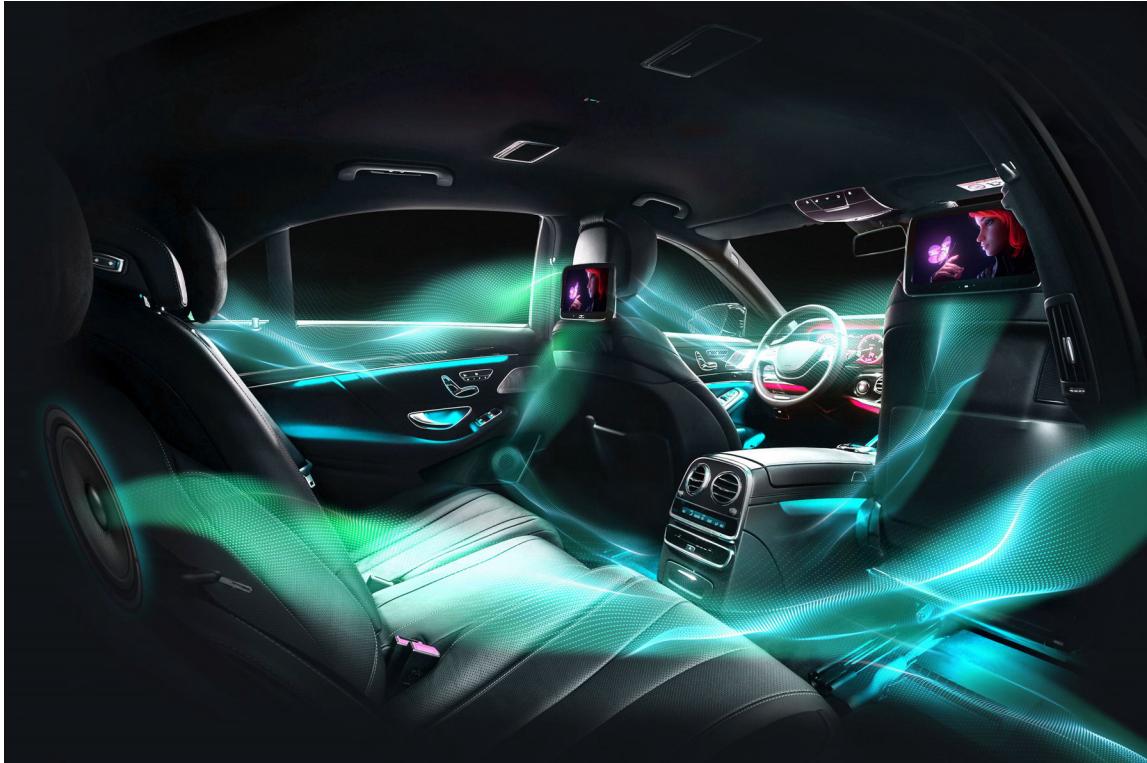


Technical Article

利用 D 類放大器 1L 調變技術，縮減汽車音訊系統設計尺寸



Mark Ritchey



精密的數位處理和類比半導體正在幫助音訊設計人員創造新方式，提供身歷其境的音訊體驗，以滿足消費者對可攜式喇叭、筆記型電腦、條形音箱和汽車音響系統的強化音訊技術需求。

現今的汽車音訊系統遠比第一款單喇叭汽車收音機中使用的真空管供電放大器更為精密。有些新車型在整個車輛中配備了 24 個以上的喇叭。從這些最初的系統到現今市場上令人沉醉的高品質音訊系統，其發展主要集中在四個可為車輛提供更佳音訊的設計趨勢上：尺寸、重量、成本和音質。這些趨勢在汽車音響市場中眾所皆知。然而，真正的挑戰是如何在保持高品質音訊性能的同時，縮減解決方案尺寸及其成本。

讓音訊放大器設計更上一層樓

多年來，汽車音訊系統一直都是使用 AB 類音訊放大器將聲音傳送至汽車喇叭。在過去幾年中，出現了從 AB 類放大器切換至 D 類放大器的趨勢。D 類放大器可協助設計人員達成更高的電源效率，以及降低散熱與系統重量目標。

熟悉 D 類汽車放大器的設計工程師深知，他們在每個音訊通道都需要兩個電感器電容器 (LC) 濾波器，以過濾高頻切換雜訊。為了縮減 LC 濾波器的尺寸，TI 開發了支援高達 2.1MHz 切換的音訊放大器，因此能使用體積明顯更小且價格更低廉的電感器。圖 1 比較了從 400kHz 至 2.1MHz 電感器的尺寸演進。

