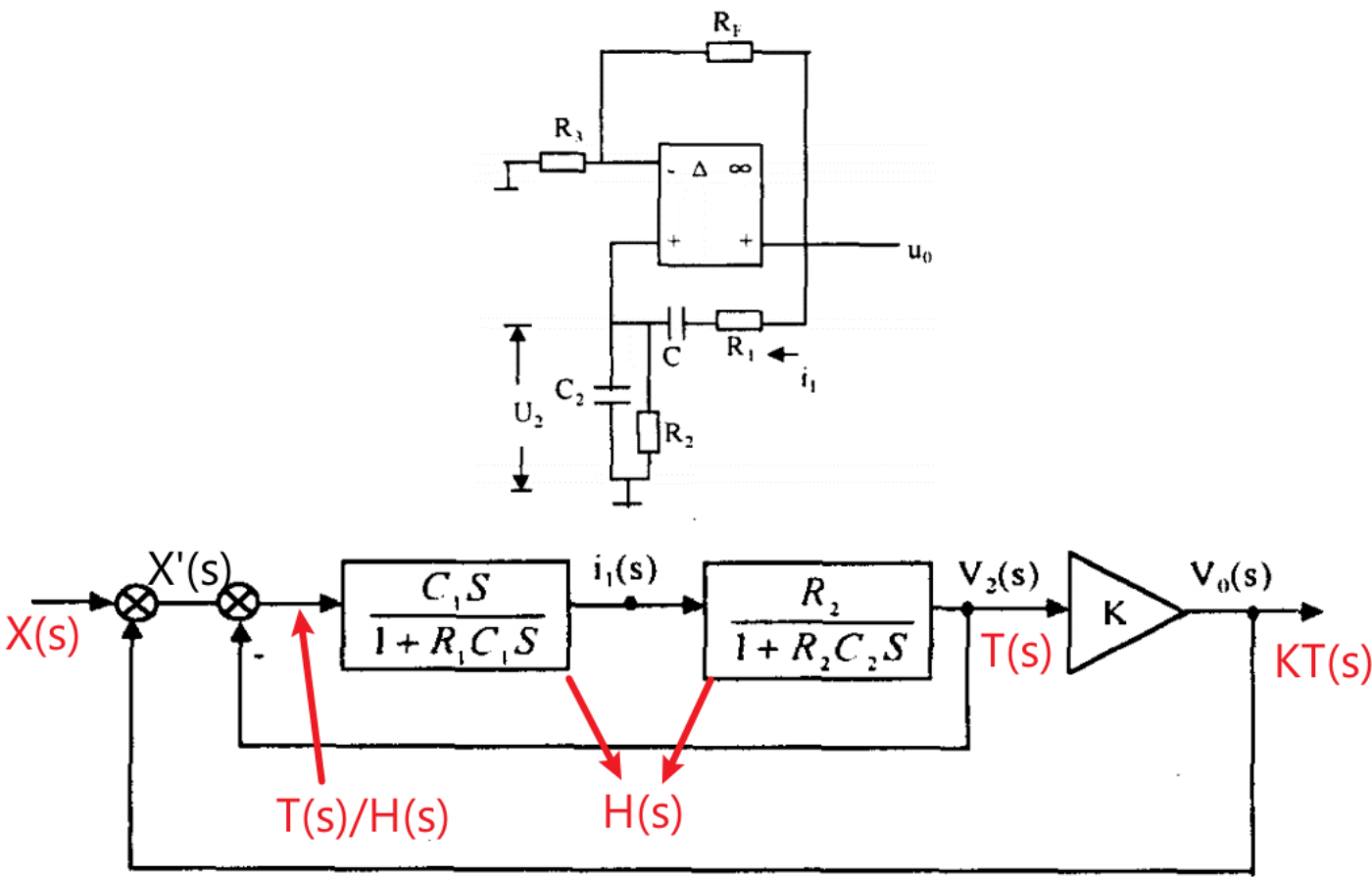


RC文氏电桥分析

设计详细说明:

- 论文资料整理:

1. 论文中传递函数的推导:



令 $H(s) = \frac{C_1 S}{1 + R_1 C_1 S} \cdot \frac{R_2}{1 + R_2 C_2 S}$, 则:

$$\begin{cases} X'(s) = KT(s) + X(s) \\ Y(s) = KT(s) \\ X'(s) + T(s) = \frac{T(s)}{H(s)} \end{cases} \rightarrow W(s) = \frac{K}{\frac{1}{H(s)} - 1 - K} \quad (1.1)$$

展开得到:

$$W(S) = \frac{KC_1R_2S}{1 + (C_1R_1 + C_2R_2 + C_1R_2 - KC_1R_2)S + C_1C_2R_1R_2S^2} \quad (1.2)$$

2. 稳定性的简要判断:

劳斯判据: 根都在复平面左半平面, 系统稳定

满足:

$$C_1R_1 + C_2R_2 + C_1R_2 - KC_1R_2 \leq 0 \quad (1.3)$$

取 $R_1 = R_2 = R, C_1 = C_2 = C$, 通过改变 R_3 来改变 K 的大小

传递函数写为:

$$W(S) = \frac{K}{RC} \cdot \frac{S}{S^2 + \frac{3-K}{RC}S + \frac{1}{R^2C^2}} \quad (1.4)$$

由此可见, 为使文氏电桥处于非稳定状态, 放大器的电压增益 K 应大于 3

极点表示为

$$S_{1,2} = \frac{1}{RC} \left[\frac{(K-3) \pm \sqrt{(K-5)(K-1)}}{2} \right] \quad (1.5)$$

根据拉普拉斯变化逆变换可得冲激响应函数:

$$V_0(t) = L^{-1}\{W(S)\} = \frac{K}{\sqrt{(K-5)(K-1)}} \left[S_1 e^{S_1 t} - S_2 e^{S_2 t} \right] \quad (1.6)$$

