

Analog Engineer's Circuit

隔离式欠压和过压检测电路



Data Converters

Scott Cummins

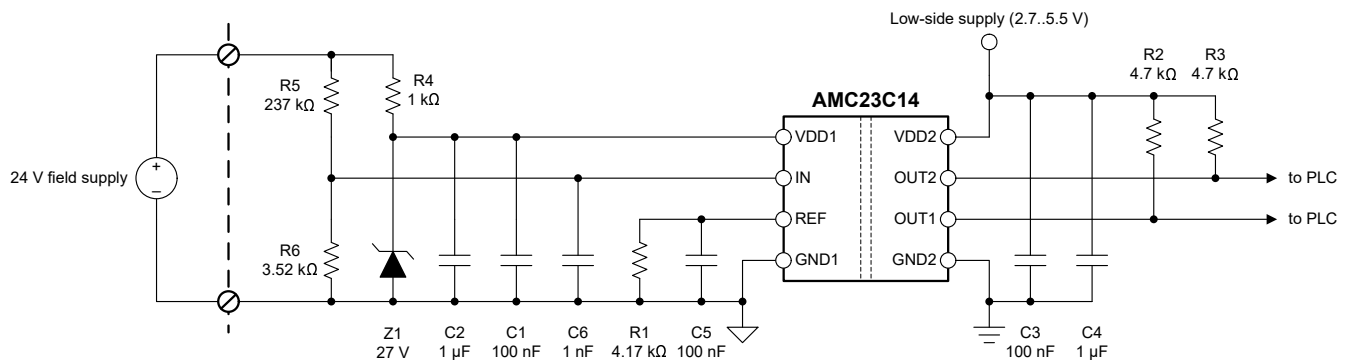
设计目标

过压电平	欠压电平	低侧 V _{DD}	高侧 V _{DD}	瞬态响应时间
28.8 V	20.4 V	2.7 V 至 5.5V	24V	360ns

设计说明

此高速、隔离式欠压和过压检测电路通过具有可调阈值的双路隔离式窗口比较器 (AMC23C14) 实现。此电路专为工业现场电源应用而设计，在此类应用中，控制器端必须检测远程模块电流电压是否在有效范围内。

之所以选择 AMC23C14，是因为它具有稳健的增强型隔离、至少 100kV/μs 的高 CMTI、可调双通道窗口比较器阈值、宽高侧电源电压范围 (3V 至 27V) 以及扩展的工业温度范围 (-40°C 至 +125°C)。



欠压和过压检测电路原理图

设计说明

1. 为了更大程度地降低误差，请为分压器 (R_5 和 R_6) 和阈值设置电阻器 (R_1) 选择精密电阻器。
2. AMC23C14 由现场电源供电，并由齐纳二极管和分流电阻器针对高于 30V (绝对最大电源) 的电压提供保护。
3. 请根据所需的工作电压范围，选择分压器和阈值设置电阻器。

设计步骤

1. 确定在电源低于 20.4V (24V - 15%) 的最低有效工作电压时跳变内部固定 300mV 阈值所需的分压器分压比。调整分压器的总电阻，使得当 V_{supp} 为理想工作电压 24V 时，将其电流设为 100 μ A。

$$IN = V_{supp} \left(\frac{R_6}{R_5 + R_6} \right)$$

$$300 \text{ mV} = 20.4 \text{ V} \left(\frac{R_6}{R_5 + R_6} \right)$$

$$V_{supp} = 100 \text{ } \mu\text{A} \times (R_5 + R_6)$$

$$24 \text{ V} = 100 \text{ } \mu\text{A} \times (R_5 + R_6)$$

对方程组求解会得到 $R_5 = 236\text{k}\Omega$ 、 $R_6 = 3.52\text{k}\Omega$ 。

- 借助[模拟工程师计算器](#)，最接近的 E96 电阻器值为 237k Ω 和 3.48k Ω 。
2. 调整阈值设置电阻器，以便在电源电压超过 28.8V (24V + 20%) 时跳变可调阈值比较器。

