

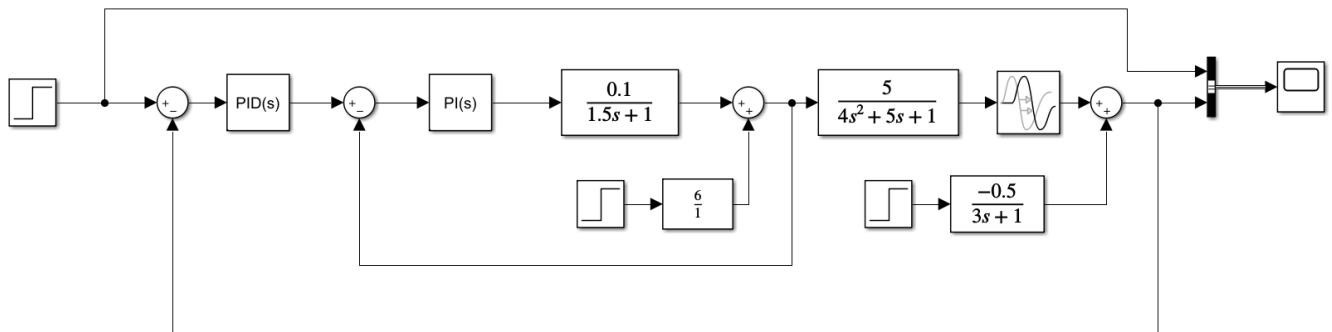


作业二：串级调节系统的设计：

使用 Simulink 对串级控制器进行设计与仿真，基本要求如下：

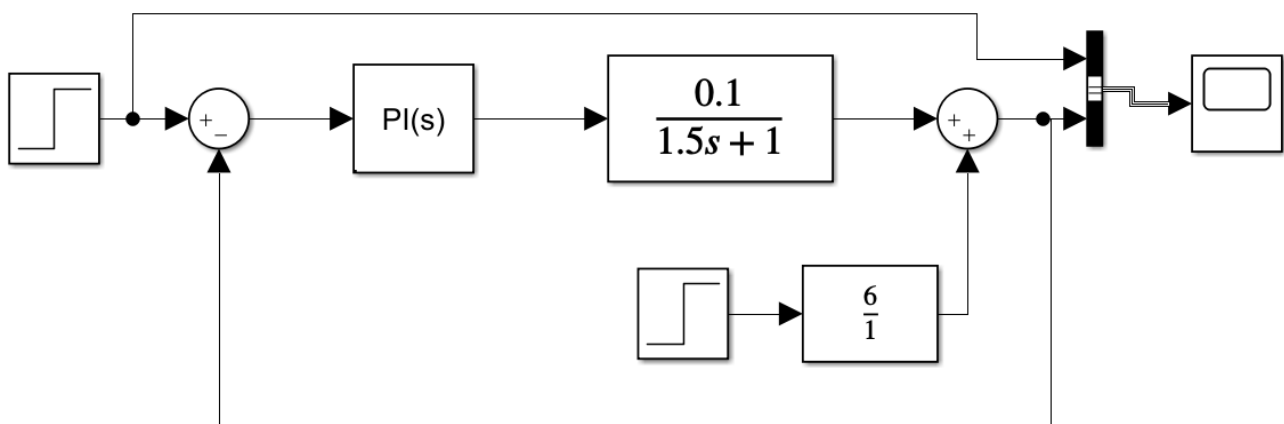
1. 主对象： $G_1(s) = \frac{5}{4s^2 + 5s + 1} e^{-4s}$ ，副对象： $G_2(s) = \frac{0.1}{1.5s + 1}$
2. 主要扰动： $D_1(s) = \frac{-0.5}{3s + 1}$ ，副回路扰动： $D_2(s) = 6$
3. 副控制器采用 PI 控制器，主控制器采用 PID 控制器。