- K的7种取值下分析:

代码块：

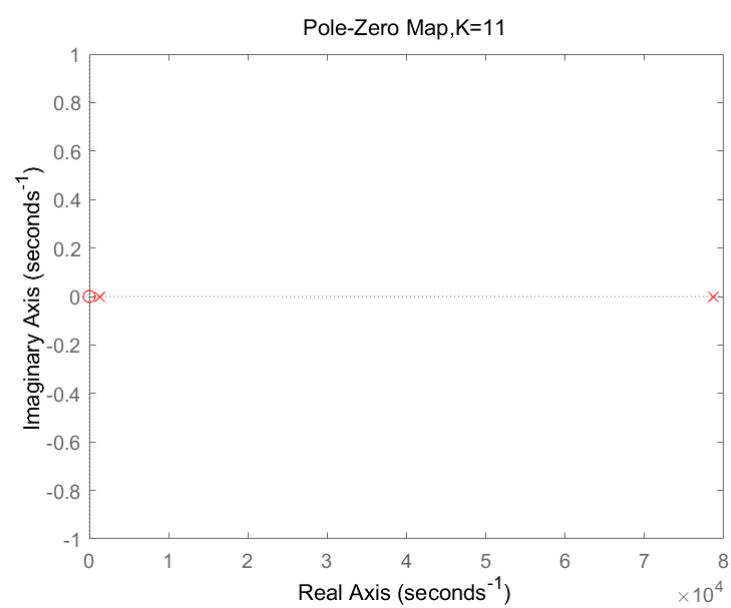
绘制对应零极点图：（lingjidian.m文件）

```
1  clc%清空命令行
2
3  clear%从工作区中删除项目、释放系统内存
4
5  clf%清空当前图窗窗口
6
7  K=11;%可修改放大倍数
8
9  %可修改参数
10
11  R=1e4;
12
13  C=1e-8;
14
15  RC=R\*C;
16
17  fenzi=[K 0];
18
19  fenmu=[RC 3-K 1/RC];
20
21  sys=tf(fenzi,fenmu);%构成传递函数
22
23  poles=roots(fenmu);%求极点
24
25  pzmap(sys,'r');% 零极点分布图显示
26
27  绘制时域单位冲击响应函数：（chongjixiangyinghanshu.m文件）
28
29  clc%清空命令行
30
31  clear%从工作区中删除项目、释放系统内存
32
33  clf%清空当前图窗窗口
34
35  K=11;%可修改放大倍数
36
37  %可修改参数
38
39  R=1e4;
40
41  C=1e-8;
42
43  RC=R\*C;
44
45  fenzi=[K 0];
46
47  fenmu=[RC 3-K 1/RC];
48
49  sys=tf(fenzi,fenmu);%构成传递函数
50
51  t=0:6\*1e-6:1e-3; %控制绘图的时间区间
52
53  impulse(fenzi,fenmu,t) %绘图
54
55  title(['K=',num2str(K),'冲激响应函数'])
56
57  xlabel('时间t')
```

