

先升壓後降壓 LED 驅動器的技術應用

利用寬廣的輸入電壓實現寬 PWM 調光範圍

文：凌力爾特

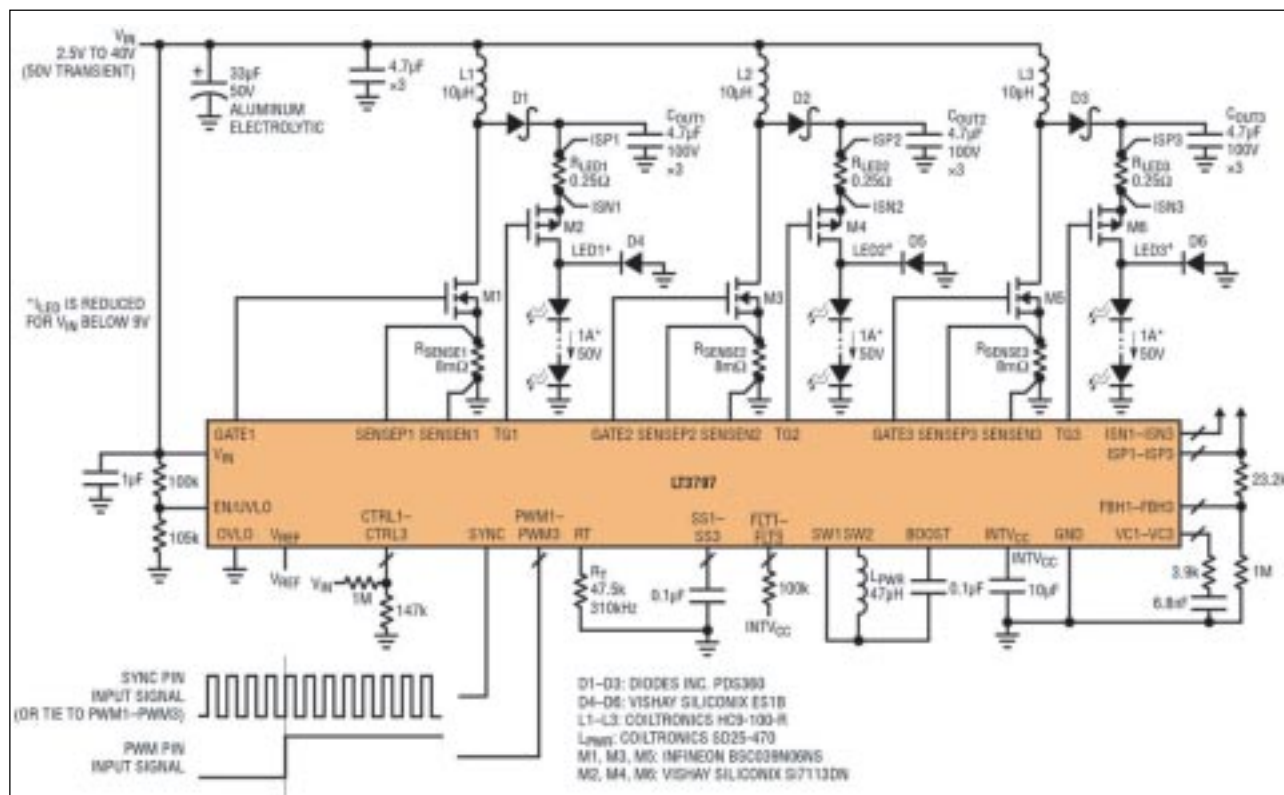
應用工程部負責 人 Keith Szolusha

副應用工程師 Taffy Wong

多通道 LED 驅動器主要是為了採用單顆 IC 來為多個 LED 或多個 LED 燈串(這些燈串有時具有不同的色彩或長度)供電而設計的。然而，此類驅動器包括了諸多的特性，可實現其他引人注目的用

