

Multisim

原理图输入，仿真与可编程逻辑

入门指导

前言

祝贺您选择了 Multisim。我们有信心将数年来增加的超级设计功能交付给您。Electronics Workbench 是世界领先的电路设计工具供应商，我们的用户比其它任何的 EDA 开发商的用户都多。所以我们相信，您将对 Multisim 以及您可能选择的任何其它的 Electronics Workbench 产品所带来的价值感到满意。

文件惯例

当涉及到工具按钮时，相应的工具按钮出现在文字的左边。

虽然 multisim 的电路显示模式是彩色的，但本手册中以黑白模式显示电路。（您可以将此定制成您喜好的设置）



当您看到这样的图标时，所描述的功能只有特定的版本才有。用户可以购买相应的附加模块。

Multisim 用 **Menu/Item** 表示菜单命令。例如，**File/Open** 表示在 **File** 菜单中选择 **Open** 命令。本手册用箭头 (➤) 表示程序信息。

Multisim 文件系列

Multisim 文件包括“Multisim 入门指导”、“User Guide”和在线帮助。所有的用户都会收到这两本手册的 PDF 版本。用户还会收到所购买 Multisim 版本的印刷版手册。

入门指导

“入门指导”向您介绍 Multisim 界面，并指导您学习电路设计（circuit）、仿真（simulation）、分析（analysis）和报告（reporting）。

User Guide

“User Guide”详细介绍了 Multisim 的各项功能，它是基于电路设计层次进行组织的，详细地描述了 Multisim 的各个方面。

在线帮助

Multisim 提供在线帮助文件系统以支持您使用，选择 **Help/Multisim Manual** 可显示详细描述 Multisim 程序的文件，或者选择 **Help/Multisim Help** 显示包含参考资料（来自于印刷版的附录）的帮助文件，比如对 Multisim 所提供元器件的详细介绍。所有的帮助文件窗口都是标准窗口，并提供内容列表与索引。

Adobe PDF 文件

Multisim 光盘中提供“Getting Start and Tutorial”和“User Guide”的 PDF 文件，并且可从 Windows 的 **Start** 菜单进入。

授权协议

Please read this license carefully before installing and using the software contained in this package. By installing and using the software, you are agreeing to be bound by the terms of this license. If you do not agree to the terms of this license, simply return the unused software within thirty days to the place where you obtained it and your money will be refunded.

1. Copyright. The software in this package is copyright Interactive Image Technologies Ltd. (IIT). The software is licensed for use only on the terms set forth herein. You may use this soft-ware on any computer for which it is designed as long it is run in only one place at a time. You must pay for additional copies of the software if more than

one copy will be running at the same time on one or more computers. You may not rent, sell, lease, sub-license, time-share or loan the software to others. You may not transfer this license without the written permission of IIT. Failure to comply will result in the automatic termination of this license.

In addition to the above restrictions, the following conditions apply if you have paid for license(s) of a Multi-Station Version or Student Edition.

Multi-Station Version Only. This multi-station license allows you to install this software on a specified number of stations. Each station shall consist of only one computer with only one user. If your multi-station version is to be used in a network environment, each computer connected to that network from which this software will be run shall be considered one station. If your multi-station version is to be used in an environment where each computer is stand-alone, each computer shall be considered one station. The total number of stations your particular multi-station license is restricted to is _____.

2. Limited Warranty. IIT warrants that under normal use for a period of thirty (30) days from the date of delivery that: (a) the media on which the software is furnished will be free from defects in the material and workmanship; and (b) the software will operate substantially as described in the User's Guide (documentation). In order to make a claim under this warranty you must call IIT for authorization to return any defective item during the warranty period. If you return merchandise to IIT, you must insure the defective item being returned because IIT does not assume the risk of loss or damage while in transit.

Upon return of a defective item, IIT shall, upon verification of the defect or error, at IIT's option, either repair or replace the defective copy or refund the amount paid for the license. If IIT elects to provide a refund, upon the date you receive notice of such election, this license shall terminate and you must comply with the provisions set out below.

You must assume full responsibility for the selection of this software to achieve your intended purposes, for the proper installation and use of the software and for verifying the results obtained from use of the software. IIT does not warrant in any way that the functions contained in the software will meet your requirements, that the software is fit for any particular purpose or that the operations of the software will be uninterrupted and error-free.

3. Term. The License granted in this agreement is effective until termination. Your misuse shall automatically terminate this license if you breach any of its terms and conditions. Upon termination, you shall return all media containing the software and all documentation to IIT and destroy any copies of the software or any portions of it which have not been returned to IIT, including copies resident in computer memory.

4. Copies, Modification or Merger. You shall not copy or modify all or any portion of the software or documentation or merge it into another software program. Copies shall include, without limitation, any complete or partial duplications on any media, adaptations, translations, compilations, partial copies within modifications, mergers with other material from whatever source, and updated works. You shall use your best efforts to prevent any unauthorized copying of the software.

You shall not make any change or modification to any of the executable files, nor shall you reverse engineer, decompile or disassemble the software or any portion of it, or otherwise attempt to determine the underlying source code of the software or permit any such actions.

5. Disclaimer/Limitation of Liability. IIT expressly disclaims all other warranties, whether oral or written, express or implied, including without limitation warranties of merchantability or fitness for a particular purpose. All warranties shall terminate thirty days from date of delivery of the software to you.

Your exclusive remedy and IIT's entire liability arising from or in connection with the software, the software documentation, and/or this license (including without limitation for breach of warranty) shall be, at IIT's option, the repair or replacement of software diskettes or refund of license fee. In no event shall IIT's total liability for any damages, direct or indirect, in connection with the software, the software documentation, and/or this license exceed the license fees paid for your right to use this copy of the software, whether such liability arises from any claim based

upon contract, warrants, tort or otherwise. In no event shall IIT or its partners be liable for any loss of profit or any other commercial damage, including but not limited to special, incidental, consequential or other damages, resulting from or in any way connected with the use of this software and including but not limited to any damages resulting from the use of the software for any special or high-risk applications such as those relating to or involving nuclear designs, medical devices and other critical or potentially dangerous applications.

IIT specifically disclaims any other warranties, expressed or implied, including but not limited to the implied warranties of merchantability and fitness for a particular purpose.

Some jurisdictions do not allow the exclusion of implied warranties, so the above exclusion may not apply to you. In that event, any implied warranties are limited in duration to ninety (90) days from the date of delivery of the software.

This warranty gives you specific legal rights. You may have other rights, which vary from jurisdiction to jurisdiction.

No action for any breach of warranty shall be commenced more than one year following the expiration of such warranty.

6. General. You acknowledge that you have read this agreement, understand it and agree to be bound by its terms and conditions. You further agree that it is the complete and exclusive statement of the agreement between you and IIT and supersedes any proposal or prior agreement or any other communications between IIT and you relating to the use of the software.

If any provision of this Agreement is unenforceable, all others shall remain in effect. This Agreement shall be governed by the internal laws of the Province of Ontario and Canada, including Canadian copyright laws. The exclusive venue in the event of any suit, proceeding or claim brought by you, and at our option, any suit, proceeding or claim brought by IIT, shall be in the Courts located in Metropolitan Toronto, Ontario. If you have any questions regarding this Agreement, you may contact IIT by writing to us at the address set out below:

INTERACTIVE IMAGE TECHNOLOGIES LTD.

111 Peter Street, Suite 801 Toronto, Ontario M5V 2H1

Tel : (416) 977-5550 **Fax:** (416) 977-1818

e-mail: ewb@electronicsworkbench.com

Internet: www.electronicsworkbench.com

声明

Multisim™ and Electronics Workbench™ copyright©1989,1992-1999 Interactive Image Technologies Ltd. All right reserved.

Portions of this product are provided under license from:

- Green Mountain Computing System
- Metamor, Inc.

目 录

第一章 导论

- 1.1 关于本章
- 1.2 关于本手册
- 1.3 什么是 Multisim?
- 1.4 安装 Multisim
- 1.5 如何与我们联系
- 1.6 Multisim 界面导论
- 1.7 定制 Multisim 界面

第二章 建立电路

- 2.1 关于本章
- 2.2 导言
- 2.3 开始建立电路文件
- 2.4 在电路窗口中放置元件
- 2.5 给元件连线
- 2.6 给电路增加文本
- 2.7 结束

第三章 编辑元件

- 3.1 关于本章
- 3.2 元件编辑器入门
- 3.3 进入元件编辑器
- 3.4 开始编辑元件
- 3.5 结束

第四章 给电路增加仪表

- 4.1 关于本章
- 4.2 导言
- 4.3 增加并连接仪表
- 4.4 设置仪表
- 4.5 结束

第五章 仿真电路

- 5.1 关于本章
- 5.2 仿真电路
- 5.3 观察仿真结果
- 5.4 结束

第六章 分析电路

- 6.1 关于本章
- 6.2 分析
- 6.3 关于驰豫分析
- 6.4 运行分析
- 6.5 结束

第七章 使用 HDL

- 7.1 关于本章
- 7.2 关于 Multisim 中的 HDL
- 7.3 使用 VHDL 模型元件
- 7.4 仿真电路
- 7.5 窥视可编程逻辑综合
- 7.6 结束

第八章 产生报告

- 8.1 关于本章
- 8.2 导言
- 8.3 产生并打印 BOM
- 8.4 结束

第一章 导论

1.1 关于本章

本章向您介绍本手册与 Multisim，也介绍了如何安装 Multisim 以及如何安装 Multisim 附加模块的功能码。

1.2 关于本手册

本手册针对所有的 Multisim 用户，概括了 Multisim 的各项主要功能，指导读者逐步地建立一个基本电路，并进行仿真、分析以及产生报告。本手册所描述的大多数功能，各种版本的 Multisim 都具备。对于某些不是所有的 Multisim 版本都具备的功能，描述文字的左边用如下图标指明：



本手册假定读者已经熟悉了 Windows 应用，比如，知道如何选择菜单命令、用鼠标选择条目以及怎样选中/去选一个选项。如果不熟悉 Windows，请参考 Windows 的相关帮助文件。

1.3 什么是 Multisim?

