



# 单片机线上实验及管理平台的设计构建

吕继东, 赵松明, 李龙龙, 邹凌

(常州大学微电子与控制工程学院, 常州 213159)

**摘要:** 单片机课程实验教学如果缺乏有力的支持平台, 难以对实验进程进行有效的管控。为了方便学生实验和任课老师管理, 构建了单片机线上实验及管理平台, 该平台基于前沿开发搭建技术, 结合课程实验教学需求, 在云服务器环境下进行开发部署、远端实施, 突破地域限制, 管控便捷, 可满足单片机线上实验的开展和管理。该平台也可为师生开展线上线下混合教学提供支持。

**关键词:** 单片机; 虚拟实验; 实验教学; 线上实验

中图分类号: T368.1

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20230068

## Design and Construction of Single Chip Microcomputer Online Virtual Experiment Platform

LYU Jidong, ZHAO Songming, LI Longlong, ZOU Ling

(School of Microelectronics and Control Engineering, Changzhou University, Changzhou 213159, China)

**Abstract:** The online platform for microcontroller course experiments is crucial for effective control and management of the experimental process when there is a lack of robust support. To facilitate both student experimentation and instructor oversight, we have developed an online platform for microcontroller experiments and management. This platform is built using cutting-edge development technologies and tailored to the specific requirements of course experiment teaching. It is deployed in a cloud server environment, enabling remote implementation, breaking through geographical limitations, and providing convenient control and management. This platform is well-suited for both conducting and overseeing online microcontroller experiments. Additionally, it can support a blended learning approach, serving as a valuable resource for both in-person and online instruction for both educators and students.

**Key words:** SCM; virtual experiment; experiment teaching; online experiment

单片机课程是电子信息及自动化类专业的核心专业课程, 实践性强, 对培养学生的工程思维能力和解决问题的能力具有重要作用<sup>[1-3]</sup>。单片机课程实验为该课程教学中必不可少的重要部分, 是提升学生动手实践能力的重要环节<sup>[4-6]</sup>。而在传统的单片机教学中, 学生需要到实验室进行实际操作和开发, 但是在异常状况如疫情的大环境下或者需要线上线下混合教学的情况下, 学校和教师就需要改变教学方式寻找一种可以使师生在线上进行实验交流的网络平台, 为此本文开发一种在线上进行单片机实验的虚拟实验和管理平台, 使学生可以在远端通过浏览器域名查询进入网页

开展实验; 同时也可以让教师跟踪学生的实验进程, 查看学生的实验情况进行成绩评估, 完成教学目标。

### 1 实验平台总体设计

本单片机线上虚拟实验平台是以 IDEA 为开发软件, MySQL 为数据库, ECS 阿里云云服务器为服务器, 采用 HTML+CSS+Javascript 为主要前端开发语言完成基本页面开发, Spring+Spring MVC+Mybatis 为主要后端开发语言和框架, 使用 Maven 工具部署在云服务器上运行。学生可以通过浏览器输入域名的方式进入实验平台, 访问流

收稿日期: 2023-02-22; 修回日期: 2023-09-10

基金项目: 教育部产学合作协同育人项目(22097110153456); 常州大学教育教学研究课题(GJY2020022); 常州大学产教融合课程建设项目; 常州大学微电子与控制工程学院教育教学研究课题(2021WKJY03)。

