

## Technical Article

## GaN 将革新四种中压应用的电子设计



Srijan Ashok

## 引言

随着技术的迅速发展，人们对电源的需求亦在不断攀升。为了可持续地推动上述发展，诸如太阳能等可再生能源越来越多地用于电网供电。同样，为了实现更快的数据处理、大数据存储以及人工智能 (AI)，服务器的需求正在呈指数级增长。鉴于全球趋势，设计人员面临着—项重大挑战：如何在保持设计效率提升的同时，在相同的尺寸内实现更高的功率。

这一挑战已经推动了氮化镓 (GaN) 在高压电源设计中的广泛应用，原因在于 GaN 具有两大优势：

- 提高功率密度。GaN 的开关频率较高，使设计人员能够使用体积更小的无源器件（如电感器和电容器），从而缩小电路板的尺寸。
- 提升效率。相较于硅设计，GaN 出色的开关和导通损耗性能可将损耗降低 >50%。

除了业界已经采用的高压 GaN（额定值  $\geq 600\text{V}$ ）外，新的中压 GaN 解决方案（额定值  $80\text{V}-200\text{V}$ ）也日益受到欢迎，可在高压 GaN 之前无法支持的电源系统中实现更高的功率密度和效率。

在这篇文章中，我将详述四个主要的中压应用领域，这些领域正在逐渐采用 GaN 技术。

## 应用领域 1：太阳能

太阳能是发展最快的可再生能源，从 2021 年到 2022 年增长了 26%，预计在未来七到八年内，太阳能利用将以大概 11.5% 的复合年增长率发展。随着太阳能电池板安装数量的增加，人们对系统效率和功率密度的需求也将随之增长，因为这是一种对空间需求较高的技术。对于太阳能电池板子系统而言，LMG2100R044 和 LMG3100R017 器件有助于将系统尺寸缩小 40% 以上。

太阳能主要通过太阳能电池板的两种子系统得以实现：一种是升压级后跟逆变器级，将直流电压范围转换为交流电压（如图 1 所示）；另一种是降压和升压级，其中电源优化器将不断变化的直流电压转换为常见的直流电压水平（利用最大功率点跟踪），以输送到串式逆变器（如图 2 所示）。

