

Simulation Experiment Research on Electrical and Electronic Technology Using LabVIEW

Li Ma Xiaoman Tian Zhen Chen Xu Mu Shengwen Hou

Shandong Jiaotong University, Jinan, Shandong, 250357, China

Abstract

Electrical and Electronic Technology Experiments are a cornerstone of electrical and electronic engineering education. However, traditional laboratory models face challenges including high equipment costs, operational risks, and limited adaptability, making them inadequate for modern pedagogical needs. This study addresses these limitations through LabVIEW-based simulation experiments. LabVIEW, a virtual instrument engineering platform, enables the design of core instruments like virtual oscilloscopes, multimeters, and signal generators, while supporting three major experimental modules: basic circuits, analog circuits, and digital circuits. By analyzing two case studies—common-emitter amplifier circuits and digital display systems—this paper demonstrates how simulation experiments effectively enhance student engagement and practical skills, providing robust technical support for reforming electrical and electronic technology education.

Keywords

Electrical and Electronic Technology; LabVIEW; Simulation Experiment

基于 LabVIEW 的电工与电子技术的仿真实验研究

马丽 田晓慢 陈振 穆旭 侯圣文

山东交通学院, 中国·山东 济南 250357

摘要

电工与电子技术实验是学习电工与电子技术的核心环节之一,但传统的实验模式存在设备购置及维护成本高、实验操作风险大、实验场景灵活性不足等问题,难以满足现代化教学需求。本文是以解决传统实验痛点为目标,开展基于LabVIEW(Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench)的电工与电子技术仿真实验研究。LabVIEW是实验室虚拟仪器工程平台,可完成虚拟示波器、万用表、信号发生器等核心仪器设计,并可开发电路基础、模拟电路、数字电路三大类实验模块。本文通过共射极放大电路和数字显示两个实验案例,来说明仿真实验可有效的提升学生实验参与度与实践能力,为电工与电子技术实验教学改革提供可靠的技术支撑。

关键词

电工与电子技术; LabVIEW, 仿真实验

1 引言

1.1 研究背景与意义

1.1.1 研究背景

电工与电子技术作为现代科学技术的重要基础,是工科类学科的必修课程之一。而且电工与电子技术在工业、农业、国防、交通运输以及日常生活等领域均有广泛的应用。电工与电子技术实验是电工与电子技术的重要实践教学环节之一,该实验对于学生理解和掌握理论知识、培养实践动手能力和创新思维具有不可替代的作用。通过实验,学生能够将抽象的理论知识转化为实际的操作技能,提高解决实际

问题的能力,为今后从事相关专业工作奠定坚实的基础。

然而,传统的电工与电子技术实验方式存在诸多问题。一方面,实验设备成本高昂,如示波器、信号发生器、电子元器件等购置费用高、维护和更新成本大,对于教育资源相对匮乏的院校来说,这是一个沉重的负担,且限制了实验教学的开展规模和质量提升。另一方面,传统实验操作存在一定风险,例如在强电实验中,学生可能因操作不当而发生触电事故;在电子电路实验中,也容易因电路连接错误或元器件过载等原因导致设备损坏或实验失败,对学生的人身安全和实验设备造成威胁。而传统实验教学还受到时间和空间的限制。学生只能在规定的实验时间和实验室地点进行实验,无法满足学生随时随地学习和探索的需求。而且,实验内容较为固定,缺乏灵活性和创新性,难以激发学生的学习兴趣 and 主动性,不利于培养学生的创新能力和综合素养。

随着计算机技术、虚拟仪器技术和网络技术的飞速发

【作者简介】马丽(1981-),女,中国山东德州人,博士,讲师,从事围绕流体与物体相对运动时的受力、流动规律及性能的研究。

展,虚拟实验技术应运而生,为解决传统电工与电子技术实验面临的问题提供了新的途径。LabVIEW 作为一款功能强大的图形化编程软件,在虚拟实验开发中具有独特的优势,它以直观的图形化编程方式、丰富的函数库和强大的数据处理能力,为构建电工与电子技术虚拟实验平台并进行仿真实验提供了有力的支持^[1]。

1.1.2 研究意义

通过构建 LabVIEW 虚拟实验平台,可降低实验成本,也可避免了实际操作中的安全风险,学生可以在虚拟环境中自由进行各种实验操作,无需担心因操作不当而引发安全事故或损坏设备。LabVIEW 虚拟实验平台打破了时间和空间的限制,学生和科研人员可以随时随地通过网络访问平台进行实验操作和研究,提高了实验教学和科研的灵活性和便捷性。该平台还提供了丰富的函数库和工具,用户可以根据自己的需求灵活设计和开发各种实验项目,实现实验内容的多样化和个性化,有助于推动教学方法和科研手段的创新,培养学生的创新思维和实践能力。

