

CMWrun を使用した Advanced Bluetooth RF テスト Application Note

プロダクト:

- R&S®CMW500
- R&S®SGS100A
- R&S®CMW270
- R&S®SMB100A
- R&S®SMF100A

R&S® CMW と R&S® CMWrun を使用した、ローデ・シュワルツ Bluetooth RF テスト・ソリューションは、Bluetooth RF テストに準じています。外部 PC 上で動作する CMWrun を使用し、被試験装置(EUT)と CMW を接続することで大部分のテストを実施することができます。特定のテスト項目を実施する場合は、別途信号発生器が必要になります。本アプリケーションノートでは、テストを実施する際の一般的なセットアップおよび必要な構成について記載します。

Note:

アプリケーションノートの最新版は以下の HP アドレスよりご参照ください。

<http://www.rohde-schwarz.com/appnote/1MA261>.

また、本アプリケーションノートに記載されるソフトウェアは、随時更新される可能性があります。最新版のソフトウェアをご使用ください。

目次

1	はじめに	3
2	概要	4
2.1	テスト・セットアップ	4
2.1.1	必要なハードウェアおよびソフトウェア	8
2.1.2	CMW	8
2.1.3	PC	9
2.2	CMWrun	9
2.2.1	基礎.....	9
2.2.2	環境設定.....	10
3	Advanced 測定	13
3.1	ベーシックレートおよびエンハンスド・ データ・ レートのテスト	13
3.1.1	TRM/CA/02/C: 電力密度	13
3.1.2	RCV/CA/03/C: C/I 性能	16
3.1.3	RCV/CA/04/C: ブロッキング性能	18
3.1.4	RCV/CA/05/C: 相互変調性能	21
3.1.5	RCV/CA/09/C: EDR C/I 性能	22
3.2	Bluetooth Low Energy テスト	25
3.2.1	RCV-LE/CA/03/C: C/I および受信選択性能	26
3.2.2	RCV-LE/CA/04/C: ブロッキング性能	29
3.2.3	RCV-LE/CA/05/C: 相互変調性能	32
4	Appendix	34
4.1	参考文献	34
4.2	追加情報	34
4.3	オーダー情報	35

本アプリケーションノートに記載のあるローデ・ シュワルツ製テスト機器と略語：

R&S®CMW500 および R&S®CMW270 : CMW

R&S®SGS100A : SGS

R&S®SMB100A : SMB

R&S®SMF100A : SMF

1 はじめに

ローデ・シュワルツ Bluetooth RF テスト・ソリューションは、送信テスト(TRM)および受信テスト(RCV)について記載のある Bluetooth RF テスト 4.1.1 に準じています。外部 PC 上で動作する CMWrun を使用し、被試験装置(EUT)と CMW を接続することで大部分のテストを実施することができます。特定のテスト項目を実施する場合は、別途信号発生器が必要になります。ローデ・シュワルツでは、これらのテストを”advanced”と呼んでいます。

Advanced Bluetooth RF テストの項目は、以下に示します。(RF テストの観点から見たテストの目的) :

バーストタイプ Basic Rate (BR)および Enhanced Data Rate (EDR) :

- TRM/CA/02/C: 電力密度
- RCV/CA/03/C: C/I 性能
- RCV/CA/04/C: ブロッキング性能
- RCV/CA/05/C: 相互変調性能
- RCV/CA/09/C: EDR C/I 性能

TRM/CA/02/C はスペクトラム・アナライザが必要になります。また、RCV テストは、通常の Bluetooth RF 信号に加え、干渉波が必要になります。RCV/CA/03/C、RCV/CA/05/C および RCV/CA/09/C を実施する場合、希望波(Bluetooth RF 信号)および Bluetooth 干渉波が必要になります。RCV/CA/04/C を実施する場合、干渉波は 12.75 GHz までの範囲をカバーする、正弦波 (CW) になります。RCV/CA/05/C は Bluetooth 干渉波に加え CW 波の干渉波も使用します。

Bluetooth Low Energy (LE) :

- RCV-LE/CA/03/C: C/I および受信選択性性能
- RCV-LE/CA/04/C: ブロッキング性能
- RCV-LE/CA/05/C: 相互変調性能

上記テスト項目に必要なハードウェアと干渉波は、BR/EDR テストの場合と同じになります。本アプリケーションノートでは、advanced テストの特性、テスト・セットアップおよび必要な構成について記載します。

2 概要

2.1 テスト・セットアップ

全ての advanced テストを実施するために必要な CMW のセットアップは、advanced フロントエンドを実装した CMW と basic フロントエンドを実装した CMW の 2 つがあります。特定の advanced テストを実施する場合、上記セットアップ以外の CMW を使用してテストを実施することができますが、本書では、上記のセットアップのみ記載します。

一般的な特徴:

- RF CW 干渉波を生成する場合、例えば SGS のような信号発生器が必要になります。
- Bluetooth 干渉波を生成する場合、CMW の汎用ジェネレータを使用し適切な波形ファイルを再生させることで生成することができます。波形ファイルは、CMWrun により提供されます。
- CMW から "または" の RF 信号および信号発生器から生成される RF CW 干渉波は、12.75 GHz まで対応可能である、パワーコンバイナまたはスプリッタを介し、結合または分配することで実現させることが可能です。(例えば、Weinschel15151、抵抗性コンバイナまたは Minicircuits ZFSC22500、ハイブリッドコンバイナ)
- 外部 PC にインストールする CMWrun を使用することで CMW および信号発生器を制御することができます。
- スペクトラム・アナライザを必要とする TRM/CA/02/C テストは、CMW の内蔵スペクトラム・アナライザを使用することで評価することができます。
- Bluetooth Low Energy テストを実施する場合、EUT をダイレクト・テスト・モードにし、CMW と EUT を接続させることで制御することが可能です。
- フィルタ (例えば、Bluetooth 帯域除去フィルタ) を使用することで、信号発生器の任意の高調波を抑制させることができます。

図. 2-1 に、各テスト項目に必要な機器構成を示します。

Tests	Instruments and options			
	CMW			CW Generator
	Channel 1 wanted signal	Channel 2 BT Interferer Spectrum Analyzer		CW up to 12.75 GHz
Basic / EDR				
Power Density	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	---
C/I performance	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		---
Blocking	<input checked="" type="checkbox"/>	---		<input checked="" type="checkbox"/>
Intermodulation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
EDR C/I	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		---
Low Energy				
C/I LE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		---
Blocking LE	<input checked="" type="checkbox"/>	---		<input checked="" type="checkbox"/>
Intermodulation LE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>

needed for the measurement
(exact this one)



not used



図. 2-1: テスト項目に必要な機器構成

1 つの Advanced フロントエンドを搭載した CMW の場合 (R&S CMW-S590D)

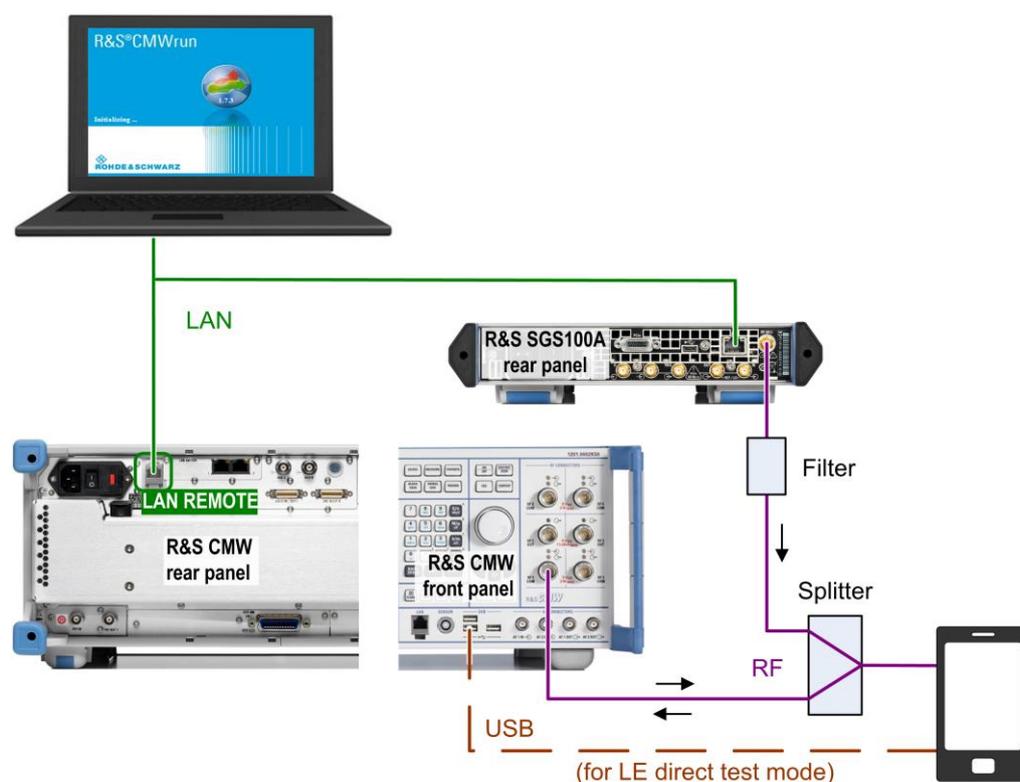


図. 2-2: 1 advanced フロントエンドを搭載した CMW のセットアップ

機器の接続、設定方法:

- CMWrun がインストールされている PC を LAN ケーブルで CMW と SGS に接続します。
- EUT の RF ポートに、コンバイナまたはスプリッタを接続します。
- Bluetooth のアップリンク/ダウンリンク信号の入出力を、CMW の RF1COM または RF2COM に設定します。また、この接続は CMW のスペクトラム・アナライザで測定する Bluetooth 干渉信号と、Bluetooth 信号を搬送させます。
- SGS の RF Out ポートをコンバイナまたはスプリッタに接続します。
- ダイレクト・テスト・モードを使用する、Bluetooth Low Energy テストを実施する場合、EUT と CMW の接続には、USB ケーブルを用います。EUT が RS-232 のみ対応している場合、USB を RS-232 に変換するアダプタを使用してください。

