

Application Brief

使用比较器进行电压监控



Folasade Adekanle

为什么监控电压很重要

无论是简单还是复杂的设计，任何系统都必须具备监控电压的能力。在模拟领域，电压是我们系统的解码器。我们从监控电压中获得的信息可用于保护我们的系统和排除故障。实现电压监控的方法多种多样，但具有成本效益的方法是使用比较器。

比较器简介

有关比较器的简要介绍，请参阅[比较器概述](#)。简而言之，比较器是一种将输入电压与基准电压进行比较并根据输入电平设置输出电压的器件，如图 1 所示。

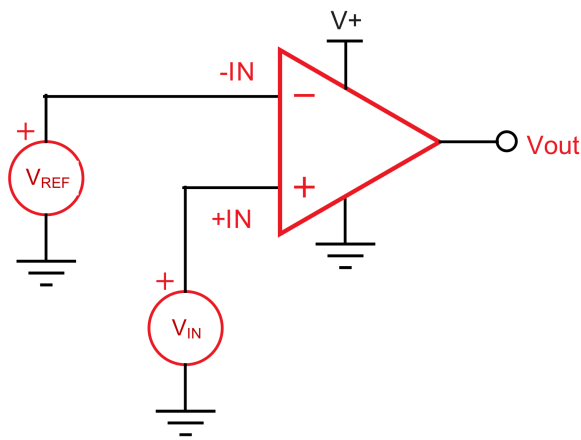


图 1. 同相比较器配置

对于同相配置，如果输入电压大于基准电压，则比较器输出为高电平或逻辑 1。当输入电压小于基准电压时，比较器输出为低电平或逻辑 0。表 1 展示了反相配置中输出的反向情况。比较器很简单，因此常用于集成式解决方案（例如电压监控器和复位 IC）的构建块。因此，也可在标准比较器设计中找到集成式解决方案的许多基本功能，如多通道监控和内置迟滞。比较器和监控器中提供的功能示例如表 2 所示。

表 1. 比较器输出电平

输入	输出	
	同相	反相
$V_{IN} \Rightarrow V_{REF}$	高 (1)	低 (0)
$V_{IN} < V_{REF}$	低 (0)	高 (1)
$V_{IN} = V_{REF}$	未定义 (由 V_{os} 决定)	未定义 (由 V_{os} 决定)

比较器与电压监控器

哪些因素决定了是比较器还是电压监控器更适合电压监控？如果有一个时序元件要求在触发器件前延迟输出，那么电压监控器是实现此功能的简单方法。尽管可以通过比较器实现 RC 时序延迟，但集成这些元件所带来的便利性使电压监控器成为更具吸引力的选择。

对于其他电压监控应用，比较器可提高设计的灵活性。电压监控器会强制设计人员使用已存在基准配置的设置。这意味着，如果系统需要 1.8V 基准，但正在使用的监控器具有固定的 1.2V 基准，则必须在 BOM 中添加另一个具有 1.8V 内部基准的监控器。系统开始需要更改的设置越多，BOM 数量增加的越多。使用标准比较器，可以将基准电压调整到所需的任何电压。这样就使 BOM 易于管理，因为同一个器件可用于多个用例和实例，并且重新验证新器件所花费的时间更少，从而加快了设计迭代速度。

表 2. 比较器与电压监控器功能

特性	电压监控器	比较器
配置		
单通道监控	是	是
多通道监控	是	是
窗口电压监控	是	是
输出拓扑		
漏极开路/集电极开路	是	是
推挽	是	是
LVDS	-	是
标准小型封装	是	是
基准选项		
外部基准	-	是
可调集成基准	是	是
固定集成基准	是	是
内置特性		
能够复位或关闭其他器件	是	是
可编程复位延迟	是	-
内置迟滞	是	是
可调迟滞	是	是
已知启动	是	是
失效防护	是	是

