

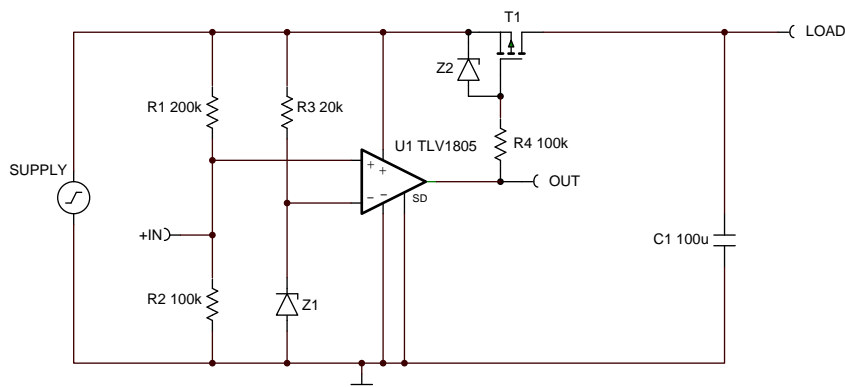
コンパレータによる過電圧保護回路

設計目標

電源	負荷	コンパレータの出力状態 (OUT)	
動作電圧範囲	最大動作電圧 (V_{OVER})	電源 < V_{OVER}	電源 > V_{OVER}
12V~36V	30V	$V_{OL} < 0.4V$	$V_{OH} = \text{電源}$

設計の説明

この過電圧保護回路は、高電圧コンパレータとプッシュプル出力段を使用して、電源を負荷に接続する P チャネル MOSFET を制御します。電源電圧が過電圧スレッショルド (V_{OVER}) を超えると、コンパレータの出力が HIGH になり、P チャネル MOSFET がオープンになって負荷が電源から切り離されます。同様に、電源電圧が V_{OVER} を下回ると、コンパレータの出力が LOW になり、負荷が電源に接続されます。



デザイン・ノート

1. プッシュプル出力段を持つ高電圧コンパレータを選択します。
2. 電源の最小動作電圧範囲よりも低い基準電圧を選択します。
3. 抵抗分圧器の値は、コンパレータへの入力 (+IN) がコンパレータの基準電圧に達したとき、致命的な過電圧レベルを示すアラートが生成されるように計算します。
4. P チャネル MOSFET のソース-ゲート間電圧は、デバイスの最大許容値を下回るように制限します。

設計手順

1. プッシュプル出力段を持ち、可能な最大の電源電圧で動作できる、高電圧コンパレータを選択します。このアプリケーションでは、最大電源電圧は **36V** です。
2. 過電圧検出回路の適切な基準電圧レベルを決定します。電源の最小動作電圧は **12V** であるため、**10V** のツェナー・ダイオード (Z_1) を基準電圧 (V_{REF}) として選択します。
3. 最小バイアス電流を考慮し、 Z_1 を **10V** にレギュレートし続けられるよう、 R_3 の値を計算します。最小バイアス電流として **100uA**、最小電源電圧として **12V** を使用します。

$$R_3 = \frac{\text{SUPPLY (min)} - V_{ZENER}}{I_{BIAS (min)}} = \frac{12V - 10V}{100\mu A} = 20 \text{ k}\Omega$$

4. 電源が対象の過電圧レベル (V_{OVER}) である **30V** に上昇したとき、コンパレータへの入力 (**+IN**) が基準電圧 (**10V**) と交差するよう、必要な抵抗分圧器の比を計算します。

$$V_{REF} = V_{OVER} \times \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

$$\left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) = \frac{V_{REF}}{V_{OVER}} = \frac{10V}{30V} = 0.333$$

5. 抵抗分圧器の比 (**0.333**) を得るための R_1 および R_2 の値を選択します。次の式、または http://www.ti.com/download/kbase/volt/volt_div3.htm にあるオンラインの「Voltage Divider Calculator」(分圧器カリキュレータ) を使用します。

次の式を使用する場合、 R_2 に **100kΩ** の範囲の値を選択して、 R_1 を計算します。この例では、 R_2 として **100kΩ** を選択します。

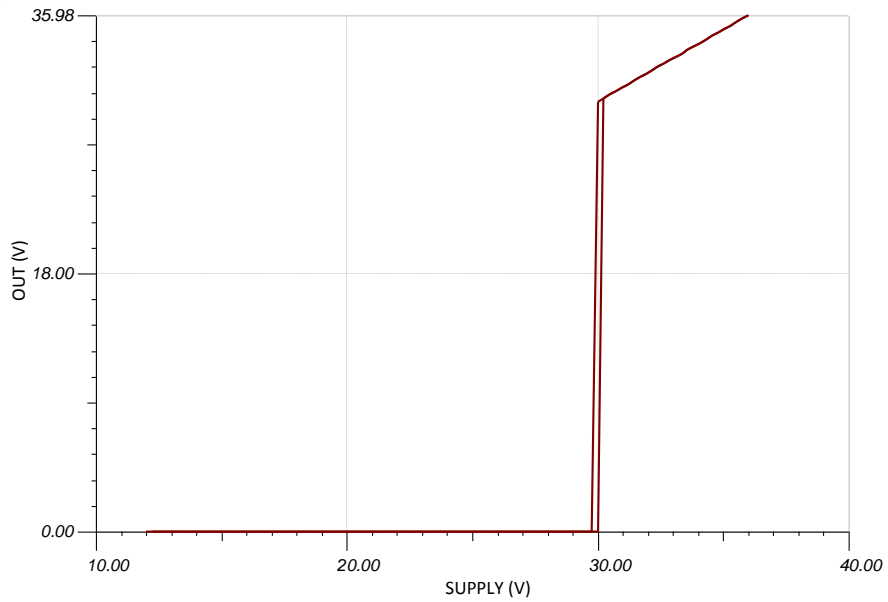
$$R_1 = R_2 \left(\frac{V_{OVER}}{V_{REF}} - 1 \right) = 100 \text{ k}\Omega \left(\frac{30V}{10V} - 1 \right) = 200 \text{ k}\Omega$$

