

学子专区— ADALM2000实验： 调节基准电压源

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

本实验旨在构建和研究多种类型的基准电压源/稳压器，分为以下几部分：

- ▶ 可调基准电压源
- ▶ 增强基准电压源
- ▶ 分流稳压器

调节基准电压源

目标

可以将先前实验中的零增益放大器（Q1、R2）和稳定电流源（Q2、R3）与负反馈中的PNP电流镜级（Q3、Q4）配合使用，以构建在一定的输入电压范围内提供恒定或可调输出电压的电路。

材料

- ▶ ADALM2000主动学习模块
- ▶ 无焊面包板
- ▶ 一个2.2 kΩ电阻（或其他类似值）
- ▶ 一个100 Ω电阻
- ▶ 两个小信号NPN晶体管（2N3904或SSM2212）
- ▶ 两个小信号PNP晶体管（2N3906或SSM2220）

说明

面包板连接如图1所示。AWG1的输出驱动PNP晶体管Q3和Q4的发射极。Q3和Q4配置为电流镜，其基极与Q3的集电极相连。Q4的集电

极连接到电阻R1。电阻R1和R2以及晶体管Q1按照2020年11月学子专区实验所示进行连接，“ADALM2000实验：零增益放大器。”由于Q2的 V_{BE} 始终小于Q1的 V_{BE} ，因此应从器件库存中选择Q1和Q2，使得（在相同的集电极电流下）Q2的 V_{BE} 小于Q1的 V_{BE} 。晶体管Q2的基极连接到Q1集电极的零增益输出。Q2的集电极连接到PNP电流镜的输入端，即Q3的基极和集电极。2+（单端）示波器输入用于测量Q4集电极上的输出电压。

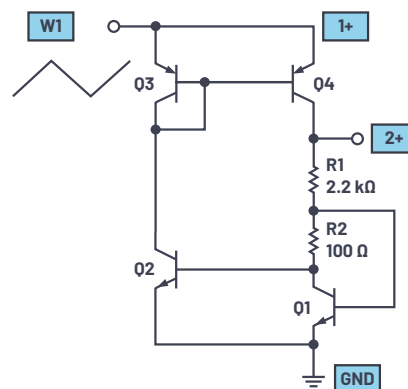


图1. 稳压器电路。

硬件设置

波形发生器1应配置为1 kHz三角波，峰峰值幅度为4 V，偏置为2 V。示波器通道2的单端输入(2+)用于测量Q4集电极上的稳定输出电压（负输入1-和2-应接地）。

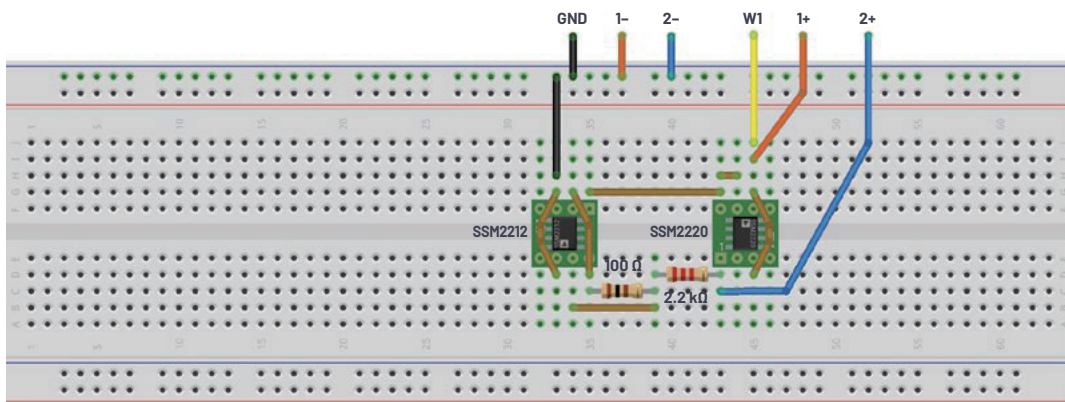


图2. 稳压器试验板电路。

程序步骤

绘制输出电压（在Q4的集电极处测量）与输入电压的关系曲线。在多少输入电压电平下，输出电压停止变化/调节？这称为压差。对于输入电压高于压差的情况，输入电压每变化一伏，输出电压变化多少？ V_{OUT} 的变化/ V_{IN} 的变化称为电压调整率。将可变电阻的输出节点接地。在输入电压固定（即连接到固定的Vp板电源）的情况下，测量电阻各种设置的输出电压。计算每个设置的电阻中的电流。输出电压与输出电流的关系有何变化？这称为负载调整。

