

实验六：555 时基电路

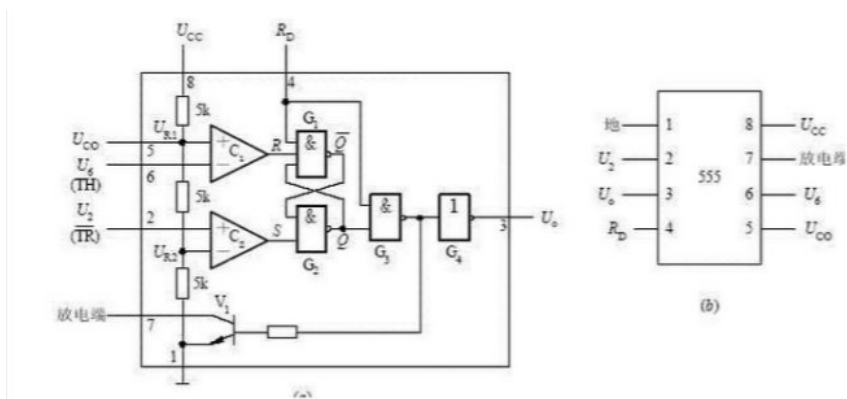
实验成员：

实验目的：

1. 掌握 555 型集成时基电路的基本应用
2. 实验器材：集成芯片 555、 $0.01\mu\text{F} \times 2$ 、 $0.1\mu\text{F} \times 1$ 、 $5.1\text{K}\Omega \times 2$ 、二极管 $\times 2$ 、数字电路实验箱、连接线若干

实验原理：

1. 555 定时器：



1 为接地端 GND

2 脚为低电平触发端，由此输入低电平触发脉冲

3 脚为输出端，输出电流可达 200mA

4 脚为复位端，输入负脉冲（或使其电压低于 0.7V）可使 555 定时器直接复位

5 脚为电压控制端，在此端外加电压可以改变比较器的参考电压，不用时，经 $0.01\mu\text{F}$ 的电容接地，以防止引入干扰

6 脚为高电平触发端，由此输入高电平触发脉冲

7 脚为放电端，555 定时器输出低电平时，放电晶体管 TD 导通，外接电容元

件通过 TD 放电

8 脚为电源电压 V_{CC}

实验内容：

注：实验报告截图由 Multisim 仿真生成，后续不再赘述。当时测得的数据附在打印版之后，此处为仿真软件验证测得的结果，与原数据在误差范围内可以保持一致。计算时用到的数据为附在报告之后的原数据

1. 用 555 构成多谐振荡器

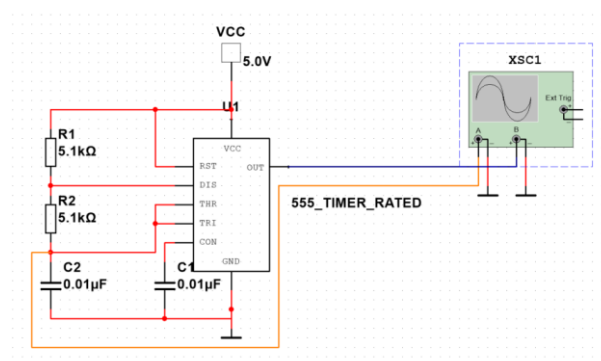
555 定时器和外接元件 R_1 、 R_2 、 C 构成多谐振荡器。电路没有稳态，仅存在两个暂稳态，电路亦不需要外加触发信号，利用电源通过 R_1 、 R_2 向 C 充电，以及 C 通过 R_2 向放电端 C_t 放点，使电路产生震荡。电容 C 在 $1/3V_{CC}$ 和 $2/3V_{CC}$ 之间充放电，理论计算输出信号的时间参数是：

