



TBPS01 近场探头

常见问题解答

如何计算磁场和电场

如何测量射频电流

相位线性度

探头的低频性能

1. 如何计算磁场和电场

近场探头主要是用于电磁兼容性（辐射骚扰）探测。专门用于电场和磁场测量的探头设计有所不同。它们基于带有集成功率检测器的小型偶极子。它们通常通过玻璃纤维供电，并对称构建以尽量减少对场的扭曲。

EMC 探测探头可用于测量磁场或电场，但请注意，手柄会导致场的扭曲，从而降低测量的准确性。

H-Field Probe (磁场探头) :

$$B = 10^{\frac{(P_{out} - S - 20 \log_{10} F)}{20}}$$

B, 表示磁通密度, 单位 T (Tesla 特斯拉)

F, 表示接收信号的频率, 单位 MHz

P_{out}, 表示以 50Ω 为负载的探头输出功率, 单位 dBm

S, 表示一个缩放系数, 取决于探头

H20: S = 80

H10: S = 62

H5: S = 40

E-Field Probe (电场探头) :

$$E = 10^{\frac{(P_{out} + 112.5 - 20 \log_{10} F)}{20}}$$

E, 表示电场强度, 单位 V/m;

F, 表示接收信号的频率, 单位 MHz;

P_{out}, 表示以 50Ω 为负载的探头输出功率, 单位 dBm

112.5, 是 E5 电场探头的缩放系数

如何测量射频电流

如何将探头的输出信号转换为射频电流？

尽管 H 场探头不能替代专用的射频电流监测探头，但它们可用于测量射频电流。下表列出了 H20、H10 和 H5 近场探头的频率相关传输阻抗。这些传输阻抗值是在探头直接放置在 50Ω 微带线表面时测量的，其中包括所附 RG316 电缆的损耗。请注意，探头必须将其平面侧与被测微带线（PCB 走线）或导线对齐。与专用射频电流监测探头不同，对于 H 场探头，被测导线不应穿过探头的开口。

$$\text{射频电流 [dB}\mu\text{A]} = \text{探头输出功率 [dBm]} + 107 - \text{转换阻抗系数 [dB}\Omega\text{]}$$

频率和探头相关的传输阻抗值可在下表中找到。



频率 [MHz]	H20: 传输阻抗[dBΩ]	H10: 传输阻抗[dBΩ]	H5: 传输阻抗 [dBΩ]
1	-38.52	-47.12	-52.52
25	-17.72	-27.12	-40.62
50	-10.42	-17.42	-27.32
75	-4.42	-11.52	-19.92
100	-1.82	-8.62	-16.92
125	0.08	-6.52	-14.62

150	1.18	-4.92	-12.82
175	2.28	-3.52	-11.42
200	2.88	-2.32	-10.22
225	3.08	-1.32	-9.12
250	4.08	-0.42	-8.22
275	4.38	0.38	-7.42
300	4.58	1.08	-6.72
325	4.58	1.68	-6.12
350	4.78	2.18	-5.62
375	5.18	2.58	-5.12
400	5.28	2.98	-4.72
425	5.38	3.38	-4.22
450	5.48	3.78	-3.52
475	5.48	3.98	-3.02
500	5.58	4.18	-2.62
525	5.58	4.88	-2.02
550	5.58	4.68	-1.62
575	5.48	4.98	-1.22
600	5.48	5.08	-0.92
625	5.48	5.38	-0.62
650	5.38	5.68	-0.22
675	5.38	5.88	0.08
700	5.38	6.18	0.28
725	5.38	6.38	0.48
750	5.38	6.58	0.68
775	5.38	6.68	0.88
800	5.38	6.78	1.08
825	5.28	6.88	1.38

850	5.28	6.88	1.68
875	5.28	6.88	1.98

900	5.28	6.88	2.18
925	5.28	6.48	2.38
950	5.28	6.78	2.58
975	5.28	6.78	2.68
1000	5.28	6.78	2.78
1025	5.18	6.88	2.98
1050	4.88	6.98	3.08
1075	4.58	6.98	3.08
1100	4.38	7.18	2.98
1125	4.08	7.48	3.18
1150	3.68	7.68	3.38
1175	3.28	7.78	3.58
1200	2.88	7.88	3.68
1225	2.18	7.88	3.88
1250	1.18	7.88	4.18
1275	0.08	7.88	4.28
1300	-0.42	7.78	4.48
1325	1.58	7.68	4.58
1350	5.38	7.58	4.68
1375	9.48	7.48	4.78
1400	11.58	7.48	4.78
1425	11.68	7.38	4.68
1450	10.78	7.38	4.68
1475	9.88	7.28	4.48
1500	9.48	7.38	4.38
1525	8.88	7.48	4.38
1550	8.48	7.58	4.48
1575	7.68	7.68	4.58
1600	7.68	7.68	4.88
1625	7.28	7.78	5.18
1650	6.88	7.68	5.38

1675	6.38	7.48	5.58
1700	5.88	7.28	5.68
1725	5.48	6.98	5.68
1750	5.18	6.78	5.78
1775	4.98	6.48	5.68
1800	4.88	6.48	5.58
1825	4.78	6.48	5.58
1850	4.58	6.38	5.58
1875	4.58	6.38	5.38
1900	4.48	6.48	5.28
1925	4.38	6.68	5.28
1950	4.18	6.78	5.38
1975	3.88	6.78	5.38
2000	3.48	6.68	5.28
2025	3.08	6.58	5.38
2050	2.68	6.28	5.38
2075	2.48	5.98	5.28
2100	2.28	5.78	5.18
2125	1.88	5.48	5.08
2150	1.68	5.08	4.88
2175	1.58	4.98	4.58
2200	1.58	4.98	4.48
2225	1.48	5.08	4.38
2250	1.28	5.08	4.28
2275	1.08	5.08	4.18
2300	0.98	5.38	4.18
2325	0.88	5.78	4.48
2350	0.68	5.88	4.68
2375	0.58	5.78	4.78
2400	0.48	5.68	4.98
2425	0.48	5.38	5.38

