

# 如何為車輛 ADAS 設計更好的高電流切換電源

所有汽車製造商都在提升其 ADAS，以為駕駛人提供行駛和停車輔助。不斷改善的 ADAS 會比前代版本消耗更多電源，所以，低電流切換穩壓器無法繼續滿足這種不斷成長的電源要求。本文推薦兩款高電流單晶片 Silent Switcher 降壓穩壓器 LT8638S 和 LT8648S 作為可能的解決方案。文中展示了兩款穩壓器的應用電路。效率、溫度和排放測試結果顯示，LT8638S 和 LT8648S 都非常適合作為快速發展的 ADAS 的電源選項。

■作者：Ying Cheng / ADI 應用工程師

在如今的車輛之中，先進駕駛輔助系統 (ADAS) 的重要性與日俱增。其可盡可能協助減少人為操作錯誤，提升駕駛人和道路安全。早期的 ADAS 只包含單個自動駕駛協助工具，例如使用一個雷達感測器的自我調整巡航控制功能。現在，越來越多的 ADAS 功能被應用到汽車上，例如自動緊急停車、盲點監測、車輛 / 行人報警和避讓、車道偏離報警和輔助等。ADAS 的發展表示這些車輛會使用更多的感測器和鏡頭、功能強大的即時資料處理和計算，以及高速通訊，所以其會比之前消耗更多的功率。例如，第一代 ADAS 系統單晶片 (SoC) (例如 2008 年的 Mobileye EyeQ) 僅消耗 2 W~3 W 功率。新發佈的 ADAS SoC，例如 NVIDIA Xavier，由於強大的資料處理和計算能力，需消耗 20 W~30 W 或更多功率。ADAS 的

電源由 12 V 電池提供。其先被轉換成 5 V 或 3.3 V 中間供電軌，然後轉換成 SoC 核心、介面、周邊等所需的不同的低電壓。在 ADAS SoC 的功耗增大之後，中間供電軌轉換器需要輸出 10 A 或更高的電流，以滿足其要求。

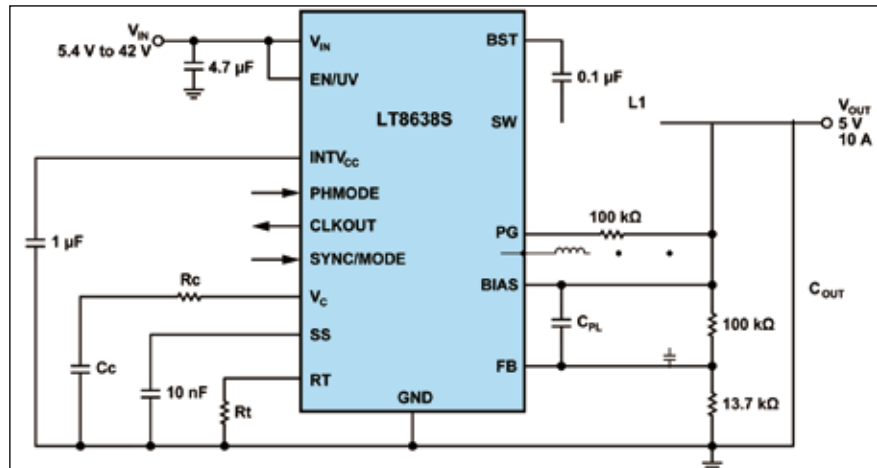
在設計大電流中間電源時，傳統方法是使用降壓控制器。但是，由於需要使用外部 MOSFET，所以此方法的總解決

方案尺寸較大。因此很難將控制器電源解決方案安裝到空間有限的位置，這是汽車 ADAS 應用面臨的常見問題。關於汽車切換電源的另一個問題是：電磁輻射。電源設計人員需要解決嚴格的輻射和傳導電磁輻射限制帶來的挑戰，汽車產業必須遵守該限制。在功耗增加之後，這些電磁輻射標準更難以滿足。為了滿足功率、尺寸和電磁輻射限制，ADI 開發了 2 款 42 V 大電流單晶片式 Silent Switcher 穩壓器：LT8638S 和 LT8648S。

