

## 信号与系统实验报告 (九) ---- RC 网络的时域分析

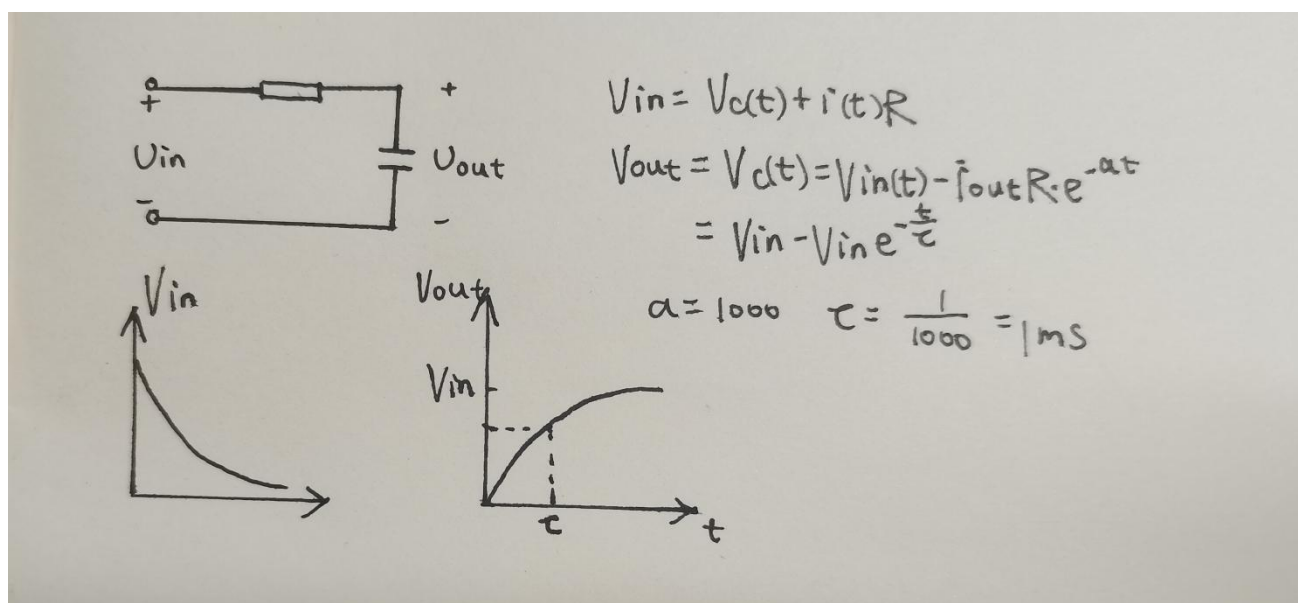
姓名: 杨承翰 学号: 210210226 班级: 通信 2 班

实验日期: 6.5 实验台号: K405-21 原始数据审核: \_\_\_\_\_

### 一、实验预习

1、根据阶跃响应的实验原理回答:

1、绘制式9-5的示意图, 其中,  $a=1000$ ;



2、随着  $t$  无限增加, 阶跃响应的渐进值如何变化?

随着  $t$  无限增加, 阶跃响应的渐进值逐渐趋近于最大值。

2、脉冲函数的主要性质是什么?

1. 零宽度。脉冲函数在  $t=0$  时为峰值, 其他时刻均为零。因此, 它的宽度为零。

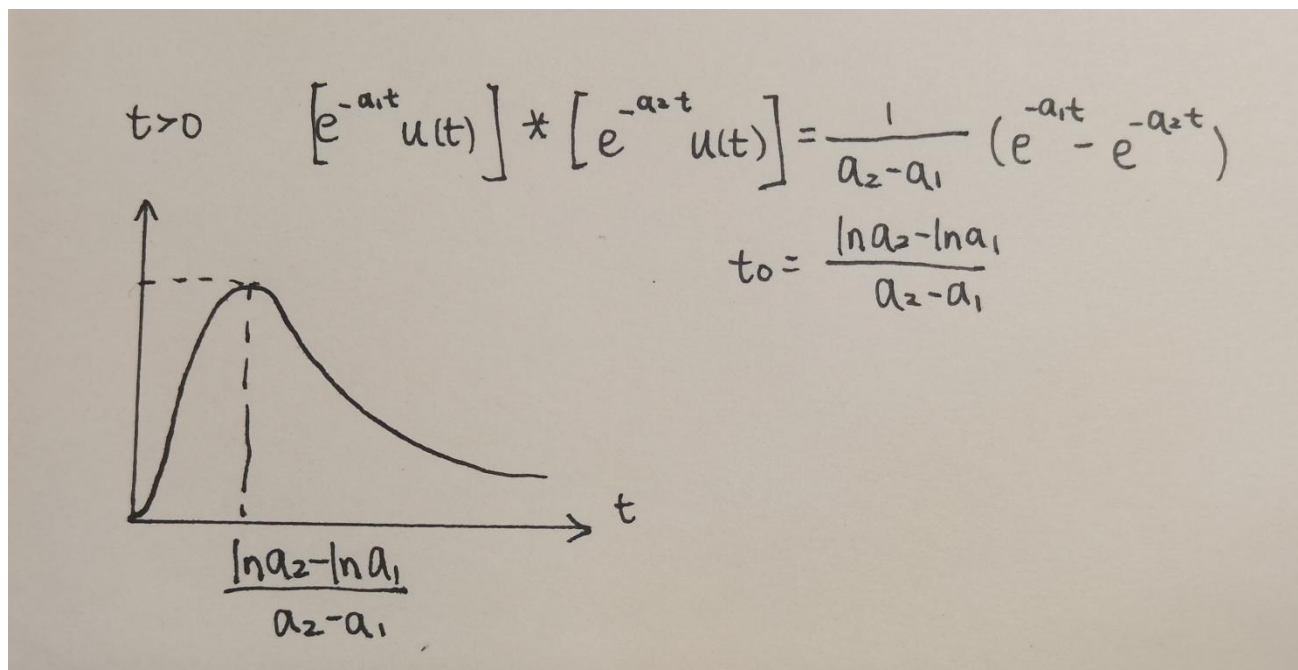
2. 面积为 1。脉冲函数在  $t=0$  处取到无限大的幅值, 但其总面积 (即在所有时刻上积分) 为 1。这是由于脉冲函数的定义, 它在  $t=0$  处取到的幅值大小与积分区间的长度有关, 当积分区间缩小至无穷小时, 幅值趋近于无穷大, 但积分结果有限制为 1。

