

哈尔滨工业大学飞行器控制实验教学中心

自动控制理论（2）实验 指导书

实验二 基于状态反馈控制的极点配置

引言

状态反馈是现代控制理论中常采用的反馈控制方法，它通过将系统的每一个状态乘以相应的反馈系数，再反馈到输入端与参考输入合成得到控制律，作为受控系统的控制输入。

所谓极点配置问题，是通过选择反馈增益矩阵，将闭环系统极点配置在所期望的位置上，以获得期望的动态性能。

本实验将基于状态反馈控制器来进行极点配置。

一、实验目的

- 1、基于状态反馈的极点配置设计方法
- 2、极点配置方法的 Simulink 仿真实现

二、实验内容及步骤

已知二阶系统的模拟电路如图

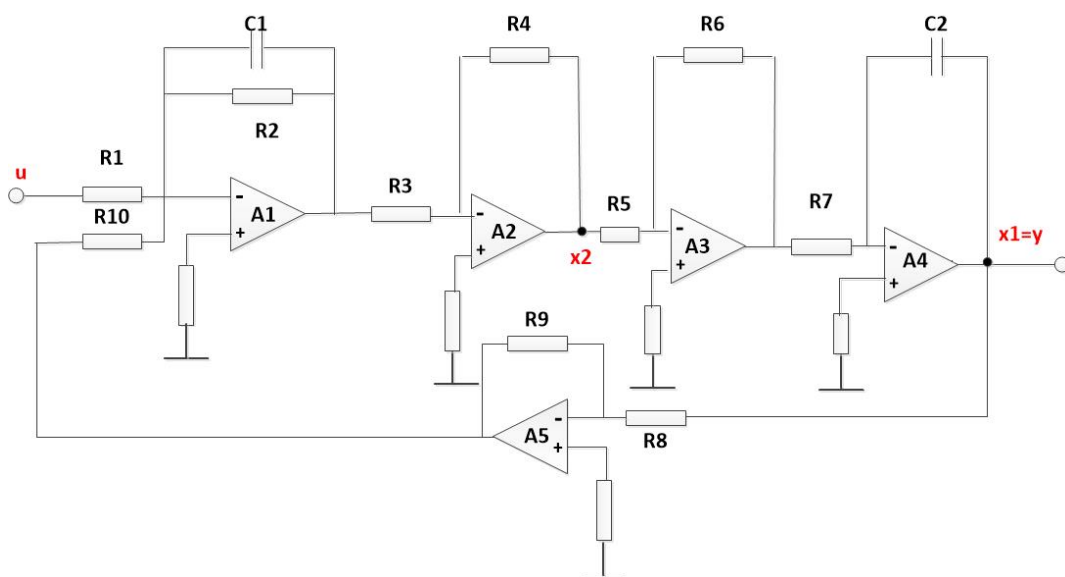


图 1 二阶系统模拟电路图

图中： u 为输入， y 为输出，状态变量 $x_1 = y$ ， x_2 为运放 A2 输出。

1、二阶系统的模拟电路如图1所示：

- 1) 推导其状态空间表达式，判断是否可以任意配置极点；
- 2) 绘制二阶系统的模拟结构图；

2、通过状态反馈实现极点配置

- 1) 给定期望的闭环极点，编写MATLAB代码计算满足期望极点的状态反馈系数 $K = (k_1, k_2)$ ；
- 2) 状态反馈控制律为 $u = r - Kx$ ， r 为参考输入，绘制加入状态反馈控制器后的系统模拟结构图。

3、状态反馈极点配置的simulink仿真

基于步骤2中加入状态反馈后的系统模拟结构图，利用simulink进行状态反馈仿真，令阶跃信号作为参考输入 r ，

- 1) 搭建并保存simulink仿真框图；
- 2) 保存阶跃响应的输入输出曲线，测量超调量 σ 和峰值时间 t_p ；

4、由步骤3得出的输入输出曲线，可观察到输出与输入的稳态值不相等：

- 1) 分析输出与输入稳态值不相等的原因；

2) 在步骤3的simulink仿真框图基础上，设计补偿环节保证二者相等，保存新的simulink仿真框图；

3) 保存阶跃响应的输入输出曲线。

三、实验报告提交内容及格式要求

1、根据二阶系统的电路图（1分）

①推导状态空间表达式，并判断其是否可以任意配置极点（0.5分）
（word编辑后截图）；

②二阶系统的模拟结构图（0.5分）；

2、通过状态反馈实现极点配置（1分）

①根据期望闭环极点，计算状态反馈系数K（MATLAB程序代码）
（报告系统文本框输入）（0.5分）；

②加入状态反馈控制器的模拟结构图（0.5分）；

3、状态反馈极点配置的 simulink 仿真（2分）

①simulink仿真框图（1分）；

②阶跃响应输入输出曲线图（0.5分）；

③测量阶跃响应的超调量和峰值时间（0.5分）；

超调量	峰值时间

4、设计补偿装置并进行simulink仿真（1分）

- ①分析输出与输入的稳态值不相等的原因（报告系统文本框输入）（0.4分）；
- ②带补偿环节的simulink仿真框图（0.4分）；
- ③阶跃响应的输入输出曲线图（0.2分）。

※预习提示※

- 1) 模拟结构图的绘制规范可参考《现代控制理论》中相关内容；
- 2) 熟悉绘制模拟结构图的方法(例如 word 的画图功能或者 visio)；