Multisim 是一个完整的设计工具系统，提供了一个非常大的元件数据库，并提供原理图输入接口、全部的数模 Spice 仿真功能、VHDL/Verilog 设计接口与仿真功能、FPGA/CPLD 综合、RF 设计能力和后处理功能，还可以进行从原理图到 PCB 布线工具包（如：Electronics Workbench 的 Ultiboard）的无缝隙数据传输。它提供的单一易用的图形输入接口可以满足您的设计需求。Multisim 提供全部先进的设计功能，满足您从参数到产品的设计要求。因为程序将原理图输入、仿真和可编程逻辑紧密集成，您可以放心地进行设计工作，不必顾及不同供应商的应用程序之间传递数据时经常出现的问题。

1.4 安装 Multisim

1.4.1 单用户的安装

您收到的 Multisim 包装中的 CD-ROM 可以自行启动运行，按照如下步骤进行安装：

【注】为了成功安装，您可能需要大于 250MB 的硬盘空间，不同的版本所需要的硬盘空间不同。个人版的 Multisim 需要 100MB 空间。

➤安装 Multisim:

1. 如果您的 Multisim 版本提供了硬件锁，请将它插在计算机并口上（一般是 LPT1 口）。如果没收到硬件锁，无须进行此步。
2. 开始安装前请退出**所有的** Windows 应用程序。
3. 将光盘放入光驱，出现“Welcome”后，单击 **Next** 继续。
4. 阅读授权协议，单击 **Yes** 接受协议。如果不接受协议请单击 **No**，安装程序将终止。
5. 阅读出现的系统升级对话框，系统窗口文件需要此时升级。单击 **Next** 系统窗口文件的进行升级。
6. 程序再次提醒您关闭所有的 Windows 应用程序。单击 **Next** 重新启动计算机。计算机重新启动后将会使用升级的窗口文件。

【注】请不要取出光盘，一旦计算机重新启动，Multisim 会自动继续安装进程。您将会再次

看到“Welcome”和“License”，只需分别单击 **Next** 和 **Yes** 以继续安装。

7. 输入您的姓名、公司名称和与 Multisim 一同提供给您的 20 位的系列码。系列码在 Multisim 包装的背后。单击 **Next** 继续。
8. 如果您购买了附加模块，会收到 12 位的功能码。现在就输入第一个功能码。如果没有收到功能码，略去本步。单击 **Next** 继续进行。若输入了功能码并单击了 **Next**，将出现一新的输入框，继续输入其它的功能码即可。将所有的功能码输入完后，保持最后的输入框空白，单击 **Next** 继续。
【注】 功能码与系列码不同，只有购买了附加模块才能收到功能码。
9. 选择 Multisim 的安装位置。选择缺省位置或单击 **Browse** 选择另一位置，或输入文件夹名。单击 **Next** 继续。
10. 安装程序将依您所输入的名称建立程序文件夹。单击 **Next** 继续进行。Multisim 将完成安装。单击 **Cancel** 可以终止安装。Multisim 安装完毕后，可以选择是否安装 Adobe Acrobat Reader Version 4。阅读电子板手册时需要此软件，单击 **Next** 并根据指导进行安装。如果已经安装了此软件，单击 **Cancel**。

1.4.2 安装功能码

如果早先已经安装了 Multisim，后来又购买了可选的附加模块并得到了功能码，需要重新运行初始安装程序，这样将使您有机会输入功能码，程序将相应的功能打开。安装功能码时无须卸载已经安装的 Multisim。

- ▶ 安装功能码（假定已经安装了 Multisim）
 1. 如上所述，重新运行安装程序。
 2. 按照提示输入功能码，单击 **Next** 再次出现提示输入功能码的输入框。
 3. 输入您所购买的另一功能码，然后单击 **Next**。
 4. 继续输入功能码并单击 **Next**，直至输入所有的功能码。
 5. 输入完所有的功能码后，保持最后的输入框为空，单击 **Next**。

1.5 如何与我们联系

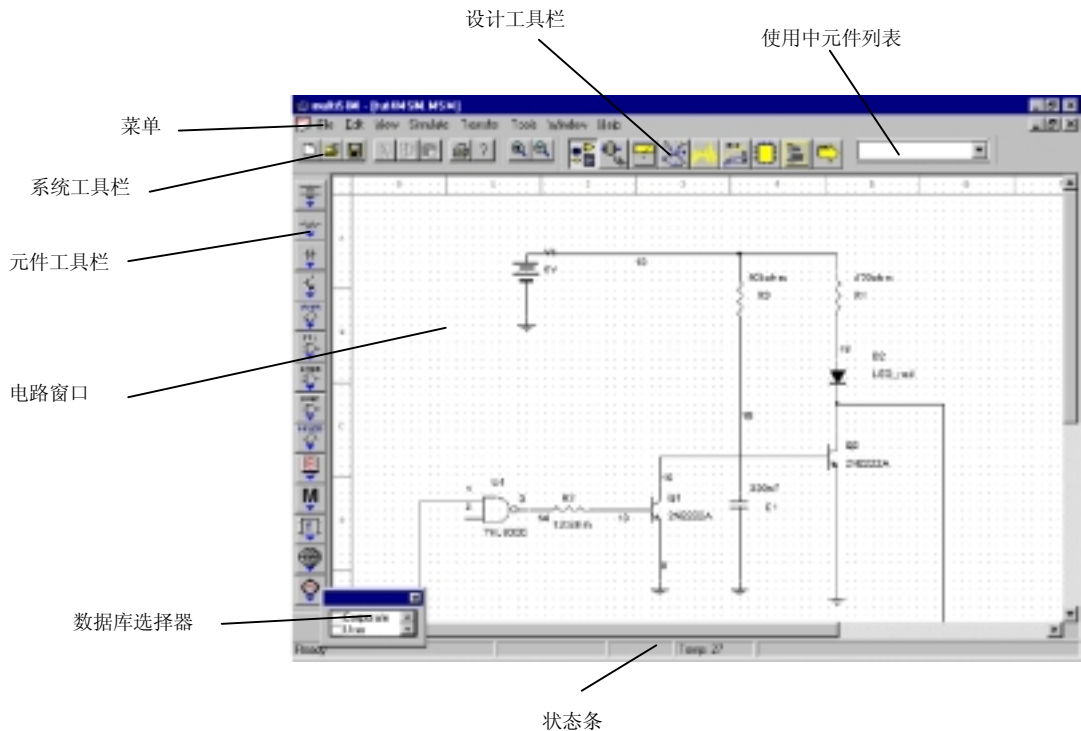
我们提供多种联系方法：

- Email: support@electronicsworkbench.com
- 传真：(416) 977-1818 Technical Support department.
- 浏览我们的网页： <http://www.electronicworkbench.com> .
- 电话：(416) 977-5550 ask for Sales or technical support.

1.6 Multisim 界面导论

1.6.1 基本元素

Multisim 用户界面包括如下基本元素：



【注】缺省状态下，电路窗口的背景是黑色的；但是基于本文的目的，我们使用了白色的背景。要改变背景色，请参阅“1.7.1 控制当前电路显示”。

与所有的 Windows 应用程序类似，可在菜单（**Menus**）中找到所有功能的命令。

系统工具栏（**system toolbar**）包含常用的基本功能按钮。

设计工具栏（**Multisim design Bar**）是 Multisim 的一个完整部分，下面将详细介绍。

使用中元件列表（**In Use**）列出了当前电路所使用的全部元件。

元件工具栏（**component toolbar**）包含元件箱按钮（**Parts Bin**），单击它可以打开元件族工具栏（此工具栏中包含每一元件族中所含的元件按钮，以元件符号区分）。

数据库选择器（**database selector**）允许确定哪一层次的数据库以元件工具栏的形式显示。

状态条（**status line**）显示有关当前操作以及鼠标所指条目的有用信息。

1.6.2 设计工具栏（Design Bar）

设计是 Multisim 的核心部分，使您能容易地运行程序所提供的各种复杂功能。设计工具栏指导您安步就班地进行电路的建立、仿真、分析并最终输出设计数据。虽然菜单中可以执行设计功能，但本手册将使用方便易用的设计工具栏进行电路设计。



元件设计按钮（**Component**）缺省显示，因为进行电路设计的第一个逻辑步骤是往电路窗口中放置元件。



元件编辑器按钮（**Component Editor**）用以调整或增加元件。



仪表按钮 (**Instruments**) 用以给电路添加仪表或观察仿真结果。



仿真按钮 (**Simulate**) 用以开始、暂停或结束电路仿真。



分析按钮 (**Analysis**) 用以选择要进行的分析。



后分析器按钮 (**Postprocessor**) 用以进行对仿真结果的进一步操作。



VHDL/Verilog 按钮用以使用 VHDL 模型进行设计 (不是所有的版本都具备)。



报告按钮 (**Reports**) 用以打印有关电路的报告 (材料清单, 元件列表和元件细节)。



传输按钮 (**Transfer**) 用以与其它程序通讯, 比如与 Ultiboard 通讯。也可以将仿真结果输出到像 MathCAD 和 Excel 这样的应用程序。

本手册讲述了利用这些工具按钮建立电路、仿真电路的基本用法, 有关细节请参考 Multisim User Guide。

1.7 定制 Multisim 界面

您可以定制 Multisim 界面的各个方面, 包括工具栏、电路颜色、页尺寸、聚焦倍数、自动存储时间、符号系统 (ANSI 或 DIN) 和打印设置。定制设置与电路文件一起保存, 所以可以将不同的电路定制成不同的颜色。也可以重载不同的个例 (比如将一特殊的元件由红色变为橙色) 或整个电路。

改变当前电路的设置, 一般右击电路窗口选择弹出式菜单。

用户喜好设置 (用 **Edit/User Preference** 进行设置) 组成了所有后续电路的缺省设置, 但是不影响当前电路。缺省情况下, 任何新建电路使用当前的用户喜好设置。例如, 如果当前电路显示了元件标号, 用 **File/New** 建立的新电路将显示元件标号。

1.7.1 控制当前显示方式

可以控制当前电路和元件的显示方式, 以及细节层次。

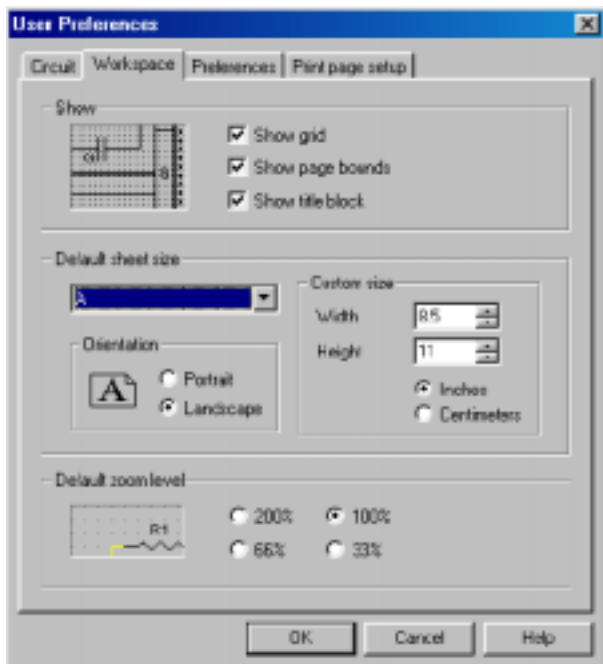
- 控制当前电路的显示方式。右击电路窗口选择弹出式菜单:
 - 显示格点 **Grid Visible** (toggles on and off)
 - 显示标题栏与边界 **Show Title and Border** (toggles on and off)
 - 颜色 **Color** (可以选择电路窗口中不同元素的颜色)
 - 显示 **Show** (显示元件及相关元素的细节情况)