3. 奇异性。脉冲函数是奇异函数, 它在  $t=0$  处没有定义斜率和曲率, 并且没有有限的平均值或均方值。因此, 只能在广义函数的意义下加以处理。

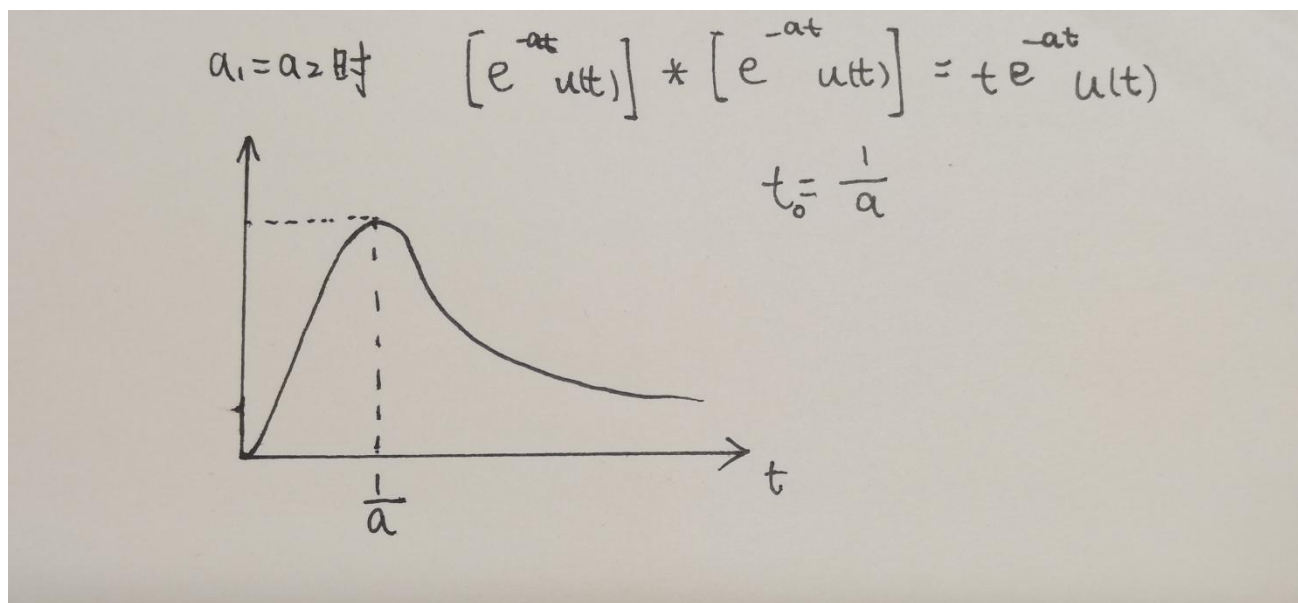
4. 单位冲激响应。由于脉冲函数具有面积为 1 的特点, 它可以被看作是一种对单位冲激信号进行系统响应的方式。

3、根据卷积的应用的实验原理回答:

1、在  $t > 0$  的范围内，绘制式 9-8 的示意图；

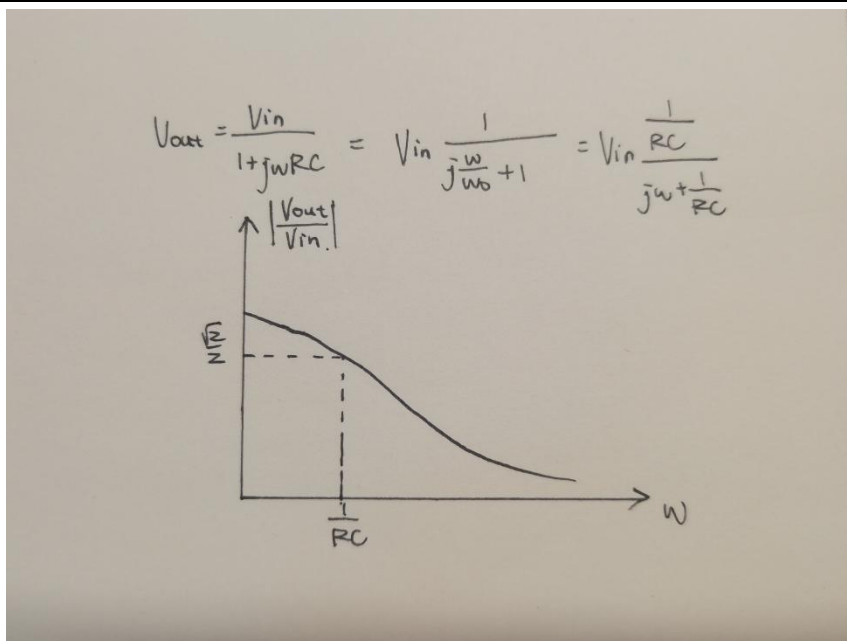


2、当  $a_1 = a_2$  时，式 9-8 可以怎么简化？



4、根据正弦波输入的响应的实验原理回答：

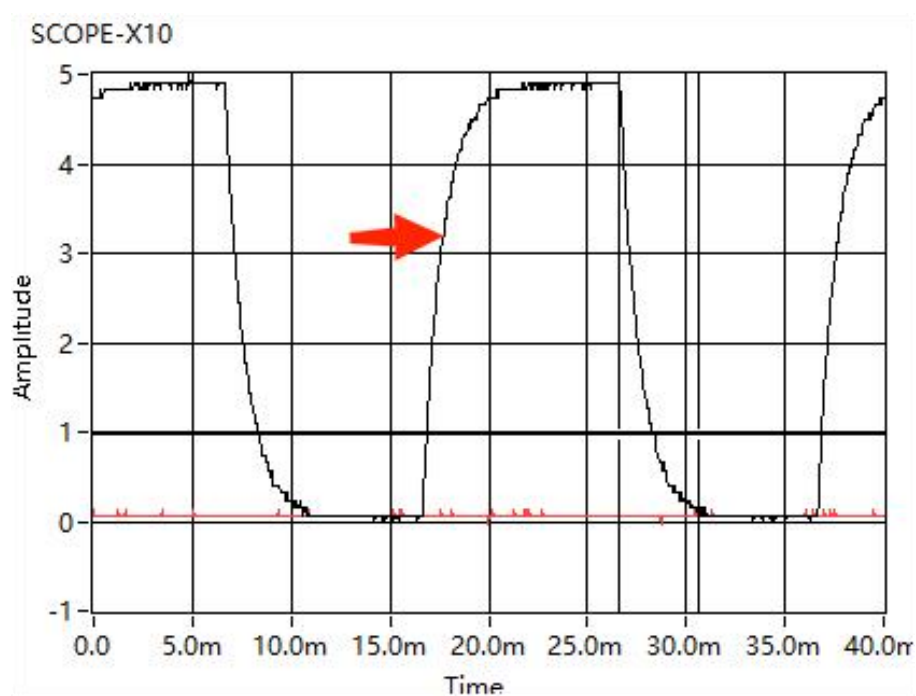
当  $1/RC = 1000 \text{ (rad/sec)}$  时，绘制式 9-12 的示意图，并找出比值为 3dB 的  $\omega$  值。