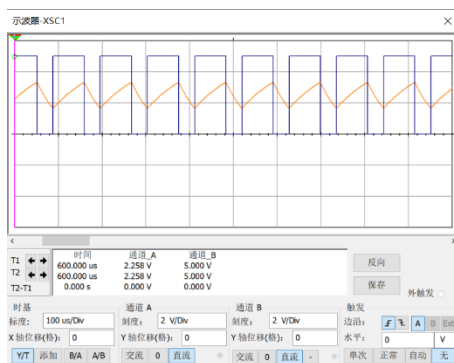
$$tw_1 = 0.7(R_1 + R_2)C = 0.7 * (5.1k\Omega + 5.1k\Omega) * 0.01\mu F = 71.4\mu s$$

$$tw_2 = 0.7R_2C = 0.7 * 5.1k\Omega * 0.01\mu F = 35.7\mu s$$

$$T = tw_1 + tw_2 = 107.1\mu s$$

按下图连线，用双踪示波器观测并记录波形，如图所示





用示波器测量出：

$$tw_1 = 68 \mu s, tw_2 = 32 \mu s$$

$$T = 100 \mu s$$

V_C 的两个极值为 $V_1 = 1.76V$, $V_2 = 3.52V$

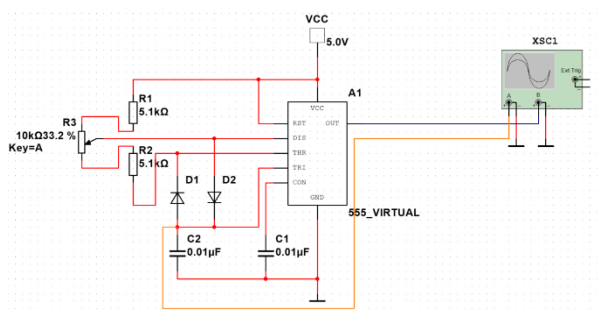
计算相对误差：

$$\delta_1 = \frac{71.4 \mu s - 68 \mu s}{71.4 \mu s} = 4.8\%$$

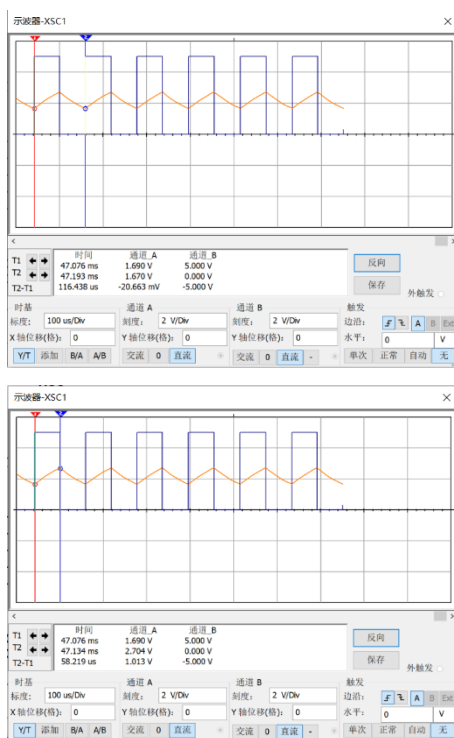
$$\delta_2 = \frac{35.7 \mu s - 32 \mu s}{35.7 \mu s} = 10.36\%$$

