

Analog Engineer's Circuit

快速响应过流事件检测电路

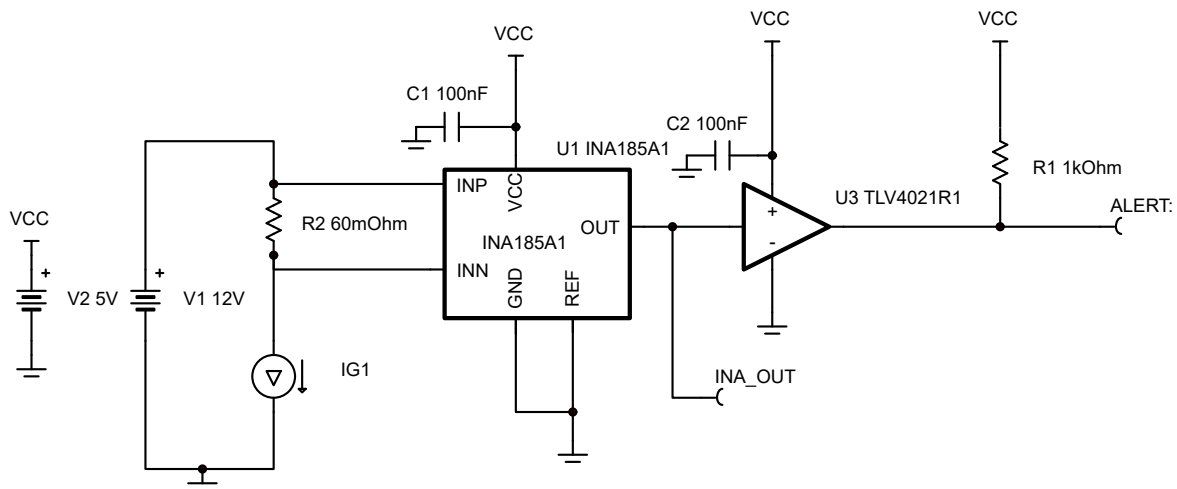


设计目标

输入		过流条件		输出		电源	
I_{load} , 最小值	I_{load} , 最大值	I_{OC_TH}	t_{resp}	V_{out_OC}	$V_{out_release}$	V_S	V_{REF}
80mA	900mA	1A	$< 2 \mu s$	1.2V	1.18V	5V	0V

设计说明

这是一种快速响应单向电流检测解决方案，通常称为过流保护 (OCP)，可提供 $< 2 \mu s$ 的响应时间、 t_{resp} 、过流警报信号以关闭超过阈值电流的系统。在该特定设置中，正常工作负载为 80mA 至 900mA，过流阈值定义为 1A (I_{OC_TH})。电流分流监控器由 5V 电源轨供电。OCP 可以应用于高侧和低侧拓扑。此电路中呈现的解决方案属于高侧实现。此电路非常适用于 [只能扬声器](#) 和 [扩展坞](#)。



设计说明

1. 使用去耦电容器 C1 和 C2 以确保器件电源稳定。将去耦电容器尽可能靠近器件电源引脚放置。
2. 如果需要具有较高跳闸点的较大动态电流测量范围，可以在 INA185 OUT 引脚和接地之间连接一个分压器，并将分压器输出连接到 TLV4021R1 输入。

设计步骤

1. 确定在与比较器的传播延迟配合使用时，为了实现足够快的响应所需的压摆率 **SR**。在此示例中，由于 TLV4021 器件具有快速传播延迟 ($t_p = 450\text{ns}$) 和快速下降时间 ($t_f = 4\text{ns}$)，因此选择该器件作为外部比较器。当负载从 **0A** 升至 **1A** ($\Delta V_{out} = V_{trip} - 0\text{V}$) 时，会发生最坏的情况。为了降低激进的压摆率，可以从分子中的 V_{trip} 中减去器件失调电压 ($V_{OS} \times \text{增益}$)。

$$SR = \frac{\Delta V_{out}}{t_{resp} - t_p - t_f} = \frac{1.2\text{V}}{2\mu\text{s} - 450\text{ns} - 4\text{ns}} = 0.78\text{V}/\mu\text{s}$$

