

Application Brief

在数据采集系统中使用高压多路复用器实现超出电源电压和过压容差



Kameron Hill

Multiplexers

高压数据采集系统中的多路复用器

许多数据采集应用都在系统前端使用多路复用器。在输入端的电源轨之外放置信号可能会导致多路复用器和下游器件损坏，并导致测量误差。为了解决这些问题，可能需要在系统中增加一个更高的电源轨，或者使用超出电源电压的多路复用器，如 TMUX4827。然而，设计人员可以选择通过采用分立式超出电源电压和过压容差设置来使用较低的电源轨，从而防止损坏并允许系统有效运行。

TI 模拟开关和多路复用器内部 ESD 电流路径

要实现超出电源电压和过压容差设计，必须首先了解当 I/O 引脚上存在电源轨之外的信号时如何激活大多数 TI 多路复用器的 ESD 保护。

虽然所有 TI 开关和多路复用器都包含某种类型的 ESD 保护，但具体实现方案可能存在很大差异。图 1 展示了简化模型中的典型实现。

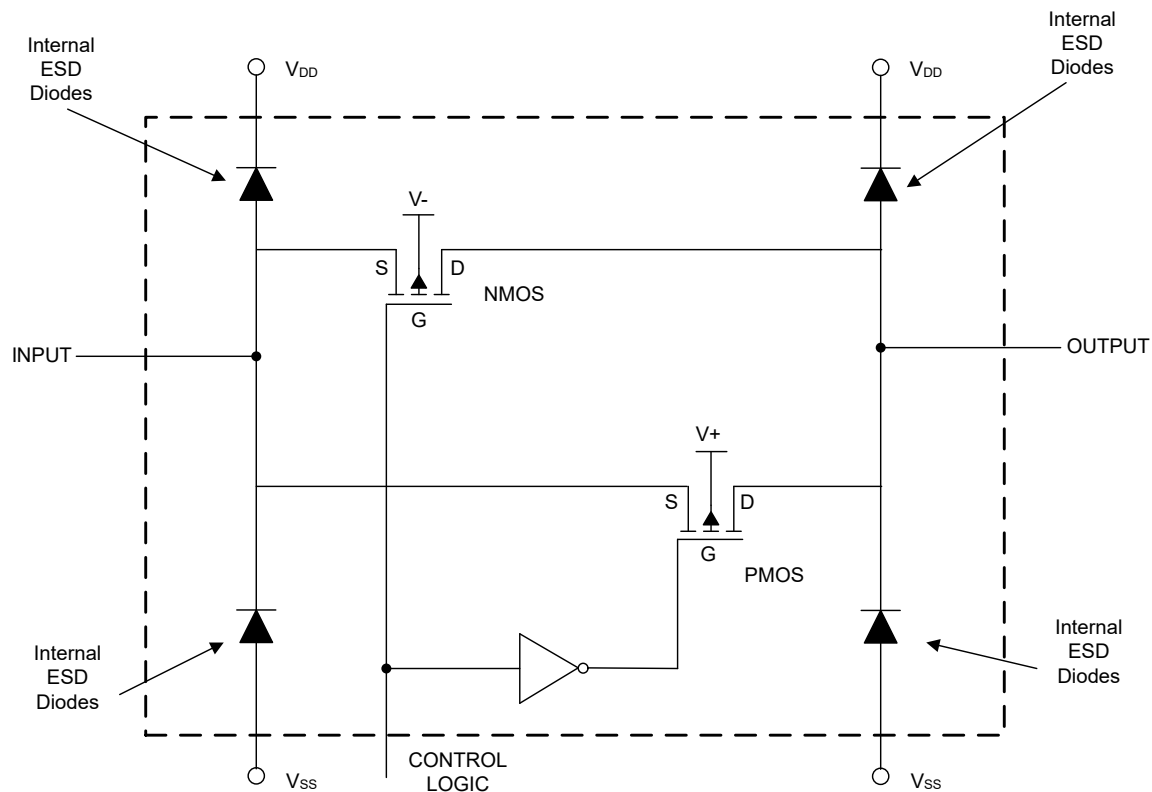


图 1. CMOS 开关的基本结构

在这种常见拓扑中，当输入信号超过多路复用器电源约 0.5V 至 0.7V 或低于 GND (VSS) 约 0.5V 至 0.7V 时，这将触发内部 ESD 二极管，该二极管会导通电流并将电流分流到电源或 GND (图 2)。

