

《综合创新—模拟通信》 实验报告

基于红外的音乐“wifi”

第一作者 15021089 王贤

第二作者 15021117 周航宇

第三作者 14005011 马彦

电子信息工程学院

2017 年 9 月 12 日

目录

1	作品简介.....	2
2	制作概况.....	3
3	设计总结.....	4
3.1	硬件设计	4
3.1.1	红外光发射模块	4
3.1.2	红外光接收模块	6
3.1.3	中继模块	8
3.2	电路仿真	9
3.2.1	发射模块仿真电路图及测试结果	9
3.2.2	接收模块仿真电路图及测试结果	10
3.2.3	中继模块仿真电路图及测试结果	11
3.3	其他设计	12
3.3.1	发射部分仿真电路及测试结果	12
3.3.2	接收部分仿真电路及测试结果	13
4	调试过程.....	14
4.1	发射模块电路调试过程	14
4.2	接收模块电路调试过程	15
4.3	中继模块调试过程	16
5	测试结果.....	17
5.1	发射模块调试结果	17
5.2	接收模块调试结果	18
5.3	中继模块调试结果	19
5.4	全系统调试结果	20
5.4.1	波形测试结果	20
5.4.2	宏观数据全程测试结果	21
6	结论.....	22
	参考文献.....	23
	附录 24	

1 作品简介

本设计为一款基于红外的音乐“wifi”，共分为三个部分：发射部分、中继部分和接收部分。

发射部分分为两段电路，由单刀双掷开关相连。其中，一段用于信号检测，及时反映是否有音频信号输入；一段是由三极管组成放大部分，然后通过红外发射管传播模拟信号。中继部分一共实现了两种电路结构设计，十分精妙，均可达到产生转角、更远距离传输而不失真的目的。接收部分通过红外接收管，在固定夹角内感应到相应信号，然后滤波并通过扬声器发生较为清晰的音乐，成果极佳。

这三部分共四个模块电路均已实现相应功能，且通过反复调试，稳定性也很强。后期产品包装、元器件调整、实用性预估也十分到位。

本设计的创新点有以下几点。一、自主尝试设计了中继器其中一块，效果十分突出，完全达成了预期。二、在发射部分加入了检测信号输入电路，实用性更强、更加便捷。三、本设计的性价比较高、成本较低，十分适合大范围使用、传播或电子爱好者交流学习。

小组成员分工情况见下表。

表 1 小组成员分工情况表

学号	姓名	负责内容	工作量占比	备注
15021089	王贤	大量查阅文献、设计部分电路、部分系统仿真、焊接部分电路、调试测试结果、写论文、制作 ppt	34%	组长
15021117	周航宇	大量查阅文献、设计部分电路、部分系统仿真、焊接部分电路、调试测试结果、写小部分论文	33%	组员
14005011	马彦	大量查阅文献、设计部分电路、部分系统仿真、检查全部电路、调试测试结果、写大部分论文	33%	组员

2 制作概况

整个实物制作的主要过程包括：明确设计题目、确定基于红外的音乐“WiFi”基本功能与原理、设计电路、系统仿真、电路焊接、电路调试。

小组在查找相关电路并且进行适当改进花费了较多时间，并且在实际焊接和调试中问题较多，电路通常需要调试较长时间。为了有更好的效果，我们按照不同的电路焊接了多个红外模块，同时采用了不同的手法焊接（比如全部用导线连接元件、或利用飞锡走线法焊接），以求达到较好的效果。

我们已经阅读了约 23 篇论文、完整查阅了相关书籍约 5 本，进行了 multisim+proteus 两种仿真以更加全面的测试效果，焊接了 13 块电路板。最后，我们完成了一个性能较为稳定、效果较为突出、成本较为低廉的红外音乐传输的实物套件。

而且，我们进一步计划了以后更加深入的研究方向——三角载波调试。已经仿真出了较为合理的电路效果。

以下，是我们的工作流程表：

表 2 工作流程表

日期	工作
9 月 4 日	确定选题以及音频无线传输的基本功能
9 月 5 日	学习红外通信相关知识，查找红外传输资料
9 月 6 日	根据实际功能查找相关电路并进行适当改进
9 月 7 日	仿真红外发射、接收模块电路
9 月 8 日	购买元器件、红外发射模块焊接与调试
9 月 9 日	红外接收模块焊接与调试
9 月 10 日	红外发射与接收中继装置资料查找、电路仿真
9 月 11 日	红外接收模块重新焊制、中继模块焊接
9 月 12 日	系统调试与测量数据
9 月 13 日	检查电路与作品
9 月 14 日	写论文、准备答辩
9 月 15 日	参加结课答辩

3 设计总结

3.1 硬件设计

红外光通信，是利用红外线来传送信息的一种通信方式，红外光通信可以传输的内容是多样的，可以是音频信号，也可以是视频信号，可以是模拟通信，也可以是数字通信，我们所做的是红外线模拟通信传输音频信号。这种通信方式主要应用于室内，类似于wifi, 可以供多人同时连接使用，传输距离1~2米，非常适用于办公室和家庭。

下图1为系统的结构框图，音频信号在发射模块进行比较，放大，滤波之后，驱动红外发光二极管发射红外光，中继一将红外信号经过接收，转换，滤波，放大之后再输出，中继二还能做到将红外改变 90° 的角度，接收模块的红外接收二极管接受红外线后进行解调，放大，最后输出音频信号。

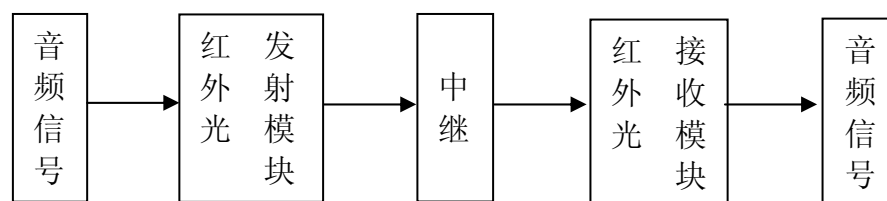


图1 系统结构框图

3.1.1 红外光发射模块

1. 信号发射部分原理及电路

红外发射模块的发射装置为红外线发射管。红外线发射管也称为红外发光二极管，其结构原理与普通发光二极管相近，只是半导体材料不同，它可以将电能直接转换成红外光并辐射出去。

红外线采用幅度调制，将音频信号直接调制红外光源，使红外线信号的强度随音频信号而变化。

下图为红外线发射原理框图，将音频信号先做用于信号输入检测电路，然后作用于驱动电路，由驱动电路驱动红外发光二极管辐射出红外线信号。红外发光二极管由偏置电路提供一定的静态工作点，由于红外发光二极管输出功率与注入的电流成正比，故当输入的音频信号在工作点的基础上以一定的幅度摆动时，红外二极管的光输出功率将随输入的音频信号做线性变化，从而实现幅度调制。

