

Technical Article

如何闭锁具有断续故障响应的电源转换器



Pradeep Shenoy

电源转换器的设计通常可以防止发生不必要的故障情形。例如，如果转换器输出上消耗过多电流，则可能会触发过流保护。如果转换器的输出端子意外短接在一起，或者负载电流超过设计的最大电流，则过流保护会起作用。其他常见故障情况包括超过热关断触发点（过热）和输出电压超出范围（过压或欠压）。

断续是一种常用的故障响应方式。电源转换器将自行关闭，等待一段时间（例如 30ms），然后自动重启。图 1 展示了此响应的示例，其同时测量输出电压和电感器电流。断续故障响应让系统无需外部干预即可恢复，还有助于降低在输出短路情况下产生的功耗和热量。

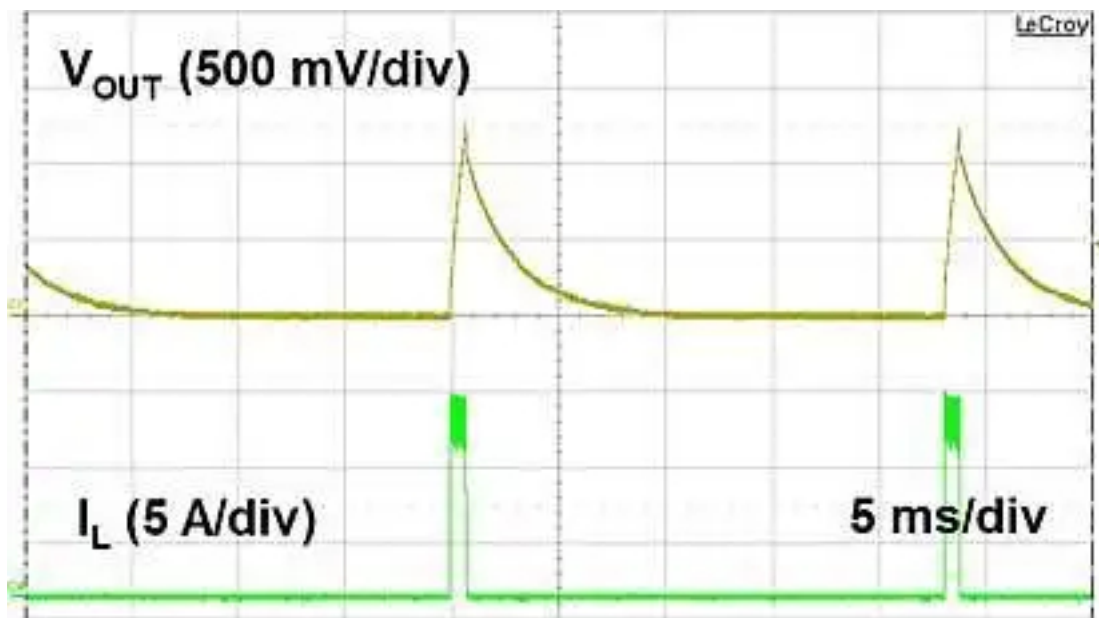


图 1. 过流情形导致的断续故障响应。

有时并不需要断续响应。您可能想用中央控制器以更复杂或精密的方式管理故障响应。某些系统内置了冗余，想要完全关闭故障子系统，以确保不干扰正常运行的子系统。在这些情况下，所需的故障响应是闭锁出现故障的电源转换器。除非对使能 (EN) 引脚或电源电压下电上电来复位锁存器，否则闭锁电源转换器将阻止电源转换器重启。有些器件（如 [TPS53511](#)）具有内置的闭锁响应，但大多数器件没有。

可以通过简单的设置/复位 (SR) 锁存电路为电源转换器添加闭锁故障响应。图 2 展示了 SR 锁存器及其真值表。在本示例中，SR 锁存器的输入为低电平有效。这意味着当输入为高电平时，输出 Q 和 Q-Bar 不会发生变化。如果设置输入变为低电平，Q 将被设为高电平 (1)。如果复位输入变为低电平，Q 将为低电平 (0)。如果两个输入都为低电平，则输出为不确定状态，通常应避免这种情况。添加逻辑门可以避免这种情况。

