

电路基础实验报告：Project1

Design of a simple electronic piano

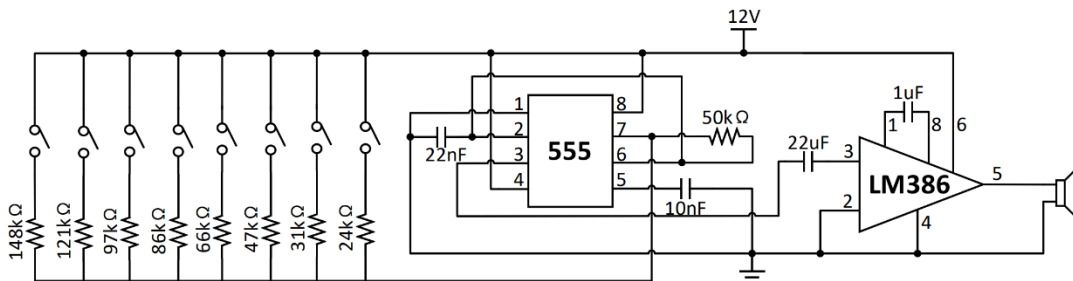
(小组成员：杨润康，赵汉卿)

一、前言

使用 NE555 定时器可以控制不同频率输出，主要是通过调整连接到其引脚的外部电阻和电容的值来实现的。NE555 可用于生成方波信号，其频率和占空比（即高电平时间与周期总时间的比率）可通过外部组件来调整。电阻 R1 连接在 VCC（正电源）和第 7 引脚（放电）之间。电阻 R2 连接在第 7 引脚和第 6 引脚（阈值）之间，同时第 6 引脚也连接到第 2 引脚（触发）。电容 C 连接在第 2 引脚和地线（GND）之间。在这种配置下，NE555 的输出频率可以用以下公式计算

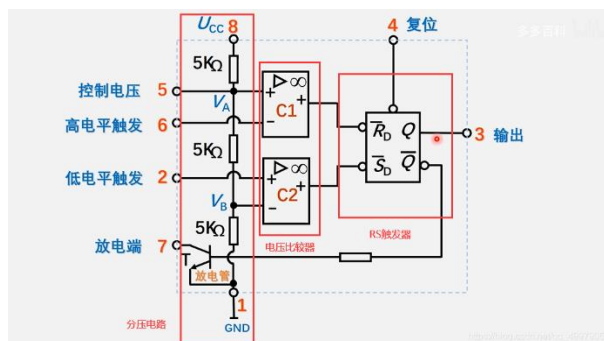
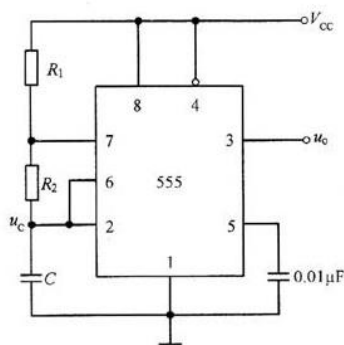
$$f = \frac{1.44}{(R_1 + 2 \times R_2) \times C}$$
通过改变 R1、R2 或 C 的值，可以调整输出信号的频率和占空比。例如，增加 R1 或 R2 的值将减小频率（即增加周期），而减小电容 C 的值也会增加频率。通过调整与 NE555 连接的电阻值，可以实现不同频率的输出，进而在扬声器中生成相应的音符。

二、原理分析



电路原理图如上

NE555 部分



本实验中各引脚作用如下：

引脚 1 (GND) 接地引脚。连接到电路的地线以提供电路的参考零电位。

引脚 2 (TRIG) 触发引脚。当这个引脚接收到负脉冲时（低电平触发），触发器将被置位，导致输出引脚发生状态变化。与 22nF 电容相连接，用于控制电容的充放电过程

