

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

第六章 非线性系统的建模与仿真

控制系统的Simulink建模举例 (下)

Simulink Modeling Examples of Control Systems (III)



主讲：薛定宇教授



例6-9 切换系统的仿真

- 状态方程（自治系统） $\dot{x} = A_i x, x_1(0) = x_2(0) = 5$

$$A_1 = \begin{bmatrix} 0.1 & -1 \\ 2 & 0.1 \end{bmatrix}, \quad A_2 = \begin{bmatrix} 0.1 & -2 \\ 1 & 0.1 \end{bmatrix}$$

- 不稳定矩阵，切换条件

- II、IV象限： $x_1 x_2 < 0 \rightarrow A_1$

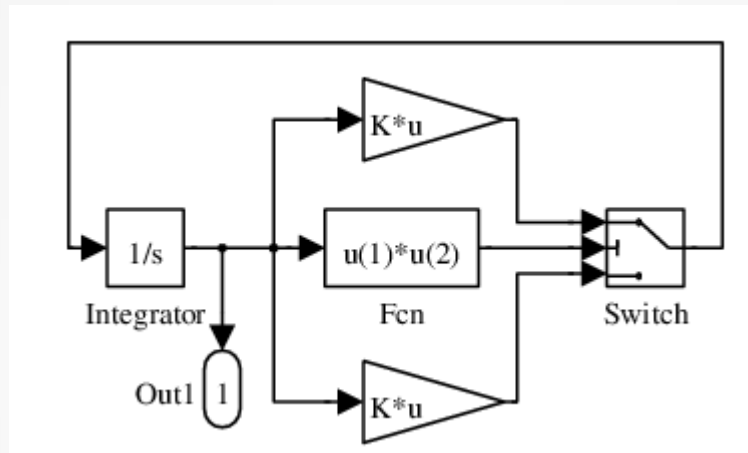
- I、III象限： $x_1 x_2 \geq 0 \rightarrow A_2$

- Simulink模型：c6mswi1.mdl——矩阵自动调入



Simulink建模方法

➤ 过零检测



➤ 相平面图



```
>> plot(tout,yout),
```



```
>> plot(yout(:,1),yout(:,2))
```

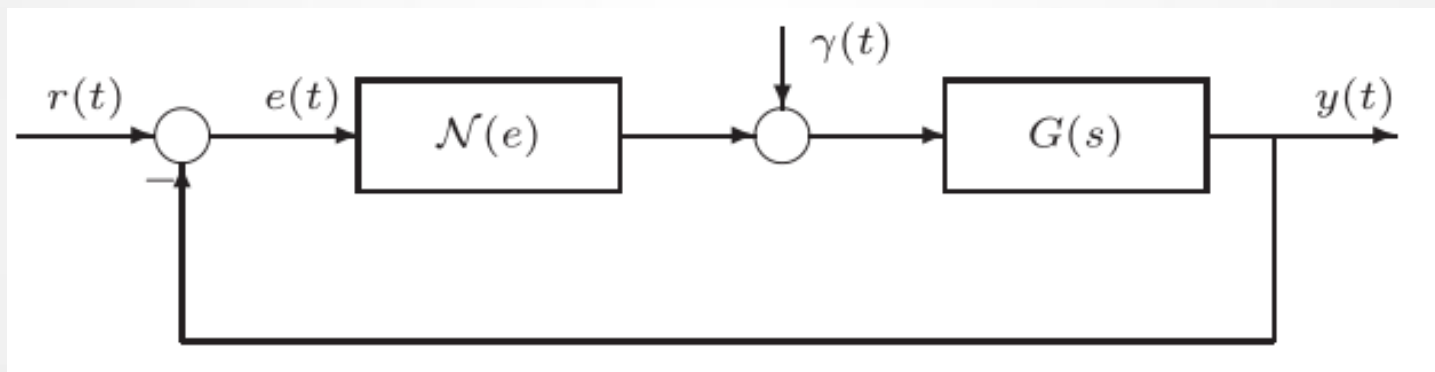
➤ 切换系统稳定



例6-10 随机输入系统的建模与仿真

➤ 非线性系统

$$G(s) = \frac{s^3 + 7s^2 + 24s + 24}{s^4 + 10s^3 + 35s^2 + 50s + 24}, \mathcal{N}(e) = \begin{cases} 2\text{sign}(e), & |e| > 1 \\ 2e, & |e| \leq 1 \end{cases}$$



