

华中科技大学
人工智能与自动化学院

波形发生器

彭杨哲

U201914634

2021 年 6 月 10 日

1 实验目的

1. 桥式 RC 振荡电路的原理及条件
2. 正反馈的作用
3. 负反馈对振荡波形的影响
4. 相频特性的测量

2 实验元器件

类型	型号 (参数)	数量
集成运算放大器	LM324	1 片
电位器	100k Ω	1 只
电阻	5.1k Ω	2 只
	10k Ω	1 只
	18k Ω	1 只
二极管	1N4148	2 只
电容	0.033 f	2 只

3 实验原理及参考电路

3.1 参考电路

RC 文氏电桥正弦波振荡电路如图1所示：

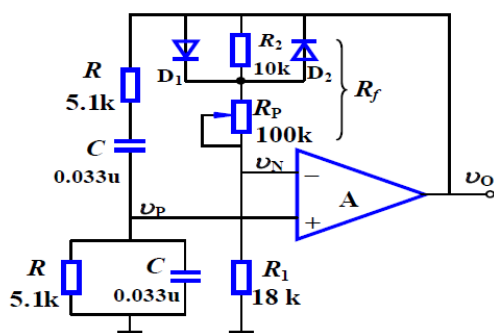


Figure 1: RC 文氏电桥正弦波振荡电路

3.2 振荡工作原理

如图2所示， V_o 很小时， D_1 和 D_2 开路，等效 R_f 较大，从而 A_{vf} 很大，有利于起振。 V_o 增大后 D_1 和 D_2 短路，等效 R_f 减小，从而 A_{vf} 减小，使 V_o 趋于稳定。无输出时调节 R_p 以调整负反馈系数，从而调节放大电路部分的增益，使其满足振荡的幅值条件。

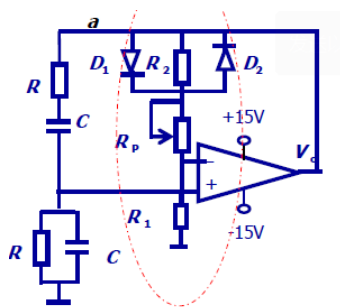


Figure 2: 振荡原理图

3.3 选频工作原理

如图3f 所示，RC 组成串 (Z_2)，并联 (Z_1) 选频网络，从并联处正反馈，反馈系数 $F_v = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2}$ 。计算可知，正反馈最大值为 $\frac{1}{3}$ 。电路平衡时应有 $A_{vf} F_v = 1$ ，即 $A_{vf} = 3$ 。

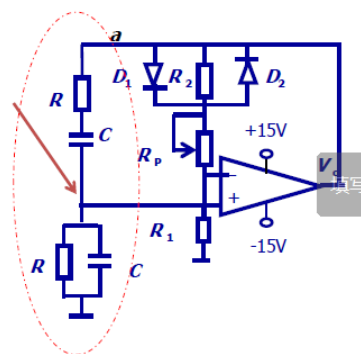


Figure 3: 选频原理图

4 实验内容

- 将示波器接在振荡电路的输出端，观察 V_o 的波形。适当调节电位器 R_p ，使电路产生震荡，观察负反馈强弱（即 A_{vf} 大小）对输出波形 V_o

的影响。

- 调节 R_p , 使振荡稳定且输出不失真情况下, 测量输出信号 V_o 。
- 测量开环幅频特性和相频特性
 - 用波形发生器调节出 V_i 。
 - V_i 幅值设为上一步骤实测的 V_o 值。
 - 保持 V_i 幅值不变, 调节频率。
 - 测量各个频率时输出的峰峰值。
 - 测量各个频率时与 V_i 的 V_o 相位差。