引脚 3 (OUT) 输出引脚。它用于连接 NE555 的输出信号。

引脚 4 (RESET) 复位引脚。当 RESET 引脚接收到低电平信号时，将复位 NE555 并将输出引脚拉低，正常工作时应接高电平。

引脚 5 (CTRL) 控制电压引脚。一般不使用，本实验中通过一只 10nF 瓷片电容接地，以防引入高频干扰。

引脚 6 (THR) 阈值引脚。当这个引脚接收到高电平信号时，NE555 的比较器将被复位，导致输出引脚变为低电平。

引脚 7 (DIS) 禁用引脚。输入端 Threshold，会判断其电压是否大于 $2/3 V_{CC}$ 。当 DIS 引脚接收到低电平信号时，NE555 将被禁用，输出引脚将保持在低电平状态。如果不需要禁用功能，可以将 DIS 引脚连接到 VCC 引脚。

引脚 8 (VCC) 正电源引脚。连接到正电源以提供电路所需的电源电压。

电阻部分

不同的电阻用于产生不同频率的信号，通过改变 7 引脚与 V_{CC} 之间的电阻值，可以改变 NE555 的输出频率，计算公式由 $f = \frac{1.44}{(R_1 + 2 \times R_2) \times C}$ 给出，该实验中， R_1 的取值为 $24k\Omega - 148k\Omega$ 不等， R_2 的取值为恒定的接在 6 和 7 引脚之间的 $50k\Omega$ ，电容 C 的值为恒定 $22nF$ 。取 $C = 22 \times 10^{-9}$ $R_2 = 50 \times 10^3$ 因此便可得出不同接入的电阻值所产生的信号频率，具体计算过程如下

1. 对于 $R_1 = 24 \times 10^3 \Omega$ ，我们有：

$$f = \frac{1.44}{(24 \times 10^3 + 2 \times 50 \times 10^3) \times 22 \times 10^{-9}} \approx 527.86 \text{ Hz}$$

2. 对于 $R_1 = 31 \times 10^3 \Omega$ ，我们有：

$$f = \frac{1.44}{(31 \times 10^3 + 2 \times 50 \times 10^3) \times 22 \times 10^{-9}} \approx 499.65 \text{ Hz}$$

3. 对于 $R_1 = 47 \times 10^3 \Omega$ ，我们有：

$$f = \frac{1.44}{(47 \times 10^3 + 2 \times 50 \times 10^3) \times 22 \times 10^{-9}} \approx 445.27 \text{ Hz}$$

4. 对于 $R_1 = 66 \times 10^3 \Omega$ ，我们有：

$$f = \frac{1.44}{(66 \times 10^3 + 2 \times 50 \times 10^3) \times 22 \times 10^{-9}} \approx 394.30 \text{ Hz}$$

5. 对于 $R_1 = 86 \times 10^3 \Omega$ ，我们有：

$$f = \frac{1.44}{(86 \times 10^3 + 2 \times 50 \times 10^3) \times 22 \times 10^{-9}} \approx 351.91 \text{ Hz}$$

6. 对于 $R_1 = 97 \times 10^3 \Omega$ ，我们有：

$$f = \frac{1.44}{(97 \times 10^3 + 2 \times 50 \times 10^3) \times 22 \times 10^{-9}} \approx 332.26 \text{ Hz}$$

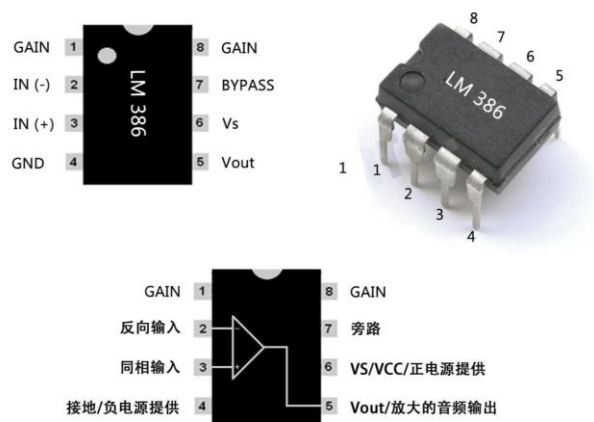
7. 对于 $R_1 = 121 \times 10^3 \Omega$ ，我们有：

$$f = \frac{1.44}{(121 \times 10^3 + 2 \times 50 \times 10^3) \times 22 \times 10^{-9}} \approx 296.17 \text{ Hz}$$

