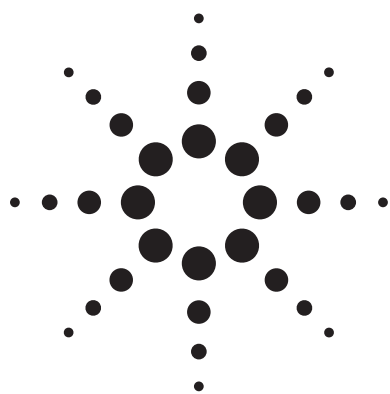
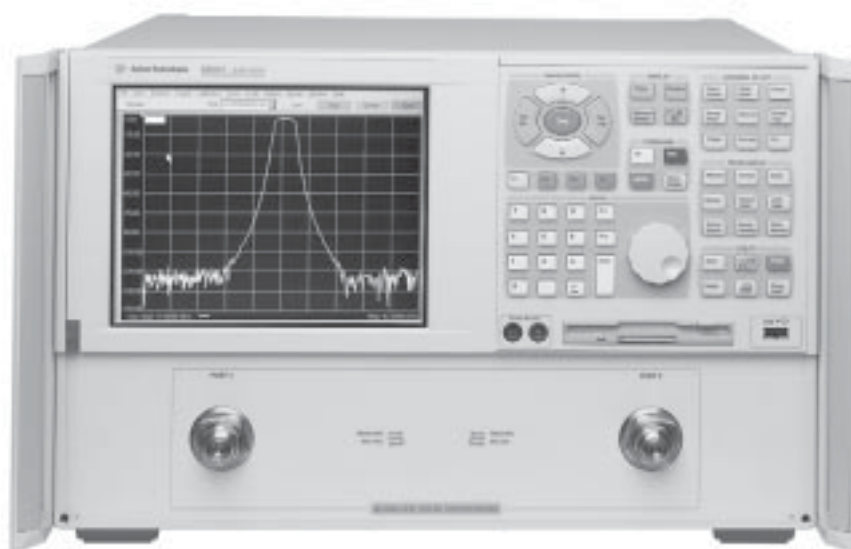




Agilent 微波 PNA 系列网络分析仪

应用指南 1408-9

放大器的互调失真测量



目录

引 言	2
互调失真测量	3
可供选择的硬件	4
术语	5
可供选择的测试方法	6
方法 A. 4 通道, 基本校准	7
方法 B. 单通道, 基本校准	13
方法 B1. 单通道, 分段扫描, 基本校准	14
方法 B2. 单通道, 线性扫描, 基本校准	16
方法 C.4 通道标量混频器校准	20
附录 A	21

引言

这份应用指南涉及利用Agilent微波(MW)PNA系列矢量网络分析仪对放大器的互调失真分量进行测试。MW PNA系列可用于测试放大器的线性参数、增益压缩和谐波。Agilent应用指南1408-7和1408-8分别介绍线性测试、增益压缩和谐波的内容。

放大器乃是微波系统的一个基本组成部件, 确定放大器的性能是设计过程中的关键因素。按惯例, 网络分析仪用于线性放大器测量, 而频谱分析仪则用于非线性测量, 如谐波和互调失真。然而, 包括Agilent MW PNA系列在内的许多现代网络分析仪通过启动频偏功能, 也能用于非线性测量。

大多数放大器测试系统包括用于反射测量的网络分析仪。如果网络分析仪也用于非线性测量, 便可降低主要设备的费用。

互调失真测量

互调失真(IMD)是放大器非线性的测量项。当两个或多个正弦频率用于放大器时,输出将包含称之为互调分量的附加频率分量。对于加上频率为 f_1 和 f_2 输入信号的放大器,输出将包含下列频率的信号: $nf_1 + mf_2$, 其中 $n, m = 0, \pm 1, \pm 2$ 等。三个分量 $2f_2 - f_1$ 和 $2f_1 - f_2$ 是主要关心的分量,因为它们与基频接近,其功率电平相对于基频功率电平的增加,提高了3倍。此外,它们接近基频也妨碍通过滤波将其去除。三个截获点(IP3)或三阶截获(TOI)(两者常常互换使用)是互调失真的品质因数。

功率组合器将用于双音IMD测量,以充分对信号源隔离。在某些情况下,可能需要进一步使信号源与放大器隔离。衰减器可用来减小失配误差。在信号源谐波影响互调响应的情况下,可以在放大器与组合器之间或在组合器与接收机之间插入低通滤波,以减小谐波。为了保证正确计算截获点,这类测量必须在放大器的线性工作区进行。

MW PNA 用于双音失真测量。三阶分量可以用频偏工作方式选件080进行测量。信号源功率校准和接收机校准提供精确数据。另外,您还可以利用变频器应用程序(选件083)提供的标量混频器校准。考虑到MW PNA的数字信号处理滤波器的波形,我们建议采用大于100kHz的音频间隔。

可供选择的硬件

有三种利用MW PNA进行互调失真测量的方法。

方法 1

将MW PNA既用作信号源又用作接收机。一个音频由网络分析仪产生,而第二个音频则由外部信号源产生。MW PNA用于测量所有音频。在这种情况下,用户利用网络分析仪既是信号源又是接收机的优势。

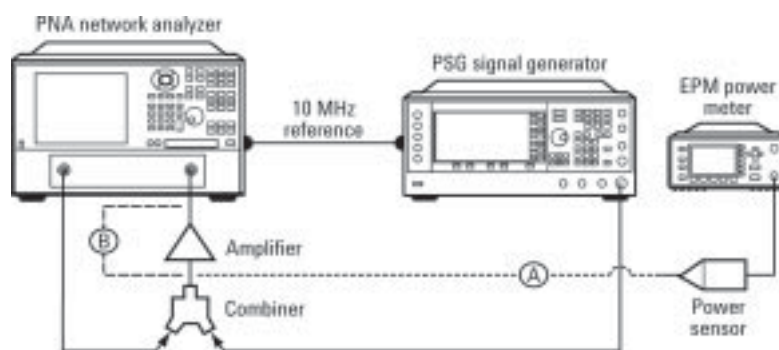
方法 2

将两个外部信号源用于两个音频,而MW PNA则用作接收机。

方法 3

只利用一个外部信号源,但利用的是可以产生两个音频的一个外部信号源。带有任选“内部双任意波形发生器”的Agilent ESG和PSG信号发生器可以产生双音频信号。MW PNA仅仅用作接收机。如果您利用结合ESG的方法C,Agilent公司免费提供能帮助您完成测量的软件应用程序。有关三阶互调失真(TOI)应用程序,可向Agilent销售工程师询问。限制因素可能是信号发生器的频谱纯度。

