

2025 TI 高精度实验室 技术研讨会

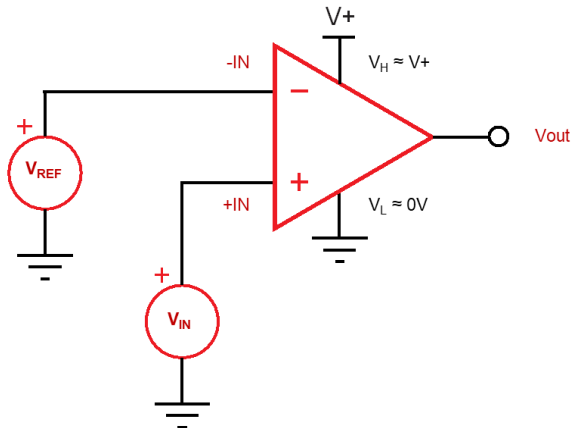
比较器应用



议程

- 比较器与放大器的区别
 - 输出类型
 - 直流规格与特性
 - 交流规格
- 应用/用例
- 为何选择 TI 的比较器？

比较器...



输入	输出
$V_{IN} \Rightarrow V_{REF}$	高 (1)
$V_{IN} < V_{REF}$	低 (0)
$V_{IN} = V_{REF}$	未定义 (取决于 V_{os})

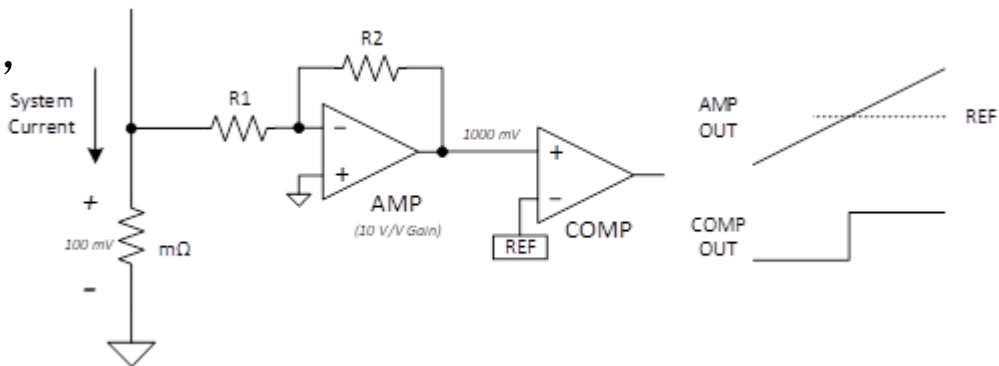
很简单，对吗？

比较器与放大器的主要区别 - 共模范围

- 比较器与放大器具有相似的结构并共享一些关键规格参数，例如： V_{os} 、 I_q 等

主要区别：

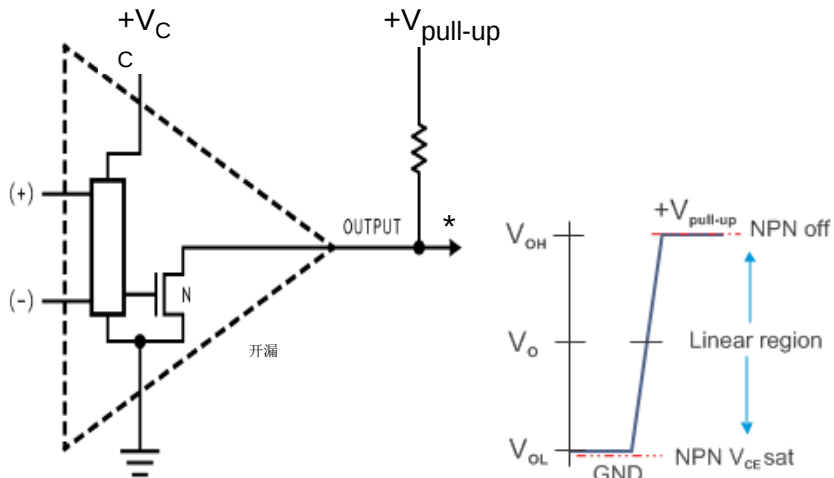
- 放大器采用负反馈机制，可在输入端之间创建“虚拟”短路（外部），并创建补偿环路以保证稳定性（内部）
- 比较器不存在这种行为
- 比较器通常在输入端电压相差几伏特的情况下运行以进行检测



比较器输出类型

开漏/集电极开路输出

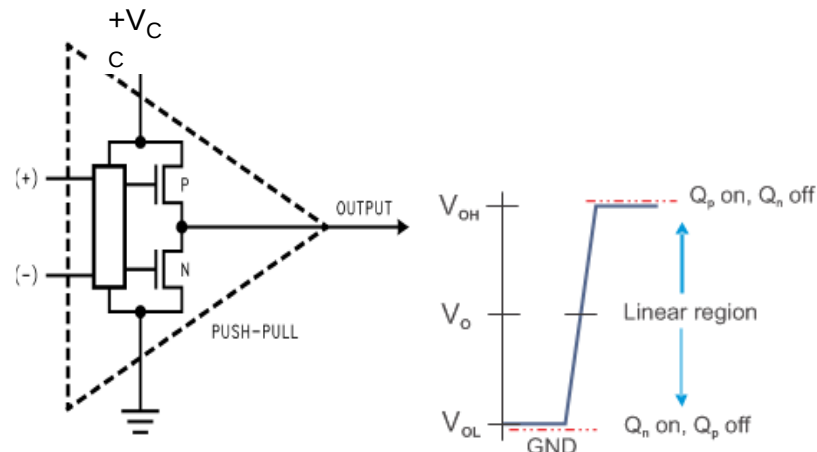
需要上拉电阻 - 适用于有线“或”逻辑输出应用



* 对于允许 $V_{\text{PULL-UP}} > V_{\text{S}}$ 的器件，例如 TLV170x、LMC677x 或 LMx39/x93 系列，不存在 ESD。

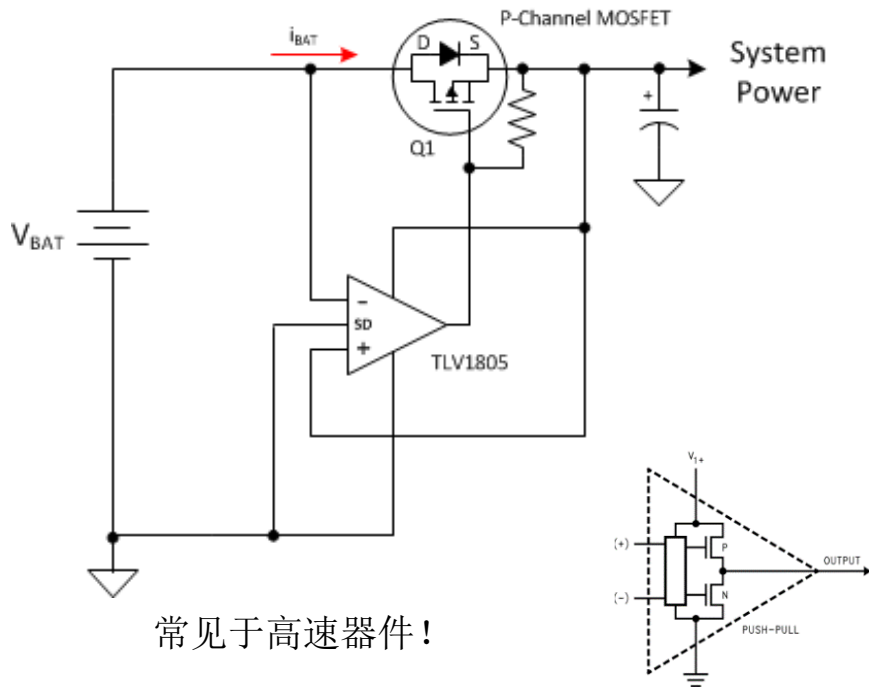
推挽（也称为轨到轨或图腾柱）输出

不需要上拉电阻 - 不能将输出端连接在一起

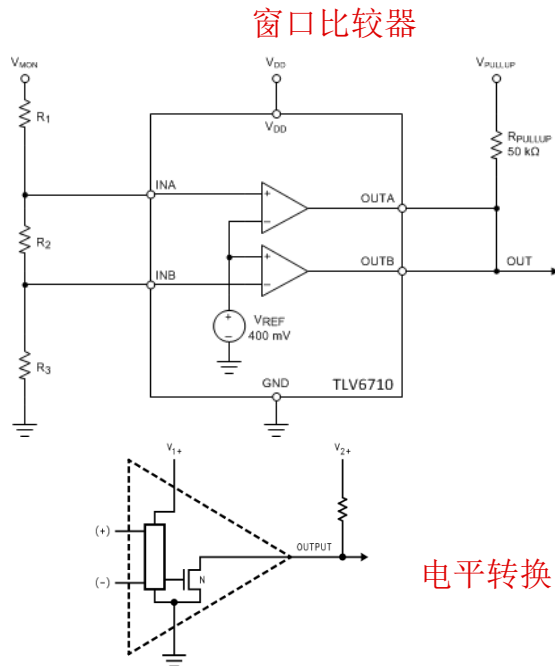


输出类型用例

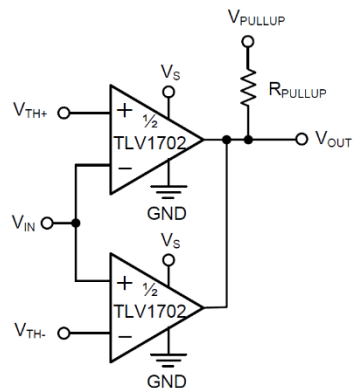
推挽输出



开漏输出



输出“或”运算

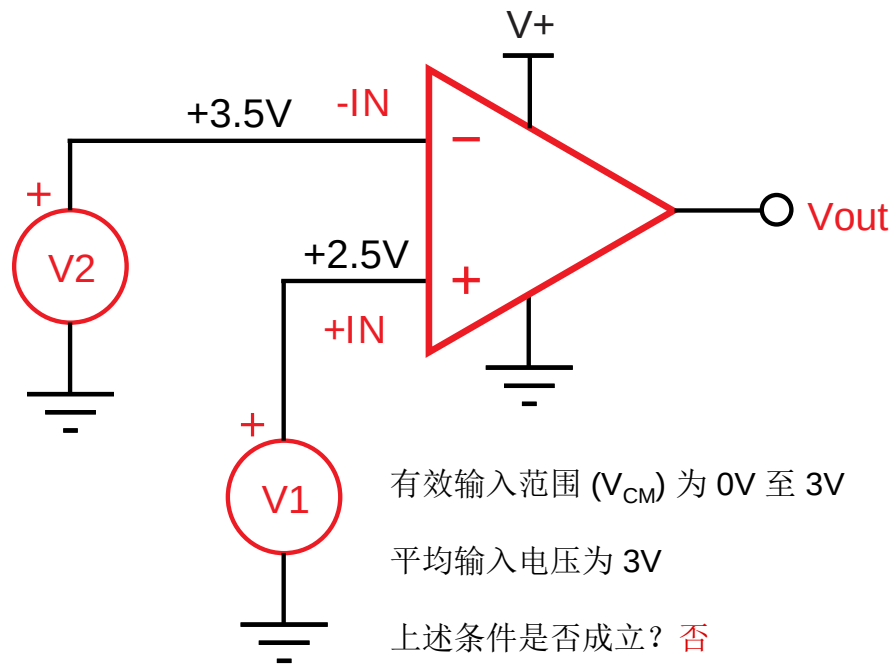


电平转换

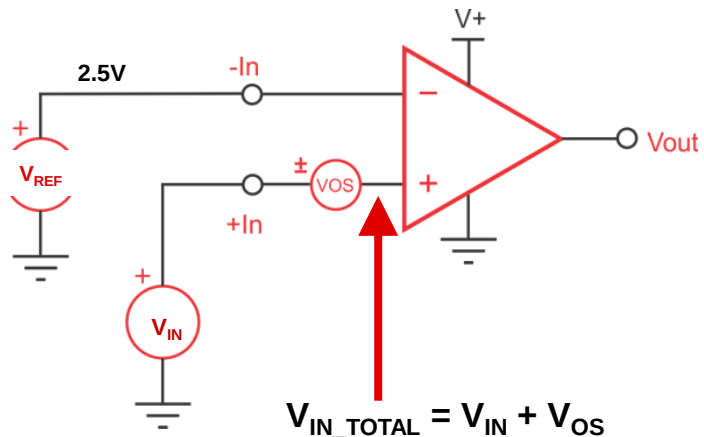
比较器直流参数 - 共模范围

- 共模电压通常定义为“两个输入电压的平均值”
 - 仅在有反馈的运算放大器中成立
 - **比较器不适用**
- 输入电压范围规格是针对**每个输入**的
- 不要**“取平均值” – 对于比较器，要分别查看每个输入电压
- 较新的 **SPICE** 模型会在规格被违反时强制将输出设为电源电压的一半。

技术文章: [克服比较器的主要挑战: 超出输入共模范围](#)



