Circuits from the Lab™ Reference Circuits

Circuit from the Lab™实验室电路是经过测试的电路设计，用于解决常见的设计挑战，方便设计人员轻松快捷地实现系统集成。有关更多信息和技术支持，请访问：www.analog.com/zh/CN0245。

连接/参考器件	
ADF4350	集成VCO的宽带频率合成器
ADL5387	50 MHz至2 GHz正交解调器
ADL5380	400 MHz至6 GHz正交解调器

可与正交解调器实现简单接口的宽带LO PLL频率合成器

评估和设计支持

电路评估板

ADL5387评估板(ADL5387-EVALZ)
ADL5380评估板(ADL5380-30A-EVALZ)
CN0134评估板(CFTL-CN0134-EVALZ)

设计和集成文件

原理图、布局文件、物料清单

电路功能与优势

如图1所示，本电路突出显示了集成VCO的ADF4350宽带频率合成器与ADL5380和ADL5387宽带I/Q解调器的轻松接口。在本电路中，ADF4350为宽带I/Q解调器提供高频率、低相位噪声本振(LO)信号。

该电路配置具有许多优点，对需要向基带或中间频率正交混频的应用很有吸引力。

ADF4350提供RF差分输出，同样，ADL5380/ADL5387接受差分输入。此接口不但易于使用，而且具有性能优势。差分信号配置可减少共模噪声，消除LO谐波偶数阶，从而维持I/Q解调器的正交精度。另外，ADF4350的输出功率水平十分匹配正交解调器的输入功率要求，因此不需要LO缓冲器。

ADF4350输出覆盖137.5 MHz至4400 MHz的较宽频率范围。ADL5387频率范围是从50 MHz至2 GHz，而ADL5380覆盖从400 MHz至6 GHz的更高频率范围。在ADL5380与ADL5387间，RF输入范围是从50 MHz至6 GHz。因此，图1所示的双芯片电路配置可覆盖从50 MHz至4400 GHz的宽频率范围。

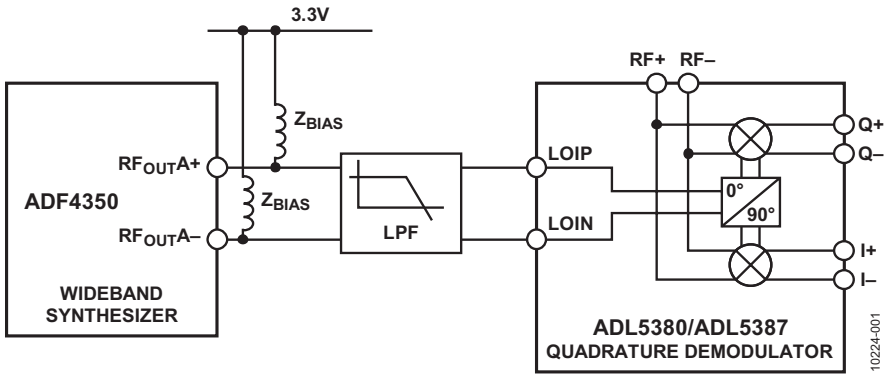

图1. ADF4350 PLL频率合成器与ADL5380或ADL5387正交解调器之间的接口
（简化原理图，未显示完整连接和去耦）

Rev.0
Circuits from the Lab™ circuits from Analog Devices have been designed and built by Analog Devices engineers. Standard engineering practices have been employed in the design and construction of each circuit, and their function and performance have been tested and verified in a lab environment at room temperature. However, you are solely responsible for testing the circuit and determining its suitability and applicability for your use and application. Accordingly, in no event shall Analog Devices be liable for direct, indirect, special, incidental, consequential or punitive damages due to any cause whatsoever connected to the use of any Circuits from the Lab circuits. (Continued on last page)

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
Tel: 781.329.4700 **www.analog.com/zh**
Fax: 781.461.3113 **©2012 Analog Devices, Inc. All rights reserved.**

电路描述

ADF4350是一款宽带小数N分频和整数N分频锁相环频率合成器，覆盖从137.5 MHz至4400 MHz的频率范围。它具有一个集成电压控制振荡器(VCO)，其基波频率范围为2200 MHz至4400 MHz。ADF4350提供高质量频率合成器性能。不过，视解调器架构而定，可能需要LO滤波才能将PLL谐波对I/Q解调器正交精度的影响降至最低。

