第一篇 实验概论

一、实验教学的基本要求

为了学好电路、信号与系统实验技术,模拟、数字电子实验技术,电工实验技术课程,培养严谨、踏实、实事求是的科学作风,充分发挥学生的主观能动性,养成正确、良好的操作习惯,应做到以下几点。

(一) 实验前做好预习准备

(1) 仔细阅读教材及实验指导书中的内容,明确实验目的、内容、要求、方法及本实验的 注意事项。掌握实验基本原理,熟悉实验线路和步骤。为了避免盲目进行实验,实验前要求 每个学生必须进行预习。

(2) 明确实验中要观察的现象、记录的实验数据,以及实验中的注意事项。

(3)学生只有在认真预习上述内容并写好预习报告的基础上,才能到实验室进行实验, 预习不合格的学生不得参加本次实验。

(4) 预习报告的要求。

实验前应阅读实验教程的有关内容并做好预习报告,预习报告有以下内容:

① 实验名称。实验名称是对实验内容的最好概括。通过实验名称,实验设计人员、实验操作人员才能明白自己在进行什么实验,并围绕实验的中心内容开展一系列的工作。

② 画好实验中所有的实验电路图,拟定所有数据记录和有关内容的表格。

③回答实验教程中的预习要求。

(二) 实验中认真做好实验

(1) 学生在进入实验环境后,必须认真学习实验软件的用法,然后逐一完成各项要求。

(2) 连接实验线路。

① 在虚拟电路板上,合理布置实验器材与设备。遵循的原则为:布局整齐、合理、正确,连线简单清晰,方便操作。

② 接线时,要考虑仪表极性、参考方向、公共参考点与电路图的对应位置,最后再打开 虚拟电源开关,观察实验现象。

(3) 故障检查。

实验中要胆大心细,一丝不苟,认真观察实验现象,仔细读取实验数据,随时分析实验结 果的合理性。如发生故障,应独立思考、耐心排除,并记下排除故障过程和方法。查找故障 的顺序可以从输入到输出,也可以从输出到输入。

(三) 实验后写好实验报告

实验后要求学生认真写好实验报告。实验报告是对整个实验教学过程的全面总结,是 对学生的一项基本训练。一份好的实验报告是一项成功实验的最好证明,要求用简洁的形 式,将实验结果完整和真实地表达出来。

实验报告要求文理通顺、简明扼要、字迹端正、图表清晰、结论准确、分析合理、讨论深

入。采用专用纸张,其他纸张一律不能使用,按照统一格式。

(1) 基础性实验报告内容一般应包括如下几项内容:

①实验名称。

② 实验目的。

③简述实验原理。

④ 实验结果的整理与分析。包括:

a. 方框图、状态图、真值表、逻辑图,对于设计性课题应有整个设计过程和关键的设计 方法和说明。

b. 对实验结果进行分析与整理,包括与估算结果的比较、误差原因和实验故障原因的分析,得出结论。

⑤ 总结本次实验的心得体会和收获。

⑥ 实验原始记录。作为完整的实验文件,实验报告应附有教师签字后的实验数据记录,否则无效。实验报告应在下次做实验时交给教师,不交者不得做下一个实验。

(2) 设计性实验报告的要求。

①设计任务、指标。

② 电路原理。首先要用总体框图说明,然后结合框图逐一介绍各个单元的工作原理。

③ 单元电路的设计与调试。选择电路形式、电路设计(对所选电路中的各元件值进行 定量计算或估算)、电路的接线、整体调试与测试(测量主要技术指标:说明各项技术指标的 测量方法、画出测试原理图、记录并整理实验数据),故障分析及说明,画出整体电路原理图 (标出调试后的各元件参数值)。

④误差分析。

⑤ 电路改进意见及本次实验的心得体会。

二、Multisim 10 软件简介

Multisim 是一个完整的设计工具系统,提供了一个庞大的元件数据库,并提供原理图 输入接口、全部的数模 SPICE(Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis)仿真 功能、VHDL/Verilog 设计接口与仿真功能、FPGA/CPLD 综合、RF 射频设计能力和后处 理功能,还可以进行从原理图到 PCB 布线工具包(如 Electronics Workbench 的 Ultiboard) 的无缝数据传输。它提供的单一易用的图形输入接口可以满足使用者的设计需求。 Multisim 提供了全部先进的设计功能,满足使用者从参数到产品的设计要求。因为程序将 原理图输入、仿真和可编程逻辑器件紧密集成,所以使用者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出现的问题。

Multisim 10 是美国 NI 公司推出的 Multisim 版本,是该公司电子线路仿真软件的最新 版本。目前 NI 公司的 EWB 包含电子电路仿真设计的模块 Multisim、PCB 设计软件、布线 引擎 Ultiroute 及通信电路分析及设计模块 CommSIM 四个部分,四个部分相互独立,可以 分别使用。这四个部分又分为增强专业版、专业版、个人版、教育版、学生版和演示版等多个 版本,各版本的功能和价格有着明显的差异。

