

## 0. 仪器仪表工具的使用——简单电阻串联分压电路的仿真

在 Multisim 14.2 工作界面的右侧是一个仪器工具栏 (Instruments)，该工具栏提供了 11 种测试仪器，该工具栏可以横向排列，也可以用鼠标拖动使其纵向排列，如图 2.2.23 所示。



图 2.2.23 仪器工具栏

自左至右仪器分别为：数字万用表 (Multimeter)、函数信号发生器 (Function Generator)、瓦特表 (Wattmeter)、示波器 (Oscilloscope)、波特指示器 (Bode Plotter)、字信号发生器 (Word Generator)、逻辑分析仪 (Logic Analyzer)、逻辑转换器 (Logic Converter)、失真分析仪 (Distortion Analyzer)、频谱分析仪 (Spectrum Analyzer)、网络分析仪 (Network Analyzer)。

Multisim 14.2 中所提供的 11 种虚拟仪器与电子实验室的现实器件功能和使用方法非常相似，相当于一个虚拟的仿真实验室。

### ◆ 训练任务

使用数字万用表测量图 2.2.24 所示的简单电阻串联分压电路的电流及两个电阻 R1、R2 的分压值，用瓦特表（功率表）测量 R1、R2 的功率。

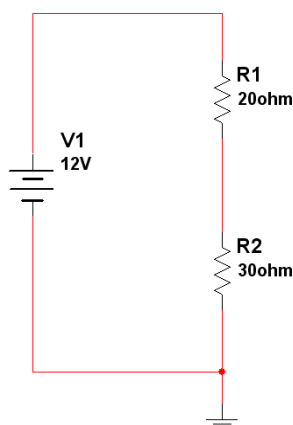


图 2.2.24 简单串联分压电路

### ◆ 学习目标：

- 掌握仪器仪表工具栏中数字电压表和瓦特表的使用
- 了解仪器仪表工具栏中所有工具的使用方法

### ◆ 执行步骤：

步骤 1：绘制电路图并保存

参照图 2.2.24 绘制一串联分压电路，该电路包括一个 12V 的电源、一个接地符号、两个电阻，将该电路图以文件名“简单串联分压电路.msm”保存。

步骤 2：测量电路电流

1) 串联数字电压表

当测量电流时，数字万用表应串联于被测支路中，如图 2.2.25 所示。

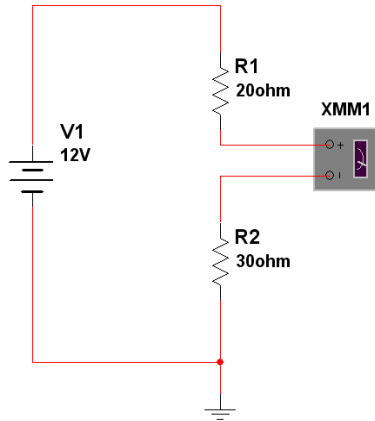


图 2.2.25 将电流表串联在电路中





图 2.2.26 面板

2) 面板操作

双击数字万用表，将弹出万用表所对应的面板，面板的作用在于显示测量结果，并能够在其中进行相应的参数设置。数字万用表所对应的面板如图 2.2.26 所示。

知识链接：数字万用表的面板介绍

点击 A 按钮表示要测量电流；点击 V 按钮表示要测量电压；点击 Ω 表示要测量电阻；点击 dB 按钮表示要测量分贝值。

点击  表示测量的是交流值；点击  表示测量的是直流值。

点击“Set...”按钮，弹出一数字万用表内部参数设置对话框，如图 2.2.27。

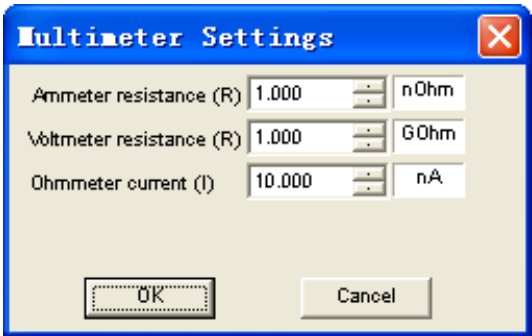



图 2.2.27 数字万用表内部参数设置对话框

Ammeter resistance(R)表示用于设置与电流表并联的内阻，该值的大小会影响电流的测量精度；Voltmeter resistance(R)表示用于设置与电压表串联的内阻，该值的大小影响电压的测量精度；Ohmmeter current(I)指的是当使用欧姆表测量时，流过欧姆表的电流。

本例中只是要测量电路的电流值，所以点击 A 按钮，因为是直流电压，所以点击选中  按钮。

3) 单击开始按钮


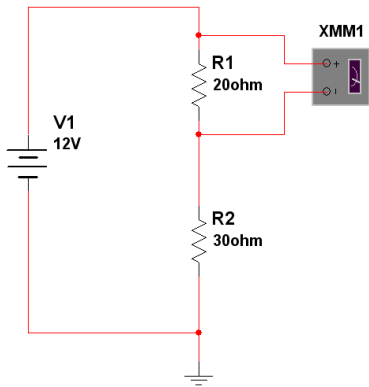
单击界面右上角的开始按钮，然后观察面板显示的值，如图 2.2.28 所示。

图 2.2.28 电流值



图 2.2.29 并联电压表



**步骤 3：测量 R1 电压值**

**1) 并联数字万用表**

当需要测量电压时，需要将万用表并联在被测对象的两端，本例中将数字电压表并联在电阻 R1 的两端。如图 2.2.29 所示。

**2) 双击万用表，打开面板**

双击打开万用表面板后，点击 V，表示要测量电压。

**3) 单击开始按钮**

单击开始按钮，观察所测得的 R1 的电压值，如图 2.2.30 所示。



图 2.2.30 R1 电压值

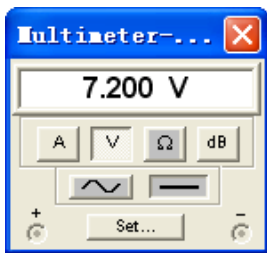


图 2.2.31 R2 电压值

**步骤 4：测量 R2 电压值**

参照上述方法，将数字万用表并联到 R2 的两端，测得的 R2 电压值如图 2.2.31 所示。

**步骤 5：测量电阻 R1 的功率**

仪器仪表工具栏中的瓦特表可以用来测量功率。

瓦特表有两组端子，标记为“V”的一组端子为电压输入端子，要求与被测对象并联；标记为“|”的一组端子为电流输入端子，要求与被测对象串联。

如果需要测量电阻 R1 的功率，连接如图 2.2.32 所示。双击瓦特表，打开其所对应的面板。

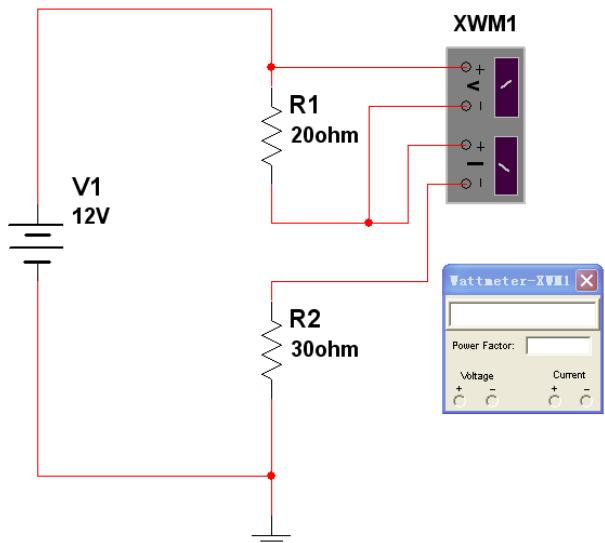
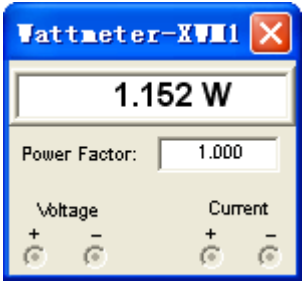


图 2.2.32 瓦特表连接示意

单击开始按钮，测得的 R1 功率如图

**步骤 6：测量电阻 R2 的功率**

按照上述方法，测量电阻 R2 的功率，瓦特表测量结果如图 2.2.34。



2.2.33 所示。

连接示意图和测  
图 2.2.33 R1 功  
率

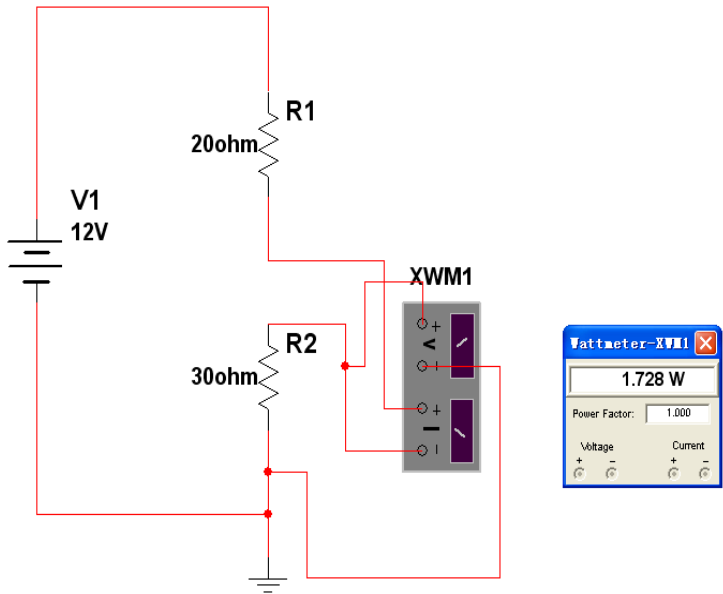


图 2.2.34 测量 R2 功率连接示意图

以上介绍的是数字电压表和瓦特表的使用示例，下面说一说仪器仪表工具栏中其他仪器的使用方法。

**知识链接：**仪器仪表工具栏中各仪器的使用说明

## 1、函数信号发生器

函数信号发生器的作用在于产生正弦波、方波和三角波。

如图 2.2.35 所示，函数信号发生器有 3 个端子：+、common、-，它的连接规则如下：

- (1) 连接+和 common 端子，输出信号为正极性信号，幅值等于信号发生器的有效值。
- (2) 连接 common 和-端子，输出信号为负极性信号，幅值等于信号发生器的有效值。
- (3) 连接+和-端子，输出信号的幅值等于信号发生器有效值的两倍。

