

Multisim 在电子技术设计性实验中的应用

朱延枫¹, 周志强², 耿大勇¹

(1. 辽宁工业大学 电气工程学院, 辽宁 锦州 121001; 2. 中国人民解放军 65663 部队, 辽宁 锦州 121000)

摘要 该文基于 Multisim 仿真软件, 建立了电子技术实验课中直流稳压电源的仿真电路。通过预先对实验电路的仿真分析, 帮助学生深刻理解电路理论与行为, 克服了硬件实验电路易出错误、易发生设备事故和人身事故, 以及实验设备不足的限制, 提高了实验效率, 并激发了学生对实验内容的深入思考, 调动了学习积极性。通过对仿真波形和数据的分析, 证明了应用该软件的可行性。

关键词 电子技术; 设计性实验; 电路仿真软件; 直流稳压电源

中图分类号 TM133

文献标志号 A

doi: 10.3969/j.issn.1672-4550.2016.06.028

Application of Multisim in Designing Experiment of Electronic Thechique

ZHU Yanfeng¹, ZHOU Zhiqiang², GENG Dayong¹

(1. Electrical Engineering College, Liaoning University of Technology, Jinzhou 121001, China;

2. Troops 65663 of PLA, Jinzhou 121000, China)

Abstract In this paper, a simulative circuit for the DC regulated voltage source in designing experiment of electronic technique is proposed based on Multisim simulation software. From the analysis of the simulative circuit in advance, this experiment can help students understand the circuit theory and behavior, avoid errors in the process of real experiment, the device damage, personal injure and insufficient devices in lab, improve the efficiency of experiments, inspire the students to think deeply about the experiment content and arouse the enthusiasm of their learning. Through the analysis of the simulative curves and data, the feasibiliety of applying the software is proved.

Key words electronic technique; designing experiment; circuit simulation software; DC regulated power supply

电子技术实验是电子技术课程的重要教学环节, 通常可分为演示性实验、验证性实验、综合性实验和设计性实验四种。设计性实验是学生根据给定的实验任务, 利用所学的理论知识设计实验方案、实验电路图, 选择电路参数, 独立进行实验测试和调整各参数值, 得出符合实验任务要求的测试电路^[1]。通常, 在电子技术实验课程或其他的实验课程中都会安排至少一个设计性实验, 从而使实验教学由单纯验证性实验向设计性实验转化, 提高学生对实验教学环节的兴趣, 调动学生学习的积极性和主动性, 培养学生的工程实践能力。但在辽宁工业大学近几年的电子技术课程设计性实验教学中, 我们也发现了一些问题。学生在进入实验室之前一般是按照所学的相关理论知识画出电路图, 选择参数, 并没有用其他方法验证所设计的内容是否可行, 这样在硬件实验时很容易出错。那么有没有什么办法让学生在进入实验室之前就对自己的设计

内容进行验证呢? 随着各种电路仿真软件的出现, 对于设计性实验可以采用这些电路仿真软件进行预先验证。一方面, 可以使学生充分理解所要进行的实验的目的、内容、预期效果, 进而避免在真正实验中出现某些错误, 提高实验效率和成功率; 另一方面, 可以避免因误操作而对仪器设备造成的损坏, 从而降低实验成本。

在众多的电路仿真软件中, Multisim 具有高度互动、易于使用、元器件库较齐全、电路仿真分析能力丰富等优点; 在具备专业软件工具优势的同时, 又具有为教学量身定制的教学软件的特性, 可以帮助学生深刻理解电路理论与行为^[2]。该软件配备有较丰富的元器件库, 有一般实验室常见的通用仪器, 如万用表、函数信号发生器、双踪示波器和直流电源; 还有一般实验室少有或没有的专用仪器, 如波特图仪、逻辑分析仪、失真仪、频谱分析仪和字信号发生器等^[3]。应用 Multisim 进行仿真实

