

《控制工程基础》教学中的计算机应用方法

刘向明

(武汉工程大学机电工程学院,湖北 武汉 430074)

摘要:介绍了在机械类《控制工程基础》本科教学实践中,讨论如何应用计算机与相关仿真软件 MATLAB 和电路设计软件 Multisim,在充分满足基本教学要求的条件下,采用生动的计算机图像显示界面,将控制工程课堂理论教学与仿真实验紧密结合起来,形象地显示系统各类特性曲线,更好地激发学生学习控制工程的积极性,同时还提高了学生综合应用计算机进行系统设计、仿真实验和解决实际工程问题的能力。

关键词:控制工程;教学改革;MATLAB;Multisim

中图分类号:G632.0 **文献标识码:**A

计算机辅助控制系统设计软件 MATLAB 与电路设计软件 Multisim 的广泛应用是近 10 多年来发展起来的,这种技术尤其在科研设计部门应用十分普及。利用计算机与这两类软件能够对所设计的系统结构方案(包括虚拟的电路结构)进行快速地对比如分析、修改设计,以确定优化的系统设计方案。

现代全球制造业大部分转移到中国,企业生产设备朝高速、精密与自动化的方向发展。在工程设计中,系统仿真实验与虚拟设计广泛采用了上述软件。这类工程应用软件发展的要求必然反映到控制工程的理论教学与实验中。怎样使学生在控制工程的课程时,更好地掌握现代计算机设计工具,更快地应用这些工具解决实际工程问题,这是《控制工程基础》教学改革中有待解决的问题。

针对《控制工程基础》的教学改革,国内有关院校在该课程的教学实践中,就有关教学内容采用各种方法都作了一些不同形式的改革尝试^[1-3],目的是通过这些方式进一步提高教学质量。

对于如何将相关工程设计应用软件引入控制工程的教学与实验,是我们近几年课程教学改革的重点,其目的是为增强学生的计算机工程设计能力打下良好的基础。由于这两种工程设计应用软件可摆脱大量的硬件结构布局,仅用计算机就可解决学习中的许多理论验证,并进行特性仿真实验比较分析,使学生能够更好地掌握课程教学大纲所要求的有关内容。从多年的教学实践体会到这种方式能够极大地提高学生的计算机应用能

力,并在教学实验中很好地强化工程设计软件应用水平,使学生的综合能力得到更好地培养。

一、加强学生应用工程设计软件学习的意识

控制工程教材的绪论部分主要介绍课程的研究对象、应用领域、教学内容和基本教学要求。尤其在应用领域强化介绍计算机在控制工程中的应用现状及发展趋势,这其中就选用了 MATLAB 在系统分析和设计中的应用范例^[4]。从复杂的飞行器姿态控制到简单的质量-弹簧-阻尼^[5]构成的二阶动力学系统的控制,其仿真演示效果可及早地在学生开始学习控制工程之初,建立起应用计算机和现代工程设计软件进行系统分析和设计的概念,并激发起学习控制工程的浓厚兴趣,这对后续的课程学习有着良好的促进作用。

随着计算机技术的进一步发展,以及课程教学改革的深入,控制工程的教学内容也在不断地更新和拓宽,而课堂教学学时数却在大幅度的减少,这就致使教学内容教学学时数偏紧的矛盾尤为突出。另外,教学实验环节仅靠以往的硬件平台以及有限的实验台套数很难满足学生人数与灵活多变的实验项目要求。为此,应强调在控制工程的教学实践中,以控制工程基础教学为本,在课堂理论教学和实验教学中,更多地引入 MATLAB 和 Multisim 的应用范例来解释教材中的实际系统与特性分析,并要求学生在课外自己复习 MATLAB 和 Multisim 的应用范例,在此基础上逐步学会解决实际问题。同时,还给学生介绍部分 MATLAB 和 Multisim 应用的工程实际参考书,供学生自学,以深化了解控制工程应用领域和

