

2 オペアンプ構成の計測アンプ回路

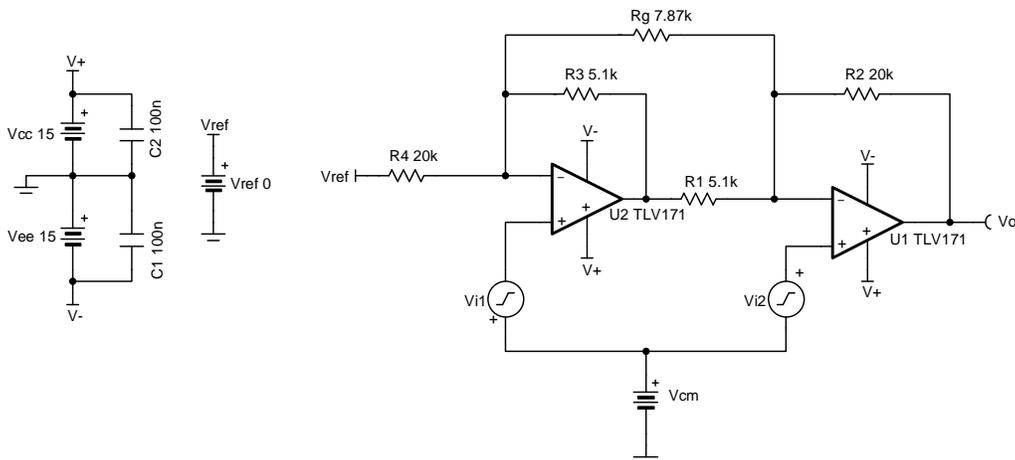
設計目標

入力 $V_{iDiff}(V_{i2} - V_{i1})$		出力		電源		
V_{iDiff_Min}	V_{iDiff_Max}	V_{oMin}	V_{oMax}	V_{cc}	V_{ee}	V_{ref}
+/-1V	+/-2V	-10V	+10V	15V	-15V	0V

V_{cm}	ゲイン範囲
+/-10V	5V/V~10V/V

設計の説明

この設計は V_{i1} と V_{i2} の差分を増幅し、同相電圧を除去すると同時にシングルエンド信号を出力します。計測アンプの線形動作は、基本的な構成要素であるオペアンプの線形動作によって決まります。入力信号がデバイスの入力同相範囲内であり、かつ出力信号が出力スイング範囲内であるとき、オペアンプは線形動作します。オペアンプの電源電圧によって、これらの範囲が決まります。



デザイン・ノート

1. R_g は、回路のゲインを設定します。
2. 値の大きい抵抗を使用すると、回路の位相マージンが劣化し、回路に余計なノイズが発生することがあります。
3. R_4 と R_3 の比により、 R_g が取り除かれたときの最小ゲインが設定されます。
4. 計測アンプの DC CMRR の劣化を防ぎ、 V_{ref} ゲインを確実に 1V/V にするため、比 R_2/R_1 と比 R_4/R_3 を一致させる必要があります。
5. 線形動作は、使用するディスクリート・オペアンプの入力同相および出力スイング範囲内であることが条件となります。線形出力スイング範囲は、オペアンプのデータシートの A_{oI} テスト条件に規定されています。

設計手順

1. この回路の伝達関数は次のとおりです。

$$V_o = V_{IDiff} \times G + V_{ref} = (V_{i2} - V_{i1}) \times G + V_{ref}$$

when $V_{ref} = 0$, the transfer function simplifies to the following equation:

$$V_o = (V_{i2} - V_{i1}) \times G$$

where G is the gain of the instrumentation amplifier and $G = 1 + \frac{R_4}{R_3} + \frac{2R_2}{R_9}$

2. R_4 と R_3 を選択し、最小ゲインを設定します。

$$G_{min} = 1 + \frac{R_4}{R_3} = 5 \frac{V}{V}$$

Choose $R_4 = 20k\Omega$

$$G_{min} = 1 + \frac{20k\Omega}{R_3} = 5 \frac{V}{V}$$

$$R_3 = \frac{R_4}{5-1} = \frac{20k\Omega}{4} = 5k\Omega \rightarrow R_3 = 5.1k\Omega \text{ (Standard Value)}$$

3. R_1 と R_2 を選択します。基準電圧のゲインを $1V/V$ に設定するため、比 R_1/R_2 と比 R_3/R_4 を確実に一致させます。

$$\frac{V_{o-ref}}{V_{ref}} = \left(-\frac{R_3}{R_4}\right) \times \left(-\frac{R_2}{R_1}\right) = \frac{R_3 \times R_2}{R_4 \times R_1} = 1 \frac{V}{V}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3} \rightarrow R_1 = R_3 = 5.1k\Omega \text{ and } R_2 = R_4 = 20k\Omega \text{ (Standard Value)}$$

