

# 过程控制实验报告

——李昭阳 2021013445

## 数字 PID 控制

### 一、实验目的

1. 在物理装置上学习数字 PID 控制器的编程实现；

### 二、实验内容

#### 1. 数字 PID 控制器实现

在紫金桥组态软件中，运行工具栏中的画面组态，即单回路控制/离散 PID 选项。运行 Action 项，即可打开编程界面。在给定制程序框架下，补充代码实现数字 PID 算法如下所示：

```
//液位water3.PU（量程350），来自寄存器3M，转换为控制器测量值y
y = water3.PU/3.5;

//////界面赋值给中间变量，给定值对应dPID.SP，控制输出值对应dPID.OP，测量值对应water3.PU/3.5
//////比例带对应dPID.P，积分时间对应dPID.I，微分时间对应dPID.D。

//控制器手自状态判断，根据界面显示txtAM.Text是M还是A来判断
if txtAM.Text == "M" //
then
    //手动状态下的处理，注意无扰切换要求的给定值dPID.SP跟踪
    u = dPID.OP;
    dPID.SP = u;
endif

if txtAM.Text == "A" //Auto PID control
then
    //自动状态下的处理，注意偏差的计算和保存、传递（上一步偏差保存在中间变量old_error），增量型PID算法
    error = dPID.SP - y;
    u = old_u + dPID.P * (error - old_error) + dPID.P * (0.5/dPID.I) * error + dPID.P * (dPID.D/0.5) * (error - 2 * old_error + old_error2);
    old_error2 = old_error;
    old_error = error;

    if u > 100 then u = 100;
    else
        if u < 0 then u = 0;
    endif
endif

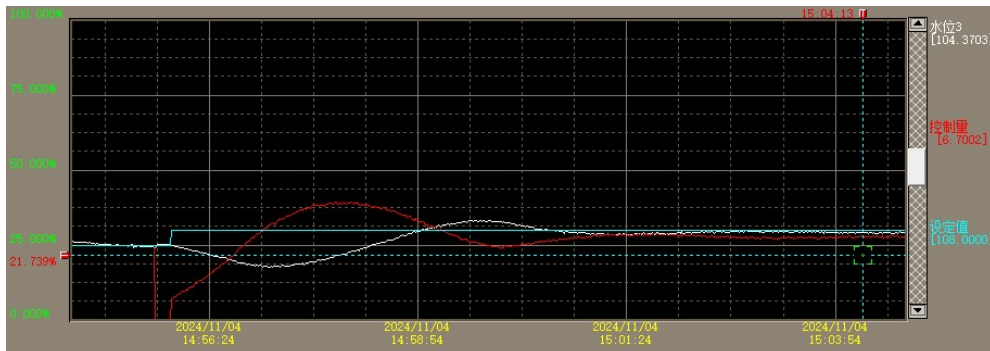
old_u = u;
//u =
endif

//控制输出u，变换、限幅为电压Control1.PU（量程24），发送到寄存器4M
Control1.PU = u * 0.24
//Control1.PU =
```

将紫金桥软件切换至运行模式，成功运行算法代码。

#### 2. 数字 PID 控制性能

将紫金桥软件切换至运行模式，进入单回路控制/离散 PID 界面。对三容水箱对象进行设置，即打开注水阀 11、连通阀 1 和连通阀 2，放水阀 2 开 30~70%左右，关其它各阀。建立初稳态，即手动调整控制器输出 MV，使第 3 水柱的液位 PV 稳定在 20~30%左右。设置控制器参数，使比例  $\delta = 75\%$ 、积分时间  $T_i = 50s$  秒，微分  $T_d = 0$  秒。施加设定值 SP 阶跃扰动，使设定值 SP 阶跃增加 5%，得到控制过程的曲线如下：



### 三、 实验结果分析

#### 1. 总结数字 PID 控制器实现中的问题。

- (1) PID 的微分项对误差信号中的噪声敏感，该噪声主要来自于测量输出的传感器。可以通过在控制器内部导数项的输出中添加低通滤波器来解决。
- (2) 在程序的某个时刻，手动设置输出为某个值，会使得 PID 控制器混乱，当切换回 PID 时可能会使得输出值出现巨大变化。可以通过在一定时间长度内不调整“输出”或任何内部变量来解决。
- (3) 实验中水箱特性、阀门调节等非线性因素可能会影响控制精度。