



MG3710A/MG3710E の 2 信号加算機能を使った Multi-Standard Radio 信号の生成

ベクトル信号発生器 MG3710A / MG3710E

目次

1. はじめに	3
2. 異なるシステムの信号を組み合わせるときの問題	4
2.1 サンプリングレートの違いによる問題	5
2.2 波形パターンの周期の違い	6
2.2 波形パターンの周期の違い (続き)	7
3. MG3710A / MG3710E を使った信号加算	8
4. MG3710A / MG3710E から Multi-Standard Radio 信号生成例	9
4.1 送信特性試験用波形パターンの出力例	9
4.2 受信特性試験用波形パターンの出力例	13
5. まとめ	16

1. はじめに

近年、通信インフラの無線化, 高速化が進むことにより、さまざまな無線システムが登場しています。これにより、基地局は複数の無線システムを扱うようになりました。

セルラの通信規格を策定している 3GPP では複数の無線システムをサポートする基地局を対象として、TS37.104/TS37.141 を準備しています。TS37.104/TS37.141 は Multi-Standard Radio と呼ばれる複数の無線システムを扱う基地局のための送信/受信試験規格です。

基地局の送信/受信試験で使用する測定器の一つがベクトル信号発生器です。一般的なベクトル信号発生器は 1 つの RF ポートから、特定の 1 つの無線規格に準拠した信号を出力します。しかし、TS37.104/TS37.141 に沿った Multi-Standard Radio の基地局の送信/受信試験では、ベクトル信号発生器も複数の無線システムを扱うことが求められると予想されます。一般的なベクトル信号発生器では、LTE, W-CDMA, GSM のように異なる無線システムを組み合わせる場合、下記の条件により信号生成が困難でした。

- 通信システムごとに異なるサンプリングレート
- 通信システムごとに異なる信号周期

MG3710A / MG3710E は、一般的なベクトル信号発生器では難しい LTE, W-CDMA, GSM のような異なる無線システムの信号を組み合わせ生成することができます。

本アプリケーションノートでは、一般的なベクトル信号発生器で異なる無線システムを組み合わせた信号を生成するときの問題点について説明します。そして、MG3710A / MG3710E を使ってこの問題を解決する方法を説明し、最後に Multi-Standard Radio の信号の生成方法の一例をご紹介します。

2. 異なるシステムの信号を組み合わせるときの問題

ベクトル信号発生器から異なる通信システムの信号を組み合わせるときの問題について考えます。

例として TS37.104/TS37.141 V10.5.0(2011-12)で規定されている GSM と W-CDMA を組み合わせた信号をベクトル信号発生器から出力する場合を想定します。

図 1 は TS37.104/TS37.141 V10.5.0(2011-12)で規定されている信号の一例を示します。

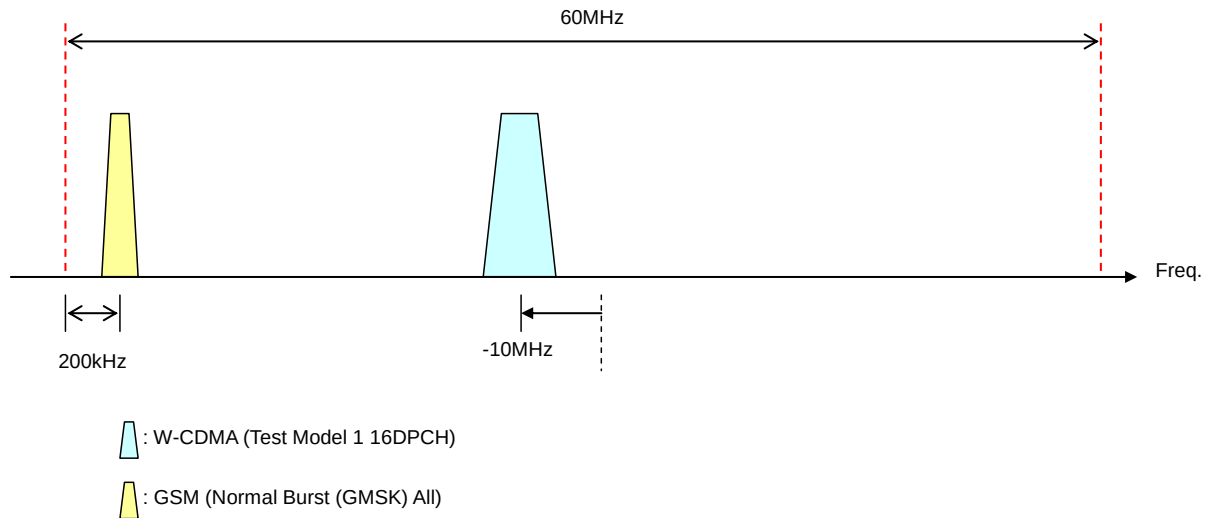


図 1. GSM, W-CDMA を組み合わせた信号の例

この信号を一般的なベクトル信号発生器から出力する方法として、以下の二つの方法が考えられます。

1. 2 台のベクトル信号発生器を使って組み合わせる
2. 二つの信号を一つの波形パターンとして組み合わせる

まず、1 番目の方法について考えます。図 2 のようにこの方法では 2 台のベクトル信号発生器と、信号を加算するための結合器を用意します。この構成では、結合器で加算する前の、2 台のベクトル信号発生器の出力レベルをそれぞれ調整する必要があります。そのため治具の準備やアイソレーションの確保といったシステムアップのためのコストがかかります。

