

电流检测 快速参考指南



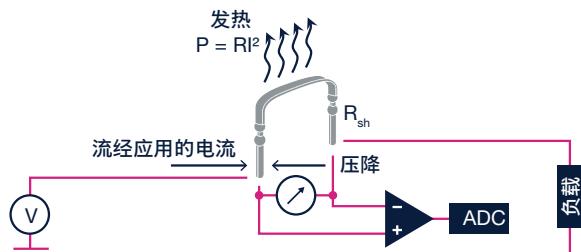


电流检测在工业和汽车应用领域（如电机控制、电池管理以及电源管理）中的作用至关重要。

意法半导体提供的解决方案基于**运算放大器**和**集成式电流监测器**（用于分流电阻电流检测）。

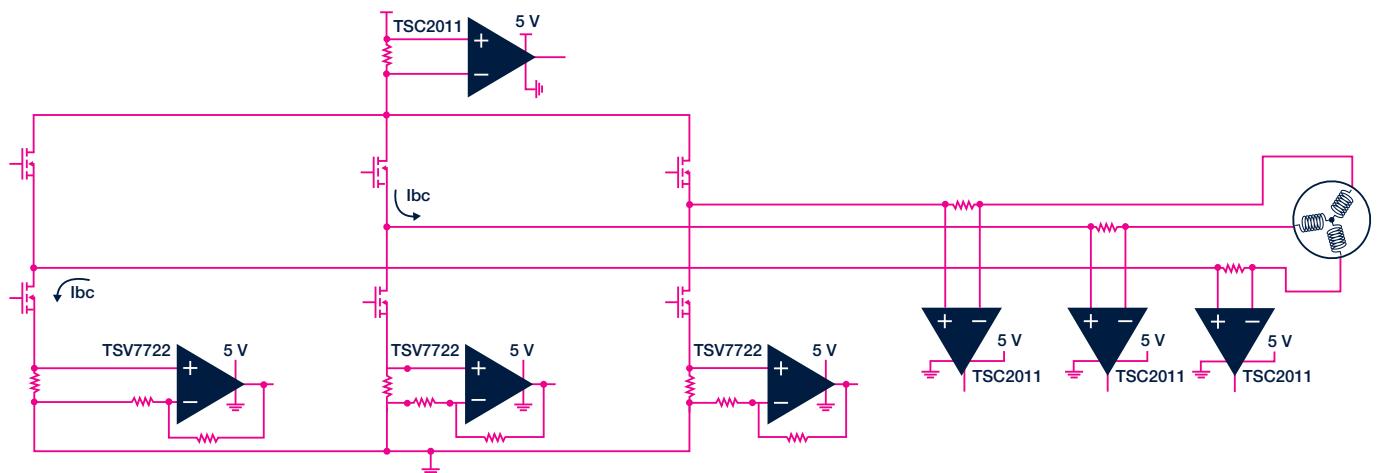
如何工作？

我们的电流检测解决方案采用分流电阻和欧姆定律，以实现精确的电流测量。分流电阻以热能的形式消耗功率，这会影响测量精度。降低分流电阻可影响降至最低，但需要更高的放大增益，而这样会降低整体测量精度。

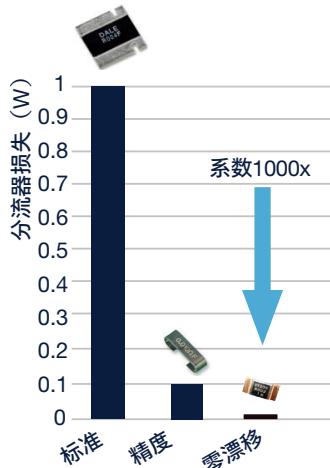


分流器位置

分流电阻可以放置在不同位置来测量流经某个应用的电流，每种配置都有其各自的优点和缺点。当无法切断接地时，会使用高侧分流电阻；并联分流电阻需要双向电流检测监控，而低侧分流电阻因为使用更简单、更便宜的运算放大器而受到欢迎。



分流电阻值和大小



注：输出精度相同

选择合适的分流电阻值需在动态范围和功率耗散之间进行平衡。分流电阻值越低，损耗越小，但需要更高的放大增益，这可能会降低测量精度。高精度电流放大器允许更低的分流电阻值。若要计算临界分流电阻值和尺寸，总电流范围必须已知，而相关方程式则可以得出最大分流电阻值和功率损耗。

$$R_{\text{sense}} \leq \frac{V_{\text{outMax}}}{I_{\text{range}} \cdot \text{增益}}$$

$$P_{\text{Max}} \geq R_{\text{sense}} \cdot I_{\text{max}}^2$$

最终分流电阻值应小于理论值，以弥补缺陷和误差，并防止饱和现象发生。较小的分流电阻值也会为过电流测量提供余量。分流电阻的最大功耗必须大于计算值。

仿真工具

使用功能强大的eDesignSuite和eDSIM工具轻松设计和仿真您的电流检测电路。



应用

电池管理系统



为了尽可能降低能量损耗，电池管理系统需要具备高度精确的双向电流检测功能。虽然检测速率通常较低，但高侧检测和低侧检测均可采用。此外，对于电压水平不超过48 V的系统，独立电流检测并非必要。

