

Analog Engineer's Circuit

ローサイド、双方向電流センシング回路



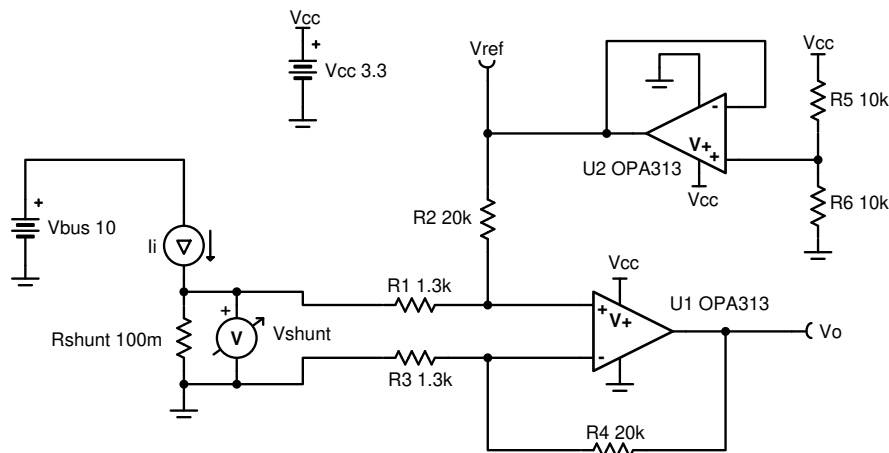
Tushar Jog

設計目標

入力		出力		電源		
I_{iMin}	I_{iMax}	V_{oMin}	V_{oMax}	V_{cc}	V_{ee}	V_{ref}
-1A	1A	110 mV	3.19 V	3.3 V	0 V	1.65 V

設計の説明

この単一電源、ローサイド、双方向電流センシングソリューションは、 $-1A \sim 1A$ の負荷電流を正確に検出できます。出力の線形な動作範囲は $110mV \sim 3.19V$ です。ローサイド電流センシングにより、同相電圧がグランド近くに維持されるため、バス電圧の高いアプリケーションで最も有用です。



デザインノート

1. 誤差を最小化するため、 $R_3 = R_1$ かつ $R_4 = R_2$ に設定します。
2. 高い精度を実現するため、高精度の抵抗を使用します。
3. 線形出力スイングに基づいて出力範囲を設定します (A_{o1} の仕様を参照)。
4. ローサイドセンシングは、システムの負荷が小さなグランド外乱に耐えられないようなアプリケーションや、負荷の短絡を検出する必要があるアプリケーションでは使用しないでください。

設計手順

1. $R_4 = R_2$ 、 $R_1 = R_3$ のときの伝達方程式を求めます。

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

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

2. 最大シャント抵抗を決定します。

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

3. 基準電圧を設定します。入力電流範囲は対称形なため、基準電圧は電源電圧の 1/2 に設定します。このため、 R_5 と R_6 は同じ値にします。

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

4. オペアンプの出力スイングに基づいて、差動アンプのゲインを設定します。オペアンプの出力は、電源が 3.3V の場合に 100mV~3.2V までスイングできます。

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

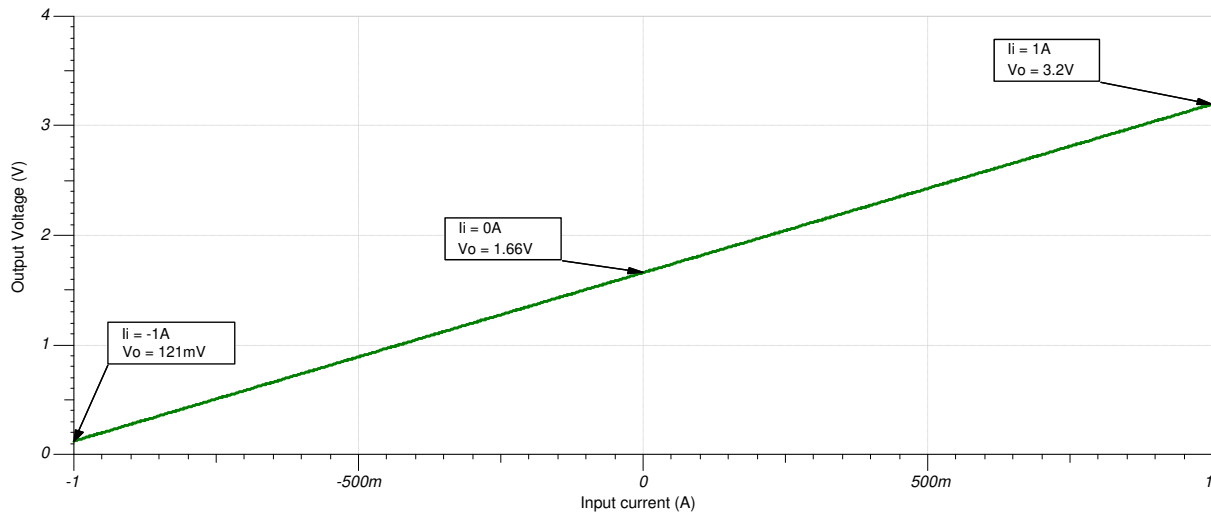
$$\text{Gain} = \frac{R_4}{R_3} = 15.5 \frac{\text{V}}{\text{V}}$$

