

实验一：共射放大器分析与设计

1. 实验目的：

- (1) 进一步了解 Multisim 的各项功能，熟练掌握其使用方法，为后续课程打好基础。
- (2) 通过使用 Multisim 来仿真电路，测试如图 1 所示的单管共射放大电路的静态工作点、电压放大倍数、输入电阻和输出电阻，并观察静态工作点的变化对输出波形的影响。
- (3) 加深对放大电路工作原理的理解和参数变化对输出波形的影响。
- (4) 观察失真现象，了解其产生的原因。

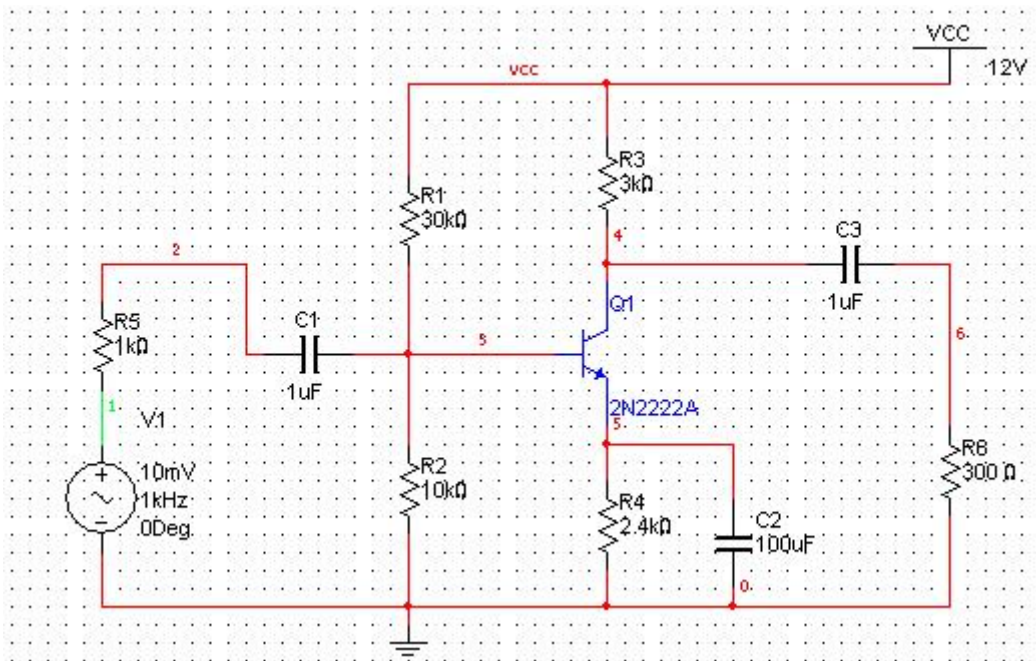
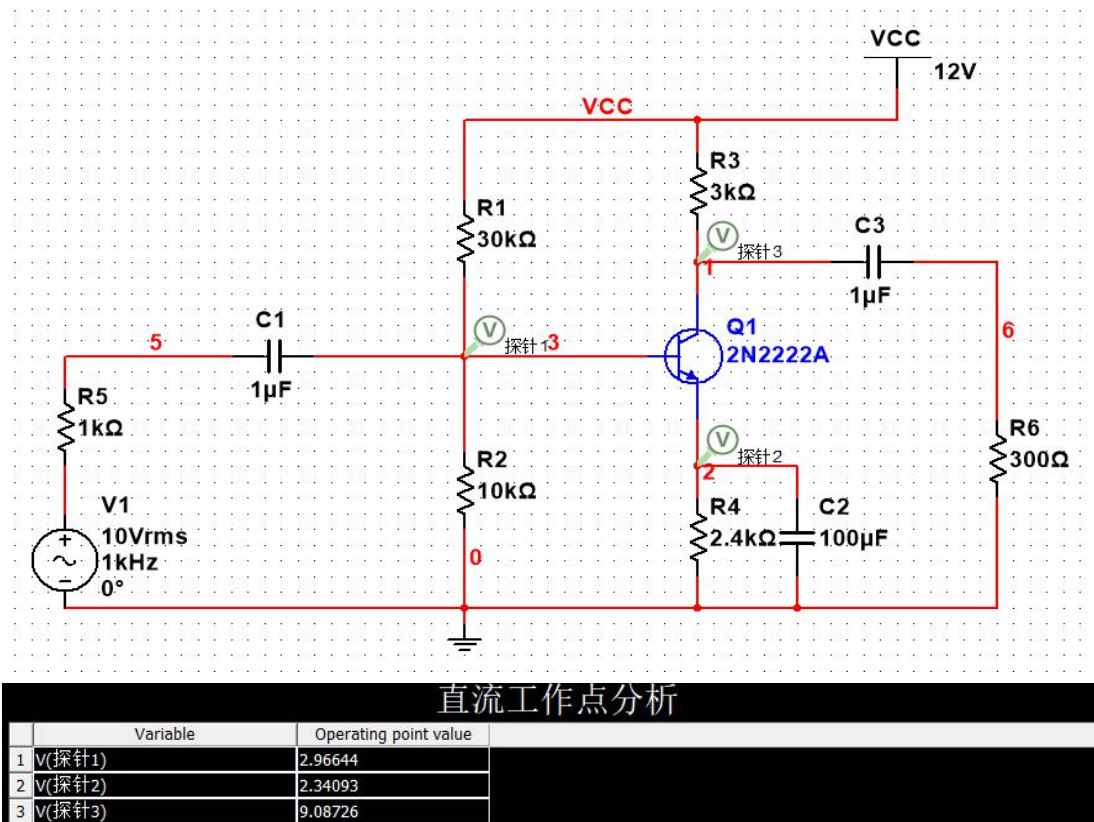