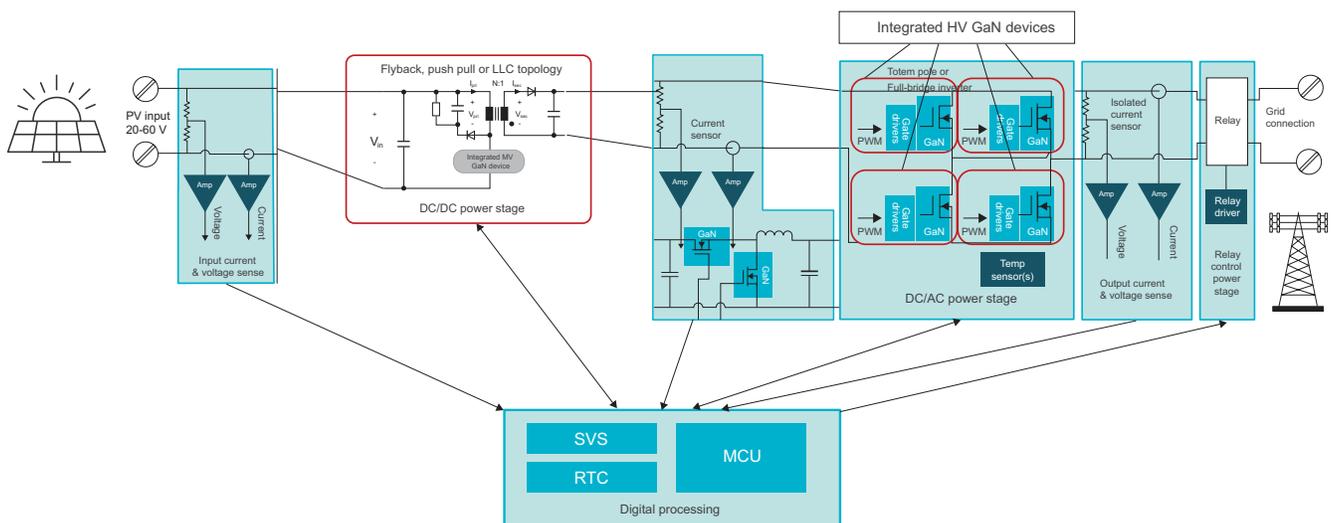


图 1. 微型逆变器方框图

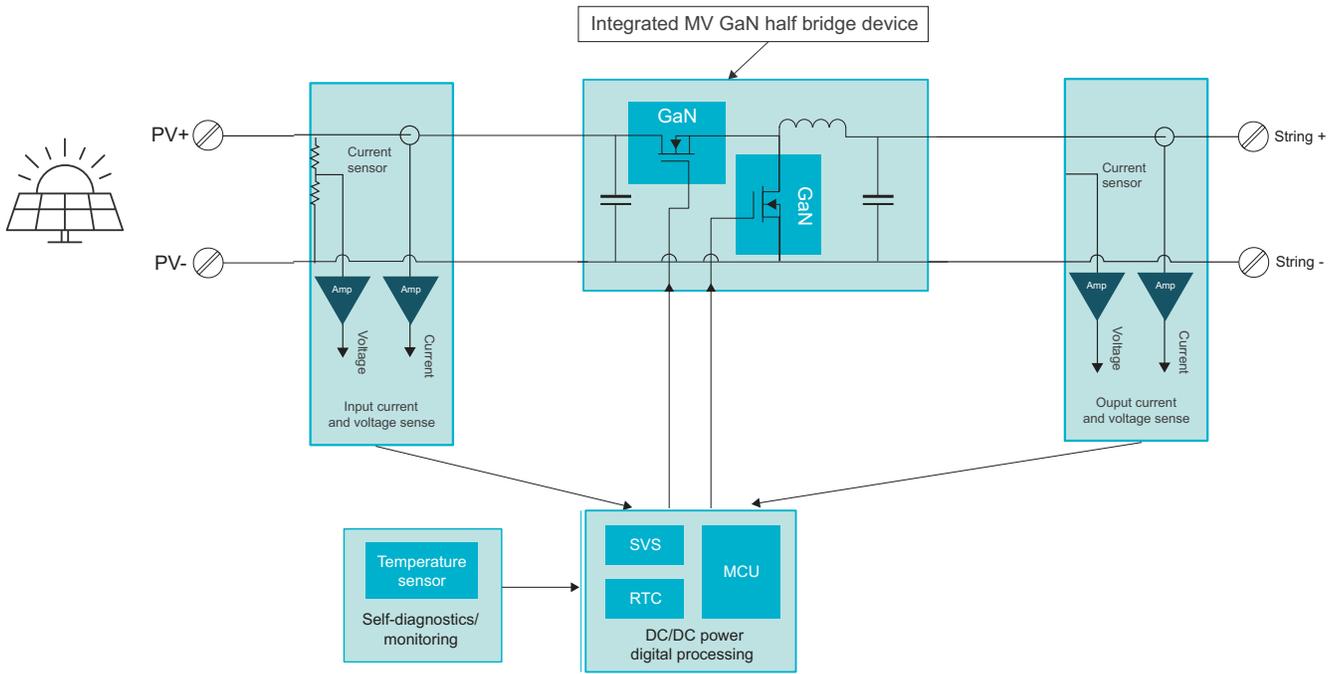


图 2. 电源优化器方框图

## 应用领域 2：服务器

考虑到我们仍处在人工智能革命的初期阶段，为了运行复杂的机器学习算法并实现更大、更复杂数据集的存储，服务器的需求将呈指数级增长。要求每个级的效率 >98% 的高密度设计将能够满足这些增强型处理和存储需求。