## 使用 LT8638S 的精巧型 10 A/12 A 峰值電源解決方案

LT8638S 是一款 42 V、10 A 單通道降壓穩壓

圖 1: 使用 LT8638S 的 5 V/10 A 電源。



器，採用  $4\text{ mm} \times 5\text{ mm}$  LQFN 封裝，其中包含所有控制電路和 MOSFET。短時間內，其輸出電流可以達到  $12\text{ A}$ 。LT8638S 是非常適合用於精巧型  $10\text{ A}$  中間供電軌的替代選項。圖 1 顯示了典型的  $5\text{ V}/10\text{ A}$  LT8638S 的原理圖。LT8638S 穩壓器的切換頻率可在  $200\text{ kHz}$  至  $3\text{ MHz}$  範圍內調節。表 1 列出了  $400\text{ kHz}$  LT8638S 電路和  $2\text{ MHz}$  LT8638S 電路的主要組成部分。圖 2 顯示在展示板 DC2929A 上，在  $400\text{ kHz}$  和  $2\text{ MHz}$  時，LT8638S 的效率和溫度升高情況。

比較 LT8638S  $400\text{ kHz}$  電路和 LT8638S  $2\text{ MHz}$  電路，可以看出， $400\text{ kHz}$  電路的電感大小是  $2\text{ MHz}$  電感的  $2.5$  倍， $400\text{ kHz}$  電路的輸出電容的大小是  $2\text{ MHz}$  輸出電容的  $3$  倍。所以，對於非常關注尺寸大小和成本的應用， $2\text{ MHz}$  切換頻率更為合適。阻礙電源設計工程師使用  $2\text{ MHz}$  (切換頻率) 的主要問題是效率和熱性能，因為在高切換頻率下，切換損耗會明顯增大。LT8638S 使用快速切換邊緣

圖 2: 圖 1 所示的電路的效率和溫度上升情況。

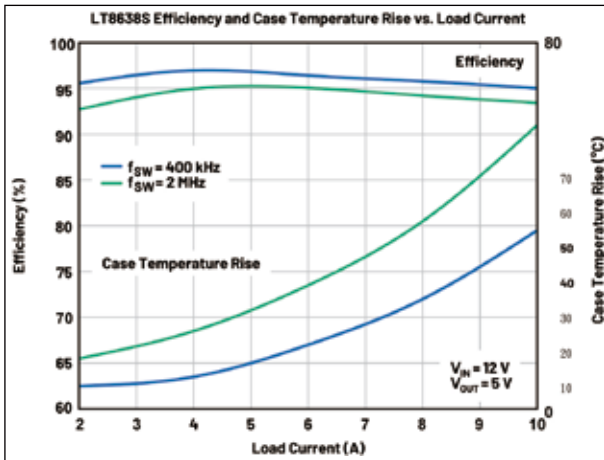
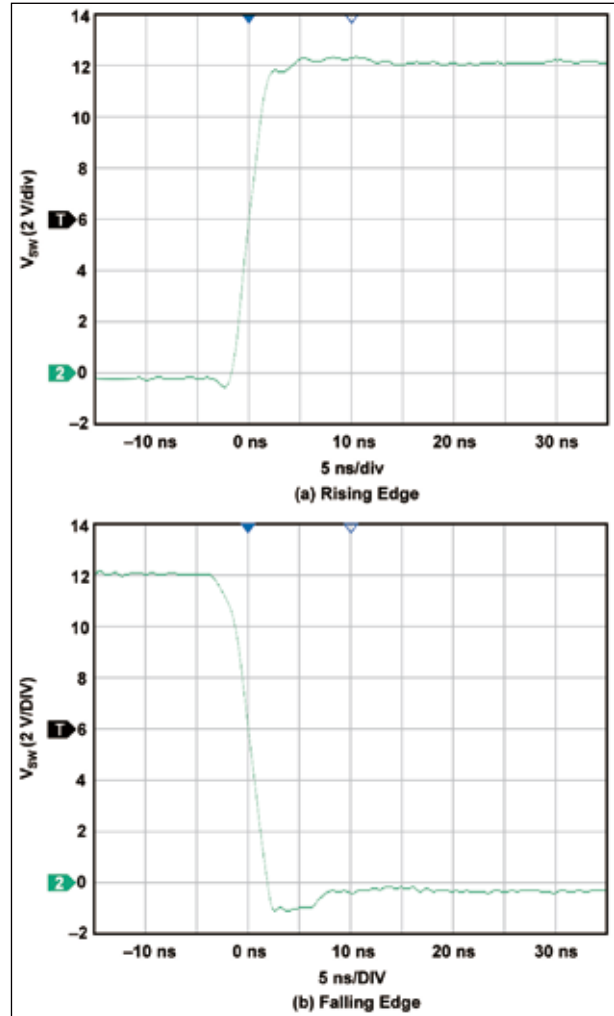


