

基于3GPP TS 36.521-1 规范

使用CMW500 测量LTE 终端射频性能

应用文档

产品:

| R&S®CMW500

3GPP 36.521-1 测量规范定义了LTE 终端的发射机测试，接收机测试和性能测试的测量过程和测量方法。

该应用文档介绍了如何根据TS36.521-1 规范使用CMW500 综测仪测量频分双工(FDD)和时分双工(TDD) 的LTE 终端的发射，接收机性能。

内容

1	序言	4
1.1	如何使用 CMW 配置文件	5
1.2	选择双工模式	5
2	发射机测试	6
2.1	发射机测试介绍	6
2.2	最大输出功率(TS 36.521, 6.2.2)	13
2.3	最大功率降低(TS 36.521, 6.2.3)	16
2.4	额外最大功率降低(TS 36.521-1, 6.2.4)	18
2.5	配置终端输出功率(TS 36.521, 6.2.5)	23
2.6	最小输出功率(TS 36.521, 6.3.2)	25
2.7	关断功率(TS 36.521, 6.3.3)	26
2.8	发射/关断时间模板(TS 36.521-1, 6.3.4.1)	27
2.9	PRACH 与 SRS 时间模板(TS 36.521-1, 6.3.4.2)	32
2.10	功率控制- 绝对功率控制容限(TS 36.521, 6.3.5.1)	38
2.11	功率控制- 相对功率控制容限(TS 36.521, 6.3.5.2)	41
2.12	集合功率控制(TS 36.521-1, 6.3.5.3)	48
2.13	频率误差(TS 36.521, 6.5.1)	52
2.14	误差矢量幅度(TS 36.521-1, 6.5.2.1)	54
2.15	PUSCH 跳变周期 EVM (TS 36.521-1, 6.5.2.1A)	59
2.16	载波泄漏(TS 36.521-1, 6.5.2.2)	62
2.17	未分配资源块带内杂散(TS 36.521-1, 6.5.2.3)	64
2.18	EVM 均衡器频谱平坦度(TS 36.521, 6.5.2.4)	68
2.19	占用带宽(TS 36.521, 6.6.1)	70
2.20	频谱发射模板(TS 36.521, 6.6.2.1)	72
2.21	额外频谱发射模板(TS 36.521-1, 6.6.2.2)	75
2.22	邻信道泄漏比(TS 36.521, 6.6.2.3)	76
3	接收机测试	79
3.1	接收机测试介绍	79
3.2	参考灵敏度(TS 36.521-1, 7.3)	81
3.3	最大输入电平(TS 36.521-1, 7.4)	83

3.4	邻信道选择性(TS 36.521-1, 7.5)	85
3.5	带内阻塞(TS 36.521-1, 7.6.1).....	89
3.6	窄带阻塞(TS 36.521-1, 7.6.3).....	93
3.7	宽带互调(TS 36.521-1, 7.8.1).....	95
4	参考文献.....	98
5	额外信息.....	98
6	订购信息.....	99
7	附录 A	100
7.1	ON/OFF 时间模板测量注意事项.....	100
7.2	使用 CMWRun 自动化测试	100

1 序言

罗德与施瓦茨公司的CMW500信令方案可以完成测试规范TS 36.521-1 版本9定义的所有LTE终端发射机和接收机的测量项目。本文档介绍了如何使用CMW500信令方案完成**3GPP TS 36.521 V10.4.0**的第六章和第七章测试。本文档的测试基于CMW500 版本**3.2.50**实现。随着CMW500版本的更新，本文档也会做相应的更新以完成新的功能。

本文档的每个测试条目都通过一个例子来描述。由于每个不同的测量都需要不同的参数配置，本文档也包括了一系列配置文件(save 文件)。第1.1章节说明了如何创建和调用配置文件。

由于部分测试条目需要额外的设备，比如信号源，频谱仪和滤波器组，并搭建复杂的测试环境来实现，因此本文档没有包含这部分测试条目。例如传导杂散，发射机互调和带外阻塞测试。

您可以查看R&S@CMW500的能力列表来确认针对每个测试项目，CMW500所需要的额外仪表和射频器件，该列表可以在下面网站获得：

<https://extranet.rohde-schwarz.com>

1.1 如何使用 CMW 配置文件

Save 文件提供了一种简单的保存和重现仪表配置的方法，save 文件保存了目前 CMW500 中设置的网络和测量参数。您可以在一台仪表上通过 recall 某一个 save 文件的方法来重复某个测试项目或者将 save 文件在不同的 CMW500 中传递使得不同的 CMW500 有相同的参数配置。本文档也包含了一系列的 save 文件，使用这些文件会帮助您快速的完成本文档所规定的 LTE 测试。

按 CMW500 前面板左侧的 SAVE/RCL 软键就可以调出 SAVE/RCL 的功能菜单。



图. 1: SAVE/RCL 按键.

在以下界面选择您需要 Recall 的 save 文件之后，在右侧按 Recall 软键来调用相应的 save 文件来重现 save 文件的参数设置。当 recall save 文件的时候，确认 save 文件源和 recall save 文件的仪器都使用相同的版本。

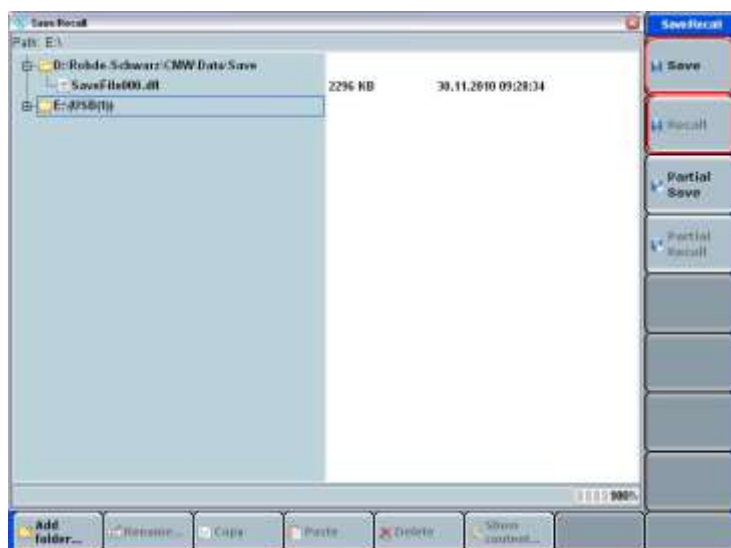


图. 2: Save/Recall 对话框

1.2 选择双工模式

双工模式只能在信号源关闭后选择。

对于大部分测试项目，FDD 和 TDD 的配置和步骤都是相同的，两者的区别部分会在每个测试项目中加以描述。

2 发射机测试

2.1 发射机测试介绍

不同规范描述对应的参数配置：

呼叫设置	3GPP TS 36.508, 章节 4.4.3
传输条件	3GPP TS 36.521, 附录 B.0
上行参考信道设置	3GPP TS 36.521, 附录 A.2
PDSCH 和 PDCCH 参数设置	3GPP TS 36.521, 附录 A.2
初始下行信号设置	3GPP TS 36.521, 附录 C.0, C.1, C.3.0
初始上行信号设置	3GPP TS 36.521, 附录 H.1, H.3.0

表 1: 设置参数来源.

测试规范TS 36.521, 附录C.0 描述了下行信号电平, 在CMW500 中,下行信号应该如下设置: $RS\ EPRE = -85\ dBm/15\ kHz$ 。

测试规范TS 36.521, 附录C.1 定义了下行物理信道的映射。

测试规范TS 36.521, 附录C.3.0 主要定义了下行物理信道的电平。

测试规范TS 36.521, 附录H.1 定义了上行物理信道的映射。

CMW500 中的相应配置如图. 3.

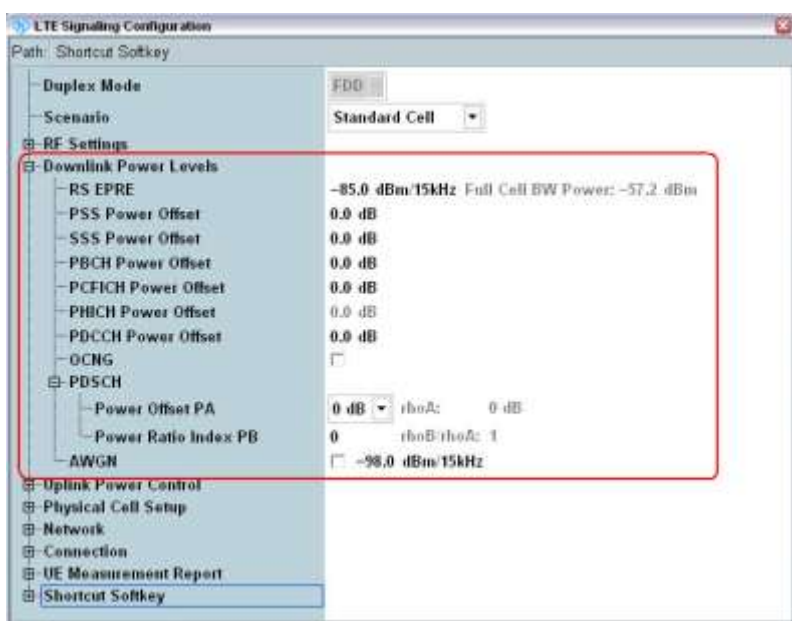


图. 3: 基于规范 TS 36.521, LTE 信令测试通用配置

2.1.1 带宽，频点设置规则

测试规范TS 36.521 中的测试项目需要按照LTE 终端所支持的带宽和频点逐一测试。带宽的设置应遵守测试规范TS 36.521, 表5.4.2.1-1 中的定义和每个测试项目配置表的共同要求。

大部分的测试项目需要在该频段支持的最高，最低和5MHz 的带宽配置下进行。部分测试项目也需要额外在10 MHz 的带宽配置下进行。然而，某些测试项目如占用带宽测试需要在该频段支持的所有带宽下测试。

频点的设置应该遵循规范TS36.508, 表4.3.1 中的定义。我们可以根据频段和测试带宽在该表中找到相应的高，中，低信道的定义。

大部分的发射机测试项目需要在高，中，低三个信道都进行测试。然而，某些测试项目如“配置终端输出功率测试” 和“占用带宽测试” ，只需要在中间信道测试。

我们在本文档中用了频段7，带宽10 MHz 和20 MHz 作为例子。表2 给出了我们在CMW500 中需要设置的频率/信道的参数。

频段	带宽	范围	上行频点	上行频率 [MHz]	下行频点	下行频率 [MHz]
7	10 MHz	Low	20800	2505	2800	2625
		Middle	21100	2535	3100	2655
		High	21400	2565	3400	2685
	20 MHz	Low	20850	2510	2850	2630
		Middle	21100	2535	3100	2655
		High	21350	2560	3350	2680

表 2: 测试频点映射.

2.1.2 参考电平的设置方法

当使用CMW500 的信令方案进行射频测试的时候，某些情况下CMW500 会提示*Overload (Input overdriven)*或者*Signal too low (Input underdriven)*。当这种提示出现的时候，就意味着目前测试已经处于不稳定的状态。而上述提示的出现表示仪表的测量范围并没有覆盖待测信号。

下面的图片简单描述了仪表的测量范围：

1. Reference level 表示 CMW500 能够测量到的最大的待测信号。如果待测信号幅度超过了 Reference level，仪表将会提示 Overload(Input overdriven) 。注意我们这里提到的待测信号幅度指的是使用峰值检波得到的幅度。

2. 当待测信号落在下图绿色的区域(demodulation area)中时，仪表可以做功率测量、杂散测量；可以在时域解调信号，获得 EVM、频率误差等测量指标。
3. 当待测信号落在下图黄色的区域(power measurement area)中时，待测信号的信噪比不足以完成时域解调等功能，但是仍然可以做功率测量，杂散测量等项目。
4. 在 CMW500 multi-evaluation 界面测量时，待测信号需要一直保持在绿色的区域中。
5. 当待测信号高于 reference level 或者低于 noise floor 的时候，仪表不能正确的完成信号的测量。

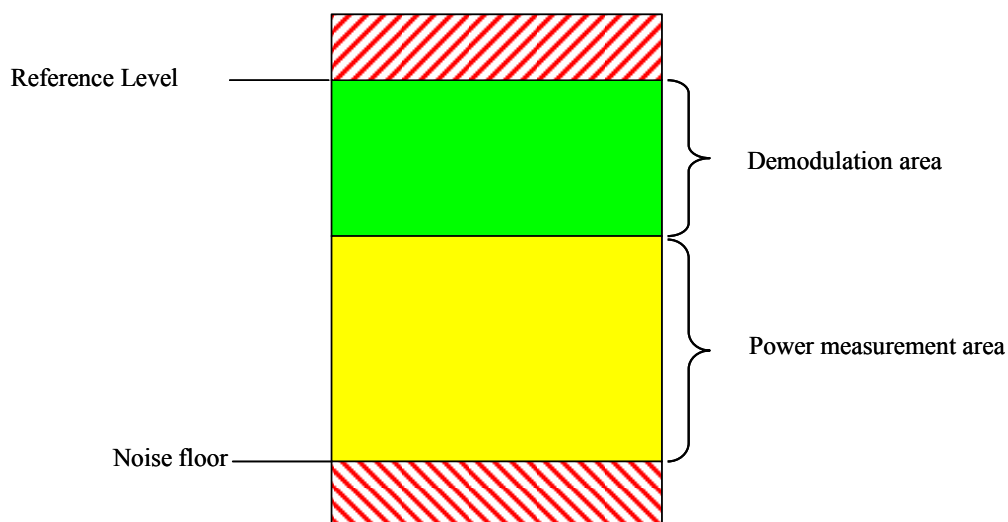


图. 4: 测量电平范围.

因此，CMW500 的参考电平设置就非常重要，目前的CMW500 版本定义了两种参考设置模式，下面介绍两种模式的区别以及应用场景。在CMW500 中，参考电平为*expected nominal power* 和*the margin* 两个参数的和。单独某个参数并不影响仪表的实际测量范围，这两个参数的和才会对仪表的测量范围产生影响。

6. 自动模式：CMW500 根据上行功控设置参考电平模式，当测量 PUSCH 功率的时候，使用这种设置非常简单。
7. 手动模式：用户需要手动设置参考电平，这种模式多用于测量与时间模板相关的指标，以得到更为精确的关断功率。
8. 基于以上的原则，我们可以得出如下结论：输入信号的峰值不应超出参考电平；在使用 multi-evaluation 界面的时候，应使输入信号在上图的绿色范围内。

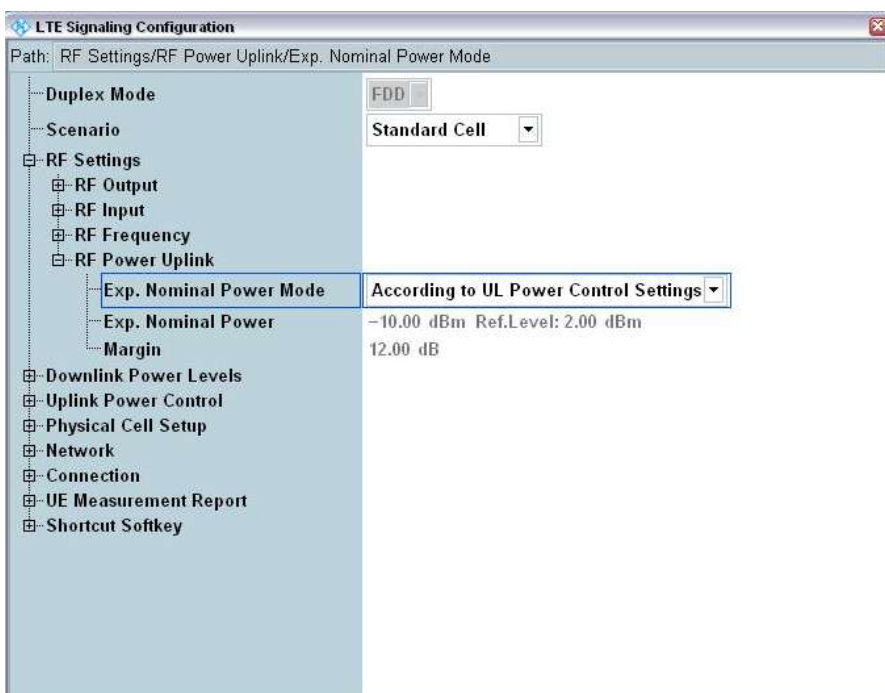


图. 5: 参考电平模式配置.

2.1.3 发射机测量通用配置

测量单元应该同LTE signaling 关联，这样测量信道，带宽和功率等参数会和LTE signaling 保持同步，如图. 6 所示：



图. 6: 测量单元控制选择 LTE Signaling

在本文中，信道类型, RB 占用和调制方式应该都设置为AUTO 方式，这样我们在测试的时候不必手动调整这三项参数。但是，在测量小信号时，可能会需要根据发射信号的调制方式手动配置仪表的调制方式参数。

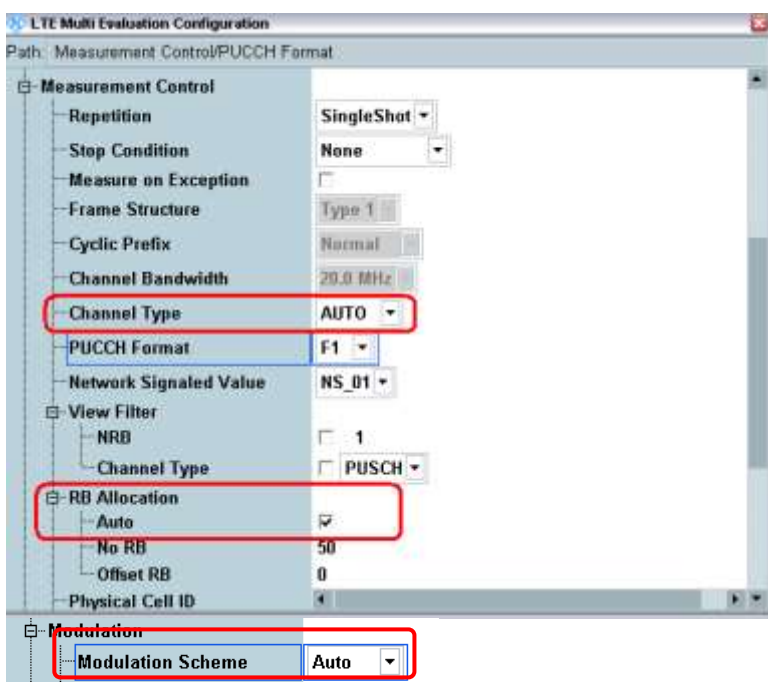


图. 7: 以上三个参数应设置为“Auto”

如图. 8 所示，FDD 模式和TDD 模式需要设置不同的测量子帧，该参数的默认值为0，对于FDD模式而言，默认设置就是可以的。对于TDD 模式测量子帧只能从以下4 个值中选取{2,3,7,8}，因为测试规范要求的上下行配置是1。

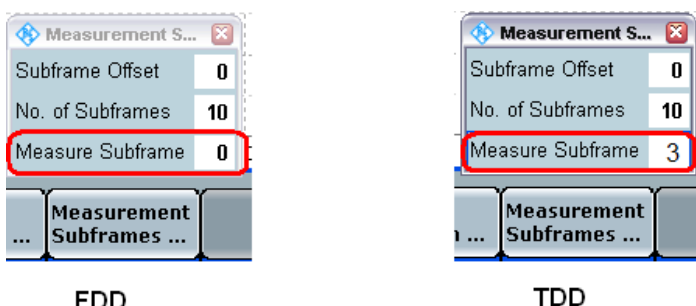


图. 8: FDD 和 TDD 模式的测量子帧设置

2.1.4 演示例子及手动操作的说明

对于本文档涉及的每一个测试项目，都会使用CMW500 来演示如何完成该测试用例。然而这些例子只会用一种双工方式，一个频段，一个带宽配置，一个信道来演示。对于TDD 模式，我们会描述出在配置以及操作步骤上的区别。如果没有特殊说明，每个测试的步骤以及配置对于TDD 和FDD 是相同的。

为了严格遵循测试规范的要求，测试项目需要在规定的带宽和频点逐一测试，带宽和频点的设置在本文章节2.1.1 中有详细描述。

如果您要测试终端的频段与本文中演示例子的频段不同，请确认您已经按照测试规范正确设置了频点和带宽的参数。

在研发的手动测试阶段，经常需要更换某些参数配置(如功控类型，目标功率和资源块配置)在不同的条件下进行测试。这些参数的设置可以在测量界面完成，这样您就可以不用在信令界面和测量界面频繁切换。如图. 9, 如果按*Signaling Parameters* 并且选择*Connection Setup* 软键将可以修改上下行链路的RB 数量，RB 位置和调制方式。从LTE V3.0.20版本开始，下行功率，频段，信道设置可以通过按*Cell Setup*软键修改。



图. 9: 在测量界面更改信令参数

2.1.5 TDD 模式通用设置

根据规范上下行配置应设置为“1,”特殊子帧配置应设置为“5.”这两个参数可以在如下目录找到：

Signaling > Config > Physical Cell Setup > TDD, 如图. 10.

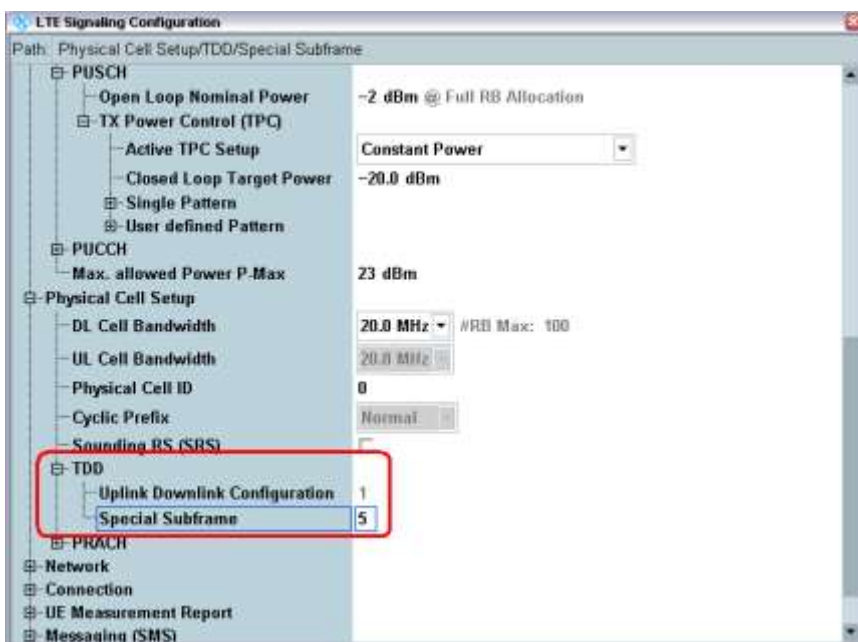


图. 10: TDD 模式通用设置.

2.1.6 高级 PRACH/Open Loop Power 参数

从 LTE V3.0.50 版本开始，高级 PRACH/Open Loop Power 参数能在 *Uplink Power Control* 设置里激活，这样用户就可以直接修改广播的参考信号功率，初始探针接收目标功率以及其他与开环相关的消息。这些高级设置需要 KS510 高级信令选件才能激活。

下图显示了各参数的默认值，依据 TS 36.508 的默认值设置。

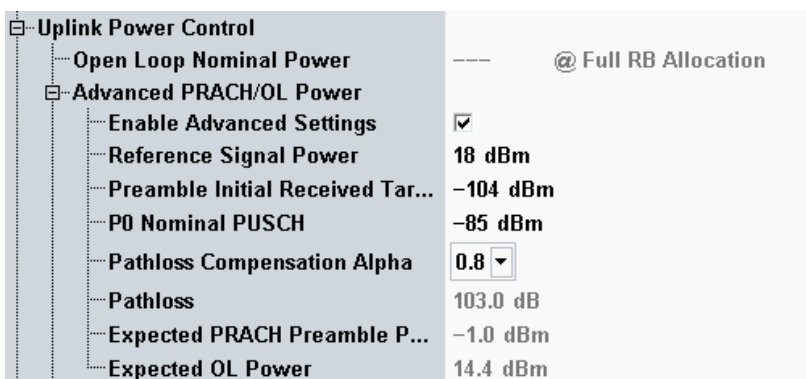


图. 11: 高级功率默认设置.

在 RRC 空闲模式修改 *Expected PRACH Preamble Power* 前，如有需要，建议首先设置 *Preamble Initial Received Target Power*，然后修改下行 *RS EPRE*。

Expected OL Power 的修改能够在 RRC 连接或 RRC 空闲模式通过改变 *PO Nominal PUSCH* 实现。

2.1.7 非高级开环功率

如果 KS510 没有配置，*Open Loop Nominal Power* 被用来配置 PRACH/OL Power。它应该是上行全带宽开环目标功率。PRACH 目标功率比 *Open Loop Nominal Power* 低 8 dB。对于 TDD，如果 PRACH *Configuration Index* 是 48 或者更大，则 PRACH 期望功率与 *Open Loop Nominal Power* 一致，因为根据 3GPP TS 36.321 Table 7.6-1， $\Delta_{\text{PREAMBLE}} = 8 \text{ dB}$ 。



图. 12: 开环功率设置.

2.1.8 SIB 寻呼与 RRC 重配置

基于 3GPP 测试规范，SIB 相关参数应该在 Cell ON 状态进行修改；所以，UE 也需要重新上下电一次。

这些 SIB 相关参数（网络信令，*p-Max*，*SRS*，*PO nominal PUSCH*，*Preamble Initial Received Target Power*）可以在 RRC 空闲或 RRC 连接状态，通过从基站发起的 SIB 寻呼或 RRC 重配置消息进行修改。但是，需要通过移动性信息仔细查看 UE 是否支持通过 SIB 寻呼或 RRC 重配置进行参数修改。

本应用文档默认描述在 Cell ON 状态改变 SIB 相关参数的测试方式。

2.2 最大输出功率(TS 36.521, 6.2.2)

本测试用例为了验证最大功率的误差不超过规范定义的最大容限。过高的最大输出功率会干扰其它信道和系统，过低的最大功率会降低终端的覆盖范围。

2.2.1 测试描述

通用的测试条件及设置，可以参考本文第 2.1 章节。本测试项目所需要设置的带宽，频率，参考测量信道以及 RB 的详细信息定义在测量规范 TS 36.521, 表 6.2.2.4.1-1 中。本测试的上行调制仅使用 QPSK 的方式，上行 RB 数量为一个 RB 和部分 RB 两种方式。

根据测量规范 TS 36.521，表 5.4.2.1-1 的定义，频段 7 一共支持 4 种带宽定义：5 MHz，10 MHz，15 MHz 和 20 MHz。根据测量规范 TS 36.521，表 6.2.2.4.1-1 的定义，最大功率需要在最小带宽，5MHz 带宽和最大带宽测试。因此对于频段 7 而言，该测试仪需要在 5MHz 带宽和 20MHz 带宽测试。

下面将以频段 7，低信道和 20MHz 带宽为例演示如何测量最大输出功率。

测量规范 TS 36.521，表 6.2.2.4.1-1 的要求，在 20 MHz 带宽下测量两种不同的 RB 数量设置：1 个 RB 和 18 个 RB。根据这个配置，频段 7，20 MHz 带宽和低信道满足测试规范 TS 36.521-1 表 6.2.2.3-1 中 Note 2 的要求。因此最大功率的下限下降 1.5 dB。根据测量规范 TS 36.521-1 表 6.2.2.4.1-1 Note 2 的要求，当低信道测量 1RB 的情况下，RB 的位置应该设置为“low”和“high”，测量 18RB 的情况下，RB 的位置需要设置为“low”。

2.2.2 测试步骤

按照测量规范 TS 36.508，附录 A，图 A3 的描述，将终端同 CMW500 连接。开启 LTE 小区，然后将终端开机，等待终端 Attach 到 CMW500 上，然后按 *Connect* 软键建立连接，如图. 13 所示。

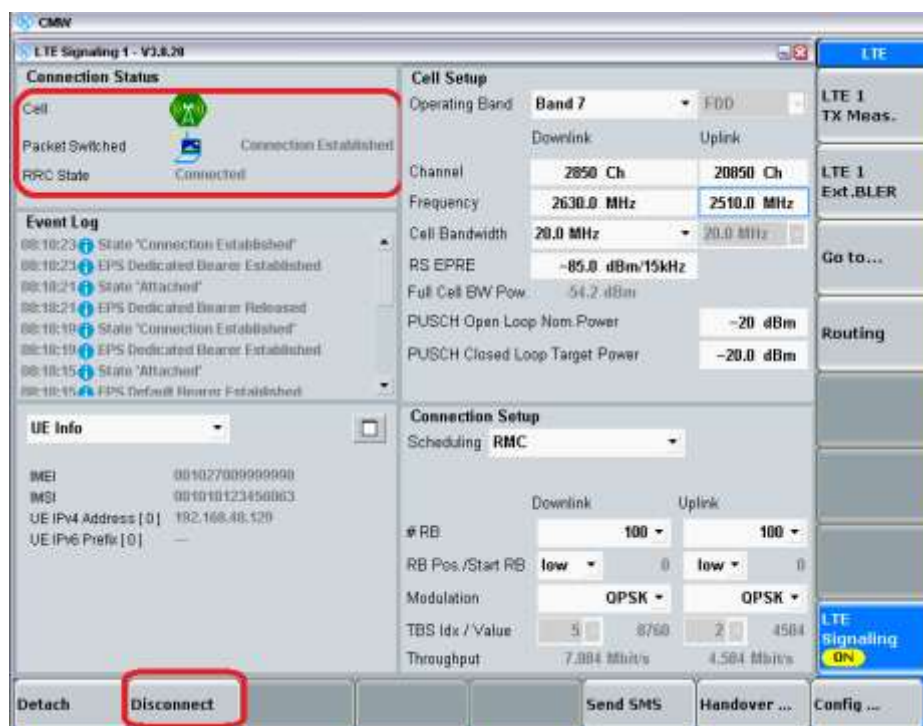


图. 13: 信令连接建立完成

1. 按 Signaling Parameter-> Connection Setup，将上行 RMC 参数设置为 # RB= 1，RB Pos./Start RB =Low，并且 Modulation = QPSK；将 Active TPC Setup 设置为 Max. Power。
2. 在 EVM 测量界面获取终端发射功率(下图中是 22.45 dBm)。

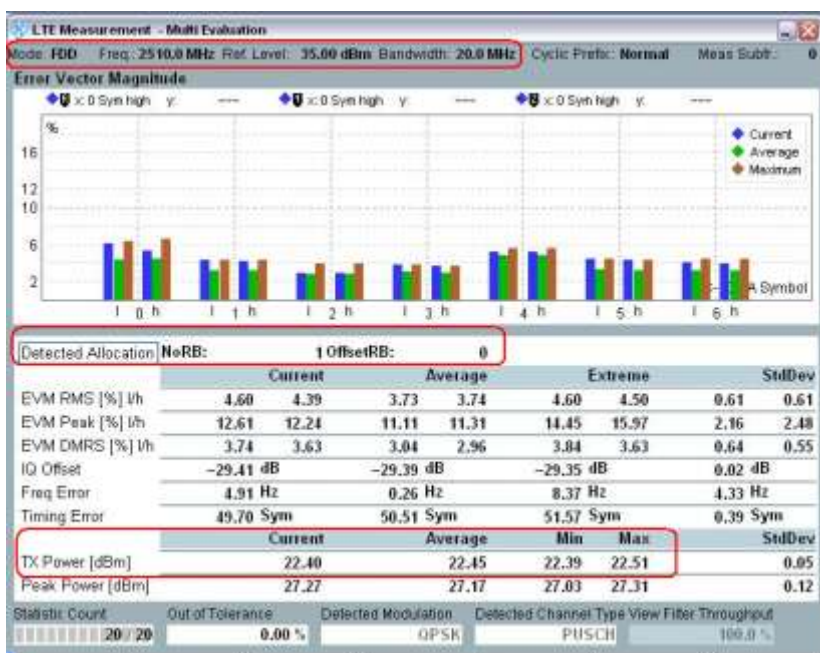


图. 14: 1 个 RB 配置下最大功率的测量结果

3. 将上行 RMC 的 RB 数量从 1 修改为 18，按重测软键来获取一次新的测量结果。
4. 在 EVM 测量界面获取终端发射功率(下图中是 22.54 dBm)。如图. 15:

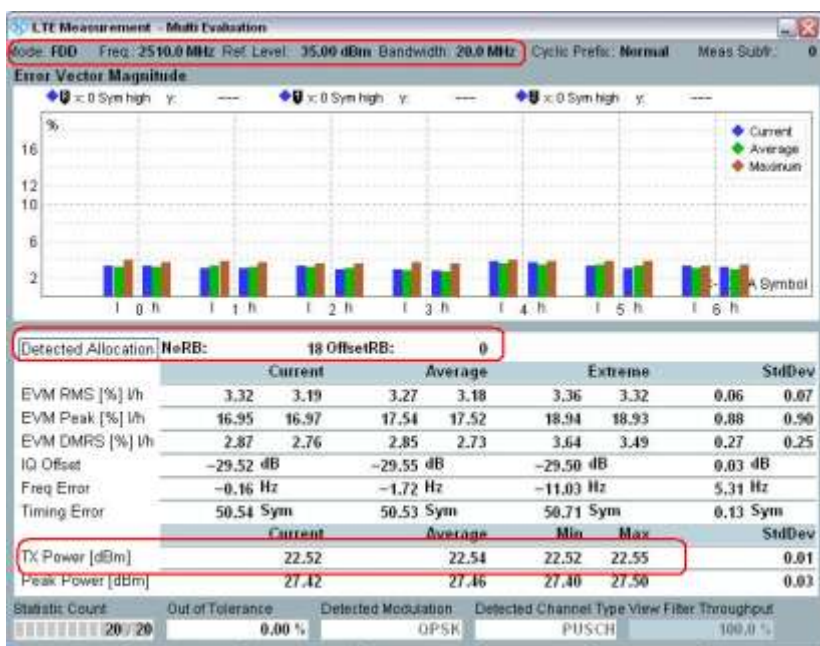


图. 15: 18 个 RB 配置下最大功率的测量结果

2.2.3 测试要求

根据 3GPP 36.521-1, 表 6.2.2.5-1 的要求, 最大输出功率必须在 23 ± 2.7 dBm 范围内。

对于 3GHz 以上的频段, 指标要求有一些细微区别。对于频段 22, 范围是 $+3/-4.5$ dB; 对于频段 42 和 43, 范围是 $+3/-4$ dB。

注: 对于发射机的RB 范围在(图5.4.2-1) FUL_low 至FUL_low + 4 MHz 范围内或者FUL_high -4 MHz 至FUL_high 范围内的, 最大功率的下限可以降低1.5dB。

2.3 最大功率降低(TS 36.521, 6.2.3)

测试规范TS 36.521, 表6.2.2.3-1 中定义的RB 数量是基于满足邻信道泄漏功率和最大功率降低的要求。

2.3.1 测试描述

对于功率等级3 的终端, 如果终端上行采用了高阶调制方式或者占用了更多的RB 资源, 则允许终端的最大发射功率有所降低。针对不同的RB 占用以及调制方式变化带来的功率降低定义于测试规范TS 36.521-1, 表6.2.3.3-1 中。

本测试的意义在于如果使用了高阶调制方式(16QAM) 并且/或者占用了更多的RB 资源(如. 占用全部RB) 将会造成上行信号峰均比上升, 因此对于功放的设计带来一定挑战, 因此规范允许最大功率的下限有一定的降低来满足对于功放设计的要求。

当上行采用QPSK 调制方式并且占用大量的RB 时, 最大功率下限允许降低1 dB, 当使用16QAM 调制方式而占用少量RB 时, 同样最大功率下限允许降低1dB, 当使用16QAM 调制方式并且占用大量RB 的时候, 最大发射功率下限允许降低2dB。

本节我们将采用频段7 的终端进行演示, 根据测量规范TS 36.521, 表5.4.2.1-1, 表6.2.3.4.1-1 中的要求, 最大功率降低需要测量5 MHz, 10 MHz 和20 MHz 三种带宽配置, 本节将使用频段7, 20MHz 带宽, 中间信道来进行演示。

2.3.2 测试步骤

按照测量规范TS 36.508, 附录A, 图A3 的描述, 将终端同CMW500 连接。开启LTE 小区, 然后将终端开机, 等待终端Attach 到CMW500 上, 然后按Connect 软键建立连接。

表3列出了20 MHz带宽、中间信道要完成的6个测试条目, 我们将用Test Set 6来进行演示。

	RB 数目	RB 位置	调制方式	终端输出功率
Test Set 1	18	Low	QPSK	P_{UMAX}
Test Set 2	18	High	QPSK	P_{UMAX}
Test Set 3	18	Low	16QAM	P_{UMAX}
Test Set 4	18	High	16QAM	P_{UMAX}
Test Set 5	100	Low	QPSK	P_{UMAX}
Test Set 6	100	Low	16QAM	P_{UMAX}

表 3: 最大功率降低测量配置(中间信道).

