

基于虚拟仿真与实践的单片机应用 系统设计实验教学改革

方天红, 陈知红

(湖北工程学院 物理与电子信息工程学院, 湖北 孝感 432000)

摘要:针对单片机应用系统设计课程在当前教学中存在的问题,结合项目实践提出了基于 keil 和 proteus 虚拟仿真软件的实验教学改革方法。在分析课程现状的基础上,详细介绍了教学内容改革,基于 QQ 群的翻转课堂混合教学模式,以及结果性考核与过程性考核相结合的多元考核方式等。教学实践表明,教学改革激发了学生的自主学习意识,提高学生的综合实践能力和课堂教学效果。

关键词:单片机;keil;proteus;翻转课堂;过程性考核

中图分类号:G642;TP36 **文献标志码:**A **文章编号:**2095-4824(2021)03-0031-05

单片机应用系统设计是继单片机原理及应用理论与实验教学之后,开设的一门单片机设计课程。它是电子信息类、电气类、计算机类等专业的专业选修课,也是一门重要的面向工程实际应用的实践课程,其目标是训练和培养学生利用所学单片机知识,开发和设计单片机应用系统。要求掌握单片机应用系统各环节的设计、开发步骤以及调试方法等,能够为学生学习后续课程及毕业后从事与单片机应用技术相关工作岗位打下坚实基础^[1]。为了落实以学生发展为中心、产出为导向的培养目标,针对单片机应用系统设计当前教学中存在的问题,本文基于虚拟仿真与实践的单片机应用系统设计进行实验教学改革,取得了较好的效果。

1 课程教学现状

单片机应用系统设计是培养学生分析问题、解决问题等综合能力的重要环节,课程为 32 学时,全部为实践学时,通常安排 8 周时间完成,在创新实验室上课。课程总评由设计报告,实物组

成,其中报告占 30 分,仿真及实物制作占 70 分,当前课程教学中主要存在以下问题。

1)题目资源更新不及时,在近几年的教学中,选题大多数采用的是往届的经典题目,未做较大改变。选题方式是教师出题和学生自拟题目,采用一人一组的模式。在教学中发现,对于重复题目,容易出现雷同作品,对此解决的办法是在已有题目上增加扩展要求,可以参考最近的大学生电子设计竞赛、蓝桥杯等竞赛题目,更新题目资源。另外,原本为了激发学生的积极性,采用教师出题和学生自拟题目相结合的方式,但是在实际教学中,部分同学选择自拟题目的原因是为了选择更加简单的设计。因此对选择自拟题目的同学,增加门槛,具有院内电子设计竞赛培训经历或者自己做过一些单片机小制作的同学才可以选择自拟题目,提倡学生将自己的小制作扩展为课程设计。在教学过程中,一人一组模式的教学效果不够理想,为此改为 3 人一组协作完成题目。

2)课程组织管理不够科学,从题目和设计的要求发布,到实物验收和上交报告,师生之间虽然有

收稿日期:2021-02-11

基金项目:湖北工程学院教学研究项目(2016A23);教育部产学合作协同育人项目(202002286026)

作者简介:方天红(1979-),男,湖北赤壁人,湖北工程学院物理与电子信息工程学院副教授,博士。

交流,但是不够深入。为了有效掌握学生的设计进度、任务完成度以及增加师生之间的互动,提高教学效果,采用翻转课堂教学模式,让学生课前有任务,课中有收获,课后有反思。

3)考核方式单一,目前总评中实验报告占30分,仿真及实物占70分。采取的是结果性考核,只需要设计报告和最后的验收,缺少学生的过程性考核,不能全面、真实反映学生学习的情况。为此,采用结果性考核和过程性考核相结合的评价方式。

2 基于翻转课堂的实验教学改革

翻转课堂不仅可以解决学时不够、课堂时间难以使学生掌握学习内容、理论与实践集中讲授浪费时间等问题,还加强了师生之间的互动交流,提高教学质量。翻转课堂教学分为3个阶段,课前、课中和课后^[2-4]。为了减低学生完成课程设计过程中的难度,让学生掌握单片机应用系统的基本开发方法,要求学生先采用keil和proteus实现设计虚拟仿真,再进行实物制作与调试。

