

Multisim仿真软件在《数字电子技术》中的应用

邹丽航, 侯淑萍, 陈琦

天津商业大学信息工程学院, 天津

收稿日期: 2022年11月20日; 录用日期: 2022年12月20日; 发布日期: 2022年12月29日

摘要

《数字电子技术》内容具有很强的实践性, 将Multisim仿真引入课程教学中, 将加深了学生课程内容掌握。学生使用仿真软件的对电路的设计仿真, 增强了对其应用和设计能力, 对提高专业素养起到了重要的作用。本文以Multisim仿真软件在课程中应用的典型案例, 来说明其在课程的应用及效果。

关键词

数字电子技术, Multisim, 仿真案例

Application of Multisim Simulation Software in “Digital Electronic Technology”

Lihang Zou, Shuping Hou, Qi Chen

School of Information Engineering, Tianjin University of Commerce, Tianjin

Received: Nov. 20th, 2022; accepted: Dec. 20th, 2022; published: Dec. 29th, 2022

Abstract

The content of “Digital Electronic Technology” is highly practical. The introduction of Multisim simulation into the course teaching will deepen the students' grasp of the course content. The students use the simulation software to simulate the circuit design, which enhances their application and design ability and plays an important role in improving their professional quality. This paper uses a typical case of Multisim simulation software in the course to illustrate its application and ef-

fect in the course.

Keywords

Digital Electronic Technology, Multisim, Simulation Case

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

《数字电子技术》是高等院校电类工科专业的一门专业基础课程,是《FPGA 技术》、《单片机技术》、《微机原理》、《计算机控制》等多门专业课学习的基础,在专业的知识体系中占有重要的地位,是学生专业综合素质形成的关键课程。在电子技术飞速发展的今天,其课程内容具有理论性、应用性、先进性和实践性,在学习时要注意其理论与实践的联系,才能把知识融合贯通,因此在教学过程中应注重理论与实践的结合,着重培养学生的动手能力及应用能力[1] [2]。课程内容主要包括:逻辑代数基础、逻辑门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、脉冲波形的产生与整形、模数与数模转换等,内容具有抽象性、理解难度大等问题,如将 Multisim 仿真软件引入教学过程,可形象生动地展示电路的工作特点,可大大提高教学效果,同时可增强学生对知识的感性认知,加深对知识的理解和掌握[3] [4]。因此,本文以 Multisim 仿真软件在《数字电子技术》典型应用为例,来展示其教学中的效果。

2. 逻辑门电路仿真案例

逻辑门电路是构成逻辑电路的基本单元,根据电路中半导体器件的不同,分为 TTL 和 CMOS 逻辑门电路,包括“与”门、“或”门、“非”门三种基本逻辑门电路,“与非”逻辑、“或非”逻辑、“异或”逻辑等复杂组合逻辑门、集电极开路(OC 门)或漏极开路(OD 门)、三态门等。其中最典型的电路由分立元件组成 TTL 组成的反相器,因此在教学过程中引入仿真分析,分析其输出与输入的特性,电路如图 1 所示。由图 1 可知,电路结构由输入级、中间级和输出级三部分构成,因输入端和输出端均是三极管的结构,所以称为三极管-三极管逻辑电路,即 TTL 电路。输入级中的 D1 为钳位二极管:既抑制输入端可能出现的负极性干扰脉冲,又可以防止输入电压为负时,T1 的发射极电流过大,起保护作用。中间级的作用是提高输出管的开通速度,改善电路的性能;推挽式输出级可使电路具有较强的负载能力。在讲解反相器输出与输入电压传输特性时,其关系特性曲线是通过实验得出的,即将某一输入端的电压从零逐渐增大,而将其它输入端在接在电源正极保持电源恒定的高电位。对这一过程,学生只能凭借想象力去理解,如利用软件仿真功能中的直流扫描功能(DC Sweep),可自动生成电压传输特性,如图 1(b)所示,可明显看出输出曲线存在截止区、线性区、过渡区和饱和区四种不同的工作特性,大大增强了感性认识,提高了学习的兴趣。且调节 R5 的大小,当分处于不同的输入电压时,可用软件提供的虚拟仪器,观测半导体器件的截止与导通的情况,加深对工作原理的理解与掌握。

3. 组合逻辑电路仿真案例

组合逻辑电路是数字电子技术中两大电路之一,电路由逻辑门构成,输入信号的传递具有单向性,即从输入到输出不存在反馈环节,电路的特点是电路输出状态仅仅取决于电路当时的输入信号,与电路

