

廖晓宇

2024/10/19

一. 实验目的

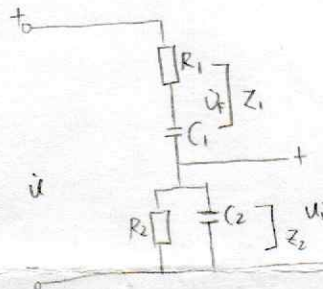
- (1) 掌握 RC 桥式正弦波振荡器的电路构成及工作原理
- (2) 熟悉正弦波振荡器的调整、测试方法
- (3) 观察 RC 参数对振荡频率的影响，学习振荡频率的测定方法。

二. 实验仪器

- (1) 数字示波器
- (2) 信号发生器
- (3) 频率计

三. 实验原理

文氏桥振荡电路如图所示：



$$\text{频率特性表示为 } F = \frac{U_f}{U} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{\frac{R_2}{1 + j\omega R_2 C_2}}{R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} + \frac{R_2}{1 + j\omega R_2 C_2}}$$

为了调节振荡频率的方便，通常使 $R_1 = R_2 = R$, $C_1 = C_2 = C$, 令 $\omega_0 = \frac{1}{RC}$, 则上式可简化为

$$F = \frac{1}{3 + j\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

其幅度特性为

$$|F| = \frac{1}{3 + \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}$$

$$\text{其相位特性为: } \varphi_F = -\arctan\left[\frac{\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}}{3}\right]$$

当 $\omega = \omega_0 = \frac{1}{RC}$ 时, $|F|_{\max} = \frac{1}{3}$, $\varphi_F = 0$. 即当 $f = f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$ 时 U_f 的幅值达到最大,

等于 U 幅值的 $\frac{1}{3}$, 同时 U_f 与 U 同相。

是起振条件, 必须使 $|A| > 1$, 因此文氏桥振荡电路的起振条件 $|A \cdot F| > 1$, 即 $|A| > 3$,

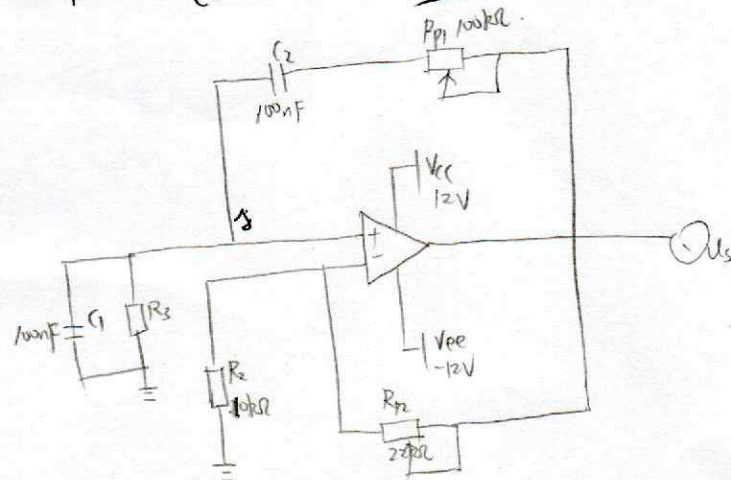
同时比例运算电路的电压放大倍数为 $A_F = 1 + \frac{R_F}{R_1}$

故实际振荡电路中负反馈支路的参数应满足以下关系:

$$R_F > 2R' \quad (R' = R_F = 2R_F)$$

四. 实验内容与结果.

1. 接线. Δ 电位器 $R_p = 10k\Omega$ (即等于 R_3 的值), 需预先调好再接入.



2. 调节频率

调节电位器 R_p , 在 $20k\Omega$ 左右, 电路产生正弦振荡, 用示波器观察输出波形.

元件完好, 接线正确, 电源电压正常, 而 $U_o = 0$.

因为振荡电路启动需要一个初始的扰动, 若无初始扰动或扰动, 振荡可能无法启动.

输出明显失真可能由于增益不匹配, 电源电压不稳, 反馈网络失配, 放大器非线性失真...

