

**LMK04000,LMK04001,LMK04002,LMK04010,
LMK04011,LMK04031,LMK04033,LMK04100,
LMK04101,LMK04102,LMK04110,LMK04111,
LMK04131,LMK04133**

Application Note 1910 LMK04000 Family Phase Noise Characterization



Literature Number: ZHCA368

LMK04000系列产品的相位噪声性能测试

美国国家半导体公司
应用注释1910
James Catt
2009年1月15日



1.0 前言

编写本应用笔记的目的，是为了表现LMK04000系列精密时钟去抖电路的时钟信号的相位噪声和抖动测量结果，展示时钟信号输出端的相位噪声与VCXO相位噪声之间的关系。由于采用了级联的双重PLL架构，LMK04000系列提供了出色的信号抖动清除功能。图1示出了一个双PLL架构的框图。该图还画出了一个时钟分配电路，该电路接续在VCO输出之后。

第一个PLL采用了很窄的环路带宽，以便让外接的VCXO的频率锁定到输入的参考时钟信号上。极窄的环路带宽可以抑制参考时钟信号中的大部分相位噪声，使得VCXO的相位噪声成为主要的噪声分量。频率被锁定后的VCXO作为基准时钟输入第二个PLL，后者采用了较大的环路带宽，以便实现其内置的VCO的锁定。这一较大的环路带宽意味着VCO的相位和频率都锁定到VCXO上，因此VCXO的噪声成为主要分量。对于高于环路带宽的信号相位噪声，内部的VCO的相位噪声和输出分频器与驱动器将决定输出信号的相位噪声。考虑合成器的输出端的总相位噪声，就可以更直观地演示这一点。由于频率合成器的噪声决定了时钟的输出噪声，只需考察合成器的噪声就足够了，不需要考虑输出驱动电路带来的噪声恶化。如下的公式表明，总的噪声是基准时钟噪声、PLL噪声和VCO噪声的加权和：

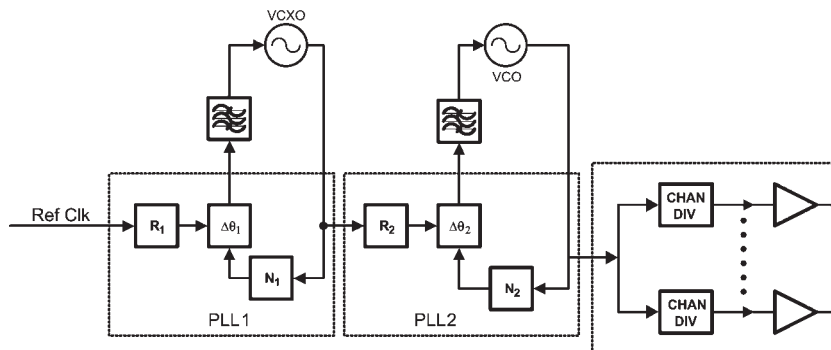
$$S_{TOTAL}(f) = S_{REF}(f) \cdot G_{REF}^2 |H(f)|^2 + S_{PLL}(f) \cdot G_{PLL}^2 |H(f)|^2 + S_{VCO}(f) \cdot |1 - H(f)|^2$$

30082862

加权函数H(f)是低通闭环传递函数，其中包含了诸如电荷泵增益、环路滤波器响应、VCO增益和反馈通路(N)计数器等参数。该式表示了图1所示的每一级PLL的输出端的

噪声模型。基准时钟信号噪声的增益(G_{REF})以及PLL噪声的增益(G_{PLL})也是具体的环路参数的函数。这里我们并不对这些增益和闭环响应H(f)的表达式进行推导，作为结论讨论。一般来说，构成H(f)的合成器的诸参数以及在式中所给出的增益值都可以由设计者来调整，其选择的标准是让合成器的输出端的总噪声($S_{TOTAL}(f)$)最小化。在这种情况下，最小化意味着合成后的总噪声的最小化。当对PLL2使用该噪声方程时， $S_{REF}(f)$ 代表VCXO的噪声。对于LMK04000系列而言， $S_{PLL}(f)$ 和 $S_{VCO}(f)$ 是由器件的特性所决定的，但 $S_{REF}(f)$ 取决于设计者所选用的VCXO。因此，应该选用一个满足应用目标在相位噪声和抖动方面的要求的VCXO。

该报告提及具体的VCXO型号或者制造商，National Semiconductor不保证其品质。此报告中之所以包含这些数据，其目的是让读者能够在一定程度上观察整个时钟电路解决方案的相位噪声、抖动性能与VCXO特性间的直接关系。虽然这里并未给出VCXO价格的数据，但VCXO的价格和性能之间存在显著的相关性。LMK04000系列产品瞄准的是那些需要提供抖动清除、频率合成以及多重时钟分发的应用场合。虽然LMK04000系列提供了此类产品中业界最佳的性能，但并非所有的应用所要求的性能水平都相同。因此，LMK04000系列为设计者提供了对其时钟解决方案的成本和性能进行折中的能力，即让他们选用最符合其应用的总体需求的VCXO。LMK04000系列中内置的功能特色可以支持分立的外接晶振式振荡器电路实现以及选用现成的VCXO模块商品，这进一步保证了该目标的实现。外部晶振式振荡器的使用方式将在单独的应用笔记中描述。



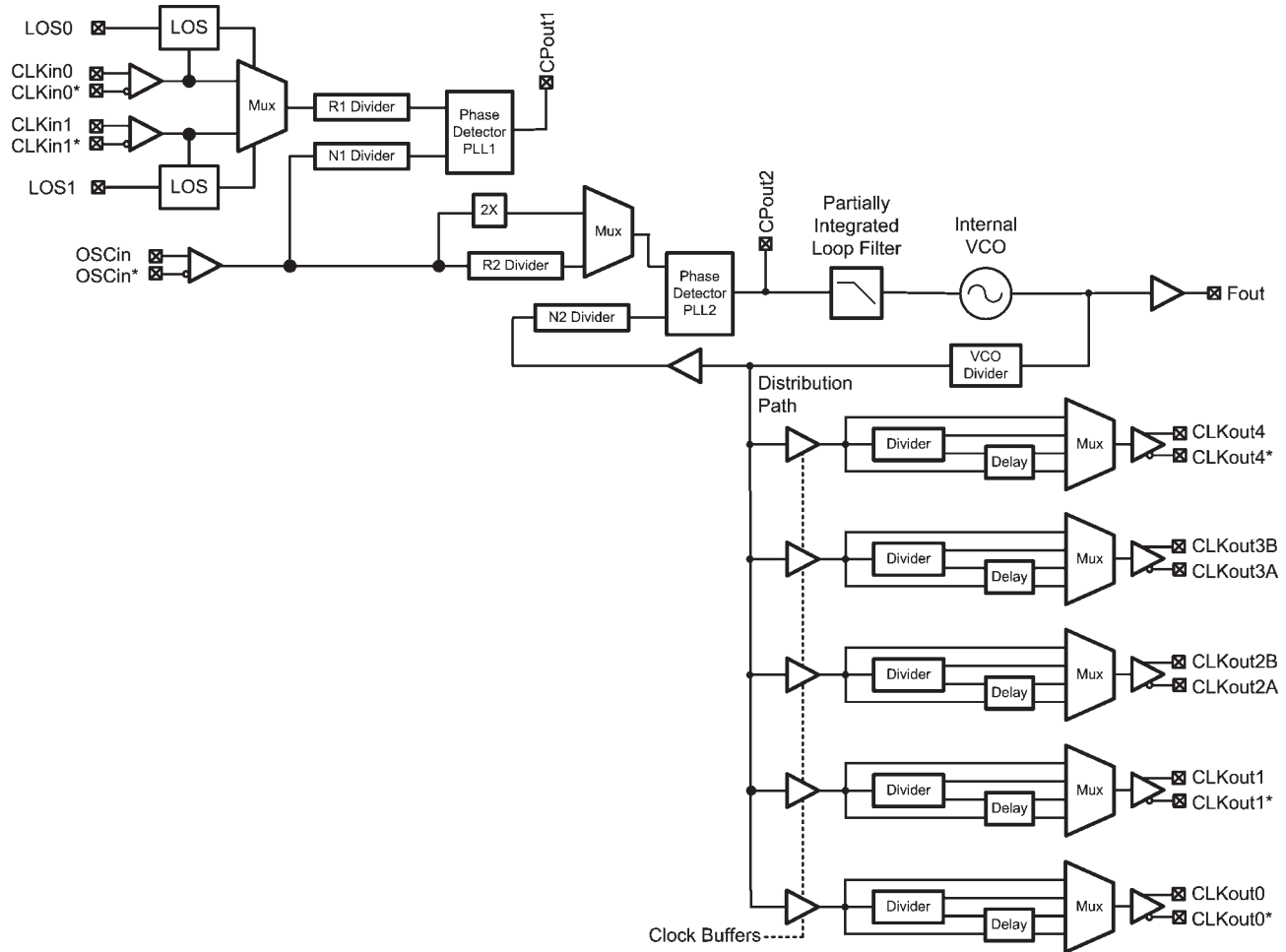
30082801

图1 具有抖动清除能力的双PLL时钟合成器的架构

2.0 LMK04000系列产品介绍

图2示出了LMK04000精密时钟去抖产品系列的详细的框图。其PLL1的冗余的参考时钟输入（CLKin0, CLKin1），可以支持高达400 MHz的频率。参考时钟信号可以是单端或者差分式的信号，为了实现操作中稳定性，还可以启用其中的自动开关模式。驱动OSCin端口的VCXO的最大容许频率为250 MHz。OSCin端口的信号被反馈到PLL2相位比较器上，而且也作为相位和频率基准注入到PLL2中。虽然在图中并未示出，其内部还是可以支持分立形式的、采用外接晶振的VCXO。PLL2的相位比较器的基准信号输入端还提供了一

个可选用的频率倍增器，这可以使得相位比较的频率得以增加一倍，从而降低了PLL2的带内噪声。PLL2集成了一个内置的VCO，以及可选的内置环路滤波器部件，这一部分可以提供PLL2环路滤波器的3阶和4阶极点。VCO的输出带有缓冲，最终由Fout引脚向外提供信号，该信号也可以经过一个VCO分频器路由到内部的时钟分发总线上。时钟分发部分则对时钟信号进行缓冲，并将其分配给各个可以独立配置的通道。每个通道具有一个分频器、延迟模块和输出缓冲器。在时钟输出端，各信号格式的组合关系可以根据具体的器件编号来确定。



30082802

图2 LMK04000系列时钟电路的框图

下面的表格示出了LMK04000系列中目前已发布的器件。正如表1所示的那样，其中包含了2个VCO频段以及

两种可配置的时钟输出格式。本报告中所测量的器件是LMK04031。

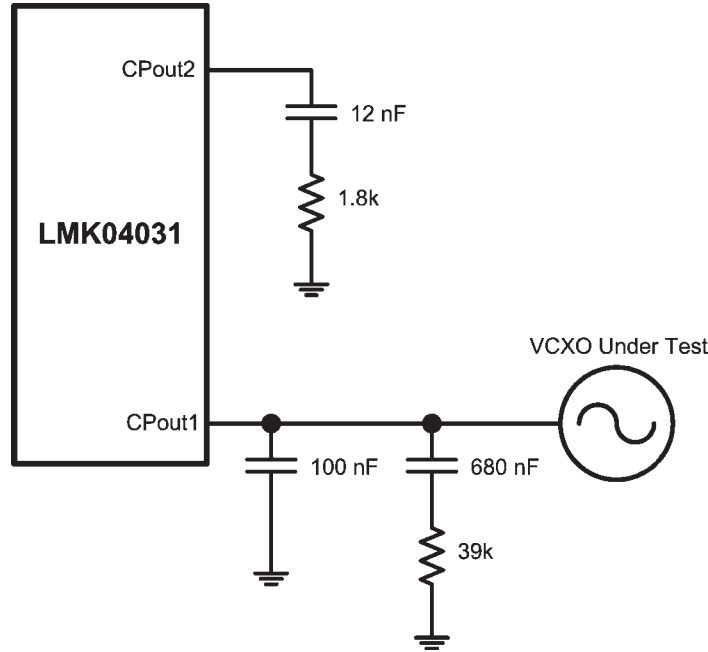
表1 LMK04000系列产品的器件编号、输出格式和VCO频段

NSID	工艺	2VPECL/LVPECL 输出	LVDS输出	LVC MOS输出	VCO频率范围
LMK04011BISQ	BiCMOS	5			1430~1570 MHz
LMK04031BISQ	BiCMOS	2	2	2	1430~1570 MHz
LMK04033BISQ	BiCMOS	2	2	2	1840~2160 MHz

3.0 LMK04000时钟输出的相位噪声和抖动

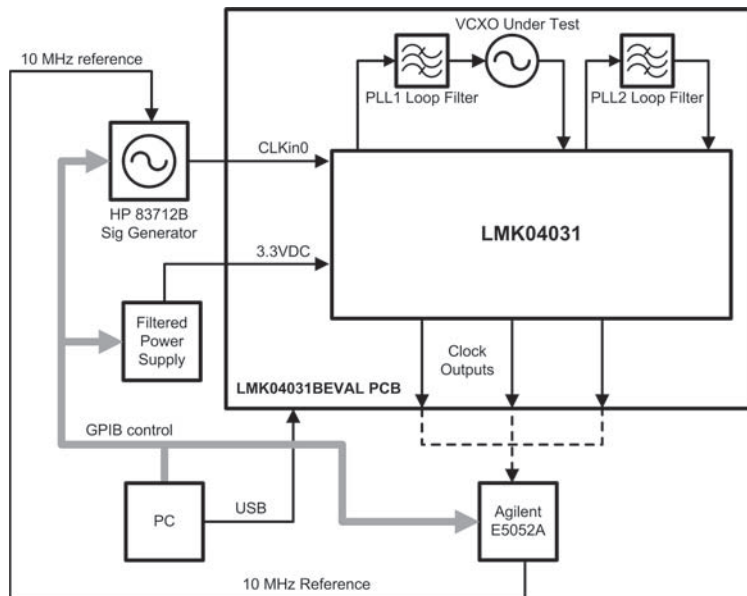
我们已经用各种VCXO与LMK04031进行匹配并进行了测试，利用Agilent E5052A信号源分析仪对时钟输出端的相位噪声和抖动进行了测量。在所有测试中，PLL1和PLL2

的环路滤波器是固定不变的，如图3所示。闭环带宽可以通过电荷泵电流或者相位比较器的频率来进行调节。所采用的VCXO的工作频率并不相同，因此测量到的时钟频率也各异，但都在122.88 MHz~129 MHz范围内。图4示出了测试装置的构成。



30082803

图3 PLL1和PLL2环路滤波器部件



30082804

图4 相位噪声和抖动的测试装置构成

下表总结了Fout引脚（经过缓冲的VCO输出）以及LVDS、LVCMOS和LVPECL时钟格式的输出引脚处测量到的RMS抖动。对于在LMK04031输出端测量到的所有抖动，其积分带宽都是100 Hz到20 MHz。表中所列的VCXO的RMS抖动，都是基于100 Hz到200 kHz的测量带宽。之所以将

200 kHz选作测量的上限，是因为在大多数情况下，PLL2所用的环路带宽不会超过200 kHz，因此在200 kHz以上，VCXO对总的抖动的贡献并不明显。此外，由于测量带宽对于本指南中提到的VCXO都是一致的，读者在试图确定器件是否适用于某个特定应用时，就可以在测量结果之间进行有意义的比较。

表2 RMS抖动测量结果的总结

VCXO型号		VCXO		LMK04031					
		频率 (MHz)	RMS抖动 (fs) (注释1)	Fout 频率 (MHz)	Fout RMS 抖动 (fs) (注释2)	时钟输出 频率 (MHz)	LVDS RMS 抖动 (fs) (注释2)	LVPECL RMS 抖动 (fs) (注释2)	LVCMOS RMS 抖动 (fs) (注释2)
pp. 6-9	CTS Model 357	61.44	311	1474.56	390.3	122.88	398.6	413.1	416.2
pp.10-14	Crystek CVHD-950	122.88	32	1474.56	127.8	122.88	160.7	170	149.9
pp.15-19	Crystek CVHD-950	80	71	1520	165.5	126.66666	193.1	202.8	178.9
pp.20-24	Crystek CVHD-920	61.44	285	1474.56	337.5	122.88	339.9	356	335.6
pp.25-29	Epson Toyocom VG-4501	61.44	143	1474.56	230.2	122.88	250.4	264.2	237.3
pp.30-34	Epson Toyocom VG-4231	19.44	383	1516.32	609.8	126.36	635.7	615.6	618.8
pp.35-39	Epson Toyocom TCO-2111 – AA	245.76	74	1474.56	148.1	122.88	183.3	184.4	163.1
pp.40-44	Suntzu SVD系列	54	336	1512	486.3	126	497.2	495.4	491.9
pp.45-49	Suntzu SVD系列	61.44	295	1474.56	489	122.88	495.9	494.9	491.2
pp.50-54	Suntzu SVD系列	30.72	655	1474.56	842.5	122.88	860.2	872.6	838.8
pp.55-59	Vectron 5310	155.52	110	1555.2	155.7	129.6	179.5	187.6	169.1
pp.60-64	Vectron 5310	134.40	82	1555.2	155.5	126.93333	181.8	191.6	169.6

注释1: VCXO抖动的积分带宽 (Integration Bandwidth) 是100 Hz~200 kHz;

注释2: 时钟测量中抖动的积分带宽是100 Hz~200 kHz。

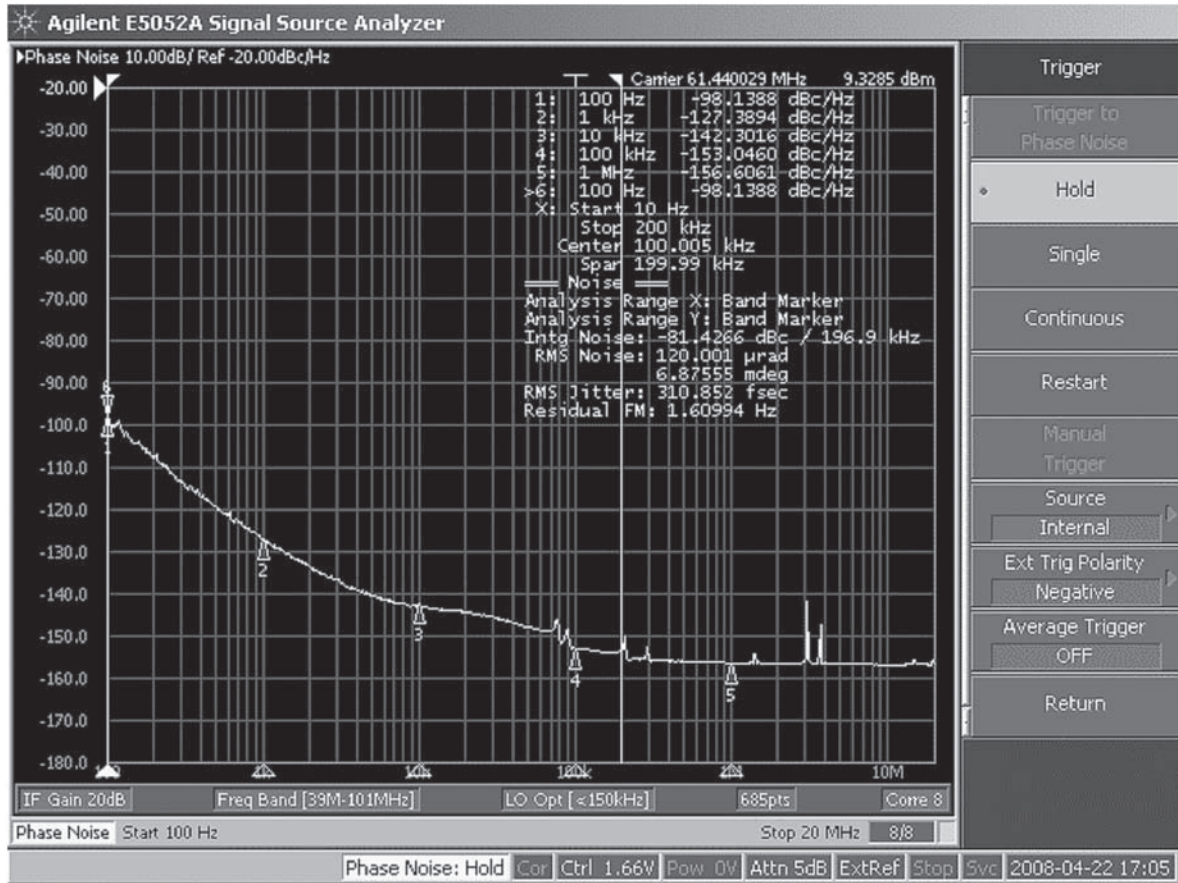
该报告的余下部分示出了用E5052A捕捉到的相位噪声曲线。在每个VCXO所对应的小节的开始，都给出了一个参考时钟频率、PLL1相位比较器频率和闭环带宽以及PLL2相位

比较器频率、闭环带宽等参数的表格。每个VCXO小节还包含了VCXO的开环相位噪声曲线，以及LMK04031输出的闭环相位噪声曲线。

3.1 相位噪声测量曲线

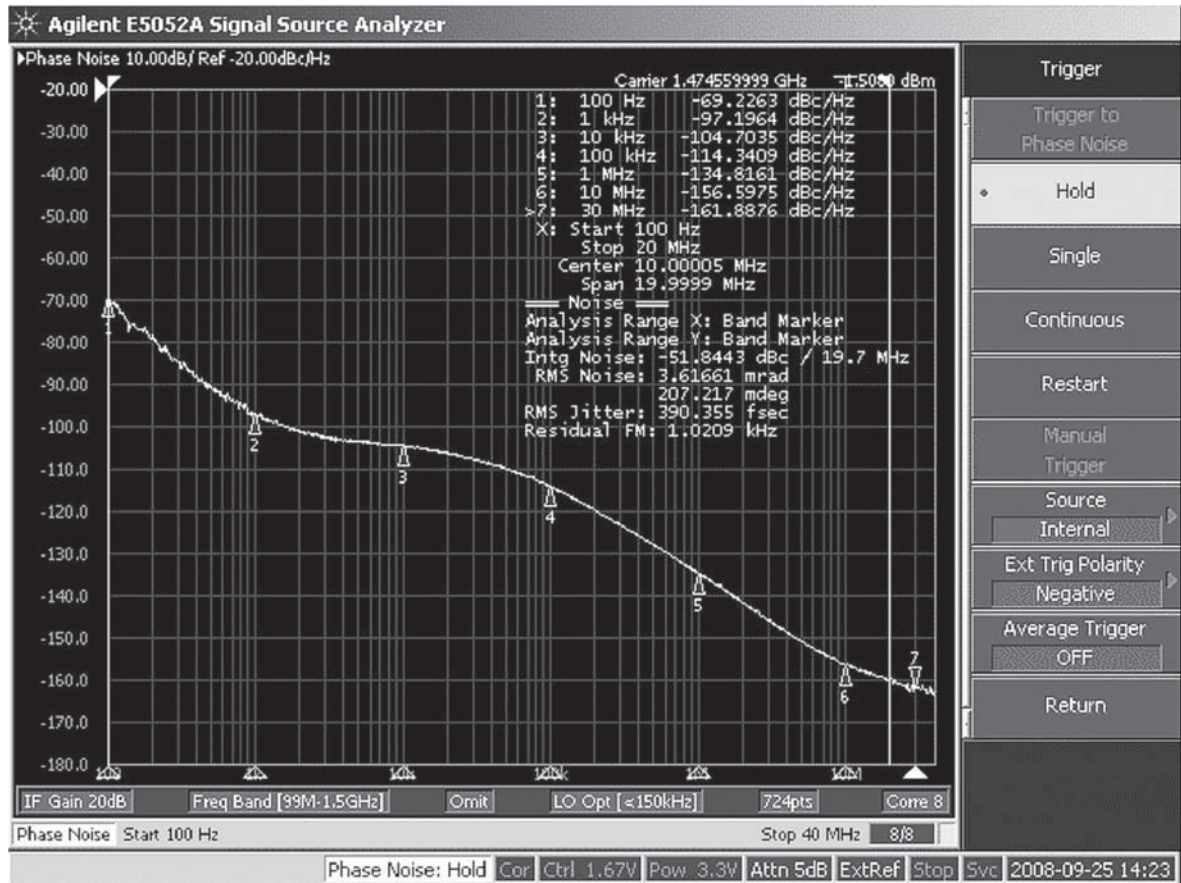
表3 CTS Model 357, 61.44 MHz

基准时钟 (MHz)	F _{comp1} (MHz)	PLL1 环路带宽 (Hz)	F _{comp2} (MHz)	PLL2 环路带宽 (kHz)
30.72	1.024	30	30.72	95.4



