

NCL30051

での出力短絡保護の強化



ON Semiconductor®

<http://onsemi.com>

DESIGN NOTE

Table 1. DEVICE DETAILS

Device	Application	Input Voltage	Output Power	Topology	Isolation
NCL30051	LED Driver	Various	Various	CrM PFC + Resonant Half Bridge	Yes

機能説明

概要

このデザイン・ノートでは、NCL30051の専用出力短絡保護を提供する外付け回路を実装する方法を説明します。Figure 1を参照すると、出力が偶発的にグラウンドに短絡された場合、共振ハーフ・ブリッジ・トランスのリーク・インダクタンスにより、ハーフ・ブリッジMOSFETを流れる電流が制限されます。したがって、リーク・インダクタンスが大きくなるほど、共振タンク回路のインピーダンスが高くなり、出力短絡時にMOSFETスイッチを流れるピーク電流が小さくなります。この値はトランスに依存するので、トランスの設計や製造の差異に依存しない保護方法を追加することが強く望まれる場合があります。このデザイン・ノートで説明する回路は、実際の性能を示すために既存のNCL30051LEDデモ・ボードで検証したものです。

背景

NCL30051は、PFCコンバータで提供されるバルク電圧を制御することにより、LED電流の調整を行います。共振ハーフ・ブリッジは、電圧を変換すると同時に、1次側と2次側の電氣的絶縁も達成します。最小動作LED電圧は、最小PFC電圧によって規定されます。この電圧レベルを、印加されるAC入力電圧のピーク値より低くすることはできません。

LED電圧がこの最小動作電圧を下回った場合は、LEDを流れる電流、したがってハーフ・ブリッジ段を流れる電流が増加し、これはトランスのリーク・インダクタンスでのみ制限されます。

抵抗とスレッシュホールド検出器で形成される簡単な回路を使用して、ハーフ・ブリッジ電流をモニタすることができます。異常な現象が障害であると確認

された時点で、制御された方法でハーフ・ブリッジのスイッチングを中断し、出力電流の流れを停止させることができます。

このハーフ・ブリッジ・コンバータは、直列接続されたコンデンサを使用し、必要に応じて中点でオフセット電圧を導入することにより、トランスの鉄心電圧-時間のバランスを維持します。通常動作時には、これらの「バランス」コンデンサの間にある中点でハーフ・ブリッジと同じ周波数を持つ小さいAC成分も生じます。

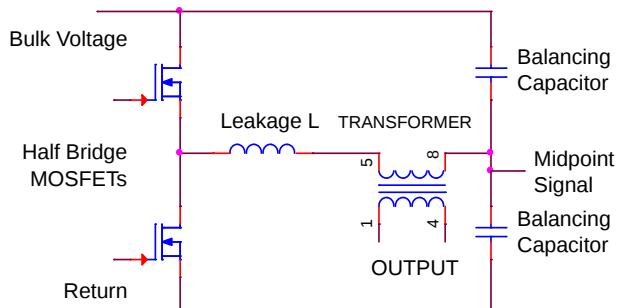


Figure 1. Configuration

出力短絡のような過負荷現象が発生した場合、これらのバランス・コンデンサの中点にあるAC電圧が大幅に増加します。電流センス抵抗の代わりに、コンデンサの中点でAC信号をモニタして、出力の短絡を検出することもできます。この方法により、少数の部品点数と少ない電力損失で過負荷センスを実装できます。このデザイン・ノートでは、このアプローチを使用してNCL30051にこの機能を実装する方法を説明します。

