

## 高速过流检测电路

### 设计目标

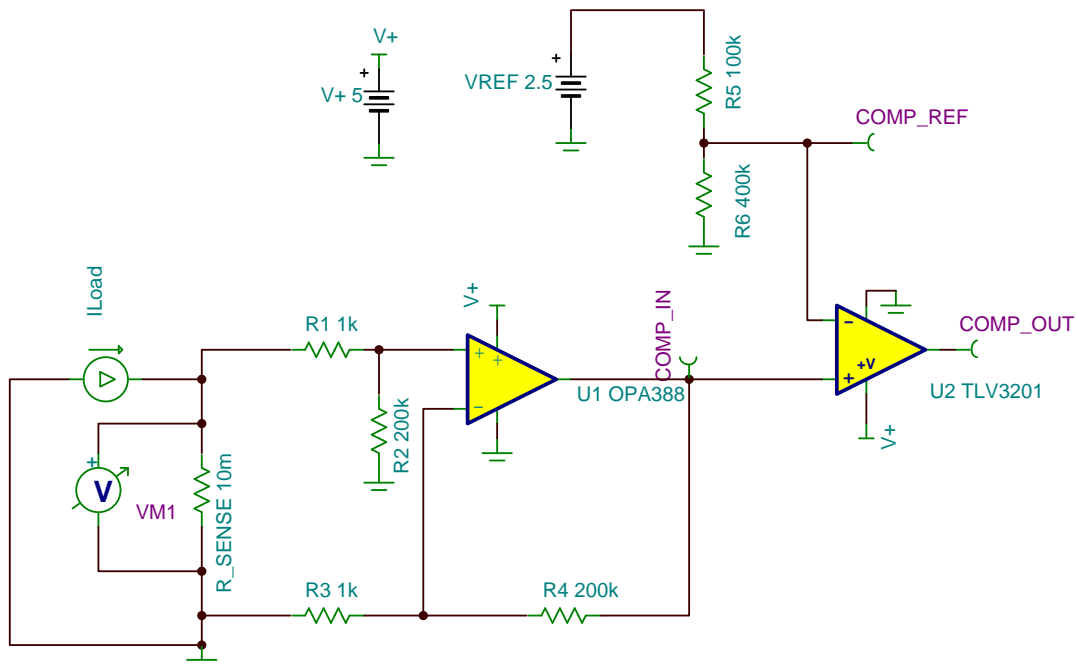
过流水平		电源		瞬态响应时间
$I_{IN}$ (分钟)	$I_{IN}$ (最大值)	V+	V-	t
0A	1.0A	5V	0V	< 10 $\mu$ s

### 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 $\mu$ 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  $R_{\text{SENSE}}$ ，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 $\mu$ V)，放大器产生的任何偏移误差对  $R_{\text{SENSE}}$  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：

