

## 单电源差动输入至差动输出交流放大器电路

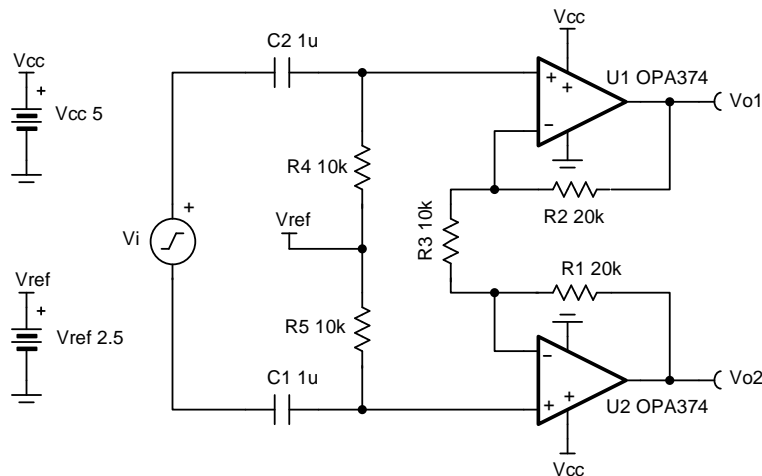
### 设计目标

差动输入 $V_i$		差动输出 ( $V_{o1} - V_{o2}$ )		电源		
$V_{iMin}$	$V_{iMax}$	$V_{oMin}$	$V_{oMax}$	$V_{cc}$	$V_{ee}$	$V_{ref}$
-500mV	+500mV	-2.5V	+2.5V	+5	0V	+2.5V

截止频率下限	截止频率上限
16Hz	> 1MHz

### 设计说明

此电路使用 2 个运算放大器构建分立式单电源差动输入差动输出放大器。电路将差动信号转换为差动输出信号。



### 设计说明

1. 确保  $R_1$  和  $R_2$  完美匹配高精度电阻器以保持高直流共模抑制性能。
2. 增加  $R_4$  和  $R_5$  以匹配必要的输入阻抗，但这样做会降低热噪声性能。
3. 从  $V_{cc}$  到接地端的分压器也会导致单电源运行发生偏置。
4.  $V_{ref}$  将仪表放大器偏置的输出电压设置为中位电压，以确保输出可以摆动至两个电源轨。
5. 选择  $C_1$  和  $C_2$  以选择截止频率下限。
6. 能否以线性模式运行取决于所使用的分立式运算放大器的输入共模和输出摆幅范围。线性输出摆幅范围在运算放大器数据表中 AOL 测试条件下指定

### 设计步骤

1. 电路的传递函数如下所示。

$$V_{oDiff} = V_i \times G + V_{ref}$$

where  $V_i$  = the differential input voltage

$V_{ref}$  = the reference voltage provided to the amplifier

$$G = 1 + 2 \times \left( \frac{R_1}{R_3} \right)$$

2. 选择电阻器  $R_1 = R_2$  以保持共模抑制性能。

Choose  $R_1 = R_2 = 20 \text{ k}\Omega$  (Standard value)

3. 选择电阻器  $R_4$  和  $R_5$  以实现所需的输入阻抗。

Choose  $R_4 = R_5 = 10 \text{ k}\Omega$  (Standard value)

4. 计算  $R_3$  以设置差动增益。

$$\text{Gain} = 1 + \left( \frac{2 \times R_1}{R_3} \right) = 5 \frac{V}{V}$$

$$R_1 = R_2 = 20 \text{ k}\Omega$$

$$G = 1 + \frac{2 \times 20 \text{ k}\Omega}{R_3} = 5 \frac{V}{V} \rightarrow 5 \frac{V}{V} - 1 = \frac{40 \text{ k}\Omega}{R_3} = 4 \rightarrow R_3 = \frac{40 \text{ k}\Omega}{4} = 10 \text{ k}\Omega \text{ (Standard value)}$$

