

电子电路基础实验系统研制

李锡华, 施红军, 叶险峰

(浙江大学 信息与电子工程学系, 杭州 310027)

摘要: 根据新开的电子电路基础实验课程的要求和教学实践经验, 研制了一套电子电路基础实验系统。该实验系统突出了实验的灵活性, 强调了实验的自主设计和探索研究, 适用于设计型实验和探究型实验的教学实践活动。运用该实验系统开展实验教学可以调动学生实验的积极性和主动性, 增强学生综合运用知识分析、解决实际工程问题的能力和自主创新的能力。该实验系统已用于浙江大学信电系本科生的电子电路实验教学, 教学效果良好, 学生给予了很好的评价。

关键词: 电子电路实验; 实验系统; 实验教学; 自主实验

中图分类号: TN710; G642.423

文献标志码: A

doi: 10.3969/j.issn.1672-4550.2015.01.019

Development of the Electric and Electronic Circuit Experimental System

LI Xihua, SHI Hongjun, YE Xianfeng

(Department of Information Science and Electronic Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: On the basis of demand of the new Electronic Circuit Experiment course and our teaching experience, a new electronic circuit experimental system was developed for basic electronic circuit experiment teaching. Compared with those traditional experimental systems, this system embodies the flexibility of experiments and the self-design processing and exploring investigation are specially emphasized. So it is suitable for designing-based and exploring-based experiments. With this system, the students' enthusiasm and initiative may be stimulated, and their ability of using integrated knowledge to analyze and solve practical engineering problems, as well as the capacity for independent innovation can be promoted. The system has been applied in the experimental teaching of electronic circuit course for undergraduates in information and electronic engineering department of Zhejiang University. The practice shows good teaching effect has been achieved. Good appraisal from the students for this experimental system are also obtained.

Key words: electronic circuit experiment; experimental system; experimental teaching; independent experiment

浙江大学信息与电子工程学系在国家特色专业建设过程中, 对培养计划和课程体系作了改革, 在课程体系改革中对现有电路原理、模拟电子电路、数字电路、射频通信电路、射频与微波电路及其设计等电子电路系列课程(包括实验课程)进行了综合教学改革, 重新梳理和更新各课程知识点并进行优化整合, 形成了电子电路基础(实验)、射频通信电路(实验)和数字系统设计(实验)等新课程^[1-2]。从 2010 年下半年开始, 陆续开出改革后的新课程。电子电路基础实验 I、II 就是其中的新开实验课程, 内容覆盖电路基本实验、模拟电子电路实验、数字电路基础实验等。为了顺利开展电子电路实验的教学工作, 根据新开实验课程的要求和

积累的实验教学经验, 研制开发了一套电子电路基础实验系统(以下简称“实验系统”)。使用该实验系统既可进行电路基本实验、模拟电路实验、数字与脉冲电路实验等一般性实验教学, 也可进行综合性、设计性实验教学。本实验系统具有较高的使用价值和低廉的制作成本。

1 研制实验系统的指导思想

目前, 市场上有多种由专业厂家开发的模拟电子电路实验箱或实验台供应, 价格从几千元到上万元不等, 这些实验箱(台)操作简单、使用简便, 但不同程度存在功能单一、灵活性不够、设计性和综合性体现不足等问题^[3-4], 实验教学效果不尽如人意, 对培养实验者的动手能力和创新意识起不到应有的作用。更突出的问题在于, 它是一个由教仪厂商设计的、力求普遍适用的仪器, 因此, 用它来进行实验教学其深度受到限制, 不能完成我们设计的所有实验项目, 不能完全满足我们的教学要求。为此, 我们在设计研制实验系统过程中, 充分考虑了设计性实验、探究性实验的教学具体情况和要求,

收稿日期: 2014-02-24; 修改日期: 2014-03-20

基金项目: 浙江省高等教育学会高校实验室工作研究基金重点资助项目(Z201214); 浙江省 2013 年高等教育课堂教学改革基金资助项目(kg2013032)。

作者简介: 李锡华(1962-), 男, 硕士, 副教授。主要从事本科实验教学、实验教学研究及改革和实验室管理工作。

结合实验教学内容等诸多因素进行设计。研制实验系统的指导思想主要体现在以下几个方面^[5-7]:

1) 与电子电路理论课程内容紧密联系

该实验课程具有很强的实践性和工程性,要求以新的理念,从电路的整体全局出发,覆盖必须掌握的全部知识点,在实验内容上强调设计性、探究性和系统性,在实验教学方式上循序渐进、逐步深入、一环扣一环。本系统要能实现这样的教学理念。

