

学子专区—ADALM2000实验： 跨阻放大器输入级

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

目标

本次实验旨在研究简单跨阻放大器的输入级配置。

背景信息

跨阻放大器输出的电压与输入电流成比例。跨阻放大器通常被称为互阻放大器, 尤其是半导体制造商喜欢这样叫。在网络分析中, 跨阻放大器的一般描述是电流控制的电压源(CCVS)。

反相跨阻放大器可由传统运算放大器和单个电阻器构成。电阻器连接在运算放大器的输出和反相输入之间, 同相输入连接到地。这样, 输出电压便与反相输入节点处的输入电流成比例, 随着输入电流的增加而减小, 反之亦然。

本次实验活动探究一种交替差分输入结构, 它能够产生固有的低输入阻抗(电流输入), 而6月学子专区实验和7月学子专区实验(MOS)中探究的电压差分对则与此相反, 其输入阻抗相对较高。完整的转换放大器可能需要添加更多增益级和一个输出驱动器级。

材料

- ▶ ADALM2000 主动学习模块
- ▶ 无焊面包板
- ▶ 跳线
- ▶ 三个1 kΩ电阻
- ▶ 两个2.2 kΩ电阻

- ▶ 一个47 kΩ电阻
- ▶ 两个10 μF电容
- ▶ 两个NPN晶体管 (2N3904或SSM2212)
- ▶ 两个PNP晶体管 (2N3906或SSM2220)

说明

与ADALM2000相连的电路及连接如图1所示。NPN晶体管Q1和Q2以及PNP晶体管Q3和Q4应从VBE匹配最佳的可用器件中选择。在同一封装中制造的晶体管, 例如SSM2212、SM2220或CA3046, 往往比单个器件匹配得更好。探究本电路的工作原理时, 示波器输入1+可以连接到Q1和Q3发射极的连接点, 或连接到Q1或Q3的集电极。位于Q1和Q3的发射极连接点的电流输入节点是标称低阻抗, 因此它可以从电流源驱动。ADALM2000的AWG输出更像电压源。因此, 1 kΩ电阻 R_{IN} 用于将AWG1的电压输出转换为电流($I_{IN} = V_{IN}/1\text{ k}\Omega$)。

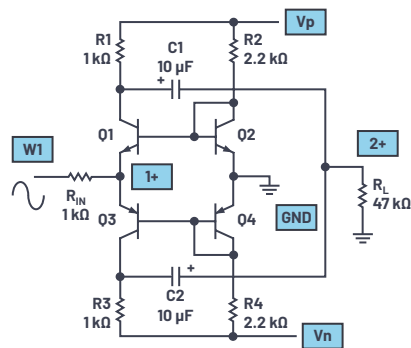


图 1. 电流驱动的跨阻放大器输入级

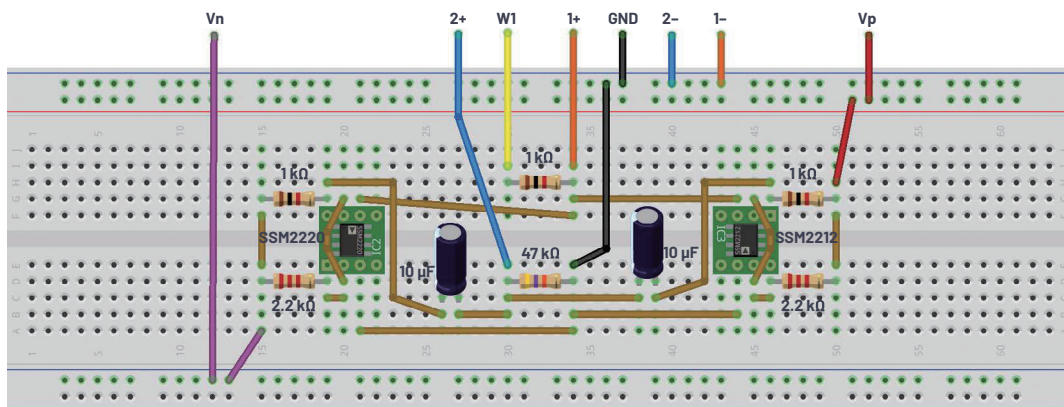


图 2. 面包板电路上的电流驱动跨阻放大器输入级

硬件设置

第一个波形发生器W1配置为1 kHz正弦波，峰峰值幅度为800 mV，偏移为0。示波器的通道1应连接为显示第一发生器的输出，通道2应设置为显示输出信号（每格40 mV）。

程序步骤

配置示波器以捕获所测量的两个信号的多个周期。使用LTspice®的波形示例如图3所示。

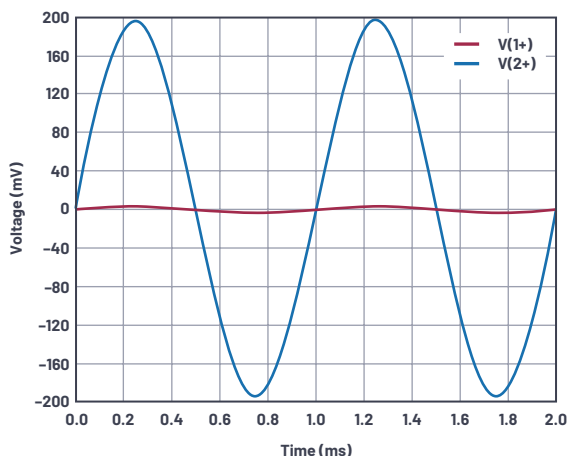


图 3. 电流驱动的跨阻放大器输入级的波形

观测 R_L 的输出，其为Q1和Q3的集电极信号交流耦合的和。测量从AWG1输出到 R_L 的电压增益，并将其与计算值进行比较。观测电流输入节点（1+，Q1和Q3的发射极在此连接）处的信号的电压幅度。基于该幅度计算放大器的输入电流幅度（ R_{IN} 两端的电压除以 R_{IN} ）和有效输入电阻。将这些值与计算值进行比较。

