

# LTE RF Measurements with the R&S®CMW500 according to 3GPP TS 36.521-1

## Application Note

### Products:

| R&S®CMW500

The 3GPP TS 36.521-1 “Radio transmission and reception” LTE User Equipment (UE) conformance specification defines the measurement procedures for LTE terminals with regard to their transmitting characteristics, receiving characteristics and performance requirements as part of the 3G Long Term Evolution (3G LTE) standard.

이 응용 노트는 LTE FDD/TDD 스펙에 따른 LTE 송/수신 테스트를 수행하기 위해 CMW500 에서 제공되는 기능을 어떻게 사용하는지에 대한 설명을 담고 있습니다.

# Table of Contents

<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>4</b>
1.1	How to Use Save Files in the R&S®CMW500 .....	5
1.2	Select the Duplex Mode .....	5
<b>2</b>	<b>Transmitter Characteristics.....</b>	<b>6</b>
2.1	Generic Call Setup for Transmitter Characteristics .....	6
2.2	UE Maximum Output Power (TS 36.521, 6.2.2).....	12
2.3	Maximum Power Reduction (TS 36.521, 6.2.3) .....	15
2.4	Additional Maximum Power Reduction (TS 36.521-1, 6.2.4) .....	17
2.5	Configured UE Transmitted Output Power (TS 36.521, 6.2.5).....	21
2.6	Minimum Output Power (TS 36.521, 6.3.2).....	24
2.7	Transmit OFF Power (TS 36.521, 6.3.3) .....	25
2.8	General ON/OFF Time Mask (TS 36.521-1, 6.3.4.1).....	26
2.9	PRACH and SRS Time Mask (TS 36.521-1, 6.3.4.2).....	31
2.10	Power Control – Absolute Power Tolerance (TS 36.521, 6.3.5.1) .....	37
2.11	Power Control – Relative Power Tolerance (TS 36.521, 6.3.5.2).....	40
2.12	Aggregate Power Control Tolerance (TS 36.521-1, 6.3.5.3) .....	47
2.13	Frequency Error (TS 36.521, 6.5.1) .....	50
2.14	Error Vector Magnitude (TS 36.521-1, 6.5.2.1).....	52
2.15	PUSCH EVM with Exclusion Period (TS 36.521-1, 6.5.2.1A) .....	57
2.16	Carrier Leakage (TS 36.521-1, 6.5.2.2).....	59
2.17	In-Band Emissions for Non-Allocated RBs (TS 36.521-1, 6.5.2.3) .....	61
2.18	EVM Equalizer Spectrum Flatness (TS 36.521, 6.5.2.4) .....	65
2.19	Occupied Bandwidth (TS 36.521, 6.6.1) .....	68
2.20	Spectrum Emission Mask (TS 36.521, 6.6.2.1).....	70
2.21	Additional Spectrum Emission Mask (TS 36.521-1, 6.6.2.2).....	73
2.22	Adjacent Channel Leakage Power Ratio (TS 36.521, 6.6.2.3) .....	74
<b>3</b>	<b>Receiver Characteristics .....</b>	<b>77</b>
3.1	Generic Test Description for Receive Tests.....	77
3.2	Reference Sensitivity Level (TS 36.521-1, 7.3) .....	79
3.3	Maximum Input Level (TS 36.521-1, 7.4) .....	81
3.4	Adjacent Channel Selectivity (TS 36.521-1, 7.5).....	83
3.5	In-Band Blocking (TS 36.521-1, 7.6.1) .....	87

---

<b>3.6</b>	<b>Narrow-Band Blocking (TS 36.521-1, 7.6.3) .....</b>	<b>90</b>
<b>3.7</b>	<b>Wide band Intermodulation (TS 36.521-1, 7.8.1).....</b>	<b>92</b>
<b>4</b>	<b>Literature.....</b>	<b>95</b>
<b>5</b>	<b>Additional Information .....</b>	<b>95</b>
<b>6</b>	<b>Ordering Information .....</b>	<b>96</b>
<b>7</b>	<b>Annex A .....</b>	<b>97</b>
<b>7.1</b>	<b>Precautions for the ON/OFF Time Mask .....</b>	<b>97</b>
<b>7.2</b>	<b>Precautions for Relative Power Control .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>7.3</b>	<b>Measuring the PRACH .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>7.4</b>	<b>Automatic testing with CMWRun.....</b>	<b>97</b>

# 1 Introduction

R&S®CMW500의 signaling과 measurement 솔루션은 3GPP Release-9에 대한 TS 36.521-1에서 정의된 모든 송신과 수신 테스트를 수행하는데 사용될 수 있습니다. 이 문서는 CMW500 LTE Call Box를 사용하여 3GPP TS 36.521 V10.4.0, Clauses 6 and 7에 따라 Release-9에 대한 측정을 수행하는 가이드를 단계별로 제공하고 있습니다. 하기의 설명은 CMW500 펌웨어 버전 3.2.50에서 제공되는 기능을 기반으로 하고 있습니다. 추후 새로운 펌웨어가 출시되면 그에 따라 업데이트 될 예정입니다.

각각의 테스트는 예제로 설명되고 있습니다. 각기 다른 측정들은 특정한 설정을 필요로 하기 때문에 이 응용노트는 샘플 저장 파일을 포함합니다. Section 1.1에서는 이러한 파일을 어떻게 만들고 불러오는 지에 대해 설명합니다.

여기에 설명된 테스트들은 스펙트럼 분석기나 필터와 같은 외부 장비를 필요로 하지 않는 테스트들로 제한됩니다. 예를 들면 Spurious measurements, transmitter intermodulation, and out-of-band blocking 테스트들은 제외됩니다. 이러한 추가적인 장비가 사용되는 테스트 항목들에 대한 지원 유무는 CMW customer web의 R&S®CMW500 capability list를 참조하시기 바랍니다.

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

## 1.1 How to Use Save Files in the R&S®CMW500

Save files 은 특정한 테스트를 위해 요구되는 설정들을 불러오는 기능을 제공합니다. 이 파일들은 CMW500 Parameter 에 대한 설정 값을 포함합니다. Save files 은 한대의 CMW500 에서 다른 CMW500 으로 설정 파일을 옮겨서 불러오기를 수행할 수도 있습니다. 사용자의 편의를 위해 이 문서는 설명된 테스트들에 대한 저장 파일들을 포함하고 있습니다.

해당 파일들을 사용하기 위해서는 CMW500 전면 패널 좌측의 SAVE/RCL 키를 누릅니다.



Fig. 1: The SAVE/RCL key.

그리고 나서, 다이얼로그 프롬프트를 이용하여 불러올 파일을 선택하고, 장비 스크린 우측의 Recall 버튼을 누릅니다. 파일을 불러오는 경우에는 저장을 한 소스 장비와 Target 장비가 동일한 펌웨어를 사용해야 합니다.

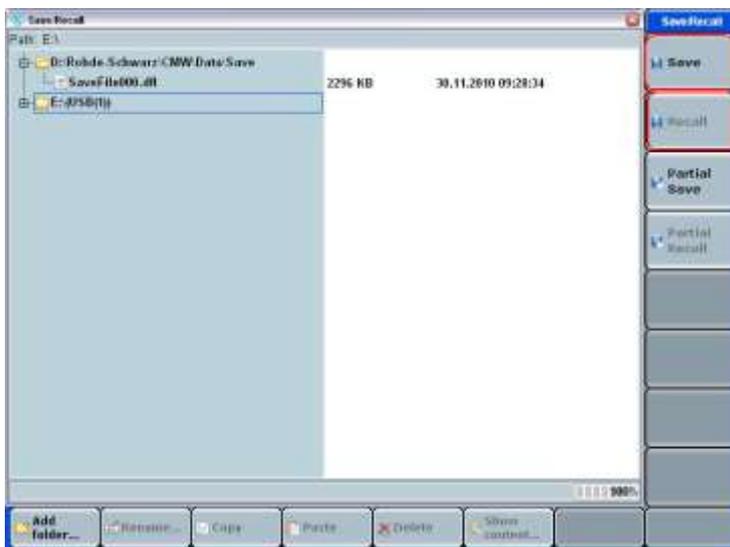


Fig. 2: The Save/Recall dialog screen.

## 1.2 Select the Duplex Mode

Duplex mode 에 대한 선택은 Signal Off 상태에서만 가능합니다.

대부분의 테스트 항목에서 FDD 와 TDD 에 대한 테스트 구성과 단계는 동일합니다. 각 테스트의 대한 차이점은 하기 문서상에 명기됩니다.

## 2 Transmitter Characteristics

### 2.1 Generic Call Setup for Transmitter Characteristics

측정에 대한 Parameter 들은 하기 Specification 에 따라 설정됩니다:

Cell set up	3GPP TS 36.508, Sub Clause 4.4.3
Propagation conditions	3GPP TS 36.521, Annex B.0
Uplink reference measurement channels (RMCs)	3GPP TS 36.521, Annex A.2
Configuration of PDSCH and PDCCH before measurement	3GPP TS 36.521, Annex C.2
Initial downlink signal setup	3GPP TS 36.521, Annexes C.0, C.1, and C.3.0
Initial uplink signal setup	3GPP TS 36.521, Annexes H.1 and H.3.0

**Table 1: Sources for parameter specifications.**

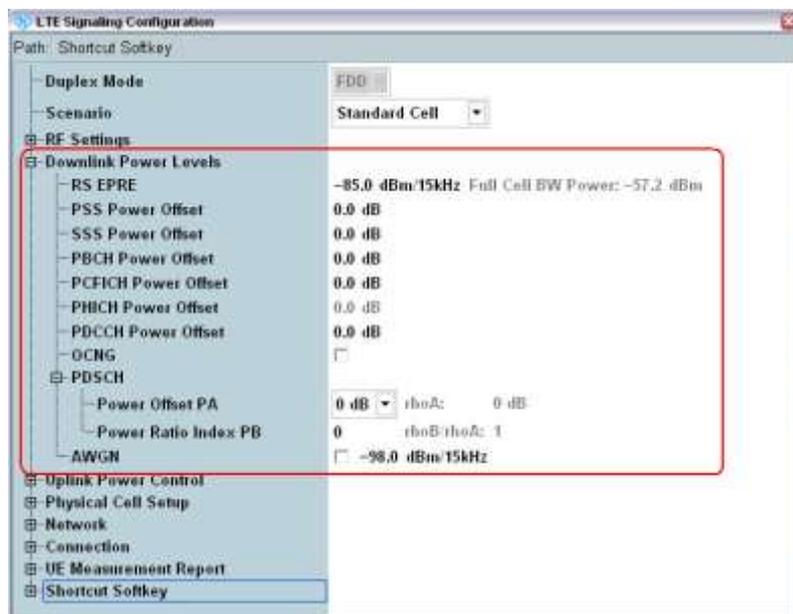
TS 36.521, Annex C.0 는 다운링크 신호레벨에 대해 설명하고 있습니다. CMW500 에서는 다운링크 신호 레벨이 설정되어야 하며 *RS EPRE* 를  $-85 \text{ dBm}/15 \text{ kHz}$  로 설정합니다.

TS 36.521, Annex C.1 는 다운링크 downlink physical channels 과 physical resources 를 위한 신호의 mapping 을 설명합니다.

TS 36.521, Annex C.3.0 은 주로 downlink physical channel levels 을 설명합니다.

TS 36.521, Annex H.1 은 uplink physical channels 과 physical resources 를 위한 신호의 mapping 을 설명합니다.

CMW500 에서의 상기 설정은 Fig. 3 에서 확인이 가능합니다.



**Fig. 3: The LTE signaling configuration screen with settings based on TS 36.521.**

## 2.1.1 Rules for the Bandwidth and Frequency Settings

주파수와 채널 대역폭은 UE 가 지원하는 E-UTRA Band 에 따라 개별적으로 설정됩니다. 적용 가능한 채널 대역폭은 TS 36.521, Table 5.4.2.1-1 과 각 테스트 항목에 대한 test configuration 요구 조건을 따라야 합니다.

대부분의 송신 테스트는 5MHz 대역폭뿐만 아니라, 지원되는 최소와 최대 대역폭에서 수행됩니다. 하지만, 일부 시험 항목의 경우 10MHz 대역폭이 포함되는 경우가 있고, 더 나아가 Occupied bandwidth 와 같은 측정 항목의 경우 전체 대역폭에서 측정이 수행되어야 합니다.

측정 주파수는 TS36.508, Table 4.3.1 을 참조합니다. 이곳에서 테스트가 필요한 Band 와 채널 대역폭에 따른 Low / Middle / High range 의 채널 주파수를 확인할 수 있습니다.

대부분의 송신 테스트는 하나의 Low / Mid / High range 주파수에서 수행되지만, configured UE transmitted output power 테스트나 occupied bandwidth 테스트와 같은 항목들은 Middle range 채널에서만 측정됩니다.

이 응용 노트에서 사용되는 예제에서는 10MHz 와 20MHz 대역폭의 Band 7 UE 를 기준으로 설명됩니다. 따라서, 하기 Table 2 의 주파수와 채널 값이 CMW500 의 테스트에 설정되어야 합니다.

OB	Bandwidth	Range	N <sub>UL</sub>	Frequency of Uplink [MHz]	N <sub>DL</sub>	Frequency of Downlink [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

Table 2: Test-frequency mapping.

## 2.1.2 Measurement Issues Related to Expected Power

Callbox 측정을 위해 CMW500 을 사용하는 경우, 때때로 Input overdriven 또는 Input underdriven 와 같은 메시지를 볼 수 있습니다. 이 경우는 측정 상태가 불안정하다는 의미이고, 이것은 장비의 dynamic range 설정과 관련되어 있습니다.

아래 그림은 이 설정의 기초적인 이론에 대한 간략한 이미지를 제공하고 있습니다:

1. Reference level 은 CMW500 의 Maximum allowed input power 를 나타냅니다. 만약 입력 신호 레벨이 reference level 을 초과한다면, 장비는 Input overdriven 상태 메시지를 보냅니다. 기억할 것은 입력 신호 레벨은 PEAK detector 를 사용하여 결정된다는 점입니다.
2. 입력 신호 레벨이 green area 에 들어오는 경우, CMW500 은 입력 신호를 demodulation 할 수 있을 뿐만 아니라 Power 측정이 가능하게 됩니다.
3. 입력 신호 레벨이 yellow area 에 들어가는 경우에는, Power 측정에는 충분한 상태이지만, demodulation 을 할 만큼 SNR 이 좋은 상태는 아닌 경우입니다.
4. 사용자는 CMW500 의 Multi-evaluation 인터페이스를 사용하는 경우, UE uplink 신호가 demodulation area(green) 안에 오도록 유지해야 합니다.
5. 입력 신호 레벨이 reference level 보다 높거나 낮은 경우에는 측정이 올바르게 수행되지 않습니다.

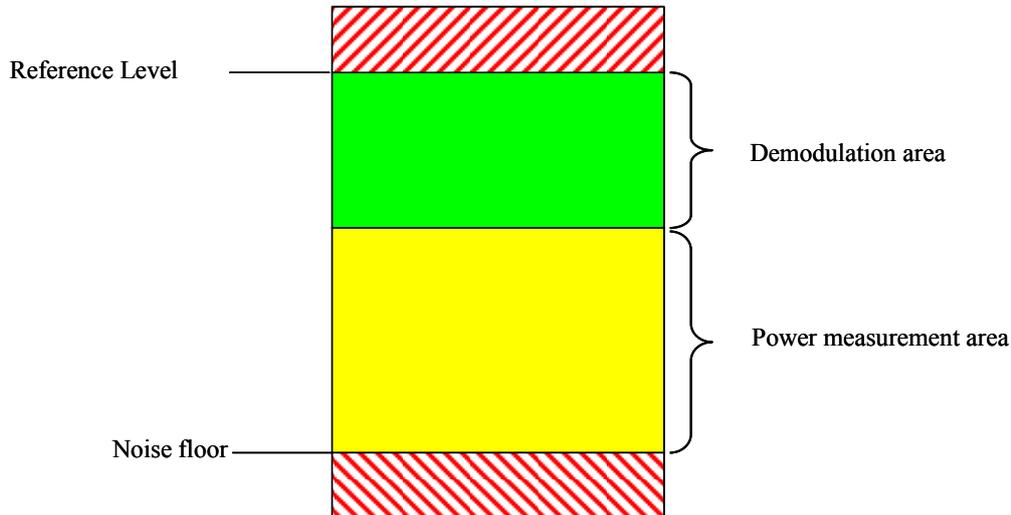


Fig. 4: Measurement levels.

결과적으로 CMW500의 reference-level 설정은 매우 중요하며, 장비에서는 선택 가능한 두 가지 모드가 있습니다. 하기에서 이 두 가지 모드의 차이점과 사용법에 대해 설명할 것입니다. CMW500에서 reference level은 *expected nominal power*와 *margin*의 합으로 결정되므로 CMW500에서는 이 두 가지 값의 합이 중요합니다.

6. <According to the UL power control settings> : 이 모드 사용시 CMW500은 UL Power Control에 따라 자동으로 reference level을 설정합니다. PUSCH를 측정하는 경우 이 설정을 사용하면 쉽게 측정할 수 있습니다.
7. <Manual modes>: 이 모드의 경우 User가 reference level을 직접 설정해야 합니다. 이 모드는 보다 정확한 OFF power 측정을 위한 time mask와 관련된 테스트 항목에 대한 측정을 위해 필요합니다.
8. 상기 정보를 기반으로 다음과 같은 일반적인 룰을 제공합니다: 첫째, 입력 신호의 Peak Power는 reference level을 초과해서는 안됩니다. 둘째, Multi-Evaluation 인터페이스를 사용하는 경우에는 Green 영역을 벗어나지 않도록 reference level이 설정되어야 합니다.

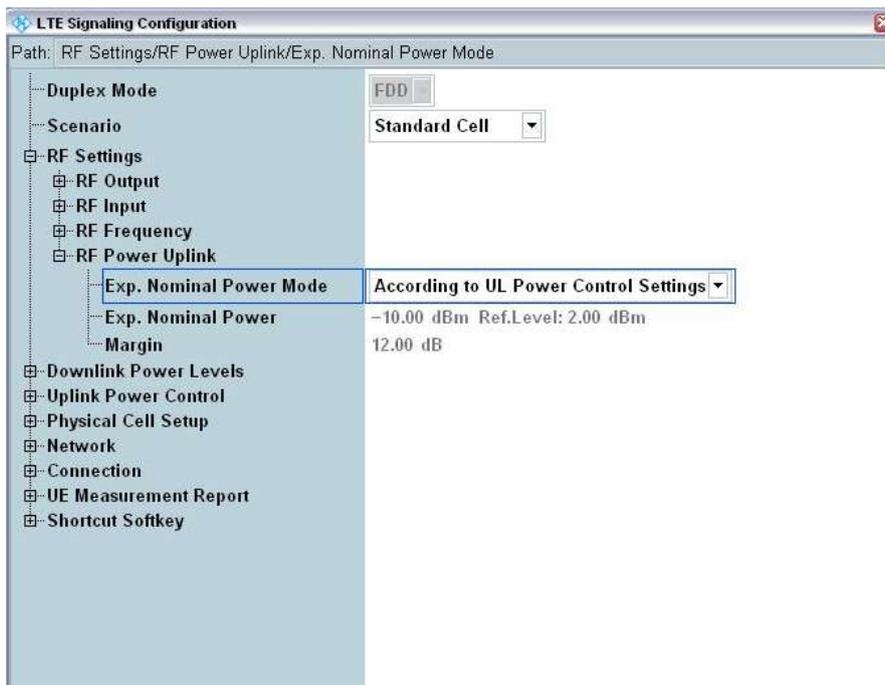


Fig. 5: Configuring the expected nominal power mode.

### 2.1.3 General Settings Related to Multi-Evaluation Measurements

주파수와 power 설정에 측정에 대한 시나리오는 Fig. 6 과 같이 LTE Signaling 에 링크되어 있어야 합니다.

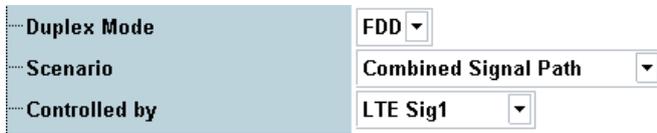


Fig. 6: Selecting LTE signaling for the measurement.

Channel Type, RB Allocation (resources blocks 의 개수를 결정하는) 과 Modulation 은 이 응용 노트의 모든 테스트에 대해 일관성이 없는 설정을 피하기 위해 **Auto** 로 설정합니다. 그럼에도 불구하고, Tx 신호의 레벨이 낮은 경우에는 Modulation scheme 을 UE Tx 신호의 Modulation 에 따라 설정해야 할 수 있습니다.

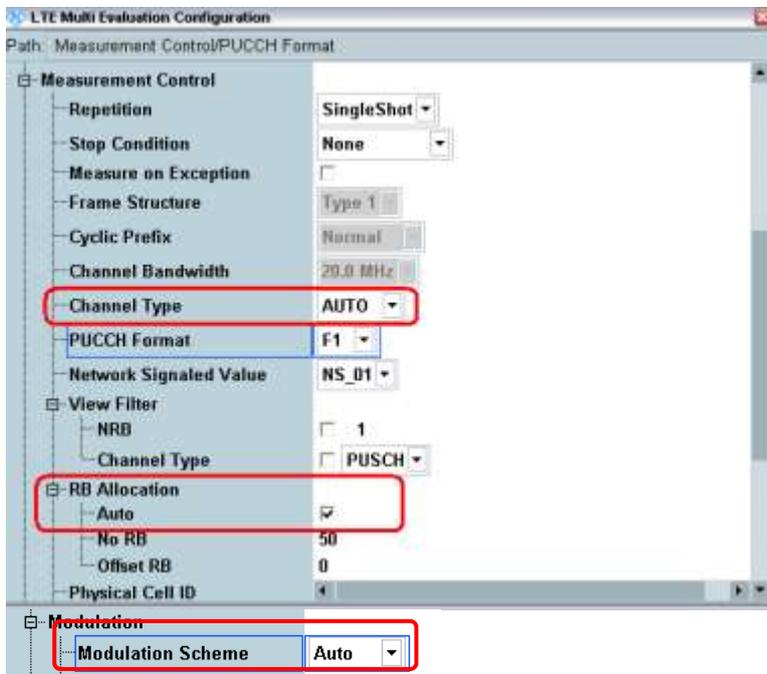


Fig. 7: Three settings that should be set to "Auto" for all of the tests described in this application note.

Fig. 8 과 같이 FDD 와 TDD 에 대해서 다른 Measure Subframe 이 사용됩니다. 이 파라미터의 기본 값은 0 입니다. FDD 에 대해서는 기본 값을 사용할 수 있지만, TDD 모드에서는, Spec 에서 Uplink/downlink configuration 구성을 '1'로 요구하고 있으므로 Measure Subframe 이 2,3,7,8 중에서만 선택이 가능합니다. TDD 의 Default Slot 은 3 번입니다.

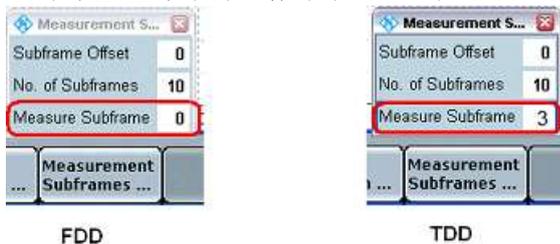


Fig. 8: Measure Subframe settings for FDD and TDD.

## 2.1.4 Explanation of Demos and Manual Operation

이 응용 노트에서 각각의 테스트 항목 설명 사이에는 해당 테스트들을 위해 CMW500 이 어떻게 사용되는지 보여주기 위해 간단한 데모가 추가되어 있습니다. 이 데모들은 하나의 duplex mode, 하나의 operation band, 하나의 bandwidth 와 하나의 채널에 대해서만 설명됩니다. TDD 모드에 대해서는 테스트 절차상에서 FDD 와 차이점만을 언급할 것입니다. 해당 내용에 대해 특별한 언급이 없다면 테스트 설정과 절차가 FDD 와 동일한 것을 의미합니다.

각각의 테스트를 Spec 에 엄격하게 맞쳐서 수행하기 위해서는 Section 2.1.1 에서 설명한 것과 같이 각기 다른 대역폭과 채널에서의 테스트가 반복 수행되어야 합니다.

실제 DUT 를 측정하는 경우, 하기에 명시된 operation band, bandwidth 와 채널에 대한 설정을 사용하는 DUT 에 맞추어서 변경하여 테스트해야 합니다.

R&D 단계에서 수동으로 테스트를 하는 동안 User 는 power control type, target power 또는 RB 설정과 같은 파라미터 들을 변경해서 테스트를 수행해야 합니다. 이러한 설정들은 Multi-evaluation 인터페이스에서 변경이 가능하므로 파라미터 변경을 위해 LTE Signaling 모드로 모드 변경을 할 필요가 없습니다. Fig. 9 와 같이 , 화면 우측의 *Signaling Parameters* 를 누르고, 화면 하단의 *Connection Setup* 버튼을 누르면, *RB Allocation* 과 RB position 을 변경할 수 있고, uplink 와 downlink 에 대한 *Modulation Scheme* 도 변경할 수 있습니다. LTE V3.0.20 부터 DL power, Band, Channel 설정은 *Cell Setup* 에서 변경이 가능합니다.



Fig. 9: Changing the signaling parameters.

## 2.1.5 General Setup for TDD mode

Spec 에 따르면 *Uplink Downlink Configuration* 은 “1”로 설정되어야 하고, *Special Subframe* 은 “5”로 설정합니다. 이 값들은 Fig. 10 에서 보여주는 것과 같이 *LTE Signaling > Config > Physical Cell Setup > TDD* 에서 설정이 가능합니다.

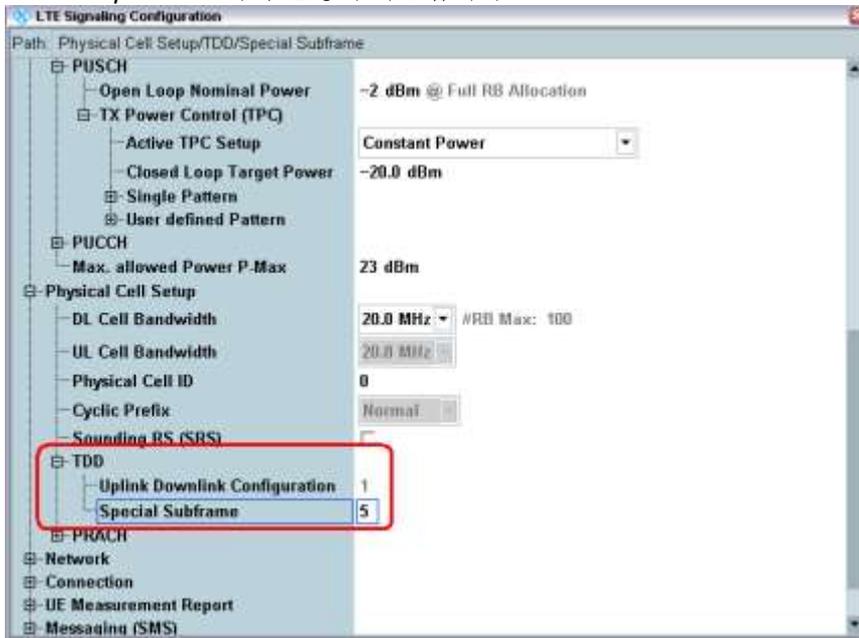


Fig. 10: General configuration for TDD.

## 2.1.6 Advanced PRACH/Open Loop Power

CMW LTE V3.0.50 이상에서는 *Uplink Power Control* 에서 *Advanced PRACH/OL Power* 설정을 활성화 할 수 있습니다. 따라서, User 는 *Reference Signal Power*, *Preamble Initial Received Target Power* 와 open loop 와 관련된 다른 message component 들을 직접 변경할 수 있습니다. 단, 이 설정 변경을 위해서는 KS510 옵션이 필요합니다.

아래의 그림은 TS 36.508 의 기본 값에 따라 설정된 장비에서의 설정 값을 나타내고 있습니다.

Uplink Power Control	
Open Loop Nominal Power	--- @ Full RB Allocation
Advanced PRACH/OL Power	
Enable Advanced Settings	<input checked="" type="checkbox"/>
Reference Signal Power	18 dBm
Preamble Initial Received Tar...	-104 dBm
P0 Nominal PUSCH	-85 dBm
Pathloss Compensation Alpha	0.8
Pathloss	103.0 dB
Expected PRACH Preamble P...	-1.0 dBm
Expected OL Power	14.4 dBm

Fig. 11 Advanced Power Default Settings

RRC Idle 모드에서 *Expected PRACH Preamble Power* 를 변경하기 위해서는 필요하다면 DL RS EPRE 값을 먼저 변경하고 그 후에 *Preamble Initial Received Target Power* 를 변경합니다.

*Expected OL Power* 는 RRCConnected (through RRCReconfiguration) 또는 RRCIdle 모드에서 *PO Nominal PUSCH* 를 수정하면 변경할 수 있습니다.

### 2.1.7 Non-Advanced Open Loop Power

KS510 옵션이 없다면, Open Loop Nominal Power 가 PRACH/OL Power 설정에 사용됩니다. 그것은 target UL total BW open loop power 입니다. Target PRACH power 는 Open Loop Nominal Power 보다 8dB 낮습니다. TDD 의 경우 PRACH Configuration Index 가 48 또는 그 이상 값이면, expected PRACH power 는 Open Loop Nominal Power 와 동일합니다. 이는 3GPP TS 36.321 Table 7.6-1 에 의거하여 DELTA\_PREAMBLE = 8 dB 이기 때문입니다.



Fig. 12: Open Loop Nominal Power Settings

### 2.1.8 SIB Paging and RRCReconfiguration

3GPP 테스트 요구에 의해, SIB 와 관련된 파라미터들은 Cell ON 상태에서 변경이 되어야 하고, 따라서 UE 의 power cycle 이 요구됩니다.

SIB 관련 파라미터들은 (*Network Signalling, p-Max, SRS, PO nominal PUSCH, Preamble Initial Received Target Power*) RRC Idle or Connected mode 뿐만 아니라 base station 에 의해 초기화 되는 SIB paging or RRC Reconfiguration 메시지에 의해 변경이 가능합니다. 하지만, UE 가 mobilityInfo 를 가지는 SIB paging or RRCReconfiguration 에 의해 변경되는 것을 지원하는지는 먼저 확인이 되어야 합니다.

기본적으로, 이 응용 노트는 Cell On 상태에서 SIB 관련 파라미터를 변경하는 방식으로 설명할 것입니다.

## 2.2 UE Maximum Output Power (TS 36.521, 6.2.2)

이 측정 항목은 UE 의 Maximum output power 가 Spec 에 정의된 nominal maximum output power 와 그에 따른 tolerance 범위를 넘지 않는지 확인하는 테스트입니다. 높은 출력 파워는 다른 채널이나 시스템을 방해할 수 있고, 불충분한 최대 파워는 Coverage 를 감소시킬 수 있습니다.

### 2.2.1 Test Description

일반적인 테스트 설정은 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조하시기 바랍니다. RB allocation 에 대한 상세 내용이나 대역폭, 주파수 그리고 RMC 에 대한 설정은 TS 36.521, Table 6.2.2.4.1-1 에 명시되어 있습니다. 하기의 테스트는 1RB 와 Partial RB 에 대한 QPSK 변조 조건에 대해서만 명시하고 있습니다.

TS 36.521, Table 5.4.2.1-1 에 따르면, 기본적으로 Band 7 테스트에 대해서 4 개의 대역폭(5 MHz, 10 MHz, 15 MHz and 20 MHz)에 대한 측정이 요구됩니다. 추가적으로, TS 36.521, Table 6.2.2.4.1-1 에 따르면, maximum power 는 최소 대역폭과 최대 대역폭에서만 측정을 요구합니다. 따라서, Band 7 의 경우 최대 출력 파워는 5MHz 와 20MHz 대역폭에서 수행되어야 합니다.

여기서는 Band 7 의 low-range 채널과 20MHz 대역폭을 사용하여 측정이 진행됩니다.

TS 36.521, Table 6.2.2.4.1-1은 20MHz 조건에서 1RB / 18RB 두 개의 조건에 대한 테스트를 요구합니다. Band 7, 20 MHz, and Low Range 는 TS 36.521-1 Table 6.2.2.3-1의 Note 2를 만족하므로, lower limit 1.5 dB 마진을 가집니다. 또한, TS 36.521-1, Table 6.2.2.4.1-1, Note 2에 따라, RB position 은 1RB에 대해서는 low와 high에 대한 측정을, 18RB에 대해서는 low에 대한 측정을 수행하게 됩니다.

## 2.2.2 Test Procedure

TS 36.508, Annex A, Figure A3 과 같이 SS 를 UE 안테나에 연결합니다. LTE Cell 을 활성화 하고, UE 전원을 켜서 network 에 attach 되도록 합니다. UE 가 Attach 되면 Fig. 133 과 같이 Connect 버튼을 눌러서 Connection Established 상태가 되도록 합니다.

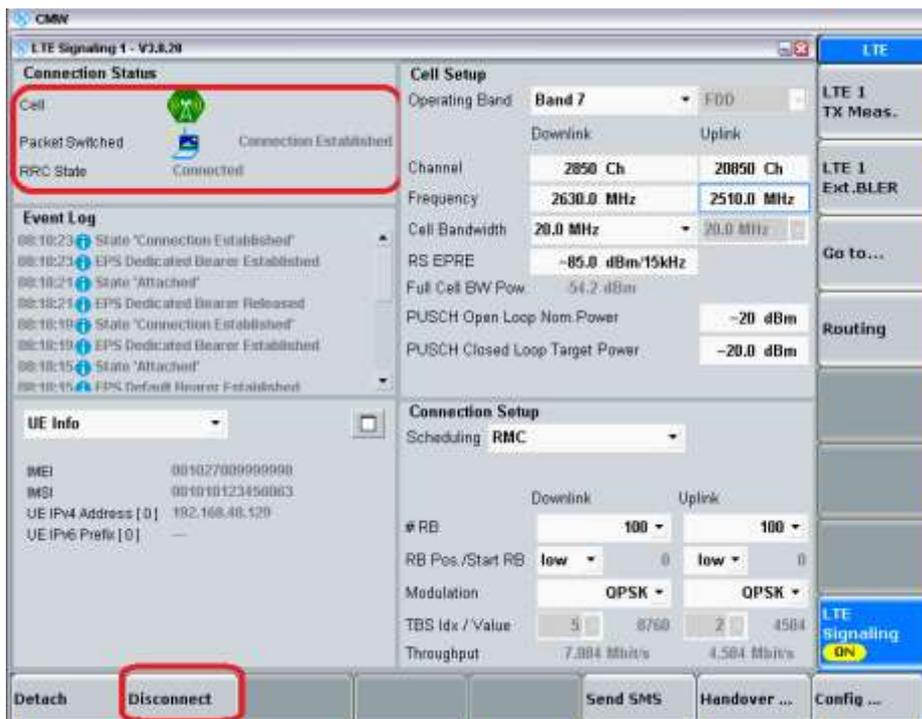


Fig. 133: Established connection.

1. #RB 는 1 로, RB Pos/Start RB 는 Low 로 그리고 Modulation 을 QPSK 로 설정하고 Active TPC Setup 을 Max. Power 로 설정하여 UE Output Power 가  $P_{UMAX}$  가 되도록 설정합니다.
2. 아래 그림과 같이 average UE output power (22.45 dBm in this example)를 error vector magnitude (EVM) 측정 화면에서 측정합니다.

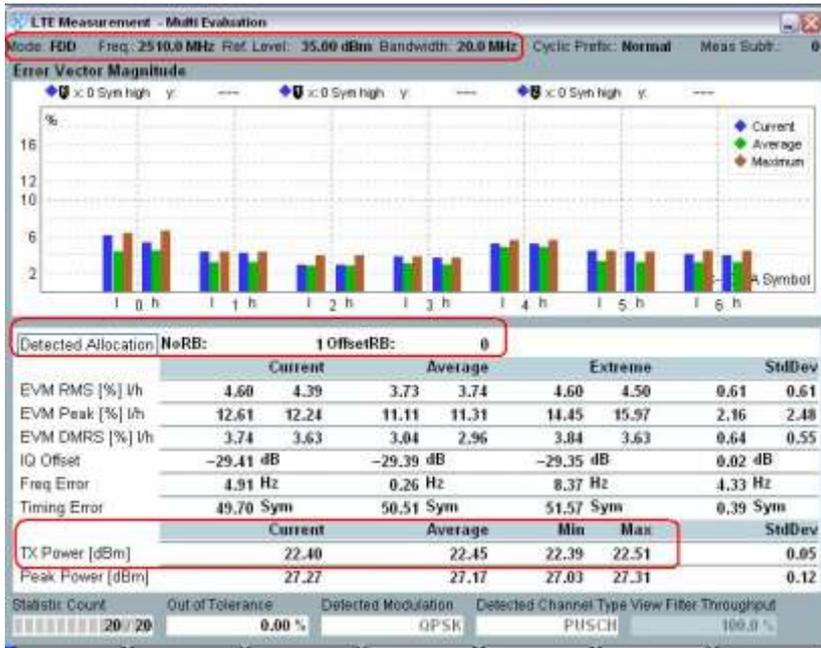


Fig. 144: Measurement results for UE maximum output power for one resource block.

3. Uplink RMC 에 대한 #RB 를 1 에서 18 로 변경하고, 재 측정을 위해 Restart/Stop 버튼을 누릅니다.
4. Fig. 15 과 같이 average UE output power (22.54 dBm in this example)를 확인합니다.

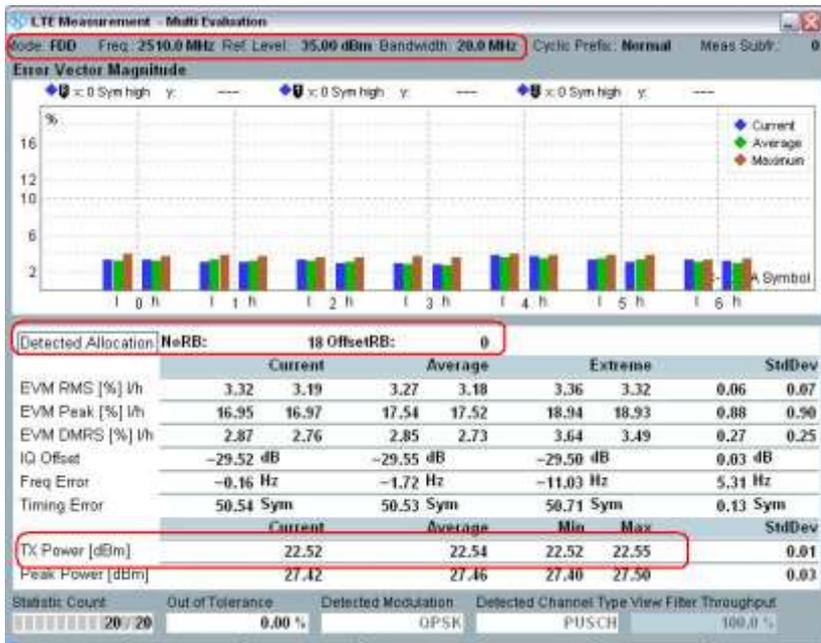


Fig. 15: Measurement results for UE maximum output power for 18 resource blocks.

