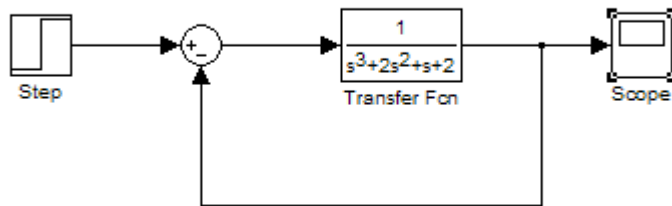


## 一、线性系统 Simulink 仿真应用

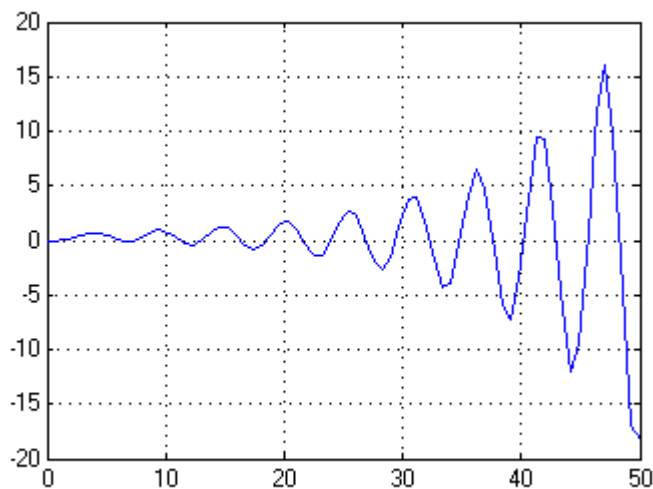
1. 请分析下面传递函数模型阶跃响应。

$$G(s) = \frac{1}{s^3 + 2s^2 + s + 2}$$

利用 Simulink 建模，建立系统仿真模型如下：



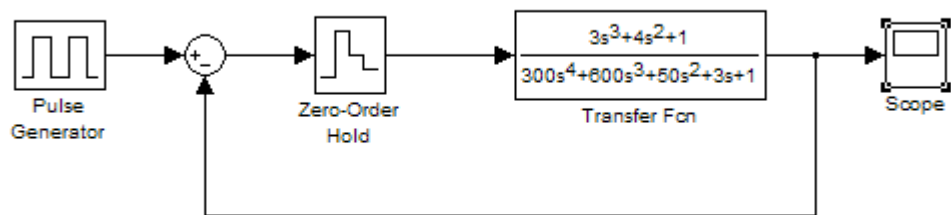
单击启动仿真按钮，双击示波器得到系统的阶跃响应如下：



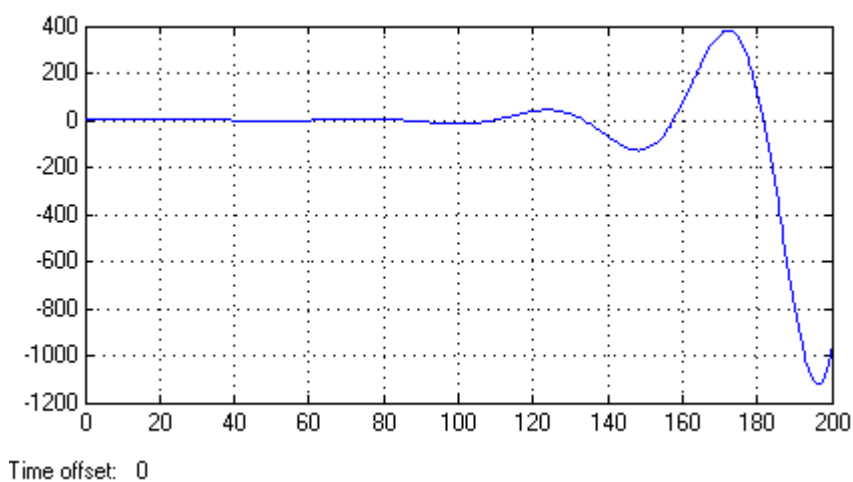
2. 请分析下面离散系统的脉冲响应。

$$G(s) = \frac{3s^3 + 4s^2 + 1}{s^2(300s^2 + 600s + 50) + 3s + 1}$$

