



探究式教学在“I/V 变换电路设计与应用” 实验中的研究

郝学元¹, 赵 静²

(1. 南京邮电大学 电子与光学工程学院、柔性电子(未来技术)学院, 南京 210023;
2. 南京信息工程大学 物理与光电工程学院, 南京 210044)

摘要: 该文以学生为主体设计了模拟电子技术实验课程的 I/V 变换电路设计与应用实验。将实验内容按基础—晋级—拓展阶段进行设计, 层层深入地实现对电路原理、参数及装配形式的探究与应用; 将课前—课中—课后的过程与线上线下融合。实验中充分融入科研项目雏形与学科竞赛赛题, 让学生体会基础实验在科研与竞赛中的价值。围绕以学生为中心, 通过夯实基础实验、训练思维能力, 培养学生深入探究和勇于创新的科学精神。

关键词: I/V 变换; 层次设计; 创新精神

中图分类号: G420

文献标志码: A

DOI: [10.12179/1672-4550.20220443](https://doi.org/10.12179/1672-4550.20220443)

Research of Layered Teaching in the Experiment of “I/V Conversion Circuit Design and Application”

HAO Xueyuan¹, ZHAO Jing²

(1. College of Electronic and Optical Engineering & College of Flexible Electronics (Future Technology), Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing210023, China; 2. School of Physics and Optoelectronic Engineering, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China)

Abstract: In this paper, I/V conversion circuit design and application experiment of analog electronic technology experiment course are designed. The experimental content is designed from the basic stage to the promotion stage and then to the expansion stage. The circuit principle, parameters and assembly form are explored layer by layer. The process of pre class, in class and after class is integrated with online and offline. The experiment is fully integrated into the prototype of scientific research projects and subject competition questions, so that students can experience the value of basic experiments in scientific research and competition. The experiment is student-centered. By consolidating the basic experiment and training the thinking ability, students can cultivate the scientific spirit of in-depth exploration and innovation.

Key words: I/V conversion; experimental ability; innovative spirit

模拟电子技术实验是所有理工科大学生进入大学后最基础的实验课程, 是学生进入大学后受到系统实验方法和实验技能训练的开端。实践是检验真理的唯一标准, 在科学前行的道路上实验始终占有重要地位。模拟电子技术实验正是为了培养学生良好的实验素质, 提高学生分析问题、解决问题的能力, 为学生将来从事科研、工程技术和新技术应用开发等工作奠定扎实的实验基本技能。

实验教学中, 现代教学理念主张要让学生成

为教学活动的主体, 重点培养学生的创新能力和科研能力, 突破传统的以知识传授为主的教学方法^[1-3]。教育部在“关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见”中强调“要积极推动研究型教学, 提高大学生的创新能力”, 对开展探究式教学做出了明确的要求, 国内高校积极响应^[4-7], 这就要求教师更应注重启发和引导学生进行自主学习和探究, 在掌握一定的实验方法和技能的基础上深化教学改革, 使学生提高创新思维能力。

收稿日期: 2022-07-14; 修回日期: 2023-03-09

基金项目: 南京信息工程大学 2021 年度教改项目(2021YBJG10)。

作者简介: 郝学元(1976-), 男, 博士, 副教授, 主要从事电子系统设计方面的研究。E-mail: haoxy@njupt.edu.cn

1 现有实验模式

现有的模拟电子实验课程已经逐步融入了线上线下混合式教学^[8-9]。线上提供课程简介、课程目标、课程任务、教学进度、考核办法、教学大纲等总体内容。针对每一个实验提供预习要求、教学课件、教学视频、操作视频、在线练习和参考资料。线下实际操作,课后整理实验报告。考核方法上采用线上线下综合评分。但总体而言,实验内容还是较为基础,综合性、提高性的实验开设较少;操作视频引入后,一方面提高了学生完成实验的效率,但另一方面缺乏针对优秀的学生开展探索创新性实验的安排。

2 实验设计与实施

实验设计需要让学生将知识、能力、素质结合用以解决复杂的工程问题;这就要按层次设计一系列需要探索研究的问题,引导学生层层深入,实现在基础实验的开展中让普通学生变得优秀、让优秀的学生更优秀。此时就对教师提出了更高的要求,需要了解学生学情、了解学生专业特征、设计符合教学规律的实验内容与实验环节,增加实验的层次性并具有一定难度,以实现学生探究能力的培养。

