

# 浙江大学实验报告

专业：\_\_自动化（控制）\_\_

姓名：\_\_李丰克\_\_

学号：\_\_3230105182\_\_

日期：\_\_2024.11.28\_\_

地点：\_\_东四 212\_\_

课程名称：\_\_电路与模拟电路实验\_\_

指导老师：\_\_干于\_\_

实验名称：\_\_三极管共射放大电路设计\_\_

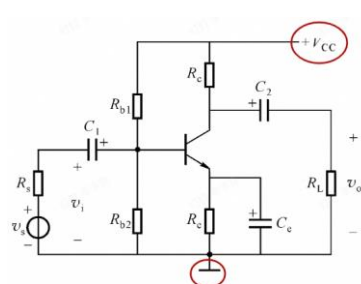
## 一、实验的目的和要求

- 1.学习基本放大器的参数选取方法、安装与调试技术；
- 2.掌握放大器静态工作点的测量与调整方法，了解在不同偏置条件下静态工作点对放大器性能的影响；
- 3.学习放大器的电压放大倍数、输入电阻、输出电阻及频率特性等指标的测试方法；
- 4.了解静态工作点与输出波形失真的关系，掌握最大不失真输出电压的测量方法；

## 二、实验内容和原理

### （一）实验原理

#### 1.静态工作点：



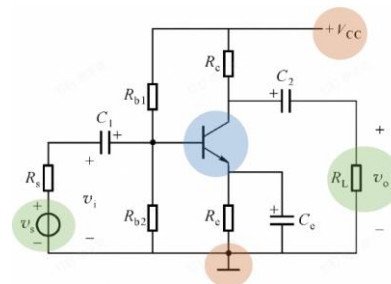
#### 静态参数

$$V_B = \frac{R_{b2}}{R_{b1} + R_{b2}} V_{CC}$$

$$I_C \approx I_E = \frac{V_B - V_{BE}}{R_e}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_c + R_e)$$

#### 2, 动态参数：



#### 动态参数

$$A_v = \frac{\beta R'_L}{r_{be}}$$

$$R_i = R_{b1} // R_{b2} // r_{be}$$

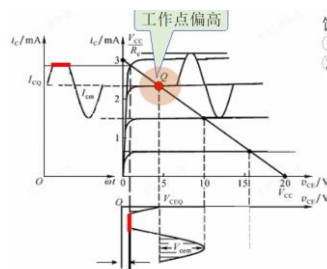
$$R_o \approx R_c$$

#### 3, 通频带

当频率在中频时，电压放大倍数维持不变。当频率过高或者过低时放大倍数都会下降，当频率下降到最高放大倍数的 0.707 倍时，分别对应上限频率  $f_H$  和下限频率  $f_L$ ，两者之差为通频带  $BW=f_H-f_L$ 。

#### 4, 最大不失真幅度

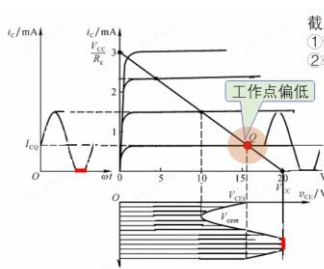
##### 饱和失真：



##### 饱和失真

- ① 静态工作点偏高
- ② 输入信号幅度太大

##### 截止失真：



##### 截止失真

- ① 静态工作点偏低
- ② 输入信号幅度太大

### （二）实验内容：

- 1.静态工作点的调整和测量
- 2.电压放大倍数的测量
- 3.输入电阻和输出电阻的测量
- 4.上限频率  $f_H$ 、下限频率  $f_L$  的测量
- 5.观察静态工作点对输出波形的影响

