



南京邮电大学  
Nanjing University of Posts and Telecommunications

# 电工电子实验报告

课程名称：\_\_\_\_\_ 电工电子实验 \_\_\_\_\_

实验项目：\_\_\_\_\_ 连续时间系统的模拟 \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

学 院：\_\_\_\_\_ 贝尔英才学院 \_\_\_\_\_

班 级：\_\_\_\_\_

学 号：\_\_\_\_\_

姓 名：\_\_\_\_\_

学 期：\_\_\_\_\_ 2021-2022 学年第 二 学期 \_\_\_\_\_

# 连续时间系统的模拟

## 一、实验目的

- 1.学习如何根据给定的连续系统的传输函数，用基本运算单元组成模拟装置。
- 2.掌握将 Multisim 软件用于系统模拟的基本方法。

## 二、预习要求

- 1.复习系统传输函数的基本概念。
- 2.掌握根据传输函数画出系统模拟框图的方法。
- 3.分别求出图 2-14 和图 2-15 的传输函数  $H(s)$ ，并据此画出系统模拟框图。

## 三、实验原理

### 1.实验原理

求解系统响应的问题，实际上就是求解微分方程的问题。一些实际系统的微分方程可能是一高阶方程或是一微分方程组。在电学中，系统的模拟就是用由基本运算单元电路组成的模拟装置来模拟实际系统。这些实际系统可以是电的或非电的物理系统，也可以是社会、经济和军事等非物理量系统。模拟装置可以与实际系统的内容完全不同，但是两者的微分方程完全相同，输入输出关系即传输函数也完全相同。模拟装置的激励和响应是电物理量，而实际系统的激励和响应不一定是电物理量，但它们之间的关系是一一对应的。所以，可以通过对模拟装置的研究来分析实际系统，最终达到一定条件下确定最佳参数的目的。对于那些用数学手段较难处理的高阶系统来说，系统模拟就更为有效。在 Multisim 软件中，运用其控制器件库所提供的积分器、微分器、乘法器、除法器、比例模块等构成模拟电路，会使得这种仿真过程变得更为简便、有效。若已知实际系统的传输函数为

$$H(s) = \frac{Y(s)}{F(s)} = \frac{a_0 s^n + a_1 s^{n-1} + \cdots + a_n}{s^n + b_1 s^{n-1} + \cdots + b_n}$$

分子、分母同乘以  $s^{-n}$ ，得

$$H(s) = \frac{Y(s)}{F(s)} = \frac{a_0 + a_1 s^{-1} + \cdots + a_n s^{-n}}{1 + b_1 s^{-1} + \cdots + b_n s^{-n}} = \frac{P(s^{-1})}{Q(s^{-1})}$$

式中， $P(s^{-1})$ 和  $Q(s^{-1})$ 分别代表分子、分母的  $s$  负幂次方多项式。因为

$$Y(s) = P(s^{-1}) \frac{1}{Q(s^{-1})} F(s)$$

令 
$$X = \frac{1}{Q(s^{-1})} F(s)$$

则 
$$F(s) = Q(s)X = X + b_1 s^{-1}X + \cdots + b_n s^{-n}X$$

$$X = F(s) - b_1 s^{-1} X - \dots - b_n s^{-n} X$$

$$Y(s) = P(s^{-1})X = a_0 X + a_1 s^{-1} X + \dots + a_n s^{-n} X$$

根据式  $F(s) = Q(s)X = X + b_1 s^{-1} X + \dots + b_n s^{-n} X$  可以画出部分模拟框图，如图 2-6 所示在该图的基础上考虑式  $Y(s) = P(s^{-1})X = a_0 X + a_1 s^{-1} X + \dots + a_n s^{-n} X$  就可以画出完整的系统模拟框图，如图 2-7 所示。