### 2.2.3 Test Requirements

3GPP 36.521-1, Table 6.2.2.5-1에 따르면, 최대 출력 파워는  $23 \pm 2.7$  dBm 안에 들어와야 합니다. 3GHz 가 넘는 밴드에 대해서는 범위가 약간 다른데, Band 22 의 경우, +3/-4.5 dB; Band 42 & 43 의 경우, +3/-4 dB 입니다.

Note: Figure 5.4.2-1 과 같이 TX 설정 시 주파수 범위가 FUL\_low and FUL\_low + 4 MHz 또는 FUL\_high – 4 MHz and FUL\_high 에 위치하는 경우에는 lower tolerance limit 에 1.5 dB 가 추가로 허용됩니다.

## 2.3 Maximum Power Reduction (TS 36.521, 6.2.3)

TS 36.521, Table 6.2.2.3-1 에 정의된 RB 의 수는 cubic metric(CM)으로 인한 maximum power reduction(MPR)과 adjacent channel leakage ratio 를 위한 요구 조건을 충족시켜야 합니다.

### 2.3.1 Test Description

Power Class 3 을 지원하는 UE 의 경우 TS 36.521-1, Table 6.2.3.3-1 에 명시된 것처럼 높은 차수의 변조 방식과 transmit bandwidth configuration (resource blocks) 조건에 대한 최대 출력 파워 측정 시 MPR 조건이 적용됩니다.

이 테스트의 핵심은 높은 차수의 변조방식 (16QAM)을 사용하거나, 많은 수의 RB(e.g. full RB) 조건을 사용할 경우 높은 Crest Factor 의 원인이 될 수 있고, 이것은 파워 앰프의 디자인을 어렵게 할 수 있습니다. 따라서, Spec 에서는 이러한 경우에 최대 출력 파워의 Lower Limit 을 일부분 낮추는 것을 허용하고 있습니다.

QPSK 변조가 많은 수의 RB 조건과 함께 사용될 경우에는 lower limit 이 1dB 내려갑니다. 또한, 16QAM 이 UL 에 사용되는 경우에도 lower limit 이 1dB 내려갑니다.

상기의 두 가지 조건이 (16QAM and a higher number of RBs) 적용된다면 lower limit 은 2dB 내려갑니다.

예제로는 Band 7 DUT 가 사용됩니다. TS 36.521, Tables 5.4.2.1-1, and 6.2.3.4.1-1 에 따르면, MPR 은 5,10,20MHz 대역폭에서 테스트 되어야 합니다. 아래 예제에서는 mid-range 채널에서 20MHz 대역폭을 사용합니다.

### 2.3.2 Test Procedure

TS 36.508, Annex A, Figure A3 과 같이 SS 를 UE antenna 에 연결합니다.

LTE Cell 을 활성화하고, UE 전원을 켜서 network 에 attach 되도록 합니다. UE 가 Attach 되면 Connect 버튼을 눌러 Connection Established 상태가 되도록 합니다.

TS 36.521, Table 6.2.3.4.1-1의 Note 3에 따르면 20MHz mid-range 채널에 대해 이 테스트는 Table 3과 같이 6개의 Test Set에서 측정이 수행되어야 합니다. 여기서는 Test Set 6을 기준으로 사용합니다.

	#RB	RB Pos/Start RB	Modulation	UE Output Power
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	$P_{UMAX}$

Table 3: Test setup for MPR (mid range).

16QAM 변조 신호를 측정할 경우에는 측정 설정 부분의 Modulation Scheme 을 16QAM 이나 Auto 로 설정해야 합니다.

Hint: *Auto modulation scheme* 을 사용하면 일일이 이 변조 방식에 대한 설정을 변경할 필요 없이 간단하게 테스트를 수행할 수 있습니다.

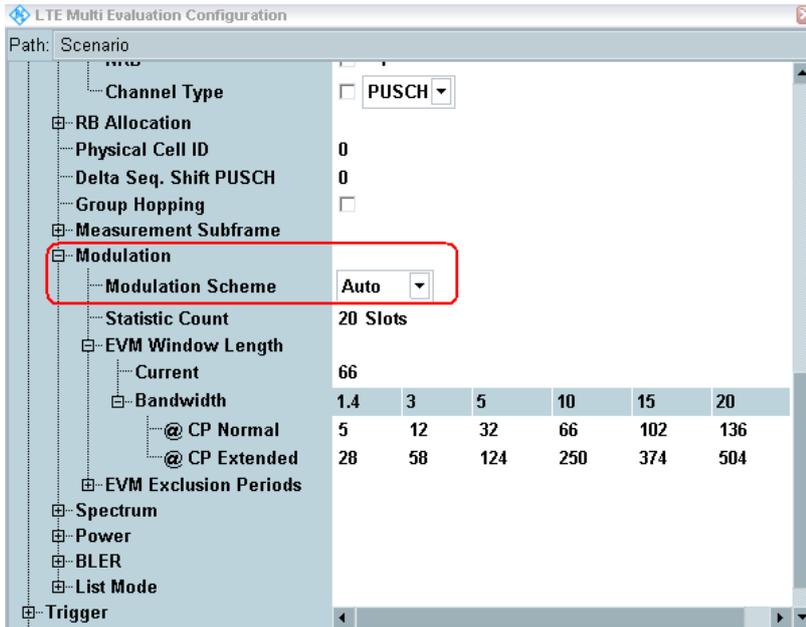


Fig. 166: Setting the modulation scheme.

#### Test Set 6:

1. RMC uplink 의 # RB 를 100 으로, RB Pos/Start RB 를 Low 로, 그리고 Modulation 을 16QAM 으로 설정합니다. Active TPC setup 을 Max Power 로 설정하여 UE 출력 파워가  $P_{UMAX}$  가 되도록 설정합니다.
2. Average UE output power 를 측정합니다. (예제에서는 21.48 dBm). Fig. 177 에는 이 테스트를 위한 설정이 붉은색으로 표시되어 있습니다.

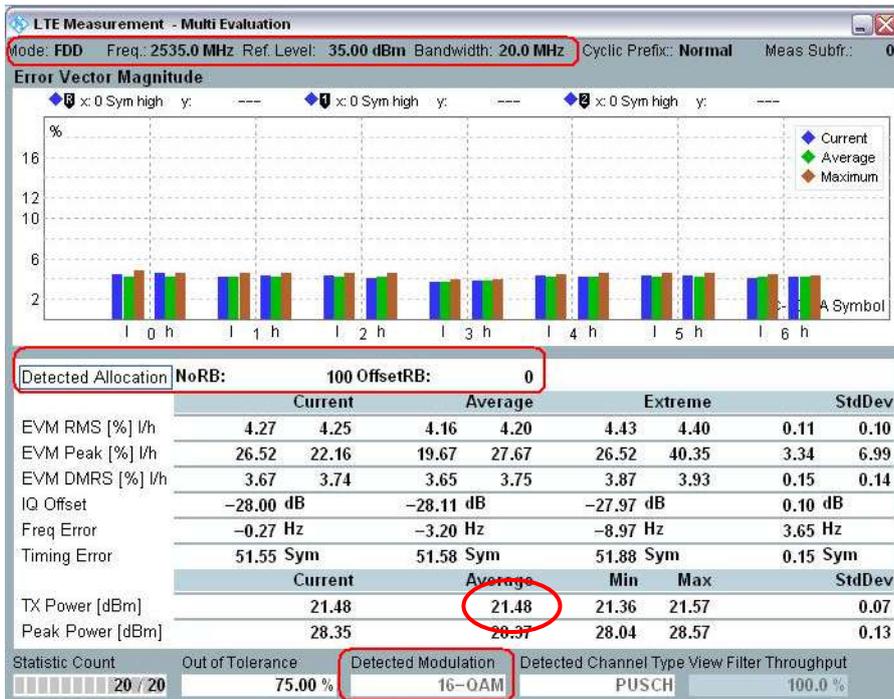


Fig. 177: Settings for Test Set 6.

### 2.3.3 Test Requirements

측정된 Maximum output power 는 기술된 nominal maximum output power 범위 안에 들어와야 하고, TS 36.521-1, Table 6.2.3.5-1 에 표기된 Tolerance 범위 안에 들어와야 합니다. Band 7 과 Test Set 6 조건에서는 결과 값이 23 dBm +2.7 dB/-4.7 dB 안에 들어와야 합니다.

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

Table 4: Test requirements for the UE power class (source: TS 36.521-1, Table 6.2.3.5-1).

## 2.4 Additional Maximum Power Reduction (TS 36.521-1, 6.2.4)

특정한 개발 시나리오의 추가적인 요구 사항을 UE 가 만족할 수 있도록, 네트워크에 의해 발생될 수 있는 Additional ACLR and spectrum emission 에 대한 추가 요구 조건이 발생할 수 있습니다. 이러한 추가적인 요구 사항을 만족시키기 위해 TS 36.521-1, Table 6.2.2.3-1 에 additional maximum power reduction (A-MPR)이 정의 되어 있습니다. 이런 조건에 부합하지 않는 경우 A-MPR 은 0dB 가 사용됩니다.

### 2.4.1 Test Description

SIB2 를 통해 기지국에서 broadcast 되는 network signal(NS) 값은 이 테스트의 핵심 파라미터 입니다. 예를 들어 Band 1 UE 가 SIB2 로부터 NS\_05 라는 값을 검출한다면 TS 36.521-1, Table 6.2.4.3-1 에 의해 spurious emission 과 Maximum Power reduction 에 대한 추가적인 요구 사항을 만족해야 합니다.

The network signal value parameter 는 LTE Signaling 의 configuration menu 에서 설정이 가능합니다. 기본값은 Fig. 188 과 같이 NS\_01 로 설정되어 있습니다. NS\_01 이라는 것은 additional spectrum 이나 AMPR 이 사용될 필요가 없다는 것을 의미합니다. NS\_01 은 상기에서 설명된 최대 파워 테스트와 MPR 테스트만을 요구한다는 것을 의미합니다.

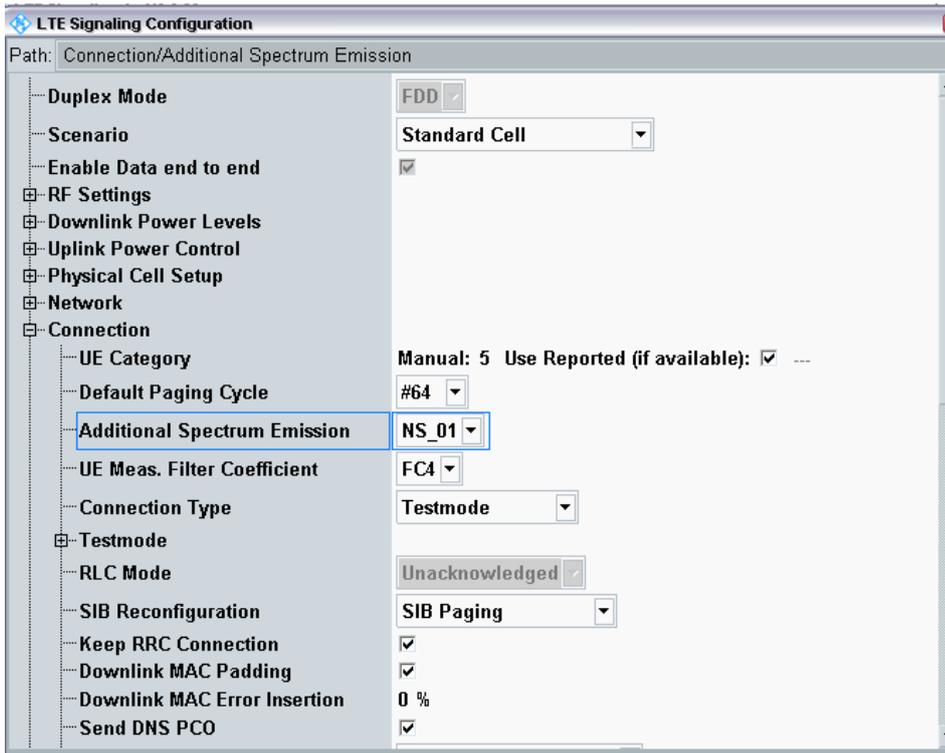


Fig. 188: Additional spectrum emission.

NS 는 band, channel 대역폭 그리고 RB allocation 과 고정된 관계를 가지고 있습니다. TS 36.521, Table 6.2.4.3-1 에 이에 대한 자세한 정보가 제공되며, Tables 6.2.4.3-2, 6.2.4.3-3 and 6.2.4.3-4 에서는 NS\_07, NS\_10 그리고 NS\_04 에 대한 자세한 요구 사항이 나와 있습니다.

## 2.4.2 Test Procedure

A-MPR 을 위한 예제는 Band 1 UE 를 사용합니다. 그 이유는 Band 7 에 대해서는 A-MPR 이 요구 되지 않기 때문입니다. TS 36.521, Table 6.2.4.3-1 에 따르면 , Band 1 은 NS\_05 가 적용되므로, 해당 설정이 사용될 것입니다.

해당 섹션의 다른 테이블들은 이외의 RMC, RB position, frequency 와 bandwidth 설정에 대한 내용을 표시합니다. Table 5 는 NS 값과 test 구성에 대한 표 사이의 상관 관계를 보여줍니다.

	Additional spectrum emission	Test configuration table in TS 36.521-1	E-UTRA Band
1	<b>NS_03</b>	6.6.2.2.3.1	2,4,10,23,25,35,36
2	<b>NS_04</b>	6.6.2.2.3.2	41
3	<b>NS_05</b>	6.6.3.3.3.1	1
4	<b>NS_06</b>	6.6.2.2.3.3	12, 13, 14, 17
5	<b>NS_07</b>	6.6.2.2.3.3 6.6.3.3.3.2	13
6	<b>NS_08</b>	6.6.3.3.3.3	19
7	<b>NS_09</b>	6.6.3.3.3.4	21
8	NS_10	FFS	20
9	NS_11	6.6.2.2.1	23

Table 5: The relationship between the network signal (NS) value and the test configuration table in TS 36.521-1.

Fig 19 에서 보여주는 것과 같이 Cell On 상태에서 Additional Spectrum Emission 설정을 NS\_01 에서 NS\_05 로 변경합니다.

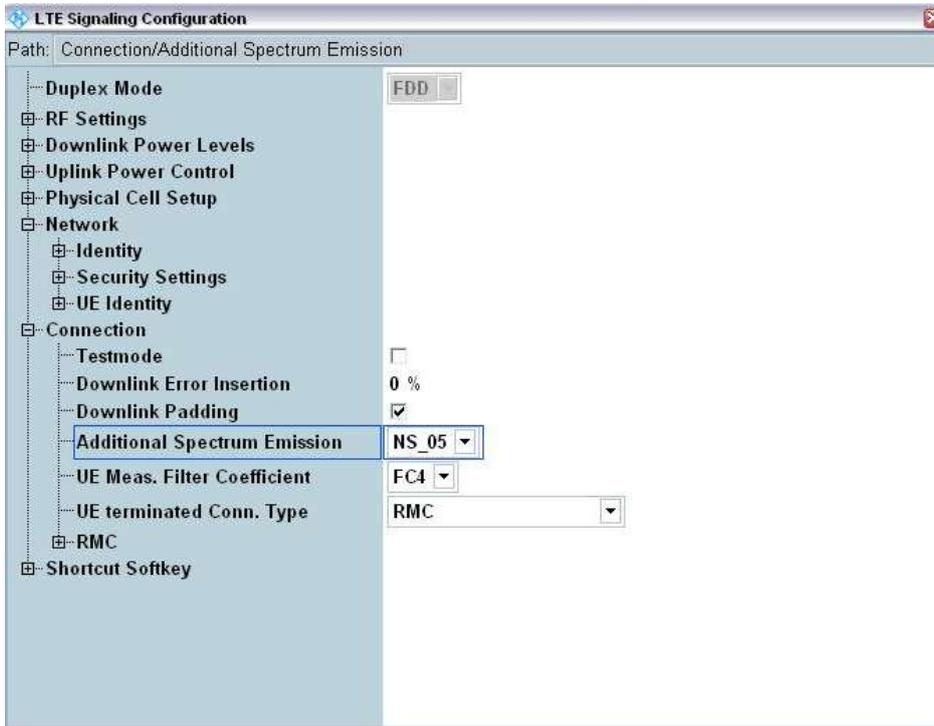


Fig. 19: Additional spectrum emission setting for NS\_05.

TS 36.521-1, Table 6.2.4.4.1-3 은 NS\_05 에 대한 bandwidth, frequency 그리고 bandwidth 설정을 정의하고 있습니다.

NS\_05 에 대해 이 테스트는 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz and 20 MHz 에서 수행되어야 합니다. 주파수는 low range 와 middle range 가 사용되어야 합니다. 아래 데모에서는 10MHz 대역폭과 middle-range 채널을 사용합니다.

10MHz 대역폭에 대한 RMC, RB position ( Table TS 36.521-1, 6.2.4.4.1-3 에 따르면) 그리고, 출력 파워 조건은 Table 6 에 정의되어 있습니다. 하기 예제에서는 Configuration ID 3 과 6 이 사용됩니다. Configuration IDs 는 테스트 설정과 테스트 요구사항을 확인 시키기 위해 사용됩니다. 결과적으로, 다른 단말을 사용하는 경우 해당 설정에 따라 configuration ID 를 확인해야 합니다.

Configuration ID	#RB	RB Pos/Start RB	Modulation	UE Output Power
3	1	Low & High	QPSK	$P_{UMAX}$
4	12	Low & High	QPSK	$P_{UMAX}$
5	48	Low & High	QPSK	$P_{UMAX}$
6	50	Low	QPSK	$P_{UMAX}$
7	50	Low	16QAM	$P_{UMAX}$

Table 6: Settings for the 10 MHz bandwidth.

TS 36.508, Annex A, Figure A3 과 같이 SS 를 UE 안테나 커넥터에 연결합니다.

LTE Cell 을 활성화 시키고, middle range 채널에서 테스트하기 위해 2140MHz 로 다운링크 주파수를 설정합니다. 그리고 나서, 네트워크로의 연결을 위해 UE 전원을 켜고, Attach 상태를 확인 후, Call 연결이 되도록 Connect 버튼을 누릅니다.

**Configuration ID 3:**

1. Uplink RMC 의 # RB 를 1 로, RB Pos./Start RB 를 Low 로, 그리고, Modulation 은 QPSK 로 설정합니다. UE Output power 가  $P_{UMAX}$  가 되도록 Active TPC Setup 을 Max. Power 로 설정합니다.
2. Fig 20 과 같이 average UE output power (예제에서는 21.78 dBm) 를 측정합니다.

Detected Allocation	NoRB: 1		OffsetRB: 0		Extreme		StdDev
	Current	Average	Min	Max	StdDev		
EVM RMS [%] I/h	1.90	2.04	1.90	2.04	2.81	2.76	0.00
EVM Peak [%] I/h	4.75	5.45	4.75	5.45	8.85	9.16	0.00
EVM DMRS [%] I/h	1.82	1.77	1.82	1.77	3.48	3.29	0.00
MErr RMS [%] I/h	1.22	1.28	1.22	1.28	1.83	1.86	0.00
MErr Peak [%] I/h	-4.39	-4.36	4.39	4.36	-7.74	-8.43	0.00
MErr DMRS [%] I/h	1.47	1.32	1.47	1.32	2.81	2.61	0.00
PhErr RMS [°] I/h	0.84	0.91	0.84	0.91	1.26	1.19	0.00
PhErr Peak [°] I/h	1.78	2.67	1.78	2.67	4.25	-3.77	0.00
PhErr DMRS [°] I/h	0.62	0.68	0.62	0.68	1.49	1.46	0.00
IQ Offset	-44.48 dB	-44.48 dB	-44.25 dB				0.00 dB
Freq Error	4.65 Hz	4.65 Hz	14.99 Hz				0.00 Hz
Timing Error	29.05 Sym	29.05 Sym	29.67 Sym				0.00 Sym
OBW	0.23 MHz	0.23 MHz	0.23 MHz				0.00 MHz
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: 1/1 | Out of Tolerance: 0.00% | Detected Modulation: QPSK | Detected Channel Type: PUSCH | View Filter: Throughput: 100.0%

Fig. 20: Measurement of the average TX power for Configuration ID 3.

**Configuration ID 6:**

3. # RB 는 50, RB Pos./Start RB 는 Low, 그리고, Modulation 은 QPSK 로 설정합니다 UE Output power 가  $P_{UMAX}$  가 되도록 Active TPC Setup 을 Max. Power 로 설정합니다.
4. Fig 21 과 같이 average UE output power (예제에서는 19.03 dBm) 를 측정합니다.

Detected Allocation	NoRB: 50		OffsetRB: 0		Extreme		StdDev
	Current	Average	Min	Max	StdDev		
EVM RMS [%] I/h	2.64	2.78	2.64	2.78	2.96	3.04	0.00
EVM Peak [%] I/h	12.10	24.12	12.10	24.12	27.44	37.12	0.00
EVM DMRS [%] I/h	2.36	2.77	2.36	2.77	3.34	3.55	0.00
MErr RMS [%] I/h	1.54	1.68	1.54	1.68	1.64	1.97	0.00
MErr Peak [%] I/h	-12.09	-20.79	12.09	20.79	-27.30	-35.52	0.00
MErr DMRS [%] I/h	1.65	1.95	1.65	1.95	2.17	2.38	0.00
PhErr RMS [°] I/h	1.23	1.27	1.23	1.27	1.42	1.44	0.00
PhErr Peak [°] I/h	-5.84	-10.73	5.84	10.73	-10.42	-15.47	0.00
PhErr DMRS [°] I/h	0.97	1.13	0.97	1.13	1.59	1.65	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
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

Statistic Count: 1/1 | Out of Tolerance: 0.00% | Detected Modulation: QPSK | Detected Channel Type: PUSCH | View Filter: Throughput: 100.0%

Fig. 21: Measurement results for the average TX power for Configuration ID 6.

### 2.4.3 Test Requirements

Maximum output power 는 TS 36.521-1, Tables 6.2.4.5-1 부터 6.2.4.5-8 까지의 요구 조건을 초과하면 안됩니다. 이 예제에서는 NS\_05 를 사용했으므로, TS 36.521-1, Table 6.2.4.5-4 가 적용됩니다. 다른 NS 값들을 위해 많은 요구 조건들이 있으나, 특정 UE 에 대해 모든 조합의 조건들이 요구되지는 않습니다. “configuration IDs”는 테스트 요구 사항에 부합하는 테스트 구성을 매칭시키기 위해 소개되었습니다.

예제에서 사용된 NS\_05 와 10 MHz channel bandwidth 에 대한, test configuration 과 tolerance 는 Table 7 에 명시 되어 있습니다. 다른 Band 즉 다른 NS 에 대한 측정을 위해서는 해당 요구 조건 테이블에 부합하는 configuration ID 에 따른 Configuration table 이 사용되어야 합니다.

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

Table 7: Test configuration and tolerances for NS\_05 and the 10 MHz channel bandwidth.

## 2.5 Configured UE Transmitted Output Power (TS 36.521, 6.2.5)

이 테스트의 목적은 UE 가 UE Power Class 에 따른 E-UTRAN,  $P_{UMAX}$  그리고 Maximum UE Power 에 의해 결정되는  $P_{EMAX}$  와 Allowed maximum UL TX Power 의 최소값을 초과하지 않는지 확인하는 것입니다.

$P_{EMAX}$ 는 IE *P-Max* 에 의해 주어지는 값으로 UE의 최대 출력 파워는 higher layers의  $P_{EMAX}$  에 의해 결정됩니다.

### 2.5.1 Test Description

이 테스트의 목적은 SIB1 에 포함된 P-max 파라미터에 대한 UE 의 해독 능력과 이 값에 따라 DUT 가 정상적으로 반응하는지 확인하는 것입니다. 일반적인 테스트 상태와 설정은 Section 2.1 부분을 참조합니다. 대역폭, 주파수, RMC 그리고 RB allocation 에 대한 자세한 설정 값들은 TS 36.521, Table 6.2.5.4.1-1 에서 정의됩니다.

TS 36.521, Tables 5.4.2.1-1 and 6.2.5.4.1-1 을 고려하면 Band 7 에 대해 해당 테스트는 5MHz 와 20MHz 에 대한 테스트를 요구합니다. 또, 각 대역폭에 대해서는 middle range 채널과 QPSK 변조 그리고 partial RB 할당 조건을 요구합니다.

### 2.5.2 Test Procedure

TS 36.508, Annex A, Figure A3 과 같이 SS 를 UE 안테나 커넥터에 연결합니다.

Fig 22 과 같이 채널을 middle range 로 설정하고, P-max 파라미터를 설정합니다.

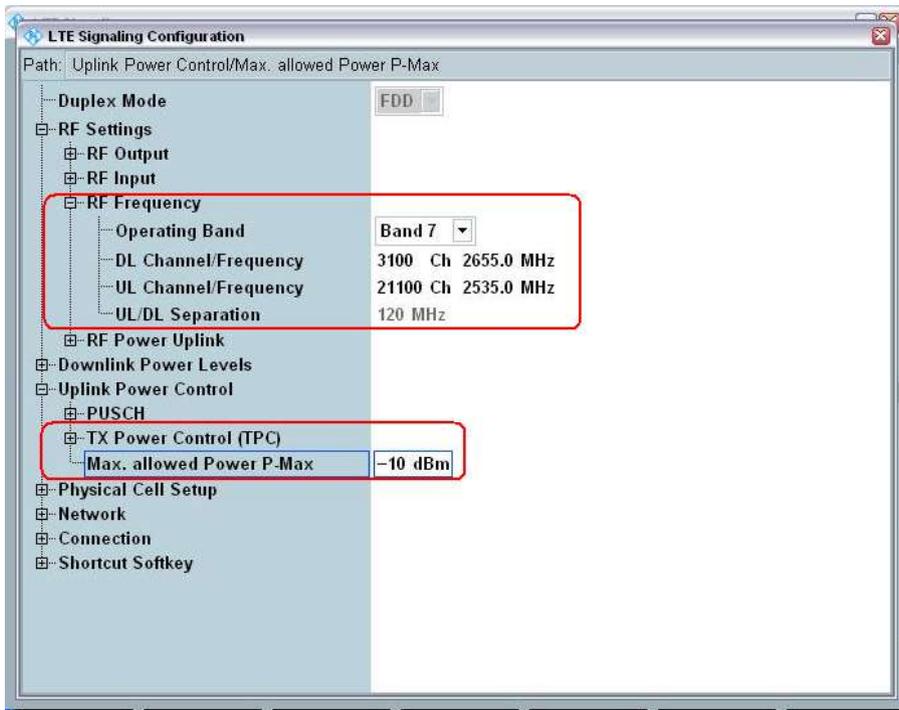


Fig. 20: Test setup for the configured UE transmitted output power.

LTE Cell 을 활성화 합니다. 다음, 네트워크로의 연결을 위해 UE 전원을 켜고, Attach 상태를 확인한 후, call 연결이 되도록 connect 버튼을 누릅니다.

이 테스트는 SIB1 에 의해 결정되는 세 개의 P-max 값에서 진행됩니다. 해당 값들은 -10 dBm, 10 dBm and 15 dBm 입니다.

예제에서는 Band 7, 20MHz 대역폭 그리고 middle range 채널을 사용하고, 세 가지 테스트 포인트 중 Test Point 1 에서 테스트를 진행합니다.

	#RB	RB Pos/Start RB	Modulation	p-Max
Test Point 1	18	Low	QPSK	-10
Test Point 2	18	Low	QPSK	10
Test Point 3	18	Low	QPSK	15

Table 8: Setup for testing the configured UE output power.

Test Point 1:

- #RB 는 18, RB Pos./Start RB 은 Low, 그리고 Modulation 은 QPSK 로 설정합니다. UE output power 가 최대 출력 파워가 되도록 Active TPC Setup 을 Maximum Power 로 설정합니다.
- Average UE output power(예제에서는 -10.56 dBm)를 측정합니다.

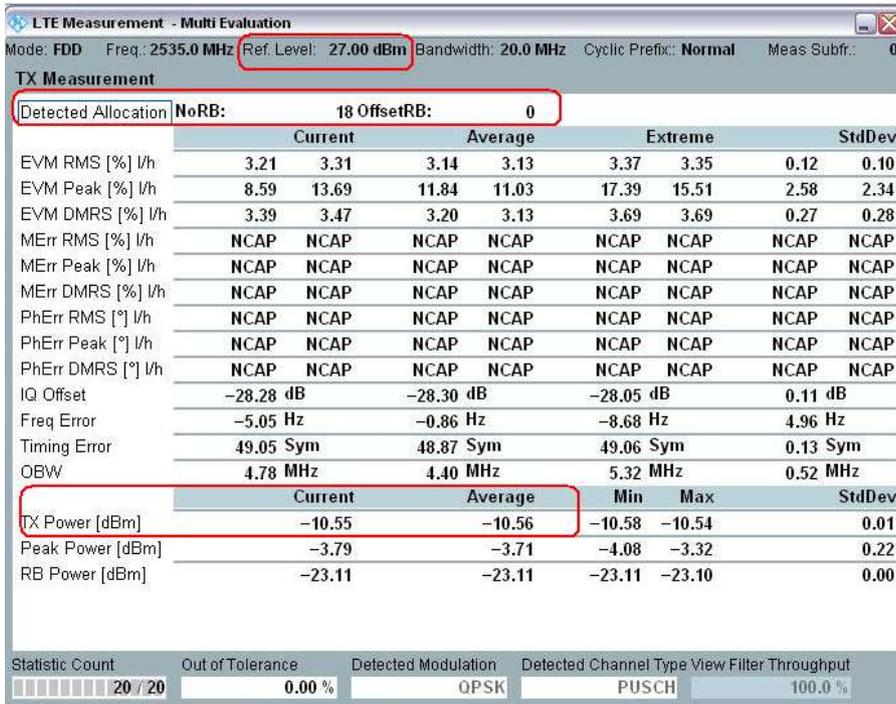


Fig. 213: Measurement results for the average UE output power.

Note:

Test Point 1의 출력 파워는 약 -10 dBm 이된다. 그러므로, 만약 reference level 이 높은 출력 파워 레벨 (예를 들면 35dBm)로 설정되어 있다면 Signal is low 라는 메시지를 볼 수 있습니다. 그러한 경우에는 RF Reference level 을 Manual 로 조정합니다. 이 설정은 Signaling Configuration 메뉴에서 확인이 가능합니다.

### 2.5.3 Test Requirements

Test Point 1,2,3 에서 측정된 최대 출력 파워는 TS 36.521-1, Table 6.2.5.5-1(이 문서의 Table 9 참조)에서 명시된 값을 초과해서는 안됩니다.

	Channel bandwidth / maximum output power					
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
Measured UE output power test point 1	For carrier frequency $f \leq 3.0\text{GHz}$ : -10 dBm $\pm$ 7.7 For carrier frequency $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$ : -10 dBm $\pm$ 8.0					
Measured UE output power test point 2	For carrier frequency $f \leq 3.0\text{GHz}$ : 10 dBm $\pm$ 6.7 For carrier frequency $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$ : 10 dBm $\pm$ 7.0					
Measured UE output power test point 3	For carrier frequency $f \leq 3.0\text{GHz}$ : 15 dBm $\pm$ 5.7 For carrier frequency $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$ : 15 dBm $\pm$ 6.0					
Note:	In addition note 2 in Table 6.2.2.3-1 shall apply to the tolerances.					

Table 9: P<sub>CMAX</sub> configured UE output power (Source: TS 36.521-1, Table 6.2.5.5-1).

## 2.6 Minimum Output Power (TS 36.521, 6.3.2)

이 테스트의 목적은 파워가 최소값으로 설정되었을 때, UE 가 테스트 요구 조건에 명시된 범위 아래로 broadband 출력 파워를 전송하는지 확인하는 것입니다.

### 2.6.1 Test Description

일반적인 테스트 상태와 설정들은 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조합니다. 대역폭, 주파수, RMC 조건 그리고 RB allocation 에 대한 자세한 설정 값들은 TS 36.521, Table 6.3.2.4.1-1 에 정의되어 있습니다.

TS 36.521, Tables 5.4.2.1-1 and 6.3.2.4.1-1 을 고려하면, Band 7 에 대해 이 테스트는 5MHz 와 20MHz 대역폭에서 측정됩니다. 각 대역폭에 대한 채널은 low / middle / high range 가 적용됩니다. 또, 이 항목은 QPSK 변조 방식과 full RB allocation 경우에 대해 테스트 합니다.

### 2.6.2 Test Procedure

TS 36.508, Annex A, Figure A3 과 같이 SS 를 UE 안테나 커넥터에 연결합니다. LTE Cell 을 활성화 하고, 네트워크로의 연결을 위해 UE 전원을 켜고, Attach 상태를 확인 후, Call 연결이 되도록 Connect 버튼을 누릅니다.

이 예제는 Band 7, 20 MHz 대역폭과 middle-range channel 을 사용합니다.

1. #RB는 100, RB Pos./Start RB는 Low, 그리고, Modulation 은 QPSK로 설정합니다. UE Output Power 가 최소 레벨이 되도록 Active TPC Setup 을 Min. Power 로 설정합니다.
2. Average UE output power (-45.70 dBm in this example)를 측정합니다.

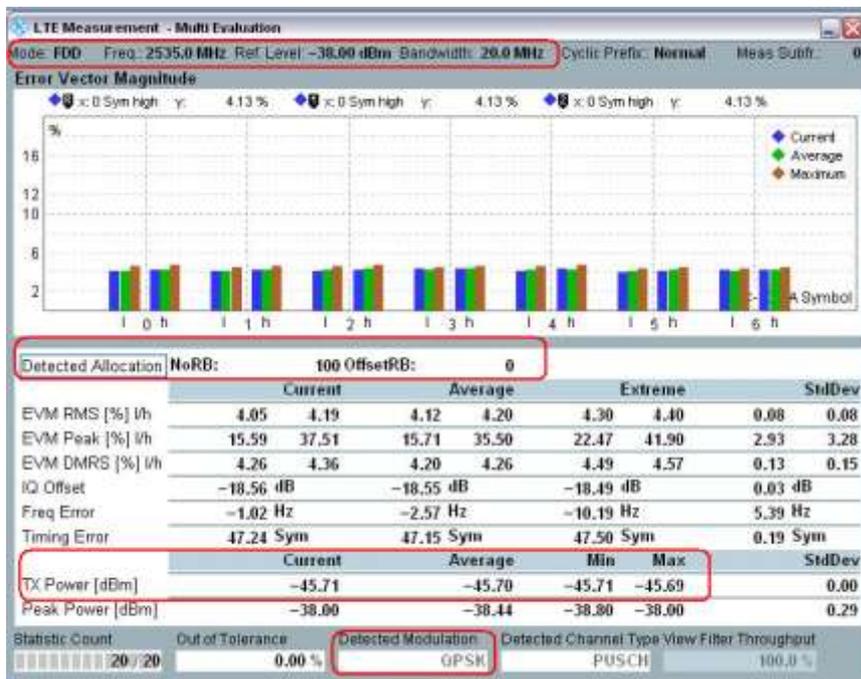


Fig. 224: Measuring the minimum output power.

## 2.6.3 Test Requirements

Minimum output power 는 TS 36.521-1, Table 6.3.2.5-1 (아래 Table 10)에서 정의된 범위를 초과하면 안됩니다.

	Channel bandwidth / minimum output power / measurement bandwidth					
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
Minimum output power	For carrier frequency $f \leq 3.0\text{GHz}$ : $\leq -39\text{ dBm}$ For carrier frequency $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$ : $\leq -38.7\text{ dBm}$					
Measurement bandwidth (Note 1)	1.08 MHz	2.7 MHz	4.5 MHz	9.0 MHz	13.5 MHz	18 MHz
Note 1:	Different implementations such as FFT or spectrum analyzer approach are allowed. For spectrum analyzer approach the measurement bandwidth is defined as an equivalent noise bandwidth.					

Table 10: Minimum output power (source: TS 36.521-1, Table 6.3.2.5-1)

## 2.7 Transmit OFF Power (TS 36.521, 6.3.3)

이 테스트의 목적은 UE 의 transmit OFF power 가 테스트 요구 조건에서 정의된 값보다 낮은지 확인하기 위함입니다. 높은 transmit OFF power 는 잠재적으로 RoT(rise over thermal)값을 증가시키고, 이것은 결국 다른 UE 의 Coverage 를 감소시키게 됩니다.

### 2.7.1 Test Description

이 테스트의 주요 목적은 UE 를 “silent state” (PUSCH 나 PUCCH 가 전송되지 않는 상태를 의미)에서 테스트 하는 것입니다.  
이 테스트 절차는 Test Case 6.3.4.1 과 Test Case 6.3.4.2 에 포함됩니다.

### 2.7.2 Test Requirements

“transmit OFF power”는 TS 36.521-1, Table 6.3.3.5-1 (아래 Table 11)에 정의된 값들을 초과해서는 안됩니다.

	Channel bandwidth / Transmit OFF power / measurement bandwidth					
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
Transmit OFF power	For carrier frequency $f \leq 3.0\text{GHz}$ : $\leq -48.5\text{ dBm}$ For carrier frequency $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$ : $\leq -48.2\text{ dBm}$					
Measurement bandwidth	1.08 MHz	2.7 MHz	4.5 MHz	9.0 MHz	13.5 MHz	18 MHz

Table 11: Requirements for “transmit OFF power” (Source: TS 36.521-1, Table 6.3.3.5-1)

## 2.8 General ON/OFF Time Mask (TS 36.521-1, 6.3.4.1)

이 테스트의 목적은 General ON/OFF time mask 가 TS 36.521-1, Clause 6.3.4.1.5 에 명시된 요구 사항을 만족하는지 확인하는 것입니다. Transmit ON/OFF 에 대한 Time Mask 는 “transmit OFF power”와 “transmit ON power” 사이의 UE Ramping 구간을 의미합니다.

