

Technical Article

借助高集成度 TOLL 封装 GaN 器件推动电源设计创新



Srijan Ashok



当今的电源设计要求高效率和高功率密度。因此，设计人员将氮化镓 (GaN) 器件用于各种电源转换拓扑。

GaN 可实现高频开关，这样可减小无源器件的尺寸，从而增加密度。与硅和碳化硅 (SiC) 之类的技术相比，GaN 还可降低开关、栅极驱动和反向恢复损耗，从而提高电源设计效率。

您可以使用 650V GaN FET 进行 AC/DC 至 DC/DC 转换，或使用 100V 或 200V GaN FET 进行 DC/DC 转换以实现电源供应。

如果您从事尖端产品的研发，为了简化采购团队的供应链，选择采用业界通用封装的器件也很重要。因此，对于 650V 应用，变压器外形无引脚 (TOLL) 封装在高功率电源设计中越来越受欢迎。

除了选择业界通用器件之外，TI 的 [LMG3650R035](#) GaN 场效应晶体管 (FET) 之类的集成器件在创建跨各种电源拓扑的高密度、可靠运行的设计时也可发挥重要作用。该器件具有集成栅极驱动器以及过流保护、过热保护和短路保护等保护电路。集成保护电路有助于减少实现这些特性所需的外部元件。该器件还支持高压应用中的多种电源拓扑，包括图腾柱功率因数校正 (PFC)、电感电容器、相移全桥和双有源电桥。

集成栅极驱动器可帮助您创建简洁的高密度布局，同时显著减少寄生耦合，如 [图 1](#) 所示。集成在高开关频率的电源转换中变得尤为重要，因为栅极环路中的电路寄生耦合会导致栅极噪声和重叠损耗增加。使用集成式功率级，寄生耦合可以忽略不计，并且能简化布局。

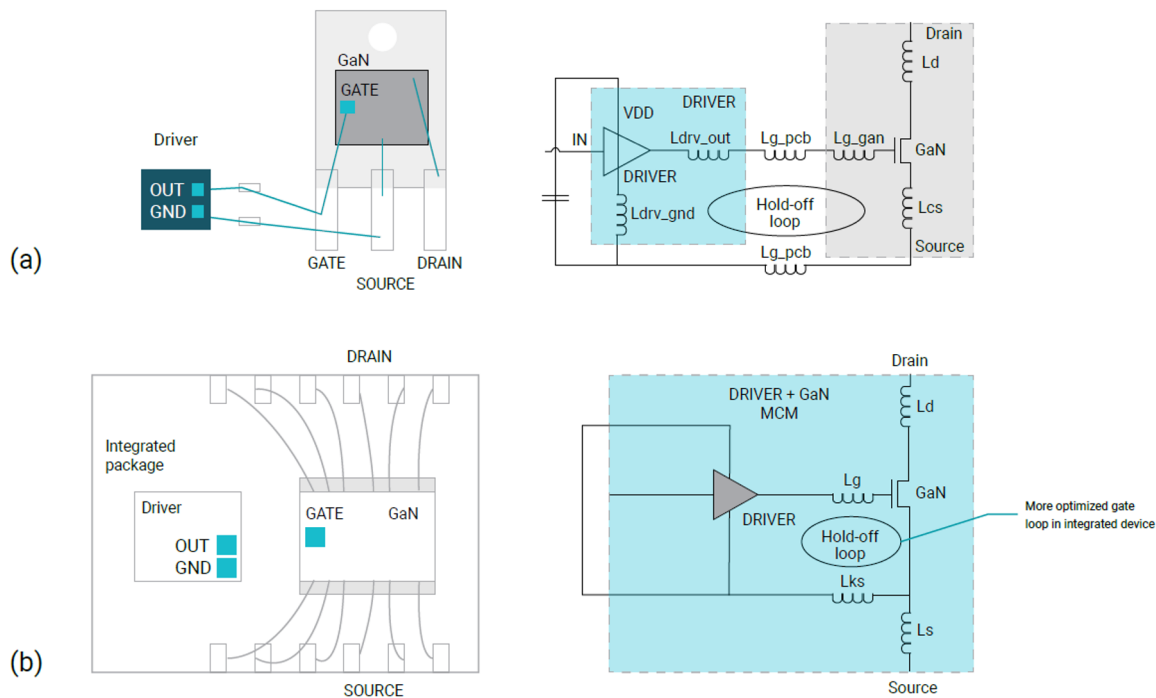


图 1. 电路寄生效应集成式 GaN 功率级与分立式 GaN

TI 高压 TOLL 器件的应用领域

让我们回顾一下 TI 的 TOLL 器件的几个主要应用领域，在这些领域中，您可以利用集成保护特性、集成零电压检测（可减少第三象限损耗）以及可忽略不计的寄生耦合导致的更低重叠开关损耗。

