

## Analog Engineer's Circuit

## 具有瞬态保护功能的高侧、双向电流检测电路

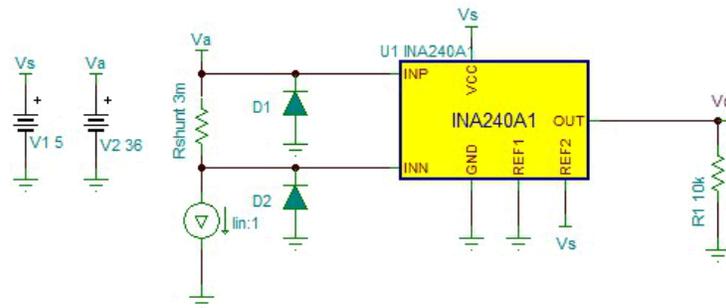


## 设计目标

输入		输出		电源电压			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 电压总线的 -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. 检测电阻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检测电阻的最大值。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. 计算检测电阻的峰值额定功率：

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

4. 确定 TVS 关断电压和钳位电压：

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

5. 选择 TVS 二极管。

例如，Littelfuse™ 的 SMBJ36A 可满足之前的要求，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）。

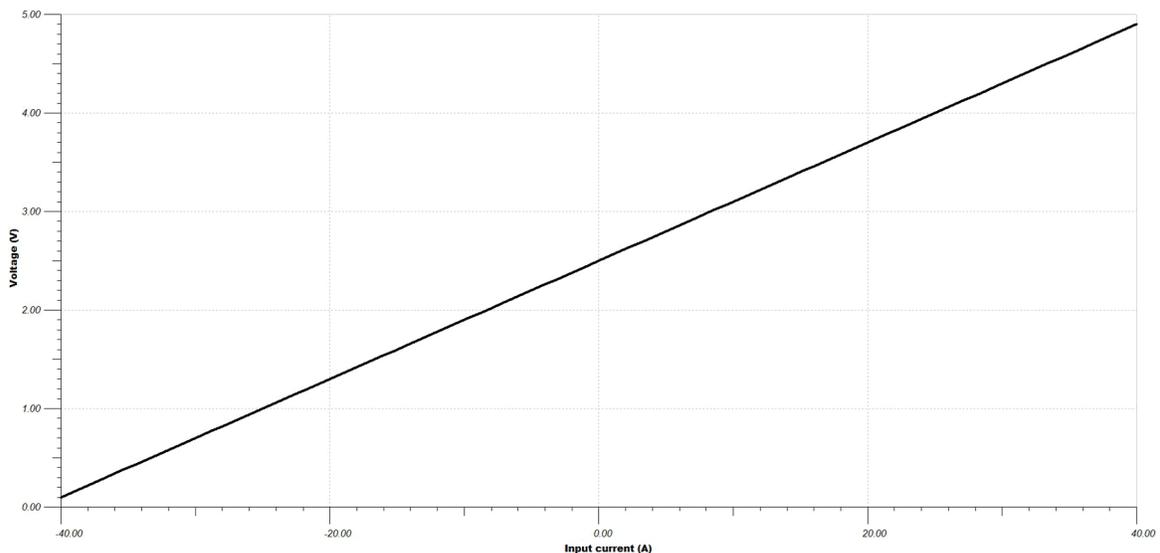
给定激励 (8/20μs) 下的峰值脉冲功率估计约为 3.5kW，这意味着峰值脉冲电流：

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

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

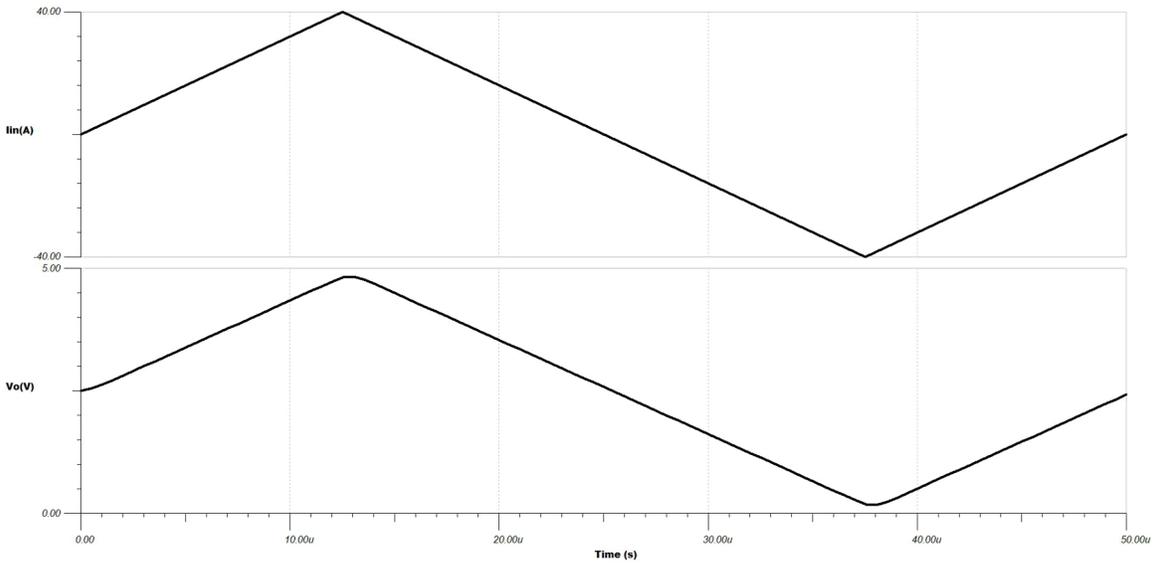
## 设计仿真

### 直流传输特性

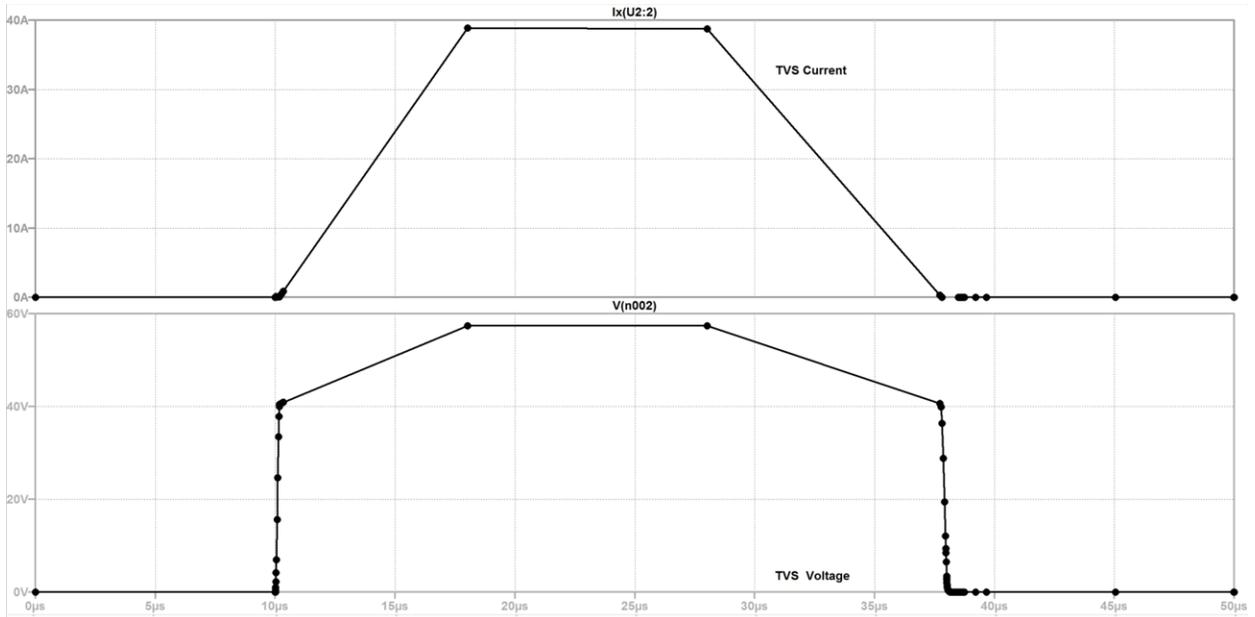


### 瞬态仿真结果

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

有关 TI 综合电路库的信息，请参阅 [模拟工程师电路手册](#)。

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](#)。

## 设计特色电流检测放大器

INA240A1	
$V_s$	2.7V 至 5.5V
$V_{CM}$	-4V 至 80V
$V_{os}$	轨到轨
$V_{os}$	5 $\mu$ V
$I_B$	80 $\mu$ A
BW	400kHz
Vos 偏移	50nV/ $^{\circ}$ C
<a href="#">INA240A1</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
BW	10kHz
Vos 偏移	0.3 $\mu$ V/ $^{\circ}$ C
<a href="#">INA282</a>	

## 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from MAY 15, 2018 to FEBRUARY 19, 2019	Page
• 将 <i>设计目标表</i> 中的 VinMin 和 VinMax 分别更改为 linMin 和 linMax.....	1

## 重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（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，不保证没有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、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(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功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司