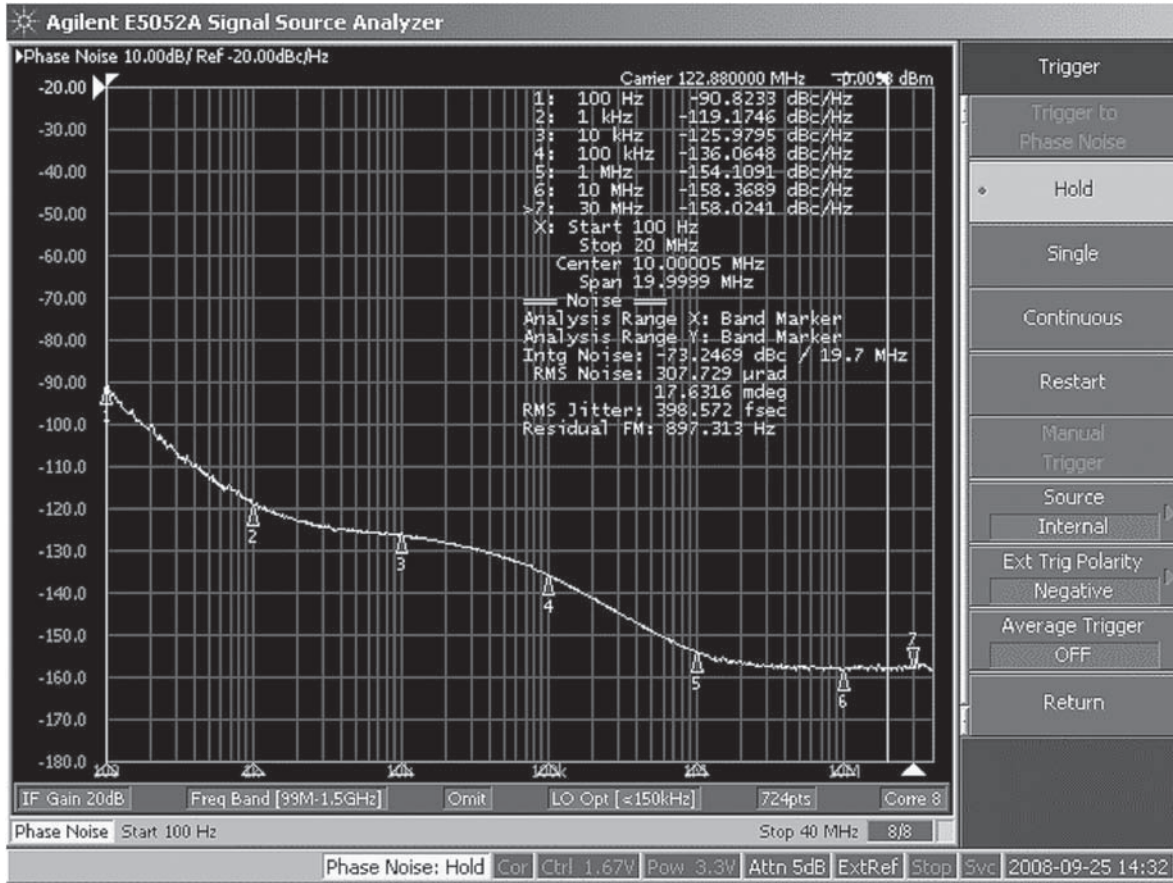
30082805

图5 CTS Model 357 VCXO开环相位噪声, 61.44 MHz



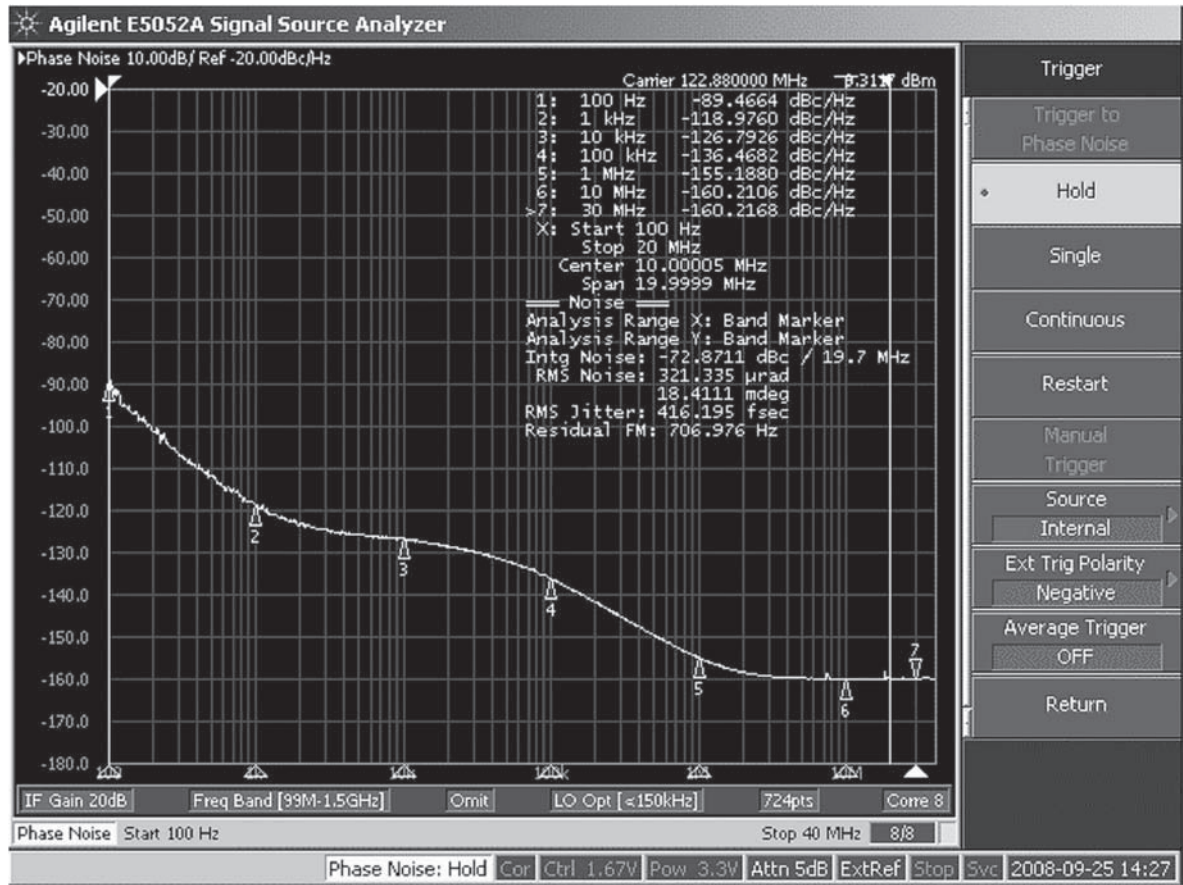
30082806

图6 LMK04031 Fout相位噪声, CTS Model 357 VCXO



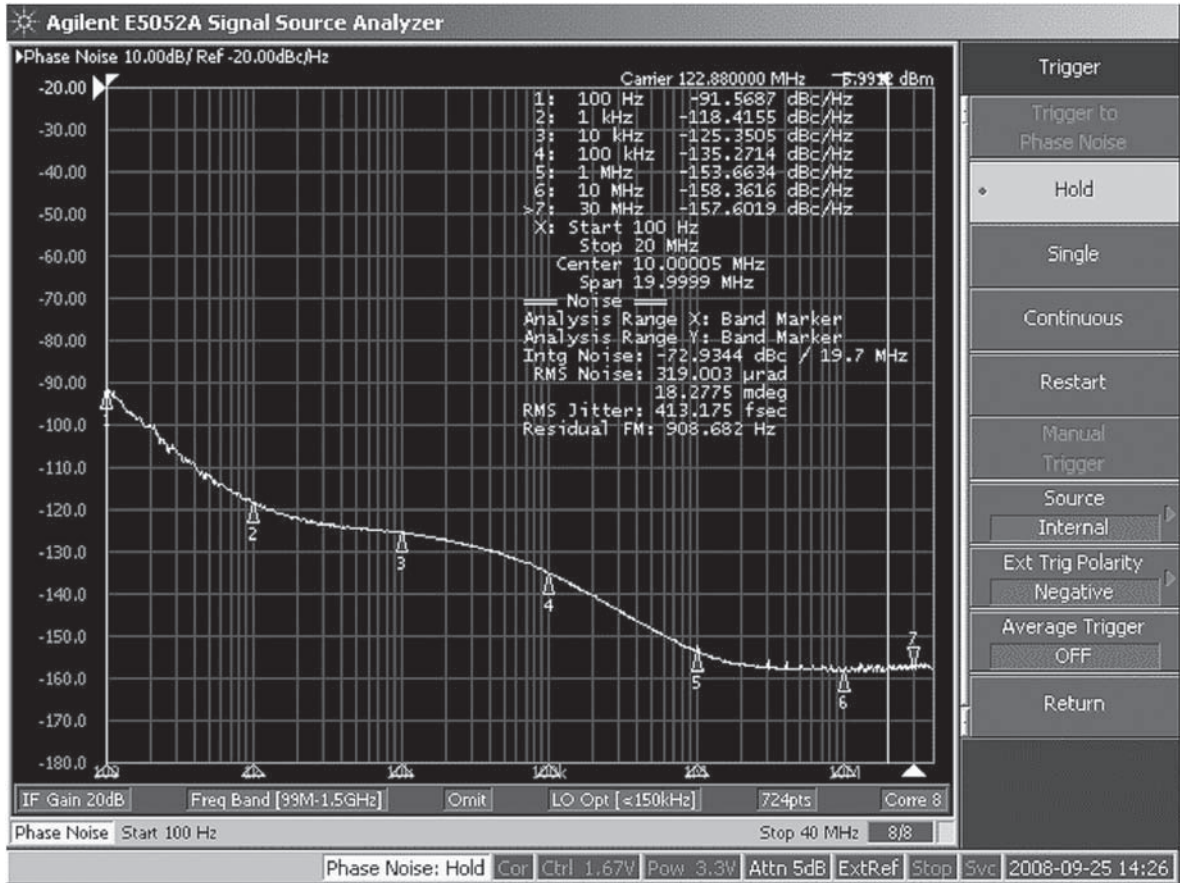
30082807

图7 LMK04031 LVDS相位噪声，CTS Model 357 VCXO



30082808

图8 LMK04031 LVC MOS相位噪声， CTS Model 357 VCXO

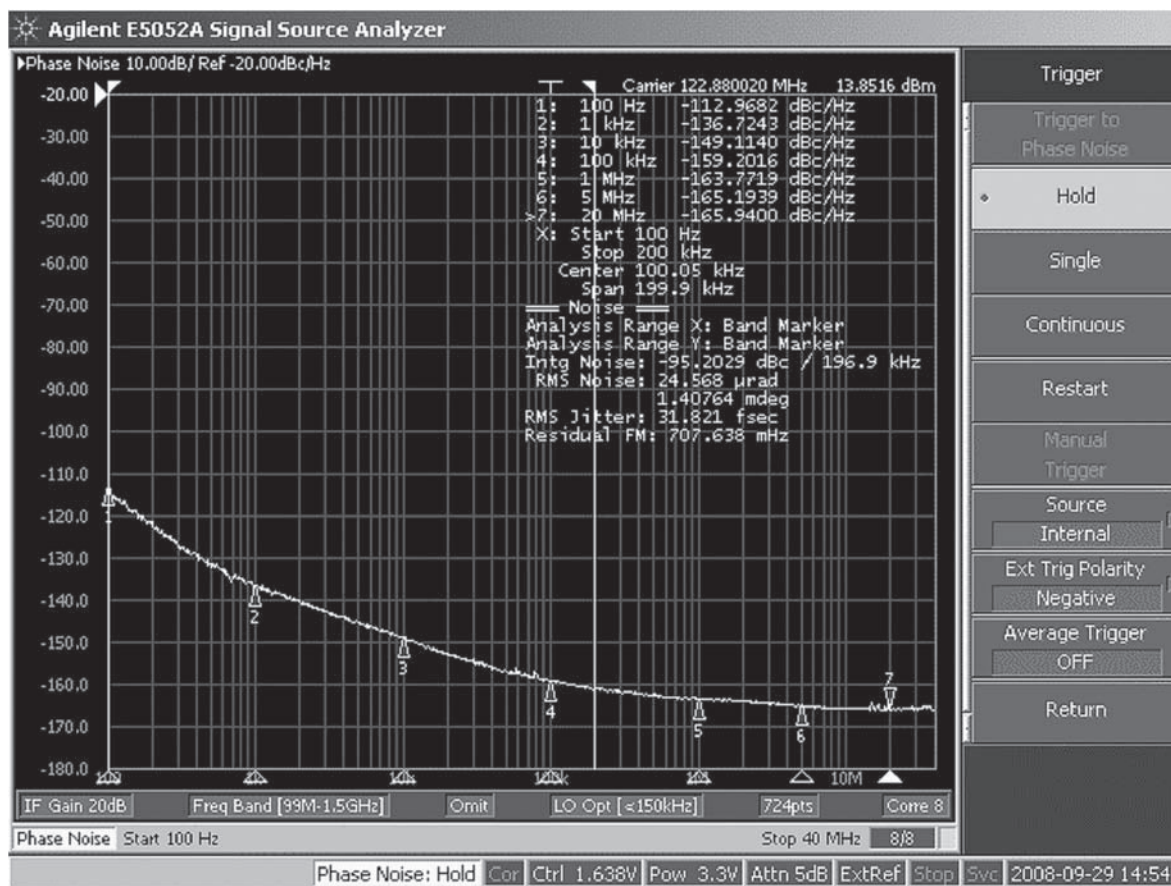


30082809

图9 LMK04031 LVPECL相位噪声， CTS Model 357 VCXO

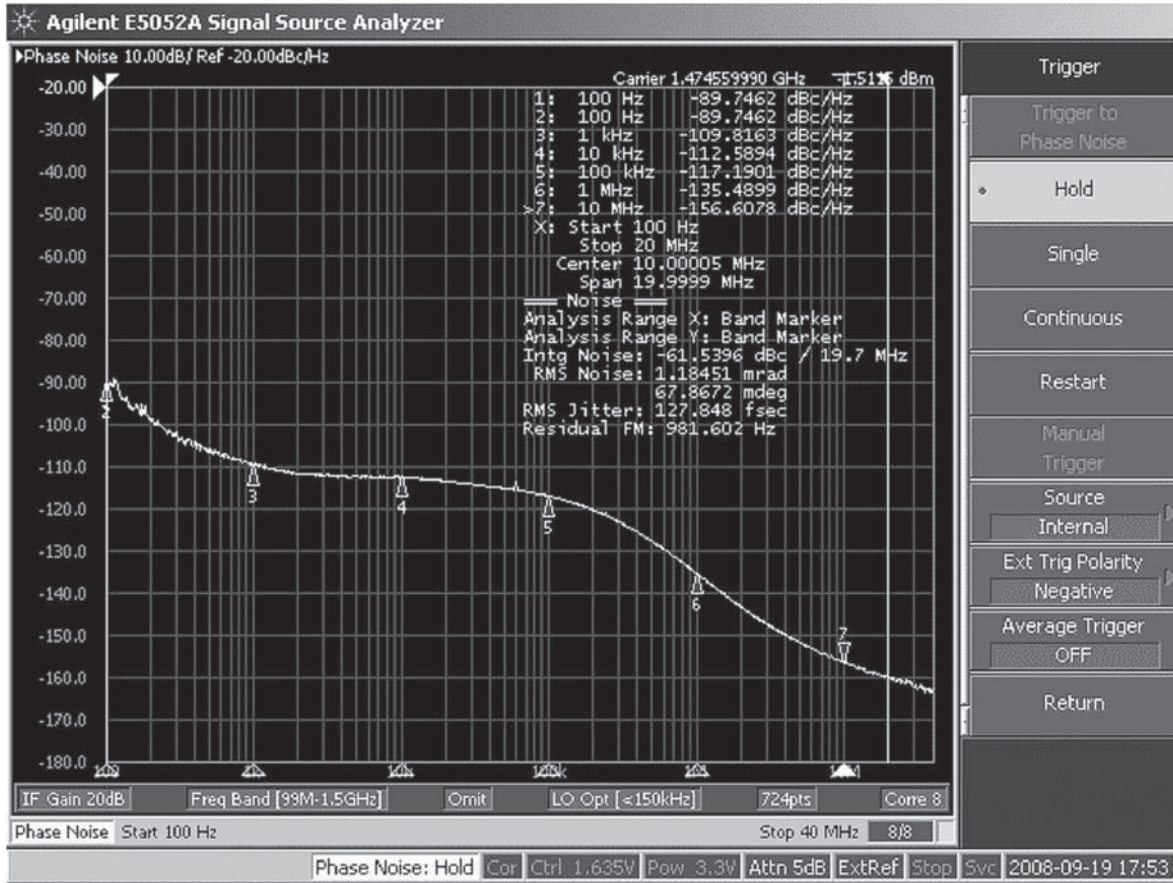
表4 Crystek CVHD-950-122.88 MHz

基准时钟 (MHz)	F _{comp1} (MHz)	PLL1 环路带宽 (Hz)	F _{comp2} (MHz)	PLL2 环路带宽 (kHz)
122.88	1.024	20	61.44	189.7



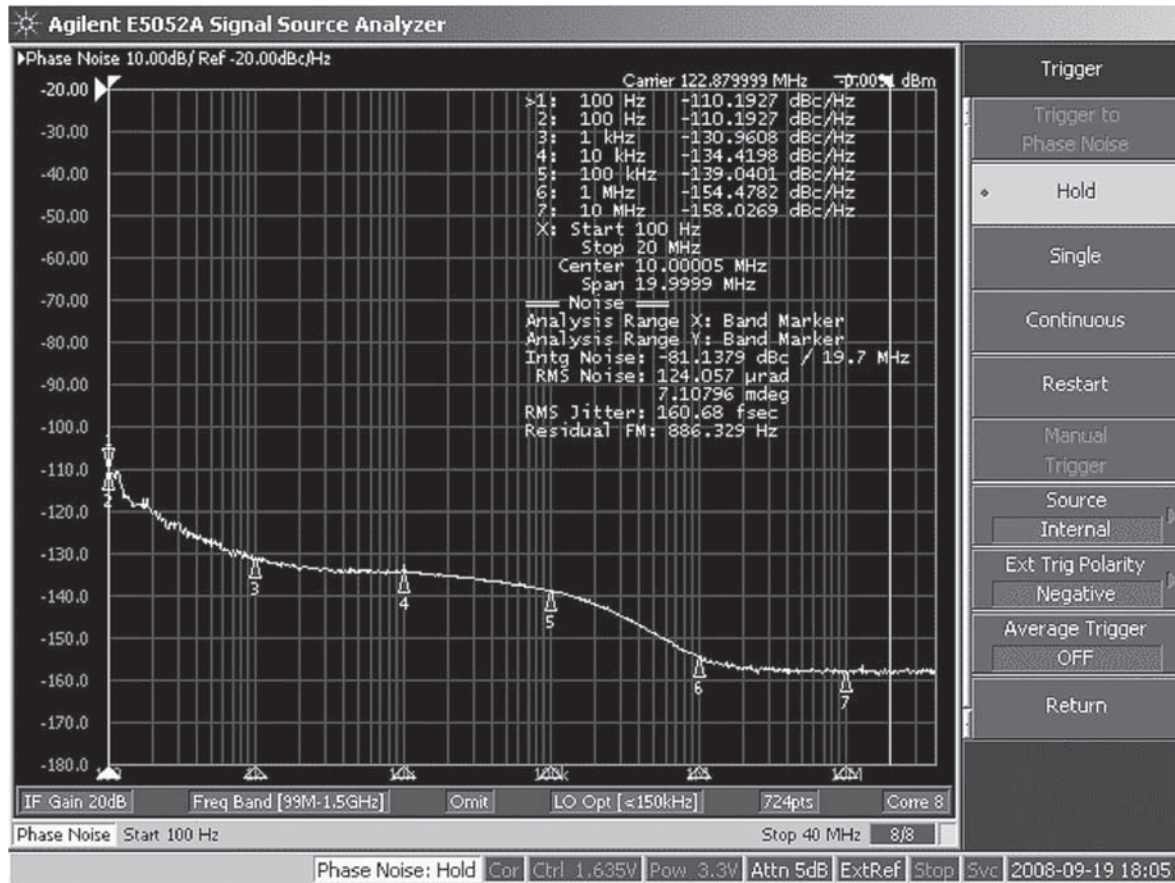
30082810

图10 Crystek CVHD-950-122.88 VCXO开环相位噪声



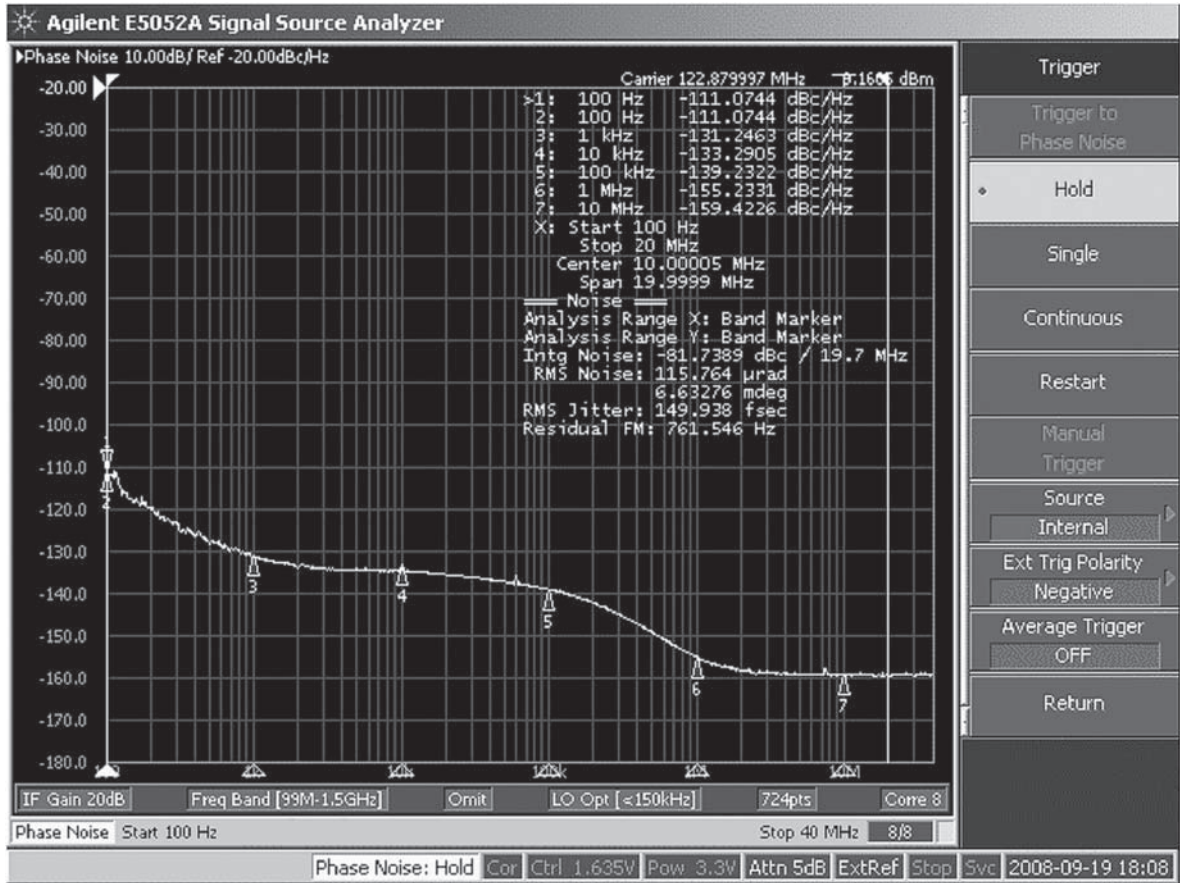
30082811

图11 LMK04031 Fout相位噪声, Crystek CVHD-950-122.88 VCXO



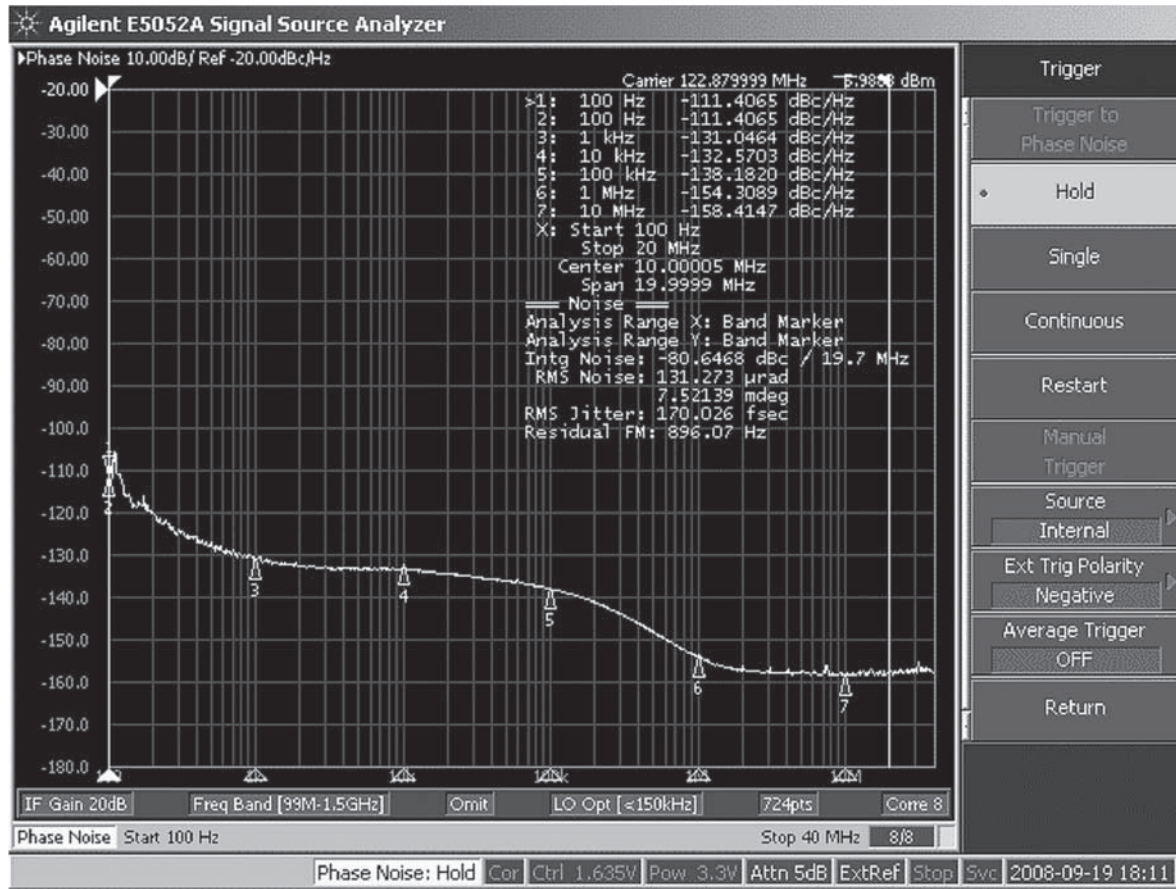
30082812

图12 LMK04031 LVDS相位噪声，Crystek CVHD-950-122.88 VCXO



30082813

图13 LMK04031 LVC MOS相位噪声， Crystek CVHD-950-122.88 VCXO

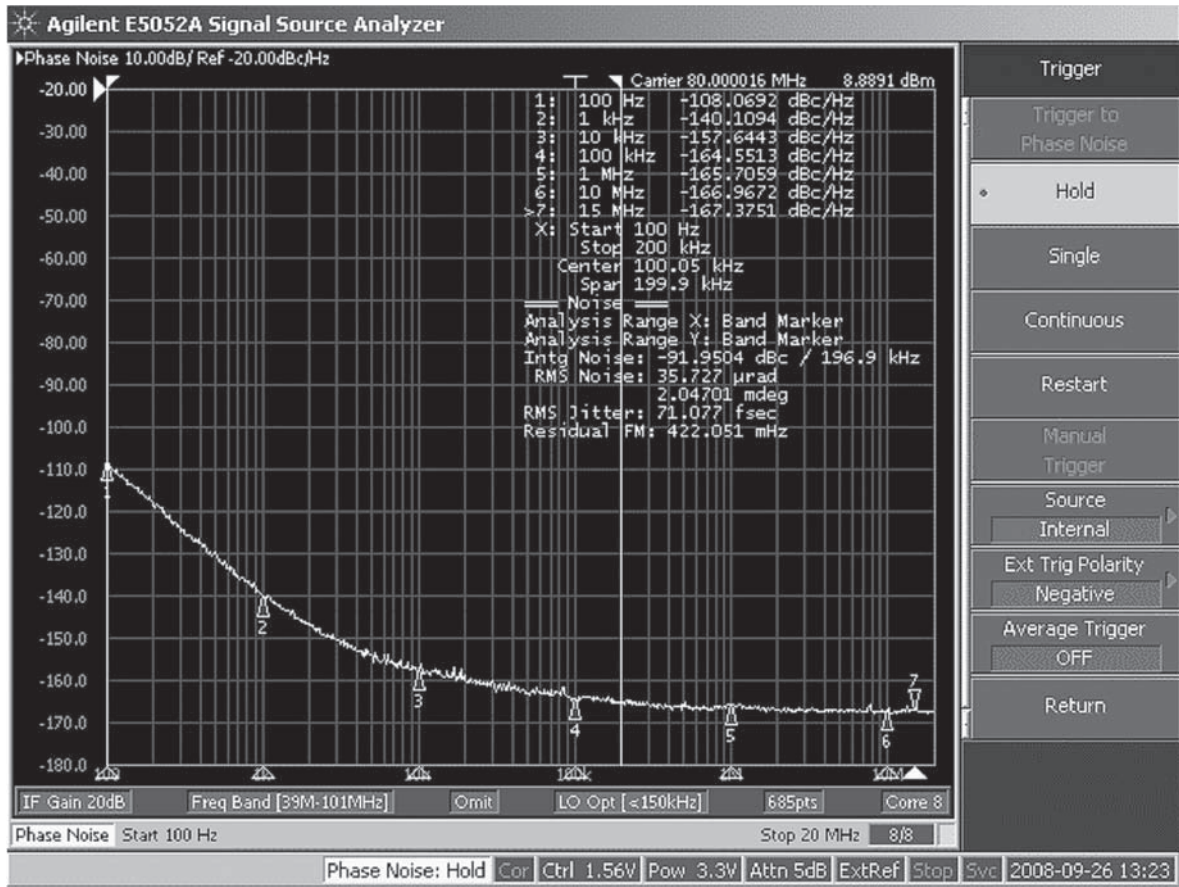


30082814

图14 LMK04031 LVPECL相位噪声, Crystek CVHD-950-122.88 VCXO

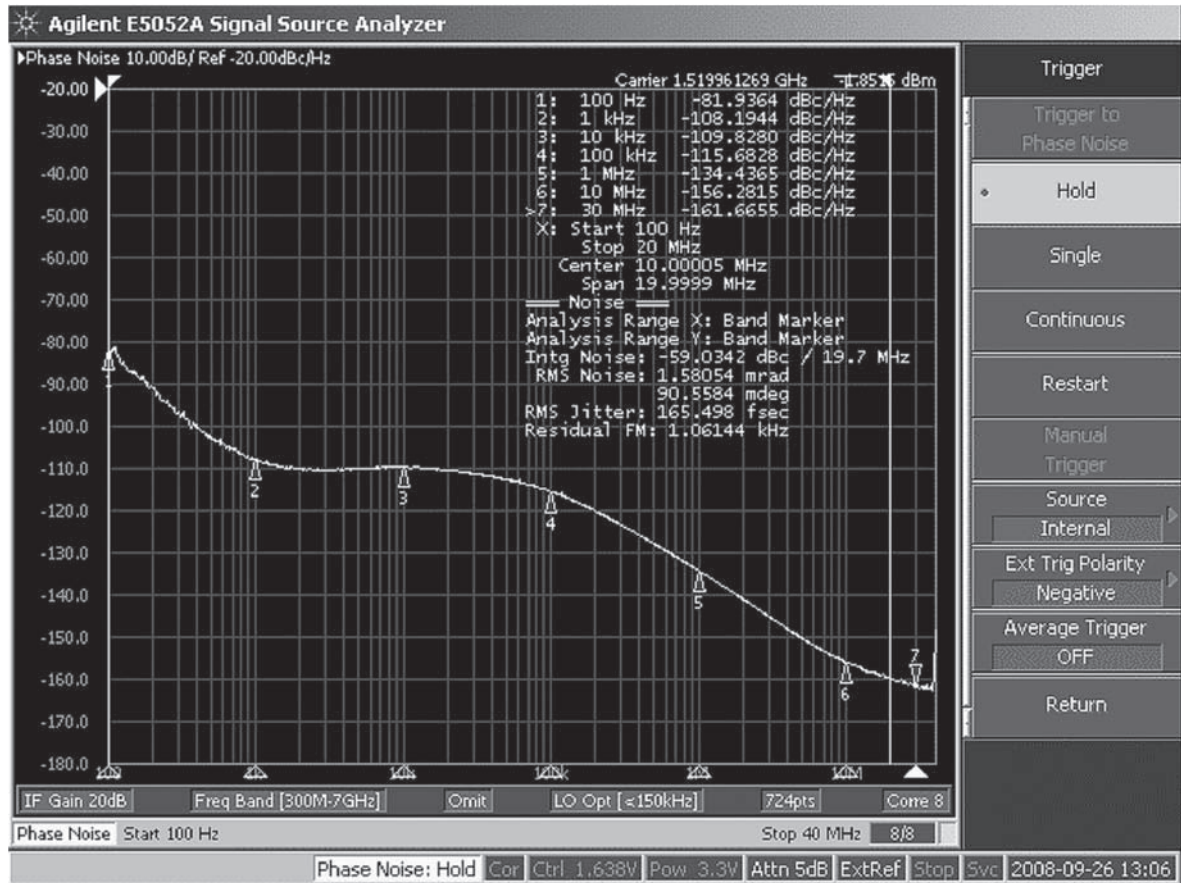
表5 Crystek CVHD-950-80

基准时钟 (MHz)	F _{comp1} (MHz)	PLL1 环路带宽 (Hz)	F _{comp2} (MHz)	PLL2 环路带宽 (kHz)
40	1.0	20	40	120.3



