

文章编号:1005-4642(2020)09-0032-05



互联网+物理

基于“雨课堂+雷实验”开放创新实验 设计探索与研究

刘秀环^a, 鞠一婷^a, 陈占国^b, 王海燕^a, 李玉峰^a, 王 夺^a

(吉林大学 a. 通信工程学院; b. 电子科学与工程学院, 吉林 长春 130012)

摘 要:基于“雨课堂+雷实验”新型智慧实验教学平台可以开展课堂及实验室之外的电子信息类课程开放实验。利用雷实验的代表性产品 A+D Lab 与 PC 机结合,可以实现虚实相结合、线上线下相混合的开放实验教学模式,不仅有力地支撑电子信息类课程的理论教学,也能有效拓展该类课程的实验教学。以基于“雨课堂+雷实验”的应用型开放创新实验设计——MISIM 结构器件的频率响应特性研究为例,论述了“雨课堂+雷实验”智慧实验教学平台在电子信息类课程实验教学改革中体现的特色及优势。开展基于“雨课堂+雷实验”的实验教学改革,将助力培养电子信息类专业学生的创新思维和实践能力。

关键词:雨课堂;雷实验;电子信息;开放实验;教学改革

中图分类号:G642.423

文献标识码:B

DOI:10.19655/j.cnki.1005-4642.2020.09.007

高等学校作为人才培养的重要基地,在“新工科”背景下,肩负着培养“具有更强实践能力、创新能力、国际竞争力的高素质、复合型人才”的重要使命。高校电子信息类专业要求具有很强的理论基础和工程应用背景,并且各学科之间相互交叉、相互渗透^[1]。不断扩大的高新技术产业对电子信息类“新工科”人才的需求日益增多。如何向社会输送出“厚基础、重实践、富创新”的电子信息类人才是高校电子信息类专业教师应该思考的课题。为顺应新工科人才培养方略及 OBE(Outcomes-Based Education)教育理念,电子信息类课程的教学应首要进行改革和创新^[1-5]。许多高校在传统的电子信息类课程教学过程中多有重理论轻实践、存在实验内容陈旧且单一等弊端^[2],不利于培养学生的创新思维和实践能力。而且,传统的教学目标主要关注学生知识掌握的多少,缺少有针对性的锻炼学生解决问题的能力、团队意识、沟通和协作能力^[3]。笔者在长期从事电子信息类课程理论和实验教学中,探索了理论和实验教学的改革与研究。在理论教学和基本实验教学之

外,开设出立足于课程基本理论的开放创新实验,以利于培养学生的实践能力和创新思维。经过考察与调研^[7-8],将新型的智慧实验教学平台——“雨课堂+雷实验”引入电子信息类开放创新实验设计中,以拓展基础实验之外的电子信息类综合实验,并将任课教师的科研工作适度融入开放实验教学中。

1 “雨课堂+雷实验”智慧实验教学平台

“雷实验”是 Lab of electronics intelligence 的缩写 LEI 的音译,是由北京时代行云科技有限公司推出的全球首个基于“雨课堂”的智慧实验教学方案,成功将互联网、微信、PC 与智慧实验硬件无缝结合。具体实验教学方案是基于雷实验产品 A+D Lab 运行。A+D Lab 是由硬件平台和 PC 端软件平台结合组成。基本的 A+D Lab 硬件部分包括 1 个智慧面包板和各种数据线;软件部分则包含与“雨课堂”接口的实验管理系统、“我的实验室”和仿真软件等多个模块。用户在 PC 端成功安装 A+D Lab 软件后,双击 A+D Lab 启

收稿日期:2020-07-03;修改日期:2020-07-23

基金项目:教育部产学研合作协同育人项目(No. 201802077051);吉林大学本科教学改革研究项目(No. 2019XYB202)

作者简介:刘秀环(1968—),女,吉林蛟河人,吉林大学通信工程学院副教授,博士,从事电子信息类课程理论和实验教学。E-mail: xhliu@jlu.edu.cn



动程序,并用手机微信“扫一扫”功能登录 A+D Lab 主界面,如图 1 所示. 教师登录主界面进入 TEACHERS 模块,可进行建立和发布实验、查询学生实验进度、批阅实验报告等. 学生登录主界面进入 STUDENTS 模块即启动学生平台,进行实验仿真、搭建实验、结合口袋实验室提供的虚拟仪器进行虚实结合的实验操作. 口袋实验室——“我的实验室”模块包含示波器、信号发生器、可编程电源、逻辑分析仪、波特图仪等虚拟仪器,如图 2 所示.