(4) 同时连接 common、+和-端子，且把 common 端子和公共地符号（Ground）相连，则会输出两个幅度相等、极性相反的信号。

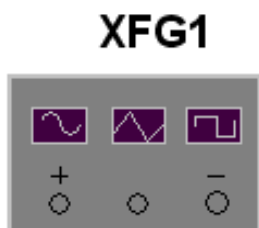


图 2.2.35 函数信号发生器

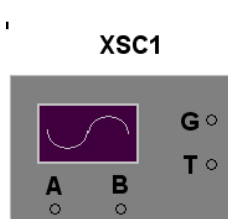


图 2.2.36 示波器

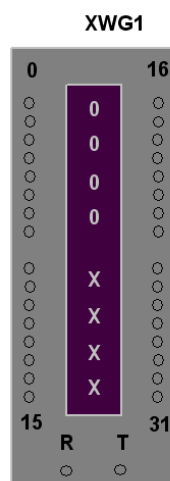
## 2、示波器

示波器是用来观察信号波形并可测量信号幅度、频率及周期等参数的仪器。如图 2.2.36 所示。

该示波器是双踪示波器，有四个端子。A、B 两通道分别只需要一根线与被测点相连，并并联在被测点两端，测量的是被测点与“地”之间的波形，接地端 G 一般要接地，如果电路中已有接地符号，则可不接，T 端子是外触发端。

图 2.2.37 波特图仪

图 2.2.38 字信号发生器



## 3、波特图仪

波特图仪的作用是用来测量和显示一个电路、系统或放大器幅频特性和相频特性的一种仪器，和实验室的扫频仪相仿。如图 2.2.37 所示。

波特图仪有四个端子，左边的 in 是输入端子，+和-分别与电路输入端的正负端子相连接；右边的 out 是输出端口，+和-分别与电路输出端的正负端子相连接。

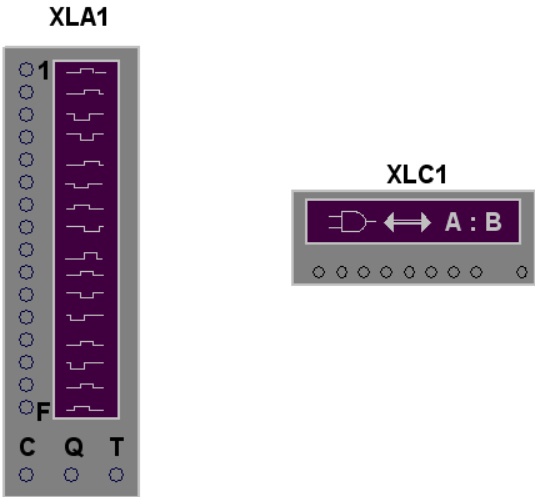
## 4、字信号发生器

字信号发生器是一个最多能够产生 32 路同步逻辑信号的仪器，可用来对数字逻辑电路进行测试，也称为数字逻辑信号源。如图 2.2.38 所示。

字信号发生器图标左边有 0 到 15 共 16 个端子，右边有 16~31 共 16 个端子，这 32 个端子是该字信号发生器所产生的信号输出端，其中的每一个端子都可接入数字电路的输入端。下面的 R 和 T 两个端子中，R 为数据备用信号源，T 为外出发信号端。

图 2.2.39 逻辑分析仪

图 2.2.40 逻辑转换仪



5、逻辑分析仪

逻辑分析仪可以同步纪录和显示 16 路逻辑信号，可用于对数字逻辑信号的高速采集和时序分析。如图 2.2.39 所示。

图标右侧从上到下有 16 个端子，是逻辑分析仪的输入信号端口，使用时连接到电路的测量点。图标下部有 3 个端子，C 是外时钟输入端，Q 是时钟控制输入端，T 是触发控制输入端。

6、逻辑转换仪

逻辑转换仪如图 2.2.40 所示。它的功能有：将逻辑电路转换成真值表；将真值表转换成逻辑表达式；将真值表转换成简化表达式；将逻辑表达式转换成真值表；将表达式转换成逻辑电路；将逻辑表达式转换成与非门逻辑电路。逻辑转换仪是 Multisim 中的虚拟装置，实验室不存在这样的实际仪器。

逻辑转换仪包括 9 个端子，左边 8 个端子可用来连接电路的节点，而右边的 1 个端子是输出端子。通常只有在用到逻辑电路转换为真值表时，才需将其图标与逻辑电路相连接。

7、失真分析仪

失真分析仪是一种测试电路总谐波失真与信噪比的仪器，在用户制定的基准频率下，对电路进行总谐波失真或信噪比的测量。如图 2.2.41 所示。

它只有 1 个端子，用来连接电路的输出信号。

8、频谱分析仪

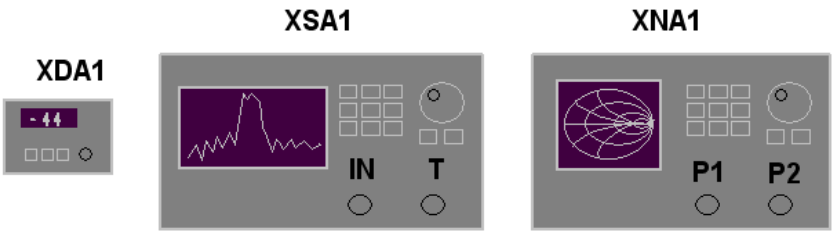
频谱分析仪用来分析信号的频域特性，如图 2.2.42 所示。

该仪器有两个端子，IN 端子为输入端，T 为触发端。

9、网络分析仪

网络分析仪是一种用来分析双端口网络的仪器，它可以用来测量衰减器、放大器、混频器、功率分配器等电子电路及元件的特性。如图 2.2.43 所示。

图 2.2.41 失真分析仪 图 2.2.42 频谱分析仪 图 2.2.43 网络分析仪



◆ 小结

Multisim 14.2 的仪器工具栏共有 11 种虚拟仪器，在使用的时候只需拖动仪器库中所需仪器的图标到合适的位置即可，然后根据要求将仪器连接起来，双击仪器图标可以打开该仪器的控制面板。在同一个仿真电路中允许调用多台相同的仪器或不同的仪器。

## ◆ 实训

绘制如图 2.2.44 所示串联谐振电路图，并使用数字万用表测量电路的电流和电容、电感、电阻两端的电压，使用瓦特表测量电容、电阻、电感的功率。

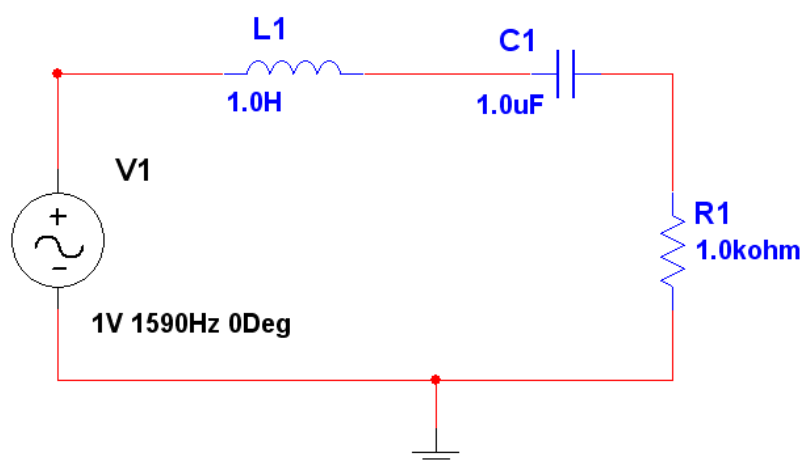


图 2.2.44 串联谐振电路



# 实验1. 在Multisim中绘制电路图

## 单项训练 1 单管共射放大电路的设计

### ◆ 训练任务

在 Multisim 14.2 中设计如图 2.2.1 所示的单管共射放大电路，文件保存名为“单管共射放大电路.msm”。

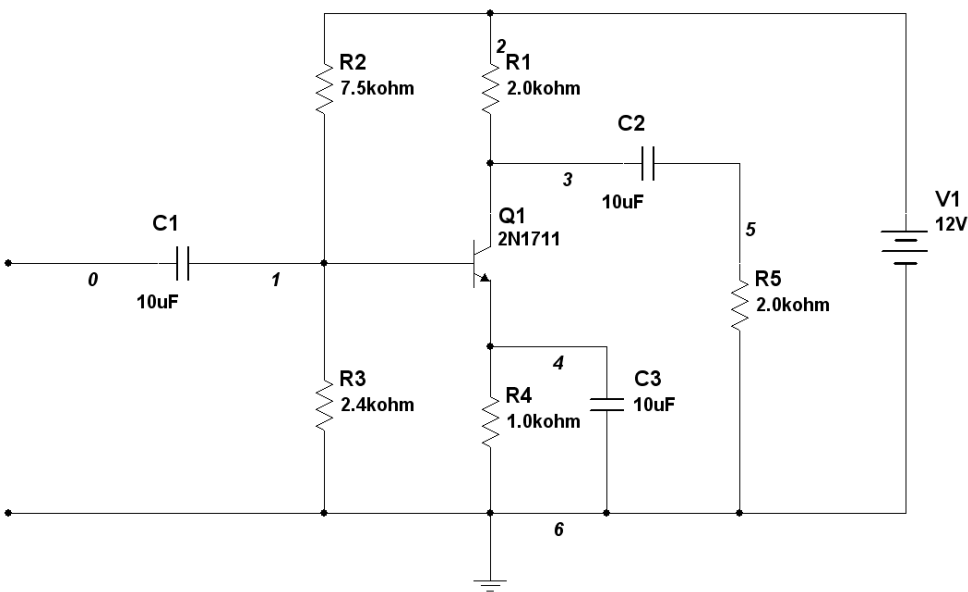


图 2.2.1 单管共射放大电路

### ◆ 学习目标

- 熟悉 Multisim 14.2的工作界面
- 了解 Multisim 14.2 中的常用菜单、工具和命令
- 掌握 Multisim 14.2 系统环境的设置
- 掌握 Multisim 14.2 中的常用编辑操作