图 1

2. 步骤:

(1) 请对该电路进行直流工作点分析,进而判断管子的工作状态。



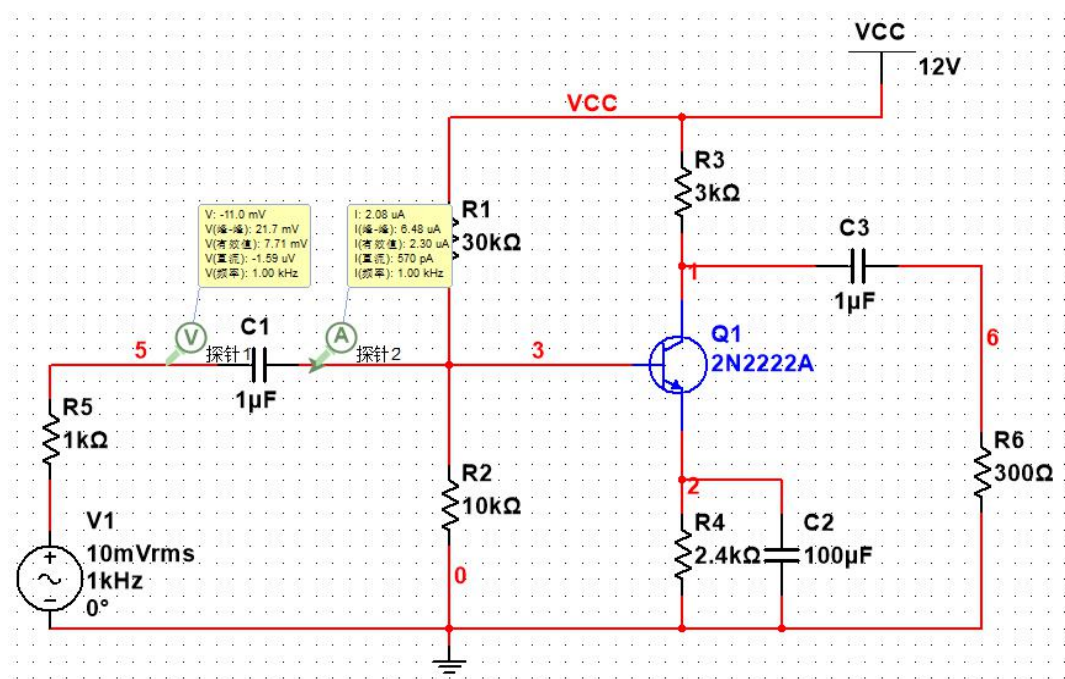
基极: 2.96644V

发射极: 2.34093V

集电极: 9.08726V

发射极正偏, 集电极反偏, 三极管工作在放大状态。

(2) 请利用软件提供的各种测量仪表测出该电路的输入电阻。

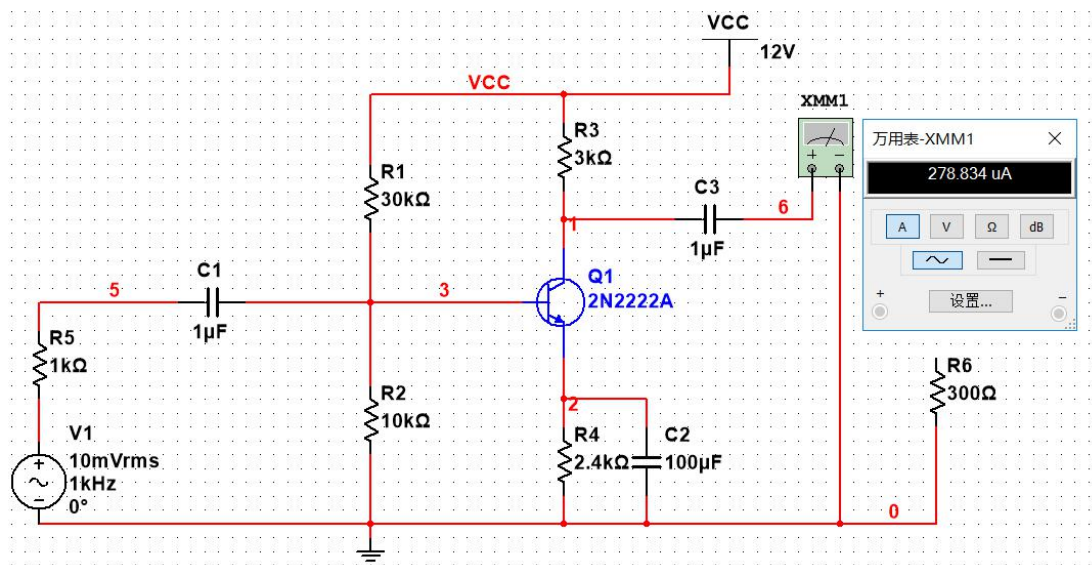
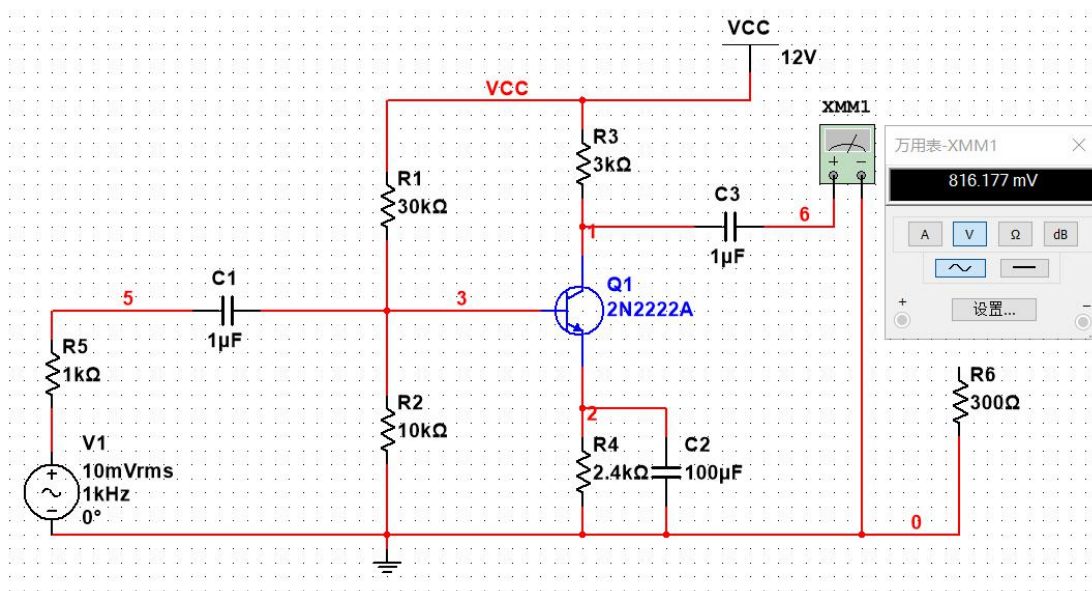


