

Analog Engineer's Circuit

运算放大器 LDO 电路

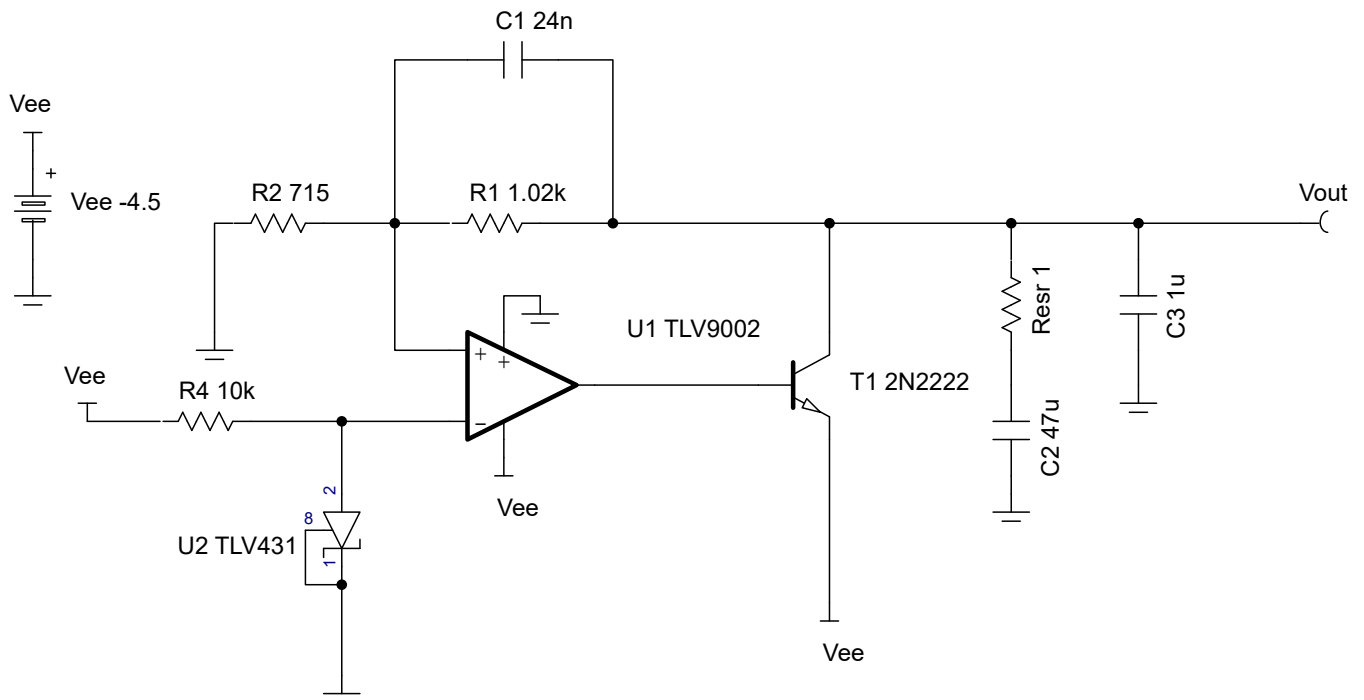


设计目标

输入	输出		电源		
	V_o	I_{out}	V_{cc}	V_{eemax}	V_{eemin}
$-5.5V < V_{ee} < -4.5V$	-3V	600mA	0V	-4.5V	-5.5V

设计说明

此设计可精确降低电压电平，并在固定输出电压（低压降稳压器）时保持稳定。该稳压器所需要的输入电压为 -4.5V 至 -5.5V，并能将电压降至 -3V 定电位导体轨，一旦如此，其提供的电流可高达 600mA。



设计说明

1. 在线性运行区域内使用运算放大器。验证运算放大器的输入未超过器件的共模范围。通常在 A_{OL} 测试条件下指定线性输出摆幅。
2. 共模电压等于根据 TLV431 的 -1.24V 基准设置的反相输入电压。
3. 使用高增益 BJT 可降低运算放大器的输出电流要求。
4. 大部分功率损耗为 $|V_{ee} - V_{out}| \times I_{out}$ 并在晶体管 T_1 中耗散。较大的 V_{ee} 会增加功率损耗和 T_1 的温度。
5. 其他运算放大器可用于代替 TLV9002，但可能需要调整反馈稳定性。
6. 由 T_1 执行反转，因此，对放大器使用正反馈。