1. K>5(取K=11)

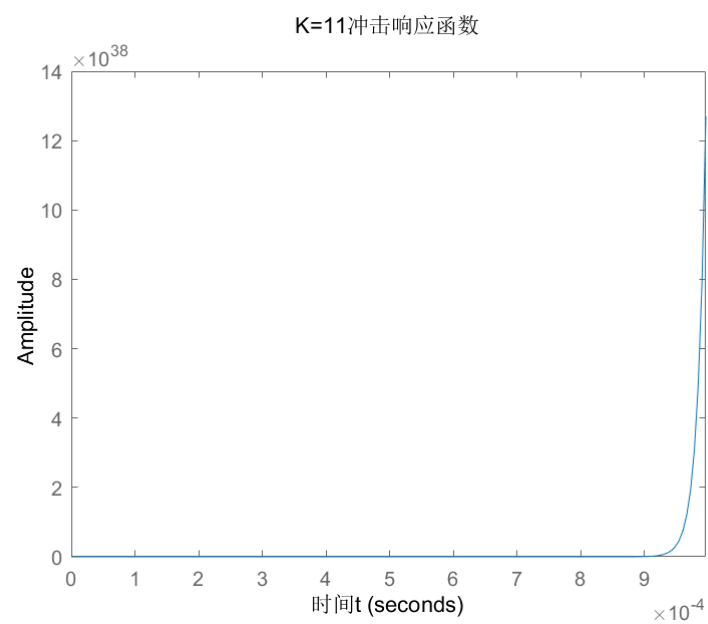
Matlab结果：

零极点图：



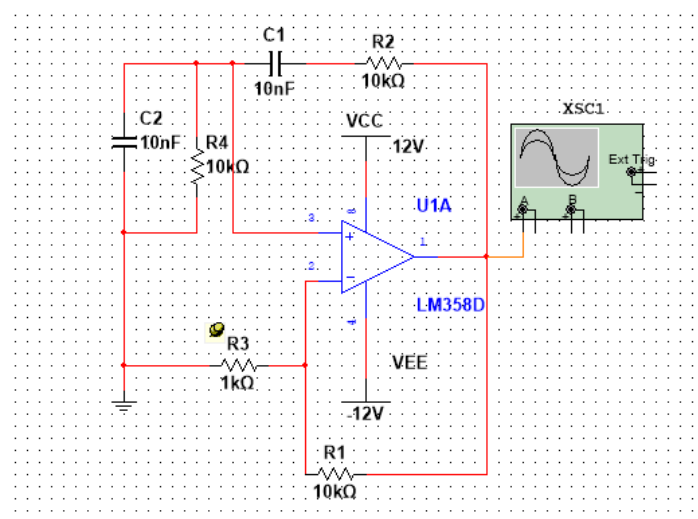
零极点为两个不同的正实数，收敛域不过jw轴，系统不稳定

冲激响应函数：

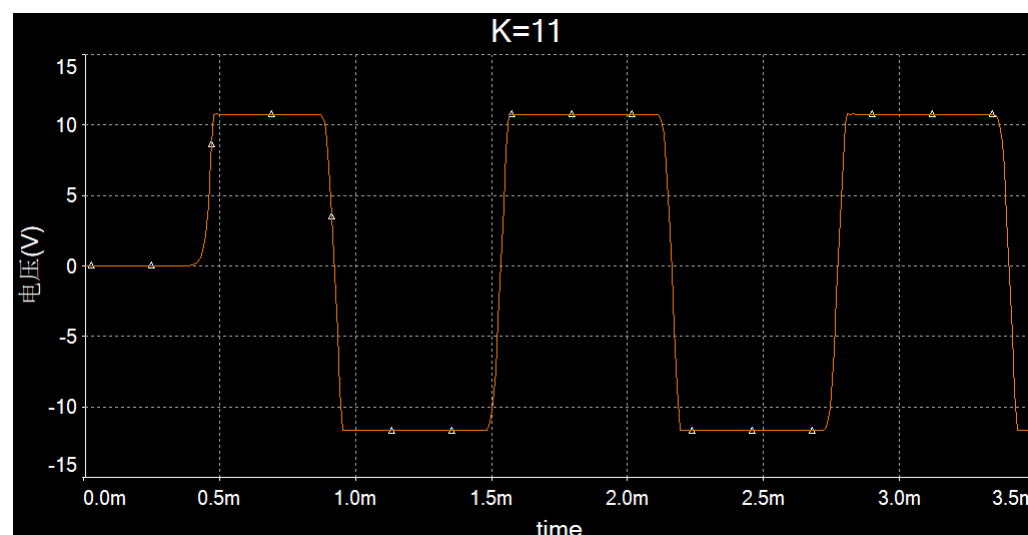


可知冲激响应函数单调上升，无界，系统不稳定

Multisim仿真：（之后不再给出电路图，仅改变大小来改变K）



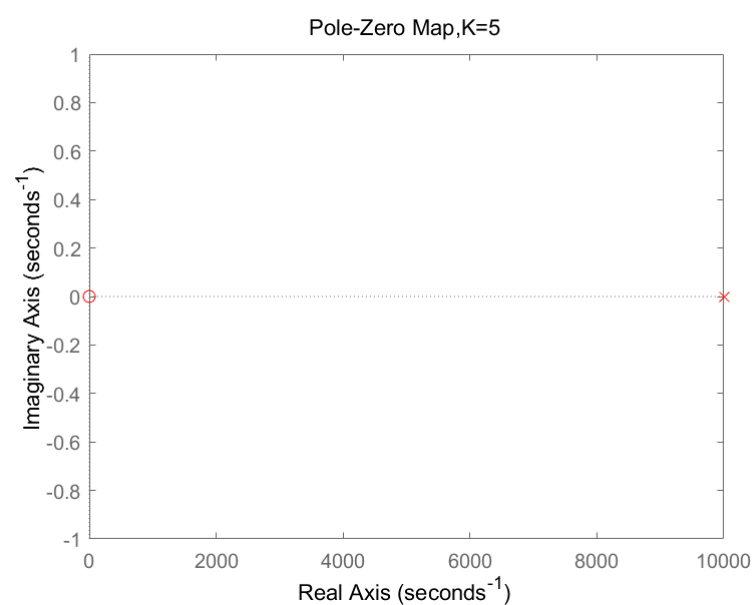
输出端产生的信号近似等于方波信号：



