

Robert Clifton

虽然运算放大器用在许多模拟电路中，但有些运算放大器可能需要更高的输出电流才能满足系统目标。

大多数传统放大器不支持高输出电流，因此需要额外的元件。本文档讨论了使用 OPAx310 的优势，OPAx310 是一款专为高电流应用而设计的运算放大器。

LED 驱动器

以往，运算放大器需要一个外部晶体管来驱动 LED，如采用 OPA2374 的图 1 中所示。但是，一些运算放大器（例如 OPAx310）（如图 2 所示）可以使用简化的设计来去除外部晶体管并直接驱动 LED。

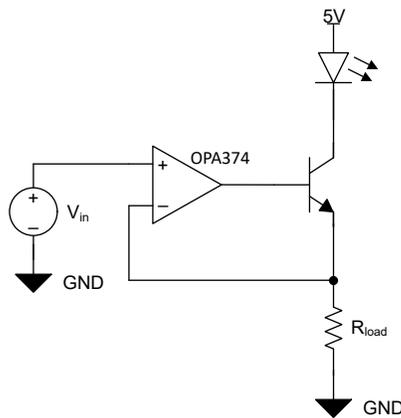


图 1. 传统运算放大器 LED 驱动器电路

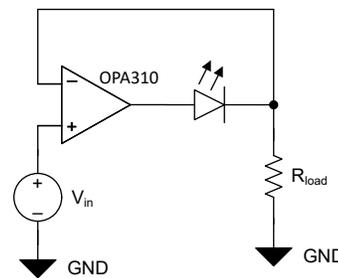


图 2. OPAx310 直接 LED 驱动器电路

许多 LED 仅需 10mA 即可运行，为什么 OPA2374 需要外部 FET 或 BJT？在确定是否需要外部晶体管时，需要了解的一个重要运算放大器特性是输出电压摆幅与输出电流之间的关系。虽然大多数低电压运算放大器输出可以通过 LED 提供足够的电流来为其供电，但这些较高电流下的输出电压不足以克服二极管压降（如果设计用于此目的），如图 2 所示。通过加入外部晶体管，运算放大器不再直接向 LED 驱动尽可能多的电流和电压。此设计的缺点（如图 1 所示）是，成本更高，并且需要更大的布板空间。

如图 3 所示，OPA2374 可以提供 11mA 的电流，但输出电压为 2.7V，低于许多 LED 所需的压降。这也不会考虑单元间的工艺变化和整个温度范围内的性能变化。OPA2310 即使在高电流电平下也具有极小压降，将 OPA2310 与进行比较，可以很清楚地看出为何 OPA2310 不需要外部晶体管来驱动 LED，从而节省成本和电路板面积。

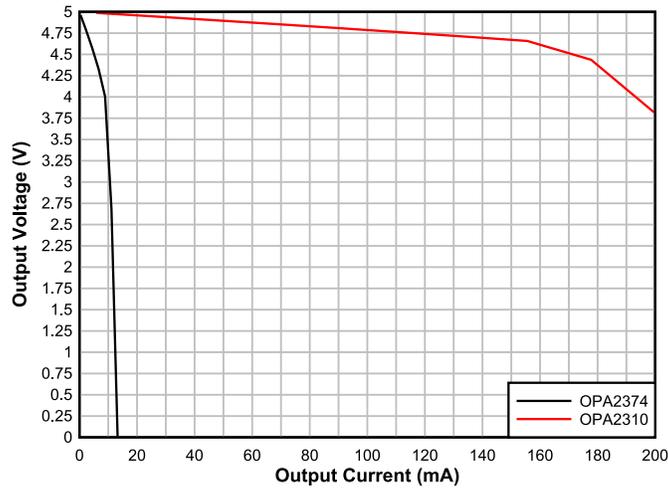


图 3. 输出电压摆幅与输出电流 (拉电流) 间的关系

Howland 电流泵

Howland 电流泵是一种常用设计，用于使用运算放大器创建电流源。更高的输出电流放大器有助于减少驱动相同负载所需的更高通道数。

在此示例中， $50\ \Omega$ 负载需要 75mA 的输出电流。由于运算放大器的输出电流能力有限，因此大多数放大器 (如图 4 中所示的 TLV2772) 需要两个或更多并联通道。相比之下，单通道 OPA310 (如图 5 所示) 可满足系统要求。OPA310 可通过减少元件、降低设计复杂性和减小电路板空间来为该设计带来好处。

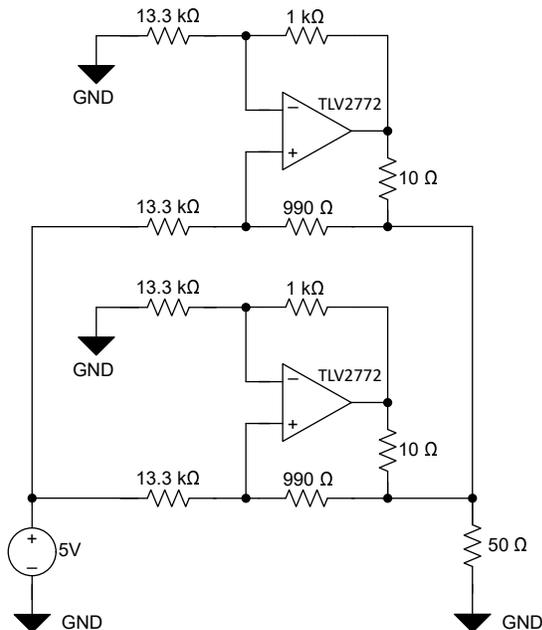


图 4. TLV2772 Howland 电流泵电路

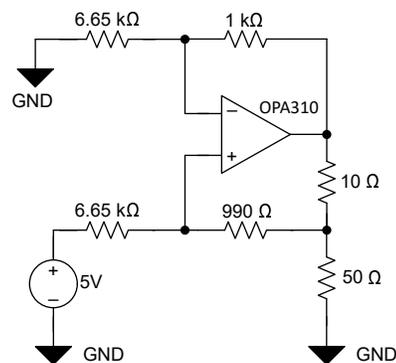


图 5. OPA310 Howland 电流泵电路

基准缓冲器

运算放大器通常用于基准缓冲器设计，在这些设计中，性价比的优先级高于精度。因此，即使在直流应用中，由于需要大量电流来对电容器进行初始充电，运算放大器通常也难以驱动高值输出电容器。根据输出电容器的值，可能需要额外的无源器件来实现稳定性。