Multisim 10 用软件的方法虚拟电子与电工元件以及电子与电工仪器和仪表,通过软件 将元件和仪器集合为一体。它是一个完成原理电路设计、电路功能测试的虚拟仿真软件。 Multisim 10 的元件库提供数千种电路元件供实验选用。同时也可以新建或扩展已有的元 件库,而且建库所需的元件参数可以从生产厂商的产品使用手册中查到,因此可很方便地在 工程设计中使用。Multisim 10 的虚拟测试仪器、仪表种类齐全,有一般实验用的通用仪器, 如万用表、函数信号发生器、双踪示波器、直流电源等,还有一般实验室少有或者没有的仪 器,如波特图仪、数字信号发生器、逻辑分析仪、逻辑转换器、失真仪、安捷伦万用表、安捷伦 示波器、泰克示波器等。Multisim 10 具有较为详细的电路分析功能,可以完成电路的瞬态 分析、稳态分析等各种电路分析方法,以帮助设计人员分析电路性能。它还可以设计、测试 和演示各种电子电路,包括电工电路、模拟电路、数字电路、射频电路及部分微分接口电路 等。该软件还具有强大的 Help 功能,其 Help 系统不仅包括软件本身的操作指南,更重要 的是包含元件的功能说明。Help 中这种元件功能说明有利于使用 Multisim 10 进行 CAI 教学。

利用 Multisim 10 可以实现计算机仿真设计与虚拟实验,与传统的电子电路设计与实验方法相比,具有如下特点:设计与实验可以同步进行,可以边设计边实验,修改调试方便; 设计和实验用的元件及测试仪器仪表齐全,可以完成各种类型的电路设计与实验;可以方 便地对电路参数进行测试和分析;可以直接打印输出实验数据、测试参数、曲线和电路原理 图;实验中不消耗实际的元件,实验所需元件的种类和数量不受限制,实验成本低,实验速 度快,效率高;设计和实验成功的电路可以直接在产品中使用。

Multisim 10 易学易用,便于学生、工程技术人员学习和综合性的设计、实验,有利于培养 综合分析能力、开发能力和创新能力。Multisim 同时也适合从事电子相关行业的人员使用。

三、Multisim 10 的基本使用方法

双击 Multisim 10 图标,将出现如图 1-3-1 所示的 Multisim 10 主窗口。其中最大的区域为电路编辑工作区,所有的电路设计、连接和仿真测试均可在此工作区进行。Multisim 10 主窗口包含菜单栏、工具栏、元件库和仪器工具栏。在工作区的右上角设有启动/停止和暂停/恢复开关。工作区的下方则为状态栏。

1. 菜单栏

菜单栏用于选择文件管理、创建电路和仿真分析等所需的各种命令,如图 1-3-2 所示。

2. 工具栏

(1)系统工具栏。系统工具栏与 Windows 应用程序类似,提供常用的操作命令,单击 某一按钮,可完成包括刷新电路工作区、打开电路文件、存盘、打印、缩放、剪切、复制、粘贴、 调出仿真分析图、调出元件特性对话框、缩小电路尺寸、放大电路尺寸、缩放比例等各种相应 的功能,如图 1-3-3 所示。

(2)设计工具栏。设计工具栏指导用户进行电路的建立、仿真、分析,并最终输出设计数据。虽然菜单也可以执行设计功能,但使用设计工具栏可以更加方便地进行电路设计,如图 1-3-4 所示。

6 电子电路软件仿真实验教程



图 1-3-4 设计工具栏

设计工具栏包括层次项目栏按钮、层次项目电子数据表按钮、数据库管理按钮、元件编辑器按钮(增加元件)、仿真按钮、分析图表按钮、后处理按钮、帮助等。

(3) 仪器工具栏(View→Toolbars→Instruments)。仪器工具栏包括 18 种虚拟仪器和3 种测量仪器,如图 1-3-5 所示。

图 1-3-5 仪器工具栏

18 种虚拟仪器包括数字万用表、信号发生器、功率表、双通道示波器、四通道示波器、波 特图仪、频率计数器、数字信号发生器、逻辑分析仪、逻辑转换器、IV 特性分析仪、失真度分 析仪、频谱分析仪、网络分析仪、函数信号发生器、台式万用表、100MHz示波器、200MHz示 波器等。

另外,工具栏还有其他3种测量仪器,如图1-3-6所示。一是电流实时测量探针;二是 虚拟实验工具:麦克风、扬声器、信号分析器、信号发生器等;三是实时测量探针,可以根据 实验需要选择不同的测量项目,如交流、直流电压(电流)等。

(4) 仿真开关(Simulation)。在 Multisim 10 主窗口的右上角还设有启动/停止开关 [如图 1-3-7(a)所示]和暂停/恢复开关[如图 1-3-7(b)所示],可以控制电路仿真的开始、暂 停、结束。如果在 Multisim 10 中打开多个文件,但每种仪器仪表只允许在其中一个电路中 工作,改线、换线都需要断开仿真开关。开关为灰色时不能使用。



(5) 状态栏。

工作区的下方为状态栏,显示主窗口的多个项目,用翻页的方法选择当前窗口。另外, 状态栏的右下角为状态条,可显示电路当前的状态,若状态条为绿色,则表示电路正在进行 仿真,这时不能进行电路的任何操作(如更换元件、断开导线等)。

3. 元件库

1) 实际元件库

实际元件库提供了丰富的元件,单击某一图标可打开该库,实际元件是有封装的真实元件,参数是确定的,不可任意改变。

实际元件库如图 1-3-8 所示,图中各库依次为:

图 1-3-8 实际元件库

电源/信号源库:功率源、信号电压源、控制电压源、控制电流源、控制函数器件。

基本元件库:包括基本虚拟元件、定额虚拟元件、3D 虚拟元件、电阻、小型电阻、电位器、电容、电解电容、小型电容、可变电容、电感、小型电感、可变电感、开关、变压器、非线性变压器、复数负载、继电器、连接器、插座、常用绘图器件等常用的无源器件。

