

一款 30dBm IIP3、300MHz 至 6GHz 有源混频器解决了棘手的RF设计问题

A 30dBm IIP3, 300MHz to 6GHz Active Mixer Solves Tough RF Design Problems

作者：Tom Schiltz 凌力尔特公司高频产品设计部门负责人
James Wong 凌力尔特公司高频产品市场经理

有源 RF 混频器很少能够在不牺牲其他性能参数的情况下突破 +30dBm IIP3 指标大关。而新型 LTC5577 就是可以做到这一点的 RF 混频器。该混频器运用一种创新的有源混频器拓扑以实现其 +30dBm IIP3。这款器件的独特之处是拥有一个 0.7dB 的高转换增益、0dBm LO 驱动电平以及 300MHz ~ 6GHz 的宽工作频率范围。其有源、双平衡设计带来的额外优势为：实现了卓越的端口间隔离度，并将有可能损害接收器性能的 2x2 和 3x3 杂散混频分量以及伪图像混频分量抑制在很低的水平。

LTC5577 在其 RF 和 LO 输入端上设有集成型宽带变压器，其在一个很宽的频率范围内调谐至 50Ω 单端。利用一个固定的外部匹配电路，该器件能在 700MHz ~ 4.3GHz 的频率范围内连续运作，并拥有超卓的增益平坦度。因此，所需的外部组件极少，从而缩减了系统成本和解决方案尺寸。此外，其可用范围为 1MHz ~ 1.5GHz 的 IF 输出端口还可提供平坦的转换增益性能至 600MHz 带宽以上，因而能够支持 LTE 和 LTE-Advanced 基站接收器和其他的宽带接收器应用。

这款混频器还具有一个集成型 LO

缓冲器，仅需要 0dBm LO 驱动电平并容许 ±6dB 的 LO 功率变化。这可免除一个外部高功率 LO 放大器，从而避免了额外的功率消耗和成本增加。此外，还免除了一个驱动电平范围为 +17dBm ~ +20dBm 的高功率 LO 信号源，因而降低了产生意外辐射的风险，此类辐射或许会损坏系统 RF 电路的其他部分。所以，该器件节省了原本必不可少的 RF 屏蔽硬件成本。LTC5577 混频器依靠单个 3.3V 电源运行，其供电电流大为减小，仅为 180mA。

有源混频器架构提供了更多的好处

LTC5577 的有源、双平衡混频

器架构可提供其他的独特优势。除了其高转换增益和非常宽的带宽之外，LTC5577 还解决了常常困扰着设计人员的其他更深层的问题，例如怎样实现：

1. 卓越的端口间隔离度
2. 异常低的 2x2 和 3x3 杂散分量
3. 非常低的伪图像混频分量

改善的 RF 隔离度

LTC5577 的有源混频器拓扑引人注目之处在于其拥有超卓的 LO 至 RF 泄漏指标 (<-50dBm)，从而减少了回向天线的 unwanted LO 信号泄漏。这一点优于无源混频器，后者通常仅具备大约 30dB 的隔离度和

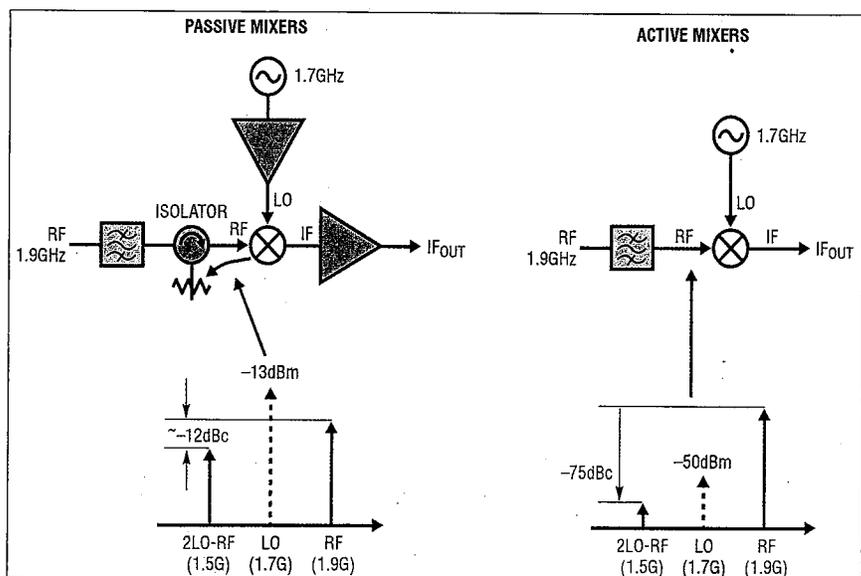


图 1. 有源混频器可减少混频器 RF 输入端上的 LO 泄漏和伪图像，从而改善接收器性能。

+17dBm 左右的强大 LO 输入电平，这导致了高得多的 -13dBm LO 至 RF 泄漏电平。采用 LTC5577 混频器后，便可省去 RF 输入端上的一个外部高隔离度循环器；从而可构成一种更具成本效益的宽带解决方案，能节省空间和易于设计。

用于实现绝佳线性性能的低 2×2 和 3×3 杂散分量

LTC5577 的创新型架构产生了异常低的 LO 和 RF 谐波失真混频杂散分量。其 2×2 ($1/2$ IF) 输出失真杂散为 -79dBc，而 3×3 ($1/3$ IF) 杂散则更低（位于 -81dBc）。这种低失真有助于在宽带接收器中实现较高的性能，还可在数字预失真 (DPD) 接收器应用中使用改善失真校正性能。

而且，LTC5577 的 RF 输入专为在安全承受强带内阻塞信号的同时尽量抑制性能劣化而设计。例如：

当面对一个 +5dBm 的输入干扰信号时，其噪声指数仅从 11.8dB 下降至 15.8dB，相比之下，其他同类混频器则往往下降至超过 20dB。这可以在存在强干扰的情况下确保稳健的接收器灵敏度。

低的伪图像混频分量改善了接收器噪声指数

由于其双向属性和无缓冲 RF 输入的原因，无源混频器在 RF 输入端上具有不想要的混频分量，被称为“伪图像”。在频域中，该混频分量的位置距离 LO 达一个 IF，其电平通常比 RF 输入信号电平低 12dB。如果不采用隔离器或衰减器垫进行终结，这种混频分量反射开 RF 输入滤波器并重新进入混频器，因而导致噪声指数在某些频率（取决于滤波器和混频器之间的电气长度）下发生劣化。虽然诸如 LTC5577 等有源混频器在 RF 输入端上也存在这种

杂散，但处于低得多的电平（通常为 -75dBc）。这将免除在混频器输入端上增设一个循环器或衰减器的需要，从而改善接收器灵敏度并简化 RF 设计。图 1 示出了一个无源混频器 RF 输入端上的伪图像和 LO 泄漏电平，并与 LTC5577 有源混频器进行了对比。

结论

新型 LTC5577 采用一种创新的有源混频器拓扑以获得同类最佳的 30dB IIP3 线性性能，并拥有 0.7dB 的转换增益和 300MHz 至 6GHz 的宽带性能范围。该器件还实现了额外的优势，包括高的端口间隔离度、LO 泄漏的减少和伪图像混频分量的降低等，而这些对于许多设计而言都是棘手的难题。结果是造就了一款具成本效益的紧凑型混频器解决方案，其改善了接收器性能并具有低功率。■