### ◆ 执行步骤

#### 步骤 1：打开 Multisim 14.2

执行“开始”/“程序”/“Multisim 14.2”/“Multisim 14.2”，即可进入 Multisim 14.2 的工作界面。

Multisim 14.2 的工作界面主要由主菜单、主工具栏、设计工具栏、使用列表、元件工具栏、仪器工具栏和仿真按钮组成。如图 2.2.2 所示。



图 2.2.2 Multisim 14.2 工作界面构成

## 步骤 2：新建和保存文件

执行“文件”/“新建”，将新建一空白的设计文件。

执行“文件”/“保存”，将刚新建的电路文件以“单管共射放大电路.msm”为名保存，保存位置任意。

### 知识链接：Multisim 14.2 中的主菜单介绍

文件菜单：主要用于新建、打开、保存文件。

编辑菜单：用于对选择的对象进行剪切、复制、粘贴、旋转等操作。

视图菜单：用于设定显示的对象，如显示网格、显示标题和边框等等。另外还可以用于对编辑区进行放大或缩小。

放置菜单：用于放置元件、结点、总线、文字等各种对象。

仿真菜单：用于运行或暂停仿真、设置分析类型、选择测试仪器等。

导出菜单：用于将 Multisim 环境下的原理图文件转换成其他格式文件。

工具菜单：用于对元件进行创建、编辑、复制、删除等操作。

选项菜单：用于设置系统的参数，如图纸颜色等。

窗口菜单：用于选择窗口的显示方式。

帮助菜单：用于显示各种帮助信息。

## 步骤 3：系统环境设置

执行“选项”/“自定义”，打开“Preference”自定义对话框。该对话框共有 6 个选项卡，作用如下：

1) **Circuit 选项卡**: 在该选项卡中, 可以设置与电路相关的参数, 主要包括元件标注的显示方式和各种对象的颜色。如图 2.2.3 所示。

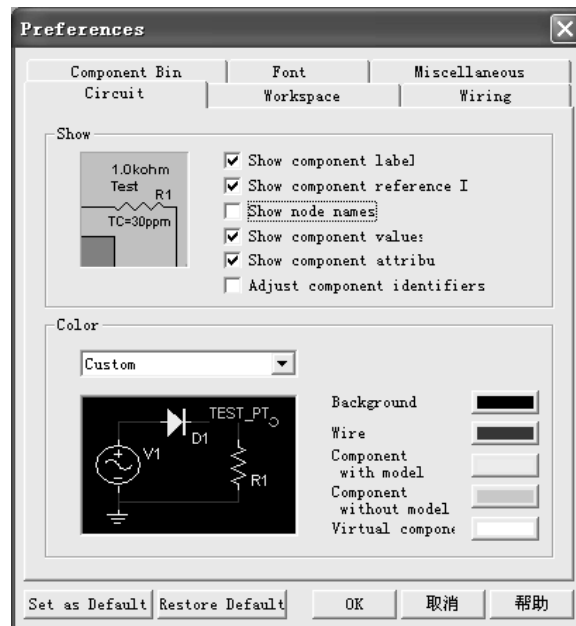


图 2.2.3 Circuit 选项卡

#### Show 区各项含义:

Show component label: 用于设置是否显示元件标签

Show component reference ID: 用于设置是否显示元件编号

Show node names: 用于设置是否显示节点名称

Show component value: 用于设置是否显示元件标称值

Show component attribute: 用于设置是否显示元件属性

Adjust component identifiers: 用于设置是否调整元件的标志符。

当用户选择某项时, 左侧的图中将显示用户操作所带来的显示变化, 所以用户可以边操作边观察变化, 从而了解各项含义。

提示: 如果在屏幕上单击右键, 在快捷菜单中选择“显示”, 也将弹出“Show”对话框。

#### Color 区各项含义:

左上侧的下拉列表框中提供了 5 种配色方案:

Custom: 用户自定义配色方案, 当选择该项后, 用户可以在右侧依次设置图纸的背景颜色 (Background)、导线颜色 (Wire)、有源器件颜色 (Component with model)、无源器件颜色 (Component without model)、虚拟器件颜色 (Virtual component) 等。

Black Background: 黑底配色方案

White Background: 白底配色方案

White & Black: 白底黑白配色方案

Black & White: 黑底黑白配色方案

2) **Workspace 选项卡**: 该选项卡用于设置与工作空间相关的参数, 如图纸的规格和显示方式。如图 2.2.4 所示。

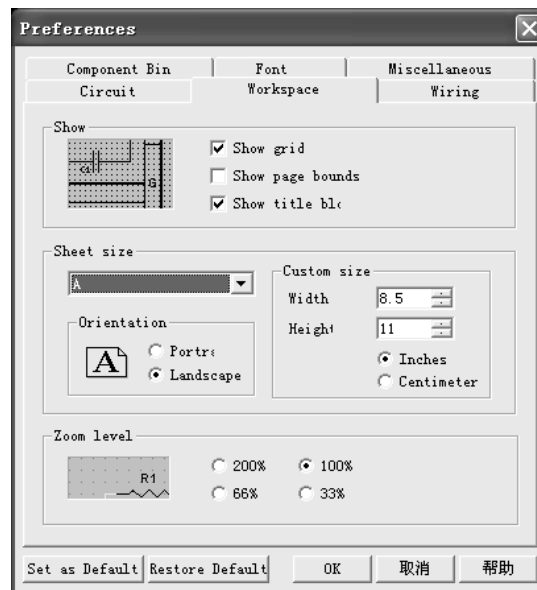


图 2.2.4 Workspace 选项卡

**Show 区**: 用于设置图纸的显示形式, 三个复选框分别表示是否显示网格 (Show grid)、是否显示图纸边界 (Show page bounds)、是否显示标题栏 (Show title block)。

**Sheet size**: 用于设置图纸大小。

**Custom size**: 用于自定义图纸大小, 有英寸 (Inches) 和厘米 (centimeter) 两种单位。

**Orientation**: 用于设置图纸是横向 (Landscape) 或纵向放置 (Portrait)。

**Zoom level**: 用于设置窗口的缩放比例。

3) **Wiring 选项卡**: 该选项卡主要用于设置和导线相关的参数, 如导线的宽度、自动连接方式等等。

4) **Font 选项卡**: 该选项卡主要用于设置和字体相关的参数, 如字体的类型、样式、大小及改变范围。

5) **Component Bin 选项卡**: 在该选项卡中设置与元件库有关的参数。

6) **Miscellaneous 选项卡**: 该选项卡用于设置自动备份的时间和路径、数字仿真的方式等等。

本例中全部采用系统默认设置。单击“OK”即可。用户也可以自己的需要设置相关的参数。



图 2.2.5 元件库工具介绍



图 2.2.6 基本元件库

#### 步骤 4：设计原理图

##### 1、放置元件：

电路图中所包含的器件都可以从界面左侧的元件库工具栏中找得到，每个工具按钮都对应一个元件库，打开相应的元件库即可找到需要的元件。元件库工具栏如图 2.2.5。

单击元件库工具栏上的“基本元件库”按钮，如图 2.2.5。将弹出该按钮所对应的基本元件库，该库中包含了电阻、电容、电感、开关、变压器等常见的基本元件，如图 2.2.6 所示。

基本元件有两种类型：现实元件（灰框）和虚拟元件（绿框）。

本例中所使用的都是现实元件。点击基本元件库中的电阻图标，将弹出一对话框，在其中选择电阻的阻值，然后单击确定即可。如图 2.2.7。

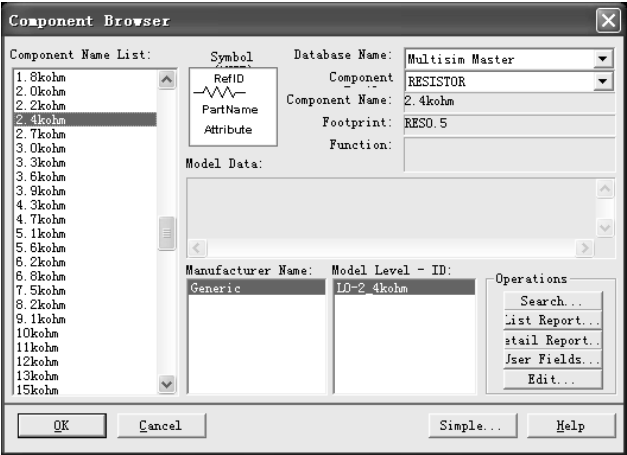


图 2.2.7 电阻放置对话框

图 2.2.8 电阻属性对话框

双击放置好的电阻，可以打开电阻的属性对话框，在其中可以对电阻的显示属性进行设置，如图 2.2.8。

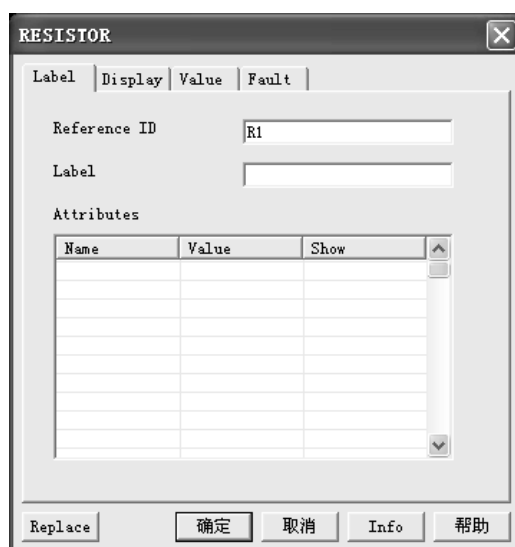
在 Label 标签项中，Reference ID 后设置的是电阻的编号（原理图中的元件编号不能重复）。Label 后设置的是元件的标签。

Display 标签项中，用于设置电阻各项显示，和图 2.2.3 中的 Show 中各项含义类似。

Fault 标签项中，用于设置元件是否无故障（None）、开路（Open）、短路（Short）、漏电（Leakage）等。

按照如上方法，放置 5 个电阻、3 个电容、1 个三极管（位于晶体管库中）、一个电源（在电源库中），位置及参数如图 2.2.1。

## 2、放置节点




从图 2.2.1 中可以看出，电路图的左侧有两个节点。这两个节点可以通过菜单“放置”/“节点”来放置。

## 3、连接电路：

将鼠标移动到所要连接的元件引脚一端，鼠标指针自动变成十字形，单击并拖曳鼠标到所要连接的另一元件的引脚，再次出现十字时单击，系统即自动连接两个引脚之间的线路。

按照上述方法连接好所有元件，参照图 2.2.1。

## 4、放置接地按钮：

单击元件库工具栏上的第一个电源工具箱按钮，将弹出一个电源工具箱，在其中单击选中接地按钮，然后移动到图纸的合适位置放置即可。

至此，整个电路绘制完毕。

## 5、显示节点名称

在图 2.2.1 中，存在一些数字 0、1、2 等，这些是电路的节点名称，如果需要显示，在图纸上单击右键，在快捷菜单中选择“显示”，在弹出的对话框中选中“Show node names”单选框即可。所显示的节点名称可能和图 2.2.1 不一致，这并不影响电路的功能。