输入电压：7.71mV

输入电流：2.30μA

输入电阻：3.35kΩ

(3) 请利用软件提供的各种测量仪表测出该电路的输出电阻。

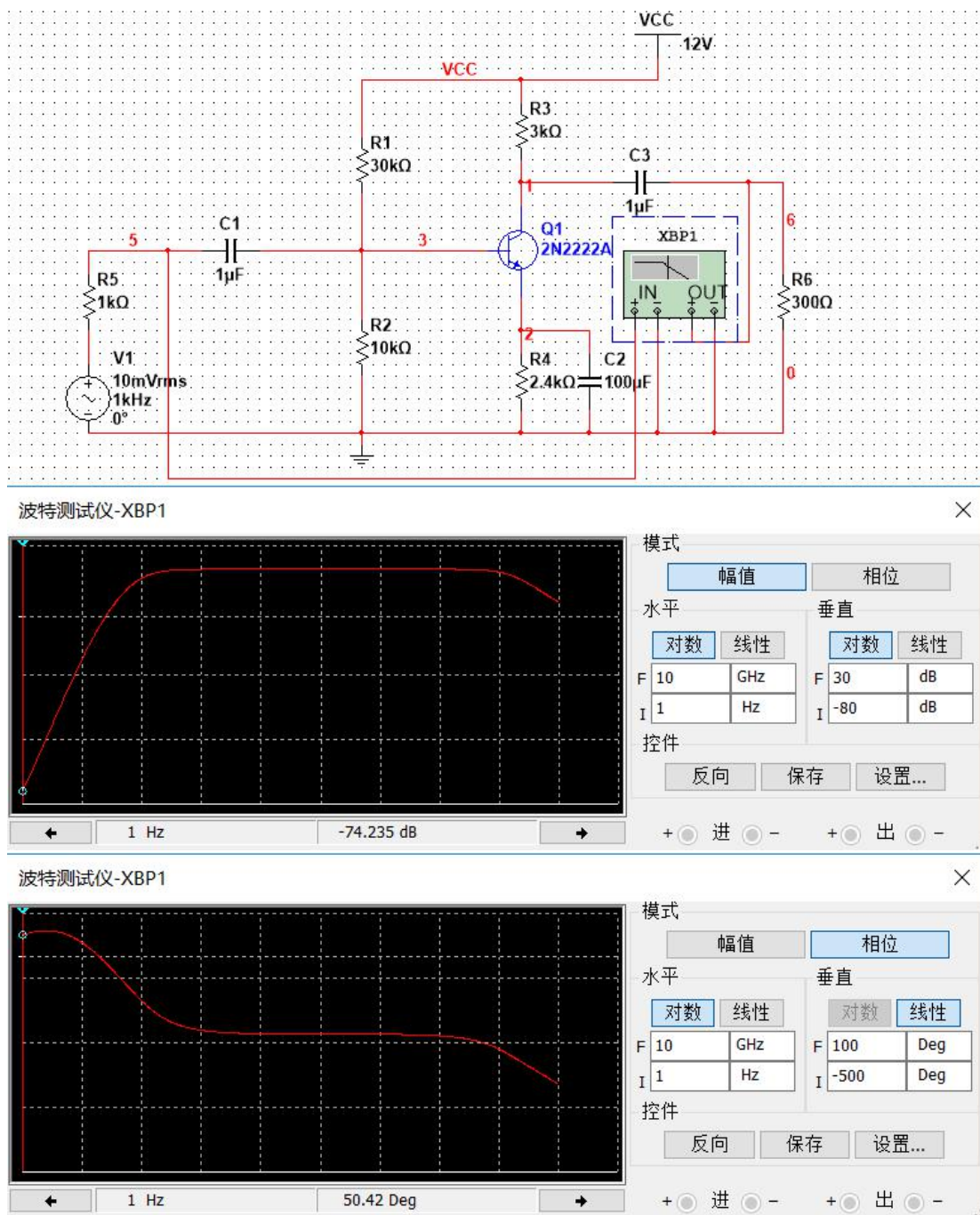


开路电压：816.177mV

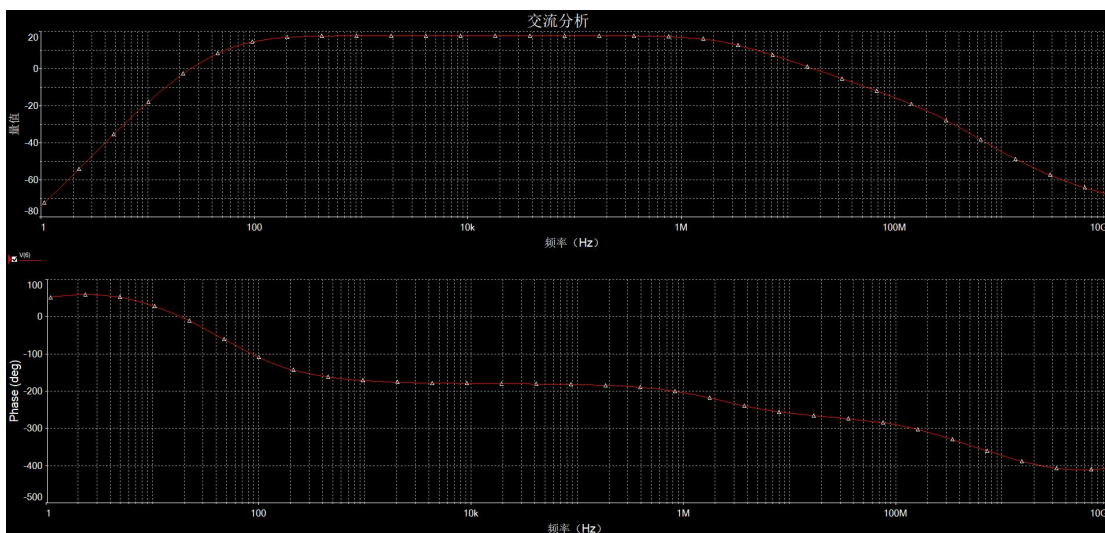
短路电流：278.834 μ A

输出电阻：2.927k Ω

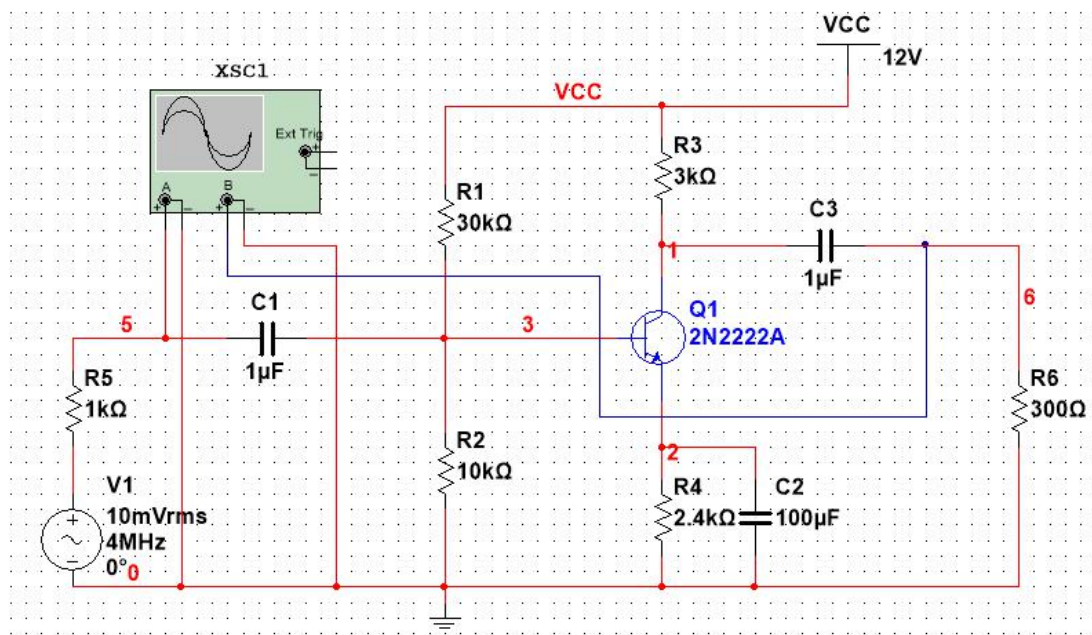
(4) 请利用软件提供的各种测量仪表测出该电路的幅频、相频特性曲线。



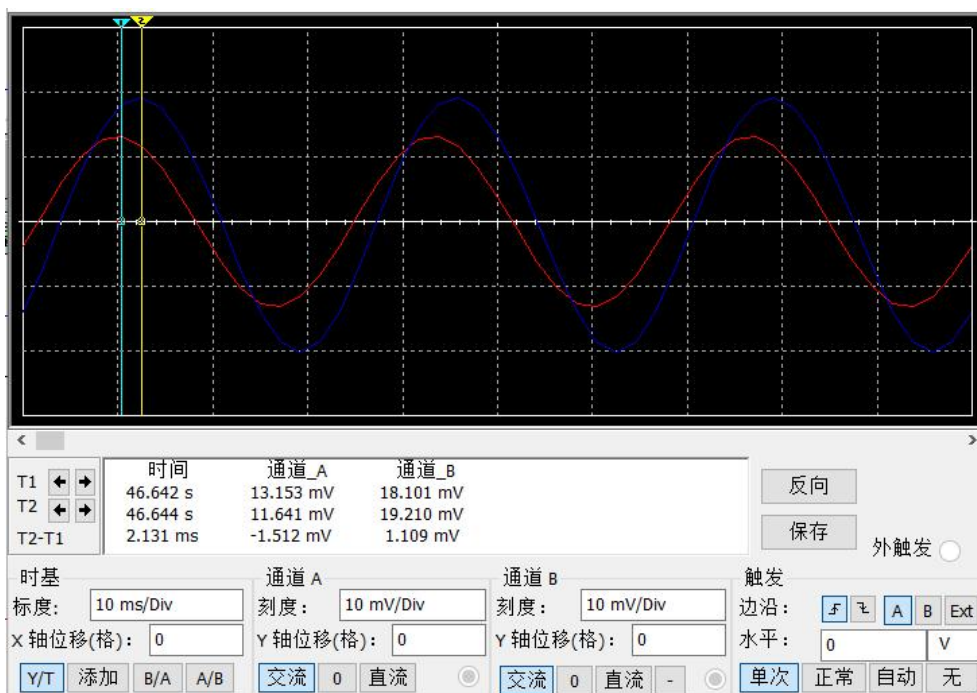
