

(1) 自动控制原理虚拟仿真实验系统（自主开发）

功能与组成：

本项目是一个以“虚拟仿真实验与理论教学有机融合，实验教学与创新实践紧密结合”为教学理念，以“分级分层，从基础到综合，从再到设计与创新”实验教学模式，构建基于能力递进为目标的自动控制原理虚拟仿真实验教学项目。通过 LabVIEW、MATLAB 等工程仿真软件，进行系统仿真，借助 NI ELVIS II+ 平台对实际硬件系统进行操作，在软件上重现实验结果，做到虚实结合。实验环节中灵活应用控制系统时域、频域和根轨迹分析方法，对典型输入信号作用下的仿真波形结果进行深入分析，进行控制器建模和控制器参数优化、提高系统综合性能。

教学效果：

本项目实验内容循序渐进，从开环到闭环、从原理设计到工程设计、从纯虚拟仿真到半实物虚拟仿真，使学生逐步掌握控制系统设计方法。通过学习综合性和创新性控制系统案例，如基于 PID 算法的水位控制系统、基于 NI ELVIS II+ 的倒立摆控制系统设计、基于 Quanser QNET 的直流电机控制系统设计等，较好地培养了学生应用控制方法设计和解决复杂工程问题的能力和创新实践能力。

实验项目：

表 2-18 自动控制原理虚拟仿真实验系统实验课程及项目

序号	实验课程	实验项目	实验类别
1	自动控制原理	典型环节的时域响应	验证型
		二阶控制系统的时域响应	验证型
		高阶系统的时域响应	验证型
		线性系统根轨迹分析	验证型
		典型环节和系统频率特性实验	验证型
		采样控制系统实验	综合型
		典型非线性环节的静态特性实验	综合型
		零点对系统响应影响实验	综合型
		控制系统串联校正实验	综合型
		PID 校正实验	综合型
		模拟温度采集系统质点-弹簧-阻尼器系统实验	设计型
		基于 PID 算法的水位控制系统实验	设计型
		基于 NI ELVES II+ 的倒立摆控制系统实验	设计型
		基于 Quanser QNET 的直流电机控制系统设计	设计型

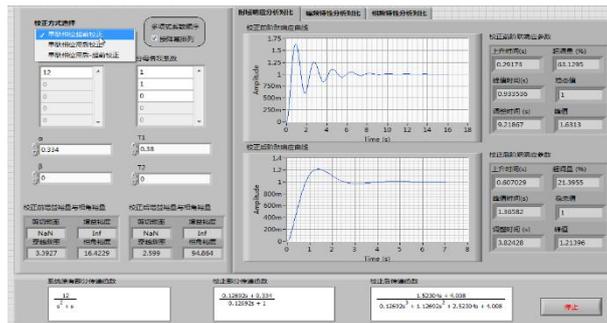


图 2-16 串联相位超前校正虚拟实验界面（时域分析）



图 2-17 基于 PID 算法的水位控制系统前面板

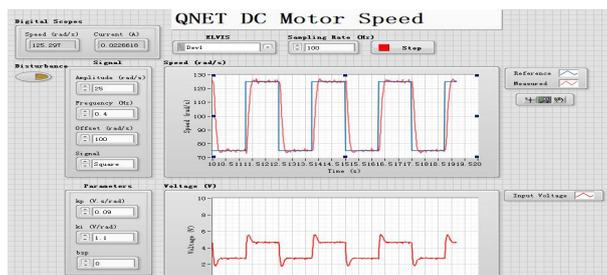


图 2-18 直流电机速度控制系统实验前面板

(2) 电机及运动控制虚拟仿真系统（自主开发）

功能与组成：

该系统基于 MATLAB、ANSOFT、LABVIEW 等仿真技术特点开发实验，以工程技术为应用背景，构建电机模型、电力电子器件、外部电路以及控制器，实现电机的实时动态控制运行仿真。突破学生在电机及其控制技术学习中概念抽象，难以理解，想象力要求高，计算分析过程繁琐复杂等困难，通过该虚拟仿真平台为学生的电机学系列课程的基础性学习与工程探究性学习提供互动、启发、探究式的研学辅助手段与工具。

教学效果：

现阶段课程组已开发 5 大类近 50 项多层次的电机系列虚拟仿真实验项目，

授权 2 项软件著作权，已撰写 12 万余字的仿真实验指导手册，并录制相关实验指导视频。帮助学生实现从实验项目设置、技术指标、原理方案设计、系统模拟仿真、实验数据分析计算、系统分析改进和实验项目总结报告等一系列完整的工程化训练。

实验项目：

表 2-19 电机及运动控制虚拟仿真系统实验课程及项目

序号	实验课程	实验项目	实验类别
1	电机学 电力拖 动自动 控制系 统	单相变压器实验（空载、短路、负载实验）	验证型
		三相变压器联结组别实验	验证型
		直流发电机运行特性实验系列	综合型
		直流电动机起动实验系列	综合型
		直流电动机制动实验系列	综合型
		直流电动机调速实验系列	综合型
		基于 ANSOFT 的无刷直流电机实验	综合型
		三相异步电动机工作特性实验	综合型
		三相异步电动机起动实验系列	综合型
		三相异步电动机调速实验系列	综合型
		基于 ANSOFT 的永磁同步电机稳态磁场设计实验	设计型
		三相同步发电机的运行特性实验	设计型
		同步发电机的并网运行实验	设计型
		同步电机矢量控制调速实验	设计型
电机工程实例系列实验	设计型		