2.1 调试软件 keil 和仿真软件 proteus 在课程中的应用

单片机应用系统源代码开发与调试软件采用的是美国 Keil Software 公司出品的 51 系列兼容单片机 C 语言软件开发系统 Keil μ Vision5,简称 Keil C51。C51 语言是继承标准 C 语言而来的,与标准 C 语言不同的是,C51 语言是一种基于单片机硬件的编程语言,对于具有一定 C 语言编程基础的用户,可以比较容易的进行单片机 C51 程序设计。Keil μ Vision5 是一种集成开发环境,它将项目管理、程序调试、源代码编辑等操作集成在一个功能强大的环境中,采用 windows 界面,具有灵活的窗口管理系统,keil 以项目文件的形式来管理所有源文件。Proteus 仿真软件是 Labcenter Electronics Ltd 开发的 EDA 软件,风标公司是 Labcenter 在大中华地区的总代理。Proteus 不仅具有其他 EDA 软件的原理图设计、PCB 设计、硬件电路仿真等功能,还具有单片机及外围电路仿真功能,是一种集单片机仿真和 SPICE 分析于一身的仿真软件,功能非常强大。在加载单片机程序后,可以虚拟仿真单片机系统的运行,支持多种单片机、DSP 系列处理器和多种编译器^[5]。基于 keil 和 proteus 的单片机应用系统开发流程如图 1 所示。



图 1 开发流程

在图 1 的开发流程中,在 keil 软件中完成源代码的编辑、编译以及生成 hex 文件等,如果不需要硬件仿真,可直接进行软件模拟仿真调试。在 proteus 中完成硬件电路的设计后,再加载 hex 文件,进行系统仿真。当然也可以在对 keil 进行适当的设置后,实现 keil 和 proteus 的在线仿真调试。应用 keil 和 proteus 进行单片机应用系统仿真设计,有利于培养学生的电路设计能力及仿真软件的操作能力,在前期不需要硬件投入的条件下,学生对单片机应用系统的开发更容易接受。实践表明,应用系统仿真开发成功之后再行实物制作,能极大提高单片机应用系统设计效率,并降低成本。

2.2 设计教学环节

在以往的教学中发现,部分学生在课程学习过程中学习没有目的性,常规教学管理点名、签到等都按时完成,但是对完成课程设计没有紧迫感,存侥幸心理或想搭顺风车等现象。与此同时,教师对学生每周要完成的具体任务没有细化、比较含糊,只是口头加以催促,效果不佳。为了有效对学生课程设计过程进行监控,真实掌握每个小组及成员的真实情况,将课程教学内容按照教学周次细化为 8 个具体任务节点,教师检查每个小组完成任务点的情况,完成相应的任务点才可以拿

