

## Research on constructing remote electronic experiment teaching platform based on virtual instrument technology

Zhu Wenchao

Hunan University of Science and Technology, Xiangtan

**Abstract:** We constructed remote electronic experiment teaching platform based on virtual instruments, in order to overcome the restrictions of laboratories and experimental hours. Students can use the Internet for both virtual and real experiments, and they can also use the powerful mathematics and signal processing function of LabVIEW to develop instruments and experimental projects. The virtual platform can shorten the development cycle of experimental projects, and provide adequate space to teachers and students. It can also strengthen the core status of students in experiments, and develop the innovation ability of students.

**Key words:** NI ELVIS; LabVIEW; Experiment teaching and management; Remote laboratory

Received: 2020-02-09; Accepted: 2020-02-24; Published: 2020-02-26

# 基于虚拟仪器技术构建远程电子实验教学平台研究

朱文超

湖南科技大学, 湘潭

邮箱: 288891wc@qq.com

**摘 要:** 为了克服实验场地、课时数等对学员实践能力培养的限制, 基于虚拟仪器技术构建远程电子实验教学平台。学员可以利用网络进行虚拟和实物实验, 也可利用 LabVIEW 强大的数学及信号处理功能自己开发仪器和实验项目。远程电子实验平台能够缩短实验项目开发周期, 使教员和学员拥有充分的发挥空间, 突出了学员在教学活动中的主体作用, 培养了学员创新能力。

**关键词:** NI ELVIS; LabVIEW; 实验教学与管理; 远程实验室

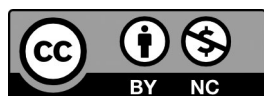
收稿日期: 2020-02-09; 录用日期: 2020-02-24; 发表日期: 2020-02-26

---

Copyright © 2019 by author(s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



目前的高等教育中,越来越强调对学员实践能力的培养,实验教育成为理工科教育的一个至关重要的环节,传统的实验室、实验项目以及上课时间、地点的局限性很难满足学员的需求。在以往的实验教学中,学员不仅要记住实验的结果,还需要动手操作实验的全过程。特别是对于一些复杂、危险、周期较长或者代价巨大的实验来说进行重复操作、反复练习是不现实的。因此,远程实验室的概念作为一种有效的解决方案应运而生,并且成为高等教育实验环节的发展趋势之一,目前清华、北大、交大、浙大等多所国内一流院校都建立了以NI公司软硬件为基础的远程实验室[1]。

我院电子技术实验中心经过“2110工程”二期建设和实验室标准化建设,极大地改善了基础实验教学条件和信息化教学条件。实验设备大部分实现了数字化,所有实验位均接入了信息节点,引入虚拟仪器技术,建立了EDA实验室,信息化教学条件和教学水平得到极大提升。然而,随着“基础合训、专业分流”教学模式的实行,使学员层次多样化更加显著,现有教学模式将学员同等对待,使得动手能力强的学员“吃不饱”,能力差的又感到吃力,实验教学目的很难达到;同时受实验设备及条件的限制,验证性和分立的单元电路操作实验较多,创新性实验太少,大大抑制了学员创新思维,学员创新能力得不到培养。因此,必须优化实验内容,创新实验教学方法和手段,强化学员能力素质培养,提高实验教学质量。

## 1 LabVIEW 和 NI ELVIS 教学平台简介

### 1.1 LabVIEW 简介

虚拟仪器(Virtual Instruments)技术,作为一种集成了硬件实验系统、虚拟现实技术、多媒体技术以及互联网技术等多种先进技术的综合平台,同时兼备了高效和灵活的开发特点,目前已成为远程实验室构建中的首选方案。虚拟仪器的概念是由美国国家仪器公司(NI)率先提出的一个创新理念,它将日益普及的计算机技术与仪器仪表技术完美结合起来,在测控领域掀起了一场革命,同时也给传统的教学研究带来了翻天覆地的变化。目前,在中国已有超过70所

