



电子电路基础设计 与实践报告

项目名称：电路实验基础和电路系统函数实验

完成时间： 2022/12/10

摘 要：电路的系统函数有助于我们对电路进行分析。本实验将通过时域分析法和复频域分析法对设计的电路进行分析、测试，并对一些特性进行研究探索。

关键词：系统函数、复频域分析、仿真

Abstract: The system functions of a circuit help us analyze the circuit. In this experiment, the designed circuit will be analyzed and tested by MNA method and complex frequency domain analysis method, and some characteristics will be studied and explored.

Keyword: System functions, complex frequency domain analysis, simulation

目 录

- 一、 概述
- 二、 系统函数基本原理
- 三、 电路设计
- 四、 计算机仿真
- 五、 电路制作
- 六、 测试与结果分析
- 七、 总结

一、概述

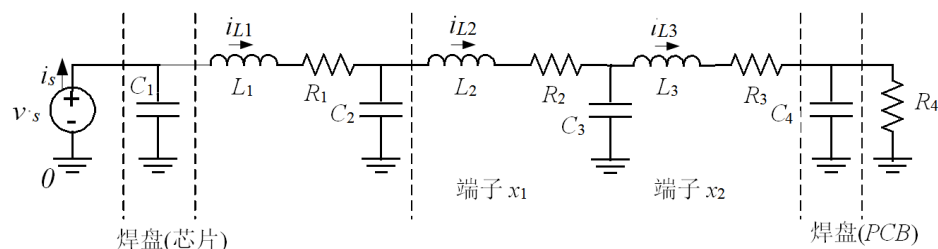
实验分为以下内容：

- (1) 列出方程，从后向欧拉近似的时域数值分析法与复频域分析法两种技术方法角度，分析计算该电路的阶跃响应、冲击响应 (Matlab 求解)，并与 Multisim 仿真结果作比较。
- (2) 实验制作电路，测量电路的时域响应特性曲线，实验结果与(1)理论分析计算与仿真结果相比较，讨论其相符/相异特性。
- (3) 验证该电路的频率响应特性、实验测量与理论是否一致。
- (4) 画出该电路的波特图特性，检验波特图与实际电路响应的差异。
- (5) 探究能否预测与验证该电路在三角波信号激励下的响应输出曲线。

二、系统函数的基本原理

复数域中电路系统函数 $H(s)$ 一般可表示为关于 s 的两多项式相除的形式，其分母 $P(s)$ 称为线性系统的特征多项式。 $P(s)$ 的阶数 n 成为系统的阶。常见的电路系统，分子多项式次数低于分母多项式次数，且要求 $P(s)$ 的根位于 s 的左侧平面。

三、电路设计



电路设计如图，为 RLC 电路。

令 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$ (实验中取 25Ω), $C_1 = C_2 = C_3 =$

$C_4 = C$ (实验中取 $30nF$), $L_1 = L_2 = L_3 = L$ (实验中取 $220mH$)

则, $\frac{1}{Z_4} = \frac{1}{R_4} + sC_4 = \frac{1}{R} + sC,$

$$\frac{1}{Z_3} = \frac{1}{Z_4 + sL_3 + R_3} + sC_3,$$

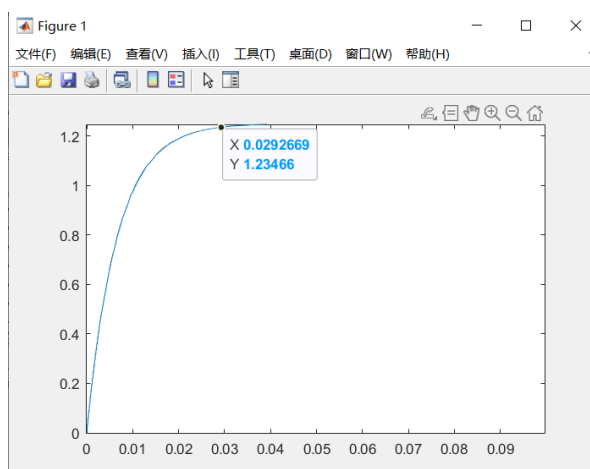
$$\frac{1}{Z_2} = \frac{1}{Z_3 + sL_2 + R_2} + sC_2,$$

得到

$$H(s) = \frac{1}{\left(1 + \frac{sL + R}{Z_3}\right) \left(1 + \frac{sL + R}{Z_4}\right) \left(1 + \frac{sL + R}{Z_2}\right)}$$

用 matlab 编写代码, 当输入信号为 5V 阶跃信号时:

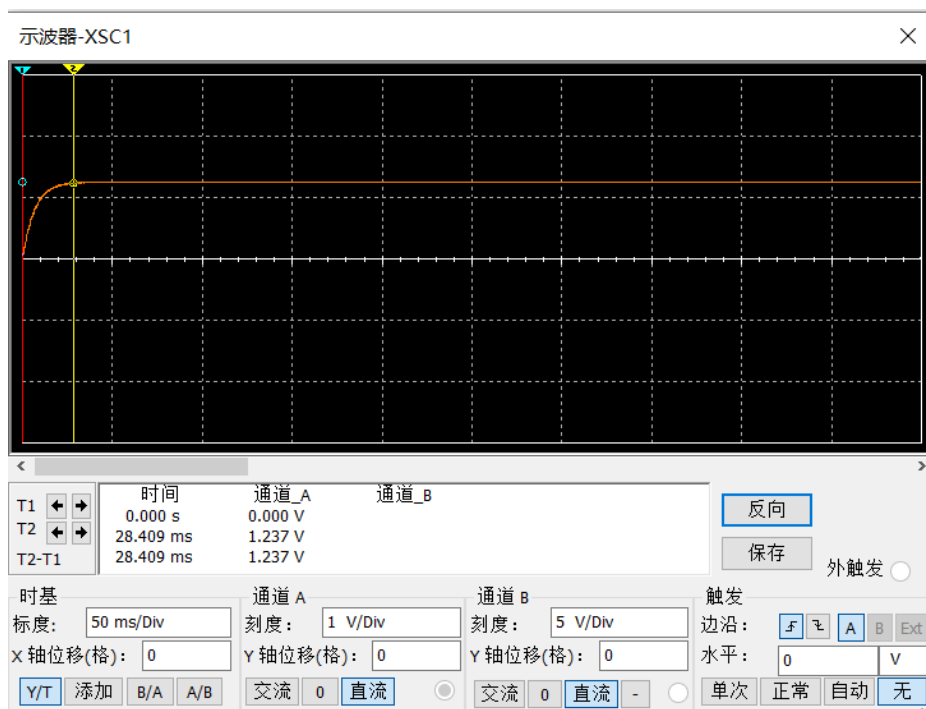
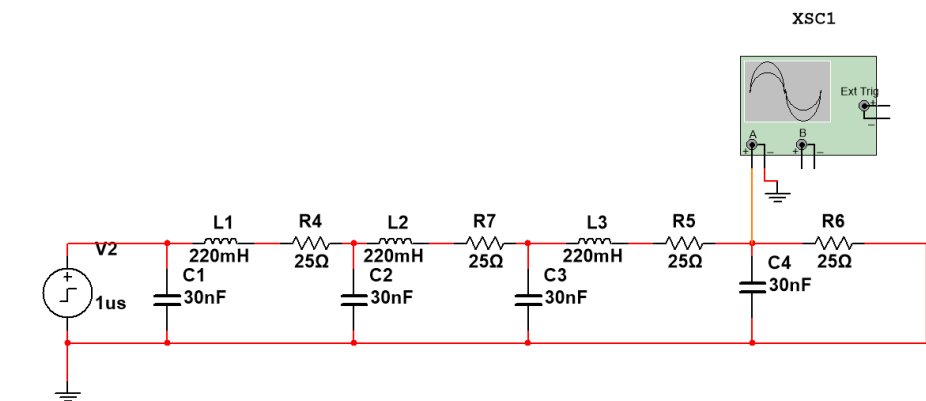
```
syms z4 z2 z3 R L s C,  
R=25; C=3*10^-9; L=0.22;  
z4=1/(1/R+s*C);  
z3=1/(1/(z4+s*L+R)+s*C);  
z2=1/(1/(z3+s*L+R)+s*C);  
H1(s)=1/(1+(s*L+R)/z4);  
H2(s)=1/(1+(s*L+R)/z3);  
H3(s)=1/(1+(s*L+R)/z2);  
H(s)=H1(s)*H2(s)*H3(s);  
%阶跃信号  
H=simplify(H(s)*(5/s));  
h=ilaplace(H,s);  
fplot(h,[0,0.1]);
```



四、计算机仿真

Multisim 仿真:

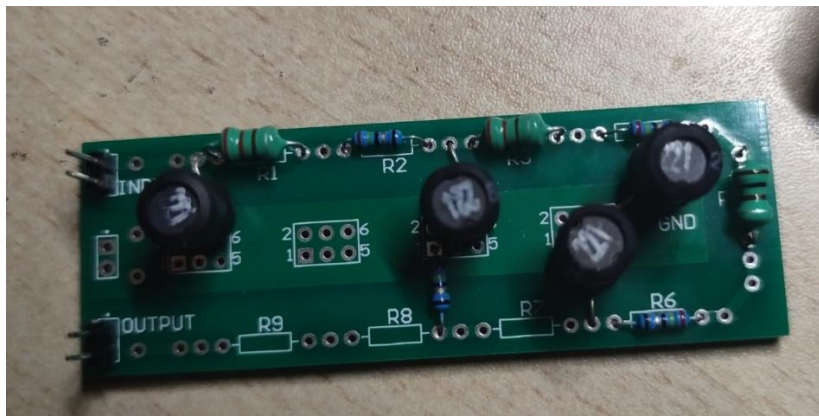
用大小为 5V 的阶跃信号输入电路。



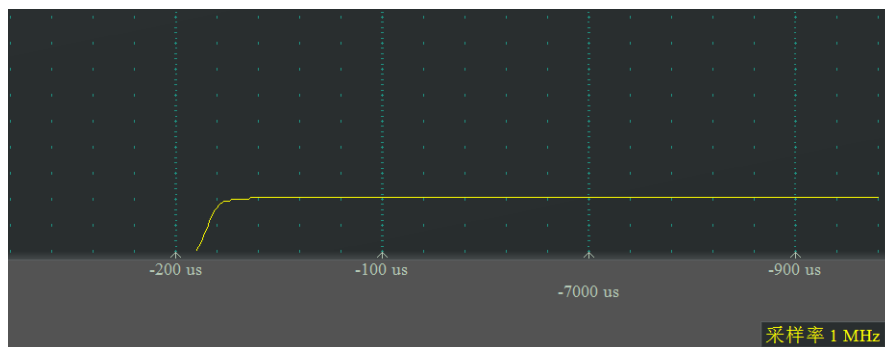
与 MATLAB 计算结果吻合。

五、制作

制作焊接电路板如图。

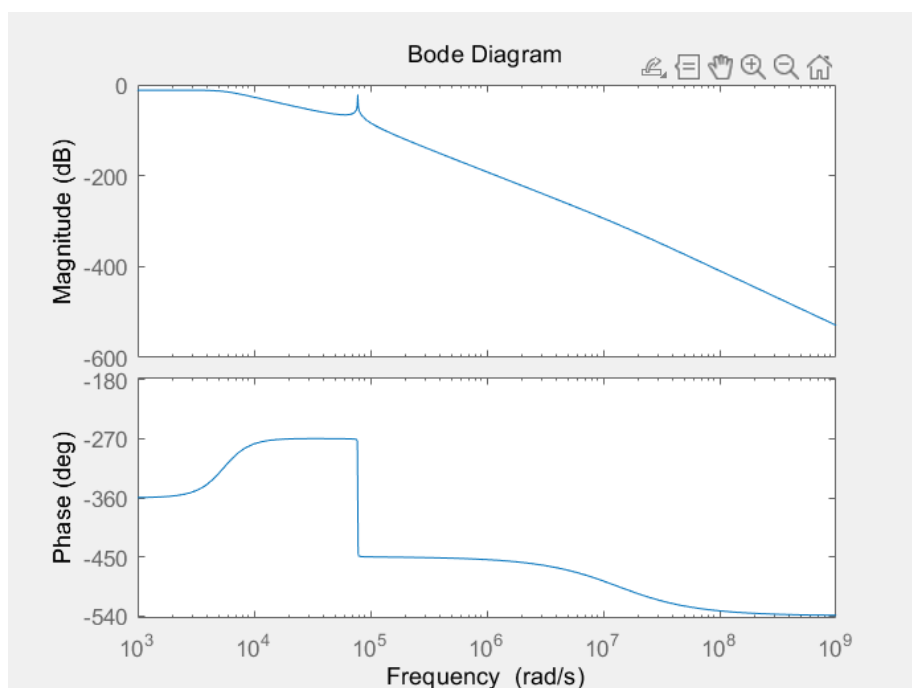


六、测试与结果分析

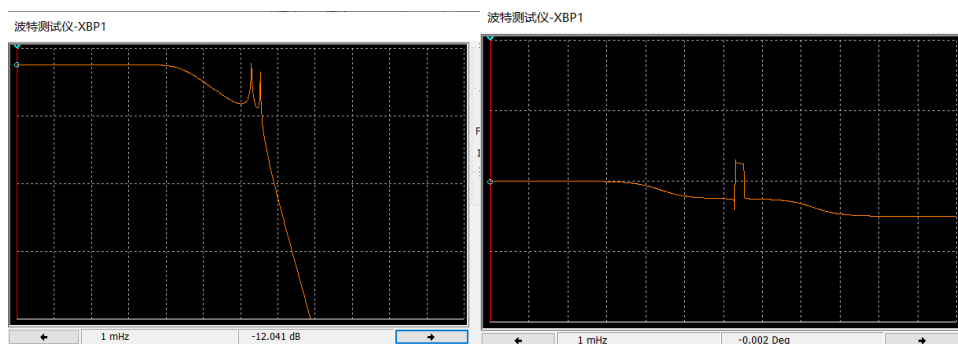


实验测得波形接近。

理论波特图：



实际波特图：



由于实际中采用了交流电源，可能受电源影响波特图有所变化，

但整体比较吻合。

七、总结

通过此次实验，我们对时域分析和复频域分析方法有了更深的掌握，进一步研究了理论课学到的 RLC 高阶电路，并锻炼了 multisim 仿真能力，能够更加熟练地焊接和调试电路。