8. 对于 $R_1 = 148 \times 10^3 \Omega$ ，我们有：

$$f = \frac{1.44}{(148 \times 10^3 + 2 \times 50 \times 10^3) \times 22 \times 10^{-9}} \approx 263.93 \text{ Hz}$$

LM386 部分



LM386 IC 放大器由 8 个引脚组成，采用 8 引脚双列直插式封装，其中引脚 1 和引脚 8 是增益控制引脚，可以允许控制音量。放大器的电压增益可以调整到 20，通过在引脚 1 和 8 之间添加电阻和电容等外部元件将其提高到 200。根据型号的不同，使用 9 V 电源，放大器可以提供 0.25W 至 1W 范围内的输出功率。

本实验中各引脚作用如下：

Pin1、Pin 8 (Gain)：代表放大器的增益控制端，可以通过在这些端子之间放置一个电阻和电容或只是一个电容来调整增益，本实验通过采用一个 $1\ \mu\text{F}$ 的电容来达到 20 倍的增益。

Pin 2 (Input -)：同相输入端，用于提供音频信号。

Pin 3 (Input +)：反相输入端，用于提供音频信号。

Pin 4 (GND)：接地引脚，连接到系统的接地端

Pin 5 (Vout)：用于提供放大输出音频的输出引脚，与扬声器相连。

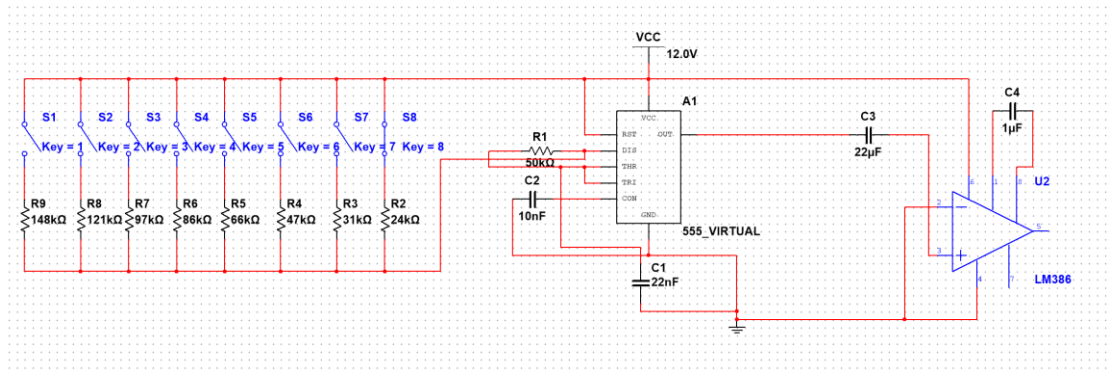
Pin 6 (Vs)：接电源（直流电压）。

Pin 7 (Bypass)：用于连接去耦电容的旁路引脚，本实验中可不用此引脚。

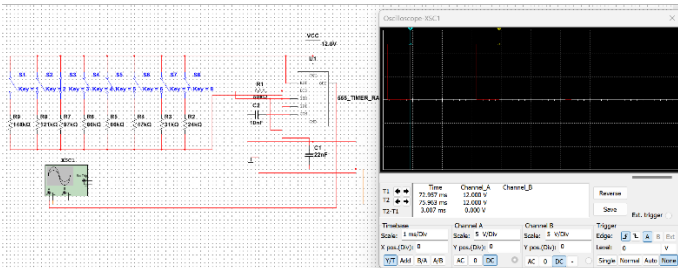
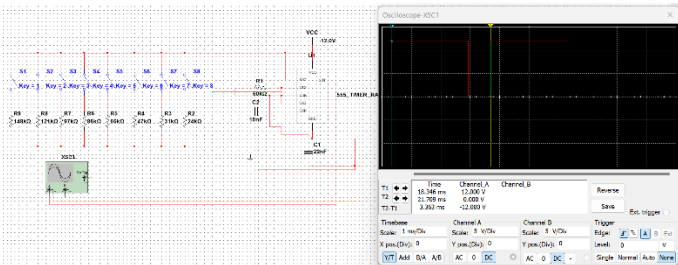
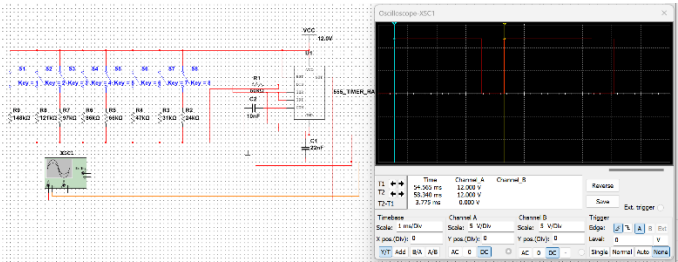
因此，本实验的基本思路即为通过 NE555 产生具有特定频率的信号，通过电阻来改变相应的输出频率模拟不同频率的音符，通过 LM386 功率放大器提供信号（功率）的增益。

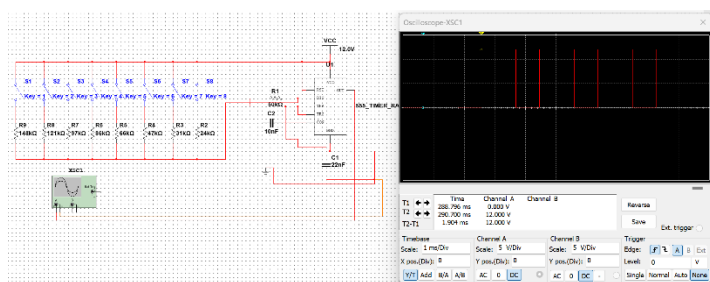
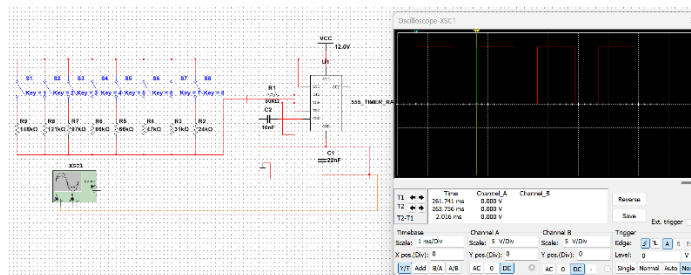
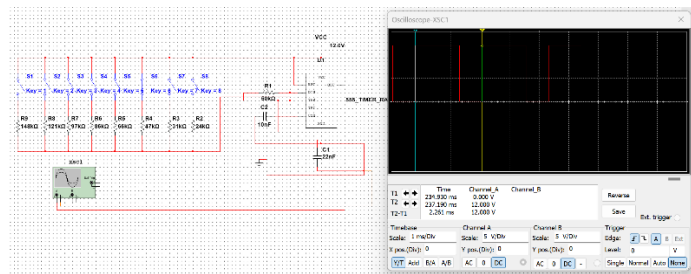
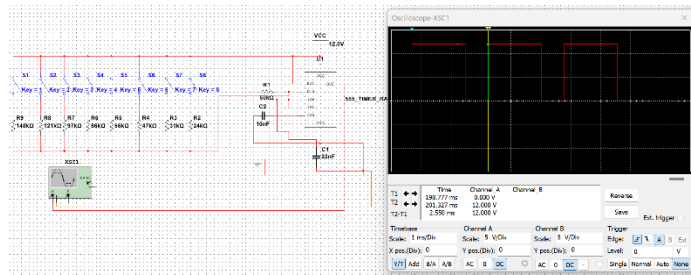
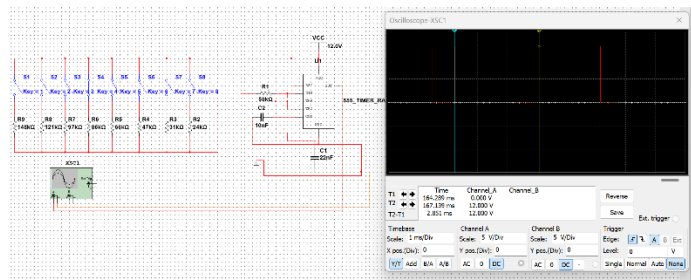
三、 仿真结果