高校建立了以 NI 公司软硬件为基础的虚拟仪器实验室。作为虚拟仪器技术主流的开发平台,图形化编程软件 LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) 也已成为很多理工科高校学员专业技能的一部分,并成为许多新型企业招收员工的条件之一,每年有超过 30000 名学员在学习 LabVIEW 软件以及虚拟仪器课程。LabVIEW 是一种图形化的编程语言,它广泛地被工业界、学术界和研究实验室所接受,视为一个标准的数据采集和仪器控制软件 [2] [3] [4]。LabVIEW 集成了与满足 GPIB、VXI、RS-232 和 RS-485 协议的硬件及数据采集卡通讯的全部功能;它还内置了便于应用 TCP/IP、ActiveX 等软件标准的库函数,可充分发挥计算机的能力;具有强大的数据处理功能,用户可以根据自己的需要定义和制造各种仪器。LabVIEW 的程序 (VI) 可以很方便的嵌入在 HT-ML 网页中,并实现在互联网上的发布 (发布端被称为服务器端),学员可以通过网络访问服务器端的软件程序。

## 1.2 NI ELVIS 教学平台简介

NI 教学实验室虚拟仪器套件 (NI ELVIS) 是动手设计与原型设计平台,它集成了最常用的示波器、数字万用表、函数发生器、波特图分析仪等 12 种仪器,并将 NI ELVIS 与 NI Multisim 的原理图及 SPICE 仿真环境结合在一起,可在硬件实验室或课堂教学中使用。教员使用 NI ELVIS 插入板卡和来自第三方合作厂商 (例如 Emona、Freescale Semi-conductor 和 Quanser) 提供的课件,能够将他们的实验室扩展到仪器和电路之外的学科,对电信、微控制器和控制相关的概念进行教学;学员可以把教科中学到的概念应用到 Multisim 中,从而通过对电路行为和交互式电路建模进行学习。学员在 Multi-sim 环境中可以使用 NI ELVIS 仪器,通过鼠标点击,将仿真与实际测量结果进行比较,不仅如此,在 LabVIEW 和 LabVIEW Signal Express 中还能够完成更为复杂的分析。

## 2 远程实验室的技术实现

实现远程实验室的基础构架由服务器和客户端两部分组成。一般来说,作为发布 VI 的网络服务器,服务器端需要安装有 LabVIEW (专业开发版或者完整

开发版)开发环境,不过下面会讲到对于某些情况也有例外;而对于客户端来说,虽然不必安装 LabVIEW 开发环境,但至少需要安装 LabVIEW Runtime Engine,并且要求 LabVIEW Runtime Engine 的版本要与服务器所安装的 LabVIEW 版本一致 [5] [6]。

## 2.1 远程实验室的硬件系统硬件部分主要有:

- (1) 一台普通电脑为 Web 服务器,安装 Windows 2003 Server 操作系统和 SQL Sever 2000。
- (2) 一块数据采集卡用于实验设备数据的采集和传输。
- (3) 一个普通 USB 接口的摄像头用于现场实验设备的影像提取。
- (4) 一台 NI ELVIS (NI 教学实验室虚拟仪器套件)用于实验模型的建立,构建小型的电子电路系统。

## 2.2 远程实验室的软件设计

首先建立 Interactive Service Broker 和 Interactive Lab Server 两个 web 站点。然后利用 LabVIEW 编程制作各种实验界面,以 LabVIEW 的 Data Socket 技术和内置的 Web 发布功能为基础,将实验操作界面嵌入到 Lab Server。Interactive Service Broker 是一台基于 ASP2.0 的 IIS 网页服务器,后台使用 SQL Server 2000 数据库配合进行用户帐户的管理、动态网页的生成以及实验数据的存储和管理。用户只需使用网页浏览器进入 Interactive Service Broker 的站点,即可通过 Internet 进行实验。Interactive Service Broker 站点内,包含 ESS (Experiment Storage Server)、USS (Userside Scheduling Server)、LSS (Labside Scheduling Server),其中 ESS 用于存储实验的记录信息,USS 用于实验管理者管理实验日程,LSS 用于实验管理用户预约。在服务器上,通过数据采集卡、PLC 与实际的实验仪器和设备连接,便能实现远程客户端与实验仪器的数据通信。同时,利用 USB 摄像头采集图像,通过 NI VISION 进行处理,然后传递给用户,使用户身临其境,从而完成实验仪器和设备的远程共享。

