

適用於低壓啓動用途的 LED 升壓驅動器

■作者：Catalin Bibirica

Microchip 類比、電源和介面部，電源應用工程師

本文將解釋如何使用定電流升壓穩壓器，為多個 LED 或高功耗 LED 設計不同的定電流 DC-DC 升壓轉換器。

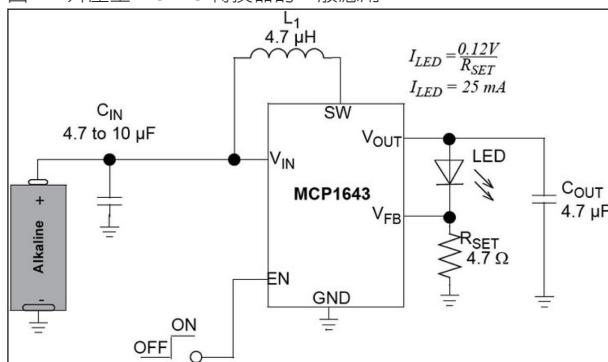
藉助作為發光二極體 (LED) 定電流產生器所優化的精簡、高效率、固定頻率的升壓型 DC-DC 轉換器，可針對使用一顆和兩顆鹼性電池、鎳鉻和鎳氫電池供電的應用環境，以少量的外部元件輕鬆地供電。它可以整合在各種應用中，從一顆鹼性電池、鎳氫或鎳鉻供電的基本單顆 LED 驅動器，到多個紅外線、白光和 RGB LED。

Microchip 的 MCP1643 是此裝置的一個例子。這是一個在固定的 1 MHz 切換頻率下操作的純脈衝寬度調變裝置。圖 1 顯示了作為簡單 DC-DC 電流源升壓轉換器的裝置，該轉換器使用電阻 (RSET) 來設定需要的電流。

輸入電壓可決定最大 LED 電流。該元件的操作輸入電壓為 0.5 至 5V，啓動電壓可低至 0.65V。

對於充滿電的電池，最大穩壓 LED 電流為 450 mA。與鹼性電池相比，鎳氫電池和鎳鉻電池的額定

圖 1：升壓型 DC-DC 轉換器的一般應用



電壓較低，因此裝置提供的最大 LED 電流也較低，約為 350 mA。即使在電池幾乎耗盡的情況下，裝置仍將繼續提供高達 150 mA 的電流。與所有 LED 電流驅動器一樣，對最大和最小負載電流也有一些限制。

基於升壓拓撲，在 V_{IN} 小於 V_{OUT} 的範圍在 300 到 400 mV 之間時，輸出 LED 電流將維持穩定狀態。最大負載電流由輸入電流限制 1.8A 所決定。如果選擇的 LED 電流強制採用比裝置的最大峰值電流更大的輸入電流，則 LED 電流將無法穩壓，並且會隨輸入電壓波動。電池還必須能供應轉換器所需要的電流量。該裝置可調節的最小輸出 LED 電流為 20 mA。

單電池 LED 驅動器

作為定電流 LED 驅動器是最簡單的應用之一，其設定方式是修改偵測電阻的值來選擇電流。對於 2.4Ω 而言設定電流為 50 mA，可用並聯電阻的方式來增加電流到 100 mA 和 150 mA。

MCP1643 可使用應用於 EN 接腳的可變工作週期脈衝寬度調變 (PWM) 訊號來開啓或關閉 LED，以 PWM 方式進行調光控制。調光的最大頻率受限於內部軟啓動，一般是 240 μs。藉由改變應用於 EN 輸入的 PWM 訊號的工作週期，LED 的平均電流會呈線性變化，光線的強度也會改變。

兩個串聯 LED 驅動器

MCP1643 還可用來串聯驅動兩個 LED。但最大電壓受限於過電壓保護，亦即會將輸出電壓限制

為 5.0V。使用此保護機制時，它可以處理兩個低電壓 LED，例如用於遠端控制的紅外線和紅光 LED，但不能處理高電壓 LED，例如：白光和藍光。

並聯 LED 驅動器

MCP1643 的最大輸出電流為 550 mA。若要利用此最大輸出電流，可並聯低電流 LED。可將轉換器的最大輸出電流 (550 mA) 除以 LED 電流額定值來決定 LED 的最多並聯數量。例如，如果 LED 額定電流為 50 mA，則可最多使用 11 個 LED。此外，每顆並聯的 LED 上需串接一個小阻抗的電阻來平均分配電流。

