

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

静态非线性环节

Static Nonlinear Elements Modeling



主讲：薛定宇教授



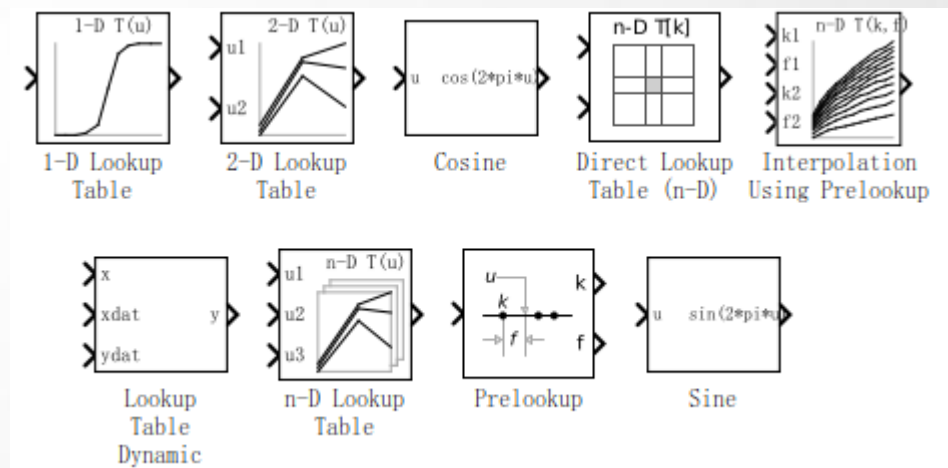
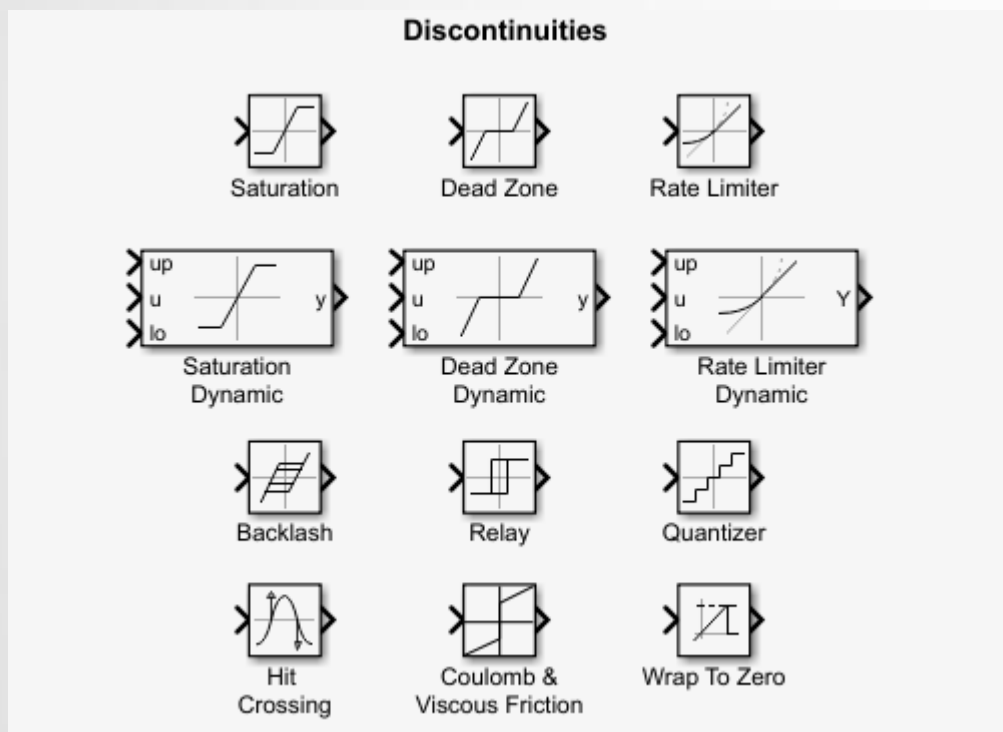
一般非线性系统仿真

