

实验 04 集成运算放大器的线性应用

实验学生个人信息栏

课序号： 04 班级： 2307 学号： 20232241110 姓名： 刘晨旭

实验 04 得分：

实验教师（签字）： _____

一、实验目的

使用软件 Proteus 8 进行基于集成运放的反相加法和比例电路的设计和仿真实验。改变输入信号使得电路出现失真的情况，观察失真的情况并分析出失真的原因。根据电路图在实验室进行实际接线，记录数据，研究并理解集成运放的相关性质。

二、实验设备与器件

使用软件：Proteus 8, EXCEL

序号	元件名称	元件符号
1	正弦交流信号源	Vsin
2	集成运算放大器	TL082
3	电位器	Rv
4	电阻	R

三、实验操作过程及结果分析

3.1 课堂实验部分

仿照着实验原理图与课本，在模电实验课上完成了反相比例运算电路的接线，连接了信号发生器和示波器，并将课堂上记录的数据整理得到了附录 4.1。

3.2 反相比例运算电路数据测量

首先计算平衡电阻 R_3 的阻值：

$$R_3 = R_2 // R_1 // R_F \quad (1)$$

代入公式计算可得 $R_3=4.0k\ \Omega$

根据电路图和具体需求，在 Proteus 中进行绘图得到附件 4.2。

调节电位器使得输入电压为 -0.49V 得到输出电压为 0.98V，满足公式：

$$u_o = -\frac{R_F}{R_1} u_i \quad (2)$$

调节电位器多次测量均符合公式，证明了理论分析和仿真实验的有效性，而根据原理图得到的真实的实验的数据（见附件 4.1）也与理论分析相近。笔者对于仿真模拟的数据进行了记录，见附录 4.3。

3.3 仿真环境下反相加法与比例放大电路输出信号波形顶部失真研究

调节电位器使得输入电压为-2V 左右，观察到输出电压为 3.43V，并不符合反相运算电路的公式，即输出电压并不为输入电压的二倍，观察示波器的输入输出信号的波形，观察到输出电压波形的顶部发生了失真。（见附录 4.4）

显然的，如果静态工作点 Q 过低，在输入信号的负半周的某段时间内，晶体管基极-发射极之间的电压 U_{be} 小于开启电压 U_{on} ，晶体管进入截止区，因此，基极电流 I_b 和集电极电流 I_c 波形将产生底部失真，输出电压 U_o 波形将产生顶部失真。

将集成运放的供电从原来的 5v 和-5v 改到 15v 和-15v 观察到失真现象消失，具体图像与原理分析参考附录 4.4.

3.4 仿真环境下反相加法与比例放大电路输出信号波形底部失真研究

与顶部失真类似，调节电位器使得输入电压为 1.66V，观察到输出电压虽然满足输入电压的二倍关系，但是输出信号的波形发生了底部失真，继续调节电位器的位置，使得输入电压继续上升，观察到输出电压与输入电压不在满足二倍关系，且输出电压底部失真的情况也更加明显。

四、实验总结、建议和质疑

无论是理论分析，仿真实验，还是在实验室进行的实验，都符合我们对于反相比拟放大电路的预期。通过本次实验，我对于集成运放的性质产生了进一步的了解，同时对于软件 Proteus 8 的运用也更加的熟练，我甚至有信心自己按照自己的想法设计电路，并在软件中进行模拟仿真，得到我预期的效果。

五、附录

附录 4.1 集成运算放大器线性应用的课堂实践部分

附录 4.2 基于集成运放的反相加法和比例放大电路设计

附录 4.3 仿真环境下反相加法与比例放大电路交流输入输出信号的测量

附录 4.4 仿真环境下反相加法与比例放大电路输出信号波形顶部失真研究

附录 4.5 仿真环境下反相加法与比例放大电路输出信号波形底部失真研究