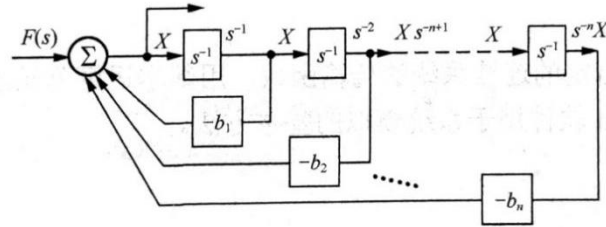


图 2-6 系统模拟框图

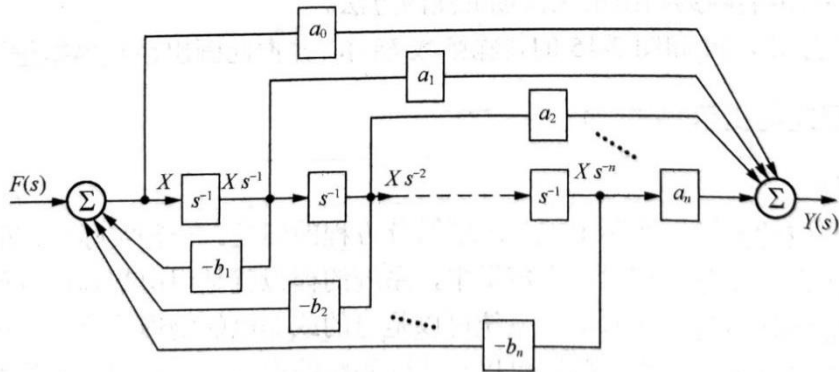


图 2-7 完整的系统模拟框

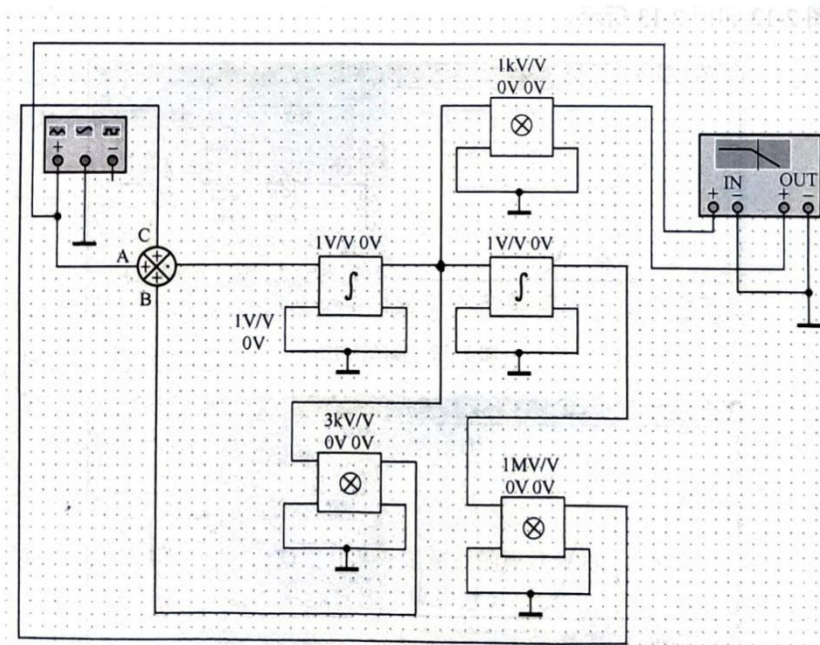


