

浙江大学实验报告

专业： 电子信息工程
姓名： 邢毅诚，郑冰阳
学号： 3190105197&3190104511
日期： 2020-12-21
地点： 东三-406

课程名称： 电路与电子技术实验 指导老师： 姚缨英 成绩：
实验名称： 晶体管共射放大电路 实验类型： 验证实验 同组学生姓名： 无

一、 实验目的

- (1) 复习共射放大电路的分析与设计
- (2) 掌握放大电路静态工作点的测试
- (3) 学习放大电路动态指标的测量方法
- (4) 进一步熟悉常用电子仪器的使用

二、 实验分工

实验桌号： A-6

- 邢毅诚：学号 3190105197，负责实际实验，实验报告整合，思考题
- 郑冰阳：学号 3190104511，负责仿真实验，实验 1，2，3 的理论计算

三、 实验基本内容

1. 静态工作点的调整与测量

调节 W_b ，使 Q 点满足要求 ($I_{CQ} = 1.38mA$)。测量各点的静态电压值

2. $R_L = \infty$ 以及 $R_L = 2K$ 时，电压放大倍数的测量

要求保持静态工作点不变。输入中频段正弦波，示波器监视输出波形，测出有效值。

3. 输入电阻和输出电阻的测量

R_L 开路 和 $R_L = 2K$

4. 放大电路上限频率 f_H 、下限频率 f_L 的测量

改变输入信号频率，下降到中频段输出电压的 0.707 倍。 R_L 开路 和 $R_L = 2k$

5. $R_L = \infty$ 时，最大不失真输出电压 V_{omax}

增大输入信号幅度，用示波器监视输出波形、测出该工作点下的最大不失真输出电压 V_{omax}

6. 观察静态工作点对输出波形的影响

调节 W_b ，和输入信号幅度，饱和失真、截止失真同时出现

7. 搭建与 CE 相同偏置电路下的 CC 和 CB 电路，比较电压放大倍数， R_i 、 R_o 、带宽和最大不失真输出电压幅度8. 两级放大的电压放大倍数、 R_i 、 R_o 和带宽

调节第二级 W_b ，使 Q 点满足要求 ($I_{CQ} = 1.38mA$)

四、 主要仪器设备

(1) Keysight DSOX1102G 示波器

(2) RIGOL DG1022U 信号源

(3) 求是 MADCL-1 实验箱

(4) 探头线, 导线若干

五、 操作方法和实验步骤

1. 静态工作点的调整与测量

(1) 按照原理图连接电路

(2) 在三极管的三个管脚处分别设置探针，设定好待测参数

(3) 调节滑动变阻器，使得 Q 点满足要求 ($I_{CQ} = 1.38mA$)

(4) 记录下此时其余位置的静态电压和电流

2. $R_L = \infty$ 以及 $R_L = 2K$ 时，电压放大倍数的测量

(1) 按照原理图连接电路

(2) 电位器的位置维持实验一不变

(3) 设置交流电参数，将示波器并联进电路监视输出波形和输入波形，测出峰值

(4) 通过峰值之比计算出放大倍数

3. 输入电阻和输出电阻的测量

(1) 按照原理图连接电路

(2) 将信号发生器与电阻为 $5.1K\Omega$ 得电阻串联，使用示波器分别测量信号发生器两端的电压以及串联后两端的电压

(3) 记录下此时示波器的电压

(4) 计算出输入电阻和输出电阻

(5) 将示波器分别接在输入端和输出端 (输出端负载为无穷大)，记录此时的电压

(6) 将负载为 $2K\Omega$ 的电阻接在输出端，使用示波器分别记录输出端和输入端的电压

- (7) 根据公式，计算出输入电阻和输出电阻
4. 放大电路上限频率 f_H 、下限频率 f_L 的测量
- (1) 按照原理图连接电路
 - (2) 调节信号发生器输出频率至 1KHz，记录下此时输出的电压
 - (3) 逐渐增大信号发生器输出频率，当示波器记录的输出电压为原来的 0.707 倍时，记录此时的频率，即为 f_H
 - (4) 逐渐减小信号发生器的输出频率，当示波器记录的输出电压为原来的 0.707 倍时，记录此时的频率，即为 f_L
5. $R_L = \infty$ 时，最大不失真输出电压 V_{omax}
- (1) 按照原理图连接电路，用示波器检测输出波形
 - (2) 不断增大信号源输入幅值，观察示波器显示波形，当其 upper 曲率减小，或者下端出现一条水平直线，则出现了失真
 - (3) 记录下出现失真的频率，并判断是饱和失真还是截止失真
6. 观察静态工作点对输出波形的影响
- (1) 按照原理图连接电路，用示波器观测输出波形
 - (2) 改变滑动变阻器阻值以改变静态工作点，观测不同静态工作点对应的输出波形
 - (3) 调节滑动变阻器使得波形同时出现饱和失真和截止失真
7. 搭建与 CE 相同偏置电路下的 CC 和 CB 电路，比较电压放大倍数， R_i 、 R_o 、带宽和最大不失真输出电压幅度
- (1) 搭建 CB，CC 电路
 - (2) 将示波器接在输入端以及输出端，以测量放大倍数
 - (3) 按原来测输入电阻和输出电阻的方式进行测量
8. 两级放大的电压放大倍数、 R_i 、 R_o 和带宽
- (1) 按照原理图连接电路
 - (2) 调节第二级滑动变阻器位置达到合适的静态工作点 ($I_{CQ} = 1.38\text{mA}$)
 - (3) 设置交流参数，是用示波器测量电路的输入端以及输出端
 - (4) 记录此时的波形的电压峰峰值
 - (5) 通过峰值之比计算放大倍数
 - (6) 使用伏安法和二次负载法测量输入电阻和输出电阻

六、实验数据记录与分析

1. 静态工作点的调整与测量

测量集电极连接的电阻两端的电压可以计算出电流的大小，调节电位器可以调节三极管的静态工作点，测量电阻 R_c 两端的压降为 V_{RC} ，然后根据 $I_{CQ} = \frac{V_{RC}}{R_c}$ ，计算出 I_{CQ} ，并计算出晶体管共射极方法电路的静态工作点。

• 实验部分

调节 $I_{CQ} = 1.38mA$ ，测量的静态工作点如下表所示：

电压值	$V_{BQ}(V)$	$V_{BEQ}(V)$	$V_{CEQ}(V)$	$I_{CQ}(mA)$
实际测量值	3.12V	0.63V	5.13V	1.38mA

表 1: 静态工作点实验数据

• 仿真部分

按照电路图连接电路进行仿真，电路图如下图所示：

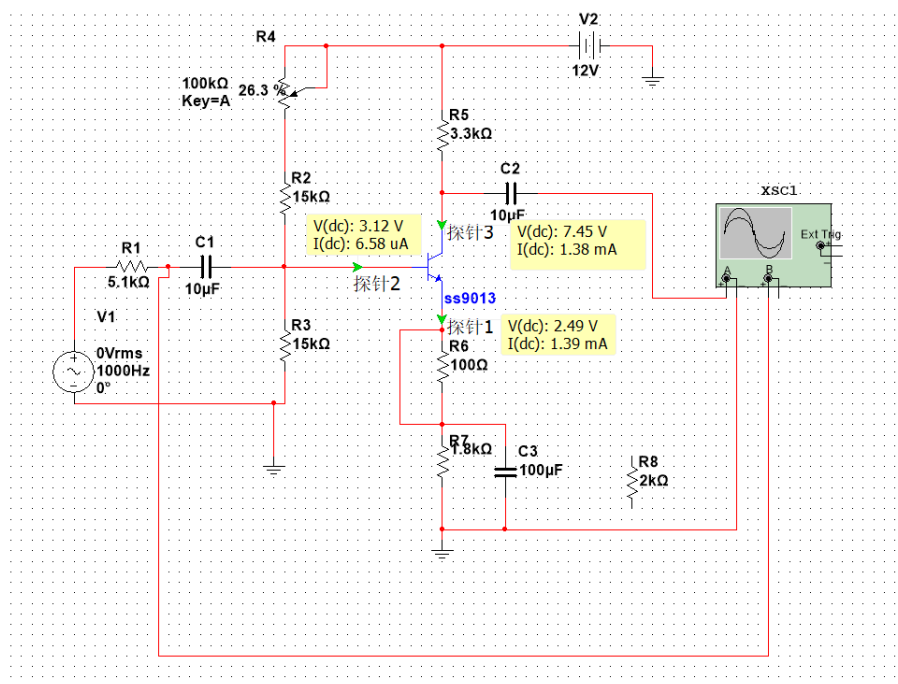


图 1: 实验电路图

调节电位器，使得 $I_{CQ} = 1.38mA$ ，并记录各点数据，如下表所示：

电压值	$V_{BQ}(V)$	$V_{CQ}(V)$	$V_{EQ}(V)$	I_{BQ}	$I_{CQ}(mA)$	$I_{EQ}(mA)$
仿真值	3.12V	7.45V	2.49V	6, 58μA	1.38mA	1.39mA

表 2: 静态工作点仿真数据

- 理论计算 (取三极管的放大倍数为 200)

静态工作点：

$$V_{CEQ} = 12 - 1.38 \times 3.3 = 7.446 \text{ V}$$

$$V_{EQ} = 1.8 \times 1.38 = 2.484 \text{ V}$$

$$V_{BEQ} = V_{EQ} + 0.7 \text{ V} = 3.184 \text{ V}$$

$$I_{CQ} = 1.38 \text{ mA}$$

$$I_{CQ} = \frac{I_{EQ}(1+\beta)}{\beta} = 1.39 \text{ mA}$$

$$I_{BQ} = 6.9 \mu\text{A}$$

图 2: 静态工作点理论计算

- $R_L = \infty$ 以及 $R_L = 2K$ 时，电压放大倍数的测量

保持实验一的静态工作点不变，输入中频段正弦波 (1KHz)，可以通过示波器观测输出的波形以及输入的波形，测出有效值，从而计算出电压放大倍数。

- 实验部分

按照要求连接电路图后，测得断路时波形如下图所示：

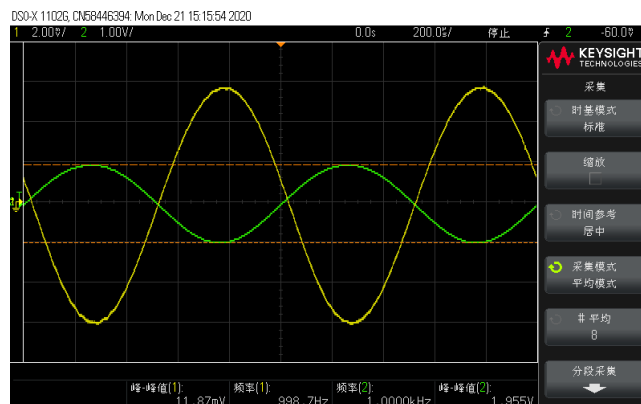


图 3: 放大倍数波形图

测得 $R_L = 2K$ 时，波形图如下图所示：

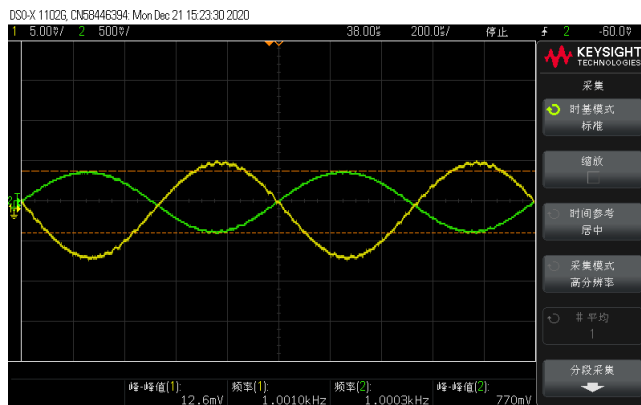


图 4: 放大倍数波形图

测得数据如下表所示：

R_L/Ω	$V_s(mV)$	$V_i(mV)$	$V_o(V)$	$V_{omax}(V)$	A_v
$R_L = \infty$	11.87mV	30mV	-1.955V	7.8V	-164.7
$R_L = 2K$	12.6mV	30mV	-0.770V	3.36V	-61.1

表 3: 放大倍数实验数据

其中 V_{omax} 为出现截至失真的电压，出现饱和失真的电压值分别为： $V_{omax}(R_L = \infty) = 7.8V$ ， $V_{omax}(R_L = 2K) = 6.4V$