表 1: 圖 1 所示的原理圖包含的組件

切換頻率	400 kHz	2 MHz
L1	$3.3\ \mu\text{H}$ ( $10\text{ mm} \times 11.3\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ )	$0.56\ \mu\text{H}$ ( $6.36\text{ mm} \times 6.56\text{ mm} \times 6.1\text{ mm}$ )
C <sub>OUT</sub>	$47\ \mu\text{F} \times 3$	$47\ \mu\text{F} \times 1$
R <sub>t</sub>	$105\ \text{k}\Omega$	$16.9\ \text{k}\Omega$
R <sub>c</sub>	$9.31\ \text{k}\Omega$	$13.7\ \text{k}\Omega$
C <sub>c</sub>	$820\ \text{pF}$	$220\ \text{pF}$
C <sub>PL</sub>	$33\ \text{pF}$	$10\ \text{pF}$

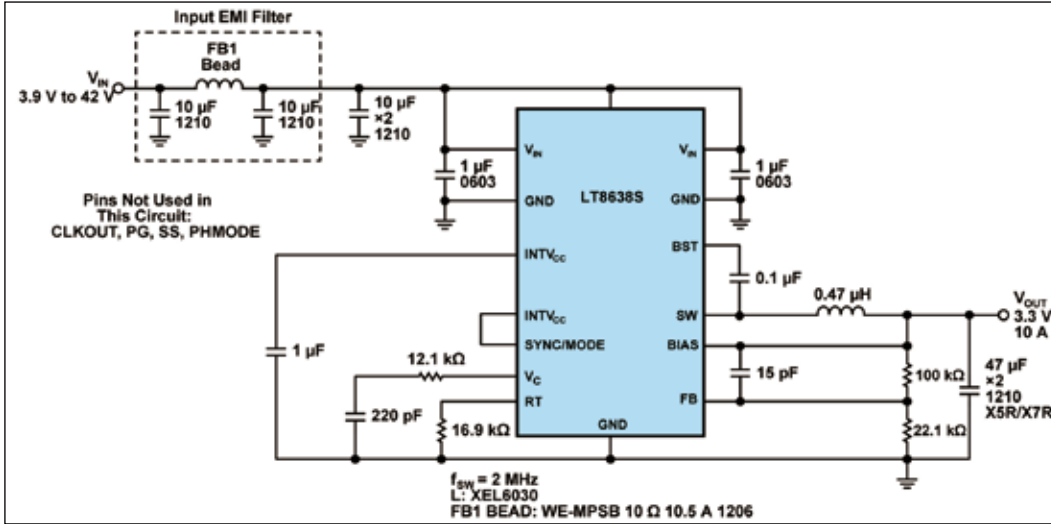
圖 3: 輸入為  $12\text{ V}$ ，負載為  $10\text{ A}$  時，LT8638S 的切換邊緣。



來盡量降低切換損耗，以緩解這些問題，如圖 3 所示。如圖 2 所示，在切換頻率為  $2\text{ MHz}$ ，輸出功率為  $50\text{ W}$  時，LT8638S 的溫度僅上升  $60^\circ\text{C}$ 。在  $10\text{ A}$  負載下， $2\text{ MHz}$  和  $400\text{ kHz}$  切換頻率之間的效率差異在  $1.5\%$  以內。

