或称开关模式电源电路是当代电子产品中的重要组成部分。仿真此种电路需要大量瞬时分析，会占用大量时间和计算机存储空间。为了支持此类电路的分析，TINA 提供了强大的工具和分析模式。本章中，我们就会通过示例演示。

使用稳态求解法

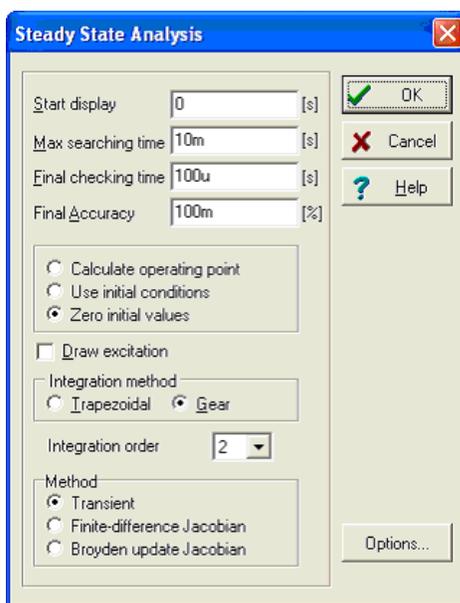
分析 SMPS 电路最耗时的部分是其达到稳态的这一段期间，处于稳态时，输出电压的 DC 电平保持不变，输出波形只有很小的周期波动。

为了自动找到该状态，TINA 在『分析』菜单下有一个『稳态求解法』。

为了演示该工具，让我们从 EXAMPLES\SMPS\QS Manual Circuits 文件夹中加载 Startup Transient TPS61000.TSC 电路文件。



在该升压转换电路中，VG1 输入电压为 1.2V。通过 SMPS 电路转换到 3.3V。从『分析』菜单中选择『稳态求解法』。会出现以下对话框



与瞬时分析对话框相比，出现了以下新的参数：

最大搜索时间：解决法会尝试在最长 20ms 内寻找稳态求解。这之后，无论是否得到求解，整个分析都将停止。

最后检查时间：在稳态搜索过后，这里需要设定一个最后检查时间长度。在这段时间内，你应该可以获得一个稳定的波形。

最后精度：DC 电平的最大允许偏差。当偏差小于此值，分析会结束。注意：上面的示例中 100m 代表 0.1%。

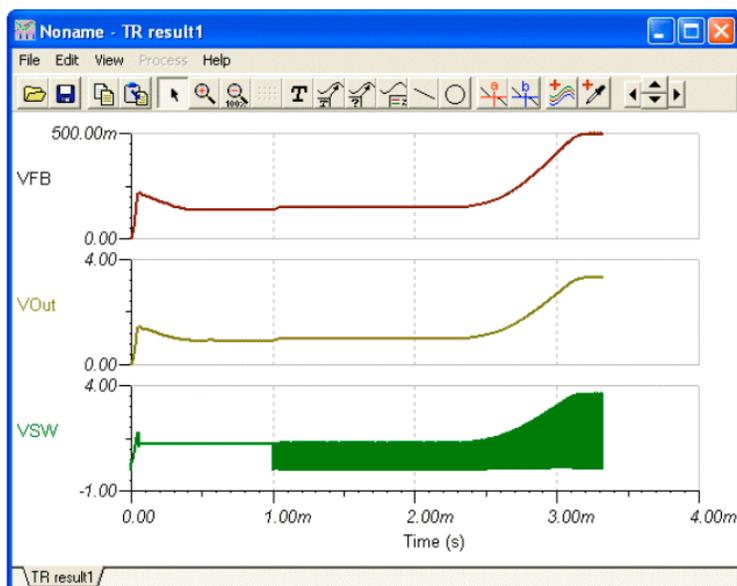
方法：你可以选择寻找稳态的方法：

瞬时：利用瞬时分析来搜索稳态。有限差分 *Jacobian* 法，*Broyden* 修正 *Jacobian* 法

在 Dragon Maksimovic 写的 《开关电源转换器的自动稳态分析》 一文中描述了上述搜索问题的方法。

注意：这后两种方法可能更快地得到稳态，但是它们都没有通过正常的瞬时分析过程，所以得到的初始状态和最终状态间的波形并不反映真实的过程（其体现的更多的是得到这些状态的数学过程）。

现在让我们运行解决法。在运行了几分钟后（在 2GHz 奔腾计算机上大约花费 2 分钟），我们会得到下面的最终波形：



这些波形显示了从通电直至得到稳定输出电压的瞬时详情。

如果放大该波形，你可以看出开关周期大约在 500kHz，达到稳态所需时间为 4 毫秒。所以，如果我们想看到整个瞬时波形，需要几百次，甚至几千次计算。这也是寻找稳态成为耗时过程的原因。问题的原因是，SMPS 电路的启动时间与其开关频率相比太长了。启动时间基本上取决于输出的滤波电容。电容值越大，启动时间越长。



注意:

在某些情况下，你可以使用某种方法来加速稳态搜索，如有限差分 Jacobian 法和 Broyden 修正 Jacobian 法，但是它们并不总是收敛的，并且这些方法提供的中间波形并不反映瞬时过程的真实波形。

稳态求解器可以还需要一些特殊元件：

触发器

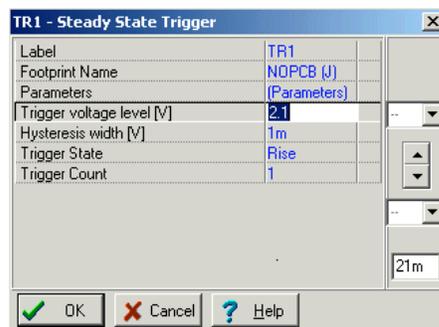
使用触发器可决定开关周期的开始和结束时间。

你可以在 TINA 的仪表工具栏中找到该元件。你应该将其连接到 SMPS/PWM 控制 IC 的振荡控制脚，也可以连接到 IC 上任何一个出现振荡波形引脚。

注意:

如果电路中 SMPS IC 包含振荡器，如本例中的 61000 就不需要这个元件了。

双击触发器元件，可以设置它的参数。



触发器电压值: 触发事件的门限电压

滞后宽度: 触发事件的滞后值。这个数值定义了触发器电压处于振荡状态而不引发触发事件的时区。

触发状态: 触发事件所需的电压上升/下降变化方向。

触发计数: 你可以触发多个波形分析周期。

这在输出信号变化非常慢的情况下非常有用。该传感器元件的唯一电气参数是—

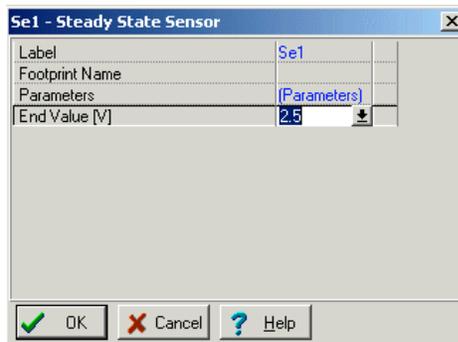
终值: 电压|未使用

一旦你检查过了初始瞬时和稳态波形以及 SMPS 电路，一般来说，你接下来会希望知道当输入电压和负载变化的时候它会如何变化。使用输入步进和负载步进分析即可得知。

传感器

该元件的目的是在搜索稳态的时候设置观察目标电压。你可以在一个电路里添加多个传感器。通过添加传感器，你可以大大加速稳态搜索。如果你能够在确定节点给出最后电压，甚至可以使得搜索更加快速。

在分析/分析参数对话框中使用“TR 最多迭代数”，你可以限制在图表中放置的最大点数。在大型分析中，这用来加速图表画图过程。增加此参数，你可以获得更精细的图表，但是画图时间会更长。



传感器元件的唯一电气参数是—
终值：电压|未使用

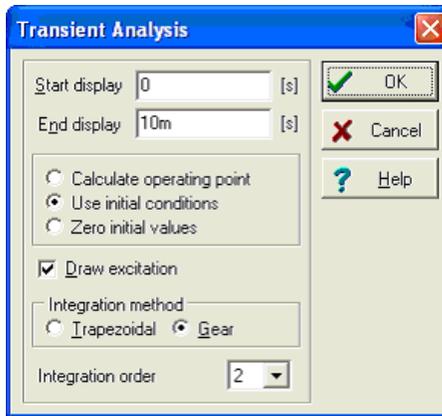
注意：

在分析/分析参数对话框中使用“TR 最多迭代次数”参数，你可以限制在图表中放置的最大点数。在大型分析中，这用来加速图表显示。增加此参数的值，你可以得到更精细的图表，但是画图时间则更加慢。