2) 针对性强

研制的实验系统是针对教学大纲设计的实验项目而研究设计的,针对性较强,不具有普遍适用性。项目研制中充分考虑了实验教学的灵活性、实验过程的多样性和实验个体的差异,满足不同层次、不同要求的实验教学需要。电子电路实验根据实验内容,一般可分为基础型、设计型、探究型实验等三个层次。基础型实验主要培养学生掌握电子仪器的使用,电子电路电学参数的测量方法等基本技能;设计型实验主要是利用分立和集成器件进行电路设计和调试,以及分析实验现象和解决实验中出现的等问题,训练学生的电子电路设计能力;探究型实验往往是设计并制作一个完整的具有规定技术性能的电路系统,具有一定的综合性和探索性,培养学生综合运用知识的能力和探索研究实际问题的能力。研制实验系统时,需要打破传统的电子电路实验以验证型实验为主的教学观念,为学生提供一个进行不同层次实验的公用平台^[8]。

3) 操作性强

与成品电子电路实验箱不同,本系统的电路连接与元器件的更换都需要由学生自己动手完成,而不是简单地接插连线,元件规格的选择也没有限制,这样可增强对元器件的认知和实际动手能力的培养。

4) 应具有安全保护性、高可靠性和可维护性

由于学生在实验中会出现各种连线错误和元器件装错的可能,一旦出现这种情况,电路板应具有保护措施,不致出现严重的损坏。

2 实验系统的功能和组成

使用该实验系统能够进行以下内容的实验:

(1) 电路基本定律类研究实验; (2) RLC 谐振电路实验研究; (3) 一阶 RC 电路的暂态响应研究; (4) 基本门电路研究; (5) 555 时基电路的应用研究; (6) 集成运放基本运算电路研究; (7) 晶体管放大电路类的设计与研究。

该实验系统针对以上不同的实验内容设计制作了电路定律类研究实验、放大电路类研究实验、基本门电路研究实验、时基电路应用研究实验等多块实验电路板,每块实验板可完成几个实验项目。按照设计探究型实验的要求来设计实验板,例如,如图1所示的放大电路类研究实验电路板可分别进行单级晶体管放大电路设计研究实验、差分放大器研究实验等,把各级电路按不同方式连接起来又可进行多级负反馈放大器设计研究实验和具有差分输入级的多级负反馈放大电路研究实验等,实验电路清晰明了、实验操作简单、更换元器件及测试调节方便。

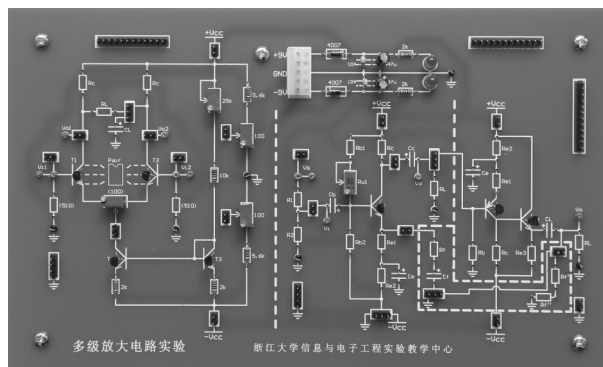


图1 放大电路类实验电路板

3 实验系统主要解决的问题

在实验系统研制开发过程中,我们主要解决了以下难题。

1) 克服了实验板数量多带来的教学及管理上的不便

实验系统涉及的实验项目较多,若按实验项目进行电路板设计,实验板数量会很多,不利于对实验板和实验的管理。我们将同类实验设计在一块实验板上进行,使实验板更紧凑。例如,电路基本定律类研究实验板包括“基尔霍夫定律和叠加定理的验证”和“直流电路的戴维南等效和诺顿等效”多个实验项目;放大电路类实验板包括“晶体管共射放大电路设计与研究”“差分放大器的设计与研究”和“多级低频小信号负反馈放大器的设计与研究”等实验项目,而且,把这些实验放大器级连,可以组装成更复杂的放大电路,进行复杂放大器的研究实验。比如,把差分放大器的输出接到共射放大器的输入端组成差分输入共射集电极输出的两级放大电路,再把它输出接到后面输出级的输入端,再接上负反馈网络,就构成了一个差分输入、具有中间放大级和输出级的多级负反馈放大器电路,这个电路实际上就是一个简易的运算放大器电路。同类

