

面向工程教育专业认证的电力电子课程综合改革研究与实践

张凯锋 吴晓梅 包金明 魏海坤

(东南大学自动化学院,江苏省 南京市 210096)

摘要: 基于工程教育专业认证理念,特别是产出导向,面向行业需求,并结合研究型大学、自动化专业的特点,分析自动化专业《电力电子技术》课程传统教学模式存在的问题。同时,针对分析出的问题,从教学内容、实验方式、作业方式、考核方式4个方面提出相关改革措施。近两年的实践效果初步表明,有关改革思路和措施可有效提高教学效果,特别是增强学生解决复杂工程问题的能力。

关键词: 工程教育专业认证; 电力电子技术; 教学改革

Engineering Education Certification-Oriented Teaching Reform and Practice of Power Electronics

Kaifeng Zhang, Xiaomei Wu, Jinming Bao, Haikun Wei

(School of Automation, Southeast University, Nanjing 210096, Jiangsu Province, China)

Abstract: Based on the ideas of engineering education certification, especially the ideas of OBE (Outcome Based Education) and meeting the requirements of engineering, the shortcomings of traditional teaching mode of power electronics technology are analyzed. Meanwhile, the characteristics of researching university and automation specialty are considered. Then, aiming at the shortcomings, some reforms are proposed from the respects of teaching material, experiment design, homework design and scoring mode. The practice of recent two years reveals that the validity of above ideas and methods, which can get satisfactory teaching results and can improve students' ability of solving complex engineering problems.

Key Words: Engineering education certification; Power electronics technology; Teaching reform

引言

中国开始工程教育专业认证工作已经超过十年。2016年6月在马来西亚吉隆坡市举行的国际工程联盟年会上,我国成为《华盛顿协议》第18个正式成员,这表明我国的工程教育专业认证工作已经得到了国际社会的认可,同时也说明工程教

育专业认证工作的开展对于提高我国工程教育人才培养的质量,促进工程教育创新与改革,已经发挥了重要作用^[1]。

近年来随着国内工程教育专业认证工作的开展,面向认证要求的课程综合改革受到了很大重视^[2-5]。笔者所在东南大学自动化专业于2016年提出工程教育专业认证申请,专家于2017年6月进校考查。笔者一直以来承担自动化专业《电力

联系人: 张凯锋(1977—),男,博士,教授。

基金项目: 自动化类教指委高等教育教学改革研究课题(2015); 东南大学教学改革研究项目(2015-45)。

电子技术》课程的教学工作。在接触工程教育专业认证理念、面对工程教育专业认证考查的过程中,认识到《电力电子技术》课程传统的教学模式与工程教育专业认证的理念和标准相比存在明显的差距。在前期工作中,针对存在的问题,笔者开展了一些改革和实践工作,本文对此进行介绍和讨论。

1 工程教育专业认证对《电力电子技术》课程的改革要求

工程教育专业认证最核心的理念有:以学生为中心的教育理念,即把全体学生学习效果作为关注的焦点;产出导向(OBE, Outcome-based Education)的教育取向,即教学设计和实施目标是保证学生取得特定学习效果;持续改进的质量文化,即建立“评价-反馈-改进”闭环,形成持续改进机制^[6]。

比照工程教育专业认证的理念和要求,对每一门课程,包括《电力电子技术》,就需要提出以下典型要求:是否明确了教学目的,即对哪些毕业要求形成达成度?可以进行达成度评价吗?如何进行达成度评价?是否通过教学活动为培养学生具备解决“复杂工程问题”的能力做出了贡献?

