

电压监控器如何解决电源噪声和毛刺问题

Noel Tenorio, 产品应用工程师

摘要

电压监控器通过监控电源，在电源发生故障时将微控制器置于复位模式，可防止系统出现错误和故障，从而提高基于微控制器系统的可靠性。然而，噪声、电压毛刺和瞬变等电源缺陷都可能会导致误复位问题，从而影响系统行为。本文介绍电压监控器如何解决可能触发误复位的因素，以提高系统性能和可靠性。

简介

对于需要使用现场可编程门阵列(FPGA)、微处理器、数字信号处理器和微控制器进行数据计算和处理的应用，都必须确保各器件能够安全可靠地运行。由于这些器件只能在一定的电源容差范围内运行，因此对电源的要求很高。电压监控器可用于保持系统稳定可靠运行。当电源出现意外故障（例如欠压或过压）时，电压监控器可立即触发操作，将系统置于重置模式。然而，它在监控电源轨中的电压时也会面对一些干扰因素，这可能会触发不必要的误复位输出。这些干扰包括电源噪声、电压瞬变和可能来自电源电路本身的毛刺。

本文将讨论电压监控器中有助于解决这些电源噪声、电压瞬变和毛刺问题的不同参数。此外还将讨论这些参数在监控电源时如何提高电压监控器的可靠性，以提高系统在实际应用中的可靠性。

系统中的电源噪声、电压瞬变和毛刺

电源本身存在缺陷。直流电路中始终存在耦合的噪声伪影，这些伪影可能来自电源电路元件本身、其他电源的噪声以及系统产生的其他噪声。如果直流电源是开关电源(SMPS)，这些问题可能会更严重。SMPS会产生与开关频率相关的开关纹波。在开关转换期间还会发生高频开关瞬变。这些开关转换操作是功率

MOSFET的快速导通关断引起的。图1所示为应用电路，其中MAX705监控器用于监控开关稳压器的输出（即微控制器的电压源）是否存在任何问题。

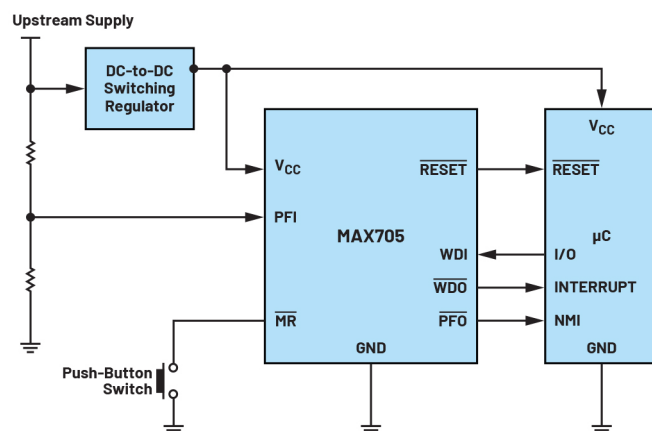


图1. MAX705监控器用于监控开关稳压器输出，这也是微控制器的输入电压源。

除了稳态运行噪声伪影外，电源中还存在电压瞬变更为明显的情况。在启动过程中，通常会观察到与电源反馈环路响应相关的电压输出过冲，随后会出现一段时间的电压振铃，直至电压稳定。如果未对反馈环路补偿值进行优化，这种振铃可能会更严重。在瞬态或动态负载期间也可以观察到电压过冲和欠冲。在具体应用中，有时负载需要更多电流来执行复杂的过程，从而导致电压欠冲。另一方面，立即或以快速斜坡速率减少负载将会导致电压过冲。由于外部因素，电源也可能出现短时电压毛刺。图2显示在不同场景下，电源电压可能出现不同的电压瞬变和毛刺。

