电路系统与测控虚拟仿真实验项目

实验教学课程介绍及课件

随着虚拟仿真技术的不断发展和升级，目前越来越多的人开始意识到模拟仿真的重要性，虚拟仿真技术在自动控制领域中开始扮演越来越重要的角色。利用学院在信息技术的优势，构建“PID控制的Simulink仿真”的虚拟仿真教学实验项目，将工程中广泛应用的PID控制和信息技术深度融合，利用计算机模拟仿真PID控制器及其控制效果，从而提高自动控制实验实践教学水平和质量，达到教学大纲所要求的实验教学效果。

本实验教学项目的教学内容包括PID系统控制的基本原理，基于MATLAB Simulink的PID控制仿真，P、PI、PD、PID控制器的系统结构及控制规律、PID控制参数对系统性能的影响规律等。

本实验教学项目的教学方式方法主要有：采用多样化形式组织实验教学，使学生由浅入深、由简单到综合，逐步认识、理解和掌握基于MATLAB Simulink的PID控制的实验方法与技能；采用集中教学与个别指导相结合，把讨论式方式贯穿实验教学全过程，如实验原理、方案设计、实验操作、结果分析等；积极发挥学生实验的主动性和创造性，创设基于问题的实验教学方法，变教师主导为学生自主，变教师灌输为启发、讨论和互动，变机械式完成实验过程为研究、探索和合作。