当测量16QAM 调制的上行信号的时候，要保证在测量配置选择中的调制方式应设置为16QAM 或者 Auto。

提示: 在做这个测试的时候最方便的就是将调制方式设置为Auto，这样就不需要每次都确认发射信号的调制方式了。

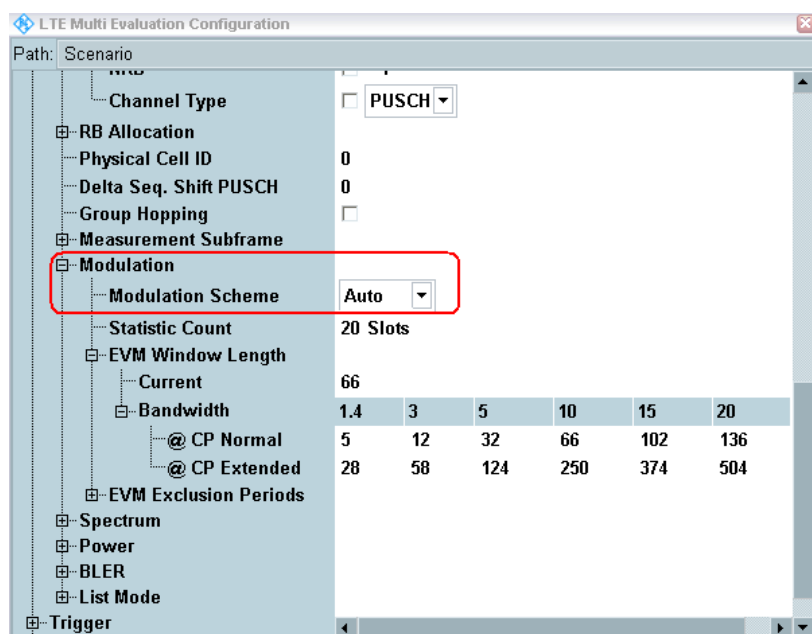


图. 16: 设置调制方式.

Test Set 6:

1. 将上行 RMC 的 RB 数量设置为 100，RB 位置设置为 Low，并且调制方式设置为 16QAM；调整功率控制设置为 Max Power 并且确认 UE 处于最大功率发射状态。
2. 测量 UE 的平均输出功率(本例中平均功率为 21.48 dBm)。确认图. 17 红框中标注的设置参数。

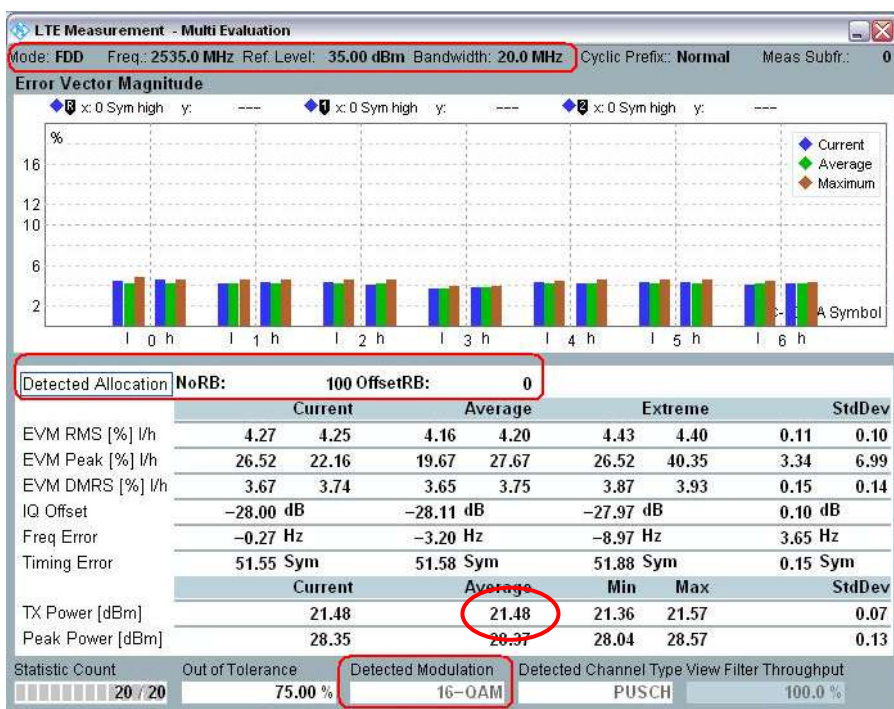


图. 17: Test Set 6 设置以及测量结果

2.3.3 测试要求

最大发射功率应该在测试规范TS 36.521-1, 表6.2.3.5-1 定义的范围之内, 对于频段7 和上述例子的要求, 测试范围是23 dBm +2.7 dB/-4.7 dB。

E-UTRA Band	Class 3 (dBm)	QPSK, full RB allocation tol. (dB)	16QAM, partial RB allocation tol. (dB)	16QAM, full RB allocation tol. (dB)
7	23	+2.7 / -3.7	+2.7 / -3.7	+2.7 / -4.7

表 4: 测试要求(摘自. TS 36.521-1, 表 6.2.3.5-1)。

2.4 额外最大功率降低(TS 36.521-1, 6.2.4)

网络可以在特定的场景下可以通知终端, 要求终端满足额外邻信道泄漏和频谱发射模板要求。为了满足这些额外的要求, 测量规范TS 36.521-1, 表6.2.2.3-1 允许终端满足一定的额外最大功率降低要求, 如果本测试项目没有指定额外最大功率降低, 则额外最大功率降低值应为0dB。

2.4.1 测试描述

NS 通过系统广播消息SIB2 广播给小区内的终端, 这个参数是本测试最重要的一个设置。例如, 频段1 的终端在SIB2 中检测到系统下发的额外频谱杂散值为NS_05, 终端就知道它需要根据TS 36.521-1, 表6.2.4.3-1 满足额外的频谱杂散和最大发射功率降低的要求。

可以在CMW500 的LTE Signaling 配置NS 参数。此参数的默认值是NS_01, 如图. 18 所示。本参

数设置为NS_01 表示终端无须遵守额外功率降低的要求。在最大功率和最大功率降低这两个测试项目，NS 值应设置为NS_01。

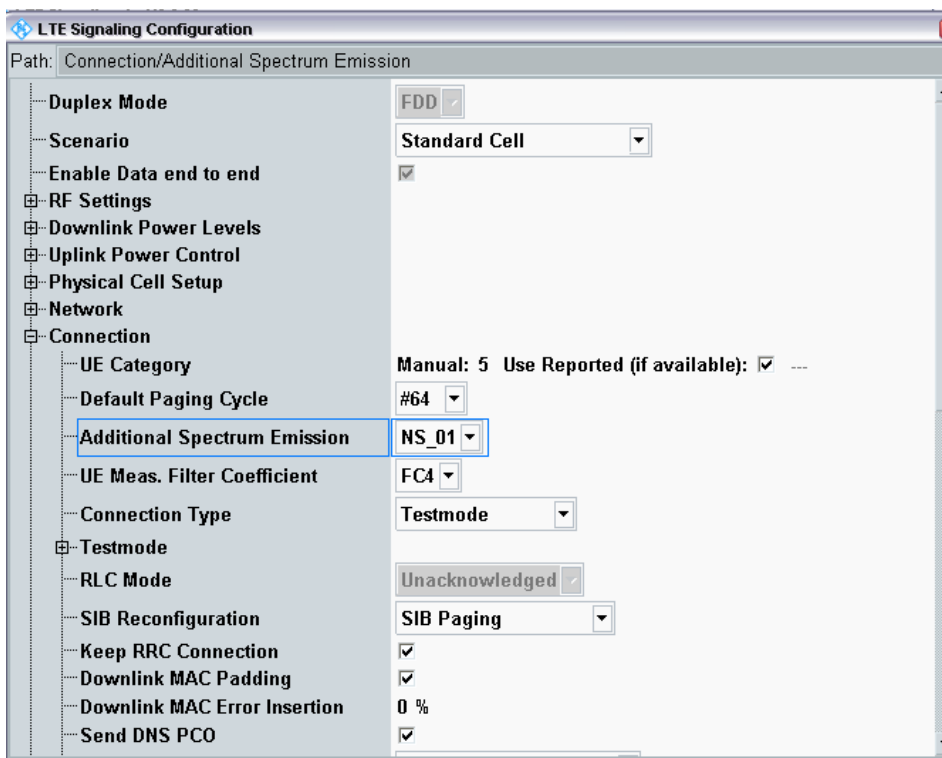


图. 18: 额外频谱杂散设置

NS 同测试频段，信道带宽和RB 占用有固定的关系。详细的关系定义在测试规范TS 36.521, 表 6.2.4.3-1 中，而表6.2.4.3-2, 6.2.4.3-3 和6.2.4.3-4 主要描述了NS_07, NS_10 和NS_04 的相应关系。

2.4.2 测试步骤

在本文中，由于频段7 的终端并没有任何的额外功率降低要求，因此我们将以一个频段1 的终端为例进行演示，根据测试规范TS 36.521, 表6.2.4.3-1, 频段1 对应的NS 值为NS_05，所以我们需要在测试之前将该值设置为NS_05。

不同的测试配置表格定义了RMC， RB 位置，频率以及带宽的设置，从表5 中我们可以看到不同的NS 值同不同的测试配置表格之间的关系。

	额外频谱发射模板	测量规范TS 36.521-1测试配置表格	LTE 频段
1	NS_03	6.6.2.2.3.1	2,4,10,23,25,35,36
2	NS_04	6.6.2.2.3.2	41
3	NS_05	6.6.3.3.3.1	1
4	NS_06	6.6.2.2.3.3	12, 13, 14, 17
5	NS_07	6.6.2.2.3.3 6.6.3.3.3.2	13
6	NS_08	6.6.3.3.3.3	19

7	NS_09	6.6.3.3.3.4	21
8	NS_10	FFS	20
9	NS_11	6.6.2.2.1	23

表 5: TS 36.521-1 定义的 NS 值同测试配置表格之间的关系.

如图. 19 所示, 在Cell ON状态下将*Additional Spectrum Emission*从NS_01 修改为NS_05.

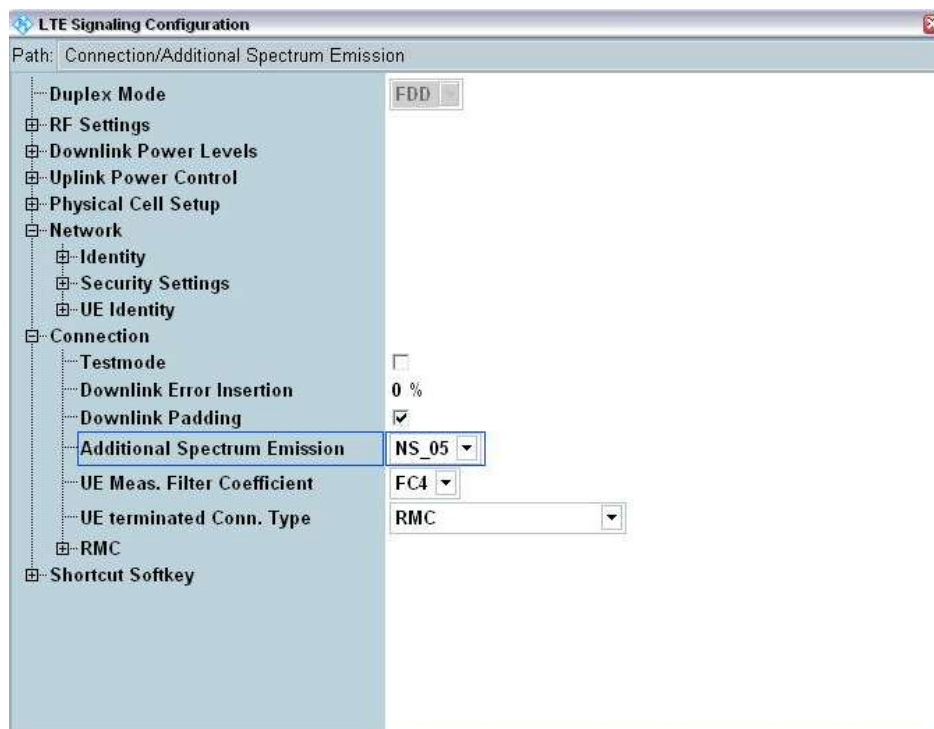


图. 19: 额外频谱杂散设置为 NS_05

TS 36.521-1, 表 6.2.4.4.1-3 为 NS_05 定义了测试带宽设置, 频率设置和 RMC 设置。

对于NS_05, 本测试项目需要在5 MHz, 10 MHz, 15 MHz 和20 MHz 进行。频率应设置为低信道和中间信道。本节中以中间信道和10MHz 带宽为例进行演示。

对于10MHz 带宽配置, RMC, RB 位置(根据TS 36.521-1, 表6.2.4.4.1-3) 和输出功率条件列在表6 中。在本例中, 我们使用configuration IDs 3 和6 。Configuration IDs 的作用是将测试设置和测试要求联系在一起。在这种情况下, 只需要关注相应Configuration IDs 的设置和要求即可。

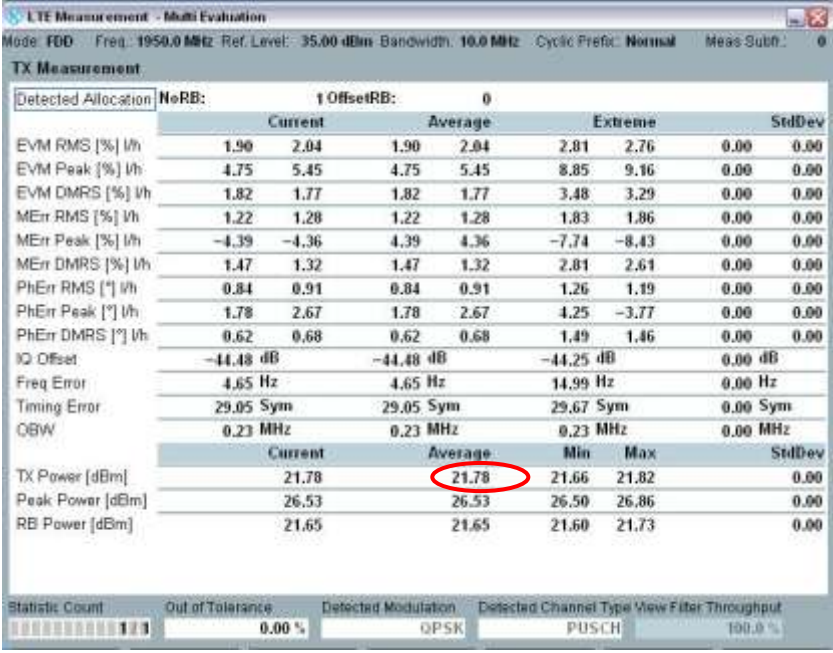
Configuration ID	RB 数目	RB 位置	调制方式	UE 输出功率
3	1	低 & 高	QPSK	P_{UMAX}
4	12	低 & 高	QPSK	P_{UMAX}
5	48	低 & 高	QPSK	P_{UMAX}
6	50	低	QPSK	P_{UMAX}
7	50	低	16QAM	P_{UMAX}

表 6: 10 MHz 带宽配置.

按照测量规范TS 36.508, 附录A, 图A3的描述, 将终端同CMW500 连接。开启LTE 小区, 然后将终端开机, 等待终端Attach 到CMW500 上后按Connect 软键建立连接。

Configuration ID 3:

1. 将 Uplink RMC 设置为# RB = 1, RB Pos./Start RB = Low, Modulation = QPSK; 将 Active TPC Setup 设置为 Max. Power 确保终端发射最大功率。
2. 读取终端输出的平均功率(本例中为 21.78 dBm) , 如图. 20 所示。



TX Measurement									
Detected Allocation	NoRB:	OffsetRB:		0					
		Current	Average	Extreme	StdDev				
EVM RMS [%] I/h	1.90	2.04	1.90	2.04	2.81	2.76	0.00	0.00	
EVM Peak [%] I/h	4.75	5.45	4.75	5.45	8.85	9.16	0.00	0.00	
EVM DMRS [%] I/h	1.82	1.77	1.82	1.77	3.48	3.29	0.00	0.00	
MErr RMS [%] I/h	1.22	1.28	1.22	1.28	1.83	1.86	0.00	0.00	
MErr Peak [%] I/h	-4.39	-4.36	4.39	4.36	-7.74	-8.43	0.00	0.00	
MErr DMRS [%] I/h	1.47	1.32	1.47	1.32	2.81	2.61	0.00	0.00	
PhErr RMS [°] I/h	0.84	0.91	0.84	0.91	1.26	1.19	0.00	0.00	
PhErr Peak [°] I/h	1.78	2.67	1.78	2.67	4.25	-3.77	0.00	0.00	
PhErr DMRS [°] I/h	0.62	0.68	0.62	0.68	1.49	1.46	0.00	0.00	
IQ Offset	-44.48 dB	-44.48 dB	-44.48 dB	-44.48 dB	-44.25 dB	-44.25 dB	0.00 dB	0.00 dB	
Freq Error	4.65 Hz	4.65 Hz	4.65 Hz	4.65 Hz	14.99 Hz	14.99 Hz	0.00 Hz	0.00 Hz	
Timing Error	29.05 Sym	29.05 Sym	29.05 Sym	29.05 Sym	29.67 Sym	29.67 Sym	0.00 Sym	0.00 Sym	
QBW	0.23 MHz	0.23 MHz	0.23 MHz	0.23 MHz	0.23 MHz	0.23 MHz	0.00 MHz	0.00 MHz	
		Current	Average	Min	Max	StdDev			
TX Power [dBm]		21.78	21.78	21.66	21.82	0.00			
Peak Power [dBm]		26.53	26.53	26.50	26.86	0.00			
RB Power [dBm]		21.65	21.65	21.60	21.73	0.00			

Statistic Count: Out of Tolerance: 0.00 % Detected Modulation: QPSK Detected Channel Type: PUSCH View Filter Throughput: 100.0 %

图. 20: 在 Configuration ID 3 下得到的输出功率结果.

Configuration ID 6:

3. 将# RB 设置为50, RB Pos./Start RB = Low, Modulation = QPSK; 将Active TPC Setup 设置为 Max. Power 直到终端输出最大功率。
4. 读取终端输出的平均功率(本例中为 19.03 dBm) , 如图. 21 所示。

Detected Allocation	NoRB: 50		OffsetRB: 0					
	Current	Average	Extreme	StdDev				
EVM RMS [%] I/h	2.64	2.78	2.64	2.78	2.96	3.04	0.00	0.00
EVM Peak [%] I/h	12.10	24.12	12.10	24.12	27.44	37.12	0.00	0.00
EVM DMRS [%] I/h	2.36	2.77	2.36	2.77	3.34	3.55	0.00	0.00
MErr RMS [%] I/h	1.54	1.68	1.54	1.68	1.64	1.97	0.00	0.00
MErr Peak [%] I/h	-12.09	-20.79	12.09	20.79	-27.30	-35.52	0.00	0.00
MErr DMRS [%] I/h	1.65	1.95	1.65	1.95	2.17	2.38	0.00	0.00
PhErr RMS [%] I/h	1.23	1.27	1.23	1.27	1.42	1.44	0.00	0.00
PhErr Peak [%] I/h	-5.84	-10.73	5.84	10.73	-10.42	-15.47	0.00	0.00
PhErr DMRS [%] I/h	0.97	1.13	0.97	1.13	1.59	1.65	0.00	0.00
IQ Offset	-44.94 dB	-44.94 dB	-43.63 dB	0.00 dB				
Freq Error	5.35 Hz	5.35 Hz	10.91 Hz	0.00 Hz				
Timing Error	24.15 Sym	24.15 Sym	25.02 Sym	0.00 Sym				
OBW	8.89 MHz	8.89 MHz	8.89 MHz	0.00 MHz				
		Current	Average	Min	Max		StdDev	
TX Power [dBm]		19.03	19.03	19.03	19.20		0.00	
Peak Power [dBm]		26.03	26.03	25.46	26.31		0.00	
RB Power [dBm]		2.07	2.07	2.07	2.25		0.00	

图. 21: 在 Configuration ID 6 下得到的输出功率结果.

2.4.3 测试要求

额外最大输出功率降低不应超过测试规范TS 36.521-1, 表6.2.4.5-1 到表6.2.4.5-8 中的要求。由于本例中使用NS_05, 所以只需要参考TS 36.521-1, 表6.2.4.5-4 中的要求。

由于对于不同的NS 值有许多不同的要求, 但是对于支持一定频段的终端而言, 并不需要满足所有的要求, 因为我们可以通过“configuration IDs” 来找到特定终端需要满足的测试要求。

本节中以NS_05 和10 MHz 信道带宽为例进行演示, 测试配置和测试要求列在表7 中。如果您需要测试不同的频段, 则需要更换不同的NS 值, 这时候就要通过Configuration IDs 来把终端的一定配置同终端的需求联系起来。

Configuration table for NS_05 (TS 36.521-1, Table 6.2.4.4.1-3)				Configura- tion ID	Test requirement table for NS_05 (TS 36.521-1, Table 6.2.4.5-4)	
Bandwidth	#RB	RB Position	Modulation		Class 3 (dBm)	Tol.(dB)
10MHz	1	Low & high	QPSK	3	23	+2.7 /-2.7
10MHz	12	Low & high	QPSK	4	23	+2.7 /-2.7
10MHz	48	Low & high	QPSK	5	23	+2.7 /-3.7
10MHz	50	Low & high	QPSK	6	23	+2.7 /-4.7
10MHz	50	Low & high	16QAM	7	23	+2.7 /-6.2

表 7: 对于 NS_05 和 10 MHz 的测试配置和测试要求

2.5 配置终端输出功率(TS 36.521, 6.2.5)

本测试项目为了验证终端的输出功率不超过 P_{EMAX} 和 P_{UMAX} 两者的最小值，其中 P_{EMAX} 为E-UTRAN允许终端发送的最大功率， P_{UMAX} 为终端的功率等级规定的终端最大输出功率。

2.5.1 测试描述

本测试项目验证终端能够解析系统广播的SIB1的内容，并且相应的调整自己输出功率的能力。通用的测试条件和设置，请参考本文档的章节2.1。本测试项目定义的频段，频率，参考测量信道以及资源块分配的细节定义在测试规范TS 36.521，表6.2.5.4.1-1中。

对于频段7，本测试要求在5 MHz 和20 MHz 带宽两种配置下测试，考虑到测试规范TS 36.521,表5.4.2.1-1 和表6.2.5.4.1-1 的要求，每种带宽配置只需要测量中间信道， QPSK 调制方式和部分RB 占用的情况。

2.5.2 测试步骤

按照测量规范TS 36.508, 附录A, 图A3 的描述，将终端同CMW500 连接。将测试信道设置为中间信道，并且在图. 22 的界面设置P-max 参数。

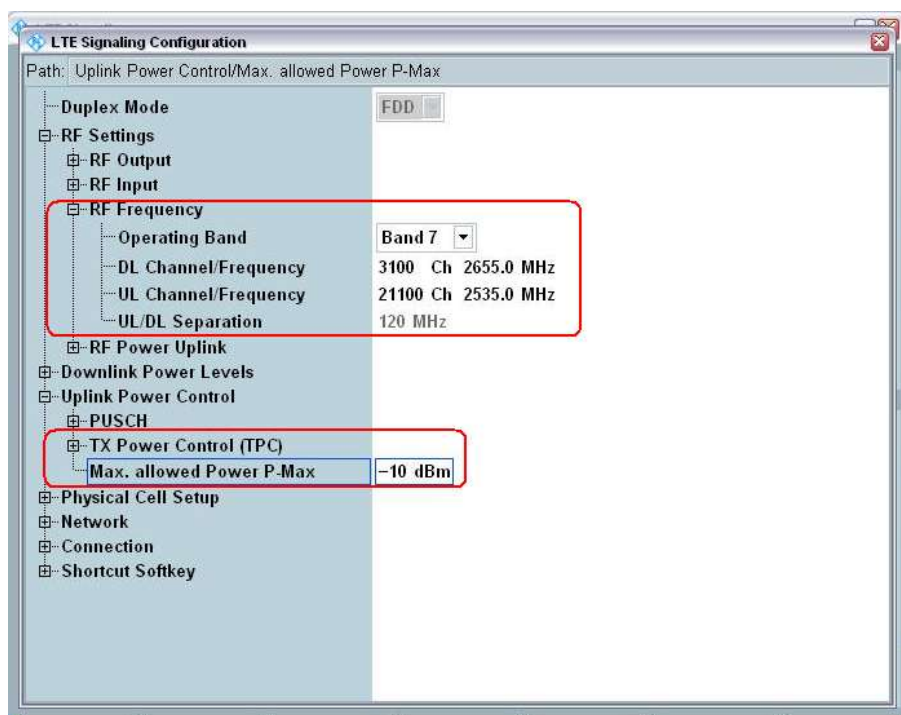


图. 22: 配置终端输出功率系统设置.

开启LTE 小区，然后将终端开机，等待终端Attach 到CMW500 上，然后按Connect 软键建立连接。

本测试定义了三种p-Max 的测试场景，p-Max 参数由系统消息SIB1 广播给待测终端。这三个p-Max 值分别为-10 dBm，10 dBm 和15 dBm。

在本例中我们将以频段7，20 MHz 带宽和中间信道进行演示，测试参数配置如表8 所描述，本节我们将仅使用测试点1 来说明。

	RB 数量	RB 位置	调制方式	p-Max
测试点 1	18	低	QPSK	-10
测试点 2	18	低	QPSK	10
测试点 3	18	低	QPSK	15

表 8: 配置终端输出功率测试配置

测试点1:

- 如下设置参数：# RB = 18, RB Pos./Start RB = Low, Modulation = QPSK; 将 Active TPCSetup 设置为 Maximum Power 直到终端达到最大功率。
- 测量终端平均输出功率(本例中为-10.56 dBm)。

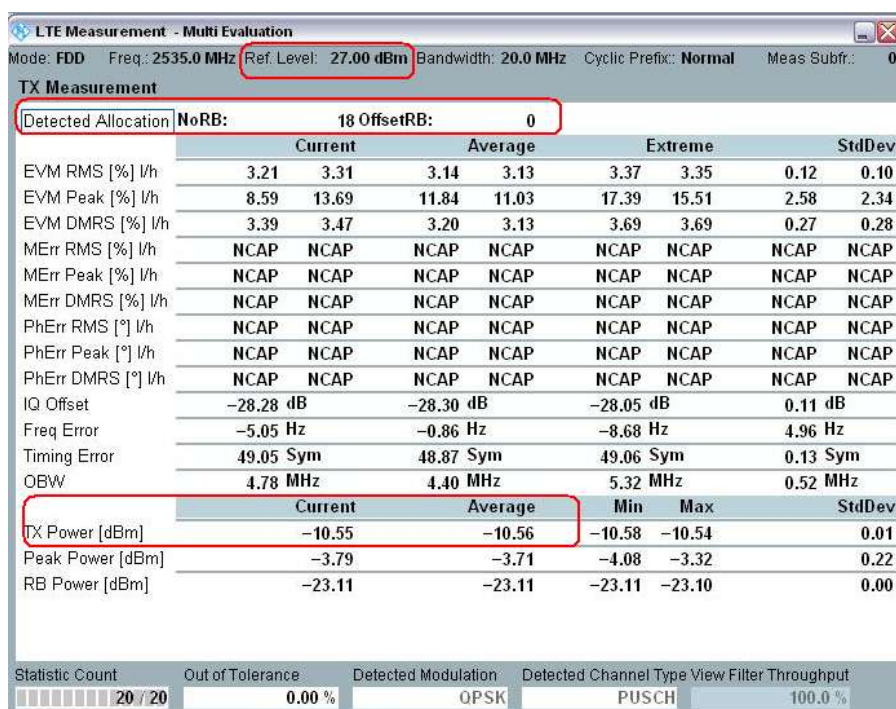


图. 23: 终端输出功率测量结果.

注:

测试点1 的终端输出功率在-10 dBm 左右，因此，如果参考电平被设置的过高(如35 dBm)，测量界面则会有警告提示信号太小。这种情况下，设置RF Reference level = manual，该设置可以在信令连接配置界面找到。

2.5.3 测试要求

三个测试点的最大输出功率不应超过测试规范 TS 36.521-1, 表 6.2.5.5-1 中的要求。

	信道带宽 / 最大输出功率					
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
终端输出功率测试点 1	对于载波频率 $f \leq 3.0\text{GHz}$: $-10 \text{ dBm} \pm 7.7$ 对于载波频率 $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$: $-10 \text{ dBm} \pm 8.0$					
终端输出功率测试点 2	对于载波频率 $f \leq 3.0\text{GHz}$: $10 \text{ dBm} \pm 6.7$ 对于载波频率 $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$: $10 \text{ dBm} \pm 7.0$					
终端输出功率测试点 3	对于载波频率 $f \leq 3.0\text{GHz}$: $15 \text{ dBm} \pm 5.7$ 对于载波频率 $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$: $15 \text{ dBm} \pm 6.0$					
注:	表 6.2.2.3-1 中的note 2也要遵从这个要求。					

表 9: 配置终端输出功率测试要求(摘自. TS 36.521-1, 表 6.2.5.5-1).

2.6 最小输出功率(TS 36.521, 6.3.2)

当终端被要求发送最小功率的时候，终端的发射功率应该低于规范要求的门限值。

2.6.1 测试描述

通用的测试条件以及设置，可以参考本文第2.1 章节。本测试项目所需要设置的带宽，频率，参考测量信道和RB 的详细信息定义在测量规范TS 36.521, 表6.3.2.4.1-1 中。

对于频段7，根据测量规范TS 36.521, 表5.4.2.1-1 和表6.3.2.4.1-1 中的要求，最小功率需要测量5 MHz 和20 MHz 两种带宽配置，每种带宽配置需要在低、中、高信道进行。本测试需要验证终端在 QPSK 调试方式和满RB 条件下的最小输出功率。

2.6.2 测试步骤

按照测量规范TS 36.508, 附录A, 图A3 的描述，将终端同CMW500 连接。开启LTE 小区，然后将终端开机，等待终端Attach 到CMW500 上，然后按Connect 软键建立连接。

本节将以频段 7，20 MHz 和中间信道为例进行演示：

1. 如下设置参数# $RB = 100$, $RB \text{ Pos./Start } RB = \text{Low}$, $Modulation = \text{QPSK}$; 将 *Active TPC Setup* 设置为 *Min. Power* 直到终端输出功率达到最小。
2. 测量终端平均输出功率(本例中为 -45.70 dBm)。

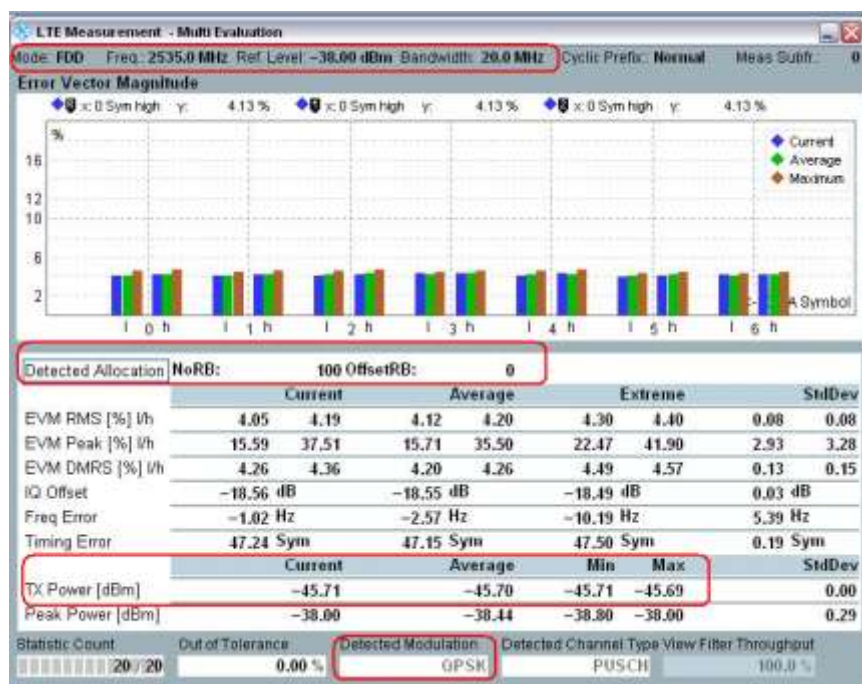


图. 24:最小输出功率结果

2.6.3 测试要求

终端的最小输出功率不能超过测试规范 TS 36.521-1, 表 6.3.2.5-1 中的要求(本文档表 10)。

	信道带宽 / 最小输出功率 / 测量带宽					
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
最小输出功率power	对于载波频率 $f \leq 3.0\text{GHz}$: $\leq -39\text{ dBm}$ 对于载波频率 $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$: $\leq -38.7\text{ dBm}$					
测量带宽 (注 1)	1.08 MHz	2.7 MHz	4.5 MHz	9.0 MHz	13.5 MHz	18 MHz
注 1:	不同的测量方法, 如FFT或频谱分析仪都是可以的。对于用频谱分析仪的方法, 测量带宽被定义为等效噪声带宽。					

表 10: 最小输出功率要求(摘自: TS 36.521-1, 表 6.3.2.5-1)

2.7 关断功率(TS 36.521, 6.3.3)

本测试的主要目的是考察被测终端在“静默状态”的发射功率低于规范定义的门限。过高的关断功率会提高系统背景噪声, 从而降低其他终端的覆盖范围。

2.7.1 测试描述

本测试的主要目的是考察被测终端在“静默状态”(意味着PUSCH 和PUCCH 都不发送)的功率。该测试的测试方法涵盖在测试项目6.3.4.1 和测试项目6.3.4.2 中。

2.7.2 测试要求

关断功率的测量结果不应超过测试规范 TS 36.521-1, 表 6.3.3.5-1 中的要求(本节中为表 11)。

	信道带宽 / 关断功率 / 测量带宽					
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
关断功率	对于载波频率 $f \leq 3.0\text{GHz}$: $\leq -48.5\text{ dBm}$ 对于载波频率 $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$: $\leq -48.2\text{ dBm}$					
测量带宽	1.08 MHz	2.7 MHz	4.5 MHz	9.0 MHz	13.5 MHz	18 MHz

表 11: “关断功率”测量要求(摘自: TS 36.521-1, 表 6.3.3.5-1)

2.8 发射/关断时间模板(TS 36.521-1, 6.3.4.1)

本测试的目的是为了验证发射/关断时间模板指标满足测试规范TS 36.521-1, 章节6.3.4.1.5 中的要求。发射/关断时间模板定义了终端在关闭状态到发射状态切换的转换时间。

2.8.1 测试描述

通用的测试条件以及设置, 可以参考本文第2.1 章节。本测试项目所需要设置的带宽, 频率, 参考测量信道以及RB 的详细信息定义在测量规范TS 36.521, 表6.3.4.1.4.1-1 中。

根据测量规范TS 36.521, 表5.4.2.1-1 和表6.3.4.1.4.1-1 的要求, 对于频段7, 本测试需要考察5 MHz 和20 MHz 两种带宽配置。每种带宽配置需要测量低、中、高三个信道。本测试的目的是为了验证终端能够像图6.3.4.1.3-1 (本文中为图. 25)中一样, 将发射机快速切换到发射状态, 在保持一定功率之后, 快速关闭发射机的能力。

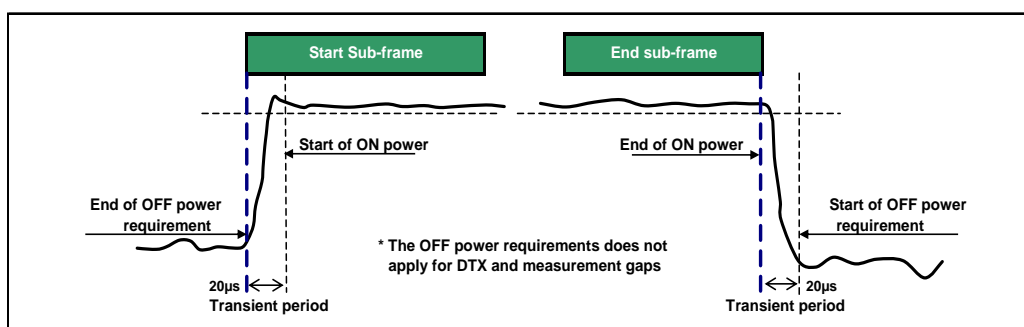


图. 25 发射/关断时间模板(摘自. TS 36.521-1, 图 6.3.4.1.3-1).

