

# 新功能简化高可靠性电源设计

凌力尔特公司 Steve Munns

如果我们在一个完美的世界上，那么高可靠性系统应该设计成能够避免单点故障，提供隔离故障的方法，以使系统在发生故障时能够继续运行，当然也许性能有所下降。这种系统还应该能够防止故障蔓延，避免故障传递到下游或上游电子组件，并向管理系统报告诊断信息。

## 部署冗余系统

一种常见的方法是提供内置冗余，采用主动共享负载的并联电路形式或以备用方式应对故障发生。故障检测和管理需要额外的电路开销，以判断优先使用哪个电源，并监视每个电源的状态。此外，内置必须在电源切换时，保护系统免受交叉传导和反馈影响。LTC4417等产品提供了一种具备这些功能的单芯片解决方案，可验证用户针对每个输入定义的电源门限，并基于验证结果自动选择电源。

另一种方法是在两个同时运行的输入电源之间共享负载，这减轻了每个电源的负担，同时如果每个电源的规格设定得当以满足满载要求，那么还可可在一个电源发生故障时提供保护，这些都提高了可靠性。过去也许会采用一种简单但低效率的二极管“合路”，但是这

种电路要求每个电源提供有源控制以平衡负载。图1显示了现在怎样用单芯片解决方案来实现。LTC4370是一款均流控制器，具备反向隔离，可防止一个电源发生故障导致整个电源系统崩溃。

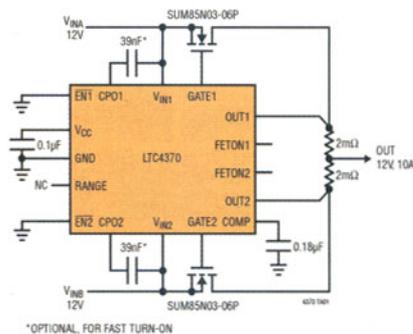


图1 LTC4370冗余电源共享电路

## 备份电源电路

高可靠性应用的电源常常规定电源轨的最短保持时间，以便系统能够

“穿越”供电中断，保持正常工作。随着 LTC3355 等新产品的出现，备份系统的设计得到了极大简化，该器件在单芯片中提供了一个完整的1A DC/DC开关稳压器和备份系统。

LTC3355集成了4种主要功能：

- 异步1A DC/DC降压型转换器，适用于在3~20V输入范围内工作的主电源。
- 可编程1A恒定电流/恒定电压线性充电器由 $V_{OUT}$ 供电，为单个超级电容器、电介质电容器或镍氢金属电池充电。热调节环路最大限度提高充电电流，同时将芯片温度限制到110℃。
- 当 $V_{IN}$ 电源降低至低于可编程输入门限时，恒定频率异步电流模式5A升压型开关稳压器从超级电容器向 $V_{OUT}$ 供电。该稳压器设计为电容器电压低至

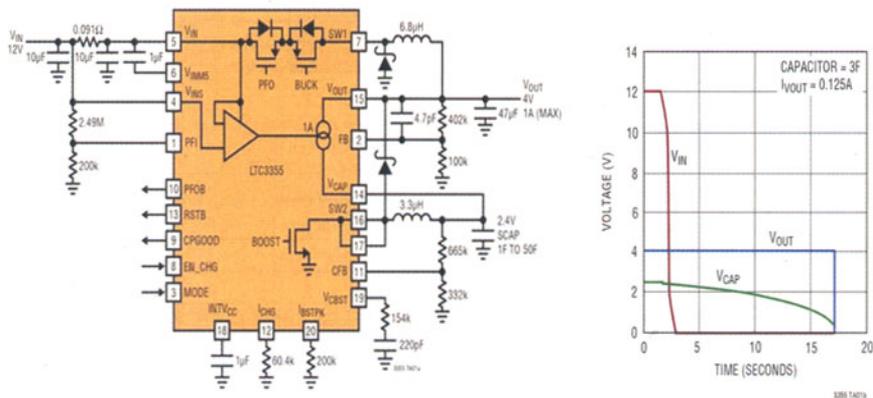


图2 LTC3355 DC/DC稳压器和备份系统IC

0.5V时依然正常工作，以尽可能延长备份电源工作时间。

- 在电源发生故障时，无损耗“合路”功能实现从降压模式到升压模式的无缝切换。

### 热量管理和安全功能

随着系统密度和功率不断上升，热量管理变得越来越富有挑战性，这对IC的可靠性产生了直接影响，因为结温每升高10℃，IC的寿命就缩短一半左右。现在，功能丰富的最新电源IC和专用电源管理功能对IC本身及其周围系统提供了更强的保护。