作者简介: 吕继东(1980-), 男, 博士, 副教授, 主要从事自动化相关技术研究。E-mail: ljd@cczu.edu.cn

程如图 1 所示。其详细设计主要包括系统功能的设计及系统的数据库创建，系统功能设计又主要分为教师端口、学生端口和管理员端口。

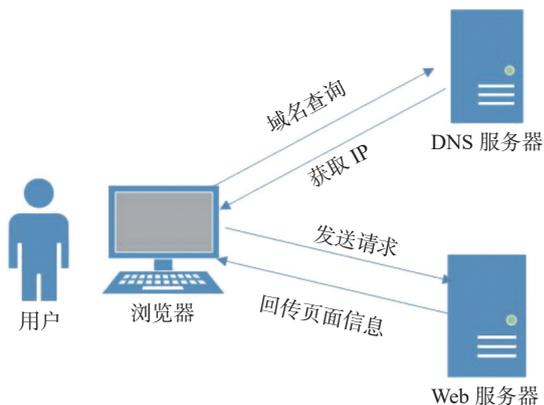


图 1 平台访问流程图

## 2 实验平台功能模块设计

### 2.1 前端功能设计

学生端口其首要功能是用于学生账号的注册，具体通过网络及浏览器进入该网站进行操作。账号注册后，输入用户名和密码即可以进入

实验端口下载实验指导书、注册表，开始实验。点击开始实验网站会自动打开本地 Proteus 仿真软件，学生可以自行实验，要求学生对实验过程进行录制并上传，网站会提示视频上传状态并可以查看已上传的视频；同时会要求学生完成实验报告后上传实验报告文档。平台会将实验报告文档和实验过程视频传送到服务器的指定路径存放。

教师端口的主要功能是为了便于教师管理学生实验，帮助实验课管理更加高效。首先同样要求教师使用自己的用户名和密码登录进入实验管理系统。教师登录后可以访问实验管理界面，在线查看学生上传的实验视频和实验报告书，这将有助于监督学生的实验进展和结果，以便进行评估和批阅。教师还可以在系统中设置不同组成部分的权重，如平时成绩、实验报告成绩和实验视频成绩的比例，以确定学生最终的实验成绩。

管理员端口主要实现功能是对数据库表单的增加和删除，包括学生信息和教师信息。教师端口、学生端口及管理员端口的系统详细功能划分如图 2 所示。

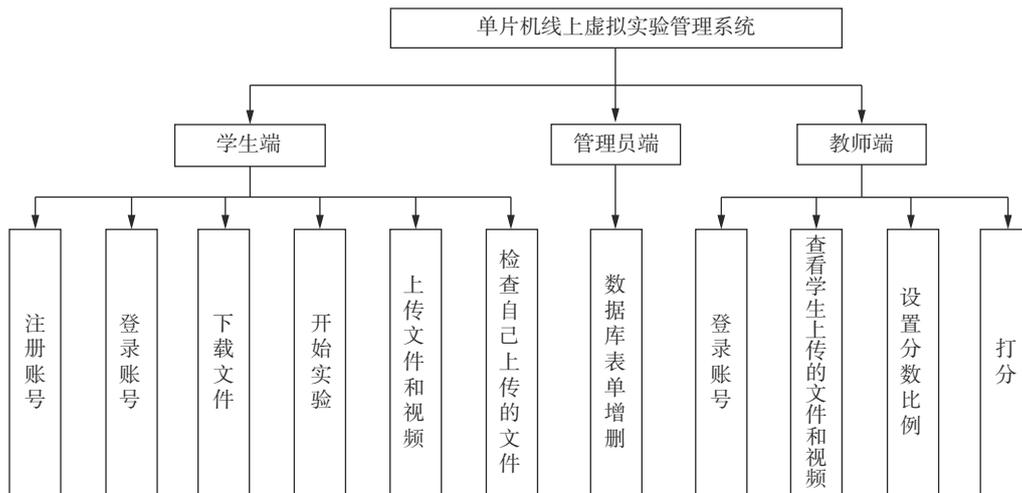


图 2 实验平台详细功能划分图

#### 1) 实验进入——注册与登录

通常情况下，下载一个软件或者登录一个网站都需要注册账号进行登录。对于用户来说，用户需要在网站中获取一个独立的 ID 以体现他的个性化，同时用户也需要系统记录其使用的进度、状态等内容。对于管理员来说，可以管理用户账户，提供帮助和支持，并更好地了解用户的需求。对于整个系统而言，可以根据用户的登录信

息和历史行为向他们提供个性化的内容和建议，提高用户满意度和参与度。

对于本系统来说，教师要查看不同学生的实验过程和报告，就必须进行账号注册及登录来实现对不同学生的管理。学生在注册账号时需要输入教师所需要的信息，如学号、密码、姓名。点击注册后系统会把学生注册的信息记录入数据库的表单中，在学生登录输入相应的

