浙江大学实验报告

专业：
姓名：
学号：
日期：2026-05-22
地点：东 3-308

课程名称：电工电子学实验　指导老师：　成　绩：
实验名称：集成定时器及其应用　实验类型：基础实验　学　期：25-26 春夏

一、实验目的和要求　二、实验内容和原理
三、主要仪器设备　四、实验数据记录和处理
五、实验结果与分析　六、讨论、心得

一、 实验目的和要求

(1) 熟悉 555 集成定时器的组成结构和工作原理。

(2) 掌握 555 集成定时器的典型应用和测试方法。

(3) 通过多谐振荡器、单稳态触发器和施密特触发器实验，理解电容充放电、阈值比较和输出翻转之间的关系。

二、 实验内容和原理

1.555 集成定时器基本功能

555 集成定时器内部包含分压器、比较器、基本 RS 触发器、放电三极管和输出缓冲级。实验中使用 +5 V 供电时，阈值端 TH 与触发端 TR 分别对应 $2/3U_{CC}$ 和 $1/3U_{CC}$ 两个比较电平。

用 555 构成的基本 RS 触发器电路如图 1 所示。输入端加入数字电平后，输出状态由 TH、TR 和复位端共同决定：当 TH 高于 $2/3U_{CC}$ 时输出复位为低电平；当 TR 低于 $1/3U_{CC}$ 时输出置位为高电平；其余情况下输出保持原状态。

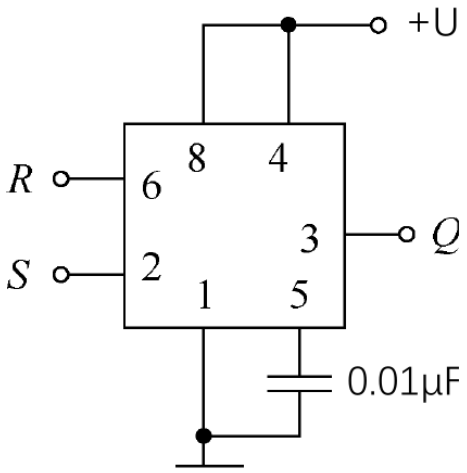


图 1: RS 触发器电路图

2.多谐振荡器

多谐振荡器没有稳定状态，电容 C_1 在 $1/3U_{CC}$ 与 $2/3U_{CC}$ 之间周期性充放电，使 555 输出端产生矩形波。实验电路如图 2 所示。

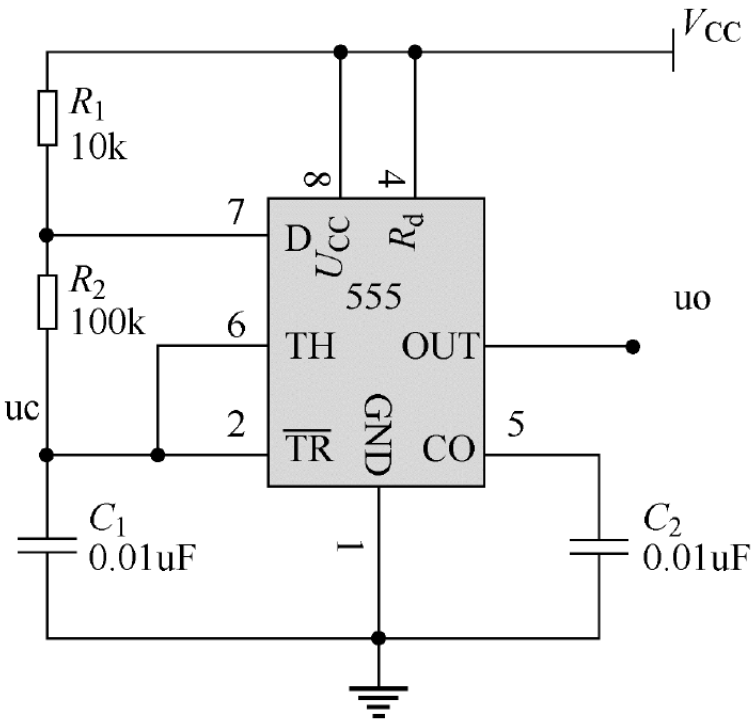


图 2: 多谐振荡器电路图

电容充电时输出为高电平，放电时输出为低电平。理想情况下，输出正、负脉宽分别为

$$T_1 = 0.693(R_1 + R_2)C_1, \qquad T_2 = 0.693R_2C_1.$$

振荡周期为

$$T = T_1 + T_2 = 0.693(R_1 + 2R_2)C_1.$$

本实验按图接线，用示波器双踪观察 u_C 与 u_o 波形，并记录输出正脉宽、负脉宽、周期和振荡幅度。

3.单稳态触发器

单稳态触发器只有一个稳定状态。当 2 脚输入触发脉冲后，输出端产生一定宽度的脉冲；电容电压上升到 $2/3U_{CC}$ 后，输出恢复到稳定状态。实验电路如图 3 所示。