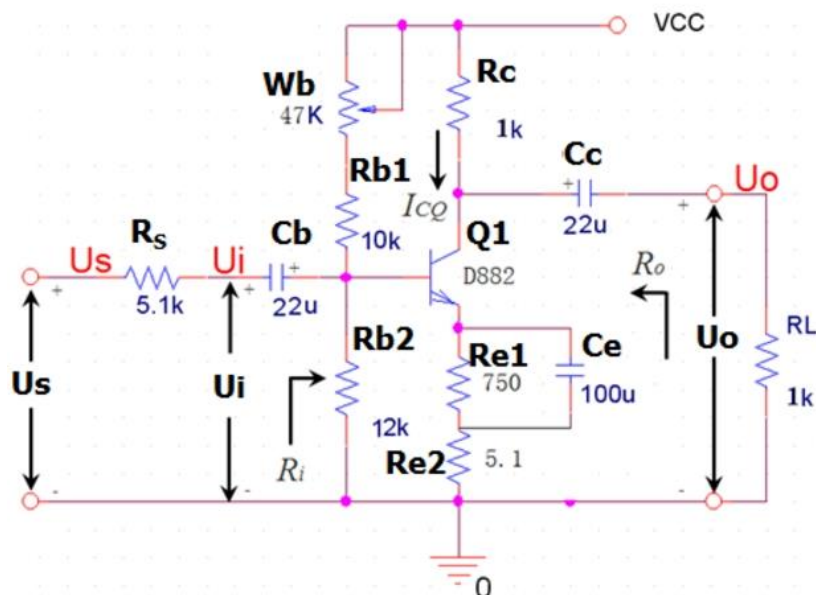
## 三、主要仪器设备

共射放大电路，信号源，示波器，直流电源，万用表，若干电容，电阻，若干导线。

#### 四、实验任务，线路图

##### 1. 测量并调整放大电路的静态工作点

- 调节电位器  $Wb$  ( $RP1$  47k)，使电路满足  $I_{CQ} = 6mA$  (参考)。
- 测量晶体管共射极放大电路的静态工作点，用表格记录测量数据。



##### 2. 测量放大电路的电压放大倍数 $A_v$

保持静态工作点不变，信号源  $U_s$  端输入。

注意：信号源输出设置正弦波信号，频率 (1kHz) 幅度 ? 适中；示波器耦合关系 ? 选择。

- 断开  $R_L$ ， $U_o$  开路，要求测量信号  $U_s$ 、 $U_i$ 、 $U_o$  的有效值及  $U_o$  的频率，观测相位关系，采集波形图。记录数据，并计算电压放大倍数  $A_v$ 。
- 接入  $R_L = 1k$ ，要求测量  $U_s$ 、 $U_i$ 、 $U_o$  (带载) 的有效值及  $U_o$  的频率，观测相位关系，采集波形图 2。记录数据，并计算电压放大倍数  $A_v$ 。

##### 3. 输入电阻和输出电阻

根据测量数据计算输入电阻和输出电阻

##### 4. 测量上限频率 $f_H$ 、下限频率 $f_L$

电压放大倍数下降到中频的 0.707 倍 (功率分贝数下降 3dB) 时，所对应的上下限频率即为  $f_H$ 、 $f_L$ ，采集中频波形图、上限频率波形图、下限频率波形图，并计算通频带宽： $B_w = f_H - f_L$ 。

##### 5. 观察静态工作点对输出波形的影响

###### 1) 测量 $R_L = \infty$ 时的最大不失真输出电压 $U_{omax}$

负载开路，保持输入信号  $U_s$  频率不变，逐渐增大输入信号幅度，直至输出刚出现失真。采集波形图用示波器测出此时的输出电压有效值，记录最大不失真输出电压  $U_{omax}$  (有效值)。

###### 2) 调低静态工作点 (保持适当的 $U_s$ )

调节电位器  $Wb$  使  $I_c$  减小；采集波形图 7，注明失真类型 (饱和/截止)

###### 3) 调高静态工作点

调节电位器  $Wb$  使  $I_c$  增加；采集波形图 8，注明失真类型 (饱和/截止)