图 2-10 带通电路系统

## 一、实验任务

1. 直接测量图 2-14 和图 2-15 的幅频、相频传输特性，并测出相应的数据。测点自定，但半功率点和谐振点必须在其中。

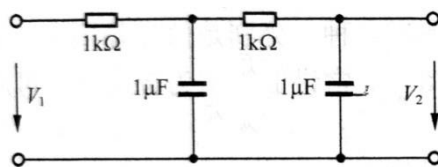


图 2-14 RC 低通电路

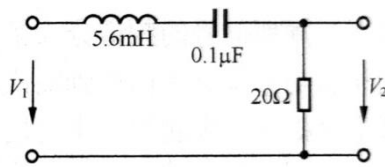


图 2-15 二阶带通电路

2.根据预习时计算出的传输函数  $H(s)$ 分别搭建两个电路的系统模拟测试电路，分别测量幅频、相频传输特性，并按直接测量时所选的测点进行测量。

3.分别比较两个电路直接测量出的传输特性数据与系统模拟测出的传输特性数据，若有差异（计算精度造成的差异除外），找出原因并予以纠正。

4.Multisim 软件中是否还有更简便的系统模拟（由传输函数得到输出结果）的方法？请试一试，并写出操作要点。

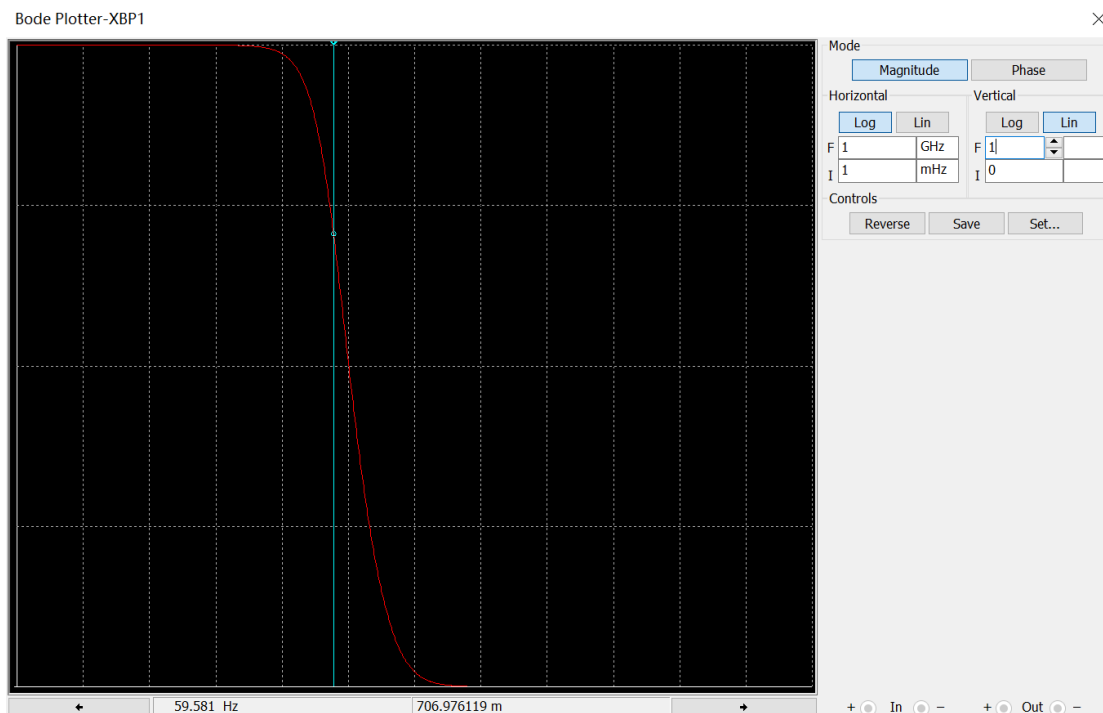


图 2-14 截止频率 59.581Hz

