

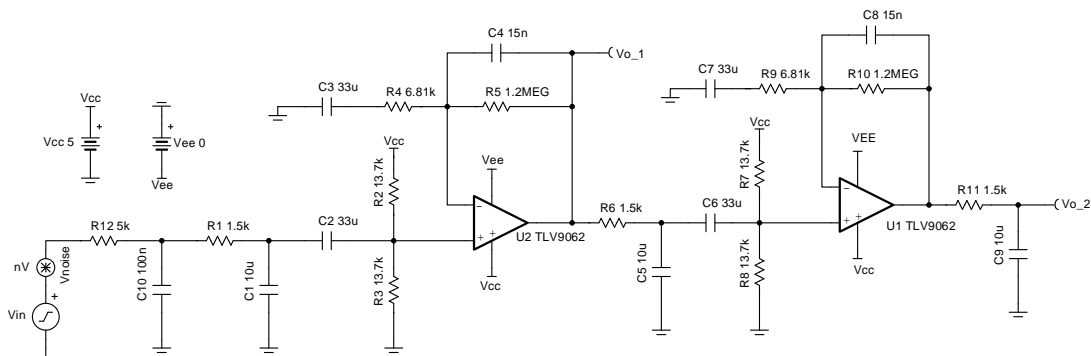
低ノイズ、長距離の PIR センサ・ コンディショナー回路

設計目標

AC ゲイン	フィルタのカットオフ周波数		電源	
90dB	f_L	f_H	V_{cc}	V_{ee}
	0.7Hz	10Hz	5V	0V

設計の説明

この 2 段式アンプの設計は、受動赤外線 (PIR) センサからの信号を増幅し、フィルタ処理します。回路には、回路の出力におけるノイズを低減するため複数のローパスおよびハイパス・フィルタが含まれており、長距離での動作を検出でき、誤認トリガを減らすことができます。この回路の後にウィンドウ・コンパレータを追加してデジタル出力を生成するか、A/D コンバータ (ADC) 入力へ直接接続できます。



デザイン・ノート

1. 同相電圧と出力バイアス電圧は、 R_2 と R_3 (および R_7 と R_8) の間の抵抗分圧器を使用して設定します。
2. 十分なループ・ゲインを確保するには、2 つ以上のアンプ段を使用する必要があります。
3. ノイズをさらに減らすため、ローパスおよびハイパス・フィルタを追加することもできます。
4. コンデンサ C_4 および C_8 は、回路の帯域幅を狭くすることでノイズをフィルタ処理し、アンプの安定性に役立ちます。
5. アンプの総合積分ノイズを減らすには、アンプの出力に RC フィルタ (例: R_6 と C_5) が必要です。
6. 回路の最大ゲインは、フィルタのカットオフ周波数の影響を受けることがあります。目的のゲインを得るために、このカットオフ周波数の調整が必要になる可能性があります。

設計手順

- ローパス・フィルタ用に大きな値のコンデンサ C_1 、 C_5 、 C_9 を選択します。値の大きなコンデンサは、標準抵抗値と比べて限られた標準値しか選択できないため、これらのコンデンサを最初に選択します。
 $C_1 = C_5 = C_9 = 10\mu\text{F}$
- ローパス・フィルタを形成する R_1 、 R_6 、 R_{11} の抵抗値を計算します。

$$R_1 = R_6 = R_{11} = \frac{1}{2\pi \times f_L \times C_1} = \frac{1}{2\pi \times 0.7\text{Hz} \times 10\mu\text{F}} = 1.592\text{k}\Omega$$
Choose $R_1 = R_6 = R_{11} = 1.5\text{k}\Omega$ (Standard value)
- ハイパス・フィルタのコンデンサ C_2 、 C_3 、 C_6 、 C_7 の値を選択します。
 $C_2 = C_3 = C_6 = C_7 = 33\mu\text{F}$
- ハイパス・フィルタを形成する R_4 および R_9 の抵抗値を計算します。

$$R_4 = R_9 = \frac{1}{2\pi \times f_H \times C_2} = \frac{1}{2\pi \times 10\text{Hz} \times 33\mu\text{F}} = 6.89\text{k}\Omega$$
Choose $R_4 = R_9 = 6.81\text{k}\Omega$ (Standard value)
- 分圧器を使用して、アンプの同相電圧を電源電圧の 1/2 に設定します。ハイパス・フィルタのコーナー周波数を正しく設定するため、分圧器の等価抵抗は R_4 と等しくします。

$$R_2 = R_3 = R_7 = R_8 = 2 \times R_4 = 2 \times 6.81\text{k}\Omega = 13.62\text{k}\Omega$$
Choose $R_2 = R_3 = R_7 = R_8 = 13.7\text{k}\Omega$ (Standard value)
- 必要な総合ゲインを得るため、各ゲイン段で必要なゲインを計算します。回路の総合ゲインの目標値を、両方のゲイン段に均等に割り当てます。

$$\text{Gain} = \frac{90\text{dB}}{2} = 45\text{dB} = 177.828\sqrt{\text{V}}$$
- 最初の段のゲインを設定するため、 R_5 の値を計算します。

$$R_5 = (\text{Gain} - 1) \times R_4 = (177.828\sqrt{\text{V}} - 1) \times 6.81\text{k}\Omega = 1.204\text{M}\Omega$$
Choose $1.2\text{M}\Omega$
- ローパス・フィルタのカットオフ周波数を設定するため、 C_4 を計算します。