➤ 所需模块

➤ 白噪声输入：Band-limited White Noise



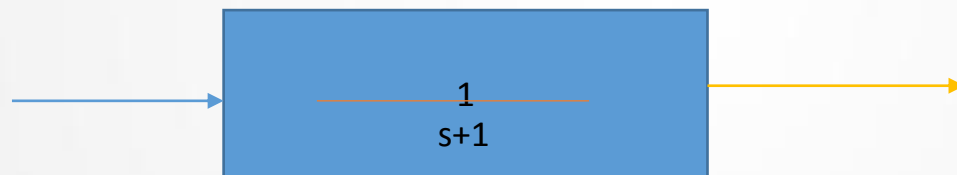
随机系统仿真的复杂性

➤ 以往很多文献中仿真方法都是错的！

➤ 随机数模块去激励连续模型存在问题，强度不足

$$u_1 = \frac{u}{\sqrt{\Delta T}}$$

➤ 检验



➤ 必须采用随机过程模拟信号激励

➤ Ornstein-Uhlenbeck随机过程

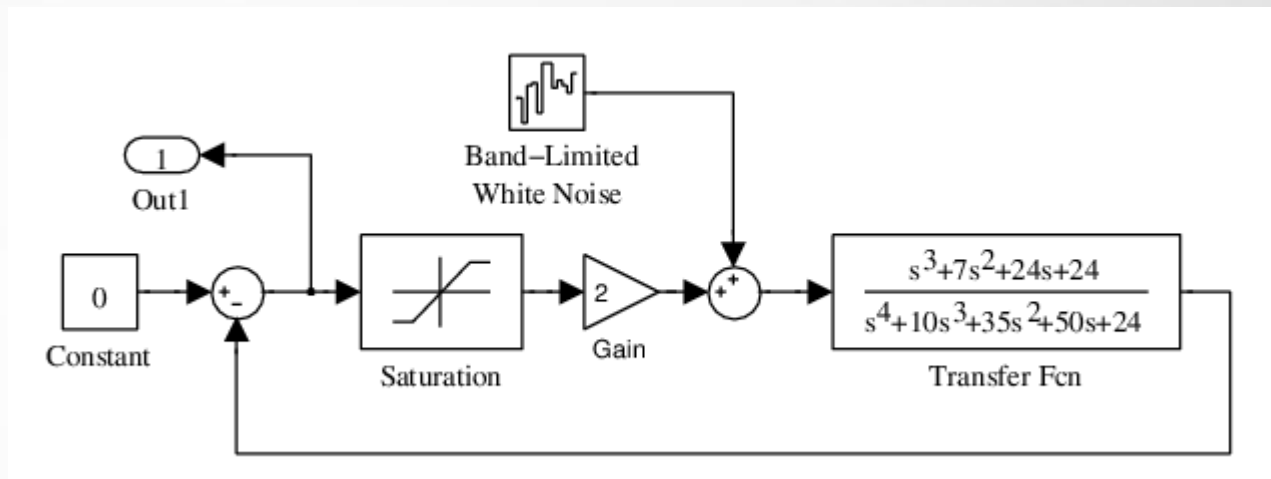
➤ Band Ltd White Noise



Simulink 仿真模型

➤ 仿真模型

➤ 模型名：c6mnlrsys.mdl



➤ 概率密度绘制



```
>> plot(tout(end-500:end),yout(end-500:end))  
c=linspace(-2,2,20); y1=hist(yout,c);
```



```
>> bar(c,y1/(length(tout)*(c(2)-c(1))))
```



控制系统建模仿真小节

- 介绍了不同系统结构的Simulink建模方法
- 对线性系统模块建议采用LTI模块
- 尤其指出了随机输入信号传统仿真方法的错误

