

Technical Article

GaN 可推動電子設計轉型的 4 種中電壓應用



Srijan Ashok

簡介

隨著技術快速擴展，意味著對於電力的需求也節節攀升。為了持續推動此擴展態勢，業界也日益將太陽能等更多的可再生能源部署至電網中。同樣地，伺服器的需求也呈指數級增長，以實現更快的數據處理，大數據儲存和人工智慧 (AI)。設計人員為因應全球趨勢正面臨著一項艱鉅任務：持續提昇設計效率，同時維持提升設計的效率，同時以相同的體積提供更多電力。

這樣的挑戰已推動業界在高電壓電源設計中採用氮化鎵 (GaN) 採用，原因在於 GaN 具有兩大優勢：

- 增加功率密度。GaN 具備更高的切換頻率，讓設計人員能夠使用電感器與電容器等較小尺寸的被動元件，進而縮減電路板尺寸。
- 提升效率。相較於矽晶設計，GaN 優異的切換和傳導損耗性能可降低 >50% 的損失。

除了業界採用的高電壓 GaN (額定 $\geq 600\text{V}$) 外，新的中電壓 GaN 解決方案 (額定 $80\text{V}-200\text{V}$) 也越來越受歡迎，其可在電源系統中實現更高的功率密度和效率，而以往的高電壓 GaN 無法支援這點。

在此文章中，我將說明目前正逐漸廣泛採用 GaN 的四大主要中電壓應用領域。

應用領域 1：太陽能

太陽能是成長最快速的可再生能源來源，從 2021 年至 2022 年期間上升了 26%，預計未來七至八年將以約 11.5% 的年複合增長率拓展產能。隨著太陽能面板設備數量增加，對於系統效率和功率密度的需求也隨之攀升，原因在於這是一項需要佔用大量空間的技術。在太陽能面板子系統方面，LMG2100R044 和 LMG3100R017 裝置有助於縮減 40% 以上的系統尺寸。

太陽能主要是由太陽能面板上兩種類型的子系統來啓用：一個由逆變器階段伴隨在後的升壓階段，用於將直流電壓範圍轉換為交流電壓 (參閱 图 1)，以及一個降壓和升壓階段，其中的功率最佳化工具會將變化的直流電壓轉換為通用直流電壓電平 (使用最大功率點追蹤)，以傳輸至串列式逆變器 (參閱 图 2)。

