

Analog Engineer's Circuit

具有输出摆幅至 **GND** 电路的单电源低侧单向电流检测解决方案

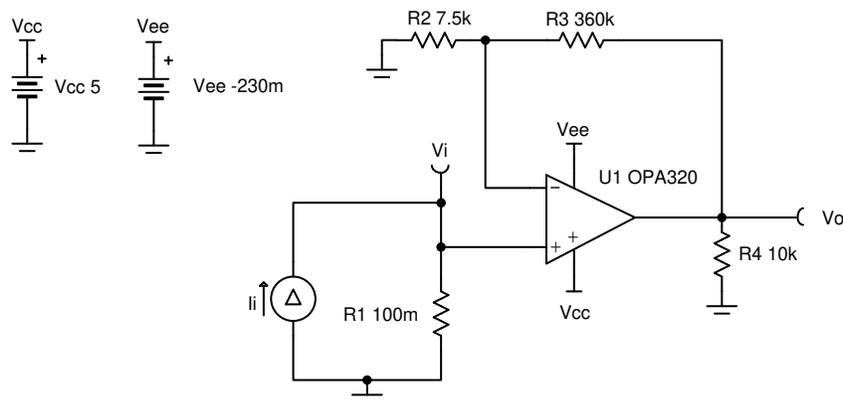
Caelan (Zak) Kaye

设计目标

输入		输出		电源		
I_{iMin}	I_{iMax}	V_{oMin}	V_{oMax}	V_{cc}	V_{ee}	V_{ref}
0A	1A	0V	4.9V	5V	0V	0V

设计说明

该单电源、低侧、电流检测解决方案可以精确地检测 0A 至 1A 的负载电流，并将其转换为 0V 至 4.9V 的电压。可以根据需要调节输入电流范围和输出电压范围，并且可以使用更大的电源来适应更大的摆幅。负电荷泵 (如 LM7705) 在该设计中用作负电源，以维持接近 0V 的输出信号的线性。



Copyright © 2018, Texas Instruments Incorporated

设计说明

1. 使用精密电阻器最大限度地降低增益误差。
2. 为确保轻负载精度，负电源应扩展至稍低于接地值。
3. 与反馈电阻器并联放置的电容器将限制带宽并有助于降低噪声。

设计步骤

1. 确定传递函数。

$$V_o = I_i \times R_1 \times \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right)$$

2. 定义满量程分流电压和分流电阻。

$$V_{iMax} = 100\text{mV at } I_{iMax} = 1\text{A}$$

$$R_1 = \frac{V_{iMax}}{I_{iMax}} = \frac{100\text{mV}}{1\text{A}} = 100\text{m}\Omega$$

3. 选择用于设置输出范围的增益电阻器。

$$V_{iMax} = 100\text{mV and } V_{oMax} = 4.9\text{V}$$

$$\text{Gain} = \frac{V_{oMax}}{V_{iMax}} = \frac{4.9\text{V}}{100\text{mV}} = 49\frac{\text{V}}{\text{V}}$$

