

混合式轉換器 簡化資料中心和電信系統的 48 V/54 V 降壓轉換

■作者：Ya Liu/ADI 電源產品應用部門資深應用工程師

Jian Li/ 電源產品應用工程經理

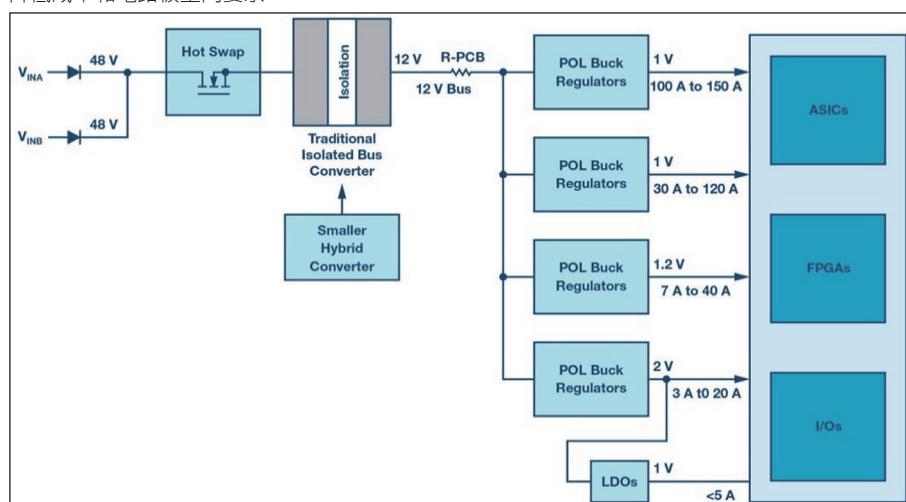
San-Hwa Chee/ 電源產品部門設計專家

Marvin Macairan/Power by Linear 應用部門助理應用工程師

資料中心和電信電源系統設計已經發生了很大的變化。主要應用製造商都採用更高效的非隔離式高密度降壓型穩壓器取代複雜且昂貴的隔離式 48 V/54 V 降壓型轉換器（圖 1）。在穩壓器的匯流排轉換器中無需隔離，這是因為上游 48 V 或 54 V 輸入已經與危險的交流電源進行了隔離。

對於高輸入 / 輸出電壓應用（48 V 至 12 V）而言，傳統降壓型轉換器所需元件通常尺寸更大，因此並非理想的解決方案。也就是說，降壓型轉換器必須在低切換開關頻率（例如，100 kHz 至 200 kHz）下工作，以便在高輸入 / 輸出電壓下實現高效率。

圖 1：傳統的電信板電源系統架構帶有隔離式匯流排轉換器。在 48V 已經與交流電源隔離的系統中，無需使用隔離式匯流排轉換器。使用非隔離混合式轉換器取代隔離式轉換器可顯著簡化設計、降低成本和電路板空間要求。