在这份应用指南中,我们将利用方法1,即将MW PNA既用作信号源,又用作接收机。MW PNA的信号源被用作 f_1 基频源,而PSG信号发生器则被用作 f_2 音频源。对MW PNA的接收机进行调整,以测量4个音频:2个基频和2个三阶分量。图1所示硬件布置用于互调失真测量。



术语

注

MW PNA 的【**面板键**】用括弧表示，而**功能键**则用粗体字表示。“菜单项”指 Windows® 下拉菜单。

f_1 = 低端基频
 f_2 = 高端基频
 $\Delta f = f_2 - f_1$ = 音频间隔
 $2f_1 - f_2$ = 低端混频分量，三阶分量
 $2f_2 - f_1$ = 高端混频分量，三阶分量

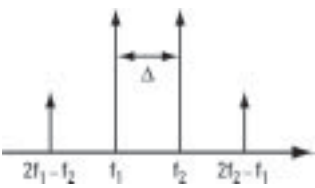


图 2.基频和三阶混频分量

$P(f_1)$ = 基频的输出功率
 $P(2f_2 - f_1), P(2f_1 - f_2)$ = 混频分量的输出功率

假定两个输入信号的幅度相等，则三个阶截获点(IP3)由下式计算:
TOL或IP3(dBm) = 基频(f_1 或 f_2)的输出功率(dBm) + $1/2 * \{ \text{基频}(f_1 \text{或} f_2) \text{的输出功率} - (2f_2 - f_1, 2f_1 - f_2) \text{的最大值} \}$ (dB)

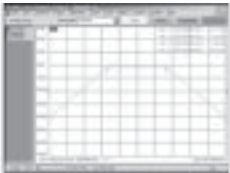
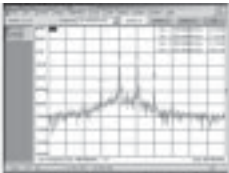
在这份应用指南中，被测件(DUT)是具有下列指标的放大器。

频率范围	0.10 ~ 1000MHz
最小的信号增益	20dB
输入驻波比(SWR)	1.5:1
输出驻波比	2.0:1
输出 1dB 压缩	+3dBm
三阶截获	+14dBm

1.推荐的音频间隔>100kHz

可供选择的测试方法

互调失真分量可以用下表中介绍的 4 种不同方法进行测量。

	方法 A 4 通道基 本校准	方法 B1 单通道，分段扫 描，基本校准	方法 B2 单通道，线性扫 描，基本校准	方法 C 4 通道，标量 混频器校准
屏幕图象				
网络分析仪 选件	频偏工作方式 (选件 080)	频偏工作方式 (选件 080)	频偏工作方式 (选件 080)	频偏工作方式 (选件 080) 和变频器 应用程序 (选件 083)
说明	利用多通道来测量输入信号和互调失真。通道 1 配置成测量基频 f_1 ，通道 2 配置成测量 f_2 ，通道 3 配置成测量 $2f_1 - f_2$ 以及通道 4 配置成测量 $2f_2 - f_1$ 。	利用多频偏工作方式的“连续波优先”特点。包括利用一个通道，以及具有连续波基频之一的信号源和在 4 个音频范围扫描的接收机。为了测量 4 个音频，采用了分段扫描。	利用多频偏工作方式的“连续波优先”特点。包括利用一个通道，以及具有连续波基频之一的信号源和在 4 个音频范围扫描的接收机。为了至少测量从 $2f_2 - f_1$ 到 $2f_1 - f_2$ ，覆盖 4 个音频范围，采用了线性扫描。	利用多通道来测量输入信号和互调分量。通道 1 配置成测量基频 f_1 ，通道 2 配置成测量 f_2 ，通道 3 配置成测量 $2f_1 - f_2$ 以及通道 4 配置成测量 $2f_2 - f_1$ 。
互调失真(IMD)类型	连续波和扫描	只连续波	只连续波	连续波和扫描
校准	信号源功率和接收机校准	信号源功率和接收机校准	信号源功率和接收机校准	标量混频器校准 (SMC) 提供匹配修正的功率测量
每种方法的 优点	若接收机频率由于音频音隔接近 8.333MHz 而应偏移，则方法 A 是唯一精确的方法，因为两个音频需要偏移，见附录 A。	- 单通道，单次扫描，因此，比需要 4 个通道和多次扫描的方法 A 和 C 更快。 - 由于只测量 4 个点，故校准和测量时间比方法 B (201 个点) 更快。 - 利用增量标记功能便于计算 IMD 分量。	- 直观显示，与频谱分析仪相似。 - 单通道，单次扫描，因此，比需要 4 个通道和 4 次扫描的方法 A 和 C 更快。 - 利用增量标记功能，便于计算 IMD 分量。	- 有关失配进行修正的简单引导式校准。 - 若被测件具有理想匹配，则方法 A、B 和 C 的精度之间没有差别。被测件的匹配越差，利用方法 C 比利用方法 A 和 B 更优越。

方法 A.

4 通道，基本校准

为了测量多个频率，使用了多个通道。通道 1 被配置成测量基频 f_1 或低端音频；通道 2 被配置成测量 f_2 或高端音频；通道 3 被配置成测量 $2f_1-f_2$ 或低端混频分量以及通道 4 被配置或测量 $2f_2-f_1$ 或高端混频分量。下表列出我们想达到的激励和响应设置。

互调失真测量步骤

步骤	目的	信号源频率	FOM 偏移(乘数 1)	最终的接收机频率
1	为信号源功率校准 布置测量 ¹	通道 1: $2f_1-f_2-2f_2-f_1$	0	$2f_1-f_2-2f_2-f_1$
2	信号源功率校准			
2	将通道 1 复制到通道 2、3 和 4，以及将通道 2、3 和 4 调整成 B 接收机迹线。			
2	接收机校准			
3	将所有通道的输入频率 更改为 f_1	通道 1: f_1	0	通道 1: f_1
		通道 2: f_1	0	通道 2: f_1
		通道 3: f_1	0	通道 3: f_1
		通道 4: f_1	0	通道 4: f_1
3	更改所有通道的 FOM 偏移，以将接收机调谐 到适当频率	通道 1: f_1	0	通道 1: f_1
		通道 2: f_1	Δf	通道 2: f_2
		通道 3: f_1	$-\Delta f$	通道 3: $2f_1-f_2$
		通道 4: f_1	$2\Delta f$	通道 4: $2f_1-f_1$
4	连接放大器，完成失真测量			

