

学子专区— ADALM2000实验： 通过之前的模块 构建运算放大器

Doug Mercer, 顾问研究员;
Antoniu Miclaus, 系统应用工程师

目标

本实验通过组合之前的学子专区文章中所探讨的电路模块，对于利用几个分立式器件构建完整的高开环增益放大器将很有帮助。

材料

- ▶ ADALM2000主动学习模块
- ▶ 无焊面包板
- ▶ 跳线
- ▶ 一个8.2 kΩ电阻 (将1.5 kΩ与6.8 kΩ电阻串联可得到近似的等效电阻)
- ▶ 一个47 kΩ电阻
- ▶ 一个100 kΩ电阻
- ▶ 两个470 kΩ电阻
- ▶ 一个10 kΩ电阻
- ▶ 一个1 kΩ电阻
- ▶ 两个22 μF电容
- ▶ 一个1 μF电容
- ▶ 一个47 nF电容
- ▶ 一个小信号PNP晶体管(2N3906)
- ▶ 三个小信号NPN晶体管 (2N3904和1SSM2212)

描述

在无焊面包板上构建图1所示的放大器电路。

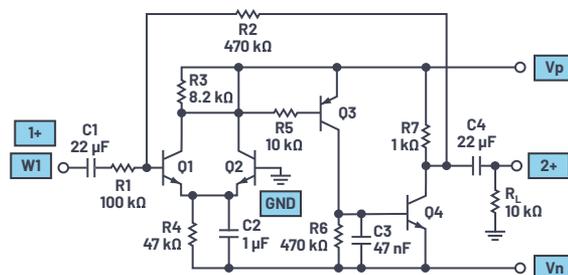


图1 高增益放大器。

硬件设置

如图1中的蓝色方框所示，将电路连接至ADALM2000 I/O连接器。对于未使用的示波器负输入，在不使用时最好将其接地。对Q1和Q2晶体管应使用SSM2212 NPN匹配对。

程序步骤

配置波形发生器，以生成1 kHz正弦波，峰峰值幅度为400 mV，偏移为0。使用示波器通道1观察W1处的输入，使用示波器通道2观察R处的放大器输出，记录输入-输出幅度和相位关系。

