

# Analog Engineer's Circuit

## 单电源、高输入电压、全波整流器电路



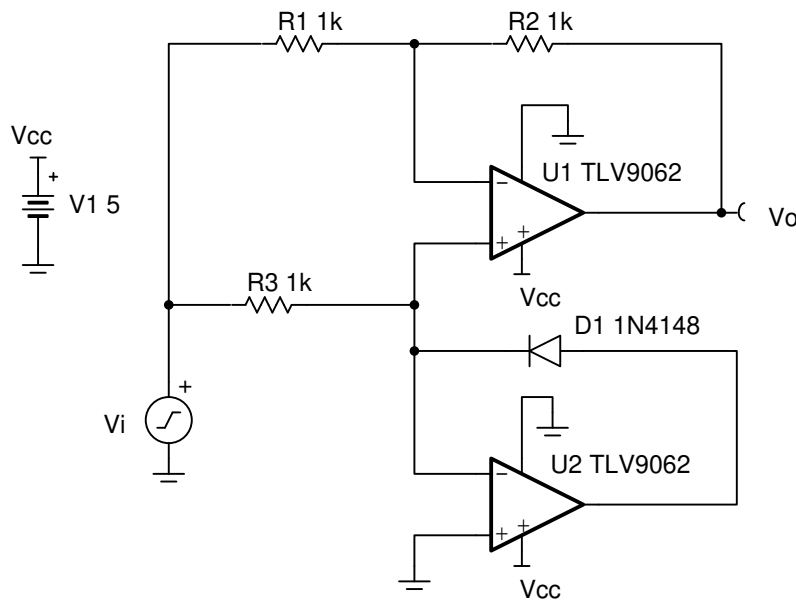
### Amplifiers

#### 设计目标

| 输入电压       | 输出电压       | 频率        | 电源电压     |          |
|------------|------------|-----------|----------|----------|
| $V_{iMax}$ | $V_{oMax}$ | $f_{Max}$ | $V_{cc}$ | $V_{ee}$ |
| 9Vpp       | 4.5Vpp     | 50kHz     | 5V       | 0V       |

#### 设计说明

此单电源精密全波整流器针对高输入电压进行了优化。如果  $V_i > 0V$ ， $D_1$  会反向偏置，电路的顶部  $U1$  会被激活，在电路中产生  $1V/V$  的增益。如果  $V_i < 0V$ ， $D_1$  会正向偏置，电路的底部  $U2$  会被激活，在反相放大器电路中产生  $-1V/V$  的增益。

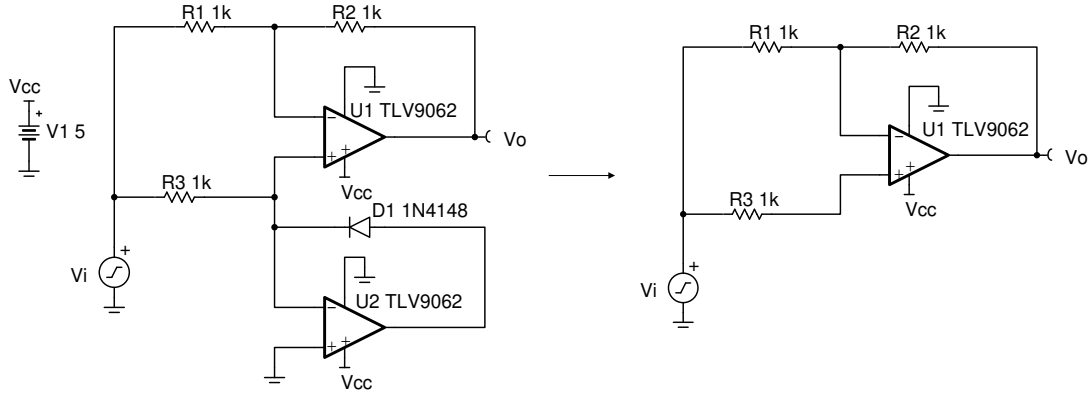


#### 设计说明

1. 观察运算放大器的共模和输出摆幅限制。
2.  $R_3$  应足够小，从而避免来自  $D_1$  的泄漏电流在正输入周期内造成误差，同时确保运算放大器能够驱动该负载。
3. 为  $D_1$  使用快速转换的二极管。
4. 电阻器容差可决定电路的增益误差。
5. 使用负电荷泵（例如 [LM7705](#)）满足输出摆幅至 GND 的要求，以维持接近 0V 的输出信号的线性。更多信息，请参阅 [单电源、低输入电压、全波整流器电路](#)。
6. 有关运算放大器线性运行区域、稳定性、容性负载驱动、驱动 ADC 和带宽的更多信息，请参阅 [设计参考](#) 部分。

