

实验五 单闭环比例控制系统仿真

一、实验目的

- 1、理解比值控制的特点。
- 2、掌握利用Simulink工具箱对采用比值控制对系统的PID参数进行整定的方法。

二、实验设备

PC 计算机一台，安装 Matlab 6.0（以上版本）。

三、实验内容

已知系统从动量传递函数为 $G(s) = \frac{3}{15s+1}e^{-5t}$ ，设计该从动对象的单闭环比值控制系统。

1. 绘制从动量系统框图

在 simulink 环境下绘制系统仿真框图如图 1 所示。

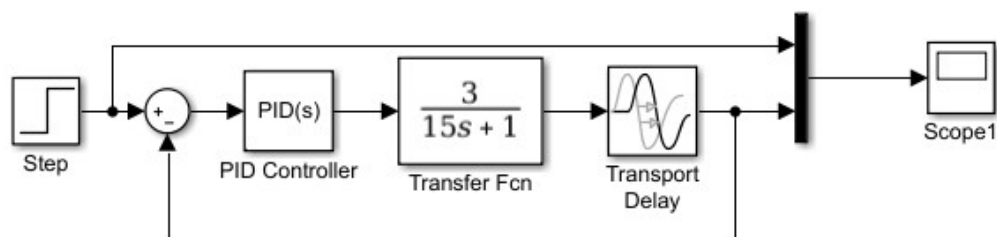


图 1 系统仿真框图

2. 从动量原系统的性能指标。

图 1 中设 $K_p=1$ ， $K_i=0$ ， $K_d=0$ ，原系统阶跃响应图如图 2 所示。

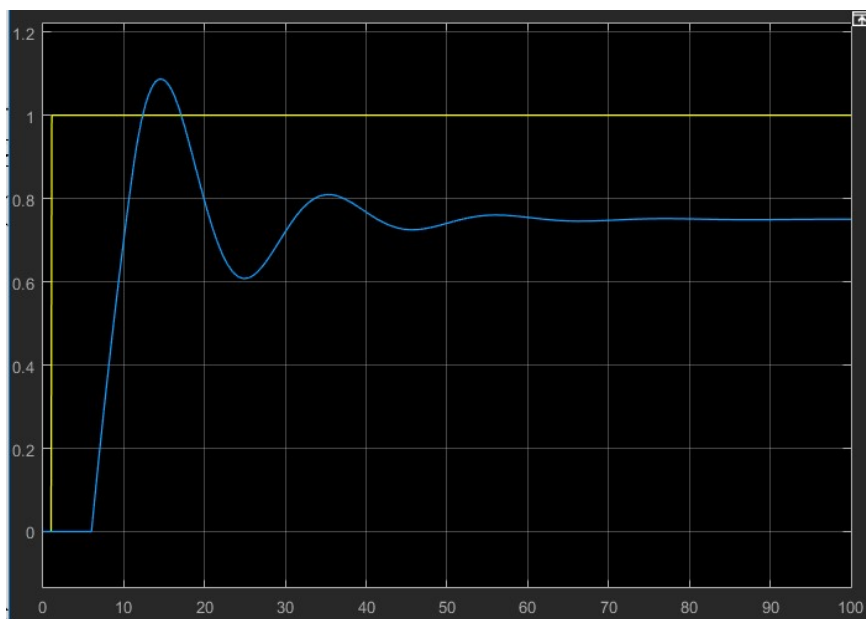


图 2 原系统阶跃响应图

从图 2 可见，从动量原系统稳定，反应时间为 5.84s，上升时间为 14.5s，稳态误差为 25%。系统的反应慢，稳态误差大。

3. 控制器形式选择和参数整定

根据工程整定的论述，选择 PI 形式的控制器，即 $G(s) = K_p + \frac{K_I}{s}$ 。

本处采用稳定边界法整定系统。先让 $K_I=0$ ，调整 K_p 使系统等幅振荡（由稳定性分析知在 $K_p=1.8$ 附近时系统震荡），即使系统处于临界稳定状态。此时的震荡周期为 $T_{cr}=19s$ ，比例系数为 $K_{pcr} \approx 1.88$ ，则 $K_p = \frac{K_{pcr}}{2.2} \approx 0.82$ ，