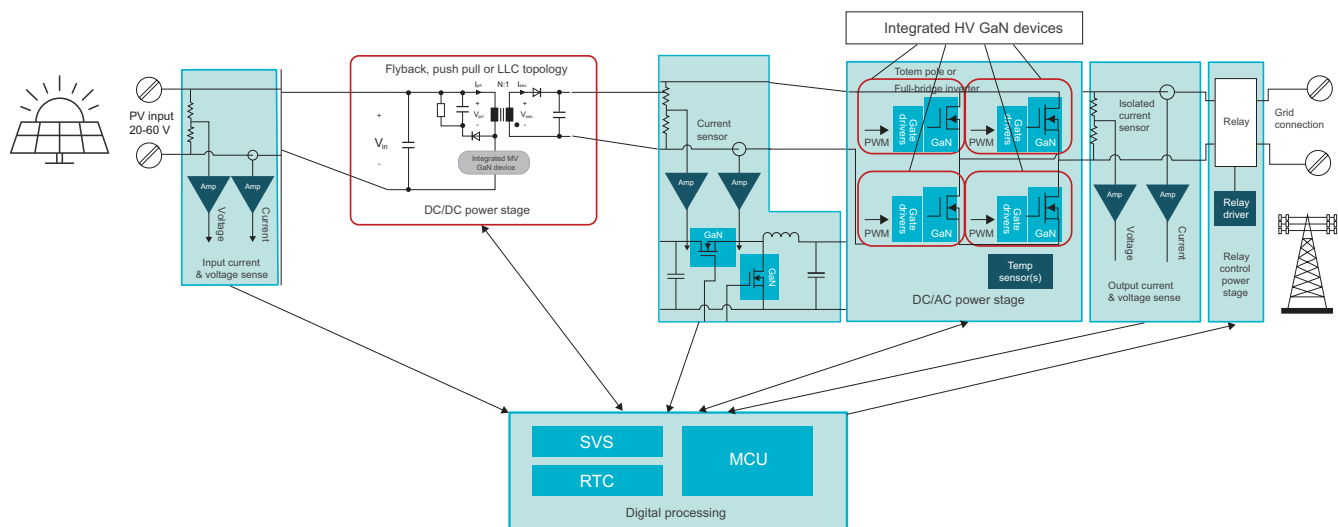


图 1. 微逆變器原理圖

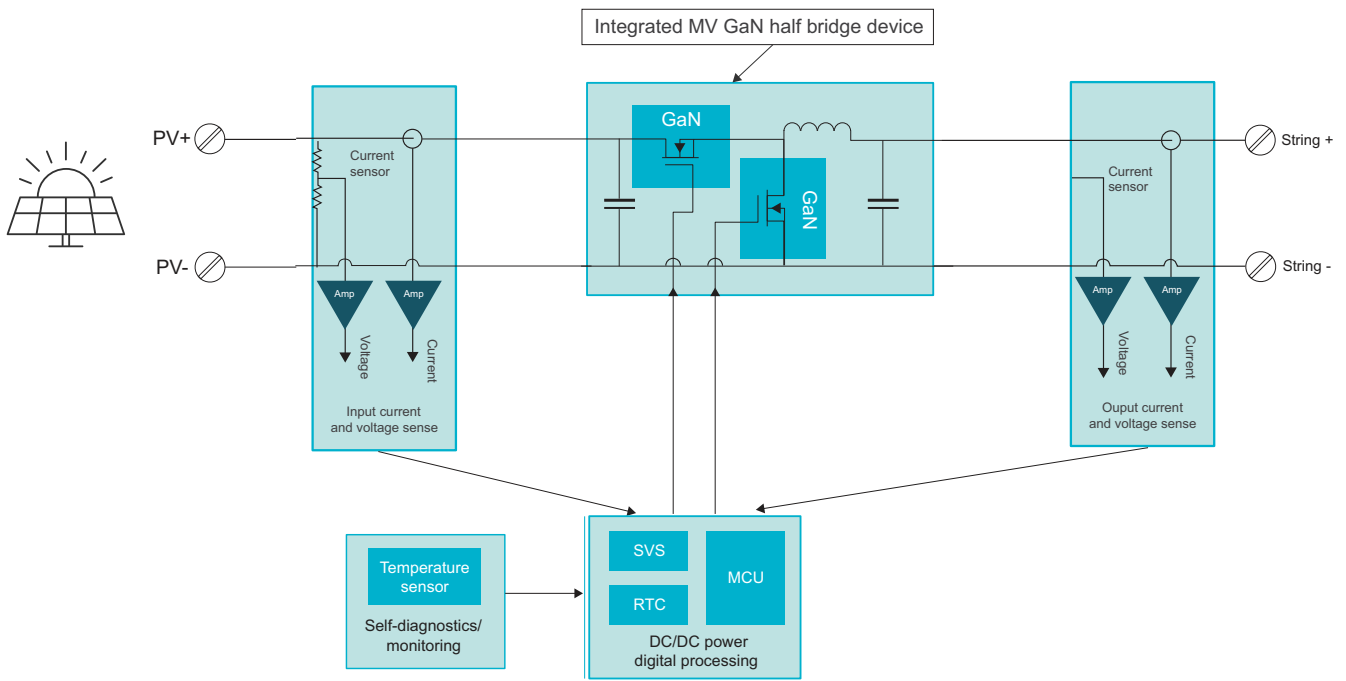


图 2. 功率最佳化工具原理圖

應用領域 2：伺服器

鑑於我們仍處於人工智慧革命的早期階段，對於伺服器執行複雜機器學習演算法，以及支援儲存更大更複雜資料集的需求將呈指數增長。每個階段的效率要求皆為 >98% 的高密度設計將實現這些增強的處理與儲存需求。

如 圖 3 中所示，伺服器電源應用中的三個主要系統可使用 100V 至 200V GaN：

- 電源設備單元 (PSU)。開放運算專案的變化使得 48V 輸出日益普及；不過，所需的 80V 與 100V 矽解決方案與先前的解決方案相比，損耗 (開極驅動與重疊損耗) 明顯大幅增加。LMG3100 等 GaN 解決方案可協助將電感器-電感器-電容器階段 (LLC 階段) 次級同步整流器的損耗降至最低。
- 中間匯流排轉換器 (IBC)。此系統會將 PSU 輸出的中間電壓 (48V) 轉換為較低電壓，然後再傳輸至伺服器。隨著 48V 電壓位準日益普及，IBC 有助於在伺服器子系統分配期間減少 I^2R 損失，並能大幅降低匯流排及載電線路的尺寸和成本。IBC 的缺點是額外增加了一個電源轉換步驟，這可能會降低效率。因此，除了 OEM 測試的數種高效率與功率密度最佳組合新拓撲結構外，還必須運用 LMG2100 和 LMG3100 等高效率 GaN 裝置。
- 電池備援單元。降壓升壓級通常會將電池電壓 (48V) 轉換為匯流排電壓 (48V)。當主電源線路關閉且功率流為雙向時，您也可以使用 BBU 進行電池電源轉換。不斷電系統使用此階段的原因，在於其僅會透過電池直接執行一次直流至直流的轉換，以避免在「直流-交流-直流」的轉換過程中發生損失。