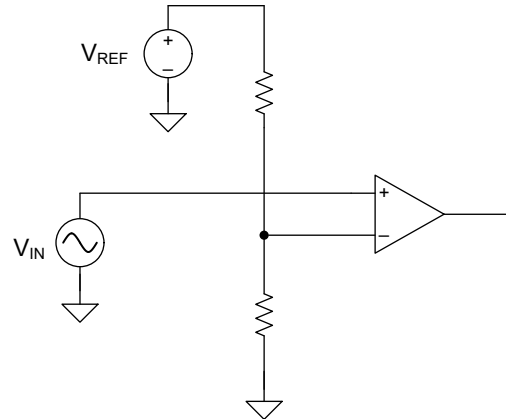
适用于电压监控应用的比较器分级

从标准 SOT-23 到无引线纳米封装，比较器有多种不同的规格和尺寸。对于高速应用，请使用传播延迟较小的比较器。对于功耗敏感型设计，请考虑使用具有低静态电流的比较器，例如 [TLV70xx](#) 系列器件。支持 36V 电压的 [商业级双路标准比较器 \(LM393B\)](#) / [工业级双路标准比较器 \(LM2903B\)](#) 和支持 40V 电压的 [TLV18xx](#) 器件用于高电压电池监控应用。同样，具有 1 μ s 延迟的 [5.5V 低压标准四通道比较器 \(LM339LV\)](#) / [1.65V 至 5.5V 低压双路商用比较器 \(LM393LV\)](#) 和 [TLV90xx](#) 器件非常适合满足 $\leq 5V$ 的电压需求。对于需要更高精度的空间受限型系统，请使用具有集成基准的比较器。[比较器产品选型页面](#)上对这些特性进行了筛选，以帮助您的设计需求的器件。

使用带有外部基准的比较器进行电压监控

使用比较器来监控电压和电源轨的主要优势是可以自行指示跳闸点。通过外部基准器件（例如 [可调节精密并联稳压器 \(TL431\)](#) 或由两个串联电阻组成的分压器）来设置跳闸点。在图 2 所示的反相配置中，电阻器 R1 和 R2 用于设置比较器的电压基准。通过控制 R1 和 R2

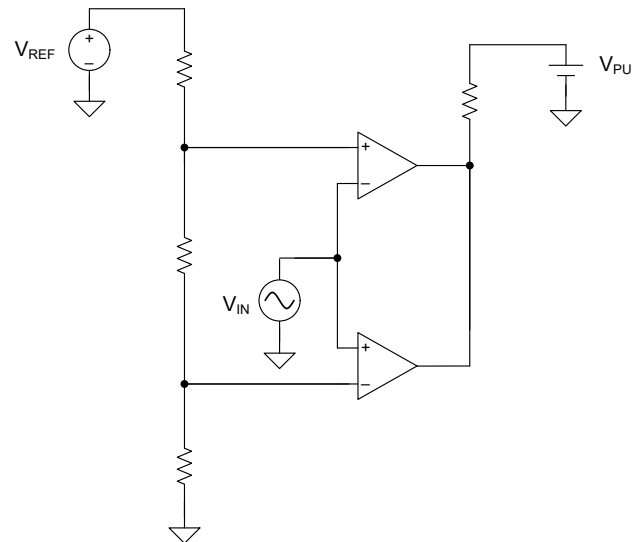
的幅度，您可以根据所需的跳闸点自定义比较器阈值。根据信号的电压，可使用额外的电阻器对输入电压信号进行分压。


图 2. 使用电阻器创建外部基准

电阻器成本相对较低且易于采购，因此比较器可重新用于不同的电压监控需求，例如过压、欠压及反向电压监控和保护。请参阅[采用比较器的过压保护电路](#)、[采用比较器的欠压保护电路](#)和[在反向电流应用中使用比较器](#)，以了解其他比较器电压监控应用。

创建窗口比较器

要确定电压信号是否介于两个基准电压之间，请将两个开漏比较器并联，如图 3 所示。请注意，该配置仍利用外部电阻器来设置比较器的上限和下限，并且可以使用两个单通道比较器或一个双通道比较器来实现。有关如何使用比较器制成窗口电压检测器的更多详细说明，请查看[窗口比较器电路](#)文档。


图 3. 窗口比较器配置

使用比较器创建多级电压检测电路

在图 4 中所示的早期警告检测配置中，通过将三个串联电阻与两个比较器并联来监控多个跳闸点处的电压。当输入电压超过比较器一和二的设定阈值时，比较器的输出用于在发生强制关断之前首先打开警告灯或警报。