- 仿真部分

如图 1 所示，连接电路图，分别将 $R_L = \infty$ 以及 $R_L = 2K$ 负载加到电路上，电路图如下图所示：

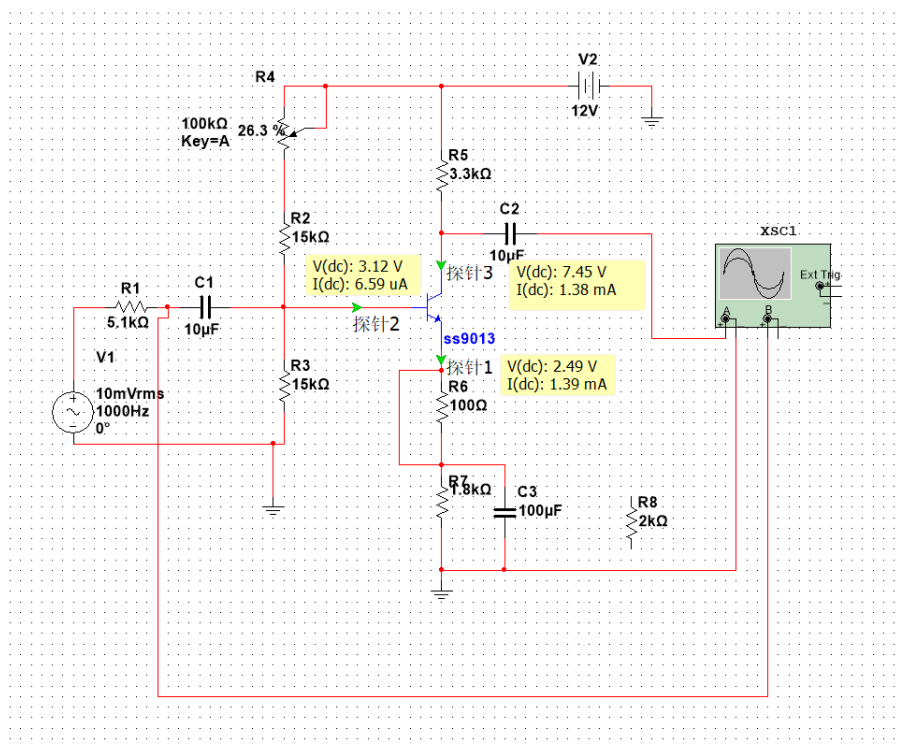


图 5: 负载开路电路图

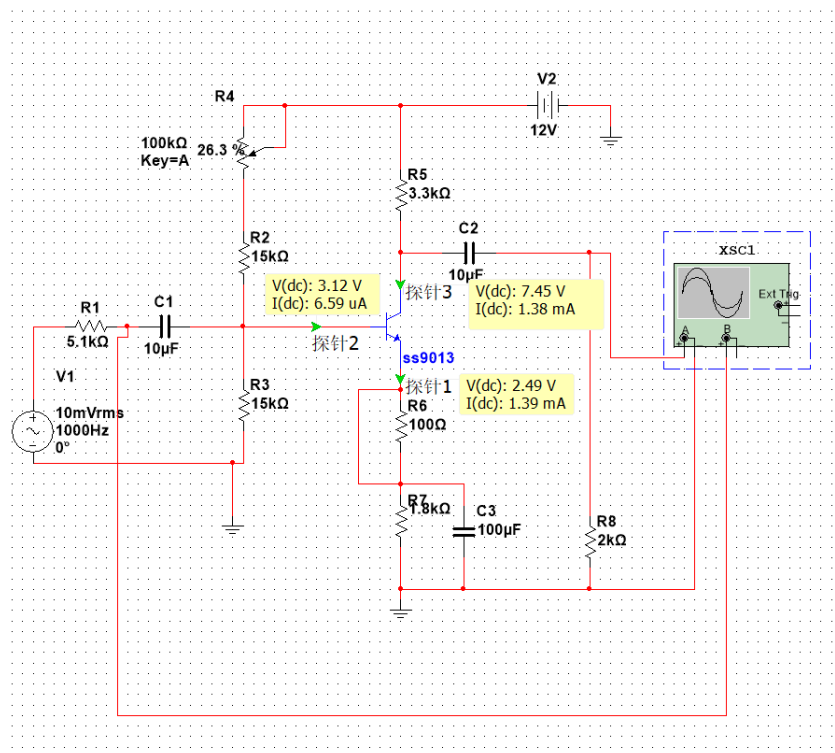


图 6: 负载为 2kΩ 电路图

测得示波器的波形图如下图所示：

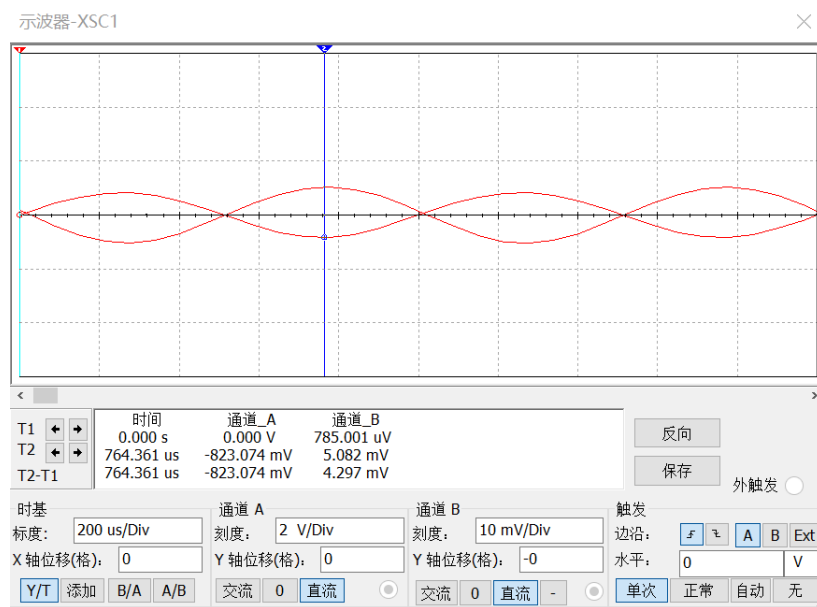


图 7: 负载开路波形图

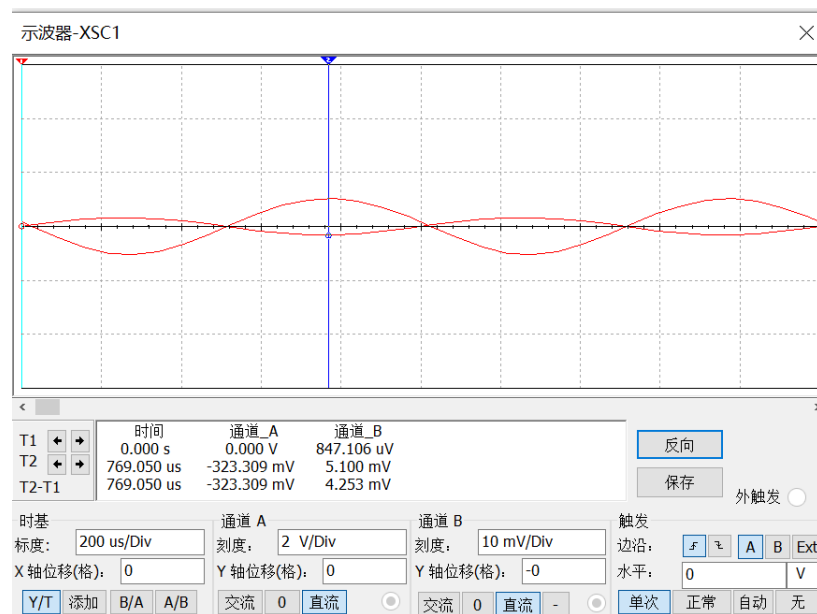


图 8: 负载为 2kΩ 波形图

测得实验数据如下图所示：

R_L/Ω	$V_i(mV)$	$V_o(V)$	A_v
$R_L = \infty$	5.082mV	-823.074mV	-161.96
$R_L = 2K$	5.100mV	-323.309mV	-63.39

表 4: 放大倍数仿真数据

- 理论计算

2. $2k\Omega$: $A_v = \frac{-\beta(R_5 // R_8)}{R_3 // (R_L + R_4) // r_{be}} = -72.45$
 r_{be} 取 $5k\Omega$

∞ $A_v = \frac{-\beta R_5}{R_3 // (R_4 + R_8) // r_{be}} = -192$ (与 r_{be} 取值有关)

图 9: 放大倍数理论计算

3. 输入电阻和输出电阻的测量

在测量输入电阻时，我们可以采用伏安法进行测量，外接已知阻值的电阻 R ，测 V_s ， V_i ，并根据公式：

$$R_i = \frac{V_i}{I_i} = \frac{V_i}{(V_s - V_i)/R} = \frac{V_i}{V_s - V_i} R$$

我们即可解得输入电阻

在测量输出电阻时，我们可以采用两次测量法进行测量，分别测量出负载开路时的输出电压 V_o' 和接入负载 R_L 后的输出电压 V_o ，则根据公式：

$$R_o = \left(\frac{V_o'}{V_o} - 1 \right) R_L$$

我们可以解得输出电阻

- 实验部分

按照要求连接电路图后，测得输入电阻的数据如下表所示：

V_i	V_s	R
32.1mV	12.6mV	5.1K Ω

表 5: 伏安法测量输入电阻

因此可以计算得输入电阻为： $R_i = 3.30K\Omega$

测得输出电阻的数据如下图所示：

R	V_i	V_o
$R_L = \infty$	32.3mV	1.99V
$R_L = 2K$	32.1mV	0.760V

表 6: 二次负载法测量输出电阻

因此，我们可以计算得输出电阻的大小为： $3.24K\Omega$

- 仿真部分

测量输入电阻时，连接电路如下图所示：

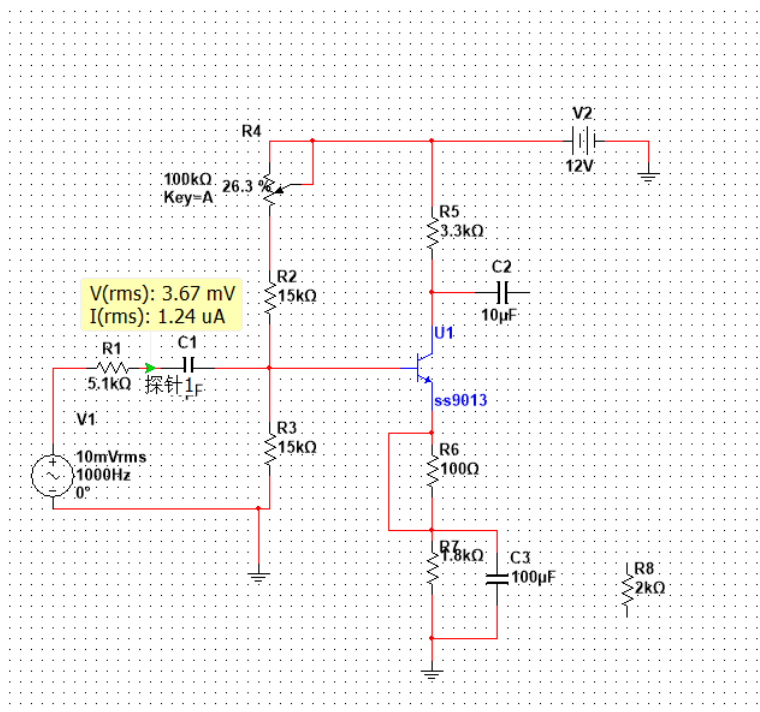


图 10: 测量输入电阻电路图

因此输入电阻为： $R_i = \frac{V_i}{I_i} = 3.67/1.24 = 2.96K\Omega$

测量输出电阻时，连接电路图如下图所示：

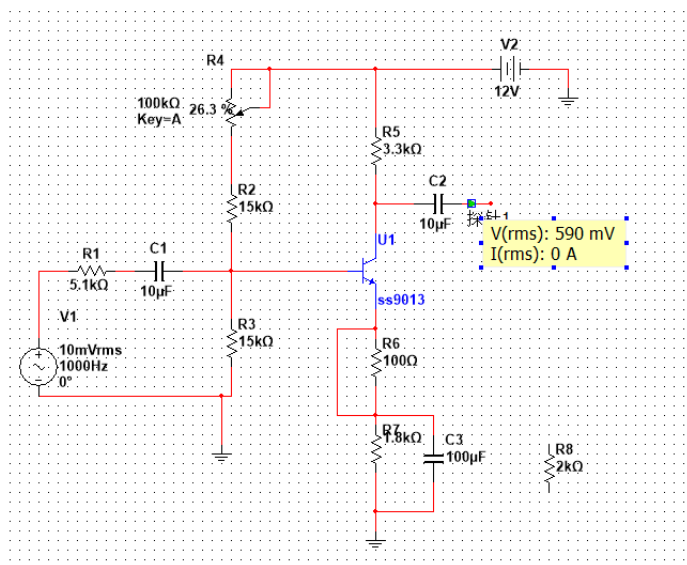


图 11: 测量输出电阻电路图 (负载开路)