2つの Basic フロントエンドを搭載した CMW の場合(2 x R&S CMW-B590A)

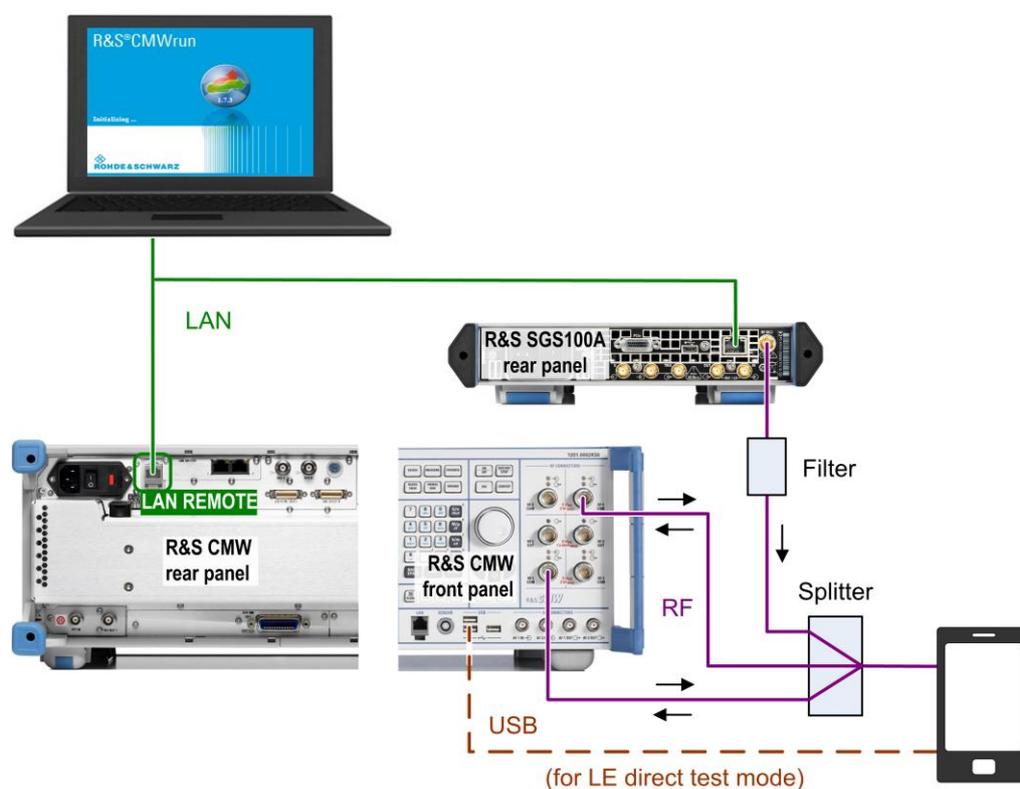


図. 2-3: 2つの basic フロントエンドを搭載した CMW のセットアップ

機器の接続、設定方法:

- CMWrun がインストールされている PC を LAN ケーブルで CMW と SGS に接続します。
- EUT の RF ポートに、コンバイナまたはスプリッタを接続します。
- Bluetooth のアップリンク/ダウンリンク信号の入出力を、CMW の RF1COM または RF2COM (RF3COM または RF4COM) に設定します。
- Bluetooth 干渉波出力は RF3COM または RF4COM (RF1COM または RF2COM) に設定します。また、この接続は CMW のスペクトラム・アナライザで測定する EUT の Bluetooth 信号を搬送させます。
- SGS の RF ポートをコンバイナまたはスプリッタに接続します。
- ダイレクト・テスト・モードを使用する、Bluetooth Low Energy テストを実施する場合、EUT と CMW を接続させる際には、USB ケーブルを用います。EUT が RS-232 のみ対応している場合、USB を RS-232 に変換するアダプタを使用してください

2.1.1 必要なハードウェアおよびソフトウェア

2.1.2 CMW

CMW500 または CMW270 を使用することで、advanced Bluetooth RF テストを実施することができます。CW 干渉信号を生成するために、SGS100A の様な信号発生器が別途必要になります。以下に CMW に必要なハードウェア構成とオプション名を記載します。一例になりますので、他の CMW 構成により対応可能です。

無線通信テスト

- CMW500 または CMW270
- ベーシック・アセンブリ(周波数 : 3.3 GHz まで) : PS503 (CMW500)、PS272 (CMW270)
- ベースバンド測定ユニット : B100A
- ベースバンド測定ジェネレータ : B110A
- ベースバンド相互接続用ボード : S550B
- RF コンバータ・モジュール : S570B
- 追加 RF コンバータ・モジュール : B570B
- シグナリング・ユニット(SUU) : B200A
- Advanced RF フロントエンド (S590D)または 2 × Basic RF フロントエンド (S590A + B590A)
- ソフトウェアオプション:
 - Bluetooth ベーシック・シグナリング (KS600)
 - Bluetooth BR/EDR シグナリング (KS610)
 - Bluetooth BR/EDR TX 測定 (KM610)
 - Bluetooth Low Energy シグナリング (KS611)
 - Bluetooth Low Energy TX 測定 (KM611)
 - スペクトラム・アナライザ (KM010)

Note: 3.3 GHz から 6 GHz まで周波数を拡張するオプション (CMW-KB036)は、3.3 GHz 以上の周波数を測定する項目がありませんので必要はありません。

CW 信号発生器

CW 信号が必要なテスト項目があります。CW 信号発生器を使用することで生成できます。以下に適した CW 信号発生器を記載します:

- SGS
- SMF
- SMB

2.1.3 PC

CMWrun ソフトウェアを動作させるのに最低限必要な PC のスペックを以下に記載します:

- プロセッサ : 1300 MHz (× 86)
- メモリ : 1 Gbyte 以上
- HDD スペース : 80 Mbyte 以上
- 動作システム : Windows XP (32-bit, SP3) または Windows 7 (32-bit または 64-bit)
- ソフトウェア : Microsoft.Net Framework 4.0 以上
- VISA

インストールを実行するには、コンピュータの管理者権限が必要です。

2.2 CMWrun

2.2.1 基礎

CMWrun は、CMW がサポートする全ての通信規格に対して、テストシーケンスを構成し、すぐに使用できる自動化ソフトウェアです。ソフトウェア・エンジンはテスト DLLs (plug-in アセンブリ) の実行に基づきます。このアーキテクチャは、オペレータがリモートプログラミングの知識を有していない場合においても、テストシーケンスを容易かつ簡単に作成することができます。また、異なる通信規格の CMWrun パッケージオプションで提供されるパラメータやリミットを自由に設定することができます。テストの終了時に、設定したリミット、テスト結果および判定を記したテストレポートを複数の形式(CSV、TXT、XML、PDF)で出力することが可能です。

CMWrun リモートコントロール用オプション KT057 (通信規格 : WiMAX、WLAN、Bluetooth) は、Bluetooth 規格[1]、[2]の仕様に沿ったテストに対応しています。

事前に設定されたテストプランが例として 4 つ提供されます。:

- Bluetooth BR および EDR
 - BTH_PHY_4_1_1_Advanced_FE-Advanced
 - BTH_PHY_4_1_1_Advanced_2_FE-Basic

- Bluetooth Low Energy
 - BLE_PHY_4_1_1_Advanced_FE-Advanced
 - BLE_PHY_4_1_1_Advanced_2_FE-Basic

2.2.2 環境設定

CMWrun は、LAN 接続を介し CMW の制御および SCPI コマンドを用いて信号発生器も制御することができます。全ての環境設定を CMWrun 上で行なうことが可能です。Bluetooth BR/EDR テストおよび Bluetooth Low Energy テストのためのテストプランが提供されています。なお、環境設定は各テストプランで独立しています。

環境設定には、以下の主なステップが含まれています：

- CMWrun と CMW および信号発生器間の SCPI 接続が確立されます。
- EUT との接続は、テストモジュールで構成されています。以下の内容が含まれます。
 - CMW の設定より、CMW RF を接続させます。
 - 外部信号発生器と接続させます。
 - Bluetooth Low Energy の場合は、ダイレクト・テスト・モードで接続させます。
- 各テストを設定します。

以下の章では、テストの設定の詳細について記述します。環境設定に関しまして追加の情報が必要な場合は、R&S CMWrun ユーザーマニュアルを参照ください。

2.2.2.1 SCPI 接続

VXI-11 プロトコルに準じた SCPI を使用し、CMW および外部信号発生器を接続させます。CMWrun は、IP アドレスまたは機器の名前、シリアル番号により機器にアドレスします。アドレスの情報は、“Resource name”に表記されます。

