

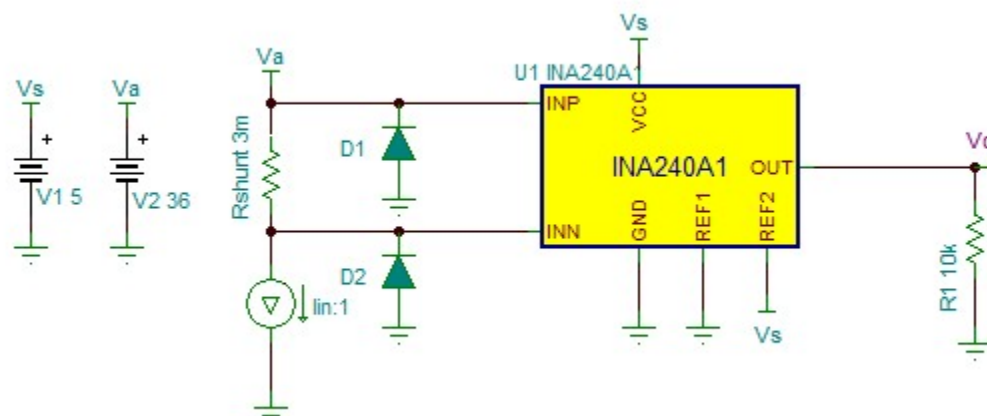
過渡保護機能を持つハイサイド、双方向電流センシング回路

設計目標

入力		出力		電源			スタンドオフおよびクランプ電圧		EFT レベル
I_{inMin}	I_{inMax}	V_{oMin}	V_{oMax}	V_s	GND	V_{ref}	V_{wm}	V_c	V_{pp}
-40A	40A	100mV	4.9V	5V	0V	2.5V	36V	80V	2kV 8/20 μ s

設計の説明

このハイサイド、双方向の電流センシング・ソリューションは、36V の電圧バスで、-40A～40A の範囲の電流を正確に測定できます。線形電圧出力は 100mV～4.90V です。このソリューションは、IEC61000-4-4 level 4 EFT のストレス ($V_{oc} = 2kV$, $I_{sc} = 40A$, 8/20 μ s) にも耐えられるよう設計されています。



デザイン・ノート

1. このソリューションは、ハイサイド電流センシング用です。
2. 検出抵抗の値は、最小および最大負荷電流、消費電力、および電流シャント・アンプ (CSA) のゲインにより決定されます。
3. 双方向電流センシングには、出力基準電圧 (V_{ref}) が必要です。デバイスのゲインは、高い精度で一致する内部の抵抗ネットワークにより得られます。
4. 最大および最小出力電圧の期待値は、デバイスの線形範囲内である必要があります。
5. TVS ダイオードは、バス電圧、CSA 同相電圧仕様、EFT パルスの特性に基づいて選択する必要があります。

設計手順

1. 最大出力スイングを決定します。

$$V_{swN} = V_{ref} - V_{oMin} = 2.5V - 0.1V = 2.4V$$

$$V_{swP} = V_{oMax} - V_{ref} = 4.9V - 2.5V = 2.4V$$

2. 最大負荷電流、スイング、デバイスのゲインに基づいて、検出抵抗の最大値を決定します。この例では、計算方法を示すためにゲイン 20 を選択しています。別のゲインも同様に選択できます。

$$R_{shunt} \leq \frac{V_{swp}}{I_{in_max} \times Gain} = \frac{2.4V}{40A \times 20} = 3m\Omega$$