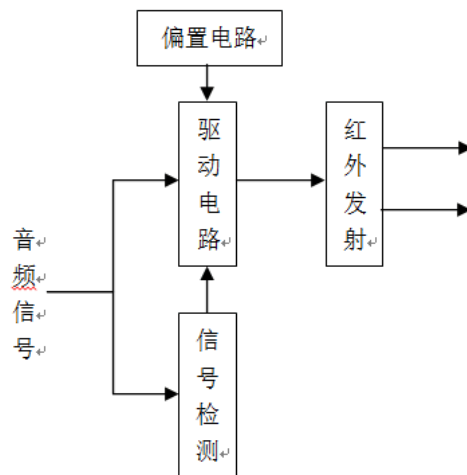


图 2 红外线发射原理框图

如下图所示，为信号发射部分的设计电路。

驱动电路用到了三极管；R1，R2 构成偏置电路，为红外发光二极管提供静态直流工作电流；C1，C2 起到滤波的作用，提高电源的稳定性，C3 起到隔直的作用。

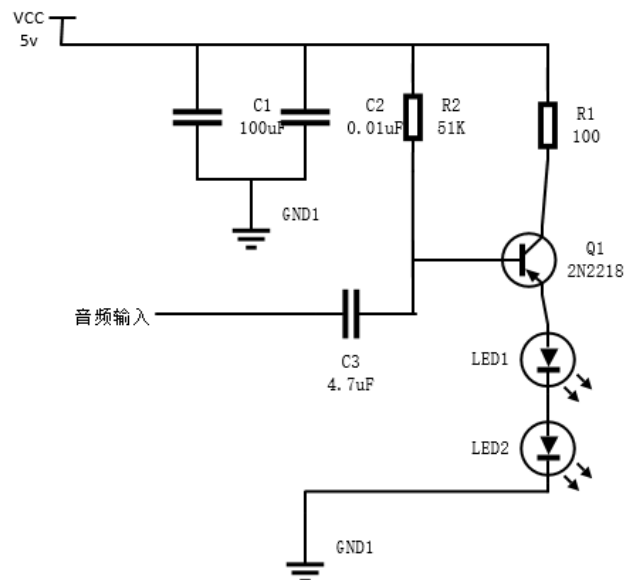


图 3 发射模块电路图

2. 信号输入检测部分原理及电路

利用 LED 灯是否发光来提示是否有音频信号输入，当 LED 灯亮表示有音频信号输入，LED 灯灭表示无音频信号输入。

检测电路的核心是比较电路，利用电压比较器 LM358AD 进行电压比较，通过调节滑动变阻器，获得一个直流参考电压，当没有音频信号输入时，比较器获得一个高电平，使得发光二极管截止，当有音频信号输入时，比较器获得一个低电平，使得发光二极管导通。

于是，我们设计检测是否有信号输入的电路图如下：

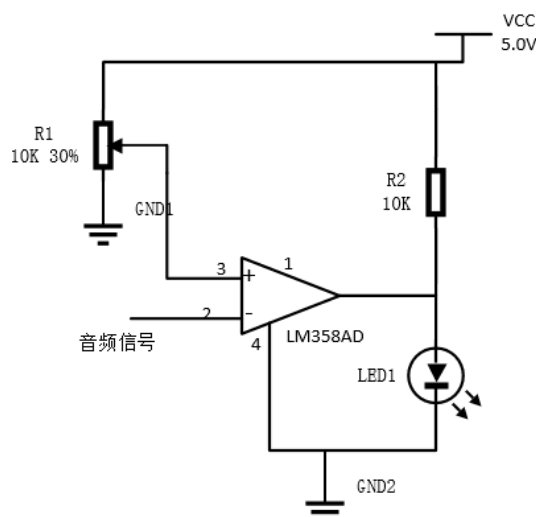


图 4 信号输入检测电路图

3. 原件选取

LED2 选用中功率红外发光二极管，电源采用市售稳压电源。

3.1.2 红外光接收模块

1. 信号接收部分原理及电路

接收模块的接收装置为红外光接收管，专门用来接收和感应红外线发射管发出的红外线光线。红外线接收二极管在一般照度的光线照射下，产生光电流，外电路负载就获得了电信号，而且这个电信号随着光的变化而相应变化。

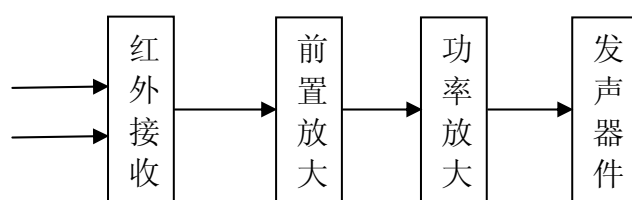


图 5 红外线接收模块原理框图

上图 5 是红外线接收模块原理框图。红外线接收器件将接收到的红外光信号进行前置放大后送到功率放大器，由功率放大器将信号放大到一定功率后驱动发声器件发出音频。

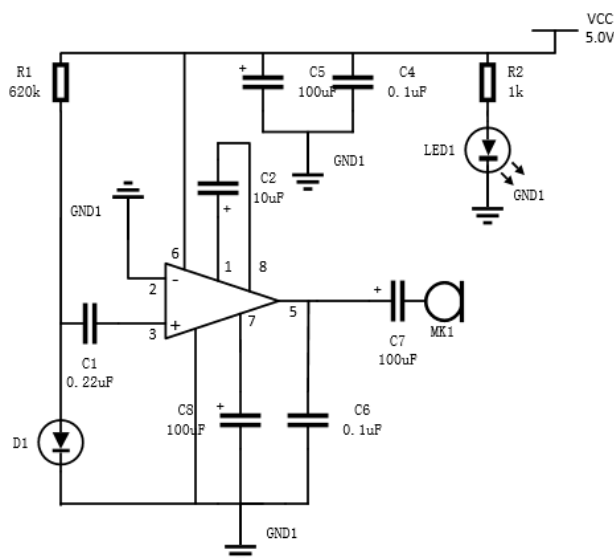


图 6 红外光接收电路图

如图 6 所示，为红外光接收电路图。当红外光接收到红外线发射管发射的红光时，在其两端产生一个和音频信号变化规律相同的电信号。

接收电路的核心是音频放大集成电路 LM386。LM386 静态功耗低，约为 4mA，是专门为低损耗电源设计的功率放大集成电路，共有 8 个引脚，在管脚 1 和 8 之间连接电解电容，使它的增益最高扩大到 200。LM386 可使用电池供电，输入电压为 9V。图中，C2, C4, C5, C7 起到滤波的作用，R1 是偏置电阻，C1, C7 是耦合电容，并且有隔直作用，C8 是旁路电容，C6 是高频旁路电容，消除可能出现的高频自激，最后电信号转换成音频信号，由扩音器播放出来。