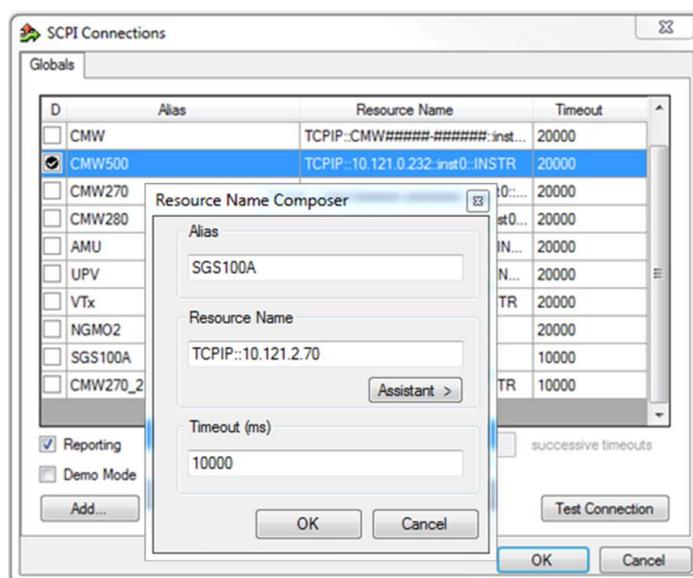


図. 2-4: SCPI 接続セットアップ

CMW と SCPI 接続の確立

1. CMWrun メニューバーから、“Resources”を選択し、“SCPI Connection”を選択します。
2. “SCPI Connection”ウインドウ内の“Add”をクリックします。
3. “Resource Name Composer”ウインドウ内の“Alias”に、接続する CMW の名前を任意で入力します。
4. “Resource Name”を入力します。
 - Resource Name が明確である場合、直接記入することができます。CMW の場合、“Setup”ダイアログ(：“Setup” > “Remote”)内で CMW の Resource Name を確認することができます。
 - 明確で無い場合、“Assistant >”をクリックし、インターフェース環境設定画面を開きます。“Interface Type”を“VXI-11”にし、機器の IP アドレスを入力します。

外部信号発生器と SCPI 接続の確立

- CMW の接続確立の方法と同様です。

2.2.2.2 EUT との接続

RF 接続の環境設定概要:

- Bluetooth 信号の RF 接続の環境設定 (コネクタ、コンバータ、外部アッテネーション)は、使用する Bluetooth connection setup テストモジュールで行ないます。

- 2つの basic フロントエンドの場合、干渉用信号に 2 つ目の RF 接続が advanced テストモジュールで環境設定が可能です。
- 外部の信号発生器との接続は、advanced テストモジュールで行ないます。

テスト要求に応じて、バーストタイプ、テストモード、RF 周波数や RF パワーなどの接続セットアップ・モジュールの設定は、advanced テストモジュールによって上書きされることに注意してください。これらの接続セットアップ・モジュールのパラメータは、単に実際のテスト前の Bluetooth 接続の最初の確立のために使用されます。

スプリッタ/ケーブルによる減衰は、CMWrun 上で各 RF パスに入力する必要がある点に注意ください。(2basic フロントエンドの場合は、3 箇所入力する必要があります。)

3 Advanced 測定

3.1 ベーシックレートおよびエンハンスド・データ・レートのテスト

図. 3-1 に Bluetooth ベーシックレートおよびエンハンスド・データ・レートの代表的なテストプランを示します。

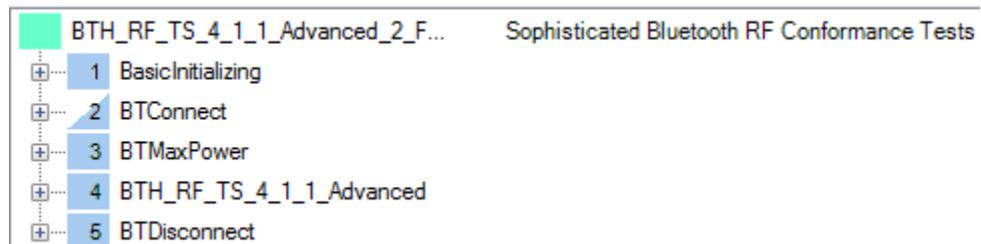


図. 3-1: Bluetooth ベーシックレートおよびエンハンスド・データ・レート用テストプラン

ベーシックモジュールの構成:

- BasicInitializing
- BTConnect
- BTMaxPower

Advanced テストモジュール

- BT_RF_PHY_TS_4_1_1_Advanced

終了処理モジュール

- BTDisconnect

Bluetooth の場合、シグナリングは RF を介し制御されます。この接続は BTConnect モジュールで実行されます。BTMaxPower モジュールでは EUT が最大パワーで送信するように制御し、BTDisconnect モジュールで接続を切断します。

3.1.1 TRM/CA/02/C: 電力密度

この測定は、DUT の最大伝送パワーを決定します。CMW は、ホッピング・モード (すなわち、全てのチャンネル) における所望の信号を送信するように DUT を制御し、特定の周波数範囲に対する DUT の出力パワーを測定します (図. 3-2)。

ベーシックレートおよびエンハンスド・データ・レートのテスト

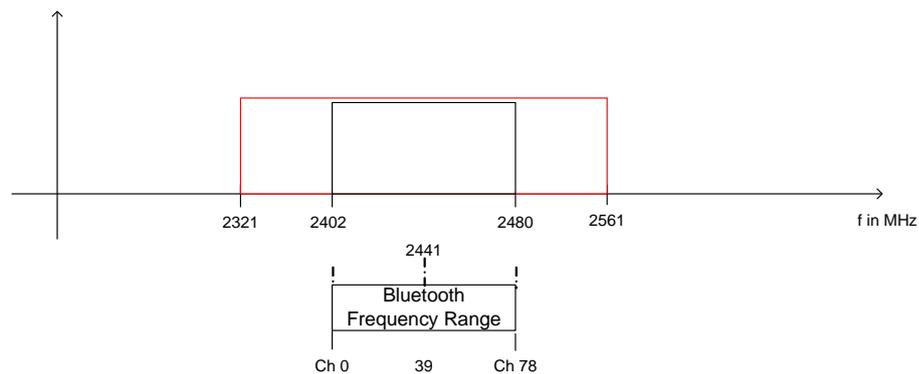


図. 3-2: 電力密度

Bluetooth テスト仕様は、以下の設定を定義しています。:

- ループバック または TX モード
- ホッピング ON
- 最小パワー時の TX
- 可能な最長パケットタイプ
- PRBS9
- スペクトラム・アナライザ:
 - 中心周波数 : 2441 MHz
 - スパン : 240 MHz
 - RBW : 100 kHz
 - VBW : 100 kHz
 - 検波器 : ピーク検波
 - トレースモード : マックス・ホールド
 - スイープ時間 : 1 s/100 kHz

結果:

- 1 回目のテスト : 最大パワー時の周波数を決定します。
- 2 回目のテスト : 中心周波数は、1 回目のテスト時に決まる周波数にします。他の測定は、スイープ時間 60 s、ゼロスパンの設定で実行します。伝送パワーは 20 dBm (100 mW)を超えてはいけません。

セットアップと CMWrun

Advanced フロントエンドの場合、2 つの basic フロントエンドが内部スペクトラム・アナライザのスプリッタを介して結合されているため、カップリングは CMW の内部で行なわれます。

ベーシックレートおよびエンハンスド・データ・レートのテスト

TP/TRM/CA-02-C	TP/Rcv/CA-03-C	TP/Rcv/CA-04-C	TP/Rcv/CA-05-C	TP/Rcv/CA-09-C
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Power Density

General Setup

Test Mode: **Loopback Test**

Measurement

Stats Count: **1**

Graph

Enable:

RF Setup

Hopping:

CMW Tx Level (dBm): **-60**

Span (MHz): **240**

Value for Spec Conformance => 240

図. 3-3: 環境設定: 電力密度 (TP/TRM/CA-02-C)

図. 3-4 にグラフを出力した代表的なレポートを示します。

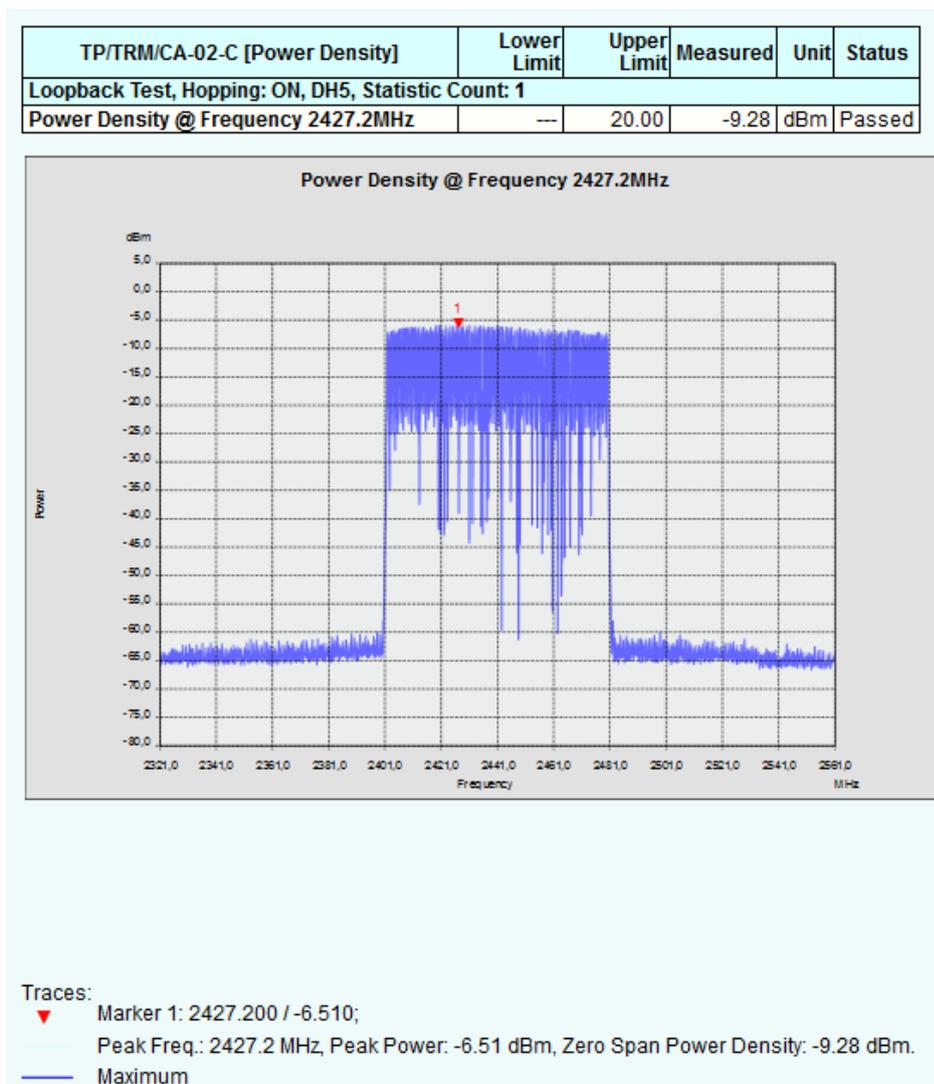


図. 3-4: レポート: 電力密度

3.1.2 RCV/CA/03/C: C/I 性能

本測定では、Bluetooth バンド内に Bluetooth 干渉波が存在する場合の DUT の受信品質を評価します。ビット・エラー・レート (BER) 測定から、結果を得ることができます。

希望波は、ホッピング・モードを使用しない単一チャンネル上で伝送されます。Bluetooth 干渉波は同様に、単一チャンネル上で送信され、BER が判定されます。次のステップでは、Bluetooth 干渉波は、全てのチャンネルのいずれかで生成され、各干渉チャンネルに対して、BER を評価します。BER 測定を合計で 3 つのチャンネル上で希望波を用いて行います。すなわち、完全なテストシーケンスは、2 回繰り返す必要があります。(図. 3-5).

