



Rav 1.0
2023.03.30

TBMDA3B 调制功率放大器 10MHz – 1GHz 说明书

1、简介

TBMDA3B 10MHz-1GHz 调制功率放大器的设计是为了用于电子构件和产品抗扰度测试的廉价信号源。它被设计为由频谱分析仪的跟踪发生器输出驱动，输入功率范围-5dBm 至 0dBm，它可以提高跟踪源的输出功率高达 8W。TBMDA3B 调制功率放大器也是驱动 TBPS01 近场探头的理想选择，以便查找电子电路板的敏感点。驱动 Tekbox TBTC0 TEM 小室内产生高达 700 V/m 的电场，驱动 TBTC1 时内部产生 400 V/m 电场，驱动 TBTC2 时内部产生 200 V/m 电场，驱动 TBTC3 时内部产生 130 V/m 电场。用于抗扰测试信号可以是 CW, AM 或 PM。因此, TBMDA3B 提供了内置的调制能力, 生成 1 kHz 80% @AM 或 1KHz 50% 占空比 PM 信号。在 PM 模式下, TBMDA3B 还可以产生具有 12.5% 占空比的 217Hz 信号, 模拟移动电话的 TDMA 噪声。



正面



背面

应用:

- 通用增益放大器
- 驱动近场探头/天线/CDN/BCI探头
- 驱动TEM小室

特点:

- CW波连续放大器 (调制关闭)
- 1 kHz, 80% AM调制
- 1 kHz, 50% 占空比脉冲调制
- 217 Hz, 12.5% 占空比脉冲调制

2、技术指标

- 频率范围: 10MHz – 1G (5MHz-1.1G可用)
- 最大输入功率: 0dBm
- 小信号增益: +42dBm
- 增益平坦度@10MHz-1GHz/ $P_{in} = -15\text{dB}$: 2.5dB
- 饱和输出功率 @ 5 MHz / $P_{in} = 0\text{ dBm}$: 38.9 dBm (7.8 W) 典型值
- 饱和输出功率 @ 10 MHz / $P_{in} = 0\text{ dBm}$: 39.1 dBm (8.2 W) 典型值
- 饱和输出功率 @ 50 MHz / $P_{in} = 0\text{ dBm}$: 39.8 dBm (9.5 W) 典型值
- 饱和输出功率 @ 75 MHz / $P_{in} = 0\text{ dBm}$: 39.9 dBm (9.8 W) 典型值
- 饱和输出功率 @ 100 MHz / $P_{in} = 0\text{ dBm}$: 39.9 dBm (9.7 W) 典型值
- 饱和输出功率 @ 250 MHz / $P_{in} = 0\text{ dBm}$: 40.5 dBm (11.2 W) 典型值
- 饱和输出功率 @ 500 MHz / $P_{in} = 0\text{ dBm}$: 40.5 dBm (11.2 W) 典型值
- 饱和输出功率 @ 750 MHz / $P_{in} = 0\text{ dBm}$: 39.5 dBm (8.9 W) 典型值
- 饱和输出功率 @ 1 GHz / $P_{in} = 0\text{ dBm}$: 38.8 dBm (7.6 W) 典型值
- 饱和输出功率 @ 1.1 GHz / $P_{in} = 0\text{ dBm}$: 38.3 dBm (6.8 W) 典型值
- 1dB输出压缩点@5MHz: 38.2dBm 典型值, ($P_{in} = -2\text{dBm}$)
- 1dB输出压缩点@10MHz: 38.7dBm 典型值, ($P_{in} = -3\text{dBm}$)
- 1dB输出压缩点@50MHz: 39.1dBm 典型值, ($P_{in} = -3\text{dBm}$)
- 1dB输出压缩点@ 100MHz: 39.7dBm 典型值, ($P_{in} = -1\text{dBm}$)
- 1dB输出压缩点@ 250MHz: 39.9dBm 典型值, ($P_{in} = -2\text{dBm}$)
- 1dB输出压缩点@ 500MHz: 39.4dBm 典型值, ($P_{in} = -3\text{dBm}$)
- 1dB输出压缩点@ 750MHz: 38.8dBm 典型值, ($P_{in} = -3\text{dBm}$)
- 1dB输出压缩点@ 1000MHz: 37dBm 典型值, ($P_{in} = -5\text{dBm}$)
- 1dB输出压缩点@ 1100MHz: 36.9dBm 典型值, ($P_{in} = -5\text{dBm}$)
- 2次谐波,100MHz, $P_{out} = 39.9\text{dBm}$: < -27dBc
- 2次谐波,100MHz, $P_{out} = 34\text{dBm}$: < -13.5dBc
- 3次谐波,100MHz, $P_{out} = 39.9\text{dBm}$: < -12dBc
- 2次谐波,100MHz, $P_{out} = 34\text{dBm}$: < -24dBc

总谐波失真

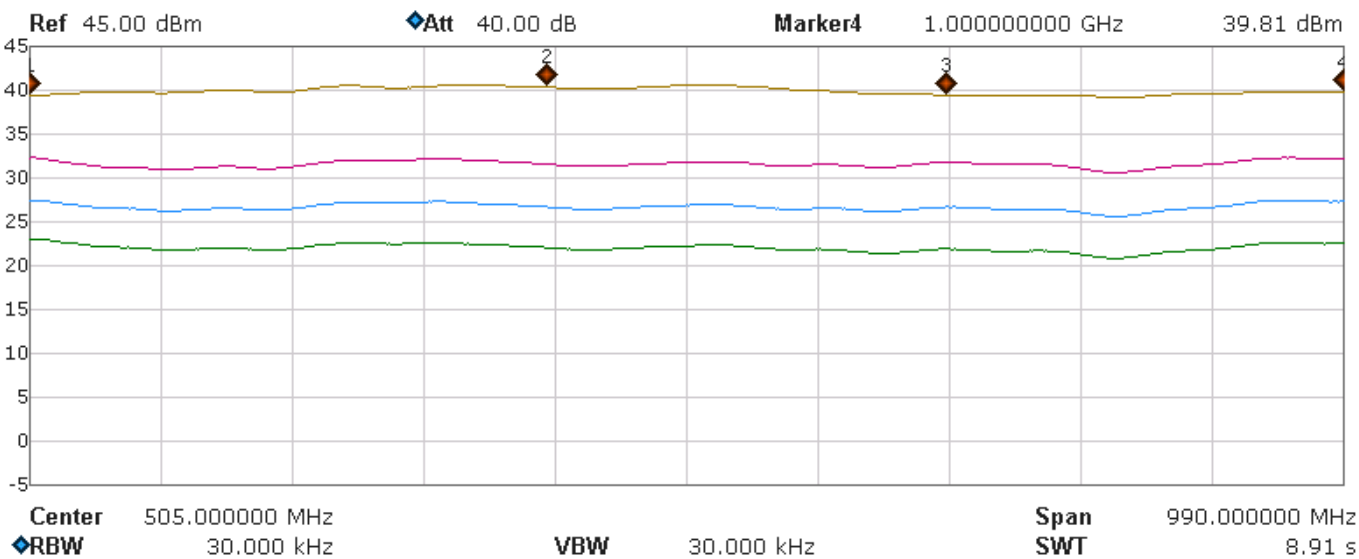
- 18.9% @ 100MHz, $P_{out} = 31\text{dBm}$ 典型值
- 21.8% @ 100MHz, $P_{out} = 34\text{dBm}$ 典型值