1.2 国内外研究现状

在国外,虚拟仪器技术起步较早,LabVIEW 软件自1986年由美国国家仪器公司(NI)推出后,迅速在全球范围内得到广泛应用。许多高校和科研机构利用 LabVIEW 构建了各种专业领域的虚拟实验室,在电工与电子技术模拟实验方面取得了丰硕的成果。例如,美国卡耐基-梅隆大学设计的虚拟实验室,可以把教学中常用的示波器、函数发生器等仪器进行连接,提供了新的实验教学模式^[2]。

在国内,随着对教育信息化和实践教学的重视程度不断提高,虚拟实验技术的研究和应用也得到了快速发展^[3,4]。众多高校和科研机构积极开展基于 LabVIEW 的电工与电子技术虚拟实验平台的研究与开发工作。一些高校将 LabVIEW 虚拟实验平台应用于教学实践中,取得了良好的教学效果,提高了学生的学习兴趣和实践能力^[4,5]。同时,相关研究也在不断深入,致力于进一步完善虚拟实验平台的功能,提高实验的真实性和交互性,拓展其在不同领域的应用。

2 基于 LabVIEW 的电工与电子技术仿真实验案例及实验结果分析

2.1 放大电路性能测试实验

2.1.1 实验目的与原理

本实验旨在利用 LabVIEW 模拟共射极放大电路,对理解放大电路的工作原理,掌握其性能指标的测试方法,分析影响放大电路性能的因素,为实际电路设计和应用提供理论支持。

以共发射极放大电路为例,其工作原理是利用三极管的电流放大作用,将输入的微弱信号进行放大。在共发射极放大电路中,三极管的发射结正向偏置,集电结反向偏置。当输入信号 u_i 变化时,引起基极电流 i_b 的变化,由于三极

管的电流放大倍数 β ,集电极电流 i_c 会产生 β 倍于 i_b 的变化,通过集电极电阻 R_c 将电流变化转换为电压变化,从而在输出端得到放大后的信号 u_o 。

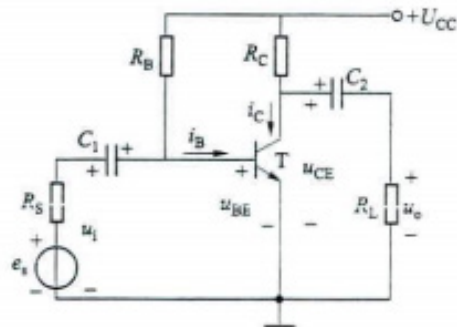


图1 共发射极基本交流放大电路

三极管 T 起放大作用。

电源 U_{CC} 除为输出信号提供能量外,它还保证集电结处于反向偏置,以使晶体管起到放大作用。 U_{CC} 一般为几伏到几十伏。

集电极负载电阻 R_c 简称集电极电阻,它主要是将集电极电流的变化变换为电压的变化,以实现电压放大。 R_c 的阻值一般为几千欧到几十千欧。

偏置电阻 R_B 的作用是使发射结处于正向偏置,并提供大小适当的基极电流 I_B ,以使放大电路获得合适的工作点。 R_B 的阻值一般为几十千欧到几百千欧。

耦合电容 C_1 和 C_2 它们一方面起到隔直作用, C_1 用来隔断放大电路与信号源之间的直流通路,而 C_2 则用来隔断放大电路与负载之间的直流通路,使三者之间无直流联系,互不影响。另一方面又起到交流耦合作用,保证交流信号畅通无阻地经过放大电路,沟通信号源、放大电路和负载三者之间的交流通路。 C_1 和 C_2 的电容量一般为几微法到几十微法。

放大器的组成原则是直流偏置电路要保证器件工作在放大区;交流通路要保证信号能正常输出,即有输入信号 u_i 时,应有 u_o 输出。而且元件参数的选择要保证信号不失真,即电路需提供合适的静态工作 Q 点 (U_{BE} , I_B , I_C , U_{CE}) 及足够的电压放大倍数 A_u 。

2.1.2 实验结果与分析

由图 2 可知实验得到的电压放大倍数 A_u 约为 166, 输入电阻 $r_i=0.902$ 约为 $k\Omega$, 输出电阻 R_o 约为 $4k\Omega$, 这与与理论计算值非常接近。从实验结果可以看出,该放大电路能够有效地放大输入信号,电压放大倍数满足设计要求。输入电阻和输出电阻的大小也在合理范围内,表明放大电路对信号源的影响较小,且具有一定的带负载能力。影响放大电路性能的因素主要有三极管的参数(如 β 值)、电路中电阻和电容的取值等。改变三极管的 β 值,电压放大倍数会相应改变;调整输入输出端的电阻值,输入电阻和输出电阻也会发生变化。通过本实验,能够深入理解放大电路的性能指