2.8.2 测试步骤

按照测量规范TS 36.508, 附录A, 图A3 的描述, 将终端同CMW500 连接。本测试需要做开环功率控制的设置, 需要按照TS 36.521-1, 表6.3.4.1.5-1 来设置开环功率控制参数。

本测试的核心在于要建立如下的一个场景, 即第N 个上行的子帧要完全被PUSCH 信道占用, 同时第(N-1)个和第(N+1)个子帧需要处于“静默”状态, 这意味着第(N-1)个和第(N+1)个子帧, 终端既

不能发射PUSCH 信道，也不能发射PUCCH 信道。根据HARQ 的处理机制，我们支持，如果第M 个子帧被用于下行的PDSCH 信道发送，则终端会在第(M + 4)个上行子帧发送ACK 或者NACK，ACK 和NACK 会在PUSCH 或者PUCCH 信道进行发送。规范中要求，发射的上行子帧为“2”，那么，就可以按下面的推荐配置来配置子帧：

本例将使用频段 7，20 MHz 带宽和中间信道进行演示：

测试准备：

- a. 复位 LTE 信令连接配置界面。
- b. 将 *Scheduling Type* 设置为 *User Defined TTI-Based*，并且按 *Edit All* 打开如图. 26 的配置界面(FDD),在配置了如下参数之后，将 *Scheduling Type* 修改回 *RMC mode* 等待建立连接。
- c. 使用默认功率设置：将 *PUSCH Open-Loop Nominal Power* 设置为-3 dBm (如不是 20MHz 带宽，则需按照规范要求设置相应值。

带宽(MHz)	<i>PUSCH Open Loop Nom. Power</i> (dBm) (LTE Version >=3.0.50)
1.4	-15
3	-11
5	-9
10	-6
15	-4
20	-3

如果使用设置：激活高级设置，使用默认值，设置 *PO Nominal PUSCH* 为-105dBm。

- d. 将 *PUSCH Active TPC Setup* 设置为 *Constant Power*。

The image displays two windows from the LTE configuration software. The top window is for DL Stream1, and the bottom window is for UL configuration. Both windows show a table of TTI configurations and a resource block diagram.

DL Stream1 Configuration (Top Window):

TTI	0 - DL	1 - DL	2 - DL	3 - DL	4 - DL
# RB	0	0	0	0	0
Start RB	0	0	0	0	0
Mod.	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK
TBS Idx	5	5	5	5	5
TBS	0	0	0	0	0
CodeRate	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

TTI	5 - DL	6 - DL	7 - DL	8 - DL	9 - DL
# RB	0	0	0	0	0
Start RB	0	0	0	0	0
Mod.	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK
TBS Idx	5	5	5	5	5
TBS	0	0	0	0	0
CodeRate	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Throughput	0.000 Mbit/s				

UL Configuration (Bottom Window):

TTI	0 - UL	1 - UL	2 - UL	3 - UL	4 - UL
# RB	0	0	100	0	0
Start RB	0	0	0	0	0
Mod.	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK
TBS Idx	2	2	2	2	2
TBS	0	0	4584	0	0
CodeRate	0.00000	0.00000	0.16000	0.00000	0.00000

TTI	5 - UL	6 - UL	7 - UL	8 - UL	9 - UL
# RB	0	0	0	0	0
Start RB	0	0	0	0	0
Mod.	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK
TBS Idx	2	2	2	2	2
TBS	0	0	0	0	0
CodeRate	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Throughput	0.458 Mbit/s				

Resource Block Diagram:

The diagram shows a grid of Resource Blocks (RB) from 0 to 50. A cyan bar indicates QPSK modulation, and a red bar indicates 16-QAM modulation. The 16-QAM bar is located between RB 0 and RB 100, corresponding to the 100 RBs configured in TTI 2 - UL.

图. 26: 发射/关断时间模板测试上下行 RB 配置-FDD.

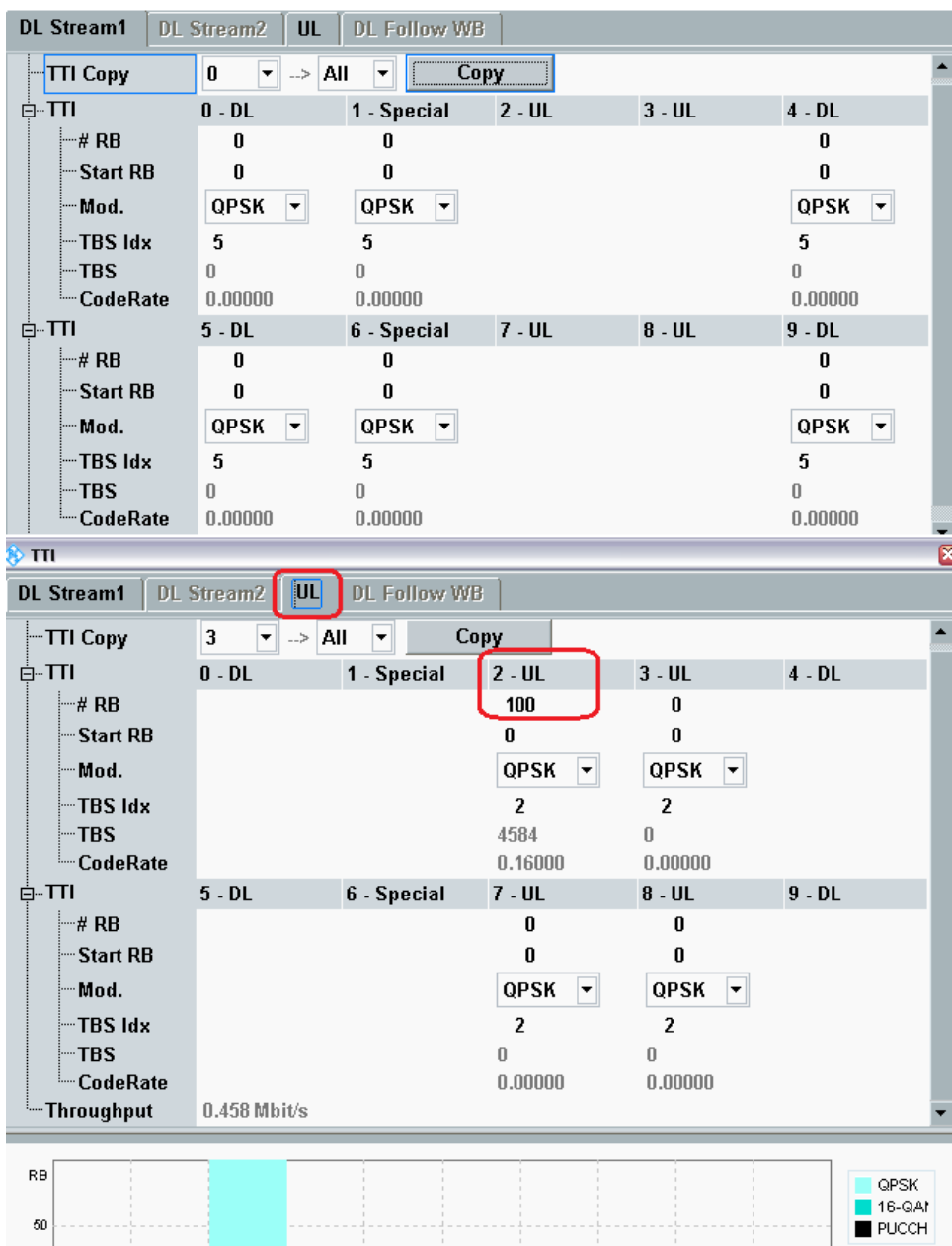


图. 27: 发射/关断时间模板测试上下行 RB 配置- TDD.

开始测试:

1. 打开 LTE 小区, 小区开启之后, 将终端开机等待终端 Attach 到 CMW500, 终端 Attach 之后, 按 *Connect* 软键建立连接。

- 将 *Exp. Nominal Power Mode* 设置为 *Manual*，将 *Exp. Nominal Power* 设置为 -3 dBm。
Margin 设置为 12 dB。以上参考功率和裕量的设置主要保证我们的测量结果更加精确。由于发射功率和关断功率的差值在 40 dB ~ 50 dB 左右，而发射功率和关断功率必须都落在 CMW500 的测量动态范围之内，因此就有了上述的设置，另外有关参考电平的设置在本文档的章节 2.1.2 部分也有详细的描述。
- 按 *Multi Evaluation* 设置 *Measurement Subframes*，将 *Measure Subframe* 设置为 2，如图. 28 所示：

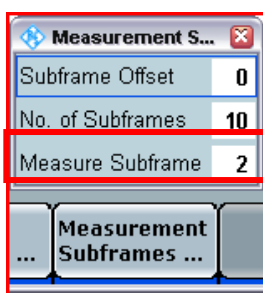


图. 28: 被测子帧设置

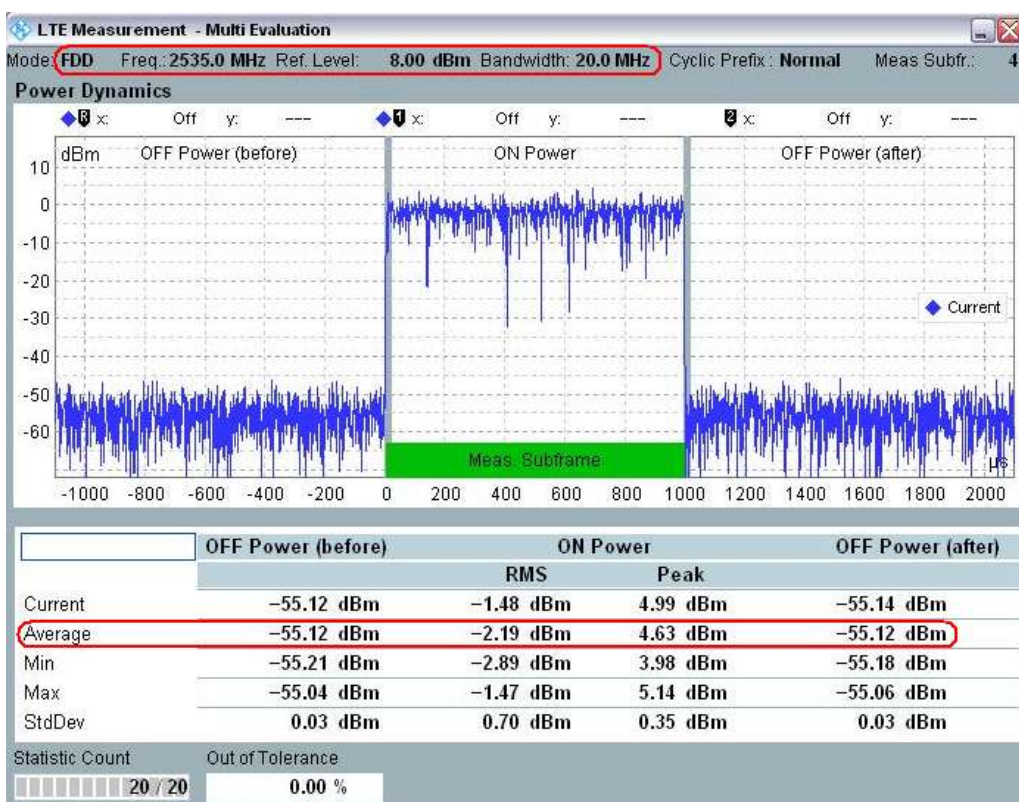


图. 29: 发射/关断时间模板测试结果

- 打开 *Power Dynamics* 测量界面开启测量。从界面中我们可以得到“OFF Power”的测量结果。关闭功率(之前)为 -55.12 dBm; 关闭功率(之后)为 -55.12 dBm。发射功率为 -2.19 dBm，在规范规定的范围之内(-10.1 dBm ~ 4.9 dBm)。

2.8.3 测试要求

测试测量结果不应该超过测量规范 TS 36.521-1, 表 6.3.4.1.5-1 中的要求。

	信道带宽 / 最小输出功率 / 测量带宽					
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
关断功率	For carrier frequency $f \leq 3.0\text{GHz}$: ≤ -48.5 dBm For carrier frequency $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$: ≤ -48.2 dBm					
关断功率测量带宽	1.08 MHz	2.7 MHz	4.5 MHz	9.0 MHz	13.5 MHz	18 MHz
期望打开功率	-14.8 dBm	-10.8 dBm	-8.6 dBm	-5.6 dBm	-3.9 dBm	-2.6 dBm
期望打开功率的范围						
$f \leq 3.0\text{GHz}$	$\pm 7.5\text{dB}$	$\pm 7.5\text{dB}$	$\pm 7.5\text{dB}$	$\pm 7.5\text{dB}$	$\pm 7.5\text{dB}$	$\pm 7.5\text{dB}$
$3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$	$\pm 7.8\text{dB}$	$\pm 7.8\text{dB}$	$\pm 7.8\text{dB}$	$\pm 7.8\text{dB}$	$\pm 7.8\text{dB}$	$\pm 7.8\text{dB}$

表 12: 通用打开关断时间模板 (摘自: TS 36.521-1, 表 6.3.4.1.5-1)。

2.9 PRACH 与 SRS 时间模板(TS 36.521-1, 6.3.4.2)

2.9.1 PRACH 时间模板

通用的测试环境和设置, 请参考本文档的章节 2.1 部分。

2.9.1.1 测试描述

本测试是为了验证终端在接入的时候两个方面的能力, 一是验证终端是否能够按照规范以一定的功率发射随机接入探针的能力。二是验证终端在发射探针的时候发射和关断时间切换的能力。

对于FDD的终端而言, 本测试需要验证PRACH信道格式0~3, 对于TDD而言, 需要验证格式4的情况。

随机接入信道的*Configuration Index*对于FDD应该设置为3, 对于TDD应该设置为51, *Power Ramping Step*应设置为0 dB。

如果设置了非高级开环功率, 对于FDD, PUSCH Open Loop Nomial Power应该比PRACH期望功率高8dB, 7dBm。对于TDD, 在PRACH *Configuration Index*大于48的情况下, 它应该与PRACH功率一致, -1dBm。FDD和TDD的不同是因为在TDD模式下当PRACH *Configuration Index*设置为51, 且其它参数与PRACH *Configuration Index*为3相同时, PRACH期望功率会高8dB (根据3GPP TS 36.321表7.6-1, DELTA_PREAMBLE = 8dB)。因此PUSCH Open Loop *Nom. Power*应该设置低8dB以达到同样的PRACH期望功率。

对于 *Advanced OL Power* 设置，配置 *Preamble Initial Received Target Power* 达到如下表所示的 PRACH 目标功率。

	FDD	TDD
Preamble Initial Received Target Power	-104	-112
PRACH configIndex	3	51

2.9.1.2 测试步骤

可以在 *LTE Signaling > Config > Physical Cell Setup > PRACH* 路径下找到随机接入信道的设置，如下图所示：

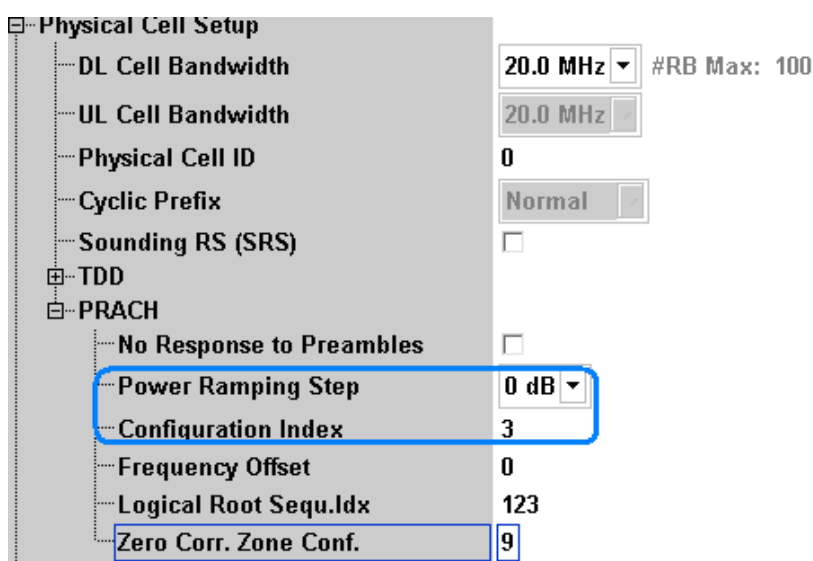


图. 30: PRACH 时间模板测试相关参数.

1. 复位 LTE 信令连接配置界面。
2. 将 *Power Ramping Step* 设置为 *0 dB*，对于 FDD 的终端将 *Configuration Index* 设置为 *3*，对于 TDD 的终端将 *Configuration Index* 设置为 *51*。可以选择是否勾选 *No Response to Preambles*，如果该项被选中的话，CMW500 对终端发起的随机接入探针确认，这样终端会不停的以同样的功率发送随机接入探针。如果不选中该项的话，终端只会发送一次探针，这种情况下，需要将 PRACH 测量的统计数量设置为 *1*。
3. 根据上面的说明设置开环功率配置。
4. 将 *RS EPRE* 设置为 *-85 dBm/15 KHz*。
5. 将 *LTE PRACH Measurement Task* 添加到 CMW500 的任务栏中(按“Measure”软键选择)并且按 config 选择 *scenario* 为 *Combined Signal Path, controlled by LTE Sig1*. 默认触发方式为 *LTE Sig1: PRACH Trigger*。
6. 按 *ON/OFF* 按钮启动 PRACH 测量。
7. 按 *connect* 软键连接终端，等待 *Power Dynamics* 测量完成。
8. 如果选择 *No Response to Preambles*，那么本测试可以重复进行，并且可以调节参考电平获取精确的关断功率测量结果。

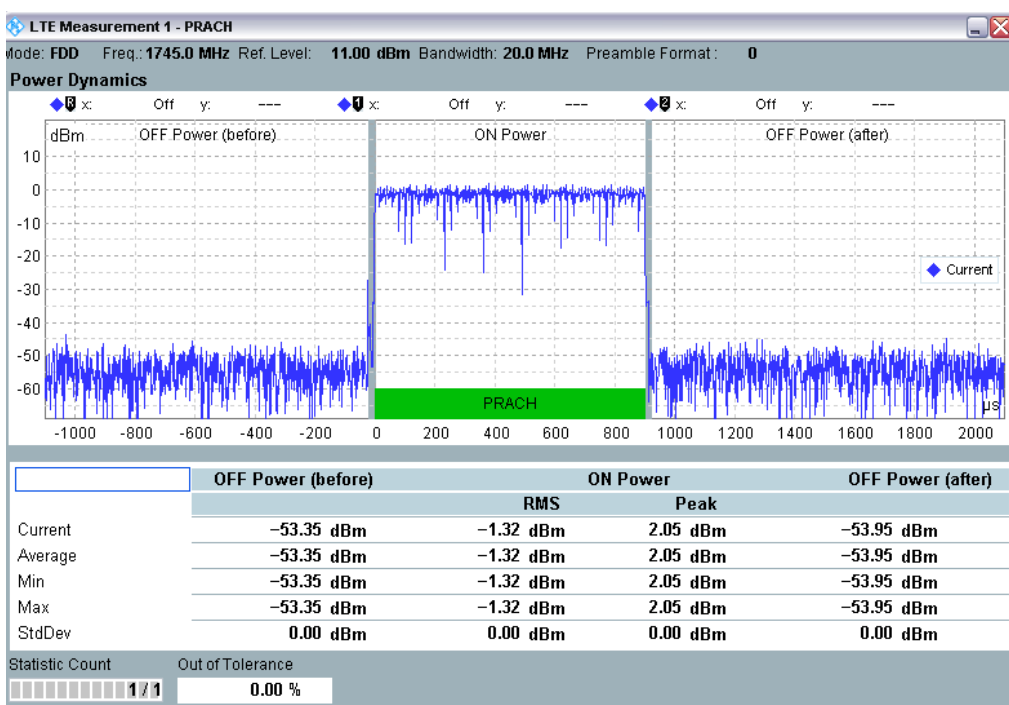


图. 31: PRACH 测量结果.

注:

1. 可以忽略 trigger timeout 提示, 在本项测试中该提示不会影响测量结果。
2. 在进行高级功率设置时, 如果开环 PUSCH 功率远高于 PRACH 功率, 呼叫有可能不能建立。需要尽量把参考功率设置到接近 PRACH 功率以得到精确的关断功率值。如果用户想在测试过程中建立呼叫, 建议适当调整 *PO Nominal PUSCH* 使得开环 PUSCH 接近 PRACH 功率。

2.9.1.3 测试要求

测试要求请参考下表, CMW500 显示的默认门限同规范的定义一直, 如果您需要测量不同的 PRACH 功率的话, 可以在下面目录修改 *LTE PRACH Configuration > Config > Limits > Power > Dynamics > ON Power*

	信道带宽 / 输出功率 [dBm] / 测量带宽					
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
关断功率	≤ -48.5 dBm					
关断功率测量带宽	1.08 MHz	2.7 MHz	4.5 MHz	9.0 MHz	13.5 MHz	18 MHz
期望PRACH信道打开功率	-1 ± 7.5	-1 ± 7.5	-1 ± 7.5	-1 ± 7.5	-1 ± 7.5	-1 ± 7.5

表 13: PRACH 时间模板 (摘自: TS 36.521-1, 表 6.3.4.2.1.5-1).

2.9.2 SRS 时间模板

通用的测试环境和设置, 请参考本文档的章节 2.1 部分。

2.9.2.1 测试描述

本测试是为了验证终端在发送SRS信号时的性能，主要有两个层面的验证，一是验证终端是否能够按照规范以一定的功率发射SRS信号。二是验证终端在SRS的时候发射和关断时间切换的能力。

2.9.2.2 测试步骤

SRS 在 *LTE Signaling > Config > Physical Cell Setup* 路径下激活。

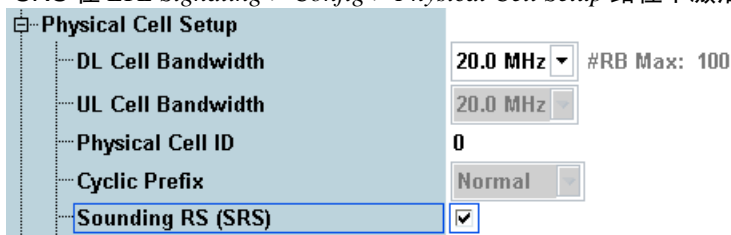


图. 32: 激活 SRS 信号

1. 重置 *LTE Signaling* 连接界面。
2. 设置正确的频段、信道、带宽等参数，并且图. 32 所示，激活上行 *Sounding RS (SRS)* 信号的发送。
3. 将 *Active TPC Setup* 设置为 *Constant Power*。
4. 对于基本功率设置，*Open Loop Nom. Power* 按照下表进行设置。

带宽(MHz)	<i>Open Loop Nom. Power (dBm)</i> (LTE version \geq V3.0.50)
1.4	85
3	9
5	11
10	14
15	16
20	17

如果使用高级功率设置，设置所有的开环相关参数为默认值。

5. 将 *RS EPRE* 设置为 $-85 \text{ dBm}/15 \text{ KHz}$ 。
6. 将 *LTE SRS Measurement Task* 添加到 CMW500 的任务栏中(按“Measure”软件选择)并且按 config 选择 scenario 为 *Combined Signal Path, controlled by LTE Sig1*. 默认触发方式为 *IF Power* 触发。
7. 打开小区，让终端同 CMW500 建立 RMC 连接。
8. 去激活 *Downlink MAC Padding at LTE Signaling > Connection*, 如图. 33. 然后将 *DL* 和 *UL RMC* 设置为 0。

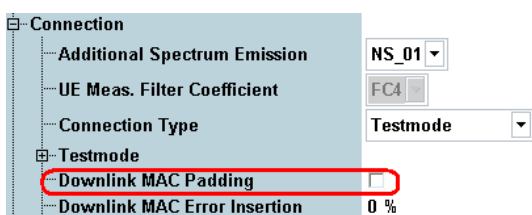
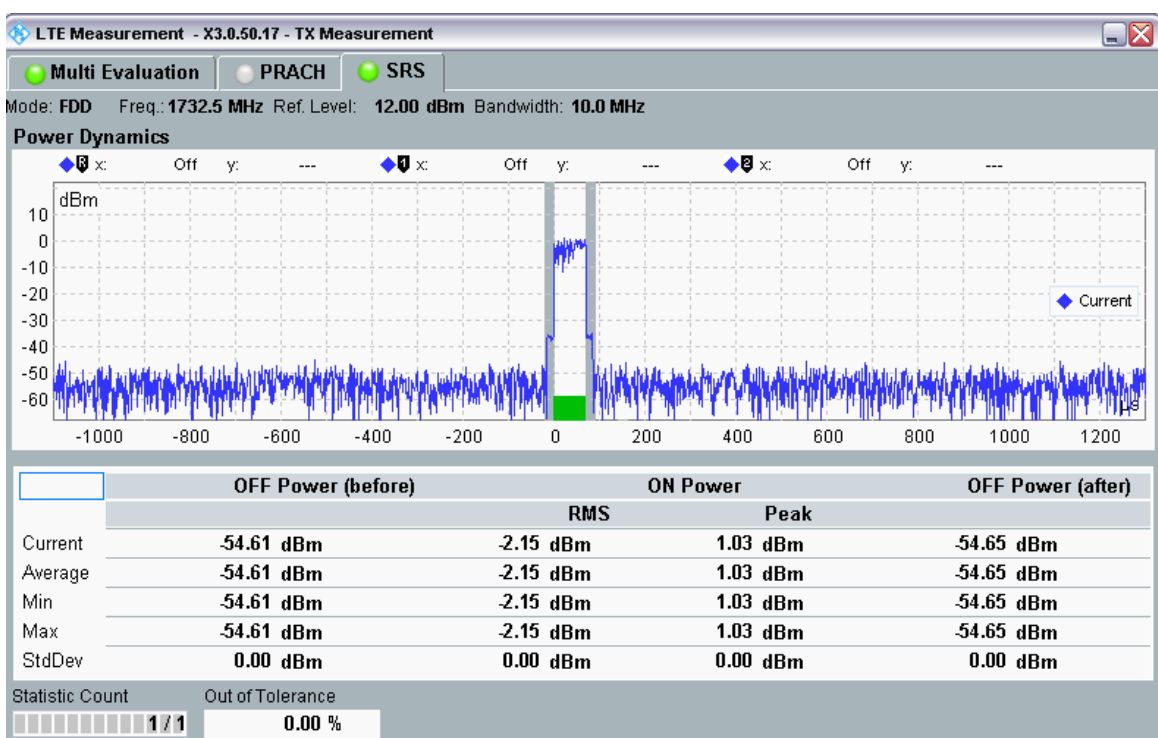
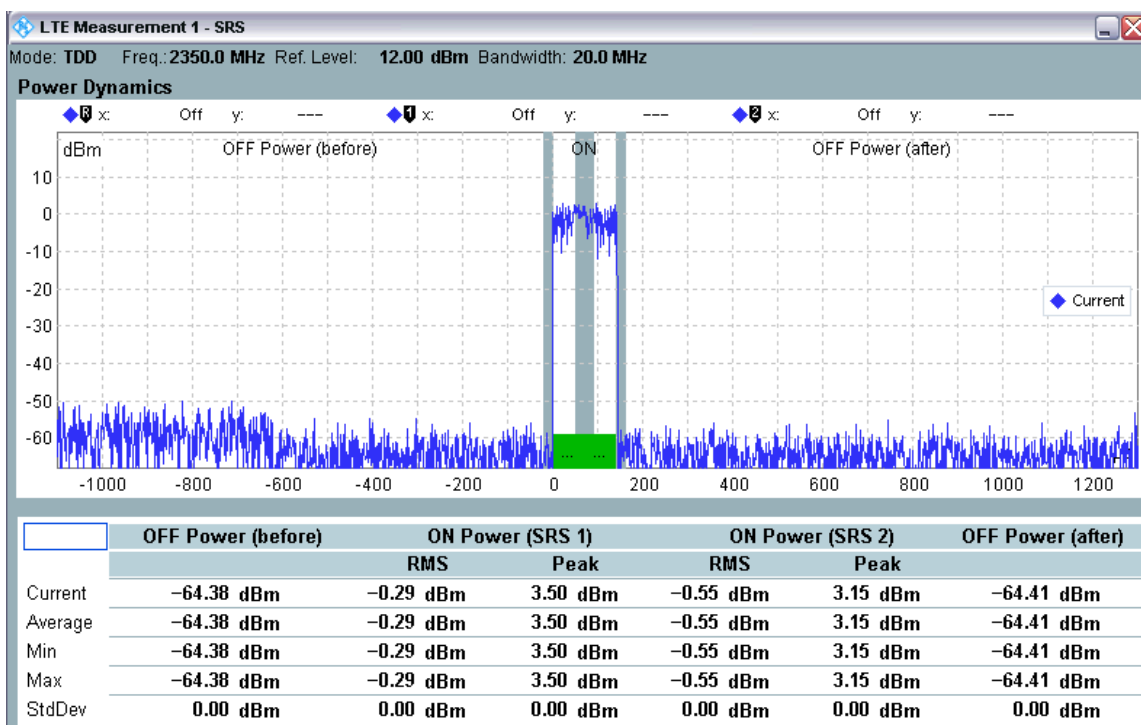


图. 33: 去激活 downlink MAC padding.

9. 按 *ON/OFF* 按键激活 SRS 测量。
10. 将 *RF Reference Power* 设置为 *Manual*，调整 *Expected Nominal Power* 以获得有效的 SRS 测试结果。与发射/关断时间模板同样的原因，建议 *Ref. Level* 设置为 *Peak Power + 3 dB* 以保证关断功率测量的可靠性。



a) FDD 模式下 SRS 的测量结果



b) TDD 模式下 SRS 的测量结果

图. 34: SRS 时间模板测量结果

2.9.2.3 测试要求

SRS 测试功率应符合规范要求。

测试要求定义在表 14 中：

	信道带宽 / 输出功率 [dBm] / 测量带宽					
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
关断功率	对于载波频率 $f \leq 3.0\text{GHz}$: ≤ -48.5 dBm 对于载波频率 $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$: ≤ -48.2 dBm					
关断功率测量带宽	1.08 MHz	2.7 MHz	4.5 MHz	9.0 MHz	13.5 MHz	18 MHz
期望SRS信道打开功率	-2.6 dBm	-2.6 dBm	-2.6 dBm	-2.6 dBm	-2.6 dBm	-2.6 dBm
打开功率容限						
$f \leq 3.0\text{GHz}$	$\pm 7.5\text{dB}$	$\pm 7.5\text{dB}$	$\pm 7.5\text{dB}$	$\pm 7.5\text{dB}$	$\pm 7.5\text{dB}$	$\pm 7.5\text{dB}$
$3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$	$\pm 7.8\text{dB}$	$\pm 7.8\text{dB}$	$\pm 7.8\text{dB}$	$\pm 7.8\text{dB}$	$\pm 7.8\text{dB}$	$\pm 7.8\text{dB}$

表 14: SRS 时间模板测量要求

2.10 功率控制– 绝对功率控制容限(TS 36.521, 6.3.5.1)

本测试项目为了验证终端在连续或者非连续发射过程中设置终端初始功率的能力。

2.10.1 测试描述

通用的测试条件以及设置，可以参考本文第2.1 章节。本测试项目所需要设置的带宽，频率，参考测量信道以及RB 的详细信息定义在测量规范TS 36.521, 表6.3.5.1.4.1-1 中。

根据测量规范TS 36.521, 表5.4.2.1-1 和表6.3.5.1.4.1-1 的要求，对于频段7，本测试需要考察5 MHz 和20 MHz 两种带宽配置。每种带宽配置只需要测量中间信道。本测试的目的是验证终端在QPSK 调制方式和满RB 配置情况下的功率控制性能。

在规范中，仪表需要按照TS36.508 设置一系列的系系统广播参数，根据这些参数和一定的算法，可以计算出终端的初始发射功率。在CMW500 中，这个初始发射功率通过配置*PUSCH Open loop Nom. Power*来实现。

在非高级PRACH/OL功率设置中，这个初始输出功率通过*Open loop Nominal Power*来配置。

带宽(MHz)	<i>Open Loop Nom. Power</i> (dBm) (Test Point 1)	<i>Open Loop Nom. Power</i> (dBm) (Test Point 2)
1.4	-15	-3
3	-11	1
5	-9	3
10	-6	6
15	-4	8
20	-3	9

如果使用高级功率设置，将 *PO Nominal PUSCH* 从默认值修改为下表中的参数。

参数	测试点 1	测试点 2
<i>PO Nominal PUSCH</i>	-105 dBm	-93 dBm

2.10.2 测试步骤

按照测量规范 TS 36.508, 附录 A, 图 A3 的描述, 将终端同 CMW500 连接。

1. 重置 *LTE Signaling* 连接界面。
2. 打开 LTE 小区, 在将终端开机之前, 将 *Active TPC Setup* 设置为 *Constant Power*, 并且把 *Open loop Power settings* 按照上述测试点 1 的值进行设置。

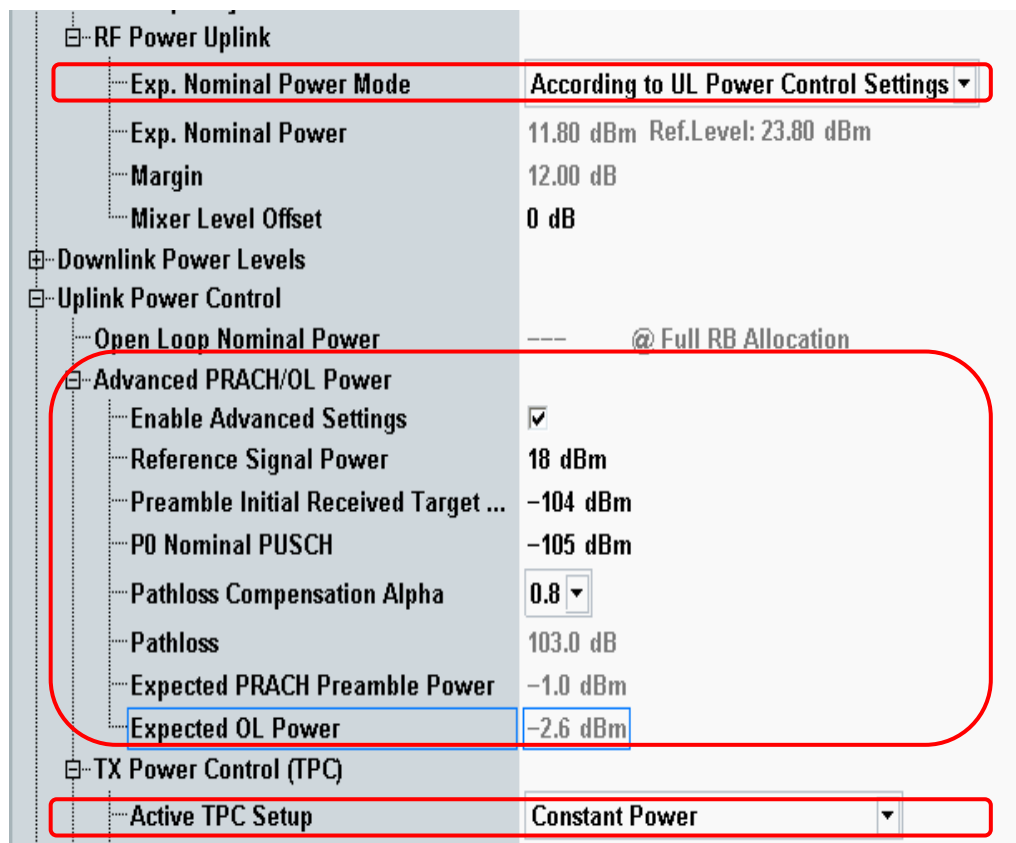


图. 35: 绝对功控容限测试设置

3. 去激活 *Keep RRC Connection* 以使能 RRC 空闲模式。
4. 将终端开机, 等待终端 Attach 到 CMW500 上, 然后按 *Connect* 软键建立连接。
5. 在发射机测量界面获取 Test Point 1 测量结果(如图. 36, 结果为 -5.23 dBm)。



图. 36: Test Point 1 测试结果显示.