- 23.4% @ 100MHz, Pout = 37dBm 典型值
- 31.1% @ 100MHz, Pout = 39.9dBm 典型值
- 三阶输出截距点: 44dBm@100MHz, Δ f = 2 MHz, 典型值
- 内部调制频率AM: 1 kHz±10%
- 内部调制频率PM: 1 kHz±10%, 217 Hz±20%
- 占空比, PM: 50%±10%@ 1 kHz; 12.5%±20%@217 Hz
- 供电电压: 5V @典型值 ,最大5.5V
- 供电方式: USB供电, 20W
- 工作温度: -20℃ ~ +50℃

TBMDA3B对输出失配具有很强的耐受性，但不建议负载开路或短路，因为这可能会对输出晶体管造成损坏。**当驱动近场探头、电流探头或任何阻抗未知的负载时，强烈建议在放大器的输出端插入3dB衰减器，以保护输出级。**

增益平坦度:

Pout vs frequency Yellow: Pin = 0 dBm Purple: Pin = -10 dBm Blue: Pin = -15 dBm Green: Pin = -20 dBm



Marker Table

Marker	Trace	Readout	X Axis	Ampt
Marker1	A	Frequency	10.000000 MHz	39.28 dBm
Marker2	A	Frequency	400.000000 MHz	40.30 dBm
Marker3	A	Frequency	700.000000 MHz	39.41 dBm
Marker4	A	Frequency	1.000000000 GHz	39.81 dBm

小信号性能 (@ Pin = -15dBm) :

频率[MHz]	5	10	25	50	75	100	250	500	600	750	1000	1050	1100
输出功率 [dBm]	26.02	27.41	27.27	26.83	26.49	26.35	27.17	26.84	26.52	26.4	27.29	27.12	26.29
增益 [dB]	41.02	42.41	42.27	41.83	41.49	41.35	42.17	41.84	41.52	41.4	42.29	42.12	41.29

1dB压缩点:

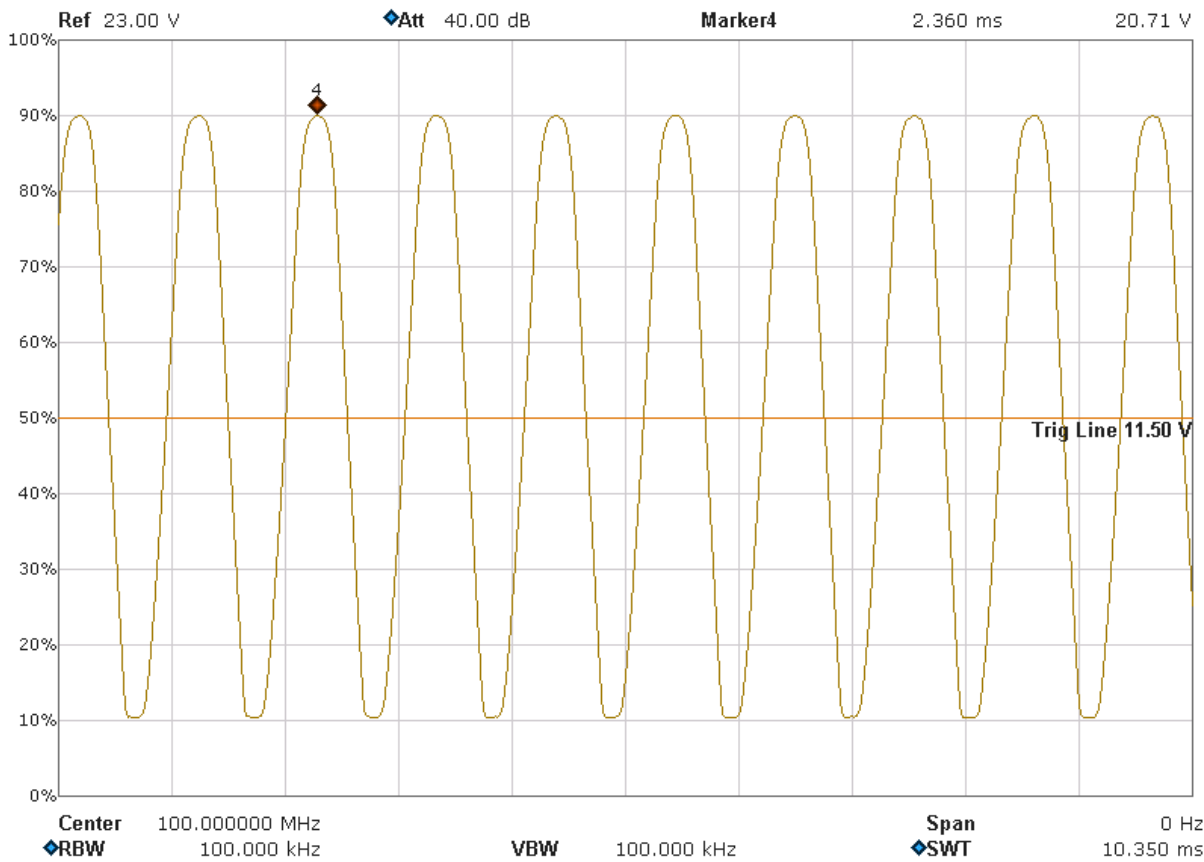
频率[MHz]	5	10	25	50	75	100	250	500	600	750	1000	1050	1100
输出功率 [dBm]	38.43	38.43	39.45	39.43	39.44	39.37	40.16	40.14	38.97	38.87	38.54	38.9	37.95
Pin [dB]	-2	-3	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-2	-2

饱和 (@ Pin = 0dBm) :