针对光电专业的学生,“I/V 变换电路的设计与应用”这一实验既是模电课程中的基础实验,也是专业方向上具有代表性的实验。I/V 变换电路即电流-电压变换电路,是大多数光电检测设备、光电仪器的前端模块,也称作前置放大器。大家生活中使用的相当普遍的光纤宽带中的接收机部分就有 I/V 变换模块,是衔接光与电必不可少的单元。深入探究这部分电路,对光电专业的学生特别有意义。

实验电路的基本结构如图 1 所示,大多数教学都采用固定的实验装置、固定的连线,学生按步骤连线、观察仪器的显示值就可以得到数据完成实验,无法深层次理解光电器件的工作原理及参数特征,器件的应用更无从谈起。为此,要从实验内容上、实验实施过程的把控上做深入设计,将图 1 中 LED 驱动电路和 I/V 变换部分分解、深入,培养学生扎实的实验能力和创新精神。

2.1 实验设计

2.1.1 整体设计

“I/V 变换电路的设计与应用”实验,要求学

生能够掌握 I/V 变换电路的原理与组成,测量并掌握光电流与输出电压的关系;掌握不同测量方式下的 I/V 变换。不同的测量方式主要指装配方式的不同,在不同的装配方式下配以不同的器件参数就可以形成各种测量装置。进一步要求,在连接与测量过程中,能根据异常现象定位并排除电路故障。为此课程的设计必须是阶段性、层次性的;在不同阶段中引入科研与竞赛内容,既有利于实验内容的革新,也可提高学生探究的积极性。整体教学设计如图 2 所示,分为实验原理讲授和实验操作两大块。

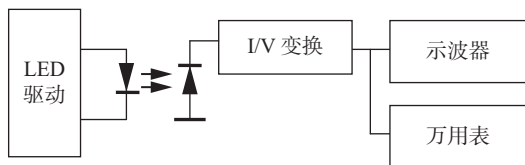


图 1 实验装置结构图

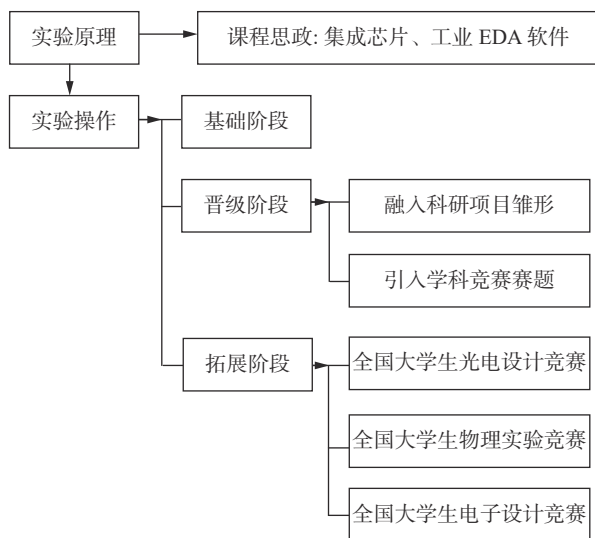


图 2 整体设计

实验原理讲授阶段是融入课程思政很适宜的时机^[10-11]。由于很多集成芯片都来自国外公司,如 TI、AD、ST 等,仿真软件目前也都是以 NI Multisim 为主,国内能与 Multisim 性能匹敌的软件很难找到,因此,集成芯片和专业 EDA 软件就是能让学生们感受到国内技术仍比较落后。

2.1.2 实验层次设计

为实现逐步深入的开展实验探究,将实验设计为基础、晋级、拓展 3 个阶段。

1) 基础阶段

要求学生会搭建对射式和反射式的电路,通过选取不同的元件参数研究光电流和输出电压的关系,探究各器件在电路中的作用;能结合专业知

识点和电路检测方法,分析并排除实验中的障碍。

2) 晋级阶段

实现将基础电路用于实际环境。提供两种典型应用装置,一种是将科研项目的雏形引入课堂,另一种是将学科竞赛中与本实验相关的部分引入,要求学生选取一种实现具体应用。科研项目和学科竞赛都有一定难度,同时也具备着时代性和创新性,这一阶段允许两人一组,共同探索实验细节。