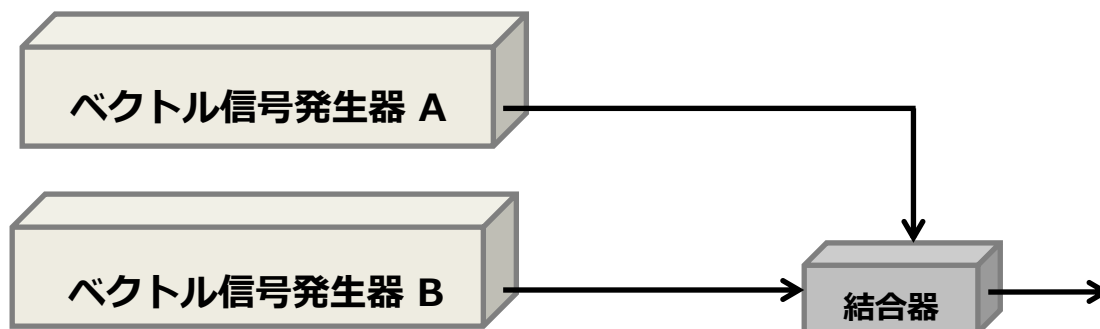


図 2. 2 台のベクトル信号発生器の出力を加算するとき

次に、2 番目方法について考えます。この方法では必要になるベクトル信号発生器が 1 台で済むため、1 番目の方法と比べてベクトル信号発生器にかかるコストを大幅に低減できます。また、デジタル処理で信号を加算するため、出力レベルの調整は不要です。しかし、異なる通信システムの信号を加算するときは以下の違いを解消する必要があります。

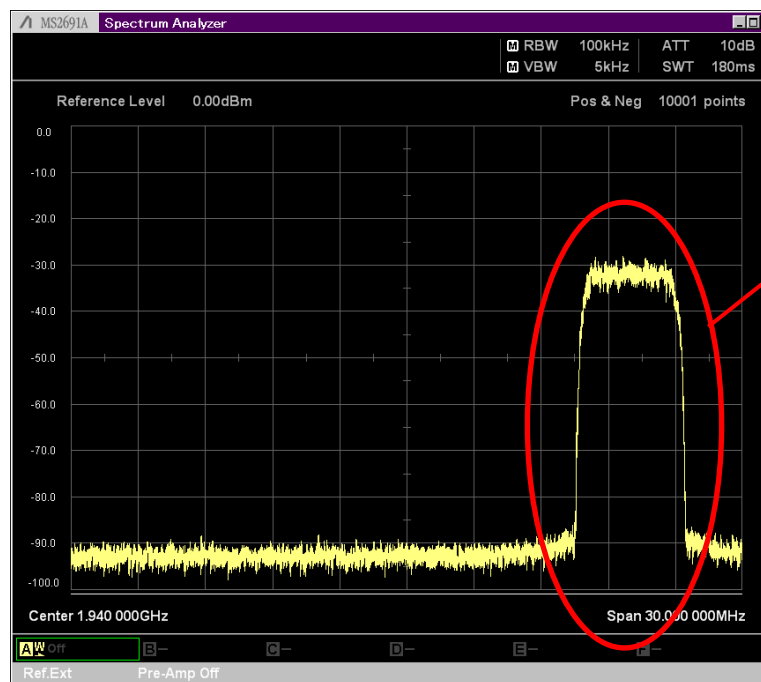
- 波形パターンのサンプリングレートの違い
- 波形パターンの周期の違い

次にそれぞれの違いが加算後の信号に与える影響について考えます。

2.1 サンプリングレートの違いによる問題

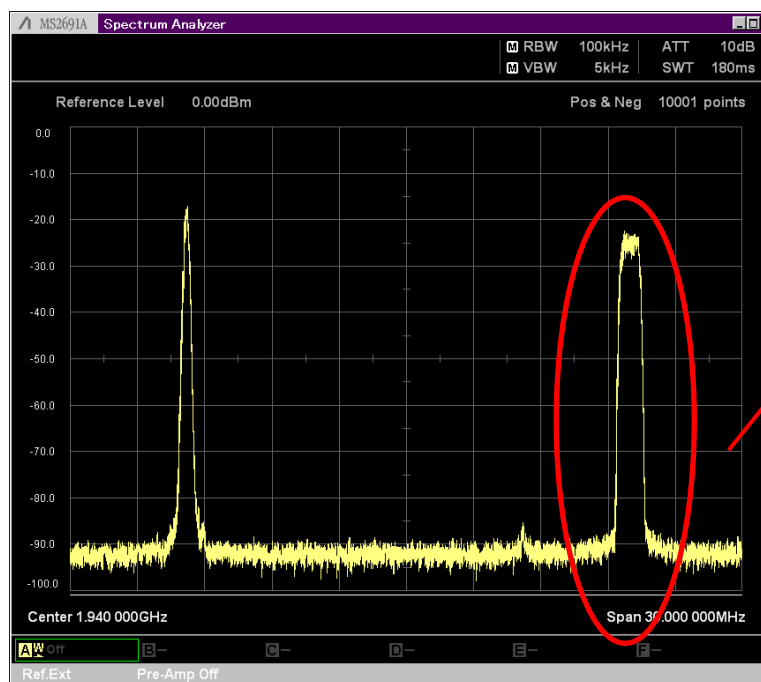
通常、異なる通信規格に従って作成された二つの波形パターンは、異なるサンプリングレートで作成されます。そのため、加算するためには二つの波形パターンのサンプリングレートを合わせる必要があります。仮に、異なるサンプリングレートで波形パターンを加算すると、どちらかの一つの波形パターンは通信規格で規定されているサンプリングレートと違うために、正しい信号が出力されません。

