

南开大学

模拟电子技术实验 —— 开放实验 课程设计（论文）

题目： 双音门铃

| | | |
|------------|--------|--------------|
| 学号:2311003 | 姓名:李志豪 | 专业:电子信息科学与技术 |
| 学号:2311118 | 姓名:路景波 | 专业:电子科学与技术 |
| 学号: | 姓名: | 专业: |

年 级： 2023 级

学 院： 电子信息与光学工程学院

上课地点： 津南综合实验楼 B403

指导教师： 张颖 王志红

完成日期： 2024. 12. 23

一、功能描述

1. 设计目标

本设计基于 555 定时器实现双音门铃电路，通过单个按键控制产生两种不同频率的方波信号，驱动蜂鸣器发出不同频率“叮咚”的声音。

2. 主要功能特点

(1) 按键控制功能

按下按键时：产生高频信号（“叮”音，约 700Hz）

松开按键时：产生低频信号（“咚”音，约 500Hz）

单键操作：简化操作方式

(2) 声音输出功能

通过蜂鸣器发出声音信号

声音清晰，音调分明

音量适中，适合门铃使用

(3) 频率控制功能

高频方波：700Hz，用于产生“叮”音

低频方波：500Hz，用于产生“咚”音

频率稳定，失真小

二、原理概述

NE555 周期与频率计算：

根据一阶电路方程计算时间常数

$$f(t) = f(\infty) + [f(0_+) - f(\infty)] \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$t = RC \ln \left(\frac{f(0_+) - f(\infty)}{f(t) - f(\infty)} \right)$$

充电过程分析

$$t_h = (R1 + R2)C \ln \left(\frac{\frac{1}{3}V_{CC} - V_{CC}}{\frac{2}{3}V_{CC} - V_{CC}} \right)$$

$$t_h = (R1 + R2)C \cdot 0.693$$

放电过程分析

$$t_l = R2 \cdot C \ln \left(\frac{\frac{2}{3}V_{CC} - 0}{\frac{1}{3}V_{CC} - 0} \right)$$

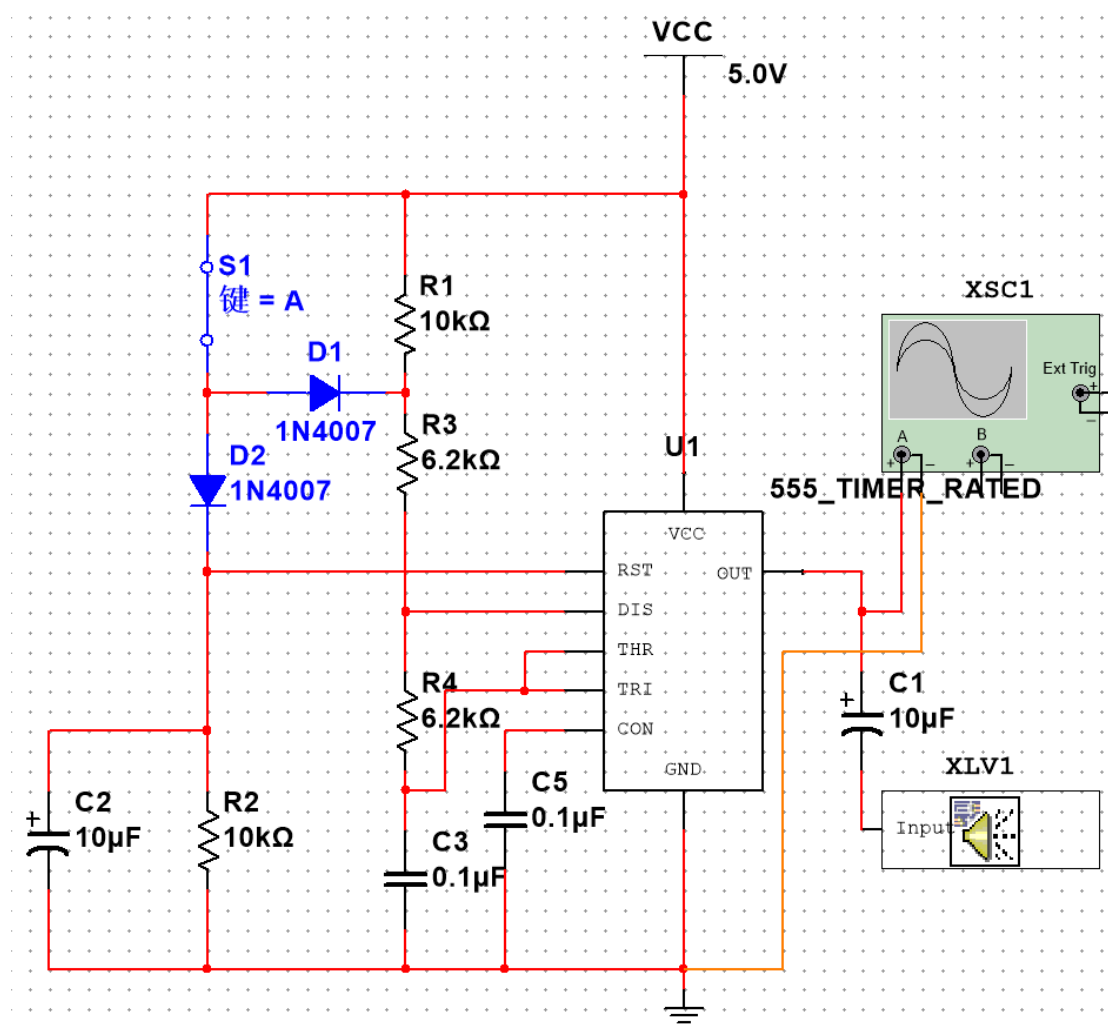
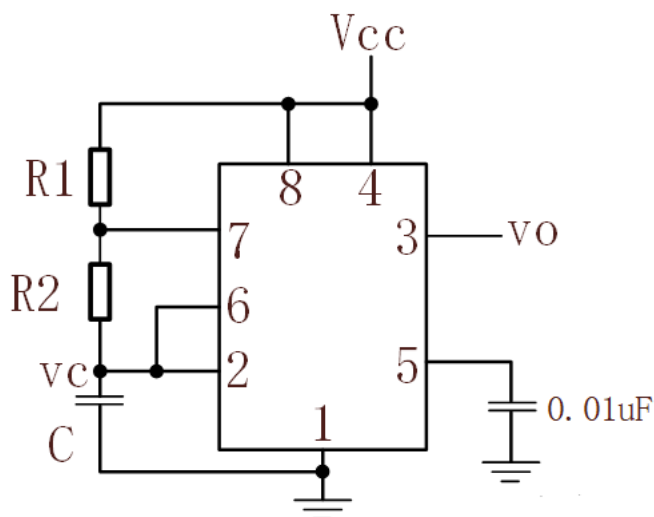
$$t_l = R2 \cdot C \cdot 0.693$$

