

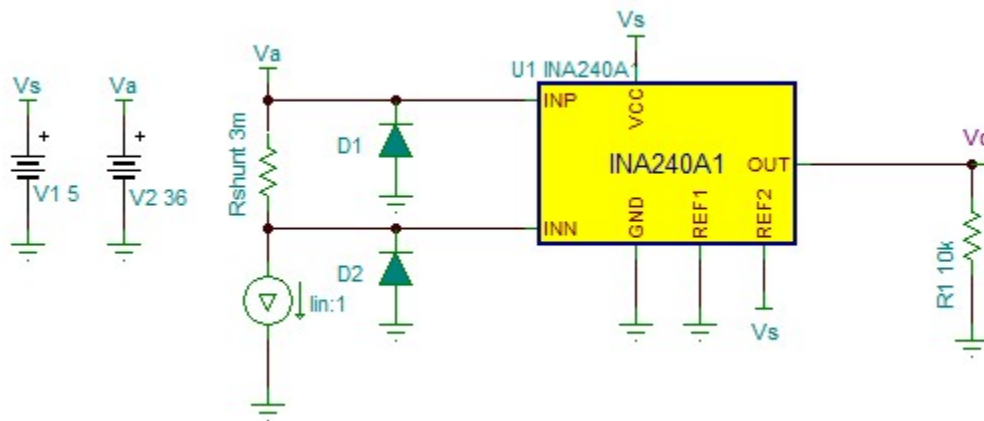
## 具有瞬态保护功能的高侧、双向电流检测电路

### 设计目标

输入		输出		电源			关断电压和钳位电压		EFT 级别
$I_{inMin}$	$I_{inMax}$	$V_{oMin}$	$V_{oMax}$	$V_s$	GND	$V_{ref}$	$V_{wm}$	$V_c$	$V_{pp}$
-40A	40A	100mV	4.9V	5V	0V	2.5V	36V	80V	2kV 8/20 $\mu$ s

### 设计说明

该高侧双向电流检测解决方案可以精确地测量 36V 电压总线 -40A 至 40A 范围内的电流。线性电压输出为 100mV 至 4.90V。该解决方案还可以承受 IEC61000-4-4 4 级 EFT 应力 ( $V_{oc} = 2kV$ ;  $I_{sc} = 40A$ ; 8/20 $\mu$ s)。



### 设计说明

1. 该解决方案用于高侧电流检测。
2. 感应电阻器值由最小和最大负载电流、功率耗散和电流分流放大器 (CSA) 增益决定。
3. 双向电流检测需要使用输出基准电压 ( $V_{ref}$ )。器件增益通过内部精密匹配的电容器网络实现。
4. 预期的最大和最小输出电压必须处于器件线性范围内。
5. 必须根据总线电压、CSA 共模电压规格和 EFT 脉冲特性选择 TVS 二极管。

### 设计步骤

1. 确定最大输出摆幅:

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

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

2. 根据最大负载电流、摆幅和器件增益确定感应电阻器的最大值。在该示例中，选择了增益 20 来说明计算，也可以选择替代增益版本:

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

3. 计算感应电阻器的峰值额定功率:

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

4. 确定 TVS 关断电压和钳位电压:

$$V_{wm} = 36V \quad \square \quad V_c \leq 80V$$

5. 选择 TVS 二极管。

例如，SMBJ36A（由 Littelfuse™ 提供）可满足以前的要求，峰值脉冲功率为 600W (10/1000μs)，电流为 10.4A。

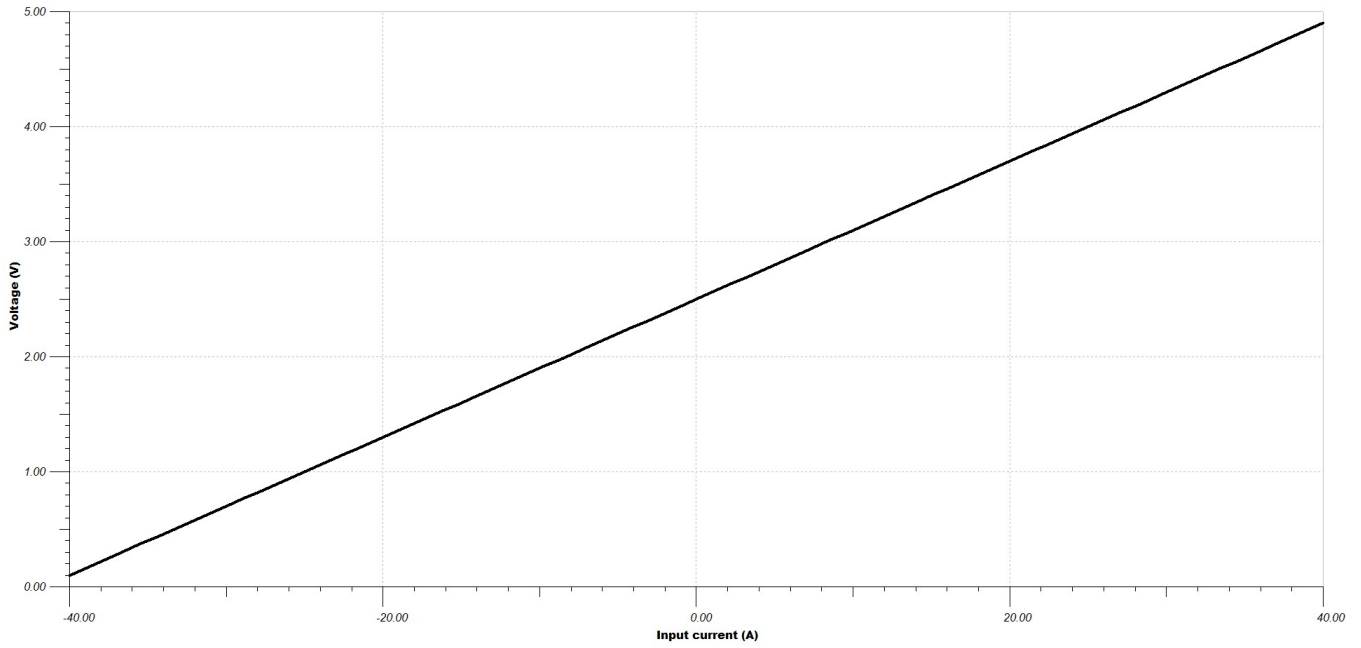
6. 确保 TVS 二极管满足设计要求（基于 TVS 工作曲线）。

给定激励 (8/20μs) 下的峰值脉冲功率估计约为 3.5kW，这意味着峰值脉冲电流:

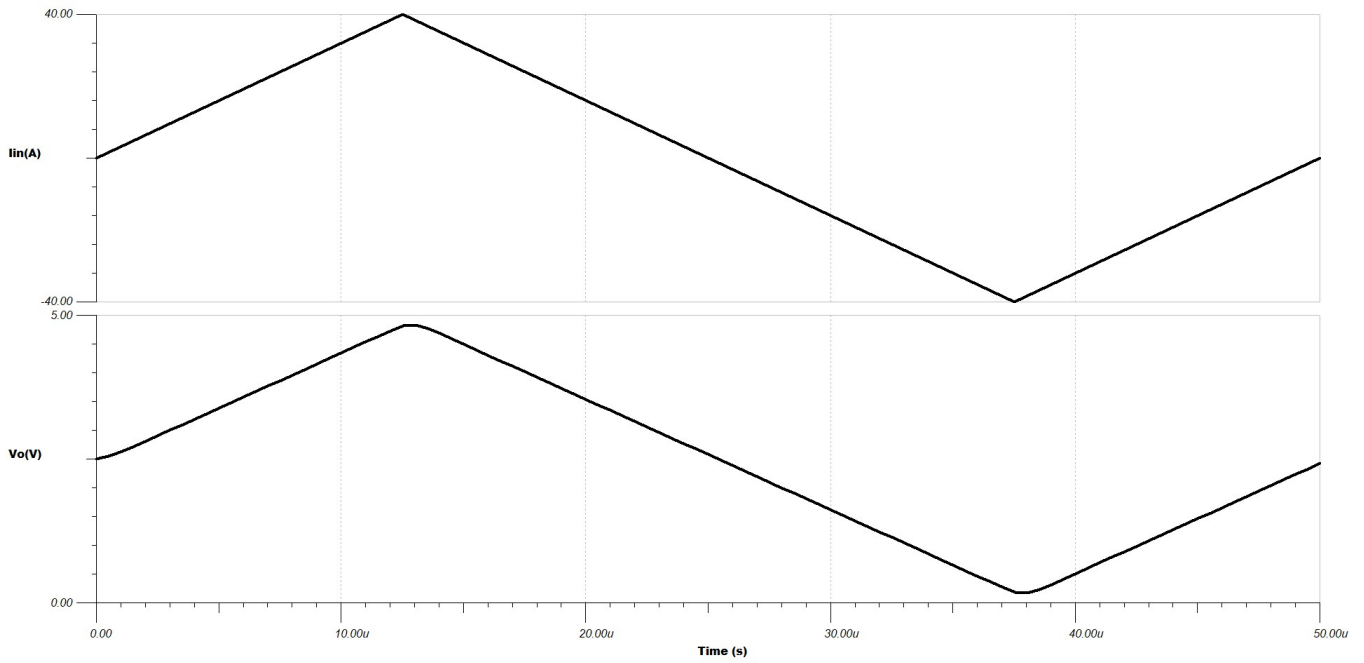
$$I_{pp} = \frac{3.5kW}{600W} \times 10.4A = 60A$$

这高于最大激励（短路）电流 40A。选择的 TVS 可以有效地保护电路免受指定的 EFT 冲击。

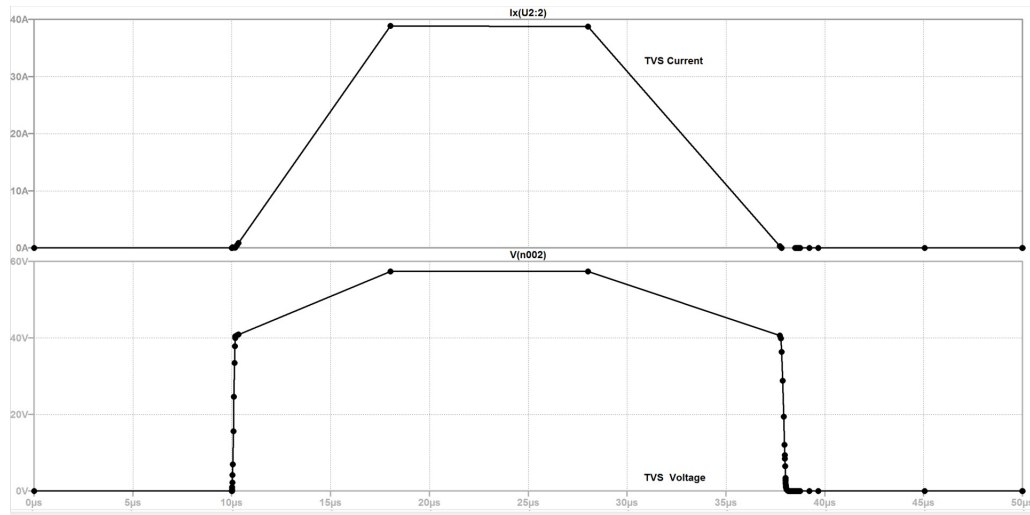
设计仿真  
直流传输特性



瞬态仿真结果  
输出是输入的缩放版本。



EFT 激励下的 TVS 二极管瞬态响应



### 设计参考资料

请参阅《模拟工程师电路说明书》，了解有关 TI 综合电路库的信息。

有关电流检测放大器瞬态保护的更多信息，请参阅 [TIDA-00302](#) 和观看 [电流检测放大器培训视频](#)。

### 设计采用的电流检测放大器

INA240A1	
$V_s$	2.7V 至 5.5V
$V_{CM}$	-4V 至 80V
$V_{os}$	轨至轨
$V_{os}$	5 $\mu$ V
$I_B$	80 $\mu$ A
<b>BW</b>	400kHz
<b>Vos 漂移</b>	50nV/ $^{\circ}$ C
<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/INA240">http://www.ti.com.cn/product/cn/INA240</a>	

### 设计备选器件

INA282	
$V_s$	2.7V 至 18V
$V_{CM}$	-14V 至 80V
$V_{os}$	20 $\mu$ V
$I_B$	25 $\mu$ A
<b>BW</b>	10kHz
<b>Vos 漂移</b>	0.3 $\mu$ V/ $^{\circ}$ C
<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/INA193">http://www.ti.com.cn/product/cn/INA193</a>	

### 修订历史记录

修订版本	日期	更改
A	2019 年 2 月	将设计目标表中的 $V_{inMin}$ 和 $V_{inMax}$ 分别更改为 $I_{inMin}$ 和 $I_{inMax}$ 。

## 重要声明和免责声明

TI 均以“原样”提供技术性 & 可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

所述资源可供专业开发人员应用 TI 产品进行设计使用。您将对以下行为独自承担全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品；(2) 设计、验证并测试您的应用；(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保或其他要求。所述资源如有变更，恕不另行通知。TI 对您使用所述资源的授权仅限于开发资源所涉及 TI 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等，TI 对此概不负责，并且您须赔偿由此对 TI 及其代表造成的损害。

TI 所提供产品均受 TI 的销售条款 (<http://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 以及 [ti.com.cn](http://www.ti.com.cn) 上或随附 TI 产品提供的其他可适用条款的约束。TI 提供所述资源并不扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品所发布的可适用的担保范围或担保免责声明。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122  
Copyright © 2019 德州仪器半导体技术（上海）有限公司

## 重要声明和免责声明

TI 均以“原样”提供技术性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

所述资源可供专业开发人员应用TI 产品进行设计使用。您将对以下行为独自承担全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的TI 产品；(2) 设计、验证并测试您的应用；(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保或其他要求。所述资源如有变更，恕不另行通知。TI 对您使用所述资源的授权仅限于开发资源所涉及TI 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源，也不提供其它TI 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等，TI 对此概不负责，并且您须赔偿由此对TI 及其代表造成的损害。

TI 所提供产品均受TI 的销售条款 (<http://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 以及ti.com.cn上或随附TI产品提供的其他可适用条款的约束。TI提供所述资源并不扩展或以其他方式更改TI 针对TI 产品所发布的可适用的担保范围或担保免责声明。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122  
Copyright © 2019 德州仪器半导体技术（上海）有限公司