

Analog Engineer's Circuit

絶縁型ゼロクロス検出回路



Data Converters

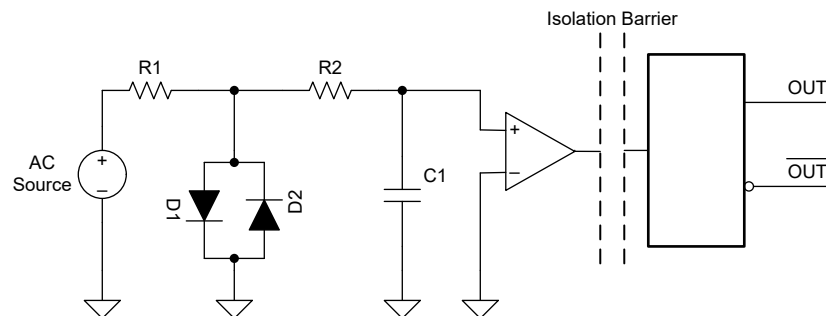
Scott Cummins

設計目標

ハイサイド電源	入力電圧	動作電圧	ローサイド電源	出力電圧
12 V	$\pm 170V_{pk}$ の正弦波	$\geq 400V_{RMS}$	3.3V~5.0V $\pm 10\%$	\leq ローサイド電源

設計の説明

このゼロクロス検出器の回路は、AC 入力ゼロクロスのリファレンス電圧と交差するとき、出力状態が変化します。この設計は、反転と非反転のデジタル出力を使用し、AC 正弦波のゼロクロスを検出するシングルチップソリューションを採用しています。この回路は、コンパレータの反転入力をグラウンドに設定し、クランプされた正弦波を非反転入力に印加することで作成されます。入力電圧は、R1 と 1 対のアンチパラレルダイオードによってクランプされます。この場合、アッテネータの代わりにダイオードを使用してゼロクロス付近で入力のスルーレートを最大化し、出力レイテンシを短縮します。この回路は、制御回路で AC ラインのゼロクロス検出に使用され、スタンバイおよびオフモードでの消費電力を低減します。



絶縁型ゼロクロス検出の回路図

デザインノート

- この回路は、絶縁バリアをまたぐ 750V の動作電圧に対応できる必要があります。
- IN+ の最大入力電圧は $\pm 1V$ の必要があります
- 反転および非反転出力が必要です
- R1 を流れる最大電流は $100\mu A \pm 10\%$ です
- ストリング内の各抵抗の動作電圧を最大 $100V \pm 10\%$ に制限します
- 入力 AC ソース電圧は $120V_{RMS}$ で、部品を変更すると、より高い AC 電圧に簡単に適応できます。詳細については、「別の設計」セクションを参照してください
- AC ゼロクロスのヒステリシス電圧が $\pm 30mV$ 以下であることを確認します

設計手順

- 理想的な R1 抵抗の値を決定します。最大ピーク入力電圧は $120V_{RMS} \times \sqrt{2} = 170V_{PK}$ です。ダイオード D1 の順方向電圧は 0 に近く、この計算には含まれていないことに注意してください。

$$R1 = \frac{170 V_{PK}}{100 \mu A} = 1.70 M\Omega$$

- 抵抗ごとの $\leq 100V$ の設計制限を守るため、R1 を 3 つの等しい抵抗に分割します。

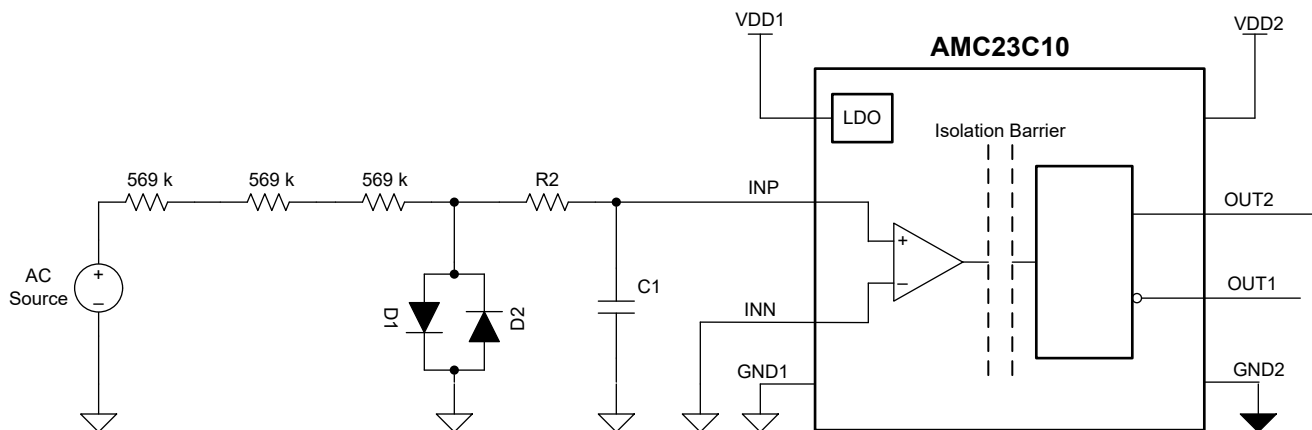
$$R1 = \frac{1.70 M\Omega}{3} = 566.66 k\Omega$$