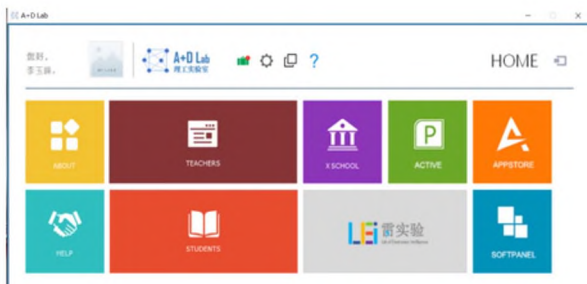


图 1 A+D Lab 软件平台主界面概览

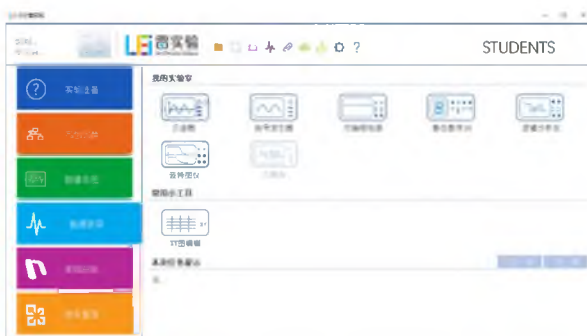


图 2 A+D Lab 软件平台雷实验界面

图 3 是启动学生平台后将 A+D Lab 硬件智慧面包板与软件平台相结合,在 PC 端展现的虚拟信号发生器与示波器的照片.

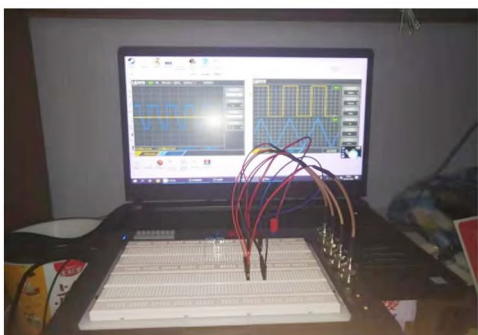


图 3 A+D Lab 虚拟信号发生器与示波器

将“雨课堂+雷实验”智慧实验平台引入实验教学中,可以彻底打破时空限制,学生可以随时随地进行实验,将教师从固化的教学环节中解放出来.“雨课堂+雷实验”智慧实验教学平台可将虚拟仪器与实际器件相结合,从而开展线上、线下相混合的实验教学模式.

在新工科背景下,引入“雨课堂+雷实验”智慧实验教学工具,将强化学生创新和行为互动,并兼顾课堂质量、任务部署以及设备管理的功能. 特别适合开展非实验室环境下的线上实验教学^[9-10],如果能引入“雨课堂+雷实验”智慧实验教学平台,将很好地开展电子信息类课程线上和远程实验教学.

2 基于“雨课堂+雷实验”开放实验设计思路

“雨课堂+雷实验”智慧实验教学平台所提供虚拟信号发生器和示波器以及电源等常用实验仪器,可满足绝大多数电子实验的需求^[8]. 因此, A+D Lab 结合 PC 机和必要的电子器件,通过虚、实相结合,可以实现在课堂和实验室之外开展实验,非常适合电子信息类课程教学改革. 基于“雨课堂+雷实验”的电子类开放实验可以从以下方面进行设计:

2.1 基础性和验证性实验

对于“电路”、“信号与系统”、“模拟电子电路”等课程中的基础性和验证性实验,比如基尔霍夫定律、叠加定理、戴维南定理、单一元件阻抗的频率响应特性、单管交流放大电路、基本模拟运算电路等实验,学生可以在理论教学的课上或课外,基于“雨课堂+雷实验”平台进行实验,从而对抽象的基础理论获得感性认识.

