

现代电子电路基础及实验

555 定时器的应用

北京大学物理学院



2019 年 5 月 18 日

目录

1	实验目的	1
2	实验原理	1
2.1	单稳态触发器	1
2.2	555 定时器构成的单稳态触发器	1
3	实验器材	2
4	实验内容与方法	3
5	实验数据	3
6	思考题	7

1 实验目的

- 掌握 555 定时器构成多谐振荡器、单稳态触发器的方法。
- 进一步熟悉用数字示波器测量有关参数的方法。
- 了解利用存储示波器观测单次信号的方法。

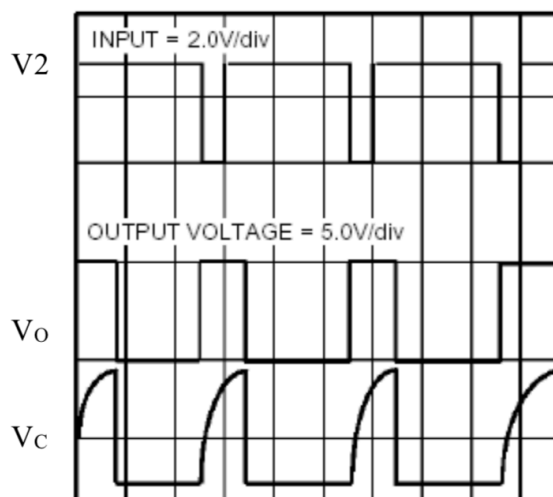
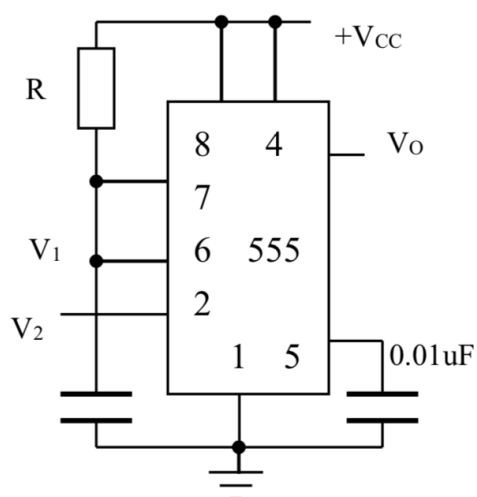
2 实验原理

2.1 单稳态触发器

单稳态触发器具有如下显著特点:

- 电路有稳态和暂稳态两个不同的工作状态。
- 外界触发脉冲作用下, 电路能由稳态翻转到暂稳态, 在暂稳态维持一段时间后, 电路能自动地再返回到稳态。
- 暂稳态持续时间的长短, 取决于电路自身参数, 与外触发脉冲无关。

2.2 555 定时器构成的单稳态触发器



左图是用 555 定时器组成的单稳触发器, 图中, R 、 C 是外接定时元件。外输入触发信号 V_2 , 加在 555 定时器的触发输入端, 该电路是在触发脉冲的下降沿触发, 输出为 V_o 。图中 $0.01\mu F$ 电容是滤波电容。右图为电路的工作波形图。

下面介绍电路的工作原理。该电路的稳态是 $V_0 = 0$ ，此时触发输入 V_2 为高电平，555 内的 RS 触发器置 0，T1 导通， $V_c = 0$ 。但该电路在接通电路后，电路有一个稳定的过程，即电源通过电阻 R 向电容 C 充电，当 V_C 上升到 $\frac{2}{3}V_{CC}$ 时，555 内 RS 触发器复位， $V_0 = 0$ ，T1 导通，电容 C 放电 (直到 $V = 0$)，电路进入稳态。

当加在触发输入端 V_2 的触发脉冲下降沿到达时 ($V_2 < \frac{V_{CC}}{3}$) 555 RS 0 $V_0 = 0$ ，T1 导通，电容 C 放电直到 $V_C = 0$ ，电路又恢复到稳态。单稳态触发器输出脉冲的宽度 t_m (即电容 C 上电压 V_C 从低电平上升到 $\frac{2}{3}V_{CC}$ 所需时间)，决定于 R、C 的数值，如果忽略 T1 的饱和压降，则 t_m 的计算公式为