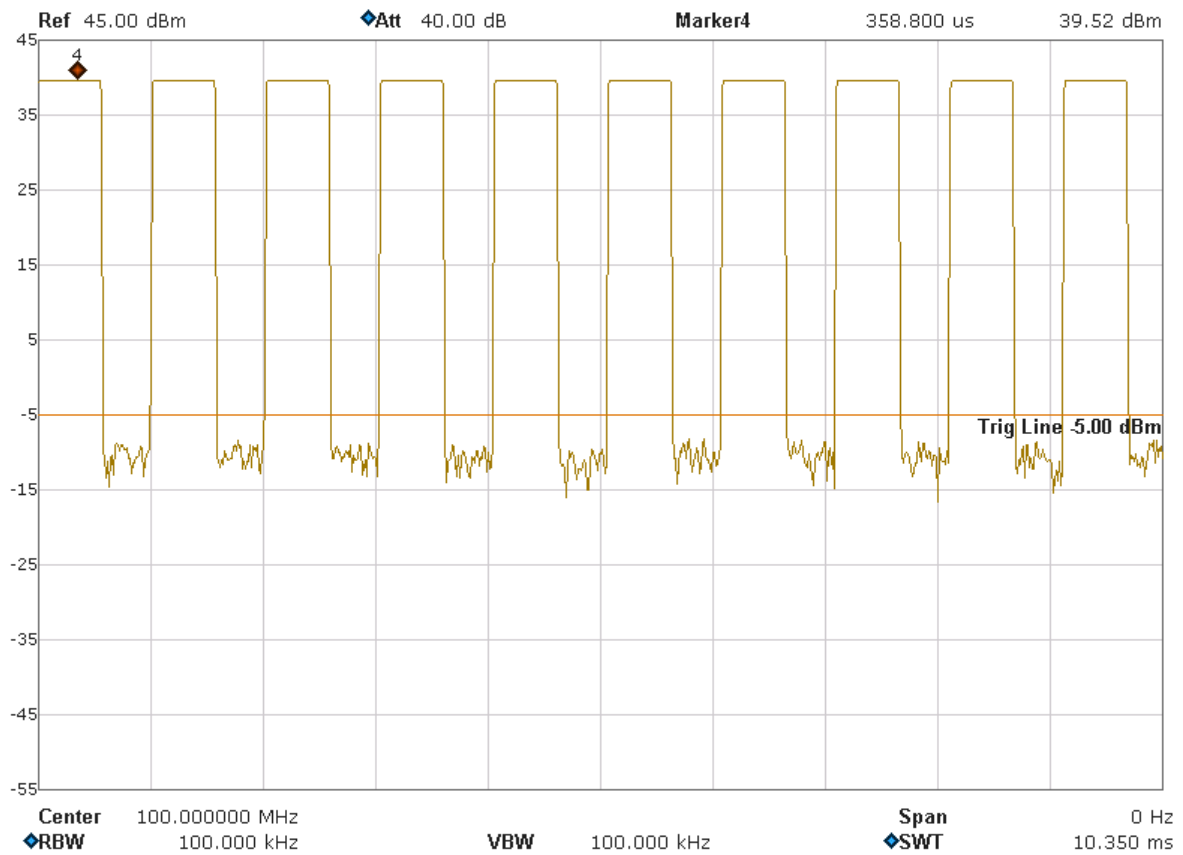
频率[MHz]	5	10	25	50	75	100	250	500	600	750	1000	1050	1100
输出功率 [dBm]	39.06	39.28	39.45	39.67	39.74	39.71	40.49	40.52	39.99	39.45	39.81	39.47	38.66
增益 [dB]	39.06	39.28	39.45	39.67	39.74	39.71	40.49	40.52	39.99	39.45	39.81	39.47	38.66

调制:

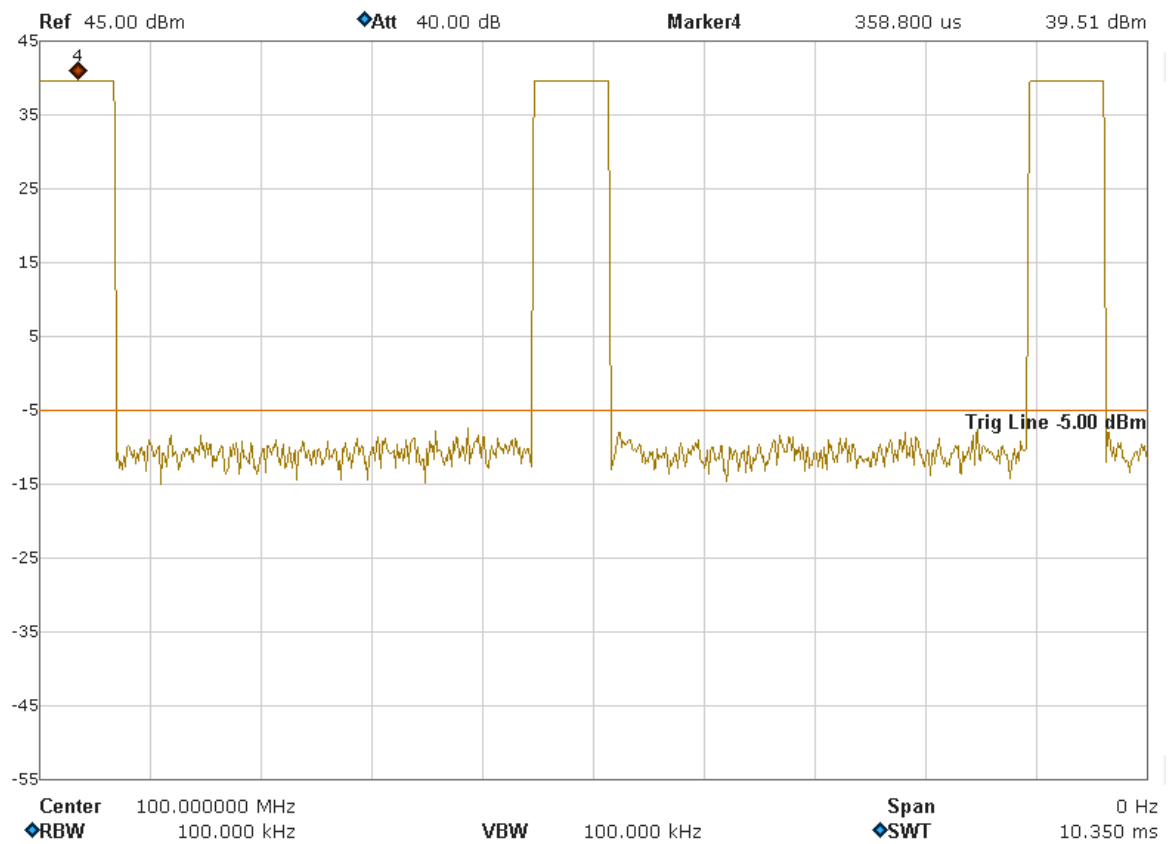
零跨度, 10ms扫描时间, 峰值检测器



1 kHz, 80 % AM, envelope, 100 MHz, Pout = 39.9 dBm peak;