2. 选择压摆率大于或等于 $0.78\text{V}/\mu\text{s}$ 的电流分流监控器。INA185 器件的典型压摆率为 $2\text{V}/\mu\text{s}$ ，可满足要求。
3. 为了获得测得的最低电流电平和过流电平之间的最大余量，请从所选电流分流监控器中选择最小增益型号。在这种情况下，使用配有 1.2V 比较器基准的 $20\text{V}/\text{V}$ 电流分流监控器就足够了。
4. 在给定 $20\text{V}/\text{V}$ 增益的情况下计算 R_{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。

$$R_{shunt} = \frac{V_{trip}}{\text{gain} \times I_{trip}} = \frac{1.2\text{V}}{20\text{V}/\text{V} \times 1\text{A}} = 0.06\Omega$$

$$R_{\text{standard shunt}} = 60\text{m}\Omega \text{ (standard 1\% value)}$$

5. 检查最小电流测量值是否明显高于电流分流监控器输入偏移电压。建议的最大失调电压误差 $\text{error}_{V_{OS}}$ 为 **10%**。

$$I_{\text{Device_min}} = \frac{V_{OS}}{\frac{\text{error}_{V_{OS}}}{100} \times R_{shunt}} = \frac{450\mu\text{V}}{\frac{10}{100} \times 0.06\Omega} = 75\text{mA}$$

6. 检查 $I_{\text{Load Max}}$ 是否低于迟滞阈值 $I_{\text{Release_TH}}$ ，从而确保在系统采取纠正措施以使负载回到低于正常工作范围的上限之后，清除警报信号。在这种情况下，**900mA** 正常工作区域最大值与比较器施加的迟滞电平之间存在 **83mA** 的裕度。

$$I_{\text{Release_TH}} = \frac{V_{trip} - 20\text{mV}}{\text{gain} \times R_{shunt}} = \frac{1.2\text{V} - 20\text{mV}}{20\text{V}/\text{V} \times 0.06\Omega} = 0.983\text{A}$$

