

如何在开关模式电源中运用氮化镓技术

Frederik Dostal, 电源管理主题专家

摘要

本文阐释了在开关模式电源中使用氮化镓(GaN)开关所涉及的独特考量因素和面临的挑战。文中提出了一种以专用GaN驱动器为形式的解决方案, 可提供必要的功能, 打造稳固可靠的设计。此外, 本文还建议将LTspice®作为合适的工具链来使用, 以便成功部署GaN开关。

引言

氮化镓(GaN)是一种III-V族半导体, 为开关电模式电源(SMPS)提供了出众的性能。GaN技术具有高介电强度、低开关损耗、高功率密度等特点, 因此日益受到欢迎。

如今, 市面上有众多基于GaN技术的开关可供选择。然而, 与传统的MOSFET相比, 由于需要采用不同的驱动方式, 这些开关的应用在一定程度上受到了限制。

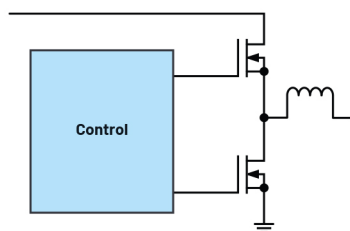


图1. SMPS中电源开关的驱动。

图1展示了开关模式降压转换器（降压技术）中常用的半桥配置功率级。在此配置中使用GaN开关时, 必须考虑到, 与硅基开关相比, GaN开关的最大栅极电压耐受值通常较低。因此, 在驱动过程中严格遵守最大栅极电压限制至关重要。

此外, 连接高侧与低侧开关的开关节点会发生快速切换, 这一现象不容忽视。这种快速切换不应导致GaN开关意外导通, 而这种失效模式对于传统硅基开关来说并不常见。要缓解这一问题, 可以为上升沿和下降沿设置独立的栅极控制线。

再者, 在桥式拓扑结构中, GaN开关在死区时间内的线路损耗会增加。因此, 在桥式应用场景中使用GaN开关时, 必须尽可能缩短死区时间, 从而实现理想的性能表现。

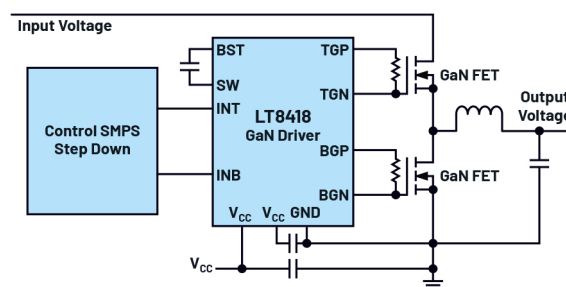


图2. LT8418, 一款用于GaN开关的100 V半桥驱动器。

为了有效满足GaN开关的特定控制需求, 建议使用诸如LT8418之类的专用GaN驱动器IC。图2展示了这款驱动器在降压式开关稳压器中的应用。LT8418 GaN桥式驱动器性能出色, 栅极充电时驱动强度可达4A, 关断期间栅极放电强度更是高达8A。凭借独立的充放电控制线, 可灵活调整上升与下降时间, 保障电路稳定可靠运行。

在输入电压为48 V、输出电压为12 V、负载电流为12 A的情况下, 图2中的电路实现了约97%的转换效率。值得注意的是, 这一转换效率是在1 MHz的开关频率下达成的。

当构建使用GaN开关的功率级时, 必须仔细优化电路板布局。快速的开关边沿与寄生电感相互作用, 可能会产生不良的高电磁辐射。为了尽可能减少这些寄生电感, 紧凑的电路设计不可或缺。正因如此, LT8418桥式驱动器采用了紧凑的晶圆级芯片尺寸封装(WLCSP), 其尺寸仅为1.7 mm × 1.7 mm。

要想快速、高效地体验GaN开关的控制过程, 强烈推荐使用免费的仿真环境LTspice。LTspice不仅包含LT8418 GaN驱动器的全面仿真模型, 还配备了完整的外部电路。图3展示了用于在LTspice中进行评估的LT8418原理图。

