

SP900N 噪声系数分析仪 产品使用说明书



致力于电子测试、维护领域!





目录

1 噪声系数的介绍

噪声系数测量是如何工作的?	••6
噪声源······	••6
Y因子测量	••6
过程······	••7
普尚SP900N噪声系数测量应用能做什么?	••8

2 噪声系数测量

基础测量
基础的放大器测······10
校准分析仪
测量
频率转换器的测量 ······16
频率转换DUT的测量
初始设置流程
测量设置的校准 ······20
校准的噪声系数与增益值测量 ······22
多阶转换器的测量······23
使用一个系统下变频器测量 ····································
使用双边带系统下变频器的测量模式 ······25
使用单边带系统下变频器的测量模式 ······26
计算测量不确定度 ······28
噪声系数测量中使用U7227系列USB前置放大器 ····································
与信号分析仪的初始连接 ····································
U7227系列USB前置放大器和普尚信号分析仪内部前置放大器使用指南 ····································
噪声系数测量系统中的幅度 ····································
噪声系数测试系统配置指南 ····································

目录

3 测量相关的任务与概念

设置测量系统 频率转换的说明
边带与图形
信号泄露 ·······44
本振泄露
本振谐波
单边带测量 ••••••45
双边带测量
选择与设置本机振荡器
校准分析仪
校准测量
何时校准
篡改结果······52
校准标志
篡改校准······52
用户校准vs. 内部校准
设置测量所用的信号分析仪 ·······54
DUT设置表格
输入ENR数据(ENR)
选择共有的ENR表格
为噪声源输入ENR表格数据 ************************************
保存ENR表格 •••••61
从内部存储输入ENR数据 ······62
使用单频点ENR值62
设置冷噪温度······62
设置测量频率······63
使用扫频模式 · · · · · · · · 63
使用列表频率模式 ······64

目录

使用固定频率模式
设置带宽与平均数
带宽与平均数对速度,抖动,和测量 精确度的影响
选择分辨率带宽值
设置平均数······67
选择输入衰减范围 ······68
为测量设置输入衰减
设置外部本振控制····································
添加外部本振到列表中 ····································
设置DUT本振或者系统下变频器本振
使用插损补偿
插损补偿应用的例子
配置固定的插损补偿
创建插损补偿列表
设置插损温度
查看测量结果
显示测量结果
选择布局
选择显示的结果类型
设置刻度······77
为噪声系数测量系统中不同的阶段计算噪声功率
为噪声功率计算噪声系数

1 噪声系数的介绍

现代接收系统必须处理一些非常微弱的信号,而系统本身的组件产生的噪声 往往会让这些微弱的信号更模糊。灵敏度,误码率和噪声系数都是表示处理 低电平信号能力的系统参数。这些参数中,噪声系数是很特殊的,因为噪声 系数不仅仅用于表征整个系统,而且还用于表征一些组成系统的组件,比如 前置放大器,混频器和中频放大器。通过控制系统组件的噪声系数与增益值, 你就可以直接控制整个系统的噪声系数。一旦噪声系数已知,那么就可以通 过系统带宽估测系统灵敏度。噪声系数常常是区分一个系统与另外一个系统, 一个放大器与另外一个放大器,一个晶体管与另外一个晶体管的重要参数。 网络的噪声系数被定义为输入端的信噪比与输出端的信噪比比值。噪声系数 不受调制器与解调器的调制格式与保真度的影响。噪声系数是比噪声抑制更 宽泛的一个概念,后者用于表示FM接收机的灵敏度或者数字通信中使用的误 码率。噪声系数应被认为是与增益值分开的。一旦噪声被添加到信号中,随 后的增益值会将信号与噪声一同放大,因此并不改变信噪比。

噪声系数是如何测量的?

随着信号经过DUT,信噪比下降,可以在2端口设备上测出噪声系数。 SP900N噪声系数测量应用使用Y因子方法来计算噪声系数。本节主要阐释如何完成Y因子测量。

测试系统可以被看做下列图示中所显示的两阶段系统。DUT是阶段1而与之相连的仪器是阶段2DUT的噪声系数可通过下列等式计算得出。

等式 1-1 F1= F12-[(F2-1)/G1]

该等式是噪声系数测量的基础。DUT的噪声系数和增益值可通过该过程测量。

图示1-1 使用两阶段系统测量噪声系数



噪声源

Y因子方法使用一个噪声源为DUT的输入提供激励。噪声源有两个已知电平的 并且带有提前校准ENR的噪声。并且该噪声是宽频带的。

等式 1-2 ENR = (TS^{ON} - TS^{OFF})/To

Town和 Torfg是噪声源在开启和关闭状态的噪声温度。 To是参考温度290K。

Y因子测量

DUT的噪声系数和增益值的完整Y因子测量包括两个步骤,校准和测量,如图 示1-2所示。分析仪测量在不同频率下特定宽带中噪声源开启与噪声源关闭各 自的噪声功率。该过程总共涉及4次测量。

6

过程

为测量仪器本身,需要在没有DUT状态下进行校准(图示 1-2)噪声源常常与仪器的输入端直接相连。在校准过程中,分析仪需要在噪声源开启和噪声源关闭中各自做两次测量。

请注意,如果噪声源的ENR比仪器的噪声系数小得多(比如,ENR是6 dB,而仪器的噪声系数是30 dB),那么校准运行结果会很差。该情况下, 推荐使用USB前置放大器和/或内部前置放大器,以此减少仪器本身的噪 声系数。如果担心前置放大器不能使用,你可使用具有更高ENR的噪声 源。

 当DUT嵌入的时候可做一次测量,此时测试系统包括DUT(阶段1)以及 仪器(阶段2)。分析仪分别在噪声源开启和关闭下进行另外两次测量。 测量过程中,如果DUT有增益值,噪声源开启时候做出的测量是4次测量 中的最大信号。在一些高增益值的情况下,尤其是有外部前置放大器的情况下,有仪器过载的风险,该情况必须要处理。

通过两个阶段中的4次测量,分析仪可以计算出DUT的噪声系数和增益值。以 上讨论的DUT都假设具有两个端口:输入端和输出端。如果DUT正在进行频 率转换,那么校准与测量中使用的噪声源的ENR值就是针对不同的频率范围 的。详情请参考16页"DUT测量中做出频率转换"。如果DUT的频率范围超出 了分析仪的频率范围,需要使用系统下变频器。详情请参考23页"使用一个 系统下变频器测量"。

图示 1-2 Y因子噪声系数测量需要两步:校准和DUT的测量



普尚SP900噪声系数测量应用能做什么?

噪声系数测量应用能够使你针对频率参数指定的频率范围做很多单独的噪声 系数测量。每个频率点被测量后,结果就会显示。

测量包括下列功能:

- 布局数据视图:图,Meter和表
- 结果类型包括噪声系数,噪声因子,增益值,Y因子,有效温度,Phot和 Pcold。
- DUT类型包括放大器,下变频器,上变频器和多阶转换器
- 支持传统346x系列噪声源
- 支持N4000x系列智能噪声源 (SNS)
- 支持U7227系列USB前置放大器
- 支持使用LAN, USB和GPIB的LOs 外部源控制
- 多个DUT设置与校准(最多支持12个DUT)
- 内置噪声系数不确定度计算器,具有可调节的噪声源匹配形式和匹配 配置

2 噪声系数测量

本节介绍如何在噪声系数测量中使用U7227系列USB前置放大器,基于基础 的测量和频率转换器的测量各自给出了两个测量范例,随后讨论了噪声系数 的测量不确定度的计算过程。该章节包括下列主题:

第10页"基础的测量"

第16页"频率转换器的测量"

第28页"计算测量不确定度"

第31页"噪声系数测量中使用U7227系列USB前置放大器"

基础的测量

该节使用了一个基础的放大器测量的范例,描述如何进行噪声系数测量,该 范例不涉及频率转换。

基础的放大器测量

噪声系数测量是通过测量DUT的输出功率,从而得到两个不同的输入噪声功率电平。高功率输入和低功率输入来源于一个已校准的噪声源。该噪声源快速地交替开启与关闭。高功率输入的时候使用的噪声功率是噪声源开启时的噪声功率,而低功率输入时使用的噪声功率是室温下噪声源关闭时的噪声功率。本章节使用一个频率范围是100 kHz至500 MHz的低噪声放大器作为DUT和噪声源N4002A来演示基础的噪声系数测量和其他基础操作。下列表格已经列出范例相关的性能规格。

表格2-1 **DUT规格**

频率范围:	最小增益值	总增益值范围	典型噪声系数
100 kHz至500 MHz	20 dB	± 0.5 dB	2.9 dB

该范例设置的频率范围是200 MHz至400 MHz。其目的是验证表格中的结果是否是对应的频率范围。

噪声系数测量,一般分为两步:

- 校准分析仪来测量分析仪的噪声系数。本例子中使用的校准是用户校准。可以使用两种类型的校准:用户校准和内部校准。详情请参考第52页"用户校准vs.内部校准"。
- 2. 使用DUT进行测量。

第11页图示2-1显示了用于校准与测量的系统连接。如果你在使用 346x 噪声源,请将信号分析仪后面板的NOISE SOURCE DRIVE OUT +28 V (PULSED)端口与噪声源连接在一起。

NOTE 如果DUT有一个低的或者负的增益值,推荐 USB前置放大器与 信号分析仪一起使用,从而获取更精确的结果。想要获取更多信息, 请参考第31页"噪声系数测量中使用U7227系列USB前置放大器"。 图示2-1

噪声系数测量中的两个步骤的系统连接



Calibration Setup

Measurement Setup

当你测量的时候,请遵循相关步骤并且改变相关数值以满足需求。

校准分析仪

将噪声源与信号分析仪按照图示2-1的校准设置连接在一起。然后按照下 列步骤进行。

NOTE 校准过程中,你可能需要使用适配器将噪声源输出端与分析仪输入端连接 在一起。如果可能的话,你使用的接头也需要测量。为了校准,如果你将这些接头去除的 话,如需提高精确度,你需要使用插损补偿来补偿因为接头移除而造成的任何插损。第 71页"使用插损补偿"对此有解释

校准

步骤	操作	备注
1. 打开仪器	— 按电源键	为获取最好的精确度, 推荐将信号分析仪预热30分钟。
2. 选择模式和测量	—按MODE/MEAS, 噪声 系数, 确认	
3. 预设模式	—按Mode Preset	

NOTE 如果你有一个U7227系列USB前置放大器,请参考第35页"普尚信号分析仪U7227系列USB前置放大器和 内部放大器使用指南"找到合适的系统配置,打开内部前置放大器,为校准设置内部衰减范围,并且如果需要的话, 为测量设置内部衰减。

步骤	操作	备注
4. 配置幅度参数	 按 AMPTD, 选择信号通路, 从内部预放下拉菜 单中选择开。 	当你输入 噪声系数模式 ,内部前置放大器自动开启。如果连接到外部 U7227 前置放大器,为避免超过负荷,内部 前置放大器,为避免超过负荷,内部
	 按MEAS SETUP, 选择校准设置,用户校 准,并且设置最小衰减 和最大衰减的值。 	<u>則且</u> 瓜入蚕云大团。
	按AMPTD,选择衰减器 并且设置测量阶段使用 的值。	测量中使用的衰减值应该在 最小衰减 和 最大衰减 值之间。
5. 配置测量的频率参数	— 按 FREQ, 频率模式 , 并选 择 扫频 。	
	- 按 起始频率 ,并输入 200 MHz。	
	 按截止频率,并输入 400MHz。 	
	 按 点数,并输入 11。 	
6. 选择ENR模式	— 按MEAS SETUP, ENR	
	 在ENR对话框,设置 ENR模式为表。 	
7. 配置ENR列表	—设置使用测量列表 数据用于校准为开。	
 8. 查看ENR的值 NOTE ENR 的 值 储存在 	按编辑测量列表,查看 从 SNS噪声源自动加载 到仪器中的ENR的值	如果你正在使用其他噪声源,比如, 346噪声源,你需要手动输入ENR的 值。想要获取更多信息,请参考
分析仪储存器中,除非有另 外的SNS噪声源插入,或者 是ENR表格手动编辑的时候		"第57页输入超噪比数据.
9. 设置平均数	—按MEAS SETUP, 平均 /保持次数 并且输入 10。	
	— 按 平均 并设置为 开 。	

12

步骤	操作	备注
10.设置带宽	—按 BW , 设置 分辨率带宽 为自动。	
11.设置衰减值	—按 MEAS SETUP , 选择 校准设置 , 更改 最小衰减 和 最大衰减	该范例使用默认最小值和 最大的输入衰减值。 想要获取更多信息,请参考第68页 "选择输入衰减值范围"
12. 执行校准	—按 校准 。	你将会被要求确认执行校准。 校准以后,请参考下列图表获取结果

随着校准完成,并且没有其他待测试器件插入,增益值和噪声系数都会变成0 dB。这表示分析仪已经从测量系统中清除了噪声的干扰。



13.差看表格中的结果

一按Display 并且从布局下 拉菜单中选择表 类似于下列图表中的结果将显示出 来。预计大概是0dB的噪声系数和增 益值。最好使用表布局模式查看这些 结果。

操作

ROSU	JND 输入: 射頻	输入阻抗: 50 Ω 频率参考: 内部 (S)	衰减:0 dB 预放∶开	DU1 平均	□ 放大器 □ 关	系统下变频器:关	FREQ = RF 校准状态: CAL ENR状态: ENR	布局表	格式
ble								目初 手动	结果列
-								列表位置	注解
		噪声系数			增益			23	7T14+
频	释	(TRC1)			(TRC2)				
	10.971379310 GHz	(0.147	5 dB	(-0.0671 dB	数据显示	
	11.884827586 GHz		0.014	0 dB			-0.0050 dB	迹线	T
	12.798275862 GHz		-0.244	2 dB			-0.0620 dB	Provide Contraction	
	13.711724138 GHz		-0.228	9 dB			-0.0114 dB	当前轨泳->内存	
	14.625172414 GHz		-0.172	4 dB			-0.0195 dB		
	15.538620690 GHz		0.149	3 dB			-0.0063 dB		
	16.452068966 GHz		0.119	4 dB			0.0106 dB	1 Mar 1997	
	17.365517241 GHz		0.307	0 dB			0.0015 dB		
	18.278965517 GHz		-0.527	4 dB			0.0154 dB		
	19.192413793 GHz		-0.010	9 dB			0.0059 dB		
	20.105862069 GHz		0.146	i4 dB			-0.0073 dB		
	21.019310345 GHz		0.369	3 dB			0.0157 dB		
	21.932758621 GHz		0.482	8 dB			0.0171 dB		
	22.846206897 GHz		0.294	4 dB			0.0046 dB		
	23.759655172 GHz		0.503	4 dB			0.0136 dB		
	24.673103448 GHz		-0.230	1 dB			-0.0105 dB		
	25.586551724 GHz		-0.281	8 dB			-0.0016 dB		
	26.50000000 GHz		-0.658	7 dB			-0.0432 dB		
始 10.00	00 MHz	and and set shirts	频率模式: 扫频	Į			截止 26.500 GHz		