## 6、保存：选择“文件”/“保存”。

## 知识链接：原理图中的一些编辑操作

选择元件：鼠标左键单击要选择的对象即可。如果需要选择多个，则可以按住 Shift 键连续单击要选择的对象。

复制或剪切：在选择元件上单击右键，在快捷菜单中单击“复制”或“剪切”。

移动元件：将鼠标指针移动到需要移动的元件上，按住鼠标左键拖动到合适位置即可。

删除元件：单击器件选中，按键盘上的 Delete 键。

旋转元件：在需要旋转的器件上单击右键，在弹出的快捷菜单中选择翻转方式，有四种翻转方式：左右翻转 (Flip Horizontal)，上下翻转 (Flip Vertical)，顺时针旋转 90 度 (90 Clockwise)，逆时针旋转 90 度 (90 CounterCW)。

改变元件颜色：在要改变颜色的元件上单击右键，选择“颜色 (Color)”，在弹出的对话框中直接点取相应的颜色即可。

改变导线颜色：在导线上单击右键，在快捷菜单中选择“颜色”，在弹出的对话框中选择相应的颜色。

**步骤 5：测量电压和电流值**

测量每个元件所在支路的电流值和该元件两端的电压值。并填写下表。

元件	电流	电压
R1		
R2		
R3		
R4		
R5		
C1		
C2		
C3		

**◆ 小结：**

搭建电路（绘制原理图）是 Multisim 的基本功能之一，原理图设计的主要步骤包括：

- 1、新建文件
- 2、系统环境设置：用户根据自己的喜好设置具有个人风格的工作环境，包括图纸的大小、颜色，元件的显示方式等等
- 3、从元件库中调用所需的元件
- 4、设置元件的属性、调整元件的位置及显示颜色等等
- 5、连接线路
- 6、保存

**◆ 实训**

在 Multisim 14.2 中设计如图 2.2.9 所示的晶体管放大电路图并测量经过每个元件的电流值和元件两端的电压值。

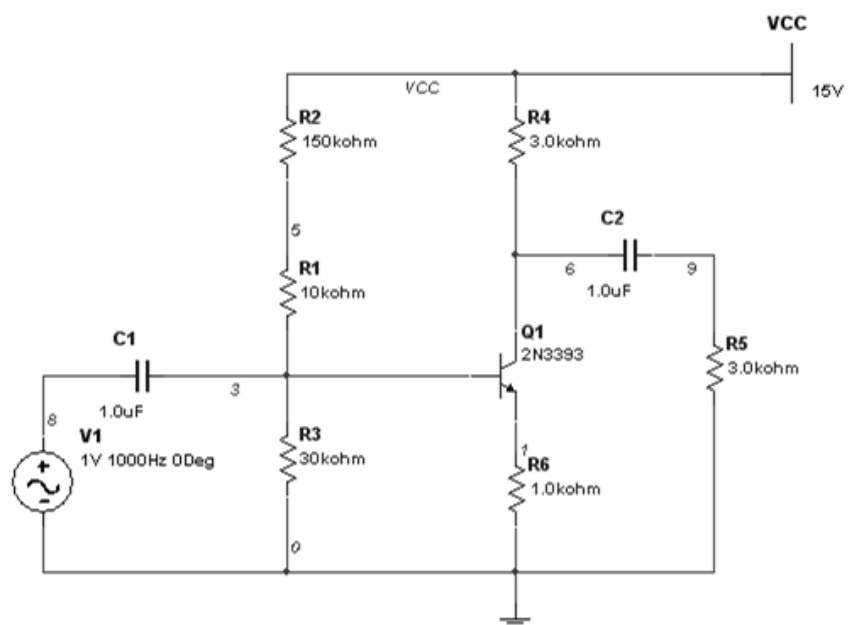


图 2.2.9 实训



## 实验2. 在Multisim中仿真电路图——十进制计数电路图的设计和仿真

Multisim14.2中的 TTL 元件库中存放着很多和实际元件相对应并且按照型号放置的数字元件。74LS160 就是一种具有清零、置数、保持、计数四种状态的十进制上升沿计数器。下面就通过十进制计数器电路的绘制和仿真过程来介绍如何在 Multisim14.2 中设计数字电路并进行仿真。

### ◆ 训练任务

使用 Multisim 14.2 元件库中的元件来设计一个十进制计数电路图，如图 2.2.10 所示，要求电路能够实现仿真，进行十进制计数。

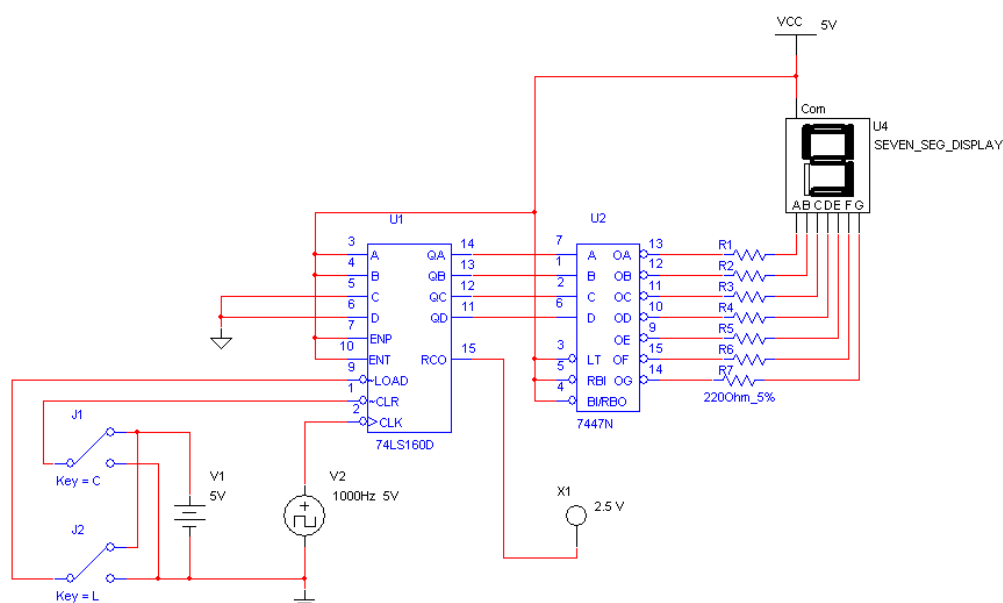


图 2.2.10 十进制计数电路图

### ◆ 学习目标：

- 了解 Multisim 14.2 中的元件库
- 掌握元件库中元件的使用
- 掌握元器件属性的编辑方法
- 掌握 Multisim 14.2 中开关的使用及属性的设置
- 掌握 Multisim 14.2 中仿真按钮的使用

### ◆ 执行步骤：

步骤 1：新建和保存文件



图 2.2.11


以选用虚拟元  
本例中需要  
击工具栏左上角  
对话框中选择阻值  
在图纸上合适的  
齐。如图 2.2.11 所  
双击电阻  
到 标签 项  
单击取消复  
Global setting”，然  
表示不显示阻  
示阻值。R7 保留。

执行“文件”/“新建”，新建一空白的设计文件。  
执行“文件”/“保存”，将刚新建的电路文件以“十进制计数电路图.msm”  
为名保存。


步骤 2：系统环境设置

用户可以根据自己的需要设置系统环境，本例中选择默认设置。

步骤 3：放置电阻

单击元件库工具栏上的“基本元件库”按钮，将弹出基本元件库工  
具栏。  
该工具栏中包括了 22 个现实元件箱和 7 个虚拟元件箱（灰色的是现实  
元件，绿色的是虚拟元件）。现实元件箱中存放的是与现实元件一致的仿真  
元件供选用，虚拟元件箱中的元件不需要选择，直接调用后，用户可  
以根据自己的需要在其属性对话框中设置其参数值。

如果电路图要仿真，则尽量使用现实元件，因为现实元件更接近于现实  
情况，并且有相对应的元件封装标准。当在现实元件箱中找到所需要参数的元件时，可  
件。

放置 7 个 220ohm 的电阻。单  
的电阻按钮，在打开的对  
为 220ohm 的电阻，将其放置  
位置，连续放置 7 个，使之对  
示。

R1，打开其属性对话框，切换  
Display，如图 2.2.12 所示。  
选框 “Use Schematic Optional  
后单击取消 “Show value”，  
值。依次设置 R2…R6 为不显

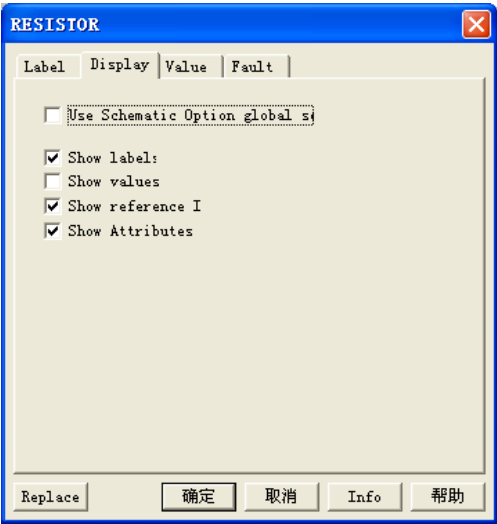
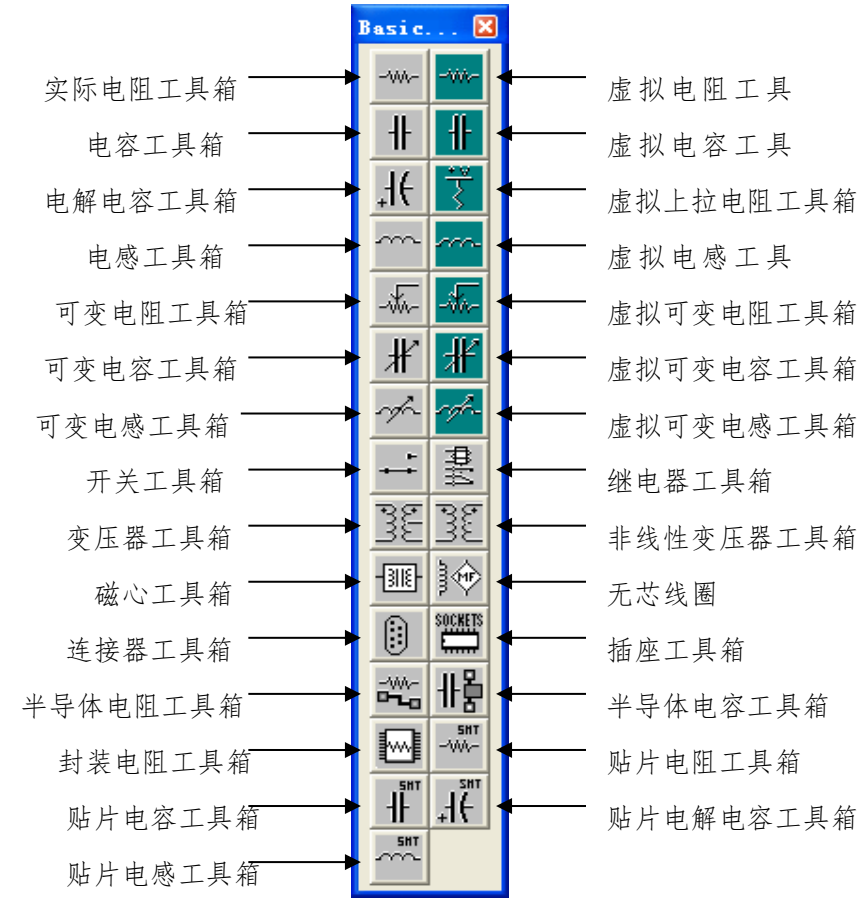