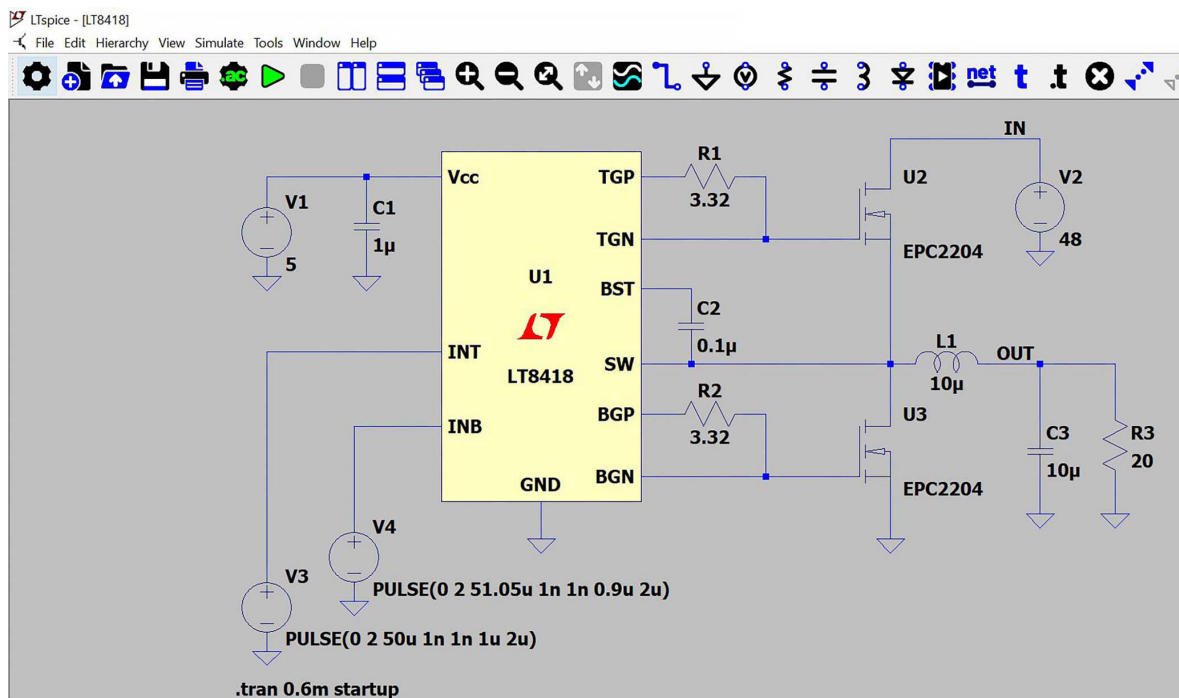


图3. 在LTspice仿真环境中评估采用GaN电源开关的SMPS。

结论

GaN开关已从小众产品发展成为电力电子领域的关键角色。凭借在效率与功率密度方面的显著优势，GaN开关在电压转换、电机驱动、D类音频放大器等多种应用场景中展现出强大吸引力。随着LT8418等优化驱动模块相继问世，控制这项新的电路技术已变得既简单又可靠。因此，GaN开关为电力电子技术的发展带来了巨大潜力。

作者简介

Frederik Dostal是一名拥有20多年行业经验的电源管理专家。他曾就读于德国埃尔兰根大学微电子学专业，并于2001年加入National Semiconductor公司，担任现场应用工程师，帮助客户在项目中实施电源管理解决方案，进而积累了不少经验。在此期间，他还在美国亚利桑那州凤凰城工作了4年，担任应用工程师，负责开关电源产品。他于2009年加入ADI公司，先后担任多个产品线和欧洲技术支持职位，具备广泛的设计和应用知识，目前担任电源管理专家。Frederik在ADI的德国慕尼黑分公司工作。

在线支持社区



访问ADI在线支持社区，中文技术论坛

与ADI技术专家互动。提出您的棘手设计问题、浏览常见问题解答，或参与讨论。

请访问ez.analog.com/cn