6. アプリケーション回路で使用する **TLV1805** には **15mV** のヒステリシスがあることに注意してください。すなわち、電源が上昇するときの実際のスイッチング・スレッショルドはスイッチング・スレッショルド (V_{REF}) よりも **7.5mV** 高く、電源が低下するときは **7.5mV** 低くなります。ヒステリシスの結果は、**DC** シミュレーション曲線で明確に見ることができます。電源は **1/3** に抵抗分圧されているため、電源電圧で見た場合のスイッチング・スレッショルドへの影響はこの **3** 倍の大きさになります。
7. 抵抗分圧器を通過する電流が、コンパレータの入力バイアス電流の最低でも **100** 倍であることを確認します。抵抗の値をさらに大きくして、抵抗分圧器の誤差を大きく増やすことなく、回路の消費電力を最小化することもできます。
8. ツェナー・ダイオード (Z_2) は、**P** チャネル **MOSFET** のソース・ゲート間電圧 (V_{SG}) をデバイスの最大許容値よりも低く保つよう選択します。**P** チャネル・パワー **MOSFET** の V_{SG} の最大値は **20V** が一般的であるため、ソースとゲートの間に **16V** のツェナーを配置します。
9. 電流制限抵抗 (R_4) の値を計算します。電源が **16V** より高くなり、 Z_2 が導通し始めると、コンパレータ出力が **LOW** のときにシンクする電流量が R_4 により制限されます。公称電源電圧が **24V** の場合、シンク電流は **80uA** に制限されます。

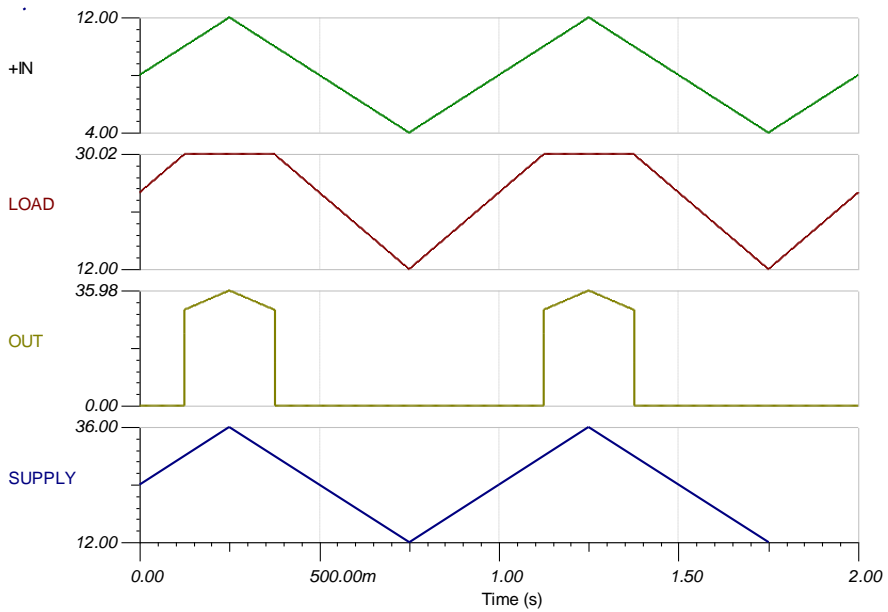
$$I_{SINK} = \left(\frac{\text{SUPPLY} - V_{Z2}}{R_4} \right) = \left(\frac{24V - 16V}{100 \text{ k}\Omega} \right) = 80 \text{ }\mu A$$

設計シミュレーション

DCシミュレーション結果



過渡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: SNOAA20](#)
3. [TI プレジジョン・ラボ](#)

設計で使用されているコンパレータ

TLV1805-Q1 / TLV1805	
V_S	3.3V~40V
V_{inCM}	レール・ツー・レール
V_{OUT}	プッシュプル
V_{OS}	500 μ V
ヒステリシス	15mV
I_Q	135 μ A
$t_{PD(HL)}$	250ns
www.ti.com/product/tlv1805	

設計の代替コンパレータ

	TLV3701 / TLV370x-Q1	TLC3702 / TLC3702-Q1
V_S	2.5V~16V	4V~16V
V_{inCM}	レール・ツー・レール	VDD から -1V
V_{OUT}	プッシュプル	プッシュプル
V_{OS}	250 μ V	1.2mV
ヒステリシス	n/a	n/a
I_Q	0.56 μ A	9.5 μ A/Ch
$t_{PD(HL)}$	36 μ s	0.65 μ s
	www.ti.com/product/tlv3701	www.ti.com/product/tlc3702

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](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。

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 © 2022, Texas Instruments Incorporated