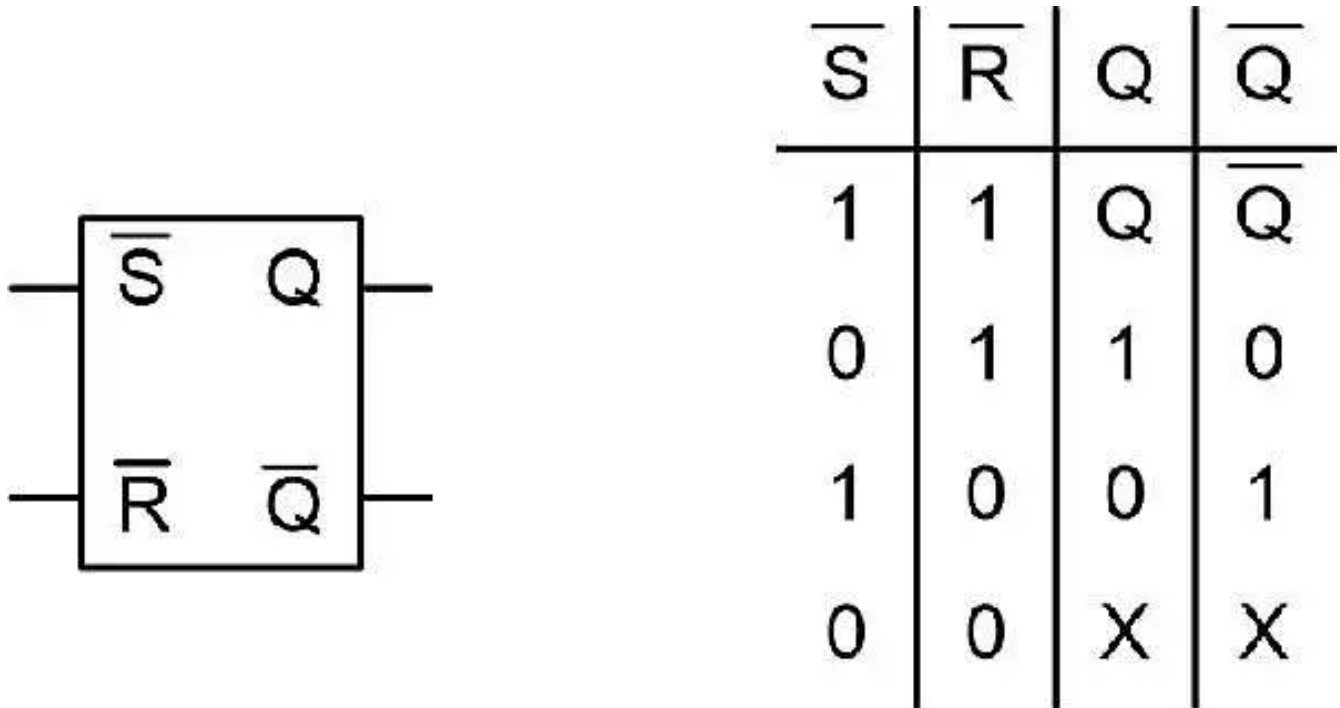


图 2. 具有低电平有效输入的 SR 锁存器及相应真值表。

图 2 简要说明了实现锁存电路的方法。许多电源转换器和监控电路都具有电源正常 (PGOOD) 输出。如果转换器出现故障，PGOOD 信号将拉至低电平，指示转换器出现问题。当 PGOOD 信号变为低电平时，锁存电路的输出 (Q) 将变为高电平，进而将转换器的 EN 引脚拉至低电平。当 EN 引脚变为低电平时，转换器将关闭，并不会自行重启。发送到锁存器的复位信号会重新启动转换器并使 Q 输出变为低电平，进而使 EN 引脚变为高电平。包含的反相器让连接更简单；这些反相器采用开漏金属氧化物半导体场效应晶体管 (MOSFET) 实现。