- 在 LTE 1 信令界面按 Disconnect 按钮。按照测试点 2 的值修改 *open loop power setting* 参数。其他的设置保持一致。
- 按 Connect 再次建立起连接。
- 在发射机测量界面获取 Test Point 2 测量结果(如图. 37, 结果为 6.07 dBm)。



图. 37: Test Point 2 测试结果显示.

2.10.3 测试要求

两个测试点的测试结果不应超过测量规范 TS 36.521-1, 表 6.3.5.1.5-1 and 6.3.5.1.5-2 中要求的最低门限。

	Channel bandwidth / expected output power (dBm)					
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
普通条件下期望测量功率	-14.8 dBm	-10.8 dBm	-8.6 dBm	-5.6 dBm	-3.9 dBm	-2.6 dBm
功率容限 $f \leq 3.0\text{GHz}$ $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$
极限条件下期望测量功率	-14.8 dBm	-10.8 dBm	-8.6 dBm	-5.6 dBm	-3.9 dBm	-2.6 dBm
功率容限 $f \leq 3.0\text{GHz}$ $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$
注 1: 功率下限不超过sub-clause 6.3.2.3中规定的最小输出功率。						
	Channel bandwidth / expected output power (dBm)					
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
普通条件下期望测量功率	-2.8 dBm	1.2 dBm	3.4 dBm	6.4 dBm	8.2 dBm	9.4 dBm
功率容限 $f \leq 3.0\text{GHz}$ $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$
极限条件下期望测量功率	-2.8 dBm	1.2 dBm	3.4 dBm	6.4 dBm	8.2 dBm	9.4 dBm
功率容限 $f \leq 3.0\text{GHz}$ $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$
注 1: 功率下限不超过sub-clause 6.3.2.3中规定的最小输出功率。						

表 15: 普通条件下绝对功率容限(摘自 TS 36.521-1, 表 s 6.3.5.1.5-1 和 6.3.5.1.5-2).

2.11 功率控制- 相对功率控制容限(TS 36.521, 6.3.5.2)

本测试的目的是为了验证终端由于功率控制比特发送或者RB 变化所引起的相邻子帧相对功率变化的精度。

2.11.1 测试描述

通用的测试条件以及设置，可以参考本文第2.1 章节。本测试项目所需要设置的带宽，频率，参考测量信道以及RB 的详细信息定义在测量规范TS 36.521, 表6.3.5.2.4.1-1 中。

根据测量规范TS 36.521, 表5.4.2.1-1 和表6.3.2.4.1-1 的要求，对于频段7，本测试需要考察5 MHz 和20 MHz 两种带宽配置。每种带宽配置只需要测量中间信道。本测试只在QPSK 调制方式下进行验证。

终端的功率变化可以由功率控制或者RB 变化引起，基于这个原因本测试设计了三种测试场景来验证LTE 终端的相对功率变化情况：

- 功率上升测试(TS 36.521-1, 图 6.3.5.2.4.2-1)
- 功率降低测试(TS 36.521-1, 图 6.3.5.2.4.2-2)
- 功率交替变化测试(TS 36.521-1, 图 6.3.5.2.4.2-5).

根据RB 变化的不同时间点，功率上升测试和功率下降测试又各自定义了三种模式，分别为模式A，模式B，模式C。

2.11.2 测试步骤

按照测量规范 TS 36.508, 附录 A, 图 A3 的描述，将终端同 CMW500 连接。打开 LTE 小区，然后打开 LTE 待测终端，等待终端 attach 到 CMW500 上之后，按 *connect* 软键建立连接，本文将以频段 7，带宽 20MHz 和一个中间信道为例进行测试。

功率上升测试和功率下降测试通用设置：

功率控制的测量是一个瞬变的过程，基于这个原因，功率控制不能处于连续测量的模式下，因此应该将 *Repetition* 设置为 *Single Shot*，并且把 *Statistic Count (Power)* 设置为 1 个子帧。并且将 *No. of Subframes* 设置为 $80(FDD)/100(TDD)$ ，这样我们可以抓到功率变化的所有时间。

对于 TDD 模式，建议将 *Subframe Offset* 设置为 0，将 *No. of Subframes* 设置为 100，将 *MeasureSubframe* 设置为 2。

在测量相对功率控制这个项目的时候，我们建议您关闭其它所有的测量窗口。

在做相对功控测量的时候，应该使用 TPC 触发方式，*LTE Sig1:TPC trigger*。

从 CMW LTE firmware 3.2.50 版本开始，可以支持一键式完成功率上升和功率下降。

当终端在RMC模式下连接以后，在LTE测试界面，选择Signaling Parameters > TPC，如下图所示。

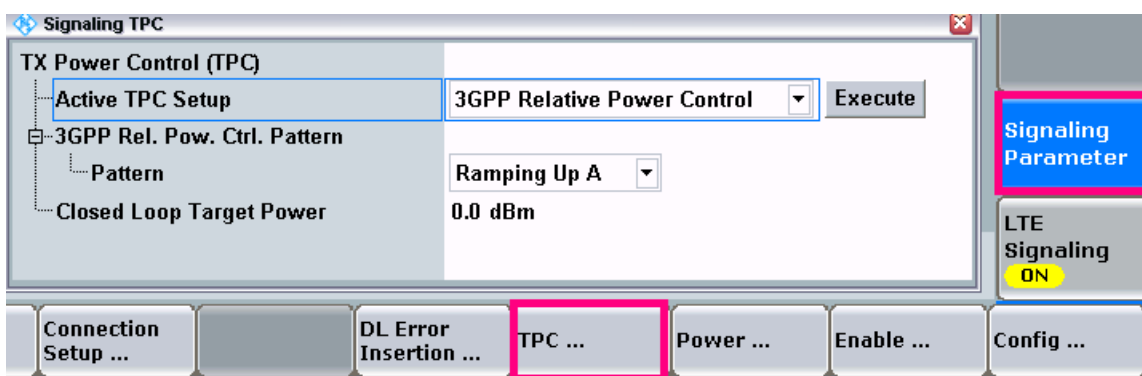


图. 38: 选择 3GPP 相对功率控制测试模式.

功率上升和下降的 测量步骤:

1. 复位 *LTE Signaling*。打开 LTE 小区。依据一般配置设置测量统计数目，重复模式，视图，触发，测量子帧。
2. 打开终端，等待连接。
3. 选择 *Active TPC Setup* 为 *3GPP Relative Power Control* 和需要的 *Pattern* 准备测试。
4. 按 *ON/OFF* 按钮初始化测量。它将等待 TPC 触发。然后按 *Execute* 得到如图. 39 所示的测量轨迹。

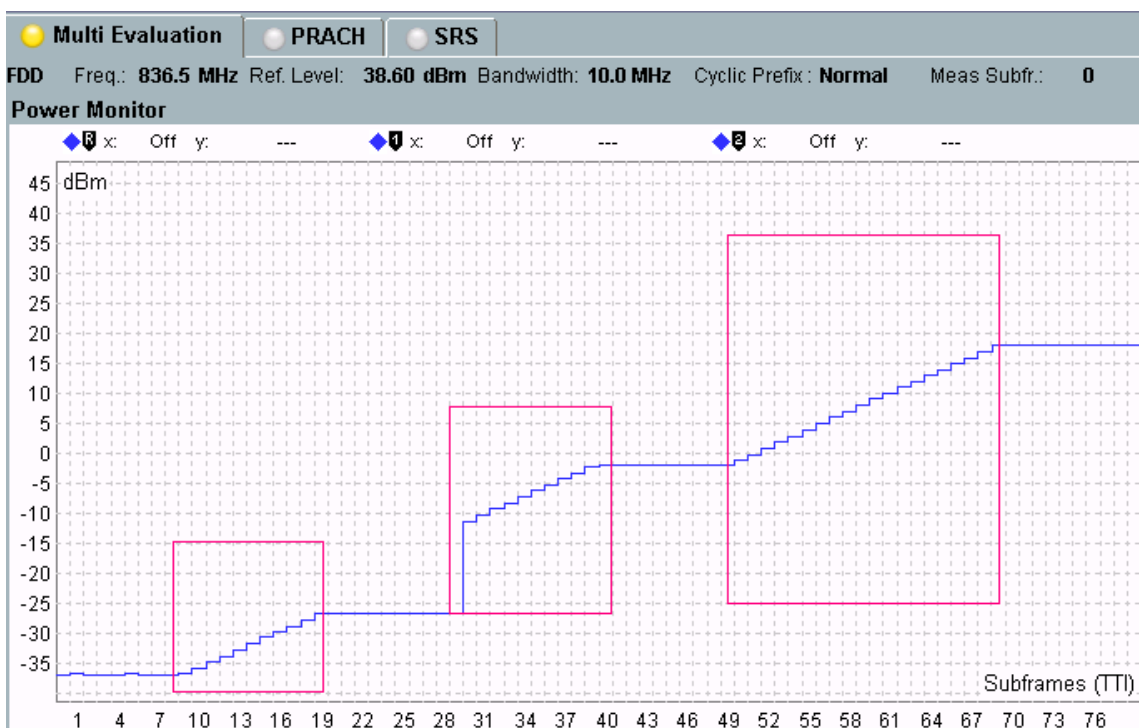


图. 39: FDD 相对功控测试测量结果：功率上升模式 A.

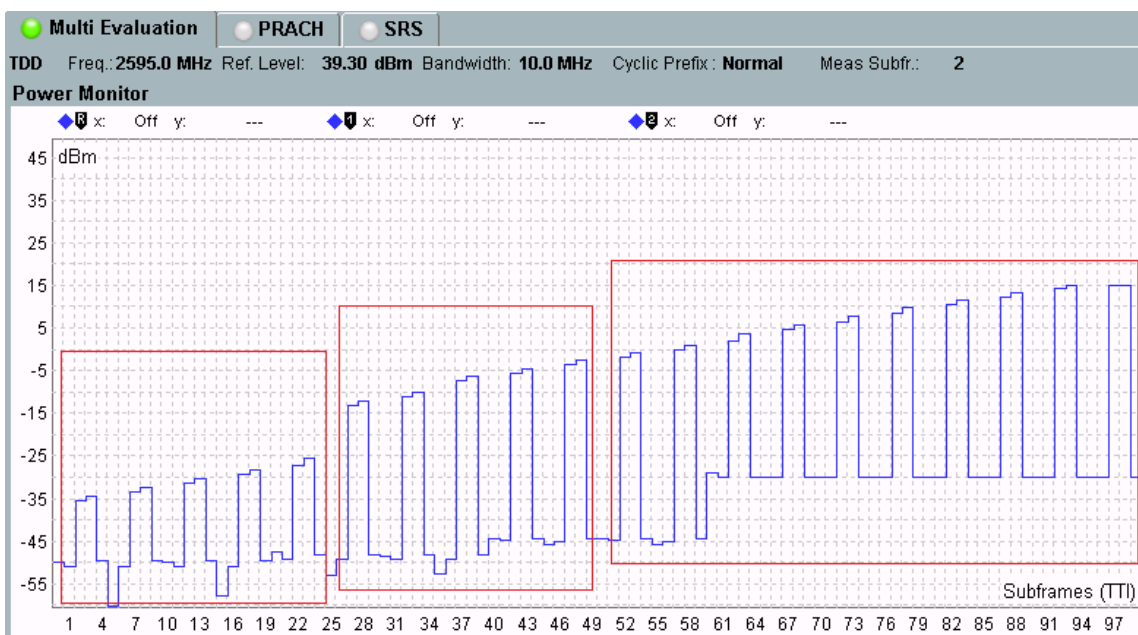


图. 40: TDD 相对功控测试测量结果：功率上升模式 A.

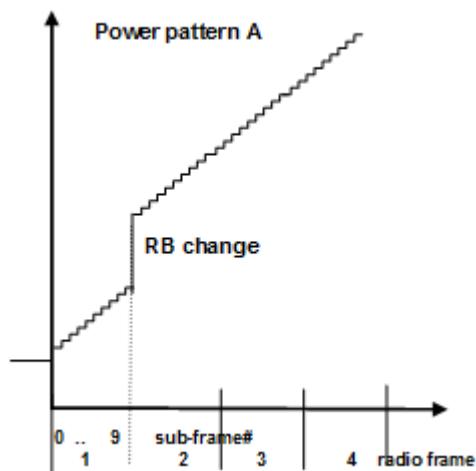


图. 41: 依据 3GPP 的相对功控：功率上升模式 A.

3GPP规范允许阻断功率的变化。阻断长度必须是没有功率变化的无线帧的整数倍(0 dB指令)。R&S CMW插入这样的阻断用来根据变化的期望功率重新配置输入通道。这样我们可以观察图. 39 的例子。

图. 39的详细解释如下：

- Frame 1: 持续的初始目标功率
- Frame 2: 功率上升
- Frame 3: 用于调整输入通道的持续功率
- End of frame 3: RB的分配变化
- Frame 4: 功率上升

- Frame 5: 用于调整输入通道的持续功率
- Frame 6 and 7: 功率上升
- Frame 8: 持续功率

图. 40的详细解释如下:

- Frame 1 and 2: 功率上升
- Frame 3: 功率上升, RB的分配变化
- Frame 4 - 10: 功率上升

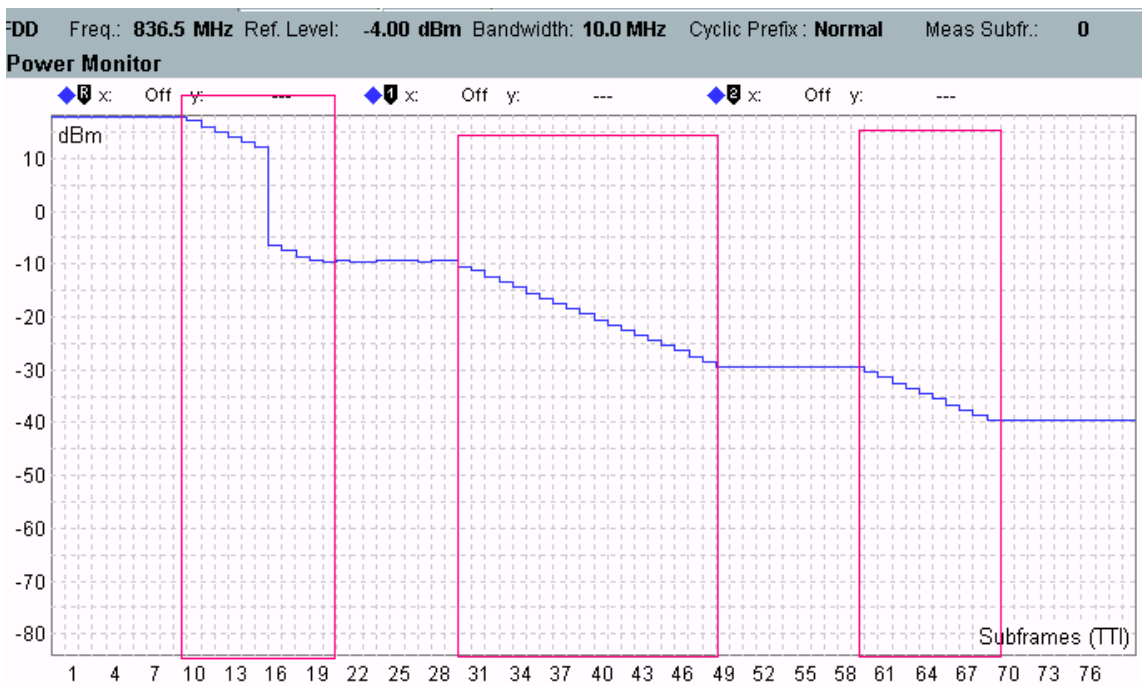


图. 42: FDD 相对功控测试测量结果: 功率下降模式 A.

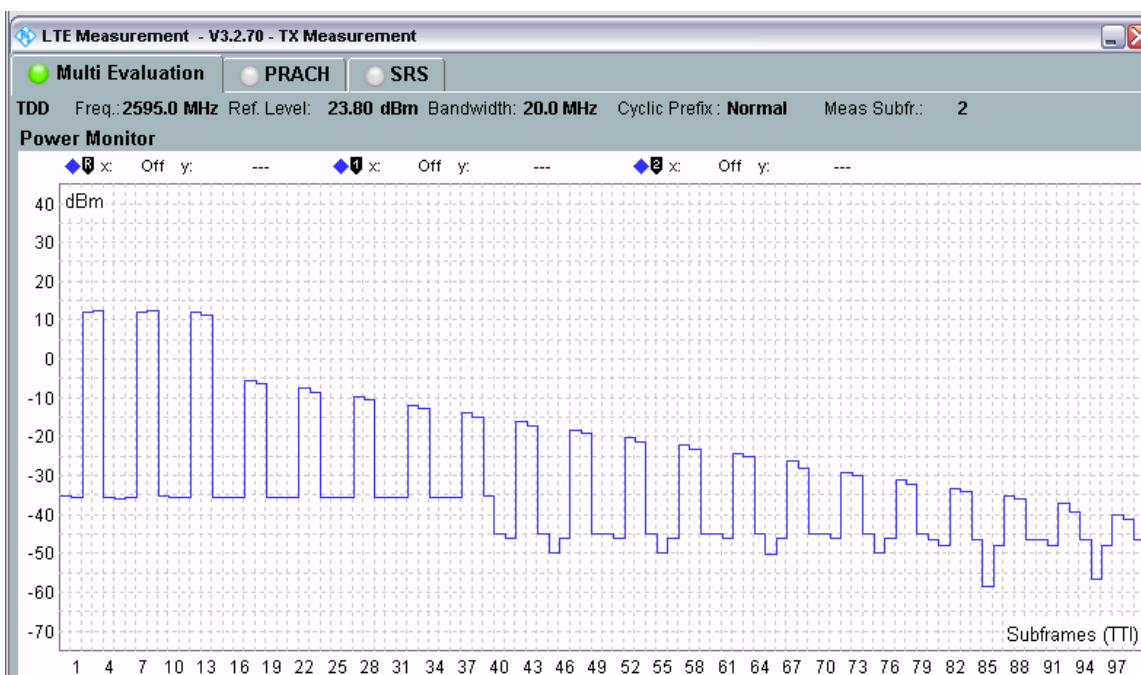


图. 43: TDD 相对功控测试测量结果：功率下降模式 A.

图. 42 的详细解释如下：

- Frame 1: 持续的初始目标功率
- Frame 2: 功率下降，包括RB在子帧6的分配变化
- Frame 3: 用于调整输入通道的持续功率
- Frame 4 and 5: 功率下降
- Frame 6: 用于调整输入通道的持续功率
- Frame 7: 功率下降
- Frame 8: 持续功率

功率交替变化测试步骤：

1. 将 TPC 触发修改为 *LTE Sig1:Frame trigger*，如下设置上行 RMC: *#RB = 1, Modulation = QPSK, Active TPC Setup = Closed Loop, Closed-Loop Target Power = -10 dBm* 保证终端输出功率在 $-10 \text{ dBm} \pm 3.2 \text{ dB}$ 范围内。
2. 将 *Active TPC Pattern* 设置为 *Constant Power*。
3. 在连接界面将 *Scheduling Type* 从 *RMC* 修改为 *User Defined, TTI Based*，然后按 *Edit All* 配置上行 *TTI*，如图. 44 所示：

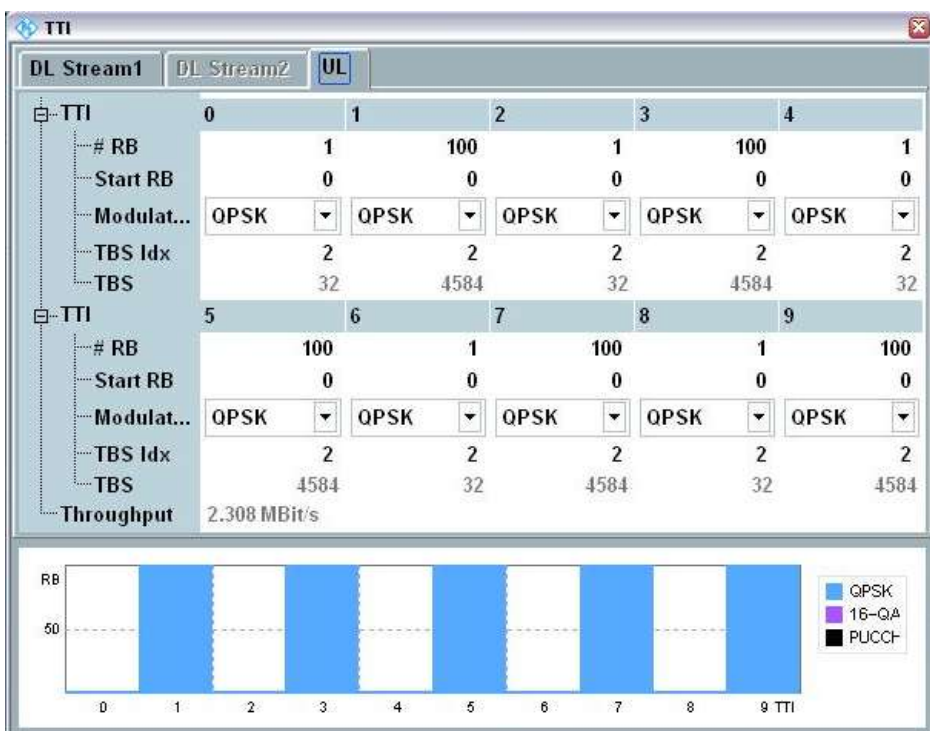


图 44: 功率跳变模式测试 TTI 设置。

- 将 *No. of Subframes* 设置为大于 10 保证一次可以测量得到 10 个测量结果，测量结果可以通过 marker 的功能单独或者可以通过 SCPI 指令一次取得所有点的结果，下面图 45 是 40 个子帧的测量结果。

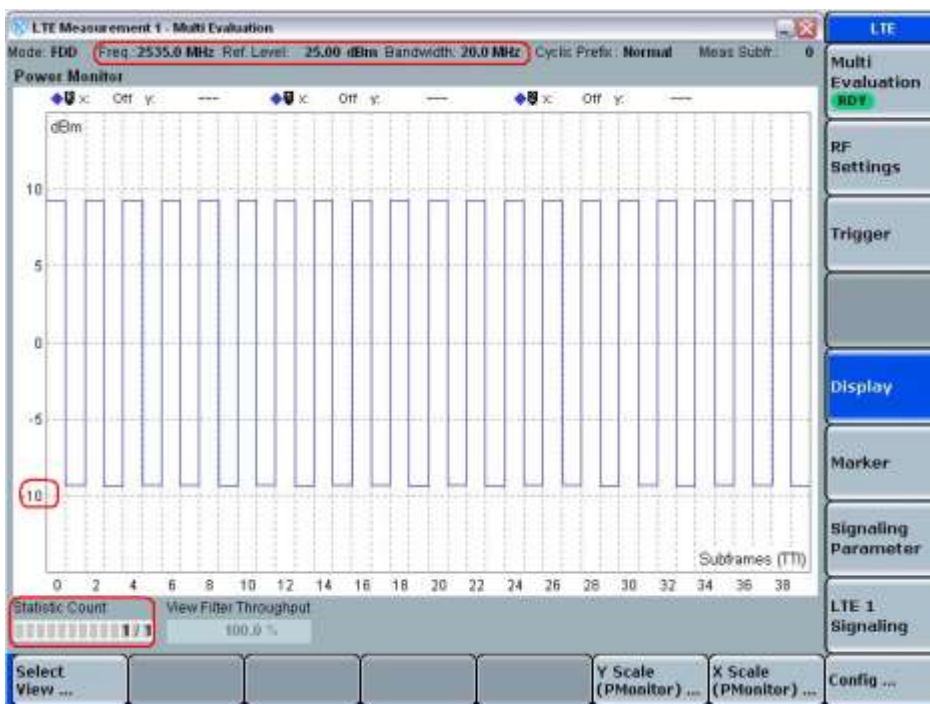


图 45: 40 个子帧的测量结果

2.11.3 测试要求

测量要求定义在TS 36.521-1, 表6.3.5.2.5-1 到6.3.5.2.5-13 中, 这些表格包括了不同带宽, 不同场景的测试定义。

例如当我们测量一个支持频段7 的终端的时候, TS 36.521-1, 表6.3.5.2.5-5, 6.3.5.2.5-6 和6.3.5.2.5-13 定义了5 MHz 带宽配置的测试。TS 36.521-1, 表6.3.5.2.5-11, 6.3.5.2.5-12 和6.3.5.2.5-13 定义了20 MHz 带宽的配置。

根据3GPP 36.521, 功率上升测试和功率下降测试各允许两次例外, 这两次例外的门限可以放得更宽, 在 ± 6.7 dB。但是如果这个例外发生在RB 变化的时候, 那么本测试项也会失败。

2.12 集合功率控制(TS 36.521-1, 6.3.5.3)

本测试的目的是为了验证终端在非连续传输的情况下保持输出功率的能力。在非连续传输的情况下, 功控应该设置为constant, 验证长度应该设置为21ms。

2.12.1 测试描述

通用的测试条件以及设置, 可以参考本文第2.1 章节。本测试项目所需要设置的带宽, 频率, 参考测量信道以及RB 的详细信息定义在测量规范TS 36.521, 表6.3.5.3.4.1-1 和6.3.5.3.4.1-2。

TS 36.521-1, 表6.3.5.3.4.1-1 主要定义了不同带宽的下行RMC 设置和PUCCH 传输格式的设置, 表6.3.5.3.4.1-2 主要定义了不同带宽的上行RMC 的设置。

根据测量规范TS 36.521, 表6.3.5.3.4.1-1 和表6.3.5.3.4.1-2, 对于频段7, 本测试需要在5 MHz和20 MHz 两种带宽配置下进行。每种带宽配置只需要在中间信道测试进行, 本测试的目的是验证PUSCH 信道和PUCCH 信道在TPC=0 的情况保持发射功率的能力。

该测试分为PUCCH 和PUSCH 两个子项目。上行的传输模式如测试规范TS 36.521, 图.6.3.5.3.4.2-1 中所描述。而本章节会用FDD 的终端来进行演示。

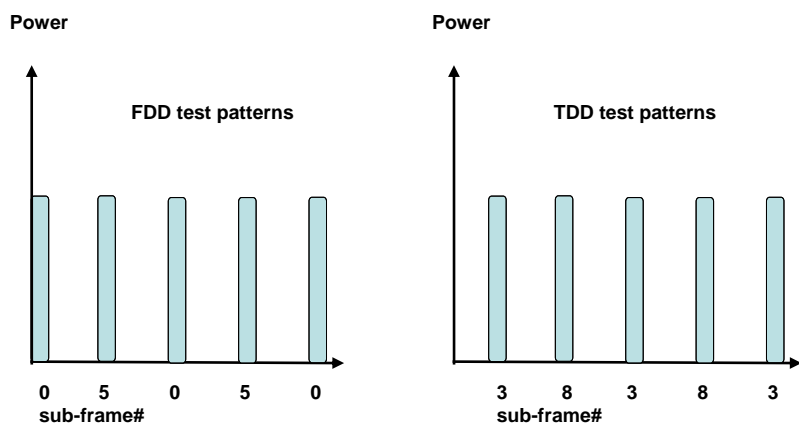


图. 46: FDD 和 TDD 发射模式

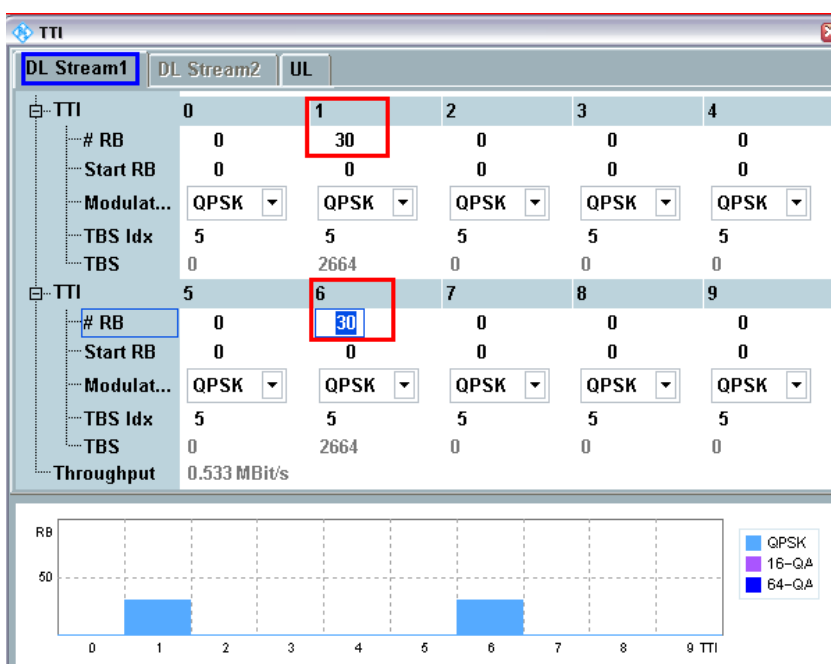
2.12.2 测试步骤

按照测量规范TS 36.508, 附录A, 图A3 的描述, 将终端同CMW500 连接。开启LTE 小区, 然后将终端开机, 等待终端Attach 到CMW500 上后按Connect 软键建立连接。

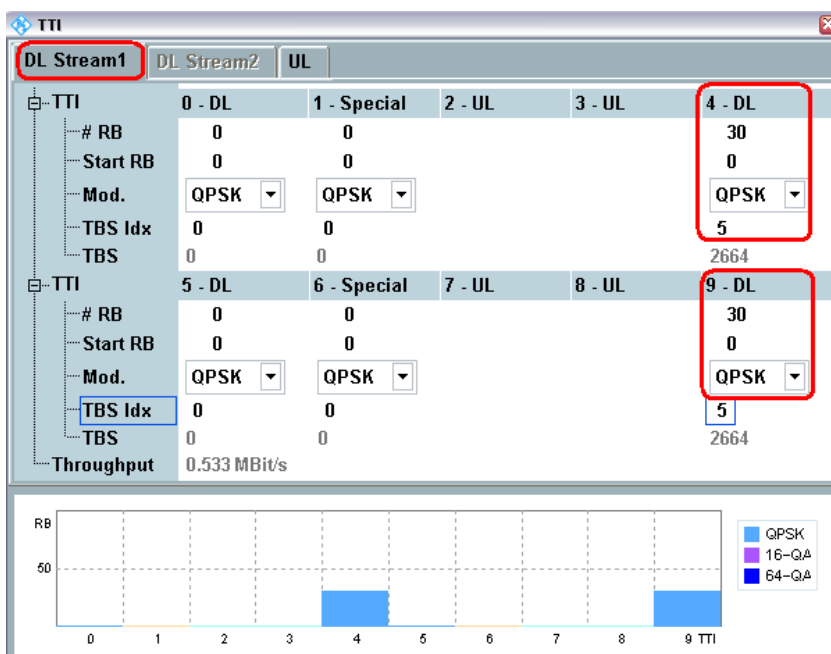
本例将使用频段 7, 20 MHz 带宽和中间信道进行演示。

PUCCH 测试:

1. 将参考电平(Expect power + Margin)设置为 15 dBm。
2. 将下行 RMC 的#RB 设置为 30, PUCCH Format 为 Format 1a。
3. 将 Active TPC Setup 设置为 Closed Loop, 并且将 Closed-Loop Target Power 设置为 0 dBm 确保终端的发射功率在+3.2 dBm /- 3.2 dBm 范围之内。
4. 将 Scheduling Type 设置为 User Defined, TTI Based, 将上行所有子帧的 RB 数量设置为 0, 并且如图. 47 所示设置下行信道。



a) FDD 下行信道设置



b) TDD 下行信道设置

图. 47: PUCCH 测试下行信道设置

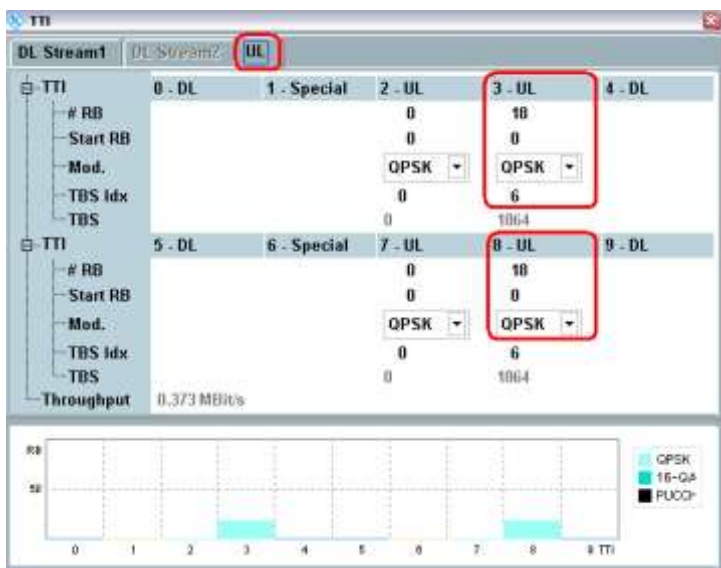
- 在 Power Monitor 界面，设置 *Multi Evaluation > Measurement Subframes > No. of Subframes* 为大于 21。对于 TDD，*Measure Subframe* 值应该设置为 3，并且 *No. of Subframes* 应设置为大于 25。这样就可以测量到如规范中的发射模式(如图. 46)。在本例中，一共测量了 25 个子帧，相邻的两个发射子帧之间有 4 ms 的间隙。因此，我们可以测量到一共 5 个 PUCCH 非连续发射间隔，这些间隙为关断功率发射，没有任何 PUSCH 或者 PUCCH 发射。

PUSCH 测试:

6. 设置上行 RMC's # RB = 18, Modulation = QPSK。
7. 将 Active TPC Setup 设置为 Closed Loop, 并且将 Closed-Loop Target Power 设置为 0 dBm 确保终端的发射功率在+3.2 dBm /- 3.2 dBm 范围之内然后将 Active TPC Setup 设置为 Constant。
8. 将 Scheduling Type 设置为 User Defined, TTI Based, 将下行所有子帧的 RB 数量设置为 0, 如图.48 所示设置上行信道:



a) FDD 模式上行信道设置



b) TDD模式上行信道设置

图. 48: PUSCH 测试上行设置.

9. 在 Power Monitor 界面开始测量, 可以测量到 5 次 PUSCH 发送, 相邻两次 PUSCH 发送之间有 4ms 的间隔。

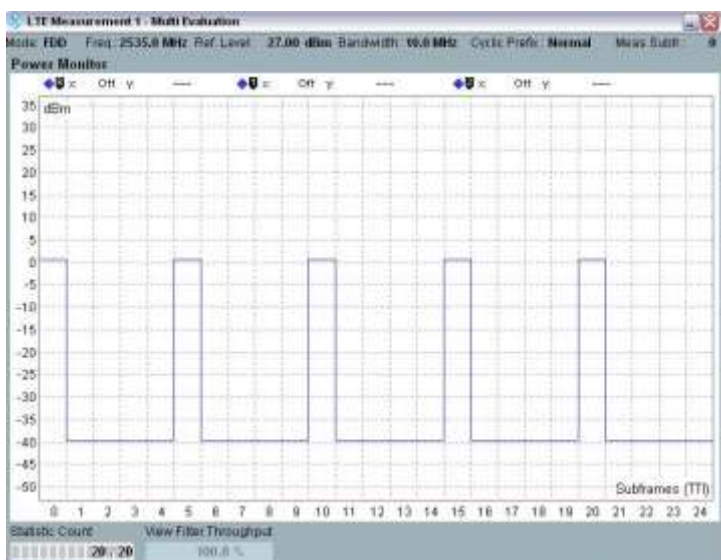


图 49: Power monitor 界面.