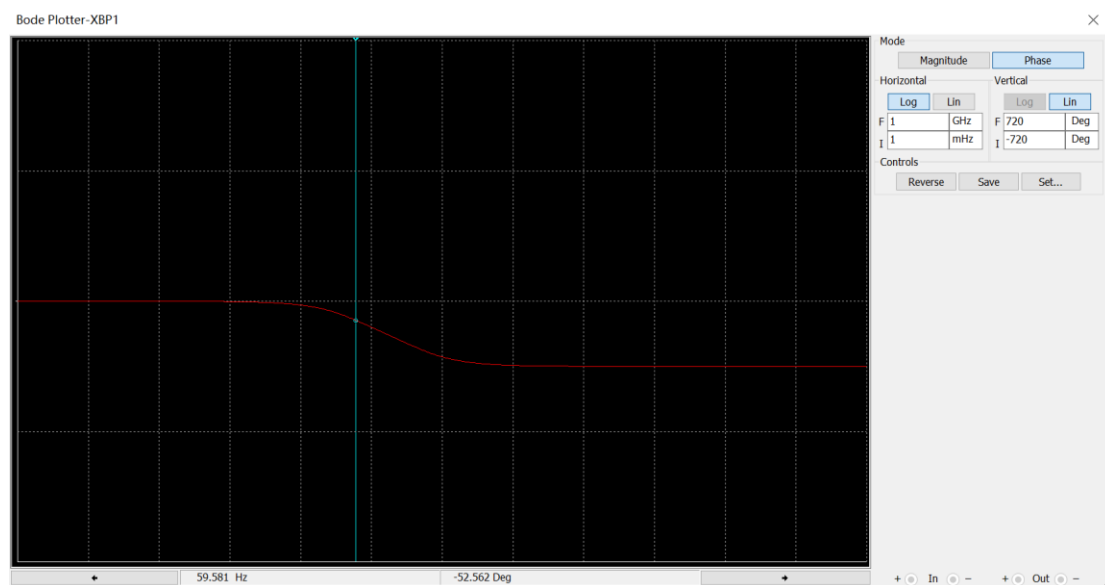


图 2-14 相频特性

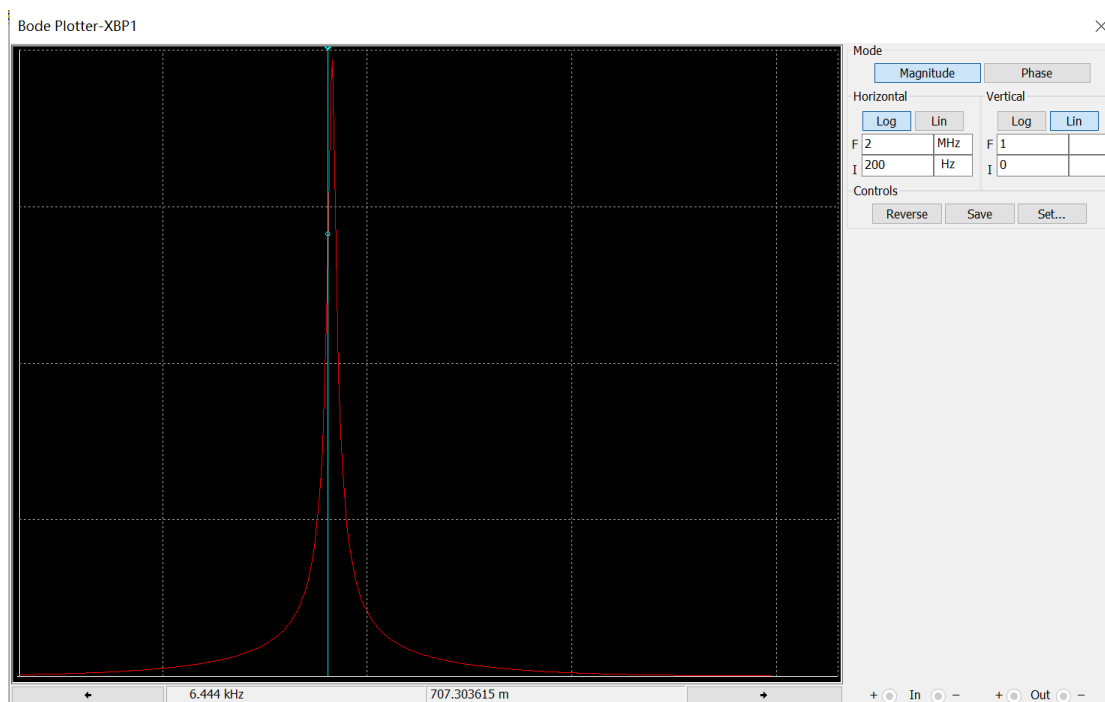
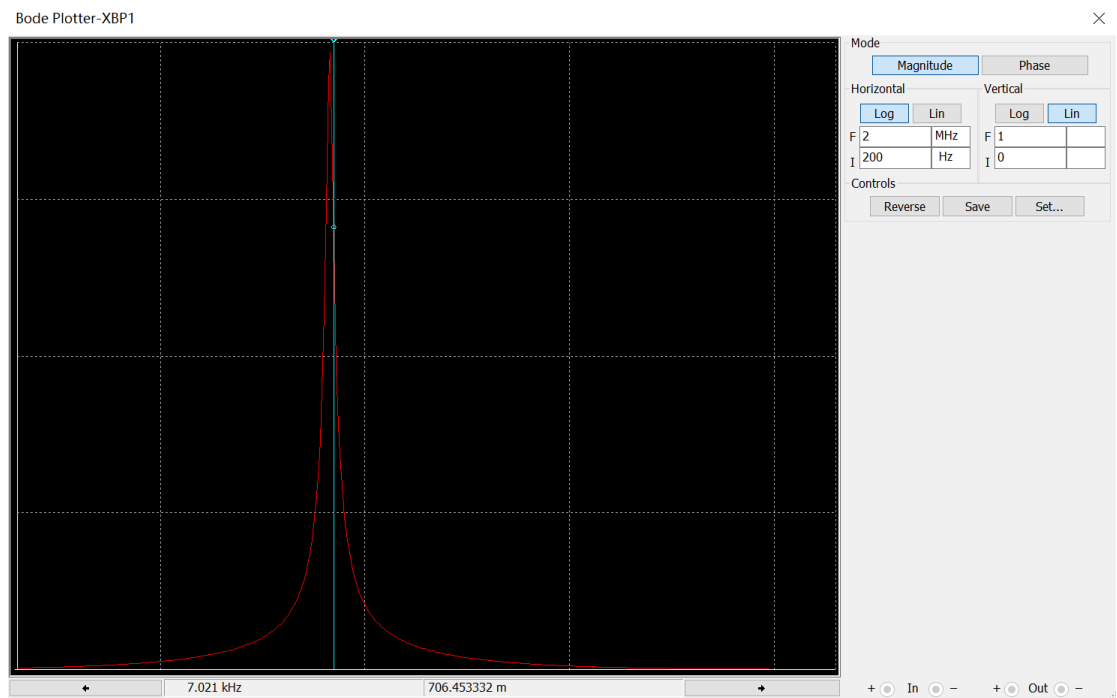
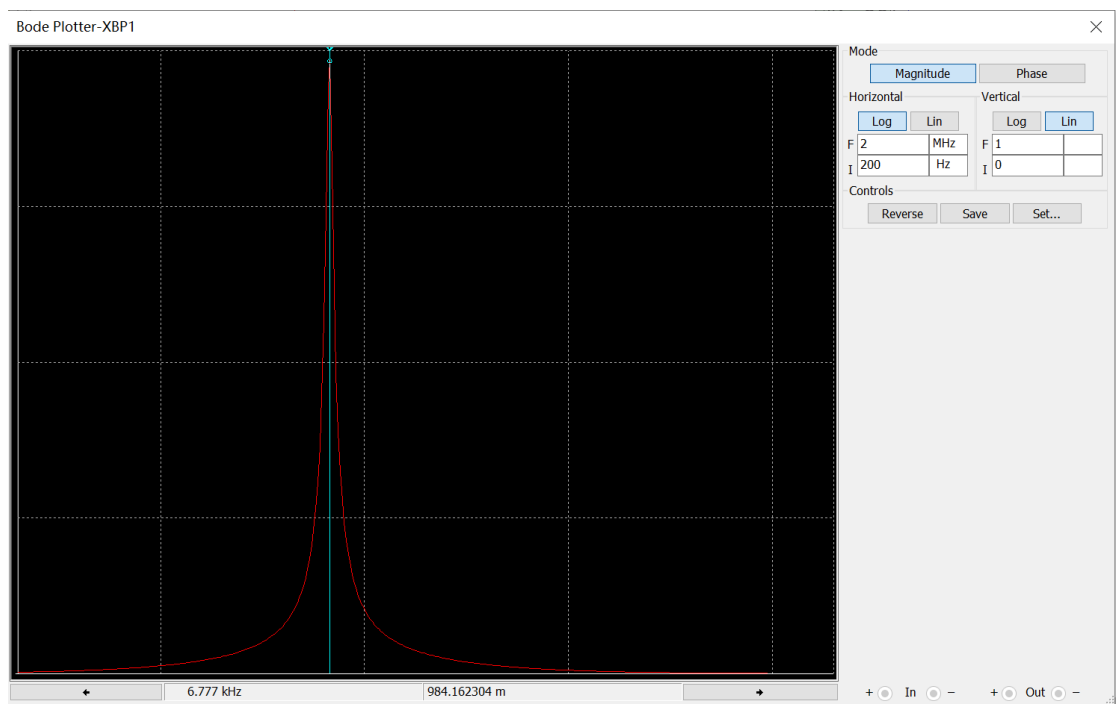