3) 拓展阶段

要求完善典型应用,三人一组、协调分工,实现批量数据测量,研究如何实现测量的稳定性与准确性;进一步的,可以将完善后的实验装置再次投入学科竞赛。

2.2 实验实施

实验的实施上总体分为:课前一课中—课后。较细化的流程如图3所示。

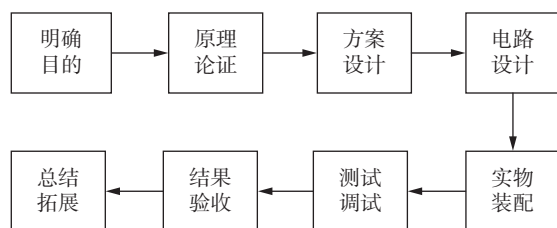


图3 实验流程

图3中,明确实验目的、原理论证、方案设计、电路设计要求学生课前利用课程的线上资源完成预习,利用仿真软件完成电路功能仿真并在线上提交仿真结果。要求学生掌握仿真软件的基本使用方法,学会各种元件的参数设置,基本仪器的使用,主要有电流计、电压表、示波器。

线下课程安排讲授、讨论和实验操作三部分,如图4所示。讲授环节对实验原理进行简要讲解,适时融入课程思政,把实验按基础要求和晋级要求布置解析。通过器件性能和装配方式的对比,讨论电路应用场景,引入晋级阶段实验内容,并提示影响实验结果的多种因素。实验操作部分要求完成基础要求和晋级要求,拓展阶段不要求全体学生参与,感兴趣的学生可利用课余时间向实验室申请进行。

2.2.1 基础要求实施

基础要求的实施过程如图5所示,要求学生以对射式和反射式的装配方式完成分立式和集成式电路的搭建。两种装配方式都可以测量信号的强

弱和有无,实验中要求使用对射式检测信号的有无,反射式测量信号的强弱。电路原理如图6所示。

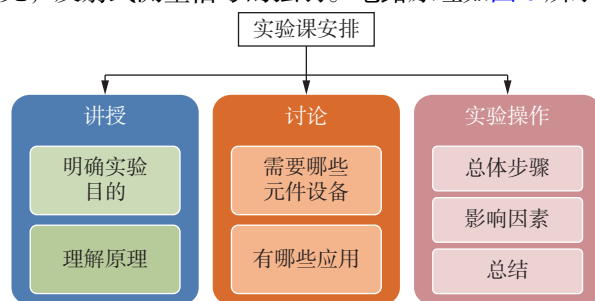


图4 实验课安排

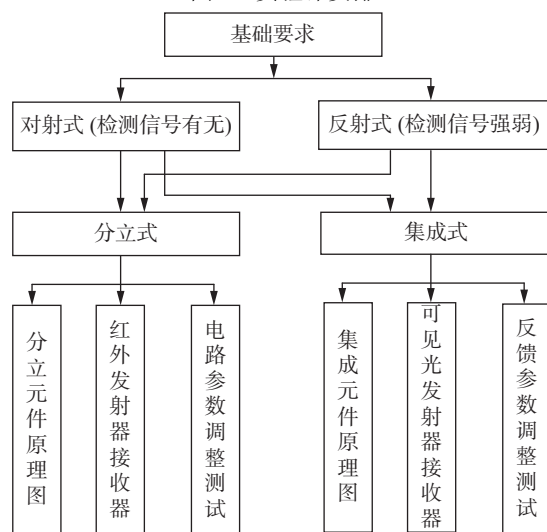
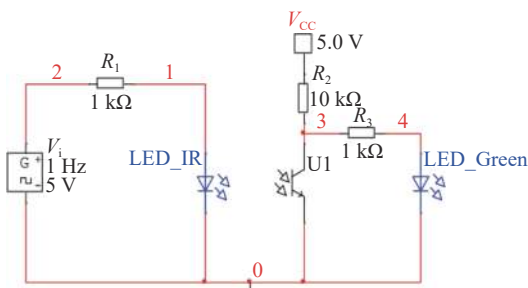
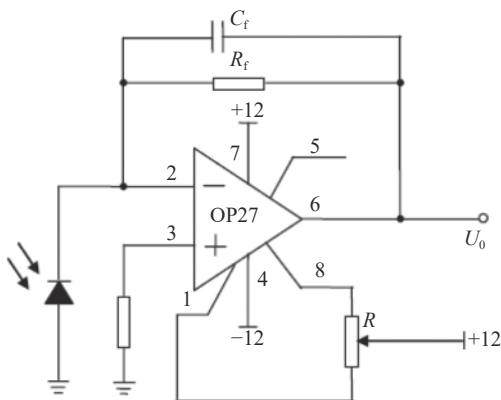


图5 基础要求



(a) 分立式原理图



(b) 集成式原理图

图6 电路原理图

分立元件电路实验中,提供红外发射器与接收器,红外接收器实质是光电三极管,这就要学生在实验中能够回顾典型放大电路的特性,通过集电极电阻参数的调整,探究在光电转换电路中输出量与电路参数的关系;通过发射参数的调整研究发射强度与接收信号的关系。