信息时, 后台会比对前端学生输入的账号密码与数据库中的信息是否匹配, 若匹配成功则进入实验界面, 否则提示学生账号或密码输入错误需要重新输入。

### 2) 实验准备——文件下载与软件启动

网站想要传达给用户的信息很多, 不便直接在网站上展示, 在这种情况下网站开发者通常会选择让用户直接下载的方式来传递信息。在本平台上通过制作标签链接, 直接让学生下载实验报告指导书、注册表以及使用注册表的教程。学生通过查看指导书知悉实验的步骤、方法、具体要求及实验原理。

注册表是 Windows 操作系统中的一个核心数据库, 其中存放着各种参数, 直接控制着 Windows 的启动、硬件驱动程序的装载以及一些 Windows 应用程序的运行, 从而在整个系统中起着核心作用<sup>[7-9]</sup>。本平台选择使用注册表注册路径的方式来实现调用本地的应用程序, 这种方式兼容所有浏览器, 而且安全性较强不会对电脑产生不良影响, 由此学生只需要点击网站上方下载注册表的链接, 并把 Proteus 路径写入注册表中注册到电脑上即可开始实验。

### 3) 实验结束——资料上传

Web 网站以服务器模式为广大网站用户提供各种服务, 服务器中存储的资料的数量直接关系着各个用户登录该网站对信息获取的多少<sup>[10-11]</sup>。为了增加服务器中信息的数量, 一些网站开放了

用户提供信息的途径, 即让用户把相关的信息文件以指定的文件格式和路径传输到服务器上, 这一过程叫作“文件上传”。

学生上传的文件经过程序判断文件格式, 确定上传文件的格式无误后, 为防止出现代码错误的情况, 系统会将文件名称重新命名并存放指定的路径, 同时把路径信息记录入数据库的表单中, 这样就完成了文件的上传。教师通过平台可查看学生的实验数据。

### 4) 实验评估——资料查看与打分

教师查看学生上传的实验过程视频及实验报告后会对学生的平时表现及学习成果进行整体评估, 通过权重比例设置及相应计算得出学生最终的实验成绩, 由此平台设计了教师打分功能。基于该功能教师可自行设置平时、实验过程视频和实验报告分数权重占比, 计算后学生最终实验成绩可以在线显示。同时为了便于教师调整权重占比, 相应数据会与数据库进行信息实时交互, 也就是说比例每次更新后都会在数据库表单中更新相应信息重新显示计算分数。

## 2.2 后端数据存储设计

本平台包含多张表格, 每张表之间都存在着联系, 其中建立的数据库表有分数比例表、教师登录表、学生登录表、文件路径存储表等。E-R 图是实体联系图, 通过 E-R 图可以了解表格内容间的各种关系<sup>[12]</sup>。本系统的数据库 E-R 图如图 3 所示。

