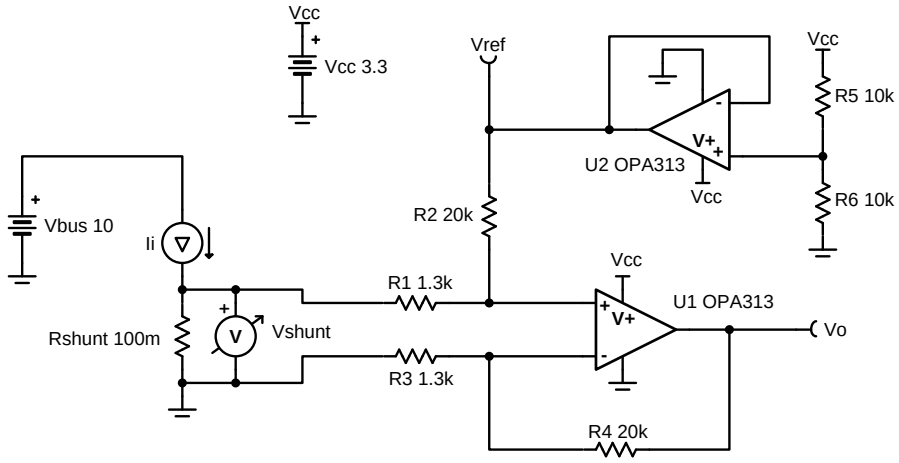
低侧双向电流检测电路

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_{ol} 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。

SBOA223 — http://www-s.ti.com/sc/techlit/SBOA223
版权 © 2018–2019, Texas Instruments Incorporated

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。

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

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

2. 确定最大分流电阻。

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

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。

$$R_5 = R_6 = 10k\Omega$$

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。

$$Gain = \frac{V_{oMax} - V_{oMin}}{R_{shunt} \times (I_{iMax} - I_{iMin})} = \frac{3.2V - 100mV}{100m\Omega \times (1\ A) - (-1\ A))} = 15.5\ \frac{V}{V}$$

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

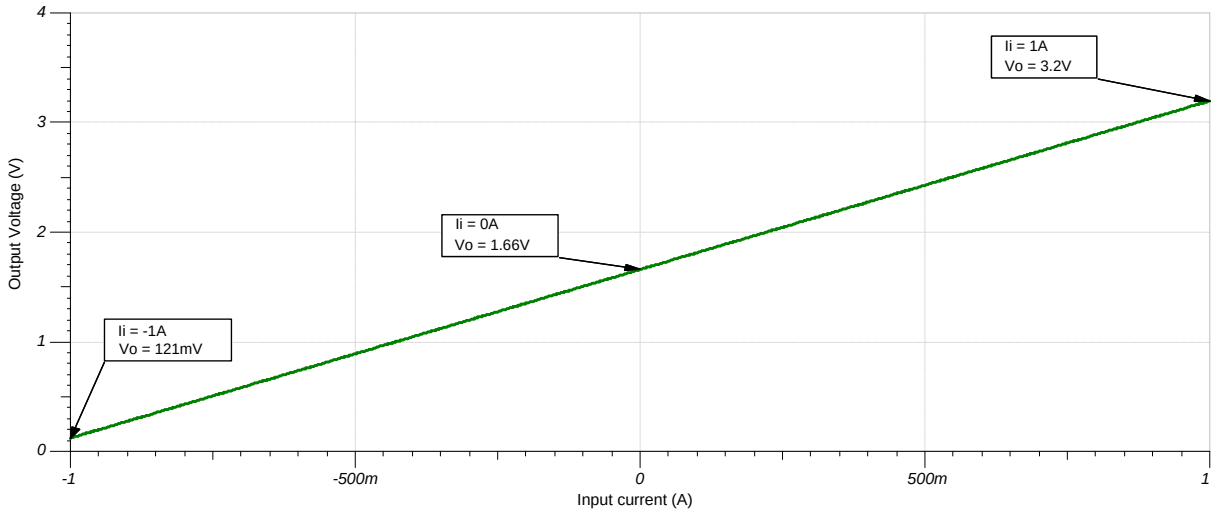
$$\text{Choose } R_1 = R_3 = 1.3k\Omega \text{ (Standard Value)}$$