3. 测量频率, 使用频率计测出频率, $f_o = 188.5\text{Hz}$ ($R_3 = 10k\Omega$)

4. 改变振荡频率, $f_o = 70.4\text{Hz}$ ($R_3 = 30k\Omega$)

5. 测定闭环电压放大倍数 A_{uF}

先测出电路的开路电压 $U_o = 20.4\text{V}$, 关断实验箱电源, 保持 R_p 不变, 断开接线 A.

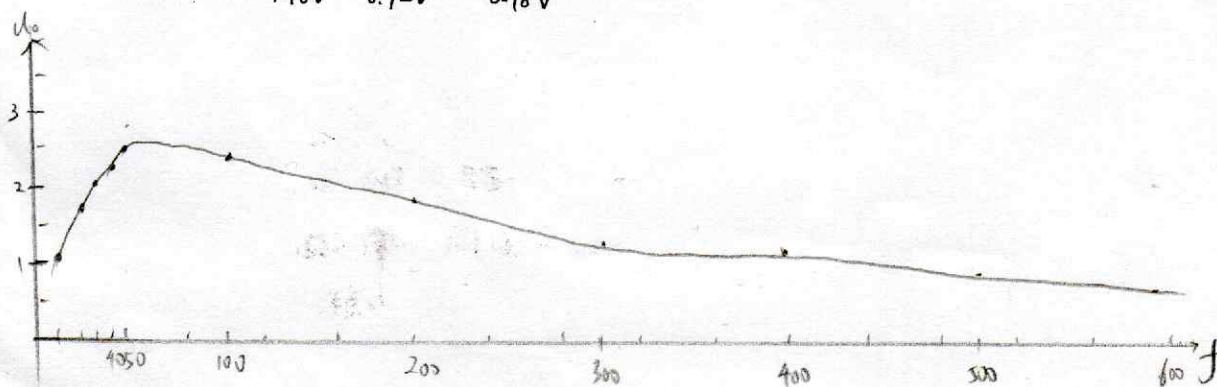
把信号发生器的输出电压 (频率同 3/4, 测出的). 接至 "A" 点, 即运放的同相输入端.