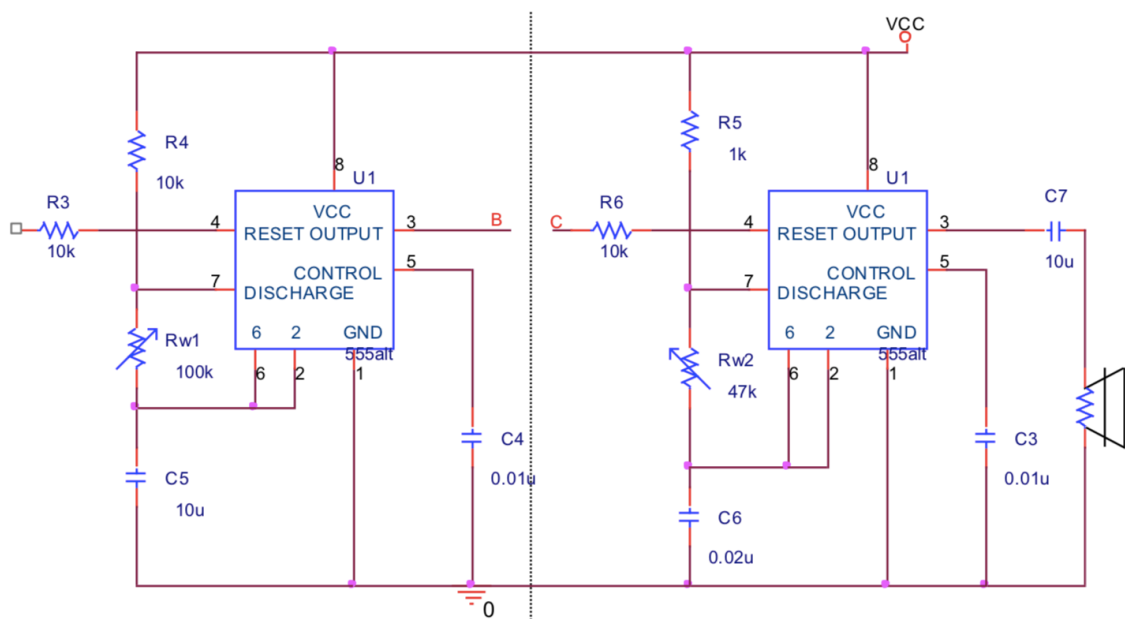
$$t_m = RC \ln \frac{V_{CC}}{V_{CC} - (\frac{2}{3})V_{CC}} = RC \ln 3 = 1.1RC$$

通常 R 取值范围为几百欧到兆欧数量级，电容取值为几百皮法到微法数量级， t_m 对应的数值可以由几微秒到几分钟。应该指出，该电路对输入触发脉冲宽度有一定要求，即要求小于 t_m ，若输入触发脉冲宽度大于 t_m 时，可在输入端 V_2 处加 Rd，Cd 微分电路。