- アナログ技術者向けカリキュレータを使用して、R1 の E96 1% の標準抵抗値を求めます。最も近い値は 569kΩ です。
- アンチパラレル ダイオードを選択します。R1 経路で給電される 100μA とともに、少なくとも ±350mV の順方向電圧を供給するダイオードを選択します。
- オプション - R2 と C1 で定義された VINP のローパスフィルタを設計します。周波数応答は次のように定義されます。

$$F_C = \frac{1}{2\pi \times R2 \times C1}$$

改訂版の設計

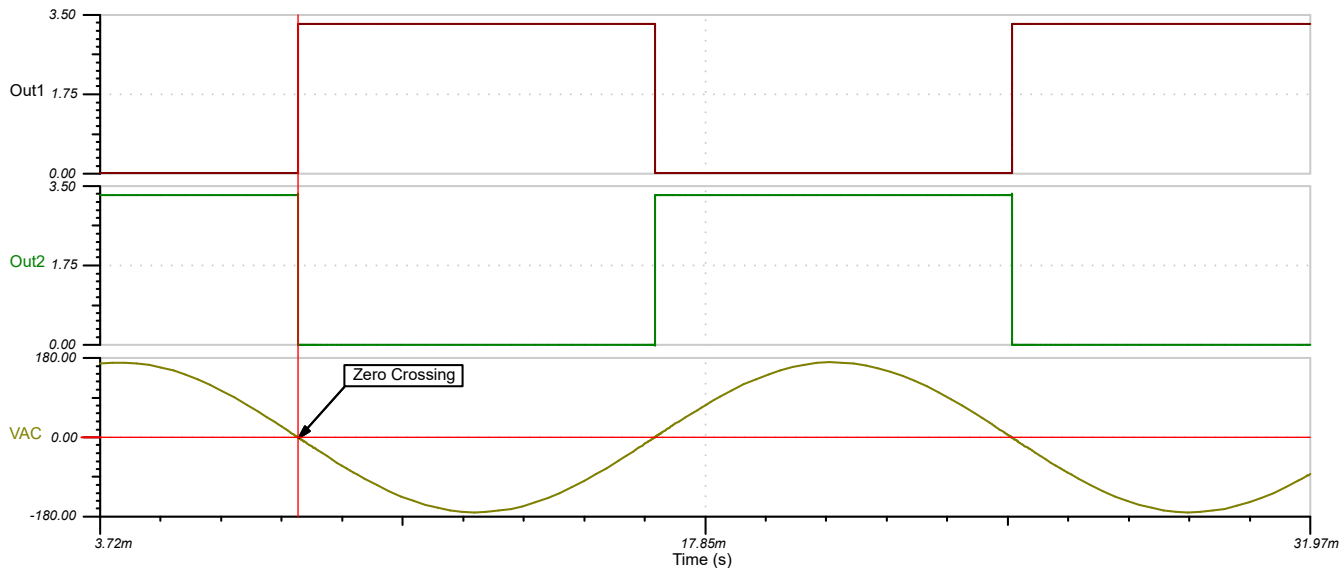