- MATLAB控制系统工具箱直接用于线性时不变系统的分析与仿真
- 时变系统需要Simulink建模
- 现有非线性模块集的不足
- 一般静态非线性环节的建模
 - 单值非线性与多值非线性
 - 记忆非线性环节



现有非线性模块库

➤ Discontinuity模块组——模块有限难以描述任意非线性





一般静态非线性特性的建模

➤ 静态非线性： $y = f(u)$

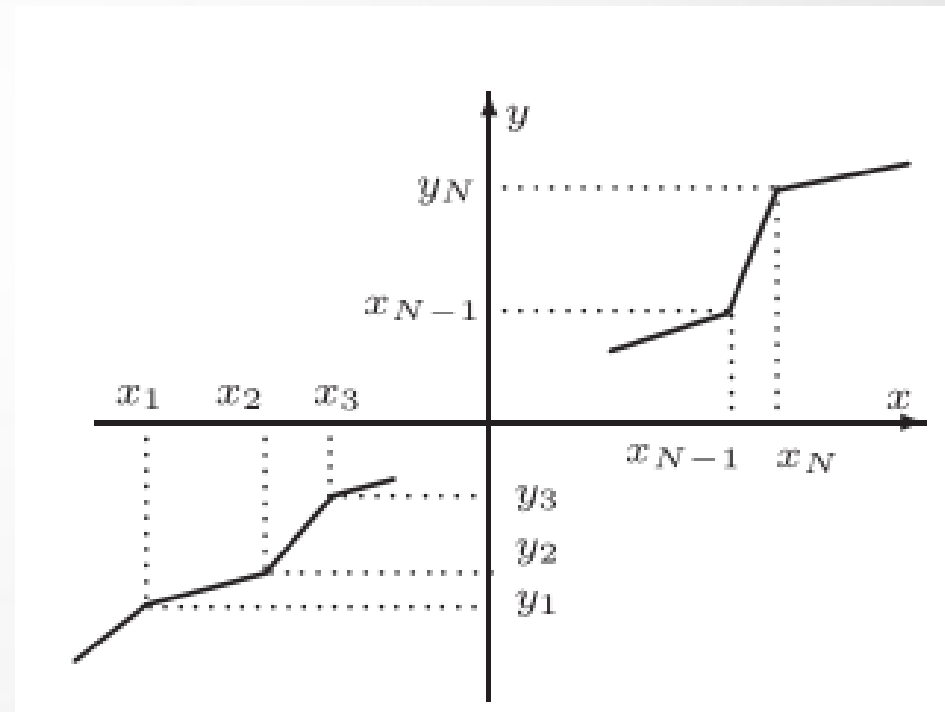
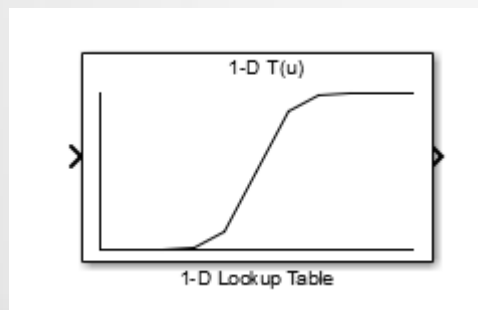
➤ 单值非线性环节

➤ 转折点

$xx = [x_0, x_1, x_2, \dots, x_N, x_{N+1}]$;

$yy = [y_0, y_1, y_2, \dots, y_N, y_{N+1}]$;

