

LTE Downlink Carrier Aggregation 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 R10 스펙에 따른 수신 성능 테스트를 CMW500 에서 FDD 와 TDD 에 따라 장비의 어떤 기능을 사용하여 테스트하는지에 대한 설명을 담고 있습니다.

Table of Contents

1	Introduction	3
1.1	Understanding Test Case Suffixes	4
1.2	Understanding Bandwidth Class	4
1.3	Setting Up Downlink Carrier Aggregation (DL CA) Mode	4
1.4	Generic Setup for DL CA	8
1.5	Throughput Measurement	10
2	Receiver Characteristics	12
2.1	Generic Test Description for Receive Tests	12
2.2	Reference Sensitivity Level for CA (TS 36.521-1, 7.3A.x).....	14
2.3	Maximum Input Level for CA (TS 36.521-1, 7.4A).....	17
2.4	Adjacent Channel Selectivity for CA (TS 36.521-1, 7.5A).....	19
2.5	In-Band Blocking for CA (TS 36.521-1, 7.6.1A).....	22
2.6	Narrowband Blocking for CA (TS 36.521-1, 7.6.3A).....	24
2.7	Wideband Intermodulation (TS 36.521-1, 7.8.1).....	26
3	Using CMWRun	30
3.1	General Configurations	32
3.2	User-Defined Band Channel Configurations	32
4	Literature.....	34
5	Additional Information.....	34
6	Ordering Information	35

1 Introduction

The R&S®CMW500의 signaling과 measurement solution은 TS 36.521-1 for 3GPP Downlink Carrier Aggregation(DL CA) 스펙에 따른 transmitter 와 receiver 테스트에 사용될 수 있습니다. 이 문서에서는CMW500 LTE callbox에서 **3GPP TS 36.521-1 V12.2**, Clause 7에 따른 Release-10 DL CA measurements를 어떻게 측정하는지에 대한 내용을 step-by-step guide를 통해 설명드립니다. V12.2 에서는 DL CA에 대한 transmitter test가 정의되어 있지 않습니다. 하기의 설명은 **CMW500 펌웨어 3.2.80**을 기준으로 하고 있습니다. 이 문서는 새로운 펌웨어가 출시되면 그에 따라 업데이트 될 예정입니다.

이 응용 노트 (AN)는 기존 제공 되었던 1CM94 “*LTE RF Measurements with the R&S®CMW500 according to 3GPP TS 36.521-1*”에서 R10 에 대한 내용을 추가로 설명한 확장 버전입니다. 따라서, **CMW500**의 운용에 대한 기본 개념에 대한 이해를 위해 1CM94 를 읽어보시길 권장드립니다.

이 문서에서 설명하고 있는 테스트는spectrum analyzers 나filters 같이 외부 장비를 필요로 하지 않는 테스트로 제한되어 있습니다. Spurious measurements, transmitter intermodulation, 그리고, out-of-band blocking과 같은 테스트들은 설명 되어 있지 않습니다. 추가적인 장비가 필요한 테스트에 대한 가능 여부에 대해서는 하기의CMW customer web에서 최신CMW500 capability list를 확인 하시기 바랍니다.:

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

1.1 Understanding Test Case Suffixes

3GPP TS 36.521-1 에 따라, DL CA 에 대한 테스트 케이스는 R8 에 비교하여 접미사 'A' 가 추가됩니다. 이 접미사 이외에, 여러 CA 에 대한 구분을 위해서 추가로 확장이 필요합니다. 3GPP TS 36.521-1 V12.2 에서 사용되는 확장은 V11.2 와는 다르며 하기와 같이 표기됩니다.:

- '1' – Intra-band contiguous DL CA and UL CA
- '2' – Intra-band contiguous DL CA without UL CA
- '3' – Inter-band DL CA without UL CA
- '4' – Intra-band non-contiguous DL CA without UL CA

이 문서에서 상기의 각 경우들에 대한 테스트 절차는 동일하기 때문에, 상기의 각 번호들은 'X'로 이 응용 노트에서는 대체되며, 각 type 에 대해 다른 조건이 있을 경우에는 따로 언급하고 있습니다.

1.2 Understanding Bandwidth Class

결합된 송신 대역폭의 구성은 (ATBC-Aggregated Transmission Bandwidth Configuration) 결합된 physical resource block (PRB) 의 수로 구성됩니다.

CA bandwidth class 는 최대로 결합 가능한 ATBC 의 조합과 CC(component carrier)의 수를 지정하고 있습니다.

이런 class 들은 R10 과 R11 에서 정의됩니다.:

- Class A: ATBC \leq 100, maximum number of CC = 1
- Class B: ATBC \leq 100, maximum number of CC = 2
- Class C: 100 < ATBC \leq 200, maximum number of CC = 2

테스트 조건은 bandwidth class 에 따라 다양하며, 특히 intra-band DL CA 의 경우가 있습니다.

1.3 Setting Up Downlink Carrier Aggregation (DL CA) Mode

2DL CA 테스트를 위해서는 두 개의 B300B (signalling unit widebands) 하드웨어와 KS502 (FDD) / KS552 (TDD) 그리고, KS512 소프트웨어 옵션이 요구됩니다. Chapter 8 과 9 를 테스트 하기 위해서는 추가적으로 두 개의 B510F(fading boards)와 KE100, KE500 그리고, KS520 소프트웨어 옵션이 요구됩니다. 3 DL CA 측정을 위해서는 3 개의 B300B 하드웨어가 필요합니다.

1.3.1 CA Scenario Selection

장비에서 DL CA 를 활성화 하기 위해서, Signaling Configuration 화면에서 Scenario 를 선택해야 합니다. 아래 그림에서는 2 개의 B300 옵션, 4 개의 TRx board 그리고 2 개의 fading board 가 있는 경우에 CMW500 에서 선택 가능한 Scenario 를 보여주고 있습니다. 보유하고 계신 장비의 하드웨어 그리고 소프트웨어 구성에 따라서 하기 메뉴 중 일부는 보이지 않을 수 있습니다.

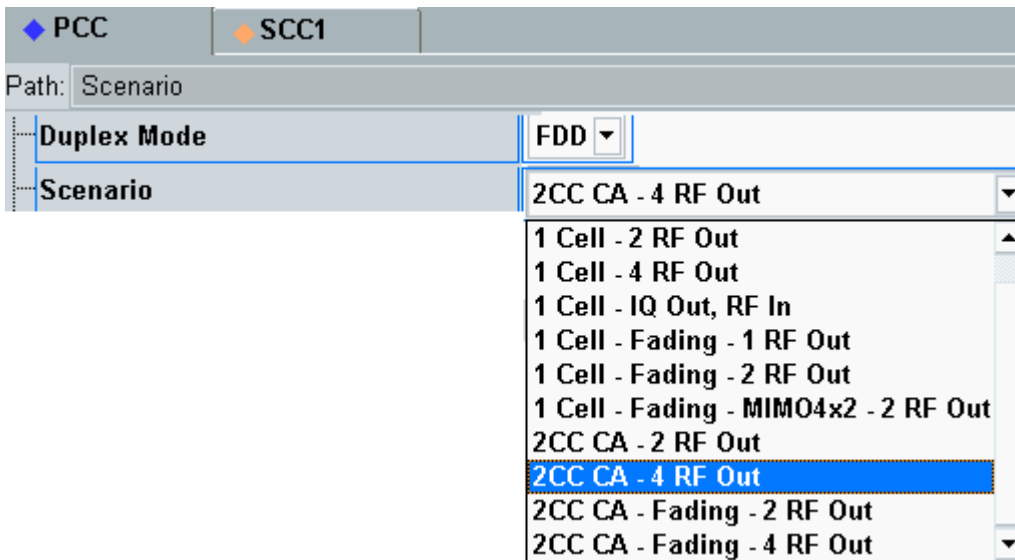


Fig. 1: CA scenario selection.

- 2CC CA – 2 RF Out: 2 개의 component carriers (CC)가 SISO (TM1) 또는 single layer beamforming (TM7) 신호를 송신하는 모드; 두 개의 RF channel 을 가지는 장비가 요구됨
- 2CC CA – 4 RF Out: 각 CCs 가 SIMO (TM1), transmit diversity (TM2), 2x2 MIMO (TM3, TM4), single layer 또는 dual layer beamforming (TM7, TM8)을 송신하는 모드; 4 개의 RF channel 을 가지는 장비가 요구됨.
- 2CC CA – Fading – 2 RF Out: Fading profile 이 2CC CA – 2 RF Out scenarios 에서 활성화 가능한 모드. Fading board 가 필요하며, internal fading profile 을 활성화 하기 위해 KE500 옵션이 요구됨.
- 2CC CA – Fading – 4 RF Out: Fading profile 이 2CC CA – 4 RF Out scenarios 에서 활성화 가능한 모드. Fading board 가 필요하며, internal fading profile 을 활성화 하기 위해 KE500 옵션이 요구됨.

SCC1 tab 의 경우 CA scenario 를 선택하면 자동으로 활성화됩니다.

Secondary CC1 (SCC1)에 대한 설정을 위해서는 SCC1 tab 을 선택해야 합니다. 이 tab 은 Primary CC (PCC)의 설정 화면과 유사합니다.

Scenario 는 LTE Cell 이 ON 상태이거나 OFF 상태에서만 선택이 가능하며, 이 설정은 mobile phone 이 CMW500 에 registered 되고 나면 회색으로 표시 되어 변경이 불가능합니다.

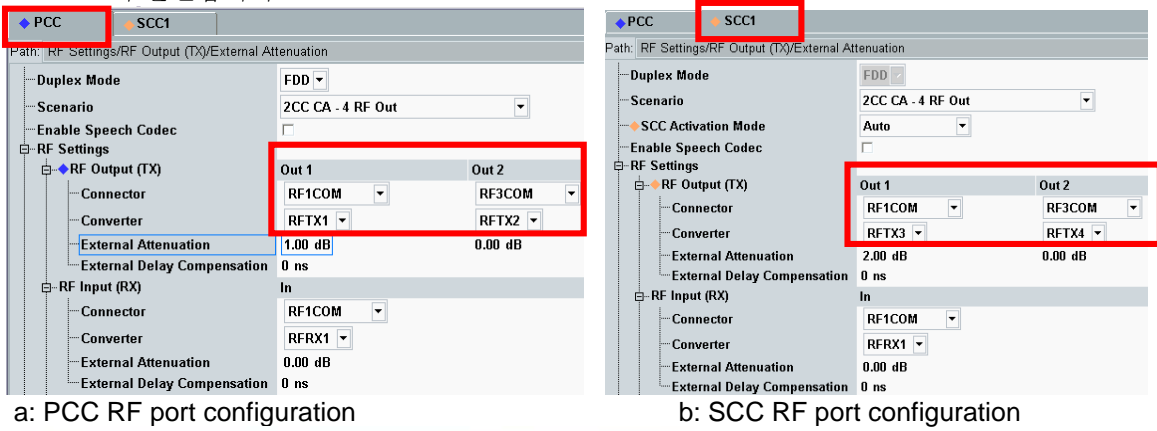
테스트를 위해서는 4 개의 RF channel 을 가지는 CMW 장비를 사용하시길 권장합니다. 2 개의 RF channel 을 가지는 장비를 사용한다면, 모든 receiving antenna 로 신호를 보내기 위해서 외부 splitter 가 필요하며, 이 경우에는 외부 splitter 사용에 따른 attenuation 값을 보상에 주어야 합니다.

1.3.2 RF port selection

CMW500 장비에 Advanced RF frontend(H590D)가 있다면, PCC 와 SCC 는 서로 다른 RF Convertor 를 사용하여 동일한 RF Connector 에서 송신될 수 있습니다. External Attenuation 값은 개별로 설정이 가능합니다.

2CC CA – 2 RF Out scenarios 를 선택하면, 장비의 기본 설정은 PCC 와 SCC 에 대해서 RF1COM port 를 사용합니다.

2CC CA – 4 RF Out scenarios 를 선택하면, 장비의 기본 설정은 PCC 의 경우 RF1COM 과 RF2COM 을 사용하고 SCC 의 경우 RF3COM 과 RF4COM 을 사용합니다. Combined PCC/SCC 안테나가 지원되는 DUT 의 경우 하기 그림에서 제시하는 RF port 설정이 추천됩니다. RF1COM 은 DUT 의 Tx/Rx antenna 에 연결되어야 하며, RF3COM 은 DUT 의 Rx antenna 에 연결합니다.



c: Connecting the CMW500 to a CA DUT with a dual-antenna design

Fig. 2: RF settings for PCC and SCC and the connection setup between CMW500 and DUT.

이 응용 노트는 DL CA 에 대한 테스트만을 설명합니다. 만약 DUT 가 UL CA 를 지원하는 경우, SCC1 의 RF Input (Rx) 부분이 PCC 와는 다른 RF Converter 로 설정되어야 합니다.

1.3.3 SCC Settings

CMW500 의 LTE v3.2.80 펌웨어에서는 동일한 Duplex 모드가 사용되는 한 PCC 와 SCC 의 band 조합에 대한 제한이 없습니다. SCC 의 band, channel, bandwidth 그리고 connection type 은 SCC tab 에서 설정이 가능합니다.

SCC1 Configuration page 에서, *SCC Activation Mode* 를 'Auto'나 'Manual'로 설정합니다. 기본 설정 값은 'Auto.'입니다.

만약 'Manual' 을 선택했다면, SCC on /off, SCC add / delete RRC 그리고, SCC activate / deactivate MAC 설정을 수동으로 설정해야 합니다. Fig. 4 와 Fig. 5 는 이에 대한 버튼과 절차를 보여주고 있습니다. Troubleshooting 의 목적을 제외하고는 'Auto'설정을 사용하기를 권장합니다.

SCC Activation Mode 는 Cell ON 또는 Cell OFF 상태에서만 변경이 가능합니다. 이 설정은 DUT 가 CMW 에 registered 되면 회색으로 변경되어 변경이 불가능합니다.

Throughput 에 대한 테스트를 시작하기 전에 SCC 의 state 는 "MAC Activated"가 되어야 합니다.

Fig. 3 은 SCC 가 connected 된 경우의 LTE signaling 화면을 보여주고 있습니다.

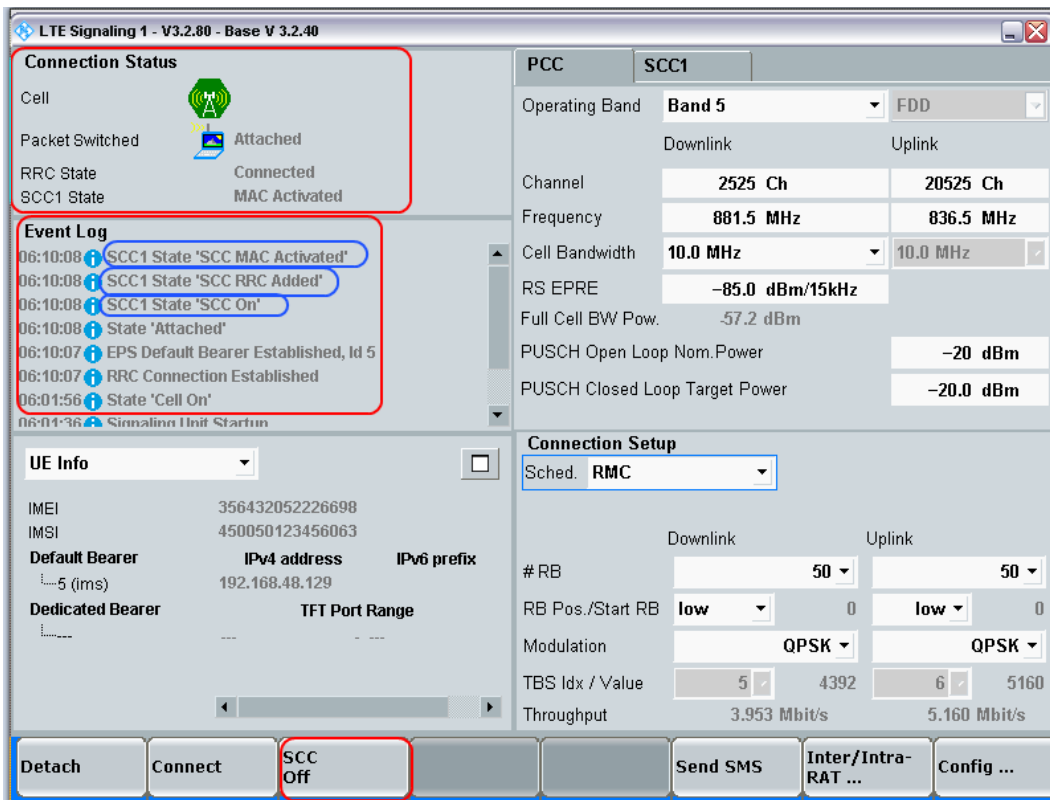


Fig. 3: SCC activated.



Fig. 4: SCC manual activation process.



Fig. 5: SCC manual deactivation process.

1.4 Generic Setup for DL CA

1.4.1 Physical Cell ID

36.521, section 7.1 에 따르면, P-Cell 에 대한 Cell ID = 0, S-Cell 에 대한 Cell ID = 1 이 사용됩니다. 이 설정은 *Physical Cell Setup* 아래에 위치합니다. LTE v3.2.80 의 기본 설정은 스펙의 요구사항에 따라 설정 되어 있습니다.

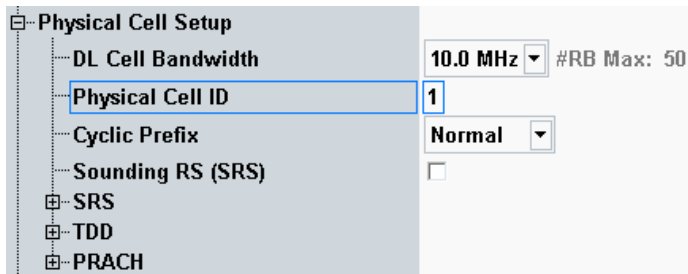


Fig. 6: Physical Cell ID setting.

1.4.2 OCNG

모든 DL CA 테스트에 대해서는 OCNG 가 활성화 되어야 합니다. 이 설정은 *Downlink Power Levels* 아래에서 확인이 가능하며, PCC 와 SCC 에 대해 활성화되어야 합니다.

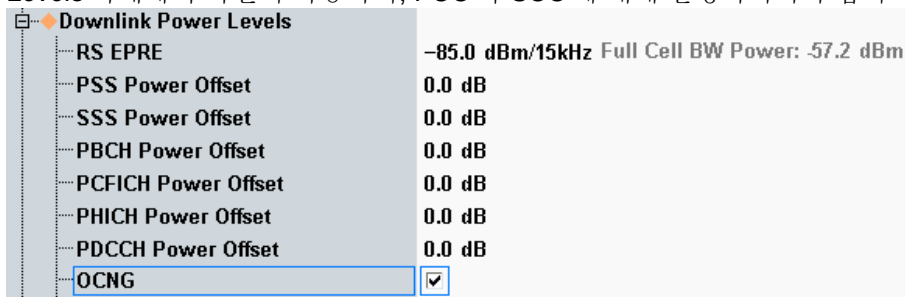


Fig. 7: OCNG activation.

1.4.3 MIMO Settings

MIMO Settings 은 Connection category 에 위치합니다. 테스트에 앞서, 올바른 Transmission Mode 와 DCI Format 이 설정되어야 합니다.

Chapter 7 의 Receiver characteristics 테스트에서는 TM1 이 사용됩니다. Chapter 8 과 9 에서는, 각 test case 별로 설정이 상이하므로, 개별적으로 확인이 필요합니다.

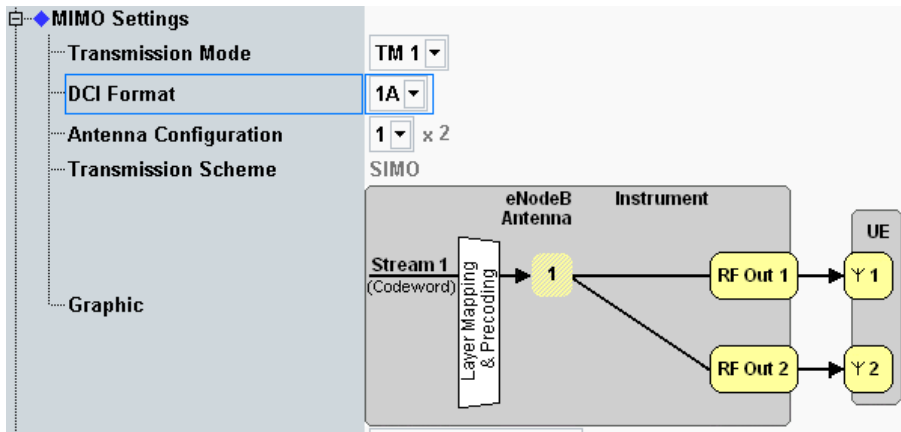


Fig. 8: MIMO settings.

‘2CC CA – 2 RF Out’ scenario 가 선택되었다면, TM1 과 TM8 만 지원됩니다. CMW 에 DUT 가 registered 가 되면, Transmission Mode 와 DCI Format 에 대한 변경은 Duplex 와 Scenario 설정에 따라 제한됩니다. 따라서, DUT 전원을 켜기 전에 Duplex 와 Scenario 를 적절히 설정하길 권장합니다.

1.5 Throughput Measurement

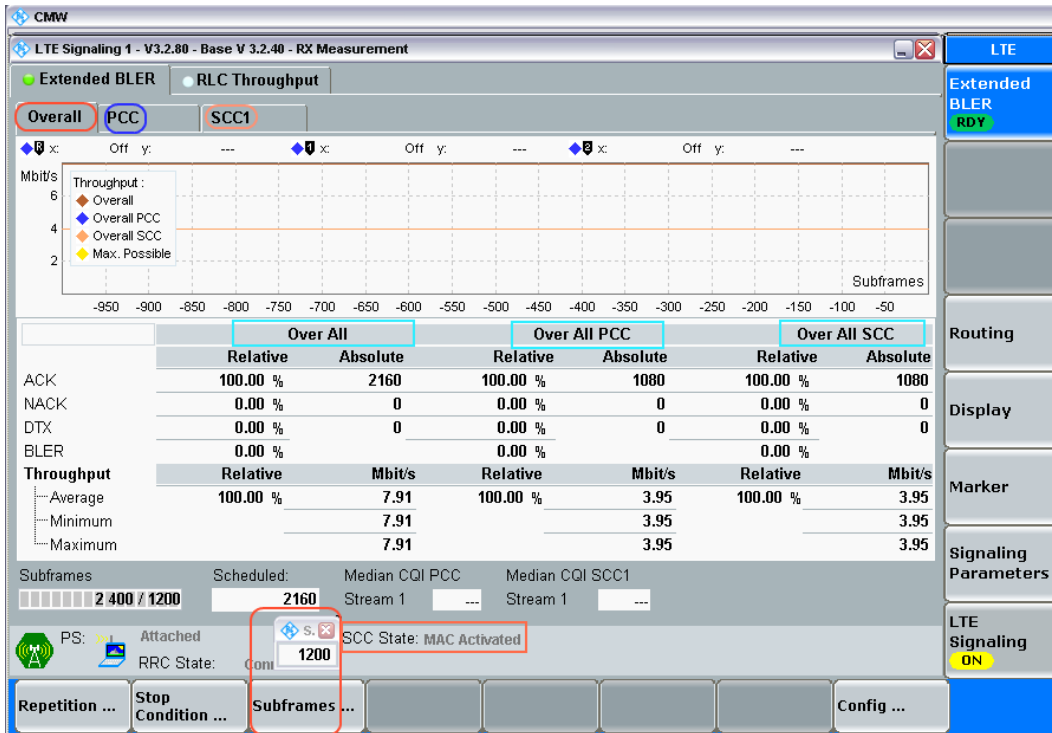


Fig. 9: Extended BLER (throughput) measurement result.

CA throughput 측정 화면은 R8 measurement 화면과 유사하며, Overall, PCC 그리고 SCC tab 에서 자세한 결과 확인이 가능합니다. 결과를 자세히 확인하기 위해 각 tab 을 클릭해 보시기 바랍니다.

1.5.1 BLER Error Ratio Calculation

1.5.1.1 Error Ratio Calculation for Receiver Characteristics

TS 36.521-1 Annex G.2. 에 따르면, CA 에 대한 수신 성능에 대한 error ratio (ER)은 $(NACK + DTX) / (NACK + DTX + ACK)$ 로 표시되며, 이는 G.2 에 정의된 규격을 기반으로 합니다.

에러 율에 대한 공식은 CMW500 의 *LTE RX Meas. Page > Extended BLER > Config* 화면에서 하기 그림과 같이 선택 가능합니다. 기본 설정은 $(NACK + DTX) / (NACK + DTX + ACK)$ 입니다.

수신 성능 테스트에 대해서는 Stop Condition 을 early pass 나 early fail 이 아닌 기본 값 'None'을 선택합니다.

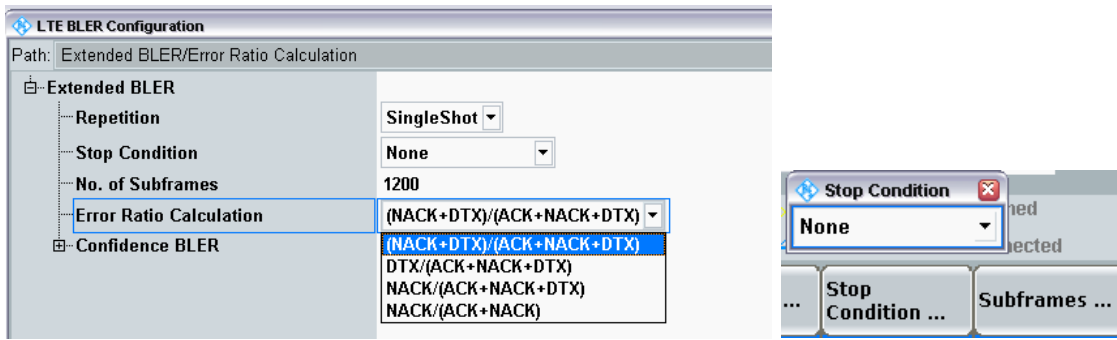


Fig. 10: Error ratio calculation formula.

2 Receiver Characteristics

2.1 Generic Test Description for Receive Tests

Table 1 에 열거된 수신 테스트 아이템들을 이 응용 노트에서 설명합니다. CMW500 은 규격에 따라 시험 항목의 나머지 부분을 지원합니다. 하지만, 이 테스트들은 외부 filter 나 spectrum analyzer 와 같은 장비가 필요하며, 이 짧은 응용 노트에서의 설명 범위를 벗어나므로 여기서는 표시되지 않습니다. 이러한 테스트 들에 대해서 확인이 필요한 경우에는 Rohde-Schwarz 에서 제공되는 pre-conformance / conformance test system 에 대한 내용을 해당 지역의 영업 담당자에게 문의 부탁드립니다.