试用这些选项进行操作。

17.2 设置缺省的用户喜好

新建立的电路使用缺省设置。用用户喜好进行缺省设置, 它影响后续电路, 但不影响当前电路。

- 选择 **Edit/User Preference** 进行缺省设置, 下面是用户喜好对话框:



选择希望的标签，例如，要对元件标志和颜色进行设置，单击 **Circuit** 标签。要设置格点、标题栏和页边界是否显示，单击 **Workspace** 标签。请练习这些选项，记住，只有建立了新的电路后才会看到结果。

1.7.3 其它定制选项

可以通过对下列条目的显示或隐藏、拖动和重定尺寸来定制界面：

- 系统工具栏 system toolbar
- 聚焦工具按钮 Zoom toolbar
- 设计工具栏 Design Bar
- 使用中列表 “in use” list
- 数据库选择器 database selector

这些更改对目前所有的电路都有效。下一次打开电路时，被移动和重定尺寸的条目将保持这个位置和尺寸。

最后，可以用 **View** 菜单显示或隐藏各个元素。

第二章 建立电路

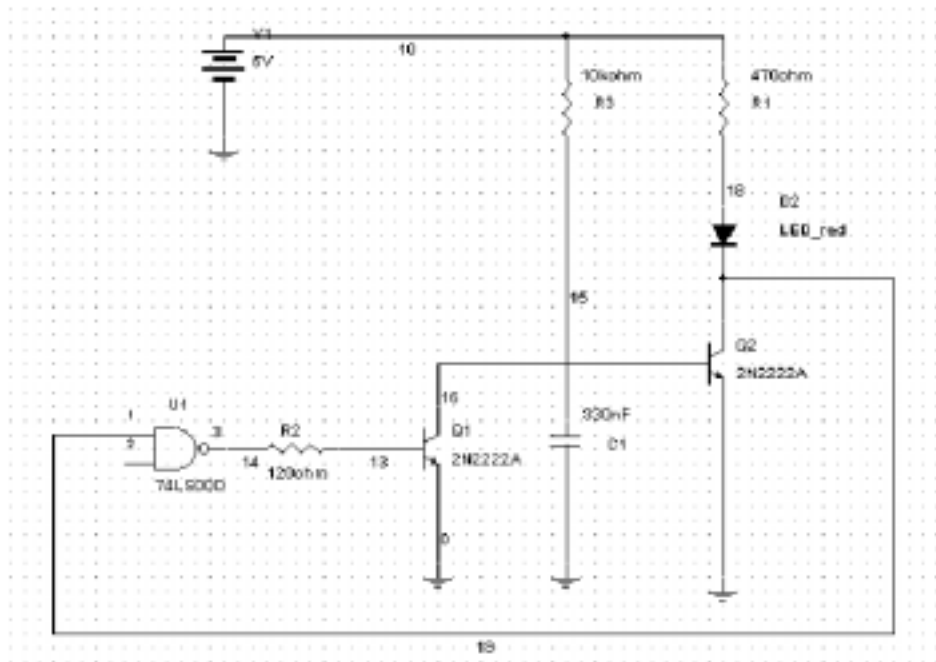
2.1 关于本章

本章将介绍如何放置元件，如何为元件连线。本手册的其它章节将用到本章建立的这个电路。

2.2 引言

本手册引导您建立并仿真一个简单的电路。第一步是选择要使用的元件，放置在电路窗口中希望的位置上，选择希望的方向，连接元件，以及进行其它的设计准备。

要建立的是一个简单的二极管闪烁电路。完成本章中各个步骤后，得到如下电路：



此电路建立过程中各个步骤的电路文件与 Multisim 一同交付。本手册指导您如何建立此电路。但是如果有必要，您也可以打开不同步骤的电路文件作参考。

2.3 开始建立电路文件

要开始建立电路文件，只需运行 Multisim。它会自动打开一个空白的电路文件。电路的颜色、尺寸和显示模式基于以前的用户喜好设置。可以象 1.7 所描述的那样，用弹出式菜单根据需要改变设置，也可以参考 Multisim User Guide。

2.4 往电路窗口中放置元件

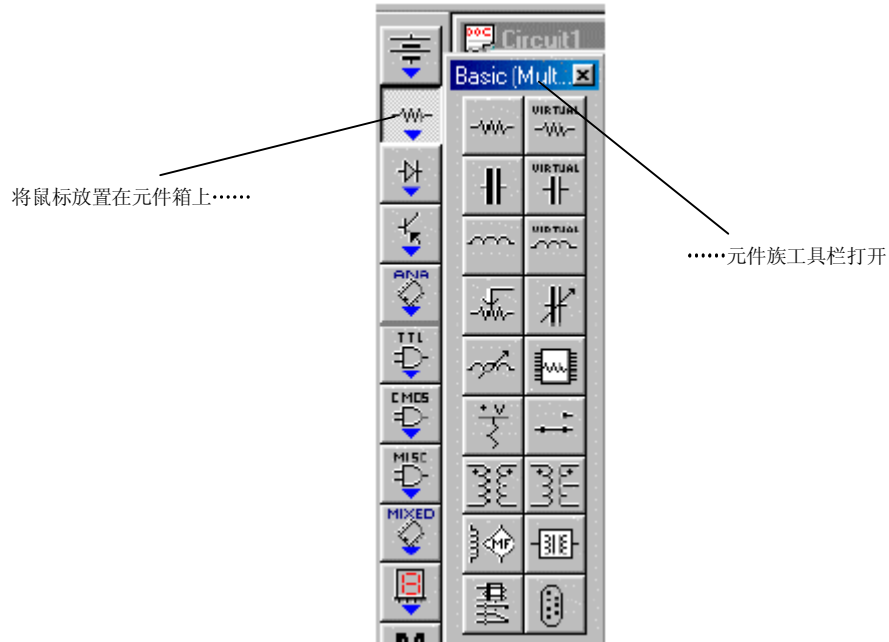


现在可以往电路窗口中放置元件了。如 Multisim User Guide 所介绍的那样，Multisim 提供三个层次的元件数据库（Multisim 主数据库“Multisim Master”、用户数据库“User”，有些版本有合作/项目数据库“corporate/project(corp/proj)”。因为本手册只是指导性的，我们只关注与 Multisim 一同交付给您的“Multisim”层次的主数据库。欲了解其它层次的元件数据库，请参考 Multisim User Guide。

2.4.1 关于元件工具栏



元件工具栏是缺省可见的，如果不可见，请单击设计工具栏的 **Component** 按钮。
元件被分成逻辑组或元件箱，每一元件箱用工具栏中的一个按钮表示。将鼠标指向元件箱，元件族工具栏打开，其中包含代表各族元件的按钮。
例如：



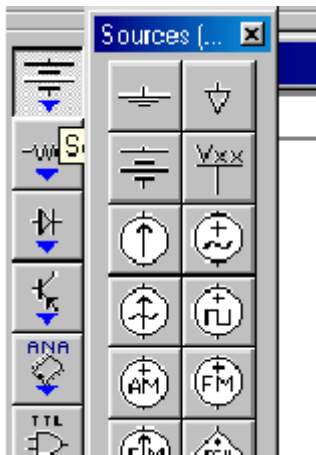
2.4.2 放置元件

本节讲述如何利用元件工具栏放置元件，这是放置元件的一般方法。如 *Multisim User Guide* 中所介绍的，也可以用 **Edit/Place Component** 放置元件，当不知道要放置的元件包含在哪个元件箱中时这种方法很有用。

2.4.2.1 放置第一个元件

第一步：放置电源

- 放置第一个元件（一个 5V 电源）。
 1. 将鼠标指向电源工具按钮（或单击该按钮），电源族工具栏显示：

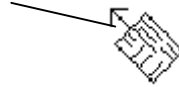


【要点】在按钮上移动鼠标会显示按钮所代表的元件族的名称。

- 单击直流电压源按钮，鼠标指示已为放置元件做好准备。



鼠标所指即为元件左上角位置，使您可以将元件容易地放置在希望的位置上



- 将鼠标移到要放置元件的左上角位置，利用页边界可以精确地确定位置，单击鼠标，电源出现在电路窗口中：



【注】可以隐藏元件周围的描述性文本。右击鼠标，从弹出式菜单中选择 **Show**。

第二步：改变电源值

电源的缺省值是 12V，可以容易地将电压改为我们需要地 5V。

➤ 改变电源值：

- 双击电源出现电源特性对话框，电源值标签（Value tab）显示如下：



【注】关于电源特性对话框的其它标签，参考 Multisim User Guide。

- 将 5 改为 12，单击 **OK**。

值的改变只对虚拟（Virtual）元件有效，虚拟元件不是真实的，也就是说您不可能从供应商那里买到。虚拟元件包括所有的电源和虚拟电阻/电容/电感，以及大量的用来提供理论对象的真

实元件，如理想的运算放大器等。

Multisim 用两种方法处理虚拟元件，与处理真实元件稍有不同。首先，虚拟元件与真实元件的缺省颜色不同，这样会提醒您这些元件不是真实的，不会输出到 PCB 布线软件。下一步放置电阻时将会看到这种差别。第二，放置虚拟元件时不是从浏览器中选择的，因为可以任意设置元件值。

2.4.2.2 放置下一个元件

第一步：放置电阻

➤ 放置第一个电阻：

1. 放置鼠标于基本元件工具箱上，在出现的工具栏中单击电阻按钮，出现电阻浏览器：



出现这个浏览器的原因是由于电阻族中包含很多真实元件，也就是您可以买到的元件。它显示了主数据库中所有可能得到的电阻。

【注】放置直流电源时不出现浏览器，因为直流电源中只有虚拟元件。

2. 滚动 **Component List** 找到 470ohm 的电阻。

【要点】输入头几个数字可以快速滚动 **Component List**，比如输入 470 后，浏览器会滚动到相应的区域。

3. 选择 470ohm 电阻，然后单击 **OK**。鼠标出现在电路窗口中。

4. 将鼠标移动到 A5 位置，单击鼠标放置元件。

注意电阻的颜色与电源不同，提醒您它是实际的元件（可以输出到 PCB 布线软件）。

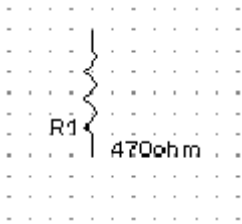
第二步：旋转电阻

为了连线方便，需要旋转电阻。

➤ 旋转电阻：

1. 右击电阻，出现弹出式菜单。

2. 选择菜单中的 **90CounterCW** 命令，结果如下：



3. 如果需要，可以移动元件的标号，特别是在对电阻进行了数次旋转后，您又不喜欢标号的显示方式时。例如，您要移动元件的参考 ID，只需单击并拖动它即可，或者利用键盘上的箭头键，标号每次移动一个格点。