NOTE

如果任何输入的频率属于高频带,即高于3.6 GHz,校准过程将会在这

些频率中优化预选器,并且在获取校准结果的过程中预选器将会调整自身的值。这将会减少错误的修正结果,因为预选器设置为获取校准和测量结果的同样位置。优化预选器功能(Meas Setup,优化预选器)允许在没有获取校准结果的前提下再次调整收集的值。

NOTE

如果你没有高频带前置放大器,也没有外部前置放大器,并且你正在校准3.6 GHz 以上的频率,校准的数据将会变化很大。只有你正在测试的设备具有高增 益值的前提下,使用该校准数据做出的测量才可能是有效的。如果不是这种情况, 测量的精确度将会很差。在使用外部前置放大器或者具有高增益值的DUT时,请 确保外部前置放大器(或者具有高增益值的DUT)和内部前置放大器都不会压缩, 因为压缩将会影响测量的精确度。如果你怀疑其中的一个前置放大器正在压缩, 请在前置放大器前使用衰减功能,这样就能阻止压缩。分析仪的内部衰减器将会 只影响发生在内部前置放大器中的压缩。它不会对发生在外部前置放大器中的任 何压缩产生影响。 测量

步骤	操作	备注
1. 测量	—根据图示2-1中的设置, 在噪声源和信号分析仪之间 插入DUT。	在DUT与噪声源连接以后,测量结果将 会出现在分析仪显示屏上。如果分析 仪不显示,按Restart。类似于下列图 表中的结果将显示出来。详情请参考 第75页"显示测量结果"

测量结果显示DUT平均噪声系数是2.72 dB,平均增益值是25.82 dB,最小增益值是 25.735 dB。因此DUT 在相关频率范围内满足生产商的规格要求。

图示2-2 测量以后列表显示的典型结果

	OSUND 協会 DC 校准 自动	输入阻抗 50 0 表記 0 08 叛宰参考 内部(S) 预放 开	平均	成大西 关	永辺 「 32 刻香: 大	FREQ = RF 校准状态 CAL ENR状态 ENR	平均/保 10	特次数	设置
第本 柴声系数 (TRC1) (TRC2) (le V						平均开		校准设计
東非 端市系数 (TRC1) (TRC2) (TRC1) (TRC2) 6.212759621 GHz 9.9053 dB -10.0305 dB 6.726655172 GHz 9.9053 dB -10.0305 dB 7.24655172 GHz 9.6042 dB -8.9668 dB 7.24655172 GHz 10.4264 dB -10.0979 dB 8.28034482 GHz 10.5412 dB -10.0869 dB 8.797241379 GHz 10.2915 dB -10.3689 dB 8.797241379 GHz 10.2915 dB -10.3689 dB 9.831034483 GHz 10.1238 dB -9.9698 dB 10.347931034 GHz 10.06607 dB -10.1550 dB 10.864827586 GHz 10.66607 dB -10.1550 dB 10.864827586 GHz 10.5653 dB -10.12294 dB 11.381724138 GHz 10.5844 dB -10.1550 dB 11.884827586 GHz 10.5844 dB -10.1550 dB 11.884827586 GHz 10.5844 dB -10.1550 dB 12.932413793 GHz 10.5844 dB -10.1609 dB 13.448310345 GHz 10.294 dB 13.346310345 GHz 10.292 dB -10.1610 dB 13.463103445 GHz 10.292 dB -10.1611 dB 14.448310345 GHz 10.292 dB -10.1611 dB 14.448310345 GHz 10.3982 dB -10.1611 dB 14.448310344 GHz 11.1277 dB -10.2561 dB 15.00000000 GHz 10.3982 dB -10.1611 dB							₩¥		噪声源
*** (TRC1) (TRC2) (TRC2) (TRC2) (FRC1) (TRC2) (FRC1) (TRC2) (FRC1) (TRC2) (FRC1) (TRC2) (FRC1) (TRC2) (FRC2) (FRC2	45.0	噪声系数		增益			DUTER	6	and - succ
b 2/2/3662/1 GHZ 6.7/2665/172 GHZ 7.24655172 GHZ 7.24655172 GHZ 10.4264 dB -10.0999 dB -10.0879 dB -10.0879 dB -10.0879 dB -10.0889 dB -10.0885 dB -10.0885 dB -10.0885 dB -10.0885 dB -10.0886 dHZ 10.84483 GHZ 10.84483 GHZ 10.8697 dB -10.1585 dB -10.1585 dB -10.1585 dB -10.1585 dB -10.1585 dB -10.1585 dB -10.2294 dE 11.8865206890 GHZ 11.8865206890 GHZ 12.435517241 GHZ 10.4664 dB -10.0760 dB -10.1940 dE -10.1940 dE -10.2581 dB -10.1940 dE -10.1940 dE -10.1940 dE -10.2581 dB -10.1940 dE -10.2581 dB -10.2581 dB -10.1940 dE -10.2581 dB -10.1940 dE -10.2581 dB -10.1940 dE -10.2581 dB -10.1940 dE -10.2581 dB -10.1940 dE -10.2581 dB -10.1940 dE -10.1940 dE -10.1940 dE -10.2581 dB -10.1940 dE -10.1940	茨 中	(TRC1)	0.0000.00	(TRC2)		0.0000 - 101	DUT 1	1	抵据补
0.7.25005/1724 GHz 30.0042 dB -3.9508 0B -3.9508 0B 7.246551724 GHz 10.4264 dB -10.0999 dB -3.9508 0B -3.9508 0B 7.763448276 GHz 10.5412 dB -10.0999 dB -10.0979 dB -3.9508 0B -10.1555 0B -10.1550 0B -10.1550 0B -10.1920 0B -	6.212/58621 GHz		9.9063 dB		-	0.0305 dB	and the second second		20125211
T / 763448276 GHz T / 7685 GB S.280344828 GHz T / 1.3964 dB T / 0.3856 dB S.39413793 GHz T / 0.2915 dB T / 0.0856 dB S.39413793 GHz T / 0.2915 dB T / 0.0856 dB S.39413793 GHz T / 0.2956 dB S.39413793 GHz T / 0.6553 dB T / 0.294 dB T / 0.1550 dB T / 0.294 dB T / 0.1550 dB T / 0.294 dB T / 0.5550 dB T / 0.294 dB T / 0.1550 dB T / 0.294 dB T / 0.5550 dB T / 0.294 dB T / 0.5550 dB T / 0.294 dB T / 0.1550 dB T / 0.294 dB T / 0.1550 dB T / 0.294 dB T / 0.1550 dB T / 0.294 dB T / 0.1022 dB T / 0.2561 dB T / 0.2	7 246551724 GHz		9.0042 dB			-9.9000 GB	🗸 рит	设置及校准	mitt
Constant 10,000 GHz	7 763448276 GHz		10.5412 dB		-	0.0979 dB	N	and the second se	殿值
 8.797241379 GHz 10.2915 dB -10.0385 dB 9.891437831 GHz 10.0005 dB -9.9647 dB -9.9647 dB -9.9688 GHz 10.864827586 GHz 10.6607 dB -10.1565 dB -10.294 dE -10.1566 dB -10.294 dE -10.1566 dB -10.294 dE -10.1550 dB -10.292 dE -10.566 dB -10.1940 dE -10.1940 dE -10.1940 dE -10.294 dE -10.1940 dE -10.294 dE -10.1940 dE -10.294 dE -10.1940 dE -10.294 dE -10.294 dE -10.294 dE -10.294 dE -10.1940 dE -10.294 dE -10	8.280344828 GHz		11.3964 dB			0.3689 dB	1 44.8	都木振设署	-
9.314137931 GHz 10.0065 dB -9.9647 dB 9.831034483 GHz 10.1283 dB -9.6698 dB 10.347931034 GHz 10.6607 dB -10.1565 dB 10.864827586 GHz 10.6553 dB -10.2294 dE 11.381724138 GHz 10.553 dB -10.1550 dB 11.4816520680 GHz 10.7689 dB -10.1550 dB 11.4816517241 GHz 10.3403 dB -10.1052 dB 12.932413793 GHz 10.1037 dB -10.1094 dE 13.9468206897 GHz 10.2824 dB -9.9722 dB 13.966206897 GHz 10.2822 dB -9.9722 dB 14.448310344 GHz 11.1217 dB -10.27681 dE 15.00000000 GHz 10.3982 dB -10.1611 dB	8.797241379 GHz		10.2915 dB		-	0.0385 dB	V 244		高级
9.831034483 GHz 10.1238 dB -9.9698 dB 10.347931034 GHz 10.6607 dB -10.1585 dB 10.864827586 GHz 10.6553 dB -10.2294 dB 11.381724138 GHz 10.5554 dB -10.2294 dB 11.381724138 GHz 10.5844 dB -10.1550 dB 11.388520680 GHz 10.7698 dB -10.0820 dB 12.932413793 GHz 10.1037 dB -10.1940 dE 13.348310345 GHz 10.4664 dB -10.0760 dB 13.966206897 GHz 10.2822 dB -9.9722 dB 13.966206897 GHz 10.2822 dB -9.9722 dB 13.966206897 GHz 10.3982 dB -10.1611 dB	9.314137931 GHz		10.0065 dB			9.9647 dB	1 510	中产计算规	
10.347931034 GHz 10.864827586 GHz 10.864827586 GHz 10.864827586 GHz 11.381724133 GHz 11.381724133 GHz 11.888620680 GHz 12.415517241 GHz 10.34793 GB 12.3932413733 GHz 10.1037 dB 10.1037 dB 10.1037 dB 10.1037 dB 10.1037 dB 10.1037 dB 10.0760 dB 13.966206897 GHz 10.2681 dB 10.2681 dB 10.0281 dB 10.0000000 GHz 10.3982 dB -10.1611 dB	9.831034483 GHz		10.1238 dB			9.9698 dB	V -1.84	AE DIG FI I I AA	
10.864827586 GHz 10.6553 dB -10.2294 dE 11.381724138 GHz 10.5844 dB -10.1550 dE 11.881620680 GHz 10.7848 dB -10.0860 dB 12.415517241 GHz 10.3403 dB -10.1022 dE 12.932413793 GHz 10.1037 dB -10.1022 dE 13.946206897 GHz 10.2822 dB -10.0760 dE 13.966206897 GHz 10.2822 dB -9.9722 dE 15.00000000 GHz 10.3982 dB -10.1611 dE	10.347931034 GHz		10.6607 dB		-	0.1565 dB	14	A. 2214 00	
11.381724138 GHz 10.5844 dB -10.1550 dB 11.381620680 GHz 10.7689 dB -10.0660 dB 12.415517241 GHz 10.3403 dB -10.1022 dB 12.932413793 GHz 10.1037 dB -10.1940 dB 13.448310345 GHz 10.4664 dB -10.0760 dB 13.966206897 GHz 10.2822 dB -9.9722 dB 14.48310344 GHz 11.1217 dB -10.2581 dB 15.00000000 GHz 10.3982 dB -10.1611 dB	10.864827586 GHz		10.6553 dB		-1	0.2294 dB	17.	化预选器	
11.898620690 GHz 10.7689 dB -10.0860 dB 12.415517241 GHz 10.3403 dB -10.1022 dB 12.932413793 GHz 10.1037 dB -10.1020 dB 13.448310345 GHz 10.4664 dB -10.0760 dB 13.966206897 GHz 10.2822 dB -9.9722 dB 14.483103446 GHz 11.1217 dB -10.2651 dB 15.00000000 GHz 10.3982 dB -10.1611 dB	11.381724138 GHz		10.5844 dB		-1	0.1550 dB			
12.415517241 GHz 10.3403 dB -10.1022 dB 12.932413793 GHz 10.1037 dB -10.1940 dE 13.946520897 GHz 10.4664 dB -10.0760 dB 13.946520897 GHz 10.2822 dB -9.9722 dE 14.483103448 GHz 11.1217 dB -10.2581 dB 15.00000000 GHz 10.3982 dB -10.1611 dB	11.898620690 GHz		10.7689 dB		-	0.0860 dB	1	制量预设	
12.932413793 GHz 10.1037 dB -10.1940 dB 13.448310346 GHz 10.4664 dB -10.0760 dF 13.966206897 GHz 20.2822 dB -9.9722 dB 14.483103448 GHz 11.1217 dB -10.2561 dB 15.00000000 GHz 10.3982 dB -10.1611 dB	12.415517241 GHz		10.3403 dB		-1	0.1022 dB		_	
13.448310345 GHz 10.4664 dB -10.0760 dB 13.96620897 GHz 10.2822 dB -9.9722 dB 14.483103448 GHz 11.1217 dB -10.2561 dB 15.00000000 GHz 10.3982 dB -10.1611 dB 40.000 MUz the state of th	12.932413793 GHz		10.1037 dB		4	0.1940 dB		校准	
13.966206897 GHz 10.2822 dB -9.9722 dB 14.483103448 GHz 11.1217 dB -10.2581 dB 15.00000000 GHz 10.3982 dB -10.1611 dB	13,449310345 GHz		10.4664 dB		-	0.0760 dB			
14.483103448 GHz 11.1217 dB -10.2581 dB 15.00000000 GHz 10.3982 dB -10.1611 dB	13.966206897 GHz		10.2822 dB			9.9722 dB	1	END	
15.00000000 GHz 10.3982 dB -10.1611 dB	14,483103448 GHz		11.1217 dB		-	0.2581 dB	N	ENK	
	15.00000000 GHz		10.3982 dB			0.1611 dB			
10.000 MHZ 数单模式: 扫频 截止 15.000 GHZ	10.000 MHz	频率模式	:: 扫频			截止 15.000 GHz			

 查看以图格式显示 的结果 按Display, 布局,并且 显示两条迹线(噪声系数与增益 从下拉菜单中选择图。值)的图结果。

- 设置**覆盖/联合**为开。

本章节描述如何对涉及到频率转换器的噪声系数进行测量。当下列条件 时,必须使用频率转换器:

- 频率转换是DUT的一部分。比如,DUT是一个混频器或接收机。
- 频率转换是测量设置中的一部分时。DUT将会在比分析仪频率范围更高的 频率中测量的时候,因此需要添加一个外部的下变频器与本机振荡器至测 试设置中,以此来把高频率转换成分析仪频率范围内的频率。

噪声系数测量应用可支持多频率的转换,在DUT(其中包括多阶转换器)中 作为增加的系统下变频器,该下变频器能够将分析仪配置为频率扩展器。详 情请参考第43页"频率转换的说明"了解关于频率转换测量中需要仔细考虑 的事情。

频率转换DUT的测量

接下来会提供一个使用分析仪测量下变频器噪声系数的例子,并且该下变频器是上边带。DUT的规格将会列在第17页的表格2-2中。本振将被设置为一定频率范围内的扫频,而中频固定在60 MHz。

对测量系统的校准与基础校准类似,噪声源直接与分析仪的无限射频输入端 连接,以此校准得以完成。随后,DUT被放置在噪声源与分析仪中间,以此 校准测量得以完成。DUT在测量设置中执行频率转换。但是,正如第16页图示 2-3所示,在校准设置中是没有频率转换的。校准设置的目的是允许分析仪使 用噪声源测量其本身的噪声系数与灵敏度。校准必须在所有的频率范围内执 行,并且该频率范围是执行测量的时候分析仪调谐的频率范围。