电路中的 R2 和 LED1 构成音频信号检测电路，LED1 亮表示红外光接收电路处于工作状态。

2. 原件选取

采用 3mm 红外接收二极管，型号任选。电源采用电压为 9V 的电池。

3.1.3 中继模块

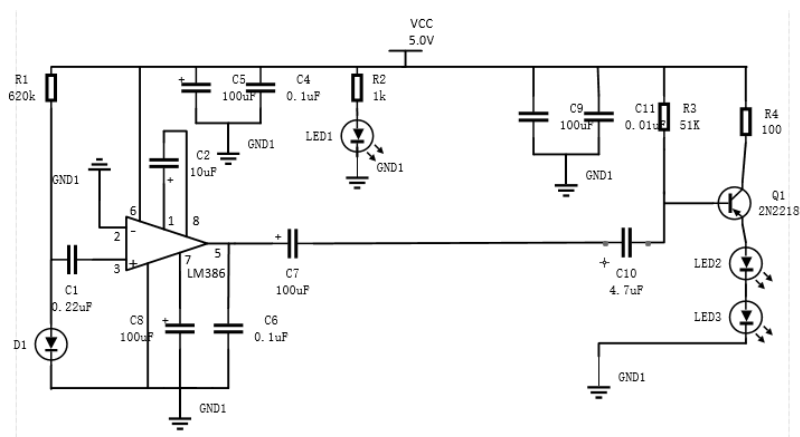


图 7 中继模块电路图

上图为自行设计的中继电路图。中继模块可以使得音频传输的距离更远、范围更广。

中继部分分为两部分，接收部分和发射部分。接收部分接收红外光发射模块发射的红外光，再由发射部分发射出来。

红外线接收二极管接收由发射装置发射出的音频信号，依次经过 LM386 与三极管放大。在焊接板子时，可以任意焊接角度，比如 90 度、120 度等，可以使得信号不只沿着直线传播。