图 2.2.12 电阻属性对话框

单击选中电阻的编号“R1”，按住鼠标左键拖动可以移动其位置，可以参照图 2.2.10 调整元件的编号和元件的位置。

图 2.2.13 基本元件库工具栏



**知识链接：**基本元件库工具栏简介

该工具栏所包含的各工具箱如图 2.2.13 所示。

单击每个工具箱即可打开该工具箱所对应的对话框，在其中通常包含该器件所对应的各种型号，如电阻工具箱中包含了各种阻值的电阻，用户只要选择一个自己的需要的电阻来使用就可以了。

步骤 4：放置开关

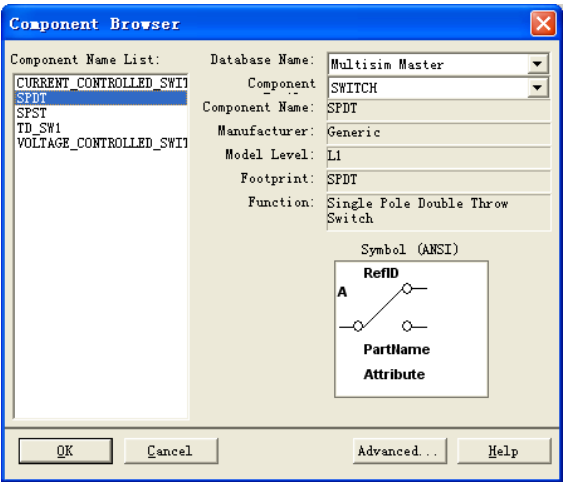


图 2.2.14 开关放置对话

单击如图 2.2.13 所示工具栏上的“开关工具箱”，打开开关放置对话框。如图 2.2.14 所示。


选择开关 SPDT，然后单击“OK”按钮，将其放置在图纸中合适的位置。该开关旁有一个字符串“Key=Space”，表示当按下空格键时，开关能够切换。如果希望当按下 C 键时，开关能够切换。则双击开关，打开其属性设置对话框，如图 2.2.15。切换到 Value 标签，在 Key for switch 后的下拉列表框中选择 C 键即可。

以此类推，放置另一个开关，将其切换键设置为 L。



图 2.2.15 开关属性对

步骤 5：放置七段数码管元件

单击元件库工具栏上的“指示元件库”按钮, 打开“指示元件库”, 如图 2.2.16 所示。

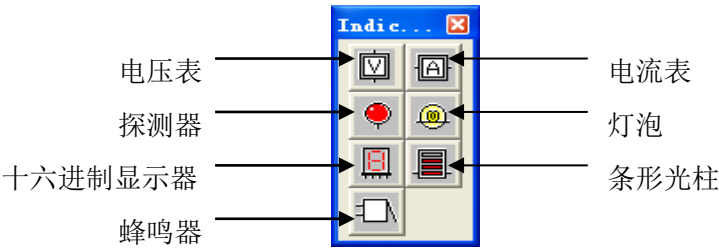



图 2.2.16 指示元件库工具栏

单击“指示元件库”中的十六进制显示器按钮, 将弹出元件浏览对话框, 如图 2.2.17 所示。

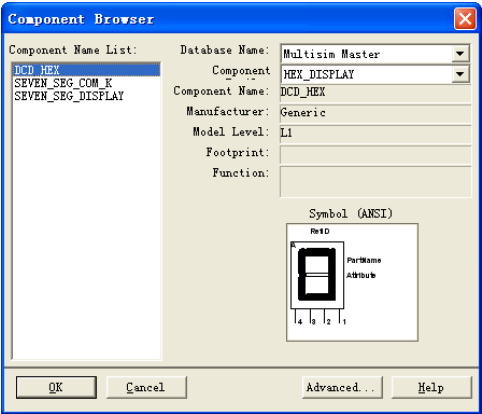


图 2.2.17 元件浏览对话框

该对话框中提供了三种类型的数码管:DCD\_HEX、SEVEN\_SEG\_COM\_K、SEVEN\_SEG\_DISPLAY。本例中所用到的是是七段数码显示器 SEVEN\_SEG\_DISPLAY, 单击选中该器件, 然后将鼠标移动到图纸合适的位置, 单击放置, 如图 2.2.18 所示。

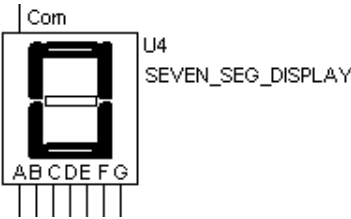


图 2.2.18 七段数码管显示器

**知识链接：指示元件库简介**

指示元件库中包含的 7 种元件 (有的版本是 8 种元件) 用来显示电路的仿真结果, 如电压表显示测量的电压结果、电流表测量显示的电流结果等等, 所以被称之为交互式器件, 也就是用户可以通过这些器件来观察电路仿真所得到的结果。

各器件功能简介如下:

电压表: 该表用来测量交流电压或直流电压。

电流表: 该表用来测量交流电流或直流电流。

探测器：相当于发光二极管，可将其连接到某个点，当该点电平达到高电平时，探测器就会发光指示。

蜂鸣器：当加在蜂鸣器端口的电压超过设定的值时，蜂鸣器就会按照设定的频率鸣叫。

灯泡：如果是直流，灯泡发出比较稳定的光亮；如果是交流，灯泡会一闪一闪的亮。

十六进制显示器：用来显示十进制数，通常用在计数器中。

条形光柱：相当于 10 个 LED 发光二极管，但只有一个阳极和一个阴极，当电压超过某个电压值时，相应的 LED 之下的数个 LED 就会全部点亮。

### 步骤 6：放置探测器 X1

单击“指示元件库”中的探测器按钮，将其移动到图纸合适的位置放置即可。

### 步骤 7：放置元件 74LS160D 和 7447N

元件的放置不仅仅可以通过元件工具栏中的各元件库来查找并放置，也可以通过菜单来进行。

选择“放置”/“元件…”，弹出一对话框，如图 2.2.19 所示。

在对话框右侧的 Database Name 后的下拉列表中将数据库选择为 Multisim Master；在 Component 后，将元件设置为 74LS 系列，然后在左侧列出的 74LS 系列元件中找到 74LS160D，并单击“OK”按钮，将鼠标移动到合适的位置，放置好元件 74LS160D。

然后开始放置元件 7447N。该元件在 74STD 系列元件库中。

### 步骤 7：放置电源 V1 和 V2，以及接地符号

单击元件工具栏上的电源工具按钮，打开电源工具栏。如图 2.2.20 所示。





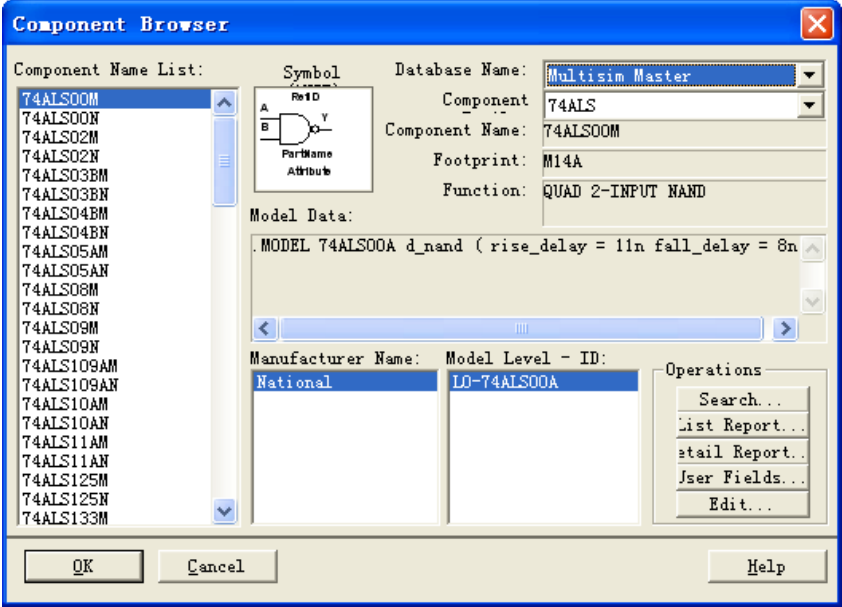
单击放置接地符号，单击放置数字接地符号，单击放置电源符号，单击放置时钟电压源。

图 2.2.19 元件浏览对话框



### 知识链接：电源工具栏简介

电源工具栏见图 2.2.20，电源工具栏中包含了 30 个电源器件，有为电路提供电能的

功率电源，有作为输入信号的各种信号源及控制电源，还有 1 个接地端和 1 个数字接地端。用户可以根据自己的需要选择相应的电源，如当使用运算放大器、变压器、示波器、波特指示器、函数发生器等仪器仪表时，必须接地，而当电路中含有数字元件时，需有数字接地。