NOTE 如果DUT有一个低的或者负的增益值,推荐 USB 前置放大器与信号分析仪一起使 用,从而获取更精确的结果。想要获取更多信息,请参考第31页"噪声系数测量中 使用U7227系列USB前置放大器"。





对于这些测量,你可进入DUT设置对话框(MEAS SETUP, DUT设置及校准):

表格2-2

DUT设置表格

频率模式	扫频
频率上下文	射频
	确定是否在DUT的输入端(无限射频)或是在分析仪 的输入端 (中频) 指定测量频率。详情请参考 <mark>第55页</mark> "频率上下文"
DUT	下变频器
边带	上边带
	详情请参考 第56页"边带(针对DUT和系 统下变频器)"。
本振模式	扫频
外部本振控制	开
系统下变频器	关

表格2-2 DUT设置表格

框图	校准 或 测量 。这并不影响测量或校准,但是会显示噪 声源,DUT和分析仪是如何配置的。蓝色的"眼睛"图 标作为你选择过的 频率上下文 视觉上的提示。
DUT输入(射频)	起始: 3.2 GHz
DUT输入(射频)	截止:3.7 GHz
DUT输出 (中频)	固定值: 60 MHz

初始设置流程

请按照初始设置流程进行设置

步骤	操作	备注
1.打开仪器	—按电源键	为获取最好的测量精确度,推荐将信号分析 仪预热30分钟。
2.选择模式和测量	—按 MODE/MEAS , 噪声系 数, 确认	
3.预设置模式	—按 Mode Preset	
4. 配置ENR	—按MEAS SETUP, ENR.	
	—设置ENR模式为表	
	— 设置使用测量列表数据 用于校准为开。	
5.查看ENR数据	—按 编辑测量列表 查看从SNS噪声源自动加载 到仪器中的ENR的值	如果你正在使用其他噪声源,比如,346B 噪声源,你需要手动输入ENR的值。
	—按 关闭 。	为获取更多关于输入ENR的信息,请参考第 57页"输入ENR数据"。
		请注意对于校准与测量,不同频率 范围的ENR数据都会被使用。

步	骤	操作	备注
6.	配置外部本振设置	— 按 外部本振设置 。 - 本振选择	
		 在LAN对话框中,输 入IP地址并按 Done。 	
		- 按 增加IP地址 。	
		 按选中的源作为DUT本 振。 	获取更多关于设置外部本振的信息,请参考 <mark>第70</mark> 页 " 设置外部本振控制 "
7.	配置DUT本振设置	— 在选择对话框, 按 外部本振设置 。	
		- 按 DUT本振设置 。	
		— 在对话框的本振设置	
		区域, 输入下列值: 本振频率功率; 7.0 dBm	
		最小频率; 250kHz 最大频率; 6 GHz。	该操作设置信号发生器的最小值与最大 值。
		— 按 DUT设置及校 准。	
8.	配置DUT设置	— 设置 <mark>表格2-2</mark> 中列举 的参数。	设置所有参数以后,DUT设置屏幕将会与下 列图表相似。
			想要获取DUT设置表格中的每个参数的具

体信息,请参考<mark>第54页"DUT设置表格"</mark> 。

步骤	操作	备注
----	----	----



9. 设置平均数	— 按 MEAS SETUP,平均 保持次数, 10。 — 设置平均为开。	
10. 打开内部前置放大 器	—按 AMPTD , 信号通路 , 内部预放 为开。	NOTE ENR的值会一直被储存在分析仪存储器中 除非不同的噪声源插入或者是ENR的表格 被手动编辑。

测量设置的校准

噪声系数测量的校准是专门针对你曾经设置的频率的。如果你在校准后改变 了频率,你必须要再次校准。

将噪声源与分析仪连接在一起校准(请参考图示2-3)。请注意你需要在校准前 连接DUT之后滤波。

步骤	操作	备注
1.配置系统 校准	— 连接校准 系统,按照 第16页图示2-3 。	如果你有U7227系列USB前置放大器, 参考第35页"普尚信号 分析仪 U7227系列USB前置放大器和内部 前置放大器使用指南"为你的测试找 到合适的系统配置,开启内部前置放大 器,为校准设置内部衰减范围,如有 需要,为测量设置内部衰减。
2. 配置幅度 参数	 一按AMPTD,选择 衰减器并且设置测量阶段使用的值。 一按MEAS SETUP, 选择校准设置,用户校准,并设置最小衰减和最大衰减。 	测量中使用的衰减值 应该在最小衰减和最大衰减值范围之 间。
3.执行校准	—按 校准 。	你将会被要求确认执行校准。校准以 后,请参考下列图表获取结果。 当校准完成时,测量系统会被校准在混频 器输出。显示屏的右上角的红色UNCAL 文本变成绿色CAL文本。



21

校准的噪声系数与增益值测量

测量分析仪产生的噪声。按照第17页图示2-3 所示将DUT插入到系统中。 噪声系数与增益值在图表2-4中显示。按**Display**,表显示表格视图,请参考图 表2-5.

图示2-4

校准的测量结果(图视图)



图示2-5

校准的测量结果(表视图)

PROSUND	入 射频 合 DC 進 自动	输入阻抗 50 0 预率参考: 內部(S)	衰减 4 dB 预放 开	DUT 平均	放大器 关	系统下受预器 关	FREQ = RF 校准状态: CAL ENR状态: ENR	平均/保 10	寺次数	設置
Ca Table	*						-	平均 开		校准设置
								= X		噪声源
频率		噪声系数 (TRC1)			增益 (TRC2)			DUTER		15 10 41 DA
10.	000000 MHz			0.6153 dB			-0.0039 dB	DOTT		超现个层
2.659 5.308	000000 GHz 000000 GHz			0.7486 dB 0.2252 dB			0.0700 dB 0.0165 dB	(DUT	设置及校准	限值
7.957	000000 GHz			0.4758 dB			0.0659 dB	Tan	a second s	1000
10.606	000000 GHz			0.0045 dB			0.0101 dB	く 外部	体振设器	201403
13.255	000000 GHz			0.5082 dB			0.0933 dB	1	- hormony of	PUSK
15,904	000000 GHz			0.3547 dB			0.0211 dB	(不确	定度计算器	
18.553	000000 GHZ			1 1900 48			-0.0082 dB	1	-	
23,851	000000 GHz			1 9992 dB			-0.0605 dB	优	化放动器	
26.500	000000 GHz			1.0485 dB			-0.0946 dB		爆药 袋	
								-	eh ar	
								-	6X/III	
								<	ENR	
								0		
起始 10.000 MHz 带窓 4.0 MHz		冷噪温度 301.	频率模式 .00 K (默认)	: 扫频 噪声波:	自动(普通)	n.	截止 26.500 GH			
150	1 7 ?	10月 23, 2021	9				X			

NOTE

一旦你成功完成测量,你可能会想要保存设置以供将来使用。按Save,状态,保存至文件。

22

如果测量包括任何校准阶段没有去除的滤波器插损,请按MEAS SETUP,插损补偿,

插损(DUT之前或DUT之后),插损补偿模式,固定来去除这种插损,并为器件输入

插损值。

NOTE

你也可以做表格损耗并且创建独特的频率/幅度值。

多阶转换器的测量

多阶转换器的测量与上文描述的测量流程类似。然而,多阶转换器的测量中, 无线射频与中频频率的关系并不固定。你需要根据DUT的输入和输出输入无 线射频和中频的频率。

在多阶转换器的测量中,可能要使用多个本振。但是,噪声系数测量应用 只能控制其中一个本振。

使用一个系统下变频器测量

系统下变频器可以被认为是分析仪的频率扩展器,允许以分析仪频率范围之外的频率对DUT进行测量。

讨论中的测量使用的是一个未指定的外部下变频器。因此不能保证为测量系统 提供规格与表征。

图示2-6

NOTE

系统下变频器校准与测量



系统下变频器是测量系统的一部分,并且在校准设置和测量设置中都有出现。 请参考图示2-6。在校准过程中,分析仪和系统下变频器的噪声性能都会被测 量。正因如此,当执行校准测量的时候,结果只能用于DUT。如果DUT中没 有更多的频率转换,同频率范围的ENR数据将会用于校准与测量。

通过DUT与噪声源之间的多个频率转换,分析仪可用于更为复杂的系统中。 但是,控制这种系统需要特定的应用。你需要计算频率以匹配特定的系统, 了解任何双边带转换的影响,确定滤波器的要求,并且为校准与测量计算合 适的ENR。

连接分析仪并测量:

 打开分析仪。 —按MODE/MEAS, 噪声系数, 确认 	
3. 如果需要的话,将ENR的值输入分析 请参考 <mark>第57页"输入ENR数据</mark> "获取相关流程。 仪。	
 4. 请参考第70页"设置外部本振控制"按照要求为系统下变频器与DUT设置本振控制。 请注意如果DUT或者系统下变频器的本振频率模式 设置为扫频模式,此时你需要使用外部本振控制 来控制另外一个信号发生器作为本振。 	
5. 按 MEAS SETUP , DUT设置及校准 并且按照要求设置DUT设置形式。 想要获取 DUT 设置表格中的每个参数的具体信息,请参考 第54页"DUT设置表格" 。	
6. 按MEAS SETUP, 平均保持次数, 10,设置 平均为开。 此时设置平均数能够减少颤动,并且提供更为 精确的测量结果。详情请参考第67页"设置 平均数"	
 按照图示2-6 配置测量连接并且按MEAS SETUP, 校准 执行校准。 	

0

8. 按照图示 2-6 所示,改变测量连接并且执 行校准测量。

使用双边带系统下变频器的测量模式

噪声源会产生宽带噪声。在双边带系统下变频器校准设置中,从上边带与下 边带输入的噪声都将被转变为同样的中频,如图示2-7所示。双边带系统下变 频器测量有DUT表征的线性平均。上边带和下边带使用的是同样的ENR值, 并且是从上边带和下边带的平均频率中得到的。这与本振频率一致。返回的 值是两个边带功率的平均值。

双边带测量的优点是滤波要求少并且频率范围覆盖广。在双边带测量中,目的是选择尽可能低的中频,以此来将边带之间的间距最小化,从而得到尽可能最佳的分辨率。

NOTE

在双边带测量的过程中,最重要的是中频的频率要远远低于本振的频率。这是 因为表格中的ENR的值只适用一种频率或是在扫描测量中适用一组频率。ENR的 值不能同时被用于上边带与下边带。因此,ENR的值适用于上边带与下边带中间 的频点,而该频率等于本振频率。 因此,中频频率与本振频率之间的比值越大,上频带与下频带之间的距离 就越大。上频带与下频带之间的距离越大,ENR的值就越不精确。 在双边带测量的过程中,当中频频率不大于本振频率的1%的时候,此时精 确度最高。在扫描测量的过程中,扫频中的频率不应超过本振频率的1%。 图示2-7

双边带系统下变频器测量



如果DUT的带宽比LSB-USB间距大,系统下变频器就可以以上边带,下边带,或双边带模式运行,同时在校准与测量的过程中也是同样的情况,因此,不必进行双边带功率校正。校准测量清除了任何边带累计效应。

NOTE

对于该情况,使用双边带系统下变频器的前提条件是LSB-USB区域的噪声源ENR,增益值, 以及DUT的频率都是恒定不变的。为验证该情况,你可以用不同的中频进行试验,看一下频 率变化错误是不是一个问题。如果选择了中频并且噪声系数值变化比较大,推荐使用单边带 系统下变频器。

如果DUT的带宽比LSB-USB间距小,并且双边带系统下变频器仍然在使用 中,校准设置将会以双边带模式运行而测量设置实际将以单边带模式运 行,这会受到DUT的影响。对于该情况,由于双边带的校准与单边带的测 量,需要使用增益校准系数。正常情况下,需要设置DUT 3dB的插损补 偿,可以按Meas Setup,插损补偿,插损,DUT之后,插损补偿模式,固定,固 定插损,3dB。

对于微波测量,如果频率高于3.6 GHz的话,分析仪输入滤波器将会阻止下 变频器的本振泄露,否则就需要在系统下变频器和分析仪之间接入一个滤 波器。同时,也要考虑使用混频器本振谐波模式。

使用单边带系统下变频器的测量模式

分析仪将为双边带,下边带或上边带系统下变频器转换进行频率计算。滤波的要求将会根据测量的不同而变化。

图示2-8显示滤波如何做下边带测量, 图示2-9显示上边带下变频器测量。

26



理想情况下,为转换选择一个高的中频能够将上边带与下边带隔开,因此能够简化滤波要求。

该滤波器需要让单边带测量能够成为DUT的一部分,或者必须获得一个根据 测量而特定的滤波器并用于系统下变频器的输入端。

单边带滤波器的带宽限制了测量能被扫描到的最大频率范围。因此,单边 带测量不适合带宽特别大的DUT。

需要使用滤波来选择需要的边带。这样,即使本振不能被扫描,也可 以进行扫频的噪声系数测量。

27

计算测量不确定度

测量不确定度是噪声系数测量中的一个重要指数,尤其是对具有极低噪声系数的DUT而言。在产品的设计与生产阶段,有必要好好了解一下众多变量是如何影响产品整体的测量不确定度的。这些变量包括分析仪本身,噪声源和DUT。

噪声系数测量应用提供了一个不确定度计算器来计算不确定度的和的平方 根。一旦你测量或确认了各种器件的表征,就可以将这些表征输入到分析 仪中,从而计算得出不确定度的和的平方根。

图示 2-10 测量不确定度计算器

			不确定度计算	算器	うで?対
来自DUT设置和测量	结果的自动设置		开 关		at current CF 13.25500000 GHz 于选定的频率 1.505000000 GHz
DUT: 放大器 噪声源: 手动	频率: 1.5050 GHz	外置预放: 无 仪器: 自动	频率∷1.5050 GHz	-噪声系数不确定性. 2o	
		指标类型	分布	用户校准	±0.218 dB
DUT NF (dB) DUT 增益 (dB) DUT 输入匹配** DUT 输出匹配**	3.000 dB 20.000 dB 1.500 0.240	固定 [:] 固定 固定	固定固定	内部校准	±0.228 dB ±0.577 dB
NS ENR 不确定度 (dB) NS 匹配**	0.200 dB 1.150	95th %ile* 最大值	高斯*	扫描不确定性	
仪器 NF (dB) 仪器噪声系数不确定度 (d 仪器增益不确定度 (dB) 仪器匹配** 仪器 NFE 改善 (dB)	14,154 dB dB) 0.025 dB 0.150 dB 1.393 9.000 dB	固定" 固定 [。] 固定* 95th %ele 95th %ele*	高斯* 高斯 高斯	Log 0.732 0.669 0.606	
外部 PA NF (dB) 外部 PA 増益 (dB) 外部 PA 匹配 ^{★★} 外部 PA NFE 改要 (dB) [★] 卸定信,不可编辑 ^{★■} 可作为回波损耗(-xx x dB)	3 500 dB 21,000 dB 1,300 12,000 dB 熵入, VSWR 或者 反射	固定* 固定* 05th %ile* 系数	固定 高斯*	0.542	未校准
扫描	14 A			0.226	
参数 降 DUT噪声系数 1.3	低 升高 500 4.500	点数 用尸校. 15 On	崔 内部校准 未校准 On On	1.5	4.5

下列流程以<mark>第10页"基础的测量"</mark>中放大器的测量结果为例,来计算测量不确定度。

步	骤	备注
1.	按MEAS SETUP, 不确定度计算器	获取校准测量结果以后请执行该步骤。
2.	在测量不确定度计算器对话框上,将来 自DUT设置和测量结果的自动设置	该步骤将自动填充计算测量不确定度所需的参数, 这些参数来源于仪器与测量结果。
	设置为开。	一旦设置为开启状态,
		 如果连接了一个噪声源,那么噪声源的类型设置为 自动。
		— 仪器类型设置为 自动 。
		 如果连接了一个U7227系列USB前置放大器,那么外 部预放类型设置为自动。
		然后,这些器件的参数将会自动从仪器中加载。
		你也可以将类型改为手动并手动输入相应的参数值。
3.	如果你正在使用SNS噪声类型, 请直接看第4步。	
	如果你正在使用 346x系列噪声源,请从 噪声源 下拉菜单中选择你正在使用 的模型编号。	
	对于其他噪声源,在 噪声源 类型列表 中选择 手动 ,并且手动输入NS ENR 不确定度 (dB) 和NS匹配的值。	
4.	输入 DUT输入匹配 和 DUT输出匹配 的值并选择匹配指标类型和匹配分	DUT匹配的值可以从数据表中读取或者是测量。它们可 以作为回波损耗(-XX.X dB), VSWR,或者反射系数输入。
	۰ µ ۱	推荐将规格风格设置为固定形式。
5.	点击 更新 at current CF 按键,为当前 的测量结果显示测量不确定度。下列 图表显示的就是不确定度计算器的屏 幕。	如果你需要为其他的频率点计算测量不确定度,请在 更新于选定的频率按键旁边的框格中输入频率值, 并点击更新按键以显示该频率的结果。

	-	17	Ē	2
7	1	H	ž	ŝ
		k.	14	к

- 6. 当前测量结果的噪声系数测量不确定度显示在噪声系数不确定性. 2σ和扫描不确定性区域。提供三种类型的测量不确定度:用户校准,内部校准与未校准。想要获取关于用户校准与内部校准的更多信息,请参考第52页"用户校准vs.内部校准"。
- 噪声系数不确定性. 2σ 区域显示当前设置的不确定度结果。
- **扫描不确定性**区域显示在**扫描**设置参数的扫描不确定度的结果。你可通过该显示屏看到不同参数对不确定度结果的影响。

			不确定度计	算器	うで?※図〉
来自DUT设置和测量约	结果的自动设置		开 关		at current CF 13.25500000 GHz 于选定的频率 1.505000000 GHz
DUT: 放大器 噪声源: 手动	频率: 1.5050 GHz	外置预放: 无 仪器: 自动	频率: 1.5050 GHz	-噪声系数不确定性、2σ 用户校准	±0.218 dB
DUT NF (dB) DUT 增益 (dB) DUT 输入匹配** DUT 输出匹配**	3.000 dB 20.000 dB 1.500 0.240	指标类型 固定 固定 固定 固定	分布 固定 固定	内部校准	±0.228 dB ±0.577 dB
NS ENR 不确定度 (dB) NS 匹配**	0.200 dB 1.150	95th %ile* 最大值	高斯 ⁺ 雷利		
仪器 NF (dB) 仪器噪声系数不确定度 (d 仪器墠益不确定度 (dB) 仪器匹配** 仪器 NFE 改善 (dB)	14,154 dB 18) 0.025 dB 0.150 dB 1.393 9.000 dB	固定* 固定* 回定* 95th %ile 95th %ile*	高斯* 高斯F 高斯	Log 0.732 0.669 0.609	
外部 PA NF (dB) 外部 PA 増益 (dB) 外部 PA 匹配** 外部 PA NFE 改善(dB) *都定信、不可编辑 ** 可作为回波损耗(-xx x dB)	3 500 dB 21,000 dB 1,300 12,000 dB 输入, VSWR 或者 反射	固定" 固定" 95th %ile/ 系数	固定 高斯•	0.542 0.479 0.416 0.353 0.290	+校准
- 扫描	低 升高	点数 用户	P校准 内部校准 未校准	0.226	
DUT噪声系数 1.5	500 4.500	15 On	On On	1.5	4.5

 (可选)在扫描区域,选择另外一个扫描 参数,并通过输入较低和较高值设定 范围。

噪声系数测量中使用U7227系列USB前置放大器

U7227系列USB前置放大器通过减小整体仪器的噪声系数,从而将普尚噪声系数分析仪变成更好的噪声系数分析仪。当DUT是有损耗的或者具有很低增益值的时候,必须使用减小仪器的噪声系数。这是因为当DUT的增益值很低的时候,仪器的噪声系数对最终的测量不确定度影响更大。图示2-11 显示了DUT的增益值和仪器的噪声是如何影响典型的噪声系数不确定度的。数据来源于SP900N噪声系数测量应用中的不确定度计算器。可以看出随着DUT的增益值变低并且仪器的噪声系数变高的时候,测量的不确定度是在变大。可以通过优化噪声系数测量来避免这些问题。

图示2-11 3-D 测绘图:测量不确定度 Vs DUT增益值 Vs 仪器噪声系数(DUT噪声 系数: 3 dB)



本章节首次介绍如何将 U7227系列USB前置放大器与信号分析仪连接在 一起,并且为USB前置放大器与信号分析仪内部前置放大器提供了使用 指南。

第32页"与信号分析仪的初始连接"

第35页"U7227系列USB前置放大器和普尚信号分析仪内部前置放大器使用指南"

与信号分析仪的初始连接

你可通过USB连接线与信号分析仪相连,为U7227系列USB前置放大器提供电源。请按照下列步骤,将USB前置放大器与分析仪连接。

- CAUTION 在将信号连接到U7227系列USB前置放大器输入端口前,请确保USB前置 放大器能够安全接受提供的信号电平。信号电平的限额已经标记在USB前 置放大器输入接头的旁边。
 - **1.** 将USB前置放大器的输出端口与信号分析仪的无线射频输入端口连接在 一起。
 - 使用USB数据线,将USB前置放大器的USB端口(A型)与信号分析仪的前面板或后面板的USB端口(A型)相连。你可以在任何时候将USB前置放大器插入到分析仪的USB端口中。

NOTE

U7227系列USB前置放大器和键盘与信号分析仪的连接必须相互分开;比如,前置放大器通过前面板与分析仪相连,那么,键盘需要通过后面板与分析仪相连。

图示2-12 显示在两阶段的噪声系数测量中U7227系列USB前置放大器的连接。虽然USB前置放大器插入到了分析仪其中的一个端口中,但分析仪仍会将其认作RF输入信号路径,并将增益值设定与USB前置放大器的其他校准数据应用到测量中。因此,没有必要添加前置放大器校准数据。

图示2-12 两阶段的噪声系数测量中U7227系列USB前置放大器与分析仪的连接



Calibration Setup

Measurement Setup

当U7227系列USB前置放大器的数据线插入到分析仪其中一个端口的时候,噪声系数测量应用中,信号分析仪将会通过下列方式响应:

扫描将会暂时停止,而"硬件配置正在更新"消息将会出现在分析仪显示屏上面。请参考图示 2-13.

图示2-13

"硬件配置正在更新"



2. USB前置放大器的校准数据,比如增益值,噪声系数和S参数将会自动 下载到分析仪上面。

NOTE USB前置放大器RF输出线缆,接头损耗,和频率响应等数据都在自动下载到分析仪存 储中的数据中有所记录。用户并不能接触到校准数据

- 3. USB前置放大器上面"Ready"LED灯点亮。
- 4. 将显示USB前置放大器的模型与系列编号。请参考图示2-14。

图示2-14 USB前置放大器准备使用以后信号分析仪显示屏情况



5. USB前置放大器待使用

NOTE

当仪器处于噪声系数模式并且外部 U7227系列USB 前置放大器插入的时候, 为避免压缩,内部前置放大器将会关闭。用户可以在任何频点打开该内部前 前置放大器(Amplitude,信号通路,内部预放,开) U7227系列USB前置放大器和普尚信号分析仪内部前置 放大器使用指南

该章节提供了U7227系列USB前置放大器,内部前置放大器,内部衰减器的使用指南,从而将噪声系数的测量变得更精确。

噪声系数测量系统中的幅度

讨论应用指南之前,我们看一下测试系统中的一些信号幅度。图示2-15显示 了在噪声系数测量中信号通路中的所有可能模块。虚线内的模块表示你可以 选择使用它们,也可选择不使用。USB前置放大器,内部前置放大器和输入 混频器都是非线性组件,能够处理的最大信号都有限制。可以在下列地方对 噪声源进行功率限制:

- 在USB前置放大器之前
- 在内部前置放大器之前
- 在输入混频器之前

为了做出精确的噪声系数测量,在这三个地方,噪声功率应该低于最大准许功率。可参考U7227系列USB前置放大器的技术概览和普尚信号分析仪的规格指南查看最大允许功率。对于前置放大器和输入混频器之前的功率电平,可以使用内部衰减器降低功率电平。但是,使用内部衰减器的同时也会增加仪器的噪声系数。

下面章节中的配置指南是以非线性组件前的噪声功率计算为基础。想要获取 关于噪声功率计算的更多信息,请参考第78页"为噪声系数测量系统中不同 的阶段计算噪声功率"。



噪声系数测量中的信号通路模块



噪声系数测试系统配置指南

为了精准测量噪声系数,需要配置测试系统,首先是要让仪器的噪声系数 (USB前置放大器+信号分析仪)尽可能低。为减少仪器噪声系数,USB前置 放大器和内部前置放大器应该尽可能在任何时候都要使用。如果测试系统中 存在过载或压缩,请去除或关掉前置放大器(USB前置放大器或内部放大 器),增加内部衰减也可以解决这个问题。关于信号分析仪,

一开启/关闭内部前置放大器,按AMPTD, 信号通路, 内部预放, 开/关。

- 设置内部双肩器,按AMPTD, 衰减器,设置衰减值。

图示2-16 和图示2-17 显示在高达26.5GHz的频率范围中,不同的系统配置下 DUT的表征(噪声系数与增益值)。X轴是DUT的噪声系数,Y轴是DUT的增 益值。该配置指南是以非线性组件前的噪声功率计算为基础。想要获取关于 噪声功率计算的更多信息,请参考第78页"为噪声系数测量系统中不同的阶 段计算噪声功率"。

在使用图示 2-16 和图示2-17 找到合适的测量系统配置之前, 你需要注意以下 内容:

- 用于计算噪声功率的参考带宽是3.59 GHz,这是低频带(10 MHz至3.6

GHz)中的最坏情况。为保持低频带与高频带之间的一致性,同样的参考带宽将用于频率高于3.6 GHz中的计算。低于和高于3.6 GHz的参考带宽都是3.59 GHz。

如果DUT有更窄的带宽,那么DUT的表征也可以相应增加。比如,DUT的带宽是100 MHz,那么DUT的增益值可以以下列系数增加

10× log (3.59× 109′ 100× 106),也就是增加15.6 dB。

- 在计算中,U7227C USB前置放大器的噪声系数与增益值都会被使用。如果你正在使用 U7227A或U7227F,支持使用的DUT表征应该是不同的。
- 计算中需要使用一个6 dB ENR的噪声源。如果你正在使用的噪声源有更高的ENR, DUT的增益值将会更低。
- 对于不同的仪器和不同的频率范围,USB前置放大器和普尚信号分析仪的数据将会差异很大,最精确的数据是在大多数情况下使用的数据。
下列流程是使用 图示2-16 和图示2-17 来找到合适系统配置的过程。想要找到更多范例,请参考 第40页"使用指南找到测试系统配置的范例"。

- 1. 查看DUT并获得DUT带宽,噪声系数,和增益值的数据。
- 2. 使用下列等式计算带宽调整因子。
 - $\textit{AF} = \textbf{10} \times \textit{log} (\textit{Ref}_\textit{BW}/\textit{DUT}_\textit{BW}) = \textbf{10} \times \textit{log} (\textbf{3.59} \times \textbf{10}^{9}/\textit{DUT}_\textit{BW})^{1}$

然后将调整因子从DUT增益值中减掉。其结果值被称为DUT_Gain_Modified。

DUT Gain Modified = DUT Gain – AF

- 3. 使用DUT_NF和DUT_Gain_Modified的值在图示2-16 or 图示2-17 中从下 到上为它们寻找合适的位置。
- **4.** 找到相应的系统配置如果系统配置包括内部衰减,请按照下列步骤找到 合适的衰减电平:
 - a. 将衰减值设置为0 dB,并且记录下DUT的噪声系数。
 - **b.** 将衰减值增加4 dB。如果噪声系数变化太大,比如0.3 dB,那么该 衰减值被要求精确测量。
 - c. 重复步骤(b)直到你找到合适的值。

NOTE 关于计算图示2-16 和图示2-17中的DUT的表征,最精确的数据是使用最多的数据,推荐使用你在DUT_NF和DUT_Gain_Modified下面找到的系统配置。

1.参考带宽是图示2-16 或图示2-17 中计算噪声功率所使用的带宽,即3.59 GHz



- USB Preamp + Internal Preamp + Internal Attenuator (maximum 15 dB)
- USB Preamp + Internal Preamp



NOTE 对于频率范围超过3.6 GHz,该情况下,预选器带宽(低于80 MHz)外的输入噪 将被过滤。这可能会影响DUT的表征。

图示2-16 和图示2-17 为26.5 GHz 频率范围提供指南 对于频率范围超过26.5 GHz的频率,将U7227F USB前置放大器与普尚仪 器结合使用就可以支持至50 GHz。频率范围高于26.5 GHz的计算方法与 "3.6 GHz至26.5 GHz"频率范围的计算方法类似。因为USB前置放大器和 内部前置放大器噪声系数和增益值的增加,DUT的增益值将会下降。详情 请参考表格2-3和表格2-4。

表格2-3 U7227系列USB前置放大器的噪声系数与增益值规格^a

性能规格	U7227A	U7227C	U7227F
频率	10 MHz至4 GHz	100 MHz至26.5 GHz	2至50 GHz
增益值(dB)⁰	> 16 (10至100 MHz) > 0.5 F + 17 (100 MHz至4 GHz)	>0.26 F+16.1 (100 MHz至26.5 GHz)	>0.23F + 16.5 (2至50 GHz)
噪声系数	< 5.5 dB (10至100 MHz) < 5 dB (10 MHz至4 GHz)	< 6 dB (100 MHz至4 GHz) < 5 dB (4至6 GHz) < 4 dB (6至18 GHz) < 5 dB (18至26.5 GHz)	< 10 dB (2至4 GHz) < 8 dB (4至40 GHz) < 9 dB (40至44 GHz) < 10 dB (44至50 GHz)

a. 这些规格都是在23 ℃的操作温度中测试与测量的。

b. "F" 表示以GHz为单位的频率。

表格 2-4 普尚噪声系数分析仪的噪声系数与增益值规格

规格 (标称值)	噪声系数分析仪
	20 dB (100 kHz至3.6 GHz) 35 dB (3.6至26.5 GHz) 40 dB (26.5至40 GHz)
噪声系数	13至14.5 dB (100 kHz至3.6 GHz) 9 dB (3.6至 8.4 GHz) 10 dB (11至18 GHz) (DANL+176.24 dB) (>13.6 GHz)