集成元件电路实验中,提供可见光波段的光电二极管,要求学生在实验中能够运用典型的运放电路实现电流电压转换,关注集成运放的反馈电路,通过反馈电阻的调整研究光电流与输出电压的关系。进一步,可以探究反馈端电容的作用。

2.2.2 晋级要求实施

晋级阶段提供了两个实验装置如图 7 所示,一个是对射式多路 I/V 变换,来源于教师的科研

项目枪管口径与弹道测量;一个是反射式的红外光测量苹果甜度,源于全国大学生光电设计竞赛赛题。要求学生选做一个,提供的装置如图 8 所示。多路 I/V 变换中引导学生探索多路信号的一致性;苹果甜度测量中,要求测量得到反射的电压值,过程中引导学生关注影响测量结果的各种因素,探索提高测量结果可重复性与准确性的方法。

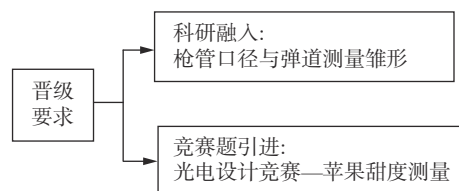


图 7 晋级要求

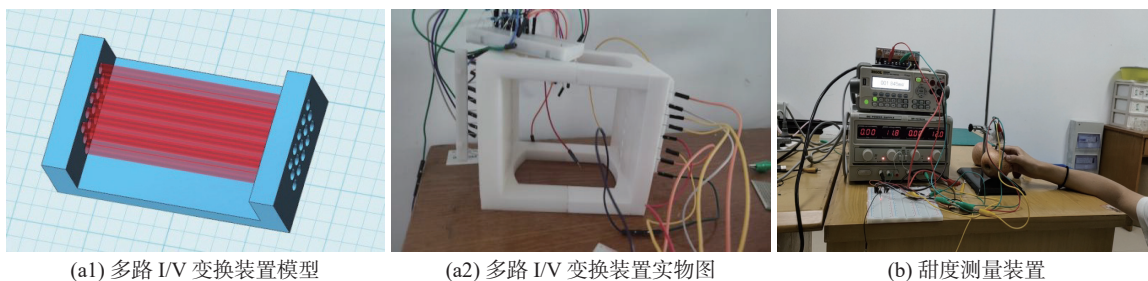


图 8 晋级阶段测量装置

3 考核方式与拓展效果

教学考核贯穿于整个实验流程,实行过程式评分。考核项目、分值比例与要点如表 1 所示。

表 1 教学考核评分项目表

考核项目	分值比例/%	考察要点
软件仿真	10	先进软件仿真工具的运用能力
实验质量	20	电路方案的合理性, 组装工艺
实验效率	10	功能与性能指标的完成程度、完成时间
实验数据	20	测试数据和测量误差
自主创新	10	功能构思、电路设计的创新性, 自主思考与独立实践能力
实验报告	30	实验报告的规范性与完整性

软件仿真的考核为预习内容检查,在课前线上完成。线下课程实验操作开始后,教师根据学生完成实验基础阶段的时间进行实验效率评分;为保证大多数学生能顺利完成实验,保持对实验的热情和信心,实验质量和实验数据均按实验基础阶段的完成情况评分;实验晋级阶段完成后进

行自主创新环节评分。课后完成实验报告,要求必须包括实验方法的小结,写清楚实验中遇到的障碍及解决方法,以此加深学生对问题的思考与经验总结。

2019、2020 级光电专业本实验的考核成绩如图 9 所示,从整体上看,各分数段的人数比例变化不大,探究式教学的引入虽然难度上有所提升,但内容的新颖性和任务的层层递进提升了学生的参与度,在保证较高的优良率的基础上,优秀率较上一届得以提升。

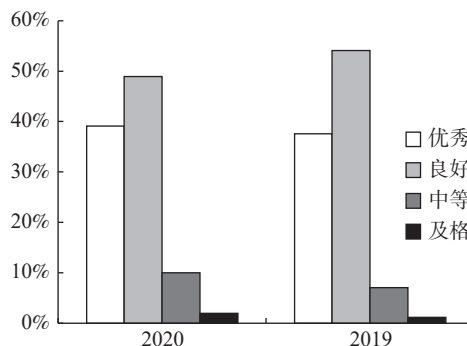


图 9 2020、2019 级考核成绩

2020级教学中引入的拓展环节是更高层次的探究,部分同学对该环节中的甜度测量实验做了进一步完善,并以此为题参加了当年的大学生光电设计竞赛,部分同学将I/V变换电路引入振动测量实验参加了当年的大学生物理实验竞赛,并取得了成绩。按以往学校参赛情况统计,通常在三年级会参加这些竞赛并取得成绩,经过探究式的实验锻炼,二年级的同学就开始逐步具备了设计实验、创新实验的能力。