ADI公司提供覆盖宽频率范围的正交解调器。ADL5387频率范围是从50 MHz至2 GHz，而ADL5380覆盖从400 MHz至6 GHz的更高频率范围。ADL5387和ADL5380利用两种不同架构在I和Q路径间产生90°相移。ADL5387利用2 × LO架构，其中本振两倍于RF频率，而ADL5380使用基于多相滤波器的分相器。相对于基于2 × LO的分相器，多相架构具有较窄的小数带宽（即在更少倍频程范围内工作），对PLL谐波更为敏感。因此，ADL5380需要对LO执行谐波滤波才能维持I/Q解调器的正交精度，而基于2 × LO的ADL5387仅在其频率范围顶端需要滤波。

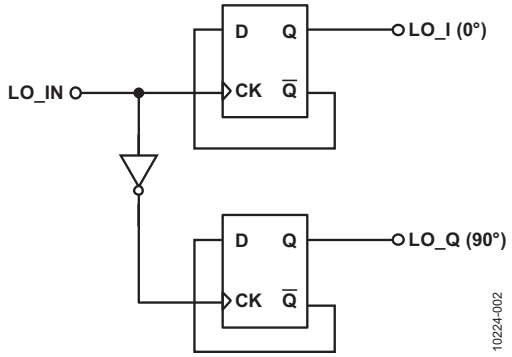

图2. 简化的基于2 × LO的分相器

图2显示实现于ADL5387内的简化2 × LO分相器。LO路径的90°相移通过使用D型触发器和反相器的数字电路实现。该架构需要以所需LO两倍频率工作的外部LO。

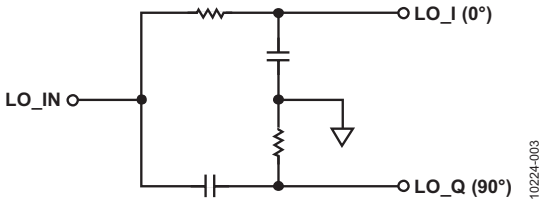

图3. 简化的一阶多相滤波器

图3显示实现于ADL5380内的简化一阶多相电路。该多相电路包含互补RC子电路，用于创建从输入到一个输出的低通传递函数以及从输入到其他输出的高通传递函数。如果两个多相路径的R和C值匹配，则两条路径具有相同转折频率，更重要的是，一个输出以90°相移跟踪另一个输出。

ADF4350 PLL与ADL5387 I/Q解调器的接口

ADL5387和ADL5380 I/Q解调器利用不同架构实现生成精确正交信号的终极目标。当与ADF4350等LO频率合成器接口时，必须考虑架构响应LO信号和谐波的方式。这将决定LO滤波的要求。图4显示ADF4350与ADL5387之间的基本接口。根据工作频率，ADF4350与ADL5387之间可能需要LO谐波滤波器。

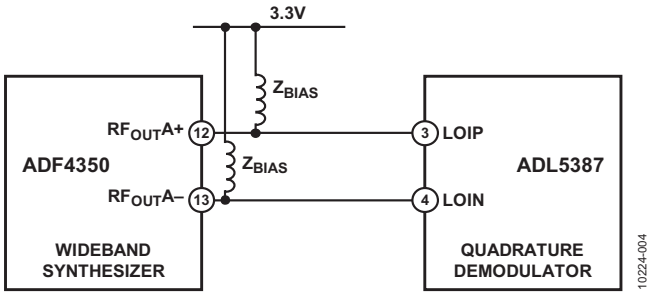

图4. ADF4350 PLL与ADL5387解调器中基于2 × LO的分相器的接口

在基于2 × LO的分相器中，正交精度取决于输入LO的占空比精度。

内部分频器触发器的匹配还会影响正交精度，但作用很小。外部施加的LO具有50%占空比对减少正交误差十分重要。此外，上升和下降时间的任何不平衡会导致偶数阶谐波出现。当以差分形式驱动解调器LO输入时，可以消除谐波偶数阶，改善总体正交产生性能。

在−40 dBc的目标镜像抑制下，图5显示了为差分LO源提供及不提供滤波时ADL5387和ADF4350的性能。代表“信号发生器”的蓝色信号走线是理想情况，其中使用Rhode & Schwarz信号发生器产生LO，且具有正弦输出和远低于ADF4350的谐波水平。这是理想情况，也是目标比较点。从图5可看出，低于1 GHz的频率下不需要滤波。然而，高于1 GHz时，LO谐波引起的小误差在输入周期中占较大百分例。这种情况下，应使用滤波进一步衰减LO的偶数阶谐波，以便实现I/Q解调器的额定正交精度。