二极管库:包括虚拟二极管元件、二极管、稳压管、发光二极管、桥式整流器、晶闸管(可 控硅)整流器、双向晶闸管(可控硅)、变容二极管等。

晶体管库:包括晶体管虚拟元件、三极管(NPN)、三极管(PNP)、达林顿 NPN、达林顿 PNP、达林顿管集成阵列、三极管阵列、N 沟道耗尽型金属-氧化物-半导体场效应管、P 沟道 增强型金属-氧化物-半导体场效应管、N 沟道增强型金属-氧化物-半导体场效应管、N 沟道 耗尽型结型场效应管、P 沟道耗尽型结型场效应管、N 沟道 MOS 功率管、P 沟道 MOS 功率 管、MOS 功率对管、UJT 管、温度模型等。

模拟集成电路库:包括数学模型虚拟元件、运算放大器、诺顿运算放大器、电压比较器、 多种频率的放大器、特殊功能等。

TTL 数字器件库:包括 74 标准系列、74S 系列、74LS 系列、74F 系列、74ALS 系列、

74AS 系列。

COMS 数字元件库:包括 CMOS 工艺 40 系列(5V 电压)、CMOS 工艺 74HC 系列(2V 电压)、40 系列(10V 电压)、74HC 系列(4V 电压)、40 系列(15V 电压)、74HC 系列(6V 电压)、CMOS 工艺 NC7S 系列(2V 电压)、NC7S 系列(3V 电压)、NC7S 系列(4V 电压)、NC7S 系列(5V 电压)、NC7S 系列(6V 电压)。

其他数字器件库(MultiMCU):包括 80 系列单片机、PIC16F 系列芯片、读/写存储器、 只读存储器。

单片机外围设备库:包括键盘组件、LCD系列显示屏、液晶屏、电机传动/交通灯等组件。

混合数字集成元件库(用 VHDL、Verilog-HDL 等高级语言编辑的模型,功能与 Spice 编辑的器件相同):包括与门(或、非等数字器件)、DSP 芯片、FPGA 芯片(在线可编程逻辑 器件)、PLD 芯片(可编程逻辑器件)、CPLD 芯片(复杂可编程逻辑器件)、微控制器、微处理 器、以 VHDL 为内核的标准 IC、"线"信号收发(或驱动器件,用于 RS232 接口)。

模数混合元件库:包括混合虚拟元件、555 定时器、A/D 转换器、D/A 转换器、模拟开 关、多谐振荡器等。

指示器件库:包括电压表、电流表、探针、蜂鸣器、灯、虚拟灯、十六进制-显示器、条柱 显示。

杂项元件库:包括多功能虚拟器件、传感器(或转换器)、光电耦合器、石英晶体、真空电 子管、熔丝、稳压器模块、标准稳压电源模块、标记转换器、增强转换器、标记-增强转换器、有 损耗传输线、无损耗线路1、无损耗线路2、过滤器、金属氧化物场效应管驱动器、混合电源模 块、脉宽调制控制器、网络、杂项元件组。

射频元件库:包括射频电容、射频电感、射频三极管(NPN)、射频三极管(PNP)、射频 N 沟道耗尽型 MOS 管、隧道二极管、带(状)线、铁氧体磁珠。

机电元件库:包括检测开关、瞬时开关、辅助开关、同步触点、线圈-继电器、变压器、保 护装置、输出装置。

标记图标:包括T字横线、输入/输出模型、继电器线圈、继电器触点、计数器、定时器、 输出线圈。

设置层次栏按钮。

设置总线按钮。

2) 虚拟元件库

在 View 菜单中,选择 Toolbars→Virtual 即可打开 虚拟元件库。虚拟元件为蓝色,其中元件的参数可以随 意修改。 图 1-3-

◙ • ┉ • ₩ • ₭ • ◙ • M • ₹ • ∾ • ⊚ •

图 1-3-9 虚拟元件库

虚拟元件库如图 1-3-9 所示。

模拟集成电路库:包括限流器、3端理想运算放大器、5端理想运算放大器。

基本元件库:电容、无心线圈、理想电感、磁心线圈、非线性变压器、电位器、继电器(常 开)、继电器(常闭)、继电器(常开、常闭)、电阻、音频耦合线圈、多功能变压器、功率源变压器、变压器(可自定参数)、可变电容、可变电感、上拉电阻、压控电阻等常用的无源器件。

二极管库:包括二极管元件、稳压管。

FET 元件库: 四端子双结型晶体管(NPN)、三极管(NPN)、四端子双结型晶体管

(PNP)、三极管(PNP)。N 沟道砷化镓场效应管、P 沟道砷化镓场效应管、N 沟道场效应管、 P 沟道场效应管、N 沟道耗尽型金属-氧化物-半导体场效应管、P 沟道耗尽型金属-氧化物-半导体场效应管、N 沟道增强型金属-氧化物-半导体场效应管、P 沟道增强型金属-氧化物-半导体场效应管、N 沟道耗尽型结型场效应管、P 沟道耗尽型结型场效应管、N 沟道增强型 结型场效应管、P 沟道增强型结型场效应管等。