系统分析设计的有关新方法。

二、将计算机软件应用方法融入控制工程的教学

控制工程是一门理论性强、概念多、内容广泛的技术基础课,若用传统方式介绍理论公式多、系统结构复杂的章节,在系统分析时,学生会被一大堆概念、理论公式、复杂的方框图搞得晕头转向,抓不住控制系统要点和内在关联。为此,先给学生介绍系统的分解方法,各环节的基本结构,然后应用 MATLAB 程序设计语言或 SIMULINK 的框图构造方法,使学生能够较快地了解系统的构造过程。如在控制系统的数学模型、系统时域特性分析、系统频域特性分析等章节中采用 MATLAB 中的 SIMULINK 模块,能够很容易地使学生熟悉了解系统的构造过程和相关特性的分析方法。同时,通过相关的教学演示,使学生能够很快地从复杂的结构框图中理清头绪,并了解系统有关结构参数与系统特性的相互关系。如在二阶系统中阻尼率 ξ 与固有频率 ω_n 对系统特性的影响关系;在系统综合设计中的 PID 控制器讲授时,采用 MATLAB 中 PID 设计框图,更改不同的调节系数(K_p, K_I, K_D),能够直观清楚地反映不同的调节系数对系统特性的控制,并熟悉控制器参数的优化方法。比如,在系统 PID 控制器的设计中, K_p 参数过大,会引起系统不稳定;太小又会使系统响应特性差,因此合理地选择参数 K_p ,才能保证控制器满足系统的特性要求。而这个参数选择过程,通过 MATLAB 中的 SIMULINK PID 模块的功能,在课堂教学中直接演示参数选择对系统的影响,使学生能够很清楚地了解参数修改的调节过程,对 PID 参数的合理选择产生更明确的认知,加深了学生对控制器的设计认知。同时也让学生进一步认识到计算机与工程设计软件结合的设计方法优于传统的设计方法,而且使学生更愿意学习控制工程和工程设计软件的应用。

三、采用计算机工程设计软件方法的控制工程教学实验

传统的控制工程实验,包括系统的组成、时域特性、频域特性、控制器特性等相关实验,多是由学生在硬件电路箱上搭建系统,并由信号发生器、示波器、频率分析仪组成。学生很难个个亲自动手,认真仔细地完成实验,并通过实验过程对系统特性有一个清晰的认识。实验过后普遍感觉收获甚微,主要是不能清楚看到实验中参数变化对系统的影响过程。而且学生离开实验室,不可能再重复实验过程,因而不能更清楚地了解系统的有

关特性,这对教学是极为不利的。采用计算机与 MATLAB 和 Multisim 工程设计软件后,这些问题能够得到很好的解决。比如,对于二阶系统的相关实验,包括系统的构成、时域特性分析、频率特性分析、相应控制器的设计等都可在安装有 MATLAB 和 Multisim 的计算机上实现。离开实验室,只要有安装上述设计软件的计算机就可反复实验,从而深入了解控制系统的组成、相关特性和控制方法。实验方法如下:

①仿照原硬件实验平台,在 Multisim^[6] 环境中用线性电路构造系统,观察系统输入/输出特性关系如图 1 所示。

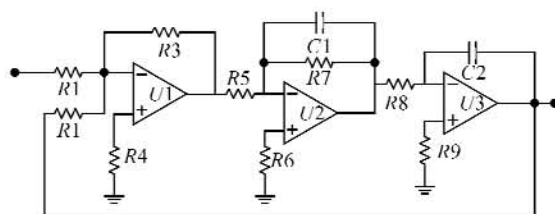


图1 线性电路构造系统

②将 Multisim 环境中用线性电路构造的系统转换成 MATLAB 中 SIMULINK 模块中的系统方框图结构;或者直接转换成数学模型,用 MATLAB 语言进行仿真实验,获得系统的时域特性和频域特性如图 2 所示。