### 3 平台实现及功能

远程电工电子实验教学及管理平台的组成如图1所示。根据实验教学和实验管理的相关需要,本平台设计了多个功能模块,包括实验信息发布、实验课程管理、设备管理、实验教学资源、学员信息管理、师生交互平台、远程实验等。

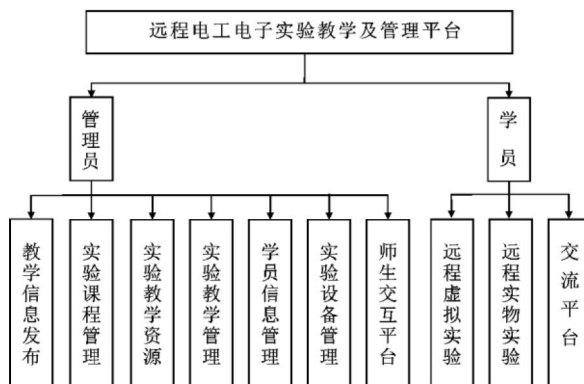


图1 远程电工电子实验教学及管理平台

#### 3.1 实验课程、教学管理

实验课程管理包括制定教学大纲、教学计划、以及课程的考核、学员成绩统计等,实现对教学质量和学员实验技能的严格管理和控制;提高实验教学资源的使用效率和效益。

#### 3.2 实验设备管理

由于每个实验室有大量的仪器设备,传统的管理方式效率低,透明度差。设备管理模块可以高效地对这些仪器设备进行管理。将每个设备的详细信息包括:设备仪器所在实验室的名称、仪器编号、分类号、仪器名称、型号、规格、单价、国别、厂家、出厂号、购置日期、领用人等都存在数据库中的仪器设备信息表中。管理者以管理员的身份登陆时,能进行仪器设备的查询、添加、删除、修改等功能。其他人员通过网络可方便地进行浏览和查询。例如当想要知道某人借用哪些仪器设备时,只需在关键字中输入人名,其所借设备的所有信息都按顺序显示在当前页表格上,与传统方式相比简单,快捷,方便。

### 3.3 实验教学资源

实验教学资源,包括课程说明、教学大纲、实施方案、教学辅导、课件、进度计划、设备手册、器件手册。这部分资料是学员学习的基本资源,其中的课件包括视频课件和文本课件,适合远程学习。

### 3.4 学员信息管理

学员信息管理包括:网上预约实验、察看预约记录、实验记录查询、实验成绩查询等。

### 3.5 师生交互平台

提供相应的互动环境来实现同学之间、师生之间的交流。给师生、同学及感兴趣的同学一个网上交流的场所。

### 3.6 远程虚拟实验

虚拟实验部分,主要完成验证型、原理演示型实验。主要有四大类:一类是电路基础实验,包括线性电路特性研究、受控源特性研究等;第二类是低频电子线路实验,包括晶体管共射极单管放大电路、负反馈放大电路等;第三类是信号与系统实验,包括抽样定理、信号卷积等;第四类是数字电路实验,包括组合逻辑电路分析、触发器及其应用等。进行这种实验时,学员只需从服务器下载需要的实验线路模块,就可以在本地机上进行实验,这样就可以避免和其他用户控制权的冲突,同时也不再受到网络状况、服务器端的运行状态的影响。

在进行虚拟实验时,为了使学员更清楚如何进行仿真操作,可以设计针对各实验的仿真演示,通过网络可以观看仿真实验步骤和各种参数的变化对输出的影响,对初学 Multisim 仿真软件和电子技术的学员,具有极大的帮助:一是学员不必花大量的时间去设计和画实验电路,又可调节感兴趣的参数,观察实验结果;二是调节电路参数和仪表时,不必担心操作失误或参数选择不当损坏设备或器件;三是对照演示的全过程,学会如何改变和调节参数,为他们今后自主设计电路进行仿真提供了必要的训练。