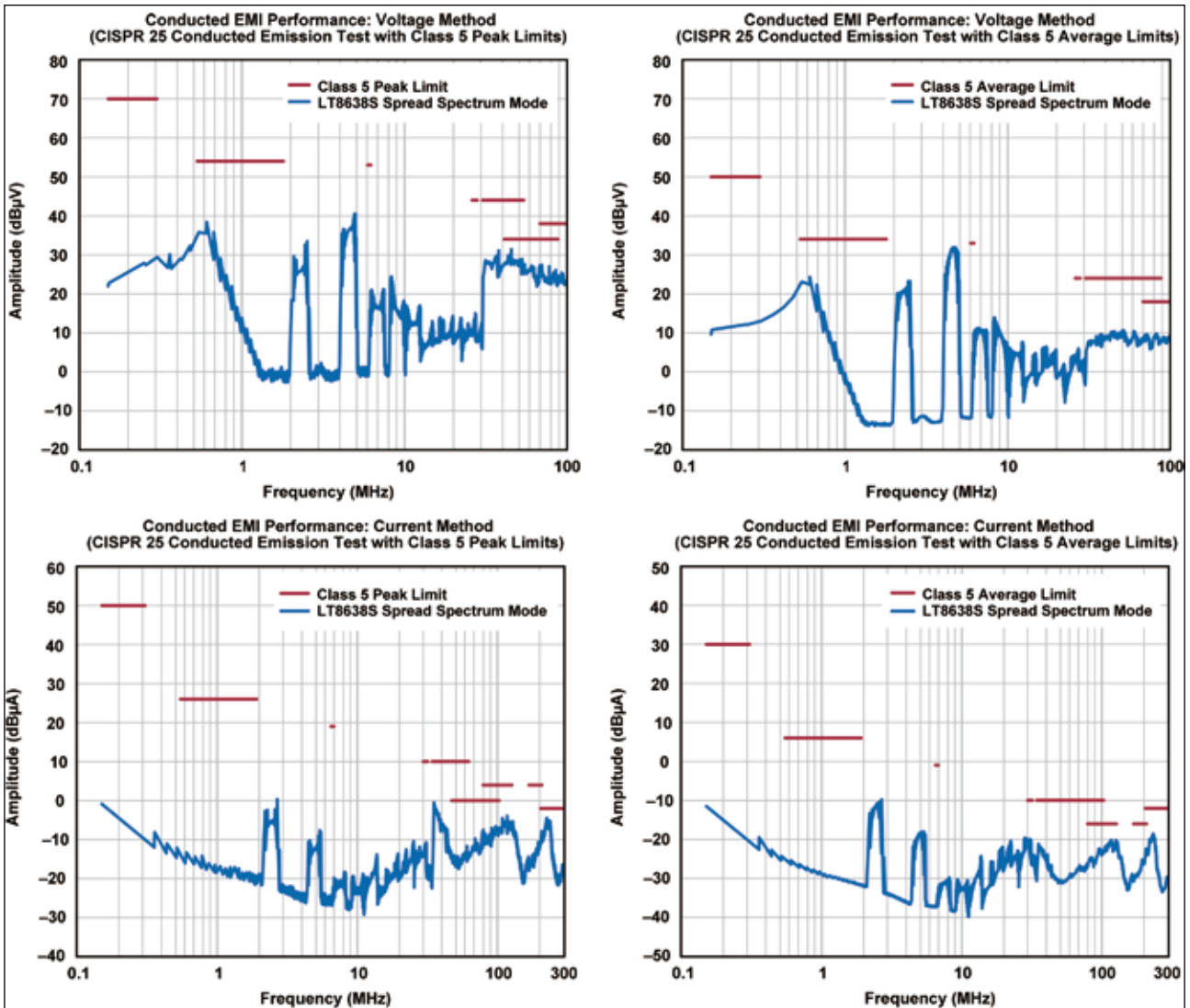
在高切換頻率下，快速切換邊緣有助於提升效率，但可能會加劇電磁輻射。LT8638S 採用 Silent Switcher 架構，不但支援快速切換邊緣，還可實現更低的 EMI，且解決方案的尺寸更小。圖 4 顯示 EMI 很低的  $2\text{ MHz}$  LT8638S 電路。為了實現卓越的 EMI 性能，該穩壓器連接 SYNC/MODE 接腳和 INTV<sub>CC</sub> 接腳，以使用展頻模式。圖 5 顯示採用圖 4 的電路時 LT8638S 的輻射，測試設定由 CISPR 25 標準定義。紅線代表 CISPR 25 5 類限值，這

