

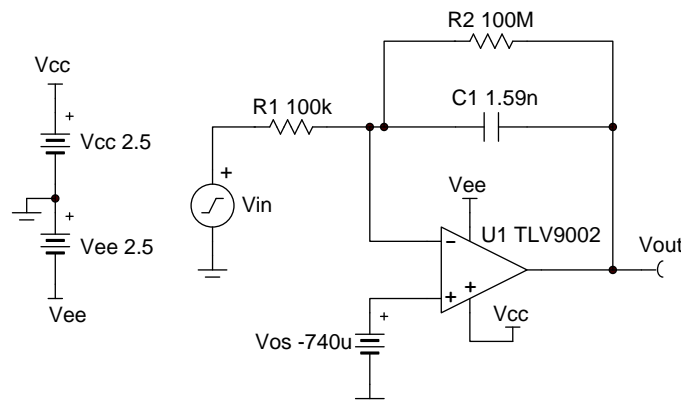
积分器电路

设计目标

输入			输出		电源	
f_{Min}	f_{odB}	f_{Max}	V_{oMin}	V_{oMax}	V_{cc}	V_{ee}
100Hz	1kHz	100kHz	-2.45V	2.45V	2.5V	-2.5V

设计说明

积分器电路根据电路时间常数和放大器的带宽输出某个频率范围上输入信号的积分。会向反相输入施加输入信号，以使输出相对于输入信号的极点反相。理想的积分器电路会根据输入偏移电压的极点在电源轨上饱和，并需要添加一个反馈电阻器 R_2 ，以提供稳定的直流运行点。反馈电阻器可限制用于执行积分函数的较低频率范围。该电路最常用作更大反馈/伺服环路的一部分，用于提供直流反馈路径，因此无需使用反馈电阻器。



Copyright © 2018, Texas Instruments Incorporated

设计说明

1. 对于反馈电阻器，所使用的值大小应符合实际。
2. 选择一个 CMOS 运算放大器，以最大程度地降低输入偏置电流产生的误差。
3. 放大器的增益带宽积 (GBP) 将设置积分函数的频率范围上限。从与放大器带宽相距十倍频的位置开始，积分函数的有效性通常会降低。
4. 需要将一个可调节基准连接到运算放大器的同相输入，以抵消输入偏移电压，否则大直流噪声增益将导致电路饱和。具有极低偏移电压的运算放大器可能不需要该操作。

设计步骤

下面给出了理想电路传递函数。

$$V_{out} = -\frac{1}{R_1 \times C_1} \int_0^t V_{in}(t) dt$$

1. 将 R_1 设置为标准值。

$$R_1 = 100k\Omega$$

2. 计算设置单位增益积分频率所需的 C_1 。

$$C_1 = \frac{1}{2 \times \pi \times R_1 \times f_{0dB}} = \frac{1}{2 \times \pi \times 100k\Omega \times 1 \text{ kHz}} = 1.59nF$$

3. 计算将较低的截止频率设置为比最低工作频率小十倍频所需的 R_2 。

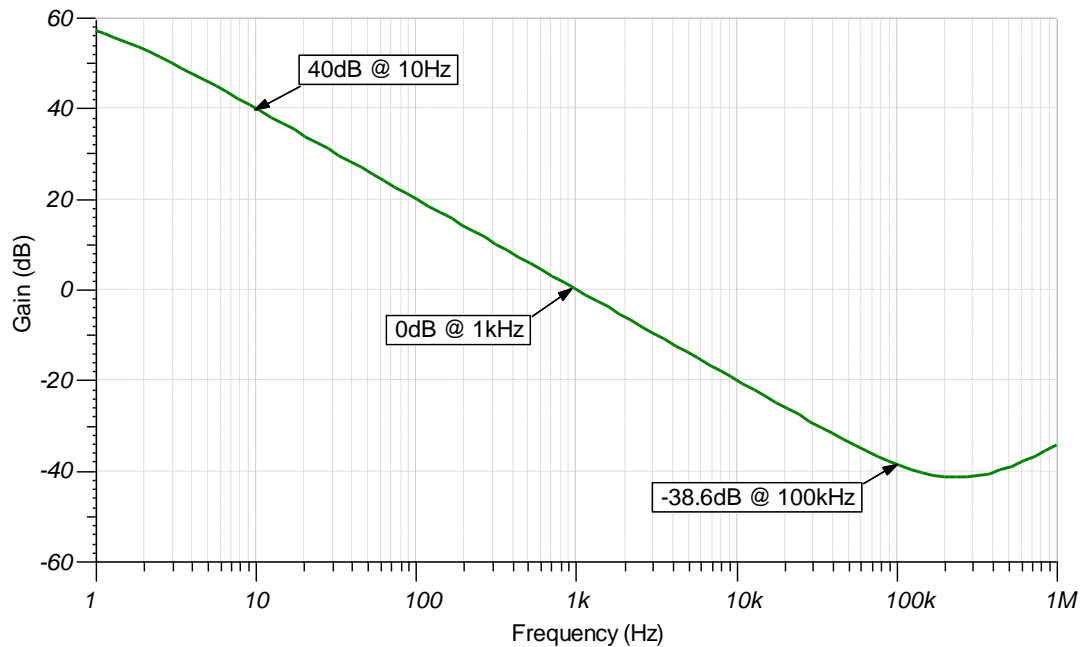
$$R_2 \geq \frac{10}{2 \times \pi \times C_1 \times f_{Min}} \geq \frac{10}{2 \times \pi \times 1.59nF \times 10Hz} \geq 100M\Omega$$

