

Technical Article

新增單一電容器以增進雙輸出返馳電源供應器的交互穩壓



Brian King

需要多重輸出電壓的系統通常採用返馳式轉換器。對多重輸出返馳式轉換器而言，同時維持所有輸出電壓的良好穩壓是一大挑戰。

用電訣竅 #78 探索了關於如何使用同步整流器改善輸出電壓間交互穩壓的資訊。同步整流器可平衡輸出電壓，但權衡的關鍵在於繞組中的均方根 (RMS) 電流較高，而處於低負載時效率較低。在此用電訣竅中，我將繼續探討能產生相同幅度正負輸出的特殊情況。在此情況下，適當配置單一電容器可改善所有負載條件的交互穩壓。

圖 1 顯示在正常配置下 48-V 轉 ± 12 -V 供應器的精簡電路圖。如要實作此處建議的技術，您必須如圖 1 所示先將次級連線隨機化，方法是將電容器 C3 和二極管 D2 從次級繞組的低側移至高側。此外，請注意兩個變壓器次要繞組已不再共用一般連線。除了新增的電容器 C3 外，圖 1 在電氣方面與圖 1 等效。

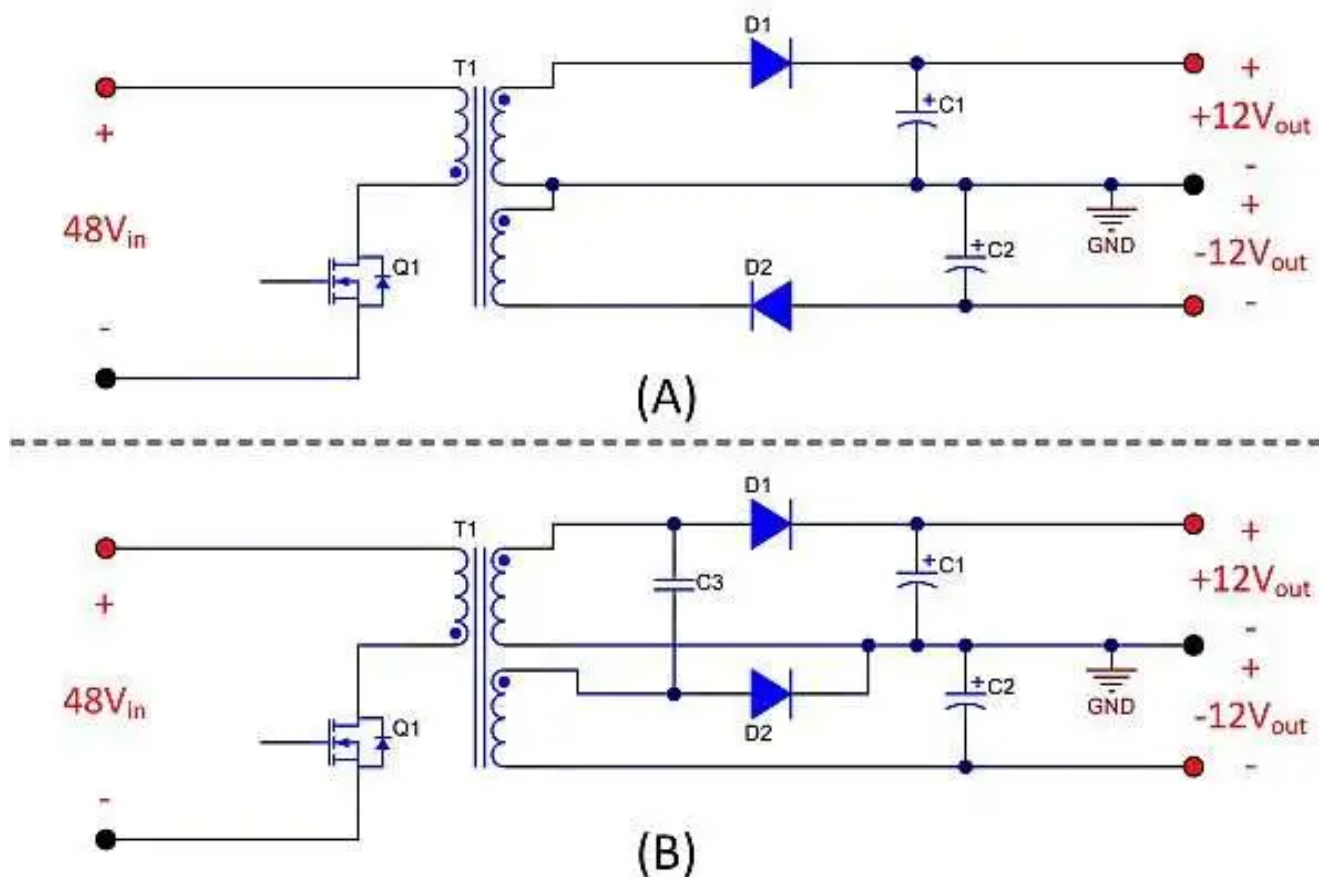


圖 1. 雙輸出返馳電源供應的一般配置 (a)；如圖所示，重新配置與新增電容器可改善交互穩壓 (b)。

圖 2A 顯示當 Q1 關閉且 D1 與 D2 正在同時運作時的電路狀態。在此狀態下，變壓器會透過次要繞組將能量傳送至兩個輸出。請注意，C3 與 +12-V 輸出並聯，因此會充電至相同的電壓電平。

圖 2B 顯示當 Q1 開啟，且 D1 與 D2 皆為反向偏壓並處於關閉狀態時的電路狀態。在此狀態下，當主要繞組從輸入電壓充電時，能量會以磁性方式儲存在變壓器中。在此狀態下，只要兩個次級繞組的圈數相同，C3 中的電壓就等於 -12-V 輸出的幅度，如圖 2B 中顯示方程式所述。當電路在這兩個狀態之間交替時，電容器 C3 可當成電荷