使用指南找到测试系统配置的范例

该章节为<mark>第36页 "噪声系数测试系统配置指</mark>南"提供范例,可通过该指南 找到合适的测试系统配置。

对于频率范围低于 3.6 GHz的DUT

DUT的表征如下:

DUT NF:	5 dB
DUT增益值:	30 dB
频率范围:	1 to 2 GHz

DUT的带宽是:

 $\textbf{DUT_BW=1} \times 10^9 \, \mathrm{Hz}$

带宽调整因子是:

AF= 10 × log (3.59 × 109/(DUT_BW)) = 5.55 dB

修改后的DUT增益值是:

 $DUT_Gain_Modified=DUT_Gain-AF=$ 24.45 dB

使用DUT_NF和DUT_Gain_Modified的值在图示2-16从下到上寻找。测试系统配置应该是USB前置放大器 +内部前置放大器 +内部衰减器。

对于频率范围高于3.6 GHz的DUT

DUT的表征如下:

DUT NF:	4 dB
DUT增益值:	25 dB
频率范围:	3至10 GHz

DUT的带宽是:

 $DUT_BW = \textbf{7} \times \textbf{10}^{9} \, Hz$

带宽调整因子是:

 $\textit{AF}{=}~\textbf{10}\times \textbf{log}~\textbf{(3.59}\times \textbf{10^9/}(DUT_BW)) = -\textbf{2.9}~dB$

修改后的DUT增益值是:

 $DUT_Gain_Modified = DUT_Gain - AF = 27.9 \text{ dB}$

使用DUT_NF和DUT_Gain_Modified的值在图示2-17从下到上寻找。测试系统配置应该是只有USB前置放大器。

3 测量相关的任务与概念

该章节提供关于测量任务与概念的更多细节,这些细节在下面的三个章节中 都有所描述。其中还包括三种仪器的简单对比与其他更多信息。

- 第43页"设置测量系统"
- 第43页"频率转换的说明"
- 第49页"选择与设置本机振荡器"
- 第51页"校准分析仪"
- 第54页"设置测量所用的信号分析仪"
- 第54页"DUT设置表格"
- 第57页"输入ENR数据"
- 第63页"设置测量频率"
- 第66页"设置带宽与平均数"
- 第68页"选择输入衰减范围"
- 第70页"设置外部本振控制"
- 第71页"使用插损补偿"
- 第75页"查看测量结果"
- 第75页"显示测量结果"

设置测量系统

频率转换的说明

如果噪声系数的测量包括频率转换,就需要认真考虑下列事项。

边带与图形

对于任何涉及到频率转换的测量,你需要考虑涉及到的精确频率范围,并确 定特定的测量所用到的滤波要求。比如,测量混频器可能有好几种不同的方 法,而选择使用的滤波器决定了选择的测量方法。



下变频的边带与图形



对于固定的输出频率与固定的本振频率,有两个不同的输入频率被转为输出 频率。图示3-1显示了该过程。

用于噪声系数测量中的噪声源都是宽频带的。当使用下变频器的时候,噪声 有可能出现在混频器的上下输入频率频带中,而该频带将被转换成分析仪调 谐对应的中频输出频带。分析仪从两个重叠的频带中接收到混频器制造的噪 声。噪声是随机的,而这两个功率电平是通过简单相加结合在一起的。同样 地,分析仪从两个功率结合的频带中接收到噪声源制造的噪声。像这样混合 了两种结果的测量常常被称为双边带。

43

传统中,我们将上频率频带称之为上边带,而下频率频带称之为下边带。

非理想的混频器会有一些多余的性能:

- 一些输入信号直接泄露到输出信号中。
- 一些本振信号,以及谐波直接泄露到输出信号中。
- 在输入信号和本振谐波之间产生了混合结果。

也会有与输入信号谐波相关的多余结果产生,但是如果混频器是在线性电平 范围内运行的,那么上述结果最为难以处理。

信号泄露

因为噪声源覆盖的频率范围很广,所以会发生输入信号的直接泄露。正常来 说,信号泄露并不是问题,除非噪声源ENR的值变化很大,或者是混频器RF IF比值泄露很高。

本振泄露

正常来说,本振功率要比混频器使用的最大输入信号功率要大。与噪声系数 测量中涉及到的信号电平相比,混频器输出的本振功率泄露是高电平。因此,在测量涉及到频率转换的DUT时,需要考虑本振泄露的影响。

当在< 3.6 GHz的低频带中工作的时候,如果本振频率过低,分析仪RF部分 (3.6 GHz 低通滤波器)就会允许本振频率通过,DUT的噪声系数测量就会 被阻止。在DUT和分析仪之间添加一个滤波器移除本振频率组件,使用该方 法可以避免降低灵敏度。

具有截频功能的低通滤波器,可能会在低微波频率中出现干扰谐振与泄露。 为确保对宽频率范围进行阻带衰减,可能有必要使用一对低通滤波器,一个 微波,一个无线射频。

本振谐波

很多混频器是通过正弦本振信号运行的。本振谐波可以在混频器中以很高的 电平形成。对于指定的本振输入电平,混频器可作为开关使用。来源于行业 双平衡混频器的本振谐波,其电平可能与矩形波本振信号的电平类似。与仅 仅对一对频率[*FLo #IF*] 敏感不同,混频器输入端是对一系列频率对敏感: 等式 3-1

 $[\mathit{FLO} \pm \mathit{FIF}] + [\mathbf{2} \mathit{FLO} \pm \mathit{FIF}] + [\mathbf{3} \mathit{FLO} \pm \mathit{FIF}] + [\mathbf{4} \mathit{FLO} \pm \mathit{FIF}] + [\mathbf{5} \mathit{FLO} \pm \mathit{FIF}] + \dots$

在这些高阶频率中,需要使用滤波来清除DUT的噪声输入。但是,它们的频率可能会太大,以致于混频器难以衰减,使之变小。

单边带测量

大多数的应用需要混合使用单边带-不管是上边带还是下边带。因此,理想的 做法是在混频器使用过的环境中测试噪声系数。单边带测量需要使用合适的 滤波器来清除多余的图像,本振泄露和其他多余的混频器结果。这可能会需 要使用价格昂贵的滤波器,而当测量下变频器或者是使用系统下变频器的时 候,可能会选择使用双边带测量方案。对于需要用什么样的滤波器并没有统 一的指导。每种情况都需要进行特殊的考虑。

需要考虑的事项如下:

- 确定必须被覆盖到的频率范围; 输入, 本振和输出。
- 计算多余的图像将会覆盖的频率范围。
- 计算本振谐波将会覆盖的频率范围。
- 在噪声源与DUT之间选择滤波器,该滤波器会允许需要的输入频带通过, 并阻止多余的输入频带。
- 思考本振频率范围(和谐波),以及考虑是否需要滤波器来保护分析仪输入,以免被 0-4.6 GHz的本振泄露降低灵敏度。
- 如果需要的话,在DUT和分析仪之间选择滤波器。

如果以上事项之间冲突,不可能使用滤波器,测量可能会被分为一组更小频 率范围内的测量,并且为不同的频率范围指定不同的滤波。

如果DUT是复杂的混频器,该设备可能已经包含了滤波器,该滤波器可在单边带模式下运行混频器。在最终的操作中,混频器如果出现了使噪声系数测量困难的问题,那么该操作就需要使用与噪声系数测量中类似的滤波。

图示3-2

NOTE

单边带混频器的测量



图示3-2显示了一个单边带混频器的测量(下变频器,单边带),其中滤波器使 混频器变成了单边带。如果中频频率被调低,分析仪也会被调谐到低频率, 而上边带与下边带将会更靠近本振频率。这使得滤波更为困难。如果中频被 调整的很低,频点达到滤波不能过滤的频点,也就不能进行单边带的测量 了。

分析仪进行频率计算并且为很多混频器模式控制频率。但是,你必须要确定 滤波器的要求,并在测量设置中提供这些滤波器。

"下变频器"指的是输出频率, (中频)要比输入频率(无线射频)低。

"上变频器"指的是输出频率, (中频)比输入频率(无线射频)高。

这是分析仪中使用的约定惯例。对于上变频器而言,有些工程术语可能使用 相反的术语。

分析仪可以使用下列组合选项确定的模式来处理单边带混频器测量:

- DUT:上变频器,下变频器,或放大器,其系统下变频器开启。

- 边带:上边带或者下边带。

双边带测量

只有DUT是一个下变频器或者是当系统下变频器开启的时候,才可以进行双边带测量。在下列条件进行噪声系数测量的时候,双边带技术是有用的。

- 当滤波器对于无图像的单边带测量不可用的时候。

- 被覆盖的频率范围使得使用单边带滤波器不可用的时候

单边带测量并不会消除滤波。但是,它们可以简化滤波要求。可以通过为上 边带与下边带求平均值以及为ENR求平均值的方式实现该功能。但是这些结 果会失去频率分辨率与精确度。





图示3-3显示了双边带,下变频,混频。来源于独立的两个无线射频频带的噪声 混入了中频频带,在这个过程中增加了功率。

双边带测量使用的是来源于两个独立频带中的噪声,中频值应该很低,理想 情况下不会比本振频率高1%。关于两个边带,上边带与下边带都是在等同于 FLO±FIF的频率中产生的,该技术能够使两个边带靠的很近。如果噪声源ENR 的值,增益值,噪声系数在两个边带中都是固定的,那么就必须要使用该技 术。ENR的值适用于上边带与下边带之间的中点,而该点的频率等同于本振 的频率。

47

图示3-3显示来源于两个边带的噪声在测量的过程中结合在一起了,而在校准的过程中,DUT没有连接的时候,只有一个频带(在中频频率)被使用。

如果参数会随着两个频带之间的频率变化而变得平坦,那么在测量任何DUT 的下变频过程中,噪声电平的功率将会翻倍(增加 3 dB)。当使用系统下变 频器的过程中,测量的功率也会翻倍,因为校准功率也翻倍了,所以并不需 要补偿。

增加的3 dB测量功率可以使用插损补偿设置来进行校正(MEAS SETUP, 插损 补偿)。设置插损补偿模式为固定, 输入-3 dB的固定值, 并设置温度为噪声 源的冷温度。来源于噪声源的热噪声和冷噪声,以及DUT输入造成的噪声, 都会使双边带的功率增加。可以使用DUT之前温度为这种损耗设定温度值。 使用噪声源的冷温度对此进行校准(假设为290开尔文), 该分析仪将会给出一 个校准后的结果,该结果值与单边带测量的结果值精确度相似。

如果DUT的性能或噪声源ENR的值随着频率范围 [FLo#FIF] 的变化而产生很大的变化,那么双边带测量并不适用于该情况下的测量。

双边带的测量需要确定测量的滤波需求。

NOTE 当使用**无线射频**频率上下文进行双边带测量 (DSB)的时候, 你指定的射频起始频率与截止频率只能参考下边带 (LSB)。

本振泄露(具有具体的双边带信息)

当在200 kHz至3.6 GHz中运行的时候,会产生本振泄露的问题。但是,可以 通过将本振调谐至比3.6 GHz高的频率来避免该问题。如果频率高于3.6 GHz, 分析仪的输入滤波器将逐步将本振频率衰减。对于使用3.6 GHz 以下频率的 双边带下变频器而言,需要使用低通滤波器。通过中频频率测量的话,就必 须要选择截频。必须对本振频率范围进行足够多的衰减,以此将本振泄露降 低至分析仪输入端的宽带(10.0 MHz-3 GHz)噪声电平。

对于大多数双边带下变频器的测量,相对于无线射频和本振频率而 言,中频会变得很低,因此就不需要复杂的滤波器了。

NOTE 低通滤波器,可能会在低微波频率中出现干扰谐振与泄露。为确保对宽频率 范围进行阻带衰减,可能有必要使用一对低通滤波器,一个微波,一个无线 射频。

本振谐波(具有具体的双边带信息)

由于混频器的不同,产生的电平可能会很高,使得噪声系数测量结果失真。 为避免该问题,可以在噪声源与DUT之间插入一个输入滤波器。如果出现信 号泄露问题的话,可能还需要插入一个高通滤波器。

对于需要用什么样的滤波器并没有统一的指导。每种情况都需要进行特殊的考虑。

- 1. 确定必须被覆盖到的频率范围; 输入,本振和输出。
- 2. 计算本振谐波将会覆盖的频率范围。
- 如果谐波出现问题,那么在噪声源与DUT之间就需要使用一个滤波器,该 滤波器会允许需要的输入频带通过,并阻止本振谐波。如果频率范围很 广,测量可能需要分为使用不同滤波器的频率范围。
- **4.** 考虑本振频率(和谐波)。是否需要滤波器来保护分析仪输入,以免被 0-4.6 GHz的本振泄露降低灵敏度?
- 5. 如果需要的话,在DUT和分析仪之间选择使用滤波器。

当使用一个**下变频器**,或者当**系统下变频器**是**开启**状态的时候,分析仪就可以处理双边带混频器的测量。

选择与设置本机振荡器

为扩展的频率测量选择本机振荡器

因为相互混频,本振中的噪声都被转变成了分析仪使用的中频频带。这种 本振噪声会使得测量的噪声系数比该混频器的噪声系数高。

如果该混频器要在最终的应用中使用特定的本振,那么其噪声系数也应该以 同样的本振进行测量。测量将会在最终的系统中为扩展频率的器件与本振的 组合提供噪声系数。

对于扩展频率的测量,本振必须有一个很低的底噪,其频率等同于 LO ± IF。 另外一件很重要的事情的是,因为在中频中的任何噪声都将会到达中频并且 使结果失真,所以本振有很低的宽带噪声。

高电平的本振杂散与噪声对混频器测量的影响

本振的杂散电平也要很低。在具有很高杂散信号的频率中,测量的噪声系数 在中频中将会有一个峰值。比如说,理想的情况是,本振的噪声,包括杂散 在内,其电平需要在-90 dBm以下。如果混频器有较高的隔离度,因为混频 器能够更好地抑制本振噪声,所以本振噪声可以更高。

如果混频器平衡或者本振到中频的隔离很差的话,以上要求就更为必须。因为很低的隔离度,混频器就更有可能通过本振噪声,并提高测量的噪声系数。

本振到中频的抑制是指混频器能够抑制本振的基波,谐波和杂散信号,不让 它们到达中频输出。

选择本机振荡器

选择本机振荡器的时候,这里有几条必须遵守的标准:

- 该本振必须有适合DUT频率范围,中频范围和选择边带的频率。
- 该本振必须有足够高的功率驱动混频器(一般来说是+7 dBm)。
- 该本振应该有很好的频率精确度和可重复性(一般来说与你正使用的分析 仪一样。)