(5) 请利用交流分析功能给出该电路的幅频、相频特性曲线。



(6) 请分别在 30Hz、1KHz、100KHz、4MHz 和 100MHz 这 5 个频点利用示波器测出输入和输出的关系，并仔细观察放大倍数和相位差。



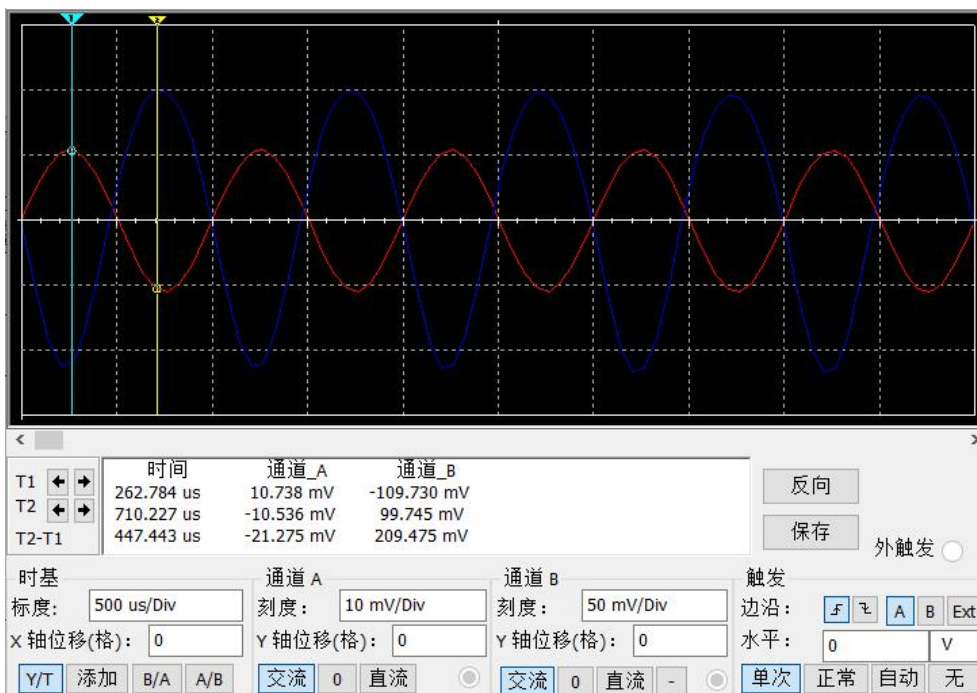
① 30Hz



输入: 13.153mV; 输出: 19.210mV

放大倍数: 1.46; 相位差: $2.131\text{ms}/33.381\text{ms} * 360 = 22.98^\circ$

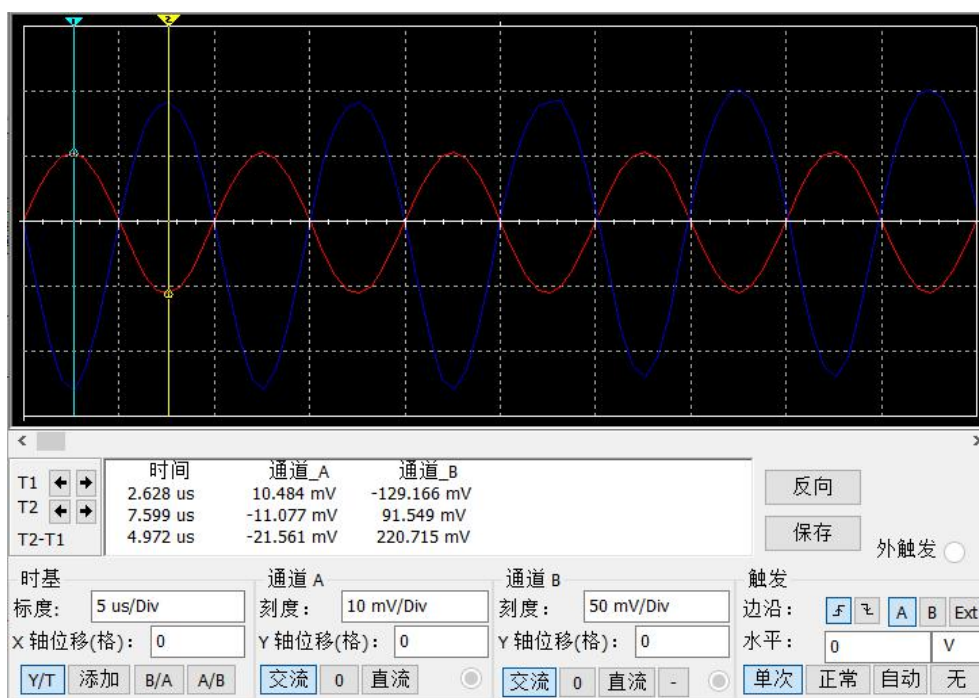
② 1KHz