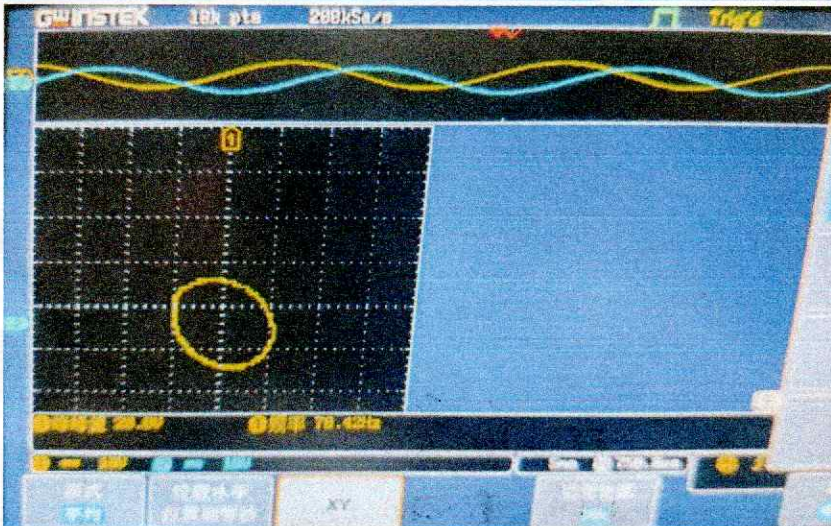
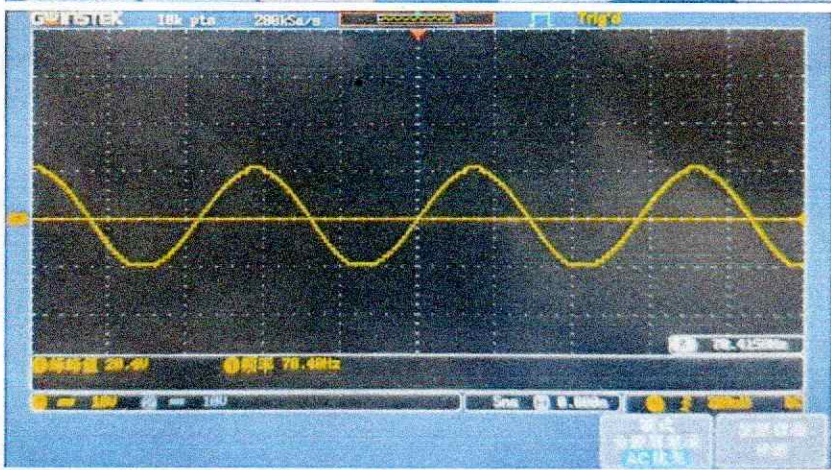
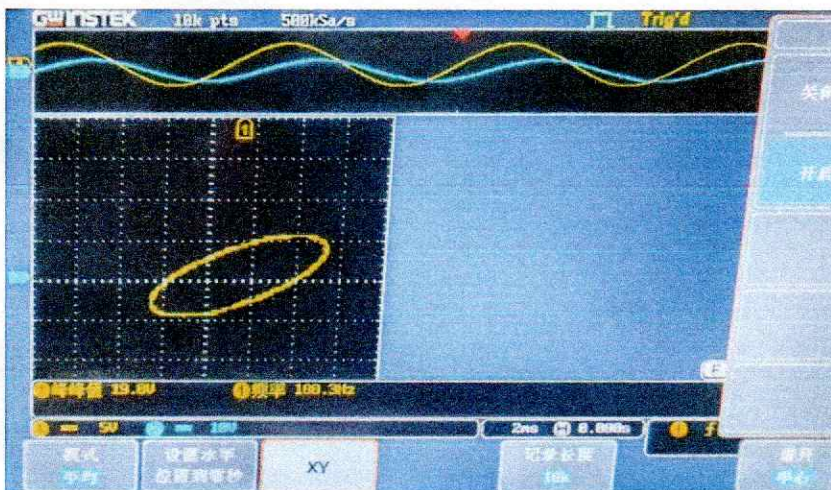
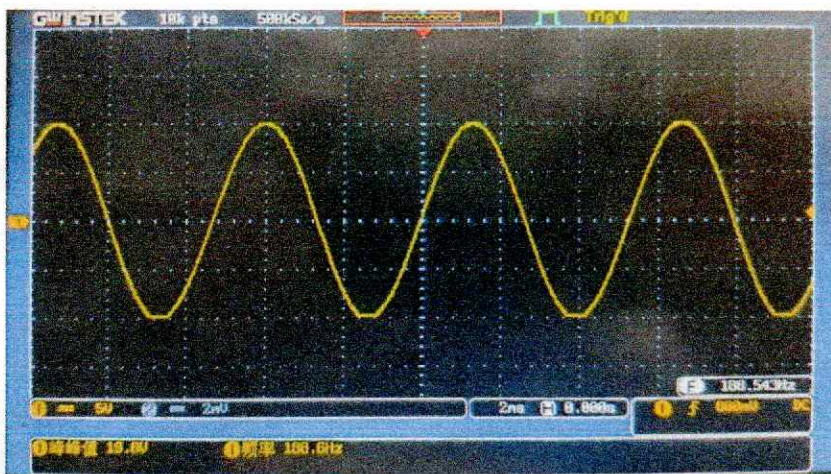
调节 U_i 使 $U_o = U_i$, 测出 $U_i = 6.16\text{V}$. $A_{uF} = \frac{U_o}{U_i} = 3.31$.