2.2 设计与综合性开放实验

可以将电子信息类各门课程之间相关内容相互融合,学生在完成这些课程的理论学习后,可以完成综合性设计实验. 比如将“电路”和“信号与系统”课程内容相互融合,让学生设计实现信号各种运算的开放实验. 这类基于“雨课堂+雷实验”平台的综合性开放实验,不限制时间和地点,学生可以在课余时间随时随地开展实验.

2.3 与科研相结合的应用型开放实验

任课教师将科研工作适度融入实验教学中. 对于电子信息类专业的低年级学生,在完成专业

基础课程的学习后,可以基于“雨课堂+雷实验”智慧实验平台开展“立足基础理论、面向科研应用”的开放创新实验,不仅能让学生较早地参与科学研究,而且更助于低年级学生更好地理解所学到的基础理论,并能体验到将基础理论直接应用于解决实际问题的愉悦.

基于“课堂+雷实验”智慧实验平台的综合性和应用型开放实验,一般需要 2~3 人的团队协作完成,这有助于培养学生的创新思维 and 实践能力以及团队协作精神.

3 基于“雨课堂+雷实验”开放实验设计举例

以基于“雨课堂+雷实验”的应用型开放创新实验的设计为例.

在研究 Si, Ge 等无反演对称中心的半导体材料的场致线性电光效应时,需要确定由这样的半导体材料构成的金属—绝缘体—半导体—绝缘体—金属(MISIM)结构器件在一定频率范围内的等效电容值. 将此部分科研工作融入实验教学,设计成开放创新实验,供本科低年级学生选做. 学生根据所掌握的“电路”、“信号与系统”等课程的基本理论,可以设计多种实验方案,完成 MISIM 结构器件频率响应特性分析及电容值的测定.

3.1 器件结构和实验方案举例

教师科研团队为本科低年级学生提供了双面沉积 SiO_2 薄膜(薄膜厚度约 $1 \mu\text{m}$)、单面沉积 SiO_2 薄膜(薄膜厚度约 $2 \mu\text{m}$)以及双面均未沉积 SiO_2 薄膜的 3 种 Si (100) MISIM 结构器件,其中 Si 半导体层厚度约 3 nm . 没有沉积 SiO_2 的 Si 表面与金属电极之间有厚度约 $160 \mu\text{m}$ 的绝缘胶. 金属电极为铜电极. MISIM 器件结构示意图如图 4 所示.

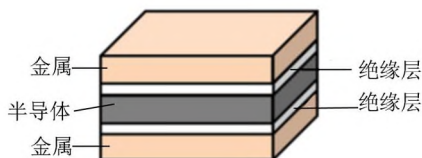


图 4 MISIM 器件结构示意图

下面以 1 组学生设计的最简单实验方案为例. 选用定值电阻 R , 与待测 MISIM 结构器件进

行串联,在 A+D Lab 智慧面包板上构成二端网络,实验原理图如图 5 所示,实物连接电路如图 6 所示.

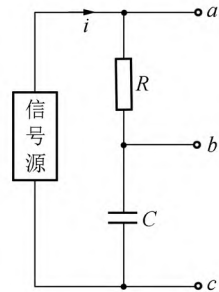


图 5 实验原理图

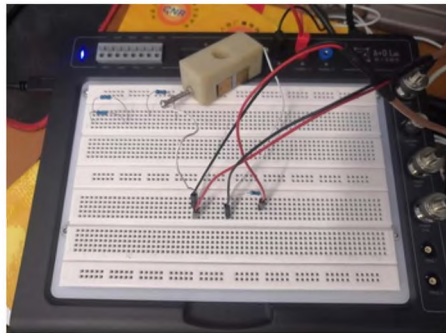
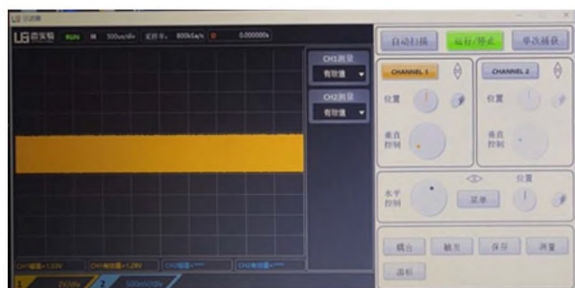


图 6 实验测量电路图

利用“雨课堂+雷实验”平台提供的虚拟信号发生器产生的正弦信号做激励源,并且用虚拟示波器双通道同时监测 MISIM 器件(b, c 端)以及定值电阻 R (a, b 端)两端的电压有效值 U_C 和 U_R . PC 端显示结果如图 7 所示. 改变信号源的频率,根据 $\frac{U_C}{U_R} = \frac{|Z|}{R}$,即可测得器件阻抗大小 $|Z|$ 随频率的变化,进而可确定出待测器件的等效电容值.