3 实验器材

双踪示波器，信号源，直流稳压电源，万用表，喇叭，555 定时器、电位器、电容若干。

4 实验内容与方法



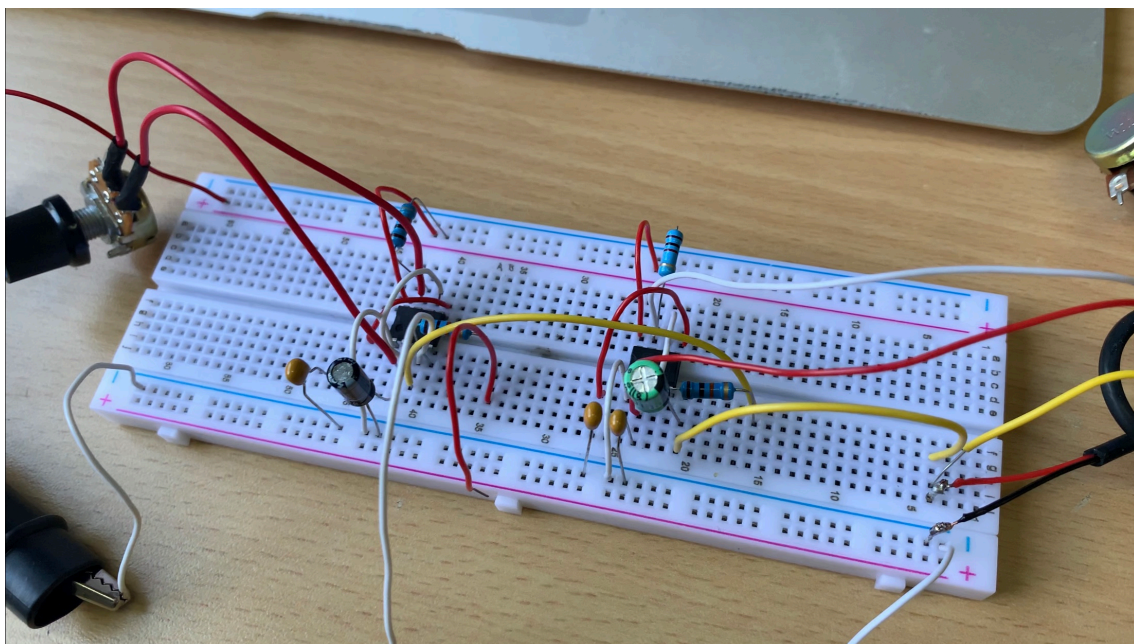
- 按上图插接虚线右边电路，当管脚 4 处于高电平时，喇叭会发出连续的响声。调整 47K 电位器的值，观察 D 点 (右边 3 脚) 的频率，体会声音与频率的关系，最终调整 D 点 (右边 3 脚) 频率为 1 KHz 左右。
- 将 C 点接地，则喇叭声消失。
- 按图插接虚线左边的电路。调整电位器，使 B 点的频率为 1Hz。
- 将 C 点与地断开，并与 B 点联结，调整 100K 电位器的值，观察 B 点的频率，体会声音周期性与频率的关系。将 A 点接地，则喇叭声消失。
- 从信号发生器产生一个频率为 0.1Hz, 幅度为 5V, 占空比为 50% 的正向 (该信号的低电平为 0V) 方波信号，从 A 点接入电路。
- 调整 100K 电位器，使喇叭发出连续响 5 下，间歇较长一端时间，再连续响 5 下……的周期性声音，再调整 47K 电位器，使其声音悦耳。观察记录各点波形并测量其峰值和频率。

