

## Analog Engineer's Circuit

## シングルエンド入力から差動出力への変換回路



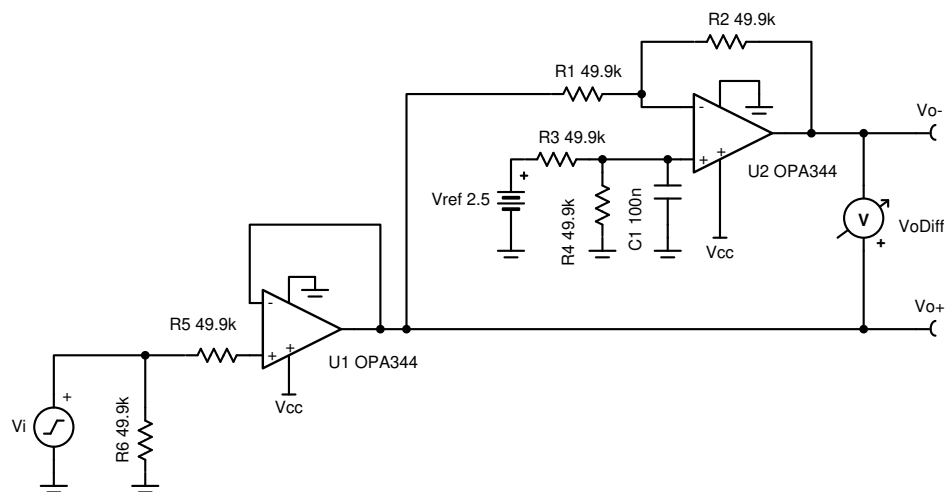
Takahiro Saito

## 設計目標

入力		出力		電源		
$V_{iMin}$	$V_{iMax}$	$V_{oDiffMin}$	$V_{oDiffMax}$	$V_{cc}$	$V_{ee}$	$V_{ref}$
0.1 V	2.4 V	-2.3 V	2.3 V	2.7 V	0 V	2.5 V

## 設計の説明

この回路は、2.7V 単一電源を使って、0.1V~2.4V のシングルエンド入力を、±2.3V の差動出力に変換します。入力および出力の範囲は、オペアンプの入力同相範囲と、出力スイングの制限が満たされている限り、必要に応じてスケールリングできます。



## デザインノート

- レールツーレールの入力および出力を持つオペアンプにより、回路の入力および出力範囲が最大化されます。
- $V_{os}$  およびオフセットドリフト係数が小さいオペアンプを使用すると、DC 誤差が減少します。
- ゲイン誤差を最小化するため、公差の小さい抵抗を使用してください。
- リニア出力スイングに基づいて出力範囲を設定します ( $A_{o1}$  の仕様を参照)。
- 安定性のため、帰還抵抗を低く抑えるか、 $R_2$  と並列にコンデンサを追加してください。

