



电子电路基础设计 与实践报告

项目名称：正弦振荡电路实验

完成时间：2022/3/20

摘 要：正弦振荡电路是电路学习中遇到的一种重要电路，本实验将从仿真和实际电路两个角度研究其振荡条件、频率等参数。

关键词：正弦振荡电路；负反馈；仿真

Abstract: The sinusoidal oscillation circuit is an important circuit encountered in circuit learning, and this experiment will study its oscillation conditions, frequency and other parameters from both the perspective of simulation and the actual circuit.

Keyword : sinusoidal oscillation circuit; negative feedback; emulation

目 录

- 一、概述
- 二、基本原理
- 三、电路设计
- 四、计算机仿真
- 五、制作
- 六、测试与结果分析
- 七、总结
- 八、参考文献

一、概述

本实验包含以下内容：

- （1）使用现成的电路元件完成正弦振荡的焊接与测试。
- （2）计算适宜的振荡条件。
- （3）通过 Mutisim 仿真，比较仿真波形与实际测量的波形。

二、基本原理

振荡器是指在没有外加信号作用下的一种自动将直流电源的能量变换为一定波形的交变振荡能量的装置。

正弦波振荡器在电子技术领域中有着广泛的应用。在信息传输系统的各种发射机中，就是把主振器（振荡器）所产生的载波，经过放大、调制而把信息发射出去的。在超外差式的各种接收机中，是由振荡器产生一个本地振荡信号，送入混频器，才能将高频信号变成中频信号。

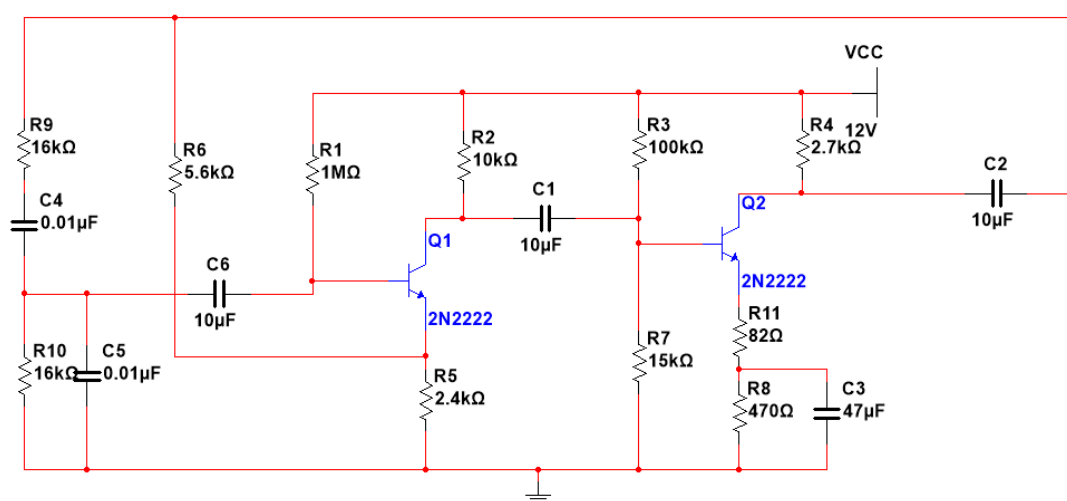
振荡器的种类很多。从所采用的分析方法和振荡器的特性来看，可以把振荡器分为反馈式振荡器和负阻式振荡器两大类。我们只讨论反馈式振荡器。根据振荡器所产生的波形，又可以把振荡器分为正弦波振荡器与非正弦波振荡器。我们只介绍正弦波振荡器。

常用正弦波振荡器主要由决定振荡频率的选频网络和维持振荡的正反馈放大器组成，这就是反馈振荡器。按照选频网络所采用元件的不同，正弦波振荡器可分为 LC 振荡器、RC 振荡器和晶体振荡器等类型。

