应用文档

SIGLENT 鼎阳

频谱分析仪基础：带宽



Copyright © 2019 Siglent Technologies, All Rights Reserved

访问 www.siglent.com 获得更多鼎阳仪器信息.

联系鼎阳：market@siglent.com 或拨打免费电话 400-878-0807

1. 简介

频谱分析仪是广播监控，射频元件测试和 EMI 故障排除的有用工具。许多现代分析仪可以进行许多常见的调整，可以优化特定应用的性能。在本应用文档中，我们将介绍分辨率带宽（RBW）和视频带宽（VBW）以及它们如何影响测量。

2. 分辨率带宽（RBW）

带宽定义为特定事件焦点的频率范围。例如，传输信号的带宽是传输占用的频率范围。测量的带宽定义了用于测量的频率范围。

在频谱分析中，分辨率带宽（RBW）定义为应用于输入信号的最终滤波器的频率跨度。较小的 RBW 可提供更精细的频率分辨率，并能够区分频率更接近的信号。

为什么不对所有测量使用最小的 RBW 设置?

扫描时间

扫描时间是将检测器从开始扫描到停止频率所需的时间长度。以下是控制扫描速度的公式：

$$\text{Sweep Time} = \frac{k * \text{SPAN}}{\text{RBW}} \cdot \left(\frac{k_{RBW}}{RBW}, \frac{k_{VBW}}{VBW} \right)_{\max}$$

在该公式中，第一个因子的含义是 SPAN 下的频率选择数，每一步是 RBW 的 1 / k，以确保幅度测量的准确性。第二个因素意味着每个选择所需的时间取决于 RBW 和视频带

宽（VBW）之间的较小值。通常，当我们不关注噪声时，可以将 VBW 设置为大于或等于 RBW 的值。

时间方程式减少为：

$$\text{Sweep Time} = \frac{k_{\text{total}} * \text{SPAN}}{\text{RBW}^2}$$

也就是说，扫描时间与 SPAN 成比例，并且与 RBW 的平方成反比。这意味着如果 RBW 减少 100 倍，扫描时间将在同一 SPAN 中增加 10000 倍

较小的 RBW 也降低了本底噪声，但它们延长了给定频率范围内的扫描时间。选择具有大量 RBW 设置的频谱分析仪，尤其是在较低频率端。您可能不经常使用 10 Hz RBW，但是当您这样做时它非常有用。调整很容易。只需调整 RBW 即可为您的应用提供速度和分辨率之间的适当平衡。

图 1 是以 20 kHz 分隔的两个信号的测量值。使用 30kHz（蓝色），10kHz（黄色）和 3kHz（粉红色）的 RBW 收集迹线。观察者虽然这两个相似信号测量功率的频率完全不变，但只有当 RBW 小于信号之间的频率差时，信号分离才会明确。

