

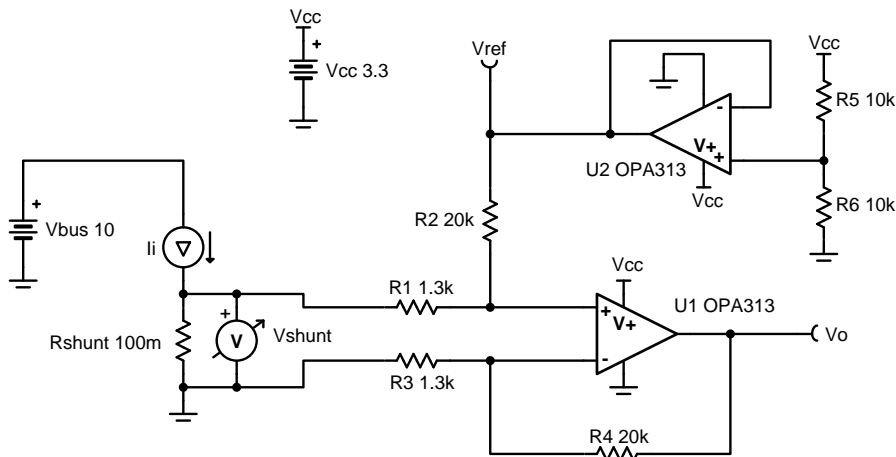
## ローサイド、双方向電流センシング回路

### 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	110mV	3.19V	3.3V	0V	1.65V

### 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~1Aの負荷電流を正確に検出できます。出力の線形範囲は110mV~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. リニア出力スイングに基づいて出力範囲を設定します( $A_{ol}$ 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の動揺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

- 与えられた  $R_4 = R_2$  および  $R_1 = R_3$  について、伝達方程式を決定します。

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

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

- 最大シャント抵抗を決定します。

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

- 基準電圧を設定します。

- 入力電流範囲は対称形なため、基準電圧は電源の中間点に設定する必要があります。このため、 $R_5$  と  $R_6$  を同じ値にします。

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

- 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。

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

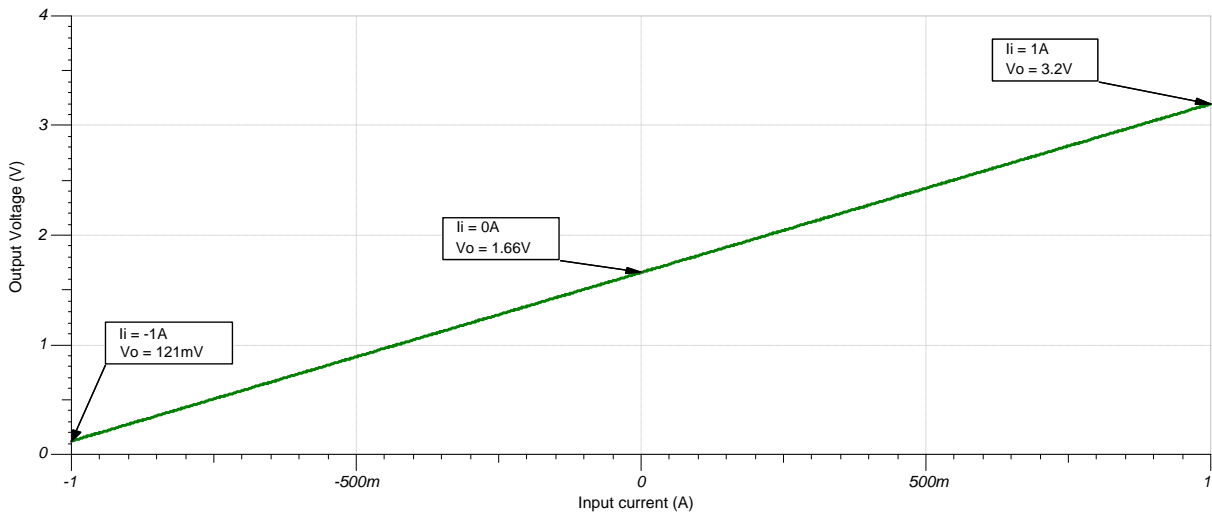
$$\text{Gain} = \frac{R_4}{R_3} = 15.5 \frac{\text{V}}{\text{V}}$$

