

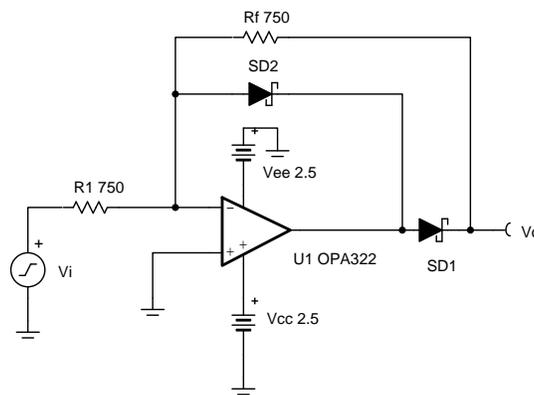
## 半波整流器电路

### 设计目标

输入		输出		电源	
$V_{iMin}$	$V_{iMax}$	$V_{oMin}$	$V_{oMax}$	$V_{cc}$	$V_{ee}$
$\pm 0.2mV_{pp}$	$\pm 4V_{pp}$	$0.1V_p$	$2V_p$	2.5V	-2.5V

### 设计说明

精密半波整流器仅会将随时间变化的输入信号（最好是正弦波）的负半输入反转并传输到其输出。通过适当地选择反馈电阻器值，可以实现不同的增益。精密半波整流器通常与其他运算放大器电路（例如峰值检测器或带宽受限的同相放大器）配合使用，以产生直流输出电压。这个配置旨在用于以高达 50kHz 的频率处理  $0.2mV_{pp}$  和  $4V_{pp}$  之间的正弦输入信号。



### 设计说明

1. 选择一个具有高压摆率的运算放大器。当输入信号改变极性时，放大器输出必须转换两个二极管压降。
2. 根据线性输出摆幅设置输出范围（请参阅  $A_{ol}$  规格）。
3. 使用开关速度快的二极管。高频输入信号将会失真，具体的程度取决于二极管可以从阻断过渡到正向导通模式的速度。肖特基二极管可能是一个较好的选择，因为它们以较高的反向漏电流为代价实现了比 pn 结二极管更快的转换速度。
4. 电阻器容差决定电路的增益误差。
5. 通过选择低阻值电阻器来最大限度地降低噪声误差。

### 设计步骤

1. 设置半波整流器的期望增益，以选择反馈电阻器。

$$V_o = \text{Gain} \times V_i$$

$$\text{Gain} = -\frac{R_f}{R_1} = -1$$

$$R_f = R_1 = 2 \times R_{eq}$$

- 其中  $R_{eq}$  是  $R_1$  和  $R_i$  的并联组合电阻。

2. 选择电阻器，使得电阻器噪声与运算放大器的电压宽带噪声相比可以忽略不计。

$$E_{nr} = \sqrt{4 \times k_b \times T \times R_{eq}}$$

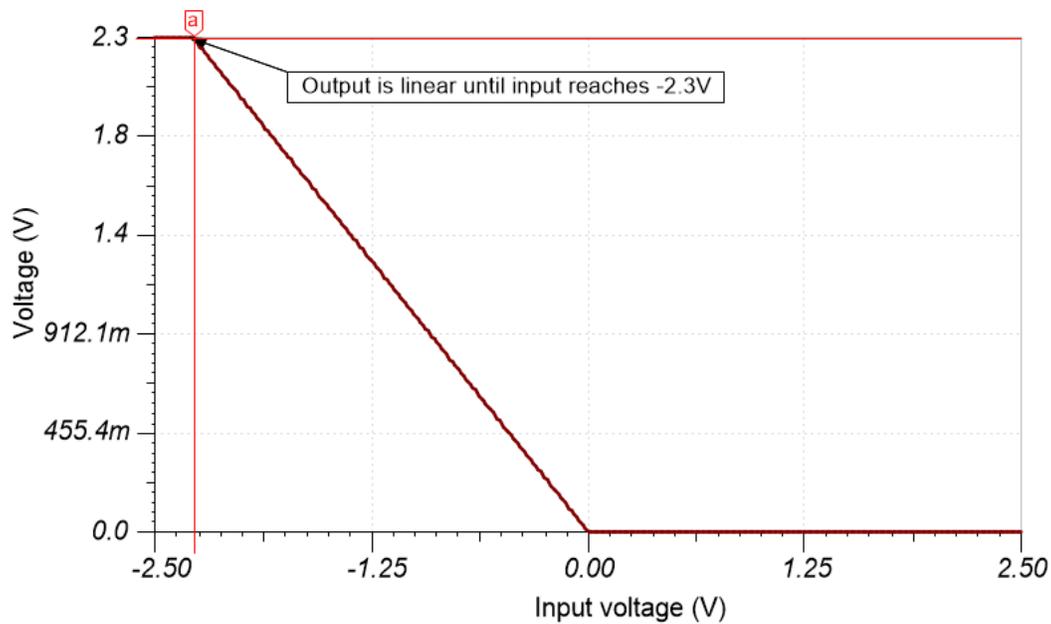
$$R_{eq} \leq \frac{E_{nbb}^2}{4 \times k_b \times T \times 3^2} = (E_{nbb})$$

$$= 7.5 \frac{nV}{\sqrt{\text{Hz}}} = \frac{(7.5 \times 10^{-9})^2}{4 \times 1.381 \times 10^{-23} \times 298 \times 3^2} = 380\Omega$$

