

高速过流检测电路

设计目标

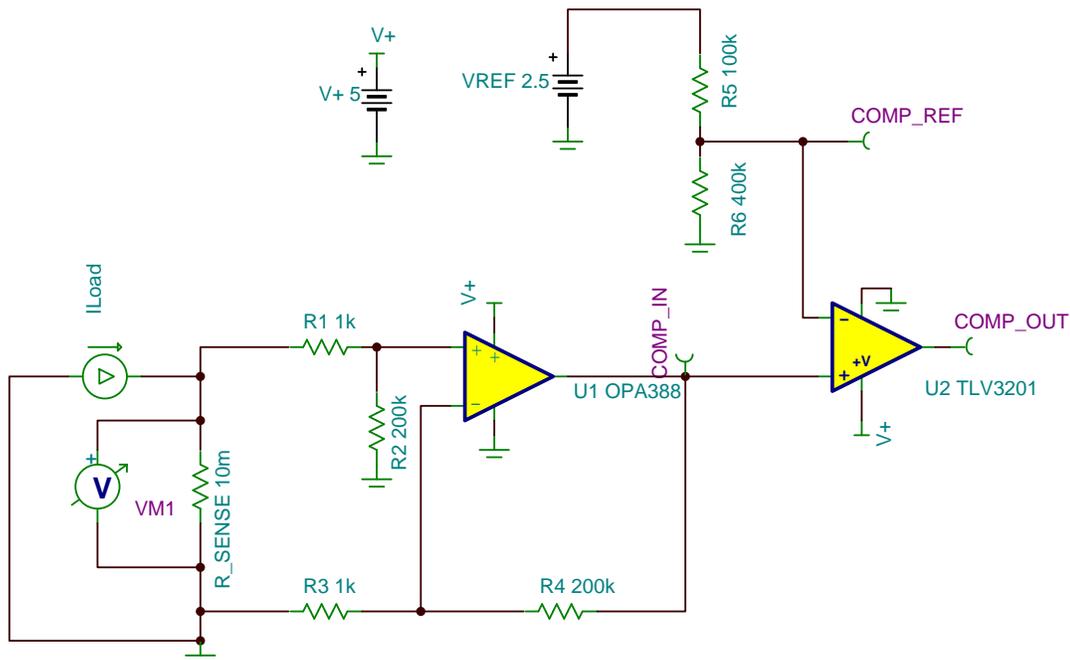
过流水平		电源		瞬态响应时间
I_{IN} (分钟)	I_{IN} (最大值)	V+	V-	t
0A	1.0A	5V	0V	< 10 μ s

设计说明

该高速低侧过流检测解决方案采用单个零漂移快速建立放大器 (OPA388) 和一个高速比较器 (TLV3201) 加以实现。该电路专为监测快速电流信号和过流事件（如电机和电源单元中的电流检测）的应用而设计。

由于 OPA388 具有最宽的带宽以及超低偏移和快速压摆率，因此选择了该器件。由于 TLV3201 具有快速响应功能（因为其 40ns 的小传播延迟和 4.8ns 的上升事件），因此选择了该器件。这使比较器可以在瞬态响应时间要求范围内快速响应并向系统发出过流事件警报。推挽输出级还使比较器能够直接连接微控制器的逻辑电平。TLV3201 还具有低功耗和 40 μ A 的静态电流。

通常，对于低侧电流检测，检测电阻器上的放大器可用于同相配置。不过，所示的应用电路使用 OPA388 作为检测电阻器上的差分放大器。这在分流电阻器上提供了真正的差分测量，并且在电源接地和负载接地不一定相同的情况下可能是有利的。



设计说明

1. 为了最大限度地降低误差，选择精密电阻器并设置 $R_1 = R_3$ 和 $R_2 = R_4$ 。
2. 选择 R_{SENSE} ，以最大限度地降低最大电流为 1A 时电阻器上的压降。
3. 由于 OPA388 的超低偏移 (0.25 μ V)，放大器产生的任何偏移误差对 R_{SENSE} 上的 mV 范围测量的影响达到最小。
4. 选择放大器增益，使 COMP_IN 在系统超过其临界过流值 1A 时达到 2V。
5. 省略了传统旁路电容器以简化应用电路。

设计步骤

1. 确定传递方程，其中 $R_1 = R_3$ 并且 $R_2 = R_4$ 。

$$\text{COMP_IN} = (R_{\text{SENSE}} \cdot I_{\text{LOAD}}) \cdot \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \cdot \left(1 + \frac{R_4}{R_3} \right)$$