测量元件库:直流电流表(4个方向连接)、探针、直流电压表(4个方向连接)。

杂项元件库:555 定时器、压控开关、晶体管振荡器、带译码驱动的十六进制 DCD、保险 丝、灯、单稳态电路、直流电动机、光电耦合器、锁相环、共阳极七段数码管、共阴极七段数 码管。

电源库:交流电压源、直流电压源、接地(数字地)、接地(模拟地)、三相电源(△)、三相 电源(星形)、V_{cc} 电源(模拟电路)、V_{dd} 电源(数字电路)、V_{cc} 电源、V_{ss} 电源。

定值元件库:NPN 管、PNP 管、电容、二极管、电感、电动机、继电器(常开)、继电器(常)、继电器(常开、常闭)、电阻。

信号源库:交流电流源、交流电压源、调幅电压源、时钟脉冲电流源、时钟脉冲电压源、 直流电流源、指数电流源、指数电压源、调频电流源、调频电压源、分段性电流源、分段性电压 源、脉冲电流源、脉冲电压源、白噪声电压源。

4. Multisim 10 的电路创建

首先要在主窗口的电路工作区创建实验电路,通常是在主窗口(相当于一个虚拟的实验 平台)直接选用元件连接成电路,再对此电路进行测量和分析。步骤与方法如下。

1) 元件的取用

Multisim 10 有 3 个层次的元件数据库: 主数据库(Master Database)、合作项目数据库 (Cooperate Database)、用户数据库(User Database),在库中有相应的元件组,各元件组中 有不等数量、不同型号的元件,同时图中显示了该元件的功能符号、电路符号、模型提供商、 引脚及封装类型,还提供了详细的说明资料、元件搜索、选择确定等按钮。

这里选择主数据库(Master Database)。

(1)取用实际元件:单击所要取用元件所属的实际元件库,即可弹出该元件库。实际 元件是指市场上可以买到的元件,其模型参数、封装形式都是元件供应商提供的,用其创建 的电路通过后,可以生成能被 PCB 设计软件(如 Uitiboard、Protel 等)接受的文件,进而制作 印制电路板。

(2) 虚拟元件取值:虚拟元件的参数值、元件编号等均可由使用者自定。单击所要取 用元件所属的虚拟元件库,即可拉出该元件。选择虚拟元件创建的电路,只能用于仿真,不 能将设计的文件传送到 PCB 制作工具中。

2) 元件的编辑

在创建电路时,常需要对元件进行移动、旋转、删除、复制、旋转、着色等编辑操作。此时 首先要选中所要编辑的元件,然后右击,在出现的快捷菜单中选择相应的操作命令。

(1)选择元件:选择单个元件时,单击某元件,则被选的元件将以红色显示。若要同时 选中多个元件,可按住 Ctrl键不放,再逐个单击所选元件,使它们都显示为红色,然后放开 Ctrl键。若要选中一组相邻的元件,可用鼠标拖曳画出一个矩形区域把这些元件框起来,使 它们都显示为红色。若要取消选中状态,可单击电路工作区的空白部分。 (2)移动元件:移动元件时,选中需要移动的元件,按住左键,拖动鼠标使元件到达合适位置后放开左键即可。或用上、下、左、右键进行微小移动。

删除和复制元件的方法与 Windows 中的删除和复制方法一样。

3) 元件的赋值

从库中取出的元件其设置是默认值(又称缺省值),构建电路时需将它按电路要求进行 赋值。具体方法为:选中该元件后单击工具栏的"元件特性"按钮,或直接双击该元件,使弹 出相应的元件特性对话框,然后单击特性对话框的选项标签,进行相应的设置。通常是对元 件进行标识和赋值。

注意:在虚拟元件栏中选择所需要的元件模型,做型号、模型等其他修改后只能用于仿真,不能将此图传送到 PCB 版图制作等工具中,也就是说,虚拟器件中不含封装模型。

(1) 电阻、电容和电感等简单元件。

其元件特性对话框如图 1-3-10 所示。如要将某电阻标为 R1 并赋值 15kΩ,则应在元件 特性对话框中进行如下操作。

Resistor	1.000	No. of Ball	x
Label Display Value Fault Pin	s Variant User field	Is	
Resistance (R):	•	Ω	
Tolerance: 0	•	%	
Component type:			
Hyperlink:			
Additional SPICE simulation parame	ters		
Temperature (TEMP):	27] ℃
Temperature coefficient (TC1)	: 0] 1/°⊂
Temperature coefficient (TC2)	0] 1/°⊂2
Nominal temperature (TNOM):	27] ℃
Layout settings			
Footprint:		Edit footpri	nt
Manufacturer:			
Replace			QK <u>C</u> ancel <u>H</u> elp

图 1-3-10 电阻等简单元件的特性对话框

单击 Label 标签进入 Label 对话框,输入标识符 R1(主要对虚拟器件进行修改);单击数值选项 Value 进入 Value 对话框,输入电阻的阻值 15,并用图中的箭头按钮选中 kΩ,再 单击 OK 按钮即完成了对此电阻的赋值。电容和电感等的操作方法与此类似。

(2) 晶体管和运放等复杂元件。

以三极管 2N2222A(β =60)为例,单击晶体管库按钮,在晶体管库中单击三极管符号, 在 Component 中选择 2N2222A,单击 OK 按钮,即可将三极管放置在当前工作窗口;双击 三极管 2N2222A 图标,弹出 BJT_NPN 对话框,如图 1-3-11 所示;单击 Edit model 选项,打 开 Edit Mode 菜单,将 BF 选项(β =296.463)修改为 60(即 β =60);单击 Edit Mode 菜单表 格中的任一地方,选择 Change Part Mode,回到 BJT_NPN 对话框,单击 OK 按钮,即完成了 三极管 2N2222A(β=60)的修改过程。