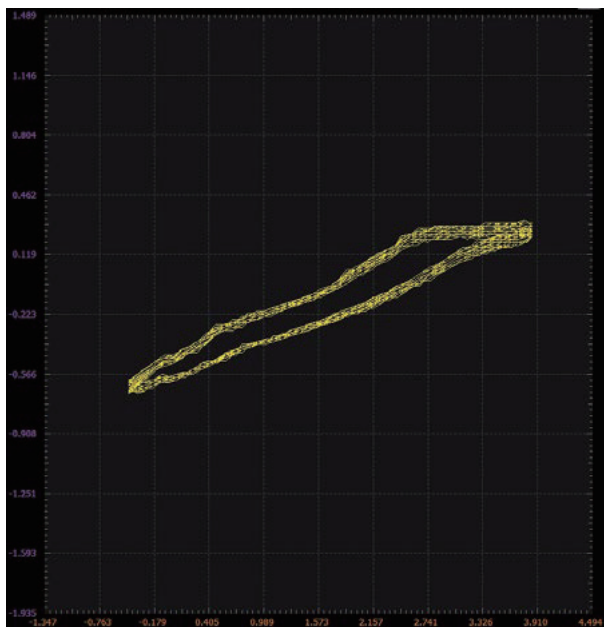


图3. 稳压器示波器XY图。

增强基准电压源

目标

上一节中稳压器电路存在的问题是，可用于输出负载的电流受到通过PNP Q3和Q4映射的NPN Q2提供的反馈电流的限制。我们希望构建一个电路，不仅在输入电压范围内，而且在输出负载电流范围内都能提供恒定或可调输出电压。这第二个电路利用发射极跟随器输出级为输出提供电流。

材料

- ▶ 一个2.2 kΩ电阻
- ▶ 一个100 Ω电阻
- ▶ 一个10 kΩ可变电阻（电位计）
- ▶ 一个4.7 kΩ电阻（可以是所需电路操作选择的任何类似阻值电阻）
- ▶ 四个小信号NPN晶体管（2N3904和SSM2212）

说明

面包板连接如图4所示。晶体管Q1和电阻R1及R2依然配置为零增益放大器。晶体管Q2和可变电阻R3形成稳定的电流源。如果使用SSM2212匹配的NPN对，最好将其用于器件Q1和Q2。共发射极输出级Q3及其集电极负载R4提供增益。发射极跟随器Q4驱动输出节点并关闭负反馈环路。