10. 使用 *Marker* 功能可以定位出每个子帧的发射功率，五个非连续发送的 PUSCH(或者 PUCCH) 就是我们需要的结果。

2.12.3 测试要求

通过上述测试方法获得的5个不连续发射的PUSCH信道的功率和5个不连续发射的PUCCH信道的功率不应超出规范TS 36.521-1, 表6.3.5.3.5-1 定义的门限。功率测量的长度为1个子帧，不包括功率跳变阶段。

功控命令	上行信道	测量要求
0 dB	PUCCH	第二, 三, 四, 五个非连续发射的PUCCH信道功率应该在第一个非连续发射的PUCCH信道功率的 ± 3.2 dB 范围之内。
0 dB	PUSCH	第二, 三, 四, 五个非连续发射的PUSCH信道功率应该在第一个非连续发射的PUSCH信道功率的 ± 3.2 dB 范围之内。
Note 1: The UE transmission gap is 4 ms. TPC command is transmitted via PDCCH 4 subframes preceding each PUCCH/PUSCH transmission.		

表 16: 功率控制容限(摘自: TS 36.521-1, 表 6.3.5.3.5-1)

2.13 频率误差(TS 36.521, 6.5.1)

本测试为验证待测终端的接收机能够正确估计基站下行载频，并且发射机能够正确的按照一定频率发射上行信号的能力。

2.13.1 测试描述

通用的测试条件以及设置，可以参考本文第2.1 章节。本测试项目所需要设置的带宽，频率，参考测量信道以及RB 的详细信息定义在测量规范TS 36.521, 表6.5.1.4.1-1 中。

根据测量规范TS 36.521, 表5.4.2.1-1 和表6.5.1.4.1-1 ，对于频段7，本测试需要在5 MHz 和20 MHz 两种带宽配置下进行。每种带宽配置都需要在高、中、低三个信道进行，调制方式固定为QPSK，RB 分布为满RB 占用。

2.13.2 测试步骤

按照测量规范TS 36.508, 附录A, 图A3 的描述，将终端同CMW500 连接。开启LTE 小区，然后将终端开机，等待终端Attach 到CMW500 上后按Connect 软键建立连接。

本例将使用频段7，20 MHz 带宽和中间信道进行演示。

1. 如下设置参数： # RB = 100, RB Pos./Start RB = Low, Modulation = QPSK; 将 Active TPC setup 设置为 Max Power 直到终端达到最大发射功率。
2. 在 LTE Multi-evaluation 界面测量得到频率误差(本例中是-2.20 Hz)。

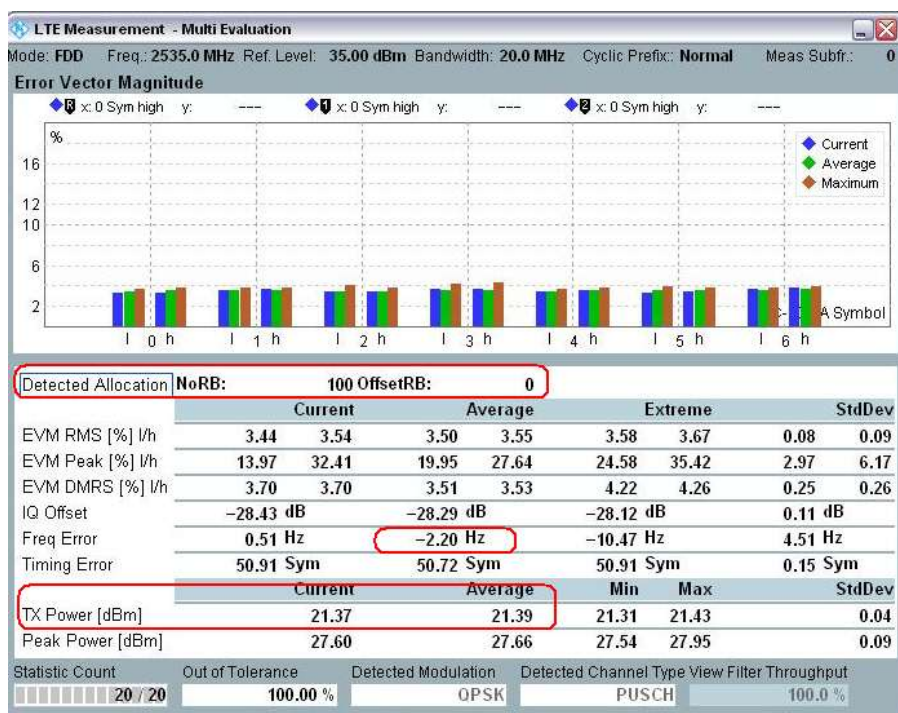


图 50: 频率误差测量结果.

2.13.3 测试要求

20 个频率误差样本 Δf 结果应该满足规范测量要求：

$$|\Delta f| \leq (0.1 \text{ PPM} + 15 \text{ Hz})$$

因此，对于频段7，低信道，频率误差不应超过265 Hz，我们这里提到的频率误差应该为20 个子帧测量结果的平均值。

2.14 误差矢量幅度(TS 36.521-1, 6.5.2.1)

EVM(误差矢量幅度)测量的是参考波形同测量波形的失真。我们把这种差别称为误差矢量。在测量EVM之前，测量波形要先排除掉采样实践偏差和频率误差这两个因素，并且原点偏移的影响也要排除在EVM之外。

2.14.1 测试描述

本测试用例包含了对 PUSCH, PUCCH 和 PRACH 这三种信号的 EVM 测量要求。

对于通用的测试环境和配置，请参考本文章章节2.1 中的描述。测试中需要设置的频段，带宽和参考测量信道以及RB 分配的详细信息请参考测量规范TS 36.521 以及本文表17 中的描述。

待测信号类型	规范TS 36.521中的详细配置
PUSCH	Table 6.5.2.1.4.1-1
PUCCH	Table 6.5.2.1.4.1-2
PRACH	Table 6.5.2.1.4.1-3

表 17: 不同信号类型 EVM 测量配置列表

对于频段7，根据测试规范TS 36.521，表5.4.2.1-1 和表6.5.1.4.1-1 中的要求，本测试需要测量5 MHz 和20 MHz 两种配置。每种带宽配置需要测量低，中，高三个信道。

本测试的目的为了验证PUSCH 信号在QPSK 和16QAM 两种调制方式下，部分RB 和满RB 配置下的发射信号质量。本测试同样测量了PUCCH 信号和PRACH 信号的信号质量。

2.14.2 测试步骤

按照测量规范TS 36.508, 附录A, 图A3 的描述，将终端同CMW500 连接。开启LTE 小区，然后将终端开机，等待终端Attach 到CMW500 上，然后按Connect 软键建立连接。

如图. 7 所示，将 Channel Type 设置为 Auto。

2.14.2.1 PUSCH EVM:

对于TDD-LTE PUSCH EVM测试来说，应该使用设置了EVM的Lagging跳变周期为5μs的第3时隙。这个设置在LTE Multi Evaluation Configuration > Modulation里能够找到，如图. 56：设置跳变

周期。

本测试将使用频段7, 20 MHz 带宽和中间信道进行演示。根据测试规范TS 36.521-1, 表6.5.2.1.4.1-1 的要求去设置RB 数量, RB 位置, 调制方式以及调整终端输出功率。表18 列出了20 MHz 带宽的相应配置。这里我们使用Test Set 2 和Test Set 16 进行演示。

	RB 数量	RB 位置	调制方式	终端输出功率
Test Set 1	18	低	QPSK	P_{UMAX}
Test Set 2	18	高	QPSK	P_{UMAX}
Test Set 3	18	低	QPSK	$-36.8 \pm 3.2 \text{dBm}$
Test Set 4	18	高	QPSK	$-36.8 \pm 3.2 \text{dBm}$
Test Set 5	18	低	16QAM	P_{UMAX}
Test Set 6	18	高	16QAM	P_{UMAX}
Test Set 7	18	低	16QAM	$-36.8 \pm 3.2 \text{dBm}$
Test Set 8	18	高	16QAM	$-36.8 \pm 3.2 \text{dBm}$
Test Set 9	100	低	QPSK	P_{UMAX}
Test Set 10	100	低	QPSK	$-36.8 \pm 3.2 \text{dBm}$
Test Set 11	100	低	16QAM	P_{UMAX}
Test Set 12	100	低	16QAM	$-36.8 \pm 3.2 \text{dBm}$

表 18: PUSCH 信道 EVM 测量配置(低, 中, 高信道).

Test Set 2:

1. 将触发方式设置为 *LTE Sig1:Frame trigger*, 并且如下设置上行 RMC: # RB = 18, RB Pos/Start RB = High, Modulation = QPSK, Active TPC Setup = Max. Power 直到终端输出最大功率。
2. 在 EVM 测试结果界面, 读取 EVM 测试结果如下:

$EVM_{I/h} = 3.05 \% / 3.16 \% , \overline{EVM}_{DMRS} I/h = 3.04 \% / 3.17 \%$

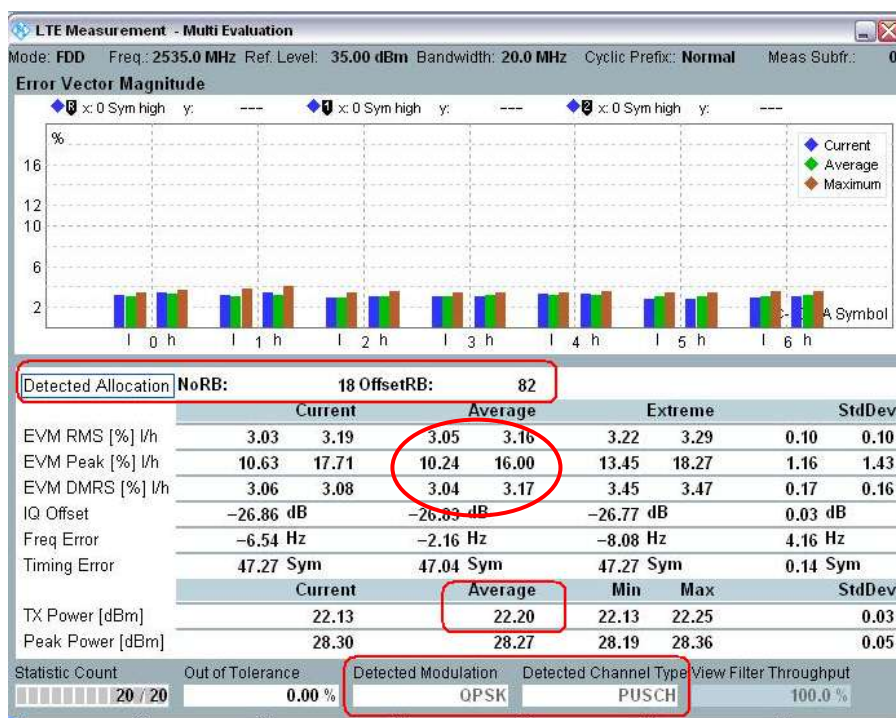


图 51: Test Set 2 的 EVM 测试结果界面。

Test Set 16:

- 如下设置上行 RMC: # RB = 100, RB Pos/Start RB = Low, Modulation = 16QAM, Uplink TPC Pattern = Closed Loop; 将 Closed-Loop Target Power 设置为 -37 dBm, 确保终端输出功率范围在 -40 dBm 与 -33.6 dBm 之间。
- 在 EVM 测试结果界面, 读取 EVM 测试结果如下:

EVM I/h = 2.73 % / 2.79 %, \overline{EVM}_{DMRS} I/h = 2.88 % / 2.95 %

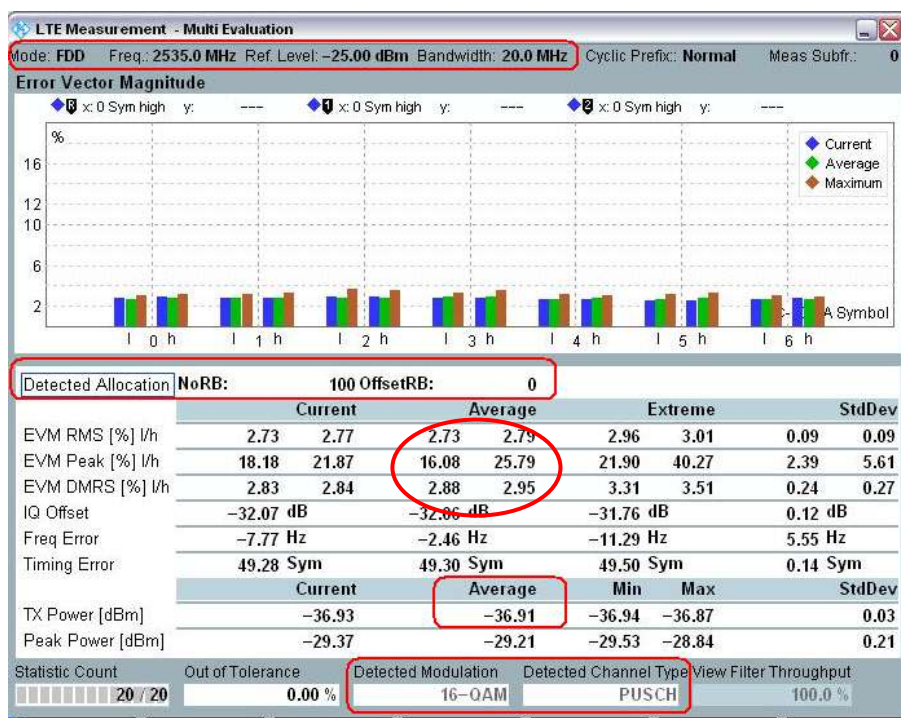


图 52: Test Set 16 的 EVM 测试结果界面。

2.14.2.2 PUCCH EVM:

在 LTE 系统中，终端会在 PUCCH 或 PUSCH 上发射数据。因此，PUCCH 只能在不发射 PUSCH 的时候被激活。对 EVM 测量，可以遵循规范的建议，在有下行 RB 分配时设置 $UL > RMC > RB$ 为 0 让终端发射 PUCCH。

PUCCH 功率控制的设置从 LTE firmware 3.0.50 版本开始与 PUSCH 相同。

	下行资源分配						终端输出功率
	1.4M	3M	5M	10M	15M	20M	PMAX
1	3	4	8	16	25	30	-36.8 ±3.2 dBm
2							

表 19: PUCCH 信道 EVM 测量设置细节。

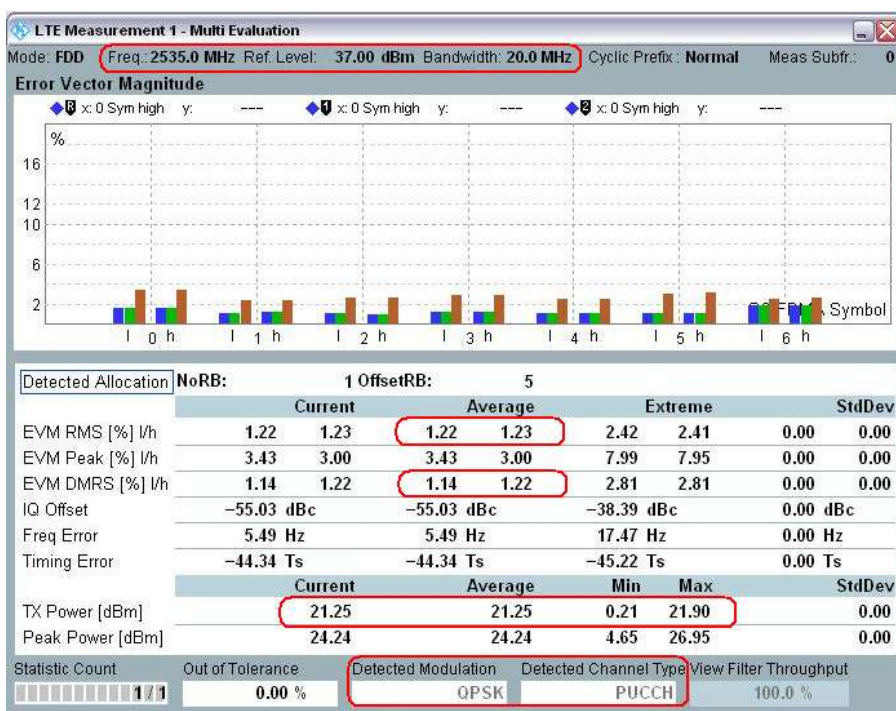


图 53: PUCCH 信道的 EVM 测量结果。

2.14.2.3 PRACH EVM:

	RS EPRE 设置 (FDD/TDD)	PRACH Configuration Index (FDD/TDD)	PreambleInitialReceivedTargetPower	PRACH 期望功率
测试点 1	-71 / -63	4 / 53	-120	-31 dBm
测试点 2	-86 / -78	4 / 53	-90	14 dBm

表 20: PRACH 信道 EVM 测量设置细节。

在 LTE V3.0.50 版本中, *PreambleInitialReceivedTargetPower* 可以在高级功率设置中进行配置。请参考 2.1.6 节。对于其他相关的 PRACH 参数请参考图. 28 : PRACH 时间模板测试相关参数。

根据测量规范, 需要两个 preamble 来完成这项测试。因此, *No Response to Preambles* 应该需要勾选上直到测试完成。

注:

在非高级开环功率下, 对于 FDD, PUSCH 开环功率应该比 PRACH 期望功率高 8dB。对于 TDD, 在 PRACH *Configuration Index* 大于 48 时, 应与 PRACH 期望功率一致。

测试步骤请参考 2.9.1.2 节 PRACH 时间模板测试步骤。



图. 54: PRACH 信道的 EVM 测量结果

2.14.3 测试要求

对于QPSK 和BPSK 两种调制方式，PUSCH 的EVM 和 \overline{EVM}_{DMRS} 不应超过17.5 %，对于16QAM 调制方式，PUSCH 的EVM 不应超过12.5 %。

PUCCH 信道的 EVM 不应超过 17.5 %，PRACH 信道的 EVM 不应超过 17.5 %。

2.15 PUSCH 跳变周期 EVM (TS 36.521-1, 6.5.2.1A)

2.15.1 测试描述

本测试为了验证终端保证输出信号 EVM 最小要求的能力，即使信号处于跳变期间。

2.15.2 测试步骤

对于通用的测试环境和配置，请参考本文章章节2.1 中的描述。测试中需要设置的频段，带宽和参考测量信道以及RB 分配的详细信息请参考测量规范TS 36.521 中表表6.5.2.1A.4.1-1 的要求。本测试项目只需要测量低信道和10 MHz 带宽。

测试参数设置				
信道带宽	下行配置	调制方式	RB占用	
			FDD	TDD
10 MHz	N/A	QPSK	Alternating 12 and 1	Alternating 12 and 1
10 MHz		16 QAM	Alternating 12 and 1	Alternating 12 and 1

表 21: 测试配置(摘自 TS 36.521-1, 表 6.5.2.1A.4.1-1)

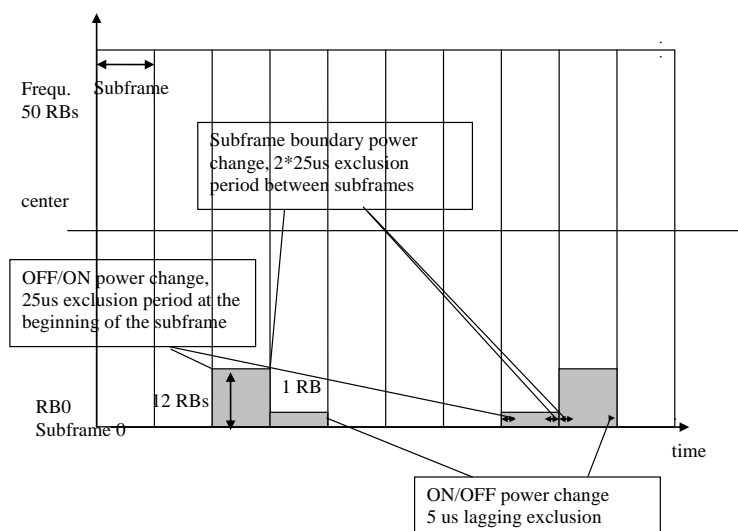


图 55: 测试模式.

可以在如下测量界面 *LTE Multi Evaluation Configuration > Modulation* 配置EVM 跳变时间, 如图.56 所示:

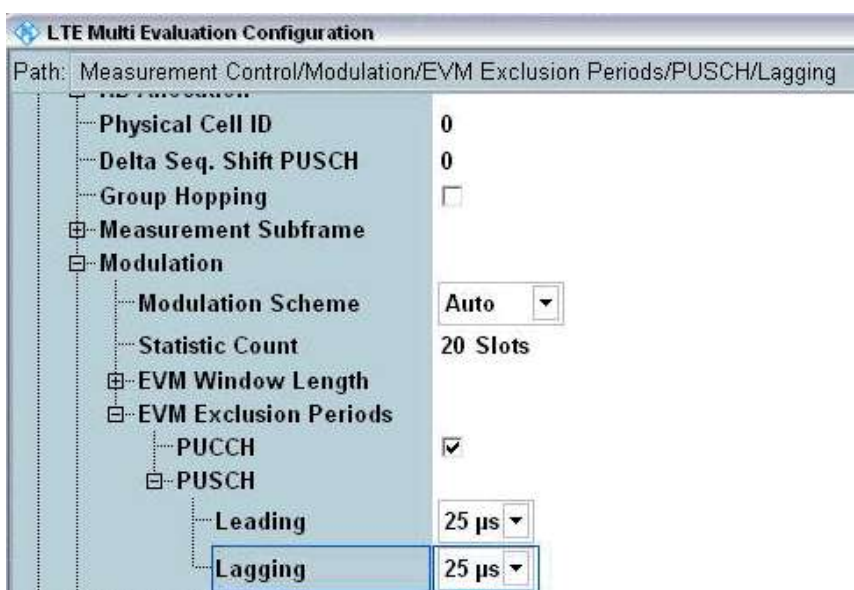


图. 56: 跳变周期设置

Leading 代表在子帧的开始阶段的测量， *Lagging* 代表子帧的结束阶段的测量。

1. 在上行 RMC 中将 RB 设置为 12， 不选择 *Downlink Mac Padding(LTE Signaling >Connection)*， 这样 CMW500 不会发送任何空白数据。
2. 将 *PUSCH Closed-Loop Power* 设置为 0 dBm。
3. 将 *Active TPC Setup* 设置为 *Constant Power*。
4. 将 *Reference Power* 设置为 *Manual*， *Expected Nom. Power* 设置为 0 dBm， *Margin* 设置为 12 dB。
5. 为了实现功率跳变, 需要将信道类型设置为 *User Defined TTI Mode*， 上行时序设置如图.57 所示， 对于 TDD, 上行时序设置同 FDD 相同。

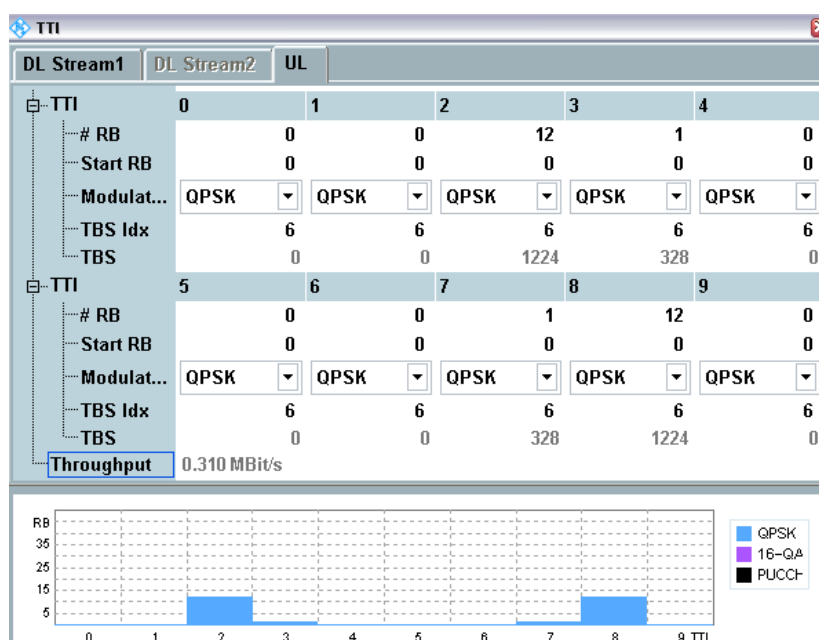


图. 57: UL scheduling for the "PUSCH EVM with exclusion period" test.

6. 为了按照规范获取到测量结果, 需要按照子帧时序来设置跳变时间:

- a. $Subframe = 2, Leading = 25\mu s, Lagging = 25\mu s$
- b. $Subframe = 3, Leading = 25\mu s, Lagging = 5\mu s$
- c. $Subframe = 7, Leading = 25\mu s, Lagging = 25\mu s$
- d. $Subframe = 8, Leading = 25\mu s, Lagging = 5\mu s$

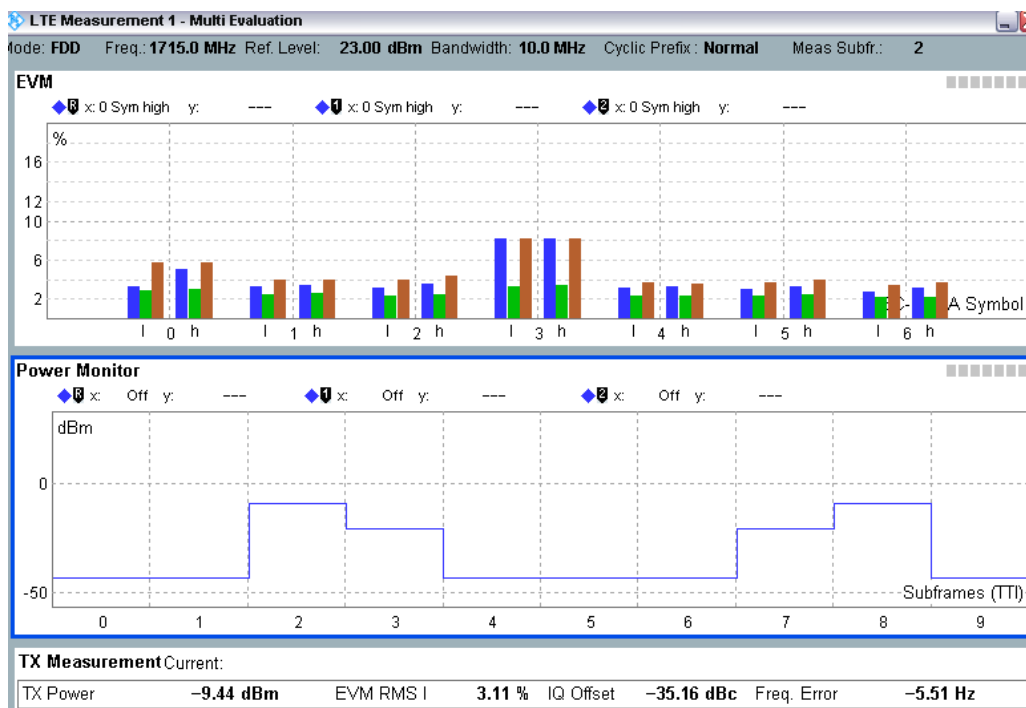


图. 58: “PUSCH 跳变周期 EVM” 测量结果.

注: 为了按照规范的要求获取统计结果, 每个子帧的统计数量需要设置为 4 个子帧。

2.15.3 测试要求

同测量规范 TS 36.521-1, 6.5.2.1 节中的 EVM 测量要求相同。

2.16 载波泄漏(TS 36.521-1, 6.5.2.2)

载波泄漏(I/Q origin offset) 是由直流偏置和互调引起的一种干扰。它的表现形式是频率为载波载频的未调制正弦波信号。这种干扰的幅度几乎是恒定的, 与输入信号幅度无关。I/Q 原点偏移会影响在中心位置的子载波, 特别在这些子载波幅度比较低时, 影响更为严重。载波泄漏测试的测量时长最少为1个时隙。

本测试的目的是为了验证终端在载波泄漏这个方面的发射质量。

2.16.1 测试描述

通用的测试条件以及设置, 可以参考本文第2.1 章节。本测试项目所需要设置的带宽, 频率, 参考

测量信道以及RB 的详细信息定义在测量规范TS 36.521, 表6.5.2.2.4.1-1 中。

对于频段7,根据测试规范TS 36.521, 表5.4.2.1-1 和表6.5.1.4.1-1 的要求, 本测试需要在5 MHz和 20 MHz 两种带宽条件下测量。对于每种带宽配置需要测量低、中、高三个信道。本测试的目的是为了验证QPSK 调制, 部分RB 占用(高、低两种位置)下的终端发射信号质量。

2.16.2 测试步骤

按照测量规范TS 36.508, 附录A, 图A3 的描述, 将终端同CMW500 连接。开启LTE 小区, 然后将终端开机, 等待终端Attach 到CMW500 上, 然后按Connect 软键建立连接。

本例将采用频段7, 20 MHz 带宽和中间信道为例进行演示, RMC 和RB 位置根据测量规范。TS 36.521-1, 表6.5.2.2.4.1-1 来进行设置, 终端输出功率条件列在表22 中, 本例使用Test set 1来进行演示。

	RB 数量	RB 位置	调制方式	终端输出功率
Test Set 1	18	低	QPSK	3.2±3.2 dBm
Test Set 2	18	高	QPSK	3.2±3.2 dBm
Test Set 3	18	低	QPSK	-26.8±3.2 dBm
Test Set 4	18	高	QPSK	-26.8±3.2 dBm
Test Set 5	18	低	QPSK	-36.8±3.2 dBm
Test Set 6	18	高	QPSK	-36.8±3.2 dBm

表 22: 载波泄漏测量配置

Test Set 1:

1. 按如下设置上行 RMC: #RB = 18, RB Pos/Start RB = Low, Modulation = QPSK。
2. 将 Active TPC Setup 设置为 Closed Loop, 并且将 Closed-Loop Target Power 设置为 3 dBm, 保证终端输出功率在 0 dBm 到 6.4 dBm 范围内。
3. 在 EVM 测量界面读取 IQ offset 测量结果(本例中为-28.05 dB)。

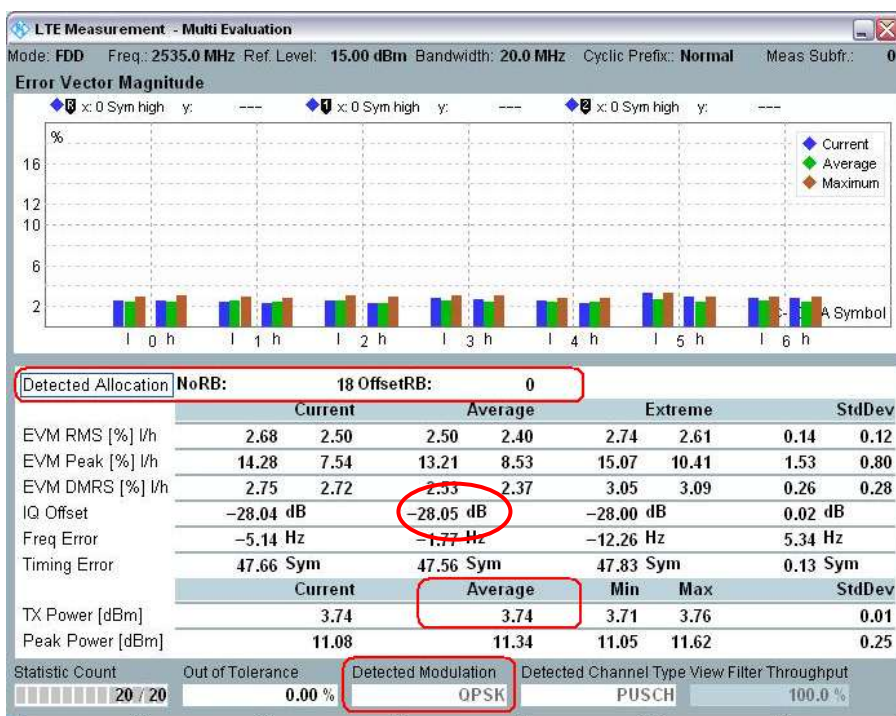


图. 59: EVM 测量结果显示界面.

2.16.3 测试要求

20 个采样的 IQ offset 的测量结果任何一个都不能超过测量规范 TS 36.521-1, 表 6.5.2.2.5-1 中对于不同输出功率的要求。

载波泄漏	输出功率		相对门限 (dBc)
	3.2 dBm \pm 3.2 dB		-24.2
	-26.8 dBm \pm 3.2 dB		-19.2
	-36.8 dBm \pm 3.2 dB		-9.2

表 23: 载波泄漏的测试要求(摘自: TS 36.521-1, 表 6.5.2.2.5-1).

2.17 未分配资源块带内杂散(TS 36.521-1, 6.5.2.3)

带内杂散是衡量分配业务资源块落在未分配业务的载波上的杂散。

带内杂散值定义为 12 个子载波的平均值, 并且从分配 RB 的边缘开始计算。带内杂散的计算是未分配的资源块功率同终端输出功率的比值。带内杂散的基本测量长度为一个时隙。当 PUSCH 或者 PUCCH 由于 SRS 复用而长度降低的时候, 带内杂散的测量长度也可以减少为一个 SC-FDMA 符号。

2.17.1 测试描述

本测试包含两类测试。一类是测量PUSCH信道的杂散，另外一类是测量PUCCH信道的带内杂散。

通用的测试条件以及设置，可以参考本文第2.1章节。本测试项目所需要设置的带宽，频率，参考测量信道以及RB的详细信息定义在测量规范TS 36.521, 表6.5.2.3.4.1-1中。

图. 60 描述了需要测试的三个杂散部分: 通用部分，直流部分和IQ 镜像部分。这三个部分都要满足规范对于带内杂散的要求。

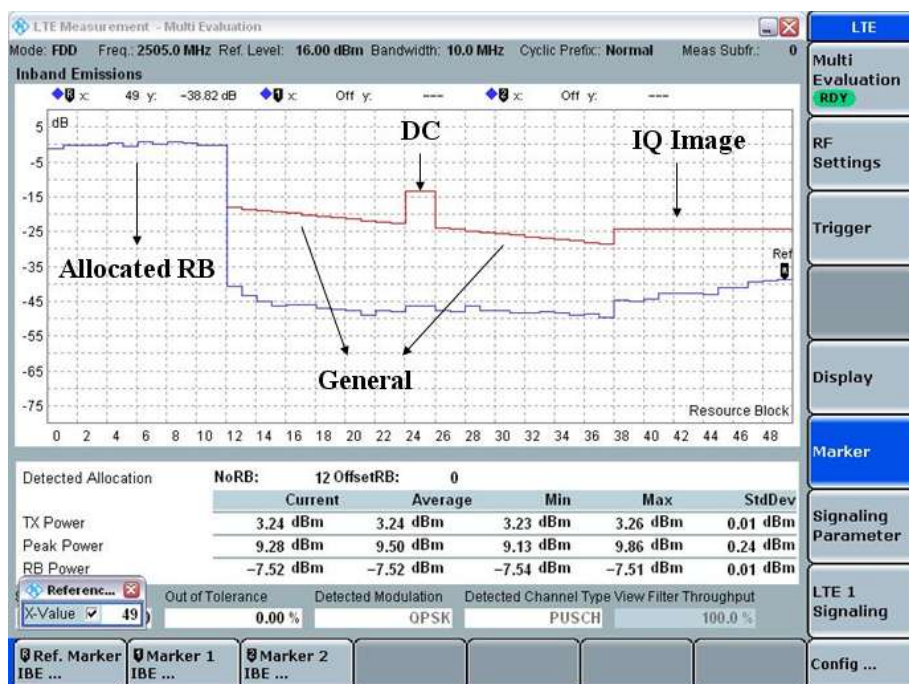


图. 60: “未分配资源块”带内杂散的三个组成部分。

本节我们将采用频段7的终端进行演示，根据测量规范TS 36.521, 表5.4.2.1-1, 表6.5.1.4.1-1中的要求，带内杂散需要测量5 MHz 和20 MHz 两种带宽配置，每种带宽配置需要在低、中、高三个信道分别测试。本节将使用频段7, 20MHz 带宽，中间信道进行演示。本测试将在QPSK 调制和部分RB 占用的情况下，验证终端在三种输出功率下的带内杂散情况。

2.17.2 测试步骤

2.17.2.1 PUSCH 带内杂散测量

本节将以频段7, 20 MHz 带宽和低信道为例。表24 根据TS 36.521-1, 表6.5.2.3.4.1-1 列出了RMC和RB 位置，并且也列出了终端的输出功率要求， 本例以Test Set 1 和Test Set 2 为例进行演示。

	RB 数量	RB 位置	调制方式	终端输出功率
Test Set 1	18	低	QPSK	3.2 ± 3.2 dBm
Test Set 2	18	高	QPSK	3.2 ± 3.2 dBm
Test Set 3	18	低	QPSK	-26.8 ± 3.2 dBm
Test Set 4	18	高	QPSK	-26.8 ± 3.2 dBm
Test Set 5	18	低	QPSK	-36.8 ± 3.2 dBm
Test Set 6	18	高	QPSK	-36.8 ± 3.2 dBm

表 24: PUSCH 带内杂散测试配置.

