

开关稳压器的 EMI 解决方案

随着人们对能量效率要求的提高，越来越多产品在设计时开始采用开关稳压器以取代线性稳压器。使用多个开关稳压器的电源系统日渐普及，而伴随着稳压器数目的增加，电磁干扰(EMI)的影响也在加剧。为降低 EMI，最简单、最具成本效益的方法之一就是采用多相、扩频时钟。

多相同步

大多数开关稳压器的工作频率都可利用一个外部时钟来控制，而这个外部时钟又决定了所产生 EMI 的基本频率。利用这个特点可以将 EMI 设定在一个敏感频段之外，而且，当同时运作多个开关稳压器时，这是一个极为有用的特点。当时钟频率彼此靠近并引起拍频情况时，多个独立运行的开关稳压器有可能产生很大的峰值 EMI。同样，如果多个稳压器依靠单个时钟来运作，则 EMI 将被同步，并因此而变得非常集中。一种解决方案是以相同的时钟频率、不同的相位来驱动每个稳压器。

多相同步指的是以单一时钟频率对多个开关电源进行外部驱动的方法，该方法在每个稳压器之间设置了一个时移。通过使每个开关电源错开接通(这样一来，目前吸收输入电流的工作相位先前则是一个死区)，峰值开关电流得以减小。因此，使多个开关稳压器“异相”(而不是“同相”)同步可以减小峰值电流，从而降低 EMI。

此外，相位同步将导致产生的 EMI 频率提高。这简化了降低 EMI 的任务，因为滤波处理方式在较高的频率条件下更加有效。

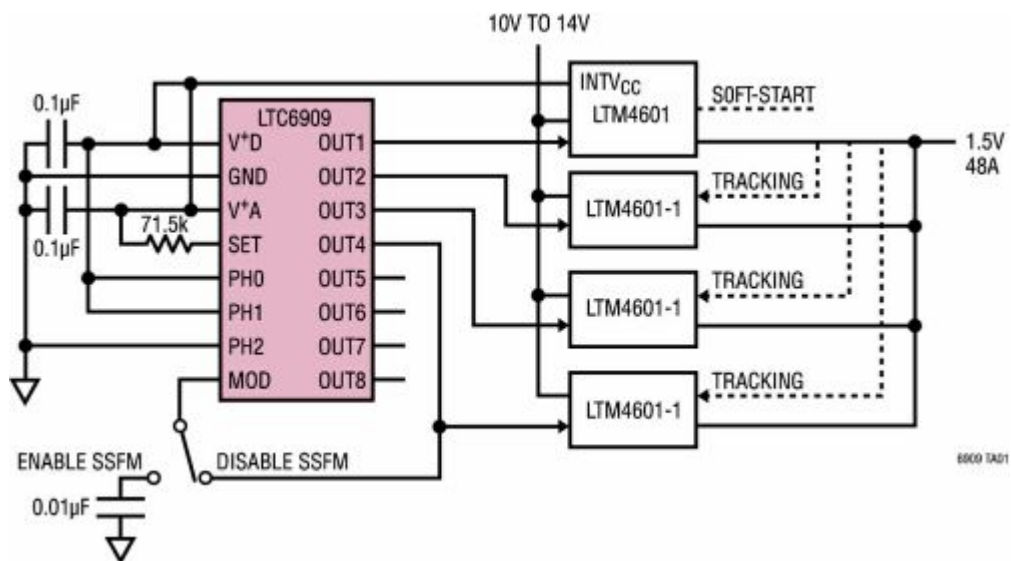


图 1: 采用扩频调制, 可提供 1 至 8 个输出的多相硅振荡器 LTC6909。

扩频调频(SSFM)及接收器

除了多相同步之外，还可以通过连续改变开关稳压器时钟的频率来改善 EMI。这种被称为 SSFM 的技术不允许发射能量在任何接收器的频段中停留过长的时间，从而改善了 EMI。为了最大限度地发挥 SSFM 的效用，主要有 4 个必需考虑的因素：受影响接收器的带宽、频率调制的方法、频率扩展量和调制速率。