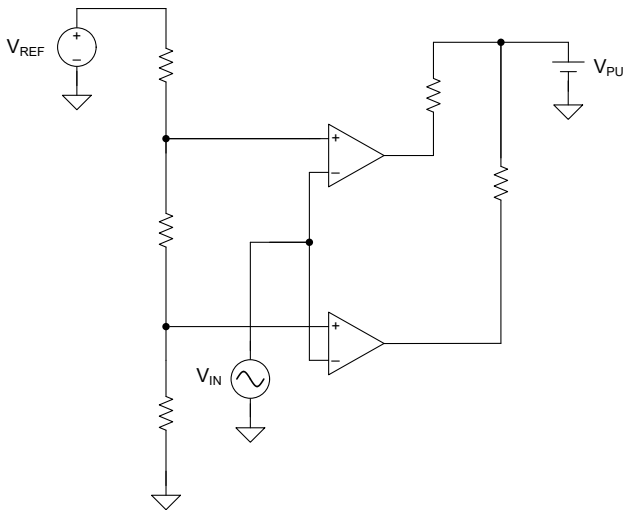


图 4. 多级电压检测电路

或者，如果时间不是重要因素，则此类配置用于双相电压应用，其中第一个比较器用作在超过第二个比较器阈值时结束的事件的触发器。

以比较器的电源电压为基准进行电压监控

创建比较器阈值的另一种方法是使用稳压电源作为电压基准。这样，您就可以充分利用系统中现有的元件，而不会在成本和空间方面产生额外的支出。图 5 展示了一个欠压检测电路，该电路使用 4 引脚毫功耗微封装低电压比较器 (TLV7081)，并具有将比较器的反相输入引脚连接到正电源引脚的内部配置。这种布局通过具有标准引脚排列的比较器进行复制，只需与图 5 类似的方式将输入引脚连接到电源即可。

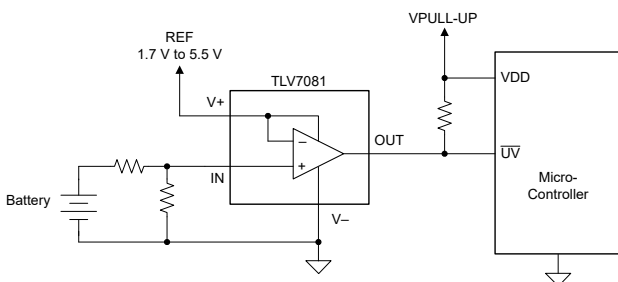


图 5. 使用 TLV7081 进行电压监控

仅当电源不超出比较器的输入共模范围时，该电源才能用作基准。由于大多数比较器输入可以处理高达 5V 的电压，因此这个问题主要在电压较高时存在。对于这些更高的电压轨，请考虑使用 TI 的 TLV18xx 40V 比较器系列。TLV185x 和 TLV186x 比较器不仅支持 40V 的电

压，而且具有失效防护功能，并且具有内部反向电池/极性保护电路。由于 TLV185x/6x 器件具有失效防护功能，因此这些器件可独立于电源处理高达 40V 的电压尖峰。内部反向电池保护还意味着 TLV185x/6x 直接连接到电池，如果电池电压的极性因任何原因发生变化，比较器的输入引脚保持不变。借助这两个特性，能够将 TLV185x/6x 直接连接到 $\leq 40V$ 电源并使用电源作为基准电压。

