

# Analog Engineer's Circuit

## トランスインピーダンス アンプ回路



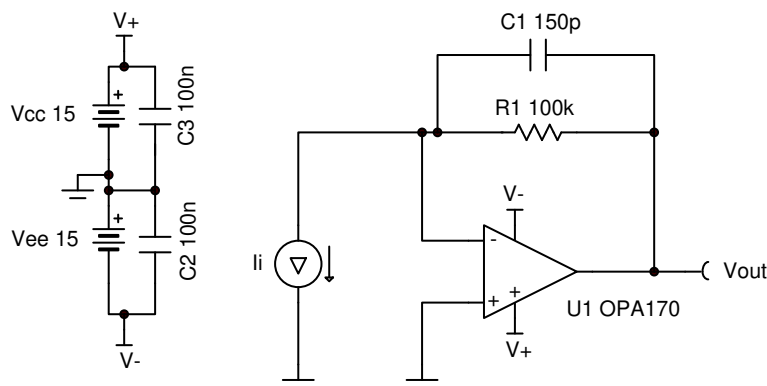
Paul Semig

### 設計目標

入力		出力		BW	電源	
$I_{iMin}$	$I_{iMax}$	$V_{oMin}$	$V_{oMax}$	$f_p$	$V_{cc}$	$V_{ee}$
0A	50 $\mu$ A	0V	5V	10kHz	15V	-15V

### 設計の説明

このトランスインピーダンス オペアンプ回路構成は、入力電流ソースを出力電圧に変換します。電流から電圧へのゲインは、帰還抵抗に基づきます。この回路は、入力電流が変化しても、入力ソースで一定の電圧バイアスを維持することができるため、多くのセンサで利点があります。



Copyright © 2018, Texas Instruments Incorporated

### デザイン ノート

- DC 誤差を減らすため、バイアス電流の小さい JFET または CMOS 入力のオペアンプを使用してください。
- 0A の入力電流に対する出力電圧を設定するため、非反転入力にバイアス電圧を追加できます。
- 非線形誤差を最小限に抑えるため、リニア出力電圧スイングの範囲内 ( $A_{oI}$  仕様を参照) で使用してください。

### 設計手順

- ゲイン抵抗を選択します。

$$R_1 = \frac{V_{oMax} - V_{oMin}}{I_{iMax}} = \frac{5V - 0V}{50\mu A} = 100k\Omega$$

- 回路の帯域幅を満たすよう、帰還コンデンサを選択します。

$$C_1 \leq \frac{1}{2 \times \pi \times R_1 \times f_p}$$

$$C_1 \leq \frac{1}{2 \times \pi \times 100k\Omega \times 10kHz} \leq 159pF \approx 150pF \text{ (Standard Value)}$$

3. 回路が安定するために必要な、オペアンプのゲイン帯域幅(GBW)を計算します。

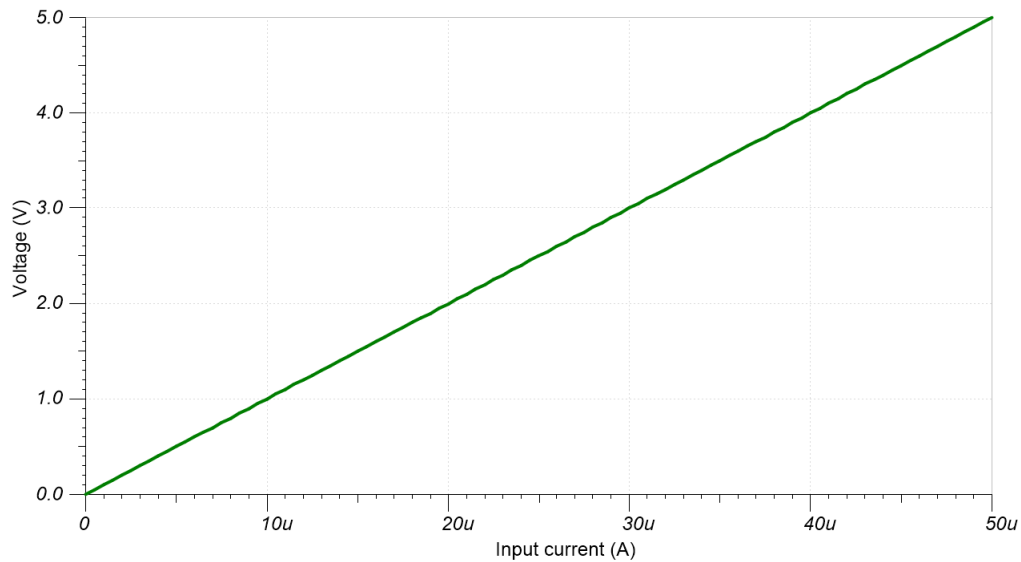
$$GBW > \frac{C_i + C_1}{2 \times \pi \times R_1 \times C_1} > \frac{6\text{pF} + 150\text{pF}}{2 \times \pi \times 100\text{k}\Omega \times (150\text{pF})^2} > 11.03\text{kHz}$$