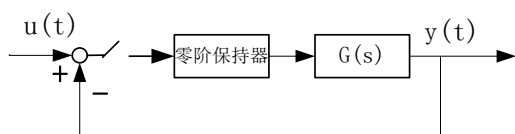
利用 Simulink 建模，建立系统仿真模型如下：



单击启动仿真按钮，双击示波器得到系统的脉冲响应如下：

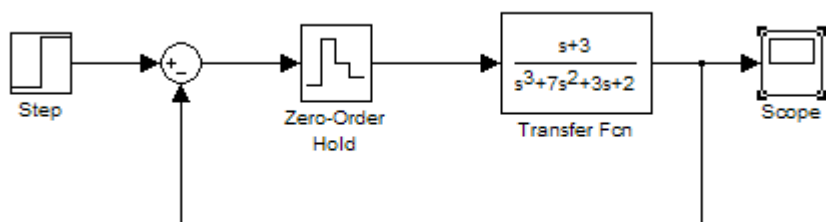


### 3. 对离散采样系统进行分析，并求出其阶跃响应。

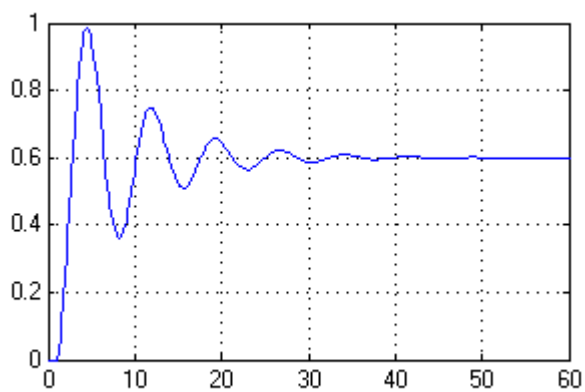


$$\text{其中: } G(s) = \frac{s+3}{s^3+7s^2+3s+2}$$

利用 Simulink 建模，建立系统仿真模型如下：



单击启动仿真按钮，双击示波器得到系统的阶跃响应如下：

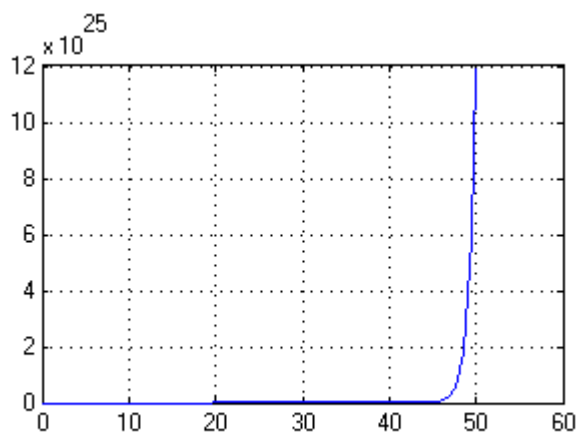
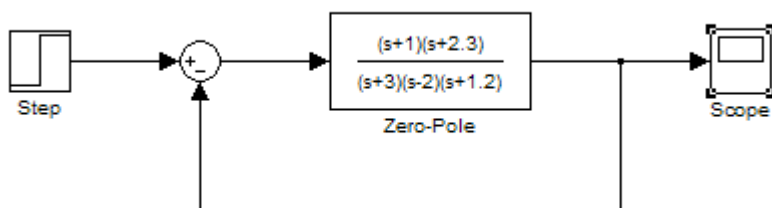