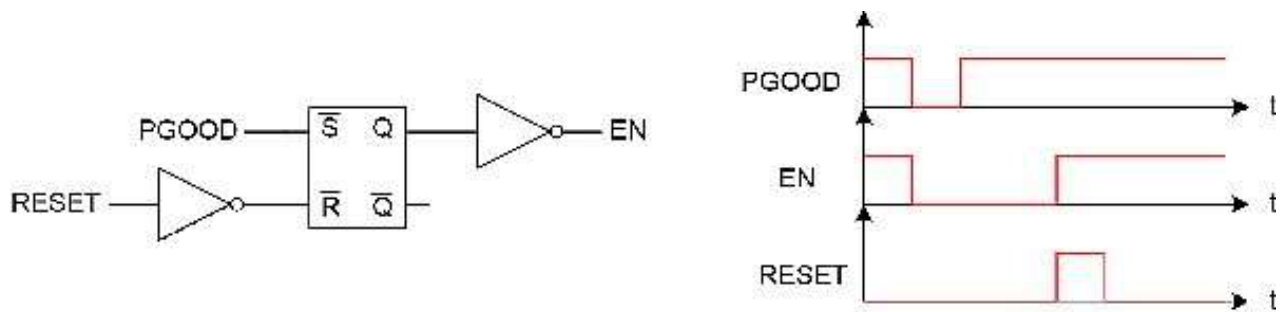


图 3. 锁存器电路概述和示例信号图。

要确保转换器即使在 PGOOD 信号为低电平时也能够正确启动或重启，则需要将锁存电路设为“复位主导”。换句话说，当设置和复位输入均为低电平时，复位输入将起主导作用，从而使 Q 输出变为低电平。图 4 展示了仅使用与非门的简化实现，其中包含相应的真值表。可使用两个双通道与非门 SN74AUP2G00 集成电路 (IC) 或一个四通道与非门 SN74HC00 IC 来创建此电路。

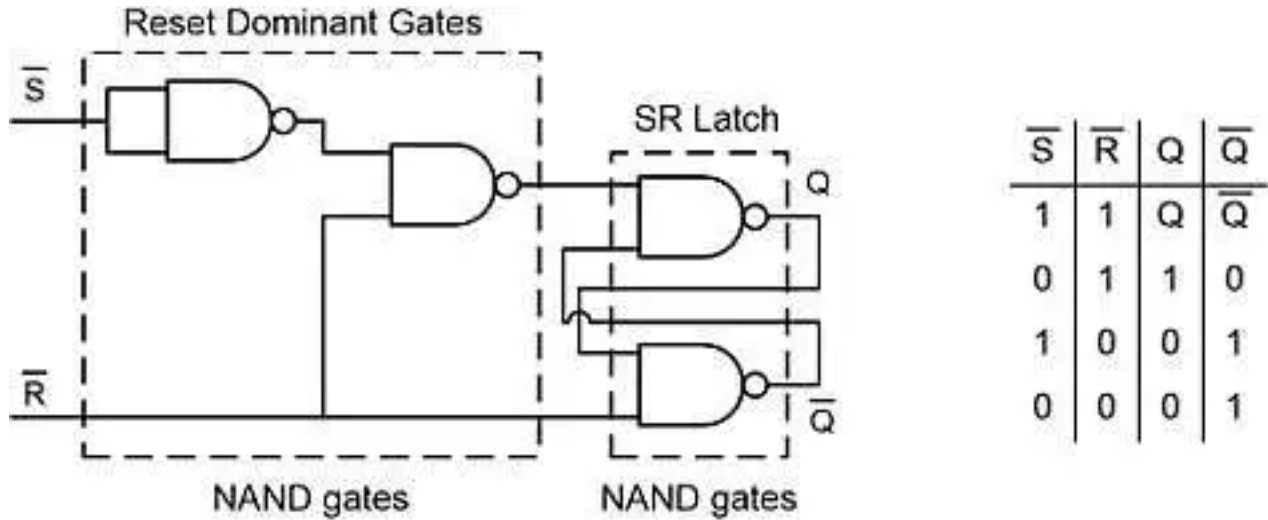


图 4. 使用与非门的复位主导锁存电路及相应真值表。

图 4 展示了闭锁电路的总体实现。电源转换器的 PGOOD 引脚使用外部电阻器（连接至 3.3V）拉至高电平。每当发生故障时，连接到 PGOOD 的开漏 MOSFET 都会将 S-bar 输入拉至锁存低电平。然后 Q 输出变为高电平，从而开启 MOSFET S1。EN 引脚拉至低电平，进而关闭转换器并防止断续自动重启。当转换器输入电压轨 (PVIN) 斜升时，通过寄生栅漏极电容 (C_{gd}) 的电容耦合会上拉 S1 的栅极并将其打开。S1 栅极上的下拉电阻有助于确保 S1 不会不经意导通。

