

採用 2 MHz 單晶片降壓 - 升壓 DC-DC 轉換器和 LED 驅動器

消除 PCB 空間受限的困擾

■作者：Kyle Lawrence / ADI 應用工程師

簡介

隨著電子裝置尺寸不斷縮小，其內部電路也必須相對地同步縮小。產品小型化成為各行各業的顯著發展趨勢，而這也為工程師在空間受限的設計中完成合適的解決方案帶來了新的設計難題。

為了滿足精小型電子裝置日益嚴格的尺寸要求，積體電路 (IC) 設計人員將外部元件整合到元件內部，以將外部元件數量儘量縮減至最少。而在構建所有電子裝置所需的各種電路中，縮小 DC-DC 轉換器的尺寸同樣極具挑戰性，因為它們無處不在 (所有裝置都需要電源)，電源設計人員通常會面臨這樣的一個現實，即縮小解決方案尺寸往往會對性能產生負面影響。

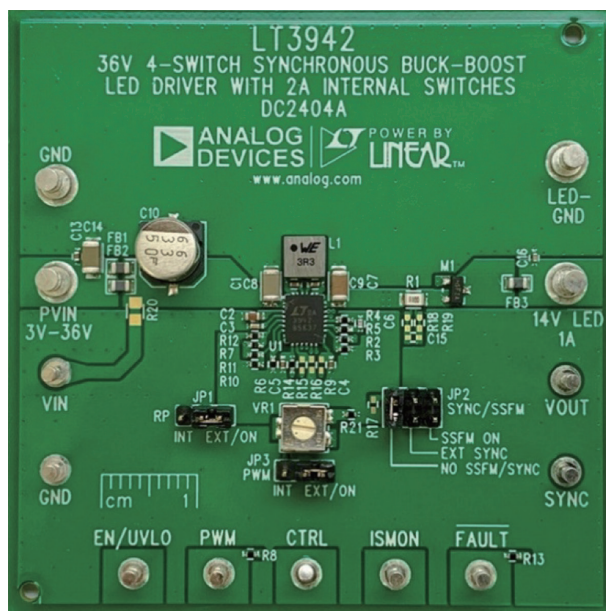
例如，能顯著節省 PCB 面積的一種方法是採用單晶片 DC-DC 轉換器，該轉換器將經過精心選擇的電源切換開關元件整合到 IC 封裝之中，而使所需外部元件減少為少量的被動元件。在許多情況下，與外部電源切換開關控制器設計相比，精小型設計最終會帶來不需要的結果，即在更小的空間中增加了功率損耗，從而產生更高的溫升。為了避免產生的熱量水準造成困擾，選擇合適的單片式 DC-DC 轉換器對於設計精小高效的電源系統至關重要。

2 MHz 單晶片 4 切換開關降壓 - 升壓 DC-DC 轉換器和 LED 驅動器

LT3942 是 ADI 非常通用的單晶片降壓 - 升壓穩壓器 IC 之一。該升壓 - 降壓轉換器能夠因應在創建靈活精小的 DC-DC 轉換器解決方案的同時不

會犧牲性能的挑戰。LT3942 將四個 40 V/2 A 電源切換開關、兩個閘極驅動器自舉二極體及其所有的控制和驅動器電路整合到一個 4 mm × 5 mm 小型 QFN 封裝中。由於具有高達 2 MHz 工作切換開關頻率能力，因此可以最大程度地減小外部元件的尺寸，且節省 PCB 空間，同時為各種 DC-DC 轉換器提供了高頻寬工作性能。

圖 1：這款基於 LT3942 的展示電路 (DC2404A) 展示了一種高性能、精小型 DC-DC 穩壓器解決方案，其專門用來在這種情況下驅動 LED。



LT3942 具有與 LT8390A/LT8391A 系列降壓 - 升壓控制器 IC 相同的峰值電流模式控制方案，並且能夠在 2 切換開關升壓、4 切換開關降壓 - 升壓 (升壓 - 降壓) 和 2 切換開關降壓工作模式之間無縫轉換。轉換器監測並比較其輸入和輸出電壓，以確定正確的工作模式。當 PVIN:PVOUT 的比率發生變化

