

产生故障保护开关的副故障电源

作者: Paul O'Sullivan

简介

ADI公司的新系列故障保护开关(ADG5462F、ADG5243F、ADG5248F和ADG5249F)支持用户自定义的故障保护电平。器件的两个副电源POSFV和NEGFV用于设置过压保护启动的电平。POSFV可以用4.5 V至 V_{DD} 的电源供电, NEGFV可以用 V_{SS} 至0 V的电源供电。如果没有负电源, 必须将这些引脚(POSFV和NEGFV)连接到 V_{DD} (POSFV)和 V_{SS} (NEGFV)。这种情况下, 过压保护将在主电源电压时启动。当源极输入电压超出POSFV或NEGFV超出幅度达到阈值电压 V_T 时, 通道关断; 或者, 如果器件未通电, 通道也将保持关断状态。当通道关断时, 源极输入保持高阻抗。

副电源(POSFV和NEGFV)提供故障保护发挥作用所需的电流, 因而必须是低阻抗电源。由于这个原因, 它们不能从主供电轨上的电阻分压器产生。本应用笔记描述根据系统要求产生副供电轨的一些方案, 以及各种电源配置方案的优点和缺点。

故障保护概述

利用内部电路, 开关可以将源极引脚上的电压与POSFV和NEGFV进行比较, 从而检测过压输入。如果信号电压超出副电源电压超出幅度达到电压阈值(V_T), 则认为该信号过压。阈值电压典型值为0.7 V, 但可能在0.8 V(-40°C时)至0.6 V(+125°C时)范围内变动。

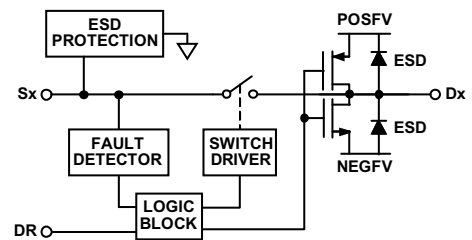


图1. 开关通道和控制功能

当一个源极引脚(S_x)上检测到过压状况时, 开关自动断开, 该源极引脚变为高阻态, 确保无电流流过开关。然后, 根据器件以及DR引脚(如有)的配置, 漏极引脚被拉至所超过的电源或变为开路。

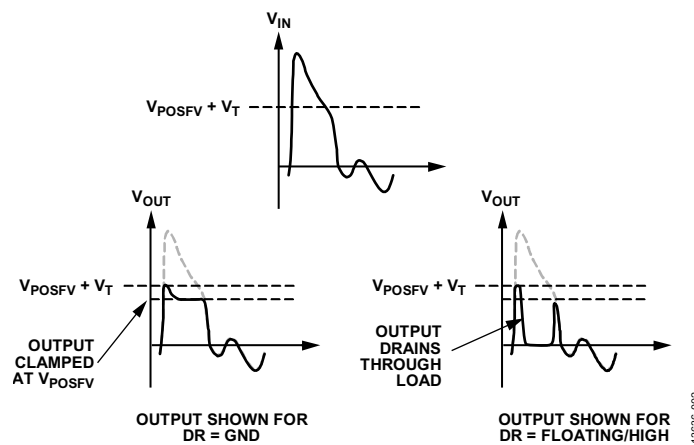


图2. 故障期间ADG5462F漏极输出响应

目录

简介.....	1	POSFV/NEGFV各使用单独的低阻抗电源.....	4
故障保护概述.....	1	主供电轨与副供电轨之间增加一个二极管.....	5
目录.....	2	使用齐纳二极管的反向击穿电压配置POSFV/NEGFV ...	5
修订历史.....	2	小结.....	6
采用ADG5462F通道保护器的数据采集信号链.....	3		
POSFV/NEGFV配置方案.....	4		
POSFV连接 V_{DD} 且NEGFV连接 V_{SS} (或GND).....	4		

修订历史

2015年12月—修订版0：初始版

采用ADG5462F通道保护器的数据采集信号链

图3示例是一个采用ADG5462F通道保护器的数据采集信号链的一部分。PGA利用±15 V供电轨实现最佳模拟性能，ADC下游的输入信号范围为0 V至5 V。

通道保护器位于可编程增益放大器(PGA)和模数转换器(ADC)之间，正常工作时允许信号通过，但在过压情况下，它将PGA的过压输出箝位在0 V到5 V之间，从而保护ADC。