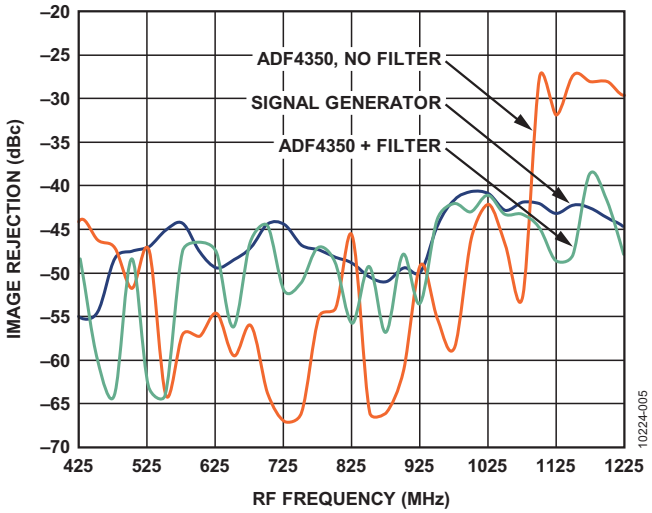

图5. ADL5387镜像抑制与RF频率的关系

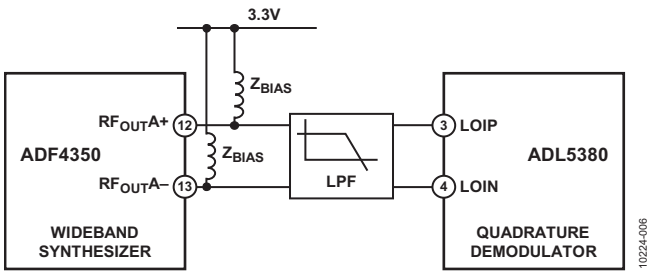

图6. ADF4350与ADL5380解调器的多相滤波器架构的接口

ADF4350 PLL与ADL5380正交解调器的接口

与ADL5387不同，ADL5380分相器的多相架构需要ADF4350输出的滤波，如图6所示。滤波是为了衰减LO的奇数阶谐波，从而将ADL5380正交产生模块内的误差降至最低。CN-0134中的测量和仿真结果表明，奇数阶谐波对正交误差的影响比偶数阶谐波更大。图7显示了执行滤波后将ADF4350输出应用于ADL5380的差分LO输入时的测量结果。滤波后，所得镜像抑制与低谐波信号发生器可实现的水平相当。

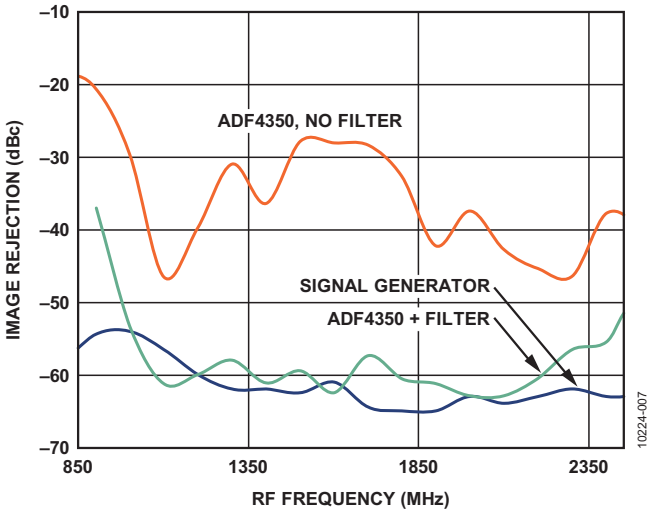

图7. ADFL5380镜像抑制与频率的关系

滤波要求

总之，对ADF4350输出执行LO滤波以抑制基波谐波，有助于维持解调器正交信号的相位精度。对于使用多相架构的ADL5380，执行滤波是必要条件。ADL5387架构包含更能抵抗LO信号谐波的数字电路。因此可根据工作频率省去滤波。