注

我们建议，如果音频间隔接近 8.333MHz，则在测量低端音频或低端混频分量时，应将接收机偏频移动-16.667MHz。有关这个问题的详情，参见附录 A，以及对这类测量情况推荐的激励设置。

产生上表中设置的步骤：

步骤 1：为信号源功率校准布置测量

[Preset]
[Start/Center]>Start>799.5[M/μ]>Stop>801[M/μ]
[Power]>Level>-20>[Enter]
[Sweep Setup]>Points>401[Ener]

选择偏频工作方式并启动这种工作方式，采用零偏移及乘数 1 和除数 1。

菜单项 Channel>Frequency Offset……

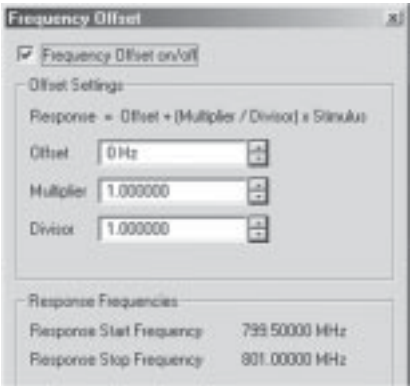


图 3. 配置通道 1 覆盖整个频率范围

1. 由于信号源功率校准是一个费时的任务以及所考察的频率间隔很窄，所以我们进行宽带信号源功率校准，然后将通道（连同校准）复制到其它通道上。由于接收机校准不是通道设置的一部分，因此不能复制，而应单独在通道上进行接收机校准。

步骤 2：校准

信号源功率校准

将功率传感器与组合的输出端相连并进行信号源功率校准。务必切断 PSG 信号源上提供第二个音频的射频功率。根据菜单选择：

Calibration>Power Calibration...>Source Power Cal>Take Cal Sweep

您可能选择不同于校准功率的测试端口功率。在本例中，组合器有大约4dB的损耗，因此，我们将测试端口的功率设定为-20dBm，而将校准功率设定为-24dBm。

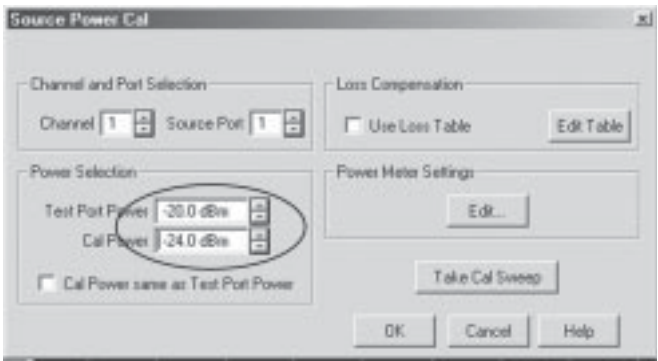


图 4. 信号源功率校准向被测件提供精确输入功率且是接收机校准的依据。

完成校准之后，您应在状态条上看到“Src Pwr Cal”指示符。

复制通道

将通道 1 复制到通道 2、3 和 4 上，并将所有通道配置成 B 测量。“Src Pwr Cal”指示符对所有通道继续保持有效。

根据菜单选择：

Channel>copy Channel...



图 5. 将通道 1 复制到通道 2、3 和 4 上，以测量第二个基频，低端混频分量和高端混频分量。

注

复制通道的特点是复制通道特性，如频率范围、点数、2 端口和信号源校准。迹线特性如 S_{21} 、B 或格式则不复制。目前，接收机校准不是通道特性而是迹线特性，因此不被复制。

将所有通道配置成进行B测量，菜单项 **Trace>Measure>Measure>More Types...**

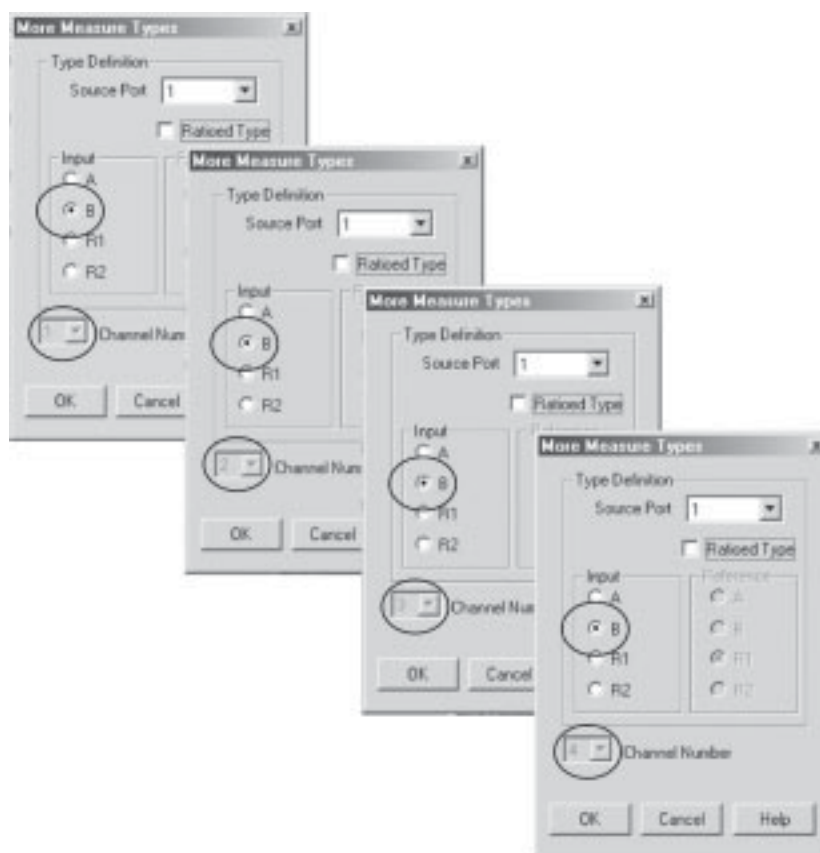


图6. 将每个通道配置成对B 接收机值进行测量

接收机校准

在MW PNA的端口1和端口2之间进行直通连接, 并在所有通道上进行接收机校准。对于直通连接, MW PNA的端口1与组合器的输入端相连, 而组合器的输出端则与MW PNA的端口2相连。此外, 要确保PSG信号发生器的射频功率被切断。对所有4个通道重复这一步骤。