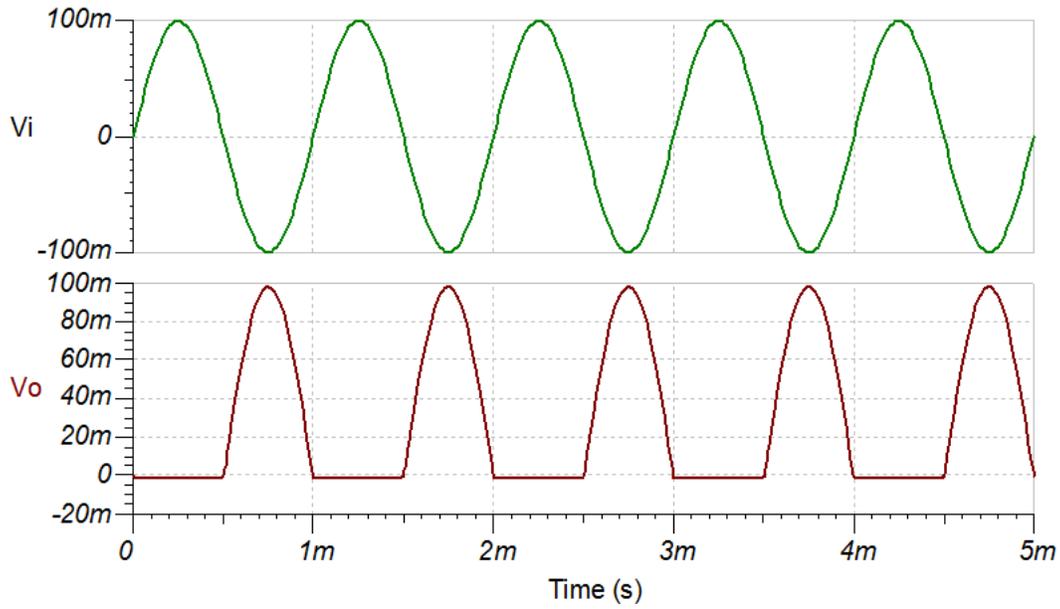
$$R_f = R_1 \leq 760\Omega \rightarrow 750\Omega \text{ (Standard Value)}$$

### 设计仿真

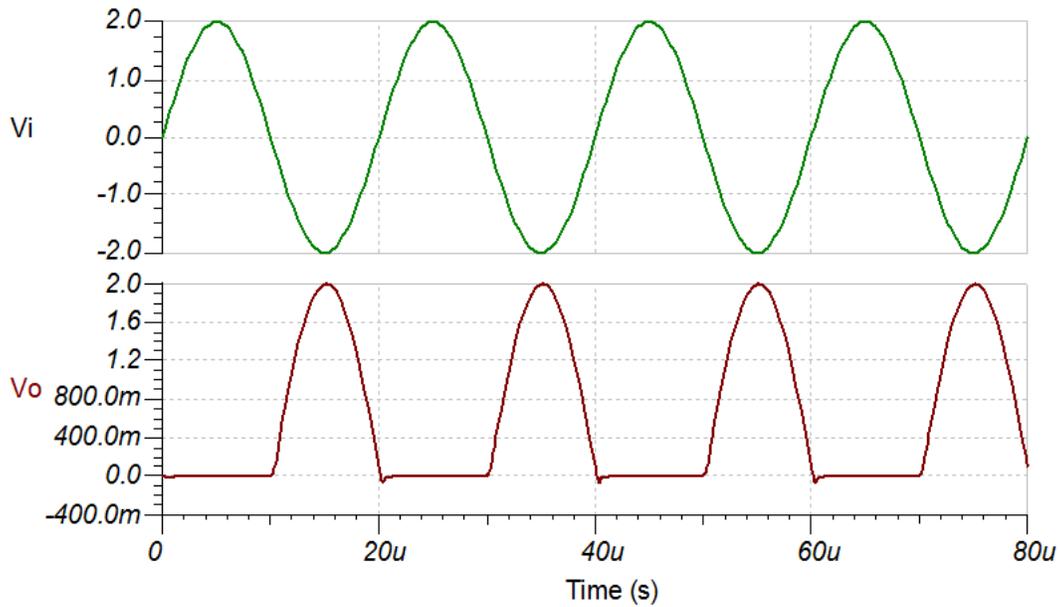
#### 直流仿真结果



瞬态仿真结果



1kHz 时的 200mV<sub>pp</sub>



50kHz 时的 2V<sub>pp</sub>

### 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。

请参阅电路 SPICE 仿真文件 [SBOC509](#)。

### 设计采用的运算放大器

OPA322	
$V_{SS}$	1.8V 至 5.5V
$V_{inCM}$	轨至轨
$V_{out}$	轨至轨
$V_{os}$	500 $\mu$ V
$I_q$	1.6mA/通道
$I_b$	0.2pA
<b>UGBW</b>	20MHz
<b>SR</b>	10V/ $\mu$ s
通道数	1、2、4
<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/opa322">www.ti.com.cn/product/cn/opa322</a>	

### 设计备选运算放大器

OPA2325	
$V_{SS}$	2.2V 至 5.5V
$V_{inCM}$	轨至轨
$V_{out}$	轨至轨
$V_{os}$	40 $\mu$ V
$I_q$	0.65mA/通道
$I_b$	0.2pA
<b>UGBW</b>	10MHz
<b>SR</b>	5V/ $\mu$ s
通道数	2 $\mu$
<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/opa2325">www.ti.com.cn/product/cn/opa2325</a>	

### 修订历史记录

修订版本	日期	更改
A	2019 年 1 月	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 仿真文件分别添加了链接。

## 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 © 2021，德州仪器 (TI) 公司