### 3.7 远程实物实验

实物实验部分,主要完成仪器共享型、远程控制型实验,例如RC暂态电路充放电实验等。教员在ELVIS平台上搭建好典型电路,学员通过Lab-VIEW程序控制连接于服务器端硬件实验设备的动作、实时获取仪器的测量结果。真实实验部分由于可以控制真实仪器和设备,所以同一时间只允许一个用户进行实验,其他用户必须按实验预约的时间进行排队等待。

在进行真实实验时也可以结合实时视频和音频的反馈,使得学员可以耳闻目睹实验的运行过程,真实感很强。其主要作用:一是突破时空限制,学员在任何终端都可进行实验;二是实现了硬件的共享,实验室的开放程度显著增强,节约了建实验室的硬件成本;三是能够满足实验教学改革需求,验证性实验全部都能在理论课堂上由教员通过网络演示,做到理论和实践紧密结合的同时,大大压缩了验证性实验课时;四是学员通过网上远程实验室,广泛开展创新实践活动,强化了学员创新能力培养。

## 4 平台的典型应用

### 4.1 管理员

为了有效地管理平台采取分层管理模式,分为管理员和功能模块管理员。以管理员身份登录后可以拥有最大权限。

各功能模块管理员的功能是对相应的功能模块进行管理。管理员授予各功能模块管理员相应的权限,各功能模块管理员登录后就可对相应模块进行删除、添加、修改等操作。

### 4.2 学员

任何校园网内用户需进行注册,登录后可论坛发帖和回复,虚拟实验操作,课件下载等;管理员授予预约用户特定的用户名和密码,预约用户登录后能进行实验的预约。非校园网用户仅能进行网页的浏览,如查看各功能模块的相关信息等。在终端电脑上通过网络浏览器登录远程实验室,即可以通过交互式控



制完成远程实验。

(1) 登陆电子技术实验中心网站进入远程实验室, 选择实验内容。

(2) 通过网站访问服务器端的软件程序, 并下载在客户端, 进行与所选实验相关的虚拟仿真实验。

(3) 或通过网络访问连接于服务器端的硬件实验设备(如数据采集卡、NI ELVIS综合实验平台、示波器、信号源等), 并通过LabVIEW程序控制硬件的动作、实时获取仪器的测量结果。

## 5 应用前景

基于NI ELVIS构建远程实验教学平台, 能很好弥补现有实验模式存在的问题, 是对现有实验教学的一种有效补充和扩展, 具有较好的应用前景。主要体现在以下几个方面:

(1) 学员实验只需一台上网计算机, 可在校园内任何时间、地点完成虚拟实验和实物实验。

(2) 最大限度的共享了实验资源, 降低了实验成本, 提高了实验室的整体效能, 有利于实验设备的更新。

(3) 虚拟仪器提供丰富的实验资源, 呈现了真实设备无法体现的实验现象。

(4) 界面友好、直观, 所有的仿真器材操作贴近实际, 真实感强, 学员通过实验可获得与真实实验一样的体会, 从而丰富感性认识, 加深对教学内容的理解。

(5) 可扩展性强, 可根据教学需要灵活添加实验器材及实验题目, 提供个性化定制服务, 最大限度的发挥学员的想象空间, 满足学员创新能力培养需求。

## 参考文献

- [1] 勾荣. 基于LabVIEW的“电子测量技术”课程实验教学研究[J]. 中国电力教育, 2009(17): 126-127.
- [2] 刘文超, 孙岩桦. 基于虚拟仪器技术的试验模态分析系统[J]. 仪表技术与传感器, 2009(10): 19-21.

- 
- [3] 柴敬安, 廖克俭. LabVIEW 环境下的虚拟数据采集与分析系统 [J]. 自动化仪表, 2007 (S1): 180-181.
- [4] 曹薇, 叶德云. 虚拟仪器在教学中的应用 [J]. 广东水利电力职业技术学院学报, 2004 (4): 3-4.
- [5] 宋玉杰, 杨燕翔. 基于 NI ELVIS 的远程虚拟实验室的研究 [J]. 电子设计工程, 200917 (1): 34-38.
- [6] 蒋书波, 徐启. ELVIS 在实验教学中的应用 [J]. 国外电子测量技术, 2007, 26 (9): 59-61.