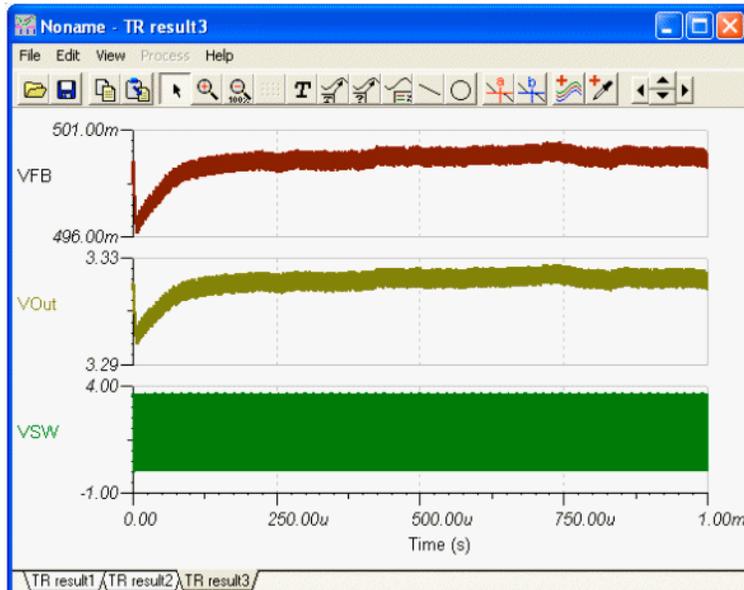
使用初值加速开关电源仿真

正如我们在前一章中所述，达到 SMPS 电路稳态所需分析时间非常长的原因是因为该电路要对滤波器和电容进行充电。如果我们在电容和电感中采用更大初值进行分析，那么分析时间可以被大大缩短。在 TINA 中，稳态求解法会为电容和电感自动设置更大初值，这样接下来的瞬时分析可以大大加快（假设与我们不对初值做大幅度的修改的情况相比）。举例说明，如果你研究改变输出滤波电容的效果，它不会大幅度地影响输出 DC 电平。所以，在新的分析中采用先前稳态求解法为其他输出电容计算所用的初值，可以大大加快分析过程。你可以采用同样的方法加速输入和负载变化分析。

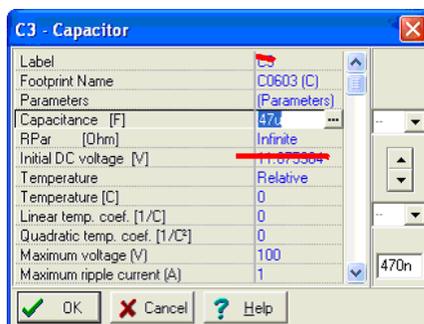
为了演示这一功能，让我们在示例里运行一次瞬时分析。从『分析』菜单中选择『瞬时』命令，会显示以下对话框。



注意：在对话框中，采用初始条件已经被选中。按确定，启动瞬时分析。你应该看到这次分析与先前的稳态分析相比，速度非常快。输出波形显示在下面图片中。



为什么这次分析会运行地更快？由于瞬时分析先前稳态分析已经运行过了，同时主电容的初值（在电容属性栏中被称为初始 DC 电压值）已经被设为最后的 DC 电压值。举例来说，如果你双击电容 C1，你可以看到初始 DC 电压已被设为 3.31V。类似地，所有大电容的初值都被设置过了。



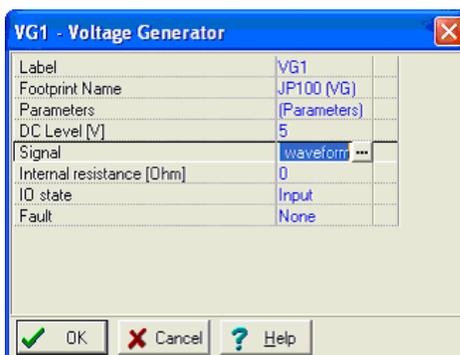
一旦你检查过了初始瞬时、稳态波形和 SMPS 电路，你通常下一步会想知道当输入电压或者负载发生变化的时候它的变化。使用输入步进和负载步进分析即可得知。

输入步进分析

开关电源电路的标准分析之一是计算输入变化时的响应，以检验开关电源设计中在输入端逐渐变化时的稳压输出能力。通过在输入电压点施加脉冲，并检查输出和其他电压可以实现这一点。输入变化与稳态相关，我们可以用 TINA 稳态求解法从稳态初值计算开始。

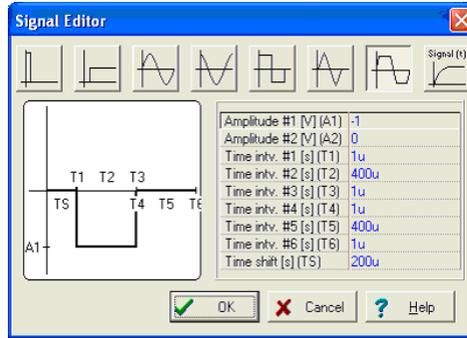
从 EXAMPLES\SMPS\QS Manual Circuits 文件夹中加载 Startup Transient TPS61000.TSC 电路文件。原理图设计同上述图。

要查看输入步进波形，双击左侧的 VG1 电压发生器。出现以下对话框：



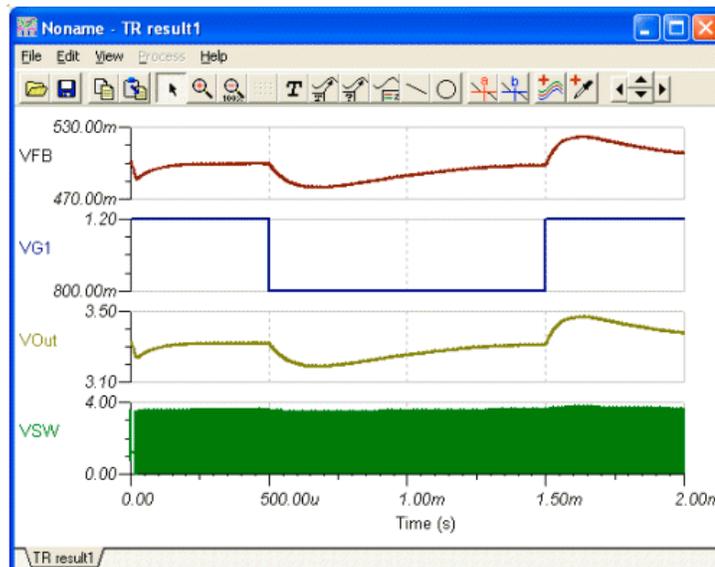
输入电压为 1.2V。该电压被 SMPS 电路转换为 3.3V。

现在点击上述对话框中信号栏，之后点击  键。在信号编辑器中会出现以下信号：



根据波形，输入电压会从 1.2V 降到 0.8V，并维持 T2=1ms；脉冲的上升沿(T1)和下降沿(T3)为 10us。

让我们从『分析』菜单中激活并运行『瞬态分析』，查看电路响应。

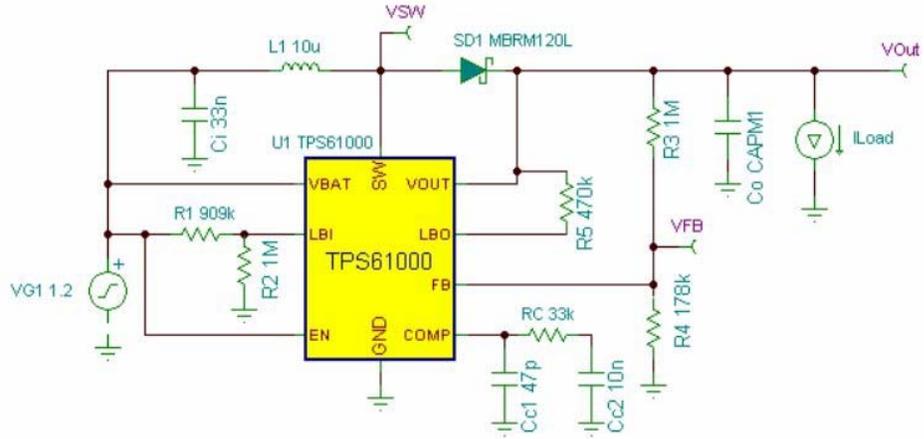


负载步进分析

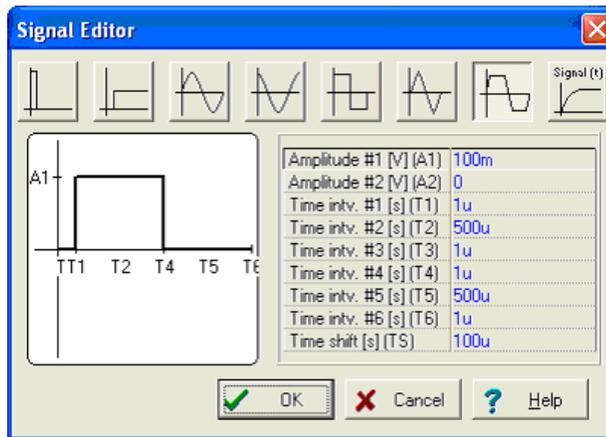
这是另一种用于确定开关电源对于负载快速变化时响应的标准分析方法。在仿真中，对于负载变化的响应由在负载上添加电流脉冲并分析输出端和其他电压而获得。输入变化与稳态相关，我们可以用 TINA 稳态求解法从稳态初值计算开始。