收稿日期: 2015-03-05; **修改日期:** 2015-03-18

基金项目: 辽宁省 2014 年度普通高等学校本科教育教学改革研究基金(UPRP20140307)。

作者简介: 朱延枫(1977-), 女, 硕士, 副教授, 主要从事控制理论、电工电子技术方面的研究工作。

验具备以下优点: 1) 可弥补实验器材的不足, 完成无法进行的实验; 2) 扩展实验的深度和广度, 为硬件电路的实现提供了正确的理论依据和设计方案, 使课程实验朝着“方案设计—软件仿真—电路设计和制作—系统调试”这一工程实践的流程发展^[4]; 3) 不受时间和空间限制; 4) 与传统的硬件实验相比, 仿真实验不会造成实验仪器的折旧和更新换代。

本文针对辽宁工业大学电子技术实验课程中的“直流稳压电源”这一设计性实验, 阐述基于 Multisim 仿真软件的应用。

1 直流稳压电源实验的设计

1.1 设计任务与要求

给出 1 个变压器、4 个二极管(或整流桥堆)、若干个电解电容、若干个一般电容、1 个三端集成稳压器 LM317、1 个电位器、若干个电阻、1 个交流电源, 设计一个直流稳压电源(以上元器件的参数可自行选择)。要求: 1) 设计并画出电路原理图; 2) 绘制实验数据表格, 计算稳压系数 S_r ; 3) 连接实验线路; 4) 通过实验验证所设计内容的正确性。

1.2 确定实验方案

直流稳压电源由电源变压器、整流电路、滤波电路、稳压电路 4 个部分组成, 如图 1 所示^[5]。

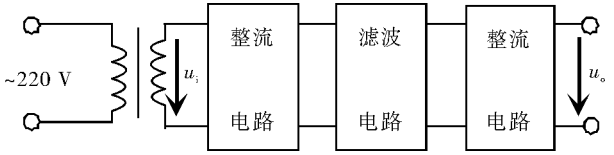


图 1 直流稳压电源原理图

2 基于 Multisim 的仿真分析

2.1 整流电路的设计

整流电路是利用二极管的单向导电性来实现的, 将大小和方向都随时间变化的工频交流转换成单方向的脉动直流^[6]。本次设计采用的是单相桥式整流电路。启动 Multisim, 在其元件库中找出相应的元器件, 连接好仿真模型, 如图 2 所示。仿真后得到变压器二次侧的电压 u_1 与输出电压 u_o 的波形如图 3 所示。仿真结果和理论分析基本一致。