図 3 は W-CDMA と GSM の信号をサンプリングレートが異なるまま加算した例を示します。この場合、W-CDMA のサンプリングレートが本来のサンプリングレートと異なっています。そのため、W-CDMA の信号のスペクトラムが、本来のスペクトラムと異なっていることがわかります。



本来のスペクトラム

本来の W-CDMA 信号のスペクトラム



W-CDMA の波形パターン
(本来は帯域幅が 3.84MHz 程度になるところが、組み合わせている GSM の波形パターンのサンプリングレートで出力されているため、帯域幅が変わってしまっている。)

GSM 信号加算時の W-CDMA 信号のスペクトラム

図 3. サンプリングレートが異なるまま加算した例

2.2 波形パターンの周期の違い

通信規格ではフレーム長などの単位となる周期を規定しています。ベクトル信号発生器で使用する波形パターンを作成する場合、この通信規格で規定されている単位を基本として作成します。そのため、通信規格ごとに作成される波形パターンのサンプル数が異なります。2 信号を加算するときはこのサンプル数の違いを考慮する必要があります。

図 4 はサンプル数を合わせるために一方の波形パターンのサンプル数を打ち切って加算した例を示しています。この例から波形パターンを打ち切った部分でスプリアスが発生することがわかります。また、受信特性試験においては波形パターンを打ち切った部分で信号が受信できなくなるといった問題が発生します。