48 V电机控制



若要正确驱动电机，检测速度必须满足要求。虽然可以牺牲一定的能量损耗以实现更快的检测，但分流电阻功率损耗与电机的功耗相比通常可以忽略不计。对于电机应用中的电流检测，双向直插式或单向高侧检测通常更受欢迎。

服务器电源



电流检测对于服务器电源管理至关重要，支持高效运行并节约能源。高侧检测方法因其非侵入式测量而受到青睐。较快的检测速率对于满足服务器的动态功率需求至关重要，有助于维持恒定的性能和系统稳定性。

详细了解面向电池
管理系统的电流检
测方案



探索面向电机控制的
电流检测解决方案



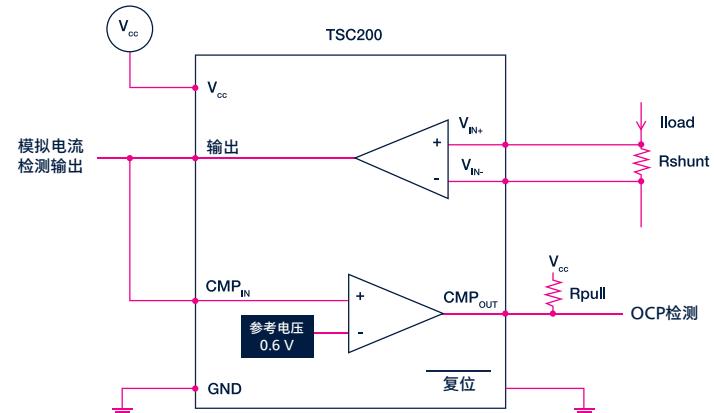
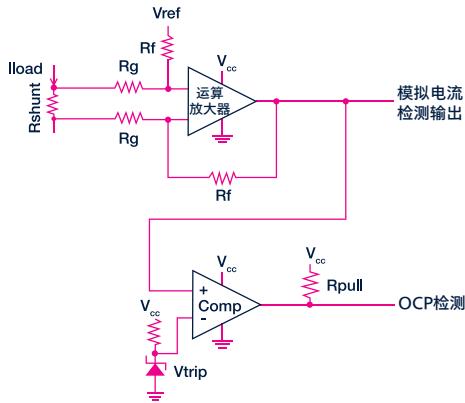
详细了解通用计算
服务器



集成式过流保护 (OCP) VS 运算放大器

在防止应用出现损坏方面，关键的一点在于是否能够快速准确地测量电流的变化情况。

利用比较器电路进行电流检测是一种常见的过电流检测方法。在许多输入共模电压低于30 V的应用中，选择电流检测监控器还是运算放大器取决于设计人员的偏好。



运算放大器OCP

- 灵活的解决方案
- 需要外部元件
- 共模电压限制为 V_{cc}
- 如果要求精度和速度，可能成本会较高

集成式OCP

- 仅需一个器件，从而减少了BOM和PCB空间需求
- 快速响应时间
- 低侧和高侧，共模电压高于 V_{cc}

意法半导体产品及组合

单向电流监控器	TSC101 SOT23-5 工作电压2.8至30V 增益x20 x50 x100	TSC888 SOT23-5 工作电压2.8至24V 增益x20 x50 x100	TSC102 TSSOP8, SO8 工作电压2.8至30V 增益x20 adj. TSC1021 TSSOP8, SO8 工作电压2.8至30V 增益x20 x50	TSC103 TSC1031 TSSOP8, SO8 工作电压2.9至70 V 增益x20 x25 x50 x100 TSC200 TSC201 TSC202 MiniSO8, SO8 工作电压-16至80 V 增益x20 x50 x100
---------	--	--	--	--

双向电流监控器	TSC2010 TSC2011 TSC2012 工作电压-20至70 V 增益x20 x60 x100 Vio最高200 μ V	**TSC210 TSC211/12 TSC213/14/15 工作电压-0.3至26 V 增益x200 x500 x1000 x50 x100 x75 Vio最高35, 60, 100 μ V	TSC2020 TSC2021 TSC2022 工作电压-4至100 V 增益x20 x50 x100 x200 Vio最高150 μ V	TSC240 工作电压-4至100 V 增益x20 x50 x100 x200 Vio最高25 μ V	TSC1801 工作电压2.0至5.5 V 增益x20 Vio最高200 μ V
---------	---	---	--	--	---