原来的状态无关。许多常用的组合逻辑电路如：编码器、译码器、数据选择器、加法器等，因使用频率较高，已被制成了中规模集成(MSI)芯片进行出售，该类 MSI 器件具有通用性强、体积小、功耗低、使用方便灵活等显著优点，因而得到了广泛应用。中规模集成芯片译码器 74LS138 不仅能实现译码功能，还可以用来实现组合逻辑电路，相比于逻辑门构成的逻辑电路，可靠性强、成本低、性能好等优点，因此选取 74LS138 构成的三人表决电路为例，介绍 74LS138 在构成组合逻辑电路的应用。

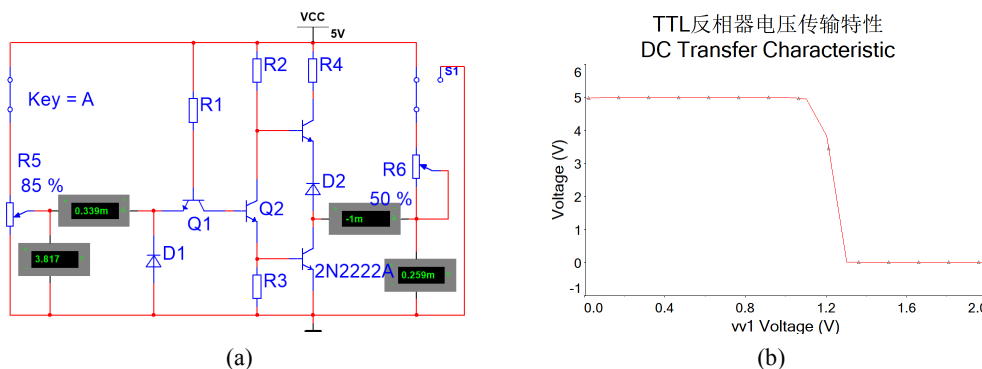


Figure 1. Diagram of 74LS161 constitutes a decimal counter (a) feedback reset method (b) feedback setting method
图 1. TTL 反相器(a) 反相器电路结构; (b)电压传输特性

三人表决电路的逻辑功能：设计一个逻辑电路供三人(A、B、C)表决使用，每人有一个电键，如果赞成，就按下电键，表示 1；如果不赞成，不按电键，表示 0。表决结果用指示灯来表示，如果用指示灯来表示，如果多数赞成，则指示灯亮， $Y = 1$ ；反之则不亮， $Y = 0$ 。根据三人表决电路的逻辑功能可知，输出与输入的逻辑表达式为： $F = ABC + AB\bar{C} + A\bar{B}C + \bar{A}BC = \sum m(3,5,6,7)$ ，结合 74LS138 的输出 $\bar{Y}_i = \bar{m}_i (i = 0 \sim 7)$ ，则电路的连接如图 2 所示。经仿真分析，可知当有 2 个或 2 个以上的人同意的话，输出端灯亮，满足设计要求。通过仿真分析，可增强对芯片的应用能力，提高学习效果。

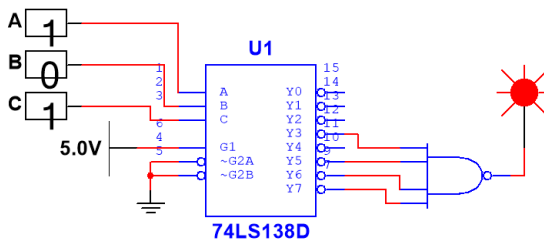


Figure 2. Diagram of 74LS138 constitutes a three person voting circuit
图 2. 74LS138 构成三人表决电路

4. 时序逻辑电路仿真案例

时序逻辑电路是逻辑电路的另一大类电路，与组合逻辑电路不同，电路结构中必有存储单元 - 触发器，且电路中必然存在反馈环节，时序逻辑电路输出状态不仅取决于当时的输入信号，还与电路原来的状态有关，即电路具有记忆功能。在时序逻辑电路中典型的集成器件主要有寄存器和计数器，其中计数器不仅能对时钟脉冲进行计数，还可以实现定时、分频等功能。在时序逻辑电路中，以 74LS161 为例，采用异步清零法和同步置数法两种方式构成十进制计数器，让学生弄清异步和同步方式的不同，电路设

计如图 3 所示。通过对仿真结果分析可知，反馈置数法因属于同步置数，状态中无暂态，而清零法属于异步清零，输出端计数到“1010”状态时产生反馈清零信号，无需等待时钟，因此异步清零存在“1010”暂态。通过对比反馈清零法和反馈置数法，加深了对异步和同步概念的理解，提高了对芯片的应用能力。

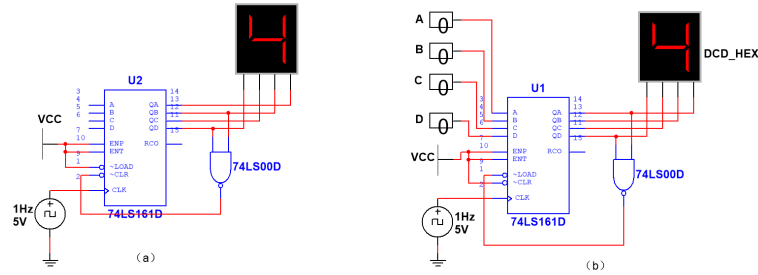


Figure 3. Diagram of 74LS161 constitutes a decimal counter (a) feedback reset method; (b) feedback setting method

图 3. 74LS161 构成十进制计数器(a) 反馈清零法; (b) 反馈置数法形

5. 脉冲波形的产生与整形

在数字系统中，经常需要各种宽度、幅度且边沿陡峭的脉冲信号，如时钟信号、定时信号等，获得脉冲信号的方法有两种：一种是用脉冲产生电路直接产生；另一种是对已有的信号进行整形，将其转换成所需要的脉冲信号。555 定时器是一种数字电路和模拟电路相结合的中规模集成电路，应用十分广泛，通过其外部不同的连接，可构成单稳态、施密特和多谐振荡器。图 4 位 555 定时器构成的多谐振荡器，且无须外加触发脉冲，就能输出一定频率的矩形脉冲，是一种常用的矩形波产生器。根据计算该电路产生的频率 $f = 1 \text{ KHz}$ ，从图中可以看出输出端没有稳定状态，在“0”和“1”之间自动转换，且可通过调节 R_p 接入电路的大小，调节输出矩形波的占空比，占空比为： $q = R_1 + R_p / (R_1 + R_p + R_2)$ ，可满足不同场合的应用。

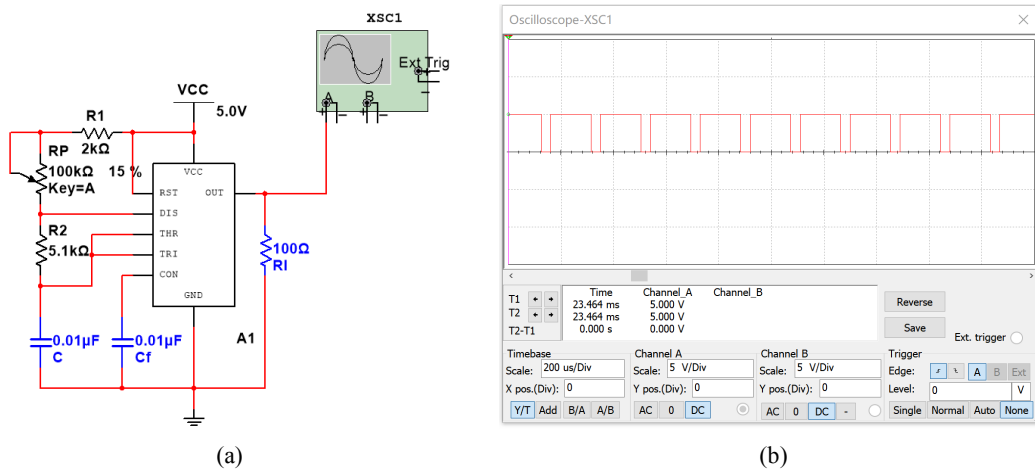


Figure 4. Diagram of astable multivibrator based on 555 timer (a) circuit composition; (b) output waveform

图 4. 555 定时器构成的多谐振荡器(a) 电路构成; (b) 输出端波形

6. 结束语

基于 Windows 操作界面的 Multisim 仿真软件，其集成化设计环境及丰富的虚拟仪器技术可以很好的

解决理论教学与实践相脱节的问题,且基于电路原理图的输入方式使初学者能快速入手,是高校大学生首先的仿真软件。因此本文将 Multisim 仿真软件引入《数字电子技术》教学过程中,将说教理论分析内容通过软件生动形象展示出来,增强了学生的学习兴趣,深化了学生对课程内容的掌握和应用,提高了教学效果。

基金项目

基金项目:2021 年度天津市教育科学规划课题重点项目本科生教育质量保障体系研究(项目编号: BIE210028)。

参考文献

- [1] 赵晓虎,王怡影,樊敏,孙苗.“数字电子技术基础实验”课程教学改革[J].现代信息科技,2022,6(14):177-180.
- [2] 余永来.Multisim 与数字电子技术的结合应用[J].电子技术与软件工程,2021(15):86-87.
- [3] 范平青.基于 Multisim 的数字电子技术应用分析[J].信息记录材料,2021,22(3):69-70.
- [4] 吴彤.Multisim 软件在数字电子技术实验中的应用[J].山西电子技术,2021(1):38-41.