

實用技巧：如何在降壓轉換器中減少電磁干擾（EMI）

AN076

在開關模式降壓轉換器中，如何緩解電磁干擾（EMI）是一個常見的議題。EMI通常由高頻電流流動所引起。本應用筆記首先討論了由輸入電流引起的EMI問題，並提出相對應的解決方案，以及其他更多如何減少EMI的方法。在文末，也會介紹一種簡單的EMI測量工具的製作實用指南，以及如何有效利用這些工具進行測試的建議。

目錄

1	EMI 的成因與解決	2
2	其他減少降壓轉換器中電磁干擾的方式	2
3	自己製作簡單的 EMI 測量工具	4

1 EMI 的成因與解決

在開關模式降壓轉換器中，電磁干擾（EMI）主要是由於高頻電流在電路迴路中流動所引起的。

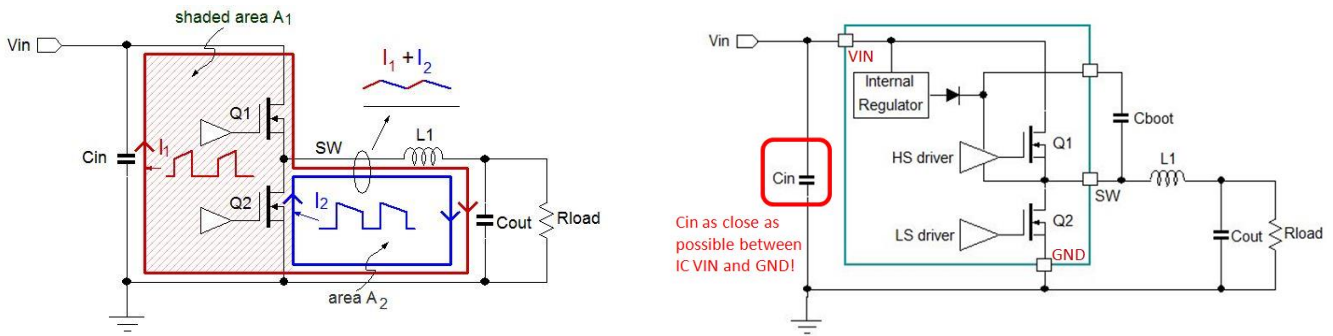


圖 1

輸入電流 I_1 的 di/dt 非常高，可能在廣泛的頻譜範圍內產生大量的電磁干擾（EMI）。如圖 1 所示，應盡可能地將面積 A_1 降至最小。Cin 應盡可能地靠近 IC 的 VIN 引腳和 GND 引腳之間放置，詳見圖 2。

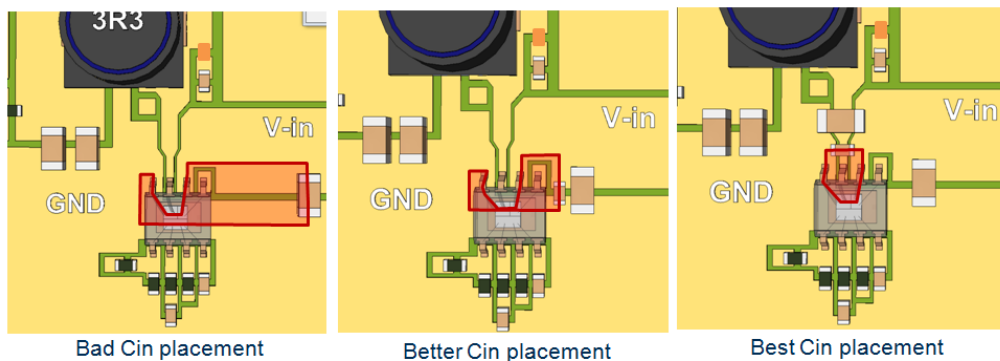


圖 2

2 其他減少降壓轉換器中電磁干擾的方式

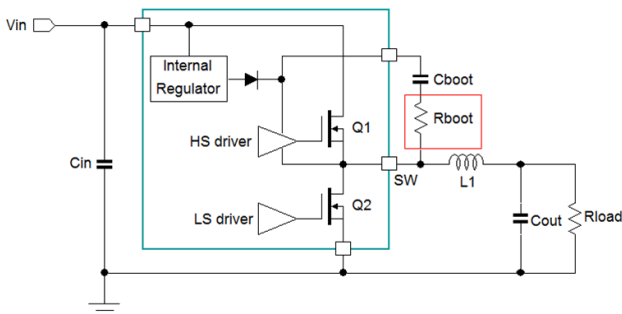


圖 3

如圖 3 所示，在 Cboot 與 Rboot 之間串聯一個電阻。Rboot 減少了 Q1 的開關驅動電流，這增加了開關波形的上升時間，從而減少了開關電流的高次諧波。Rboot 的值取決於高側 MOSFET 的大小。對於大多數應用，通常使用約 5 ~ 10Ω。對於較小（Rdson 較高）的 MOSFET，允許使用較大的 Rboot 值。請注意，MOSFET 開關的緩慢切換將增加開關損耗並降低效率。