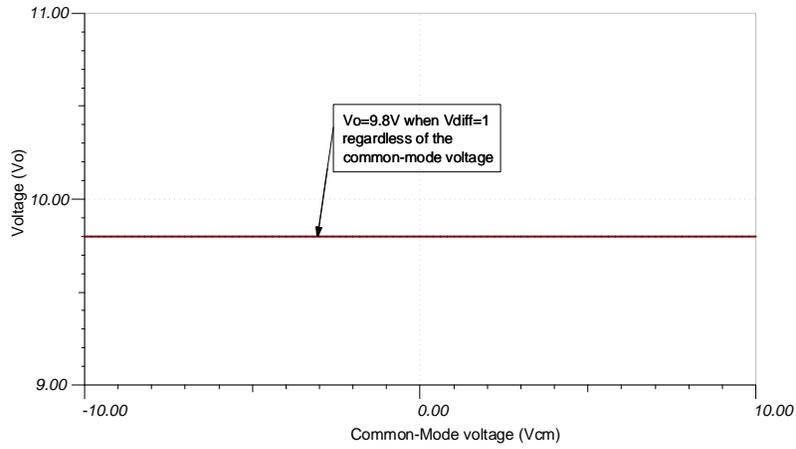
4. 目標の最大ゲイン $G = 10V/V$ を満たすよう、 R_9 を選択します。

$$G = 1 + \frac{R_4}{R_3} + \frac{2R_2}{R_9} = 1 + \frac{20k\Omega}{5.1k\Omega} + \frac{2 \times 20k\Omega}{R_9} = 10 \frac{V}{V}$$

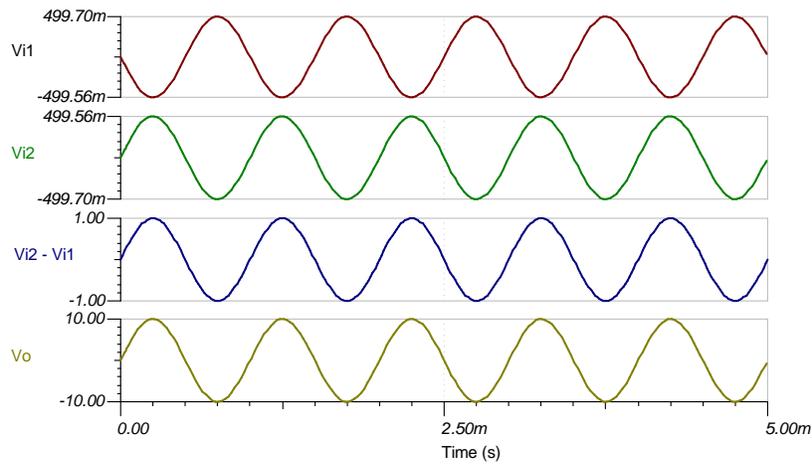
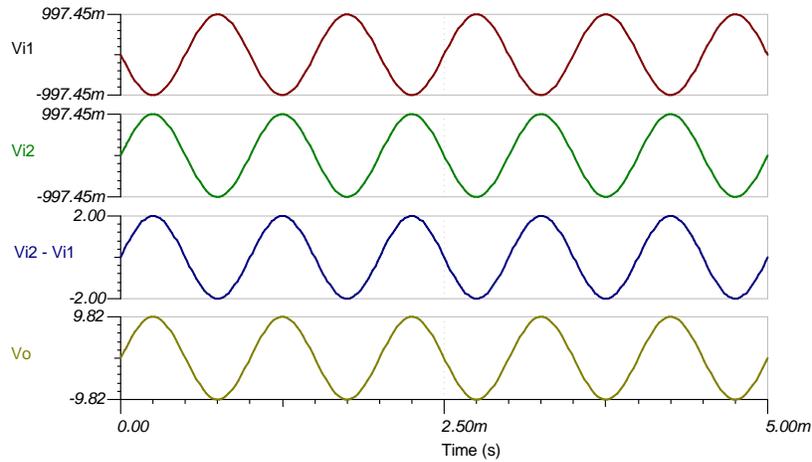
$$R_9 = 8k\Omega \rightarrow R_9 = 7.87k\Omega \text{ (Standard Value)}$$

設計シミュレーション

DCシミュレーション結果



過渡シミュレーション結果



関連資料

1. [アナログ・エンジニア向け回路クックブック](#)
2. [SPICE シミュレーション・ファイル: SBOMAU7](#)
3. [TI プレジジョン・ラボ](#)
4. [2 オペアンプ構成の計測アンプの \$V_{CM}\$ と \$V_{OUT}\$ の関係のプロット](#)
5. [計測アンプの入力同相範囲を計算](#)

設計に使用されるオペアンプ

TLV171	
V_{SS}	4.5V~36V
V_{inCM}	$(V_{ee}-0.1V) \sim (V_{cc}-2V)$
V_{out}	レール・ツー・レール
V_{os}	0.25mV
I_q	475 μ A
I_b	8pA
UGBW	3MHz
SR	1.5V/ μ s
チャンネル数	1, 2, 4
www.ti.com/product/tlv171	

設計の代替オペアンプ

OPA172	
V_{SS}	4.5V~36V
V_{inCM}	$(V_{ee}-0.1V) \sim (V_{cc}-2V)$
V_{out}	レール・ツー・レール
V_{os}	0.2mV
I_q	1.6mA
I_b	8pA
UGBW	10MHz
SR	10V/ μ s
チャンネル数	1, 2, 4
www.ti.com/product/opa172	

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