如图 3 所示，服务器电源应用中的三个主要系统可以采用 100V 至 200V 的 GaN：

- 电源单元 (PSU)。开放计算项目的变化正在提升 48V 输出的热量；然而，所需 80V 和 100V 硅解决方案的损耗（栅极驱动和重叠损耗）相较于以前的解决方案有大幅增长。诸如 LMG3100 等 GaN 解决方案有助于尽可能减小电感-电感-电容器级（LLC 级）次级侧同步整流器中的上述损耗。
- 中间总线转换器 (IBC)。此系统将 PSU 输出的中间电压 (48V) 转换为较低的电压，然后传送到服务器。随着 48V 电压电平的流行，IBC 有助于减少服务器子系统中的  $I^2R$  损耗，并使汇流条和电力传输线的尺寸和成本都得到降低。IBC 的缺点是在电源转换中又增加了一步，可能会对效率产生影响。因此，除了 OEM 经测试可获得高效率和功率密度最佳组合的几种新拓扑外，请务必充分利用 LMG2100 和 LMG3100 等高效 GaN 器件。
- 电池备份单元。降压/升压级通常将电池电压 (48V) 转换为总线电压 (48V)。当市电线路断电且电力流为双向时，您也可以使用 BBUS 进行电池电源转换。不间断电源之所以使用此级，是因为它仅通过电池直接执行一次直流/直流转换，避免了由直流/交流/直流转换引起的损耗。

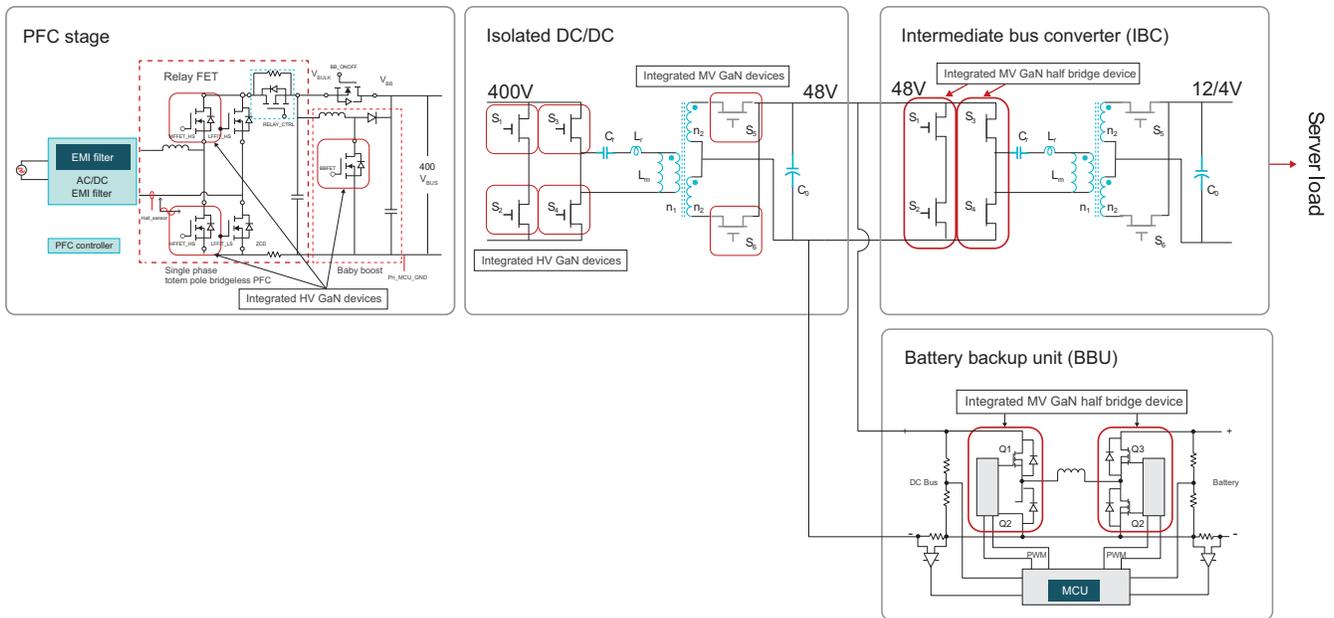


图 3. 服务器电源方框图

### 应用领域 3：电信电源

在电信无线电设备中，电源有可能采用 GaN 设计。由于无线电设备通常安置在户外，仅依赖自然冷却，因此高效率显得尤为重要。此外，随着移动网络（如 5G、6G）的逐步发展，加快网络速度和数据处理的需求也在增加，因此需要具有极低损耗的高密度设计。LMG2100 有助于将此类设计的功率密度提高 >40%。

