

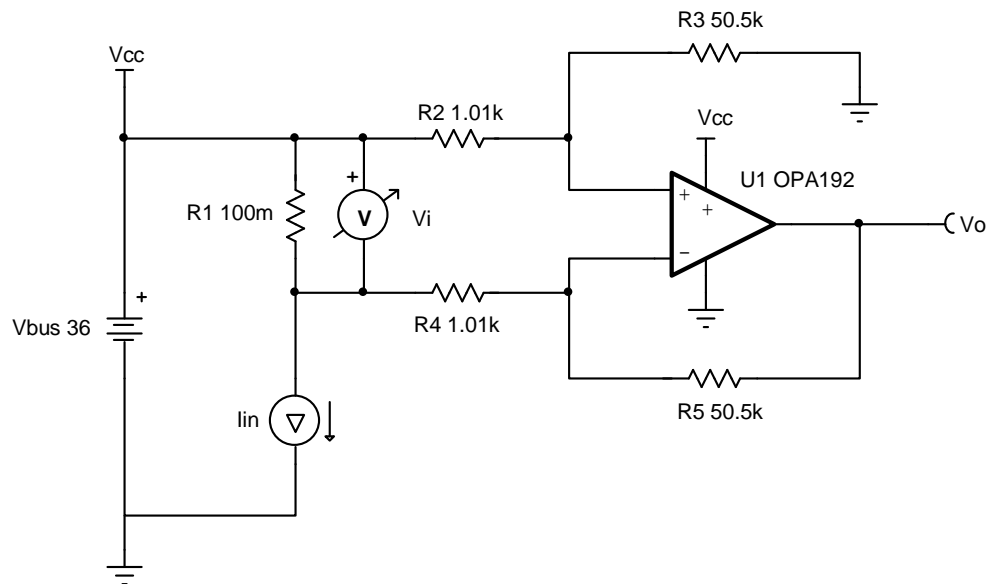
高侧电流检测电路设计

设计目标

输入		输出		电源	
I_{iMin}	I_{iMax}	V_{oMin}	V_{oMax}	V_{cc}	V_{ee}
50mA	1A	0.25V	5V	36V	0V

设计说明

此单电源、高侧、低成本、电流检测解决方案可以检测 50mA 和 1A 之间的负载电流，并将其转换为 0.25V 至 5V 的输出电压。高侧检测使系统能够识别接地短路，并且不会对负载造成接地干扰。



设计说明

1. 直流共模抑制比 (CMRR) 性能取决于增益设置电阻器 R_2 - R_5 的匹配情况。
2. 增大分流电阻器的值会增加功耗。
3. 确保共模电压处于放大器的线性输入运行区域内。共模电压由 R_2 、 R_3 和总线电压构成的电阻分压器设置。根据电阻分压器确定的共模电压，此应用可能不需要轨至轨输入 (RR) 放大器。
4. 不具有可扩展至 V_{cc} 的共模电压范围的运算放大器可用在低增益或衰减配置中。
5. 与反馈电阻器并联放置的电容将限制带宽、提高稳定性并有助于降低噪声。
6. 在线性输出运行区域内使用运算放大器。通常在 A_{OL} 测试条件下指定线性输出摆幅。

设计步骤

1. 下面提供了电路的完整传递函数。

$$V_o = I_{in} \times R_1 \times \frac{R_5}{R_4}$$

$$\text{Given } R_2 = R_4 \text{ and } R_3 = R_5$$

2. 计算最大分流电阻。将最大分流电压设置为 100mV。

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

3. 计算增益以设置最大输出摆幅范围。

$$\text{Gain} = \frac{V_{oMax} - V_{oMin}}{(I_{iMax} - I_{iMin}) \times R_1} = \frac{5V - 0.25V}{(1A - 0.05A) \times 100m\Omega} = 50 \frac{V}{V}$$

4. 计算增益设置电阻器以设置步骤 3 中计算的增益。

$$\text{Choose } R_2 = R_4 = 1.01k\Omega \text{ (Standard Value)}$$

$$R_3 = R_5 = R_2 \times \text{Gain} = 1.01k\Omega \times 50 \frac{V}{V} = 50.5k\Omega \text{ (Standard Value)}$$

5. 计算放大器的共模电压以确保以线性模式运行。

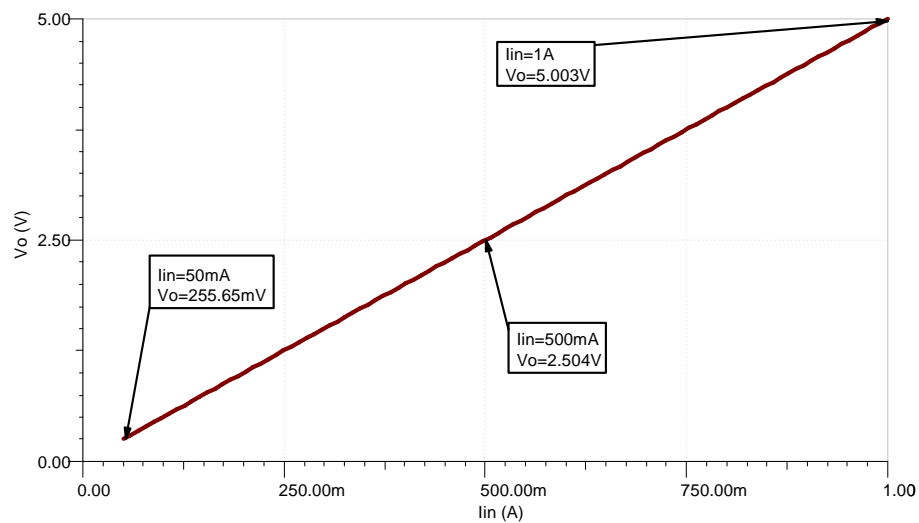
$$V_{cm} = V_{CC} \times \frac{R_3}{R_2 + R_3} = 36V \times \frac{50.5k}{1.01k + 50.5k} = 35.294V$$

