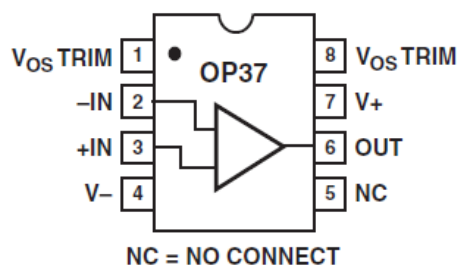


实验 4——RC 振荡器

姓名：钟 源 学号：04022212 得分：_____

采用 OP37 运算放大器和已有器件，设计正弦波振荡器。采用正负电源供电，要求振荡频率为 800Hz（误差正负 10%），输出正弦波的直流电平=1V，摆幅不限。

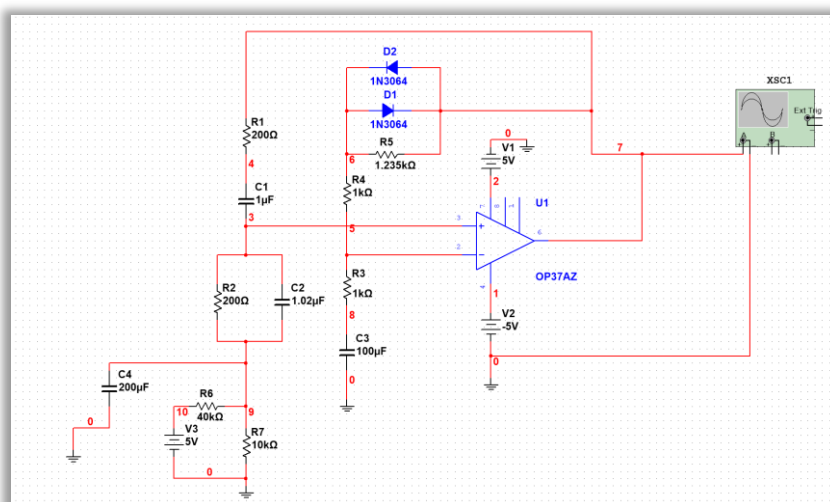


实验任务：

1. 分析振荡电路，计算振荡频率和输出直流电平，在 multisim 中对该电路进行仿真，按照实验要求确定电路参数；
2. 在面包板上完成实验电路；
3. 对实验电路进行测试，根据测试结果调整电路参数，满足设计要求。提交瞬态波形图，瞬态波形截图附频率或者周期测量值以及直流电平值。

1.设计思路：

（1）设计电路：



(2) 理论计算:

① 计算T:

$$T(j\omega) = \frac{V_4}{V_1} = \frac{V_f}{V_o} \cdot \frac{V_o}{V_i}$$

由“虚短”与“虚断”， $\frac{0-V_i}{R_3} = \frac{V_i-V_o}{R_4 \parallel R_D} \Rightarrow \frac{V_o}{V_i} = 1 + \frac{R_4 \parallel R_D}{R_3}$

而 $\frac{V_f}{V_o} = \frac{R_D \parallel \frac{1}{j\omega C_1}}{R_1 + j\omega C_1 + (R_2 \parallel \frac{1}{j\omega C_2})} = \frac{1}{(1 + \frac{R_2}{R_1} + \frac{C_2}{C_1}) + j(\omega C_1 R_1 - \frac{1}{\omega C_1 R_2})}$

取 $\omega_{oc} = \frac{1}{\sqrt{C_1 C_2 R_1 R_2}}$ ，则虚部为0，发生谐振，满足 $\Delta\varphi = 2n\pi$

故 $f_{oc} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi \sqrt{C_1 C_2 R_1 R_2}}$ ，(a)

$$T(\omega_{oc}) = \frac{1 + \frac{R_4 \parallel R_D}{R_3}}{1 + \frac{R_2}{R_1} + \frac{C_2}{C_1}}$$

② 起振时，D₅D₂截止， $R_D \rightarrow \infty$

令 $T > 1$ ，有 $\frac{1 + \frac{R_4 \parallel R_D}{R_3}}{1 + \frac{R_2}{R_1} + \frac{C_2}{C_1}} > 1$ ，即 $\frac{R_4 \parallel R_D}{R_3} > \frac{R_2}{R_1} + \frac{C_2}{C_1}$ ，(b.)

