

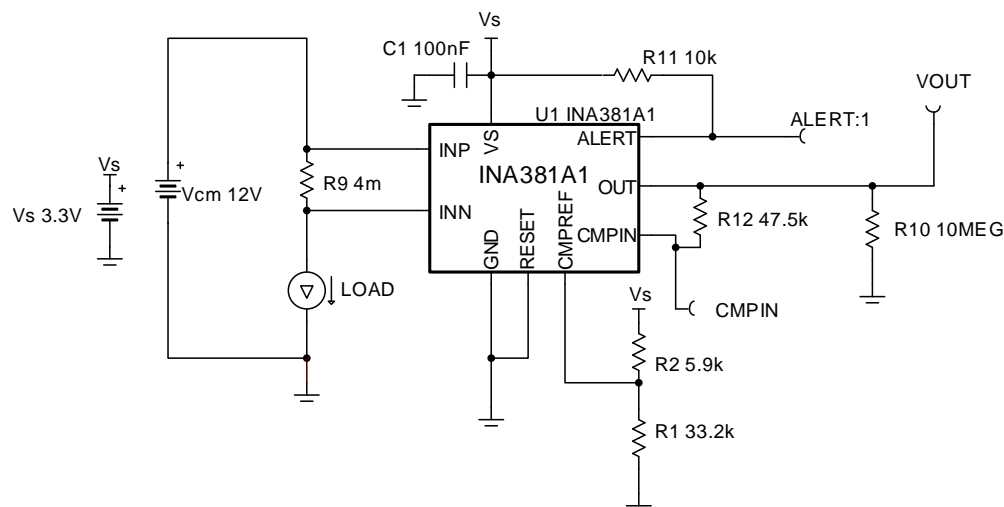
過電流イベント検出回路

設計目標

入力		過電流条件		出力		電源	
$I_{load\ Min}$	$I_{load\ Max}$	I_{OC_TH}	$I_{Release_TH}$	V_{out_OC}	$V_{out_release}$	V_S	V_{REF}
1.5A	40A	35A	32A	2.8V	2.61V	3.3V	2.8V

設計の説明

これは、一般に過電流保護 (OCP) と呼ぶ単方向電流センシング・ソリューションであり、スレッシュホールド電流を超えるとシステムをシャットオフする過電流アラート信号を生成できます。出力が、過電流出力スレッシュホールド電圧 (V_{out_OC}) よりも低い指定の電圧 ($V_{out_release}$) を下回ると、システムは再起動します。この構成例では、センシング範囲は 1.5A~40A であり、過電流スレッシュホールドは 35A (I_{OC_TH}) に定義されています。本システムは、電流が 32A ($I_{Release_TH}$) 未満に低下すると、ALERT を HIGH に戻します。電流シャント・モニタは 3.3V の電源レールから給電されます。ハイサイドとローサイドの両方のトポロジに OCP を適用できます。この記事で紹介するソリューションはハイサイド実装です。



デザイン・ノート

1. CMPREF に分圧器を使用する場合、公差が小さく高精度の抵抗を使用し、電圧バッファを使用することを検討します。それ以外の場合は、低ドロップアウト・レギュレータ (LDO)、基準電圧回路、バッファ付き基準電圧回路を使用して CMPREF に給電することを検討します。
2. デカップリング・コンデンサ (C1 など) を使用して、デバイスの電源が確実に安定するようにします。また、デカップリング・コンデンサはデバイスの電源ピンにできるだけ近付けて配置します。

設計手順

1. 与えられた 20V/V のゲインについて、 R_{shunt} の値を計算します。最も近い標準抵抗値のシャントを使用します。レールへの出力が早すぎることを避けるため、計算された値より低いシャントの使用を推奨します。

$$R_{\text{shunt}} = \frac{V_{\text{out max}}}{\text{gain} \times I_{\text{max}}} = \frac{V_S - 0.02V}{\text{gain} \times I_{\text{max}}} = \frac{3.3V - 0.02V}{20V/V \times 40A} = 0.0041\Omega$$

$$R_{\text{standard shunt}} = 4\text{m}\Omega \text{ (standard 1\% value)}$$

2. 過電流スレッシュホールドに対する電流シャント・モニタ出力の電圧を決定します。

$$V_{\text{out}_35A} = I_{\text{OC_TH}} \times R_{\text{standard shunt}} \times \text{gain} = 35A \times 4\text{m}\Omega \times 20V/V = 2.8V$$