通道1: **Calibration>Power Calibration...>Receiver Power Cal>Take Cal Sweep**

通道2: **Calibration>Power Calibration...>Receiver Power Cal>Take Cal Sweep**

通道3: **Calibration>Power Calibration...>Receiver Power Cal>Take Cal Sweep**

通道4: **Calibration>Power Calibration...>Receiver Power Cal>Take Cal Sweep**

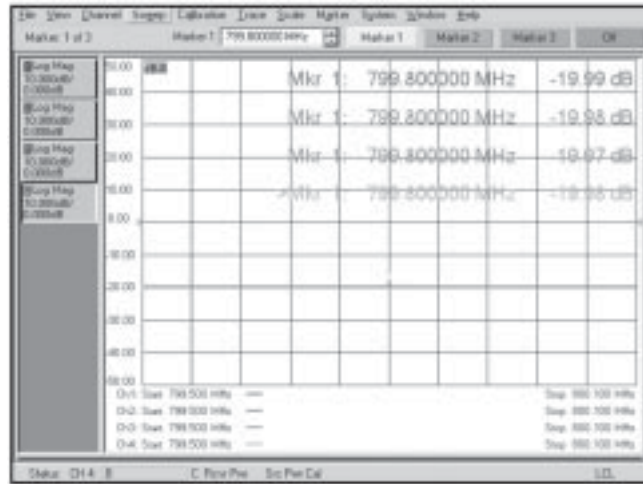


图7. 验证所有通道是否进行了有效校准

将信号源针对适当设置进行配置。在这种情况下，将PSG信号源设定到800.5MHz，功率电平为-20dBm。

步骤 3：更改设置

更改激励

将激励频率范围减小到基频。

[Start/Center]

选择通道1 **Start** 800[M/μ] > **Stop** 800[M/μ]

选择通道2 **Start** 800[M/μ] > **Stop** 800[M/μ]

选择通道3 **Start** 800[M/μ] > **Stop** 800[M/μ]

选择通道4 **Start** 800[M/μ] > **Stop** 800[M/μ]

更改频偏设置

更改频偏工作方式的设置，以测量适当的响应。

选择通道 1：保持不变，以测量 800MHz 处的 f_1 。

选择通道 2：调整到测量 800.5MHz 处的高端音频 f_2 。

Channel>Frequency Offset...

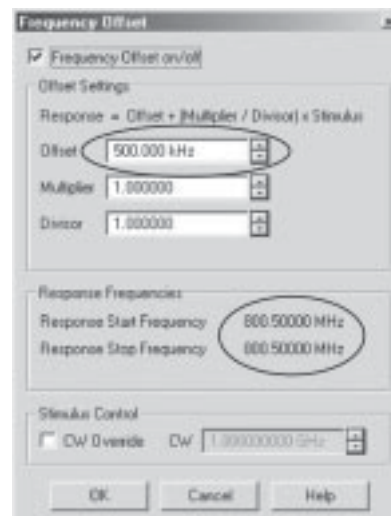


图8. 测量高端音频的配置

通道 3: 调整到对低端混频分量进行测量: 在 799.5MHz 处的 $2f_1 - f_2$ 。

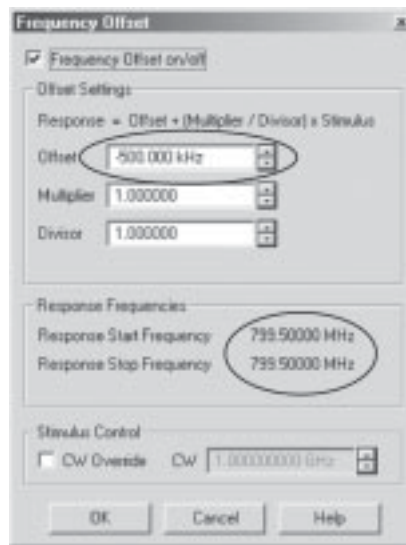


图9. 测量低端混频分量的配置

通道 4: 调整到对高端混频分量进行测量: 在 801MHz 处的 $2f_2 - f_1$ 。

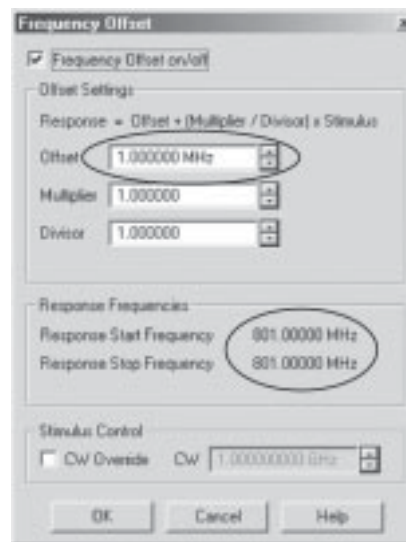


图10. 测量高端混频分量的配置

步骤 4：测量

将放大器输入端与组合器输出端相连以及将放大器输出端与 MW PNA 端口 2 相连。通道 1 和 2 应呈现大致相同的功率电平，因为双音互调测试的要求之一便是输入功率电平相同。这个功率电平应是输入功率电平加上放大器增益。通道 3 和 4 应呈现通常比通道 1 和 2 低 30dB 以上的值，因为通道 3 和 4 显示的是互调失真的电平。

