

实验三 使用 PI 算法进行直流电机速度控制实验

一、实验目的

- 1、通过实验了解 PI 算法的具体特性。
- 2、了解积分抗饱和算法的原理和使用方法。

二、实验内容

1、搭建软件平台，使用 Simulink 和 Real-Time Workshop 自动生成可执行算法

2、使用 Simulink 搭建 PI 和抗饱和 PI 控制算法的框图，生成对应的控制程序，并且使用远程控制平台 NCSLab 将它们下载到远程的直流电机控制系统中运行。

三、实验原理

1、直流电机速度控制系统原理

直流电机速度控制系统实体设备放置在武汉大学电力生产过程虚拟仿真教学中心的实验室中，设备如图 1 所示。该实验设备已接入 NCSLab 网络化远程控制平台，全天 24 小时运行，允许学生通过 Internet 远程访问。



图 1 直流电机速度控制系统

直流电机电枢电路原理和齿轮传动机构如图 2 所示。通过控制器在电机驱动装置上施加电压，并通过驱动装置转化成 PWM 波，以驱动电机转动。通过编码器测量电机转子的转动频率，即可得到直流电机的转速。控制器使用反馈控制算法，通过获取直流电机速度控制系统的转速设定值和实时转速，不断调节控制信号，将直流电机的实时转速调节至设定值。



图 2 直流电机系统原理

2、直流电机速度控制系统的 PI 控制实验

直流电机速度控制系统 PI 控制原理框图如图 3 所示。添加 PID 模块，根据控制对象设置 PI 控制器，设定好比例、积分环节的参数，增加反馈环节，形成一个闭环系统。通过调节设定值来调控直流电机的转速。

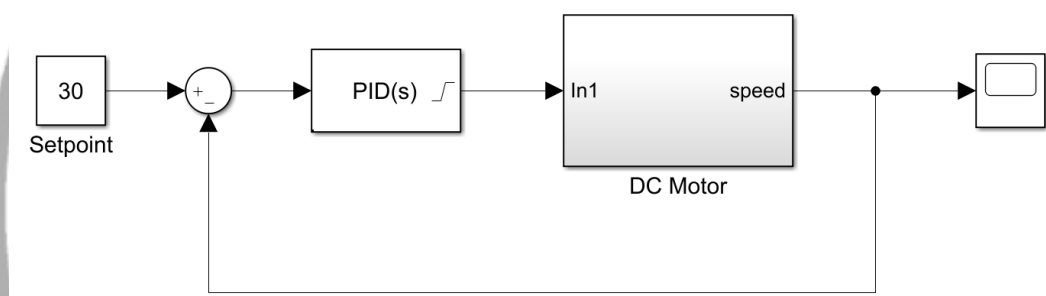


图 3 直流电机速度控制系统 PI 控制原理框图

3、直流电机速度控制系统的抗饱和 PI 控制算法

当偏差长期存在，控制器输出达到额定的饱和范围时，控制器中积分控制作用会产生积分饱和的现象。此时，切除积分作用，保留比例作用，这样在偏差减小时，控制器输出能更快脱离上限限或下限值，离开饱和区，解除积分饱和。从而能够更快速、有效地调节输出量。根据 PI 控制器的输出和控制对象的特性设计抗积分饱和的 PI 控制算法，并在实验平台上测试其控制效果。

四 实验步骤

- 1、 安装 Matlab 2017b 仿真软件。
- 2、 进入 Simulink 软件，打开 PID Control.mdl 文件，在此基础上修改，建立如图 3 所示的 PI 控制框图，其中 P 参数和 I 参数都设为 0.1。

- 3、 使用 Simulink 生成可执行算法。
- 4、 使用自己的账号登陆 NCSLab，将算法文件上传到服务器上。
- 5、 获得系统控制权，将上传算法下载到远程的直流电机控制系统中去。
- 6、 建立组态，如图 4 所示。将直流电机转速的设定值从 30 调整到 60，分别观察设定值与实际直流电机速度反馈的关系（放在一张趋势图上），观察控制过程中比例项输出、积分项输出与总控制量之间的关系（放在一张图）。