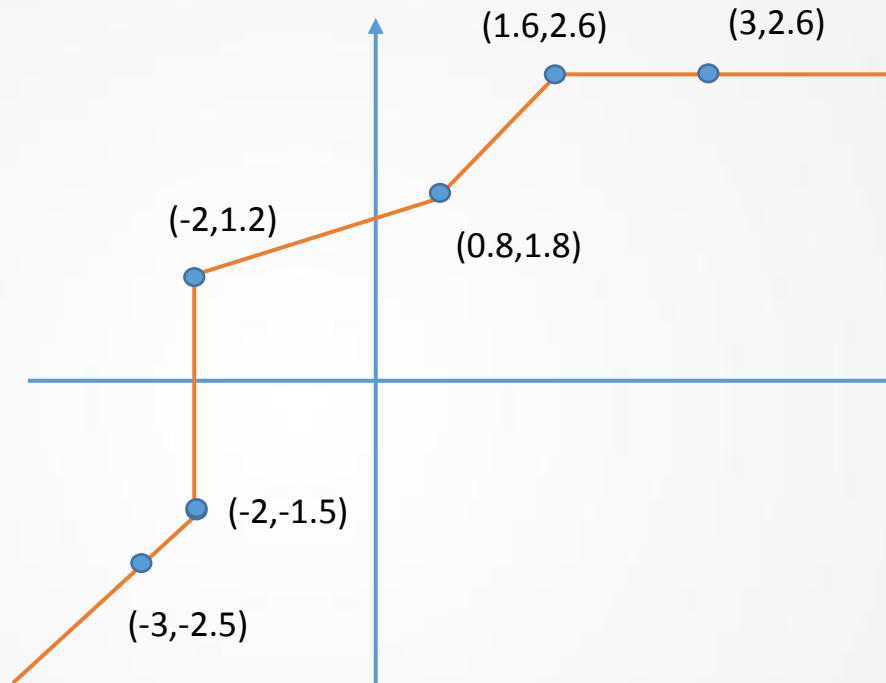
➤ 一维查表模块





例6-10 单值非线性环节的建模

- 单值非线性
 - 找出转折点



- 利用查表包括实现
- 如何处理直上直下的那条线

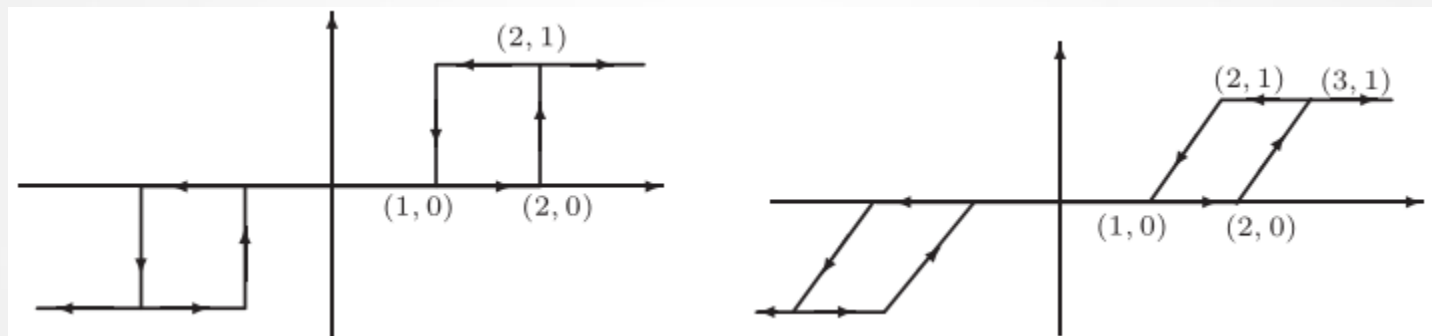


```
>> xx=[-3,-2,-2+eps,0.8,1.6,3]; yy=[-2.5 -1.5 1.2 1.8 2.6 2.6];
```