$$IN = V_{supp} \left(\frac{R_6}{R_5 + R_6} \right)$$

$$IN = 28.8 \text{ V} \left(\frac{3.52 \text{ k}\Omega}{237 \text{ k}\Omega + 3.52 \text{ k}\Omega} \right)$$

$$IN = 0.42 \text{ V}$$

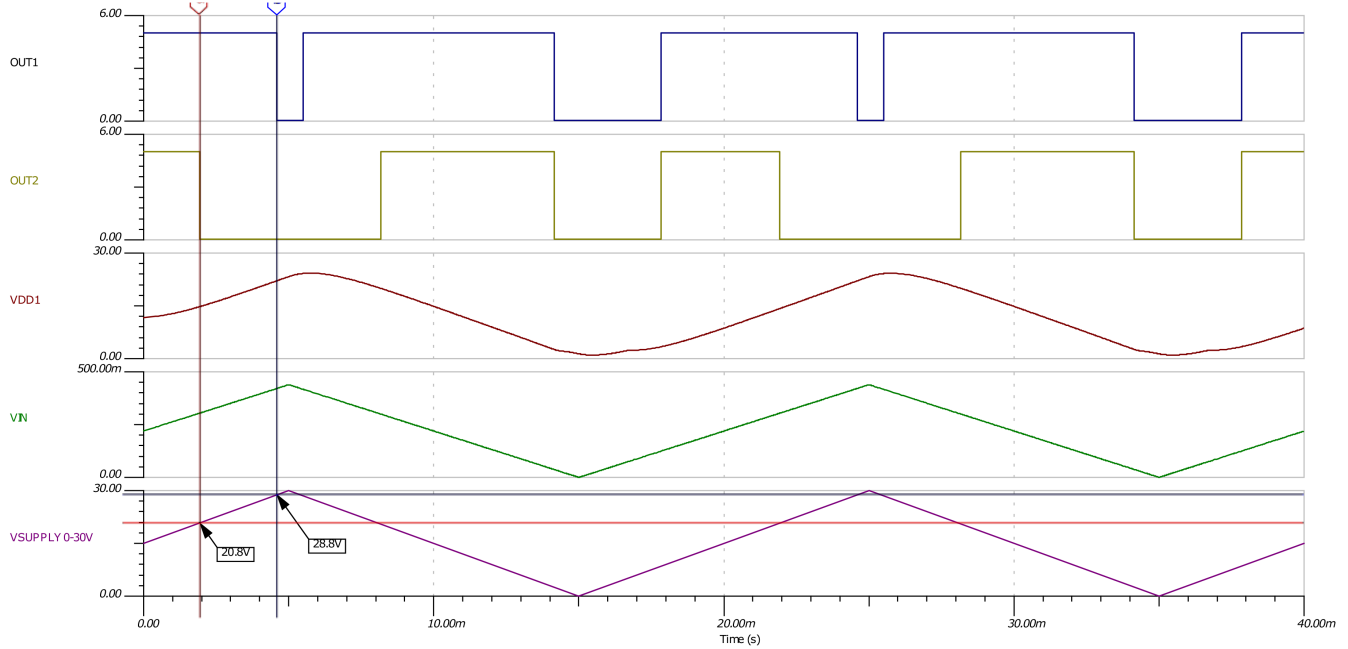
$$V_{ref} = IN$$

$$R_1 = \frac{V_{ref}}{I_{ref}} = \frac{0.42 \text{ V}}{100 \text{ } \mu\text{A}} = 4.2 \text{ k}\Omega$$