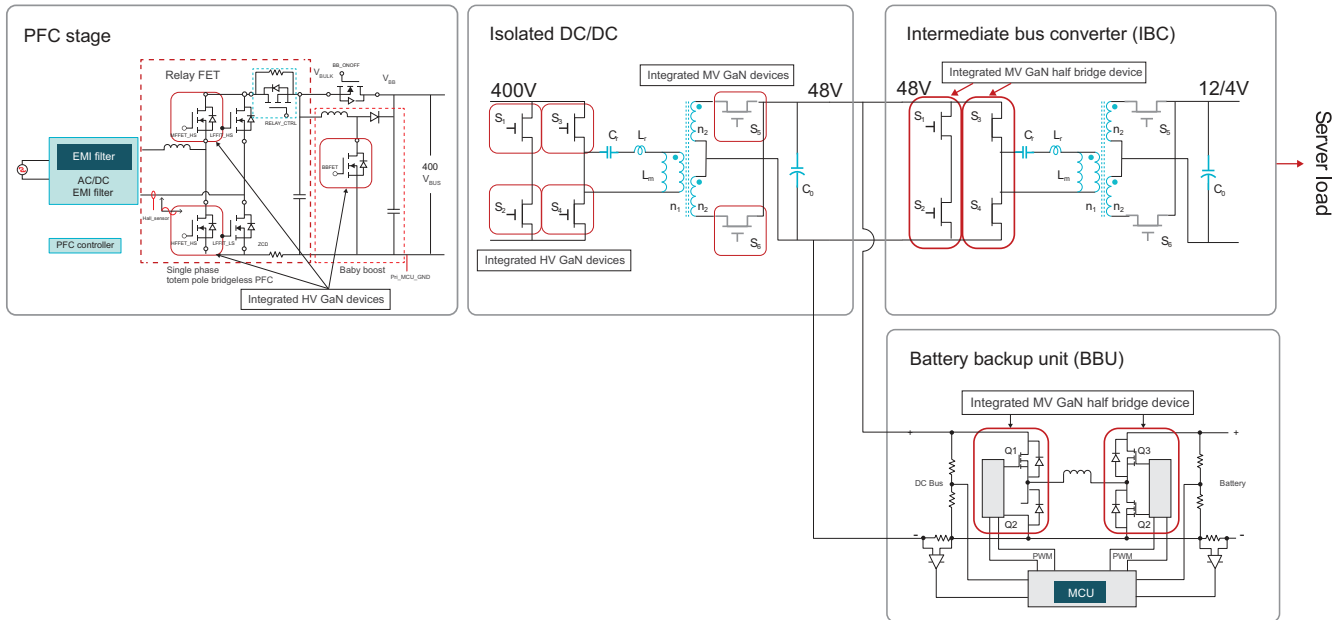


圖 3. 伺服器電源原理圖

應用領域 3：電信功率

電信無線電中的電源供應器有可能成為 GaN 設計。由於無線電通常只在自然冷卻的情況下安裝於室外，因此具備高效率至關緊要。此外，行動網路世代更迭 (5G、6G) 需要更高的網路速度和資料處理效能，因此需要採用損耗極低的高密度設計。LMG2100 可協助將這些類型的設計功率密度提升 >40%。

在一般的中電壓應用中，GaN 會將負電池電壓位準 (通常為 -48V) 的電源轉換為使用反相降壓升壓或順向轉換器拓撲結構為 +48V 的功率放大器供電，或使用降壓轉換器拓撲結構為現場可編程閘極陣列及其他 DC 負載供電。

應用領域 4：馬達驅動

是，您可在馬達驅動電路中使用 GaN。這些應用是多元的，且包含具有不同負載設定檔的機器人，電動工具驅動器與雙輪牽引逆變器設計。GaN 的零反向復原 (由於沒有本體二極體) 會導致二極體反向偏壓電流無安定時間，進而降低失效時間損失並提升效率。如我先前所提，由於 GaN 的切換頻率較高，因此電流漣波較低，可縮減被動元件尺寸並產生更精細的馬達驅動設計。