Time offset: 0

#### 4. 设计控制器，使得下列系统稳定。

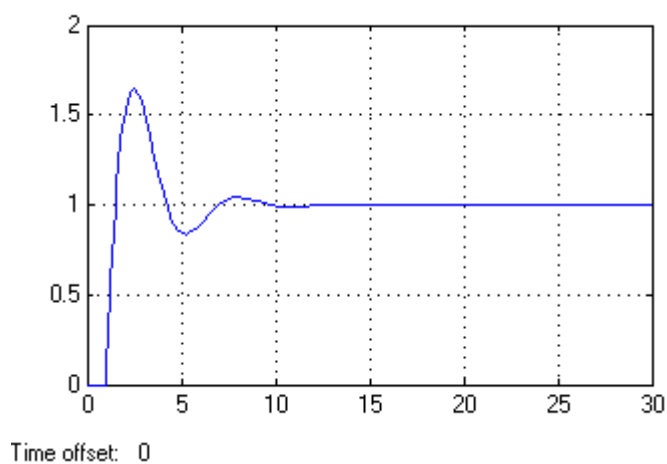
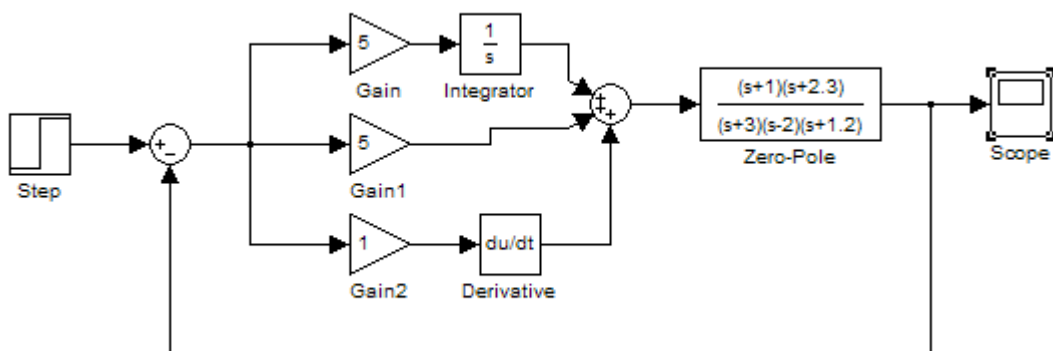
$$G(s) = \frac{(s+1)(s+2.3)}{(s+3)(s-2)(s+1.2)}$$

利用 Simulink 建模，未连入控制器时，仿真模型和响应如下：



Time offset: 0

利用 Simulink 建模，设计控制器：



从响应输出图形可以看出，连入控制器后系统稳定，性能明显提高。

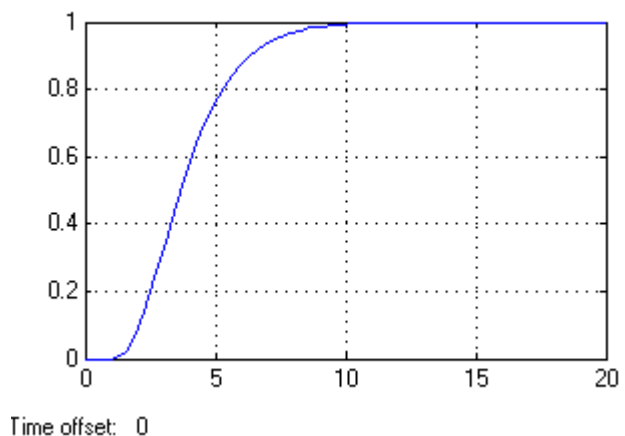
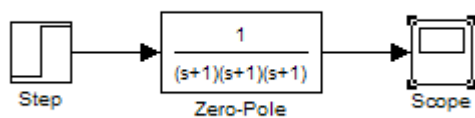
## 二、基于 MATLAB 的 PID 控制器设计

设计题目：

1. 应用 Ziegler — Nichols 算法设计 PID 控制器，实现系统的闭环稳定，并比较对各个系统的控制效果。

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

未连入 PID 控制器时的系统仿真及其性能指标如下：



可见，未调节时的系统性能有待提高，需设计 PID 控制器连入。

输入：

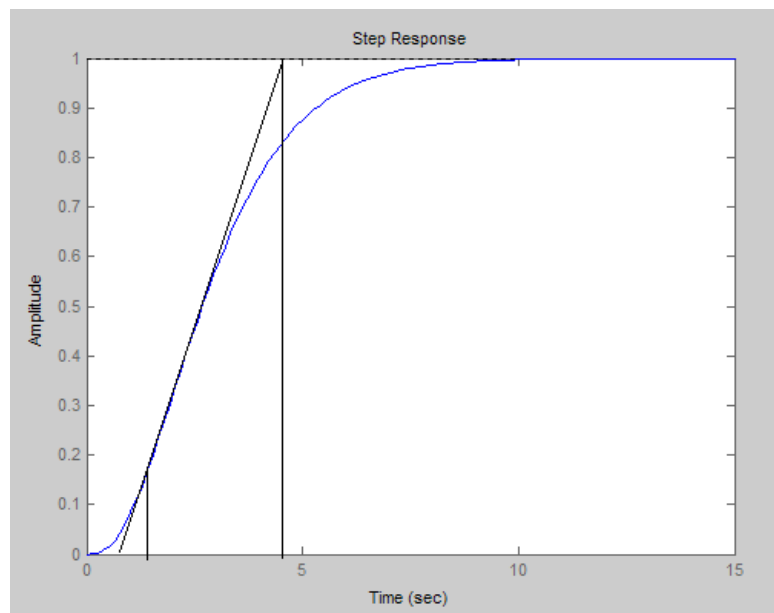
```
>> num=1;
    den=conv( [1,1],conv( [1,1],[1,1] ));
    Step(num,den);
    K=dcgain (num,den)
```

得出：

K=1

根据图形，得出：

L=1.86     T=4.4



利用自定义的 Ziegler\_std 函数求出  $K_p$ 、 $T_i$ 、 $T_d$

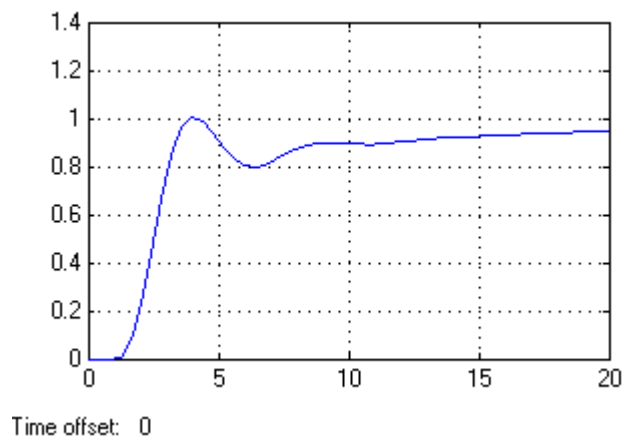
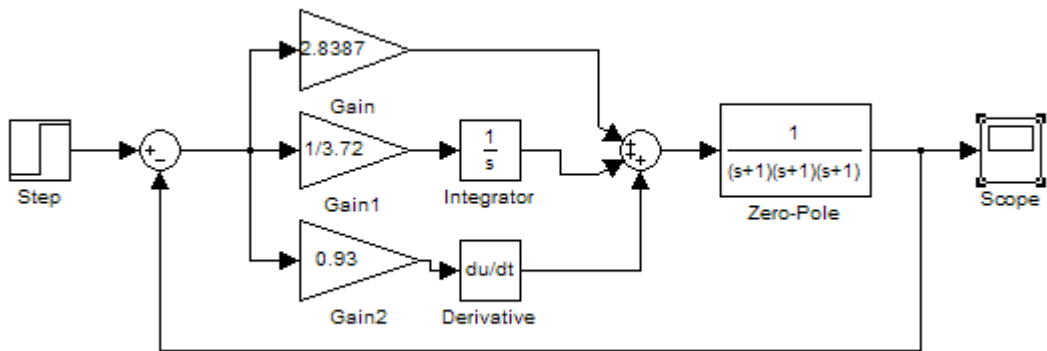
输入：

```
>> K=1;
    L=1.86;
    T=4.4;
    [num,den,Kp,Ti,Td]=Ziegler_std (3,[K,L,T])
```

得出：

```
num =
    2.6400    2.8387    1.5262
den =
    1    0
Kp=2.8387
Ti=3.7200
Td=0.9300
```