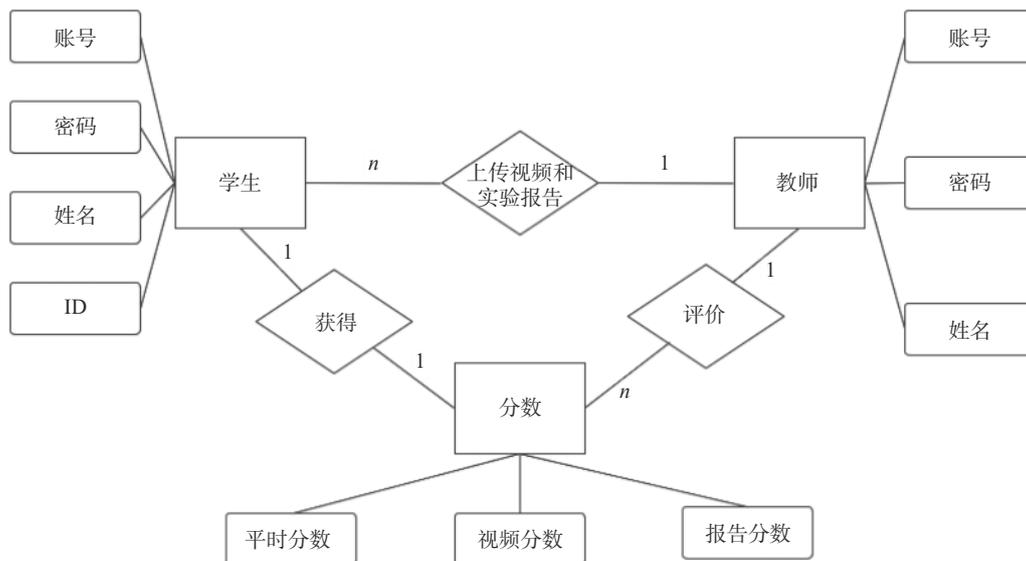


图3 系统数据库 E-R 图

### 2.3 云服务器环境配置

本文使用 ECS 阿里云云服务器，基于云桌面连接云平台进行远程操作，它相比传统的服务器，在安全可靠、功能弹性、管理便捷性上有显著优点，大大降低了服务器运维的难度和成本。应用云服务器进行高校教学作业管理可以显著提高教学的质量和效率<sup>[13]</sup>。

在阿里云控制台上可以进行云服务器实例的管理、域名的购买和解析、安全组的配置、端口的开放等操作。本实验平台端口开放明细及其作用如表 1 所示。

表 1 端口开放明细表

端口号	用途
3306	MySQL的默认端口是3306，通常需要开放3306端口访问数据库
888	宝塔面板中phpMyAdmin的后台管理数据库登录地址的端口
8888	宝塔面板后台登录地址的端口
80	宝塔面板默认的Web服务器HTTP的通信端口
9001	因80端口被宝塔面板占用，本网站使用9001端口进入网站
3389	Windows Server远程桌面的服务端口(系统默认)
-1	表示不限制端口(系统默认)
21	SSH默认端口(系统默认)

本文使用宝塔面板对云服务器进行环境部署。宝塔是提升运维效率的服务器管理软件，其面板支持 Linux、Linux 企业版与 Windows 系统，可以通过 Web 端轻松管理服务器<sup>[14]</sup>，也可以查看 CPU 使用率、云服务器的内存等服务器性能情况。

在宝塔面板中可以新建 MySQL 数据库进行平台的数据存储。MySQL 是一个多用户、多线程的

数据库管理系统，具有事务安全、按需可扩展性、高可用性、高可靠性、快速启动功能等优点<sup>[15]</sup>。面板上也可以安装 phpMyAdmin 插件管理 MySQL 数据库。

在宝塔面板上可以选择一键环境部署也可以选择手动部署搭建服务器环境，本单片机上实验平台部署软件的清单及其功能如表 2 所示。

表 2 服务器软件部署清单

软件名称	说明
CVE-2019-1040漏洞补丁1.2	针对Windows Serve 2008, 2008 R2等的漏洞修补工具
ISS 8.5	Web服务器, ISS是运行Windows的基本服务
MySQL 5.5.62	MySQL是一种关系数据库管理系统
phpMyAdmin 4.4	一款著名的Web端MySQL管理工具
FileZilla Server 0.9.60	FileZilla是一个免费开源的FTP软件
PHP-5.6	部署语言环境
Windows系统防火墙	Windows系统防火墙Web管理界面
JDK 1.8.0	JDK是Java语言的软件开发工具包