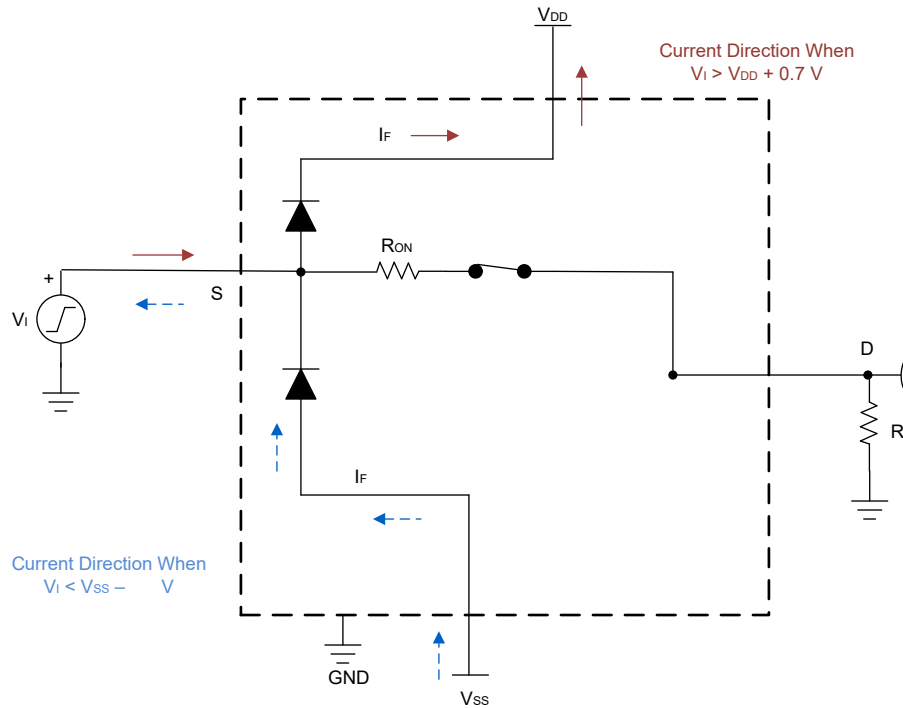


图 2. 过压或欠压事件期间的多路复用器内部模型

如果电流控制不当并保持在二极管额定电流以下（通常可在数据表中找到，形式为 I_{K} 、 I_{OK} 或 I_{IK} ），电流可能会损坏器件。图 3 显示，当内部 ESD 二极管正向偏置时，I/O 引脚上的电压可能会对多路复用器反向供电并损坏下游元件。