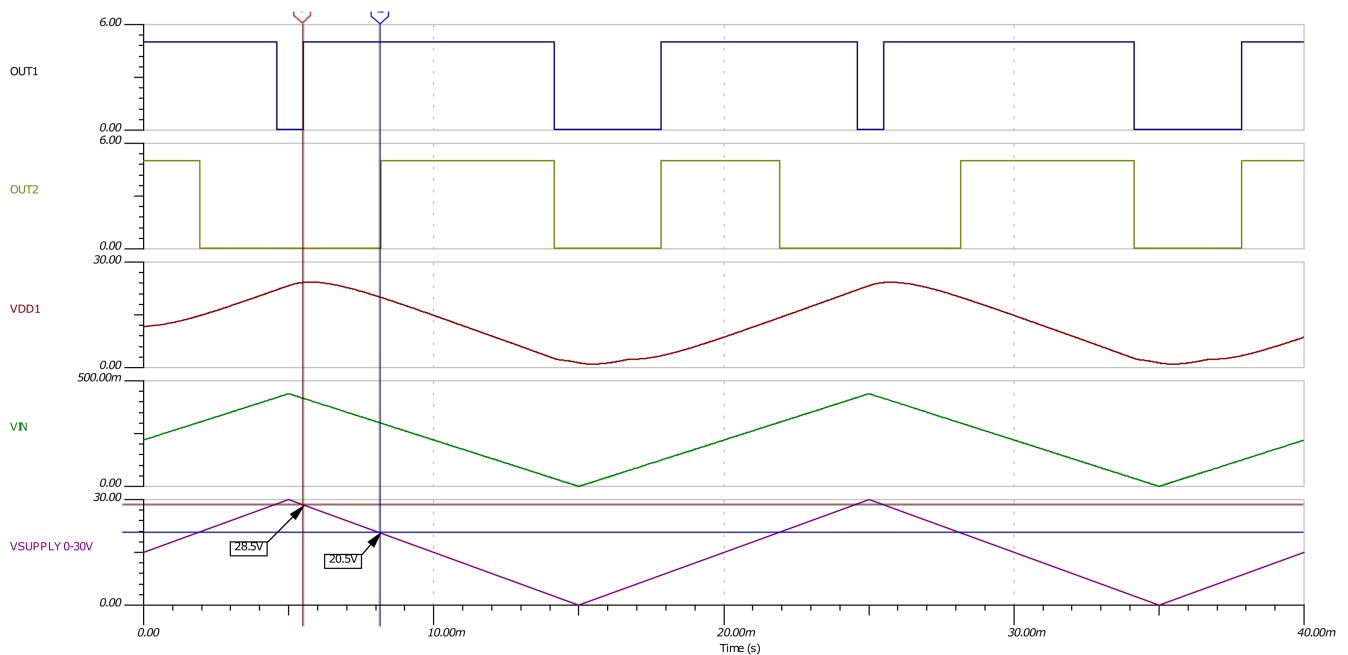
3. 选择一个 27V 齐纳二极管来保护 AMC23C14，防止该器件因为电压超过建议的工作电源电压而受损。

设计仿真

以下图像是欠压和过压检测电路的 SPICE 仿真波形。所包含的是 VDD1 输入，其中显示了齐纳二极管保护 VDD1 输入，防止它因为电压超出工作电压范围而受损。欠压和过压检测电流的 SPICE 仿真 - 由小变大显示了输入电压由小变大时输出触发点的 SPICE 仿真。欠压和过压检测电流的 SPICE 仿真 - 由大变小时显示了一个类似图片，不过是输入电压由大变小时的输出触发点。通过比较这两个图像可以看到，触发点相差 0.3V，其中电压输入由大变小时具有较低的触发器值。