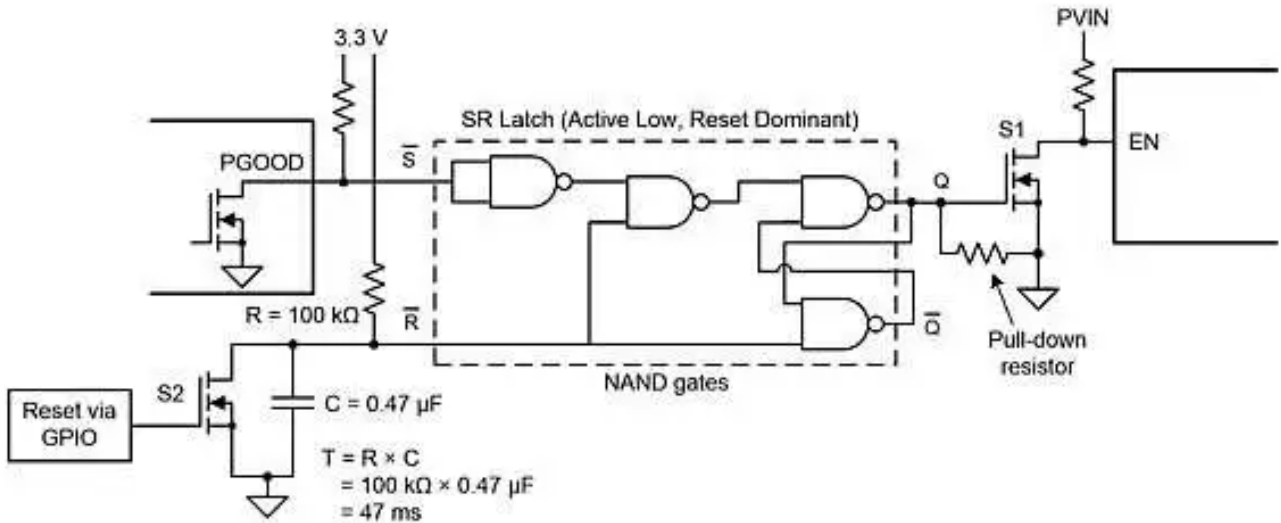


图 5. 可复位闭锁电路。

SR 锁存器的 R-Bar 输入通过 100kΩ 电阻拉至高电平。只要向 S2 的栅极提供复位信号，开漏 MOSFET S2 就可以将 R-Bar 信号拉至低电平。电容器 (C，与 S2 并联) 形成一个带有上拉电阻器 R 的延迟电路。在本例中，延迟的 RC 时间常数约为 47ms。该延迟是可调的，以确保 R-Bar 输入在启动期间保持低电平。R-Bar 的慢速边沿速率可能会因过多的电流消耗而损坏某些互补金属氧化物半导体 (CMOS) 与非门的输入。然而，SN74AUP2G00 门不会因此而损坏，这是由于其驱动器相对较弱。

另一种方法是使用施密特触发输入与非门，或在 R-Bar 输入添加施密特触发缓冲器。在第三种方案中，开关 S2 可连续导通以在启动期间将 R-Bar 拉至低电平，并可通过调整 R 和 C 值来减小或完全消除 RC 延迟。

可在需要闭锁故障响应的各种电源转换器应用中使用此处所述的电路。闭锁电路使用很少的简单元件和逻辑门便可实现灵活可靠的解决方案。

相关文章

- [电路提供断续电流限制](#)
- [闭锁电源开关使用瞬时按钮](#)
- [故障锁存电路保护开关](#)

之前在 [EDN.com](#) 上发布。

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