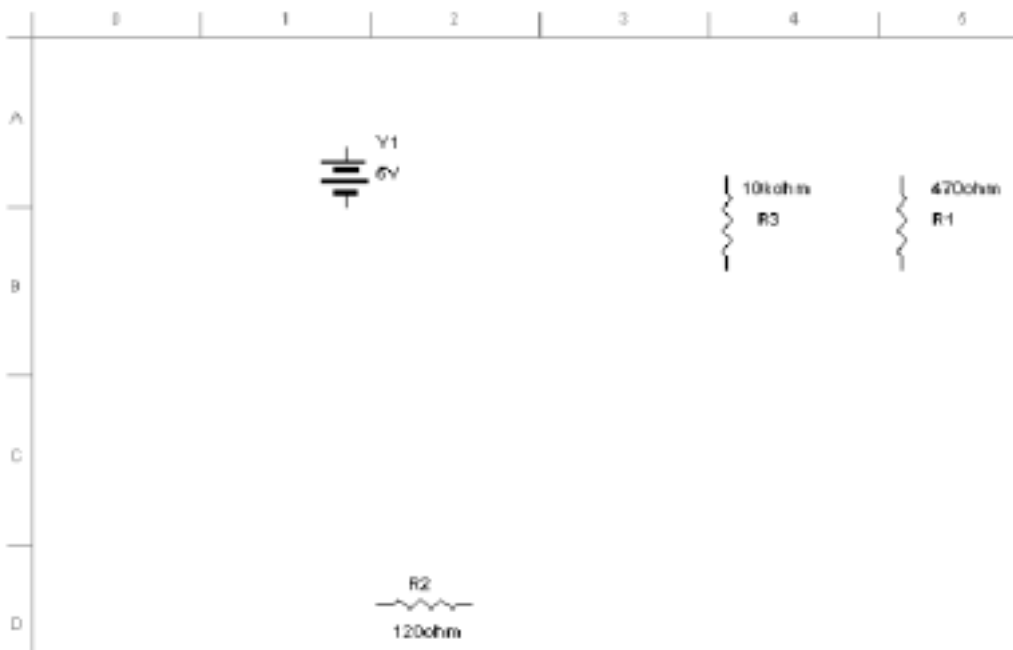
第三步：增加其它电阻

本电路需要两个电阻，分别是 120ohm 和 470ohm。

要添加电阻：

1. 按照以上步骤在 D 行、2 列的位置添加加一个 120ohm 的电阻，请注意此电阻的参考 ID 是“R2”，表示它是第二个放置的电阻。
2. 放置第三个电阻：470ohm 的电阻（可以用“**In Use**”列表），将此电阻放置在 4B 位置。稍微看一下设计工具栏右边的“**In Use**”列表。它列出了迄今为止放置的所有的元件，单击列表中的元件可以容易地重用此元件。

结果如下：



如果需要可以容易地将已放置的元件移动到希望的位置。单击选中元件（确定选定的是元件不是标号），用鼠标拖动或用箭头键每次移动一步。

第四步：存储文件

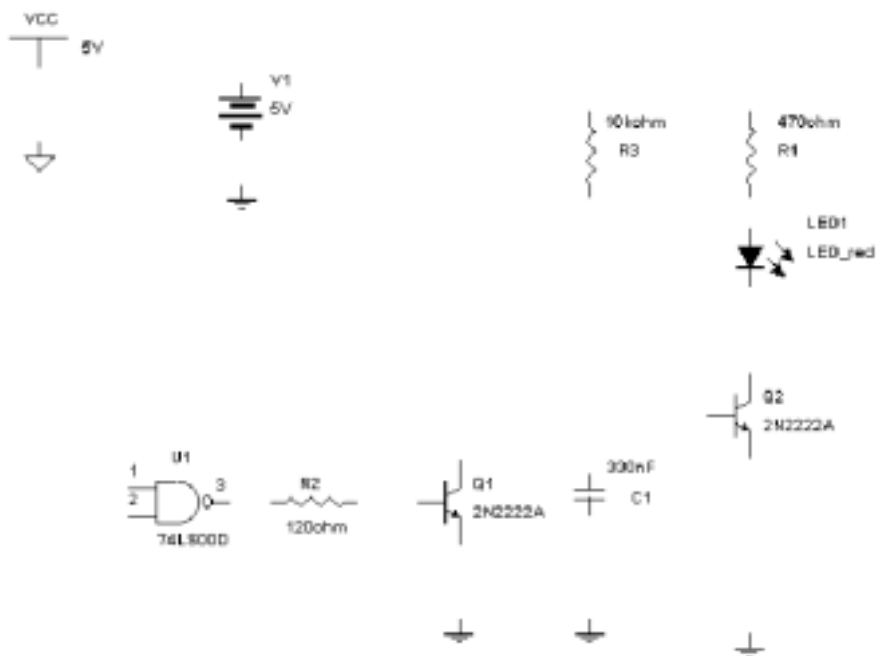
- 选择 **File/Save As** 菜单命令，给出存储位置与文件名。

2.4.2.3 放置其它元件

1. 按照以上步骤将下列元件放置在 2.2 节图中所指位置。

- 一个红色的 LED（取自于 Diodes 族）放置在 R1 的正下方。
- 一个 74LS00D（取自于 TTL 族）在 D1 位置。由于此元件有四个门，所以程序将提示您确定使用哪个门。四个门相同，可任选一个。
- 一个 2N2222A 双极型 NPN 三极管（取自于三极管族），放置在 R2 的右方。
- 另一个 2N2222A 双极型 NPN 三极管放置在 LED 正下方（拷贝并粘贴前边的三极管到新位置即可）。
- 一个 330nf 的电容（取自于基本元件族），放置在第一个三极管的右方，并沿顺时针方向旋转（如果需要，旋转后可以移动标号）。
- 接地（取自于电源族），放置在 V1、Q1、Q2 和 C1 的下方。电路中可以用多个地，本手册中用一个地连接多个元件。
- 一个 5V 的电源 VCC（取自于电源族），放置在电路窗口的左上角；一个数字地（取自于电源族）放置在 VCC 下方。

结果如下：



【要点】选中元件后用箭头键可以快速地沿直线移动元件，将元件排成一条直线便于连线。

2. 选择 **File/Save** 存储文件。

2.5 改变单个元件和节点的标号和颜色

可以改变 Multisim 赋予元件的标号与颜色。

➤ 改变任一个元件的标号：

1. 双击元件出现元件特性对话框。
2. 单击标号 Label 标签，输入或调整标号（由字母与数字组成，不得含有特殊字符和空格）。
3. 单击 **Cancel** 取消改变。单击 **OK** 存储改变。

➤ 改变任一个元件的颜色，右击元件出现弹出式菜单，选择 **CoLor** 命令，从出现的对话框中选择合适的颜色。

【要点】改变任一个元件的颜色与改变当前电路或用户喜欢的颜色设置不同。

2.6 给元件连线

既然放置了元件，就要给元件连线。Multisim 有自动与手工两种连线方法。自动连线为 Multisim 特有，选择管脚间最好的路径自动为您完成连线，它可以避免连线通过元件和连线重叠；手工连线要求用户控制连线路径。可以将自动连线与手工连线结合使用，比如，开始用手工连线，然后让 Multisim 自动地完成连线。

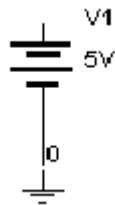
对于本电路，大多数连线用自动连线完成。您可以对本章中所建立的电路进行连线，也可以打开 Tutorial 文件夹中的 tut1.msm 进行连线，这个电路中元件已放置在合适的位置上。

2.6.1 自动连线

我们将开始为 V1 和地连线。

►开始自动连线：

1. 单击 V1 下边的管脚。
2. 单击接地上边的管脚。两个元件就自动完成了连线。结果如下：

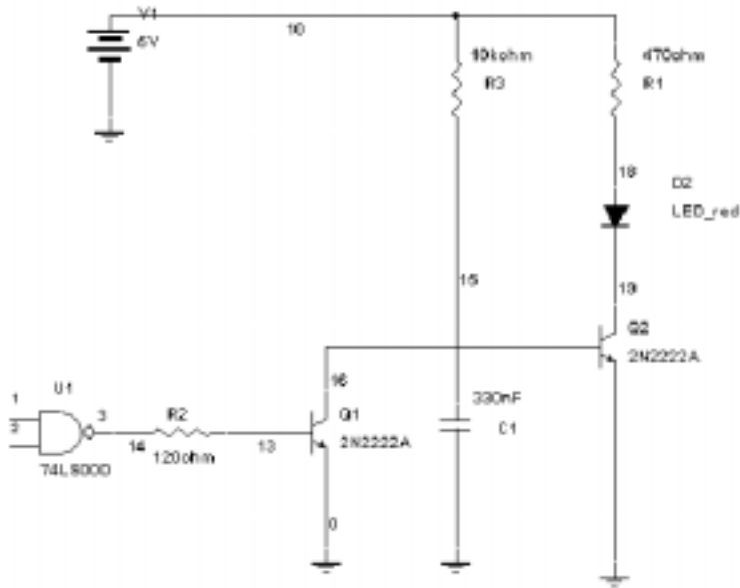


【注】连线缺省为红色。要改变颜色缺省值，右击电路窗口，选择弹出式菜单的 **Color** 命令。要改变单个连线的颜色，单击此连线，选择弹出式菜单中的 **Color** 命令。

3. 用自动连线完成下列连接：

- V1 到 R1。
- R1 到 LED。
- LED 到 Q2 的集电极。
- Q2 和 Q1 的发射极。
- C1 到地。
- Q1 的基极到 R2。
- R3 到 U3 的第三脚（输出）。
- R3 到 C1。
- U1 的第一脚到第二脚。
- R3 到 V1 和 R1 的连线（节点 1）。先单击 R3 管脚然后单击连线，程序自动在连接点上增加节点。
- Q2 的基极和 Q1 的集电极。