### 3 平台测试分析

系统在上线前需要进行相应的测试，具体包括常规测试(性能测试、安全测试、兼容性测试)和功能测试。

#### 3.1 常规测试

性能测试需要测试网站的响应时间及网站的最大用户容量。首先进行网站响应时间的测试，这里使用的在线网站测试工具是 k6，测试图如图 4 所示。

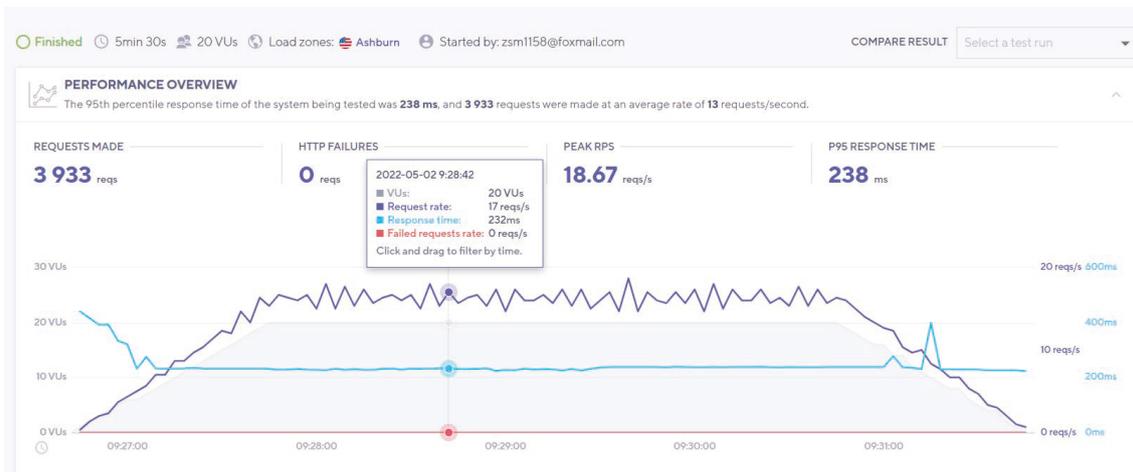


图 4 响应时间测试

由图 4 分析可知, 该网站共测试了 330 s, k6 以 13 个请求每秒的平均速度总共发出 3933 个请求, 峰值 RPS 为 18.67 req/s(每秒处理请求数量), 网站的响应时间为 238 ms, 没有响应失败的情况发生。

安全测试是检测网站是否存在漏洞、风险、木马病毒等信息的测试, 系统选择使用百度网址安全中心进行安全测试, 通过输入需要检测的网站地址即可进行测试。测试结果表明, 该网站几乎没有风险, 没有虚假或欺诈、挂马或恶意、被篡改监控等, 该网站没有恶意违法内容和风险记录, 用户可以安全正常使用本网站。

兼容性测试使用的工具是 Netrenderer, 该工具用于检测网站在各个版本的 IE 浏览器中的呈现情况, 包括各个常用版本的检测。结果表明, 分辨率完好, 即说该系统兼容性比较理想。

### 3.2 功能测试

常州大学自动化专业单片机原理及应用课程, 其课程任务要求学生进行 4 类实验, 分别是定时/计数器实验、串口通信实验、D/A 0832 转换实验以及 A/D 0809 转换实验。本节选择 D/A 0832 转换实验进行课程实验实施。