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

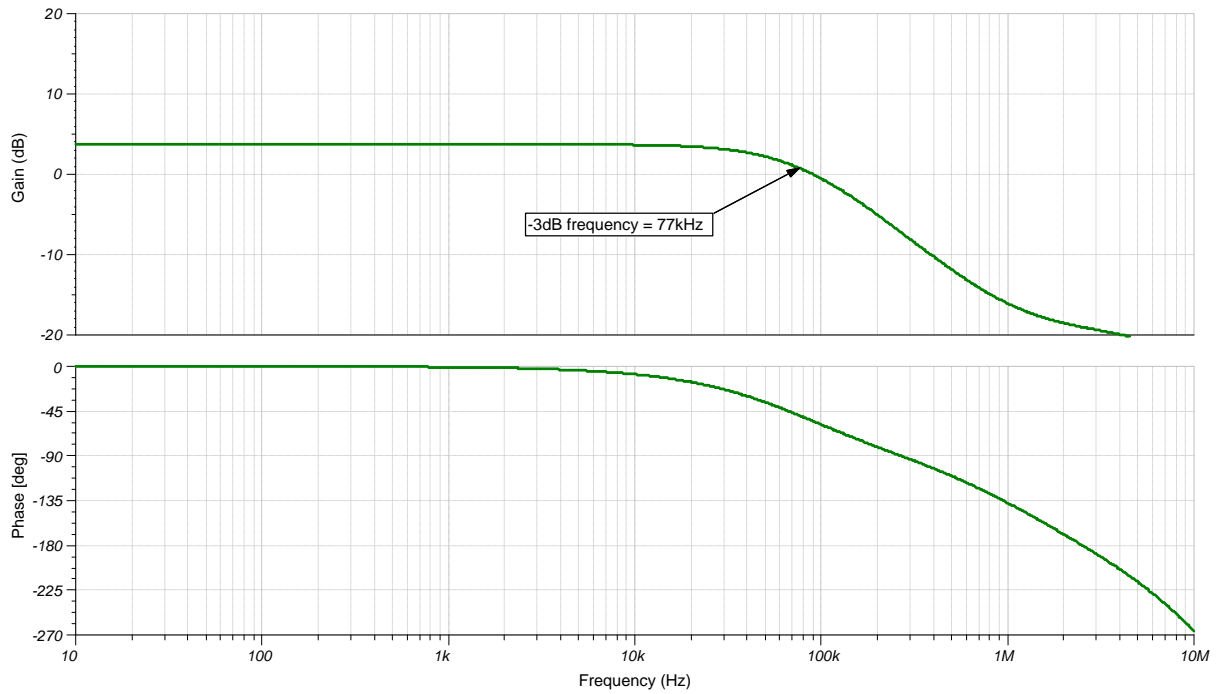
$$R_2 = R_4 = 15.5 \frac{\text{V}}{\text{V}} \times 1.3\text{k}\Omega = 20.15\text{ k}\Omega \approx 20\text{k}\Omega \text{ (Standard Value)}$$

設計シミュレーション

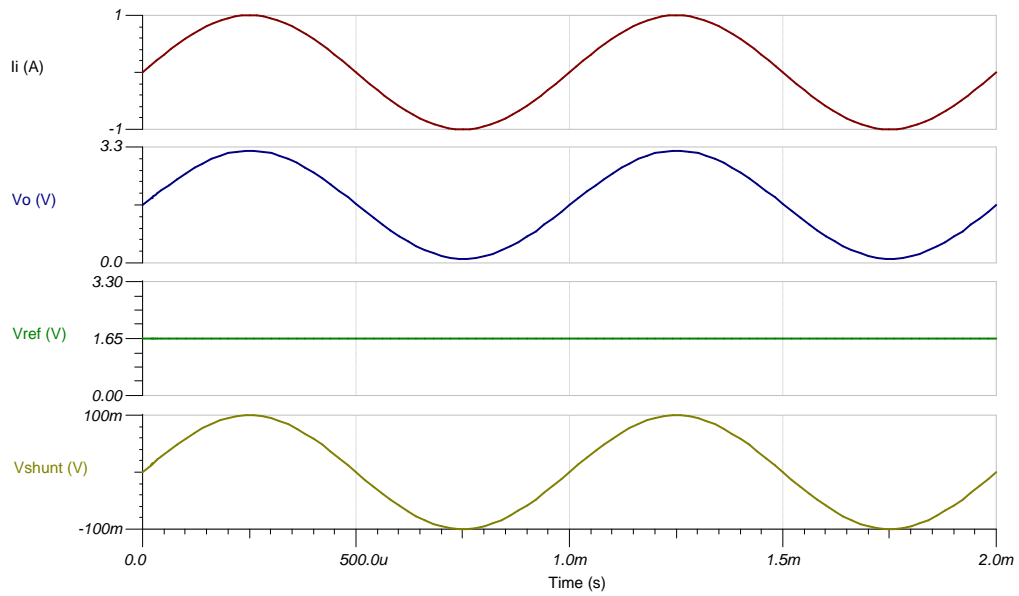
DCシミュレーション結果



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

TIの総合的な回路ライブラリについては、「[アナログ・エンジニア向け回路クックブック](#)」を参照してください。

回路 **SPICE** シミュレーション・ファイル [SBOC500](#) を参照してください。

TIPD175 ([www.ti.com/tipd175](http://www.ti.com/tipd175))を参照してください。

### 設計に使用されるオペアンプ

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 $\mu$ V
$I_q$	50 $\mu$ A/Ch
$I_b$	0.2pA
<b>UGBW</b>	1MHz
<b>SR</b>	0.5V/ $\mu$ s
チャンネル数	1、2、4
<a href="http://www.ti.com/product/opa313">www.ti.com/product/opa313</a>	

### 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 $\mu$ V	5 $\mu$ V
$I_q$	538 $\mu$ A/Ch	760 $\mu$ A/Ch
$I_b$	0.5pA	0.2pA
<b>UGBW</b>	10MHz	5.5MHz
<b>SR</b>	6.5V/ $\mu$ s	2V/ $\mu$ s
チャンネル数	1、2、4	1、2、4
	<a href="http://www.ti.com/product/tlv9062">www.ti.com/product/tlv9062</a>	<a href="http://www.ti.com/product/opa376">www.ti.com/product/opa376</a>

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 $\mu$ V
$I_q$	650nA/Ch
$I_b$	7pA
<b>UGBW</b>	8kHz
<b>SR</b>	3.3V/ms
チャンネル数	1
<a href="http://www.ti.com/product/lpv821">www.ti.com/product/lpv821</a>	

### 改訂履歴

改訂内容	日付	変更
B	2019年1月	タイトルを小さいサイズに変更。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。
A	2018年5月	タイトルのロールを「アンプ」に変更。SPICE シミュレーション・ファイルへのリンクを追加。バッテリー動作、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。

## 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が適用される各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、またはその他の要件を満たしていることを確実にする責任を、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 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 の販売約款 (<https://www.tij.co.jp/ja-jp/legal/terms-of-sale.html>)、または [ti.com](https://www.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。

日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ合同会社  
Copyright © 2021, Texas Instruments Incorporated