6. 截止频率上限 (f_H) 取决于此电路的同相增益 (噪声增益) 和运算放大器的增益带宽 (GBW)。

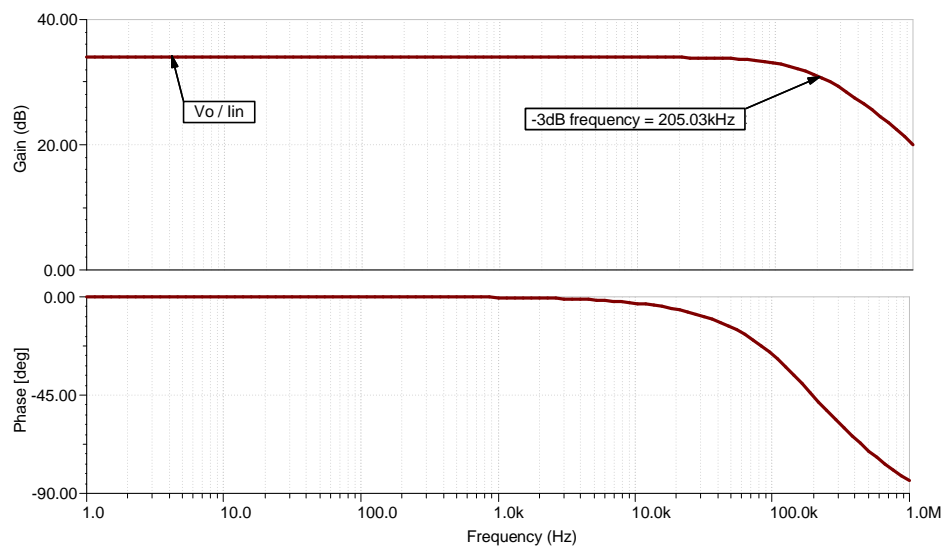
$$f_H = \frac{GBW}{\text{Noise Gain}} = \frac{10MHz}{51 \frac{V}{V}} = 196.1 \text{ kHz}$$

设计仿真

直流仿真结果



交流仿真结果



参考文献:

1. 《模拟工程师电路设计指导手册》
2. SPICE 仿真文件 [SBOMAV4](#)
3. [TI 高精度实验室](#)

设计采用的运算放大器

OPA192	
V_{CC}	4.5V 至 36V
V_{inCM}	轨至轨
V_{out}	轨至轨
V_{OS}	5 μ V
I_q	1mA
I_b	5pA
UGBW	10MHz
SR	20V/ μ s
通道数	1、2、4
www.ti.com.cn/product/cn/OPA192	

设计备选运算放大器

OPA2990	
V_{CC}	2.7V 至 40V
V_{inCM}	轨至轨
V_{out}	轨至轨
V_{OS}	250 μ V
I_q	120 μ A
I_b	10pA
UGBW	1.25MHz
SR	5V/ μ s
通道数	2
www.ti.com.cn/product/cn/OPA2990	

修订历史记录

修订版本	日期	更改
A	2019 年 2 月	Downstyle 标题。 添加了设计备选运算放大器 表。

重要声明和免责声明

TI 均以“原样”提供技术性 & 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，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

所述资源可供专业开发人员应用 TI 产品进行设计使用。您将对以下行为独自承担全部责任：(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安全、安保或其他要求。所述资源如有变更，恕不另行通知。TI 对您使用所述资源的授权仅限于开发资源所涉及 TI 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等，TI 对此概不负责，并且您须赔偿由此对 TI 及其代表造成的损害。

TI 所提供产品均受 TI 的销售条款 (<http://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 以及 [ti.com.cn](http://www.ti.com.cn) 上或随附 TI 产品提供的其他可适用条款的约束。TI 提供所述资源并不扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品所发布的可适用的担保范围或担保免责声明。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122
Copyright © 2019 德州仪器半导体技术（上海）有限公司

重要声明和免责声明

TI 均以“原样”提供技术性 & 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，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

所述资源可供专业开发人员应用 TI 产品进行设计使用。您将对以下行为独自承担全部责任：(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安全、安保或其他要求。所述资源如有变更，恕不另行通知。TI 对您使用所述资源的授权仅限于开发资源所涉及 TI 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等，TI 对此概不负责，并且您须赔偿由此对 TI 及其代表造成的损害。

TI 所提供产品均受 TI 的销售条款 (<http://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 以及 [ti.com.cn](http://www.ti.com.cn) 上或随附 TI 产品提供的其他可适用条款的约束。TI 提供所述资源并不扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品所发布的可适用的担保范围或担保免责声明。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122
Copyright © 2019 德州仪器半导体技术（上海）有限公司