並迫使轉換器轉換模式時，LT3942 可保持穩壓作用，同時可以在切換開關對之間智慧切換控制。

除了透過多種 $PV_{IN}:PV_{OUT}$ 組合來調節輸出電壓之外，LT3942 還可以配置為調節輸入或輸出電流，以用於恒定電流調節應用。來自 ISMON 針腳的電流監控回饋提供了一個與實測電流成比例的緩衝電壓輸出，從而允許連接的電路監控實測的電流水準。這種調節電流或電壓的能力使 LT3942 非常適合用作 LED 驅動器、精小型電池充電器、微型太陽能電池板供電的轉換器或通用穩壓器。

14 V、1 A LED 驅動器

圖 1 顯示了基於 LT3942 的精小型 LED 驅動器的完整評估電路。該解決方案能夠為四個 (最高 14 V) 串聯的一串白光 LED 提供 1 A 電流。最大功率輸出的輸入電壓範圍為 7 V 至 36 V，低工作電流時可降至 4 V，非常適合未穩壓的汽車輸入電源。該解決方案中的 LT3942 的工作切換開關頻率為 2 MHz，因此可以使用相對較小的電感和電容。所以完整的 LED 驅動器解決方案適合 15 mm × 15mm

的 PCB 尺寸，所有元件都位於電路板的同一面 (包括 IC)。

該解決方案還具有高頻寬工作性能，可以快速調節輸出電流。當在降壓模式下工作時，LT3942 使用外部 PWM 源對 LED 進行 100 Hz 無閃爍調光，從而實現高達 5000:1 的調光比。如果沒有外部

圖 3: LT3942 的高頻寬工作性能有助於 LED 照明應用在寬動態亮度範圍內實現高比率 PWM 調光。無需 EMI 濾波器，DC2404A 在 120 Hz 時可實現高達 4000:1 的調光，而在 100 Hz 時則可實現高達 5000:1 的調光。