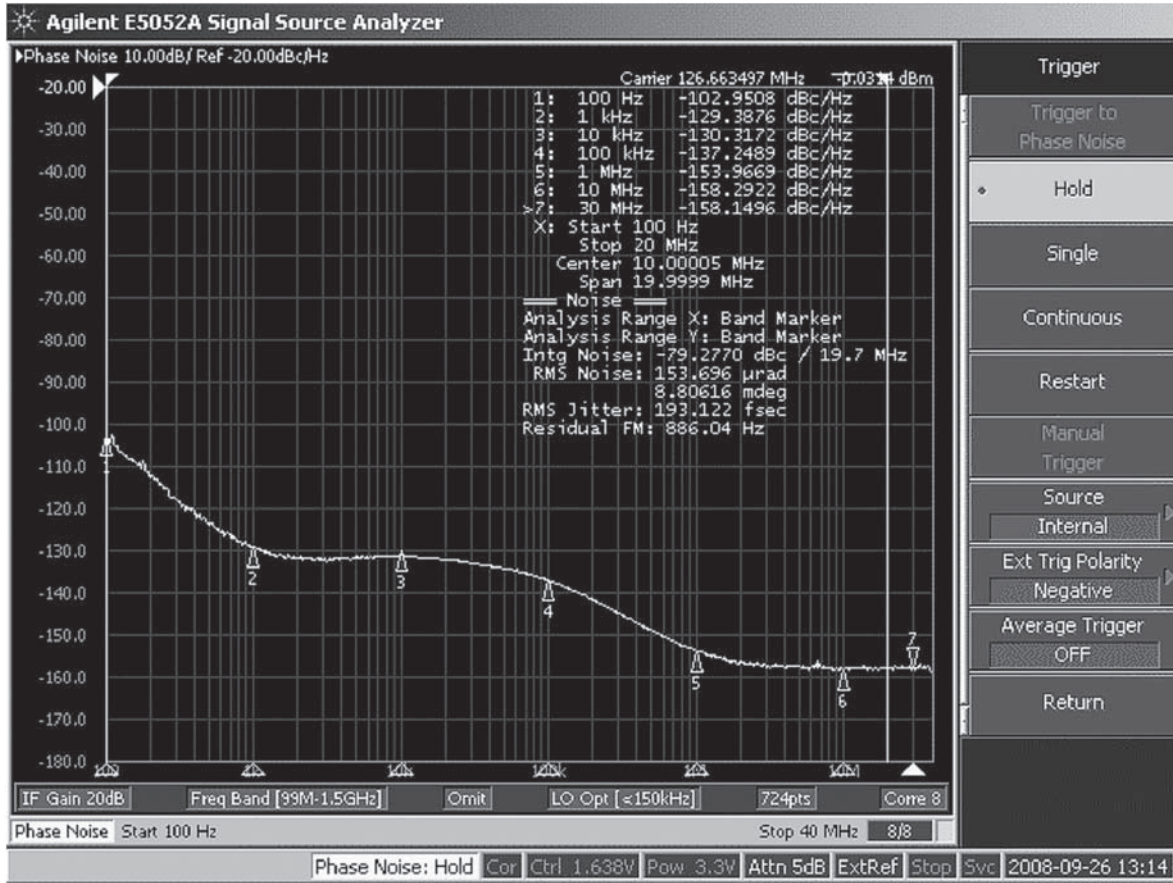
30082815

图15 Crystek CVHD-950-80 VCXO开环相位噪声



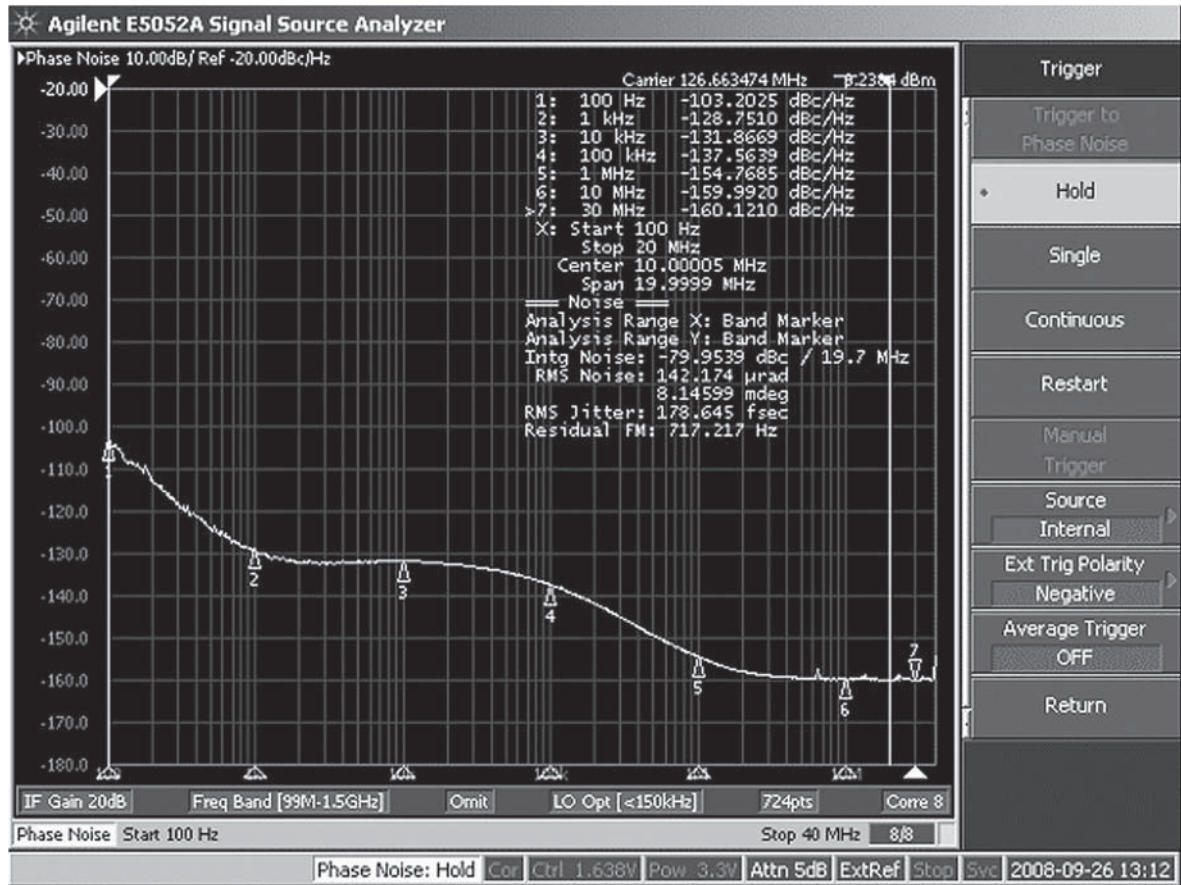
30082816

图16 LMK04031 Fout相位噪声, Crystek CVHD-950-80 VCXO



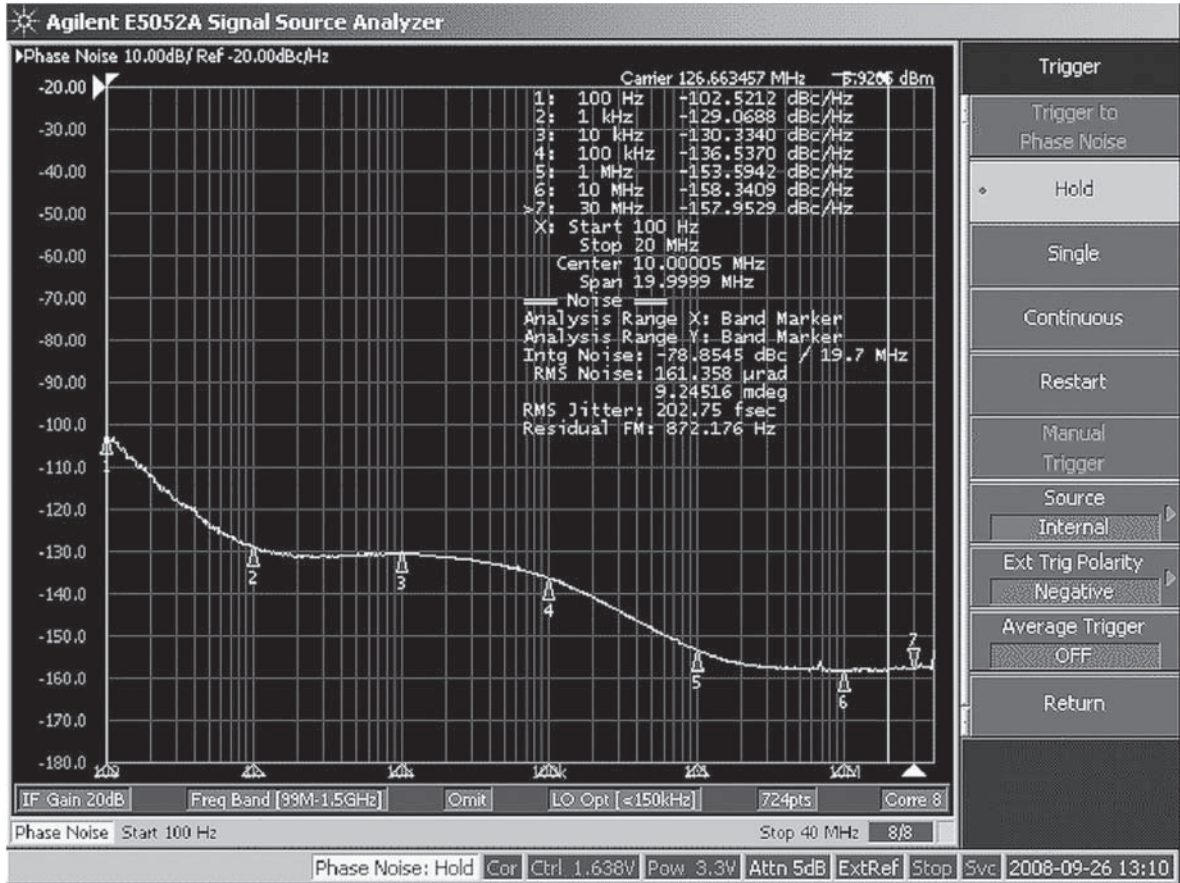
30082817

图17 LMK04031 LVDS相位噪声, Crystek CVHD-950-80 VCXO



30082818

图18 LMK04031 LVCMOS相位噪声, Crystek CVHD-950-80 VCXO

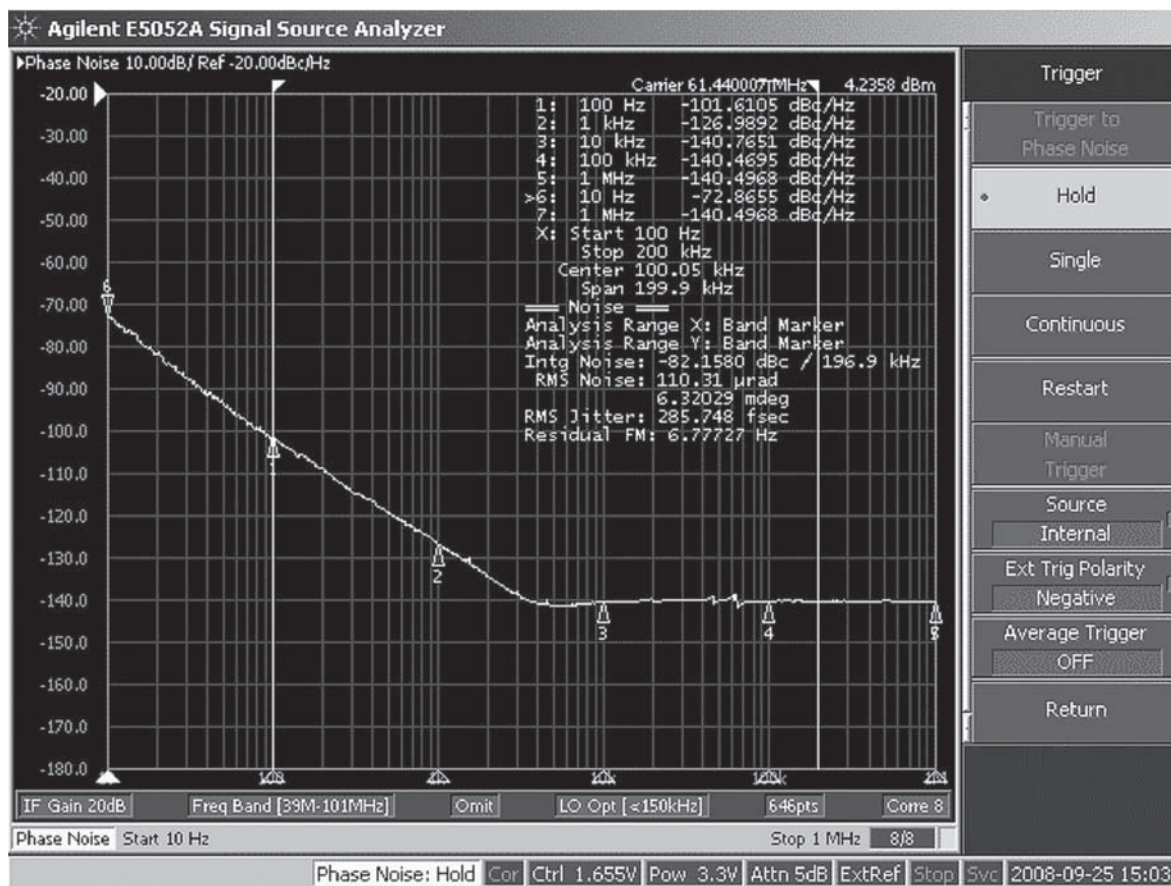


30082819

图19 LMK04031 LVPECL相位噪声， Crystek CVHD-950-80 VCXO

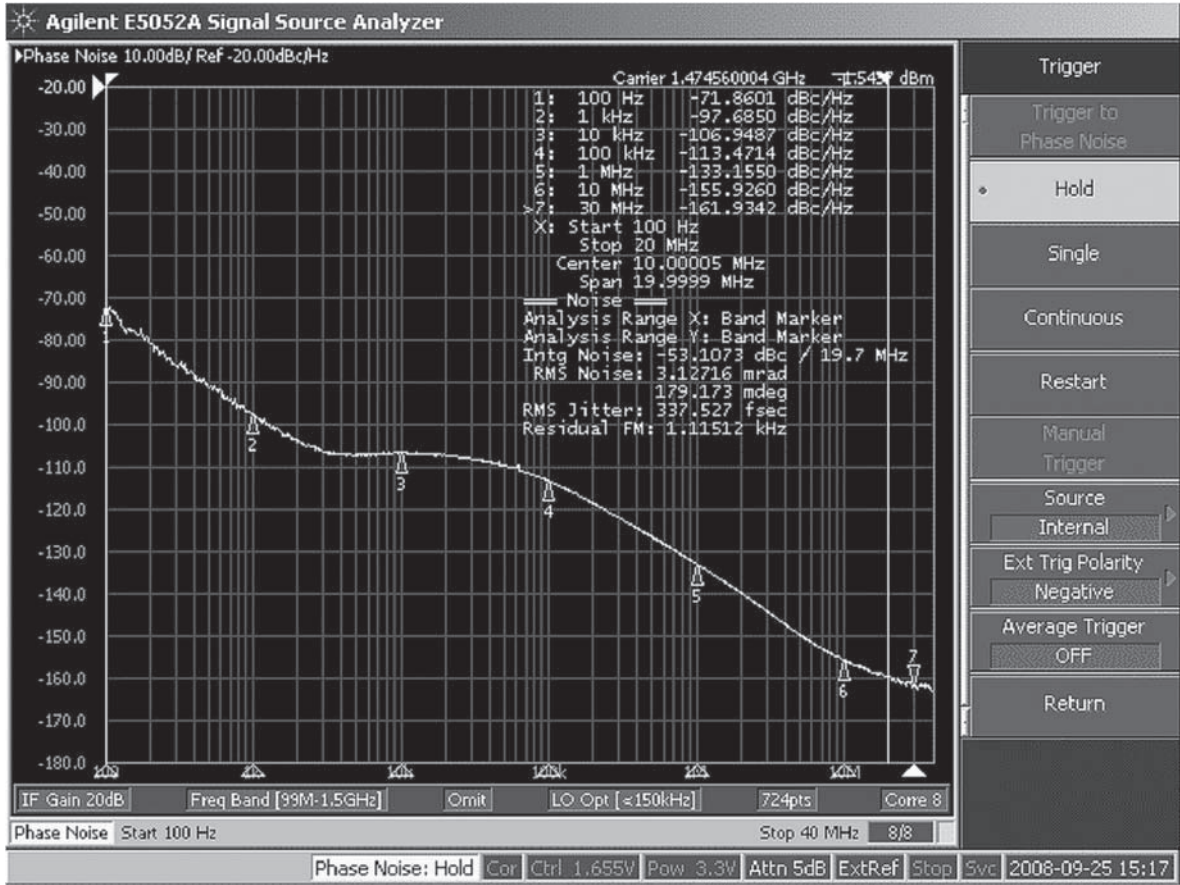
表6 Crystek CVPD-920-61.44

基准时钟 (MHz)	F _{comp1} (MHz)	PLL1 环路带宽 (Hz)	F _{comp2} (MHz)	PLL2 环路带宽 (kHz)
30.72	1.024	20	30.72	95.4