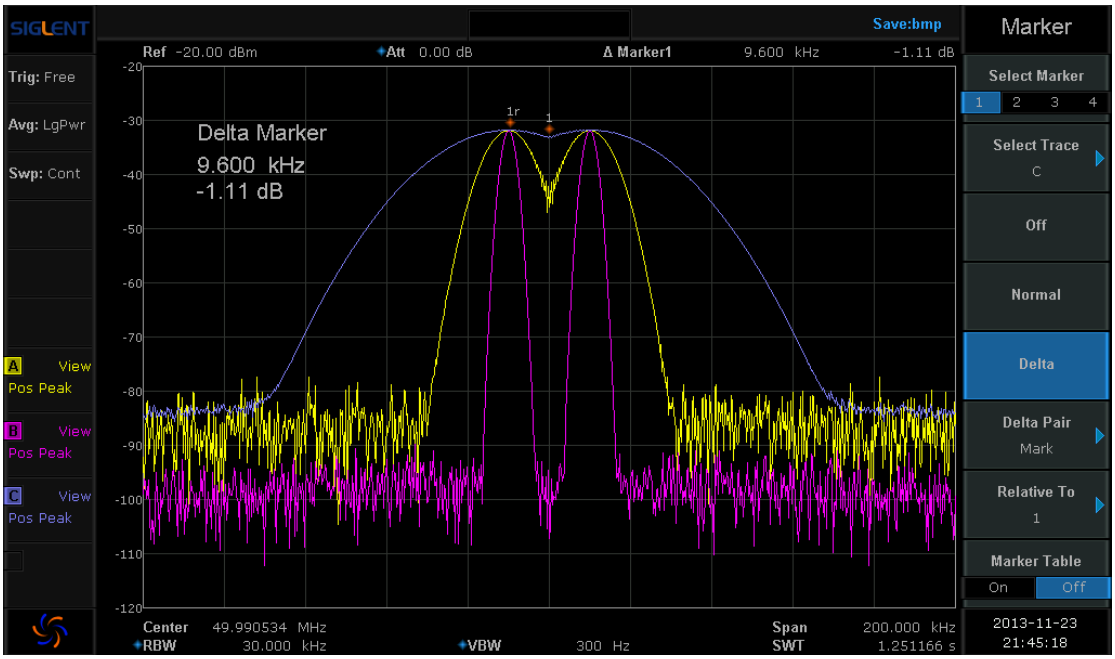


图 1：频谱分析仪显示三个不同分辨率带宽（RBW）设置的两个信号。

3. 形状和形状因子

RBW 滤波器的形状和形状因子也是重要的选择。许多分析仪都有一个 RBW 滤波器，它具有高斯形状和在 3dB 点确定的形状因子。RBW 值是滤波器的带通频率，比滤波器的峰值响应低 3dB。回想一下，3 dB 等于最大值的 50%。这也称为滤波器全宽半最大值（FWHM）值。3 dB 高斯滤波器对于许多测量是可接受的，但是对于电磁兼容性（EMC）相关测量，可能需要定义为 6 dB 的滤波器。

滤波器的形状因子是两个衰减值的响应比。通常，最高衰减在 60 dB 下测量。衰减值较低或为 6 dB。它是滤波器响应锐度的度量。如果比率很大，则过滤器不是很“尖锐”。这表明滤波器在很大的频率范围内扩散。如果比率较小，则表示更薄的过滤器形状和更清晰的滚落，这有助于拒绝更多的带外信号。图 2 显示了如何计算给定滤波器的 3 dB 和 6 dB 点的形状因子。对于频谱分析仪，3 dB 和 6 dB 形状因子相似，但 6 dB 滤波器具有更陡的曲线并具有更高的带外抑制。