次の回路図は、AMC23C10 を使用した改訂版の設計の実装を示しています。



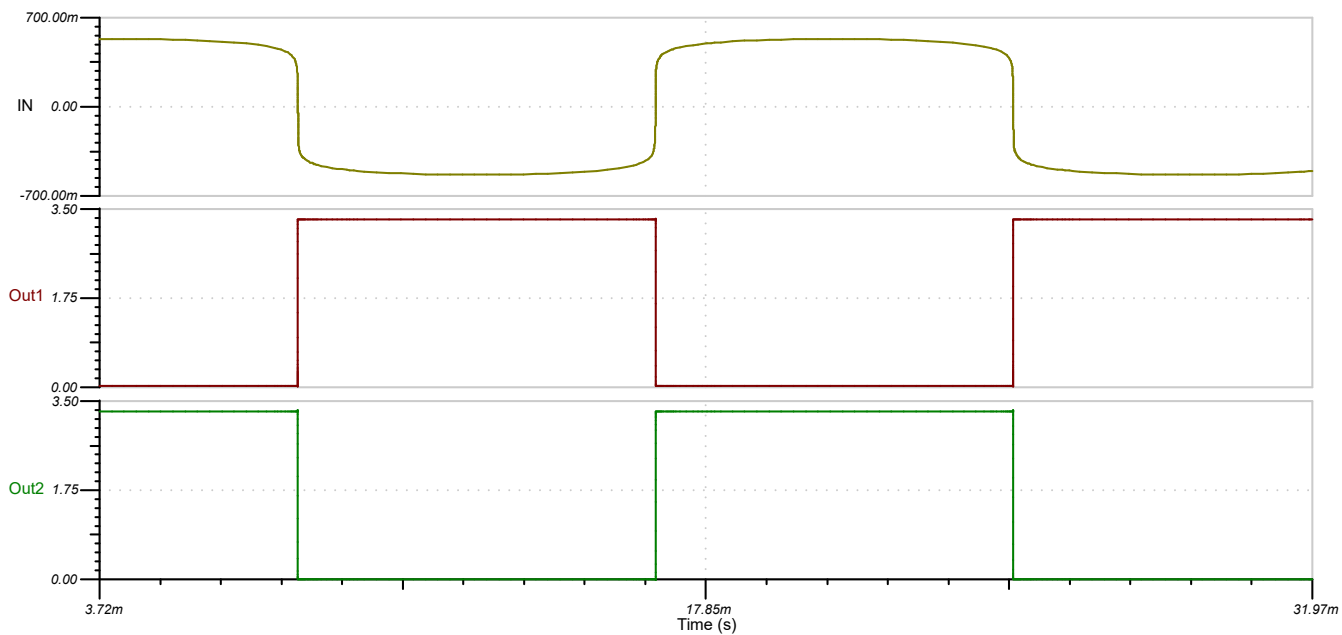
AMC23C10 絶縁型コンパレータを使用した改訂版の設計

AMC23C10 は容量性絶縁を使用して、1000V の動作電圧を実現します。VDD1 の電圧源は 3V~27V で規定され、LDO により内部で制御されます。VDD2 は 2.7V~5.5V で規定されています。通常動作時の入力電圧範囲は ±1V です。OUT1 のロジック出力はオープンドレインで、VDD1 へのプルアップ抵抗とともに使用できます。OUT2 はプッシュプル・タイプの出力で、外付けプルアップ抵抗は不要です。