振荡的条件：

1. 环路相移 = $n \times 360^\circ$
2. 起振时, $|AF| > 1$
3. 稳定时, $|AF| = 1$

三、电路设计



1. 计算静态点

对于 Q1 管，静态工作电路如下：



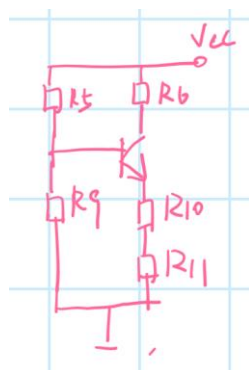
查阅资料，得当 $V_{BE} \geq 0.7V$ 时，9013 三极管正常放大。

$$\text{取 } h_{FE} = 100, V_{CC} = I_B(R_3 + \beta R_8) + 0.7V,$$

$$\text{此时 } I_B = 9.1\mu A, V_E \approx \beta R_8 I_B = 2.2V,$$

$$I_C = \beta I_B = 0.9mA \approx I_E, V_{CE} = V_{CC} - I_E(R_4 + R_8) = 0.8V$$

对于 Q2 管，静态工作电路如下：



$$\text{则 } V_B \approx \frac{R_9}{R_5 + R_9} V_{CC} = 1.57V, V_E = V_B - V_{BE} = 0.87V,$$

$$\text{所以 } I_E = \frac{V_E}{R_{10} + R_{11}} = \frac{0.87V}{82\Omega + 430\Omega} = 1.7mA,$$

$$V_{CE} \approx V_{CC} - I_E(R_6 + R_{10} + R_{11}) = 2.46V$$

2. 放大电路放大倍数计算

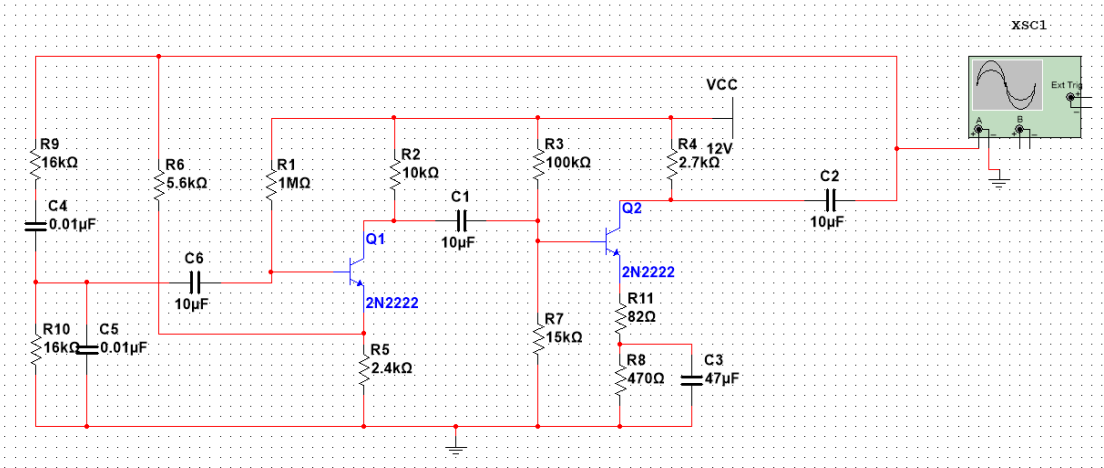
该电路为电压串联负反馈， $A \approx 1 + \frac{R_6}{R_5} = 3.3$ (取 $R_6 = 5.6k\Omega$)

3. 选频网络 \dot{F} 计算

$$\dot{F} = \frac{1}{3 + j(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega})}, \omega_0 = \frac{1}{RC} = 6250$$