2. K=5

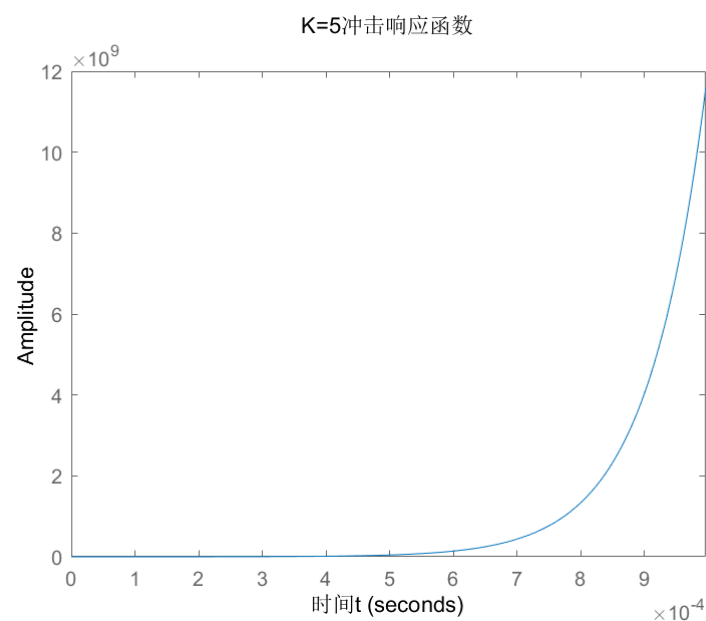
Matlab结果：

零极点图：



零极点为两个相等的正实数，收敛域不过jw轴，系统不稳定

冲激响应函数：

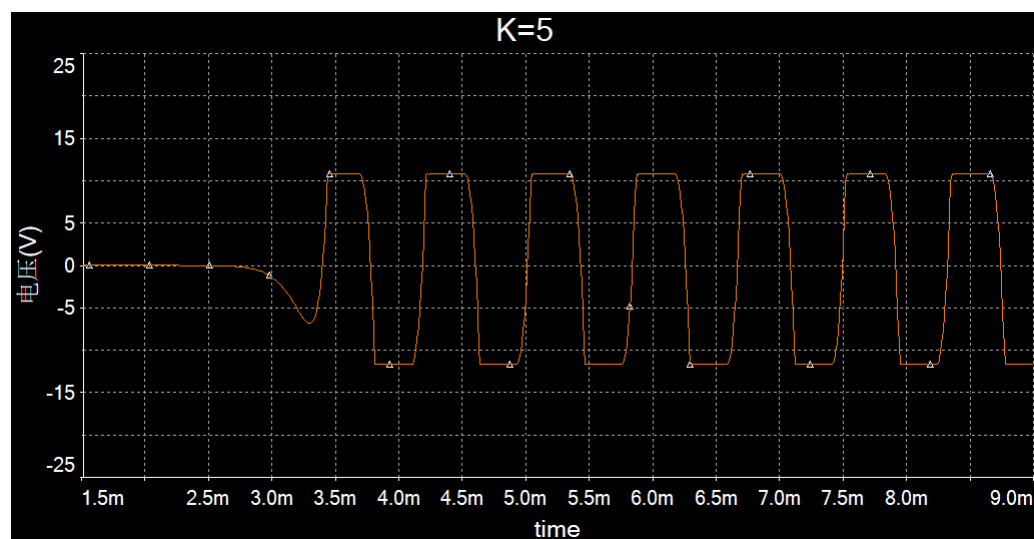


可知冲激响应函数单调上升，无界，系统不稳定

Multisim仿真：

输出端产生的信号失真不能实现稳定的单一频率的震荡，在 t=0

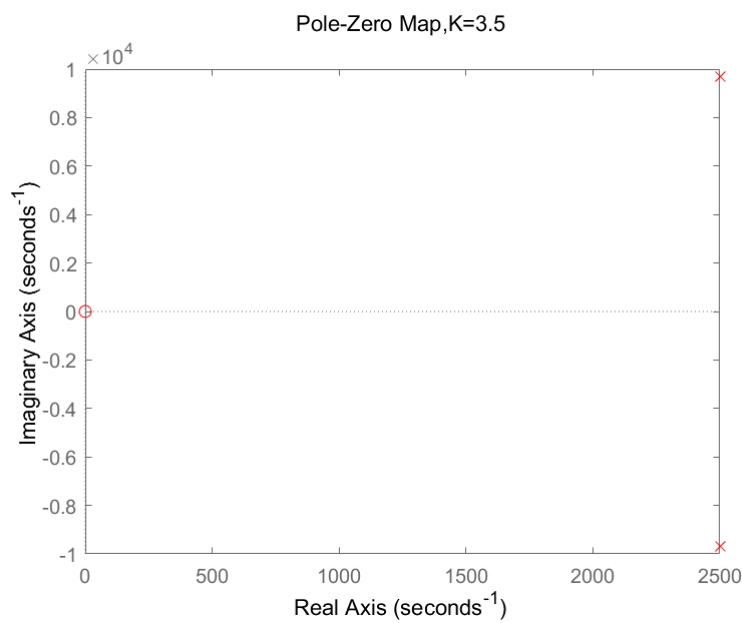
开始到第一次到达峰值可以看到一段电压呈指数形式增长的曲线。



3. $3 < K < 5$ (取 $K=3.5$)