记录此时的电压，并将 2K 电阻负载连接至其上，如下图所示：

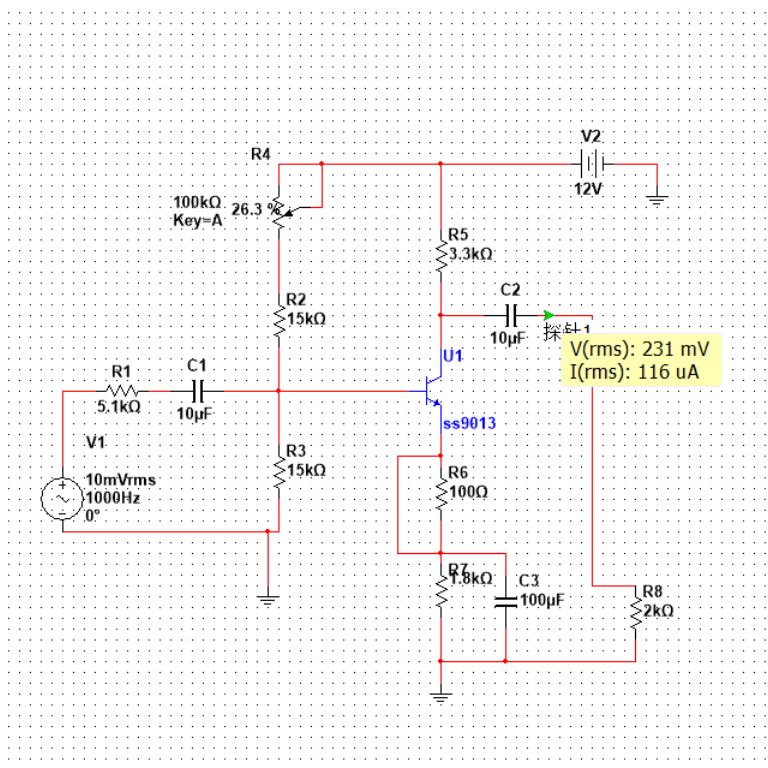


图 12: 测量输入电阻电路图 (负载 2KΩ)

计算得输出电阻为 $R_L = \frac{V_o}{I_o} = 3.11K$

- 理论计算

$$\lambda \quad R_i = \beta_0 // (R_b + R_e) // r_{be} = 3.41k\Omega$$

$$\beta_0 = 3.3k\Omega$$

图 13: 输入输出电阻理论计算

4. 放大电路上限频率 f_H 、下限频率 f_L 的测量

改变输入信号的频率，当输入信号频率降低导致输出电压降为中频段的 0.707 倍时，认为此时达到了下限频率（注意改变信号频率的同时要控制 V_i 不变）改变输入信号的频率，当输入信号频率升高导致输出电压降为中频段的 0.707 倍时，认为此时达到了上限频率（注意改变信号频率的同时要控制 V_i 不变）

• 实验部分

按照实验要求连接电路进行计算，我们可以测得上限频率为 44.3KHz，下限频率为 57.1Hz(连接 5.1K Ω 电阻作为电源内阻)

另外，我们也可以使用信号发生器的“sweep”功能进行扫描，获取得到扫描的波形如下图所示：

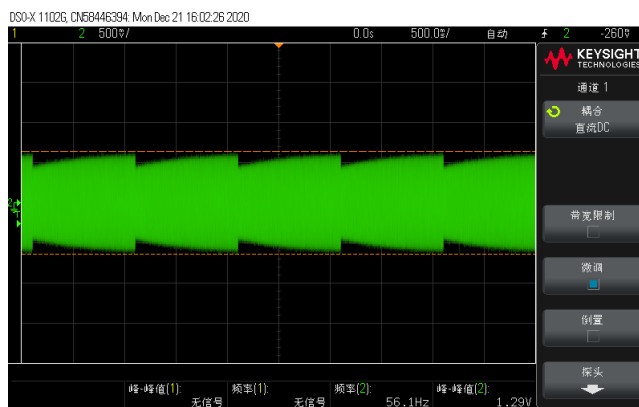


图 14: 参数扫描波形图

• 仿真部分

我们将电源直接串联在电路中，如下图所示：

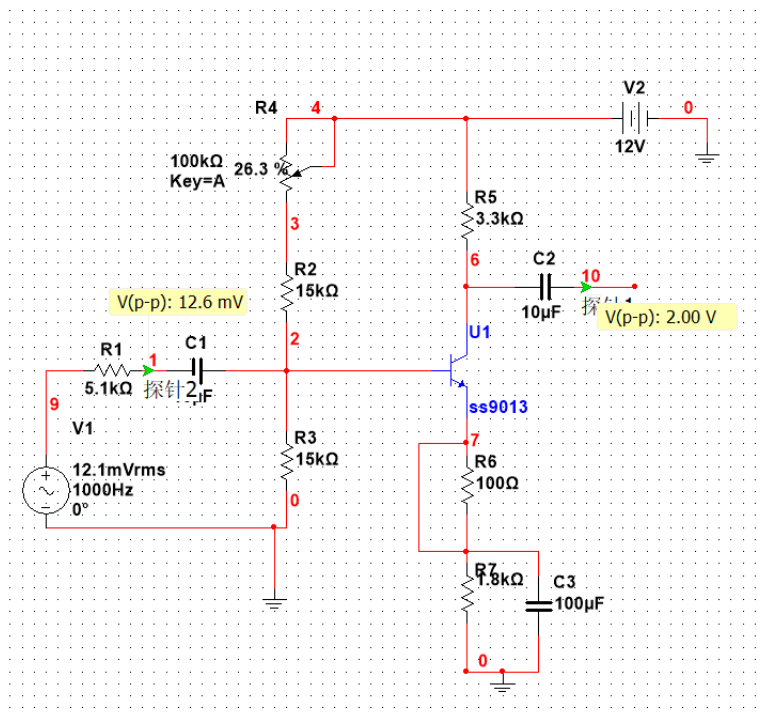


图 15: 测量上下限频率电路图 (负载开路)

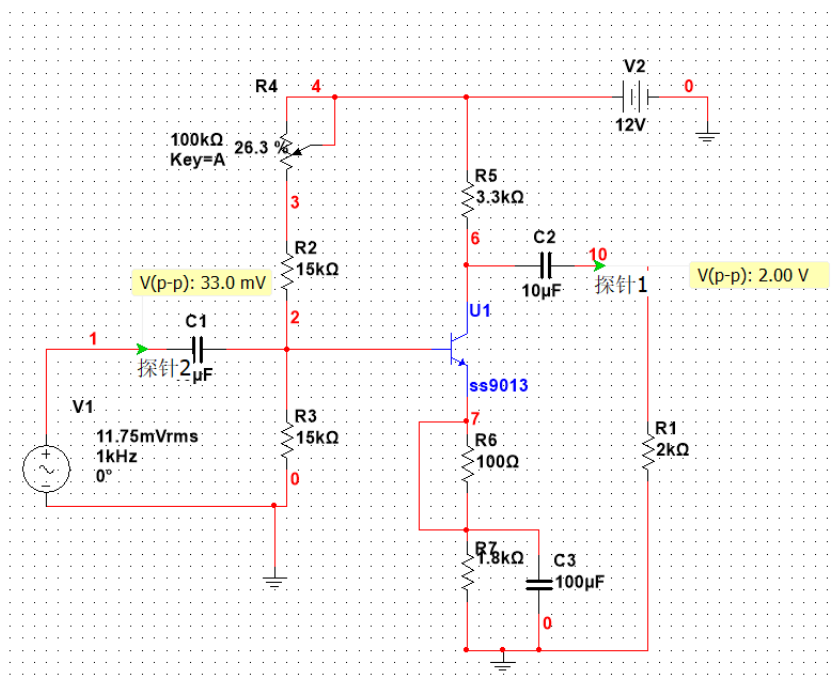


图 16: 测量上下限频率电路图 (负载为 2KΩ)

逐渐调节输出频率，使得加载负载上的电压为原来的 0.707 倍 (在此过程中我们要保证输入端的输入电压不变)