泵使用，協助維持兩種輸出電壓的平衡幅度。這種電荷泵效應可補償電路中寄生元件引起的電壓失衡。如果兩個次級繞組的圈數不同，此技術將不起作用。

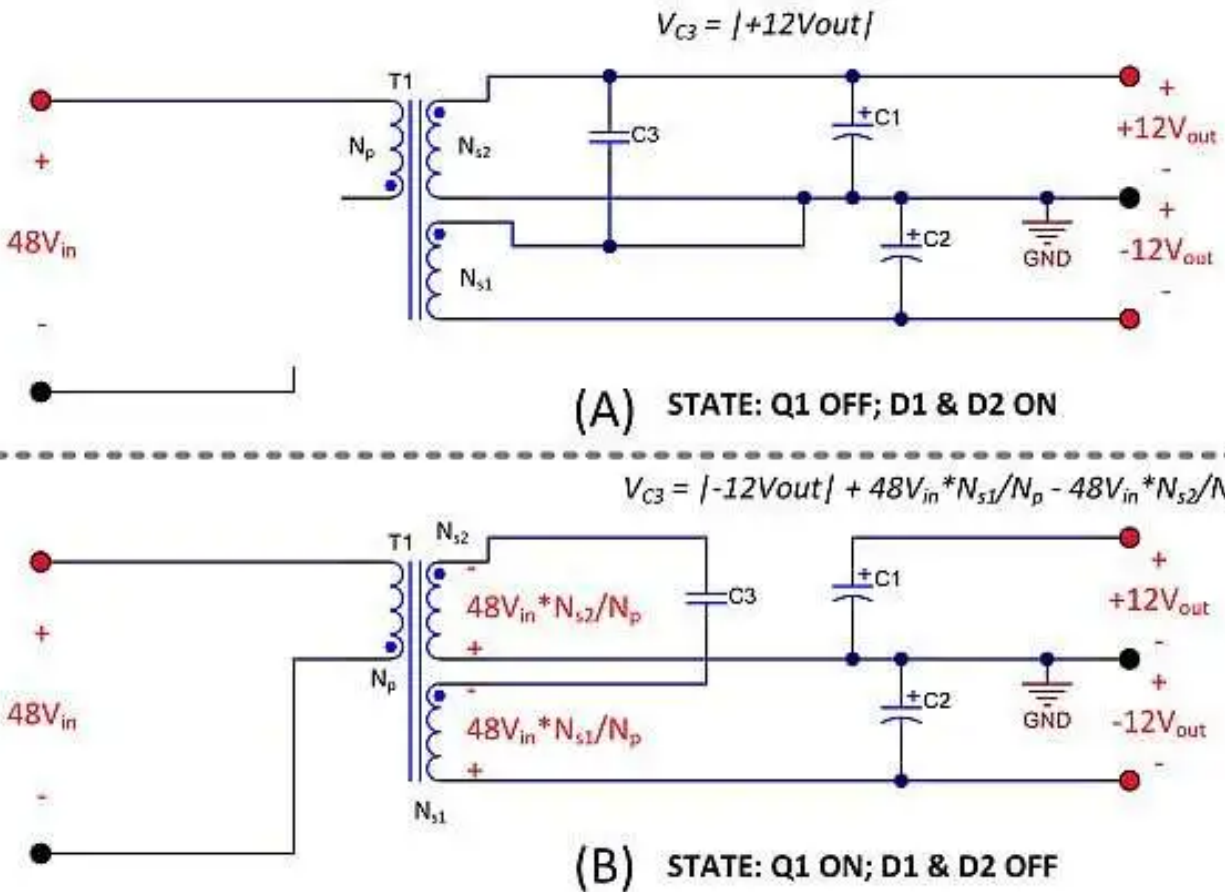


图 2. 電路的兩種狀態：Q1 關閉、D1 與 D2 開啟 (A)；Q1 開啟、D1 與 D2 關閉 (b)。

图 3 顯示一次與和二次繞組上洩漏電感建模的類比電路圖。如用電訣竅 #78 所述，這些洩漏電感會導致巨大的穩壓差異。一次繞組上的洩漏電感會導致短時持續電壓基底出現在一次繞組上，其會與整個次要繞組耦合。二次繞組的洩漏電感會降低兩個輸出電壓間的耦合。