仿真电路图如下

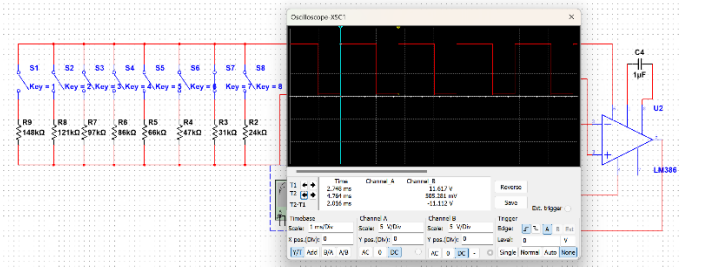
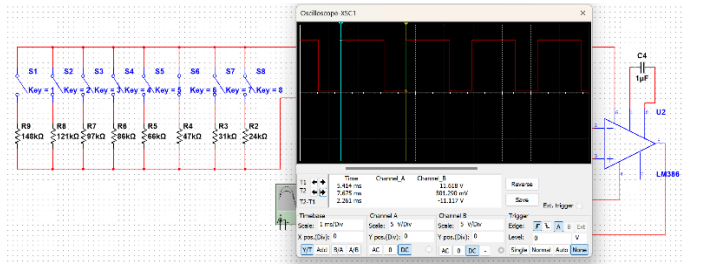
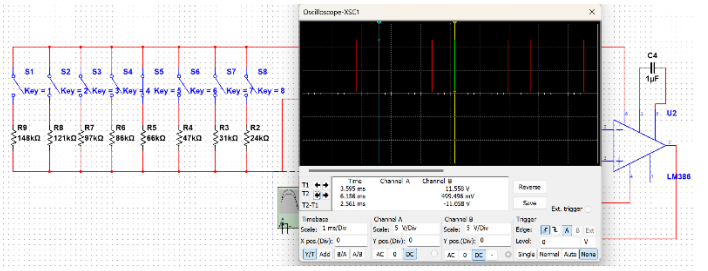
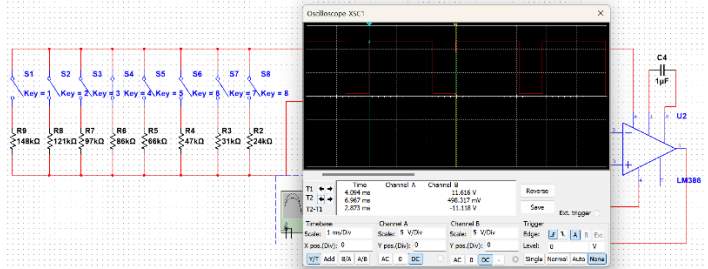
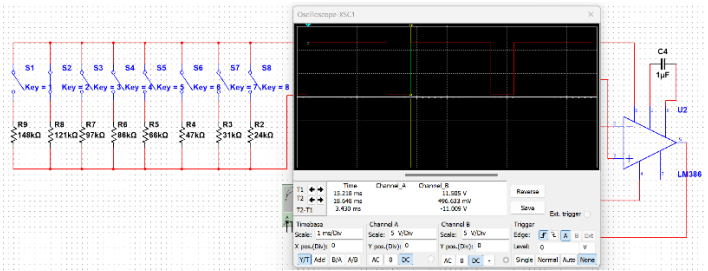
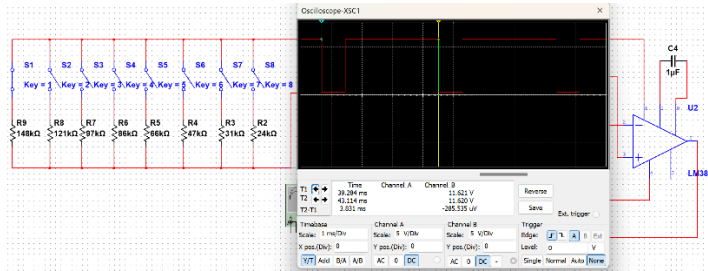