5 实验数据

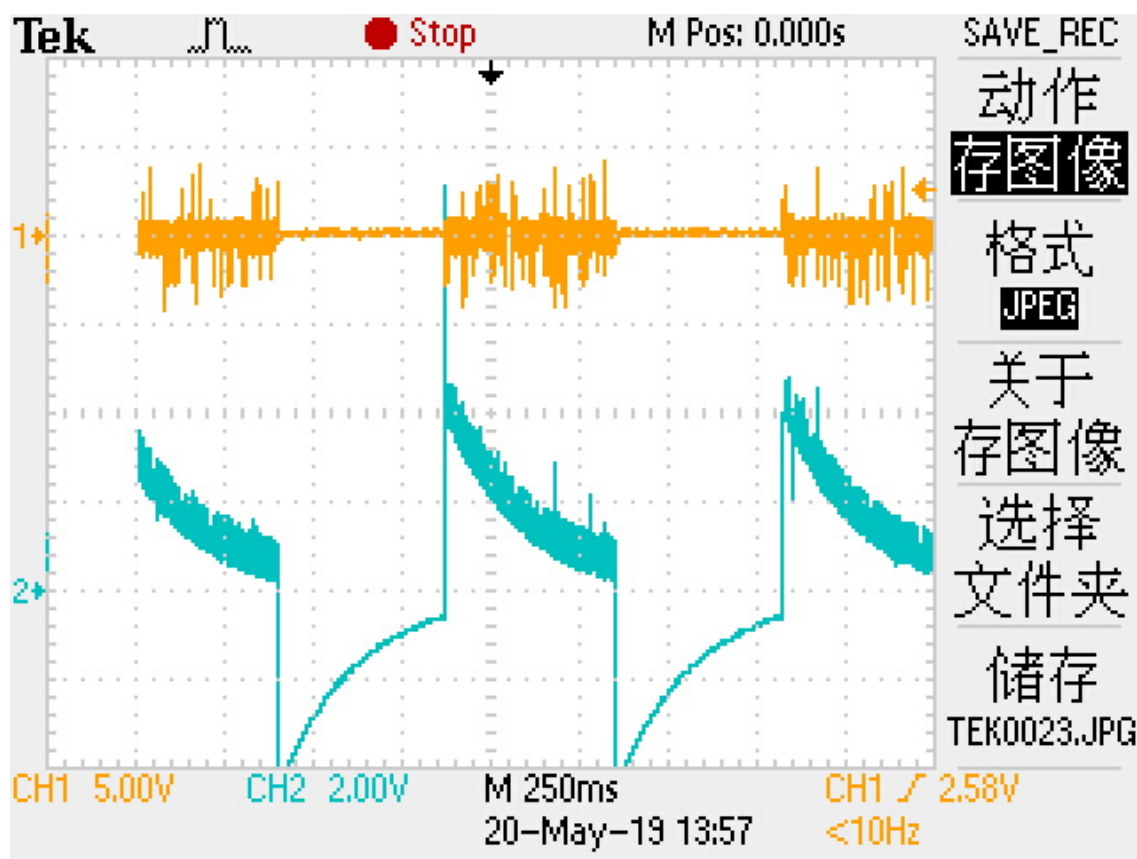
- 画出实验电路图，并标出元件参数值。

- 画出各主要测试点的波形图。
- 对实验值与理论值进行分析比较
- 对实验中出现的問題进行分析讨论。

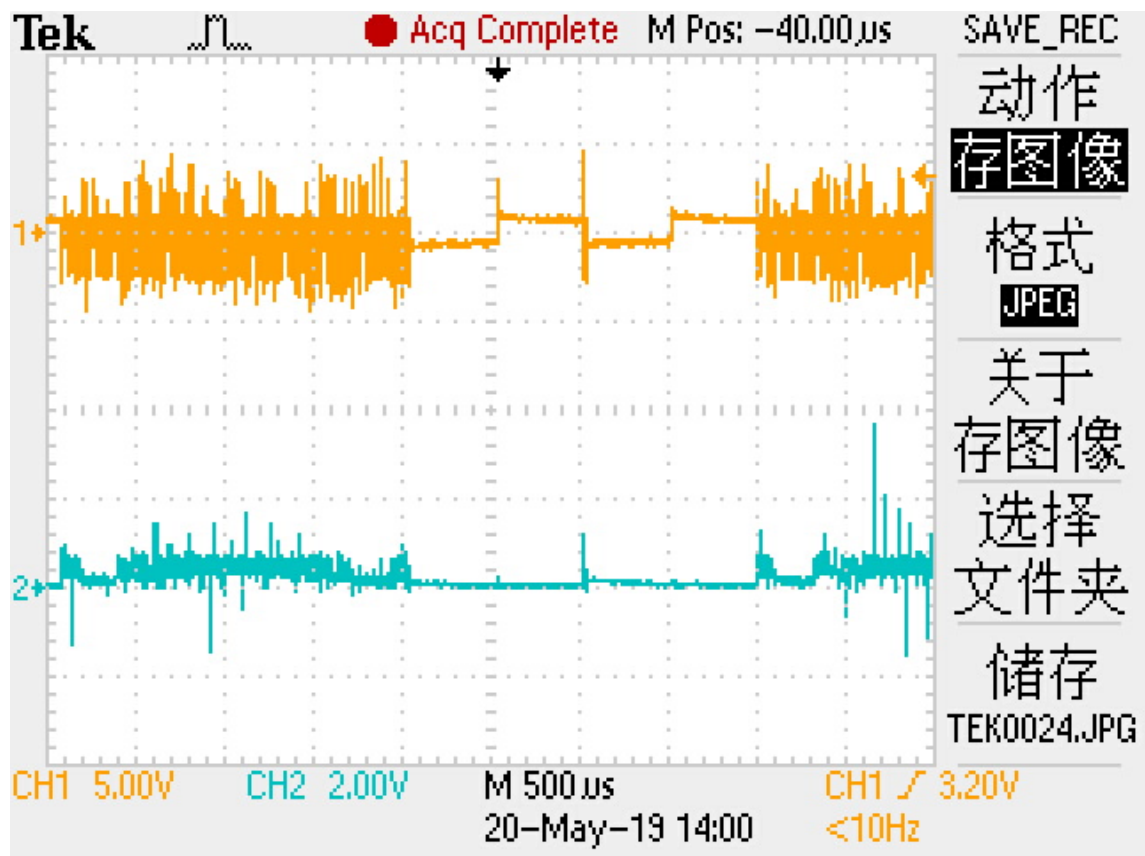
插接电路后，如图所示：



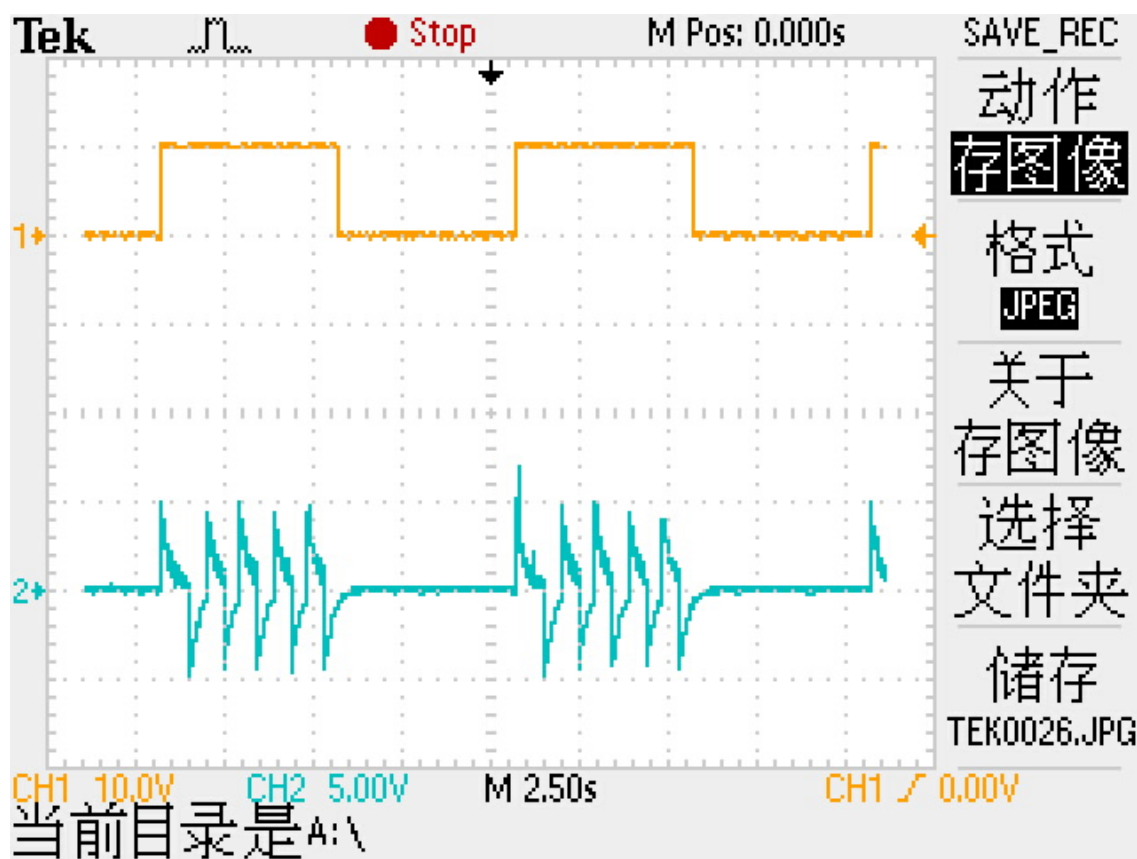
各主要测试点的波形图如下图所示



CH1 为喇叭的输入端的波形，CH2 为连接在一起的 B 和 C 点的波形。
将上图放大后，得到在一个周期内的波形



下图的 CH1 是 A 点的输入信号，CH2 为连接在一起的 B 和 C 点的波形。



经过调节 100K 电位器和 47K 电位器的阻值，可以在示波器的误差范围内，使 B 点的频率为 1Hz，D 点频率为 1 KHz。

通过万用表测量得到 100K 电位器阻值为 $69.044K\Omega$ ，47K 电位器阻值为 $38.696K\Omega$ 。