4. 选择增益带宽至少为所需的最大工作频率 10 倍的放大器。

$$GBP \geq 10 \times f_{Max} \geq 10 \times 100kHz \geq 1 \text{ MHz}$$

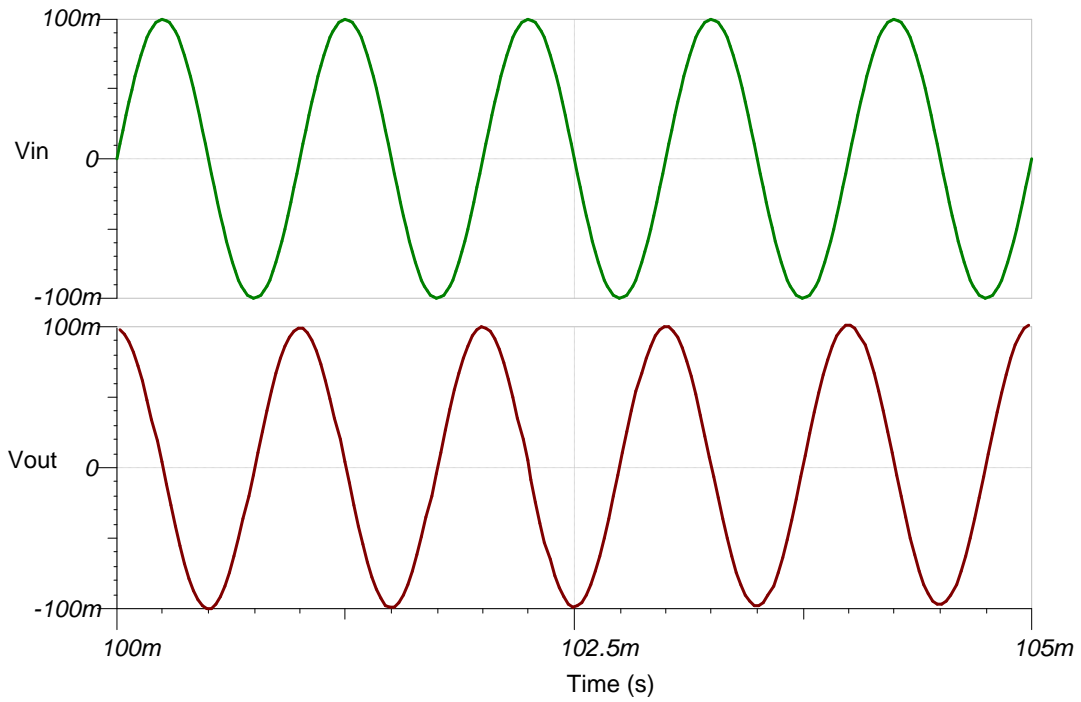
设计仿真

交流仿真结果

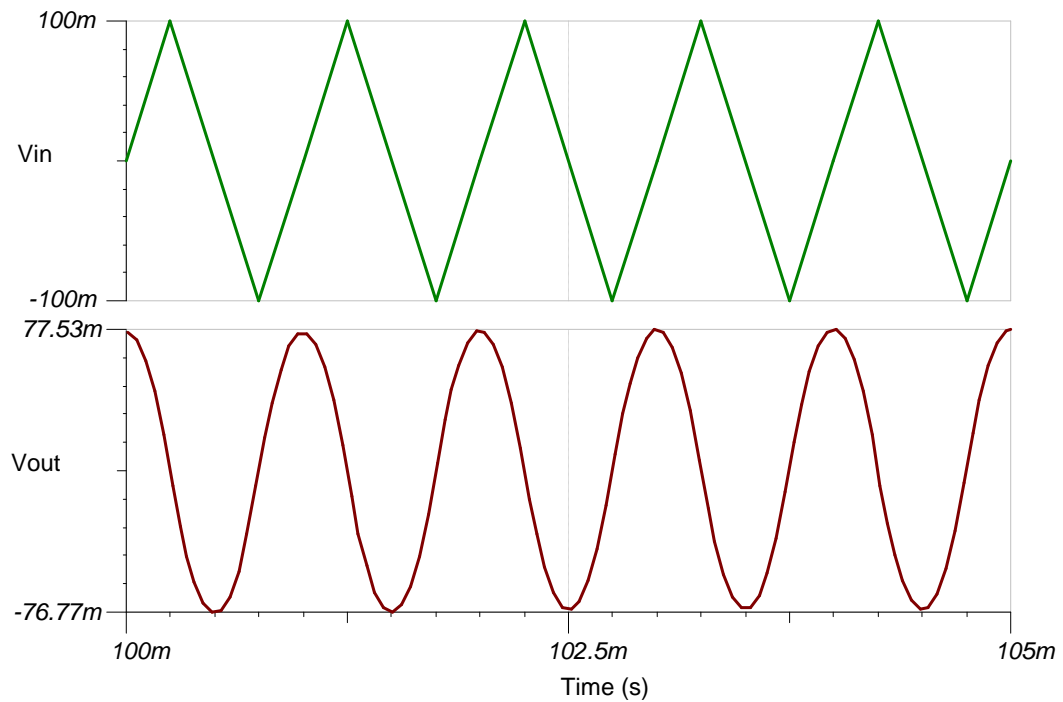


瞬态仿真结果

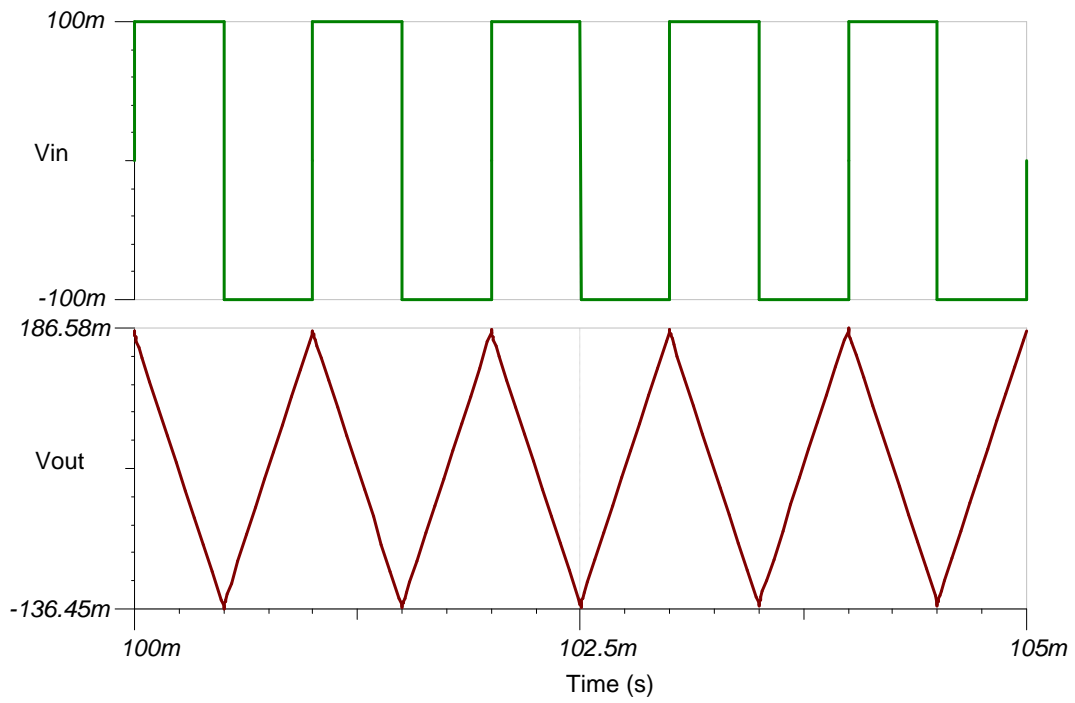
1kHz 正弦波输入可产生 1kHz 余弦输出。



1kHz 三角波输入可产生 1kHz 正弦波输出。



1kHz 方波输入可产生 1kHz 三角波输出。



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 [SBOC496](#)。

请参阅 TIPD191，www.ti.com.cn/tool/cn/tipd191。

设计采用的运算放大器

TLV9002	
V_{cc}	1.8V 至 5.5V
V_{inCM}	轨至轨
V_{out}	轨至轨
V_{os}	0.4mV
I_q	0.06mA
I_b	5pA
UGBW	1MHz
SR	2V/ μ s
通道数	1、2、4
www.ti.com.cn/product/cn/tlv9002	

设计备选运算放大器

OPA376	
V_{cc}	2.2V 至 5.5V
V_{inCM}	($V_{ee}-0.1V$) 至 ($V_{cc}-1.3V$)
V_{out}	轨至轨
V_{os}	0.005mV
I_q	0.76mA
I_b	0.2pA
UGBW	5.5MHz
SR	2V/ μ s
通道数	1、2、4
www.ti.com.cn/product/cn/opa376	

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添加了链接。

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 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