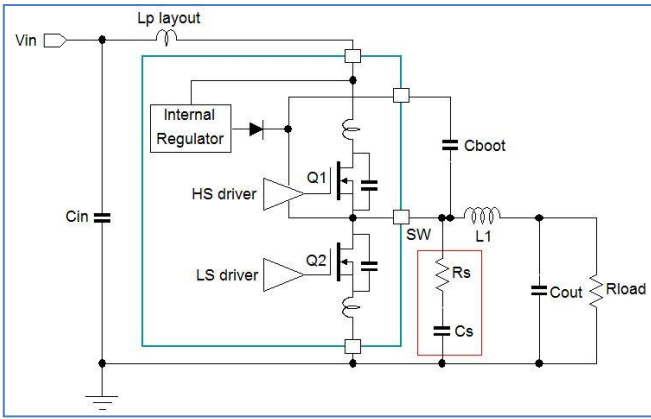


圖 4

如可能，將 RC 抑制電路盡可能加在靠近開關節點和電源接地之間。

R_s 將對由 MOSFET 電容和開關迴路的寄生電感組成的寄生共振 LC 電路進行抑制，如圖 4 所示。 R_s 的最優值取決於總開關節點電容和寄生電感。 R_s 通常範圍從 2.2Ω 到 10Ω 。

串聯電容器 C_s 的選擇為電路寄生電容的 3 ~ 4 倍。通常， $470\text{pF} \sim 1\text{nF}$ 就足夠了。

放置 RC 抑制電路後，一定要檢查電路的總功耗：轉換器效率會下降，尤其是在高開關頻率和 high 輸入電壓下。

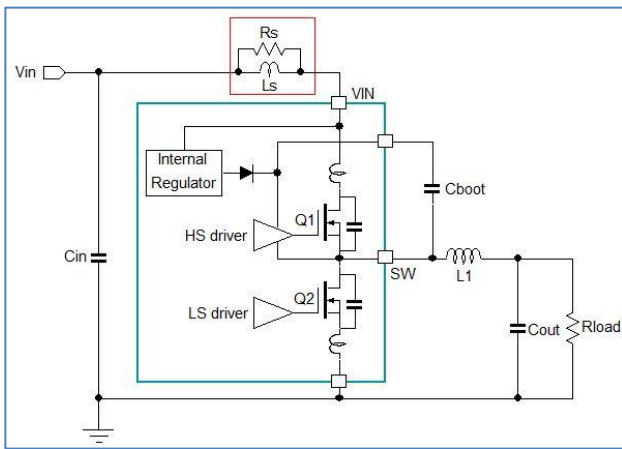


圖 5

如圖 5 所示，將 RL 抑制電路與共振電路串聯。這將在共振電路中添加一小部分串聯電阻，足以提供一些阻尼。 L_s 可以是一個非常小的高頻磁珠，如 BLM15AX100SN1 或 BLM15PG100SN1，並且必須具有足夠的輸入 RMS 電流額定值。 R_s 通常範圍從 $2.2\Omega \sim 4.7\Omega$ 。

RL 抑制電路必須靠近電源階段輸入節點放置，使輸入迴路保持足夠小。RL 抑制電路的一個缺點是，它在開關迴路的高頻區域創建了阻抗 R_s 。在非常快的開關過渡期間，開關電流脈衝將在 L_s/R_s 上產生短暫的電壓故障，導致在電源階段輸入節點上產生一個小的電壓故障。添加 RL 抑制電路後，一定要檢查在最大負載開關時 IC VIN 節點上的電壓故障。