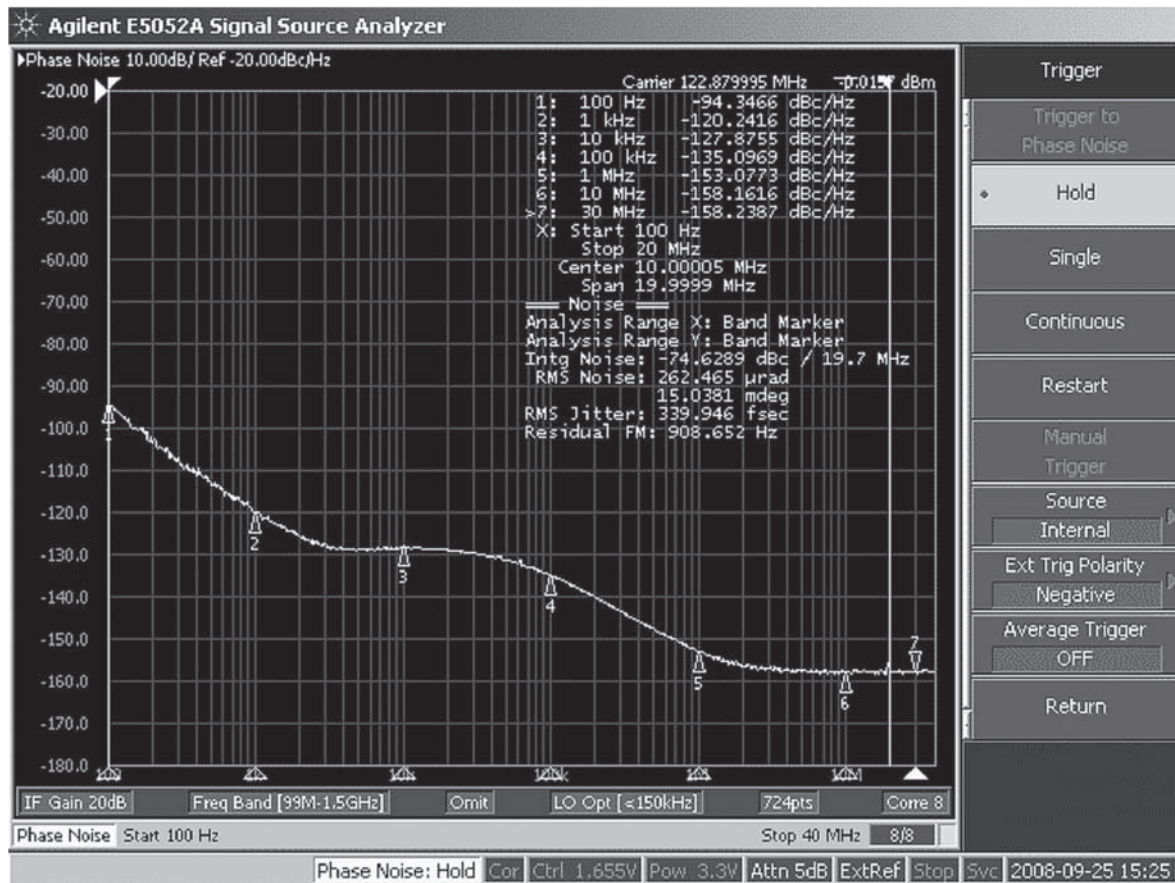
30082820

图20 Crystek CVPD-920-61.44 VCXO开环相位噪声



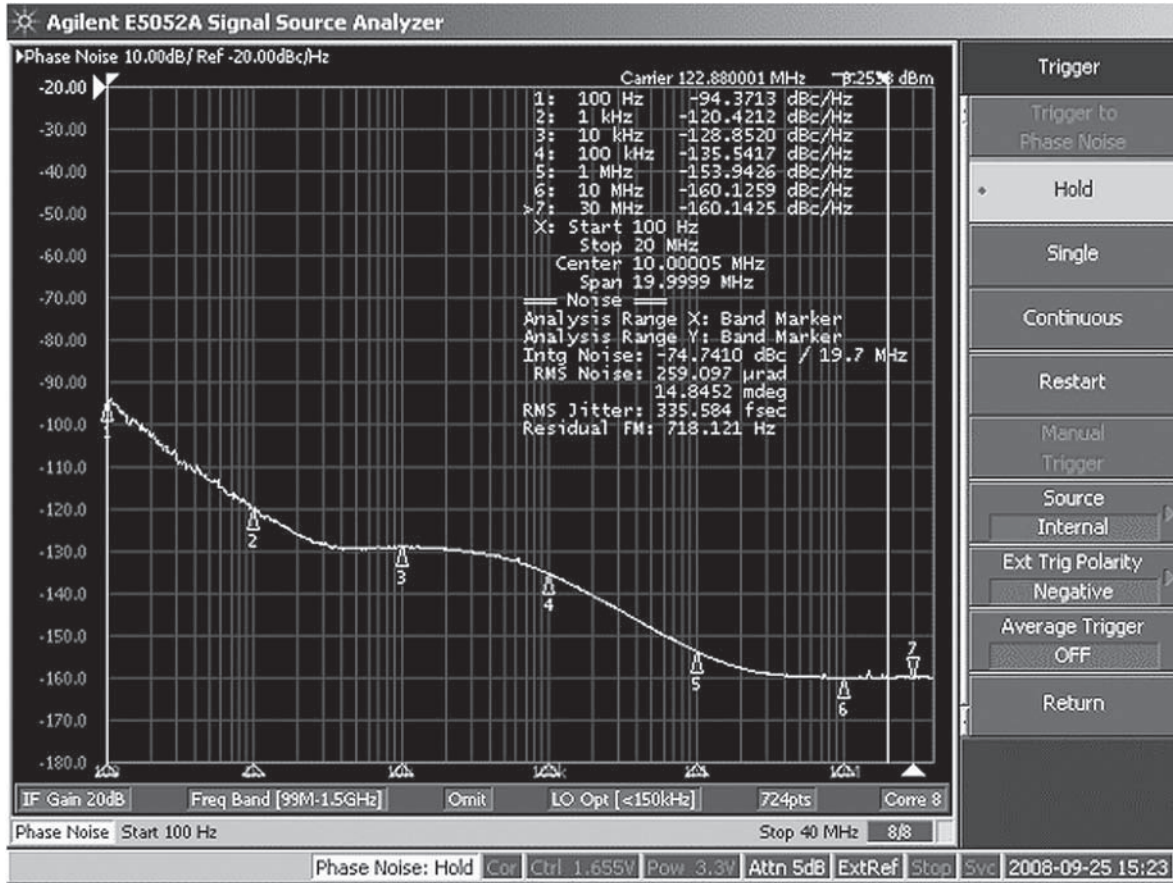
30082821

图21 LMK04031 Fout相位噪声， Crystek CVPD-920-61.44 VCXO



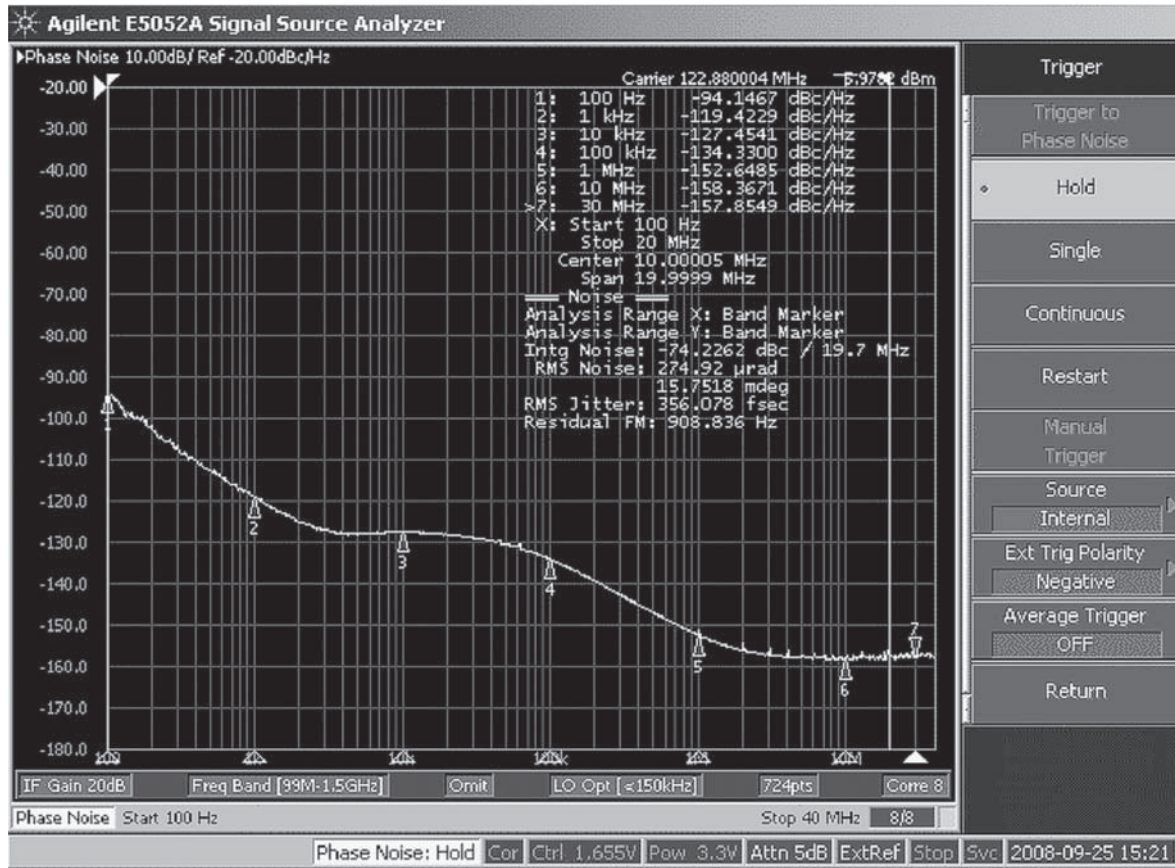
30082822

图22 LMK04031 LVDS相位噪声，Crystek CVPD-920-61.44 VCXO



30082823

图23 LMK04031 LVCMOS相位噪声, Crystek CVPD-920-61.44 VCXO

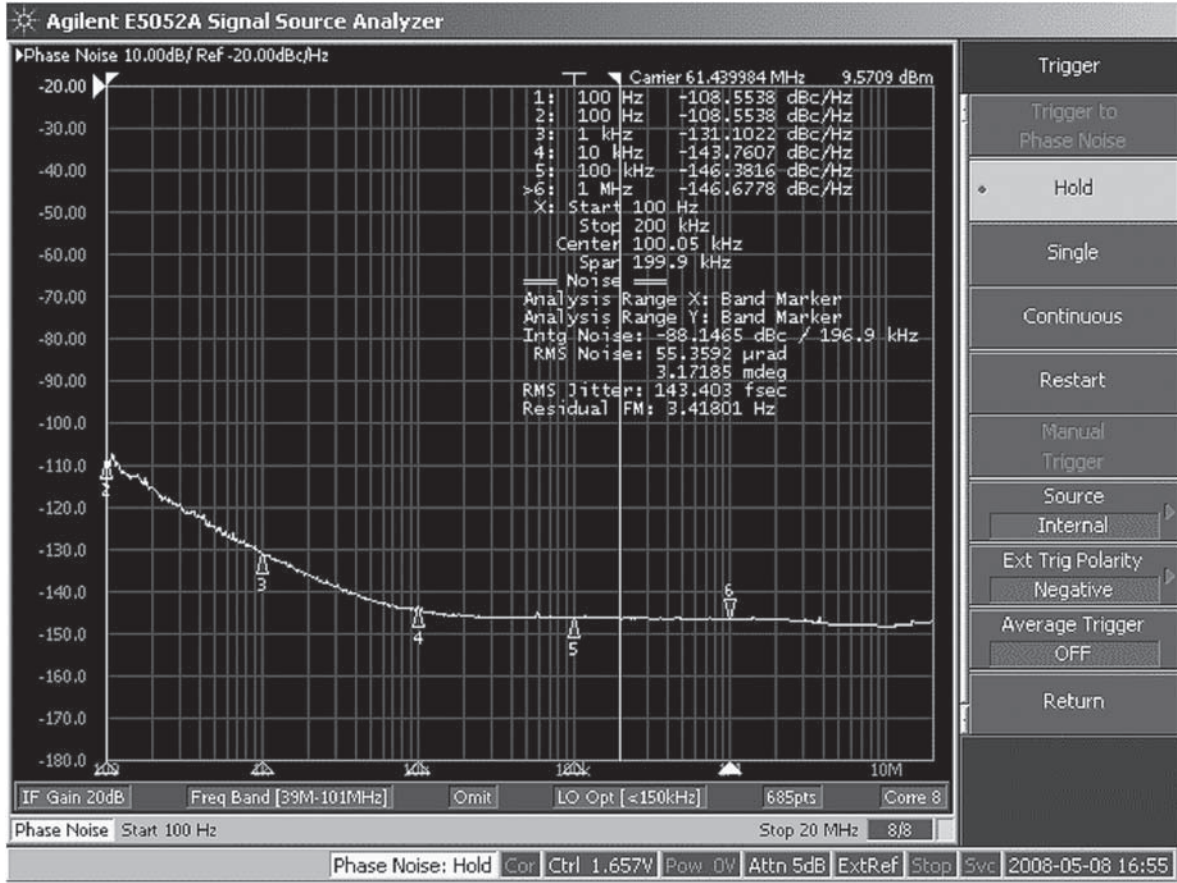


30082824

图24 LMK04031 LVPECL相位噪声, Crystek CVPD-920-61.44 VCXO

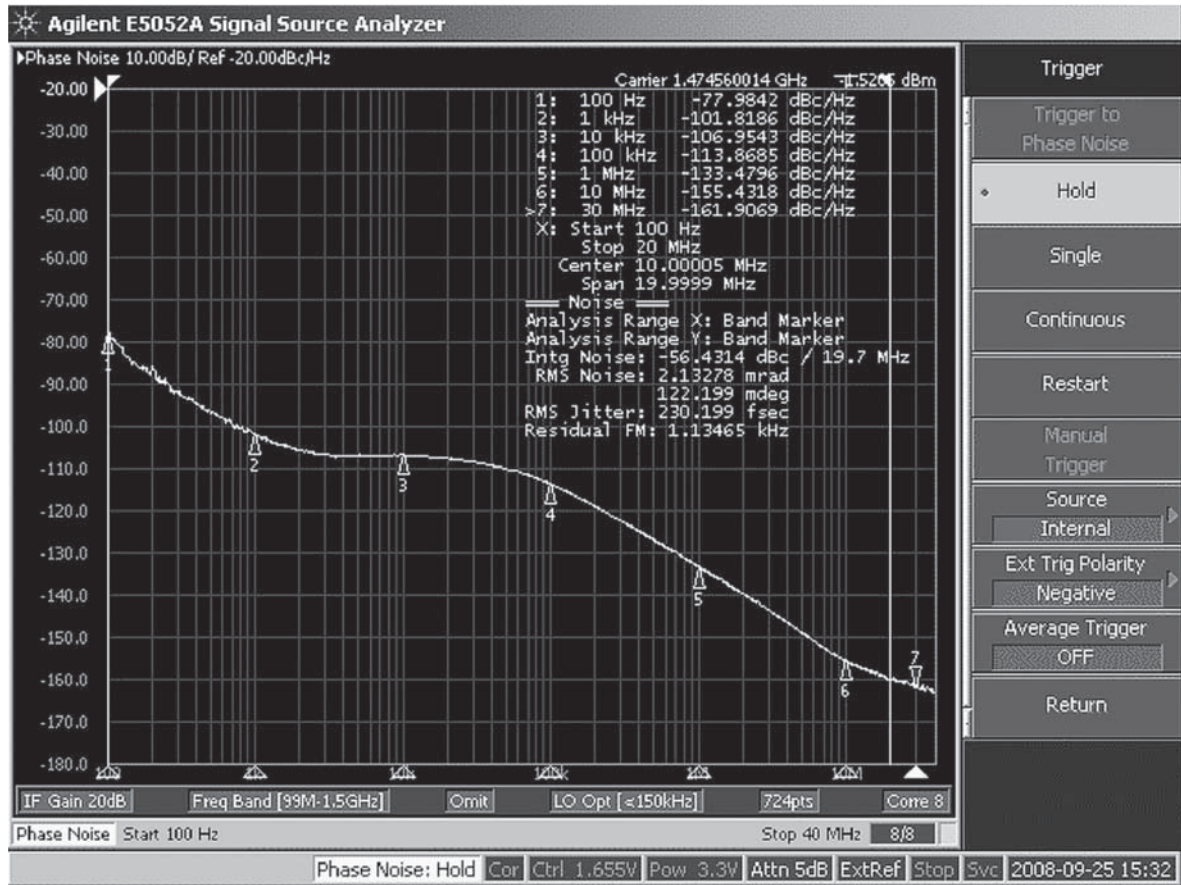
表7 Epson Toyocom VG-4501, 61.44 MHz

基准时钟 (MHz)	F _{comp1} (MHz)	PLL1 环路带宽 (Hz)	F _{comp2} (MHz)	PLL2 环路带宽 (kHz)
30.72	1.024	20	30.72	95.4



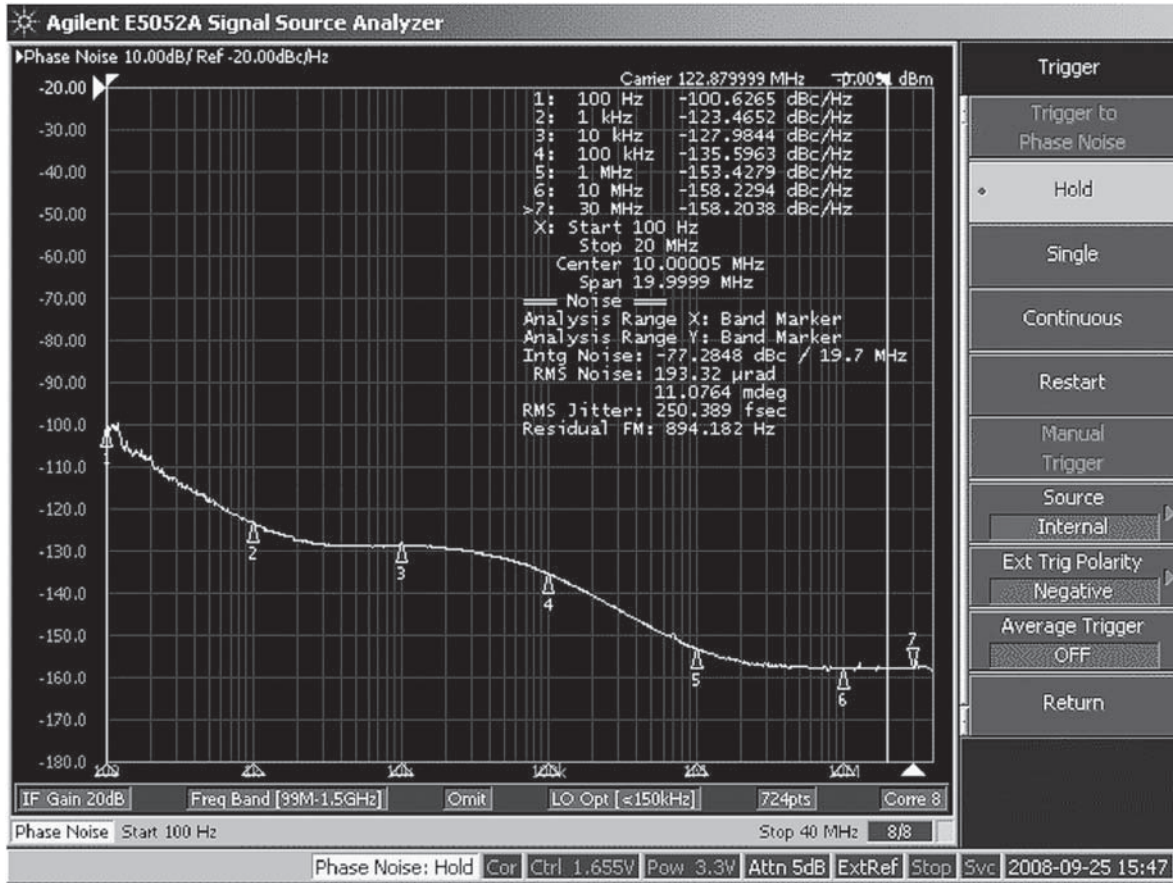
30082825

图25 Epson Toyocom VG-4501 VCXO, 61.44 MHz, 开环相位噪声



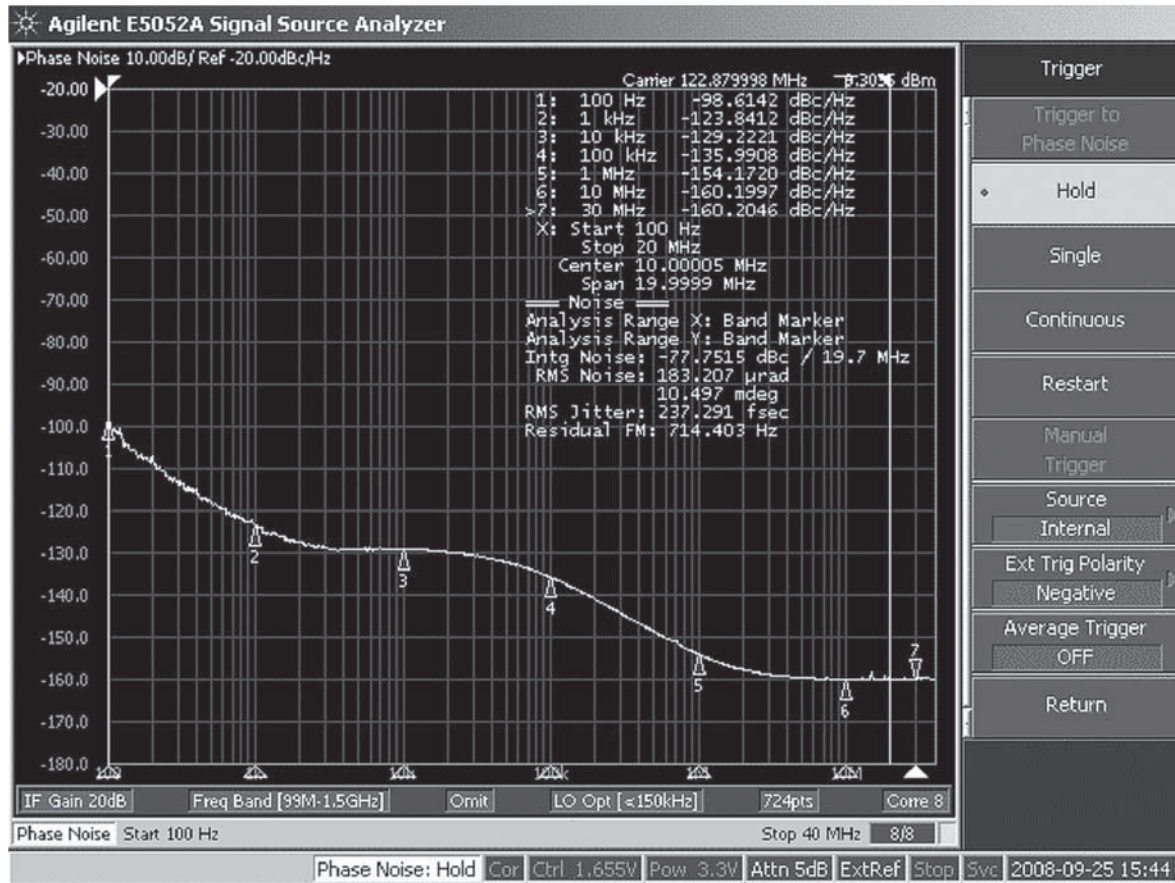
30082826

图26 LMK04031 Fout相位噪声，Epson Toyocom VG-4501 VCXO



30082827

图27 LMK04031 LVDS相位噪声, Epson Toyocom VG-4501 VCXO



30082828

图28 LMK04031 LVC MOS相位噪声, Epson Toyocom VG-4501 VCXO

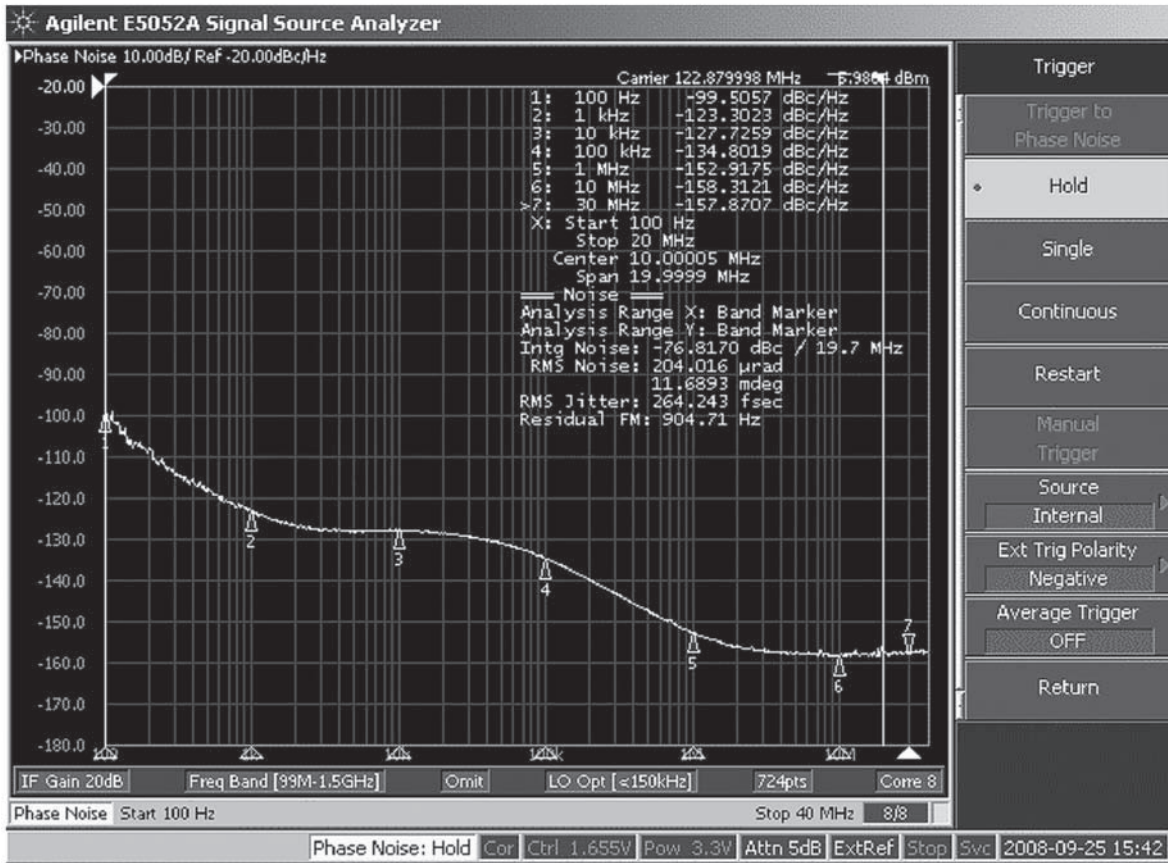
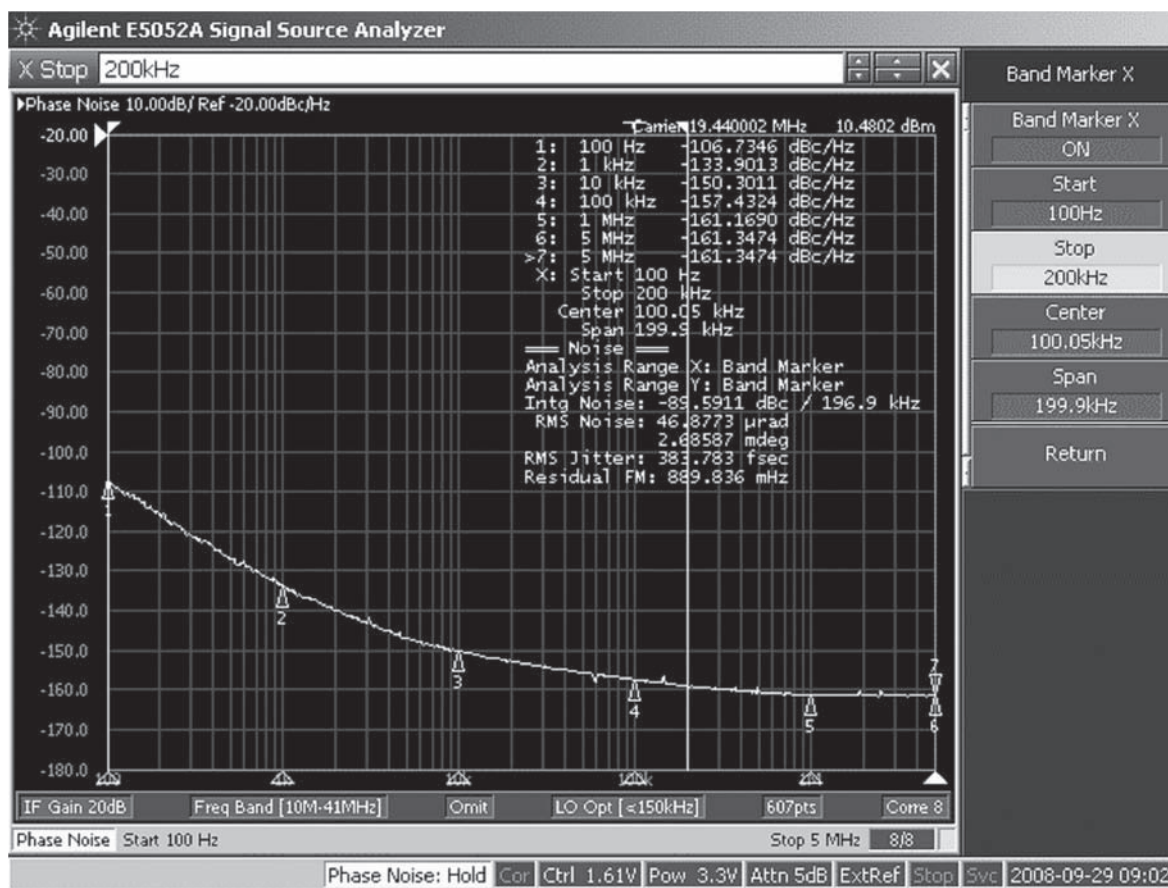


图29 LMK04031 LVPECL相位噪声, Epson Toyocom VG-4501 VCXO

30082829

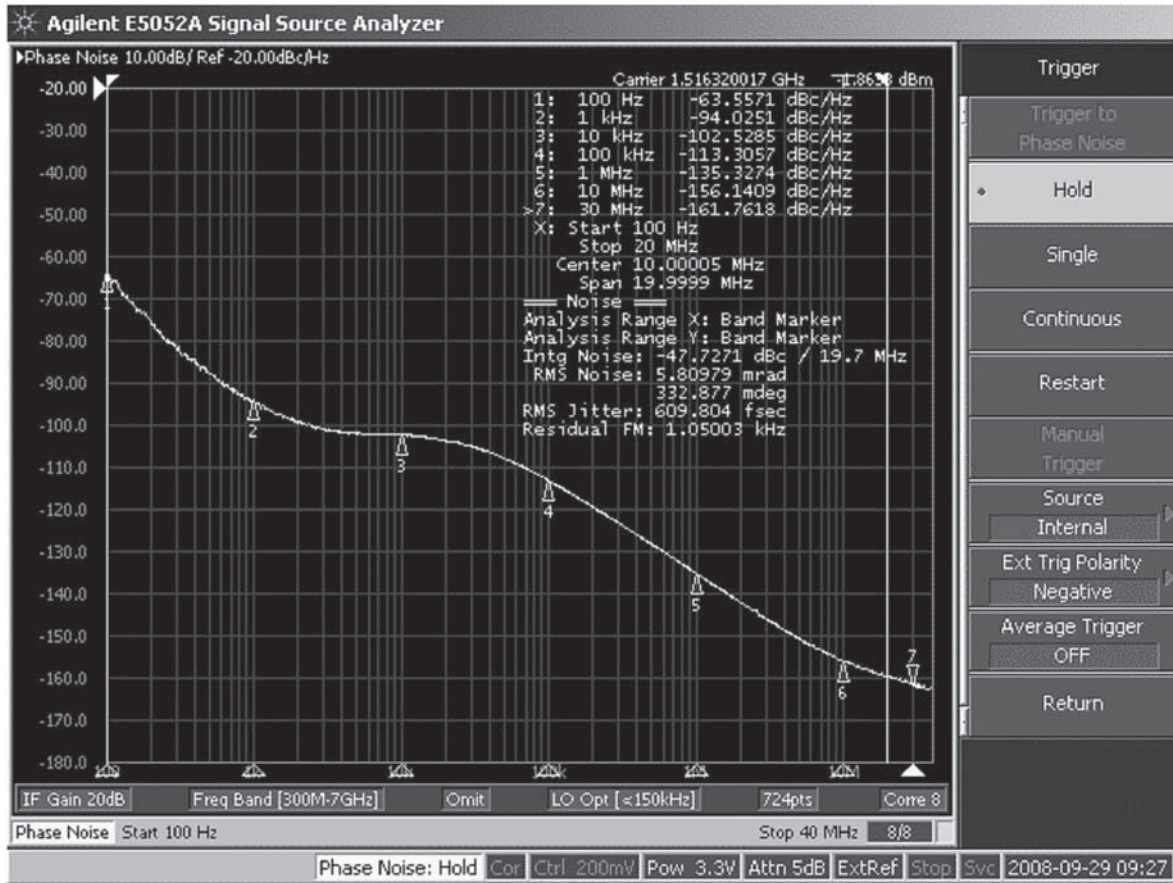
表8 Epson Toyocom VG-4231, 19.44 MHz

基准时钟 (MHz)	F _{comp1} (MHz)	PLL1 环路带宽 (Hz)	F _{comp2} (MHz)	PLL2 环路带宽 (kHz)
19.44	1.08	20	19.44	59