③ 当 f 足够大，D₅D₂ 交替导通， $R_D \parallel R_3 \approx 0$

令 $T < 1$ ，有 $\frac{1 + \frac{R_4 \parallel R_D}{R_3}}{1 + \frac{R_2}{R_1} + \frac{C_2}{C_1}} = 1$ ，即 $\frac{R_4 \parallel R_D}{R_3} < \frac{R_2}{R_1} + \frac{C_2}{C_1}$ ，(c.)

④ 确定参数，设定 $C_1 = C_2 = 1\mu F$ ， $R_1 = R_2$

则由 $f_{oc} = 800\text{Hz} \Rightarrow R_1 = R_2 = 199\Omega \approx 200\Omega$

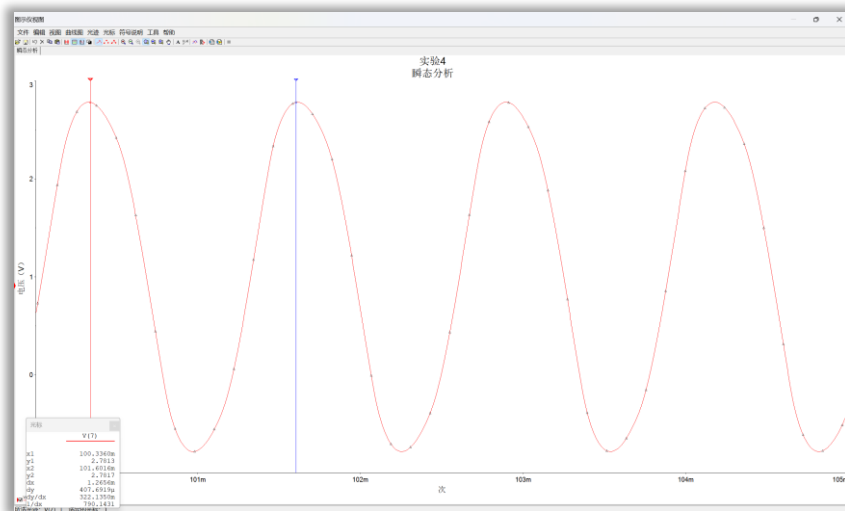
由 (b.) (c.) $R_4 \parallel R_D > 2R_3$ ， $R_4 < 2R_3$

故选取 $R_3 = 1k\Omega$ ， $R_4 = 1k\Omega$ ， $R_5 = 1.235k\Omega$

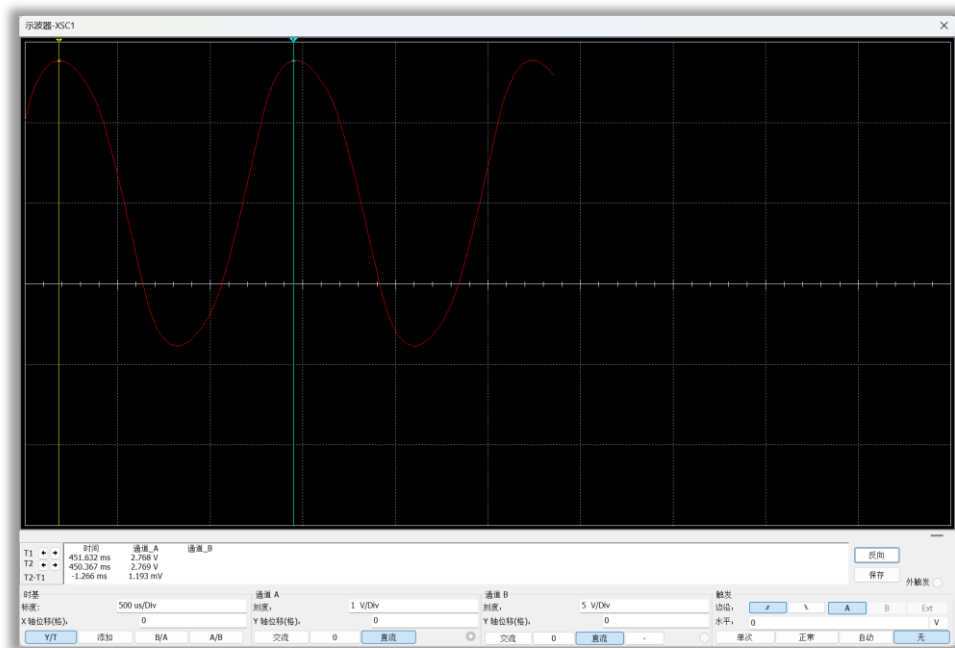
由直流分量要求 $\frac{R_4}{R_1} = 4$ ，故选取 $R_6 = 40k\Omega$ ， $R_7 = 10k\Omega$