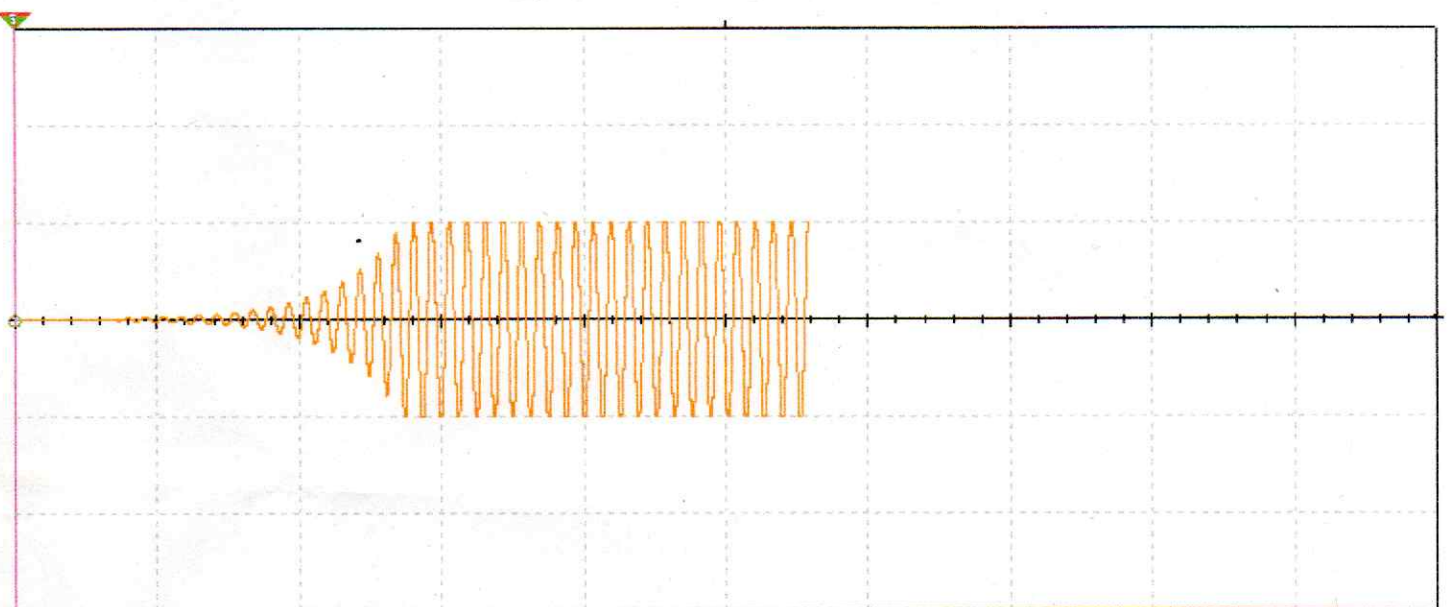
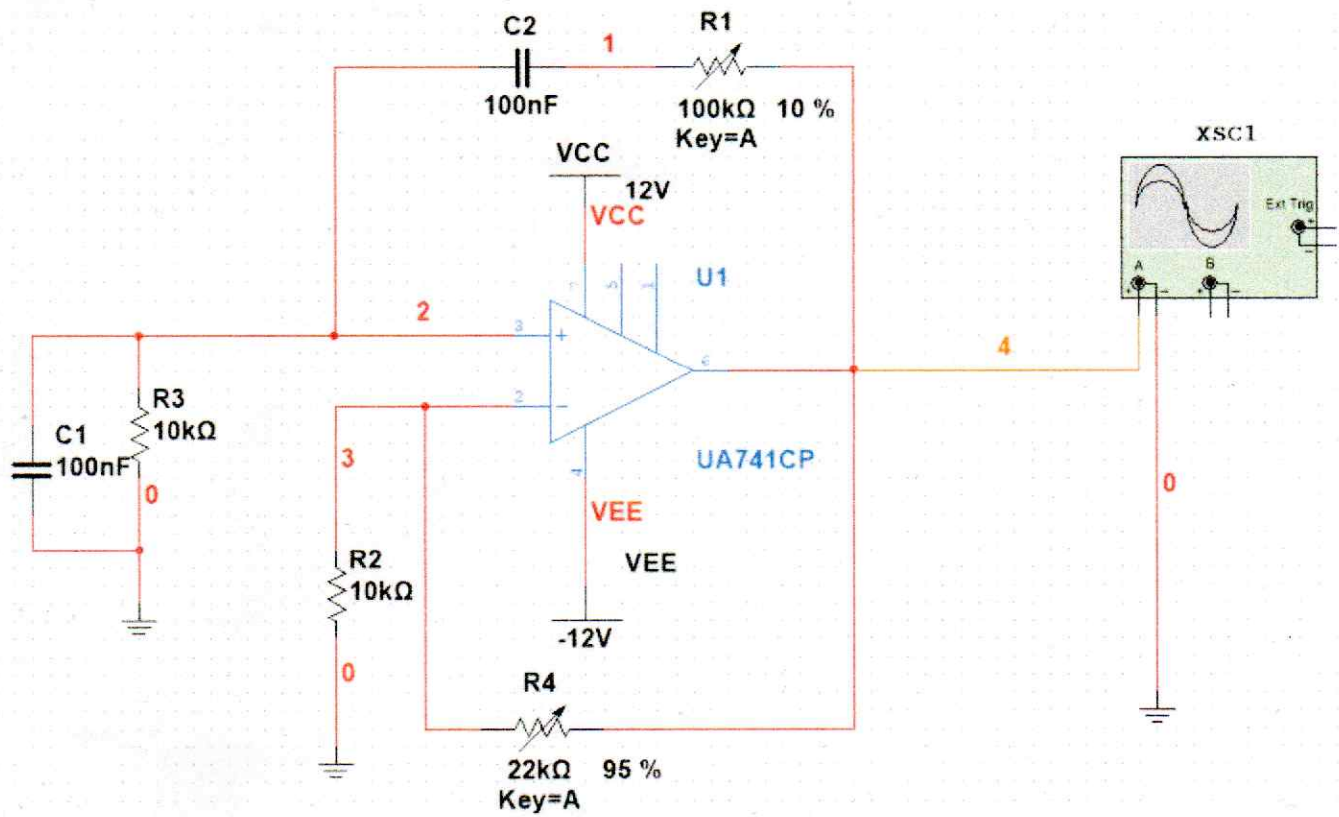
6. 测定幅频特性曲线.