比值为 3dB 的  $\omega$  值=1000

## 二、实验记录与思考题

图 9-3 RC 网络的阶跃响应图



### 问题 1

通过示波器测量，RC 网络的时间常数为 1.08 ms，阶跃响应的幅值为 4.90 V，需要多长时间上升至比最高电平低 37%的水平？并在图 9-3 中作出相应的标记。

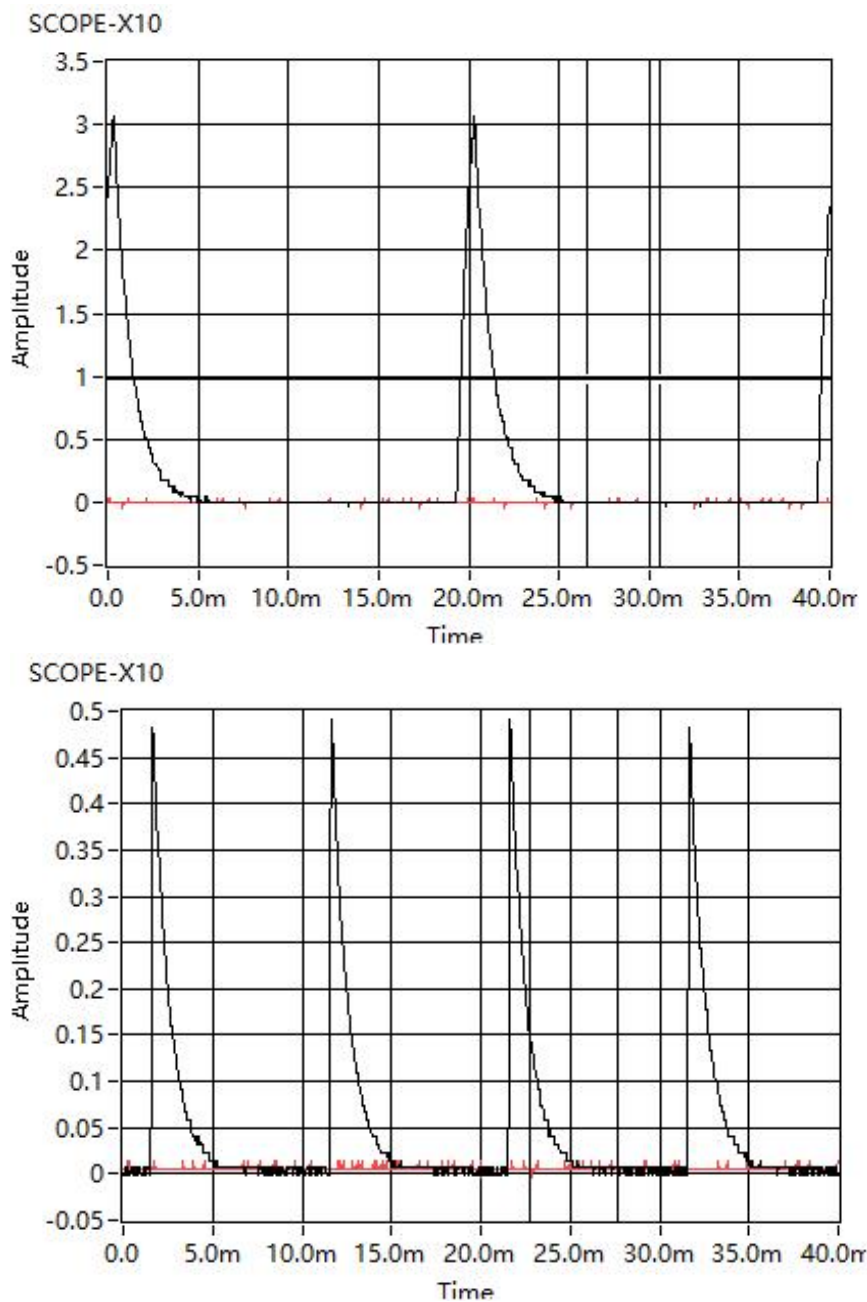
需要 1.08ms 上升至比最高电平低 37%的水平

## 问题 2

根据实验原理，计算预期阶跃响应信号，其中  $R = 10,000 \text{ ohm}$ ， $C = 100\text{nF}$ ；因此， $RC = 1 \times 10^{-3}$ ，即  $1/RC = 103 = 1000$ 。是实际测量是否相符？