(3) 仿真结果:

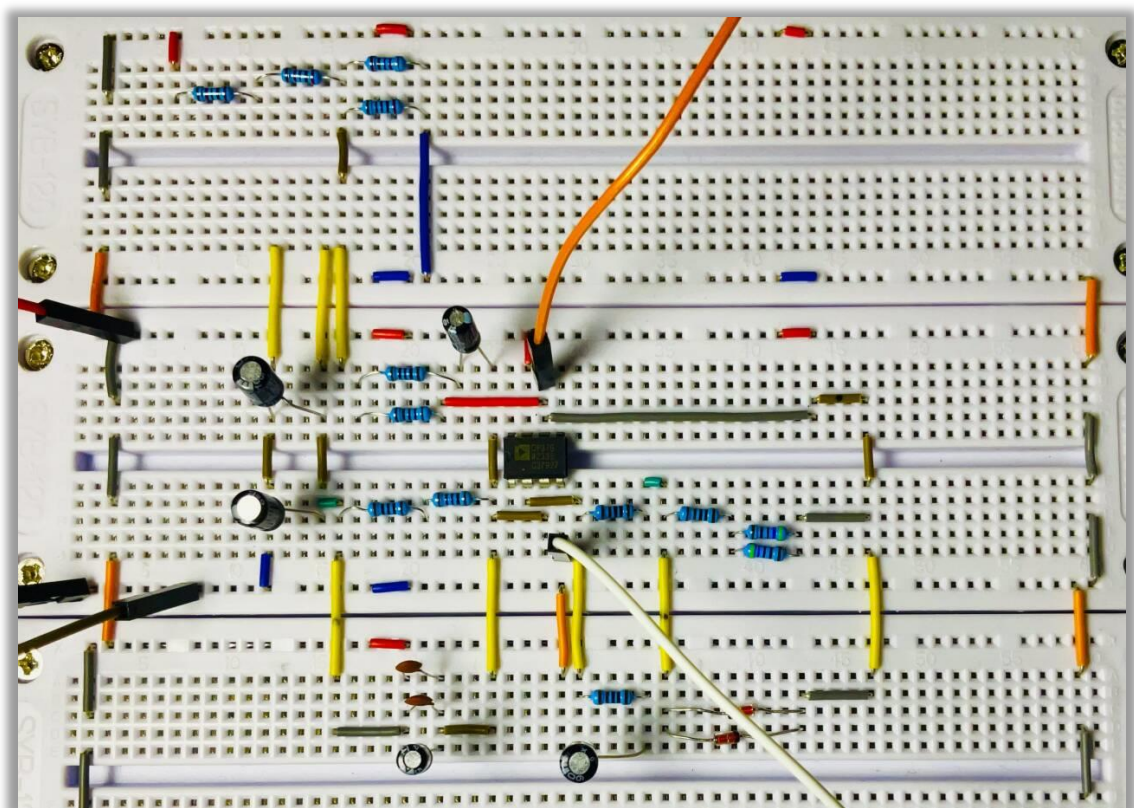
瞬态仿真如下:



示波器波形如下：



2.搭建电路:



3.测量结果:



可见频率为 $f = 797.44\text{Hz}$, $V_0 = 1.017\text{V}$, 误差分别为 0.32% 和 1.7%, 满足设计要求。