

## Analog Engineer's Circuit

## コンパレータによるゼロクロス検出回路



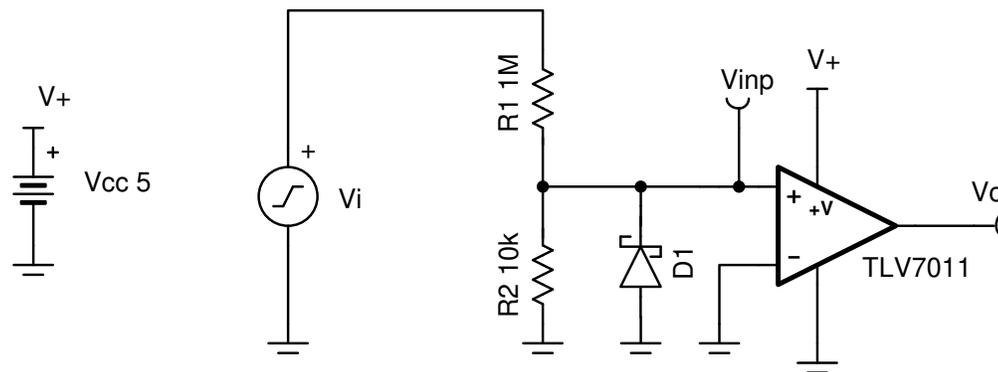
Jaskaran Atwal

## 設計目標

電源		入力信号		AC 商用電源の最大リーク電流
$V_{cc}$	$V_{ee}$	タイプ	$V_i$	$I_{ac}$
5 V	0V	シングル	240V AC RMS	< 500 $\mu$ A

## 設計の説明

このゼロクロス検出器の回路は、AC 入力ゼロクロスリファレンス電圧と交差するとき、コンパレータの出力状態が変化します。コンパレータの反転入力をゼロ基準電圧に設定し、減衰した入力を非反転入力に印加する方法で、この仕様を実現します。分圧器  $R_1$  および  $R_2$  は、入力 AC 信号を減衰させます。ダイオード  $D_1$  は、非反転入力にコンパレータの負の入力同相制限を下回らないことを保証するために使用されます。ゼロクロス検出は多くの場合、電源制御回路に使用されます。



## デザインノート

1. 低速の入力信号のために望ましくない遷移が発生しないよう、多少のヒステリシスを使用します。
2. 入力同相範囲の広いコンパレータを選択します。
3. TLV7011 の位相反転保護機能により、入力が入力同相制限を超過した場合の位相反転を防止できます。
4. 入力が入力同相制限値を下回った場合にコンパレータを保護するため、ダイオードを使用します。

## 設計手順

1. 入力信号のピーク値を計算します。

$$V_p = V_{RMS} \times \sqrt{2} = 340V$$

2. 340V の入力信号をコンパレータの正の同相範囲内 (3.4V) に減衰させるため、抵抗分圧器を選択します。

$$340V \times G = 3.4V$$

$$G = 0.01 \frac{V}{V}$$

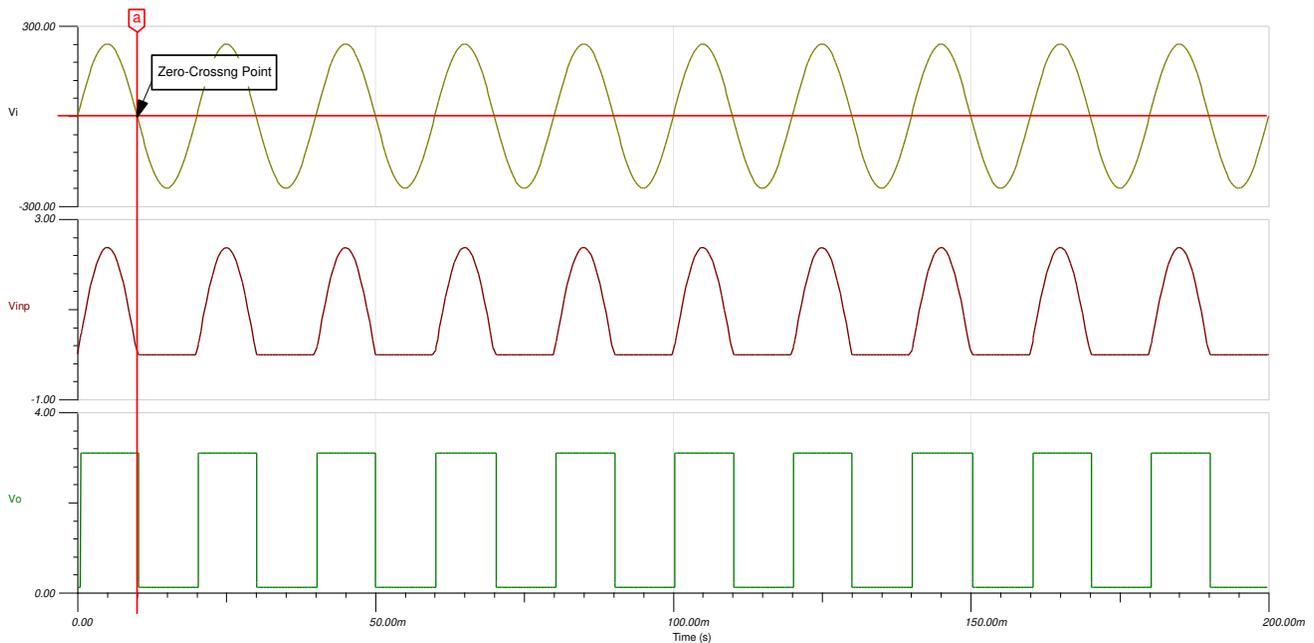
$$\left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) = 0.01$$

3.  $R_1$  に 1M $\Omega$  を、 $R_2$  に 10k $\Omega$  (最も近い 1% 値) を選択します。  
 4. 非反転入力の方の負の電圧を制限するため、ダイオード  $D_1$  を選択します。定格 0.3V のツェナー ダイオードを使います。  
 5. AC 商用電源のリーク電流を計算し、リーク電流の設計目標である 500 $\mu$ A 未満を満たしているかどうかをチェックします。

$$I_{ac} = \frac{V_p}{R_1} = 340\mu A$$

## 設計シミュレーション

### 過渡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、[SBOMAP5 シミュレーション](#)、[回路ファイル](#)

**設計で使用されているコンパレータ**

TLV7011	
$V_{SS}$	1.6V~5.5V
$V_{inCM}$	レール ツー レール
$t_{pd}$	260ns
$V_{OS}$	0.5 mV
$V_{HYS}$	4 mV
$I_q$	5 $\mu$ A
出力方式	プッシュプル
チャンネル数	1
<a href="#">TLV7011</a>	

**設計の代替コンパレータ**

TLV3201	
$V_{SS}$	2.7V~5.5V
$V_{inCM}$	レール ツー レール
$t_{pd}$	40ns
$V_{OS}$	1 V
$V_{HYS}$	1.2 mV
$I_q$	40 $\mu$ A
出力方式	プッシュプル
チャンネル数	1
<a href="#">TLV3201</a>	

**商標**

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 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