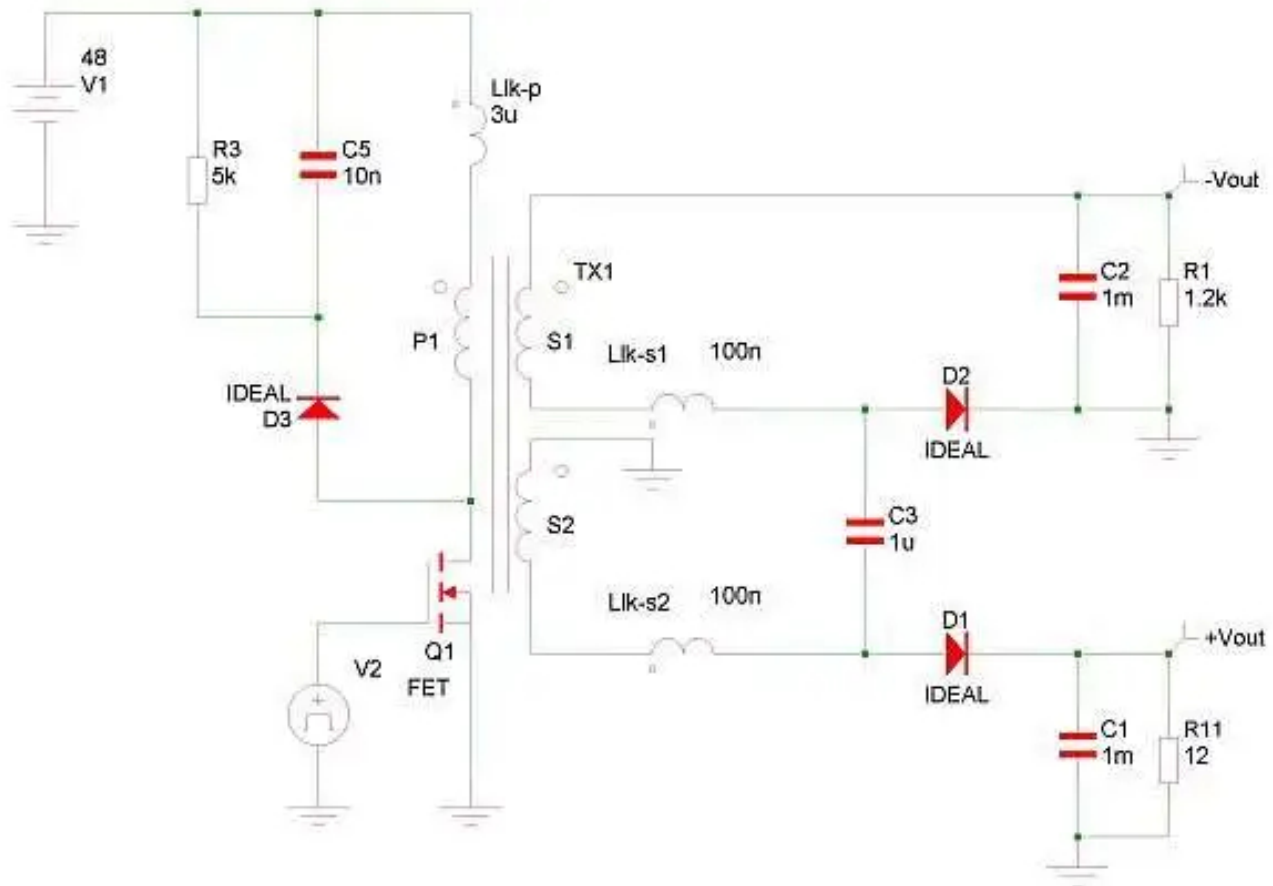


图 3. 研究洩漏電感對輸出電壓穩壓所造成影響的類比模型電路圖。

图 4 說明以 1 A 載入 +12-V 輸出和以 10 mA 載入 -12-V 輸出時，輸出二極體中的電壓與電流波形。新增 1- μ F 電容器 C3 不僅能保持兩個輸出的良好耦合，還能篩選因一次繞組洩漏而產生的電壓基底效應。請注意，負載較輕的 -12-V 輸出二極體電壓會產生微小振盪。此振盪是由由與電容器 C3 共振的洩漏電感引起，並導致 -12-V 輸出二極體的傳導相移。電流波形的形狀十分有趣，這是因為 -12-V 電流可維持三角形狀，並從 +12-V 二次繞組電流減去。

