

可编程低侧电流阱电路

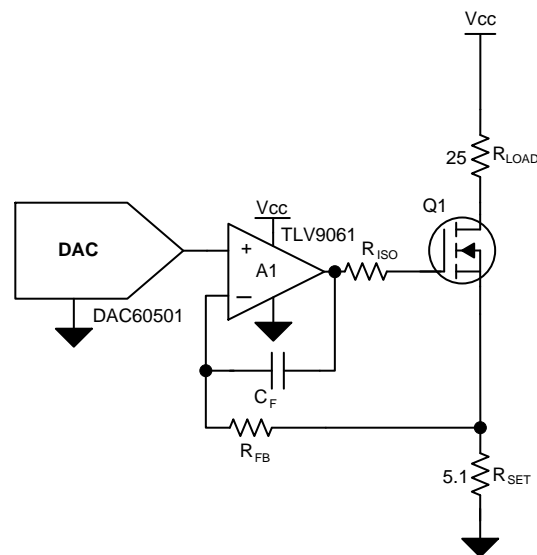
Garrett Satterfield

设计目标

VCC	DAC 输出电压	输出电流	误差	最大阻性负载
5V	0mV – 510mV	0mA – 100mA	<0.25% FSR	44.9Ω

设计说明

可编程低侧电流阱可根据 DAC 输出电压设置流经负载的电流。可通过 R_{SET} 检测该电流，运算放大器对晶体管进行偏置，以调节流经负载的电流。组件 C_F 、 R_{ISO} 和 R_{FB} 可提供补偿，以确保电路的稳定性。



设计说明

1. 选择具有低失调电压误差、增益误差和漂移的 DAC。应使用 RRIO 运算放大器来减少电源轨附近的误差并最大程度地提高阻性负载驱动能力。应选择具有低失调电压的运算放大器，以最大程度地减小误差。
2. 针对 R_{SET} 使用高精度、低漂移电阻器，以实现精确的电流调节。
3. 应最大程度地减小 R_{SET} ，以提高效率并降低功率耗散。大多数功率耗散应通过 R_{LOAD} 发生
4. 为了驱动大 R_{LOAD} ，可以使用单独的高电压电源来驱动流至负载的电流。

设计步骤

1. 计算最大 DAC 输出电压和所需的最大输出电流对应的 R_{SET} 值。

$$R_{SET} = \frac{V_{DAC,max}}{I_{OUT,max}} = \frac{510mV}{100mA} = 5.1\Omega$$

2. 可以通过以下公式计算最大阻性负载:

$$R_{LOAD,max} = \frac{V_{CC} - I_{SET,max}R_{SET}}{I_{SET,max}} = \frac{5V - 100mA \times 5.1}{100mA} = 44.9\Omega$$

