

国家精品课程/ 国家精品资源共享课程/ 国家级精品教材

国家级十一(二)五规划教材/ 教育部自动化专业教学指导委员会牵头规划系列教材

控制系统仿真与CAD

第八章 PID控制器设计方法

最优PID控制器设计界面

Optimal PID Controller Design Interface



主讲：薛定宇教授



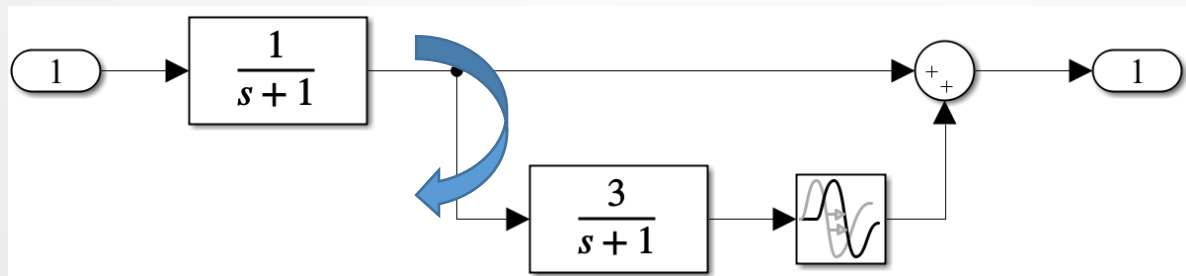
OptimPID: 最优PID控制器设计

- 为什么需要这样一个程序？
 - 现有程序很难处理复杂受控对象
 - 很难处理非线性
 - 没有切实可行的指标
- 我们编写了一个通用的PID控制器设计界面
 - 用Simulink描述受控对象（SISO，任意复杂）
 - 利用界面直接选择目标函数、控制器类型、最优优化方法、执行器饱和
 - 实现闭环系统的仿真与控制器再设计



受控对象模型的描述

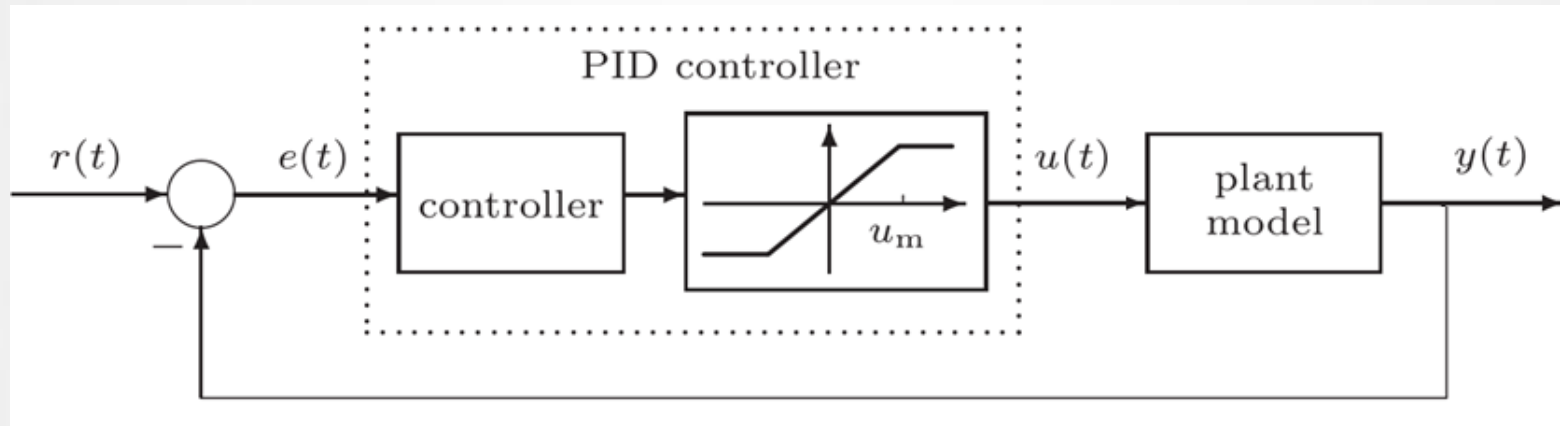
- 线性受控对象的预设模型 —— `mod_lti.mdl`
 - 需要提供 G , τ 两个变量
 - 只要是单变量LTI模型即可，连续、离散、带有内部延迟
- 非线性受控对象
 - 在输入端子与输出端子间的任意单变量Simulink模型