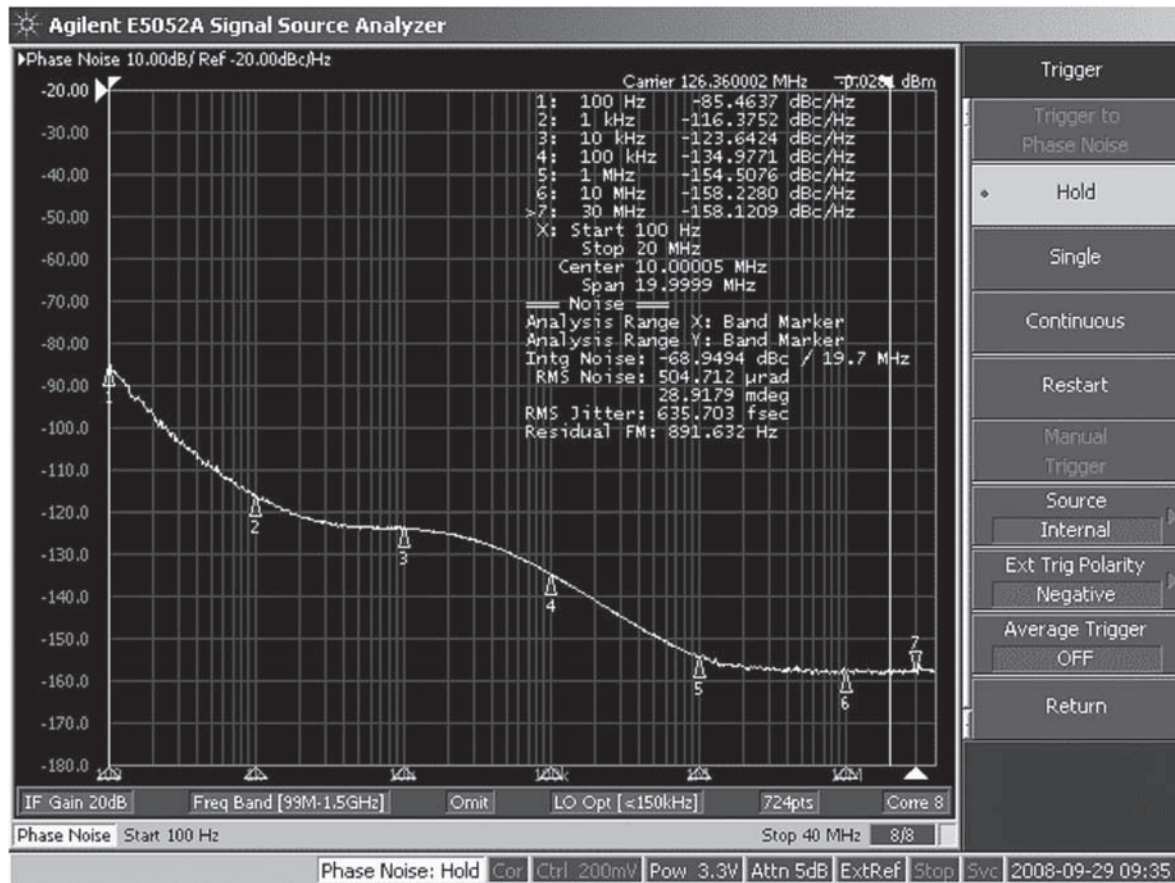
30082830

图30 Epson Toyocom VG-4231 VCXO, 19.44 MHz, 开环相位噪声



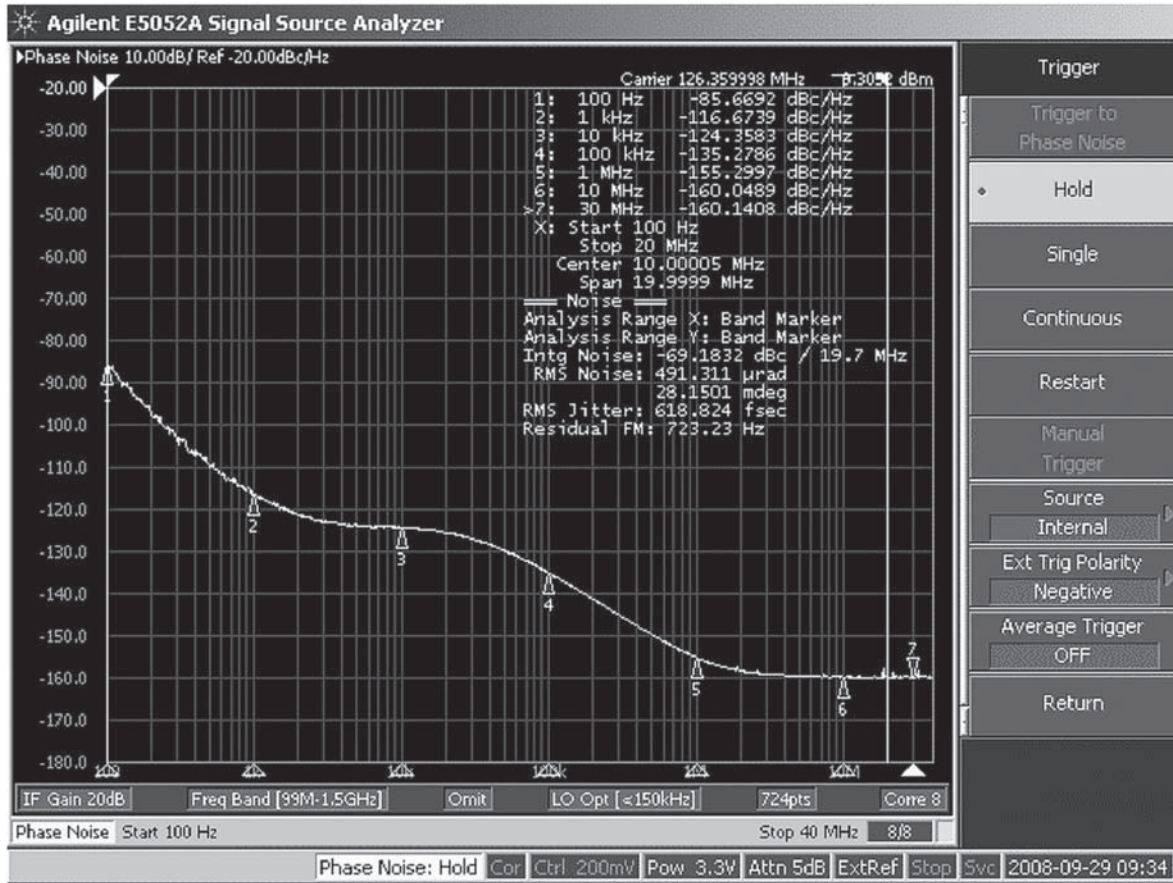
30082831

图31 LMK04031 Fout相位噪声，Epson Toyocom VG-4231 VCXO



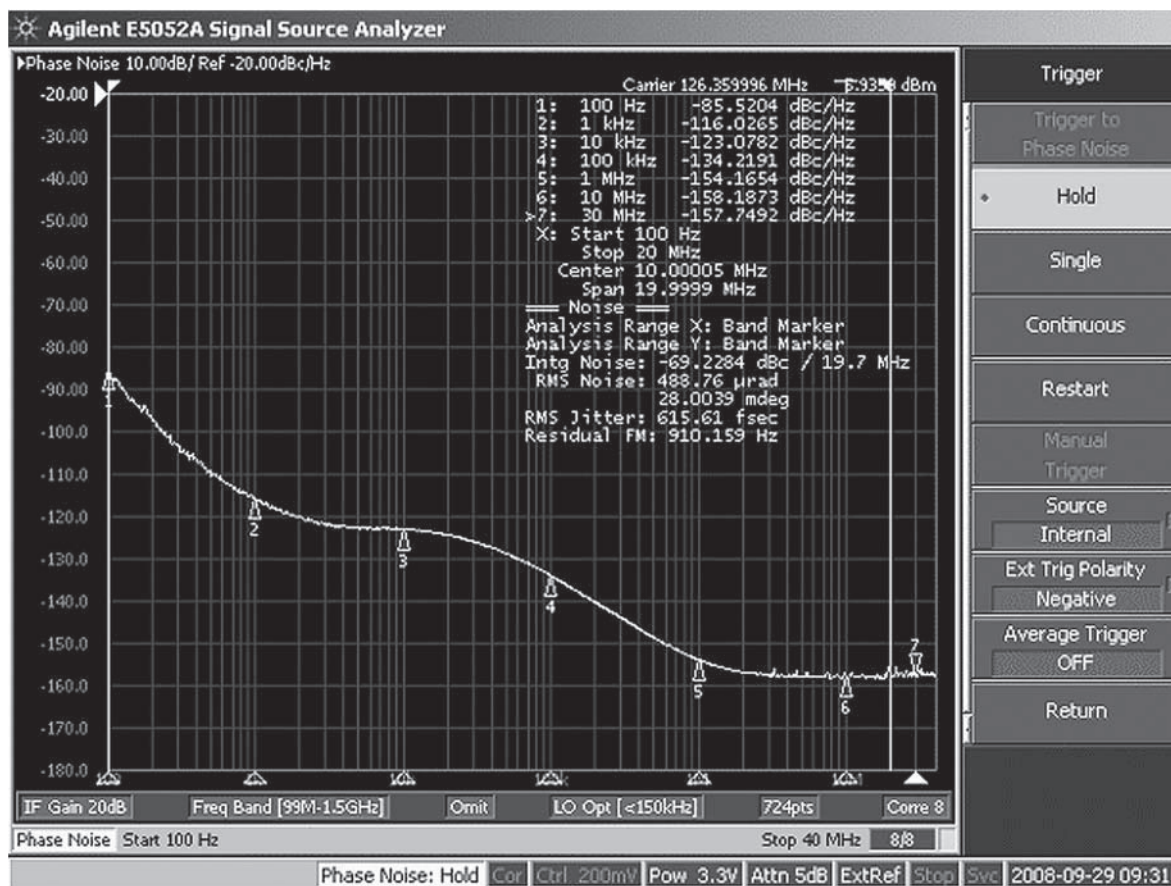
30082832

图32 LMK04031 LVDS相位噪声，Epson Toyocom VG-4231 VCXO



30082833

图33 LMK04031 LVC MOS相位噪声, Epson Toyocom VG-4231 VCXO

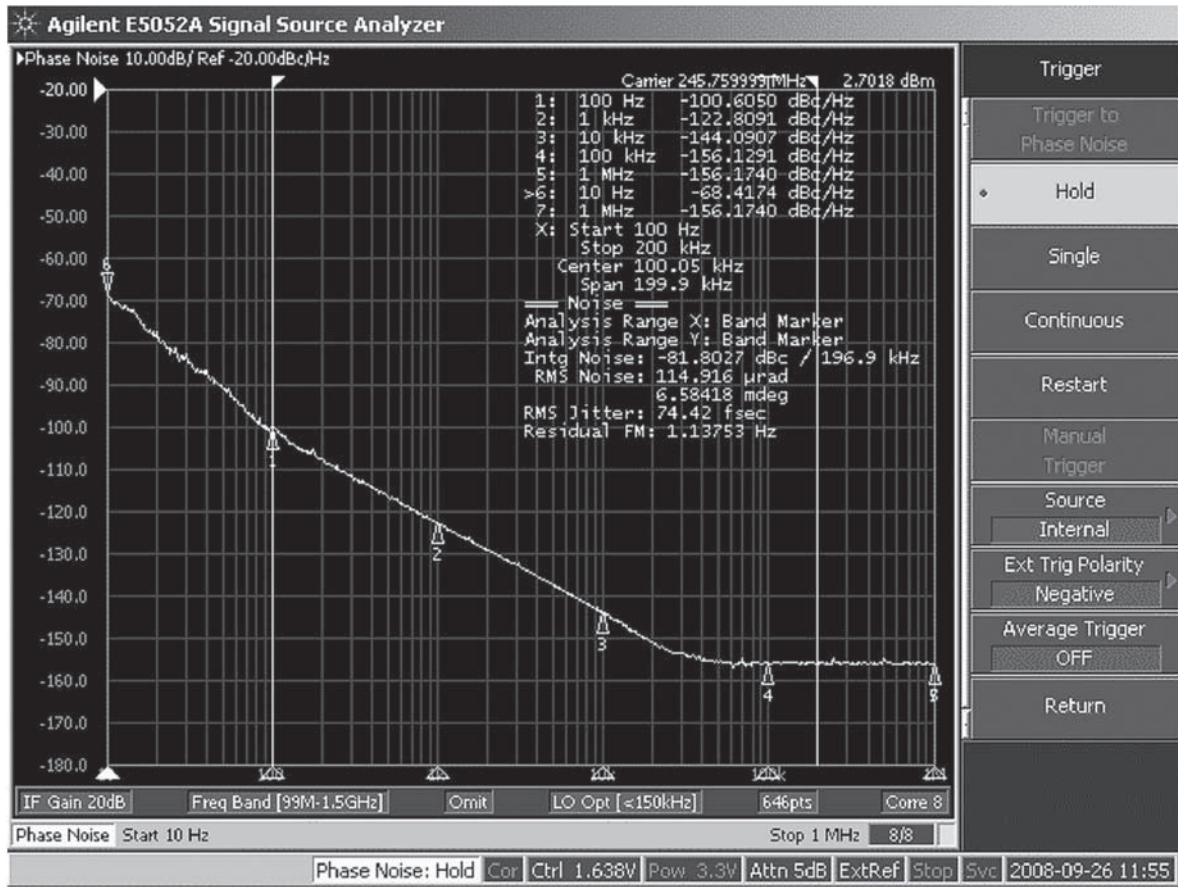


30082834

图34 LMK04031 LVPECL相位噪声, Epson Toyocom VG-4231 VCXO

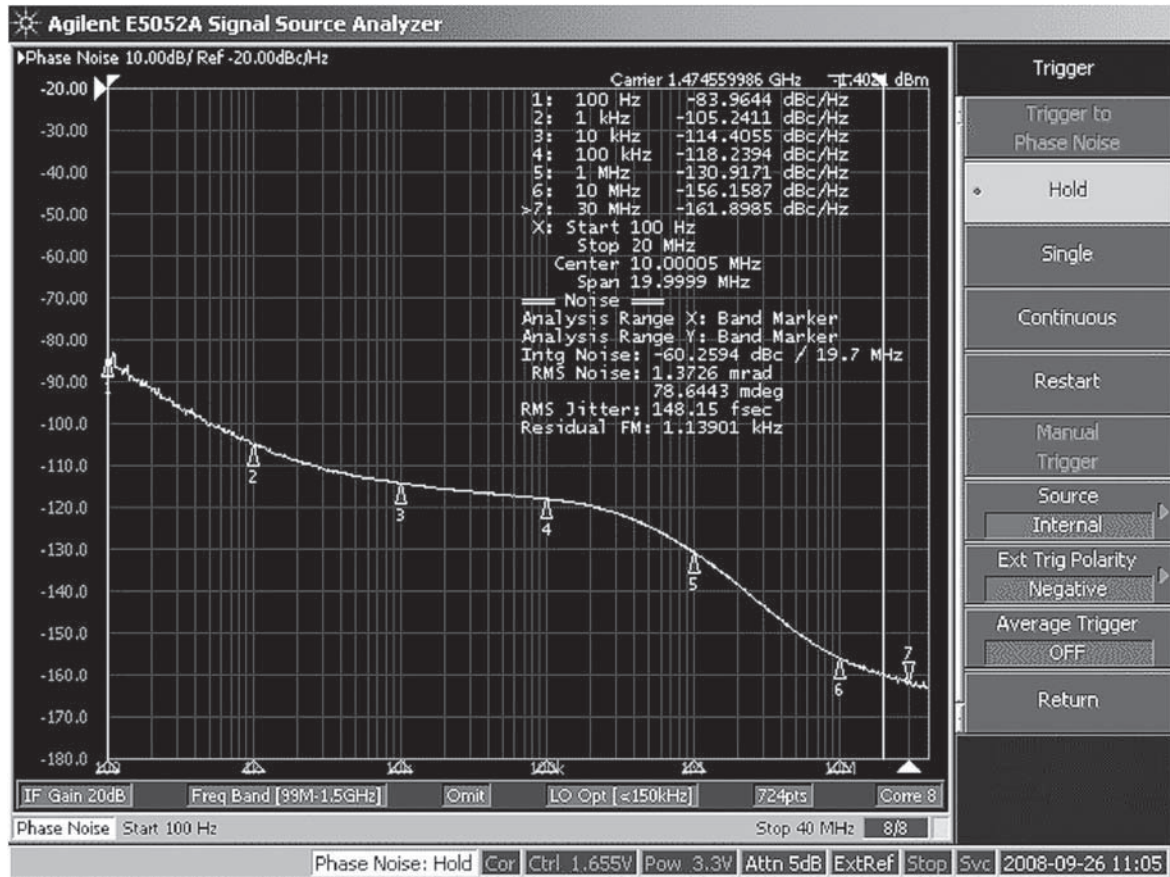
表9 Epson Toyocom TCO-2111-A 245.76

基准时钟 (MHz)	F _{comp1} (MHz)	PLL1 环路带宽 (Hz)	F _{comp2} (MHz)	PLL2 环路带宽 (kHz)
122.88	1.024	20	61.44	189.7



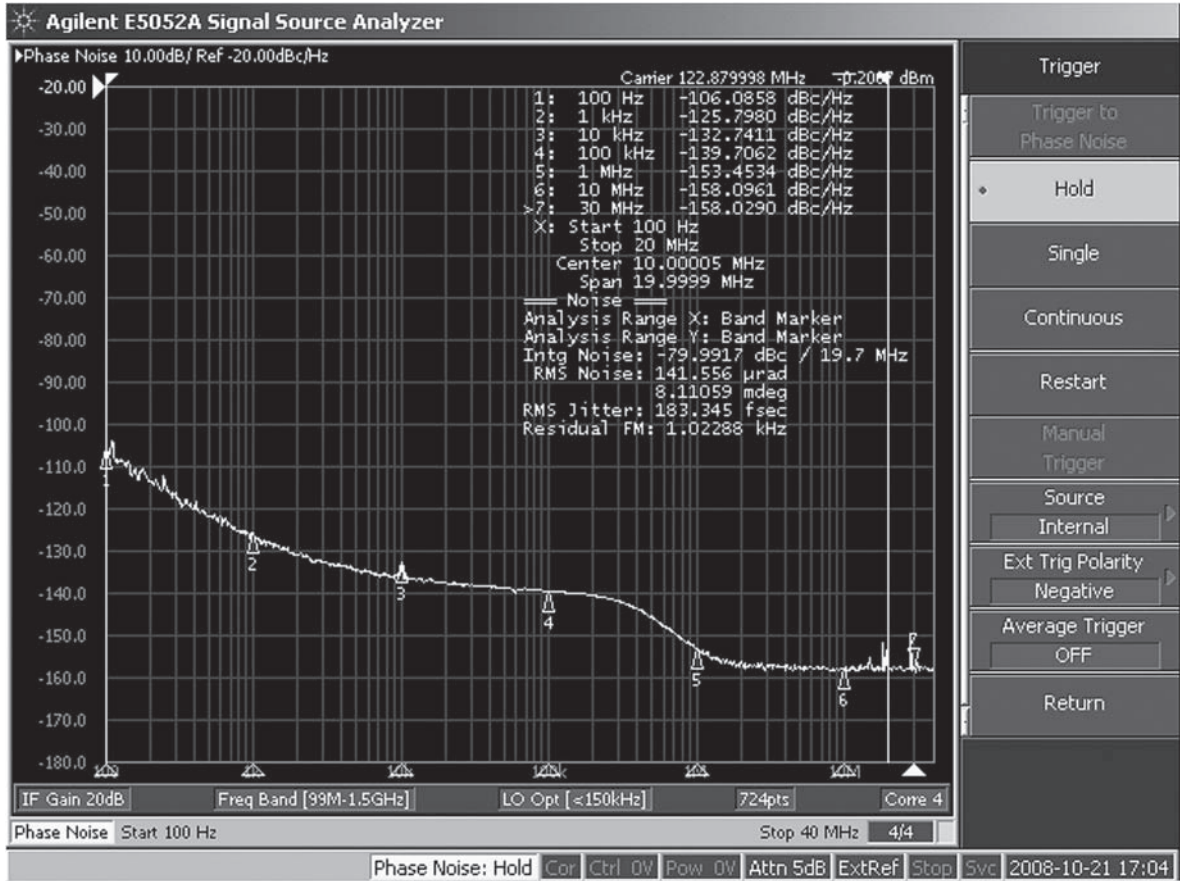
30082835

图35 Epson Toyocom TCO-2111-AA VCXO, 245.76 MHz, 开环相位噪声



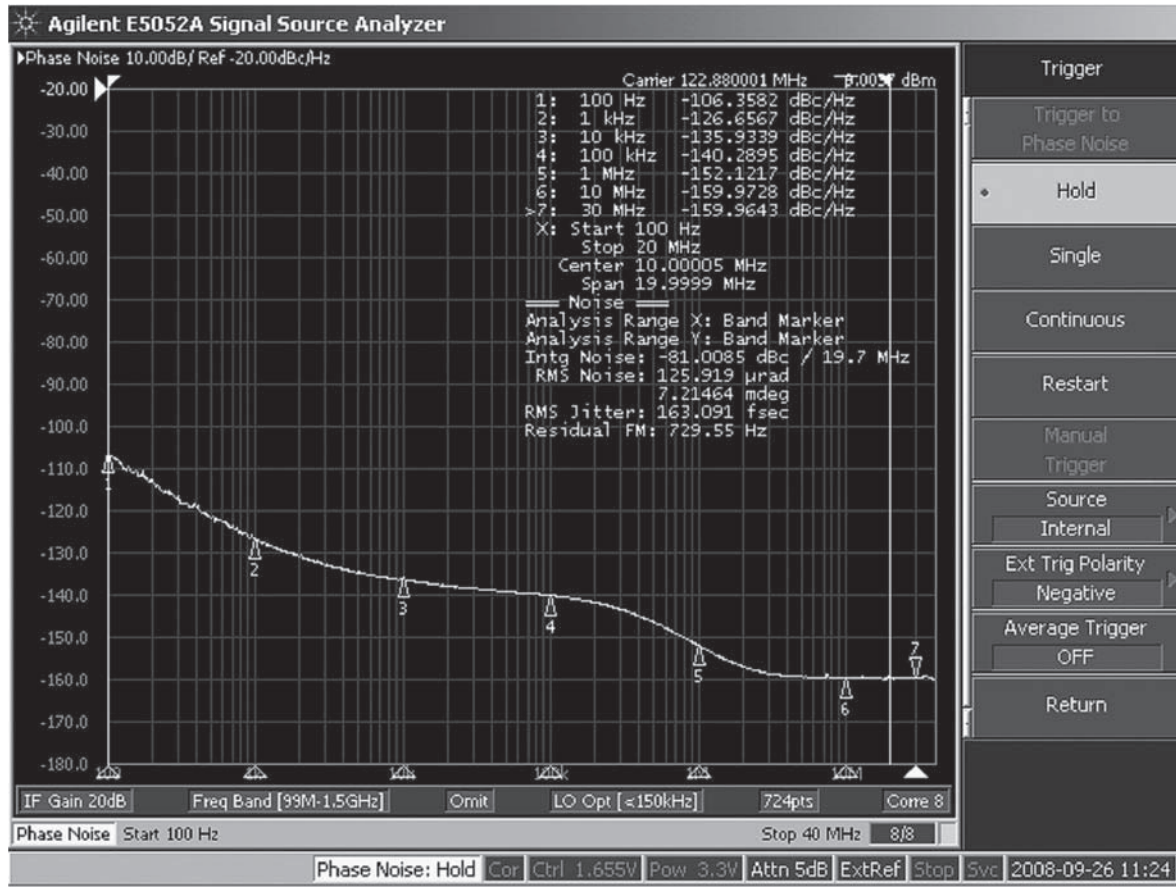
30082836

图36 LMK04031 Fout相位噪声，Epson Toyocom TCO-2111-AA VCXO



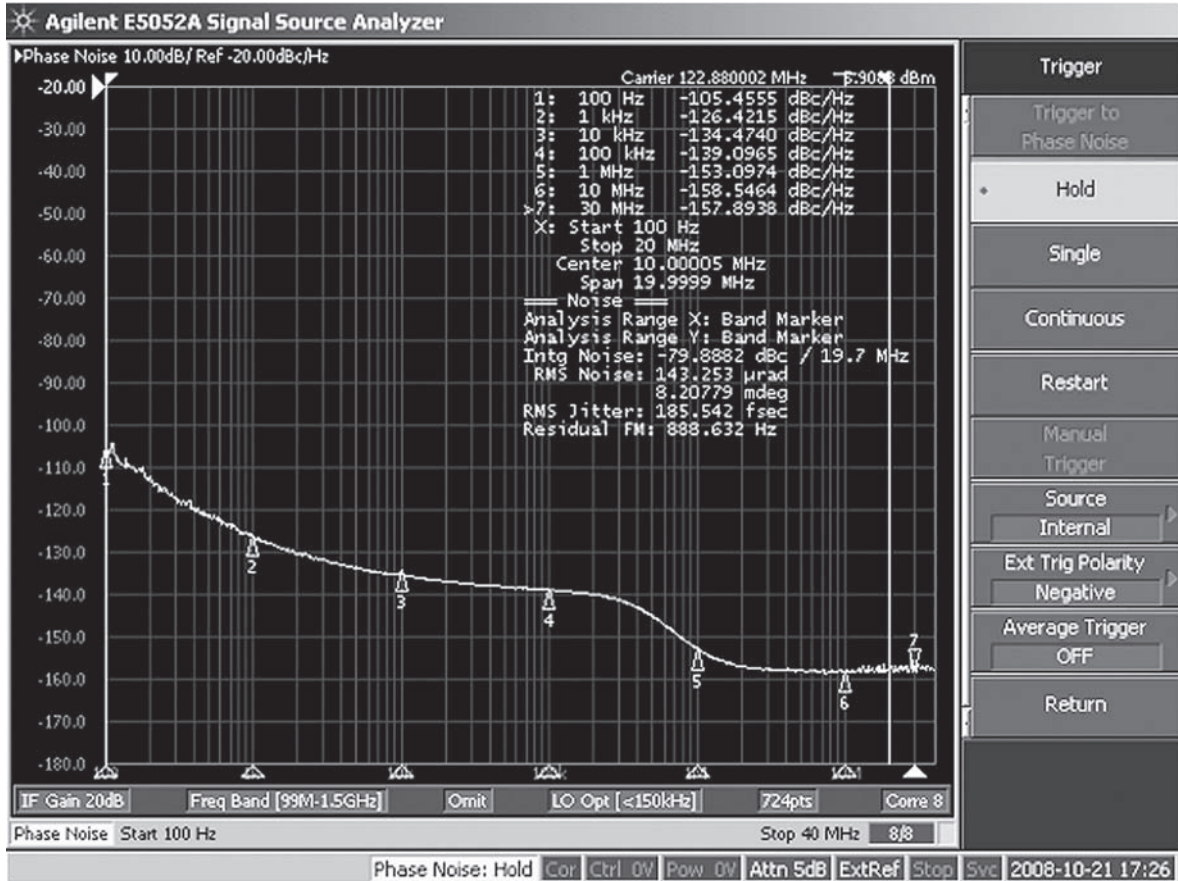
30082863

图37 LMK04031 LVDS相位噪声，Epson Toyocom TCO-2111-AA VCXO



30082864

图38 LMK04031 LVCMOS相位噪声，Epson Toyocom TCO-2111-AA VCXO

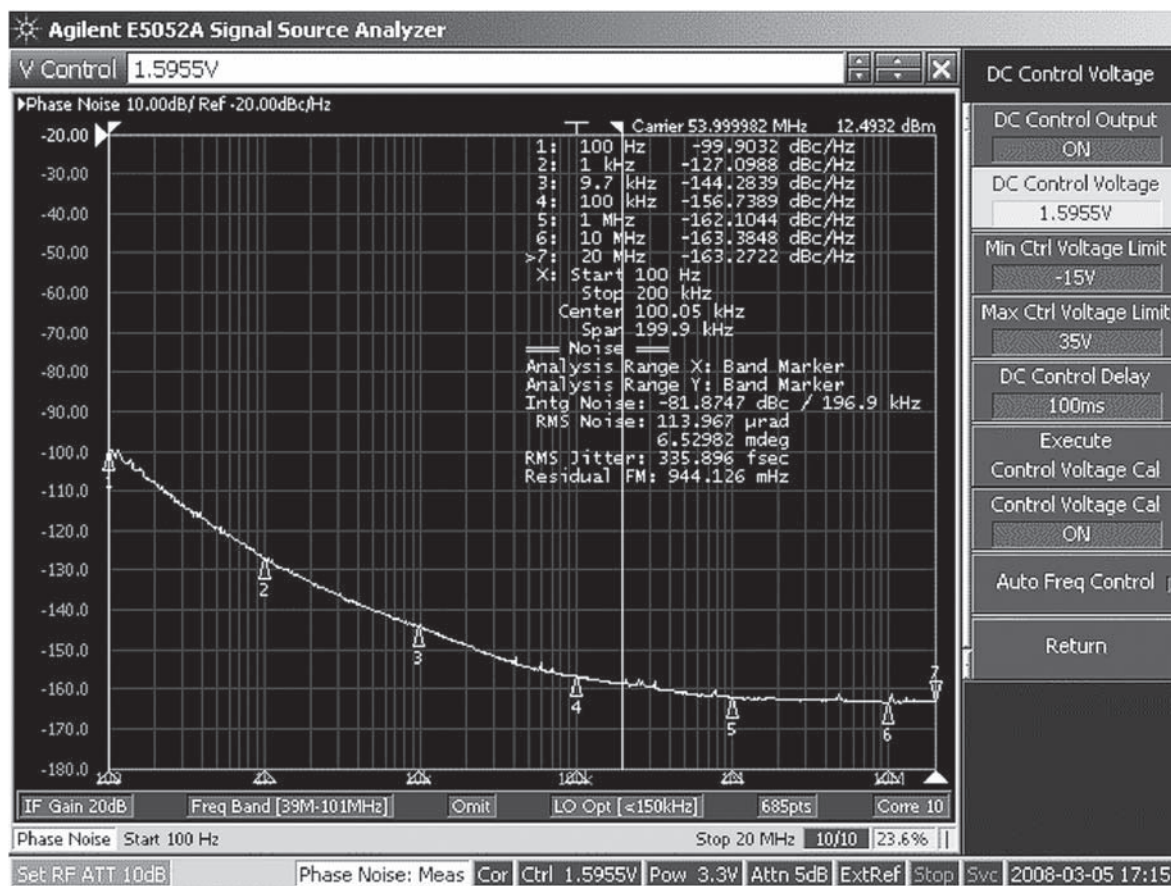


30082865

图39 LMK04031 LVPECL相位噪声, Epson Toyocom TCO-2111-AA VCXO

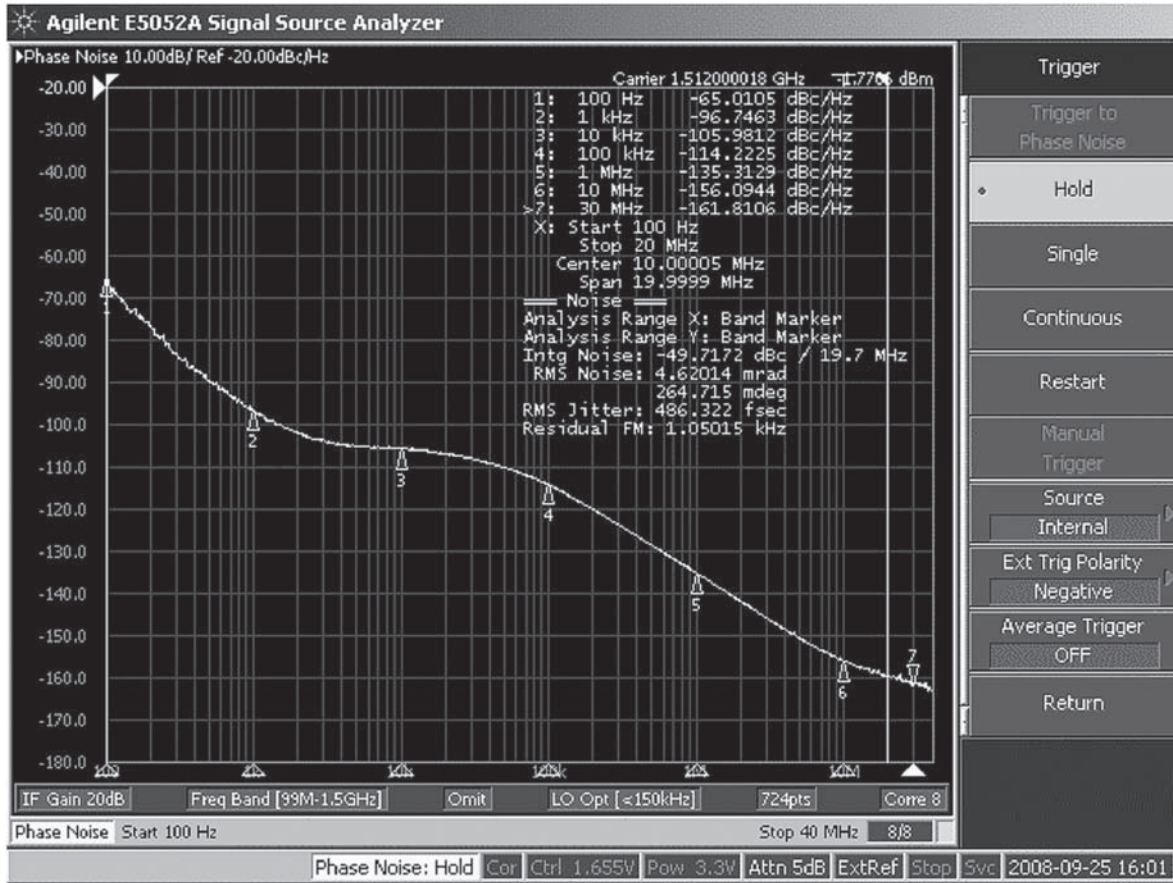
表10 Suntsu SVD系列, 54 MHz

基准时钟 (MHz)	F _{comp1} (MHz)	PLL1 环路带宽 (Hz)	F _{comp2} (MHz)	PLL2 环路带宽 (kHz)
27	1.0	30	27	81.9



