

過電圧および逆電源接続に対する敏感な回路の保護

デザインノート 497

Victor Fleury

はじめに

12V の回路に誤って 24V を接続したらどうなるでしょうか。電源ラインとグラウンド・ラインを誤って逆接続したら回路は無事でしょうか。入力電源に非常に高いリングングやグラウンドより下がるリングングがあるような苛酷な環境にアプリケーションが置かれるとしたらどうでしょうか。これらの事象が起きそうにないとしても、一度でも起きれば回路基板を破壊します。

負の電源電圧をブロックするため、システム設計者は従来からパワー・ダイオードや P チャンネル MOSFET を電源と直列に接続してきました。ただし、ダイオードは貴重な基板スペースを占有し、大きな負荷電流では大電力を消費します。P チャンネル MOSFET の電力損失は直列ダイオードより小さいですが、MOSFET とそれをドライブするのに必要な回路によりコストが増加します。これら両方のソリューションで、特に直列ダイオードでは、低電圧電源動作が犠牲になります。また、どちらも高すぎる電圧に対して保護しません。このような保護には、高電圧ウィンドウ・コンパレータやチャージポンプを含む追加回路が必要です。

低電圧、過電圧、および逆電圧保護

LTC[®]4365 は、予期せぬほど高いまたは負の電源電圧に対して、敏感な回路を簡潔かつ確実に保護する独自のソリューションです。LTC4365 は、60V に達する正電圧や、-40V に達する負電圧をブロックします。安全動作電源範囲内の電圧だけを負荷に接続します。必要な外部能動部品は、予期せぬ状態になるおそれのある電源と敏感な負荷の間に接続するデュアル N チャンネル MOSFET だけです。

アプリケーション全体を図 1 に示します。負荷を V_{IN} に接続 / 切断するための、過電圧 (OV) と低電圧 (UV) のトリップポイントを、抵抗分割器が設定します。入力電源がこの電圧ウィンドウから外れると、LTC4365 は素早く負荷を電源から切断します。

デュアル N チャンネル MOSFET は、 V_{IN} の正負両方の電圧をブロックします。通常動作時、LTC4365 は外部 MOSFET のゲートを 8.4V 高くドライブします。LTC4365 の有効動作範囲は、2.5V ~ 34V です。OV と UV のウィ

LT, LTC, LTM, Linear Technology および Linear のロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。Hot Swap はリニアテクノロジー社の商標です。他の全ての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

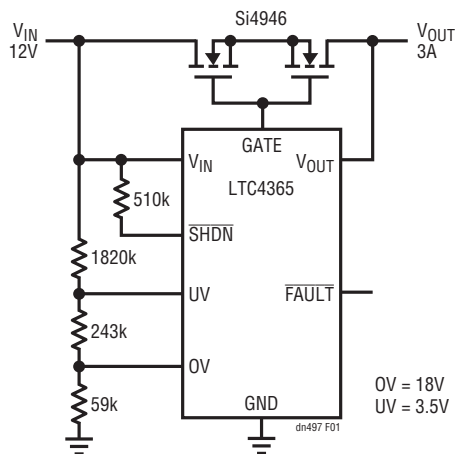


図 1. 低電圧、過電圧、および逆電源に対する 12V 車載用保護回路

ンドウはこの範囲のどこにでも設定できます。ほとんどのアプリケーションで V_{IN} の保護クランプは不要なので、基板の設計がさらに簡単になります。

高精度かつ高速の過電圧および低電圧保護

LTC4365 に内蔵されている 2 個の正確な ($\pm 1.5\%$) コンパレータは、 V_{IN} の過電圧 (OV) および低電圧 (UV) 状態をモニタします。入力電源が OV スレッシュホールドを上回るか、UV スレッシュホールドを下回ると、外部 MOSFET のゲートを素早くオフします。外部の抵抗分割器により、ユーザは V_{OUT} の負荷に適した入力電源範囲を選択することができます。さらに、UV 入力と OV 入力のリーク電流は非常に低いので (100°C で標準 1nA 未満)、外部の抵抗分割器に大きな値を使うことができます。

V_{IN} が -30V から 30V にゆっくり上昇する際に、図 1 の回路がどのように応答するかを図 2 に示します。UV スレッシュホールドと OV スレッシュホールドは、それぞれ 3.5V と 18V に設定されています。電源が 3.5V ~ 18V のウィンドウ内にあるとき、 V_{OUT} は V_{IN} に追従します。このウィンドウの外では、LTC4365 は N チャンネル MOSFET をオフし、 V_{IN} が負のときであっても V_{OUT} を V_{IN} から切断します。

