

Technical Article

如何以低雜訊和低漣波設計技術強化電源與訊號完整性



Steven Schnier

在為醫療應用、測試與量測及無線架構等使用時脈、資料轉換器或放大器的雜訊敏感系統設計電源供應器時，提升準確度和精密度及減少系統雜訊是工程師的共同挑戰。雖然每個人對「雜訊」一詞的定義不盡相同，但本文中我會將雜訊定義成由電路中電阻器和電晶體所產生的低頻率熱雜訊。您可透過頻譜雜訊密度曲線（單位為微伏特/平方根赫茲）來識別雜訊，或是以均方根微伏特為單位找出整合式輸出雜訊（通常為 10 Hz 至 100 kHz 間特定範圍）。電源供應器中的雜訊會造成類比至數位轉換器性能降低，並會帶來時脈抖動。

為時脈、資料轉換器或放大器供電時，傳統設定會使用 DC/DC 轉換器（或模組）、低壓降穩壓器（LDO），例如 [TPS7A94](#)、[TPS7A82](#)、[TPS7A84](#)、[TPS7A52](#)、[TPS7A53](#) 或 [TPS7A54](#)，以及鐵氧體磁珠濾波器，如 [圖 1](#) 所示。此設計方法可最大限度地減少電源的雜訊與漣波，且在大約 2 A 以下負載電流能夠正常運作。但隨著負載增加，LDO 中的功率損耗會帶來效率與熱管理方面的問題。例如，在典型的類比前端應用中，後穩壓 LDO 可能會增加 1.5W 的功率損耗。在為設計尋找低雜訊和效率的您，是否已沒有選擇？並不盡然。

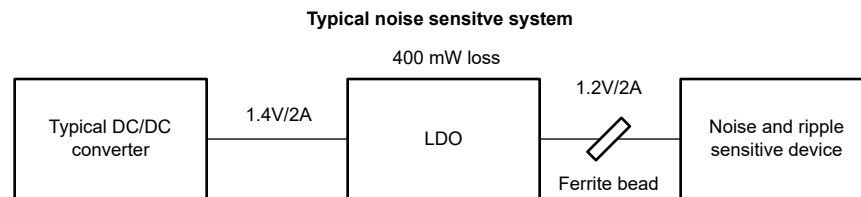


圖 1. 使用 DC/DC 轉換器、LDO 和鐵氧體磁珠濾波器的典型低雜訊架構。

使用低雜訊降壓轉換器或模組取代 LDO

另一種控制功率損耗的方式是透過 LDO 減少壓降。但此方法會對雜訊性能產生負面影響。此外，更高電流 LDO 通常體積較大，因此會增加設計體積與成本。若想在控制功率損耗時確保低雜訊，一種更有效的方法是從設計中完全消除 LDO，並使用低雜訊 DC/DC 降壓轉換器或模組，如 [圖 2](#) 中所示。

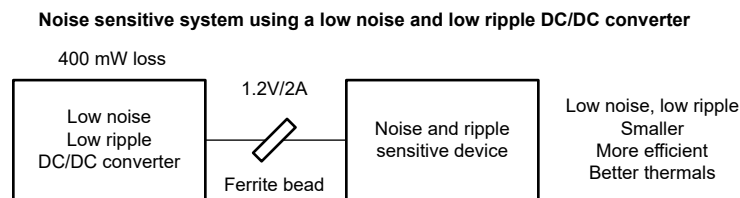


圖 2. 使用無 LDO 的低雜訊降壓轉換器。

我知道您在想什麼：將降低雜訊的主要裝置移除如何仍夠提供低雜訊電源？許多 LDO 在能隙參考上都有低通濾波器，以減少進入誤差放大器的雜訊。TPS62912 和 TPS62913 系列低雜訊降壓轉換器以及 TPSM82912 和 TPSM82913 模組實現了一個用於連接電容器的降噪/緩啟動針腳，使用整合式 R_f 和外部連接的 $C_{NR/SS}$ 形成低通電阻-電容器濾波器，如圖 3 所示。這樣的部署方式基本上在模擬 LDO 中能隙低通濾波器的行為。若您仍需要比 TPS62913 或 TPSM82913 能提供的更低雜訊，可使用壓降較少、功耗降低且仍可實現超低雜訊的 TPS7A94 等低雜訊 LDO。應用簡介 SBVA099 中有更詳細的說明。

