

運用 Silent Switcher 設計 降低 EMI 並提升效率

作者：Christian Kueck/

凌力爾特電源管理產品策略市場經理

在重視熱耗和效率的場合中，人們會用開關穩壓器替代線性穩壓器。開關穩壓器通常是輸入電源匯流排線路上的首個有源元件，因此對於整個轉換器電路的 EMI 性能具有重大的影響。

相較於貫孔元件，表面黏著技術中的新式輸入濾波器元件擁有更良好的性能。然而，這種改善趕不上開關穩壓器工作開關頻率增加的步伐。由於開關切換速度較快的原因，較高的效率、低的最小導通和關斷時間產生了較高的諧波含量。

在所有其他參數(例如：開關電容和轉換時間)保持恒定的情況下，開關頻率每增加一倍將使 EMI 性能下降 6dB。如果開關頻率增加 10 倍，則寬頻 EMI 的作用就像一個輻射增加了 20dB 的一階高通濾波器。

內行的 PCB 設計者會使熱迴路很小，並採用盡可能靠近有源層的遮罩 GND 層；不過，pinout、封裝構造、熱設計要求以及在去耦元件中實現足夠能量儲存所需的封裝尺寸，則限定了熱迴路的最小尺

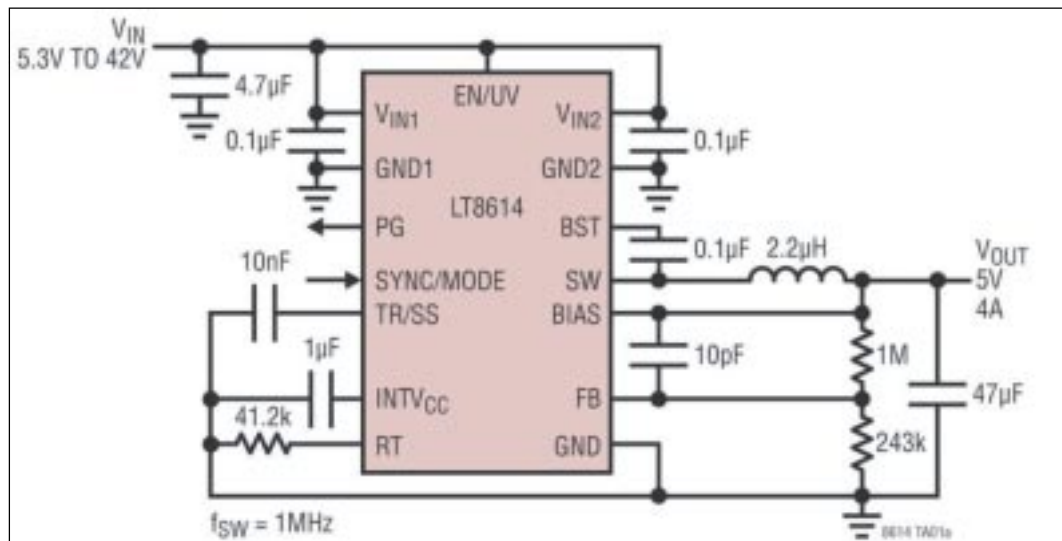
寸。

對佈局而言，更為棘手的是，在典型的平面型印刷電路板上，高於 30MHz 的走線間磁性耦合或變壓器型耦合將使得濾波器設計方面的所有努力大打折扣，因為諧波頻率越高，有害磁性耦合的作用就越明顯。

經過檢驗而可靠的解決方案是為整個電路採用一個遮罩盒。當然，這麼做將增加成本和所需的電路板空間、使熱管理和測試更加困難、並帶來額外的裝配成本。另一種常用的方法是減緩開關邊緣速率。這種做法的不利之處是會降低效率、增加最小導通 / 關斷時間和所需的死區時間、以及犧牲潛在的電流控制迴路速度。

透過凌力爾特的新型 LT8614 Silent Switcher 穩

圖 1：LTC8614 Silent Switcher 可最大限度地抑制 EMI/EMC，並在高達 3MHz 的頻率條件下提供高效率。



壓器，既可獲得與遮罩盒相同的作用，又不必使用遮罩盒，同時還能消除上述的缺陷。見圖 1。

LT8614 具有 LT861x 系列中世界級的低 IQ，工作電流僅為 2.5 μ A。這是該元件在調節狀態和無負載條件下的總電源電流消耗。

LT8614 具有與該系列相同的超低壓差，其僅受限於內部頂端開關。與其他替代型解決方案不同的是，LT8614 的 RDSON 並不受限於最大工作週期和最小關斷時間。在壓差條件下，該元件將跳過其關斷週期並僅執行必需的最少斷開週期，以使內部頂端開關升壓級電壓得以保持，如圖 6 所示。

與此同時，最小工作輸入電壓的典型值為 2.9V(最大值為 3.4V)，而且該元件能在其處於壓差狀態時提供一個 3.3V 電壓軌。在高電流時，LT8614 因其總開關電阻較低而擁有高於 LT8610/LT8611 的效率。另外，它還可同步至一個運作範圍為 200kHz 至 3MHz 的外部頻率。

