

《现代控制理论》课程实验教学大纲

一、实验课名称

中文：现代控制理论

英文：Modern Control Theory

二、实验课性质：非独立设课

三、适用专业：自动化专业

四、采用教材

刘豹, 唐万生. 现代控制理论: 第3版. 北京: 机械工业出版社, 2006.7

胡健, 刘丽娜. 现代控制理论: 英文版. 北京: 国防工业出版社, 2012

五、学时学分

课程总学时: 46; 课程总学分: 2.5; 实验课总学时: 4

六、实验项目名称和学时分配

| 序号 | 实验项目名称 | 学时分配 | 实验属性 | 实验类型 | 实验者类别 | 每组人数 | 必开/选开 |
|----|------------------------|------|------|------|-------|------|-------|
| 1 | 用 Matlab 完成倒立摆系统的分析与综合 | 2 | 专业类 | 验证 | 本科生 | 2 | 必开 |
| 2 | 直线电机倒立摆的调试运行与 PID 控制 | 2 | 专业类 | 综合 | 本科生 | 2 | 选开 |
| 3 | 直线电机倒立摆的调试运行与状态反馈控制 | 2 | 专业类 | 综合 | 本科生 | 2 | 选开 |
| 4 | 线性系统的状态反馈控制及极点配置 | 2 | 专业类 | 综合 | 本科生 | 2 | 必开 |

七、实验教学的目的是要求

现代控制理论与《自动控制原理》一并构成自动化类专业的核心理论基础, 能为直接解决控制系统问题提供基本原理和方法, 使学生能够把书本知识与实际应用能结合起来, 努力培养学生理论联系实际的能力, 动手能力和工作能力。其课程实验是与现代控制理论教学紧密结合的重要实践环节, 使学生能加深学生对课堂讲授的理论内容的理解, 并培养学生分析、调试自动控制实验线路的能力, 理解实验原理及实验方案, 掌握正确操作规程; 掌握各种自动控制理论实验仪器的使用, 了解其性能参数、适用范围及注意事项; 提高学生解决实际问题的能力。

综上所述, 本实验课程的教学目标是使学生能够掌握自动化工程师应具备的基本知识和应用技能, 学习器件与部件的选型知识、学会自动控制系统设计和简易控制系统的集成, 学会举一反三, 初步具有设计和调试自动控制系统的的能力。

八、单项实验的内容和要求

实验 1: 用 Matlab 完成倒立摆系统的分析与综合

(2 学时)

1. 实验内容:

分析一个倒立摆系统如图 6 所示,用控制理论的方法来建立微分方程和状态空间表达式模型,并用 Matlab 语言分析该系统的能控性、能观性、稳定性和状态反馈控制,观察和分析状态反馈控制后阶跃响应仿真曲线。

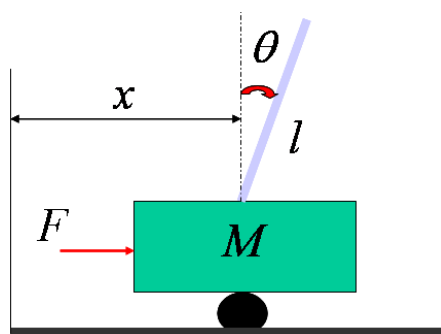


图 6 倒立摆系统结构图

2. 实验要求:

要求将本课程中控制系统的建模、分析和综合方法与 Matlab 语言仿真分析方法结合起来,完成控制系统的性能分析和综合。

3. 应配备的主要设备名称和台件数

| 序号 | 设备名称 | 每组应配台件数 | 现有台数 | 备注 |
|----|-------|---------|------|-----------|
| 1 | 微型计算机 | 1 | 40 | Matlab 软件 |

4. 对学生的要求

(1)认真阅读《现代控制理论实验指导书》实验 1:用 Matlab 完成倒立摆系统的分析与综合。

(2)在此基础上做好实验预习报告(后续实训项目不再单独列出)。

5. 对指导教师的要求

(1)认真检查学生预习报告(后续实验项目不再单独列出)。

(2)指导学生使用 Matlab。

实验项目 2: 直线电机倒立摆的调试运行与 PID 控制

(2 学时)

1. 实验内容:

设计和调节极点配置控制器,使平台和摆杆处于正确位置;调节参数观察系统的变化。比较串级 PID 控制的差别。

2. 实验要求:

学习一级摆的极点配置设计方法,利用 cSPACE 提供的极点配置参数做一级摆控制实验,比较各组参数的控制效果。

3. 应配备的主要设备名称和台件数

| 序号 | 设备名称 | 每组应配台件数 | 现有台数 | 备注 |
|----|--------------------|---------|------|-----------|
| 1 | 微纳科技直线电机平台 与倒立摆 | 1 | 15 | |
| 2 | 微型计算机 | 1 | 15 | Matlab 软件 |

| | | | | |
|--|--|--|--|-----------|
| | | | | cSPACE 软件 |
|--|--|--|--|-----------|

4. 对学生的要求

认真阅读《自动控制原理实验指导书》实验 2: 直线电机倒立摆的调试运行与 PID 控制。

5. 对指导教师的要求

(1)用 10 分钟时间, 示范性向学生示范实验步骤和方法。

(2)指导学生进行线路的连接。

(3)实验过程中, 注意观察学生实验的进度和情况, 及时和学生交流, 解决学生存在的问题(后续实训项目不再单独列出)。

实验项目 3: 直线电机倒立摆状态反馈及极点配置

(2 学时)

1. 实验内容:

设计和调节极点配置控制器, 使平台和摆杆处于正确位置; 调节参数观察系统的变化。比较串级 PID 控制的差别。

2. 实验要求:

学习一级摆的极点配置设计方法, 利用 cSPACE 提供的极点配置参数做一级摆控制实验, 比较各组参数的控制效果。

3. 应配备的主要设备名称和台件数

| 序号 | 设备名称 | 每组应配台件数 | 现有台数 | 备注 |
|----|--------------------|---------|------|------------------------|
| 1 | 微纳科技直线电机平台 与倒立摆 | 1 | 15 | |
| 2 | 微型计算机 | 1 | 15 | Matlab 软件 cSPACE 软件 |

4. 对学生的要求

认真阅读《现代控制理论实验指导书》实验 3: 直线电机倒立摆状态反馈及极点配置。

5. 对指导教师的要求

(1)用 10 分钟时间, 示范性向学生介绍实验步骤和方法。

(2)指导学生使用 Matlab。

实验项目 4: 线性系统的状态反馈控制及极点配置

(2 学时)

1. 实验内容:

(1)了解和掌握状态反馈实现极点配置的原理、模拟电路和实验步骤;

(2)观察和分析极点配置前后的阶跃响应曲线。

2. 实验要求:

掌握状态反馈的原理, 搭建模拟控制系统, 针对阶跃输入进行状态反馈控制算法 $u = Kx$ 设计, 编制实现状态反馈控制的程序; 分析状态反馈控制前后的控制效果。

3. 应配备的主要设备名称和台件数

| 序号 | 设备名称 | 每组应配合件数 | 现有台数 | 备注 |
|----|------------------------|---------|------|----|
| 1 | AEDK-LabACT-3A 自控原理实验箱 | 1 | 40 | |
| 2 | 示波器 | 1 | 40 | |
| 3 | 微型计算机 | 1 | 40 | |

4. 对学生的要求

认真阅读《现代控制理论实验指导书》实验 4：线性系统的状态反馈控制及极点配置。

5. 对指导教师的要求

(1)用 10 分钟时间，示范性向学生介绍实验步骤和方法。

(2)指导学生进行线路连接，分析不同环节频率特性特点。

九、课外项目拓展：

本课程为激发学生对专业的学习兴趣，采用理论教学、实验教学、边讲边练和自学相结合的教学方式组织课程教学，引导学生快乐学习。同时，引导学生自主学习主动探索，进一步深化学习内容，培养学生沟通交流表达能力和团队合作精神。

以采样控制系统为例，其教学目标围绕“简易自动控制原理实验系统设计”理论教学和实验展开。实验教学环节、内容和目标如下图所示，从图中可以看出，理论教学内容非常丰富，但授课学时少，因此必须和其它教学环节相互配合，引导学生课外主动自学。

十、实验课考核方式：

采用综合考核方式，包括实验课前预习，实验课中的操作技能以及实验后所提交的实验报告。由实验课教师根据上述三项内容评定成绩，实验课成绩占课程总成绩的 20%。

编写人：闫茂德

审核人：李艳波

实验室主任：李宁

主管院长：闫茂德