2.2 整流、滤波电路的设计

整流电路输出脉动的直流电, 其中含有很大的交流成分, 为了使输出电压接近于理想的直流电压, 需滤除它的交流成分, 此过程称为滤波^[7]。

本文采用的是电容滤波电路, 仿真模型如图 4 所示。仿真后, 得到变压器二次侧的电压 u_1 与输出电压 u_o 的波形如图 5 所示。

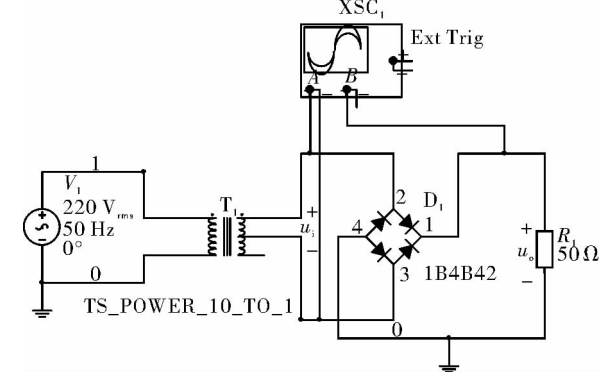


图 2 整流电路的仿真模型

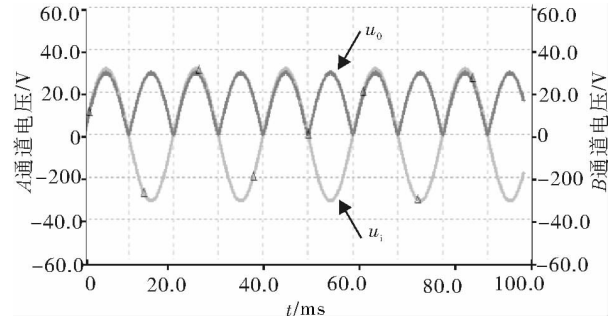


图 3 整流电路的输入输出电压波形

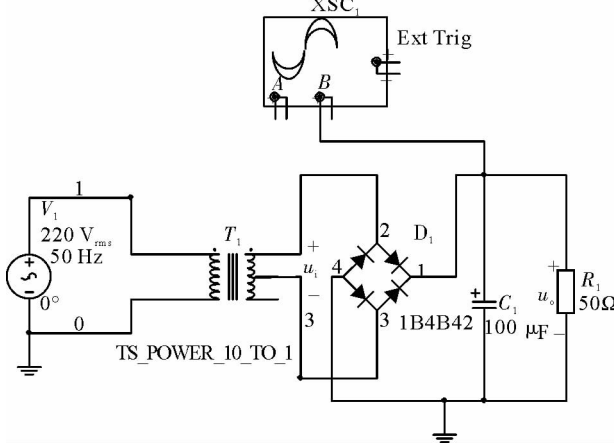


图 4 整流、滤波电路的仿真模型

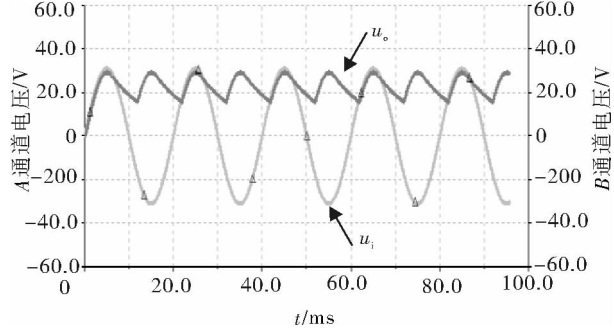


图 5 整流、滤波电路的输入、输出电压波形

2.3 稳压电路的设计

将不稳定的直流电转换成稳定且可调的直流电

的电路称为直流稳压电路。稳压环节能够在交流电源电压波动或负载变动时,使直流输出电压稳定^[8]。本次设计采用三端集成稳压器 LM317 构成稳压电路,仿真模型如图 6 所示。图中,电容 C_3