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

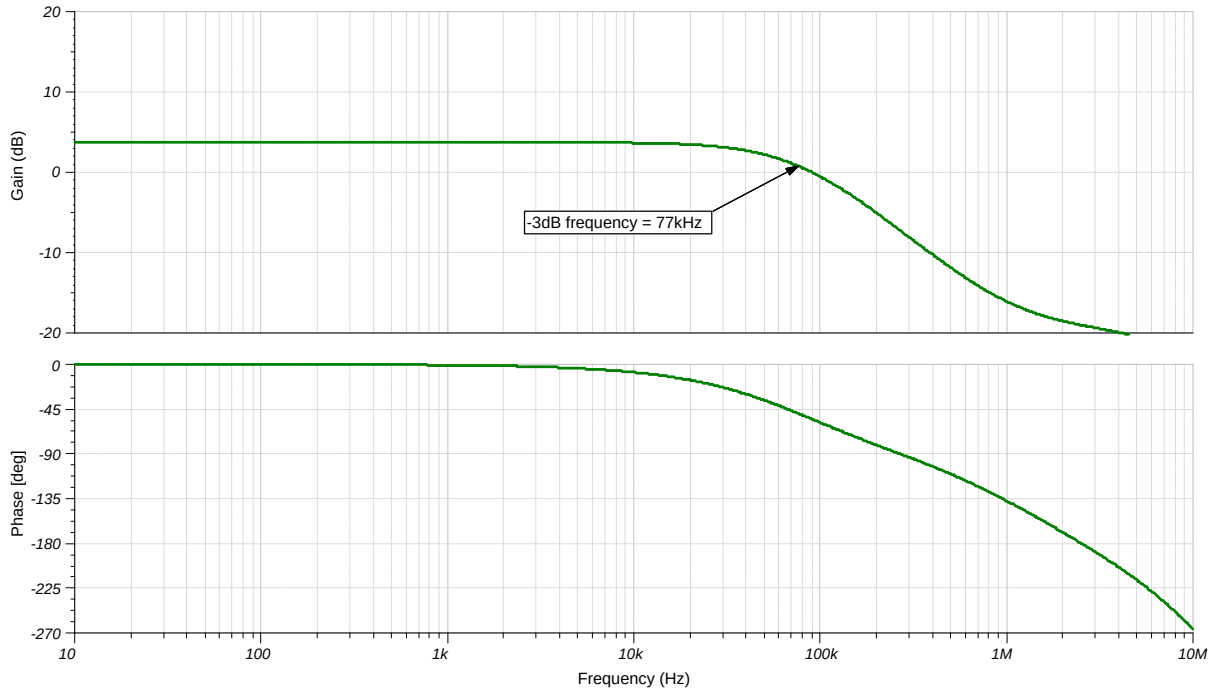
版权 © 2018–2019, Texas Instruments Incorporated

设计仿真

直流仿真结果

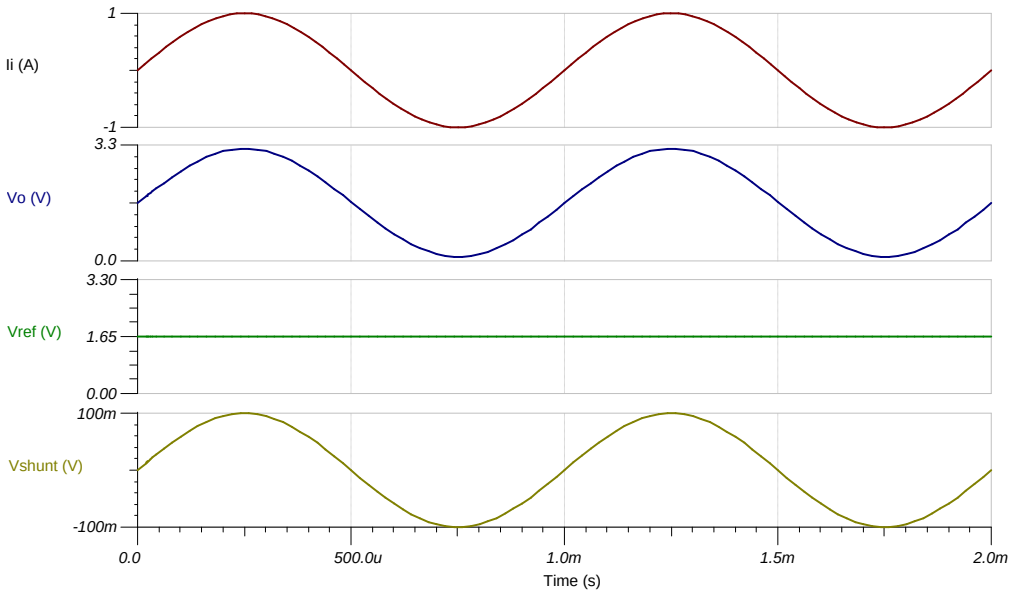


闭环交流仿真结果



SBOA223 — http://www-s.ti.com/sc/techlit/SBOA223
版权 © 2018–2019, Texas Instruments Incorporated

瞬态仿真结果



版权 © 2018–2019, Texas Instruments Incorporated

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。

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}	500μV
I_q	50μA/通道
I_b	0.2pA
UGBW	1MHz
SR	0.5V/μs
通道数	1、2、4
www.ti.com.cn/product/cn/opa313	

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}	300μV	5μV
I_q	538μA/通道	760μA/通道
I_b	0.5pA	0.2pA
UGBW	10MHz	5.5MHz
SR	6.5V/μs	2V/μs
通道数	1、2、4	1、2、4
	www.ti.com.cn/product/cn/tlv9062	www.ti.com.cn/product/cn/opa376

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}	1.5μV
I_q	650nA/通道
I_b	7pA
UGBW	8KHz
SR	3.3V/ms
通道数	1
www.ti.com.cn/product/cn/lpv821	

版权 © 2018–2019, Texas Instruments Incorporated

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*。

版权 © 2018–2019, Texas Instruments Incorporated

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出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 © 2021，德州仪器 (TI) 公司