### 2.8.1 Test Description

일반적인 테스트 상태와 설정을 위해서는 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조합니다. 대역폭, 주파수, RMC 에 대한 설정과 RB allocation 에 대한 설정 값들은 TS 36.521, Table 6.3.4.1.4.1-1 에 정의되어 있습니다.

TS 36.521, Tables 5.4.2.1-1 and 6.3.4.1.4.1-1 을 고려하면 Band 7 에 대해 상기 테스트는 5MHz 와 20MHz 대역폭에서 측정됩니다. 각 대역폭에 대해서는 low/middle/high range 채널에서 테스트가 수행됩니다. 이 테스트의 목적은 Figure 6.3.4.1.3-1 과 같이 UE 의 송신기가 짧은 시간 안에 On 되고, 특정 파워 레벨을 유지하는지에 대한 성능 테스트, 또 On Power 에서 silence 를 유지하기 위해 짧은 시간 안에 Off 할 수 있는지에 대한 성능을 테스트 하는 것입니다. (Fig 25 에 도식화 되어있습니다.)

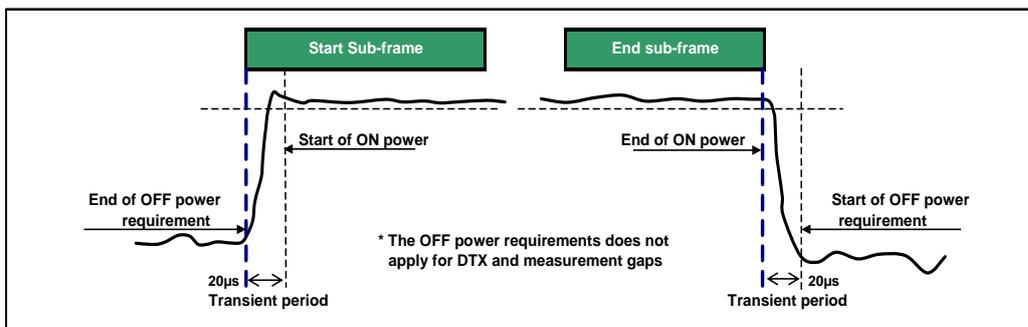


Fig. 235: General ON/OFF time mask (source: TS 36.521-1, Figure 6.3.4.1.3-1).

### 2.8.2 Test Procedure

TS 36.508, Annex A, Figure A3 과 같이 SS 를 UE 안테나 커넥터에 연결합니다. 이 테스트는 Open-loop power control 에 대한 설정이 필요하고, Open Loop Power 는 TS 36.521-1, Table 6.3.4.1.5-1 에 따라 설정되어야 합니다.

가장 중요한 것은 n 번째 uplink Sub-frame 에서는 전체 Sub-frame 에서 PUSCH 신호가 전송되어야 하는데 반해, N-1 번째와 N+1 번째 Sub-frame 에서는 ‘OFF’상태가 되어야 한다는 것입니다. 이 말은 N-1 번째와 N+1 번째 Sub-frame 에서는 PUCCH 나 PUSCH 그 어느 것도 전송되어서는 안 된다는 것을 의미합니다.

HARQ process 에 따르면, 만약 Sub-frame x 가 PDSCH 전송에 사용되었다면, UE 는 Sub-frame(x+4)에 PUSCH 가 스케줄링 되어 있지 않는 한, PUSCH 또는 PUCCH 를 사용하여 ACK/NACK 를 전송할 것입니다. For 3GPP 36.521 V9.3 이상에서는 On Sub-frame 은 2 로 설정됩니다. 이에 따라, R&S 에서는 아래 그림과 같은 스케줄링 구성을 추천합니다.

이 예제는 Band 7, 20MHz 대역폭 그리고 middle-range 채널에서 테스트를 진행합니다.

Prepare the test:

- a. *LTE Signaling* 을 *Reset* 버튼을 이용해 초기화합니다.
- b. *Scheduling Type* 을 *User Defined, TTI-Based* 로 설정하고, Fig. 24 와 같이 설정하기 위해 *Edit All* 버튼을 누릅니다. 해당 설정에 따라 값을 변경한 후에는 *Call* 연결을 위해 *Scheduling Type* 을 *RMC mode* 로 다시 변경합니다.
- c. *Non-Advanced PRACH/OL power* 설정의 경우 *PUSCH Open-Loop Nominal Power* 를  $-3$  dBm (for 20 MHz; 다른 대역폭에 대한 테스트를 위해서는 이 값을 하기 테이블과 같이 변경합니다.)으로 설정합니다.

Bandwidth	<i>PUSCH Open Loop Nom. Power</i> (dBm) (LTE Version $\geq 3.0.50$ )
1.4M	-15
3 M	-11
5 M	-9
10 M	-6
15 M	-4
20 M	-3

*Advanced Setting* 을 활성화 하고, *default settings* 에 근거하여, *PO Nominal PUSCH* 를  $-104$  dBm 으로 설정합니다.

- d. *PUSCH* 의 *Active TPC Setup* 을 *Constant Power* 로 설정합니다.

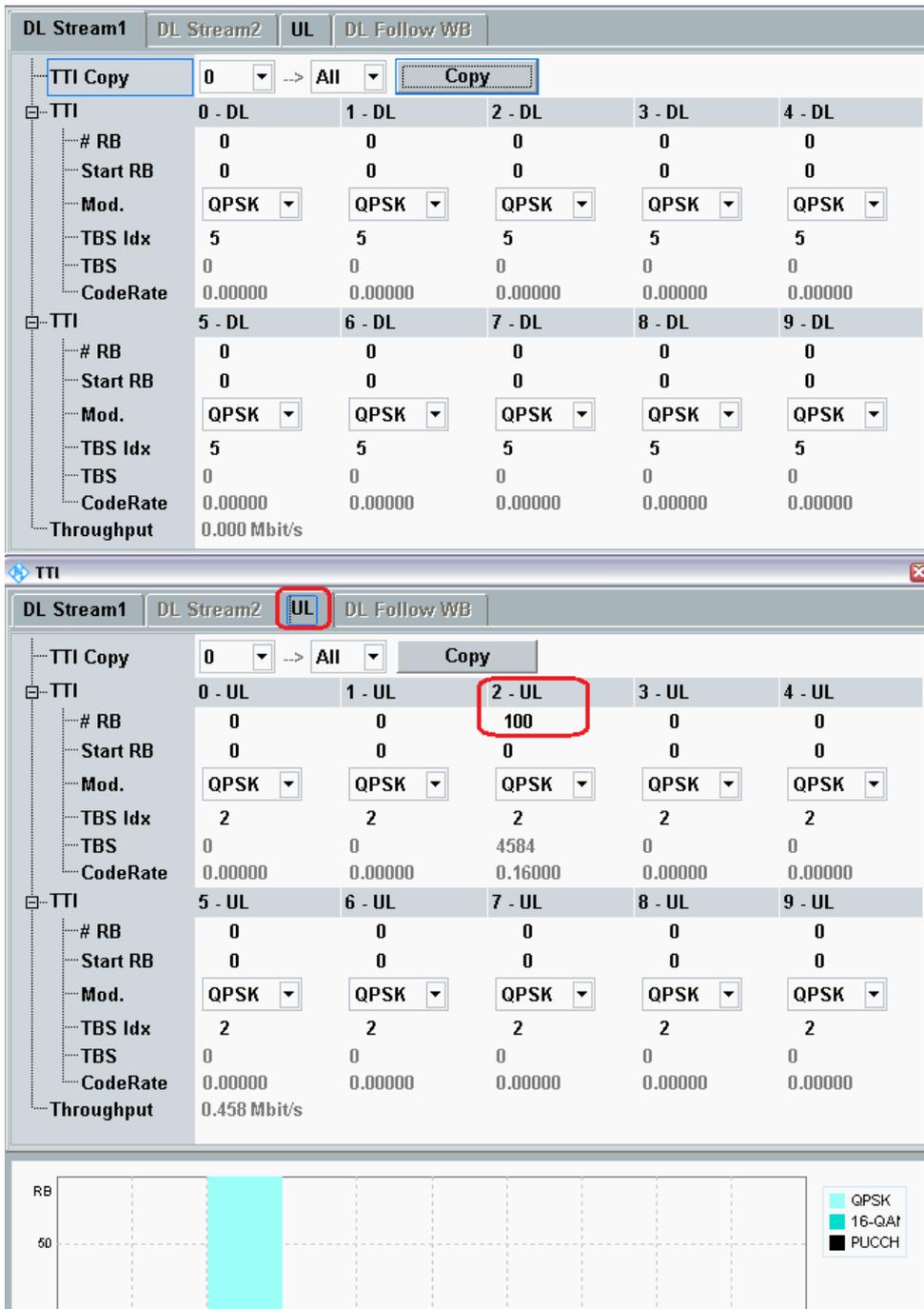


Fig. 246: DL and UL RB scheduling settings for the general "ON/OFF Time Mask" test – FDD.

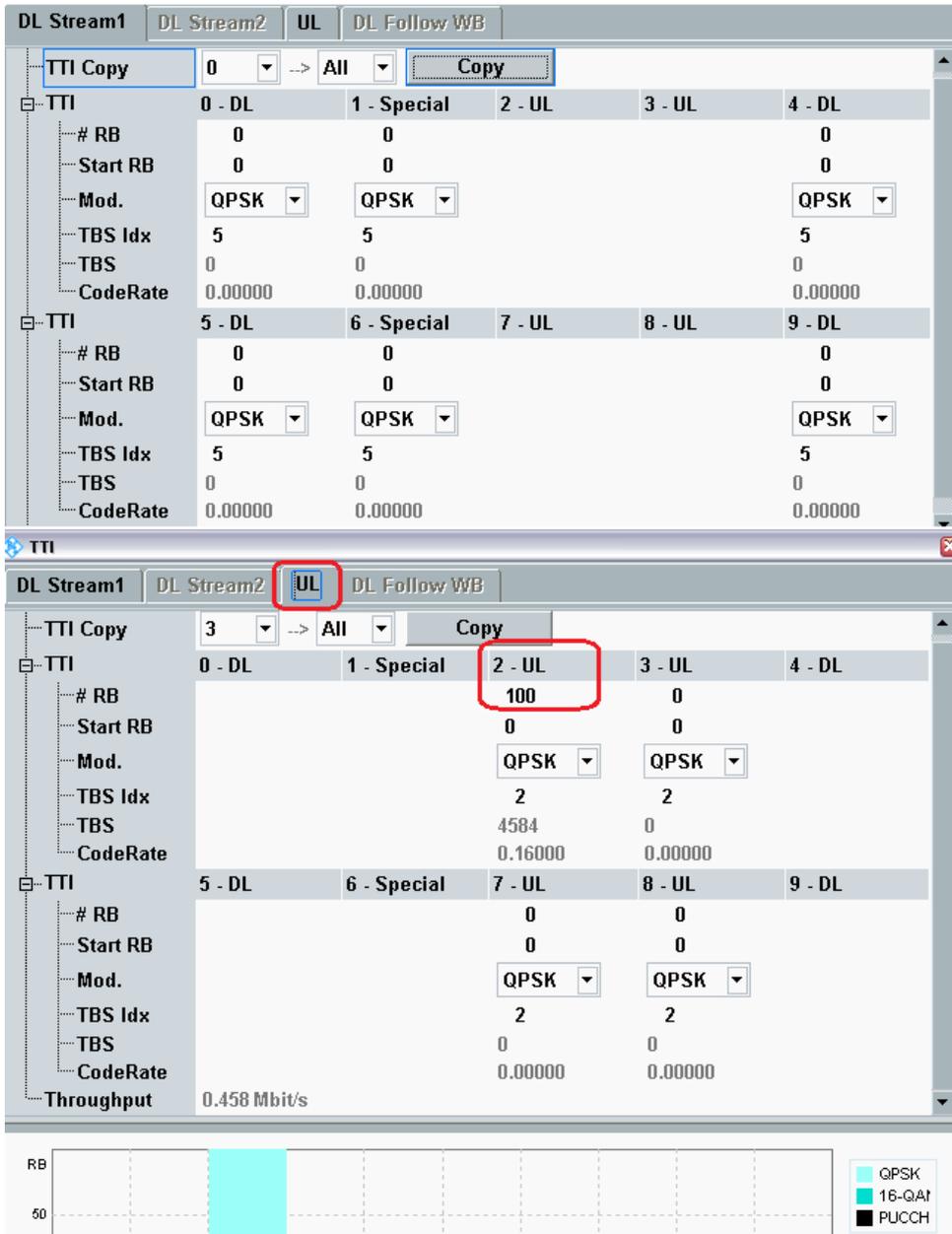


Fig. 257: DL and UL RB scheduling settings for the general "ON/OFF Time Mask" test – TDD.

Start the test:

1. LTE Cell 을 활성화 시키고, 네트워크로의 연결을 위해 UE 전원을 켜고, Attach 상태를 확인 후, Call 연결을 위해 Connect 버튼을 누릅니다.
2. Exp. Nominal Power Mode 는 Manual, Exp. Nominal Power 는  $-3$  dBm (i.e. expected open-loop power)로 설정하고; Margin 은 12 dB로 설정합니다. 이 설정은 조금 더 정확한 Off 파워 측정을 위하여 추천됩니다. On Power 와 Off Power 의 차이 값은 40 dB ~ 50 dB 입니다. 양쪽 파워 측정 포인트는 Section 2.1.2 에서 설명된 CMW500 의 Dynamic Range 안에 들어와야 합니다. 이에 R&S 에서는 Expected nominal power 를 "UE transmitted ON power" 값으로 설정하기를 추천합니다.

3. *Multi Evaluation* 을 누른 후, *Measurement Subframes* 을 선택해서 *Measure Subframe* 을 Fig. 28 과 같이 2 로 설정합니다.

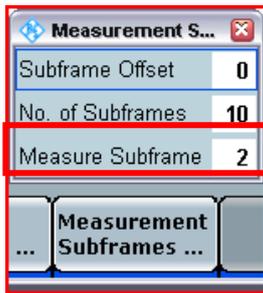


Fig. 268: Setting the measurement subframe value.

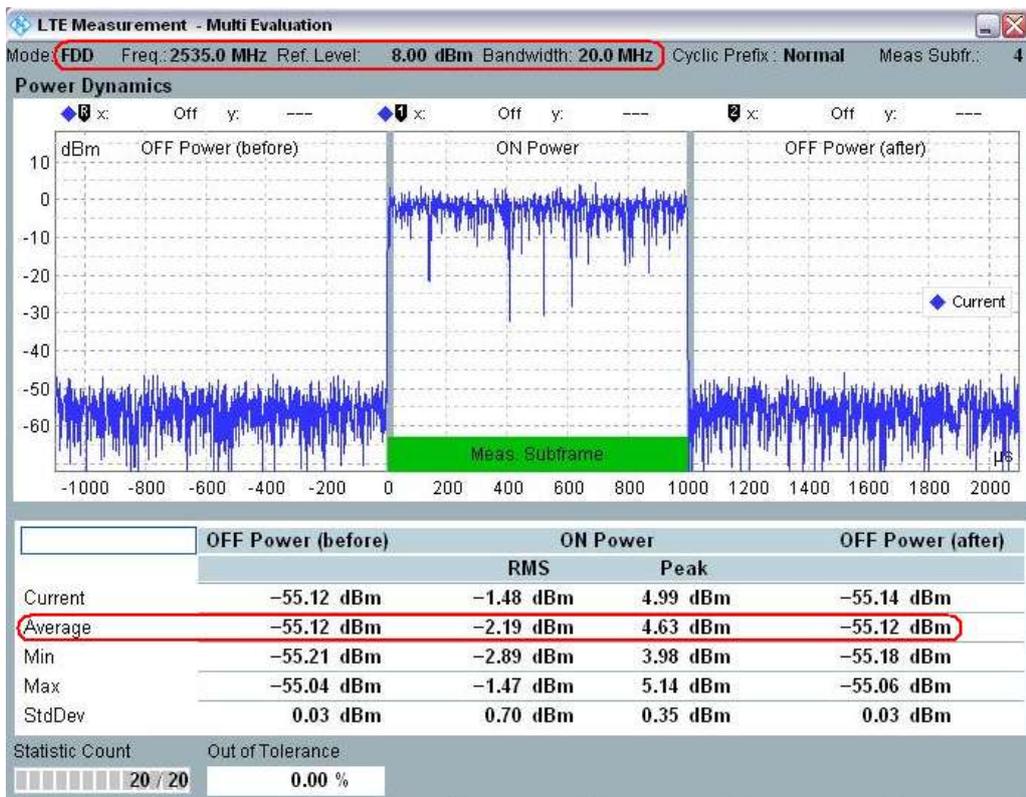


Fig. 279: Measurement results for the general ON/OFF time mask.

4. *Power Dynamics* 측정 화면을 활성화합니다. 이곳에서 TS 36.521-1, Section 6.3.3 에서 요구하는 *OFF Power* 결과를 얻을 수 있습니다. 이 예제에서의 *OFF Power (before)*는  $-55.12$  dBm; *OFF Power (after)*는  $-55.12$  dBm 입니다. *ON Power* 는  $-2.19$  dBm 이고 이 값은 스펙에서 요구하는 ( $-10.1$  dBm ~  $4.9$  dBm)을 만족합니다.

## 2.8.3 Test Requirements

테스트 철자의 (2), (3) 과 (4)에서 측정된 파워는 TS 36.521-1, Table 6.3.4.1.5-1 에서 정의된 값을 초과해서는 안됩니다.

	Channel bandwidth / minimum output power / measurement bandwidth					
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
Transmit OFF power	For carrier frequency $f \leq 3.0\text{GHz}$ : $\leq -48.5$ dBm For carrier frequency $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$ : $\leq -48.2$ dBm					
Transmission OFF Measurement bandwidth	1.08 MHz	2.7 MHz	4.5 MHz	9.0 MHz	13.5 MHz	18 MHz
Expected Transmission ON Measured power	-14.8 dBm	-10.8 dBm	-8.6 dBm	-5.6 dBm	-3.9 dBm	-2.6 dBm
ON power tolerance $f \leq 3.0\text{GHz}$ $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$	$\pm 7.5\text{dB}$ $\pm 7.8\text{dB}$	$\pm 7.5\text{dB}$ $\pm 7.8\text{dB}$	$\pm 7.5\text{dB}$ $\pm 7.8\text{dB}$	$\pm 7.5\text{dB}$ $\pm 7.8\text{dB}$	$\pm 7.5\text{dB}$ $\pm 7.8\text{dB}$	$\pm 7.5\text{dB}$ $\pm 7.8\text{dB}$

Table 12: General ON/OFF time mask (source: TS 36.521-1, Table 6.3.4.1.5-1).

## 2.9 PRACH and SRS Time Mask (TS 36.521-1, 6.3.4.2)

### 2.9.1 PRACH Time Mask

일반적인 테스트 조건과 설정은 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조합니다.

#### 2.9.1.1 Test Description

이 테스트의 목적은 Output Power 에서 Preamble 을 전송하는 UE 의 기능과 Preamble 을 전송할 때 Transmit OFF power 와 Transmit ON Power 사이에 올바른 Ramping Time 을 가지는지 확인하는 것입니다.

이 테스트는 FDD 에 대해서는 PRACH Format 0 ~ 3 에 대해 측정되어야 하고, TDD 에 대해서는 Format 4 에 대해 측정되어야 합니다.

PRACH Configuration Index 는 FDD 에 대해서는 3, TDD 에 대해서는 51 입니다.  
Power Ramping Step 은 0 dB 로 설정되어야 합니다.

Non-Advanced OL Power 를 사용하는 경우 : FDD Test 의 경우, PUSCH Open Loop Nominal Power 는 expected PRACH power 인 7dBm 보다 8dB 높게 설정되어야 합니다. TDD 의 경우, PRACH Configuration Index 가 48 보다 큰 경우, expected PRACH power 인 -1dBm 과 같게 설정되어야 합니다. FDD 와 TDD 의 차이는 specification 에 따라 PRACH configuration index 가 51 로 설정된 경우, 다른 모든 파라미터의 설정이 PRACH Configuration Index 3 인 경우와 동일하다면 expected PRACH Power 는 8dB 높기 때문입니다. (DELTA\_PREAMBLE = 8dB, according to 3GPP TS 36.321 Table 7.6-1) 따라서, PUSCH Open Loop Nom. Power 는 동일한 expected PRACH power 를 얻기 위해 8dB 낮게 설정되어야 합니다.

Advanced OL Power 를 사용하는 경우 : Preamble Initial Received Power 를 유효한 target PRACH power 를 달성하기 위해 하기 대로 설정합니다.

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

### 2.9.1.2 Test Procedure

PRACH 신호에 대한 설정은 *LTE Signaling > Config > Physical Cell Setup > PRACH* 에서 설정 가능합니다.

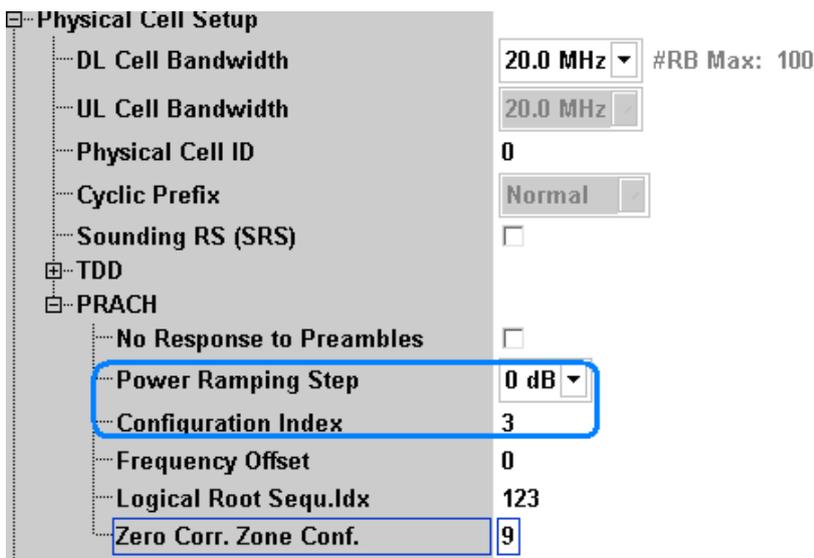


Fig. 30: PRACH time mask test settings.

1. *LTE Signaling* 을 초기화 시키기 위해 **Reset** 을 수행합니다.
2. *Power Ramping Step* 은 0 dB, *Configuration Index* 는 FDD 는 3 TDD 는 51 로 설정합니다. *No Response to Preambles* 에 대한 활성화는 선택 사항으로, 만약 해당 설정을 활성화하면 CMW500 은 UE 의 preamble 에 응답하지 않을 것이고, UE 는 파워 변경 없이 preamble 전송을 반복 할 것입니다. 선택하지 않으면, 오직 한 번의 preamble 만이 분석을 위해 캡처 될 것이고, 이 때 statistics 설정은 1 로만 설정이 가능합니다.
3. Open loop Power 를 위에 조건에 따라 설정합니다.
4. *RS EPRE* 를 -85 dBm/15 KHz 으로 설정합니다.
5. *LTE PRACH Measurement Task* (task list 에 추가하기 위해서는 'Measure' 버튼을 누름)를 추가하고, scenario 를 *Combined Signal Path* 로, controlled by 는 *LTE Sig1* 으로 선택합니다. 기본 Trigger 설정은 *LTE Sig1: PRACH Trigger* 입니다.

6. PRACH 측정을 활성화 시키기 위해 ON/OFF 버튼을 누릅니다.
7. UE 를 연결하고, *Power Dynamics* 측정이 수행될 때까지 기다립니다.
8. *No Response to Preambles* 이 선택되었다면, 반복 측정이 가능합니다. *General ON/OFF Time Mask* 에 대한 Spec 에 따라 정확한 OFF power 를 측정하기 위해서 reference level 을 조정합니다.

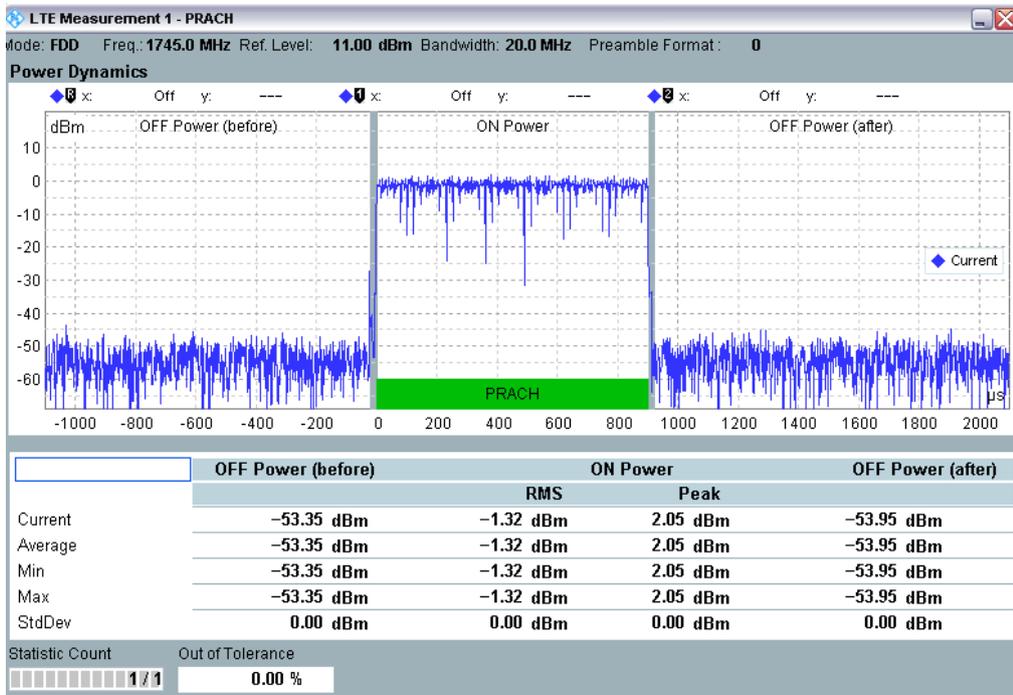


Fig.31: PRACH measurement results.

Remarks:

1. Trigger timeout 경고 메시지는 측정 결과에 영향을 주지 않기 때문에 무시될 수 있습니다.
2. Advanced power settings 의 경우 open loop PUSCH power 가 PRACH power 보다 더 높게 설정되고, 정확한 OFF power 측정을 위해 reference power 가 PRACH power 에 근접하게 설정되는 경우에는 Call 연결이 되지 않을 수 있습니다. 만약 측정 과정에서 Call 연결을 원한다면, open loop PUSCH power 가 PRACH power 에 근접하게 P0 Nominal PUSCH 를 조정하길 추천합니다.

2.9.1.3 Test Requirements

테스트 요구 사항은 아래 표와 같습니다. CMW500 의 기본 Limit 설정은 스펙에 의거합니다. 만약 사용자가 다른 PRACH power 조건을 테스트 하려면 *LTE PRACH Configuration > Config > Limits > Power > Dynamics > ON Power* 에서 Limit 설정을 변경해야 합니다.

	Channel bandwidth / Output Power [dBm] / Measurement bandwidth					
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
Transmit OFF power	≤ -48.5 dBm					
Transmission OFF measurement bandwidth	1.08 MHz	2.7 MHz	4.5 MHz	9.0 MHz	13.5 MHz	18 MHz
Expected PRACH transmission ON measured power	-1 ± 7.5	-1 ± 7.5	-1 ± 7.5	-1 ± 7.5	-1 ± 7.5	-1 ± 7.5

Table 13: PRACH time mask (source: TS 36.521-1, Table 6.3.4.2.1.5-1).

## 2.9.2 SRS Time Mask

일반적인 테스트 조건과 설정은 이 응용 노트의 Section 2.1.을 참조합니다.

### 2.9.2.1 Test Description

이 테스트의 목적은 스펙에 따라 Output Power 를 사용하여 UE 가 sounding reference symbol (SRS) 신호를 전송하는 기능과, preamble 을 전송할 때 OFF 파워와 ON 파워 사이의 ramping time 이 올바른지 검증하기 위함입니다.

### 2.9.2.2 Test Procedure

SRS 는 *LTE Signaling > Config > Physical Cell Setup* 에서 활성화 시킬 수 있습니다.

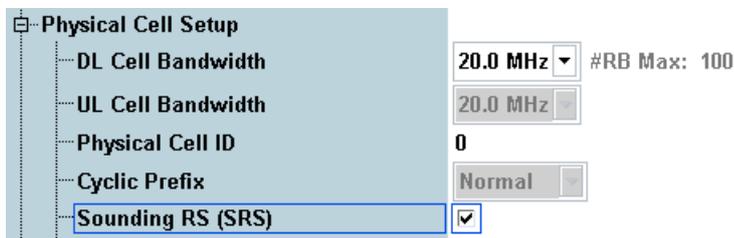


Fig. 28: Activating SRS signaling.

1. *LTE Signaling* 을 Reset 합니다.
2. Band, 주파수, 대역폭을 적절히 설정하고, Fig 32 과 같이 *LTE Signaling* 설정에서 *Sounding RS (SRS)*를 활성화합니다.
3. *Active TPC Setup* 을 *Constant Power* 로 설정합니다.
4. Non-Advanced PRACH/OL Power 설정의 경우, Open Loop Nominal Power 는 아래 table 에 따라 설정합니다.

Bandwidth	Open loop Nominal Power (dBm) (LTE version >= V3.0.50)
1.4M	8.5
3 M	9
5 M	11
10 M	14
15 M	16
20 M	17

Advanced Power Settings 모드에서는, open loop 와 관련된 파라미터를 모두 기본 설정 값으로 둡니다.

5. *RS EPRE* 를  $-85 \text{ dBm/15 KHz}$  로 설정합니다.
6. LTE SRS 측정 Task 를 추가하고, (task list 에 추가하기 위해 “Measure” 버튼을 누름) *Combined Signal Path* 를 선택하고, *ontrolled by LTE Sig1*.을 선택합니다. 기본 Trigger 설정은 *IF Power* 입니다.
7. Cell 을 켜고, CMW500 에 UE 를 연결하고, default RMC mode 로 UE 가, 연결되도록 기다립니다.
8. Fig. 33 과 같이 *LTE Signaling > Connection* 에서 *Downlink MAC Padding* 을 비활성화 시킵니다. 그리고 나서, DL 와 UL 의 RMC 를 0 으로 설정합니다.

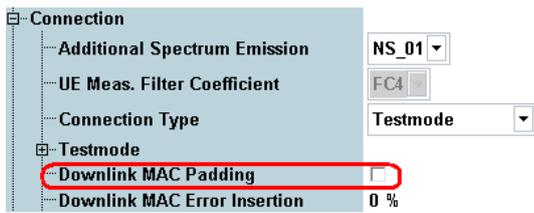
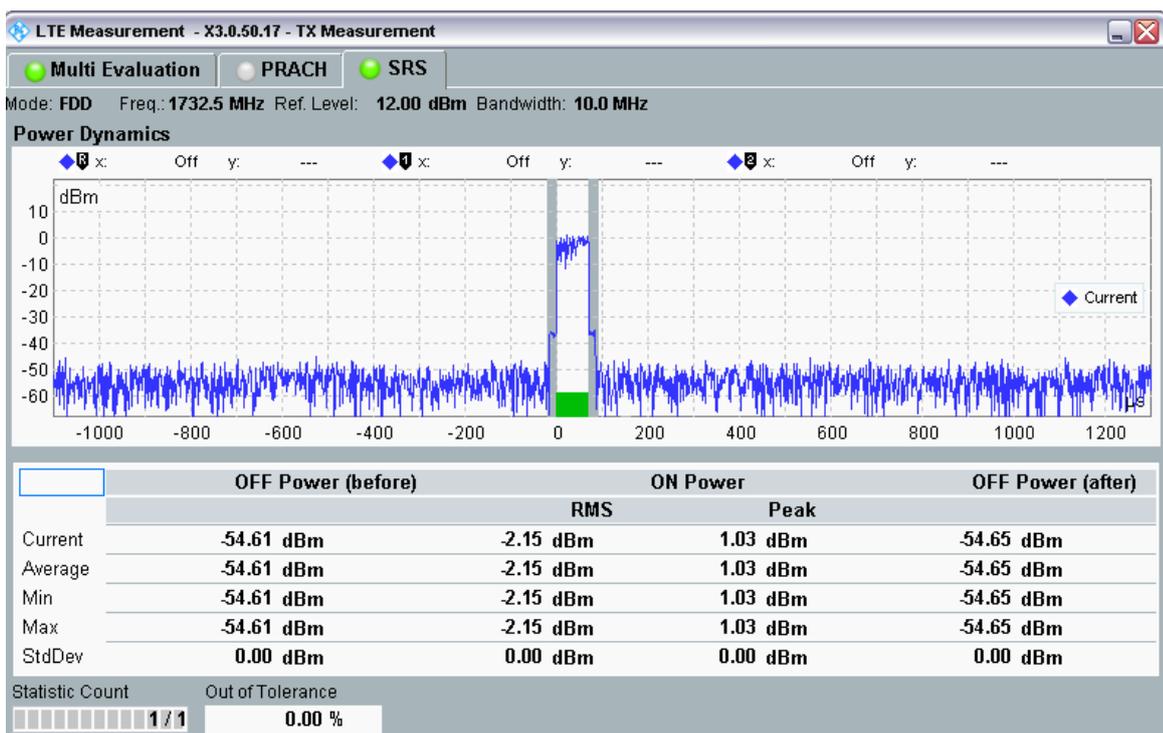
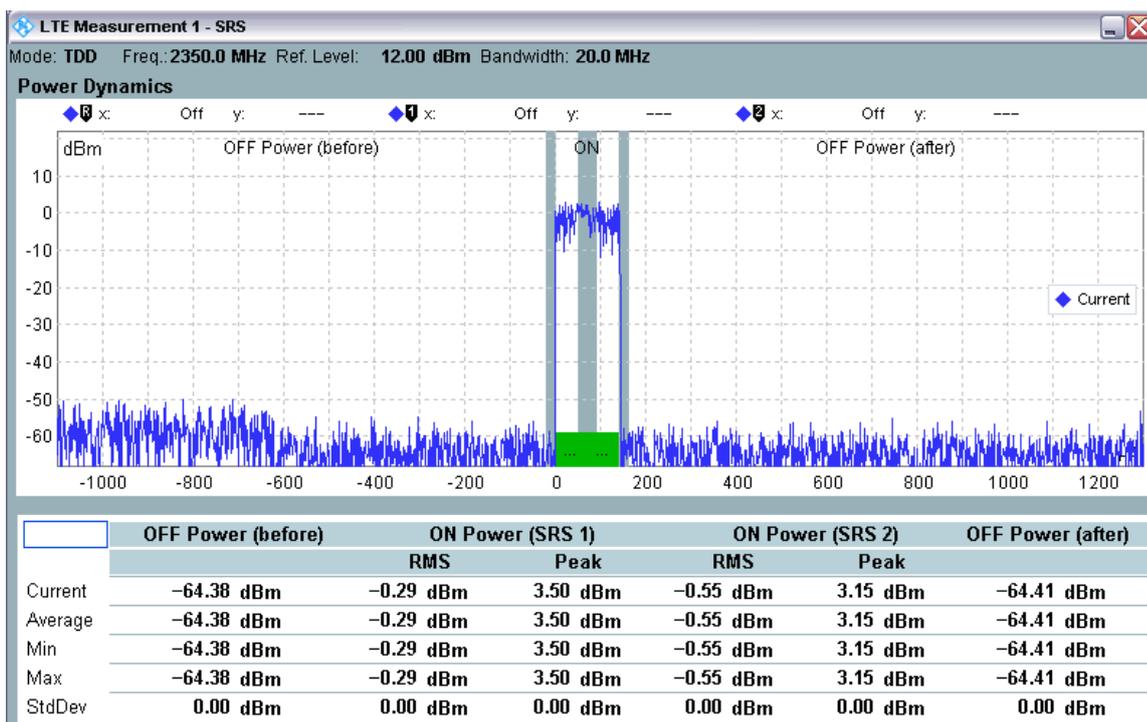


Fig. 293: Deactivating the downlink MAC padding.

9. SRS 측정을 ON/OFF 버튼을 눌러 활성화 시킵니다.
10. *RF Reference Power* 를 *Manual* 로 설정합니다. *Expected Nominal Power* 를 유효한 SRS 결과를 얻을 수 있도록 변경합니다. *General ON/OFF time mask* 측정에서 설명되었던 것과 동일한 이유로 인해, 올바른 OFF power 을 보장하기 위해 *Ref. Level* 을 *Peak Power + 3 dB* 로 설정하길 권장합니다.



a) SRS Measurement result for FDD



b) SRS Measurement result for TDD

Fig. 304: Measurement results for the SRS time mask.

### 2.9.2.3 Test Requirements

SRS power 결과는 Spec 의 범위 안에 들어와야 합니다.

테스트 요구 조건은 하기 Table 14 에 명시되어 있습니다.

	Channel bandwidth / Output Power [dBm] / measurement bandwidth					
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
Transmit OFF power	For carrier frequency $f \leq 3.0\text{GHz}$ : $\leq -48.5$ dBm For carrier frequency $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$ : $\leq -48.2$ dBm					
Transmission OFF Measurement bandwidth	1.08 MHz	2.7 MHz	4.5 MHz	9.0 MHz	13.5 MHz	18 MHz
Expected SRS Transmission ON Measured power	-2.6 dBm	-2.6 dBm	-2.6 dBm	-2.6 dBm	-2.6 dBm	-2.6 dBm
ON power tolerance $f \leq 3.0\text{GHz}$ $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$	$\pm 7.5\text{dB}$ $\pm 7.8\text{dB}$	$\pm 7.5\text{dB}$ $\pm 7.8\text{dB}$	$\pm 7.5\text{dB}$ $\pm 7.8\text{dB}$	$\pm 7.5\text{dB}$ $\pm 7.8\text{dB}$	$\pm 7.5\text{dB}$ $\pm 7.8\text{dB}$	$\pm 7.5\text{dB}$ $\pm 7.8\text{dB}$

Table 14: Requirements for the SRS time mask test.

## 2.10 Power Control – Absolute Power Tolerance (TS 36.521, 6.3.5.1)

이 테스트의 목적은 긴 전송 간격을 가지는 구간에서 연속적 또는 비연속적이 전송의 시작 부분에서 특정한 값을 초기 출력 파워로 전송할 수 있는지에 대한 UE Transmitter 의 기능을 확인하는 것입니다.

### 2.10.1 Test Description

일반적인 테스트 조건과 설정은 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조합니다. 대역폭, 주파수, RMC 에 대한 설정과 RB Allocation 에 대한 설정 값은 TS 36.521, Table 6.3.5.1.4.1-1 에 정의됩니다.