$$K_I = \frac{0.82}{0.88T_{cr}} = 0.05s。$$

4. 将 3) 求出的参数代入 PI 调节器，整定后从动量闭环系统的单位阶跃响应如图 3 所示。

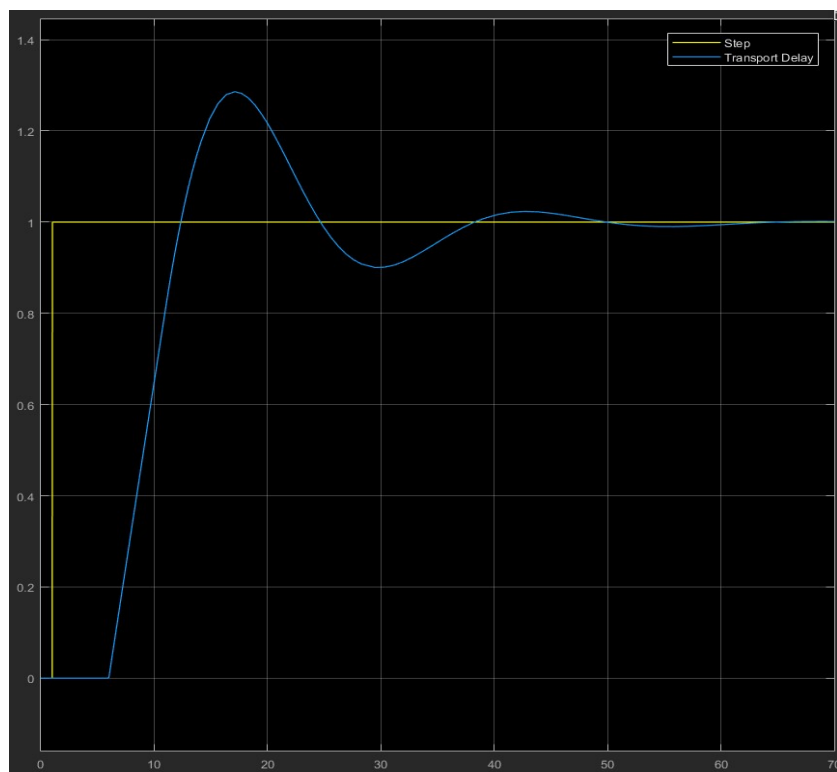


图 3 调节器参数整定后阶跃响应曲线图。

可见从动量闭环系统有约 25%~30%的超调量，在 60s 达到稳定，系统没有稳态误差。在比值控制中应进一步调整使之处于振荡与不振荡的边界。调节 $K_p = 0.3, K_I = 0.02$ 时，系统阶跃响应曲线图如图 4 所示，基本达到了振荡临界要求。

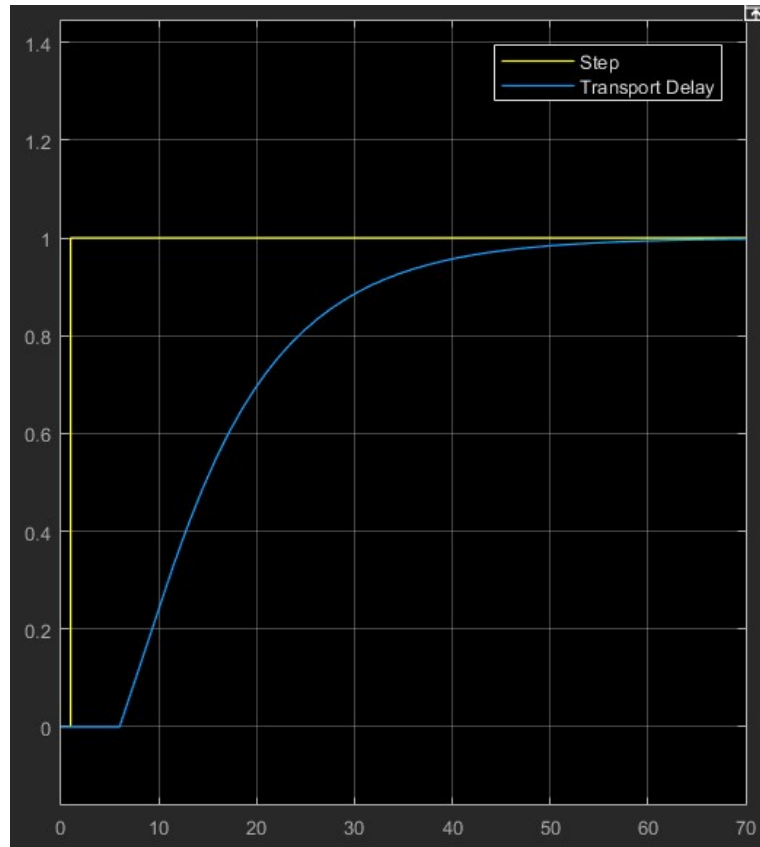


图 4 调节器参数进一步整定后阶跃响应曲线图

5. 单闭环比值控制系统仿真

单闭环比值控制过程相当于从动量变化的随动控制过程。假定主动量由一常值 10 加幅度为 0.3 的随机扰动构成，从动量受均值为 0、方差为 1 的随机干扰。主动量和从动量的比值根据工艺要求及测量仪表假定为 3。系统的控制过程 Simulink 仿真框图如图 5 所示。