由于理论时间常数是  $1\text{ms}$ ，而实测时间常数是  $1.10\text{ms}$ ，所以是相符的

图 9-4 RC 网络的冲激响应图（5%@50Hz，1%@100Hz）



## 问题 3

5%@50Hz，1%@100Hz 脉冲宽度分别是多少？最大幅值分别是多少？

5%@50Hz: 脉冲宽度 5.94ms,最大幅值 3.05V

1%@100Hz: 脉冲宽度 4.32ms,最大幅值 0.49V

## 问题 4

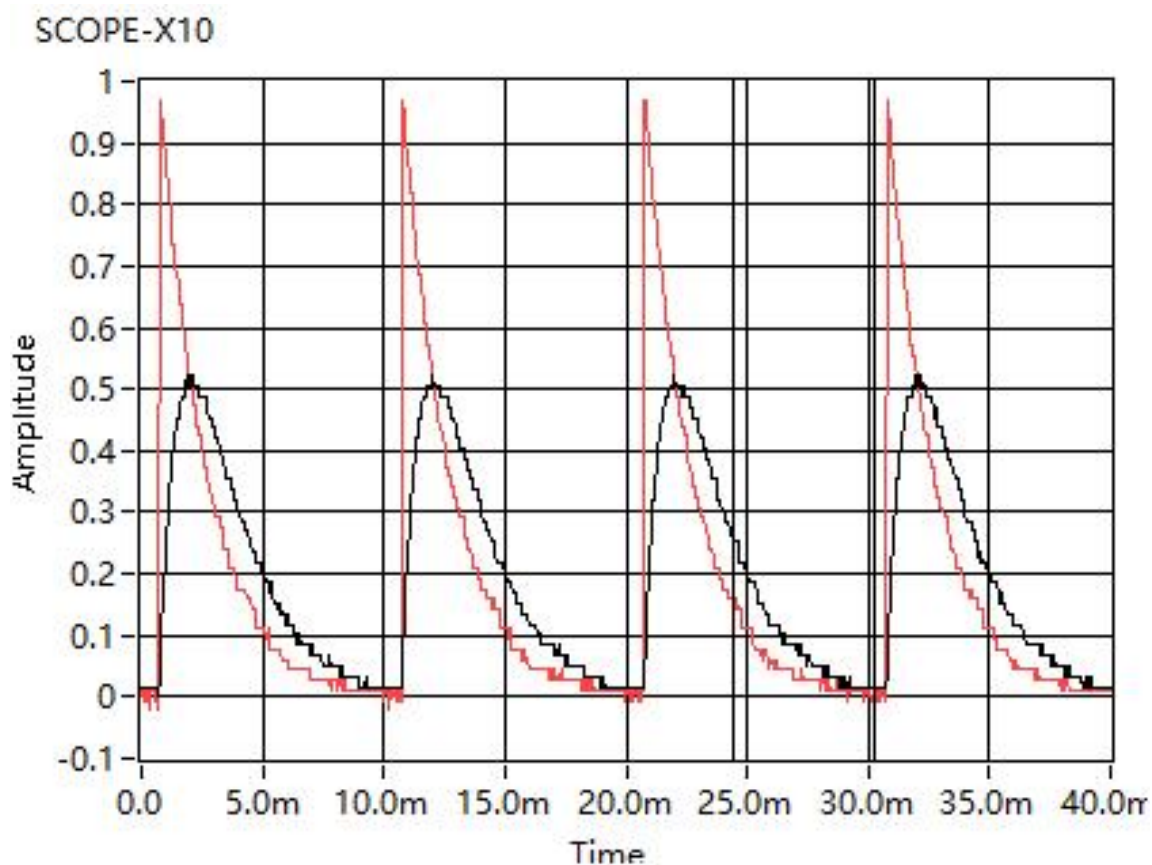
由于输入信号为窄脉冲而非冲激信号，输出信号的幅值无法达到理论值。根据实验原理，测量 RC 回路的时间常数，并判断是否与理论相符？

5%@50Hz 时间常数测得为 1.12ms

1%@100Hz 时间常数测得为 1.03ms

与理论 1ms 相符

图 9-6 指数脉冲响应图



## 问题 5

根据式 9-8，推导指数输入脉冲激励下 RC 网络的输出波形的表达式，并用 MATLAB 绘制该曲线。测量结果与此网络的理论输出是否相符？

$$f(t)=2*(e^{-500t}-e^{-1000t})$$

波形相符

测得时间常数 1.05ms 也与理论 1ms 也相符

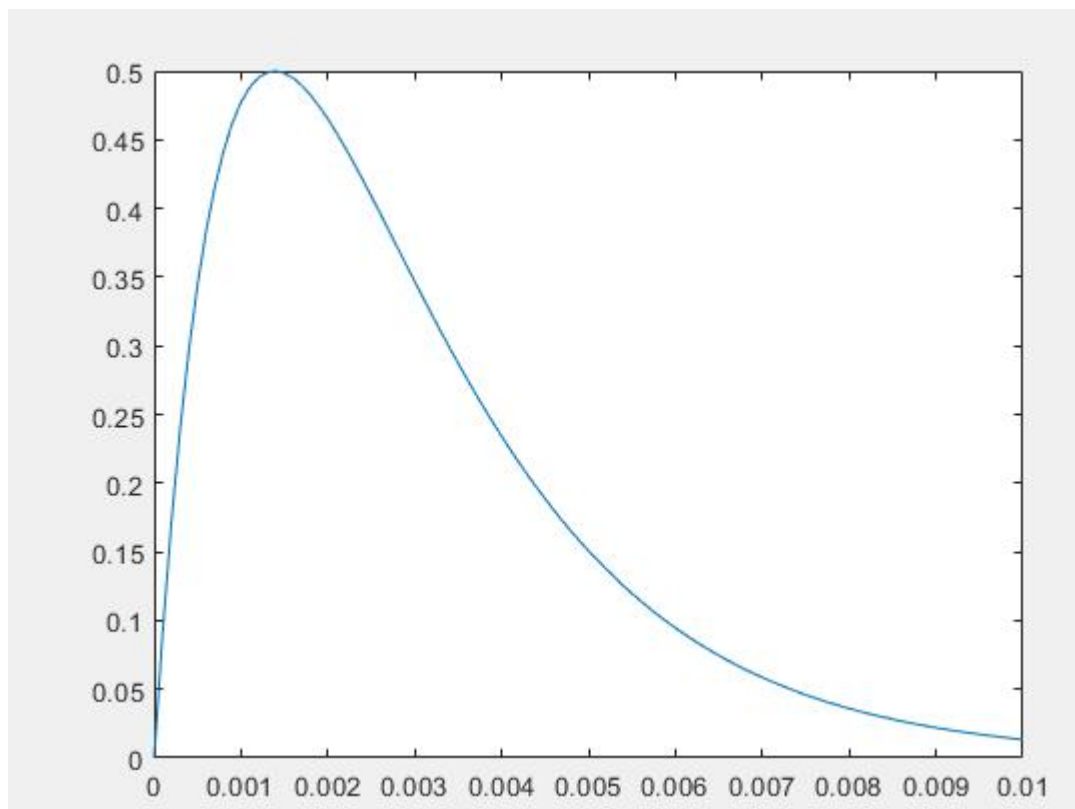
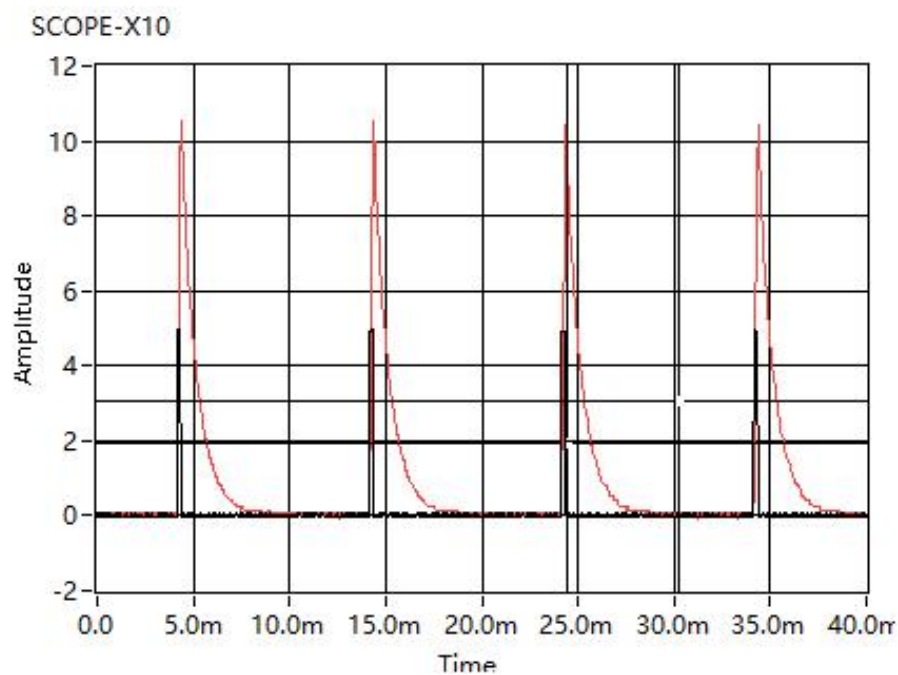
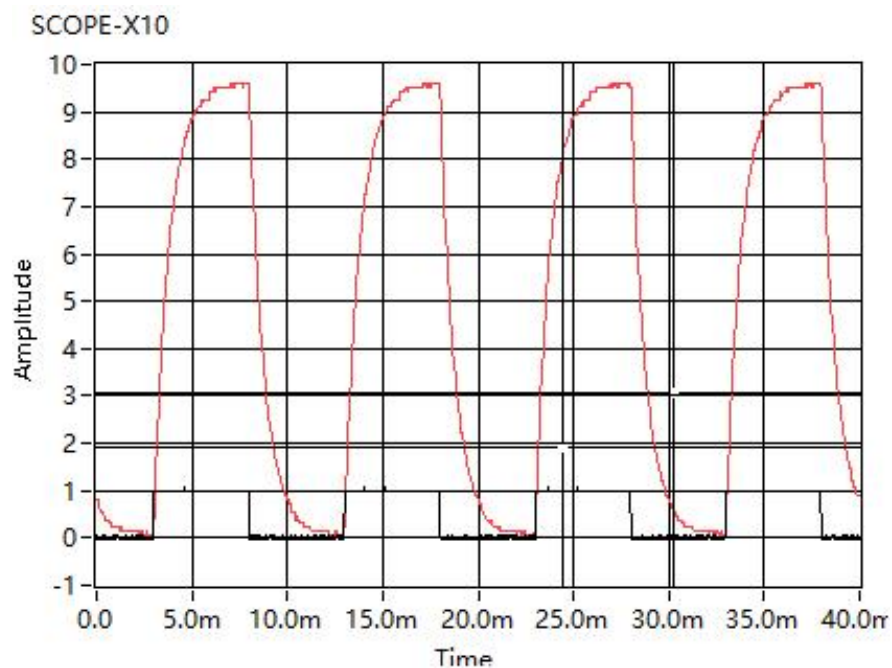