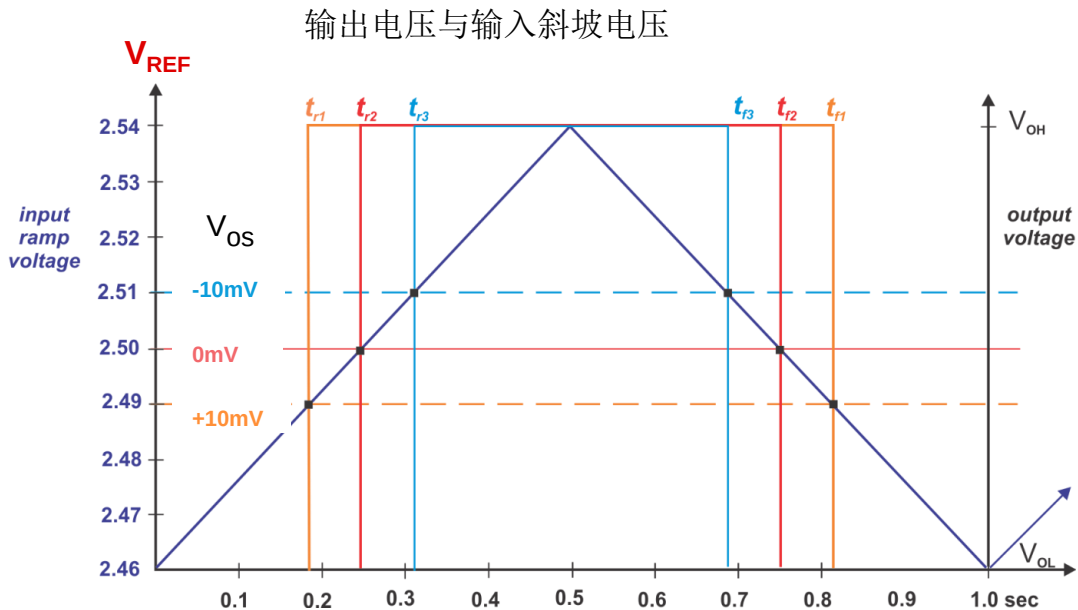
比较器直流参数 – 失调电压 (V_{OS})



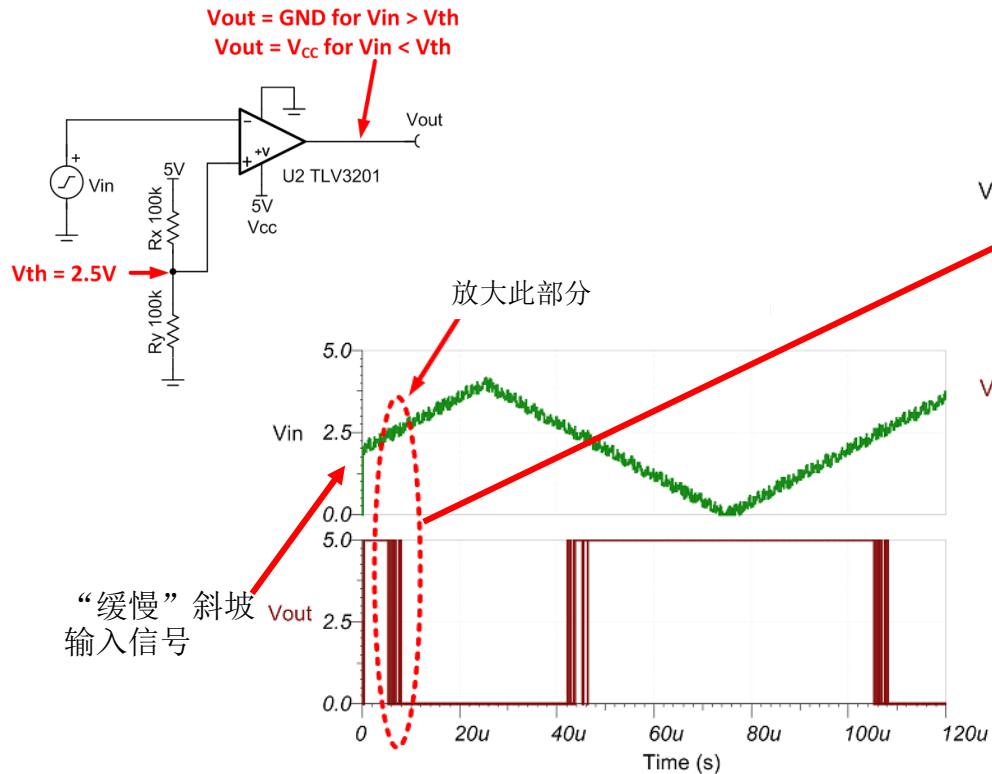
比较器的最大 V_{OS} 范围大约在 $\pm 0.5mV$ 到 $\pm 15mV$ 之间

- 失调电压出现在正输入端串联处。
- “抑制” 实际输入信号

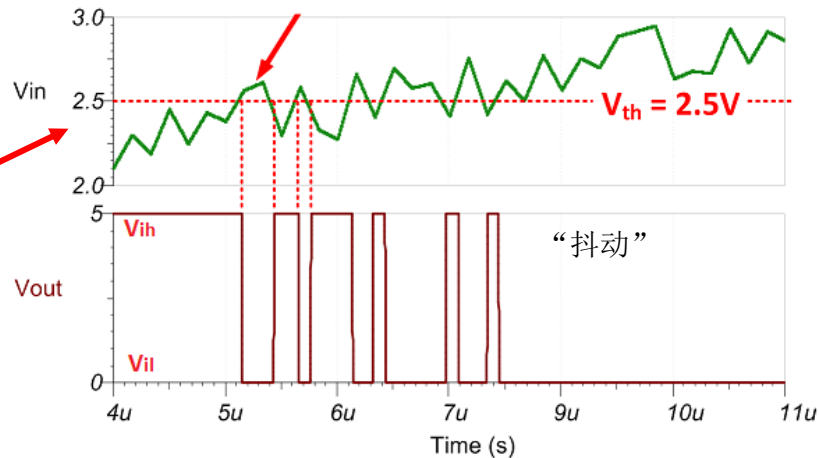
示例应用: 采用比较器的过零检测电路



噪声对比较器输出的影响 - “抖动”



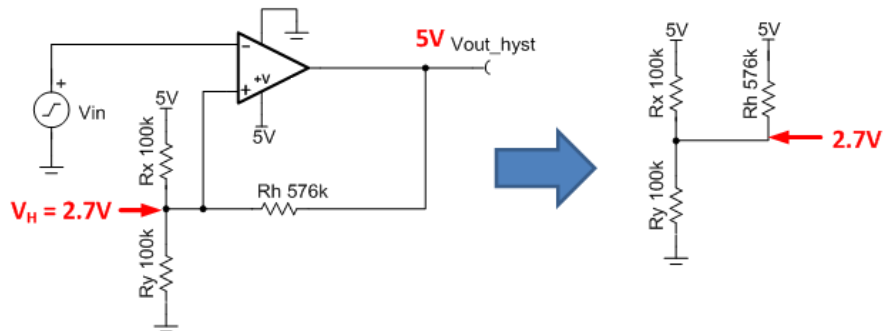
当 V_{in} 越过 2.5V 阈值电平时, V_{out} 短暂地从 V_{ih} 转换为 V_{il}



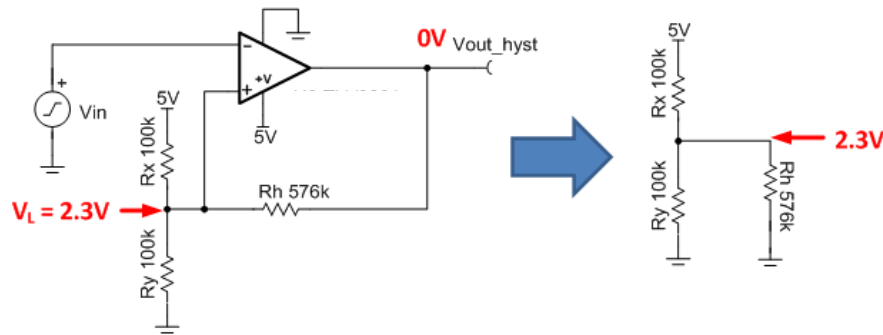
比较器输出在接近阈值点时会迅速改变状态, 以响应噪声峰值。

通过迟滞降低噪声灵敏度

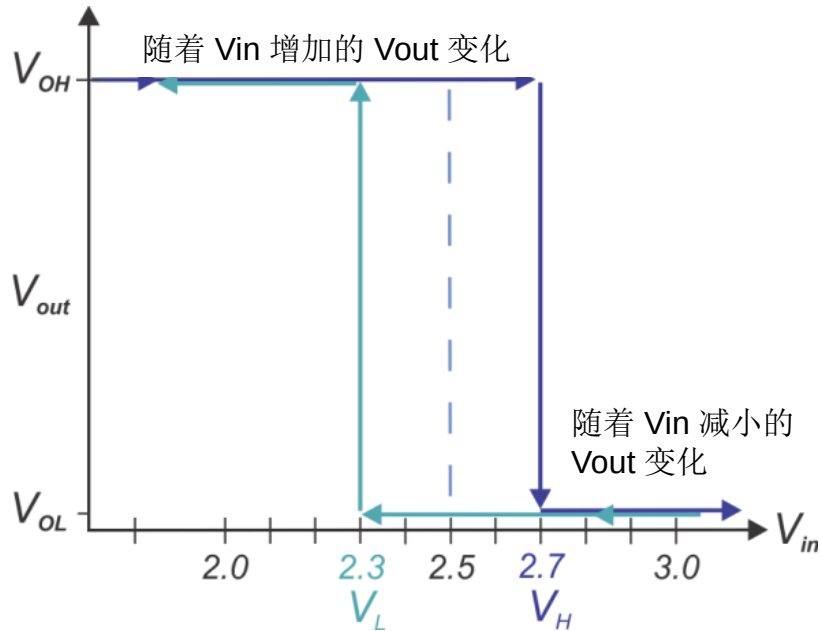
$V_{in} > 2.7V$ 会导致 V_{out} 转换为 0V



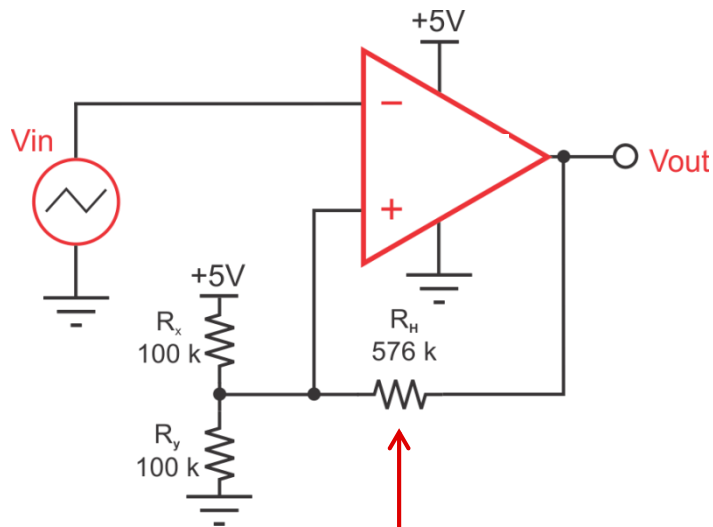
$V_{in} < 2.3V$ 会导致 V_{out} 转换为 5V



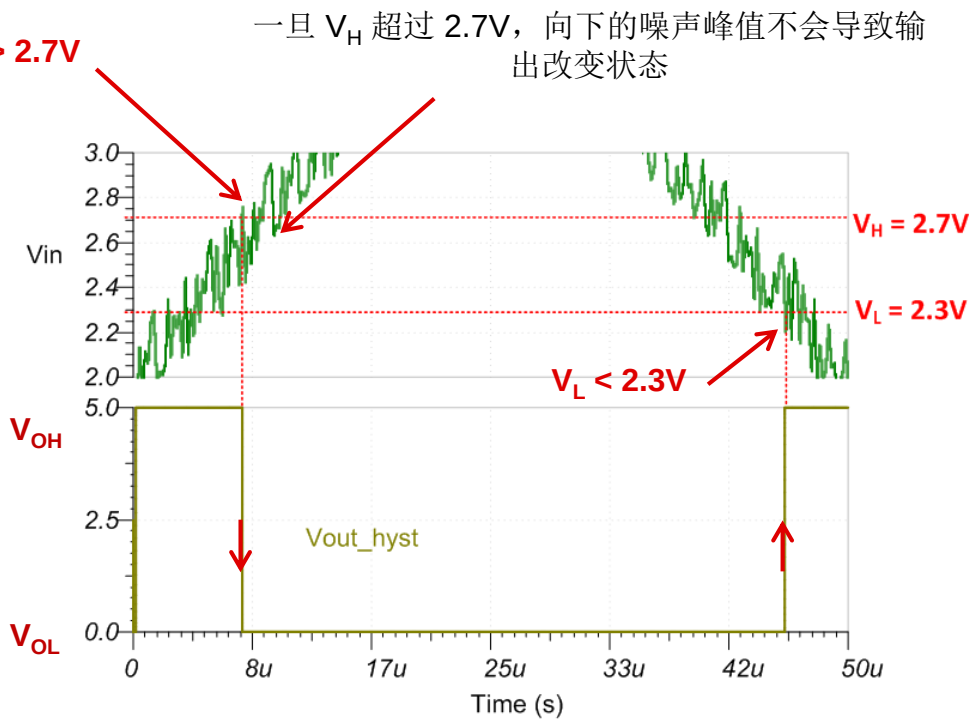
具有 400mV 迟滞的 V_{out} 与 V_{in} 的关系



通过迟滞降低噪声灵敏度



正反馈或“迟滞”