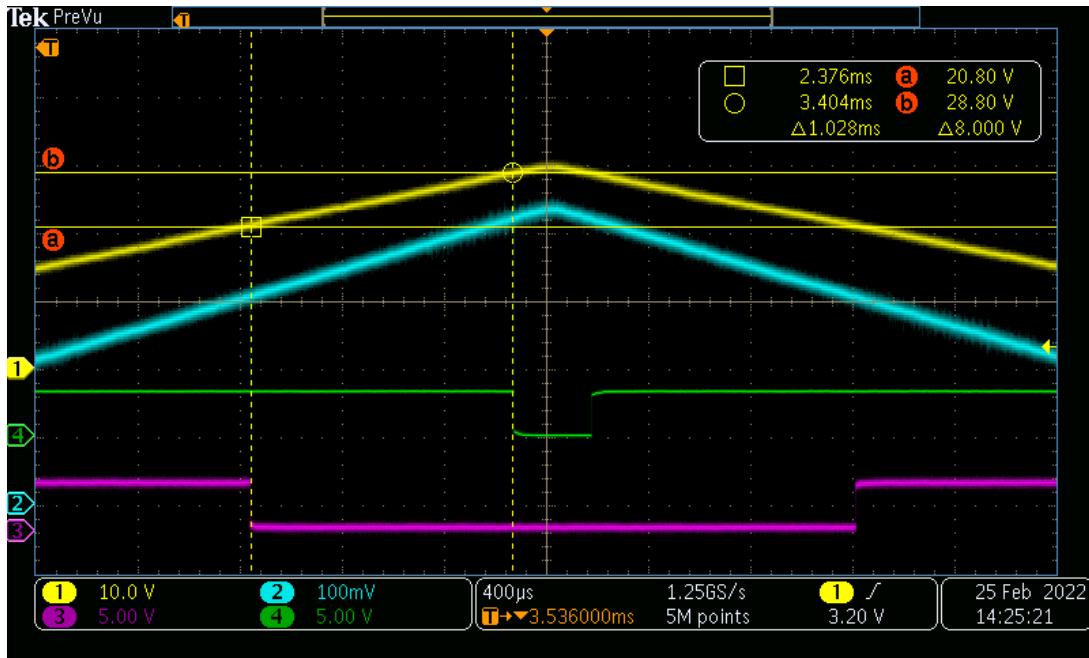
欠压和过压检测电流的 SPICE 仿真 - 由小变大



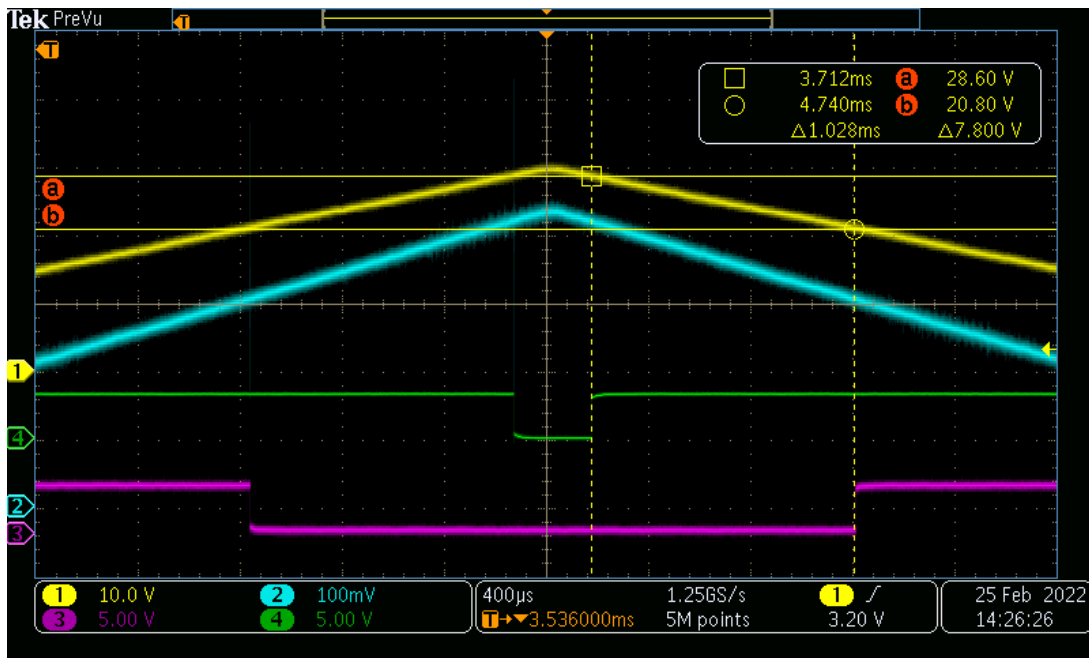
欠压和过压检测电流的 SPICE 仿真 - 由大变小

测得的响应

以下图像显示了欠压和过压检测电路的测量输出，并将输出与 V_{supp} 电压（迹线 1）进行了对比。AMC23C14 具有开漏输出，这些输出通常会拉至 VDD2，并且在输入电压超过每个比较器的阈值电压时，会被驱动至低电平。在这些测量中，如果 V_{supp} 超过 28.8V，OUT1（迹线 3）会变为低电平，如果 V_{supp} 超过 20.8V，则 OUT2 会变为低电平。组件变化和比较器迟滞可能会影响跳变阈值，但在本例中，跳变点位于所需值的 1% 范围内。如果 V_{supp} 由小变大或由大变小，电压阈值会略有不同。第二个波形显示了 OUT1 在 28.6V 而非 28.8V 处触发时的情况。