在考虑 EMI 时，设计师应对受 EMI 影响的接收器带宽有所了解。这些接收器可能是实际的系统设

备，也有可能是用于实现与 CISPR 16-1 监管标准之相符性的接收器。接收器的带宽决定了两个重要的特性：接收器将会做出响应的频率范围以及在遭受 EMI 时接收器的响应时间。

调制方法

大多数开关稳压器都会呈现随频率而变化的纹波；在较低的开关频率下纹波较多，而在较高的开关频率下则纹波较少。因此，如果对开关时钟进行频率调制，则开关电源的纹波将呈现幅度调制。如果时钟的调制信号是周期性的(例如：正弦波或三角波)，则将进行周期性的纹波调制，而且在调制频率上存在一个明显的频谱分量。由于调制频率远远低于开关电源的时钟频率，因此可能难以滤除。因为下游电路中的电源噪声耦合或有限的电源抑制，这有可能引发问题，例如：可听音或明显的伪像。伪随机频率调制能够消除这种周期性纹波。当采用伪随机频率调制时，时钟将以一种伪随机的方式从一个频率转移至另一个频率。由于开关电源的输出纹波由一个类噪声信号施以幅度调制，因此输出看似没有进行调制，而且下游系统的影响可忽略不计。

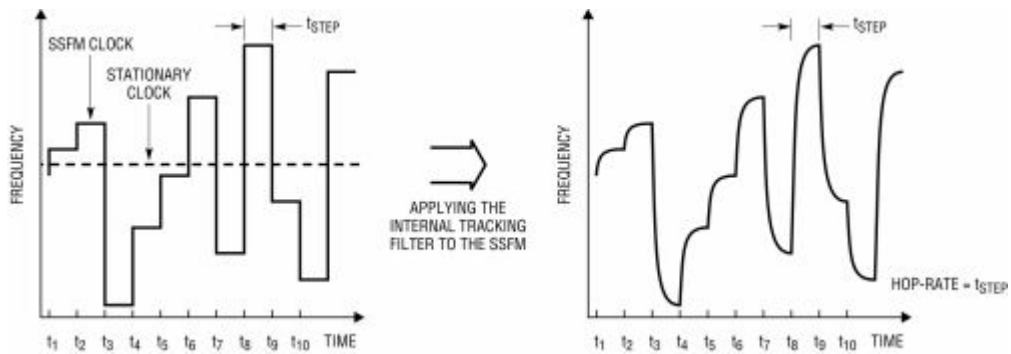


图 2: LTC6909 的伪随机调制和内部跟踪滤波器。

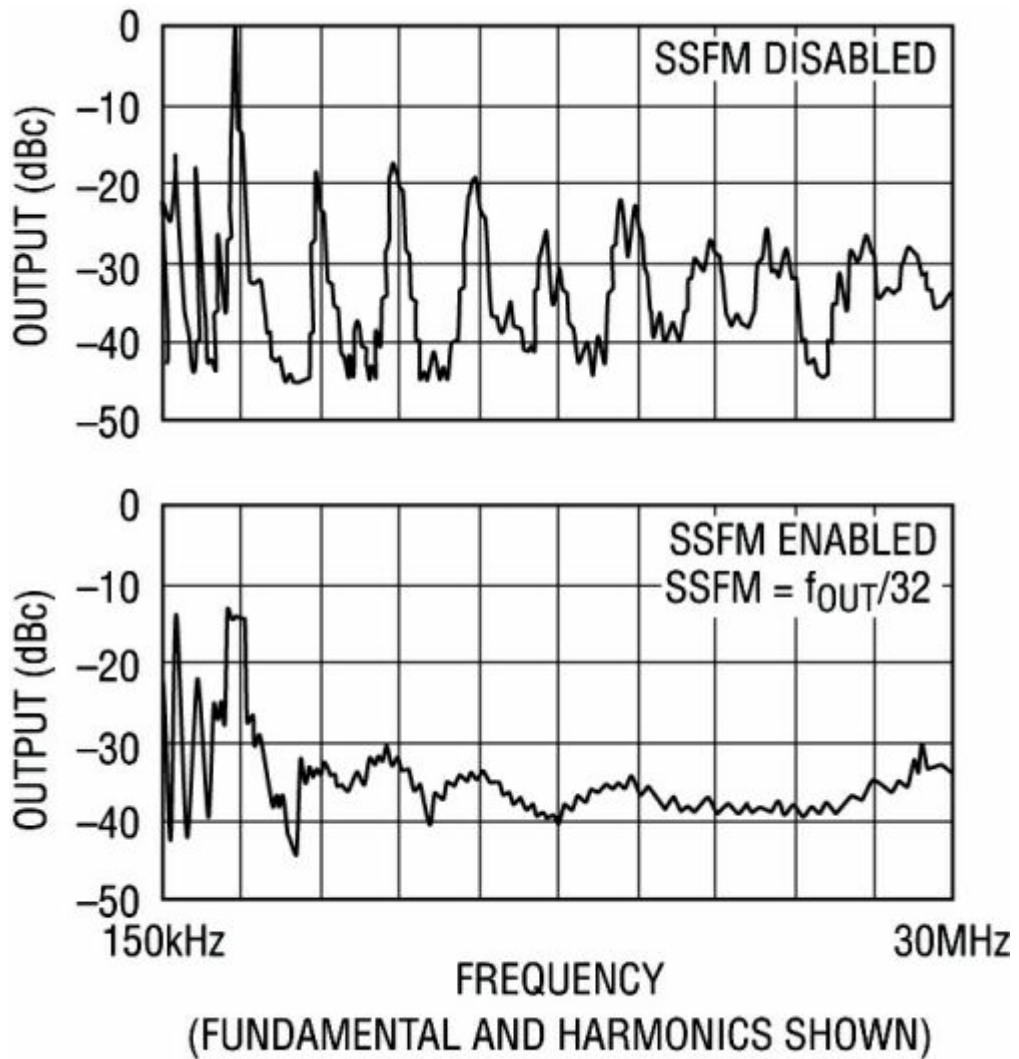
调制量和调制速率

当 SSFM 频率的范围增加时，带内时间的百分比减少。如果发射信号偶尔进入接收器的频段而且停留的时间很短(相对于其响应时间)，则可以显著地降低 EMI。例如：在降低 EMI 方面， $\pm 10\%$ 的频率调制将比 $\pm 2\%$ 的频率调制有效得多。然而，开关稳压器所能容许的频率范围是有限的。一般来说，大多数开关稳压器都能很容易地承受 $\pm 10\%$ 的频率变化。