最后一点,即频率精确度需要更多的说明。在噪声系数测量中,有三个频率 相关的组件必须一致,这样才能在中频中进行精确的测量。

NOTE

测量需求将决定需要使用哪种类型的信号发生器。

也可以使用其他的本振,但是在使用之前必须要进行测试以确定其噪声足够低,这是因为本振噪声会引起混频器/本振组合的噪声系数升高,使得对整个测量系统的校准变得不可能。本振输出端的宽频带,高增益值的放大器常常会产生难以容忍的噪声。当使用外差类的扫描振荡器或信号发生器的时候,经常出现这种情况。

NOTE

校准分析仪

为了校正测量路径中的电缆线路与分析仪产生的噪声,必须要对系统进行校准。可以在没有连接DUT的情况下,校准测量分析仪的噪声。该校准常常指的是第二阶段的校准。然后,校准被应用于连接了DUT的测量过程。

为执行校准,你需要输入ENR的值,并设置频率范围,测量频点的数量,带宽,平均数和测量过程中的测量模式。

NOTE 校准分析仪以后,如果你改变了频率范围,这就会将分析仪的状态改变为未校准 (红色 UNCAL指示灯点亮)或者是篡改的(黄色 ~ENR 指示灯亮)校准状态。针 对指定的频率进行测量以前,你必须要再次校准分析仪或者是调用之前保存校准数 据的状态文件。

校准测量

你只能在当前校准覆盖的频率下进行校准测量。以比最小校准频率更低的频率或比最大校准频率更大的频率进行校准将会产生错误,并且使校准失效。

为了继续下去你必须:

- 对所需的测量频率范围进行校准
- 将测量频率改为当前校准能够覆盖的频率
- 执行未校准的测量

实际上,未校准的测量测量的是输入路径中的相关组件与分析仪的噪声系数。如果你想要使用不确定度计算器的话,那么这种测量就是有用的。

NOTE 如果你在分析仪校准频率范围之外执行测量的话,执行校准将自动设置为关并且展示信息User Cal:Cal invalidated。随后,如果你将测量频率改回校准范围以内的频率,之前的错误信息将会被User Cal:Cal valid替代。使用MEAS SETUP 菜单中的应用校准。按MEAS SETUP,校准设置,设置应用校准为开以此做出校准测量。

何时校准

为了进行校准测量,你必须在下列时间校准分析仪:

- 重启分析仪
- 你预设置分析仪的时候
- 你在当前校准频率以外选择测量频率或者测量范围的时候
- 自从上次校准以后,温度有很大变化的时候
- 无法使用校准后的输入衰减器频率对输入信号电平进行测量
- 当发现无效的结果,而分析仪的情况被标示为"xx"。

修改结果

当测量频点的位置发生了更改并且不超过当前测量的频率范围的时候,校准 频点之间需要篡改并且不需要进行新的校准。

测量频点的位置就是做出测量时候的频率,任何时候起始频率,截止频率或 扫频点的数量发生变化,该频率都会发生相应的变化。

校准标志

任何时候分析仪内部发生变化,使得当前校准无效,校准状态都会在显示屏顶部显示红色UNCAL。如果针对当前的频率或测量设置分析仪已经被成功校准过,那么校准状态将会在显示屏顶端以绿色字体显示 CAL。

篡改校准

任何时候,分析仪内部发生变化,就会迫使当前的校准修改校准数据,显示 屏顶端的校准状态绿色CAL信息就会变为黄色的~CAL 信息。比如,在校准 以后,测量之前,如果你改变了分辨率带宽将会发生这种情况。

用户校准vs. 内部校准

用户校准是当前使用最广泛的一种校准方法。对于使用USB前置发生器的普 尚仪器而言,可以使用另外一种校准方法,内部校准。请参考表格3-1 用户 校准与内部校准之间的对比

表格3-1 月	用户校准vs.内部校准				
项目	用户校准	内部校准			
系统连接与设置过 程	用户校准使用不同的系统连 接。为执行用户校准,首先在没 有DUT的前提下,你需要将噪 声源与信号分析仪直接相连,如 第11页图示2-1所示。然后在 仪器上,	内部校准并不需要特殊的系统连接。按 照所需仅仅将噪声源, DUT与分析仪连接 在一起, 并执行内部校准。 在仪器上面, 按MEAS SETUP,校准设置, 内部校准。			
	1. 按MEAS SETUP, 校准设 置, 用户校准。				
	2. 按 校准 。				
校准理论	在用户校准中,仪器直接测量 Pcold 和Phot的值,并且将测量 结果保存在仪器中。	内部校准功能使用的是储存在仪器与USB 前置放大器中的校准文件。里面储存的信 息使得仪器能够计算Pcold和Phot的值。			
什么时候执行 校准?	对于 第52页"何时执行校准",你 需要将系统连接改为校准设置并 再次执行用户校准。	内部校准把第52页"何时执行校准"的大 多数情况都考虑进去了。对于大多数情况 来说,你不需要再次进行内部校准。但 是,如果环境温度发生重大变化的话, 推荐对信号分析仪执行表征噪底,通过按 System,校准,高级,表征噪底。			
优点	精确的校准结果	简单的系统连接没有 发生机械连接的变化。			
推荐应用场景	当下列情况时选择用户校准	当下列情况时选择内部校准			
	- 你很在意获取准确数据	- 你很在意测量速度			
	 DUT没有与噪声源和信号分析 仪直接相连,而是通过一些测 试夹具或自动测试仪器与噪声 源或信号分析仪相连。 				

设置测量所用的信号分析仪

"DUT设置表格"



项目			描述
#	名称	可用选择	
1	设置	校准	选择要展示的校准图表。图表显示了执行校准要用到的连接,使用的是当前设置。
		测量	选择要展示的测量图表。图表显示了执行测量要用到的连接,使用的是当前设置。

项目			描述	
#	名称	可用选择		
2	频率模式	扫频	频点呈线性分布在起始频率与截止频率之间,频点的数量是由扫 扫频/控制菜单中的点数参数决定的。起始频率,截止频率,中 心频率,和扫宽这些参数都是成对出现的。	
		固定	单一的频率(由固定频率参数提供)被测量。	
		列表	用户设定的列表频率被测量。可以使用相应的SCPI指令,从文件中加载频率列表,或者将数据手动输入到频率列表中的方式提供频率列表。不允许复制频率。如果频率上下文发生变化,为满足新的上下文,列表值将会被重新计算。	
3	频率上下文	射频	射频指的是DUT前的频率或频率范围。对下变频器进行双边带测量 的过程中,出现的射频频率只有下边带起始频率与截止频率。 如果无线射频被选为频率上下文,测量结果将会与无线射频频率 一同显示。如果在测量系统中有频率转换,测量结果中显示的频 率与分析仪的输入频率就会不同。	
		中频	中频指的是DUT后的频率或频率范围。如果不使用系统下变频器, 中频频率就会是信号分析仪的输入频率。	
			在系统下变频器中的,中频指的是系统下变频器之前的频率。 信号分析仪的输入频率将会由中频频率和系统下变频器本振, 或者系统下变频器中频决定。	
			如果中频被选为频率上下文,测量结果将会与中频频率一同显示。 如果使用系统下变频器,测量结果中显示的频率与分析仪的输入 频率就会不同。	
		本振	本振指的是DUT本振的频率或者频率范围。这些频率并不是分析仪 实际测量的频率。	
			如果本振被选为频率上下文,测量结果将会与本振频率一同显示。该上下文使得你可以查看外部本振编程所需要本振频率或者使用外部源控制的时候分析仪设置的频率。	
4	被测试设备	放大器	不执行内部频率转换的器件	
			NOTE 放大器用于不执行频率转换但是 具备放大器,滤波器,衰减器的DUT。	
		下变频器	执行内部下变频转换的器件。	
		上变频器	执行内部上变频转换的器件。	
		变频器 (多阶)	执行多阶频率转换的器件。	

项目			描述	
#	名称	可用选择		
5	边带 (用于DUT	下边带	下边带射频输入频率<本振频率。比如(下变频器):	
	和系统下变频 器)		RF IN = 2.5 GHz > IF OUT	
		上边带	上边带射频输入频率>本振频率。比如(下变频器):	
			RF IN = 2.5 Ghz LO = 2 GHz	
		双边带	双边带-上边带与下边带。	
			NOTE 当DUT是一个下变频器,或者系统下变频器设置 为开启的时候可用。	
			NOTE 当使用 无线射频 频率上下文,进	
			行双边带 (DSB) 测量的时候, 你指定作为无线射频起始与截止的频率只能 指下边带(LSB)。	
			双边带测量(DSB)过程中,中频频率要比本振频率小。这是因为表 格中的ENR的值只适用一种频率,也就是本振频率。ENR的值不能 同时被用于上边带与下边带。因此,ENR的值适用于上边带与下边 带中间的频点,而该频率等于本振频率。	
			因此,中频频率与本振频率之间的比值越大,上频带与下频带之间 的距离就越大。上边带下边带与本振频率之间距离越大,ENR的值 就越不精确。	
			在双边带测量的过程中,当中频频率不大于本振频率的1%的时候,此时精确度最高。在扫描测量的过程中,扫频频带中的频率不应超过本振频率的1%。	
6	本振频率模式	固定	外部本振频率是恒定的。	
		扫描	外部本振频率在扫频点之间变化。	

项目			描述
#	名称	可用选择	
7	外部本振控制	开/关	允许你通过LAN, USB或者GPIB界面设置外部本振控制为开启和关闭。
8	本振功率		允许你以dBm为单位设置本振功率电平。
10	DUT输入 (射频)	起始/截止	允许你设置射频起始与截止频率。这里射频指的是DUT前的频率 或频率范围。
12	DUT本振	起始/截止	允许你设置本振起始与截止频率。这里的本振指的是DUT本振的 频率或者频率范围。
11	DUT输出(中频)	固定	允许你设置中频固定频率。这里的中频指的是DUT后的频率或频 率范围。
9	系统下变频器	中频	当系统下变频器的本振频率模式设置为扫频模式的时候,允许你 设置系统下变频器输出的调谐频率。该频率将会成为信号分析仪 的输入频率。
		本振	当系统下变频器的本振频率模式设置为固定模式的时候,允许你设置系统下变频器的外部本振频率。可以将系统下变频器本振从 DUT 输出(中频)中减去,从而计算得出信号分析仪的输入频率。
		开启/关闭	允许你设定是否在测量中使用系统下变频器。

输入ENR数据

你可以在测量设置中为噪声源输入ENR的数据,该噪声源的数据可以是一个 表格中的值,也可以是单个频点值。表格中的值可以用于在频率范围内测 量,也可用于在特定的频率下测量。

单频点值可以用于单个频率的测量,也可用于频率范围的测量,该频率范围 因为频带太窄以致于在该范围内ENR的值变化很小。

有两种噪声源可以使用。比如,第一种是346B,该噪声源由分析仪后面板的 一个+28 V脉冲电源供电。这些噪声源需要手动输入ENR的数据

,可以使用阿尔法编辑器输入数据,也可从噪声源附带的磁盘中将数据传输到USB储存设备中。详情请参考第58页"为噪声源输入ENR表格数据"。

比如其他类型的噪声源, N4000A,被称为SNS系列噪声源。这些SNS系列的噪声源直接与分析仪后面板SNS接头相连,它们的ENR数据是自动下载到分析 仪上面的。

本章节与"输入ENR数据"相关的事项都在下边列出:

第58页"选择共用的ENR表格"

第58页"为噪声源输入ENR表格数据"

第61页"保存ENR表格"

第62页"从内部存储输入ENR数据"

第62页"使用单频点ENR的值"

第62页"设置冷温度值"

NOTE

选择一个共用的ENR表格

你可以使用校准和测量中的ENR表格,或者你也可以使用单独的测量(测量 表格)和校准(校准表格)ENR表格。当DUT测量与校准中使用的是各自独立 的噪声源的时候,那么测量与校准的表格也要独立使用。当你使用变频器并 且校准范围与测量范围不同的时候,此时,就需要使用各自独立的表格。

ENR表格最多可包含501个频率点。

为校准与测量使用同样的ENR表格:按MEAS SETUP, ENR,将使用测

量列表数据进行校准设置为开。

当使用测量列表数据进行校准开启的时候,测量与校准的ENR数据都来源于同一个ENR表格。当该功能关闭的时候,测量与校准的ENR数据来自于不同的表格。

为噪声源输入ENR表格数据

你可通过下列方法为ENR表格输入ENR数据:

- 你可手动输入需要的频率和相应的ENR的值。
- 你可从之前储存了数据的USB存储设备中加载ENR数据。(每个346 系列噪声源附带的磁盘中都有为特定噪声源储存的ENR数据。 磁盘中的信息可以传输到USB储存设备中,这样你就可以在分析仪存储器 中加载或储存数据。)
- 你可以从分析仪内部的存储器中加载ENR数据,这些数据已经在之前储存在这里面了。

- 处于噪声系数模式下的时候,当噪声源与分析仪连接在一起的时候,默认的ENR数据将会自动加载。
- NOTE 346系列噪声源,其ENR的值已经被打印在仪器箱体上面附带的标签上了。这些ENR的值在校准报告中的表格中以及346x系列噪声源附带的磁盘中都有所提供。噪声源本身上面打印的值只能精确到小数点后两位。而磁盘中储存的值可以精确到小数点后三位。

按照下列步骤手动输入ENR数据:

表格 3-2

步骤	备注	
 打开分析仪电源并等待仪器预热。 按MODE/MEAS, 噪声系数,确认 		
3. 按MEAS SETUP, ENR。		

图示3-4

ENR对话框

			i i	ENR		うで	? 关闭>
ENR							
ENR模式	<mark>表</mark> 单频点						
ENR列表				单频点ENR			
使用测量列表数据 进行校准	开 关			单频点模式	ENR 热噪温度		
编辑测量列表		>		单频点ENR	15.200 dB		
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		\rangle		单频点热噪温度	9892.80 K		
冷噪温度 冷噪温度模式 用户 ■ 默认 (301.00 K)	用户冷噪温度	301.00 K					

表格 3-2

图示3-5

步	骤	备注		
4.	按 编辑测量列表 输入你希望输入数据的ENR表格。 格。 ENR表格左侧有表格编辑与导航按钮。请参考下列 图表。 清空现存表格,请按 清空表格 。	输入共用的测量与校准ENR数据,将使用测 量列表数据进行校准设置为开。测量表 格中的数据将自动用于校准数据。 要输入测量ENR数据或校准ENR数据,请确 保使用测量列表数据进行校准已经被设 置为关,随后通过按编辑测量列表或编 辑校准列表选择表格。		

う C ? Close> Edit Meas Table Scale/Div 1.000 dB Ref Value -17.0 dB Serial # US41130186 ENR Value 1.0000 GHz 0.0000 dB Model ID N4002A Go To Row Insert Row Below Delete Row Fill Table From SNS Clear Table Scale/Div 0.100 dB Ref Value 14.0 dB Start 1.000 GHz BW 4.0 MHz Freq Mode: Swept T cold 296.50 K (Default) Noise Source: SNS Stop 3.000 GHz Points 1