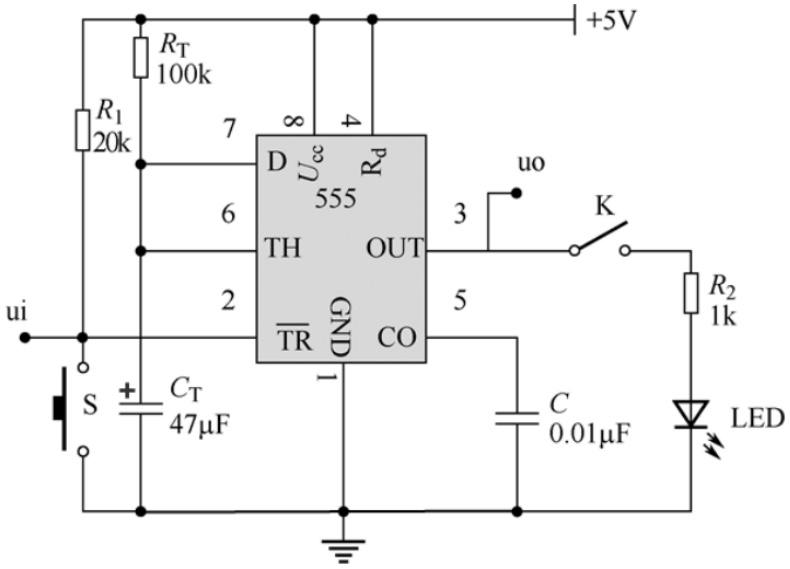


图 3: 单稳态触发器电路图

单稳态输出脉宽近似为

$$t_w = 1.1 R_T C_T.$$

实验 3.1 中按下按钮 S，观察发光二极管发光情况并记录发光时长；实验 3.2 中将 C_T 改为 0.01 μF，输入周期为 2 ms、占空比为 80% 的矩形波，观察并记录 u_i、u_{TH} 和 u_o 的工作波形。

4.施密特触发器

施密特触发器利用 555 的两个阈值电压形成回差特性。当输入三角波上升到 $2/3U_{CC}$ 时，输出翻转；当输入下降到 $1/3U_{CC}$ 时，输出再次翻转。实验电路如图 4 所示。

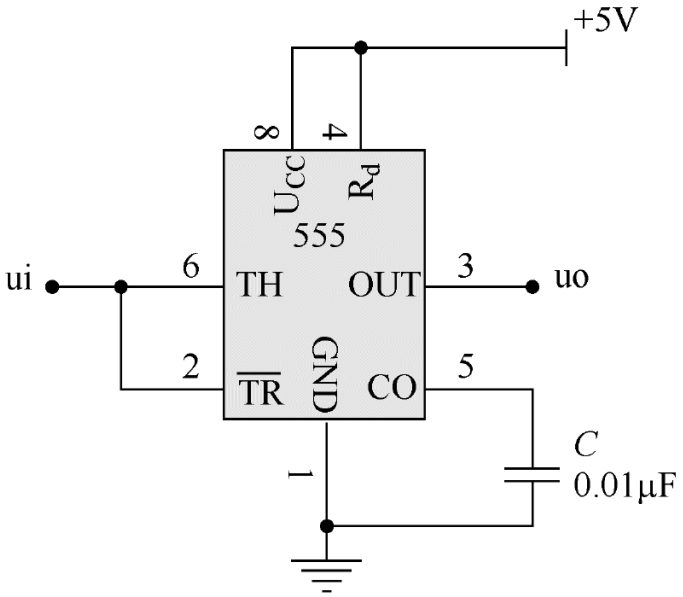


图 4: 施密特触发器电路图

实验中输入端加入频率为 500 Hz、直流偏置为 2.5 V、峰峰值为 5 V 的三角波，观察 u_i 与 u_o 的时域波形；随后将示波器设置为 XY 方式，观察电压传输特性 $u_o = f(u_i)$，并记录正向阈值电压、负向阈值电压和回差。