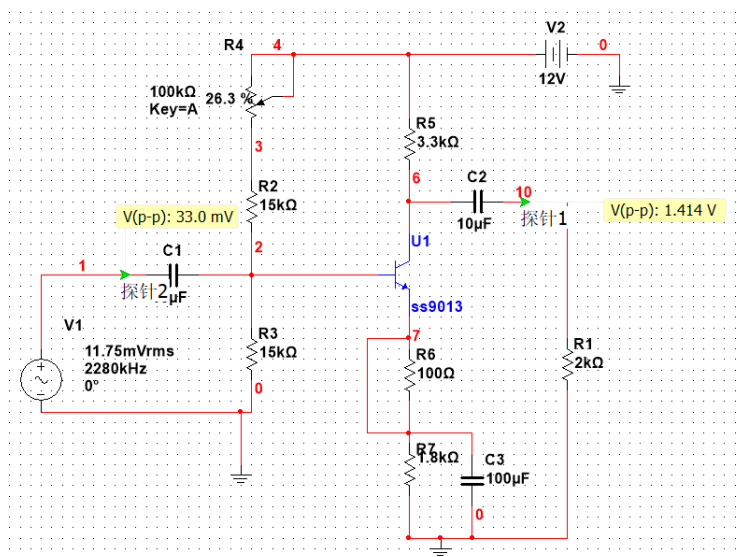


图 19: 负载 2K 上限频率

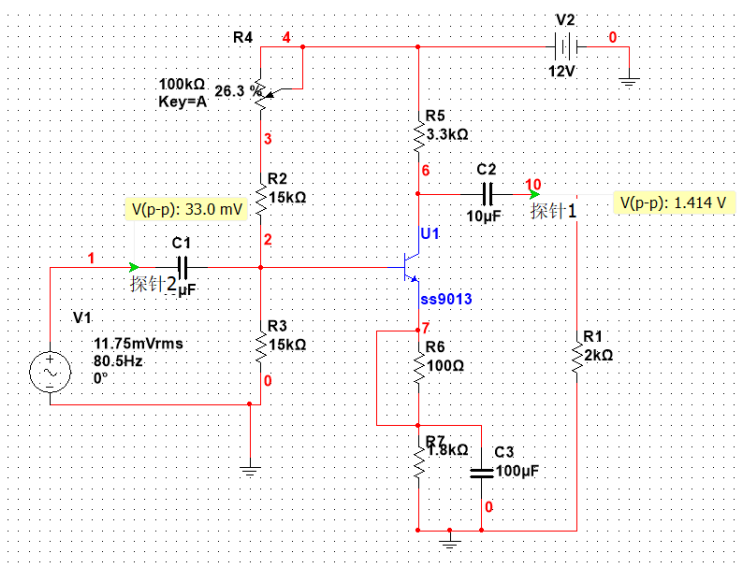


图 20: 负载 2K 下限频率

测得此时的上限频率为 1235KHz，下限频率为 80.32KHz

另外，我们也可以使用参数扫描的方法测量其上下限频率。按照下图连接电路图：

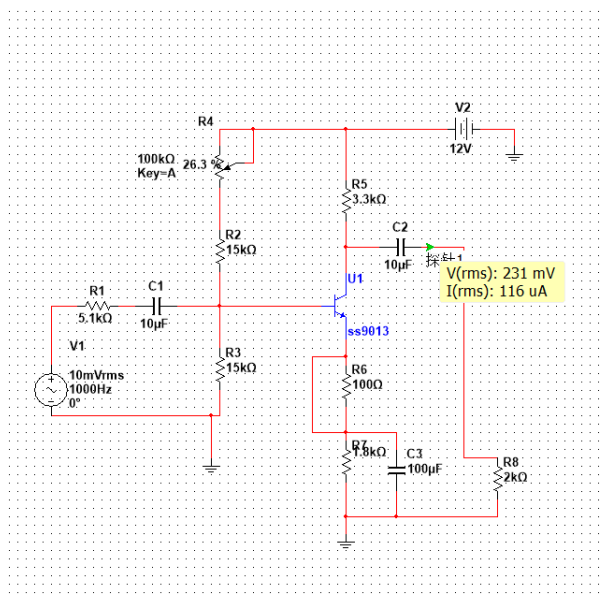


图 21: 负载断路交流频率

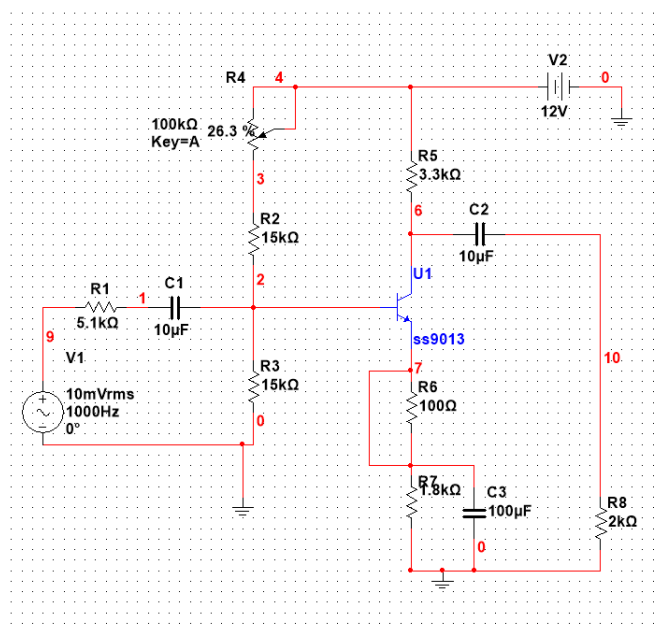


图 22: 负载 2K 交流频率

分别对其使用 multisim 中的交流扫描功能对其进行参数扫描，测得交流分析图形如下图所示：

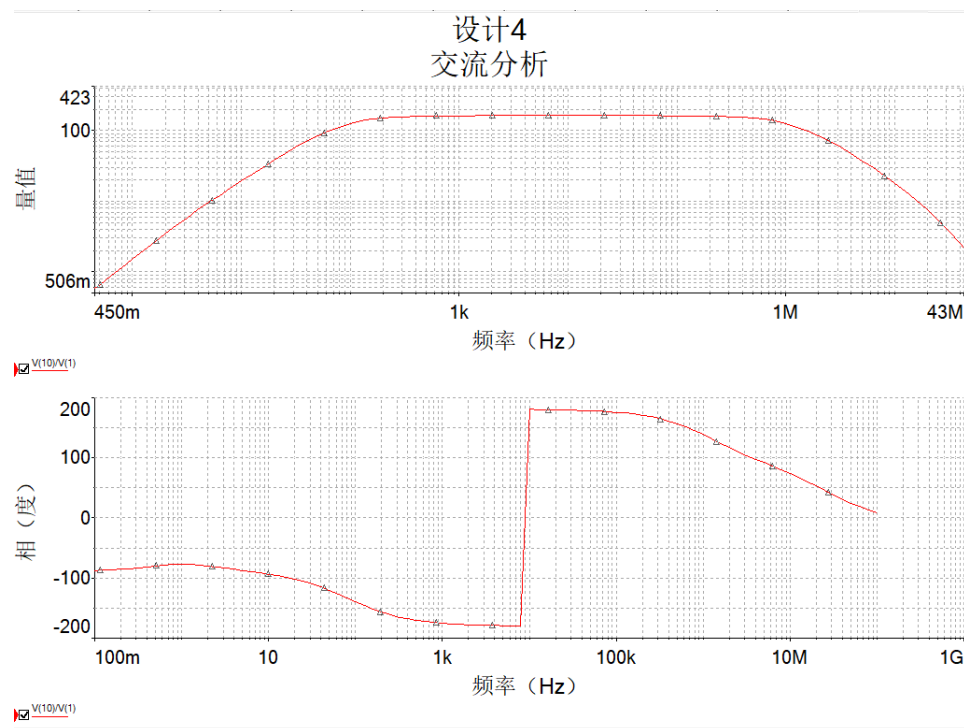
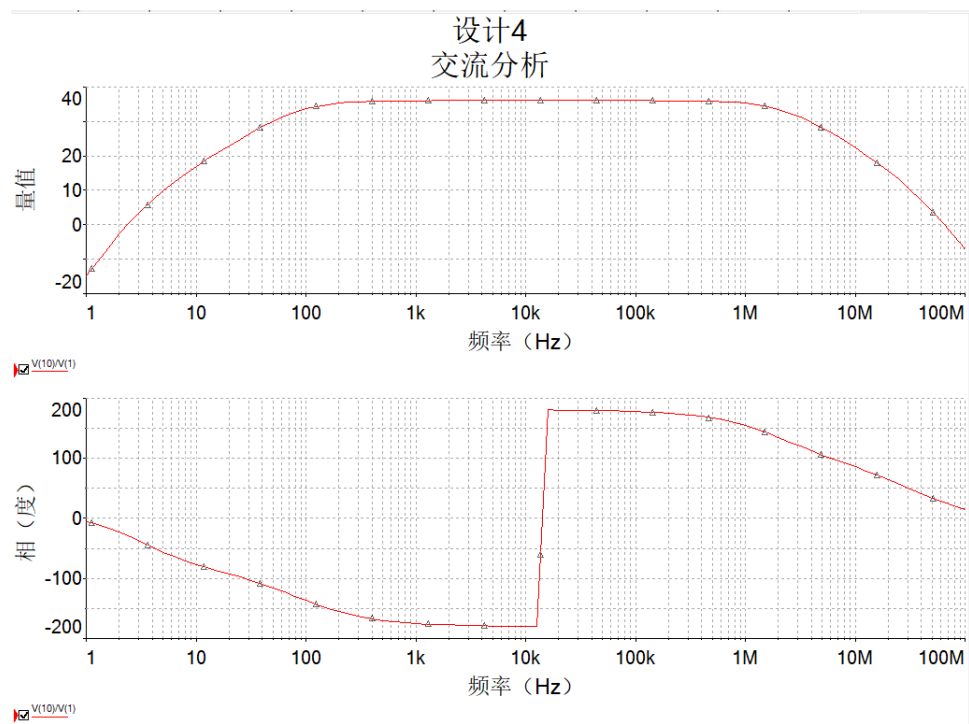


图 23: 负载断路交流分析

图 24: 负载 2K Ω 交流分析

之所以此处测量的最大最小频率与实验中的数据不同，原因是在实际实验中我们串联了一个

5.1K Ω 的电阻，对实验的结果造成了影响，如果我们在仿真的过程中也并联一个 5.1K Ω 的电阻，如下图所示：

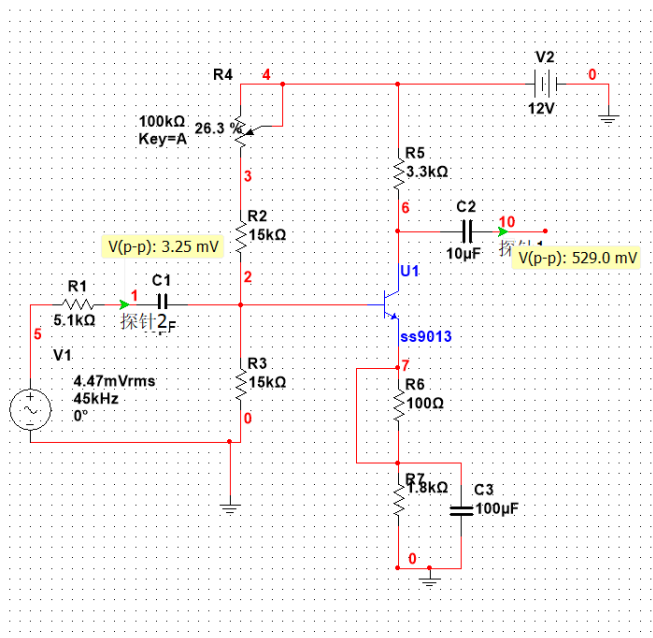


图 25: 串联 5.1 内阻测量结果

我们可以看出，此时的最高频率为 45KHz，与实际实验结果相同，因此我们可以判定实验结果正确。

5. $R_L = \infty$ 时，最大不失真输出电压 V_{omax}

使用示波器观察信号，逐渐将示波器输出电压调大，当示波器波形开始出现“圆顶失真”时，记录此时的电压值，此时即为最大不失真输出电压，另外，我们也可以将示波器时基模式调节至 X-Y 模式，当波形的上端出现较为明显的弯曲时，即为“圆顶失真”，当波形的下端出现较为明显的失真时，即为“缺顶失真”。

• 实验部分

当示波器缺顶失真时，记录得图像如下图所示：

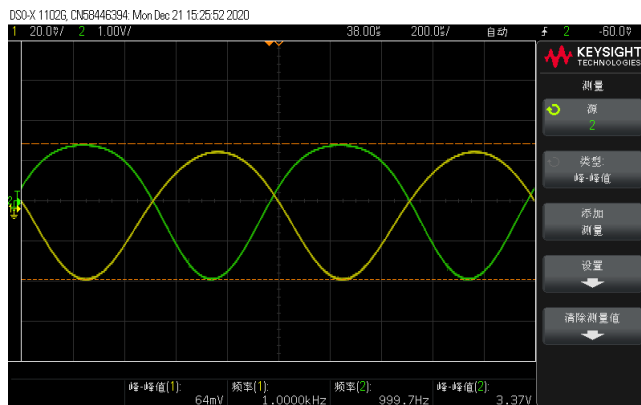


图 26: 标准模式缺顶失真波形图

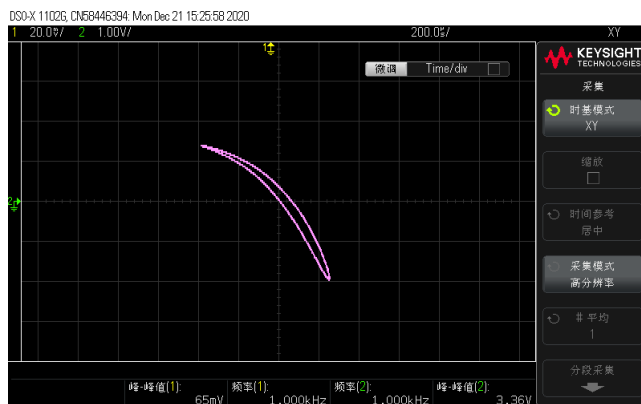


图 27: X-Y 模式缺顶失真波形图

记录此时的最大电压为： $3.36(R_L = 2K)$ ，而当 $R_L = \infty$ 时，最大不失真输出电压为： $7.8V$ 。要注意的是，在使用 X-Y 模式时，由于电路中存在一定电容的原因，输入电压和输出电压的信号本来就不同相位。因此，不能因为 X-Y 模式中，波形存在弯曲便判定其已经失真，而是应该等到波形出现明显弯曲时，才可认定其不失真。

- 仿真部分

按照下图连接电路

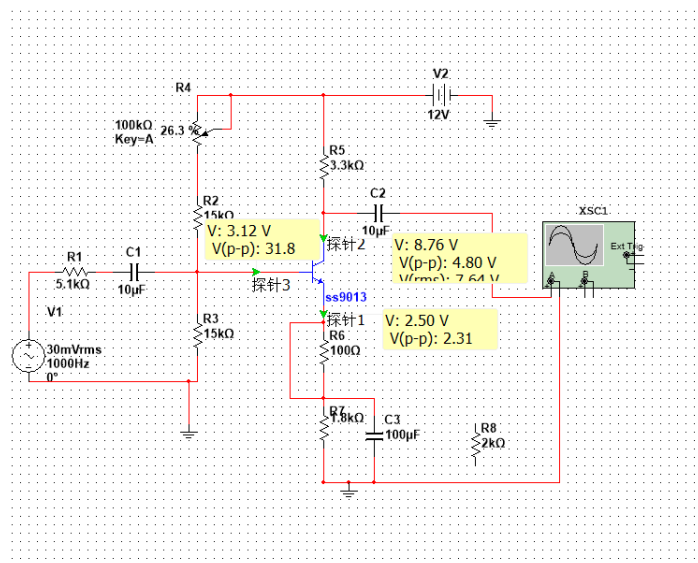


图 28: 最大不失真输出电压电路图

调节输入电压直至失真，如下图所示：

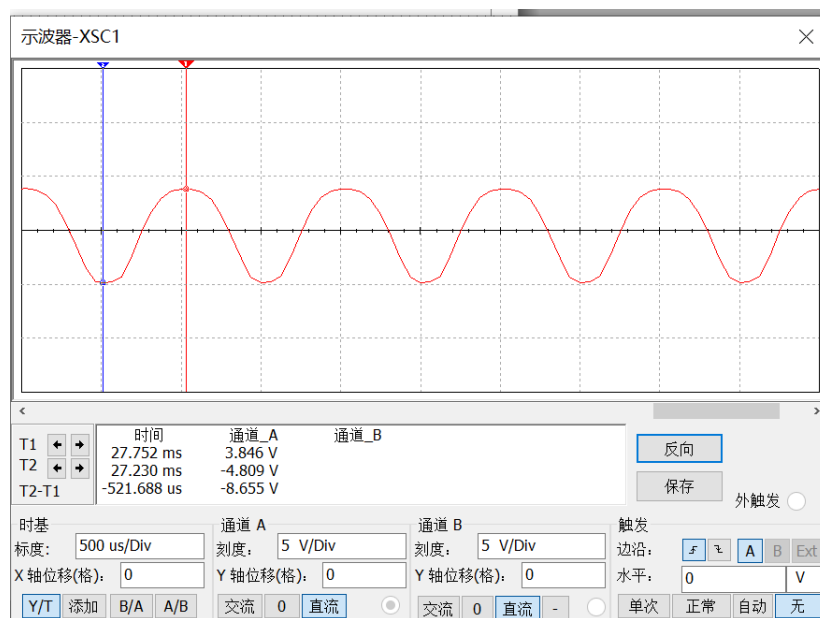


图 29: 最大不失真输出电压电路图

此时最大失真电压为 2.234V

之所以实验中的最大不失真电压与理论计算的最大不失真电压不相同，原因在于三极管的特性略有不同，具体情况详见实验心得

6. 观察静态工作点对输出波形的影响

静态工作点对输出波形有影响，静态工作点选取的不好，会导致输出电压很容易失真。最好的情况是静态工作点在较为中间的位置，此时饱和失真和截止失真同时出现，能够在不失真的情况下

