

实验报告

第 6 次实验

评定成绩: _____ 审阅教师: _____

一、实验目的

- (1) 掌握低通、高通、带通电路、带阻电路的频率特性；
- (2) 应用 Multisim 软件测试低通、高通、带通电路、带阻电路及有关参数；
- (3) 掌握 Multisim 软件中的交流分析功能测试电路的频率特性；
- (4) 掌握电路谐振及其特征；
- (5) 掌握 RLC 串联谐振现象观察、测量方法。

二、实验原理（预习报告内容，如无，则简述相关的理论知识点。）

- (1) 查阅相关资料，了解 Multisim 分析功能。

Multisim 的一些主要分析功能：

直流分析 (DC Analysis)：在直流偏置条件下分析电路，计算电流、电压和功率等参数。可以用来确定电路的工作点和偏置稳定性。

交流分析 (AC Analysis)：使用交流信号进行分析，计算电路的频率响应、幅频特性和相频特性等。可以用来评估电路的增益、带宽和相移等性能。

传输函数分析 (Transfer Function Analysis)：通过计算输入和输出之间的传输函数，分析电路的频率响应和滤波特性。可以绘制 Bode 图、Nyquist 图等，帮助理解电路的传输特性。

脉冲响应分析 (Transient Analysis)：模拟电路对脉冲或周期性输入的响应。可以观察电路的时域波形、响应时间和稳态行为等。

傅里叶分析 (Fourier Analysis)：将电路的时域波形转换为频域信号，分析电路的谐波含量和频谱特性。可以检测信号中的频率成分和干扰。

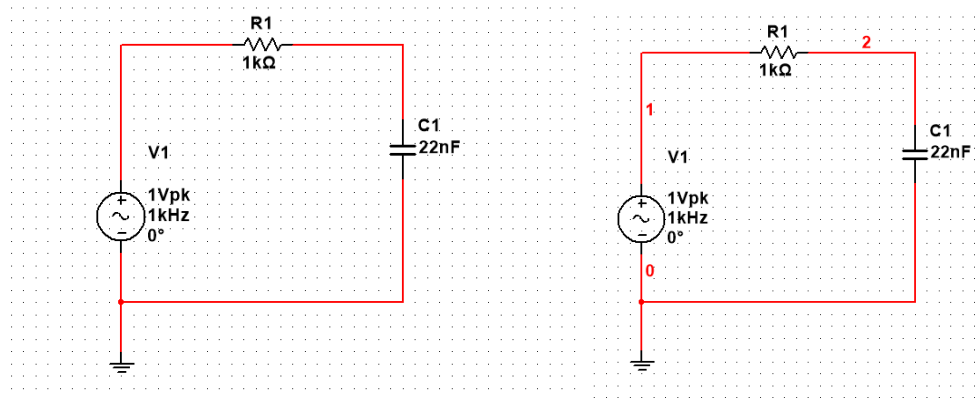
参数扫描分析 (Parameter Sweep Analysis)：通过改变电路中的元件值或参数，扫描分析电路的性能变化。可以用来优化电路设计或评估元件的灵敏度。