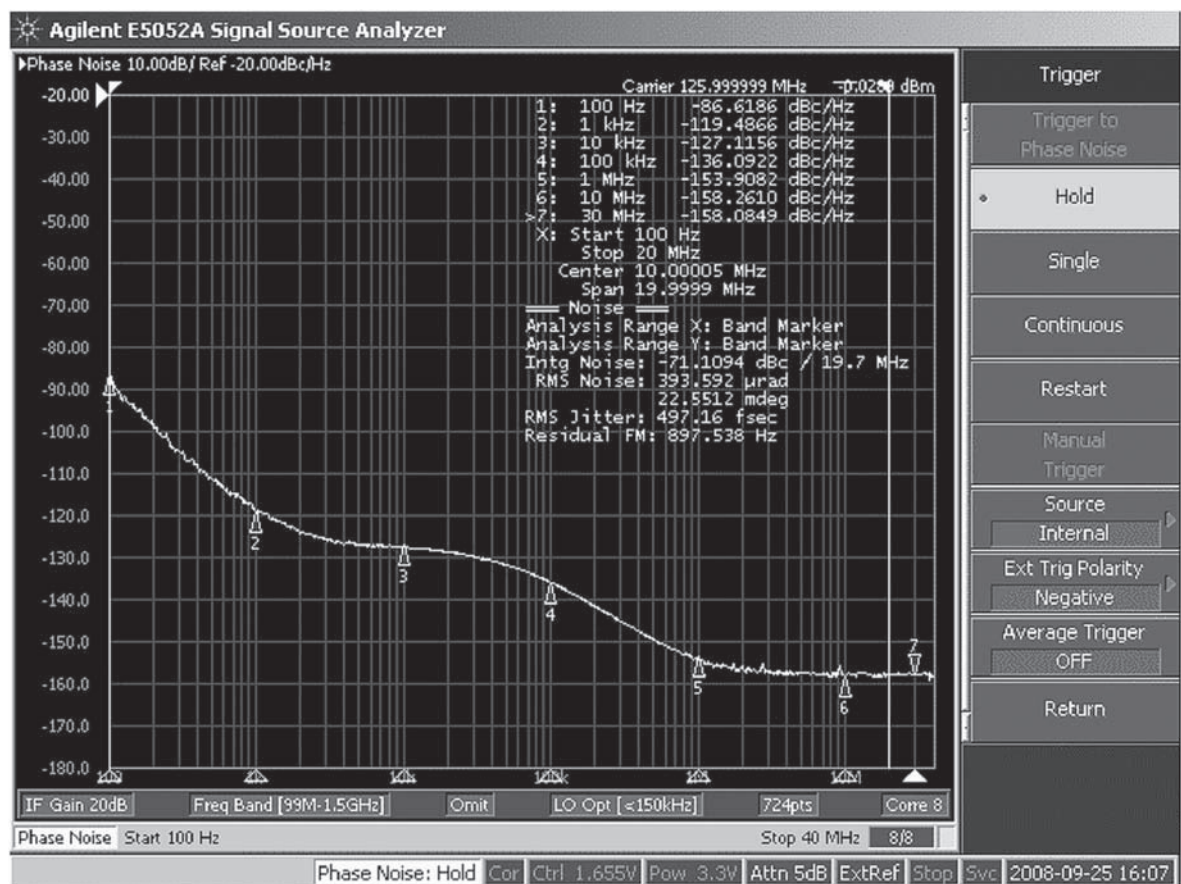
30082839

图40 Suntsu SVD系列VCXO, 54 MHz, 开环相位噪声



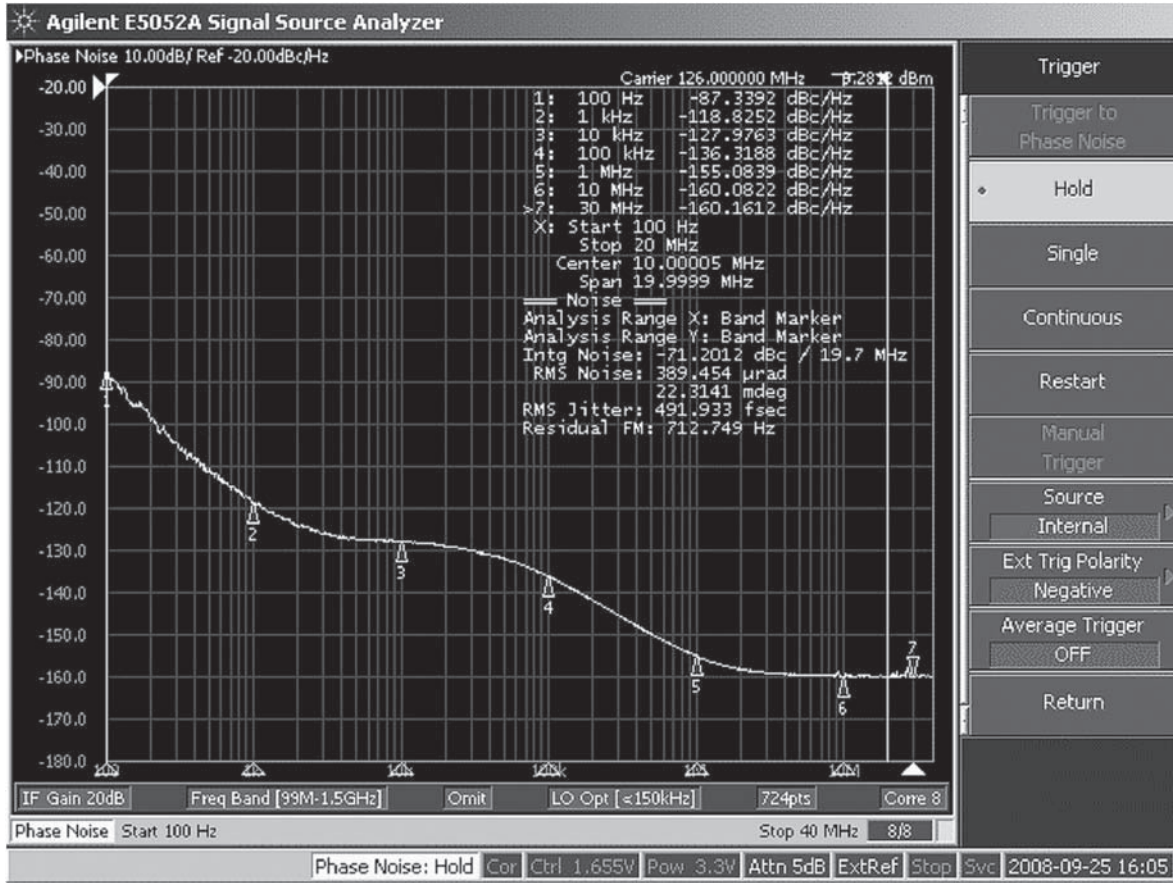
30082840

图41 LMK04031 Fout相位噪声，Sunsu SVD系列VCXO，54 MHz



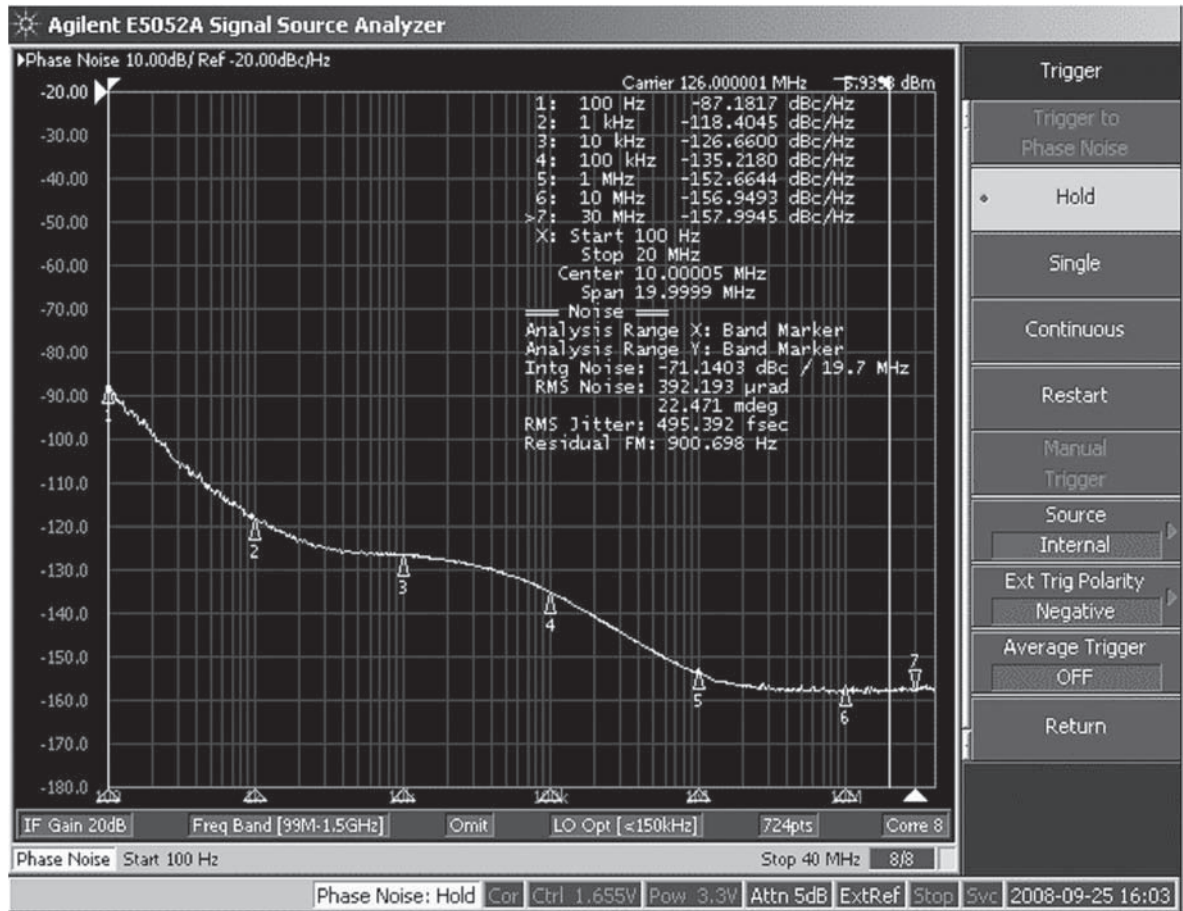
30082841

图42 LMK04031 LVDS相位噪声, Suntsu SVD系列VCXO, 54 MHz



30082842

图43 LMK04031 LVC MOS相位噪声, Suntu SVD系列VCXO, 54 MHz

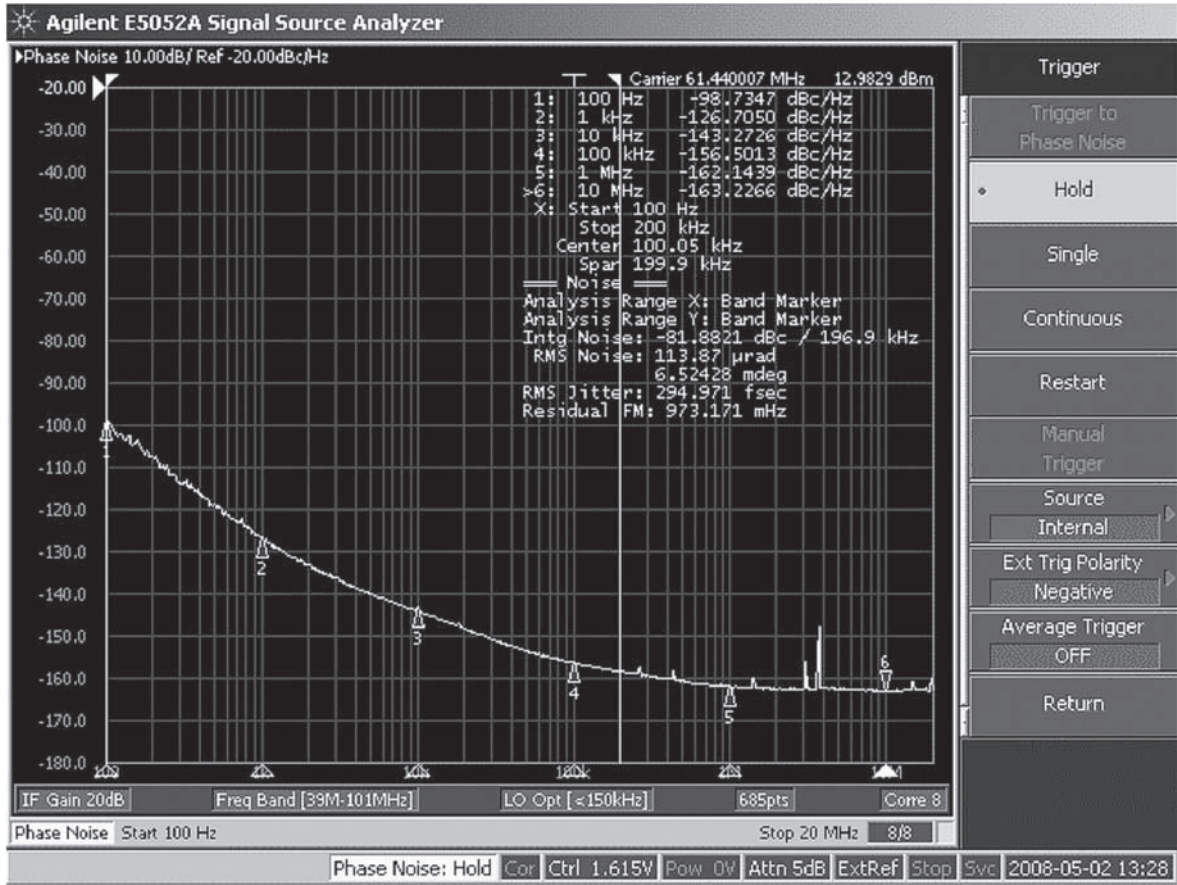


30082843

图44 LMK04031 LVPECL相位噪声，Suntsu SVD系列VCXO，54 MHz

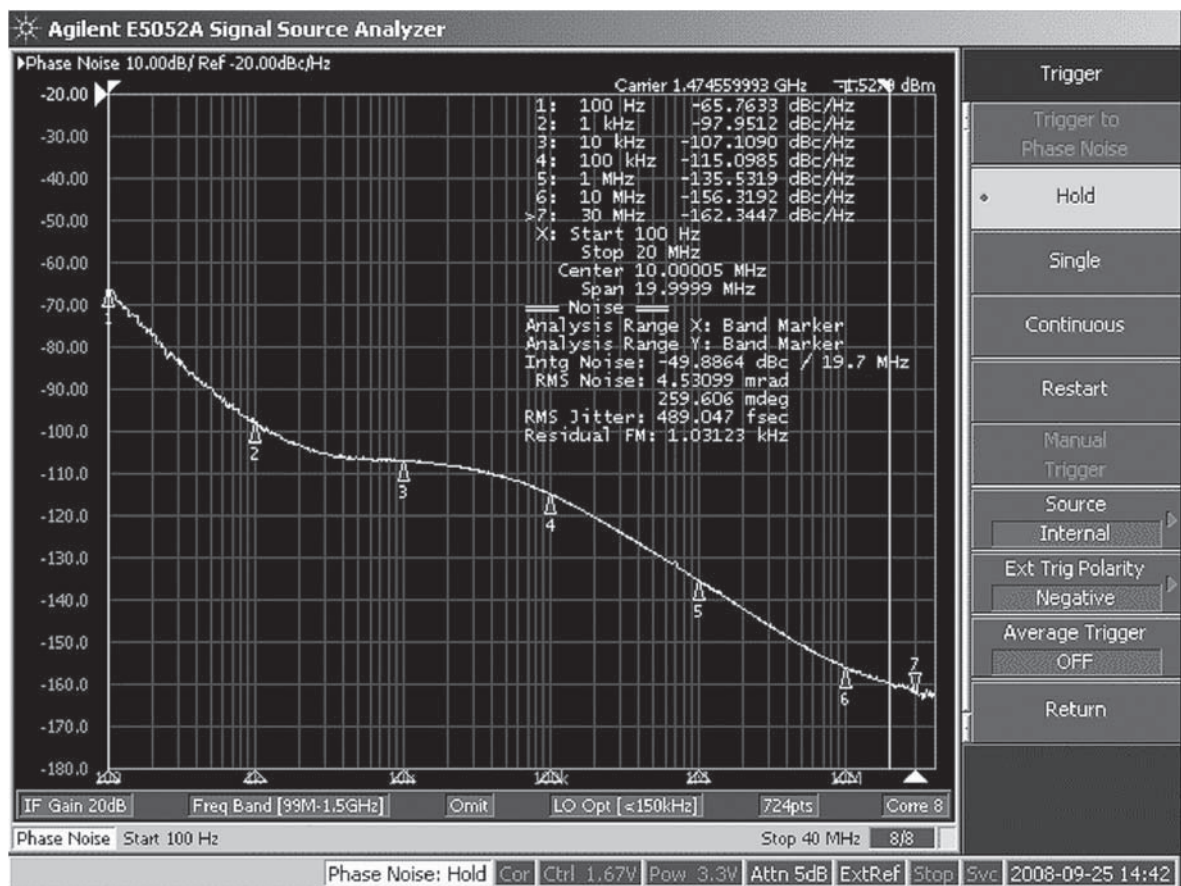
表11 Suntsu SVD系列, 61.44 MHz

基准时钟 (MHz)	F _{comp1} (MHz)	PLL1 环路带宽 (Hz)	F _{comp2} (MHz)	PLL2 环路带宽 (kHz)
30.72	1.024	30	30.72	95.4



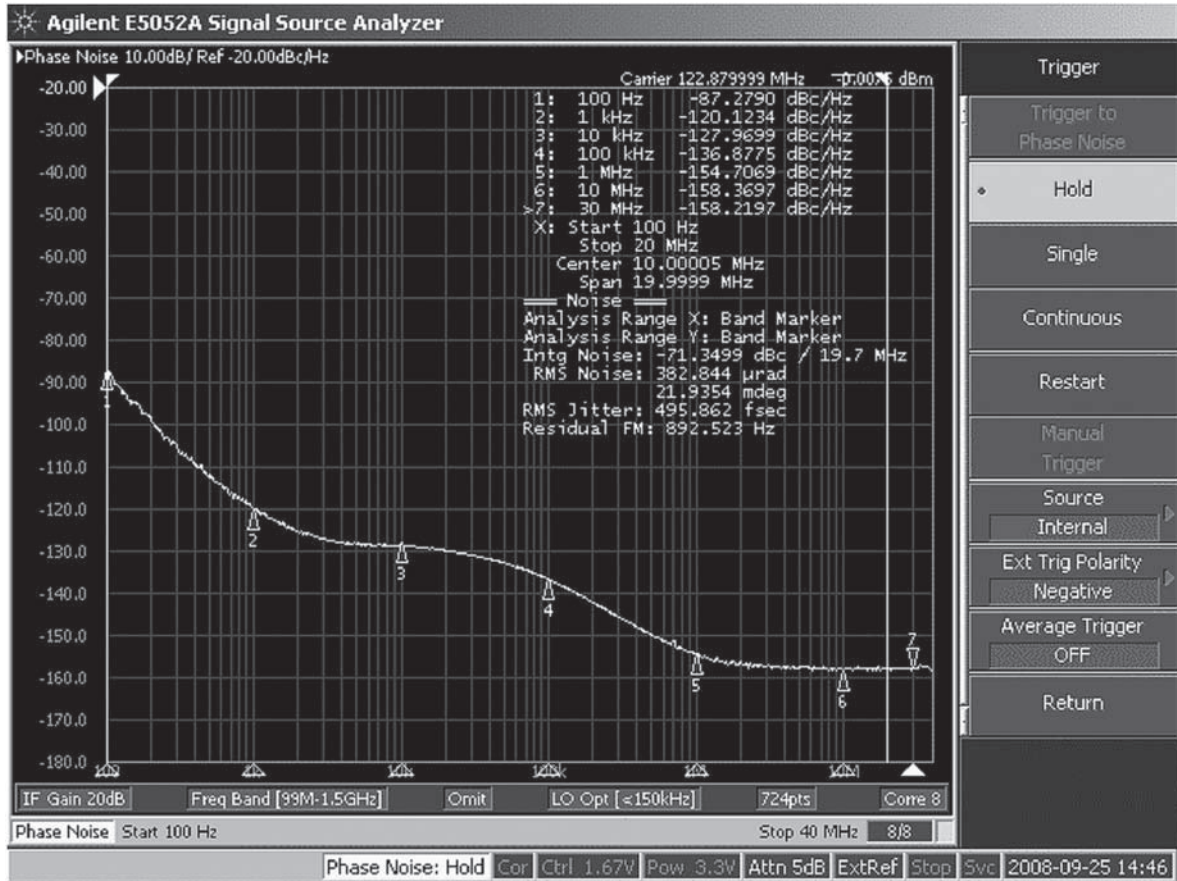
30082844

图45 Suntsu SVD系列VCXO, 61.44 MHz, 开环相位噪声



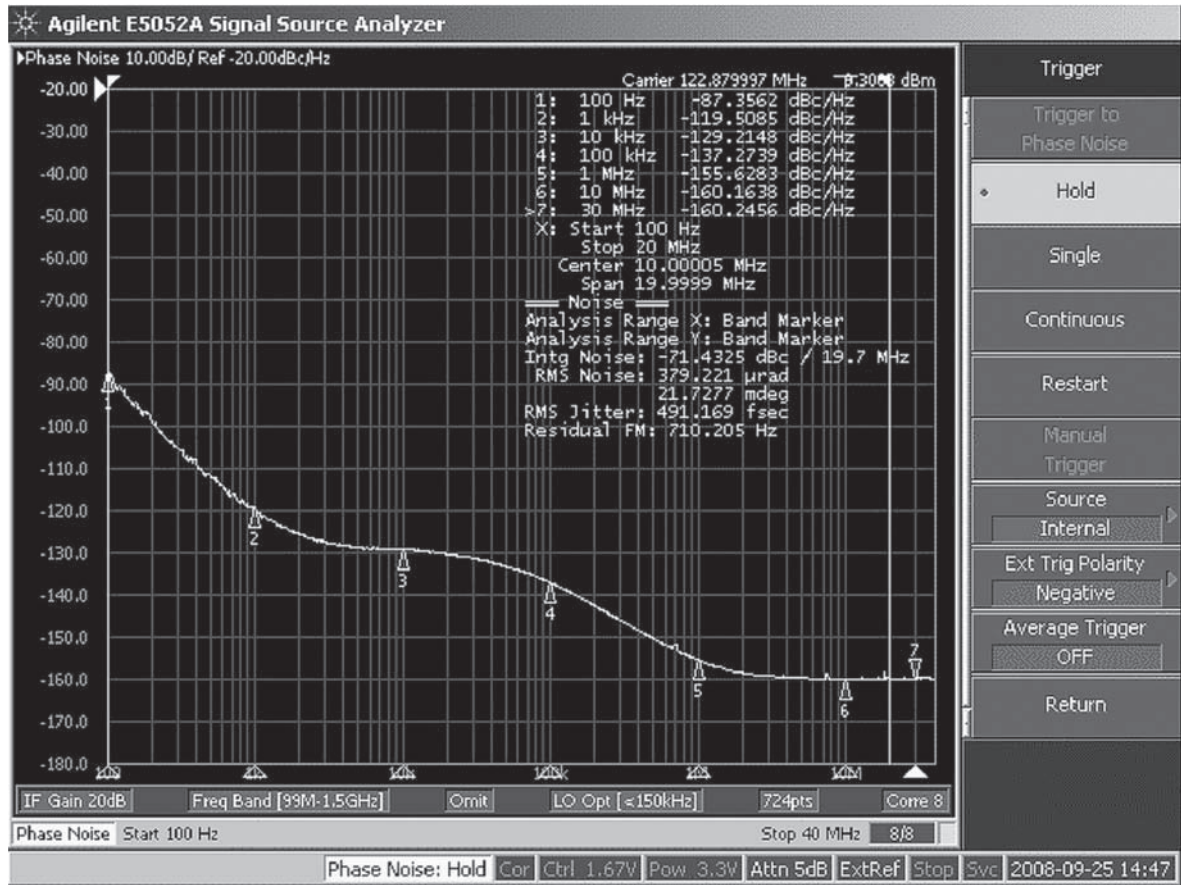
30082845

图46 LMK04031 Fout相位噪声, Suntsu SVD系列VCXO, 61.44 MHz



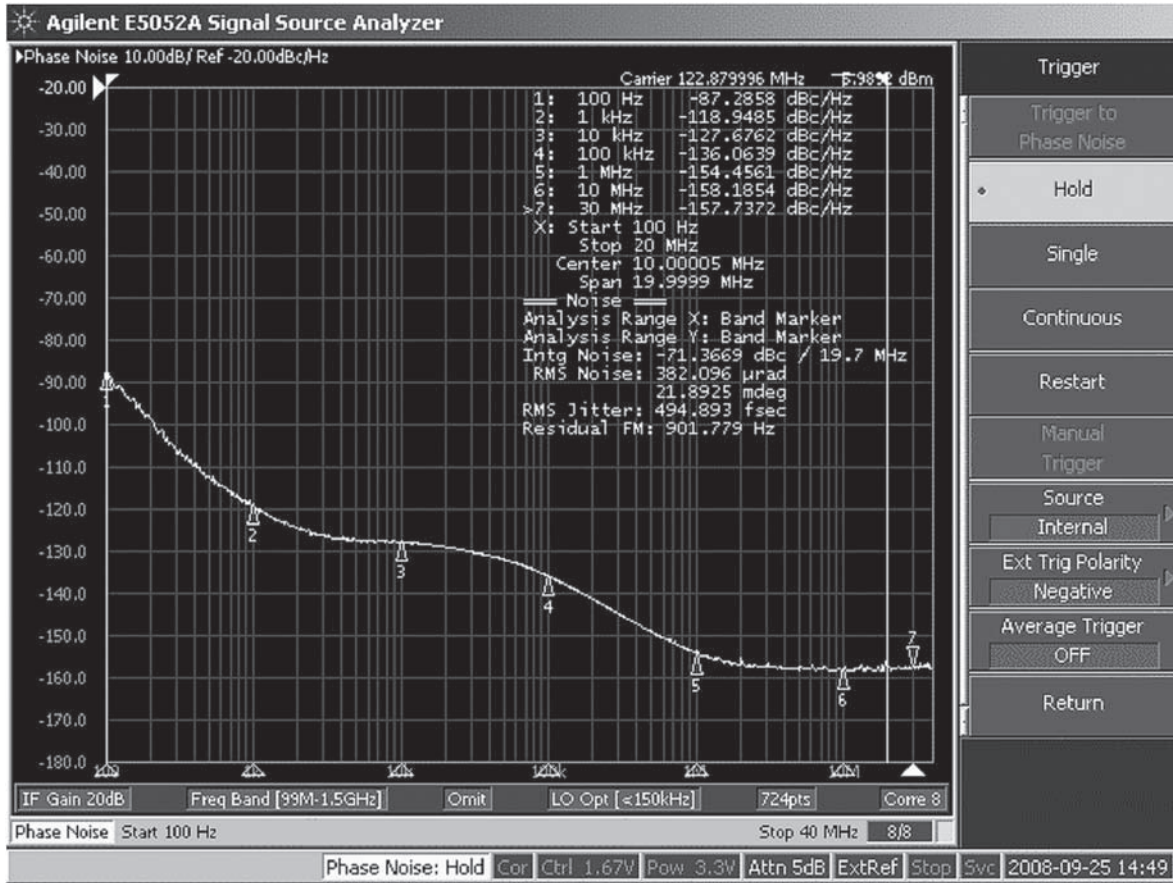
30082846

图47 LMK04031 LVDS相位噪声, Suntu SVD系列VCXO, 61.44 MHz



30082847

图48 LMK04031 LVC MOS相位噪声, Suntu SVD系列VCXO, 61.44 MHz

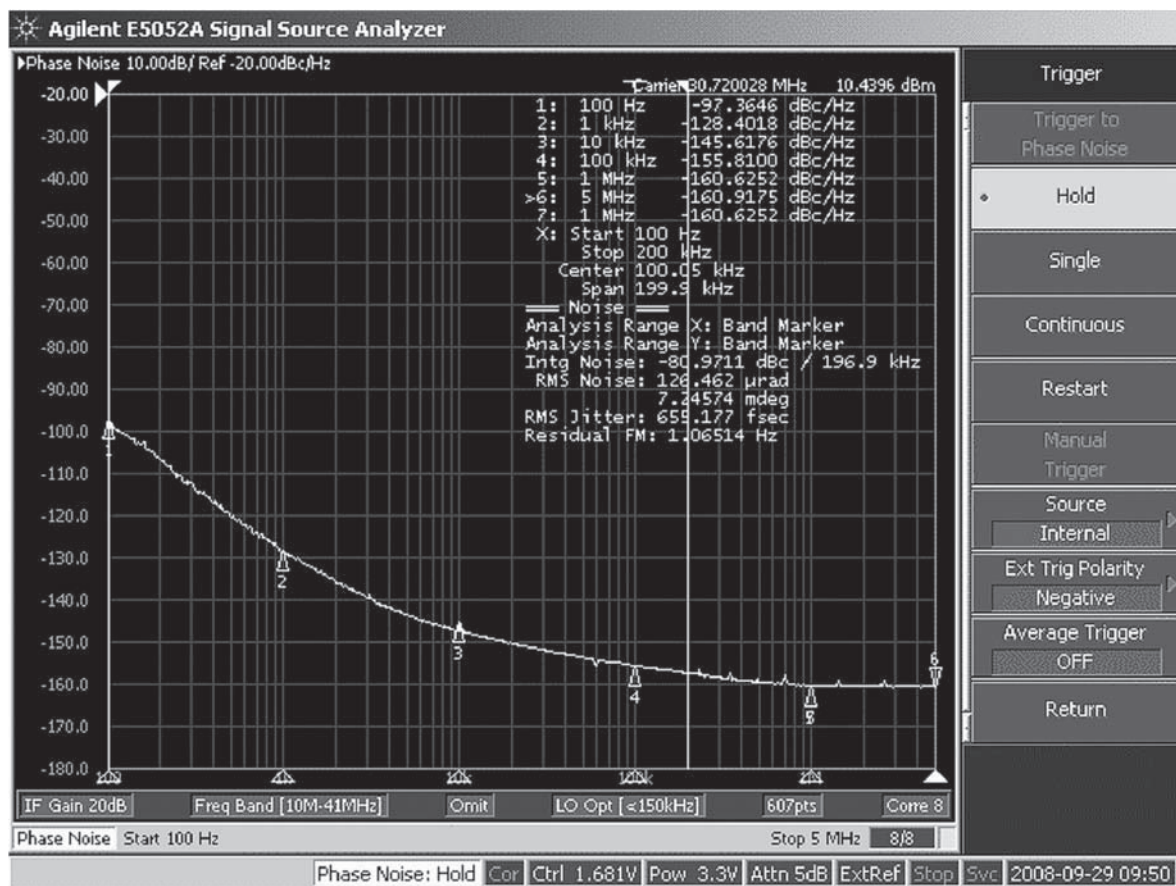


30082848

图49 LMK04031 LVPECL相位噪声，Suntsu SVD系列VCXO，61.44 MHz

表12 Suntsu SVD系列, 30.72 MHz

基准时钟 (MHz)	F _{comp1} (MHz)	PLL1 环路带宽 (Hz)	F _{comp2} (MHz)	PLL2 环路带宽 (kHz)
30.72	1.024	30	30.72	95.4