图 9-9 合成系统的阶跃和冲激响应





## 问题 6

当  $a_0$  和  $a_1$  的值是多少的时候, 合成系统与实际 RC 网络最相似? 输出信号的方程是什么? 与此网络的理论输出是否相符?

输出信号方程  $f(t) = a_0 * k * e^{|a_1 * k| * t}$

$a_0 = 0.08$

$a_1 = -0.08$

与此网络的理论输出是相符的

## 三、实验数据分析

(叙述具体实验过程,记录实验数据在原始数据表格,如需要引用原始数据表格,请标注出表头,如“实验记录见表 2-\*)

### 9.5.1 RC 网络的阶跃响应

图 9-2 RC 网络框图,实验接线图

打开 SIGEx 程序, **Lab10** 选项卡,按照图 9-2 接线,以脉冲发生器模块作为输入信号源,脉冲发生器频率设为 50Hz;占空比设为 0.5(50%);同时观察 RC 网络的输入输出波形,并将观察的的波形记录到图 9-3,根据实验原理,RC 网络的单位阶跃响应为:  $h(t) = [1 - e^{-t/RC}].u(t)$ 。

### 9.5.2 RC 网络的冲激响应

仍然按照图 9-2 接线,改变脉冲发生器模块的占空比,使得 RC 网络的输入为一个脉冲信号。首先,将占空比设置为 0.05 (5%),观察并记录 RC 网络的输入输出波形,然后将占空比调至 0.01 (1%)并将频率增至 100 Hz,观察并记录波形。

### 9.5.3 RC 网络对指数脉冲的响应

将输入信号切换到模拟输出 DAC-0。在 **Lab10** 选项卡中,DAC-0 的输出

为指数脉冲信号,方程为:

$$x(t) = e^{-500t} \cdot u(t) \quad (\text{式 9-16})$$

图 9-5 以指数脉冲为输入激励信号的 RC 网络的接线

将 CH1 与输入相连,CH0 与输出相连,调节示波器的时基和触发电平,观察 RC 网络的输入和输出,并记录在图 9-6 中。

### 9.5.4 合成 RC 网络传递函数

由实验原理可知,RC 网络的冲激响应可表示为:

$$h(t) = (1/RC) \cdot e^{-t/RC} \cdot u(t) = 1000 \cdot e^{-1000t} \cdot u(t) \quad (\text{式 9-17})$$

并且,在拉普拉斯域的对应系统响应为:

$$H(s) = (1/RC)/(s + (1/RC)) = 1000/(s + 1000) \quad (\text{式 9-18})$$

另外,拉普拉斯域的方程可以用图 9-7 示意进行建模。

图 9-7 合成“RC 网络”方块示意图

其中,  $k/s$  代表用定标因子  $k$  积分。请注意,  $k$  的值通过积分速度指拨开关来设置。

按图 9-8 进行接线,用阶跃和冲激响应研究其性质,阶跃响应设置:

- ✓ 函数发生器:选择方波输出,1Vpp,偏移 0.5V,频率 = 100Hz;
- ✓ 加法器增益:  $a_0 = 1.0$ ,  $a_1 = -0.1$ ,  $a_2 = 0$ ;
- ✓ 积分速度:指拨开关设定至“ON: ON”。



选择合适的示波器时基和触发电平，观察阶跃响应，并记录在图 9-9 中。

对于冲激响应，采用脉冲发生器为信号源，频率为 100Hz，占空比为 0.02

(2%)，选择合适的示波器时基和触发电平，观察冲激响应，并记录在图 9- 中。

**注意：合成“RC 网络”的输出为  $S_{-1}$  的输出！**

通过观察，发现上述参数 ( $a_0$ ,  $a_1$ ) 并不足够精确，我们可以改变  $a_0$  和  $a_1$  的值，使合成“RC 网络”的输出与实际 RC 网络十分相近。

## 四、实验体会与建议

本实验让我收获很大，动手能力增强的同时理论基础更加扎实，在此次实验中，我加深了对于电路知识的理解，而且锻炼了我的实验思维，可以拓展课本之外的能力，让自己不仅仅依靠书本上的知识发展自己的认知，我认为本课程极具教育意义，意义重大。