蒙特卡洛分析 (Monte Carlo Analysis)：考虑元器件参数的随机变化，进行多次仿真并统计结果，评估电路的性能分布和可靠性。

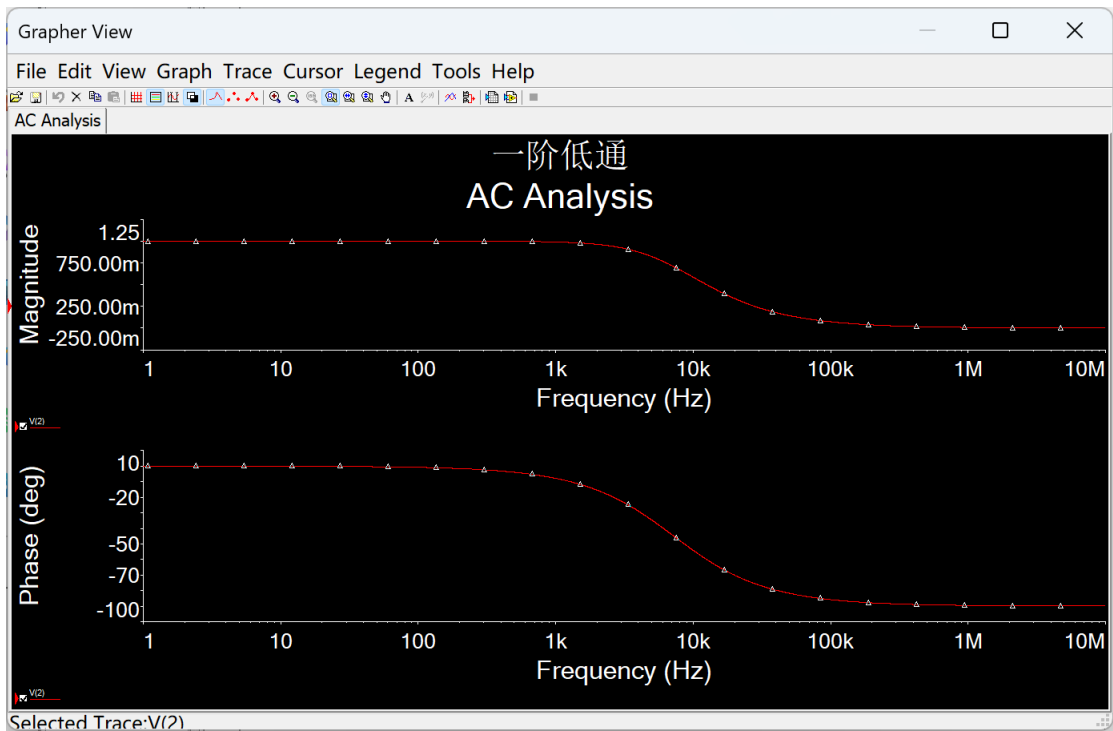
以上是 Multisim 提供的一些常见分析功能，它还支持更多高级分析和模拟技术，如噪声分析、敏感度分析、优化等。使用 Multisim，可以在虚拟环境中对电路进行全面的仿真和分析，加速电路设计和调试过程，提高工作效率和准确性。

而本次实验主要运用了交流分析，交流分析用于计算电路的小信号响应。在 AC Analysis 中，首先计算 DC 工作点以获得所有非线性组件的线性小信号模型。然后，从起始频率到终止频率分析等效电路。交流分析的结果显示为两个部分：增益与频率和相位与频率。

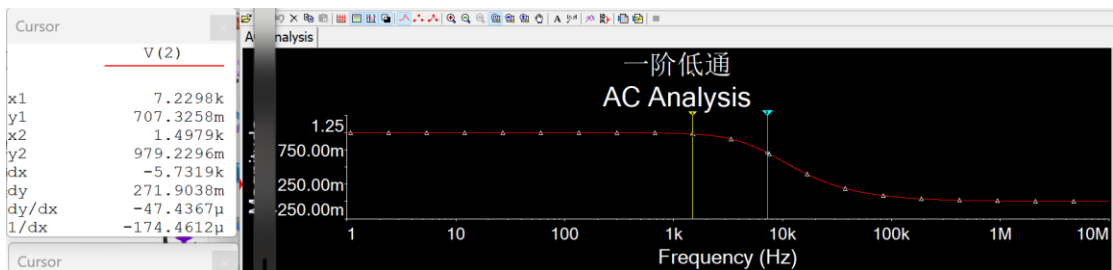
- (2) 复习一阶 RC 电路频率特性，完成内容 1。设计电路图+显示名称如下：