4 结束语

通过在“I/V变换电路的设计与应用”这一基础实验中贯彻探究式教学,可以看出尽管是基础实验,通过紧密结合专业特色,线上线下融合,层层深入的探究式设计,逐步培养了学生解决复杂问题的能力。在探究的过程中让科研内容与竞赛题充分融入,让学生有机会体验出基础实验在科研中的位置,在竞赛中发挥的作用。不同阶段的探究内容也让各层次的学生都在原有基础上提升了自己的探究能力。拓展阶段的开展,让优秀学生有了进一步发展的空间,大大提高了人才培养质量;实现了以学生为中心的培养方式。

参考文献

- [1] 王琳,管庆,于永斌,等.新工科背景下的“综合设计”课程教改实践[J].*实验科学与技术*,2021,19(4):

57-60.

- [2] 荣海林,徐向华,姚福安.新工科电子技术实践教学模式探索与实践[J].*电气电子教学学报*,2021,43(1): 117-120.
- [3] 于海雁,庞杰,薛丹,等.改革电子技术实践教学培养学生工程应用能力[J].*实验室研究与探索*,2016,35(10): 179-181.
- [4] 夏百战,吕隰,石世光.电路与模拟电子技术实验课程教学改革与探索[J].*中国科教创新导刊*,2010(4): 64-65.
- [5] 郭铁明,南雪丽,尹燕,等.基于OBE+新工科理念的材料分析方法教学的“两性一度”设计[J].*中国现代教育装备*,2021(17): 93-95.
- [6] 张颖,程如岐,张维,等.PLC原理与实验课程四立方模式的设计与实践——以自动化立体车库控制系统教学为例[J].*实验室研究与探索*,2021,40(12): 173-177.
- [7] 赵娟,黄玉金,王改芳,等.“新工科”背景下模电课程“四位一体”教学模式探究——以中国地质大学(武汉)自动化学院为例[J].*荆楚理工学院学报*,2021,36(2): 90-96.
- [8] 刘玉芬,郭志雄,晏黑仿.混合模式下的工科实验课程教学改革设计——以模拟电子技术实验课程为例[J].*装备制造技术*,2021(7): 226-230.
- [9] 刘瑞静,张婷,吴美杰.基于OBE理念的翻转课堂设计与实践[J].*实验科学与技术*,2021,19(4): 112-116.
- [10] 倪晗,刘彩钰.OBE理念下的课程思政教学效果评价探索[J].*黑龙江教育:高教研究与评估*,2022(2): 54-57.
- [11] 朱君.新工科下专业基础课的课程思政探索[J].*电气电子教学学报*,2022,44(1): 69-71.

编辑 钟晓

(上接第76页)

- [12] 付永领,齐海涛.LMS imagine. Lab AMESim系统建模和仿真实例教程[M].北京:北京航空航天大学出版社,2011.
- [13] XIE H B, CHEN J, LIU F, et al. Analysis and optimization of pressure shock and cylinder stroke deviation in open circuit hydraulic system of concrete pump[J]. *Journal of the Chinese Society of Mechanical Engineers*, 2018, 39(2): 153-161.
- [14] 陈雨洋,李靖祥,杨昌群,等.基于AMESim的轴流先导式水击卸压阀动态特性分析[J].*液压与气动*,2020(11): 8-14.
- [15] 陶柳,王竞,雷雄,等.3种节流调速回路AMESim仿真

研究及实验分析[J].*煤矿机械*,2016,37(11): 69-72.

- [16] 屈盛官,肖传伟,方波,等.基于AMESim的负载敏感泵压力-流量特性影响因素探究[J].*液压与气动*,2019(5): 64-71.
- [17] LI Y, WANG L, JIANG J H. Experimental research on internal and external leakage of construction machinery hydraulic Cylinder[J]. *Hydromechanics Engineering*, 2012, 40(12): 5-9.
- [18] 李鄂民.用节流阀和调速阀的节流调速回路的速度-负载特性对比[J].*液压与气动*,2005(3): 42-43.
- [19] 刘伟,赵铁鸿.基于AMESim的液压回油节流调速回路建模与仿真[J].*机械工程与自动化*,2016(2): 69-70.

编辑 张俊