Load Step Transient

TPS61000. TSC除了输出端的。电路 ILoad。原理图设计同前，电流发生器

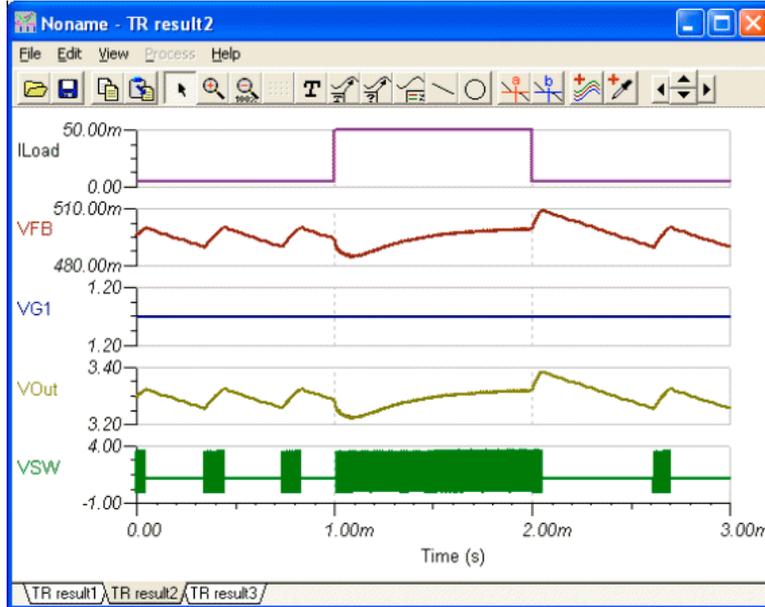


如果你双击 ILoad 发生器并检查其波形，你会发现 DC 部分如下：



脉冲为 45mA 时 ILoad 为 5mA，脉宽为 500us。相应地，5mA 负载会上升到 50mA 然后再次下降到 5mA。

让我们从『分析』菜单中运行『瞬时分析』，并查看结果。

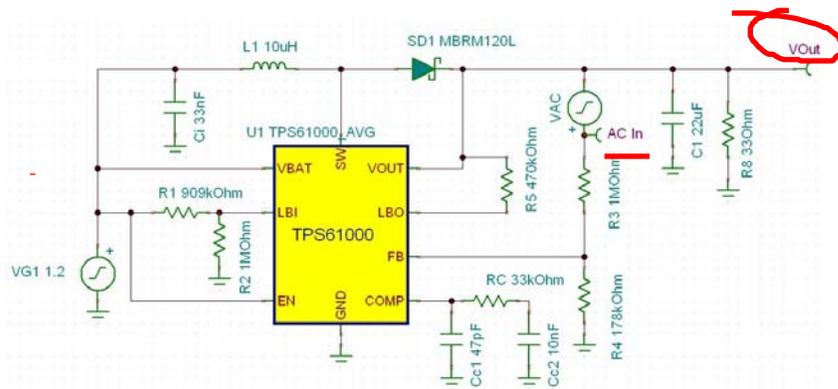


AC 分析

你可以为 AC 分析和稳定性分析采用 TINA 提供的所谓平均模型。平均模型代表一种基于开关过程中的平均效果的方法。得到的方程式是线性的，所以画稳定性分析所需的 Bode 图和 Nyquist 图非常快。注意：TINA 的 AC 分析功能使用平均模型，瞬时模型不再适用，得到的结果也不会正确。

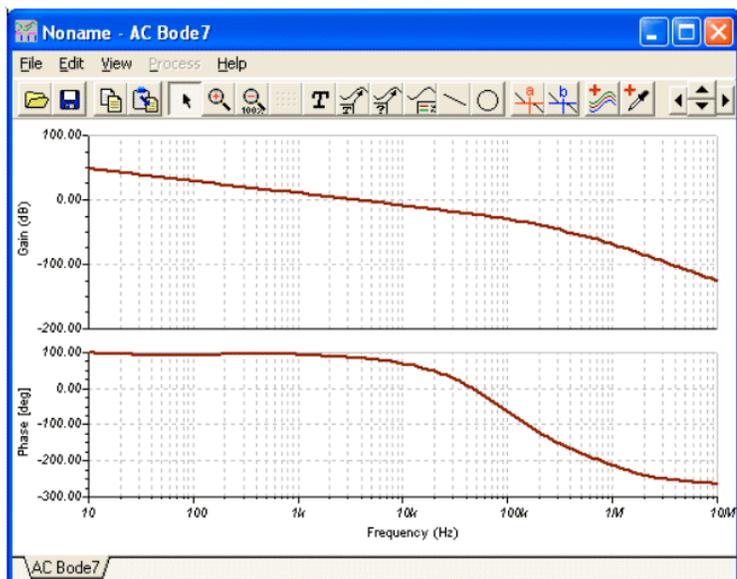
让我们从，为了演示这项工具EXAMPLES\SMPS\QS Manual

Circuits文件夹中加载Average model TPS61000.TSC。电路文件



注意：VAC 发生器是为 AC 分析提供的信号，AC 电压输入脚是 AC 分析的输入端（其 IO 状态参数设置为输入）。

让我们从『分析』菜单中运行『AC 分析/AC 传输特性』，并查看结果。



从SPICE宏和模型中创建子电路

你可以在 TINA-TI 中很容易地将部分原理图转换为子电路。此外，你可以从任意 Spice 子电路中创建 TINA-TI 元件，无论是你自己的创建的，从互联网下载的，或者来自制造商的 CD。在本章中，我们将通过文字和例子演示如何容易在 TINA-TI 中实现这一点。

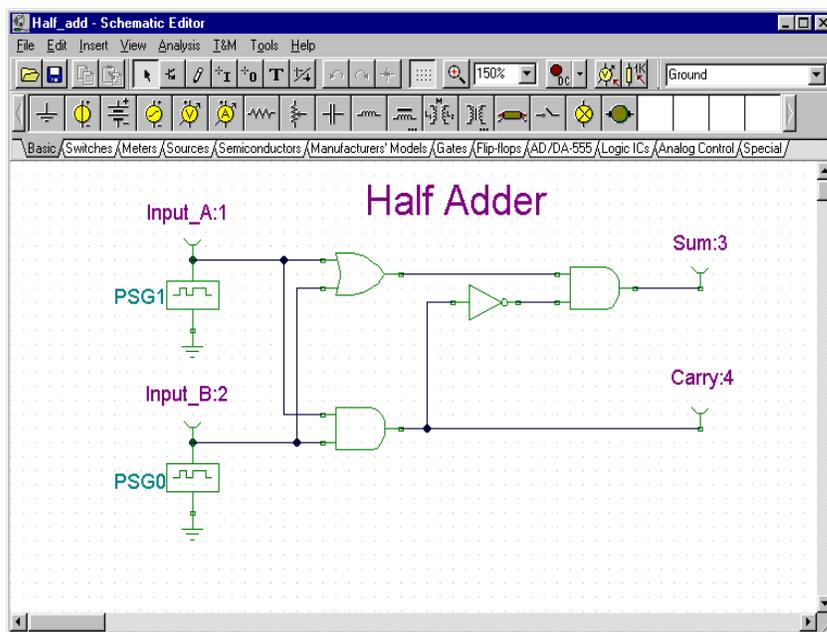
5.1 从原理图中创建宏

使用 TINA 的宏工具，你可以通过将原理图的一部分转化为子电路来简化原理图并使其一目了然。TINA 会自动地在你的原理图中用一矩形框代表这些子电路，但是你可以用 TINA 的原理图符号编辑器来创建任何外形。