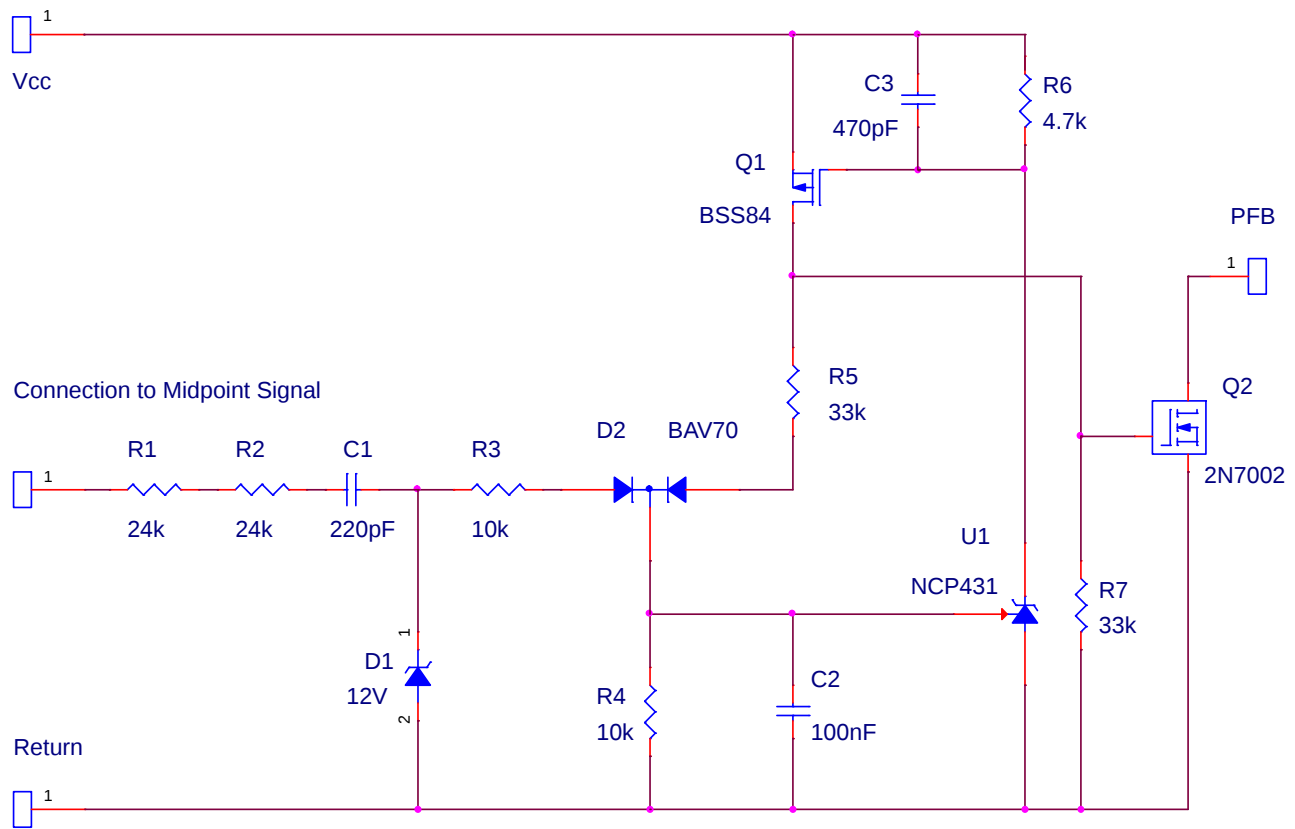


Figure 2. "Short Detector" Circuit Schematic

回路の説明

過負荷の発生を判断するときに、バランス・コンデンサの中心に存在するDCオフセットを考慮する必要はありません。簡単なAC結合フィルタがオフセットを除去し、ツェナ・ダイオードD1がピーク振幅を制限して、カップリング・コンデンサC1をリセットします。直列接続された抵抗R1とR2がピーク充電電流を制限します。これらは最大バルク電圧に耐える定格でなければなりません。ハーフ・ブリッジの最大動作電圧のため2本の抵抗を使用しています。

Figure 2の回路図を参照してください。

ツェナ・ダイオードD1の両端の信号は、抵抗R3とダイオードを介して、抵抗とコンデンサからなるフィルタR4-C2に結合されます。これにより、起動時および短絡時に過負荷を引き起こす過渡を除去する安定した時定数が得られます。

この平滑化フィルタはU1によって監視されます。U1はシンプルなコンパレータとして動作するNCP431レギュレータです。このデバイスを選択したのは、TL431に比べて静止電流が少ないためです。このレギュレータの入力の電圧が2.5 Vスレッシュホールドに達すると、レギュレータがオンになり、Q1にバイアスを印加し、Q1のドレインをVccにほぼ等しい電圧にプルアップします。Q1の出力はD2を介してU1の入力にフィードバックされ、過負荷イベントをラッチします。