途。例如，LT3797 三通道 LED 驅動器就能夠透過配置以提供 " 先升壓後降壓 "(boost-then-buck) 的能力，其中一個通道被配置為升壓預調節器，而另兩個通道則被配置為降壓模式 LED 驅動器。

圖 1：LT3797 三路輸出 LED 驅動器被配置為 3 x 50V 1A 升壓 LED 驅動器



當輸入電壓源具有寬廣的變化範圍並且會高於和低於 LED 燈串的額定電壓時，人們通常採用一種升降壓或 SEPIC 架構。相較於單純降壓或單純升壓的穩壓器，這些架構具有一些缺點，亦即：相較於單純降壓的轉換器，其效率和頻寬較低(PWM 調光能力下降)；而相較於單純升壓的穩壓器則是效率較低和傳導 EMI 較高。

避免此問題的方法之一，是利用一個電壓預調節器對寬廣範圍的輸入進行升壓，並將之用作一個單純降壓 LED 驅動器的輸入。這種做法的優點是可實施升壓和降壓，並具有高 PWM 調光頻寬和較低的傳導 EMI。由於 LT3797 具有三個可用於電壓調節或 LED 驅動的通道，因此一個通道可用來把輸入電壓提升至一個較高的電壓，該電壓隨後可用於為兩個採用另兩個通道形成的高頻寬降壓模式 LED 驅動

器供電。

採用降壓 LED 驅動器可實現比採用升壓模式驅動器時更高的 PWM 調光比。為了在採用一個寬範圍輸入的情況下實現高的 LED 調光比，可利用一個預調節器將低輸入電壓提升至一個中間電壓。這個經過升壓的中間輸出可做為降壓模式 LED 驅動器的輸入。圖 2 所示為採用單個 LT3797 實現的先升壓後降壓方案。

三路輸出 LED 驅動器(多架構、高效率)

LT3797 是一款三路輸出 LED 驅動器控制器 IC，其可用於以多種架構(包括升壓、降壓模式、升降壓模式和 SEPIC)為三個 LED 燈串提供電流。每個通道的運作獨立於其他的通道，但它們共用時脈