输入: 10.738mV; 输出: 99.745mV

放大倍数: 9.29; 相位差: $447.443\text{us}/1\text{ms} * 360 = 161.08^\circ$

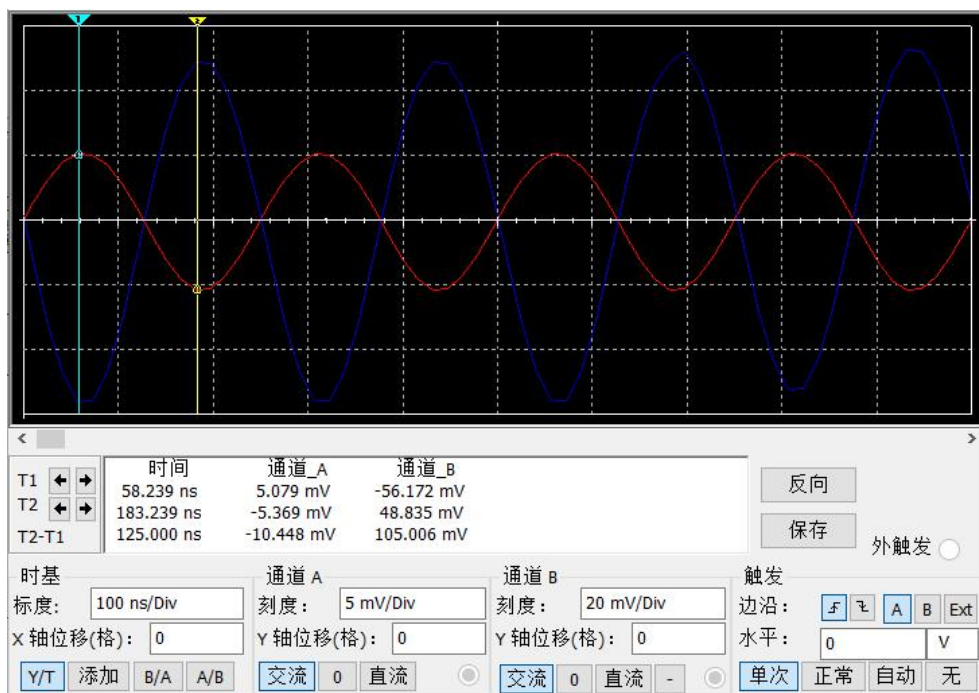
③ 100KHz



输入: 10.484mV; 输出: 91.549mV

放大倍数: 8.73; 相位差: $4.972\text{us}/10\text{us} * 360 = 179.00^\circ$

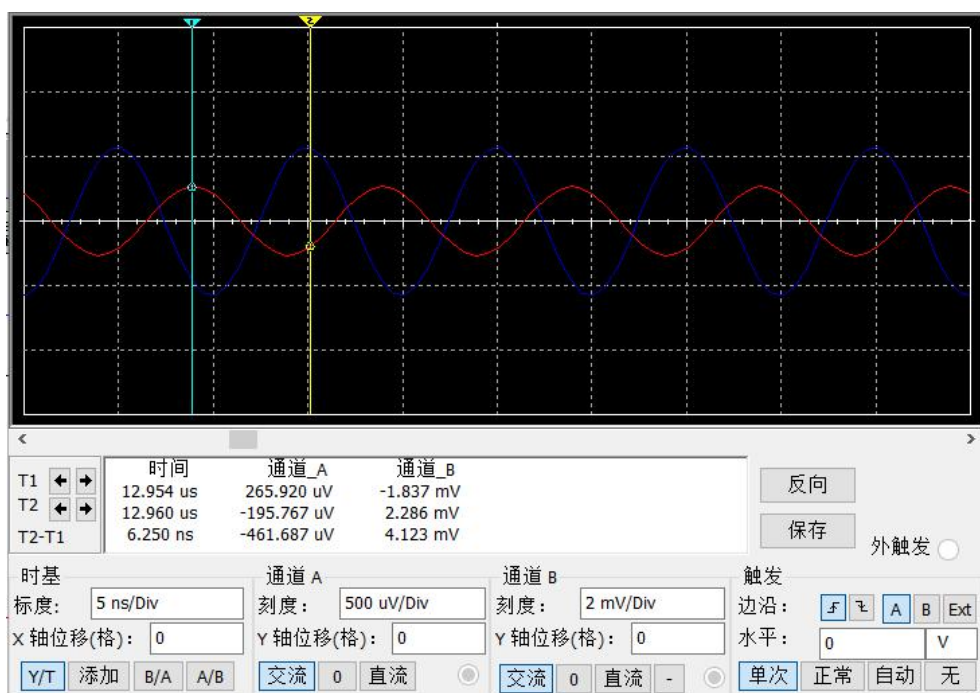
④ 4MHz



输入: 5.079mV; 输出: 48.835mV