30082849

图50 Suntsu SVD系列VCXO, 30.72 MHz, 开环相位噪声

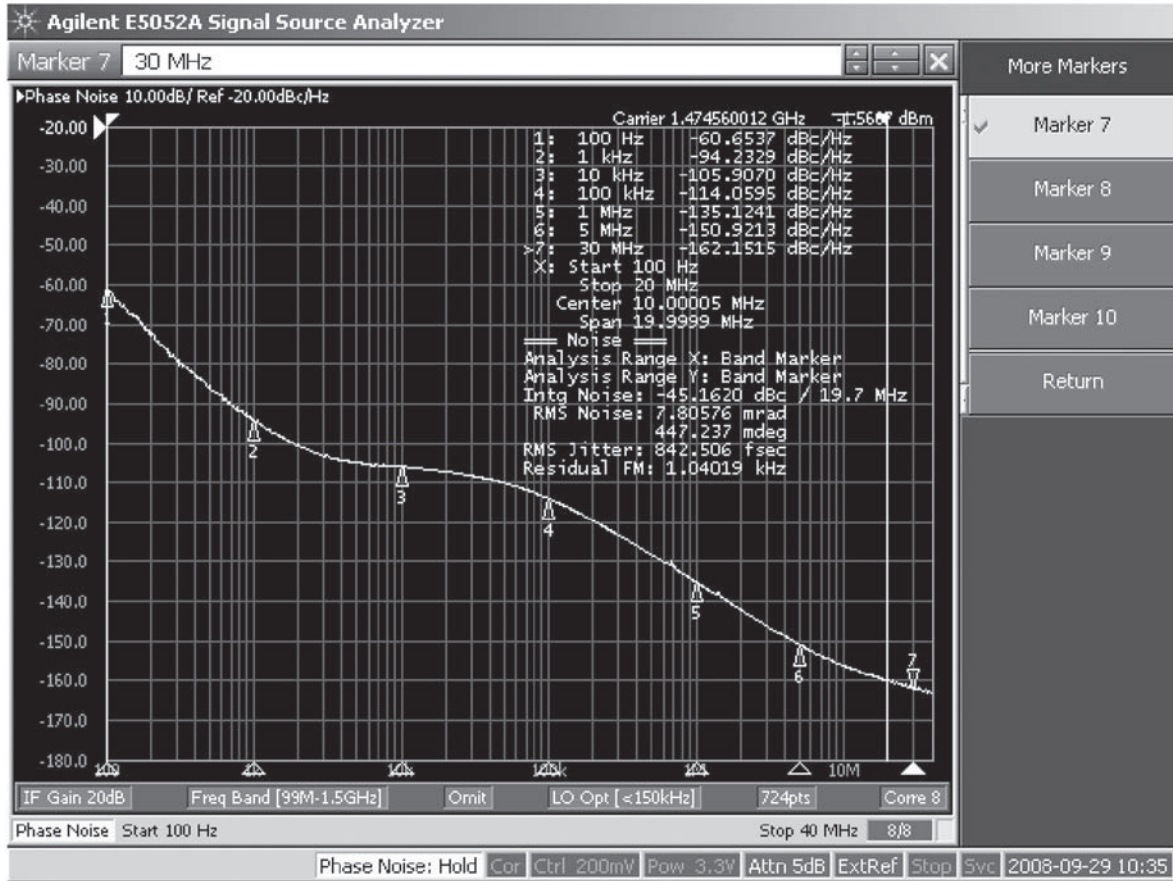
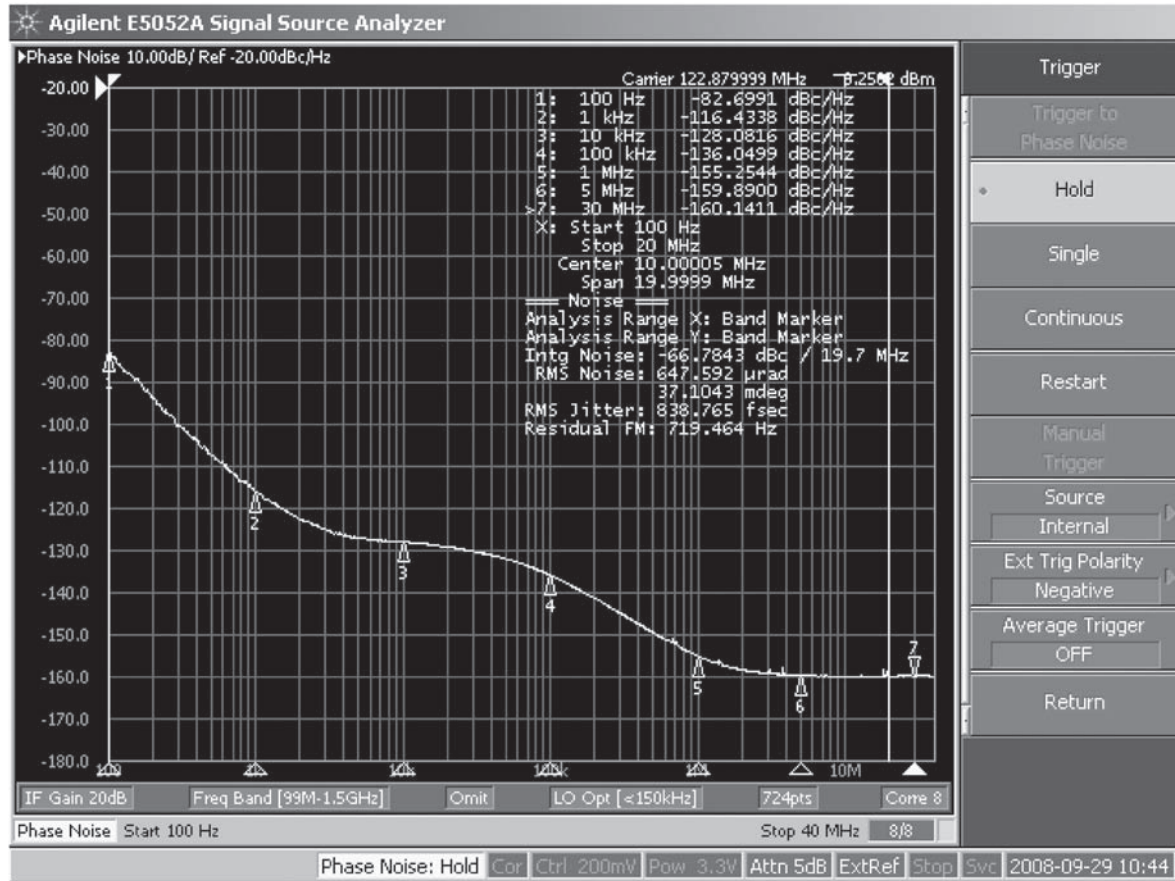
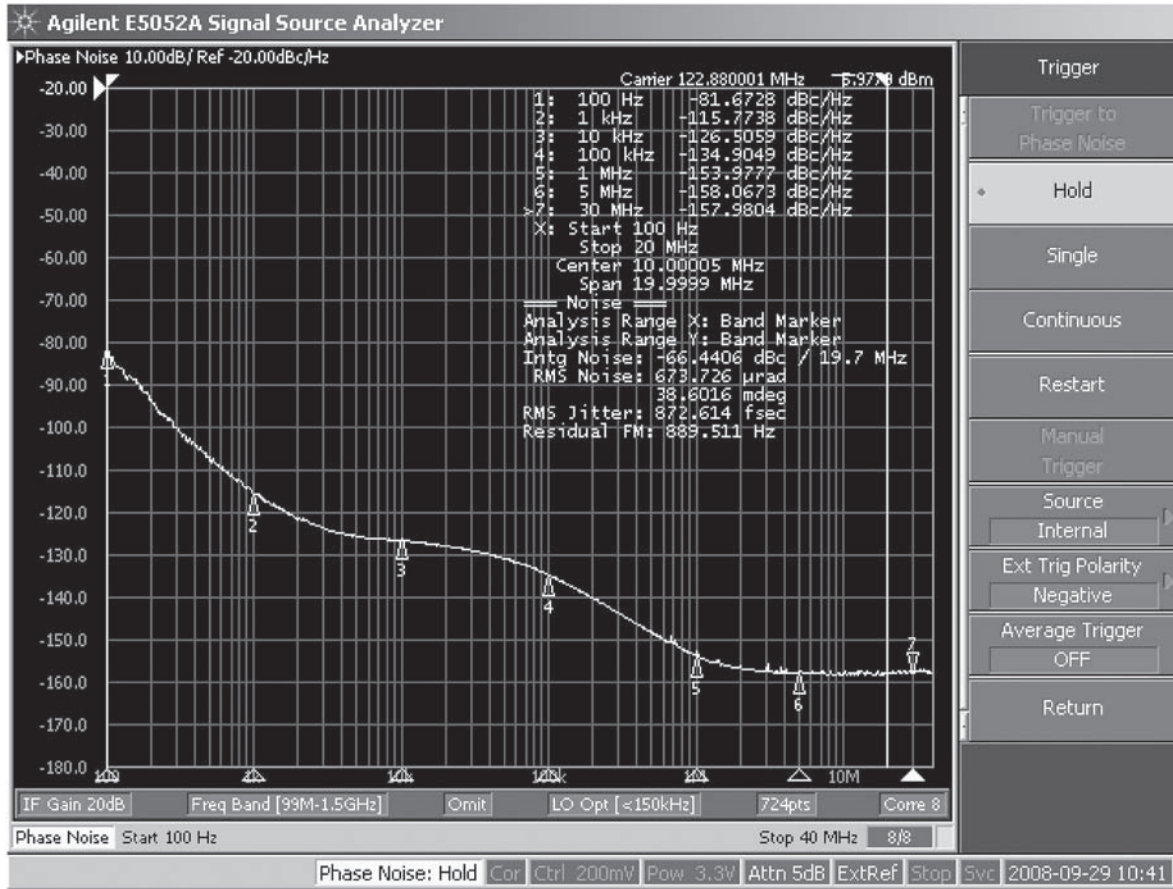


图51 LMK04031 Fout相位噪声, Suntsu SVD系列VCXO, 30.72 MHz



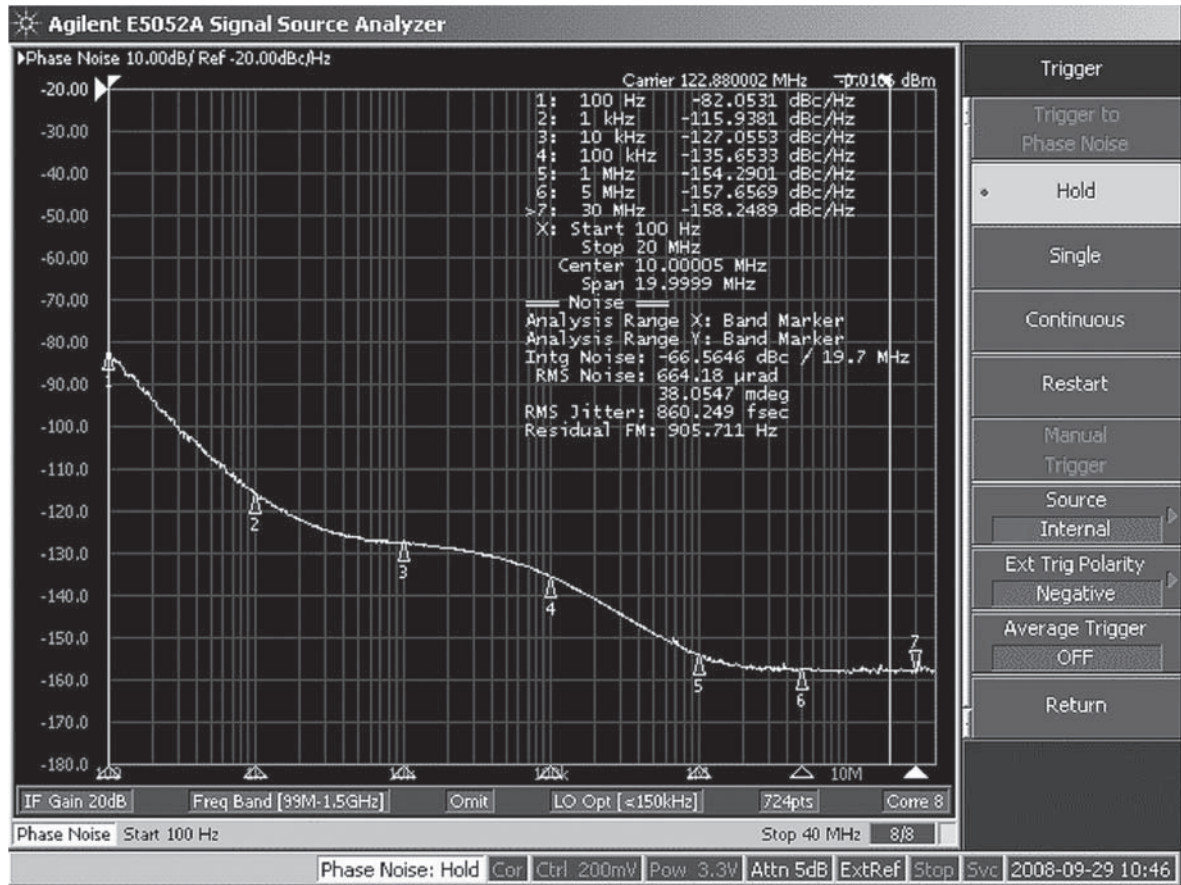
30082867

图52 LMK04031 LVC MOS相位噪声, Suntu SVD系列VCXO, 30.72 MHz



30082850

图53 LMK04031 LVPECL相位噪声, Suntsu SVD系列VCXO, 30.72 MHz

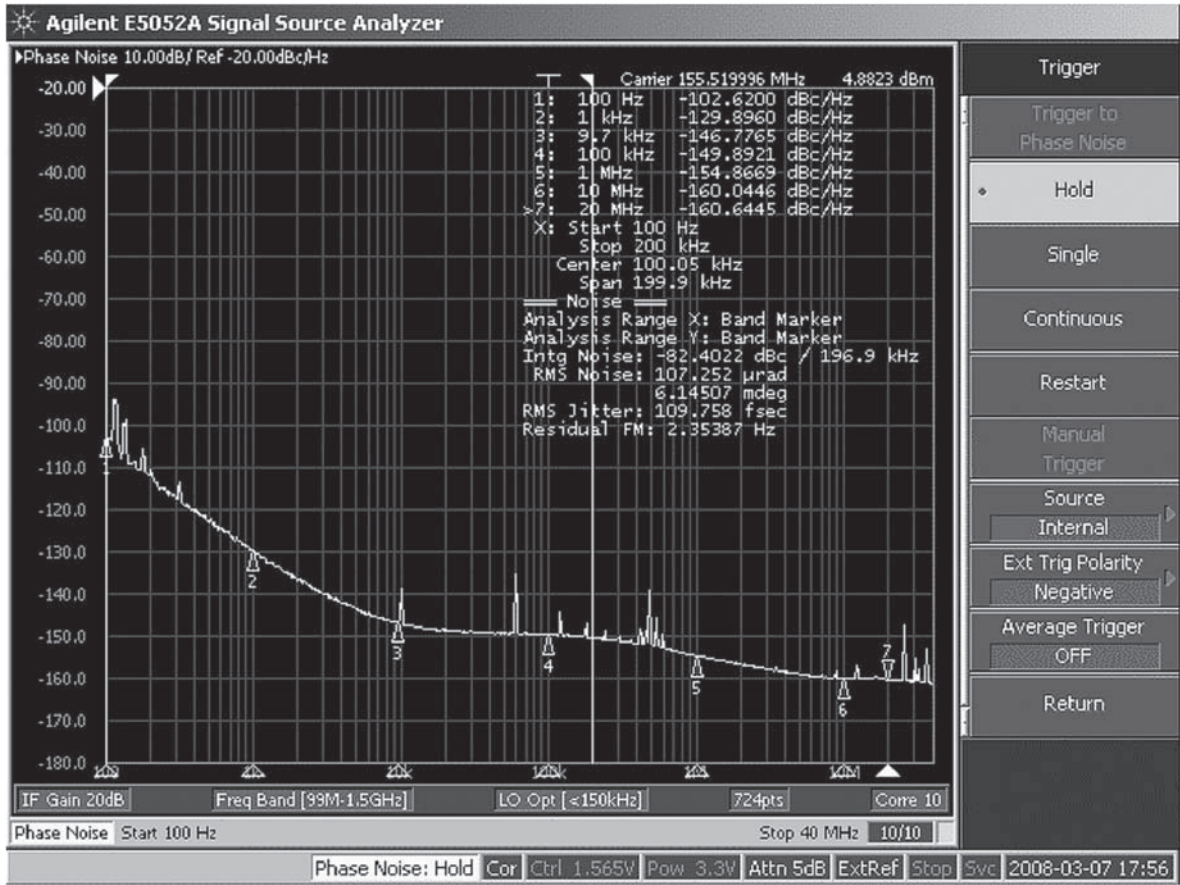


30082851

图54 LMK04031 LVDS相位噪声, Suntsu SVD系列VCXO, 30.72 MHz

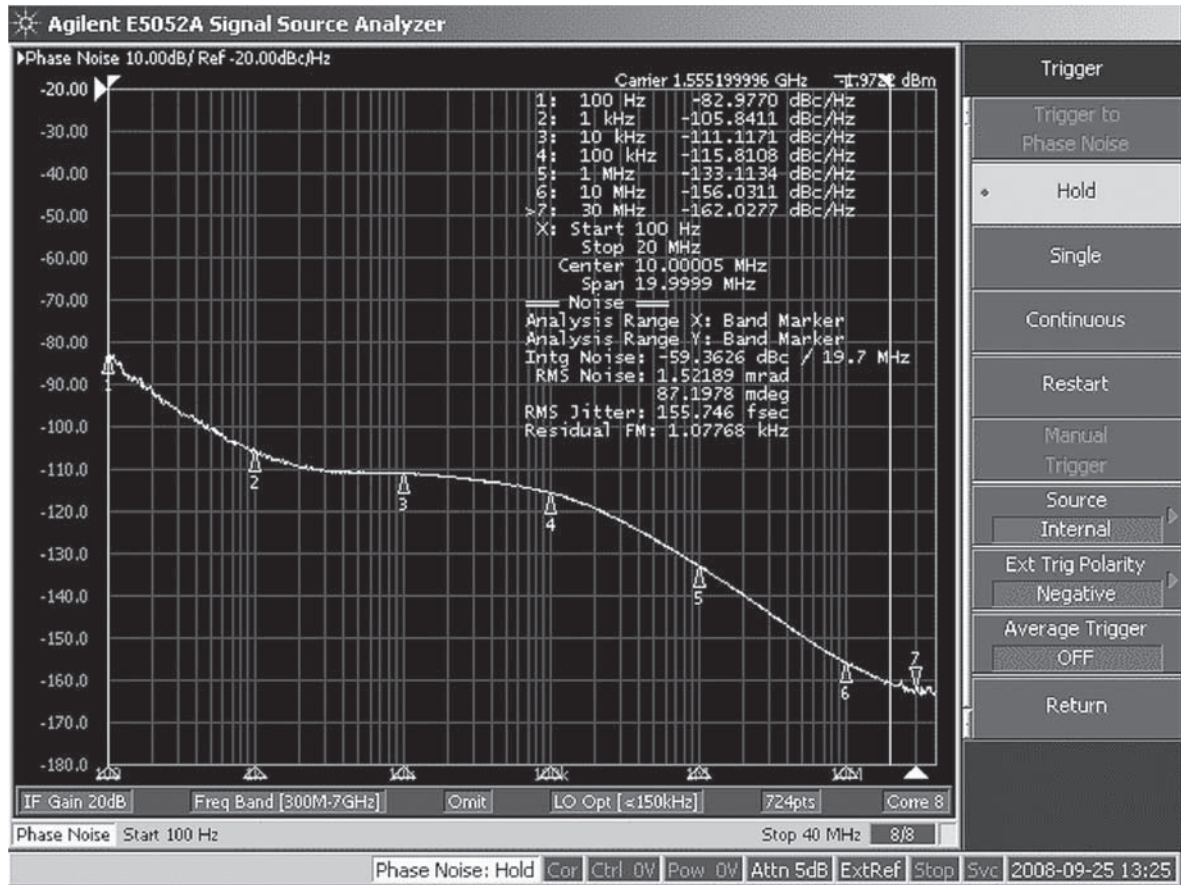
表13 Vectron Model 5310, 155.52 MHz

基准时钟 (MHz)	F _{comp1} (MHz)	PLL1 环路带宽 (Hz)	F _{comp2} (MHz)	PLL2 环路带宽 (kHz)
38.88	1.08	30	51.84	152