某些比较器具有内部迟滞

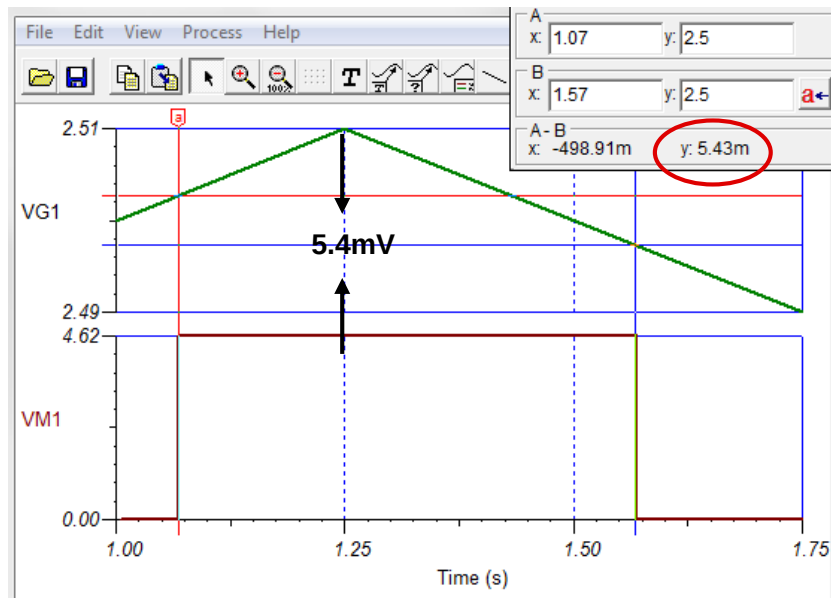
具有内部（内置）迟滞的 TI 比较器：

- **TLV3501** – 4.5ns, V_{HYST} 5.4mV（典型值）
- **TLV3601/2/5** – 2.5ns, V_{HYST} 3mV（典型值）
- **TLV3603** – 2.5ns, 电阻器可编程 V_{HYST} 60mV（最大值）
- **TLV38x1** – 225ps, V_{HYST} 2mV（典型值）
- **TLV40x1** – 450ns, V_{HYST} 20mV（典型值）
- **TLV701/2x** – 3us, V_{HYST} 6.5mV（典型值）

也可使用外部迟滞

- 总迟滞 = 内部迟滞 + 外部迟滞

TLV3501 仿真模型具有内置迟滞



抖动和迟滞资源

技术文章: 克服比较器的主要挑战: 抖动



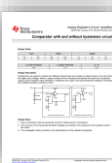
电路设计指导手册 → SBOA313: 具有迟滞功能的同相比较器



TI 培训视频: 如何向高速 LVDS 比较器添加外部迟滞



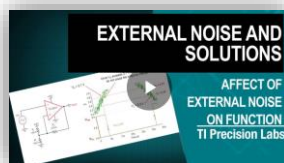
应用手册 → SBOA219A: 具有和不具有迟滞功能的比较器电路



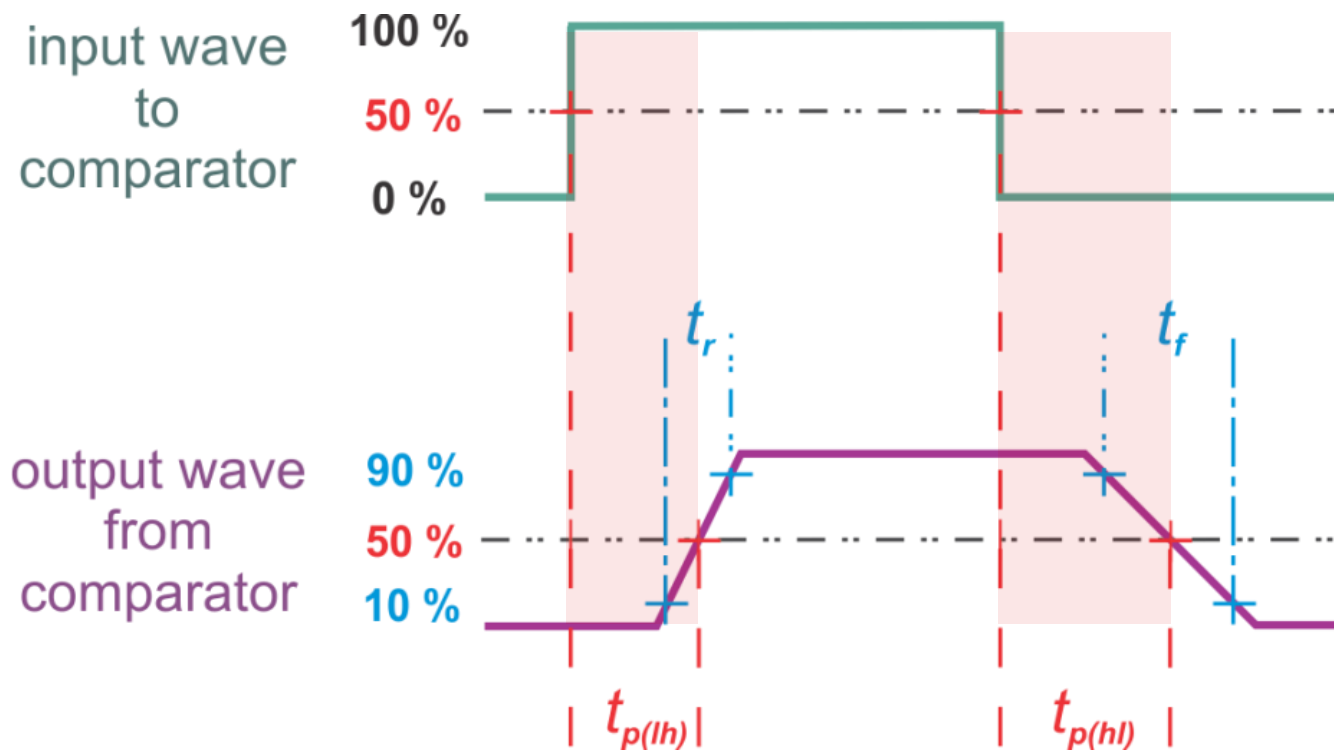
电路设计指导手册 → SNOA997: 具有迟滞功能的反相比较器



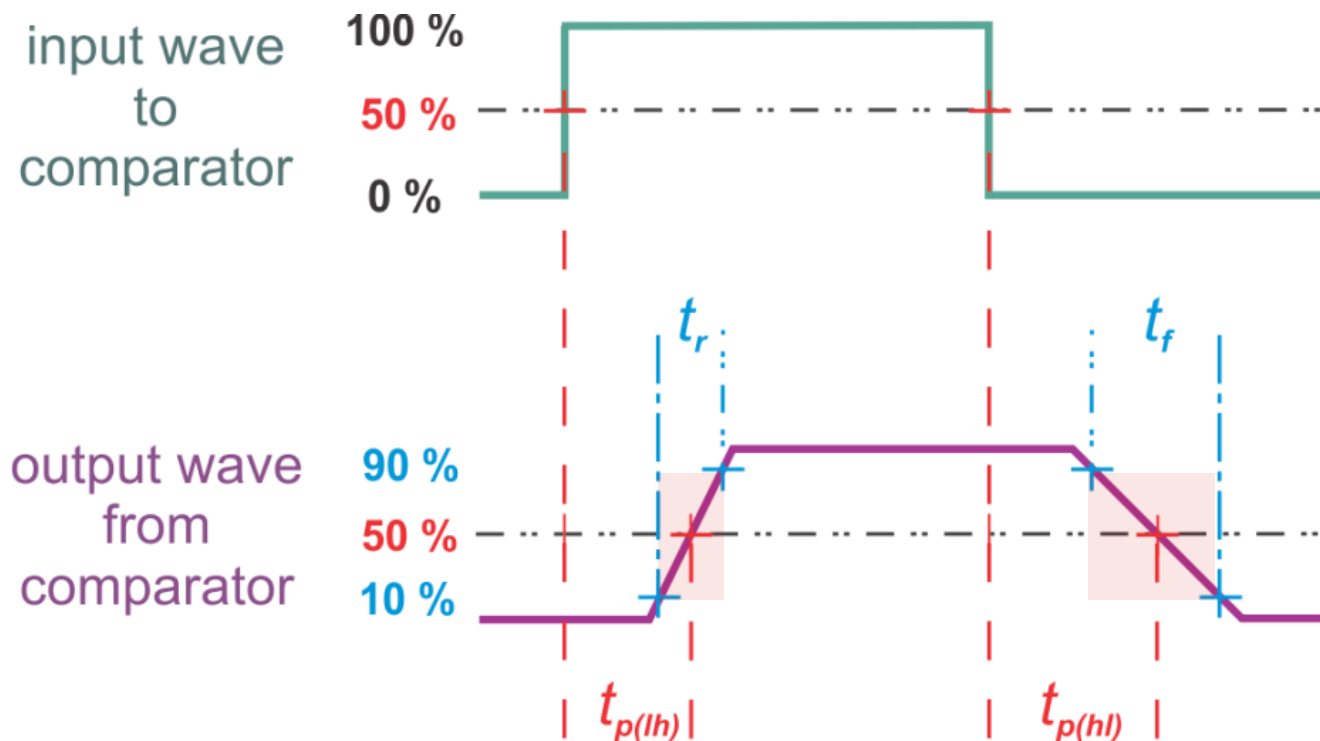
TI 培训视频: 如何通过迟滞解决比较器噪声问题



比较器交流参数 - 传播延迟

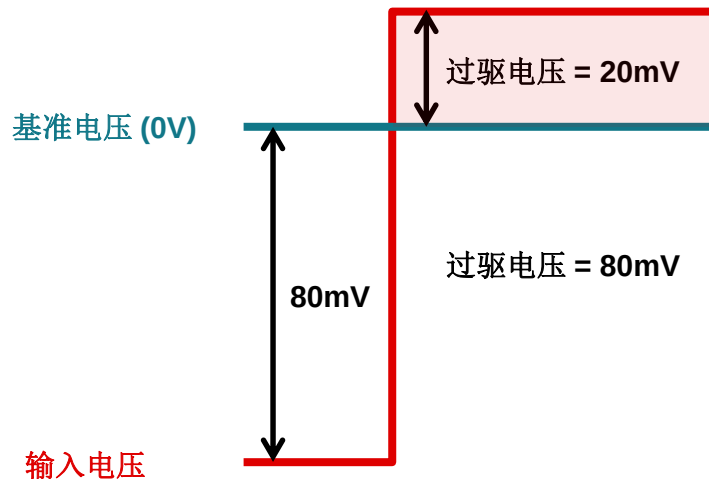


比较器交流参数 - 上升和下降时间



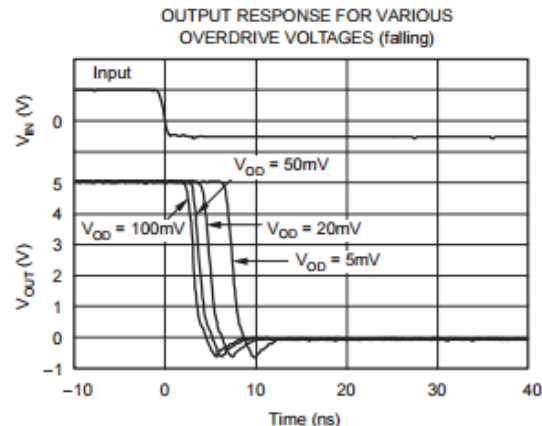
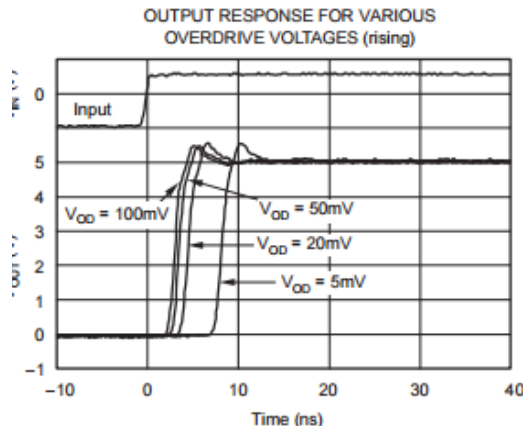
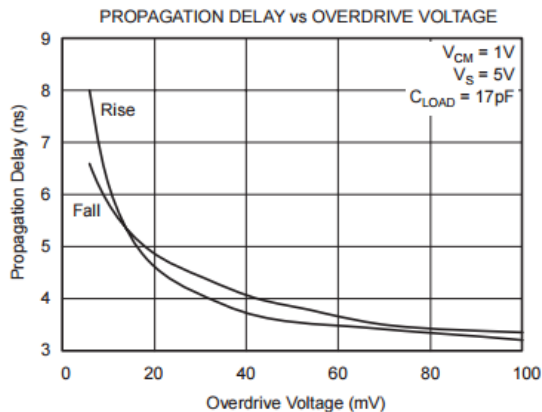
比较器交流参数 - 输入过驱