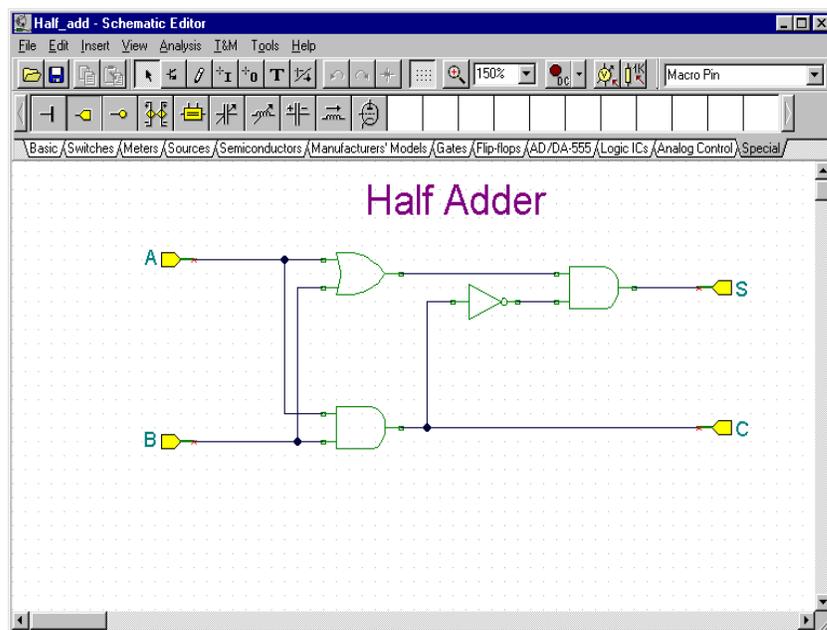
你可以将任何原理图转化成为子电路（在 TINA 中，我们称之为宏），只需简单地追加一些引脚并把新的电路图用特定格式 (*. tsm) 存储起来。

现在让我们用一示例看看在 TINA 中如何创建一个宏。

从TINA的Examples文件夹下装入半加法器电路 (Half_add. sch)。并将其转化为宏，



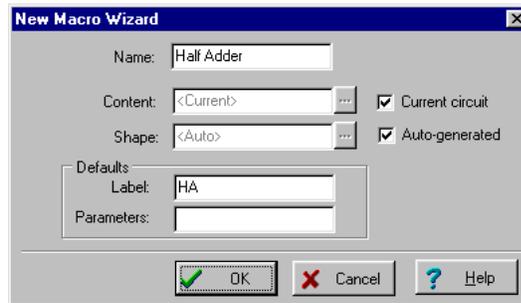
删除旧接线端，并用子电路接线端进行替代，这在 TINA 中称为宏引脚。你可以在『特殊』元件工具栏中找到并选中宏引脚。



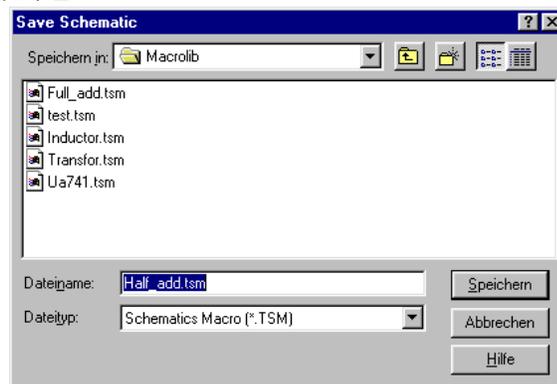
当你放置宏引脚是，引脚标签（如 Pin1、Pin2 等）会被预先填入。双击宏引脚，在标签栏中输入新名称。你可以用鼠标拖动元件，或用 [+] 和 [-] 键或使用  按钮将其旋转。

之后，创建和存储新的宏。从『工具』菜单中选择『新建宏向导』。将名字设为 Half Adder（宏块被打开后会显示出来），接着把标签设为 HA。这个标签将作为

元件标签，并显示在元件之上。注意：如果你不需要元件标签可将这一项保留空白。

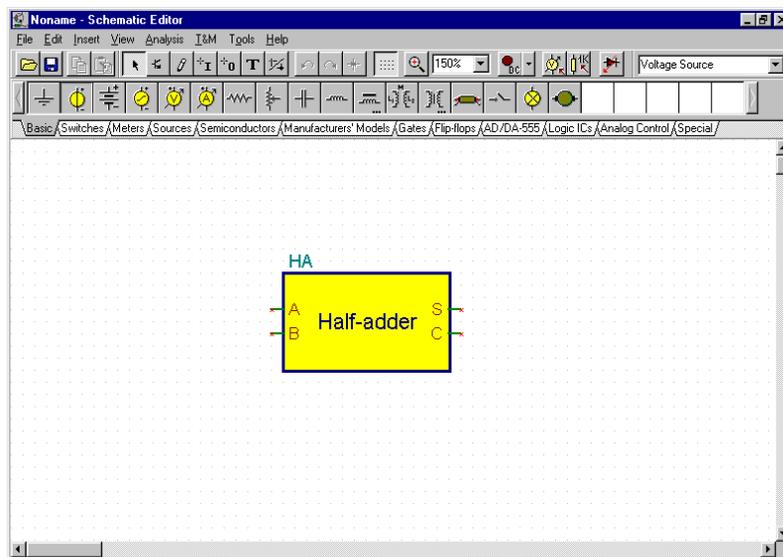


当完成之后，按确定按钮。会显示出一个存储对话框。将文件名设置为 HalfAdder，然后按下『存储』。注意：这里已经有一个宏有类似的名字（Half_add.tsm）。这个宏和我们刚才创建的内容一样，在这里只做参考。你也可以在下一部分使用到它。



现在让我们看看如果将宏插入到原理图中并加以使用。

用『文件|新建』命令清除电路，或重新启动 TINA。选择『插入|宏』，然后是我们新建的 Half_adder.tsm，之后按『打开』按钮。



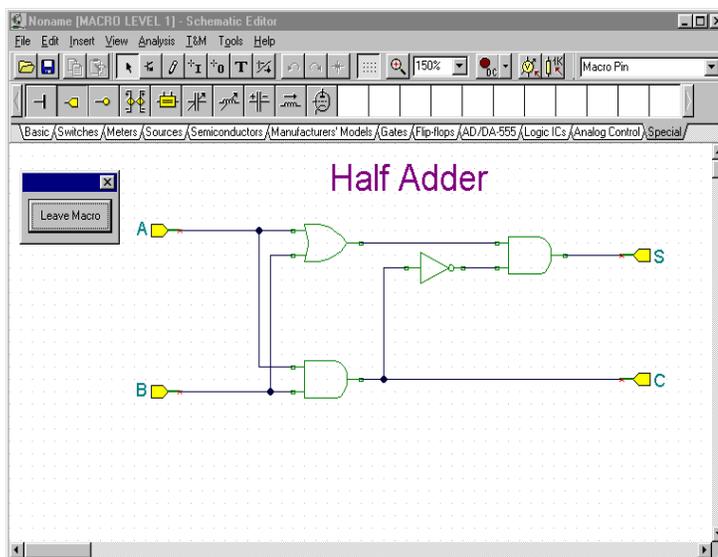
我们的新建宏会以光标方式出现。将它移动到屏幕中间，然后按鼠标左键。新建宏的完整样式将展现出来。注意：矩形原理图符号是自动生成的，我们指定的宏名称出现在矩形的里面，而标签则在其上面。

