

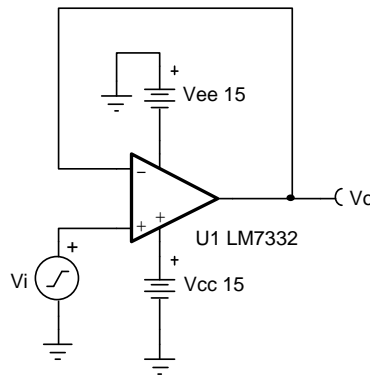
## 缓冲器（跟随器）电路

### 设计目标

输入		输出		频率	电源	
$V_{iMin}$	$V_{iMax}$	$V_{oMin}$	$V_{oMax}$	f	$V_{cc}$	$V_{ee}$
-10V	10V	-10V	10V	100kHz	15V	-15V

### 设计说明

此设计用于通过提供高输入阻抗和低输出阻抗来缓冲信号。该电路通常用于驱动低阻抗负载、模数转换器 (ADC) 和缓冲器基准电压。该电路的输出电压等于输入电压。



### 设计说明

1. 使用运算放大器线性输出运行范围，通常在  $A_{OL}$  测试条件下指定该范围。
2. 小信号带宽由放大器的单位增益带宽决定。
3. 检查数据表中的最大输出电压摆幅与频率间的关系图，以最大限度地减小转换导致的失真。
4. 共模电压等于输入信号。
5. 不要将电容负载直接放置在大于数据表推荐值的输出上。
6. 如果驱动低阻抗负载，可能需要高输出电流放大器。
7. 有关运算放大器线性运行区域、稳定性、转换导致的失真、电容负载驱动、驱动 ADC 和带宽的更多信息，请参阅设计参考部分。