用来消除电路可能产生的自激振荡,电容 C_2 可以改进电路的瞬态响应。仿真后,得到变压器二次侧的电压 u_i 与输出电压 u_o 的波形如图 7 所示。

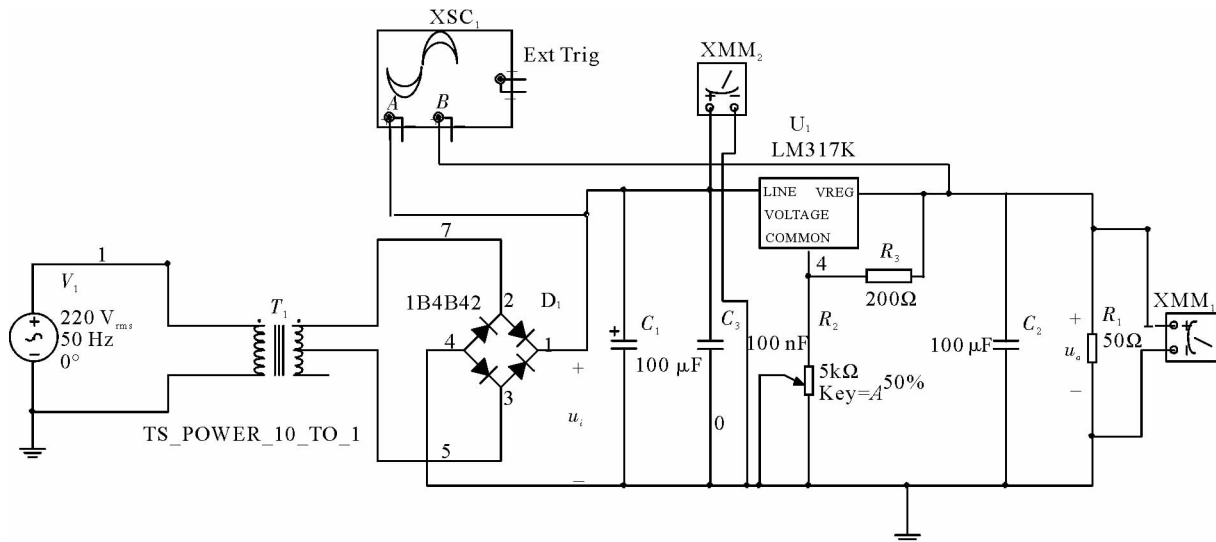


图 6 稳压电路的仿真模型

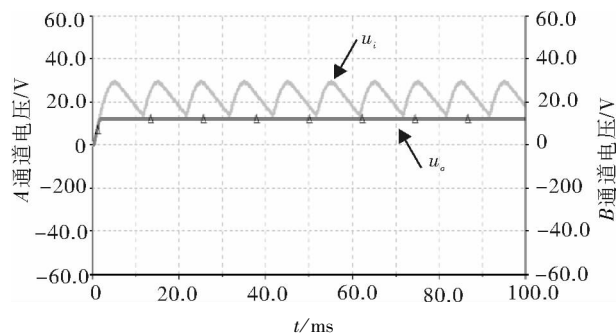


图 7 稳压电路的输入输出电压波形

从仿真波形可见,220 V 电源电压经降压、整流、滤波和稳压后,在负载两端可以得到一稳定的直流电压。

2.4 稳压系数 S_r 的计算

稳压系数 S_r 定义为在负载不变的条件下,稳压电路输出电压的相对变化量与输入电压的相对变化量之比^[9]。利用 Multisim 中的万用表可以很容易地测得当电源电压波动 $\pm 10\%$ 时,稳压器输入、输出的电压值,进而计算出稳压系数 S_r 。测得结果为:电源电压波动 $\pm 10\%$ 时,稳压器输入、输出的电压值分别为 25.573 V、19.914 V 和 12.296 V、12.184 V。计算得到稳压系数:

$$S_r = \frac{\frac{\Delta U_o}{U_o}}{\frac{\Delta U_i}{U_i}} \Big|_{\Delta I_L=0, \Delta T=0} = \frac{\frac{(12.296 - 12.184)}{12.296}}{\frac{(25.573 - 19.914)}{25.573}} = 0.041$$

借助图 6 所示的仿真电路,学生还可以做简单

改进,从而方便地计算出电路的电压调整率、输出电阻等参数。

2.5 存在的问题

在应用 Multisim 进行仿真实验时发现,当 R_2 调整的百分比比较小时,输出电压会出现纹波电压。这个问题的解决方法是可以在 R_2 两端并联一个合适的电容;再有,当输出端短路时,如何保护稳压器呢?整流、滤波电路中 $R_1 C_1$ 的选取与理论分析并不完全一致。其实,诸如以上在仿真中出现的问题都可以让学生考虑解决的办法,这样即拓展了实验的深度,又培养了学生思考问题、解决问题的能力。

3 结束语

从基于 Multisim 的电子技术设计性实验仿真分析可以看出,进行预先仿真实验不仅安全,而且电路易于操作,参数易于修改。从仿真电路中可以很直观地观察所要的波形,仿真结果与理论分析基本一致。通过 Multisim 的引入提高了学生独立思考问题和解决问题的能力,为学生开展如课程设计、电子设计大赛等创新型科技活动营造了良好的条件,激发了学生的学习积极性和主动性。这些都势必会对提高电子技术实验课程的教学质量起到促进作用。因此, Multisim 仿真软件在电子技术课程设计中应用是可行的;但同时也应注意到它作

为一种电路仿真软件的局限性。由于 Multisim 元件库中的元件都是实际电路元件的理想化模型,与实际元件是有一定差别的,仿真结果可能与实际电路的测量结果有一定的差别。所以,应用该软件进行电路仿真时,仿真结果是选择元件,搭建实际电路的主要参考,但并不能完全代替电路的最终设计。

参考文献

- [1] 朱延枫,郑春娇,王春霞. Matlab/Simulink 在电工技术设计性实验中的应用[J]. 中国现代教育装备, 2010(17): 37-39.
- [2] 颜芳,宋焱翼,谢礼莹,等. 基于 Multisim 的电路原理课程仿真实验设计[J]. 实验技术与管理, 2013, 30(5): 59-62.
- [3] 马志钢,薛红梅. 基于 Multisim10 的案例教学法在模电课程中的应用[J]. 中国教育信息化, 2011(3):

79-81.