结果如下：

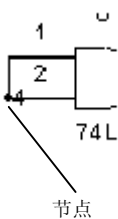


- 按 ESC 结束自动连线。
- 要删除连线，右击连线从弹出式菜单中选择 **Delete** 或按 DELETE 键。

2.6.2 手工连线

现在要将 U1 的输入连接到 LED 与 Q2 之间的连线，使用手工连线可以精确地控制路径。Multisim 防止将两根连线连接到同一管脚，这样可以避免连线错误。我们现在从 U1 的 1 脚与 2 脚间的连线开始进行，而不是从 1 脚或 2 脚开始，从连线中间开始连线需要在连线上增加节点。

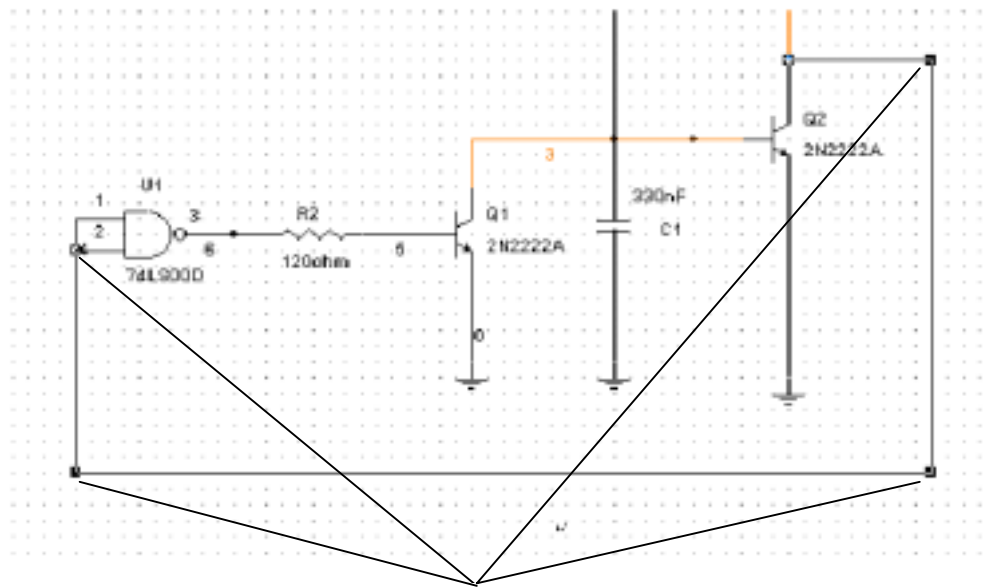
- 增加节点：
 1. 选择 **Edit/Place Junction** 菜单命令，鼠标指示已经做好放置节点准备。
 2. 单击 U1 输入间的连线放置节点。
 3. 出现节点特性对话框，保持节点特性为缺省状态，单击 **OK**。
 4. 节点出现在连线上，如下图所示：



下面要按照需要的路径进行连线，显示格点可以帮助确定连线的位置。

- 右击电路窗口，从弹出式菜单中选择 **Grid Visible** 命令以显示格点。这时已经为手工连线做好准备。
- 进行手工连续。
 1. 单击刚才放置在 U1 输入端的节点。
 2. 向元件的下方拖动连线，连线的位置是“固定的”。
 3. 拖动连续至元件下方几个格点的位置，再次单击。
 4. 向上拖动连线到 LED1 和 Q2 间连线的对面，再次单击。
 5. 拖动连线至 LED1 与 Q2 间的连线上，再次单击。

结果如下图：



鼠标曾在此单击

小方块（“拖动点”）指明了曾单击鼠标的位置，单击拖动点并拖动线段可以调整连线的形状，操作前请先储存文件。

选中连线后可以增加拖动点：按住 CTRL 键然后单击要增加拖动点的连线。

- 按住 CTRL 键然后单击拖动点可以删除它。

2.7 为电路增加文本

Multisim 允许增加标题栏和文本来注释电路。

- 增加标题栏。选择 **Edit/Set Title Block**，输入标题文本单击 OK，标题栏出现在电路窗口的右下角。
- 增加文本：
 1. 选择 **Edit/Place Text**。
 2. 单击电路窗口，出现文本框。
 3. 输入文本---比如 “My tutorial circuit”。
 4. 单击要放置文本的位置。
- 要删除文本，右击文本框然后从弹出式菜单中选择 **Delete** 命令，或者按 DELETE 键。
- 要改变文本的颜色，右击文本框然后从弹出式菜单中选择 **Color** 命令，选择合适的颜色。
- 要编辑文本，单击文本框编辑文本，单击文本框以外任一处结束编辑。
- 移动文本框，单击并拖动文本框到新位置即可。

2.8 结束

您现在学习了如何往电路窗口中放置元件，以及如何给元件连线，也看到了一些有关窗口式样的选择。在给电路增加仪表之前，下章中我们要研究一下功能强大的元件编辑器。

第三章 编辑元件

3.1 关于本章

本章向您简要介绍元件编辑器的各种功能，向您说明如何进入元件编辑器和如何在各标签间转换。但是由于元件编辑器的功能强大、操作复杂，关于用元件编辑器完成特殊任务的讲解不在本手册范围内，要了解元件编辑器的详细使用方法，请参考 **Multisim User Guide**。

3.2 元件编辑器入门

用元件编辑器可以调整 **Multisim** 数据库中的所有元件。比如，如果原来的元件有了新封装形式（原来的直插式变成了表面贴装式），可以容易地拷贝原来的元件信息，只改变封装形式，从而产生一个新的元件。

用元件编辑器可以产生您自己的元件（将它放入数据库）、从其它来源载入元件或删除数据库中的元件。数据库中的元件由四类信息定义，从各自的标签进入：

- 一般信息（像名称、描述、制造商、图标、所属族和电特性）
- 符号（原理图中元件的图形表述）
- 模型（仿真时代表元件实际**操作/行为**的信息）——只对要仿真的元件是必须的。
- 管脚图（将包含此元件的原理图输出到 **PCB** 布线软件（如 **Ultiboard**）时需要的封装信息）

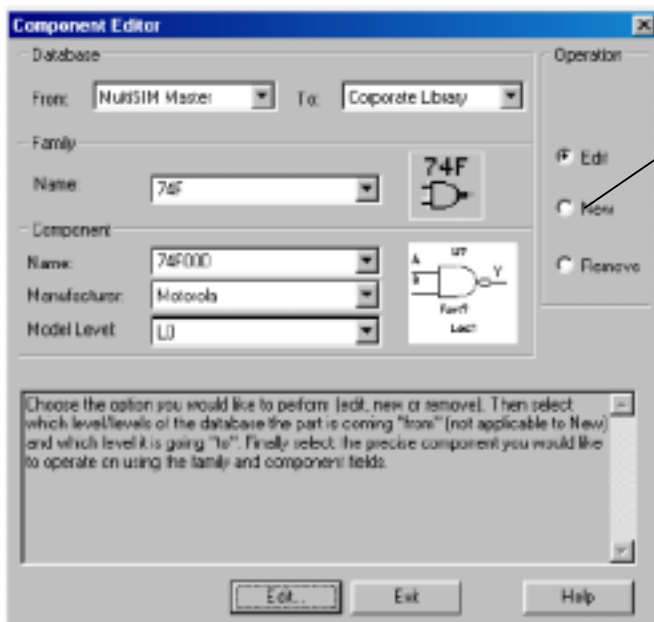
3.3 进入元件编辑器

➤ 可按以下任意一种方法进入元件编辑器：



1. 单击设计工具栏中的 **Component Editor** 按钮。
2. 选择 **Tool/Component Editor**，出现元件编辑器对话框。

【注】编辑已经存在的元件比从开始产生元件要容易的多。



选择要进行的操作：编辑、产生或删除元件。

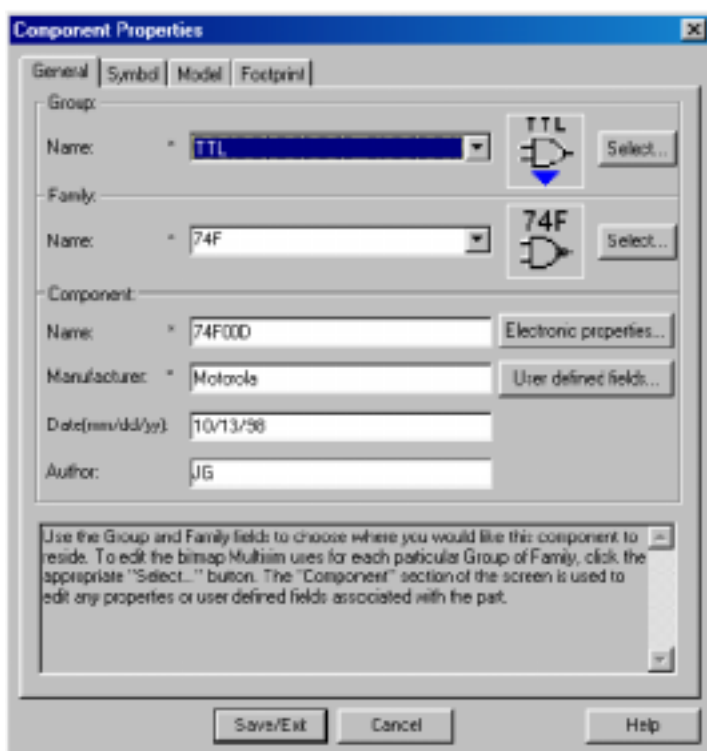
3.4 开始编辑元件

第一步是选择要编辑的元件。

➤ 编辑一个已存在的元件：

1. 在 **Operation** 选项下选择 **Edit**。
- 2 在 **From** 列表中选择包含要编辑元件的数据库，典型的是主数据库 “Multisim master”。
3. 在 **To** 列表中选择要保存元件的数据库。您会发现此列表中没有主数据库，因为主数据库是不能改变的。
4. 在 **Family** 区域的 **Name** 列表中选择包含要编辑元件的族。相对应地，**Component** 区域的 **Name** 列表就会显示此族中的元件列表。
5. 从 **Component** 列表中选择要编辑的元件。
6. 如果需要，选择制造商 **Manufacturer** 和模型 **Model**（当存在多个制造商或模型时）。
7. 单击 **Edit** 继续（按 **Exit** 取消）。

包含四个标签的元件特性对话框显示如下：



这些标签与要编辑的信息类型对应。为了看到元件编辑器的作用，需要实际调整符号、模型或管脚图。这些操作过程超过了本手册的范围，有关各标签的详细用法，请参考 Multisim User guide。