此應用適用於可攜式背光裝置，其中低功耗 SMD 電阻排列成一行供 LCD 照明。這種低成本、元件少的方法取代了對高電壓定電流升壓轉換器之需求，後者可能需要大電感，並且會佔用較大的 PCB 空間。

嵌入式系統

RGB LED 由三個 LED (紅色、綠色和藍色) 組成，其共用一個陰極或陽極，可同時驅動或一次驅動一個以發出可見光譜的任何顏色。LED 的每種顏色都有一個不同的順向壓降，因此需要一個電流源來獨立驅動每個 LED。

MCP1643 DC-DC 轉換器可作為高功耗 RGB LED 的電流源，也可作為微控制器的電壓源。一顆 AA 電池即可供電。

該元件的最大輸出電流為 550 mA，但只有一個輸出。要獨立驅動三個 LED，必須以一個微控制器控制它。藉助 240 μ s 的軟啓動時間，可針對每種顏色進行多工輸出，而不會對 70 Hz 的 LED 頻率產生任何電流過衝。LED 電流的路徑必須透過外部的電晶體的變更，單獨為每個 LED 供電。

在此應用中，MCP1643 也可以短暫作為電壓源，方法是斷開 LED 和回授電阻，並透過電阻分壓器來控制回授電壓，從而將輸出電壓升高到固定的 4V。

考量到元件也會驅動三個 LED 並為控制系統供

電，將使用約 300 Hz 的頻率 (約 70 Hz 的四倍) 來啓用晶片。

若要將該元件作為多個獨立 LED 的控制器，必須滿足部分條件：

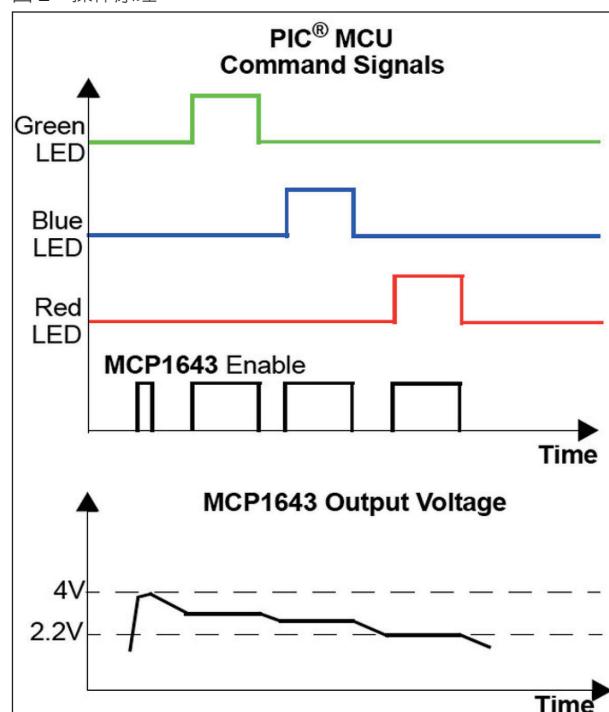
- 必須使用相同的回授電阻，將輸出從一個 LED 移到另一個 LED。
- 每當控制系統變更電流路徑時，就必須停用並重新啓用元件。
- 必須降低輸出電壓，防止在變為不同的 LED 顏色時出現電流過衝現象。

需要一個 PIC 微控制器才能完成此功能。圖 2 顯示了控制訊號的時序。

綠色、藍色和紅色訊號是電晶體的柵極電壓。這些電晶體用於變更每種顏色的電流路徑。電晶體在接收命令訊號 (柵極電壓) 後將導通，且相應的顏色將與 LED 驅動器形成電流的閉迴路。啓用訊號會與這些閘控訊號同步，並在未控制 LED 的情況下具有額外的啓用週期。在此期間，輸出電壓將升高至固定電壓，且元件會以電壓源形式運作。