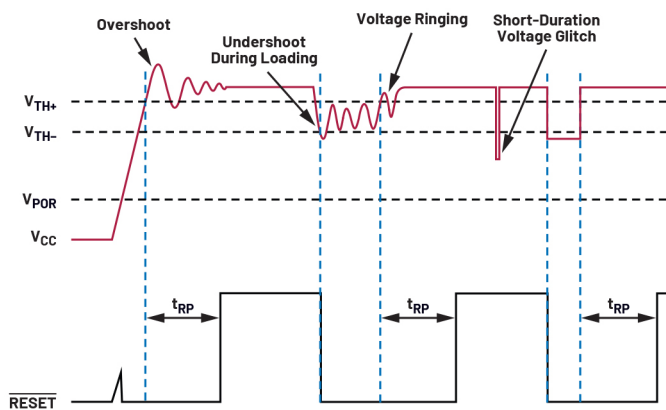


图2. 针对不同场景下的电源电压可观察到的电压瞬变和毛刺。

系统中还可能会出现与电源电压无关的电压瞬变，例如在某些应用的机械开关或导电卡等用户界面发生瞬变。打开和关闭开关会在输入引脚（通常是手动复位引脚）上产生电压瞬变和噪声。所有这些因素（电源噪声、电压瞬变和毛刺）都可能无意中达到监控器的欠压或过压阈值，如果设计中没有充分考虑这种可能性，也会触发误复位。这可能会导致振荡和不稳定，不利于系统保持稳定可靠。

电压监控器如何解决噪声和瞬变问题，防止系统出现误复位？通过一些参数，可以帮助屏蔽与电源或监控电压相关的瞬变。这些参数包括复位超时周期、复位阈值迟滞以及复位阈值过驱与持续时间变化关系。同时，对于与电路中的机械触点相关的瞬变，例如手动复位引脚中的按钮开关，利用手动复位设置周期和去抖时间也可屏蔽瞬变。这些参数能够使电压监控器更稳健，不受瞬变和毛刺的影响，从而防止系统出现不良响应。

复位超时周期(t_{RP})

在启动期间或电源电压因欠压事件而上升并超过阈值时，复位信号在无效之前有一段额外的时间，称为复位超时周期(t_{RP})。²例如，图3显示，受监控的电压（本例中为标记为 V_{CC} 的电源电压）从欠压或启动状态达到阈值之后，在低电平有效复位高电平无效之前存在额外延迟。这段额外的时间能够让监控电压先稳定下来，并在启用系统或使其退出复位模式之前屏蔽过冲和振铃。复位超时周期可抑制系统误复位，防止出现振荡和潜在故障，从而有助于提高系统的可靠性。

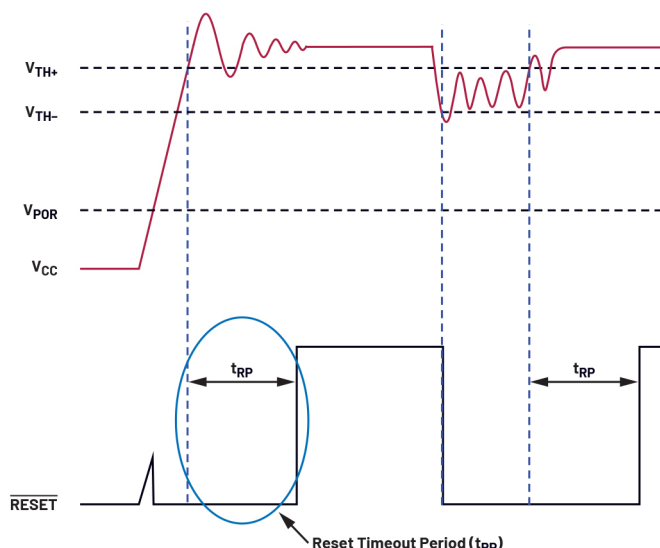


图3. 复位超时周期(t_{RP})有助于在电源电压稳定时使系统保持复位模式。

阈值迟滞(V_{TH+})