TS 36.521, Tables 5.4.2.1-1 and 6.3.5.1.4.1-1 을 고려하면, Band 7 에 대해 해당 테스트는 5MHz 와 20MHz 대역폭에 대해 측정되어야 하고, 각 대역폭에 대해서는 middle range 채널만 측정합니다. 이 테스트의 목적은 QPSK 변조와 full RB 할당 시 UE 의 파워 컨트롤 기능을 확인하는 것입니다.

Spec 에 의하면, system information parameters 에 대한 설정은 TS36.508 에 따라 설정됩니다. 이 테스트의 궁극적인 목적은 초기 출력 파워를 특정한 값으로 얻기 위함입니다.

Non-Advanced PRACH/OL Power 설정의 경우, initial output power 는 Open loop Nominal Power 를 통해 설정합니다..

Bandwidth	Open loop Nominal Power (dBm) (Test Point 1)	Open loop Nominal Power (dBm) (Test Point 2)
1.4M	-15	-3
3 M	-11	1
5 M	--9	3
10 M	-6	6
15 M	-4	8
20 M	-3	9

Advanced PRACH/OL power settings 모드에서는, *PO Nominal PUSCH* 가 기본 설정 값에서 하기와 같이 변경되어야 합니다.

Parameters	Test Point 1	Test Point 2
<i>PO Nominal PUSCH</i>	-105 dBm	-93 dBm

## 2.10.2 Test Procedure

TS 36.508, Annex A, Figure A3 과 같이 SS 를 UE 의 안테나 커넥터에 연결합니다.

1. *LTE Signaling* 을 Reset 합니다.
2. LTE Cell 을 활성화 하고, UE 의 전원을 켜기 전에 *Active TPC Setup* 을 *Constant Power* 로 설정하고, *open loop power* 를 상기의 test point 1 에 따라 설정합니다.

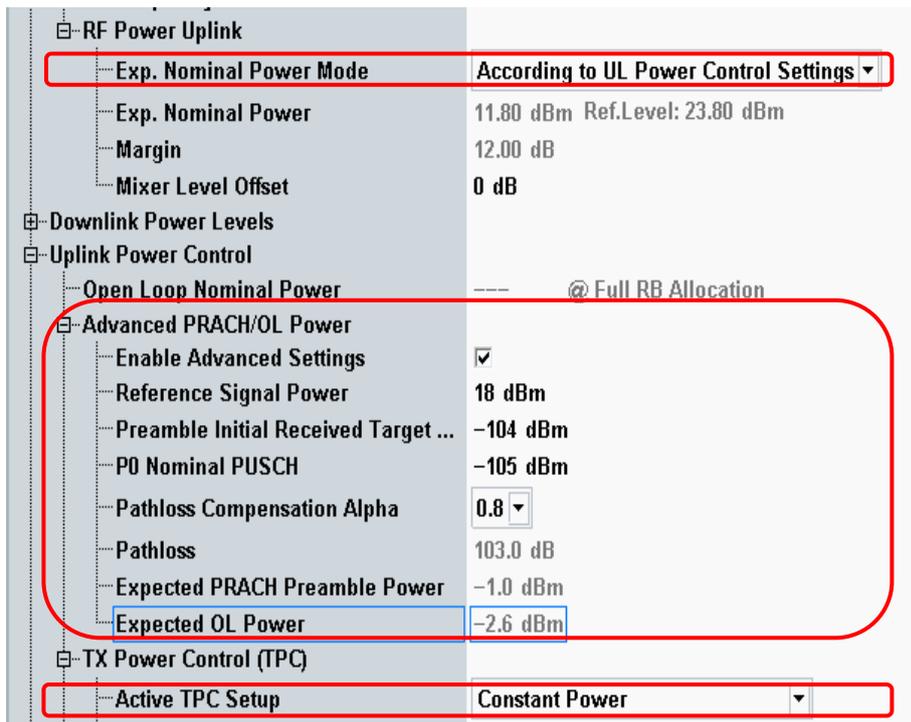


Fig. 315: Settings for the "Power Control – Absolute Power Tolerance" test.

3. RRC Idle mode 를 활성화 시키기 위해 *Keep RRC Connection* 을 비활성화 시킵니다.
4. UE 전원을 켜고, UE 가 네트워크에 Attach 되도록 기다립니다. UE 가 Attach 되면 Connect 버튼을 눌러 Call 연결을 합니다.
5. Test Point 1 에 대한 측정 결과를 확인하기 위해 Multi-evaluation interface 로 이동합니다. (Fig. 36 와 같이 이 예제에서는  $-5.23 \text{ dBm}$ )

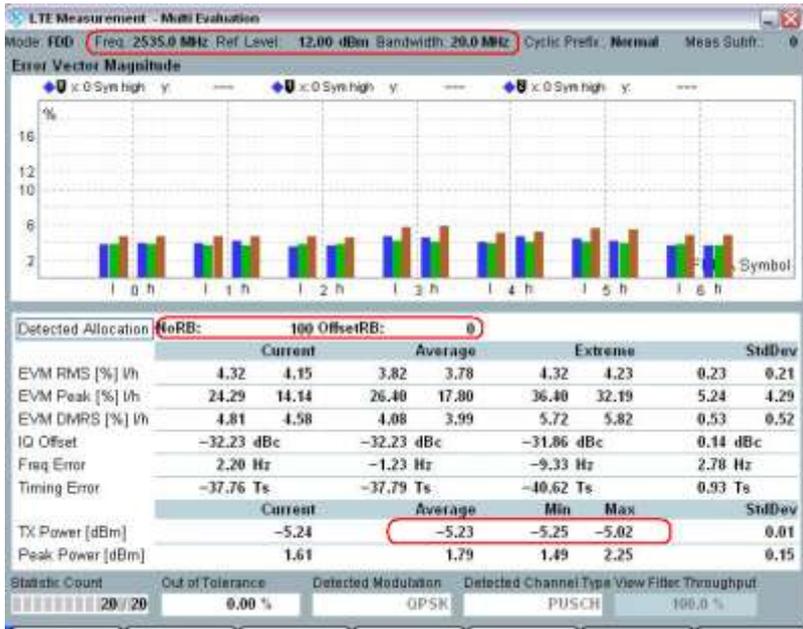


Fig. 326: Example results for the Test Point 1 measurement.

6. LTE 1 Signaling 에서 'Disconnect' 버튼을 누릅니다. 그리고 나서, test point 2 에 따라 open loop power 를 변경합니다. 다른 설정은 동일합니다.
7. Call 연결을 위해 Connect 버튼을 다시 누릅니다.
8. Test point 2 에 대한 측정 결과를 확인하기 위해 Multi-evaluation interface 로 이동합니다. (Fig. 37 과 같이 이 예제에서는 6.07 dBm)

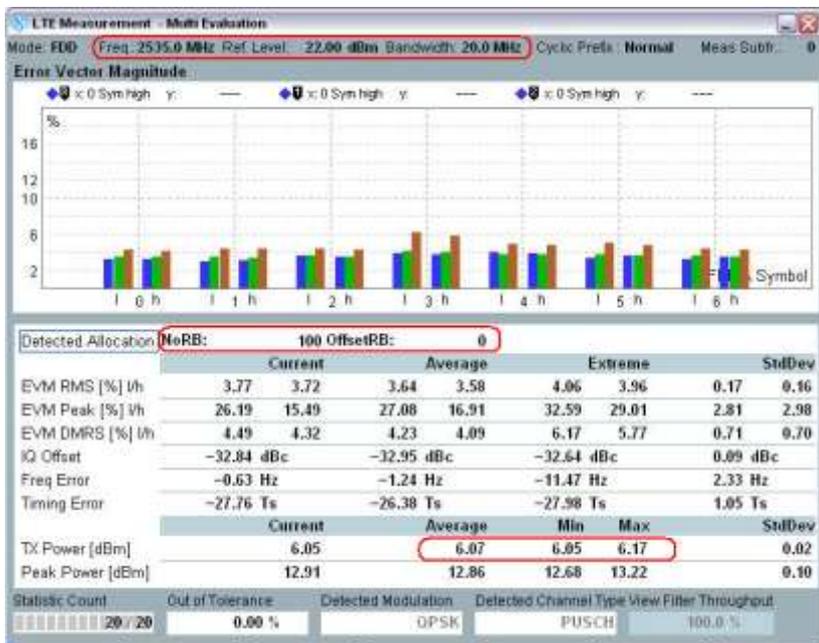


Fig. 337: Example results for the Test Point 2 measurement.

### 2.10.3 Test Requirements

테스트 절차 (2)의 파워 측정 결과에 대한 요구 사항은 TS 36.521-1, Tables 6.3.5.1.5-1 and 6.3.5.1.5-2 를 만족해야 합니다.

	Channel bandwidth / expected output power (dBm)					
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
Expected Measured power Normal conditions	-14.8 dBm	-10.8 dBm	-8.6 dBm	-5.6 dBm	-3.9 dBm	-2.6 dBm
Power tolerance $f \leq 3.0\text{GHz}$ $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$
Expected Measured power Extreme conditions	-14.8 dBm	-10.8 dBm	-8.6 dBm	-5.6 dBm	-3.9 dBm	-2.6 dBm
Power tolerance $f \leq 3.0\text{GHz}$ $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$
Note 1: The lower power limit shall not exceed the minimum output power requirements defined in sub-clause 6.3.2.3						
	Channel bandwidth / expected output power (dBm)					
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
Expected Measured power Normal conditions	-2.8 dBm	1.2 dBm	3.4 dBm	6.4 dBm	8.2 dBm	9.4 dBm
Power tolerance $f \leq 3.0\text{GHz}$ $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$	$\pm 10.0\text{dB}$ $\pm 10.4\text{dB}$
Expected Measured power Extreme conditions	-2.8 dBm	1.2 dBm	3.4 dBm	6.4 dBm	8.2 dBm	9.4 dBm
Power tolerance $f \leq 3.0\text{GHz}$ $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$	$\pm 13.0\text{dB}$ $\pm 13.4\text{dB}$
Note 1: The lower power limit shall not exceed the minimum output power requirements defined in sub-clause 6.3.2.3						

Table 15: Absolute power tolerance under normal conditions (source: TS 36.521-1, Tables 6.3.5.1.5-1 and 6.3.5.1.5-2).

## 2.11 Power Control – Relative Power Tolerance (TS 36.521, 6.3.5.2)

이 테스트의 목적은 target sub-frame 의 파워에 대한 상대적인 output power 를 설정하는 UE transmitter 의 기능을 확인하고, 만약 이러한 sub-frame 들의 전송 간격이 20ms 이하인 경우 Output Power 가 가장 최근에 전송된 reference sub-frame 에 따르는 Power 를 전송하는 지에 대한 능력을 확인하는 것입니다.

### 2.11.1 Test Description

일반적인 테스트 조건과 설정은 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조합니다.

대역폭, 주파수, RMC 에 대한 설정과 RB allocation 에 대한 설정 값은 TS 36.521, Table 6.3.5.2.4.1-1 에 정의됩니다.

TS 36.521, Tables 5.4.2.1-1 and 6.3.2.4.1-1 을 고려하면, Band 7 에 대해 이 테스트는 5MHz 와 20MHz 대역폭에서 측정되고, 각 대역폭에서는 middle range 채널에서 측정됩니다. 이 테스트의 목적은 QPSK 변조를 사용하는 경우에 대한 UE 의 Power control 성능을 확인하는 것입니다.

Power 의 변경은 TPC command 그리고/또는 RB 변경에 의해 발생합니다. 이로 인해, 이 테스트는 UE 의 power control 성능을 검증하기 위해 하기 3 개의 시나리오를 정의합니다:

- Ramping up test power patterns (TS 36.521-1, Figure 6.3.5.2.4.2-1)
- Ramping down test power patterns (TS 36.521-1, Figure 6.3.5.2.4.2-2)
- Alternating test power patterns (TS 36.521-1, Figure 6.3.5.2.4.2-5).

RB 변경에 대한 시간상에서의 각기 다른 Test point 로 인해 ramping up 과 ramping down 각각에 대해 세 가지 구분된 Power pattern 들이 존재합니다. (Pattern A, Pattern B, Pattern C).

## 2.11.2 Test Procedure

TS 36.508, Annex A, Figure A3 과 같이 SS 를 UE 안테나 커넥터에 연결합니다.

LTE Cell 을 활성화 하고, UE 가 network 에 Attach 되도록 UE 에 전원을 켭니다. UE 가 Attach 되면 Call 연결을 위해 Connect 버튼을 누릅니다. 하기 예제에서는 Band 7, 20MHz 대역폭과 middle range 채널이 사용됩니다.

<Ramping up and ramping down 에 대한 공통 설정>

Power control 측정은 one-shot 측정 항목이므로, continuous mode 에서는 측정이 불가능 합니다. 따라서, Repetition 을 Single Shot 으로 설정하고, Statistic Count (for Power)는 1 Subframe 으로 설정합니다. 추가로, Power Step 에 대한 전체 측정을 위해 No. of Subframe 은 80(FDD) /100(TDD)로 설정합니다.

TDD 에서는, Subframe Offset 을 0 으로 설정하고, No. of Subframe 은 100 으로 그리고, Measure Subframe 은 2 로 설정합니다.

이 테스트에 대해 R&S 는 다른 모든 측정 항목들은 비활성화 시키고, 오직 Power Monitor window 만 활성화 시키는 것을 추천합니다.

테스트 전반에 걸쳐 TPC trigger 가 사용됩니다. Trigger 를 LTE Sig1:TPC trigger 로 설정합니다. LTE 펌웨어 3.2.50 이후로는, ramping up 과 ramping down 에 대해 one button 측정이 지원됩니다.

DUT 가 RMC mode 로 연결된 이후, LTE Measurement tab 에서 하기 그림과 같이 Signaling Parameters > TPC 를 선택합니다.

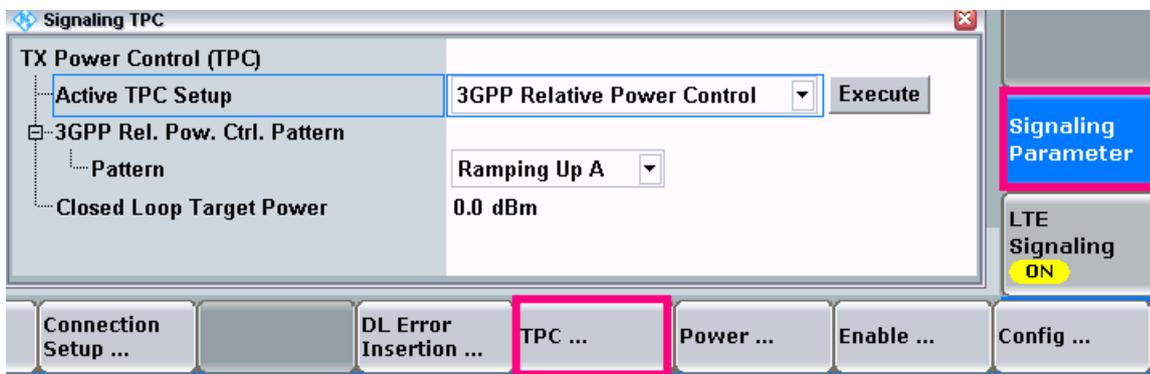


Fig. 34 Choose 3GPP relative power control test pattern

Test Procedures for ramping up and ramping down :

1. LTE Signaling 을 Reset. LTE Cell 을 활성화. 상기의 Common configuration 에 따라 LTE Measurement 의 statistics, repetition, views, trigger, measurement subframe 을 설정합니다.
2. DUT 의 전원을 켜고, Connected 될 때까지 기다립니다.
3. Active TPC Setup 을 '3GPP Relative Power Control'로 설정하고 측정할 Pattern 을 설정합니다.
4. 측정을 시작하기 위해 ON/OFF 버튼을 누릅니다. (TPC Trigger 를 기다리게 됩니다) 그리고 나서, Fig 39 와 같은 측정 결과를 얻기 위해 Execute 버튼을 누릅니다.

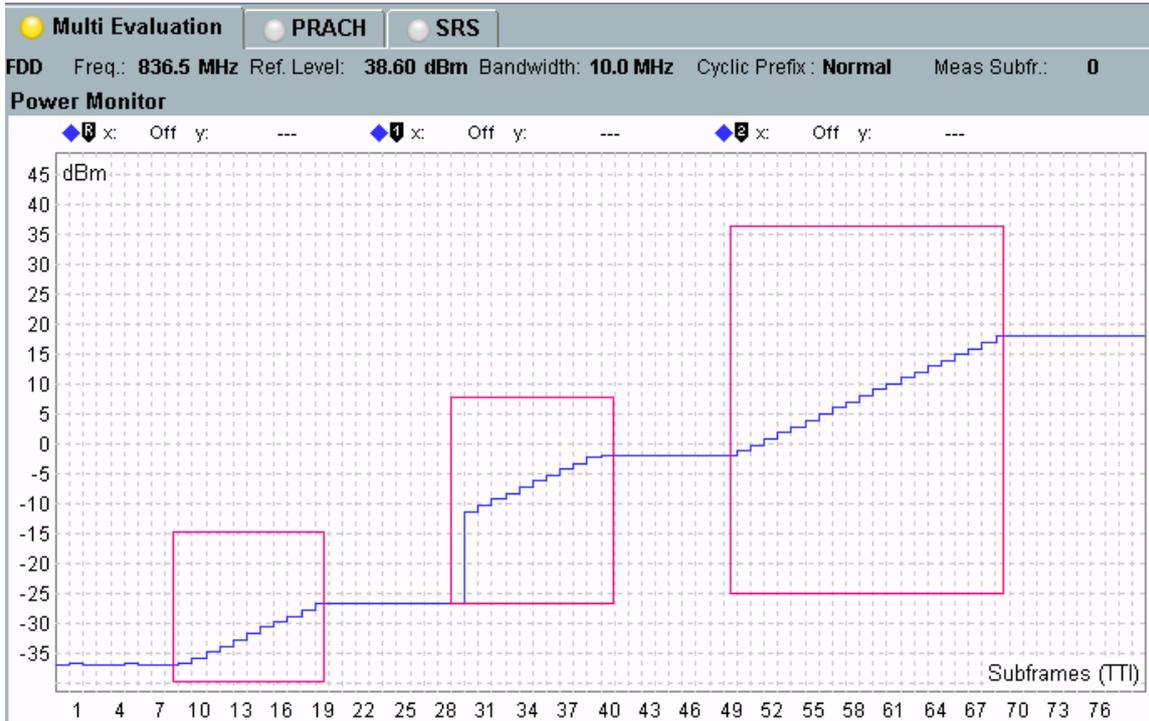


Fig. 35. FDD Relative Power Control Test Measurement Result: Ramping Up Pattern A.

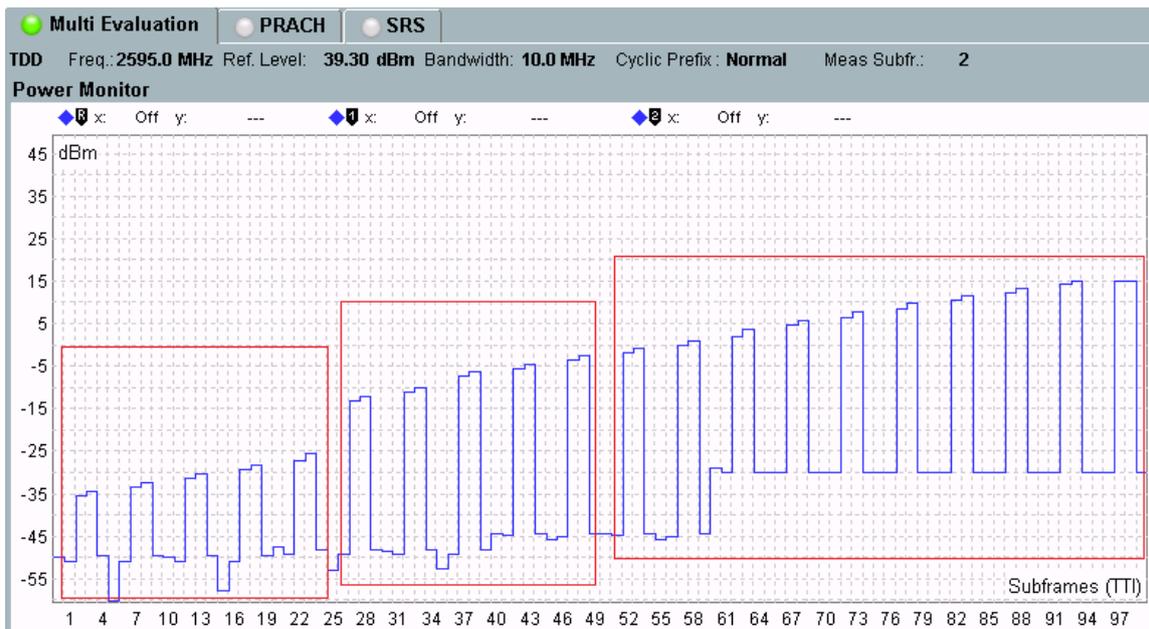
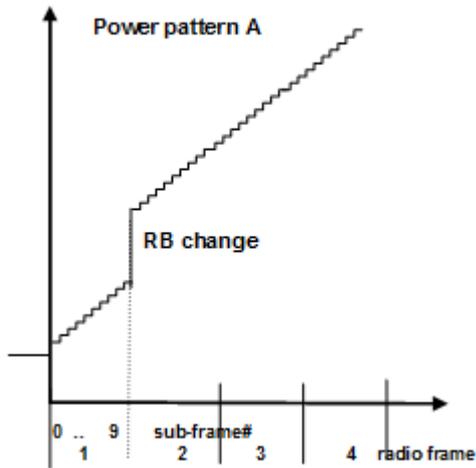


Fig. 36 TDD Relative Power Control Test Measurement Result: Ramping Up Pattern A.



**Fig. 37 Relative Power Control Test according to 3GPP: Ramping Up Pattern A**

3GPP에서는 Power ramping에서의 interrupt를 허용하고 있습니다. 단, 해당 interruption은 전체 radio frame에 대한 Power 변경 없이 (0dB command) 이루어져야 합니다. CMW500에서는 expected nominal power 변경에 따른 input path 재설정을 위해 interruption을 추가하였고, 이로 인해 Fig.39와 같은 측정 결과를 볼 수 있습니다.

Fig.39에 대한 자세한 설명은 다음과 같습니다.

- Frame 1: constant initial target power
- Frame 2: ramping up
- Frame 3: constant power for input path configuration
- End of frame 3: change of RB allocation
- Frame 4: ramping up
- Frame 5: constant power for input path configuration
- Frame 6 and 7: ramping up
- Frame 8: constant power

Fig.40에 대한 자세한 설명은 다음과 같습니다.

- Frame 1 and 2: ramping up
- Frame 3: ramping up change of RB allocation
- Frame 4 - 10: ramping up

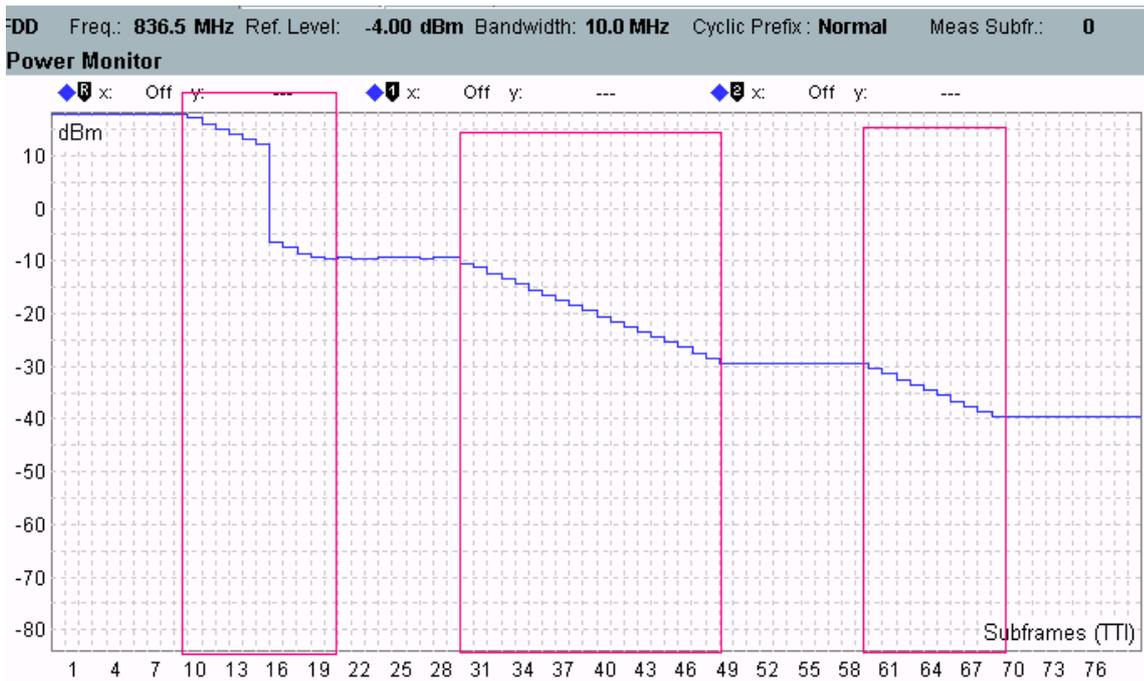


Fig. 38. FDD Relative Power Control Test Measurement Result: Ramping Down Pattern A.

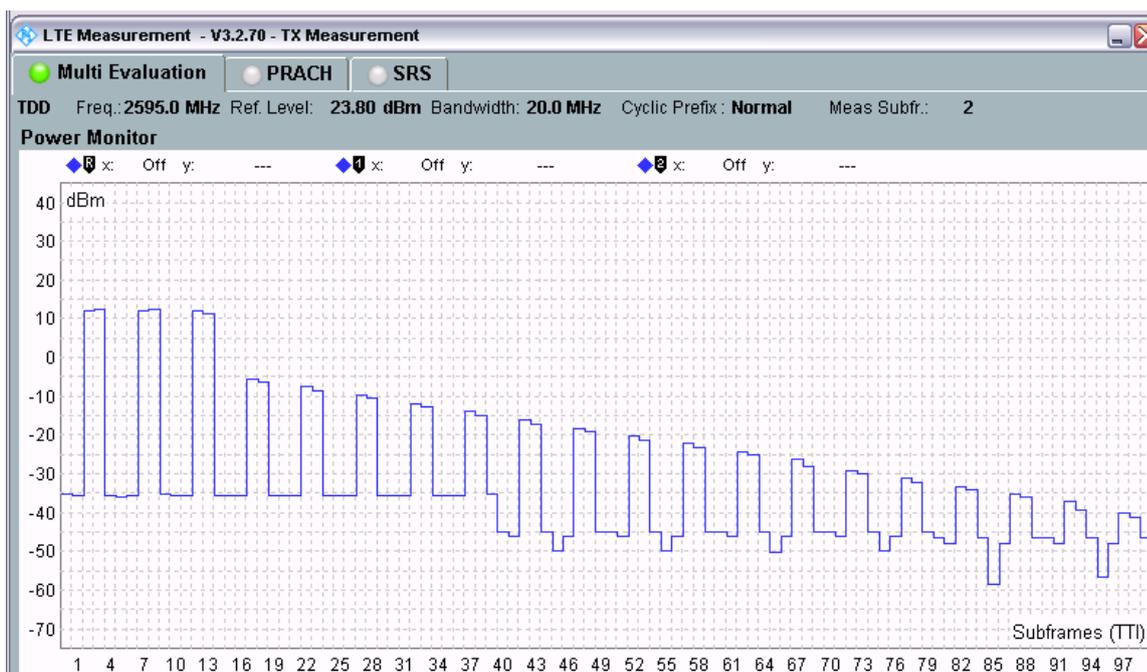


Fig. 39 TDD Relative Power Control Test Measurement Result: Ramping Down Pattern A.

Fig. 42 에 대한 자세한 설명은 다음과 같습니다.

- Frame 1: constant initial target power
- Frame 2: ramping down including change of RB allocation @ subframe 6
- Frame 3: constant power for input path configuration
- Frame 4 and 5: ramping down
- Frame 6: constant power for input path configuration
- Frame 7: ramping down
- Frame 8: constant power

## &lt;Test procedure for the alternating pattern&gt;:

1. TPC trigger 를 *LTE Sig1:Frame trigger* 로 설정하고, Uplink RMC 를 다음과 같이 설정합니다: #RB = 1, Modulation = QPSK, Active TPC Setup = Closed Loop 그리고 Closed-Loop Target Power = -10 dBm 으로 설정하여 측정 파워가 -10 dBm +/- 3.2 dB 안에 들어오도록 합니다.
2. Active TPC Pattern 을 Constant Power 로 설정합니다.
3. Connection menu 에서, Scheduling Type 을 RMC 에서 User Defined, TTI Based 로 변경합니다. 그리고 나서, Fig. 44 와 같이 UL>TTI setting 을 변경하기 위해 Edit All 버튼을 누릅니다.

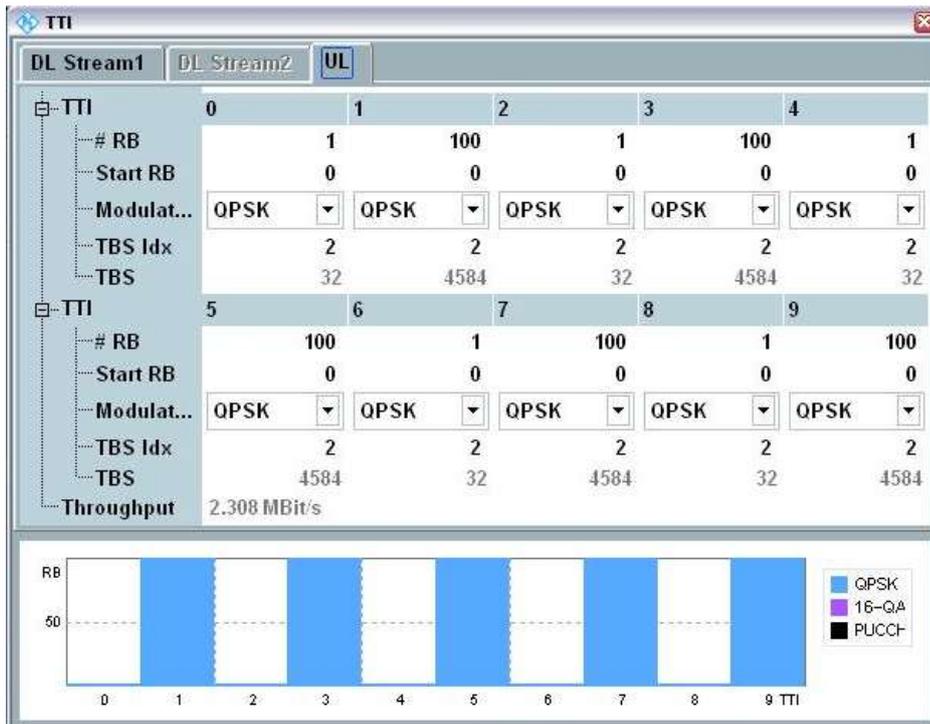


Fig. 40: Configuring the UL TTI settings for the alternating test pattern.

4. Single shot power 측정에서 10 개의 Power step 에 대한 결과를 확인하기 위해 No. of Subframes 을 10 이상으로 설정합니다. 1RB 에서 100RB 까지 모든 파워 레벨을 확인하기 위해서는 장비의 Marker 기능을 사용하거나, 모든 값을 받기 위해 SCPI command 를 사용할 수 있습니다. Fig. 45 는 40 subframe 에 대한 결과를 보여줍니다.

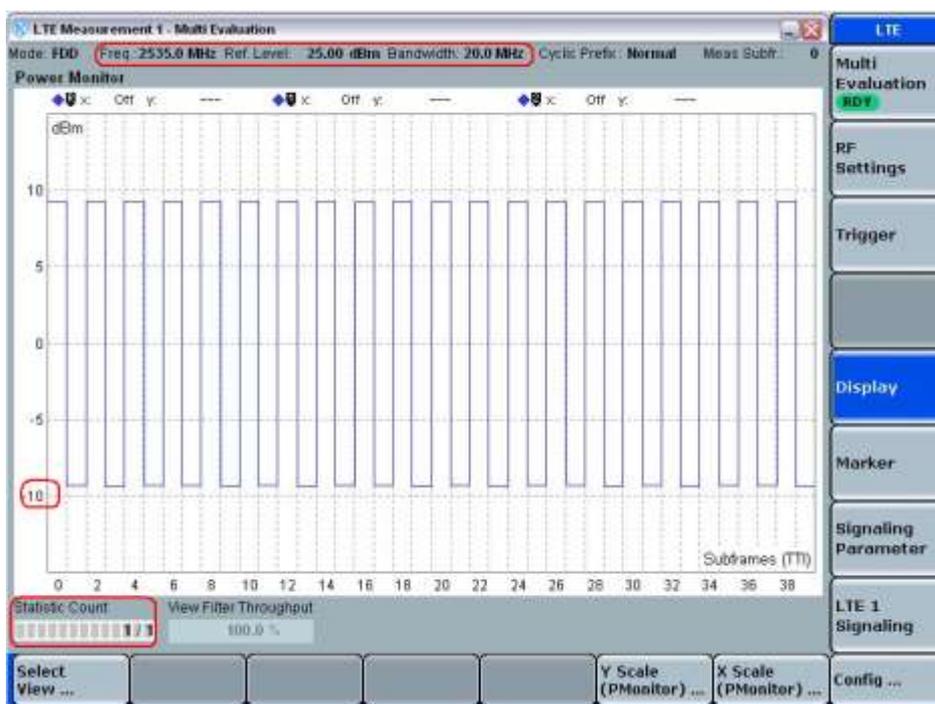


Fig. 41: Measurement with 40 subframes.

### 2.11.3 Test Requirements

이 테스트에 대한 요구 조건은 TS 36.521-1, Tables 6.3.5.2.5-1 through 6.3.5.2.5-13 에 정의되어 있습니다. 해당 Spec 에는 다른 대역폭 설정에 대한 요구 조건과 다른 시나리오에 대한 요구 조건을 포함하고 있습니다.

예를 들면, Band 7 UE 에 대한 테스트의 경우 TS 36.521-1, Tables 6.3.5.2.5-5, 6.3.5.2.5-6 and 6.3.5.2.5-13 에서는 5MHz 에 대한 요구 조건을, TS 36.521-1, Tables 6.3.5.2.5-11, 6.3.5.2.5-12 and 6.3.5.2.5-13 에서는 20MHz 에 대한 요구 조건을 포함하고 있습니다.

3GPP 36.521 에 따르면, ramping up 과 ramping down 에 대해 2 가지 예외 조항이 허용됩니다. 이러한 예외 조건에서 power tolerance limit 은 최대  $\pm 6.7$  dB 입니다. Patten A,B,C 에 대해 RB 변경으로 인한 다른 예외가 발생한다면 테스트 결과는 Fail 입니다.

## 2.12 Aggregate Power Control Tolerance (TS 36.521-1, 6.3.5.3)

이 테스트의 목적은 TS 36.213 에 명시된 파워 컨트롤 parameter 가 일정한 경우, 0dB TPC command 가 전달될 때에는 21ms 이내의 연속적이지 않은 전송에 대해 UE 의 첫 전송 파워 레벨이 유지되는지에 대한 기능을 확인하는 것입니다.

### 2.12.1 Test Description

일반적인 테스트 조건과 설정은 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조합니다.

대역폭, 주파수, RMC 에 대한 설정과 RB allocation 에 대한 설정은 TS 36.521, Tables 6.3.5.3.4.1-1 and 6.3.5.3.4.1-2 에 정의됩니다.

TS 36.521-1, Table 6.3.5.3.4.1-1 은 주로 각기 다른 대역폭에 대해 downlink RMC setting 과 PUCCH format setting 에 대해 정의하고 있고, Table 6.3.5.3.4.1-2 는 주로 대역폭에 따른 uplink RMC setting 을 정의하고 있습니다.

TS 36.521, Tables 5.4.2.1-1, 6.3.5.3.4.1-1 and 6.3.5.3.4.1-2 을 고려하면, Band 7 에 대해 이 테스트는 5MHz 와 20MHz 대역폭에서 수행됩니다. 각 대역폭에 대해서는 middle range 채널에서 테스트가 수행됩니다. 이 테스트의 목적은 TPC=0 이 경우, PUSCH 와 PUCCH 가 출력 파워를 일정하게 유지하는지 검증하는 것입니다.

테스트 절차는 PUCCH 와 PUSCH 각각의 aggregate power control tolerances 를 검증하기 위해 두 개의 subtest 로 구분됩니다. Uplink transmission patterns 은 TS 36.521, Fig. 6.3.5.3.4.2-1 에 정의 되어 있습니다. 이 섹션에서는 FDD 테스트 패턴에 집중하여 설명할 것입니다.

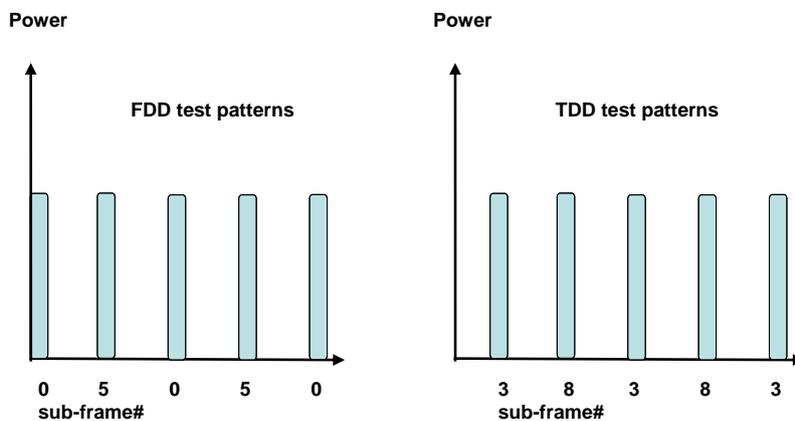


Fig. 42: Number of subframes for FDD and TDD test patterns.