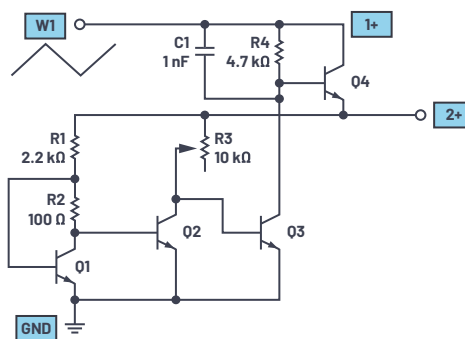


图4. 增强型稳压器。

硬件设置

波形发生器W1应配置为1 kHz三角波，峰峰值幅度为4 V，偏置为2 V。示波器通道2(2+)用于测量Q4发射极上的稳定输出电压。

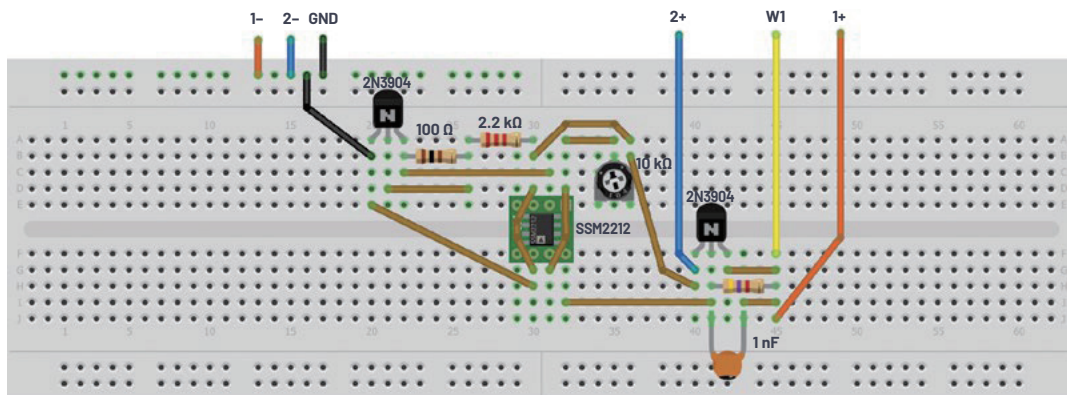


图5. 增强型稳压器试验板电路。

程序步骤

重复测量此电路的压差、线路和负载调整。它们与第一个稳压器电路有何不同？

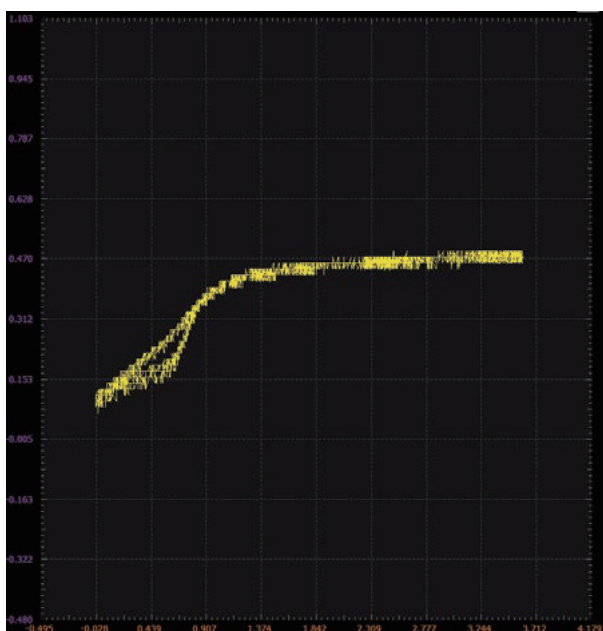


图6. 增强型稳压器波形XY图。

分流稳压器

目标

可以将零增益放大器 (Q1、R2) 和稳定电流源 (Q2、R3) 与负反馈中的共发射极放大器级(Q3)配合使用，以构建在一定的输入电流范围内提供恒定或可调输出电压的2端口电路。

材料

- ▶ ADALM2000主动学习模块
- ▶ 无焊面包板
- ▶ 跳线

- ▶ 一个2.2 kΩ电阻 (或其他类似值)
- ▶ 一个100 Ω电阻
- ▶ 一个1kΩ电阻 (或类似值)
- ▶ 一个10 kΩ可变电阻 (电位计)
- ▶ 三个小信号NPN晶体管 (2N3904和SSM2212)

说明

面包板连接如图7所示。函数发生器的输出驱动电阻R4的一端。电阻R1和R2以及晶体管Q1按照11月学子专区文章所示进行连接，” [ADALM2000实验：零增益放大器\(BJT\)](#)。” 电阻R3和晶体管Q2按照2021年1月文章所示进行连接，” [ADALM2000实验：稳定电流源](#)。” 如果使用SSM2212匹配的NPN对，最好将其用于器件Q1和Q2。添加Q3，将其发射极接地，基极连接到Q2的集电极，集电极连接到组合R1、R3、R4和示波器输入2+的节点上。

