

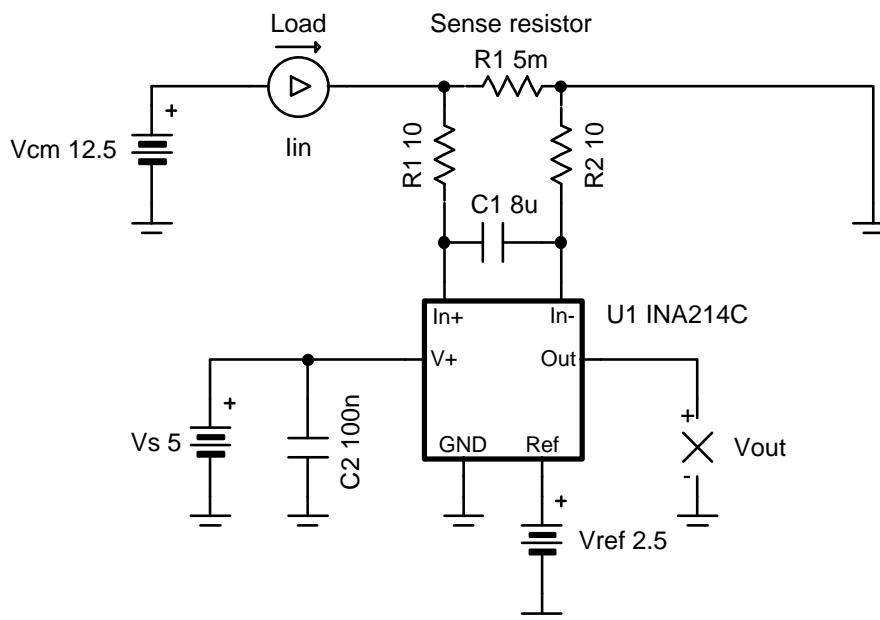
## 具有集成精密增益电阻器的低漂移低侧双向电流检测电路

### 设计目标

输入			输出		电源	
$I_{inMin}$	$I_{inMax}$	$V_{cm}$	$V_{outMin}$	$V_{outMax}$	$V_s$	$V_{ref}$
-4A	4A	12.5V	0.5V	4.5V	5V	2.5V

### 设计说明

下图所示的低侧双向电流分流监控器解决方案可以精确测量  $-4A$  至  $4A$  的电流，并且可以轻松地对不同的电流测量范围更改设计参数。INA21x 系列中的电流分流监控器集成了精密增益电阻器和零漂移架构，可在分流器上的最大压降低至  $10mV$  满量程的情况下进行电流检测。



### 设计说明

- 为了避免额外的误差，请使用  $R_1 = R_2$  并保持电阻尽可能小（不超过  $10\Omega$ ，如《[INA21x 电压输出、低侧或高侧测量、双向、零漂移系列电流分流监控器](#)》中所述）。
- 不应在系统负载无法承受小接地干扰的应用或需要检测负载短路的应用中使用低侧检测。
- [电流检测放大器入门](#) 视频系列介绍了使用电流检测放大器时应了解的实现、误差源和高级主题。

## 设计步骤

1. 根据所需的电流范围确定  $V_{ref}$ :

对于  $-4A$  至  $4A$  的电流范围，有一半的范围低于  $0V$ ，因此设置：

$$V_{ref} = \frac{1}{2} V_s = \frac{5}{2} = 2.5V$$

2. 根据最大电流和最大输出电压确定所需的分流电阻。

为了不超过相对于电源轨的摆幅并允许一些余量，应使用  $V_{outMax} = 4.5V$ 。这与最大电流  $4A$  和在第 1 步中计算的  $V_{ref}$  相结合，可以使用以下公式确定分流电阻：

$$R_1 = \frac{V_{outMax} - V_{ref}}{\square \times I_{loadMax}} = \frac{4.5 - 2.5}{100 \times 4} = 5m\Omega$$

3. 确认  $V_{out}$  将处于所需的范围之内：

当最大电流为  $4A$ 、增益 =  $100V/V$ 、 $R_1 = 5m\Omega$  且  $V_{ref} = 2.5V$  时：

$$V_{out} = I_{load} \times Gain \times R_1 + V_{ref} = 4 \times 100 \times 0.005 + 2.5 = 4.5V$$

当最小电流为  $4A$ 、增益 =  $100V/V$ 、 $R_1 = 5m\Omega$  且  $V_{ref} = 2.5V$  时：

$$V_{out} = I_{load} \times Gain \times R_1 + V_{ref} = -4 \times 100 \times 0.005 + 2.5 = 0.5V$$