配置示波器，以捕获多个周期的输入和输出信号，以500 mV/division的比例缩放通道。

示波器图示例如图3所示。

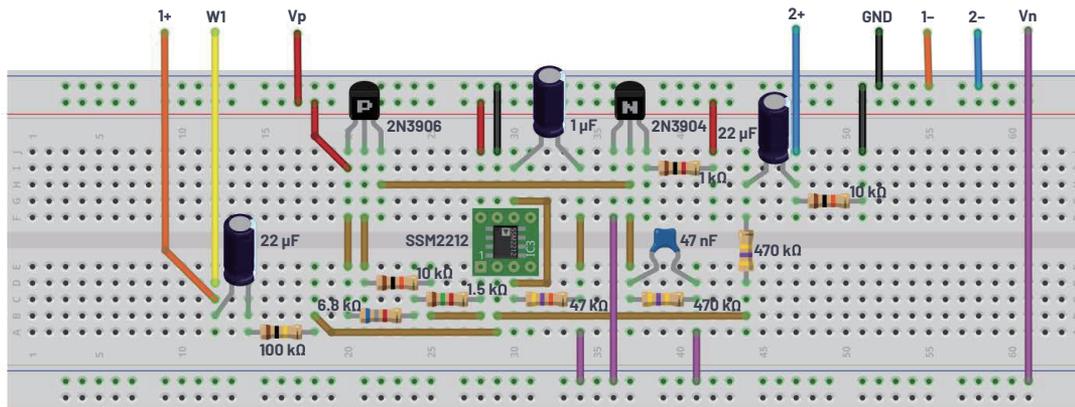


图2 高增益放大器面包板电路。

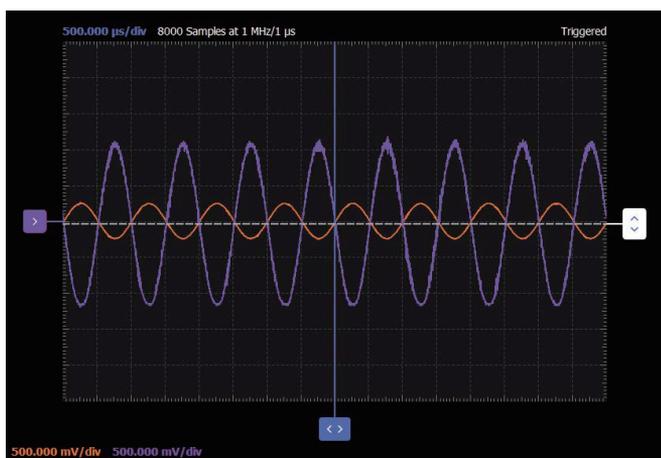


图3 高增益放大器波形。

单位增益放大器

目标

通过组合之前的文章中所探讨的电路模块，我们可以构建完整的单位增益缓冲放大器。为差分级增加电流镜负载是对这款简单放大器的重要改进。

材料

- ▶ ADALM2000主动学习模块
- ▶ 无焊面包板
- ▶ 跳线
- ▶ 一个15 kΩ电阻（可以用10 kΩ电阻与4.7 kΩ电阻串联代替）
- ▶ 两个小信号PNP晶体管（可以使用2N3906或SSM2220 PNP匹配对）
- ▶ 六个小信号NPN晶体管（2N3904，对Q1和Q2使用SSM2212 NPN匹配对；如果没有足够多的2N3904器件，可以用TIP31C代替Q5）

说明

在无焊面包板上构建图4所示电路。如蓝色方框所示，将电路连接至ADALM2000 I/O连接器。对于未使用的示波器负输入，在不使用时最好将其接地。

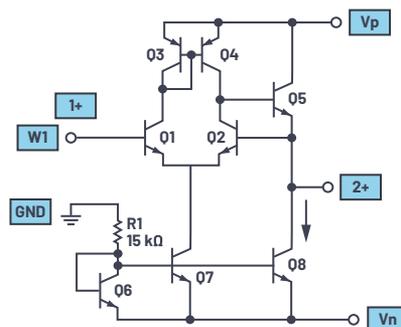


图4 单位增益放大器。

硬件设置

电路的面板连接如图5所示。

程序步骤

配置AWG1，以生成1 kHz正弦波，峰峰值幅度为2 V，偏移为0。使用示波器通道1观察W1处的输入，使用示波器通道2观察放大器输出，记录输入-输出幅度和相位关系。