(a) 输出正弦信号

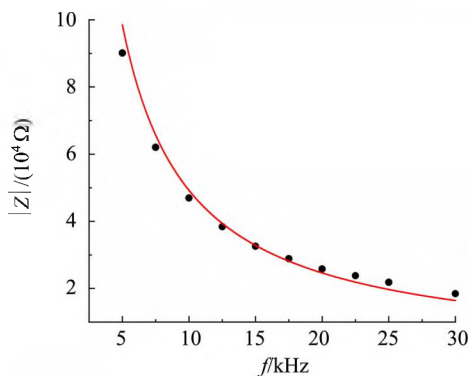


(b) 测量正弦信号

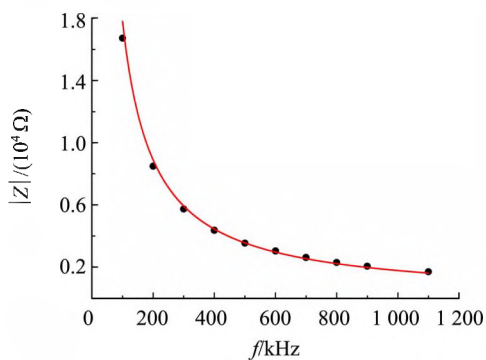
图 7 雷实验平台虚拟信号发生器输出正弦信号及虚拟示波器测量正弦信号有效值截图

3.2 实验结果

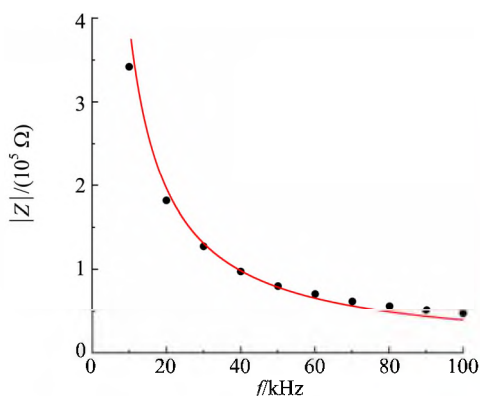
图 8 分别显示了双面沉积 SiO₂ 薄膜(器件 1)、单面沉积 SiO₂ 薄膜(器件 2)以及双面均未沉积 SiO₂ 薄膜(器件 3)的 3 种 Si(100) MISIM 结构器件阻抗随频率的变化,3 种器件阻抗均与频率成反比关系,与电容阻抗的幅频特性相吻合. 根据实验数据的拟合结果,拟合方程系数 $k = \frac{1}{2\pi C}$, 计算出 3 种器件的等效电容值分别为 $C_1 = 323.3 \text{ pF}$, $C_2 = 89.4 \text{ pF}$, $C_3 = 40.5 \text{ pF}$. 测量结果符合理论预期和科研事实.



(a) 双面沉积 SiO₂ 薄膜 Si(100) 器件



(b) 单面沉积 SiO₂ 薄膜 Si(100) 器件



(c) 双面未沉积 SiO₂ 薄膜 Si(100) 器件

图 8 MISIM 结构器件阻抗的幅频特性

3.3 实验小结

本例实验是基于“雨课堂+雷实验”智慧实验平台实施完成的应用型开放实验,学生利用自己的笔记本电脑、手机,教师科研团队提供待测器件、及根据学生设计的合理实验方案所需的必要元件,学生可以在实验室之外的宿舍、图书馆等场所随时开展实验. 这类与教师科研工作相结合的“立足于基础理论,面向科研应用”的应用型开放实验,本科低年级学生即可设计完成. 而且,实验数据处理与分析环节能促使学生早日接触和应用数据分析软件. 学生通过训练,不仅对所学的基本理论能够深入理解和融会贯通,也能提高设计、分析能力和动手实践能力,并体验到学以致用带来的愉悦,有助于培养学生的创新思维和科研兴趣,增强小组成员之间的沟通与协作意识,助力达成课程的知识目标、能力目标和情感目标相融合.

