

快速建立低通滤波器电路

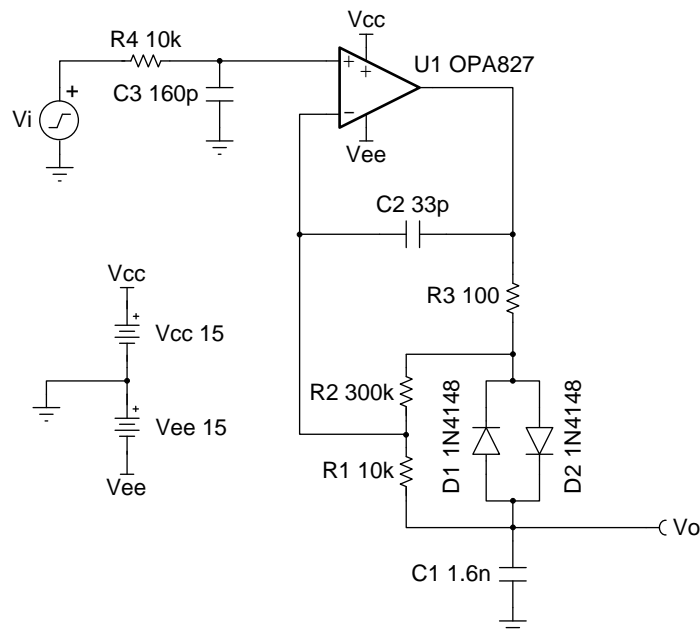
设计目标

输入		输出		电源	
V_{iMin}	V_{iMax}	V_{oMin}	V_{oMax}	V_{cc}	V_{ee}
-12V	12V	-12V	12V	15V	-15V

截止频率 (f_c)	二极管阈值电压 (V_f)
10kHz	20mV

设计说明

与传统的单极 RC 滤波器相比，该低通滤波器拓扑可显著改善建立时间。这是通过使用二极管 D_1 和 D_2 来实现的，当输入和输出电压之间存在足够大的差异时，这些二极管能够使滤波电容器的充电和放电速度更快。



设计说明

1. 观察运算放大器的共模输入限制。
2. 将 C_1 保持为较小的值可确保运算放大器能够轻松地驱动容性负载。
3. 要获得最快的建立时间，请使用快速开关二极管。
4. 所选的运算放大器应具有足够的输出驱动能力，以便为 C_1 充电。 R_3 可限制最大充电电流。

设计步骤

1. 根据 $f_c = 10\text{kHz}$ 为 R_1 和 C_1 选择标准值。

$$R_1 = 10\text{k}\Omega$$

$$C_1 = \frac{1}{2\pi \times f_c \times R_1} = \frac{1}{2\pi \times 10\text{kHz} \times 10\text{k}\Omega} = 1.6\text{nF}$$

2. 设置二极管阈值电压 (V_t)。该阈值是可导致二极管导通的输入和输出之间的最小电压差（快速电容器充电和放电）。

$$V_t = \frac{V_i}{1 + \frac{R_2}{R_1}} \approx \frac{0.6\text{V}}{1 + \frac{R_2}{R_1}} = 20\text{mV}$$

$$R_2 = \left(\frac{0.6\text{V}}{20\text{mV}} - 1 \right) \times R_1 = 290\text{k}\Omega \approx 300\text{k}\Omega \text{ (standard 5\% value)}$$

3. 选择用于进行噪声预过滤的组件。

$$f_{c2} = 10 \times f_c = 100\text{kHz}$$

$$f_{c2} = \frac{1}{2\pi \times R_4 \times C_3}$$

$$\text{Select } R_4 = R_1 = 10\text{k}\Omega$$

$$C_3 = \frac{C_1}{10} = 160\text{pF}$$

4. 添加补偿组件，以稳定 U_1 。 R_3 可限制 C_1 的充电电流，并且还用于在二极管导通时将电容与运算放大器输出相隔离。较大的值可以改善稳定性，但会增加 C_1 充电时间。

