

## Analog Engineer's Circuit

## 具有高速比较器的 LVDS 数据和时钟恢复电路



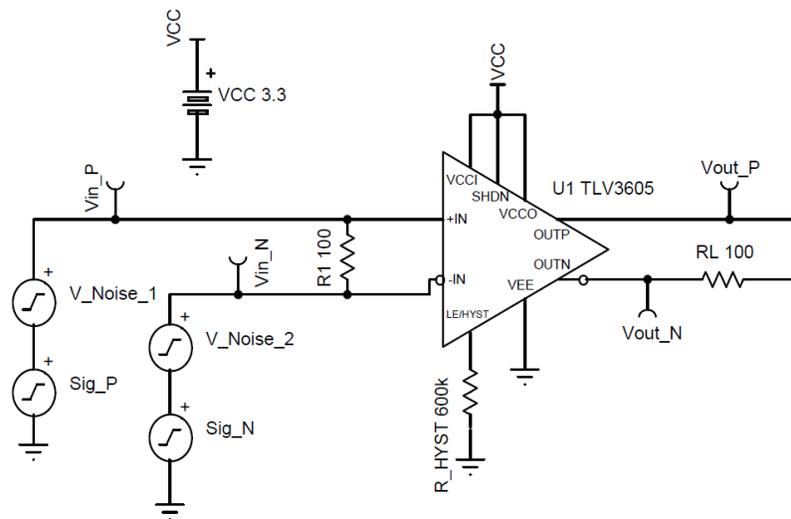
## Amplifiers

## 设计目标

电源		衰减输入信号		
$V_{cc}$	$V_{ee}$	$V_i$	$V_{cm}$	$f$
3.3V	0V	50mV <sub>p-p</sub>	1.2V	1GHz

## 设计说明

LVDS 信号恢复电路在数字系统中用来检索失真时钟或数据波形。由于存在杂散电容、杂散电感或传输线反射，这些时钟和数据信号在长迹线上会衰减和失真。该比较器用于检测衰减和失真的输入信号，并将其转换为满量程 LVDS 输出信号。此电路还可用于从单端信号转换为 LVDS 信号。在这种情况下，动态基准电压将连接到比较器的反相终端，该端从输入信号中提取共模电压。



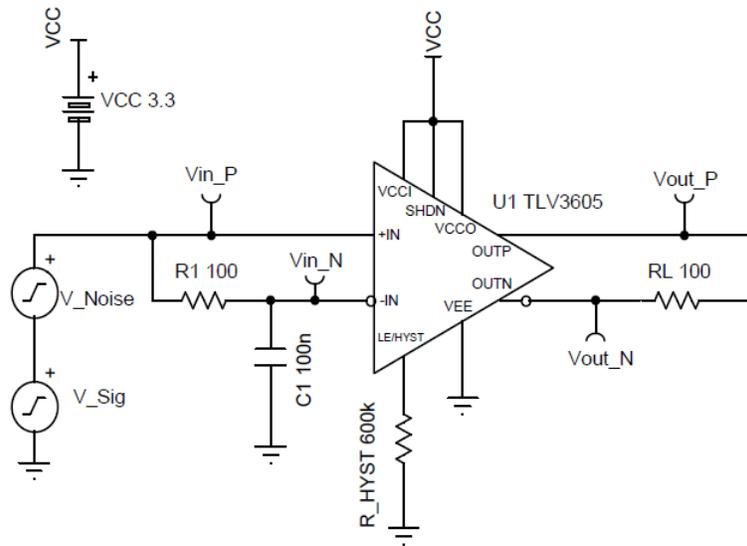
## 设计说明

1. 选择具有低输入失调电压和快速传播延迟的比较器。
2. 应使用切换频率大于输入信号频率的比较器，以便正确地处理传入数字信号。如果数据表中没有规定下限值，则 30% 的裕量足以满足工艺和温度变化要求。
3. 信号应绕动态基准的波形中点对称，从而准确地确定输入信号的共模电压。对于占空比超出 30% 至 70% 的信号，动态基准必须替换为外部基准源。