- 此规格常被误解
- 过驱**不是**输入电压的总变化量
- 过驱是指**超过**基准电压的差分输入电压量



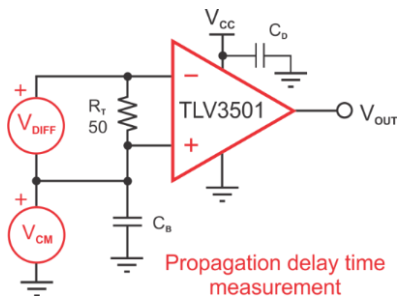
示例：
具有 20mV 过驱的 100mVpp 输入阶跃

输入过驱影响传播延迟



传播延迟 $t_{P(LH)}$

传播延迟 $t_{P(HL)}$

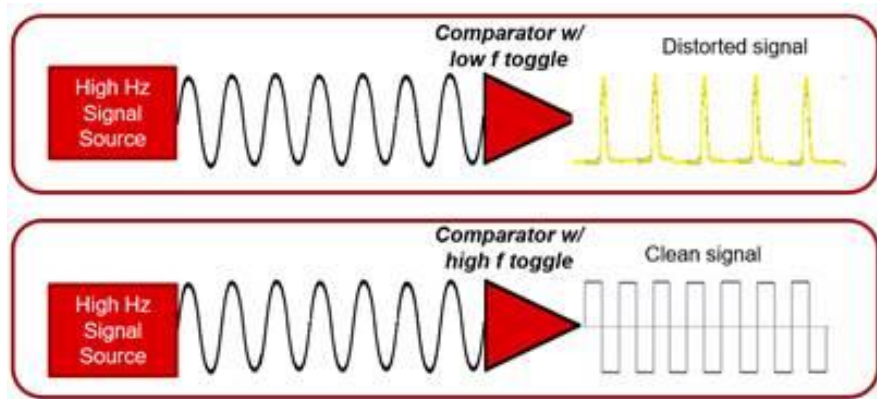


温度	过驱	典型值	最大值
25° C	5mV	7.5ns	10ns
-40° C 至 85° C			12ns
25° C	20mV	4.5ns	6.4ns
-40° C 至 85° C			7ns

传播延迟 t_{PD} , $\Delta V_{in} = 100mV$

比较器交流参数 - 最大切换频率

- 比较器的最大开关频率
- 比较器的整体“速度”
- 经验法则：
 - $F_{toggle_max} = 1 / (t_r + T_{PLH} + T_{PHL} + t_f)$
 - 不考虑输出保真度
- 不要试图“提升”比较器的速度
 - 输出可能会失真或“缩小”
 - 随工艺/批次/温度而变化
 - 可能会漏掉脉冲
 - 最好使用速度更快的比较器
 - 推荐至少使用 2 倍传播延迟作为绝对最小值，使用 10 倍以获得理想输出保真度



什么是最小脉冲宽度？

最小脉冲宽度：在比较器上产生高输出状态的最小脉冲大小（以秒为单位测量）

太窄的脉冲将不会被检测到，因为脉冲会在比较器切换其输出之前消失

**TEXAS
INSTRUMENTS**

TLV3604, TLV3605 800-ps High-Speed RRI Comparator with LVDS Outputs

1 Features

- Low propagation delay: 800 ps
- Low overdrive dispersion: 350 ps
- Quiescent current: 12.1 mA
- High toggle frequency: 1.5 GHz / 3.0 Gbps
- **Narrow pulse width detection capability: 600 ps**
- LVDS output
- Supply range: 2.4 V to 5.5 V
- Input common-mode range extends 200 mV beyond both rails
- Low input offset voltage: ± 5 mV

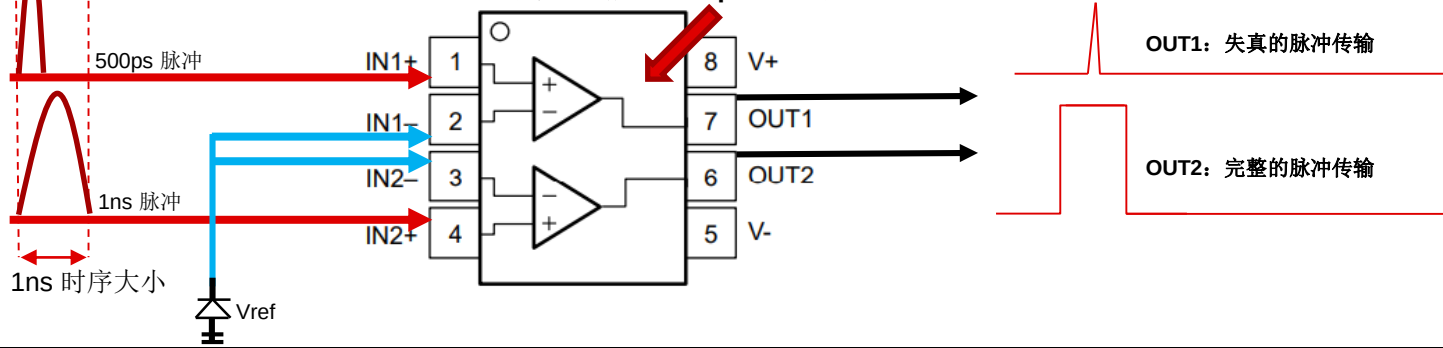
to detect narrow pulse widths of just 600 ps. This combination of low variation in propagation delay due to input overdrive and the ability to detect narrow pulses improve system performance and extend distance range in Time-of-Flight (ToF) applications.

The Low-Voltage-Differential-Signal (LVDS) output of the TLV3604 and TLV3605 also helps increase data throughput and optimizes power consumption. The complementary outputs reduce EMI by suppressing common mode noise on each output. The LVDS output is designed to drive and interface directly with downstream devices that accept a standard LVDS and CPUs.

PulseWidth	Minimum allowed input pulse width	$V_{O1overdrive} = V_{O2overdrive} = 50\text{mV}$ $PW_{OUT} = 90\%$ of PW_{IN}	600	ps
------------	-----------------------------------	---	-----	----

最小脉冲宽度：500ps 与 1ns 的脉冲行为对比

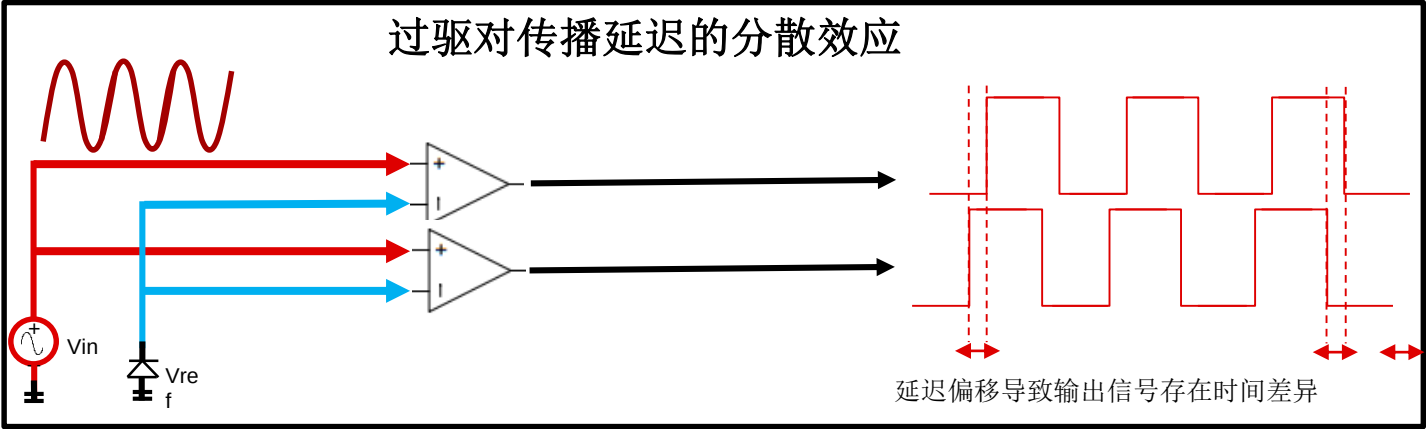
比较器能够检测到大于 600ps 的脉冲



什么是 t_{PD} 通道间延迟偏移（匹配）？

通道间延迟偏移（通常称为“匹配”）指的是在接收相同的输入信号时，两个或多个通道之间响应时间的差异

AC Characteristics				
t_{PD}	Propagation delay	$V_{OVERDRIVE} = V_{UNDERDRIVE} = 50mV$	2.5	3.5 ⁽¹⁾ ns
t_{PD}	Propagation delay	$V_{OVERDRIVE} = V_{UNDERDRIVE} = 50mV$ $T_A = -40^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$		4.5 ⁽¹⁾ ns
Δt_{PD} (TLV3602 only)	Channel-to-channel propagation delay skew ⁽²⁾	$V_{CM} = V_{CC}/2$, $V_{OVERDRIVE} = V_{UNDERDRIVE} = 50mV$, 50 MHz Squarewave	24	ps
$t_{CM_DISPERSION}$	Common dispersion	V_{CM} varied from V_{EE} to V_{CC}	80	ps
$t_{OD_DISPERSION}$	Overdrive dispersion	Overdrive varied from 10 mV to 125 mV	600	ps
$t_{UD_DISPERSION}$	Underdrive dispersion	Underdrive varied from 10mV to 125 mV	330	ps
t_R	Rise time	10% to 90%	0.75	ns
t_F	Fall time	90% to 10%	0.75	ns
t_{JITTER}	RMS Jitter	$V_{IN} = 100mV_{P-P}$, $f_{IN} = 100MHz$, Jitter BW = 10Hz – 50MHz	4	ps
f_{TOGGLE}	Input toggle frequency	$V_{IN} = 200$ mV _{PP} Sine Wave. When output high reaches 90% of $V_{CC} - V_{EE}$ or output low reaches 10% of $V_{CC} - V_{EE}$	325	MHz
PulseWidth	Minimum allowed input pulse width	$V_{OVERDRIVE} = V_{UNDERDRIVE} = 50mV$ $PW_{OUT} = 90\%$ of PW_{IN}	1.25	ns



比较器应用/用例

电源监控

比较器用例

欠压检测:

像 MCU 这样的器件需要知道电源何时达到额定工作电压，以确保正常运行。标准比较器较为常用，因为系统中已经有基准电压，否则可以使用带集成 REF 的比较器，以获得更高的精度和更低的功耗。

系统关注点:

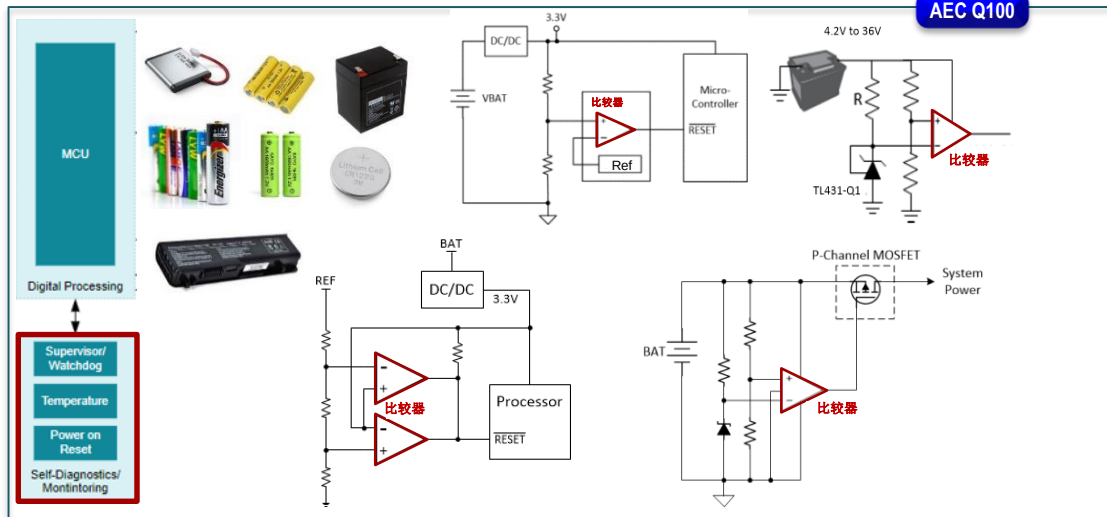
- 低失调电压 | 低功耗 | 低工作电压

过压检测:

高电压源被电阻器分压并与基准电压进行比较，以保护系统。通过禁用电源或将系统与电源断开来提供保护。如果由被监控的电源供电，比较器的最大工作电压必须大于最高电源电压。

系统关注点:

- 低失调电压 | 传播延迟 | 最大工作电压



标准比较器

Q100 LM2903B → 标准双路比较器:

优质低价

- Q100 TLV1805** → 40V 工作电压，带

Q100 推挽输出级，非常适合驱动

MOSFET 开关

精密比较器

Q100 TLV90XX → 100ns, 16uA

Q100 TLV301X/TLV40XX → 集成

1% 基准

Q100 TLV170X → 36V 工作电压，

55uA 静态电流，低失调电压

Q100 TLV70XX → 功率敏感型应用

优势:

- 集成基准可节省布板空间，并减少 BOM 数量
- 采用推挽输出，便无需上拉电阻，节省了功耗并减少开关或提醒系统欠压/过压情况的时间
- 反相/同相选项可以让设计更灵活

想了解更多信息？请查看以下链接:

- [采用比较器的过压保护电路](#)
- [具有迟滞功能的同相比较器电路](#)
- [具有迟滞功能的高侧反相比较器电路](#)
- [模拟工程师指导手册：运算放大器与比较器](#)

电流检测

比较器用例

电机的双向电流检测：

当分流电阻器与电机的相位导线串联时，电流检测要求是双向的。 电流检测放大器将其输出偏置在 $1/2 V_{S}$ ，并且窗口比较器会在电流超出预期范围时提醒系统。

系统关注点：

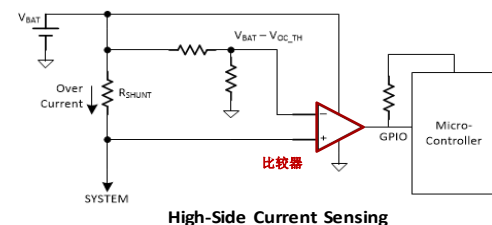
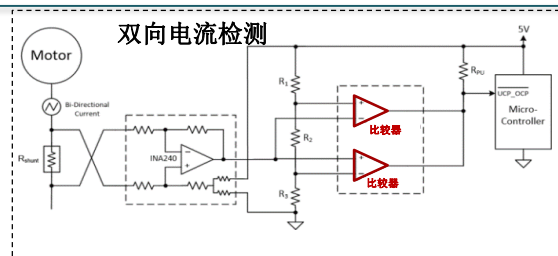
- 低失调电压 | 传播延迟 | 输出配置

高侧和低侧电流检测

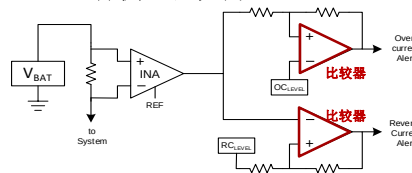
高侧和低侧电流检测的电流是单向流动的。可以直接通过比较器监控流经分流电阻器的电压，如需要更高精度，可以使用电流检测放大器进行监控。 在发生过流事件时，比较器会生成警报信号。

系统关注点：

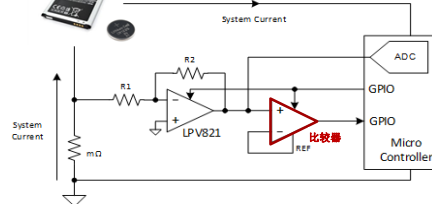
- 低失调电压 | 传播延迟 | 输入共模范围



低侧电流检测



低侧电流检测



高电压电流检测

高速电流检测

Q100

LM2903B → 标准双路比较器

Q100

TLV170x → 36V 工作电压，55uA IQ 和 RRI，非常适合低功耗应用的高侧电流检测

Q100

TLV1805 → 40V 工作电压，带推挽输出级，非常适合驱动 MOSFET 开关

Q100

TLV90XX → 16μA，100ns 延迟，非常适合双向电流检测中的低功耗应用

Q100

TLV320X → 40ns 延迟，40uA 电源电流，适用于高速过流警报

TLV360X → 800ps 传播延迟，350ps 过驱分散

TL331B/2903B → 2.5mV 失调电压，2V 至 36V 电源电压范围，1μs 传播延迟

Q100

优势：

- 低失调电压可提高电流检测的准确性
- 低传播延迟使比较器能够发送快速警报信号
- 简化设计并监控硬件

想了解更多信息？请查看以下链接：

- [采用窗口比较器的双向电流检测电路](#)
- [模拟工程师指导手册：运算放大器与比较器](#)
- [采用比较器的高侧电流检测电路](#)
- [精密过流锁存电路](#)
- [高侧快速响应过流检测电路](#)

信号恢复

比较器用例

接收器接口：噪声抑制和再放大

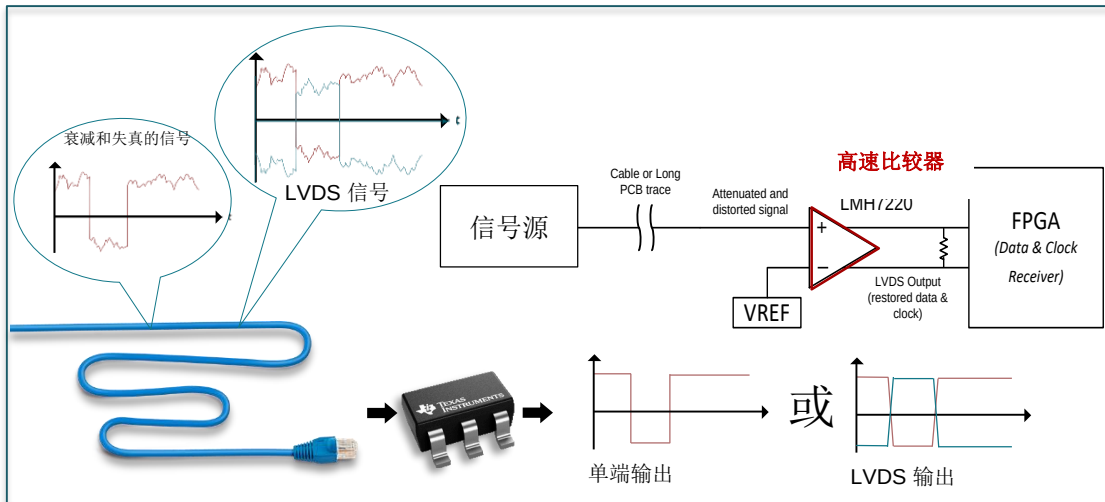
许多因素会导致信号劣化（衰减、失真等），导致 FPGA 等器件无法可靠地读取数据。可以使用比较器恢复时钟和/或数据信号的完整性，并将其转换为满量程输出。

比较器需要

- 消除共模噪声
- 有时需要将差分信号转换为单端信号并驱动下一级

系统关注点：

- 切换频率 | 分散 | 可调节迟滞。



LVDS 比较器

TLV3801 →

- 225ps 传播延迟
- 5ps 过驱分散
- 3GHz 切换频率
- 1.5mV 迟滞

TLV3604/5 →

- 2.5/3.3/5V 电源
- 1.5GHz 数据频率，带 LVDS 输出
- 片上可调节迟滞
- 5V 输入信号范围

高速比较器

TLV3603 →

- 2.5/3.3/5V 电源
- 325MHz 数据频率，带推挽输出；
- 片上可调节迟滞
- 5V 输入信号范围

TLV3601 →

- 2.5/3.3/5V 电源
- 325MHz 数据频率，带推挽输出；
- 固定迟滞
- 5V 输入信号范围

优势：

- 可调节迟滞支持更多阈值控制，并通过消除外部反馈环节省了布板空间
- 小尺寸使其非常适合空间受限的设计
- 快速切换频率和低分散可保持信号完整性

想了解更多信息？请查看以下链接：

- [模拟工程师指导手册：运算放大器与比较器](#)
- [信号和时钟恢复比较器电路](#)
- [采用高速比较器的 LVDS 数据和时钟恢复电路](#)

温度检测

AEC Q100

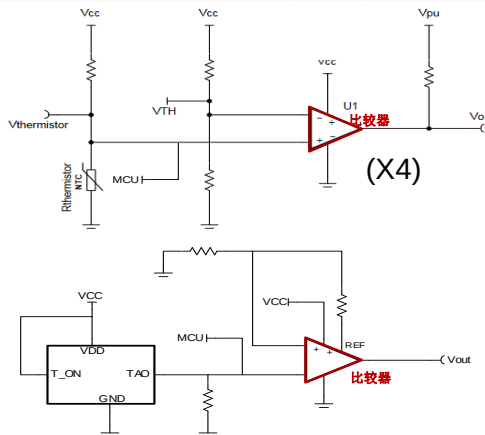
比较器用例

在系统达到临界温度时检测：

过温检测可在操作期间保护系统免受过高温度的影响；请注意，使用集成基准比较器解决方案时不需要固定基准。

系统关注点：

- 低静态电流
- 低输入失调电压
- 集成迟滞
- 轨至轨输入
- 用于测量多个温度的多通道选项
- 已知启动条件



标准

- Q100 TLV703X/4X → 纳瓦级功耗，非常适合在高侧电流检测中需要低功耗的应用，0.8mm × 0.8mm
- Q100 TL331B/TL391B → 工作电压高达 36V，低输入失调电压

专用

- Q100 TLV3011/TLV3012 → 上电复位电路，外部可用精密 1.2V 基准，±1% 精度
- TLV4031R1 → 上电复位电路，精密 1.2V 基准，±1% 精度，0.73mm × 0.73mm 封装尺寸

优势：

- 当与微控制器并联放置时提供模拟备用保护
- 迟滞和低 V_{OS} 确保不会存在因温度缓慢变化而导致的错误输出转换
- 轨到轨输入允许在更宽的范围内监控温度
- 存在 POR 电路时，输出在启动期间处于已知状态

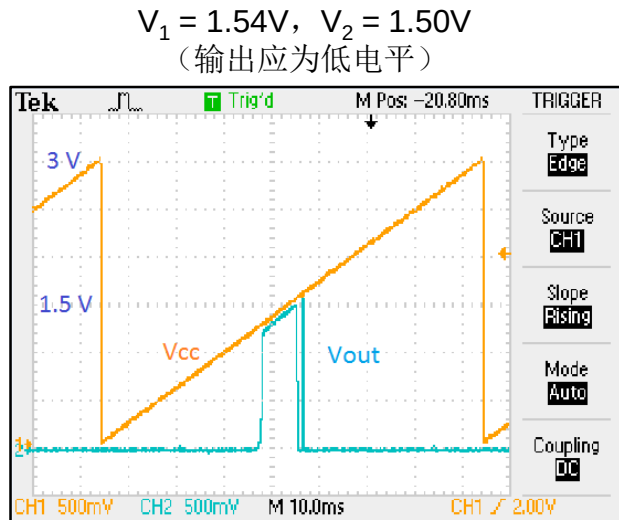
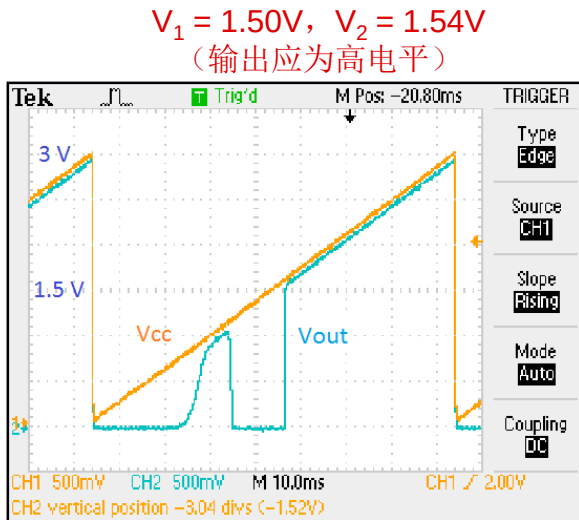
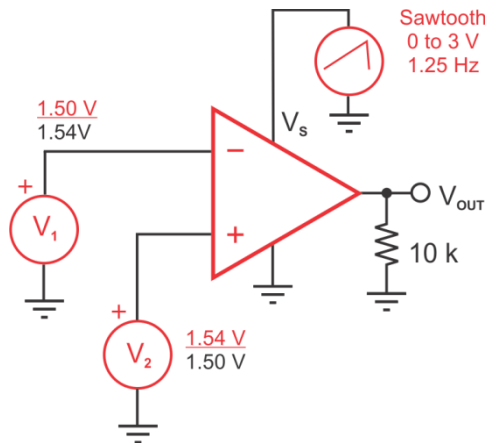
想了解更多信息？请查看以下链接：

- [带比较器的温度开关](#)
- [模拟工程师指导手册：运算放大器与比较器](#)

比较器特殊特性

- 已知启动条件（上电复位电路）
- 失效防护输入
- 集成基准
- 具有集成基准的 65V 比较器
- 反向电池保护
- 超轨运行 – 瞬态电压保护高达 40V
- 带接地基准输出的双电源输入运行
- 迟滞引脚
- 自锁比较器

启动输出状态不确定



7.3 Recommended Operating Conditions

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

	MIN	MAX	UNIT
Supply voltage	1.8	5.5	V
T_A Specified temperature	-40	125	°C

比较器输出在上电时翻转状态。
这是比较器的常见行为。

已知启动条件

上电复位 (POR)

功能亮点

问题：启动不确定性在启动时产生错误状态

在图A中，输出应为逻辑“高电平”，但在启动时，输出在高低电平之间切换，然后稳定在逻辑“高电平”。在图B中，输出应为逻辑“低电平”，但输出在稳定在逻辑“低电平”之前短暂转换为逻辑“高电平”。这种高低电平状态之间的转换可能会导致电路过早激活

解决方案：集成上电复位 (POR) 电路

集成 POR 电路在启动期间将比较器输出强制到已知状态，直到电源达到最小电源电压值。

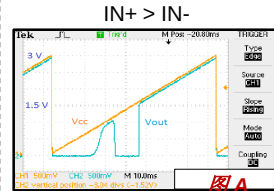
特性事实：

- 大多数新款 TI 比较器设计中都将采用集成 POR 电路

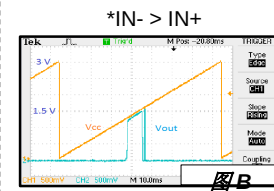
带 POR 的比较器

		I_Q	V_{OS}	t_{PD}	电源电压范围
Q100	TLV3601/2/3	6mA	5mV	2.5ns	2.4V 至 5.5V
Q100	TLV181X/2X	7μA		400ns	2.4V 至 40V
Q100	TLV1805	135μA	500μV	250ns	3.3V 至 40V
Q100	LM393LV/LM339LV	25μA	0.4mV	600ns	1.65V 至 5.5V
Q100	TLV90X2/4	16μA	0.3mV	100ns	1.65V 至 5.5V
	TLV701X/2X	5μA	8mV	260ns	1.6V 至 6.5V
Q100	TLV703X/4X	315nA	8mV	3μS	1.6V 至 6.5V
	TLV40X1	2μA	-	360ns	1.6V 至 5.5V
Q100	TLV185X/6X	560nA		30μs	1.8V 至 40V

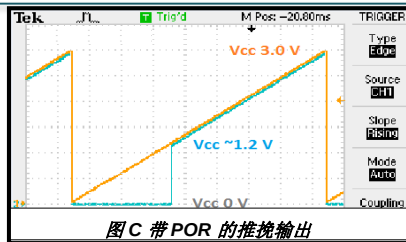
不带 POR



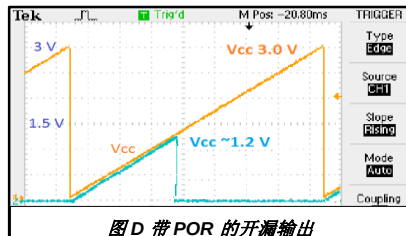
图A



图B



图C 带 POR 的推挽输出



图D 带 POR 的开漏输出

对于推挽比较器，输出保持低电平，直到达到最低工作电压

*IN+ > IN-

对于开漏比较器，输出跟随电源变化，直到达到最低工作电压

*IN- > IN+

优势：

- 允许比较器一致地保持在已知状态（POR 状态或反映输入）
- 通过防止状态意外变化来更大幅度地减少欠压情况的影响
- 避免错误输出条件

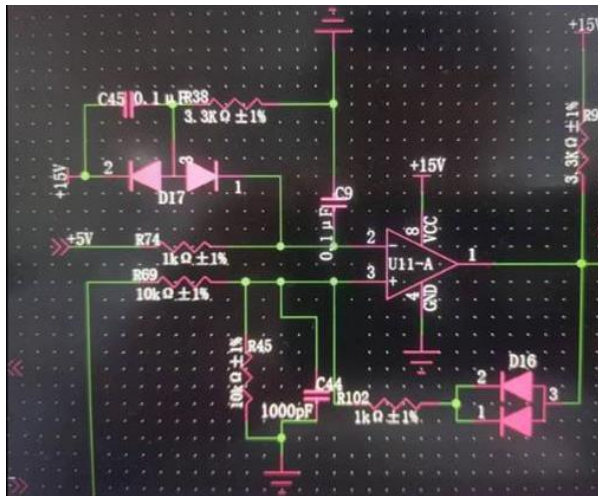
想了解更多信息？请查看以下链接：

- [如何通过 POR 解决比较器的启动不确定性](#)
- [\[常见问题解答\] 上电复位比较器如何简化设计](#)

需要已知启动的示例

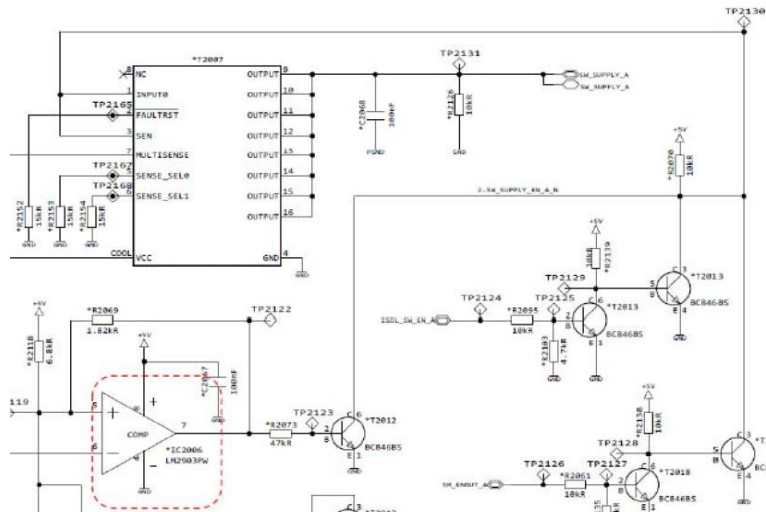
锁存输出电路

- 锁存“高电平”，因此需要启动时为逻辑“低电平”
- 保持锁存状态直到电源循环



反馈环路

- 需要启动时为低电平，否则系统不会启用



集成失效防护输入

功能亮点

问题：输入引脚依赖电源

设计依赖电源的输入引脚可能会以下两种情况下导致系统损坏：第一，电源下降速度比输入电源快；第二，在启动期间输入电源上升速度比输出电源快。

解决方案：使输入引脚与电源独立开来

通过赋予输入引脚独立于电源的绝对最大额定值，用户可以在设计时更加灵活，而无需担心输入引脚损坏。

系统关注点：

- 在没有电源的情况下存在高输入阻抗
- 输入信号可以远远超出比较器的电源电压，如“绝对最大值”表所示

	I_Q	t_{PD}	电源电压范围
Q100 LM393LV/LM339LV	25 μ A	600ns	1.65V 至 5.5V
Q100 TLV902x/3x	16 μ A	100ns	1.65V 至 5.5V
TLV701X/2X	5 μ A	260ns	1.6V 至 6.5V
Q100 TLV703X/4X	315nA	3 μ S	1.6V 至 6.5V
Q100 TLV185X/6X	560nA	30us	1.8V 至 40V

想了解更多信息？请查看以下链接：

- [\[常见问题解答\] 如何在为比较器的电源供电之前应用输入？](#)

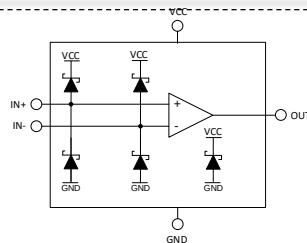
不带失效防护输入

Absolute Maximum Ratings

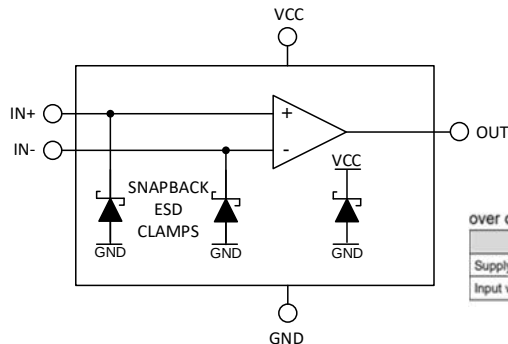
over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)⁽¹⁾

		MIN	MAX	UNIT
Voltage	Supply voltage		7	V
	Signal input pins ⁽²⁾	-0.5	(V _{CC}) + 0.5	

*输入受 VCC 限制



带失效防护输入

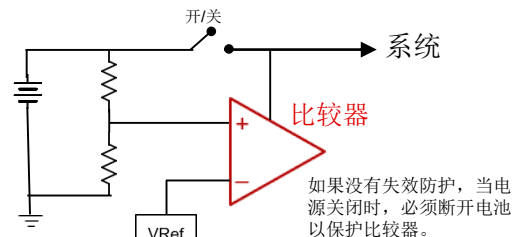


Absolute Maximum Ratings

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)⁽¹⁾

	MIN	MAX	UNIT
Supply voltage: $V_S = (V^+) - (V^-)$	-0.3	40	V
Input voltage (I _{IN}) from (V-) ⁽²⁾	-0.3	40	V

*输入不受 VCC 影响



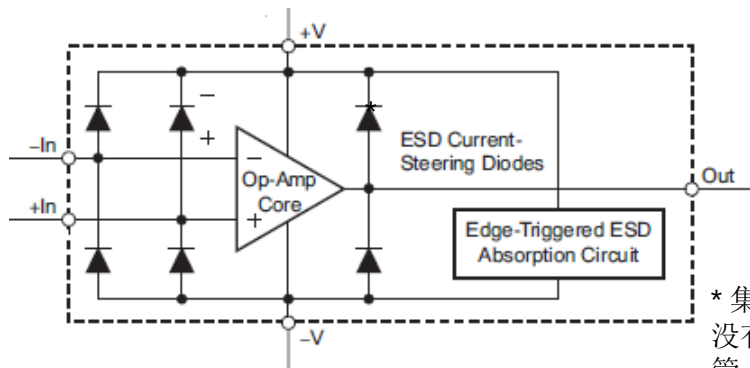
如果没有失效防护，当电源关闭时，必须断开电池以保护比较器。

优势：

- 不需要在断电时将监控信号从比较器输入断开
- 无需担心电源时序控制问题

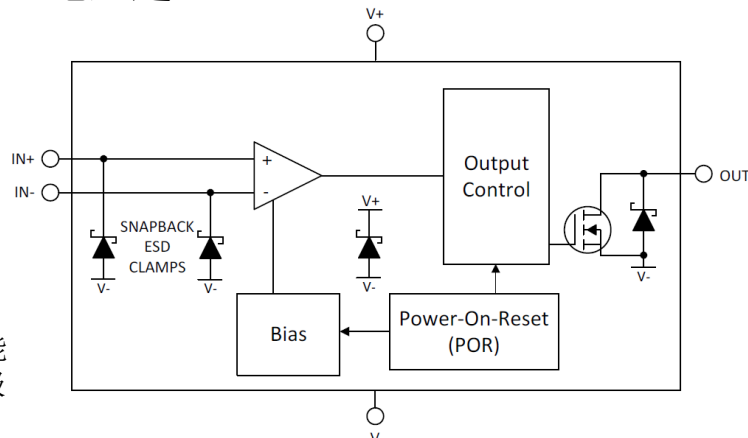
输入电压超过 VCC

- 常见问题：“如果我预期输入电压超过电源电压怎么办？”
- 大多数低电压和 CMOS 器件都有常规 ESD 钳位二极管连接到电源
- 当输入电压超过电源电压 500mV 以上时，二极管将过电压钳位到电源电压
- ESD 二极管并非设计用于连续功率耗散
- “失效防护”输入采用回击式 ESD 保护，允许输入电压超过 V+



传统 ESD 保护

* 集电极开路输出可能没有上面的 ESD 二极管



带回击式 ESD 保护的“失效防护”

集成基准

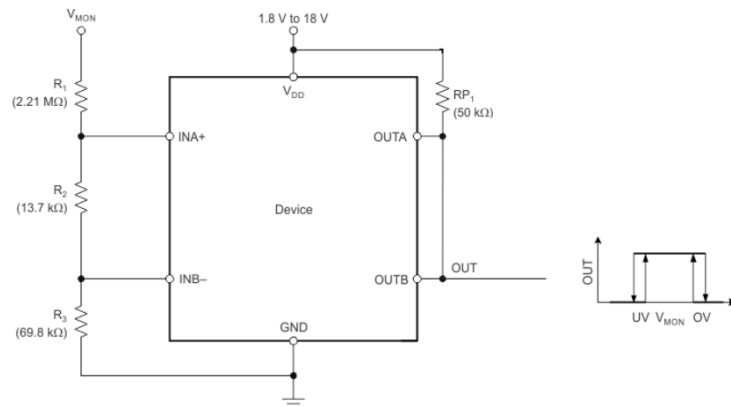
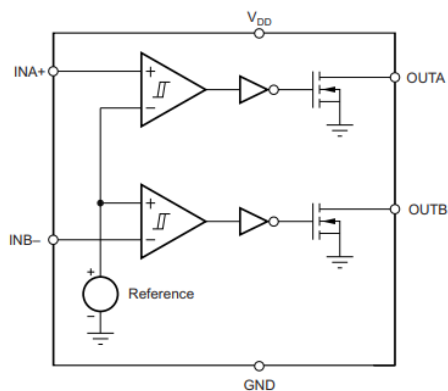
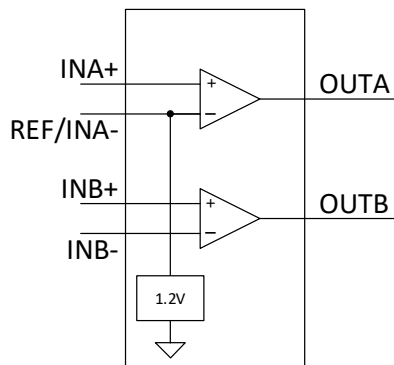
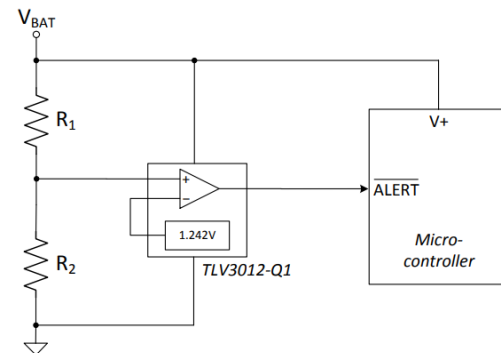
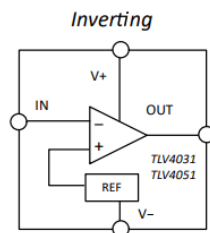
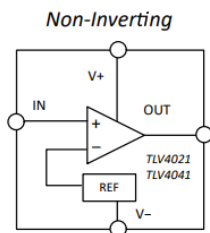
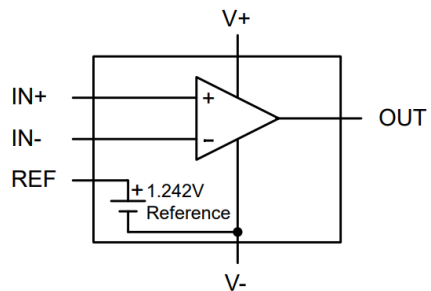


Figure 8-1. Window Comparator Block Diagram

TLV192x: 65V 比较器

开发中

带集成基准的单通道和双通道

AEC Q100 (已规划)

特性



规格:

- 传输延迟: **1 μ s**
- 输入失调电压: **3mV** (25°C 时最大值)
- 输出类型: 开漏 (最大 5.5V)

关键性能:

- 电源电压范围: **4.5V 至 65V**
- 输入电压范围: **最高 65V**
- 静态电流: **20 μ A**

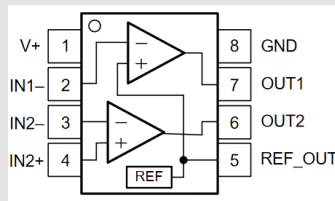
附加特性:

- 65V 失效防护输入**
- 外部可用内部基准: **2.5V, 1.75%**
- 封装选项: 双通道: WSON-8、SOIC-8
单通道: WSON-8

应用/示例



- PELV/SELV 电压监控
- 功率损耗双通道 UV 检测
- 直流/直流转换保护
- 24V 工业背板电压监控



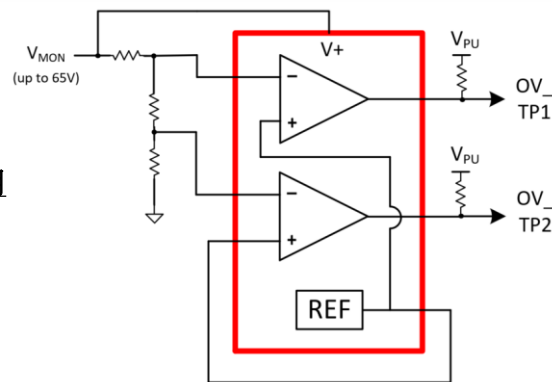
优势



- 宽电源电压范围和低静态电流为 **PELV/SELV** 电源电压提供低功耗性能
- 65V** 输入消除了对分压网络中高压短路或开路的担忧
- 外部可用的基准支持健康检查, 并可提供设计灵活性

常见功能

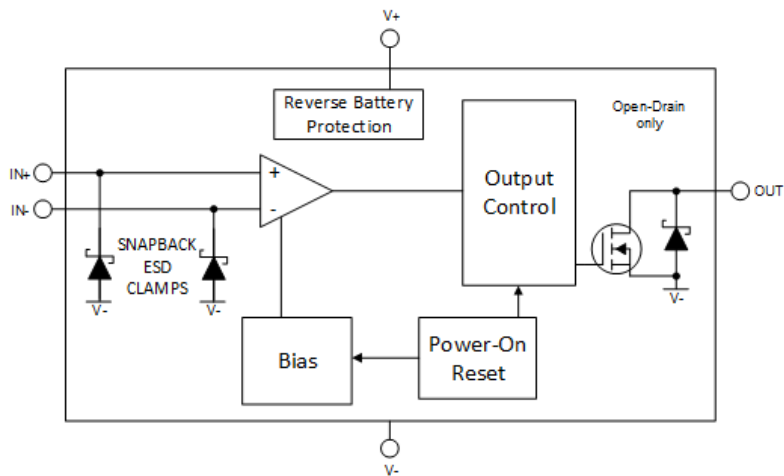
双通道过压应用



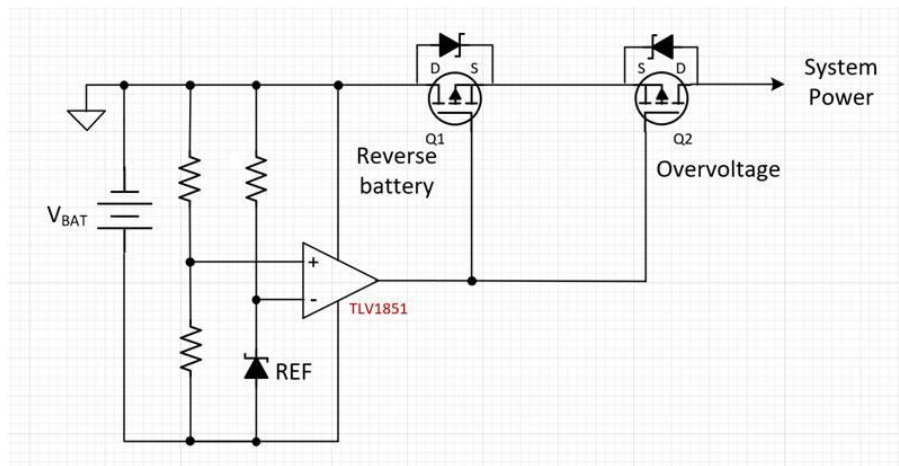
TEXAS INSTRUMENTS

TLV185x/6x 反向电池保护特性

TLV185x/6x 器件具有内部反向电池保护功能，可防止电源引脚上的电池安装不当时损坏比较器。此保护特性可在高达 40V 的电压下工作。



TLV185x/6x 内部方框图

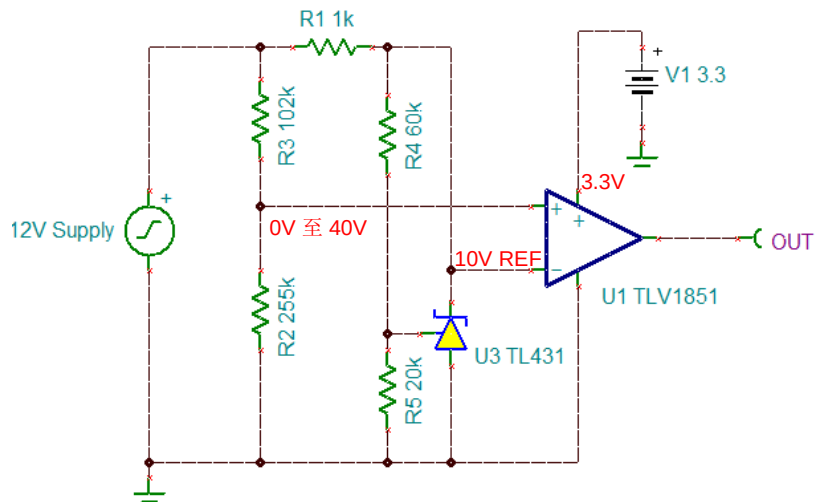


反向电池和过压保护方案

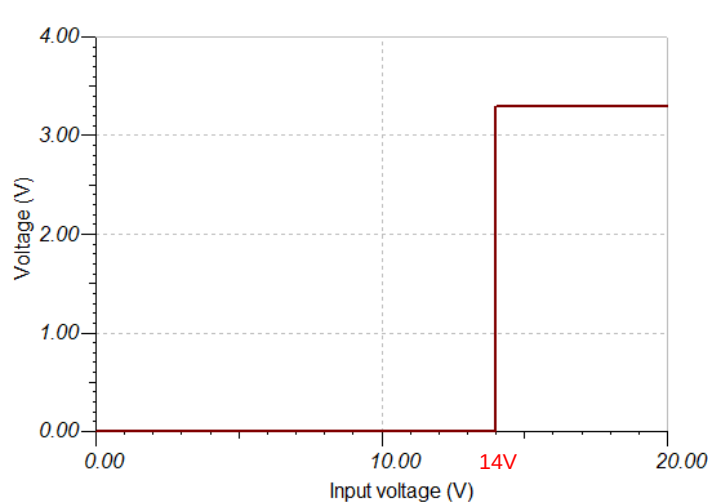
- 此特性可用于在反向电池和过压条件下防止对整个系统造成损害

TLV185x/6x 超轨输入

TLV185x/6x 器件具有独特的输入级，允许输入共模范围从 0V 扩展到 40V，不受电源电压的影响。低电源电压下的运行不会限制可比较的输入电压范围。



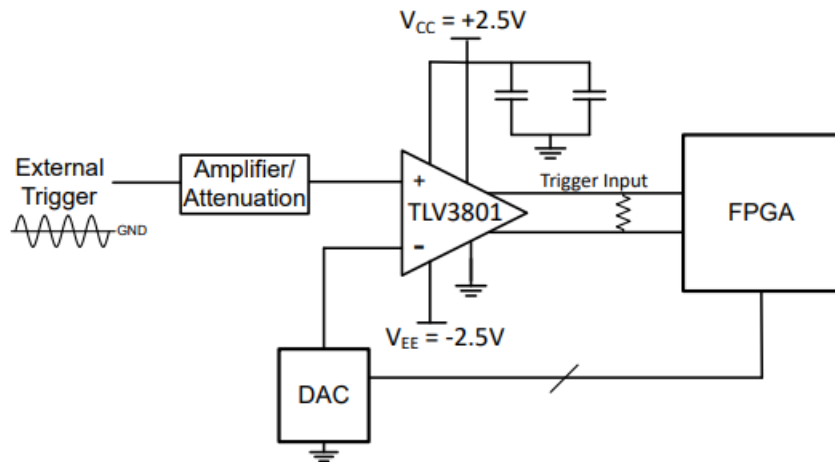
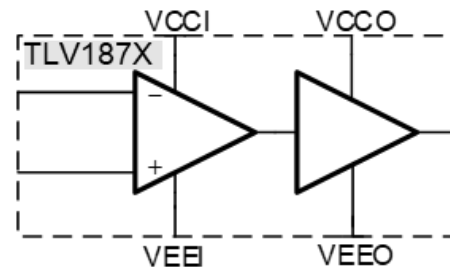
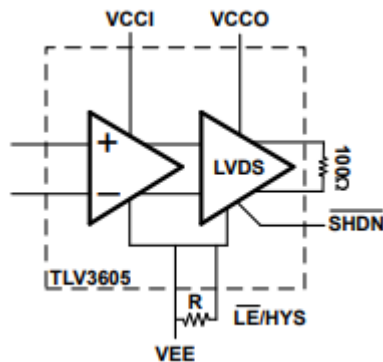
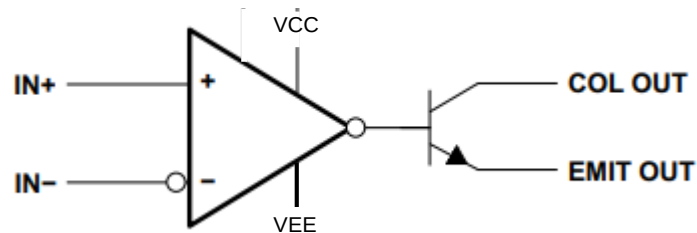
使用超轨的过电压保护方案



- “超轨”允许比较器在低电源电压下监控输入的高电压（例如，在 3.3V 电源电压下监控 12V 电池的过压情况）

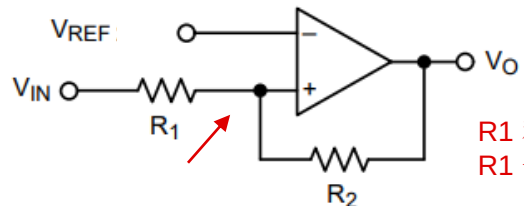
双电源输入运行

(输出仍以 **GND** 为基准)

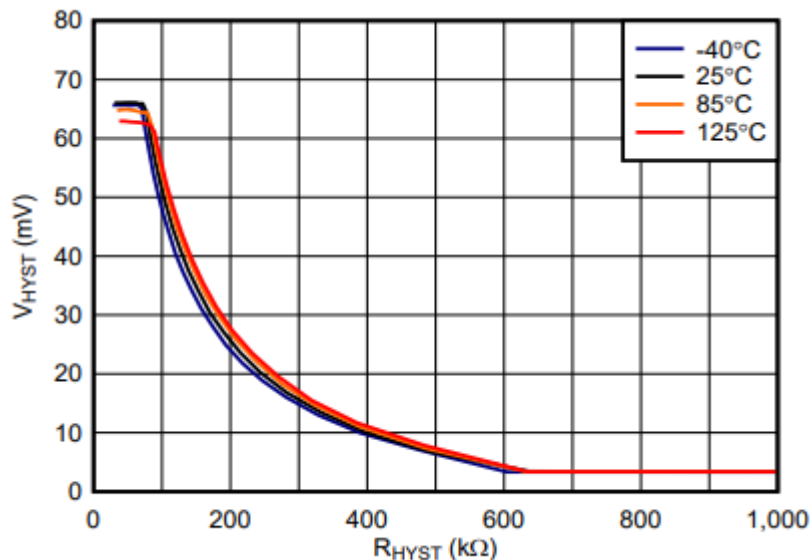
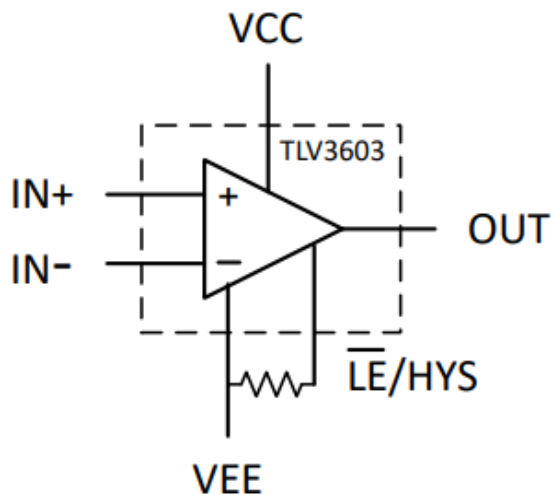