Table 1: Receiver test cases described in this application note.

	TS 36.521-1 Section	Test case	Additional generator required
1	7.3A	Reference sensitivity level for CA	No
2	7.4A	Maximum input level for CA	No
3	7.5A	Adjacent channel selectivity for CA	Yes/ LTE Signal(4TRx required)
4	7.6.1A	In-band blocking for CA	Yes/ LTE Signal(4TRx required)
5	7.6.3A	Narrowband blocking for CA	Yes/ CW Signal(4TRx required)
6	7.8.1A	Wideband intermodulation for CA	Yes/CW & LTE Signal (4TRx required)

이 장에서 설명되는 측정에 대한 화면은 combined PCC/SCC antenna 를 가지는 CA_3A-5A (10M + 10M) DUT를 기준으로 제공됩니다.

2.1.1 Interference Description

7.5A, 7.6.1A, 7.6.3A 그리고 7.8.1A 에 대한 테스트를 위해서는 LTE signal 이외에 추가적인 interference 신호가 필요하며, 필요한 interference 신호를 생성하는 방법은 여러 가지가 있습니다. 예를 들면, R&S®SMU/SMW/SMBV 와 같은 외부 Generator를 사용하는 방법이 있습니다. 다른 대안으로 외부 장비의 사용을 피하기 위해 CMW500의 third RF channel을 이용하여 interference 신호를 생성하는 방법이 있습니다.

상기에서 설명한 CMW500의 내부 generator를 사용하기 위해서는, 장비의 scenario를 '2CC CA – 2 RF Out'로 설정해야만 가능합니다. 이 설정에서만 3번째 그리고 4번째 RF channel을 interference 신호 생성에 사용할 수 있습니다. 이 경우에 사용자는 LTE 신호와 interference 신호를 합치기 위해 Combiner가 필요하고, 이 뿐 아니라 병합된 신호를 각 DUT의 수신 안테나로 보내주기 위해 splitter가 필요합니다. 스펙에 따른 Power가 DUT의 수신 안테나에 들어갈 수 있도록 CMW500에 셋업 환경에 따른 적절한 RF attenuation 값이 보상되어야 합니다. 이러한 셋업에 대한 예제가 Fig. 11에 보여지고 있습니다. 하지만, 이 셋업은 PCC와 SCC의 안테나가 분리된 경우에는 적용되지 않습니다.

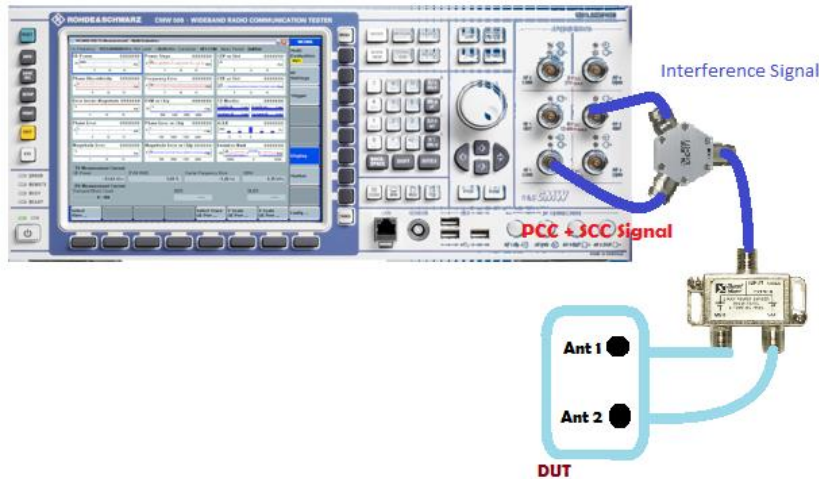


Fig. 11: Setup for testing with an internal interference generator.

각 테스트의 **interference** 신호에 대한 자세한 설정은 개별 테스트 과정에서 설명됩니다. **Test case 7.5A**와 **7.6.1A**에 대한 테스트를 위해서는 CMW500의 GPRF generator (ARB mode)를 사용해야 한다는 것을 기억하시기 바랍니다. 이 말은 다수의 ARB 파일이 필요하다는 의미입니다. 추가로, 사용자 분들은 외부에서 사용되는 **Combiner**에 따라서 **cable-loss**에 대한 보상이 이루어져야 하므로 이에 대한 주의를 부탁드립니다.

7.8.1에 대한 테스트를 위해서는 2 개의 **interference** 신호가 필요합니다. 하나는 **CW** 신호이고, 다른 하나는 **ARB** 신호입니다. 이 말은 2 개의 **interference** 신호와 **LTE** 신호 총 4 개의 **RF** 신호가 생성되어야 한다는 의미입니다. 따라서, 4 개의 **TRx** 채널을 가진 **CMW500** 만이 이 테스트를 수행할 수 있습니다.

각각의 **CA configuration**에 따른 **Interference** 신호에 대한 주파수 정보는 **CMWRun**의 **Demo mode** 또는 실제 실행 시 확인이 가능합니다.

2.1.2 Uplink Power Settings

수신 테스트에 대한 일반적인 노트에서는, “**Transmitter** 는 **Clause 6.2.5A** 에 정의된 대로 P_{CMAX_L} 또는 $P_{CMAX_L_CA}$ 보다 **4dB** 낮게 설정되어야 합니다.”라고 명시하고 있습니다. P_{CMAX_L} 는 **DL CA** 만 지원하는 **DUT** 에 적용되며, $P_{CMAX_L_CA}$ 는 **DL CA** 와 **UL CA** 가 지원되는 **DUT** 에 적용됩니다.

DL CA 만 지원하는 **DUT** 의 경우, **UE transmission** 에 대한 **uplink power** 에 대한 계산식은 **R8** 의 요구 조건과 동일합니다. **CA** 에 대한 **TS 36.521-1 receiver** 테스트는 모든 **band**, **uplink RB** 의 수에 대해서 **TS 36.521-1, Table 6.2.3.3-1** 의 **1dB Maximum power reduction** 을 만족합니다. P_{CMAX_L} 는 **additional maximum power reduction** 이 적용되지 않는다면 **22 dBm** (또는 **HPUE** 의 경우 **30 dBm**) 입니다. **TS 36.521-1, Table 6.2.2.3-1** 의 **Notes 2,5,6** 은 적용하지 않습니다.

UL CA 도 지원하는 **DUT** 의 경우, **TS 36.521-1, Table 6.2.3A.x.3-1** 의 **Power reduction** 이 적용됩니다. (x 의 경우 **section 1.1** 의 **DL CA** 의 내용을 참조합니다).

DL CA 만 지원하는 **DUT** 의 경우 **1CM94** 에 언급된 것처럼 **close loop power** 설정을 사용합니다. **Close loop power** 설정은 캐리어 주파수가 $f \leq 3.0\text{GHz}$ 인 경우 ($P_{CMAX_L} - 4 - 1.7$) 이고, 캐리어 주파수가 $3.0\text{GHz} < f \leq 4.2\text{GHz}$ 인 경우 ($P_{CMAX_L} - 4 - 2$) 입니다.

2.1.3 Filter Coefficient Setting

Filter coefficient 설정은 모든 수신 테스트에 대해 'fc8'로 설정합니다. 이 설정은 하기 화면과 같이 Connection 에서 변경이 가능합니다.

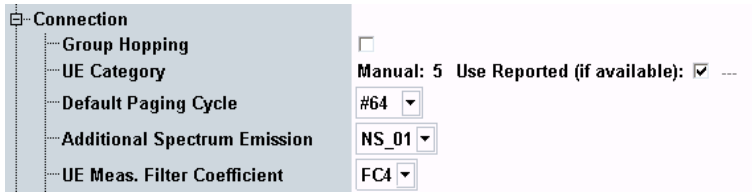


Fig. 12: Filter coefficient setting.

2.1.4 Uplink Resource Block Allocation

만약 DUT 가 UL CA 를 지원하지 않는다면, UL resource block 설정은 TS 36.521-1, Table 7.3.5-2 를 따릅니다.

만약 DUT 가 UL CA 를 지원한다면, 관련 test case 의 Test 설정에 따라 설정합니다.

2.2 Reference Sensitivity Level for CA (TS 36.521-1, 7.3A.x)

이 테스트의 목적은 낮은 신호 레벨, 이상적인 전파 환경 그리고 noise 가 없는 조건의 reference measurement channel 에서 특정한 평균 throughput 을 수신할 수 있는지에 대한 UE 의 능력을 테스트 하는 것입니다.

이러한 조건에서 throughput 요구 사항을 만족하지 못하는 UE 는 e-NodeB 의 유용한 coverage 를 감소시키게 됩니다.

2.2.1 Test Description

이 테스트의 목적은 QPSK modulation 과 DL full RB 가 할당된 경우에 sensitivity level 를 확인하는 것입니다.

모든 CA band class 조합에 대한 minimum conformance 요구 조건은 TS 36.521-1, Chapter 7.3A.1.3 에 정의되어 있습니다. 해당 테스트에 대한 최소 sample 수는 TS 36.521-1, Annex G.2A 에 정의되어 있습니다. (1003 per CC)

일반적으로, cell full bandwidth (BW) power 는 하기 식을 따라야 합니다. 특정 CA 조합에 대해서는 예외 조건이 허용되며, 이 예외 조건은 TS 36.521-1, Tables 7.3A.1.3-0a 와 7.3A.1.3-0b 에 정의되어 있습니다. 새로운 버전에서는 더 많은 예외 조건이 포함될 수 있습니다.

$$P_{REFSENS_CA} = P_{REFSENS_RB} - \Delta RIB, c \quad \text{----- Equation 1}$$

Where

- P_{refsen_RB} refers to 3GPP TS 36.521-1, Table 7.3.5-1.

- $\Delta RIB, c$ refers to 3GPP TS 36.521-1, Tables 7.3A.1.3-0 and 7.3A.1.3-2.

만약 CA configuration 이 table 에 포함되어 있지 않다면 이 값은 0 입니다.

특정한 CA configuration 에 대해서는 network signalling value 가 하기 table 과 같이 적용되어야 합니다. 이 network signaling value 는 PCC 가 하기 table 의 Uplink band 에 사용되는 경우에만 적용되어야 합니다. 다른 모든 경우에 대해서 이 값은 NS_01 이 사용됩니다. e.g., CA_4A-12A 조합에서, PCC 에 band 12 가 사용되고, SCC 에 band4 가 사용되는 경우에만 PCC 의 network signaling value 가 “NS_06” 이 사용되고, PCC 가 band 4 이고, SCC 가 band 12 인 경우에는 PCC 의 network signaling value 가 “NS_01”이 사용됩니다.

각각의 CA configuration 에 대한 UL resource 할당은 TS 36.521-1 TC7.3A.x.4 의 Test Description 에 정의되어 있습니다. 이것은 일반적으로 Table 7.3.3-2 를 따릅니다.

Table 2: Summary of network signalling (NS) settings for specified CA configuration.

E-UTRA CA Configuration	Uplink Band	Network Signalling value
CA_4A-12A	12	NS_06
CA_4A-17A	17	NS_06
CA_2A-29A	2	NS_03

2.2.2 Test Procedure

일반적인 test 조건과 설정에 대해서는 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조하시기 바랍니다.

- Step 1.** CMW500 Preset 실행
- Step 2.** Duplex mode 설정
- Step 3.** 만약 DUT 가 PCC 와 SCC 에 대해 combined antenna 를 지원한다면, DUT 를 Fig. 2 와 같이 연결하고, Scenario 를 Fig. 11 와 같이 “2CC CA – 4 RF Out” 또는 “2CC CA – 2 RF Out” 으로 설정합니다. 만약 DUT 가 분리된 PCC 와 SCC antenna 를 사용한다면, 각 RF port 를 DUT 의 antenna 로 개별 연결하고, connection 을 위한 적절한 scenario 를 선택합니다.
- Step 4.** RF Output Connector/Converter 그리고, RF Input Connector/Converter 를 이에 따라 설정합니다.
- Step 5.** 각 port 와 cell 에 대해서 올바른 External Attenuation 값을 입력합니다.
- Step 6.** Transmission Mode 를 ‘TM1’로 설정하고, DCI Format 을 ‘1A’로 설정합니다.
- Step 7.** Table 2 에 명시된 것에 따라 PCC 의 Network Signaling value 를 설정합니다. 이 테이블에 정의되지 않은 밴드에 대해서는 “NS_01” 을 사용합니다. (e.g. CA_3A-5A).
- Step 8.** LTE cell 을 활성화 합니다. UE 의 전원을 켜서 UE 가 network 에 attach 되도록 합니다. 이후에, connection established 상태를 만들기 위해 Connect 버튼을 누릅니다.
- Step 9.** PCC 와 SCC 에 대한 Cell Bandwidth, DL Channel, Downlink and Uplink #RB, Modulation 그리고, RB Pos./Start RB 를 설정합니다. (defined in TS 36.521-1 7.3A.x.4.1 Initial conditions where x represents the number used for various types of CA configurations).
- Step 10.** Active TPC Setup 을 Max Power 로 설정하여 UE 가 Maximum Power 를 송신하도록 설정합니다.
- Step 11.** OCNG 를 활성화합니다. 이것은 DUT 전원을 켜기 전에 설정이 가능합니다.
- Step 12.** LTE RX Meas. 화면으로 이동한 후, 스펙에 따라서 Subframes >= 1200 (1200 은 1003 보다 크게 CMW500 에서 설정 가능한 가장 낮은 수임) 으로 설정합니다.