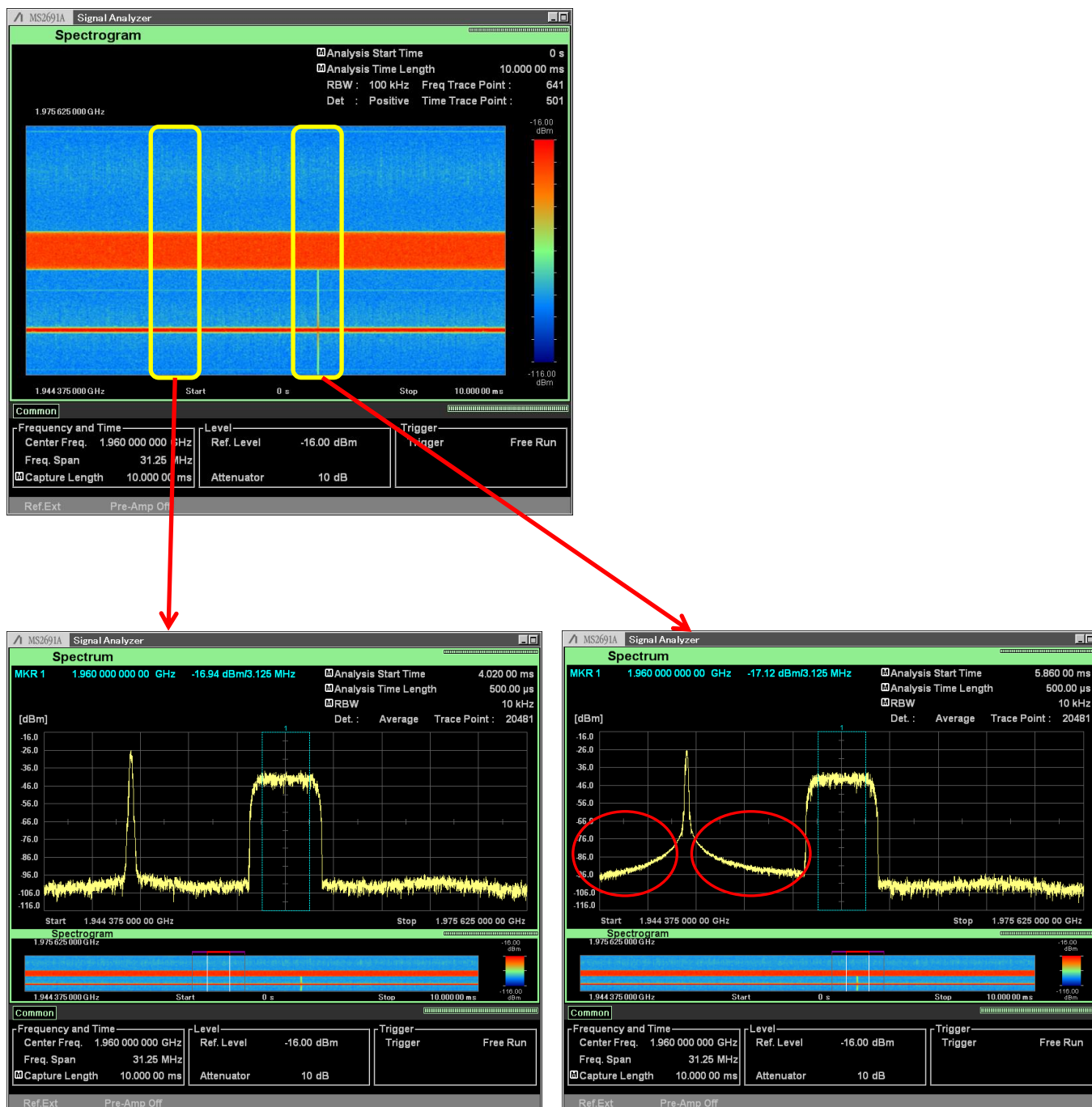


図 4. 波形パターンを途中で打ち切って加算した例

2.2 波形パターンの周期の違い (続き)

前述の問題を回避するためには以下の作業が必要です。

1. サンプリングレートを変換し、二つの波形パターンのサンプリングレートを一致させる
2. 1 で一致させたサンプリングレートを使用し、二つの波形パターンの周期を一致させるために、二つの波形パターン周期の最小公倍数で波形を生成しなおす

実際の波形パターンを使って 2 波形を加算して一つの波形パターンを作成するときの例を示します。例で使用する波形パターンのサンプリングレートとサンプル数を表 1 に示します。

表 1. W-CDMA と GSM の信号の仕様

波形パターン	サンプリングレート	サンプル数
W-CDMA	15.36 MHz	153600
GSM	3.25 MHz	7665000

まず、サンプリングレート変換を行い、波形パターンのサンプリングレートを合わせます。W-CDMA のサンプリングレートを 3258/256 倍, GSM のサンプリングレートを 6 倍することにより、両方のサンプリングレートを 19.5MHz にできます。表 2 にサンプリングレートを変換した後の W-CDMA と GSM の波形パターンのサンプリングレートとサンプル数を示します。

表 2. サンプリングレートを一致させた W-CDMA と GSM の信号の仕様

波形パターン名	サンプリングレート	サンプル数
W-CDMA	19.5 MHz	195000
GSM	19.5 MHz	45990000

次にサンプル数を合わせます。サンプル数を合わせるために二つの波形パターンのサンプル数の最小公倍数を求めサンプル数を一致させます。195000 と 45990000 の最小公倍数は 597870000 です。つまり、この例で使用している波形パターンを加算するとは 597870000 サンプルものサンプル数になります。サンプル数が増えると、それだけ大きな波形メモリがベクトル信号発生器に搭載されている必要があります。しかし、大容量の波形メモリを搭載したベクトル信号発生器はそれだけ高価であり、組み合わせ次第では必要になる波形メモリのサイズはさらに大きくなります。

この他、2 信号加算を行うときには周波数オフセットやレベル比の付加を行うことがあります。2 波形パターンとして加算すると、周波数オフセットやレベル比を変えるたびに波形パターンの作り直しが必要になります。結果として、この方法ではベクトル信号発生器にかかるコストを抑えることはできませんが、新たに波形を作成するための作業によるコストが発生します。

以上のように、従来のベクトル信号発生器は通信規格の異なる 2 波形を加算するときには

- ベクトル信号発生器にかかるコスト
 - 2 台のベクトル信号発生器および治具の準備
 - システムアップ
- 信号加算ができる波形パターン作成にかかるコスト
- 波形パターンサイズの肥大化によるコスト
 - 波形生成にかかる時間
 - 肥大化した波形パターンを再生するために必要な大容量の波形メモリ

が必要になるという問題があります。

3. MG3710A / MG3710E を使った信号加算

MG3710A / MG3710E は今までに述べた従来のベクトル信号発生器の問題を解決するため、以下の特徴的な機能を備えています。

- 2 波形加算機能
- レートマッチング機能

【2 波形加算機能】

MG3710A / MG3710E 本体でデジタル処理による、2 信号を加算する機能です。MG3710A / MG3710E は図 5 のように二つのベースバンドメモリを備えています。二つのベースバンドメモリは、別々の信号を再生することができます。これにより、2 波形を加算して 1 つの波形パターンにする必要がなくなるため、加算する波形パターンのサンプル数を合わせる作業が不要になります。