BJT_NPN	x
Label Display	Value Fault Pins Variant User fields
Value: Footprint: Manufacturer: Function:	2N2222 TO-18 Generic NPN switching transistor
Hyperlink:	Edit component in DB Save component to DB Edit footprint Edit model
Replace	<u>QK</u> <u>C</u> ancel <u>H</u> elp

图 1-3-11 三极管特性对话框

(3) 电源/信号源设置。

单击电源/信号源库按钮,可出现电源/信号源库图标,如图 1-3-12 所示。单击 POWER_SOURCES,在 Component 列表框中选择 AC_POWER 选项,然后单击 OK 按钮 即可。

Select a Component			
Database:	Component:	Symbol (ANSI)	ОК
Master Database 🔻	AC_POWER		Close
Group:	ABM_CURRENT	×	
F Sources ▼	ABM_VOLTAGE		Search
Family:	AC_CURRENT	(\sim)	Detail report
All <all families=""></all>	AC_POWER	$ \qquad \qquad$	<u>V</u> iew model
POWER SOURCES	AC_VOLTAGE		
	AM_VOLTAGE		<u>H</u> elp
	ARBITRARY_LAPLACE_FUNCTION		
TA	BIPOLAR_CURRENT	Function:	
CONTROLLED_VOLTAGE_SOUF	BIPOLAR_VOLTAGE	AC Power Source	
CONTROLLED_CURRENT_SOUL	CHIRP_CORRENT		
CONTROL_FUNCTION_BLOCKS			
1 DIGITAL_SOURCES		L	Ŧ
	CONTROLLED ONE SHOT	Model manufacturer/ID:	
	CURRENT CONTROLLED CURRENT S	Generic / VACP	
	CURRENT CONTROLLED VOLTAGE S		
	CURRENT LIMITER BLOCK		
	DC_CURRENT	Footprint manufacturer/type:	
	DC_INTERACTIVE_CURRENT		
	DC_INTERACTIVE_VOLTAGE		
	DC_POWER	Hyperlink:	
	DGND 🔻	Typening.	
I → IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	۰ III ا		
Components: 74	Searching:		Filter: off

图 1-3-12 电源/信号源库

改变电源电压值,电源的默认值是 10V,双击电路编辑窗口中的电源符号,出现如 图 1-3-13 所示的电源特性对话框,可以将交流电源改为 120V、频率改为 60Hz。

C_POWER	×
Label Display Value Fault Pins	Variant User fields
Voltage (RMS):	120 V
Voltage offset:	0 V 🔺
Frequency (F):	60 Hz
Time delay:	0 sec 🔺
Damping factor (1/sec):	0
Phase:	0 °
AC analysis magnitude:	1 V 🔺
AC analysis phase:	0 °
Distortion frequency 1 magnitude:	0 V 🔺
Distortion frequency 1 phase:	0 °
Distortion frequency 2 magnitude:	0 V 🔺
Distortion frequency 2 phase:	0 °
Tolerance:	0 %
Replace	OK Cancel Help

图 1-3-13 电源特性对话框

4) Multisim 10 界面

Multisim 10 界面包括工具栏、电路颜色、页尺寸、符号系统等,用户可以使用 Multisim 10 默认的界面,也可以自己设置 Multisim 10 界面。这种设置将会是所有后续电路的默认设置,但不影响当前已经绘制的电路。

在设计过程中,可以控制当前电路和元件的显示方式、细节层次等。

改变当前电路的设置,可以用 Options/Sheet Properties(菜单属性)进行设置,也可以 在电路窗口中的空白处右击,在弹出式菜单中选择 Properties 进行设置。

Sheet Properties(菜单属性)包括 Circuit、Workspace、Wiring、Font、PCB、Visibility 等标签页。

Sheet Properties/Circuit 标签页,如图 1-3-14 所示。

(1) Show/Component,显示/关闭类别、元件编号、元件值、品质、元件的功能端口名、 元件的外部端口名。

(2) Show/Net Names,显示所有节点编号、使用节点设置、隐藏所有节点。

(3) Show/Bus Entry,显示/关闭总线接入口名。

- (4) Color,改变底色、元件颜色、连线颜色。
- (5) Save as default,是否保存默认设置。

其他设置选项还可以用 View 菜单显示或隐藏各个选项,如系统工具栏、设计工具栏, 这些更改对当前及以后所有的电路都有效。

另外,在 Options 主菜单中选择 Global Preferences,出现如图 1-3-15 所示对话框,选择 Paths,在 Symbol standard 栏选择美制(ANSI)或欧制符号(DIN)。

Sheet Properties	×
Circuit Workspace Wiring Font F	CB Visibility
Show 1.0kohm Test R1 Values Values Values Values Values Values Values	Variant Data Attributes ✓ Symbol Pin Names ditions ✓ Footprint Pin Names
Net Names Show All Use Net-specific Setting	Bus Entry Show labels
Color	
White & Black	Background
L TEST_PT	Selection
	Wire
	Component with model
$\square \heartsuit m$	Component without model
-	Virtual component
Save as default	
<u> </u>	