2. 选择检测电阻器值（假设最大压降为 10mV，负载电流为 1A），以最大限度地降低电阻器上的压降。

$$R_{\text{SENSE}} = \frac{V_{\text{SENSE}}(\text{max})}{I_{\text{LOAD}}(\text{critical})} = \frac{10\text{mV}}{1\text{A}} = 10\text{m}\Omega$$

3. 选择放大器增益，使 COMP_IN 在负载电流达到临界阈值 1A 时达到 2V。

$$\text{Gain} = \frac{V_{\text{REF}}}{R_{\text{SENSE}} \cdot I_{\text{LOAD}}(\text{critical})} = \frac{2\text{V}}{0.01\text{V}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot 1 + \frac{R_4}{R_3} = 200$$

设置：

$$R_1 = R_3 = 1\text{k}\Omega$$

$$R_2 = R_4 = 200\text{k}\Omega$$

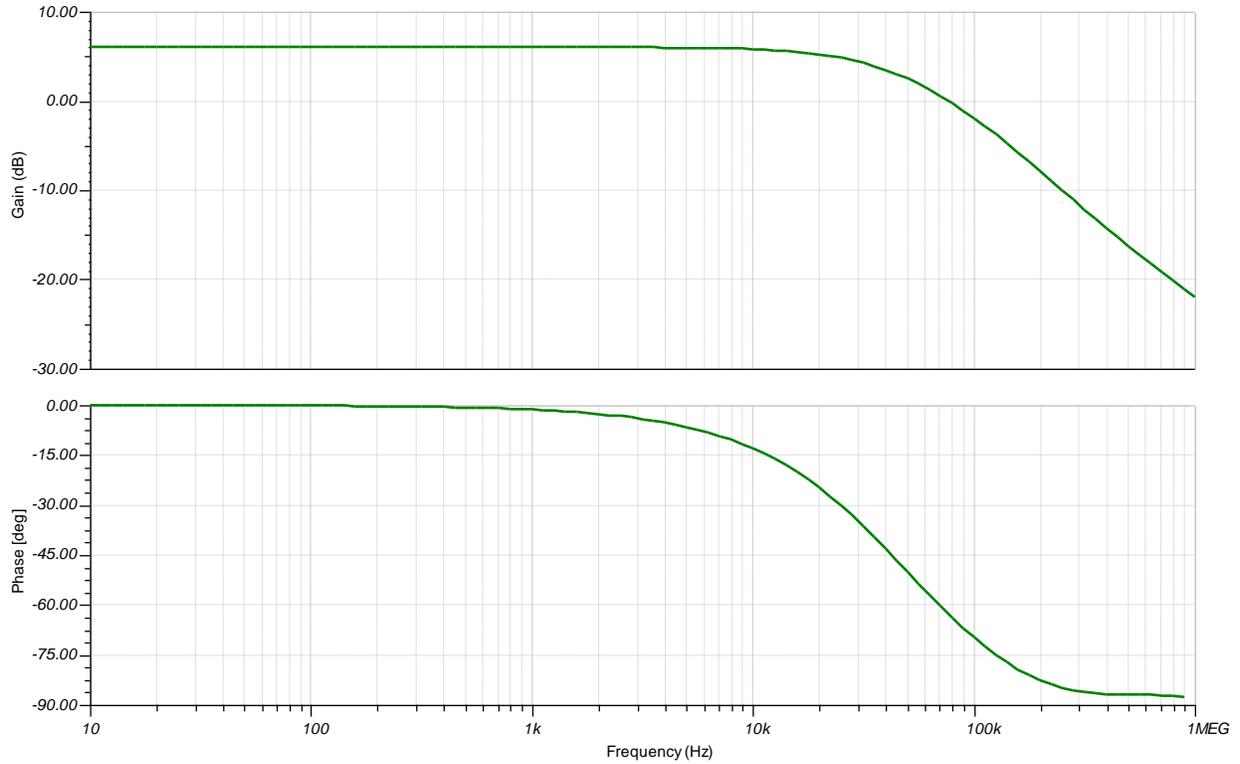
4. 计算放大器的跨阻增益，以验证以下交流仿真结果：

$$V_{\text{OUT}} = I_{\text{LOAD}} \cdot 10\text{m}\Omega \cdot 200$$

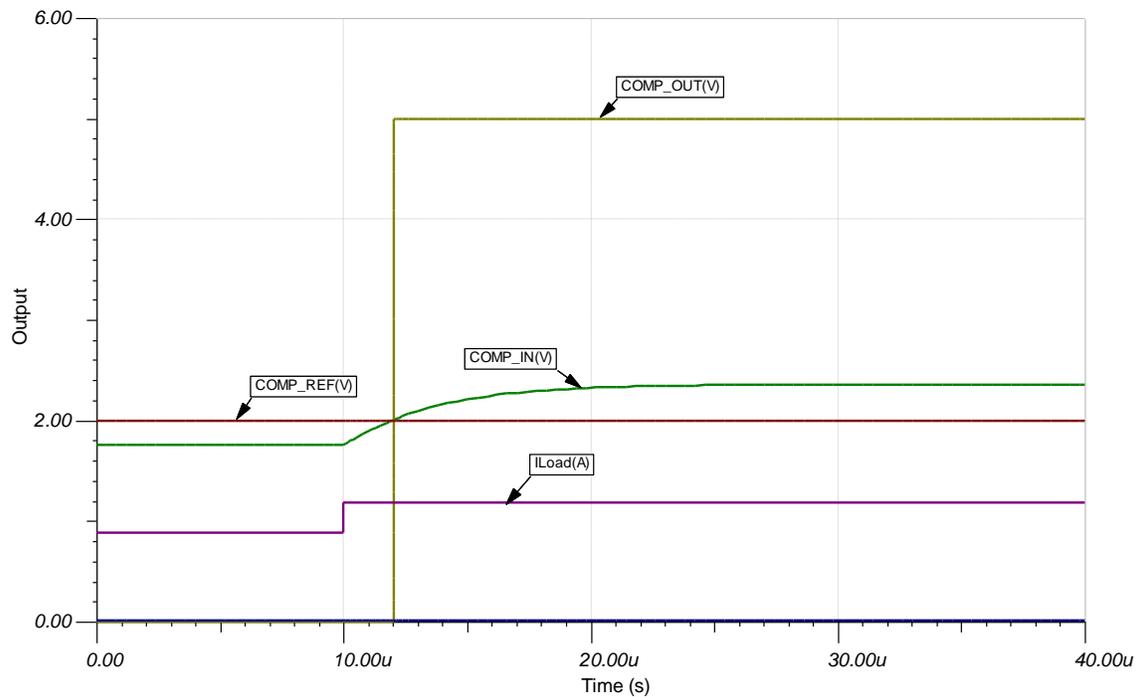
$$\frac{V_{\text{OUT}}}{I_{\text{LOAD}}} = 10\text{m}\Omega \cdot 200 = 2$$

设计仿真

COMP_IN 跨阻交流仿真结果