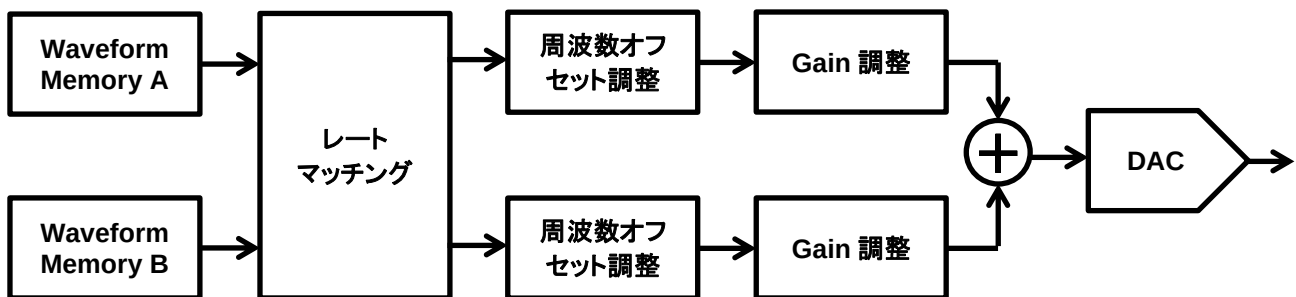


図 5. MG3710A / MG3710E のベースバンドブロック

【レートマッチング機能】

MG3710A / MG3710E で 2 信号を加算するときに、二つのベースバンドメモリのサンプリングレートを合わせて加算する機能です。MG3710A / MG3710E では自動でサンプリングレートを合わせます。これにより、加算する前に波形パターンのサンプリングレートを合わせる作業が不要になります。

MG3710A / MG3710E に搭載されている機能により、従来のベクトル信号発生器では必要であった、サンプリングレートとデータポイント数を合わせる作業が MG3710A / MG3710E では不要になります。また、2 台のベクトル信号発生器が必要ということもなくなります。この他、周波数オフセット調整とゲイン調整機能も搭載しているので、周波数オフセットやレベル比を変えるたびに波形パターンの作り直すことも不要になります。

MG3710A / MG3710E を使えば、必要なベクトル信号発生器を 1 台にできる上に、2 波形を加算するため必要な作業が不要になるため、2 波形を加算するために必要なコストを削減できます。



- 必要ベクトル信号発生器が 1 台で済む
- サンプリングレートとデータポイント数を合わせる作業が不要
- 組み合わせる波形パターンを選ぶだけ加算ができる
- 波形を作り直すことなく周波数オフセット、ゲイン調整が可能
- タッチパネルを使って本体上でも波形生成が可能

図 6. MG3710A / MG3710E で 2 信号加算するとき

4. MG3710A / MG3710E から Multi-Standard Radio 信号生成例

MG3710A / MG3710E から異なる通信規格の信号を組み合わせたときの例として、Multi-Standard Radio で規定されている信号を出力する方法を示します。Multi-Standard Radio で規定されている送信特性試験で使う信号は MG3710A / MG3710E と合わせて Multi-Carrier IQproducer MX370104A を使うことで、簡単に信号を出力できます。Multi-Carrier IQproducer MX370104A はマルチキャリア信号を生成するための波形生成アプリケーションです。

また、受信特性試験用で使う信号は MG3710A / MG3710E のベースバンド信号加算機能とそれぞれの通信システムに対応した IQproducer を使うことにより出力できます。

4.1 送信特性試験用波形パターンの出力例

Multi-Standard Radio で TC4c として規定されている W-CDMA, LTE と GSM を組み合わせた送信特性試験用信号を出力する例を示します。図 7 は作成する送信特性試験用波形パターンとして作成する波形パターンのキャリア配置を示します。

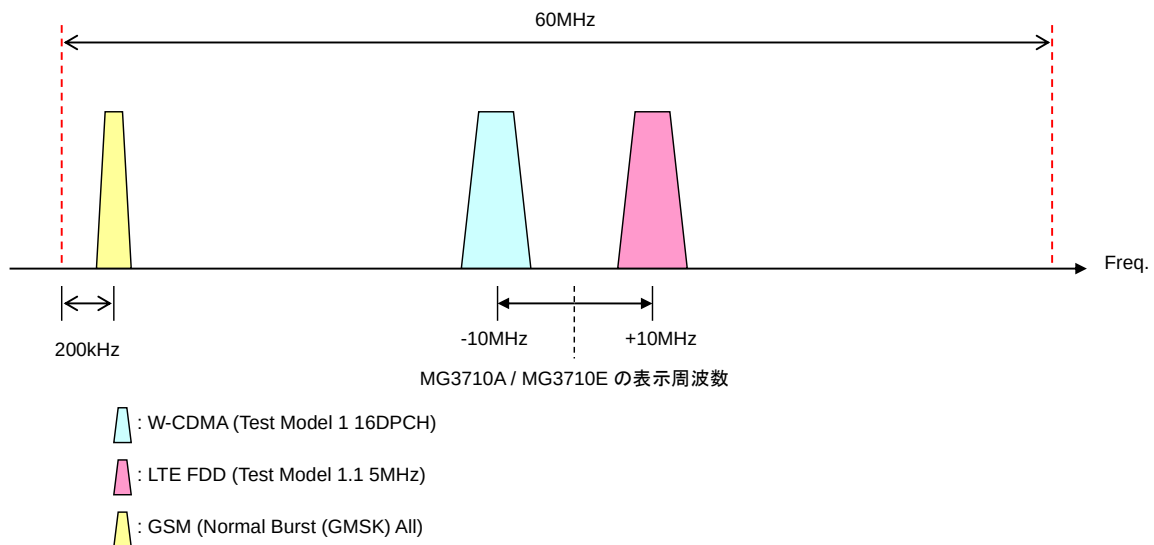
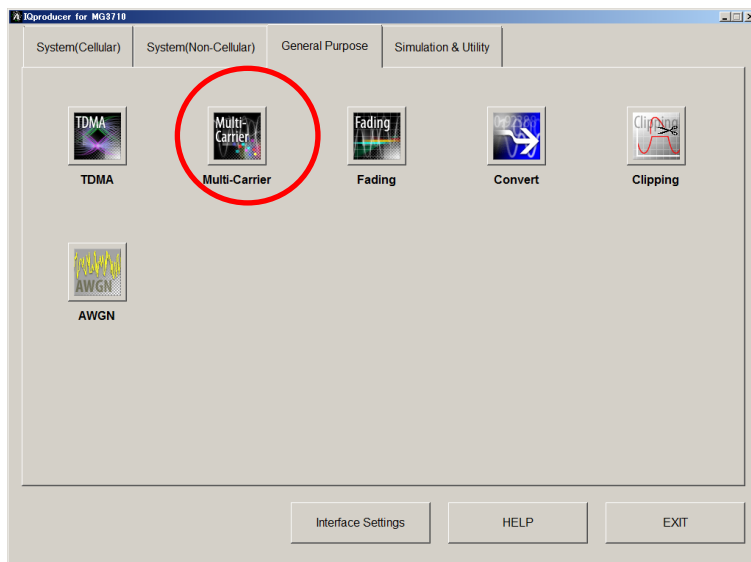