首先，按照题目要求进行电路图的搭建与设计，搭建电路图如下所示：



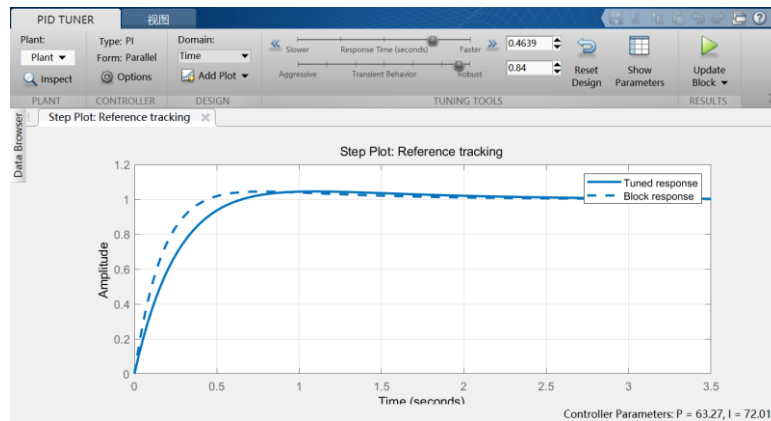
然后，进行参数的整定与设计：

根据串级调节系统的调节方法，优先整定副控制器，故而需先断开主回路，即副回路整定电路图如下所示：





使用 Simulink 的 PID 调参工具，进行调节如下图所示：

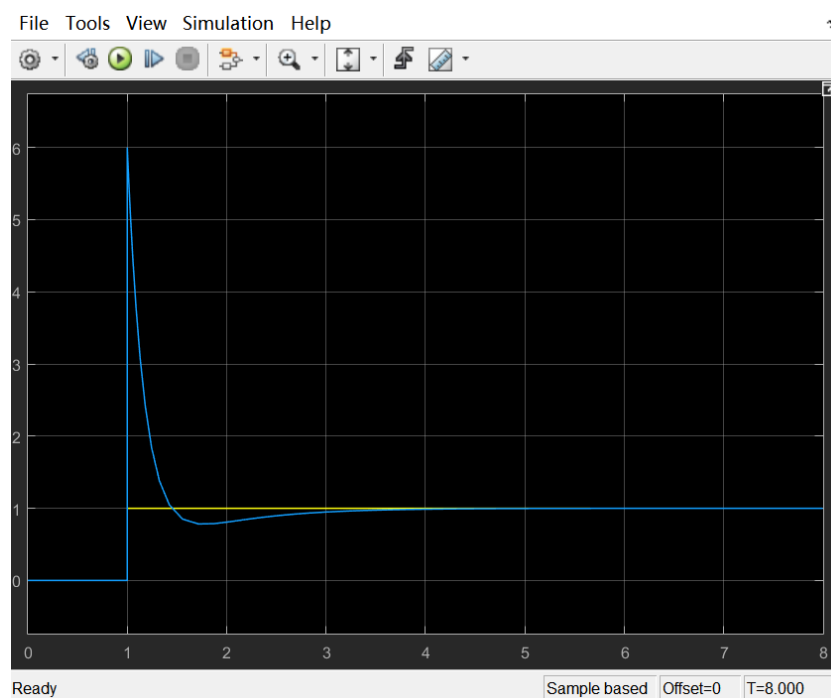


考虑副回路整定的快速性要求，我最终选用的 PI 参数如下所示：

其中具体参数如下：

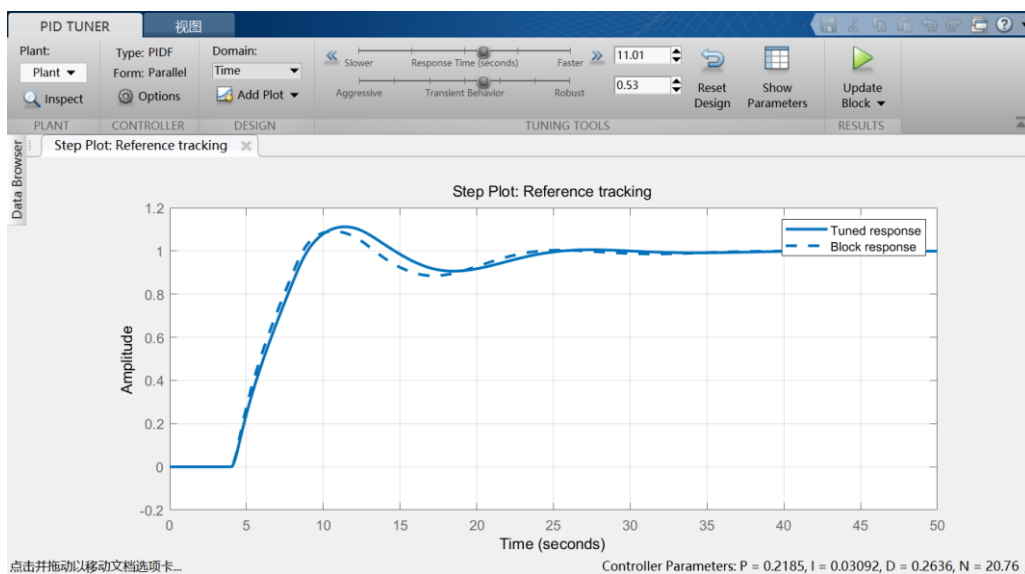
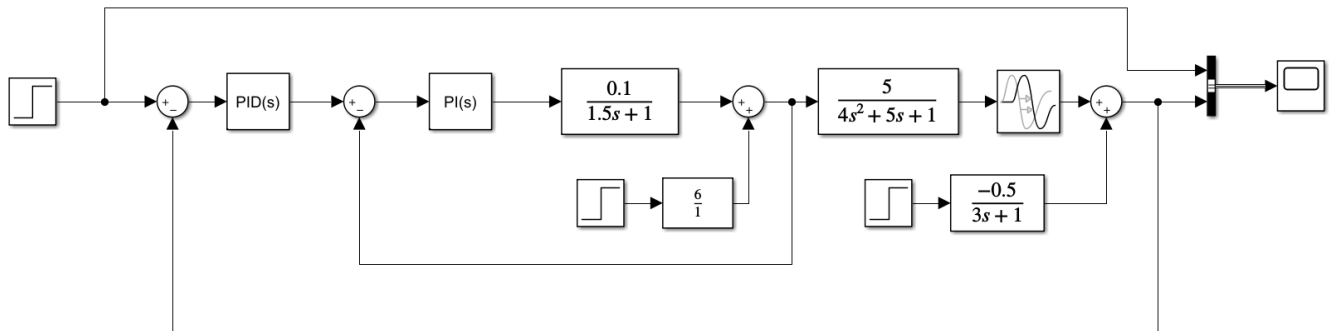
$$Kp_1 = 96.63 \quad Ki_1 = 120.66$$