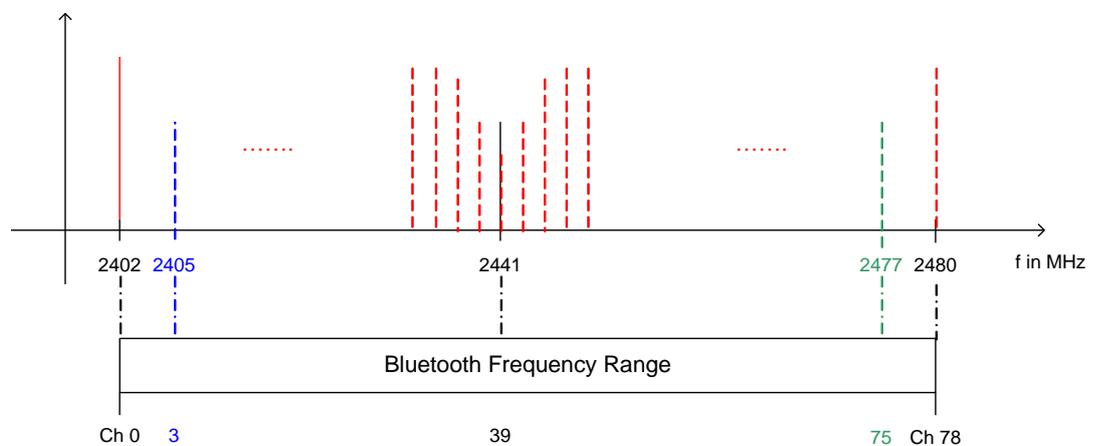


図. 3-5: C/I 性能

Bluetooth テスト仕様は、以下のように定義します。:

- ループバックモード
- ホッピング オフ (単一チャンネル上で RX/TX)
- 3 チャンネル (3, 39, 75)
- 最大パワー時の TX
- DH1
- PRBS9
- 干渉波: 連続する順に、すべての Bluetooth チャンネルに PRBS15 の GFSK
- 1,600,000 ビット
- リファレンス・レベル: -70 dBm
- レベルにつきましては、表 3-1 を参照ください。

ベーシックレートおよびエンハンスド・データ・レートのテスト

C/I level settings			
Interference signal frequency	Interferer level (abs)	C/I level	Wanted signal (abs)
Co-channel ($f_{RX} = f_{Interference}$)	-71 dBm	11 dB	-60 dBm
Adjacent channel ($f_{Interference} = f_{RX} \pm 1 \text{ MHz}$)	-60 dBm	0 dB	-60 dBm
Adjacent channel ($f_{Interference} = f_{RX} \pm 2 \text{ MHz}$)	-30 dBm	-30 dB	-60 dBm
Adjacent channel ($f_{Interference} = f_{RX} \pm (3 + n) \text{ MHz}$)	-27 dBm	-40 dB	-67 dBm
Image frequency ($f_{Interference} = f_{Image}$)	-58 dBm	-9 dB	-67 dBm
Adjacent channel to image frequency ($f_{Interference} = f_{Image} \pm 1 \text{ MHz}$)	-47 dBm	-20 dB	-67 dBm

表 3-1: C/I および受信選択性試験時のパラメータ

結果:

- 3つの各希望チャンネルにおいて、5つの干渉波周波数がキャリアから ≥ 2 MHz 場合、BER は 01 % を超えてもよい (テスト仕様: "Spurious")。
- 干渉波周波数 (最大 5 波) が BER リミットを超えた場合、BER は C/I 値を -17 dB にし 2 度目の測定を行いません。その時の BER のリミットは、0.1 % です。

セットアップおよび CMWrun

本テストにおいて、CMW は希望波と干渉波を生成します。CMWrun は CMW に保存された ARB ファイルを読み込ませることで干渉波を出力させます。

TP/TRM/CA-02-C | TP/RCV/CA-03-C | TP/RCV/CA-04-C | TP/RCV/CA-05-C | TP/RCV/CA-09-C

C/I performance

図. 3-6: 環境設定: C/I 性能 (TP/RCV/CA-03-C)

Debug Mode にチェックがされている場合、全ての測定をレポートに表記します。**Early Exit** が有効になっている場合、5つ以上のスプリアス周波数が検出されると測定を終了します。

ベーシックレートおよびエンハンスド・データ・レートのテスト

TP/RCV/CA-03-C [C/I Performance]	Lower Limit	Upper Limit	Measured	Unit	Status
Loopback Test, Hopping: OFF, DH1, Debug Mode					
First run: Channel 3					
BER, Interferer TX Level: -58.0 dBm, Interferer Frequency: 2402 MHz	---	0.1	0.00000	%	Passed
BER, Interferer TX Level: -47.0 dBm, Interferer Frequency: 2403 MHz	---	0.1	0.00000	%	Passed
BER, Interferer TX Level: -60.0 dBm, Interferer Frequency: 2404 MHz	---	0.1	0.00000	%	Passed
BER, Interferer TX Level: -71.0 dBm, Interferer Frequency: 2405 MHz	---	0.1	0.00000	%	Passed

図. 3-7: レポート: C/I 性能

3.1.3 RCV/CA/04/C: ブロッキング性能

本測定は、Bluetooth バンド外に CW 干渉波が存在する場合の DUT の受信品質を評価します。ビット・エラー・レート (BER) 測定から、結果を得ることができます。

希望波は、ホッピング・モードを使用しない単一チャンネル上で伝送されます。CW 干渉波は同様に、単一チャンネル上で送信され、BER を判定します。次のステップでは、CW 干渉波は、特定の周波数範囲にわたって連続する 1MHz の間隔で生成されます。そして、各干渉波周波数における BER を評価します (図. 3-8)。

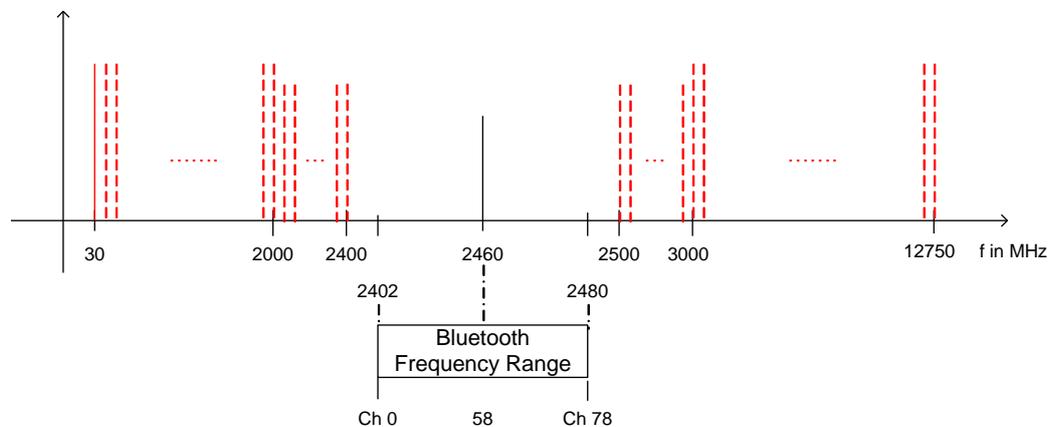


図. 3-8: ブロッキング性能

Bluetooth テスト仕様は、以下のように定義しています:

- ループバックモード
- ホッピング オフ(単一チャンネルでの RX/TX)
- 単一希望チャンネル (58)
- 最大パワー時の TX
- DH1

ベーシックレートおよびエンハンスド・データ・レートのテスト

- PRBS9
- 希望波レベルは干渉波レベル (-70 dBm)よりも 3 dB 高く設定します (絶対レベル : -67 dBm)。
- 干渉波 : 1 MHz ステップの CW、レベルおよび周波数は表 3-2 を参照ください。
- 1 回目のテスト : 各干渉波周波数において、100,000 ビット分測定します。BER > 0.1 % を示す周波数を記録します。
- 2 回目のテスト : 1 回目で記録した各周波数において、レベルを下げ、1,600,000 ビット分測定します。BER > 0.1 % での周波数を再度記録します。
- 3 回目のテスト : 2 回目のテストで記録した各周波数(最大 24 波)において、-50 dBm の干渉波レベルを用い、1,600,000 ビット分測定します。最大で 5 つの周波数は 0.1 % の BER のリミットを越えても良いです。