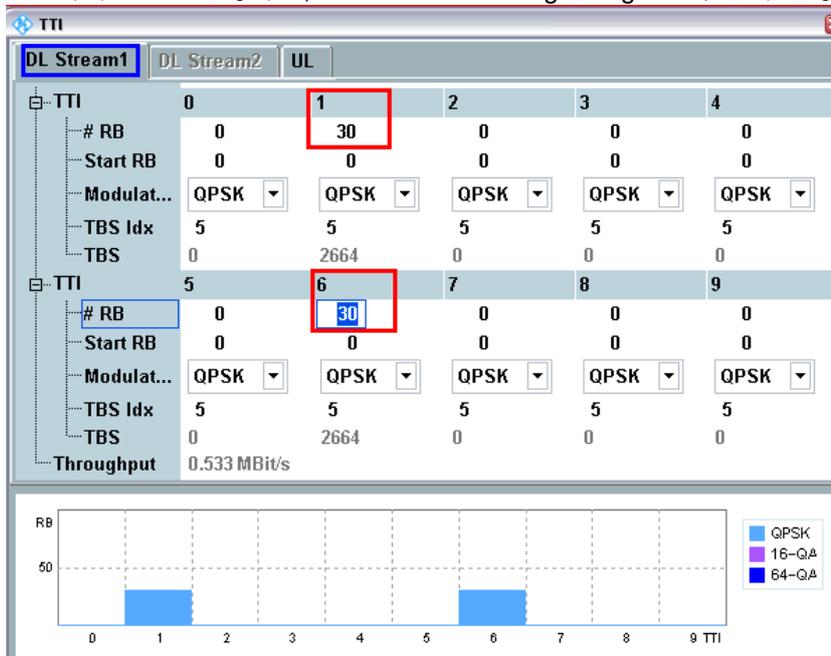
### 2.12.2 Test Procedure

TS 36.508, Annex A, Figure, A3 과 같이 SS 를 UE 안테나 커넥터에 연결합니다. LTE Cell 을 활성화 하고, 네트워크로 연결하기 위해 UE 전원을 켜고, UE 가 Attach 되면, Call 연결을 위해 Connect 버튼을 누릅니다.

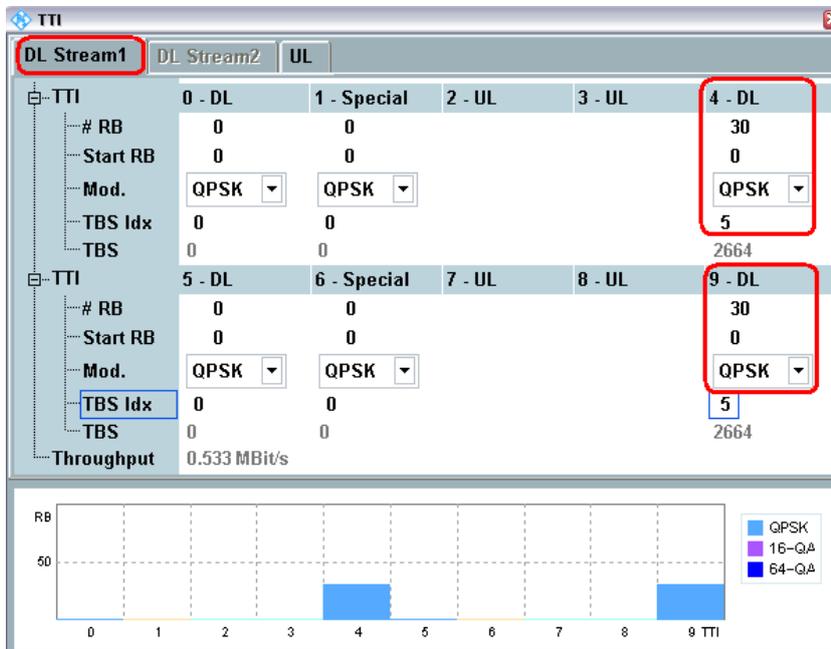
예제에서는 Band 7, middle range 채널과 20MHz 대역폭을 사용할 것입니다.

<PUCCH subtest>:

1. RF Reference power 를 15 dBm 정도로 설정합니다.
2. Downlink #RB 는 30; PUCCH Format 을 Format 1a 로 설정합니다.
3. Active TPC Setup 을 Closed Loop, Closed-Loop Target Power 를 0 dBm 으로 설정하여 측정 파워가 0 dBm +/- 3.2 dB 안에 들어오도록 합니다.
4. Scheduling Type 을 User Defined, TTI Based 로 설정합니다. Uplink RBs 를 모든 subframe 에 대해 0 으로 설정하고, downlink scheduling 을 Fig. 47 와 같이 설정합니다.



a) Downlink scheduling setting for FDD



b) Downlink scheduling setting for TDD

Fig. 437: Downlink scheduling settings for the PUCCH subtest

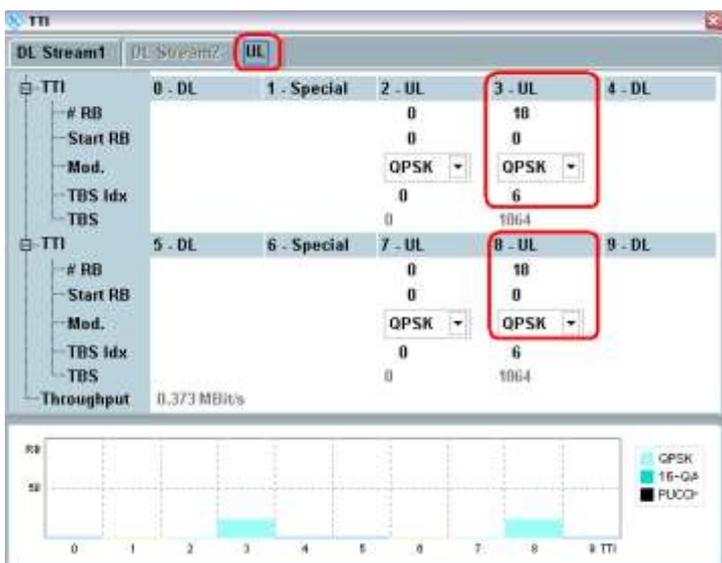
5. Power Monitor 화면으로 이동하여, *Multi Evaluation > Measurement Subframes > No. of Subframes* 을 21 보다 크게 설정합니다. TDD 에 대해서는 *Measure Subframe* 을 3 으로, *No. of Subframes* 을 25 보다 크게 설정합니다. Fig. 46 와 같이 Spec 에서 기술된 패턴을 확인 할 수 있습니다. 이 예제에서는 25 개의 subframe 전체가 보여집니다; 5 개의 subframe 사이에는 4ms 의 gap 이 존재합니다. 결과적으로, 상기 테스트에는 5 개의 비연속적인 PUCCH 전송이 존재합니다. Gap 에서는 Off Power 만 보여지며, PUSCH 가 전송되지 않습니다.

<PUSCH subtest>:

6. Uplink RMC's # RB 를 18, Modulation 을 QPSK 로 설정합니다.
7. Active TPC Setup 을 Closed Loop 로 설정하고, 측정 파워가 0 dBm +/- 3.2 dB 가 되도록 Closed-Loop Target Power 를 0dBm 으로 설정합니다. 그리고 나서, Active TPC Setup 을 Constant 로 변경합니다.
8. Scheduling Type 을 User Defined, TTI Based 로 설정합니다. Downlink RBs 를 전체 subframe 에 대해 0 으로 설정하고, Fig. 48 과 같이 PUSCH subtest 를 위해 Uplink Scheduling 을 설정합니다. Fig. 448: Settings for the PUSCH subtest. Fig. 44



a) Uplink scheduling setting for FDD



b) Uplink scheduling setting for TDD

Fig. 448: Settings for the PUSCH subtest.

9. Power Monitor 화면으로 이동하여 step 4 를 반복합니다. 이곳에서 4ms 의 gap 을 가지는 5 개의 PUSCH 전송을 확인 할 수 있습니다.



Fig. 459: Power monitor view.

10. 다섯 개의 활성화된 PUSCH 전송에 대한 결과를 확인하기 위해 Marker 기능을 사용합니다. 이 다섯 개의 측정 결과가 상기 테스트를 위해 필요한 결과값입니다.

### 2.12.3 Test Requirements

테스트 절차의 1.3 과 2.3 단계에서 측정된 결과 값은 TS 36.521-1, Table 6.3.5.3.5-1 에서 요구된 범위를 초과하면 안됩니다. 파워 측정 구간은 transient 구간을 제외하고, 1 subframe 이 되어야 합니다.

TPC command	UL channel	Test requirement for measured power
0 dB	PUCCH	Given 5 power measurements in the pattern, The 2nd, 3rd, 4th, and 5th measurements shall be within $\pm 3.2$ dB of the 1st measurement.
0 dB	PUSCH	Given 5 power measurements in the pattern, The 2nd, 3rd, 4th, and 5th measurements shall be within $\pm 4.2$ dB of the 1st measurement.
Note 1: The UE transmission gap is 4 ms. TPC command is transmitted via PDCCH 4 subframes preceding each PUCCH/PUSCH transmission.		

Table 16: Power control tolerance (source: TS 36.521-1, Table 6.3.5.3.5-1)

## 2.13 Frequency Error (TS 36.521, 6.5.1)

이 테스트의 목적은 주파수를 올바르게 전송하기 위한 receiver 와 transmitter 양쪽의 성능을 확인하는 것입니다.

Receiver 측에서는 Low level 의 이상적인 propagation 상태의 신호가 system simulator 에 의해 제공될 때 그 신호로부터 올바른 주파수를 추출하기 위한 것입니다.

Transmitter 측에서는 리시버에 의해 얻어진 결과로부터 올바르게 변조된 carrier 주파수를 얻어내기 위한 목적입니다.

### 2.13.1 Test Description

일반적인 테스트 조건과 설정은 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조합니다. 대역폭, 주파수, RMC 에 대한 설정 값들과, RB 할당에 대한 자세한 설정은 TS 36.521, Table 6.5.1.4.1-1 을 참고합니다.

TS 36.521, Tables 5.4.2.1-1 과 6.5.1.4.1-1 을 고려하면, 상기 테스트는 Band 7 에 대해 5MHz 와 20MHz 대역폭에서 측정됩니다. 각 대역폭에 대해서는 low / middle / high range 채널에 대해 측정합니다.

이 테스트의 목적은 full RB 할당 조건과 QPSK 변조를 사용하는 전송 신호의 품질을 확인하기 위한 것입니다.

### 2.13.2 Test Procedure

TS 36.508, Annex A, Figure A3 과 같이 SS 를 UE 안테나 커넥터에 연결합니다. LTE cell 을 활성화 하고, 네트워크로 연결하기 위해 UE 전원을 켜고, UE 가 Attach 되면 Call 연결을 위해 Connect 버튼을 누릅니다.

이 예제에서는 Band 7, 20MHz 대역폭과 middle range 채널을 사용할 것입니다.

1. # RB 는 100, RB Pos./Start RB 는 Low, Modulation 은 QPSK 로 설정하고, UE 출력 파워가 PUMAX 가 되도록 Active TPC setup 을 Max Power 로 설정합니다.
2. 주파수 에러를 측정합니다. (예제에서는  $-2.20$  Hz)

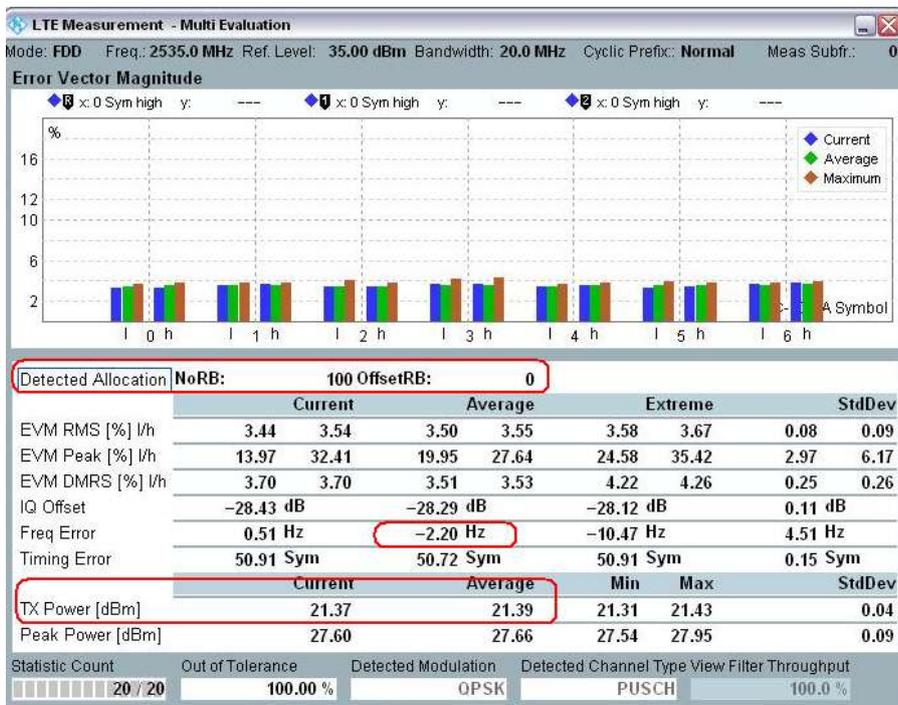


Fig. 50: Measurement results for the frequency error.

### 2.13.3 Test Requirements

20 subframe 에 대한  $\Delta f$  결과는 아래 테스트 조건 식을 만족해야 합니다.

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

결과적으로, low range, Band 7 에서는  $|\Delta f|$ 는 20 개의 측정 결과에 대한 평균 값이 265 Hz 를 초과해서는 안됩니다.

## 2.14 Error Vector Magnitude (TS 36.521-1, 6.5.2.1)

EVM 은 reference waveform 과 측정된 waveform 의 차이를 측정하는 것입니다. 이 차이는 Error vector 라 불립니다. EVM 을 계산하기 전에 측정된 waveform 은 sample timing offset 과 RF frequency offset 에 의해 조정됩니다. 그리고 나서, EVM 을 계산하기 전에 IQ origin offset 이 제거됩니다.

### 2.14.1 Test Description

이 테스트는 PUSCH, PUCCH 와 PRACH EVM 측정에 대한 측정 요구 조건을 포함합니다.

일반적인 테스트 조건과 설정은 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조합니다. 대역폭, 주파수, RMC 에 대한 설정 값들과, RB 할당에 대한 자세한 내용은 아래 Table 17 에 보여지는 TS 36.521 의 각 Table 에 정의되어 있습니다.

Test configuration table type	Detailed configuration table in TS 36.521
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

**Table 17: Where to find details for EVM configurations.**

TS 36.521, Tables 5.4.2.1-1 과 6.5.1.4.1-1 을 고려하면, Band 7 에 대해서는 5MHz 와 20MHz 대역폭에서 측정되고, 각 대역폭에 대해서는 low / middle / high range 채널에서 측정이 됩니다.

이 테스트의 목적은 partial RB 조건과 full RB 조건뿐 아니라, QPSK 와 16QAM 을 사용하는 PUSCH 신호의 질을 확인하는 것입니다. 이 테스트는 PUCCH 와 PRACH 신호에 대한 품질도 확인할 것입니다.

### 2.14.2 Test Procedure

TS 36.508, Annex A, Figure A3 과 같이 SS 를 UE 안테나 커넥터에 연결합니다.

LTE cell 을 활성화 하고, 네트워크로 연결하기 위해 UE 전원을 켜고, UE 가 Attach 되면 Call 연결을 위해 Connect 버튼을 누릅니다.

LTE Multi-Evaluation Configuration 화면에서 Measurement control 의 Channel Type 을 Auto 로 설정합니다. (Fig. 7 참조)

#### 2.14.2.1 PUSCH EVM:

TDD PUSCH EVM 측정을 위해서는 Slot 3 이 사용되어야 합니다. (EVM Exclusion Period Lagging 은 5us 로 설정). 이 설정은 Fig 56 와 같이 LTE Multi Evaluation Configuration -> Modulation 에서 설정이 가능합니다.

이 예제는 Band 7, 20MHz 대역폭과 middle range 채널을 사용할 것입니다.

# RB, RB position 과 output power 는 TS 36.521-1, Table 6.5.2.1.4.1-1 에 따라 설정합니다. Table 18 은 20MHz 대역폭에서의 측정에 대한 설정 조건들을 열거하고 있고, 이 예제는 Test Set 2 와 Test Set 16 이 사용될 것입니다.

	#RB	RB Pos/Start RB	Modulation	UE Output Power
Test Set 1	18	Low	QPSK	$P_{UMAX}$
Test Set 2	18	High	QPSK	$P_{UMAX}$
Test Set 3	18	Low	QPSK	$-36.8 \pm 3.2 \text{dBm}$
Test Set 4	18	High	QPSK	$-36.8 \pm 3.2 \text{dBm}$
Test Set 5	18	Low	16QAM	$P_{UMAX}$
Test Set 6	18	High	16QAM	$P_{UMAX}$
Test Set 7	18	Low	16QAM	$-36.8 \pm 3.2 \text{dBm}$
Test Set 8	18	High	16QAM	$-36.8 \pm 3.2 \text{dBm}$
Test Set 9	100	Low	QPSK	$P_{UMAX}$
Test Set 10	100	Low	QPSK	$-36.8 \pm 3.2 \text{dBm}$
Test Set 11	100	Low	16QAM	$P_{UMAX}$
Test Set 12	100	Low	16QAM	$-36.8 \pm 3.2 \text{dBm}$

Table 18: Test setup for PUSCH EVM measurement (low, middle, and high range).

<Test Set 2>:

1. Trigger 를 *LTE Sig1:Frame trigger* 로 설정하고, Uplink RMC 를 다음과 같이 설정합니다. :  
# RB = 18, RB Pos/Start RB = High, Modulation = QPSK, Active TPC Setup = Max.  
Power (출력 파워가  $P_{UMAX}$  가 되도록).
2. EVM measurement result screen 에서 결과를 확인합니다. :  
EVM I/h = 3.05 % / 3.16 % ,  $\overline{EVM}_{DMRS}$  I/h = 3.04 % / 3.17 %

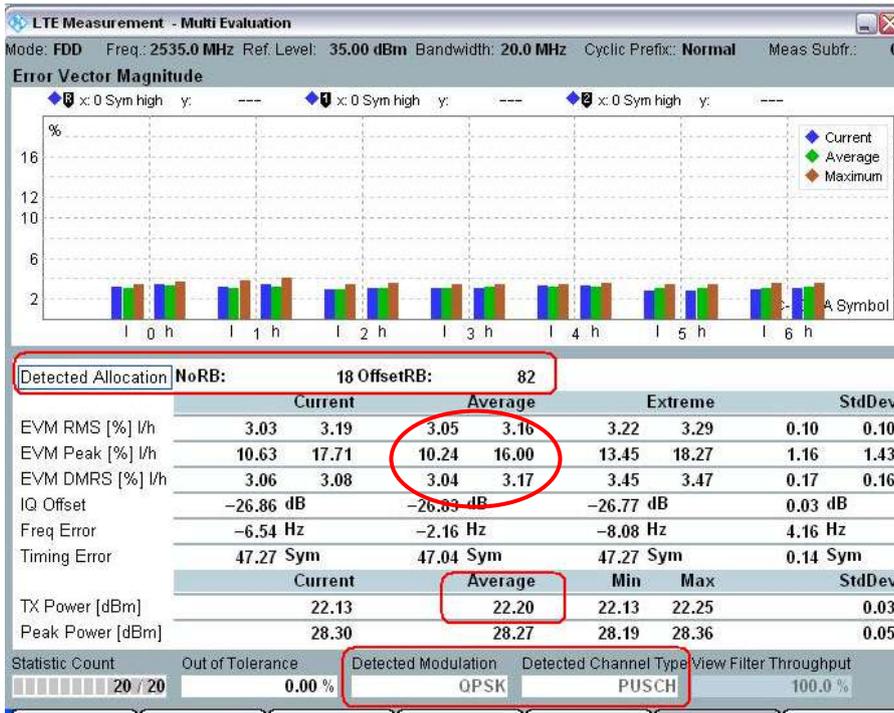


Fig. 51: EVM measurement screen with results for Test Set 2.

<Test Set 16>:

- Uplink RMC 를 다음과 같이 설정합니다. : # RB = 100, RB Pos/Start RB = Low, Modulation = 16QAM, Uplink TPC Pattern = Closed Loop; set Closed-Loop Target Power to -37 dBm (Uplink power 가 -40 dBm to -33.6 dBm 범위에 들어오도록)
- EVM measurement result screen 에서 결과를 확인합니다. :  
EVM I/h = 2.73 % / 2.79 %,  $EVM_{DMRS}$  I/h = 2.88 % / 2.95 %.

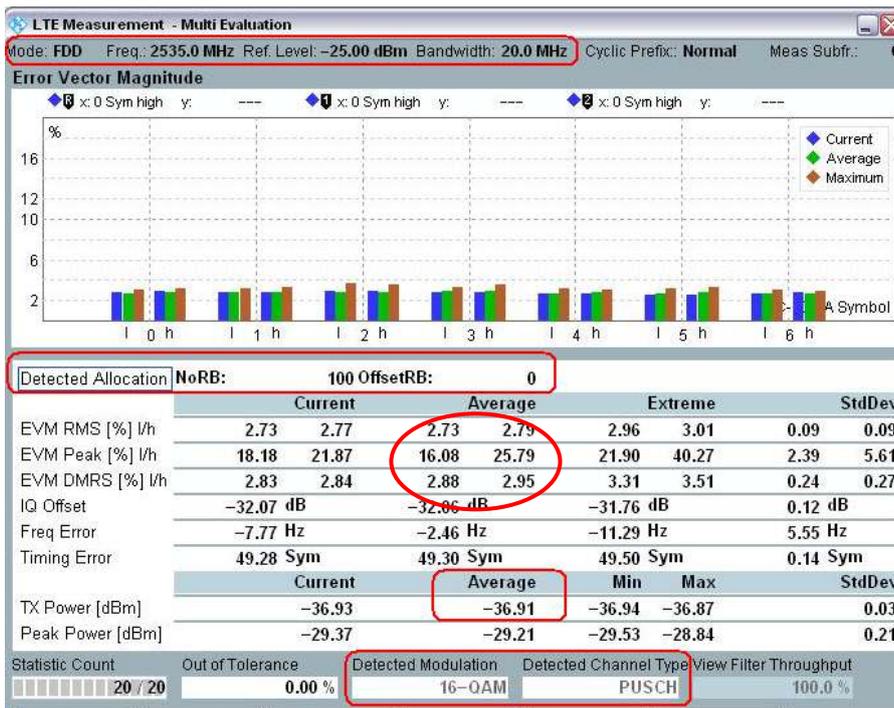


Fig. 462: EVM measurement screen with results for Test Set 16.

2.14.2.2 PUCCH EVM:

LTE 시스템에서 UE 는 PUCCH 또는 PUSCH 에서 데이터를 전송합니다. 결과적으로 PUCCH 는 PUSCH 가 사용되지 않는 경우에만 활성화 될 수 있습니다. EVM 측정을 위해서  $UL > RMC > RB$  를 0 으로 설정하면, Spec 에서 제시된 방식과 같이 UE 가 downlink RB 할당에 의해 PUCCH 를 전송하도록 할 수 있습니다.

PUCCH Power Control 설정은 LTE FW 3.0.50 부터는 PUSCH 설정과 동일합니다.

	Downlink RB Allocation						UE Output Power
	1.4M	3M	5M	10M	15M	20M	
1	3	4	8	16	25	30	P <sub>MAX</sub>
2							-36.8 ±3.2 dBm

Table 19: Details for PUCCH EVM.

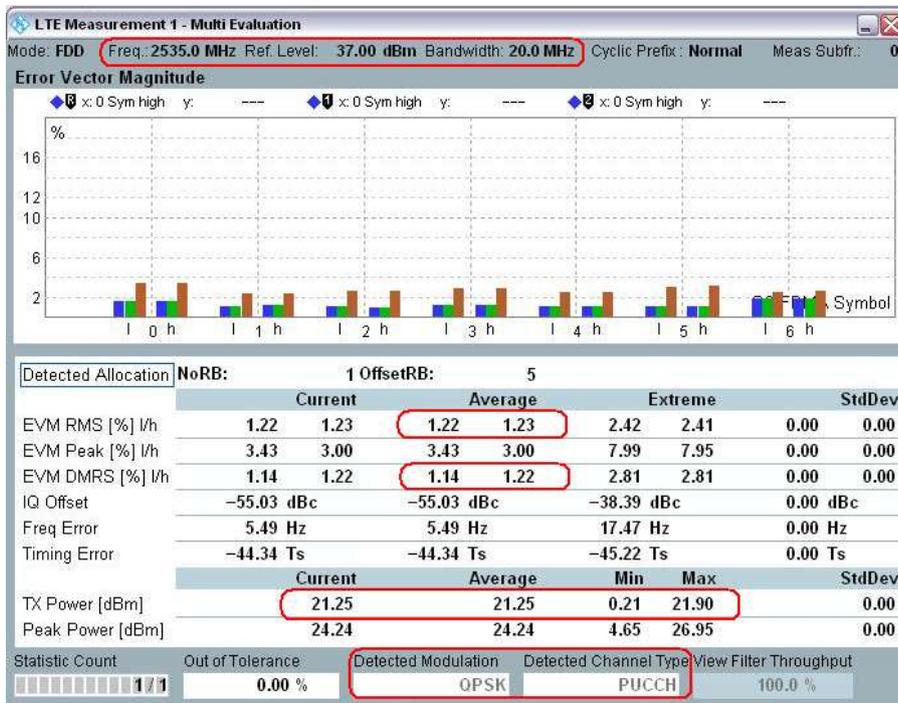


Fig. 473: Measurement results for PUCCH EVM.

2.14.2.3 PRACH EVM:

	RS EPRE Settings (FDD/TDD)	PRACH Configuration Index (FDD/TDD)	PreambleInitialReceivedTargetPower	UE Output Power
Test Point 1	-71 / -63	4 / 53	-120	-31 dBm
Test Point 2	-86 / -78	4 / 53	-90	14 dBm

Table 20: Details for PRACH EVM.

PreambleInitialReceivedTargetPower 는 LTE V3.0.50 이상에서 advanced power settings 모드를 이용해 설정이 가능합니다. Section 2.1.6 을 참조하기 바랍니다. 다른 PRACH 관련 파라미터에 대한 설정을 위해서는 Fig. 28(PRACH time mask test settings)을 참조하기 바랍니다.

Spec 에 따르면, 이 측정을 위해서는 두 개의 preamble 이 요구됩니다. 따라서, 측정 결과가 ready 될 때까지 *No Response to Preambles* 이 활성화 되어야 합니다.

#### Remarks:

Non-Advanced OL Power 설정의 경우: FDD 는 PUSCH Open Loop nominal power 가 expected PRACH power 보다 8dB 높습니다. TDD 의 경우 PRACH Configuration Index 가 48 보다 크면, 이 값이 expected PRACH power 와 동일합니다.

테스트 절차는 Section 2.9.1.2 의 PRACH ON/OFF time mask 측정 부분을 참조하시기 바랍니다.



Fig. 48: PRACH EVM measurement results.

### 2.14.3 Test Requirements

PUSCH EVM 과  $\overline{EVM}_{DMRS}$  는 QPSK 와 BPSK 변조 시 17.5 %를 초과해서는 안되고, 16QAM 변조 시는 12.5 %를 초과해서는 안 됩니다.

PUCCH EVM 은 17.5 %를 초과해서는 안 됩니다.

PRACH 는 17.5 %를 초과해서는 안 됩니다.

## 2.15 PUSCH EVM with Exclusion Period (TS 36.521-1, 6.5.2.1A)

### 2.15.1 Test Description

이 테스트의 목적은 transient 구간이 존재하더라도, UE transmitter 의 기능이 EVM 측정에 대한 최소 요구 조건을 만족하는지 확인하는 것입니다.

### 2.15.2 Test Procedure

일반적인 테스트 조건과 설정은 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조합니다. 대역폭, 주파수, RMC 그리고 RB 할당에 대한 자세한 설정 값은 TS 36.521, Table 6.5.2.1A.4.1-1 에 정의 되어 있습니다. 이 측정은 low-frequency channel 과 10 MHz 대역폭에서 측정되어야 합니다.

Test parameters for channel bandwidths				
Ch BW	Downlink configuration	Uplink configuration		
		Modulation	RB allocation	
	N/A		FDD	TDD
10 MHz		QPSK	Alternating 12 and 1	Alternating 12 and 1
10 MHz		16 QAM	Alternating 12 and 1	Alternating 12 and 1

Table 21: Test configuration (source: TS 36.521-1, Table 6.5.2.1A.4.1-1)

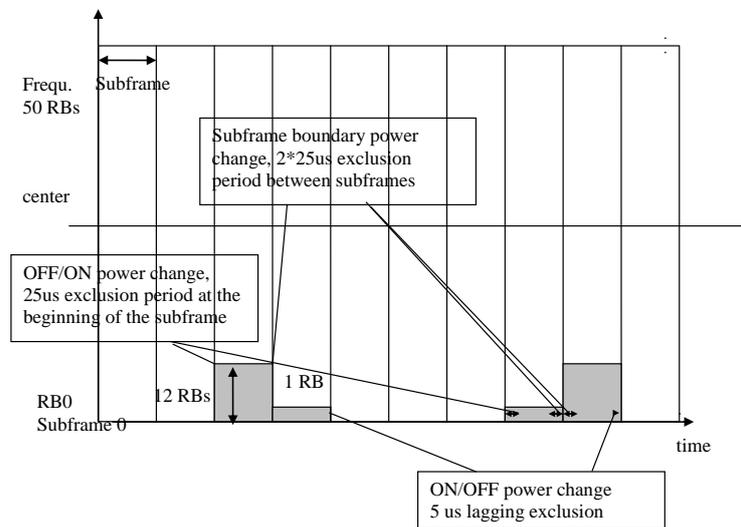


Fig. 49: Test pattern.

EVM 제외 구간은 Fig. 50 와 같이 LTE Multi Evaluation Configuration > Modulation 에서 설정이 가능합니다.

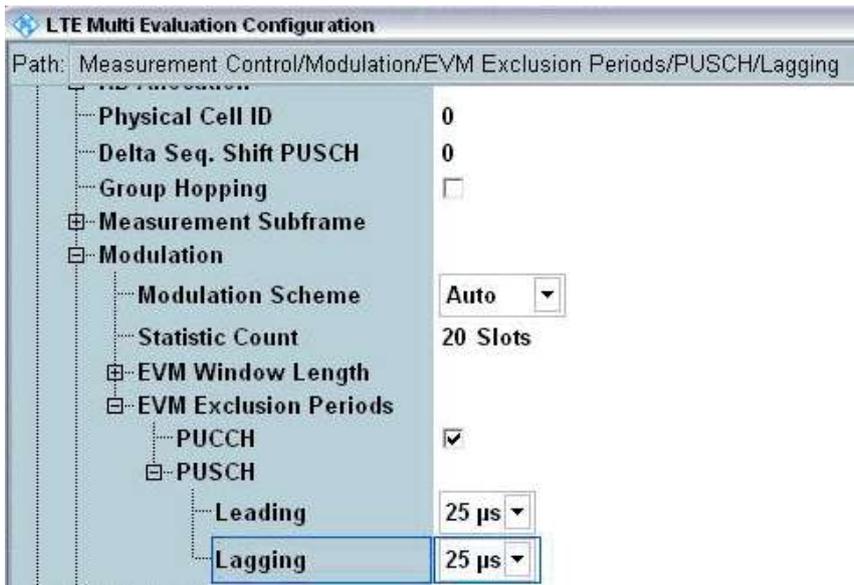


Fig. 50: Setting the exclusion periods.

*Leading* 설정은 subframe 의 시작 구간을 기준으로 하고, *Lagging* 은 subframe 의 끝 구간을 기준으로 합니다.

1.  $UL > RMC$  를 12 로 설정합니다. CMW500 이 dummy data 를 보내지 않도록, *LTE Signaling > Connection* 의 *Downlink Mac Padding* 을 선택 해제합니다.
2. *PUSCH Closed-Loop Power* 를 0 dBm 으로 설정합니다.
3. *Active TPC Setup* 을 *Constant Power* 로 설정합니다.
4. *Reference Power* 는 *Manual* 로 설정하고, *Expected Nom. Power* 를 0 dBm 으로, *Margin* 을 12 dB 로 설정합니다.
5. 상기 스케줄링을 만족시키기 위해 *User Defined, TTI Mode* 가 사용되어야 합니다. *UL Scheduling* 은 Fig. 51 에 보여지는 것처럼 설정합니다. TDD 에 대해서도 UL scheduling 은 FDD 와 동일합니다.

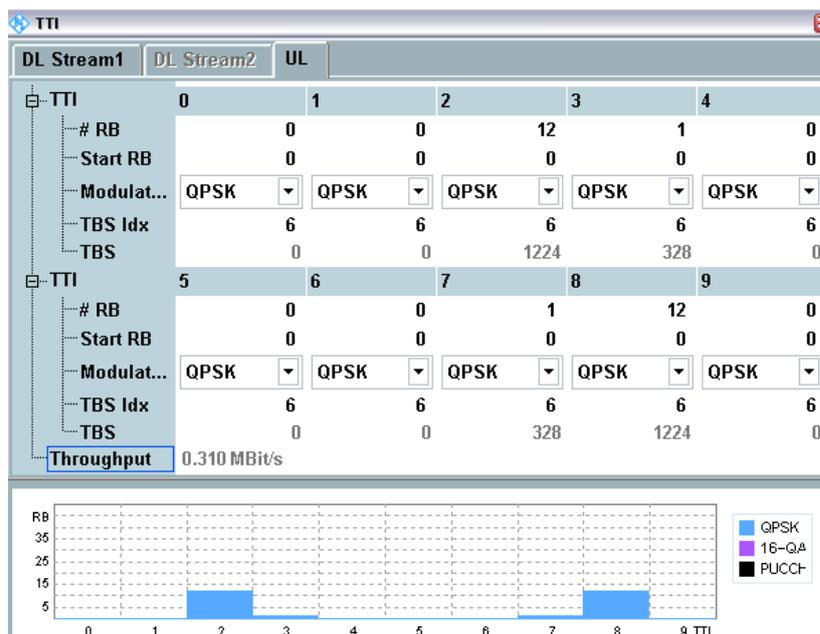


Fig. 517: UL scheduling for the "PUSCH EVM with exclusion period" test.

6. 측정 결과를 얻기 위해, 아래와 같이 measured subframe 에 따라 제외 구간을 설정합니다:
- Subframe = 2, Leading = 25 $\mu$ s, Lagging = 25 $\mu$ s
  - Subframe = 3, Leading = 25 $\mu$ s, Lagging = 5 $\mu$ s
  - Subframe = 7, Leading = 25 $\mu$ s, Lagging = 25 $\mu$ s
  - Subframe = 8, Leading = 25 $\mu$ s, Lagging = 5 $\mu$ s

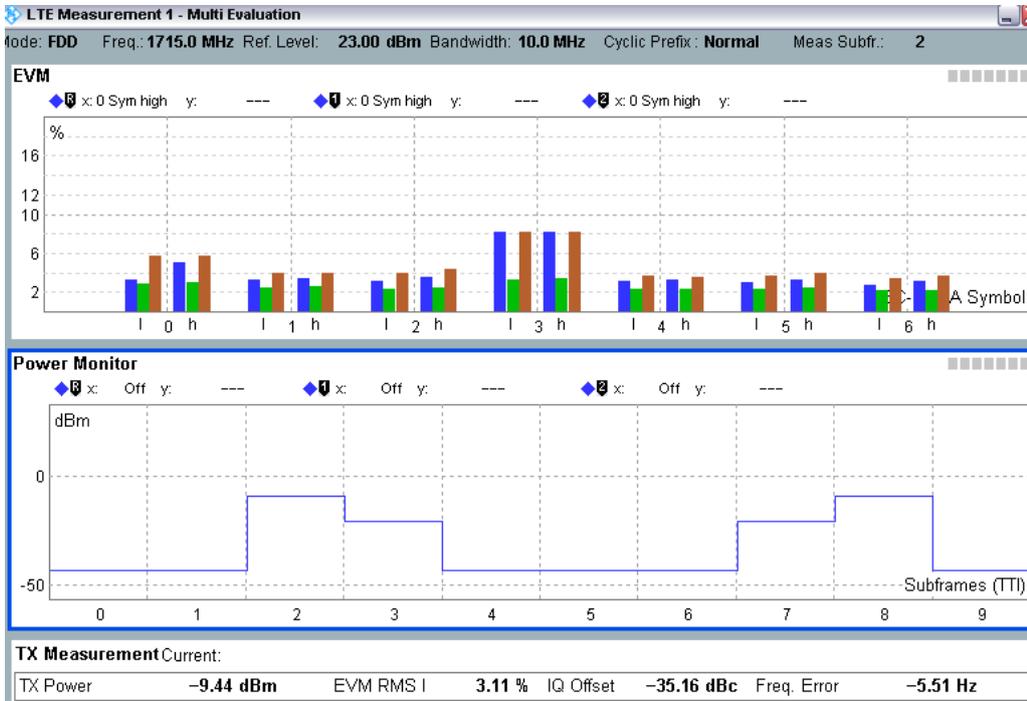


Fig. 52: Measurement results for a "PUSCH EVM with exclusion period" test.

Note: Spec 에서 요구하는 통계치를 얻기 위해, 각각의 subframe 은 statistic count 가 4 인 상태로 측정되어야 합니다.

### 2.15.3 Test Requirements

TS 36.521-1 section 6.5.2.1 의 EVM 에 대한 요구 조건과 동일합니다.

## 2.16 Carrier Leakage (TS 36.521-1, 6.5.2.2)

Carrier leakage (I/Q origin offset)는 crosstalk or DC offset 에 의해 야기되는 방해 신호의 한 형태입니다. 이것은 carrier 주파수를 가지는 변조되지 않은 사인파(sine wave)로 표현됩니다. 이 방해신호의 크기는 대략적으로 일정한 값을 가지고, 원하는 신호의 진폭에 대해서는 독립적입니다. I/Q origin offset 은 특히 UE 의 center sub carriers 들이 낮은 크기(진폭)를 가질 때 center sub-carrier 에 방해가 됩니다. 측정 간격은 시간 도메인 상에서 one slot 으로 정의됩니다. 이 테스트의 목적은 UE transmitter 가 carrier leakage 로 표현되는 변조 품질을 올바르게 판별할 수 있는지를 확인하는 것입니다.

## 2.16.1 Test Description

일반적인 테스트 조건과 설정은 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조합니다. 대역폭, 주파수, RMC 와 RB 할당에 대한 자세한 설정은 TS 36.521, Table 6.5.2.2.4.1-1 을 참조합니다.

TS 36.521, Tables 5.4.2.1-1 and 6.5.1.4.1-1 을 고려하면, 상기 테스트는 Band 7 에 대해 5MHz 와 20MHz 대역폭에서 측정됩니다. 각각의 대역폭에 대해서는 low / middle / high range 채널에서 측정됩니다. 이 테스트의 목적은 RB 위치가 low / high 인 경우에 대해서 QPSK 변조를 상ㅇ하고, partial RB 할당이 이루어진 전송 신호에 대한 품질을 검증하는 것입니다.