3. R_1 の標準抵抗値を選択し、 R_2 を求めます。

電力損失を最小化するため、 $\text{k}\Omega$ またはそれ以上の抵抗を推奨します。計算から、抵抗 R_1 および R_2 について $33.2\text{k}\Omega$ および $5.9\text{k}\Omega$ を選択しました。

$$R_2 = \left(\frac{V_S}{V_{\text{out}_35A}} - 1 \right) \times R_1 = \left(\frac{3.3V}{2.8V} - 1 \right) \times 33.2\text{k}\Omega = 5.9\text{k}\Omega$$

4. 適切なヒステリシスに必要な抵抗 (R_{Hyst}) を計算します。

$$R_{\text{Hyst}} = \frac{V_{\text{out}_35A} - (I_{\text{Release_TH}} \times R_{\text{standard shunt}} \times \text{gain} + V_{\text{Hyst_def}})}{I_{\text{Hyst}}}$$

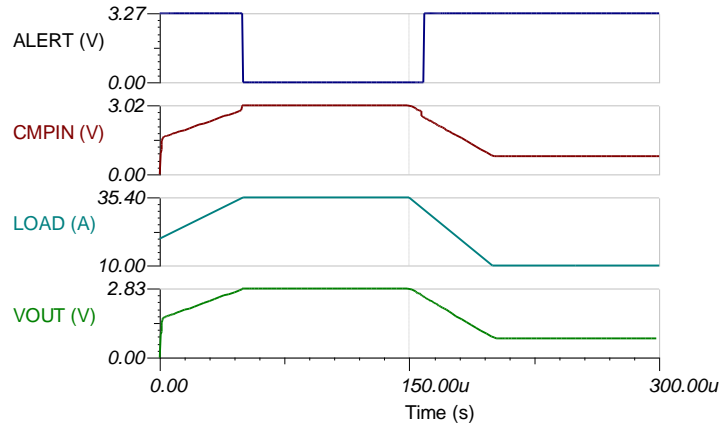
$$R_{\text{Hyst}} = \frac{2.8V - (32A \times 4\text{m}\Omega \times 20V/V + 50\text{mV})}{4\mu A} = 47.5\text{k}\Omega$$

設計シミュレーション

過渡シミュレーション結果

誤差を考慮して、 V_{out_OC} は約 2.8V、 $V_{out_release}$ は約 2.61V と予測されます。

ハイサイド OCP のシミュレーション結果



このデバイスは、負荷が 35A に達したとき Alert ピンがアクティブ LOW になり、負荷が 32A 未満に低下すると Alert が HIGH に戻ります。VOUT 電圧を拡大して調べ、予測される伝播遅延 0.4 μ s を考慮すると、デバイスの出力は I_{OC_TH} において 2.69V であり、理想的な出力 2.8V に対して誤差はわずか 0.39% です。 $I_{release_TH}$ で、出力が 2.58V に低下すると Alert は HIGH に戻り、理想的な出力 2.61V に対して誤差はわずか 1.15% です。

設計の参照資料

TIの総合的な回路ライブラリについては、「[アナログ・エンジニア向け回路クックブック](#)」を参照してください。

過電流保護回路の主要なファイル

このデザインのソース・ファイル

[ハイサイド OCP Tina モデル](#)

[ローサイド OCP Tina モデル](#)

「Getting Started with Current Sense Amplifiers」ビデオ・シリーズ (英語)

<https://training.ti.com/getting-started-current-sense-amplifiers>

電流センス・アンプに使用されている設計

INA381	
V_S	2.7V~5.5V
V_{CM}	GND - 0.3V~26V
V_{OUT}	GND + 5 μ V~ V_S - 0.02V
V_{OS}	\pm 100 (標準値)
I_q	250 μ A (標準値)
I_B	80 μ A (標準値)
http://www.ti.com/product/INA381	

設計の代替電流センス・モニタ

	INA301	INA302	INA303
V_S	2.7V~5.5V	2.7V~5.5V	2.7V~5.5V
V_{CM}	GND - 0.3V~ 40V	-0.1V~36V	-0.1V~36V
V_{OUT}	GND + 0.02~ V_S - 0.05V	GND + 0.015~ V_S - 0.05V	GND + 0.015~ V_S - 0.05V
V_{OS}	ゲインに依存	ゲインに依存	ゲインに依存
I_q	500 μ A (標準値)	850 μ A (標準値)	850 μ A (標準値)
I_B	120 μ A (標準値)	115 μ A (標準値)	115 μ A (標準値)
コンパレータ	シングル・コンパレータ	デュアル・コンパレータ	ウィンドウ・コンパレータ
	http://www.ti.com/product/INA301	http://www.ti.com/product/INA302	http://www.ti.com/product/INA303

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が適用される各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、またはその他の要件を満たしていることを確実にする責任を、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 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 の販売約款 (<https://www.tij.co.jp/ja-jp/legal/terms-of-sale.html>)、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。

日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ合同会社
Copyright © 2021, Texas Instruments Incorporated