3. 検出抵抗のピーク電力定格を計算します。

$$P_{shunt} = I_{in_max}^2 \times R_{shunt} = 40A^2 \times 3m\Omega = 5W$$

4. TVS のスタンドオフ電圧とクランプ電圧を決定します。

$$V_{wm} = 36V \text{ and } V_c \leq 80V$$

5. TVS ダイオードを選択します。

たとえば、Littelfuse™製の SMBJ36A は上記の要件を満たし、ピーク・パルス電力が 600W (10/1000μs) で電流が 10.4A です。

6. TVS の動作曲線に基づいて、TVS ダイオードが設計の要件を満たすことを確認します。

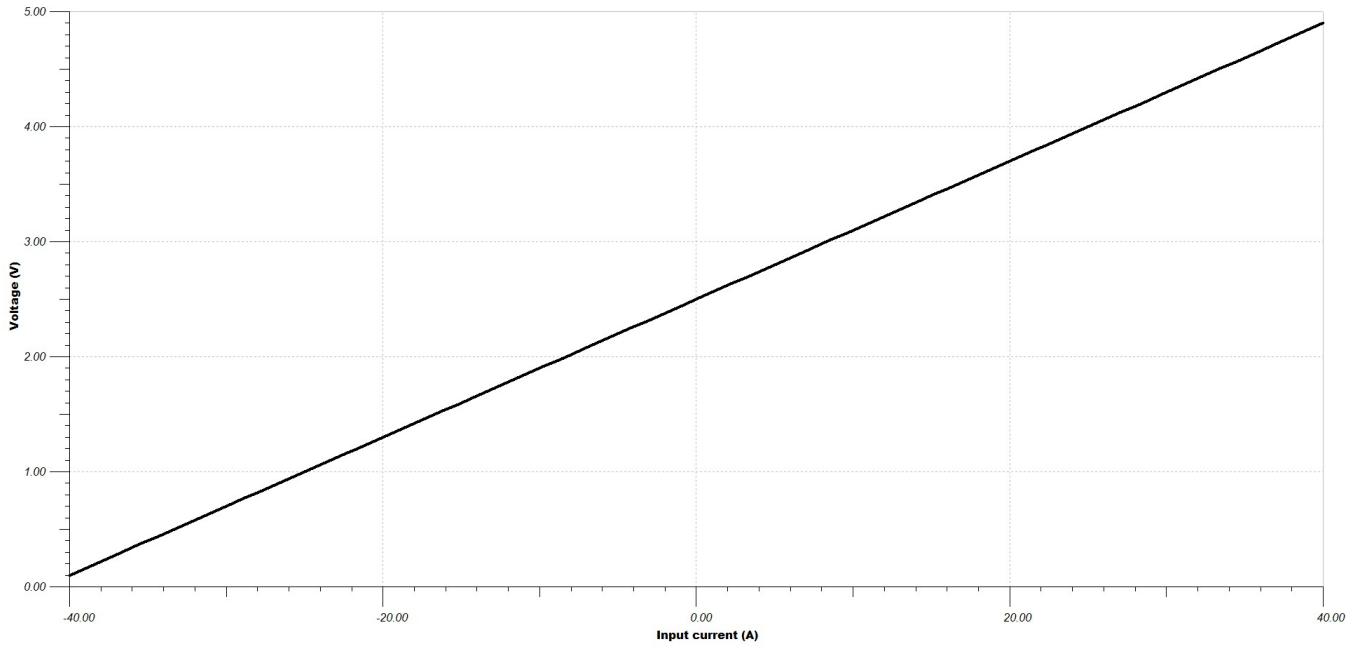
与えられた励起 (8/20μs) でのピーク・パルス電力は約 3.5kW と推定され、次のようにピーク・パルス電流に換算されます。