## 2.16.2 Test Procedure

TS 36.508, Annex A, Figure A3 과 같이 SS 를 UE 안테나 커넥터에 연결합니다. LTE cell 을 활성화 하고, 네트워크로 연결하기 위해 UE 전원을 켭니다. UE 가 Attach 되면, Call 연결을 위해 Connect 버튼을 누릅니다.

이 예제는 Band 7, 20MHz 대역폭, middle range 채널을 사용할 것입니다. TS 36.521-1, Table 6.5.2.2.4.1-1 에 따라 RMC 와 RB 위치를 선택합니다. 출력 파워 조건은 20MHz 대역폭에 대해서 아래 Table 22 와 같이 정의됩니다. 이 예제에서는 Test Set 1 을 사용할 것입니다.

	#RB	RB Pos/Start RB	Modulation	UE Output Power
Test Set 1	18	Low	QPSK	3.2±3.2 dBm
Test Set 2	18	High	QPSK	3.2±3.2 dBm
Test Set 3	18	Low	QPSK	-26.8±3.2 dBm
Test Set 4	18	High	QPSK	-26.8±3.2 dBm
Test Set 5	18	Low	QPSK	-36.8±3.2 dBm
Test Set 6	18	High	QPSK	-36.8±3.2 dBm

Table 22: Test setup for carrier leakage measurement.

<Test Set 1>:

1. #RB 는 18, RB Pos/Start RB 는 Low, Modulation 은 QPSK 로 설정합니다.
2. Active TPC Setup 을 Closed Loop 로 설정하고, 출력 파워의 범위가 0 dBm ~ 6.4 dBm 안에 들어오도록 Closed-Loop Target Power 를 3 dBm 으로 설정합니다.
3. EVM 측정 결과 화면에서 IQ offset (예제에서는 -28.05 dB)을 확인합니다.

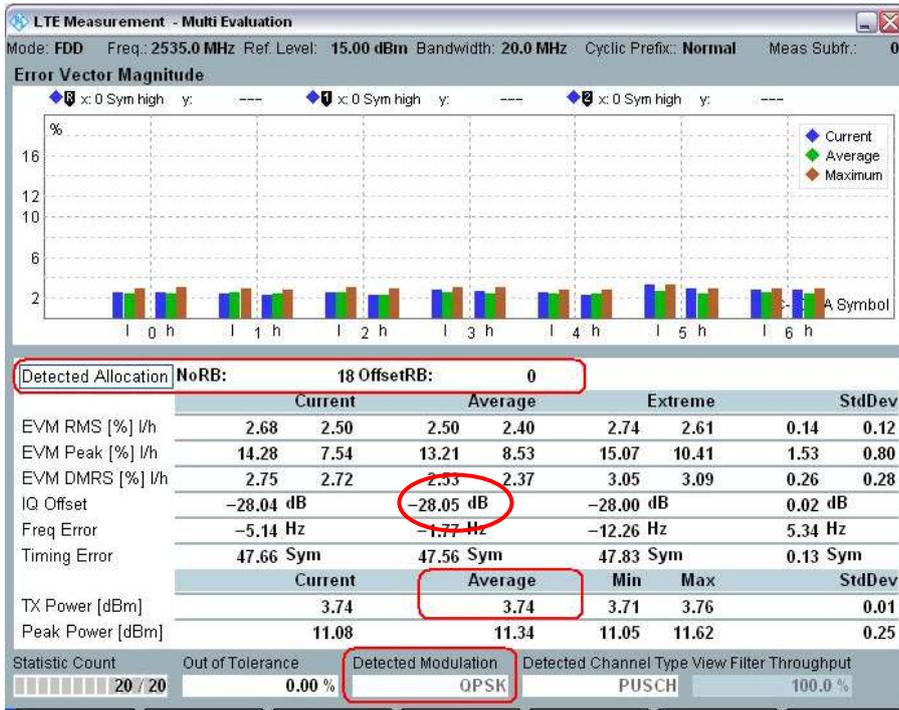


Fig. 539: The EVM measurement result screen.

### 2.16.3 Test Requirements

IQ offset 측정 결과는 TS 36.521-1, Table 6.5.2.2.5-1 에 명시된 값을 초과해서는 안됩니다. 이는 다른 출력 파워 조건에서도 동일하게 적용됩니다.

LO leakage	Parameters		Relative limit (dBc)
	3.2 dBm ±3.2 dB		-24.2
	-26.8 dBm ±3.2 dB		-19.2
	-36.8 dBm ±3.2 dB		-9.2

Table 23: Test requirements for relative carrier leakage power (source: TS 36.521-1, Table 6.5.2.2.5-1).

## 2.17 In-Band Emissions for Non-Allocated RBs (TS 36.521-1, 6.5.2.3)

In-band emissions 은 할당되지 않은 resource block 에서 발생하는 방해 신호에 대해 측정하는 것입니다.

In-band emissions 값은 12 개의 subcarrier 에 대한 평균 그리고, 할당된 UL 전송 대역폭의 끝으로부터 RB offset 의 집합으로 정의 됩니다. In band emission 은 할당된 RB 에서의 UE 출력 파워에 대한 할당되지 않은 RB 에서의 UE 출력 파워의 비율로 측정됩니다. In band emission 에 대한 기본적인 측정 간격은 시간도메인에서 한 slot 넘도록 정의됩니다. SRS multiplexing 으로 인해 PUSCH 또는 PUCCH 전송 slot 이 짧아지면, 이에 따라 In band emission 측정의 간격도 하나의 SC-FDMA symbol 로 줄어들게 됩니다.

## 2.17.1 Test Description

이 테스트는 두 개의 subtest를 포함합니다. 이 두 개의 subtest는 PUSCH의 in-band emission과 PUCCH의 in-band emission 테스트를 의미합니다.

일반적인 테스트 조건과 설정에 대해서는 이 응용 노트의 Section 2.1을 참조합니다. 대역폭, 주파수, RMC와 RB 할당에 대한 설정 값은 TS 36.521, Table 6.5.2.3.4.1-1을 참조합니다.

Fig. 6060은 이 측정에 요구되는 세 가지 part (general part, DC part, IQ image part)를 보여줍니다. 이 세 부분 중 어느 부분도 Spec에 정의되어 있는 Limit를 초과해서는 안됩니다.

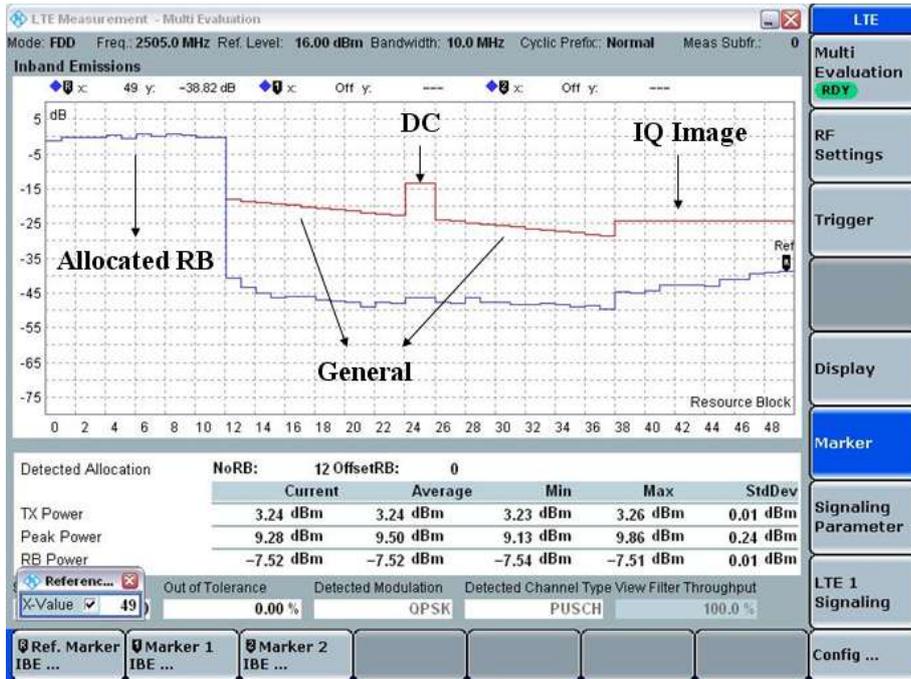


Fig. 60: Three parts of the results for in-band emissions for non-allocated RBs.

TS 36.521, Tables 5.4.2.1-1 and 6.5.1.4.1-1을 고려하면 이 테스트는 5MHz와 20MHz 대역폭에서 측정되고, 각각의 대역폭에 대해 low / middle / high range 채널에서 측정되어야 합니다. 이 테스트의 목적은 세 가지 다른 파워 레벨에서 QPSK와 partial RB 할당 조건에서 In band emission을 확인하는 것입니다.

## 2.17.2 Test Procedure

### 2.17.2.1 PUSCH In-Band Emissions Measurements

이 예제는 Band 7, 20MHz 대역폭과 low range 채널을 사용할 것입니다. Table 24는 TS 36.521-1, Table 6.5.2.3.4.1-1에 따라 20MHz 대역폭을 사용하는 경우에 대한 출력 파워 조건과 RMC와 RB position에 대한 설정을 보여줍니다. 이 예제에서는 Test Set 1과 Test Set 2를 사용합니다.

	#RB	RB Pos/Start RB	Modulation	UE Output Power
Test Set 1	18	Low	QPSK	$3.2 \pm 3.2$ dBm
Test Set 2	18	High	QPSK	$3.2 \pm 3.2$ dBm
Test Set 3	18	Low	QPSK	$-26.8 \pm 3.2$ dBm
Test Set 4	18	High	QPSK	$-26.8 \pm 3.2$ dBm
Test Set 5	18	Low	QPSK	$-36.8 \pm 3.2$ dBm
Test Set 6	18	High	QPSK	$-36.8 \pm 3.2$ dBm

Table 24: Test setup for PUSCH in-band emissions measurement.

<Test Set 1>:

1. #RB는 18, RB Pos/Start RB는 Low, Modulation은 QPSK로 설정합니다.
2. Active TPC Setup을 Closed Loop로 설정하고, 파워 출력 범위가 0 dBm to 6.4 dBm 안에 들어오도록 Closed-Loop Target Power를 3 dBm으로 설정합니다.
3. Fig. 6161와 같이 In band emission 측정 화면에서 측정 결과를 확인합니다.



Fig. 61: Measurement results for Test Set 1 in the in-band emissions measurement screen.

<Test Set 2>:

1. #RB는 18, RB Pos/Start RB는 High, Modulation은 QPSK로 설정합니다.
2. Active TPC Setup을 Closed Loop로 설정하고, 출력 파워 범위가 0 dBm ~ 6.4 dBm 안에 들어오도록 Closed-Loop Target Power를 3 dBm으로 설정합니다.
3. Fig. 542 과 같이 In band emission 측정 화면에서 측정 결과를 확인합니다.

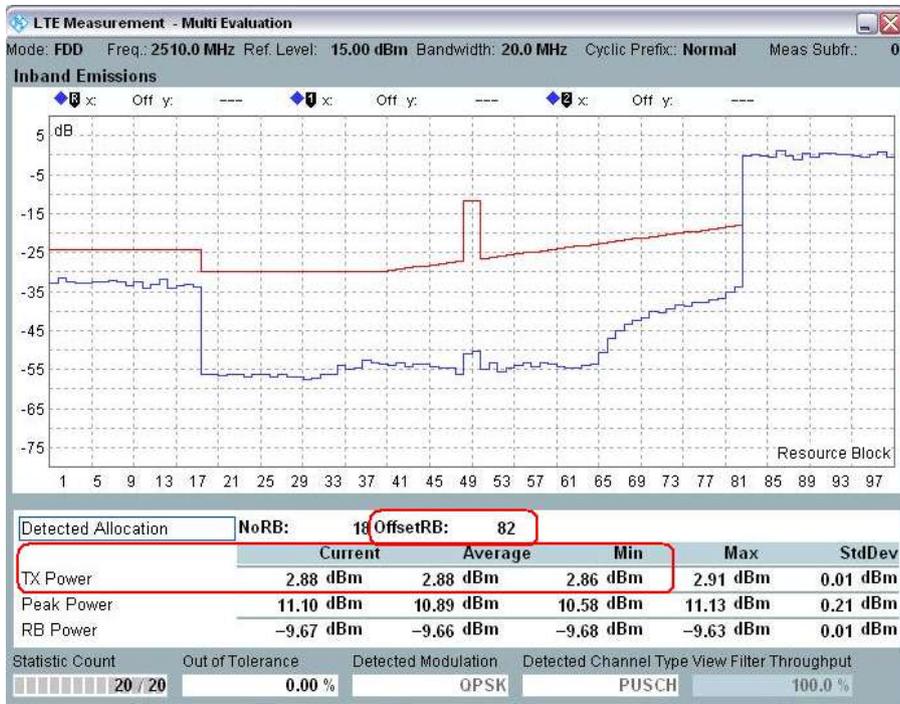


Fig. 54: Measurement results for Test Set 2 in the in-band emissions measurement screen.

Table 24의 6개의 test set에 대해, 출력 파워는 (파란색 선) RB가 할당되지 않은 곳에서 limit(빨간색 선)을 초과해서는 안 됩니다.  
추가로, 측정 trace와 limit 라인 사이의 최소 margin은 SCPI 명령을 사용하여 확인이 가능합니다.

### 2.17.2.2 PUCCH In-band Emissions Measurement

이 측정을 위한 설정은 6.5.2.1 PUCCH EVM과 동일합니다. 세 가지 UL power point는 PUSCH In band emission 측정과 동일합니다.

Fig. 55은 20MHz 대역폭, Closed Loop를 3.2dBm으로 사용한 경우에 대한 예제입니다.

Remarks: PUCCH를 위한 RF reference level은 PUCCH closed-loop power에 따라 수동으로 설정되어야 합니다.

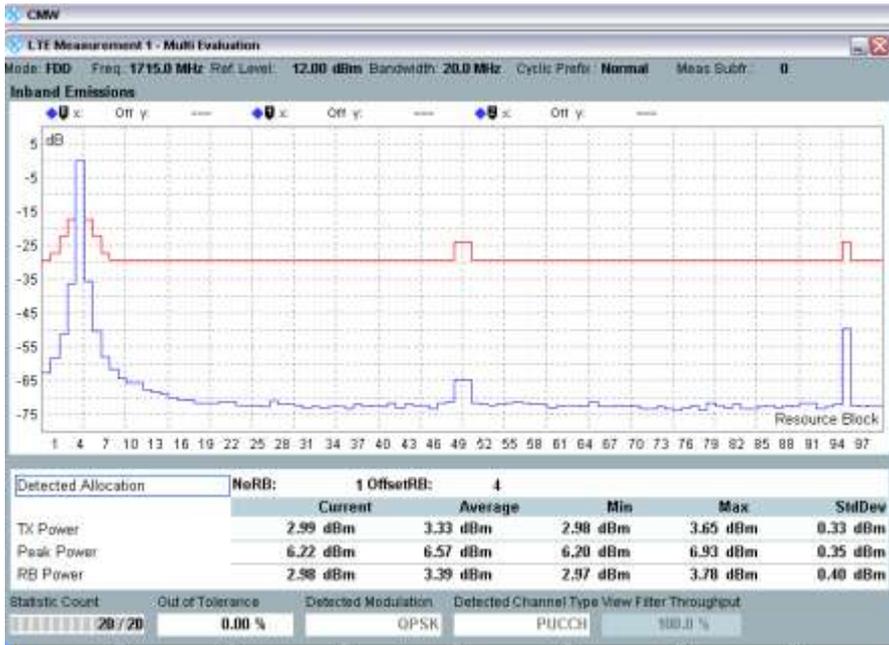


Fig. 55: Results from a PUCCH in-band emissions measurement.

### 2.17.3 Test Requirements

In band emission 의 어떤 결과값도 TS 36.521-1, Table 6.5.2.3.5-1 에 정의된 값들을 초과해서는 안됩니다.

## 2.18 EVM Equalizer Spectrum Flatness (TS 36.521, 6.5.2.4)

EVM equalizer spectrum flatness 는 EVM 측정 과정에 의해 발생하는 equalizer 계수의 dB 변화로 정의됩니다.

### 2.18.1 Test Description

TS 36.521 의 Rel-9 이후로 2 가지 새로운 테스트 요구 사항들이 추가되었습니다. 이에 따라 CMW500 에서도 해당 측정이 추가되었습니다.

이 테스트 항목을 측정하기 전에, 측정되어야 할 주파수 범위와 측정 domain 을 정해야 합니다. 여기에는 2 가지 측정 범위에 대한 정의가 있습니다. 이것은 Normal condition 과 extreme condition 입니다. 이 두 조건에 대한 차이점은 스펙에 정의되어 있습니다. 일반적으로는 normal condition 이 사용될 것입니다.

Normal condition 에서도 이 테스트는 두 범위로 구분됩니다. (Range 1 과 Range 2). 이 범위들은 TS 36.521-1, Table 6.5.2.4.5-1 에서 정의되어 있고, 이에 대한 삽화는 TS 36.521-1, Figure 6.5.2.4.5-1 에서 제공됩니다.

이 테스트에서는 아래와 같은 두 가지 또는 네 가지 결과가 (전송 대역의 위치에 따라 결정) UE 의 performance 확인을 위해 사용됩니다:

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

일반적인 테스트 조건과 설정은 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조합니다. 대역폭, 주파수, RMC 그리고 RB 할당에 대한 자세한 설정 값은 TS 36.521, Table 6.5.2.4.4.1-1 에 정의되어 있습니다.

TS 36.521, Tables 5.4.2.1-1 and 6.5.1.4.1-1 을 고려하면, 상기 테스트는 Band 7 에 대해 5MHz 와 20MHz 대역폭에 대해 측정되고, 각각의 대역폭에 대해서는 low / middle / high range 채널에서 측정됩니다. 이 테스트의 목적은 최대 출력 파워 레벨에서 QPSK, Full RB 조건에 대한 Spectrum Flatness 를 확인하는 것입니다.

## 2.18.2 Test Procedure

TS 36.508, Annex A, Figure A3 과 같이 SS 를 UE 안테나 커넥터에 연결합니다. LTE cell 을 활성화하고, 네트워크로 연결하기 위해 UE 전원을 켭니다. UE 가 Attach 되면 Call 연결을 위하여 Connect 버튼을 누릅니다.

아래 예제에서는 Band 7, 20MHz 대역폭과 low / middle / high range 채널을 사용합니다. 이로써, 측정 range 에 따라 측정 결과가 달라지는 것을 보여줄 것입니다.

1. *Downlink Channel* 을 2505 MHz 로, # RB 는 100, RB Pos 는 Low, Modulation 은 QPSK 로 설정합니다.
2. *Active TPC setup* 을 UE 가 최대 파워를 송출하도록 *Max. Power* 로 설정합니다.
3. Fig. 564 와 같이 측정 화면에서 EVM equalizer spectrum flatness 를 확인합니다.

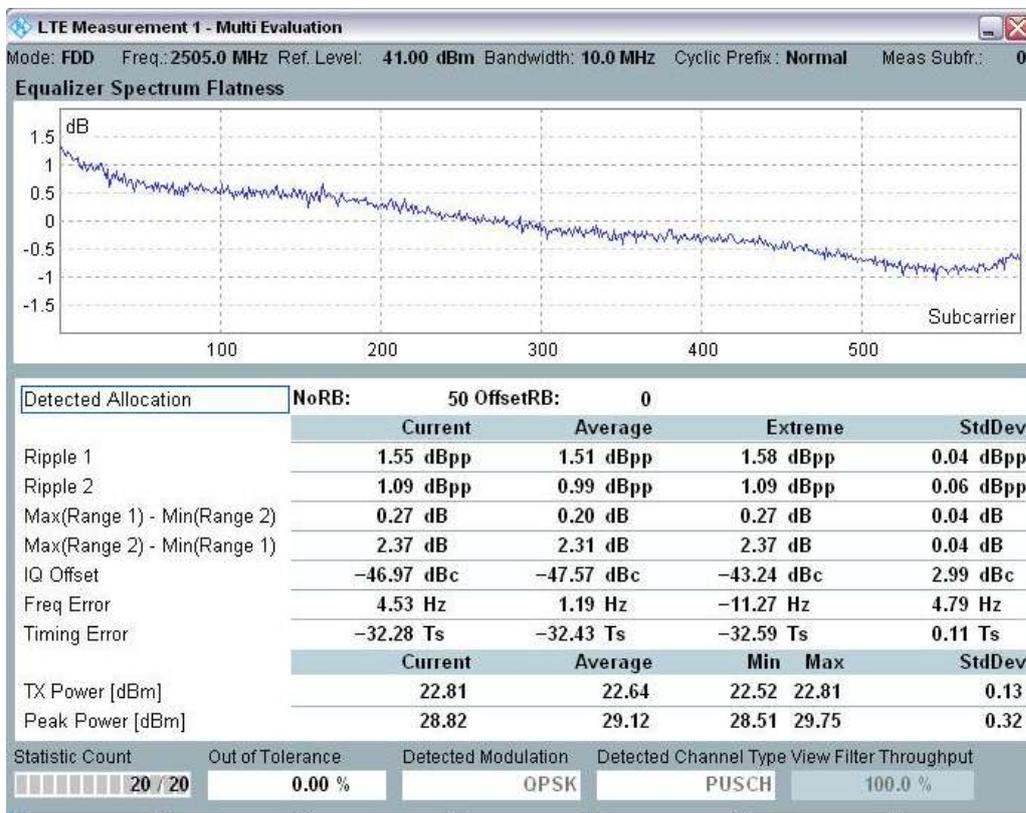


Fig. 56: Measurement screen for the EVM equalizer spectrum, example 1: low-frequency channel, transmission bandwidth covers both Range 1 and Range 2.

4. *Downlink Channel* 은 2535 MHz, # RB 는 100, RB Pos 는 Low, Modulation 은 QPSK 로 설정합니다.
5. *Active TPC setup* 을 UE 가 최대 파워를 송출하도록 *Max. Power* 로 설정합니다.
6. Fig. 57 과 같이 측정 화면에서 EVM equalizer spectrum flatness 결과를 확인합니다.

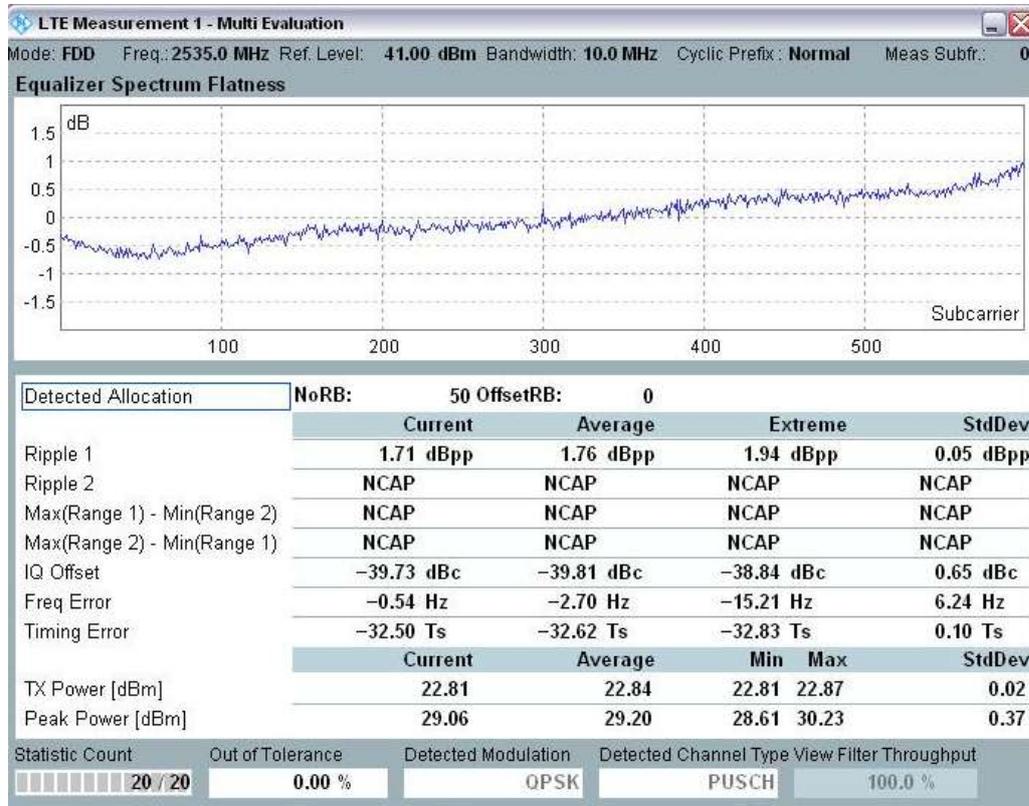


Fig. 57: Measurement screen for EVM equalizer spectrum, example 2: mid-frequency channel, transmission bandwidth covering Range 1 only.

### 2.18.3 Test Requirements

이 테스트를 위한 요구 조건은 아래 Table 25 에 제공됩니다.

Frequency range	Maximum ripple [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	

Table 25: Test requirements for EVM equalizer spectrum flatness under normal conditions (source: TS 36.521-1, Table 6.5.2.4.5-1)

## 2.19 Occupied Bandwidth (TS 36.521, 6.6.1)

점유대역폭(Occupied bandwidth)은 할당된 채널상에서 전송된 스펙트럼 중 99%의 전체 평균 파워를 포함하는 스펙트럼의 대역폭을 측정하는 것입니다. 모든 전송대역폭 설정(resource blocks)에 대해 점유대역폭은 채널 대역폭 보다 작아야 합니다.

### 2.19.1 Test Description

일반적인 테스트 조건과 설정은 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조합니다. 대역폭, 주파수, RMC, RB 할당에 대한 자세한 설정은 TS 36.521, Table 6.6.1.4.1-1 에 정의되어 있습니다.

TS 36.521, Tables 5.4.2.1-1 and 6.6.1.4.1-1 을 고려하면, Band 7 에 대해 상기 테스트는 5MHz, 10MHz, 15MHz, 20MHz 대역폭에서 측정됩니다. 각각의 대역폭에 대해서는 middle range 채널에서만 측정됩니다. 이 테스트의 목적은 QPSK 변조, Full RB 할당을 사용하는 UE 의 점유대역폭을 확인하는 것입니다.

### 2.19.2 Test Procedure

TS 36.508, Annex A, Figure A3 과 같이 SS 를 UE 안테나 커넥터에 연결합니다. LTE cell 을 활성화하고, 네트워크로 연결하기 위해 UE 의 전원을 켭니다. UE 가 Attach 되면 Call 연결을 위하여 Connect 버튼을 누릅니다.

아래 예제는 Band 7, 20MHz 대역폭과 middle-range 채널을 사용할 것입니다.

1. 아래 예제는 Band 7, 20MHz 대역폭과 middle-range 채널을 사용할 것입니다.
2. *Active TPC Setup* 은 UE 출력 파워가  $P_{UMAX}$  가 되도록 *Max Power* 로 설정합니다.
3. 측정 화면에서 Occupied bandwidth (OBW)를 확인합니다. (Fig. 58 에서는 16.928 MHz)

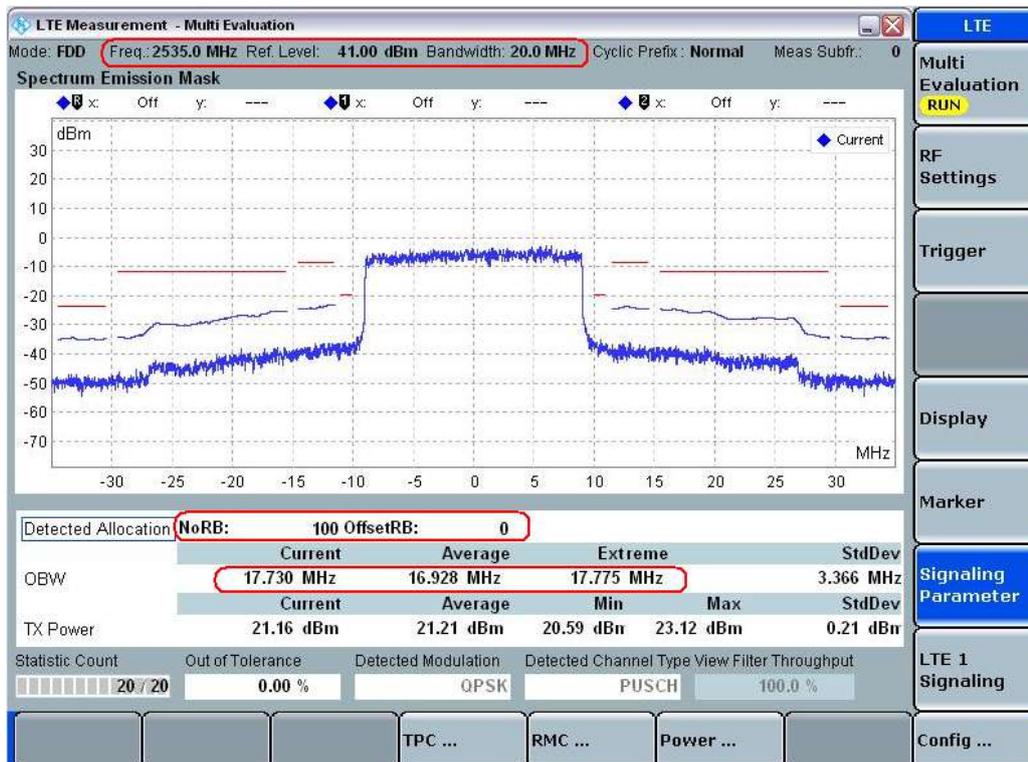


Fig. 586: Tabular measurement results for the occupied bandwidth (OBW).

### 2.19.3 Test Requirements

측정된 점유대역폭은 TS 36.521-1, Table 6.6.1.5-1 에 정의된 값들을 초과해서는 안됩니다. (Table 26 에서 확인 가능)

	Occupied channel bandwidth / Channel bandwidth					
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
Channel bandwidth [MHz]	1.4	3	5	10	15	20

Table 26: Occupied channel bandwidth (source: TS 36.521-1, Table 6.6.1.5-1).

## 2.20 Spectrum Emission Mask (TS 36.521, 6.6.2.1)

Out-of-band emissions 은 nominal 채널의 바로 바깥쪽에 생기는 원하지 않는 방사 신호이고, 그것들은 변조 과정으로부터 또는 Transmitter 의 비선형성에서부터 초래됩니다. 그러나, 그것들은 spurious emissions 을 포함하지 않습니다.

ACLR 과 SEM 은 out of band emission 테스트의 일부분입니다. 이 두 테스트 항목은 out-of-band emission 의 다른 측면을 검증합니다. SEM 은 포인트 별로 (by RBW) 기능을 확인하는 것이고, ACLR 은 합쳐진 결과(채널 대역폭)를 확인하는 것입니다.

SEM 테스트의 목적은 어떤 UE emission 파워도 채널 대역폭에 따라 설정된 레벨 값을 초과하지 않는지 확인하는 것입니다.

### 2.20.1 Test Description

일반적인 테스트 조건과 설정은 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조합니다. 대역폭, 주파수, RMC 와 RB 할당에 대한 자세한 설정은 TS 36.521, Table 6.6.2.1.4.1-1 에 정의되어 있습니다.

TS 36.521, Tables 5.4.2.1-1 and 6.6.2.1.4.1-1 을 고려하면, Band 7 에 대해 5MHz, 10MHz, 20MHz 대역폭에서 측정되고, 각각의 대역폭에 대해서는 low/middle/high-range 채널에서 측정합니다. 이 테스트의 목적은 partial RB, full RB 조건과 QPSK, 16QAM 조건에서 전송 신호의 품질을 확인하는 것입니다. 또한, 다른 RB position 에 대한 내용도 고려되어야 합니다.

### 2.20.2 Test Procedure

TS 36.508, Annex A, Figure A3 과 같이 SS 를 UE 안테나 커넥터에 연결합니다. LTE cell 을 활성화하고, 네트워크로 연결하기 위해 UE 전원을 켭니다. UE 가 Attach 되면 Call 연결을 위해 Connect 버튼을 누릅니다.

이 예제는 Band 7, 20MHz 대역폭, middle-range 채널을 사용할 것입니다. TS 36.521-1, Table 6.6.2.1.4.1-1 에 따르는 RMC, RB position 과 이에 대한 출력 파워 조건은 Fig. 59 와 같고, 이는 20MHz 대역폭에 대한 것입니다. 예제에서는 Test Set1 과 Test Set6 이 사용될 것입니다.

Fig. 59 에서 붉은색으로 표시된 곳이 이 테스트에서 주의해야 할 설정입니다.

	#RB	RB Pos/Start RB	Modulation	UE Output Power
Test Set 1	18	High	QPSK	$P_{UMAX}$
Test Set 2	18	Low	QPSK	$P_{UMAX}$
Test Set 3	18	High	16QAM	$P_{UMAX}$
Test Set 4	18	Low	16QAM	$P_{UMAX}$
Test Set 5	100	Low	QPSK	$P_{UMAX}$
Test Set 6	100	Low	16QAM	$P_{UMAX}$

Table 27: Test setup for the spectrum emission mask (middle range).

<Test Set 1>:

1. #RB 는 18, RB Pos 는 High, Modulation 은 QPSK 로 설정합니다.
2. Active TPC Setup 을 UE 출력 파워가  $P_{umax}$  가 되도록 Max Power 로 설정합니다.
3. 만약 대역폭이 10MHz 이상인 경우, 측정 시작 전에 Active TPC Setup 을 Constant Power 로 설정합니다.

4. Fig. 59 와 같이 측정 화면에서 SEM 결과를 확인합니다.

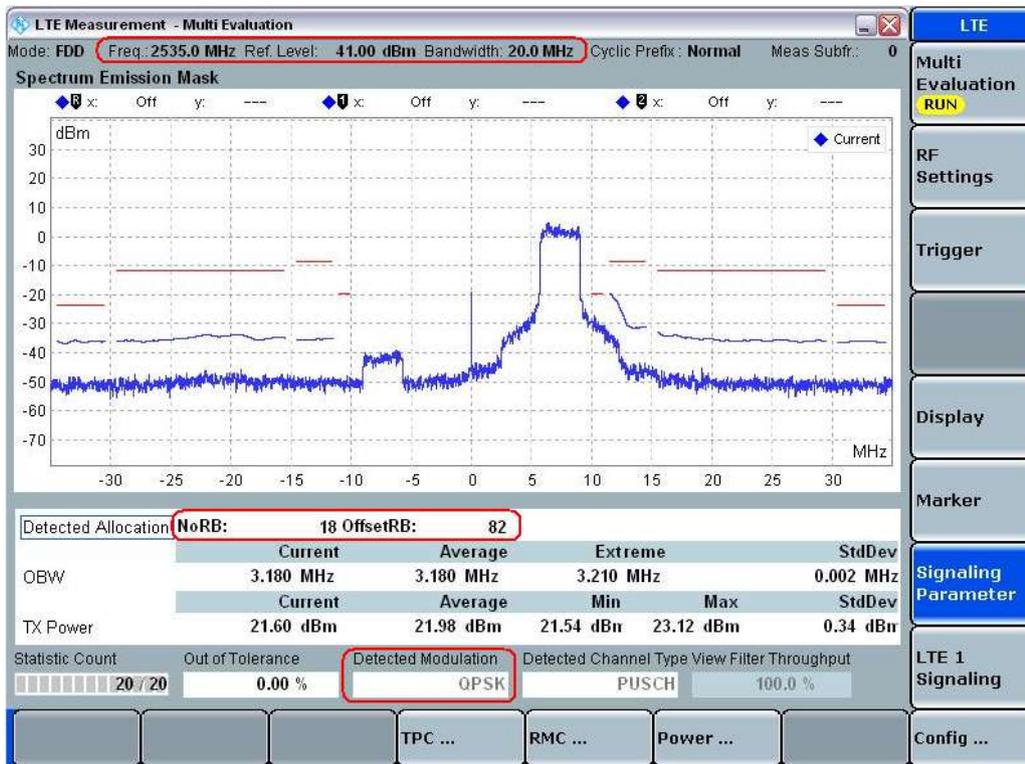


Fig. 59: SEM measurement results for Test Set 1.

<Test Set 4>:

5. #RB 는 100, RB Pos 는 Low, Modulation 은 16QAM 으로 설정합니다. (Demodulation Signal 을 Auto or 16QAM 으로 설정)
6. UE 출력 파워가  $P_{UMAX}$  가 되도록 Active TPC Setup 을 Max Power 로 설정합니다.
7. 대역폭이 10MHz 이상이면, 측정 시작 전에 Active TPC Setup 을 Constant Power 로 변경합니다.
8. Fig. 60 과 같이 측정 화면에서 SEM 결과를 확인합니다.

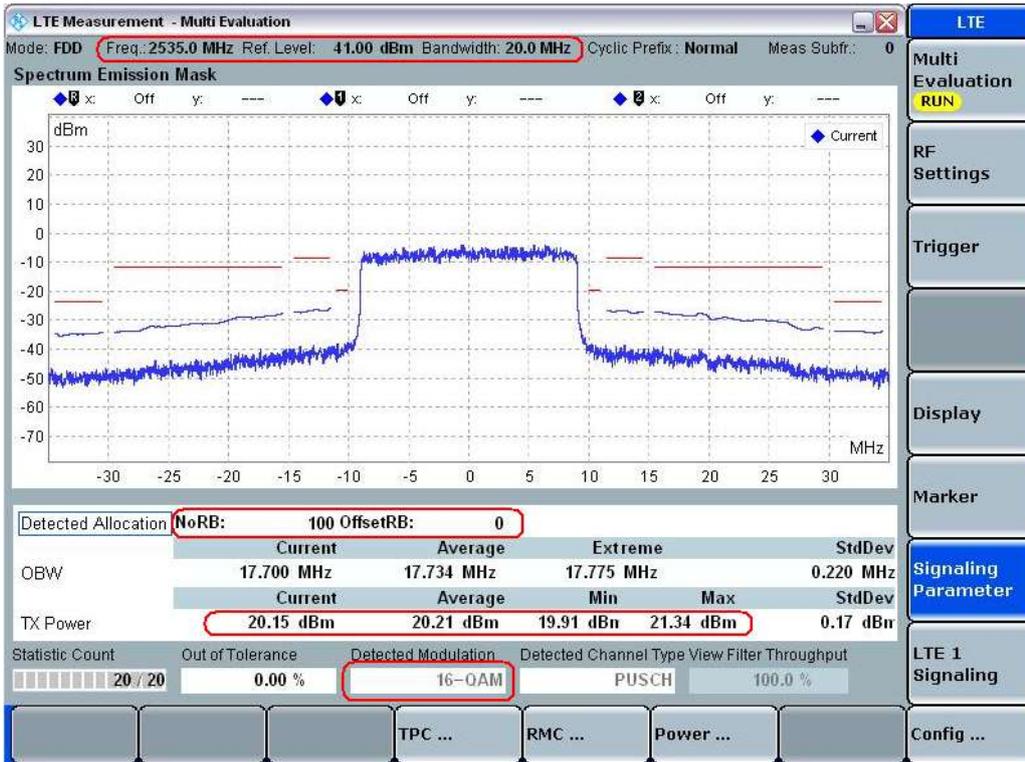


Fig. 60: SEM measurement results for Test Set 4.