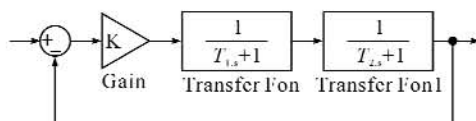


图2 系统方框图

③在 MATLAB 的 SIMULINK 模块中,将 PID 控制器加入系统,改变 PID 参数,可观察控制器对系统性能的控制调节作用与效果比较如图 3 所示。

通过上述方法,学生可以很容易地掌握控制系统的一般实验过程,深入了解并学会系统构造、特性分析,以及控制器的设计。

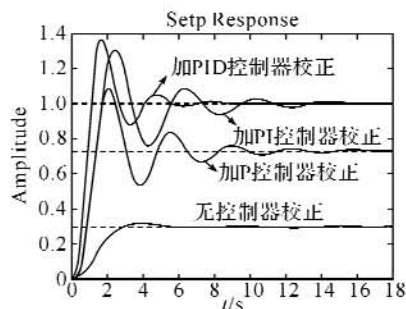


图3 PID控制调节作用与效果比较

四、毕业设计中,学生具备了解决工程设计问题的能力

机械类毕业设计是工科学生综合能力的检验。根据毕业设计的基本要求,要努力创造条件,增强学生运用计算机及工程设计软件的能力,达到能够解决基本工程实际问题的目的。近 7 年来,我校机电专业学生毕业生一直做工程实际课题的设计,主要是对光盘存储系统中小机芯的设计。由于该部件为精密机电系统,并采用伺服控制方式,因此学生在设计过程中,大都采用 MATLAB 软件进行小机芯机电传动系统特性分析。其中涵盖微步进电机特性分析,由精密丝杆-螺母-导轨组成的传动系统特性分析计算,系统阶跃响应与频率特性分析等。通过上述方式,应用工程设计软件解决实际问题,使学生能够了解应用计算机与主流工程设计软件解决实际问题的全过程,受益匪浅。学生在完成毕业设计后,大都认为在课程学习过程中,引入先进的工程设计软件于课程教学和实验,对毕业设计和今后工作都有极大的帮助。特别是应用计算机和主流工程设计软件来解决工程设计中的实际问题,能够充分体现学生解决工程问题的综合能力。

五、结语

以上叙述是对机械类控制工程教学改革初步探讨^[7-8]。在近几年“控制工程基础”的课堂教学、实验教学以及毕业设计等教学活动中,强化工程设计应用软件的融合,从提高学生对控制工程

的学习兴趣以及培养学生的实际工程设计能力等方面看,这是一种积极有效的教学方式。同时,对学生综合能力的训练,以及学生掌握现代新技术的集成应用和创新能力的培养的确是一种好的方法。

参考文献:

- [1] 高铁红,曲云霞,邱瑛.控制工程基础课程内容体系与教学体系改革研究与实践[J].中国科教创新导刊,2008(22):88-89.
- [2] 尚锐,王晓明,宛剑业.“控制工程基础”课程的实验方法研究[J].辽宁工业大学学报:社会科学版,2008,10(3):106-108.
- [3] 王伟,申爱明.《控制工程基础》课程教学改革研究与探索[J].安徽师范大学学报:自然科学版,2007,30(2):139-141.
- [4] 顾玉萍,石剑锋.MATLAB在《机械控制工程基础》教学中的应用[J].职业教育研究,2007(4):168-169.
- [5] 陈怀.MATLAB及其在理工科课程中的应用指南[M].西安:电子科技大学出版社,2000.
- [6] 尹勇,李林凌.Multisim电路仿真入门与进阶[M].北京:电子工业出版社,2005.
- [7] 金璐.基于创新人才培养的高校教学管理改革[J].高教发展与评估,2008,24(6):34-38.
- [8] 黄炎焱,王仁武,彭栋.一种基于扇形面积的课堂教学评估方法[J].高教发展与评估,2008,24(6):60-65.

Explore for computer application in teaching of introduction to control engineering

LIU Xiang-ming

(School of Mechanical & Electrical Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: This article introduces in the machinery “Introduction to Control Engineering” undergraduate course teaching practice, exploring how to use computers and related simulation software MATLAB and circuit design software Multisim. By fully meeting the requirements of basic teaching conditions and using of vividly the computer image display interface, the control engineering theoretical of classroom teaching combining the simulation experiment and displaying various types of characteristic curves of the system. It stimulates the enthusiasm of the students, meanwhile enhances the student to synthesize using the computer carries on the system design, the simulation experiment and solution actual project ability.

Key words: control engineering; teaching reform; MATLAB; multisim

本文编辑:陈晓苹