Step 13. PCC 와 SCC 에 대해 $P_{REFSENS_CA}$ 에 기반하여 계산된 DL EPRE 값을 ($P_{REFSENS_CA} = P_{REFSENS_RB} - \Delta RIB, c$ ----- Equation 1) 값을 설정합니다. $P_{REFSENS_CA}$ 값은 PCC 또는 SCC 에 대한 total cell power 라는 것을 유의하시기 바랍니다. 이 값은 RS EPRE (reference signal energy per resource element)와 고정된 상관 관계를 가집니다. 그 관계는 하기와 같습니다.:

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

N_RE 는 resource elements의 수이고($12 * [\text{number of RBs}]$), RBs의 수는 DL PCC/SCC cell bandwidth에 따라 결정됩니다.

예를 들어, Band 3 의 10 MHz bandwidth 조건에서 $P_{REFSENS} = -93.3\ dBm$ 를 설정하기 위해서는 RS EPRE 가 $-121.1\ dBm$ 으로 설정되어야 합니다. ($-93.3\ dBm - 10 * \log_{10}(600) = -121.1\ dBm$)

이러한 조건 하에서 throughput을 측정합니다. 이 예제에서는 throughput이 $7.91\ Mbps$ 이고, 이는 RMC 설정에 따라 scheduled된 throughput을 100% 만족합니다. 물론 이 결과는 측정 화면에서 바로 확인이 가능합니다.

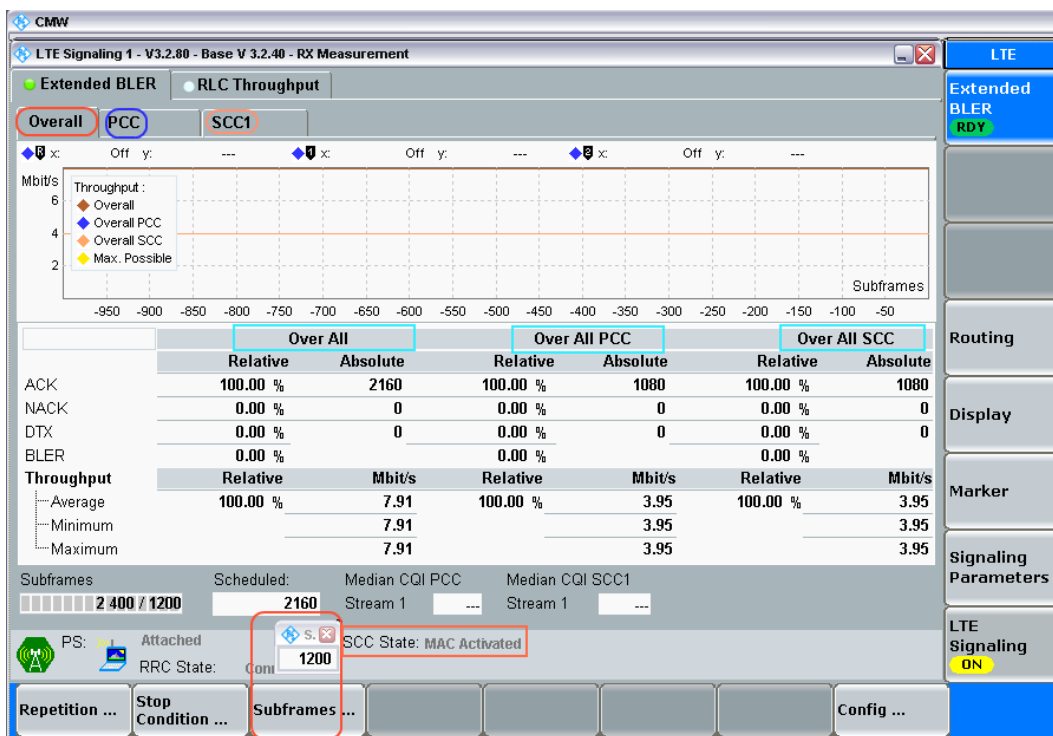


Fig. 13: Measurement screen of the block error rate (BLER) test for reference sensitivity testing.

2.2.3 Test Requirements

측정된 throughput 결과 값은 TS 36.521-1, Table 7.3A.x.5-1 에 따라 설정된 최대 throughput 대비 95% 이상이 측정되어야 합니다.

2.3 Maximum Input Level for CA (TS 36.521-1, 7.4A)

이 테스트의 목적은 높은 신호 레벨, 이상적인 전파 환경 그리고 noise 가 없는 조건의 reference measurement channel 에서 UE 가 특정한 평균 throughput 을 수신할 수 있는지에 대한 UE 의 능력을 테스트 하는 것입니다
이러한 조건에서 throughput 요구 사항을 만족하지 못하는 UE 는 e-NodeB 의 유용한 coverage 를 감소시키게 됩니다.

2.3.1 Test Description

이 테스트는 PCC 와 SCC 에 대해 64 QAM modulation 과 DL full RB 할당 조건에서 수행됩니다. Bandwidth, frequency 그리고 UL RB 할당에 대한 자세한 RMC 설정 값들은 TS 36.521-1, Table 7.4A.x.4.1-1 에 정의되어 있습니다.

Carrier aggregation 에서, UE maximum input level 은 UE antenna 에서 수신되는 평균 전력을 의미하며, 각각의 component carrier 는 reference measurement channel 에 정의된 최소 요구 조건을 만족해야 합니다. 요약하면, class A 와 C UE 는 모든 CCs 에 대한 DL transmitting cell power 가 -22.7dBm 으로 설정됩니다. Inter-band DL CA 의 경우에는, DL transmitting cell power 가 각 CC 에 대해 -25.7dBm 입니다. Bandwidth class B UE 의 경우에는, 모든 CCs 에 대한 DL Cell Power 가 -25.7dBm 입니다.

UE transmitter power 는 Clause 6.2.5A 에 정의된 것처럼 P_{CMAX_L} or $P_{CMAX_L_CA}$ 보다 4dB 낮아야 합니다. 이에 따라 section 2.1.2 에서 CMW500 close loop power 설정에 대한 내용이 설명되어 있습니다.

2.3.2 Test Procedure

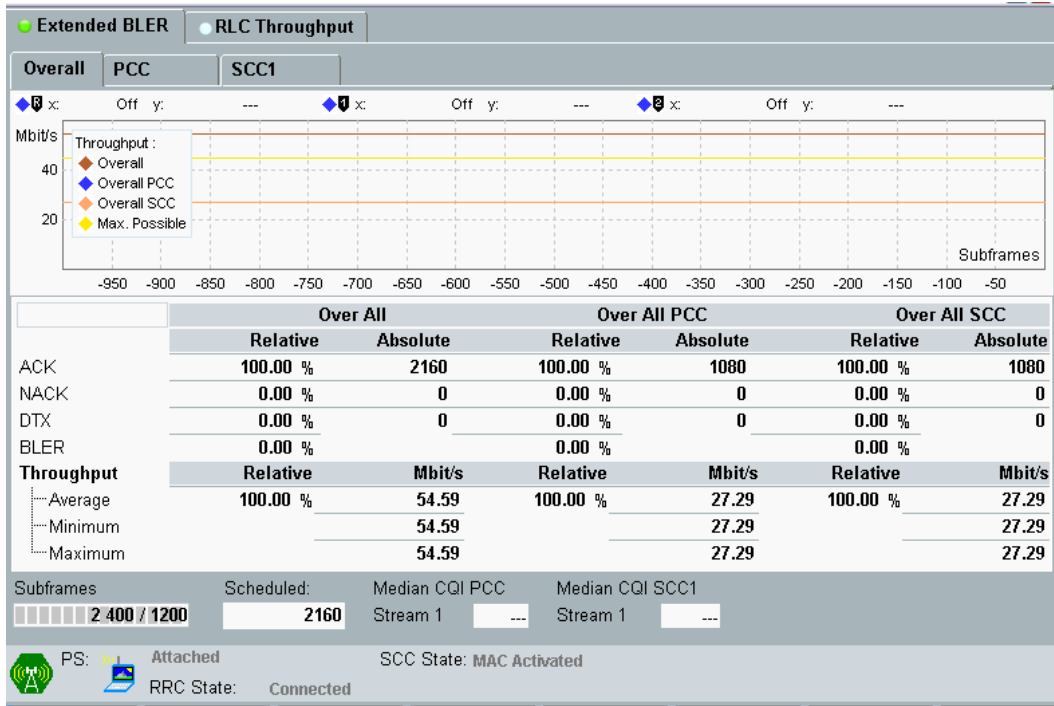
일반적인 test 조건과 설정에 대해서는 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조하시기 바랍니다.

- Step 1.** CMW500 Preset 실행
- Step 2.** Duplex Mode 설정
- Step 3.** 만약 DUT 가 PCC 와 SCC 에 대해 combined antenna 를 지원한다면, DUT 를 Fig. 2 와 같이 연결하고, Scenario 를 Fig. 11 과 같이 "2CC CA – 4 RF Out" 또는 "2CC CA – 2 RF Out" 으로 설정합니다. 만약 DUT 가 분리된 PCC 와 SCC 안테나를 사용한다면, 각 RF port 를 DUT 의 antenna 로 개별 연결하고, connection 을 위한 적절한 scenario 를 선택합니다.
- Step 4.** RF Output Connector/Converter 와 RF Input Connector/Converter 를 이에 따라 설정합니다.
- Step 5.** 각 power 와 cell 에 대해서 올바른 External Attenuation 값을 입력합니다.
- Step 6.** Transmission Mode 를 'TM1' 으로 설정하고, DCI Format 을 '1A' 로 설정합니다.
- Step 7.** LTE cell 을 활성화합니다. LTE UE 전원을 켜서 UE 가 network 에 attach 되도록 합니다. 이후에, connection established 상태를 만들기 위해서 Connect 버튼을 누릅니다.
- Step 8.** PCC 와 SCC 에 대한 Cell Bandwidth, DL Channel, Downlink and Uplink #RB, Modulation 그리고, RB Pos./Start RB 를 설정합니다. (defined in TS 36.521-1 7.4A.x.4.1 Initial conditions where x represents the number used for various types of CA configurations).
- Step 9.** Active TPC Setup 을 Close Loop 로 설정하고, Closed Loop Target Power 를, 16.3dBm (Section 2.1.2 에 따라 계산된) 으로 설정하여 UE power 가 요구되는 범위에 들어오도록 합니다.
- Step 10.** OCNG 를 활성화합니다. 이 과정은 DUT 전원을 On 하기 전에 설정 가능합니다.

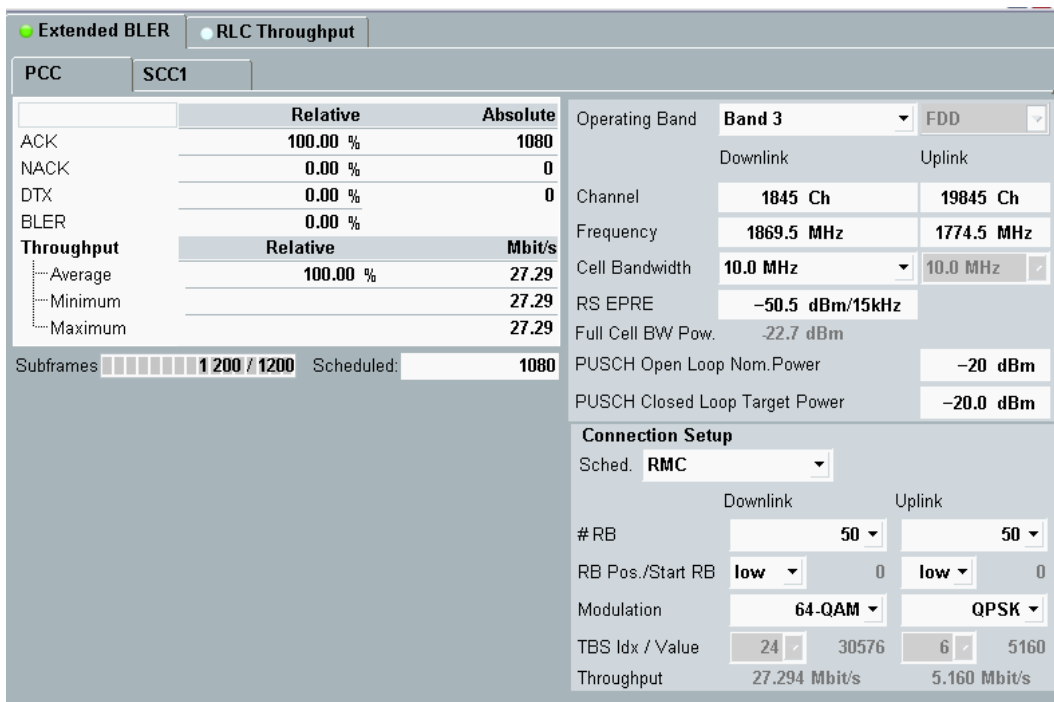
Step 11. LTE RX Meas. 화면으로 이동한 후, 스펙에 따라서 *Subframes* ≥ 1200 (1200 은 1003 보다 크게 CMW500 에서 설정 가능한 가장 낮은 수임)으로 설정합니다.