圖 2：具 1000:1 PWM 調光比的 LT3797 雙組輸出先升壓後降壓 LED 驅動器

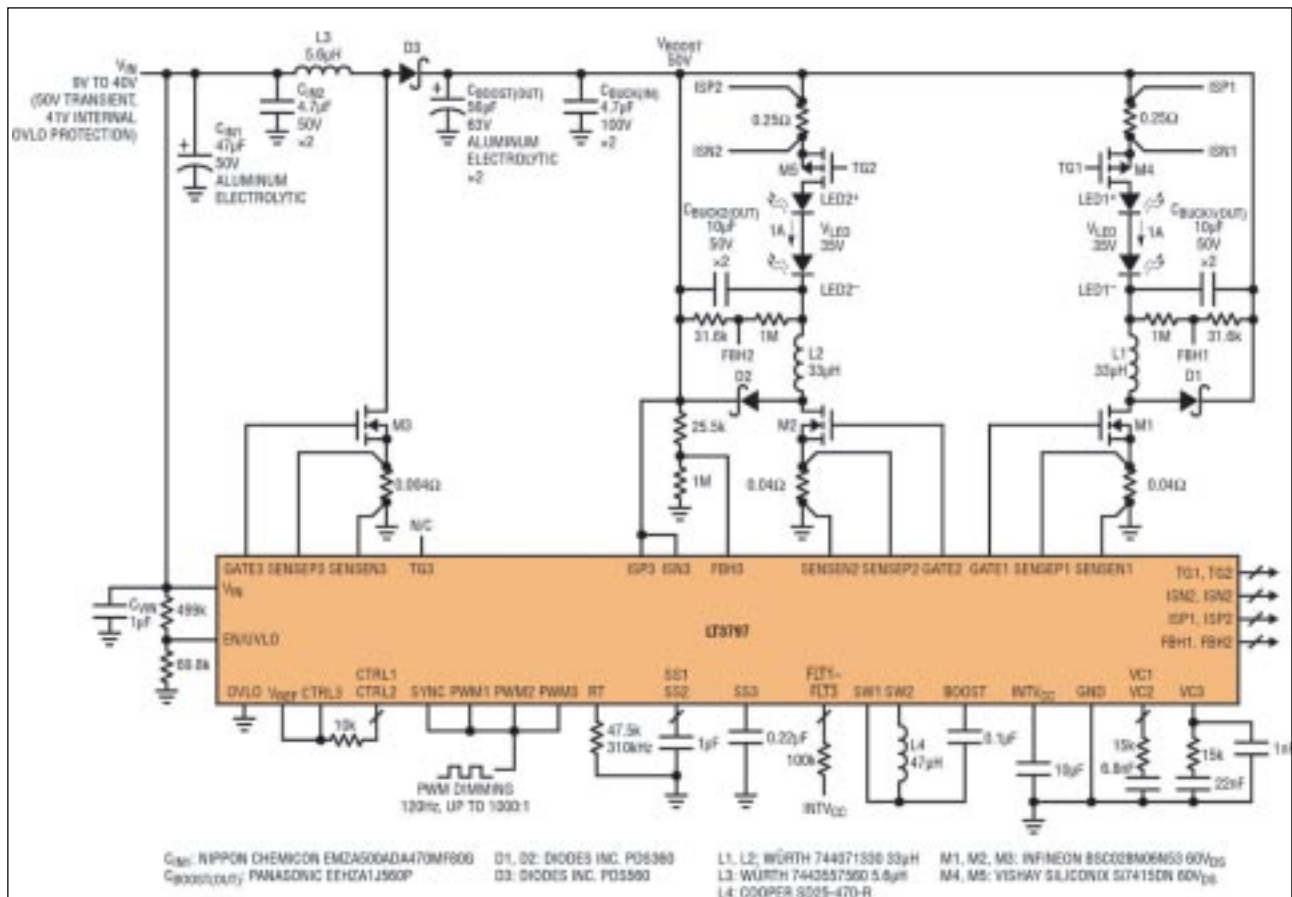
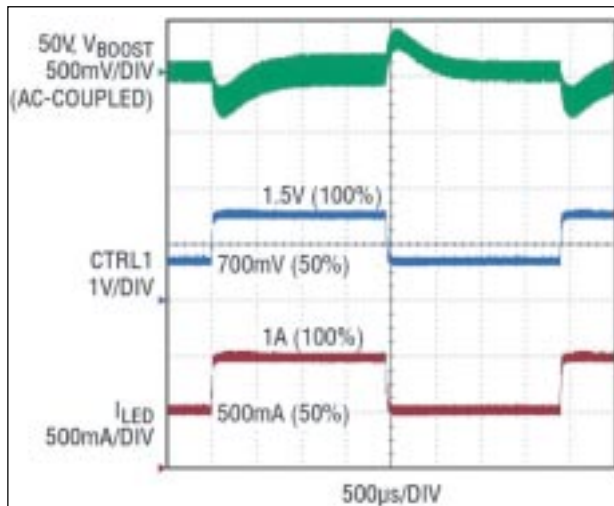


圖 3：從 50%(500mA)至 100%(1A)全標度電流的類比調光瞬變顯示出了降壓模式的高頻寬(即使當升壓級以其自己的常規速度恢復時也不例外)。



相位。LED 電流、開路 LED 保護、類比和 PWM 調光控制功能電路可以單獨地進行操控。

當 LED 燈串未回接至 GND 時，高壓側回授針腳 FBH 可在降壓模式和升降壓模式中提供通用的過壓保護，而能免除增設一個電平移位元回饋電晶體的需要。2.5V 至 40V 的 VIN 範圍和 100V 的輸出範圍使 LED 驅動器擁有了高電壓和高供電能力。其可用於汽車和工業應用以及電池供電型設備。