Blocking levels			
Interferer Frequency range	Interferer Absolute level		
	1 st run	2 nd run	3 rd run
30 MHz to 2000 MHz	-8 dBm	-10 dBm	-50 dBm
2000 MHz to 2400 MHz	-25 dBm	-27 dBm	
2500 MHz to 3000 MHz	-25 dBm	-27 dBm	
3000 MHz to 12.75 GHz	-8 dBm	-10 dBm	

表 3-2: ブロッキング性能: 干渉波レベル

セットアップおよび CMWrun

本テストにおいて、CMW は希望波を生成します。外部信号発生器により、12.75 GHz までの CW 干渉波を生成し、コンバイナを用い結合させます。希望波と干渉波レベルの差が大きいため、信号発生器のハーモニクスを抑えるためにフィルタを使用することができます。

ベーシックレートおよびエンハンスド・データ・レートのテスト

TP/TRM/CA-02-C	TP/RCV/CA-03-C	TP/RCV/CA-04-C	TP/RCV/CA-05-C	TP/RCV/CA-09-C
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Blocking Performance

General Setup

Test Mode:

Early exit:

Debug Mode:

RF Setup

Hopping:

CMW Tx Level (dBm):

Frequency Range

	Frequency (MHz) Start:	Frequency (MHz) Stop:	Generator Pathloss (dBm)
<input checked="" type="checkbox"/> 30 to 1999 MHz	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="1999"/>	<input type="text" value="0.0"/>
<input checked="" type="checkbox"/> 2000 to 2400 MHz	<input type="text" value="2000"/>	<input type="text" value="2400"/>	<input type="text" value="0.0"/>
<input checked="" type="checkbox"/> 2500 to 3000 MHz	<input type="text" value="2500"/>	<input type="text" value="2999"/>	<input type="text" value="0.0"/>
<input checked="" type="checkbox"/> 3000 to 12750 MHz	<input type="text" value="3000"/>	<input type="text" value="6000"/>	<input type="text" value="0.0"/>

Channel Setup

TX Channel: RX Channel:

Packets(DH1)

First run:
Value for Spec Conformance=> 463

Second run:
Value for Spec Conformance=> 7408

Third run:
Value for Spec Conformance=> 7408

図. 3-9: 環境設定: ブロッキング性能 (TP/RCV/CA-04-C)

Debug Mode にチェックがされている場合、全ての測定をレポートに表記します。Early Exit が有効になっている場合、5 つ以上のスプリアス周波数が検出されると測定を終了します。

TP/RCV/CA-04-C [Blocking Performance]	Lower Limit	Upper Limit	Measured	Unit	Status
Loopback Test, Hopping: OFF, DH1, Debug Mode					
First run: Interferer Frequency from 30MHz to 2000MHz					
BER, Interferer TX Level: -8 dBm, Interferer Frequency: 30 MHz	---	0.1	0.00000	%	Passed
BER, Interferer TX Level: -8 dBm, Interferer Frequency: 31 MHz	---	0.1	0.00100	%	Passed
BER, Interferer TX Level: -8 dBm, Interferer Frequency: 32 MHz	---	0.1	0.00400	%	Passed
BER, Interferer TX Level: -8 dBm, Interferer Frequency: 33 MHz	---	0.1	0.00000	%	Passed
BER, Interferer TX Level: -8 dBm, Interferer Frequency: 34 MHz	---	0.1	0.00000	%	Passed
BER, Interferer TX Level: -8 dBm, Interferer Frequency: 35 MHz	---	0.1	0.00000	%	Passed
BER, Interferer TX Level: -8 dBm, Interferer Frequency: 36 MHz	---	0.1	0.00100	%	Passed
BER, Interferer TX Level: -8 dBm, Interferer Frequency: 37 MHz	---	0.1	0.00100	%	Passed
BER, Interferer TX Level: -8 dBm, Interferer Frequency: 38 MHz	---	0.1	0.00000	%	Passed
BER, Interferer TX Level: -8 dBm, Interferer Frequency: 39 MHz	---	0.1	0.00100	%	Passed

図. 3-10: レポート: ブロッキング性能 (デバック・モード, 全測定).

3.1.4 RCV/CA/05/C: 相互変調性能

本測定は、DUT の受信部の相互変調性能を判定します。2 つの干渉波を使用し、DUT の受信周波数で生じる相互変調を BER 測定より評価します。

希望波は、ホッピング・モードを使用しない単一チャンネル上で伝送されます。希望波から $+n$ MHz 離れた CW 干渉波と $+2n$ MHz 離れた Bluetooth 干渉波を結合させ、BER を判定します。 $-n$ MHz、 $-2n$ MHz 離れた場合も同様に評価します。各測定は、2 つ以上の希望チャンネルを使用し実施します (図. 3-11)。

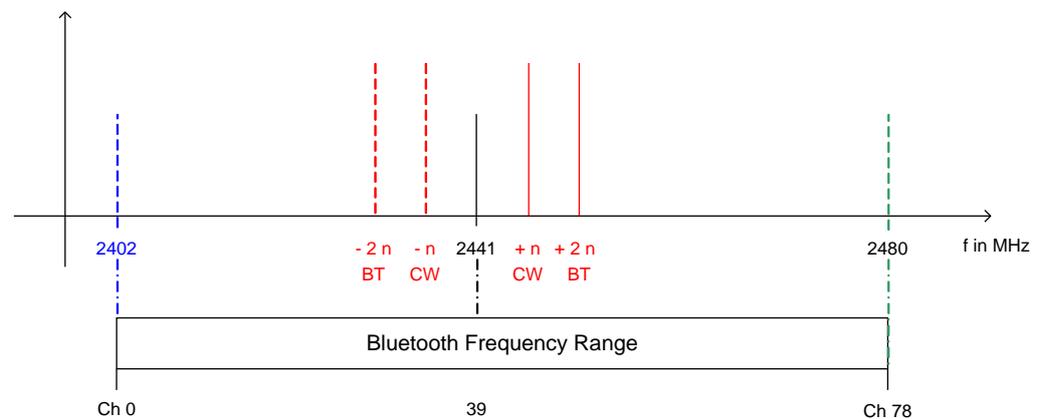


図. 3-11: 相互変調性能

Bluetooth テスト仕様は、以下のように定義しています:

- ループバックモード
- ホッピング オフ (単一チャンネルでの RX/TX)
- 3 チャンネル (0, 39, 78)
- 最大パワー時の TX
- DH1
- PRBS9
- 希望波レベルは干渉波レベル (-70 dBm) よりも 6 dB 高く設定します (絶対レベル: -64 dBm)
- $n = 3, 4$ or 5 (メーカーによって定義されています)
- Bluetooth 干渉波: レベル-39 dBm、希望波から $\pm 2n$ MHz 離れた PRBS15 の GFSK
- CW 干渉波: レベル- 39dBm、希望波から $\pm n$ MHz 離調
- 1,600,000 ビット

ベーシックレートおよびエンハンスド・データ・レートのテスト

結果:

- 3 チャンネルそれぞれにおいて、BER \leq 0.1 % を満たす必要があります。

セットアップおよび CMWrun

本テストにおいて、CMW は希望波と Bluetooth 干渉波を生成します。CW 干渉波は、外部信号発生器を使用し生成します。ハイブリッドコンバイナを用い、各信号を結合させます。

図. 3-12: 環境設定: 相互変調性能 (TP/RVCV/CA-05-C)

TP/RVCV/CA-05-C [Intermodulation Performance]	Lower Limit	Upper Limit	Measured	Unit	Status
Loopback Test, Hopping: OFF, DH1, n: 3					
Channel 0					
BER: BT Interferer @ 2396MHz & CW Interferer @ 2399MHz	---	0.1	0.00075	%	Passed
BER: BT Interferer @ 2408MHz & CW Interferer @ 2405MHz	---	0.1	0.00081	%	Passed
Channel 39					
BER: BT Interferer @ 2435MHz & CW Interferer @ 2438MHz	---	0.1	0.00131	%	Passed
BER: BT Interferer @ 2447MHz & CW Interferer @ 2444MHz	---	0.1	0.00125	%	Passed
Channel 78					
BER: BT Interferer @ 2474MHz & CW Interferer @ 2477MHz	---	0.1	0.00062	%	Passed
BER: BT Interferer @ 2486MHz & CW Interferer @ 2483MHz	---	0.1	0.00050	%	Passed

図. 3-13: レポート: 相互変調性能

3.1.5 RCV/CA/09/C: EDR C/I 性能

EDR C/I 性能テストは、基本的に [RCV/CA/03/C: C/I Performance](#) に対応しています。テスト・セットアップ、シーケンスおよび測定機器、アクセサリは同様になります。テストの相違点は、希望波の packets タイプ、干渉波、レベルです。

ベーシックレートおよびエンハンスド・データ・レートのテスト

Bluetooth テスト仕様は、以下のように定義しています:

- ループバックモード
- ホワイトニング オン
- ホッピング オフ (単一チャンネルでの RX/TX)
- 3 チャンネル (3, 39, 75)
- 最大パワー時の TX
- 各変調モードにおいて、設定可能な最長のパケットタイプ
- PRBS9
- 干渉波: 連続する順にすべての BT チャンネルで PRBS15 の GFSK
 - 同一チャンネル干渉: 希望波と同じ変調
- 1,600,000 ビット
- リファレンス・レベル -70 dBm
- レベルにつきましては、表 3-3 おとび表 3-4 を参照ください。

