

Application Brief

シュミットトリガについて



CMOS、BiCMOS、TTL の大半のデバイスは、入力のハイとローの各遷移で、かなり高速なエッジを必要とします。エッジが急峻ではない (遷移に長時間を要する) 場合、過電流や発振、また状況によってはデバイスの損傷が生じる可能性があります。

低速またはノイズの多いエッジ

低速エッジは、電源投入時や、フィルタリングに必要な大容量コンデンサでプッシュボタンや手動スイッチを使用する場合に避けられないことがあります。負荷が大きい出力は、入力の立ち上がりおよび立ち下がり時間が次の段階にある部品には仕様外になる原因にもなります。通常 (非シュミットトリガ) 入力では、本デバイスは立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの同じポイントでスイッチングします。立ち上がりエッジが低速の場合、部品がスレッショルドにとどまります。スイッチが発生すると、V_{CC} からの電流が必要です。

V_{CC} から電流が強制的に流れると、V_{CC} レベルが低下し、スレッショルドが変動する原因になります。スレッショルドが変動すると、再び入力と交差し、部品が再びスイッチングしてしまいます。このパターンは、発振を引き起こし、過剰な電流を引き起こす可能性があります。このパターンは、ノイズが入力に存在する場合にも発生する可能性が

あります。ノイズがスレッショルドを複数回超えて、発振または複数のクロッキングが発生する可能性があります。

ヒステリシス

これらの問題に対する対策は、シュミットトリガタイプのデバイスを使用して、低速またはノイズの多いエッジを、次のデバイスの入力立ち上がりおよび立ち下がり仕様を満たす高速なエッジに変換することです。真のシュミットトリガ入力には、立ち上がり時間と立ち下がり時間に関する制限はありません。

シュミットトリガ動作を備えた部品には、ノイズ除去に役立つ少量のヒステリシスがありますが、立ち上がりおよび立ち下がりの時間に対する入力制限があります。これらの部品は通常、データシートに V_T 仕様が記載されておらず、推奨動作条件の入力について立ち上がりおよび立ち下がり時間の制限が規定されています。

真のシュミットトリガ入力はスイッチングのスレッショルドを調整しており、立ち上がりエッジではより高い点 (V_{T+})、立ち下がりエッジではより低い点 (V_{T-}) でスイッチングします。これらのスイッチングポイントの違いをヒステリシス (ΔV_T) と呼びます。以下に、シュミットトリガ仕様の例を示します。

表 1. シュミットトリガ仕様の例

パラメータ	V _{CC}	最小値	最大値	単位
V _{T+} (正方向入力のスレッショルド電圧)	1.65V	0.76	1.13	V
	2.3V	1.08	1.56	
	3V	1.48	1.92	
	4.5V	2.19	2.74	
	5.5V	2.65	3.33	
V _{T-} (負方向入力のスレッショルド電圧)	1.65V	0.35	0.59	V
	2.3V	0.56	0.88	
	3V	0.89	1.2	
	4.5V	1.51	1.97	
	4.5V	1.88	2.4	
ΔV_T ヒステリシス (V _{T+} - V _{T-})	1.65V	0.36	0.64	V
	2.3V	0.45	0.78	
	3V	0.51	0.83	
	4.5V	0.58	0.93	
	5.5V	0.69	1.04	

$(V_{t+} \max) = V_{ih}$ および $(V_{t-} \min) = V_{il}$ を覚えておくことが重要です。仕様では、複数の制限がシュミットトリガ入力に関連しています。これらの制限は、さまざまな理由で重要です。入力の立ち上がりエッジで、本デバイスは $(V_{t+} \min)$ と $(V_{t+} \max)$ の間で切り替わります。立ち下がりエッジで、本デバイスは $(V_{t-} \max)$ と $(V_{t-} \min)$ の間で切り替わります。デバイスは $(V_{t-} \max)$ と $(V_{t+} \min)$ の間で切り替わりません。これは、ノイズ除去にとって重要です。