在我们的例子中，通道 1 和 2 呈现近似 0dBm (−20dBm 的输入功率，20dB 的放大器增益)。通道 3 和 4 呈现近似 −40dBm。

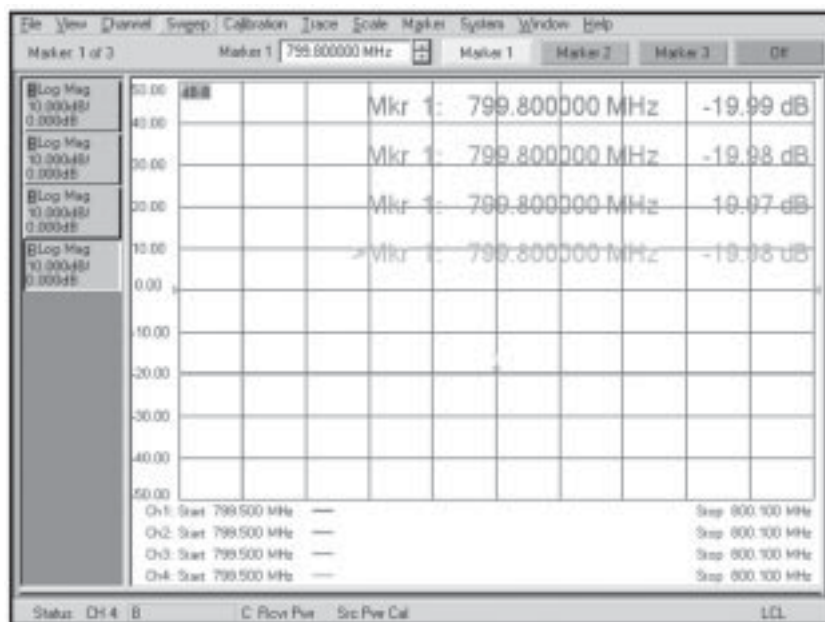


图11. 在MW PNA上测量失真分量

计算三阶截获的公式为：

$$IP3(dBm) = P(f_1) + \frac{1}{2} [P(f_1) - \max\{P(2f_2 - f_1), P(2f_1 - f_2)\}]$$

$P(f_1)$ = 输出功率，在本例中 $P(f_1) \approx 0dBm$

$\max\{P(2f_2 - f_1), P(2f_1 - f_2)\}$ 是通道 3 与 4 之间的最坏情况读数。最坏情况是较大的值(dB)。本例中，这是通道 3，因为其读数近似为 −41dBm。

$$IP3(dBm) = -0.9457 + \frac{1}{2} [-0.9457 - (-41.15)] = +19dBm$$

这个被测件的 IP3 在 800MHz 处为 +19dBm，输入功率 −20dBm。

方法 B.

单通道，基本方程

此法中，我们从频偏工作方式的“连续波优先”特性中得到好处。



图 12.将连续波优先用于 IMD 测量

这就允许将网络分析仪的信号源驻留在连续波频率上，而接收机对确定的频率间隔扫描。所以，我们将信号源设定到基频，将接收机设定成对 4 个音频范围扫描：两个基频和两个混频分量。

MW PNA 激励可以有两种方式建立。方法 B1 包含分段扫描，在此只测量 4 个音频。此法极其快捷，因为只测量 4 个点。它还由规定被测的精确频率确保了频率精度。

方法 B2 包含线性扫描，扫描范围从 $2f_2 - f_1$ 到 $2f_1 - f_2$ 。图 18 示出网络分析仪显示，看上去与频谱分析仪显示相似，它是考察互调失真分量的直观方法。校准和测量要花一些时间，因为为了保证精确测出所需音频，需要足够多的点。

方法 B1.

单通道，基本校准

步骤 1：激励建立

[Preset]
[Power]>Level>-20>[Enter]
根据菜单项“Sweep”，选择“Sweep Type...”，然后选择“Segment Sweep”。
选择“展示表”并决定分段表，如图 13 中所示。

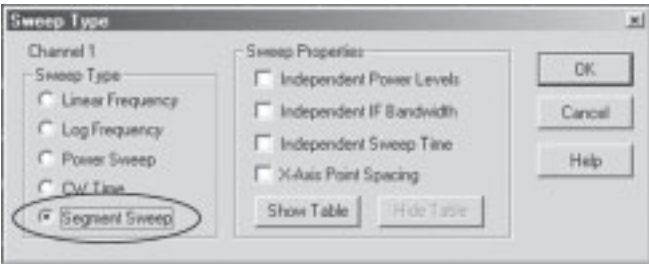


图 13.利用分段工作方式只对需要的频率点扫描

在分段表中，输入所考察的 4 个频率：两个基频以及高、低端混频分量。

	STATE	START	STOP	POINTS
1	ON	799.500000 MHz	799.500000 MHz	1
2	ON	800.000000 MHz	800.000000 MHz	1
3	ON	800.500000 MHz	800.500000 MHz	1
4	ON	801.000000 MHz	801.000000 MHz	1

Status: CH 1: B No Cor

图 14.确定对基频和混频分量进行测量的频率分段

配置通道以进行 B 接收机测量。选择菜单项
Trace>Measure>Measure>More Types...Select B>不选择 Ratioed Type...

步骤 2：校准

信号源功率校准

将功率传感器与组合器的输出端相连并进行信号源功率校准。要确保 PSG 信号源的射频功率被切断。根据菜单，选择：

Calibration>Power Calibration...>Source Power Cal
选择 Take Cal Sweep

完成校准之后，您应看见状态条上的“Src Pwr Cal”指示符。

接收机校准

在MW PNA的端口1与端口2之间进行直通连接并在所有通道上完成接收机校准。对于直通连接，MW PNA的端口1与组合器的输入端相连，而组合器的输出端与MW PNA的端口2相连。此外，要确保PSG信号发生器的射频功率被切断。

Calibration>Power Calibration...>Receiver Power Cal>Take Cal Sweep

这时，覆盖 4 个音频的频率范围便进行了校准。

步骤 3：测量

选择频偏工作方式并进行启动，利用零偏移、乘数和除数均为1，再启动“激励连续波优先”特征，这种设置在建立固定（连续波）激励频率的同时，还对整个扫频频率范围的响应进行测量。

选择菜单项 **Channel>Frequency Offset...**。将连续波频率设定到 800MHz（即基频）。注意，接收机频率（“响应频率”）覆盖 4 个音频。

注

如果连续波优先频率一开始就不是 800MHz, 便可以中断接收机校准, 因为校准对 1GHz 缺省频率无效。在这种情况下, 首先像上述那样建立频偏工作方式并接受变成中断的接收机校准。然后, 中断频偏工作方式。利用菜单项 **Calibration>Power Calibration...>Receiver Power Cal, Receiver Power Correction ON/off**。再次启动接收机校准。随后再启动频偏工作方式。

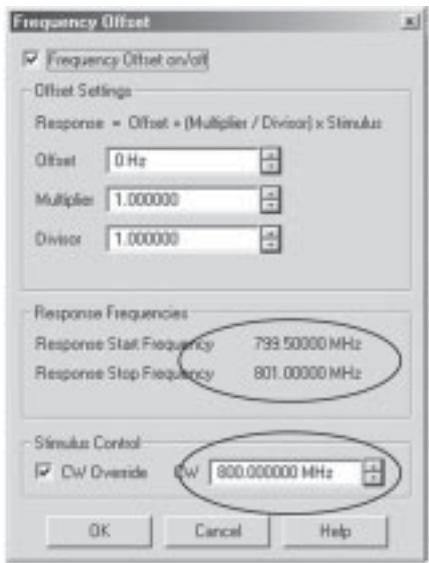


图15. 利用MW PNA的连续波优先特征。

完成有效的内插信号源功率校准和接收机校准之后, 便可对器件进行测量。将放大器输入端与组合器输出端相连, 而将放大器输出端与 MW PNA 的端口 2 相连。使 PSG 信号发生器给出 800.5MHz 并对显示进行考察。将 4 个标记放在 4 个音频上, 计算 IMD 分量。

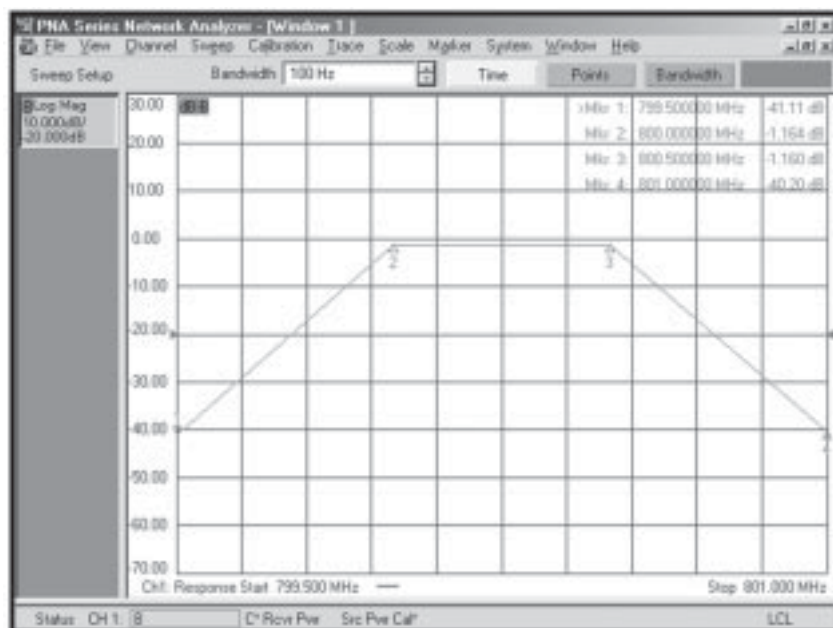


图 16. 测量两个基频和两个混频分量的音频

计算三阶截获的公式为:

$$IP3(dBm) = P(f_1) + \frac{1}{2} [P(f_1) - \max\{P(2f_2 - f_1), P(2f_1 - f_2)\}]$$

$P(f_1)$ = 输出功率, 本例中 $P(f_1) \approx 0dBm$

$\max\{P(2f_2 - f_1), P(2f_1 - f_2)\}$ 是标记3与4之间的最坏情况。

最坏情况是较大的值(dB)。

$$IP3(dBm) = -1.258 + \frac{1}{2} [-1.258 - (-42.03)] = +19.13dBm$$

这个被测件所测得的 IP3 在 800MHz 处是 +19.13dBm, 输入功率是 -20dBm。

方法 B2.

单通道，线性扫描，基本校准

步骤 1：激励调整

```
[Preset]
[Start/Center]>Start>798[M/μ]>Stop>803[M/μ]
[Power]>Level>-20>[Enter]
[Sweep Setup]>Points>401[Enter]
```

为使测量精确，选择频率间隔和点数的组合，使得与内插相比，真正测量了所关注的频率。这里，我们想测量 4 个音频，即 799.5、800、800.5 和 801MHz。利用 5MHz 的频率间隔和 401 个点，我们能精确测量所需的音频。

参数	符号	实例
基音	f_1	800MHz
PNA 起始频率	f_{start}	798MHz
PNA 终止频率	f_{stop}	803MHz
PNA 点数	N	401
PNA 频率间隔	$f_{sp} = (f_{stop} - f_{start}) / (N - 1)$	5MHz / 400 = 0.0125MHz
所需音 f 要求的第 n 点	$n = (f - f_{start}) / f_{sp}$	
低端混频分量	$2f_1 - f_2$	799.5MHz = (0.0125 * 120) + 798
基音 f_1	f_1	800MHz = (0.0125 * 160) + 798
基音 f_2	f_1	800.5MHz = (0.0125 * 200) + 798
高端混频分量	$2f_2 - f_1$	801MHz = (0.0125 * 240) + 798

```
配置通道进行 B 接收机测量。选择菜单项
Trace>Measure>Measure>More Types...Select B>不选择 Ratioed
Type...
```

步骤 2：校准

信号源功率校准

将功率传感器与组合器的输出端相连并进行信号源功率校准。务必要切断 PSG 信号源上提供第二个音频的射频功率。根据菜单选择：

```
Calibration>Power Calibration...>Source Power Cal
选择 Take Cal Sweep
```

完成校准之后，您应在状态条上看见“Src Pwr Cal”指示符。

接收机校准

在 MW PNA 的端口 1 与端口 2 之间进行直通连接，并在所有通道上进行接收机校准。对于直通连接，MW PNA 的端口 1 与组合器的输入端相连，而组合器的输出端与 MW PNA 的端口 2 相连。此外，要确保 PSG 信号发生器的射频功率被切断。

```
Calibration>Power Calibration...>Receiver Power Cal>Take Cal
Sweep
```