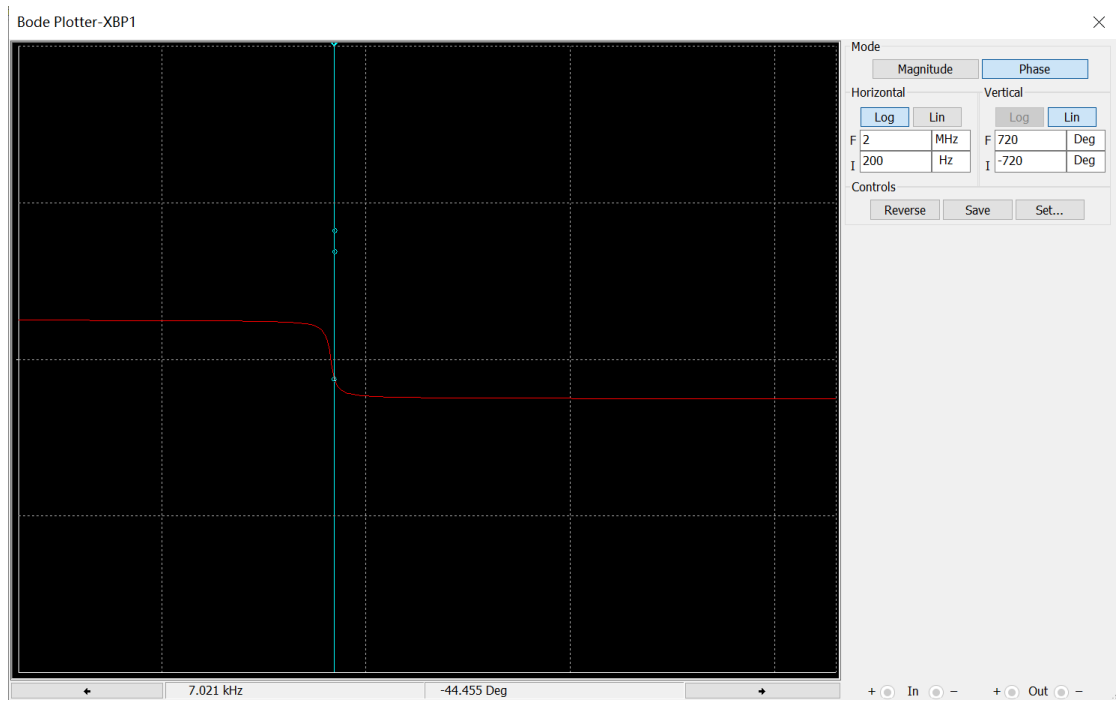
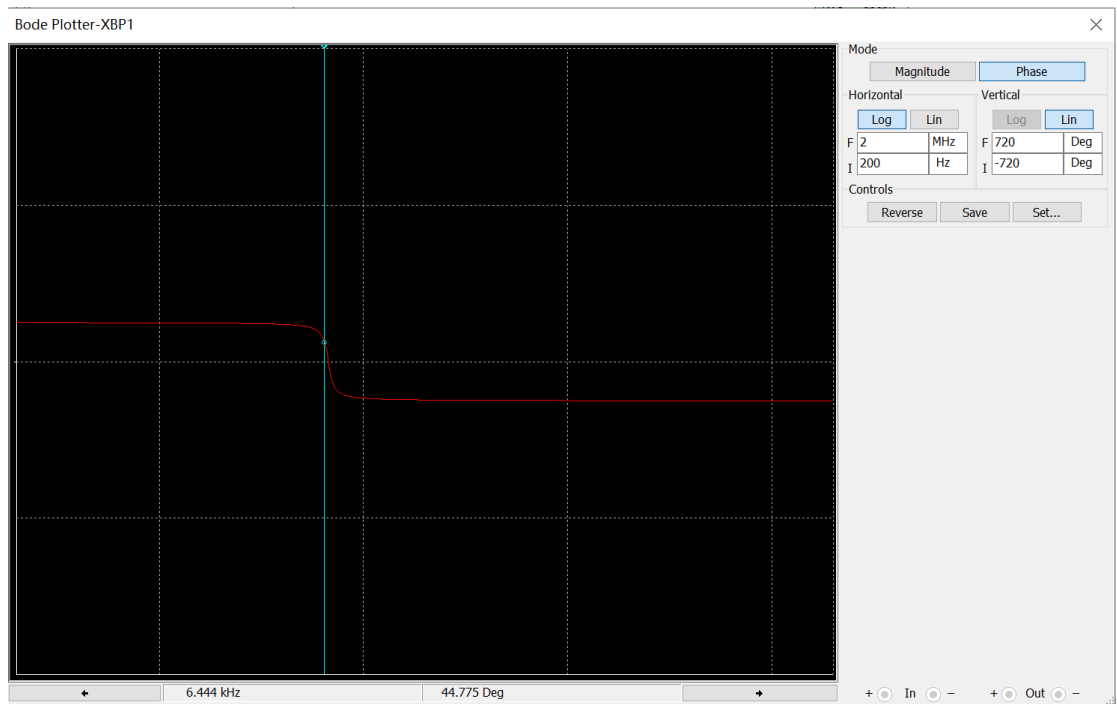
图 2-15 下限频率 6.444kHz