10Hz	20Hz	30Hz	40Hz	50Hz	100Hz	200Hz	300Hz
1.13V	1.71V	2.03V	2.25V	2.44V	2.35V	1.76V	1.20V

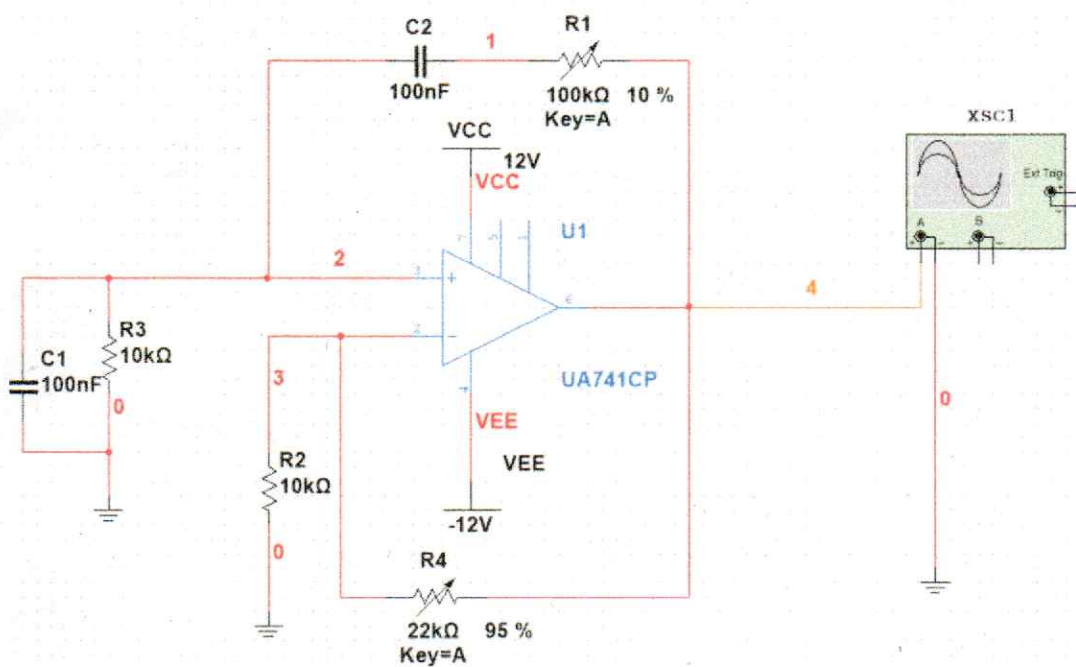
400Hz	500Hz	600Hz