## 设计步骤

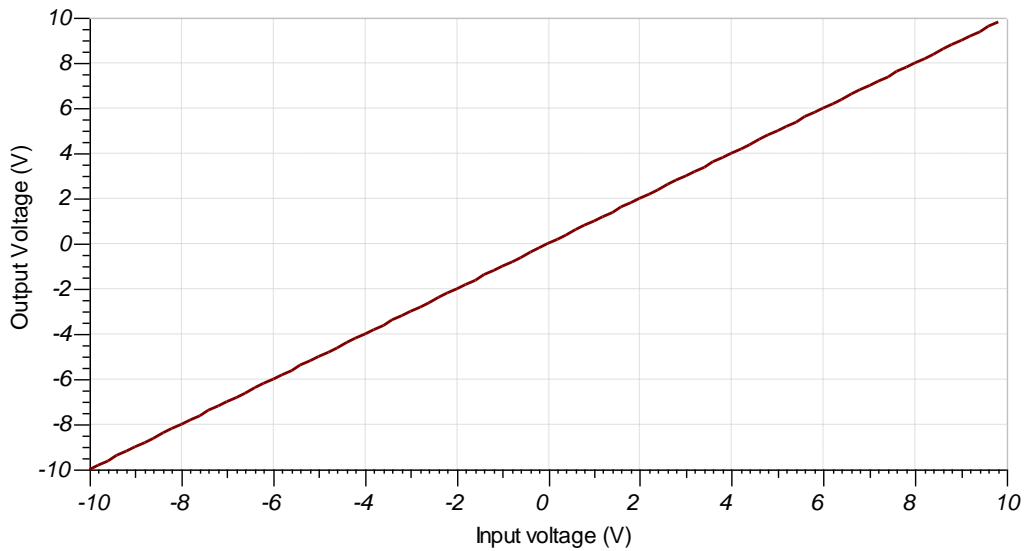
此电路的传递函数遵循：

$$V_o = V_i$$

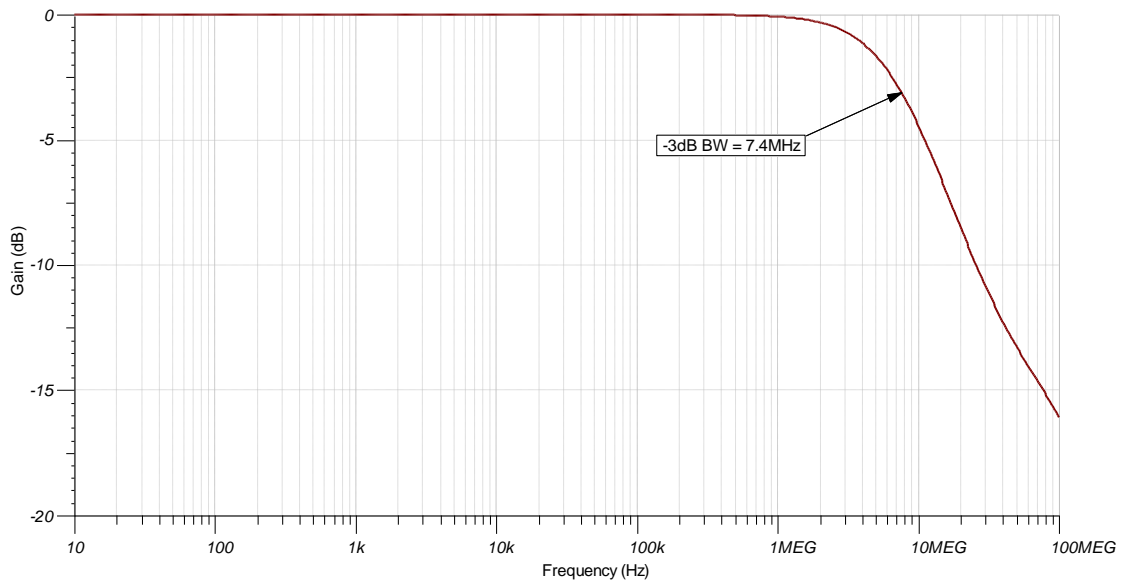
- 验证放大器是否可利用所提供的电源电压达到期望的输出摆幅。使用在  $A_{OL}$  测试条件中给出的输出摆幅。放大器的输出摆幅范围必须大于设计所需的输出摆幅。
  - $-14V \leq V_o \leq 14V$ 
    - 使用  $\pm 15V$  电源的 LM7332 的输出摆幅大于设计所需的输出摆幅。因此，满足该要求。
    - 查看数据表中的输出电压与输出电流之间的关系曲线，验证是否可实现与所需输出电流对应的所需输出电压。
- 验证在使用所提供的电源电压时不会超出放大器的输入共模电压。放大器的输入共模电压范围必须大于输入信号电压范围。
  - $-15.1 V \leq V_{icm} \leq 15.1 V$ 
    - 使用  $\pm 15V$  电源的 LM7332 的输入共模范围大于设计所需的输入共模范围。因此，满足该要求。
- 计算最大程度地降低转换导致的失真所需的最小压摆率。
  - $SR > 2 \times \pi \times V_p \times f = 2 \times \pi \times 10V \times 100kHz = 6.28V / \mu s$ 
    - LM7332 的压摆率为  $15.2V/\mu s$ 。因此，满足该要求。
- 验证器件将有足够的带宽用于所需的输出信号频率。
  - $f_{signal} < f_{unity}$
  - $100kHz < 7.5MHz$ 
    - 所需的输出信号频率小于 LM7332 的单位增益带宽。因此，满足该要求。

## 设计仿真

### 直流仿真结果



### 交流仿真结果



## 设计参考

请参阅《模拟工程师电路设计指导手册》，了解 TI 的综合电路库。

有关更多信息，请参阅 TI 设计 [采用隔离电阻器且经验证的容性负载驱动参考设计](#)。

请参阅电路 SPICE 仿真文件 SBOC491 – <http://www.ti.com/cn/lit/zip/sboc491>。

有关众多运算放大器主题（包括共模范围、输出摆幅、带宽、压摆率和如何驱动 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

LM7332	
$V_{ss}$	2.5V 至 32V
$V_{inCM}$	轨至轨
$V_{out}$	轨至轨
$V_{os}$	1.6mV
$I_q$	2mA
$I_b$	1 $\mu$ A
<b>UGBW</b>	7.5MHz ( $\pm$ 5V 电源)
<b>SR</b>	15.2V/ $\mu$ s
通道数	2
<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/LM7332">www.ti.com.cn/product/cn/LM7332</a>	

### 设计备选运算放大器

OPA192	
$V_{ss}$	4.5V 至 36V
$V_{inCM}$	轨至轨
$V_{out}$	轨至轨
$V_{os}$	5 $\mu$ V
$I_q$	1mA
$I_b$	5pA
<b>UGBW</b>	10MHz
<b>SR</b>	20V/ $\mu$ s
通道数	1、2、4
<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/opa192">www.ti.com.cn/product/cn/opa192</a>	

以下器件用于先前所述的原始设计目标以外的电池供电或功率敏感型设计，在这些设计中需要降低系统总功耗。

LPV511	
$V_{ss}$	2.7V 至 12V
$V_{inCM}$	轨至轨
$V_{out}$	轨至轨
$V_{os}$	0.2mV
$I_q$	1.2 $\mu$ A
$I_b$	0.8nA
<b>UGBW</b>	27KHz
<b>SR</b>	7.5V/ms
通道数	1
<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/lpv511">www.ti.com.cn/product/cn/lpv511</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。 向设计备选运算放大器部分添加了 LPV511 表。

## 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