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

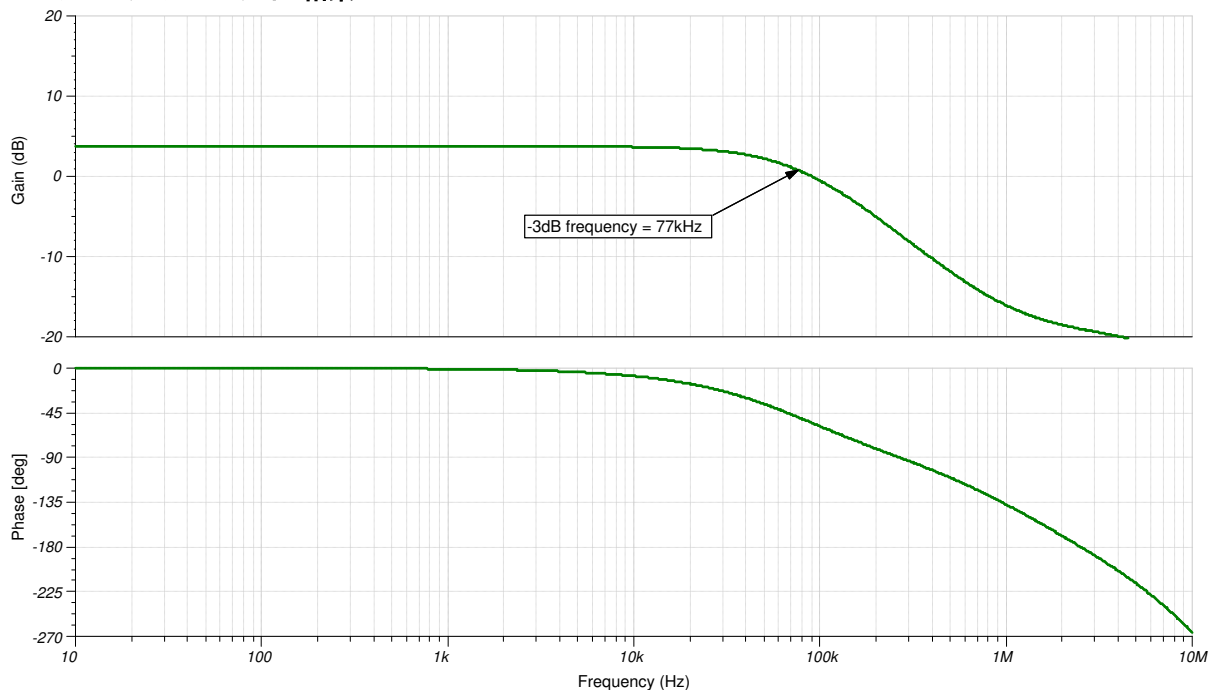
$$R_2 = R_4 = 15.5 \frac{\text{V}}{\text{V}} \times 1.3\text{k}\Omega = 20.15 \text{ k}\Omega \approx 20\text{k}\Omega \text{ (Standard Value)}$$

