

Analog Engineer's Circuit

交流耦合 (HPF) 反相放大器电路



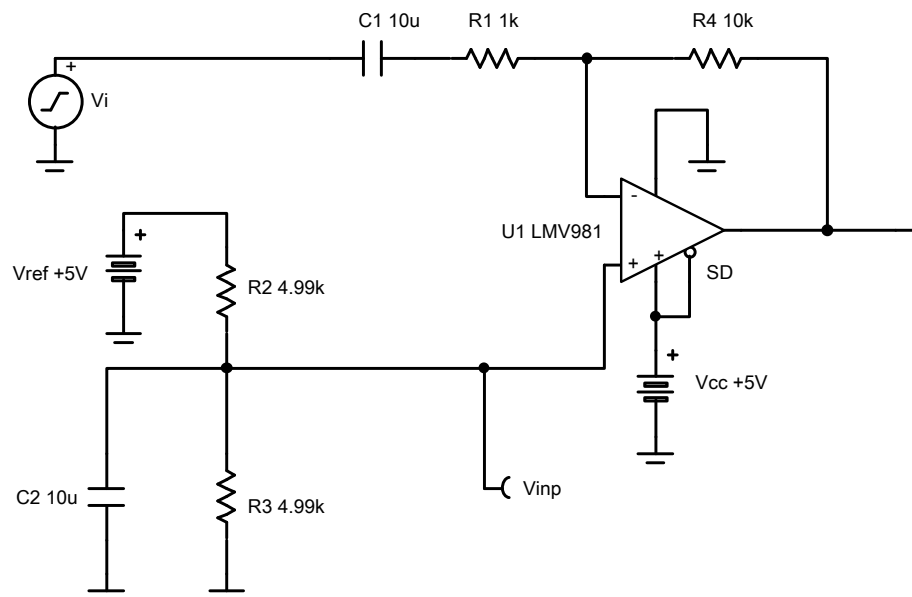
Masashi Miyagawa

设计目标

输入		输出		电源		
V_{iMin}	V_{iMax}	V_{oMin}	V_{oMax}	V_{cc}	V_{ee}	V_{ref}
-240mV	240mV	0.1V	4.9V	5V	0V	5V

设计说明

此电路可放大交流信号，并可对输出信号进行相移以使其集中于电源电压信号的中点位置。注意，输入信号具有零直流偏移，因此它在地电位上下摆动。此电路的主要优点在于其支持摆动到地电位以下的信号 - 即使放大器没有负电源。



设计说明

1. R_1 设置交流输入阻抗。 R_4 为运算放大器输出提供负载。
2. 使用低反馈电阻降低噪声，并最大限度地减少稳定性问题。
3. 根据线性输出摆幅设置输出范围（请参阅 A_{o1} 规格）。
4. 电路的截止频率取决于放大器的增益带宽积 (GBP)。可以通过添加一个与 R_4 并联的电容器来完成额外的滤波。如果使用了高阻值电阻器，那么添加一个与 R_4 并联的电容器还将提高电路的稳定性。

设计步骤

1. 选择 R_1 和 R_4 来设置交流电压增益。

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega \text{ (Standard Value)}$$

$$R_4 = R_1 \times |G_{ac}| = 1 \text{ k}\Omega \times \left| -10 \frac{\text{V}}{\text{V}} \right| = 10 \text{ k}\Omega \text{ (Standard Value)}$$

2. 选择 R_2 和 R_3 来将直流输出电压设置为 2.5V。

$$R_3 = 4.99 \text{ k}\Omega \text{ (Standard Value)}$$

$$R_2 = \frac{R_3 \times V_{ref}}{V_{DC}} - R_3 = \frac{4.99 \text{ k}\Omega \times 5\text{V}}{2.5\text{V}} - 4.99 \text{ k}\Omega = 4.99 \text{ k}\Omega$$

3. 为截止频率下限 f_l 选择一个值，然后计算 C_1 。

$$f_l = 16 \text{ Hz}$$

$$C_1 = \frac{1}{2 \times \pi \times R_1 \times f_l} = \frac{1}{2 \times \pi \times 1 \text{ k}\Omega \times 16 \text{ Hz}} = 9.94 \mu\text{F} \approx 10 \mu\text{F} \text{ (Standard Value)}$$

4. 为 f_{div} 选择一个值，然后计算 C_2 。

$$f_{div} = 6.4 \text{ Hz}$$

$$R_{div} = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} = \frac{4.99 \text{ k}\Omega \times 4.99 \text{ k}\Omega}{4.99 \text{ k}\Omega + 4.99 \text{ k}\Omega} = 2.495 \text{ k}\Omega$$

$$C_2 = \frac{1}{2 \times \pi \times R_{div} \times f_{div}} = \frac{1}{2 \times \pi \times 2.495 \text{ k}\Omega \times 6.4 \text{ Hz}} = 9.96 \mu\text{F} \approx 10 \mu\text{F} \text{ (Standard Value)}$$

5. 截止频率上限 f_h 取决于此电路的噪声增益和器件 (LMV981) 的增益带宽 (GBW)。

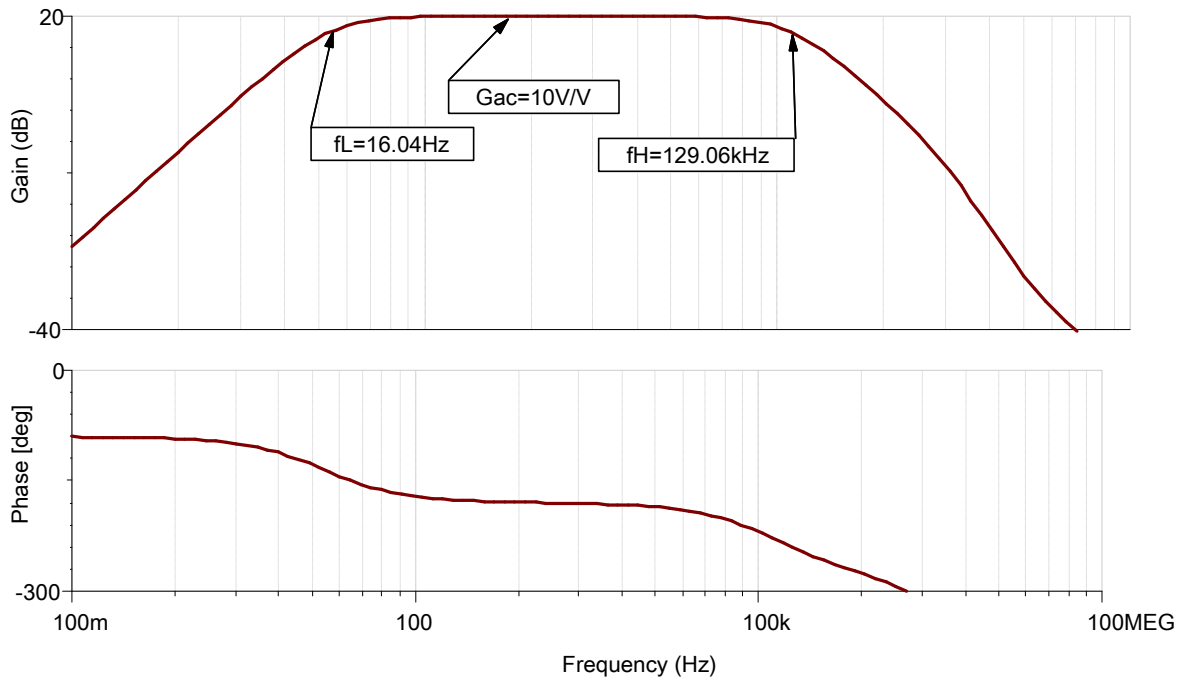
$$\text{GBW} = 1.5 \text{ MHz}$$

$$G_{noise} = 1 + \frac{R_4}{R_1} = 1 + \frac{10 \text{ k}\Omega}{1 \text{ k}\Omega} = 11 \frac{\text{V}}{\text{V}}$$