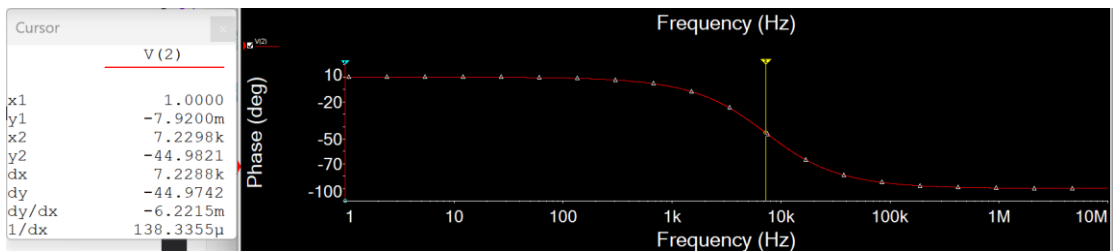
按照要求进行仿真：



寻找 $y_2=707m$ 的点



把 x 移到指定位置快速测得 ϕ



把测得的结果填入表格

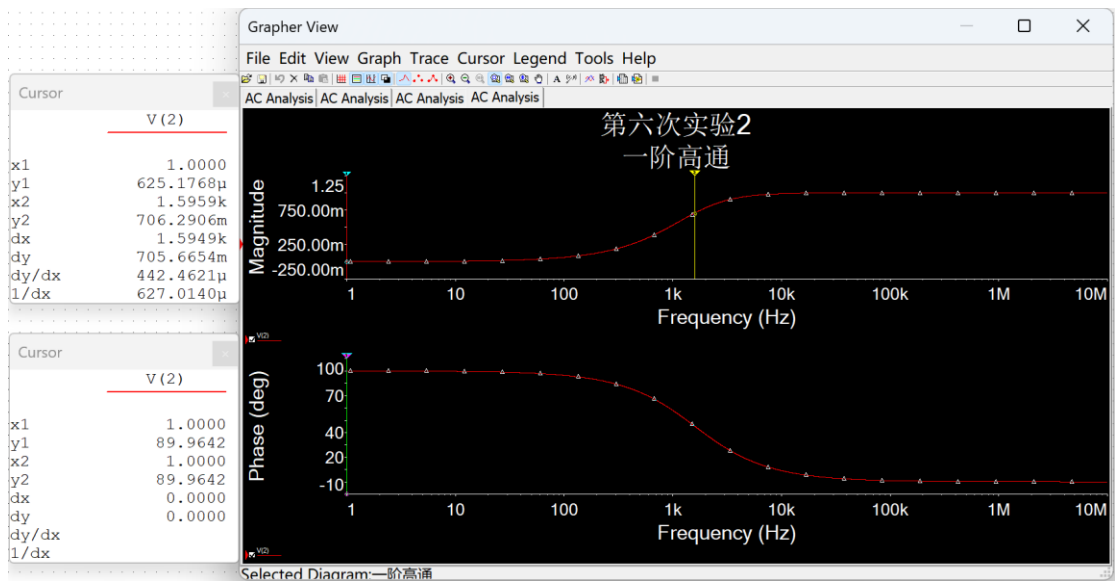
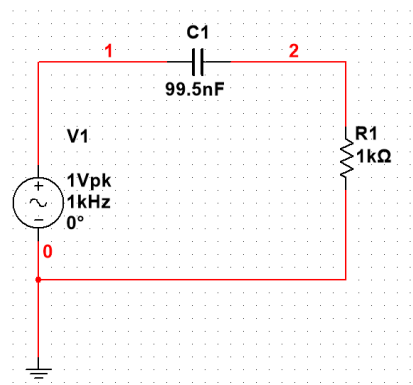
测量	$0.01f_0$	$0.1f_0$	$0.5f_0$	$f_0(7.2298k)$	$5f_0$	$10f_0$	$100f_0$
$ H(j\omega) $	1000m	995m	894m	707m	196m	99.6m	10.0m
$\phi (^{\circ})$	-573m	-5.71	-26.6	-45.0	-78.7	-84.3	-89.4

(3) 在现有器件参数的基础上完成实验内容 2 的设计。

为了使得截止频率 f_0 在 1.6kHz 左右，通过以下公式计算合适的电容和电阻的值：

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC} \quad C = \frac{1}{2\pi R f_0} = \frac{1}{2\pi \times 1000 \times 1600} \approx 99.5 \times 10^{-9} F$$

所以选择一个接近的标准值，例如 100nF，作为电容的值。
设置电容为 99.5nF，完成电路图设计如下：



测量	0.01f ₀	0.1f ₀	0.5f ₀	f ₀ (1.6kHz)	5f ₀	10f ₀	100f ₀
H(jω)	10m	99.5m	447m	707m	981m	995m	1000m
φ (°)	89.4	84.3	63.4	45.0	11.3	5.71	573m

(4) 复习相关谐振电路的原理知识。

1，RLC 串联电压谐振

在具有电阻、电感和电容元件的电路中，电路两端的电压与电路中的电流一般是不同相的。如果调节电路中电感和电容元件的参数或改变电源的频率，就能够使得电路中的电流和电压出现了同相的情况。电路的这种状态称为谐振。RLC 串联谐振又称为电压谐振。

2，RLC 串联电压谐振特征

电路的阻抗： $|Z| = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = R$

电路的电流： $I = I_0 = \frac{U}{R}$

电路的电压： $\dot{U} = \dot{U}_R$

$$Q = \frac{U_C}{U} = \frac{U_L}{U} = \frac{1}{\omega_0 CR} = \frac{\omega_0 L}{R}$$

电路的品质因数 Q:

(5) 理论计算内容 4 RLC 串联电路的谐振频率。

已知 $R=2k\Omega$, $L=330\mu H$, $C=3.3nF$, 激励电压 $4VRMS$ 。

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{330 \times 10^{-6} \times 3.3 \times 10^{-9}}} \approx 1.53 \times 10^5 Hz$$

三、实验内容

四、实验使用仪器设备（名称、型号、规格、编号、使用状况）

五、实验总结

（实验出现的问题及解决方法、思考题（如有）、收获体会等）

六、参考资料（预习、实验中参考阅读的资料）

《电子技术基础实验教程》，李晓峰等编著，高等教育出版社

《电子技术基础》，王晓东等编著，清华大学出版社

《电子技术基础实验指导书》，北京航空航天大学电子信息工程学院