

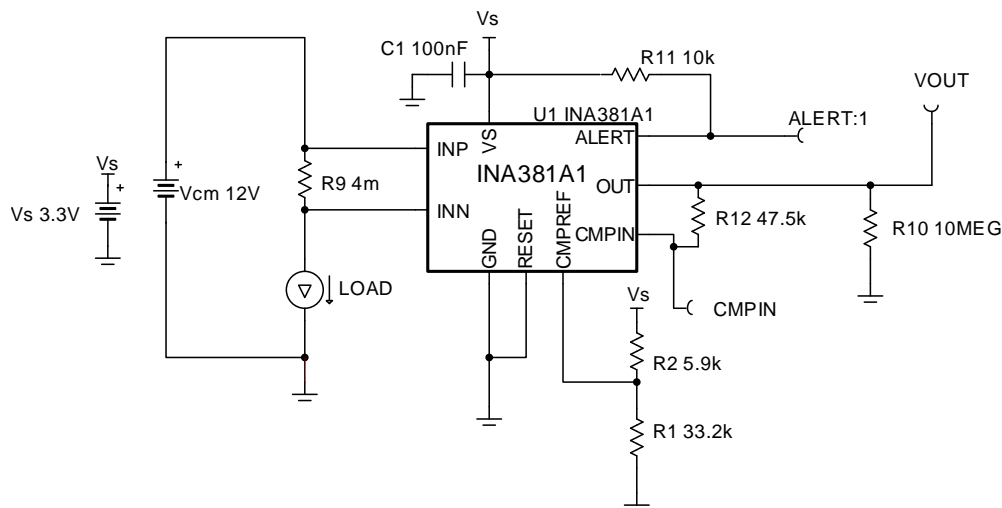
## 过流事件检测电路

### 设计目标

输入		过流情况		输出		电源	
$I_{load, 最小值}$	$I_{load, 最大值}$	$I_{OC\_TH}$	$I_{Release\_TH}$	$V_{out\_OC}$	$V_{out\_release}$	$V_S$	$V_{REF}$
1.5A	40A	35A	32A	2.8V	2.61V	3.3V	2.8V

### 设计说明

这是一种单向电流检测解决方案，通常称为过流保护 (OCP)，可针对阈值电流提供过流警报信号以关闭系统，并在输出降低至低于所需的电压 ( $V_{out\_release}$ ) (该电压低于过流输出阈值电压 ( $V_{out\_OC}$ )) 后重新启动系统。在该特定的设置中，检测范围为 1.5A 至 40A，过流阈值定义为 35A ( $I_{OC\_TH}$ )。一旦电流降至 32A ( $I_{Release\_TH}$ ) 以下，系统就会将 ALERT 重新设置为高电平。电流分流监控器由 3.3V 电源轨供电。OCP 可以应用于高侧和低侧拓扑。本文中介绍的解决方案是一个高侧实现。



### 设计说明

1. 如果为 CMPREF 使用分压器并考虑缓冲电压，请使用低容差、高精度电阻器。否则，请考虑使用低压降稳压器 (LDO)、基准电压或缓冲基准电压电路 (为 CMPREF 供电)。
2. 使用去耦电容器以确保器件电源稳定，例如 C1。此外，还将去耦电容器尽可能靠近器件电源引脚放置。

### 设计步骤

1. 在给定 20V/V 增益的情况下计算  $R_{\text{shunt}}$  值。使用最接近的标准值分流器，最好低于计算出的分流器，以避免过早地限制输出。

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

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

2. 针对过流阈值确定电流分流监控器输出端的电压。

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

3. 为  $R_1$  选择标准电阻器值，然后求解  $R_2$ 。

需要使用千欧姆或更高电阻的电阻器，以最大程度地降低功率损耗。通过计算，为电阻  $R_1$  和  $R_2$  选择了 33.2k $\Omega$  和 5.9k $\Omega$ 。