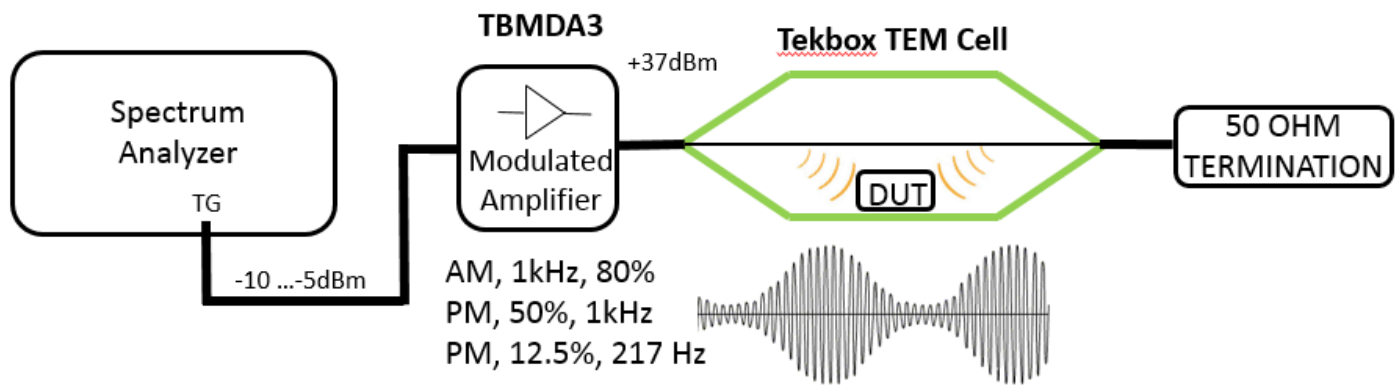
1 kHz, 50 % PM envelope, 100 MHz, Pout = 39.9 dBm peak



217 Hz, 12.5 % PM envelope, 100 MHz, Pout = 39.9 dBm peak

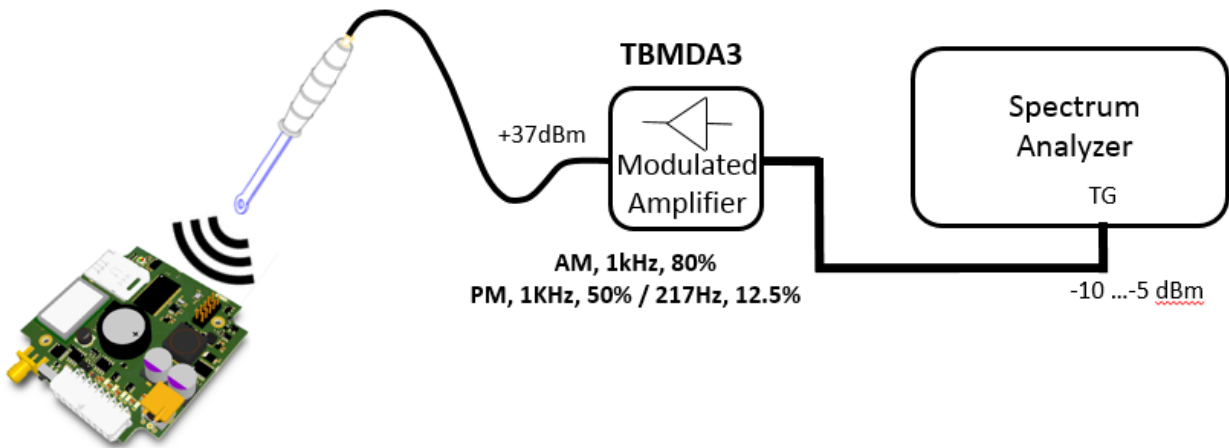
3、应用

使用TEM横电波小室进行抗扰度测试



使用近场探头进行干扰抗扰度测试

TBMDA3 applications: Immunity testing using EMC probes



4、TEM横电波小室场强

典型EMC抗扰度预测试设置通常不够复杂，无法测量TEM小室内部的真实场强。但是，TEM内部场强可以通过数学方法计算。

隔板与TEM小室的下（上）壁之间的电场（V/m）为 $E = V/d$ ，其中V是施加信号的RMS电压，d是隔板与下（上）壁之间的距离。这是基于简化的假设，即E场将完全均匀/均匀分布。更实用的公式是 $E = V * Cor/d$ ，其中Cor是DUT体积上的平均场强的校正因子，该校正因子是通过在TEM内部横截面上的场分布进行分析得出的。

假设将DUT放置在小室的中心以及底壁和隔板之间的中间，我们可以以足够的精度使用简化的公式。

$$TBTC0: d = 2.8 \text{ cm} \rightarrow E_{[V/m]} = (\sqrt{P*50\Omega})*35.7$$

$$TBTC1: d = 5 \text{ cm} \rightarrow E_{[V/m]} = (\sqrt{P*50\Omega})*20$$

$$TBTC2: d = 10 \text{ cm} \rightarrow E_{[V/m]} = (\sqrt{P*50\Omega})*10$$

$$TBTC3: d = 15 \text{ cm} \rightarrow E_{[V/m]} = (\sqrt{P*50\Omega})*6.66$$

以上公式中的 功率P 必须输入 [W]

$$P_{[W]} = 0.001 * (10^{(P_{[dBm]}/10)})$$

频率 [MHz]	输入功率 [dBm]	输出功率 [dBm]	场强TBTC0 [V/m]	场强TBTC1 [V/m]	场强TBTC2 [V/m]	场强TBTC3 [V/m]
5	-3	38	634.1	355.2	177.6	118.3
10	-3	38.7	688.1	385.5	192.7	128.4
25	-3	39	712.3	399	199.5	132.9
50	-3	38.9	704.9	394.9	197.5	131.5
75	-3	38.6	678.7	380.2	190.1	126.6
100	-3	38.4	662.5	371.1	185.6	123.6
250	-3	39.2	725.5	406.5	203.2	135.4
500	-3	39.2	724.7	406	203	135.2
600	-3	38.2	651.1	364.8	182.4	121.5
750	-3	38.3	657.1	368.1	184.1	122.6
1000	-3	38.5	674.8	378	189	-
1050	-3	38.4	664.7	372.4	186.2	-
1100	-3	37.4	591.1	331.1	165.6	-