东南大学自动化专业结合工程教育专业认证的要求制定了培养目标和毕业要求,其中《电力电子技术》对应的指标点有2点,分别为:

① 工程知识:具有从事自动化工程所需的数学、自然科学、工程基础和专业基础知识,并能够综合应用这些知识解决自动化工程领域复杂工程问题。

指标点1.3:掌握反馈控制等专业基础知识,能针对自动化工程问题进行软硬件分析与设计。

② 问题分析:能够应用自动化工程相关的数学、自然科学和工程科学的基本知识,并通过文献及调研,对自动化工程领域的复杂工程问题进行建模与分析,掌握对象特性。

指标点2.2:能够应用专业基础知识,建立自动化工程对象的简单模型,并分析对象特性。

对应的权重分别为:0.1和0.15。

基于此,便可明确工程教育专业认证对《电力

电子技术》课程的要求。

2 《电力电子技术》课程传统的教学模式存在的问题

2.1 存在的具体问题

毋庸置疑,在未接触工程教育专业认证理念之前,《电力电子技术》的教学工作是基于传统的理念。对照工程教育专业认证,《电力电子技术》课程传统的教学模式存在以下问题和不足:

(1) 在教学内容和考核方面,过于重视细节,对电力电子系统整体性的重视不够

电力电子技术是电子、电工和控制三门学科的综合,《电力电子技术》课程是一门综合性、应用性、实践性很强的课程。但是在以前的教学过程中,过于重视一些技术细节,例如电力电子器件、四种基本电路原理与分析、触发器等。相比之下,对于电力电子系统整体性的重视不够。实际上,我们分析国内大部分教材,感觉这也是国内普遍存在的教学情况。

例如,在自动化专业开设《电力电子技术》课程的重要目的是让学生掌握电力电子技术在整个控制框架中的作用,但是这一点却没有很好地反映在教学内容和考核上。就典型的整流电路而言,基本没有教学内容和教材涉及考虑控制器(即便是简单的PID控制器)的整流电路设计与分析。这样一来,即便学生学习了电力电子技术,也很难直观和深入地理解电力电子技术在实际工程中到底有何用?如何用?

(2) 在实验方面,对硬件动手能力的重视不够

在以前的实验方案设计中,大部分的实验操作是重复性的实验,学生缺乏实际动手能力的培训(例如亲手从底层元件开始焊接一个电力电子电路)。其实,从国内典型实验仪器的产品来看,这种情况也比较普遍。

(3) 在作业方面,对分析、设计的重视不够

从知识点的难度看,基本知识点(如电力电子器件特性、四种基本电路原理与分析、触发器等)比较简单,但是对电力电子电路进行整体性的设计和分析则相对较难。以前的书面作业没有重视此方面的训练。当然,这也是由于传统的纸面作业很难对学生这方面的能力进行培训。

2.2 问题小结

工程教育专业认证要求通过《电力电子技术》课程,培养学生的软硬件分析与设计能力(指标点 1.3)、建模和分析对象特性的能力(指标点 2.2)。但是,原先教学中却没有对这些方面给予明显和足够的重视。

在此需要说明的是,上述问题并不是全盘否定了原先的教学内容(如电力电子器件特性、四种基本电路原理与分析、触发器等),原先这些内容仍然是基础的、重要的。这里想纠正的是不能过于强调这些基础知识和训练,而忽视更高的要求(即软硬件分析与设计能力、建模能力等)。而这些更高的要求恰恰也是工程教育专业认证强调的。

3 面向工程教育专业认证的综合改革内容

3.1 在教学内容方面,重视对电力电子系统整体性的培训

一些原有的教学内容,由于是一些旧的技术,现在已经不大使用,或者不合适自动化专业的学生,被精简或删除,例如:复杂的强迫换流电路分析、传统基于分立元件的触发电路详细分析、基于交流变换的变频电路等。

与此同时,一些新的技术和应用被加入进来。例如:风力发电机和太阳能光伏发电中的电力电子电路、SVC 中的电力电子技术、HVDC 中的电力电子技术等。同时,在课堂上还添加了有关基于 MATLAB/SimPowerSystems 软件的仿真培训。

为平衡课时,在教学过程中还加大了对学生课后自学和复习的要求。

3.2 在实验方面,重视对学生硬件动手能力的培养

首先在前些年,针对厂家仪器设备的不足(可视化不够,只能进行简单实验等),实验员和教师就已经结合综合课程设计、本科毕业设计等,开发了一些设备,例如模拟触发器、可控硅整流桥、PWM 调光模块等。其中可控硅整流桥如图 1 所示。