设计步骤

该电路的传递函数为：

$$V_{out} = -1.24V \times \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

1. 根据所需的输出电压（在本例中为 -3V），选择满足上述方程的 R_1 和 R_2 比率。

$$-3V = -1.24V \times \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

$$1.419 \times R_2 = R_1$$

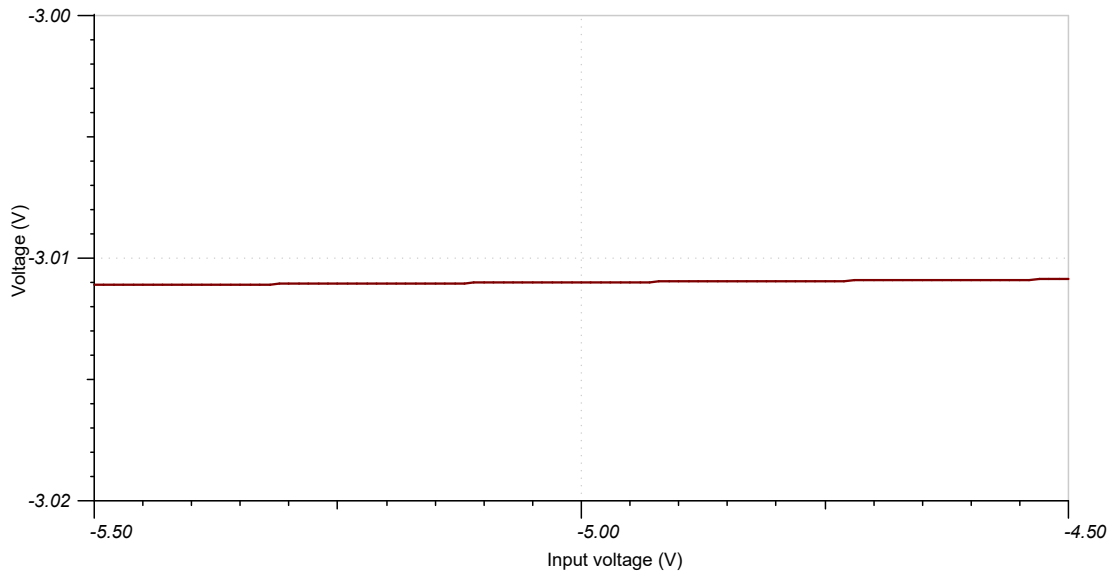
选择标准电阻、1.02k Ω 和 715 Ω 。

2. 为了确定输出电容的大小， C_2 和 R_{esr} 的乘积须生成一个低于 10kHz 的零点，以验证其稳定性。ESR 零点位于：

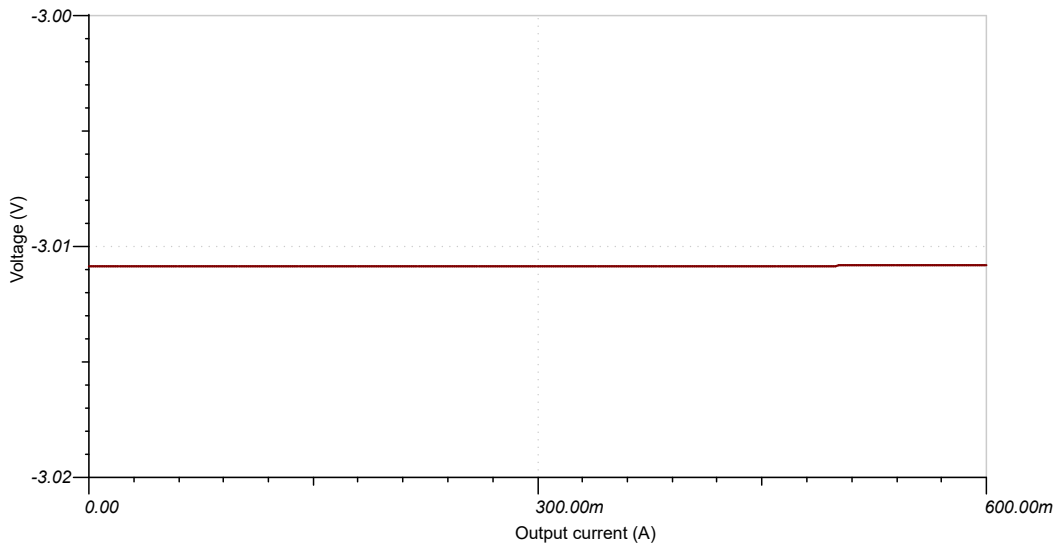
$$F_{z(ESR)} = \frac{1}{2\pi R_{esr} C_2} = \frac{1}{2\pi (1\Omega) (47 \times 10^{-6} F)} = 3.38 \text{kHz}$$