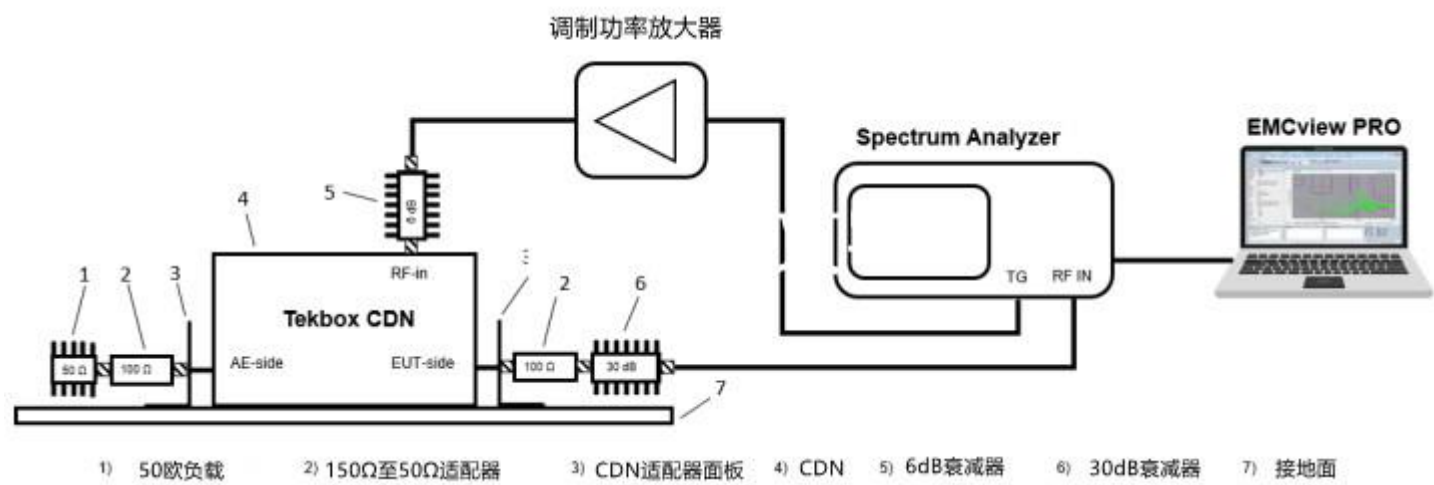
TBMDA3B驱动Tekbox TEM小室的计算场强

在CW信号的情况下，上述输出功率是RMS输出功率。注意，在80% AM调制的情况下，调制信号的RMS功率将比CW信号的RMS功率低5.1 dB。

5、应用

■ 使用CDN进行传导抗扰测试

使用EMCview Pro 设置EN 6100-4-6校准



- 测试等级1： 1V RMS, 1KHz / 80% AM 调制
- 测试等级2： 3V RMS, 1KHz / 80% AM 调制
- 测试等级3： 10V RMS, 1KHz / 80% AM 调制
- 测试等级x： 特殊（未指定）

测试电平：是CDN的EUT端口处的开路电压。

校准期间测量的电压必须乘以3，以允许50欧姆到150欧姆的转换，并再次乘以2，以达到开路电压。

因此，在150欧姆至50欧姆适配器的输出处测得的电压是所需应力水平的电压的1/6。在对数图中，测得的电压比开路电压低15.5 dB。

实例-测试等级2

$U_0 = \text{CDN的EUT端口处的3V RMS开路电压} = 100\text{欧姆至}50\text{欧姆适配器输出处的}3\text{V}/6 = 0.5\text{V RMS}$

调制放大器输出端所需的功率为：

$U_0/6 \text{ [dBm]} + \text{CDN 插入损耗} + 6 \text{ dB (Attenuator)} + 5.1 \text{ dB (80\% AM RMS)}$

假设CDN的插入损耗为10dB，则所需的RF功率为：

$7 \text{ dBm} + 10 \text{ dB} + 6 \text{ dB} + 5.1 \text{ dB} = 28.1 \text{ dBm} = 0.65 \text{ Watt}$

在校准过程中，EMCview Pro将对每个频率进行步进扫描，调整跟踪发生器电平，以便在频谱分析仪输入处达到7 dBm+5.1 dB-30 dB=-17.9 dBm。跟踪发生器电平表将用于在实际抗扰度测试期间设置电平。

带有150欧姆至50欧姆适配器的CDN的典型插入损耗为10dB。

将6dB衰减器和5.1dB用于AM RMS转换导致10dB+6dB+5.1dB = 21.1dB的准插入损耗。

对于1V、3V和10V的开路电压，150欧姆至50欧姆适配器输出端的相应功率为-2.6 dBm、7 dBm、17.4 dBm RMS CW。增加5.1 dB以覆盖80%AM调制的RMS功率。

因此，1/2/3级的6dB衰减器输入端所需功率为18.5dBm/28.1dBm/38.5dBm。

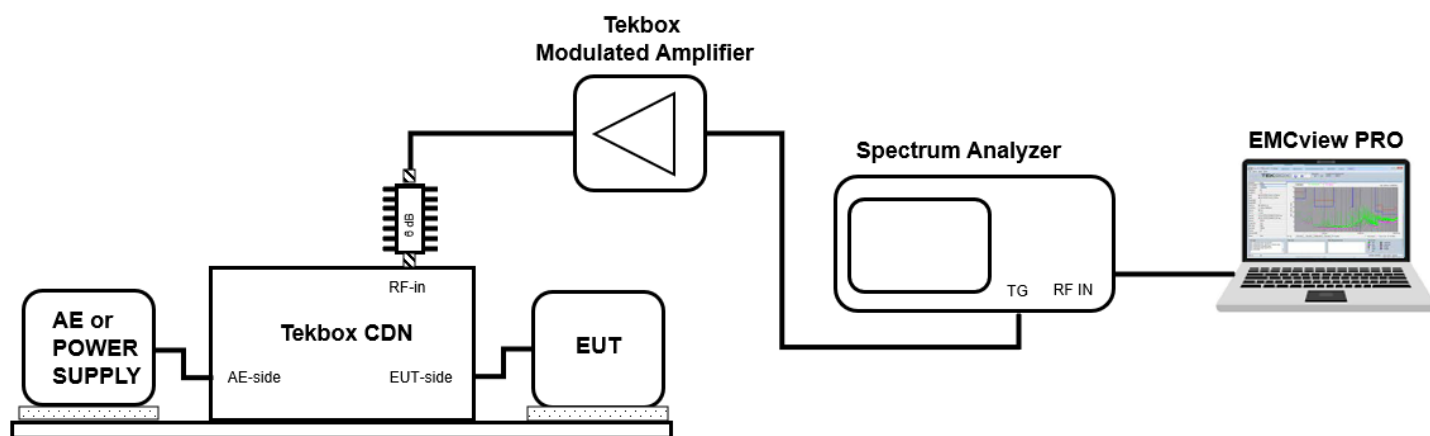
下表反映了实际CDN的插入损耗与频率的关系，以便设置TBMDA3B所需的输入功率。

频率 [MHz]	输出功率对 应测试等级1 [dBm]	应输入功率 [dBm]	输出功率对 应测试等级2 [dBm]	应输入功率 [dBm]	输出功率对 应测试等级3 [dBm]	应输入功率 [dBm]
5	17.3	-24	27.3	-14	37.3	-4
10	16.6	-26	26.6	-16	36.6	-6
50	16.9	-25	26.9	-15	36.9	-5
100	17.8	-24	27.8	-14	37.8	-4
150	18.7	-23	28.7	-13	38.7	-3
230	20	-22	30	-12	40	-1