对于某个给定的接收器，当频率调制的速率增加时，EMI 处于“带内”的时间将减少，EMI 将降低，这一点与调制量很相似。不过，对开关电源所能跟踪的频率变化速率(dF/dt)有一个限值。相应的解决方案是找出那个不会影响开关电源输出调节性能的最高调制速率。

理想的解决方案

硅振荡器为多相、扩频开关稳压器时钟提供了一个理想的平台。除了具有一个板上时钟发生器之外，这些固态器件还能将扩频调制与多相输出组合起来。考虑到这一点，凌力尔特公司开发出了 LTC6909(图 1)，这是一款具有 8 个单独多相输出的精准扩频硅振荡器。单个电阻器负责在 12.5kHz 至 6.67MHz 的范围内选择输出频率。三个逻辑输入用于设定输出相位关系(范围从 45° 至 120°)，从而允许 LTC6909 为多达 8 个相位提供同步。可以启用一种伪随机扩频调频，频率扩展量在中心频率的 $\pm 10\%$ 。用户可选择 3 种调制速率之一，以确保调制速率不超过稳压器的带宽。此外，LTC6909 还具有一个创新的滤波器，该滤波器负责跟踪 SSFM 调制速率并在频率转换之间提供平滑处理。



6909 TA01b

图3: LTC6909 启用 SSFM 以改善 EMI。

本文小结

在单个系统中使用多个开关稳压器会产生重大的 EMI 问题。除了标准的布局、滤波和屏蔽等习惯做法之外，运用多相同步和扩频调频也能够大幅地改善 EMI 性能。凌力尔特的 LTC6909 提供了一种简单明了的解决方案。几乎不费吹灰之力，这款小巧、低功率和坚固的硅振荡器就能够轻而易举地证明其价值。