由於 AC 開關損耗很低，因此其可工作於高開關頻率而不使效率大幅下降。在那些對 EMI 敏感的應用中(比如：汽車環境)可獲得一種最佳的平衡，LT8614 的運行頻率既可低於 AM 頻段(以實現更低的 EMI)，也可高於 AM 頻段。在一種採用 700kHz 工作開關頻率的配置中，標準的 LT8614 展示板在 CISPR25 測量中未超過雜訊層。

圖 2：藍色掃跡為雜訊層；紅色掃跡是 LT8614 展示板在一個吸波暗室中的 CISPR25 輻射測量值。

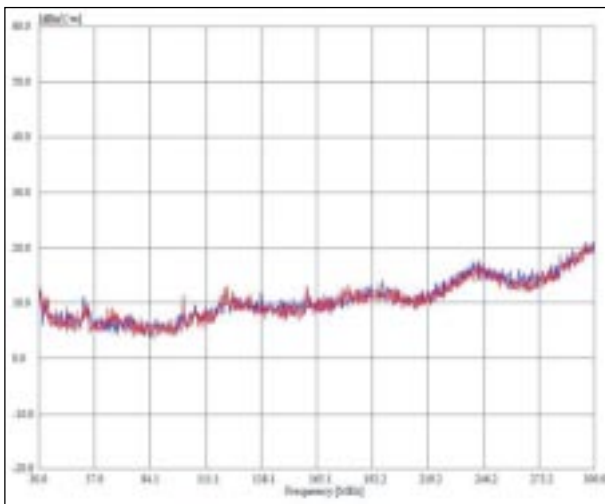


圖 2 所示的測量結果是在 $12V_{IN}$ 、 $3.3V_{OUT}/2A$ 和 700kHz 固定開關頻率下於一個吸波暗室 (anechoic chamber) 中獲得的。

為了比較 LT8614 Silent Switcher 技術與當今最先進的開關穩壓器，我們對該元件和 LT8610 進行了對比測量。測試在一個千兆赫橫電磁波室 (GTEM cell) 中進行，在用於這兩款元件的標準演示板上採用了相同的負載、輸入電壓和相同的電感器。

可見，與 LT8610 已經非常優越的 EMI 性能相比，採用 LT8614 Silent Switcher 技術可實現高達 20dB 的 EMI 改善幅度，特別是在更難以控制的較高頻段中。這可實現更加簡單和精小的設計，在此

圖 3：藍色掃跡是 LT8614，紫色掃跡為 LT8610；兩者均在 $13.5V_{IN}$ 、 $3.3V_{OUT}$ 和 2.2A 負載條件下。

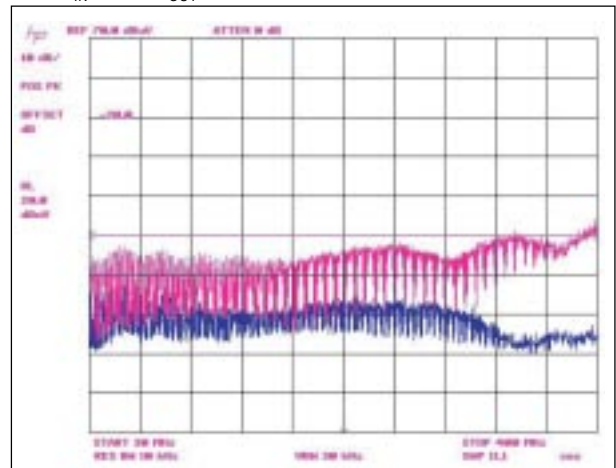
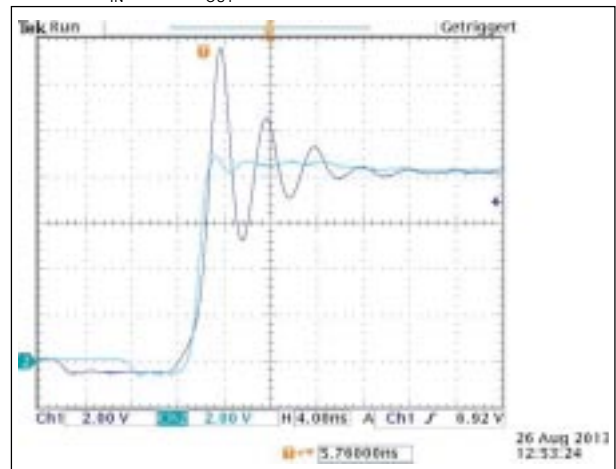


圖 4：Ch1：LT8610，Ch2：LT8614 開關節點上升沿，兩者均在 $8.4V_{IN}$ 、 $3.3V_{OUT}$ 和 2.2A 負載條件下。



類設計中，LT8614 開關電源所需的濾波和間隔比整體設計中的其他敏感系統要少。

在時域中，LT8614 在開關節點邊緣上表現出非常卓越的工作特性，如圖 4 所示。

即使採用每格為 4ns 的標度，LT8614 Silent Switcher 穩壓器也顯現出非常低的振鈴(見圖 3 中的 Ch2)。LT8610 雖然具有優良的阻尼振鈴(圖 3 中的 Ch2)，但是與 Ch2 中的 LT8614 相比，可以看到 LT8610 在熱迴路中儲存了較高的能量。