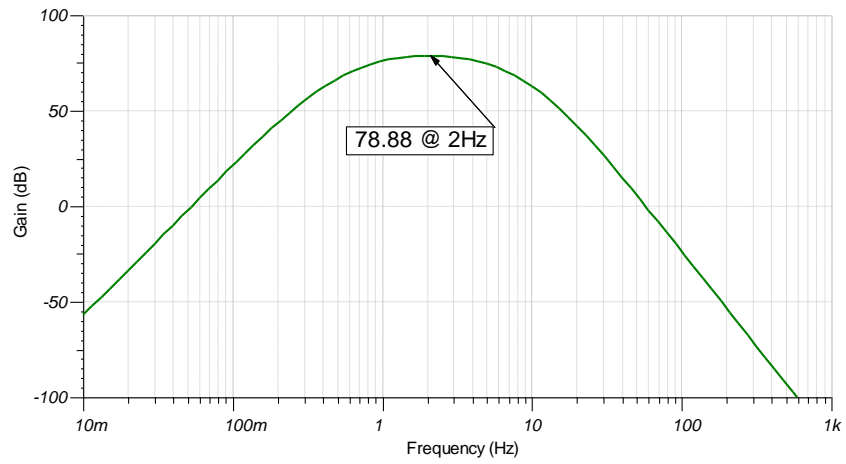
$$C_4 = \frac{1}{2\pi \times R_5 \times f_L} = \frac{1}{2\pi \times 1.2\text{MHz} \times 10\text{Hz}} = 13.263\text{nF}$$
Choose $C_4 = 15\text{nF}$
- 最初のゲイン段のゲインおよびカットオフ周波数は 2 番目のゲイン段と等しいため、両方の段ですべての部品値を等しくします。

$$\begin{aligned} R_1 &= R_6 = 5\text{k}\Omega \\ R_7 &= R_8 = 13.7\text{k}\Omega \\ R_9 &= R_4 = 6.81\text{k}\Omega \\ R_{10} &= R_5 = 1.2\text{M}\Omega \\ C_8 &= C_4 = 15\text{nF} \end{aligned}$$
- 回路の出力に置くローパス・フィルタのカットオフ周波数を設定するため、 R_{11} を計算します。

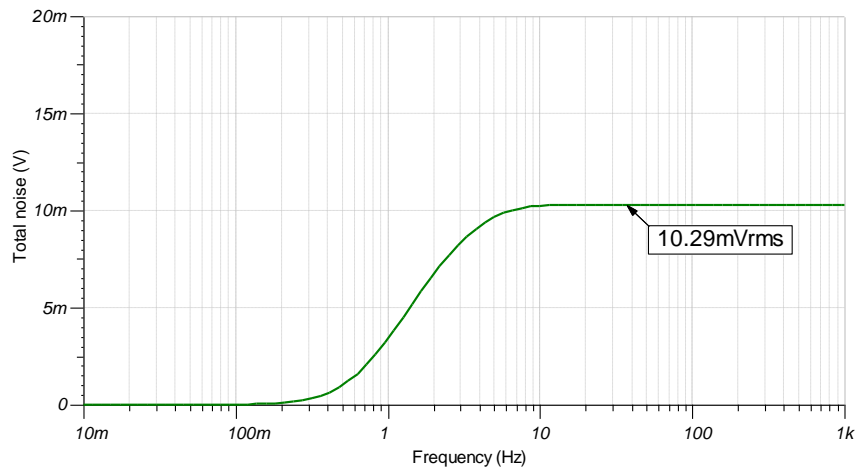
$$R_{11} = \frac{1}{2\pi \times C_9 \times f_L} = \frac{1}{2\pi \times 10\mu\text{F} \times 10\text{Hz}} = 1.592\text{k}\Omega$$
Choose $R_{11} = 1.5\text{k}\Omega$

設計シミュレーション

ACシミュレーション結果



ノイズの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: [SBOC524](#)
3. TI プレジジョン・ラボ

設計に使用されるオペアンプ

TLV9062	
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}	0.3mV
I_q	538 μ A
I_b	0.5pA
UGBW	10MHz
SR	6.5V/ μ s
チャンネル数	1、2、4
www.ti.com/product/tlv9062	

設計の代替オペアンプ

OPA376	
V_{SS}	2.2V~5.5V
V_{inCM}	$V_{ee} \sim V_{cc} - 1.3V$
V_{out}	レール・ツー・レール
V_{os}	5 μ V
I_q	760 μ A/Ch
I_b	0.2pA
UGBW	5.5MHz
SR	2V/ μ s
チャンネル数	1、2、4
http://www.ti.com/product/opa376	

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