

Reform of Analog Circuit Teaching with Engineering Education

Xuefang Liu, Ping Wang, Jian Chen

School of Telecommunications Engineering, Xidian University, Xi'an Shaanxi
Email: xfliu1@mail.xidian.edu.cn, pingwang@mail.xidian.edu.cn, jianchen@mail.xidian.edu.cn

Received: Jun. 13th, 2018; accepted: Jun. 28th, 2018; published: Jul. 6th, 2018

Abstract

With the rapid development of science and technology in recent years, the reform and development of engineering education have also entered a phase of rapid development. Therefore, in combination with the needs of the engineers, it is necessary to abandon the giving method and it is very important to cultivate the engineering accomplishment through curriculum teaching. Based on the analysis of the engineering education programs of some famous foreign universities, we take analog electronic circuit course as an example and give some insights into the teaching mode and teaching content of the course.

Keywords

Engineering Education, Innovation Talents, Analog Circuits, Electronics and Information Engineering

结合工程教育理念浅谈模拟电路教学课程改革

刘雪芳, 王平, 陈健

西安电子科技大学通信工程学院, 陕西 西安
Email: xfliu1@mail.xidian.edu.cn, pingwang@mail.xidian.edu.cn, jianchen@mail.xidian.edu.cn

收稿日期: 2018年6月13日; 录用日期: 2018年6月28日; 发布日期: 2018年7月6日

摘要

随着近年科学技术的迅猛发展, 工程教育的改革与发展也进入到了一个日新月异的阶段。因此, 在课程教学中, 应摒弃填鸭式的教学方式, 结合工程师培养的需求, 通过课程教学培养学生的工程素养是非常重要的。本文以《模拟电子线路》课程为例, 在分析了国外一些著名大学的工程教育方案的基础上, 对该课程的教学模式, 教学内容等方面提出一些见解。

关键词

工程教育, 创新型人才, 模拟电子线路, 电子与信息工程

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

回顾工程技术发展的历史, 工程科学技术在推动人类文明进步中一直起着重要的核心作用。尤其是进入 20 世纪以来, 工程科学技术的飞速进步, 新技术新理念的诞生, 使工业生产力发生了革命性飞跃, 以此形成正循环, 使得人类创造新技术的速度也越来越快。新技术, 新知识的诞生又强有力地推进了社会发展的多方变革。本世纪是科学技术, 包括工程科学技术高速发展的世纪, 在这些伟大成就的背后, 工程教育起到了关键性的支撑作用。

经济社会的快速发展不但深刻地改变着人们的生产生活方式也对高等教育中的工程教育提出了新的及更高的要求。在高等教育中, 如何融入工程教育理念, 使得课本上的知识更好地适应时代发展对工程技术人才的需求, 是高校工程教育中必须面对和解决的问题。

本文笔者均是多年从事《模拟电子线路》课程的一线教师, 同时也积极参与各项科研项目, 因此, 本文将《模拟电子线路》课程为例, 介绍在该课程中实现工程教育时需要注意的问题, 在实际教学中教学方式的改革对培养工程创新性人才的重要性, 并提出了一些工程教育上的可行性建议, 以及具体实践时产生的问题。

2. 工程创新型人才的特点

工程是科学与技术的应用和归宿, 是以创新思想(New Idea)对现实世界发展的问题求解(Solution)。其主要的发展形态是综合集成(Integration), 主要手段是设计(Design)、制造(Manufacture)、应用(Application)与服务(Service), 其成果是产品、作品、工程实现与产业[1]。

下面就依据上述理论, 以《模拟电子线路》为例, 分析一名优秀的工程师应具备的能力与素质:

1) 能正确判断和解决工程实际问题;

理论教学是工程实践的基础。国内传统的教学体系强调电路的理论性, 重视分析方法, 注重课程体系和授课内容的系统性和完整性。以该课程为例, 要求要具有先修课程《电路基础》的理论知识, 在课程中按照元件 - 分立电路 - 集成电路的顺序教学。而国外的课程除了重视这些之外, 还强调课程的工程应用性及实验教学, 并且还注重知识的关联性。比如美国麻省理工, 斯坦福大学, 加州大学伯克利分校的电气工程专业均将电路、电子线路(包括模拟和数字部分)合并在一起, 除了保证知识的完整性和系统性之外, 其目的是使电路基本理论与现代模拟和数字系统的基本元件 MOSFET 的建模及其分析、设计和应用紧密相联, 并且通过实验讨论等形式将理论和实践紧密结合。以使具备正确判断和解决工程实际问题的能力。

2) 应具有更好的交流能力、合作精神, 即能实现团队作业;

团队合作能力是学生成为优秀工程师的必备素质。对于一个完整的实际电路系统而言, 从初期的设计, 可行性评估, 仿真到最后的硬件实现都需要团队合作才可以圆满完成。国外的教学方式中通常包含