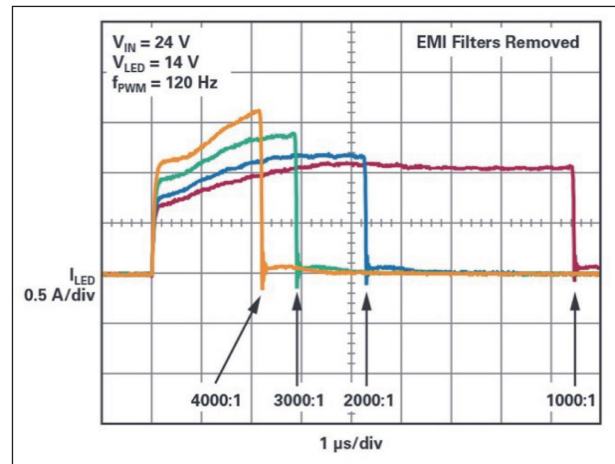
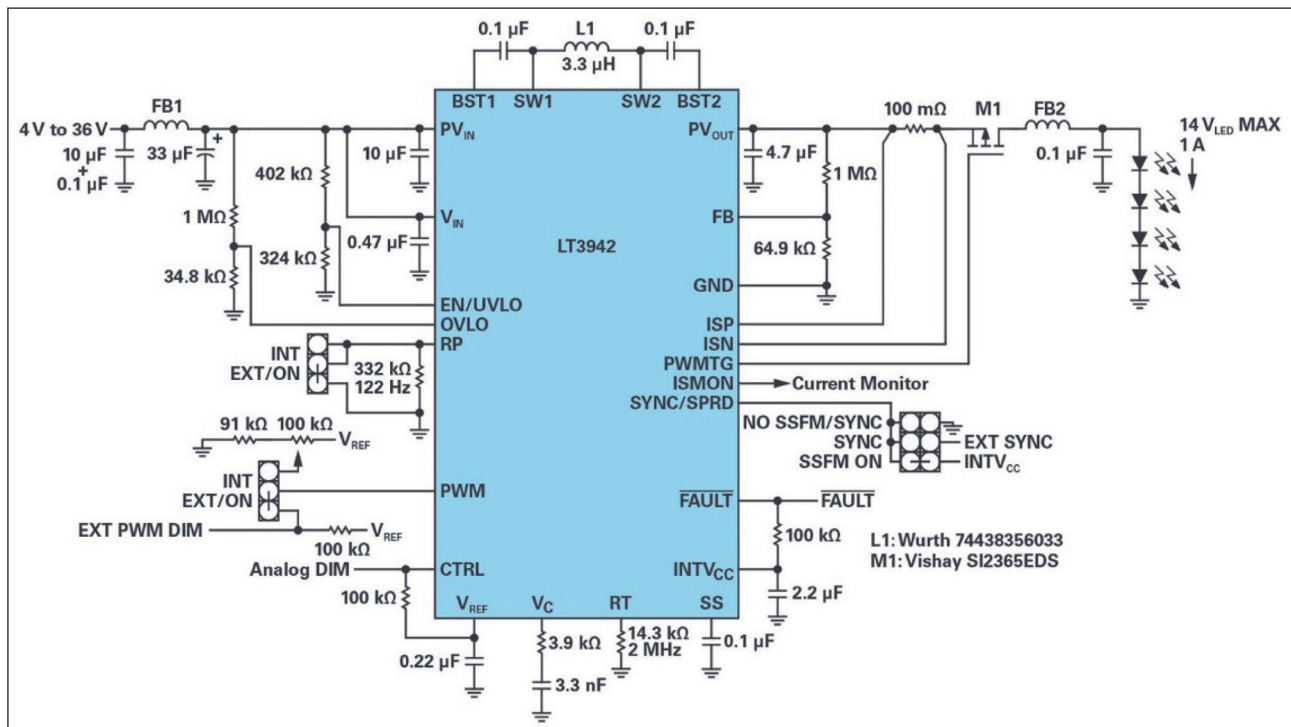


圖 2: DC2404A 利用 LT3942 創建了一個精小型 14 W LED 驅動器應用，可在寬輸入範圍提供穩定的輸出電流。



40 ——— CompoTech Asia / 2020.06

輻射，而不是將這些輻射集中在窄頻中，從而降低整體的 EMI 峰值。SSFM 與輸入和輸出 EMI 濾波器結合使用時，有助於降低寬頻率範圍內的 EMI，從而更易于設計符合輻射標準的系統。

12 V、1 A 穩壓器

LT3942 不只限於驅動 LED。它是一款功能強大的精小型穩壓器，非常適合解決從寬範圍末穩壓電源產生穩定輸出的問題。圖 4 中所示的 12 V、1 A 穩壓器設計與圖 2 中的 14 W LED 驅動器解決方案相似，但做了一些小改動。與 LED 驅動器應用一樣，穩壓器可以在很寬的輸入電壓範圍內維持輸出調節，可在電壓低至 7 V 的條件下提供全輸出功率，並在電壓低至 4 V 的條件下維持低輸出功率工作。

圖 4 中的效率曲線表明，即使工作切換開關頻率為 2 MHz 時，LT3942 12 V 穩壓器也具有接近 95% 的出色峰值效率，而在其大多數輸入電壓範圍內的效率為 85% 或更高。即使以其總輸出功率的十分之一為其輸出供電，也可保持 80% 以上的效率，這表明該元件在輕負載條件下仍可高效運行。

LT3942 的電流感測和控制特性使其不僅適合於 LED 調光控制，而且也能在需要電壓調節和電流控制的其他情況下出色地工作。將感測電阻配置在輸出端時，可以很輕鬆地將 LT3942 配置用作精小型恒流、恒壓電池充電器。對於具有嚴格輸入電流限制的應用，例如由小型電池、電容組或光伏電池供電的電路，可以將監測電阻移至穩壓器的輸入側，從而為系統提供輸入電流限制和監控。LT3942 可從 CC 模式無縫轉換為 CV 模式（反之亦然），確保輸入和 / 或輸出始終穩定。