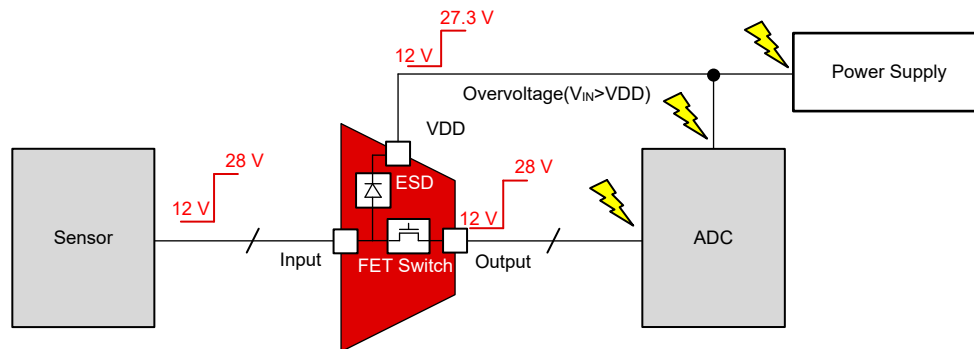


图 3. 过压事件期间的系统级视角

具有实验结果的分立式超出电源电压和过压容差运行

设计人员可以利用通用多路复用器 ESD 架构来实现分立式设计。这涉及到使用一个电阻器来限制通过开关的电流以满足数据表中列出的规格（ I_{K} 、 I_{OK} 或 I_{IK} ），并将一个二极管与外部电源串联。该设置使多路复用器能够反向供电，从而允许多路复用器传递超出电源电压的信号。此外，连接到电源的二极管可防止电流对电源造成损坏。通过采用这种方法，系统可以使用具有高压 (HV) 功能的开关或多路复用器来处理 and 承受超过电源电压的电压 (图 4)。

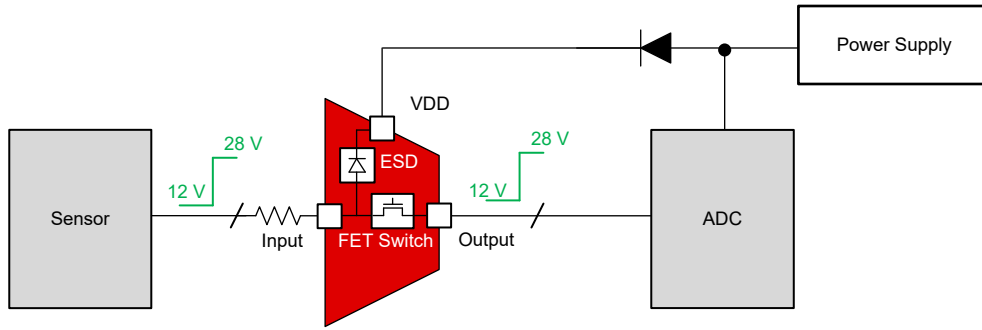


图 4. 具有分立式超出电源电压和过压容差设置的系统级视角

通过使高压 (HV) 多路复用器能够传递超出电源电压的信号，可以扩展数据采集系统的功能。但是，系统设计人员需要注意的一个缺点是多路复用器的输出信号中存在误差。该误差是由两个因素引起的：从输入信号中提取电流来对多路复用器反向供电，以及多路复用器的内部架构。通过对具有相同外部电阻器和二极管设置的多路复用器测试结果进行分析，可以了解该信号误差 (图 5)。