4. 滤波电容器选择：

为了对  $1kHz$  的输入信号进行滤波，应使用  $R_1 = R_2 = 10\Omega$ ：

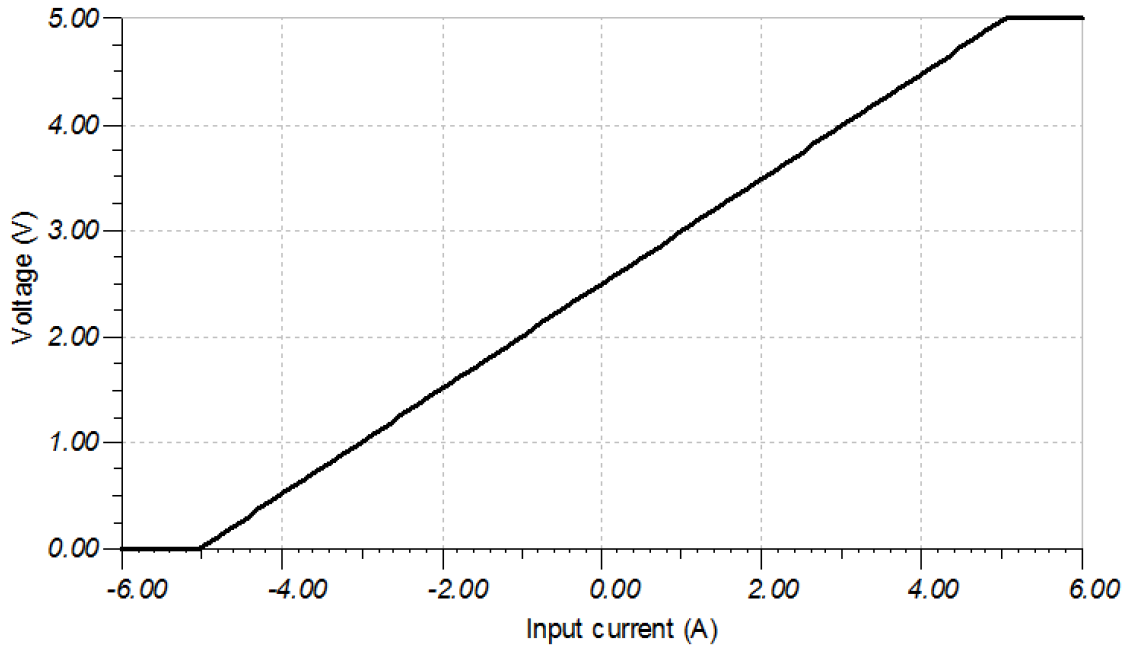
$$C_1 = \frac{1}{2\pi(R_1 + R_2)F_{-3dB}} = \frac{1}{2\pi(10 + 10)1000} = 7.958 \times 10^{-6} \approx 8\mu F$$