学生进入实验页面后, 点击实验三后的“开始实验”, 打开 Proteus 软件, 页面展示如图 5 所示。

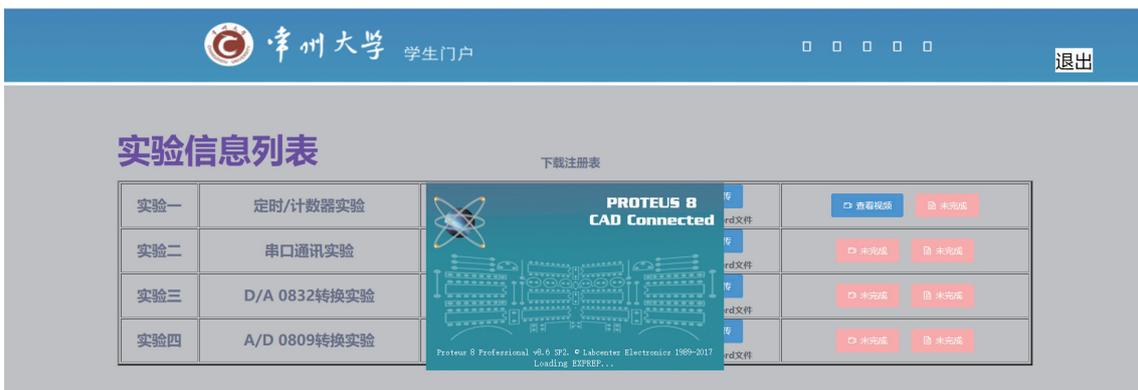


图 5 打开 Proteus 软件展示图

实验三教学目标是使学生了解 D/A 0832 转换芯片的性能及编程方法和了解单片机系统中扩展 D/A 转换芯片的基本方法。实验要求学生使用

D/A 0832 转换芯片, 通过编程使 D/A 转换模块循环输出锯齿波和三角波并通过示波器显示出来, D/A 0832 转换实验仿真原理图如图 6 所示。

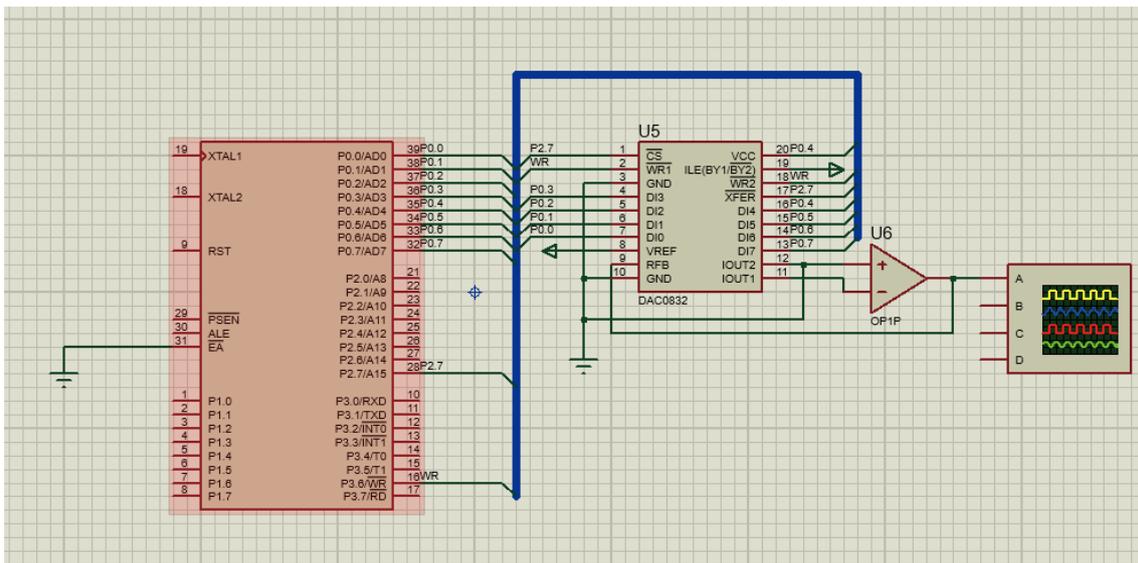


图 6 D/A 0832 转换实验仿真原理图

打开 Proteus 软件后新建工程, 根据实验原理图在元件库中寻找电子元器件并进行连接, 而后

在 Source Code 中进行代码的编译, 代码截取如图 7 所示。

```

E7.ASM
1  ORG 0000H
2  AJMP MAIN
3  ORG 0080H
4  CLR ETO
5  MOV TH0, #0F9H
6  MOV TLO, #0F9H
7  MOV TMOD, #02H
8
9 MAIN:  MOV DPTR, #7FFFH
10        MOV A, #0
11
12 LOOP:  MOVX @DPTR, A ;锯齿波
13        INC A
14        ; LCALL DELAY
15        JNC LOOP
16        CLR C
17
18 TRAI1: MOVX @DPTR, A ;三角波
19        INC A
20        ; LCALL DELAY
21        CJNE A, #0FFH, TRAI1
22 TRAI2: MOVX @DPTR, A
23        DEC A
24        ; LCALL DELAY
25        JNZ TRAI2 ;累加器不为0转移
26        AJMP TRAI1
27
28 DELAY:
29
30        MOV R7, #0
31        DJNZ R7,$
32
33        RET
34        END