多值非线性环节建模

- 多值非线性在实际系统中存在——磁滞
- 双值非线性举例

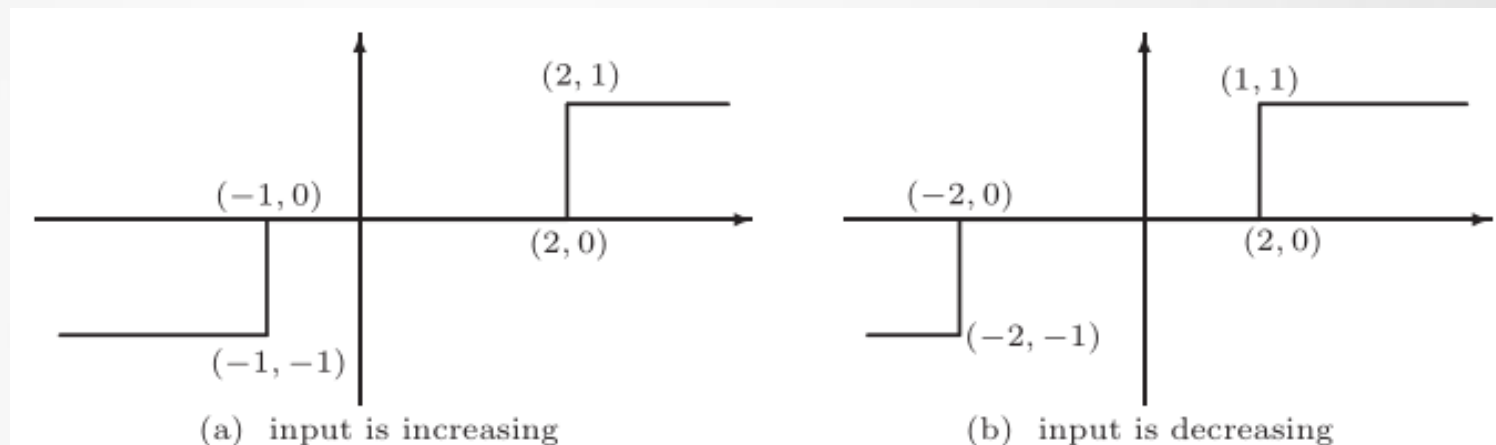
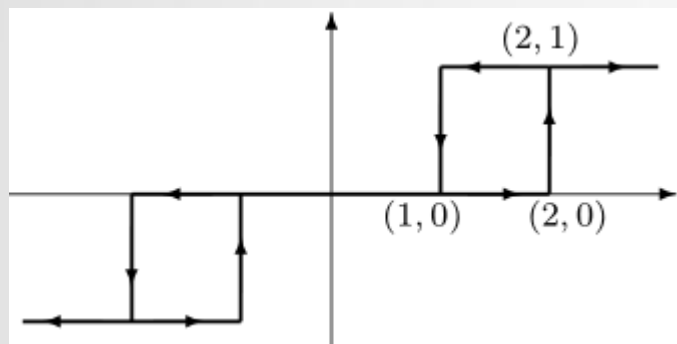