了合作学习(Cooperative Learning)和小组工作(Teamwork),即结合某个实际项目或实验,把学生组织在若干小组内,几个学科的教师联合指导,让学生自己合作去完成该项目,从中学习相关知识和培养学生的综合能力,让学生学会处理好一些不确定性因素、学会团队合作以及团队成员的工作配合等。《模拟电子线路》是电子信息学科的一门专业基础课程,就课程本身而言,目前的理论教学仍然聚集在单一式作业上,学生缺乏团队讨论交流能力,更不会涉及到合作能力了。

3) 懂得如何去设计和开发技术系统;

由于缺乏有效地校企、学研合作,因此设计以及开发有价值的系统对于学生来说是比较陌生的。麻省理工学院(MIT)工学院就采取了利用课余及假期加强学生的工程实际训练的办法,他们实施的本科实践导向计划(UPOP),与企业结合,组织学生参与某项设计或工程实践,这样学生可以更早地面向工程实际、创新设计以及系统思考。虽然工程教学中存在多学科交叉,但是每一门学科仍然可以利用课程设计的方法鼓励学生从系统地角度学习该学科相关知识。对于《模拟电子线路》课程,设计一个实用的音频放大电路就可以作为学生学习电路设计的良好开端,更有助于学生了解开发一个实用系统时需要实际考虑的问题。

4) 能胜任跨学科的合作;

现代工程技术涵盖范围涉及机械、电气与电子、土木工程、化工、计算机工程、工业制造等与国计民生息息相关的各个领域。而这些工程领域也正在不断打破传统的本学科的界限,从而分裂合并出更多的科学和技术分支。

面对当今科技飞速发展的新形势,美国很多大学的工学院都根据自身条件及社会需要采用各种方式积极推进“学科交叉计划”。《模拟电子线路》仅仅是一门专业基础课程,对于强电类专业,比如工业自动化,电气自动化,弱电类专业,比如通信工程,计算机工程等学科来说,应用的侧重点均有不同。学习该课程仅仅是具备一定的理论基础,但是不限于本学科方向。一个优秀的工程师应该能完成不同学科的应用设计。

5) 具备良好的学习的能力与习惯,从而适应和胜任多变的职业领域。

良好的学习能力是一个优秀的工程师必备的素质。是否能自学,是否会自学,是每一个大学生在进入职场之前应该问自己的问题。电子线路在相关领域的发展与应用,比如计算机、图像处理、化学生物领域,是国外教学的一大特色,比起国内的教学拓展面更宽,更接近现代科技。由于课程设置的问题,国内的《模拟电子线路》教学在告一段落后,很少会在其它课程中再次出现。学生在学习完后获取的大量知识也仅限与做一些理论的数值分析。这些分析基本都是通过作业,试题等形式学会的。但是很少有学生具备对电子线路应用方面的自学能力,诸如看不懂实际电路图等等。同时,学生在整个大学期间也没有养成很好的自主学习习惯,包括自主查阅资料解决问题的习惯。

3. 通过教学改革培养工程型人才

要更好地实现工程型人才的培养,关键就是培养理念的改变。参照国外的一些教学理念,笔者认为可以从如下几点进行改革:

3.1. 课程内容改革

以美国麻省理工学院为例,涵盖电子线路的课程主要有三门:“电路和电子学”、“微电子器件与电路”、“模拟电路实验”。其中,“电路和电子学”主要用于普及电路的基本知识,包括电路原理、模拟电路和数字电路的基础知识。这一部分相当于国内的“电工学”课程以及“模拟电路和数字电路”的部分理论知识。“微电子器件与电路”主要讲述半导体基本知识、双极性三极管、MOSFET 以及基本

的数字电路和模拟电路结构。这一部分对应于国内的两门学科,即“模拟电子线路”和“数字电子线路”,不过国内的这两门课程均是独立开设的。“模拟电路实验”是针对学习的基本理论知识,让学生参与实验,更深刻地理解模拟和数字电路结构及其在实际中的应用。这一部分对应于国内的实验课程。值得注意的是国外在这方面的教学采用统一的方法研究电路与电子学,给学生建立起从物理学到电路理论,从电子学到相关应用学科的联系。避免学生出现学一门课放一门课,知识概念独立的问题。国内的学生就缺乏对知识贯穿了解的能力,缺乏对一整套相关知识体系的完备性的理解。因此在教学上可以尝试将电路理论与模拟和数字器件与基本单元同时讨论,穿插进行;将模拟与数字电路两部分内容结合起来研究,强调电路的研究就是用在各层次上不断抽象化的方法解决复杂系统中的分析和设计问题。使学生将基本电路、电子学以及和电子相关的课程的内容融合起来。不会出现学无所用的困惑。