5. 将基准电压  $V_{ref}$  设置为中位电压。

$$V_{ref} = \frac{V_{cc}}{2} = \frac{5V}{2} \rightarrow V_{ref} = 2.5V$$

6. 计算  $C_1$  和  $C_2$  以设置截止频率下限。

$$f_c = \frac{1}{2 \times \pi \times R_4 \times C_1} = 16 \text{ Hz}$$

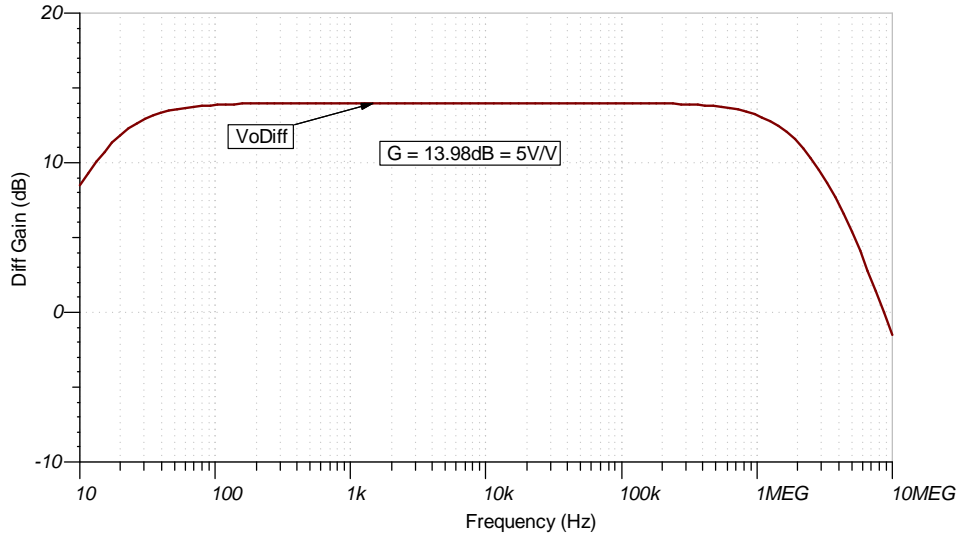
$$R_4 = R_5 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$f_c = \frac{1}{2 \times \pi \times 10 \text{ k}\Omega \times C_1} = 16 \text{ Hz} \rightarrow C_1 = \frac{1}{2 \times \pi \times 10 \text{ k}\Omega \times 16 \text{ Hz}} = 0.99 \mu\text{F} \rightarrow C_1 = C_2 = 1 \mu\text{F} \text{ (Standard value)}$$

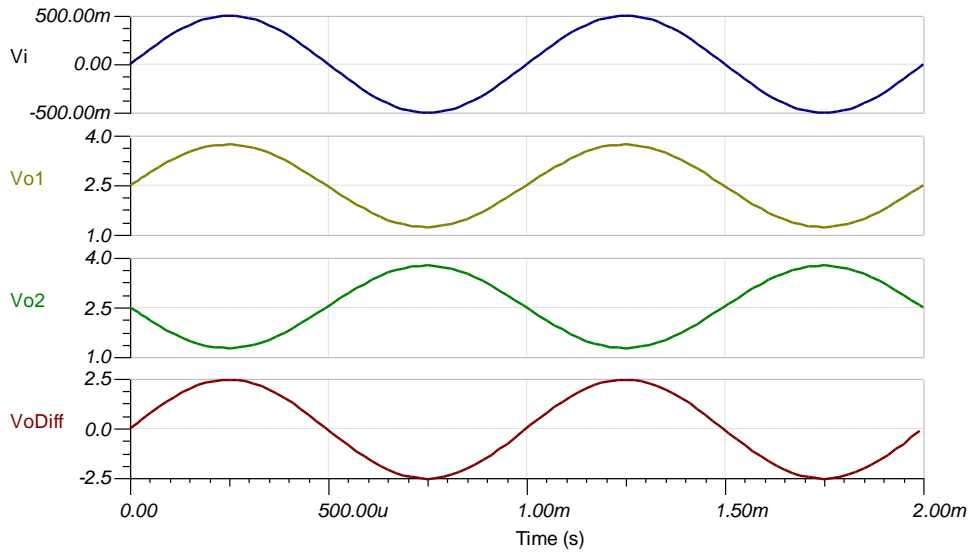
设计仿真

交流仿真结果

请注意看下图，根据此设计的要求，-3-dB 截止频率下限约为 16Hz，而截止频率上限在 1MHz 以上。



瞬态仿真结果



### 参考文献

1. 《模拟工程师电路设计指导手册》
2. SPICE 仿真文件 [SBOMAU5](#)。
3. [TI 高精度实验室](#)

### 设计采用的运算放大器

OPA374	
$V_{ss}$	2.3V 至 5.5V
$V_{inCM}$	轨至轨
$V_{out}$	轨至轨
$V_{os}$	1mV
$I_q$	585 $\mu$ A/通道
$I_b$	0.5pA
UGBW	6.5 MHz
SR	5V/ $\mu$ s
通道数	1、2、4
<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/opa374">www.ti.com.cn/product/cn/opa374</a>	

### 设计备选运算放大器

TLV9061	
$V_{ss}$	1.8V 至 5.5V
$V_{inCM}$	轨至轨
$V_{out}$	轨至轨
$V_{os}$	0.3mV
$I_q$	0.538mA
$I_b$	0.5pA
UGBW	10MHz
SR	6.5V/ $\mu$ s
通道数	1、2、4
<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/tlv9061">www.ti.com.cn/product/cn/tlv9061</a>	

## 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 & 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://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