## 信号与系统实验报告（十）---- Z 变换

姓名：\_\_\_\_ 杨承翰 \_\_\_\_\_ 学号\_\_\_\_ 210210226 \_\_\_\_\_ 班级：\_\_\_\_ 通信 2 班 \_\_\_\_\_

实验日期：\_\_\_\_ 6.5 \_\_\_\_\_ 实验台号：K405-21 \_\_\_\_\_ 原始数据审核：\_\_\_\_\_

### 一、实验过程及数据

（根据实验内容，将结果截图粘贴到报告中即可）

程序指令	执行结果
<pre>clear syms n z % 定义变量 f=(1/2^n-1/3^n); % 定义带有变量的函数表达式 Fz=ztrans(f) %对离散信号进行Z变换 pretty(Fz) %类似排版数学的纯文本格式打印clear</pre>	<p>Fz =</p> $\frac{z}{z - 1/2} - \frac{z}{z - 1/3}$

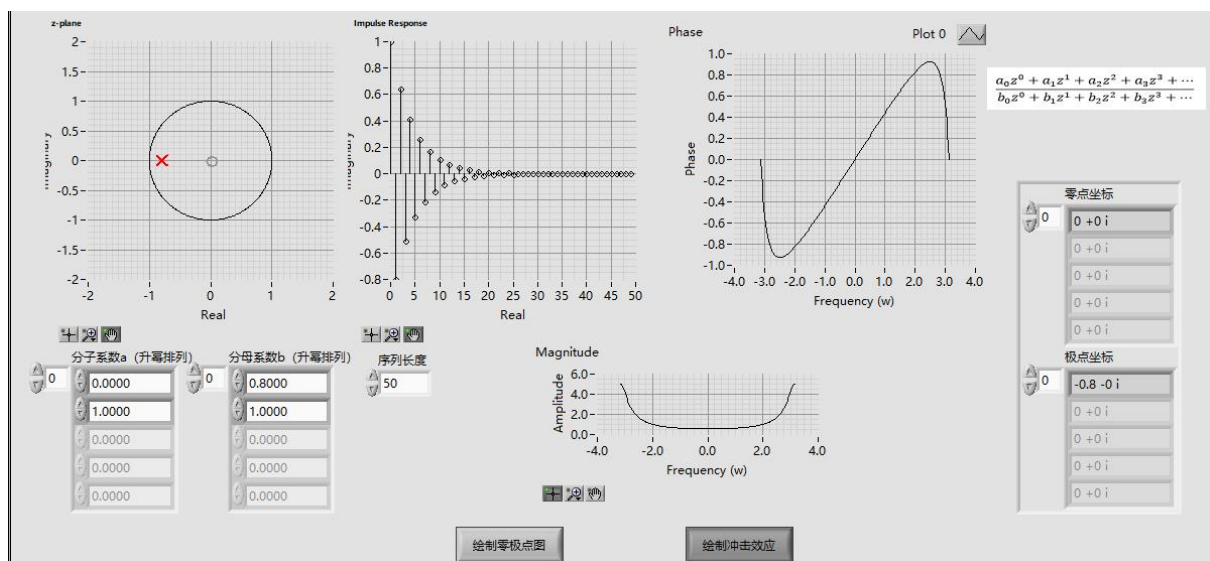
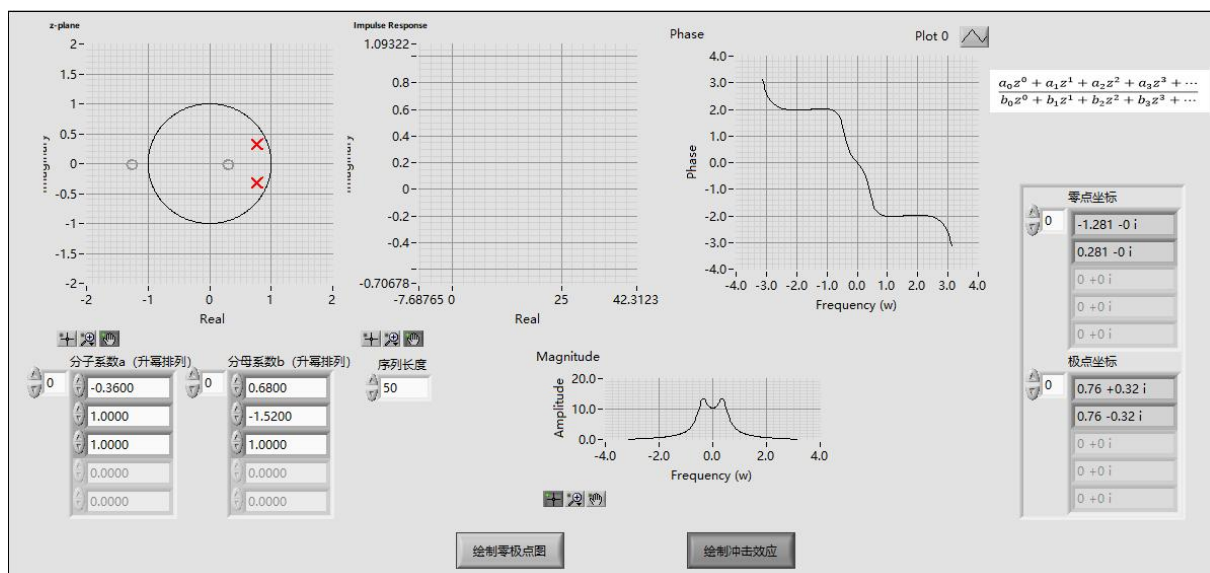
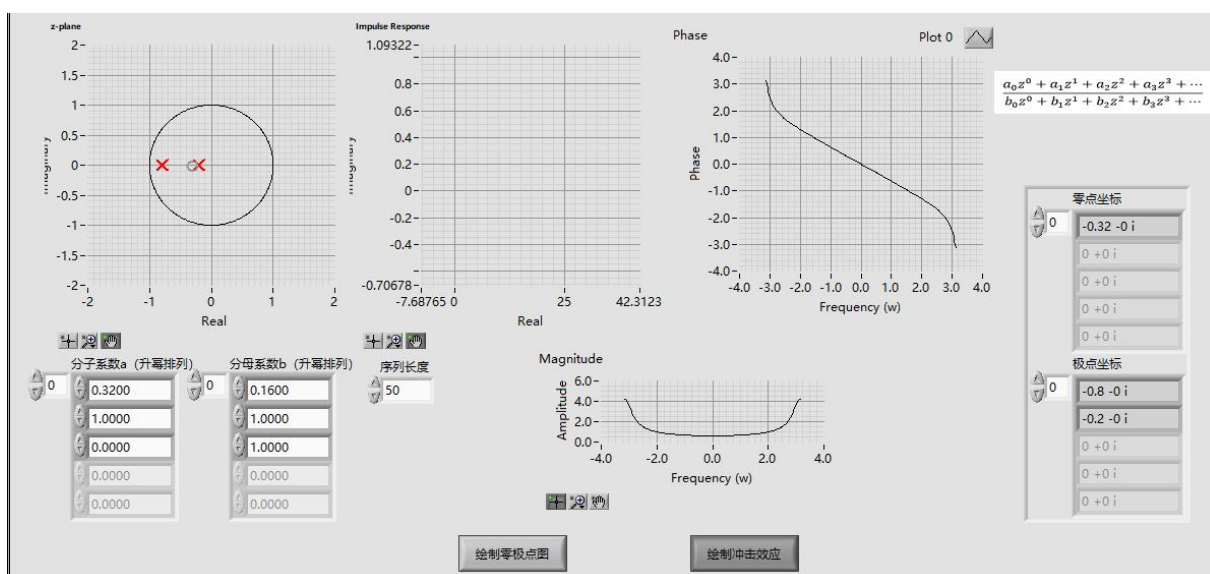
程序指令	执行结果
<pre>clear syms n z a b % 定义变量 f=sin(a*n+b); % 定义带有变量的函数表达式 Fz=ztrans(f) %对离散信号进行Z变换 pretty(Fz) %类似排版数学的纯文本格式打印clear</pre>	<p>Fz =</p> $\frac{(z \cos(b) \sin(a))}{(z^2 - 2 \cos(a)z + 1)} + \frac{(z \sin(b) (z - \cos(a)))}{(z^2 - 2 \cos(a)z + 1)}$