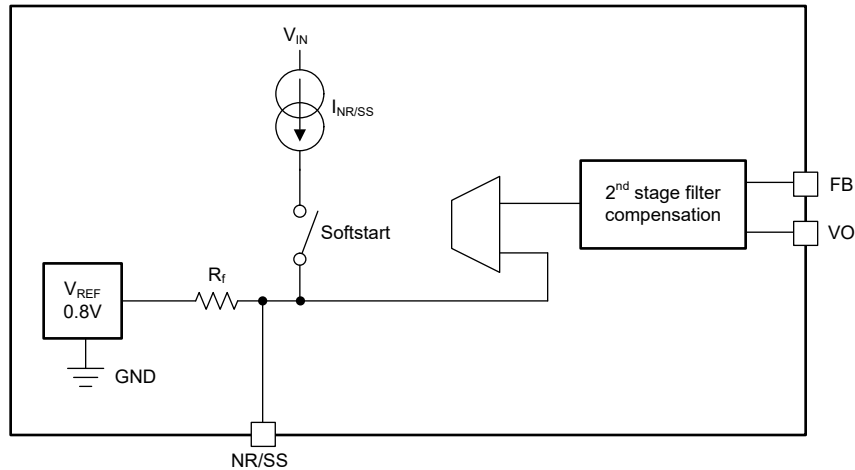


圖 3. 配備能隙雜訊濾波的低雜訊降壓方塊圖

那麼輸出電壓漣波呢？

每個 DC/DC 轉換器都會在其切換頻率下產生輸出電壓漣波。精密系統中的雜訊敏感類比軌需要最低供應電壓漣波來減少頻譜中的頻率突波，通常需視 DC/DC 轉換器、電感器值、輸出電容、等效串聯電阻和等效串聯電感的切換頻率而定。為減少這些元件中的漣波，工程師通常會使用 LDO 和/或小型鐵氧體磁珠與電容器來打造 pi 濾波器，以減少負載時的漣波。TPS62912 和 TPS62913 等低漣波降壓轉換器及 TPSM82913 模組整合鐵氧體磁珠補償和遠端感測回饋，來運用此鐵氧體磁珠濾波器。將鐵氧體磁珠的電感搭配其他輸出電容器使用，將移除輸出電壓漣波中的高頻率元件，並將漣波減少約 30 dB，如圖 4 所示。

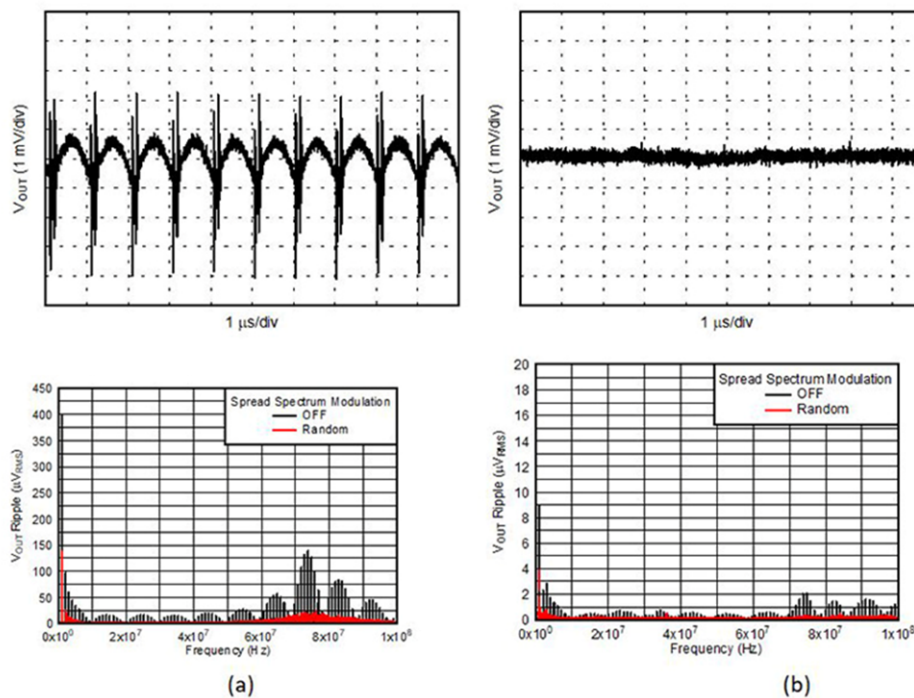


圖 4. 鐵氧體磁珠濾波器前 (a) 與後 (b) 的輸出電壓漣波

結論

低雜訊降壓轉換器整合消除系統雜訊與漣波的功能，協助工程師無需 LDO 即可實現低雜訊電源供應解決方案。當然不同應用所需的雜訊位準各不相同，不同輸出電壓的性能也有所差異，只有您能夠決定最適合您設計的低雜訊架構。但如果您在尋找能夠簡化雜訊敏感類比電源供應器設計、減少功率損耗，並能縮小整體設計體積的方式，不妨考慮使用低雜訊降壓轉換器。

其他資源

- [「以 TPS62913 低漣波與低雜訊降壓轉換器為敏感的 ADC 設計提供電源。」](#)
- [「以 TPS62913 低漣波與低雜訊降壓轉換器為 AFE7920 提供電源。」](#)
- 如需使用 DC/DC 轉換器時輸出電壓漣波作用的詳細資訊，請閱讀技術文章 [「了解與管理降壓穩壓器輸出漣波。」](#)
- 若要進一步了解如何以 TPS62912 和 TPS62913 降低雜訊，請觀賞影片訓練：[「低漣波與低 Iq DC/DC 負載點降壓轉換器。」](#)
- 若要了解減少降壓轉換器輸出電壓漣波的其他方式，請閱讀白皮書：[以低雜訊與低漣波技術實現無 LDO 的高效率低損耗電源。](#)

註冊商標

所有商標皆屬於其各自所有者之財產。

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