

浙江大学实验报告

专业：电子信息工程

姓名：邢毅诚

学号：3190105197

日期：2021-12-17

地点：教二-213

课程名称：控制理论（乙） 指导老师：姚维、韩涛 成绩：
实验名称：频率特性的测量 实验类型：验证实验 同组学生姓名：无

一、实验目的

1. 掌握通过实验测量典型环节的频率特性的方法
2. 掌握利用测量数据，作出对数幅频、相频特性曲线，并根据对数幅频曲线的渐近线估计出开环系统的传递函数的方法。
3. 掌握 matlab 电路仿真方法

二、实验内容

电路图如下图所示：

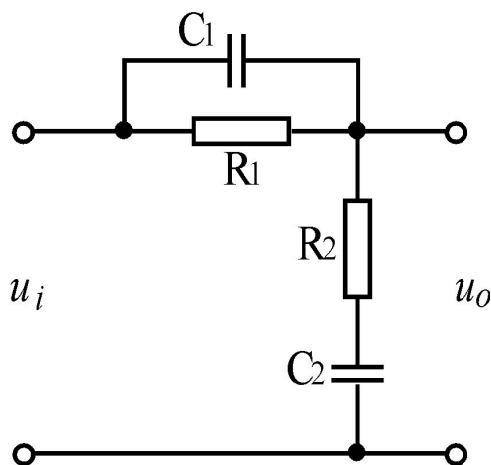


图 1: 电路图

其中， $R_1 = R_2 = 10K$, $C_1 = 0.01\mu F$, $C_2 = 0.1\mu F$

1. 根据实验测得的数据分别作出开环的幅频和相频特性曲线
2. 作出开环幅频特性曲线的渐近线，据此求得 RC 网络的开环传递函数

三、 实验结果与数据分析

1. 绘制幅频相频曲线

按照电路图连接电路图，如下图所示：

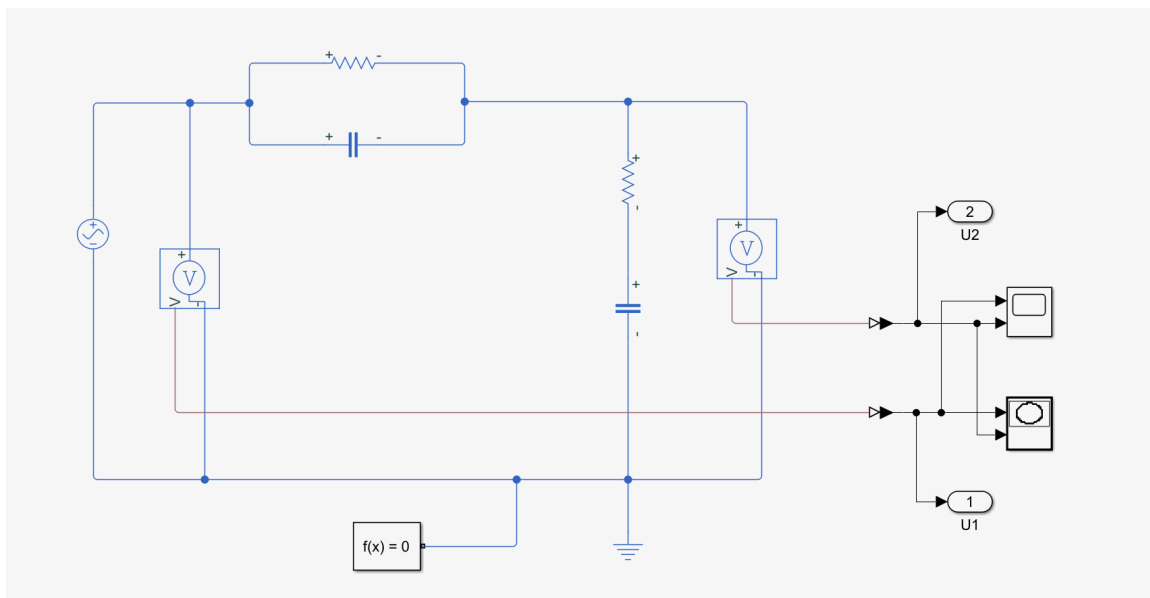


图 2: Simulink 仿真电路图

设定频率为 100Hz，测得示波器图像如下图所示：

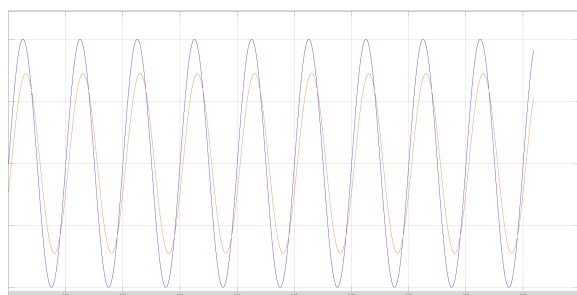


图 3: Simulink 示波器图像

测得 X-Y 图像如下图所示：

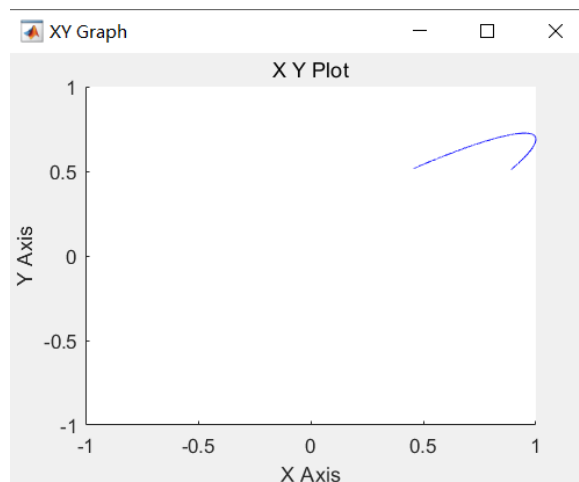


图 4: 李萨如图像

使用 matlab 脚本记录题目中要求的频率的相关参数，记录数据如下所示：

| 序号 | $\omega(rad/s)$ | f(hz) | $2X_m$ | $2Y_m$ | $\phi(\omega)$ | $2LY_m/2X_m$ | $L(\omega)$ |
|----|-----------------|--------|--------|----------|----------------|--------------|-------------|
| 1 | 62.83185 | 10 | 2 | 1.987516 | -0.0622 | 0.993758 | -0.05439 |
| 2 | 125.6637 | 20 | 2 | 1.952009 | -0.12095 | 0.976004 | -0.21097 |
| 3 | 188.4956 | 30 | 2 | 1.89848 | -0.17279 | 0.94924 | -0.45248 |
| 4 | 251.3274 | 40 | 2 | 1.83335 | -0.21677 | 0.916675 | -0.75569 |
| 5 | 314.1593 | 50 | 2 | 1.762788 | -0.25196 | 0.881394 | -1.0966 |
| 6 | 376.9911 | 60 | 2 | 1.691697 | -0.27834 | 0.845848 | -1.45415 |
| 7 | 439.823 | 70 | 2 | 1.623415 | -0.2972 | 0.811707 | -1.81201 |