3.5 结束

介绍了元件编辑器后，下章将介绍如何往电路中添加仪表。

第四章 给电路增加仪表

4.1 关于本章

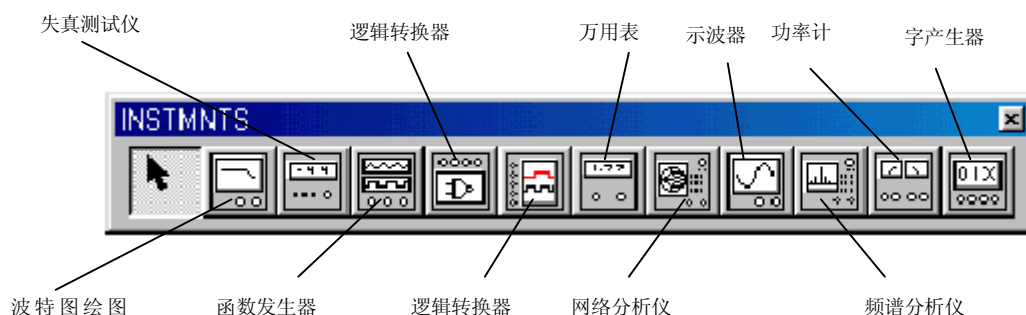
本章将概述 Multisim 的仪表功能，并按步骤指导您给电路添加仪表。Multisim 提供多种虚拟仪表，本章只介绍示波器，其它仪表请参阅 Multisim User Guide。

4.2 导言

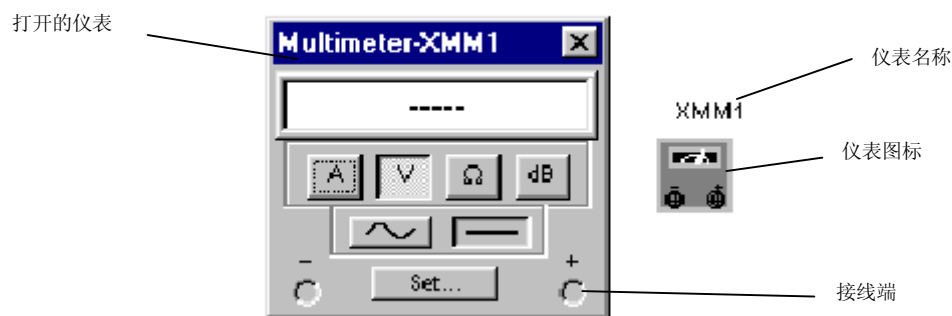
Multisim 提供一系列虚拟仪表，您要用这些仪表测试电路的行为。这些仪表的使用和读数与真实的仪表相同，感觉就像实验室中使用的仪器。使用虚拟仪表显示仿真结果是检测电路行为为最好、最简便的方法。



单击设计工具栏中的 **Instruments** 按钮进入仪表功能。单击此按钮后会出现仪表工具栏，每一个按钮代表一种仪表。



虚拟仪表有两种视图：连接于电路的仪表图标；打开的仪表（可以设置仪表的控制和显示选项）。



4.3 增加与连接仪表

为了指导您使用，我们给电路增加一示波器。可以使用前边已经建立的电路，或打开 Tutorial 文件夹中的 tut2.msm 电路文件。

第一步：增加示波器

➤增加示波器:



1. 单击设计工具栏的 **Instruments** 按钮，出现仪表工具栏。



2. 单击示波器按钮，鼠标显示表明已经准备好放置仪表。

3. 移动鼠标至电路窗口的右侧，然后单击鼠标。

4. 示波器图标出现在电路窗口中。

5. 现在需要给仪表连线了。

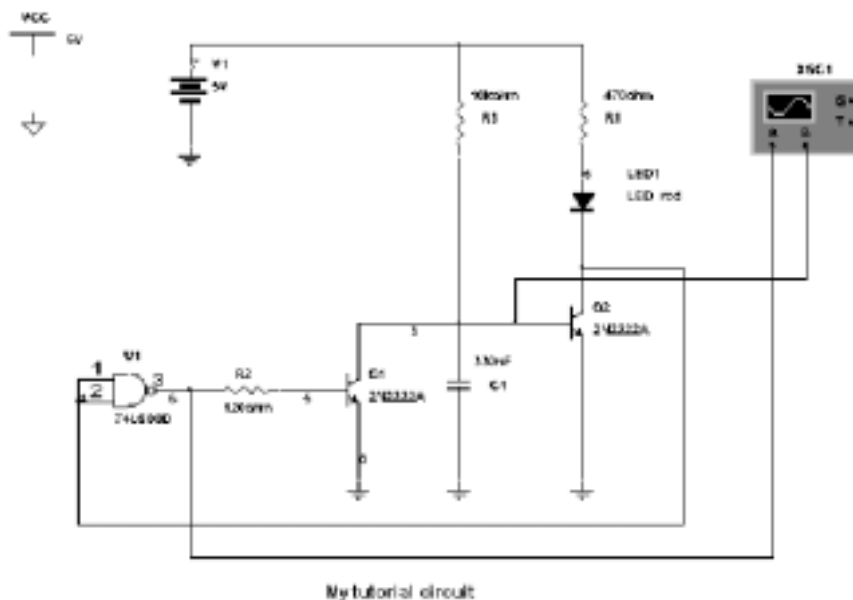
第二步：给示波器连线

➤给示波器连线

1. 单击示波器的 A 通道图标，拖动连线到 U1 与 R2 间的节点上。

2. 单击 B 通道图标，拖动连线到 Q2 与 C1 间的连线上。

电路结果应该像这样：

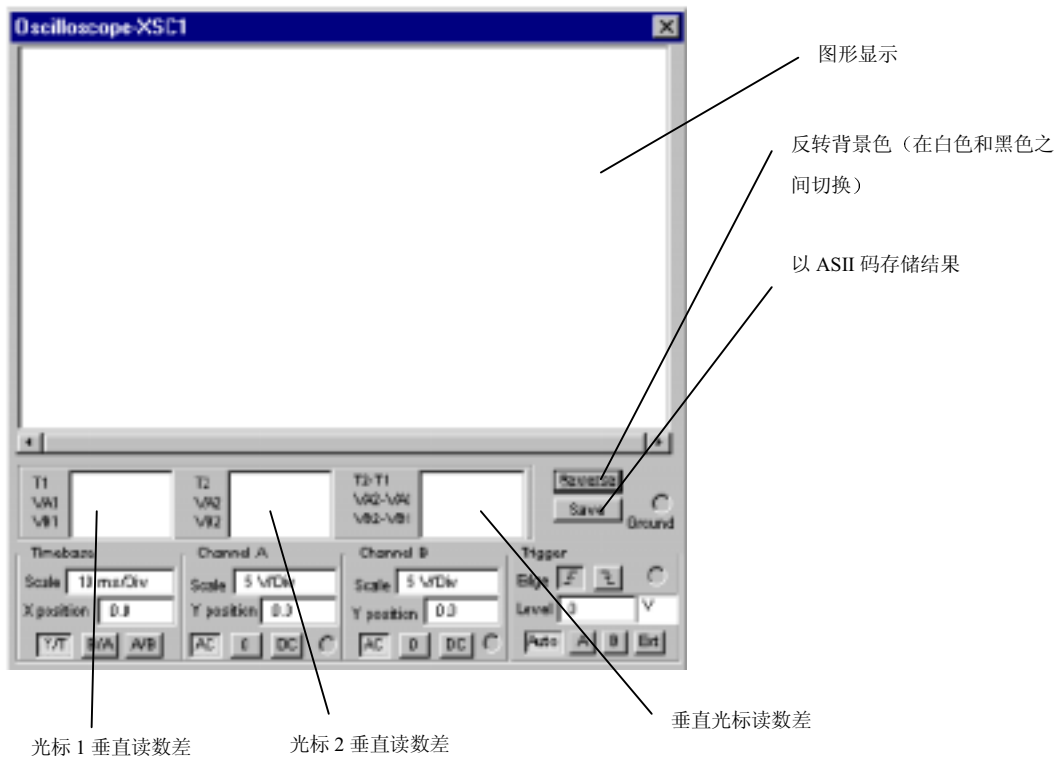


下章仿真时您会看到您结果。

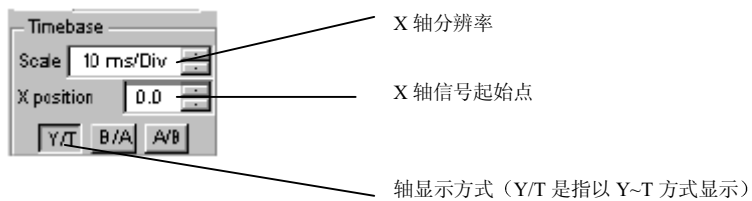
4.4 设置仪表

每种虚拟仪表都包含一系列可选设置来控制它的样式。

➤ 要打开示波器，双击示波器图标，显示如下：



选择 Y/T 时，时基 (Timebase) 控制示波器水平轴 (x 轴) 的幅度。

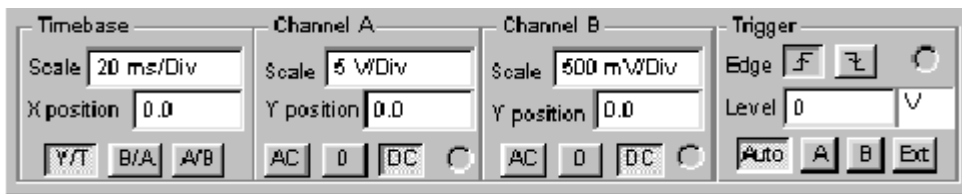


为了得到稳定的读数，时基设置应与频率成反比---频率越高时基越低。

► 设置本电路的时基：

- 为了很好地显示频率，将时基幅度设置 (应该选择 Y/T) 为 $20\mu\text{s}/\text{Div}$ 。
- A 通道幅度设置为 $5\text{V}/\text{Div}$ ，单击 DC。
- B 通道幅度设置为 $500\text{ mV}/\text{Div}$ ，单击 DC。

结果如下：



4.5 结束

本章中放置并正确地设置了示波器，下章就可以观察示波器的显示结果了。

第五章 仿真电路

5.1 关于本章

本章描述怎样进行电路仿真和在示波器上观察仿真结果。

虽然 Multisim 提供多种仿真,包括 SPICE、VHDL、Verilog,以及混合仿真,但本章只介绍 SPICE 仿真。第七章引入 SPICE 与 VHDL 或 Verilog 的混合仿真。Multisim User Guide 中讲解了如何用 VHDL 和 Verilog 编写可编程器件或制作复杂数字芯片的模型。