```

图 7 实验代码截图

将实验调试完毕后，使用软件进行实验过程视频录制和讲解。视频录制片段截图如图 8 所示。

视频时长 66 s, 9.08 MB, 将此视频文件进行上传，在些许等待后实验平台会提示上传成功，此时学生还可以检查上传的视频是否正确；同时教师端登录后点击即可在线查看，教师在线检查实验视频展示如图 9 所示。

### 4 结束语

常州大学自动化专业针对疫情下单片机课程实验的线上正常开展，设计构建了单片机线上虚拟实验平台。本平台顺应线上仿真实验发展趋势，能够为学生提供较好的线上实验学习支持。但平台还存在一些不足之处，如无法实现从云服务器直接调用应用程序，后续将会继续完善并增加各种模块功能，包括增加学生和教师的交流互动等，以更好地用于线上线下混合教学。

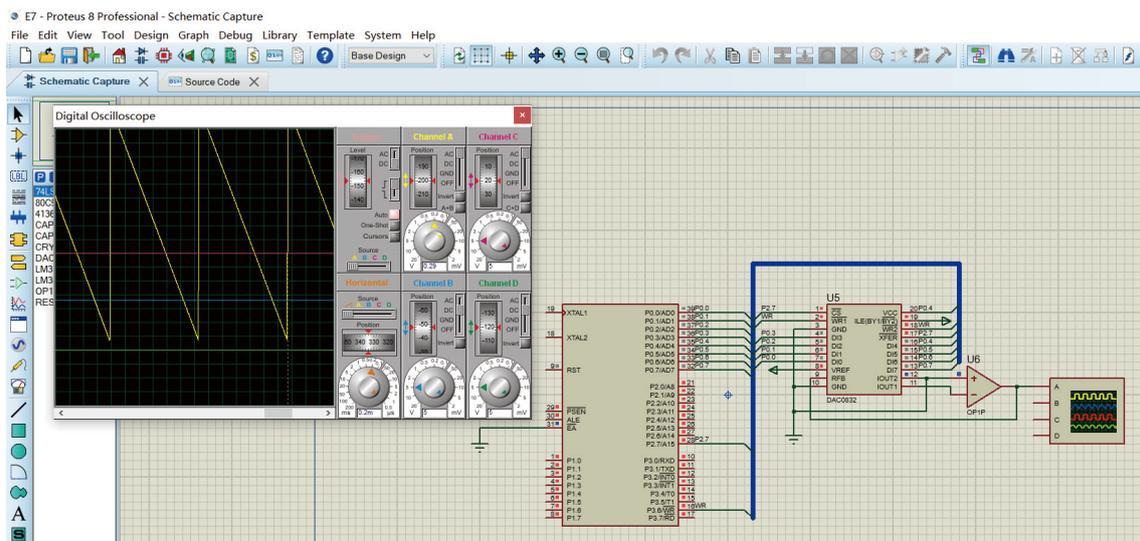


图 8 视频片段截图



图 9 教师在线检查实验视频展示

## 参考文献

- [1] 姜颜超. 基于CDIO的单片机应用课程项目驱动式教学方法研究[J]. 喀什大学学报, 2020, 41(3): 110-112.
- [2] 李显圣. 基于Arduino的汽车专业单片机技术应用课程教学改革与实践[J]. 广西职业技术学院学报, 2020, 13(2): 110-112.
- [3] 周茂霞, 白成杰. 基于Ptoteus的单片机虚拟仿真网络实验室建设及使用[J]. 中国教育技术装备, 2019(16): 18-20.
- [4] 石飞, 周燕云, 陈娟, 等. 面向解决复杂工程问题能力培养的单片机实践教学案例设计[J]. 实验科学与技术, 2022, 20(5): 66-70.
- [5] 杨莹, 张金凤, 李雪, 等. 基于工程能力的单片机实践教学体系研究[J]. 实验科学与技术, 2021, 19(4): 75-81.
- [6] 高宏岩, 孙长乐. 基于单片机的过程控制实验平台设计[J]. 实验科学与技术, 2020, 18(1): 136-140.
- [7] 王宇, 吕良双, 夏春和. 基于语义分析的Windows恶意