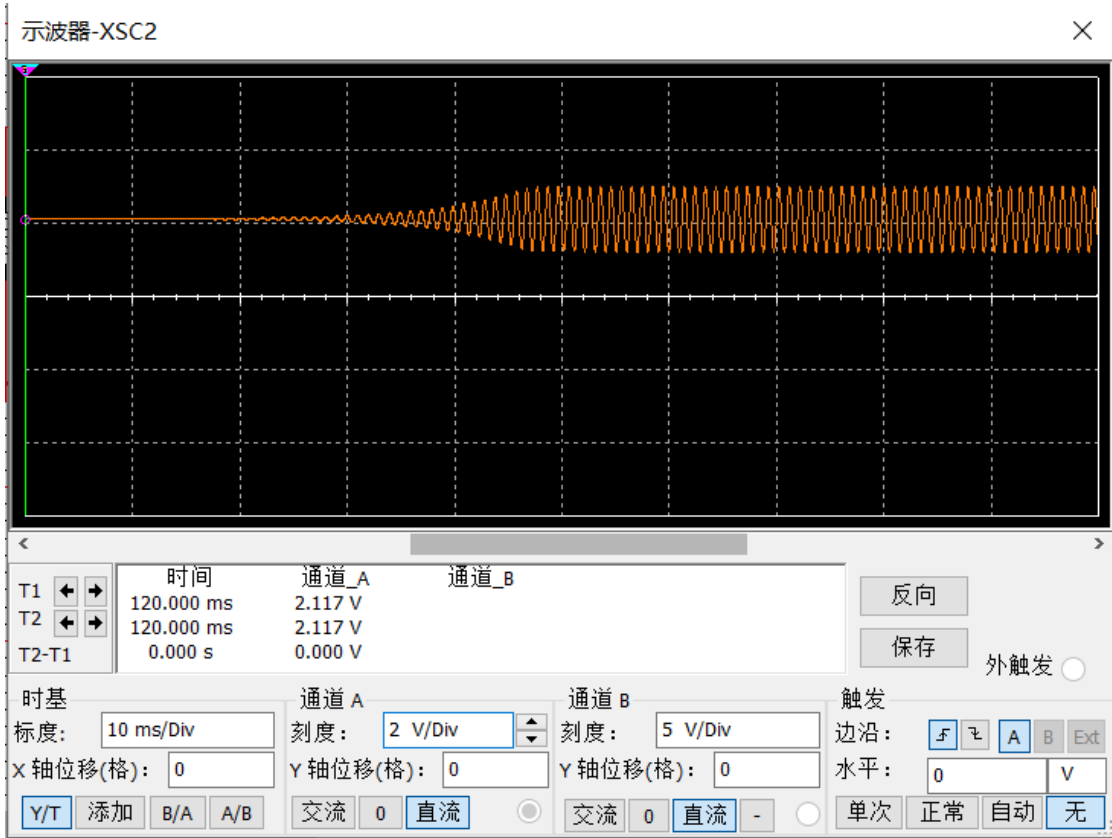
$$|\dot{F}|_{max} = \frac{1}{3}, \text{ 当且仅当 } \omega = \omega_0.$$

四、计算机仿真

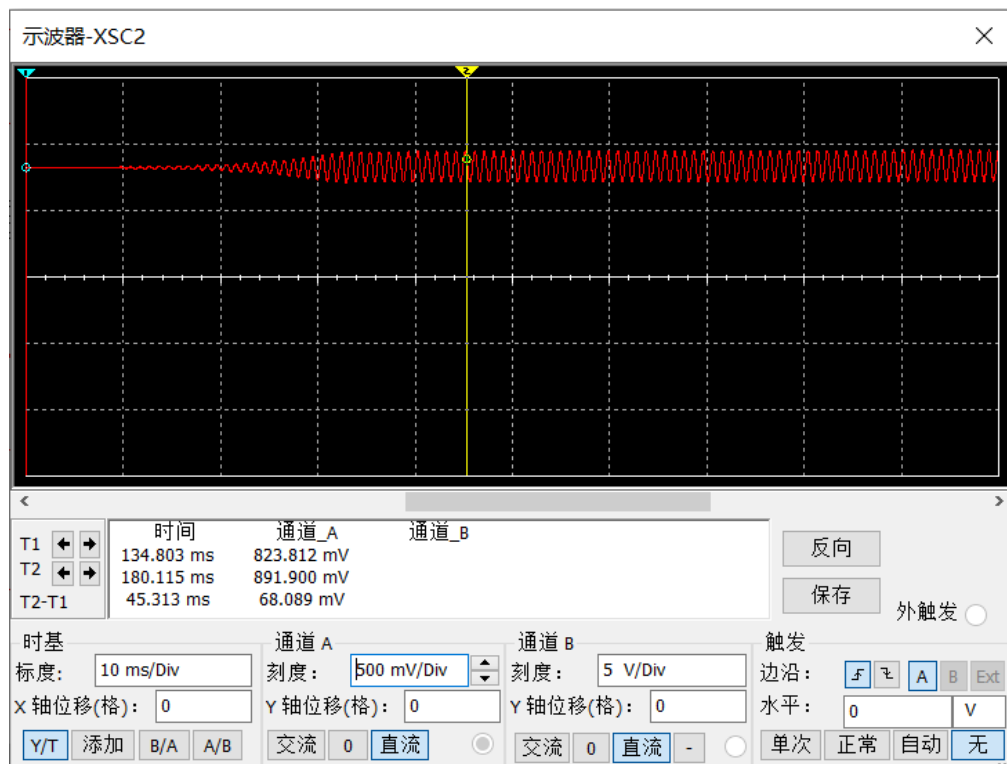


对电路进行模拟仿真：

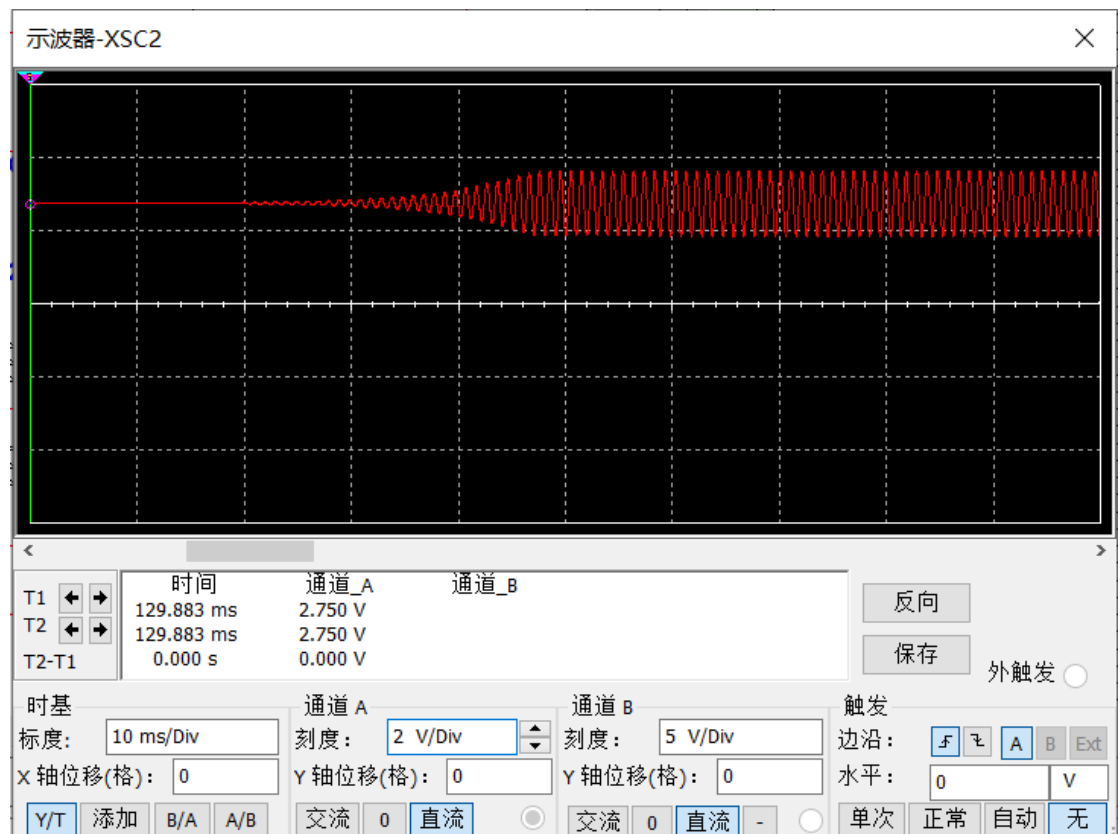
V_{EQ1} :