汽車順序點亮轉向訊號和裝飾性照明

在新型豪車和高性能汽車上常見的動畫式順序點亮轉向訊號燈正在迅速普及，逐步取代傳統的閃爍式指示燈。早期的順序點亮轉向訊號的實現採用多個降壓轉換器或線性穩壓器為轉向訊號燈組中的 LED 供電，導致解決方案複雜、相對低效且過於龐

大，極大限制了照明設計的應用領域。減少所需功率 IC 的數量，使用單個高效元件，是擴大照明設計人員選擇範圍的明顯方式。

單個轉換器解決方案需要的元件能夠對各種 LED 組合（照明設計中會出現從所有 LED 點亮到單個 LED 點亮，以及介於前兩者之間的各種其他組合）的串電壓維持輸出調節。隨著動畫燈在連接的 LED 的各種配置中變化時，輸入電壓會高於、低於或等於輸出電壓。這種類型的應用需要一個升壓 - 降壓轉換器，該轉換器可以智慧地選擇工作模式並在工作模式之間無縫轉換，同時維持輸出調節。LT3942 的降壓 - 升壓拓撲和高頻寬工作性能使它能够輕鬆操縱這些變化而不會出現毛刺。

圖 5 所示的順序點亮轉向訊號設計採用 LT3942 從汽車電池以 330 mA 電流為八個 LED 供電，並可選擇為一串琥珀色 LED（用於轉向訊號燈操作）、一串白色 LED（用於日間行車燈）或其他裝飾性照明（用於前燈 / 尾燈設計中）供電。

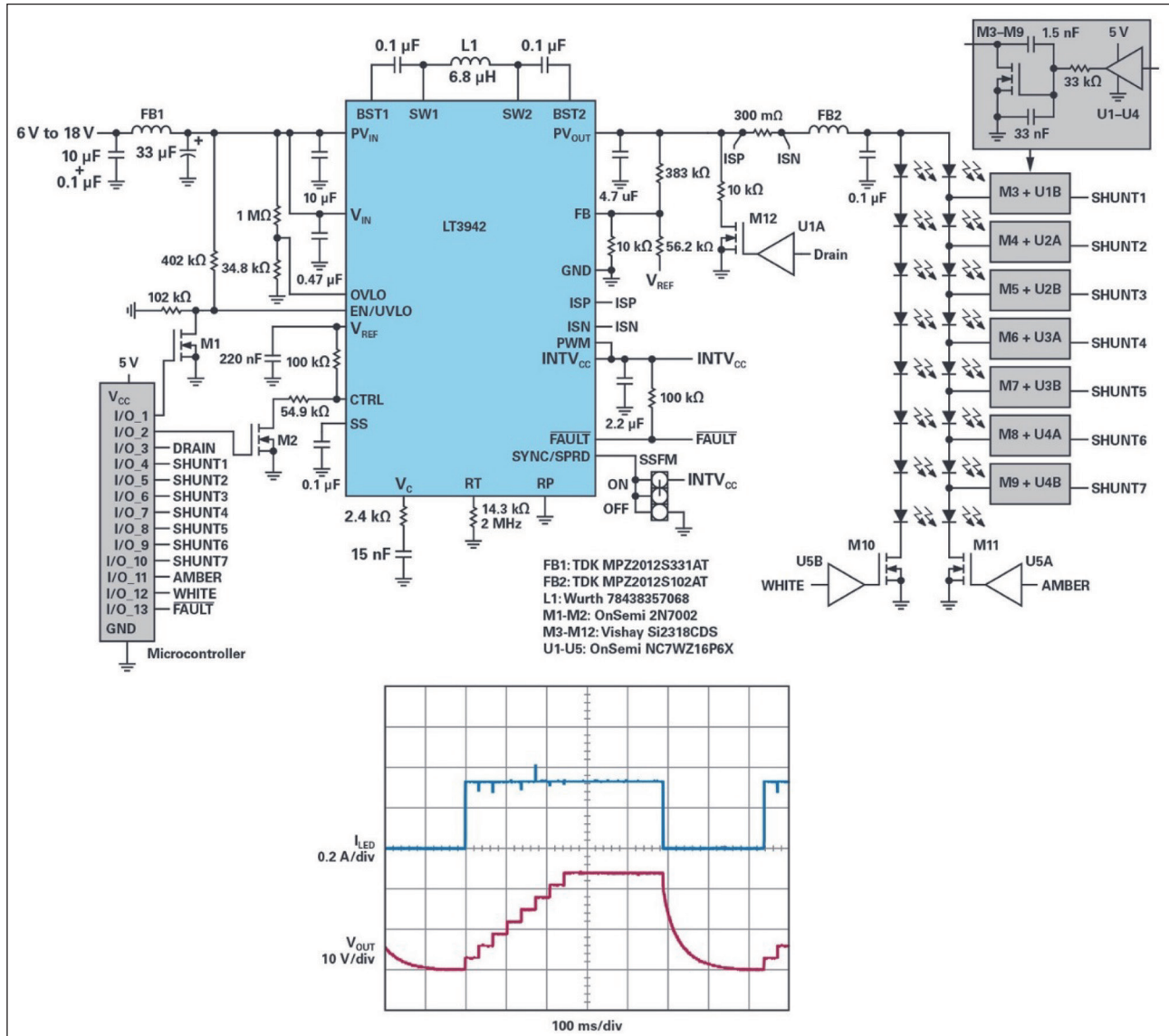
微控制器充當使用者輸入的轉向訊號與照明系統之間的介面。這使照明設計人員（或最終使用者，如果需要的話）能夠完全控制執行 LED 動畫順序點亮所需的所有時序和訊號，並且可以控制在任何給定時間為哪種顏色的 LED 燈串供電。