如果想要提升放大效果，还可以利用三极管增加一级放大，我们组也有尝试，但是效果不佳，需要滤波。

3.2 电路仿真

3.2.1 发射模块仿真电路图及测试结果

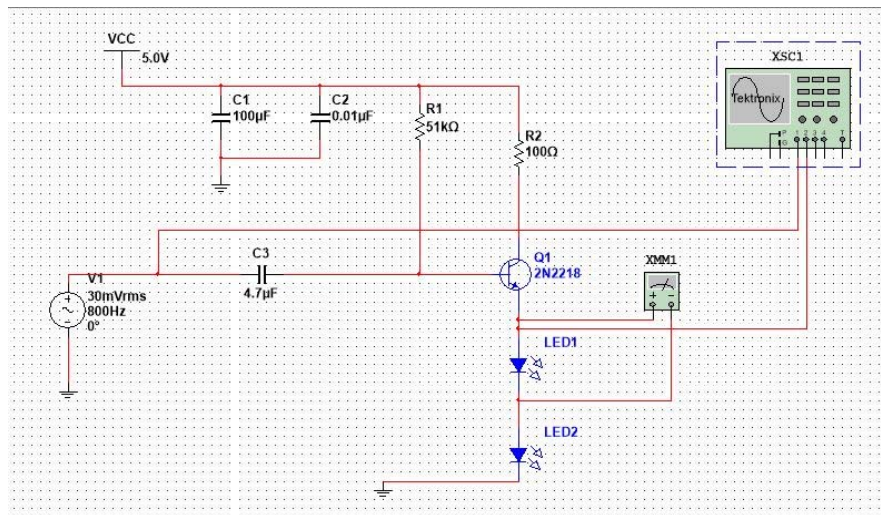


图 8 发射部分仿真电路图

当输入 84.8mV，800Hz 正弦交流信号时，输出结果图如下：

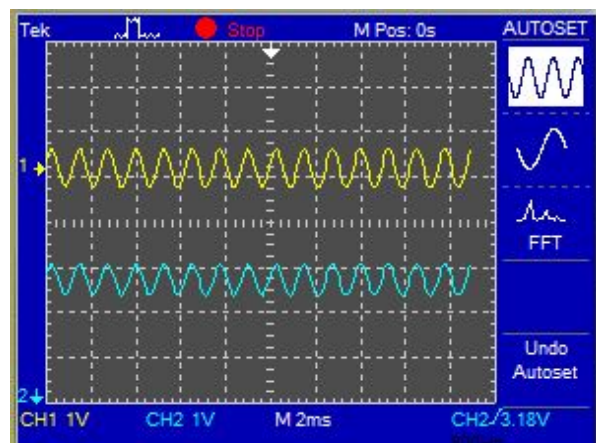


图 9 发射部分仿真测试图一

其中，黄色为输入，蓝色为输出。由此可见，输出信号为 68.1mV，800Hz 正弦交流信号。

当输入 84.8mV，18kHz 正弦交流信号时，输出结果图如下：

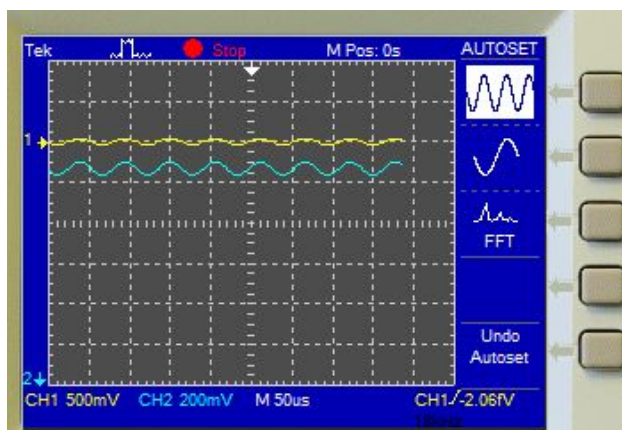


图 10 发射部分仿真测试图二

输出信号为 68.1mV，18kHz 正弦交流信号。

可见，随着接入的交流电源频率改变，输出信号频率也改变且保持一致，可达到 20kHz 而不失真。满足接入音频的需求。

但经过仿真，输入信号幅度不宜超过 2.5V，容易产生失真现象。

3.2.2 接收模块仿真电路图及测试结果

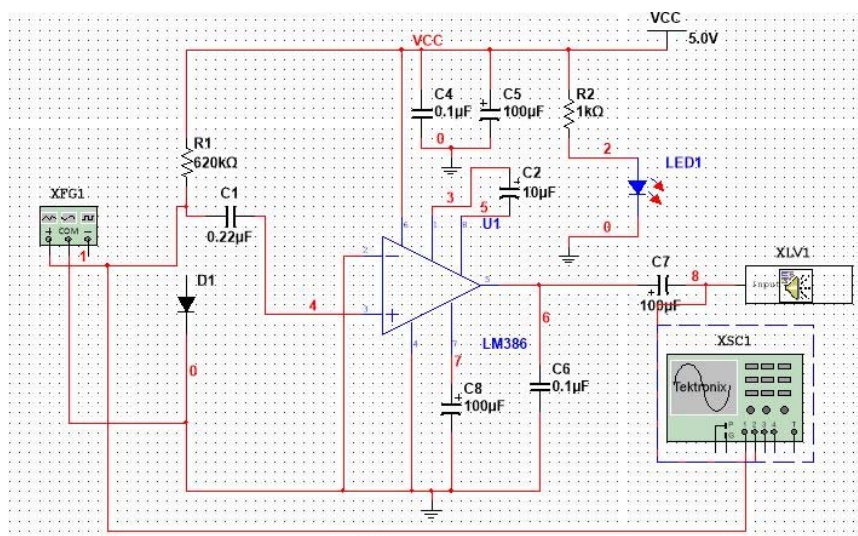


图 11 接收部分仿真电路图

The image shows a Tektronix TDS 204 digital storage oscilloscope. The screen displays a blue background with a grid. A green waveform (CH1) is shown with a peak-to-peak voltage of 2V and a period of 1ms. A yellow waveform (CH2) is shown with a peak-to-peak voltage of 500mV and a period of 1ms. The screen also shows 'M Pos: 0s' and 'CH1/0V'. The oscilloscope has a control panel on the right with buttons for Source, Type, None, and Back. The top of the device displays 'Tektronix TDS 204 FOUR CHANNEL DIGITAL STORAGE OSCILLOSCOPE 200 MHz 2 GS/s'.

黄色为输入，蓝色为输出。则输出信号为 681mV，800Hz 正弦交流信号。

经过调试，当输入信号幅度超过 300mV 时，失真现象变得严重。因此我们在使用此设备时，应该将发射模块和接收模块距离远一些，效果会更好。

The circuit diagram illustrates a multi-frequency oscillator built around an LM386 operational amplifier. The power supply section includes two VCC 5.0V sources connected to various components like capacitors C3, C9, R3, and C10, as well as a transistor Q1 (2N2218) which drives LEDs LED2 and LED3. The oscillator core consists of the LM386 op-amp configured with feedback capacitors C4 (0.1μF), C5 (100μF), and C2 (10μF). Input coupling is provided by capacitor C1 (0.22μF) from signal source /SIG1 through resistor R1 (820kΩ). A diode D1 is connected to the non-inverting input. The output of the op-amp passes through capacitor C7 (100μF) and is coupled to another part of the circuit via capacitor C10 (4.7μF). Resistor R2 (1kΩ) connects the output to LED1. Other resistors include R4 (100Ω) and R3 (51kΩ). A variable component /POT1 is also present in the output stage.

11

当输入信号为 30mV，1KHz 正弦交流信号时，输出结果图如下：

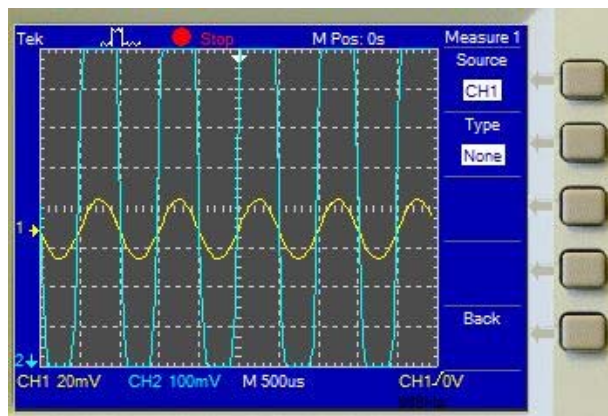


图 14 中继部分仿真测试图

输出的为 1.5V，1kHz 的正弦交流信号，可见放大效果极好。

综上，通过仿真得到结论，我们设计的电路能实现实验目的。

3.3 其他设计

为了提高红外通信的抗干扰能力，亦可考虑用 38kHz 以上的三角波进行载波。因为时间关系，该方案我们只完成了资料查找和仿真部分。

该方案的核心是在音频信号转化成电信号后，经过放大、滤波，与产生的 90kHz 的三角波进行调制，产生 PWM 波。

3.3.1 发射部分仿真电路及测试结果

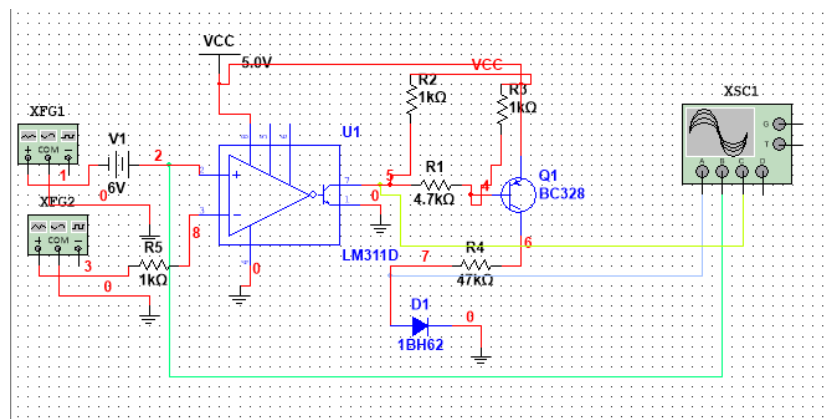


图 15 发射部分仿真电路图

在仿真中，经过放大滤波的音频信号以正弦波替代，此信号幅值要小于三角波的幅值。调制波的幅度发生变化时，三角载波与它的交点发生变化，进而使得脉冲波的宽度发生变化。

LM311 为电压比较器，当音频信号大于三角波信号时，比较器输出高电平；当音频信号小于三角波信号时，比较器输出低电平。比较器产生的脉冲波驱动三极管，进而使得红外管发射红外线。