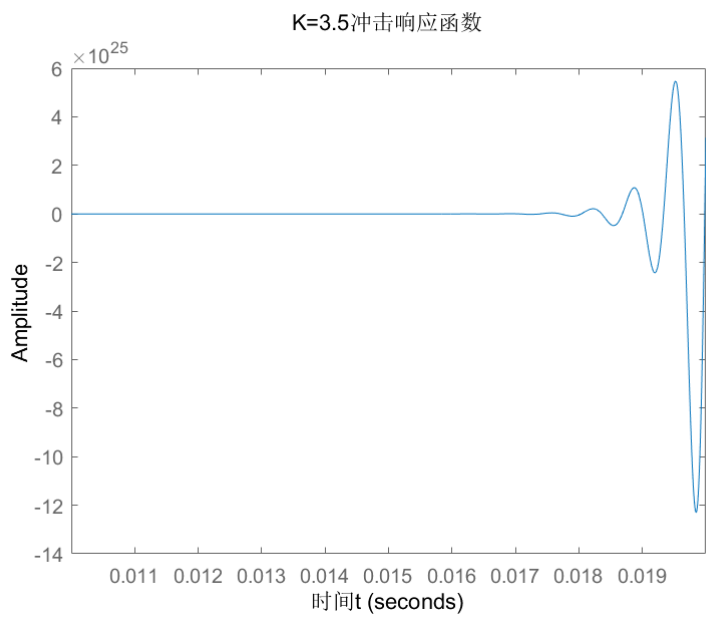
Matlab结果：

零极点图：



零极点为两个共轭且实部大于0的虚数，收敛域不过jw轴，系统不稳定

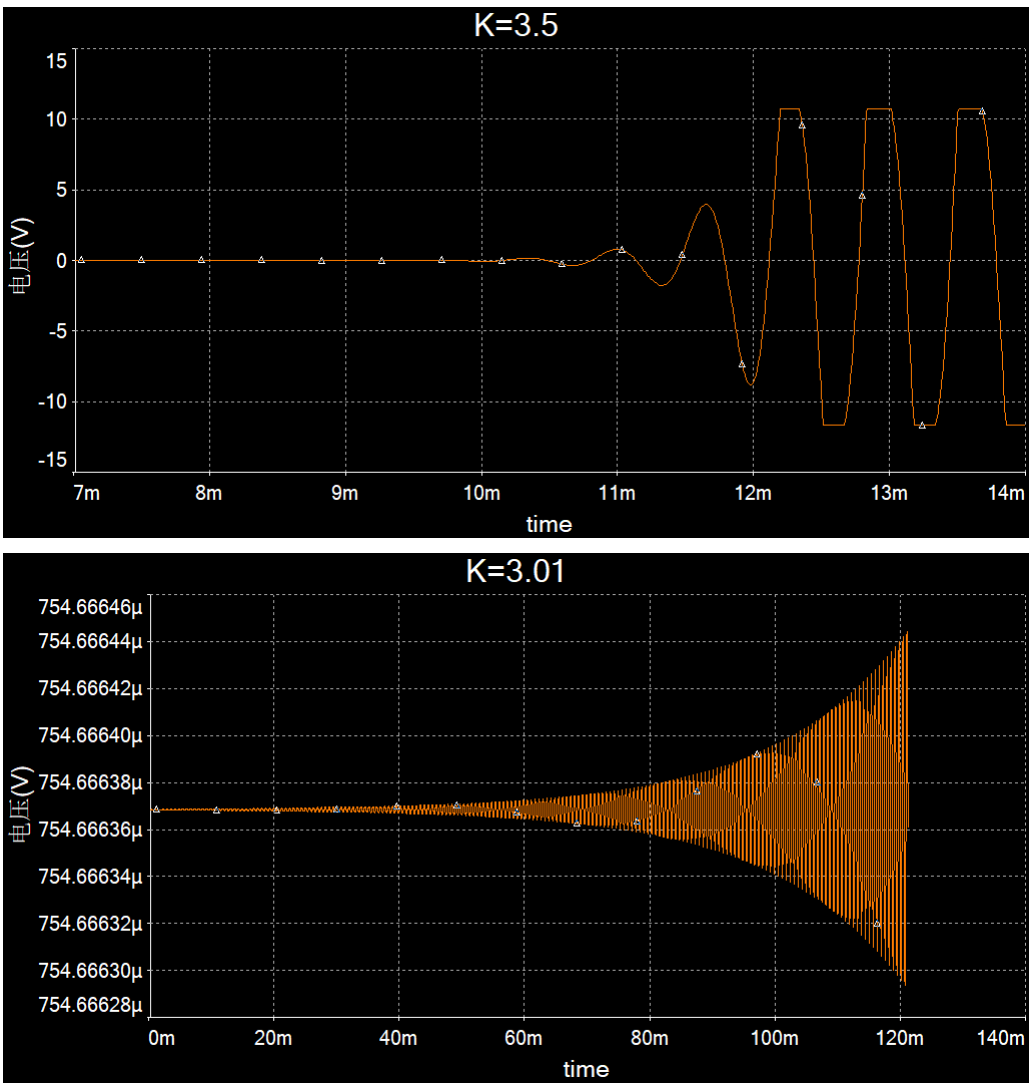
冲激响应函数：



可知冲激响应函数增幅振荡上升，无界，系统不稳定

Multisim仿真：

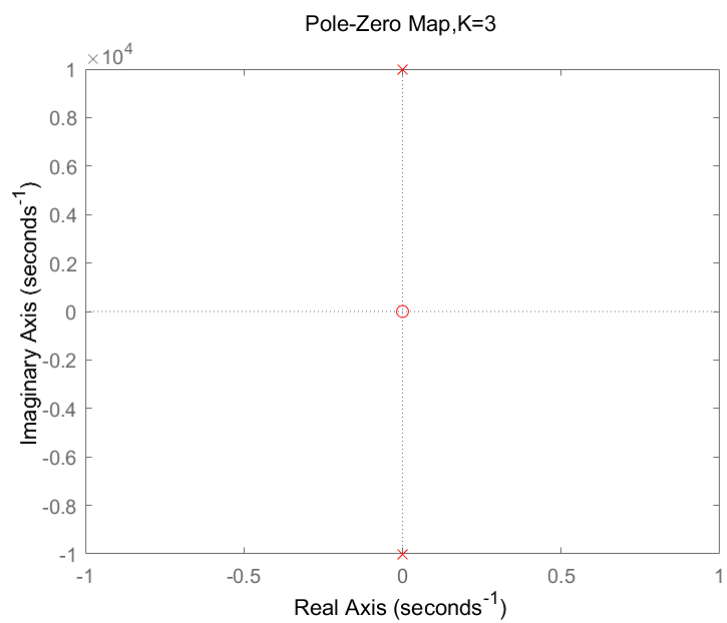
输出端产生的信号经过振荡后类似K=5的情况，振荡时间变长：



4. **K=3**