1.10V	0.92V	0.78V



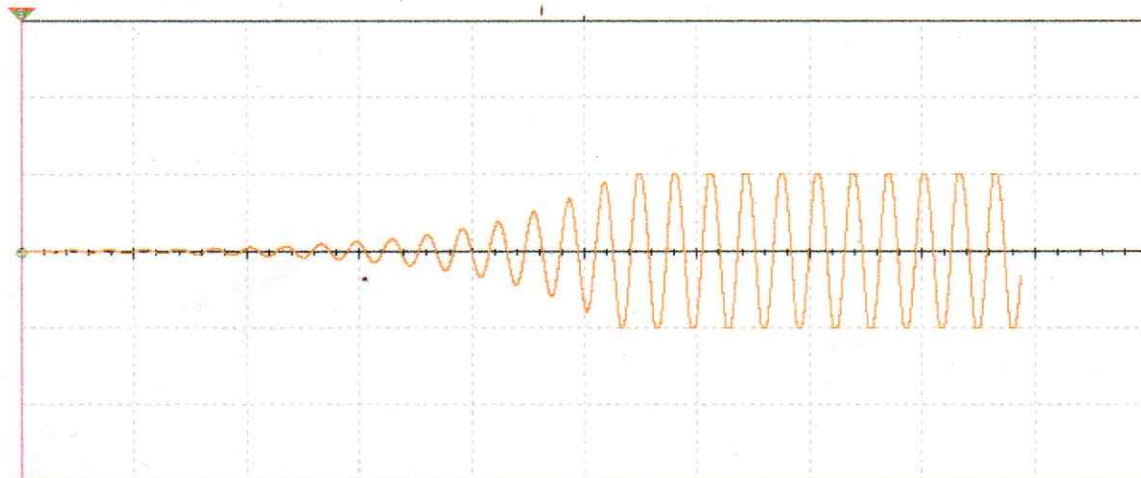




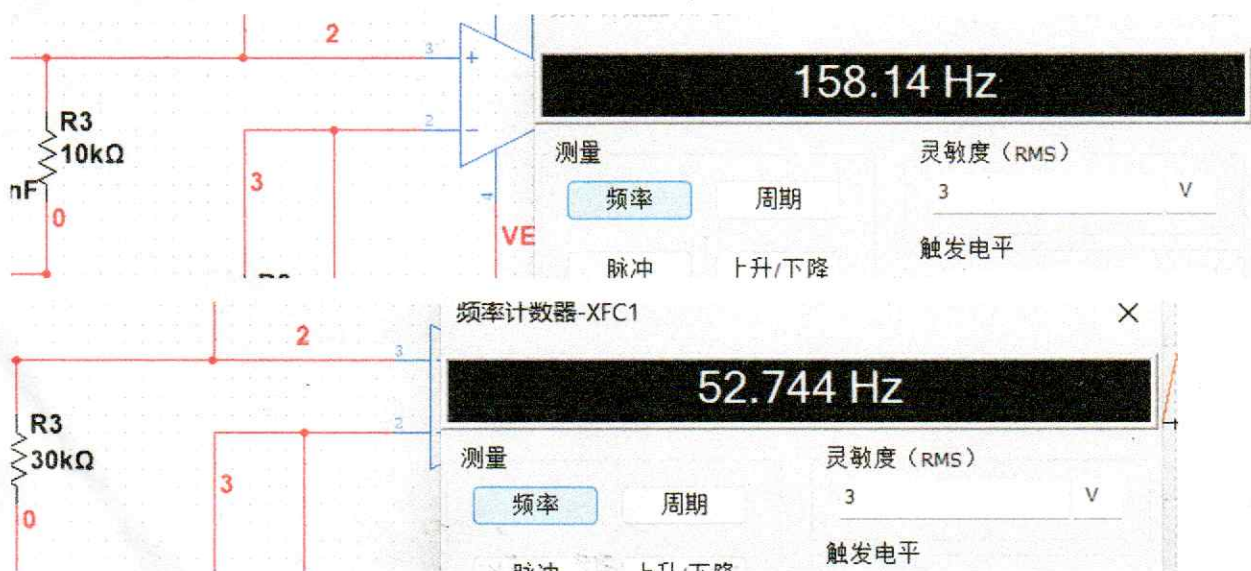
1. 电路图



2. 调节频率