用于数据中心和电信供电的 PSU

随着对数据中心和超大规模计算的需求不断增长，打造高效且高功率密度的电源单元 (PSU) 的需要将呈指数级增长。即使电信领域从 4G 发展到 5G（以及现在的 6G），设备的功率要求也在不断提高，而外形尺寸仍然不变。

这种情况成为集成 650V TOLL 器件的典型用例，主要通过 PFC 和 DC/DC 级将交流电源转换为直流总线，如图 2 所示。对于前面提到的拓扑，我们采用 TOLL 封装的 GaN 器件可在 PFC 级实现超过 99% 的效率，在 DC/DC 级实现超过 98% 的效率。

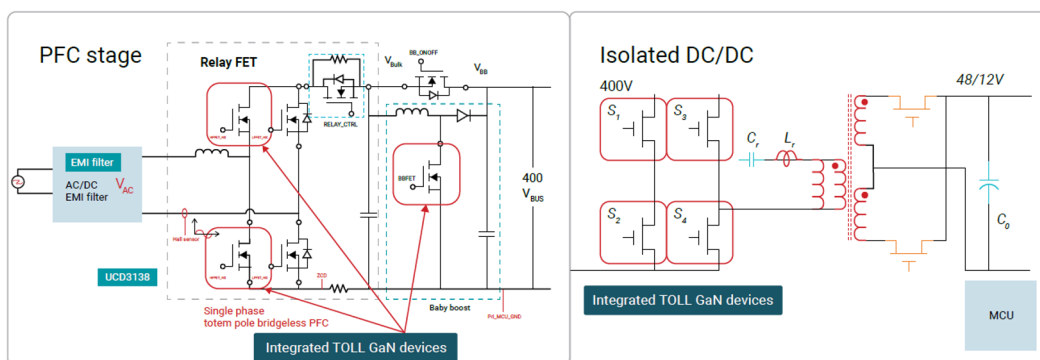


图 2. PSU 方框图

太阳能微型逆变器

太阳能作为一种电源正在呈现上升趋势。如图 3 所示，双向 DC/DC 和 PFC 以及逆变器级均可使用集成 GaN TOLL 器件将太阳能电池板电压转换为交流电。随着清洁能源要求的迅速提高，使用业界通用器件实现高效率、高功率和小尺寸非常重要。

TOLL GaN 器件可通过业界通用的封装尺寸和集成特性增加价值。这些器件可帮助您使用不同的漏源导电阻调整到不同的功率级别以及不同拓扑，同时不需要费心考虑布局，因为大多数检测和优化特性都已集成在功率级中。

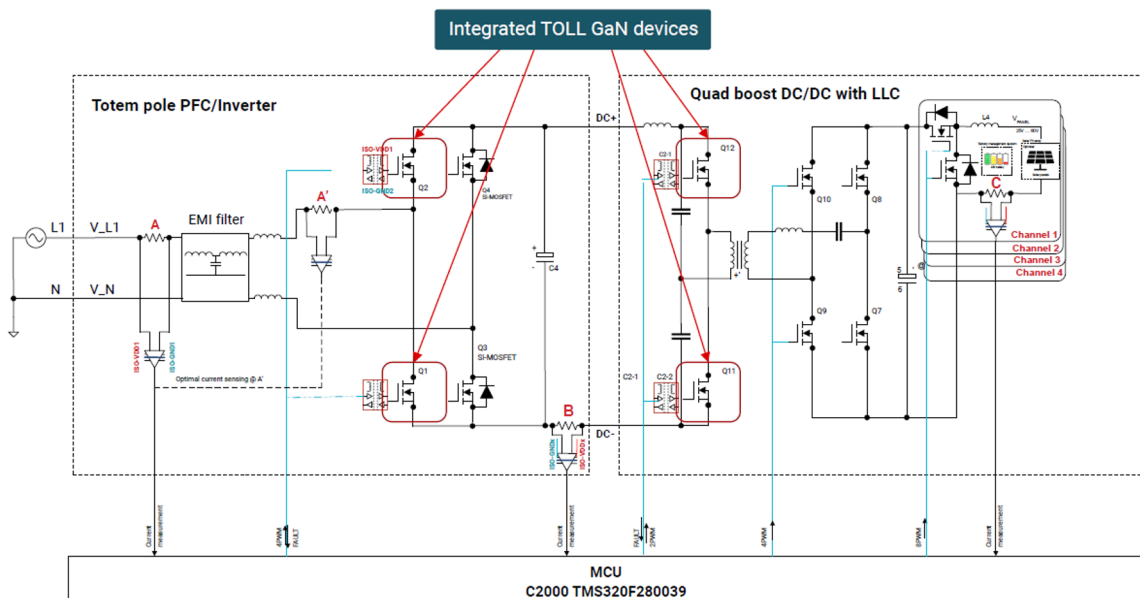


图 3. 微型逆变器方框图

电视电源

大屏幕（40 英寸以上）电视市场具有相当大的增长潜力，而且出于美学考虑，屏幕变得越来越轻、越来越薄。由于屏幕越大对功率的要求越高，但更为轻薄，因此提高电视的能效非常重要。AC/DC 转换可以利用 PFC 和 DC/DC 级中的 TOLL 器件。

