《电路与电子学》2012年课程实验(三)

任课教师: 黄迅 助教: 白龙

一、实验目的

- 1. 了解并掌握面包板的使用方法;
- 2. 设计并实现 MOSFET 放大电路;
- 3. 设计并实现集成运放电路。

二、实验内容

- 1. 调试 MATLAB 声卡发声和采集程序;
- 2. 在面包板上搭建 MOSFET (IRF 540) 放大电路;
- 3. 在面包板上搭建集成运放(OP 07)电路,包括放大、加法、积分和微分电路。

三、实验背景知识

3.1 面包板简介

如图一所示为本次实验所用的面包板,其主要优点是接线方便,即不需要用 电烙铁焊上电路元件和连接线,只需将它们插入面包板上的插孔即可。

图二给出了面包板的基本连接情况,其中上、下分别有一排分组互联的插孔 (分为左、中、右三组,不同组之间并没有相连,每组内部都是相连的),分别 可以用作整个电路的电源和地。中间部分(被中间的凹槽分为两部分)用于连接 电路元件,其中每个列上的5个插孔之间是相连的,并且不与其他列相连。

3.2 实验板供电

本次实验采用 USB 接口供电方式。将实验提供的 USB 座子插入面包板,并 连接到笔记本/台式机上的 USB 接口,就可以得到 5V 的正电源(和地),参看图 三所示的连接方式。



图 1. 实验用面包板



图 2. 面包板连接情况



图 3. 实验板供电

也可以在图三所示连接的基础上,将电源(和地)扩展到最上(下)一排的 所有插孔上。图四所示为一个连接好的 MOSFET 放大电路。



图 4. 连接好的 MOSFET 放大电路

3.3 信号的输入与输出

本次实验采用声卡输出作为信号源,同时实验板输出信号也通过声卡采集并显示(通过 MATLAB 程序实现这些功能)。将实验提供的音频插头插入面包板,并接好音频线,就可以将声卡输出引入实验板或将实验板输出引入声卡采集了,参看图五所示的连接方式。



声卡另一声道输出信号(运放

声卡单声道**输** 出信号

实验板输入信号:插头另一端接 的是计算机音频输出插口 实验板输出信号:插头另一端接的 是计算机麦克风输入插口 图 5. 实验板的输入输出信号接线方式

3.4 实验所用芯片

如图六、七所示分别为实验所用 MOSFET 和运放 OP07 的管脚图(电路符号),关于更详细的信息可以参考随本文的发放的 OP07 和 IRF540 的 PDF 文档。





图 6. IRF540 管脚封装/定义图



NC-No internal connection

symbol



图 7. OP07 管脚示意图和电路符号

四、实验内容

4.1 MATLAB 声卡程序的调试

在连接电路前,需首先调试 MATLAB 声卡程序,具体步骤如下:

- 用音频线将计算机的音频输出口与麦克风输入口相连,这样声卡输出就直接 被声卡采集了;
- 2) 打开 MATLAB 程序 SineWave.m,运行程序,可以看到如图八所示的结果。



图 8. 运行 MATLAB 声卡程序得到的结果

这个结果表明如下两个事实:第一、声卡成功采集到了正弦信号,并且通过 MATLAB 程序显示了出来;第二、信号仅通过声卡的 DA、AD 过程就有了不为 1 的增益(这一现象并不影响后续的实验,该增益也可以调整,具体方法为:点 击右下角的喇叭符号→系统声音→录制→选择设备并单击属性→级别,但不建议 调整)。

如果程序运行结果可以看到 Audio OUT 波形(代表声卡输出信号),但看不 到 Audio IN(代表声卡接收到的信号)的正弦波形,就需要手动调试 MATLAB 程序了,因为不同电脑间的配置不同,这一调整往往是必须的。

具体来说,看不到波形的最主要原因是因为最后显示图片的时候,将声卡发 声之前所采集到的波形也显示了出来,甚至没能显示后面声卡开始发生之后采集 到的波形。程序第17行就开始录音,因此在19行声卡发声之前也有一部分时间 波形存在,在显示的时候需要把这一部分去掉(也就是最开头的一部分数据), 通常对于不同计算机,需要去掉的量是不同的,在SineWave.m中去掉了its个数 据块中的前49个数据块(程序第34行),这一参数需要根据自己电脑的配置灵 活修改。另外,看不到波形还有可能是因为等待时间不够长(程序第20行),因 此可尝试将发声时间变长(程序第12行duration参数)。调整上述参数值直到可 以看到图八所示的波形为止。接下来利用这一调整之后的程序就可以验证我们搭 建的电路功能了。

4.2 搭建 MOSFET 放大电路

搭建如图九所示的放大电路,并利用前面介绍的方法验证电路的放大功能。



图 9. MOSFET 放大电路

上图中,可调电阻 R1 用于调整 MOSFET 的工作点, MOSFET 放大倍数对 于工作点的选取极为灵敏,因此需要仔细调整 R1 的取值,以得到较好的波形和 放大倍数。

图十所示为利用 MATLAB 程序验证的结果,用到了程序 SineWave.m。可以看到,MOSFET 放大电路实现了放大功能(与图八比较便可看出)。



图 10. 对 MOSFET 放大电路的验证结果

4.3 搭建运放电路

利用运算放大器 OP07 可以搭建如图十一至十四所示放大、加法、积分和微分电路。注意因为是单电源供电(没有负电压),所以参考输入端(同相输入端)没有直接接地,而是接到了电源电压 Vcc 的一半。OP07 的1 端和8 端接的是调零电阻,在这里可以不接它们。



图 11. 运放加法电路







图 14. 运放微分电路

图十五所示为对运放放大电路的验证结果,用到了程序 SineWave.m。注意 到采用 USB 供电导致了运放工作点不稳定的现象。



图 15. 对运放放大电路的验证结果

图十六所示为对运放加法器的验证结果,用到了程序 SineWave2.m。此程序可以分别指定左声道和右声道发出不同的信号,并对它们进行加法运算。图十六所示情形中,两路输入信号的频率从分别为1kHz和5kHz,输出即为他们的叠加信号。



图 16. 对运放加法电路的验证结果





图十八所示为对运放微分电路的验证结果,其中用到了程序 TriangleWave.m。 微分电路建议对于低频信号验证(低于1kHz,效果更佳),此处的频率为600 Hz。



图 18. 对运放微分电路的验证结果