在图 6 所示的示例中，基准缓冲器电路设计为输出 2.5V 电压并驱动 100nF 电容器。图 7 和图 8 中的结果表明，虽然 OPA310 和 OPA313 在输出端都可以达到稳定的电压，但 OPA310 在不到 100 μs 的时间内就可以达到稳定的电压，并且过冲电压更低。对于设计用于 2.5V 电源的敏感器件，更低的过冲非常重要。*

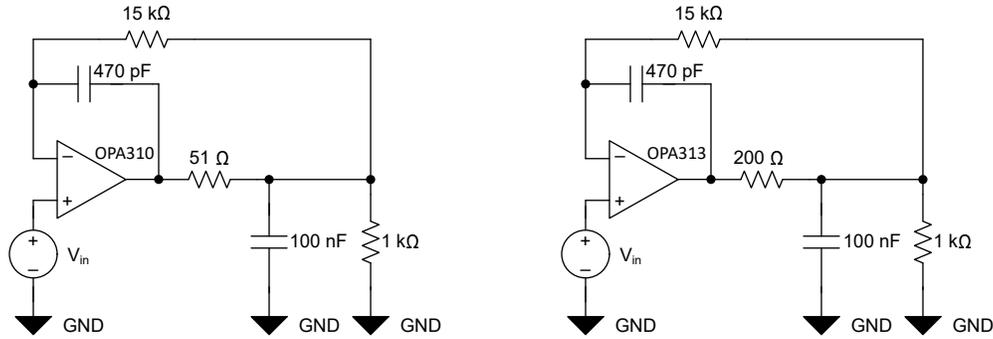


图 6. 基准缓冲器电路

备注

*OPA310 电路和 OPA313 之间 R_{iso} 电阻器的差异是为了优化两个电路的稳定性。OPA310 的相位裕度为 94.01° ，OPA313 的相位裕度为 84.75° 。

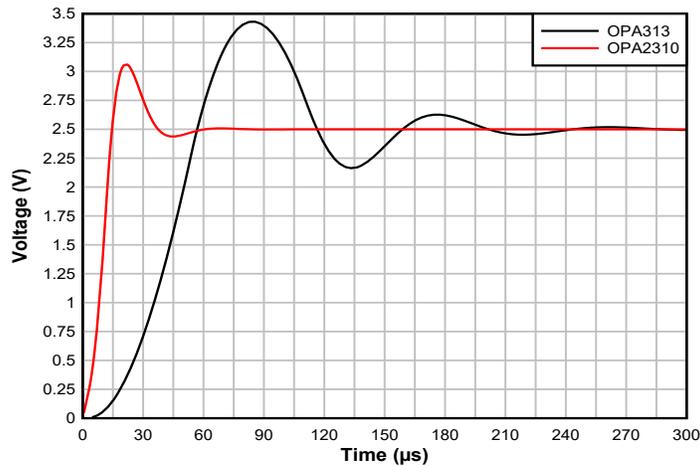


图 7. OPA310 与 OPA313 仿真电压瞬态结果的比较

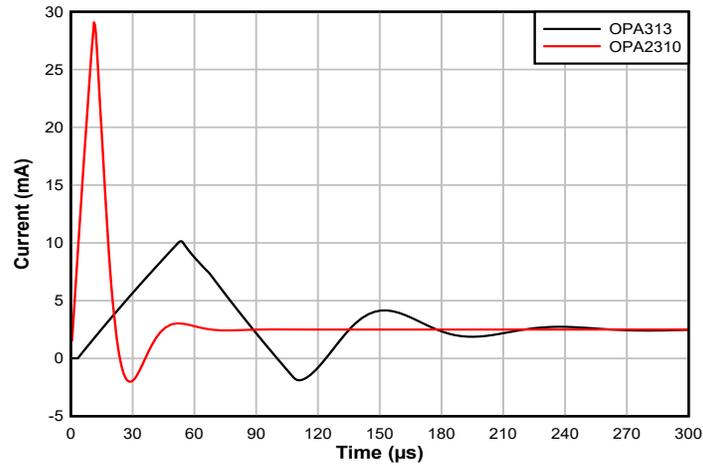


图 8. OPA310 与 OPA313 仿真电流瞬态结果的比较

结论

虽然大多数运算放大器可用于此处讨论的高电流应用，但这通常需要在元件数量、复杂性或启动时间方面进行权衡。使用具有更高输出运行能力的运算放大器可以简化设计、降低成本并减小电路板空间。

参考文献

德州仪器 (TI), [具有 MOSFET 的电压到电流 \(V-I\) 转换器电路](#), 模拟工程师电路

德州仪器 (TI), [具有 BJT 的电压到电流 \(V-I\) 转换器电路](#), 模拟工程师电路

德州仪器 (TI), [改进型 Howland 电流泵配置分析](#), 应用手册

德州仪器 (TI), [“改进型” Howland 电流泵电路](#), 模拟工程师电路

德州仪器 (TI), [采用缓冲电路的“改进型” Howland 电流泵](#), 模拟工程师电路

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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司