五、实验数据记录处理及实验结果分析

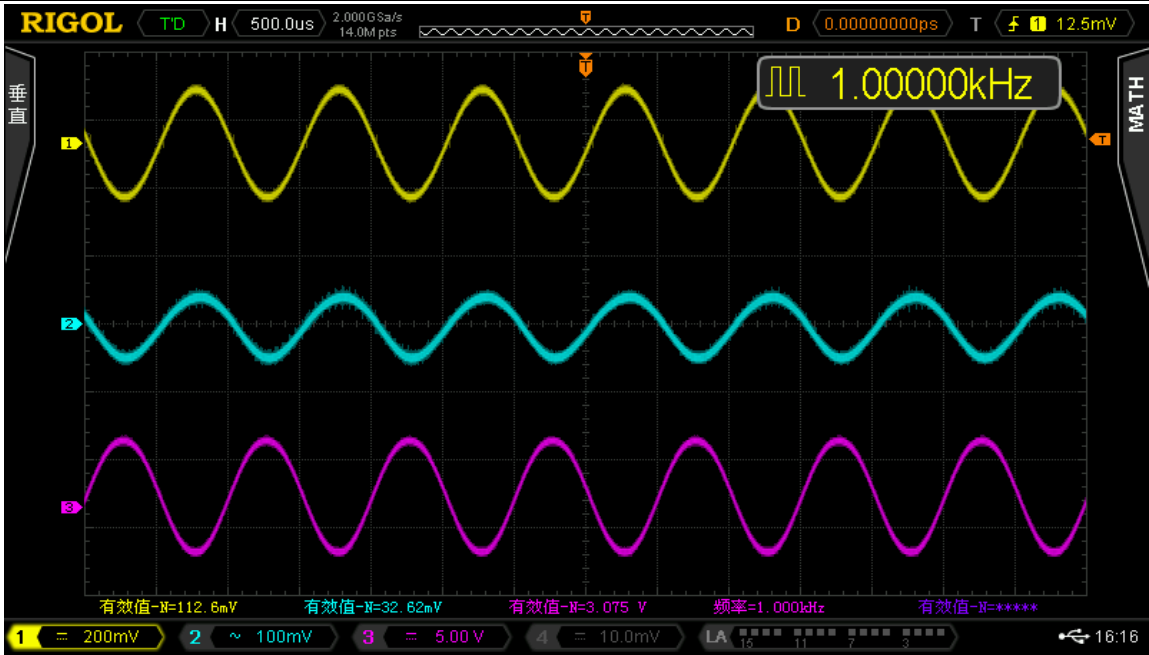
1，测量并调整放大电路的静态工作点

	VBQ(V)	VBEQ(V)	VCEQ(V)	VRC(V)	IC(mA)
测量值	5.1845	0.62676	4.4165	6.0079	6.0079

2，测量放大电路的电压放大倍数  $A_v$

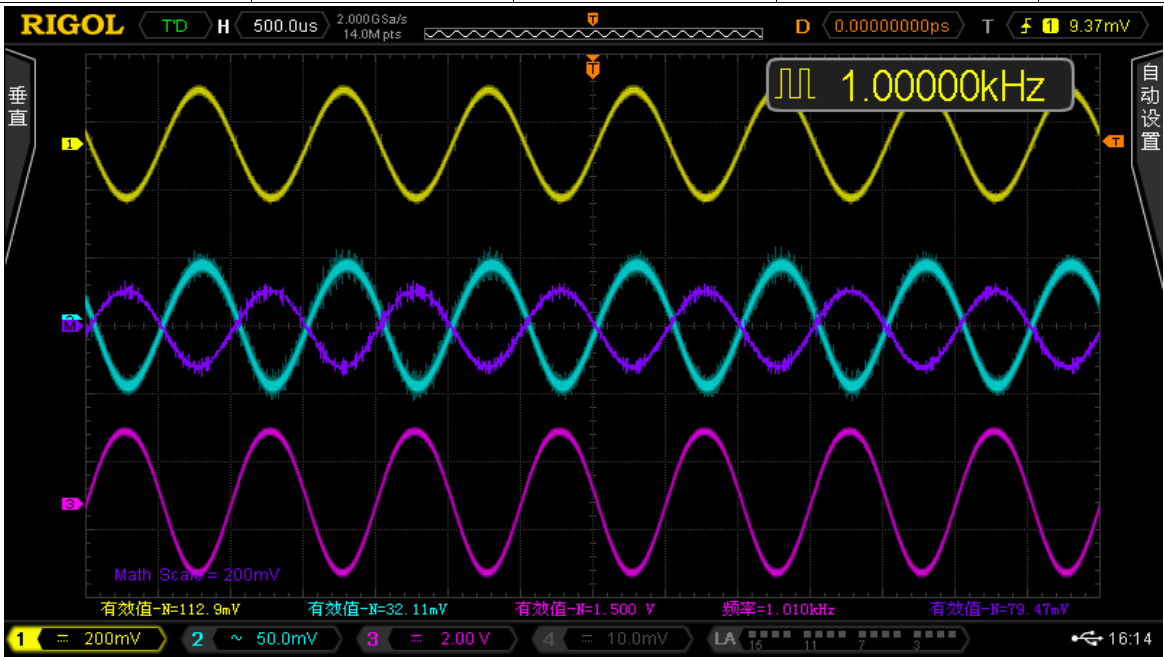
(1)  $U_o$  开路:

$U_s$ (mV)	$U_i$ (mV)	$U_o$ (V)	频率 f	计算 $A_v$
112.6	32.82	3.086	1.000KHZ	94.028



(2) 接入  $R_L=1k\Omega$

$U_s$ (mV)	$U_i$ (mV)	$U_o$ (V)	频率 f	计算 $A_v$
115.4	32.02	1.500	1.000KHZ	46.845



3, 根据以上测量数据计算输入电阻和输出电阻

输入电阻  $R_i$ :

$$R_i = \frac{U_i}{\frac{(U_s - U_i)}{R_s}} = \frac{32.82mV}{\frac{(112.6mV - 32.82mV)}{5.1k\Omega}} = 2.10k\Omega$$

输出电阻  $R_o$ :

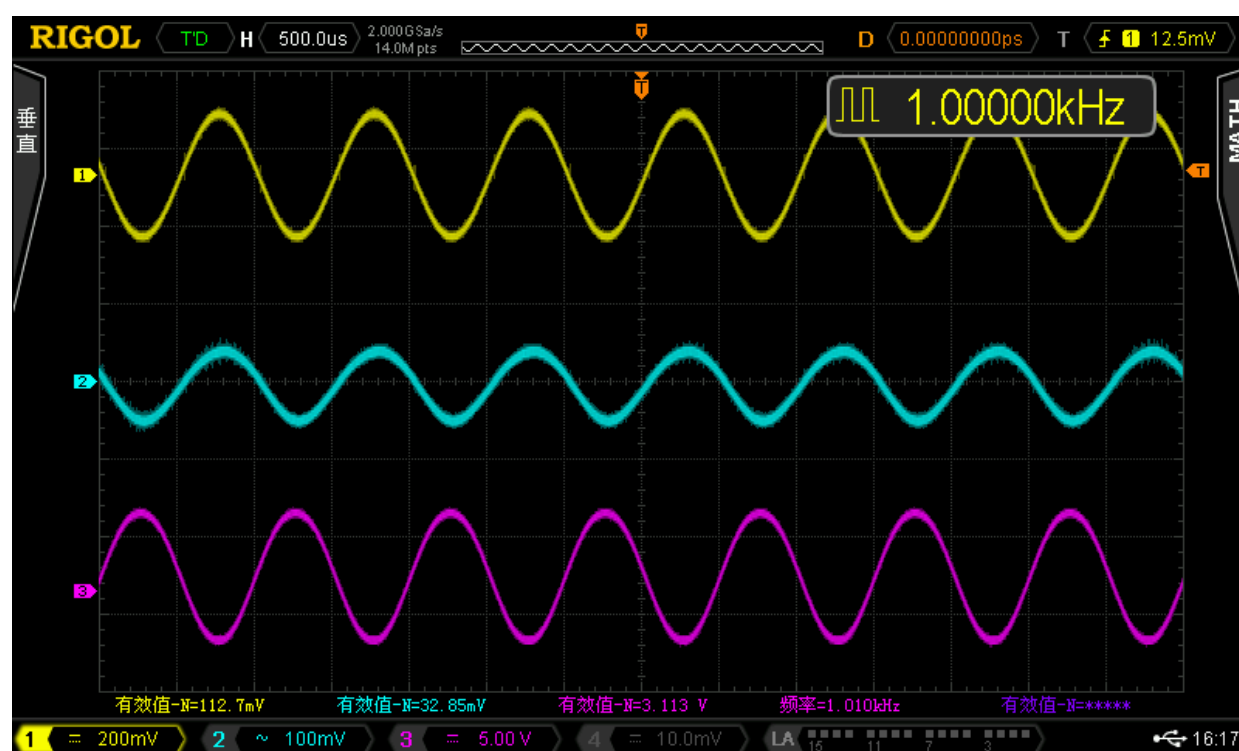
$$R_o = \left( \frac{U'_0}{U_o} - 1 \right) R_L = \left( \frac{3.086}{1.500} - 1 \right) \times 1k\Omega = 1.06k\Omega$$