现在你可在电路中追加更多的元件，把它们连接到新建的宏，并象其它的电路一样开始进行分析。

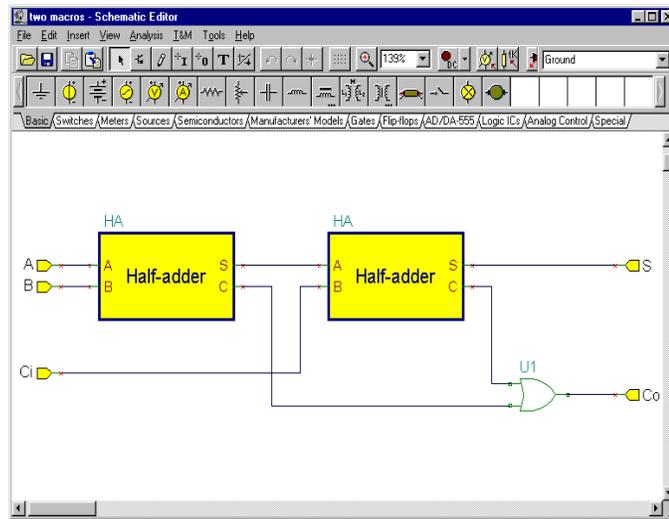
要查看一下宏的内容，可双击该符号，TINA 会显示该宏原形。

单击屏幕左上角的退出宏按钮，也可用『文件/退出宏』命令或鼠标右击的弹出菜单中选择，返回主电路。

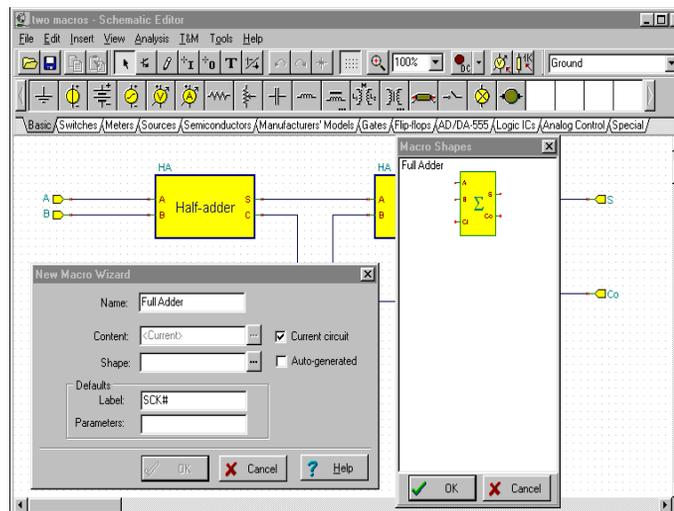
TINA 支持层次化宏结构；也就是说，宏里面还可以包含其它宏，并以此类推。让我们用半加法器宏来创建包含两个半加法器宏的全加法器宏。



要完成这个，在新的电路图中两次插入新建的半加法器。
然后如下图所示，加入一些额外的元件和电线。



现在从『工具』菜单中选择『新建宏向导』创建并存储一个新的宏。
到这一步让我们提示一下，尽管使用自动创建图形符号很方便，你也可用 TINA 的原理图形符号编辑器创建你自己的原理图符号并且把宏赋给它们。先我们用一个现有符号来使用这一功能。创建符号的过程则会以后再详细描述。
把名字设为全加法器并赋标签名称 FA（这将会作为元件标签显示在符号的上面）。关闭『自动产生』复选项，并按下旁边的  按钮。可运用的符号列表将如下图所示。

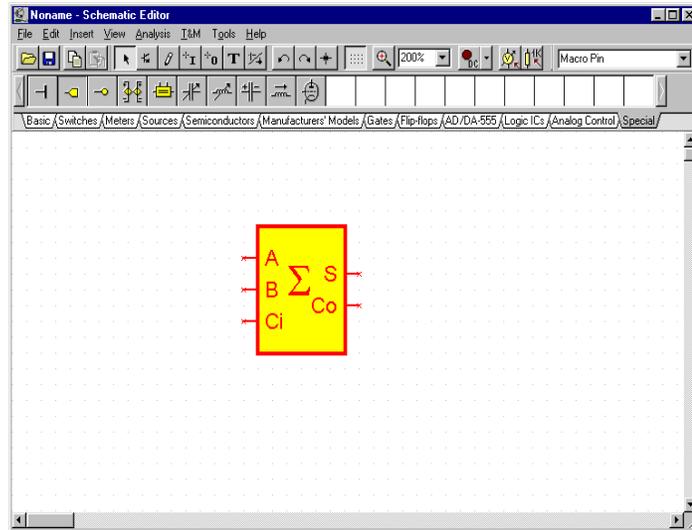


注意：要想能看到我们预定的符号，宏引脚的标签名称必须与符号中名称完全相符。在此例中，它们必须是 (A, B, Ci, Co, S)。如果你没有看到上图所示的

符号，检查一下连接端名称，或按照等一下要叙述的“创建你自己的原理图符号”一节重新创建符号。

点击带有合计符的原理图符号，并按确定。原理图符号名称将出现在新建宏向导对话框中的形状一栏里。最后，按确定按钮并用 Full adder.tsm 名字保存宏。

想要查看我们新建的全加法器宏，从『插入』菜单中选择宏，然后选择 Full adder.tsm 之后，按『打开』。



双击该符号可显示其内的原理图，我们可以看到里面有先前两个半加法器。你可以双击其中任意一个宏来查看其内部原理图。点击『离开宏』按钮，可以返回全加法器和主电路。

5.2 从Spice子电路中创建宏

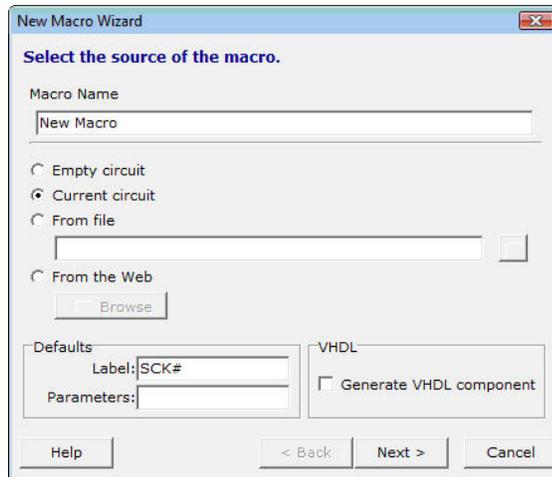
5.2.1 在TINA中创建Spice宏

5.2.1.1 从下载文件中创建宏

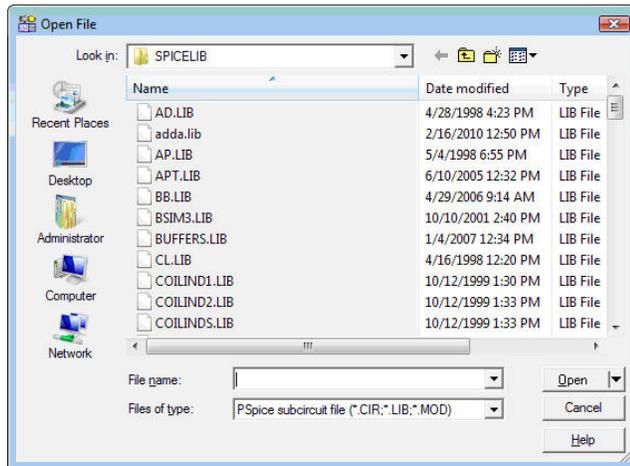
你可以在 TINA 中从任意 Spice 子电路中创建自己的元件，可以是自制的或者从互联网下载的。注意，TINA 也已经在大型可扩展的制造商模型库中提供了许多 Spice 元件模型。这些库的扩充方法容后描述。

我们使用 Spice 子电路来创建 UA741 运算放大器。

从工具菜单中选择新建宏向导。会显示出以下对话框：

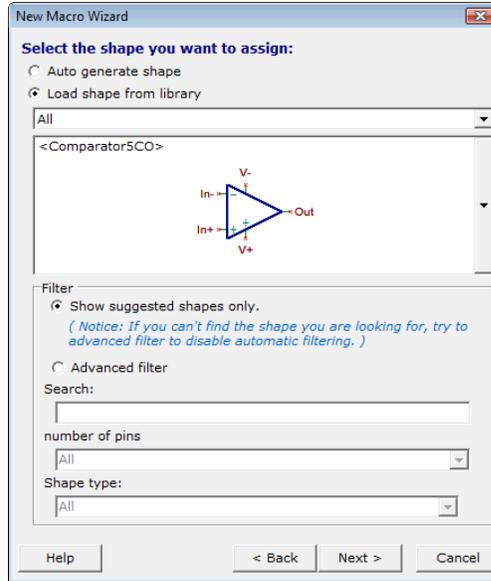


将“前电路”复选框改为“来自文件”，按下  按钮。出现打开对话框。



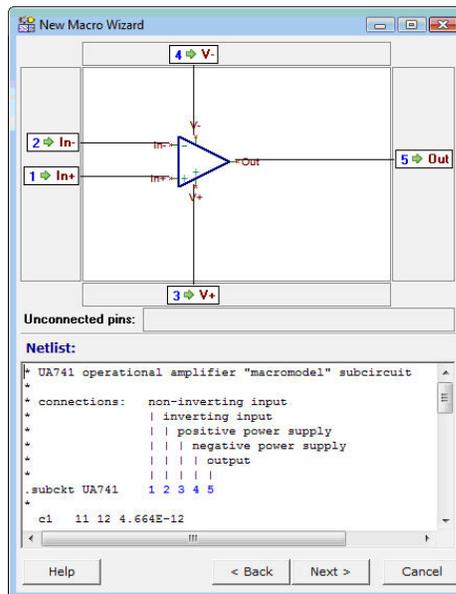
现在使用打开按钮旁边的小箭头转至 TINA 的 EXAMPLES\SPICE 文件夹。