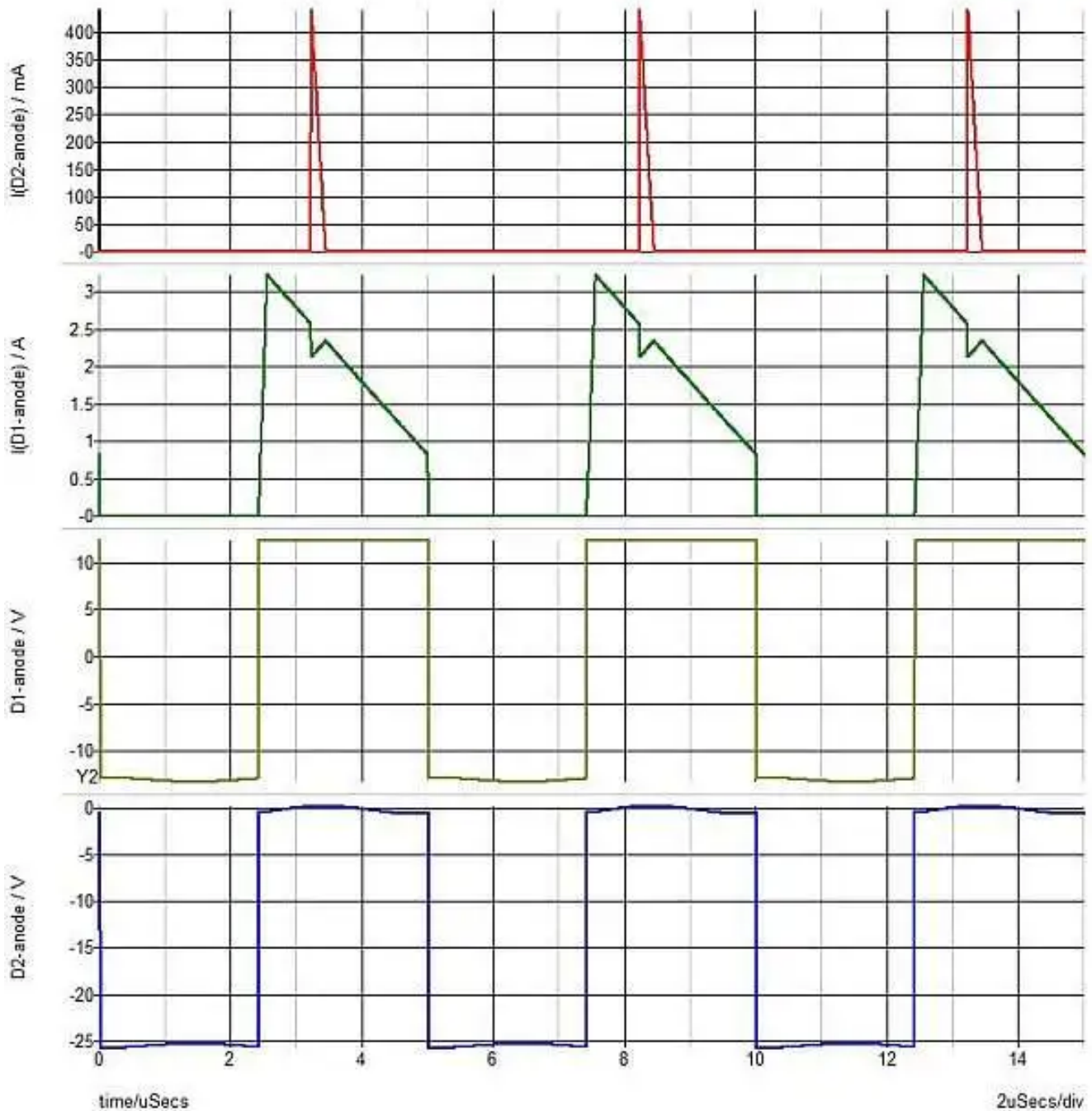


图 4. 輸出二極體上的電壓和電流波形，+12-V 輸出負載於 1 A，-12 V 負載於 10 mA。

图 5 圖表顯示新增電容器對穩壓的影響。在此圖表中，顯示無論是否新增電容器，皆可在兩個輸出上以不同負載條件繪製模擬。

若未使用電容器，-12-V 輸出電壓會大幅上升，這是因為 -12-V 負載會降至零。兩個輸出採用電容器後，便能在整個負載範圍 3% 內相互追蹤。這些結果類似於使用同步整流器取得的結果，如用電訣竅 #78 中所述，但未因有增加 RMS 繞組電流而產生任何損失，且幾乎沒有增加任何成本或複雜性。