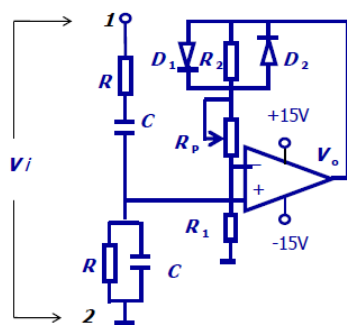


Figure 4: 实验内容图

5 实验结果及分析

5.1 观察输出波形

当将示波器接在振荡电路的输出端后, 调节电位器, 使滑动变阻器阻值变小时, 使负反馈强度变小, 此时可见输出波形由截波失真逐渐变为正常波形。

5.2 测量输出电压峰峰值和输出信号频率

测得不失真时输出电压的峰峰值为 16.2V, 振荡频率为 954.2Hz, 波形图如图5所示

5.3 测量开环幅频特性和相频特性

实验记录如下表1所示

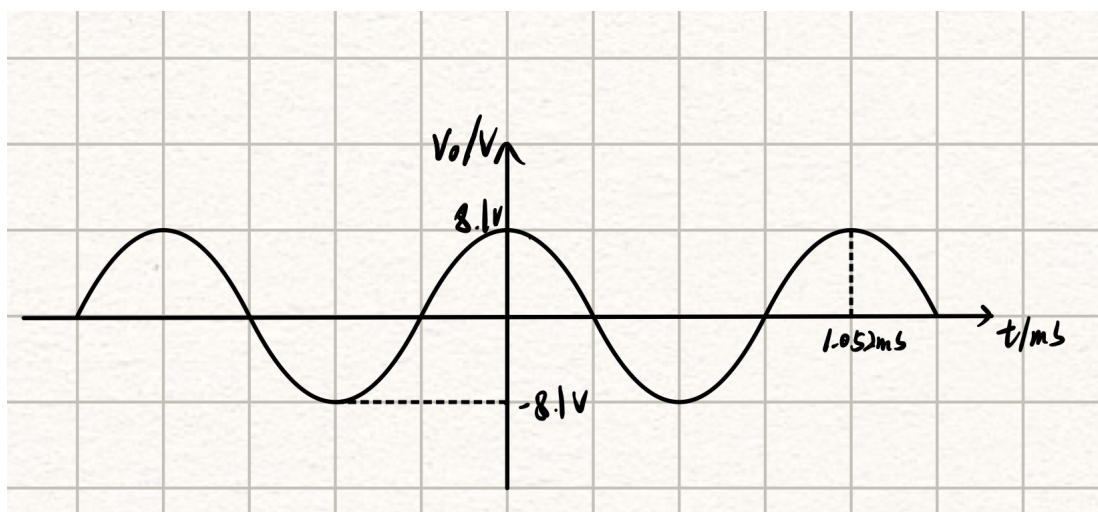


Figure 5: 输出波形

输入信号 v_{i2} 的频率/Hz	50	70	100	200	700	f_o	1200	5000	7000	10000
输出电压峰峰值/V	3.4	4.4	5.8	9	16.0	16.2	16.2	9.2	7.2	5.6
v_o, v_{i2} 间的相位差/度	98.56	92.28	85.3	60.24	10.08	0	-5.192	-50.4	-60	-68.4

Table 1: 实验记录

6 思考题

1. 若想改变图2所示电路的振荡频率, 需要调节电路中哪些元件?

答: 应该调节 R 的阻值和 C 的电容值

2. 分析电路调节输出电压幅度的原理, 说明该电路中调整哪个元件可以改变输出电压 v_o 的幅度?

答: 输出电压的幅度与放大器的电压增益有关, 所以通过调节 R_2 , R_1 , R_p 的值均可调整输出电压的幅度 (在不失真的情况下)

3. 试说明用示波器测量频率有哪几种常用方法?

答: 1. 将待测信号接入示波器后, 按下 Measure 键, 打开全部测量 2. 将待测信号接入示波器后, 按下左侧的测量键, 找到对应的”频率”, 对应的数值即可显示在示波器的下部显示区. 3. 将待测信号接入示波器后, 通过数波形一个周期所占的格数, 再乘以此时示波器的时间系数, 得到周期时间, 取反函数之后即可得到信号的频率

7 小结

通过此次实验,我进一步巩固了在模电中学到的波形发生器的相关知识,了解到了正弦波的产生原理,更进一步增强了自己对于示波器的操作使用,学到了很多有用的操作知识.

8 实验中出现的問題,分析及解决方案

在本次实验过程中,我收集了一些常見的問題,小结如下:

- 要熟练使用示波器,对示波器的功能具有较清楚的认识,知道可以直接通过示波器显示两个信号波形的相位差
- 当信号输出波形失真时,注意调整滑动变阻器,使信号刚好不失真,记录的应该是此时的频率和峰峰值