令输出电压的幅值最大。通过调节静态工作点，我们可以发现，如果静态工作点选取的不好，电路中可能会同时出现截止失真和饱和失真两种情况。

- 实验部分

按照要求连接电路，调节电位器直至出现饱和失真以及截至失真同时出现的情况，测得波形如下图所示：

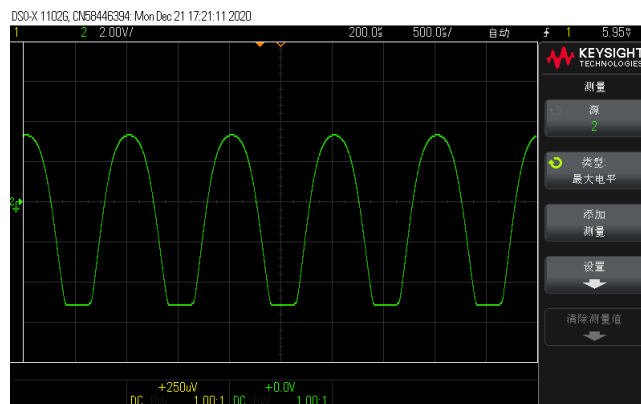


图 30: 同时出现饱和失真和截至失真

- 仿真部分

对电路进行器件扫描，改变 R_2 的参数，是使其从 15K 到 115K 不断变化，获得不同的波形，如下图所示：

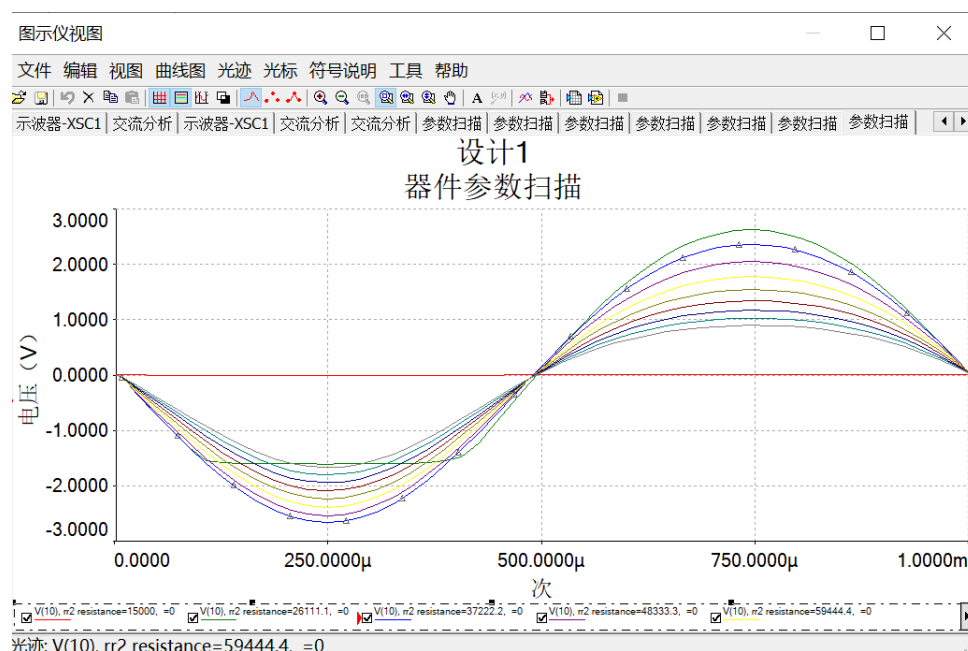
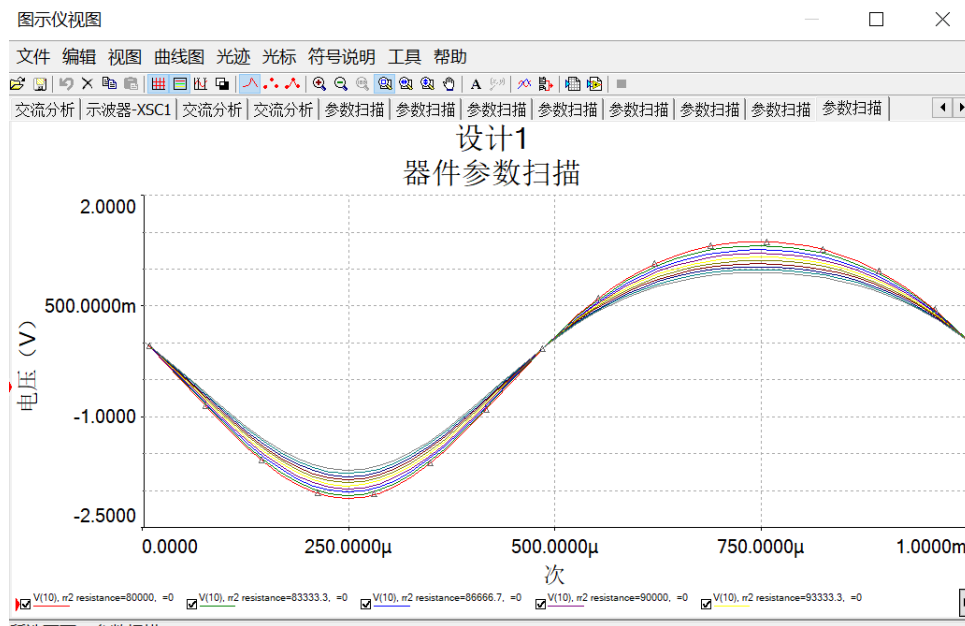


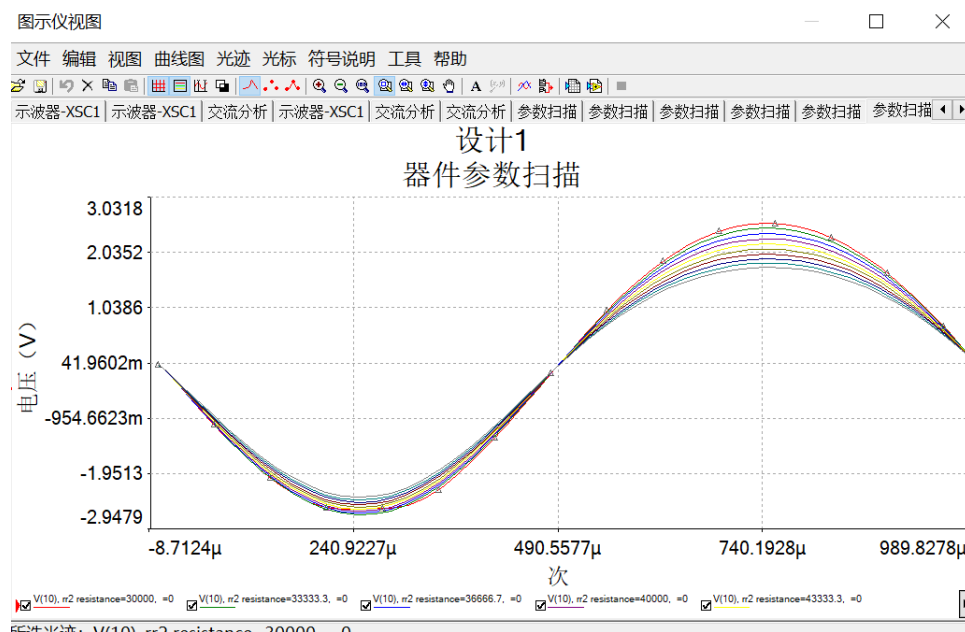
图 31: R_2

从此图中我们可以得出， $R_2 = 37222\Omega$ 的时候还没还有失真， $R_2 < 37222\Omega$ 的几条曲线有明

显的失真，因此我们局部探究其影响，设置其在 $80\text{K}\Omega$ 到 $110\text{K}\Omega$ 均匀变化，均可以看出较为明显的截止失真