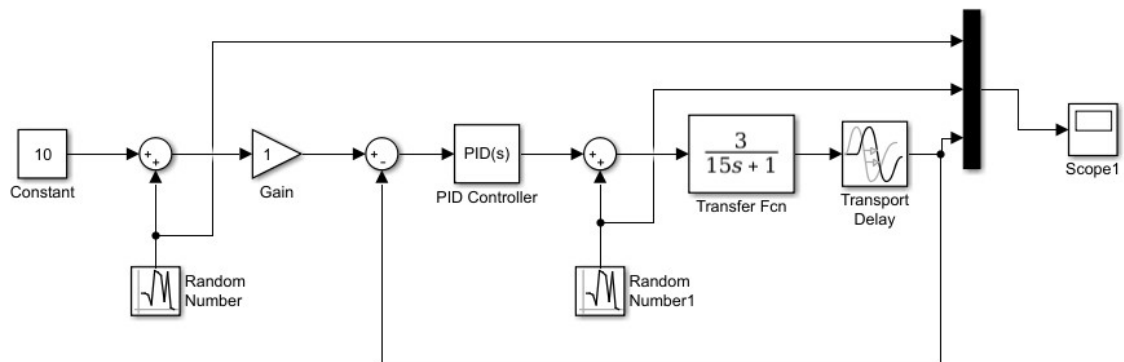


图 5 比值控制系统仿真框图

比值控制系统运行结果如图 6 所示(图中曲线从上往下分别为从动量跟踪结果、主动量给定值和从动量随机干扰):

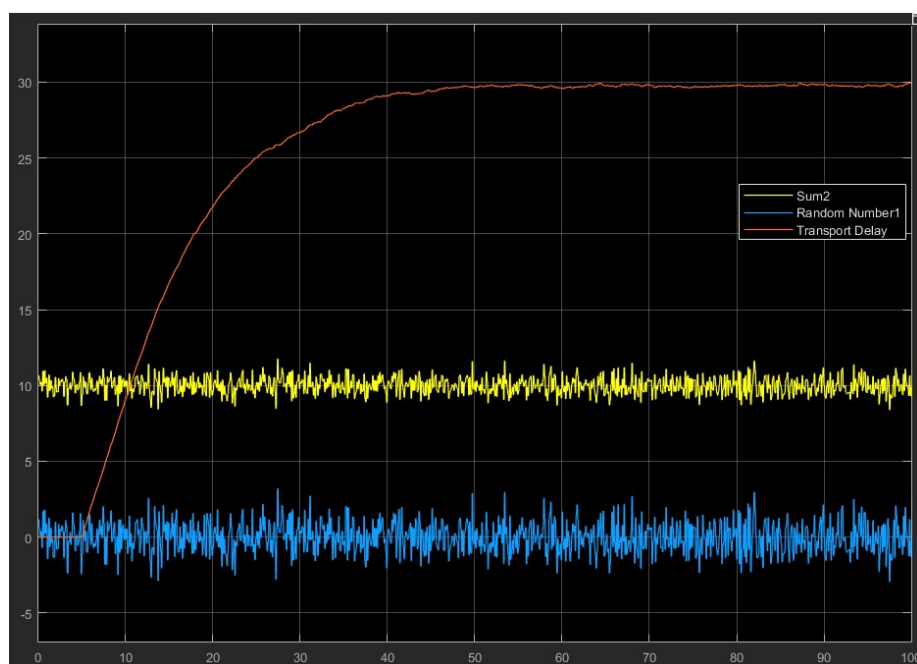


图 6 比值控制系统运行结果图

可见除初始时间延时外,从动量较好地跟随主动量变化而变化,并且基本维持比值 3,有效地克服了主动量和从动量的扰动。

讨论:

系统传递函数为 $G(s) = \frac{3}{15s+1}e^{-4s}$, 其他参数不变, 试对其进行单闭环比值控制系统仿真分析。

实验六 对角阵解耦控制仿真

一、实验目的

- 1、理解解耦控制的特点，掌握耦合系统解耦的方法。
- 2、掌握利用 Simulink 工具箱对采用解耦控制对系统的 PID 参数进行整定的方法。

二、实验设备

PC 计算机一台，安装 Matlab 6.0（以上版本）。

三、实验内容

纯原料量与含水量是影响混凝土快干性和强度的两个因素。系统输入控制量为纯原料量 (U_1) 和含水量 (U_2)，系统输出量为混凝土的快干性 (Y_1) 和强度 (Y_2)，采用对角阵解耦方法对该系统进行控制仿真。系统输入、输出之间的传递函数为：

$$\begin{pmatrix} Y_1(s) \\ Y_2(s) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{11}{7s+1} & \frac{0.5}{3s+1} \\ \frac{-3}{11s+1} & \frac{0.3}{5s+1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} U_1(s) \\ U_2(s) \end{pmatrix}$$

(1) 求系统相对增益以及系统耦合分析

由系统的传递函数矩阵得系统静态放大系数矩阵为：

$$\begin{pmatrix} k_{11} & k_{12} \\ k_{21} & k_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 11 & 0.5 \\ -3 & 0.3 \end{pmatrix}$$

即系统的第一放大系数矩阵为：

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} \\ p_{21} & p_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_{11} & k_{12} \\ k_{21} & k_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 11 & 0.5 \\ -3 & 0.3 \end{pmatrix}$$

系统的相对增益矩阵为： $\Lambda = P \cdot (P^{-1})^T = \begin{pmatrix} 0.69 & 0.31 \\ 0.31 & 0.69 \end{pmatrix}$ 。

由相对增益矩阵可以看出，控制系统输入、输出的配对选择是正确的；通道间存在较强的相互耦合，应对系统进行解耦分析。