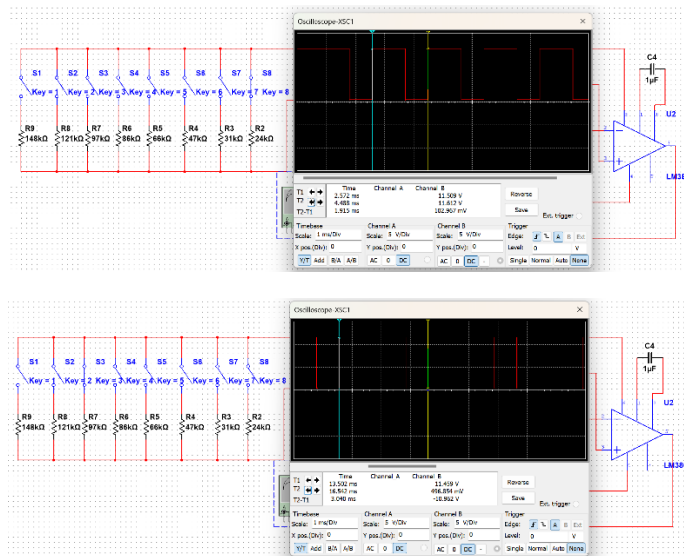
NE555 的输出端得到 8 种相应频率





LM386 的输出端得到 8 种相应频率

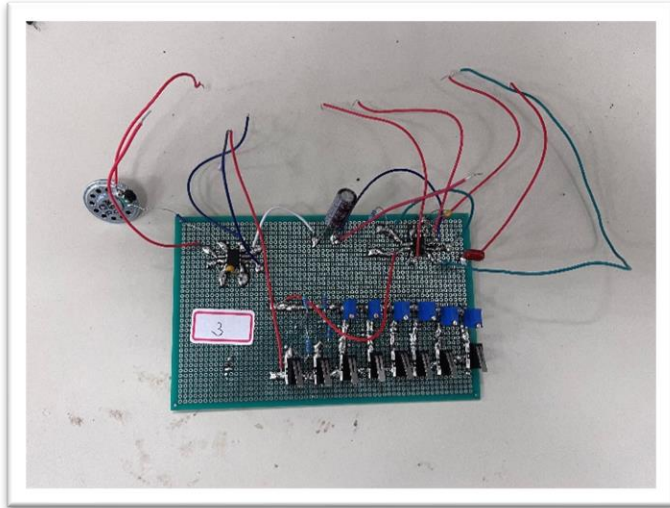




每种情况所对应的频率均在图中用两条光标 *cursor* 进行标出，（两条 *cursor* 之间为周期，取倒数即为频率，经计算，所有频率均近似符合理论要求）

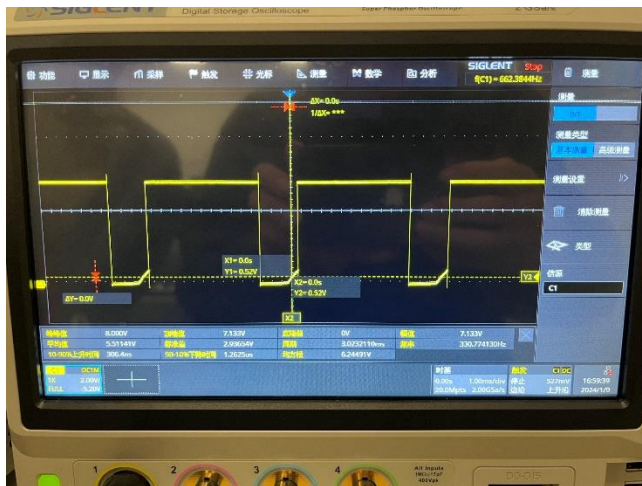
四、 实践部分

焊接效果图



输出端（LM386）检测的相应频率（部分）





部分频率效果已在示波器中给出（见示波器右下角），经检验，所有输出频率均近似符合理论值

实验视频



0adbe4532db500d31f51d2134d5653f6.mp4

实验结果

按下相应的按键可以在输出端得到八种频率的声音

五、总结

本实验采用 NE555 这一芯片，通过锁存器等元件产生了具有一定频率的信号，LM386 作为一款音频功率放大器，可以向负载提供足够大的功率，通过改变相应的电阻阻值，较好的实现了一款 “simple electronic piano”。

经分析，本实验还可在此基础上进行如下改进：

1. 为了避免信号的干扰，在此基础上，可对 NE555 输出的信号进行一次滤波，话音放大电路的作用是将输入约为几毫伏的信号提供增益。若采用先滤波，后放大的方式，会导致滤波过程中混入的噪音信号被一并放大，而放大后滤波，即使滤波过程中有噪音混入，其与信号强度相比可以被忽略。因此，可通过在 NE555 与 LM386 之间采用带通滤波电路来去除相应频率以外的杂音干扰。除此之外，本实验原理图中关于 LM386 的 7 号引脚并未给出实际连接方式，可以通过接入 10uF 电容用于消除噪声。对于输出端 5 引脚而言，由于功放接入电源后会在正负相输入端产生电压，因此也可在输出端与喇叭并联一定大小的电容用作滤波，除去输入端功放产生的噪音。

