

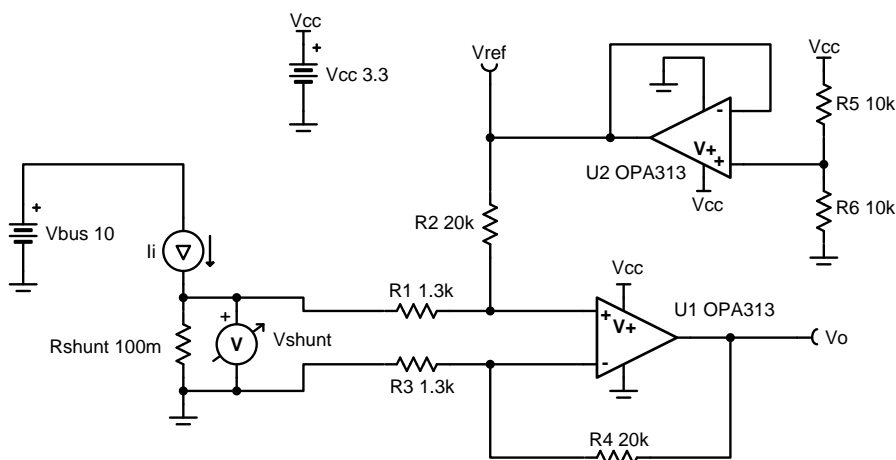
## 低侧双向电流检测电路

### 设计目标

输入		输出		电源		
$I_{iMin}$	$I_{iMax}$	$V_{oMin}$	$V_{oMax}$	$V_{cc}$	$V_{ee}$	$V_{ref}$
-1A	1A	110mV	3.19V	3.3V	0V	1.65V

### 设计说明

该单电源低侧双向电流检测解决方案可以精确地检测  $-1A$  至  $1A$  的负载电流。输出的线性范围为  $110mV$  至  $3.19V$ 。低侧电流检测可以将共模电压保持在接近于接地值，因此在具有高总线电压的应用中最有用。



### 设计说明

1. 为了最大程度地降低误差，设置  $R_3 = R_1$  且  $R_4 = R_2$ 。
2. 使用精密电阻器以实现更高的精度。
3. 根据线性输出摆幅设置输出范围（请参阅  $A_{oi}$  规格）。
4. 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。

### 设计步骤

1. 在  $R_4 = R_2$  且  $R_1 = R_3$  的情况下确定传递方程。

$$V_o = (I_i \times R_{\text{shunt}} \times \frac{R_4}{R_3}) + V_{\text{ref}}$$

$$V_{\text{ref}} = V_{\text{cc}} \times (\frac{R_6}{R_5 + R_6})$$

2. 确定最大分流电阻。

$$R_{\text{shunt}} = \frac{V_{\text{shunt}}}{I_{\text{imax}}} = \frac{100\text{mV}}{1\text{ A}} = 100\text{m}\Omega$$

3. 设置基准电压。

- a. 由于输入电流范围是对称的，因此应将基准设置为中间电源。因此，使  $R_5$  和  $R_6$  的值相等。

$$R_5 = R_6 = 10\text{k}\Omega$$

4. 根据运算放大器输出摆幅设置差分放大器。在电源为 3.3V 的情况下，运算放大器输出可以从 100mV 摆动至 3.2V。

$$\text{Gain} = \frac{V_{o\text{Max}} - V_{o\text{Min}}}{R_{\text{shunt}} \times (I_{\text{IMax}} - I_{\text{IMin}})} = \frac{3.2\text{V} - 100\text{mV}}{100\text{m}\Omega \times (1\text{ A}) - (-1\text{ A})} = 15.5 \frac{\text{V}}{\text{V}}$$