标及其影响因素,为实际电路设计提供了重要的参考依据。

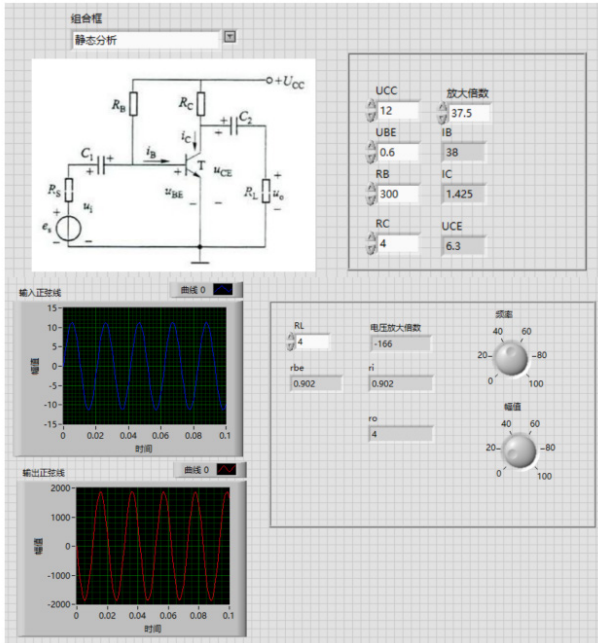


图2 共发射极放大电路

2.2 数字显示实验

2.2.1 实验目的与原理

本实验旨在理解数字显示器的工作原理,掌握数字编码、译码与显示的实现方法,为数字系统的人机交互模块设计提供实践与理论支持。以LED数码管显示系统为例,将二进制数字信号转换为人类可识别的十进制信息。首先,待显示的十进制数需转换为BCD码;然后通过BCD译码器将BCD码转换为数码管各段的驱动信号;最后由驱动电路提供足够电流,使LED数码管的对应段发光,从而组合出目标数字。

2.2.2 实验结果与分析

本次实验旨在运用LabVIEW设计并实现数字显示器,掌握数字显示器和基于LabVIEW的数字电路设计方法;并且通过该实验,学生还可将数字逻辑理论(编码、译码)与

硬件实践结合,加深对数字系统中信息转换与显示过程的理解。

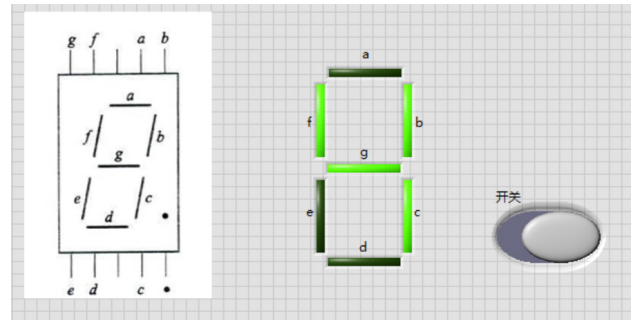


图2 数字显示器

3 结语

本研究基于LabVIEW软件,成功构建了一个功能丰富、操作便捷的电工与电子技术仿真实验。利用LabVIEW强大的图形化编程功能,可实现了仿真实验与传统仪器相似的功能,为实验提供了多样化的测量和信号激励手段,并且在教学应用中也有效提高了学生的学习成绩和实践能力,对教学质量的提升起到了积极的促进作用。总之,基于LabVIEW的电工与电子技术仿真实验为电工与电子技术实验教学提供了一种全新的、高效的教学手段。

参考文献

- [1] 张娟.基于LabVIEW的电子电工专业虚拟现实的设计与实现[J].现代职业教育,2021,(34):142-143.
- [2] 段帅宁.基于LabVIEW的电工电子实验台系统研究[D].大连交通大学,2023.
- [3] 张观山,宋月鹏,刘全程,等.电工电子类课程虚拟仿真实验教学平台的开发[J].中国多媒体与网络教学学报(上旬刊),2020,(02):19-20.
- [4] 姬五胜,段扬,周伟伟,等.LabVIEW在中职电工电子虚拟仿真实教学中的应用[J].职业技术,2020,19(03):74-78.
- [5] 李松,陈朗,龚宏磊.基于LabVIEW的综合仿真实验设计[J].电子技术,2018,47(11):77-78.