配置示波器，以捕获多个周期的输入和输出信号，以1 V/division的比例缩放通道。

示波器图示例如图6所示。

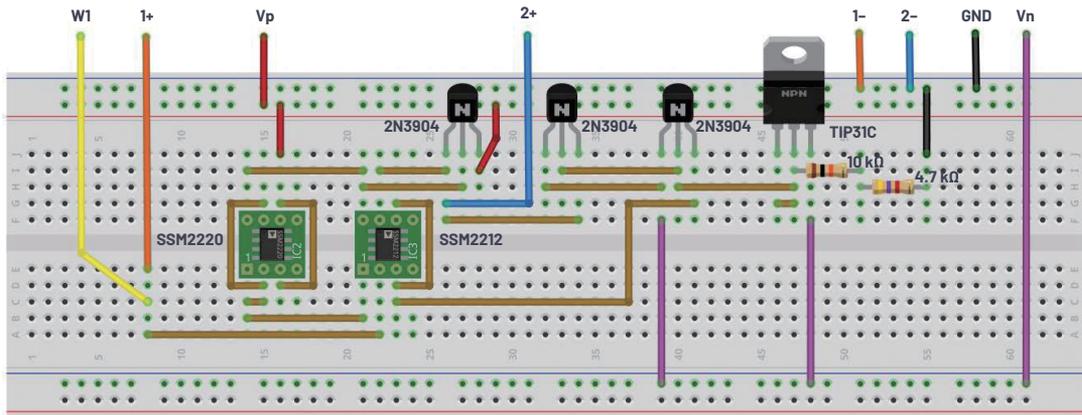


图5. 电压转频率三角波发生器面包板连接。

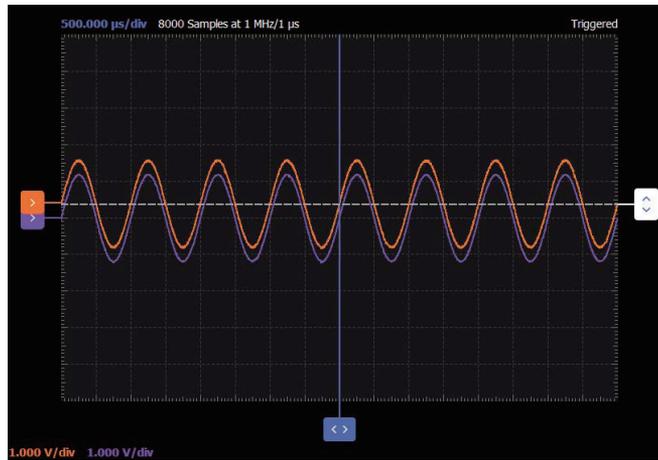


图6. 具有单位增益波形的放大器。

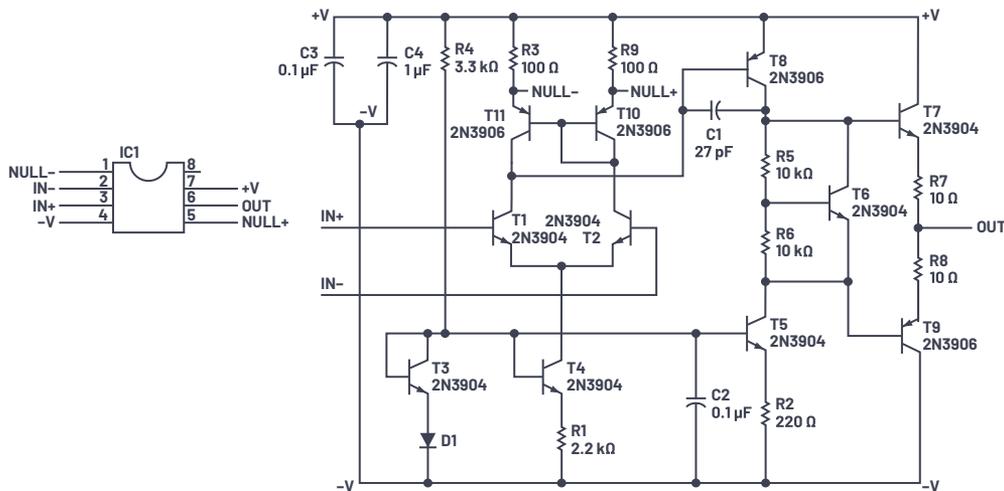


图7. 运算放大器PCB原理图。

问题:

- ▶ 对于图1所示的电路，从输入源W1到R输出的增益是多少？由哪些组件设置此增益？
- ▶ 更改补偿电容C3的值。提高和降低C3的值会如何影响频率响应？

您可以在[学子专区](#)论坛上找到问题答案。

附录：PCB板上的更高级版本

本次实验使用的PCB板设计文件和其他相关扩展文件可在ADI GitHub教育工具库下的[实验板设计文件](#)中找到。图7显示PCB原理图，图8显示该板的照片。

该PCB使用标准的8引脚DIP单通道运算放大器封装，可插入无焊面包板中。



图8. 运算放大器PC板。



作者简介

Doug Mercer于1977年毕业于伦斯勒理工学院(RPI)，获电子工程学士学位。自1977年加入ADI公司以来，他直接或间接贡献了30多款数据转换器产品，并拥有13项专利。他于1995年被任命为ADI研究员。2009年，他从全职工作转型，并继续以名誉研究员身份担任ADI顾问，为“主动学习计划”撰稿。2016年，他被任命为RPI ECSE系的驻校工程师。联系方式：doug.mercer@analog.com。



作者简介

Antoniu Miclaus现为ADI公司的系统应用工程师，从事ADI教学项目工作，同时为Circuits from the Lab[®]、QA自动化和流程管理开发嵌入式软件。他于2017年2月在罗马尼亚克卢日-纳波卡加盟ADI公司。他目前是贝碧思鲍耶大学软件工程硕士项目的理学硕士生，拥有克卢日-纳波卡科技大学电子与电信工程学士学位。联系方式：antoniu.miclaus@analog.com。