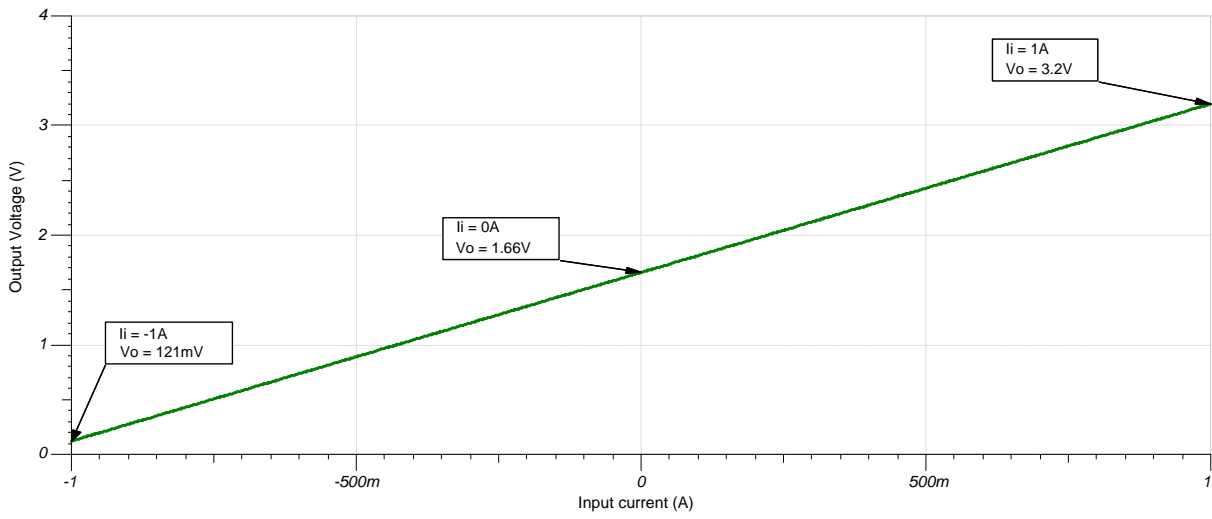
$$\text{Gain} = \frac{R_4}{R_3} = 15.5 \frac{\text{V}}{\text{V}}$$

Choose  $R_1 = R_3 = 1.3\text{k}\Omega$  (Standard Value)

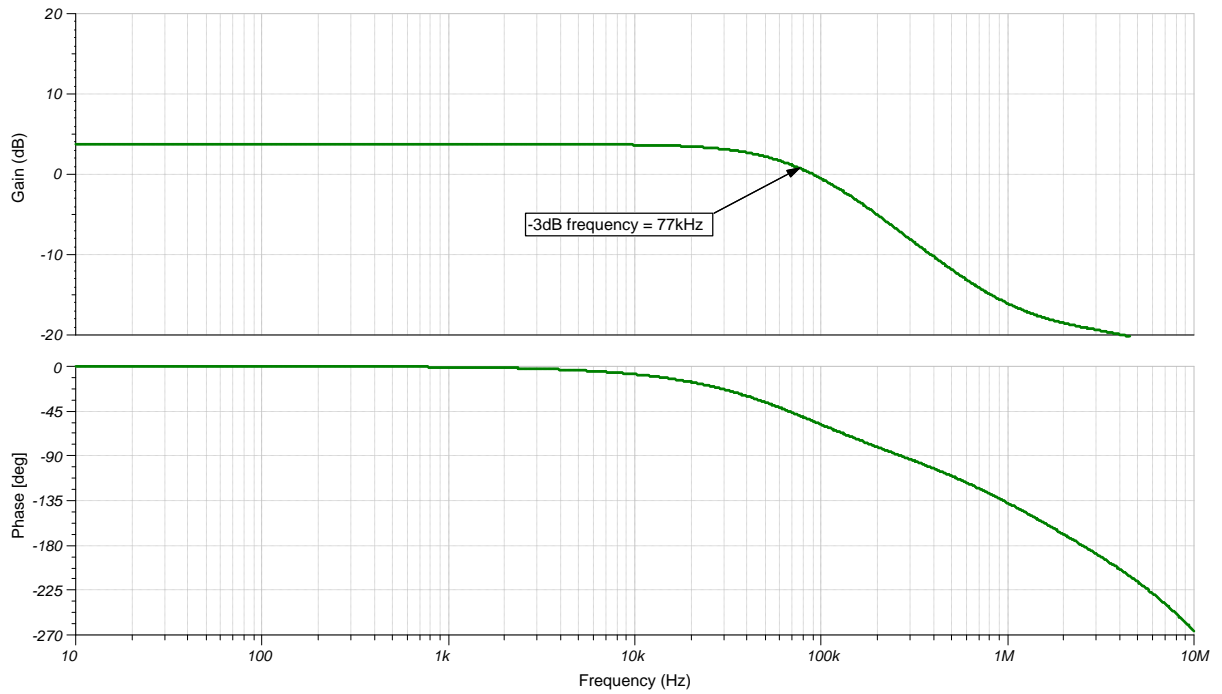
$$R_2 = R_4 = 15.5 \frac{\text{V}}{\text{V}} \times 1.3\text{k}\Omega = 20.15\text{ k}\Omega \approx 20\text{k}\Omega \text{ (Standard Value)}$$