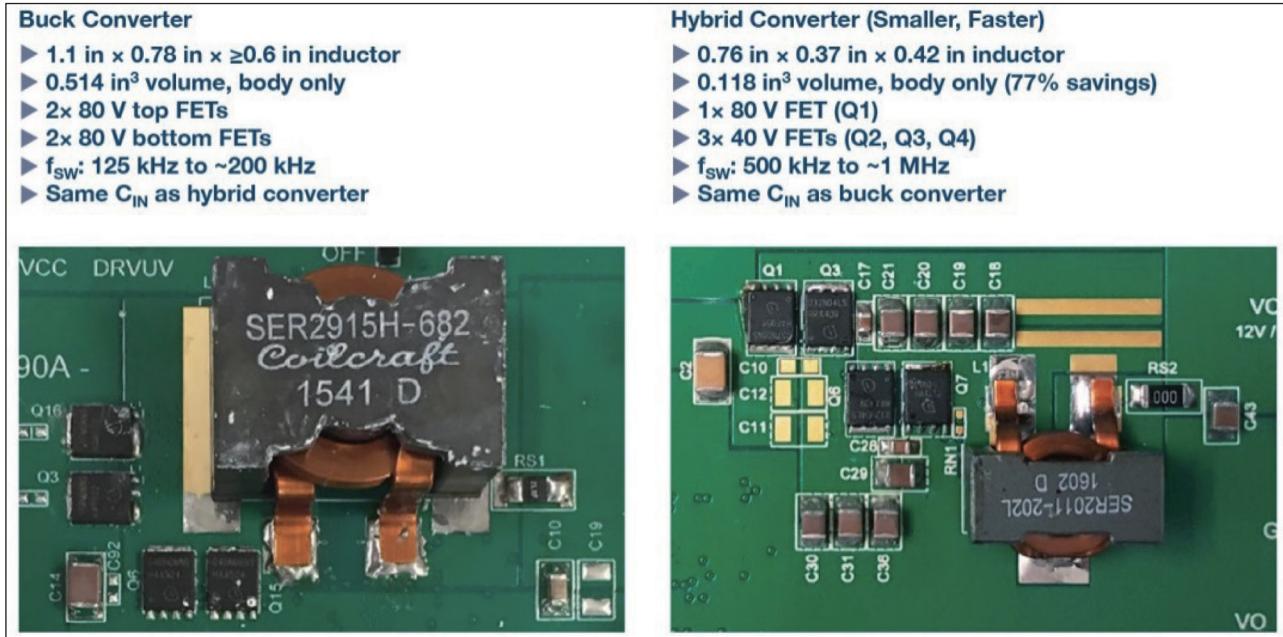
降壓型轉換器的功率密度受到無源元件尺寸的限制，特別是電感尺寸的限制。可以通過增加切換開關頻率來減小電感尺寸，但是因開關切換引起的損耗會降低轉換器效率，並會導致不可接受的熱應力。

與基於電感的傳統降壓型轉換器相比，切換開關式電容轉換器（電荷泵）可顯著提高效率並縮小解決方案尺寸。在電荷泵中，採用飛跨電容代替電感以儲存能量並將其從輸入端傳遞到輸出端。電容的能量密度遠高於電感，因此與降壓型穩壓器相比，可將功率密度提高 10 倍。但是，電荷泵是分數型轉換器（它們不能調節輸出電壓）並且無法擴展以適用

於高電流應用。

基於 LTC7821 的混合式轉換器兼具傳統降壓型轉換器和電荷泵的優點：輸出電壓調節、可擴展性、高效率和高密度。混合式轉換器透過閉迴路控制對輸出電壓進行調節，就像降壓型轉換器一樣。透過峰值電流模式控制，可以輕鬆地將混合式轉換器擴展到更高的電流水準（例如，從 48 V 至 12 V/25 A 的單相設計擴展到 48 V 至 12 V/100 A 的 4 相設

圖 2：傳統非隔離式降壓型轉換器和混合式轉換器的尺寸對比 (48 V 至 12 V/20 A)。



計)。

混合式轉換器中的所有開關管在穩態工作時都只承受一半的輸入電壓，因此能夠使用低額定電壓的 MOSFET 以實現高效率。混合式轉換器因開關切換引起的損耗低於傳統的降壓型轉換器，從而可實現高頻開關。

在典型的 48 V 至 12 V/25 A 應用中，LTC7821 在 500 kHz 切換開關頻率時可實現超過 97% 的滿載效率。要使用傳統的降壓型控制器達到相同的效率，必須以三分之一的頻率運行，因而導致解決方案的尺寸大很多。更高的切換開關頻率允許使用更小的電感，從而使瞬變響應更快並且解決方案尺寸更小(圖 2)。

LTC7821 是一款峰值電流模式的混合式轉換器控制器，提供非隔離式高效率、高密度降壓型轉換器完整解決方案所需的功能，適合用作資料中心和電信系統的中間匯流排轉換器。LTC7821 的主要特性包括：