圖 1 所示為效率達 93% 的三路輸出升壓 LED 驅動器，其採用一個汽車輸入為三個 50W(50V、1A) LED 燈串供電。該元件具有 250:1 PWM 調光比(在 120Hz)和短路保護功能。一個內部升降壓 INTVCC 電源可向電源開關輸送 7.8V 的閘極充電電壓(即使當 VIN 降到低至 2.5V 時也不例外)，從而使之成為一款具有非常寬輸入範圍的轉換器。

雙輸出先升壓後降壓模式 LED 驅動器

最高的 PWM 調光比可利用降壓 LED 驅動器(其提供了最高的工作頻寬)來實現。為採用寬範圍汽車輸入電壓來實現高 LED 調光比，首先必須採用一個預調節器提升汽車電壓。經過提升的輸出電壓隨後可作為降壓模式 LED 驅動器的輸入。圖 2 所示為如

何利用單個 IC 做到這一點，其運用的方法是將 LT3797 的一個通道用作升壓預調節器，而將另兩個通道用作降壓模式 LED 驅動器。

與增設單獨的升壓 IC 作為預調節器相比，這種單 IC 方案的優點除了可減少元件數目和成本之外，還在於升壓穩壓器的 PWM 針腳可用於在 PWM 關閉時間裡禁止執行開關操作和凍結控制迴路的狀態。這使得升壓轉換器能夠快速恢復至其先前的 PWM 導通狀態，並且其輸出不會在降壓模式 LED 驅動器重新導通時出現驟降。如果升壓穩壓器的 PWM 在 PWM 關閉時間裡未關斷，或採用一個單獨的升壓 IC，則升壓轉換器的頻寬會限制最大 PWM 調光比。

與額定規格相似的升降壓穩壓器相比，先升壓後降壓模式驅動器的一個額外好處是其傳導 EMI 有所降低。升壓轉換器由於與輸入相串聯的主電感器位置之原因，其在 AM 頻段周圍的傳導 EMI 通常低於降壓轉換器。在先升壓後降壓方案中電感器與輸入相串聯，而不是在降壓級和升壓級之間佈設單個升降壓電感器。雖然基本的升降壓架構僅需單個電感，但在高功率 LED 驅動器應用中常常需要使用第二個輸入濾波電感器以降低傳導 EMI。

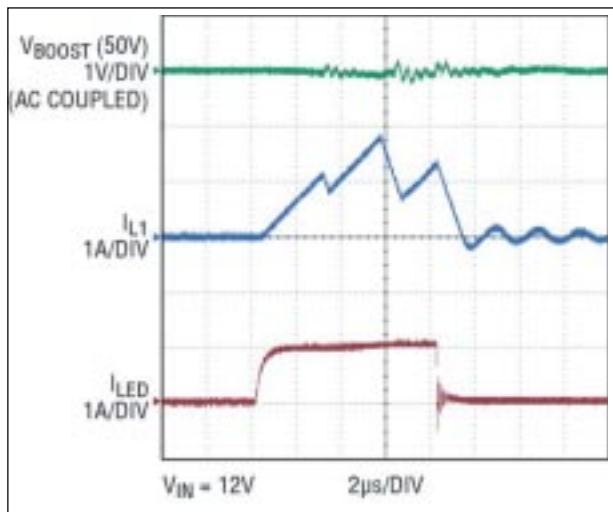
圖 2 中所示的 LT3797 雙輸出先升壓後降壓 LED 驅動器直接採用一個汽車輸入來為兩個 35W(35V、1A) LED 燈串供電。其在 120Hz 頻率下具有 1000:1 的 PWM 調光比。另外，它還擁有短路保護和 LED 開路保護功能。所有 3 個 PWM 調光輸入接腳都連接至同一個 PWM 調光輸入，以達到最高的 PWM 調光比，並在 PWM 關閉時凍結所有 3 個通道的控制迴路狀態。升壓通道的輸出為穩定的 50V。較高的升壓輸出電壓將產生甚至更高的 PWM 調光比，但代價是需要使用額定電壓較高的功率元件和效率有所下降。兩個降壓模式 LED 驅動器通道採用 50V 輸入對兩個 1A、35V LED 燈串進行高效供電。整體轉換器效率為 87%。