在需要滤波的情况下，图8显示了示例LO输出滤波器原理图，表1列出了滤波器元件值。本电路非常灵活，提供四种不同滤波器选项，覆盖四个不同频带。滤波器专为100 Ω差分输入和50 Ω差分输出而设计，以匹配解调器的LO输入要求，并采用切比雪夫响应，以获得最佳滤波器滚降，但通道纹波会增多。有关ADF4350输出滤波的更详细讨论，请参考CN-0134。

表1. ADF4350 RF输出滤波器元件值（DNI = 不插入）

频率范围 (MHz)	Z_{BIAS}	L1 (nH)	L2 (nH)	C1a (pF)	C1c (pF)	C2a (pF)	C2c (pF)	C3a (pF)	C3c (pF)
a. 500–1300	27 nH‖ 50 Ω	3.9	3.9	DNI	4.7	DNI	5.6	DNI	3.3
b. 850–2450	19 nH ‖（C1c位内的100 Ω）	2.7	2.7	3.3	100 Ω	4.7	DNI	3.3	DNI
c. 1250–2800	50 Ω	0 Ω	3.6	DNI	DNI	2.2	DNI	1.5	DNI
d. 2800–4400	3.9 nH	0 Ω	0 Ω	DNI	DNI	DNI	DNI	DNI	DNI

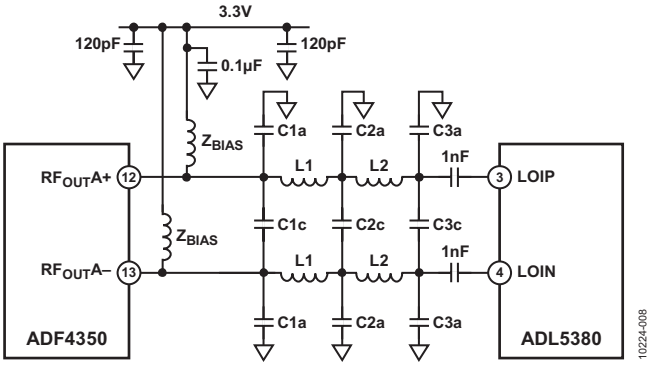

图8. ADF4350 RF输出滤波器原理图

常见变化

上述接口适用于采用差分LO输出的任何PLL，以及任何基于1 × LO或2 × LO的I/Q解调器。ADL5382是一款基于1 × LO的I/Q解调器，工作频率范围为700 MHz至2700 MHz，且提供略高于ADL5380的IP3。AD8347 (1 × LO)和AD8348 (2 × LO)是更低功耗的I/Q解调器，集成了前端可变增益放大器和固定增益基带放大器。

电路评估与测试

图4和图6所示电路使用CN-0134评估板(CFTL-0134EVALZ)和ADL5387或ADL5380评估板来实现。CN-0134评估平台包括ADF4350、LO滤波器焊盘、SMA连接器的差分LO输出。

ADF4350必须进行编程，评估板随附的CD中含有软件。

表2列出了各种评估板的订购指南。

CN-0134评估板默认配置为表1规定的850 MHz至2450 MHz滤波器设计。要实现替代滤波器，必须更换适当的元件。

表2. 评估板信息

	评估板
ADL5387	ADL5387-EVALZ
ADL5380	
低频段（400 MHz至3 GHz）	ADL5380-30A-EVALZ
中频段（3 GHz至4 GHz）	ADL5380-29A-EVALZ
CN-0134	CFTL-0134-EVALZ

设备要求

- 带USB端口的Windows XP、Windows Vista（32位）或Windows 7（32位）PC
- 表2列出的评估板
- RF源（Rohde & Schwarz SMT06或等效器件）
- 频谱分析仪（Rohde & Schwarz FSEA30或等效器件）
- 电源：
  - ADL5387-EVALZ: +5 V
  - ADL5380-30A-EVALZ: +5 V
  - CFTL-0134-EVALZ: +5.5 V

测试

CN-0134评估平台可实现轻松评估，且在评估板上集成了晶振。要将频率合成器设置为所需的LO频率，需要安装ADF4350软件的PC。ADL5387/ADL5380正交解调器可将RF频率下变频至基带。将差分I和Q基带输出施加于FFT模式下的FSEA频谱分析仪，然后测量镜像抑制。