EDR C/I level settings ($\pi/4$ -DQPSK)				
Interference signal frequency		Interferer level (abs)	C/I level	Wanted signal (abs)
Co-channel ($f_{RX} = f_{Interference}$)		-73 dBm	13 dB	-60 dBm
Adjacent channel ($f_{Interference} = f_{RX} \pm 1 \text{ MHz}$)		-60 dBm	0 dB	-60 dBm
Adjacent channel ($f_{Interference} = f_{RX} \pm 2 \text{ MHz}$)		-30 dBm	-30 dB	-60 dBm
Adjacent channel ($f_{Interference} = f_{RX} \pm (3 + n) \text{ MHz}$)		-27 dBm	-40 dB	-67 dBm
Image frequency ($f_{Interference} = f_{Image}$)	(Off. 2 MHz)	-67 dBm	-7 dB	-60 dBm
	(Off. 3 MHz)	-74 dBm		-67 dBm
Adjacent channel to image frequency ($f_{Interference} = f_{Image} \pm 1 \text{ MHz}$)	(Off. 2 MHz)	-80 dBm	-20 dB	-60 dBm
	(Off. 3 MHz)	-87 dBm		-67 dBm

表 3-3: EDR C/I パラメータ設定 ($\pi/4$ -DQPSK)

ベーシックレートおよびエンハンスド・データ・レートのテスト

EDR C/I level settings (8DPSK)				
Interference signal frequency		Interferer level (abs)	C/I level	Wanted signal (abs)
Co-channel ($f_{RX} = f_{Interference}$)		-81 dBm	21 dB	-60 dBm
Adjacent channel ($f_{Interference} = f_{RX} \pm 1 \text{ MHz}$)		-65 dBm	5 dB	-60 dBm
Adjacent channel ($f_{Interference} = f_{RX} \pm 2 \text{ MHz}$)		-35 dBm	-25 dB	-60 dBm
Adjacent channel ($f_{Interference} = f_{RX} \pm (3 + n) \text{ MHz}$)		-34 dBm	-33 dB	-67 dBm
Image frequency ($f_{Interference} = f_{Image}$)	(Off. 2 MHz)	-60 dBm	0 dB	-60 dBm
	(Off. 3 MHz)	-67 dBm		-67 dBm
Adjacent channel to image frequency ($f_{Interference} = f_{Image} \pm 1 \text{ MHz}$)	(Off. 2 MHz)	-73 dBm	-13 dB	-60 dBm
	(Off. 3 MHz)	-80 dBm		-67 dBm

表 3-4: EDR C/I パラメータ設定 (8DPSK)

結果:

- 各変調タイプにおいて、5つの干渉波周波数がキャリアから (テスト仕様: "Spurious") $\geq 2 \text{ MHz}$ の場合、BERは01%を超えてもよいです。
- 干渉波周波数 (最大5波) がBERリミットを超えた場合、 $\pi/4$ -DQPSKで-15 dBのC/Iおよび8DPSKで-10 dBのC/IにおいてBERは $\leq 0.1\%$ を満たす必要があります。

セットアップおよびCMWrun

本テストにおいて、CMWは希望波と干渉波を生成します。干渉波は、CMWに保存したARBファイルを再生することで出力させます。

TP/TRM/CA-02-C	TP/RVC/CA-03-C	TP/RVC/CA-04-C	TP/RVC/CA-05-C	TP/RVC/CA-09-C
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

EDR C/I Performance

General Setup

Test Mode: Loopback Test

Early exit:

Debug Mode:

Frequency Setup

Image frequency (MHz): -3

RF Setup

Hopping:

CMW Tx Level (dBm): -60

n/4-DQPSK Packets: 295
Value for Spec Conformance => 295

8DPSK Packets: 196
Value for Spec Conformance => 196

Channel Setup

TX Channel: 3 RX Channel: 3

TX Channel: 39 RX Channel: 39

TX Channel: 75 RX Channel: 75

図. 3-14: 環境設定: EDR C/I 性能 (TP/RVC/CA-09-C)

Debug Mode にチェックがされている場合、全ての測定をレポートに表記します。**Early Exit** が有効になっている場合、5 つ以上のスプリアス周波数が検出されると測定を終了します。

TP/RCV/CA-09-C [EDR C/I Performance]	Lower Limit	Upper Limit	Measured	Unit	Status
Loopback Test, Hopping: OFF, Debug Mode					
Packet Type: 2-DH5					
First run: Channel 3					
BER, Interferer TX Level: -60.0 dBm, Interferer Frequency: 2402 MHz	---	0.1	0.00000	%	Passed
BER, Interferer TX Level: -47.0 dBm, Interferer Frequency: 2403 MHz	---	0.1	0.00000	%	Passed
BER, Interferer TX Level: -60.0 dBm, Interferer Frequency: 2404 MHz	---	0.1	0.00000	%	Passed
BER, Interferer TX Level: -73.0 dBm, Interferer Frequency: 2405 MHz	---	0.1	0.00000	%	Passed
BER, Interferer TX Level: -60.0 dBm, Interferer Frequency: 2406 MHz	---	0.1	0.00000	%	Passed
BER, Interferer TX Level: -30.0 dBm, Interferer Frequency: 2407 MHz	---	0.1	0.00000	%	Passed

図. 3-15: レポート: EDR C/I 性能

3.2 Bluetooth Low Energy テスト

図. 3-16 に、Bluetooth Low Energy の代表的なテストプランを示します。

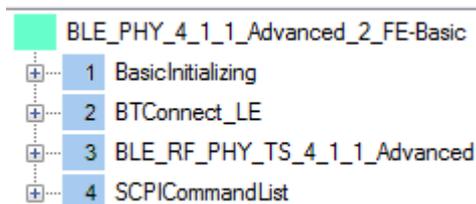


図. 3-16: Bluetooth Low Energy のテストプラン

ベーシックモジュールの構成 :

- BasicInitializing
- BTConnect_LE

Advanced LE テスト

- BLE_RF_PHY_TS_4_1_1_Advanced

Bluetooth Low Energy の場合、RF を介してシグナリングを制御できません。そのため、直接 CMW から DUT を制御する必要があります。“BTConnect_LE”モジュールを介し CMWrun を用いて制御します。DUT との接続には USB – RS232 変換コネクタが必要になります。加えて、基本的な RF の設定を行なうことが可能です。

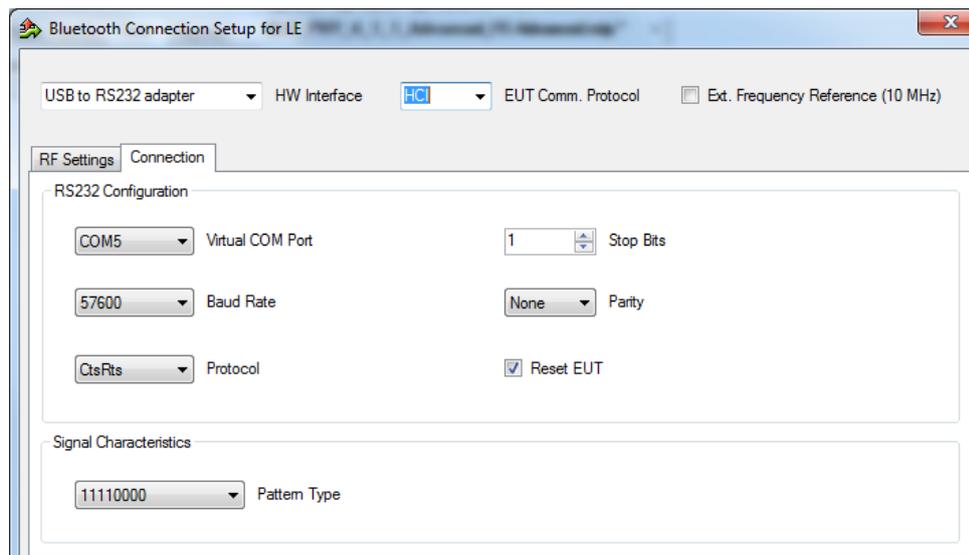


図. 3-17: Bluetooth Connection LE 使用時の RS232 の設定

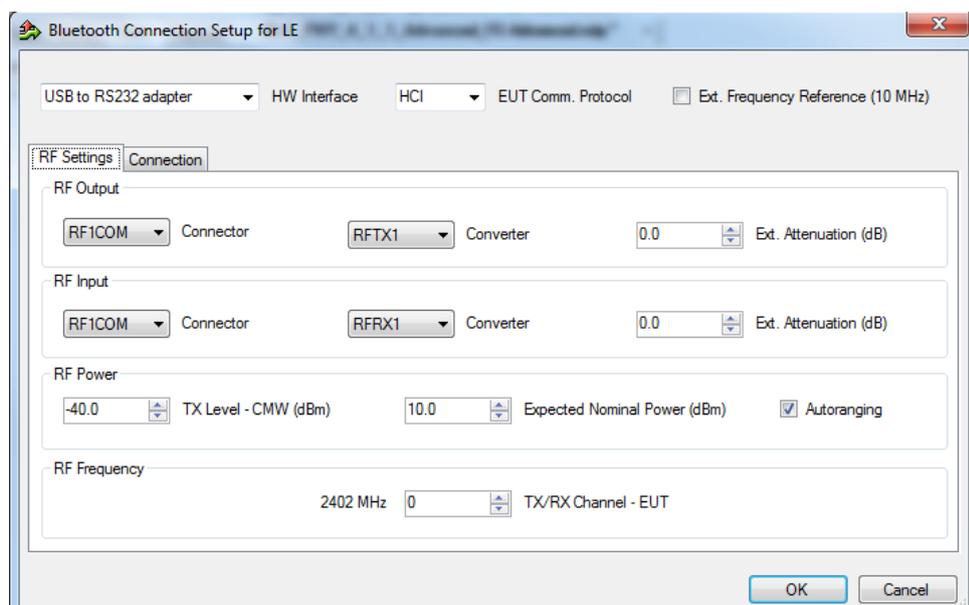


図. 3-18: Bluetooth Connection LE 使用時の RF 設定

3.2.1 RCV-LE/CA/03/C: C/I および受信選択性能

本テストは、Bluetooth バンド内に同一/隣接チャンネルに Bluetooth 干渉波が存在する場合における DUT の受信性能を評価します。パケット・エラー・レート(PER)測定から、結果を得られます。