高 PWM 調光比

如上所述，降壓和降壓模式 LED 驅動器可提供高於升壓架構驅動器(包括升降壓和 SEPIC 轉換器)的頻寬，因而有可能實現較高的 PWM 調光比。與升壓架構不同，降壓架構在工作週期增加時將繼續向輸出端輸送更多的電能，而前者的輸出則在工作週期增加時短暫地接收較少的電能以提高瞬變期間的電感器電流。為此，在較高的頻寬條件下降壓轉換器的控制迴路可得以最佳化(與升壓轉換器分開)。

此外，在 PWM 調光期間，在每個週期的起點，降壓穩壓器中的電感器電流不必非得像在升壓穩壓器中那樣進行那麼大幅度的斜坡上升，因為其

圖 4：雙路輸出先升壓後降壓模式 LED 驅動器 PWM 調光波形。在 120Hz 頻率下可實現 1000:1 的調光比。



電流近似等於(而不是高於) LED 電流。這使得降壓轉換器在暫態響應和 PWM 調光比方面均優於升壓轉換器。只要升壓預調節器在瞬變期間不失去其輸出充電電壓，那麼先升壓後降壓模式轉換器就能夠模仿降壓轉換器的高頻寬。

短路和開路 LED 保護

圖 1 和圖 2 中所示的 LT3797 LED 驅動器具有很強的抗短路性能。高壓側 PMOS 斷接不僅用於 PWM 調光，而且也用於短路保護(當一個 LED+ 端子短接至地)。獨特的內部電路可監察輸出電流過高的情況，隨之關斷該通道上的斷接 PMOS 並報告故障。同樣，假如一個 LED 燈串被移除或發生開路，則 IC 將限制該通道上的最大輸出電壓並針對故障提出報告。

結論

LT3797 是一款 2.5V 至 40V 輸入和高達 100V 輸出的三通道 LED 驅動器，其可在多種架構中使用。當需要進行升壓和降壓時，對於 1000:1 或更高的最高 PWM 調光比，該元件的一個通道可用作升壓預調節器，而另兩個通道則用作降壓模式 LED 驅動器。在所有的架構中均提供了短路保護，從而使得該 IC 成為一款堅固和強大的解決方案，適合在多樣化應用中驅動 LED。CTA

CEVA 與卓勝微電子合作為行動平臺、穿戴式產品和 IoT 設備提供完整的 Wi-Fi 和藍牙解決方案

CEVA 公司宣佈主要的 Wi-Fi 和 Bluetooth 的高整合度射頻(RF) IP 供應商卓勝微電子(Maxscend Technologies Inc.)已經加入 CEVA 合作夥伴計畫，兩家公司將共同提供 Wi-Fi、藍牙和藍牙低功耗(Bluetooth Low Energy)的完整解決方案，這些由 Maxscend RF IP 和 CEVA 連線性平臺所構成的方案將以不斷增長中的行動設備、穿戴式產品和物聯網(IoT)市場為其應用目標。已經有數家客戶獲得了這些合作產品的授權許可，並且也已部署在其新的設計中了，包括中國主要的半導體企業展訊通信(Spreadtrum)。

在競爭激烈的行動平臺、穿戴式產品和其它 IoT 設備市場中，設計人員對創建優化的解決方案的需求越來越急迫，以滿足功率和成本需求。整合無線連接功能是這些設計人員的一個主要設計目標。CEVA 市場領先的 Wi-Fi 和 Bluetooth IP 平臺結合卓勝微電子經過矽產品驗證的 RF IP，可為客戶提供一可達成此一目標，且風險低、成本效益高的解決方案。