## 设计步骤

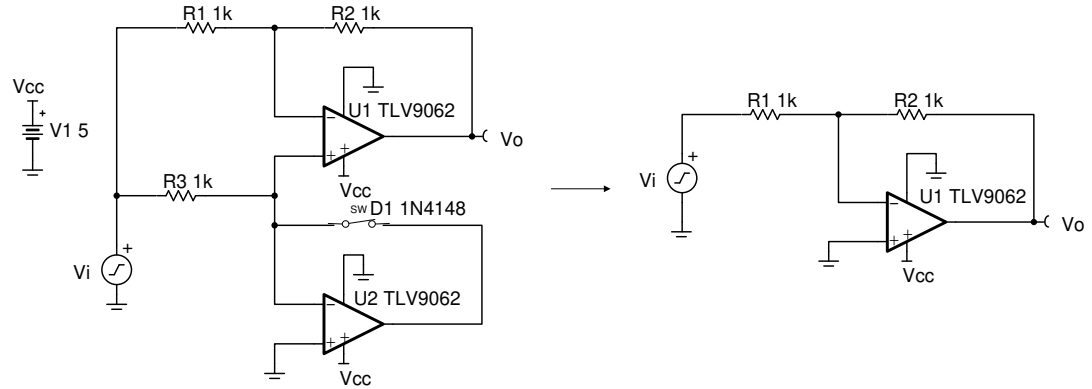
1. 针对正输入信号的电路分析。D<sub>1</sub> 反向偏置，从 U<sub>1</sub> 的同相输入断开 U<sub>2</sub> 的输出。



$$\frac{V_o}{V_i} = \left(-\frac{R_2}{R_1}\right) + \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) = 1$$

$$V_o = V_i$$

2. 针对负输入信号的电路分析。D<sub>1</sub> 正向偏置，将 U<sub>2</sub> 的输出连接到 U<sub>1</sub> (GND) 的同相输入。



$$\frac{V_o}{V_i} = \left(-\frac{R_2}{R_1}\right) = -1$$

$$V_o = -V_i$$

3. 选择 R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub> 和 R<sub>3</sub>。

$$\frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_2}{R_1}$$

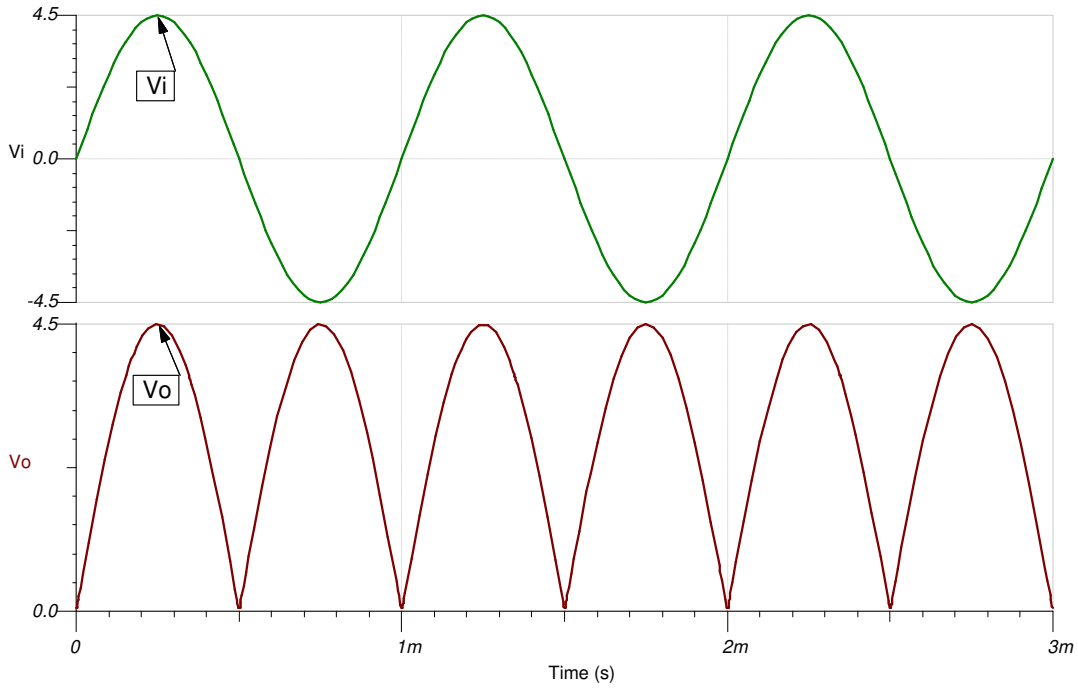
如果 R<sub>2</sub> = R<sub>1</sub> 那么 V<sub>o</sub> = -V<sub>i</sub>