- 软件检测方法. 信息安全, 2023, 23(10): 58-63.
- [8] 杜璞, 张小艳. 基于面向对象技术的数据库外层敏感信息加密系统设计[J]. 自动化与仪器仪表, 2023(3): 245-248.
- [9] 王鹏, 秦莹, 高珑, 等. 操作系统访问控制机制研究[J]. 信息安全研究, 2022, 8(11): 1111-1120.
- [10] 张远平. 基于评价数据可视化的“1+X”Web前端考试系统[J]. 信息技术与信息化, 2023(3): 147-152.
- [11] 阎枫. 基于Java Web的办公自动化系统设计[J]. 电子技术, 2023, 52(2): 319-321.
- [12] 李志. 论E-R图在数据库建模过程中的重要性[J]. 信息记录材料, 2020, 21(6): 143-145.
- [13] 曹洋. 基于云服务器的作业管理软件开发[J]. 数字技术与应用, 2017(10): 173.
- [14] 徐健. 基于宝塔面板(BT Panel)+Discuz!搭建校园论坛[J]. 信息技术与信息化, 2021(2): 56-57.
- [15] 王一竹. 基于MySQL的图书馆信息管理系统设计[J]. 电脑编程技巧与维护, 2022(1): 93-95.

编辑 钟晓

## (上接第138页)

到更多学习乐趣与教学成就感, 通过参加各种学科竞赛, 攫取多学科融合知识技能, 全面提升专业素养和创新能力, 迅速成长为符合时代需要的新工科创新人才。赋能授权理论为贝加莱实验室学生教学改革提供了参考, 探索了全新的工程教育模式, 突破了专业、年级的束缚, 开阔了学生知识视野, 提高了学生工程实践能力, 为培养新工科专业人才提供了新思路。

## 参考文献

- [1] 孙如军, 李泽, 孟德华. 新工科背景下应用型人才培养模式研究[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2021(3): 51-53.
- [2] 卢佳佳, 李慧, 冯显英, 等. 新工科背景下机电综合创新实验课程改革[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(4): 151-154.
- [3] 马常友. 基于创新人才培养的高校数学开放实验室建设实践与探索[J]. 现代计算机(专业版), 2018(7): 83-85.
- [4] 朱丁, 陈晖. 产教融合视角下高校实验室建设与管理探究[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(4): 235-240.
- [5] 刘洁怡, 周佳社, 王新怀, 等. 人工智能开放式实验室建设与管理探索[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(3):

- 252-255.
- [6] 王莹, 袁园, 刘俊秀. 高校实验室建设与管理思考[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(3): 246-248.
- [7] 石飞, 李洪涛, 王建英, 等. 高校创新实验室管理模式与实践人才培养体系研究[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(9): 259-262.
- [8] 林盛, 山成菊, 潘杰克, 等. 实验室综合管理平台的构建与实现[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(4): 245-247.
- [9] 杨威, 尚海茹, 冯国奇, 等. 高校开放实验室建设与管理体制探究[J]. 实验技术与管理, 2016, 33(3): 255-257.
- [10] 巩宏伟, 陈亚敏, 巩天骄. 基于培养创新型人才的开放实验室管理与建设[J]. 实验技术与管理, 2016, 33(11): 271-273.
- [11] 王在俊, 王吉豪, 宁伟. 以实验室为平台加强学生综合素质培养[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(3): 25-27.
- [12] 沈光, 洪一明. 新工科背景下高校实验室促进创新人才培养的治理策略[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(8): 263-266.
- [13] 徐晓飞, 沈毅, 钟诗胜, 等. 新工科模式和创新人才培养探索与实践——哈尔滨工业大学“新工科‘Π型’方案”[J]. 高等工程教育研究, 2020(2): 18-24.
- [14] 史广泰. 新工科背景下能源与动力工程专业建设举措探究[J]. 黑龙江教育理论与实践, 2021, 2(2): 84-85.
- [15] 杨婷. 新工科背景下理工科研究生培养探索[J]. 科技风, 2021(1): 142-143.

编辑 王燕