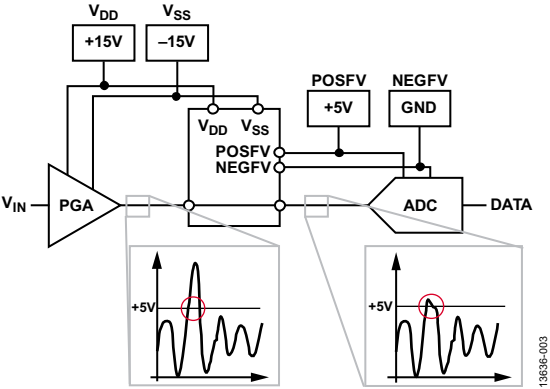


图3. ADG5462F通道保护器应用示例

图4突出显示了ADG5462F通道保护器上使用单独的主电源电压和副电源电压的优点。本例中的ADC信号范围是0 V到5 V。开关采用5.5 V单电源供电时，开关导通电阻(R_{ON})在信号范围内会有很大的变化，对THD + N等系统性能参数不利。利用开关的 R_{ON} 平坦区域和±15 V主电源可优化系统性能。ADC会受到副供电轨所设置的阈值的保护。

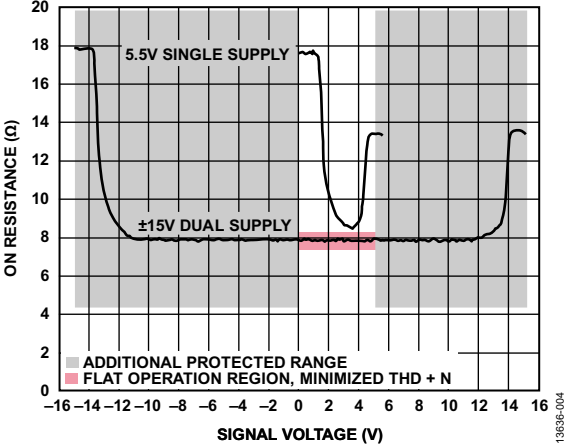


图4. R_{ON} 的平坦工作范围

POSFV/NEGFV配置方案

POSFV和NEGFV故障电源有多种配置方式。主要考虑事项如下：

- 模拟开关性能要求：设定对主供电轨的要求
- 下游器件要求的故障保护电平：设定对副供电轨的电压要求
- 其他系统供电轨的可用性：确定产生POSFV/NEGFV电源的要求

下面详细说明几种不同的方案。

POSFV连接 V_{DD} 且NEGFV连接 V_{SS} (或GND)

POSFV连接 V_{DD} 且NEGFV连接 V_{SS} (或GND)是最简单的配置，其设置的故障阈值电压与主供电轨电压相同。发生故障时，漏极引脚箝位在 $V_{DD} + 0.7\text{ V}$ 或 $V_{SS} - 0.7\text{ V}$ 。

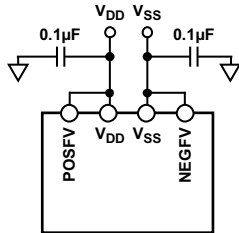


图5. 主电源短接副电源

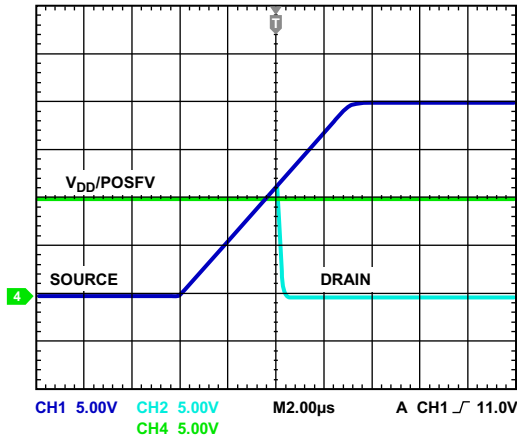


图6. 漏极输出对正过压的响应(POSFV连接 V_{DD})