- 寬廣 V_{IN} 範圍：10 V 至 72 V (80 V 絶對最大值)
- 可鎖相的固定頻率：200 kHz 至 1.5 MHz
- 整合式四路 5 V N 通道 MOSFET 驅動器
- RSENSE 或 DCR 電流感測

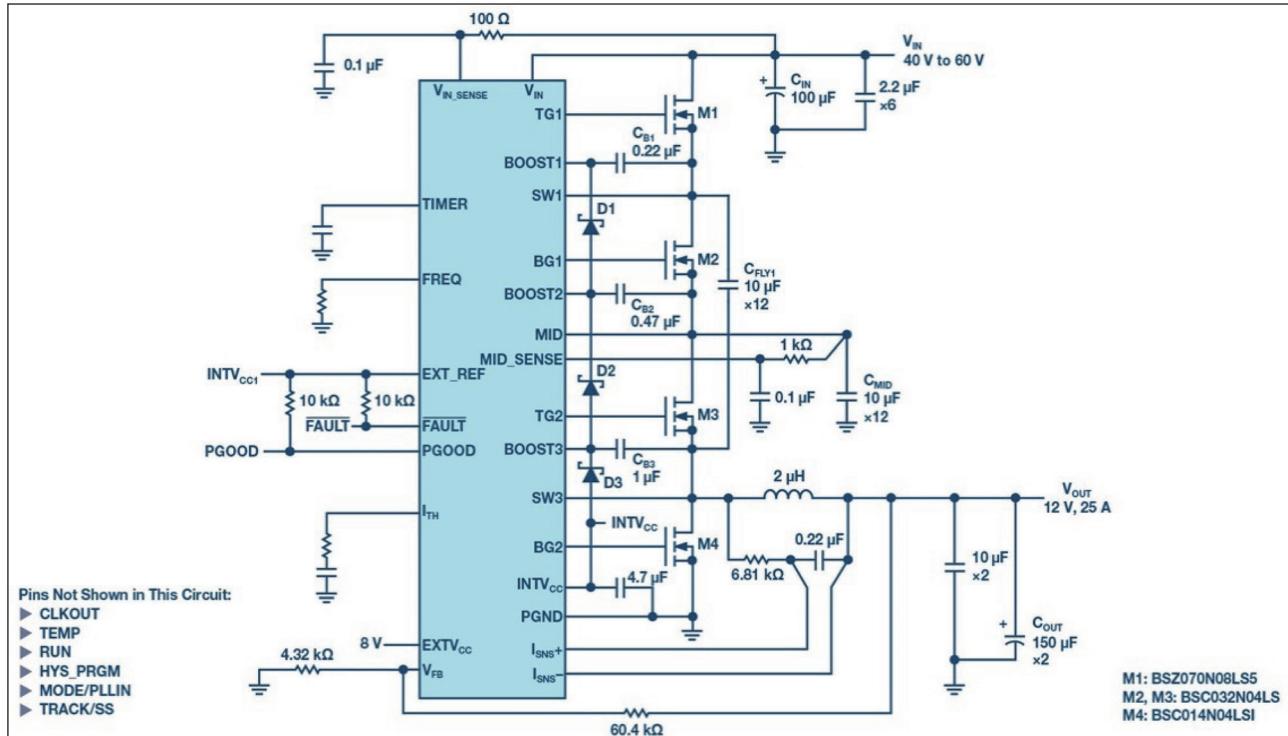
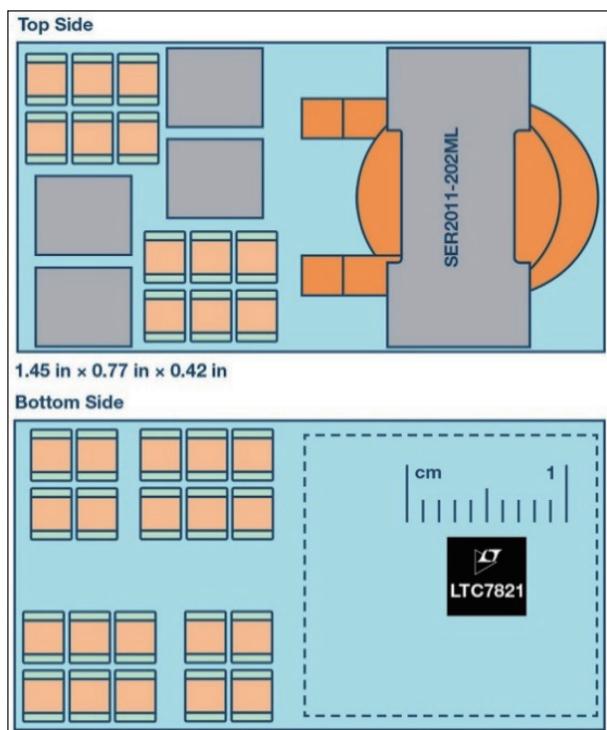
- 可編程 CCM、DCM 或 Burst Mode 工作
- CLKOUT 針腳用於多相操作
- 短路保護
- EXTVCC 輸入以提高效率
- 單調性的輸出電壓啟動
- 32 接腳 (5 mm × 5 mm) QFN 封裝

