

Analog Engineer's Circuit

单端输入转差分输出电路



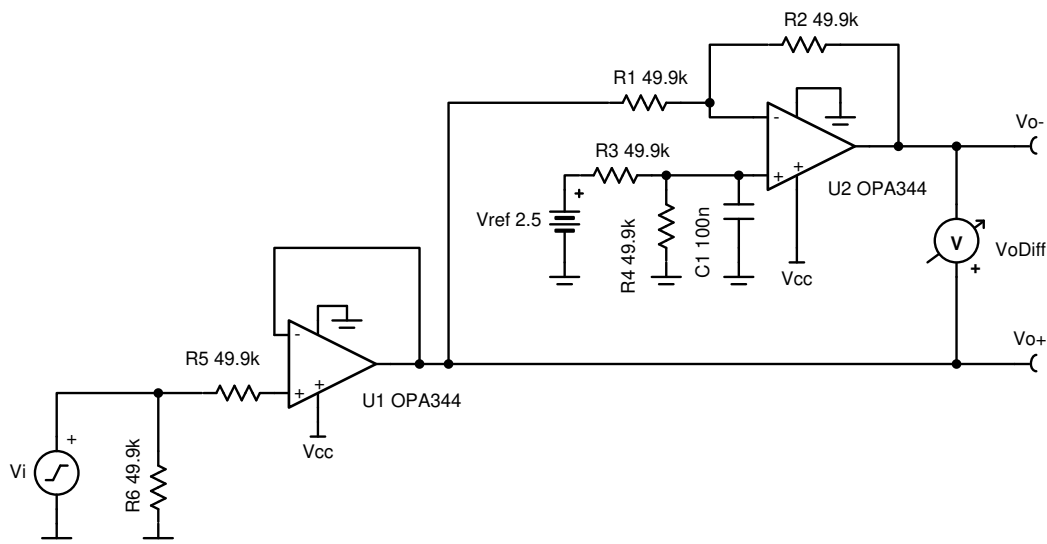
Takahiro Saito

设计目标

输入		输出		电源		
V_{iMin}	V_{iMax}	$V_{oDiffMin}$	$V_{oDiffMax}$	V_{cc}	V_{ee}	V_{ref}
0.1V	2.4V	-2.3V	2.3V	2.7V	0V	2.5V

设计说明

该电路可利用 2.7V 的单电源将 0.1V 至 2.4V 的单端输入转换为 $\pm 2.3V$ 的差分输出。可以根据需要调节输入和输出级，只要符合运算放大器输入共模范围和输出摆幅限制即可。



设计说明

1. 具有轨到轨输入和输出的运算放大器可更大程度地增大电路的输入和输出范围。
2. 具有低 V_{os} 和温漂的运算放大器可减少直流误差。
3. 使用低容差电阻器最大程度地降低增益误差。
4. 根据线性输出摆幅设置输出范围（请参阅 A_{0l} 规格）。
5. 将反馈电阻器保持为较低的值或添加与 R_2 并联的电容器以实现稳定性。