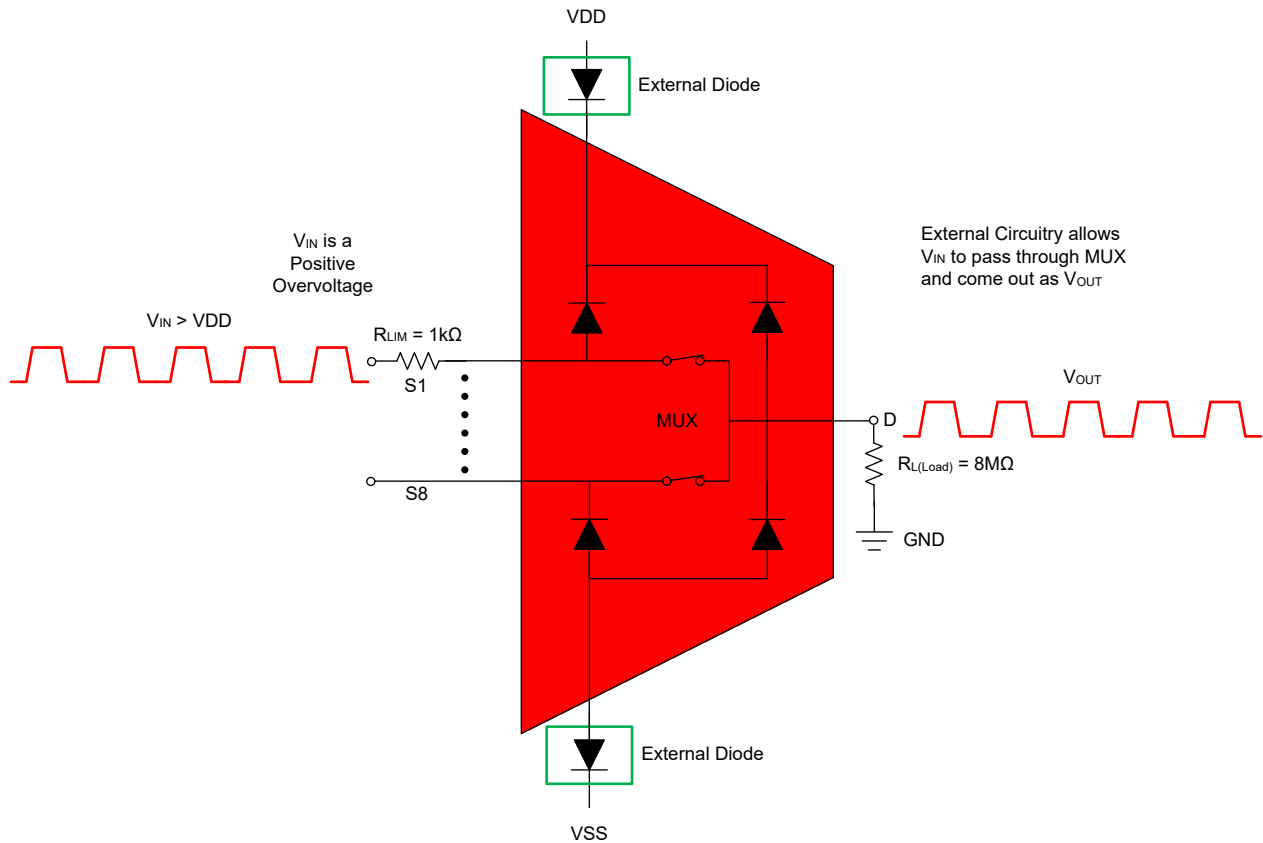


图 5. 分立式超出电源电压和过压容差多路复用器测试设置

表 1. 分立式超出电源电压和过压容差的测试结果

器件名称	VDD	从输入信号中提取的电流	二极管反向漏电流	V _{IN}	V _{OUT}
TMUX4051	10V	28.5 μA	- 7.2 μA	20V	19.96V
TMUX8108	10V	257 μA	- 7 μA	20V	17.88V

查看测试结果时，可以清楚地区分 TMUX4051 和 TMUX8108 的性能。TMUX4051 非常适合需要分立式超出电源电压支持的应用，因为该器件需要少量电流进行反向供电，并且具有传输门内部架构。TMUX4051 的传输门拓扑使器件在输入电压达到或超过多路复用器的电源电压时具有扁平 R_{on}（导通电阻）。传输门的扁平 R_{on} 可以更大限度地减小多路复用器对输出电压 (V_{OUT}) 的影响。对于此器件，从输入信号中提取的电流对多路复用器反向供电是导致 V_{OUT} 误差的主要原因。

TMUX8108 是需要高达 100V 或 ±50V 输入信号的过压容差的应用的理想选择。虽然该器件的反向供电会造成误差，但该器件的 V_{OUT} 误差主要来自 NFET 内部架构。例如，在 NFET 上的 V_{IN} 大于 V_{DD} - V_{TH}（阈值电压）的过压情况下，NFET 会进入饱和区域。这会使 NFET 像电流源一样工作，输出恒定电流，而不是具有线性 IV 曲线的电阻。当 NFET 在饱和区运行时，NFET 无法传递超出电源轨的信号，而是在输出端显示钳位信号。请务必记住，NFET 开关只能传递高达 V_{DD} - V_{TH} 的信号。

参考资料

- 德州仪器 (TI), [如何使用多路复用器处理高压共模应用应用手册](#)
- 德州仪器 (TI), [高电压模拟多路复用器的系统级保护应用手册](#)
- 德州仪器 (TI), [常见的开关架构是什么？高精度实验室视频系列](#)

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