Test Set 1:

1. 如下设置参数: #RB = 18, RB Pos/Start RB = Low, Modulation = QPSK。
2. 将 Active TPC Setup 设置为 Closed Loop, 并且将 Closed-Loop Target Power 设置为 3 dBm, 保证终端的输出功率在 0 dBm 到 6.4 dBm 范围之内。
3. 在 Inband Emissions 测量界面读取带内杂散测量结果, 如图. 61 所示:

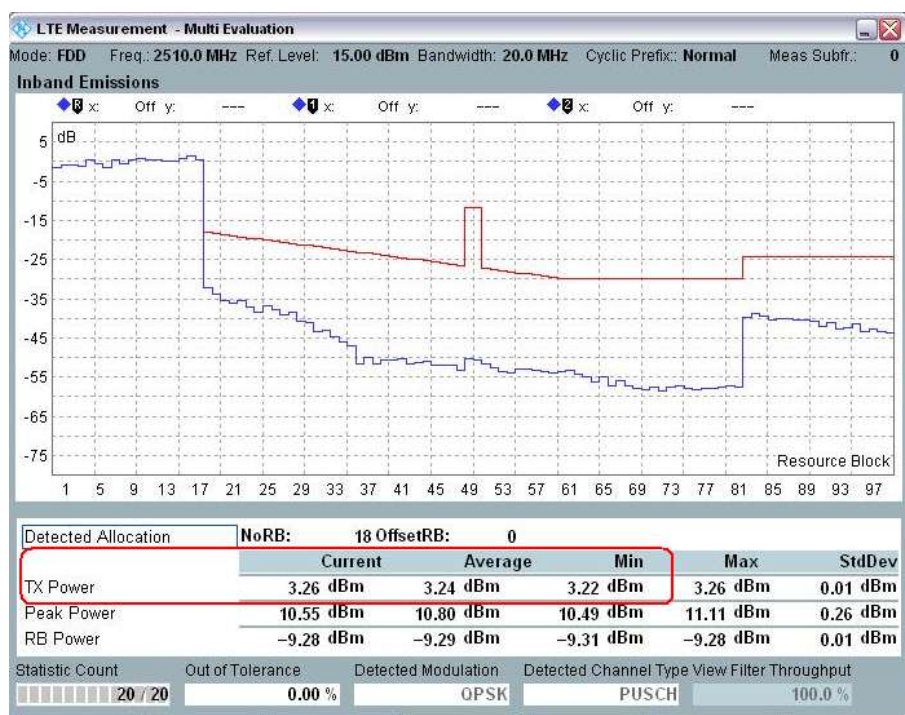


图. 61: Test Set 1 带内杂散测量结果.

Test Set 2:

1. 如下设置参数: #RB = 18, RB Pos/Start RB = High, Modulation = QPSK。
2. 将 Active TPC Setup 设置为 Closed Loop, 并且 Closed-Loop Target Power 设置为 3 dBm 以保证终端的输出功率在 0 dBm 到 6.4 dBm 范围之内。
3. 在 Inband Emissions 测量界面读取带内杂散测量结果, 如图. 62 所示:

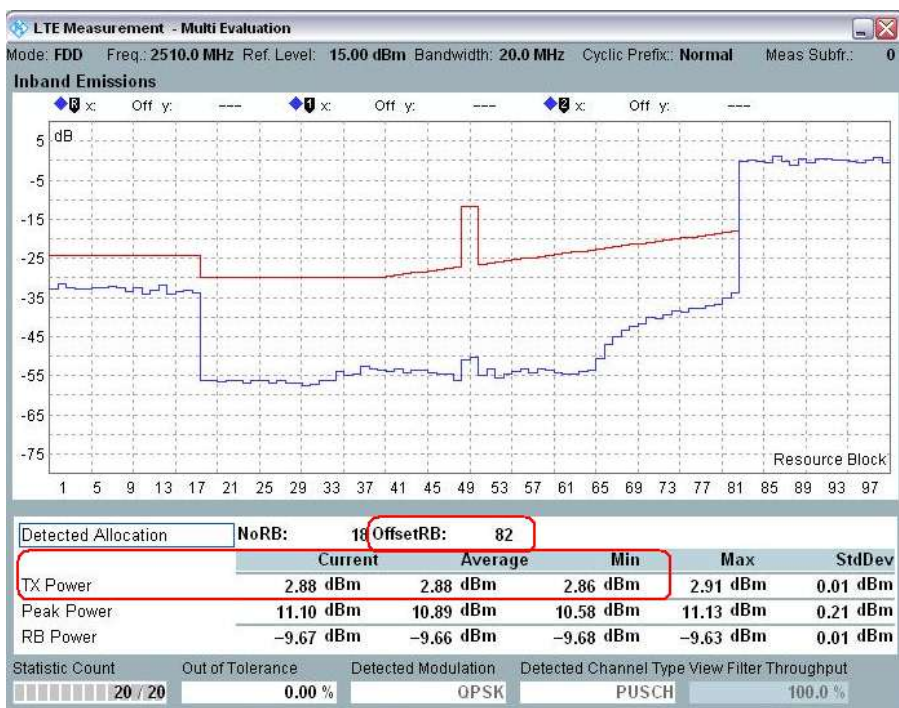


图. 62: Test Set 2 带内杂散测量结果.

对于所有的6个测试条目, 未分配区域的RB输出功率(蓝色)不能超过限制线的要求(红色)。并且通过远程指令也可以获得这两条曲线的差值。

2.17.2.2 PUCCH 带内杂散测量

该项测量的设置同章节6.5.2.1 PUCCH EVM测量中的设置一样。PUCCH信号三个上行功率点同PUSCH 带内杂散测量的三个功率点一致。

图. 63以20 MHz 和PUCCH 闭环功控设置为3.2 dBm为例进行演示。

注意: PUCCH测量时参考电平的设置应该手动调整到适应PUCCH功率的范围内。

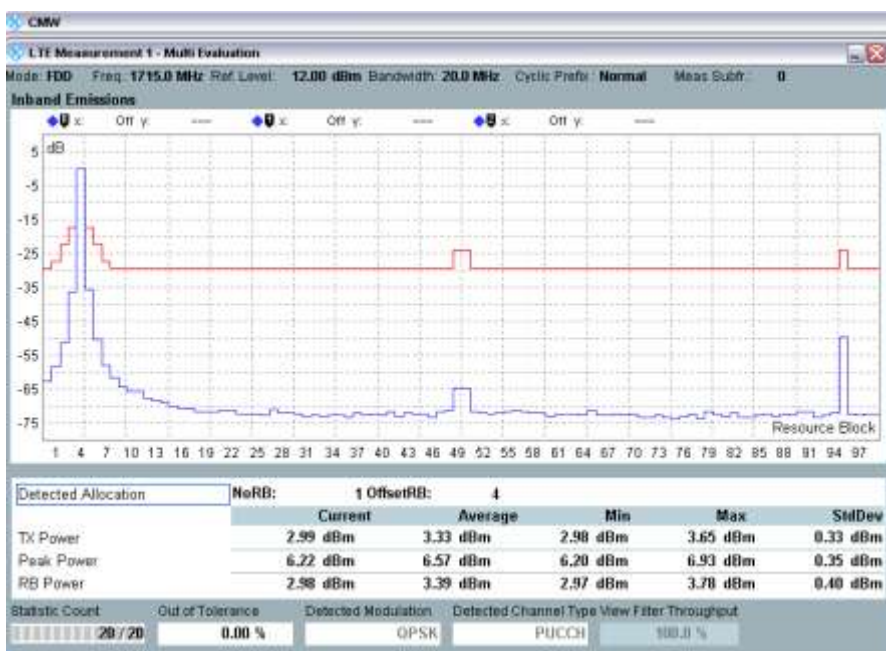


图. 63: PUCCH 带内杂散测量结果

2.17.3 测试要求

测量结果不应超过测量规范 TS 36.521-1, 表 6.5.2.3.5-1 定义的门限值。

2.18 EVM 均衡器频谱平坦度(TS 36.521, 6.5.2.4)

EVM 均衡器频谱平坦度是在 EVM 测量的过程中, 均衡器系数以 dB 为单位的波动情况。

2.18.1 测试描述

在测量规范 TS 36.521, 9.0 版本之后, 本测试增加了两个新的测试项目。因此 CMW500 也更新了两个新增的测量结果。

在做本测试之前, 首先要做的就是确定我们的测量区域。本测量项目定义了两种测量条件: normal 条件和 extreme 条件。一般我们采用的是 normal 条件。

在 normal 条件下, 测量区域被分为两个区域(Range 1 and Range 2)。这两个区域定义在 TS 36.521-1, 表 6.5.2.4.5-1 中, 规范 TS 36.521-1, 图 6.5.2.4.5-1 也描绘了该区域的定义。

本测试中, 通常使用两组或者 4 组测量结果(取决于发射频带的位置) 来衡量 LTE 终端的性能, 他们分别是:

1. $\text{Max}(\text{Range1}) - \text{Min}(\text{Range1}) / \text{Ripple 1}$
2. $\text{Max}(\text{Range2}) - \text{Min}(\text{Range2}) / \text{Ripple 2}$

3. $\text{Max}(\text{Range1}) - \text{Min}(\text{Range2})$
4. $\text{Max}(\text{Range2}) - \text{Min}(\text{Range1})$

通用的测试条件以及设置，可以参考本文第2.1 章节。本测试项目所需要设置的带宽，频率，参考测量信道以及RB 的详细信息定义在测量规范TS 36.521, 表6.5.2.4.4.1-1 中。

根据TS 36.521, 表5.4.2.1-1 和表6.5.1.4.1-1 的要求，频段7 需要测试5 MHz 和20 MHz 两种带宽配置。每种带宽配置需要测量低、中、高三个信道。本测试需要在上行RMC 为满RB 配置，QPSK 调制方式，发射最大功率的条件下验证终端的性能。

2.18.2 测试步骤

按照测量规范TS 36.508, 附录A, 图A3 的描述，将终端同CMW500 连接。开启LTE 小区，然后将终端开机，等待终端Attach 到CMW500 上，然后按Connect 软键建立连接。

本节将以频段7， 20 MHz 带宽，低信道和中间信道为例进行演示，基于低信道和高信道测试range 会有区别，因此测试结果也会不同。

1. 将 *Downlink Channel* 设置为 2505 MHz, #RB 设置为 100, RB Pos 设置为 Low, 并且将 *Modulation* 设置为 QPSK。
2. 将 *Active TPC setup* 设置为 Max. Power，直到终端发射最大功率。
3. 从测量界面读取测量结果，如图. 64 所示。

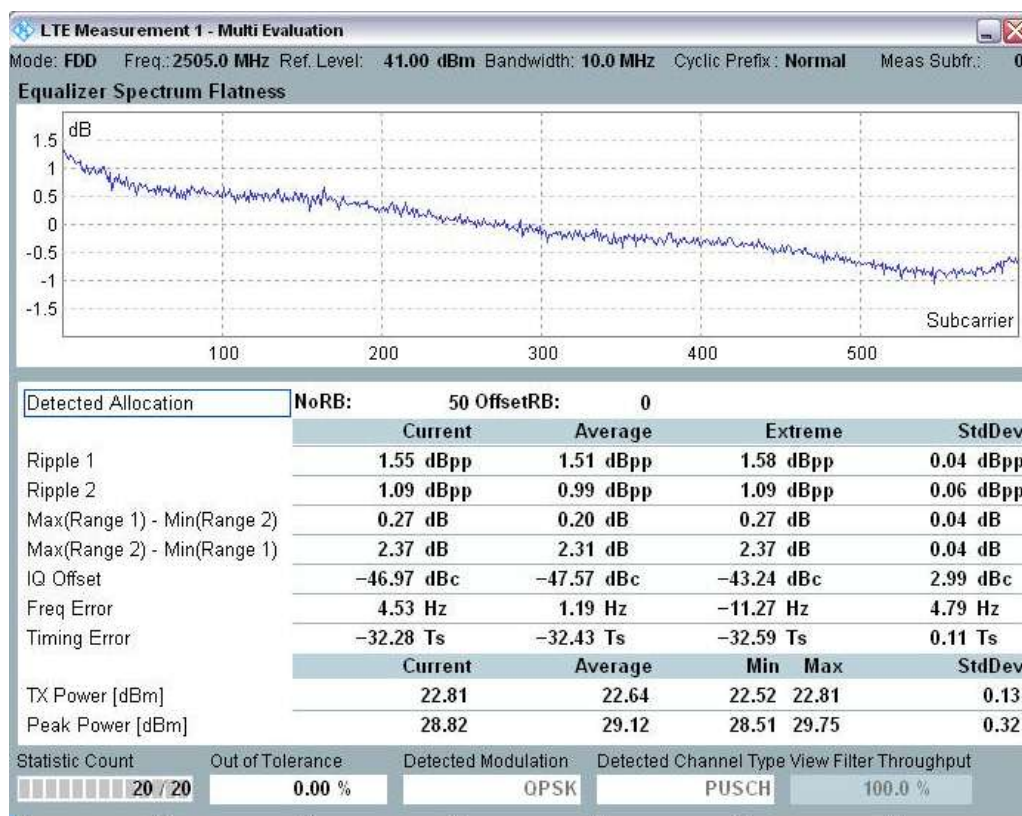


图. 64: 例 1: 低信道，发射带宽包含 Range 1 和 Range 2.

4. 将 *Downlink Channel* 设置为 2535 MHz, #RB 设置为 100, RB Pos 设置为 Low, 并且将 *Modulation* 设置为 QPSK。
5. 将 *Active TPC setup* 设置为 Max. Power, 直到终端发射最大功率。
6. 从测量界面读取测量结果, 如图. 65 所示。

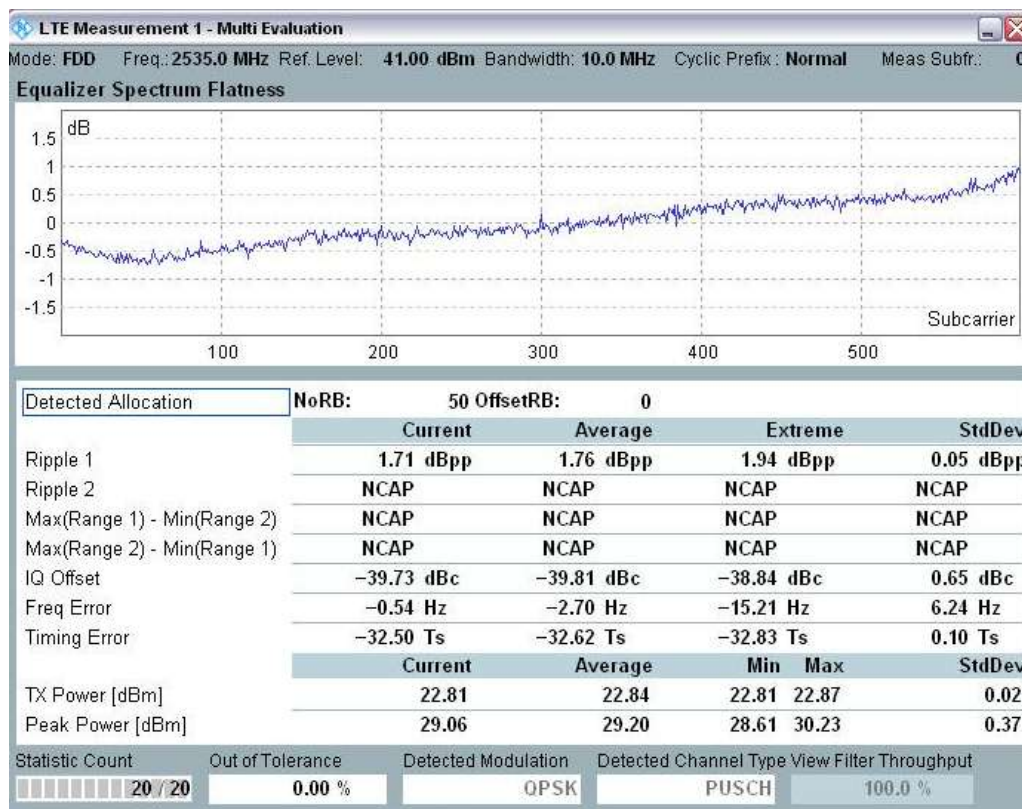


图. 65:例 2: 中间信道, 发射带宽仅包含 Range 1.

2.18.3 测试要求

本测试要求如表 25 所示:

频率范围	最大波动 [dB]
$F_{UL_Meas} - F_{UL_Low} \geq 3 \text{ MHz}$ and $F_{UL_High} - F_{UL_Meas} \geq 3 \text{ MHz}$ (Range 1)	5.4 (p-p)
$F_{UL_Meas} - F_{UL_Low} < 3 \text{ MHz}$ or $F_{UL_High} - F_{UL_Meas} < 3 \text{ MHz}$ (Range 2)	9.4 (p-p)
Note 1: F_{UL_Meas} refers to the subcarrier frequency for which the equalizer coefficient is evaluated	
Note 2: F_{UL_Low} and F_{UL_High} refer to each E-UTRA frequency band specified in TS 36.521-1, Table 5.2-1	

表 25: 一般条件下 EVM 均衡器频谱平坦度测试要求(摘自. TS 36.521-1, 表 6.5.2.4.5-1)

2.19 占用带宽(TS 36.521, 6.6.1)

占用带宽是测量终端发射总功率的99 %时所需要占用的带宽。对于所有的带宽配置, 终端的占用

带宽都需要小于系统的信道带宽。

2.19.1 测试描述

通用的测试条件以及设置，可以参考本文第2.1 章节。本测试项目所需要设置的带宽，频率，参考测量信道以及RB 的详细信息定义在测量规范TS 36.521, 表6.6.1.4.1-1 中。

对于频段7，根据测试规范TS 36.521, 表5.4.2.1-1 和6.6.1.4.1-1 的要求，本测试需要测试5 MHz, 10 MHz, 15 MHz 和20 MHz 四种带宽配置。本测试的目的是验证终端在QPSK调制方式，满RB发射的情况下占用带宽的性能。

2.19.2 测试步骤

按照测量规范TS 36.508, 附录A, 图A3 的描述，将终端同CMW500 连接。开启LTE 小区，然后将终端开机，等待终端Attach 到CMW500 上，然后按Connect 软键建立连接。

本节以频段7，20 MHz 带宽和中间信道为例：

1. 如下设置参数：#RB = 100, RB Pos/Start RB = Low, Modulation = QPSK。
2. 将 Active TPC Setup 设置为 Max Power 直到终端以最大功率发射。
3. 在下图中读取占用带宽测试结果(如图. 66，本例中为 16.928 MHz)。

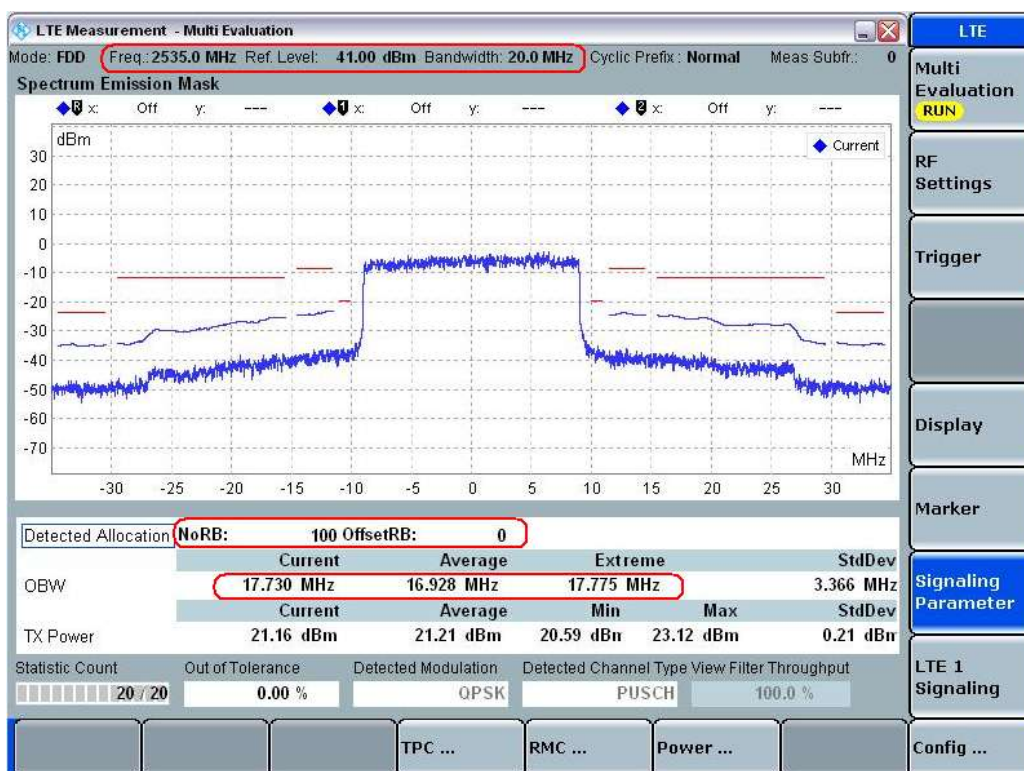


图. 66: 占用带宽测量结果(OBW).

2.19.3 测试要求

占用带宽测量结果不应超出测试规范 TS 36.521-1, 表 6.6.1.5-1 中的要求。(本文为表 26).

	占用带宽/ 信道带宽					
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
信道带宽[MHz]	1.4	3	5	10	15	20

表 26: 占用带宽(摘自: TS 36.521-1, 表 6.6.1.5-1).

2.20 频谱发射模板(TS 36.521, 6.6.2.1)

带外杂散是落在通信载波之外的干扰杂散, 通常源于信号调制过程和发射机的非线性, 但是这不包括杂散发射。

邻信道泄漏功率和频谱发射模板是带外杂散测试的不同层面, 两者从不同的角度来验证终端的带外杂散性能: 频谱发射模板是逐点的验证终端的带外杂散性能(RBW), 而ACLR 则是对于带外杂散性能的积分结果验证(积分范围等于信道带宽)。

2.20.1 测试描述

通用的测试条件以及设置, 可以参考本文第2.1 章节。本测试项目所需要设置的带宽, 频率, 参考测量信道以及RB 的详细信息定义在测量规范TS 36.521, 表6.6.2.1.4.1-1 中。

根据测量规范TS 36.521, 表5.4.2.1-1 和表6.6.2.1.4.1-1 的要求, 对于频段7, 本测试需要在5 MHz, 10 MHz 和20 MHz 三种带宽配置下进行测试, 每种带宽配置需要在高、中、低三个信道测试。本测试的目的是验证发射信号在QPSK 和16QAM 两种调制方式, 部分RB 和满RB 下的性能验证。同样的, 不同的RB位置也要考虑。

2.20.2 测试步骤

按照测量规范TS 36.508, 附录A, 图A3 的描述, 将终端同CMW500 连接。开启LTE 小区, 然后将终端开机, 等待终端Attach 到CMW500 上, 然后按*Connect* 软键建立连接。

本例将使用频段7, 20 MHz 带宽和中间信道进行演示。参考测量信道, RB 位置的设置定义在TS 36.521-1, 表6.6.2.1.4.1-1 中。表27 列出了20MHz 带宽的测试参数设置。本节将使用Test Set 1 和 Test Set 6 进行演示。

图. 65 中用红框标注的部分是本测试的重要设置参数。

	RB 数量	RB 位置	调制方式	终端输出功率
Test Set 1	18	高	QPSK	P_{UMAX}
Test Set 2	18	低	QPSK	P_{UMAX}
Test Set 3	18	高	16QAM	P_{UMAX}
Test Set 4	18	低	16QAM	P_{UMAX}
Test Set 5	100	低	QPSK	P_{UMAX}
Test Set 6	100	低	16QAM	P_{UMAX}

表 27: 频谱发射模板测量设置(中间信道).

Test Set 1:

1. 如下设置参数: #RB = 18, RB Pos = High, Modulation = QPSK。
2. 将 Active TPC Setup 设置为 Max Power 直到终端输出最大功率。
3. 如果信号带宽大于 10MHz, 在读取测量结果之前需要将 Active TPC Setup 设置为 Constant Power。
4. 在相应界面读取测量结果, 如图. 67 所示。

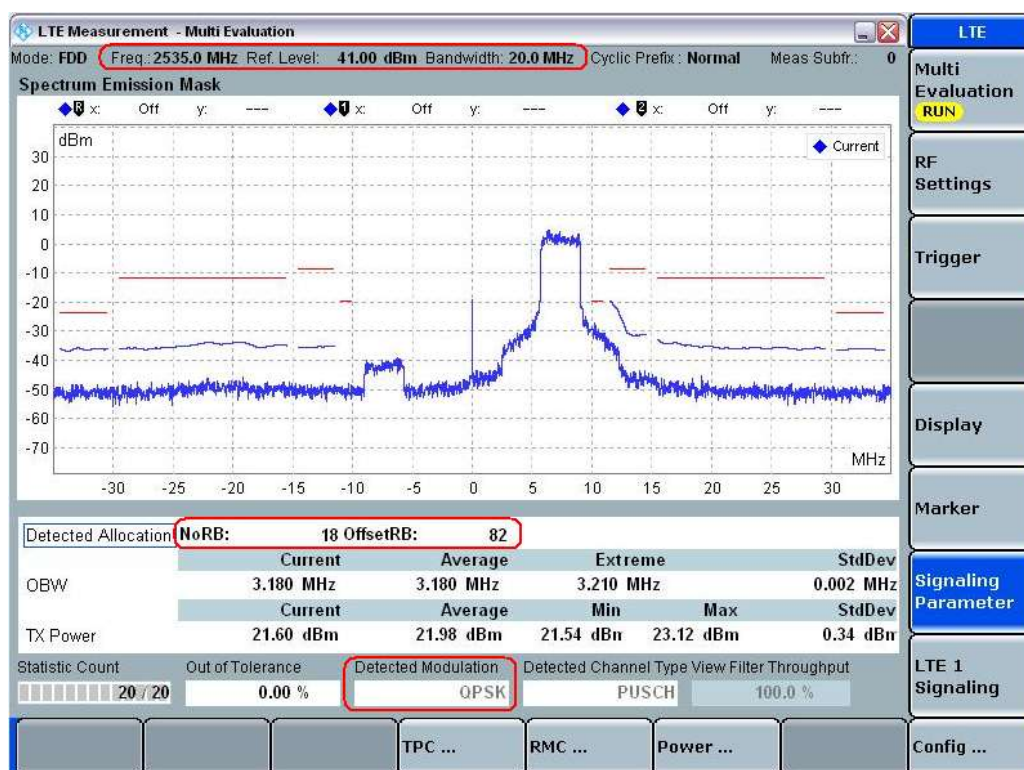


图. 67: Test Set 1 频谱发射模板测量结果.

Test Set 6:

5. 如下设置参数: #RB = 100, RB Pos = low, Modulation = 16QAM。
6. 将 Active TPC Setup 设置为 Max Power 直到终端输出最大功率。
7. 如果信号带宽大于 10MHz, 在读取测量结果之前需要将 Active TPC Setup 设置为 Constant Power。
8. 在相应界面读取测量结果, 如图. 68 所示。

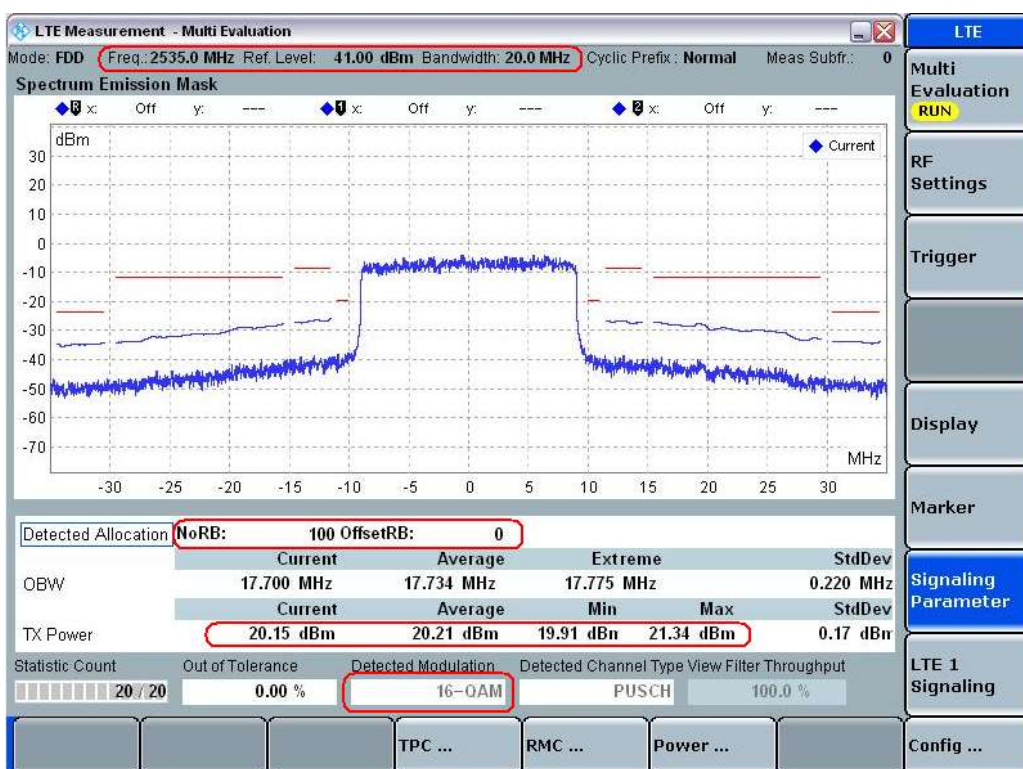


图. 68: Test Set 4 频谱发射模板测量结果.

2.20.3 测试要求

本测试项目测试要求定义于表 28 中。对于高于 3GHz 的频段，限制放宽 0.3dB。

Δf_{OOB} (MHz)	Spectrum emission limit (dBm)/ Channel bandwidth						Measurement bandwidth
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz	
0 – 1	-8.5	-11.5	-13.5	-16.5	-18.5	-19.5	30 kHz
1 – 2.5	-8.5	-8.5	-8.5	-8.5	-8.5	-8.5	1 MHz
2.5 – 2.8	-23.5						1 MHz
2.8 – 5							1 MHz
5 – 6		-23.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	1 MHz
6 – 10			-23.5				1 MHz
10 – 15				-23.5			1 MHz
15 – 20					-23.5		1 MHz
20 – 25						-23.5	1 MHz

NOTE 1: The first and last measurement position with a 30 kHz filter is at Δf_{OOB} equal to 0.015 MHz and 0.985 MHz.

NOTE 2: At the boundary of the spectrum emission limit, the first and last measurement position with a 1 MHz filter is the inside of +0.5MHz and -0.5MHz, respectively.

NOTE 3: The measurements are to be performed above the upper edge of the channel and below the lower edge of the channel.

NOTE 4: For the 2.5 MHz – 2.8 MHz offset range with 1.4 MHz channel bandwidth, the measurement position is at Δf_{OOB} equal to 3 MHz.

表 28: 通用 E-UTRA 频谱发射模板设置(TS 36.521-1, 表 6.6.2.1.5-1).

由于CMW500's 的默认设置是按照规范来要求, 因此检查这个测试项目的最简单方法就是检查测量的蓝线有没有超过红色的限制线。对于大于3GHz的频段, 可能需要调整限制线。

2.21 额外频谱发射模板(TS 36.521-1, 6.6.2.2)

本测试的目的是为了验证终端在特定的场景(终端接受额外杂散要求)下, 频谱发射模板的性能不超过规范定义的最低门限值。

2.21.1 测试描述

NS 值是本测试项目最重要的一个参数, 在额外最大功率降低测试中已经解释了这个参数的含义以及设置方法。

NS 同频段以及信道带宽有固定的关系。详细的关系定义于测量规范TS 36.521, 表6.2.4.3-1 中。在表中我们可以查到只有NS_03, NS_04, NS_06 和NS_07 被用于额外频谱发射模板的测量当中。其他的一些NS 值则用于杂散发射测试中。

2.21.2 测试步骤

本测试项的测试方法同频谱发射模板的测试方法基本相同，区别就是在做本测试项的时候需要在SIB2中广播NS值。关于NS的设置方法和含义在本文档的章节2.4中(“额外最大功率降低(TS 36.521-1, 6.2.4).”)有详细介绍,测试规范TS 36.521-1中不同的配置表格定义了RMC, RB位置, 频率和带宽的设置。表29列出了NS值与不同的配置表格的关系。

	NS 值设置	测试规范TS 36.521-1中的配置表格
Table1	NS_03	6.6.2.2.4.1-1
Table2	NS_04	6.6.2.2.4.1-4
Table3	NS_06	6.6.2.2.4.1-2
Table4	NS_07	6.6.2.2.4.1-3

表 29: TS 36.521-1 中 A-SEM 测试中不同的配置表格。

2.21.3 测试要求

针对不同的NS值有不同的测试要求，表30列出了不同的NS值对应的测试要求表格。

NS 值	TS 36.521-1 中的测试要求表格
NS_03	Table 6.6.2.2.5.1-1
NS_04	Table 6.6.2.2.5.2-1
NS_06	Table 6.6.2.2.5.3-1
NS_07	Table 6.6.2.2.5.3-1

表 30: 测试要求 for A-SEM in TS 36.521-1.

2.22 邻信道泄漏比(TS 36.521, 6.6.2.3)

本测试的目的是为了验证终端的发射功率不会干扰到相邻信道。这种干扰的计算是通过邻信道泄漏功率的比率来衡量的。

邻信道泄漏比有两种要求，一种是LTE载波功率泄漏到临近LTE载波的场景，另外一种为LTE载波功率泄漏到临近WCDMA载波的场景，如图. 69所示：

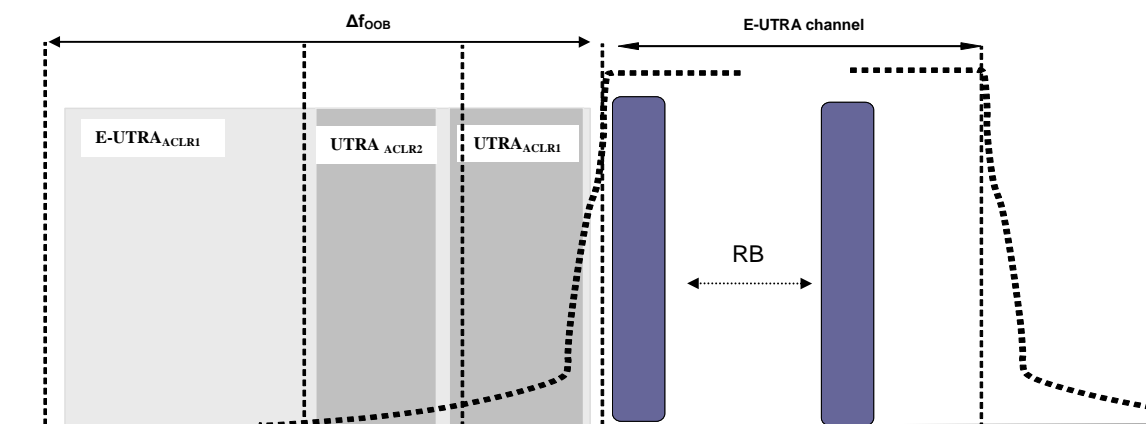


图 69: 邻信道泄漏功率测量要求(摘自: TS 36.521, 图 6.6.2.3.3-1).