放大倍数: 9.62; 相位差: $125.000\text{ns}/250\text{ns} * 360 = 180^\circ$

⑤ 100MHz



输入: 265.954 μ V; 输出: 2.286mV

放大倍数: 8.60; 相位差: $6.250\text{ns}/10\text{ns} \times 360 = 225^\circ$

(提示: 在上述实验步骤中, 建议使用普通的 2N2222A 三极管, 并注意信号源幅度和频率的选取, 否则将得不到正确的结果。)

3. 问题:

(1) 根据直流工作点分析的结果, 说明该电路的工作状态。

由 2 (1), 该电路工作在放大状态。

(2) 详细说明测量输入电阻的方法 (操作步骤), 并给出其值。

由 2 (2) 中的电路图, 将整个电路等效为含源电阻, 外加上电源, 测量输入端的电压和电流, 即输入电压 U_i 和输入电流 I_i , 可得输入电阻 $R_i = U_i/I_i = 3.35\text{k}\Omega$ 。

(3) 详细说明测量输出电阻的方法（操作步骤），并给出其值。

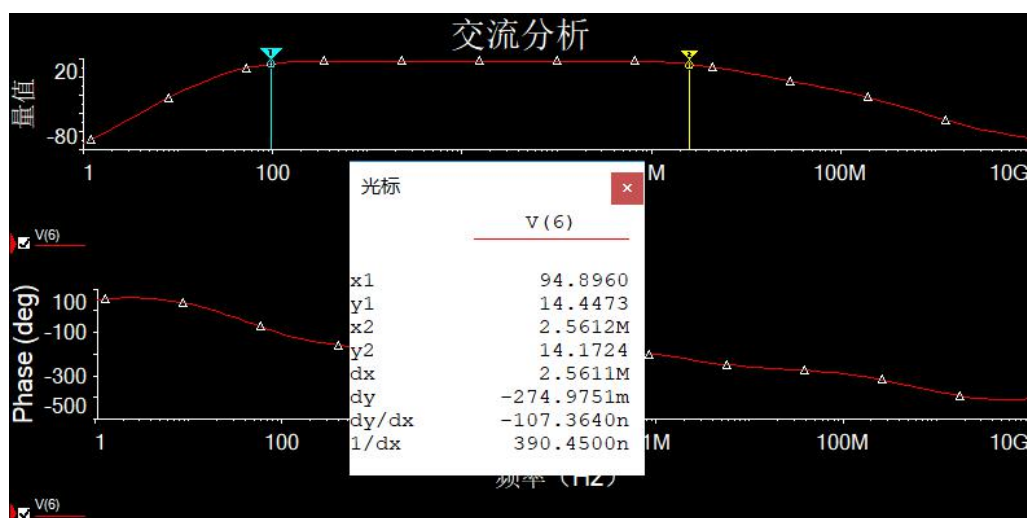
首先，断开负载电阻；然后，外接电压表得到开路电压 U_o ；最后，外接电流表得到短路电流 I_o 。可得输出电阻 $R_o = U_o/I_o = 2.927\text{k}\Omega$ 。