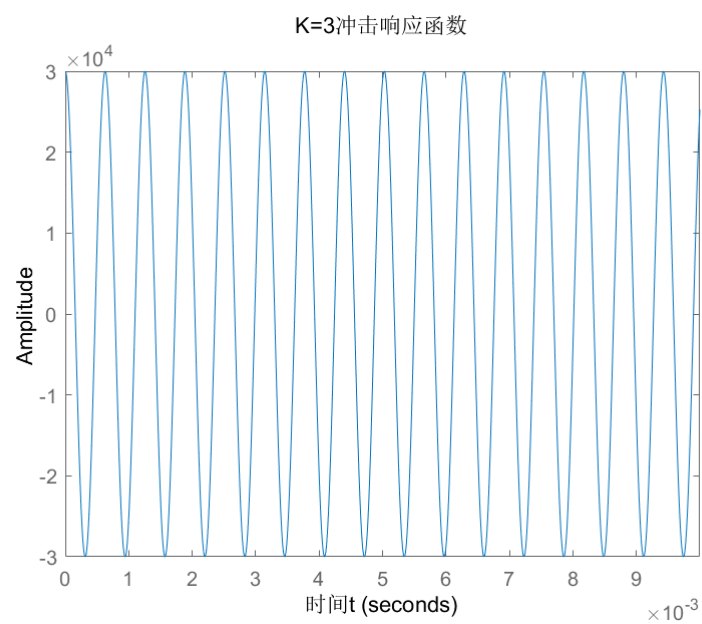
Matlab结果：

零极点图：



零极点为两个共轭的纯虚数，在jw轴上仅通过零极点不能判断系统是否稳定

冲激响应函数：



可知冲激响应函数等幅振荡，有界，系统稳定

Multisim仿真：

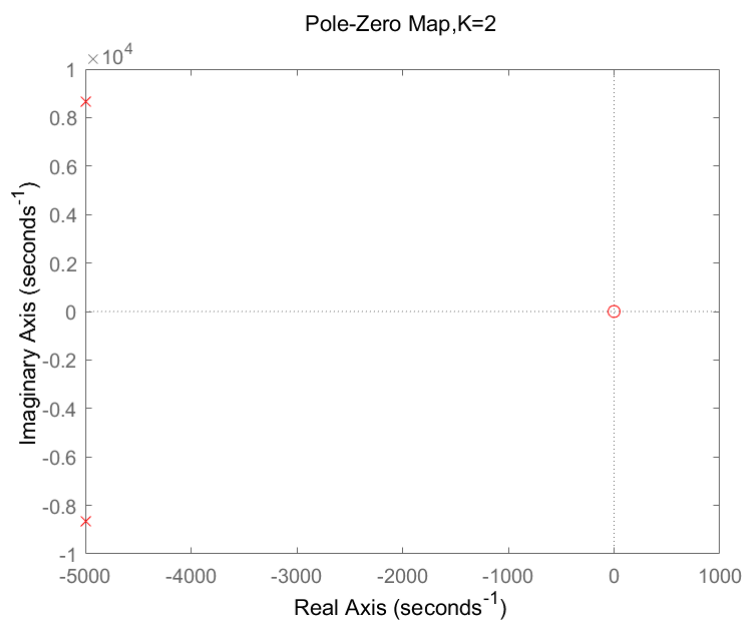
输出端的信号在一个范围内无规则振荡



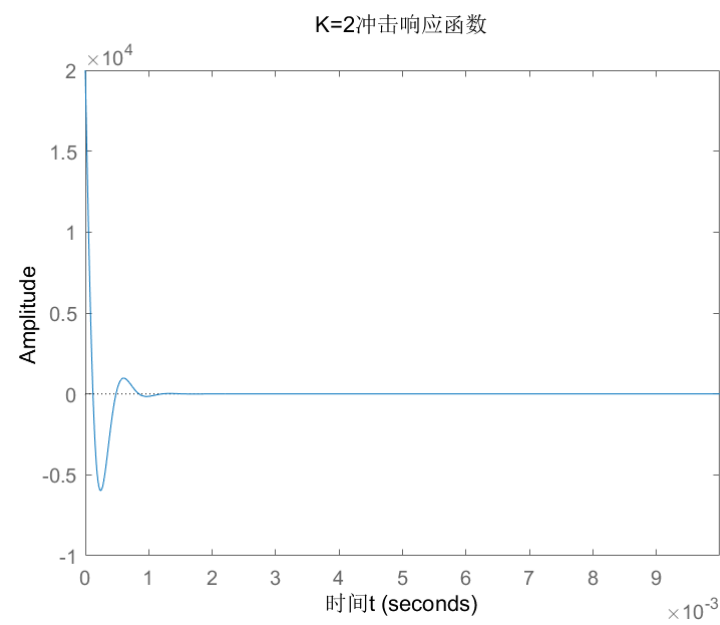
5. $1 < K < 3$ (取 $K=2$)