所开发的上述设备可很好地满足可视化的要求。在此基础上,结合工程认证的要求(培养学生的软硬件分析与设计能力),任课教师和实验员开

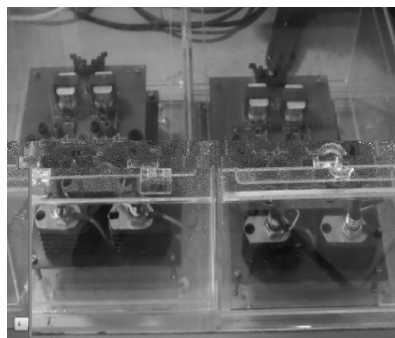


图 1 自主设计的可控硅整流桥实验装置

Fig. 1 SCR rectifier bridge experiment apparatus designed by the team

始着手进行实验改革,具体措施和要求包括:

(1) 除了基本实验外,要求学生分组进行硬件设计;

(2) 每组学生只进行一个硬件设计;

(3) 硬件设计课题分难度,并可以基于前期工作(主要是本科毕设)提供的设计资料;

(4) 每组学生完成从整体设计、购买元器件、设计电路板、焊接、测试等一系列工作。

教学实践表明,上述措施极大地提高了学生的动手能力和学习兴趣。

3.3 在作业方面,重视基于 MATLAB 的仿真作业

考虑到传统的纸面作业难以训练学生对电力电子电路进行整体性设计和分析的能力,为此特别重视了基于 MATLAB/SimPowerSystems 软件的仿真作业。仿真作业包括:

(1) MATLAB 学习报告

(2) 单相全控桥式整流电路仿真

(3) 三相全控桥式整流电路仿真

(4) 三相全控桥式整流电路仿真进阶

(5) 单相交流调压电路仿真

(6) 单相交流调压电路仿真进阶

(7) 直流变换器的基本电路

(8) 各种电力电子器件性能比较

(9) PWM 整流逆变电路仿真

可见,仿真作业涵盖了基本的四种电力电子电路。同时在安排作业的过程中,也针对了不同学生水平进行了针对性的安排。例如:可以基于 MATLAB 的一些示例电路分析,或做简单修改,或重新搭建电路;可以根据水平设计简单控制器,或设计复杂控制器。