三、 主要仪器设备

序号	仪器设备	用途
1	模拟电子技术实验箱	搭建 555 定时器应用电路
2	双踪数字示波器	观察波形并读取幅值、周期和脉宽
3	函数信号发生器	提供矩形波和三角波输入信号
4	直流电源	提供实验电路供电
5	数字式万用表	辅助测量直流电压

表 1: 主要仪器设备

四、 实验数据记录和处理

1.多谐振荡器

多谐振荡器实验中，示波器 CH1 观察电容电压 u_C，CH2 观察输出电压 u_o。记录波形如图 5 所示，测量栏读数整理于表 2。



图 5: 多谐振荡器实验波形

信号	幅度/V	正脉宽/μs	负脉宽/μs	周期/ms
u_C	2.0800	832.80	667.20	1.5000
u_o	4.3966	793.46	714.53	1.5080

表 2: 多谐振荡器测量结果

根据图 2 中的元件参数 $R_1 = 10\,\mathrm{k\Omega}$、$R_2 = 100\,\mathrm{k\Omega}$、$C_1 = 0.01\,\mu\mathrm{F}$ 计算，理论正脉宽、负脉宽和周期分别为

$$T_{1,\mathrm{th}} = 0.693(10 + 100) \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6} = 762.3\,\mu\mathrm{s},$$

$$T_{2,\mathrm{th}} = 0.693 \times 100 \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6} = 693.0\,\mu\mathrm{s},$$

$$T_{\mathrm{th}} = 1.4553\,\mathrm{ms}.$$

以输出波形 u_o 为准，实验相对误差见表 3。

项目	理论值	实测值	相对误差
正脉宽 T_1	$762.3\,\mu\mathrm{s}$	$793.46\,\mu\mathrm{s}$	4.09%
负脉宽 T_2	$693.0\,\mu\mathrm{s}$	$714.53\,\mu\mathrm{s}$	3.11%
周期 T	$1.4553\,\mathrm{ms}$	$1.5080\,\mathrm{ms}$	3.62%

表 3: 多谐振荡器理论值与实测值比较

由输出波形读数可得振荡频率约为

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1.5080 \times 10^{-3}} \approx 663.1\,\mathrm{Hz}.$$

输出占空比约为

$$D = \frac{T_1}{T} \times 100\% = \frac{793.46}{1508.0} \times 100\% \approx 52.6\%.$$

2.单稳态触发器

实验 3.1 中，按下按钮 S 后，发光二极管发光时长为 5.12 s。

实验 3.2 中，输入端加入周期为 2 ms、占空比为 80% 的矩形波。示波器记录波形如图 6 所示，测量栏读数整理于表 4。



图 6: 单稳态触发器实验波形

信号	幅度/V	正脉宽/μs	负脉宽/μs	周期/ms
u_i	5.0541	1600.1	400.00	2.0001
u_{TH}	3.9030	634.10	1366.3	2.0004
u_o	4.4307	1151.4	848.60	2.0000

表 4: 单稳态触发器测量结果

从表 4 可见，输入信号周期约为 2 ms，占空比为

$$D_i = \frac{1600.1}{2000.1} \times 100\% \approx 80.0\%,$$

与实验设定一致。输出脉冲宽度由暂态过程决定，测得正脉宽约为 1.1514 ms。

实验 3.1 中 $R_T = 100\,\mathrm{k\Omega}$、$C_T = 47\,\mu\mathrm{F}$，理论发光时长为

$$t_{w,\mathrm{th}} = 1.1 R_T C_T = 1.1 \times 100 \times 10^3 \times 47 \times 10^{-6} = 5.17\,\mathrm{s}.$$