形状因子@ 3 / 60dB =（F_6- F_1）/（F_4-F_3）

形状因子@ 6 / 60dB =（F_6- F_1）/（F_5-F_2）

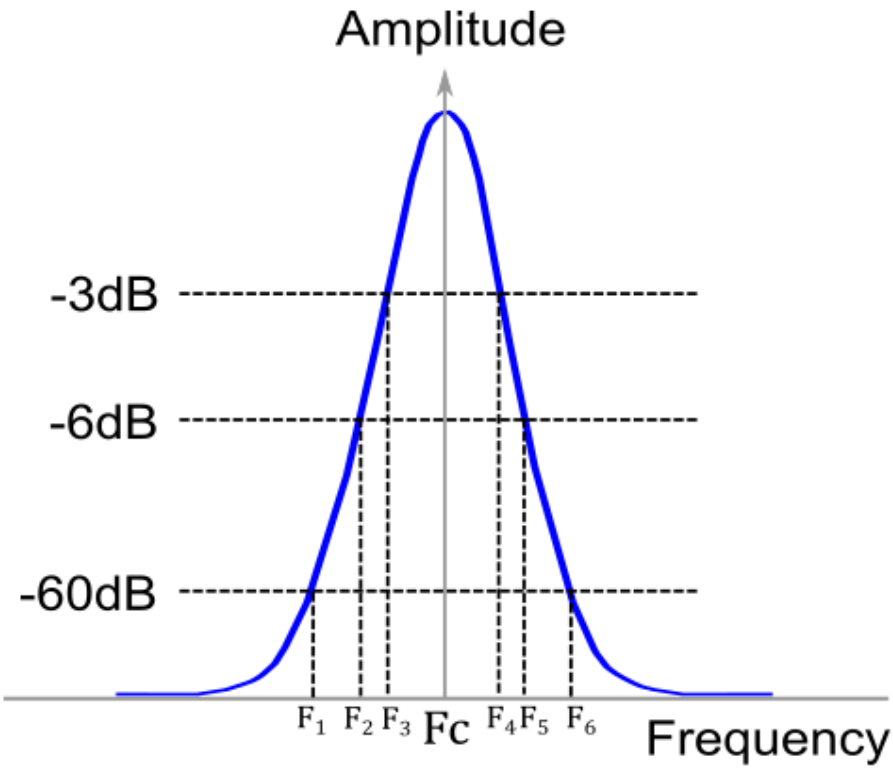
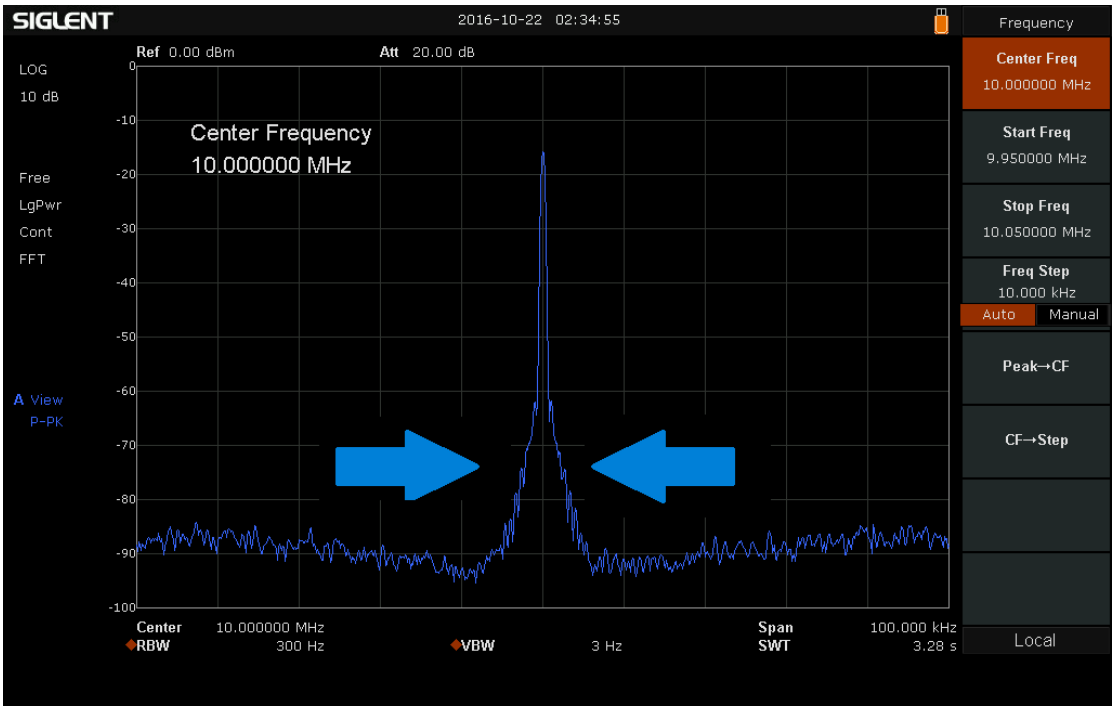


图 2：高斯滤波器显示 3,6 和 60 dB 点和中心频率（Fc）。

4. 相位噪声

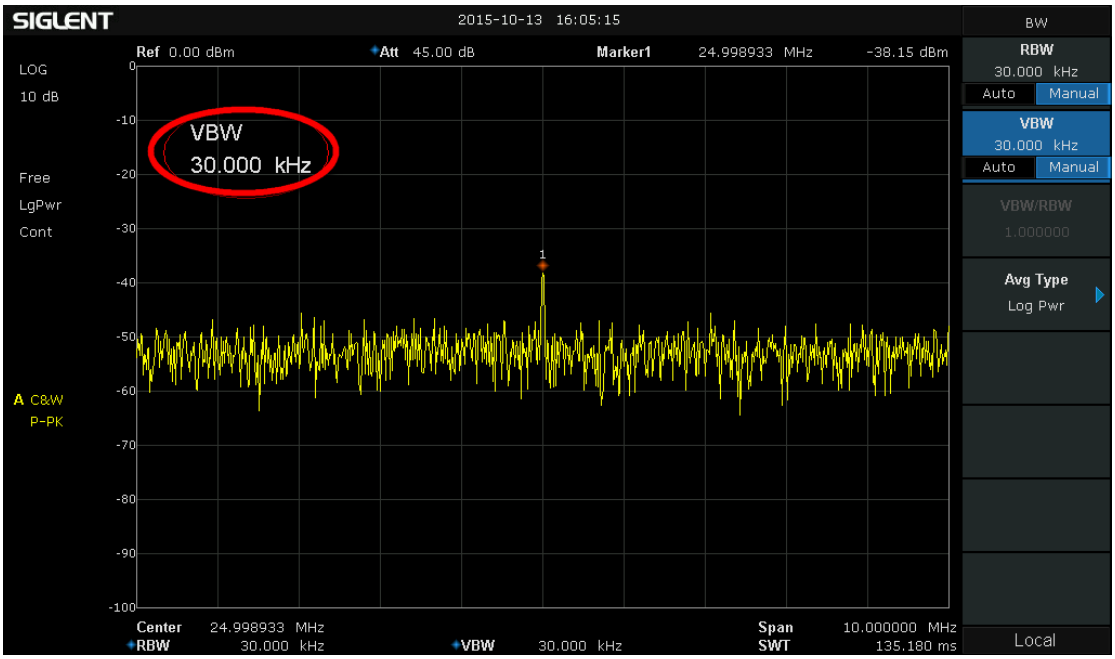
影响分析仪频率分辨率的另一个因素是相位噪声。被观察为信号中心频率附近的噪声幅度的扩大和增加（图 3）。它是由用作频谱分析仪电路中的定时参考的振荡器的随机热波动引起的。这些波动导致输出时钟信号的相位随时间变化，非常类似于基于时间的系统中的抖动。这种扩展可以掩盖可能接近感兴趣频率的任何小信号。要进行有意义的测量，请选择相位噪声低于您正在测量的信号源的仪器。