| 8 | 502.6548 | 80 | 2 | 1.559895 | -0.30913 | 0.779947 | -2.15869 |
| 9 | 565.4867 | 90 | 2 | 1.50205 | -0.31573 | 0.751025 | -2.48691 |
| 10 | 628.3185 | 100 | 2 | 1.450105 | -0.31793 | 0.725052 | -2.79261 |
| 11 | 691.1504 | 110 | 2 | 1.403873 | -0.31636 | 0.701937 | -3.07404 |
| 12 | 942.4778 | 150 | 2 | 1.26693 | -0.28965 | 0.633465 | -3.96555 |
| 13 | 1256.637 | 200 | 2 | 1.16867 | -0.23813 | 0.584335 | -4.66676 |
| 14 | 1884.956 | 300 | 2 | 1.082856 | -0.1398 | 0.541428 | -5.32918 |
| 15 | 2513.274 | 400 | 2 | 1.054349 | -0.06283 | 0.527175 | -5.56091 |
| 16 | 3141.593 | 500 | 2 | 1.047664 | -0.00188 | 0.523832 | -5.61616 |
| 17 | 4398.23 | 700 | 2 | 1.061604 | 0.08985 | 0.530802 | -5.50135 |
| 18 | 5026.548 | 800 | 2 | 1.075668 | 0.125664 | 0.537834 | -5.38703 |
| 19 | 6283.185 | 1000 | 2 | 1.111568 | 0.183469 | 0.555784 | -5.10188 |
| 20 | 12566.37 | 2000 | 2 | 1.338448 | 0.30819 | 0.669224 | -3.48857 |
| 21 | 18849.56 | 3000 | 2 | 1.533552 | 0.312595 | 0.766776 | -2.30663 |
| 22 | 31415.93 | 5000 | 2 | 1.758095 | 0.253841 | 0.879048 | -1.11975 |
| 23 | 43982.3 | 7000 | 2 | 1.85917 | 0.201063 | 0.929585 | -0.63422 |
| 24 | 62831.85 | 10000 | 2 | 1.925339 | 0.14954 | 0.96267 | -0.33046 |
| 25 | 125663.7 | 20000 | 2 | 1.980146 | 0.078226 | 0.990073 | -0.08665 |
| 26 | 251327.4 | 40000 | 2 | 1.994951 | 0.039584 | 0.997475 | -0.02196 |
| 27 | 628318.5 | 100000 | 2 | 1.999185 | 0.016022 | 0.999593 | -0.00354 |