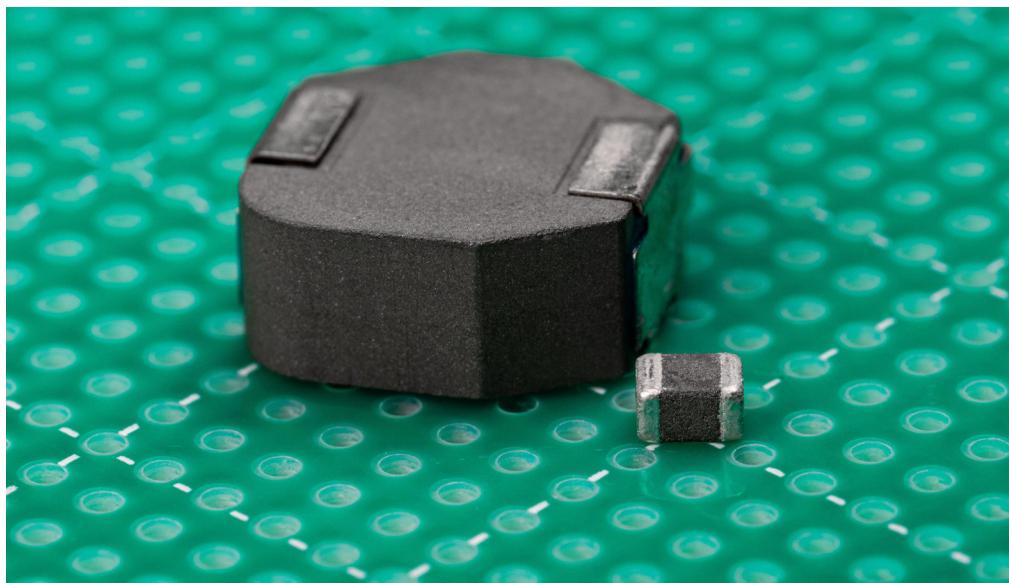


圖 1. 8.2 μ H 電感器 (400kHz) 與微型 3.3 μ H 電感器 (2.1MHz) 的尺寸比較

現在，TI 正在採取下一步措施，透過整合我們專有的單一電感器 (1L) 調變技術的音訊放大器，進一步縮減 LC 濾波器尺寸。此技術可維持 D 類性能，同時將每個通道的電感器數量減少一半，進而使電感器成本降低了 50%，而且解決方案的體積和重量減少達 50%。最終的優勢包括簡化音訊設計和提升效率。

1L 調變技術的實際運作情形

我們的 1L 調變技術可將 LC 濾波器中的電感器數量減少了一半。現在想像一下，汽車製造商的車輛裝飾系列包括一款高階車型，其音響系統需要 32 個音訊通道。每個音訊通道都有一個喇叭，每個喇叭都有兩個連接器：正極和負極。對於僅支援 BD 或單側脈衝寬度 (1SPW) 調變的放大器，每條引線都需要一個 LC T 濾波器，共 64 個電感器。使用 1L 調變放大器後，每個音訊通道只需要一個 LC 濾波器，可將電感器數量減少至 32 個。