程序指令	执行结果
<pre>clear syms n z % 定义变量 f=n^4; % 定义带有变量的函数表达式 Fz=ztrans(f) %对离散信号进行Z变换 pretty(Fz) %类似排版数学的纯文本格式打印clear</pre>	<p>Fz =</p> $\frac{z^3 (z^2 + 11z + 11)}{(z - 1)^5}$

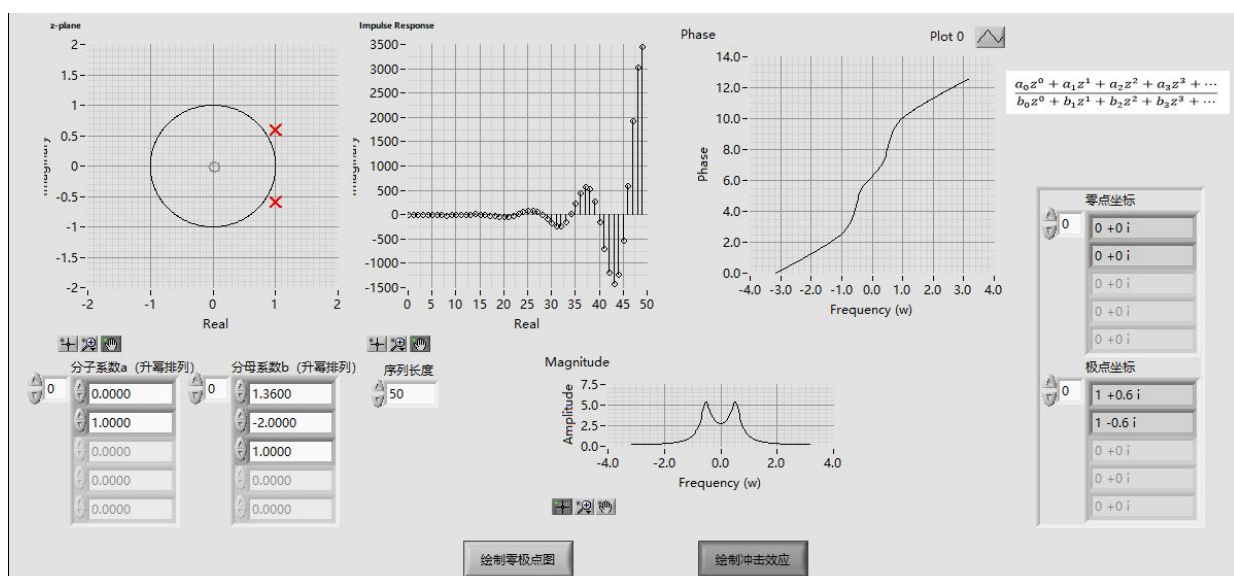
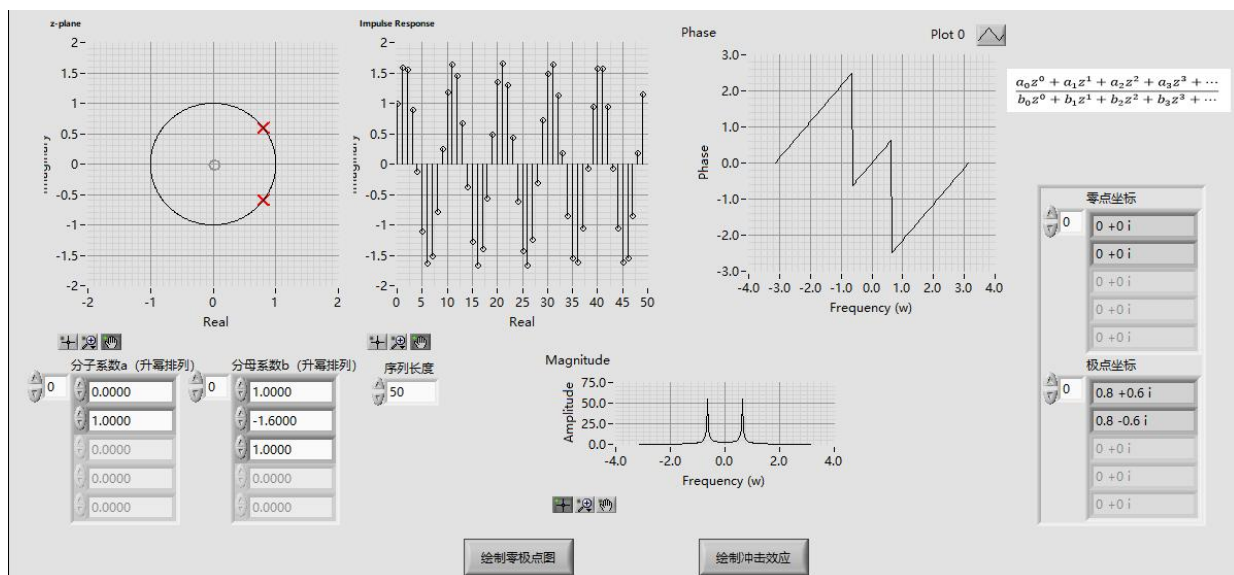
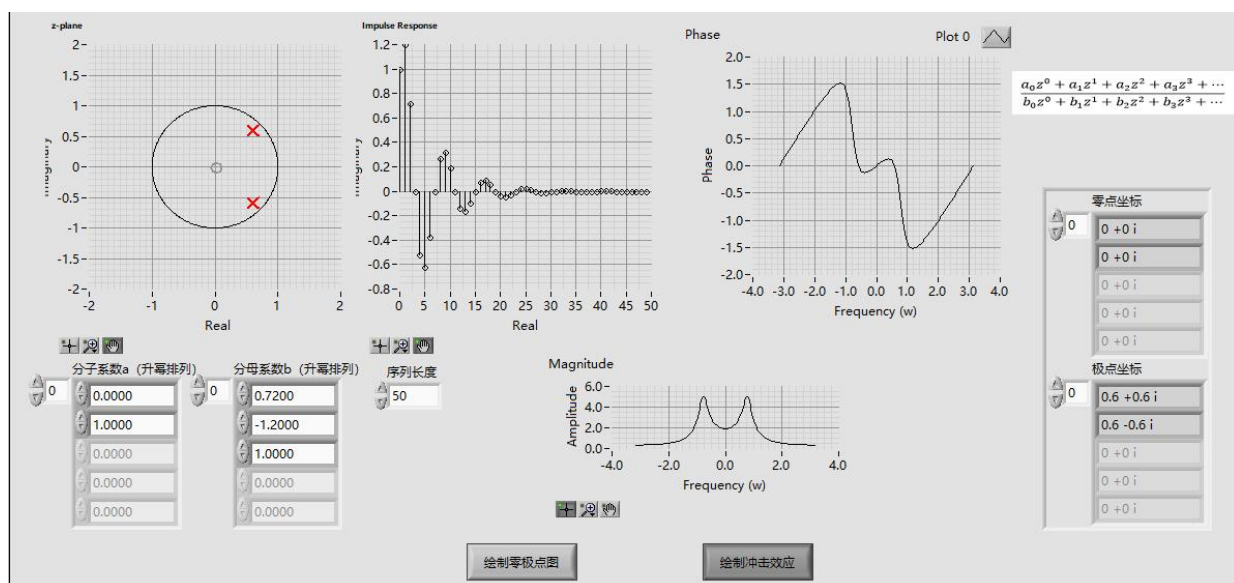
程序指令	执行结果
<pre>clear syms n z % 定义变量 Fz=2* z/(z-2)^2; % 定义 Z 变换表达式 fk=iztrans(Fz,n) %求反 Z 变换 pretty(fk);</pre>	<pre>fk =  2^n + 2^n*(n - 1)        n      n       2  + 2  (n - 1)</pre>