抵抗R4とR5でラッチ機能のスレッシュホールドを確立します。Vccが、U1のReferenceピンで2.5 Vを維持す

るのに必要なレベルを下回ると、U1がシャットオフし、それによりQ1がシャットオフできます。C3はノイズ・フィルタで、R6はU1にバイアス電流を供給します。このバイアス電流はVccの全範囲で維持する必要があります。

すでに説明したように、回路の短絡が検出された時点で、Q1のドレインはほぼVccレベルにプルアップされます。この電圧はQ2のゲートに印加され、デバイスがオンになります。Q2のドレインは、NCL30051のPFB入力(ピン5)に接続されています。このピンが175 mV以下にプルダウンされると、コントローラはPFCのMOSFETへの一時停止されているゲート・ドライブをシャットダウンします。アクティブなハーフ・サイクルの終了時点で、ハーフ・ブリッジ・コンバータの動作も停止します。

この時点で、PFCのスイッチングによるバイアス供給はもうないので、Vccの電圧は低下します。Vccの低下に応じて、上述したラッチ機能が解除されます。Vccは最小動作電圧まで低下し、その時点でNCL30051内のスタートアップ・バイアス・レギュレータがオンになり、Vccコンデンサの充電を開始します。

Vccがスタートアップ・スレッシュホールドまで上昇すると、NCL30051コントローラは通常動作を再開します。Vccの放電と充電の遅延により、低いデューティ比となり、電力部品に加わるストレスが抑えられます。短絡状態が継続している場合は、検出回

路が再びコンバータをシャットオフし、Vccサイクル時間で実現される遅延を開始します。

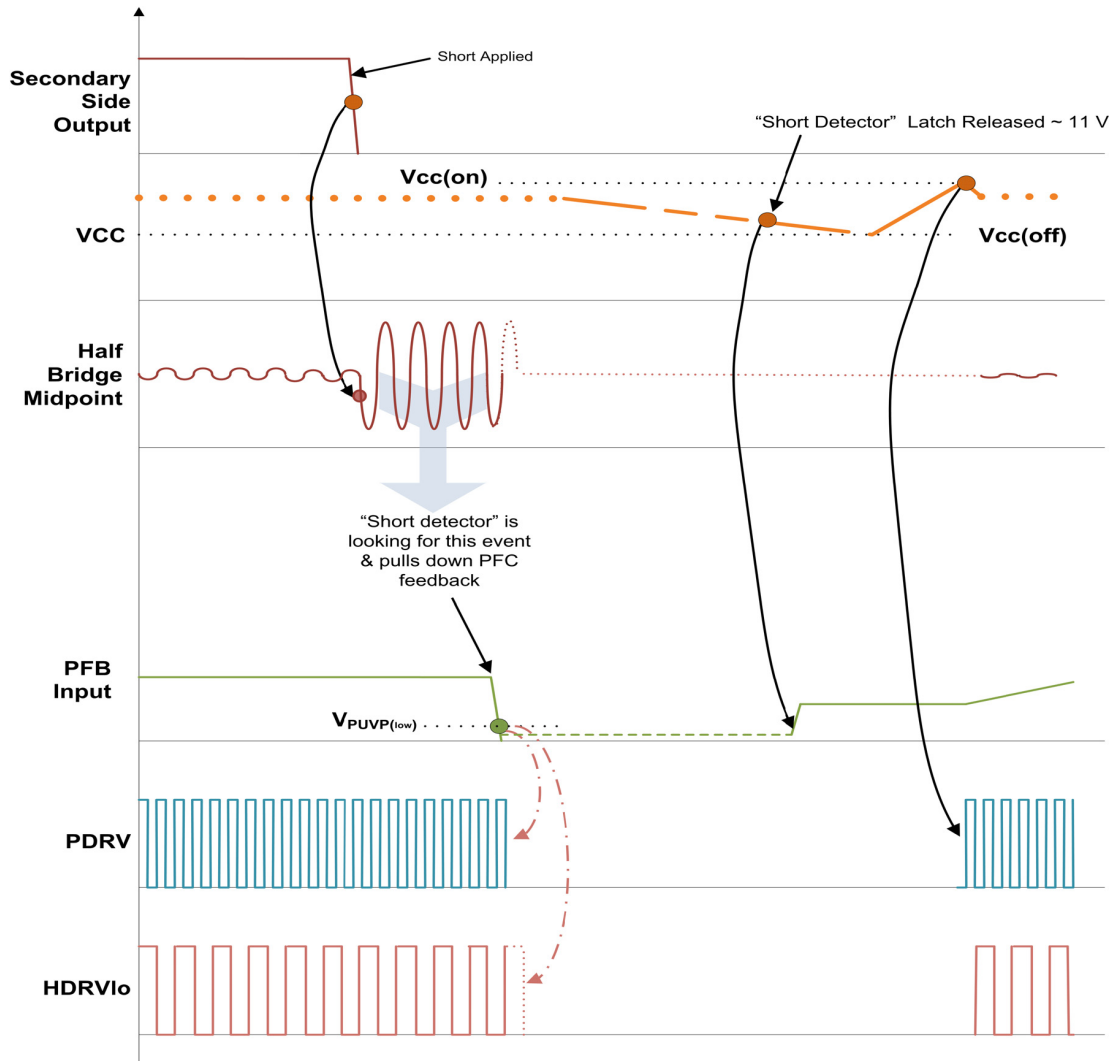
短絡イベント時は、LED電流センス抵抗にはサージによる高レベルのストレスが加えられます。この期間は短いものの短絡発生が繰り返される場合は、ピーク消費によって抵抗が損傷を受けるおそれがあります。センス抵抗に並列にショットキ・ダイオードを追加すると、過剰な電流をバイパスする経路ができ、抵抗に加わるストレスを軽減できます。通常動作では、センス抵抗の両端の電圧降下はダイオードの順方向電圧を下回っているため、このダイオードは回路に影響を与えません。コンパクトなソリューションを実現できるため、このアプリケーションにはMBRA340を選択しています。