設計シミュレーション

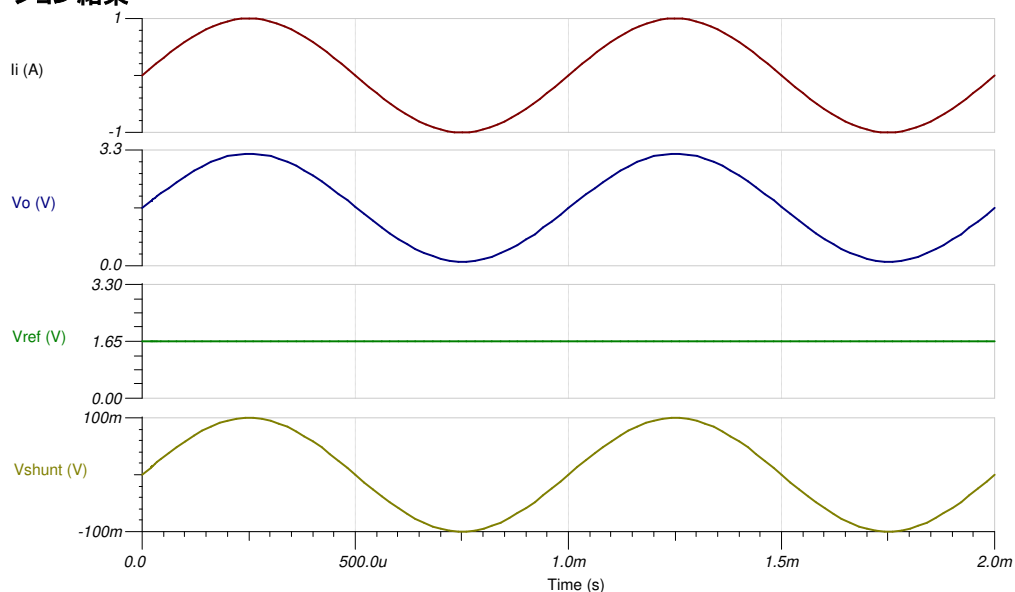
DC シミュレーション結果



閉ループの AC シミュレーション結果



過渡シミュレーション結果



設計の参照資料

テキサス・インスツルメンツ、[ローサイド双方向電流検出回路のシミュレーション](#)、SPICE 回路シミュレーション ファイル

テキサス・インスツルメンツ、[±1A、単一電源、ローサイドの電流センシング ソリューション](#)、リファレンス デザイン

設計に使用されているオペアンプ

OPA313	
V_{cc}	1.8V~5.5V
V_{inCM}	レール ツー レール
V_{out}	レール ツー レール
V_{os}	500 μ V
I_q	50 μ A/Ch
I_b	0.2pA
UGBW	1 MHz
SR	0.5V/ μ s
チャンネル数	1、2、4
OPA313	

設計の代替オペアンプ

	TLV9062	OPA376
V_{cc}	1.8V~5.5V	2.2V~5.5V
V_{inCM}	レール ツー レール	レール ツー レール
V_{out}	レール ツー レール	レール ツー レール
V_{os}	300 μ V	5 μ V
I_q	538 μ A/Ch	760 μ A/Ch
I_b	0.5pA	0.2pA
UGBW	10 MHz	5.5 MHz
SR	6.5V/ μ s	2V/ μ s
チャンネル数	1、2、4	1、2、4
	TLV9062	OPA376

バッテリー動作、または消費電力の制限が厳しい設計において、既に述べた元の設計目標以外に、システムの合計消費電力の低減が望まれる場合、次の部品を使用できます。

LPV821	
V_{cc}	1.7V~3.6V
V_{inCM}	レール ツー レール
V_{out}	レール ツー レール
V_{os}	1.5 μ V
I_q	650nA/Ch
I_b	7pA
UGBW	8 KHz
SR	3.3V/ms
チャンネル数	1
LPV821	

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

Changes from Revision B (January 2019) to Revision C (October 2024) Page

- 文書全体にわたって表、図、相互参照の書式を更新..... 1
-

Changes from Revision A (May 2018) to Revision B (January 2019) Page

- タイトルを小さいサイズに変更。..... 1
 - 回路クックブックのランディング ページへのリンクを追加。..... 1
-

Changes from Revision * (February 2018) to Revision A (May 2018) Page

- ドキュメントのタイトルを「アンプ」に変更。..... 1
 - SPICE シミュレーション ファイルのリンクを追加。..... 1
 - バッテリ動作、および消費電力の制限の厳しい設計用の「設計の代替オペアンプ」として LPV821 を追加。..... 1
-

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ(データシートを含みます)、設計リソース(リファレンス・デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、または [ti.com](#) やかかる TI 製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所 : Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated