

实用技巧：如何在降压转换器中减少电磁干扰（EMI）

AN076

在开关模式降压转换器中，如何缓解电磁干扰（EMI）是一个常见的议题。EMI通常由高频电流流动所引起。本应用笔记首先讨论了由输入电流引起的EMI问题，并提出相对应的解决方案，以及其他更多如何减少EMI的方法。在文末，也会介绍一种简单的EMI测量工具的制作实用指南，以及如何有效利用这些工具进行测试的建议。

目录

1	EMI 的成因与解决	2
2	其他减少降压转换器中电磁干扰的方式	2
3	自己制作简单的 EMI 测量工具	4

1 EMI 的成因与解决

在开关模式降压转换器中，电磁干扰（EMI）主要是由于高频电流在电路回路中流动所引起的。

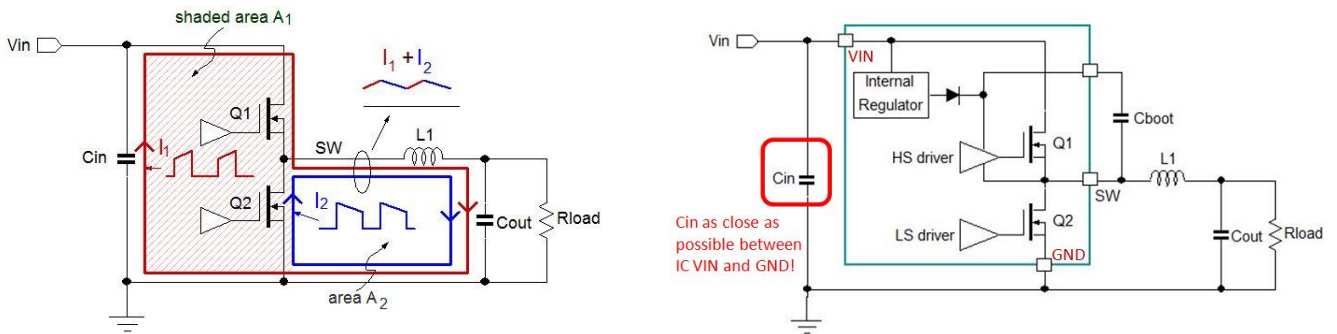


图1

输入电流 I_1 的 di/dt 非常高，可能在广泛的频谱范围内产生大量的电磁干扰（EMI）。如图1所示，应尽可能地将面积 A_1 降至最小。Cin 应尽可能地靠近 IC 的 VIN 引脚和 GND 引脚之间放置，详见图2。

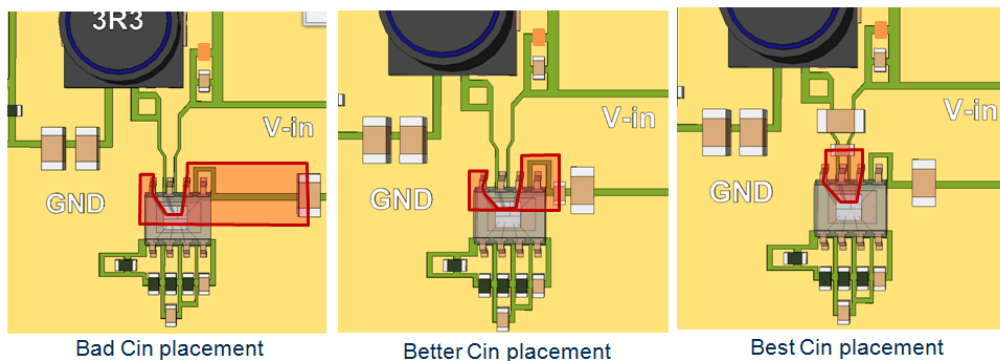


图2

2 其他减少降压转换器中电磁干扰的方式

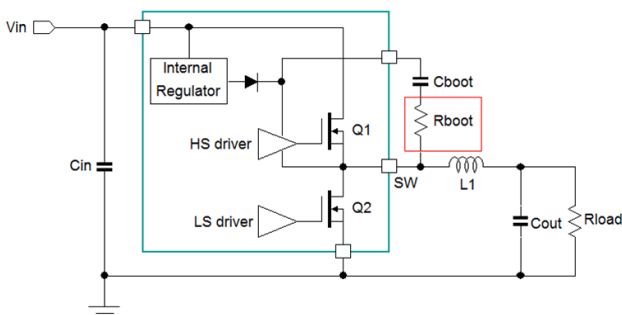


图3

如图3所示，在 Cboot 与 Rboot 之间串联一个电阻。Rboot 减少了 Q1 的开关驱动电流，这增加了开关波形的上升时间，从而减少了开关电流的高次谐波。Rboot 的值取决于高侧 MOSFET 的大小。对于大多数应用，通常使用约 $5 \sim 10\Omega$ 。对于较小（ R_{dson} 较高）的 MOSFET，允许使用较大的 Rboot 值。请注意，MOSFET 开关的缓慢切换将增加开关损耗并降低效率。