(4) 详细说明两种测量幅频、相频特性曲线的方法（操作步骤）。

第一种：通过使用波特分析仪对输入输出电压进行测量。电路图如图 2（4）。

第二种：直接通过对输出进行交流分析即可。

(5) 根据得到的幅频特性曲线，利用作图器的标尺功能，指出该电路的 f_L 和 f_H (3dB)。



$$f_L = 30.8821\text{Hz}; \quad f_H = 12.1784\text{MHz}$$

(6) 将得到的 30Hz、1KHz、100KHz、4MHz 和 100MHz 这 5 个频点的输入和输出关系和刚才得到的幅频、相频特性曲线对比，你有何看法？

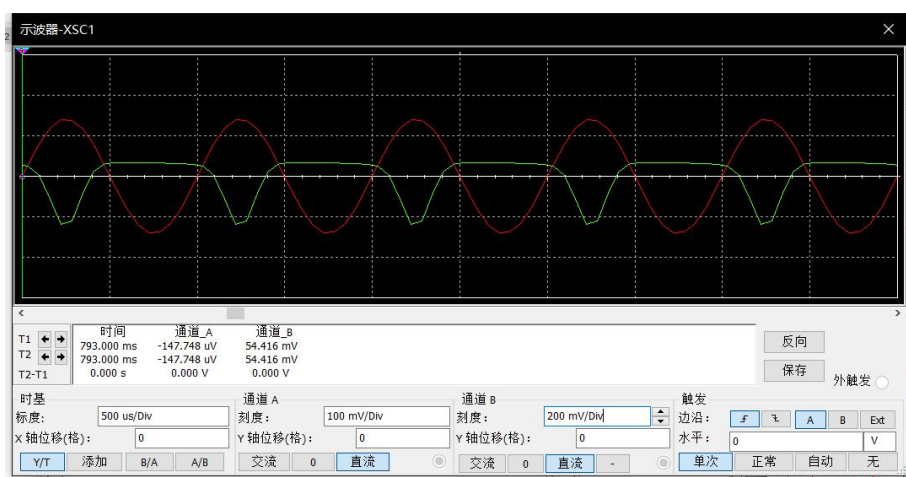
通过得到的 30Hz、1KHz、100KHz、4MHz 和 100MHz 这 5 个频点的输入和输出关系，可以发现输出比输入的放大倍数先增大，然后保持基本不变，最后下降；输出与输入的相位差是逐渐变大。

对比得到的幅频、相频特性曲线，两者得到的实验结果基本一致。另外，通过幅频、相频特性曲线，该电路对于 30Hz ~ 12MHz 有较大的放大倍数，呈带通滤波。

*

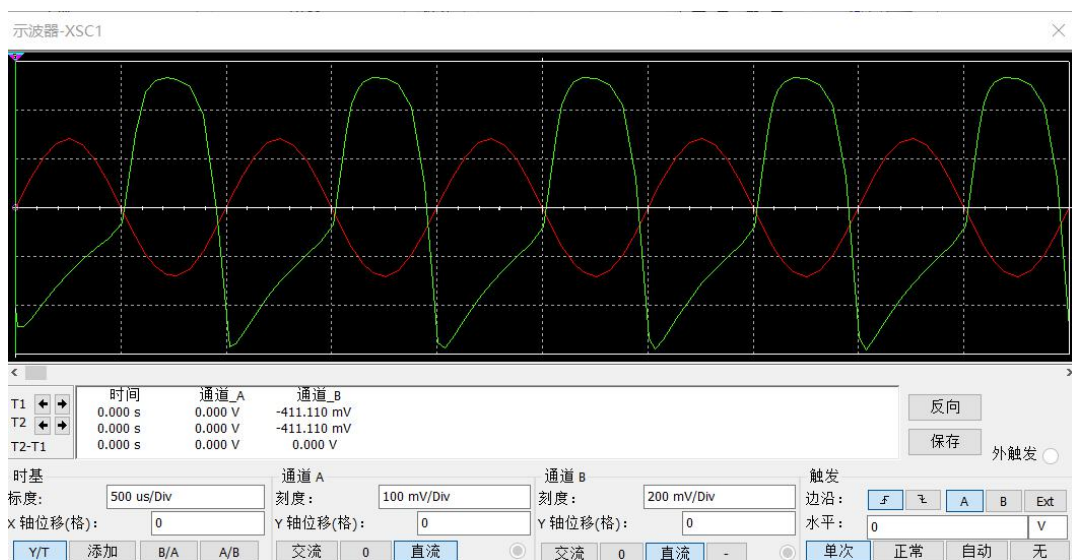
(7) 试改变原电路中某些电阻的阻值，以达到改变静态工作点的目的。并分别使电路产生截止失真和饱和失真，给出这时的电路原理图及其元件值。试利用直流工作点分析来说明产生这种现象的原因。

1) 截止失真($R_1=100K$, $R_2=10K$)



输出波形上半周期被削平，此时放大电路的静态工作点靠近截止区，无法输出足够的正向电压。

2) 饱和失真($50K, R_2=83K$)



输出波形下半周期被削平。此时，三极管的基极电流较大，静态工作点靠近饱和区，故正向电压能够正常输出，而反向电压会截止。

(8) 请分析并总结仿真结论与体会。

通过本次实验，我学习了在 Multisim 上搭建共射极放大电路，熟悉了各种虚拟仪器的使用方法，如万用表、波特仪和示波器等等，同时，还了解了 Multisim 中直流分析、交流分析的功能，这些让我感受到了 Multisim 的强大。此外，通过本次实验，还复习了模电的知识，让我对三极管的的知识有了更深入的认识。

总之，本次实验收益颇多。