仿真发射部分结果如下：

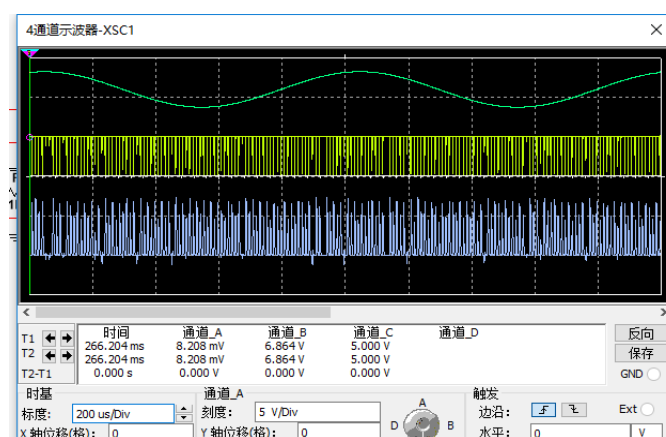


图 16 发射部分仿真结果图

3.3.2 接收部分仿真电路及测试结果

红外接收部分我们通过查找资料后，选择的电路图如下，但仿真有一些目前未能解决的问题。此电路为红外接收管接收到红外信号后经过电流至电压的转换、放大、限幅电路，输出前还需经过 LM358 滤波和 LM386 音频放大，与实物所设计的电路相似，故不再一一赘述。

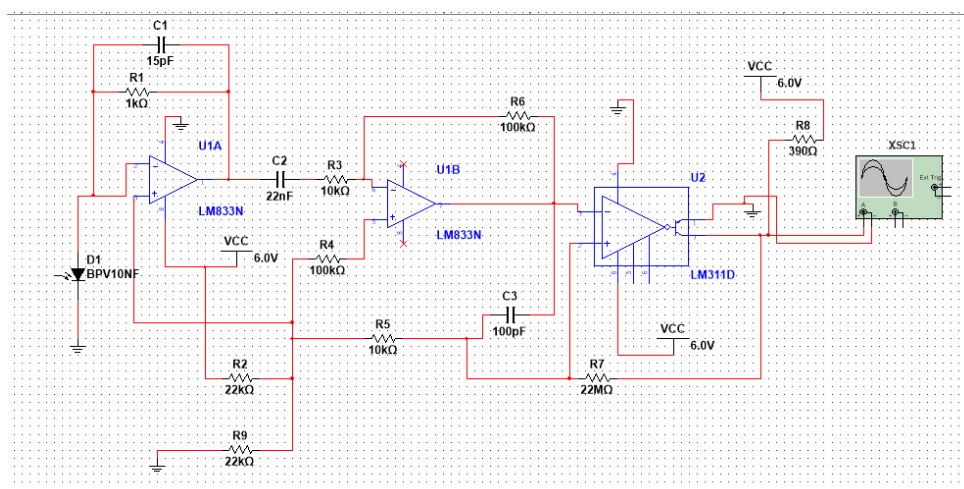


图 17 接收部分仿真电路图

将输出信号接入红外接收电路后的仿真波形（未经过滤波放大）

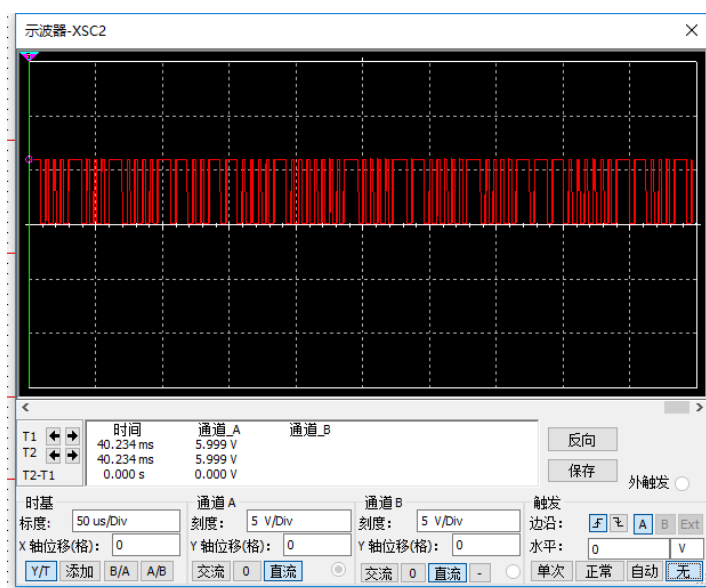


图 18 接收部分仿真结果图

这套电路的设计仍存在着一些漏洞，无论是效果上还是成本上，我们接下来就想努力解决这些问题。

4 调试过程

4.1 发射模块电路调试过程

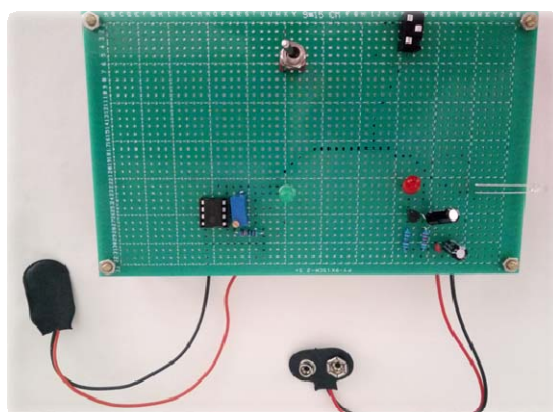


图 19 发射模块实物图

对于信号检测电路，我们应用了比较器，以实现当有音频输入 LED 绿灯变亮的目的。因而，在调试中，我们先单独连接了一个音频插座，连接地线和右声道。接入音频线、输入音乐，可发现在频率较高时，LED 明显发出明亮的光芒。而且，对

于频率较小的震动发生，比如用手轻轻拍动音频线一端，LED 还会根据拍动情况亮灭。

在接其余电路前，我们通过网上介绍的小方法，测试了一下红外管。比如，将小电阻与红外管、LED 灯串联，灯亮的为接收管，不亮的是发射管。还使用了手机摄像功能，观察发射管是否有蓝光，确定其是否正常工作；也利用了空调遥控器进行测试。另外，用万用表测试了红外管两端接不同表笔时的电阻值，发现与发光二极管类似，正负极电阻与负正极有大小差异。对于小的电阻值，那么红表笔端为红外管负极。

对于信号发射电路，我们用的三极管，所以第一步就是测量它的偏置电压，保证其确实正常工作。然后，轻轻触摸各电解电容及红外管，发现其未发热，则正常工作没有接反。接下来，用信号发生器给音频输入黄线加入一个正弦交流信号（1.2Vpp，1KHz），用示波器观察红外发射管两端输出的信号波形，与原始信号比较。发现与仿真结果相似，无较大的失真现象，波形相似。