Step 12. DL RS EPRE 를 조정하여, PCC 와 SCC 에 대한 *Full Cell BW Pow.* 가 -25.7dBm (*RS EPRE = -50.5dBm/15kHz* for 10M BW)이 되도록 설정합니다.

이 조건에서 *throughput*을 측정합니다. 이 예제에서는, *throughput*은 54.59Mbps 이고, 이는 RMC 설정에서 계산된 *throughput*을 100% 만족합니다. *Throughput* 결과는 측정 화면에서 바로 확인이 가능합니다.



a. Full screen view for throughput



b. Full screen view for BLER

Fig. 14: Measurement screen of the block error rate (BLER) test for maximum input level testing.

2.3.3 Test Requirements

측정된 throughput 결과 값은 TS 36.521-1, Table 7.4A.x.5-1 에 따라 설정된 최대 throughput 대비 95% 이상이 측정되어야 합니다.

2.4 Adjacent Channel Selectivity for CA (TS 36.521-1, 7.5A)

CA 에 대한 Adjacent channel selectivity 테스트는 정의된 reference measurement channel 에서 UE 가 주어진 평균 throughput 을 수신할 수 있는지에 대한 성능을 테스트하는 것입니다. 이 테스트는 할당된 center 주파수로부터 특정한 offset 이 주어진 주파수 대역에 adjacent channel 이 존재하는 경우에 대한 테스트이며, Noise 가 추가되지 않는 상태의 이상적인 전파 환경에서 테스트 됩니다.

이러한 조건에서 throughput 요구 조건을 만족하지 못하는 UE 는 다른 e-NodeB 송신기가 인접 채널에 존재할 때 유효한 coverage 를 줄이게 됩니다.

2.4.1 Test Description

이 테스트는 PCC 와 SCC 에 대해서 QPSK modulation 과 DL full RB 조건에서 수행됩니다. Bandwidth, frequency, 그리고, UL RB 할당에 대한 자세한 RMC 설정 값들은 TS 36.521-1, Table 7.5A.x.4.1-1 에 정의되어 있습니다. Interference 신호는 modulated LTE 신호입니다.

Inter-band CA 의 경우, 간섭 신호에 대한 설정은 TS 36.521-1, Section 7.5A.3.5 에 기술된 것처럼 SCC 에 상대적입니다. Case 1 의 경우, Interferer power 는 $P_{REFSENS_CA_SCC} + 45.5$ 입니다. ($P_{REFSENS_CA_SCC}$ 는 $P_{REFSENS_CA} = P_{REFSENS_RB} - \Delta RIB, c$ ----- Equation 1 에 따라 계산됨) 간섭 신호의 주파수 설정에 대한 자세한 내용은 TS 36.521-1, Tables 7.5A.3.5-2 과 7.5A.3.5-3 에 기술되어 있습니다.

Intra-band Contiguous CA 의 경우, 간섭 신호의 주파수는 downlink 신호의 양쪽에 인접하는 채널입니다. 그 주파수는 정해진 주파수 offset 을 가지며, 간섭 신호의 power 는 Case 1 의 경우 전체 aggregated power 에 상대적입니다. Power level 은 Case 1 의 경우 Aggregated Power + 22.5 dB 입니다. 주파수 offset 은 Table 3 과 같이 인접한 CC 에 의존하여 계산됩니다.

Table 3: Interference frequency settings.

Rx Parameter	Units	Channel Bandwidth (SCC for inter-band CA or adjacent CC for intra-band contiguous CA)					
		1.4 MHz	3 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
BW _{Interferer}	MHz	1.4	3	5	5	5	5
F _{Interferer} (offset from SCC for inter-band CA or adjacent CC for intra-band contiguous CA)	MHz	1.4+0.0025 / -1.4-0.0025	3+0.0075 / -3-0.0075	5+0.0025 / -5-0.0025	7.5+0.0075 / -7.5-0.0075	10+0.0125 / -10-0.0125	12.5+0.0025 5 / -12.5-0.0025

Intra-band noncontiguous CA 에 대한 간섭 신호 주파수에 대한 자세한 내용은 아직 정의되지 않았습니니다.

Case 1의 경우, UE transmitter power는 Clause 6.2.5A에 정의된 것처럼 P_{CMAX_L} or $P_{CMAX_L_CA}$ 보다 4dB 낮아야 합니다. Close loop power 설정 부분은 section 2.1.2에 설명되어 있습니다.

Case 2의 경우, UE transmitter power는 Clause 6.2.5A에 정의된 것처럼 P_{CMAX_L} or $P_{CMAX_L_CA}$ 보다 24dB 낮게 설정되어야 합니다.

간섭 신호 offset은 1CM94 TC7.5 test description에 규정된 것을 참조하여 주시길 부탁드립니다.

Section 2.1.1은 DUT를 CMW500에 연결하는 절차를 설명하고 있습니다.

Case 1의 경우, DL cell power는 각 CC에 대해서 $P_{REFSENS_CA}+14$ 입니다. ($P_{REFSENS_CA}$ 는 $P_{REFSENS_CA} = P_{REFSENS_R8} - \Delta RIB, c$ ----- Equation 1에 의거하여 계산된 CC cell power임)

2.4.2 Test Procedure

일반적인 테스트 조건들과 설정에 대해서는 이 응용 노트의 Section 2.1을 참조하시기 바랍니다.

간섭 시호 설정에 대한 자세한 내용은, 이 응용 노트의 Section 2.1.1을 참조하시기 바랍니다.
자세한 간섭 신호 설정에 대한 내용은 Fig. 15과 같습니다.

CMW500의 Preset이 완료된 이후에,

1. 간섭 신호에 대한 설정:

- a. *General Purpose RF Generator 1* 활성화
- b. 올바른 routing 과 attenuation 을 설정
- c. Waveform 파일 불러오기:

Baseband Mode 를 ARB 로 설정

설정된 Bandwidth 에 따라서 간섭 신호에 대한 waveform 을 불러옵니다. R8 수신 성능 테스트를 위해서 세 개의 License 가 없는 간섭 신호 waveform 이 이용되며, 이 waveform 은 1CM94 application note 를 참조하여 다운로드가 가능합니다.

I_B014_free.wv – Bandwidth = 1.4 MHz

I_B030_free.wv – Bandwidth = 3 MHz

I_B050_free.wv – Bandwidth = 5 MHz

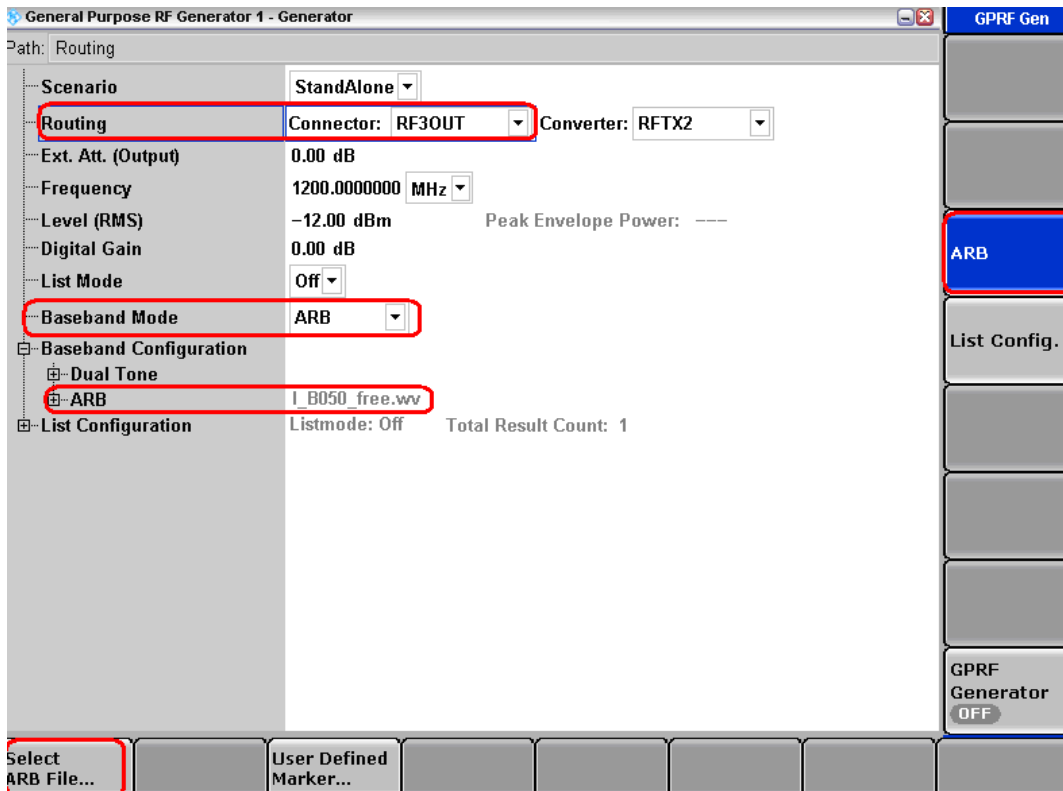


Fig. 15: Interference signal settings.

2. LTE signalling 을 설정하고 테스트를 시작하기:

- Step 1. Duplex Mode 설정.
- Step 2. 만약 DUT 가 PCC 와 SCC 에 대해 combined antennas 를 지원한다면, DUT 를 Fig. 11 과 같이 연결하고, Scenario 를 “2CC CA – 2 RF Out” 으로 설정합니다.
- Step 3. RF Output Connector/Converter 와 RF Input Connector/Converter 를 이에 따라 설정합니다.
- Step 4. 각 Port 와 cell 에 대한 올바른 External Attenuation 값을 입력합니다.
- Step 5. Transmission Mode 를 ‘TM1’ 으로 설정하고, DCI Format 을 ‘1A’ 로 설정합니다.
- Step 6. LTE cell 을 활성화 합니다. UE 전원을 켜서 UE 가 network 에 attach 되도록 합니다. 이후에, Connection established 상태를 만들기 위해 Connect 버튼을 누릅니다.
- Step 7. PCC 와 SCC 에 대한 Cell Bandwidth, DL Channel, Downlink and Uplink #RB, Modulation 그리고 RB Pos./Start RB 를 설정합니다. (TS 36.521-1 7.5A.x.4.1 Initial conditions where x represents the number used for various types of CA configurations).
- Step 8. Active TPC Setup 을 Close Loop 로 설정하고, Closed Loop Target Power 를 16.3dBm (Section 2.1.2 에 의해 계산된)으로 설정하여 UE power 가 요구되는 범위에 위치하도록 설정합니다.
- Step 9. OCNG 를 활성화합니다. 이 과정은 DUT 전원을 On 하기 전에 설정 가능합니다.
- Step 10. LTE RX Meas. 화면으로 이동 후, 스펙에 따라서 Subframes >= 1200 (1200 은 1003 보다 크게 설정 가능한 가장 낮은 수) 으로 설정합니다.
- Step 11. GPRF Generator 1 으로 이동 후, 올바른 Frequency 와 Level(RMS) 을 설정하고, 신호를 켭니다.
- Step 12. PCC 와 SCC 에 대한 DL RS EPRE 를 조정하여, Full Cell BW Pow. 가 PREFSENS_CA + 14 dB 가 될 수 있도록 설정합니다.
- Step 13. 이러한 조건에서의 throughput 을 측정합니다. 측정 화면에 대한 예로는 Fig. 14 를 참조하시기 바랍니다.

- Step 14.** *GPRF Generator 1*의 *Frequency*를 변경하여 측정을 다시 수행합니다. 이것으로 **Test Case 1**을 수행한 것입니다.
- Step 15.** *GPRF Generator 1*의 *Level*을 -25dBm 으로 설정하고, *LTE DL RS EPRE*를 조정하여 PCC와 SCC에 대한 *Full Cell BW Pow.*가 요구된 cell power (-56.5dBm for Inter-band CA)가 되도록 설정합니다.
- Step 16.** 이러한 조건에서의 throughput을 측정합니다. 측정 화면에 대한 예로는 Fig. 14를 참조하시기 바랍니다.
- Step 17.** *GPRF Generator 1*의 *Frequency*를 변경하여 측정을 다시 수행합니다. 이것으로 **Test Case 2**를 수행한 것입니다.

2.4.3 Test Requirements

측정된 throughput은 TS 36.521-1, Tables 7.5A.x.5-2 and 7.5A.x.5-3에 기술된 설정에서 최대 throughput 대비 95% 이상의 throughput이 측정되어야 합니다.

2.5 In-Band Blocking for CA (TS 36.521-1, 7.6.1A)

In-band blocking은 UE 수신 band 기준 위/아래 15MHz 범위 내에 원하지 않는 간섭 신호가 있는 경우에 대해 정의되어 있습니다. 이 범위 내에서 정해진 측정 채널에 대한 throughput 결과가 요구 조건을 만족해야 합니다.

In-band blocking에 대한 성능이 보장되지 않는 경우 다른 e-NodeB transmitter가 존재하는 경우 유효한 coverage를 감소시킵니다. (주변 채널과 spurious response 부분은 제외).

2.5.1 Test Description

이 테스트는 PCC와 SCC에 대해 QPSK modulation과 DL full RB 할당 조건에서 수행됩니다. Bandwidth, frequency, 그리고, UL RB 할당에 대한 자세한 RMC 설정 값들은 TS 36.521-1, Table 7.6.1A.x.4.1-1에 정의되어 있습니다.