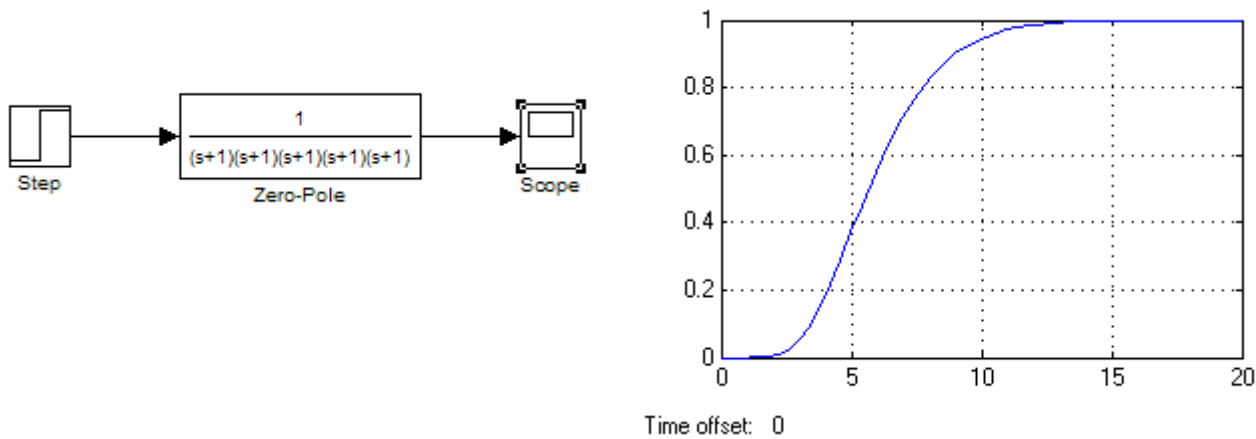
根据得出的  $K_p$ 、 $T_i$ 、 $T_d$  值，设计 PID 控制器，并利用 Simulink 仿真建模。  
仿真模型及其响应如下：



可见，加入 PID 控制器调节后，系统性能明显改善。

$$G(s) = \frac{1}{(s+1)^5}$$

未连入 PID 控制器时的系统仿真及其性能指标如下：



可见，未调节时的系统性能有待提高，需设计 PID 控制器连入。

输入:

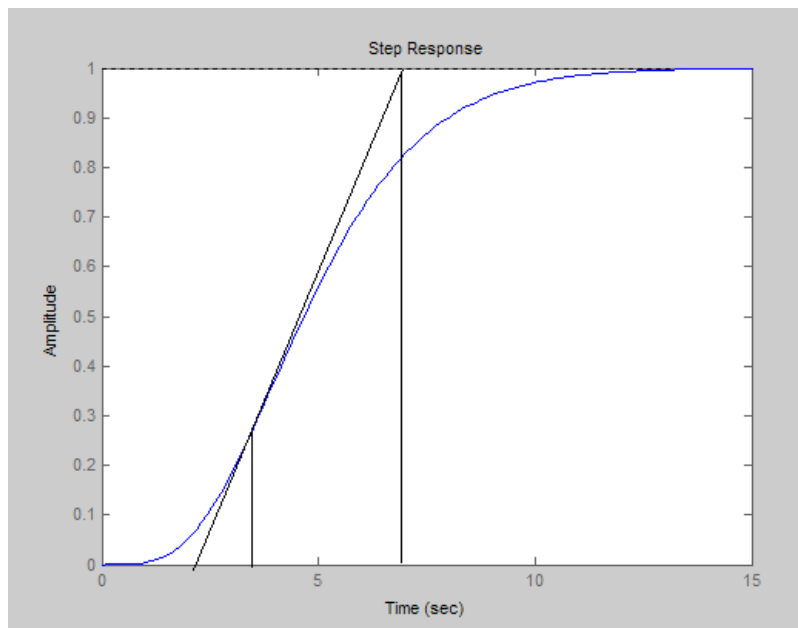
```
>> num=1;  
den=conv([1,1],conv([1,1],...;  
conv( [1,1],conv( [1,1],[1,1] ))));  
Step(num,den);  
K=dcgain (num,den)
```

得出:

K = 1

根据图形, 得出:

L=3.4 T=6.8



利用自定义的 Ziegler\_std 函数求出 Kp、Ti、Td

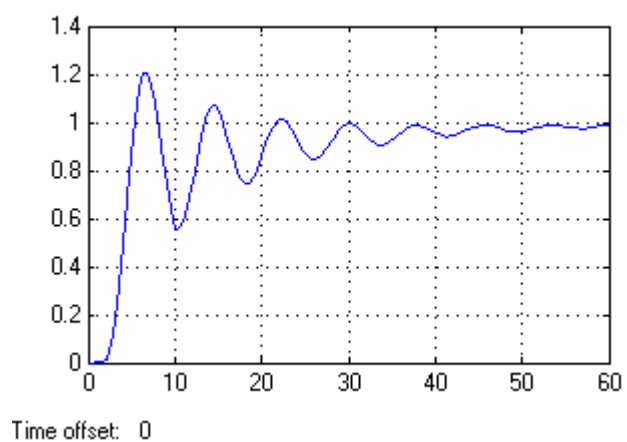
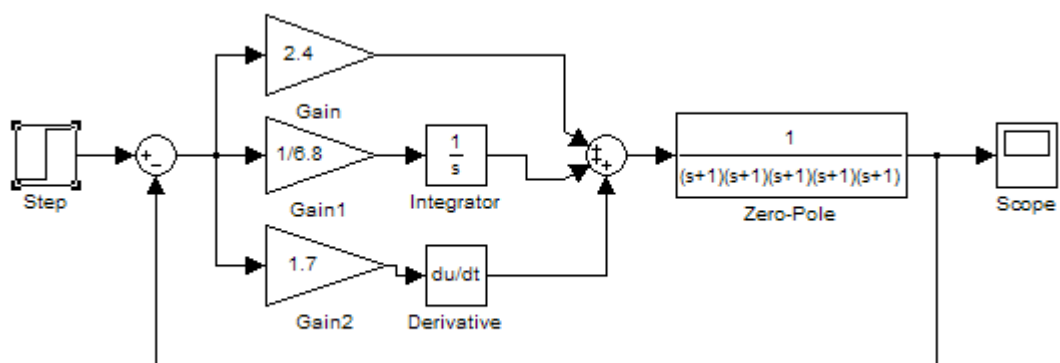
输入:

```
>> K=1;  
L=3.4;  
T=6.8;  
[num,den,Kp,Ti,Td]=Ziegler_std (3,[K,L,T])
```

得出:

```
num =  
    4.0800    2.4000    0.7059  
  
den =  
    1    0  
  
Kp =  
    2.4000  
  
Ti =  
    6.8000  
  
Td =  
    1.7000
```

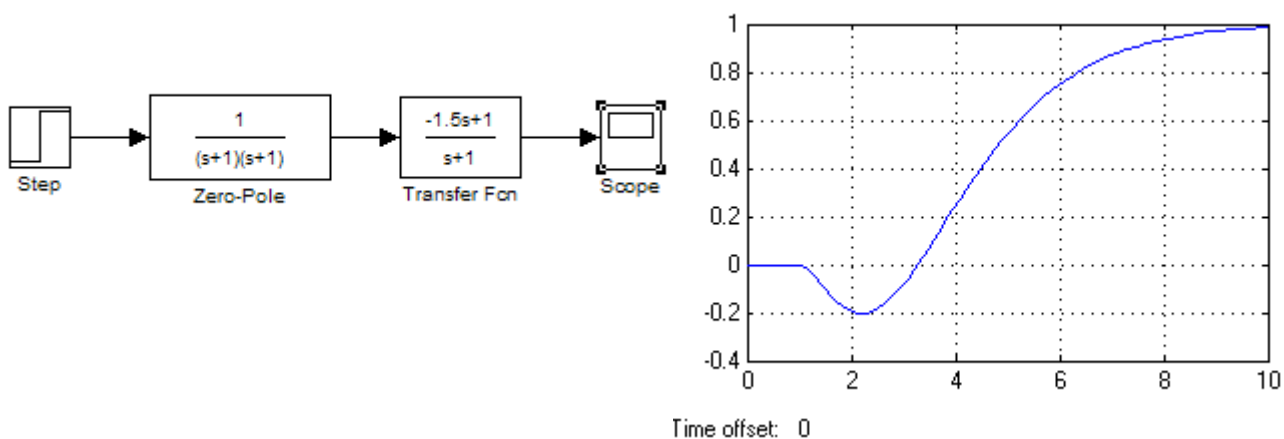
根据得出的 Kp、Ti、Td 值, 设计 PID 控制器, 并利用利用 Simulink 仿真建模。  
仿真模型及其响应如下:



可见，加入 PID 控制器调节后，系统性能明显改善。

$$G(s) = \frac{-1.5s + 1}{(s + 1)^3}$$

利用 Simulink 建模，未连入控制器时，仿真模型和响应如下：



可见，未调节时的系统性能有待提高，需设计 PID 控制器连入。



输入:

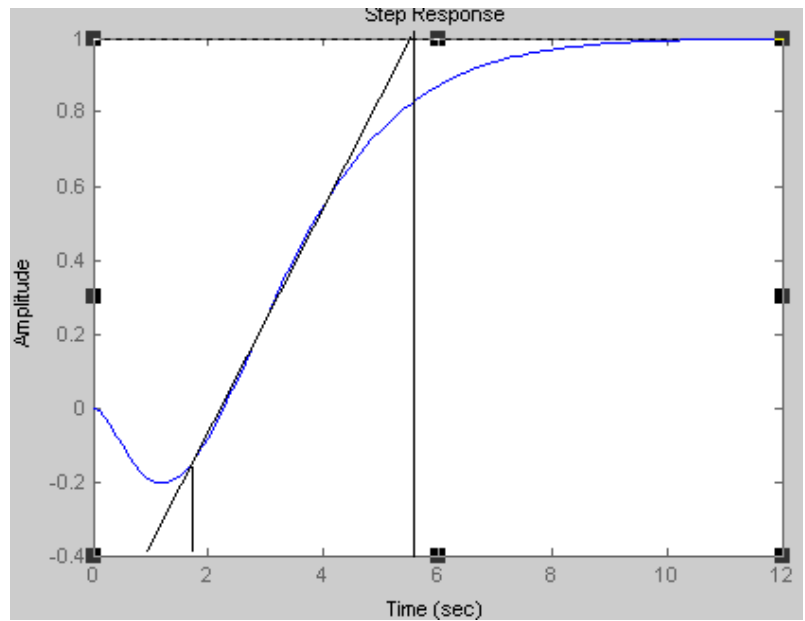
```
>>num=[-1.5 1];  
den=conv( [1,1],conv( [1,1],[1,1] ));  
Step(num,den);  
K=dcgain (num,den)
```

得出:

K = 1

根据图形, 得出:

L=1.8    T=5.7



利用自定义的 Ziegler\_std 函数求出 Kp、Ti、Td

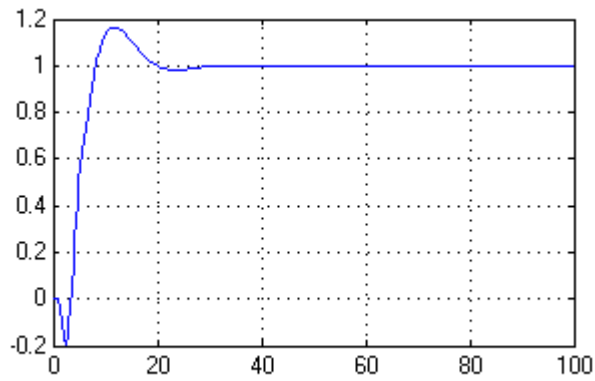
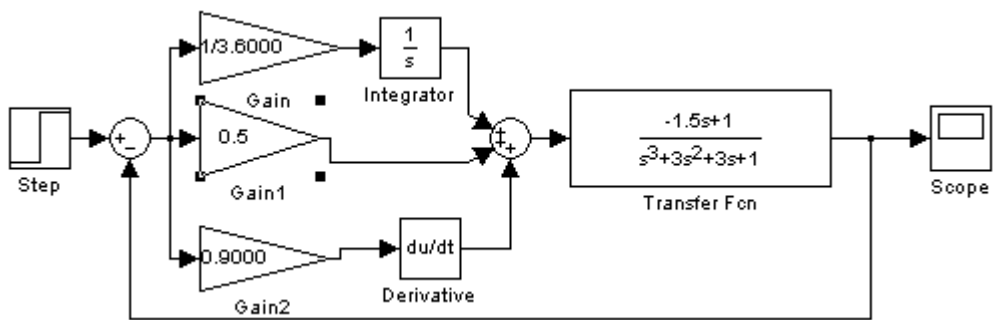
输入:

```
>> K=1;  
L=1.8  
T=5.7;  
[num,den,Kp,Ti,Td]=Ziegler_std (3,[K,L,T])
```

得出:

```
num =  
    3.4200    3.8000    2.1111  
den =  
    1    0  
  
Kp =  
    3.8000  
Ti =  
    3.6000  
Td =  
    0.9000
```

根据得出的 Kp、Ti、Td 值, 设计 PID 控制器, 并利用利用 Simulink 仿真建模。  
仿真模型及其响应如下:



Time offset: 0

可见，加入 PID 控制器调节后，系统性能明显改善。