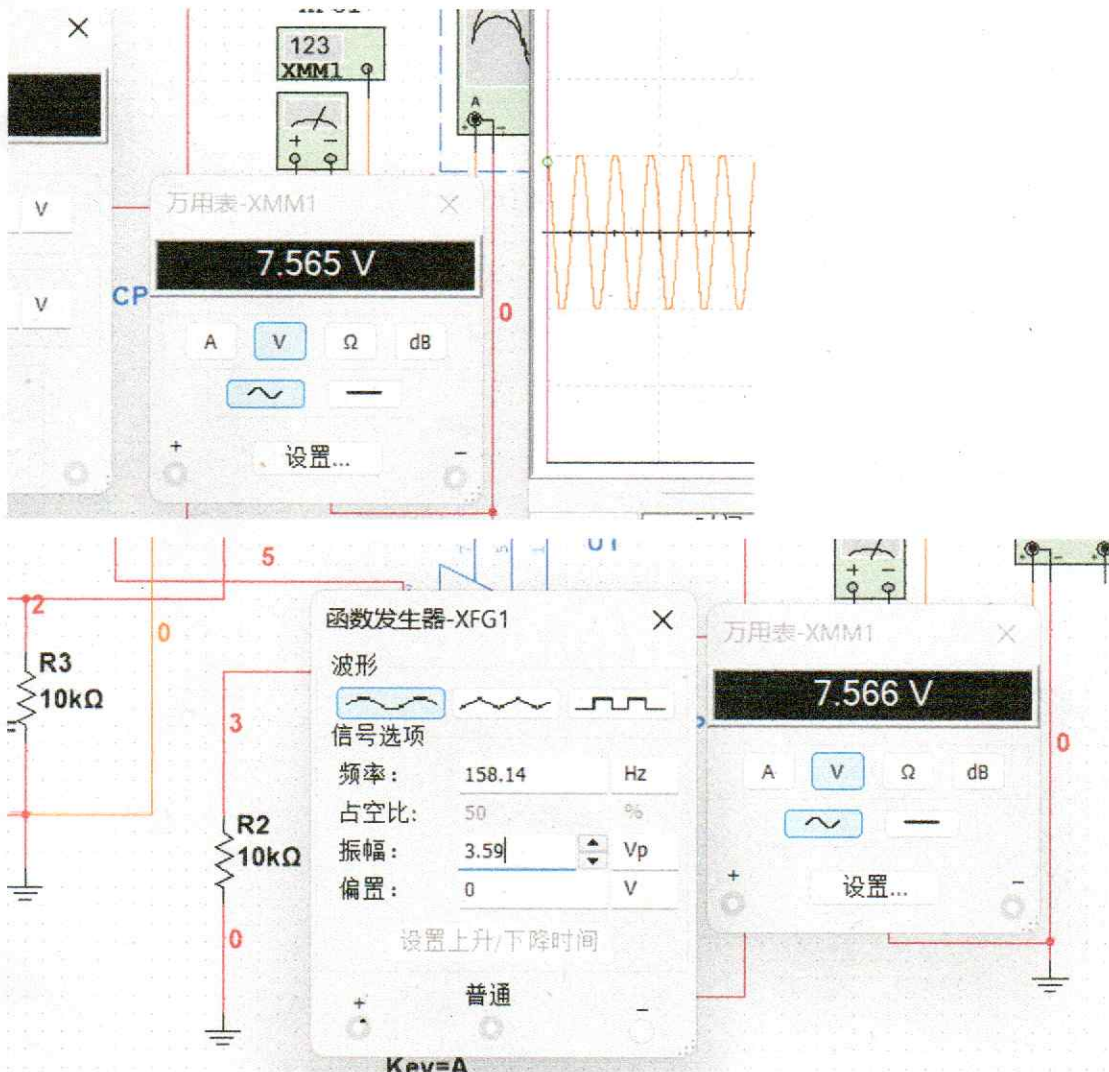


3. 测量频率



随着文氏桥电阻的增大，正弦波的频率随之下降。

测量闭环电压放大倍数



$$A_{uf} = U_o / U_i = 2.1072423398328690807799442896936$$

测定幅频特性曲线