这时，覆盖 4 个音频的频率范围已被校准。

步骤 3: 测量

选择频偏工作方式并进行启动, 利用零偏移、乘数和除数均为1, 再启动“激励连续波优先”特征, 这种设置在建立固定(连续波)激励频率的同时, 还对整个扫描频率范围的响应进行测量。选择菜单项 **Channel>Frequency Offset...**。将连续波频率设定到800MHz(即基频)。注意, 接收机频率(“响应频率”)覆盖4个音频。

注

如果连续波优先频率一开始就不是800MHz, 便可以中断接收机校准, 因为校准对1GHz 缺省频率无效。在这种情况下, 首先像上述那样建立频偏工作方式并接受变成中断的接收机校准。然后, 中断频偏工作方式。利用菜单项 **Calibration>Power Calibration...>Receiver Power Cal, Receiver Power Correction ON/off**。再次启动接收机校准。随后再启动频偏工作方式。



图17. 利用MW PNA的连续波优先特征。

完成有效的内插信号源功率校准和接收机校准之后, 连接放大器。将放大器输入端与组合组输出端相连, 而将放大器输出端与MW PNA的端口2相连。使PSG 信号发生器给出800.5MHz 并对显示进行考察。将4个标记放在4条迹线上。利用“分立标记”功能, 确保选择您想测量的实际音频。频率稍有偏移可能导致大的测量误差, 所以频率精度十分重要。



图18. “分立标记”允许将标记放在被测音频上。

放好标记之后, 便可以计算互调失真(IMD)。

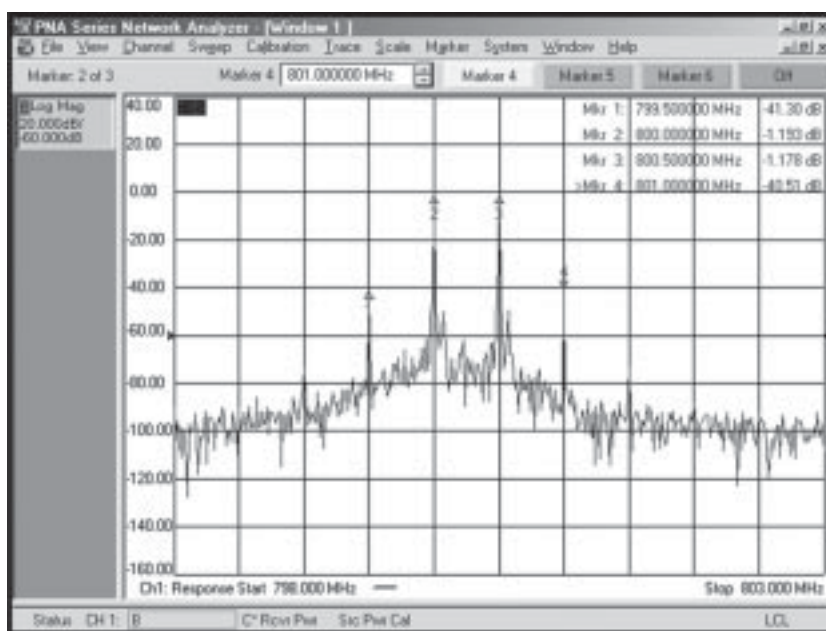


图 19. 测量两个基音和两个混频分量音

计算三阶截获的公式为:

$$IP3(dBm) = P(f_1) + \frac{1}{2} [P(f_1) - \max\{P(2f_2 - f_1), P(2f_1 - f_2)\}]$$

$P(f_1)$ = 输出功率, 本例中, $P(f_1) \approx -1.2dBm$

$\max\{P(2f_2 - f_1), P(2f_1 - f_2)\}$ 是标记3与4之间的最坏情况读数。

最坏情况是较大的值(dB)。

$$IP3(dBm) = -1.193 + \frac{1}{2} [-1.193 - (-41.30)] = 18.86dBm$$

这个被测件所测得的 IP3 在 800MHz 处是 +18.86dBm, 输入功率为 -20dBm。

作为参考, 下图示出在 Agilent PSG 频谱分析仪上的相同测量结果。

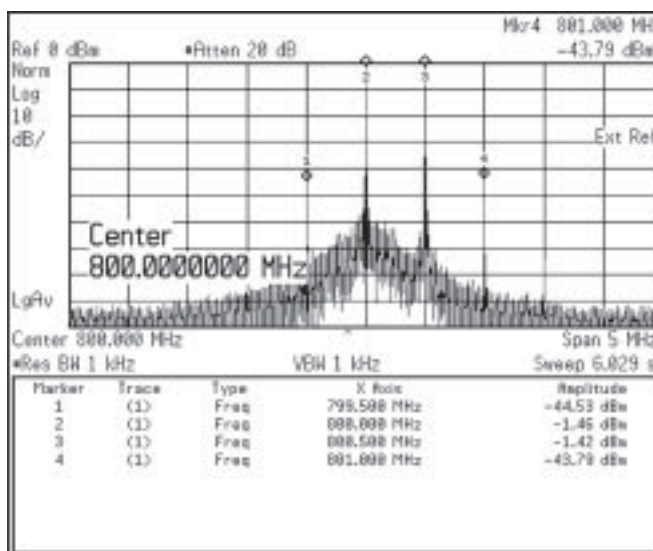


图 20. 频谱分析仪上 4 个音频的显示

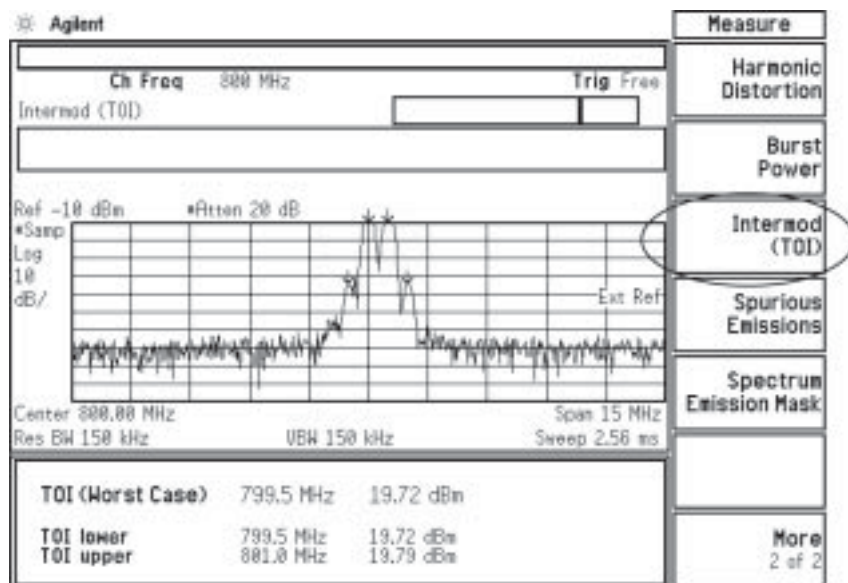


图 21. 利用频谱分析仪的“互调测量”功能来计算三阶截获(TOI)

方法 C.