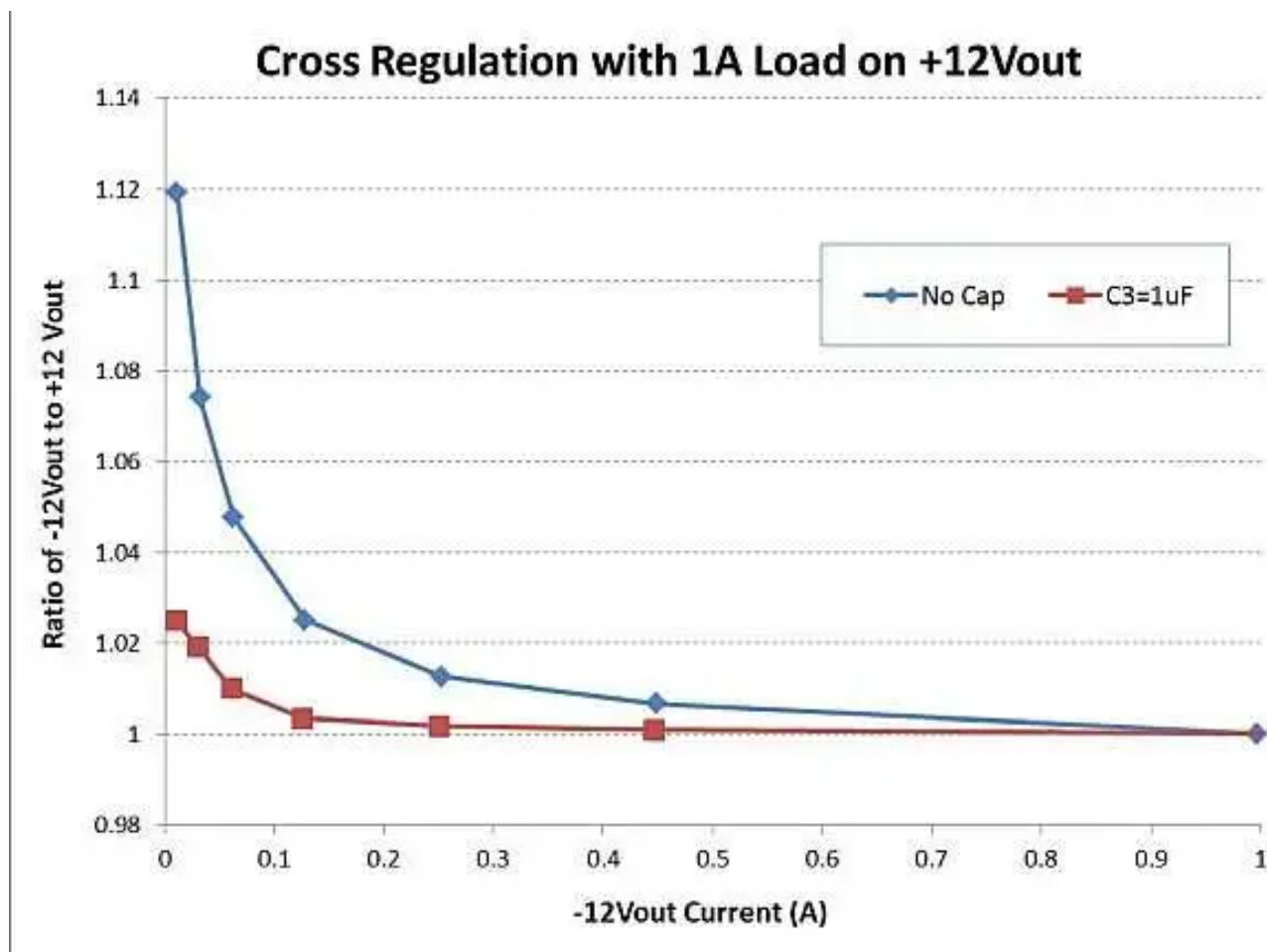


图 5. 模擬結果顯示新增單一電容器如何大幅改善交互穩壓。

總結來說，寄生洩漏電感可減少多重輸出電源供應器中的穩壓作業。在等幅度雙正負輸出的電源供應器中，新增單一電容器可大幅改善穩壓情形。

在輸出電壓幅度不同的多個輸出電源中，使用同步整流器可能是改善交互穩壓的最佳方法。

下次設計雙輸出電源供應器時，請考慮執行此簡易技術以改善設計性能。

如需其他用電訣竅，請參閱 Power House 上的 TI [用電訣竅部落格系列](#)。

其他資源

- 觀看影片「[拓撲教學課程：什麼是返馳？](#)」
- 下載 TI 的 [返馳與返馳選擇工具](#)，協助您根據規格選擇適當的隔離式 DC/DC 拓撲結構。

相關文章

- [用電訣竅 #78：同步整流器可改善返馳電源供應器的交互穩壓](#)
- [具備多重輸出電源供應器的最小負載 & 交互穩壓](#)
- [第一次啟動返馳電源供應器](#)

先前發佈於 [EDN.com](#)。

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