迟滞引脚

(无需外部反馈 (R_2) 和输入电阻器(R_1))



R_1 和 R_2 在寄生电容下产生阻抗不匹配和滤波;
 R_1 也作为 V_{IN} 的负载



TLV903xL

开发中

5.5V 单通道/双通道高速比较器系列

AEC Q100 (已规划)

特性



规格:

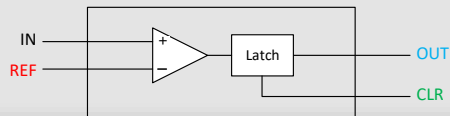
- 传播延迟 **100ns**
- 输入失调电压: 2mV (25°C 时最大值)
- I_O/CH : 20uA
- 电源电压范围: 1.65V 至 5.5V

关键性能:

- 自锁**
- CLR 逻辑电平 **1.8V**
- CLR 至输出延迟 40ns
- 输出短路电流 100mA

附加特性:

- R2R 输入
- 已知启动条件
- 封装选项:



单通道: SC706
WS0N6
双通道: VSSOP10
X2QFN10

应用/示例



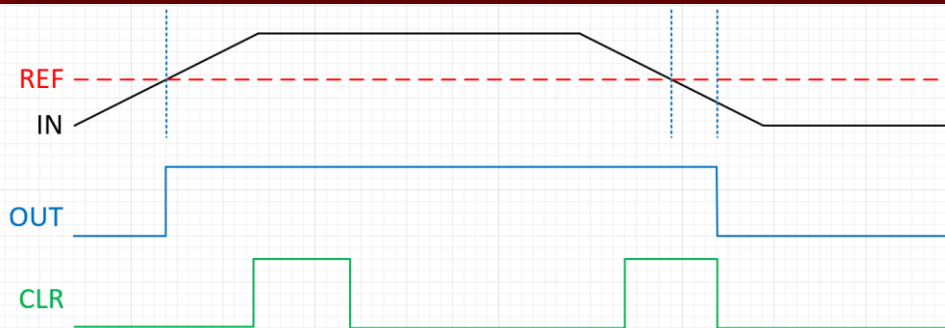
- 过流检测
- 反向电流检测
- 欠压检测
- 混合动力汽车/电动汽车
- 电网基础设施
- 电力输送

优势



- 集成自锁减少了元件组件数量, 简化了设计
- 低传播延迟允许快速响应超过电压阈值的信号
- 推挽输出类型允许低电平到高电平的锁存转换, 无需上拉电阻
- 低功耗非常适合持续监控应用, 而低失调电压使灵敏电压检测更准确

推挽功能



TEXAS INSTRUMENTS

高电流输出比较器

5.5V 单通道高电流输出比较器

- **传播延迟** **10us**
- 输入失调电压: 4mV (25°C 时最大值)
- 导通电阻目标值 100mΩ
- 电源电压至输出引脚 5V

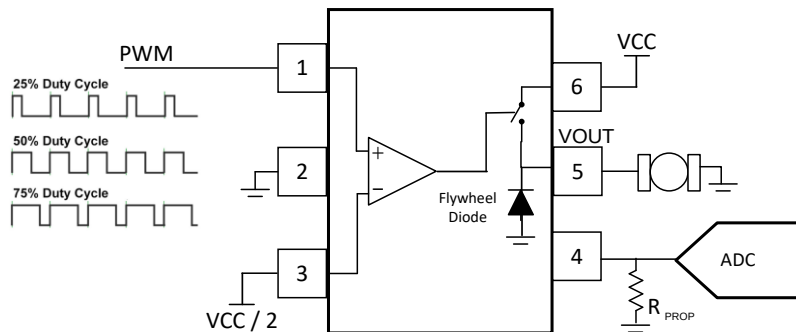
- 电源电压范围: 5V
- 100% 占空比电流 1000mA
- 瞬时峰值电流 3.5A (5ms)

- 集成电流镜，5% 精度
- 集成飞轮二极管
- R2R 输入
- 自动关断 $<1\mu\text{A}$

- 低侧继电器驱动
- 具有 PWM 功能的 LED 驱动
- 阀, 螺线管
- 直流电机
- 执行器
- 定位器
- 加热器, 灯
- 螺线管

- 高直流输出电流意味着比较器输出可以用于各种驱动应用
- 低 R_{dson} 可尽量降低高电流应用中的功率耗散
- 快速响应时间可确保在发生意外时快速关断系统
- 集成飞轮二极管节省了元件空间和成本
- 集成电流镜与外部电阻结合使用，可让系统轻松监控过流情况

常见功能



比较器网页门户 – ti.com/comparators

Browse by category

Select by parametric specification

High-speed comparators ($t_{PD} < 100$ ns)

Our lightning-fast comparators provide a performance advantage with optimized power and response times as low as 210 ps

 5 to 100-ns propagation delay

 <5-ns propagation delay

Small-size comparators

High-performance comparators in packages as small as 0.7mm x 0.7mm

 Find your device

Low-power comparators ($I_Q/ch < 10$ μ A)

Power-efficient comparators with quiescent current as low as 75 nA for extending battery life

 1 to 10- μ A I_Q

 <1- μ A I_Q

Automotive comparators

AEC-Q100 Grade 0 and Grade 1 qualified comparators with robust 2-kV ESD

 Find your device

High-voltage comparators ($V_{CC} > 12$ V)

Robust, high-voltage and fast-response-time comparators from 0.9 V to 40 V

 12 to 30-V supply voltage

 >30-V supply voltage

Standard comparators

Standard comparators from the industry's largest and highest-quality comparator portfolio

 Find your device

比较器网页门户 – ti.com/comparators

点击“产品”选项卡，可查看参数表

快速搜索

可选择的筛选条件，用于更详细的搜索

点击箭头，可展开筛选条件选项

点击“工具和软件”选项卡，可查看 Selguide、交叉参考和 TINA

点击“技术文档”选项卡，可查看应用手册和选型指南

点击标头，可切换排序

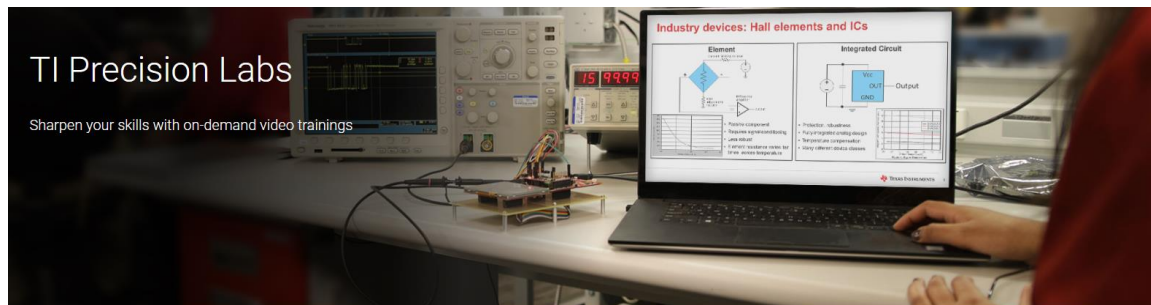
The screenshot shows the Texas Instruments website's Comparators section. The browser address bar displays 'http://www.ti.com/amplifier-circuit/comparators/products.html#'. The navigation bar includes 'Products', 'Applications & designs', 'Tools & software', 'Support & training', 'Order Now', and 'About TI'. The main content area is titled 'Comparators - Products' and features a 'Quick search' section with filters for Number of Channels, Output Type, Propagation Delay Time, and Special Features. Below the search section is a table of 177 total parts, with columns for Part Number, Number of Channels, Output Type, Vs (Min), Vs (Max), Propagation Delay Time, Vos (Offset Voltage @ 25C), Iq per channel, Input Bias Current, Rail-to-Rail, Special Features, Rating, Operating Temperature, Package Group, Package Size, Approx. Price, and VICR. The table lists various comparators such as TLV7011, TLV3201-Q1, TLV3202-Q1, TLV1704-Q1, TLV1702-Q1, LMV7275-Q1, TPS3701, TLV1701, and TLV1704. Annotations with red arrows point to the 'Products' tab, the 'Quick search' section, the 'Number of Channels' filter, the 'Output Type' filter, the 'Operating Temperature' column header, and the 'Tools & software' tab.

Part Number	Number of Channels	Output Type	Vs (Min)	Vs (Max)	Propagation Delay Time	Vos (Offset Voltage @ 25C)	Iq per channel	Input Bias Current	Rail-to-Rail	Special Features	Rating	Operating Temperature	Package Group	Package Size	Approx. Price	VICR
TLV7011 - TLV70x1 Low-Voltage Comparators - New	1	Push-Pull	1.6	5.5	0.35	8	0.01	0.005	In	Hysteresis	Catalog	-40 to 125	SC70	4 mm: 2.1 x 2 (SC70)	0.25 / 1ku	5.6
TLV3201-Q1 - 40ns, micro-Power, Rail-to-Rail Input, Single-Channel Comparator with Push-Pull Outputs - New	1	Push-Pull	2.7	5.5	0.047	5	0.05	0.05	In	Hysteresis	Automotive	-40 to 125	SC70	4 mm: 2.1 x 2 (SC70)	0.47 / 1ku	5.7
TLV3202-Q1 - Dual, 40ns, micro-Power, Rail-to-Rail Input Comparator with Push-Pull outputs - New	2	Push-Pull	2.7	5.5	0.047	5	0.05	0.05	In	Hysteresis	Automotive	-40 to 125	VSSOP	15 mm: 4.9 x 3 (VSSOP)	0.59 / 1ku	5.7
TLV1704-Q1 - Automotive Quad, 2.2-V to 36-V, microPower Comparator	4	Open Collector	2.2	36	0.56	2.5	0.075	15	In	N/A	Automotive	-40 to 125	TSSOP	32 mm: 6.4 x 5 (TSSOP)	1.15 / 1ku	36
TLV1702-Q1 - Automotive Dual, 2.2-V to 36-V, microPower Comparator	2	Open Collector	2.2	36	0.56	2.5	0.075	15	In	N/A	Automotive	-40 to 125	VSSOP	15 mm: 4.9 x 3 (VSSOP)	0.72 / 1ku	36
LMV7275-Q1 - Automotive, Single 1.8V Low Power Comparators with Rail-to-Rail Input	1	Open Collector	1.8	5.5	1.8	4	0.014	100	In	N/A	Automotive	-40 to 85	SC70	4 mm: 2.1 x 2 (SC70)	0.48 / 1ku	5.6
TPS3701 - 36-V Window Comparator with Internal Ref for Over- and Undervoltage Detection										Over Voltage Sense, Window Comparator	Catalog		SOT-23-THIN	8 mm: 2.8 x 2.9 (SOT-23-THIN)	0.89 / 1ku	
TLV1701 - 2.2-V to 36-V, microPower Comparator	1	Open Collector	2.2	36	0.56	2.5	0.075	15	In	N/A	Catalog	-40 to 125	SC70, SOT-23, SOT-563	4 mm: 2.1 x 2 (SC70), 8 mm: 2.8 x 2.9 (SOT-23), 3 mm: 1.6 x 1.6 (SOT-563)	0.38 / 1ku	36
TLV1704 - Quad, 2.2-V to 36-V, microPower	4	Open Collector	2.2	36	0.56	2.5	0.075	15	In	N/A	Catalog	-40 to 125	TSSOP	32 mm: 6.4 x 5 (TSSOP)	0.97 / 1ku	36

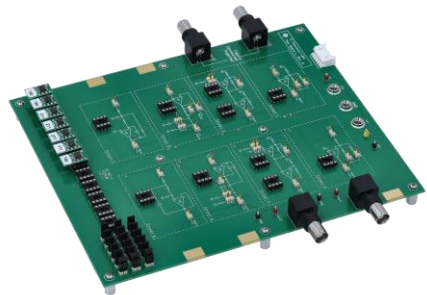
如需查找关于比较器的更多技术资源以及搜索产品，
请访问 **ti.com/comparators**。

了解详情

访问 [TI.com/PrecisionLabs](https://www.ti.com/PrecisionLabs)



- 探索其他 TI 产品类别的培训视频
- 观看有关运算放大器的 **60** 多个视频
- 下载仿真文件
- 使用 TI-PLABS-AMP-EVM 进行动手实验





© Copyright 2025 Texas Instruments Incorporated. 保留所有权利.

该材料严格“按原样”提供, 仅供参考, 不提供任何保证.
该材料的使用受 TI 使用条款 **的限制**, 您可在 TI.com.cn 查看该条款

重要通知和免责声明

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。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
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司