2450	0.58	4.98	5.58
2475	0.88	4.48	5.48
2500	0.48	3.88	5.28
2525	0.78	3.48	5.18

2550	0.68	2.98	4.98
2575	1.08	2.58	4.68
2600	1.18	2.58	4.38
2625	0.98	2.68	4.18
2650	0.68	2.58	4.08
2675	0.48	2.68	4.08
2700	0.28	3.18	4.18
2725	-0.22	3.78	4.68
2750	-0.42	3.98	4.98
2775	-0.62	4.08	5.08
2800	-0.62	4.28	5.48
2825	-0.62	4.28	5.88
2850	-0.32	3.98	6.08
2875	0.18	3.48	5.98
2900	0.48	2.98	5.78
2925	0.78	2.38	5.68
2950	1.18	1.68	5.38
2975	1.68	0.88	5.08
3000	1.98	0.48	4.58
3025	2.98	-0.12	4.38
3050	1.78	-0.82	4.08
3075	1.58	-1.52	3.78
3100	1.38	-1.82	3.68
3125	0.98	-1.92	3.88
3150	0.88	-1.92	4.18
3175	1.08	-1.22	4.58

3200	1.58	0.68	5.08
3225	2.28	3.28	5.78
3250	3.18	5.88	6.48
3275	4.18	8.08	6.78
3300	5.08	9.38	6.88
3325	5.98	9.78	6.88
3350	6.78	9.48	6.78
3375	7.28	8.88	6.38
3400	7.58	8.18	5.88
3425	7.68	7.78	5.38
3450	7.58	7.38	5.18
3475	7.48	6.88	4.78
3500	7.58	6.68	4.58
3525	7.88	6.78	4.58
3550	8.18	6.98	4.68
3575	8.38	6.98	4.78
3600	8.48	7.08	4.88
3625	8.38	7.18	5.08
3650	8.18	7.28	5.48
3675	7.78	7.08	5.58
3700	7.28	6.68	5.48
3725	6.38	6.38	5.28
3750	5.38	6.08	5.08
3775	4.58	5.68	4.78
3800	3.58	5.48	4.28
3825	2.48	5.38	3.88
3850	1.28	5.48	3.78
3875	0.18	5.48	3.68
3900	-0.82	5.58	3.58
3925	-1.92	5.98	3.58
3950	-2.82	6.28	3.78

3975	-3.52	6.48	3.98
4000	-3.92	6.58	4.18
4025	-4.12	6.78	4.38
4050	-4.52	6.98	4.68
4075	-4.32	6.58	4.78
4100	-3.82	6.28	4.78
4125	-3.02	5.98	4.78
4150	-2.12	5.58	4.78
4175	-1.02	5.08	4.48
4200	0.38	4.58	3.88