圖 5 : 3 Ch1 : LT8610 , Ch2 : LT8614 , 兩者均在 13.2V 輸入、3.3V/2.2A 輸出條件下。

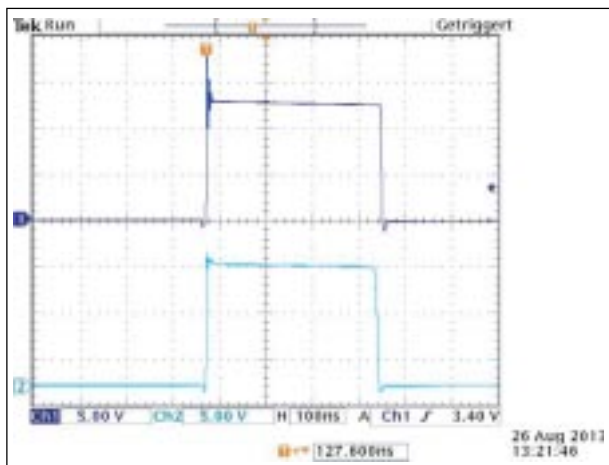


圖 5 示出了 13.2V_{IN} 條件下的開關節點。可見從 LT8614 的理想方波產生了極低的偏差(示於 Ch2)。圖 3 至圖 5 中的所有時域測量都採用 500MHz Tektronix P6139A 探頭(並將探針緊密地遮罩連接至 PCB GND 平面)完成，兩者均在標準演示板上。

除了其在汽車環境中的 42V 絕對最大輸入電壓額定值之外，壓差運行方式也是非常重要的。通常，關鍵的 3.3V 邏輯電源必需在整個冷啟動期間得到支援。在該場合中，LT8614 Silent Switcher 穩壓器保持了 LT861x 系列近乎理想的運行方式。與替代元件採用較高的欠壓鎖住電壓和最大工作週期箝位不同，LT8610/LT8611/LT8614 元件可在低至 3.4V 的電壓下運作，並在必要時儘快地開始跳過斷開週期，如圖 6 所示。這產生了理想的壓差運行方式，如圖 7 所示。

即使在高開關頻率下，LT8614 很低的最小導

圖 6 : 3 Ch1 : LT8610 , Ch2 : LT8614 開關節點壓差運行方式

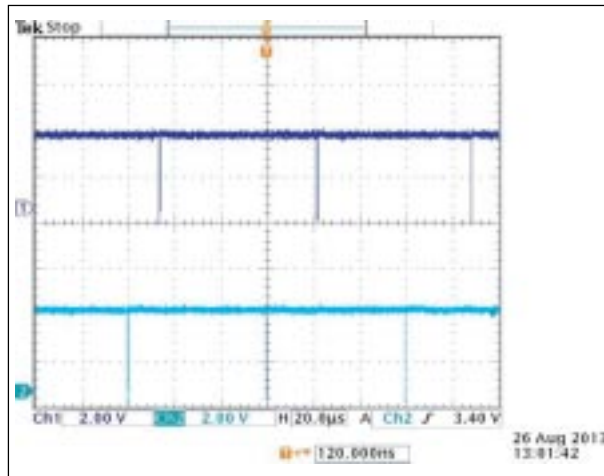
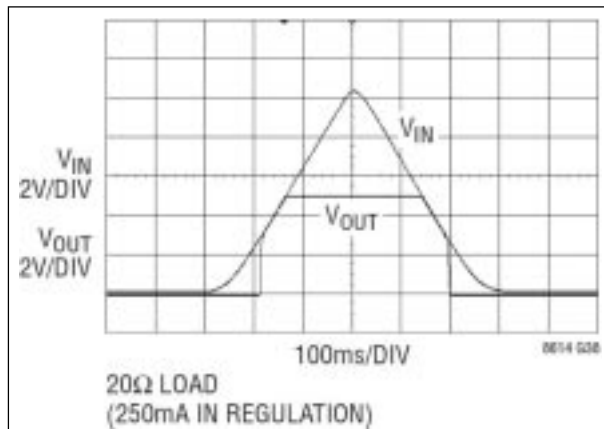


圖 7 : LT8614 壓差運行方式



通時間(30ns)也能實現大的降壓比。因此，其透對高達 42V 的輸入進行單次降壓就能提供邏輯內核電壓。

總之，LT8614 Silent Switcher 穩壓器可使當今先進的開關穩壓器之 EMI 下降 20dB 以上，同時提高轉換效率，而且沒有缺點。在高於 30MHz 的頻率範圍中可獲得 10 倍的 EMI 改善幅度，且在電路板面積相同的情況下未犧牲最小導通和關斷時間或效率。上述目標的實現並未採用特殊的元件或遮罩，因而標誌著開關穩壓器設計領域的一項重大突破。迄今為止，利用單個 IC 達到此性能水準尚無先例。該元正是那種可說明終端系統設計者其產品邁上新層次的突破性積體電路。CTA