PID 控制系统的结构

➤ 典型问题 —— 闭环控制系统



➤ PID类控制器

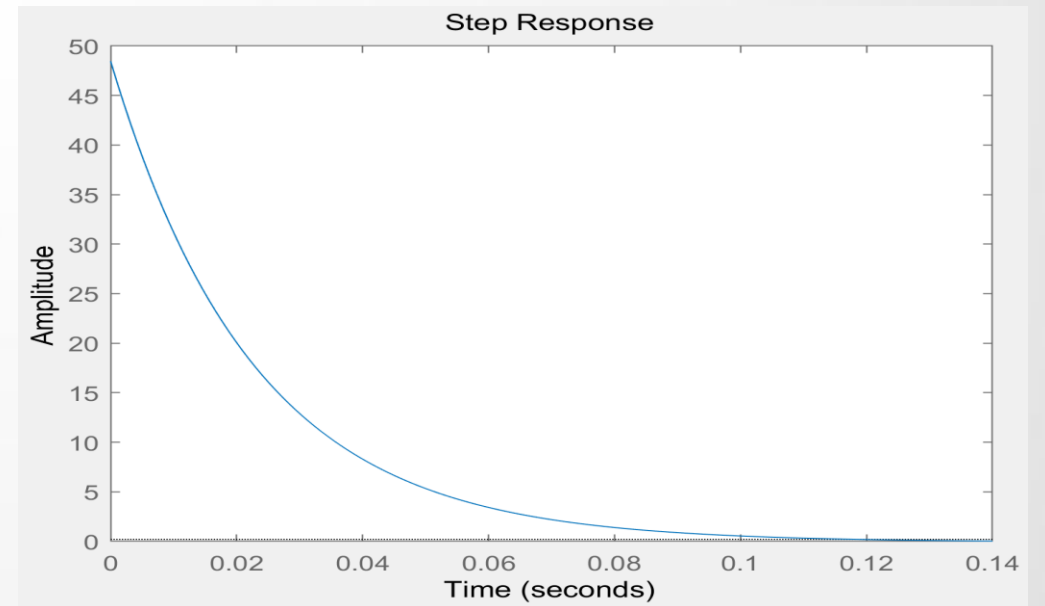
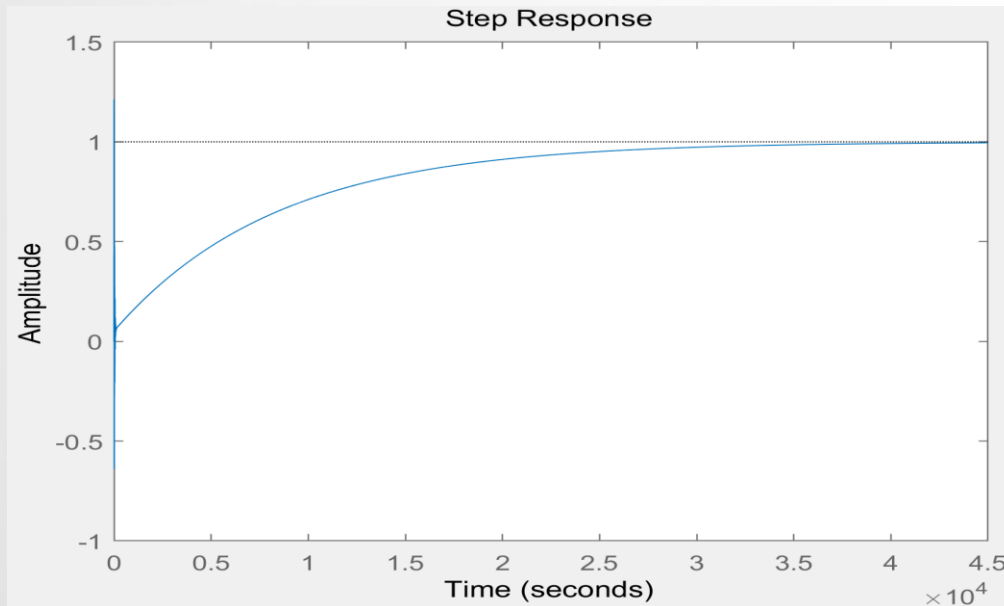
- 连续、离散；P，PI，PD，PID，抗积分饱和
- 可以带有饱和非线性