瞬态响应仿真结果



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。

请参阅[使用纳瓦级功率运算放大器进行电流检测](#)博客。

参考文献

- 德州仪器 (TI), 《在便携式应用中使用纳瓦级功耗零漂移放大器进行电池电压和电流监测的优势》 *TI 技术手册*
- 德州仪器 (TI), 《无中性点照明开关中的电流检测》 *TI 技术手册*
- 德州仪器 (TI), 《由锂离子电池供电的个人电子产品中的 GPIO 引脚电源信号链》 *TI 技术手册*

设计采用的比较器

TLV3201	
V_S	2.7V 至 5.5V
t_{PD}	40ns
输入 V_{CM}	轨至轨
V_{os}	1mV
I_q	40 μ A
TLV3201	

设计替代比较器

TLV7021	
V_S	1.6V 至 5.5V
t_{PD}	260ns
输入 V_{CM}	轨至轨
V_{os}	0.5mV
I_q	5 μ A
TLV7021	

设计采用的运算放大器

OPA388	
V_S	2.5V 至 5.5V
输入 V_{CM}	轨至轨
V_{out}	轨至轨
V_{os}	0.25 μ V
V_{os} 漂移	0.005 μ V/ $^{\circ}$ C
I_q	1.7mA/通道
I_b	30pA
UGBW	10MHz
OPA388	

设计备选运算放大器

THS4521	
V_s	2.5V 至 5.5V
输入 V_{CM}	轨至轨
V_{out}	轨至轨
V_{os}	20 μ V
V_{os} 漂移	μ V/ $^{\circ}$ C
I_q	1mA/通道
I_b	0.6 μ A
UGBW	145MHz
THS4521	

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