至此，图中器件放置完毕，如图 2.2.21 所示。

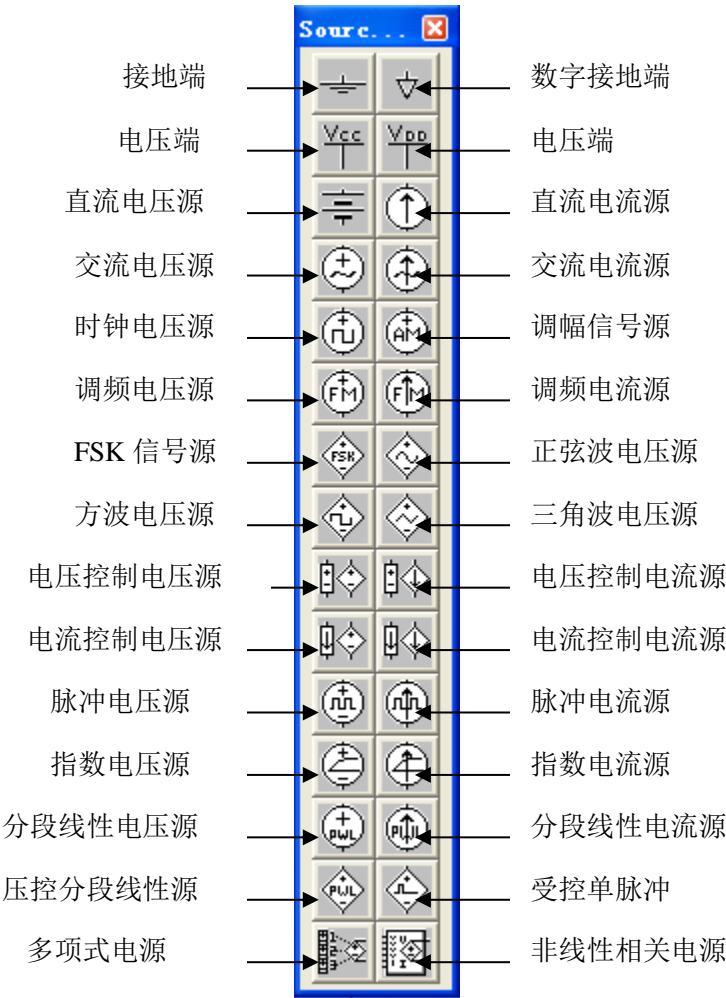



图 2.2.20 电源工具栏


步骤 7：连线并保存

按照前一个项目中所讲述的方法，参照图 2.2.10，将图中各器件用导线连接起来。然后单击保存按钮，将文件保存。

步骤 9：运行仿真

单击界面右上角的运行按钮，观察电路图中七段数码管的变化，数字将从 0 变化到 9。需要注意的是，可以用鼠标单击电路图中的两个开关，然后按 C 或 L 键来切换开关，并观察数码管显示的变化情况。

如果电路图仿真没有反应，请仔细检查电路图，检查连线是否准确。

停止仿真，则单击按钮.

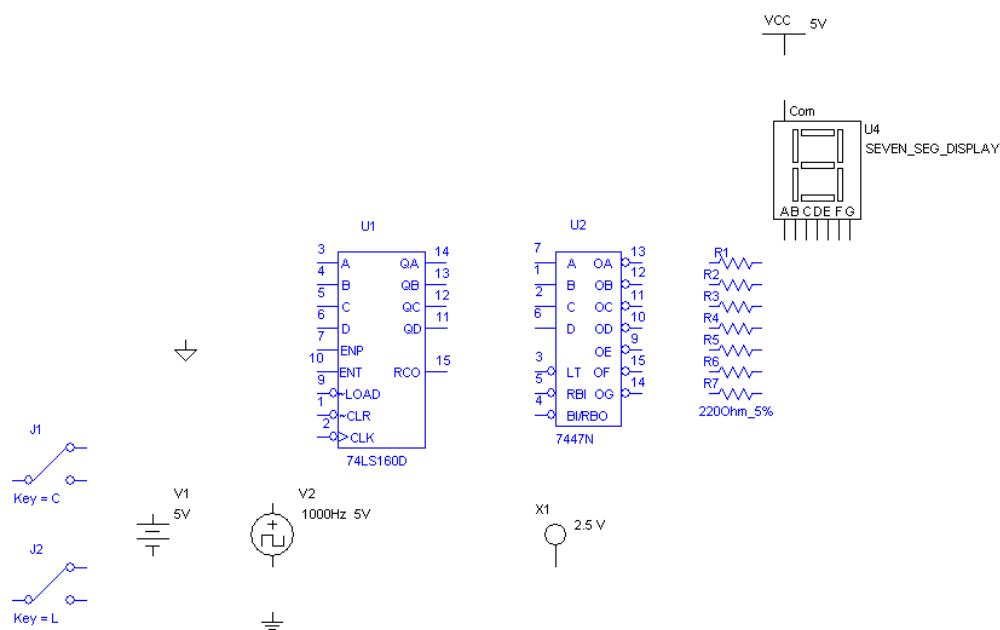


图 2.2.21 元件放置完毕的十进制计数电路

## ◆ 小结

Multisim14.2中元件库工具栏的打开和关闭可以通过菜单“视图”/“元件库”/“系统元件库”来切换。Multisim14.2含有 14 个元件分类库，每个库中又含有 3 至 30 个元件箱，各种电路仿真元器件分门别类地放在这些元件箱中供用户调用。

本例中只对所用的几个元件库做了简单介绍，其他元件库的使用方法类似，如果用户对元件库中元件的使用方法及性能等较为陌生，可以查阅相关的参考资料。



### 实验3. 电路图的仿真与分析——J-K 触发器的仿真分析

74LS112 是一个 TTL 型集成边沿 JK 触发器，内部集成了 2 组边沿 JK 触发器。在 Multisim 14.2 中，对于这样包含了若干组子件的集成块，可以单独使用其中任意一组，一般第一组为 Section A，第二组为 Section B，以次类推。

对于 74LS112 而言，Section A 如图 2.2.45，Section B 如图 2.2.46。

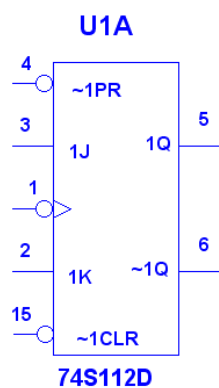


图 2.2.45 Section A

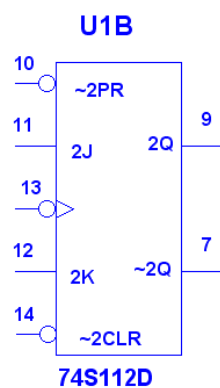


图 2.2.46 Section B

边沿 JK 触发器的特性方程为： $Q^{n+1} = J \bar{Q}^n + \bar{K} Q^n$

边沿 JK 触发器的工作原理为：

PR 引脚为置位端，低电平有效，当 PR 端接低电平时，不管输入 J、K 以及脉冲如何，输出 Q 始终为高电平。

CLR 引脚为复位端，低电平有效，当 CLR 端接低电平时，不管输入 J、K 以及脉冲如何，输出 Q 始终为低电平。

当 PR 和 CLR 端为高电平时，边沿 JK 触发器输出端 Q 在每个时钟脉冲的下降沿的变化遵循特性方程。

下面用 Multisim 14.2 搭建电路来验证触发器的这一特性。

#### ◆ 训练任务

在 Multisim 14.2 中绘制如图 2.2.47 所示的电路，通过示波器观察输出端的波形变化，验证边沿 JK 触发器的工作特性。

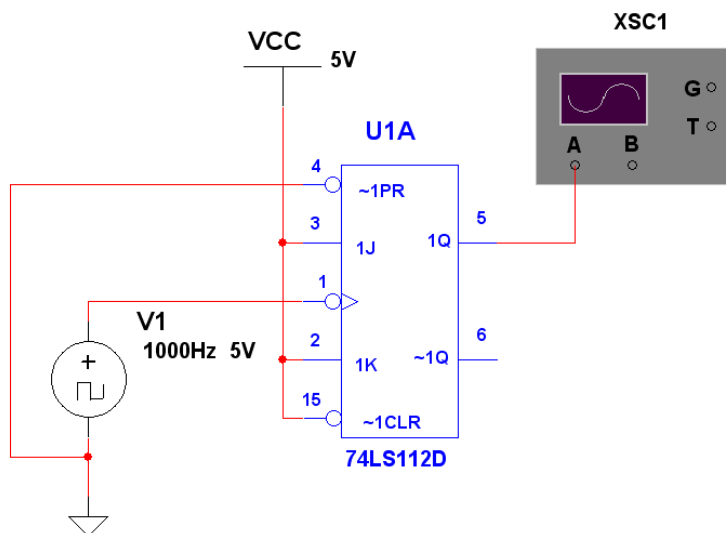


图 2.2.47 JK 触发器功能测试电路

- 1、测试当 PR 端接低电平时的输出 Q 的波形；
- 2、测试当 CLR 端接低电平时的输出 Q 的波形；
- 3、测试当 PR 和 CLR 端都接高电平时，J 和 K 接高电平时输出波形 Q 的变化情况；

## ◆ 学习目标

- 掌握示波器的使用方法
- 了解 Multisim 14.2 在数字时序电路中的应用

## ◆ 执行步骤

### 步骤 1：绘制电路图

新建一空白的 Multisim 文档，在其中按照如下要求进行操作：

#### 1、放置元件 74LS112D

单击工具栏上的 TTL 元件库按钮，在打开的元件库中选取如图 2.2.48。

在弹出的对话框中选择 74LS112D，单击确定按钮后，在单中选择“Section A”，表示选择该集成块的第一组触发器（Section B 是同样的效果）。然后将鼠标移动到图纸的合适位置。如图 2.2.49 所示。