本实验教学项目采用开放运行模式，学生在实验课堂内外均能对实验目的、实验原理、实验内容和步骤等内容进行学习和互动交流，更有利用达到良好的教学效果。

实验成绩的评定由多方面因素所组成，其比例为实验习惯10%、实验操作30%、实验结果20%、实验报告40%，从而对学生的实验技能和实验素质进行全方面综合的评价。

|  |
| --- |
| **2-1名称**  PID控制的Simulink仿真 |
| **2-2实验目的**  本实验的实验目的如下：  （1）掌握PID系统控制原理；  （2）掌握Simulink系统控制仿真工具；  （3）利用Simulink对指定系统的控制过程进行PID仿真。 |
| **2-3实验原理（或对应的知识点）**  PID是指比例（P）、积分（I）、微分（D），PID控制是最早发展起来的控制策略之一，由于其算法简单、鲁棒性好及可靠性高，被广泛应用于过程控制和运动控制中，尤其适用于可建立精确数学模型的确定性系统。PID控制在机电、冶金、机械、化工的行业中获得了广泛的应用。  （1）PID控制的原理  在模拟控制系统中，控制其最常用的控制规律是PID控制，模拟PID控制系统原理框图如图所示。系统由模拟PID控制器和被控对象组成。  PID控制器是一种线性控制器，它根据给定值与实际输出值构成控制偏差：    PID的控制规律为：    或写成传递函数的形式：    式中，为比例系数，为积分时间常数，为微分时间常数。  简单说来，PID控制器各校正环节的作用如下：  （1）比例环节：成比例地反映控制系统地偏差信号，偏差一旦产生，控制器立即产生控制作用，以减小偏差。  （2）积分环节：主要用于消除精差，提高系统的无差度。积分作用的强弱取决于积分时间常数，越大，积分作用越弱，反之则越强。  （3）微分环节：反映偏差信号的变化趋势（变化速率），并能在偏差信号变得太大之前，在系统中引入一个有效地早期修正信号，从而加快系统的动作速度，减少调节时间。  （2）Simulink简介  Simulink是一个进行动态系统建模、仿真和综合分析的集成软件包，它可以处理的系统 包括线性、非线性系统；离散、连续及混合系统。  在Simulink提供的图形用户界面中，只要进行鼠标的简单拖放操作就可构造出复杂的仿真模型，此仿真建模过程，可以是自上而下，也可以是自下而上。  （3）基本PID控制  一个二阶线性传递函数为被控对象，进行PID控制，信号源选择阶跃信号，在实验过程中选择合适的参数——比例系数，——积分时间常数，——微分时间常数。  （4）Simulink仿真程序  本实验中PID控制的Simulink仿真程序示意图如图1所示。  1.bmp  图1 Simulink仿真程序示意图  其中，PID 控制器的Simulink仿真程序如下图所示。  2.bmp  图2 PID控制器示意图 |
| **2-4实验仪器设备（装置或软件等）**  （1）实验仪器设备：计算机；  （2）实验软件：MATLAB。 |
| **2-5实验材料（或预设参数等）**  无。 |
| **2-6 实验教学方法（举例说明采用的教学方法的使用目的、实施过程与实施效果）**  （1）建立符合学生认知规律的教学程序，教师预先精心设计实验项目与操作内容，实验前统一讲授实验理论，实验中严格训练，实验结束后进行总结讨论；采取多样化形式组织实验教学，使学生由浅入深、由简单到综合，逐步认识、理解和掌握基于MATLAB Simulink的PID控制的实验方法与技能；  （2）积极发挥学生实验的主动性和创造性，创设基于问题的实验教学方法，变教师主导为学生自主，变教师灌输为启发、讨论和互动，变机械式完成实验过程为研究、探索和合作。  （3）集中教学与个别指导相结合；把讨论式方式贯穿实验教学全过程，如实验原理、方案设计、实验操作、结果分析等。  （4）所采用的教学方法从有利于调动学生实验的积极性、主动性，有助于学生自主学习、合作学习和研究性学习，有利于学生实践能力和创新能力的培养的角度出发，采用包括多媒体解决方案的多样性实验教学方法，为学生今后在工作中创造性的运用所学知识、培养创新型人才奠定良好的基础。 |
| **2-7实验方法与步骤要求（学生操作步骤应不少于10步）**  本实验的实验方法与具体步骤如下：  （1）在MATLAB命令窗口中输入“simulink”进入仿真界面；  （2）按图1所示在Simulink中搭建PID控制的Simulink仿真程序框架；  （3）在Simulink中创建一个二阶线性传递函数作为被控对象；  （4）在Simulink中设置系统输入信号源为阶跃信号；  （5）完成Simulink程序设计；  （6）双击PID模块，在弹出的对话框中可设置PID控制器的参数kp（即），ki（即）和kd（即）。设置好参数后，单击“Simulation/Start”运行仿真，双击Scope示波器观察输出结果，并进行仿真结果分析；  （7）对于PID控制程序选择合适的、、参数，使控制输出与信号源输入比较接近；  （8）以步骤（7）所设置的、、参数为基础，改变其中一个参数，固定其余两个，以此来分别讨论、、参数的作用。  A．改变比例系数，固定积分时间常数和微分时间常数，观察对系统稳态误差的影响；  B．改变积分时间常数，固定比例系数和微分时间常数，观察对系统稳态误差和动态性能的影响；  C．改变微分时间常数，固定比例系数和积分时间常数，观察对系统动态性能的影响；  D．分析讨论、、参数在PID控制器中的作用。  （9）分析不同调节器下该系统的阶跃响应曲线，并分析其应用场合。  A．P调节器：设置合适的参数，使得且，观察并记录比例调节器下该系统的阶跃响应曲线；  B．PI调节器：设置合适的参数，使得且且，观察并记录比例-积分调节器下该系统的阶跃响应曲线；  C．PD调节器：设置合适的参数，使得且且，观察并记录比例-微分调节器下该系统的阶跃响应曲线；  D．PID调节器：设置合适的参数，使得且且，观察并记录比例-积分-微分调节器下该系统的阶跃响应曲线；  E．分析不同调节器下系统的阶跃响应，试说明其优缺点。  （10）关闭MATLAB程序，完成实验。 |
| **2-8实验结果与结论要求**  （1）合理选择P、PI、PD、PID控制器参数，通过记录其相应的阶跃响应曲线展示不同控制规律和参数变化对系统性能的影响。  （2）根据阶跃响应曲线确定系统性能指标并列表进行比较，总结控制器控制规律及参数变化对系统特性影响的规律。  （3）通过实验说明P、PI、PD、PID控制器的优缺点。 |
| **2-9考核要求**  （1）掌握PID系统控制原理及其Simulink系统仿真方法；  （2）能够利用MATLAB熟练绘制阶跃响应曲线，并根据阶跃响应曲线确定系统的性能指标；  （3）掌握P、PI、PD、PID控制器的系统结构及控制规律，理解PID控制器中各参数对系统性能的影响规律；  （4）能够正确记录实验结果，并对其进行合理分析，规范完成实验报告； |
| （5）实验成绩的评定比例为：实验习惯10%、实验操作30%、实验结果20%、实验报告40%。 |
| **2-10面向学生要求**  （1）专业与年级要求  专业要求：电子信息工程专业、电子信息科学与技术专业；  年级要求：大学三年级。  （2）基本知识和能力要求等  基本知识：PID控制器结构、系统的时域分析法；  能力要求：掌握MATLAB的基本应用方法，熟悉实验结果的常规分析方法。 |