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

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

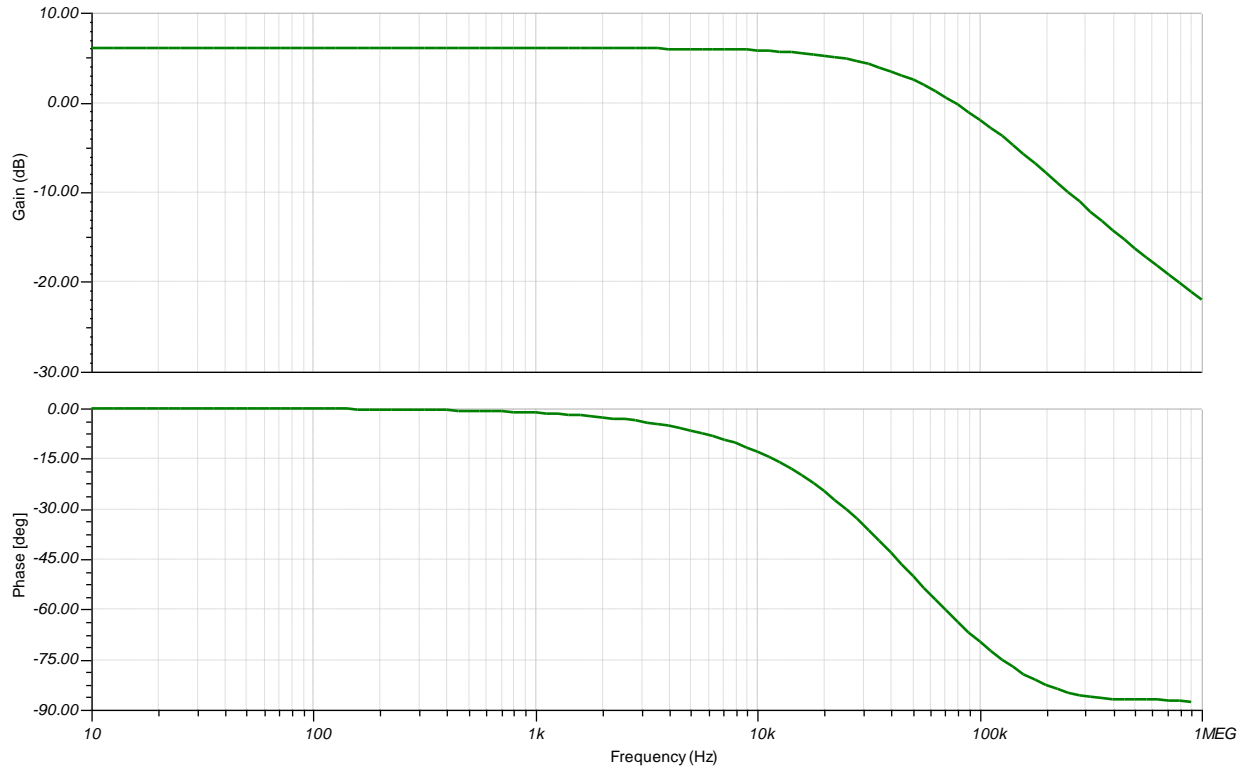
4. 计算放大器的跨阻增益，以验证以下交流仿真结果：

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

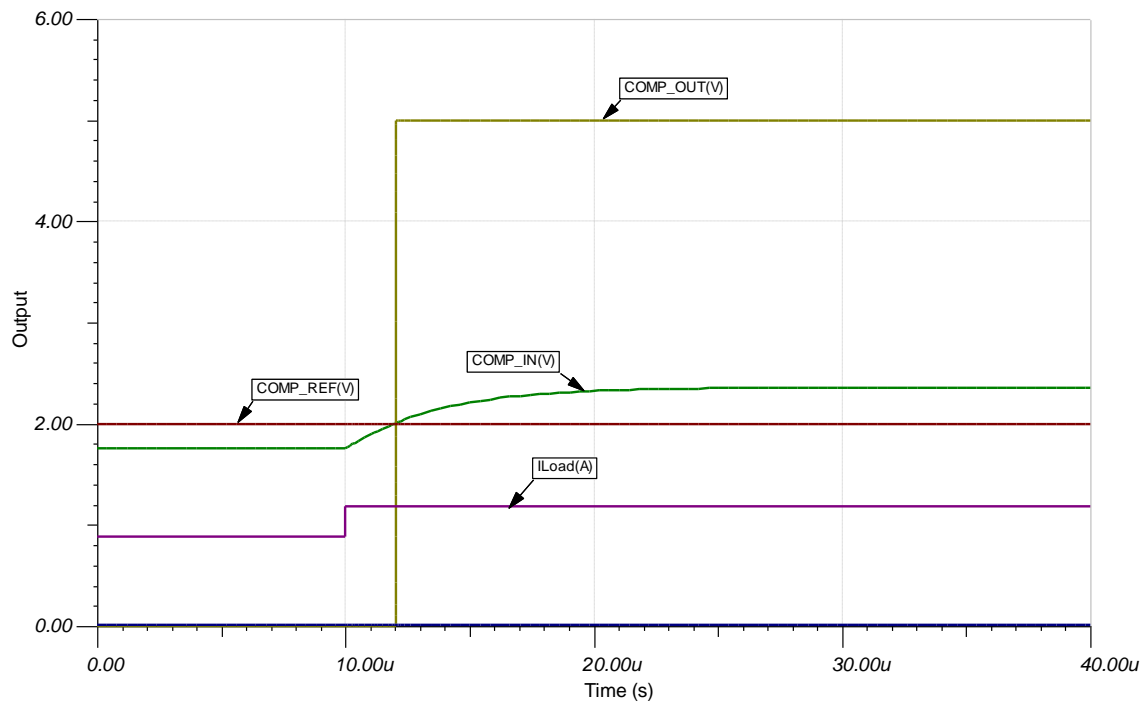
$$\frac{V_{\text{OUT}}}{I_{\text{LOAD}}} = 10\text{m}\Omega \cdot 200 = 2$$

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 $\mu$ A
<a href="#">TLV3201</a>	

## 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 $\mu$ A
<a href="#">TLV7021</a>	

## 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 $\mu$ V
$V_{os}$ 漂移	0.005 $\mu$ V/ $^{\circ}$ C
$I_q$	1.7mA/通道
$I_b$	30pA
UGBW	10MHz
<a href="#">OPA388</a>	

## 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 $\mu$ V
$V_{os}$ 漂移	$\mu$ V/ $^{\circ}$ C
$I_q$	1mA/通道
$I_b$	0.6 $\mu$ A
UGBW	145MHz
THS4521	

## 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”提供技术性及其可靠性数据（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