請務必注意啓用訊號的順序。若在未將 LED 連接到其輸出的情況下啓動元件，會將元件的輸出電壓

圖 2：操作原理



增加到最大值 5V。若接著將 LED 連接到電路，輸出電容將不受控制地放電到 LED 中，從而損壞 LED。

基於順向 LED 電壓差，啓用訊號之間會有不同的死區時間。可針對低電壓到高電壓的正電壓轉換去除死區時間，但不建議這麼做。

DC-DC 電壓源

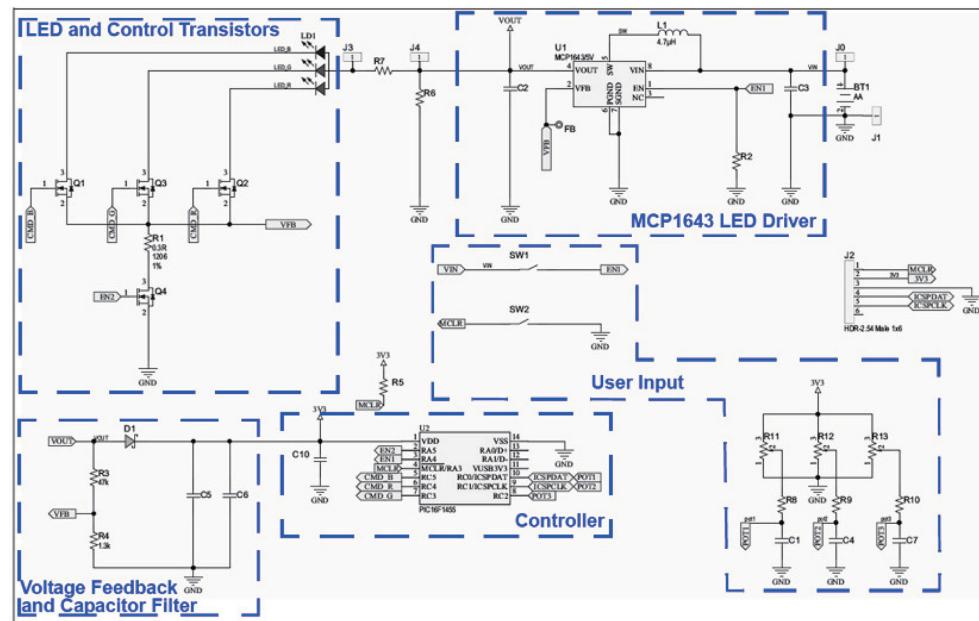
若要將 MCP1643 作為電壓源，需要使用一些外部元件。必須增加一個電晶體以斷開回授電阻與電流驅動器的回授迴路，且回授迴路中的電阻分壓器可將電壓提升至控制系統所使用的適當電平。若未連接 LED 但啓用元件，輸出電壓會短暫升至 4V 左右。

使用多工時不會調整 PIC 微控制器的電壓，並且電壓將依據多工頻率、儲存的能量及控制系統的功耗，隨著時間推移而下降。

如果需要更多穩定的電壓，可在元件前方加上 LDO。例如，如果需要 3.3V 電源，則可使用 MCP1702 之類的低靜態電流低壓差穩壓器 (LDO)，且必須將 MCP1643 的輸出電壓設為高於 3.6V。電壓降不會影響 2.3 至 5V 電源電壓的微控制器功能。

若要避免干擾 LED 的控制電壓，還需要使用其他元件。肖特基二極管可防止任何電壓回流到

圖 3：RGB LED 驅動器展示板電氣原理圖



LED，且電容器可在元件驅動 LED 時儲存能量。

除了不需要使用其他的 DC-DC 轉換器用于控制系統外，這種方法還有另一個優點。關閉轉換器時也會關閉微控制器。整個系統一般只會使用元件的 1.2 μ A 關機電流。

可以啓用 MCP1643 (也會自動為微控制器供電)，以手動的方式重新啓動系統；或至少向微控制器提供外部電壓源 100 ms 以重新啓動系統。

圖 3 顯示了 RGB LED 驅動器展示板的電氣原理圖。將原理圖分割成區塊，以指出系統每個組件的功能。

應按照一般的 DC-DC 轉換器規則進行 PCB 佈局：攜帶最大電流量的電源走線越短越好，且不應穿過任何感應或高阻抗訊號走線的下方或接近該走線。此外，還必須盡可能縮短交換節點以減少干擾。輸入和輸出電容應盡可能靠近轉換器，並建議使用鋪地網方式來佈線。

對於容易升溫的元件，應在鋪銅板上增加大量灌孔以協助散熱。

結論

MCP1643 是一款多功能的同步升壓型 DC-DC LED 驅動器轉換器，是針對具有低壓啓動和高電流

能力，並且以單顆鹼性電池供電的應用環境所設計。1.2 μ A 的低待機 (關機) 電流可在不使用時延長電池壽命，而少量元件和低 PCB 佔用面積則適用於更小、更具攜帶性的應用環境。只要連接微控制器，即可輕鬆地使用該元件來設計 DC-DC 轉換器，這能讓您輕鬆並方便地進行多樣化的設計。 CTA