有关信号滤波和相关增益误差的更多信息，请参阅《[INA21x 电压输出、低侧或高侧测量、双向、零漂移系列电流分流监控器](#)》。

设计仿真

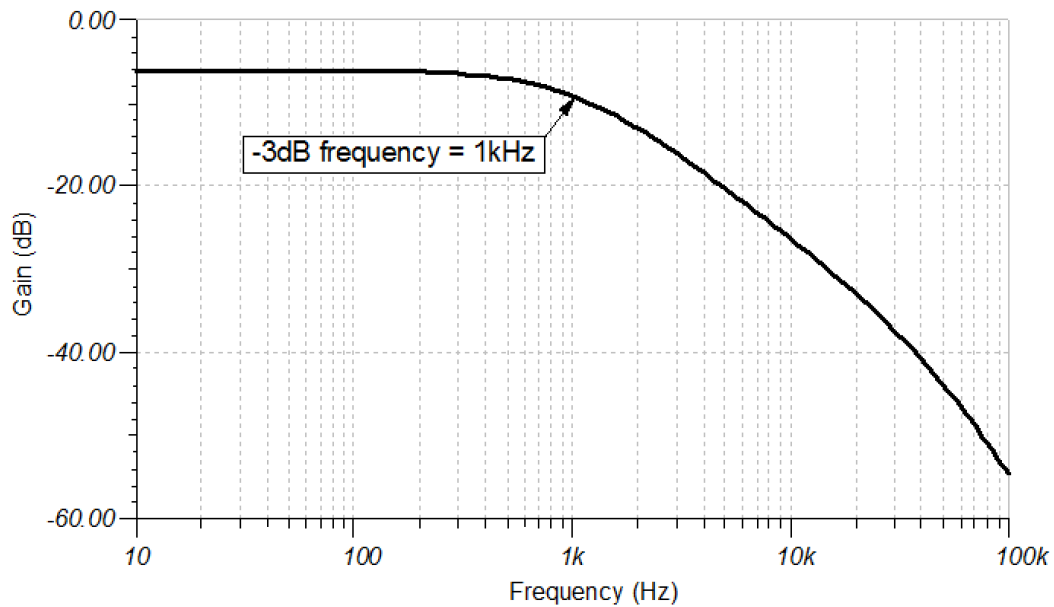
直流分析仿真结果

下图显示了给定输入电流  $I_{in}$  下的仿真输出电压  $V_{out}$ 。



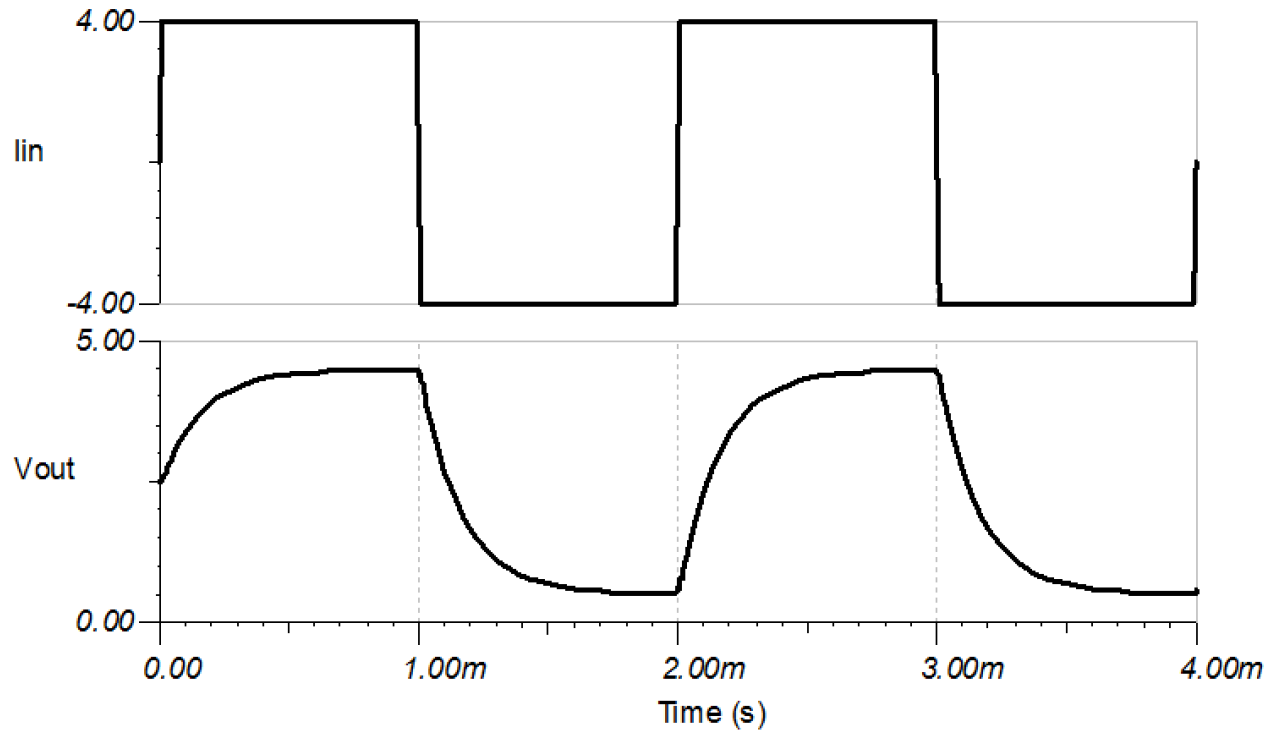
交流分析仿真结果

下图显示了仿真增益与频率间的关系（通过相关的设计步骤进行实现）。



瞬态分析仿真结果

下图显示了  $-4A$  至  $4A$   $I_{in}$  中阶跃响应的输出  $V_{out}$  的仿真延迟和建立时间。



### 设计参考资料

请参阅《模拟工程师电路说明书》，了解有关 TI 综合电路库的信息。

电路 SPICE 仿真文件：<http://proddms.itg.ti.com/fnview/sboc518>

“电流检测放大器入门”视频系列：<https://training.ti.com/getting-started-current-sense-amplifiers>

TI.com 上的电流检测放大器：<http://www.ti.com/amplifier-circuit/current-sense/products.html>

如需 TI 工程师的直接支持，请使用 E2E 社区：<http://e2echina.ti.com>

### 设计采用的电流检测放大器

INA214C	
$V_s$	2.7V 至 26V
$V_{cm}$	GND-0.1V 至 26V
$V_{out}$	GND-0.3V 至 $V_s+0.3V$
$V_{os}$	$\pm 1\mu V$ (典型值)
$I_q$	65 $\mu A$ (典型值)
$I_b$	28 $\mu A$ (典型值)
<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/INA214">http://www.ti.com.cn/product/cn/INA214</a>	

### 设计备选电流检测放大器

INA199C	
$V_s$	2.7V 至 26V
$V_{cm}$	GND-0.1V 至 26V
$V_{out}$	GND-0.3V 至 $V_s+0.3V$
$V_{os}$	$\pm 5\mu V$ (典型值)
$I_q$	65 $\mu A$ (典型值)
$I_b$	28 $\mu A$ (典型值)
<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/INA199">http://www.ti.com.cn/product/cn/INA199</a>	

INA181	
$V_s$	2.7V 至 5.5V
$V_{cm}$	GND-0.2V 至 26V
$V_{out}$	GND-0.3V 至 $V_s+0.3V$
$V_{os}$	$\pm 100\mu V$ (典型值)
$I_q$	65 $\mu A$ (典型值)
$I_b$	195 $\mu A$ (典型值)
<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/INA181">http://www.ti.com.cn/product/cn/INA181</a>	

## 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