図 7. 送信試験用波形パターンの例

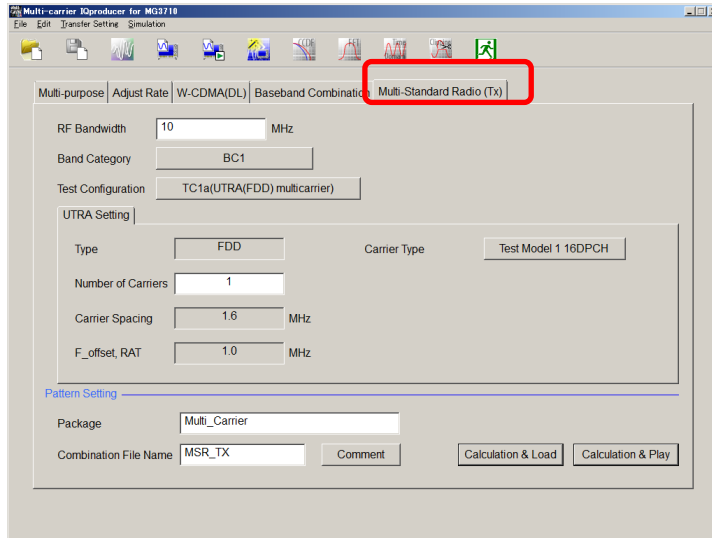
【手順】

1. MG3710A / MG3710E の[IQpro]ボタン  を押します。
2. IQproducer が起動するので、[General Purpose]タブにある、[Multi-Carrier]を選択します。

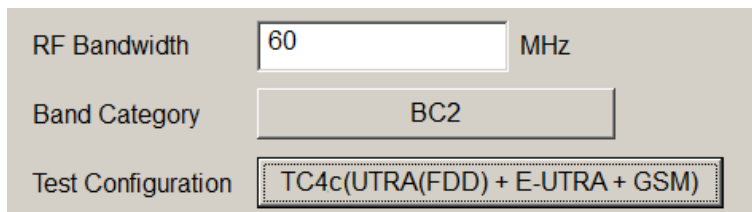


4.1 送信特性試験用波形パターンの出力例 (続き)

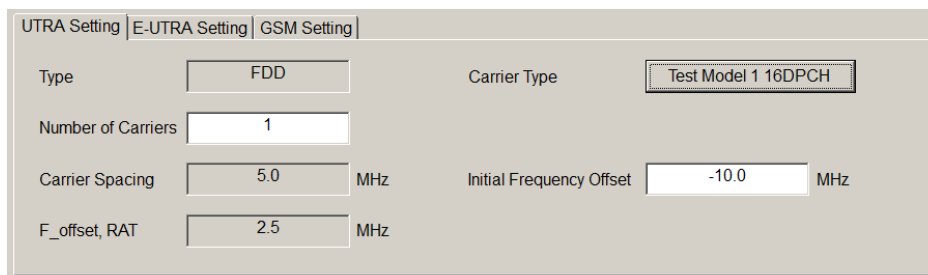
3. Multi-Carrier IQproducer を起動し、[Multi-Standard Radio(Tx)]タブを選択します。



4. RF Bandwidth, Band Category, Test Configuration を以下のように設定します。
RF Bandwidth = 60MHz
Band Category = BC2
Test Configuration = TC4c(UTRA(FDD) + E-UTRA + GSM)



5. まず、[UTRA Setting]タブを選択し以下のように設定します。
Carrier Type = Test Model 1 16DPCH
Number of Carriers = 1
Initial Frequency Offset = -10MHz