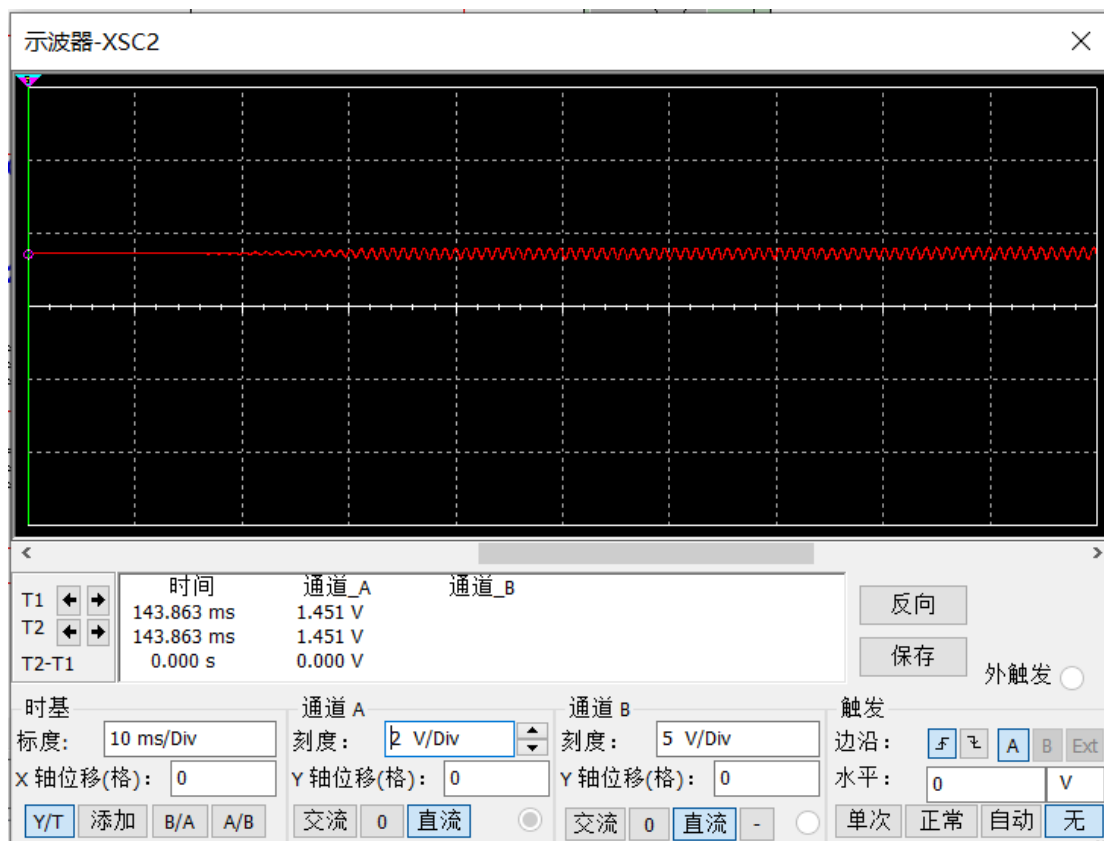
V_{EQ2} :



V_{BQ1} :