图 1-3-14 Sheet Properties/Circuit 选项

Preferences 🔀
Paths Save Parts General
Place component mode Return to Component Browser after placement Place single component Continuous placement for multi-section part only (ESC to quit) Continuous placement (ESC to quit)
Symbol standard - ANSI C DIN
Positive Phase Shift Direction C Shift right C Shift left
Digital Simulation Settings C Ideal (faster simulation) C Real (more accurate simulation - requires power and digital ground)
<u> </u>

图 1-3-15 符号制式转换窗口

5) 电路的连接

Multisim 10 提供两种连线方式:自动连线、手动连线。

(1)自动连线:自动连线选择引脚间最好的路径自动完成连线,可以避免连线通过元件或连线重叠。

(2) 手动连线:手动连线要求用户自己控制连线路径。

大多数连线用自动连线完成。先将需用到的元件从相应的库中选出并拖曳至电路工作 区,再在电路工作区直接进行线路的连接。将鼠标从一个元件的端点指向欲连线器件的端 点即可完成连线。导线上的小圆点称为连接点,它会在连线时自动产生,也可以放置。注 意,一个连接点最多只能连接来自4个方向的导线。若将元件拖曳放在导线上,并使元件引 出线与导线重合,则可将该元件直接插入导线。

(3) 编辑方法。

①删除、改接与调整。

导线、连接点和元件都可在选中后按 Delete 键进行删除。对导线还可进行这样的操作:将鼠标指向该导线的一个连接点使其出现小圆点,然后按住鼠标左键拖曳该圆点使导线离开原来的连接点,释放鼠标左键则完成对连线的删除,而若将拖曳移开的导线连至另一个连接点,则可完成连线的改接。

在连接电路时,常需要对元件、连接点或导线的位置进行调整,以保证导线不扭曲、走向 合理,并且电路连接简洁、可靠、美观。移动元件、连接点的方法为:选中后用上、下、左、右 键微调。移动导线的方法是:将光标贴近该导线,然后按下鼠标左键,此时光标变成一个双 向箭头,拖动鼠标,即可移动该导线。

② 导线颜色的设置。

复杂的电路连线或与仪器仪表连接时,使用不同的颜色将便于观察与区别。单条连线 默认为红色。如果需要改变单条连线的颜色,右击,在弹出的快捷菜单中选择 Change Color,即可设置其连接导线的颜色。

③节点设置。

电路节点可以在电路连线的进程中自动产生。若另外需要节点时,将鼠标指针放在需要放置节点的地方,选择 Place→Junction →即可得到需要的节点。

④ 检查电路与保存。

连接完毕的电路图应仔细检查,确保连接的电路图正确无误并作为文件及时保存,以供 以后仿真使用。第一次保存前需确定文件欲保存的路径和文件名。

6) 显示栅格

打开 Options 菜单,选择 Sheet Properties/Workspace→Show grid,即可在电路工作区显示或隐藏栅格。

7) 为电路增加文本

Multisim 10 允许增加标题栏和文本来注释电路。

(1) 增加标题栏。

在 Place 菜单中,选择 Title Block,会有几种标准标题栏可供选择,根据要求选定后放 于图中,双击后出现如图 1-3-16 所示的对话框,输入后单击"打开"按钮即可。

若要将标题栏中的"项目名称"等修改为中文,则右击标题栏,在弹出的如图 1-3-17 所示的快捷菜单中,选择 Edit Symbol/Title Block 选项,将出现图 1-3-18 所示的编辑窗口,就可以修改标题栏。

打开					?×
查找范围(I):	📄 titleblock	5	•	← Ē 💣 📰•	
投最近的文档 夏面 現的文档 現的电脑 列上邻居	default.tb7 Default%.t Default%.t default%.t Default%.t default%.t example4.tb crample4.tb crample4.tb crample4.tb Utticap.tb7	ыт Бт Бт Т т т т			
	文件名(2):			•	打开①
	文件类型(<u>T</u>):	Title Block (*.tb7)		•	取消

图 1-3-16 选择标题栏输入对话框

X <u>D</u> el	ete	Delete
Edi	t Symbol	/Title Block
Cha	ange Colo	or
Мо	ve to	•
Pro	perties	Ctrl+M

图 1-3-17 修改标题栏对话框

Titlė: į Circuit1	 	:	:	÷	÷	÷	:	:				:		ł			1	ł	÷	:		:	:	:	÷	:	 :	:	:	:	:	:				:
Circuit1		;	;	÷	ļ	;	:	:		:		;	ļ	ļ	: .		÷	Ì	:	:		:	;	;	;	:		ļ	;	÷	:	:				:
Djeşiğnjed by; 🔅	 	:	:	:	:	:	:	:		:		:	:	:	D¢)c)	лŵ	έŗ	nț I	Ņ:	 Q	0,0	1	:	:	:	 :	Re	eýi	ŝİ	ίn	ć	1	(.Q	1	:
Checked by:		-	÷	ł	Ì	ł	÷					ł	ł	ł	Da	ate	ċ	ł	÷	:	 -		÷	÷	Ì		ŀ	Si	ze	ć	ŀ	ķ				÷
Approved by:]	 	:	:	:	1	:	:	:		:	:	:	:	:	Şł	neje	∋ť	:	: •	1)	oŤ	:	1	:	:	 ŀ	:	:	:	:	:			:	:

图 1-3-18 标题栏编辑窗口

(2) 增加说明文本。

说明文本有多种,如电路功能说明、应用规则、输入/输出端口等。另外,在图 1-3-17 中, Move to 有 4 种放置标题栏的方法;在 Properties 中,可以输入标题栏的说明文本。