이 테스트에 사용되는 Interference 신호는 LTE 신호이며, Interference 신호에 대한 설정은 TS 36.521-1, Tables 7.6.1A.x.5-1과 7.6.1A.x.5-2에 정의되어 있습니다. Interference 신호의 주파수는 UE 수신 band의 $\pm 15\text{MHz}$ 내에서 여러 테스트 포인트로 설정되어야 하며, 이는 R8의 TC7.6.1과 동일한 테스트 컨셉을 가집니다. 테스트 포인트 간의 주파수 차이는 interferer의 bandwidth와 동일해야 합니다.

Inter-band CA와 intra-band contiguous CA에 대한 설명에 약간의 차이는 있지만, interferer 신호의 주파수 offset 적용에 대한 원리는 동일합니다.

UE의 송신 power는 Clause 6.2.5A에 정의된 것처럼 P_{CMAX_L} 또는 $P_{\text{CMAX}_L, \text{CA}}$ 보다 4dB 낮게 설정해야 합니다. 이에 대해 section 2.1.2에 CMW500의 close loop power 설정에 대한 내용이 설명되어 있습니다.

각 CC에 대한 DL cell power는 $P_{\text{REFSENS}_\text{CA}}$ 에 TS 36.521-1, Table 7.6.1A.x.5-1에 정의된 channel bandwidth에 따른 정해진 값이 더해져서 입력되어야 합니다. (where $P_{\text{REFSENS}_\text{CA}}$ is the calculated CC cell power derived from $P_{\text{REFSENS}_\text{CA}} = P_{\text{REFSENS}_\text{R8}} - \Delta\text{RIB}, \text{C}$ ----- Equation 1)

Table 4: In-band blocking parameters for intra-band contiguous CA (source: TS 36.521-1, Table 7.6.1A.1.5-1, Table 7.6.1A.1.5-2).

Rx Parameter	Units	CA Bandwidth Class				
		B	C	D	E	F
Power per CC in aggregated transmission bandwidth configuration	dBm	REFSENS + CA Bandwidth Class Specific Value Below				
			12			
BW _{Interferer}	MHz		5			
F _{offset, case 1}	MHz		7.5			
F _{offset, case 2}	MHz		12.5			

CA Configuration	Parameter	Unit	Case 1	Case 2
		P _{Interferer}	dBm	-56
	F _{Interferer}	MHz	=-F _{offset} - F _{offset, case 1} & =+F _{offset} + F _{offset, case 1}	≤-F _{offset} - F _{offset, case 2} & ≥+F _{offset} + F _{offset, case 2}
CA_1C, CA_7C, CA_38C, CA_39C, CA_40C, CA_41 C	F _{Interferer} (Range)	MHz	(Note 2)	F _{DL_low} - 15 to F _{DL_high} + 15
<p>Note 1: For certain bands, the unwanted modulated interfering signal may not fall inside the UE receive bandwidth within the 15 MHz below or above the UE receive band.</p> <p>Note 2: For each carrier frequency, the requirement is valid for two frequencies: a. Carrier frequency -F_{offset} - F_{offset, case 1} b. Carrier frequency +F_{offset} + F_{offset, case 1}</p> <p>Note 3: F_{offset} offset from the frequency of the adjacent CC being tested to the edge of aggregated channel bandwidth.</p> <p>Note 4: The F_{interferer} (offset) is relative to the frequency of the adjacent CC being tested should be further adjusted to $\lfloor F_{interferer} / 0.015 + 0.5 \rfloor 0.015 + 0.0075$ MHz to be offset from the sub-carrier raster for interferer signal above the wanted signal and adjusted to $\lfloor F_{interferer} / 0.015 + 0.5 \rfloor 0.015 - 0.0075$ MHz to be offset from the sub-carrier raster for interferer signal below the wanted signal.</p>				

Table 5: In-band blocking parameters for inter-band CA (source: TS 36.521-1, Table 7.6.1A.3.5-1, Table 7.6.1A.3.5-2).

Rx Parameter	Units	Channel Bandwidth					
		1.4 MHz	3 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
Power in transmission bandwidth configuration for each CC	dBm	REFSENS + Channel Bandwidth Specific Value Below					
		6	6	6	6	7	9
BW _{Interferer}	MHz	1.4	3	5	5	5	5
F _{offset, case 1}	MHz	2.1+0.0125	4.5+0.0075	7.5+0.0125	7.5+0.0025	7.5+0.0075	7.5+0.0125
F _{offset, case 2}	MHz	3.5+0.0075	7.5+0.0075	12.5+0.0075	12.5+0.0125	12.5+0.0025	12.5+0.0075

E-UTRA SCC Band	Parameter	Unit	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
		P _{Interferer}	dBm	-56	-44	-30
	F _{Interferer} (offset from SCC)	MHz	=-BW/2 - F _{offset, case 1} & =+BW/2 + F _{offset, case 1}	≤-BW/2 - F _{offset, case 2} & ≥+BW/2 + F _{offset, case 2}	-BW/2 - 15 & -BW/2 - 9	-BW/2 - 10

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41	$F_{\text{Interferer}}$	MHz	(Note 2)	$F_{\text{DL_low}} - 15$ to $F_{\text{DL_high}} + 15$		
12	$F_{\text{Interferer}}$	MHz	(Note 2)	$F_{\text{DL_low}} - 10$ to $F_{\text{DL_high}} + 15$		$F_{\text{DL_low}} - 10$
17	$F_{\text{Interferer}}$	MHz	(Note 2)	$F_{\text{DL_low}} - 9$ to $F_{\text{DL_high}} + 15$	$F_{\text{DL_low}} - 15$ and $F_{\text{DL_low}} - 9$	
<p>Note 1: For certain bands, the unwanted modulated interfering signal may not fall inside the UE receive band the 15 MHz below or above the UE receive band.</p> <p>Note 2: For each carrier frequency the requirement is valid for two frequencies: a. Carrier frequency $-BW/2 - F_{\text{offset, case 1}}$ b. Carrier frequency $+BW/2 + F_{\text{offset, case 1}}$</p> <p>Note 3: $F_{\text{Interferer}}$ range values for unwanted modulated interfering signal are interferer center frequencies</p> <p>Note 4: Case 3 and Case 4 only apply to assigned UE channel bandwidth of 5 MHz</p>						

2.5.2 Test Procedure

일반적인 테스트 조건들과 설정에 대해서는 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조하시기 바랍니다.

Interference 신호에 대한 자세한 설정은 이 응용 노트의 Section 2.1.1 을 참조하시기 바랍니다.
Interference 신호 설정에 대한 내용은 Fig. 15 에 보여지는 것과 같습니다.

Interferer 신호에 대한 설정을 포함하여 이 테스트에 대한 절차는 Test Case 7.5A 와 동일합니다.

2.5.3 Test Requirements

측정된 throughput 은 TS 36.521-1, Tables 7.6.1A.x.3.5-1 과 7.6.1A.x.3.5-1 에 기술된 설정에서 최대 throughput 대비 95% 이상이 측정되어야 합니다.

2.6 Narrowband Blocking for CA (TS 36.521-1, 7.6.3A)

이 테스트의 목적은 원하지 않는 narrowband continuous wave (CW) interferer 가 channel spacing 보다 작은 구간의 주파수에 존재하는 경우에 UE 의 receiver 가 E-UTRA 신호를 할당된 CA channel 주파수에서 정상적으로 받을 수 있는지에 대해 테스트 하는 것입니다.

Narrowband blocking 성능을 만족하지 못하는 UE 의 경우 다른 e-NodeB 송신기 가 존재하는 경우 유효한 coverage 를 감소시키게 됩니다.

2.6.1 Test Description

이 테스트는 PCC 와 SCC 가 QPSK modulation 과 DL full RB 할당이 이루어 진 경우에 수행됩니다. Bandwidth, frequency, 그리고, UL RB 할당에 대한 자세한 RMC 설정 값들은 TS 36.521-1, Table 7.6.3A.x.4.1-1 에 정의되어 있습니다.

이 테스트에서 방해 신호는 continuous wave (CW) 신호이고, 이에 대한 내용은 TS 36.521-1, Table 7.6.3A.x.5-1 에 명시되어 있습니다. 모든 Bandwidth 에 대한 방해 신호의 level 은 -55dBm 입니다.

Inter-band CA 와 intra-band contiguous CA 에 대한 설명에 약간의 차이는 있지만, interferer 신호의 주파수 offset 적용에 대한 원리는 동일합니다.

UE 송신 power 는 Clause 6.2.5A 에 정의된 것처럼 $P_{CMAX,L}$ 또는 $P_{CMAX,L,CA}$ 보다 4dB 낮게 설정해야 합니다. 이에 대해 Section 2.1.2 에 CMW500 의 close loop power 설정에 대한 내용이 설명되어 있습니다.

각 CC에 대한 DL cell power는 $P_{REFSENS,CA}$ 에 TS 36.521-1, Table 7.6.3A.x.5-1에 정의된 channel bandwidth에 따라 정해진 값이 더해져서 입력되어야 합니다. (where $P_{REFSENS,CA}$ is the calculated CC cell power derived from $P_{REFSENS,CA} = P_{REFSENS,R8} - \Delta RIB, c$ ----- Equation 1)

Table 6: Narrowband blocking parameters: interference power setting and frequency offset for intra-band contiguous CA and inter-band CA.

Parameter	Unit	SCC for Inter-Band CA and Adjacent CC for Intra-Band Contiguous CA					
		1.4 MHz	3 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
P_{UW} (CW)	dBm	-55	-55	-55	-55	-55	-55
F_{UW} (Offset from the SCC for inter-band CA or the adjacent CC for intra-band contiguous CA)	MHz	0.9075	1.7025	2.7075	5.2125	7.7025	10.2075

2.6.2 Test Procedure

일반적인 테스트 조건들과 설정에 대해서는 이 응용 노트의 Section 2.1 을 참조하시기 바랍니다. Bandwidth, frequency, 그리고, UL RB 할당에 대한 자세한 RMC 설정 값들은 TS 36.521-1, Table 7.6.3A.x. 4.1-1 에 정의되어 있습니다.

방해 신호에 설정에 대한 자세한 내용은 이 응용 노트의 Section 2.1.1 을 참조하시기 바랍니다. 방해 신호에 대한 설정 내용은 Fig. 16 에 보여지는 것과 같습니다.

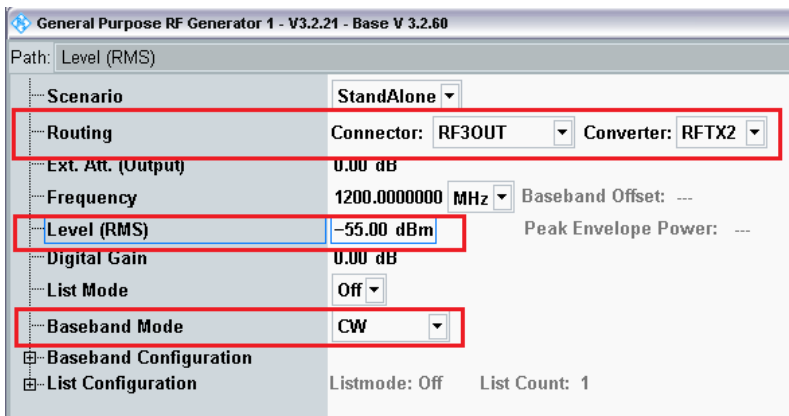


Fig. 16: Interference signal settings for the narrowband blocking test.

CMW500 의 Preset 이 완료된 이후에, 간섭 신호 설정 준비:

- a. *General Purpose RF Generator 1* 을 활성화
- b. Fig. 16 에 보여지는 것처럼 적절한 routing 설정
- c. *Baseband Mode* 를 CW 로 설정
- d. 올바른 *Ext. Att (Output)* 을 설정

테스트 절차는 Test Case 7.5A 와 동일합니다. 단, 간섭 신호에 대한 설정은 차이가 있습니다.

2.6.3 Test Requirements

측정된 throughput 은 TS 36.521-1, Tables 7.6.1A.x.3.5-1 과 7.6.3A.x.3.5-1 에 기술된 설정에서 최대 throughput 대비 95% 이상이 측정되어야 합니다.

2.7 Wideband Intermodulation (TS 36.521-1, 7.8.1)

Intermodulation response 는 정해진 reference measurement channel 에서 UE 가 주어진 throughput 을 수신할 수 있는지에 대해 테스트하는 것입니다. 이 테스트는 이상적인 전파 환경에서 다른 noise 가 없는 상태에서 두 개 또는 그 이상의 간섭 신호가 존재하는 경우에 수행됩니다.

2.7.1 Test Description

이 테스트는 PCC 와 SCC 에 대해서 QPSK modulation 과 DL full RB 할당 조건에서 수행됩니다. Bandwidth, frequency, 그리고, UL RB 할당에 대한 자세한 RMC 설정 값들은 TS 36.521-1, Table 7.8.1A.x.4.1-1 에 정의되어 있습니다.

이 테스트에서는 2 개의 간섭 신호가 발생되어야 합니다. : 하나는 CW 신호(interferer 1) 이고, 다른 하나는 LTE 신호(interferer 2)입니다. 간섭 신호 설정에 대한 내용은 TS 36.521-1, Table 7.8.1A.x.5-1 에 명시되어 있습니다.

Table 7: Wideband intermodulation parameters: interference power setting and frequency offset for intra-band contiguous CA and inter-band CA.