设置 R<sub>1</sub> = R<sub>2</sub> = R<sub>3</sub> = 1kΩ

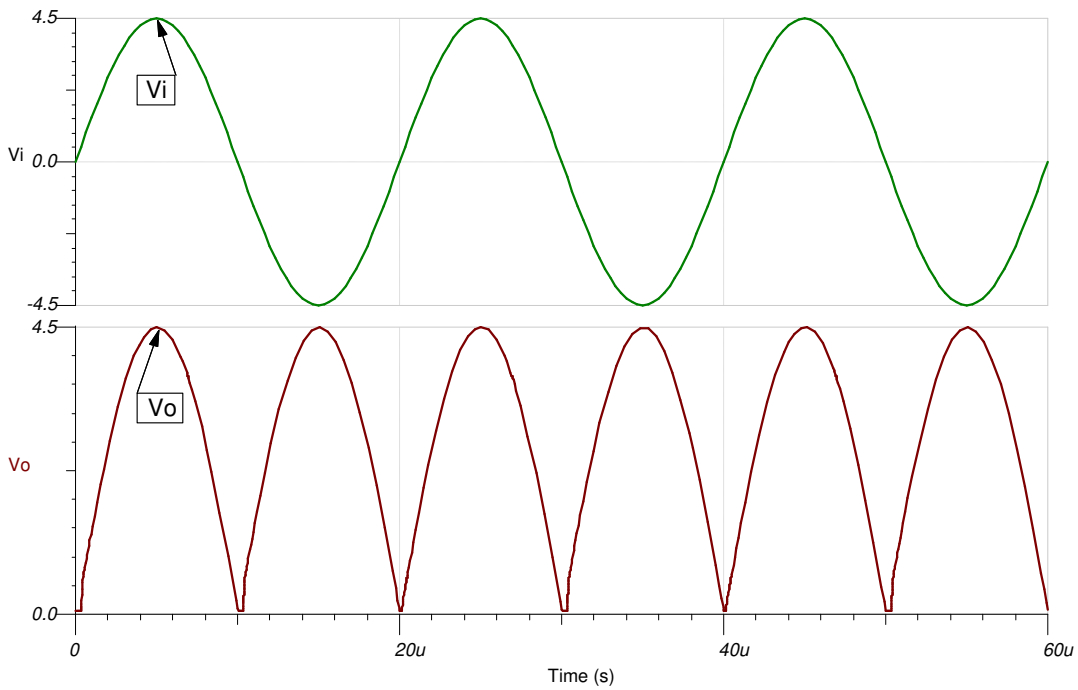
## 设计仿真

### 瞬态仿真结果

1kHz，9V<sub>pp</sub> 的正弦波可产生 4.5V<sub>pp</sub> 的输出正弦波。



50kHz，9V<sub>pp</sub> 的正弦波可产生 4.5V<sub>pp</sub> 的输出正弦波。



## 设计参考资料

1. 请参阅《模拟工程师电路设计指导手册》，了解有关 TI 综合电路库的信息。
2. SPICE 仿真文件 [SBOC529](#)。
3. [TI 高精度实验室](#)
4. 请参阅 [单电源低输入电压优化精密全波整流器参考设计](#)。

## 设计采用的运算放大器

| TLV9062  |               |
|--|---------------|
| $V_{SS}$   | 1.8V 至 5.5V   |
| $V_{inCM}$   | 轨到轨           |
| $V_{out}$  | 轨到轨           |
| $V_{os}$   | 0.30mV        |
| $I_q$  | 538 $\mu$ A   |
| $I_b$  | 0.5pA         |
| UGBW   | 10MHz         |
| SR   | 6.5V/ $\mu$ s |
| 通道数  | 1、2、4         |
| <a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/TLV9062">www.ti.com.cn/product/cn/TLV9062</a> |               |

## 设计备选运算放大器

|            | OPA322   | OPA350   |
|------------|--|--|
| $V_{SS}$   | 1.8V 至 5.5V  | 2.7V 至 5.5V  |
| $V_{inCM}$ | 轨到轨  | 轨到轨  |
| $V_{out}$  | 轨到轨  | 轨到轨  |
| $V_{os}$   | 2mV  | 0.15mV   |
| $I_q$      | 1.9mA  | 5.2mA  |
| $I_b$      | 10pA   | 0.5pA  |
| UGBW       | 20MHz  | 38MHz  |
| SR         | 10V/ $\mu$ s   | 22V/ $\mu$ s   |
| 通道数        | 1、2、4  | 1、2、4  |
|            | <a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/OPA322">www.ti.com.cn/product/cn/OPA322</a> | <a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/OPA350">www.ti.com.cn/product/cn/OPA350</a> |

## 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