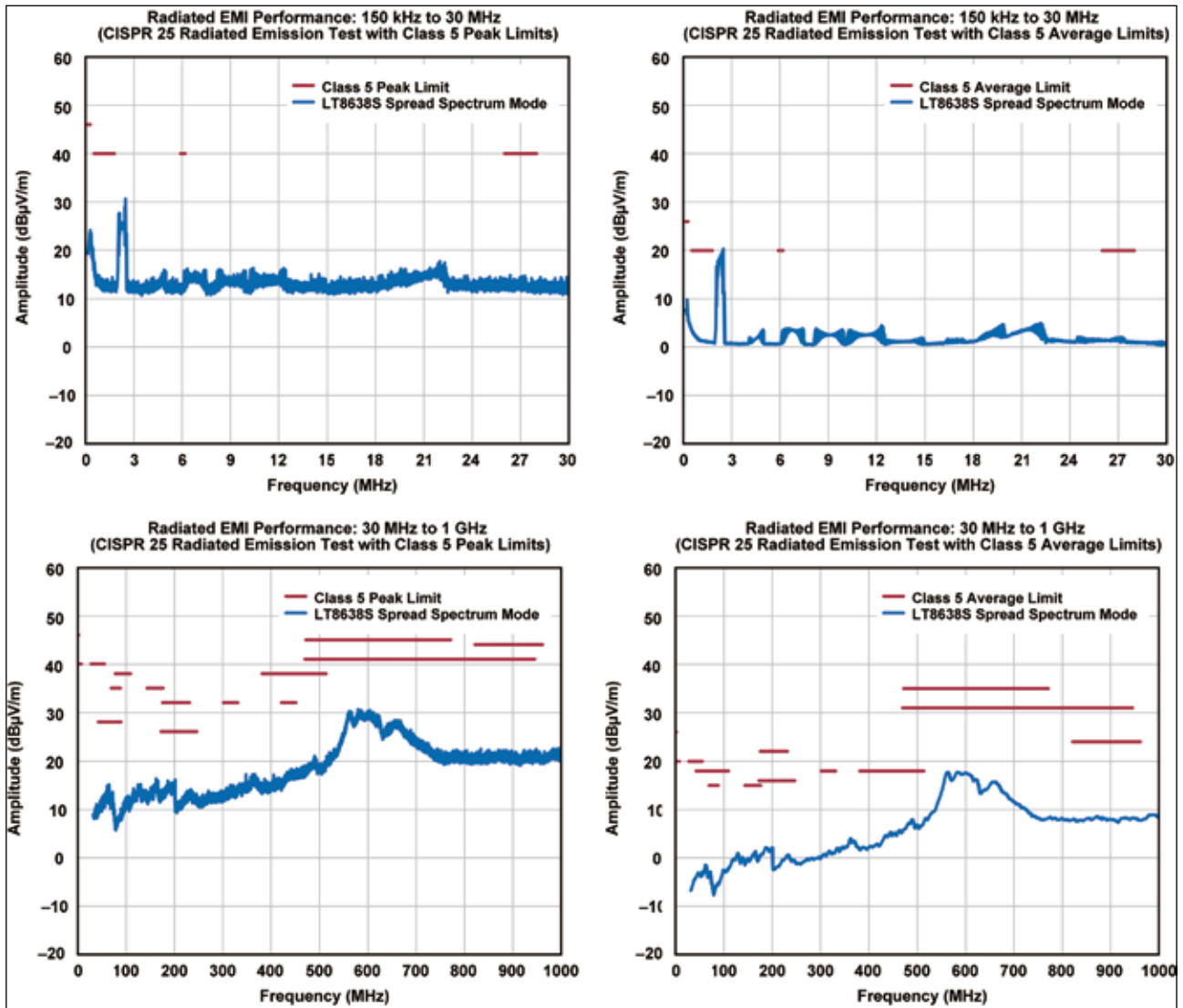
圖 4: EMI 很低的 LT8638S 電路。



是汽車產業中要求最嚴格的輻射規範。採用很少的幾個額外元件構成輸入濾波器 (如圖 4 所示)，LT8638S 可以滿足 CISPR 25 5 類規範嚴格的峰值和平均值限值。