图 4 描述 GaN 整合至馬達驅動器的方式。

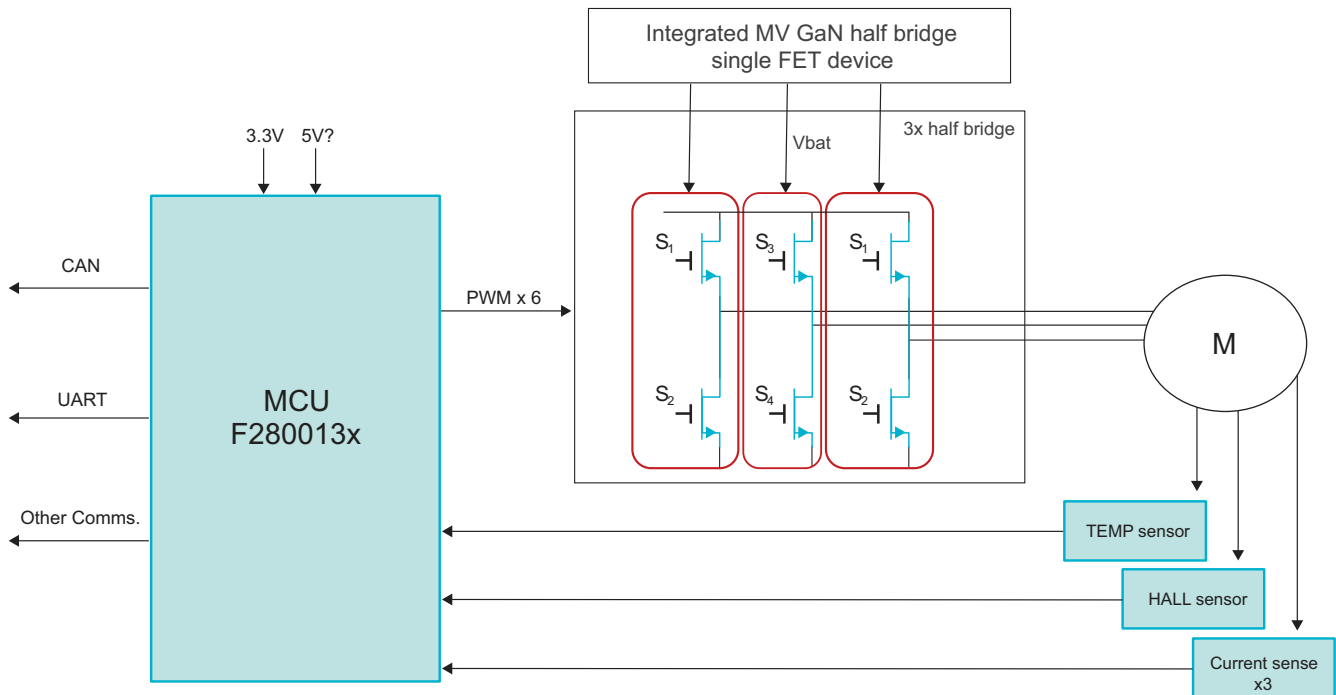


图 4. 馬達驅動器原理圖

結論

GaN 有潛力取代整個電路板中電壓應用中的傳統矽晶 FET。其他適用 100V 至 200V GaN 的應用領域包括通用 DC/DC 轉換、D 類音訊放大器，以及電池測試和形成設備。GaN 亦可提供較高切換頻率與較低功率損耗，而這些優點會透過簡化功率設計的整合式功率級變得更加顯著。

重要聲明與免責聲明

TI 均以「原樣」提供技術性及可靠性數據（包括數據表）、設計資源（包括參考設計）、應用或其他設計建議、網絡工具、安全訊息和其他資源，不保證其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的擔保，包括但不限於對適銷性、適合某特定用途或不侵犯任何第三方知識產權的暗示擔保。

所述資源可供專業開發人員應用 TI 產品進行設計使用。您將對以下行為獨自承擔全部責任：(1) 針對您的應用選擇合適的 TI 產品；(2) 設計、驗證並測試您的應用；(3) 確保您的應用滿足相應標準以及任何其他安全、安保或其他要求。

所述資源如有變更，恕不另行通知。TI 對您使用所述資源的授權僅限於開發資源所涉及 TI 產品的相關應用。除此之外不得複製或展示所述資源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知識產權授權許可。如因使用所述資源而產生任何索賠、賠償、成本、損失及債務等，TI 對此概不負責，並且您須賠償由此對 TI 及其代表造成的損害。

TI 的產品均受 [TI 的銷售條款](#) 或 [ti.com](#) 上其他適用條款，或連同這類 TI 產品提供之適用條款所約束。TI 提供所述資源並不擴展或以其他方式更改 TI 針對 TI 產品所發布的可適用的擔保範圍或擔保免責聲明。

TI 不接受您可能提出的任何附加或不同條款。

郵寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.ti.com) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may have proposed.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated