

Technical Article

如何利用直流/直流转换器提高系统可靠性并简化设计



Callie Wallace

本文由 *Harrison Overturf* 共同撰写，并于 2020 年 8 月进行了更新。

可靠性最基本的定义是**测量结果的一致性**。如果能够在相同条件下始终如一地产生相同的结果，那么该产品就是可靠的。简单也是一个重要因素。减少系统中器件的数量，可降低某个元件发生故障并对性能产生负面影响的风险。例如，在汽车行业中，内燃机可靠性是一个主要关注点。发动机的功能取决于数百个活动器件之间时序精准的相互配合，因此，要确保汽车正常运行 10 年以上，可靠性至关重要。同样，在电力电子领域，大多数直流/直流转换器都依靠外部元件来配置器件，并实现客户所需的性能。但是，每个额外所需的外部元件都会增加系统的额外风险。

由于可靠性与简单相辅相成，因此设计最简单的器件往往具有高度可靠性也不足为奇。这是因为较简单的产品所需的物料清单 (BOM) 项目数量较少，并且会尽可能将更多外部元件集成到芯片中。高集成度具有多项优势，包括减少 BOM 项目数量和成本、节省布板空间、减少设计工作量以及提高可靠性。高集成度的代价是失去灵活性。图 1 中所示的 TI LM5575 等转换器需要 12 个或更多外部元件来配置各项功能，并优化直流/直流稳压器设计，从而在特定应用中实现理想的性能。然而，除非应用有特别严格的要求，否则额外的工作量和风险可能并不值得。您是愿意投入精力完成一个包含 14 个外部元件的复杂设计，还是购买一款更简单、可靠性更高的产品？

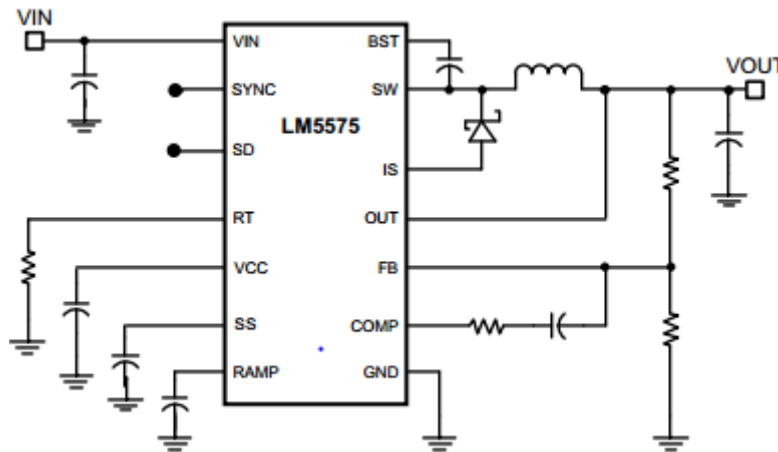


图 1. LM5575 原理图

如图 2 所示，LMR33610 SIMPLE SWITCHER® 等转换器提供内部补偿网络，可实现较低 BOM 项目数量并提高可靠性。补偿网络是电源 IC 设计中必不可少的部分，旨在确保稳定的环路响应。传统上，电源工程师都会设计外部补偿网络。外部补偿网络的优势在于其灵活性，可以自由选择元件并优化设计，从而实现更快的瞬态响应。但设计补偿网络是一个复杂且费力的过程。如果您是一位时间充裕的电源专家，这自然不成问题。如果您面临时间紧迫的情况，或者缺乏必要的专业知识，则可能没有足够的时间妥善设计外部补偿网络。如果是这种情况，内部补偿可以大幅减少电源 IC 设计的步骤和风险。内部补偿网络可更大幅度地降低因元件故障或设计失误而对终端设备性能造成负面影响的风险。它还能缩短设计电源平台所花的时间。

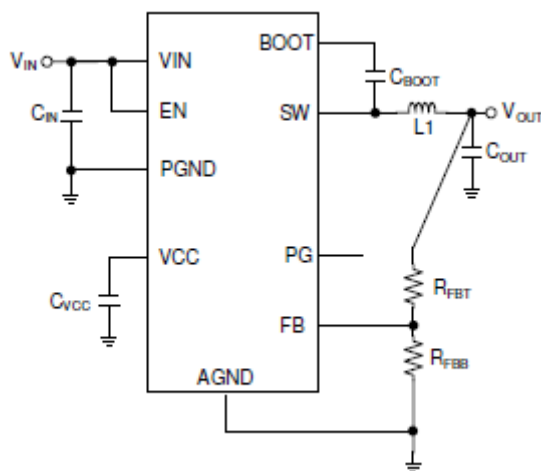


图 2. LMR33610 原理图

固定输出电压稳压器提供了另一种提高可靠性的方法。这种可靠性的提高以降低设计灵活性为代价。不过，许多工程师会使用降压转换器，通过电池为 24V、12V、5V 或 3.3V 电源轨供电。这些电压电平的固定输出版本具有多项优势，包括减少 BOM 项目数量、提高可靠性、提升输出电压精度以及降低输出噪声。例如，在图 3 中，LM2596 只需四个外部元件即可正常工作。

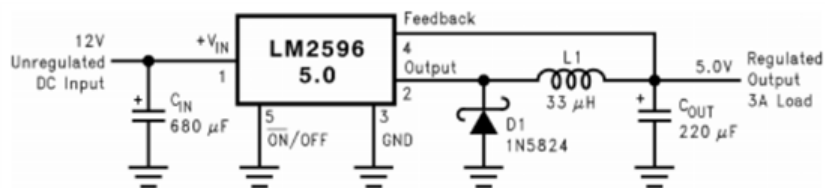


图 3. LM2596 原理图

如果您正在寻找一款能够简化电源设计的可靠器件，那么 LM2576、LM2596 和 LM2676 的外部元件数量都较少，并因此易于使用。对于需要更高开关频率的设计，LMR36510 和 LMR33610 可提供 BOM 成本较低的紧凑型解决方案；其中，LMR33610 与其他 SIMPLE SWITCHER 转换器引脚对引脚兼容，这些转换器包括 LMR33620、LMR33630 和 LMR33640 等支持 36VIN 的转换器，以及 LMR36510 和 LMR36520 等支持 65VIN 的转换器。这些器件还集成了一些附加功能，例如断续短路保护和在轻负载下实现高效率，这些功能均集成到易于使用的 HSOIC-8 封装。

其他资源：

- 查看以下技术文章：
 - “设计伺服和交流驱动器功率级时的三个技巧”。
 - “选择降压稳压器时，精确开关频率和电流限值的重要性”。
 - “引线式封装在稳健工业设计中的优势”。

重要通知和免责声明

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、与某特定用途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安全、安保法规或其他要求。

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 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。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月