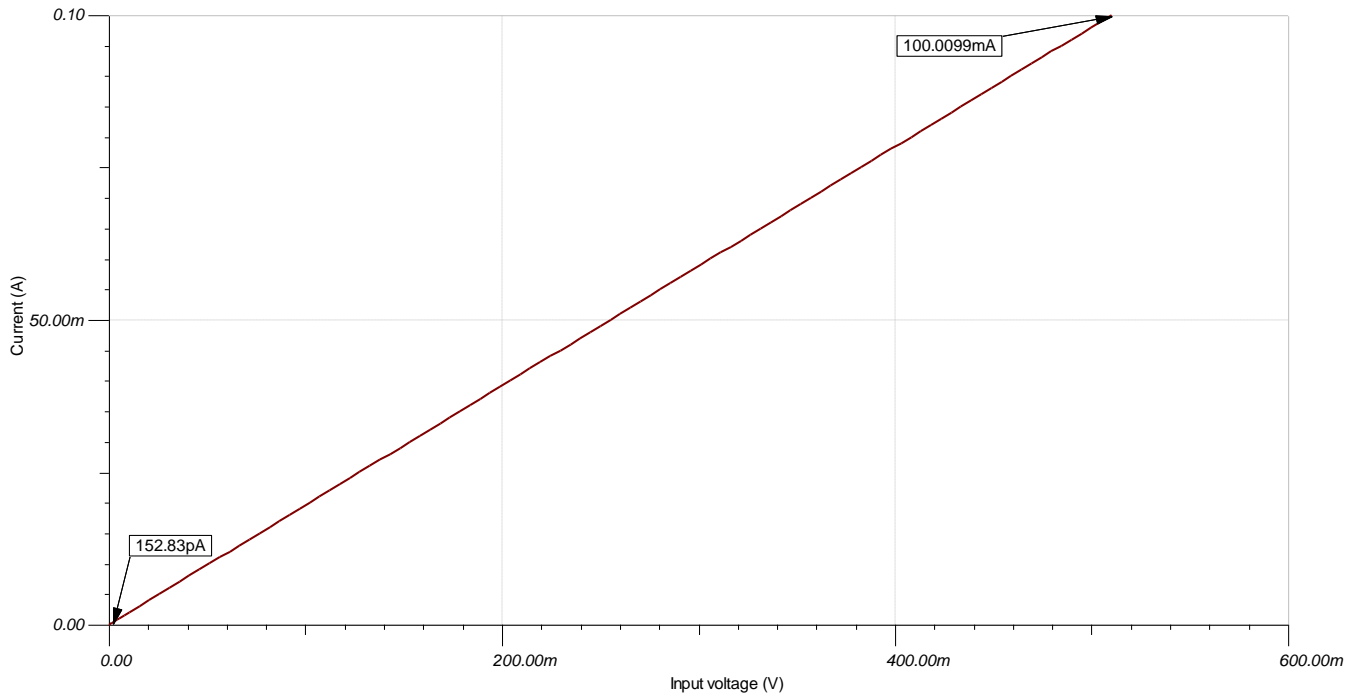
3. 确保 Q1 的额定功耗为最大电流下的功率耗散值。

$$P_{Diss,Q2} = V_{CC} \times I_{SET,max} - I_{SET,max}^2 \times (R_{LOAD} + R_{SET}) = 5V \times 100mA - 100mA^2 \times (25\Omega + 5.1\Omega) = 0.2W$$

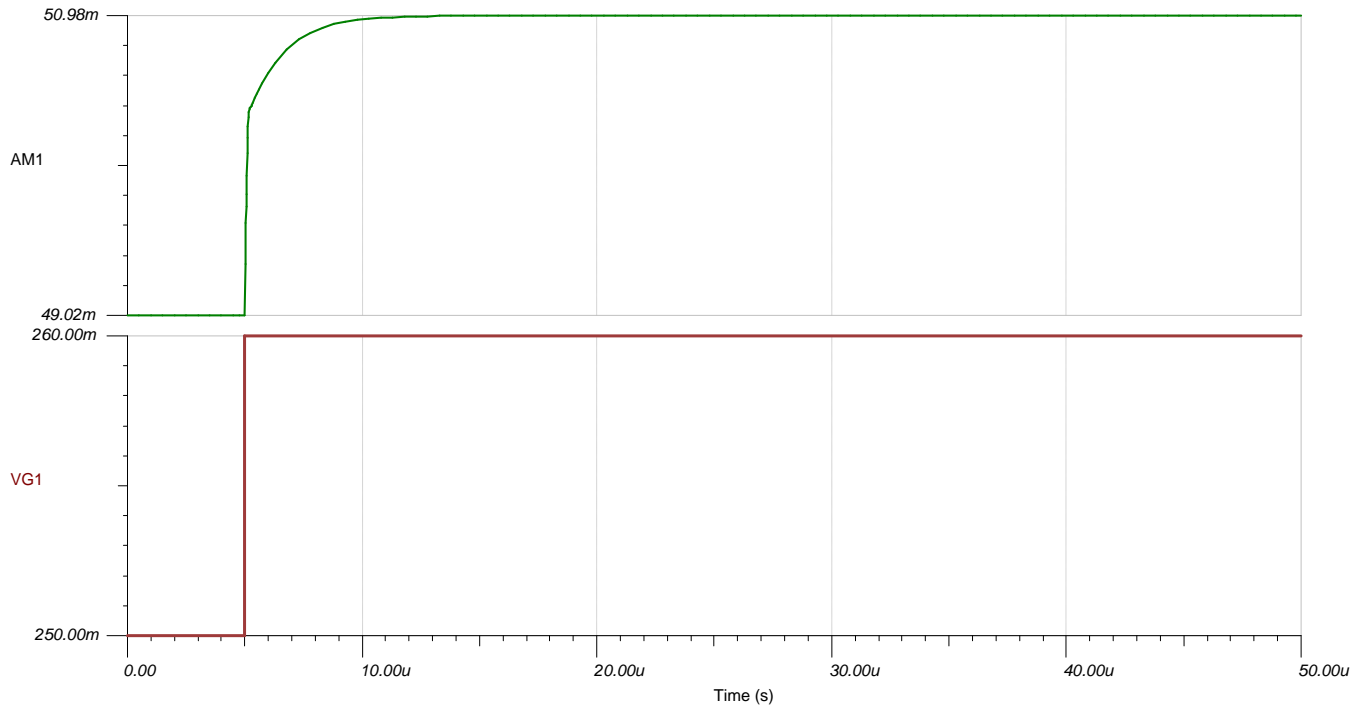
4. 可以使用平方和根 (RSS) 分析基于 DAC TUE、放大器失调电压、电阻器容差和基准初始精度来近似表示输出误差。

$$\text{Output TUE}(\%FSR) = \sqrt{\text{TUE}_{DAC}^2 + \left(\frac{V_{OS,Amplifier}}{FSR} \times 100\right)^2 + \text{ToI}_{R_{SET}}^2 + \text{Accuracy}_{Ref}^2} = \sqrt{0.1^2 + \left(\frac{0.3mV}{510mV} \times 100\right)^2 + 0.1^2 + 0.1^2} = 0.183\% \text{ FSR}$$