选择 Examples\Spice 文件夹，然后选择 UA741.CIR 文件，按下打开按钮。我们可以使用自动创建外形选项（使用矩形来代表新建宏），向导对话框再次出现，并已带有路径名和所选文件。现在按下『新建>』按钮。会显示出以下对话框：



该向导已经自动创建一个合适的运放符号。如果你要其他外形，只要按下右侧长的垂直按钮，就可以检视并选择一个符号。

现在按下『下一步』按钮。会显示出以下对话框：



该对话框显示了图符中的引脚名称是如何同宏里的 Spice 节点名相关联的。它也显示了宏的文本，你可以用来检查是否建立了合适的连接。否则，你可以将宏的节点名拖拽至任意连接点。如果所有引脚名都与节点数相关联，很可能关联是正确的。

现在我们会看到如何插入新建（或任意其他）子电路到原理图中，并检查其内容。选择插入菜单中的宏命令。

注意：

你可能需要打开按钮旁边的选择箭头来选择用户宏和 TINA 宏区，或者使用打开对话框的选择列表从中选择。

点击 UA741.TSM 文件并按下『打开』。现在新建宏会附加在光标上。点击鼠标左键将其在屏幕中定位并放置下来。双击这个符号可以检查其内容。会出现连线表编辑器，显示出宏的详细情况。注意，你可以修改连线表，而修改过的连线表会保存在你的电路中。但是这对原始的宏没有影响，它依然保持不变。

5.2.1.2 浏览互联网的同时创建宏

在 TINA 中添加新建模型的一个更加方便的方式是浏览制造商网站，并供网站中添加感兴趣的 Spice 模型。当然也可以首先下载模型，然后按照前章所述技巧使用。注意，即使你喜欢后者，也可以在接下来的章节中找到有用的提示。

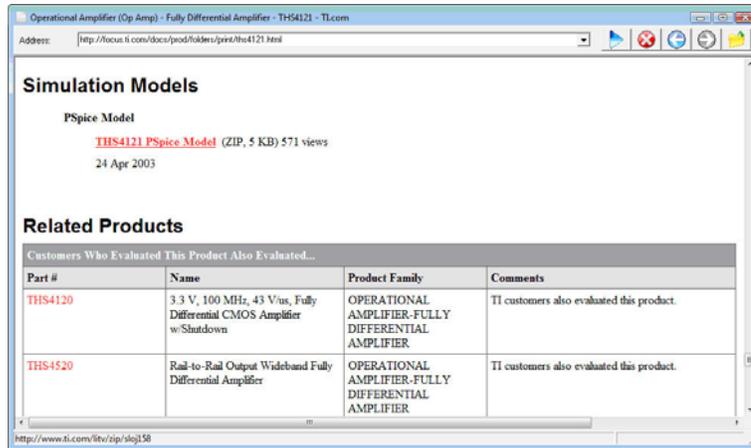
现在我们在向导中选择来自互联网选项，并按下  Browse 按钮。

会显示出 TINA 的内置互联网浏览器。使用该浏览器从德州仪器那里寻找并选择 THS4121 差分运放。输入 www.ti.com，并使用在 TI 网站中使用检索来寻找 Spice 宏，或者直接输入以下 URL（采用复制粘贴方式）。

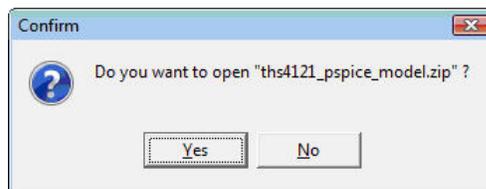
<http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/ths4121.html>

（注意，以上链接可以会改动）

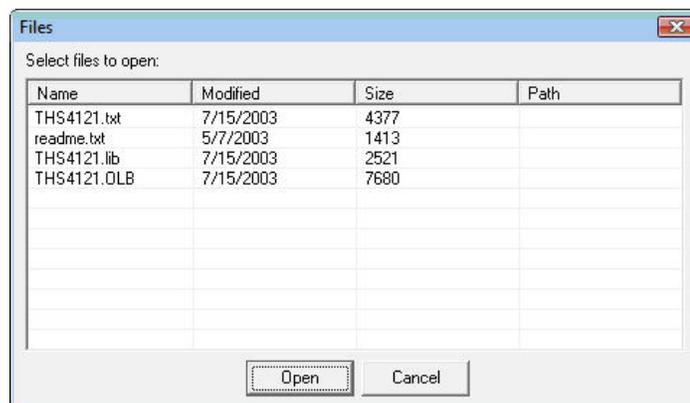
会出现 THS4121 产品网页。向下滚屏，然后找到该产品的 Spice 子电路模型链接（以红色显示）。



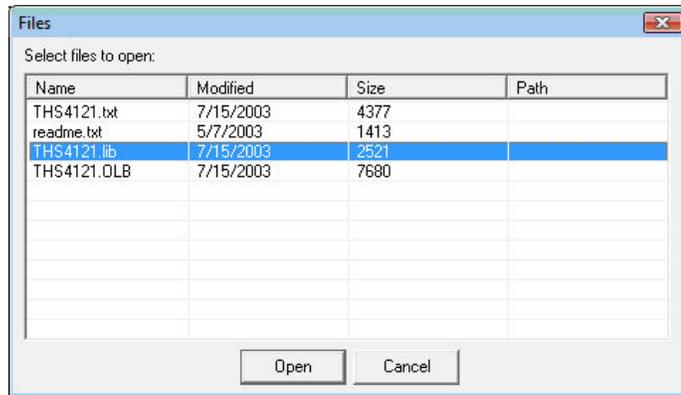
点击该链接。会在 TINA 中显示下列消息：



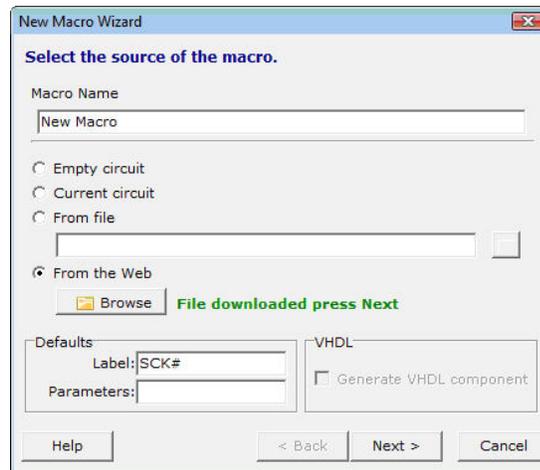
该文件是压缩文件(zip)，但是 TINA 可以直接下载并打开文件。点击『是』按钮，可以观察下一屏：。