4 通道，标量混频器 校准

除校准之外，方法 C 与方法 A 相类似。应用指南 1208-8 中论述的谐波测量涉及用方法 C 进行谐波测试。类似的校准方法可应用于互调测量。

附录 A

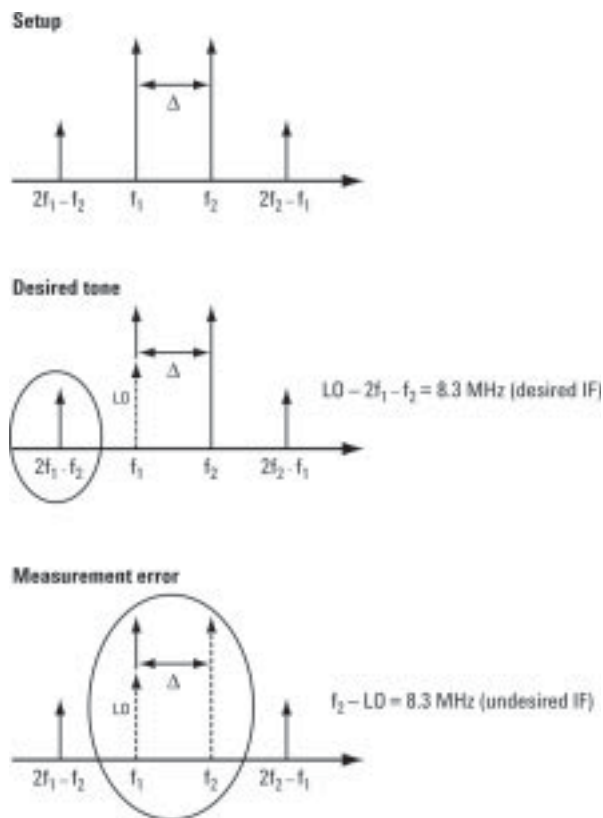
MW PNA有4个中频为8.33MHz的采用混频器的接收机,所以,MW PNA的本振(LO)产生与接收机信号偏离8.33MHz的信号。根据设计,本振的频率高于被测音频。如果您测量低端音频或低端混频分量,则MW PNA的本振可能与高端音频或高端混频分量相混频,并产生8.33MHz中频。这个混频分量将由分析仪测量并造成测量误差。

这个问题在测量高频音频或高端混频分量时不再存在,因为可能导致8.33MHz中频的音调具有低功率电平,作用不大。若音频间隔远小于8.33MHz,新的混频分量也不成为问题。

因此,对于接近8.33MHz的音频间隔,我们建议,在测量低端音频或低端混频分量时,将接收机偏频移动-16.667MHz。这将移动MW PNA的本振频率并消除大部分问题。矢量网络分析仪 VNA 信号源的频率不变,但接收机这时改变了 16.667MHz。我们利用了下列事实: 矢量网络分析仪的第一变频器对镜像频率以及主音频起响应,尽管分析仪是一个调谐接收机。下一页中的图22表示低端混频分量 $2f_1-f_2$ 音频的上述性能。下表列出音频间隔接近8.33MHz时进行互调失真测量所需的设置。

步骤	目的	信号源频率	FOM 偏移(乘数 1)	接收机频率
1	为校准布置测量	通道 1: f_1	0	通道 1: f_1
		通道 2: $f_1 \rightarrow f_2$	0	通道 2: $f_1 \rightarrow f_2$
		通道 3: $2f_1-f_2 \rightarrow f_1$	0	通道 3: $2f_1-f_2 \rightarrow f_1$
		通道 4: $f_1 \rightarrow 2f_2-f_1$	0	通道 4: $f_1 \rightarrow 2f_2-f_1$
2	信号源功率校准			
3	接收机校准			
4	将所有通道的输入频率更改成 f_1	通道 1: f_1	0	通道 1: f_1
		通道 2: f_1	0	通道 2: f_1
		通道 3: f_1	0	通道 3: f_1
		通道 4: f_1	0	通道 4: f_1
5	更改所有通道上的FOM偏移, 以将接收机调谐到适当频率	通道 1: f_1	-16.667MHz	通道 1: $f_1-16.667\text{MHz}$
		通道 2: f_1	Δf	通道 2: f_2
		通道 3: f_1	$-\Delta f-16.667\text{MHz}$	通道 3: $2f_1-f_2-16.667\text{MHz}$
		通道 4: f_1	$2 \times \Delta f$	通道 4: $2f_2-f_1$

最坏情况的例子——音频间隔精确为8.33MHz。在测量低端混频分量 $2f_1 - f_2$ 时，本振将驻留在 $2f_1 - f_2 +$ 本振上。若 $\Delta = 8.33\text{MHz}$ ，则本振将驻留在与 f_1 相同的频率上。然后，本振与 f_2 混频，产生8.33MHz中频并造成大的误差。



解决方案十分简单。将接收机调谐到对 $2f_1 - f_2 - 16.67\text{MHz}$ 进行测量，因此本振移动16.67MHz。音频 $2f_1 - f_2$ 仍被测量，因为它是 $2f_1 - f_2 - 16.67\text{MHz}$ 的镜象频率。

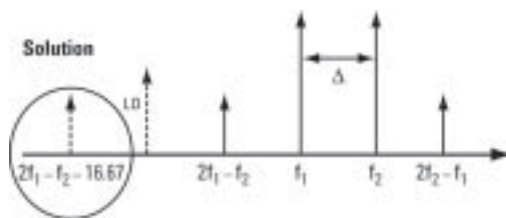


图 22. 音频间隔接近 8.33MHz 时，对测量低端音频或低端混频分量的说明