4, 上限频率  $f_H$ 、下限频率  $f_L$  的测量

由于输入电压不变, 电压放大倍数变为原来的 0.707 倍即输出电压变为原来的 0.707 倍,

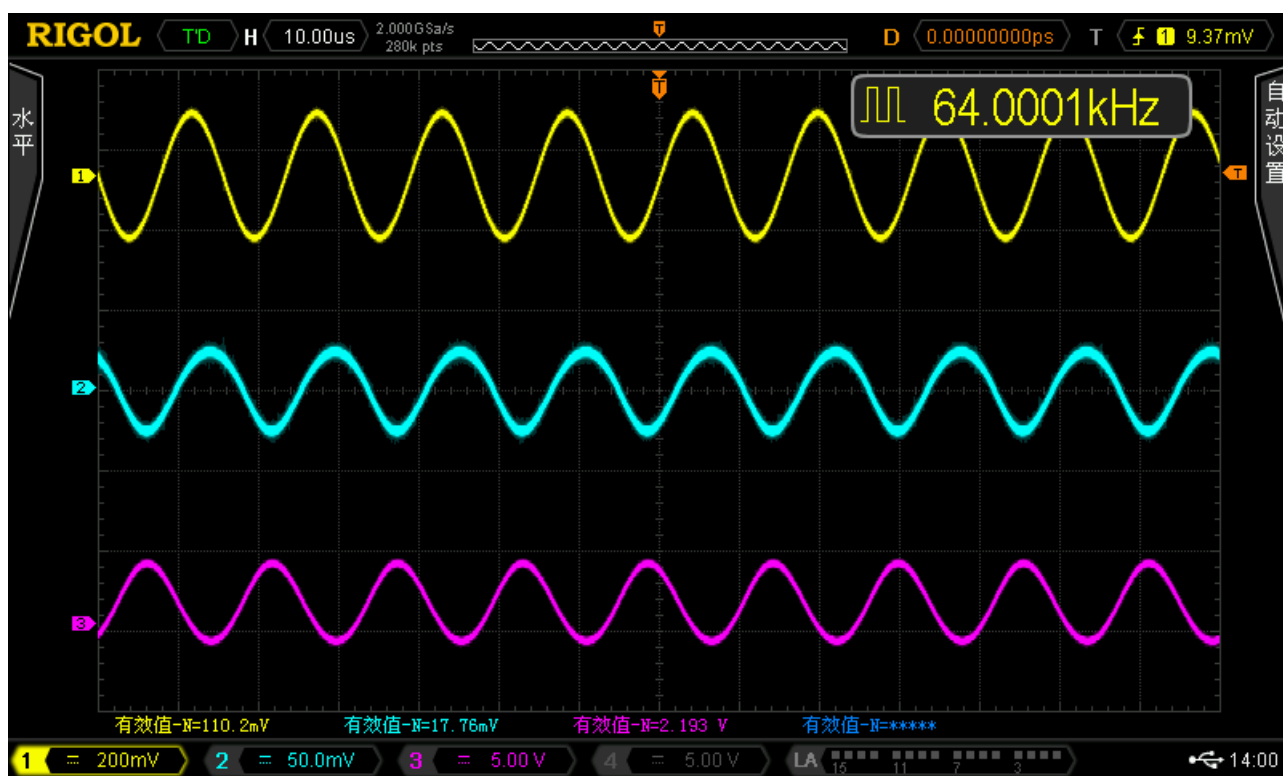
$$3.113 \times 0.707 = 2.201V$$

(1)中频波形图:



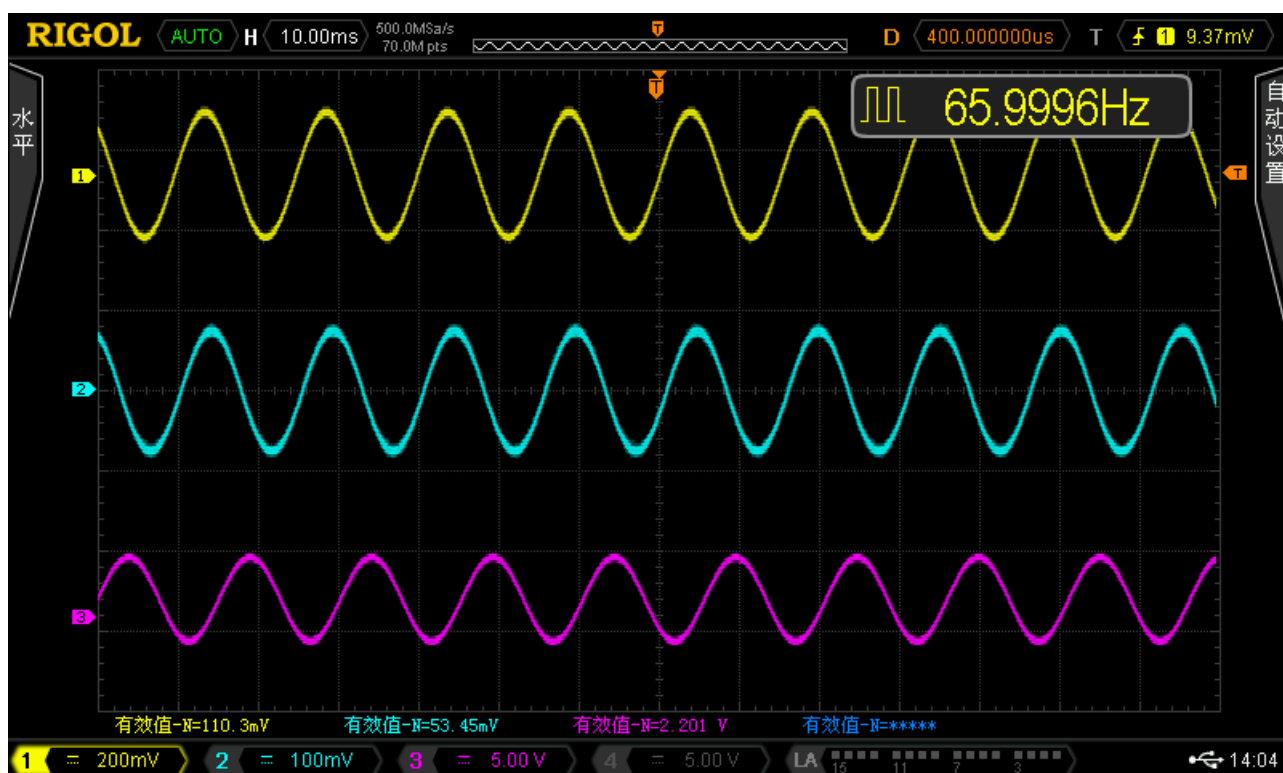
(2)上限频率波形图

由图得上限频率 64KHZ



(3) 下限频率波形图

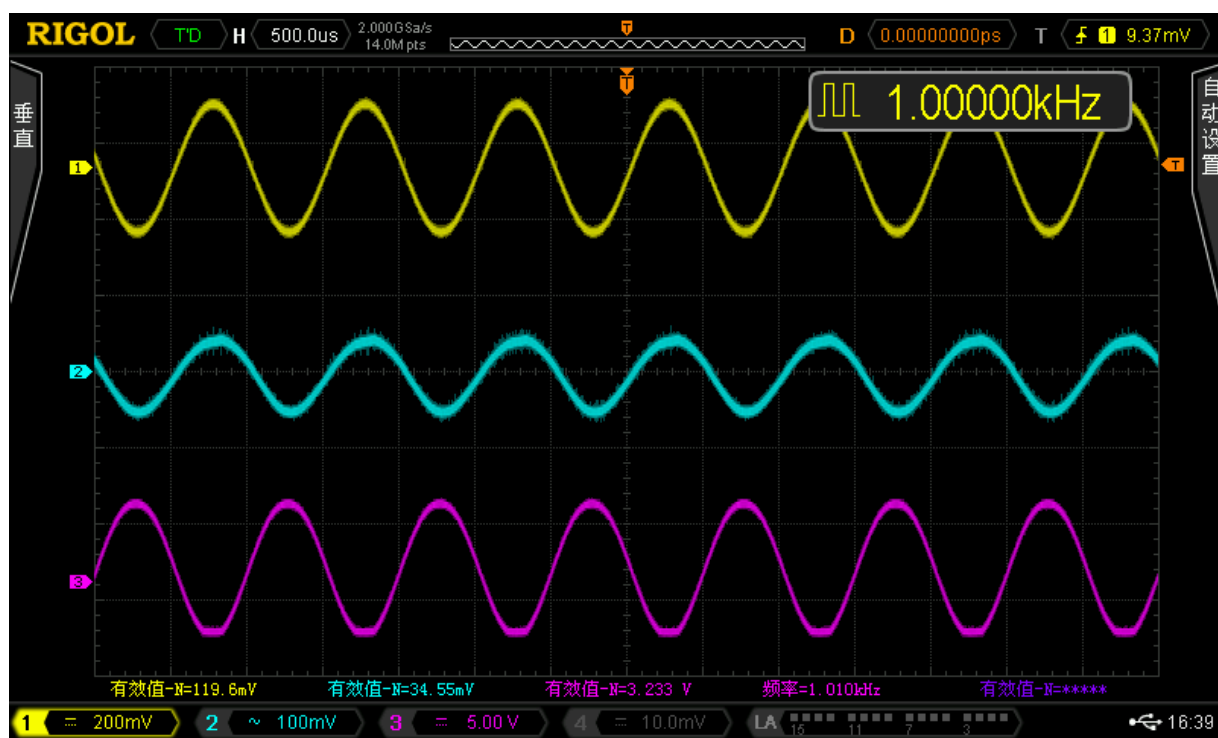
由图得下限频率 66HZ



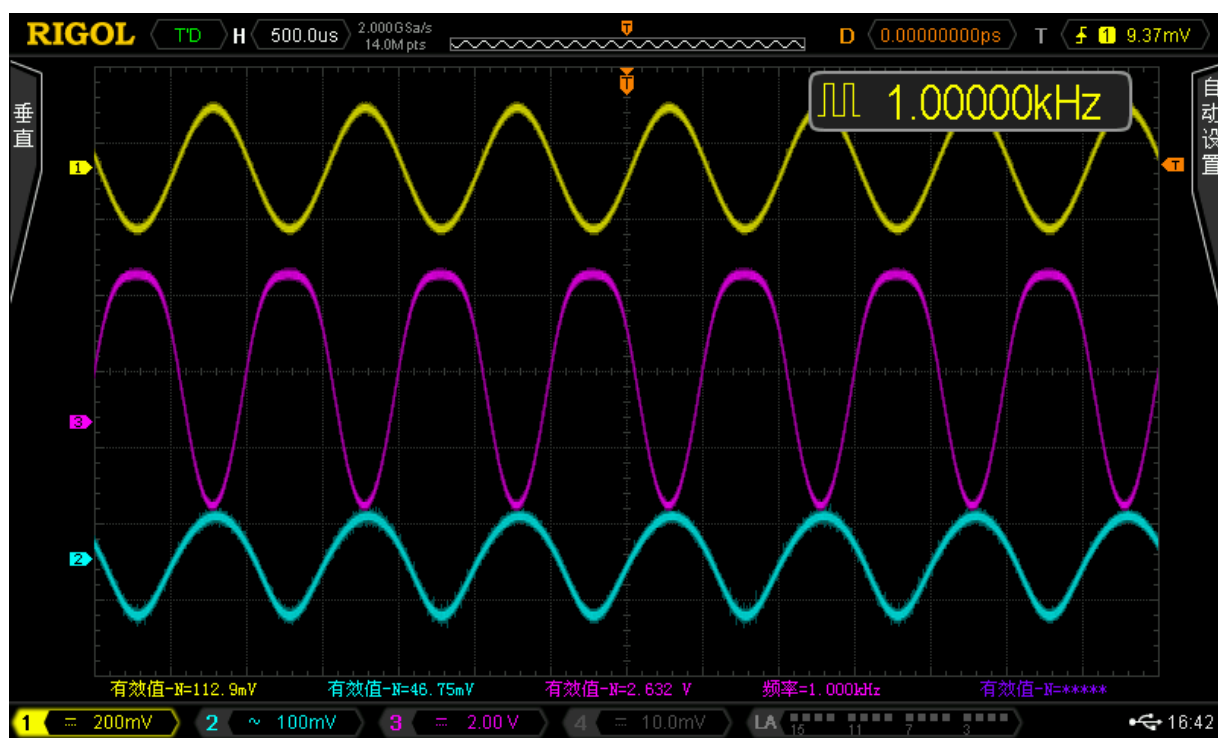
通频带  $BW = f_H - f_L = 63934\text{Hz}$

5, 观察静态工作点对输出波形的影响

(1) 测量  $R_L = \infty$  时的最大不失真输出电压  $U_{omax}$



(2) 调低静态工作点，使  $I_c$  减小，有截止失真



(3) 调搞静态工作点，使  $I_c$  增大，有饱和失真