计算出的脉宽理论值为 $1.1 \times 10^{-4}s$ 和 $1.1 \times 10^{-5}s$ 。振荡频率为 $0.227Hz$ 和 $200.46Hz$ 。

6 思考题

单稳态触发器的输出脉冲周期与脉宽各由什么决定？ R 、 C 的取值应怎样分配？为什么？

输出脉冲周期取决于输入触发脉冲的周期，脉宽由 R 、 C 的取值决定。通常 R 取值范围为几百欧到兆欧数量级，电容取值为几百皮法到微法数量级， t_m 对应的数值可以由几微秒到几分钟。

单稳态触发器的输入脉宽大于 t_w 时，应怎样改进电路？

输入脉宽大于 t_w 时，将无法正常工作，改进方法是调整积分电路的参数，通过适当选取 R 、 C 的取值来使电路输出脉冲信号。

本实验驱动扬声器波形的最高频率由 555 的外围电路参数决定,可以用公式分析和实际示波器测量观察下右侧 555 输出的最高脉冲频率,然后看看这时候是否扬声器还发声;同时,喇叭本身也有自身的响应特性,例如下图就是某款扬声器的频率响应曲线,各款扬声器的高频响应极限是不一样的;然后人的耳朵能感受的声音频率也有一定的范围,大多数人能够听到的频率范围从 20Hz 到 20000Hz ,实际上这是最理想的时候,随着年龄增大和其他原因,实际的听力范围要远远小于它,主要在高频方面,随着年龄增大下降明显。一般来说 25 岁以上的人,在 16KHz 以上的听力几乎完全丧失,而十几岁的人,完全可能听到 19KHz 左右的声音,每个人的体质也不一样。把高于 20000Hz 的声音叫做超声波,因为它们已超过人类听觉的上限;把低于 20Hz 的声音叫做次声波,因为它们已低于人类听觉的下限。动物的听觉范围通常和人不同。一些动物如老鼠对高频声波反应灵敏,用电子电路驱动的高音喇叭,间断发出的 20kHz - 55kHz 的扫频信号超声波,在十几平方米空间里,能有效刺激鼠类感觉到威胁及不安,从而另老鼠逃逸离开。

鉴于 555 实验目前全部换了质量较好的全频喇叭(目前有 2 种全频喇叭,其中一款是小音箱组件,到时候提供一种配件给大家实验用)。

综合以上三种因素,有兴趣的同学可以自己研究下,我们此实验里观察到的最高出声频率和被听到的最高频率被哪个因素制约了。

在实验过程中,通过调节电位器的阻值,确实观察到了喇叭输出声音频率的显著变化,并且在高频端也观测到了由于超出人耳听觉上限而听不到声音的情况。最高出声频率受限于电位器的阻值和喇叭的响应。