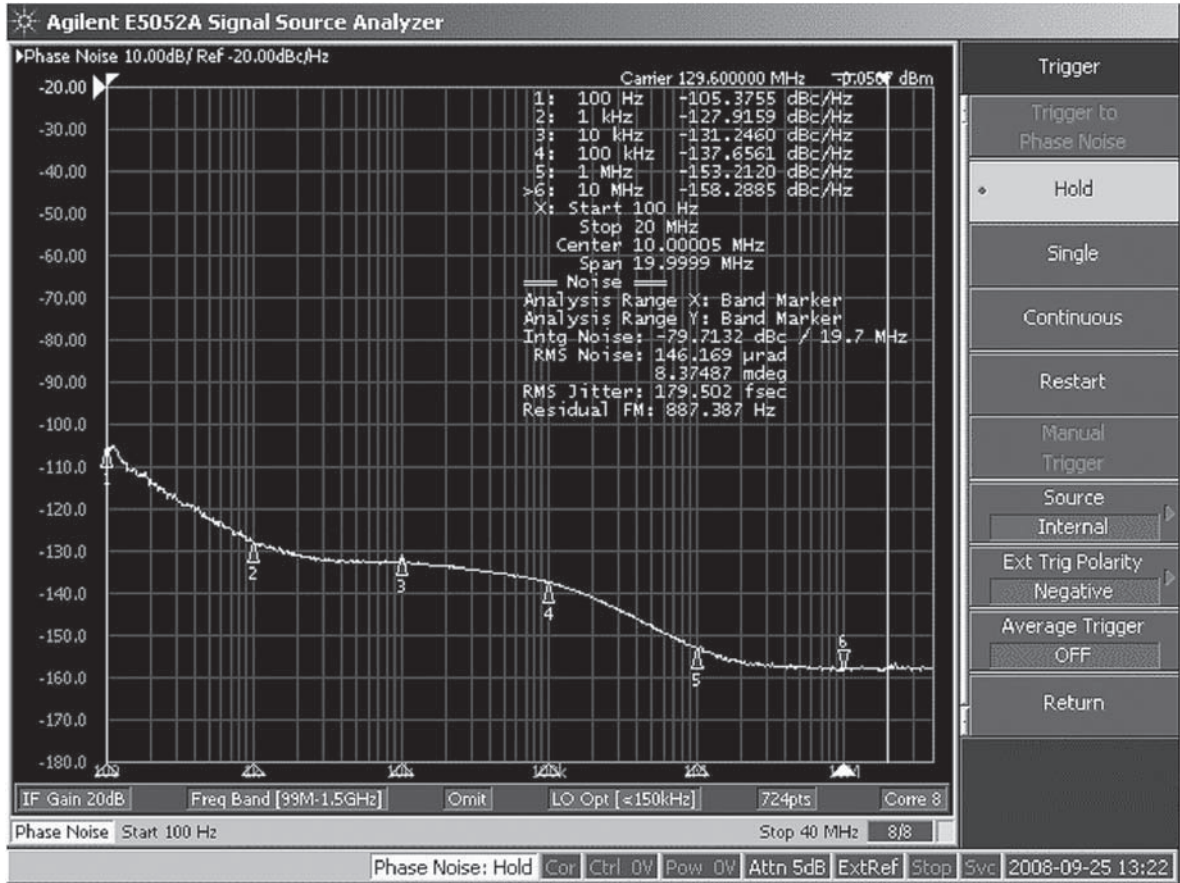
30082852

图55 Vectron Model 5310 VCXO, 155.52 MHz, 开环相位噪声



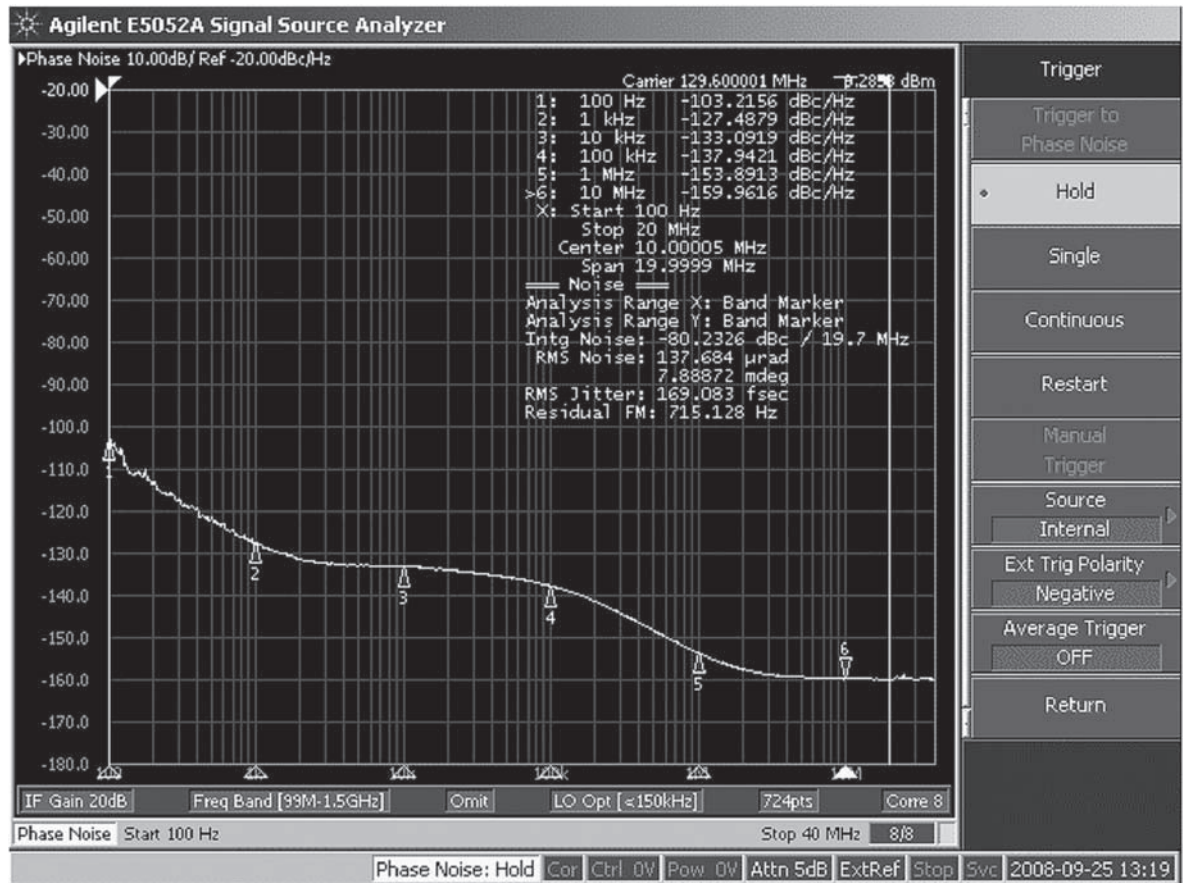
30082853

图56 LMK04031 Fout相位噪声, Vectron Model 5310 VCXO, 155.52 MHz



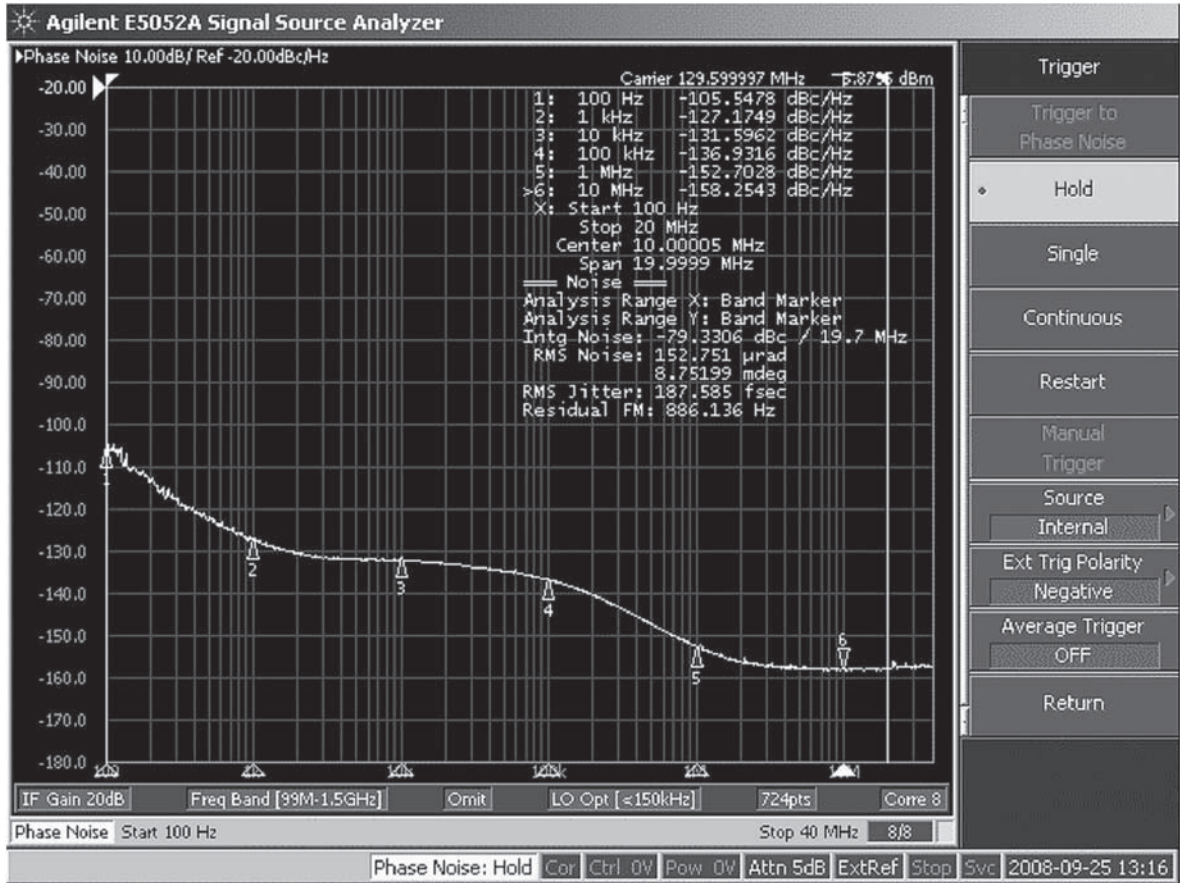
30082854

图57 LMK04031 LVDS相位噪声，Vectron Model 5310 VCXO，155.52 MHz



30082855

图58 LMK04031 LVC MOS相位噪声, Vectron Model 5310 VCXO, 155.52 MHz

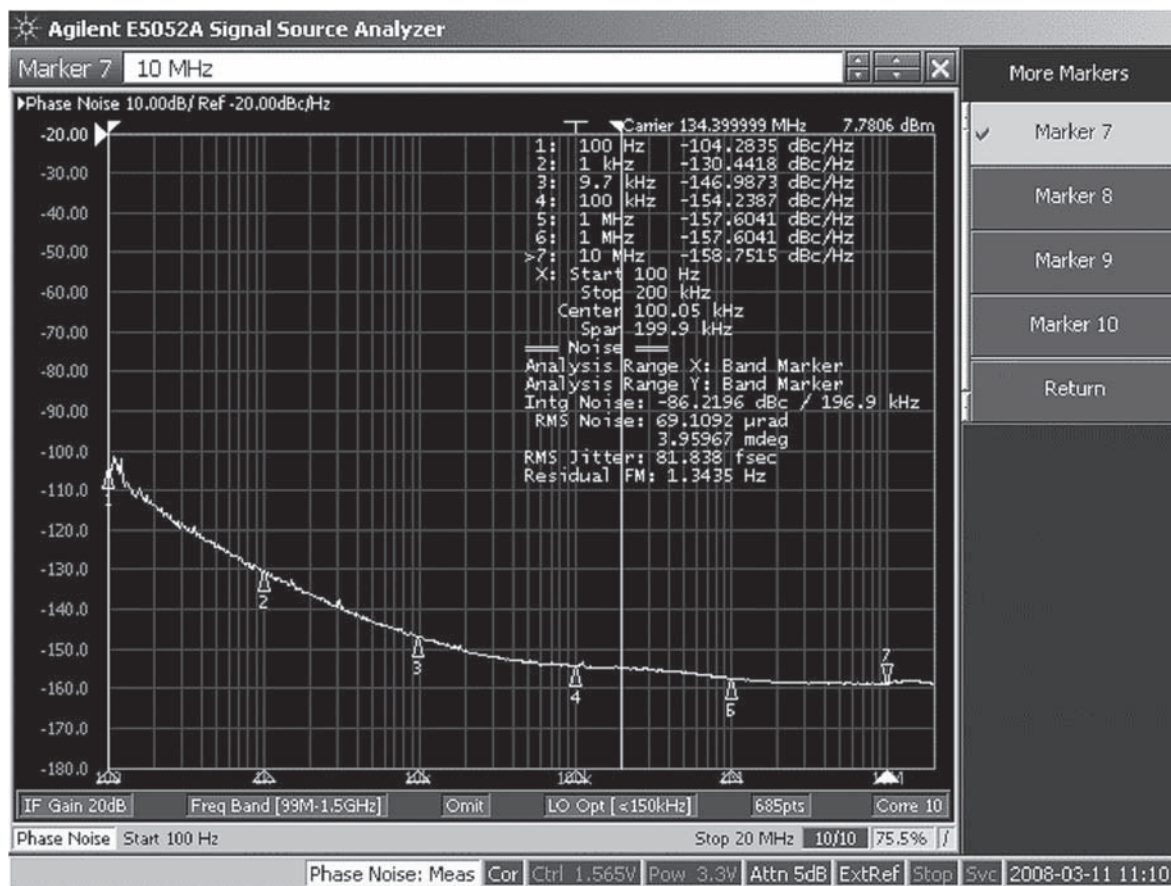


30082856

图59 LMK04031 LVPECL相位噪声, Vectron Model 5310 VCXO, 155.52 MHz

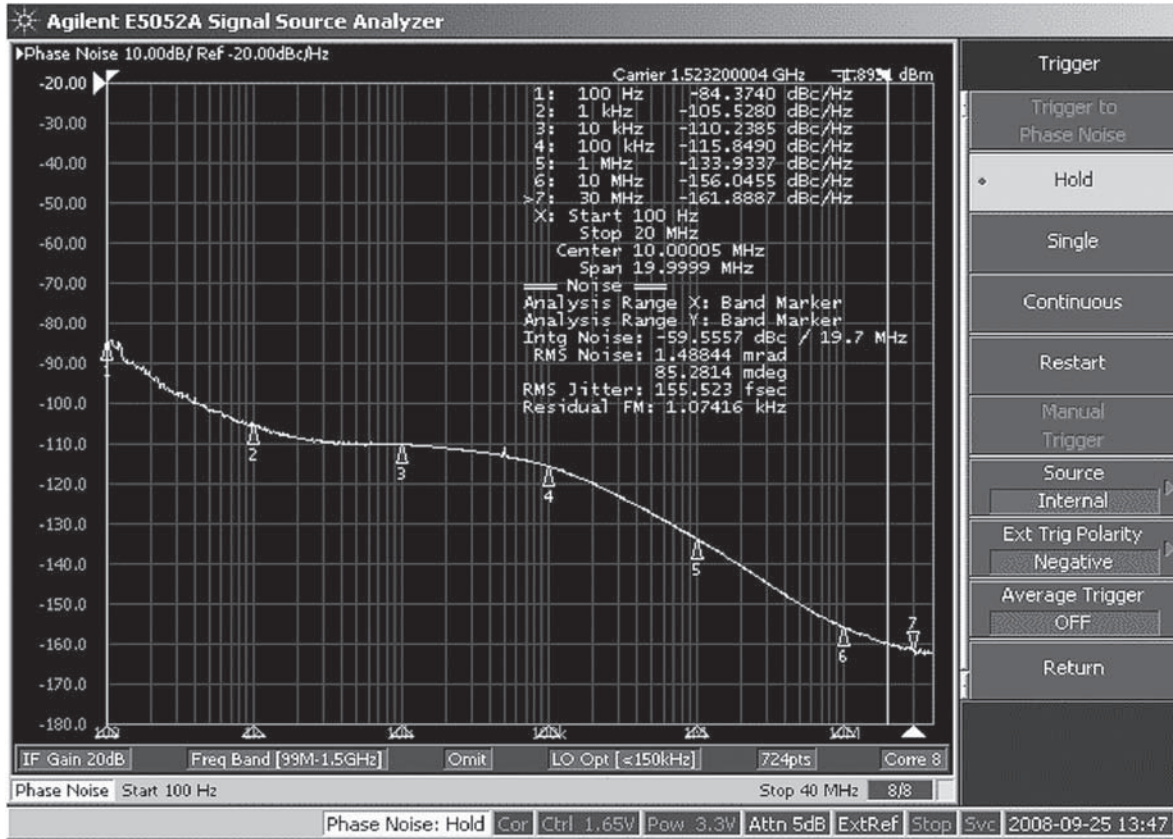
表14 Vectron Model 5310, 134.4 MHz

基准时钟 (MHz)	F _{comp1} (MHz)	PLL1 环路带宽 (Hz)	F _{comp2} (MHz)	PLL2 环路带宽 (kHz)
33.6	1.05	30	44.8	134.3



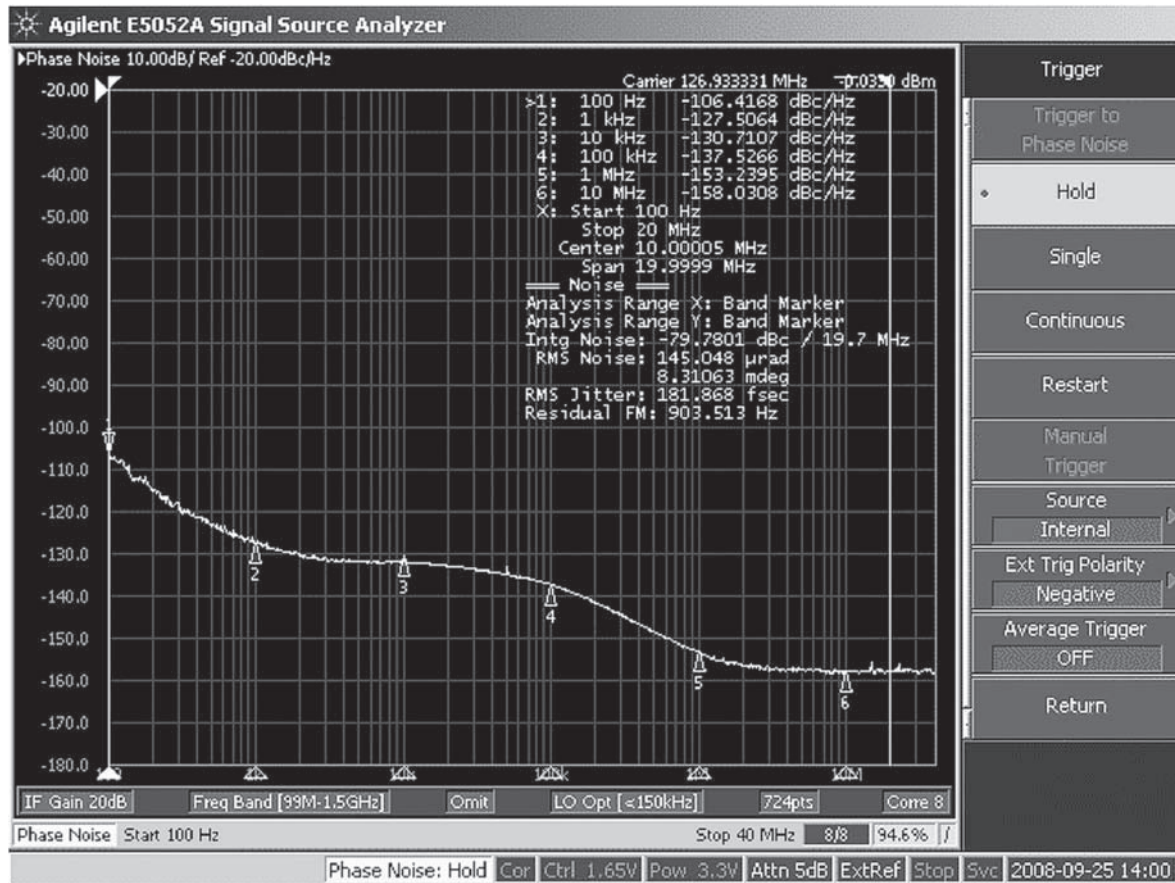
30082857

图60 Vectron Model 5310 VCXO, 134.4 MHz, 开环相位噪声



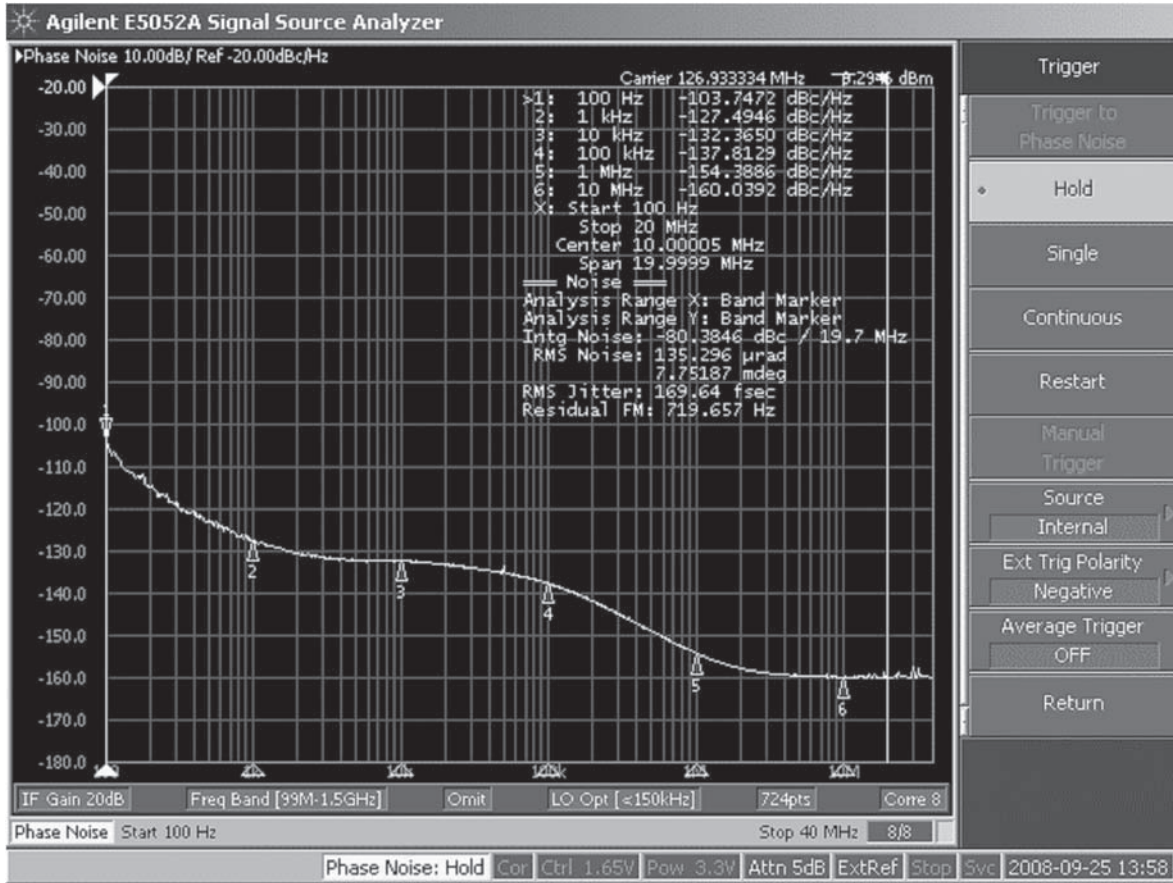
30082858

图61 LMK04031 Fout相位噪声, Vectron Model 5310 VCXO, 134.4 MHz



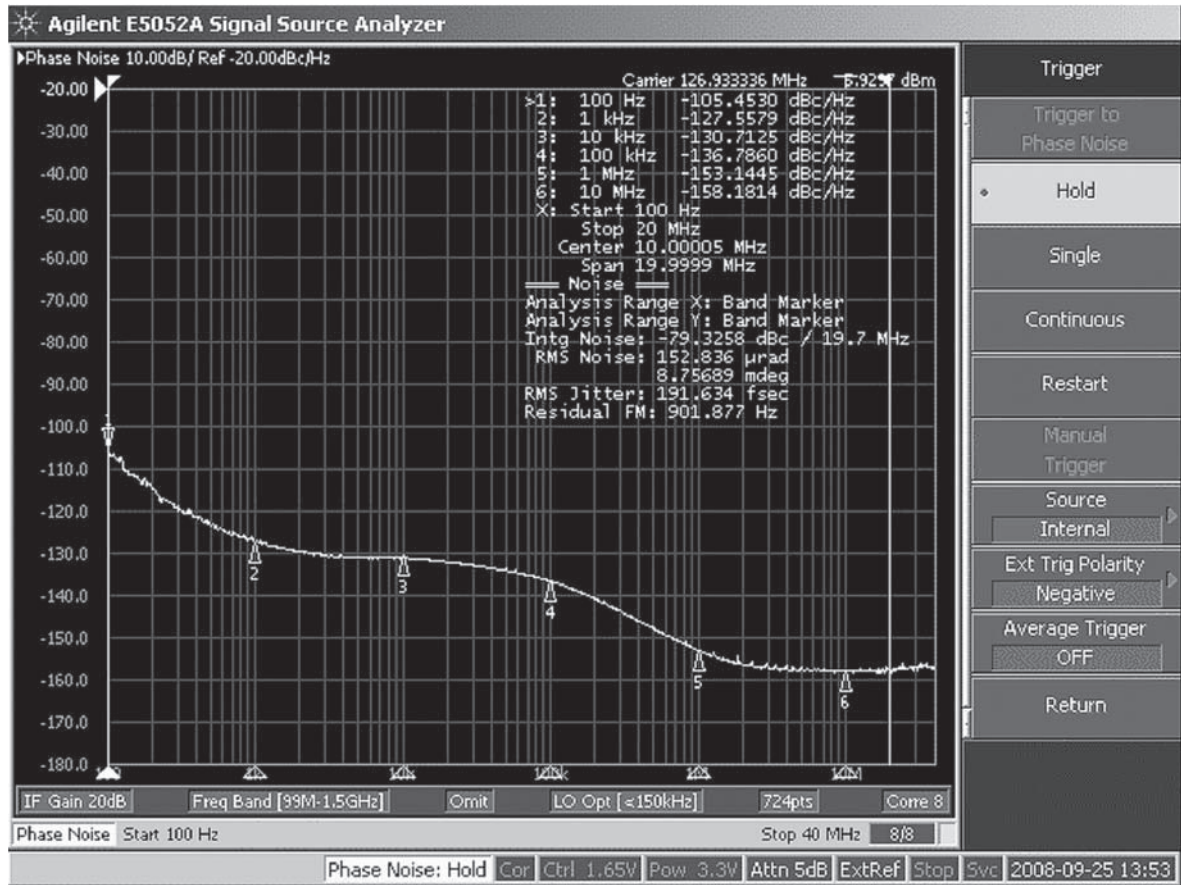
30082859

图62 LMK04031 LVDS相位噪声，Vectron Model 5310 VCXO，134.4 MHz



30082860

图63 LMK04031 LVC MOS相位噪声，Vectron Model 5310 VCXO，134.4 MHz



30082861

图64 LMK04031 LVPECL相位噪声, Vectron Model 5310 VCXO, 134.4 MHz

注释

欲了解有关美国国家半导体公司的产品和验证设计工具的更多信息，请访问以下站点：

产品		设计支持工具	
放大器	www.national.com/amplifiers	WEBENCH®设计工具	www.national.com/webench
音频	www.national.com/audio	应用注解	www.national.com/appnotes
时钟及定时	www.national.com/timing	参考设计	www.national.com/refdesigns
数据转换器	www.national.com/adc	索取样片	www.national.com/samples
接口	www.national.com/interface	评估板	www.national.com/evalboards
LVDS	www.national.com/lvds	封装	www.national.com/packaging
电源管理	www.national.com/power	绿色公约	www.national.com/quality/green
开关稳压器	www.national.com/switchers	分销商	www.national.com/contacts
LDO	www.national.com/lldo	质量网络	www.national.com/quality
LED照明	www.national.com/led	反馈及支持	www.national.com/feedback
电压参考	www.national.com/vref	简易设计步骤	www.national.com/easy
PowerWise®解决方案	www.national.com/powerwise	解决方案	www.national.com/solutions
串行数字接口 (SDI)	www.national.com/sdi	军事/宇航	www.national.com/milaero
温度传感器	www.national.com/tempsensors	SolarMagic™	www.national.com/solarmagic
无线通信解决方案 (PLL/ VCO)	www.national.com/wireless	PowerWise®设计培训	www.national.com/training

本文内容是关于美国国家半导体公司 (NATIONAL) 产品的。美国国家半导体公司对本文内容的准确性与完整性不作任何表示且不承担任何法律责任。美国国家半导体公司保留随时更改上述电路和规格的权利，恕不另行通知。本文没有明示或暗示地以禁止反言或其他任何方式，授予过任何知识产权许可。

美国国家半导体公司按照其认为必要的程度执行产品测试及其它质量控制以支持产品质量保证。没有必要对每个产品执行政府规定范围外的所有参数测试。美国国家半导体公司没有责任提供应用帮助或者购买者产品设计。购买者对其使用美国国家半导体公司的部件的产品和应用承担责任。在使用和分销包含美国国家半导体公司的部件的任何产品之前，购买者应提供充分的设计、测试及操作安全保障。

除非有有关该产品的销售条款规定，否则美国国家半导体公司不承担任何由此引出的任何责任，也不承认任何有关该产品销售权与/或者产品使用权的明示或暗示的授权，其中包括以特殊目的、以营利为目的的授权，或者对专利权、版权、或其他知识产权的侵害。

生命支持策略

未经美国国家半导体公司的总裁和首席律师的明确书面审批，不得将美国国家半导体公司的产品作为生命支持设备或系统中的关键部件使用。特此说明：

生命支持设备或系统指：(a) 打算通过外科手术移植到体内的生命支持设备或系统；(b) 支持或维持生命的设备或系统，其在依照使用说明书正确使用时，有理由认为其失效会造成用户严重伤害。关键部件是在生命支持设备或系统中，有理由认为其失效会造成生命支持设备或系统失效，或影响生命支持设备或系统的安全性或效力的任何部件。

National Semiconductor和National Semiconductor标志均为美国国家半导体公司的注册商标。其他品牌或产品名称均为有关公司所拥有的商标或注册商标。

美国国家半导体公司2009版权所有。

欲了解最新的产品信息，请访问公司网站：www.national.com。



National Semiconductor
Americas Technical
Support Center
Email: support@nsc.com
Tel: 1-800-272-9959

National Semiconductor
Europe Technical Support Center
Email: europe.support@nsc.com

National Semiconductor
Asia Pacific Technical
Support Center
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor
Japan Technical Support Center
Email: jpn.feedback@nsc.com

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合TI 标准保修的适用规范。仅在TI 保证的范围内, 且TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于TI 的产品手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

TI 产品未获得用于关键的安全应用中的授权, 例如生命支持应用(在该类应用中一旦TI 产品故障将预计造成重大的人员伤亡), 除非各方官员已经达成了专门管控此类使用的协议。购买者的购买行为即表示, 他们具备有关其应用安全以及规章衍生所需的所有专业技术和知识, 并且认可和同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由TI 提供, 但他们将独力负责满足在关键安全应用中使用其产品及TI 产品所需的所有法律、法规和安全相关要求。此外, 购买者必须全额赔偿因在此类关键安全应用中使用TI 产品而对TI 及其代表造成的损失。

TI 产品并非设计或专门用于军事/航空应用, 以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品属于“军用”或“增强型塑料”产品。只有TI 指定的军用产品才满足军用规格。购买者认可并同意, 对TI 未指定军用的产品进行军事方面的应用, 风险由购买者单独承担, 并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

TI 产品并非设计或专门用于汽车应用以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品符合ISO/TS 16949 要求。购买者认可并同意, 如果他们在汽车应用中使用任何未被指定的产品, TI 对未能满足应用所需要求不承担任何责任。

可访问以下URL 地址以获取有关其它TI 产品和应用解决方案的信息:

	产品		应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP 机动性处理器	www.ti.com/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity		
	德州仪器在线技术支持社区		www.deyisupport.com

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122
Copyright © 2011 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司