4225	1.78	4.58	3.58

4250	2.98	4.58	3.48
4275	3.98	4.48	3.38
4300	4.88	4.38	2.98
4325	5.48	4.58	2.68
4350	5.88	5.08	3.08
4375	6.18	5.28	3.38
4400	6.38	5.38	3.48
4425	6.48	5.38	3.58
4450	6.78	5.48	3.98
4475	7.28	5.48	4.28
4500	7.78	5.28	4.48
4525	7.88	4.78	4.48
4550	8.08	4.28	4.28
4575	8.38	3.68	3.98
4600	8.78	3.28	3.58
4625	9.18	3.18	3.08
4650	9.28	3.18	2.78
4675	9.28	2.98	2.48
4700	9.28	2.88	1.98

4725	9.28	3.18	1.78
4750	9.28	3.68	1.78
4775	9.28	4.08	1.98
4800	9.28	4.38	2.18
4825	9.28	4.78	2.38
4850	9.38	5.18	2.88
4875	9.68	5.48	3.48
4900	9.98	5.48	3.88
4925	10.08	5.48	4.18
4950	10.08	5.38	4.48
4975	10.18	5.08	4.48
5000	10.38	4.68	4.48
5025	10.48	4.48	4.28
5050	10.48	4.28	4.18
5075	10.38	4.08	3.88
5100	10.18	3.68	3.38
5125	9.88	3.68	2.88
5150	9.78	5.58	2.78
5175	9.68	5.08	2.78
5200	9.38	4.58	2.58
5225	8.98	4.78	2.38
5250	8.58	5.08	2.38
5275	8.58	5.48	2.78
5300	8.58	5.88	3.18
5325	8.38	6.08	3.38
5350	7.98	5.98	3.48
5375	7.58	5.78	3.58
5400	7.58	5.78	3.78
5425	7.68	5.78	3.98
5450	7.58	5.68	3.98
5475	7.38	5.28	3.58

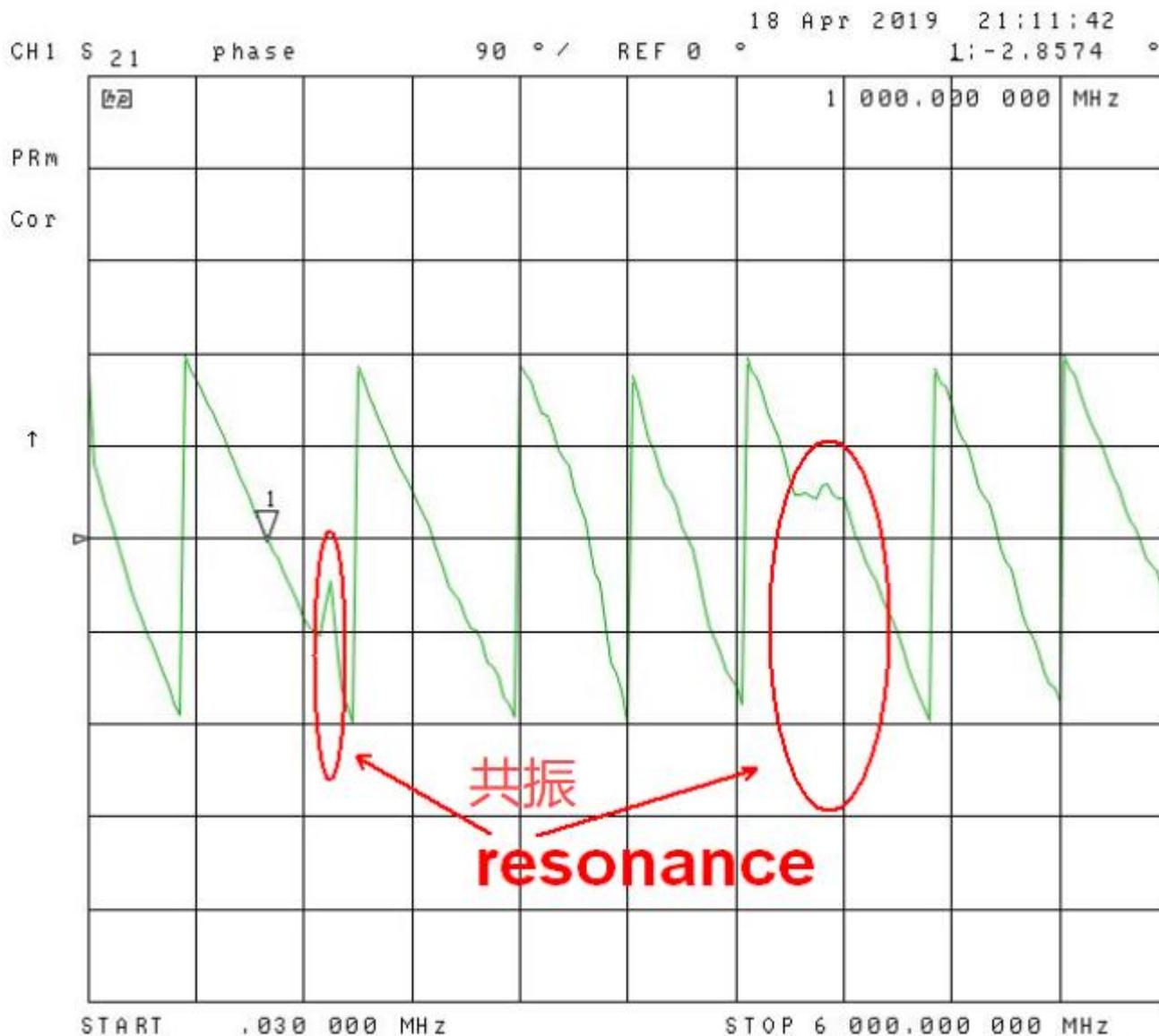
5500	7.28	4.88	3.08
5525	7.28	4.88	2.78
5550	7.48	5.28	2.88
5575	7.28	5.28	2.68
5600	6.78	5.08	2.18
5625	6.38	4.88	1.58
5650	6.28	5.18	1.38
5675	6.38	5.68	1.68
5700	6.38	6.18	1.88
5725	5.98	6.08	1.68
5750	5.48	5.98	1.58
5775	5.38	5.98	1.68
5800	5.58	6.18	2.08
5825	5.38	6.38	2.28
5850	5.48	6.08	2.08
5875	5.08	5.48	1.58
5900	5.18	5.38	1.28
5925	5.48	5.68	1.28