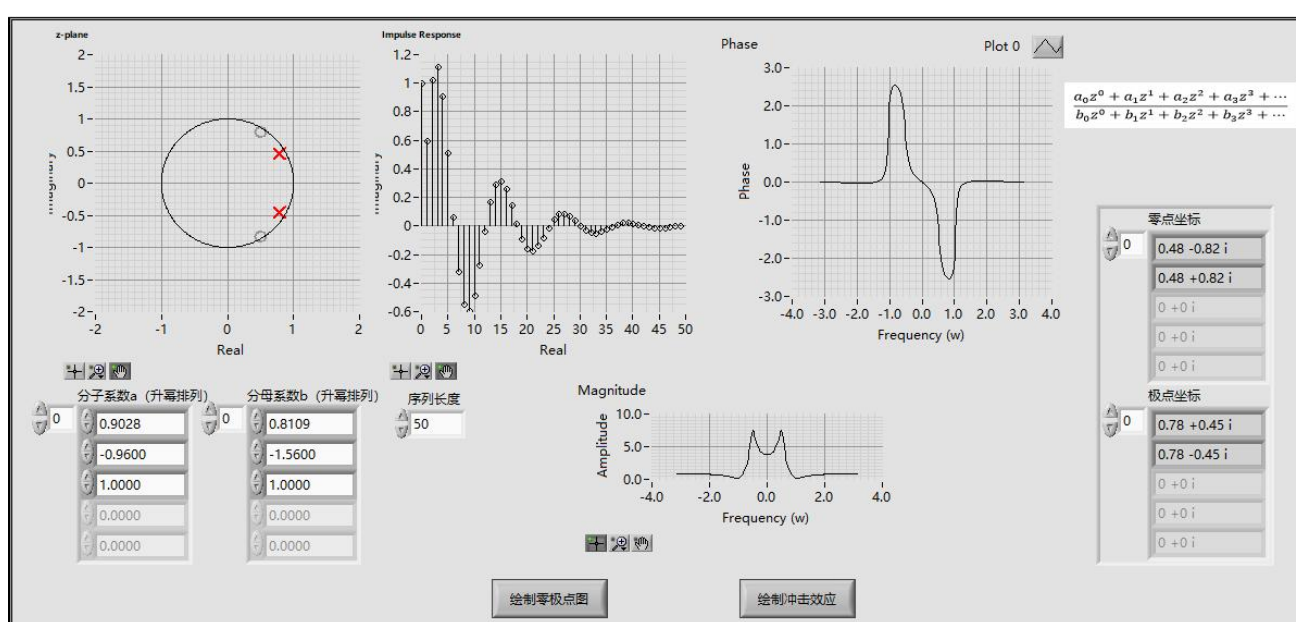
程序指令	执行结果
<pre>clear syms n z % 定义变量 Fz=z*(z-1)/(z+1)^2; % 定义 Z 变换表达式 fk=iztrans(Fz,n) %求反 Z 变换 pretty(fk);</pre>	<pre>fk =  3*(-1)^n + 2*(-1)^n*(n - 1)        n      n       3 (-1)  + 2 (-1) (n - 1)</pre>

程序指令	执行结果
<pre>clear syms n z w % 定义变量 Fz=1-z^(-1)/1-2*z^(-1)*cos(w)+z^(- 2); % 定义 Z 变换表达式 fk=iztrans(Fz,n) %求反 Z 变换 pretty(fk);</pre>	<pre>fk =  kroneckerDelta(n - 2, 0) - kroneckerDelta(n - 1, 0)*(2*cos(w) + 1) + kroneckerDelta(n, 0)  kroneckerDelta(n - 2, 0) - kroneckerDelta(n - 1, 0) (2 cos(w) + 1) + kroneckerDelta(n, 0)</pre>









## 二、实验体会与建议

本实验让我收获很大，动手能力增强的同时理论基础更加扎实，在此次实验中，我加深了对于电路知识的理解，而且锻炼了我的实验思维，可以拓展课本之外的能力，让自己不仅仅依靠书本上的知识发展自己的认知，我认为本课程极具教育意义，意义重大。