### 2.20.3 Test Requirements

이 테스트를 위한 요구 조건은 Table 28 에 정의되어 있습니다. 주파수가 3GHz 이상인 경우, limit 에 0.3dB 의 마진이 추가됩니다.

$\Delta f_{\text{OOB}}$ (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		-23.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	1 MHz
5 – 6							1 MHz
6 – 10							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  $\Delta f_{\text{OOB}}$  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  $\Delta f_{\text{OOB}}$  equal to 3 MHz.

Table 28: General E-UTRA spectrum emission mask (TS 36.521-1, Table 6.6.2.1.5-1).

상기 요구 조건은 SEM 측정 결과의 절대 파워 값을 명시하고 있습니다.

일반적으로 CMW500 의 default limit 값은 스펙에 따라 설정되므로, 측정 결과를 확인하는 간단한 방법은 빨간색 limit 선을 측정된 파란색 trace 결과들이 넘는지 확인하는 것입니다. 주파수가 3GHz 를 넘는 경우에는 limit 에 대한 조정이 필요합니다.

## 2.21 Additional Spectrum Emission Mask (TS 36.521-1, 6.6.2.2)

이 테스트의 목적은 추가적인 요구 조건에 대한 전개 시나리오가 있는 경우에 대하여 UE의 emission 파워가 채널 대역폭에 따라 설정된 값들을 초과하지 않는지 확인하는 것입니다.

### 2.21.1 Test Description

NS(network signal) 값은 이 테스트를 위한 중요한 parameter입니다. A-MPR 테스트 설명 부분에 이 parameter에 대한 사용법과 설정법이 설명되어 있습니다. NS에 대한 자세한 설명은 해당 섹션을 참조하시기 바랍니다.

NS는 밴드와 채널 대역폭에 대해 고정된 관계를 가지고 있습니다. 이것에 대한 자세한 정보는 TS 36.521, Table 6.2.4.3-1에서 제공됩니다. 그 표에 표시된 것처럼, additional spectrum emission 계산에는 현재 NS\_03, NS\_04, NS\_06 and NS\_07만 사용됩니다. 다른 NS 값들은 spurious emission 측정을 위해 사용됩니다.

### 2.21.2 Test Procedure

여기에 사용된 테스트 방법은 SIB2에서 전송되는 NS 값 설정을 제외하면 6.6.2.1 절의 SEM 측정과 동일합니다. CMW500에서 NS 값을 어떻게 설정하는가에 대한 설명은 Section 2.4에서 확인이 가능합니다. (“Additional Maximum Power Reduction (TS 36.521-1, 6.2.4)”)

다른 표들은 다른 RMC, RB position, 주파수와 대역폭 설정에 대한 설명을 제공합니다. Table 29는 NS 값과 테스트 설정 테이블 사이의 상관 관계를 보여주고 있습니다.

	Additional spectrum emission	Test configuration table in TS 36.521-1
Table1	<b>NS_03</b>	6.6.2.2.4.1-1
Table2	<b>NS_04</b>	6.6.2.2.4.1-4
Table3	<b>NS_06</b>	6.6.2.2.4.1-2
Table4	<b>NS_07</b>	6.6.2.2.4.1-3

Table 29: Test configuration table for A-SEM in TS 36.521-1.

### 2.21.3 Test Requirements

다른 NS 값들에 대해서는 다른 요구 조건들이 필요합니다. Table 30은 테이블에 따른 다른 요구 조건을 보여주고 있습니다.

Additional spectrum emission	Test requirement table in TS 36.521-1
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

Table 30: Test requirements for A-SEM in TS 36.521-1.

## 2.22 Adjacent Channel Leakage Power Ratio (TS 36.521, 6.6.2.3)

이 테스트의 목적은 UE Transmitter가 인접 채널에 수용이 불가능한 방해 신호를 유발하는지 확인하는 것입니다. 이것은 ACLR을 측정하는 것으로 확인이 가능합니다.

ACLR 요구 조건은 Fig. 61과 같이 인접한 두 개의 E-UTRA<sub>ACLR</sub> and UTRA<sub>ACLR1/2</sub> 채널에 대해 정의되어 있습니다.

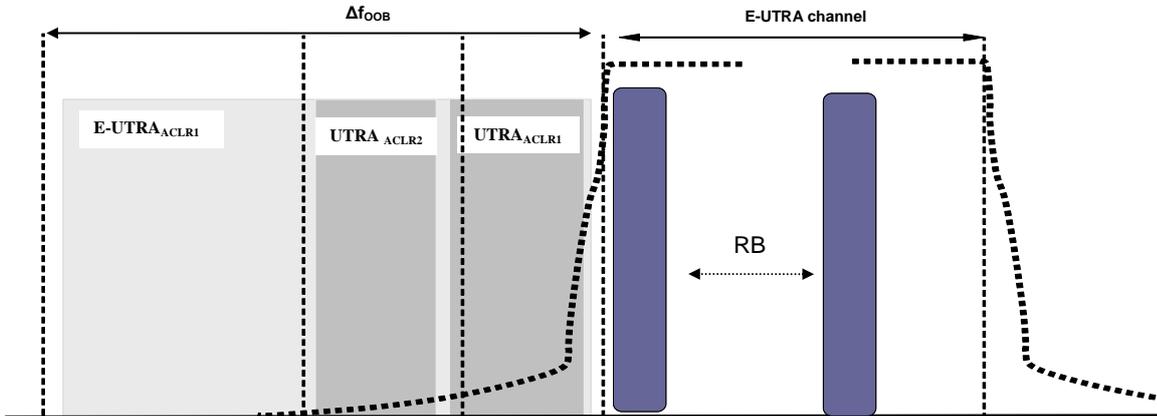


Fig. 61: Requirements for the adjacent channel leakage power ratio (TS 36.521, Figure 6.6.2.3.3-1).

### 2.22.1 Test Description

UE가 E-UTRA 채널에서 MAX 파워를 전송하고 있을 때, 인접한 E-UTRA 채널에서 Power leakage를 계산하기 위해서는 rectangular filter가 사용됩니다. 이 계산은 E-UTRA에 대한 ACLR을 얻기 위해 수행됩니다. 게다가, 인접한 UTRA 채널에 대한 power leakage는 3.84MHz 대역폭을 가진 RRC filter가 사용됩니다.

일반적인 테스트 조건과 설정을 위해서는 이 응용 노트의 Section 2.1을 참조합니다. 대역폭, 주파수, RMC와 RB 할당에 대한 설정 값들은 TS 36.521, Table 6.6.2.3.4.1-1에 정의되어 있습니다.

TS 36.521, Tables 5.4.2.1-1 and 6.6.2.3.4.1-1을 고려하면, Band 7에 대해 이 테스트는 5MHz, 10MHz와 20MHz 대역폭에서 측정됩니다. 각각의 대역폭에 대해서는 low/middle/high-range 채널에서 측정됩니다. 이 테스트의 목적은 partial RB, full RB 조건과 QPSK, 16QAM 조건에서 전송 신호의 품질을 확인하는 것입니다. 또한, 다른 RB position도 고려되어야 합니다.

### 2.22.2 Test Procedure

TS 36.508, Annex A, Figure A3과 같이 SS를 UE 안테나 커넥터에 연결합니다. LTE cell을 활성화하고, 네트워크로의 연결을 위해 UE 전원을 켭니다. UE가 Attach되면 Call 연결을 위해 Connect 버튼을 누릅니다.

이 예제에서는 Band 7, 20MHz 대역폭, middle-range 채널을 사용할 것입니다. TS 36.521-1, Table 6.6.2.3.4.1-1에 따르는 RMC, RB 포지션과 출력 파워 조건은 Table 31에 명시되었고, 이는 20MHz 채널 대역폭에 대한 설정입니다. Test Set 6이 예제에서 사용될 것입니다.

	#RB	RB Pos/Start RB	Modulation	UE Output Power
Test Set 1	18	High	QPSK	P <sub>UMAX</sub>
Test Set 2	18	Low	QPSK	P <sub>UMAX</sub>
Test Set 3	18	High	16QAM	P <sub>UMAX</sub>
Test Set 4	18	Low	16QAM	P <sub>UMAX</sub>
Test Set 5	100	Low	QPSK	P <sub>UMAX</sub>
Test Set 6	100	Low	16QAM	P <sub>UMAX</sub>

Table 31: Test setup for ACLR (middle-range channel).

<Test Set 6>:

- #RB 는 100, RB Pos 는 Low, Modulation 은 16QAM 으로 설정합니다.
- UE 출력 파워가 P<sub>UMAX</sub> 가 되도록 Active TPC Setup 을 Max Power 로 설정합니다.
- R&S<sup>a</sup>CMW LTE V2.1.10 에서는, Active TPC Setup 을 Constant Power 로 설정해야 합니다.
- Fig. 70 과 같이 측정 화면에서 ACLR 결과를 확인합니다.

	Adjacent channel frequency offset	Channel measurement BW	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

Table 32: General requirements for ACLR measurements.



Fig. 70: Measurement screen for reading the ACLR results.

### 2.22.3 Test Requirements

10MHz 대역폭에서 UTRA 와 E-UTRA 에 대한 ACLR 은 Table 33 에 정의된 Limit 을 초과해서는 안됩니다. 다른 채널 대역폭에 대해서는 TS 36.521, Tables 6.6.2.3.5.1-1 and 6.6.2.3.5.1-2 를 참조하시기 바랍니다.

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

**Table 33: ACLR limits for UTRA and EUTRA for a 10 MHz bandwidth.**

## 3 Receiver Characteristics

### 3.1 Generic Test Description for Receive Tests

#### 3.1.1 External Interference Description

Table 34 에 적혀 있는 테스트 아이템들이 이 응용 노트에 설명되어 있습니다. 이 이외에도 CMW500 에서 지원되는 항목들이 있지만, 이것들은 외부 filter 나 Spectrum Analyzer 가 필요하기 때문에 이 응용 노트에는 포함하지 않았습니다. 이러한 추가적인 테스트가 필요한 경우에는 R&S 의 pre-conformance / conformance test system 에 대해 담당 영업 사원에게 확인하시기 바랍니다.

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

**Table 34: Receiver test cases described in this application note.**

7.5, 7.6.1, 7.6.3 그리고 7.8.1을 수행하기 위해서는 LTE 신호와 동시에 외부 방해 신호가 필요합니다. 이 신호를 발생시키는 많은 방법이 있습니다. 예를 들면, SMU와 같은 외부 Signal Generator를 사용할 수 있고, 이에 대한 대안으로 CMW500 2<sup>nd</sup> channel을 방해 신호 발생용으로 사용할 수도 있습니다. 이 경우에는 외부 Signal Generator를 필요로 하지 않습니다. CMW500의 advanced front end 옵션인 H590D를 가지고 있는 경우라면, 더 간단한 구성이 가능한데, 이 경우에는 신호를 내부에서 combine해서 외부 combiner를 필요로 하지 않습니다.

이어지는 테스트 항목에서는 CMW500의 2<sup>nd</sup> 채널을 사용하여, 방해 신호를 발생시킬 것이고, 외부 combiner를 사용하여 LTE 신호와 방해신호를 combine 할 것입니다 Fig. 71는 이러한 테스트에 대한 설정 방법을 보여주고 있습니다.

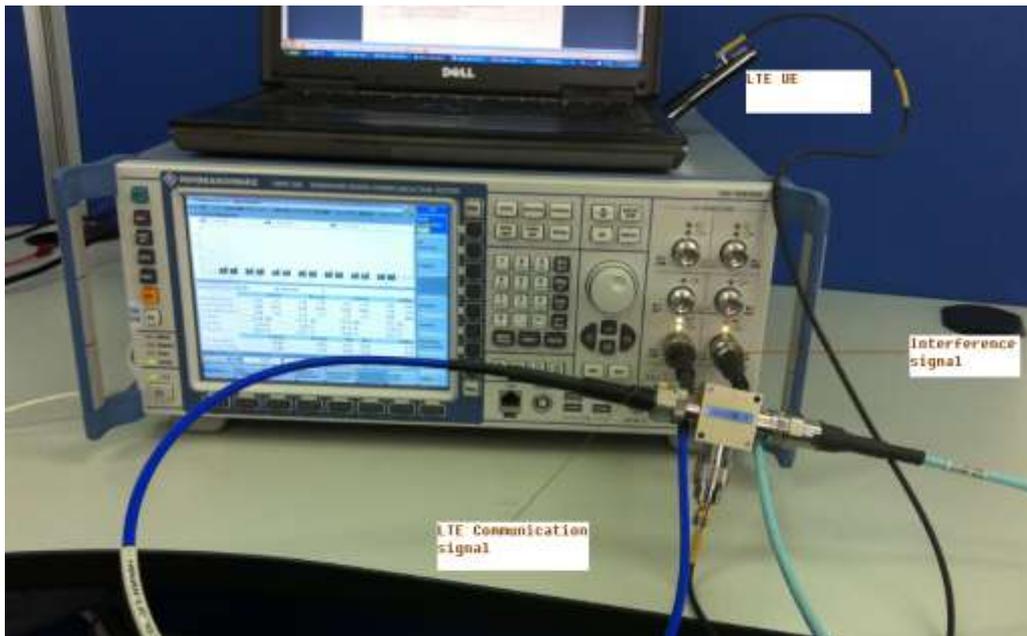


Fig. 71: Setup for external interference testing.

방해 신호에 대한 설정은 각각의 테스트 항목에서 설명됩니다. 7.5와 7.6.1 테스트 항목에서는 CMW500의 GPRF generator (ARB mode)가 방해 신호를 발생시키기 위해 사용되어야 합니다. 즉, 몇 개의 ARB file이 필요합니다. 추가로, 실제 테스트 시의 cable-loss는 사용되는 combiner 타입에 따라 다르므로, cable-loss calibration에 주의를 기울여야 합니다.

### 3.1.2 Uplink Power Settings

Receiver test 을 위한 일반적인 주의 사항으로, 6.2.5 절에서 정의된 Table 7.3.3-2 과 같이 transmitter 는 minimum uplink configuration 에서  $P_{\text{CMAX}_L}$  보다 4dB 낮게 설정되어야 합니다.

모든 Band 에 대해, Uplink Power 는 TS36.521-1 의 Table 6.2.3.3-1 에 정의된 1dB maximum power reduction 을 TS 36.521-1 의 Table 7.3.3-2 에 정의된 Uplink RB 개수에 대해 만족해야 합니다. 만약 additional MPR 이 적용되지 않고, TS36.521-1, Table 6.2.2.3-1 이 적용되지 않는다면,  $P_{\text{CMAX}_L}$  는 22 dBm 입니다.

모든 테스트 과정에서, UE 의 Output Power 가 적어도 Throughput 측정 동안에는 carrier frequency  $f \leq 3.0\text{GHz}$  인 경우, +0, -3.4 dB 안에 들어와야 하고,  $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$  구간에서는 +0, -4.0dB 구간에 들어와야 합니다. Band 7, 20M BW 의 middle range frequency 의 경우 transmitter power 가 18dBm~14.6dBm 안에 들어와야 함을 의미합니다. CMW500 의 power control mechanism 에 따르면, 14.6~18dBm 의 중간 값이 16.3dBm 이 close loop target power 로 설정되어야 합니다.

### 3.1.3 Filter Coefficient Setting

모든 Receiver 테스트를 위해, filter coefficient 는 'FC8'로 설정되어야 하고, 이는 connected 상태에서 변경이 가능합니다.

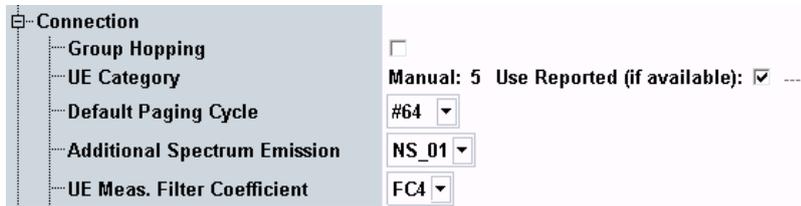


Fig. 62: Filter Coefficient setting

## 3.2 Reference Sensitivity Level (TS 36.521-1, 7.3)

이 테스트의 목적은 낮은 신호레벨, 이상적인 propagation 조건과 noise 가 추가되지 않는 경우에 reference 측정 채널에서 정의된 평균 throughput 에 대한 data 를 UE 가 받을 수 있는지에 대한 기능을 확인하는 것입니다.

이런 throughput 조건을 만족할 수 없는 UE 는 e-NodeB 의 유효 coverage 반경을 감소시킬 것입니다.

### 3.2.1 Test Description

일반적인 테스트 조건과 설정은 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참고합니다. RB 할당에서 자세한 설정, 대역폭, 주파수와 RMC 에 대한 설정 값들은 TS 36.521, Table 7.3.4.1-1 에 정의되어 있습니다.

TS 36.521, Tables 5.4.2.1-1 and 7.3.4.1- 1 을 고려하면, 이 테스트는 Band 7 에 대해 5MHz 와 20MHz 대역폭에서 측정되고, 각 대역폭에 대해서는 low / middle / high-range 채널에서 측정됩니다. 이 테스트의 목적은 QPSK 변조와 downlink full RB 조건에서의 기능을 확인하는 것입니다.

### 3.2.2 Test Procedure

TS 36.521-1, Table 7.3.3-3 과 NS (network signaling) 값을 설정합니다. 이 테이블에 표시되지 않은 밴드들은 (Band 7 과 같이) NS\_01 을 사용합니다.

TS 36.508, Annex A, Figure A3 과 같이 SS 를 UE 안테나 커넥터에 연결합니다. LTE cell 을 활성화 하고, 네트워크로 연결하기 위해서 UE 전원을 켭니다. Attach 가 되면, Call 연결을 위해 Connect 버튼을 누릅니다.

Downlink 와 Uplink RMC 는 TS 36.521-1, Table 7.3.4.1-1 에 따라 설정합니다. 사용되는 밴드에 따라, 각 채널 대역폭에 대해 적절한 uplink RB 할당이 TS 36.521-1, Table 7.3.3-2 에 따라 설정됩니다.

이 예제는 밴드 7, 20MHz 대역폭과 middle-range 채널을 사용할 것입니다. TS 36.521-1, Tables 7.3.4.1-1 and 7.3.3-2 에 따르면 Downlink 100 RB 할당과 uplink 75 RB 할당이 필요합니다. 추가로, uplink RB position(RB Pos)은 downlink channel 에 근접하도록 high 로 설정합니다. 다른 사용자 존재에 대한 시뮬레이션을 위해 CMW500 의 OCNG 가 enable 되어야 합니다.

Active TPC Setup를 UE 파워가 최대가 되도록 Max Power로 설정합니다.

TS 36.521-1, Table 7.3.5-1 에 따라 Downlink power level 을 설정합니다. TS 36.521-1, Table 7.3.5-1 에서 파워 레벨은  $P_{\text{REFSENS}}$  인 것을 주의해야 합니다. 이것은 CMW500 에서 사용되는 RS EPRE (reference signal energy per resource element)와 함께 고정된 관계를 가집니다. 그것은:

$$P_{\text{REFSENS}} = \text{RS EPRE} + 10 * \log_{10}(\text{N\_RE})$$

N\_RE는 resource elements의 갯수 입니다. ( $12 * [\text{number of RBs}]$ ). 그것은 DL cell 의 대역폭에 의존합니다.

결과적으로, Band 7, 20MHz 대역폭에서 RS EPRE 는  $P_{\text{REFSENS}} = -91.3 \text{ dBm}$  이 되기 위해  $-122.1 \text{ dBm}$  으로 설정되어야 합니다. ( $-91.3 \text{ dBm} - 10 * \log_{10}(1200) = -122.1 \text{ dBm}$ )

이 조건에서 도달하는 throughput을 측정합니다. 이 예제에서 throughput은 7884 kbps이고, 이것은 해당되는 RMC 설정에 따라 스케줄링 된 throughput에 비해 100%를 나타냅니다. 이 결과는 측정 화면에서 바로 확인이 가능하고, TS 36.521-1, Table A.3.2-1를 참조하여 결과에 대한 검증이 가능합니다.

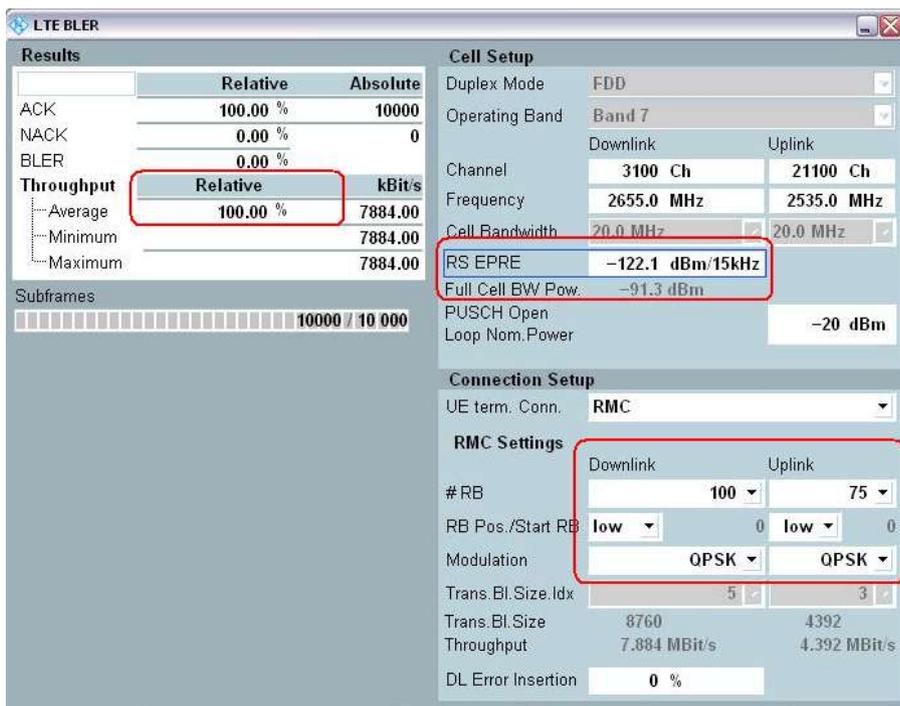


Fig. 633: Measurement screen for the block error rate (BLER) test.

### 3.2.3 Test Requirements

측정된 throughput 결과값은 설정된 reference measurement channel(RMC)에 대한 최대 throughput 대비 95%이상 이 되어야 합니다. FDD에 최대 throughput 값은 TS 36.521-1, Annex A.2.2 and Table A.3.2에 정의되어 있습니다.

### 3.3 Maximum Input Level (TS 36.521-1, 7.4)

이 테스트의 목적은 높은 신호레벨, 이상적인 propagation 조건과 noise 가 추가되지 않는 경우에 reference 측정 채널에서 정의된 평균 throughput 에 대한 data 를 UE 가 받을 수 있는지에 대한 기능을 확인하는 것입니다.

상기 조건을 만족할 수 없는 UE 는 e-NodeB 의 유효 coverage 반경을 감소시킬 것입니다.

#### 3.3.1 Test Description

일반적인 테스트 조건과 설정은 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조합니다. RMC, 주파수, 대역폭, RB 할당에 대한 자세한 설정 값들은 TS 36.521, Table 7.4.4.1-1 에 정의되어 있습니다.

TS 36.521, Tables 5.4.2.1-1 and 7.4.4.1-1 을 고려하면, 이 테스트는 Band 7 에 대해 5MHz 와 20MHz 대역폭에서 측정되고, 각 대역폭에 대해서는 middle-range 채널에서 수행됩니다. Rel-9 Spec 에서, downlink RB 설정은 UE category 에 따라 설정됩니다. UE category 는 TS36.306 에 제공됩니다. (예 : Category 1 은 diversity 만 지원, Category 5 는 4-layer MIMO 지원)

이 예제는 Band 7, 20MHz 대역폭과 middle-range 채널을 사용할 것입니다.

#### 3.3.2 Test Procedure

TS 36.508, Annex A, Figure A3 과 같이 SS 를 UE 안테나 커넥터에 연결합니다.

LTE cell 을 활성화 하고, 네트워크로 연결하기 위해서 UE 전원을 켭니다. Attach 가 되면, Call 연결을 위해 Connect 버튼을 누릅니다.

Downlink and uplink RMC 는 TS 36.521-1, Table 7.4.4.1-1 에 따라 설정합니다.

이 예제는 밴드 7, 20MHz 대역폭과 middle-range 채널을 사용할 것입니다. UE category 가 3 이므로, TS 36.521-1, Table 7.4.4.1-1 에 따라 downlink #RB 는 100 이고, Modulation 은 64QAM 으로 설정하고, Uplink #RB 는 75 에 Modulation 은 QPSK 로 설정합니다. 추가로, TS36.521-1, Table 7.4.4.1-1 에 따라, 다른 사용자 존재에 대한 시뮬레이션을 위해 CMW500 의 OCNG 를 Enable 합니다.

Full cell 대역폭 출력 파워는 -25.7dBm으로 설정합니다. (주파수가 3GHz 이상이면 -26dBm으로 설정) 결과적으로, RS EPRE는 -56.5dBm으로 설정하고, Active TPC Setup은 Closed Loop로, Closed-Loop Target Power는 16.3dBm으로 설정합니다.(Section 3.1.2의 부분 참조)

이 조건에서의 Throughput을 측정합니다. 이 예제에서는 55.36234 Mbps이고, 이는 스케줄링 된 RMC 조건의 Throughput과 비교하면 99.76 %에 해당합니다. 이 결과는 측정 화면에서 바로 확인이 가능하고, 이에 대한 결과는 TS 36.521-1, Table A.3.2-1에서 확인이 가능합니다.

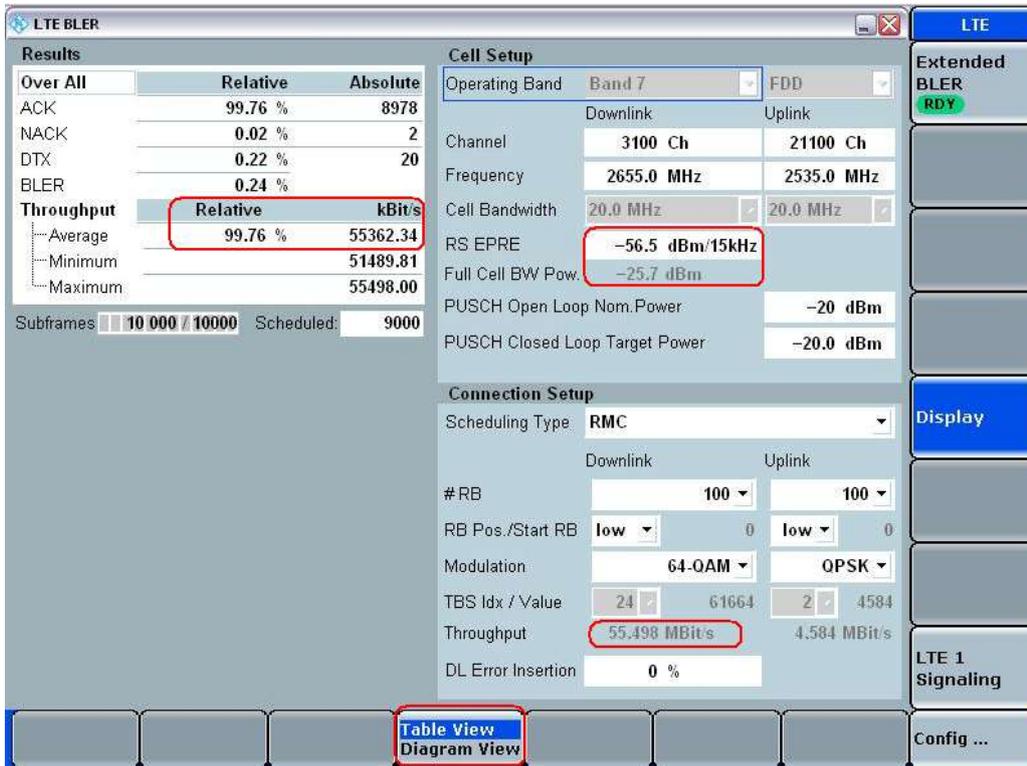


Fig. 64: Measurement screen for throughput results.

You can also choose the diagram view to see the throughputs vs. subframes as shown in Fig. 65.

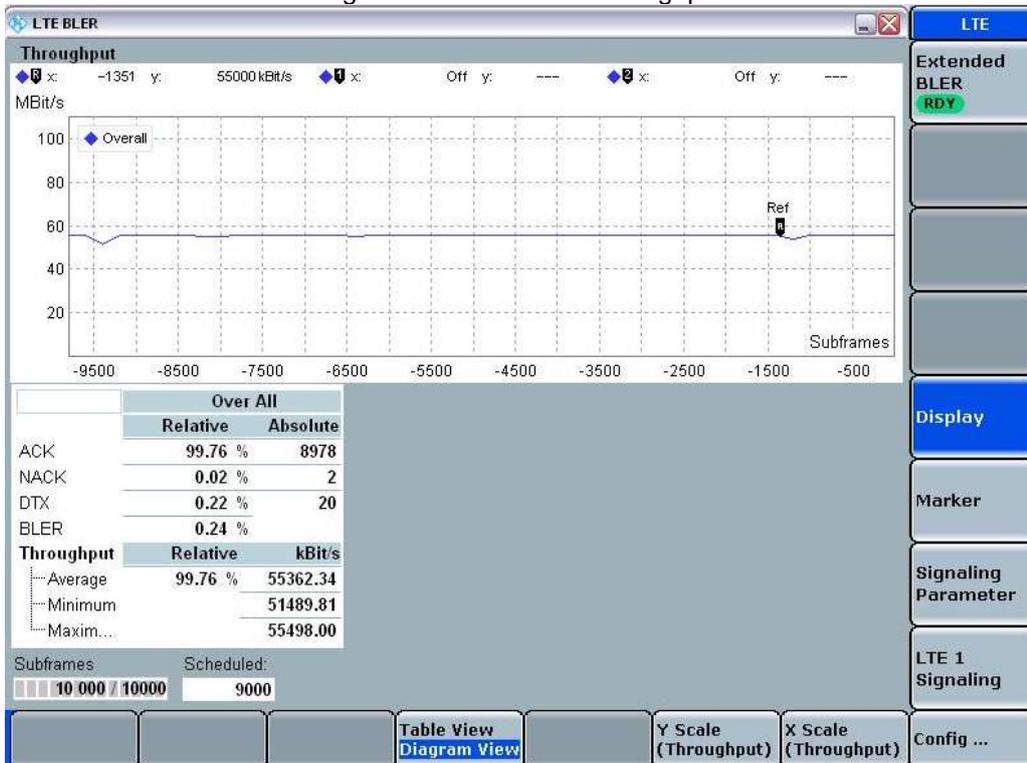


Fig. 65: Diagram view showing throughput vs. subframes.

### 3.3.3 Test Requirements

측정된 throughput 은 TS 36.521-1, Annex A.3.2 에 정의되어 있는 RMC 에 대한 최대 Throughput 의 95% 이상이 되어야 합니다. 측정을 위한 파라미터들은 TS 36.521-1, Table 7.4.5-1 에 정의되어 있습니다.

## 3.4 Adjacent Channel Selectivity (TS 36.521-1, 7.5)

ACS 테스트는 noise 가 없는 이상적인 propagation 조건에서 할당된 주파수로부터 주어진 주파수 offset 에서의 adjacent channel 신호가 존재할 때 reference 측정 채널에서 정의된 평균 throughput 에 대한 data 를 UE 가 받을 수 있는지에 대한 기능을 확인하는 것입니다.

이런 조건을 만족할 수 없는 UE 는 인접 채널에 다른 e-NodeB transmitter 가 존재하는 경우 유효 coverage 를 감소시킬 것 입니다.

### 3.4.1 Test Description

일반적인 테스트 조건과 설정은 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조합니다. 대역폭, 주파수, RMC 그리고, RB 할당에 대한 설정 값들은 TS 36.521, Table 7.5.4.1-1 에 정의되어 있습니다.

TS 36.521, Tables 5.4.2.1-1 and 7.5.4.1-1 을 고려하면, Band 7 에 대해 이 테스트는 5MHz 와 20MHz 대역폭에서 측정되고, 각 대역폭에 대해서는 middle-range 채널에서만 측정됩니다. 이 테스트의 목적은 downlink 의 QPSK 변조와 full RB 조건, uplink RMC 는 QPSK 와 Partial RB 조건에서 테스트 하는 것입니다.

아래 예제에서는 밴드 7, 20MHz 대역폭과 middle-range 채널이 사용됩니다. 이 테스트는 두 가지 테스트 케이스를 포함합니다. UE 는 2 가지 test case 를 포함합니다. Fig. 66 과 Fig. 67 는 이에 따른 설정을 보여주고 있습니다. 테스트 수행 시에는 두 가지 경우에서 Uplink 출력 파워가 다르다는 것을 고려해야 합니다.

For case 1, : Active TPC Setup 을 Closed Loop 로 설정, Closed-Loop Target Power 를 16.3dBm 으로 설정합니다. (Table 6.2.2.3-1 의 Note 2 가 적용되지 않을 경우) 스펙에 따르면, UL Power 는 3GPP 36.521, clause 6.2.5 에 정의된  $P_{\text{CMAX}_L}$  보다 4dB 낮아야 하고, 이 범위는 0dB 에서 -3.4dB 입니다. CMW500 의 closed-loop power control 메커니즘을 적용하기 위해, target power 는  $P_{\text{CMAX}_L}$  보다 5.7dB 낮아야 합니다.

For case 2 : , Active TPC Setup 을 Closed Loop 로 하고, Closed-Loop Target Power 를 -3.7dBm 으로 설정합니다. (Table 6.2.2.3-1 의 Note 2 가 적용되지 않을 경우) 스펙에 따르면, UL Power 는 3GPP 36.521, clause 6.2.5 에 정의된  $P_{\text{CMAX}_L}$  보다 24dB 낮아야 합니다. Section 3.1.2 에서 close loop target power 가 어떻게 추정되는지 설명되어 있습니다.

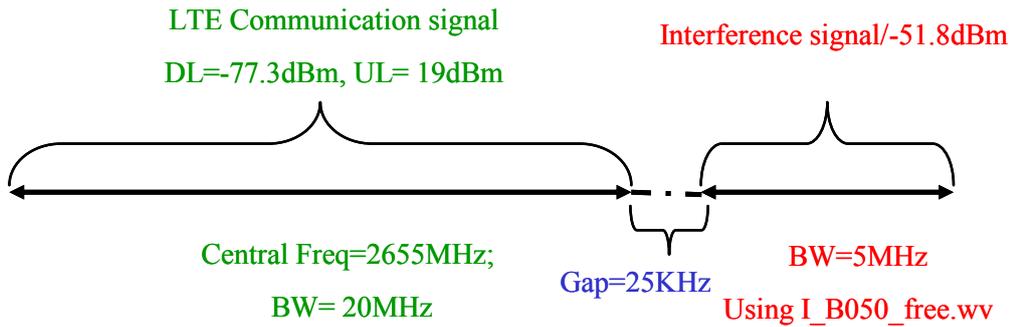


Fig. 66: Configuration for Test Case 1.

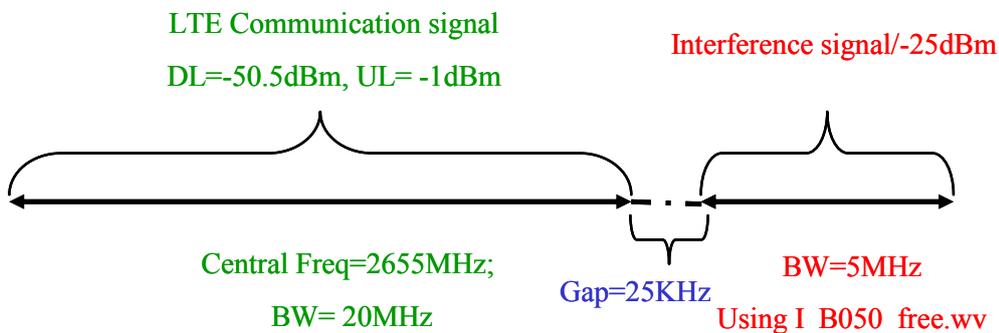


Fig. 67: Configuration for Test Case 2.

### 3.4.2 Test Procedure

일반적인 테스트 조건과 설정을 위해서는 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조합니다. 대역폭, 주파수, RMC, RB 할당에 대한 설정 값은 TS 36.521, Table 7.5.4.1-1 을 참고합니다.

이 예제는 Band 7, 20MHz 대역폭과 middle-range 채널을 사용할 것입니다. 이 테스트는 두 가지 subtest 를 포함합니다. 아래에 두 가지 subtest 를 기술하였고, 예제로는 Subtest 2 를 사용할 것입니다.

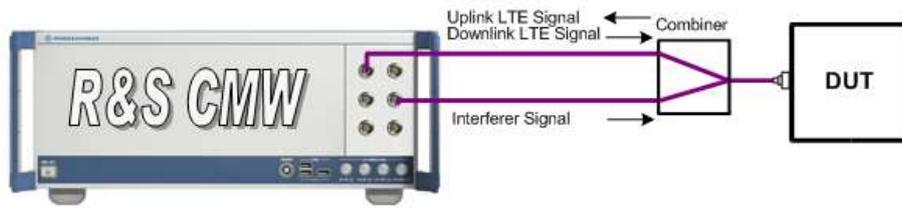
방해 신호 설정에 대한 자세한 내용은 이 응용노트의 섹션 3.1.1 를 참조합니다. Test Case 2 에 대한 자세한 방해 신호에 대한 설정들은 Fig. 80 을 참조합니다.

1. Prepare the interferer signal:
  - a. *General Purpose RF Generator 1* 을 활성화 합니다.
  - b. 적절한 path 연결(routing)을 설정합니다:

아래 예제는 CMW500 의 하드웨어 구성에 따라 구분됩니다.