5950	5.78	5.98	1.38
5975	5.68	5.88	1.18
6000	5.38	5.38	0.78

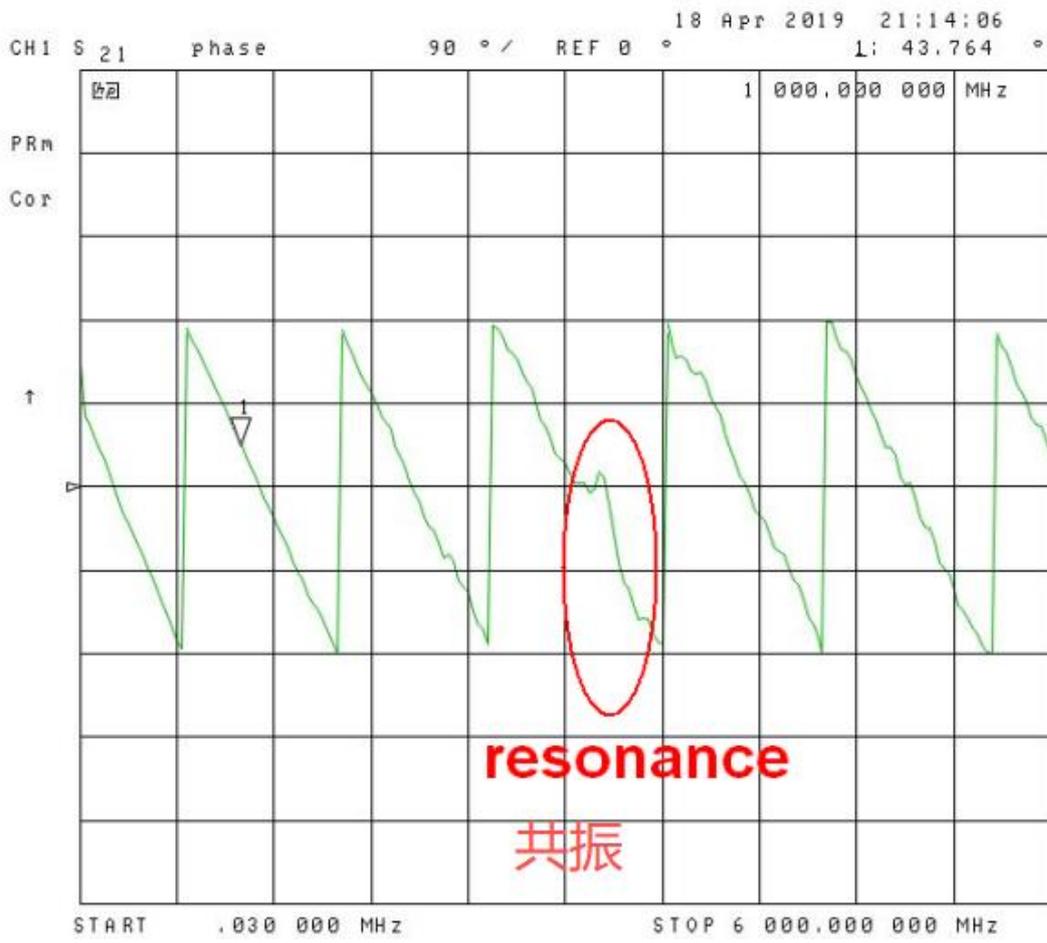
相位线性度

我们想利用这些探头在时域中测量线路上的高速脉冲。探头的相位是否是线性的？

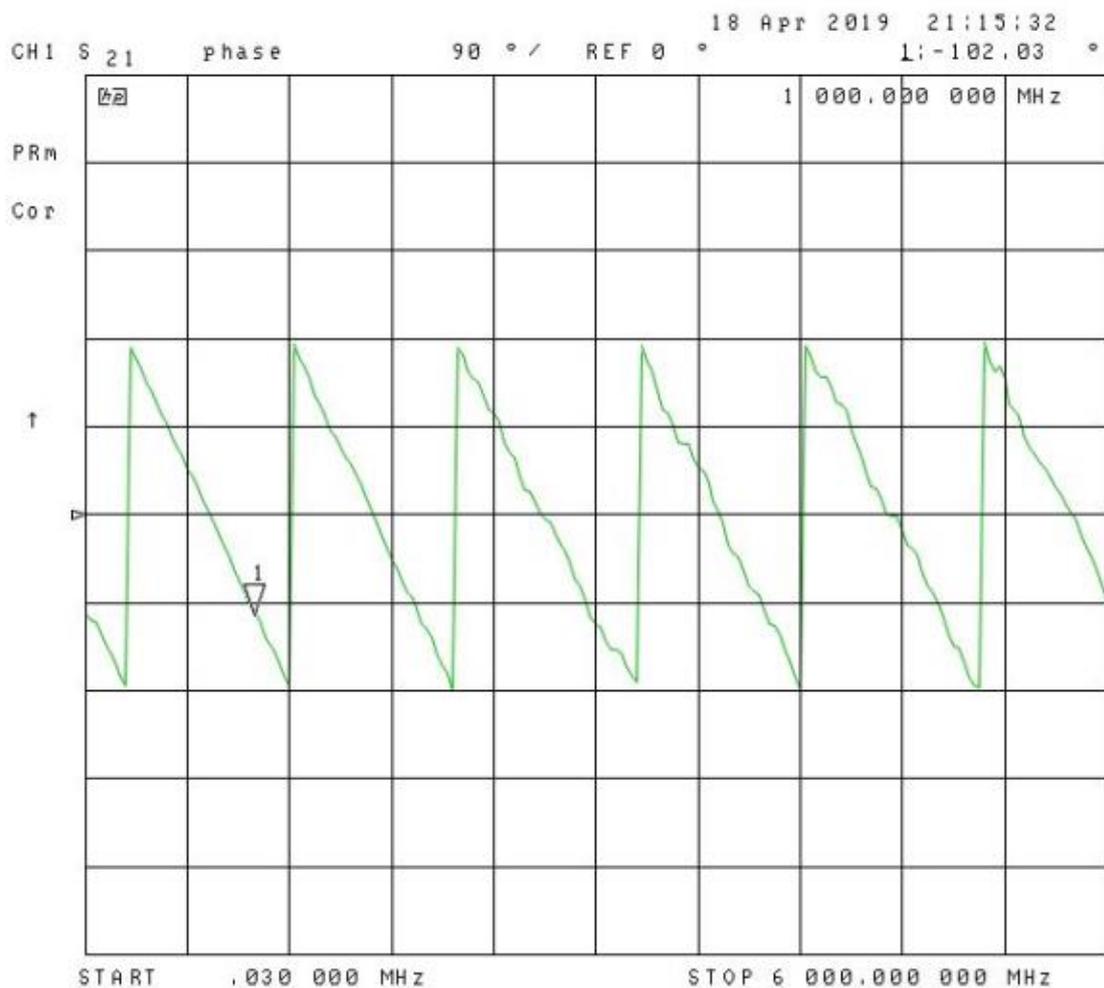
在低于谐振频率的情况下，探头的相位是完全线性的。H20 在高达 6GHz 的频率范围内有两个谐振点。H10 在高达 6GHz 的频率范围内有一个谐振点。H5 和 E5 在 6GHz 以下没有谐振点。



