

LTE ダウンリンク信号のマルチアンテナ送信機測定

シグナルアナライザとベクトル信号発生器を使った
4つのアンテナ間のタイミング差と PDSCH EVM の測定

MS2690A/MS2691A/MS2692A/MS2830A
シグナルアナライザ

MG3710A
ベクトル信号発生器

はじめに

本書は、ベクトル信号発生器から4つのアンテナで構成される LTE FDD/TDD のダウンリンク信号を出力し、シグナルアナライザでアンテナ間のタイミング差とアンテナごとの PDSCH EVM を測定する手順を説明します。

このデモの目的は、次の事を理解することです。

- MG3710A ベクトル信号発生器は 1 台で 4 つのアンテナを持つ基地局の信号出力をシミュレートできる手段があることと、その操作方法
- MS269xA シグナルアナライザは、4 つのアンテナ間のタイミング差と、アンテナごとの PDSCH EVM が測定できることと、その操作方法

このデモの主な対象者は、LTE 基地局の開発/評価をする人達です。

下図は、このデモでシミュレートする基地局の簡単なモデルです。基地局は 4 つのアンテナを備え、送信ダイバシティまたは空間多重による MIMO 送信を行う能力を備えています。各アンテナから出力される信号には、基地局のデザインやそのほかの環境要因による、わずかな相対的なタイミング差が発生します。

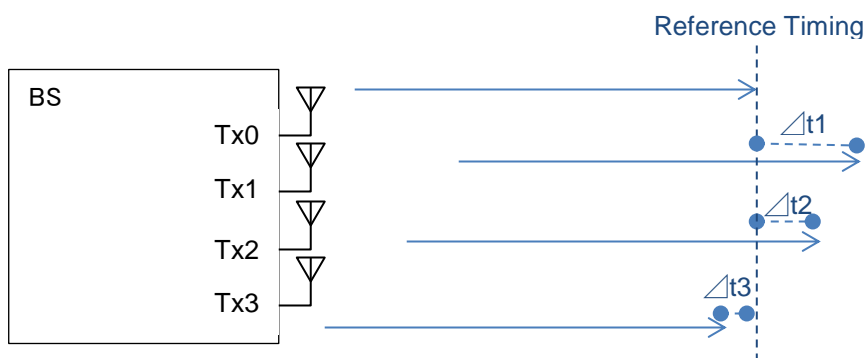


図 1. 4 つのアンテナを持つ基地局

このデモでは、2 ポートの RF とそれぞれにベースバンド信号加算機能を搭載した MG3710A ベクトル信号発生器から擬似的に 4 つのアンテナの信号を出力します。SG1 側のメモリ A に Tx0、メモリ B に Tx1、そして SG2 側のメモリ A に Tx2、メモリ B に Tx3 の信号をロードします。

下図は、このデモで基地局をシミュレートするときの MG3710A ベクトル信号発生器の簡単な内部ブロックです。Tx0 と Tx1、そして Tx2 と Tx3 の波形パターンはデジタル処理で加算します。ベースバンドクロックとローカル信号は SG1 と SG2 の間で同期させます。この結果、この構成の MG3710A ベクトル信号発生器から出力される Tx0、Tx1、Tx2、そして Tx3 の相対的なタイミングと位相の差は一定になります。

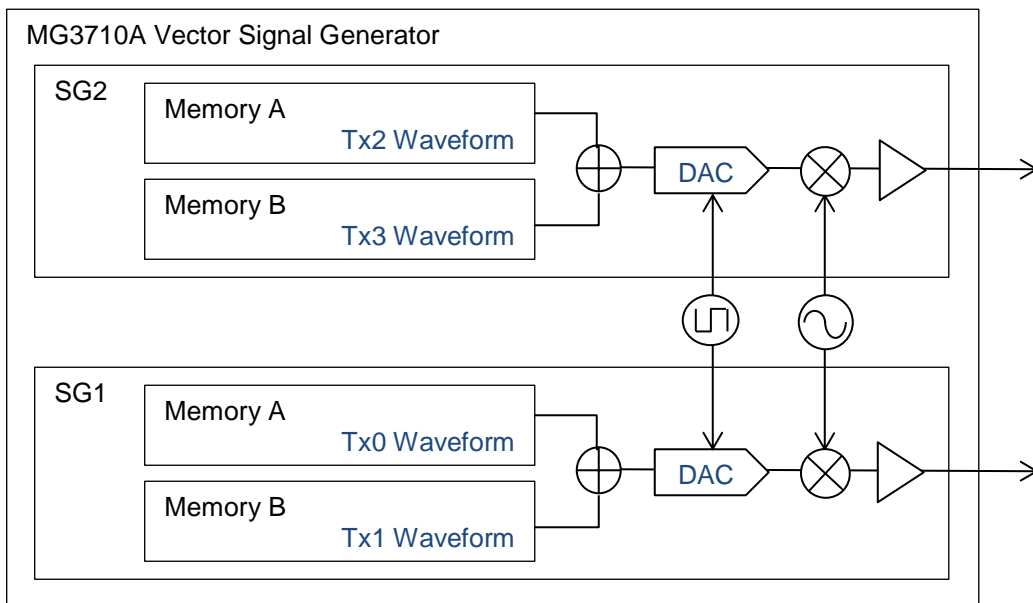


図2. 4つのアンテナを持つ基地局をシミュレートするMG3710Aベクトル信号発生器のブロック図

MS269xA シグナルアナライザは、アンテナごとに異なる配置がされるリファレンス信号を識別することでアンテナ間の信号のタイミング差を測定します。この測定を行う場合、MG3710A ベクトル信号発生器の2つのRFポートから出力された信号をコンバイナで合成し、MS269xA シグナルアナライザのRFポートに入力します。

データチャネルであるPDSCHのEVMを測定する場合、MG3710Aから1アンテナずつ出力し、直接MS269xAシグナルアナライザのRFポートに入力します。MS269xAシグナルアナライザでは測定対象のアンテナ番号を設定し、そのアンテナに対するPDSCH EVMを測定します。

このデモのタイミング差の測定は、3GPP TS36.141 Release 8または9の「6.5.3 Time alignment between transmitter branches」の定義を参照しています。PDSCH EVMの測定については、同じ規格の「6.5.2 Error Vector Magnitude」にシングルアンテナで測定するよう定義されていますが、このデモでは複数アンテナにおける変調精度を観察するため、タイミング差と同じ信号構成のものを測定します。

準備

このデモを行うには次の機器が必要です。

- MG3710A ベクトル信号発生器 (ファームウェア Ver. 2.00.02 以降)
 - オプション 032 1stRF 100kHz to 2.7GHz (オプション 034、036 でも可)
 - オプション 048 1stRF ベースバンド信号加算
 - オプション 062 2ndRF 100kHz to 2.7GHz (オプション 064、066 でも可)
 - オプション 078 2ndRF ベースバンド信号加算
- MX370108A LTE_IQproducer (LTE FDD 信号を生成する場合)
または
MX370110A LTE TDD IQproducer (LTE TDD 信号を生成する場合)
- MS269xA シリーズ シグナルアナライザ (パッケージ Ver. 5.04.00 以降)
 - MX269020A LTE ダウンリンク測定ソフトウェア (LTE FDD 信号を測定する場合)
 - または
MX269022A LTE TDD ダウンリンク測定ソフトウェア (LTE TDD 信号を測定する場合)
- RF ケーブル 3 本
- 2 信号合成コンバイナ 1 個

下図のように機器を接続します。

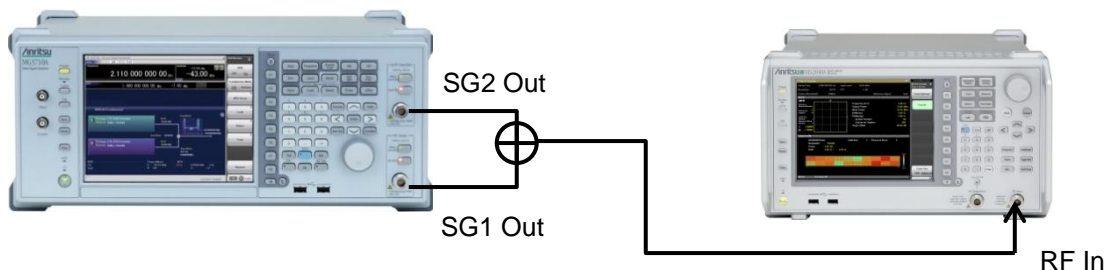


図 3. 接続例

なお、本書で説明する操作は、手順を簡単にするため、ケーブル減衰量の設定やキャリブレーションの操作を省略してあります。より正確な測定を行う場合には取扱説明書を参考に必要な操作を追加してください。

また、手順の説明、画面の図は特に記述がない限り LTE FDD の測定を記載しています。LTE TDD でも基本的に同じ操作で行えるためです。LTE TDD 特有の操作については補足の記述があります。

波形パターンの作成

このデモでは下記条件の LTE FDD/TDD ダウンリンク信号を測定します。複数のアンテナを使用したときの無線特性の試験が目的であるため、いくつかのパラメータは実際の MIMO 信号の構成と異なります。

表 1. 作成する波形パターンの主なパラメータ

パラメータ	値	備考
Cell ID	1	
帯域幅	5MHz	
アンテナ数	4	本書では各アンテナの信号を Tx0、Tx1、Tx2、Tx3 とします
ダイバシティモード	空間多重	
レイヤ数	1	
ベースとなる信号構成	E-TM1.1	6.5.3 Time alignment between transmitter branches の測定条件と同じ
Synchronization signal	Tx0 のみ有効	

MG3710A 内蔵の IQproducer を使い、出力する信号の波形パターンを作成します。
以下は MG3710A ベクトル信号発生器に対する操作手順です。

【手順】

1. [IQpro]を押して IQproducer を起動します。
2. System(Cellular)タブの「LTE FDD」ボタン(TDD の場合は「LTE TDD」)を押し、LTE IQproducer を起動します。
3. Normal Setup ボタンを押します。
4. メニュー「Easy Setup」→「BS Test」→「E-UTRA Test Models」→「E-TM1.1」→「BW=5MHz」を選択します。
5. 画面左のツリーの一番上にある「Common」を選択します。
6. 画面中央の「Common」列の「Number of Antennas」を「4」に設定します。
TDD の場合、「Common」列の「Test Model」を「Off」にしてから上記操作を行います。
7. 画面左のツリーの中にある「Synchronization signals」を選択します。
8. 画面右の「Primary Synchronization signals」の「Antenna Port 1」の「Data Status」を「Disable」に設定します。
9. 同様に、「Antenna Port 2」、「Antenna Port 3」、の「Data Status」を「Disable」に設定します。
(Antenna Port 0 のみ Enable に設定します。)
10. 画面右の「Secondary Synchronization signals」の「Antenna Port 1」の「Data Status」を「Disable」に設定します。
11. 同様に、「Antenna Port 2」、「Antenna Port 3」、の「Data Status」を「Disable」に設定します。
(Antenna Port 0 のみ Enable に設定します。)
12. 「Calculation」ボタンを押します。
13. 必要に応じて、パッケージ名、出力ファイル(波形パターン)名を変更します。
(このデモにおける名前付けはこの手順の最後を参照してください。)
14. OK ボタンを押して波形パターンの生成を開始します。
15. 「Folder is not found」のメッセージが出たら Yes を選択します。

必要に応じて、メニュー「File」→「Save Parameter File」から作成した波形パターンの設定ファイルを保存します。このファイルを「Recall Parameter File」で読み込むと、同じ設定が反映されます。

このデモでは、例として次の名前での 4 つの波形パターンを作ります。

パッケージ: LTE_FDD
(TDD の場合は「LTE_TDD」)

Tx0 波形パターン: E-TM_1-1_05M_0
Tx1 波形パターン: E-TM_1-1_05M_1
Tx2 波形パターン: E-TM_1-1_05M_2
Tx3 波形パターン: E-TM_1-1_05M_3

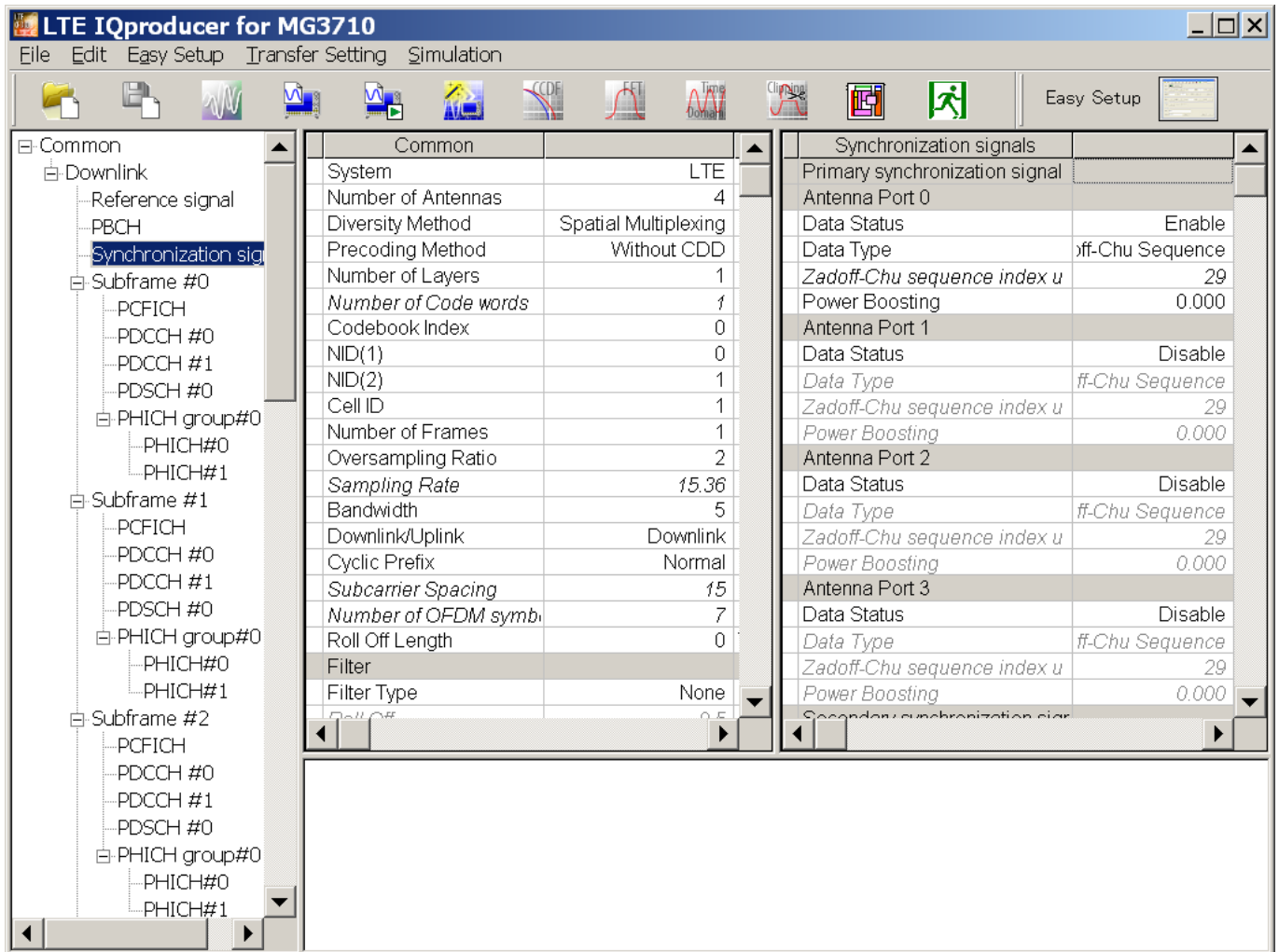


図 4. LTE IQproducer の設定例

以上の手順で、MG3710A ベクトル信号発生器に内蔵された HDD にアンテナごとに波形パターンが 4 つ生成されます。

信号発生器の設定

MG3710A ベクトル信号発生器から IQproducer で作成した信号を出力します。

Tx0 と Tx1 の信号は MG3710A の SG1 ポートから、ベースバンド信号加算機能で合成し、出力します。Tx0 の信号はメモリ A に、Tx1 の信号はメモリ B にロードします。Tx2 と Tx3 の信号は MG3710A の SG2 ポートから、ベースバンド信号機能で合成し、出力します。Tx2 の信号はメモリ A に、Tx3 の信号はメモリ B にロードします。

表 2. 波形パターンの配置と出力

波形パターン	RF ポート	ロード先の波形メモリ
Tx0: E-TM_1-1_05M_0	SG1	A
Tx1: E-TM_1-1_05M_1	SG1	B
Tx2: E-TM_1-1_05M_2	SG2	A
Tx3: E-TM_1-1_05M_3	SG2	B

また、各アンテナの信号が同期するように、2 つの RF 信号を生成するローカル信号を同期させます。

以下は MG3710A ベクトル信号発生器に対する操作手順です。

次の流れで操作します。

- ① SG1 で波形を選択します
- ② SG2 で波形を選択します
- ③ SG1 と SG2 の信号を同期させ、周波数、レベルなどを設定し、信号を出力します

【手順】

① SG1 で波形を選択します

1. [SG1]を押します。
2. [Preset]→[F1]Preset を押して初期化します。
3. [Load]を押し、画面左のパッケージリストから「LTE_FDD」(TDD の場合は「LTE_TDD」)を選択します。
4. [F8]To Memory を「A」に設定します。
5. 画面右のパターンリストから「E-TM_1-1_05M_0」を選択し、[F6]Load Pattern を実行します。
6. [F8]To Memory を「B」に設定します。
7. 画面右のパターンリストから「E-TM_1-1_05M_1」を選択し、[F6]Load Pattern を実行します。
8. [Mode]→[F2]Combination Mode を「Edit」にします。
9. [Select]→[F8]On Memory を「A」に設定します。
10. 画面左のパッケージリストから「LTE_FDD」(TDD の場合は「LTE_TDD」)を選択します。
11. 画面右のパターンリストから「E-TM_1-1_05M_0」を選択し、[F6]Select を実行します。
12. [Select]→[F8]On Memory を「B」に設定します。
13. 画面右のパターンリストから「E-TM_1-1_05M_1」を選択し、[F6]Select を実行します。
14. [Mode]→[F3]ARB Setup→[F3]Output B を On に設定します。

② SG2 で波形を選択します

15. [SG2]を押します。
16. [Load]を押し、画面左のパッケージリストから「LTE_FDD」(TDD の場合は「LTE_TDD」)を選択します。
17. [F8]To Memory を「A」に設定します。
18. 画面右のパターンリストから「E-TM_1-1_05M_2」を選択し、[F6]Load Pattern を実行します。
19. [F8]To Memory を「B」に設定します。
20. 画面右のパターンリストから「E-TM_1-1_05M_3」を選択し、[F6]Load Pattern を実行します。
21. [Mode]→[F2]Combination Mode を「Edit」にします。
22. [Select]→[F8]On Memory を「A」に設定します。
23. 画面左のパッケージリストから「LTE_FDD」(TDD の場合は「LTE_TDD」)を選択します。
24. 画面右のパターンリストから「E-TM_1-1_05M_2」を選択し、[F6]Select を実行します。
25. [Select]→[F8]On Memory を「B」に設定します。
26. 画面右のパターンリストから「E-TM_1-1_05M_3」を選択し、[F6]Select を実行します。
27. [Mode]→[F3]ARB Setup→[F3]Output B を On に設定します。

- ③ SG1 と SG2 の信号を同期させ、周波数、レベルなどを設定し、信号を出力します
28. [Mode]→[→]→[F8]Sync Multi SG→[F1]Sync Type→[F4]SG1&2 を押します。
 29. 戻るボタン→[F4] LO Sync を On に設定します。
 30. [SG1]を押します。
 31. [Frequency]を押し、周波数を 2,110MHz に設定します。ローカル信号が同期されているため、SG1 と SG2 の周波数は同じ値になります。
 32. [Level]を押し、出力レベルを -15dBm に設定します。
 33. 「RF Output」の「Mod On/Off」と「On/Off」をそれぞれ On に設定します。
 34. [SG2]を押します。
 35. [Level]を押し、出力レベルを -15dBm に設定します。
 36. 「2nd RF Output」の「Mod On/Off」と「On/Off」をそれぞれ On に設定します。
 37. [SG1]を押します。
 38. [Mode]→[→]→[F2]Start/Frame Trigger→[F3] Source→[F2]Trigger Key を選択します。
 39. 戻るボタン→[F8] Trigger Key を実行します。

以上の手順で、MG3710A ベクトル信号発生器から Tx0 と Tx1 が加算された信号が SG1 から、Tx2 と Tx3 が加算された信号が SG2 から出力されます。



図 5. 4 つのアンテナ信号出力の例 (SG1 の設定を表示)

タイミング差の測定

MS269xA シグナルアナライザでアンテナ間の信号のタイミング差を測定します。MS269xA シグナルアナライザの測定ソフトウェア MX269020A LTE ダウンリンク測定ソフトウェアの変調解析機能を使用して測定します。

以下は MS269xA シグナルアナライザに対する操作手順です。

【手順】

1. [Application Switch]を押して「3GLTE Downlink」(TDD の場合は「LTE-TDD Downlink」)を選択します。
2. [Frequency]を押して周波数を 2110MHz に設定します。
3. [Amplitude]を押して周波数を -15dBm に設定します。
4. [Measure]→[F2]MIMO Summary (TDD の場合は[F3] MIMO Summary)を選択します。
5. [F3]Channel Bandwidth→[F3]5MHz を選択します。
6. 戻るボタン→[F7] Detail Settings を選択します。
7. 「Number of Antenna Ports」を「4」に設定します。
8. [Set]を押して Detail Settings ダイアログを閉じます。
9. [Continuous]を押して測定を開始し、「RS Timing Offset」の値を確認します。

以上の手順で、MS269xA シグナルアナライザの画面に Tx0 の信号を基準とした各アンテナのタイミング差が表示されます。基準とするアンテナは手順 6 で表示される「Detail Settings」の「Antenna Port」にて指定できます。

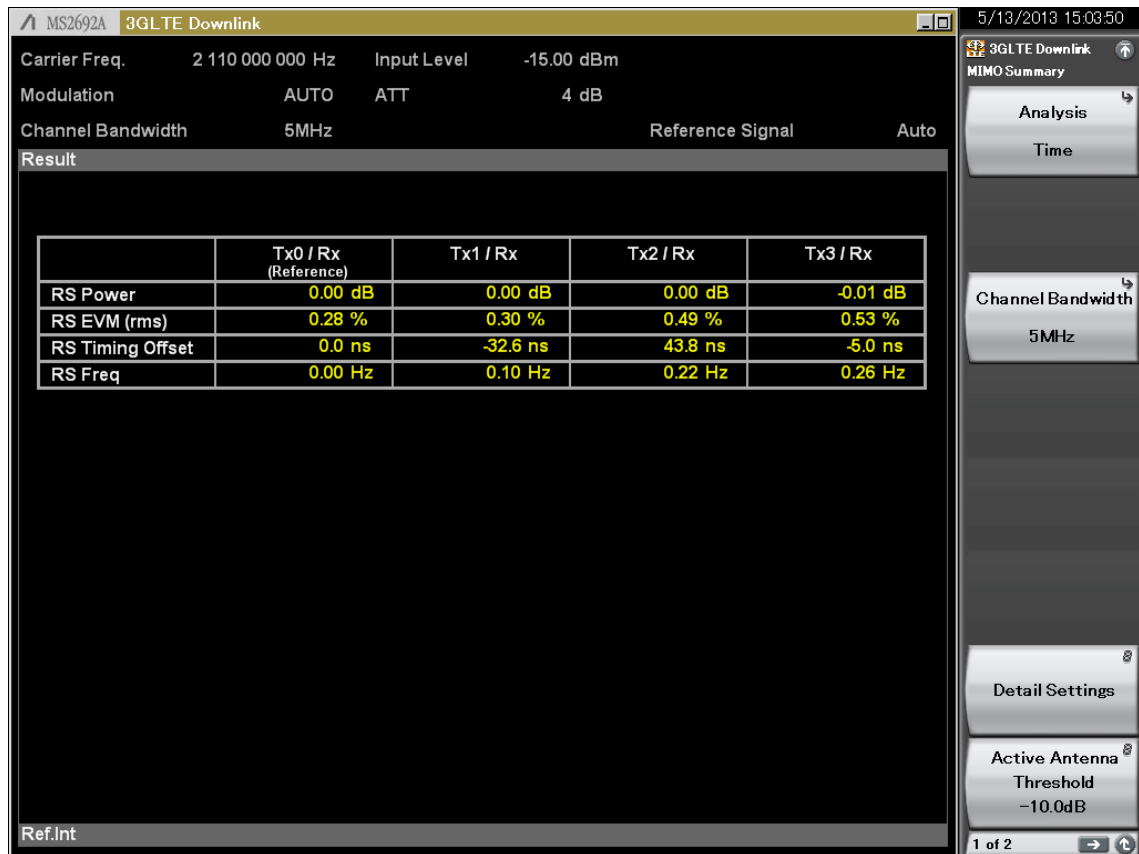


図 6. 4 アンテナ間のタイミング差測定の場合

PDSCH EVM の測定

タイミング差を測定する系をそのまま使用し、PDSCH EVM を測定します。MS269xA シグナルアナライザの測定ソフトウェア MX269020A LTE ダウンリンク測定ソフトウェアの変調解析機能を使用して測定します。ただし、MG3710A ベクトル信号発生器からは各アンテナの信号を 1 つずつ出力します。

以下は MG3710A ベクトル信号発生器と MS269xA シグナルアナライザに対する操作手順で、タイミング差の測定の続きです。MG3710A ベクトル信号発生器で測定対象のアンテナの信号を出力した後、それに対する測定をシグナルアナライザで行います。

作成した Tx1、Tx2、Tx3 には Synchronization Signal が含まれていないため、測定するときは同期モードを Reference Signal に設定します。

信号発生器の設定

【手順】

① Tx0 の出力

1. [SG1]を押します。
2. [Mode]→[→]→[F8]Sync Multi SG→[F1]Sync Type→[F1]Off に設定します。
3. [Mode]→[F3]ARB Setup→[F1]Output A を On に設定します。
4. [Mode]→[F3]ARB Setup→[F3]Output B を Off に設定します。
5. 「RF Output」(SG1 側)の「Mod On/Off」と「On/Off」をそれぞれ On に設定します。
6. 「2nd RF Output」(SG2 側)の「Mod On/Off」と「On/Off」をそれぞれ Off に設定します。
7. シグナルアナライザを操作して、Tx0 の PDSCH EVM を測定します。

② Tx1 の出力

8. [SG1]を押します。
9. [Mode]→[F3]ARB Setup→[F1]Output A を Off に設定します。
10. [Mode]→[F3]ARB Setup→[F3]Output B を On に設定します。
11. シグナルアナライザを操作して、Tx1 の PDSCH EVM を測定します。

③ Tx2 の出力

12. [SG2]を押します。
13. [Mode]→[F3]ARB Setup→[F1]Output A を On に設定します。
14. [Mode]→[F3]ARB Setup→[F3]Output B を Off に設定します
15. 「RF Output」(SG1 側)の「Mod On/Off」と「On/Off」をそれぞれ Off に設定します。
16. 「2nd RF Output」(SG2 側)の「Mod On/Off」と「On/Off」をそれぞれ On に設定します。
17. シグナルアナライザを操作して、Tx2 の PDSCH EVM を測定します。

④ Tx3 の出力

18. [SG2]を押します。
19. [Mode]→[F3]ARB Setup→[F1]Output A を Off に設定します。
20. [Mode]→[F3]ARB Setup→[F3]Output B を On に設定します。
21. シグナルアナライザを操作して、Tx3 の PDSCH EVM を測定します。



図 7. Tx0 信号出力の例

シグナルアナライザの操作

【手順】

① Tx0 の測定

1. [Measure]→[F1] Modulation Analysis→[F7] Detail Settings を選択します。
2. 「Synchronization Mode」を「Reference Signal」に設定します。
3. 「Cell ID」を「1」に設定します。
4. 「Number of Antenna Ports」を「4」に設定します。
5. 「Antenna Port」を「0」に設定します。
6. 「PDCCH」の On/Off チェックボックスを外します(Off にします)。
7. 「PHICH」の On/Off チェックボックスを外します(Off にします)。
8. [Set]を押して Detail Settings ダイアログを閉じます。
9. [Trace]→[F1]Trace Mode →[F6]Summary を選択します。
10. [Continuous]を押して測定を開始し、「PDSCH EVM (rms)」の値を確認します。

② Tx1 の測定

11. [Measure]→[F1] Modulation Analysis→[F7] Detail Settings を選択します。
12. 「Antenna Port」を「1」に設定します。
13. [Set]を押して Detail Settings ダイアログを閉じます。
14. [Continuous]を押して測定を開始し、「PDSCH EVM (rms)」の値を確認します。

③ Tx2 の測定

15. [Measure]→[F1] Modulation Analysis→[F7] Detail Settings を選択します。
16. 「Antenna Port」を「2」に設定します。
17. [Set]を押して Detail Settings ダイアログを閉じます。
18. [Continuous]を押して測定を開始し、「PDSCH EVM (rms)」の値を確認します。

④ Tx3 の測定

19. [Measure]→[F1] Modulation Analysis→[F7] Detail Settings を選択します。
20. 「Antenna Port」を「3」に設定します。
21. [Set]を押して Detail Settings ダイアログを閉じます。
22. [Continuous]を押して測定を開始し、「PDSCH EVM (rms)」の値を確認します。

Channel	On/Off	Power Boosting
PBCH	<input checked="" type="checkbox"/>	Auto 0.000 dB
P-SS	<input checked="" type="checkbox"/>	Auto 0.000 dB
S-SS	<input checked="" type="checkbox"/>	Auto 0.000 dB
PDCCH	<input type="checkbox"/>	Auto 0.000 dB
PCFICH	<input checked="" type="checkbox"/>	Auto 0.000 dB
PHICH	<input type="checkbox"/>	Auto 0.000 dB
PDSCH	<input type="checkbox"/>	Auto 0.000 dB

図 8. Tx0 の PDSCH EVM 設定の例

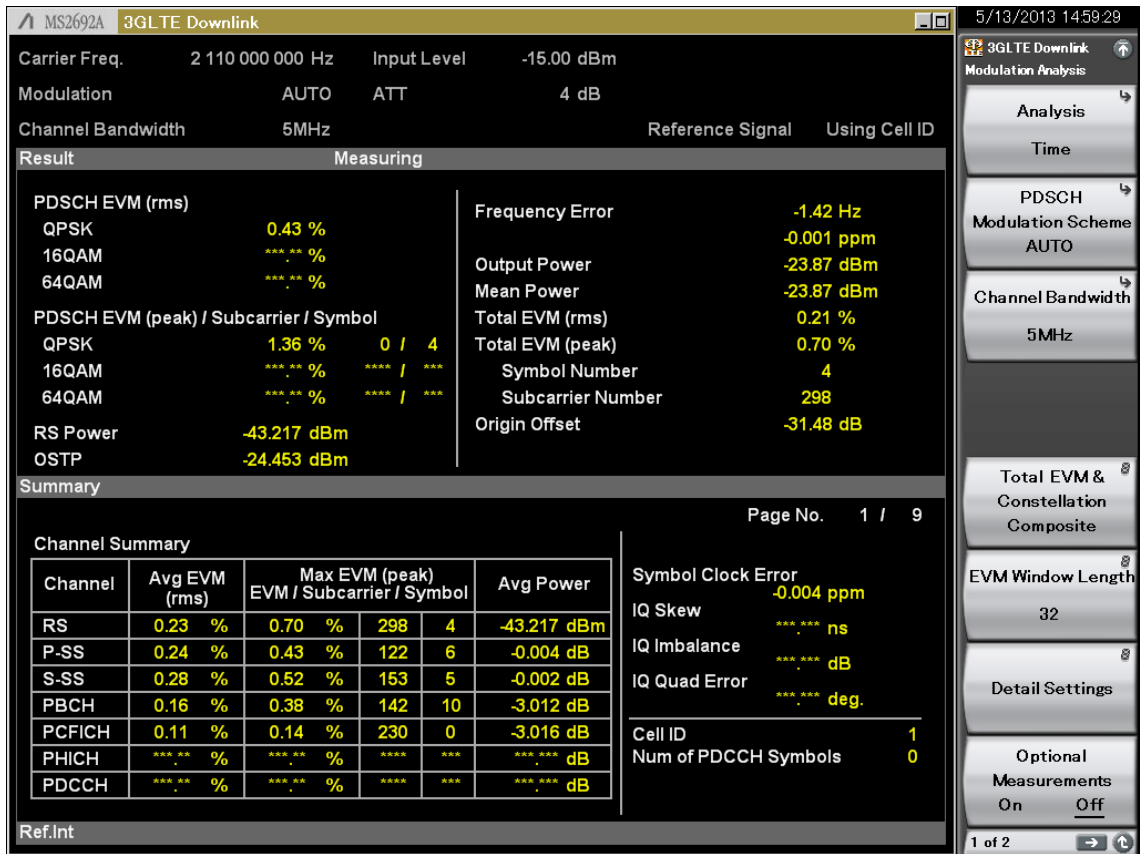


図 9. Tx0 の PDSCH EVM 測定結果の例

補足

このデモでは、MG3710A ベクトル信号発生器のベースバンド信号加算機能を使用し、1 台の MG3710A ベクトル信号発生器で 4 つのアンテナの信号を出力しましたが、ベースバンド信号加算機能を使用せず、2 台の MG3710A ベクトル信号発生器を使用して、ベクトル信号発生器の各 RF ポートと基地局のアンテナを 1 対 1 に割りあてることもできます。4 つのアンテナからの信号出力をシミュレートする場合、ベースバンド信号加算機能を使用して 1 台の MG3710A ベクトル信号発生器を使用するときと、ベースバンド信号加算機能を使用せずに 2 台の MG3710A ベクトル信号発生器を使用するときの違いについては次の表 3 と図 10 を参照してください。

表 3. MG3710A ベクトル信号発生器の構成例 (4 つの送信アンテナの場合)

	構成 1 (本書でのデモ内容)	構成 2
2ndRF 付 MG3710A ベクトル信号発生器の台数	1 台	2 台
RF ポート数	2	4
各 RF ポートに対するベースバンド信号加算オプション	あり	なし
追加必要オプション	—	MG3710A-017 汎用入出力
追加機器	—	フレームトリガ源(ファンクションジェネレータ)、ベクトル信号発生器間でトリガ・ベースバンドクロック・ローカル信号を同期するための各ケーブルなど
アンテナ間のタイミング調整機能	あり	あり
アンテナ間の位相調整	不可 (ベースバンド信号加算機能:メモリ A・B 間で位相差調整機能なし)	可能
各アンテナの信号にフェージングをかける試験への適用	不可	可能

このデモの内容は、マルチアンテナ送信機のテストに適用できますが、フェージングをかけるようなマルチアンテナ/MIMO 受信機のテストには使用できません。通常フェージングのシミュレーションは、複数のアンテナに対して MIMO 行列の計算を行い、それらを独立した RF ポートで出力しますが、それらの各 RF ポートの信号は受信機のアンテナ端での信号であり、それ自体が複数のチャンネルが混合された状態を示すためです。従って、そのような信号をベースバンド信号加算してしまうと、本来の試験対象の信号を得ることができなくなってしまいます。

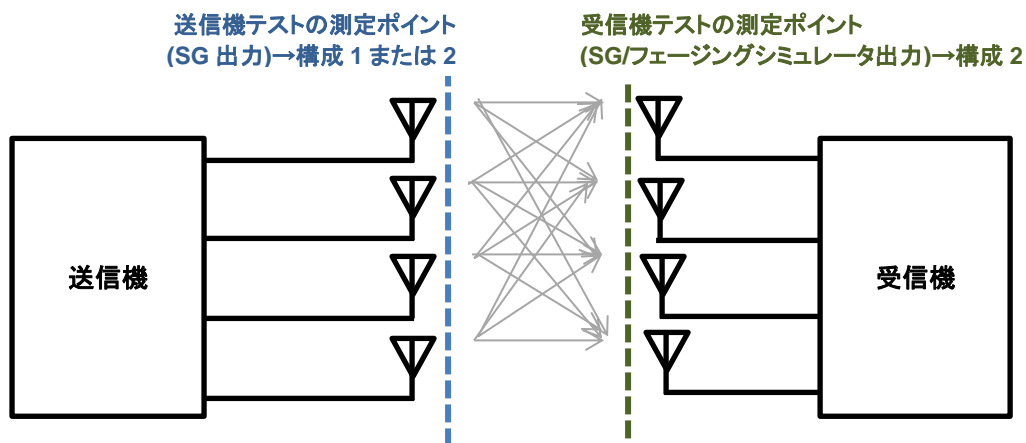


図 10. マルチアンテナ送信機/受信機の測定ポイント

2 台の MG3710A ベクトル信号発生器で各 RF ポート間の同期(位相コヒーレンス)をとる方法、および各 RF ポート間のタイミング差と位相差を最小にするための方法については、アプリケーションノート MG3710A-J-F-3「ベクトル信号発生器による MIMO 位相コヒーレントの実現」を参照してください。

Note



お見積り、ご注文、修理などは、下記までお問い合わせください。記載事項は、おことわりなしに変更することがあります。

アンリツ株式会社

<http://www.anritsu.com>

本社	〒243-8555 神奈川県厚木市恩名 5-1-1	TEL 046-223-1111
厚木	〒243-0016 神奈川県厚木市田村町 8-5	
	計測器営業本部	TEL 046-296-1202 FAX 046-296-1239
	計測器営業本部 営業推進部	TEL 046-296-1208 FAX 046-296-1248
	〒243-8555 神奈川県厚木市恩名 5-1-1	
	ネットワーク営業本部	TEL 046-296-1205 FAX 046-225-8357
新宿	〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-14-1	新宿グリーンタワービル
	計測器営業本部	TEL 03-5320-3560 FAX 03-5320-3561
	ネットワーク営業本部	TEL 03-5320-3552 FAX 03-5320-3570
	東京支店(官公庁担当)	TEL 03-5320-3559 FAX 03-5320-3562
仙台	〒980-6015 宮城県仙台市青葉区中央 4-6-1	住友生命仙台中央ビル
	計測器営業本部	TEL 022-266-6134 FAX 022-266-1529
	ネットワーク営業本部東北支店	TEL 022-266-6132 FAX 022-266-1529
名古屋	〒450-0002 愛知県名古屋市中村区名駅 3-20-1	サンシャイン名駅ビル
	計測器営業本部	TEL 052-582-7283 FAX 052-569-1485
大阪	〒564-0063 大阪府吹田市江坂町 1-23-101	大同生命江坂ビル
	計測器営業本部	TEL 06-6338-2800 FAX 06-6338-8118
	ネットワーク営業本部関西支店	TEL 06-6338-2900 FAX 06-6338-3711
広島	〒732-0052 広島県広島市東区光町 1-10-19	日本生命光町ビル
	ネットワーク営業本部中国支店	TEL 082-263-8501 FAX 082-263-7306
福岡	〒812-0004 福岡県福岡市博多区櫻田 1-8-28	ツインスクエア
	計測器営業本部	TEL 092-471-7656 FAX 092-471-7699
	ネットワーク営業本部九州支店	TEL 092-471-7655 FAX 092-471-7699

再生紙を使用しています。

計測器の使用法、その他については、下記までお問い合わせください。

計測サポートセンター

TEL: 0120-827-221、FAX: 0120-542-425

受付時間 / 9:00~12:00、13:00~17:00、月~金曜日(当社休業日を除く)

E-mail: MDVPOST@anritsu.com

● ご使用の前に取扱説明書をよくお読みのうえ、正しくお使いください。

1305



■本製品を国外に持ち出すときは、外国為替および外国貿易法の規定により、日本国政府の輸出許可または役務取引許可が必要となる場合があります。また、米国の輸出管理規則により、日本からの再輸出には米国商務省の許可が必要となる場合がありますので、必ず弊社の営業担当までご連絡ください。