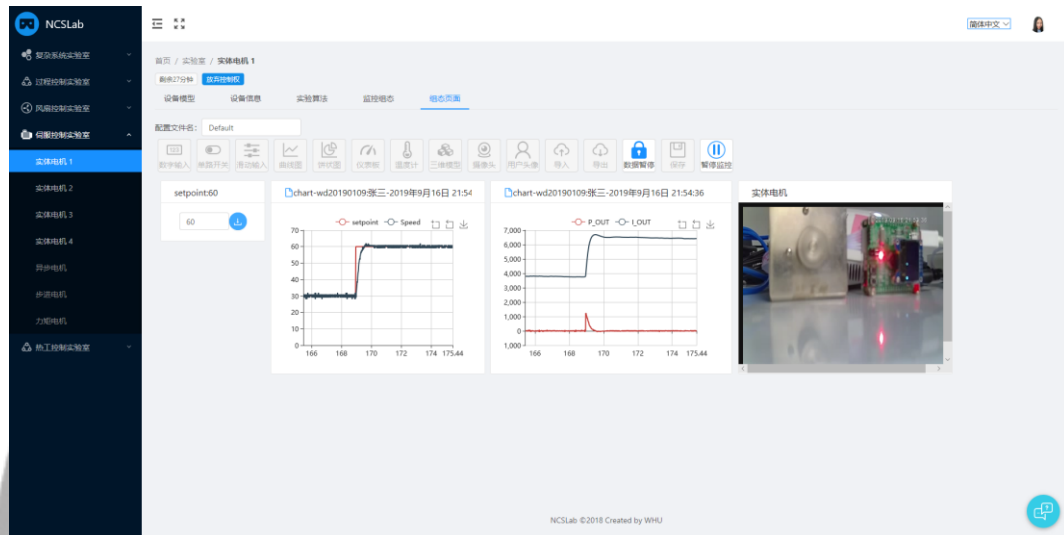


图 4 直流电机速度控制系统转速调节监控界面

- 7、 将设定值设为 200（饱和状态），观察积分项是如何饱和的。
- 8、 将设定值设定到 50，观察直流电机的实际速度有什么反应，是否有滞后，为什么会有滞后。
- 9、 返回到 Matlab，建立抗积分饱和 PI 控制的框图，并且生成可执行文件，通过 NCSLab 下载到远程控制器中。
- 10、 建立和图 4 相似的组态，将直流电机转速的设定值从 30 调整到 60，观察各个控制量之间的关系。同没有抗积分饱和的算法相比，系统的响应有什么区别。
- 11、 将设定值设为 200（饱和状态），观察积分项是否饱和。
- 12、 将设定值设定到 50，观察直流电机的实际速度有什么反应，是否滞后消失，为什么滞后会消失。

五 思考题

- 1、 结合本次实验的结果，描述图 3 的 PI 控制算法的原理。
- 2、 结合本次实验的结果，描述抗积分饱和 PI 控制算法的原理，抗饱和是如何实现的（请结合实验曲线图阐述）。
- 3、 同样是 P 和 I 均为 0.1 的参数，为什么使用普通 PI 控制和抗饱和 PI 控制算法，系统的响应是不一样的，请结合自己的实验数据阐

述（没有标准答案）。

六 实验报告

1、 需要将实验过程中的每一个关键步骤抓图（实验监控画面和 Simulink 框图），粘贴到实验报告上。

2、 每一位同学对应一个实验账号，完成一份实验报告，学号实验报告-实验账号要保持一一对应关系。在实验报告中要标明自己的实验账号。

3、 实验报告中要回答思考题提出的问题。

4、 如果有兴趣，可以自行设计一些其他算法，并且将结果附在实验报告上（酌情加分）。