Matlab结果：

零极点图：



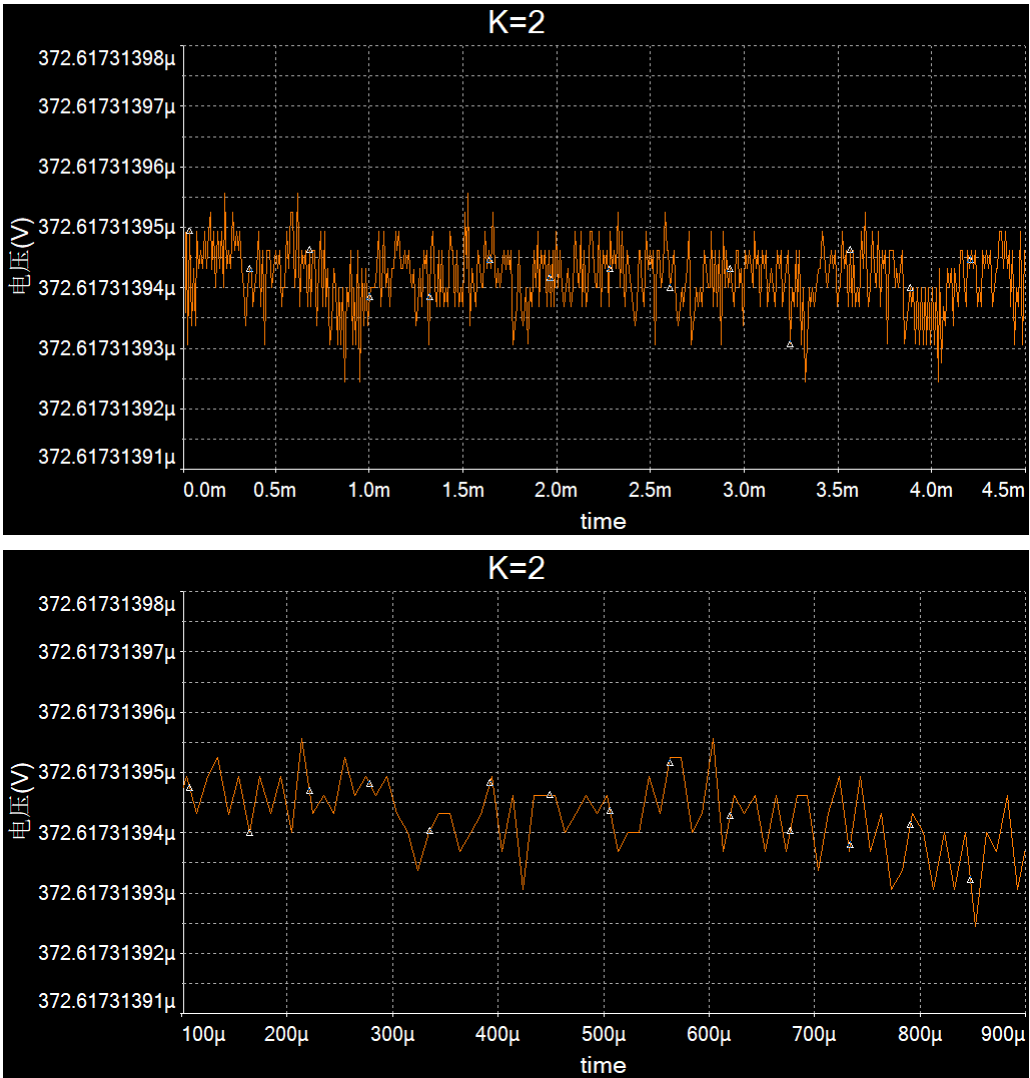
零极点为两个共轭且实部小于0的虚数，收敛域过jw轴，可判断收敛



可知冲激响应函数振荡衰减，有界，系统稳定，趋于0

Multisim仿真：

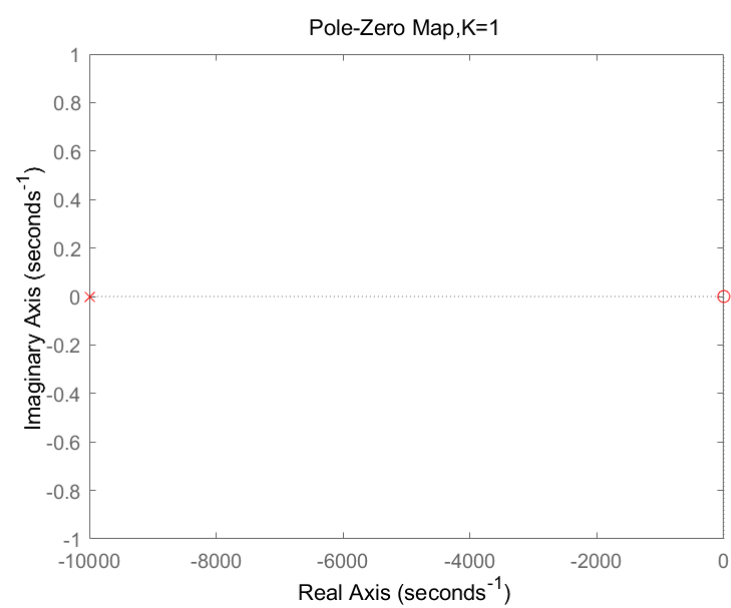
输出端的信号在一个范围内无规则振荡趋于0



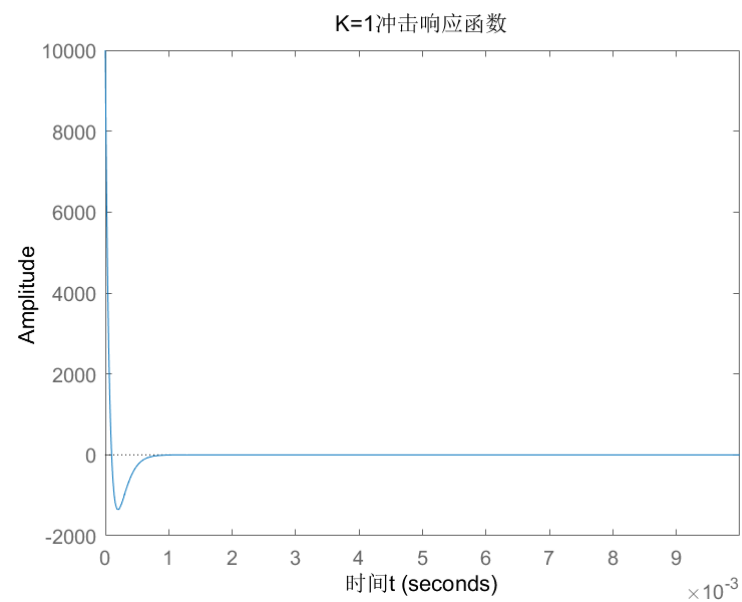
6. K=1

Matlab结果：

零极点图：



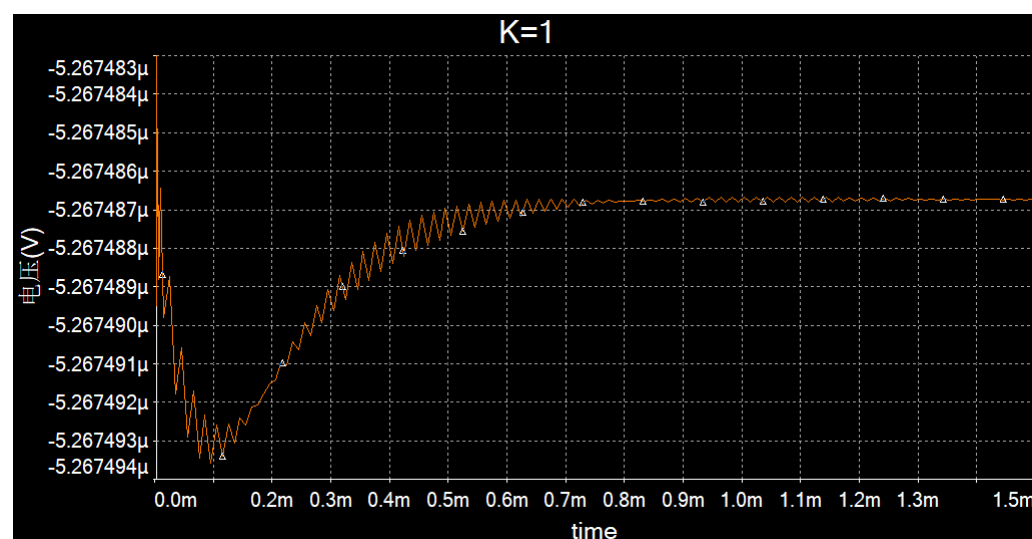
零极点为两个相等的负实数，收敛域过jw轴，可判断收敛



可知冲激响应函数非振荡衰减但也是衰减，有界，系统稳定，趋于0

Multisim仿真：