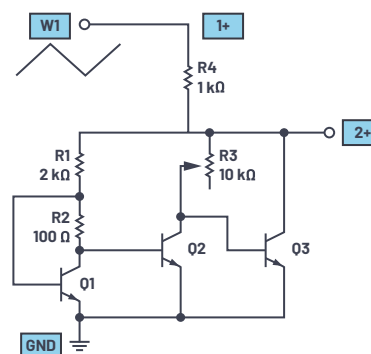


图7. 带隙分流稳压器。

硬件设置

波形发生器W1应配置为1 kHz三角波，峰峰值幅度为4 V，偏置为2 V。示波器通道2的单端输入(2+)用于测量Q3集电极上的调节输出电压。

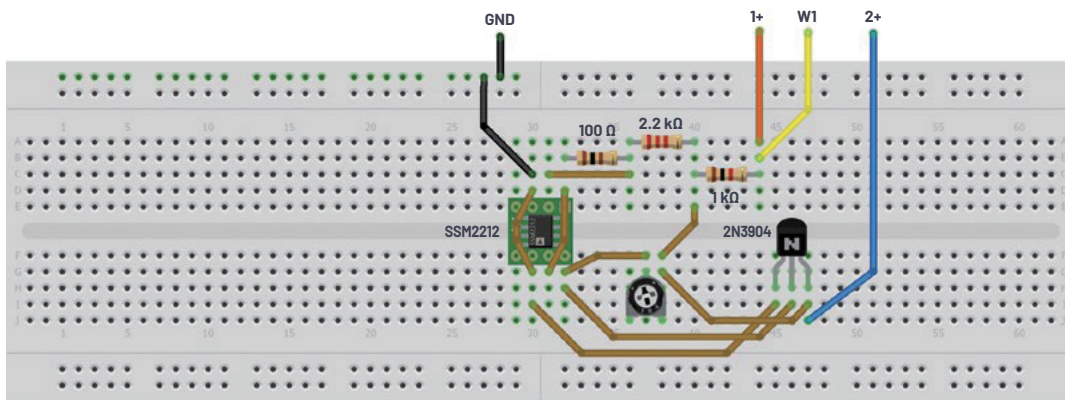


图8. 带隙分流稳压器试验板电路。

程序步骤

配置示波器以捕获测量的两个信号的多个周期。确保启用XY功能。图9提供了示波器显示的图像示例。调节可变电阻R3时，观察输出电压的调节。

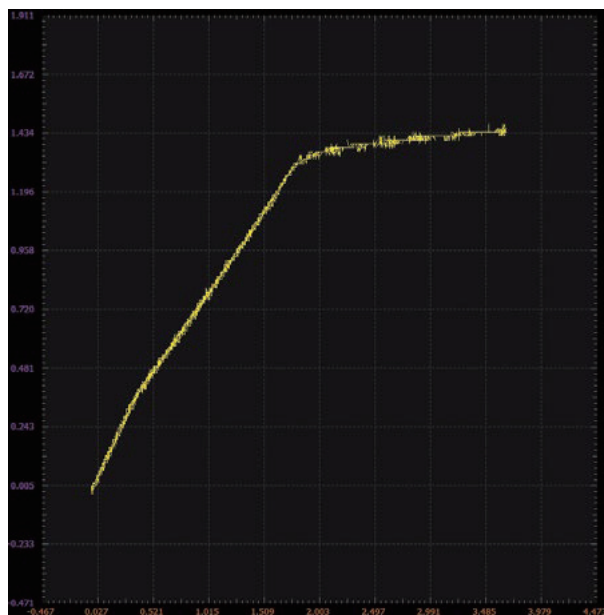


图9. 输出电压与输入电压的关系

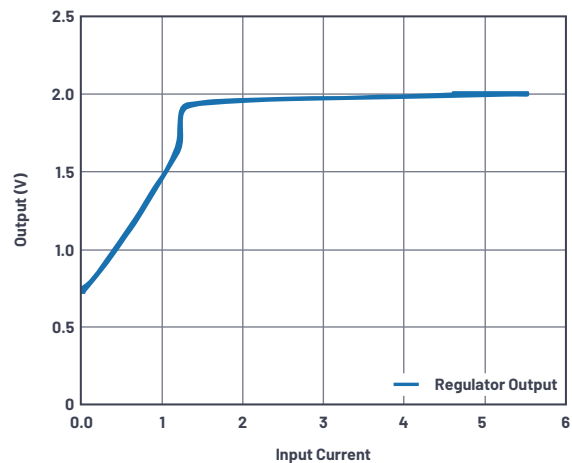


图10. 输出电压与输入电流关系图示例。

问题：

向带隙分流稳压器的输出电压施加接地负载时，会对输出电压的调节产生什么影响？

您可以在[学子专区博客](#)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。