Rx Parameter	Units	SCC for Inter-Band CA or Adjacent CC for Intra-Band Contiguous CA					
		1.4 MHz	3 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
$P_{\text{Interferer 1}}$ (CW)	dBm	-46					
$P_{\text{Interferer 2}}$ (Modulated)	dBm	-46					
$BW_{\text{Interferer 2}}$		1.4	3	5			
$F_{\text{Interferer 1}}$ (Offset from SCC)	MHz	+/- 2.7MHz	+/- 6MHz	+/- 10MHz	+/- 12.5MHz	+/- 15MHz	+/- 17.5MHz
$F_{\text{Interferer 2}}$ (Offset from SCC)	MHz	$2 * F_{\text{Interferer 1}}$					
		+/- 5.4MHz	+/- 12MHz	+/- 20MHz	+/- 25MHz	+/- 30MHz	+/- 35MHz

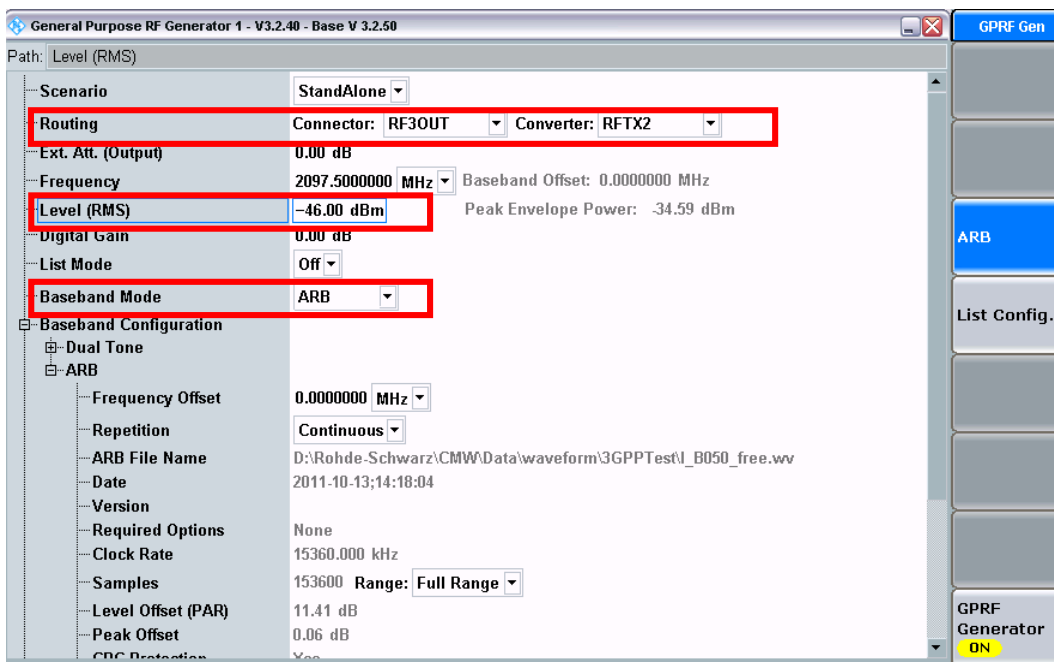
Inter-band CA 와 intra-band contiguous CA 에 대한 설명에 약간의 차이는 있지만, 간섭 신호의 주파수 offset 적용에 대한 원리는 동일합니다.

UE 송신 power 는 Clause 6.2.5A 에 정의된 것처럼 $P_{CMAX,L}$ 또는 $P_{CMAX,L,CA}$ 보다 4dB 낮게 설정해야 합니다. 이에 대해 Section 2.1.2 에 CMW500 의 close loop power 설정에 대한 내용이 설명되어 있습니다.

각 CC에 대한 DL cell power는 $P_{REFSENS,CA}$ 에 TS 36.521-1, Table 7.6.1A.x.5-1에 정의된 channel bandwidth에 따른 정해진 값이 더해져서 입력되어야 합니다. (where $P_{REFSENS,CA}$ is the calculated CC cell power derived from $P_{REFSENS,CA} = P_{REFSENS,R8} - \Delta RIB, C$ ----- Equation 1)

2.7.2 Test Procedure

이 테스트를 위해서는 LTE 신호, 두 개의 간섭 신호 (CW 신호 와 ARB 신호)를 포함하므로 4 RF channel 을 가지는 CMW500 이 필요합니다. 또, 하나의 B110 옵션이 필요합니다. ARB waveform 을 loading 하기 위한 정보는 Section 2.4.2 (7.5A Test Procedure)를 참조하시기 바랍니다.



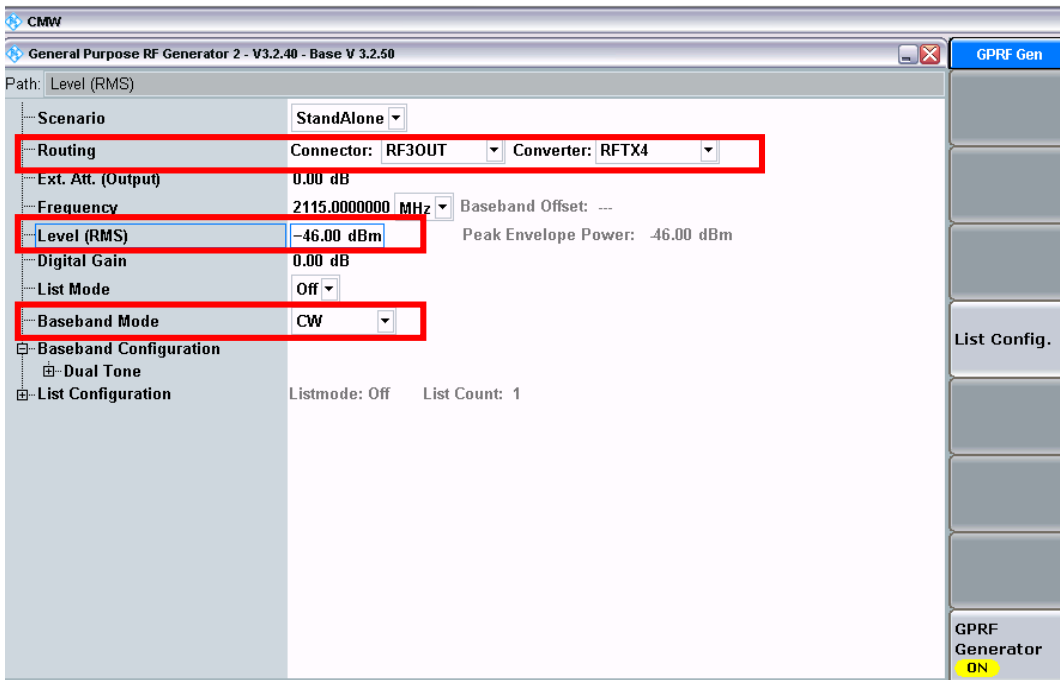


Fig. 17: General purpose RF generator 1 & 2 settings.

CMW500의 Preset이 완료된 이후에,

1. 간섭 신호에 대한 설정:
 - a. *General Purpose RF Generator 1*을 활성화
 - b. 올바른 routing과 attenuation을 설정
 - c. Waveform 파일 불러오기:

*Baseband Mode*를 ARB로 설정

Bandwidth에 따른 간섭 신호에 대한 waveform을 불러옵니다. 세 개의 License가 없는 waveform 파일이 이 응용 노트 package에 포함되며, 이 파일들은 CMW500에 저장되어야 합니다:

- I_B014_free.wv – Bandwidth = 1.4 MHz
- I_B030_free.wv – Bandwidth = 3 MHz
- I_B050_free.wv – Bandwidth = 5 MHz

- d. *General Purpose RF Generator II*를 활성화
- e. 올바른 routing과 attenuation을 설정

2. LTE signalling을 설정하고 테스트를 시작하기:

- Step 1.** *Duplex Mode* 설정
- Step 2.** 만약 DUT가 PCC와 SCC에 대해 combined antenna를 지원한다면, DUT를 Fig. 11과 같이 연결하고, Scenario를 “2CC CA – 2 RF Out”으로 설정합니다.
- Step 3.** *RF Output Connector/Converter*와 *RF Input Connector/Converter*를 이에 따라 설정합니다.
- Step 4.** 각 port와 cell에 대한 올바른 *External Attenuation* 값을 입력합니다.
- Step 5.** *Transmission Mode*를 ‘TM1’으로 설정하고, *DCI Format*을 ‘1A’로 설정합니다.
- Step 6.** LTE cell을 활성화 합니다. UE 전원을 켜서 UE가 network에 attach되도록 합니다. 이후에, Connection established 상태를 만들기 위해 *Connect* 버튼을 누릅니다.

- Step 7.** PCC 와 SCC 에 대한 *Cell Bandwidth, DL Channel, Downlink and Uplink #RB, Modulation* 그리고, *RB Pos./Start RB* 를 설정합니다. (defined in TS 36.521-1 7.8.1A.x.4.1 *Initial conditions*, where x represents the number used for various types of CA configurations).
- Step 8.** *Active TPC Setup* 을 *Close Loop* 로 설정하고, *Closed Loop Target Power* 를, *16.3dBm* (Section 2.1.2 에 의해 계산된)로 설정하여 UE power 가 요구되는 범위에 위치하도록 설정합니다.
- Step 9.** *OCNG* 를 활성화합니다. 이 과정은 DUT 전원을 ON 하기 전에 설정 가능합니다.
- Step 10.** *LTE RX Meas.* 화면으로 이동 후, 스펙에 따라서 *Subframes >= 1200* (1200 은 1003 보다 크게 설정 가능한 가장 낮은 수)으로 설정합니다.
- Step 11.** *GPRF Generator. 1* 로 이동하여 올바른 주파수를 설정하고, *Level(RMS)*을 *-46dBm* 으로 설정한 후, *Signal* 을 On 합니다.
- Step 12.** *GPRF Generator. II* 로 이동하여 올바른 주파수를 설정하고, *Level(RMS)*을 *-46dBm* 으로 설정한 후, *Signal* 을 On 합니다.
- Step 13.** *DL RS EPRE* 로 조정하여 PCC 와 SCC 에 대한 *Full Cell BW Pow.* 가 Table 7.8.1A.x.5-1 에 따라 *PREFSENS_CA + channel bandwidth specific value* 가 되도록 설정합니다.
- Step 14.** 이러한 조건에서의 *throughput* 을 측정합니다. 측정 화면에 대한 예로는 Fig. 14 를 참조하시기 바랍니다.
- Step 15.** *GPRF Generator. 1* 주파수와 *GPRF Generator. 2* 주파수를 변경한 후 측정을 다시 수행합니다.

2.7.3 Test Requirements

측정된 *throughput* 은 TS 36.521-1, Table 7.8.1A.x.5-3 에 기술된 설정에서 최대 *throughput* 대비 95% 이상이 측정되어야 합니다.

3 Using CMWRun

LTE3GPPv11.2 이 CMWRun v1.8.0 에서 사용이 가능합니다. Limits 와 설정 값들은 TS 36.521-1 V11.2 을 기반으로 설정되어 있습니다. 아래 테이블은 TS 36.521-1 에서 지원되는 테스트 케이스에 대한 목록을 제공합니다. 이 목록은 업데이트 될 것이며, 해당 테스트를 위해서는 CMW500 LTE 펌웨어 3.2.82 버전을 사용하지길 권장 드립니다.

Table 8: LTE3GPPv11.2 supported test cases (CMWRun V1.8.0).

Chapter Release	6	7	8	9
R8 / R9	6.2.2 / 6.2.2_1	7.3	8.2.1.1.1	9.2.1.1
	6.2.3 / 6.2.3_1	7.4	8.2.1.1.1_1	9.2.2.1
	6.2.4 / 6.2.4_1	7.5	8.2.1.2.1	9.3.2.1.1 / 9.3.2.1_1
	6.2.5 / 6.2.5_1	7.6.1	8.2.1.2.1_1	9.2.1.2
	6.3.2	7.6.3	8.2.1.3.1	9.2.2.2
	6.3.4.1	7.8.1	8.2.2.1.1	9.3.1.2
	6.3.4.2		8.2.2.1.1_1	
	6.3.5.1 / 6.3.5_1.1		8.2.1.1.1	
	6.3.5.2 / 6.3.5_1.2		8.2.1.1.1_1	
	6.3.5.3 / 6.3.5_1.3		8.2.2.3.1	
	6.5.1			
	6.5.2.1			
	6.5.2.1A			
	6.5.2.2			
	6.5.2.3			
	6.5.2.4			
	6.6.1			
	6.6.2.1			
	6.6.2.3			
	6.6.3.1			
R10	6.2.5A.2 (required by 36.521 V10.2)	7.3A.2/3		
		7.4A.2/3		
		7.5A.2/3		
		7.6.1A.2/3		
		7.6.3A.2/3		
		7.8.1A.2/3		

Fig. 18 은 LTE 3GPP TS36.521 에 대한 설정 창을 보여주고 있습니다. 사용자는 테스트 할 Duplex, UE Category, Power Class, test cases, Non-CA bands, CA bands 그리고, channels 을 설정할 수 있습니다. Call-drop 과 같은 상황을 처리하도록 다양한 automatic power cycling 방법 또한 제공됩니다. 아래의 section 에서는 설정에 대한 자세한 설명을 제공하고 있습니다. DUT power cycle automation 에 대한 자세한 내용은 1CM94 “LTE RF Measurements with the R&S®CMW500 according to 3GPP TS 36.521-1”, Section 7.4에서 확인이 가능합니다.