设计仿真

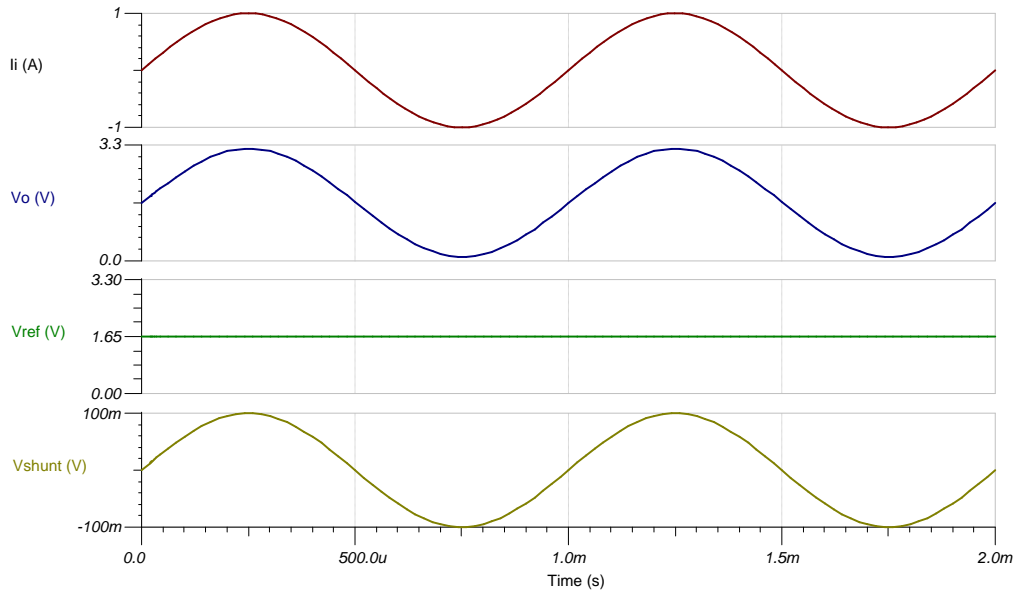
直流仿真结果



闭环交流仿真结果



瞬态仿真结果



### 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。

请参阅电路 SPICE 仿真文件 [SBOC500](#)。

请参阅 TIPD175，[www.ti.com.cn/tool/cn/tipd175](http://www.ti.com.cn/tool/cn/tipd175)。

### 设计采用的运算放大器

OPA313	
$V_{cc}$	1.8V 至 5.5V
$V_{inCM}$	轨至轨
$V_{out}$	轨至轨
$V_{os}$	500 $\mu$ V
$I_q$	50 $\mu$ A/通道
$I_b$	0.2pA
UGBW	1MHz
SR	0.5V/ $\mu$ s
通道数	1、2、4
<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/opa313">www.ti.com.cn/product/cn/opa313</a>	

### 设计备选运算放大器

	TLV9062	OPA376
$V_{cc}$	1.8V 至 5.5V	2.2V 至 5.5V
$V_{inCM}$	轨至轨	轨至轨
$V_{out}$	轨至轨	轨至轨
$V_{os}$	300 $\mu$ V	5 $\mu$ V
$I_q$	538 $\mu$ A/通道	760 $\mu$ A/通道
$I_b$	0.5pA	0.2pA
UGBW	10MHz	5.5MHz
SR	6.5V/ $\mu$ s	2V/ $\mu$ s
通道数	1、2、4	1、2、4
	<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/tlv9062">www.ti.com.cn/product/cn/tlv9062</a>	<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/opa376">www.ti.com.cn/product/cn/opa376</a>

对于先前所述的原始设计目标以外的电池供电或功率敏感型设计，需要降低系统总功耗。

LPV821	
$V_{cc}$	1.7V 至 3.6V
$V_{inCM}$	轨至轨
$V_{out}$	轨至轨
$V_{os}$	1.5 $\mu$ V
$I_q$	650nA/通道
$I_b$	7pA
UGBW	8KHz
SR	3.3V/ms
通道数	1
<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/lpv821">www.ti.com.cn/product/cn/lpv821</a>	

### 修订历史记录

修订版本	日期	更改
B	2019 年 1 月	缩减标题字数。向电路指导手册登录页面添加了链接。
A	2018 年 5 月	将标题角色改为“放大器”。添加了 SPICE 仿真文件链接。 添加了 LPV821 以作为电池供电和功率敏感型设计的设计备选运算放大器。

## 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”提供技术性及其可靠性数据（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