例8-6 不稳定受控对象的控制器设计

➤ 受控对象 $G(s) = \frac{s + 2}{s^4 + 8s^3 + 4s^2 - s + 0.4}$,

➤ 由pidtune直接设计的控制器





由OptimPID直接设计

➤ 线性模型参数输入

```
>> num=[1,2]; den=[1 8 4 -1 0.4];  
G=tf(num,den); tau=0;
```

➤ 控制器的驱动饱和 $|u(t)| < 5$

➤ 如何设计控制器

➤ 直接采用LTI模型的模板 mod_lti

➤ 选择终止仿真设计 $t_n = 10$

➤ 控制器类型、ITAE准则

The screenshot shows the 'PID Controller Optimizer' window with the following settings:

- Plant model name:** mod_1
- Terminate Time:** 10
- Controller Type:** PID Controller (selected), Continuous (radio button selected)
- Actuator Saturation:** Lower Limit: -inf, Upper Limit: inf
- Optimization Algorithm:** MATLAB Optimization (selected)
- Optimization Criterion:** ITAE Criterion (selected)
- Maximum overshoot at:** 3% (checkbox selected)
- Controller Parameters:** Tuned Controller, Lower Bounds, Upper Bounds (all empty)
- Staircase Waveform:** t vector: [0], y vector: [1], Simulation Range: 100, Hold (checkbox unselected)
- Buttons:** Create File, Show Plant, Show File, Optimize, Refresh, Simulation, Tutorial, Exit
- Checkboxes:** Loop in optimization Tol= 1e-3 (checked)



例8-7 复杂 LTI 对象

➤ 复杂受控对象

$$G(s) = \frac{1 + \frac{3e^{-s}}{s+1}}{s+1}$$

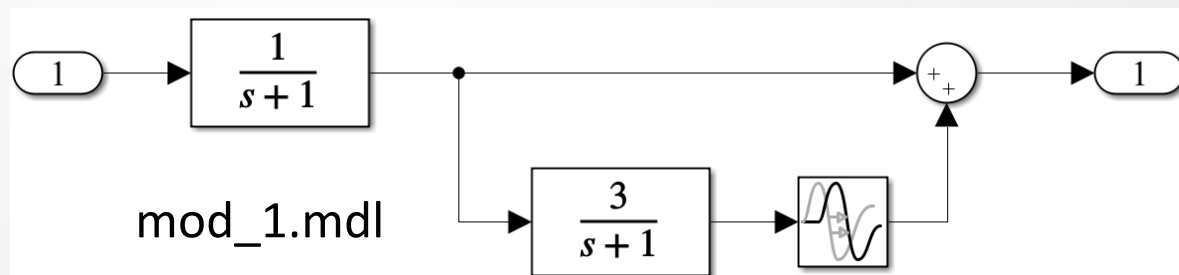
➤ OptimPID设计

➤ 线性受控对象使用 mod_lti.mdl



```
>> s=tf('s'); G1=3/(s+1); G1.ioDelay=1;  
G=(1+G1)/(s+1); tau=0;
```