集成 TOLL GaN 器件让您能够保持无源器件的尺寸不变，并通过简单的布线尽可能减少外部电路，从而获得更薄的印刷电路板。该设计还将更加高效，同时仍采用业界通用封装。

2W、3W 和 4W 车载充电器

在全球致力于努力减少尾气排放的时代，汽车电气化的新闻经久不衰。轻松实现移动充电要求电动汽车上有车载充电器 (OBC)。由于 OBC 在电动汽车中位于底盘，因此它应具备高功率密度和高效率，以尽可能缩小占用的空间并降低损耗，因为没有主动冷却功能来耗散损耗。

图 4 显示了典型的 OBC 方框图。高集成度的 TOLL GaN 器件可以帮助 PFC 和 DC/DC 级通过集成以及更高的开关频率来优化设计尺寸，并降低损耗（栅极驱动和开关损耗）以实现更有效的热耗散。利用 TOLL GaN 器件，在器件级还支持所有保护功能，这将有助于提高 OBC 设计的弹性，同时保持业界通用的封装尺寸。

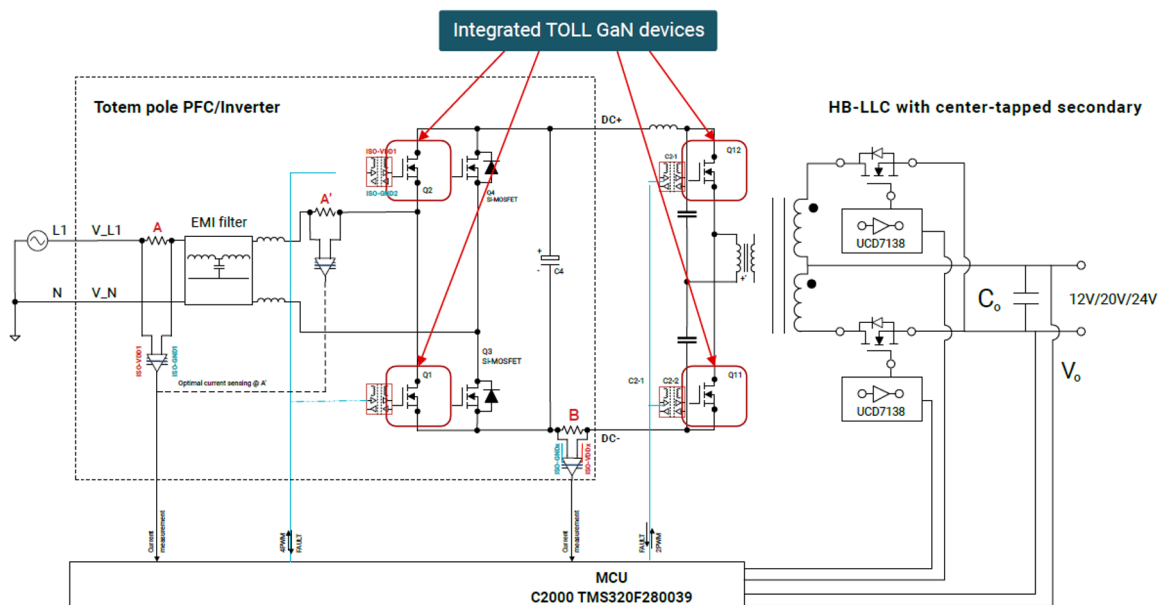


图 4. 车载充电器

结语

未来电源设计人员面临的最大的设计挑战之一，是如何以尽可能低的损耗和高密度设计达到不断提高的功率等级。通过将集成 GaN 与业界通用封装相结合，高集成度 TOLL GaN 器件可提供出色的性能，还免去了额外电路和复杂 PCB 布局的麻烦。这有助于降低设计的冗余程度。此外，这还将强化其他终端设备领域的设计，例如，同样重视简单、高密度设计的电机驱动器、工业电源和电器电源。

随着 GaN FET 技术的突飞猛进，我们将在未来不断投资和提高 TOLL 器件的品质因数，从而帮助设计人员努力在同一领域提供更高的功率。

其他资源

- 查看 [LMG3650R035 评估模块 EVM 用户指南](#)。
- 详细了解 [LMG3650EVM-113 评估模块](#)。
- 详细了解我们的 [GaN 技术](#)。

商标

所有商标均为其各自所有者所有。

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、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。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
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司