Figure 3は動作の詳細を示すタイミング図です。短絡が発生すると出力電圧が低下します。出力電流が増加すると、バランス・コンデンサ中点のAC電圧

が上昇します。検出回路がアクティブになると、NCL30051のPFB入力プルダウンされ、PFCのMOSFETへのゲート・ドライブ信号が停止します。ハーフ・ブリッジのMOSFETドライバがサイクルを完了すると、ハーフ・ブリッジのスイッチングが中断されます。

PFCのスイッチングが行われていない状態では、Vcc電圧は減衰します。Vccが約11 Vまで低下すると、短絡検出器のラッチ機能は解除されます。NCL30051の起動バイアス回路がVccへの電流供給を開始して電圧が上昇するまでは、Vccは減衰し続けます。

Vcc(on)のスレッシュホールドに達すると、コンバータはスイッチング動作を再開します。短絡状態が存在していない場合は、回路の通常動作が再開されます。短絡が継続している場合、短絡検出器は再びスイッチングを終了させ、このサイクルが繰り返されます。



Notes:

- 1) PDRV and HDRVlo switching frequencies are not related
- 2) PDRV is not operating at fixed frequency

Figure 3. Function Timing Diagram of Short Detector Operation with NCL30051

Figure 4に、出力の短絡状態に対する回路応答を示します。波形2(青)は、立上りエッジでLED出力を短絡させた場合を示します。波形1(黄)は、このケースではシャットダウンを開始するためにNCL30051のPFB(ピン5)を低電圧に遷移させた状況を示します。波形3(赤紫)はPFCゲート・ドライブです。PFBのレベルがPFC電圧低下保護(UVP)レベルを下回った直後に、現在のサイクルが終了します。波形4(緑)はハーフ・ブリッジ下側のFETのゲート・ドライブを示します。ハーフ・ブリッジの現在のサイクルが完了すると、すべてのスイッチングが終了します。