TBMDA3B输入与输出功率设置，以实现的测试等级水平

EMCview PRO能够自动调整跟踪发生器电平，以获得所需的应力电平电压。输出是一个校准表，在抗扰度测试期间加载并应用该表。

使用EMCview PRO设置的EN 61000-4-6抗扰度测试

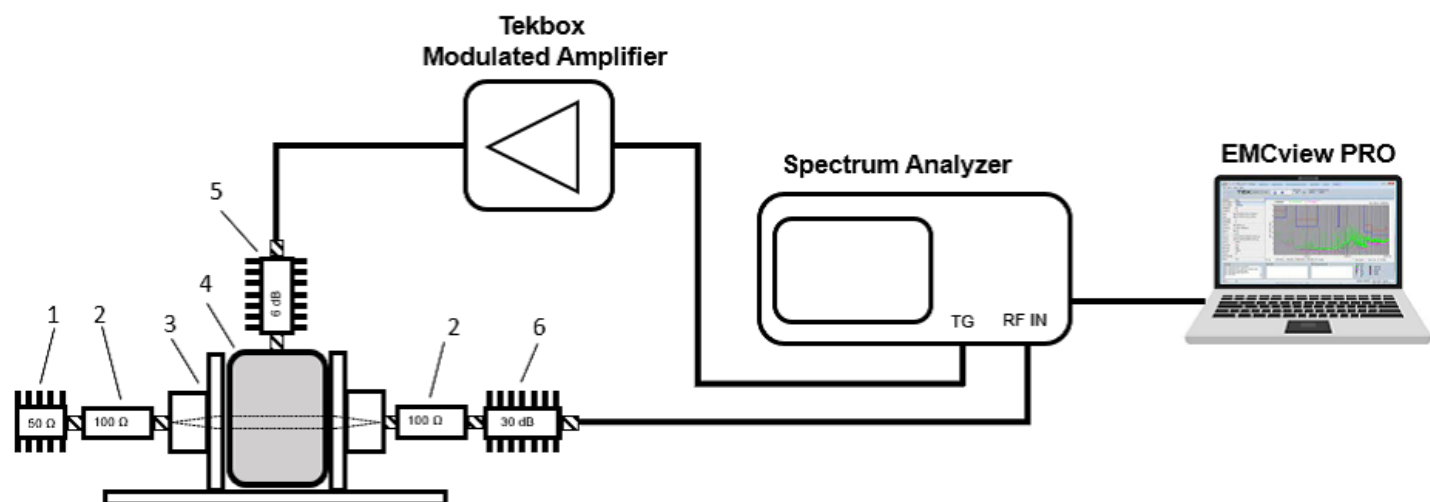


测试示意图

■ 使用BCI探头进行传导抗扰度测试

EN 61000-4-6规定了电压方面的应力水平，并使用300Ohm回路校准抗扰度设置。其他标准规定了注入电流的应力水平。

EN 61000-4-6使用EMCview PRO设置300Ω回路BCI校准



1) 50Ω负载 2) 50-150Ω适配器 3) BCI探头校准夹具 4) BCI探头 5) 6dB衰减器 6) 30dB衰减器

1级测试电平：1V RMS，1KHz/80% AM 调制

2级测试电平：3V RMS，1KHz/80% AM 调制

3级测试电平：10V RMS，1KHz/80% AM 调制

x级测试电平：特殊（未指定）

测试规范规定的测试电平是校准夹具输出端的开路电压。

校准期间测量的电压必须×3，以允许50欧姆到150欧姆的转换，再 ×2，以达到开路电压。

因此，在150欧姆至50欧姆适配器的输出端测得的电压是所需应力水平电压的1/6。在对数图中，测得的电压比开路电压低15.5 dB。

示例：2级测试电平

校准夹具输出端的 $U_0=3V$ RMS 开路电压=100欧姆至50欧姆适配器输出端的 $3V/6=0.5V$ RMS。

调制放大器输出端的所需功率为：

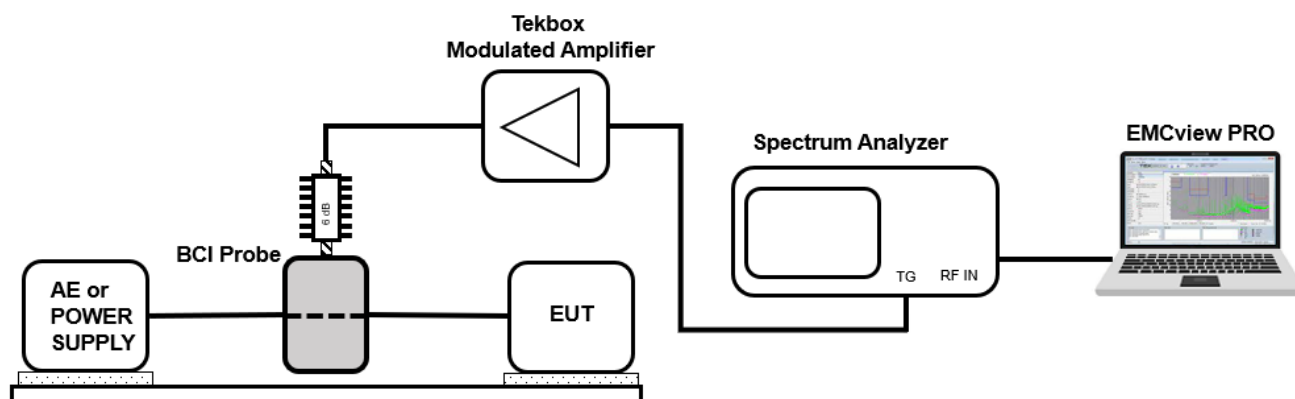
$U_0/6[dBm] + BCI\text{探头插入损耗} + 6\text{ dB (衰减器)} + 5.1\text{ dB (80\%AM RMS)}$

假设300欧姆环路中BCI探头的插入损耗为16 dB，则所需RF功率为：

$7\text{dB} + 16\text{dB} + 6\text{Db} + 5.1\text{dB} = 34.1\text{dB} = 2.6\text{W}$

校准期间，EMCview Pro将对每个频率进行步进扫描，调整跟踪发生器电平，以便在频谱分析仪输入端达到 $7\text{ dBm}-30\text{ dB}=-23\text{ dBm}$ 。跟踪发生器电平表将用于在实际抗扰度测试期间设置电平。