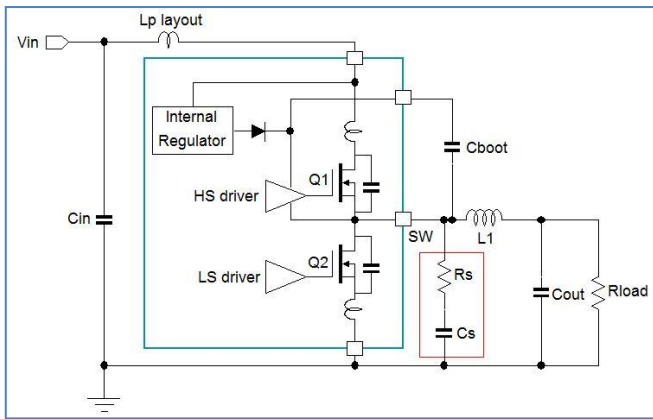


图 4

如可能，将 RC 抑制电路尽可能加在靠近开关节点和电源接地之间。

R_s 将对由 MOSFET 电容和开关回路的寄生电感组成的寄生共振 LC 电路进行抑制，如图 4 所示。 R_s 的最优值取决于总开关节点电容和寄生电感。 R_s 通常范围从 2.2Ω 到 10Ω 。

串联电容器 C_s 的选择为电路寄生电容的 3 ~ 4 倍。通常， $470\text{pF} \sim 1\text{nF}$ 就足够了。

放置 RC 抑制电路后，一定要检查电路的总功耗：转换器效率会下降，尤其是在高开关频率和高输入电压下。

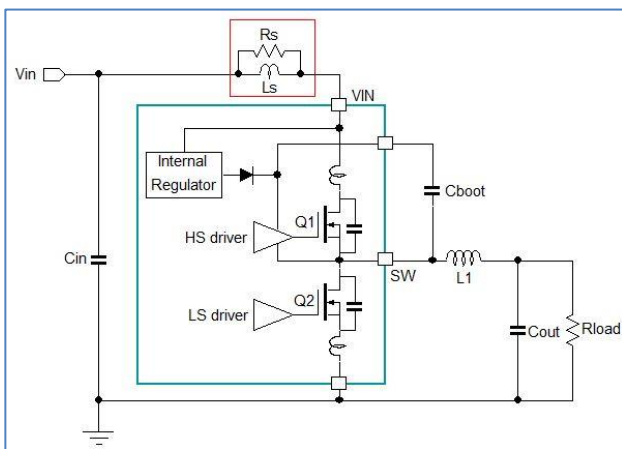


图 5

如图 5 所示，将 RL 抑制电路与共振电路串联。这将在共振电路中添加一小部分串联电阻，足以提供一些阻尼。 L_s 可以是一个非常小的高频磁珠，如 BLM15AX100SN1 或 BLM15PG100SN1，并且必须具有足够的输入 RMS 电流额定值。 R_s 通常范围从 $2.2\Omega \sim 4.7\Omega$ 。

RL 抑制电路必须靠近电源阶段输入节点放置，使输入回路保持足够小。RL 抑制电路的一个缺点是，它在开关回路的高频区域创建了阻抗 R_s 。在非常快的开关过渡期间，开关电流脉冲将在 L_s/R_s 上产生短暂的电压故障，导致在电源阶段输入节点上产生一个小的电压故障。添加 RL 抑制电路后，一定要检查在最大负载开关时 IC VIN 节点上的电压故障。