5.2 仿真电路

已经为仿真电路做好准备。

可以使用前边已经建立的电路,或打开 Tutorial 文件夹中的 tut3.msm 电路文件(此电路中所有的元件、连线与仪表均已正确连接并设置好)。

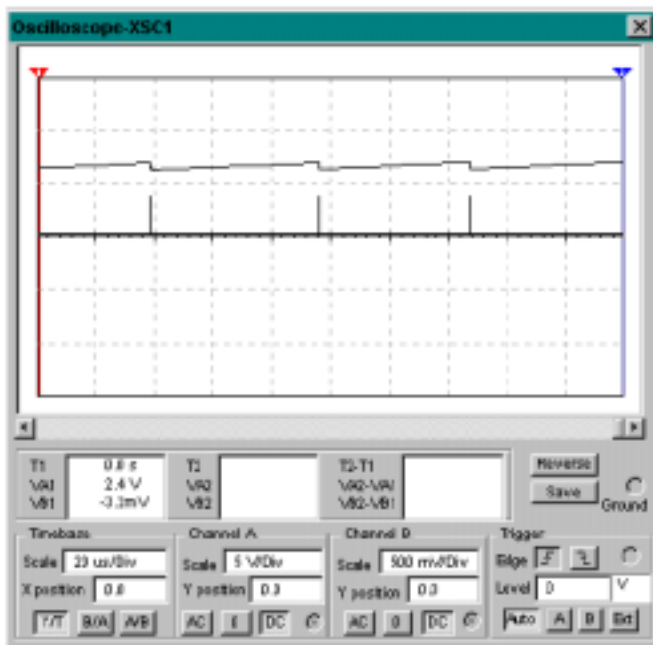


- 要仿真电路,单击设计工具栏中的 **Simulate** 按钮,或选择弹出式菜单中的 **Run/Stop** 命令。

5.3 观察仿真结果

仿真开始了,但我们需要观察仿真结果。最好的方法是用前边增加到电路中的示波器进行观察。

- 从示波器中观察结果。如果仪表不处于“打开”状态,可以双击图标“打开”仪它。如果您按前边的介绍正确地设置了示波器,立即就看到如下结果:



注意,电路中的 LED 在闪烁(此功能为 Multisim 独有),反映了仿真过程中电路的行为。

下面停止电路仿真。

- 要停止仿真,单击设计工具栏中的 **Simulate** 按钮,或选择弹出式菜单中的 **Run/Stop** 命令。

【注】如果您的结果与上图示波器显示结果不同,可能是仪表的采样率造成的。要使波形稳定下来,选择 **Simulate/Default Instrument Setting**,单击 **Maximum Time Step (TMAX)**,

在提供的空格中输入 $1e-4$ ，然后单击 **Accept**。

5.4 结束

您已经学习了仿真电路，并在示波器上显示仿真结果。下章将学习如何分析电路，以及如何观察分析结果。

第六章 分析电路

6.1 关于本章

本章概括介绍了分析电路的基本内容，和如何对您建立的电路进行分析。

6.2 分析

Multisim 提供多种不同的分析类型，对每一种都提供入门式的在线帮助指导您使用。

进行分析时，如果没有特殊设置或要储存数据供后分析用，分析结果会在 Multisim 绘图器中以图表的形式显示。

单击设计工具栏的 Analysis 按钮选择分析种类，大多数的分析对话框有多个标签，包括：



- 分析参数标签，用来设置这个特殊分析的参数
- 输出参数标签，确定分析的节点和结果要做什么
- 杂项选项标签，选择图表的标题等
- 概要标签，可以统一观察本分析所有设置

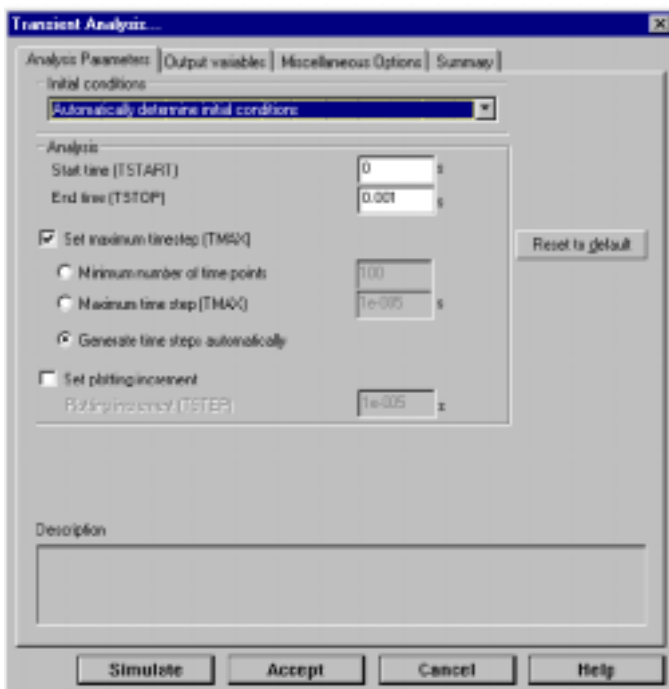
6.3 关于驰豫分析

Multisim User Guide 中详细介绍了每种分析，包括 Multisim 分析所用的理论，这只是为了文章完整，您不一定要理解这些信息。

驰豫分析，也称时域驰豫分析，以时间为变量计算电路的响应。每个输入周期分成若干间隔，周期中的每个时间点执行直流分析，节点电压波形的解由整个周期中每一时间点的电压值确定。

6.4 运行分析

- 初始化分析。单击 **Analysis** 按钮，从弹出式菜单中选择 **Transient Analysis**，出现驰豫分析对话框，有四个标签。



杂项标签提供您更大的灵活性，但不是必须的。用此标签设置分析结果的标题，检查电路是否有效，以及设置常规的分析选项。

概要标签提供所有设置的快速浏览。虽然它不是必须的，但当设置完成后，可以用它观察设置的总体信息。

要进行分析，必须对其它两个标签值进行设置。

第一步：选择输出参数

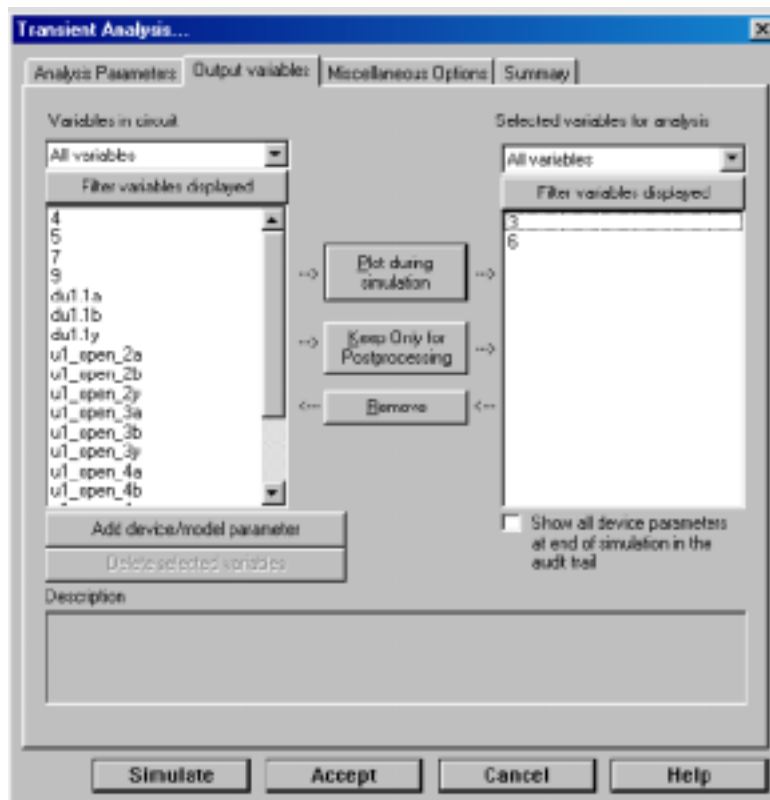
我们试图对节点 3 和节点 6 进行驰豫分析。从输出参数标签中选择这些节点。

【注】如果现在您仍然使用自己建立的电路，节点序号可能与此不同，这是连线顺序不同造成的，但您的连线是正确的。您可以继续使用自己的电路并选择合适的节点进行分析，或者打开 Tutorial 文件夹中的 tut3.msm 文件。

➤ 选择节点：

1. 从 **Filter variables displayed** 中选择 3，单击 **Plot during simulation**。
2. 从 **Filter variables displayed** 中选择 6，单击 **Plot during simulation**。

结果如下：

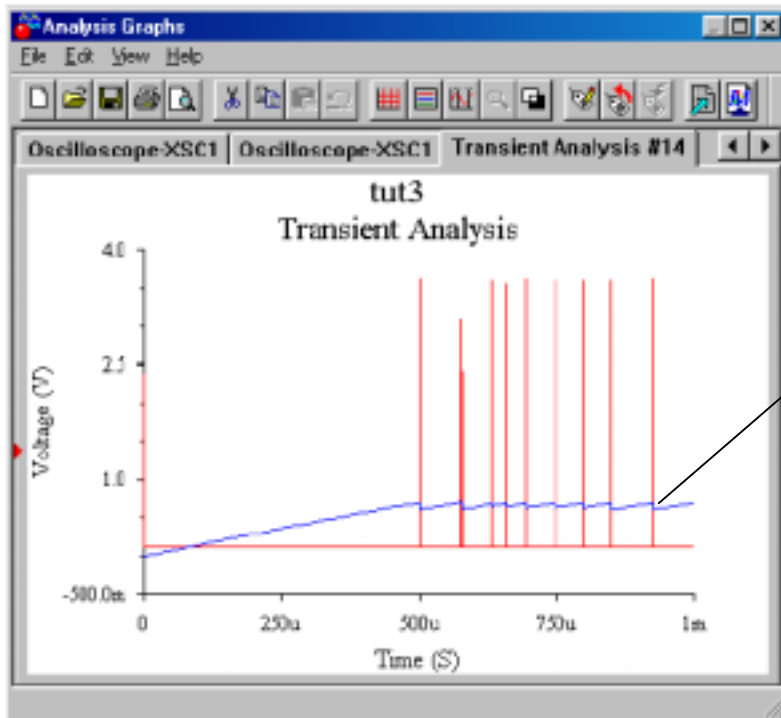


第二步：设置分析参数

分析参数在第一个标签中设置，此处保持缺省值。

第三步：观察分析结果

➤ 要观察分析结果，单击 **Simulate**，会看到如下图显示结果：



代表电容充
放电的曲线



结果显示了由于红线脉冲作用电容（蓝线）的充电过程。
要知道线对应的颜色，单击图例按钮。

注意 Multisim 绘图器提供了两个标签---一个是您刚运行的分析，一个是上一章仿真时示波器观察的结果。

Multisim 绘图器提供多种检测分析与仿真结果的工具，花点时间实践一下各种按钮与命令的用法。比如，在驰豫分析标签中，拖动光标将产生“聚焦”窗口。详细信息请参考 Multisim User Guide。