## 设计步骤 (LVDS 输入)

1. 将 LVDS 输入的正负部分分别连接到比较器的同相和反相端子。
2. 确保 LVDS 信号通过两个输入端之间连接的  $100\ \Omega$  电阻  $R_1$  正确端接。
3. 将 VCC 连接到 TLV3605 SHDN 引脚以禁用器件的关断功能。
4. 使用两个节点之间连接的  $100\ \Omega$  电阻  $R_L$  端接输出信号。
5. 如果输入信号除了衰减之外还有噪声，TLV3605 能够通过其可调迟滞功能来处理噪声。该引脚可由电压源驱动或连接到 VEE 的电阻器，并可使比较器具有高达  $65\text{mV}$  的迟滞，并根据引脚上所示电压锁存输出。有关更多信息，请参阅 [TLV3604](#)、[TLV3605 具有 LVDS 输出的 800ps 高速 RRI 比较器](#) 数据表。对于该电路，通过将  $600\text{k}\ \Omega$  电阻器连接到 VEE 来实现  $10\text{mV}$  的迟滞从而抵消嘈杂的输入信号。

## 设计步骤 (单端输入)



1. 将比较器的同相输入设置为输入数据信号。
2. 使用电容器  $C_1$  和电阻器  $R_1$  从低通网络创建动态基准。将网络的输入连接到同相输入端，将输出连接到反相输入端。
3. 调整动态基准值的大小，使其截止频率明显低于输入信号的工作频率，同时确保网络的时间常数足够小，从而实现最大响应度。将  $C_1$  设为  $0.1\ \mu\text{F}$ ，将时间常数  $\tau$  设计为  $10\ \mu\text{s}$ ，计算需要的电阻器值：

$$\tau = R_1 C_1$$

$$10\ \mu\text{s} = R_1(100\text{nF}) \Rightarrow R_1 = 100\ \Omega$$

使用求解的电阻值，确保截止频率仍然明显低于输入信号频率。

$$f_{\text{cutoff}} = \frac{1}{2\pi R_1 C_1} = \frac{1}{2\pi(100\ \Omega)(100\text{nF})} = 15.915\text{kHz} \ll 1\text{GHz}$$

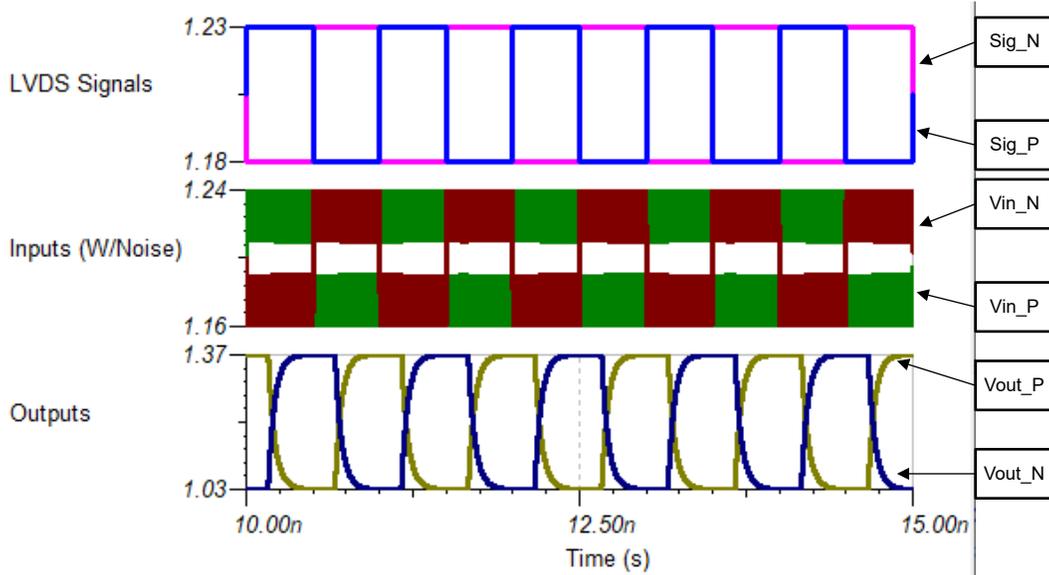
时间常数  $\tau$  与  $f_{\text{cutoff}}$  成反比。 $\tau$  越快，动态基准输出节点对输入的反应越强，同时将截止频率推高。然而，如果动态基准的截止频率接近输入信号的工作频率，网络的输出就无法正确滤除输入信号的高频分量，从而无法产生稳定的直流基准电压来与输入信号进行比较。

平衡信号的准确滤波和  $\tau$  为启动时间。当系统在未充电状态下启动时，一旦激活系统，就会有一段时间（大约  $5\tau$ ），直到反相输入端的电压电平处于准确电平。

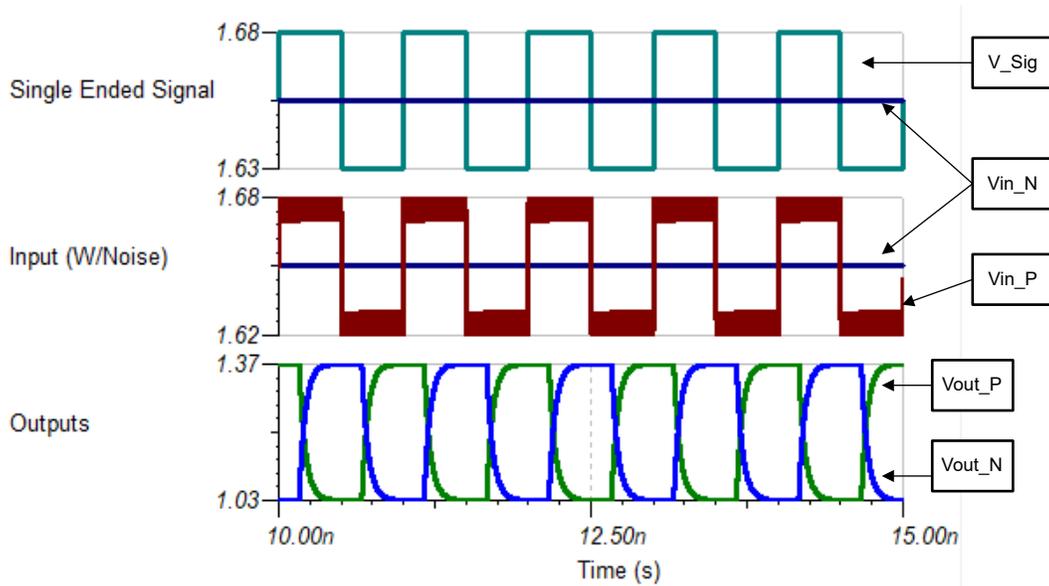
4. 将 VCC 连接到 TLV3605 SHDN 引脚以禁用器件的关断功能。
5. 使用两个节点之间连接的  $100\ \Omega$  电阻  $R_L$  端接输出信号。
6. 如果输入信号除了衰减之外还有噪声，TLV3605 能够通过其可调迟滞功能来处理噪声。该引脚可由电压源驱动或连接到 VEE 的电阻器，并可使比较器具有高达  $65\text{mV}$  的迟滞，并根据引脚上所示电压锁存输出。有关更多信息，请参阅 [TLV3604](#)、[TLV3605 具有 LVDS 输出的 800ps 高速 RRI 比较器](#) 数据表。对于该电路，通过将  $600\text{k}\ \Omega$  电阻器连接到 VEE 来实现  $10\text{mV}$  的迟滞从而抵消嘈杂的输入信号。

设计仿真  
瞬态仿真结果

LVDS 输入



单端输入



## 设计参考资料

有关 TI 综合电路库的信息，请参阅 [模拟工程师电路手册](#)。

请参阅电路 SPICE 仿真文件 [SNOM771](#) (LVDS) 和 [SNOM710](#) (单端)。

有关大量比较器主题 (包括迟滞、传播延迟和输入共模范围) 的更多信息，请参阅 [TI 高精度实验室](#)。

## 设计特色比较器

TLV3605	
$V_{SS}$	2.4V 至 5.5V
$V_{inCM}$	轨到轨
$t_{pd}$	800ps
$V_{OS}$	0.5mV
$V_{HYS}$	可调节 (0mV - 65mV)
$I_q$	12.7mA
输出类型	LVDS
$f_{toggle}$	1.5GHz
#通道数	1
<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/TLV3605">www.ti.com.cn/product/cn/TLV3605</a>	

## 设计备用比较器

	TLV3604	LMH7220
$V_{SS}$	2.4V 至 5.5V	2.7V 至 12V
$V_{inCM}$	轨到轨	轨到轨
$t_{pd}$	800ps	2.9ns
$V_{OS}$	0.5mV	9.5mV
$V_{HYS}$	不适用	不适用
$I_q$	12.1mA	6.8mA
输出类型	LVDS	LVDS
$f_{toggle}$	1.5GHz	440MHz
#通道数	1	1
	<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/tlv3604">www.ti.com.cn/product/cn/tlv3604</a>	<a href="http://www.ti.com.cn/product/cn/lmh7220">www.ti.com.cn/product/cn/lmh7220</a>

## 重要声明和免责声明

TI 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安全、安保或其他要求。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 (<https://www.ti.com/legal/termsofsale.html>) 或 [ti.com](https://www.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。

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2021, 德州仪器 (TI) 公司

## 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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司