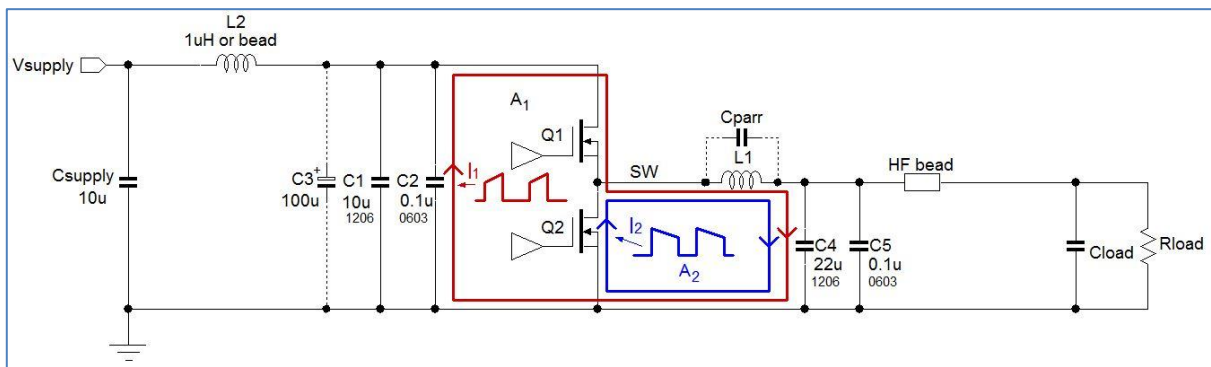


圖 6

輸入濾波對於減少 EMI 非常重要。為了減少 C_{in} 通過的電壓降，請使用低 ESR 的 MLCC 類型並使用不同大小的多個電容器，如 $2 \times 10\mu\text{F}$ 1206 和一個靠近降壓 IC 的 $22\text{n} \sim 100\text{nF}$ 0402 或 0603 尺寸類型。為了減少輸入迴路中的噪聲，強烈建議在輸入線中添加額外的 L-C 濾波。當使用純電感為 L_2 時，可能需要添加電解電容器 C_3 來抑制任何輸入電源的振鈴信號並確保穩定的輸入電源。

3 自己製作簡單的 EMI 測量工具

我們可以使用一個小環形天線在 PCB 上進行近場 EMI 測量。使用一段薄的 50Ω 同軸電纜可以很容易地自行製作一個小型的電遮罩環形天線：見圖 7。



圖 7. 高頻電流環

環形天線可以連接到頻譜分析儀。通過在應用 PCB 上移動環形天線，可以看到哪些區域發出大量的高頻磁場。也可以將環形天線連接到示波器（終端為 50Ω），示波器將顯示 PCB 某些區域的切換噪聲水平。通過將環形天線保持在固定的距離和位置，變更電路/PCB 迴路，並且可以檢查輻射噪聲水平是增加還是減少。

轉換器輸入線路中的高頻電流是輻射 EMI 的一個好指標。可以通過將幾匝線圈穿過一個 EMI 鐵芯，來製作一個高頻電流探頭：這些將形成一個高頻電流變壓器。其做法與環型天線的做法差不多，但需要將環形線圈 3 次穿過鐵芯。見圖 8



圖 8. 高頻電流探頭構造

現在可以將電纜穿過鐵芯來測量電纜中的高頻電流。電流變壓器輸出可以連接到頻譜分析儀或示波器（終端為 50Ω）。為了避免共模電流從被測設備流動到測量設備，建議在電纜中添加一個共模電感：這可以通過將引入分析裝置的電纜多次穿過一個扣合式的 EMI 鐵芯來實現。輸入共模測量如圖 9 所示。

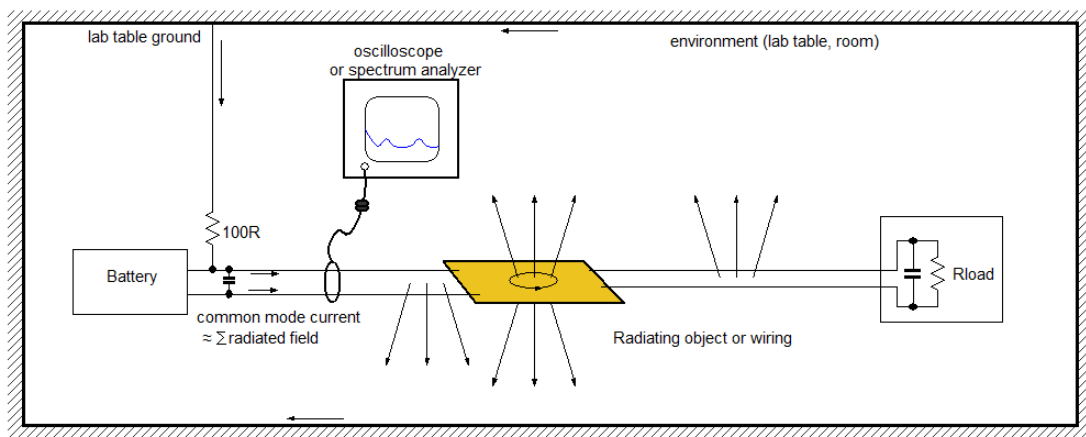


圖 9

想要了解更多資訊，請閱讀完整版的應用筆記 [Reducing EMI in buck converters](#)
若要獲得更多產品的產品資訊，請訂閱我們的電子報。

Richtek Technology Corporation

14F, No. 8, Tai Yuen 1st Street, Chupei City

Hsinchu, Taiwan, R.O.C.

Tel: 886-3-5526789

Richtek products are sold by description only. Richtek reserves the right to change the circuitry and/or specifications without notice at any time. Customers should obtain the latest relevant information and data sheets before placing orders and should verify that such information is current and complete. Richtek cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Richtek product. Information furnished by Richtek is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Richtek or its subsidiaries for its use; nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Richtek or its subsidiaries.