6.5 结尾

本章介绍了进行分析的主要步骤。下一个设计工具按钮是 Postprocessor，Multisim User Guide 中有详细介绍，本手册不再赘述。我们将研究用 VHDL 建立元件模型及仿真方法。

第七章 使用 VHDL

7.1 关于本章



本章简短介绍 HDL 语言, 给出一个 SPICE 与 VHDL 混合仿真的简单例子。Multisim 支持 SPICE、VHDL、Verilog 仿真, 以及任何这几种仿真的混合, 但本章只用 SPICE 与 VHDL 仿真作为例子。

7.2 关于 Multisim 中的 HDL 语言

HDL 是专为描述复杂数字器件的行为设计的, 所以它们被称为“行为层”语言。它们使用**行为层模型** (不是 SPICE 中的**晶体管/门层**) 描述这些器件的行为。用 HDL 语言可以避免在门层中描述这些器件的繁杂工作, 大大简化了设计过程。

设计者通常选择两种 HDL 语言的一种: VHDL 和 Verilog。两种语言 Multisim 都支持。

HDL 语言一般用作两个目的: 为 SPICE 难以建模的复杂数字 IC 建模; 设计可编程逻辑电路。Multisim 支持 HDL 的这两种应用。

对于第二种应用, 即设计像 FPGA 和 CPLD 这样的可编程器件, Multisim 很理想。但是讲解这些设计过程已经超出了本书的范围, 详见 Multisim User Guide。

我们拿第一种应用——即为复杂数字器件建模——作为示范。但是为了保持本手册入门性的特点, 我们没有用“复杂”器件, 只用了简单的与非门代替。当然您以后不会用 VHDL 作与非门的模型, 因为对与非门而言 SPICE 完全可以做得很好。但是这样让我们将注意力集中到使用 VHDL 建模的过程中, 而不是集中在组成模型的码上。

更进一步, Multisim 允许进行混合仿真 (比如 SPICE 和 VHDL), 既可以用已有的 VHDL 模型也可以用您自己写的 VHDL 码。我们使用前者, 用数据库中已经存在的模型。当然也可以使用任何来源的模型 (来自于公共域、大学或元件供应商)。因为我们使用了 VHDL 仿真模型已经存在的器件, 所以您无须熟悉 VHDL 编码就可以安步骤操作。提供编写与调试 VHDL 码的例子超出了本手册范围, Multisim User Guide 有详细介绍。

7.3 使用 VHDL 模型器件

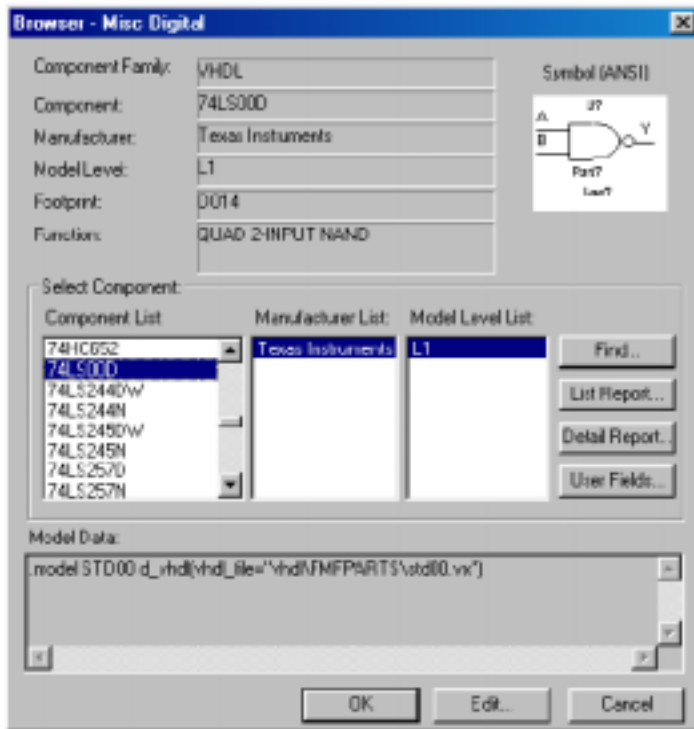
为观察 VHDL 运作, 需要在电路中用一个使用 VHDL 仿真模型的器件。我们的与非门可以达到这个目的, 因为已经有它的 VHDL 模型。

➤ 选择 74LS00D 的 VHDL 模型

1. 从杂项数字元件箱中选择 VHDL 族。



浏览器如下:



2. 滚动并选择 74LS00D。

3. 单击 **OK** 放置元件。

由于电路中已经有了一个 SPICE 与非门，而我们只需要一个与非门，所以需要删除它为 VHDL 与非门腾出位置。

➤ 要删除 SPICE 模型与非门：

1. 注意原来与非门的连线（删除元件后连线自动删除）。

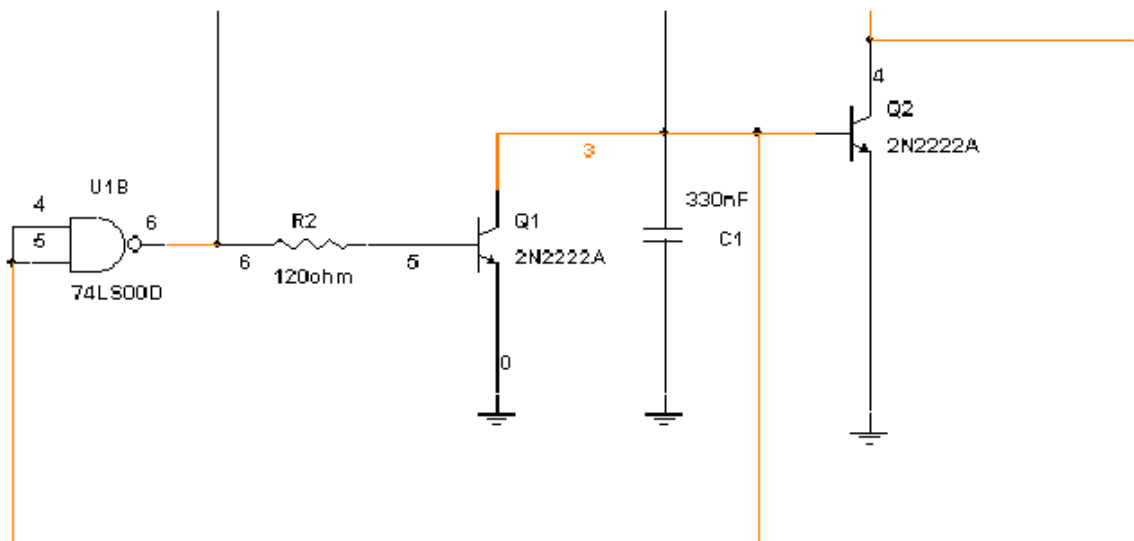
2. 选中此与非门，单击 **Delete**。

下面要连接 VHDL 模型与非门。

➤ 连接 VHDL 模型器件：

1. 将此元件放置在原来 74LS00D 的位置上。

2. 连线方式与原来相同。完成后结果如下：



7.4 仿真电路

现在重新仿真电路，混合仿真的方法与仿真纯 SPICE 电路相同。如果需要，打开示波器，您会注意到结果与第 5 章中 SPICE 模型电路的结果相同。

在背后，Multisim 进行了混合仿真---多数元件用 SPICE 模型仿真，与非门用 VHDL 模型仿真。它知道什么元件用什么仿真引擎，然后将仿真结果结合起来进行显示和分析。

注意，为了独立地仿真 VHDL 与 Verilog 编码，仿真的调用不同，因为需要使用独特的工具。Multisim User Guide 中有详细介绍。

7.5 窥视可编程逻辑综合

Multisim 为设计 FPGA 和 CPLD 电路提供完整的 VHDL 和 Verilog 设计、仿真与调试能力。这需要可选的综合功能（Electronics Workbench 提供），详见 Multisim User Guide。

7.6 结束

本章简要介绍了 Multisim 的 VHDL 仿真能力。设计的最后一步是产生材料清单报告，将在下章介绍。

第八章 产生报告

8.1 关于本章

本章描述如何产生材料清单 (a Bill of Material---BOM)。

8.2 导言

Multisim 可以产生几个报告：材料清单、数据库族列表、和元件细节报告。本章以 BOM 为例，其它报告在 Multisim User Guide 中有介绍。

8.3 产生并打印 BOM

材料清单列出了电路所用到的元件，提供了制造电路板时所需元件的总体情况。BOM 提供的信息包括：

- 每种元件的数量
- 描述。包括元件类型（如：电阻）和元件值（如：5.1Kohm）
- 每个元件的参考 ID
- 每个元件的封装或管脚图
- 如果购买了 Team/Project 设计模块（Professional Edition 版可选，Power Professional Edition 版包含），BOM 含有所有的用户域及其值（比如：价格、可用性、供应商等）。用户域的其它内容请参考 Multisim User Guide。



➤ 产生 BOM:



1. 单击设计工具栏中的 **Reports** 按钮，从出现的菜单中选择 **Bill of Material**。
2. 出现报告如下：

Quantity	Description	Reference_ID
1	LED, LED_red	LED1
1	CAPACITOR, 330nF	C1
1	RESISTOR, 10kohn	R3
1	RESISTOR, 120ohn	R2
1	RESISTOR, 470ohn	R1
2	BJT_NPN, 2N2222A	Q2, Q1
	Corporate Part No.: 10-2000-33	
	Unit Cost: 0.03	

➤ 打印 BOM。单击 **Print** 按钮，出现标准打印窗口，可以选择打印机、打印份数等等。





- 以文件储存 BOM。单击 **Save** 按钮，出现标准的文件储存窗口，可以定义路径和文件名。因为材料清单是帮助采购和制造的，所以只包含“真实的”元件。也就是说不包含虚拟的、购买不到的元件，像电源和虚拟元件等。
- 要观察电路中的“非真实”元件，单击 **Others** 按钮，出现的另一个窗口只显示这些元件。



8.4 结束

Multisim 有多种报告能力，包括本章中介绍的 BOM。

您现在已经通过了建立与仿真电路的基本步骤，设计工具栏最后一个按钮是用于传输和通讯的 **Transfer** 按钮，Multisim User Guide 中有介绍