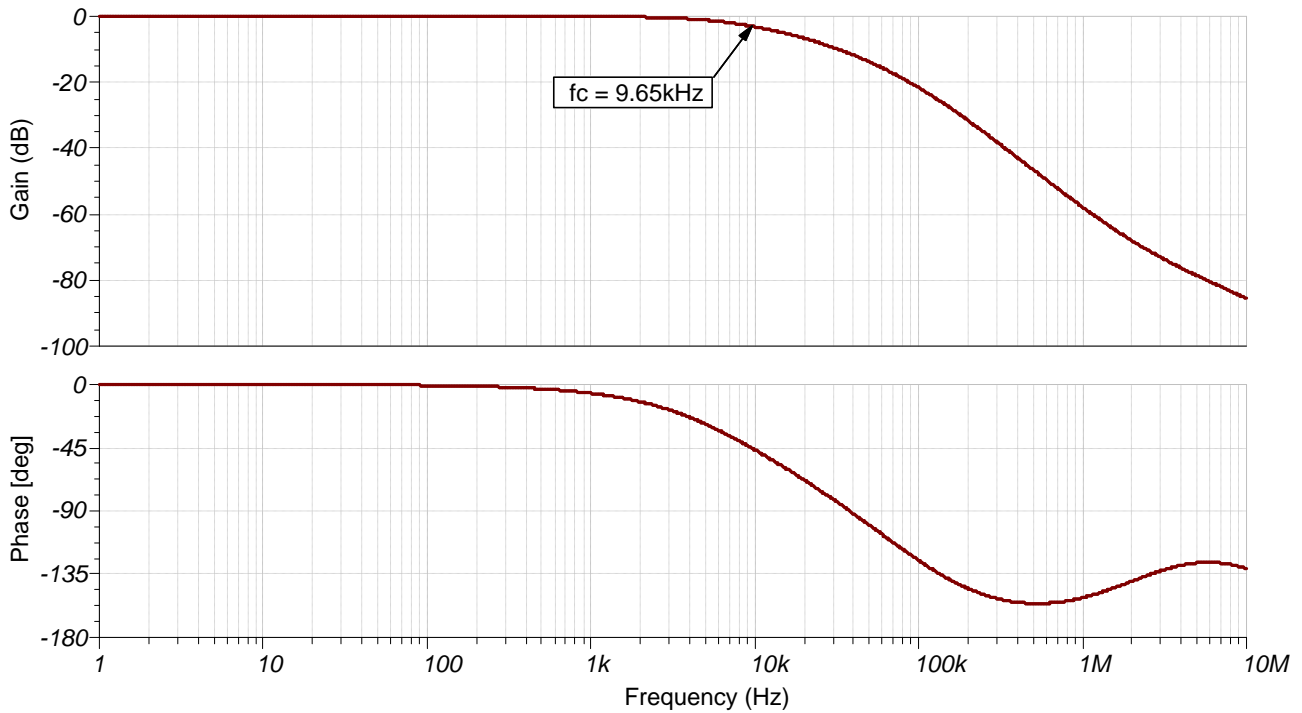
$$\text{Select } R_3 = 100\Omega$$

5. C_2 可提供局部高频反馈，以抵消输入电容与 R_1 和 R_2 的并联组合之间的相互作用。为了防止与 C_1 发生相互作用，请按以下所示选择 C_2 ：

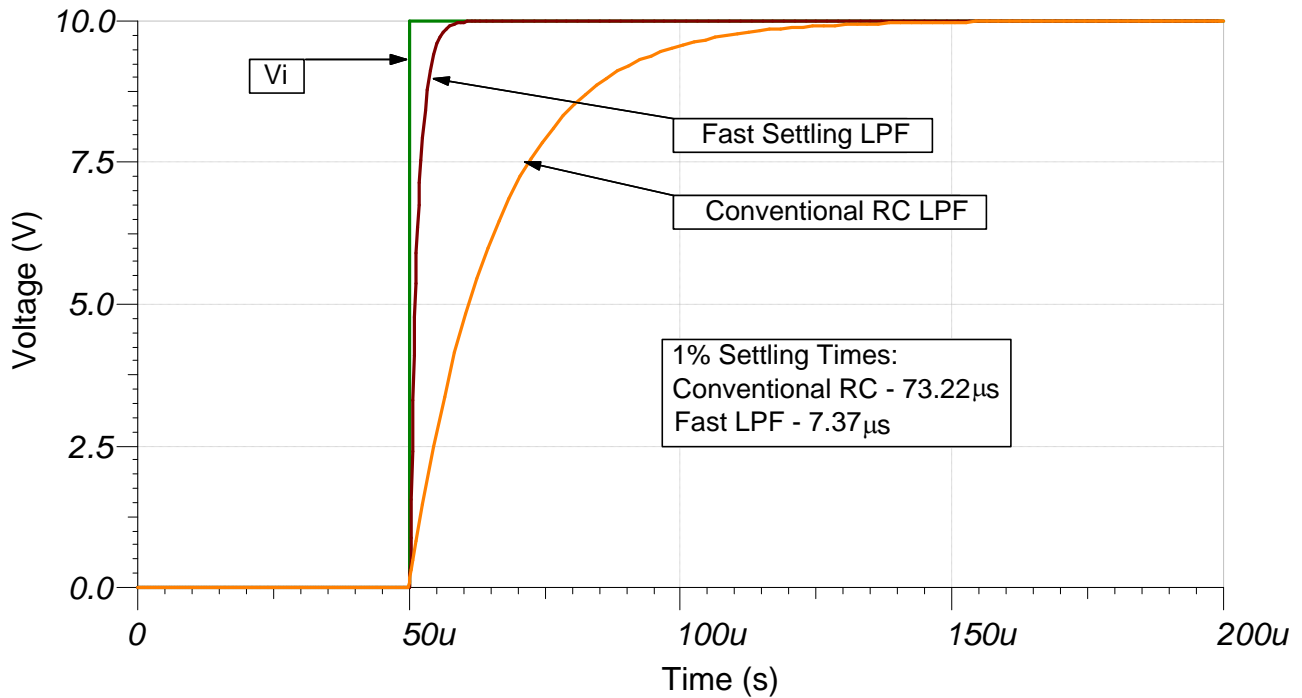
$$\text{Select } C_2 = \frac{C_1}{50} = 32\text{pF} \approx 33\text{pF} \text{ (standard value)}$$

设计仿真

交流仿真结果



瞬态仿真结果



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。

请参阅 TINA-TI™ 电路仿真文件 [SBOMAU1](#)。

有关大量运算放大器主题（包括共模范围、输出摆幅、带宽和如何驱动 ADC）的更多信息，请参阅 [TI 高精度实验室](#)。

设计采用的运算放大器

OPA827	
V_{SS}	8V 至 36V
V_{inCM}	$V_{EE}+3V$ 至 $V_{CC}-3V$
V_{out}	$V_{EE}+3V$ 至 $V_{CC}-3V$
V_{OS}	75 μ V
I_q	4.8mA
I_b	3pA
UGBW	22MHz
SR	28V/ μ s
通道数	1
http://www.ti.com.cn/product/cn/opa827	

设计备选运算放大器

TLC072	
V_{SS}	4.5V 至 16V
V_{inCM}	$V_{EE}+0.5V$ 至 $V_{CC}-0.8V$
V_{out}	$V_{EE}+350mV$ 至 $V_{CC}-1V$
V_{OS}	390 μ V
I_q	2.1mA/通道
I_b	1.5pA
UGBW	10MHz
SR	16V/ μ s
通道数	1、2、4
http://www.ti.com.cn/product/cn/tlc072	

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://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