

超宽带匹配2GHz至14GHz 微波混频器可解决棘手的设计难题

2 to 14 GHz Matched Microwave Mixer Solves Difficult Design Challenges

James Wong, 产品市场经理 ; Weston Sapia, 应用工程师, 凌力尔特公司

一款具集成型 LO 缓冲器和倍频器的新型超宽带混频器解决了微波设计师所面临的一些富挑战性问题。LTC5548 混频器凭借以下主要特性简化了设计：

- 频率覆盖范围从 DC 延伸至 6GHz 的 IF 端口简化了宽带 IF 采样
- 片内 LO 限制放大器免除了一个外部 LO 缓冲级，从而降低了成本并最大限度地缩减了总体解决方案尺寸（相比于混合模块解决方案）
- 0dBm LO 驱动可减少总辐射泄漏，从而降低了外部滤波器和屏蔽要求
- 超宽带 RF（2GHz 至 14GHz）和 LO（1GHz 至 12GHz）端口连续地匹配

该器件具有一个工作频率范围从 DC 至 6GHz 的宽带差分 IF 端口。其低频能力有利于实现更加灵活的频率处理。LTC5548 非常适合接收宽带信号，尤其是那些带宽为 500MHz 至 1GHz 甚至更高的信号。

与通常需要巨大的 +13dBm（或更高）LO 驱动功率的大多数微波混频器不同，LTC5548 具有一个集成型 LO 缓冲器，因而所需的是一个使用起来容易得多的 0dBm 驱动

电平。由于该器件以一个 0dBm 信号为开始，而不是其他替代器件常见的 +13dBm 或更高功率的信号，因此在其他端口上存在的实际 LO 泄漏降低了 13dB。这导致滤波要求大幅度简化，对于 LTC5548 能够支持的低 IF 频率尤其如此。而且，片内 LO 缓冲器还显著地改善了 RF-LO 端口隔离。这有助于减少与合成器信号源的频率牵引（由于 LO 输入端上的寄生 RF 信号所致）有关的任何问题。

LTC5548 专为宽带操作而设计，并且可以双向使用（可用作上变频混频器或下变频混频器）。就是说，其 RF 端口可以是一个输入（如在下变频接收器中那样），或一个输出（如在上变频发送器中那样）。它的 RF 端口具有一个片内平衡 - 不平衡变压器，因而使其能够方便地执行单端操作。该平衡 - 不平衡变压器在 2GHz 至 13.6GHz 的频率范围内连续地匹配至 50Ω，并具有优于 10dB 的回程损耗。

为使该器件真正地适用于宽带应用，其 LO 端口也是单端的，并在 1GHz 至 12GHz 的频率范围内连续地匹配至 50Ω。此外，50Ω 阻抗终端是恒定的，这与 LTC5548 是使用中还是停用无关。于是，接通和关断混频器不会产生任何扰动，这可把 LO 信号源中的锁相环解锁。50Ω 匹配端口极大地简化了微波系统设计者的设计任务。首先，这有利于简化滤波以及至一个 50Ω 系统其他部分的连接。其次，对于某个电路对外部匹配组件值变化的敏感度，极宽带匹配的宽容度要大得多，因而在整个系统生产变化的范围内提供了非常一致的性能。

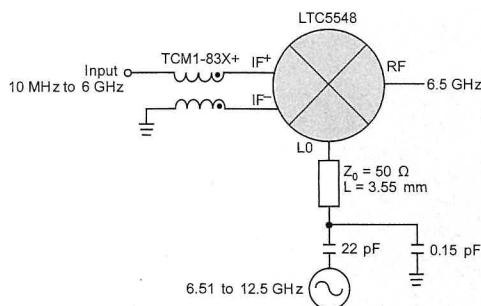


图 1. 上变频器的设计，从宽带 10MHz~6GHz IF 转换至固定的 6.5GHz RF 输出。

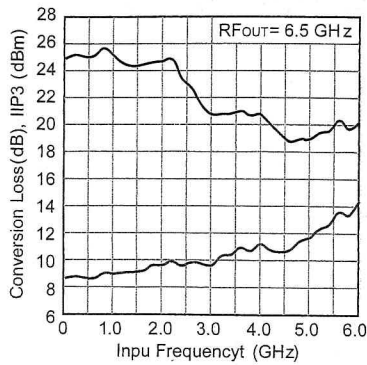


图 2: 转换损耗和 IIP3 与输入频率的关系, 采用高端 LO 驱动和 LO 倍频器关断, $T_c=25^\circ\text{C}$ 。

LTC5548 的 LO 端口可利用一个高达 12GHz 的信号源直接驱动, 以实现最佳的噪声指数和杂散性能。或者, 也可通过配置使该端口采用内部倍频器, 该倍频器在被选择时 (通过一个数字选择引脚来实现) 将取一个达 6GHz 的 LO 信号并在内部将之倍频以工作于 12GHz。这个选项便于使用一个成本较低的低频 PLL/ 合成器。折衷之处是有稍高的噪声系数和在混频器的输入和输出会增加杂散, 因为倍频器不仅产生所需的 LO 频率谐波, 也会有半 LO 输入频率的谐波。结果是造就了极小的解决方案尺寸。

图 1 示出了宽带发送器应用的一个实例。该电路采用一个 6.51GHz 至 12.5GHz 扫掠 LO 频率对具有单 IF 输入匹配的 10MHz 至 6GHz 输入信号进行上变频, 由此产生一个固定的 6.5GHz RF 输出。为实现此类宽带输入性能, 采用一个 Mini-Circuits 的 TCM1-83X+ 平衡 - 不平衡变压器以把单端输入转换至混频器的差分 IF 端口。利用高端 LO 抑制, 混频器在接近 DC 至 3GHz 的频率范围内表现出相对平坦的转换损耗, 如图 2 所示。在低于 5GHz 的任何 1GHz 输入带宽之内, 增益平坦度优于 1dB。一旦输入被推至

高于 5GHz, 则转换损耗开始更快地变化。IIP3 在接近 DC 至 2.5GHz 的频率范围内保持在 23dBm 以上, 同时仍然在高达 6GHz 的频率条件下显示出优于 19dBm。这示例展示了一款外部组件数量非常少的极紧凑型解决方案, 只需 0dBm 的 LO 驱动。总体解决方案的

成本富有吸引力, 能使采用其他同类器件的复杂微波电路解决方案大为简化并拥有更高的可制造性。

LTC5548 混频器内置于一个纤巧型 $2\text{mm} \times 3\text{mm}$ 塑料 QFN 封装中, 基于一种先进的 SiGe BiCMOS 工艺而建立并拥有非常一致的性能。■