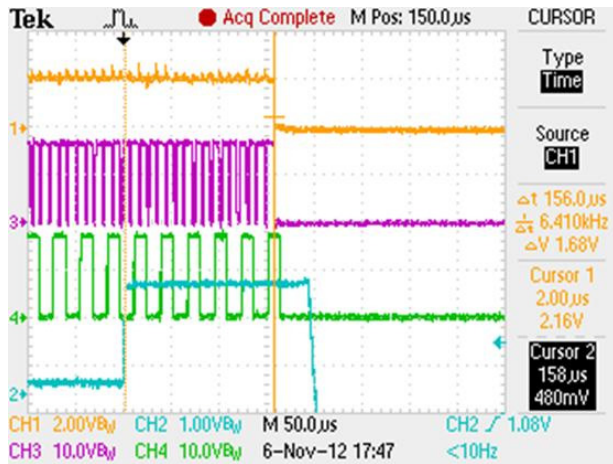


Figure 4. Measurement of Short Circuit Protection Circuit using NCL30051 Evaluation Board

結論

上記の回路を使用して、強化された短絡保護を実装できます。過負荷状態を検出し、短時間コントローラをシャットダウンすることにより、短絡時の動作が強化されます。

参考文献

- [1] このコントローラの詳細については、[NCL30051/Dデータシート](#)を参照してください。
- [2] NCL30051LED評価ボードの回路図と他の詳細情報については、[オン・セミコンダクタのWebサイト](#)を参照してください。

ON Semiconductor及びONのロゴはSemiconductor Components Industries, LLC (SCILLC) の登録商標です。SCILLCは特許、商標、著作権、トレードシークレット(営業秘密)と他の知的所有権に対する権利を保有します。SCILLCの製品/特許の適用対象リストについては、以下のリンクからご覧いただけます。www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf。SCILLCは通告なしで、本書記載の製品の変更を行うことがあります。SCILLCは、いかなる特定の目的での製品の適合性について保証しておらず、また、お客様の製品において回路の応用や使用から生じた責任、特に、直接的、間接的、偶発的な損害に対して、いかなる責任も負うことはできません。SCILLCデータシートや仕様書に示される可能性のある「標準的」パラメータは、アプリケーションによっては異なることもあり、実際の性能も時間の経過により変化する可能性があります。「標準的」パラメータを含むすべての動作パラメータは、ご使用になるアプリケーションに応じて、お客様の専門技術者において十分検証されるようお願い致します。SCILLCは、その特許権やその他の権利の下、いかなるライセンスも許諾しません。SCILLC製品は、人体への外科的移植を目的とするシステムへの使用、生命維持を目的としたアプリケーション、また、SCILLC製品の不具合による死傷等の事故が起り得るようなアプリケーションなどへの使用を意図した設計はされておらず、また、これらを使用対象としておりません。お客様が、このような意図されたものではない、許可されていないアプリケーション用にSCILLC製品を購入または使用した場合、たとえ、SCILLCがその部品の設計または製造に関して過失があったと主張されたとしても、そのような意図せぬ使用、また未許可の使用に関連した死傷等から、直接、又は間接的に生じるすべてのクレーム、費用、損害、経費、および弁護士料などを、お客様の責任において補償をお願いいたします。また、SCILLCとその役員、従業員、子会社、関連会社、代理店に対して、いかなる損害も与えないものとし、SCILLCは雇用機会均等/差別撤廃雇用主です。この資料は適用されるあらゆる著作権法の対象となっており、いかなる方法によっても再販することはできません。

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

LITERATURE FULFILLMENT:

Literature Distribution Center for ON Semiconductor
P.O. Box 5163, Denver, Colorado 80217 USA
Phone: 303-675-2175 or 800-344-3860 Toll Free USA/Canada
Fax: 303-675-2176 or 800-344-3867 Toll Free USA/Canada
Email: orderlit@onsemi.com

N. American Technical Support: 800-282-9855 Toll Free
USA/Canada
Europe, Middle East and Africa Technical Support:
Phone: 421 33 790 2910
Japan Customer Focus Center
Phone: 81-3-5817-1050

ON Semiconductor Website: www.onsemi.com

Order Literature: <http://www.onsemi.com/orderlit>

For additional information, please contact your local Sales Representative