配置电压驱动

附加材料

- 一个470 Ω 电阻

说明

现在将输入重新配置为电压驱动。用470 Ω 电阻替换 R_{IN} ，另一端接地，如图4所示。断开Q2和Q4的发射极与地的连接，并断开其与AWG1输出的连接。

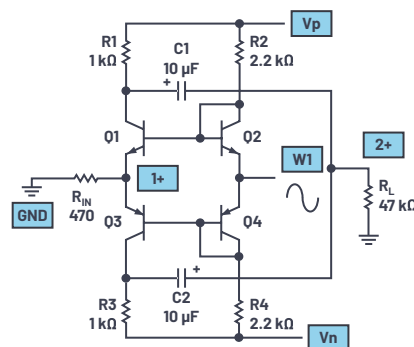


图 4. 带尾电流源的差分对

硬件设置

第一个波形发生器W1配置为1 kHz正弦波，峰峰值幅度为800 mV，偏移为0。示波器的通道1应连接为显示第一发生器的输出，通道2应设置为显示输出信号（每格80 mV）。

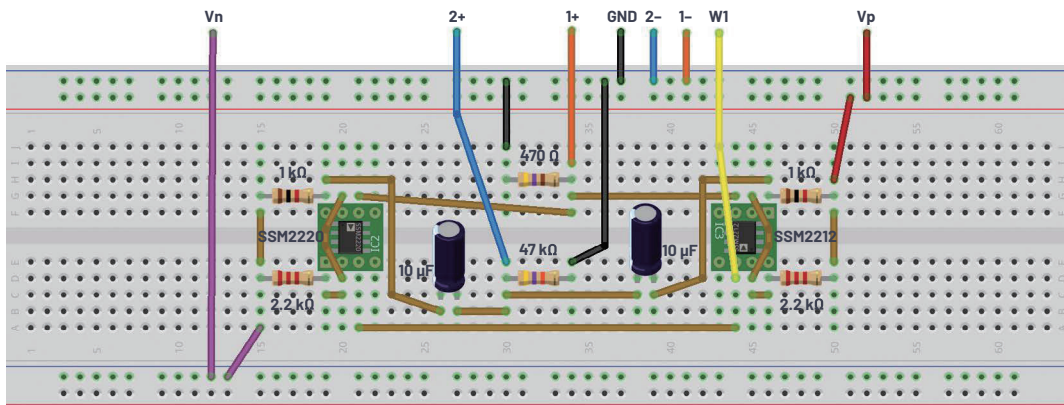


图 5. 面包板电路上的电压驱动跨阻放大器输入级

程序步骤

配置示波器以捕获所测量的两个信号的多个周期。使用LTspice的波形示例如图6所示。

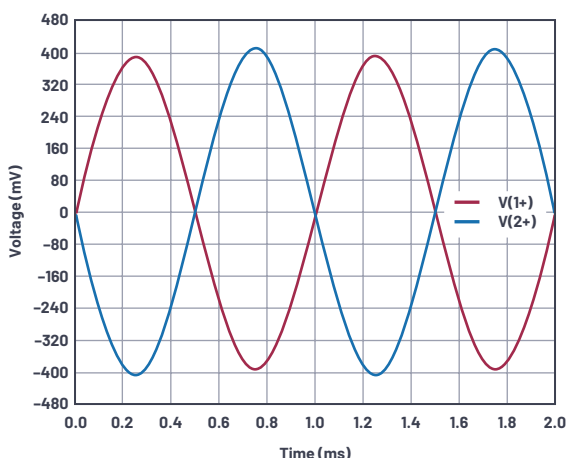


图 6. 电压驱动的跨阻放大器输入级的波形

观测 R_L 的输出，其为Q1和Q3的集电极信号交流耦合的和。测量从AWG1输出到 R_L 的电压增益，并将其与计算值进行比较。观测电流输入节点（1+，Q1和Q3的发射极在此连接）处的信号的电压幅度。基于该幅度计算放大器的输入电流幅度（ R_{IN} 两端的电压除以 R_{IN} ）和有效输入电阻。将这些值与计算值进行比较。

在该电压驱动配置中，为了测量输入驱动器(W1)需要提供的电流，应插入1 kΩ电阻与AWG1（以及Q2和Q4的发射器）串联。横跨1 kΩ电阻连接差分通道1示波器输入1+、1-。当AWG1以±400 mV摆幅摆动时，观测此电压并计算电流。

问题：

- ▶ 说出定义跨阻放大器的主要特性。
- ▶ 您能否指出采用此类电路的一些应用？

您可以在[学子专区论坛](#)上找到问题答案。



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

Antoni 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：antoni.miclaus@analog.com。