发射部分的两块电路均比较简单，所以成功使用的调试并不困难，与仿真结果相差无几。

但是，如何将两部分电路同时接入，我们遇到了困难，调试了许久。发现用电池连接时，两部分共用一个电源就不能实现功能。可在功能上讲，为保护电路它们不应同时工作，也不应分为两部分电路、两个音频输入增加繁复性。于是，我们运用了单刀双掷开关，把分别调试好的两块与同一个输入端口进行连接，然后各接入一块电源，成功达到了目的。

通过示波器发现效果不错后，我们将音频输入黄线与耳机插座的右声道相接，另一端连在单刀双掷开关的共用端。

4.2 接收模块电路调试过程

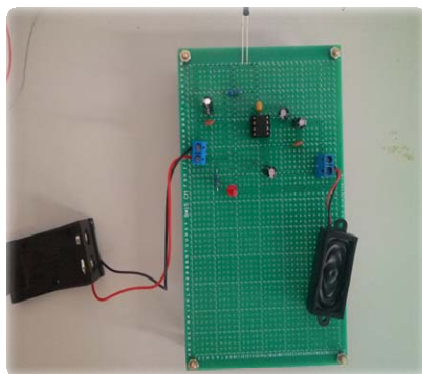


图 20 接收模块实物图

首先检测红外接收管是否正常接收红外。在已知的红外接收管极性的基础上，将万用表功能开关置于阻值 $200\text{M}\Omega$ ，使红表笔接触红红外接收管的负极，黑表笔接触红外接收管的正极，测出红外接收管的阻值，再用空调遥控器对准接收管发射红外线，此时万用表显示的阻值有大幅度的减小，逐渐加大遥控器与红外接收管之间的距离，并观察屏显阻值的变化，判断出红外接收管的灵敏度、接受性能很好。

检测出红外接收管能够正常接收红外之后，将制作好实物的接收部分接电源的两根导线接在电源为 9V 的正负极两端，在红外接收管两端接信号发生器，输入频率为 1Khz, 峰峰值为 0.8V 的正弦波，用示波器检测各个节点的输出，改变输出正弦波的频率，输出端扩音器能够发出音阶 Do re mi fa so la si。最后通过音频连接线在发射装置接入音频信号，使发射管与接收管对准，扩音器能够清楚地发出声音，然后将发射装置与接收装置逐渐远离至 2 米左右，能清楚地听到声音，说明接收部分能够正常工作。

4.3 中继模块调试过程

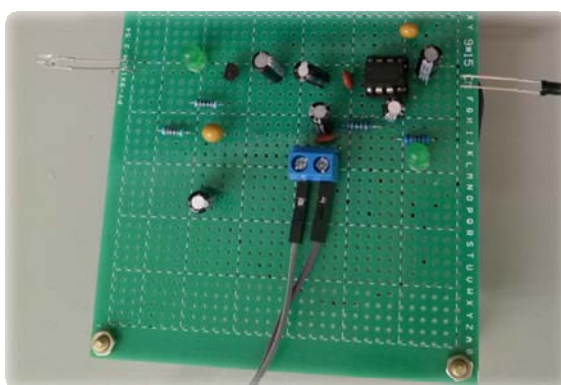


图 21 中继模块实物图

将中继接电源的两根导线接在电源为 9V 的正负极两端，两个 LED 指示灯能够发出红光，表示中继已经进入工作状态。

首先检测中继的红外接收管能否正常的接收红光，红外发光二极管能否正常发射红外光。然后在中继的红外接收管两端接信号发生器，输入频率为 1Khz, 峰峰值为 0.8V 的正弦波，用示波器检测中继的红外发射管的输出波形。

音频连接线在发射装置接入音频信号，调整发射装置与接收装置的位置，使发射管与接收管对准，使扩音器能够清楚地发出声音，但此时声音比较小，再将中继放在发射装置与接收装置之间，扩音器能够发出清楚不失真的声音，而且声音相比未加中继时变大。

5 测试结果

5.1 发射模块调试结果

当在音频输入端加上 880mV, 595Hz 正弦交流信号时, 红外发射管两端输出结果图如下:



图 22 发射模块实测图一

其中, 黄色为输入, 蓝色为输出。则输出信号为 692mV, 595Hz 正弦交流信号, 因为 $A_v(dB) = 20 \times \lg(Y)$, $Y = \frac{U_o}{U_i}$, 所以放大增益为-2.1dB。

随着输入幅度变化, 放大增益会小幅度改变。

随着输入频率变化, 输出信号频率会一直保持一致。

当在音频输入端加上一首歌曲音频时, 输出结果如下:



图 23 发射模块实测图二

因为 $A_v(dB) = 20 \times \lg(Y)$, $Y = \frac{U_o}{U_i}$, 所以这时的增益经测试为-1.83dB。

5.2 接收模块调试结果

当在红外接收管两端输入 80mV, 555Hz 正弦交流信号时, 扬声器两端输出结果图如下:

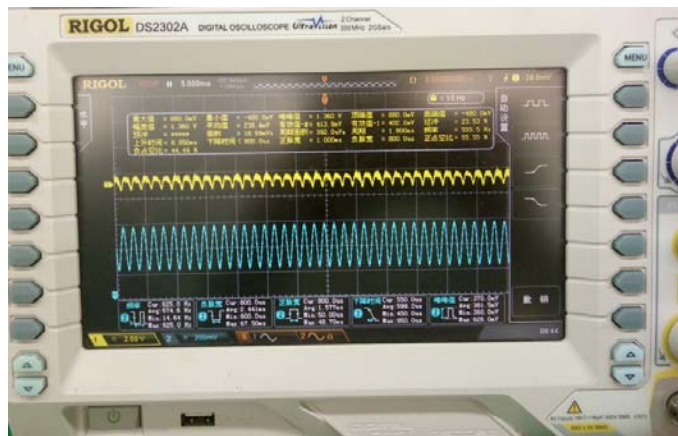


图 24 接收模块实测图一

其中, 蓝色为输入, 黄色为输出。则输出信号为 1.36V, 555Hz 正弦交流信号。因为 $A_u(dB) = 20 \times \lg(Y)$, $Y = \frac{U_2}{U_1}$, 所以放大增益为 24.61dB。

随着输入幅度变化, 放大增益会小幅度改变。实际测试中, 当输入大于 270mV 时, 失真严重。

随着输入频率变化, 输出信号频率会一直保持一致。

当在发射模块音频输入端加上一首歌曲音频时, 接收模块与其对齐, 则扬声器两端输出结果如下:



图 25 接收模块实测图二

并且连上扬声器后, 可明显听到较为清晰的音乐。

因为 $A_u(dB) = 20 \times \lg(Y)$, $Y = \frac{U_2}{U_1}$, 所以这时的增益经测试为 21.83dB。

5.3 中继模块调试结果

当在红外接收管两端输入 80mV，775Hz 正弦交流信号时，红外发射管两端输出结果图如下：

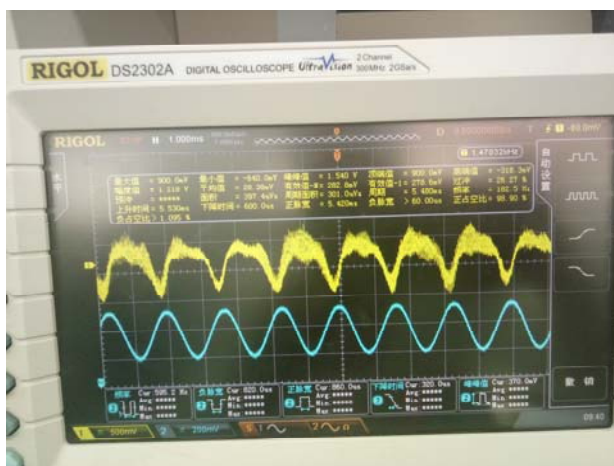


图 26 中继模块实测图一

其中，蓝色为输入，黄色为输出。则输出信号为 1.12V，775Hz 正弦交流信号。因为 $A_u(dB) = 20 \times \lg(Y)$ ， $Y = \frac{U_2}{U_1}$ ，所以放大增益为 22.92dB。

当在发射模块音频输入端加上一首歌曲音频时，中继模块与其对齐，则中继模块的红外发射管两端输出结果如下：



图 27 中继模块实测图二

并且连上扬声器后，可明显听到较为清晰的音乐。

因为 $A_u(dB) = 20 \times \lg(Y)$ ， $Y = \frac{U_2}{U_1}$ ，所以这时的增益经测试为 19.71dB。

5.4 全系统调试结果

5.4.1 波形测试结果

将三个模块，既发射模块、中继模块、接收模块依次对齐，测试发射模块音频输入口信号波形与接收模块扬声器两端信号波形。

当输入 700mV，625Hz 正弦交流信号时，红外发射管两端输出结果图如下：



图 28 全部模块实测图一

其中，蓝色为输入，黄色为输出。则输出信号在不规律变化，基本约为峰峰值 15.61V，频率 625Hz 的正弦交流信号。

此时，有部分失真现象。

但当输入一首歌曲音频时，效果还是不错的，如下图：



图 29 全部模块实测图二

并且连上扬声器后，可明显听到较为清晰的音乐。

5.4.2 宏观数据全程测试结果

不加中继，扬声器声音较大、较清晰时，发射与接收部分最大相距 1.94m。

加中继，扬声器声音较大、较清晰时，发射与接收部分最大相距 4.07m。

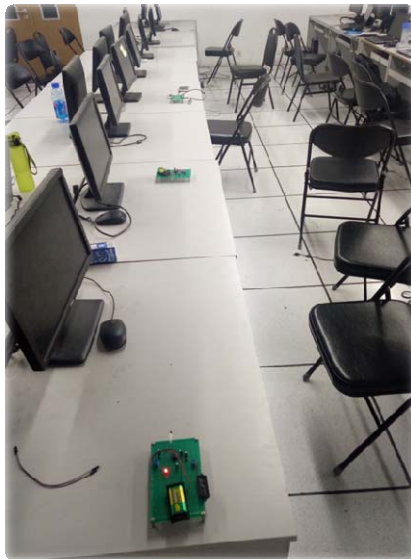


图 30 测试过程图

直接接入信号发生器时，随着频率逐渐增加，扬声器音调会明显改变。如视频 1 所示。

直接利用手机播放音乐时，声音较大且音质较为清晰时，最好在音量 2/3 格处，且三个模块距离不应过近，如视频 2 所示。

6 结论

这次设计中，我们组做的基于红外光的音乐“wifi”可以实现利用红外光进行短距离的音频信号传输，无明显失真情况下传输距离可达2米，免去了布线的烦恼，还包括一个转换角度的中继，可实现多角度传输，有很大的使用价值，可成为家庭和办公室无线通信的重要途径。

实验过程中，我们切实体会到了，红外通信以其传输速率高、保密性好、无频道资源占用、无辐射、安全性高等特点在家用电器中得到了广泛应用。这次我们设计的红外音频通信装备装置简单、成本低廉、效果较好，做出的中继装置也克服了红外通信距离短的弊端。

此装置核心是音频转化为电信号驱动红外发射信号，在接收端进行放大后用喇叭进行播放。电路较为简单，电信号调制成光信号，体现了模拟通信的特点。电路不复杂，但是焊接技术对电路影响较大，且元器件也会影响最终效果。

我们几次焊的板子，电路只有微小调整，但是最终效果也有较大差别。目前装置的弊端是在输入音频信号音量较大时会有杂音，且没有进行载波调制，使得抗干扰性不好。我们在今后，希望能够做出三角载波来提高整个系统的抗干扰性，通过画PCB板、使用贴片元件来减少对整个系统的影响。

总而言之，我们通过这次的实验，感受到了红外通信技术对于家电应用的广泛性以及实用性，希望这项技术能够有更好的发展。

另外，这个小学期，我们组收获很多，这两周来，我们组尽了最大的努力，从一开始对题目一筹莫展，查阅各种资料定题，到作品设计，电路仿真，再到焊多块板子，我们接触了一个真正设计电子作品的全部过程，学到了很多实实在在的知识，更加深刻的认识了模拟通信。

经历过不知从何入手的无助，不知仿真为何出错的苦恼，初有成果的欢呼还有最后攻破难关，通过检查的激动，现在回头想想，这个小学期是那么的有意义。

参考文献

- [1] 赵志杰. 集成电路应用识图方法[M]. 机械工程出版社, 2003
- [2] 苏长赞. 红外线与超声波遥控. 人民邮电出版社
- [3] 李彬. 光学无线数据传输技术: WI-FI 的终结者. 今日科苑, 2007
- [4] 钟晓岚, 赵满明. 红外传输特性在照明节能上的研究与应用. 首都师范大学学报, 2008
- [5] 郭明超等. 红外光模拟通信实验系统设计. 实验技术与管理, 2014
- [6] 刘大海. 不停车电子收费装置中红外通信系统设计. 激光与红外, 2005, 35 (6)
- [7] Robert M G. 光通信技术与应用. 陈根祥, 译北京电子工业出版社, 1998
- [8] 姜昊, 凌志浩. 基于音视频信息的无线通信装置设计与实现[J]. 自动化仪表, 2007, 28 (3)
- [9] 姜桥. 电子技术基础[M]. 北京: 人民邮电出版社
- [10] 廖爽. 模拟电路[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008
- [11] 刘凌云. 红外无线通信的发展与应用, 2013
- [12] 董诗白, 华成英. 模拟电子技术基础[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006

附录

完整的电路图(包括仿真和实物),正文中图片均已,这里附加另一种 proteus 仿真图和另一款自行设计的九十度中继。

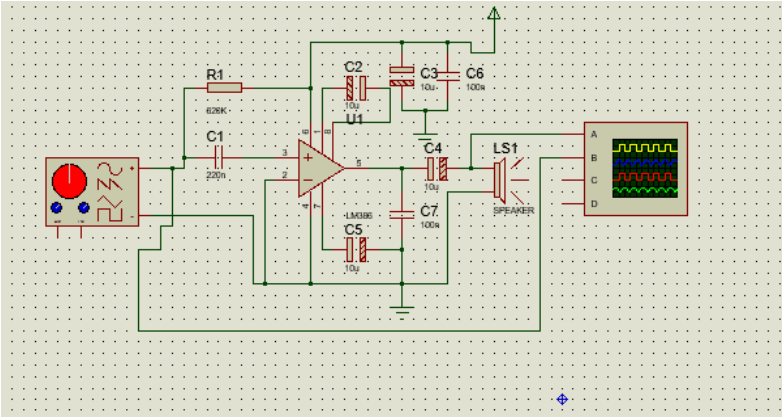


图 31 proteus 仿真接收电路图

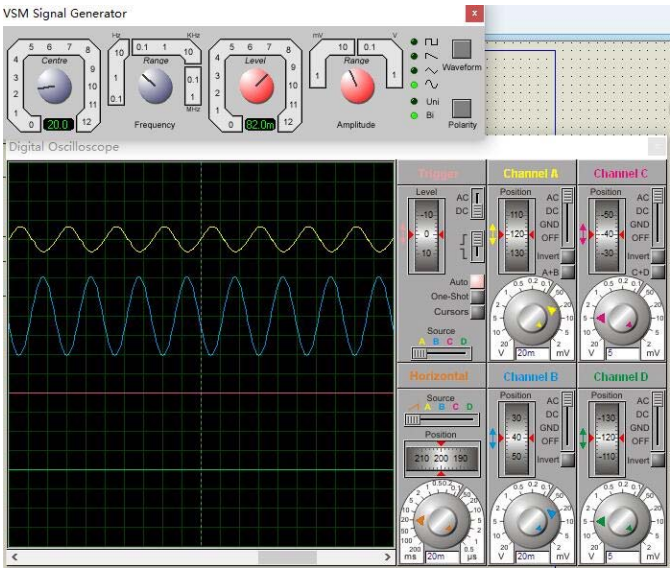


图 32 proteus 仿真接收实测图【20Hz】

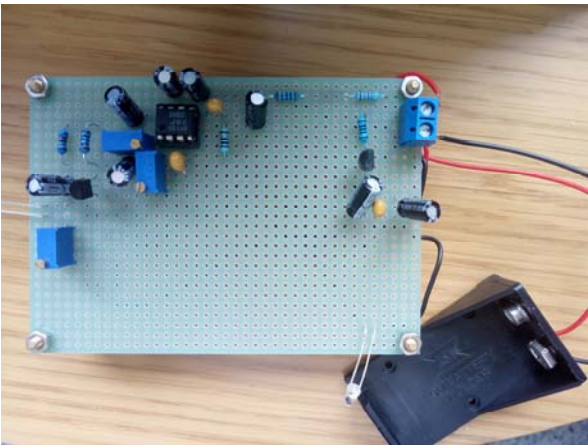


图 33 九十度中继实物图

LM386 芯片手册说明:

是专为低损耗电源所设计的功率放大器集成电路。它的内建增益为 20, 透过 pin1 和 pin8 脚位间电容的搭配, 增益最高可达 200。LM386 可使用电池为供应电源, 输入电压范围可由 4V~12V, 无作动时仅消耗 4mA 电流, 且失真低。LM386 的内部电路图及引脚排列图如图 1、图 2 所示, 表 1 为其电气特性。

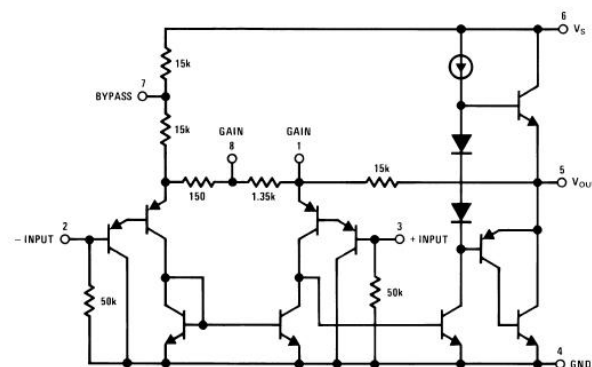
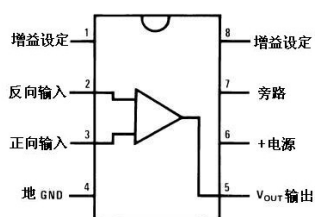


图 34 内部电路图



Top View
Order Number LM386M-1,
LM386MM-1, LM386N-1,
LM386N-3 or LM386N-4
See NS Package Number
M08A, MUA08A or N08E

图 35 引脚功能图

极限参数：电源电压（LM386N-1，-3，LM386M-1）15V、（LM386N-4）22V；封装耗散（LM386N）1.25W、（LM386M）0.73W、（LM386MM-1）0.595W；输入电压 $\pm 0.4V$ ；储存温度 $-65^{\circ}C$ 至 $+150^{\circ}C$ ；操作温度 $0^{\circ}C$ 至 $+70^{\circ}C$ ；结温 $+150^{\circ}C$ 。

LM386 是一种音频集成功放, 具有自身功耗低、电压增益可调整、电源电压范围大、外接元件少和总谐波失真小等优点, 广泛应用于录音机和收音机之中。

LM386 是美国国家半导体公司生产的音频功率放大器, 主要应用于低电压消费类产品。为使外围元件最少, 电压增益内置为 20。但在 1 脚和 8 脚之间增加一只外接电阻和电容, 便可将电压增益调为任意值, 直至 200。输入端以地位参考, 同时输出端被自动偏置到电源电压的一半, 在 6V 电源电压下, 它的静态功耗仅为 24mW, 使得 LM386 特别适用于电池供电的场合。LM386 的封装形式有塑封 8 引线双列直插式和贴片式。