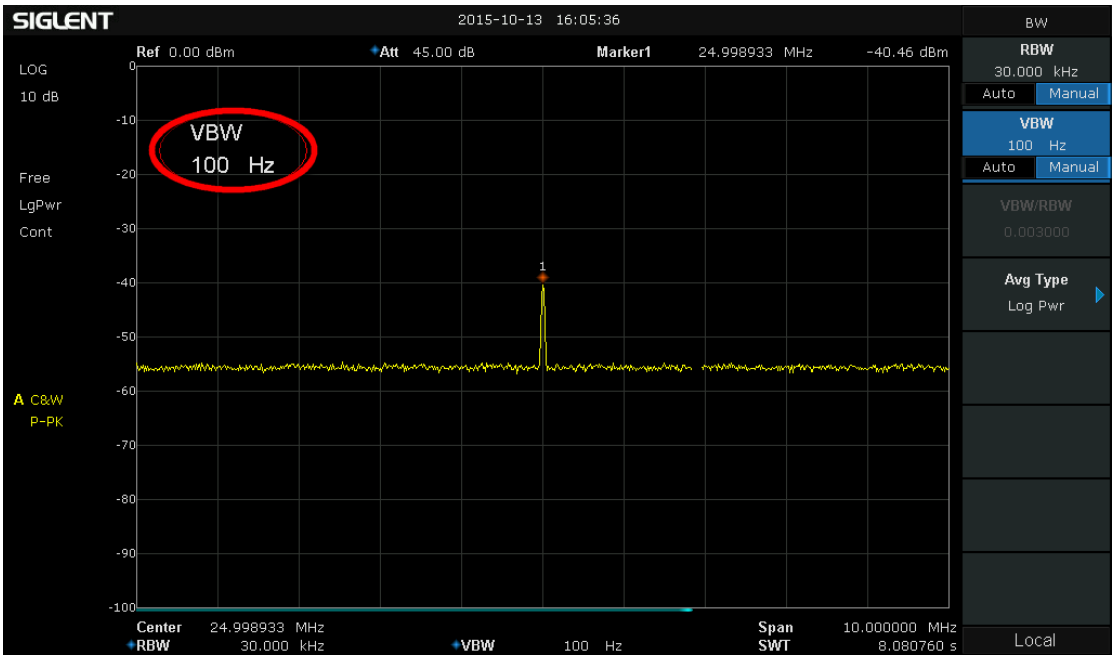


5. 视频带宽（VBW）

影响频谱分析仪显示的迹线质量的另一个因素是视频带宽（VBW）。视频滤波是一种时域低通滤波器，在数学上等于均值或平均值。VBW 滤波器的主要作用是平滑迹线并降低噪声。

严格来说，VBW 不会改变测量结果。它不会影响测量过程的“频率选择，峰值检测”。收集数据后，但在屏幕显示跟踪之前应用 VBW 过滤器。从下面的图 4 可以看出，当 VBW 很大时，噪声使得难以进行小的信号观察。如果我们减小 VBW，小信号就会变得更清晰。





6. 结论

现代频谱分析仪提供灵活的测量功能。选择一个提供可调 RBW / VBW（越低越好）的分析仪，相位噪声低于您测试的信号。调整 RBW 可以提供更低的本底噪声和精细的频率分辨率，但扫描时间会急剧增加。对于有噪声的信号，您可以降低 VBW 以帮助平滑迹线并使信号识别更容易，但这也会增加扫描时间。如果您正在进行 EMI 测量，则需要 6dB 更清晰

的滤波器选项来提高峰值检测精度。