48 V 至 12 V/25 A 混合式轉換器具有 640 W/in³ 的功率密度

圖 3 顯示了一個採用 LTC7821、切換開關頻率為 400 kHz 的 300 W 混合式轉換器。輸入電壓範圍為 40 V 至 60 V，輸出電壓為 12 V，最大負載為 25 A。飛跨電容 C_{FLY} 和 C_{MID} 均使用 12 個 10 μF (1210 尺寸) 陶瓷電容。因為切換開關頻率高且電感在切換開關節點處僅承受一半的 V_{IN} (伏秒值小)，所以可以使用相對較小尺寸的 2 μH 電感 (SER2011-202ML，0.75 英寸 × 0.73 英寸)。如圖 4 所示，解決方案的尺寸大約為 1.45 英寸 × 0.77 英寸，功率密度大約為 640 W/in³。

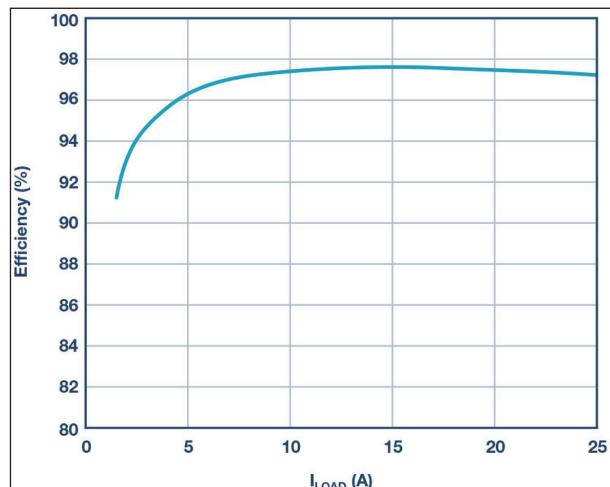
因為背面三個切換開關始終只接收到一半的輸入電壓，所以可使用 40 V 額定電壓的 FET。最上面

圖 3: 採用 LTC7821 的 48 V 至 12 V/25 A 混合式轉換器。

圖 4: 一個完整的匯流排轉換器使用電路板的正反面進行佈局，僅需使用電路板正面 2.7 cm^2 的面積。

的切換開關採用一個 80 V 額定電壓的 FET，因為在啓動期間 C_{FLY} 和 C_{MID} 預充電開始時（無切換開關），

圖 5: 在 48 V 輸入、12 V 輸出和 400 kHz fSW 下的效率。



它接收到的是輸入電壓。在穩態操作期間，所有四個切換開關都只接收到一半的輸入電壓。因此，與所有切換開關都接收到全部輸入電壓的降壓型轉換器相比，混合式轉換器的切換開關損耗要小得多。圖 5 顯示了設計效率。峰值效率為 97.6%，全負載效率為 97.2%。由於其效率高（功率損耗低），熱性能非常出色，如圖 6 熱成像圖所示。在 23°C 的環境溫度和沒有強制風冷的情況下，其熱點溫度為