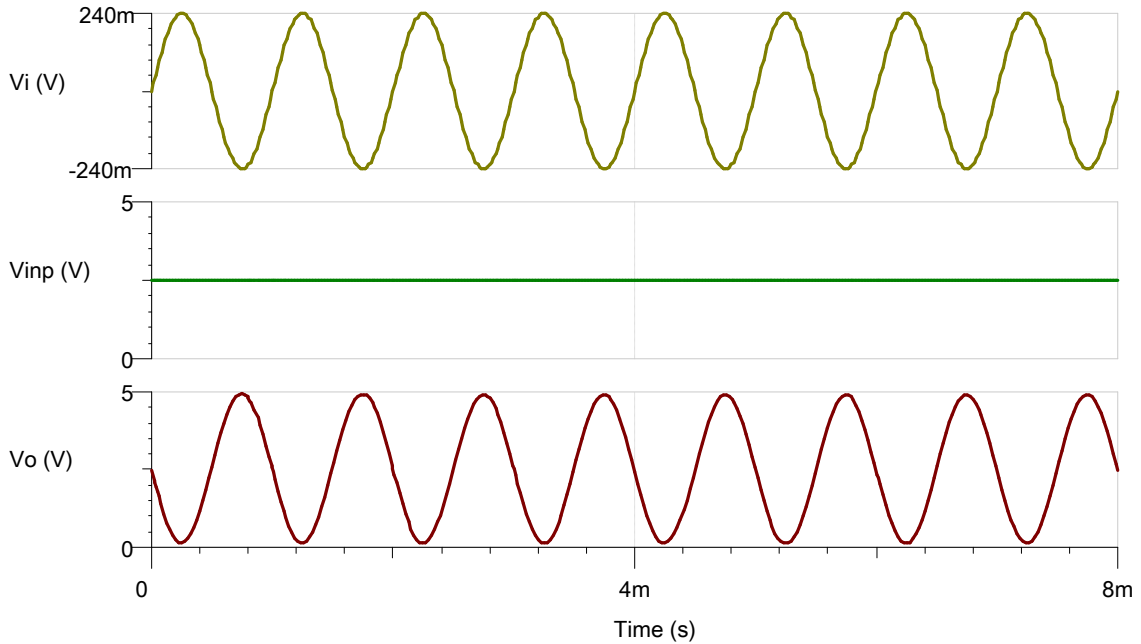
$$f_h = \frac{\text{GBW}}{G_{noise}} = \frac{1.5 \text{ MHz}}{11 \frac{\text{V}}{\text{V}}} = 136.3 \text{ kHz}$$

设计仿真

交流仿真结果



瞬态仿真结果



设计参考资料

德州仪器 (TI), [交流耦合 \(HPF\) 反相放大器仿真](#), 电路 SPICE 仿真文件

德州仪器 (TI), [交流耦合单电源反相和非反相放大器](#), 参考设计

设计特色运算放大器

LMV981	
V_{CC}	1.8V 至 5V
V_{inCM}	轨到轨
V_{out}	轨到轨
V_{OS}	1mV
I_q	116 μ A
I_b	14nA
UGBW	1.5MHz
SR	0.42V/ μ s
通道数	1 和 2
LMV981	

设计备选运算放大器

LMV771	
V_{CC}	2.7V 至 5V
V_{inCM}	V_{EE} 至 $(V_{CC} - 0.9V)$
V_{out}	轨到轨
V_{OS}	0.25mV
I_q	600 μ A
I_b	- 0.23pA
UGBW	3.5MHz
SR	1.5V/ μ s
通道数	1 和 2
LMV771	

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