圖 2 示範了採用 1L 調變的放大機如何將 20 通道音訊系統的電感器數量減少至 10 聲道，進而將尺寸減小 34%。

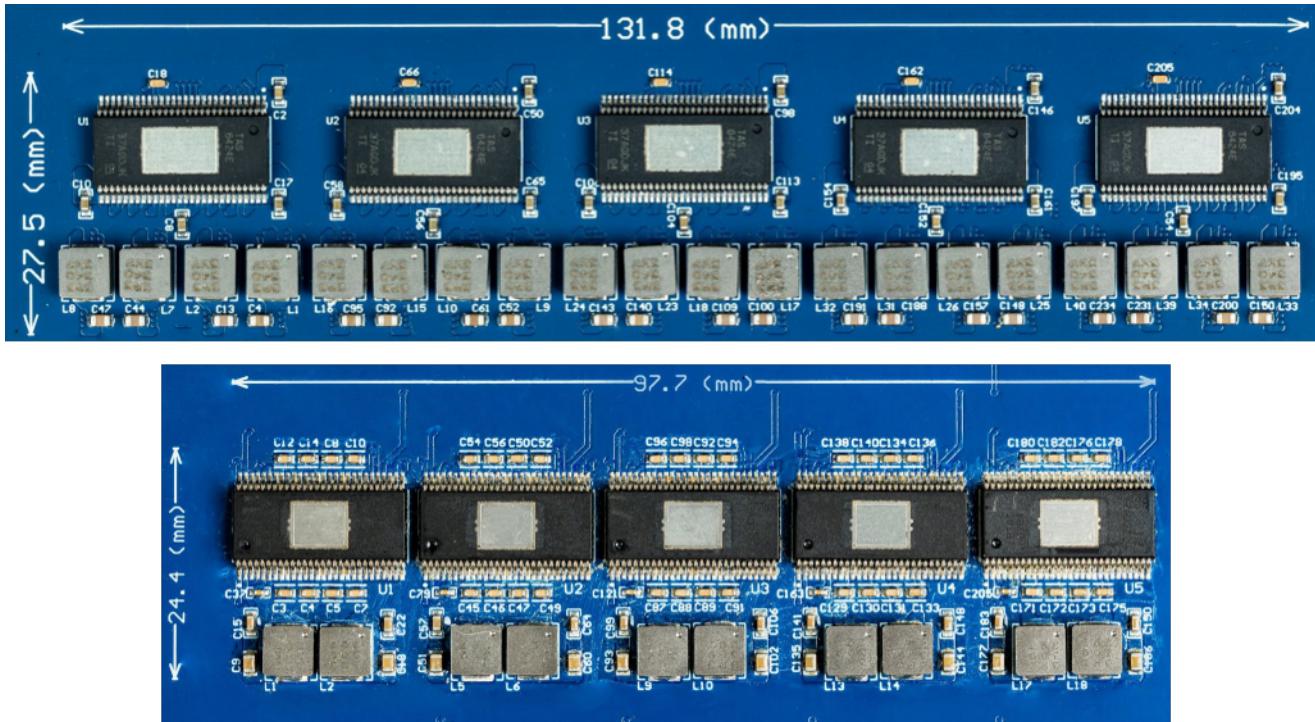


圖 2. 採用 TI 的 TAS6424E-Q1 D 類放大器 (上圖) 的 20 通道汽車音訊系統設計與 TI 的五個 TAS67524-Q1 D 類放大器 (下圖) 相比

對系統架構師而言，明顯關心的是實作此放大器的容易程度。我們的 1L 調變技術可完美整合至系統中。TI 運用 1L 調變技術打造出適合放大器的調變方案，讓設計人員可在不引入重大設計挑戰的情況下獲得所有優勢，同時仍保持高品質的 D 類音訊性能。

TAS67524-Q1 音訊放大器整合了即時負載診斷、每通道電流感測，以及高達 19V 操作電壓等功能，以提供安全操作與更高性能。即時負載診斷可追蹤負載開路、負載短路、電源短路和接地短路的負載狀態，無論音訊是否正在播放。此功能可確保放大器正常運作，並提供安全可靠的聆聽體驗。

另一個值得注意的功能則是低延遲路徑選項。如果系統需要主動式噪音抑制或路面噪音抑制，TAS67524-Q1 可提供功能齊全的低延遲音訊，以快速回應注入的音訊訊號。

結論

1L 調變技術的優勢可協助您打造比目前解決方案更經濟實惠的更小巧、更輕盈的設計，同時優先展現汽車音訊體驗，並不斷拓展設計界限。

其他資源

- 訂購 [TAS67524 評估模組 \(TAS67524Q1EVM\)](#)。
- 一覽 [TI 全系列端對端音訊解決方案](#)，其中包括放大器、處理器、轉換器和開關。

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 以「現狀」及所含一切錯誤提供技術與可靠數據 (包含產品規格書)、設計資源 (包含參考設計)、應用或其他設計建議、網頁工具、安全資訊和其他資源，且不承擔所有明示或默示保證，包括但不限於適銷性或用於特定用途之適用性的任何默示保證，或不侵害第三方智慧財產的任何默示保證。

所述資源可供專業開發人員應用 TI 產品進行設計使用。您應自行負責 (1) 選擇適合您應用的 TI 產品，(2) 設計、驗證與測試您的應用，與 (3) 確保應用符合適用標準，以及任何其他安全、安保、法規或其他要求。

這些資源得進行修改且無需通知。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 或任何第三方的智慧財產權授權許可。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](#)、[TI 的通用品質指南](#) 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 提供此等資源並不會擴大或以其他方式改變 TI 對於 TI 產品的適用保證或保證免責聲明。除非 TI 明確將某產品指定為自訂或客戶指定型號，否則 TI 產品均為標準、類比、通用裝置。

TI 反對並拒絕您可能提出的任何附加或不同條款。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

上次更新 10/2025

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATASHEETS), 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 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](#), [TI's General Quality Guidelines](#), or other applicable terms available either on [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. Unless TI explicitly designates a product as custom or customer-specified, TI products are standard, catalog, general purpose devices.

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

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

Last updated 10/2025