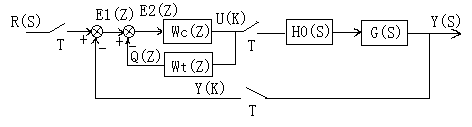
# 实验二 Smith预估控制实验

Smith预估控制系统如图所示

对象

其中，，，采用数字控制规律。

### 2.对象扰动实验

画出时，曲线。

首先，设

对进行变换，取采样时间

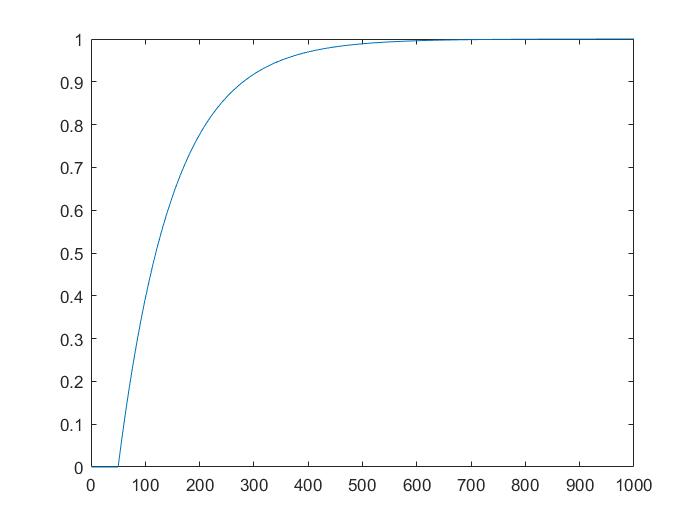
所以我们得到，

对上式进行的反变换，

代入数据，

用进行模拟，代码如下

clear all;  
K = 1;  
T1 = 10;  
tor = 5;  
u0 = 1;  
T = 0.1;  
N = tor/T;  
a1 = exp(-T/T1);  
b1 = K\*(1 - exp(-T/T1));  
time = 1000;  
t = 1:1:time;  
y = zeros(1,time);  
  
for k = 2:1:time  
 if k > N  
 y(k) = b1\*u0 + a1\*y(k-1);  
 else  
 y(k) = a1\*y(k-1);  
 end  
end  
plot(t,y);



### 3. 预估控制

（1） 构造，求出

根据构造为

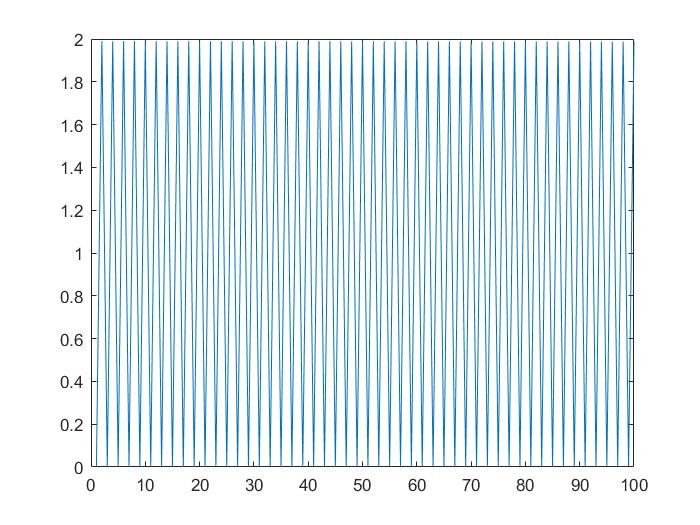
对以上两式进行差分，

(2) 整定

按照临界比例带法整定， 去掉延迟项

代码如下所示，

clear all;  
Kp = 200;  
time = 100;  
e = zeros(1,time);  
y = zeros(1,time);  
u = zeros(1,time);  
r = 1;  
  
for k = 2:1:time  
 e(k) = r - y(k-1);  
 u(k) = u(k-1)+Kp\*(e(k)-e(k-1));  
 y(k) = exp(-0.01)\*y(k-1)+(1-exp(-0.01))\*u(k);  
end  
t = 1:1:time;  
plot(t,y);