Picture 2: H20 phase plot



Picture 3: H10 phase plot



Picture 3: H5 phase plot

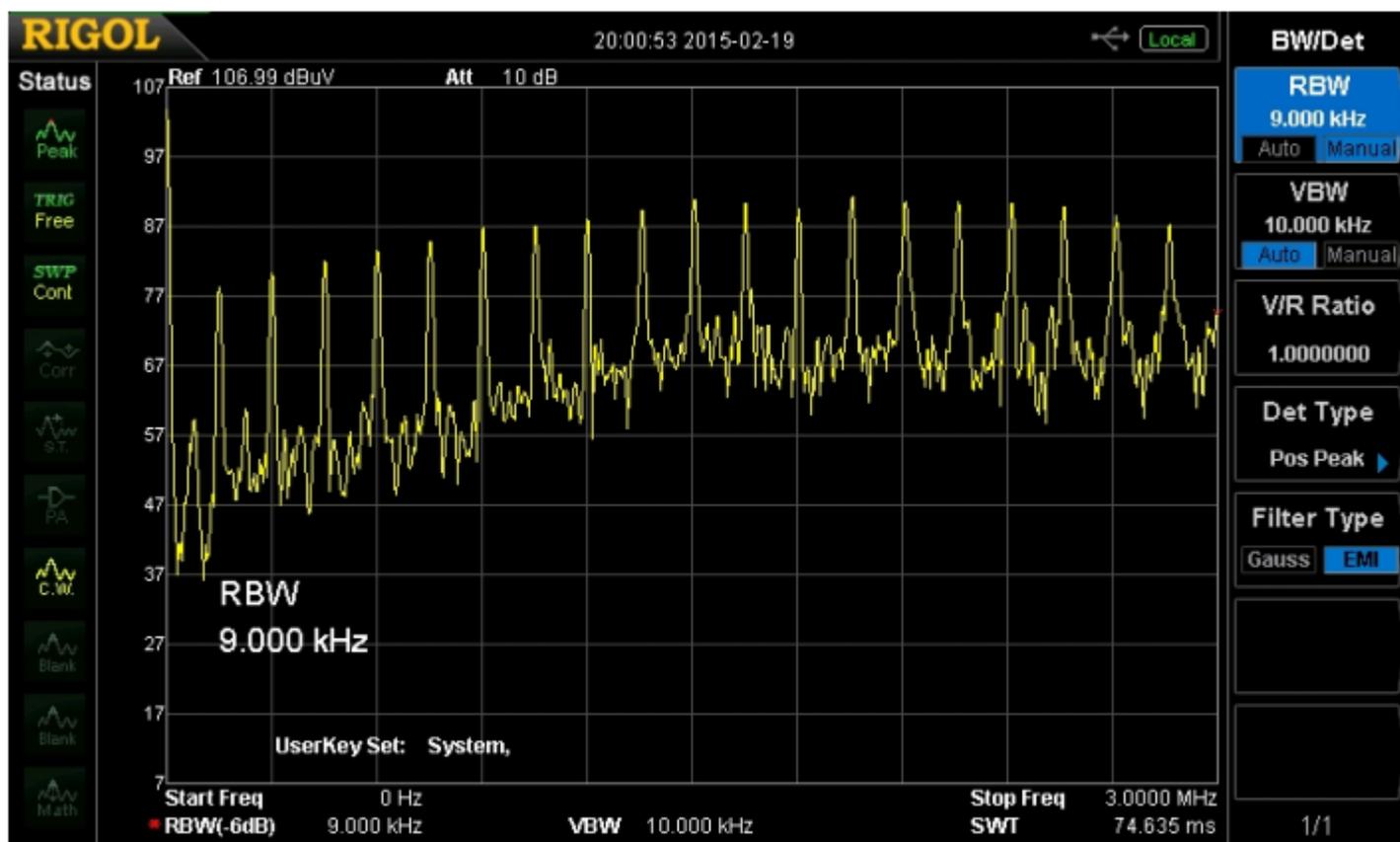
探头的低频性能

TBPS01 EMC 近场探头设计工作频率可达 6GHz。其灵敏度在低频时会降低。不过，它们在低频下进行电磁兼容性（EMC）测试时仍非常有用。

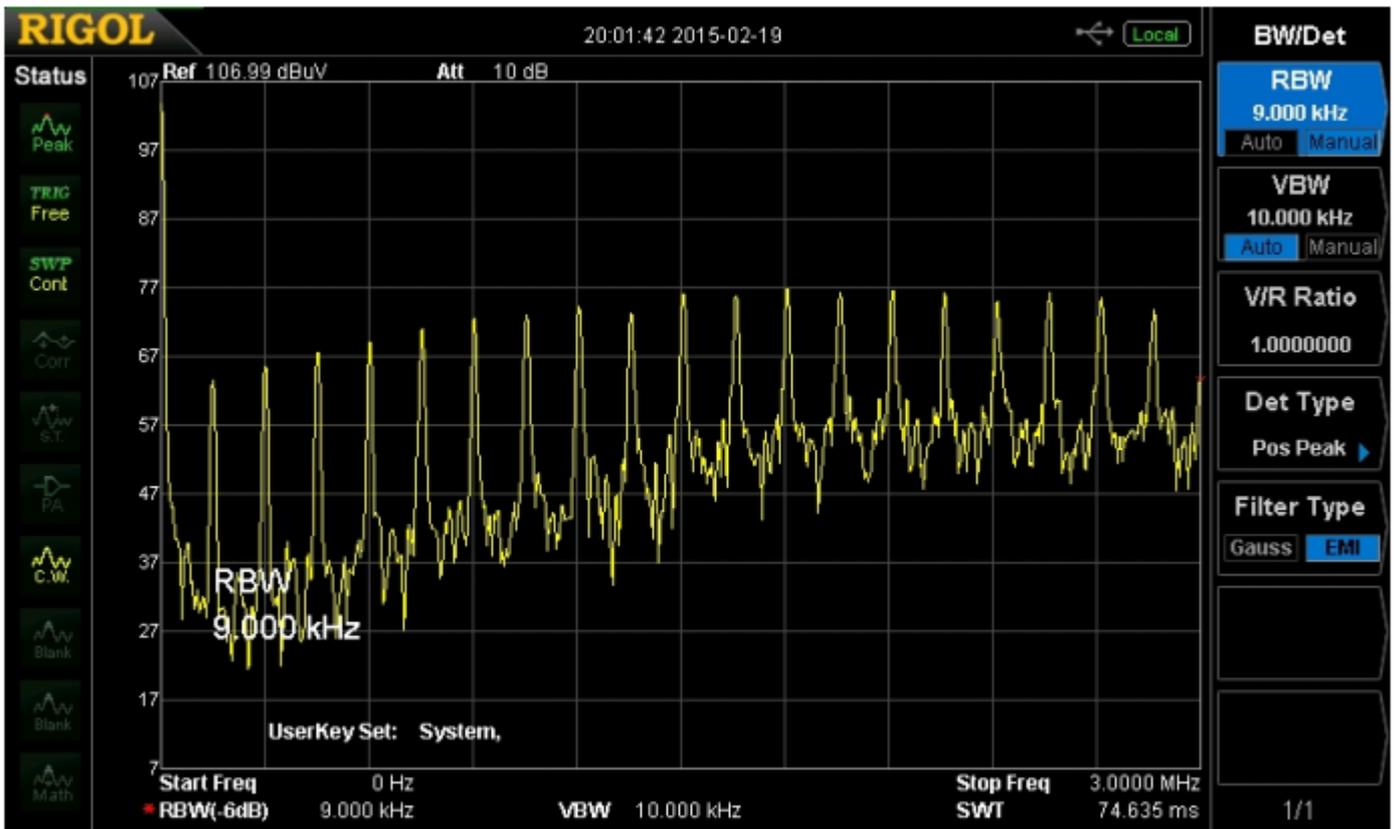
低频下的杂散通常由开关模式调节器或电源引起。虽然市场上有针对低频范围优化的探头，但这并不一定意味着低频下的高灵敏度就是优势。在大多数情况下，开关模式电源中的磁场相对较高。低频下灵敏度高的探头可能会使在 PCB 上定位源头变得困难，尤其是因为针对低频优化的探头往往直径较大。TBPS01 探头，包括直径较小的探头，在低频下也能很好地用于测量 DC/DC 转换器的 EMC 问题。