92°C。

LTC7821 採用獨特的 C_{FLY} 和 C_{MID} 預平衡技術，可防止啟動期間的輸入湧流電流。在初始上電期間，測量飛跨電容 C_{FLY} 和 C_{MID} 兩端的電壓。如果這些電壓中有任何一個不是 $V_{IN}/2$ ，則允許對 TIMER 電容進行充電。當 TIMER 電容的電壓達到 0.5 V 時，

圖 6: 圖 2 中混合式轉換器解決方案的熱成像圖。

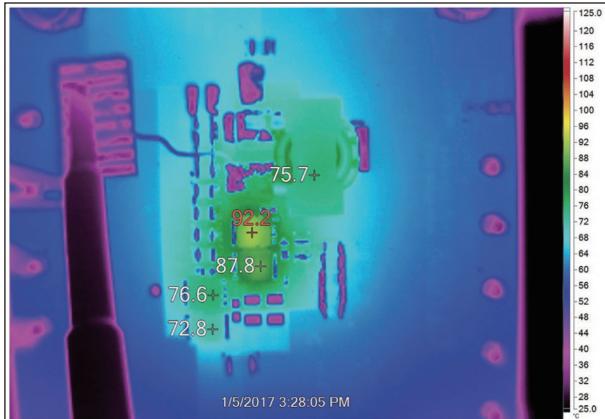


圖 7:LTC7821 啓動時的預平衡週期避免了高湧流電流。

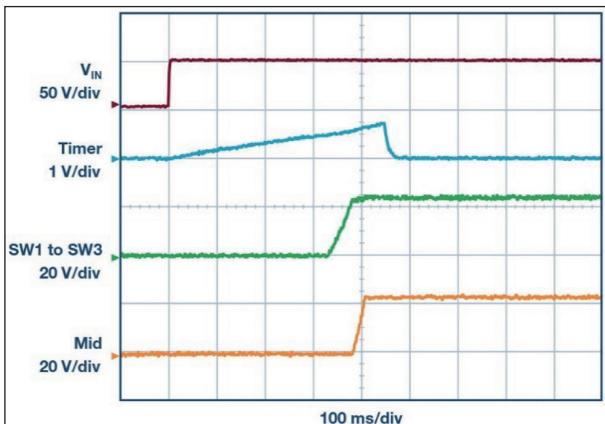


圖 8:48 V 輸入、12 V/25 A 輸出時 LTC7821 啓動(無高湧流電流)。

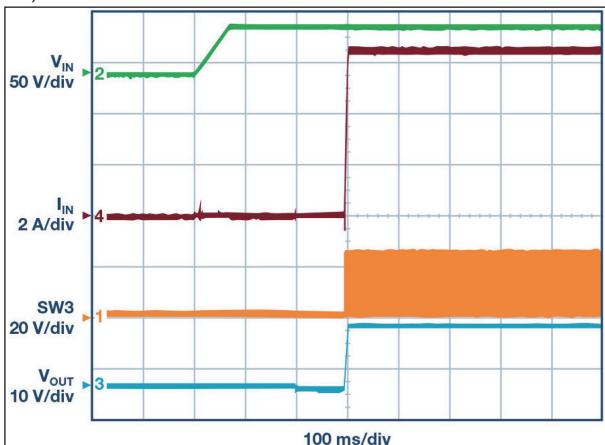
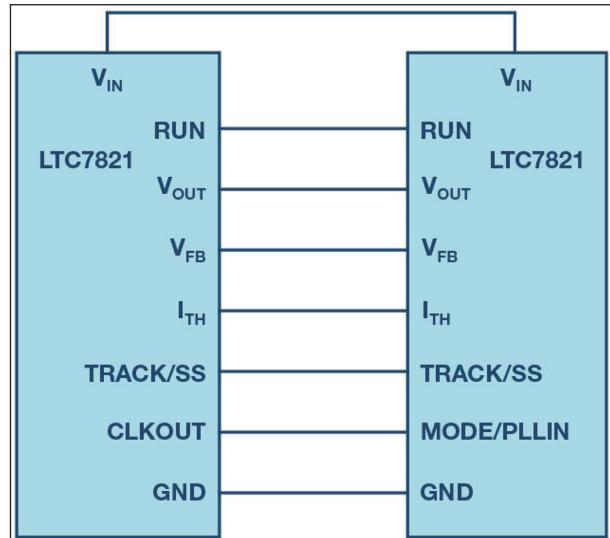