- i. Basic frontends 를 사용하는 CMW500 – RF Frontend (Basic), R&S<sup>®</sup>CMW-B590A: LTE uplink/downlink 신호는 Call 연결 동안, RF1 COM or RF2 COM 으로 연결합니다. 방해 신호는 RF3 Out or RF3 COM or RF4 COM 으로 연결합니다.

→ The interferer signal is routed to RF3 OUT.



Test setup with interferer: two RF Frontends (Basic)

Fig. 688: Hardware configuration with two basic frontends.

ii. Advanced frontend 를 사용하는 CMW500 – RF Frontend (Advanced), R&S CMW-B590D: LTE uplink/downlink 신호는 Call 연결 동안 RF1 COM or RF2 COM 으로 연결합니다. (방해 신호는 LTE 신호와 같은 Connector 로 연결됩니다.).

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



Test setup with interferer: one RF Frontend (Advanced)

Fig. 699: Hardware configuration with one advanced front end.

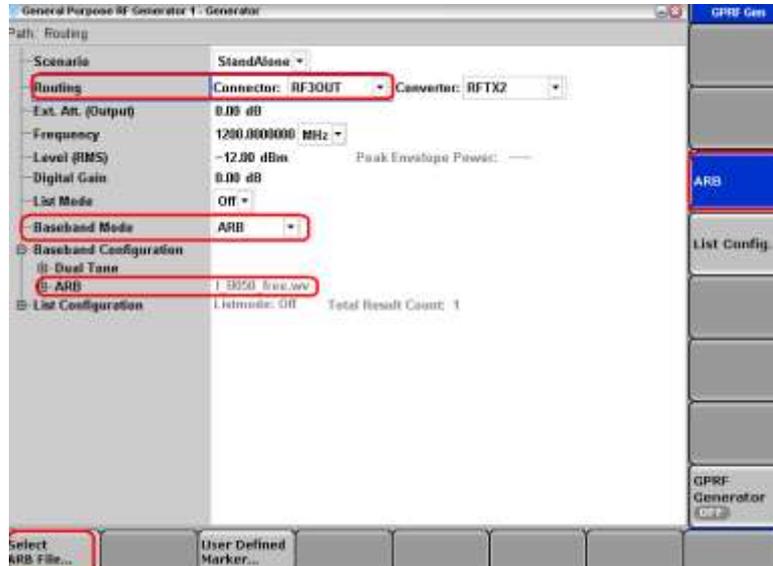


Fig. 80: Settings for the interference signal, example 1: with two basic front ends, routing to RF3OUT.

c. Load the waveform:

Baseband Mode 를 ARB 으로 설정합니다.

대역폭에 따라 간섭 신호 Waveform 을 로딩합니다. 이 응용 노트 package 는 세 개의 무료 간섭 신호 Waveform 을 제공합니다. 이것들은 CMW500 에 저장되어야 사용이 가능합니다:

- I\_B014\_free.wv – Bandwidth = 1.4 MHz
- I\_B030\_free.wv – Bandwidth = 3 MHz
- I\_B050\_free.wv – Bandwidth = 5 MHz

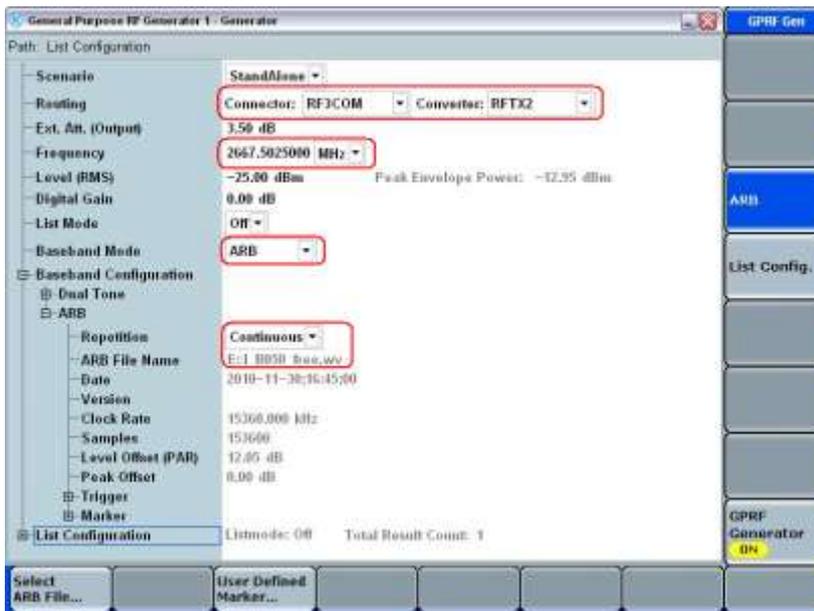


Fig.81: Additional settings for the interference signal, example 2: with two basic front ends, routing to RF3COM.

## 2. Set the downlink and uplink:

Downlink 는 #RB 가 100, QPSK 변조가 설정 되어야 하고, Uplink 는 #RB 가 75, QPSK 변조가 설정 되어야 합니다. 추가로, Table 7.5.4.1-1 에 따라 다른 사용자 존재 시뮬레이션을 위하여 CMW500 에서 OCNB 가 활성화 되어야 합니다.

TS 36.508, Annex A, Figure A3 과 같이 SS 를 UE 안테나 커넥터에 연결합니다.

LTE cell 을 활성화 하고, 네트워크로의 연결을 위해 UE 전원을 켭니다. Attach 가 되면 Call 연결을 위해 Connect 버튼을 누릅니다.

Full cell 대역폭 출력파워는 -50.5dBm 으로 설정이 되어야 하므로, RS EPRE 는 -81.3dBm 으로 설정합니다. Active TPC Setup 은 Closed Loop 로, Closed-Loop Target Power 는 -3.7 dBm 으로 설정합니다. (Case2 의 경우) Section 3.1.2 에서 close loop target power 가 어떻게 추정되는지 설명되어 있습니다.

이 조건에서 throughput 을 측정합니다. 이 예제에서 throughput 은 7869.98 kbps 로 측정 되었고, 이는 스케줄링 된 처리량의 99.82%에 해당합니다. 결과적으로 이 테스트는 Pass 입니다.



Fig. 82: Throughput results for the adjacent channel selectivity test.

### 3.4.3 Test Requirements

Throughput  $R_{av}$ 는 TS 36.521-1, Table 7.5.5-2 과 Table 7.5.5-3 에 정해진 조건에서 Annex A.3.2 에 정의된 것처럼 reference measurement 채널의 최대 throughput 대비 95% 이상이 되어야 합니다.

## 3.5 In-Band Blocking (TS 36.521-1, 7.6.1)

In band blocking 은 UE receive 밴드의 위 아래로 15Mhz 구간 안에서 발생하는 원하지 않는 간섭 신호로 인해 발생합니다. 이 범위 안에서 throughput 은 정해진 측정채널에 대한 요구 조건을 만족해야 합니다.

e-NodeB transmitters 들이 존재할 때 In-band blocking 기능이 나쁘면, coverage 범위를 감소시키게 됩니다. (인접채널과 불요파 응답을 제외하고)

### 3.5.1 Test Description

이 테스트에서 간섭 신호는 LTE 신호입니다. Test point 는 UE receive band 의  $\pm 15$  MHz 안입니다. 추가로, 테스트 포인트들 사이의 주파수 차이는 간섭 대역폭이 될 것입니다.

간섭 대역폭(interference bandwidth)은 TS 36.521-1, Table 7.6.1.3-1 에 정의되어 있습니다.

간섭 주파수는 전송 밴드의 중심 주파수 + TS 36.521-1, Table 7.6.1.3-1 에 정의된 Offset 값으로 정의됩니다.

그 간섭 신호의 level 은 TS 36.521-1, Table 7.6.1.3-2 에 정의되어 있습니다.

UE 전송 파워는 각 파워 클래스에 따른 Max Power 보다 4dB 낮아야 합니다.

Rx parameter	Units	Channel bandwidth					
		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
$BW_{\text{Interferer}}$	MHz	1.4	3	5	5	5	5
$F_{\text{offset, case 1}}$	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
$F_{\text{offset, case 2}}$	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 $P_{\text{CMAX,L}}$ at the minimum uplink configuration specified in TS 36.521-1, Table 7.3.3-2 with $P_{\text{CMAX,L}}$ as defined in clause 6.2.5.							
NOTE 2: The interferer consists of the reference measurement channel specified in Annex A.3.2 with one-sided dynamic OCNG Pattern OP.1 FDD/TDD as described in TS 36.521-1, Annex A.5.1.1/A.5.2.1 and set-up according to Annex C.3.1.							

Table 35: In-band blocking parameters (source: TS 36.521-1, Table 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 <math>- BW/2 - F_{\text{offset, Case 1}}</math>, and the carrier frequency <math>+ BW/2 + F_{\text{offset, case 1}}</math>.</p> <p>Note 3: <math>F_{\text{interferer}}</math> 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>					

Table 36: In-band blocking (source: TS 36.521-1, Table 7.6.1.3-2).

### 3.5.2 Test Procedure

간섭 신호에 대한 설정을 위해서는 Section 3.5.1, Test Case 7.5 를 참조합니다. 세부 사항은 Fig. 70 과 같이 확인 가능합니다.

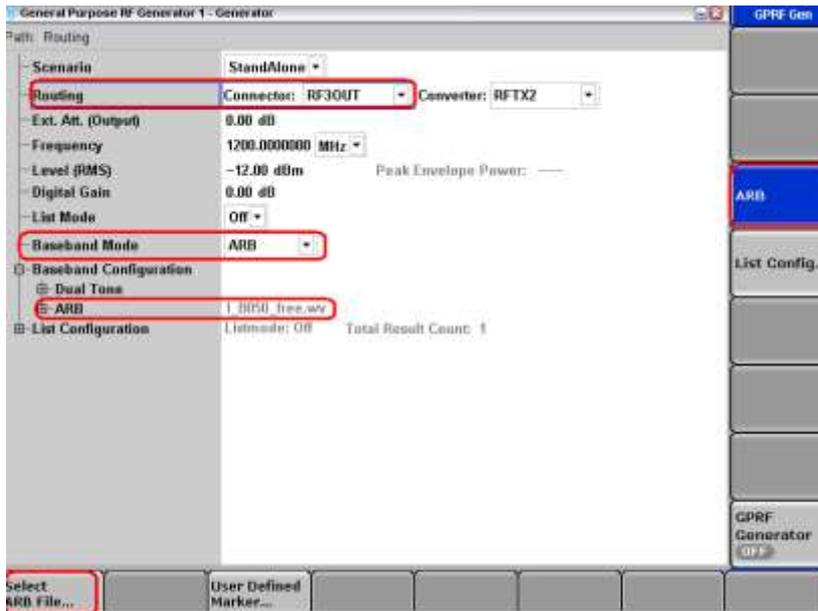


Fig. 70: Preparing the interferer signal.

Table 37 은 Band 4, Channel 2000(2115MHz)과 10MHz 대역폭에 대한 test point 의 예를 보여주고 있습니다. Section 3.1.2 에서 close loop target power 가 어떻게 추정되는지 설명되어 있습니다.

Case # - Testpoint	Interferer frequency (MHz)	Interferer bandwidth (MHz)	Interferer power (dBm)	RS EPRE (dBm)	UL power (closed loop) (dBm)	DL RB # / UL RB #
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

Table 37: Example test points.

Frequency band 에 따라서, Uplink RB 는 다르게 설정될 수 있습니다. 자세한 내용은 TS 36.521-1, Table 7.3.3-2 에서 확인 가능합니다.

간섭 신호의 설정을 포함한 테스트 단계들은 Test Case 7.3 과 동일합니다.

### 3.5.3 Test Requirements

측정된 Throughput 은 TS 36.521-1, Annex A.3.2 에 정의된 것처럼, reference measurement 채널의 최대 throughput 대비 95% 이상이 되어야 합니다.

## 3.6 Narrow-Band Blocking (TS 36.521-1, 7.6.3)

일반적인 테스트 조건과 설정은 이 응용 노트의 섹션 2.1 을 참고합니다. RB 할당에서 자세한 사항과 대역폭, 주파수, RMC 에 대한 설정 값들은 TS 36.521, Table 7.6.3.4.1-1 에 정의되어 있습니다.

Narrow-band blocking 성능이 나쁘면 e-NoteB Transmitter 가 존재하는 경우 전체 Coverage 범위를 줄이게 됩니다.

### 3.6.1 Test Description

일반적인 테스트 조건과 설정을 위해서는 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조합니다. 대역폭, 주파수, RMC, RB 할당에 대한 설정 값은 TS 36.521, Table 7.6.3.4.1-1 을 참고합니다 .

TS 36.521, Tables 5.4.2.1-1 and 7.6.3.4.1-1 을 고려하면, Band 7 에 대해 이 테스트는 5MHz 와 20MHz 대역폭에서 측정되고, 각 대역폭에서는 middle-range 채널에서만 측정합니다. TS 36.521, Table 7.6.3.4.1-1 에 따라 상기 테스트는 downlink QPSK 변조와 full RB 할당 조건, Uplink RMC 설정은 QPSK 변조와 Partial RB 할당 조건에서 테스트 되어야 합니다.

이 예제는 Band 7, 20MHz 대역폭과 middle-range 채널을 사용할 것입니다.

### 3.6.2 Test Procedure

일반적인 테스트 조건과 설정을 위해서는 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조합니다. 대역폭, 주파수, RMC, RB 할당에 대한 설정 값은 TS 36.521, Table 7.6.3.4.1-1 을 참고합니다. 이 예제는 Band 7, 20MHz 대역폭과 middle-range 채널을 사용할 것입니다.

간섭 신호 설정을 위해서는 이 응용 노트의 Section 3.1.1 을 참조합니다. 자세한 간섭 신호 설정은 Fig. 71 과 같이 구성 될 수 있습니다.

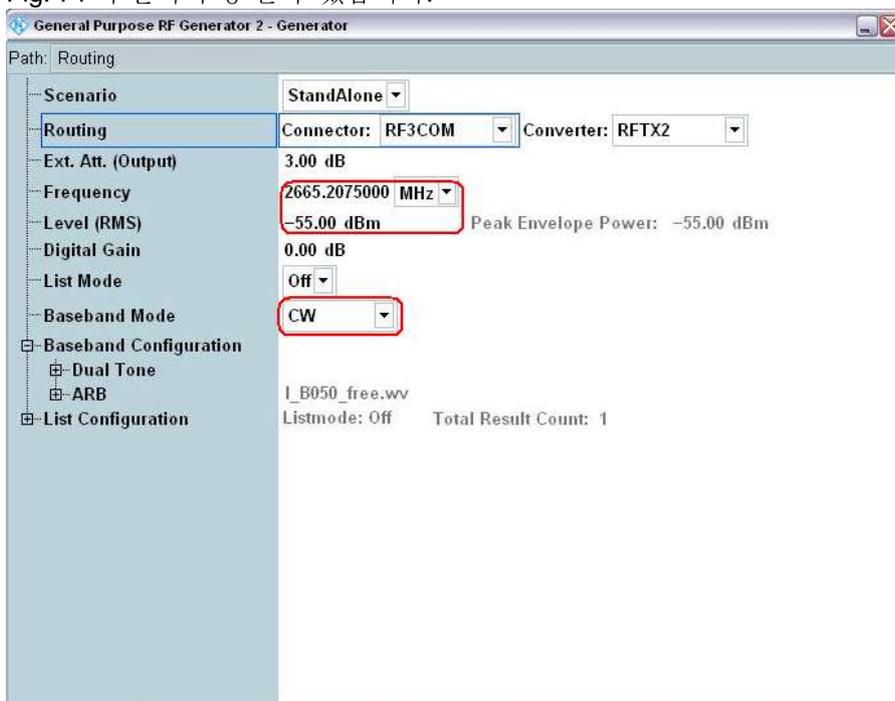


Fig. 71: Interference signal settings for the narrow-band blocking test.

Downlink #RB Allocation 는 100, Modulation 은 QPSK 로 설정하고, Uplink #RB 는 75 로 Modulation 은 QPSK 로 설정합니다. 추가로, TS 36.521-1, Table 7.6.3.4.1-1 에 따라 다른 사용자 존재에 대한 시뮬레이션을 위해 OCNG 를 활성화 합니다.

TS 36.508, Annex A, Figure A3 과 같이 SS 를 UE 안테나 커넥터에 연결합니다. LTE cell 을 활성화 하고, 네트워크로의 연결을 위해 UE 전원을 켭니다. UE 가 Attach 되면 Call 연결을 위해 Connect 버튼을 누릅니다.

Full Cell 대역폭 출력파워는 -75.3dBm 으로 설정해야 하므로, RS EPRE 를 -106.1dBm 으로 설정하고, Active TPC Setup 은 Closed Loop 로 그리고, Closed-Loop Target Power 는 16.3dBm 으로 설정합니다. Section 3.1.2 에서 close loop target power 가 어떻게 추정되는지 설명되어 있습니다..

이러한 조건에서의 throughput 을 측정합니다. 이 예제에서 throughput 은 7870.86 kbps 이고 이는 스케줄링 된 throughput 대비 99.83%에 해당합니다. 결과적으로 이 테스트는 Pass 입니다.

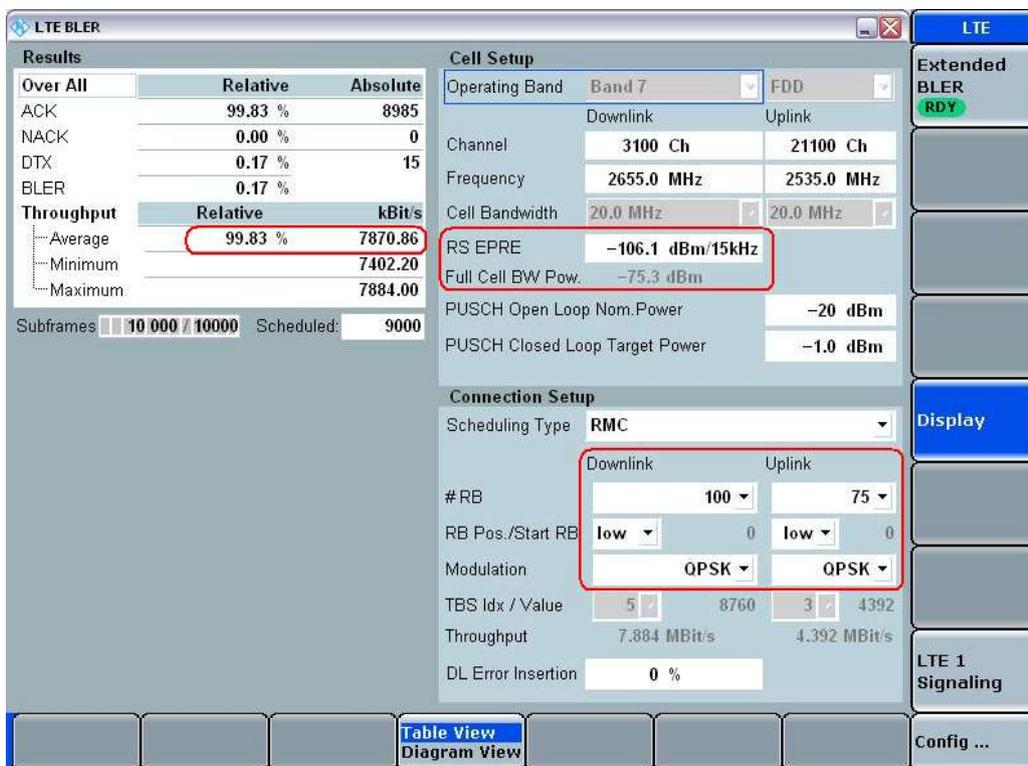


Fig. 72: Measurement results for the narrow-band blocking test.

### 3.6.3 Test Requirements

Throughput 측정 결과는 TS 36.521-1, Table 7.6.3.5-1 에서 정해진 parameter 들과 함께 TS 36.521-1, Annex A.3.2 에서 정해진 것처럼 reference measurement 채널의 최대 throughput 대비 95% 이상이 되어야 합니다.

## 3.7 Wide band Intermodulation (TS 36.521-1, 7.8.1)

### 3.7.1 Test Description

Intermodulation response 는 2 개 또는 그 이상의 interferer 신호가 wanted signal 에 정해진 frequency 관계를 가지고 존재할 경우 (ideal propagation 조건과 추가 noise 가 없는 경우) UE 가 특정 reference measurement 채널에서 정해진 평균 throughput data 를 수신할 수 있는지에 대해 테스트 하는 것입니다.

일반적인 테스트 조건과 설정은, Section 2.1 을 참조하시기 바랍니다.

Band 3 에 대해, TS 36.521 의 Table 5.4.2.1-1 과 7.8.1.4.1-1 을 고려하면 이 테스트는 1.4M, 5M 와 20MHz bandwidth 에 대해 테스트 됩니다. 각 Bandwidth 에 대해서는 middle-range 채널만 적용합니다. 또한 이 테스트는 Downlink 신호가 QPSK 변조 조건과 Full RB 할당 조건에 대해서만 적용합니다. Uplink 는 TS 36.521, Table 7.8.1.4.1-1 에 따라서 QPSK 변조 조건과 Partial RB 할당 조건이 적용됩니다.

### 3.7.2 Test Procedure

이 측정은 4 개의 RF Channel 을 가지는 CMW500 을 필요로 합니다. 이는 이 측정이 LTE signal 이외에 CW signal 과 ARB signal 인 2 개의 interference signal 을 필요로 하기 때문입니다. 이 경우 하나의 B110 옵션이 필요합니다.

이 예제에서는 Band 3, 20MHz bandwidth 와 middle-range channel 이 사용됩니다..

Interference signal 에 대한 설정은 Fig.86 에 자세히 나와 있습니다.

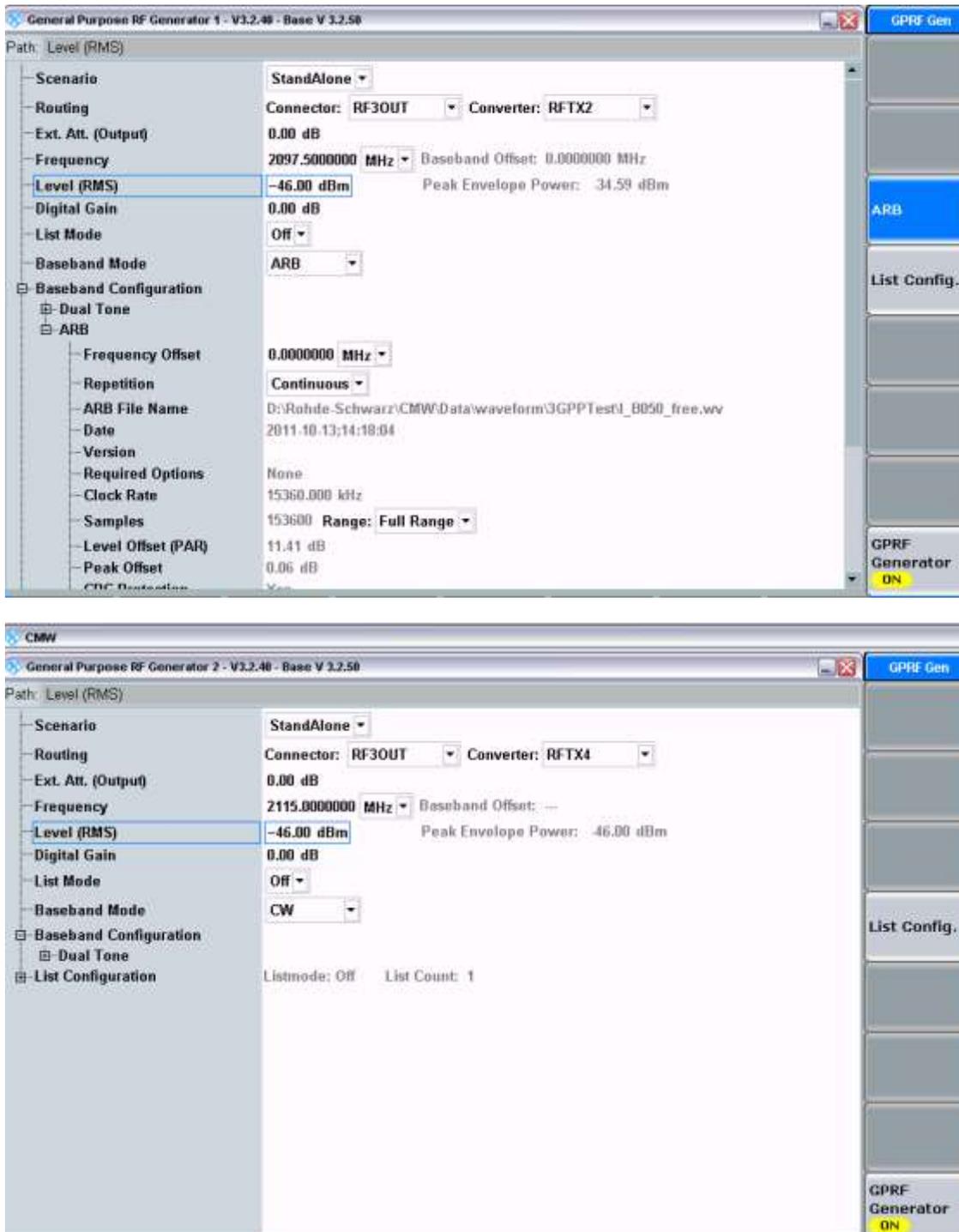


Fig. 73: General Purpose RF Generator 1 & 2 settings

Downlink 설정은 100 RB 와 QPSK 변조를 설정하고, Uplink 신호는 100RB 와 QPSK 변조를 설정합니다. 게다가, TS 36.521-1 의 Table 7.8.1.5-1 에 따르면, 다른 User 의 존재에 대한 시뮬레이션을 위해 CMW500 의 OCNG 를 활성화 합니다.

TS 36.508, Annex A, Figure A3 과 같이 SS 를 UE 안테나 커넥터에 연결합니다. LTE Cell 을 활성화 하고, UE 의 전원을 켜서 CMW500 에 Attach 되도록 합니다. Attach 가 되면 Connection 을 위해 Connect 버튼을 누릅니다.

Full cell bandwidth output power 는  $-84.3 \text{ dBm}$  으로 설정합니다. 따라서,  $RS \text{ EPRE}$  값을  $-115.1 \text{ dBm}$  으로 설정하고, *Active TPC Setup* 은 *Closed Loop* 로 설정하며 *Closed-Loop Target Power* 는  $16.3 \text{ dBm}$  으로 설정합니다. Section 3.1.2 는 상기 어떻게 close loop target power 가 추론되는지 설명하고 있습니다.

이 조건에서 throughput 을 측정합니다.

### 3.7.3 Test Requirements

측정된 reference measurement 채널의 최대 throughput 대비 95%이상이 되어야 합니다.

## 4 Literature

[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 Additional Information

Please send your comments and suggestions regarding this application note to:

[Jenny.Chen@rohde-schwarz.com](mailto:Jenny.Chen@rohde-schwarz.com) or  
[Guenter.Pfeifer@rohde-schwarz.com](mailto:Guenter.Pfeifer@rohde-schwarz.com)

In addition, please visit the R&S®CMW500 web site at:

[www.rohde-schwarz.com/product/CMW500](http://www.rohde-schwarz.com/product/CMW500)

## 6 Ordering Information

Please visit our website [www.rohde-schwarz.com](http://www.rohde-schwarz.com), and contact your local Rohde & Schwarz sales office for further assistance.

Ordering Information		
Name	Description	Order number
R&S®CMW500	Wideband Radio Communication Tester	1201.0002K50
R&S®CMW-PS503	R&S®CMW500 Mainframe	1208.7154.02
R&S®CMW-S100A	Baseband Measurement Unit	1202.4701.02
R&S®CMW-S570B	RF Converter (TRX)	1202.5008.03
R&S®CMW-S550B	Baseband Interconnection Board (Flexible Link)	1202.4801.03
R&S®CMW-B570B	Extra RF Converter (TRX)	1202.8659.03
R&S®CMW-S590D	RF Front-End Module Advanced	1202.5108.03
R&S®CMW-S600B	Front Panel with Display/Keypad	1201.0102.03
R&S®CMW-B620A	Digital Video Interface (DVI) Module	1202.5808.02
R&S®CMW-B300B	Signalling Unit Wideband (SUW)	1202.6304.03
R&S®CMW-KS500	LTE FDD Release 8, SISO, signalling/network emulation, basic functionality	1203.6108.02
R&S®CMW-KM500	LTE FDD Release 8, TX measurement, uplink	1203.5501.02
R&S®CMW-KS550	LTE TDD (TD-LTE) Release 8, signalling/network emulation, basic functionality	1204.8904.02
R&S®CMW-KM550	LTE TDD (TD-LTE) Release 8, TX measurement, uplink	1203.8952.02
R&S®CMW-KS510	LTE Release 8, SISO, signalling/network emulation, advanced functionality	1203.9859.02
R&S®CMW-KT055	LTE, CMWrun sequencer software tool	1207.2107.02
R&S®CMW-Z04	Mini-UICC Test Card, supporting 3GPP SIM/USIM/ISIM/CSIM applications	1207.9901.02
R&S®CMW-Z05	Nano UICC Test Card, supporting 3GPP SIM/USIM/ISIM/CSIM applications	1208.5651.02

## 7 Annex A

이 장은 측정 오류, Call drop 또는 동기화 (Synchronization) 오류에 대한 주의 사항에 대한 설명에 초점을 두고 있습니다.

### 7.1 Precautions for the ON/OFF Time Mask

OFF power 측정을 정확히 하기 위해서, R&S 는 Reference Level 을 UE(PUSCH/PRACH/SRS On)의 Peak Power +2 로 설정하길 추천합니다. 만약 OFF Power 가 CMW500 의 dynamic range 를 벗어난다면, 이것은 틀릴 수 있습니다.

### 7.2 Automatic testing with CMWRun

CMWRun 은 자동테스트를 위한 그 자신의 테스트순서를 사용자가 구성할 수 있는 소프트웨어 플랫폼입니다. R&S 는 이 응용노트에서의 모든 테스트 케이스에 대한 측정을 위하여 3GPP TS36.521-1 에 따라 설정된 LTE3GPPTestv9.3.dll 을 제공합니다.

테스트 속성과 측정 결과에 대한 화면은 하기와 같습니다:

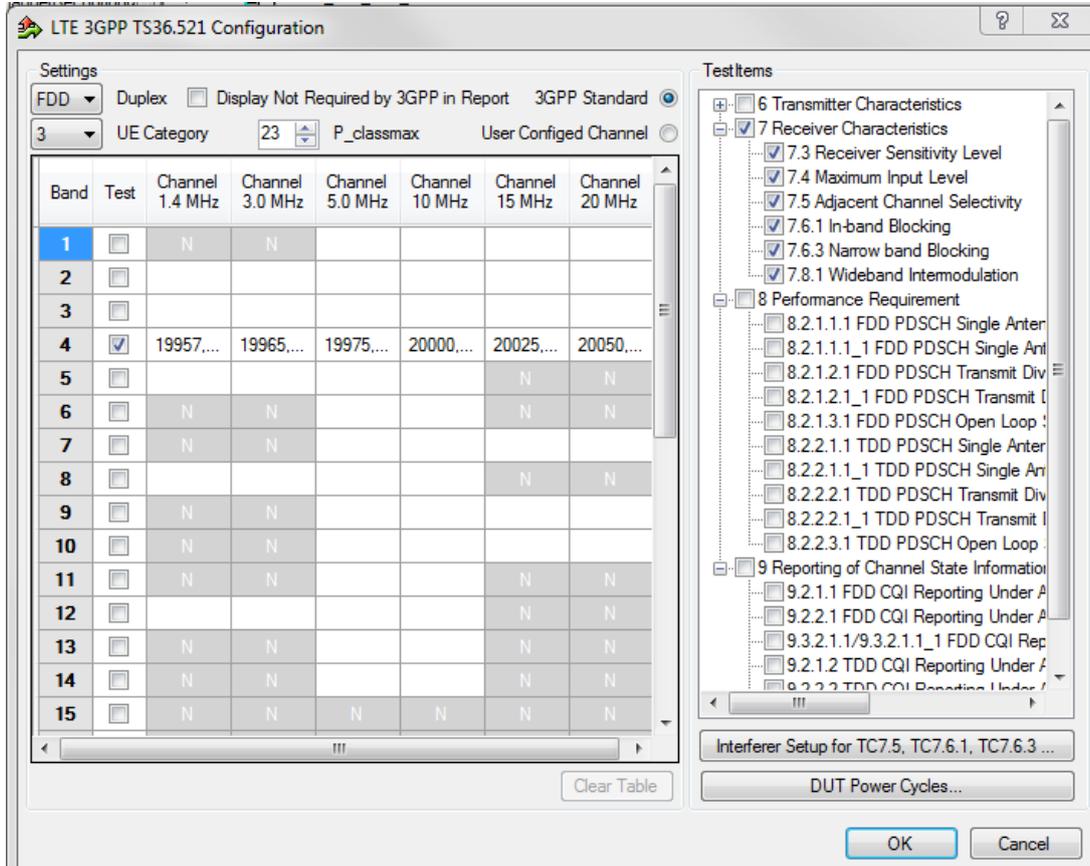


Fig. 747: Configuration window for 36.521 tests in CMWrun

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

6.5.2.1 Error Vector Magnitude (EVM) for PUSCH @ Band10	UL Modulation, MBS	Limit	Measured	Unit	Status
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	QPSK, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	3.31	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	QPSK, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	3.43	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	QPSK, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	2.99	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	QPSK, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	3.97	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	QPSK, 100 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	3.21	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	QPSK, 100 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	3.17	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	Q16, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	4.58	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	Q16, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	3.53	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	Q16, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	4.54	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	Q16, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	3.51	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	Q16, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	4.81	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	Q16, 100 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	4.95	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: 23 dBm	QPSK, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	2.27	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	QPSK, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	2.47	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	QPSK, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	2.42	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	QPSK, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	2.87	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	QPSK, 100 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	2.97	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	QPSK, 100 QAM, Post-LDPC	≤ 17.50	3.17	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	Q16, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	2.31	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	Q16, 100 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	2.49	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	Q16, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	2.47	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	Q16, 16 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	2.73	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	Q16, 100 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	3.17	%	Passed
PUSCHEVM @ULCH: 39150, 84K, 20 MHz, UL Power: -36.8 dBm	Q16, 100 QAM, Post-LDPC	≤ 12.50	3.28	%	Passed

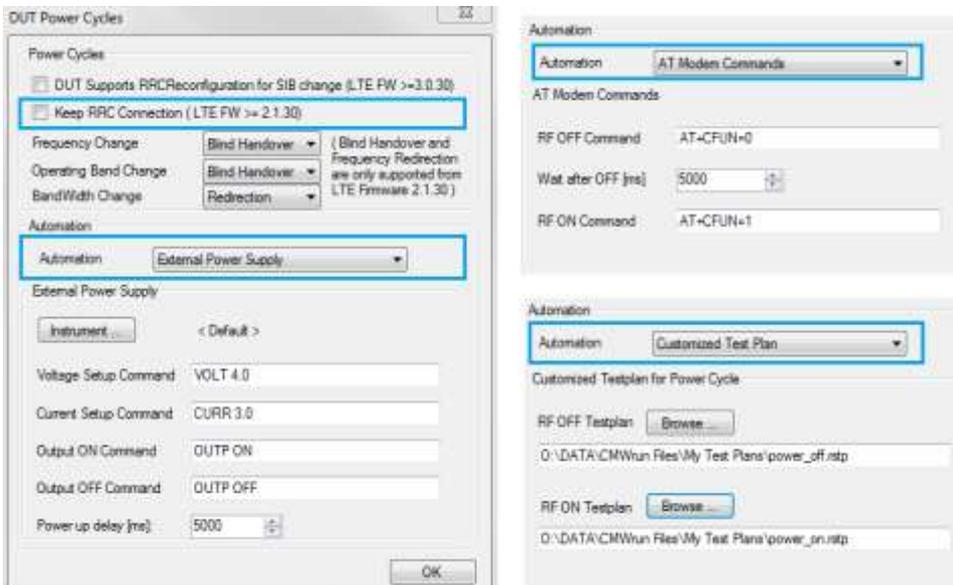
Fig. 758: CMWrun measurement result report example

DUT Power Cycle 버튼을 누르면 하기와 같은 팝업 창을 볼 수 있습니다.

만약 idle mode (*Keep RRC Connection* 을 비활성화한 상태)가 활성화 되어있다면, p-max change, NS change 그리고, 모든 open loop power test parameters 가 RRC Idle 모드에서 변경 가능합니다. 이 때는 DUT Power Cycle 이 필요하지 않습니다.

만약 DUT 가 RRCReconfiguration 을 지원하고 선택되어 있다면, p-max change 그리고, NS change 가 RRCReconfiguration 과정을 통해 RRC Connected 모드에서 가능합니다. 이러한 기능은 모든 단말에서 지원되지 않는다는 점을 숙지하기 바랍니다.

Power Cycle 이 다른 어떤 이유에 의해 필요하다면, automation 이 하기에 보여지는 것과 같이 설정될 수 있습니다.



LTE3GPPTestv9.7.dll과 LTE3GPPCustomize.dll이 2012년에 Release되었습니다. LTE3GPPCustomize.dll에서는 사용자가 user defined band를 포함하여 모든 테스트 케이스를 그들만의 testpoint에서 수행할 수 있습니다.

LTE3GPPTestv9.7.dll은 3GHz 이상의 주파수 대역에 대한 밴드도 지원합니다.

LTE3GPPTestv9.7.dll에서는 Chapter 8/9에 대한 테스트도 포함될 것입니다.

상기의 dll들은 LTECallSetup.dll과 함께 사용됩니다. Scenario, Network parameters는 LTECallSetup.dll에서 적절히 설정되어야 합니다.

최신 CMWRun 소프트웨어는 Rohde & Schwarz Gloris에서 다운 받을 수 있습니다. :

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

KT055 software option은 LTE3GPPTestv9.7.dll과 이 외의 LTE test dll들을 실행하기 위해  
필요합니다.

### **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](mailto:customersupport@rohde-schwarz.com)

North America

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

[customer.support@rsa.rohde-schwarz.com](mailto:customer.support@rsa.rohde-schwarz.com)

Latin America

+1-410-910-7988

[customersupport.la@rohde-schwarz.com](mailto:customersupport.la@rohde-schwarz.com)

Asia/Pacific

+65 65 13 04 88

[customersupport.asia@rohde-schwarz.com](mailto: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**

Mühlhofstraße 15 | D - 81671 München

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

[www.rohde-schwarz.com](http://www.rohde-schwarz.com)