2. 为了增强产品的实用性，实现对音量的便捷控制，可通过调整 LM386 的 1 号和 8 号引脚之间的电阻大小来控制信号的增益，1 脚和 8 脚是增益调整引脚，其内部为一个约为 1.35K 的电阻，1，8 脚开路的时候，增益最小约为 20 倍（26db），当 1，8 脚交流短路，增益最大，达到 200 倍（46db），在 1，8 之间串联电阻，可调整增益在 20 倍到 200 倍之间变化。经查阅资料，电阻大小与增益关系由如下公式给出

$$GAIN = \frac{30000}{150 + \left(\frac{1350 \times R}{1350 + R} \right)}$$
，除此之外，也可通过改变输入信号的强度来进行音量的控制，如在输入信号端通过增加一个滑动变阻器来改变输入的电流强度大小。

实验过程及收获：

实验进行前的原理图已经给出来，但无论是仿真过程和焊接过程都进行的并不顺利。仿真过程中的主要问题有，multisim 参数设置不正确，无法得到理想的频率图，也因此浪费了大量时间，不过也在此过程中反复的查阅资料，对于电路的原理设计有了更为充分的认识，也进一步熟练了 multisim 的使用。在实际进行焊接的过程中，我们进行了两次焊接，第一次焊接出现的主要问题有未对已经焊接好的电路进行验证连通性等措施，导致最后出现问题需要在每一步都进行调试，即便如此也未能即使找出错误，推测可能与接触不良有关。布线混乱，线与线之间的连接关系不明确，只有一两个按键按动后可以听到声音，但听到的却是非常模糊带很强噪声的杂音。在第二次重新焊接过程中，从开关开始，我便每焊接一个开关就测试按下后是否电阻为零，是否电流可以正常流经，以及在连接完 NE555 后就立即检测相应的输出波形，检验是否得到了近似理想的输出频率，最终一次性的成功在输出端喇叭听到了正确的声音。虽然效

果达成了，不过仍有些地方需要改进，例如对于元件之间的连接主要采用锡来连接，造成了不必要的浪费，同时对于芯片的焊接也不算完美，易留下隐患，不过每一次实验都是一次提升能力获取经验的机会，希望这次实验课的焊接训练，可以让我对电子元件从理论模型搭建到实际进行焊接这一过程有更为清楚的认识。

分工情况：

仿真部分：杨润康、赵汉卿

实践部分：杨润康