ヒステリシスは、立ち上がりエッジでデバイスが切り替わるときと、立ち下がりエッジでスイッチングするときとの差です。ヒステリシスは最小値以上、最大値 (ΔV_t) 以下の仕様範囲を超えないようにします。

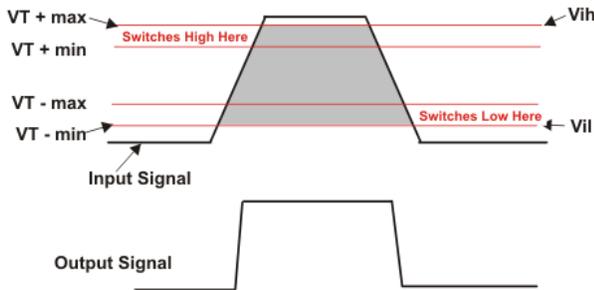


図 1. ヒステリシス切り替え時間

図 1 においては、確実に部品の切り替えを行うために、入力レベル V_{ih} と V_{il} は、 $(V_{t-} \min)$ より大きく、 $(V_{t-} \min)$ より小さくしなければなりません。上のプロットの切り替え点は分離されており、視覚的に明確になります。実際には、 $(V_{t-} \min)$ と $(V_{t-} \min)$ が重複する可能性があります。

入力電圧

よくある誤解の 1 つは、低速信号をシュミットトリガに切り替えると、消費電流が小さくなるということです。シュミットトリガが多く電流を引き込む可能性のある発振を防止するというのは、この誤解の一部に当てはまります。ただし、入力がレールに供給されない時間が長くなることにより、 I_{CC} 電流は依然として高くなる可能性があります。これはデルタ (Δ) I_{CC} です。デルタ (Δ) I_{CC} とは、入力がレールに達していないこと、上側または下側のドライブトランジスタが部分的にオンになっている状態です。次のプロットは、入力電圧スイープ全体にわたる I_{CC} を示しています。

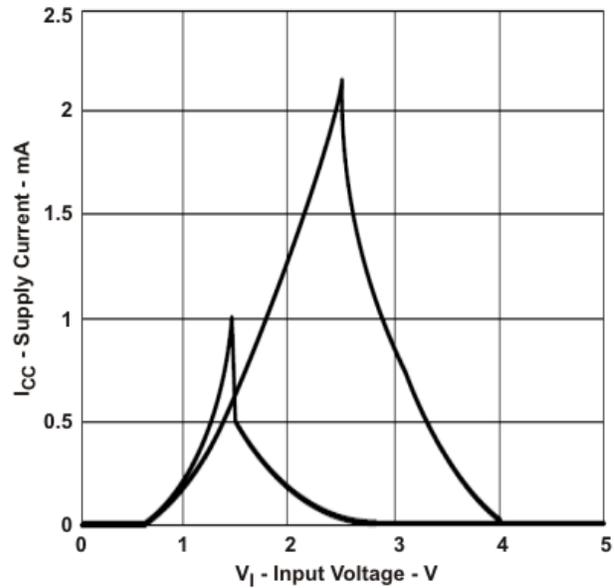


図 2. 入力電圧に対する電源電流の関係

正弦波

この発振器アプリケーションで示されているように、シュミットトリガを使用して正弦波を方形波に変換します。また、スイッチデバウンサー回路と同様に、シュミットトリガを使用して低速またはノイズの多い入力を高速化したり入力をクリーンアップしたりします。