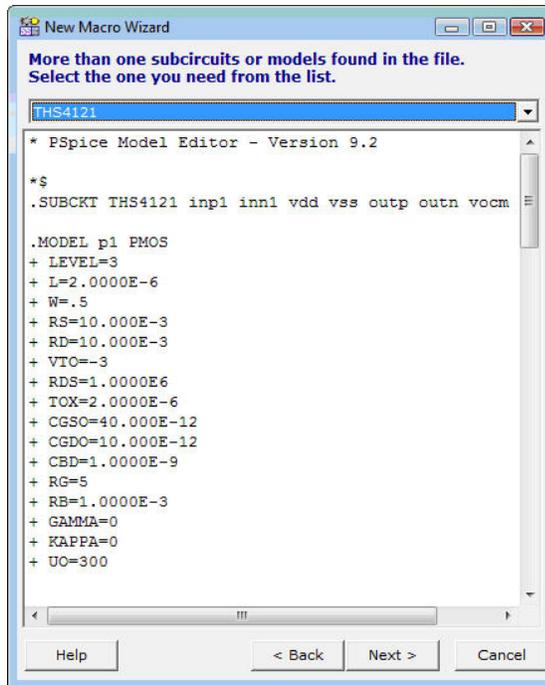
点击选中 THS4121.lib 文件。



同时按下『打开』。新建宏向导会再次出现，带有（绿色）信息（文件已下载，按『下一步』）确认已经成功下载。



按下『下一步』按钮。



如果文件中有多个宏，TINA 会将其作为列表呈现。

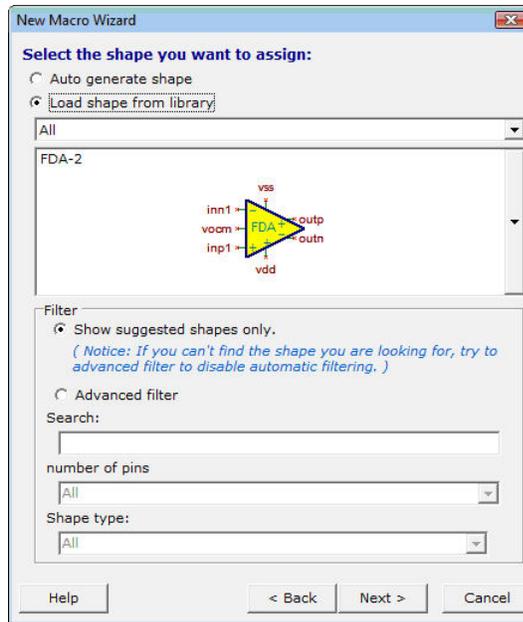
注意：

某些制造商会在同一文件中放置若干个器件模型。

你可以使用该工具通过逐一选择这些器件模型将其转换为 TINA 宏。

如果有许多模型，你需要使用库管理器工具来将这些模型一次性降入到 TINA 目录中去。接下来我们了解一下操作。

现在按下『新建』按钮。该向导会显示出建议的原理图符号（外形）：



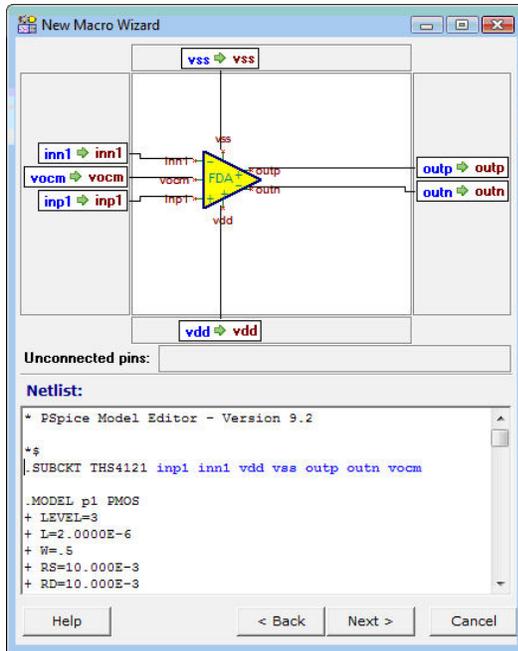
你可以选择其他外形，如果有的话，可以按下符号右侧的长条垂直按钮。

注意:

你可能需要消除『仅显示建议外形』的选中来查看更多外形。

在该模式下，你还可通过名称、引脚数、和功能（运放、比较器等）来搜索。你必须在按照功能搜索之前选择外形类型选项。

此例中，TINA 自动选择了合适的外形，所以你只需要按下『下一步』按钮。所选的外形、引脚连接和 Spice 宏文本可以显示出来。



花些时间看看连接，如有必要通过拖动连接标签进行修正。

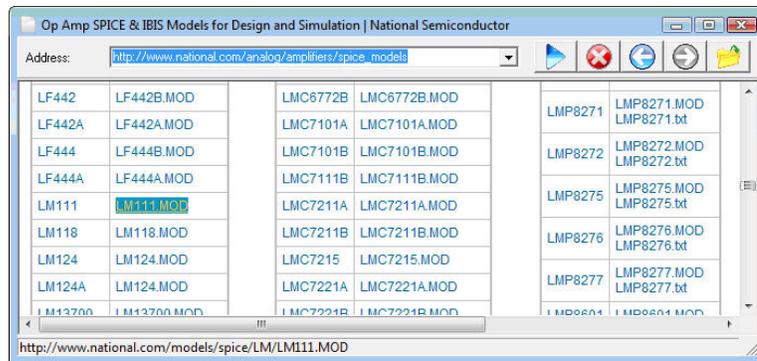
如果都正确，再次按下『下一步』按钮。在出现的保存对话框中将该宏保存到用户或者 TINA 文件夹中。可以立即这样做，也可以稍后使用插入菜单这样做。

现在我们从其他制造商处插入一个模型。我们选择国家半导体的 LM111 比较器。

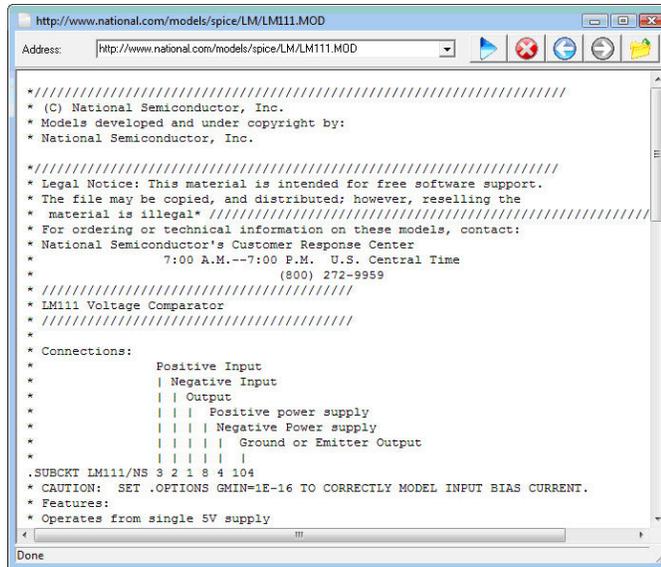
激活TINA在，的互联网浏览器之后<http://www.national.com>

找到Spice: 其网址为，手册的时候在撰写，模型网页http://www.national.com/analog/amplifiers/spice_models。

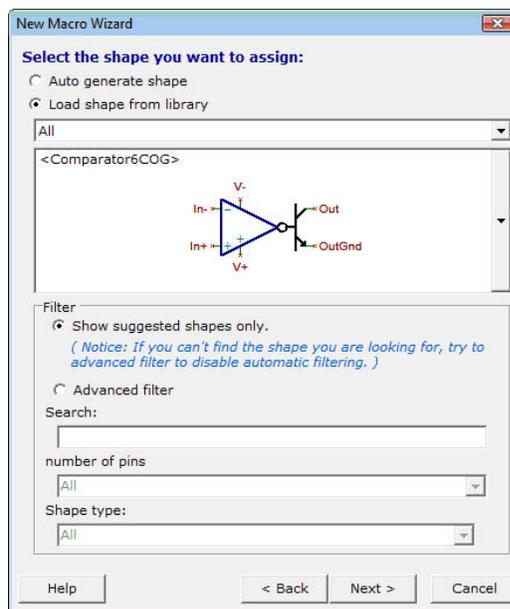
向下滚动网页，可以找到如下图所示名为 LM111.MOD 的 LM111 模型。



点击链接，该 Spice 模型的文本会在 TINA 中出现。



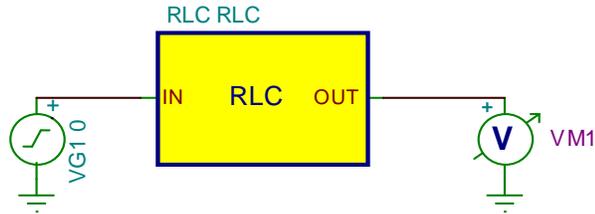
现在点击浏览器视窗中右上侧的  打开图标，会再次出现新建宏向导以确认已经成功加载。按下『下一步』，TINA 会自动呈现所选符号。



接下来的步骤和先前所述章节一致。

5.2.2 为Spice宏添加参数

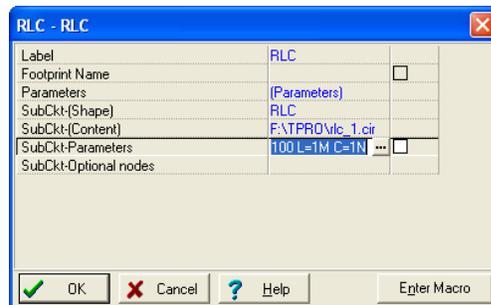
TINA 允许你在 TINA 中为 Spice 子电路中添加参数并加以设置。子电路的参数定义使用标准 Spice 语法中的 PARAMS 关键词。如：请查看 EXAMPLES\SUBCIRC 文件夹中 MAC_RLC.TSC 文件给出的电路的子电路。