整定效果图如下所示，可以看到控制器迅速达到稳定（起始时的大超调是由于扰动的干扰）





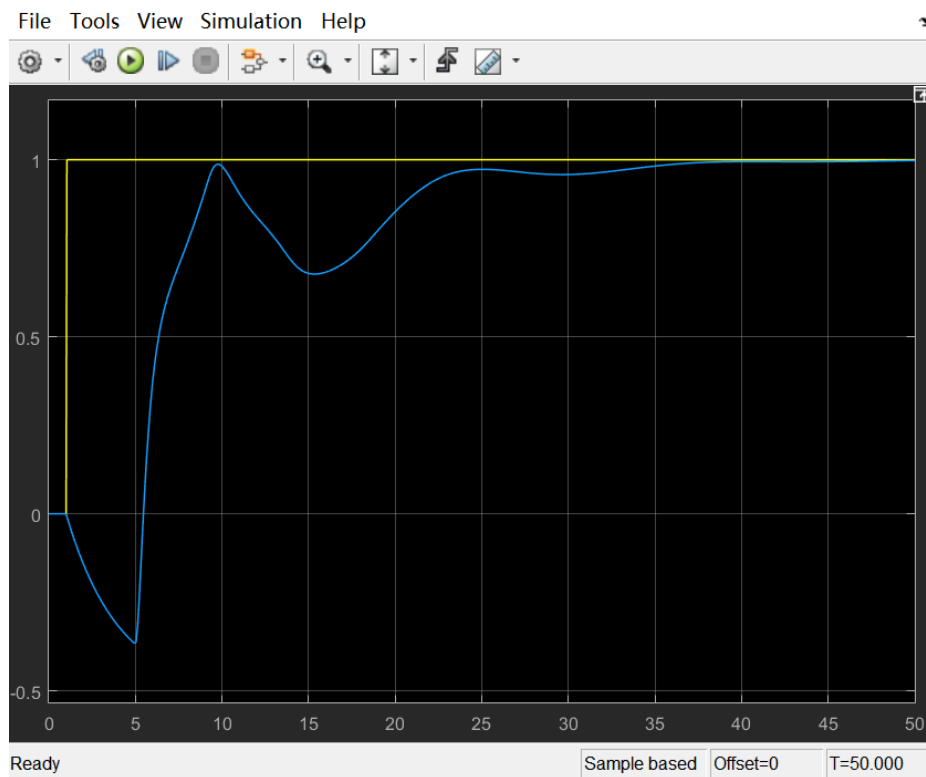
在完成副回路的参数整定后，回到主回路并对主控制器的 PID 参数进行整定与设计。



与之前的副回路整定方法类似，利用调参工具选择合适的参数，最终确定的 PID 参数如下所示：

$$Kp_2 = 0.22 \quad Ki_2 = 0.03 \quad Kd = 0.31$$

最终得到的效果图如下所示，系统基本可以在 40s 内达到稳定：



对系统的一些控制性能进行测量计算如下所示:

静差 $\delta = 0$

延迟时间 $t_d = 5.370s$

调整时间 (5%) $t_s = 28.766s$

上升时间 $t_s = 3.237s$

可以看到系统有较好的动态性能与稳态性能, 基本完成了设计要求。