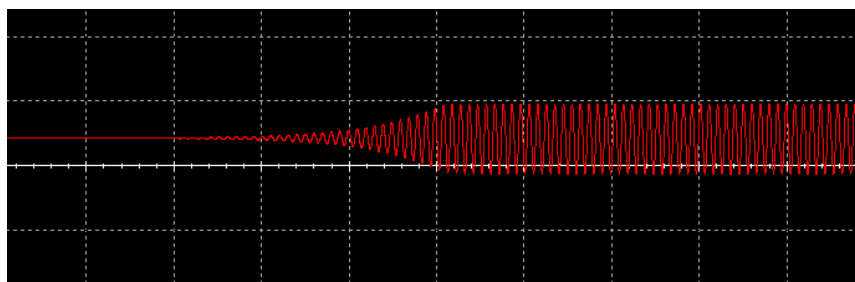


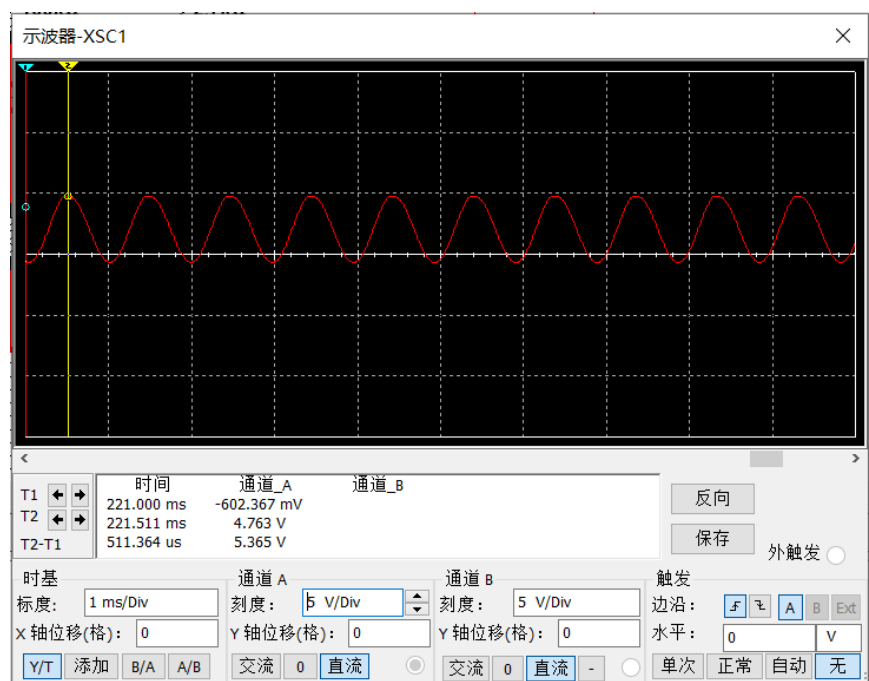
V_{BQ2} :



V_{CQ1} , V_{CQ2} 不再赘测。

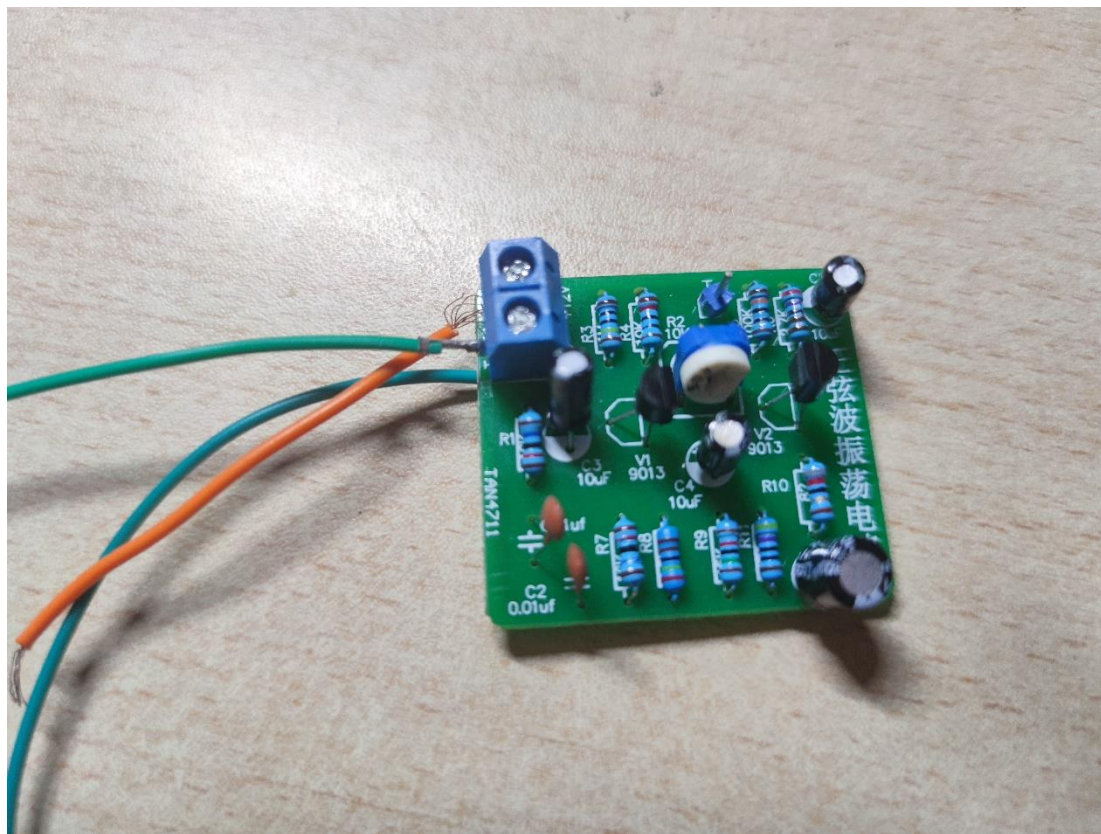
最后的输出波形:



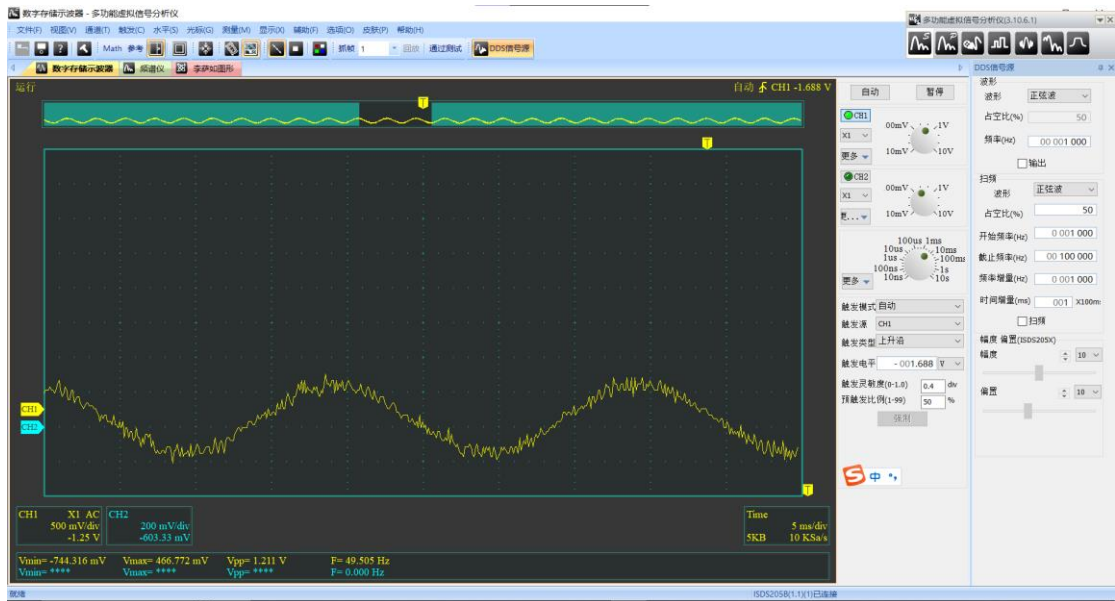


可见和正弦信号基本吻合。取两相邻峰值，得频率 $\omega \approx \frac{2\pi}{t_1 - t_2} = 6504$ ，与前文计算的 ω_0 非常接近。

五、制作



六、测试与结果分析



上图可以看出，输出波形接近正弦波。

七、总结

本次实验我学会了在理论的基础上调试参数。正弦振荡电路的放大倍数需要在计算的基础上调制出正确的滑动变阻器的阻值，才能得出好看的波形。