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

4. 计算实现适当的迟滞所需的电阻 ( $R_{\text{Hyst}}$ )。

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

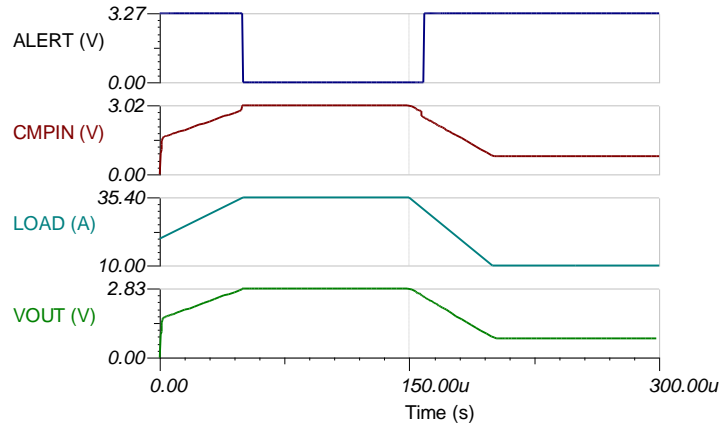
$$R_{\text{Hyst}} = \frac{2.8V - (32A \times 4\text{m}\Omega \times 20V/V + 50\text{mV})}{4\mu A} = 47.5\text{k}\Omega$$

## 设计仿真

### 瞬态仿真结果

考虑到误差,  $V_{out\_OC}$  预计大约为 2.8V,  $V_{out\_release}$  预计大约为 2.61V。

### 高侧 OCP 仿真结果



当负载达到 35A 时, 器件会在警报引脚上表现出低电平有效, 当负载低于 32A 时, 会将警报引脚重新置为高电平。如果用户放大并观察 VOUT 电压, 同时考虑到 0.4 $\mu$ s 的预期传播延迟, 器件输出在  $I_{OC\_TH}$  下为 2.69V, 相对于理想输出 2.8V 仅有 0.39% 的误差。在  $I_{release\_TH}$  下, 当输出降至 2.58V 时, 警报重新设置为高电平, 相对于理想输出 2.61V 仅有 1.15% 的误差。

## 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。

过流保护电路的主要文件：

此设计的源文件：

[高侧 OCP TINA 模型](#)

[低侧 OCP TINA 模型](#)

电流检测放大器入门视频系列：

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

设计采用的电流检测放大器

INA381	
$V_S$	2.7V 至 5.5V
$V_{CM}$	GND-0.3V 至 26V
$V_{OUT}$	GND+5 $\mu$ V 至 $V_S$ -0.02V
$V_{OS}$	$\pm$ 100 (典型值)
$I_q$	250 $\mu$ A (典型值)
$I_B$	80 $\mu$ A (典型值)
<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/INA381">http://www.ti.com.cn/product/cn/INA381</a>	

设计备选电流检测监控器

	INA301	INA302	INA303
$V_S$	2.7V 至 5.5V	2.7V 至 5.5V	2.7V 至 5.5V
$V_{CM}$	GND-0.3V 至 40V	-0.1V 至 36V	-0.1V 至 36V
$V_{OUT}$	GND+0.02 至 $V_S$ -0.05V	GND+0.015 至 $V_S$ -0.05V	GND+0.015 至 $V_S$ -0.05V
$V_{OS}$	取决于增益	取决于增益	取决于增益
$I_q$	500 $\mu$ A (典型值)	850 $\mu$ A (典型值)	850 $\mu$ A (典型值)
$I_B$	120 $\mu$ A (典型值)	115 $\mu$ A (典型值)	115 $\mu$ A (典型值)
比较器	单个比较器	双比较器	窗口比较器
	<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/INA301">http://www.ti.com.cn/product/cn/INA301</a>	<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/INA302">http://www.ti.com.cn/product/cn/INA302</a>	<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/INA303">http://www.ti.com.cn/product/cn/INA303</a>

## 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 © 2021，德州仪器 (TI) 公司