圖 5: 圖 4 所示的電路 (在 10 A 時，12 V 輸入轉換為 3.3 V 輸出) 的輻射 EMI 和傳導 EMI。





## 使用 LT8648S、電流更高的單晶片式電源解決方案

複雜的 ADAS 需要使用多個 SoC，以及多個鏡頭和感測器。例如，免接觸式 ADAS 可能採用多個非常耗電的晶片，以及多達 11 個鏡頭。LT8648S 具有高於 LT8638S 的輸出電流能力，可以安裝在這些複雜的 ADAS 所需的中間供電軌上。LT8648S 是一款單晶片式 42 V、15 A 降壓穩壓器，其輸出電流和功率位準與使用外部 MOSFET 的功率控制器解決方案相近。透過並行使用多個 LT8648S，可以進一步擴展其電流能力。

圖 6 顯示並行使用兩個 LT8648S 元件的 3.3

V/25 A, 2 MHz 電路的原理圖。這兩個 LT8648S 穩壓器有共同的輸入和輸出。EN/UV 和 SS 接腳連接，確保兩個穩壓器能按照相同的壓擺率同時啟動。LT8648S 使用峰值電流模式控制，使得誤差放大器輸出  $V_C$  電壓與負載電流相關。通過連接  $V_C$  和 FB 接腳，這兩個並行的 LT8648S 無需使用外部電路，即可實現不錯的電流平衡。U1 LT8648S 的 CLKOUT 接腳連接至 U2 LT8648S 的 SYNC/MODE 接腳。連接之後，兩個 LT8648S 穩壓器實現同步，且支援  $180^\circ$  相移。