4.1 送信特性試験用波形パターンの出力例 (続き)

6. 次に、[E-UTRA Setting]タブを選択し以下のように設定します。

Frame Type = FDD

Bandwidth = 5MHz

Carrier Type = Test Model 1.1

Number of Carriers = 1

Initial Frequency Offset = +10MHz

The screenshot shows the 'E-UTRA Setting' tab selected. The settings are as follows:

Parameter	Value	Unit
Frame Type	FDD	
Bandwidth	5MHz	
Carrier Type	Test Model 1.1	
Number of Carriers	1	
Carrier Spacing	5.0	MHz
Initial Frequency Offset	+10.0	MHz
F_offset, RAT	2.5	MHz

7. 最後に[GSM Setting]タブを選択し以下のように設定します。

Carrier Type = Normal Burst(GMSK) All

Number of Carriers = 1

The screenshot shows the 'GSM Setting' tab selected. The settings are as follows:

Parameter	Value	Unit
Carrier Type	Normal Burst(GMSK) All	
Number of Carriers	1	
Carrier Spacing	600	kHz
F_offset, RAT	200	kHz

8. 以上の設定が終わったら、Package, Combination File Nameを設定します。
すべての設定が終わったら、[Calculation & Play ボタン]をクリックします。

The screenshot shows the main window of the 'Multi-carrier IQproducer for M3710' software. The 'Multi-Standard Radio (Tx)' tab is selected. The settings are as follows:

Parameter	Value	Unit
RF Bandwidth	60	MHz
Band Category	BC2	
Test Configuration	TC4a(UTRA(FDD) + E-UTRA + GSM)	

Below these settings, the 'GSM Setting' sub-tab is active, showing the same settings as in the previous screenshot.

At the bottom, the 'Pattern Setting' section is visible:

Parameter	Value
Package	Multi_Carrier
Combination File Name	MSR_TX

At the bottom right, there are two buttons: 'Calculation & Load' and 'Calculation & Play'. A red arrow points to the 'Calculation & Play' button.

4.1 送信特性試験用波形パターンの出力例 (続き)

以上の設定を行って MG3710A / MG3710E から出力した信号のスペクトラムを図 8 に示します。W-CDMA, LTE と GSM の信号が組み合わせて出力できていることがわかります。

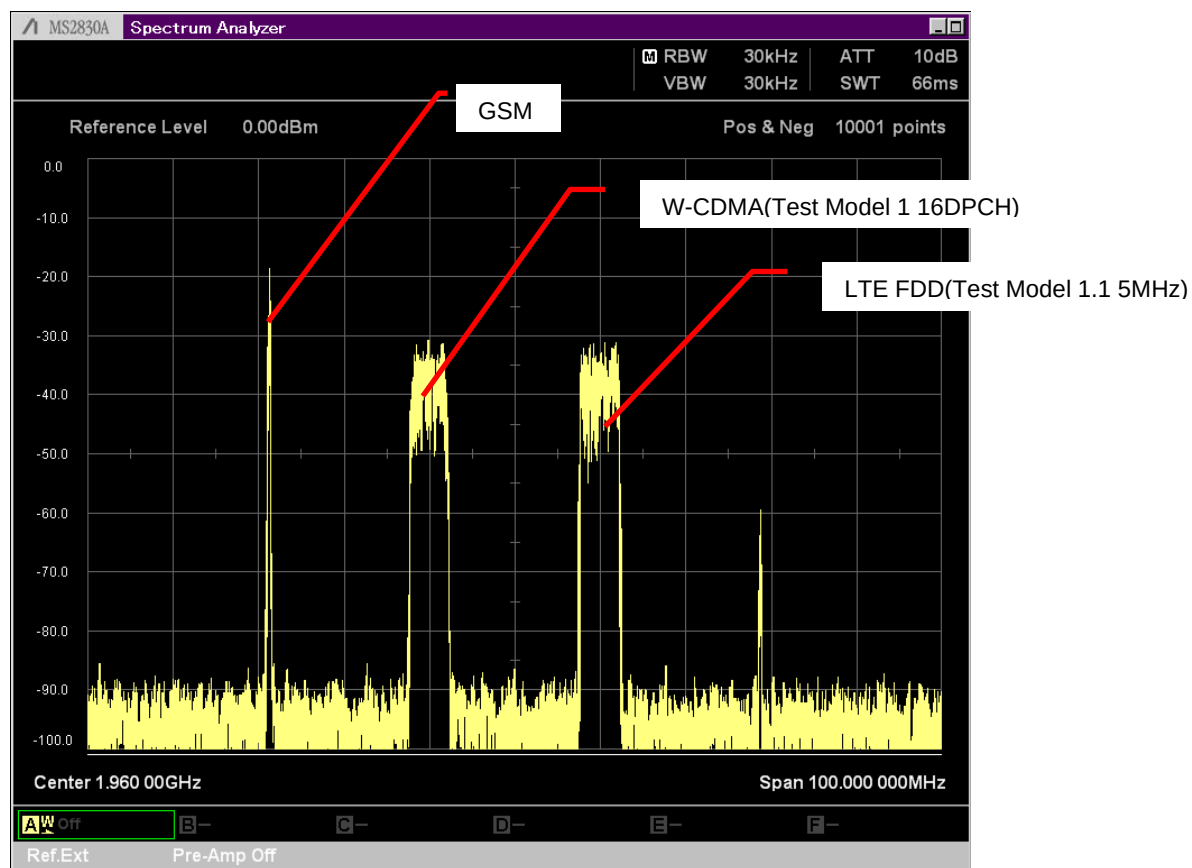
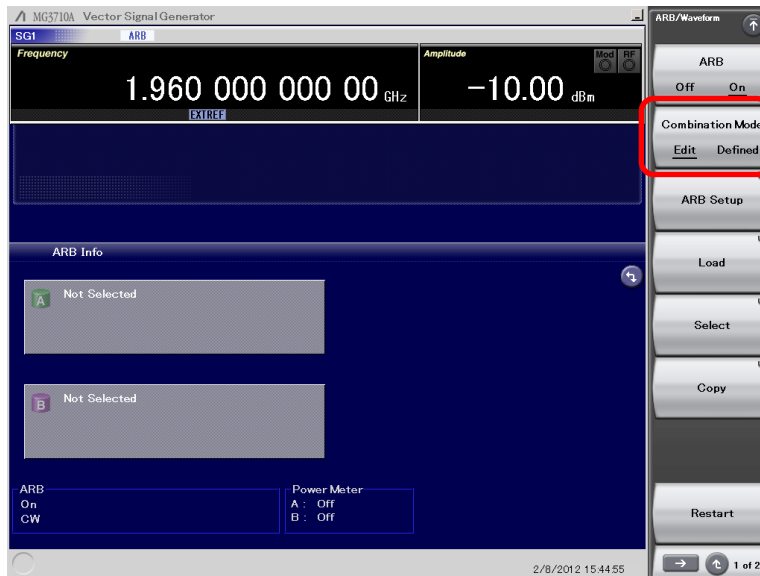