这种配置既有优点，也有缺点。

电源相连的优点

这是最简单的配置，无需其他供电轨或分立器件。

电源相连的缺点

如果降低 V_{DD}/V_{SS} 范围以满足保护电压要求，则与设置较宽的 V_{DD}/V_{SS} 范围相比， R_{ON} 性能不是最优的。此外，在故障

期间，漏极引脚箝位至 V_{DD}/POSFV 以上约 0.7 V ，然后开关关断。因此，下游器件会看到短时间(约 500 ns)的超过 V_{DD} 的小过冲。不过，此能量比 1 kV ESD脉冲更友好，应当不会引起任何系统问题，如图7中的示波器图所示。

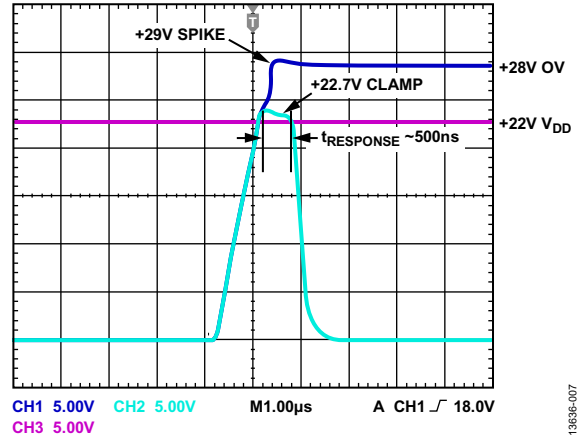


图7. 故障期间的过冲

POSFV/NEGFV各使用单独的低阻抗电源

POSFV和NEGFV各使用单独的低阻抗电源是许多应用的默认工作模式。在以上“采用ADG5462F通道保护器的数据采集信号链”部分所述的示例中，已经有合适的供电轨可供用户使用，例如用于PGA的 $\pm 15\text{ V}$ 电源和用于ADC的 $+5\text{ V}/\text{GND}$ 电源。这种情况下使用的电源范围更宽，可实现最佳模拟性能，副电源保护下游器件免受预期信号范围以上的过压故障影响。

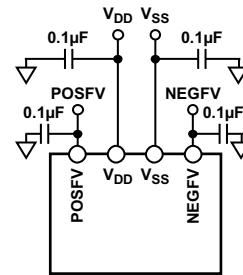


图8. 单独的低阻抗副供电轨

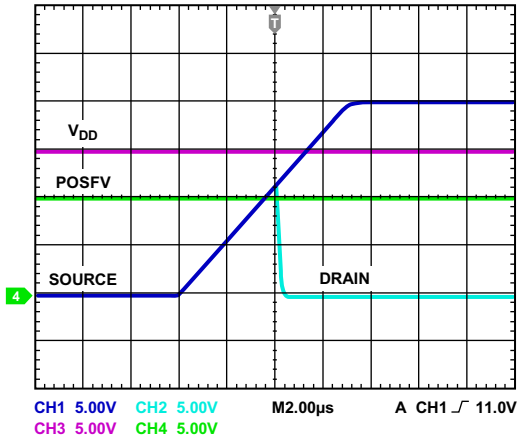


图9. 漏极输出对正过压的响应
(专用POSFV供电轨)

这种配置既有优点，也有缺点。

独立电源的优点

使用独立电源可提供最佳 R_{ON} 性能。此外，用户可根据下游器件的特定保护要求设置故障阈值。

独立电源的缺点

一个重要考虑是该配置需要独立的低阻抗供电轨。如果系统中没有电源可用，必须从DC-DC转换器或主电源的缓冲电阻分压器产生电源。

主供电轨与副供电轨之间增加一个二极管

某些情况下，下游器件对超出主供电轨的过压非常敏感。此时，漏极引脚在故障后箝位至 $V_{DD} + 0.7V$ 并持续500 ns可能是不允许的。为将箝位电压降到大致等于 V_{DD} 电压的电平，一种方案是在 V_{DD} 和POSFV之间增加一个二极管。POSFV比 V_{DD} 低一个二极管压降，因此，故障阈值和箝位电压大致与 V_{DD} 电压相同。