在此設計中，在順序點亮模式期間，每次向燈串導入一個轉向訊號 LED，以產生轉向訊號。當 LED 由微控制器添加到燈串時，LT3942 維持對輸出電流的調節，以保持一致的光亮度。在所有 LED 都點亮之後，LT3942 停止切換開關操作，並拉低輸出電壓，使轉換器設置為下一個順序點亮週期做好準備。當轉向訊號未使用時，微控制器重新連至裝飾照明 LED 串，並繼續等待轉向訊號使用者輸入，這將兩種照明功能組合到一個 LED 驅動器解決方案中。

小結

電子裝置迫使工程師不斷尋求更小的整合元件，以滿足日益成長的空間受限需求。LT3942 單晶

圖 5: 在順序點亮轉向訊號應用中，每次點亮一個 LED，使 DC-DC 轉換器迅速適應新的 $P_{VIN} : P_{VOUT}$ 組合。這對 LT3942 來說不是問題，因為它可在順序點亮轉向模式期間從升壓、降壓 – 升壓、降壓工作模式無縫轉換，從而確保在各種模式下維持穩定的 LED 電流。



片降壓 – 升壓轉換器和 LED 驅動器整合了眾多可節省空間的特性，以解決空間受限的電氣設計難題，同時不會犧牲性能。其單晶片設計和 2 MHz 的工作切換開關頻率縮小了解決方案的尺寸，使其能夠適用於精小的 PCB 設計中。該元件具有高度靈活性，既可以用作恒流調節器，也可以用作恒壓調節器，適合各式各樣的應用。

對於需要低雜訊電源以滿足嚴格 EMI 要求的設計，LT3942 的 SSFM 功能有助於降低傳導發射和電磁輻射騷擾，其便捷的 IC 封裝針腳排列可實現精

小的切換開關熱環路。這些特性以及寬輸入範圍，可在設計人員面臨精小型電源需求時簡化他們的工作。CTA