3.2. 教学方式改革

首先,传统的板书教学已经大多由多媒体教学替代。但是对两种教学模式的更好地融合还远远不够。实际上,多媒体教学并不单是利用幻灯片的方式,课堂教学可以采用基于 EWB 平台的方法,这样可以即时将理论结果以更直接的方式展现在学生面前。有助于学生理解电路结构及电路性能。其次,可以考虑以讲座的方式进行具体教学。抛开章节的限制,将器件,基本电路架构,集成电路,应用电路等以 lecture 的方式进行。第三,在教学过程中,允许的情况下可以增加一些讨论课时。可以借助于网络平台,增加学生学习知识的自主性。提高学生的学习兴趣。

3.3. 课后作业改革

笔者阅读了近几年不同教育机构再版的新教材,发现课后作业基本上仍然维持旧有的模式,即给出电路及一些必要的已知条件,比如阻值,电压等,要求学生求出电路的相应性能指标。这个过程可以称为分析的过程,即对一个给定的电路进行分析以发现该电路的特性。以最简单的二极管教学内容为例,在学习完二极管的基本工作原理后,会介绍一些利用二极管单向导电性的应用电路,比如单相半波整流电路,限幅电路等。为了加强对于二极管单向导电性的理解,课后的作业多采用给出一个二极管电路,要求分析电路,并画出输出电压的波形图的方式。

固然,分析类题目是巩固课堂教学的一种重要的方式,但是学会电路分析的一个主要的目的应是学习如何将理想的电路模型应用到实际生活中。国外的一些教材中课后的练习有很多是属于开放类的题目,即没有固定的求解,也称为 Design 类的题目。学习并分析电路性能指标的目的应该是学会如何通过这些性能指标选择合适的电路模型及电路元件[2]。要达到这一点,就必须要在教学中引入电路设计的概念。电路级设计是由元器件、部件、电压电流关系等进行描述和完成的。不同于分析过程的是,设计过程是一个创造性的过程,是一个解决问题的过程。对于某一个问题的解决过程并不一定是唯一的,这就需要进行综合分析以寻找最优解决方案。

3.4. 实验与理论相配合

国内的实验课程大多是独立设课,有独立的教学大纲,教学方法以及教学手段。这种教学方式可能出现的问题就是实验与理论的脱节。培养优秀的工程性人才最重要的一点就体现在实践环节上。加强实验环节和工程技术训练的综合性,对提高学生的分析与综合能力以及良好素质的养成是非常重要的。实验课程应该由偏重验证性实验转向更强调具有设计性、综合性、自主创新性的实验。即从基本实验类型转型到开放型、研究型实验。一个具体涉及到电路项目的设计过程如图 1 所示,在经过对一个项目的完整实现后,学生会对电子线路的整套理论知识有更深刻地了解。目前,我们大学内都有各种各样的科技性活动或创新型竞赛类活动,鼓励学生学以致用。

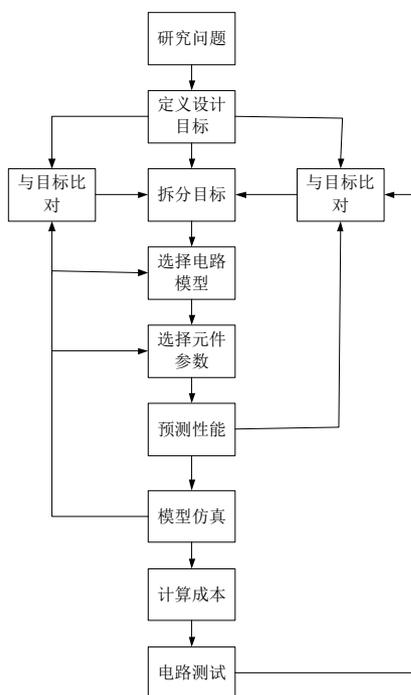


Figure 1. The flow chart of circuit design
图 1. 电路设计流程图

4. 总结

分工合作已成为工程技术发展的主要趋势。对于任何一个一流大学来说，适当的教育模式调制，正确处理科研与教学，实践与理论教学之间的关系成为培养工程创新型人才的重要基础。本文以《模拟电子线路》课程教学为例，探讨了一个优秀的工程型人才应该具备的素质以及在具体教学中的改革方向。

基金项目

西安电子科技大学通信工程学院 2017 年度教改重点项目：工程教育专业认证背景下模拟电子线路基础课程建设，编号：A1602。

参考文献

- [1] 周兴铭. 改变观念, 重视并加强工程型人才培养[J]. 中国科学家思想录, 2013 第六辑.
- [2] Rashid, M.H. (2002) Microelectronic Circuits: Analysis and Design. Science Press, Beijing.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2160-729X，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ae@hanspub.org