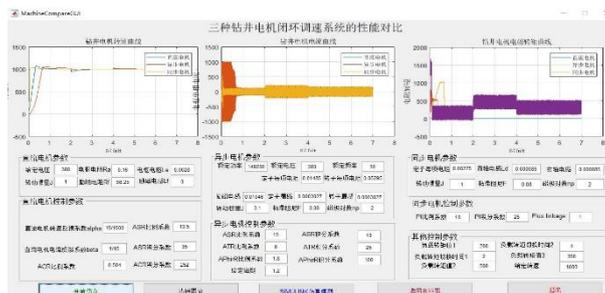
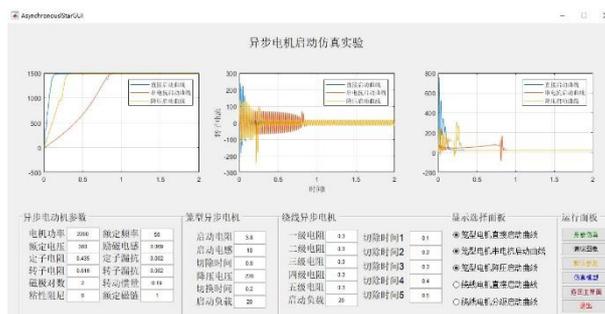


图 2-19 异步电机启动 GUI 界面运行结果

图 2-20 GUI 平台不同钻井电机模拟运行结果

(3) 传感器应用虚拟仿真实验系统（自主开发）

功能与组成：

系统中主要涉及电气、信息与控制系统中常用的传感器模块单元，包括声控、光控、磁控、温湿度、图像、颜色、超声测距、气体检测、热释电、称重、倾角、加速度等 24 种传感器模块。

教学效果：

该系统提供学生从电路原理，电路构建，到程序设计及代码调试，直到最后系统功能实现等一套智能控制系统开发学习过程。平台能够达到培养学生电路设计与分析能力、硬件与软件规划整合能力、工程应用能力及创新能力的目标。

实验项目：

表 2-20 传感器应用虚拟仿真实验系统实验课程及项目

序号	实验课程	实验项目	实验类别
1	传感器原理, 信息与控制技术实践, 专业综合实践	人体感应智能台灯传感系统	验证型
		自动浇花的智能花盆传感实验	验证型
		无人停车场闸机控制系统传感实验	验证型
		商场消防传感器系统与仿真实验	设计型
		灌装流水线在线贴标系统传感实验	设计型



图 2-21 传感器应用虚拟仿真实验系统实验项目运行界面

(4) 控制系统执行器与控制器应用虚拟仿真实验系统（自主开发）

功能与组成：

该实训平台采用模块化设计，开发了电气、信息与控制系统中常用的执行器、

控制器及功能电路模块单元，涉及显示、指示、声音报警、直流电机、步进电机、舵机、继电器、电磁阀等 16 种执行器模块；包含单片机、DSP、PLC 等 3 种控制器模块；还有蓝牙通信、ZIGBEE、GSM、DC-DC、多级放大器，ADC\DAC、触摸屏、语音识别等 12 种功能电路模块，可以采用上位机模拟控制系统，使控制器和执行器实物的运行与虚拟控制系统结合起来。

教学效果：

该系统适用于不同年级、不同层次的学生，大一学生可借助该平台配套的模块使用说明、实验指导书、视频、程序例程等，自学各个基础模块；大二学生集中时间、按分组方式完成创新实训课题，培养学生对复杂工程问题的控制系统设计与实现的能力，激发学生创新思维，引导学生在实施方案、功能扩展、人机交互界面等方面进行创新；大三学生开展学科竞赛专项技能培训，完成电机转速 PID 控制、数字图像处理、无线通信、卡尔曼滤波、模糊控制算法、组态软件、人机交互界面编程等专项技能训练。平台的模块种类丰富，资料配备齐全，学生上手快，同时大大增强学生学习兴趣，提高学生积极主动性，激发学生创新思维，锻炼学生动手实践能力。

实验项目：

表 2-21 控制系统执行器与控制器应用虚拟仿真系统实验课程及项目

1	实验课程	实验项目	实验类别
1	自动控制原理、传感器原理、单片机原理及应用、信息与控制技术实践	人体身高测量仪控制仿真实验	设计型
		带左转交通灯控制仿真实验	设计型
		乱序物料排序控制系统及仿真	设计型
		灌装流水线在线贴标系统控制仿真实验	设计型





图 2-22 控制系统执行器与控制器应用虚拟仿真实验系统操作界面

(5) 油气田系统认知虚拟仿真模块(校企合作)

功能与组成:

本系统由钻井工程仿真模拟系统、油气开采仿真模拟系统、油气集输仿真模拟系统三大部分构成,每个系统均由对应的虚拟实验操作平台和对应实物或模型构成,学生既能通过虚拟仿真软件实现相关系统的模拟操作,也可以通过系统学习油气开采集输的完整生产过程。

教学效果:

通过对模拟设备的交互操作和对仪器仪表显示数据、虚拟作业环境中出现的异常现象及相关设备工作状况的观察,使其理解信息处理及自动控制系统在钻井、油气开采、油气集输等领域的实际应用,了解并掌握相关系统的结构组成、工艺要求、日常生产过程中的一般性操作流程等基础知识,降低学生在油气自动化及信息技术中的陌生感,使学生能更好地将工业自动化控制、电气工程应用、信息及数据处理等相关技术和工程实践技能应用与油气生产领域。

实验项目:

表 2-22 油气田系统认知虚拟仿真模块实验课程及项目

	实验课程	实验项目	实验类别
1	生产实习、认识实习 油气田过程控制技术、油 田自动化、海洋油气工程 仪表与自动化	传感器信号采集实验	设计型
		传感器信号传输实验	设计型
		地面装置智能化系统设计实验	设计型
		油气自动控制系统 PLC 编程设计	设计型



图 2-23 油气田系统认知虚拟仿真模块