表 1: 实验数据记录

绘制开环的幅频和相频特性曲线如下所示：

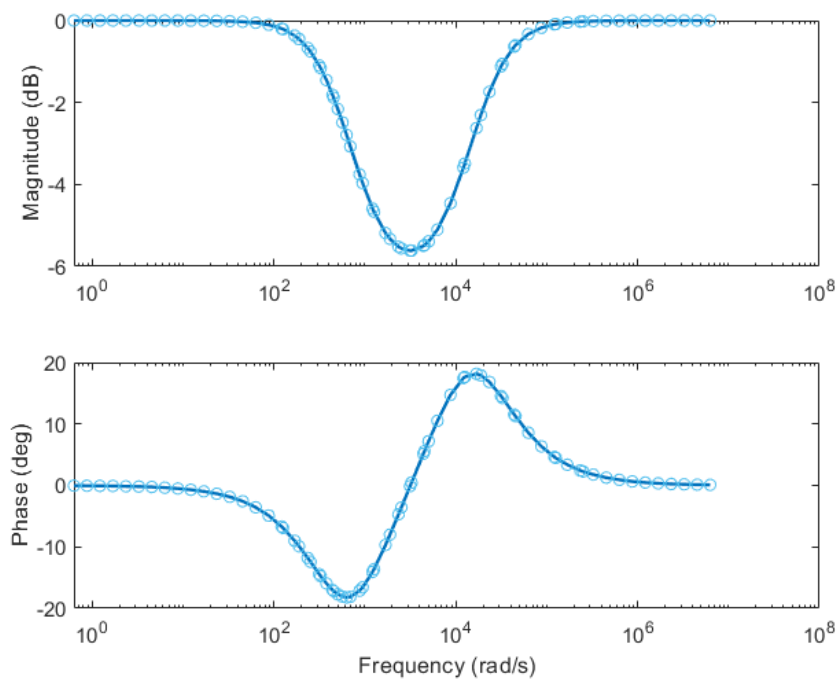


图 5: 开环幅频相频特性曲线

2. 计算开环传递函数

根据电路图进行计算，可以得到其传递函数为：

$$G(s) = \frac{10^{-7} \cdot s^2 + 1.1 \times 10^{-3}s + 1}{10^{-7} \cdot s^2 + 1.2 \times 10^{-3}s + 1} \quad (1)$$

根据 bode 图，近似画出其渐进线，进而计算出相关参数如下图所示：

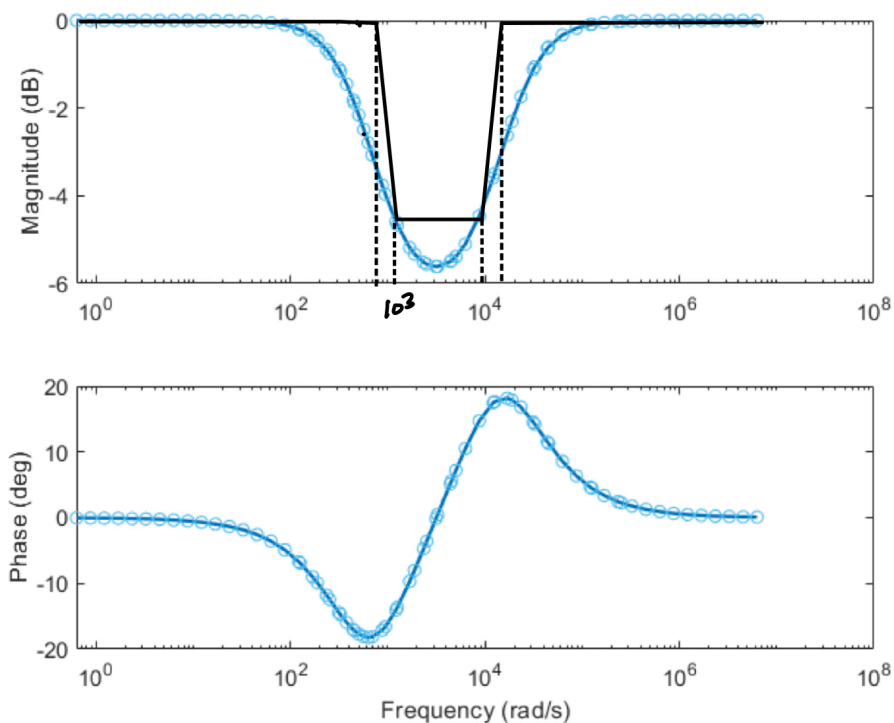


图 6: Simulink 示波器图像

可以计算得系统的开环传递函数为：

$$G(s) = \frac{(s + 10^3)(s + 10^4)}{(s + 800)(s + 11000)} = \frac{10^{-7}s^2 + 1.1 \times 10^{-3}s + 1}{10^{-7} \cdot s^2 + 1.18 \times 10^{-3}s + 0.88} \quad (2)$$

与计算所得到的开环传递函数大致相同，可知实验结果正确。

四、 思考题

相频特性时，若把信号发生器的正弦信号送入 Y 轴，而把被测系统的输出信号送入 X 轴，试问这种情况下如何根据旋转的光电方向来确定相位的超前与滞后。

判断方式与原来基本不变，当顺时针旋转时，说明 Y 轴输入的图像超前 X 轴输入的图像，即相位滞后；当逆时针旋转时，说明 X 轴输入的图像超前 Y 轴输入的图像，即相位超前。

五、 心得与体会

在本次实验中，我们进行了频率特性曲线测量的相关实验，通过这次实验，我了解了使用 simulink 仿真的相关方法，同时也懂得了如何使用 Matlab 以及 Simulink 联合分析数据。总体而言，收获颇多。