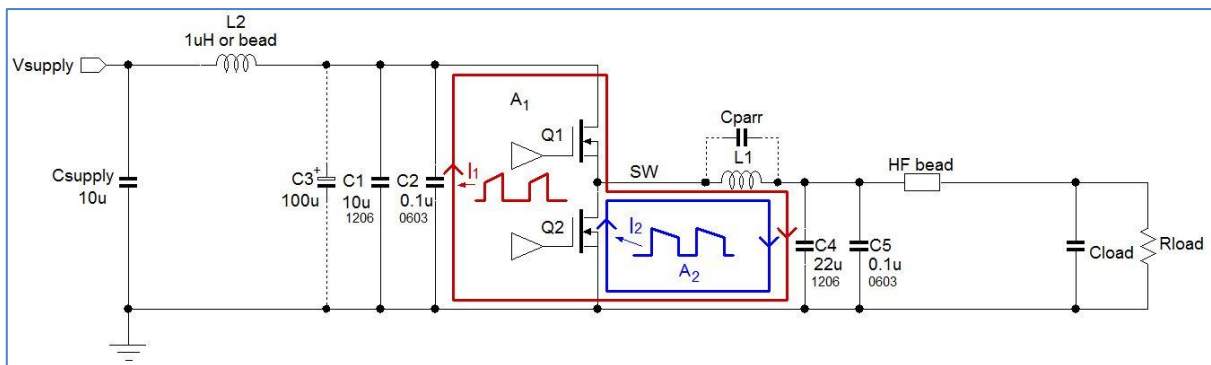


图 6

输入滤波对于减少 EMI 非常重要。为了减少 C_{in} 通过的电压降，请使用低 ESR 的 MLCC 类型并使用不同大小的多个电容器，如 $2 \times 10\mu\text{F}$ 1206 和一个靠近降压 IC 的 $22\text{n} \sim 100\text{nF}$ 0402 或 0603 尺寸类型。为了减少输入回路中的噪声，强烈建议在输入线中添加额外的 L-C 滤波。当使用纯电感器 L_2 时，可能需要添加电解电容器 C_3 来抑制任何输入电源的振铃信号并确保稳定的输入电源。

3 自己制作简单的 EMI 测量工具

我们可以使用一个小环形天线在 PCB 上进行近场 EMI 测量。使用一段薄的 50Ω 同轴电缆可以很容易地自行制作一个小型的电屏蔽环形天线：见图 7。



图 7. 高频电流环

环形天线可以连接到频谱分析仪。通过在应用 PCB 上移动环形天线，可以看到哪些区域发出大量的高频磁场。也可以将环形天线连接到示波器（终端为 50Ω），示波器将显示 PCB 某些区域的切换噪声水平。通过将环形天线保持在固定的距离和位置，变更电路/PCB 回路，并且可以检查辐射噪声水平是增加还是减少。

转换器输入线路中的高频电流是辐射 EMI 的一个好指标。可以通过将几匝线圈穿过一个 EMI 铁芯，来制作一个高频电流探头：这些将形成一个高频电流变压器。其做法与环型天线的做法差不多，但需要将环形线圈 3 次穿过铁芯。见图 8。



图 8. 高频电流探头构造

现在可以将电缆穿过铁芯来测量电缆中的高频电流。电流变压器输出可以连接到频谱分析仪或示波器（终端为 50Ω）。为了避免共模电流从被测设备流动到测量设备，建议在电缆中添加一个共模电感：这可以通过将引入分析装置的电缆多次穿过一个扣合式的 EMI 铁芯来实现。输入共模测量如图 9 所示。

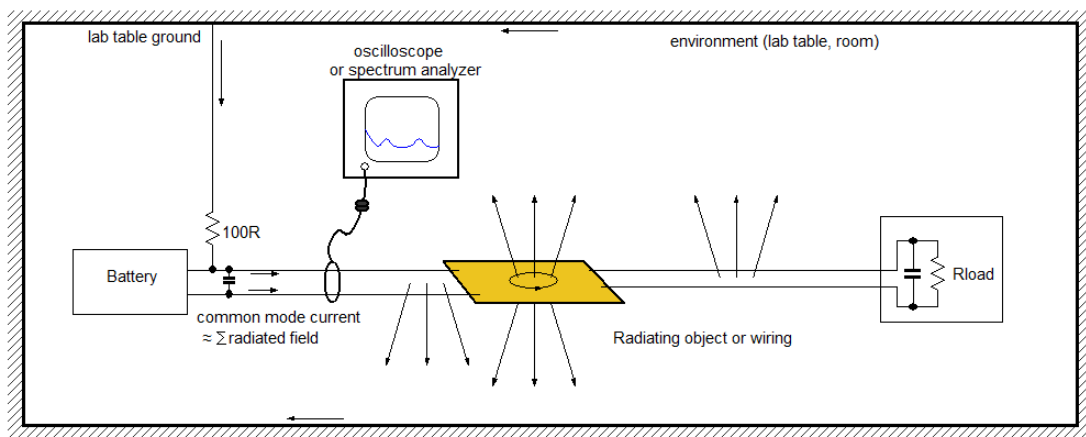


图 9

想要了解更多信息，请阅读完整版的应用笔记 [Reducing EMI in buck converters](#)
若要获得更多产品的产品信息，请[订阅我们的电子报](#)。

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.