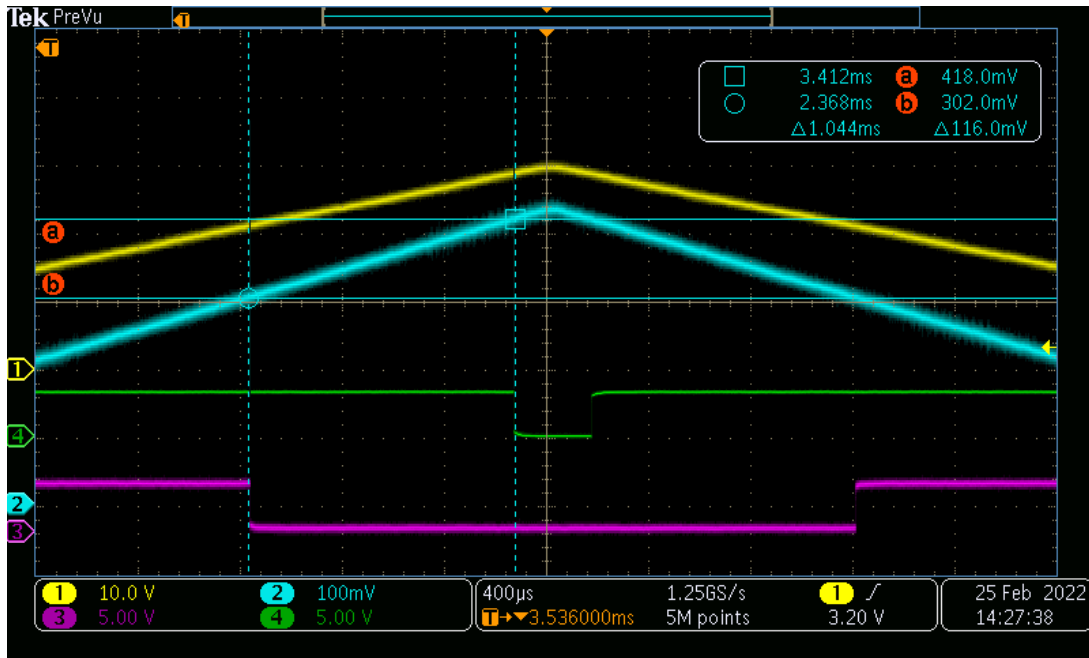


V_{supp} 由小变大时的波形捕获

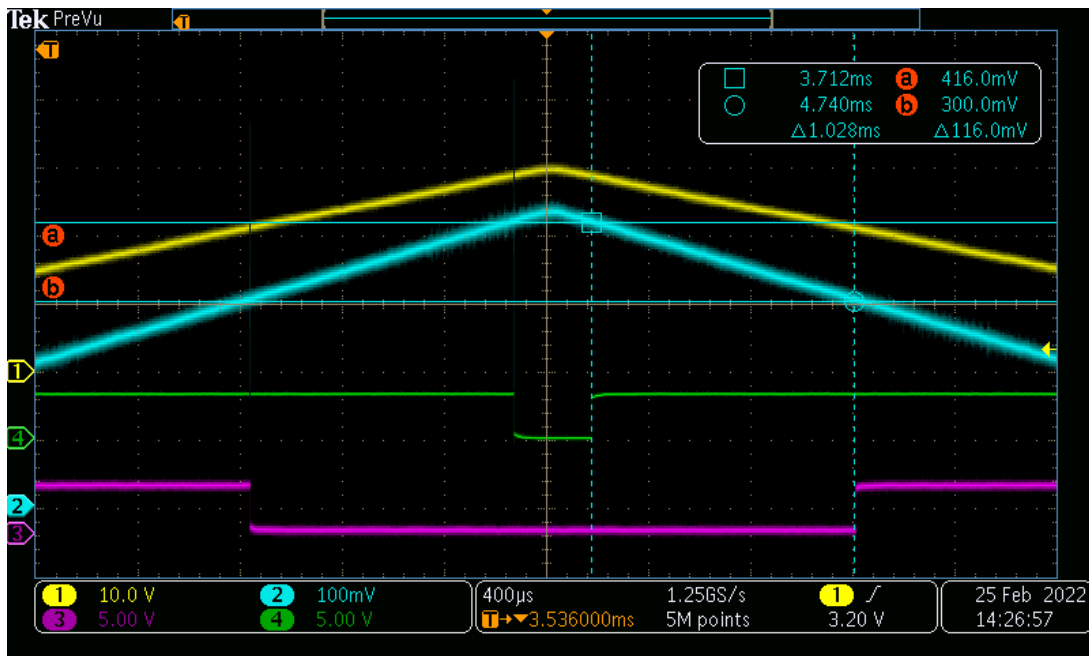


V_{supp} 由大变小时的波形捕获

以下图像显示了欠压和过压检测电路的测量输出，并将 AMC23C14 输出与 VIN 电压 (迹线 2) 进行了对比。根据这些测量结果可以确认，比较器跳变阈值与内部比较器阈值在 300mV 时设置的所需值以及由外部设置阈值在 420mV 时设置的所需值一致，如设计步骤部分步骤 2 中的公式所定义。



V_{supp} 由小变大时 IN 的波形



V_{supp} 由大变小时 IN 的波形

设计特色器件

器件	关键特性	器件链接
AMC23C14	<ul style="list-style-type: none"> • 高侧电源具有宽电压范围：3V 至 27V • 低侧电源电压范围：2.7V 至 5.5V • 双路窗口比较器： <ul style="list-style-type: none"> - 窗口比较器 1：±20mV 至 ±300mV 可调阈值 - 窗口比较器 2：±300mV 固定阈值 • 支持正比较器模式： <ul style="list-style-type: none"> - Cmp0：600mV 至 2.7V 可调阈值 - Cmp2：300mV 固定阈值 - Cmp1 和 Cmp3：禁用 • 阈值调整基准：100μA，±2% • 跳变阈值误差：250 mV 时为 ±1% (最大值) • 传播延迟：290 ns (典型值) • 高 CMTI：15kV/μs (最小值) • 开漏输出 • 安全相关认证： <ul style="list-style-type: none"> - 符合 DIN VDE V 0884-11 标准的 7000V_{pk} 增强型隔离 - 符合 UL1577 标准且长达 1 分钟的 5000V_{RMS} 隔离 • 针对更大工业温度范围进行了全面优化：- 40°C 至 +125°C 	器件： AMC23C14 类似器件： 隔离式放大器

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。

德州仪器 (TI)，[AMC23C14 具有可调阈值的双路快速响应增强型隔离式窗口比较器](#) 数据表

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 © 2022，德州仪器 (TI) 公司