以下截图是使用 H20、H10、H5 和 E5 探头，并连接 40dB 放大器，与 Rigol DSA815 一起获取的。

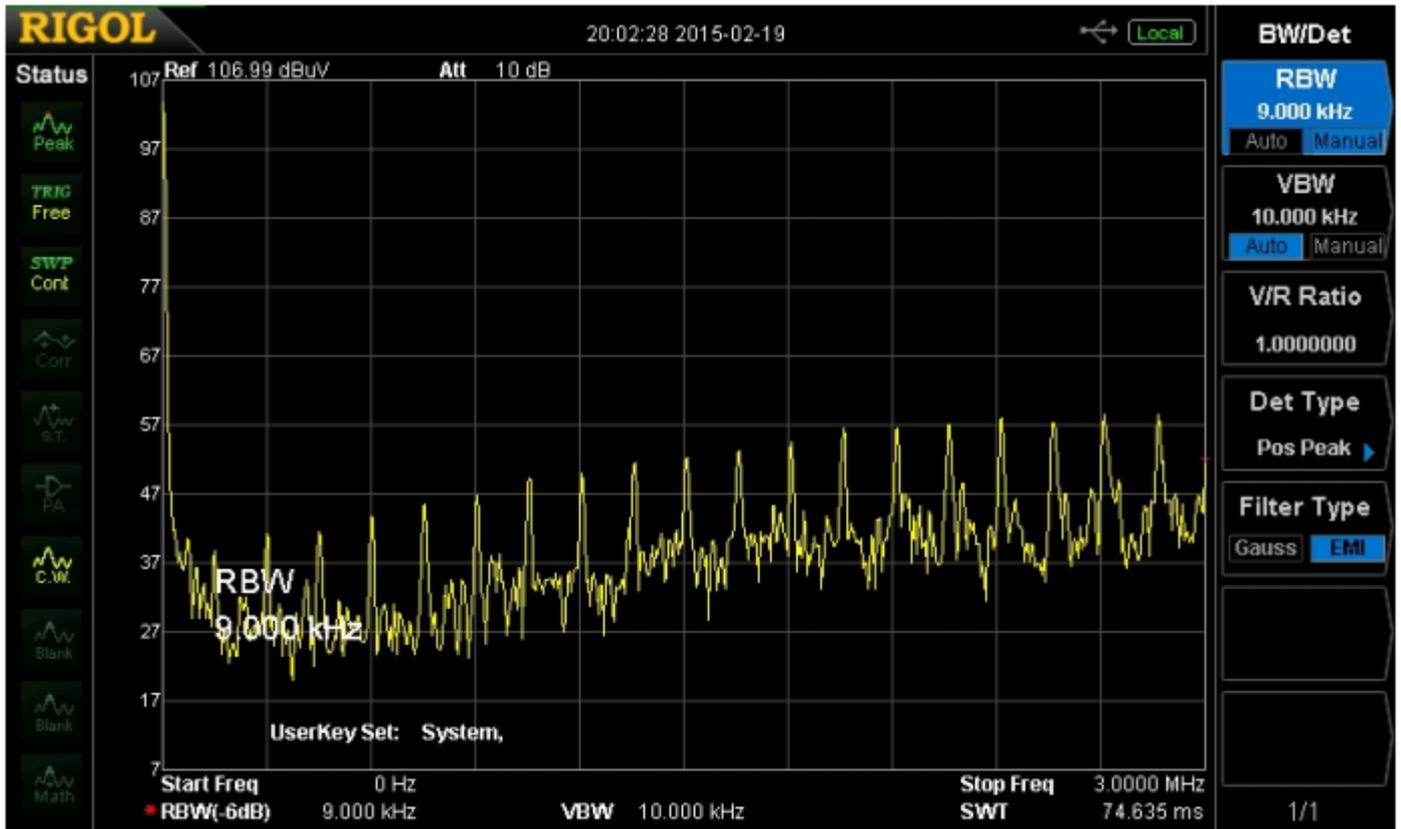
被测设备 (DUT) 是一个 800 流明的 LED 光束，由一个升压降压转换器驱动。以下截图展示了使用 H20、H10、H5 和 E5 探头在 9kHz 至 3MHz 范围内测量到的频谱。



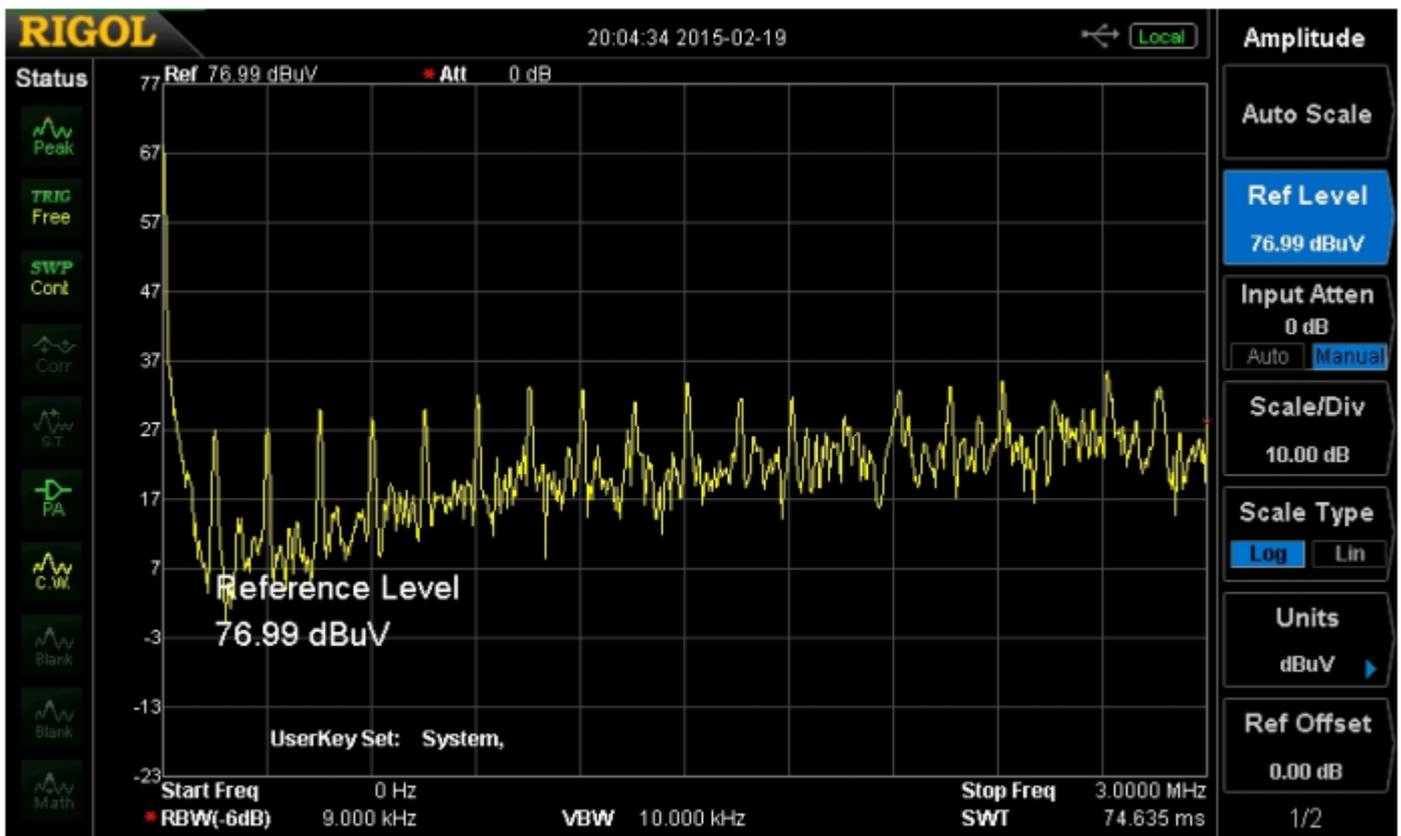
Picture 4 – DUT near field emissions, spectrum 9 kHz-3 MHz, H20 probe