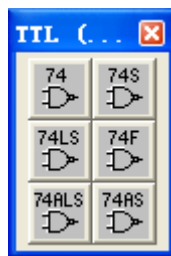


图 2.2.48


择 74LS 按钮，

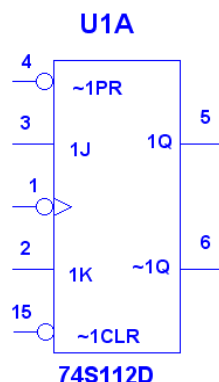
弹出的快捷菜单（选择位置单击确定

## 2、绘制原理图

参照图 2.2.47，完成整个电路图的绘制。并连接为只需要观察输出端 Q 的变化，所以示波器只需要使保存原理图。

### 步骤 2：仿真分析 PR 接地的波形

双击示波器，打开其控制面板，如图 2.2.50。然钮 ，其输出波形如图 2.2.50。可以看到当 PR 接地始终保持为高电平。



好示波器，因用一个端口。

后单击开始按

图 2.2.49

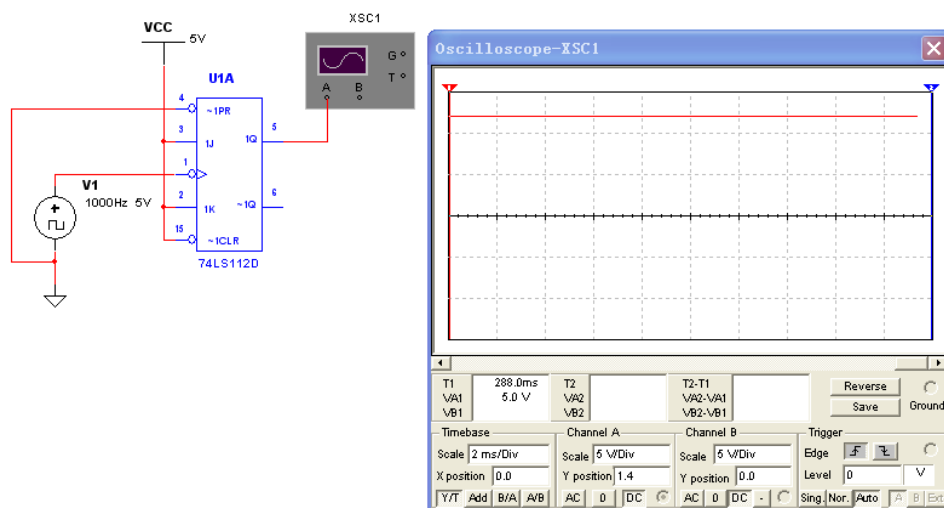


图 2.2.50 PR 接地时的示波器波形变化

示波器用来显示电信号波形的形状、幅度、频率等，示波器的 A、B 端可以分别连接需要测量波形的端口，G 是接地端，T 是外触发端。

### 知识链接：示波器面板介绍

显示区：面板上方的长方形空白区，用于显示仿真的结果波形。

Timebase 区：设置 X 轴方向时间基线扫描时间。

Scale：用于设置 X 轴每一个刻度代表的时间。单击可以改变其数值大小。

X position：设置 X 轴方向时间基线的起始位置。

Y/T 按钮：Y 轴方向显示 A、B 通道的输入信号波形，X 轴显示时间基线，并按时间进行扫描。通常采用此种方式。

Add 按钮：X 轴按设置时间扫描，而 Y 轴方向显示 A、B 通道输入信号之和。

B/A 按钮：将 B 通道信号施加在 Y 轴上，将 A 通道信号作为 X 轴扫描信号。

A/B：和 B/A 相反。

ChannelA 区：用于设置 Y 轴 A 通道输入信号的标度。

图 2.2.52 CLR 接地时示波器波形变化

步骤 4: 仿真分析 CLR、PR 接高电平, JK 接高电平时波形

再次单击始按钮可停止仿真, 然后 PR 接高电平, CLR 接高电平, J 和 K 接高电平, 电路和波形如图 2.2.53。

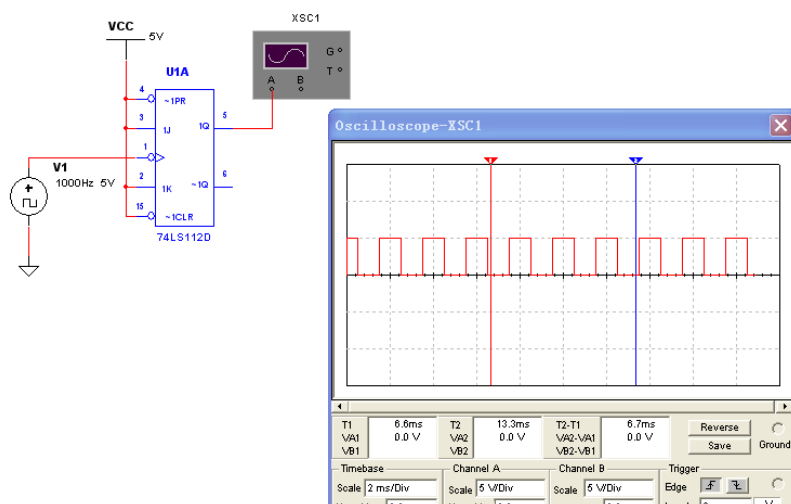


图 2.2.53 PR、CLR、J、K 都接高电平时的电路及波形

### 步骤 5: 仿真分析 Q 和 $\bar{Q}$ 端的波形

如果需要得到两个端口的波形，则可以将 Q 接 A 端口，将  $\overline{Q}$  接 B 端口，波形及面板的参数设置如图 2.2.54 所示。

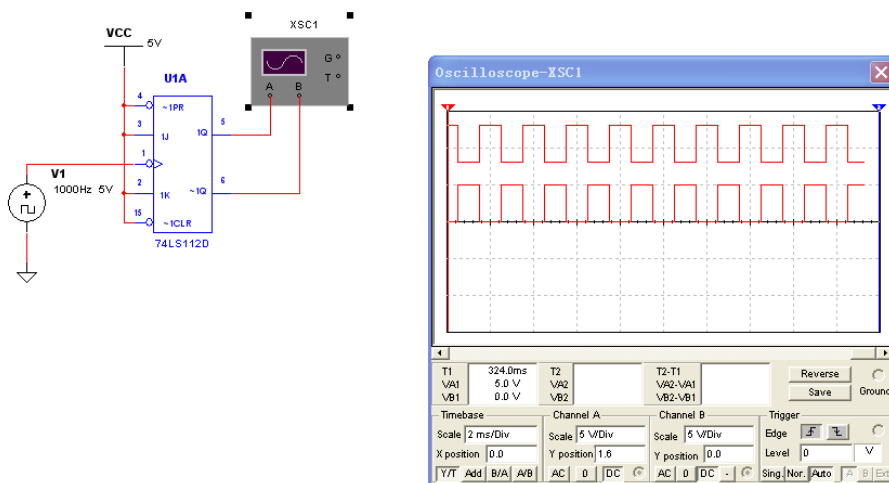


图 2.2.54 Q 和 的波形

以上测试结果和 JK 触发器的功能完全一致。用 Multism 来对数字电路进行仿真分析简单、便捷，而无需在实验室中搭建电路，节省了很多时间。

## ◆ 小结

在使用示波器时，注意面板中参数的设置，参数不一样，波形也有所区别。读者可以通过参数的不同设置来观察波形的变化，从而更深入的领会各项参数的用途。

用户在设计时序电路时,可以通过示波器观察输出端波形的变化,验证设计的正确与否。

示波器在模拟电路的仿真中也有广泛的应用。

### ◆ 实训

使用示波器观察反相器 74LS04D 的输入端和输出端的关系。如图 2.2.55。

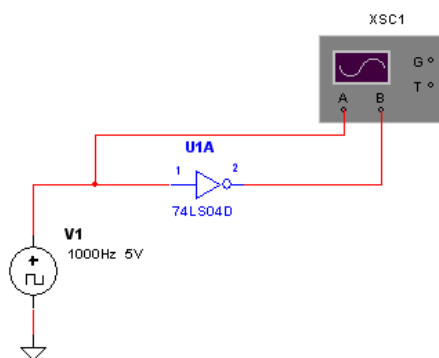


图 2.2.55 实训

## 实验4. 组合逻辑电路的设计

在数字电路中，组合逻辑电路的设计是一个重要内容。组合逻辑电路设计的一般步骤是：

- 1、 定义输入变量和输出变量；
- 2、 列真值表；
- 3、 根据真值表求逻辑表达式并化简；
- 4、 根据逻辑表达式画逻辑图。

Multisim 14.2 的仪器仪表工具栏中有一个仪器，名为逻辑转换仪，它能够方便的实现由真值表转换成逻辑表达式，由逻辑表达式转换成组合逻辑电路。

### ◆ 训练任务

按照如下要求设计一个由与非门组成的组合逻辑电路：

设计一个多数表决电路，有三个裁判 A、B、C，只有当两个裁判都同意（用 1 表示同意，0 表示不同意）时，结果才有效（用 1 表示有效，用 0 表示无效）。

根据题意，真值表如下所示：

输 入 变 量			输出变量
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1


### ◆ 学习目标

- 掌握逻辑转换仪的使用
- 了解用 Multisim 14.2 设计组合逻辑电路的方法

### ◆ 执行步骤

新建一空白的 Multisim 文档，在其中按照如下要求进行操作：

步骤 1：从仪器仪表工具栏中调出逻辑转换仪

在仪器仪表工具栏中，单击选中逻辑转换仪，将鼠标移动到空白位置放下，然后双击逻辑转换仪，打开其工作面板。如图 2.2.56。

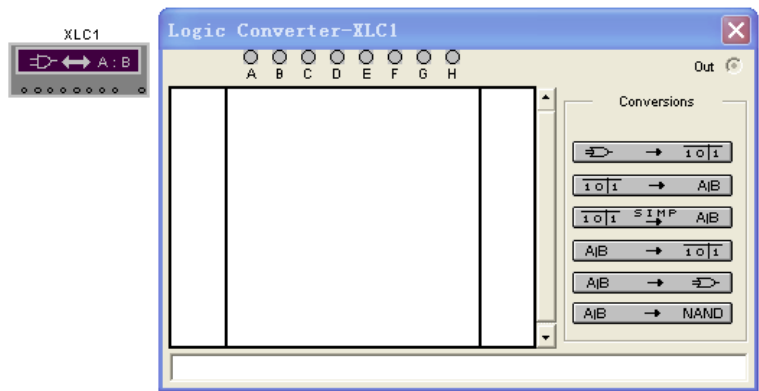


图 2.2.56 逻辑转换仪及其工作面板



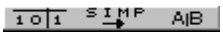



**步骤 2：在逻辑转换仪工作面板中设置真值表**

**知识链接：逻辑转换仪面板介绍**

在逻辑转换仪工作面板中，上部共有 9 个端子：A、B、C、D、E、F、G、H，均为输入端。用户需要几个输入端口，就单击选中几个。当选后，面板中间的显示屏幕部分将显示选中的输入端子所构成的逻辑取值组合。

面板最下方的一栏显示的是逻辑表达式。

面板右侧有几个按钮，分别对应的作用如下：

- ：将逻辑电路转换成真值表，逻辑转换仪能够显示真值表结果。
  - ：将真值表转换为逻辑表达式，逻辑表达式将显示在面板下方的栏中。
- A' 表示 A 非的意思。
- ：由真值表导出最简表达式。
  - ：由逻辑表达式导出真值表。
  - ：由逻辑表达式导出电路图。
  - ：由逻辑表达式得到与非门电路。

本题中，参照图 2.2.57 在逻辑转换仪中设置真值表。

当选择 A、B、C 作为三个输入端口后，逻辑面板的显示屏幕中将出现 ABC 的八种不同输入组合。右侧显示的输出结果，是由用户根据需要来设置的。设置之前显现的是？，单击？就会变成 0，再次单击 0 就会变成 1，再次单击 1 就会变成 X，如果再次单击又会变成 0。