图 32: R_2

局部探究其在 $30\text{K}\Omega$ 到 $60\text{K}\Omega$ 的影响，测量结果如下图所示，可以看出没有明显的失真

图 33: R_2

7. 搭建与 CE 相同偏置电路下的 CC 和 CB 电路，比较电压放大倍数， R_i 、 R_o 、带宽和最大不失真输出电压幅度

- 仿真部分

搭建 CB 电路，如下图所示：

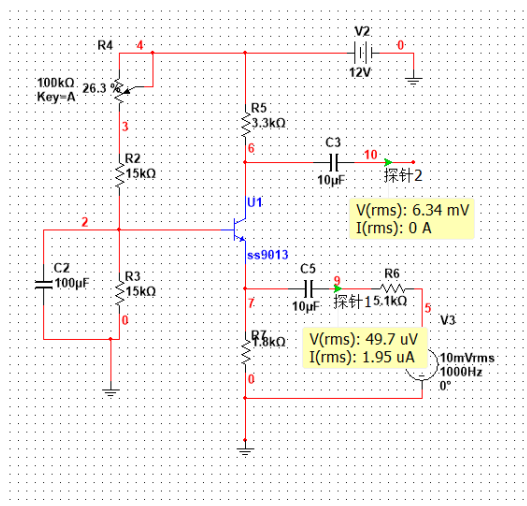


图 34: CB 电路原理图

连接 2K 负载，以测量输出电阻：

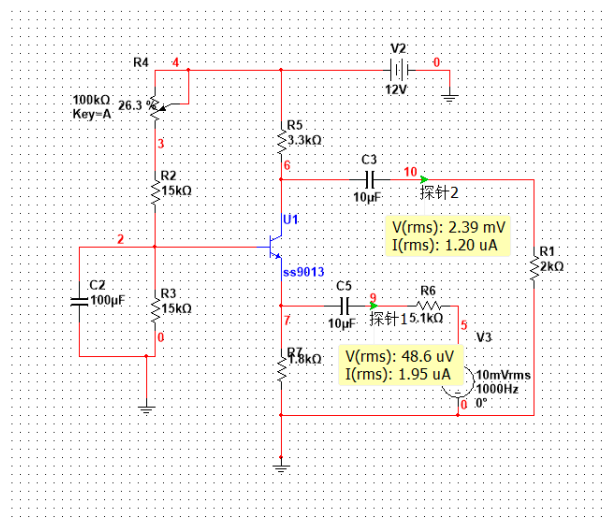


图 35: 测量 CB 输出电阻

对 CB 电路进行交流分析：

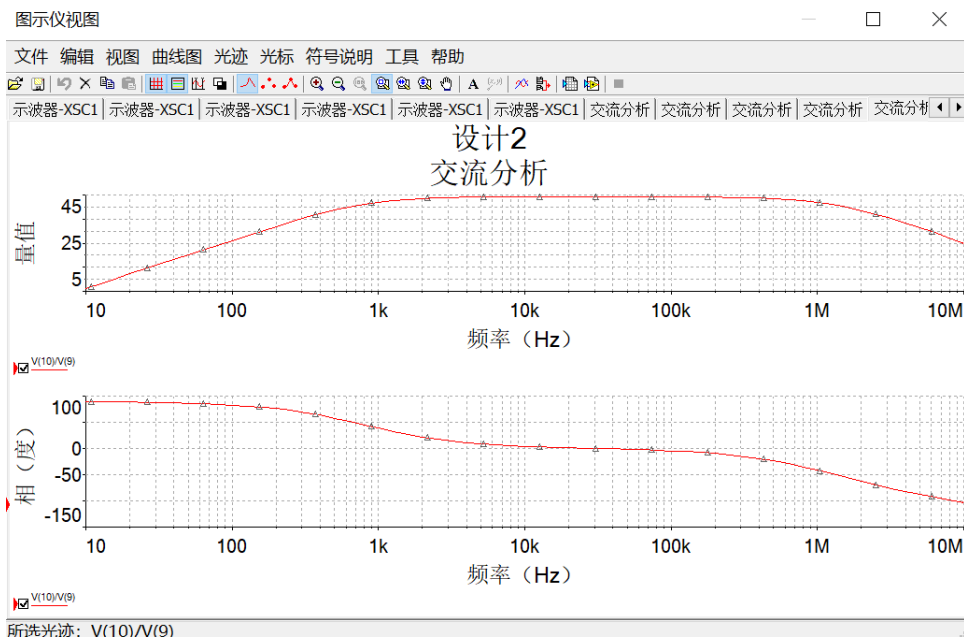


图 36: CB 电路交流分析

增大 CB 电路的输入电压直至出现失真情况：

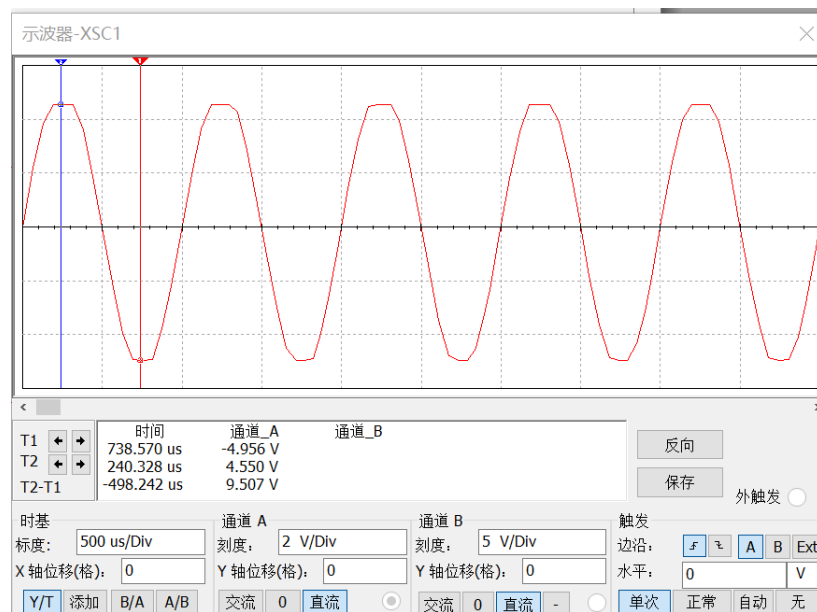


图 37: CB 电路失真

计算得 CB 电路的放大倍数为 127.7，输入电阻为 25Ω ，输出电阻为 $3.31K\Omega$
搭建 CB 电路，如下图所示：

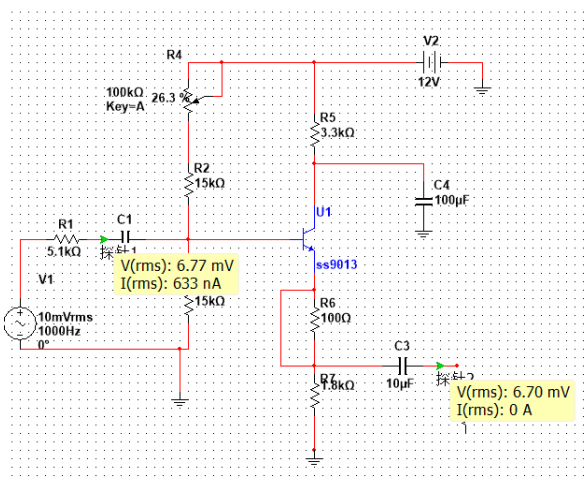


图 38: CC 电路原理图

连接 2K 负载，以测量输出电阻：

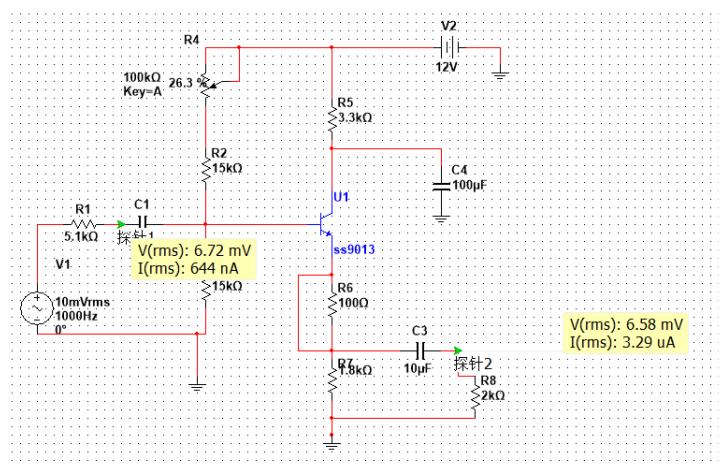


图 39: 测量 CC 输出电阻

对 CC 电路进行交流分析：

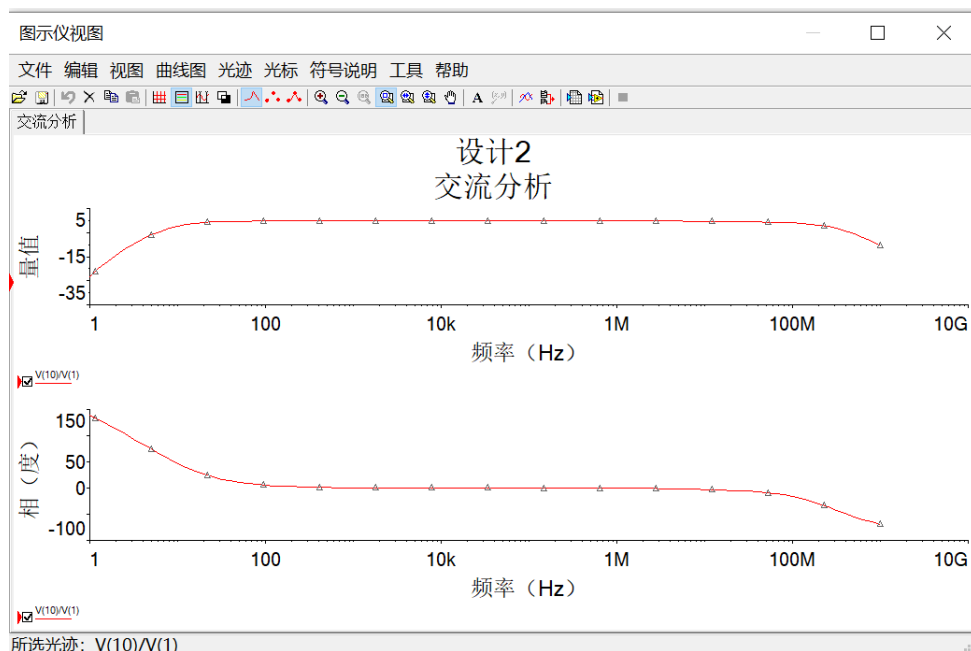


图 40: CC 电路交流分析

增大 CC 电路的输入电压直至出现失真情况：

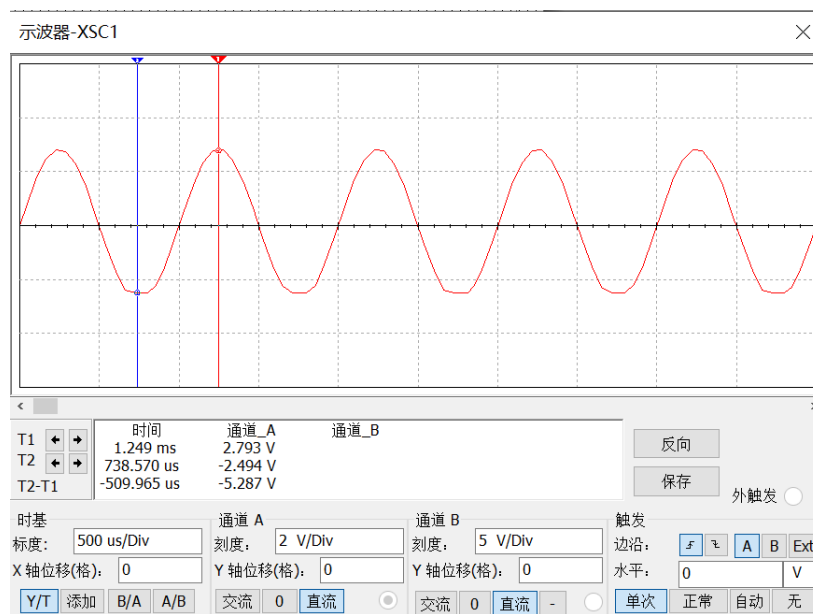


图 41: CC 电路失真

计算得 CC 电路的放大倍数为 0.990，输入电阻为 10.4KΩ，输出电阻为 36.5Ω

8. 两级放大的电压放大倍数、 R_i 、 R_o 和带宽按照原理图连接电路。调节放大器 2 的滑动变阻器可以设置适当的静态工作点 ($I_{CQ} = 1.38mA$)，同样可以利用实验二、实验三和实验四的方法测量出电压放大倍数、 R_i 、 R_o

- 实验部分

按照要求连接电路，测得输出与输入波形如下图所示：

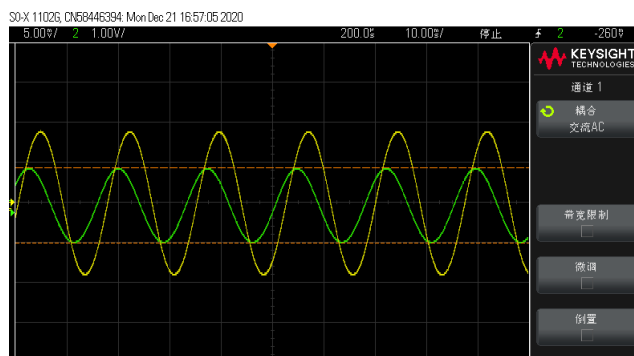


图 42: 二级放大电路输出波形

记录得此时的静态工作点为：

电压值	$V_{BQ2}(V)$	$V_{BEQ2}(V)$	$V_{CEQ2}(V)$	$I_{CQ2}(mA)$
实际测量值	3.17V	0.62V	5.08V	1.38mA