也可以在窗口空白处右击,在 Place Graphic 菜单中选择 Text 命令进入文本输入窗口, 输入完毕后在文本框外单击,就可以结束输入,这时文本说明框就能够移动到需要的地方, 如图 1-3-19 所示。

(3) 增加注释。

在 Place 菜单中选择 Comment 命令,在其注释框中输入文字(也可输入中文),输入完毕后在文本框外单击,就可以结束输入,这时文本说明框就能够移动到需要的地方,以 图标出现在设计图上,如图 1-3-19 所示。右击 图标将弹出图 1-3-20 所示的快捷菜单,选择 Edit Comment 选项可以再修改,并可以选择 Show Comment/Probe 选项进行显示/隐藏 说明框。也可选择 Properties 选项编辑属性。



图 1-3-19 放置标题栏、说明文本

GGAMD (2007-11	-05):
a a a again	
173	
. <u>N</u>	
Ж. Си <u>t</u>	Ctrl+X
De -	
···· 벽솔 <u>C</u> opy	Ctrl+C
🖪 <u>P</u> aste	Ctrl+V
· · · 🗙 <u>D</u> elete	Delete
Die Charles Carro	mark (Durch a
🜳 Show Com	ment/Probe
e de la como	
Eait Commi	ant
	1 01 11
Reverse Pro	obe <u>U</u> irection
Eont	
Funcin	
Properties	Ctrl+M
E Topordos	Carrier

图 1-3-20 注释编辑菜单窗口

四、虚拟仪器仪表的使用

Multisim 10 的仪器仪表库提供了数字万用表、函数信号发生器、示波器、波特图仪、数 字信号发生器、逻辑分析仪和逻辑转换仪等 18 种虚拟仪器,其图标如图 1-3-5 所示。指示 器件库中提供了电压表和电流表,它们的使用方法与实际仪表相同,每种虚拟仪器只有一 台,而指示器件库中的电压表和电流表则没有限制。

取用仪器仪表的方法,单击需要的仪器图标一直将其拖曳到电路工作区,然后松开鼠标 左键,需要的仪器即可出现在电路工作区。

1. 数字万用表

双击拖至电路工作区的数字万用表图标可打开其面板,如图 1-4-1 所示。

数字万用表用于测量交、直流电压和电流,也可测量电阻,只要单击相应的按钮即可。 单击 Settings(设置转换)按钮打开对话框,根据测量需要可调整电压表内阻、电流表内阻、 欧姆表电流和电平表 0dB 标准电压。

	Multimeter Settings	×
X1M1	- Bectronic Setting	
	Ammeter resistance (R) 1	-
	Voltmeter resistance (R) 1 GG	
·····	Ohmmeter current (I) 10 n.4	
🐲 Multimeter 🗙	dB Relative Value (V) 774.597 m	
	Display Setting	
	Ammeter Overrange (I) 1 G/	
A V Ω dB	Voltmeter Overrange (V) 1 GV	
	Ohmmeter Overrange (R) 10 GC	
Ċ <u>set</u> <u>Ö</u>	Cancel	

图 1-4-1 数字万用表图标、面板与参数设置对话框

2. 函数信号发生器

函数信号发生器(如图 1-4-2 所示)可以提供正弦 波、三角波(锯齿波)、方波(脉冲波)等信号,根据需要 的输入信号进行相应的设置。Amplitude 表示信号电 压的振幅; Duty cycle 表示占空比,此设置仅用于三角 波和方波,对于正弦信号无此项设置; Offset 表示在交 流信号中包含的直流分量,若交流信号中没有直流分 量,则此项设置为0。在图 1-4-2 中,表示正弦交流信号 的最大值为 10V、频率为 1Hz、直流分量为 0V。



函数信号发生器有 3 个输出端:"十"为正波形端, "一"为负波形端,"Common"为接地端。

图 1-4-2 函数信号发生器图标、 面板及参数设置

3. 示波器

示波器图标、面板如图 1-4-3 所示,其使用方法也和实际仪器基本相同。若需仪器屏幕显示为白色,则单击 Reverse 按钮即可反色显示。

具体步骤如下:

(1) 时基(Timebase)调整。

X 轴刻度(Scale t/Div)表示横坐标每1格的时间值,应根据信号频率的大小选择合适 值(单击箭头按钮或直接输入); X 轴坐标原点的位置(Position);显示方式选择"Y/T",即 Y 轴刻度表示电压,水平方向表示时间。

(2) 输入通道(Channel)。

Channel A 和 Channel B 是两个独立的输入通道,可同时观察两个波形。Y 轴刻度 (Scale V/Div)表示纵坐标每1格的电压值,应根据信号电压的大小选择合适值(单击箭头 按钮或直接输入);Y 轴坐标原点的位置(Position)。

(3) 输入耦合方式。

AC 用于观察信号的交流信号; DC 则用于观察直流或包含直流分量的交流信号; 0(接地)表示 0V 线位置。

				Y)
	Oscilloscope-XSC1			<u> </u>
	-			
Vec1				
ASCI				
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
Ext Trg				
· · · • • ·				
P- P- 1				
	4			•
	Time	Channel A	Channel B	
	T1 🕂 🛃			Reverse
	T2-T1			Save
				Ext. trigger 🕥 📗
	Timehaga	Channel A	Channel R	Trianar
	Timebase	Channel A	Channel B	Irigger
	Scale: 10 ms/Div	Scale: 5 V/Div	Scale: 5 V/Div	
	Scale. 10 mb/bit	Scale. 0 Thirt	Scale. U T/DIT	
	Y nos (Div): 0	V pos (Div): 0	Vince (Div): 0	Level: a V
	A position in	1 pos.(oiv). 0	r postolv), o	U V
				Single Nermal Auto Nene
	T/T AUU B/A A/B	AC U DC		Single Inormal Auto Inone