分析：首先示波器光标测量存在一定的误差，其次可能电子元件的标值和实际值可能会存在一定的误差

按下图连线，调节电位器（10K）组成占空比为 50% 的方波信号发生器，观测并记录 V_C 、 V_O 波形

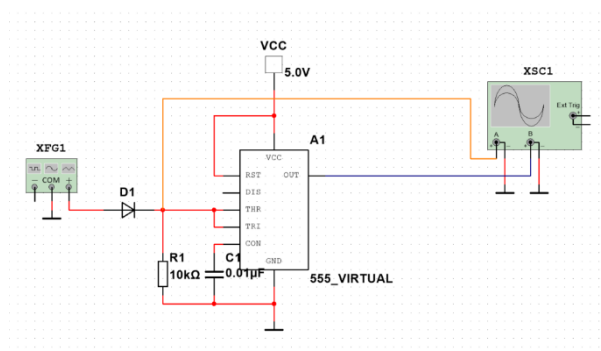


示波器测量出的 V_C 、 V_O 波形如下图所示

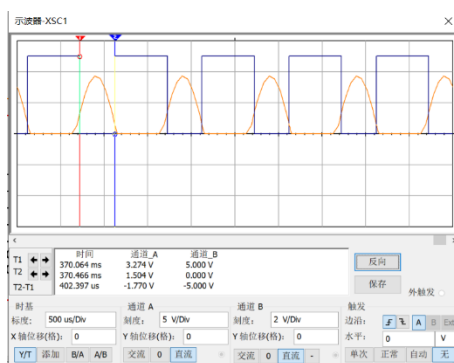


实验室中测出的 V_C 的两个极值电压: $V_1 = 1.68V$, $V_2 = 2.84V$, 周期 $T = 106\mu s$

- 用 555 构成施密特触发器: 按下图连线, 输入信号为 1KHz 正弦波 V_s , 接通电源, 逐步加大 V_s 的幅度, 观测输出波形, 测绘电压传输特性, 算出回差电压 ΔU



示波器记录的波形如下:



实验室中读出 V_o 两个上升下降沿对应的 V_c 的值 $V_1 = 1.60V$, $V_2 = 3.28V$,

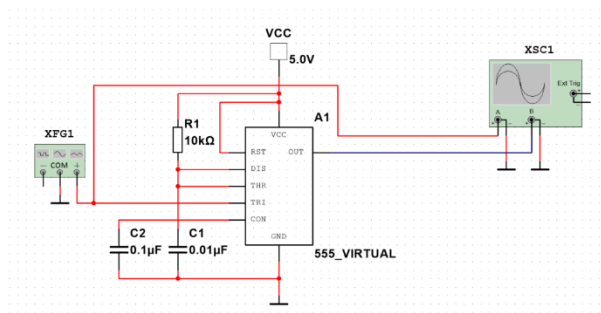
得到的 $\Delta V = 1.68V$

思考题:

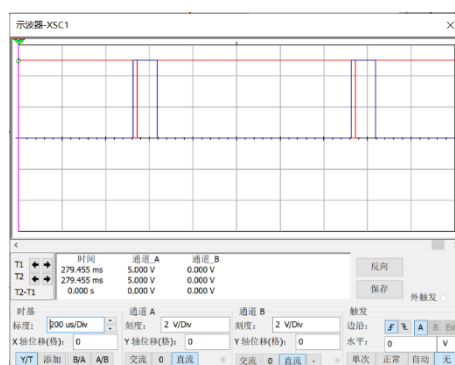
1. 用 555 设计一个单稳态触发器并说明其原理

这个设计参考了中国科学技术大学秦晓卫老师的数字逻辑电路课程 PPT—ch7—page45 对单稳态触发器的讲述，我们不难画出电路图以及分析示波器

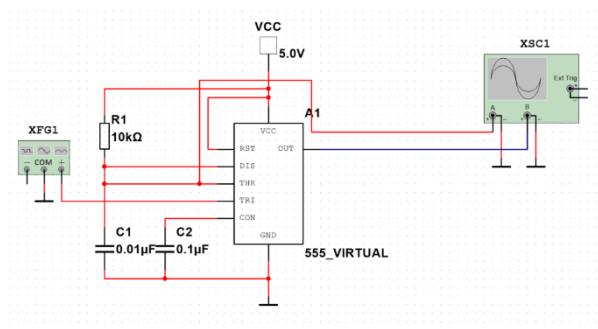
电路图如图所示:



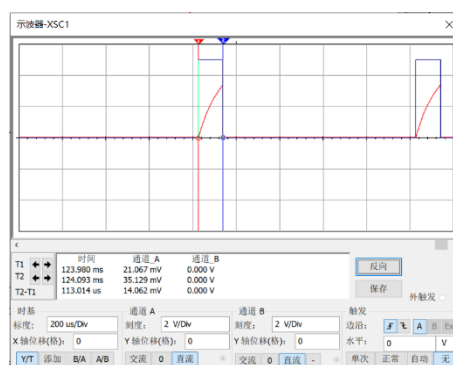
对应示波器:



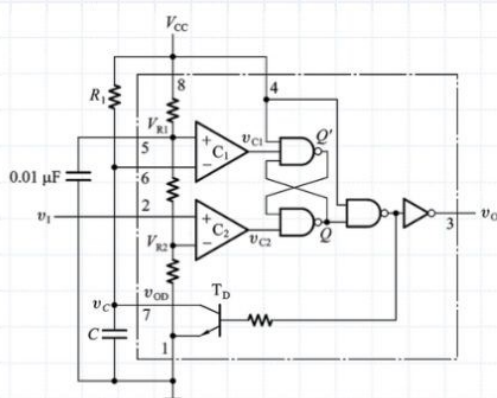
第二组示波器探针 A 位置改变，电路图如图所示：



对应示波器：



具体分析如图：



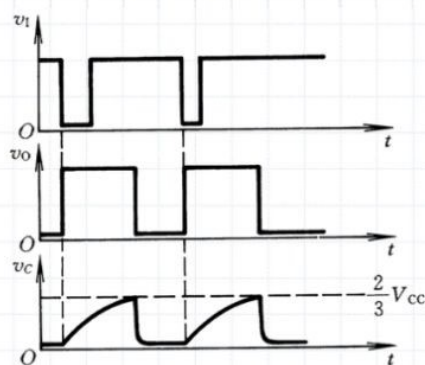
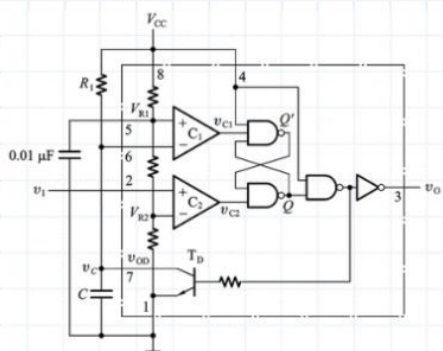
稳态: $V_I = 1, V_O = 0, T_D$ 导通

稳态时, 无触发信号: $V_I = 1$ ($> \frac{1}{3}V_{CC}$ 即可, $V_{C2} = 1$)

* 若通电后 $Q = 0 \rightarrow T_D$ 导通 $\rightarrow V_C = 0 \rightarrow \begin{cases} V_{C1} = 1 \\ V_{C2} = 1 \end{cases} \rightarrow Q = 0$ 保持

* 若通电后 $Q = 1 \rightarrow T_D$ 截止 $\rightarrow C$ 充电至 $V_C = \frac{2}{3}V_{CC}$

$\rightarrow V_{C1} = 0 \rightarrow Q = 0 \rightarrow T_D$ 导通 $\rightarrow C$ 放电 $\rightarrow \begin{cases} V_{C1} = 1 \\ V_{C2} = 1 \end{cases} \rightarrow Q = 0$ 保持



触发时 V_I 下降

只要 V_I 降至 $\frac{1}{3}V_{CC}$, 则 $\begin{cases} V_{C1} = 1 \\ V_{C2} = 0 \end{cases} \rightarrow Q = 1, T_D$ 截止 $\rightarrow C$ 开始充电

当 V_C 充至 $\frac{2}{3}V_{CC}$ 时 (假定此时 V_I 已经回到高于 $\frac{1}{3}V_{CC}$)

则: $\begin{cases} V_{C1} = 0 \\ V_{C2} = 1 \end{cases} \rightarrow Q = 0, T_D$ 导通 $\rightarrow C$ 开始放电至 0 $\begin{cases} V_{C1} = 1 \\ V_{C2} = 1 \end{cases} \rightarrow Q = 0$ 保持

而输出宽度计算方式为：

$$t_w = R_1 C_1 \ln \frac{V_{cc} - 0}{V_{cc} - \frac{2}{3} V_{cc}} = R_1 C_1 \ln 3$$

注：此公式的符号以本人利用 multisim 绘制的电路图为准，单位采用国际单位制

理论计算得知：

$$t_w = R_1 C_1 \ln 3 = 10\text{k}\Omega * 0.01\mu\text{F} * \ln 3 = 109.861\mu\text{s}$$

与示波器的 113.014 μs 的相对误差为：

$$\delta = \frac{109.861\mu\text{s} - 113.014\mu\text{s}}{109.861\mu\text{s}} = -2.8\%$$

显然在可接受范围内，因此实验圆满完成