## 設計手順

- $V_i$  信号をバッファし、 $V_{o+}$  を生成します。

$$V_{o+} = V_i$$

- 差動アンプを使用して  $V_{o+}$  を反転およびレベルシフトし、 $V_{o-}$  を生成します。

$$V_{o-} = (V_{ref} - V_{o+}) \times \left( \frac{R_2}{R_1} \right)$$

3. 抵抗のノイズが、アンプの広帯域ノイズよりも小さくなるよう、抵抗を選択します。

$$E_{nv} = 30 \frac{nV}{\sqrt{Hz}} \text{ (Voltage noise from op amp)}$$

If  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 49.9k\Omega$  then

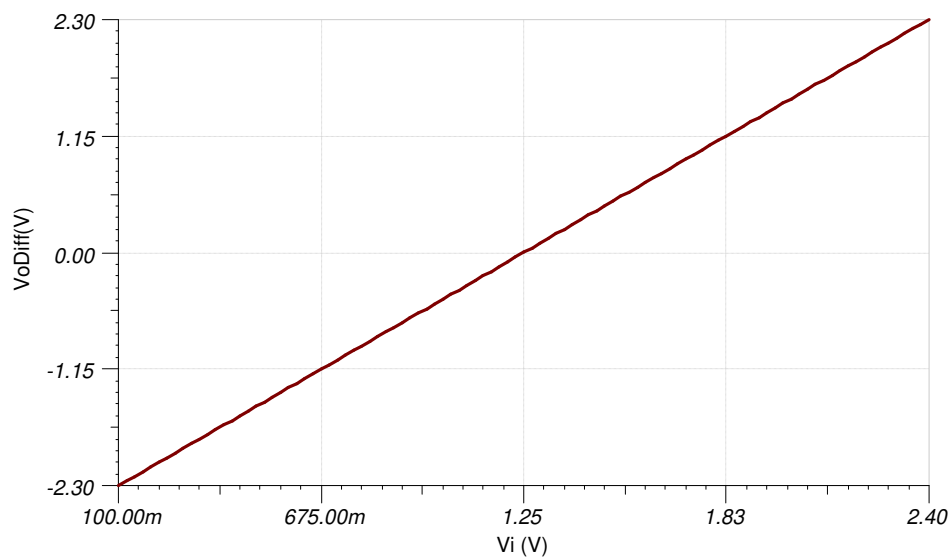
$$E_{nr} = \sqrt{(\sqrt{4 \times kB \times T \times [R_1 || R_2]})^2 + (\sqrt{4 \times kB \times T \times [R_3 || R_4]})^2} = 28.7 \frac{nV}{\sqrt{Hz}} (< E_{nv})$$

4. アンプの入力を保護し、入力フローティングを防止するための抵抗を選択します。部品表 (BOM) を簡素化するため、 $R_5 = R_6$  となるよう選択します。

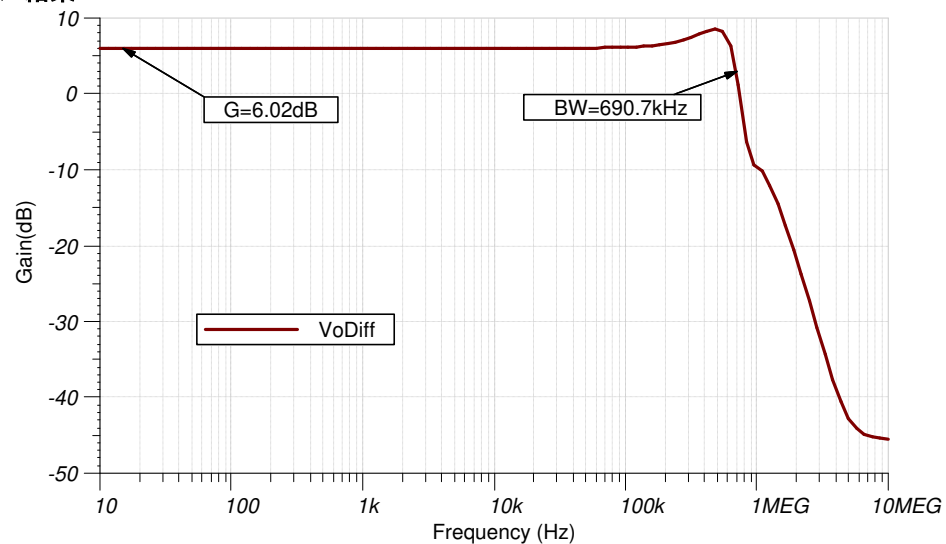
$$R_5 = R_6 = 49.9k\Omega$$

## 設計シミュレーション

### DC シミュレーション結果



### AC 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、[シングルエンド入力差動出力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、[シングルエンド入力から差動出力への変換回路](#)、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

OPA344	
$V_{SS}$	1.8V~5.5V
$V_{inCM}$	レール ツー レール
$V_{out}$	レール ツー レール
$V_{os}$	0.2 mV
$I_q$	150 $\mu$ A
$I_b$	0.2pA
UGBW	1 MHz
SR	0.8V/ $\mu$ s
チャンネル数	1、2、4
OPA344	

## 設計の代替オペアンプ

OPA335	
$V_{SS}$	2.7V~5.5V
$V_{inCM}$	$V_{ee}-0.1V \sim V_{cc}-1.5V$
$V_{out}$	レール ツー レール
$V_{os}$	1 $\mu$ V
$I_q$	285 $\mu$ A/Ch
$I_b$	70pA
UGBW	2 MHz
SR	1.6V/ $\mu$ s
チャンネル数	1 および 2
OPA335	

## 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 A (February 2019) to Revision B (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 \* (February 2018) to Revision A (February 2019) Page

- タイトルのサイズを小さくし、タイトルのルールを「アンプ」に変更。回路クックブックのランディング ページと SPICE シミュレーション ファイルへのリンクを追加。..... 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