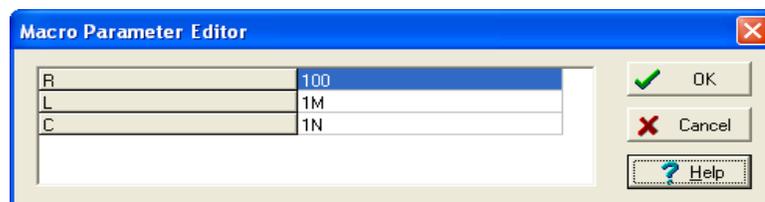
如果你双击 RLC 子电路，并按下『进入宏』按钮，会出现子电路的内容：

```
.SUBCKT RLC In Out PARAMS: R=100 L=1M C=1N
C1 Out 0 {C}
L1 1 Out {L}
R1 In 1 {R}
.ENDS
```

这些参数是 R, L 和 C。你可以如本章所述，在 TINA 的子电路属性对话框中设置参数。在我们的示例中：



可以在『子电路参数』栏中编辑参数，或者点击  按钮，出现宏参数编辑器对话框。



输入或者编辑需修改的参数，并按确定。

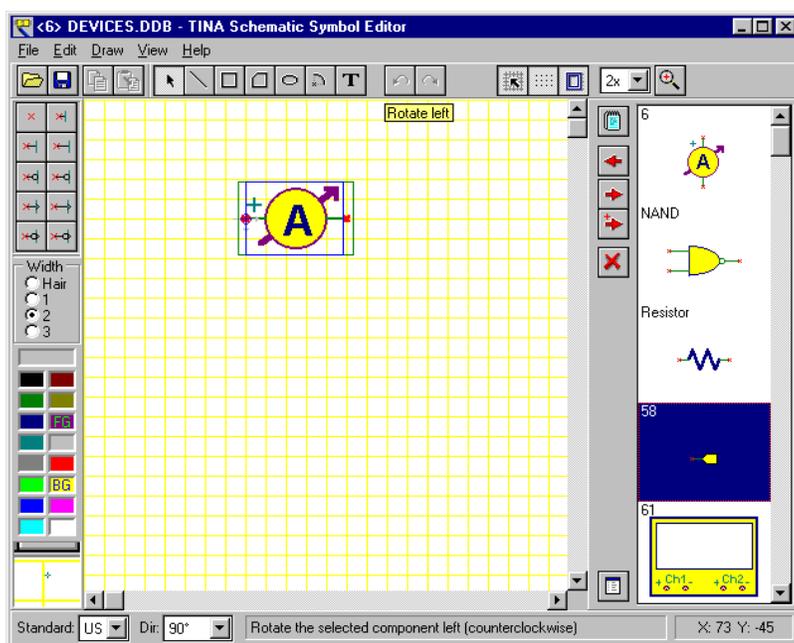
创建自己的原理图符号

6.1 原理图符号编辑器

你可以使用 TINA 的原理图符号编辑器创建新的原理图符号，这样你可以将自己的电路元件添加到 TINA 中。

你可以放置线条、弧线、矩形和任何字体的任意字符、指定线宽、颜色和填充颜色来创建新符号。符号画好之后，你可以添加和定义其连线。

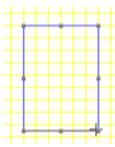
要熟悉编辑器的一些功能，先看一下存在的符号列表。使用 Windows XP（也可以是 98SE 和 2000）的开始菜单找到 TINA 文件夹。点击其图标启动原理图符号编辑器，然后选择『文件|打开』并双击 devices.ddb 文件。现有的符号列表出现在编辑器窗口的右侧。



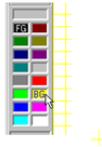
列表中的第一个符号（安培表）会出现在编辑器视窗中。

尝试一下屏幕底部的 Dir:（方向）控制。使用这个控制，你可以单独设计每个符号，使它们在不同的旋转方位下获得不同的形状。现在点击萤幕右侧的 NAND（与非门）符号然后按  按钮。与非门符号将会出现在编辑视窗中。尝试一下屏幕底部的 Standard:（标准）控制。看看美国和欧洲的元素外形。如有必要，你可以为每种标准均设计符号。如果两标准中的符号形状是一样的，你只需创建一种版本即可。

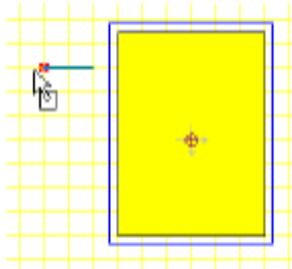
现在让我们为本章前面创建一半加法器宏示例中使用的全加法器电路创建一个符号。



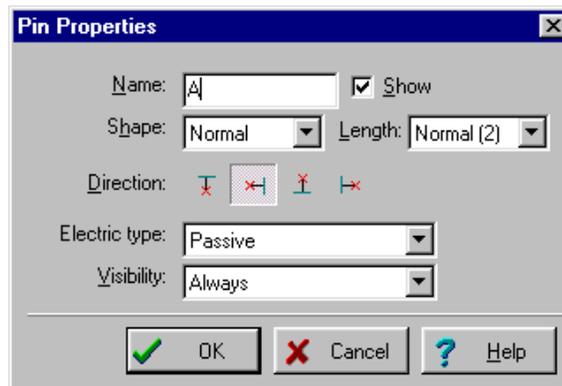
首先按  钮对编辑视窗清屏，或通过选择编辑视窗中的符号并按 Del (删除) 键。现在画一个矩形作为元件的外形。首先按  钮，然后点击绘图区的任何地方，按住鼠标键并拖曳鼠标直至举行恰当的形状。



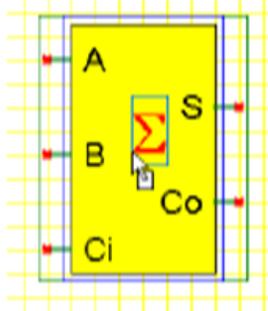
通过右击窗口左下角的调色板给这个矩形涂上颜色。注意用鼠标左键则改变前景色 (FG)，在我们这个例中是矩形的边线。



现在增加接线端。从窗口左上角的引脚工具栏选择希望的引脚类型然后移动游标到你刚画好的矩形中。用鼠标引导位置或用 [+] 或 [-] 键进行旋转，点击来定位接线端。留意小的红色记号 x (指明引脚的末尾) 必须在整个框体的外面。继续以上过程直到所有接线端都定位。



在所有接线端都定位后，你能通过双击每一个来设定它们的属性。你应该按如下图片的形式设定接线端的名称。



接下来，加一个大的合计符号。点击工具栏中  -文本编辑按钮，在视窗中输入字母 S 并选择字体。要得到特殊的希腊合计符，选择 Symbol-Font 字体。按下  - 器件属性按钮，设置符号名词为 Full Adder（全加法器），然后按确定。

最后，用 按钮将新符号复制到符号库中（现在它出现在列表的最后），接着使用文件/保存命令把现已扩展的 devices. ddb 文件存放在 TINA 的主目录下。

进阶主题*

7.1 简介

在过去几章中，我们介绍了 TINA 的主要功能及其访问方式。但是，我们的演示程序远远没有完全展示出 TINA 蕴含在设计、测试和教授电子电路方面的许多其他有用的高级功能。这些功能包括 S 参数模型、网络分析、傅立叶级数和傅立叶频谱分析、符号分析、分析结果的后续处理、创建相量图、Nyquist 图、内建解释器、多参数优化、创建多层 PCB 和其他主题。

所有这些课题的细节没有包含在印刷版的快速启动手册中，而是作为电子出版物形式出现。可以在 TINA 的安装 CD 或者 www.tina.com 的网站文档区中获取 (www.tina.com/support.html)

* 注意：并非 TINA 9 的所有新功能都包括在 TINA-TI 中。(Id. Advanced Topics).

7.2 进阶主题列表

- 参数步进（参数扫描）
- DC 传输特性和参数扫描
- 相量图
- Nyquist 图
- 噪声分析
- 网络分析和 S 参数
- 符号分析
- 分析结果后处理
- 设计工具
- 优化
- 设计工具与优化比较
- 傅立叶级数和傅立叶频谱
- 解释器手册
- TINA PCB 设计手册

请经常访问我，如需获得最新版本，我们将不断地在此章中添加新的主题和示例们的网站www.tina.com。