5. (可选) 按**串号#**,使用屏幕键盘或一个外部USB键 盘输入噪声源串号, 然后按**Done**。

ENR表格

- 6. (可选) 按型号ID,使用屏幕键盘或一个外部USB键 盘输入噪声源型号, 然后按Done。
- 7. 按选择行 将高亮部分选择到频率/ENR栏。使用数字 键盘输入值,并以相应单位结束。

你可以以任何顺序在ENR表格中插入频率 值,因为分析仪会自动将频率列表以升序 排列。

60

表格 3-2

步骤	备注					
8. 重复操作步骤7直到你需要的所有的频率值与ENR的 值都被输入进去。	ENR表格的数据是以逗号隔开的形式保存的 值(.csv)。有时候,使用文本编辑器编辑和 输入该类数据要比使用分析仪手动输入该 数据更为方便。至少要保存一条ENR的值到 存储器中,然后编辑或者将其添加到保存 文件中。					
9. 完成ENR表格输入以后, 按 <enr< th=""></enr<>						
返回到ENR菜单。						
10.(可选)一旦你完成了ENR数据的输入,你可使用	ENR表格数据可在重启与预设中留存下					
Save 按键保存ENR表格。	来。如果你想要轻松调用ENR数据的话,					
关于保存文件的更多细节,请参考第61页"保存ENR	你观而女体付EINK致伤。					
表格"。	当需要使用ENR表格中输入的频率对应的 结果的时候,这些频率中线性的插入的值 就会被自动使用。					

保存ENR表格

你可以将ENR表格保存到分析仪内部存储器中:

表格 3-3

步骤	备注
1. 按Save, ENR列表, 另存为	
2. 按 测量列表(共用) 或者是 校准表 ,引导到你想要保存文件的位置。	
3. 如果你不想使用默认文件名的话,按 文件名 旁 边的边框为你的文件命名。	虽然文件的扩展名也显示在默认的文件名 中,当指定你自己的文件名的时候,你没 有必要使用文件的扩展名。文件的扩展名 是由你保存在分析仪上面的文件类型决定 的。它自动添加到你指定的文件名上面。

4. 按保存。

从内部存储输入ENR数据

如果你使用的噪声源有之前保存在内部存储器中的ENR数据,你可以按照下列方法将这些ENR数据加载到分析仪上面:

步骤

备注

- 1. 按Recall, ENR列表。
- 2. 按测量列表(共用),校准表,调用自...。
- 3. 从保存的ENR列表中选择所需文件,然后按 Recall。

使用单频点ENR值

一个单频点ENR的值可以用于整个测量频率范围,或者也可用于以固定的频率模式进行测量,你可以为固定的频率输入一个特定的单频点ENR值。

启用单频点ENR模式,并输入一个单频点ENR值:

步骤

备注

- 1. 按MEAS SETUP, ENR。
- 2. 按ENR模式 设置为选择单频点。
- 3. 在单频点ENR选项框中,选择单频点模式为 ENR。
- 4. 输入一个ENR的值。默认值是15.200 dB。

与输入单频点ENR值不同,你也可以 使用一个单频点热噪温度值,按单频点热噪 温度并输入一个特定的温度值。随后,频点 值将会用于整个测量频率范围。

设置冷噪温度值

当在不同的室温条件下测量的时候,你可以手动改变冷噪温度值。

设置的默认温度值是296.50 K (23.25° C或73.85° F)。冷噪温度模式按键 设置为 默认以此确认默认温度。

如果要手动改变冷噪温度值,按MEAS SETUP, ENR,设置冷噪温度模式为用户, 用户冷噪温度,然后输入冷噪温度值,并且按K。

如果要自动加载噪声源冷噪温度值,首先要确定噪声源已经与分析仪合适 连接在一起,然后开启分析仪,按MEAS SETUP, ENR, 冷噪温度模式为默认, 并设置SNS冷噪温度为开。

设置测量频率

在设置你想要测量的频率前,你需要选择频率模式。当按FREQ,频率模式的时候,可以使用三种频率模式:

- 扫频—频点都是线性分布在起始频率与截止频率之间的,其频点数是由点数参数决定的。起始频率,截止频率,中心频率,和扫宽都是耦合在一起的。固定频率按键在扫频模式下是不可用的。
- 固定—测量单个频率。固定模式下,起始频率,截止频率,中心频率和 扫宽的参数都是无法使用的。
- 列表—测量用户指定的频率列表。频率列表可以使用相应的SCPI指令,从 文件中加载频率列表,或者是将数据手动输入频率列表中。列表模式下, 起始频率,截止频率,中心频率和扫宽的参数,扫描点数参数都是无法使 用的。

使用扫频模式

扫频模式下,你可以设置扫描的起始频率与截止频率(或同等的中心频率与 扫宽)。你也需要设置测量频点的数量。这些测量频点都是间隔相等的。最 大的频点数量是501,而默认的频点数量是11。

NOTE 如果校准以后你改变了扫宽,并且已经在更窄的频率范围内进行了校准,那么校准 将变的无效。校准的报告将显示如下:

UNCAL (红色)-校准无效

CAL (绿色)-校准有效

~CAL (黄色)-校准被篡改或调整

对特定的频率范围进行测量:

步	骤	备注
1.	按FREQ,频率模式。	
2.	选择扫频模式。	
3.	按 起始频率 ,输入值并以相应单位结束。	你也可以使用 中心频率 和 扫宽
	按 截止频率 ,输入值并以相应单位结束。	远洋攻直//而的徂。

4. 按点数, 输入测量的频点并按Enter。

使用列表频率模式

列表频率模式允许你输入测量所用的频率点。比如,该操作允许你指定测量 频点,而这些测量频点在扫频模式下很少覆盖。

频率列表限制501个条目。

为了让分析仪使用频率列表中的数据,按FREQ,频率模式,列表。

你可以按照下列方法创建频率列表:

- 手动指定每个单独的频点。
- 在扫描的频点中,指定测量的频率范围,并且在该频率范围内让分析仪产 生等间隔的频点,按编辑频率列表,输入起始频率和截止频率,按使用起 止频率填充列表。如果需要的话,随后可编辑该频率列表。
- 你可以从分析仪内部的存储器中加载频率列表,这些数据之前已经储存在 这里面了。

手动创建频率列表,

步骤

备注

1. 按FREQ, 频率模式, 列表。

2. 按**编辑频率列表**,出现一个频率列表

步骤

备注

图示3-6

一个空的频率列表

			1	辑频率列表		
50 (频率	频率	噪声系数 (TPC())	増益	
14 Jos 2-	1	10.000 MHz	10.000		0 1231 dB	2) 0.0861.dB
西特行			550 613	2245 MHz	0.1201 dB	0.0140 dB
K	2	550 61 MHz	1 091224	490 GH7	-0.3167 dB	-0.0071 dB
	2	000.0 T WH 12	1 631836	735 GHz	0.1353 dB	0.0023 dB
在下面插入行		A TRUE TO A	2 172///	8080 GHZ	0.3432 dB	0.0169 dB
	3	1.0912 GHz	2.71306	224 GHz	0.4036 dB	-0.0103 dB
期時全行			3 25367	224 OHZ	0.0469 dB	0.0091 dB
114400		1 6318 CH7	3 70/28	714 GHz	0.5756 dB	0.0031 dB
		1.0010 0112	4 33489	7959 GHz	0.4381 dB	0.00012 dB
始频率		an inclusion of	4.875510	204 GHz	0.2423 dB	0.0003 dB
0.000000 MHz	5	2.1724 GHz	5 416123	2449 GHz	-0 2491 dB	-0.0540 dB
N. L. Arrenter		A & C & M	5 95673/	1694 GHz	0.6894 dB	0.0170 dB
瓦止频率	6	27131 GHz	6 497346	039 GHz	0.2725 dB	0.0127 dB
26.500000000 GHz 0 2.7131 GHz		7 037959	7 037959184 GHz		0.0148 dB	
1-19L		7 57857	429 GHz	-0.6426 dB	-0.0202 dB	
秋	7 3.2537 GHz	8 11018	673 GHz	0.4897 dB	0.0110 dB	
1		10 m 10 m	8 65979	918 GHz	-0.0635 dB	-0.0255 dB
使用起止缩支	8	3 79/3 GHz	9 200408	3163 GHz	-0.2644 dB	0.0106 dB
使用起止则率	0	0.1040 0112	9 741020	1408 GHz	-0 1474 dB	-0.0060 dB
模元列权		Section .	10 281633	2653 GHz	0.0577 dB	-0.0511 dB
清空表格	9	4.3349 GHz	10 82224	1898 GHz	-0.0682 dB	-0.0542 dB
		11 362857143 GHz -0.3203 dB		-0.3203 dB	0.0626 dB	
	10 / 8755 GHz	11 903469388 GHz		-0.1755 dB	0.0539 dB	
	10	4.0100 0112	12 44408	1633 GHz	0.2672 dB	-0.0200 dB
	11	5.4161 GHz	12.984693	3878 GHz	0.3737 dB	-0.0518 dB
	12	5.9567 GHz	起始 10.000 MHz 带宽 4.0 MHz	冷噪温度 301.00	频率模式: 列表 K (默认) 噪声源: 自动 (截止 26.500 GH 普通l) 点数:

3. 按在下面插入行。

4.	按 频率 下的高亮行,输入频率值并以单位结束。	你不需要以升序输入频率值,因为分析仪 会将频率值以升序排列。
5.	重复步骤3和4直到完成列表。	频率数据是以逗号隔开的形式保存的 值(.csv)。有时候,使用文本编辑器编辑和 输入该类数据要比使用分析仪手动输入该 数据更为方便。至少要保存一个值到存储 器中,然后编辑或者将其添加到保存文件 中。
6.	你可以频率列表保存到分析仪内部存储器中。	如果你不保存频率列表,你可能会将数据 丢失。

NOTE

从扫描频点中创建频率列表,按FREQ,编辑频率列表,使用起止频率填充列表。 该操作会清空当前频率列表并且以扫频产生的频率填充列表模式。可以在同样 的频率列表中将频率模式设置为扫频。你可以使用该列表作为起点,然后按照 所需编辑频率。

使用固定频率模式

当你想要以单个频率进行测量的时候,可以使用固定频率模式。

设置固定频率,按FREQ,频率模式,固定,然后按固定频率,使用数字键盘输入频率值并输入单位结束。

NOTE 如果你没有输入固定频率模式测量使用的噪声源ENR数据,你可以指定一个单频点ENR的值并且设置ENR模式为单频点。

设置带宽与平均数

带宽与平均数对速度,抖动,和测量精确度的影响

当测量噪声的时候,抖动是很自然的一种现象。为减少抖动,你必须增加平均数或增加测量带宽。

如果减少带宽,为了保持同样的不确定度,你就需要增加平均数。

选择的平均数越大,测量就越精确,因为这能够减少测量时候的抖动。但 是,也要考虑完成测量要花费的时间。

因此,必须要在测量速度,测量精确度,和测量的不确定度之间取得平衡。

选择分辨率带宽值

设置分辨率带宽值,按BW,分辨率带宽,选择自动设置分辨率带宽还是手动 设置。

当分辨率带宽设置为自动(默认设置)的时候,带宽将会自动设置,并由测量频率决定。

测量频率是8 MHz或超过8 MHz的时候,分辨率带宽自动设置为4 MHz。

当测量频率低于8 MHz的时候,分辨率带宽将自动设置为大约是测量频率的1/3。

当分辨率带宽设置为手动的时候,你可以手动指定分辨率带宽,其范围是最 小值1 Hz到最大值8 MHz。分辨率带宽设置的越低,测量耗费的时间就越 长。当分辨率带宽设置为1 Hz的时候,每个测量频点将耗时60秒。

如果输入的信号中包括直流部分的话,不要转为直流耦合。如果这样做的 注意 话,你将有可能永久损坏分析仪前端组件。

备注

为了在噪声系数测量过程中获得更高的精确度, 普尚推荐对低于10 MHz的测量频 率使用直流耦合,对大于20 MHz的频率使用交流耦合。当将你的分析仪设置为直 流耦合的时候,请确保你没有让直流部分输入到分析仪中,因为可能会损坏你的分 析仪。按Input/Output, 射频输入,然后射频耦合设置你的分析仪为交流或者直流耦 合。射频耦合默认设置为AC(交流)。

设置平均数

增加平均数会减少抖动并且提供更精确的测量结果。但是,这样会牺牲测量速度。

有两种方法能够减小误差。其中一种是在扫描/控制菜单中增加平均时间/ 点。另外一种是在Meas Setup菜单中设置平均/保持次数值。

平均时间/点是发生在每个频点上的每两种状态(噪声源开启和噪声源关闭) 之间的测量时间。因此,对于一种结果迹线,需要的时间是频点数量与平均 时间/点乘积的两倍。平均时间/点设置设置越长,减小了结果的误差,但是 却减缓了信息处理过程。设置点平均时间,按Sweep/Control,平均时间/点为 每个频点设置平均时间。

Meas Setup菜单下的平均/保持次数值是设置要被平均的迹线的数量。按 MEAS SETUP, 平均为开然后输入平均数。噪声系数测量应用使用的是指数平均。

与增加平均时间/点相比,设置平均保持次数需要更多的时间来实现特定的误差范围,因为在每次扫描期间每个频点都消耗了额外时间(开启噪声源与关闭噪声源)。因此,虽然小的平均时间/点和更高的平均保持次数会让结果相互影响,并能更早看到测量结果,但是增加平均时间/点是更为有效的一种方式。

选择输入衰减范围

噪声系数的测量应用有默认0 dB至8 dB的输入衰减校准范围,其步进大小是4 dB。

衰减校准的宽频率范围的缺点是校准扫描的数量和校准耗费的时间。其优点 是当使用具有更高输出功率DUT的时候,重复校准更自由。

噪声系数测量应用中,衰减器并不能自动调整范围。因此,分析仪有过载的风险。如果在低频带(0至3.6 GHz)中,信号分析仪功率电平比-26 dBm大,或者在高频带中(超过3.6 GHz)信号分析仪功率电平比-31 dBm大,那么,前置放大器可以进行压缩,而测量结果的精确度将会受到坏的影响。大多数情况下,0 dB的衰减是足够的。

第68页表格3-4展示了输入功率的相关指南,这些输入功率都可以被普尚分 析仪处理。为防止分析仪过载,在前置放大器阶段需要压缩,设置衰减值 (AMPTD,衰减器)为0 dB,并记录下你的DUT的噪声系数。现在,通过按向上 箭头按键将衰减值增加一个步进(4 dB)。如果噪声系数变化太大,比如 0.3 dB,该衰减值被要求使用精确测量。

频率	衰减设置	高精确度 的最大输 入功率	DUT表征"
10 MHz至 3.6 GHz	0 dB	–26 dBm	全带宽范围 ,具有NF的DUT=5 dB 且增益值<44 dB, 或者NF = 15 dB且增益值< 37 dB
	4 dB	–22 dBm	增益比0 dB衰减高4 dB
	8 dB	–18 dBm	增益比0 dB衰减高8 dB
	12 dB	–14 dBm	增益比0 dB衰减高12 dB