实验的整合,可以拓展实验项目,加深探究型实验的深度和难度,也可以帮助学生了解各个实验项目的内在联系,更全面深入地把握知识点。

2) 克服实验中电源较多带来的不便

电路基本定律类研究实验板涉及两路直流稳压电源与一路直流稳流电源,电源较多,实验不方便。考虑到单独一个实验项目只涉及其中两路电源,那么,在电路板上增加直流电压至恒流电源的转换电路,就可以由一台直流稳压电源的两路输出给该实验板供电。

3) 实验电路可重构

普通的实验板或实验箱,不但电路结构固定,而且元器件也固定,不可更换,或只能在有限的几个规格内选择,这样不利于设计型实验项目的教学开展。为了克服这一缺点,在实验板设计时,考虑元器件应可以根据需要而方便地进行更换,同时,使电路板又不会因此而增加体积和不紧凑,还要操作方便。因此,我们在设计时,在需由学生设计的部位采用测试针结构来安装元器件,实验时只要把元器件的管脚插入测试针的孔中即可,这样便于学生实验时按自己的设计需要来安装元器件。在实验电路结构上,在需要由学生自己决定电路结构与连接的地方,我们安装了排针,学生可用跳线块或跳线来搭建自己的实验电路。例如,在如图1所示的实验板上,通过用跳线块和跳线,可以连接出多个不同的多级放大电路。

4 结束语

本实验系统在电子电路基础实验 I、II 课程的教学中已使用了三轮,选课学生每轮 300 名左右。从实验效果看,学生能独立设计实验方案,调动了学生的积极性和主动性,在实验调试过程中训练了

学生综合运用知识分析问题、解决问题的能力,使他们学会了全方位看问题,大大增强了学生综合运用知识于实际工程的能力、自主创新的能力,达到了预期的教学目的。

学生在实验报告的心得体会中对本实验系统给予了很好的评价。很多学生认为,使用本实验系统,需要在实验前进行充分预习,设计自己的实验方案,是真正意义上的学生自主设计型电子电路实验,自己的能力在实验中得到训练与展示,当完成每个实验时,都很有成就感和自豪感。

参考文献

- [1] 于慧敏,黄爱苹,章献民,等. 信息与通信工程专业教学改革[J]. 电气电子教学学报,2010,32(3): 96-97,100.
- [2] 杨冬晓,严晓浪,于慧敏. 信息类特色专业建设的若干实践[J]. 中国电子教育,2010(1): 38-45.
- [3] 张珂,朱广伟,詹雯. 多功能电子电路实验箱的开发[J]. 中国新技术新产品,2011(22): 1-2.
- [4] 张远岐,任茂林,刘国昌. 电路模拟数字综合实验箱的研制[J]. 实验室研究与探索,2000,19(5): 79-83.
- [5] 刘小艳,金平,张尊侨. EC-I 电子电路实验平台研制[J]. 实验技术与管理,2011,28(6): 61-63.
- [6] 王革思,谢红,王松武. 电子电路虚拟实验平台的研究与实践[J]. 实验科学与技术,2010,8(1): 93-96.
- [7] 罗杰,高洁,谢世辉,等. 关于修订《电子技术基础实验》教材的想法与实践[J]. 电气电子教学学报,2000,22(3): 48-49,76.
- [8] 叶轻舟,陈健. 模拟电子电路“虚”“实”结合实验平台方案的设计[J]. 电子科技,2010,23(1): 104-106.
- [9] 傅献彩,沈文霞,姚天扬. 物理化学[M]. 5版. 北京:高等教育出版社,2006: 430.
- [10] 钱亚兵,袁红霞,鲍正荣,等. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体电泳实验再探索[J]. 四川师范大学学报:自然科学版,2002,23(3): 310-313.
- [11] 范文琴,周晓慧. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶制备及其纯化新方法[J]. 大连交通大学学报,2009,30(1): 38-40.
- [12] 谢祖芳,陈希慧,晏全. 对氢氧化铁溶胶电泳实验改进的研究[J]. 玉林师范学院学报:自然科学版,2001,22(3): 82-84.
- [13] 周井炎. 基础化学实验(上册)[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2004: 122.

参考文献

- [1] 钱亚兵,袁红霞,鲍正荣,等. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体电泳实验再探索[J]. 四川师范大学学报:自然科学版,