上限频率 7.021kHz



谐振频率 6.777kHz

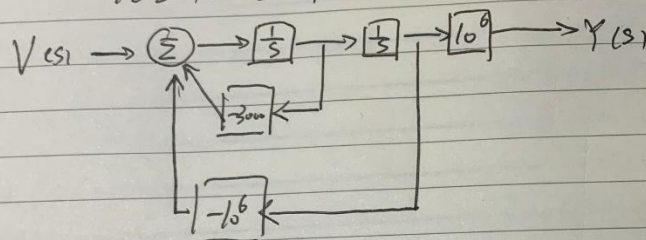


2-15 相频特性

2.14

$$H(s) = \frac{(\frac{1}{sC} + R) // \frac{1}{sC} \times \frac{1}{sC}}{[(\frac{1}{sC} + R) // \frac{1}{sC} + R] \times (sC + R)}$$

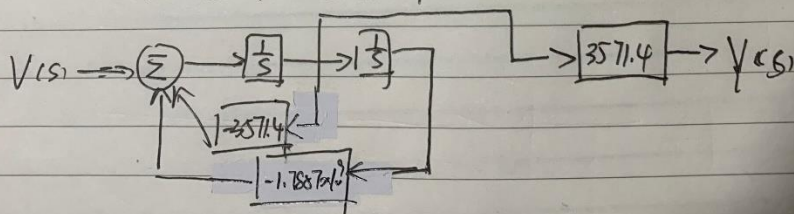
$$= \frac{10^6 s^{-2}}{10^6 s^{-2} + 3000 s^{-1} + 1}$$



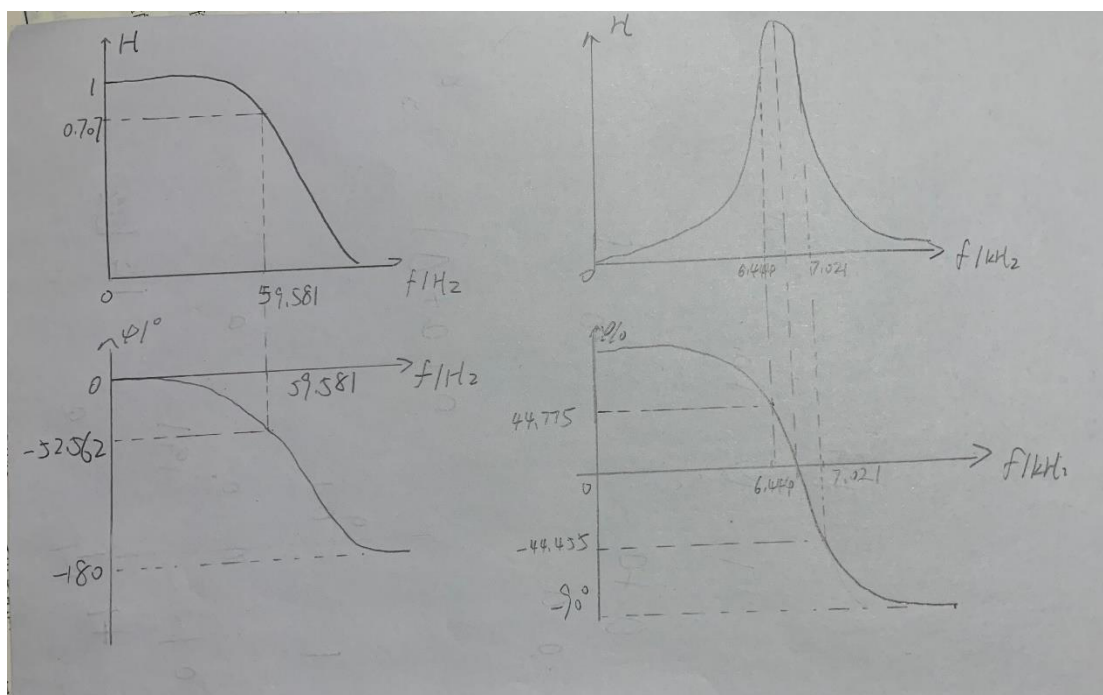
2.15

$$H(s) = \frac{R}{sL + \frac{1}{sC} + R}$$

$$= \frac{3571.4 s^{-1}}{1.7857 s^2 + 10^9 + 3571.4 s^{-1} + 1}$$



传输函数及模拟图





## 五. 实验总结

本次实验我复习连续时间系统进以及学会了绘制根据给定的连续系统的传输函数，用基本运算单元组成模拟装置。学会了用 multisim 软件进行仿真模拟连续性时间系统。