使用BCI探头和EMCview PRO设置EN 61000-4-6抗扰度测试



测试示意图

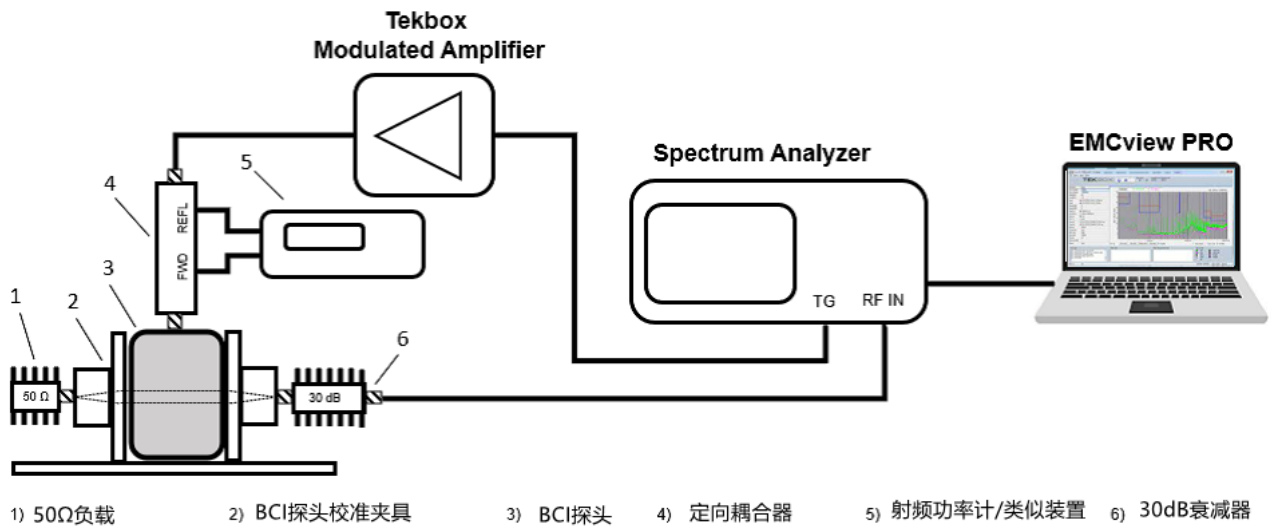
■ 使用EMCview PRO设置ISO 11452-4/MIL-STD-461/DO 160A校准

- ISO 11452-4 大电流注入法（汽车电子）
- MIL-STD-461 美军标基础标准规范
- DO 160A 美航空无线电技术委员会（航空电子抗扰度规范）

汽车抗扰度标准ISO 11452-4以及国防和航空电子产品的抗扰性标准规定了感应干扰电流方面的应力水平。

传统的校准和测试方法使用电流监测探头来创建控制回路，从而保持所需的干扰电流。调平回路可能被电缆共振所欺骗。高阻抗谐振导致RF放大器输出功率升高，以达到规定的干扰电流。类似地，低阻抗谐振可显著降低RF放大器的输出功率。这种情况在大多数现实电磁环境中是不现实的，可能会造成严重的过度测试或测试不足的情况。

为了避免与闭环测试方法相关的过测试/欠测试问题，标准提供了替代方法（开环），其中通过测量100欧姆回路中感应的电流来设置干扰电流。使用定向耦合器测量正向和反射功率，同时设置RF功率以达到50欧姆负载中所需的干扰电流水平。在实际抗扰度测试期间，根据校准期间记录的值设置正向功率电平。为预合规目的设置的替代校准方法：



示例：1级测试 – 60mA

需要22.6 dBm的功率才能在50欧姆负载中实现60 mA的电流。

假设100欧姆回路中典型BCI探头的插入损耗为8dB。

假设定向耦合器的插入损耗为1 dB

调制放大器输出端的所需功率为：

测试电平[dBm]+BCI探头插入损耗+6 dB（衰减器）+5.1 dB（80%AM RMS）

$22.6\text{dB} + 8\text{dB} + 1\text{dB} + 5.1\text{dB} = 36.7\text{dB} = 4.7\text{W}$

示例：2级测试 – 200mA

需要33 dBm的功率才能在50欧姆负载中实现200 mA的电流。

假设100欧姆回路中典型BCI探头的插入损耗为8dB。

假设定向耦合器的插入损耗为1 dB

调制放大器输出端的所需功率为：

测试电平[dBm]+BCI探头插入损耗+6 dB（衰减器）+5.1 dB（80%AM RMS）

$33\text{dB} + 8\text{dB} + 1\text{dB} + 5.1\text{dB} = 47.1\text{dB} = 51.3\text{W}$

ISO 11452-4/MIL-STD-461/DO 160A抗扰度测试使用EMCview PRO设置

有关相应测试装置的详细图纸，请参考标准。

6、用于抗扰度测试的PC软件

Tekbox提供了两个用于EMC预合规性测量的软件版本

- EMCview提供了一项功能，用于控制跟踪发生器输出频率和电平，并以恒定的跟踪发生器电平进行扫描。
- EMCview PRO提供了一个更复杂的功能，它能够为基于CDN和BCI的设置执行校准扫描。产生的校准文件用于在抗扰度测试扫描期间设置跟踪发生器电平。