图 1-4-3 示波器图标、面板

(4) 触发方式(Trigger)。

触发信号,若单踪显示则选择与接信号的通道为触发信号,若双踪显示则 A、B 均可; 触发沿(上升沿或下降沿),一般选择上升沿; Level(触发电平),调节波形的稳定度; 触发方 式通常选择 Auto。

(5) 仿真。

将示波器接在需要观察和测量的电路中,双击示波器图标,打开仿真开关,示波器显示 输入/输出波形如图 1-4-4 所示,将红蓝两指针拖曳至合适的波形位置,就可较准确地读取 电压值和时间值,还能读取两指针间的电压差和时间差,因此,测量幅度、周期等都很方便。



图 1-4-4 示波器测量输入/输出波形的电压/周期值

注意:虚拟仪器不一定要接地,只要电路中有接地元件即可。

4. 波特图仪

波特图仪又称频率特性仪或扫频仪,用于测量电路的频率特性,双击已拖至电路工作区的波特图仪图标可打开其面板,如图 1-4-5 所示。它有一对输入端 IN,以提供电路输入的扫描信号,应接被测电路的输入端;一对输出端 OUT,连接在电路的输出端。

xB\$P1 XB\$P1 Image: Second s		
xBF1 Mode IN OUT Magnitude IN OUT In		Bode Plotter-XBP1
Horizontal Vertical Log Lin F 1 GHz F 0 dB I 1 mHz I -200 dB Controls Reverse Save Set + 0 In - + Out		Mode Phase Phase
IN OUT	XBPI	Horizontal Vertical
I 1 mHz I -200 dB Controls Reverse Save Set + In - + Out	IN OUT ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	$ F 1 \qquad GHz \qquad F 0 \qquad dB $
Consol Reverse Save Set (+ In - + Out -		I 1 mHz I -200 dB
+ In - + Out		Reverse Save Set
		+ In - + Out

图 1-4-5 波特图仪的图标、面板

注意:测量时电路必须接交流信号源并设置信号大小,但对频率无要求。所测的频率 范围由波特图仪的参数设置决定。

(1) 选择测量幅频特性或相频特性: Magnitude(相幅频特性)、Phase(相频特性)按钮。

(2)选择坐标类型:通常水平坐标(Horizontal,频率)选 Log(单位为 dB);垂直坐标 (Vertical)测幅频特性时选 Log(单位为 dB),测相频特性时选 Lin(单位为 rad)。

(3) 设置垂直坐标的起点(I框)和终点(F框):选择合适的值以便可以清楚完整地进行观察。

(4)单击"启动/停止"开关,电路开始仿真,幅频特性如图 1-4-6 所示。拖曳测量指针到 幅频特性曲线的任何位置,都可得到相应有增益、频率值。如果改变波特图仪的坐标参数或 电路测试点,则应重新启动电路,以保证仿真结果的准确性。



图 1-4-6 放大器幅频特性的测试

(5) 单击 Reverse 按钮,可使波特图仪反色显示。

5. 电压表与电流表

从指示器件库中选取的电压表与电流表图标,如图 1-4-7 所示,测量交流电(AC)时显示信号的有效值。

若需测量极高内阻的电压源时,则应根据需要对电表参数重新进行设置。

	Voltmeter	×
	Label Display Value Fault Pins Variant User Fields	
	Resistance (R) 10 MOhm	∃
U1	Mode DC 💌	
0.000		
<u>DC 10M0</u>		
	<u>Replace</u>	Help

图 1-4-7 电压表图标与特性对话框

五、电路仿真实例与分析

1. 打开 Multisim 10 设计环境。选择"文件"→"新建"→"原理图"命令,即弹出一个新的电路图编辑窗口,在设计工具箱中同时出现一个新的名称。单击"保存"按钮,将该文件命 名后保存到指定文件夹下。

2. 在绘制电路图之前,需要先熟悉一下元件栏和仪器栏的内容,看看 Multisim 10 都提 供了哪些电路元件和仪器。

3. 首先放置电源。单击元件栏的放置信号源选项,出现如图 1-5-1 所示的对话框。

物程度:	元件:	2符号(ANST)	
士教程度	DC POWER	10 9 (4104)	确定(_)
4E :	AC POWER		关闭(<u>C</u>)
T Sources	DC POWER	·····································	搜索(<u>5</u>)
至刻:	DGND	T	详细报告(D)
All Select all families	GROUND		模型(M)
Power_sources	THREE_PHASE_DEL	TA - 功能:	帮助(日)
SIGNAL_CURRENT, S	SO VCC VDD REN VEE REN VSS	DC Voltage Source	
CONTROL_FUNCT	ксттон	Model manuf./ID: Generic/VDCP	_
		Footprint manuf./Type:	_
		Hyperlink:	
1 元件:11 Searching:			

图 1-5-1 放置电源

- (1) 在"数据库"下拉列表框中选择"主数据库"。
- (2) 在"组"下拉列表框中选择 Sources。