使用带有集成基准的比较器进行电压监控

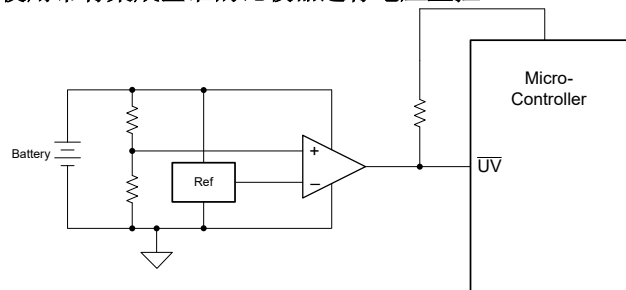


图 6. 使用比较器 + 外部基准进行欠压检测

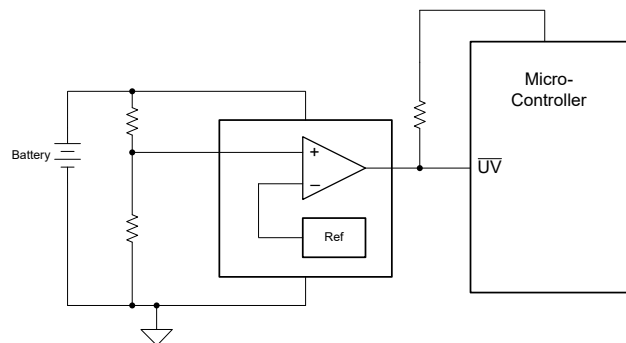


图 7. 使用集成基准比较器进行欠压检测

TI 有品种繁多的集成基准比较器可供选择，包括具有集成基准的 36V 比较器 (TLV6713)、具有集成基准的 36V 高电压比较器，以及具有外部可用基准引脚的 TLV301xB 系列。对于空间受限或对功率耗散敏感的设计，使用外部电阻器来设置电压阈值并不是理想选择。对于此类系统，适合使用具有集成基准的小尺寸比较器，例如 0.73mm x 0.73mm DSBGA 具有基准电压的低功耗比较器 (TLV4041R5YKAR)。如图 7 所示，当比较器 + 电压基准被集成基准比较器取代时，图 6 中的欠压检测电路变得更简单、更紧凑。表 3 显示，通过使用集成基准比较器，您能够将电压检测电路占用的空间减小约十分之一，并将能源消耗减少 90%。

表 3. 比较器 + 外部基准与集成基准比较器

比较器 + 外部基准与集成基准比较器解决方案				
	比较器 + 外部基准			集成基准比较器
	TLV7031	ATL431	总	TLV4041R5YK AR
最小封装 (mm)	X2SON	SOT-23	5.28mm ²	DSBGA
	0.8 x 0.8	2.9 x 1.6		0.73mm x 0.73mm
I _Q (典型值)	0.315μA	20μA	20.3μA	2μA

使用集成基准比较器进行电压监控的另一个优势是精度。TI 的大多数集成基准比较器在整个温度范围内具有 1% 的基准精度，可以精确地监控电压轨。随着越来越多的国际功能安全标准（例如 IEC 61508）的制定，对更高精度电压监控的需求不断增长。向设计中添加外部元件会引入额外的噪声，该噪声已在内部基准比较器设计中纳入考虑范围。当您在系统中处理更高的电压时，这种额外的噪声可能会成为问题。

具有集成基准的窗口比较器和多级电压检测

集成基准比较器也简化了窗口比较器和多级电压检测电路。TI 的 [采用集成基准的低功耗窗口比较器 \(TLV6700\)](#) 和 [采用集成基准的低功耗高电压窗口比较器 \(TLV6710\)](#) 比较器是使用窗口比较器配置设计的 18V 和 36V 双路比较器，如图 8 中的功能方框图所示。

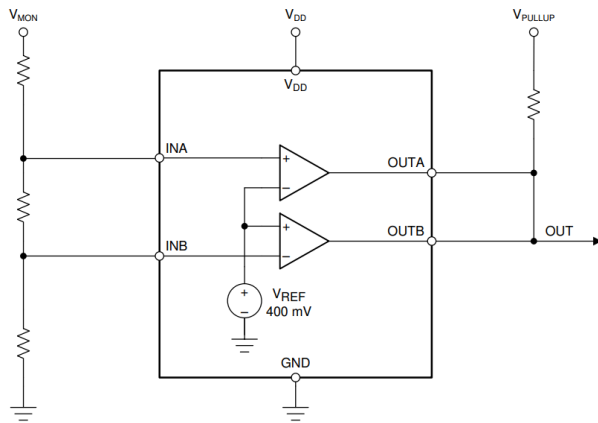


图 8. 使用窗口比较器 TLV6700/6710 进行电压监控

如图 9 所示，具有集成基准的双路推挽比较器 ([TLV4062](#)) 和具有集成基准的双路比较器 ([TLV4082](#)) 是一对双通道比较器，其内部配置与图 4 类似，允许构建更简单的多级电压检测电路。

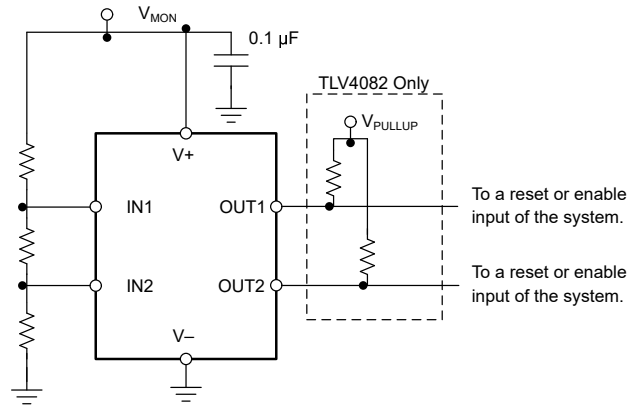


图 9. 使用 TLV4062 和 TLV4082 进行多级电压检测

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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司