阈值迟滞主要有两个好处。首先，它可以确保监控电压在解除复位之前具有足够的余量超过阈值电平。其次，它能够让电源在解除复位之前先稳定下来。当处理具有叠加噪声的信号时，随着电源波动并重新跨越阈值区域，复位输出有可能会进行多次转换。如图4.³所示，在工业环境等应用中，随时可能出现噪声信号和电压波动。如果没有阈值迟滞，复位输出信号将会在置位和解除置位之间连续切换，直到电源稳定为止。这会使系统陷入振荡。阈值迟滞通过使系统保持复位来消除振荡，可防止系统出现图4中蓝色阴影区域所示的不良行为。这有助于监控器保护系统，避免触发误复位。

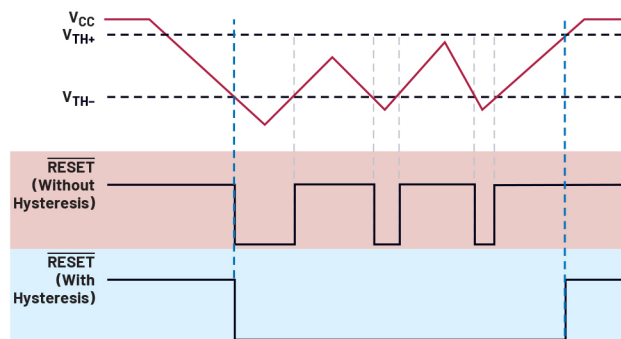


图4. 未设定阈值迟滞和设定阈值迟滞的 $\overline{RESET}$ 输出响应（未显示复位超时周期，以重点关注迟滞的影响）。

复位阈值过驱与持续时间

任何系统中都可能出现短期或长期由外部因素引起的电压毛刺。还可能具有不同幅度的电压突降。复位阈值过驱与瞬变持续时间的变化关系与电压毛刺或过驱的幅度和持续时间有关。幅度较大的短时毛刺不会触发复位信号置位，而幅度较小且持续时间较长的过驱将触发复位，如图5所示。

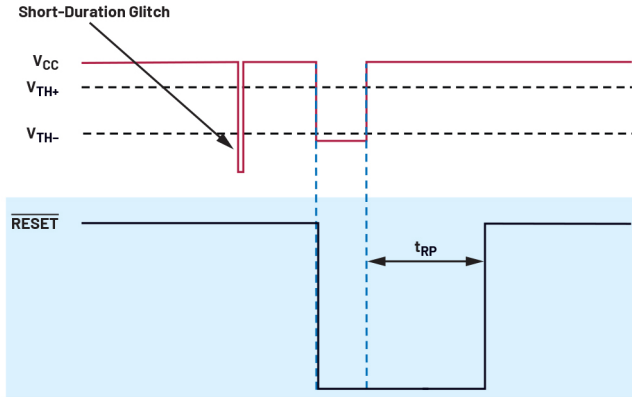


图5. 幅度较小但持续时间较长的毛刺将触发复位信号，而幅度较大的短时毛刺则不会触发复位信号。

根据毛刺持续时间，受监控电源中的某些电压瞬变将会忽略。忽略这些瞬变将会保护系统免受干扰复位的影响，例如由短期毛刺引起的复位。这些毛刺可能会误触发系统复位，从而导致系统出现不良行为。在产品数据手册中，复位阈值过驱与持续时间的关系通常以一个典型性能特性图的形式呈现，如图6所示。曲线上的任何值都将触发复位输出，而曲线内的值将会忽略，以防止系统误复位。

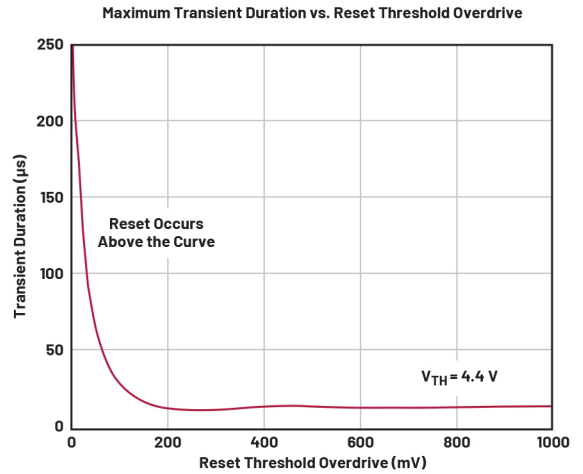
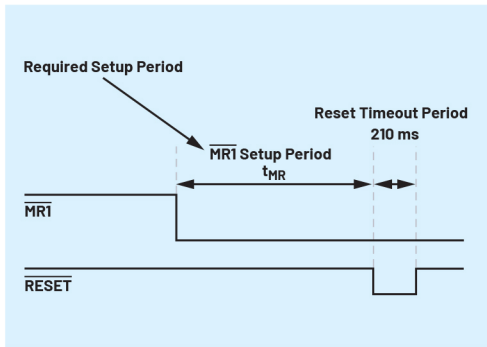