- [4] 王尔申,李轩,王相海,等. 基于 Multisim 的电工及工业电子学课程仿真实验设计[J]. 实验技术与管理, 2014(10): 128-131.
- [5] 李亮之,闫芳,于铁利,等. 电工电子技术实验教程[M]. 沈阳: 东北大学出版社, 2009: 63.
- [6] 杨威,左月明,吴海云. 基于 Multisim 的整流滤波电路仿真分析[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2012, 32(3): 281-284.
- [7] 曹春雷. 基于 Multisim 的整流滤波电路分析[J]. 中国科技信息, 2013(4): 87-88.
- [8] 秦曾煌. 电工学(上册)[M]. 7版. 北京: 高等教育出版社, 2009: 156.
- [9] 王连英. 基于 Multisim 10 的电子仿真实验与设计[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2009: 175.

(上接第 42 页)

4 结束语

LTE 系统中不同的 35 种长度的 FFT 可以由算法分解到基 2, 3, 5 上, 本文首先介绍了 LTE 上行的 FFT 分解算法, 然后基于 WFTA 算法利用折叠技术构建了 2 点、3 点和 5 点分时复用的电路, 并针对硬件资源消耗较大的乘法器, 利用 CSD 乘法, 依据 Horner 法则与减少树高的方式进行优化, 相比较已有 FFT 处理单元设计, 在 FPGA 上乘法器资源减少了 84.2%, 总资源开销减少至 70.9%; 在处理单元逻辑面积开销上, 乘法器面积缩减了 84.2%, 总面积降低了 62.08%, 同时将处理关键路径缩减了大约 16.7%。

参考文献

- [1] 3GPP LTE. Evolved universal terrestrial radio access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation[S]. 2008.
- [2] XILINX. Discrete Fourier transform V3.0 product specification [EB/OL]. [2008-06-27]. <http://www.xilinx.com>.
- [3] COOLEY J W, TUKEY J W. An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series[J]. Mathematics of Computation, 1965, 19(90): 297-301.
- [4] CHEN J, HU J, LI S. High throughput and hardware efficient FFT architecture for LTE application[C]//Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), 2012: 826-831.

- [5] CHANG Y N. An efficient VLSI architecture for normal I/O order pipeline FFT design[J]. Circuits and Systems II: Express Briefs, 2008, 55(12): 1234-1238.
- [6] PENG S Y, SHR K T, CHEN C M, et al. Energy-efficient 128~2048/1536-point FFT processor with resource block mapping for 3GPP-LTE system[C]//International Conference on Green Circuits & Systems. [S.l.]: [s.n.], 2010: 14-17.
- [7] GOOD I J. The interaction algorithm and practical Fourier analysis[J]. Journal of the Royal Statistical Society (Series B), 1960, 20(2): 361-372.
- [8] SILVERMAN H F. An introduction to programming the Winograd Fourier transform algorithm (WFTA)[J]. IEEE Transactions on Acoustics Speech & Signal Processing, 1977(25): 152-165.
- [9] CHEN J, HU J, LEE S, et al. Hardware efficient mixed radix-25/16/9 FFT for LTE systems[J]. IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems, 2015, 23(2): 221-229.
- [10] CHEN J, HU J. A variable length FFT module for LTE applications[C]//IEEE International Conference on Communications Technology & Applications. [S.l.]: IEEE press, 2009: 376-380.
- [11] REITWIESNER G W. Binary arithmetic[J]. Advances in Computers, 1960(1): 231-308.
- [12] PARHI K K. VLSI digital signal processing systems: Design and implementation[M]. New York: John Wiley & Sons Press, 1999: 372-374.