圖 9:2 相設計的 LTC7821 關鍵訊號連接。



內部電流源開啓以使 C_{FLY} 電壓達到 $V_{IN}/2$ 。在 C_{FLY} 電壓達到 $V_{IN}/2$ 之後，將 C_{MID} 充電至 $V_{IN}/2$ 。在此期間，TRACK/SS 針腳被拉低，所有外部 MOSFET 都被關斷。如果在 TIMER 電容電壓達到 1.2 V 之前， C_{FLY} 和 C_{MID} 兩端的電壓已達到 $V_{IN}/2$ ，則釋放 TRACK/SS，正常軟啓動開始。圖 7 顯示了這一預平衡週期，圖 8 顯示了在 48 V 輸入、12 V/25 A 輸出時的 V_{OUT} 軟啓動。

1.2 kW 多相混合式轉換器

LTC7821 易於擴展，因此非常適合高電流應用，例如電信和資料中心的應用。圖 9 顯示了使用多個 LTC7821 的 2 相混合式轉換器的關鍵訊號連接。將一個 LTC7821 的 PLLIN 針腳和另一個 LTC7821 的 CLKOUT 針腳連接在一起，使 PWM 訊號同步。

對於兩相以上設計，將 PLLIN 針腳和 CLKOUT 針腳以菊鏈方式連接。由於 CLKOUT 針腳上的時脈輸出與 LTC7821 的主時脈呈 180° 反相，所以偶數相位之間彼此同相，而奇數相位與偶數相位之間彼此反相。

圖 10 顯示了一個 4 相 1.2 kW 混合式轉換器。每相功率級與圖 3 中的單相設計相同。輸入電壓範圍為 40 V 至 60 V，輸出為 12 V，最大負載為 100 A。