在典型的中压应用中，GaN 转换负电池电压电平（通常为 -48V）的电源，利用反向降压/升压或正向转换器拓扑为功率放大器提供 +48V 电源，或者利用降压转换器拓扑为现场可编程门阵列和其他直流负载供电。

### 应用领域 4：电机驱动

没错，您可以在电机驱动电路中使用 GaN，其应用领域广泛，包括具有不同负载曲线的机器人、电动工具驱动以及两轮牵引逆变器设计等。GaN 的零反向恢复特性（因为不存在体二极管）导致二极管反向偏置电流没有稳定时间，从而降低了死区损失，提高了效率。如前所述，GaN 的开关频率更高，电流纹波更低，这样就可以减小无源器件的尺寸，从而实现更时尚的电机驱动设计。

图 4 展示了如何在电机驱动单元中添加 GaN。

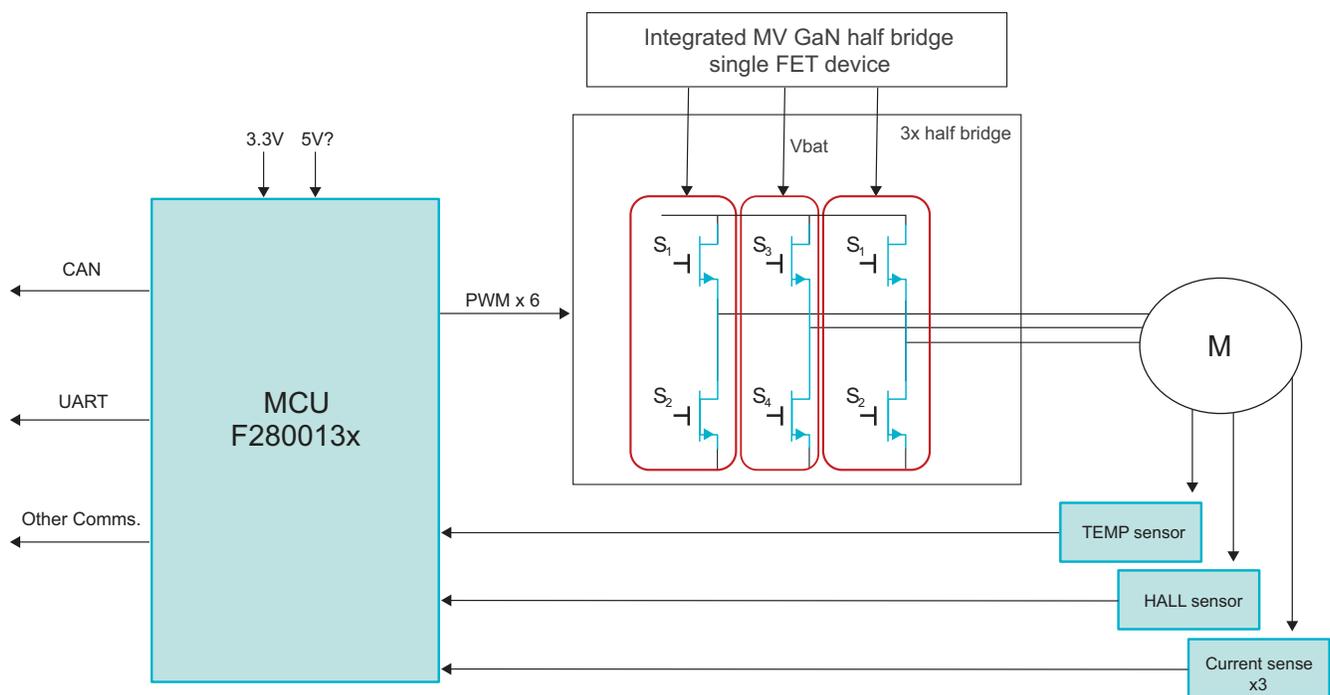


图 4. 电机驱动单元方框图

### 结语

在各种中压应用中，GaN 有潜力取代传统的硅 FET。100V 至 200V GaN 的其他应用领域包括通用直流/直流转换、D 类音频放大器，以及电池测试和化成设备。此外，GaN 还能提供更高的开关频率和更低的功率损耗，这些优势在简化电源设计的集成电源级中尤为突出。

## 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