设计仿真

直流仿真结果

直流传输特性曲线确认 OCP 触发来自 1A 负载。

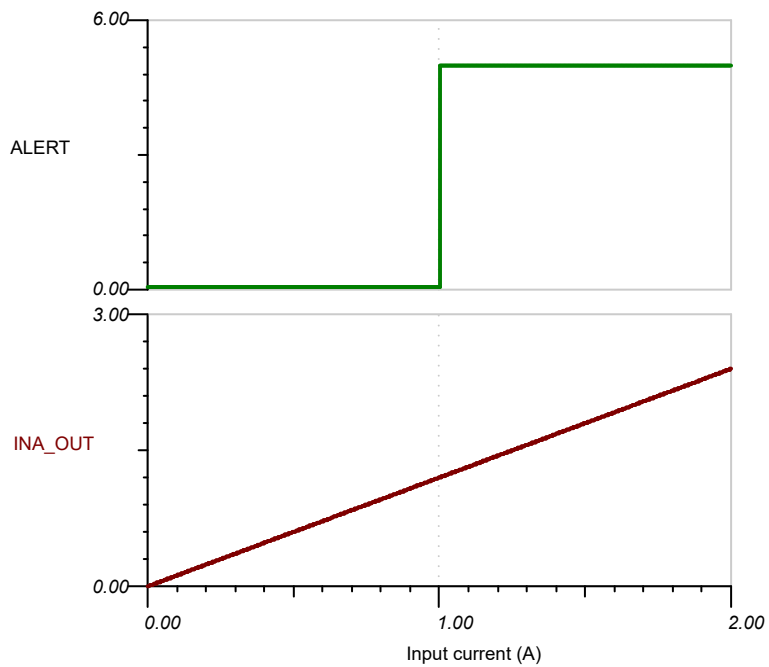
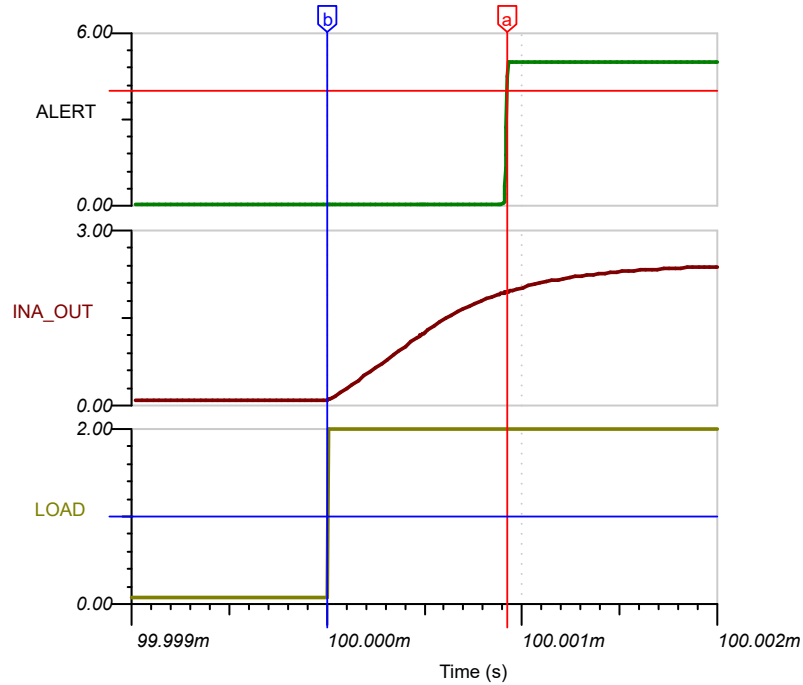


图 1-1.

瞬态仿真结果

以下结果证实了与 TLV4021 器件配对的 INA185 器件可在 $2\mu\text{s}$ 内触发超出过流阈值的警报。在这种情况下，几乎可以实现 $1\mu\text{s}$ 的典型值。请谨记，这些仿真中使用的模型都是围绕典型器件特性进行设计的。实际性能可能会因正常设备的变化而有所不同。



A	x: 100.0009289184ms	y: 4V
B	x: 100.0001ms	y: 1A
A-B	x: 918.9184ms	y:

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](#)。

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](#)

[电流检测放大器入门](#)

设计特色电流检测放大器

INA185	
V_S	2.7V 至 5.5V
V_{CM}	GND-0.2V 至 26V
V_{OUT}	GND + 500 μ V 至 $V_S - 0.02V$
增益	20V/V、50V/V、100V/V、200V/V
V_{OS}	$\pm 100\mu V$ (典型值)
SR	2V/ μs (典型值)
I_q	200 μ A (典型值)
I_B	75 μ A (典型值)
INA185	

设计备选电流检测监控器

	INA181	INA180
V_S	2.7V 至 5.5V	2.7V 至 5.5V
V_{CM}	GND-0.2V 至 26V	GND-0.2V 至 26V
V_{OUT}	GND + 500 μ V 至 $V_S - 0.02V$	GND + 500 μ V 至 $V_S - 0.02V$
增益	20V/V、50V/V、100V/V、200V/V	20V/V、50V/V、100V/V、200V/V
V_{OS}	$\pm 100\mu V$ (典型值)	$\pm 100\mu V$ (典型值)
SR	2V/ μs (典型值)	2V/ μs (典型值)
I_q	195 μ A (典型值)	197 μ A (典型值)
I_B	75 μ A (典型值)	80 μ A (典型值)
	INA181	INA180

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