希望波は、ホッピング・モードを使用しない単一チャンネル上で伝送されます。Bluetooth 干渉波は、単一チャンネル上で生成し、結合させ、PER を判定します。次のステップでは、Bluetooth 干渉波は、全てのチャンネルのいずれかで生成され、各干渉チャンネルに対して、PER を測定しま

す。PER 測定を合計で 3 つのチャネル上で希望波を用いて行います。すなわち、完全なテストシーケンスは、2 回繰り返す必要があります (図. 3-19)。

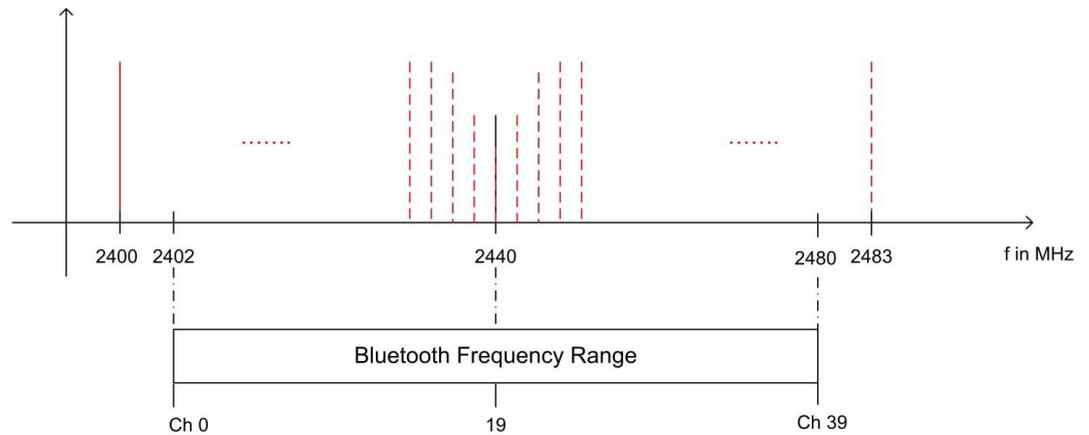


図. 3-19: C/I 性能: 3 つのチャネルにおける、Bluetooth バンド内に Bluetooth 干渉波が存在する場合の PER。測定は干渉波を 1 MHz 変化させ繰り返されます。

Bluetooth テスト仕様は、以下のように定義しています:

- DUT はダイレクト RX モード 4
- ホッピング オフ (単一チャネルにおける RX)
- 3 チャネル (0, 19, 39)
- 37 オクテット PRBS9 ペイロードのテストパケット
- 干渉波: 連続する順にすべての BT チャネルで PRBS15 の GFSK (変調指数 : 0.5)
- 1500 パケット
- EUT の希望波入力レベル : -67 dBm
- 詳細につきましては、表 3-5 を参照ください。

C/I LE level settings			
Interference signal frequency	Interferer level (abs)	C/I level	Wanted signal (abs)
Co-channel ($f_{RX} = f_{Interference}$)	-88 dBm	21 dB	-67 dBm
Adjacent channel ($f_{Interference} = f_{RX} \pm 1 \text{ MHz}$)	-82 dBm	15 dB	-67 dBm
Adjacent channel ($f_{Interference} = f_{RX} \pm 2 \text{ MHz}$)	-50 dBm	-17 dB	-67 dBm
Adjacent channel ($f_{Interference} = f_{RX} \pm (3 + n) \text{ MHz}$)	-40 dBm	-27 dB	-67 dBm
Image frequency ($f_{Interference} = f_{Image}$)	-58 dBm	-9 dB	-67 dBm
Adjacent channel to image frequency ($f_{Interference} = f_{Image} \pm 1 \text{ MHz}$)	-52 dBm	-15 dB	-67 dBm

表 3-5: C/I および受信選択性テストのパラメータ.

結果:

- 全ての測定において、最小である 1500 パケット使用した場合においても PER は 30.8 % 以下でなければなりません。
- 3 つの各希望チャンネルにおいて、5 つの干渉波周波数がキャリアから $\geq 2 \text{ MHz}$ 離れており、イメージ周波数から $\geq 1 \text{ MHz}$ 離れている場合、PER は 30.8 % 以下でなければなりません。
- 干渉波周波数 (最大 5 波) が PER リミットを超えた場合、PER は C/I 値を -17 dB に設定し 2 度目の測定を行いません。PER のリミットは、30.8 % です。

セットアップおよび CMWrun

本テストにおいて、CMW は希望波と干渉波を生成します。干渉波は、CMW に保存した ARB ファイルを再生することで生成されます。

図. 3-20: 環境設定: Low Energy C/I 性能 (TP/RCV-LE/CA-03-C)

Debug Mode にチェックがされている場合、全ての測定をレポートに表記します。Early Exit が有効になっている場合、5 つ以上のスプリアス周波数が検出されると測定を終了します。

TP/RCV-LE/CA-03-C [C/I and Receiver Selectivity Performance]	Lower Limit	Upper Limit	Measured	Unit	Status
First run: Channel 5					
PER, Interferer TX Level: -40.0 dBm, Interferer Frequency: 2400 MHz	---	30.8	0.00000	%	Passed
PER, Interferer TX Level: -40.0 dBm, Interferer Frequency: 2401 MHz	---	30.8	0.00000	%	Passed
PER, Interferer TX Level: -40.0 dBm, Interferer Frequency: 2402 MHz	---	30.8	0.00000	%	Passed
PER, Interferer TX Level: -40.0 dBm, Interferer Frequency: 2403 MHz	---	30.8	0.00000	%	Passed
PER, Interferer TX Level: -52.0 dBm, Interferer Frequency: 2404 MHz	---	30.8	0.00000	%	Passed
PER, Interferer TX Level: -82.0 dBm, Interferer Frequency: 2405 MHz	---	30.8	0.00000	%	Passed

図. 3-21: レポート: Low Energy C/I 性能

3.2.2 RCV-LE/CA/04/C: ブロッキング性能

本測定は、Bluetooth バンド外に CW 干渉波が存在する場合の DUT の受信品質を判定します。パケット・エラー・レート(PER)測定から、結果を得ます。

希望波は、ホッピング・モードを使用しない単一チャンネル上で伝送されます。CW 干渉波は、単一チャンネル上で発生、結合し、PER を測定します。次のステップでは、CW 干渉波は、特定の周波数範囲にわたって連続する 1MHz の間隔で生成されます。そして、各干渉波周波数における PER を判定します (図. 3-22)。

Bluetooth Low Energy テスト

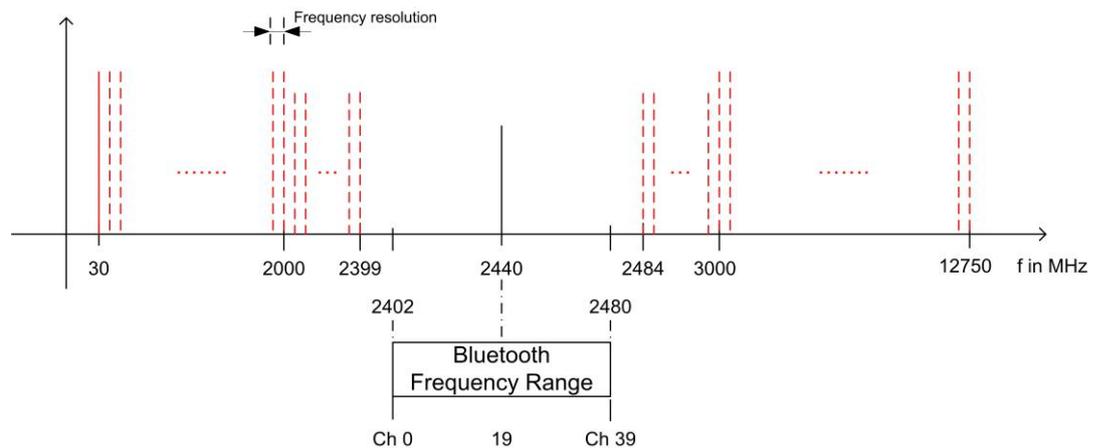


図. 3-22: ブロッキング性能: 1つのチャネルに対して、Bluetoothバンド外にCW干渉波が存在する場合のPERを測定します。測定は、干渉波をシフトさせ繰り返し実施します。

Bluetoothテスト仕様は、以下のように定義しています:

- DUTはダイレクトRXモード4
- ホッピングオフ(単一チャネルにおけるRX)
- 1チャネル(19)
- 37オクテットPRBS9パイロードのテストパケット
- 干渉波: CW信号(周波数とレベルは表3-5を参照ください。)
- 1500パケット
- EUTの希望波入力レベル: -67 dBm

Blocking level settings			
Interference signal frequency	Wanted signal level	Blocking signal level	Frequency resolution
30 MHz to 2000 MHz	-67 dBm	-30 dBm	10 MHz
2003 MHz to 2399 MHz	-67 dBm	-35 dBm	3 MHz
2484 MHz to 2997 MHz	-67 dBm	-35 dBm	3 MHz
3000 MHz to 12.75 GHz	-67 dBm	-30 dBm	25 MHz

表 3-6: ブロッキング性能テスト: 1回目のテスト時のパラメータ

結果:

- 1回目のテスト: 各干渉波周波数において、1500パケット分測定します。PER > 30.8%となる周波数を記録します。ここで記録する周波数は10個を越えてはなりません。

- 2 回目のテスト：1 回目のテストで記録した各周波数において、干渉波レベルのレベルを -50 dBm に下げ 1500 パケット分測定します。再度、PER > 30.8 % となる周波数を記録します。最大で 3 つの周波数は PER のリミットを超えてもよいです。