Picture 5 – DUT near field emissions, spectrum 9 kHz-3 MHz, H10 probe

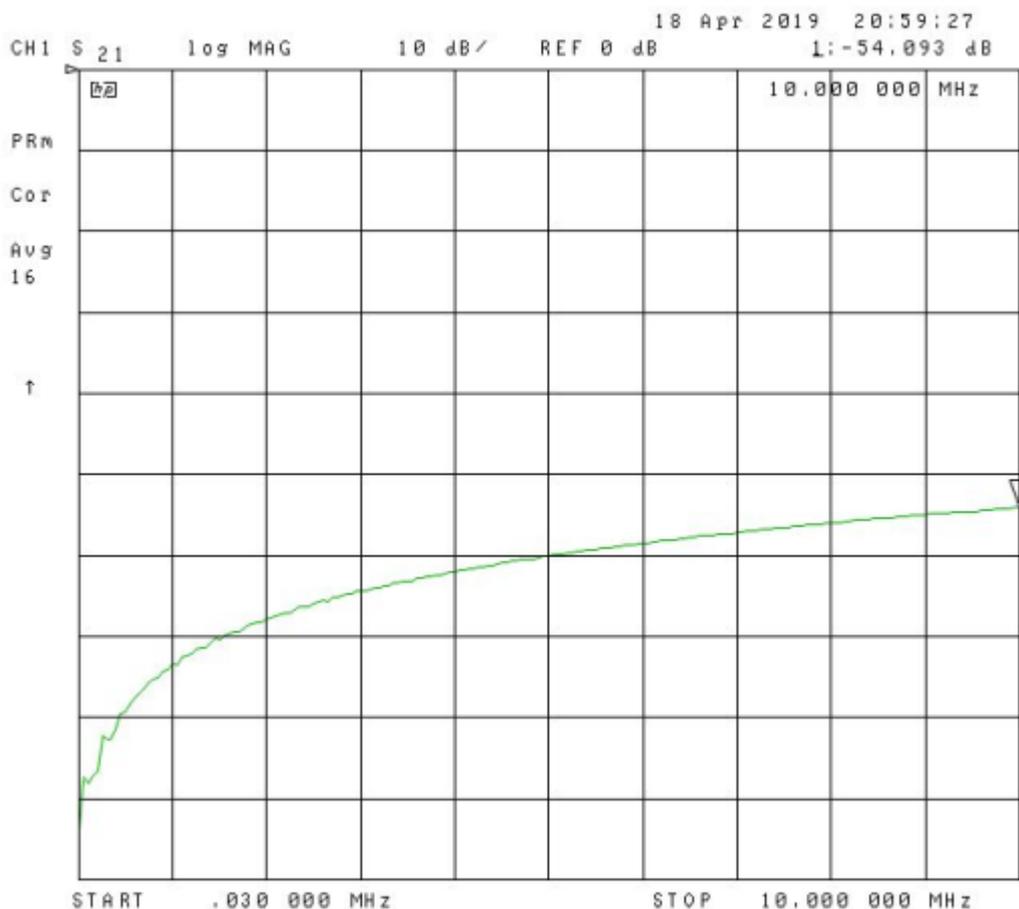


Picture 6 – DUT near field emissions, spectrum 9 kHz-3 MHz, H5 probe

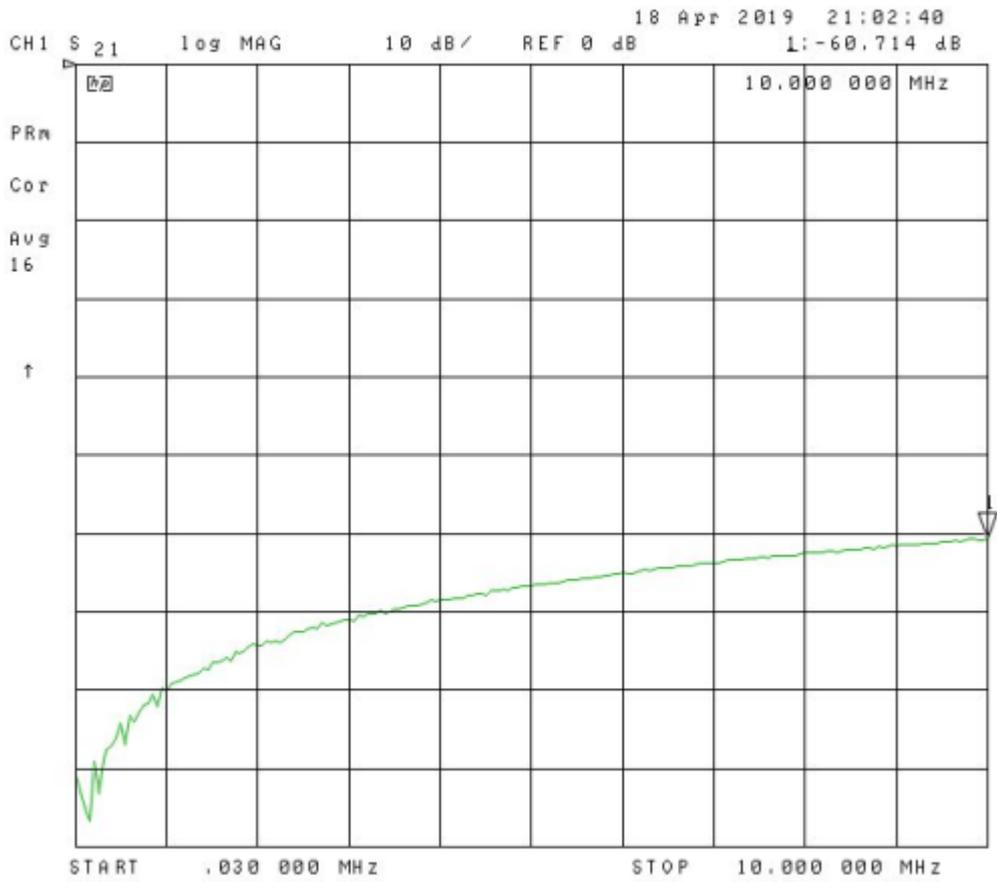


Picture 7 – DUT near field emissions, spectrum 9 kHz-3 MHz, E5 probe

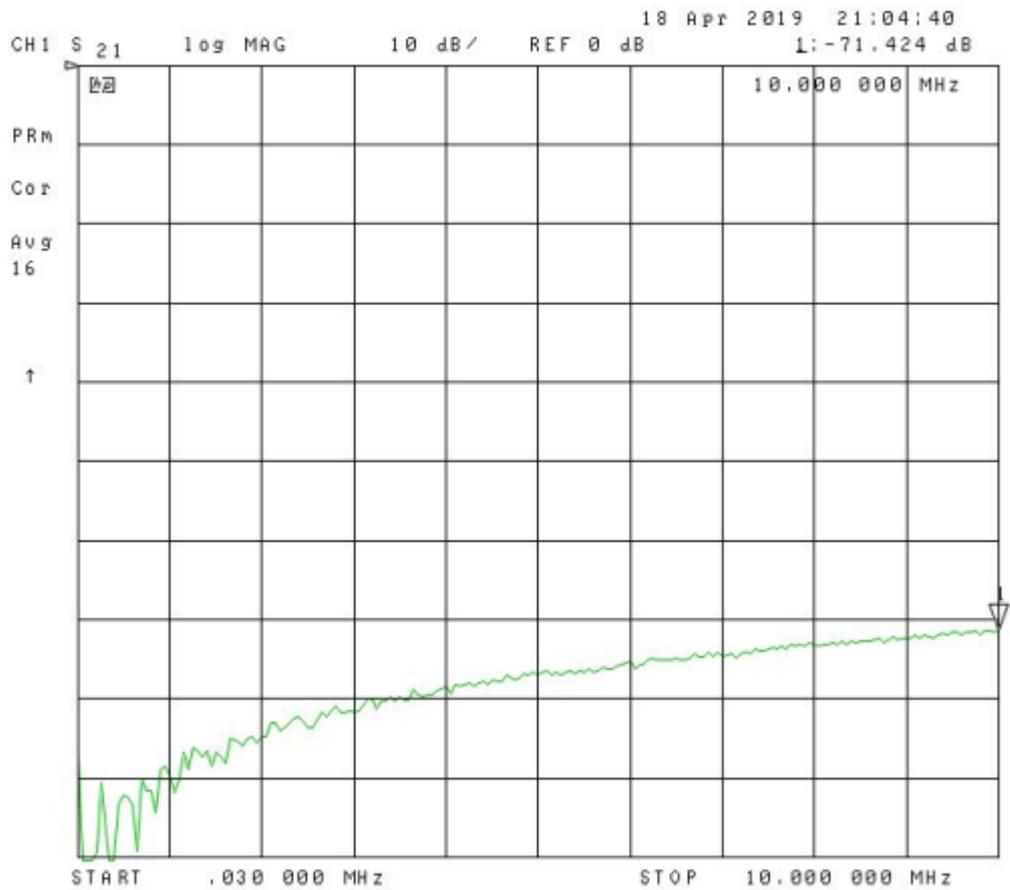
下面的耦合图展示了在频率范围低端时近场探头的性能:



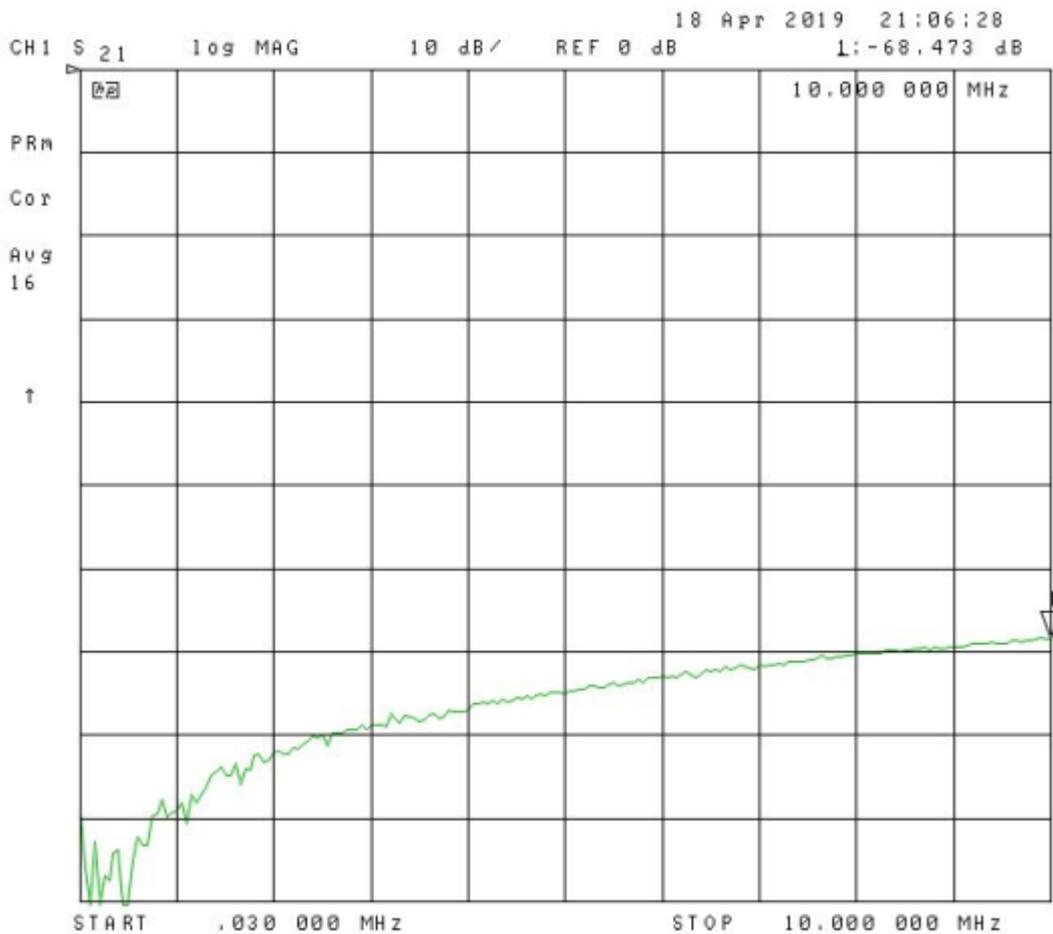
Picture 8: H20 probe, coupling plot, 30 kHz – 10MHz



Picture 9: H10 probe, coupling plot, 30 kHz – 10MHz



Picture 10: H5 probe, coupling plot, 30 kHz – 10MHz



Picture 11: E5 probe, coupling plot, 30 kHz – 10MHz

订购信息:

型号	描述
TBPS01	近场探头组 (H20/H10/H5/E) 、75cm SMB转SMA线缆、转接头、测试图、包装箱
TBPS01-20dB	近场探头组 (H20/H10/H5/E) 、放大器、75cm SMB转SMA线缆、75cm SMA转N线缆、转接头、测试图、USB电缆、包装箱
TBPS01-40dB	近场探头组 (H20/H10/H5/E) 、放大器、75cm SMB转SMA线缆、75cm SMA转N线缆、转接头、测试图、USB电缆、包装箱

深圳市国测电子有限公司

深圳市龙华区梅陇路粤通总楼E208

0755-85261178