周期

$$T = t_h + t_l = (R1 + 2R2)C \cdot 0.693$$

频率

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R1 + 2R2)C}$$



高频(“叮”音)产生

开关闭合 D1 将 R1 短路(实际二极管有一定压降,故添加修正系数 $\alpha=0.87$), RESET 脚高电位, NE555 正常工作,发出“叮”音

$$f = \alpha \frac{1.44}{(R3 + 2R4)C3} \approx 700Hz$$

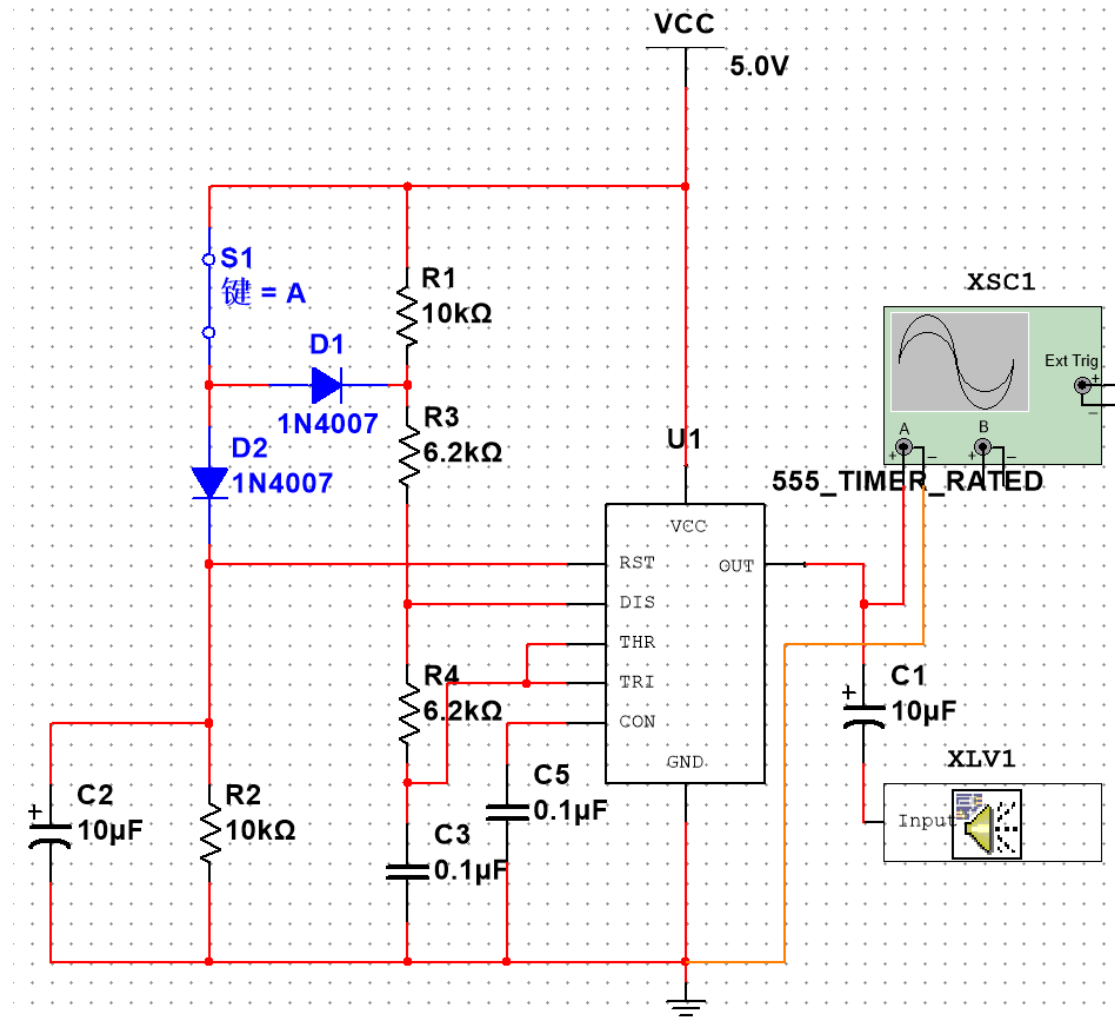
低频(“咚”音)产生

开关断开, 电容 C2 一开始维持 RESET 脚高电位保持 NE555 正常工作,发出“咚”音, C2 持续放电使 RESET 电位降低至 OUT 脚输出低电位, NE555 复位

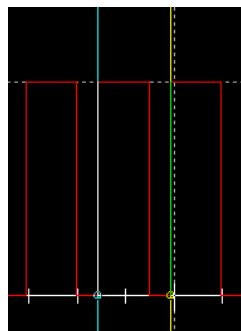
$$f = \frac{1.44}{(R1 + R3 + 2R4)C3} \approx 500Hz$$

三、仿真分析

在 Multisim 仿真分析

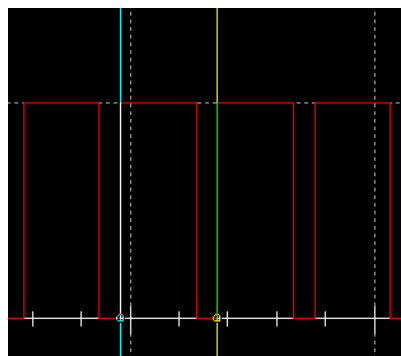


高频("叮"音)产生



测得 $T_2 - T_1 = 1.489\text{ms}$, $f \approx 700\text{Hz}$

低频("咚"音)产生



测得 $T_2 - T_1 = 1.984\text{ms}$, $f \approx 500\text{Hz}$

四、实测结果

高频(“叮”音)产生: $f=1\text{kHz}$