表格3-4 普尚信号分析仪的功率检测与频率范围

表格3-4	普尚信号分析仪的功率检测与频率范围

频率	衰减设置	高精确度 的最大输 入功率	DUT表征a	
3.6 GHz至 26.5 GHzº (具有	0 dB	–31 dBm	具有NF的宽频带DUT = 5 dB并且 增益值<39 dB, 或者NF = 15 dB且增益值<32 dB,	
微波前置放大 器的分析仪)	4 dB	–27 dBm	增益比0 dB衰减高4 dB	
	8 dB	–23 dBm	增益比0 dB衰减高8 dB	
	12 dB	–19 dBm	增益比0 dB衰减高12 dB	
3.6 GHz至 26.5 GHz [。] (没有 微波前置放大 器的分析仪)	0 dB	–14 dBm	80 MHz带宽的一个DUT,其NF=10 dB,并且增益值是 63 dB,该DUT可以使用17 dB ENR噪声系数进行调 节。因为有更宽的带宽,更多的输出噪声都可以被调 节。当分析仪中没有使用前置放大器的时候,预选器 带宽之外的输入噪声(标称值是40至80 MHz)会被反 射,并且不会造成分析仪输入阶段的非线性。	

a. 该表格提供的数据假设是使用一个5 dB ENR的噪声源。

- b. 如果DUT的带宽比指定的10 MHz至3.6 GHz 更窄,DUT的表征也会相应按照下降至12 MHz 的带宽 增加。比如,如果DUT的带宽是100 MHz,DUT的表征增长使用的是10 x log(3.59 x 109/100 x 106) 系数计算出来的一个值,也就是增加了15.6 dB。该例子中,衰减值设置为0 dB,DUT的噪声系数 是15 dB,那么DUT的增益值将会从37 dB增至52.6 dB。对于比12 MHz更窄的带宽,允许的功率并 不会比12 MHz处增加太多。
- c. 在3.6-26.5 GHz频率范围以内,情况比低频带和脚注中的情况更为复杂。处理大信号的前置放大器在3.6 GHz处表现最差,该频率是表格中的例子使用的频率。处理大信号的性能是随着频率的增加而呈现线性增长的,在26 GHz处增加11 dB。DUT允许的增益值随着带宽的增加也会增加,但是只会在70 MHz带宽处下降。

选择输入衰减校准范围,按MEAS SETUP, 校准设置,用户校准选择你想要使用的最小衰减和最大衰减。使用第68表格3-4作为你需要的范围设置指南。

为测量设置输入衰减

衰减器不能自动调整范围。当测量的时候,为避免分析仪过载,你必须手动 设置输入衰减。

设置输入衰减,按AMPTD,衰减器,并且使用数字键盘输入所需的测量衰减。

NOTE测量输入衰减必须在校准衰减范围以内。

69

设置外部本振控制

当测量中使用了变频器的时候,噪声系数测量应用可帮助控制DUT和/或系统 下变频器的本振,该下变频器将会在测量系统中使用。如果DUT是一个多阶 转换器,那么只能控制一个DUT的本振。

添加外部本振到列表中

在为DUT或系统下变频器设置外部本振控制以前,首先你需要将目标本振添加到外部本振列表中。可通过USB,GPIB或LAN与外部本振控制相连。本例中,外部本振是通过LAN相连的。

步骤	备注
1. 按MEAS SETUP, 外部本振设置。	
2. 按 本振选择 。	在该对话框中,你可以删掉一个高亮的外 部本振,或者验证现存外部本振的连接状 态,通过按 删除 选中的源或者选中的源用作DUT本振。
 在LAN 对话框中, 输入IP地址 然后按Done。 	

4. 按增加IP地址。

(可选)你也可以使用**连接专家** 增加外部本振。按运行连接专家...

设置DUT本振或者系统下变频器本振

DUT本振和系统下变频器本振的设置过程类似。下面是是一个设置DUT本振的范例。

备注

步骤

1. 按MEAS SETUP, 外部本振设置。

2. 按本振选择。

- 3. 在LAN 对话框里面, 输入IP地址 然后按Done。
- 4. 按增加IP地址。

(可选)你也可以使用**连接专家** 添加外部本振。按运行连接专家...

步骤

备注

5. 按选中的源作为DUT本振。

6. 在选择对话框中,按**外部本振设置**。

7. 按DUT本振设置。

8. 在对话框的**本振设置**区域,按照所需,设置诸如 本振频率功率,最小频率和最大频率等参数: 在**MEAS SETUP**, **DUT 设置及校准...** 中的 频率,应该设置为最小频率和最大频率范围 内的值。

使用插损补偿

因为线缆与接头,以及测量设置中的温度会造成插损,所以你可配置噪声系 数测量应用来弥补插损。插损补偿可以在噪声源与DUT之间(**DUT前**),或者 DUT与分析仪输入之间(**DUT之后**),或者这两个地方都可进行配置。插损补偿 可被设置为指定单一固定的损耗值,然后应用于所有的频率范围,也可以在 表格中指定多个损耗值,然后应用于频率范围。表格模式下,插入的值会在 两个表格条目中间使用。

任何引起插损的器件也将会产生多余的噪声,而这些多余的噪声与器件的绝 对温度是成比例的。你可以指定器件的温度来补偿这种多余的噪声。该温度 可以用于所有的频率。

插损补偿应用的例子

在下列情况中很重要:

- 具有波导输入的放大器,需要使用波导-同轴适配器。
- 晶体管,需要使用输入和输出调谐器。
- 非50Ω的变频器(比如电视机调谐器和放大器),需要使用匹配线路 板或变压器。
- 用于改善驻波的固定衰减器的补偿。
- 对近似的单边带结果进行双边带测量修改(接收机和混频器的)

配置固定的插损补偿

按照下列例子配置固定插损补偿:

步骤

备注

- 1. 按MEAS SETUP, 插损补偿。
- 2. 按插损, DUT之前 或DUT之后, 插损补偿模 式, 固定。
- 3. 按**固定插损**并输入插损补偿值并按dB 键结束。

下限是-100.000 dB,而上限是 100.000 dB,而默认值是0.000 dB.



 按温度,并且使用数字键盘或旋钮输入损耗 发生的时候器件的温度。一般情况下是室 温,即 290 K。 重要的事情是你需要输入正确的温度值。这将为你的测量提供更好的精确度。
创建插损补偿列表

插损补偿表格最多可输入501条数据。按照下列步骤创建插损补偿表格。

NOTE DUT之前表格...中的插损补偿表格的频率限制在DUT输入频率中都有所指定 DUT之后表格... 中的频率限制都在DUT输出频率中有所指定。当做频率转 换DUT测量或使用系统下变频器测量的时候,这些都很重要。

2. 按 DUT之前 或者DUT之后, 插损列 表。 插损列表将显示,其中有一条输入数据。请参考 下列图表。



- 点击高亮行,使用数字键盘在表格中输入 插损的频率值。点击单位结束输入。
- 4. 输入相应的插损值,按dB。

步	骤	备注			
5.	重复步骤3至4,直到你所需的所有插损 频率与插损值都被输入进去。	你可以以任何顺序在插损列表中插入插损频率与 插损值,因为噪声系数测量应用会自动地将列表中 的频率按照升序排列。			

NOTE

插损列表的数据是以CSV (逗号隔开的值) 格式储存的。有时候,使用文本编辑器 编辑和输入该类数据要比使用分析仪手动输入该数据更为方便。至少要在表格中保 存一条插损值,然后编辑或添加到储存的文件中。

设置插损温度

任何造成插损的器件(电缆,接头等)也将产生多余的噪声。而这些多余的 噪声与器件的绝对温度是成比例的。你必须要在测量过程中为这种多余的噪 声做出补偿,可通过为器件指定温度实现这些补偿。按照下列过程,为器件 设置温度:

NOTE

这里设置的温度既可用于**固定**插损补偿,也可用于**插损**列表**中所有指定的** 频率。

设置插损温度,

按MEAS SETUP, **插损补偿**, DUT 之前或DUT之后, 温度, 然后使用数字键盘输入 值,并且按Enter。下限值是0.0 K,上限值是29,650,000.0 K。默认值是290.0 K。

查看测量结果

显示测量结果

分析仪具有颜色显示和一系列综合的显示特点允许你详细分析测量结果,或者是快速获取通过/失败的指示。

可以使用下列显示特征:

- 图表,表格,或者是测量计显示
- 单一的图表,或者允许同时显示两个结果类型的对偶图
- 在显示屏上放大只显示一个结果图表
- 迹线的标记,因为显示点数据要比仅仅使用迹线更精确
- 将当前活跃的迹线数据保存到内部存储器中
- 开启或关闭网格
- 开启或者关闭测量条,屏幕,迹线和运行功能的注解

选择布局

以下列任一形式显示测量结果:

- _ 图
- 表
- Meter

在对偶图显示中,默认视图会显示噪声系数和增益值。上面的图示是噪声系数,而 下面的图示是增益值。

所有的格式中,你都可以选择你想要显示的两个结果参数。

设置显示的格式,按Display,布局然后选择图,表,或者Meter选择你需要的显示模式。

显示屏周围

激活的图表周围有蓝色的边线。噪声系数是默认的激活图表。

图示3-7 对偶图显示



改变激活的图表,点击所需窗口。

选择显示的结果类型

所有的显示格式中,你都可以选择显示任何成对的测量结果。 测量结果的类型如下,括号中是其单位:

- 噪声系数(dB)
- 噪声因子(线性)
- 增益值(dB)
- Y因子 (dB)
- 有效温度(开尔文,K)
- 热噪功率 (dB)
- 冷噪功率 (dB)

指定显示哪种测量结果,

步骤	备注

- 1. 按Display, 布局, 选择表。
- 2. 按结果列表将你想要显示的结 果设置为**开**。

DSUND 编入: 射頻 構合 DC 校准: 自动	输入阻抗 50 Ω 频率参考 内部(S)	衰減:0dB 預放 开 LOSS	DL 平	斤: 放大器 均: 关	系统下变频器:关	FREQ = RF 校准状态: CAL ENR状态: ~ENR	100000 1 2	格式
							415 77	
	建士万姓		- 14		#±mz	_		注解
频率	(TRC1)	in the second se	RC21		30.001	- 10 million	噪声因子	
10.000000 MHz	0.	1160 dB		0.0495 de	3	1.0271	开	
550.612245 MHz	0.	1522 dB		0.0440 d	3	1.0357	¥	
1.091224490 GHz	0.0	0805 dB		-0.0064 dE	3	1.0187	Y.田子	
1.631836735 GHz	0.3	2548 dB		0.0275 dt	3	1.0604	H	
2.172448980 GHz	0.	5717 dB		0.0339 dE	3	1,1407	¥	
2.713061224 GHz	0.3	3920 dB		0.0005 dE	3	1.0945		
3.253673469 GHz	0.4	4478 dB		-0.0006 df	3	1.1086	有效温度	
3.794285714 GHz	1.3	3876 dB		0.0094 dE	3	1.3764	二共	
4.334897959 GHz	0.1	3224 dB		0.0503 dE	3	1.2085	×	
4.875510204 GHz	1.	2258 dB		0.0523 dE	3	1.3261	热噪功率	
5.416122449 GHz	-0.3	3156 dB		-0.0056 dE	3	0.9299	开	
5.956734694 GHz	1.3	7629 dB		0.0867 dt	3	1.5007	¥ 🗧	
6.497346939 GHz	0.4	4932 dB		0.0434 de	3	1.1203	AN ADVI MY	
7.037959184 GHz	0.0	5315 dB		0.0131 de	3	1.1565	常業明末	
7.578571429 GHz	-0.1	1814 dB		-0.0214 de	3	0.9591	- 갓	
8.119183673 GHz	-0.0	0201 dB		-0.0531 dB	3	0.9954	*	
8.659795918 GHz	0.0	6714 dB		-0.0641 dB	3	1.1672	-	
9.200408163 GHz	-0.1	1441 dB		-0.0334 dE	3	0.9674		
10.000 MHz	ia tang ang ta	频率模式	t:列表	and the second		截止 26.500 GHz		

设置刻度

你可以在激活的图表中设置结果刻度参数。

按AMPTD 显示Y轴刻度。并且将自动调整刻度设置为开。设置自动调整刻度 为开,为参考值和刻度选择最佳值。

为噪声系数测量系统中不同的阶段计算噪声功率

图示3-8显示了在噪声系数测量中信号通路中的所有可能模块。虚线内的模块 表示你可以选择使用它们,也可选择不使用。信号通路中的非线性组件有 USB前置放大器,内部前置放大器和输入混频器。这些组件的输入功率不应 超过其线性范围的最大值。

图示3-8

噪声系数测量中的信号通路模块



计算不同阶段的噪声功率,使用等式3-2:

等式3-2 P噪声= -174 + 10 × log₁₀(*带宽*) + 10 × log₁₀(ENR 线性+ F) + 增益值dB

其中,

- P噪声的单位是 dBm
- -174 dBm/Hz是从kTo计算得出的每赫兹的热噪声。
- 多数情况下,BW是DUT的带宽。单位是Hz。如果你要计算输入混频器的 噪声功率,并且其频率范围高于3.6 GHz,该情况下,带宽是预选器的带 宽,一般是 80 MHz以下。
- ENR线性是噪声源的ENR。一般情况下,噪声源的ENR以dB为单位。

ENR $\notin t = 10^{(ENR} dB^{/10)}$

- F是测试系统的噪声系数,计算中是从DUT输入到噪声功率输入点之间的 所有噪声系数。比如说,如果你正在计算输入混频器的噪声功率,并且其 频率范围低于3.6 GHz,此时,F包括有DUT,USB前置放大器,内部衰减 器和内部前置放大器的所有噪声系数。
- 增益值ab 是测试系统增益值的一部分,准确来说,与计算F中使用的是同一部分。比如说,如果你正在计算输入混频器的噪声功率,并且其频率范围低于3.6 GHz,请使用下列等式。

78

增益值_{dB} = DUTGain + USBPreampGain + InternalPreampGain – Internal Attenuation

为噪声功率计算噪声系数

使用等式3-2计算噪声功率,你需要计算测试系统的噪声系数。本章节提供了 一个计算 DUT,USB前置放大器,内部衰减器和内部前置放大器总体噪声系 数的范例。可以在4阶段的系统中见到,因此总噪声系数F可以使用等式3-3计 算得出,其中F和G都是线性项。

等式 3-3
$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \frac{F_4 - 1}{G_1 G_2 G_3}$$

F1和G1是DUT的噪声系数和增益值。

F2和G2是USB前置放大器的噪声系数和增益值。

F3 and G3 是内部衰减器的噪声系数和增益值。内部衰减器的噪声系数等于其衰减值。

Fa 是内部前置放大器的噪声系数。你可以从信号分析仪的规格指南中获得粗略的值。请注意,配置指南中的噪声系数值是内部前置放大器开启时仪器的噪声系数。因为内部前置放大器增益值高,因此该值取自于内部前置放大器的噪声系数。