where  $C_i = C_s + C_d + C_{cm} = 0\text{pF} + 3\text{pF} + 3\text{pF} = 6\text{pF}$  given

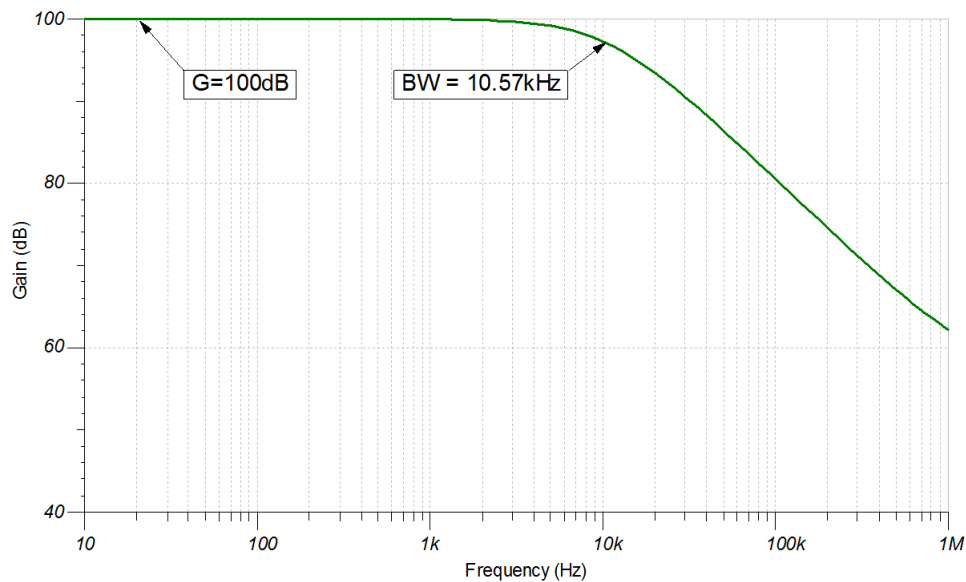
- $C_s$ : 入力ソース容量
- $C_d$ : アンプの差動入力容量
- $C_{cm}$ : 反転入力の同相入力容量

## 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、『[トランスインピーダンス アンプのシミュレーション](#)』、SBOC501 SPICE シミュレーション ファイル

テキサス・インスツルメンツ、『[1MHz、単一電源、フォトダイオード アンプ](#)』、TIPD176 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

OPA170	
$V_{cc}$	2.7V~36V
$V_{inCM}$	$(V_{ee}-0.1V) \sim (V_{cc}-2V)$
$V_{out}$	レール ツー レール
$V_{os}$	0.25 mV
$I_q$	0.11mA
$I_b$	8pA
UGBW	1.2 MHz
SR	0.4V/ $\mu$ s
チャンネル数	1、2、4
OPA170	

## 設計の代替オペアンプ

OPA1671	
$V_{cc}$	1.7V~5.5V
$V_{inCM}$	レール ツー レール
$V_{out}$	275 $\mu$ A で $(V_{ee}+10mV) \sim (V_{cc}-10mV)$
$V_{os}$	250 $\mu$ V
$I_q$	940 $\mu$ A
$I_b$	1pA
UGBW	12 MHz
SR	5V/ $\mu$ s
チャンネル数	1
OPA1671	

## 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 (September 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、タイトルのロールを「アンプ」に変更。「設計の代替オペアンプ」表を OPA1671 に更新。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

## 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