圖 10: 採用四個 LTC7821 的 4 相 1.2 kW 混合式轉換器。

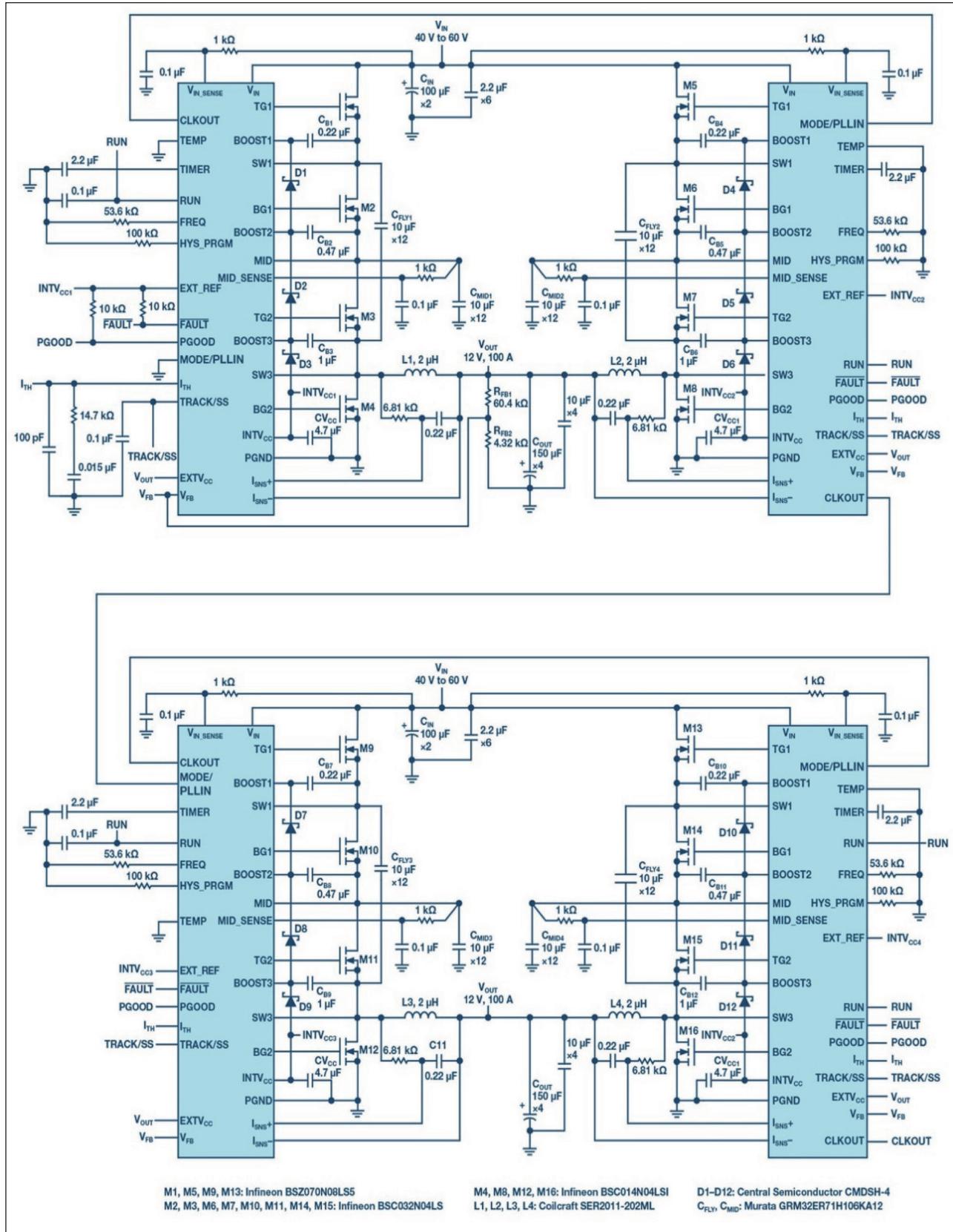


圖 11: 4 相 1.2 kW 設計的效率。

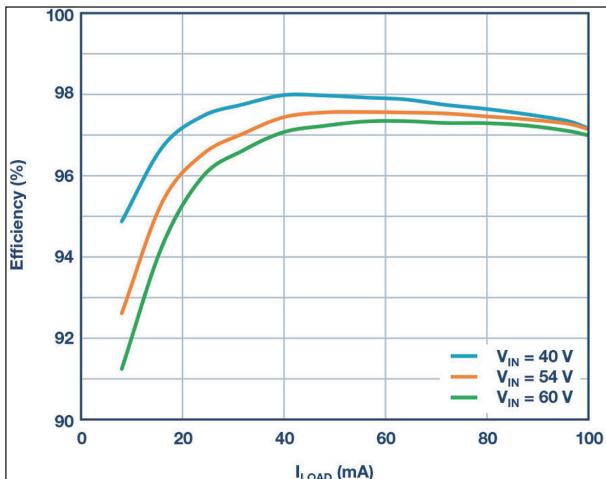
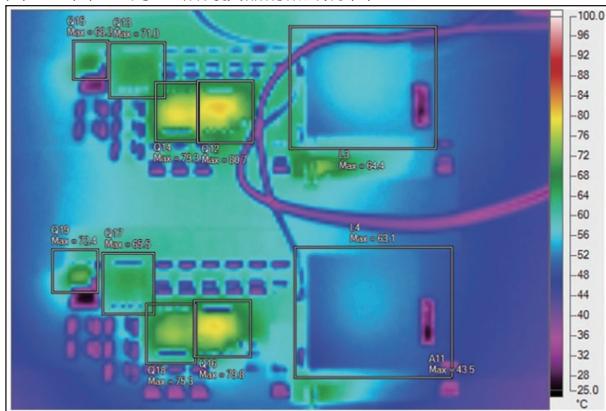
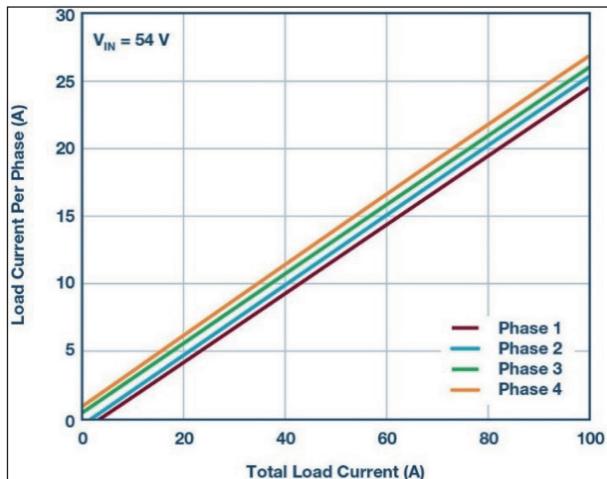