可提供汽车级版本



STEVAL-AETK2V1 (TSC210/13)
STEVAL-AETK1V2 (TSC210/11/12)
STEVAL-AETKT3V1 (TSC200/1/2)
STEVAL-AETKT4V1 (TSC2020/21/22)

运算放大器	TSV77系列 工作电压2.0至5.5 V Vio最高200 μ V GBP 20 MHz ○ ●	TSV79系列 工作电压2.2至5.5 V Vio最高200 μ V ○ ● GBP 50 MHz	TSZ18系列 工作电压2.2至5.5 V Vio最高25 μ V ○ ● GBP 3 MHz	TSZ901 工作电压2.5至5.5 V Vio最高5 μ V GBP 10 MHz	TSB18系列 工作电压4至36 V Vio最高20 μ V GBP 3 MHz ○ ●
-------	---	--	--	---	--

STEVAL-AETK2V1 (TSC210/13)
STEVAL-AETK1V2 (TSC210/11/12)
STEVAL-AETKT3V1 (TSC200/1/2)
STEVAL-AETKT4V1 (TSC2020/21/22)



高温范围

-40 ~ +150°C和175°C，适用于运算放大器

KIT24OPAMP中提供
KIT2407AUTOSC中提供

** 产品以培训套件的形式提供

术语表

双向 – 器件沿负向和正向测量电流的能力。

单向 – 单向电流检测元件仅测量一个方向上的电流。另一方向的电流视为零。

输出共模 – 输出电压偏移一定 V_{ref} ，以实现双向测量。使用运算放大器时，小输出共模还会防止输出进入饱和状态，因此可对小电流提供更好的响应。

输入共模电压 – 施加到电路两个输入端的共同电压。此电压不属于有用信号的一部分，因此不应放大。

共模抑制比 (CMRR) – 器件滤除共模电压能力的量度。此参数对于高侧或直列电流检测至关重要。

H桥 – 以能够控制施加到负载的电压及其极性的方式连接的晶体管。

增益带宽乘积 (GBP) – 增益与最大小信号频率的乘积。将10 kHz放大40 dB增益的电路与将100 kHz放大20 dB增益的电路具有相同的GBP。此参数参见运算放大器数据表。

带宽 (BW) – 振幅下降3 dB的信号频率。此参数参见电流感应监控器数据表。

输入偏移电压 (V_{io}) – 位于 I_{in+} 和 I_{in-} 引脚之间的差分输入电压，确保输出处于电源电压的中间范围。它源自内部晶体管的匹配。

输入失调电压偏移 (dV_{io}/dT) – 输入失调电压随温度的漂移。此参数可能对于电机控制应用至关重要。

输入偏置电流 (lib) – 流经器件输入的电流。由于设备的偏置要求和正常工作泄漏，极少量的电流 (pA或nA范围，取决于技术)会流经其输入。

零漂移 – 设计通过补偿 V_{io} 误差以及随温度和时间发生的误差，从而自动校正器件参数的技术。零漂移或斩波器件每摄氏度漂移的 V_{io} 为微伏和纳伏级别。零漂移几乎抵消1/f噪声，并减缓随时间的老化。

轨到轨输入 – 具有高轨输入的运算放大器能够处理高达 V_{cc+} 的输入信号，而低轨输入则能够处理低至 V_{cc-} 的信号。轨到轨输入运算放大器可处理从 V_{cc-} 到 V_{cc+} 的输入信号。

EMI滤波器 – 用于抑制电磁干扰影响的滤波器。由于电流传感器始终连接到外部电线，因此一些外源可能会产生EMI干扰。电流感应监控器和一些高性能运算放大器通常都会配备嵌入式EMI滤波器。

如需详细信息，请访问我们的网址<http://www.st.com/current-sense-amplifiers>和www.st.com/opamps

在意法半导体 技术创造，从您开始

关于意法半导体产品和解决方案的更多信息，请访问www.st.com

© STMicroelectronics - 2025年10月 - 中国印刷 - 保留所有权利

ST和ST徽标是STMicroelectronics International NV或其附属公司在欧盟和/或其他地区的注册和/或未注册商标。

具体而言，ST及ST徽标已在美国专利商标局注册。

若需意法半导体商标的更多信息，请参考www.st.com/trademarks。

所有其他产品或服务名称是其各自所有者的财产。