图6. 复位信号是否置位将取决于过驱的幅度及其持续时间。

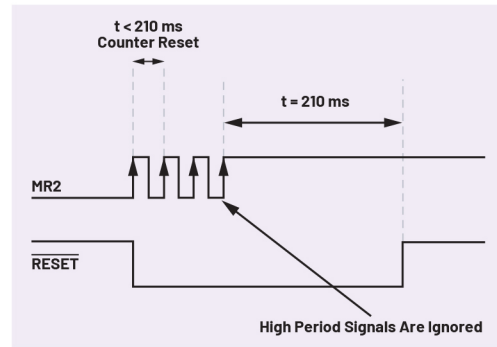
手动复位设置周期(t_{MR})和去抖时间(t_{DB})

复位超时周期、阈值过驱与持续时间的关系以及阈值迟滞可解决与受监控电压（通常是系统微控制器的电源）相关的电压毛刺和瞬变问题。对于开关等机械触点带来的毛刺，手动复位设置周期和去抖时间有助于减轻电压瞬变和毛刺可能产生的影响。

手动复位设置周期(t_{MR})是手动复位在触发复位输出之前保持并完成所需的时间。一些监控器具有较长的手动复位设置周期，以增强对系统的保护。这些在消费电子产品中很常见，必需按住按钮几秒钟才能重置系统。这种方法可避免意外和无意中重置，从而增强保护并提高可靠性。在手动复位设置期间，按下开关时产生的所有短时瞬变和毛刺都会被忽略，如图7a所示，从而帮助系统免受毛刺影响。



(a)



(b)

图7. 具有较长手动复位设置周期的监控器(MAX6444)的手动复位设置周期和去抖时间图: (a)在复位信号有效之前，需要首先完成手动复位建立周期(t_{MR}); (b)要视为有效输入信号，需要完成去抖时间(t_{DB})。

去抖时间也是同样的逻辑。与建立周期一样，去抖时间(t_{db})会忽略打开或关闭开关时的高频周期性电压瞬变。这些高频瞬变将视为无效，不会触发复位，如图7b所示。当信号超过去抖时间时，即认为这是来自开关或按钮的有效输入信号。

结论

如果没有电压监控器，系统在电压瞬变和毛刺期间就会面临断电和发生故障的风险。在这些情况下，电压监控器通过将处理器置于复位模式来解决问题。上面讨论的所有参数（包括复位超时周期、阈值迟滞、阈值过驱、手动复位设置周期和去抖时间）有助于电压监控器免受故障和瞬变的影响，从

而增强其监控电源电压的可靠性。因此，能够确保整体系统性能稳定可靠。

参考文献

¹ “使用微处理器监控器的原因、内容、方式和时间。” Maxim Integrated, 2018年4月。

² Greg Sutterlin. “多电压系统的监控器。” ADI公司, 2003年11月。

³ Pinkesh Sachdev. “提高迟滞，实现平稳的欠压和过压闭锁。” 模拟对话, 第55卷第1期, 2021年3月。



作者简介

Noel Tenorio是ADI菲律宾公司的产品应用工程师，主要负责高性能监控产品。他于2016年8月加入ADI公司。在加入ADI公司之前，他在一家开关模式电源研发公司作为设计工程师工作了六年。他拥有菲律宾八打雁国立大学电子与通信工程学士学位、电力电子专业电气工程研究生学位，以及玛普阿大学电子工程理学硕士学位。