在，时发生振荡，按照临界震荡对整定

（3）按图仿真，并打印曲线。

已知控制器

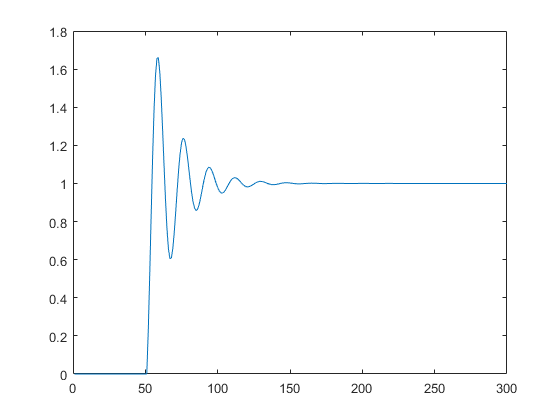
对上式进行差分变换，得

对象差分传递方程，

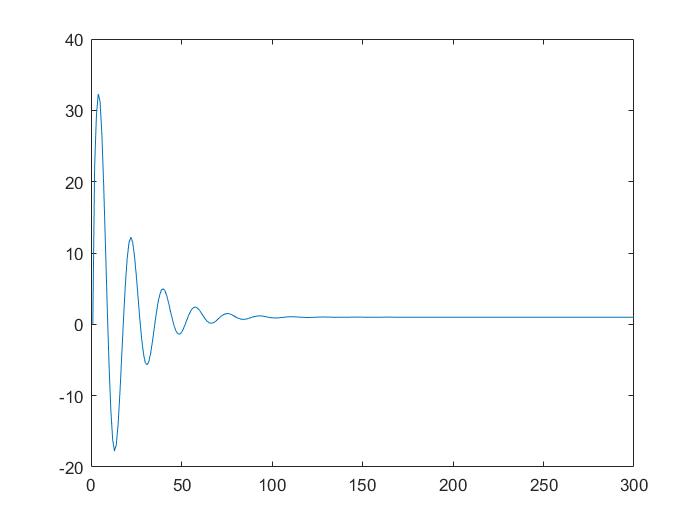
控制差分传递方程，

代码如下所示，

clear all;  
Kp = 10.01;  
Ti = 0.83;  
Ki = Kp/Ti;  
T = 0.1;  
tot = 5;  
T1 = 10;  
K = 1;  
a1 = exp(-T/T1);  
b1 = K\*(1 - exp(-T/T1));  
r = 1;  
time = 300;  
e1 = zeros(1,time);  
e2 = zeros(1,time);  
u = zeros(1,time);  
y = zeros(1,time);  
Cm = zeros(1,time);  
q = zeros(1,time);  
for k = 2:1:time  
 e1(k) = r - y(k-1);  
 Cm(k) = a1\*Cm(k-1)+b1\*u(k-1);  
 if k>tot/T  
 q(k) = Cm(k) - Cm(k-tot/T);  
 else  
 q(k) = Cm(k);  
 end  
 e2(k) = e1(k) - q(k);  
 u(k) = u(k-1) + Kp\*(e2(k) - e2(k-1)) +Ki\*e2(k);  
 if k>tot/T  
 y(k) = b1\*u(k-tot/T)+a1\*y(k-1);  
 else  
 y(k) = a1\*y(k-1);  
 end  
end  
t = 1:1:time;  
plot(t,y);