- 如何表示？想法：
 - 分成两个单值非线性
 - 识别输入信号上升或下降：开关、比较



例6-11 多值非线性的实现

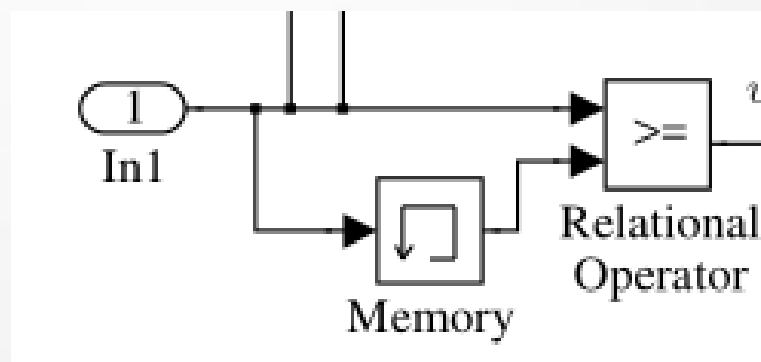
➤ 分解成两个单值非线性



➤ 判定输入信号的增减

➤ 得出前一步信号值

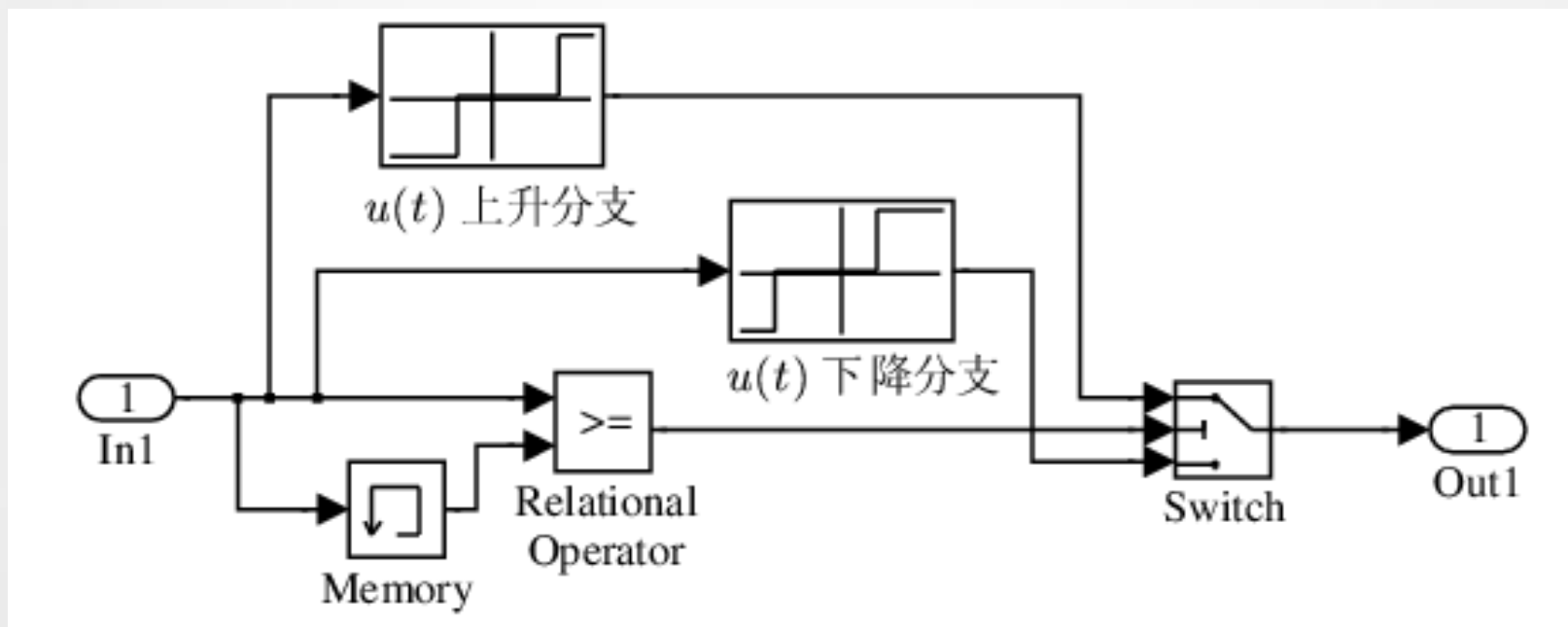
➤ 和当前值比较





Simulink如何实现？

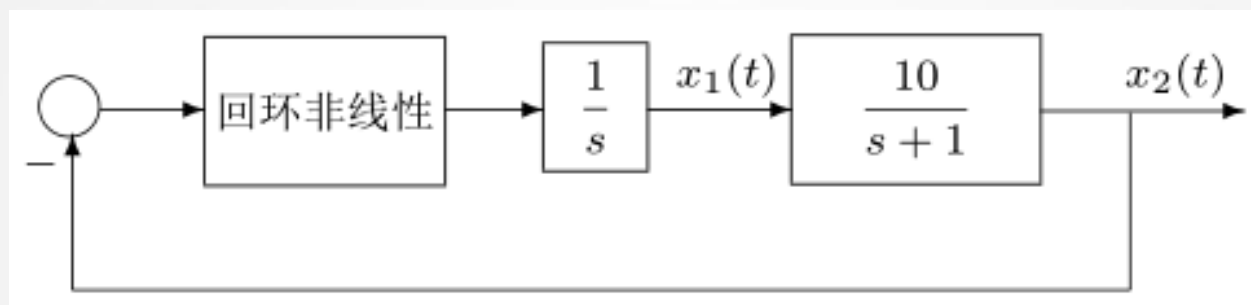
➤ Simulink实现模型



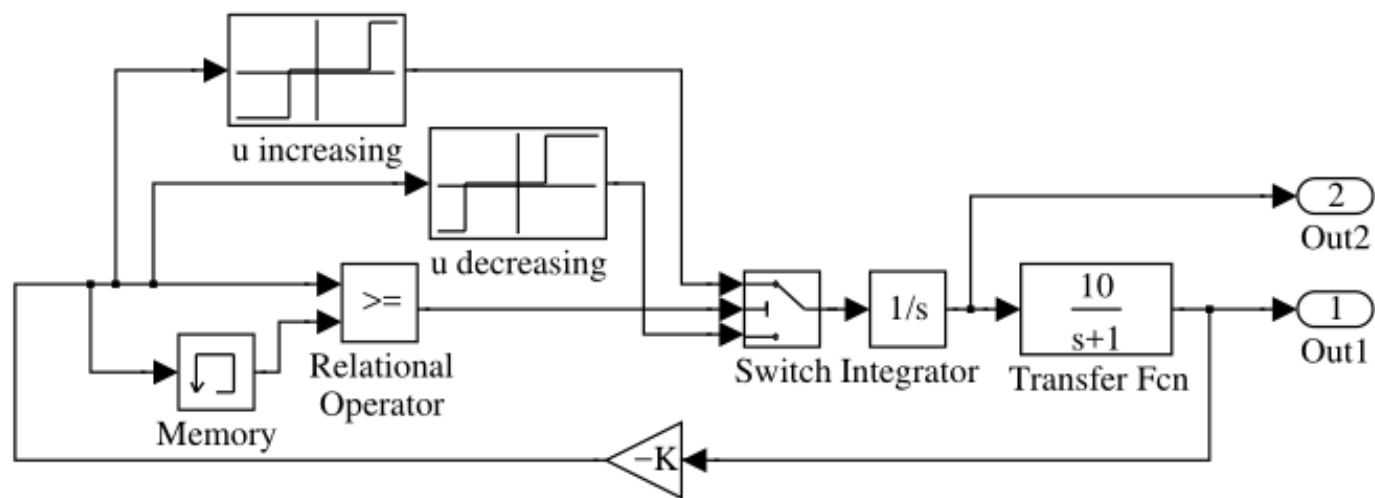


例6-12 非线性系统的极限环

➤ 闭环系统模型



➤ Simulink模型





闭环系统的仿真研究与极限环绘制

➤ Simulink模型名 c6mlimcy.mdl

➤ 非线性系统的仿真

➤ 直接仿真

➤ 终止仿真时间为40



```
>> [t,x,y]=sim('c6mlimcy',40); plot(t,y)
```

➤ 极限环绘制



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



非线性模块与系统小结

- Simulink现有的非线性模块有限，需要扩展
- 单值非线性可以直接查表实现
 - 找出转折点，生成 x, y 向量赋给查表模块
 - 直上直下的线如何处理？
- 多值非线性需要拆分成单值的分支
 - 判定信号在上升还是在下降——Memory模块
 - 比较模块、开关模块
- 非线性系统仿真实例——极限环的绘制