其他文档可在CN-0245、CN-0134和CN-0144的下列设计支持包中找到：

CN-0245设计支持包：
www.analog.com/CN0245-DesignSupport

CN-0134设计支持包：
www.analog.com/CN0134-DesignSupport

CN-0144设计支持包：
www.analog.com/CN0144-DesignSupport

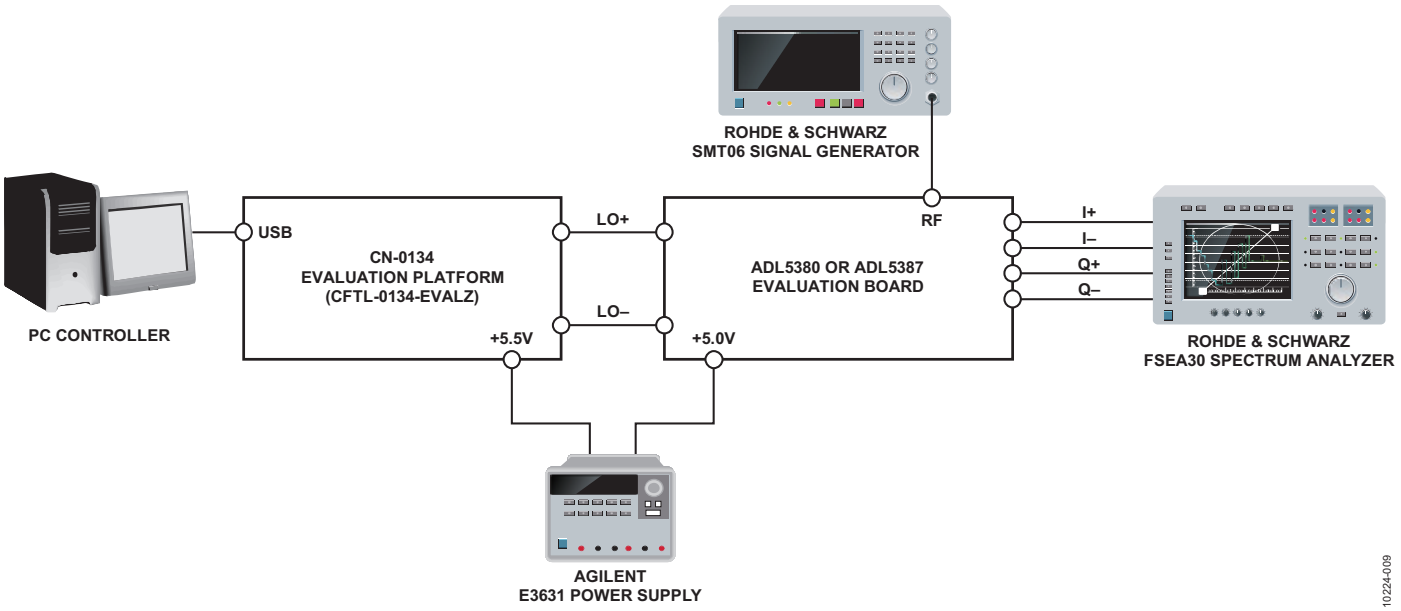

图9. 测试设置功能框图

进一步阅读

Nash, Eamon, AN-1039 Application Note. *Correcting Imperfections in IQ Modulators to Improve RF Signal Fidelity*. Analog Devices.

CN-0245 Design Support Package: www.analog.com/CN0245-DesignSupport

CN-0134 Design Support Package: www.analog.com/CN0134-DesignSupport

CN-0144 Design Support Package: www.analog.com/CN0144-DesignSupport

ADIsimRF Design Tool

ADIsimPLL Design Tool

数据手册和评估板

ADL5387 Data Sheet and Evaluation Board

ADL5380 Data Sheet and Evaluation Board

ADF4350 Data Sheet and Evaluation Board

修订历史

12/11—Revision 0: Initial Version

(Continued from first page) Circuits from the Lab circuits are intended only for use with Analog Devices products and are the intellectual property of Analog Devices or its licensors. While you may use the Circuits from the Lab circuits in the design of your product, no other license is granted by implication or otherwise under any patents or other intellectual property by application or use of the Circuits from the Lab circuits. Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, "Circuits from the Lab" are supplied "as is" and without warranties of any kind, express, implied, or statutory including, but not limited to, any implied warranty of merchantability, noninfringement or fitness for a particular purpose and no responsibility is assumed by Analog Devices for their use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from their use. Analog Devices reserves the right to change any Circuits from the Lab circuits at any time without notice but is under no obligation to do so.

©2012 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.
CN10224sc-0-01/12(0)

ANALOG DEVICES

www.analog.com