➤ 非线性受控对象



➤ 选择大的终止时间：40



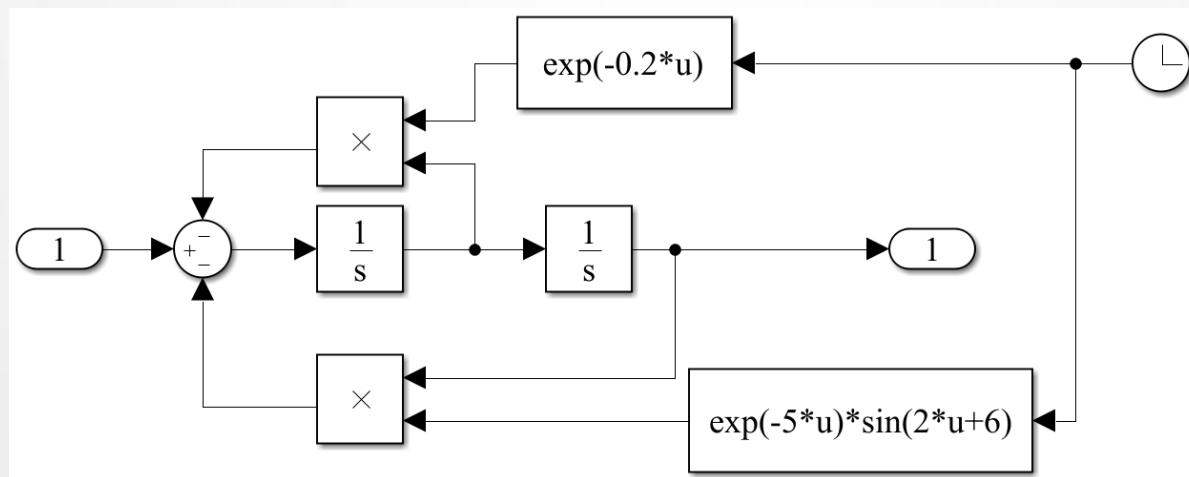
例8-15 时变系统控制

➤ 时变受控对象模型

$$\ddot{y}(t) + e^{-0.2t}\dot{y}(t) + e^{-5t}\sin(2t + 6)y(t) = u(t)$$

➤ 驱动饱和 , $|u(t)| < 2, t_n = 20$

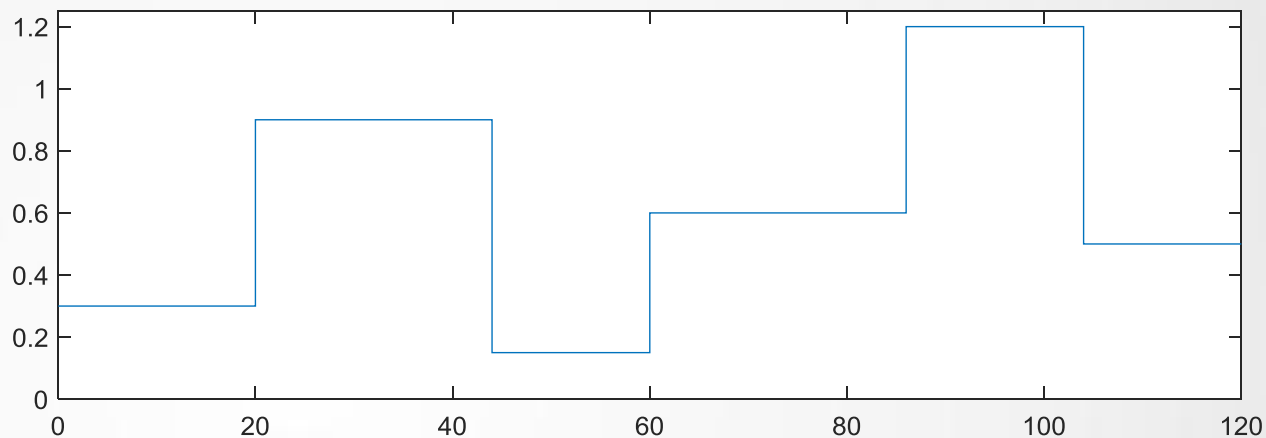
➤ 受控对象的Simulink建模 : mod_3.mdl





系统的阶梯信号响应

➤ 自定义阶梯信号



➤ 阶梯信号的输入



`[0,20,44,60,86,104]`



`[0.3,0.9,0.15,0.6,1.2,0.5]`



最优**PID**控制器设计小结

- 介绍了最优PID控制器设计的思路
- 给出了OptimPID程序的介绍，并通过例子演示了控制器设计与仿真方法
 - 一般线性系统
 - 驱动饱和的引入
 - 时变受控对象的控制与设计