设计结果

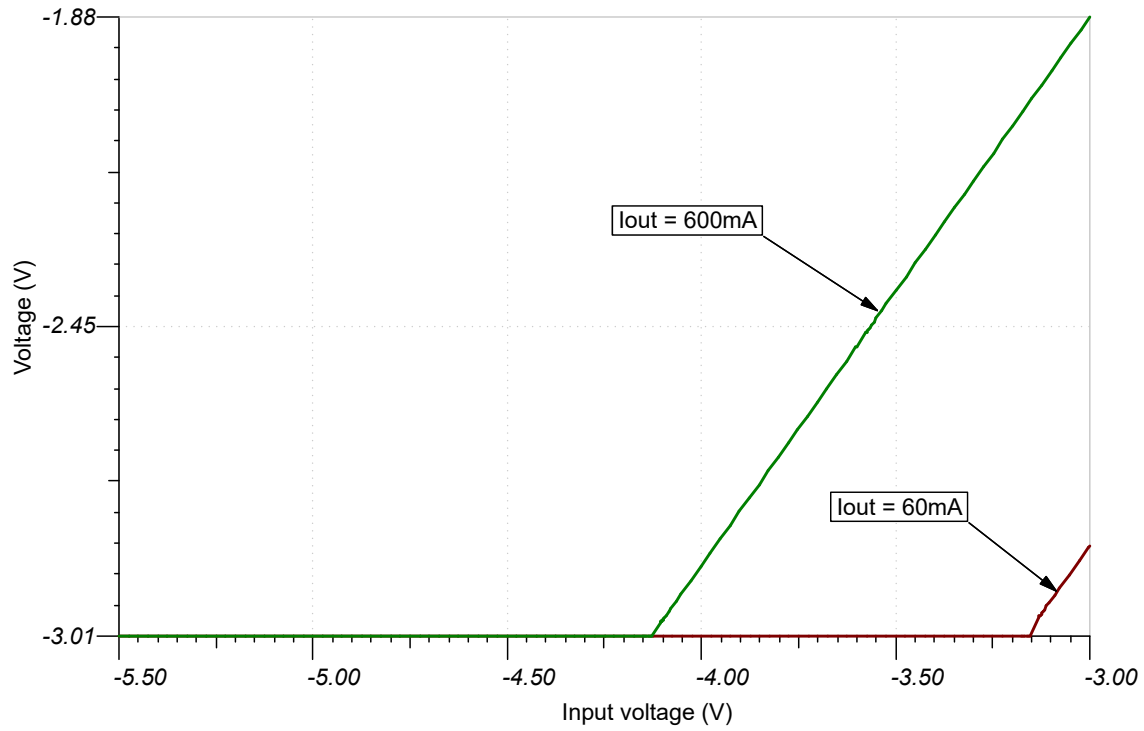
直流分析结果



Vee 扫描

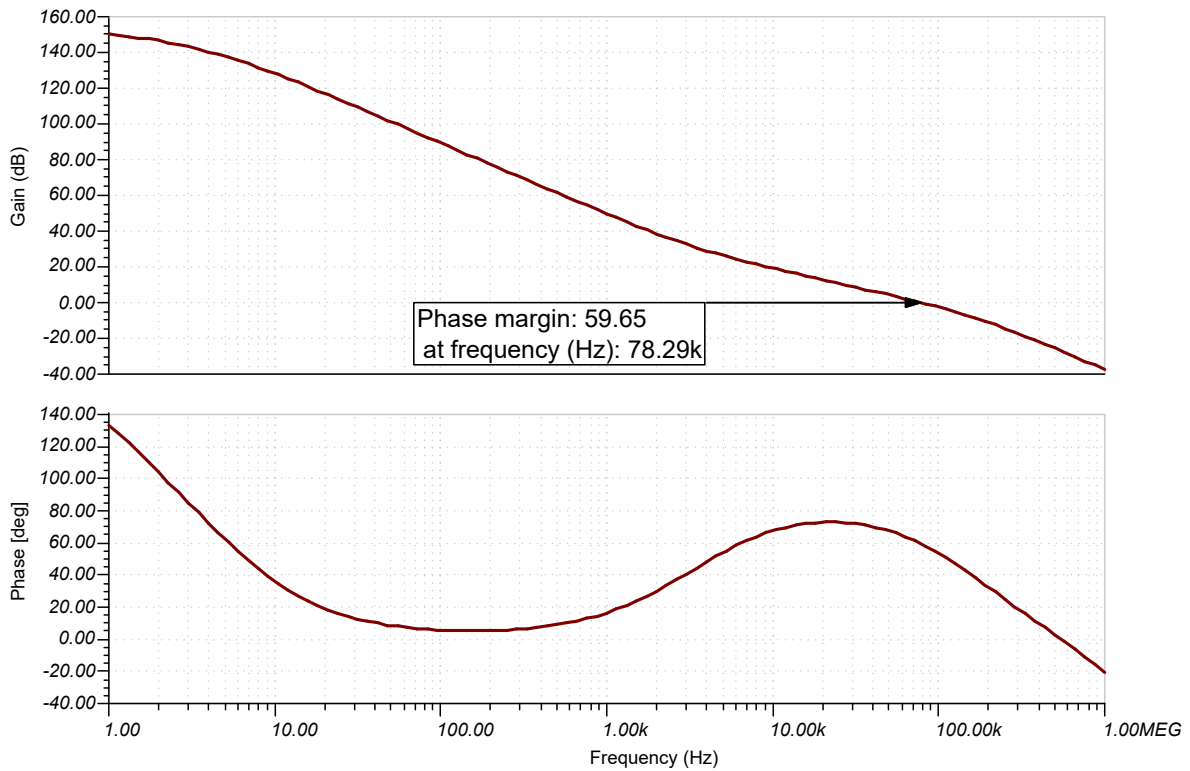


输出电流扫描

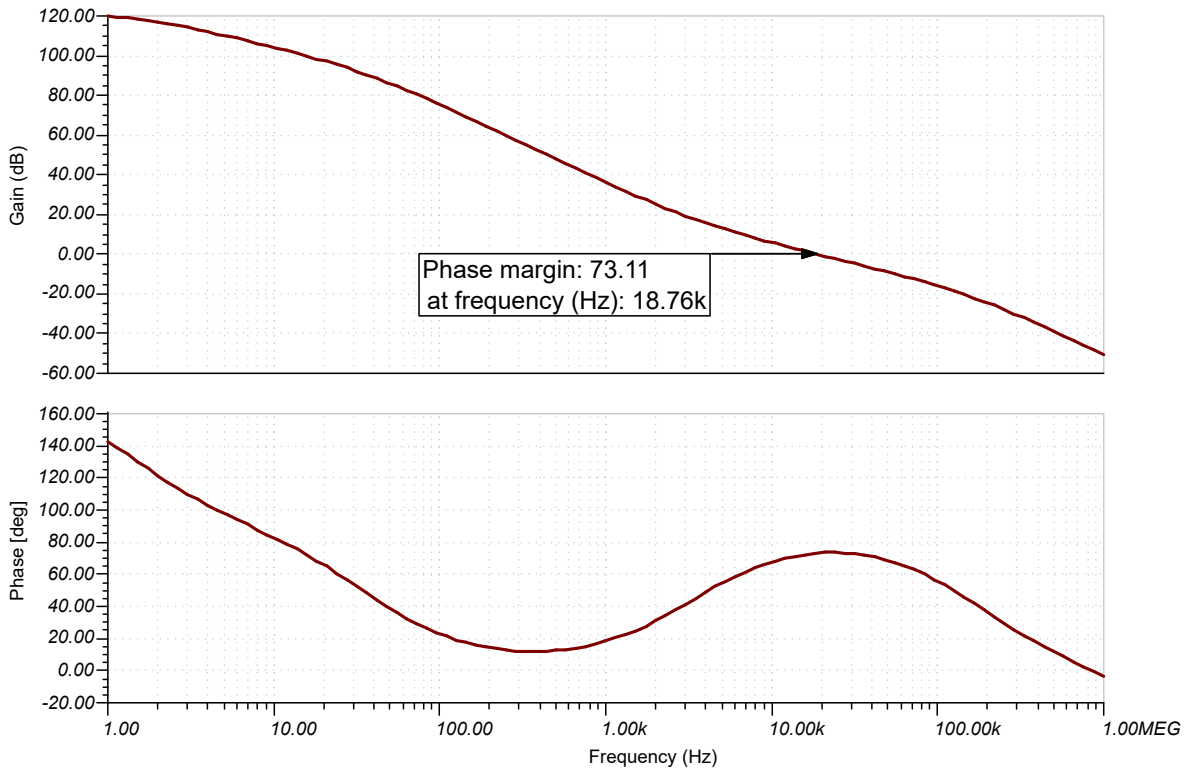


压降电压

交流分析结果

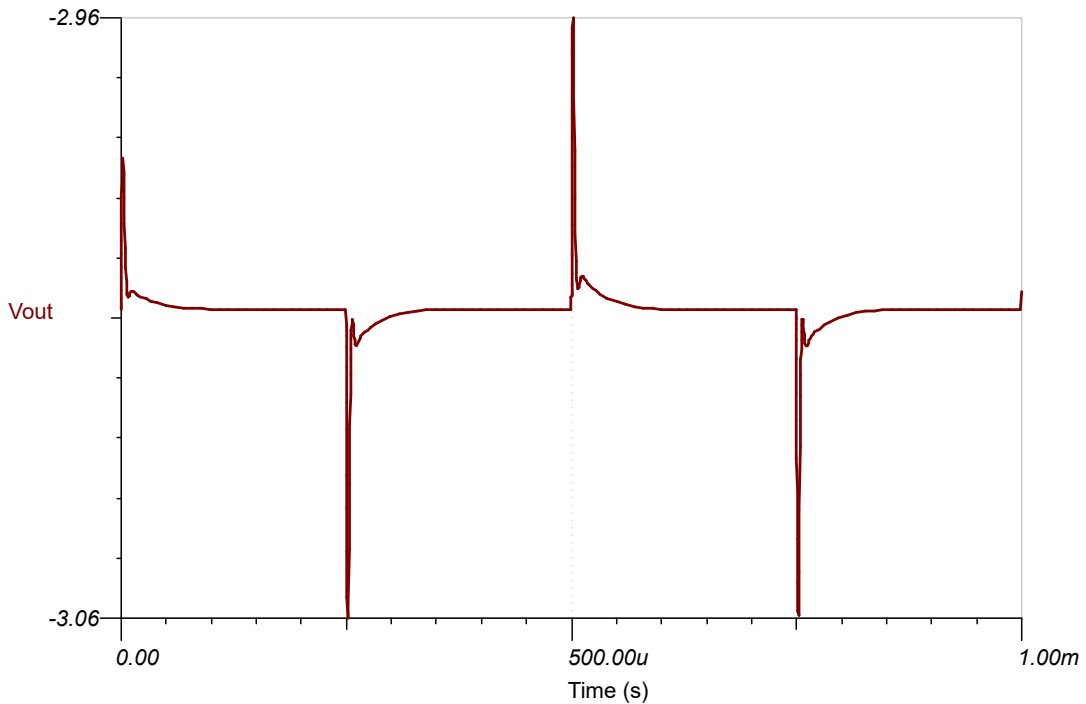


Bode 60mA



Bode 600mA

瞬态分析结果



瞬态响应 (100mA 阶跃)

设计参考资料

有关 TI 综合电路库的信息，请参阅[模拟工程师电路设计指导手册](#)。

[《使用陶瓷输出电容器实现 AN-1482 LDO 稳压器的稳定性》](#)

[航天级 100-krad - 2.5V 分立式负 LDO 线性稳压器电路](#)

有关大量运算放大器主题（包括共模范围、输出摆幅和带宽）的更多信息，请访问 [TI 高精度实验室](#)。

[Spice 仿真文件](#)

设计中采用的器件

TLV9001	
V_{SS}	1.8V - 5.5V
V_{inCM}	轨到轨
V_{out}	轨到轨
V_{os}	0.4mV
I_q	0.06mA
I_b	5pA
UGBW	1MHz
SR	2V/ μ s
通道数量	1
TLV9001	

设计替代器件

参数搜索	
V_{SS}	5V
V_{inCM}	轨到轨
V_{out}	轨到轨
UGBW	> 1MHz
SR	>2V/ μ s
通道数量	1
www.ti.com/parametric search	

重要通知和免责声明

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。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
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司