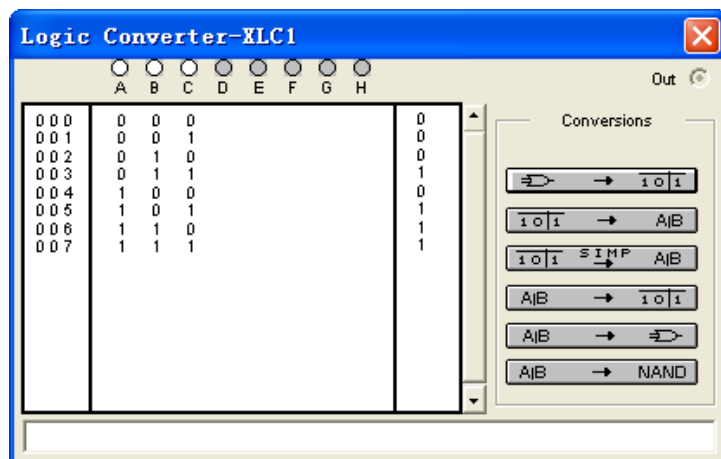


图 2.2.57

### 步骤 3：由真值表转换成最简逻辑表达式

单击面板上的  $\overline{101} \xrightarrow{\text{SIMP}} A|B$ ，将真值表转换成最简逻辑表达式，显示在面板的下方。如图 2.2.58 所示。

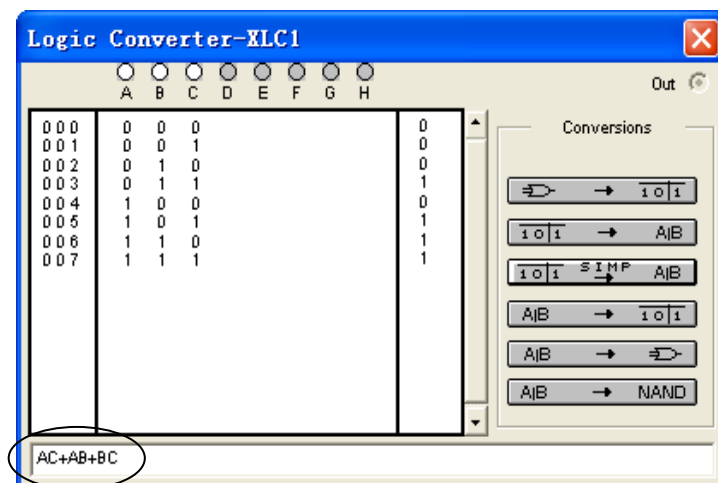


图 2.2.58

### 步骤 4：由表达式转换成与非门电路

单击面板上的  $A|B \rightarrow \text{NAND}$ ，将逻辑表达式转换成与非门电路。单击以后，在文档中生成的电路如图 2.2.59 所示。

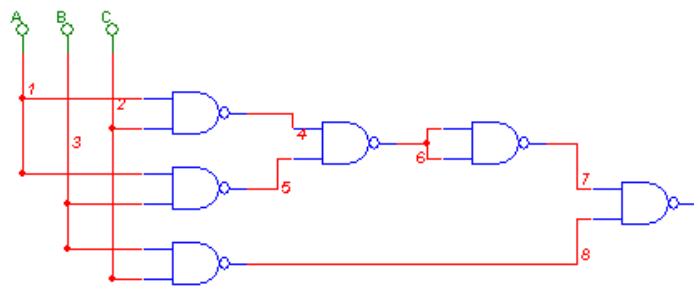



图 2.2.59

至此，一个能够实现裁判表决的组合电路就设计完毕了。如果现在要求你使用逻辑转换仪来分析一个组合逻辑电路的功能，聪明的你，思考一下，该如何实现呢？

### ◆ 小结

使用逻辑转换仪来设计组合逻辑电路，一般需要先根据题目要求列出真值表，然后使用逻辑转换仪将真值表转换为逻辑表达式（最简逻辑表达式），再将逻辑表达式转换成电路。

如果使用逻辑转换仪来将组合电路转换成真值表，只要将输入端口、输出端口和逻辑转换仪的相应端口相连即可。然后在工作面板上单击按钮  即可看到相应的真值表。

例如使用逻辑转换仪来察看四输入与非门的真值表，连接方式和面板显示如图 2.2.60 所示。

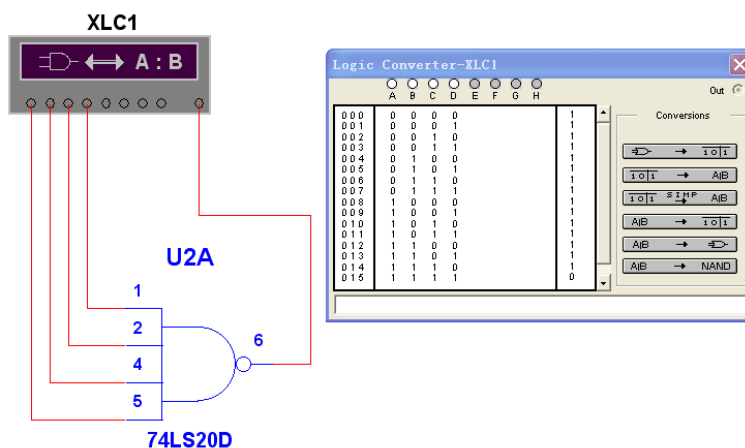


图 2.2.60

### ◆ 实训

使用逻辑转换仪来分析图 2.2.61 所示电路功能，使用逻辑转换仪先将电路图转换成真值表，根据真值表判断电路的逻辑功能。

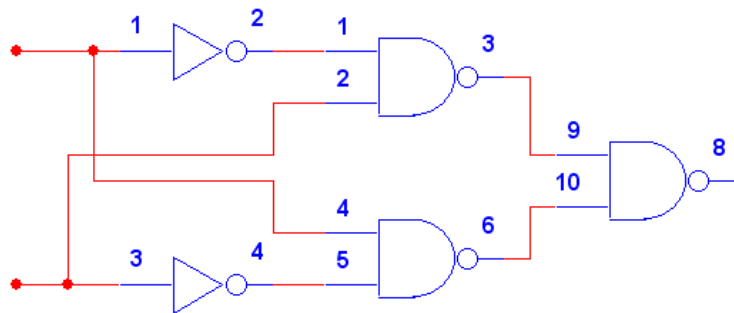


图 2.2.61

## 实验5. 子电路模块的设计与调用——一个全加器子电路模块

在使用 Multisim 14.2 创建电路的过程中, 有时需要多次调用某一部分功能电路。在这种情况下, 可以将这部分经常被调用的功能电路以模块的形式来表示, 这样使用起来就很方便, 也可以简化电路。

### ◆ 训练任务

在 Multisim 14.2 中设计如图 2.2.62 所示的全加器电路, 并将其创建成一个子电路模块, 命名为 full\_adder。

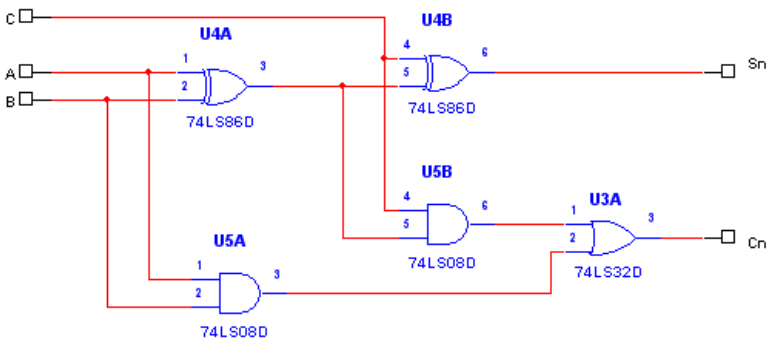


图 2.2.62 全加器电路

### ◆ 学习目标

- 掌握 Multisim 14.2 中创建子电路图的方法
- 了解 Multisim 14.2 中子电路的调用

### ◆ 执行步骤

#### 步骤 1：创建全加器电路图并放置输入/输出端口

新建一 Multisim 文档, 并在其中建立如图 2.2.62 所示的全加器电路图。

这里需要注意的是, 电路的三个外部输入端 A、B、C 和两个输出端 Sn, Cn 必须使用专用的输入/输出端符号。

启动菜单“Place(放置)”/“Place Input/Output”, 参照图 2.2.62 所示, 放置三个输入端口和两个输出端口。

双击端口, 可以在弹出的对话框中设置端口的名字。输入和输出端口按不同的方向设置, 方向能够决定在子电路中是输入端还是输出端。

在端口上单击右键, 在弹出的快捷菜单中选择 Flip Horizontal 可以将端口翻转方向。

#### 步骤 2：选择全部电路

因为本例中需要将该全加器电路创建为一个子电路图, 所以需要先将其全部选中。按住鼠标左键, 然后拉出一个长方形, 将整个电路图框住, 即可将其选中。同样也可以通过菜单“Edit”/“Select All”, 将其全部选中。

#### 步骤 3：创建子电路图

执行菜单“Place”/“Replace by subcircuit”，打开如图 2.2.63 所示的对话框。在其中输入名字“full\_adder”，单击“OK”后即可得到如图 2.2.64 所示的子电路。单击鼠标可确定其放置的位置。



图 2.2.63



图 2.2.64

**步骤 4：修改子电路的属性**

双击子电路符号，可以打开一对话框，在对话框中可以修改元件的编号。对话框如图 2.2.65 所示。



图 2.2.65

**步骤 5：调用子电路**

执行菜单“Place”/“Place as subcircuit”，在弹出的对话框中输入需要调用的子电路的名字，就可以调用已经存在的子电路模块了。

在同一个电路图中可以使用多个相同或不同的子电路。子电路与其他元件一样可以编辑，但是不能旋转或更改属性。

**◆ 小结**

创建子电路图的一般步骤是：

- 1、创建原理图，并放置输入输出端口
- 2、选择电路图
- 3、执行菜单“Place”/“Replace by subcircuit”，并输入子电路的名字，然后单击鼠标将子电路放在合适的位置即可。

**◆ 实训**

将图 2.2.66 所示的电路图创建为一个子电路图，名为 ad。

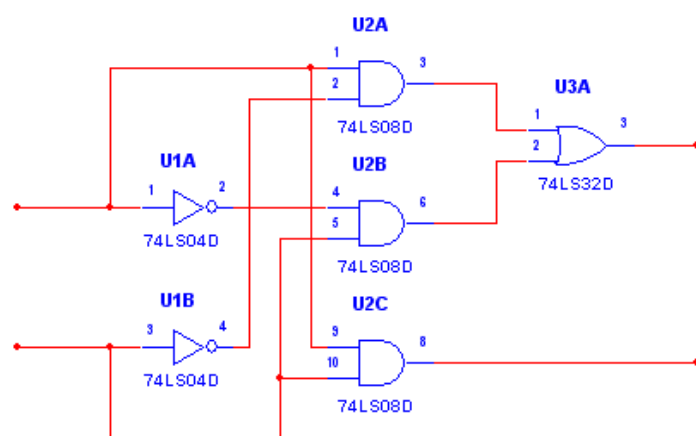


图 2. 2. 66