$$\text{Gain} = 1 + \frac{R_3}{R_2} = 49\frac{\text{V}}{\text{V}}$$

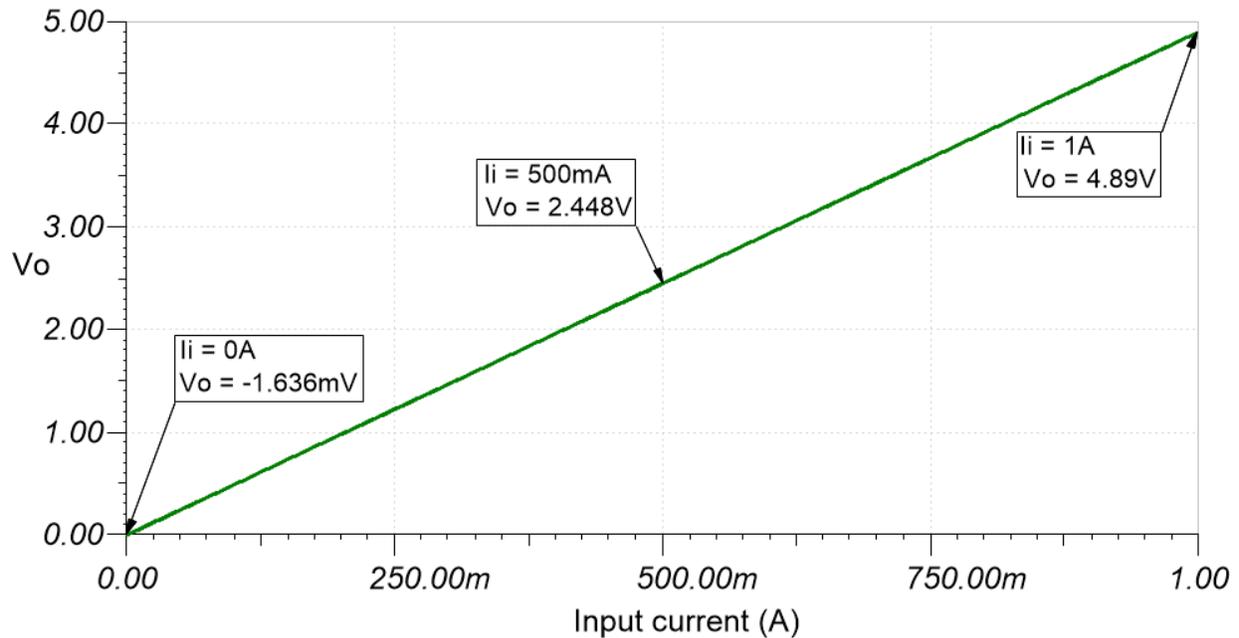
4. 为 R_2 和 R_3 选择标准值。

$$R_2 = 7.5\text{k}\Omega \text{ (0.05\% Standard Value)}$$

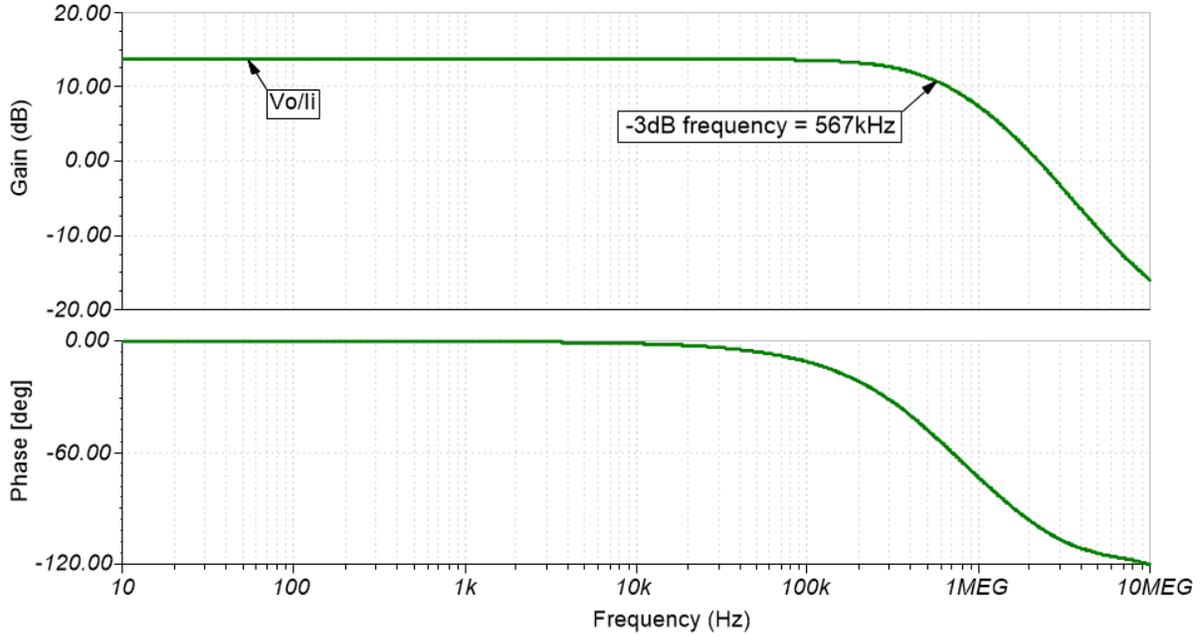
$$R_3 = 48 \times R_2 = 360\text{k}\Omega \text{ (0.05\% Standard Value)}$$

设计仿真

直流仿真结果



交流仿真结果



设计参考资料

德州仪器 (TI), [具有输出摆幅至 GND 的单向电流检测仿真](#), 电路 SPICE 仿真文件

德州仪器 (TI), [0A 至 1A 单电源低侧电流检测解决方案](#), 参考设计

设计特色运算放大器

OPA320	
V_{cc}	1.8V 至 5.5V
V_{inCM}	轨到轨
V_{out}	轨到轨
V_{os}	40μV
I_q	1.5mA/通道
I_b	0.2pA
UGBW	10MHz
SR	10V/μs
通道数	1 和 2
OPA320	

设计备选运算放大器

TLV9002	
V_{cc}	1.8V 至 5.5V
V_{inCM}	轨到轨
V_{out}	轨到轨
V_{os}	400 μ V
I_q	60 μ A
I_b	5pA
UGBW	1MHz
SR	2V/ μ s
通道数	1、2 和 4
TLV9002	

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision A (February 2019) to Revision B (October 2024)	Page
• 通篇更新了表格、图和交叉参考的格式.....	1

Changes from Revision * (February 2018) to Revision A (February 2019)	Page
• 缩减标题字数，将标题角色更改为放大器。添加了电路指导手册登录页面的链接.....	1

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司