表 7: 静态工作点实验数据

记录得当负载电阻为无穷大时的输出情况

R_L/Ω	$V_s(mV)$	$V_i(mV)$	$V_o(V)$	A_v
$R_L = \infty$	10.13mV	30mV	2.210V	218.2

表 8: 放大倍数实验数据

使用伏安法测得输入电阻数据如下表所示：

V_i	V_s	R
28.52mV	11.33mV	5.1K Ω

表 9: 伏安法测量输入电阻

计算得输入电阻为：8.46K Ω

使用二次负载法测得输出电阻的数据如下图所示：

R	V_i	V_o
$R_L = \infty$	11.83mV	2.641V
$R_L = 2K$	12.00mV	0.611V

表 10: 二次负载法测量输出电阻

其中 $R = 1K\Omega$

计算得输出电阻为：3.3K Ω

- 仿真部分按照如下电路图连接电路，并调节至静态工作点：

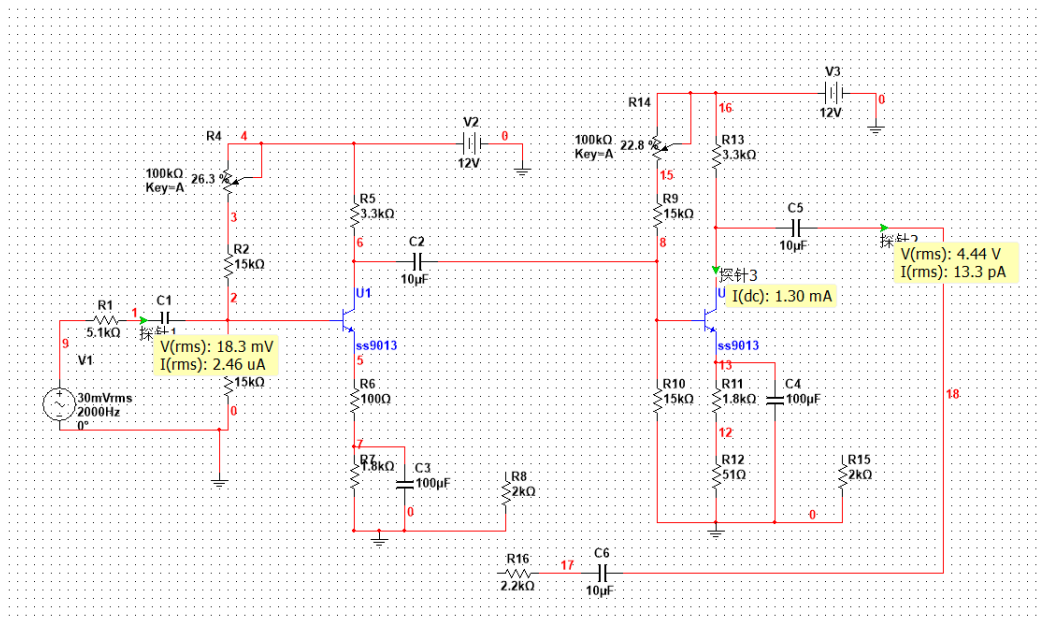


图 43: 两级放大电路图

根据数据计算得放大倍数为-242.6，输入电阻为：7.56K Ω ，为计算输出电阻，按照下图所示连接电路

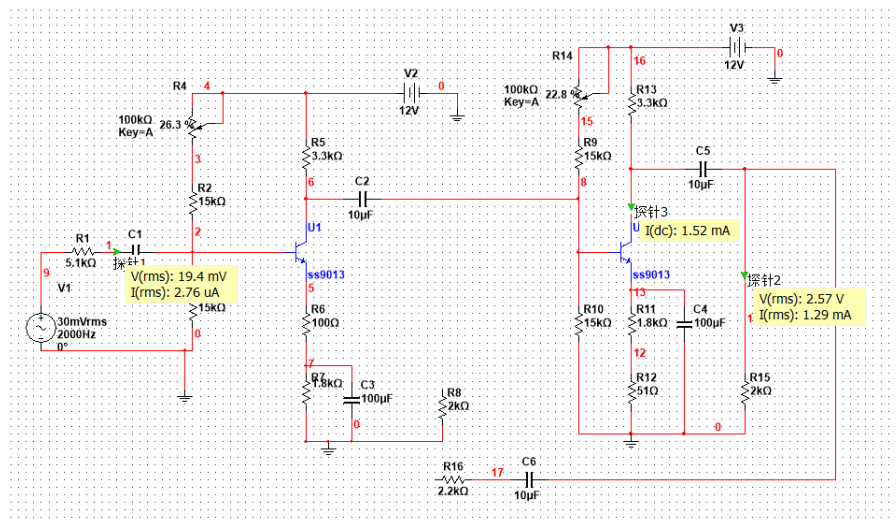


图 44: 两级放大电路图

使用两次负载法，计算得输出电阻为：1.46K Ω ，对电路进行交流分析，结果如下图所示：

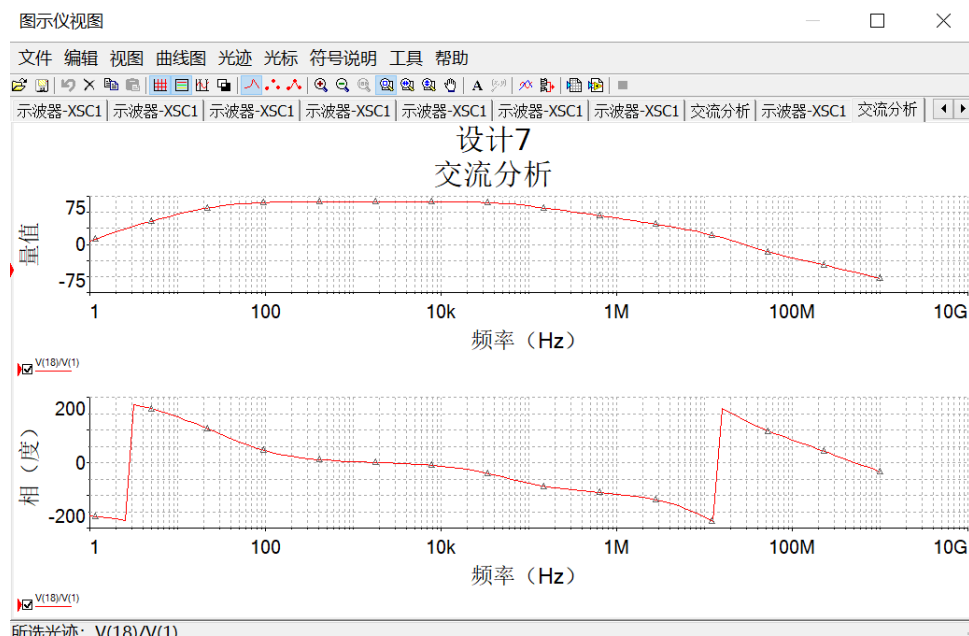


图 45: 两级放大交流分析图

七、 附加实验

1. 射极负反馈对放大器性能有何影响

去掉 R_e 的短路线，测量动态性能指标 (增益、输入输出电阻、带宽)