典型的包括闭环控制器的仿真图形如图 2 所示。

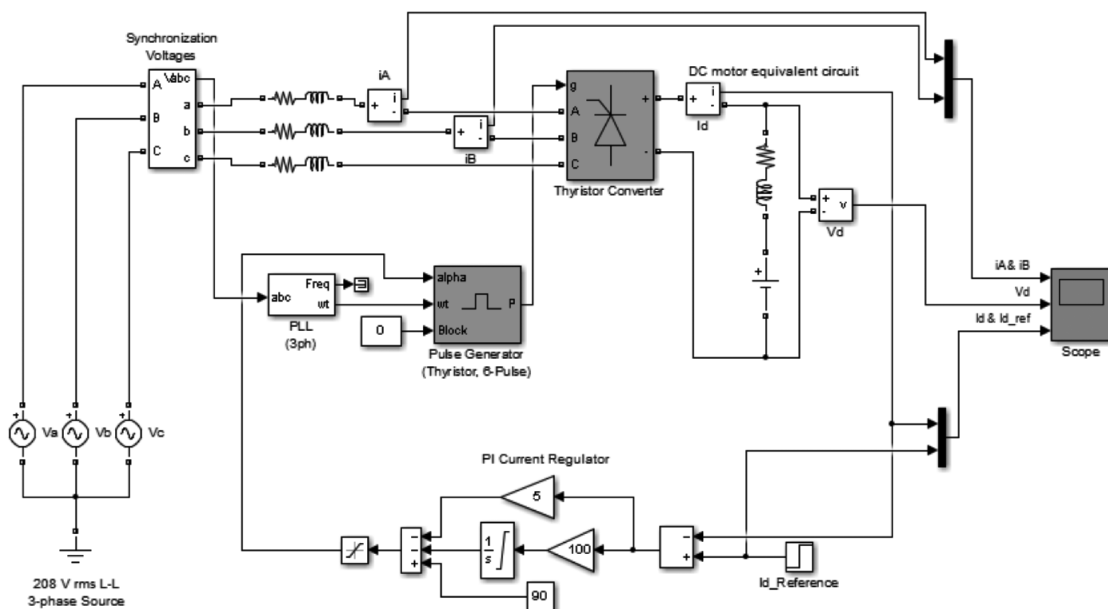


图 2 典型的带闭环控制器的电力电子仿真电路

Fig. 2 Typical power electronic simulation circuit with closed-loop controller

教学实践显示,基于 MATLAB/SimPower Systems 软件的仿真培训可以方便地让学生掌握分析和设计电力电子电路的能力,有利于提高学生的学习兴趣,有利于学生对电力电子系统有整体性的把控,也有利于学生更深入地理解和掌握电力电子技术基本知识。

3.4 在考核方面,重视结合认证要求指标点进行综合考核

随着教学环节的改变(重视仿真作业、重视硬件实验),教学目标的改变(重视分析与设计、重视建模),考核要求就需要进行对应的改变。原先《电力电子技术》课程的考核成绩构成是期末测试占 70%,实验占 20%,平时占 10%。特别是,原先的期末测试过多地重视了基础知识的测试,原先的实验过多地重视重复性的验证性实验,原先的平时成绩过多地重视考勤和简单的书面作业。这样的考核显然难以适应工程教育专业认证的要求。

改革后的考核成绩组成是:期末考试成绩占 50%,实验占 30%,平时随堂测试、课堂表现和作业(包括仿真作业)占 20%。显然,综合考核方案更能全面、客观评价学生的达成度。

4 结论和展望

东南大学自动化专业关注工程教育专业认证理念,进行相关改革工作已经有近两年的时间。两年来结合《电力电子技术》课程的改革与实践工作表明:

(1) 所做工作可有效提高学生的工程能力,特别是可增强学生解决复杂工程问题的能力。这在后续的综合课程设计及毕业设计中有所体现。

(2) 有关改革工作可有效提高学生的学习兴趣。这主要是因为一些内容可以让学生切实体会到,所学内容,所受的培训是和实际工程相关的,对将来从事实际工程工作是有益的。

同时,笔者也认识到了探索过程中发现的一些问题和不足,应该在后续工作中持续改进,主要包括:

(1) 对硬件设计实验的强调依然不够。如何进一步通过优化课程,优化学生的课堂课余时间,来更大力地培训学生的动手能力、硬件实践能力,需要更好的措施。

(2) 如何针对不同水平的学生,设计不同难度的硬件设计实验,并确保最低程度的达成,需要探索。

(3) 如何将更为深入的控制知识引入到电力

电子电路的仿真设计与分析中,需要探索。

References

- [1] 栗俊广,白艳红,张华. 工程教育专业认证背景下食品工艺学实习课程教学改革的探索[J]. 轻工科技, 2017, (5), 140-141.
- [2] 刘桂香,曹林洪,温建武,李延波. 工程教育专业认证背景下功能材料专业实验教学内容改革初探[J]. 大学教育, 2017, (3), 36-37.
- [3] 陈振学,刘成云,常发亮. 工程教育背景下“检测技术”教学改革探讨[J]. 电气电子教学学报, 2013, 35 (1), 36-37.
- [4] 贾鹤鸣,戴天虹,吴迪. 工程教育专业认证体系下自动化专业人才培养模式的探索与思考—以东北林业大学为例[J]. 教改教法, 2016, (1), 48-49.
- [5] 刘宝,任涛,李贞刚. 面向工程教育专业认证的自动化国家特色专业改革与建设[J]. 高等工程教育研究, 2016, (6), 48-52.
- [6] 中国工程教育专业认证协会秘书处. 工程教育专业认证工作指南(2016 版).