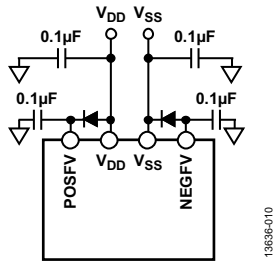


图10. 二极管配置的副供电轨

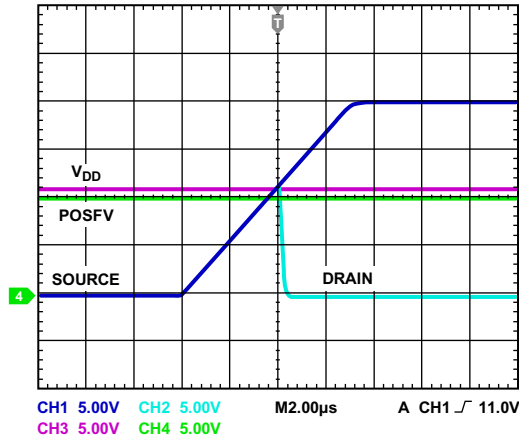


图11. 漏极输出对正过压的响应
(V_{DD} 和POSFV之间连接一个二极管)

由于内部漏极箝位二极管以副电源为基准，并且副电源不是由低阻抗源驱动，因此这种解决方案仅适合于源极引脚迅速进入故障状况的情况。如果源极引脚以较慢的斜坡速率进入故障状况，POSFV或NEGFBV引脚可能会随故障而动，保持比故障电压低一个二极管压降的电平。这可能会导致检测不到过压事件。如果进入故障状况的斜坡速率很慢，使用一个较大的POSFV/NEGFBV稳定电容会有帮助。

这种配置既有优点，也有缺点。

增加二极管的优点

在主供电轨与副供电轨之间增加一个二极管可限制超过 V_{DD} 的过冲，对敏感的下游电路有利。此外，这种配置可设置自定义故障阈值，而不会产生额外的系统供电轨。

增加二极管的缺点

为了产生POSFV/NEGFBV供电轨，需要增加分立器件(即两个二极管)。信号范围也可能略微降低(如果内部和外部二极管压降不匹配，故障检测器可能会在主供电轨内触发)。此外，这种配置不适合于斜坡速率较慢的故障状况。

使用齐纳二极管的反向击穿电压配置POSFV/NEGFBV

如果没有其他定制供电轨可用，系统设计人员需要产生POSFV和NEGFBV电源。为此，一种方案是在主供电轨和副供电轨之间使用一个齐纳二极管，然后利用POSFV/NEGFBV电源电流引起的反向击穿电压(齐纳电压)配置副供电轨。

击穿电压为2V和以上的齐纳二极管很容易获得，因此，利用这种方法可产生任意POSFV/NEGFBV电压。

漏极响应与具有专用副供电轨的情况相似，如图9所示。不同器件的齐纳电压可能有所不同，而且齐纳电压会随温度而变化。因此，POSFV/NEGFV电压(故而阈值电压)不像专用供电轨那样稳定。然而，如果故障阈值容差满足应用需求，那么这将是一种廉价且简单的副供电轨配置方式。

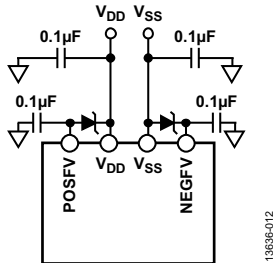


图12. 齐纳二极管配置的副供电轨

这种配置既有优点，也有缺点。

使用齐纳二极管的优点

使用齐纳二极管的配置可设置自定义故障阈值，而不会产生额外的系统供电轨。

使用齐纳二极管的缺点

齐纳二极管配置需要额外的分立器件来产生POSFV/NEGFV供电轨。因此，齐纳电压随器件和温度的变化会直接影响故障阈值精度。齐纳二极管配置不适合于斜坡速率较慢的故障状况(类似于上述二极管配置)。

小结

故障保护开关允许用户设置特定故障阈值，达到该阈值时，开关关断。设置较宽的主电源电压有利于开关实现最佳模拟性能(例如更平坦、更低的导通电阻 R_{ON})。若需要较低的故障阈值电压，则POSFV和NEGFV需要单独的低阻抗电源以产生这些阈值。