$$I_{pp} = \frac{3.5kW}{600W} \times 10.4A = 60A$$

この値は、最大励起 (短絡) 電流の 40A を超えています。選択した TVS は、指定された EFT 衝撃に対して回路を効果的に保護します。

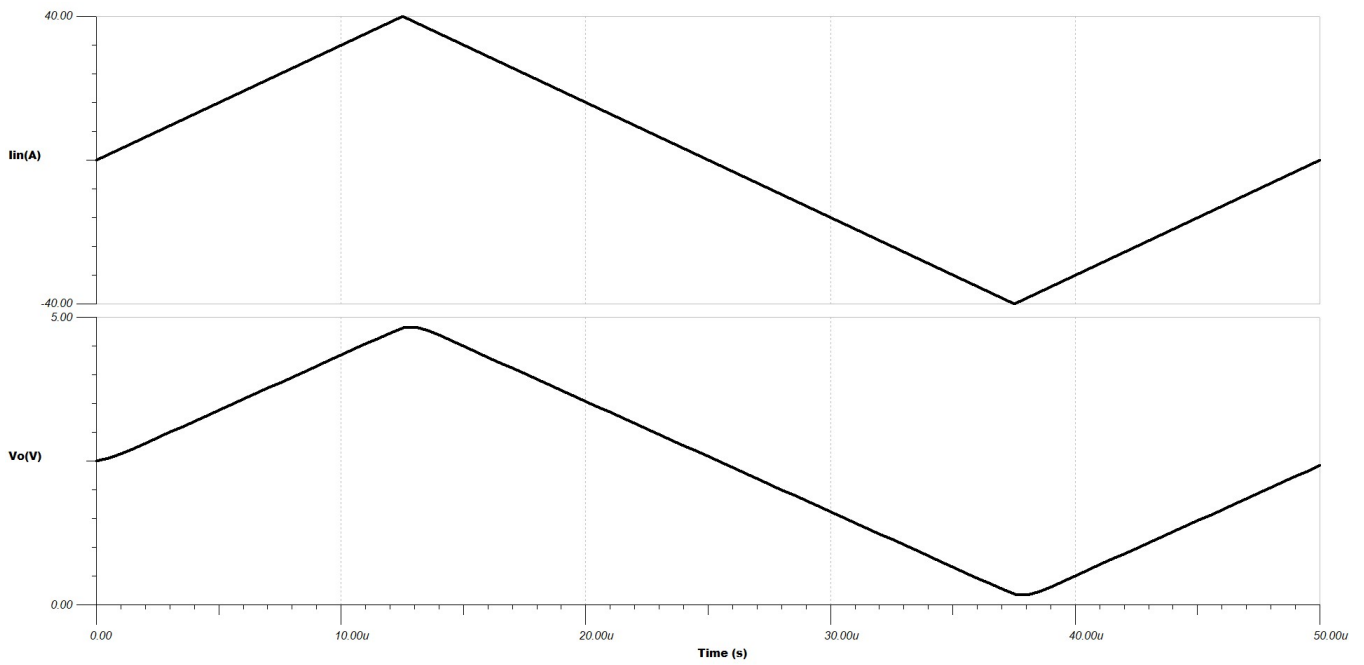
設計シミュレーション

DC 伝達特性

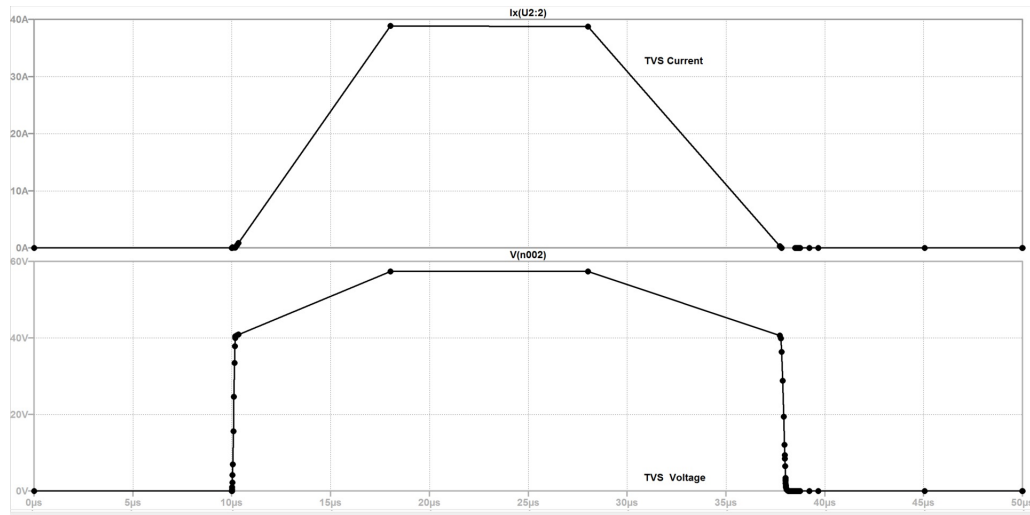


過渡シミュレーション結果

出力は、入力をスケールしたものです。



EFT 励起下での TVS ダイオードの過渡応答



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。

電流センス・アンプの過渡保護の詳細については、[TIDA-00302](#) および [電流センス・アンプのトレーニング・ビデオ](#) を参照してください。

電流センス・アンプに使用されている設計

INA240A1	
V_s	2.7V~5.5V
V_{CM}	-4V~80V
V_{os}	レール・ツー・レール
V_{os}	5 μ V
I_B	80 μ A
BW	400kHz
Vos ドリフト	50nV/ $^{\circ}$ C
http://www.ti.com/product/INA240	

代替設計

INA282	
V_s	2.7V~18V
V_{CM}	-14V~80V
V_{os}	20 μ V
I_B	25 μ A
BW	10kHz
Vos ドリフト	0.3 μ V/ $^{\circ}$ C
http://www.ti.com/product/INA193	

改訂履歴

改訂内容	日付	変更
A	2019年2月	「設計目標」表の V_{inMin} と V_{inMax} を、それぞれ $linMin$ と $linMax$ に変更。

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