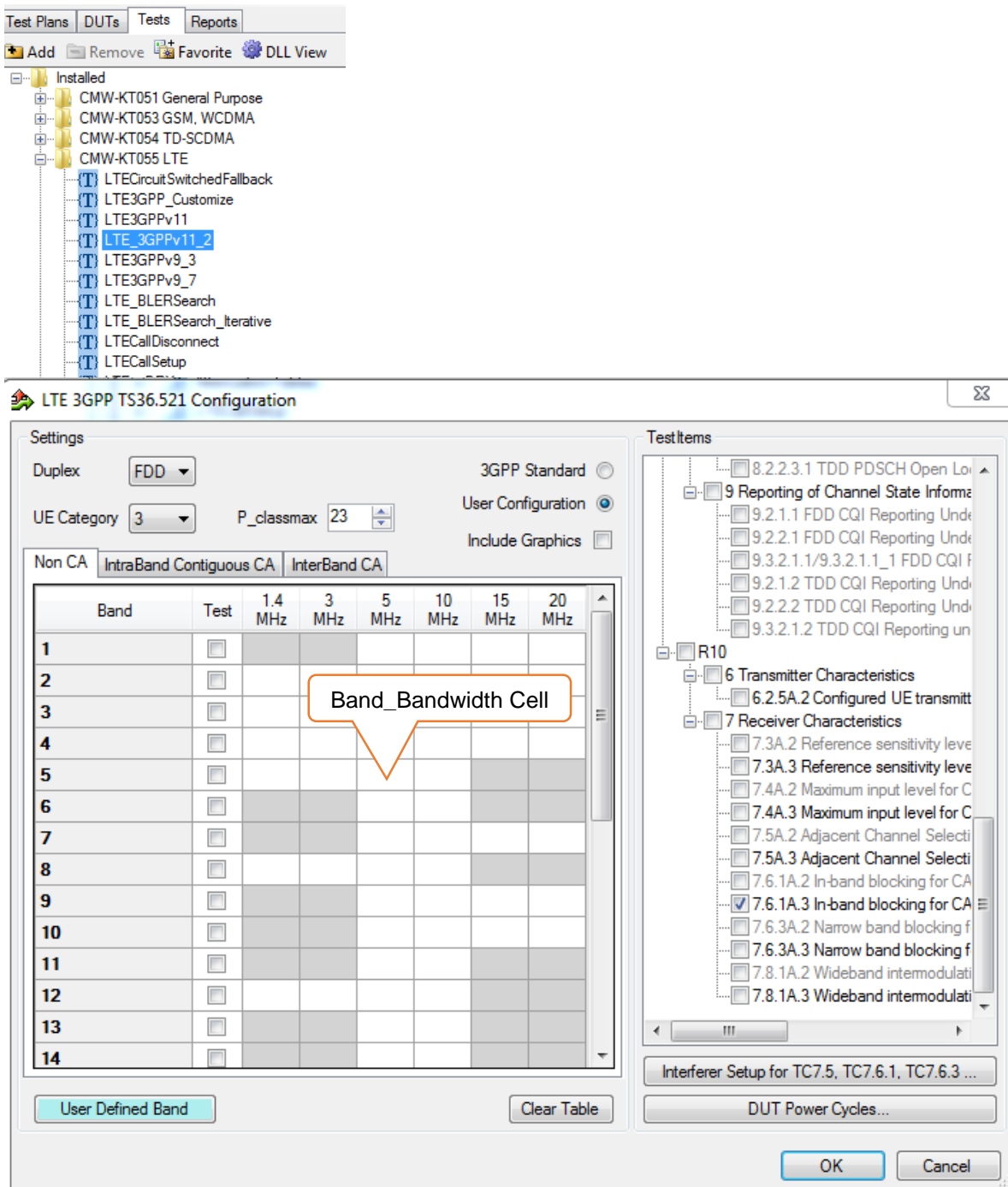


Fig. 18: CMWRun LTE 3GPP TS36.521 V11.2 configuration.

3.1 General Configurations

Duplex – FDD 나 TDD 를 선택합니다. FDD 와 TDD 를 동시에 설정하는 것은 현재 지원되지 않습니다. 따라서 FDD 와 TDD 테스트를 위해서는 두 개의 LTE_3GPPv11_2 를 test plan 에 사용해야 합니다. (one for TDD and one for FDD).

UE Category – 특정한 테스트에 대한 UL configuration 은 UE category 에 따라 다양하므로, 이 값은 테스트 목적에 적절히 설정되어야 합니다. UE categories 가 5 를 넘는 경우에는 UL configuration 이 동일하므로, UE category 를 5 로 설정합니다.

P_classmax – Maximum UE output power 를 설정합니다. 이 값은 high output power DUTs 와 통상적인 DUT 를 구분하는데 사용됩니다.

3GPP Standard – 이것을 선택하는 경우에는 선택된 band 에 대해 3GPP 에서 요구하는 channel 과 bandwidth 에 대해서만 측정이 됩니다.

User Configuration – 이것을 선택하는 경우에는 configuration table 에 설정된 모든 channel 과 bandwidth 에 대해서 측정이 진행됩니다. 이 모드에서만 사용자가 정한 channel 에서 테스트가 가능합니다. Band_Bandwidth cell 을 더블 클릭하면 새로운 창이 열립니다. 커서를 특정한 Band_Bandwidth cell 에 위치시키면 설정된 전체 channel configuration 을 보여줍니다.

Include Graphics – 이것을 선택하는 경우에는, 제공 가능한 모든 graphic 테스트 결과가 표시되며, 이것이 선택되지 않은 경우에는 Relative Power Control graphic 에 대한 결과만 표시됩니다.

3.2 User-Defined Band Channel Configurations

목록에 나열된 non-CA bands 와 CA bands 는 TS36.521-1 V11.2 에 정의되어 있습니다. “**User Defined Band**” 버튼은 3GPP 에 정의되어 있지 않은 CA band 조합과 BW 조합에 대한 설정 기능을 제공합니다. “**User Defined Band**”를 활성화 하기 위해서는 “**User Configuration**”이 선택되어야 합니다.

Non-CA: 사용자가 3GPP 에 정의되어 있지 않은 bandwidth 를 테스트 할 수 있도록 하는 user-defined band

Intra-band contiguous CA: 사용자가 3GPP 에 정의되어 있지 않은 Contiguous DL CA 를 활성화 할 수 있게 하는 user-defined band

Inter-band CA: 3GPP 에 정의되어 있지 않은 DL inter-band CA 조합을 사용할 수 있게 하는 user-defined band. User defined 를 사용하는 경우에는 PCC 와 SCC 에 대한 swap 설정이 되지 않습니다. 사용자는 PCC 와 SCC 에 대한 swap 을 수동으로 구성해야 합니다. i.e., band 3 과 band 28 조합에 대한 테스트를 위해서는 USER_3A_28A 와 USER 28A_3A 가 추가되어야 합니다.

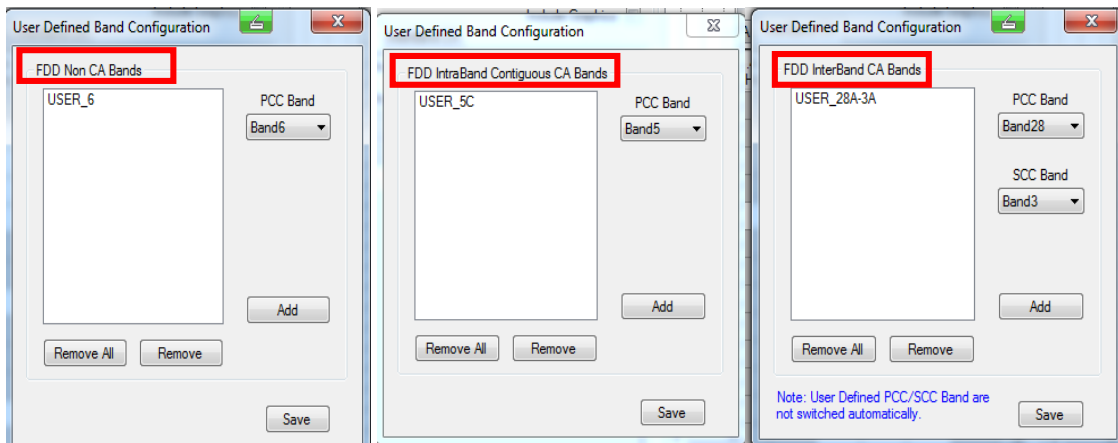


Fig. 19: Addition of a user-defined band for testing.

회색으로 처리되지 않은 Band_Bandwidth cell 을 더블 클릭하면 channel configuration 에 대한 창을 제공합니다.

Fig. 20 은 CA band 28_3A 에 대해 어떻게 user-defined 테스트 채널을 설정하는지 보여주고 있습니다. Band 28 은 5M BW 그리고, band 3 은 20M BW 를 지원합니다.

- Step1: 5MHz cell 을 더블 클릭하여 5MHz BW 에 대한 설정 창을 불러옵니다.
- Step2: **Band28** 을 선택하고, 테스트할 channel 을 설정합니다.
- Step3: **Band3** 을 선택하고 channel 목록이 비어 있도록 설정합니다.
- Step4: **Save** 를 눌러서 5MHz 설정을 저장합니다.
- Step5: 20MHz cell 을 더블 클릭하여 20MHz BW 에 대한 설정 창을 불러옵니다.
- Step6: **Band28** 을 선택하고, channel 목록이 비어 있도록 설정합니다.
- Step7: **Band3** 을 선택하고, 테스트할 channel 을 설정합니다.
- Step8: **Save** 를 눌러서 설정을 저장합니다.

5MHz 또는 20MHz cell 에 커서를 위치시켜서 전체 channel 설정을 확인 할 수 있습니다. 두 band 의 Channel 구분은 콜론(':')으로 합니다. 빈 문자열이 이 문자 앞에 표시되는 경우에는 PCC 의 해당 BW 에 대해서 channel 이 설정되지 않았음을 의미합니다. 빈 문자열이 콜론 뒤에 오는 경우에는 SCC 의 해당 BW 에 대해 channel 이 설정되지 않았음을 의미합니다. PCC 와 SCC 에 대해 서로 다른 또는 동일한 BW 에 설정된 channel 은 해당 sequence 에 자동으로 결합됩니다. 이 말은 PCC 와 SCC 에 대해 설정한 channel 의 수가 동일해야 한다는 것을 의미합니다.

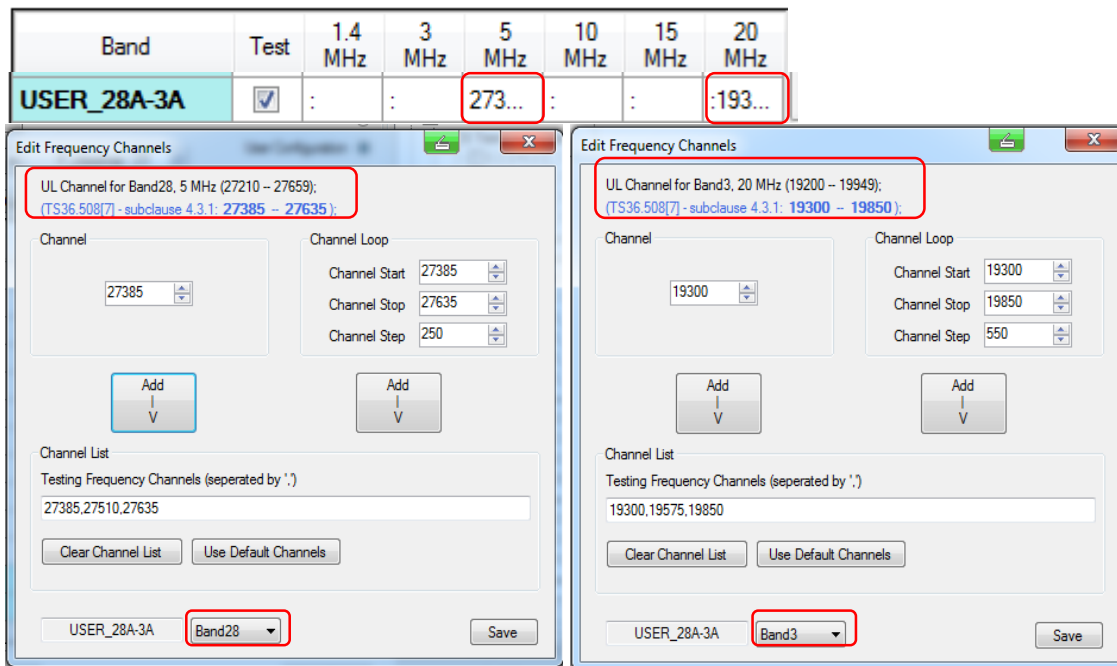


Fig. 20: Inter-band CA channel configuration

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 or
Guenter.Pfeifer@rohde-schwarz.com

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

www.rohde-schwarz.com/product/CMW500

6 Ordering Information

Please visit our website (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 Basic Assembly	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-B570B	Extra RF Converter (TRX)	1202.8659.03
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-B590D	Extra RF Front-End Module Advanced	1202.8707.03
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-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-KS502	LTE FDD Release 10, CA, signalling/network emulation, basic functionality	1208.6029.02
R&S®CMW-KS512	LTE Release 10, CA, signalling/network emulation, advanced functionality	1208.6041.02
R&S®CMW-KT055	LTE, CMWRun sequencer software tool	1207.2107.02
R&S®CMW-Z05	Nano UICC Test Card, supporting 3GPP SIM/USIM/ISIM/CSIM applications	1208.5651.02