大部分采用内部功率晶体管的电源稳压器IC都采用了过热保护措施。典型的过热停机大约在155~165℃时触发，触发后器件被禁止工作，直到温度下降大约10℃为止。有些新产品提供芯片温

度输出，用户能够设定3种芯片温度门限之一。

其他常见安全功能包括提供电池反向保护、限流和电流反向保护的内部保护电路。故障保护开关及线性稳压器LT3667等新产品包括这些功能，并为每路输出增加了准确的用户可编程电流限制，以进一步简化设计。

### 瞬态保护

军用和航天电子产品必须符合MIL-STD-1275（车辆）和MIL-STD-704/DO-160（飞机）瞬态保护规范要求。不过，任何高可靠性系统都希望提供防止电压浪涌、尖峰及纹波影响的保护功能，而且已有专门提供这类功能的产品。尽管现在由于芯片工艺技术的进步，稳压器IC能够以100V或更高的输入电压工作，但是专用瞬态保护IC

提供更多功能和更强的控制能力。在图3中，LTC4364提供27V钳位输出（用户可编程），以保护下游稳压器免受瞬态影响，并在输入短路或断接/复位时保持输出不变。

### 数字电源系统管理

一些新产品正在通过基于两线PMBus I<sup>2</sup>C的数字接口协议整合模拟电源调节与数字控制的优势，以实现电源系统的远端管理。遥测和诊断数据用来监视负载状态，还可以读取故障日志信息并存取数据，以实现准确度为±0.25%的微调和裕度控制，这可最大限度提高系统效率和可靠性。这类系统为从基于时间的维护计划转变到基于状态的维护计划提供了机会，有可能在系统故障不可逆转之前，凸显性能下降问题。

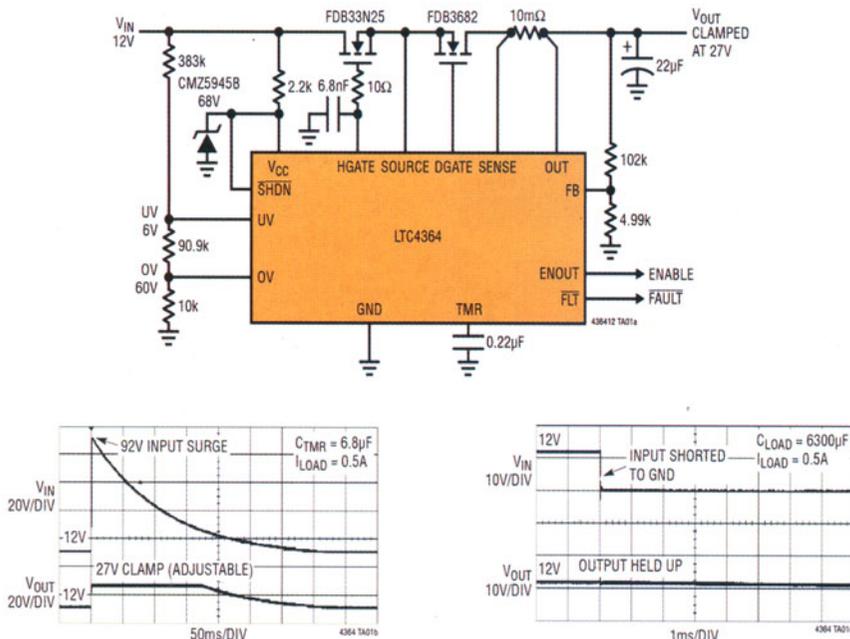


图3 瞬态保护和输出保持

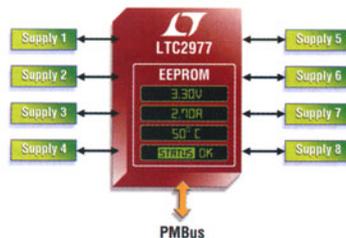


图4 数字电源系统管理

### 结论

用户可编程功能、更加精密的内置保护机制以及系统级IC简化了高可靠性电源设计，这类IC在单个封装中集成了所需功能。数字电源系统管理为远端监视和控制电源系统提供了方便，进一步提高了效率和可靠性。