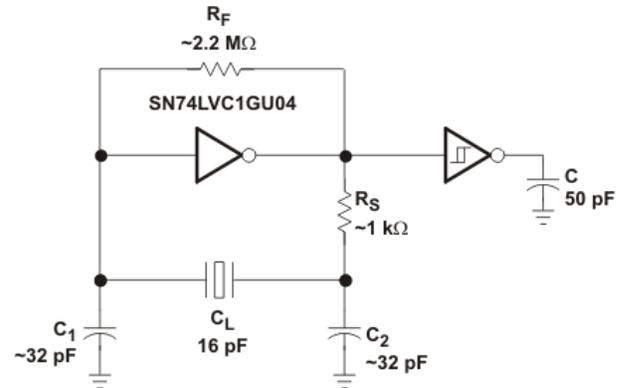


図 3. シュミットトリガインバータを使用した発振器アプリケーション

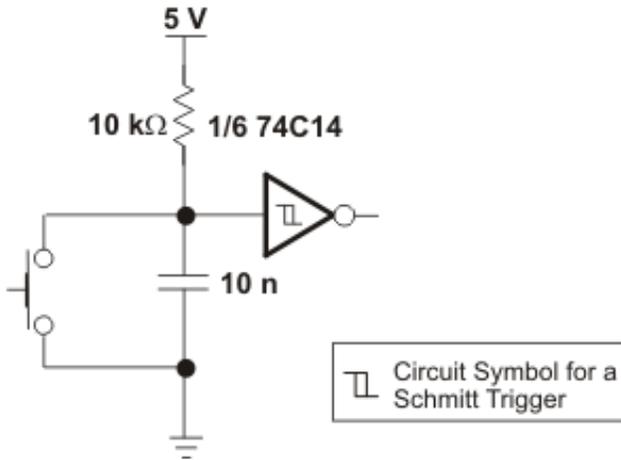


図 4. シュミットトリガインバータを使用したスイッチデバウンス

まとめ

シュミットトリガを使用して、正弦波を方形波に変化させ、ノイズの多い信号をクリーンアップして、低速エッジを高速エッジに変換できます。

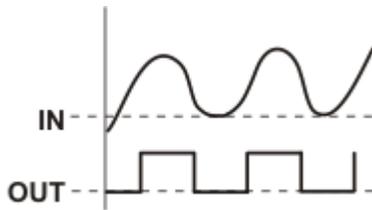


図 5. 正弦波から方形波へ

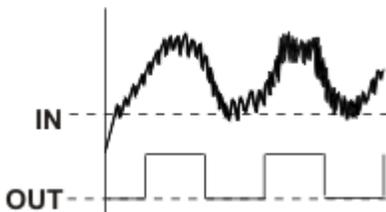


図 6. ノイズの多い信号をクリーニング

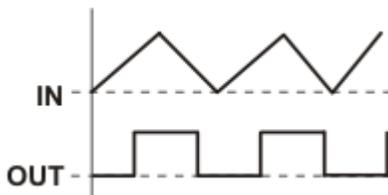


図 7. 低速エッジを変換

立ち上がりエッジで ($V_{T+ \min}$) と ($V_{T+ \max}$) の間で部品が切り替わるように指定します。立ち下がりエッジで ($V_{T- \max}$) と ($V_{T- \min}$) の間で部品が切り替わるように指定します。

($V_{T+ \min}$) と ($V_{T- \max}$) の間で、スイッチングが発生しないように指定します。この仕様はノイズ除去に使用できます。この 2 つの境界は重なることがあります。

ヒステリシスの最小量をデルタ (Δ) V_T 最小値として指定します。

- $V_{ih} = (V_{T+ \max})$
- $V_{il} = (V_{T- \min})$

TI のシュミットトリガ機能は、30 年前の 74xx ファミリーから最新の AUP1T ファミリーまで、ほとんどのテクノロジーファミリーで使用できます。これら 2 つのシュミットトリガ機能は、ほとんどのファミリーで利用できます。

- 反転シュミットトリガの場合は 14
- 非反転シュミットトリガの場合は 17

TI は、シュミットトリガ入力を採用した包括的なリトルロジック製品ラインアップも提供しています。

構成

SN74LVC1G57、SN74LVC1G58、SN74LVC1G97、SN74LVC1G98、SN74LVC1G99、SN74AUP1G57、SN74AUP1G58、SN74AUP1G97、SN74AUP1G98、SN74AUP1G99

低 ~ 高レベルのトランスレータ

SN74AUP1T02、SN74AUP1T04、SN74AUP1T08、SN74AUP1T14、SN74AUP1T157、SN74AUP1T158、SN74AUP1T17、SN74AUP1T32、SN74AUP1T86

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 © 2025, Texas Instruments Incorporated