圖 7 所示圖 6 電路的效率和溫度上升情況。U1 和 U2 的溫度幾乎相同，表示該並行應用實現了不錯

圖 6: 並行使用兩個 LT8648S 的 2 MHz 3.3 V/25 A 應用。

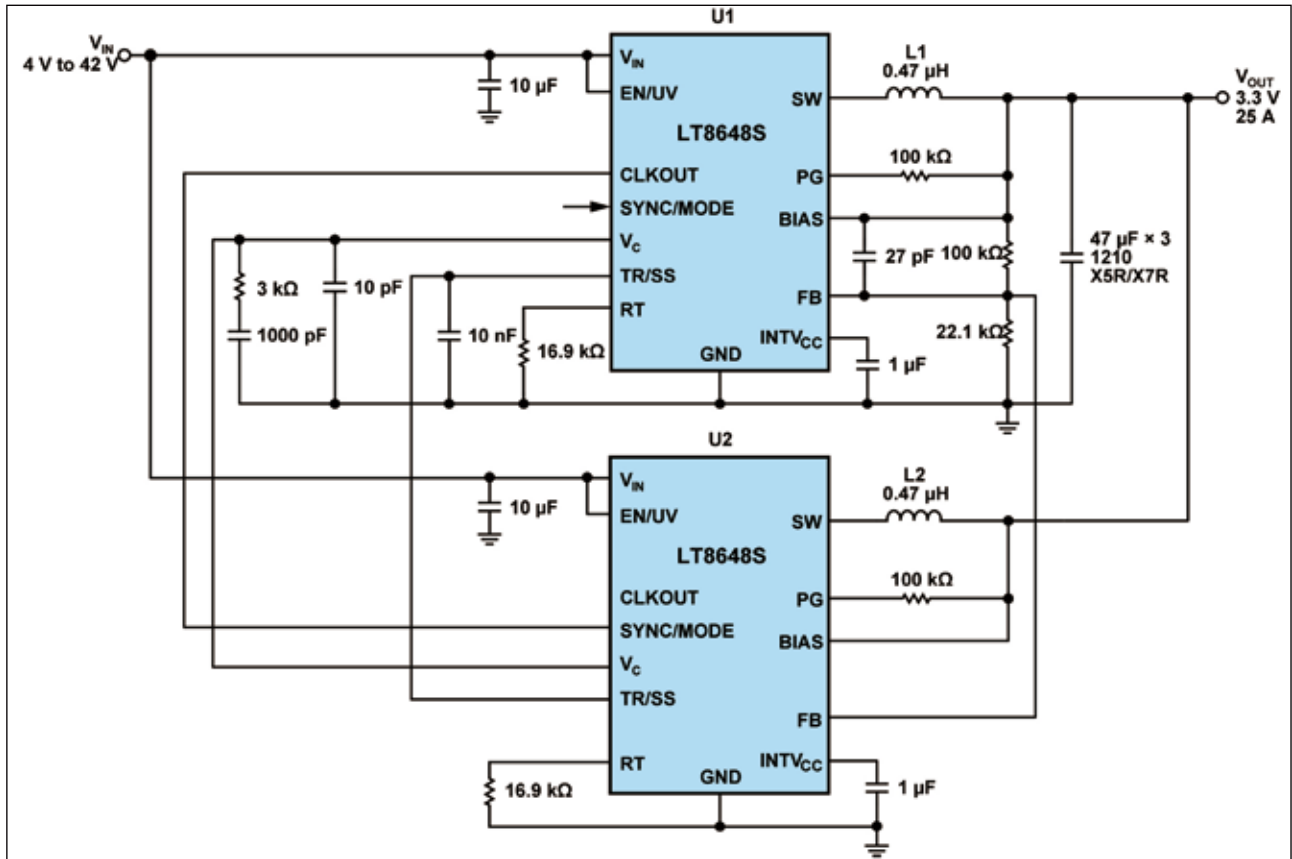


圖 7: 圖 6 所示的電路的效率和溫度上升情況。

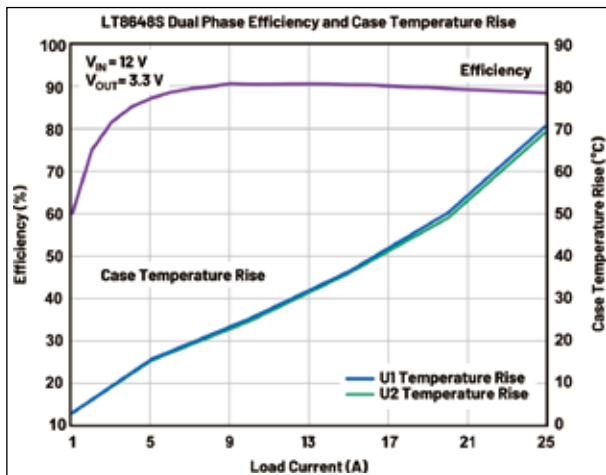
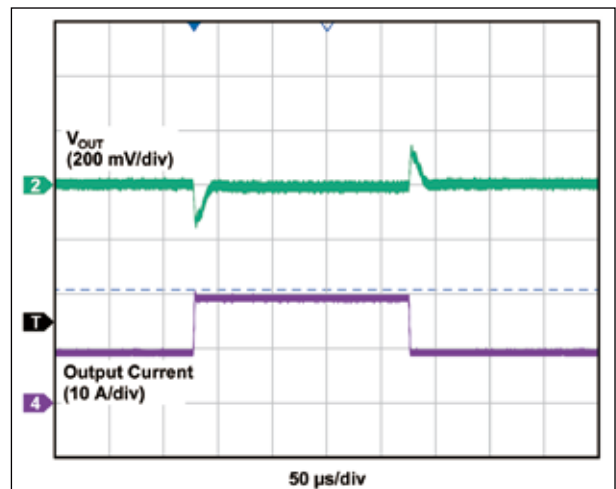


圖 8: 圖 6 所示的電路的 10 A 至 20 A 負載瞬態響應。



的電流均衡。高切換頻率和外部補償支援實現快速瞬態響應。圖 8 顯示圖 6 所示的電路的負載瞬態響應。

### 結論

本文介紹兩款高電流 42 V 單晶片式 Silent

Switcher 穩壓器 LT8638S 和 LT8648S。其具有高效率 and 低輻射，緩解了在嚴苛的汽車應用環境中存在的散熱和 EMI 問題。LT8638S 和 LT8648S 透過整合 MOSFET，為快速發展的汽車 ADAS 所需的高電流中間電源提供尺寸小巧的解決方案。 CTA