设计步骤

1. 对 V_i 信号进行缓冲，以生成 V_{o+} 。

$$V_{o+} = V_i$$

2. 使用差分放大器对 V_{o+} 进行反相和电平转换以创建 V_{o-} 。

$$V_{o-} = (V_{ref} - V_{o+}) \times \left(\frac{R_2}{R_1} \right)$$

3. 选择电阻，使电阻器噪声小于放大器宽带噪声。

$$E_{nv} = 30 \frac{nV}{\sqrt{Hz}} \text{ (Voltage noise from op amp)}$$

If $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 49.9k\Omega$ then

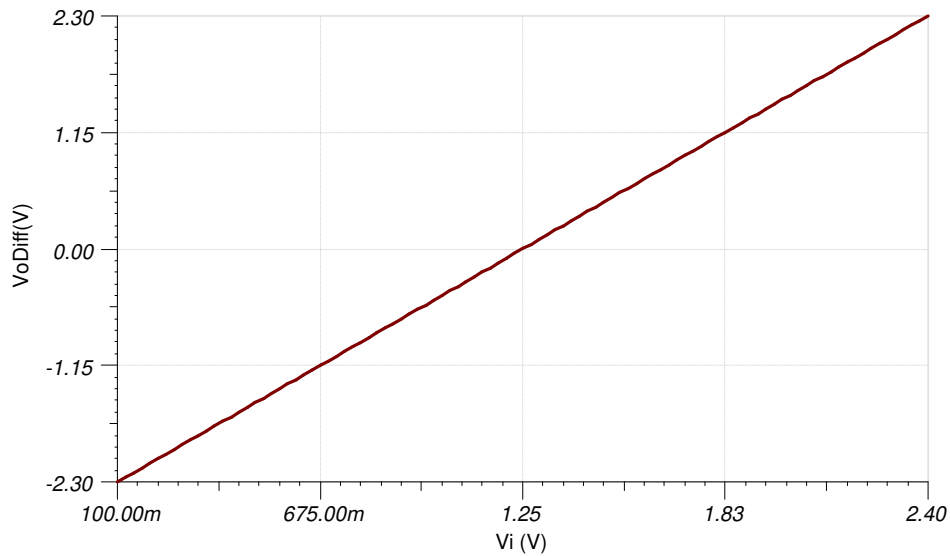
$$E_{nr} = \sqrt{(\sqrt{4 \times kB \times T \times [R_1 | R_2]})^2 + (\sqrt{4 \times kB \times T \times [R_3 | R_4]})^2} = 28.7 \frac{nV}{\sqrt{Hz}} (< E_{nv})$$

4. 选择用于保护放大器的输入并防止输入悬空的电阻。为了简化物料清单 (BOM)，选择 $R_5 = R_6$ 。

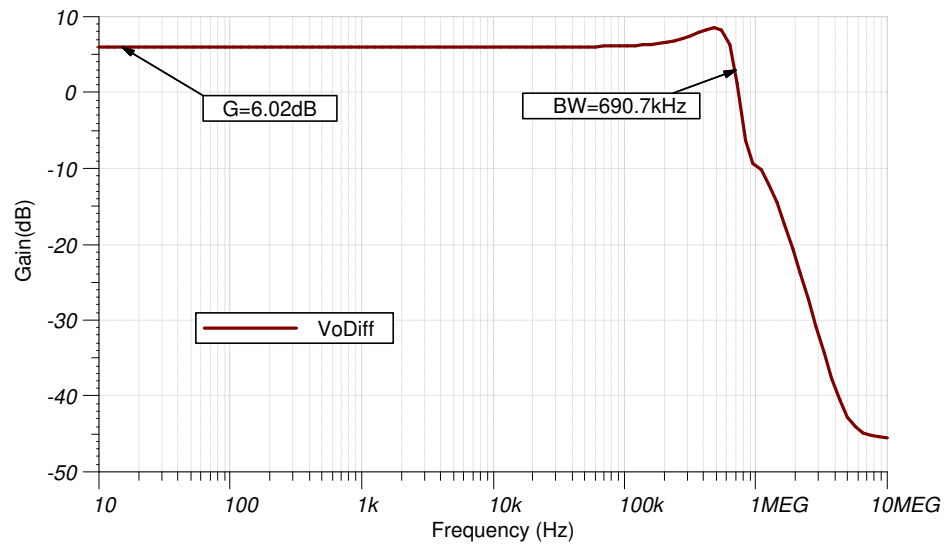
$$R_5 = R_6 = 49.9k\Omega$$

设计仿真

直流仿真结果



交流仿真结果



设计参考资料

德州仪器 (TI), [单端输入转差分输出仿真](#), 电路 SPICE 仿真文件

德州仪器 (TI), [单端输入转差分输出转换电路](#), 参考设计

设计特色运算放大器

OPA344	
V_{SS}	1.8V 至 5.5V
V_{inCM}	轨到轨
V_{out}	轨到轨
V_{os}	0.2mV
I_q	150 μ A
I_b	0.2pA
UGBW	1MHz
SR	0.8V/ μ s
通道数	1、2 和 4
OPA344	

设计备选运算放大器

OPA335	
V_{SS}	2.7V 至 5.5V
V_{inCM}	$V_{ee} - 0.1V$ 至 $V_{cc} - 1.5V$
V_{out}	轨到轨
V_{os}	1 μ V
I_q	285 μ A/通道
I_b	70pA
UGBW	2MHz
SR	1.6V/ μ s
通道数	1 和 2
OPA335	

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision A (February 2019) to Revision B (October 2024) Page

- 通篇更新了表格、图和交叉参考的格式..... 1

Changes from Revision * (February 2018) to Revision A (February 2019) Page

- 缩减标题字数，将标题角色改为“放大器”向电路指导手册登录页面和 SPICE 仿真文件添加了链接..... 1

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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司