4 结束语

基于“雨课堂+雷实验”的应用型开放创新实验设计,以 MISIM 结构器件的频率响应特性研究为例,论述了“雨课堂+雷实验”智慧实验平台在电子信息类课程实验教学改革中发挥的作用. 雷实验 A+D Lab Plus 的功能更强大,口袋实验室提供的虚拟仪器种类多,更利于电子信息类课程开放实验设计与研究. 基于“雨课堂+雷实验”的智慧实验平台,可以实现电子信息类课程实验教学的虚、实相结合及线上、线下相混合模式,并彻底打破时空限制. 深入开展基于“雨课堂+雷实验”的电子信息类课程实验教学改革,不仅能够克服教学中抽象理论脱离实际应用、实训成本高、

安全风险大的弊端,而且能够顺应新工科背景下的人才培养方略及新时代大学生的成长需求,对电子信息类专业人才的培养将具有深远的意义.

参考文献:

- [1] 吴莉莉,滕红丽,邢玉清,等. 慕课背景下电子信息类专业课程教学改革探索与研究[J]. 大学教育, 2020(3):83-85.
- [2] 石成刚. 高校电子信息专业实验教学改革思考[J]. 电脑知识与技术, 2020, 16(2):147-148, 172.
- [3] 刘帅,陈书贞,吴培良,等. “产出导向”的电子信息类专业面向对象程序设计教学改革[J]. 教育教学论坛, 2019(1):48-49.
- [4] 王成义,杨磊,郭秀梅. 产学研协同育人背景下电子综合实践课程教学改革探究[J]. 高教学刊, 2020(3):146-147, 150.
- [5] 周晓华. 电子信息类课程双语教学改革的思考[J]. 中国电子教育, 2018(4):39-44.
- [6] 胡晓华. 新工科背景下的数字电子技术课程教学改革[J]. 造纸装备及材料, 2020(2):161.
- [7] 吴亚琼,韩雪岩,曹晰,等. 基于“雨课堂+雷实验”的实验教学改革模式研究[J]. 现代教育技术, 2019, 29(6):109-114.
- [8] 翁玲,陈盛华,刘艳芳,等. 基于“雷实验”的模拟电子技术基础实验教学改革[J]. 机电技术, 2020(1):103-105, 120.
- [9] 唐艳妮,李雪琴,赵云芳,等. 疫情中的大学物理实验线上教学探索[J]. 物理实验, 2020, 40(5):31-35.
- [10] 周艳明,翦知渐,谢中. 非实验室环境下大学物理实验的设计与教学[J]. 物理实验, 2020, 40(6):22-29.

Open innovative experiments based on rain classroom & lab of electronics intelligence

LIU Xiu-huan^a, JU Yi-ting^a, CHEN Zhan-guo^b, WANG Hai-yan^a,
LI Yu-feng^a, WANG Duo^a

(a. College of Communication Engineering; b. College of Electronic Science and Engineering,
Jilin University, Changchun 130012, China)

Abstract: Open experiments of electronics information courses outside the classrooms and laboratories could be performed based on “rain classroom & lab of electronics intelligence (LEI)”, which was a new type of intelligent experimental teaching platform. The typical product of LEI was A+D Lab Combining A+D Lab with PC would lead to an open experimental teaching mode which exhibited not only the combination of virtualization and reality, but also the hybrid of online and offline teaching. Such teaching mode both powerfully supported the theoretical teaching and effectively expanded the experimental teaching of electronics information courses. Taking the design of a practical type of open innovative experiments as an example, that was, research on frequency response of devices with MISIM configurations, the features and advantages of “rain classroom & LEI” were expounded. The experimental teaching reform based on “rain classroom & LEI” would facilitate the developing of creative thinking and practical ability of the students who were in majors related to electronics information.

Key words: rain classroom; lab of electronics intelligence (LEI); electronics information; open experiment; teaching reform

[责任编辑:郭 伟]