斬新な逆電源保護

LTC4365 は、斬新な負電源保護回路を採用しています。LTC4365 が負電圧の V_{IN} を検出すると、GATE ピンを素早く V_{IN} に接続します。GATE 電圧と V_{IN} 電圧の間にはダイオードによる電圧降下はありません。外部 N チャンネル MOSFET のゲートが最大の負電位 (V_{IN}) のとき、 V_{OUT} から負電圧の V_{IN} へ微小なリーク電流が流れます。

V_{IN} が -20V に活線挿入される時に何が起きるかを図 3 に示します。 V_{IN} 、 V_{OUT} 、および GATE は、接続される直前、グランドからスタートします。 V_{IN} と GATE の接続の寄生インダクタンスにより、 V_{IN} ピンと GATE ピンの電圧には -20V を大きく下回るリングングが生じます。外部 MOSFET には、このオーバーシュートに耐えるブレイクダウン電圧が必要です。

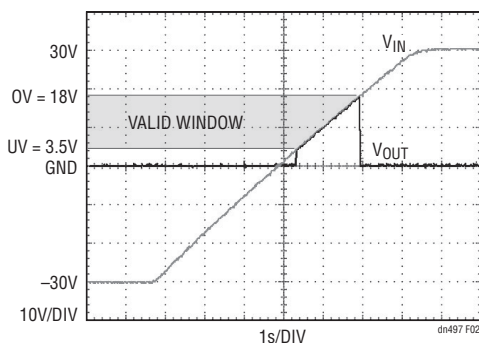


図 2. V_{IN} を -30V から 30V まで掃引したときの負荷保護

LTC4365 の逆電圧保護回路の動作速度が速いことは、負の過渡時、いかに GATE ピンが V_{IN} に接近して追尾しているかによって明らかです。2 つの波形は、示されているスケールではほとんど区別できません。逆電圧保護のために追加の外部回路が不要であることに注目してください。

まだあります! AC ブロッキング、 V_{OUT} に電源が接続されているときの逆 V_{IN} Hot Swap™制御

OV フォールトまたは UV フォールトの発生後 (または V_{IN} が負になると)、外部 MOSFET を再度オンするには、少なくとも 36ms の間、入力電源は有効な動作電圧ウィンドウ内に戻る必要があります。これにより、50Hz および 60Hz の AC 電源を効果的にブロックできます。

LTC4365 は、 V_{OUT} が別の電源からドライブされているときでも、負の V_{IN} 接続に対して保護します。外部 MOSFET のブレイクダウン電圧 (60V) を超えない限り、 V_{OUT} の 20V 電源は、 V_{IN} の逆極性の接続による影響を受けません。

まとめ

LTC4365 コントローラは、ダイオードではなく、バック・トゥ・バック MOSFET を使って、過電圧、低電圧、および逆電源接続から敏感な回路を保護します。ユーザが調整する UV スレッシュホールドと OV スレッシュホールドの条件を満たすときだけ、電源電圧は出力に接続されます。上は 60V、下は -40V まで、このウィンドウから外れる電圧はブロックされます。

LTC4365 の斬新なアーキテクチャにより、わずかな外部部品で、堅牢かつ小型のソリューションが得られます。このデバイスは、小型 8 ピン 3mm×2mm DFN および TSOT-23 パッケージで供給されます。LTC4365 の動作範囲は 2.5V ~ 34V と広く、シャットダウン時の消費電流はわずか 10μA です。

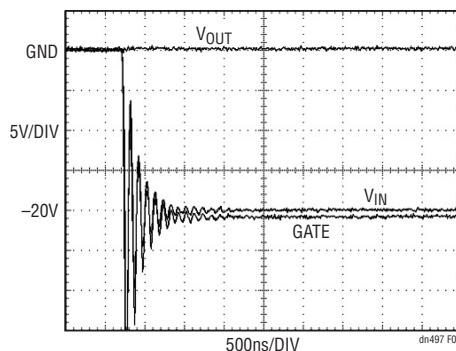


図 3. V_{IN} ~ -20V のホットスワップ保護

データシートのダウンロード: <http://www.linear-tech.co.jp>

リニアテクノロジー株式会社

102-0094 東京都千代田区紀尾井町 3-6 紀尾井町パークビル 8F
TEL(03)5226-7291 FAX(03)5226-0268
<http://www.linear-tech.co.jp>

dn497f LT/AP 1211 • PRINTED IN JAPAN



© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2011