到相应的分数,具体任务节点如图2所示。

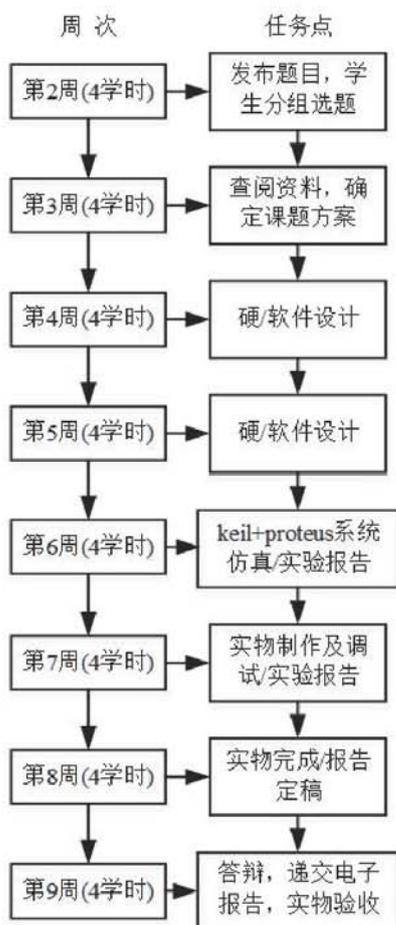


图2 具体任务节点

在课程设计正式开始前在课程QQ群发布如图2所示的任务节点图,让学生明确课程是通过做任务获得相应分数的模式,让他们知道如何去拿到分数。学生课前通过小组成员之间的合作完成相应的任务,教师在课堂上检查学生完成任务的情况,打分并做好记录;另一方面,教师可以对检查中发现的共性重点、难点问题进行讲述、答疑,与此同时,开展师生点评、生生点评等。

2.3 基于课程QQ群进行翻转课堂教学改革

随着教育部一流课程双万计划的大力实施,越来越多的课程开展线上线下混合式教学的探索与实践,并取得了良好的教学效果,翻转课堂是线上线下混合教学的有效策略和方式^[6-7]。基于课程QQ群的线上线下混合式教学是充分利用QQ群聊和群应用等功能,开展翻转课堂教学,主要分为3个阶段“课前、课中和课后”。

1)课前阶段,教师发布学习任务、推送课程设计题目相关的背景知识、教学视频以及其他的相关优质资源等。教学视频包括开放平台的

MOOC资源以及教师自建资源,自建视频主要是根据课程和学生特点,为了有效的开展教学,教师自行录制的相关视频。例如,由于学生知识基础和认知水平的差异,对课程设计题目设计要求的理解上有可能存在较大偏差,为了避免造成误解,将设计要求进行详细解释,并录制成视频发布到课程QQ群。学生通过反复观看、阅读教师推送的教学视频、相关教学资源以及自行查找的其他资料,完成资料查阅、硬件设计、软件设计、系统仿真、实物制作与调试等学习任务。在完成的过程中,学生可以根据自己的实际情况,自行选择学习时间、方式、视频观看次数等,不受时间和空间的限制。

2)课中阶段,教师开展日常的教学管理,根据任务节点检查学生的完成情况并做好记载。对学生在设计中遇到的重点、难点进行讲授、指导和答疑。学生根据学习任务,在创新实验室进行进度、仿真、实物、实验报告等展示。与此同时,教师组织师生之间、学生之间的互动交流,对成果进行点评等。线下实体课堂弥补了单纯学生自主学习的不足,除了可以有效管理学生的学习、面对面解答学生的疑问,更重要的是可以加强师生之间的情感交流,真实的掌握学生的学习状态。

3)课后阶段,教师整理过程性评价,组织学生讨论、答疑等。学生对设计进行完善,完成任务节点等,在课程QQ学习群进行讨论、经验交流,观看、浏览老师推送的拓展资源。

为了具体说明翻转课堂的实施过程,选择课程设计其中的一个题目“基于单片机的超声波测距与报警系统设计”为例,具体设计要求为:利用超声波测距模块测量与障碍物的距离,并将测量结果在显示器件上显示;用按键设置安全距离,显示器件显示系统到障碍物间的距离,并有声光提醒;当处于安全距离时,LED灯熄灭,蜂鸣器不发声;当检测距离小于设置安全距离时,LED灯闪烁,蜂鸣器发声,距离越近,声音越刺耳,整个过程显示相应的提示信息;其他发挥功能等;电子版课程设计报告,按照课程设计格式书写,格式要规范;上交实物。以第6周任务节点“keil+proteus系统仿真实验报告”为例,采用如下方式进行:

课前,教师在第5周课结束后,通过课程QQ群再次发布第6周任务提醒,并推送相关视频及电子资料。学生观看视频及电子资料,完成第6周任务。

课中:教师检查学生完成情况,做好记载;并对设计进行点评,答疑以及生生点评等。学生在实验室演示基于 keil 和 proteus 的系统仿真,回答

老师的提问,汇报实验报告进度,提出自己的疑问,并与老师和同学进行交流互动。某同学设计的系统如图 3 所示。

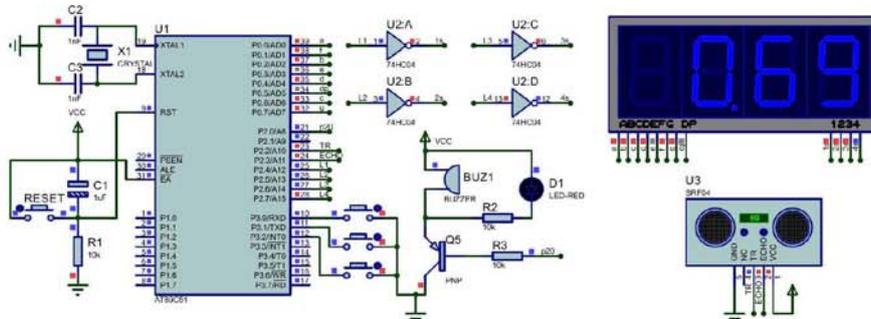


图 3 系统仿真图

Proteus 在不标注具体器件参数时,是可以实现系统原理仿真的,但是在具体实物制作中,器件参数大小往往是不能随意选取的,选择不当有可能直接损坏器件。在检查中发现,有同学设计的电路图中电容 C1~C3,电阻 R1~R3,晶振以及 PNP 晶体三极管等具体参数值都没有进行标注,选择的都是软件默认值;独立按键的具体功能也没有进行标识,出现多处设计不规范的情况。对学生进行提问时,学生也不能在第一时间告知电容电阻具体参数值。出现此类问题主要是由于学生对细节考虑不周全,设计不规范造成的。针对这样的问题,及时向学生解答此电路中电容、电阻的选取原则,以及可选取的具体参数值,并要求学生在设计电路过程中尽量要规范。

虽然在图 3 中对系统原理进行了正确仿真,但是直接按照图 3 进行实物制作,数码管是无法显示测量结果的。原因是 P0 口作 I/O 口使用时为漏极开路,从图 3 中也可以看出,在当前仿真状态下,P0 口的 P0.3 和 P0.5 为灰色,灰色表示高阻态,为非高非低的逻辑电平,P0 口其他口线为低电平的蓝色;网络标号 4 s 为高电平,选择图 3 中从左往右的第 4 个数码管,显示的字形为“9”。虽然能显示数字,但实际中电路无法形成数码管驱动电流回路,非门 74HC04 动态驱动四位数码管的驱动能力也不足,其中一种可行的局部改进电路如图 4 所示。

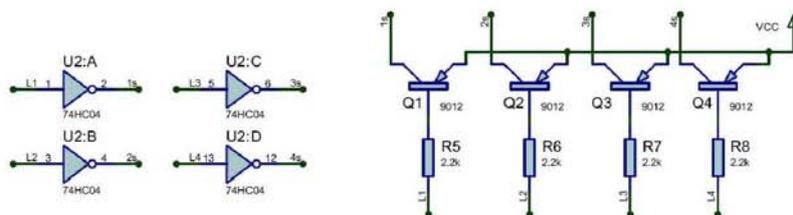


图 4 局部改进电路图

在图 4 中,将非门 74HC04 换成 4 个 PNP 三极管 9012,电路中会形成驱动电流回路。三极管 9012 除了实现非逻辑功能外,还为驱动四位一体共阳型数码管提供足够的驱动电流。但是,如果直接用 9012 改进后的整个系统电路进行仿真,数码管是无法正常显示仿真结果的,原因是图 3 中数码管采用的是动态扫描显示,而在 proteus 中三极管反应非常慢甚至可能不反应,proteus 在此时仿真三极管的功能存在不足。即仿真的时候采用 74HC04 是可以的,而实物制作中一定要改为

9012 才行。在单片机应用系统设计的过程中,一定要采用虚拟仿真与实践相结合的方式,也能进一步激发学生独立思考,提高解决实际问题的能力。

课后:教师整理过程性评价并记录,在课程 QQ 群组织学生讨论、答疑,推送下一周任务等。学生根据老师的修改意见对设计进行完善,准备完成下一个任务节点等,在课程 QQ 学习群进行讨论、经验交流,观看、浏览老师推送的拓展资源。

2.4 课程考核方式改革

课程综合评定是单片机应用系统设计中的一个重要环节,合理的考核方式能极大调动学生的积极性。为了真实、公平的对每个学生进行评价,对考核过程要进行细化和量化。当前考核方式单一,总评由实验报告和实物组成,其中实验报告占30分,实物占70分,为结果性考核,缺少学生的过程性考核,不能全面、真实的反映学生学习情况,因此采用结果性考核和过程性考核相结合的评价方式^[8-9]。具体考核与分值分布如图5所示。

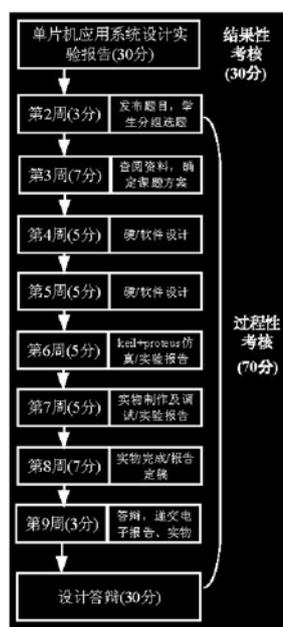


图5 考核内容及具体分值

在图5中,实验报告占30分,采取结果性考核,评判标准是报告格式是否符合课程设计报告撰写规范,文字叙述是否通顺,内容是否充实,论述是否完整等。过程性考核占70分,由每周任务节点得分和答辩得分构成,每周任务节点具体分值如图5所示,根据实际完成的情况,进行具体打分,答辩占30分。改革后的评价方式加大了答辩环节的比重,答辩阶段教师重点是检查学生的设计要求是否达到、功能是否实现,以及根据学生的实际操作演示、回答老师提问的情况,进行综合打分。即是要检验学生的设计是否实现、如何实现、实现的怎么样。在这里,仍然以“基于单片机的超

声波测距与报警系统设计”为例说明答辩过程,首先,学生根据设计要求分别进行实物功能演示,在学生演示过程中,教师针对工作原理、实现方法等进行提问,并对功能、性能进行验证。针对学生的设计,有时还可进行适当引导,例如将该系统用于倒车系统或者智能小车,还需要重点考虑的问题有哪些以及如何修改等。

3 结语

课程实践表明,实验改革激发了学生自主学习意识,提高了学生独立分析问题、解决问题的团队协作能力;提高了教学效果与质量,为学生学习后续课程及毕业后从事与单片机应用技术相关工作岗位打下了坚实基础。与此同时,对教师的教学综合能力提出了更高的要求。

[参 考 文 献]

- [1] 葛浩,林其斌.单片机课程设计教学改革与实践[J].实验技术与管理,2011,28(10):138-140.
- [2] 强胜.教育现代化背景下教师在课程教学过程中的角色转换[J].中国大学教学,2019(11):31-34.
- [3] 吴霞.实验课程线上线下相结合的教学模式设计与实践[J].实验室研究与探索,2019,38(5):173-176.
- [4] 李宗帅,陈维兴,费春国,等.“单片机”课程教学改革探索与实践[J].电气电子教学学报,2020,42(5):27-32.
- [5] 陈知红,王锦兰.Proteus 仿真软件在电工学中的应用[J].实验技术与管理,2014,31(2):93-95.
- [6] 吴岩.建设中国“金课”[J].中国大学教学,2018(12):4-9.
- [7] 周红,罗福强.线上线下相融合的翻转课堂设计与实施[J].计算机教育,2020(7):115-119.
- [8] 杨宁,张进,马立香,等.“新工科”背景下“综合课程设计”实验课程多元化考核改革实践[J].实验技术与管理,2020,37(10):190-196.
- [9] 李翠超,张培艳,凌芳.能力输出和过程控制的实践教学探索[J].实验室研究与探索,2019,38(8):227-231.

(责任编辑:熊文涛)