实测发光时长为 5.12 s，相对误差约为

$$\left|\frac{5.12 - 5.17}{5.17}\right| \times 100\% \approx 0.97\%.$$

实验 3.2 中 $C_T = 0.01\,\mu\mathrm{F}$ 时，理论输出脉宽为 1.10 ms，与实测 1.1514 ms 相比，相对误差约为

$$\left|\frac{1.1514 - 1.10}{1.10}\right| \times 100\% \approx 4.67\%.$$

3.施密特触发器

施密特触发器时域波形如图 7 所示。输入为三角波，输出为同周期矩形波。示波器测得输入三角波幅度为 5.0400 V，输出幅度为 4.3934 V。

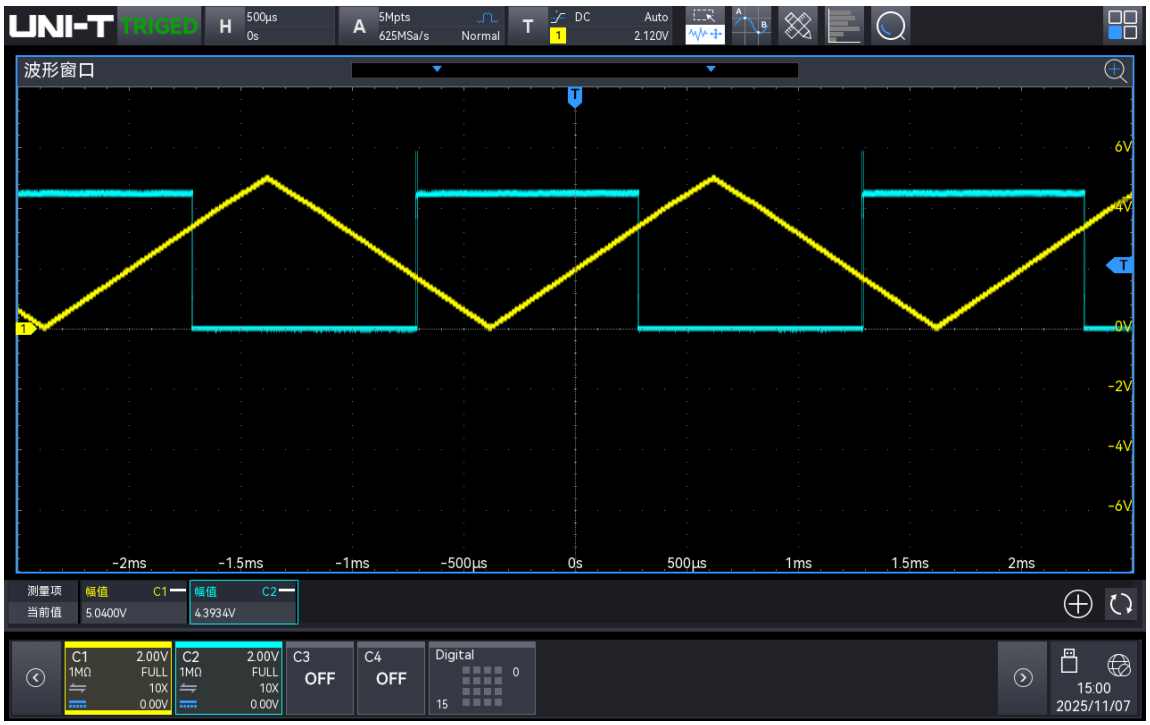


图 7: 施密特触发器时域波形

将示波器切换至 XY 模式后得到电压传输特性曲线，如图 8 所示。根据光标读数，负向阈值电压约为 1.76 V，正向阈值电压约为 3.52 V，回差约为 1.76 V。