控制器输出

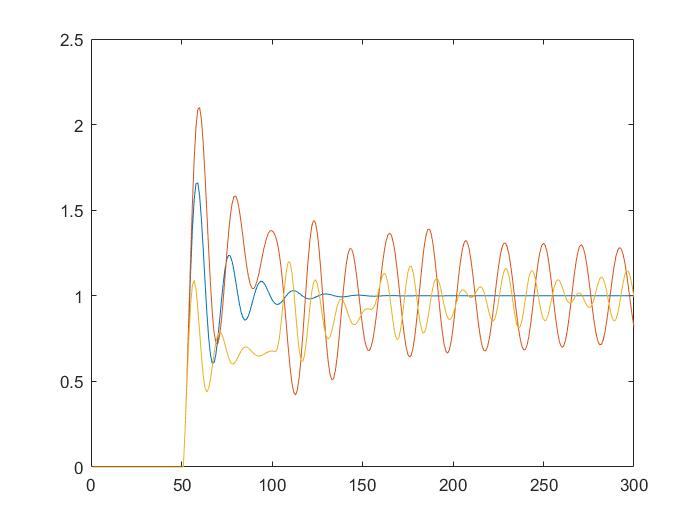


分析:纯迟延使闭环系统的稳定性下降，当T比较大时，对象反应慢，易引起超调和振荡，常规控制器很难有很好的控制效果。对比未加PI调节器和Smith预估器情况下对象的阶跃响应曲线，可以看出，Smith预估器的存在使得系统的响应速度大大改善。

（4）改变中，（对象不变），进行仿真比较，观察它们对调节过程的影响。

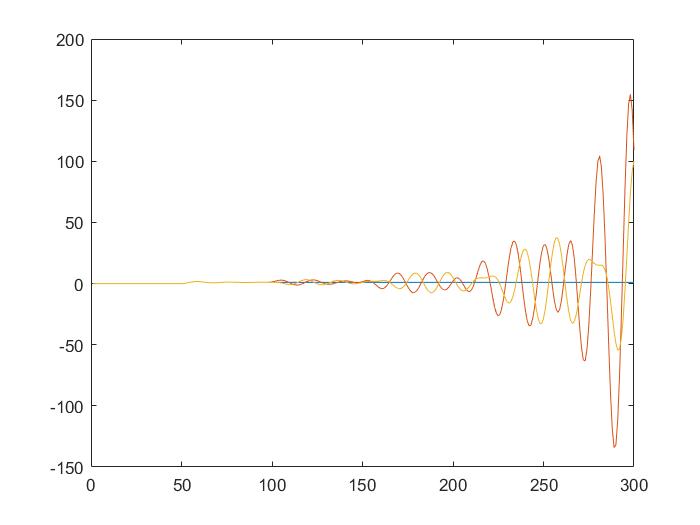
保持不变，分别取、、，观察对象响应曲线的变化。

**蓝色曲线**为、**红色曲线**为、**黄色曲线**为



保持不变，分别取、、,观察对象响应曲线的变化。

**蓝色曲线**为、**红色曲线**为、**黄色曲线**为



代码如下所示，

clear all;  
Kp = 10.01;  
Ti = 0.83;  
Ki = Kp/Ti;  
T = 0.1;  
tot = 5;  
tot1 = 5.5;  
T1 = 10;  
K = 1;  
K1 = 1;  
a1 = exp(-T/T1);  
b1 = K\*(1 - exp(-T/T1));  
b2 = K1\*(1 - exp(-T/T1));  
r = 1;  
time = 300;  
e1 = zeros(1,time);  
e2 = zeros(1,time);  
u = zeros(1,time);  
y = zeros(1,time);  
Cm = zeros(1,time);  
q = zeros(1,time);  
  
for k = 2:1:time  
 e1(k) = r - y(k-1);  
 Cm(k) = a1\*Cm(k-1)+b2\*u(k-1);  
 if k>tot1/T  
 q(k) = Cm(k) - Cm(k-tot1/T);  
 else  
 q(k) = Cm(k);  
 end  
 e2(k) = e1(k) - q(k);  
 u(k) = u(k-1) + Kp\*(e2(k) - e2(k-1)) +Ki\*e2(k);  
 if k>tot/T  
 y(k) = b1\*u(k-tot/T)+a1\*y(k-1);  
 else  
 y(k) = a1\*y(k-1);  
 end  
end  
  
t = 1:1:time;  
plot(t,y);  
hold on;

分析:由图像我们可以直观地看出，改变Smith预估器中的参数K和τ后，仅很小的变化如K从1.0变成0.8和1.5, τ从5.0变成4.5和4.8，均会使系统产生振荡，变得不稳定。由此可见，Smith补偿器对过程动态特性的精确度要求很高，参数选择稍有不恰当，均无法达到好的调节效果。