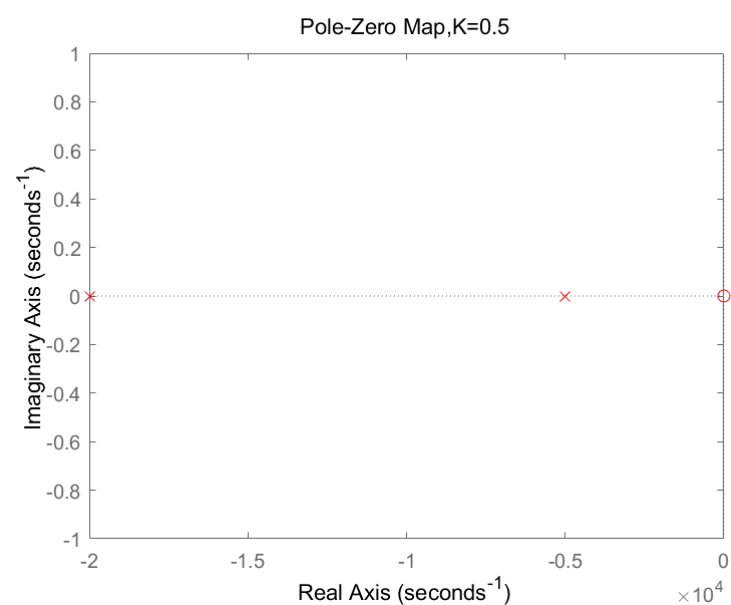
输出端的信号在一个振荡后趋于0



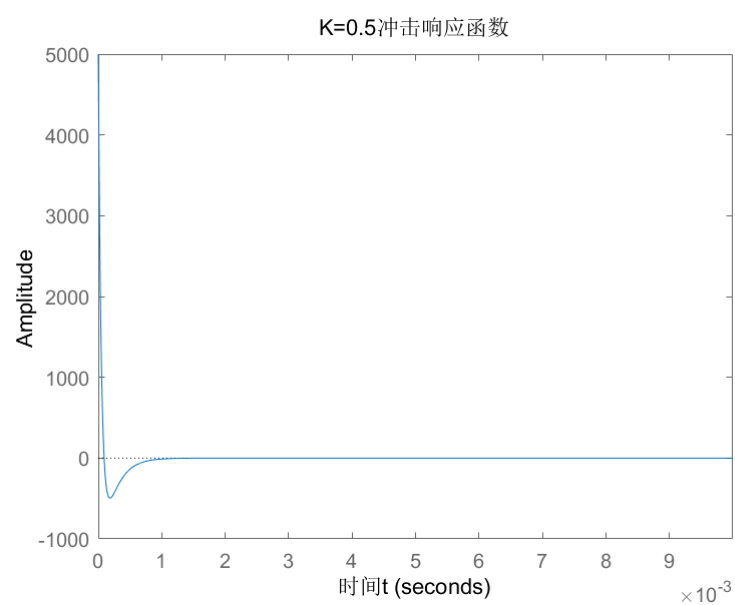
7. $K < 1$

Matlab结果：

零极点图：



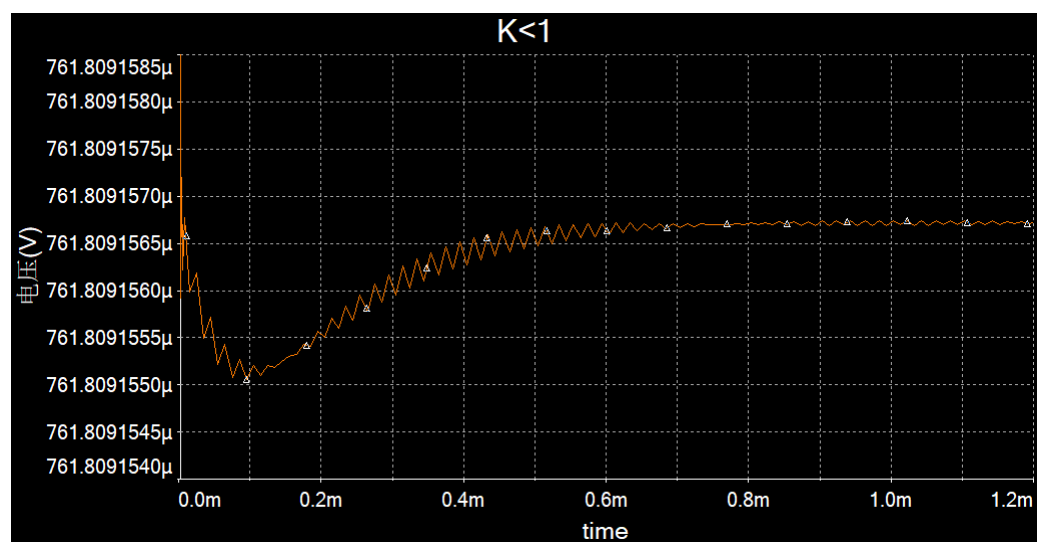
零极点为两个不相等的负实数，收敛域过jw轴，可判断收敛



可知冲激响应函数非振荡衰减但也是衰减，有界，系统稳定，趋于0

Multisim仿真：

输出端的信号在一个振荡后趋于0



- 对题目的感想和思考

并没有找到合适的方法实现K=3处的稳定波形，这是唯一的不足，不知道如何实现稳定

对于题目的其他认为还是相对合适的，主要要懂得如何使用matlab'的那几个相关函数很好地绘制出冲击响应函数和零极点图；