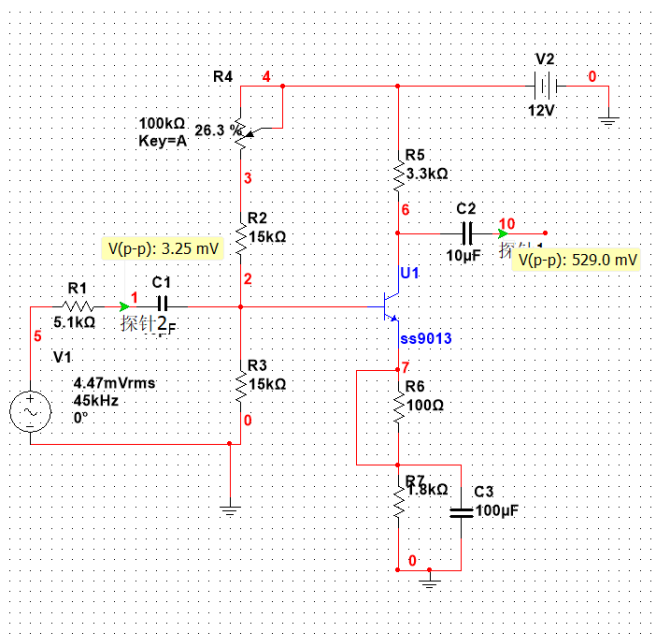


图 46: 放大倍数

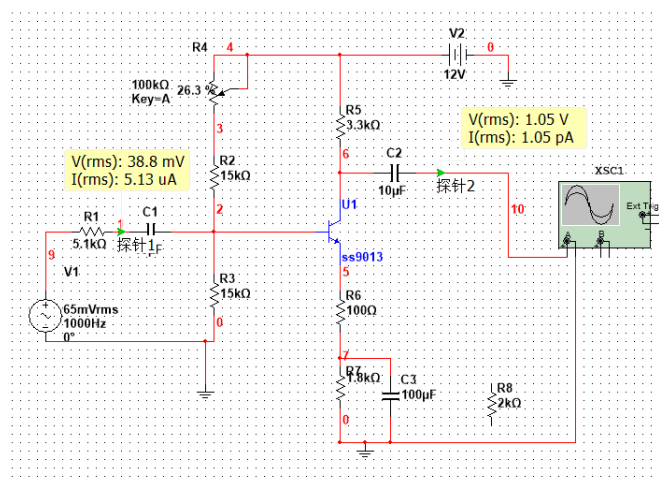


图 47: 输入电阻

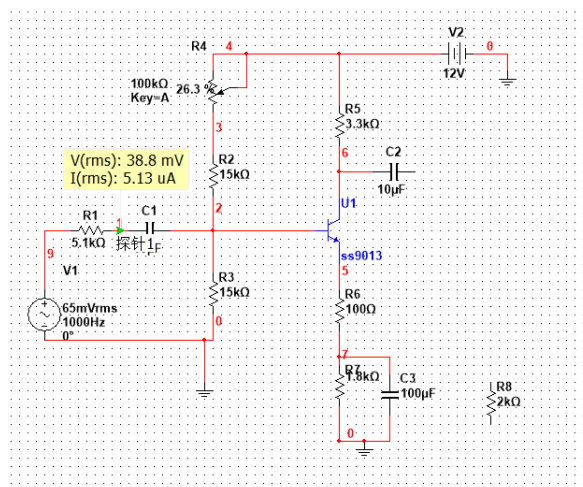


图 48: 输入电阻

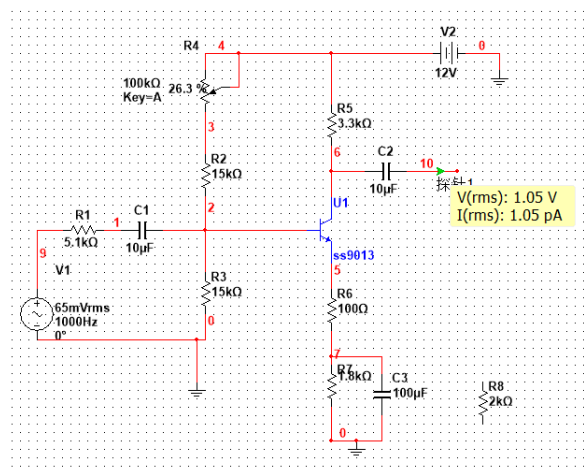


图 49: 输入电阻

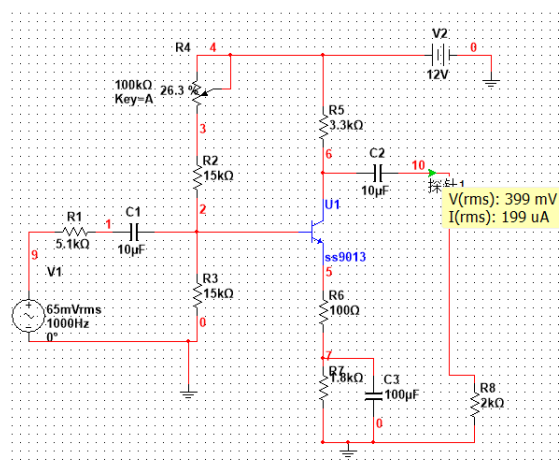


图 50: 输入电阻

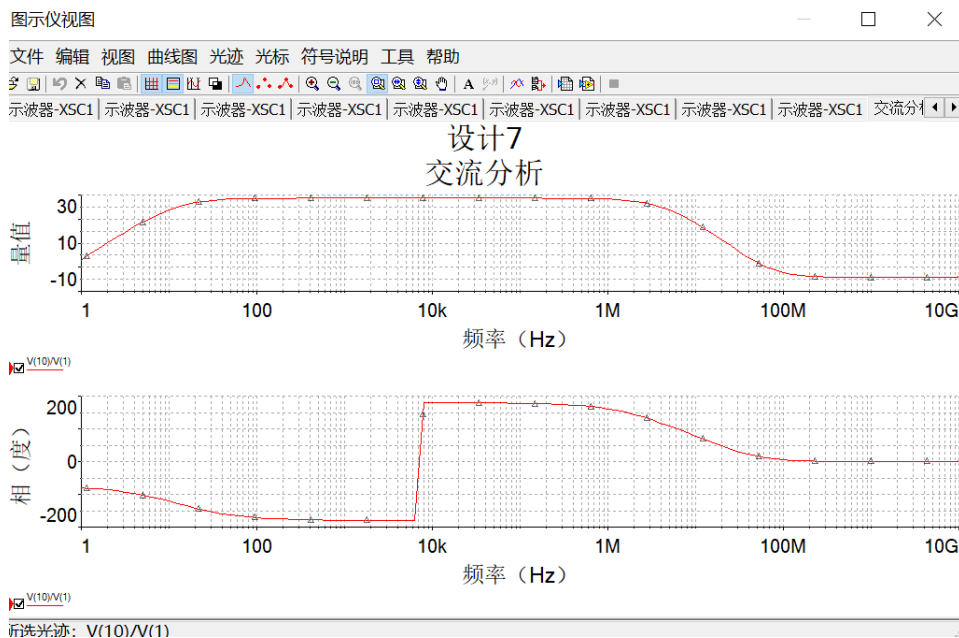


图 51: 交流分析

测得输入电阻为 $7.56\text{K}\Omega$ ，输出电阻为 $3.26\text{K}\Omega$

2. 连接两级间的负反馈电阻，再测增益， R_i 、 R_o 和带宽

保持静态工作点不变。输入中频波段正弦波，示波器监视输出波形，测出动态性能指标

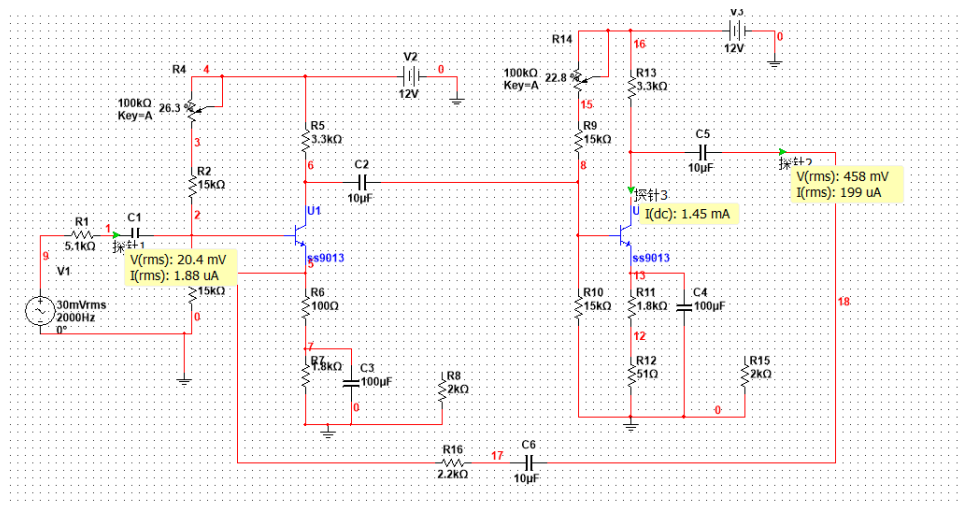


图 52: 原理图

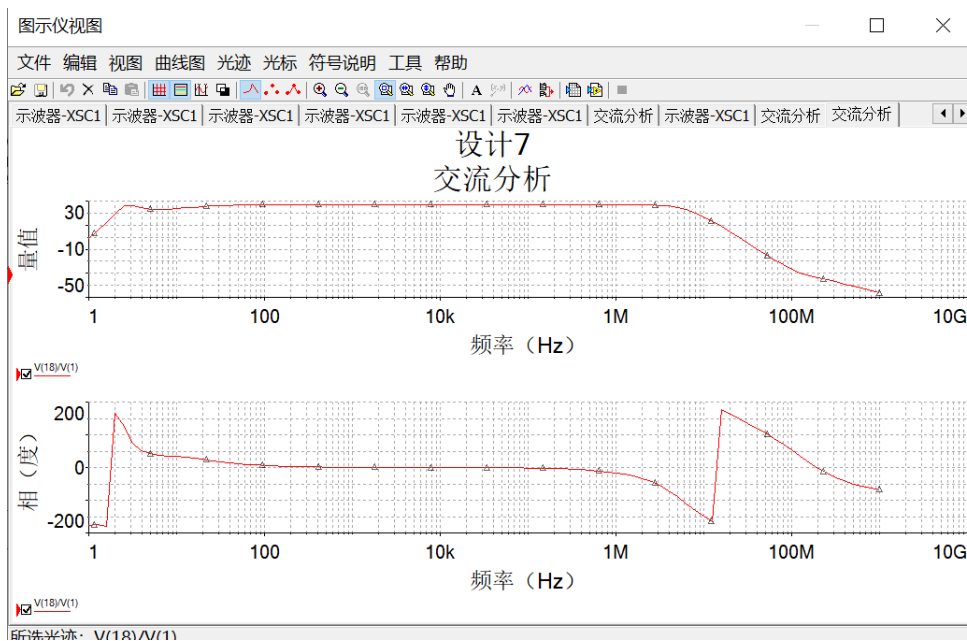


图 53: 输入电阻

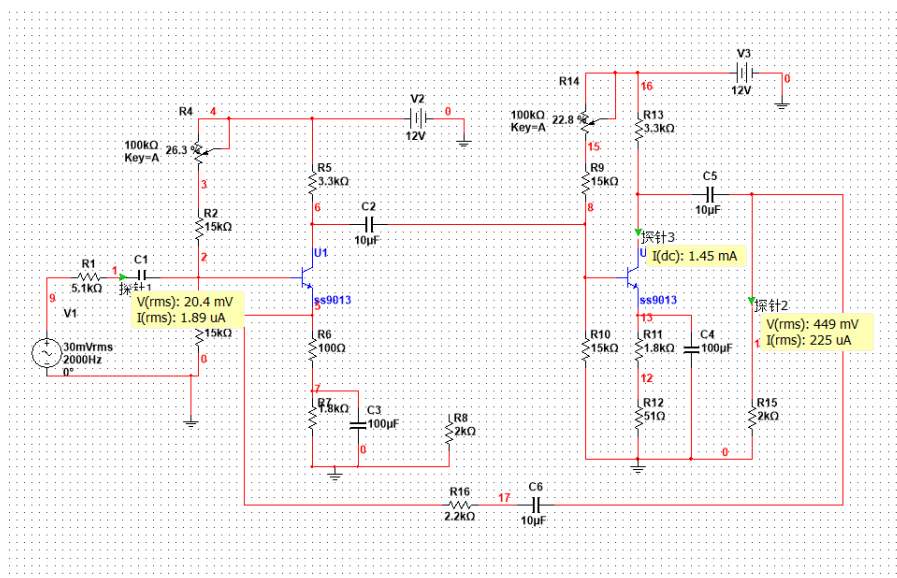


图 54: 交流分析 (负载电阻无穷大)

测得输入电阻为 $10.79\text{K}\Omega$ ，输出电阻为 $0.04\text{K}\Omega$ ，此做法增加了输入电阻，并减小了输出电阻

八、 问题与讨论

1. R_{e2} 存在与否对电路有何影响？

首先，其可以起到调节放大倍数的作用，通过改变 R_{e2} ，我们便可以改变发射极的电流，进而起到改变放大倍数的作用，另外，也可以起到改变输入电阻的做好用。

另外， R_{e2} 的存在可以有效的防止三极管进入饱和区域，如果通过三极管发射极的电流过大，则三极管极容易饱和，因此会对其产生影响。

在直流通路中，三极管也可以起到调节静态工作点的作用。

2. 试分析电路中的 R_{e1} 、 R_{e2} 、 C_e 起什么作用？

R_{e1} 交流通路中不存在，在实验中已经被短接；对于直流通路，可以有效的调节静态工作点，调节三极管发射极电压等等 R_{e2} 见上题 C_e 用于在交流通路中将电阻电路，防止电阻对其造成影响。

3. 当静态工作电流 I_{CQ} 通过测量 V_E 或 V_C 来间接地得到时，分析万用表内阻对测量误差的影响

当使用间接接地测量电阻时，由于万用表存在内阻，会对电流进行分流作用，导致单次测量得到的数据偏小。而由于间接接地，两次测量的电压在一定程度上会相互抵消，测量误差相对与直接测量而言较小。

4. 各仪器的接地端不再连在一起，示波器上的波形有什么变化？

波形紊乱，噪声极大，无法正常进行实验

5. 在共射放大电路的静态工作点测量时，测得 $V_{CEQ} < 0.5V$ ，说明三极管已处于放大 状态；若 $V_{CEQ} \approx +V_{CC}$ （电源电压），则说明三极管已处于截至 状态；若 $V_{BEQ} > 2V$ ，估计该晶体管已经被击穿

6. 在共射电路实验中所用的耦合电容是小(哪一类型) 电容。在共射放大电路实验我们选用了 D882 晶体管是 NPN 管对吗？描述怎么从外观判别 e、b、c 三个管脚

实验中用的晶体管并不是 D882，而是 DS9033，是 NPN。可以通过 Multisim 的特性测试判别，或者使用数字万用表的 NPC 挡位，或者是每个端口分别加电压，测量每隔端口的电流以判断管脚。

7. 电路仿真计算时进行静态工作点仿真时，应采用的分析方法是直流分析 进行频率特性仿真时，应采用的分析方法是频率扫描

8. 求取 A_v 、 R_i 、 R_o ，应采用的分析方法是交流分析

九、心得与体会

1. 用 multisim 仿真发现当电源置零和电源不置零的时候，对电路中的直流信号有影响，说明三极管的静态工作点受到了交流信号的影响，但影响不大

2. 输入为 30mv rms R 取无穷大时发现输入和输出的波形相位差不是严格的-180°（相交点不全在 x 轴上），这是因为有电容，具体如下图所示：

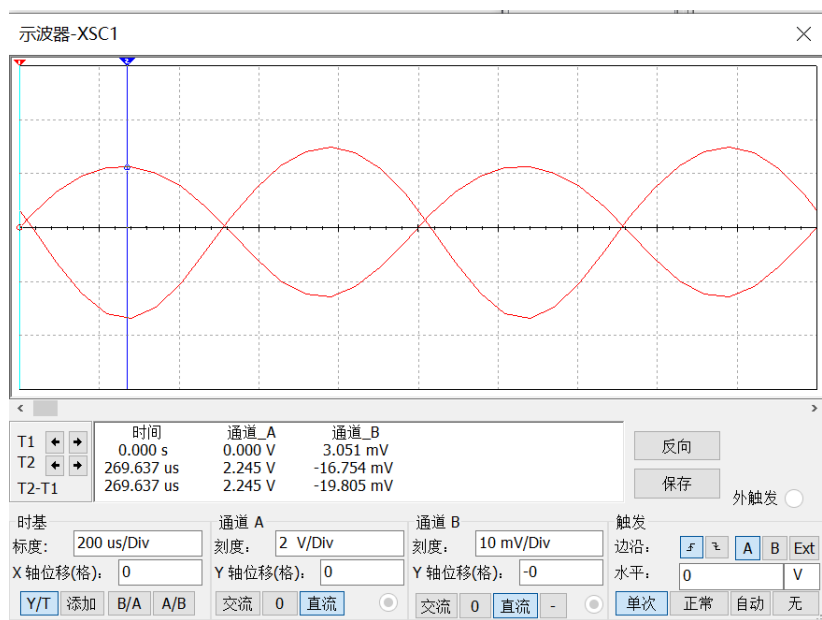


图 55: 两级放大电路图

此时可以看出已经失真了

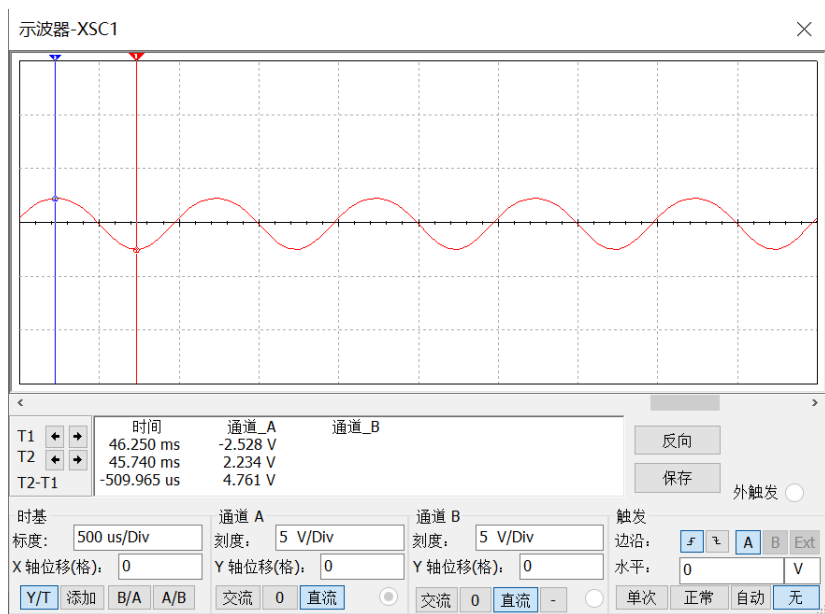


图 56: 两级放大电路图

可以看出上下的峰值并不相同 (2.234V/2.528V)

3. 在进行实际实验的时候，我们需要思考每一步的意义以及需要注意的事项，否则便可能造成测量结果的错误甚至是仪器的损坏。
4. 在进行放大电路的测试时，在搭建完直流通路后，我们需要等待一段时间再进行测量，原因在于

此时电容仍然在充电，否则不能得到准确的测量结果。