Tekbox EMCview目前支持的频谱分析仪有：

普源（DSA和RSA系列）

鼎阳（SSA/SSA PLUS/SSA-R和SVA）

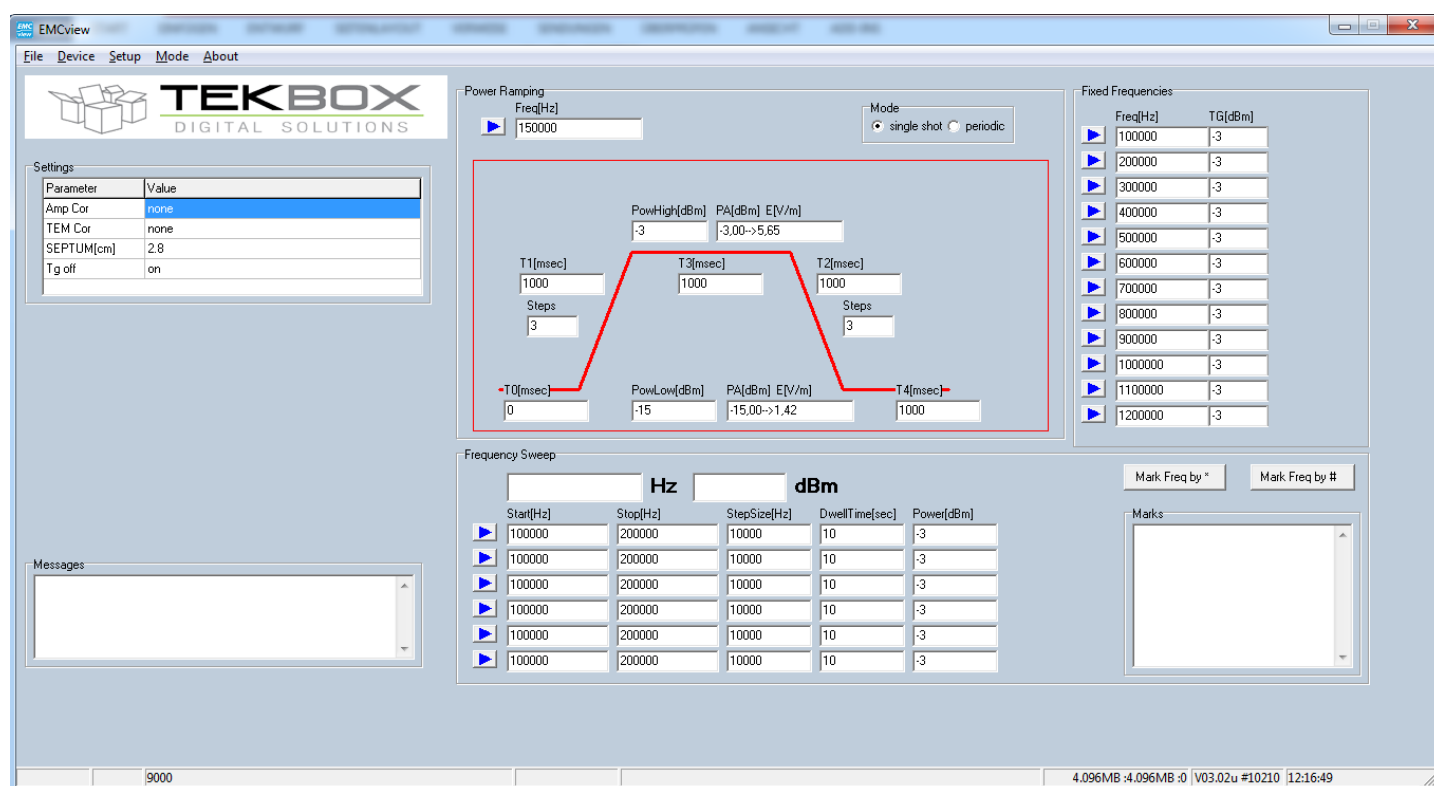
R&S（FPC和FPH）

利利普（XSA和HSA）

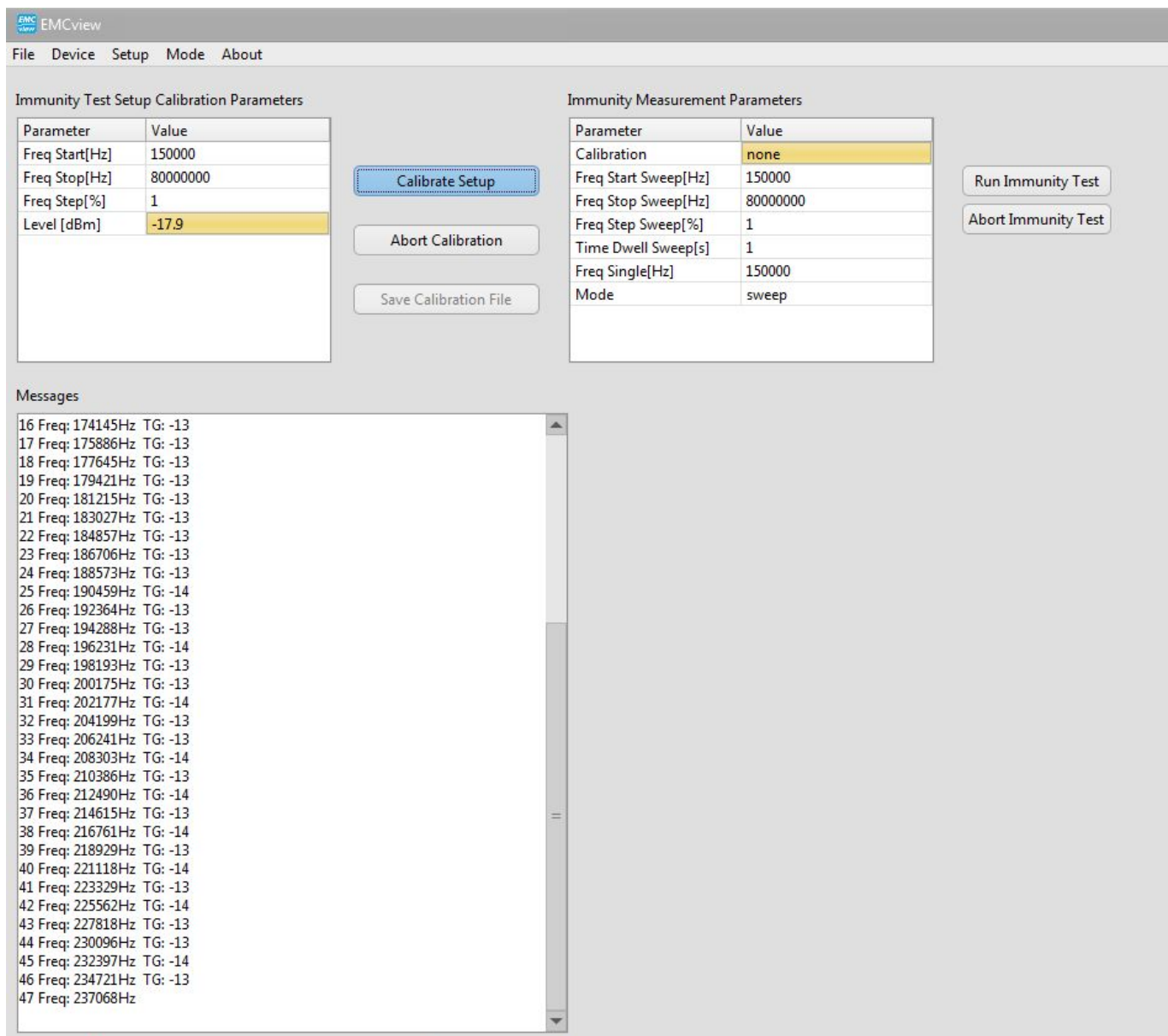
力科Teledyne T3SA系列

BK精密 2683系列

ComPower SPA-900TG系列



EMCview/EMCview Pro的跟踪生成器控制功能的屏幕截图



EMCview Pro抗扰度测试功能的屏幕截图

警告:

切勿将TBMDA3的输出直接连接到频谱分析仪的输入。检查频谱分析仪的最大输入额定值，并用适当的使用衰减器对其进行保护。

例如:

Rigol DSA815最大输入额定功率: +20dBm

尽管TBMDA3在全输出功率下可以承受20:1 VSWR的负载不匹配，但切勿在RF输出端口打开或短路的情况下对其进行驱动，以免损坏输出级晶体管。

7、订购信息

型号	描述
TBMDA3B-EU	调制功率放大器、75cm线缆、转接头、30dB衰减器、USB线缆、欧规电源线
TBMDA3B-US	调制功率放大器、75cm线缆、转接头、30dB衰减器、USB线缆、美规电源线
TBMDA3B-UK	调制功率放大器、75cm线缆、转接头、30dB衰减器、USB线缆、英规电源线
TBMDA3B-AU	调制功率放大器、75cm线缆、转接头、30dB衰减器、USB线缆、澳规电源线

8、历史版本

版本	日期	作者	更改
V1.0	2023.2.9	Mayerhofer	创建文档
V1.1	2023.2.17	Mayerhofer	更新6
V1.2	2023.2.27	Mayerhofer	更新1
V.13	2023.3.27	Mayerhofer	更新性能



深圳市国测电子有限公司

深圳市龙华新区梅龙路粤通综合楼E208

电话：0755-85261178 E-mail:ocetest@126.com URL:www.ocetest.com

实时频谱仪 EMC/EMI电磁兼容测试 通用基础测试 音视频测试 电力测试 天线 电磁辐射测量 核辐射测量 辐射防护
求实创新 探索未知 服务未来