2.2.2.1 测试描述

当终端以最大功率在E-UTRA 载波发射的时候, 我们会使用方波滤波器来计算泄漏到临近LTE 载波的功率, 并且我们会使用3dB 带宽为3.84MHz 的根升余弦滤波器(RRC Filter)来计算泄漏到临近WCDMA 载波的功率。

通用的测试条件以及设置, 可以参考本文第2.1 章节。本测试项目所需要设置的带宽, 频率, 参考测量信道以及RB 的详细信息定义在测量规范TS 36.521, 表6.6.2.3.4.1-1 中。

对于频段7, 根据测量规范TS 36.521, 表5.4.2.1-1 和表6.6.2.3.4.1-1 的要求, 本测试需要在5 MHz, 10 MHz 和20 MHz 三种带宽配置下进行。每种带宽配置都需要在高、中、低三个信道进行测量。本测试需要验证上行在满RB 分布和部分RB 分布下, QPSK 和16QAM 两种调制方式下的邻信道泄漏性能。

2.2.2.2 测试步骤

按照测量规范TS 36.508, 附录A, 图A3 的描述, 将终端同CMW500 连接。开启LTE 小区, 然后将终端开机, 等待终端Attach 到CMW500 上, 然后按Connect 软键建立连接。

本例将使用频段7, 20MHz 带宽和中间信道进行演示, 参考测量信道设置的详细信息定义在测量规范TS 36.521-1, 表6.6.2.3.4.1-1 中, 我们使用表31 中的Test Set 6 进行演示。

	RB 数量	RB 位置	调制方式	终端输出功率
Test Set 1	18	高	QPSK	P_{UMAX}
Test Set 2	18	低	QPSK	P_{UMAX}
Test Set 3	18	高	16QAM	P_{UMAX}
Test Set 4	18	低	16QAM	P_{UMAX}
Test Set 5	100	低	QPSK	P_{UMAX}
Test Set 6	100	低	16QAM	P_{UMAX}

表 31: 邻信道泄漏功率测试设置(中间信道).

Test Set 6:

1. 在上行 RMC 设置中将# RB 设置为 100, RB Pos 设置为 Low, 调制方式设置为 16QAM。
2. 将 Active TPC Setup 设置为 Max Power 直到终端达到最大发射功率。
3. 在 CMW LTE V2.1.10 版本中, 在测量之前需要将 Active TPC Setup 设置为 Constant Power。
4. 在图. 70 读取 ACLR 测量结果如下。

	Adjacent channel frequency offset	测量带宽	ACLR (dBc) Neg.	ACLR (dBc) Pos.
ACLR1_UTRA	±7.5 MHz	3.84 MHz	40.89	40.66
ACLR1_UTRA	±12.5 MHz	3.84 MHz	42.99	42.19
ACLR_EUTRA	±10 MHz	9 MHz	36.88	36.17

表 32: ACLR 测量配置以及测量结果

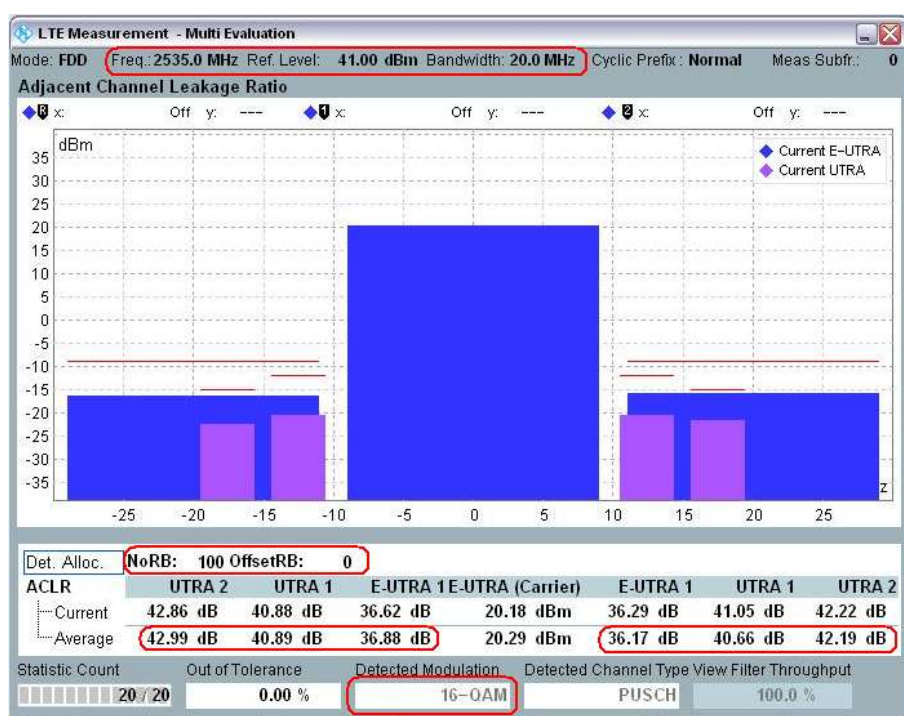


图. 70: ACLR 测量结果界面.

2.22.3 测试要求

对于10MHz 带宽, 邻信道泄漏功率不应超过表33 中定义的的门限, 对于其它带宽, 请参考测量规范 TS 36.521, 表6.6.2.3.5.1-1 和表6.6.2.3.5.1-2 中定义的的门限。

	Adjacent channel frequency offset	Channel measurement BW	ACLR (dBc)
ACLR1_UTRA	±7.5 MHz	3.84 MHz	32.2
ACLR1_UTRA	±12.5 MHz	3.84 MHz	35.2
ACLR_EUTRA	±10 MHz	9 MHz	29.2

表 33: 10 MHz 带宽 ACLR 门限.

3 接收机测试

3.1 接收机测试介绍

3.1.1 外部干扰信号描述

表34 列出的接收机测试项目会在本文中逐个介绍，根据测量规范，CMW500 同样支持其它的接收机测试项目。但是由于要完成这些测试项目需要外部的滤波器组与频谱分析仪，而这不是本文的介绍重心。您如果对这些复杂测试项目感兴趣可以联系R&S 本地技术支持来通过预认证、认证测试系统来了解关于这些复杂测试项目的细节。

	Section in TS 36.521-1	Test case	<i>Extra Generator needed</i>
1	7.3	Reference sensitivity level	<i>No</i>
2	7.4	Maximum input level	<i>No</i>
3	7.5	Adjacent channel selectivity	<i>Yes/ LTE Signal</i>
4	7.6.1	In-band blocking	<i>Yes/ LTE Signal</i>
5	7.6.3	<i>Narrow band blocking</i>	<i>Yes/ CW Signal</i>
6	7.8.1	<i>Wide Band Intermodulation</i>	<i>Yes/CW & LTE Signal (4TRx required)</i>

表 34: 本文中涉及的接收机测试项目

测试项目7.5，7.6.1，7.6.3 和7.8.1需要外加干扰信号，并且让终端同时接收LTE通信信号与外部干扰信号。事实上，有多种方式可以产生外部干扰信号，例如我们可以使用罗德与施瓦茨公司的信号源R&S_SMU 来产生外部干扰信号，或者我们可以采用双通道CMW500的第二个通道来产生外部干扰信号，这样就不需要外接另外一台设备。并且当CMW500配置了高级射频前端H590D的时候，这些测试会变得更加简单，高级前端可以将LTE通信信号同干扰信号在CMW500内部合并，这种情况下我们甚至不需要外部合路器。

下面的测试项目使用了CMW500的第二个通道来产生干扰信号，这样我们就需要一个外部合路器来将LTE通信信号与干扰进行在外部进行合并，图. 71 展示了这种测试的搭建方法：

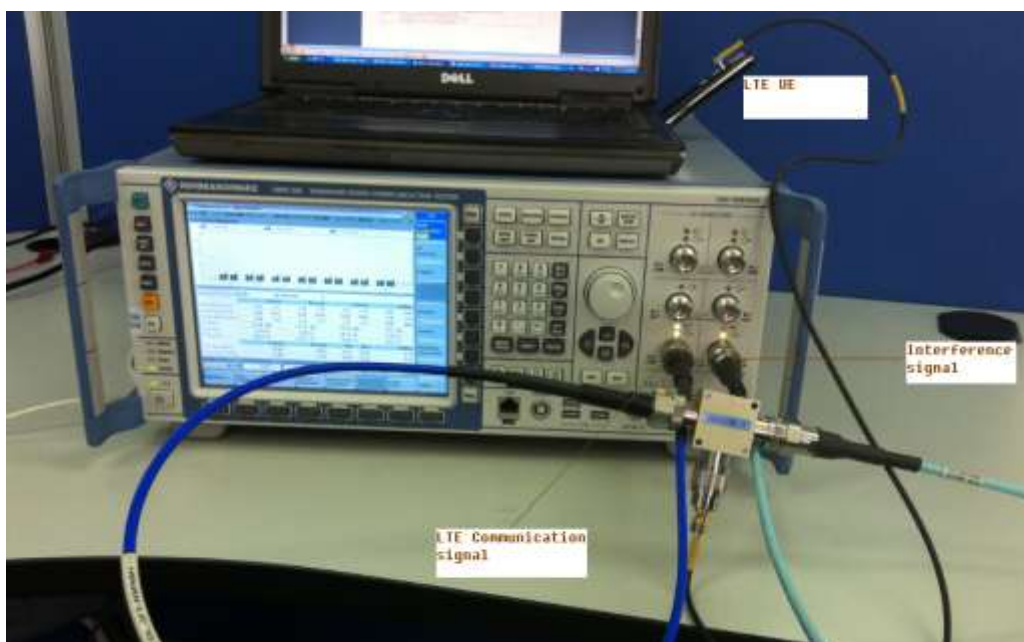


图. 71: 外部干扰测试环境搭建.

干扰信号的设置将在每个测试项目中进行详细介绍。请注意对于测试项目7.5 和7.6.1，CMW500需要使用通用信号源(GPRF generator)的波形文件方式来产生干扰信号。因此我们就需要一部分波形文件，并且由于我们使用的外部合路器有各种类型，因此为了测试结果更加精确，需要在测试之前应该仔细校准插损以及线损。

对于7.8.1，需要两个干扰信号。一个是CW信号，一个是ARB信号。因此，包括LTE信号在内，一共需要产生3个射频信号。只有CMW可以配置4个TRx通道完成此测试。环境搭建的细节参考3.7章节。

3.1.2 上行功率设置

进行接收机测试时的一条典型注释是“在进行定义于6.2.5节带有 $P_{\text{CMAX,L}}$ 的表 7.3.3-2中的最小上行配置时，发射机要设置成比 $P_{\text{CMAX,L}}$ 低4 dB”。

对于所有的频段，规定于TS 36.521-1，表7.3.3-2中的上行RB数量要满足定义于TS 36.521-1，表6.2.3.3-1中的1 dB最大功率降低，如果没有额外最大功率降低以及TS 36.521-1，表 6.2.2.3-1中的Note 2不生效的情况下， $P_{\text{CMAX,L}}$ 是22 dBm。

在那些测试用例中所有的测试步骤都提到“发送上行链路功率控制命令给终端(应使用小于或等于1dB步长)，以确保至少在吞吐量测量时，终端的输出功率在载波频率 $f \leq 3.0\text{GHz}$ 时，在表7.5.5-2规定的目标电平(子项目1)+0, -3.4 dB范围内，或者在载波频率为 $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$ 时，在+0, 4 dB的目标电平范围内”。以频段7，20M带宽，中间频率为例，这意味着该发射机功率应在18 dBm到14.6 dBm范围内。根据CMW的功率控制机制，18 dBm和14.6 dBm的中间点应设为闭环

目标功率，为16.3 dBm。

3.1.3 滤波器系数设置

对于所有的接收机测试，滤波器系数都应该设置成“fc8”。在连接状态时能够进行修改。

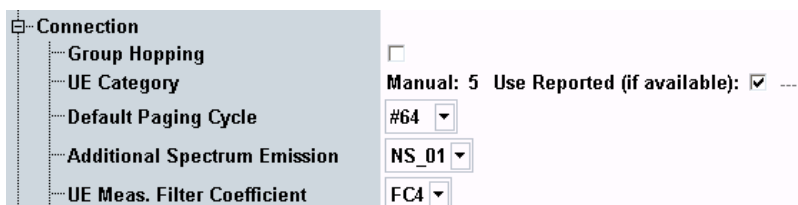


图. 72: 滤波器系数设置.

3.2 参考灵敏度(TS 36.521-1, 7.3)

本测试的目的是为了验证终端在特定RMC 设置，下行小接收功率，理想传播条件并且无外界噪声干扰的情况下，按照一定的吞吐量接收数据的能力。无法满足上述条件的终端将会降低基站的覆盖范围。

3.2.1 测试描述

通用的测试条件以及设置，可以参考本文第2.1 章节。本测试项目所需要设置的带宽，频率，参考测量信道以及RB 的详细信息定义在测量规范TS 36.521, 表7.3.4.1-1 中。

对于频段7，考虑到测量规范TS 36.521, 表5.4.2.1-1 以及表7.3.4.1-1 的要求，本测量需要测量5 MHz 和20 MHz 两种配置。每种带宽配置需要考虑到低，中，高三个信道。本测试需要在下行为满RB 占用以及QPSK 调制方式下进行测量。

3.2.2 测试步骤

根据测量规范TS 36.521-1, 表7.3.3-3 中的内容设置NS 值，对于表中没有列出的频段，如频段7，NS 值设置为NS_01.

按照测量规范TS 36.508, 附录A, 图A3 的描述，将终端同CMW500 连接。开启LTE 小区，然后将终端开机，等待终端Attach 到CMW500 上，然后按Connect 软键建立连接。

根据测量规范TS 36.521-1, 表7.3.4.1-1 和表7.3.3-2 的要求配置上行和下行的参考测量信道，这样我们就可以根据要测试的频段和带宽设置上行，下行的参考测量信道。

本例我们将使用频段7，20MHz 带宽，中间信道来进行演示。根据测量规范TS 36.521-1，表7.3.4.1-1 和表7.3.3-2 的要求，我们仅需要测量下行满RB(100RB)和上行75RB 的场景。并且，上行RB 的位置(*RB Pos*)应该设置为高，以满足上行频率接近下行频率的要求。在CMW500 中应打开 *OCNG* 以模仿其他用户的干扰情况。

将*Active TPC Setup* 设置为*Max Power* 保证终端发射最大功率，根据测试规范TS 36.521-1, 表7.3.5-1 中的内容设置下行功率参数。请注意，在测试规范TS 36.521-1, 表7.3.5-1 中下行功率是以 $P_{REFSENS}$ 的形式给出的，而在CMW500 中功率是以*RS EPRE* (每15KHz 的输出功率)的形式给出的，而这两者之间有如下关系：

$$P_{REFSENS} = RS\ EPRE + 10 * \log_{10}(N_RE)$$

其中 N_RE 代表RE 的数量(= 12 *RB 数量)，RB 数量取决于下行RMC 带宽。对于频段7,20MHz带宽而言，我们需要在CMW500 中将*RS EPRE* 设置为*-122.1 dBm*，等效于 $P_{REFSENS} = -91.3\ dBm$ 。

计算公式： $-91.3\ dBm = -122.1\ dBm + 10 * \log_{10}(12 * 100)$

测量以上条件下终端的平均吞吐量，下图中我们可以看到平均吞吐量= *7884 kbps*，这个吞吐量100%达到了下行参考信道的最大吞吐量，我们可以从下图直接得到该结果或从测量规范TS 36.521-1, 表A.3.2-1得到最大吞吐量配置。

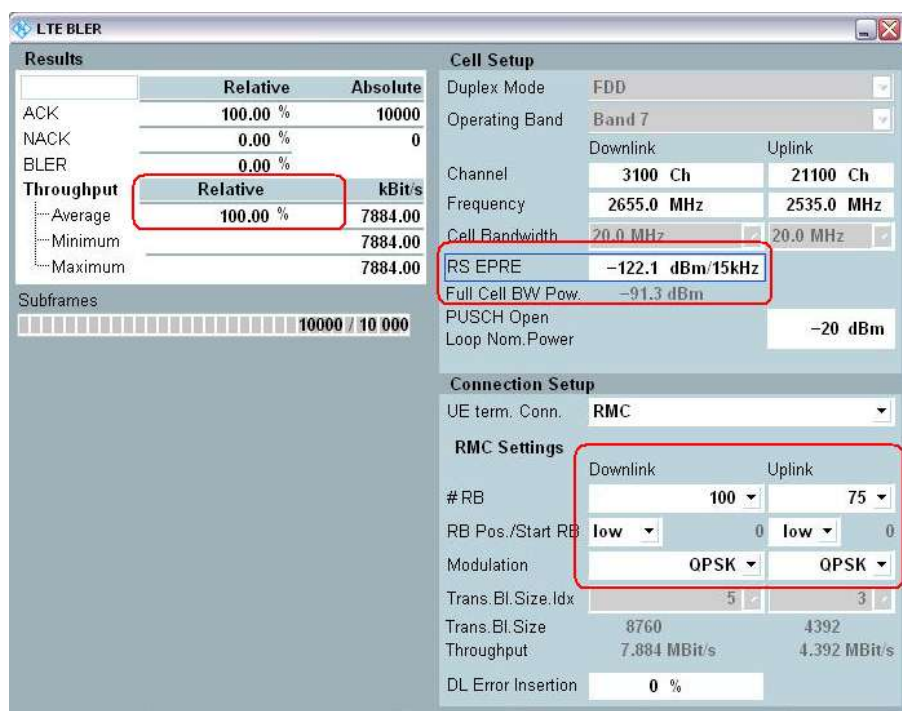


图. 73: BLER 测试结果界面

3.2.3 测试要求

测量吞吐量必须不小于下行RMC最大吞吐量的95%，FDD终端的最大吞吐量定义请参考测量规范TS 36.521-1, 附录A.2.2 和A.3.2 中。

3.3 最大输入电平(TS 36.521-1, 7.4)

本测试的目的是为了验证终端在特定RMC 设置，下行大接收功率，理想传播条件并且无外界噪声干扰的情况下，按照一定的吞吐量接收数据的能力。无法满足上述条件的终端将会降低近端的基站覆盖范围。

3.3.1 测试描述

通用的测试条件以及设置，可以参考本文第2.1 章节。本测试项目所需要设置的带宽，频率，参考测量信道以及RB 的详细信息定义在测量规范TS 36.521, 表7.4.4.1-1 中。

对于频段7，考虑到测量规范TS 36.521, 表5.4.2.1-1 以及表7.4.4.1-1 的要求，本测量需要测量5 MHz 和20 MHz 两种配置。每种带宽配置只需要测量中间信道。在R9 的规范中，下行的RB 设置要根据终端的等级进行设置，其中终端等级定义于规范TS36.306 中(例如，等级1 的终端仅支持分集接收，而等级5 的终端支持4 阶MIMO 的配置)。

本节将以频段 7, 20MHz 带宽和中间信道为例进行演示。

3.3.2 测试步骤

按照测量规范TS 36.508, 附录A, 图A3 的描述，将终端同CMW500 连接。开启LTE 小区，然后将终端开机，等待终端Attach 到CMW500 上，然后按Connect 软键建立连接。

按照测量规范TS 36.521-1, 表7.4.4.1-1 中的要求配置上下行参考测量信道的具体参数。

本章节将使用频段7，20 MHz 带宽和中间信道进行演示。在这里我们使用的终端等级为3，因此根据测量规范TS 36.521-1, 表7.4.4.1-1 的要求，上行RMC 的RB 数量设置为100，调制方式设置为64QAM，上行RMC 的RB 数量设置为75，调制方式设置为QPSK。在CMW500 中应打开OCNG 以模仿其他用户的干扰情况。

本测试需要将full cell bandwidth output power 设置为-25.7 dBm（如果频率高于3GHz，设置为-26 dBm）。因此，RS EPRE 需要相应的设置为-56.5 dBm。将Active TPC Setup 设置为Closed Loop，并且将Closed-Loop Target Power 设置为16.3 dBm(如何推出此闭环目标功率参考3.1.2节)。

根据测量规范，终端输出功率应比 $P_{\text{CMAX,L}}$ 低4dB，其中 $P_{\text{CMAX,L}}$ 定义在测量规范3GPP 36.521，章节6.2.5中。为了适应CMW500的闭环功控机制，目标功率应比 $P_{\text{CMAX,L}}$ 低5.7dB。

测量以上条件下终端的平均吞吐量，下图中我们可以看到平均吞吐量= 55.36234 Mbps，这个吞吐量达到了下行参考信道的最大吞吐量的99.76%，我们可以从下图直接得到该结果或从测量规范TS 36.521-1, 表A.3.2-1得到最大吞吐量配置。

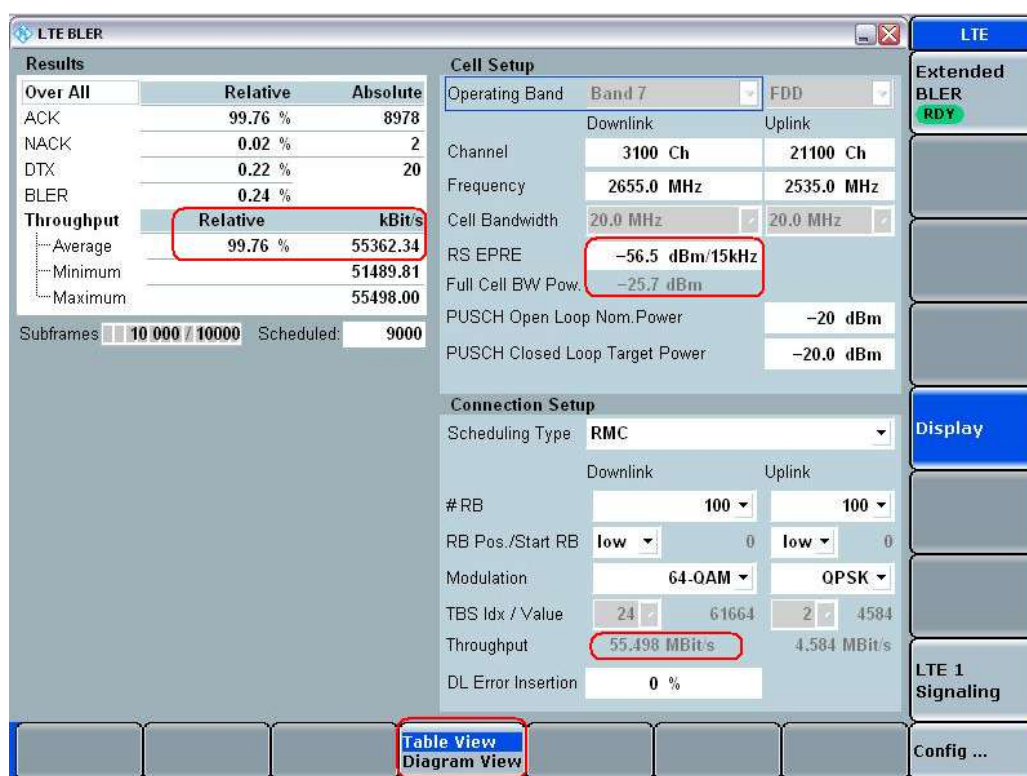


图. 74: 吞吐量测试结果界面.

同样可以选择下面的形式来看到吞吐量 vs. 子帧的测量结果，如图. 75 所示：

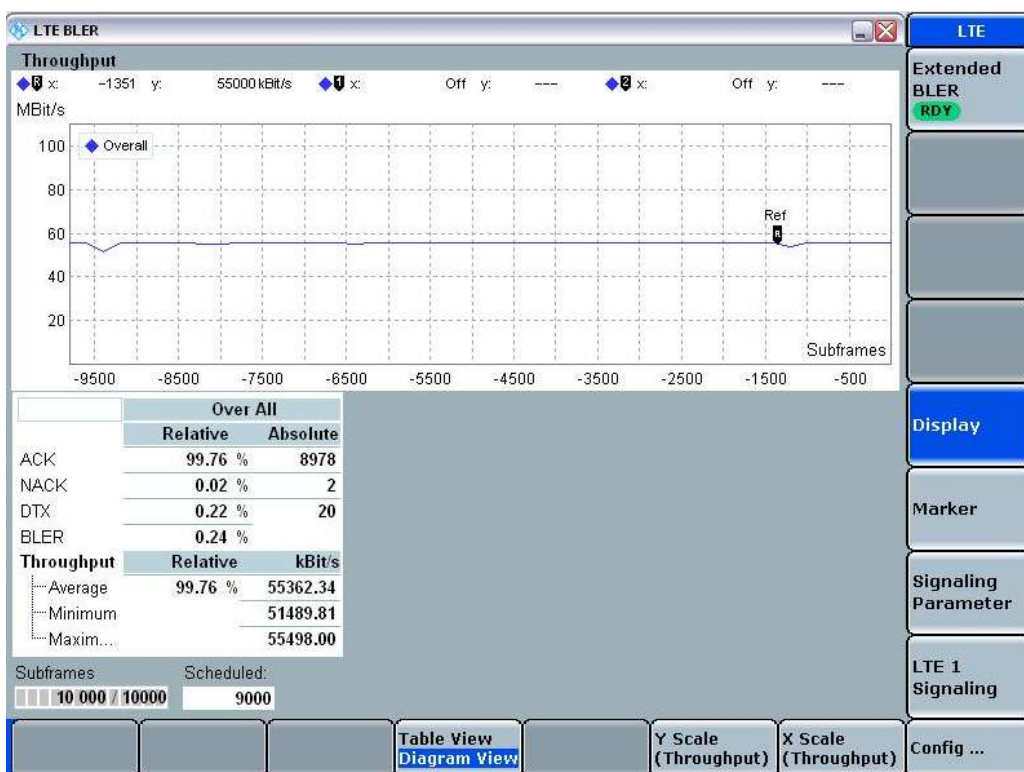


图. 75: 吞吐量 vs.子帧显示方式.

3.3.3 测试要求

测量吞吐量必须不小于下行RMC 最大吞吐量的95%，FDD 终端的最大吞吐量定义请参考测量规范 TS 36.521-1, 附录A.2.2 和A.3.2 中。

3.4 邻信道选择性(TS 36.521-1, 7.5)

邻信道选择性测试为了验证终端在相邻信道存在干扰信号的场景下终端的平均吞吐量结果，本测试为理想传输条件，并且带内无外加噪声。

当其它基站在邻信道发射的场景下，如果不能通过本测试，则会降低终端的覆盖范围。

3.4.1 测试描述

通用的测试条件以及设置，可以参考本文第2.1 章节。本测试项目所需要设置的带宽，频率，参考测量信道以及RB 的详细信息定义在测量规范TS 36.521, 表7.5.4.1-1 中。

对于频段7 而言，本测试需要测量5 MHz 和20 MHz 两种带宽配置，每种带宽配置只需要测量中间信道。该测试下行RMC 配置需要设置为QPSK 调制方式和满RB 占用，上行RMC 需要设置为QPSK 调制方式和部分RB 占用。

本章节将采用频段7， 20 MHz 带宽和中间信道进行演示。本测试包含两个子项目，终端必须通过这两个子测试项目才能确保邻信道选择性的性能。图. 76 and 图. 77 显示了两个子测试项目的具体配置。同时也需要注意这两个测试项目的上行发射功率也是不同的。

对于子项目1，将Active TPC Setup 设置为Closed Loop，并且将Closed-Loop Target Power 设置为16.3 dBm (当Table 6.2.2.3-1的Note2不符合的时候)。根据规范，终端输出功率应比 $P_{\text{CMAX_L}}$ 低4 dB，其中 $P_{\text{CMAX_L}}$ 定义在测量规范3GPP 36.521，章节6.2.5中。并且由于输出功率的波动范围为0 dB 到-3.4 dB。因此在CMW500中我们可以将目标功率设置为比 $P_{\text{CMAX_L}}$ 低5.7dB。

对于子项目2，Closed-Loop Target Power 应设置为-3.7 dBm (当Table 6.2.2.3-1的Note2不符合的时候)。根据规范，终端输出功率应比 $P_{\text{CMAX_L}}$ 低24 dB。章节3.1.2解释了此闭环目标功率是如何推出的。

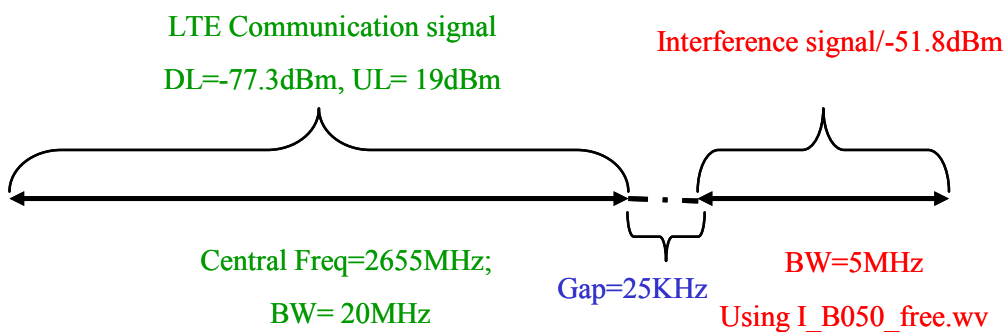


图. 76: Test Case 1 配置.

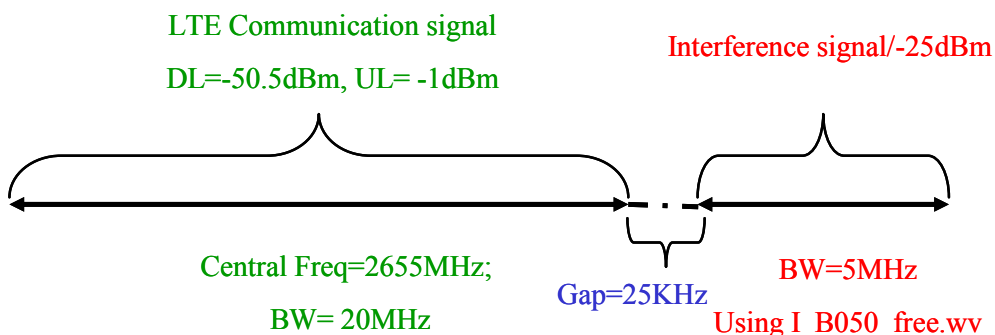


图. 77: Test Case 2 配置.

3.4.2 测试步骤

通用的测试条件以及设置，可以参考本文第2.1 章节。本测试项目所需要设置的带宽，频率，参考测量信道以及RB 的详细信息定义在测量规范TS 36.521, 表7.5.4.1-1 中。

本章节将以频段7, 20 MHz 带宽和中间信道为例演示，本测试包含了两个子项目，这里我们仅以子项目2 为例进行演示。

关于干扰信号的设置，可以参考本文3.1.1 章节，图. 80 列出了子项目2 的干扰信号的详细配置。

1. 准备干扰信号:

- a. 打开 *General Purpose RF Generator*
- b. 设置信号通路:

不同的 CMW500 硬件配置的搭建图如下展示:

i. CMW500 配置了两个基本射频前端 CMW-B590A:

这种情况下上行，下行的 LTE 通信信号采用 RF1 COM 或者 RF2 COM 两个端口进行通信。干扰信号通过 RF3 Out 或者 RF3 COM 或者 RF4 COM 输出给终端。

→ The interferer signal is routed to RF3 OUT.



Test setup with interferer: two RF Frontends (Basic)

图. 78: 两个基本射频前端硬件配置.

ii. CMW500 配置了一个高级射频前端， CMW-B590D:

LTE 通信信号同干扰信号一起通过 RF1 COM 或者 RF2 COM 输出给终端。

→ The interferer signal is routed to same RF connector as the LTE uplink/downlink signal.



Test setup with interferer: one RF Frontend (Advanced)

图. 79: 一个高级射频前端硬件配置.

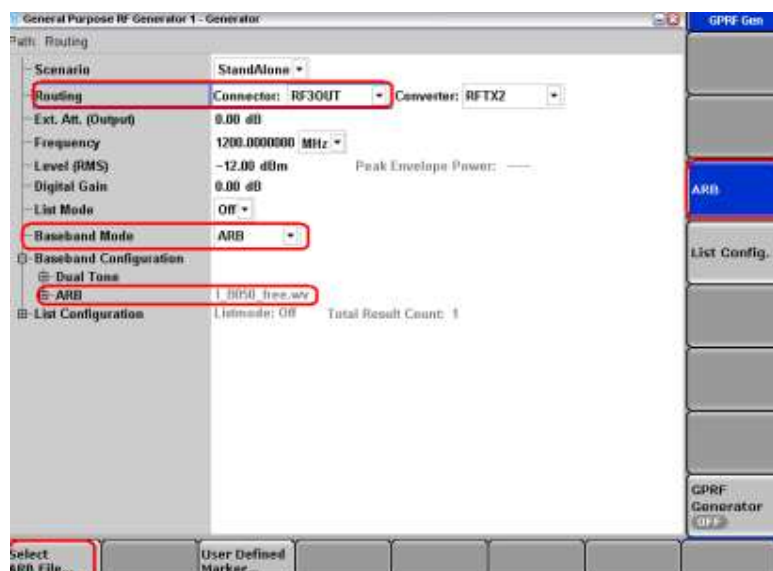


图 80: 干扰信号基本配置.

c. 加载波形文件:

将 *Baseband Mode* 设置为 *ARB*.

根据带宽设置相应的波形文件。要预先将这 3 个波形文件放在 CMW500 内部:

I_B014_free.wv 的带宽= 1.4 MHz

I_B030_free.wv 的带宽= 3 MHz

I_B050_free.wv 的带宽= 5 MHz

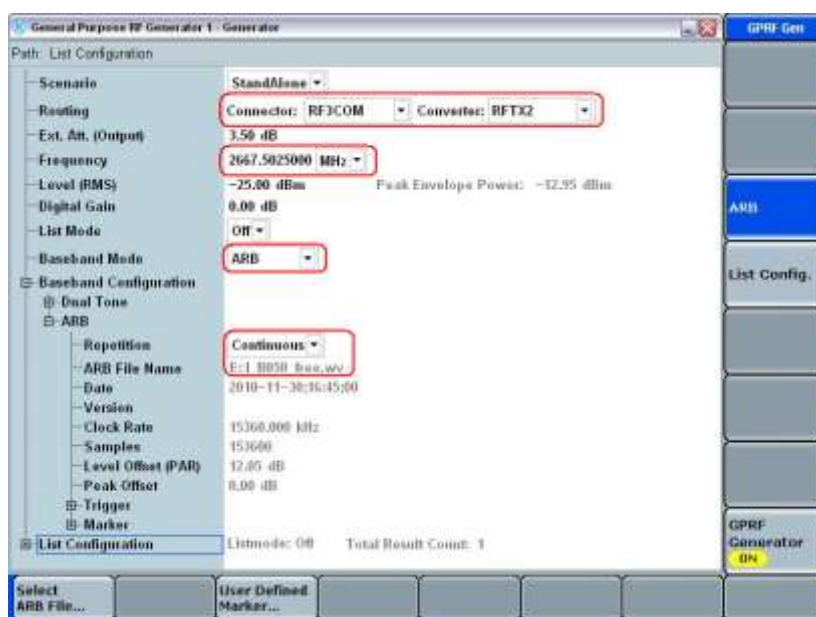


图 81: 干扰信号详细配置.