圖 12: 圖 9 所示多相轉換器的熱成像圖。



其峰值效率為 97.5%，滿載效率為 97.1%，如圖 11 所示。其熱性能如圖 12 所示。在 23°C 的環境溫度和 200 LFM 強制風冷的情況下，其熱點為 81°C。該設計採用了電感 DCR 檢測。如圖 13 所示，4 個

圖 13: 圖 9 所示多相轉換器的均流。



相位間的均流非常平衡。

結論

LTC7821 是一款峰值電流模式的混合式轉換器控制器，能夠以創新的方式實現資料中心和電信系統的中間匯流排轉換器簡化解方案。混合式轉換器中的所有切換開關都只會接收到一半輸入電壓，從而顯著降低了高輸入 / 輸出電壓應用中的切換開關相關損耗。因此，混合式轉換器支援的切換開關頻率可高出降壓型轉換器 2 至 3 倍，且不影響效率。混合式轉換器可輕鬆擴展，以支援更高電流應用。較低的整體成本和易擴展性，使混合式轉換器比傳統的隔離式匯流排轉換器更勝一籌。 

Check Point 發現新型 Android 變種惡意軟體，全球已有 2500 萬台裝置受感染

網路安全解決方案領導廠商 Check Point Software Technologies Ltd. 的威脅情報部門 Check Point Research 發現，行動惡意軟體的新變種已悄然在全球感染了 2,500 萬台裝置，其中印度佔 1,500 萬台最為嚴重，至於在台灣受感染裝置數量則為 479 台。該惡意軟體偽裝成與 Google 相關的應用，在使用者不知情或未操作的情況下，利用已知的 Android 漏洞，自動將已安裝的應用程式替換為惡意版本。

這種被稱為「Agent Smith」的惡意軟體，不僅用來顯示詐騙廣告以獲取經濟利益，還可用於如竊取銀行憑證和竊聽等更具侵入和危害的目的。攻擊類型與之前的 Gooligan、Hummingbad 和 CopyCat 等惡意軟體攻擊相類似。

Check Point 指出，惡意軟體 Agent Smith 不僅用來顯示詐騙廣告以獲取經濟利益，還可用於如竊取銀行憑證和竊聽等更具侵入和危害的目的。

Agent Smith 最初是透過 9Apps 第三方應用程式商店下載傳散，主要鎖定印地語、阿拉伯語、俄語、印尼語使用者。到目前為止，主要受害者都在印度，但巴基斯坦和孟加拉等其他亞洲國家也受到影響，而英國、澳洲和美國也有為數不少裝置受到感染。亞洲地區受感染的裝置數為台灣 479 台、香港 10,151 台和日本 24,143 台。