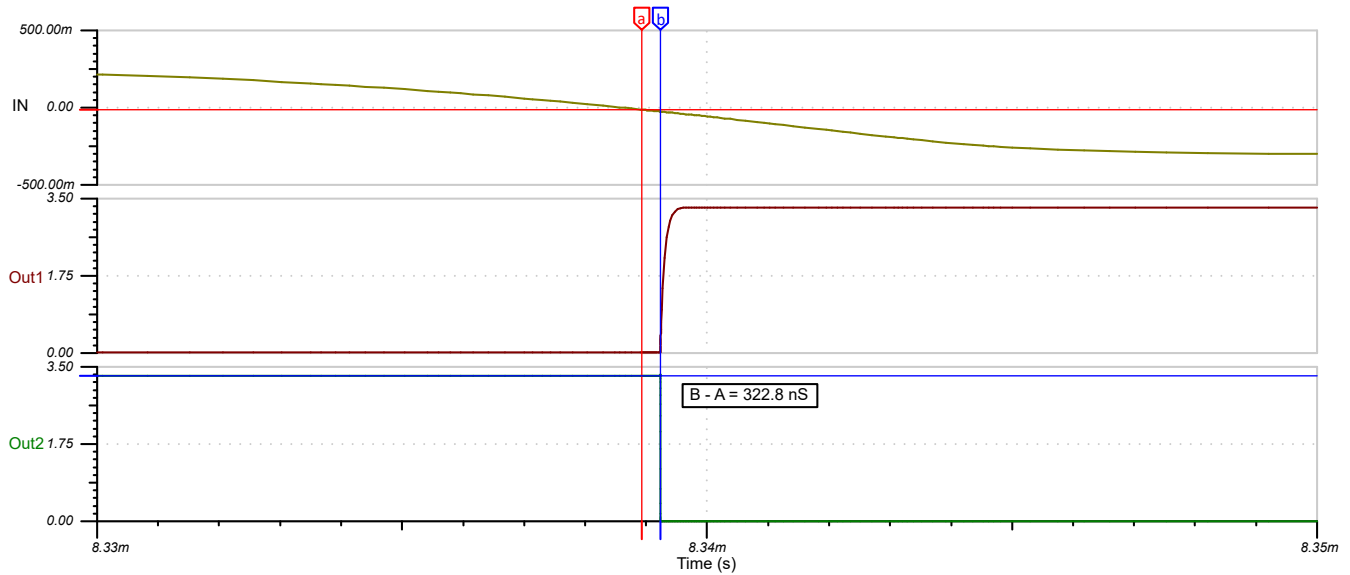
設計シミュレーション



正弦波入力によるゼロクロス検出のシミュレーション



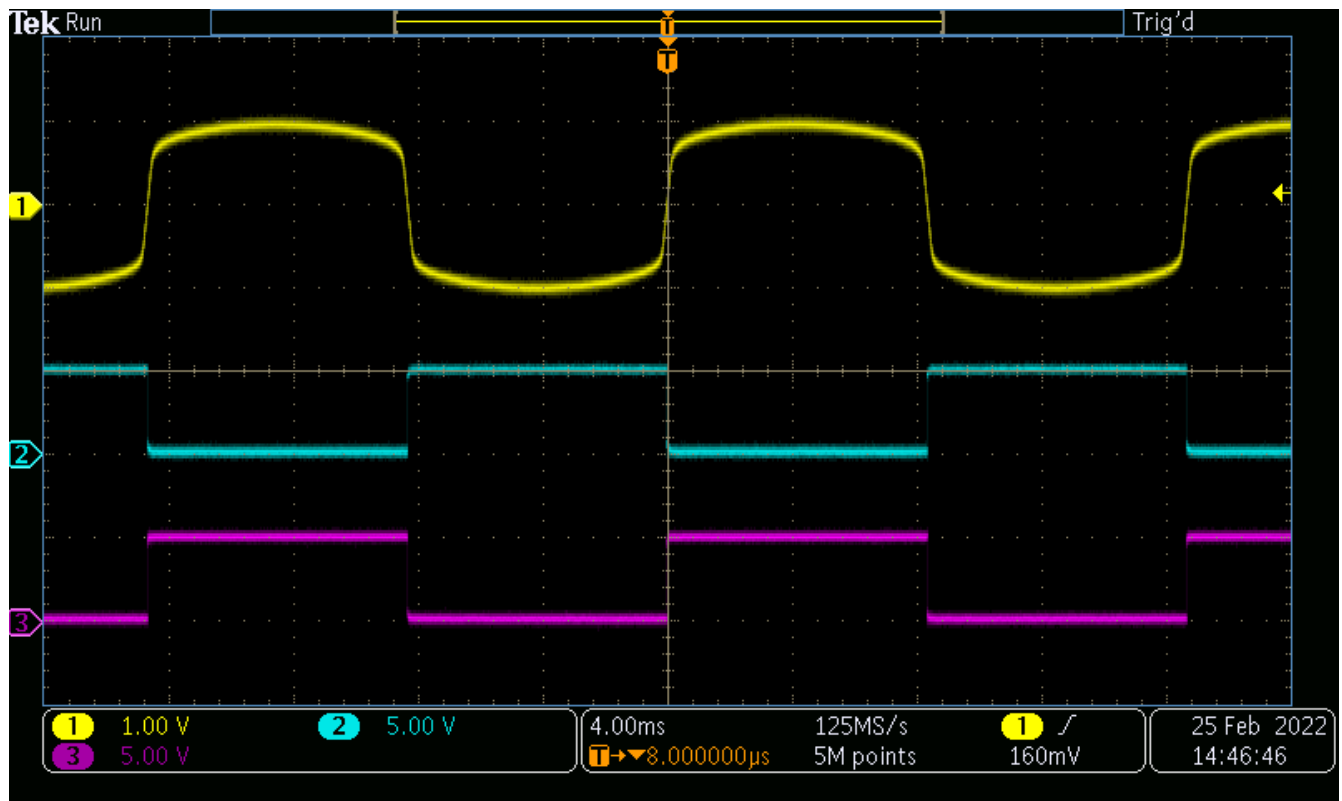
整流入力によるゼロクロス検出のシミュレーション



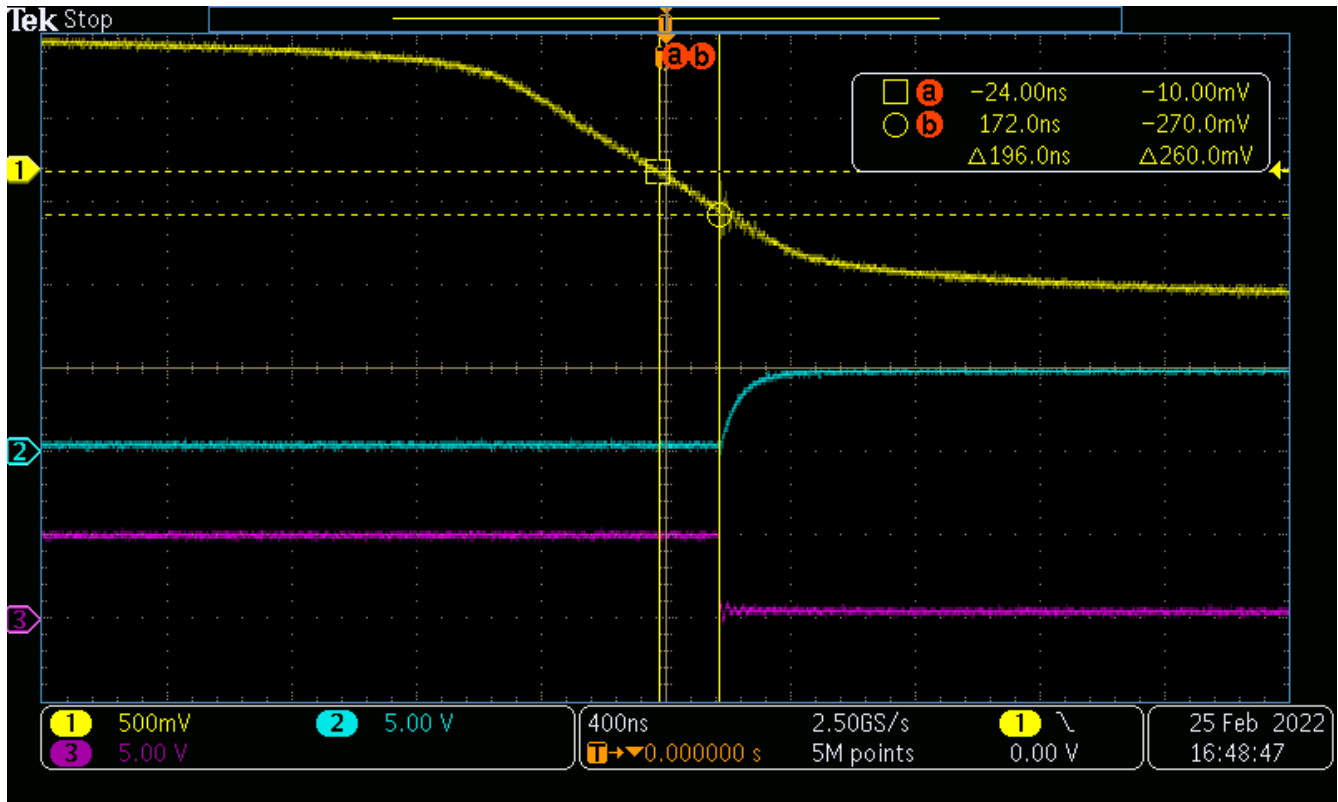
ゼロクロス検出の応答時間のシミュレーション

測定された応答

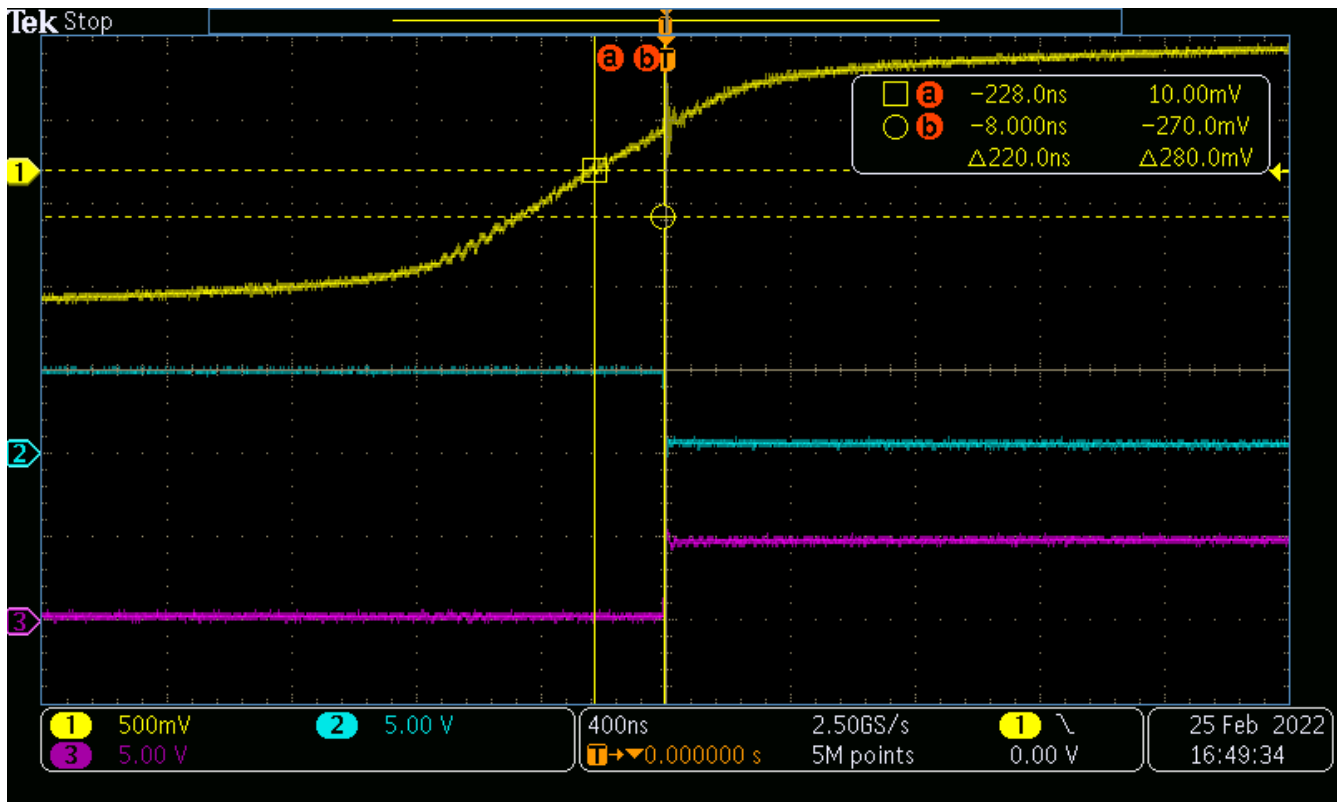
以下の図に、AMC23C10 絶縁コンパレータを使用して測定された、ゼロクロス検出回路の応答を示します。入力はトレース 1 でキャプチャされ、OUT1 と OUT2 はそれぞれトレース 2 と 3 に示されています。入力の立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの両方で測定した場合、入力のゼロクロスから出力遷移までの遅延時間は 220ns を超えません。



整流入力のゼロクロス検出



ゼロクロス検出の出力レイテンシ - 立ち下がりエッジ



ゼロクロス検出の出力レイテンシ - 立ち上がりエッジ

設計の参照資料

テキサス・インスツルメンツ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。

テキサス・インスツルメンツ、『[AMC23C10 デュアル出力、高速応答、強化絶縁型コンパレータ](#)』データシート

設計に使用されている絶縁型コンパレータ

AMC23C10	
動作電圧	1000 V _{RMS}
VDD1	3.0 V~27 V
VDD2	2.7 V~5.5V
入力電圧範囲	±1000 mV
出力オプション	OUT1 - オープンドレイン
	OUT2 - プッシュプル
AMC23C10	

230VAC 入力の代替設計

AMC23C10	
動作電圧	1000 V _{RMS}
AC 入力	325V _{PK}
理想的な R1	3.25 MΩ
R1 E96 規格	3 個でそれぞれ 1.09MΩ

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