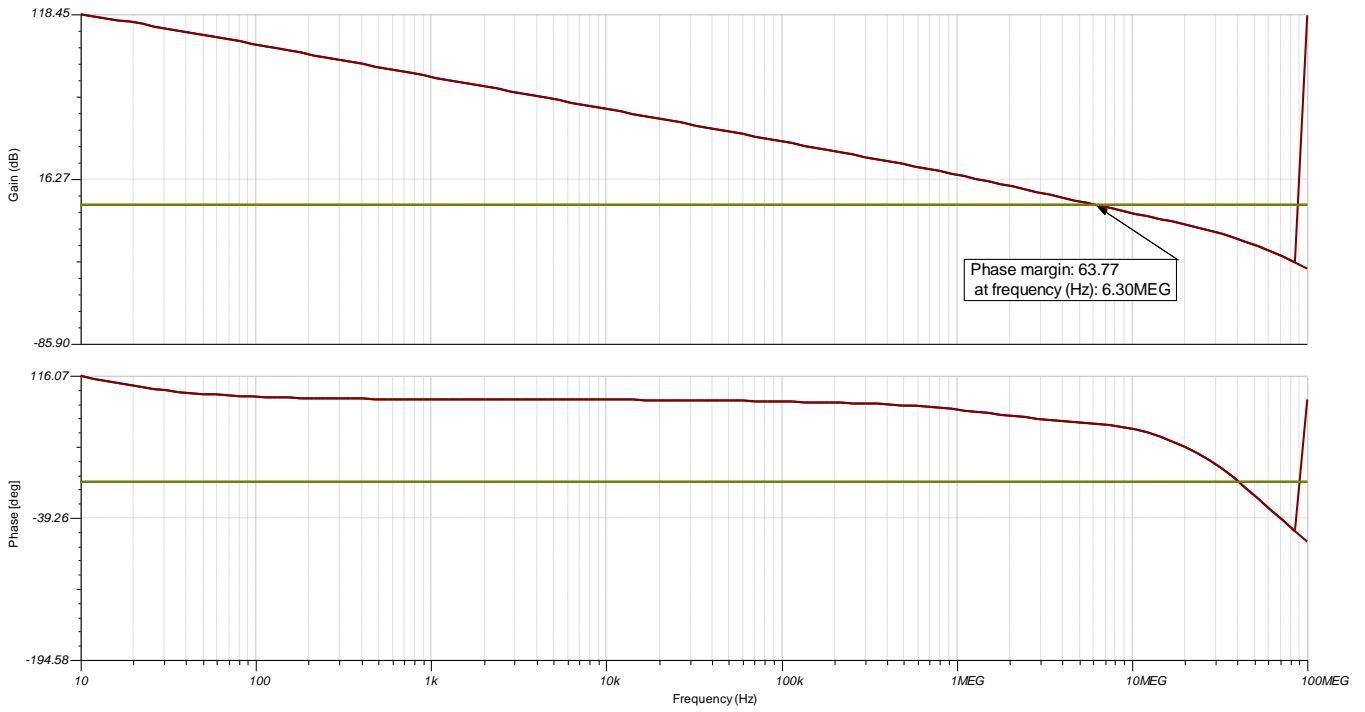
直流传输特性



小信号阶跃响应



交流环路增益分析



器件

器件	主要 特性	链接	其他可能的器件
DAC			
DAC60501	具有 5ppm/°C 内部基准电压的 12 位分辨率、1LSB INL、单通道、电压输出 DAC	http://www.ti.com.cn/product/cn/DAC60501	http://www.ti.com/pdacs
DAC80501	具有 5ppm/°C 内部基准电压的 16 位分辨率、1LSB INL、单通道、电压输出 DAC	http://www.ti.com.cn/product/cn/DAC80501	http://www.ti.com/pdacs
DAC8830	16 位分辨率、单通道、超低功耗、非缓冲输出、1LSB INL、SPI、2.7V 至 5.5V 电源	http://www.ti.com.cn/product/cn/DAC8830	http://www.ti.com/pdacs
放大器			
TLV9061	超小型、0.3mV 失调电压、轨至轨 I/O、1.8V 至 5.5V 电源	http://www.ti.com.cn/product/cn/TLV9061	http://www.ti.com/opamps
OPA317	零漂移、低失调电压、轨至轨 I/O、35µA 最大电源电流、2.5V 至 5.5V 电源	http://www.ti.com.cn/product/cn/OPA317	http://www.ti.com/opamps
OPA388	精密、零漂移、零交叉、低噪声轨至轨 I/O、2.5V 至 5.5V 电源	http://www.ti.com.cn/product/cn/OPA388	http://www.ti.com/opamps

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。

主要文件链接

[低侧电流阱的源文件](http://www.ti.com/cn/lit/zip/slac784) – <http://www.ti.com/cn/lit/zip/slac784>。

[TI 高精度实验室 - 运算放大器：稳定性 6](#)

如需 TI 工程师的直接支持，请使用 **E2E** 社区

e2e.ti.com

其他链接

[精密 DAC 学习中心](#)

<http://www.ti.com.cn/zh-cn/data-converters/dac-circuit/precision/overview.html>

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