2. 设置下行和上行信号:

下行RMC 设置为RB 占用为100，调制方式为QPSK，上行RMC 设置为RB 占用为75，调制方式为QPSK。并且在CMW500 中应打开OCNG 以模仿其他用户的干扰情况。

按照测量规范TS 36.508, 附录A, 图A3 的描述, 将终端同CMW500 连接。开启LTE 小区, 然后将

终端开机，等待终端Attach 到CMW500 上，然后按Connect 软键建立连接。

小区输出总功率应该设置为 -50.5 dBm ，因此，在本例中我们需要将RS EPRE 设置为 -81.3 dBm ，将Active TPC Setup 设置为Closed Loop，并且将Closed-Loop Target Power 设置为 -3.7 dBm (子项目2)。章节3.1.2解释了此闭环目标功率是如何推出的。

在以上条件设置好的情况下测量终端的吞吐来那个，在本例中吞吐量为 7869.98 kbps ，达到了参考测量信道99.82 % 的吞吐量。因此测试结果通过。

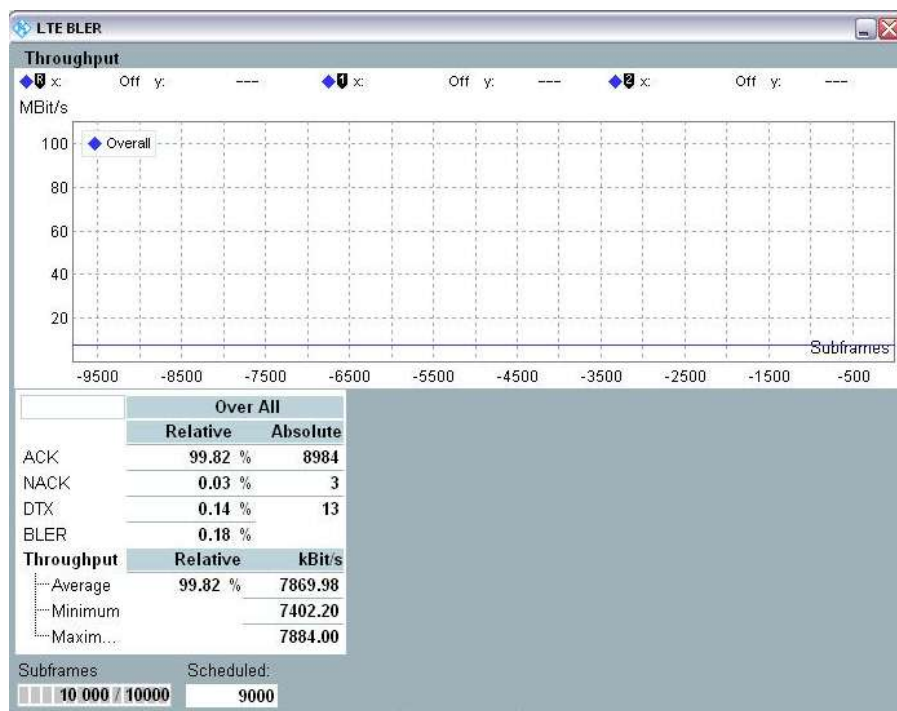


图. 82: 邻信道选择性测试流量结果.

3.4.3 测试要求

在测量规范TS 36.521-1, 表7.5.5-2 和表7.5.5-3 的条件下，终端的平均吞吐量应该不小于附录A.3.2 定义的参考测量信道的最大吞吐量的95%。

3.5 带内阻塞(TS 36.521-1, 7.6.1)

当干扰信号落在终端的接收机频段向低，向高两个反向各延伸15MHz 的频率范围内，终端的接收机性能测试即带内阻塞测试。在这种场景下,终端的流量必须达到或者超过终端定义的参考测量信道最大流量的95%。不能满足本项指标的终端在存在临近小区干扰的情况下降低覆盖范围。

3.5.1 测试描述

在本测试中，干扰信号应该设置成LTE 下行信号，测试点应该在接收机频段的正负15 MHz 范围之内。并且，测试点之间的频率差应该为干扰信号的带宽。干扰信号带宽定义在TS 36.521-1, 表 7.6.1.3-1 中，干扰信号的中心频率为下行LTE 通信信号的中心频率加上测试规范TS 36.521-1, 表 7.6.1.3-1 中定义的频率偏置。

干扰信号的输出功率定义在TS 36.521-1, 表7.6.1.3-2 中。终端输出功率应该比终端的最大输出功率低4 dB。

接收机参数	单位	信道带宽					
		1.4 MHz	3 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
Power in transmission bandwidth configuration	dBm	REFSENS + Channel bandwidth specific value below					
		6	6	6	6	7	9
BW _{Interferer}	MHz	1.4	3	5	5	5	5
F _{offset, case 1}	MHz	2.1+0.0125	4.5+0.0075	7.5+0.0125	7.5+0.0025	7.5+0.0075	7.5+0.0125
F _{offset, case 2}	MHz	3.5+0.0075	7.5+0.0075	12.5+0.0075	12.5+0.0125	12.5+0.0025	12.5+0.0075
NOTE 1: The transmitter shall be set to 4 dB below P _{CMAX_L} at the minimum uplink configuration specified in TS 36.521-1, Table 7.3.3-2 with P _{CMAX_L} as defined in clause 6.2.5.							
NOTE 2: The interferer consists of the reference measurement channel specified in 附录 A.3.2 with one-sided dynamic OCNG Pattern OP.1 FDD/TDD as described in TS 36.521-1, 附录 A.5.1.1/A.5.2.1 and set-up according to Annex C.3.1.							

表 35: 带内阻塞测试参数(摘自: TS 36.521-1, 表 7.6.1.3-1).

E-UTRA band	Parameter	Units	Case 1	Case 2	Case 3
	$P_{\text{Interferer}}$	dBm	-56	-44	-30
	$F_{\text{Interferer}}$ (Offset)	MHz	$= -BW/2 - F_{\text{offset, case 1}}$ & $= +BW/2 + F_{\text{offset, case 1}}$	$\leq -BW/2 - F_{\text{offset, case 2}}$ & $\geq +BW/2 + F_{\text{offset, case 2}}$	$-BW/2 - 9$ MHz & $-BW/2 - 15$ MHz
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 18, 19, 20, 21, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41	$F_{\text{Interferer}}$	MHz	(Note 2)	$F_{\text{DL_low}} - 15$ to $F_{\text{DL_high}} + 15$	
17	$F_{\text{Interferer}}$	MHz	(Note 2)	$F_{\text{DL_low}} - 9.0$ to $F_{\text{DL_high}} + 15$	$F_{\text{DL_low}} - 15$ and $F_{\text{DL_low}} - 9.0$ (Note 3)
<p>Note 1: For certain bands, the unwanted modulated interfering signal may not fall inside the UE receive band, but within the first 15 MHz below or above the UE receive band.</p> <p>Note 2: For each carrier frequency, the requirement is valid for two frequencies: the carrier frequency $- BW/2 - F_{\text{offset}}$, Case 1, and the carrier frequency $+ BW/2 + F_{\text{offset}}$, case 1.</p> <p>Note 3: $F_{\text{interferer}}$ range values for unwanted modulated interfering signal are interferer center frequencies.</p> <p>Note 4: Case 3 only applies to an assigned UE channel bandwidth of 5 MHz.</p>					

表 36: 带内阻塞(摘自: TS 36.521-1, 表 7.6.1.3-2).

3.5.2 测试步骤

对于干扰信号的设置, 请参考本文章节3.5.1 部分的介绍, 对于测试条目7.5, 图. 83列出了详细的干扰信号设置。

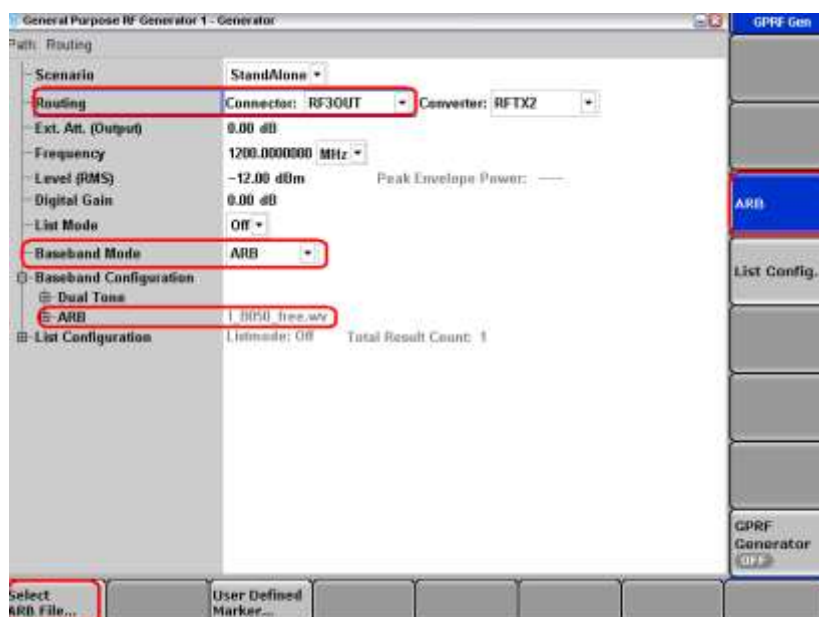


图 83: 准备干扰信号。

表37 提供了频段4 的终端的测试例子，下行信道号为2000, 中心频率为2115 MHz，带宽为10 MHz。章节3.1.2解释了此闭环目标功率是如何推出的。

测试项- 测试点	干扰信号 频率(MHz)	干扰信号 带宽 (MHz)	干扰信 号功率 (dBm)	下行参 考信号 功率 (dBm)	上行功率(闭 环功控) (dBm)	下行RB 数 量/上行RB 数量
1 - 1	2127.5025	5	-56	-118.1	16.3	50 / 50
1 - 2	2102.4975	5	-56	-118.1	16.3	50 / 50
2 - 1	2097.4875	5	-44	-118.1	16.3	50 / 50
2 - 2	2132.5125	5	-44	-118.1	16.3	50 / 50
2 - 3	2137.5125	5	-44	-118.1	16.3	50 / 50
2 - 4	2142.5125	5	-44	-118.1	16.3	50 / 50
2 - 5	2147.5125	5	-44	-118.1	16.3	50 / 50
2 - 6	2152.5125	5	-44	-118.1	16.3	50 / 50
2 - 7	2157.5125	5	-44	-118.1	16.3	50 / 50
2 - 8	2162.5125	5	-44	-118.1	16.3	50 / 50
2 - 9	2167.5125	5	-44	-118.1	16.3	50 / 50

表 37: 测试项-测试点示例。

根据频段的不同，上行的资源块数量也不同。详细信息请参考TS 36.521-1，表7.3.3-2 中的定义。

测试步骤，包括干扰信号的设置方法，同测试项目 7.3 中的定义一致。

3.5.3 测试要求

终端的平均吞吐量应该不小于测量规范TS 36.521-1 中附录A.3.2 定义的参考测量信道的最大吞吐

量的95%。

3.6 窄带阻塞(TS 36.521-1, 7.6.3)

本测试的目的是为了验证基站存在窄带干扰的情况下的终端的接收能力。本指标比较差的终端将会在存在其它LTE 基站干扰的情况下降低终端的覆盖范围。

3.6.1 测试描述

通用的测试条件以及设置，可以参考本文第2.1 章节。本测试项目所需要设置的带宽，频率，参考测量信道以及RB 的详细信息定义在测量规范TS 36.521, 表7.6.3.4.1-1 中。

对于频段7而言，本测试需要测量5 MHz 和20 MHz 两种带宽配置，每种带宽配置只需要测量中间信道。该测试下行RMC配置需要设置为QPSK 调制方式和满RB占用，上行RMC需要根据TS 36.521, 表7.6.3.4.1-1设置为QPSK调制方式和部分RB占用。本节将会以频段7，20 MHz带宽和中间信道进行演示。

3.6.2 测试步骤

通用的测试条件以及设置，可以参考本文第2.1 章节。本测试项目所需要设置的带宽，频率，参考测量信道以及RB 的详细信息定义在测量规范TS 36.521, 表7.6.3.4.1-1 中。本节将以频段7，带宽为20MHz，中间信道进行演示。

干扰信号的测量请参考本文章节 3.1.1 的描述，图. 84 显示了详细的干扰信号配置。

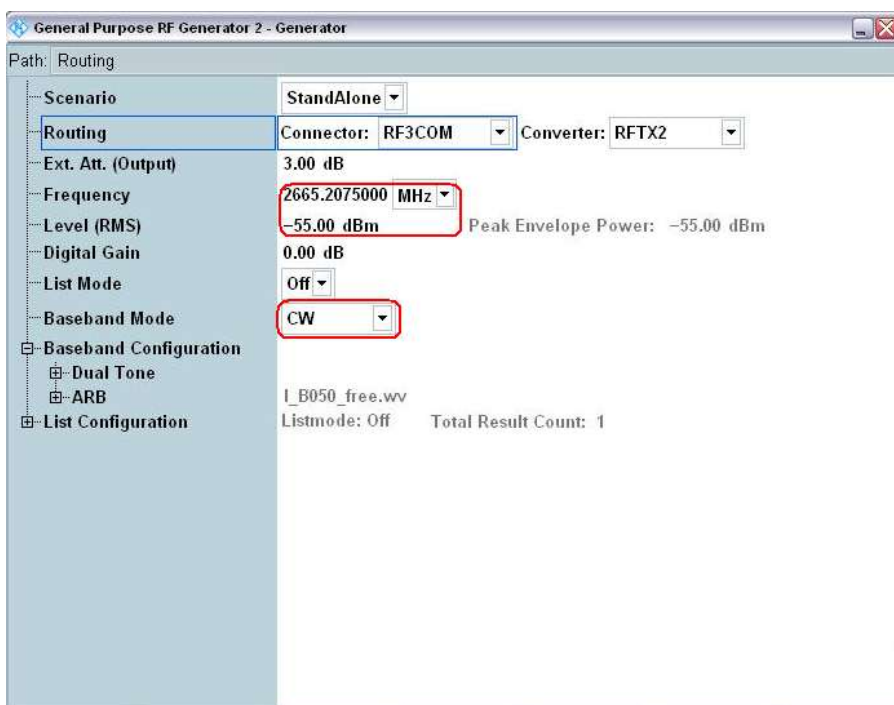


图 84: 窄带阻塞测试中的干扰信号设置

下行RMC 应该配置为满RB 分配（100）和QPSK 调制, 上行链路设置为 $RB=75$ ，调制方式 $=QPSK$ 。并且根据测量规范TS 36.521-1, 表7.6.3.4.1-1 的要求，OCNG 需要打开以模仿其他用户的干扰。

按照测量规范TS 36.508, 附录A, 图A3 的描述，将终端同CMW500 连接。开启LTE 小区，然后将终端开机，等待终端Attach 到CMW500 上，然后按Connect 软键建立连接。

小区输出功率应设置为 -75.3 dBm ，因此，将RS EPRE 设置为 -106.1 dBm ，将Active TPC Setup 设置为Closed Loop，并且将Closed-Loop Target Power 设置为 16.3 dBm 。章节3.1.2解释了此闭环目标功率是如何推出的。

在以上条件下测量终端的平均吞吐量，本例测量得到的平均吞吐量为 7870.86 kbps ，达到了最大吞吐量的99.83 %，因此本测量项目可以通过。

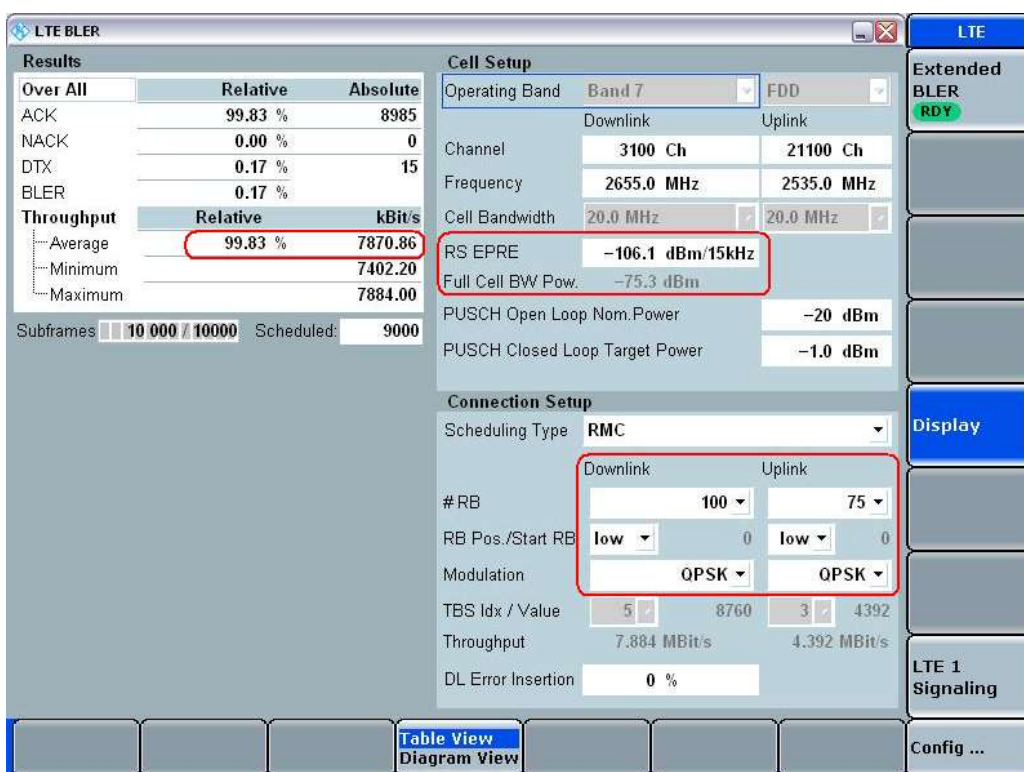


图. 85: 窄带阻塞测试测量结果.

3.6.3 测试要求

在测量规范TS 36.521-1, 表7.6.3.5-1 的条件下, 终端的平均吞吐量应该不小于附录A.3.2 定义的参考测量信道的最大吞吐量的95%。

3.7 宽带互调(TS 36.521-1, 7.8.1)

3.7.1 测试描述

互调响应测试终端在理想传播和没有加性噪声的条件下, 在一个指定的参考测量信道上给定平均吞吐量, 在两个或两个以上与期望信号有特定频率关系的干扰信号存在下的接收数据的能力。

对于一般性测试条件和设置, 请参考本应用文档的2.1章节。

对于Band 3, 考虑TS 36.521, 表 5.4.2.1-1和7.8.1.4.1-1, 测试定义在1.4MHz, 5MHz和20MHz带宽。每种带宽应该只应用中间频点。该测试只验证下行QPSK Modulation 和 Full RB Allocation; 上行的RMC依据 TS 36.521, 表 7.8.1.4.1-1设置成QPSK 和 Partial RB Allocation。

3.7.2 测试步骤

本测试需要4通道的CMW500，因为需要产生LTE信号和两个干扰信号，即CW以及ARB信号。只需要一个B110。

本例使用Band 3，20MHz带宽和中间频点。

干扰信号设置的细节可以参考图.86。

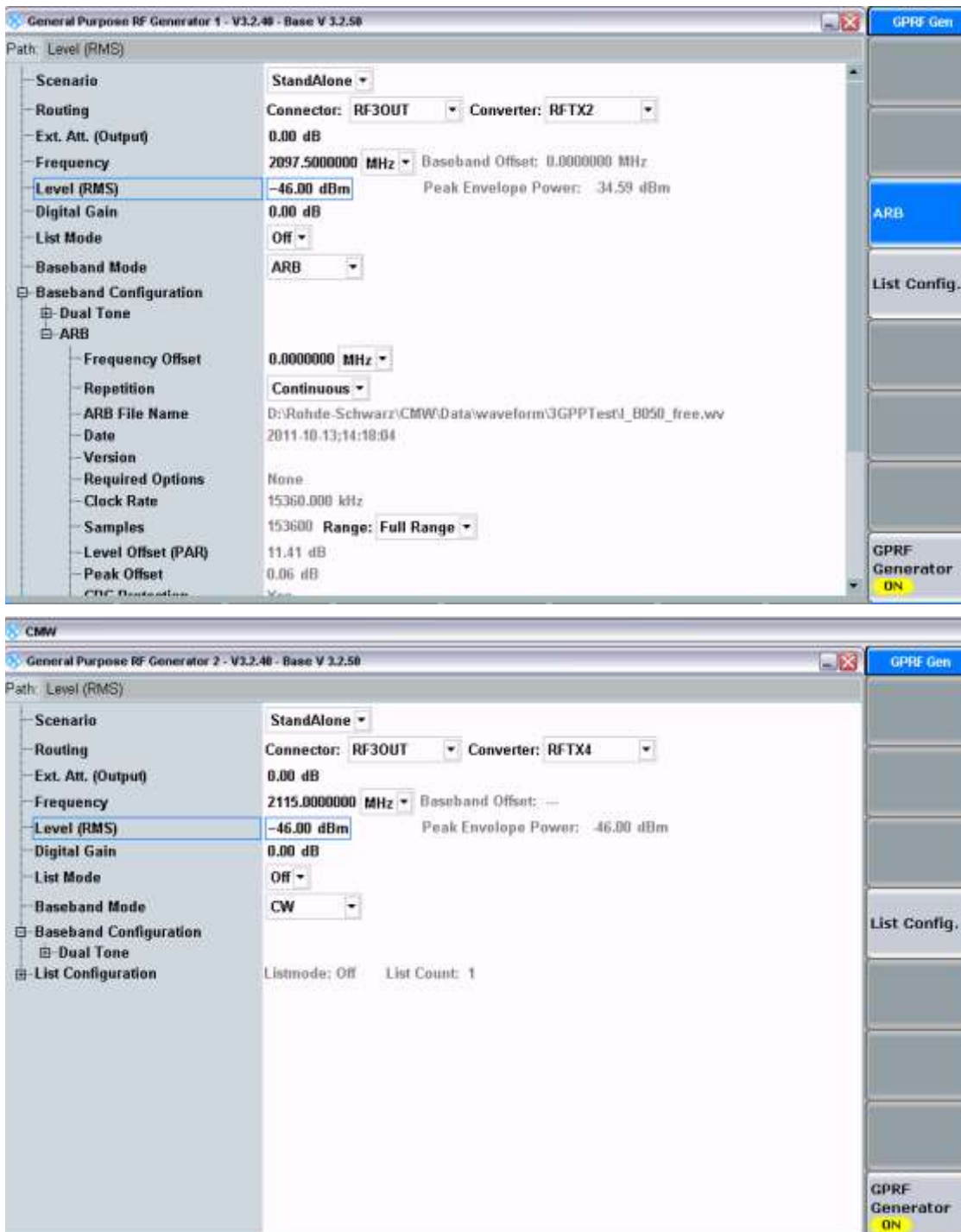


图. 86: GPRF 信号发生器 1&2 的设置.

下行应该设置成*RB Allocation* 为100, *QPSK Modulation* ; 并且, 依据 TS 36.521, 表 7.8.1.5.-1, *OCNG*应该在R&S[®]CMW中使能以模拟其他用户的存在。

按照测量规范TS 36.508, 附录A, 图A3 的描述, 将终端同CMW500 连接。开启LTE 小区, 然后将终端开机, 等待终端Attach 到CMW500 上, 然后按*Connect* 软键建立连接。

小区满输出功率应设置为-83.4 dBm, 因此, 将*RS EPRE* 设置为-115.1 dBm, 将*Active TPC Setup* 设置为*Closed Loop*, 并且将*Closed-Loop Target Power* 设置为16.3 dBm。章节3.1.2解释了此闭环目标功率是如何推出的。

测量此条件下达到的吞吐率。

3.7.3 测试要求

终端的平均吞吐量应该不小于参考测量信道的最大吞吐量的95%。

4 参考文献

[1] 3GPP TS 36.521-1

Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) conformance specification; Radio transmission and reception;
Part 1: Conformance testing

[2] 3GPP TS 36.508

Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Packet Core (EPC); Common test environments for User Equipment (UE) conformance testing

[3] R&S@CMW500 Wideband Radio Communication Tester Operating Manual

5 额外信息

如果您对本篇应用文档有任何的建议和问题，可以发送邮件给以下：

Jenny.Chen@rohde-schwarz.com 或

Guenter.Pfeifer@rohde-schwarz.com

并且，在以下网址您可以获得关于CMW500的更多信息：

www.rohde-schwarz.com/product/CMW500

6 订购信息

请光临我们的网站www.rohde-schwarz.com, 并且联系罗德与施瓦茨本地办公室以获得更多支持和信息.

Ordering Information		
Name	Description	Order number
R&S®CMW500	Wideband Radio Communication Tester	1201.0002K50
R&S®CMW-PS503	R&S®CMW500 主机	1208.7154.02
R&S®CMW-S100A	基带测量单元	1202.4701.02
R&S®CMW-S570B	射频变换器 (TRX)	1202.5008.03
R&S®CMW-S550B	基带连接板 (Flexible Link)	1202.4801.03
R&S®CMW-B570B	额外的射频变换器 (TRX)	1202.8659.03
R&S®CMW-S590D	高级射频前端	1202.5108.03
R&S®CMW-S600B	显示屏	1201.0102.03
R&S®CMW-B620A	数字视频接口(DVI) 模块	1202.5808.02
R&S®CMW-B300B	宽带信令单元	1202.6304.03
R&S®CMW-KS500	LTE FDD 基本信令功能	1203.6108.02
R&S®CMW-KM500	LTE FDD 发射机性能测试	1203.5501.02
R&S®CMW-KS550	LTE TDD 基本信令功能	1204.8904.02
R&S®CMW-KM550	LTE TDD 发射机性能测试	1203.8952.02
R&S®CMW-KS510	LTE Release 8, SISO, 高级信令功能	1203.9859.02
R&S®CMW-KT055	LTE, CMWrun 自动化测试工具	1207.2107.02
R&S®CMW-Z04	Mini-UICC 测试卡, 支持3GPP SIM/USIM/ISIM/CSIM	1207.9901.02
R&S®CMW-Z05	Nano UICC测试卡, 支持3GPP SIM/USIM/ISIM/CSIM	1208.5651.02

7 附录 A

下面的章节主要介绍了测试中需要注意的一些细节，通过这些细节可以避免测量错误，掉话或者同步失败。

7.1 ON/OFF 时间模板测量注意事项

为了使得关断功率的测量更加精确，我们推荐将 *Reference Level* 设置为比终端打开功率的峰值高 2dB(*PUSCH / PRACH / SRS ON Peak Power Level*)，如果关断功率的实际值没有落在 CMW500 的动态范围之内，那么测量的结果就可能是错误的。

7.2 使用 CMWRun 自动化测试

CMWRun 软件是罗德与施瓦茨提供的自动化测试软件，R&S 提供的 LTE3GPPTestv9.7.dll 动态链接文件支持 3GPP TS36.521-1 规范中本文档所描述的所有测试项目。

下面是测试设置和测量结果的截屏：

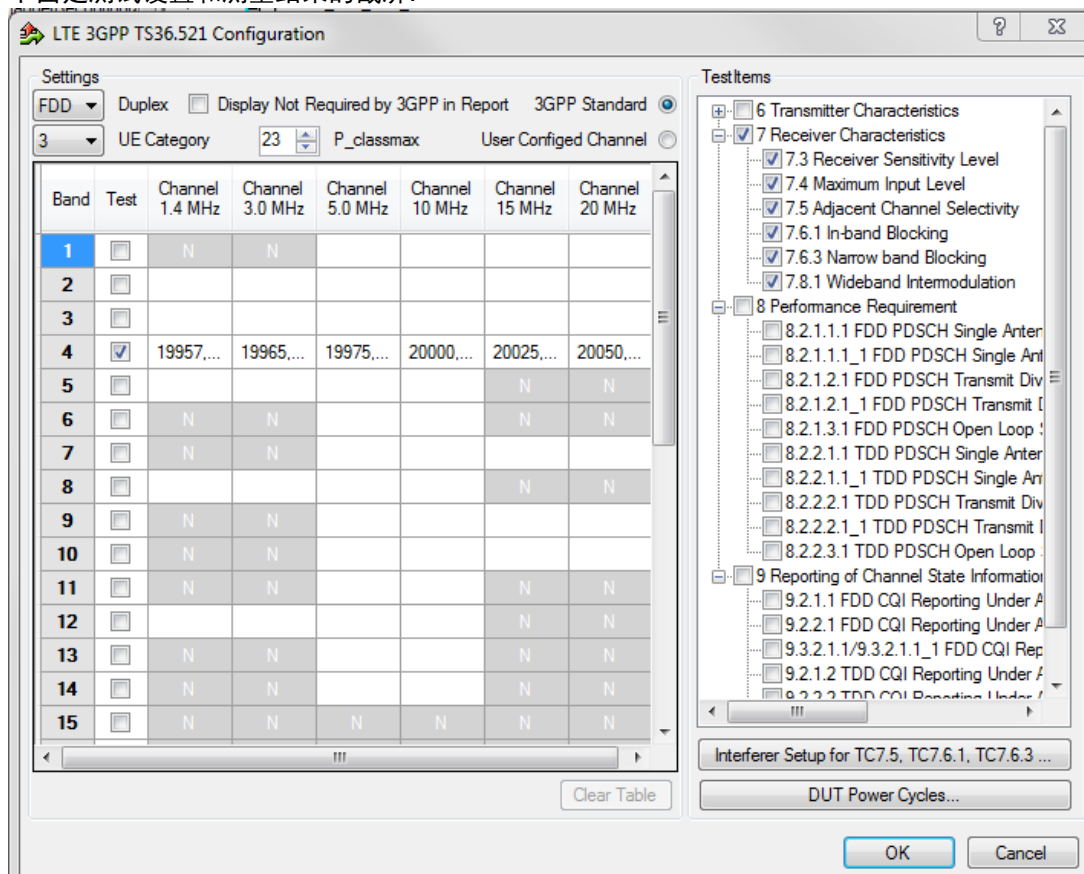


图 87:使用 CMWrun 测试 36.521 配置窗口

LTE 3GPP V9.3 Test Cases: According to User Configuration

6.5.2.1 Error Vector Magnitude (EVM) for PUSCH	UL Modulation, MBS	Limit	Measured	Unit	Status
6.5.2.1 Error Vector Magnitude (EVM) for PUSCH @ Band10					
PUSCH EVM @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	QPSK, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	3.31	%	Passed
PUSCH EVM DURS @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	QPSK, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	3.43	%	Passed
PUSCH EVM @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	QPSK, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	2.99	%	Passed
PUSCH EVM @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	QPSK, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	2.97	%	Passed
PUSCH EVM @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	QPSK, 100 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	3.21	%	Passed
PUSCH EVM DURS @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	QPSK, 100 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	3.17	%	Passed
PUSCH EVM @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	Q16, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	4.59	%	Passed
PUSCH EVM DURS @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	Q16, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	3.53	%	Passed
PUSCH EVM @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	Q16, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	4.54	%	Passed
PUSCH EVM DURS @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	Q16, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	3.51	%	Passed
PUSCH EVM @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	Q16, 100 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	4.81	%	Passed
PUSCH EVM DURS @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	Q16, 100 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	4.95	%	Passed
PUSCH EVM @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	QPSK, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	2.27	%	Passed
PUSCH EVM DURS @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	QPSK, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	2.47	%	Passed
PUSCH EVM @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	QPSK, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	2.42	%	Passed
PUSCH EVM DURS @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	QPSK, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	2.87	%	Passed
PUSCH EVM @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	QPSK, 100 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	3.07	%	Passed
PUSCH EVM DURS @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	QPSK, 100 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	3.17	%	Passed
PUSCH EVM @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	Q16, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	2.31	%	Passed
PUSCH EVM DURS @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	Q16, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	2.48	%	Passed
PUSCH EVM @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	Q16, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	2.47	%	Passed
PUSCH EVM DURS @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	Q16, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	2.73	%	Passed
PUSCH EVM @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	Q16, 100 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	3.17	%	Passed
PUSCH EVM DURS @ULCH: 39150, 24K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	Q16, 100 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	3.28	%	Passed

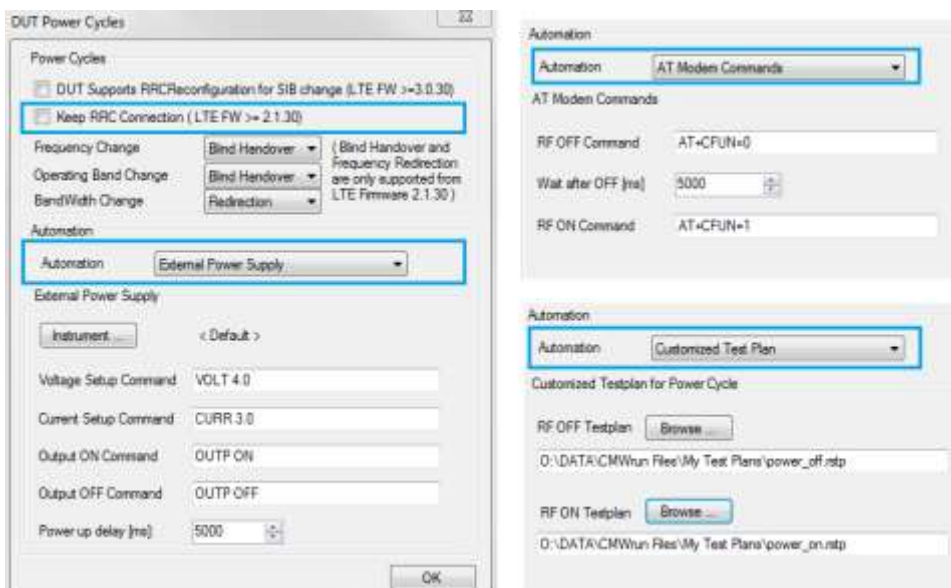
图 88: CMWrun 测量报告例子

按 *DUT Power Cycle* 按钮以后会弹出如下图所示的对话框。

如果空闲模式（去选 *Keep PRC Connection*）被激活，p-max，NS 和所有的开环功率测试参数都可以在 RRC 空闲模式下修改，这需要在没有 DUT 电源循环的情况下。

如果 DUT 的 *Supports RRCReconfiguration* 选项被选上，p-max 和 NS 的值可以通过 RRC 重配置过程在 RRC 连接模式下修改。请注意这个特性可能并非每款终端都支持。

如果电源循环是必要的，可以如下图所示进行正确的设置完成自动化。



LTE3GPPTestv9.7.dll 和 LTE3GPPCustomize.dll 在 2012 年全新发布。

LTE3GPPCustomize.dll 允许用户根据自己的需求配置所有的测试用例，包括用户自定义的频段。

LTE3GPPTestv9.7.dll包括了3GHz以上的新频段和相应的规范限制。第八章和第九章的测试也会添加到LTE3GPPTestv9.7.dll中。

上面介绍的dll通常会与LTECallSetup.dll一起使用，*Scenario*和 *Network parameters*等参数也需要在LTECallSetup.dll中适当设置。

最新版的CMWRun可以从以下连接获得：

<https://extranet.rohde-schwarz.com/live/rs/extranet/>

请注意，如果需要用CMWRun软件的话需要KT055选件才可以。

About Rohde & Schwarz

Rohde & Schwarz is an independent group of companies specializing in electronics. It is a leading supplier of solutions in the fields of test and measurement, broadcasting, radiomonitoring and radiolocation, as well as secure communications. Established more than 75 years ago, Rohde & Schwarz has a global presence and a dedicated service network in over 70 countries. Company headquarters are in Munich, Germany.

Environmental commitment

- Energy-efficient products
- Continuous improvement in environmental sustainability
- ISO 14001-certified environmental management system



Regional contact

Europe, Africa, Middle East

+49 89 4129 12345

customersupport@rohde-schwarz.com

North America

1-888-TEST-RSA (1-888-837-8772)

customer.support@rsa.rohde-schwarz.com

Latin America

+1-410-910-7988

customersupport.la@rohde-schwarz.com

Asia/Pacific

+65 65 13 04 88

customersupport.asia@rohde-schwarz.com

This application note and the supplied programs may only be used subject to the conditions of use set forth in the download area of the Rohde & Schwarz website.

R&S® is a registered trademark of Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG; Trade names are trademarks of the owners.

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

Mühl Dorfstraße 15 | D - 81671 München

Phone + 49 89 4129 - 0 | Fax + 49 89 4129 - 13777

www.rohde-schwarz.com