低频(“咚”音)产生: $f=750\text{Hz}$

Multisim 仿真中方波是平的

实测结果方波波形略微倾斜

实测结果中按下按钮发出高频“叮”音，
松开按钮发出低频“咚”音。很好地实现了
用一个按钮发出两种频率的声音的双音门铃效果

五、总结

1. 设计与制作收获

本次实验设计并制作了基于 555 定时器的双音门铃电路，深入理解了 555 定时器的工作原理和应用，掌握了多谐振荡器的设计方法。在频率设计方面，通过仿真发现实际频率（700Hz）与理论值（800Hz）存在差异，这促使我们深入分析了元件参数的影响（即实际二极管有一定压降无法看作短路）。在洞洞板焊接过程中，掌握了合理的布局设计方法，提升了手工焊接技术水平，学会了如何优化元件布置和信号走线。

2. 技术要点

电路设计以 555 定时器为核心，通过精确计算 RC 时间常数来控制输出频率。双音频率的产生依赖于不同的 RC 参数组合，实现“叮咚”音效。在实物制作时，洞洞板布局需要考虑元器件尺寸和间距，焊接顺序从矮到高，确保操作便利。特别注意关键信号线路要尽量缩短，减少干扰，接地连接要可靠。

3. 遇到的问题及解决方案

频率偏差方面，通过引入修正系数 α 进行补偿。在焊接制作过程中，初期出现虚焊现象，通过多次尝试排查问题得以解决。元件密集区域的焊接采用细尖烙铁头并控制焊锡用量。

4. 改进建议

建议后续可以考虑增加音量调节功能，添加电源指示 LED。

5. 心得体会

通过本次实验，深刻体会到理论和实践相结合的重要性。从元件选型、电路布局到最终调试，每个环节都需要认真对待。手工焊接洞洞板的过程培养了耐心和动手能力，也加深了对电路工艺的理解。最终成功实现了预期的双音门铃功能，获得了很好的实践经验