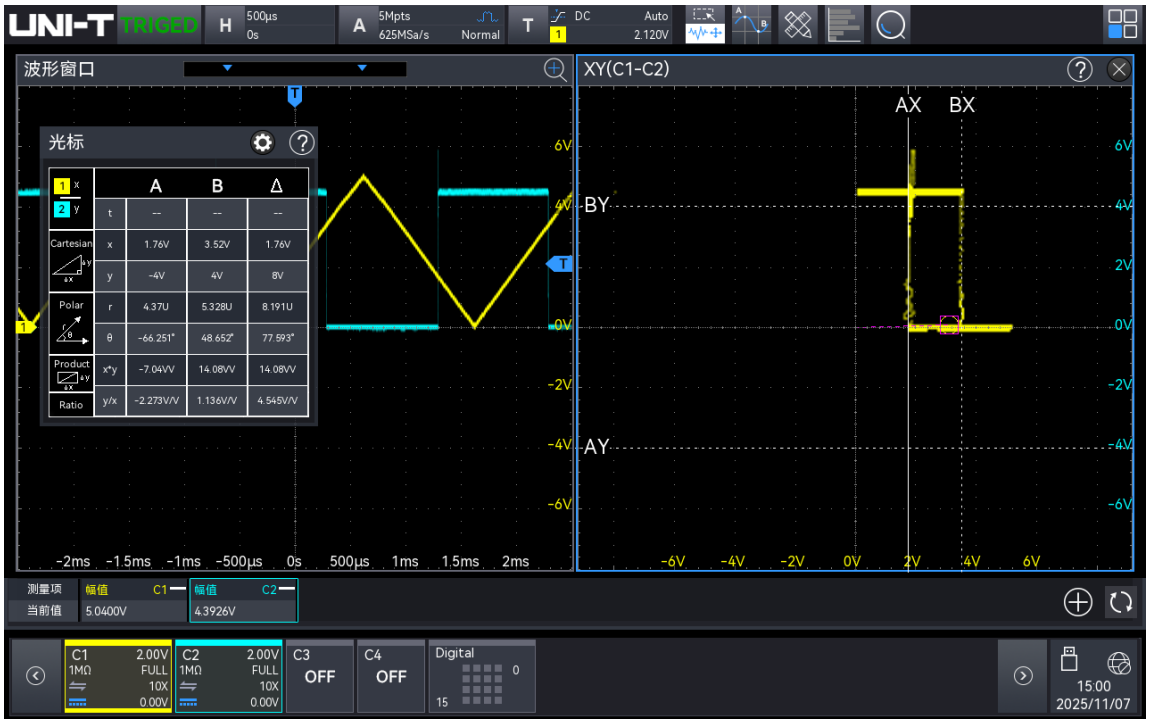


图 8: 施密特触发器电压传输特性

项目	负向阈值/V	正向阈值/V	回差/V
测量值	1.76	3.52	1.76

表 5: 施密特触发器阈值测量结果

由阈值读数反推，$3U_{T-} = 5.28\,\mathrm{V}$，$\frac{3}{2}U_{T+} = 5.28\,\mathrm{V}$，两者一致，说明该组读数与 555 内部分压阈值关系吻合。回差电压为

$$\Delta U_T = U_{T+} - U_{T-} = 3.52 - 1.76 = 1.76\,\mathrm{V}.$$

五、 实验结果与分析

1.多谐振荡器结果分析

多谐振荡器输出为周期性矩形波，电容电压在两个阈值电压之间往复变化。实测输出周期为 1.5080 ms，频率约为 663.1 Hz。与理论周期 1.4553 ms 相比，实测周期偏大约 3.62%，说明实际充放电时间略长。

正脉宽误差为 4.09%，负脉宽误差为 3.11%，两者都偏大，方向一致。这更可能来自 R_1、R_2 或 C_1 实际值偏大，而不是单纯的示波器读数误差。输出占空比约为 52.6%，接近但不等于 50%，原因是电容充电经过 $R_1 + R_2$，放电主要经过 R_2，两条路径的等效电阻不同。

2.单稳态触发器结果分析

按键触发时，发光二极管保持发光 5.12 s，理论值为 5.17 s，相对误差约为 0.97%。这一误差较小，说明按键触发后的暂态持续时间主要由 $R_T C_T$ 决定，人工计时带来的偏差没有改变整体判断。

周期矩形波输入下，输出正脉宽约为 1.1514 ms，比 $C_T = 0.01\,\mu\mathrm{F}$ 时的理论值 1.10 ms 偏大约 4.67%。该偏差可能来自小电容实际容量偏大、555 内部阈值不完全等于理想分压值，以及示波器对边沿位置的判定误差。输入信号的负脉宽约为 400.00 μs，小于输出脉宽，因此不会在一个暂态过程尚未结束时再次有效触发，波形关系是合理的。

3.施密特触发器结果分析

施密特触发器将输入三角波转换为矩形波，翻转点出现在输入电压跨过两个阈值的位置。XY 模式下测得正向阈值约为 3.52 V，负向阈值约为 1.76 V，两者比值为 2:1，符合 555 内部 $2/3U_{CC}$ 与 $1/3U_{CC}$ 的分压关系。

由阈值反推得到的等效 U_{CC} 为 5.28 V，略高于标称 5 V。这可能与实验箱供电实际值、示波器光标读数间隔、XY 曲线边沿存在一定宽度有关。回差 1.76 V 使输入三角波在上升沿和下降沿具有不同翻转电压，因此输出不会在阈值附近反复抖动，这也是施密特触发器适合波形整形的原因。

六、 讨论、心得

本次实验围绕 555 集成定时器的三种典型电路展开。多谐振荡器不需要外部周期输入，依靠电容反复充放电产生矩形波；单稳态触发器在受到触发后进入暂态，暂态持续时间由 $R_T C_T$ 决定；施密特触发器利用两个阈值电压形成回差，把三角波整形成矩形波。

从本次数据看，多谐振荡器和单稳态触发器的时间参数误差均在几个百分点以内，主要受元件容差影响；施密特触发器的两个阈值读数满足 2:1 关系，说明示波器 XY 模式能较清楚地反映回差特性。实验中最容易影响结果的是输入信号设置：单稳态触发器需要保证触发脉冲宽度合适，施密特触发器需要把三角波的直流偏置调到合适范围，否则输入电压不能完整跨过两个阈值，输出波形就会失真或无法翻转。