セットアップおよび CMWrun

本テストの場合、CMW は希望波を生成します。CW 干渉波は、外部信号発生器により 12.75 GHz まで生成されます。

図. 3-23: 校正: Low Energy ブロッキング性能 (TP/RCV-LE/CA-04-C)

Debug Mode にチェックがされている場合、全ての測定をレポートに表記します。
Early Exit が有効になっている場合、5 つ以上のスプリアス周波数が検出と測定を終了します。

TP/RCV-LE/CA-04-C [Blocking Performance]	Lower Limit	Upper Limit	Measured	Unit	Status
First run: Interferer Frequency from 30MHz to 2000MHz					
PER, Interferer TX Level: -30 dBm, Interferer Frequency: 30 MHz	---	30.8	0.00000	%	Passed
PER, Interferer TX Level: -30 dBm, Interferer Frequency: 40 MHz	---	30.8	0.00000	%	Passed
PER, Interferer TX Level: -30 dBm, Interferer Frequency: 50 MHz	---	30.8	0.00000	%	Passed
PER, Interferer TX Level: -30 dBm, Interferer Frequency: 60 MHz	---	30.8	0.00000	%	Passed

図. 3-24: レポート: Low Energy ブロッキング

3.2.3 RCV-LE/CA/05/C: 相互変調性能

本測定は、DUT の受信部の相互変調性能を検証します。2つの干渉波を使用し、DUT の受信周波数で生じる相互変調を PER 測定より評価します。

希望波は、ホッピング・モードを使用しない単一チャンネル上で伝送されます。希望波から $+n$ MHz 離れた CW 干渉波と $+2n$ MHz 離れた Bluetooth 干渉波を結合させ、PER を測定します。 $-n$ MHz、 $-2n$ MHz 離れた場合も同様に測定します。各測定は、2つ以上の希望チャンネルを使用し測定します(図. 3-25)。

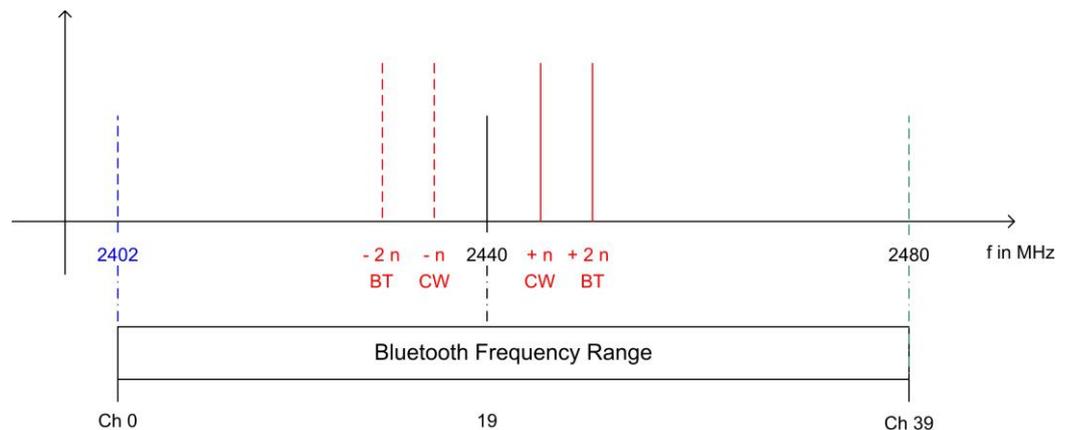


図. 3-25:相互変調性能: 各3チャンネルに対して、希望波から n 離れた CW 干渉波および $2n$ 離れた Bluetooth 干渉波が存在する場合の PER を測定します。

Bluetooth テスト仕様は、以下の設定を定義しています:

- ホッピング オフ (単一チャンネルでの RX)
- 3チャンネル (0, 19, 39)
- PRBS9
- 希望波レベル: -64 dBm
- $n = 3, 4$ または 5 (メーカーによって定義されています)
- Bluetooth 干渉波: レベル -50 dBm、希望波から $\pm 2n$ MHz 離れた PRBS15 の low energy GFSK
- CW 干渉波: レベル -50 dBm、希望波から $\pm n$ MHz 離調
- 1500 パケット

結果:

- 3チャンネルそれぞれにおいて、PER は 30.8 %を満たす必要があります。

セットアップおよび CMWrun

本テストにおいて、CMW は希望波と Bluetooth 干渉波を生成します。CW 干渉波は、外部信号発生器を使用し生成します。ハイブリッドコンバイナを用い、各波を結合させます。

図. 3-26: 環境設定: Low Energy 相互変調性能 (TP/RCV-LE/CA-05-C)

TP/RCV-LE/CA-05-C [Intermodulation Performance]	Lower Limit	Upper Limit	Measured	Unit	Status
n: 3					
Channel 2402					
PER: BT Interferer @ 2396MHz & CW Interferer @ 2399MHz	---	30.8	0.00000	%	Passed
PER: BT Interferer @ 2408MHz & CW Interferer @ 2405MHz	---	30.8	0.00000	%	Passed
Channel 2421					
PER: BT Interferer @ 2415MHz & CW Interferer @ 2418MHz	---	30.8	0.00000	%	Passed
PER: BT Interferer @ 2427MHz & CW Interferer @ 2424MHz	---	30.8	0.00000	%	Passed
Channel 2441					
PER: BT Interferer @ 2435MHz & CW Interferer @ 2438MHz	---	30.8	0.00000	%	Passed
PER: BT Interferer @ 2447MHz & CW Interferer @ 2444MHz	---	30.8	0.00000	%	Passed

図. 3-27: レポート: Low Energy 相互変調性能

4 Appendix

4.1 参考文献

- [1] **Bluetooth Test & Interoperability Working Group. 2014.** Radio Frequency PHY Test Specification, Revision 4.1.1. 07 2014.
- [2] **—. 2014.** Radio Frequency Test Specification, Revision 4.1.1. 07 2014.
- [3] **Rohde & Schwarz. 2012.** Bluetooth Low Energy Measurements Using CBTgo; Additional Tests. [Application Note]. 01 2012.
- [4] **—. 2013.** Bluetooth Measurements Using CBTgo; Additional Tests. [Application Note]. 02 2013.

4.2 追加情報

本アプリケーションノートに関するお問い合わせは以下にお願いします。

TM-Applications@rohde-schwarz.com

4.3 オーダー情報

CMW Hardware		
Designation	Type	Order No.
Radio Communication Tester	R&S [®] CMW500	1201.0002K50
	R&S [®] CMW270	1201.0002K75
Basic Assembly	CMW-PS503 (CMW500)	1202.5408.02
	CMW-PS272 (CMW270)	1202.9303.02
Baseband Measurement Unit	CMW-B100A	1202.8607.02
Baseband Measurement Generator	CMW-B110A	1202.5508.02
Baseband Interconnection Board	CMW-S550B	1202.4801.03
Advanced RF Frontend Module or RF Frontend Module	CMW-S590D	1202.8707.03
Extra RF Frontend Module	CMW-S590A	
RF Converter Module	CMW-B590A	1202.5108.02
Extra RF Converter Module	CMW-S570B	1202.8659.03
Signaling Unit Universal (SUU)	CMW-B570B	
	CMW-B200A	1202.6104.02

CMW Software		
Designation	Type	Order No.
Bluetooth Basic Signaling	CMW-KS600	1208.1004.02
Bluetooth BR/EDR Signaling	CMW-KS610	1207.7650.02
Bluetooth, BR/EDR, TX Measurement	CMW-KM610	1203.6350.02
Bluetooth Low Energy Signaling	CMW-KS611	1207.8805.02
Bluetooth, Low Energy, TX Measurement	CMW-KM611	1203.9307.02
Spectrum Analyzer	CMW-KM010	1203.5953.02

CW Generator		
Designation	Type	Order No.
SGMA RF Source	SGS100A	1416.0505.02
CW up to 6 GHz	SGS-B106	1416.2308.02
Frequency extension to 12.75 GHz	SGS-B112	1416.1553.02
RF and Microwave Signal Generator	SMB100A	1406.6000.02
Up to 12.75 GHz with step attenuator	SMB-B112	1407.2109.02
Up to 20 GHz with step attenuator	SMB-B120	1407.2209.02
Harmonic Filter Option (with 20 GHz only)	SMB-B25	1407.1660.02
Microwave Signal Generator	SMF100A	1167.0000.02
Up to 22 GHz	SMF-B122	1167.7004.03
Step attenuator	SMF-B26	1167.5553.02

ローデ・シュワルツについて

ローデ・シュワルツ・グループ(本社:ドイツ・ミュンヘン)は、エレクトロニクス分野に特化し、電子計測、放送、無線通信の監視・探知および高品質な通信システムなどで世界をリードしています。

75年以上前に創業し、世界70カ国以上で販売と保守・修理を展開している会社です。

ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社

本社/東京オフィス

〒160-0023 東京都新宿区西新宿 7-20-1

住友不動産西新宿ビル 27 階

TEL:03-5925-1288/1287 FAX:03-5925-1290/1285

神奈川オフィス

〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜 2-8-12

Attend on Tower 16 階

TEL:045-477-3570 (代) FAX:045-471-7678

大阪オフィス

〒564-0063 大阪府吹田市江坂町 1-23-20

TEK 第2ビル 8 階

TEL:06-6310-9651 (代) FAX:06-6330-9651

サービスセンター

〒330-0075 埼玉県さいたま市浦和区針ヶ谷 4-2-11

さくら浦和ビル 4 階

TEL:048-829-8061 FAX:048-822-3156

E-mail: info.rsjp@rohde-schwarz.com

<http://www.rohde-schwarz.co.jp/>



このアプリケーションノートと付属のプログラムは、ローデ・シュワルツ社のウェブサイトのダウンロード・エリアに記載されている諸条件に従ってのみ使用することができます。

R&S® は Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG の登録商標です。
商用名は各所有者の商標です。