図 8. MG3710A / MG3710E から出力した送信特性試験用信号の例

4.2 受信特性験用波形パターンの出力例

Multi-Standard Radio で TC5b として規定されている E-UTRA FDD(LTE FDD)と GSM を組み合わせた受信特性試験用の信号を出力する例を示します。

1. LTE FDD と GSM の信号を用意し、LTE FDD をメモリ A へ、GSM の波形パターンをメモリ B へロードします。ここでは、LTE FDD の信号として MX370108A LTE IQproducer で作成した FRC A1-3 5MHz の信号を使用しています。また、今回は GSM の信号として標準波形パターンの NB_ALL_GMSK を使います。
2. 2 信号加算をするために Mode -> Combination Mode を “Edit” に設定します。



3. Select ボタンまたは画面に表示されているメモリ A, B をクリックして、1 で波形メモリにロードした波形パターンを選択します。



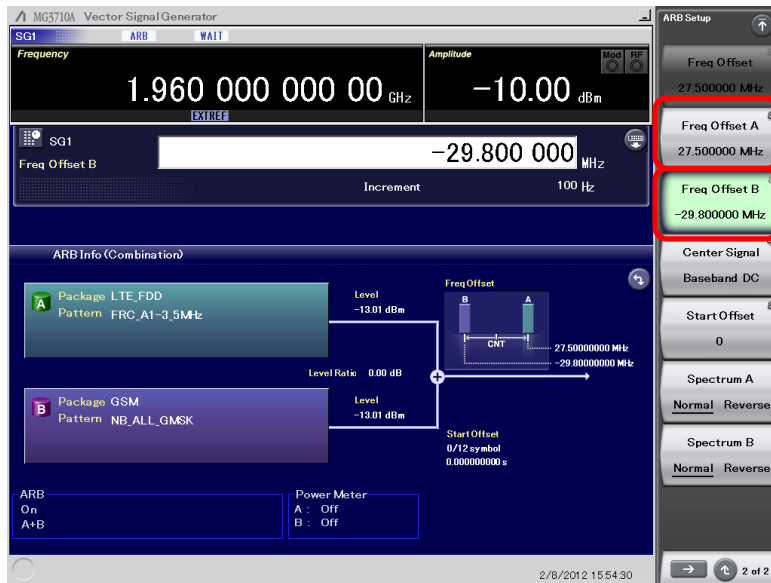
4. Mode -> ARB Setup で表示される Output A と Output B を On に設定し、波形メモリ A と B の信号の両方を出力します。



5. Mode -> ARB Setup で表示される A/B Ratio で波形メモリ A と B のレベル比を設定します。この例では、レベル比を付けないため 0dB としています。レベル比は試験内容に応じて適切な値に設定してください。



6. Mode -> ARB Setup の 2 ページ目のメニューで表示される、Freq Offset A と Freq Offset B を設定してメモリ A と B の波形パターンに周波数オフセットを付加します。この例では Freq Offset A を 27.5MHz, Freq Offset B を -29.8MHz に設定します。



以上の設定を行って MG3710A / MG3710E から出力した信号のスペクトラムを図 9 に示します。GSM と LTE FDD(FRC A1-3 5MHz)の信号が組み合わせて出力できていることがわかります。

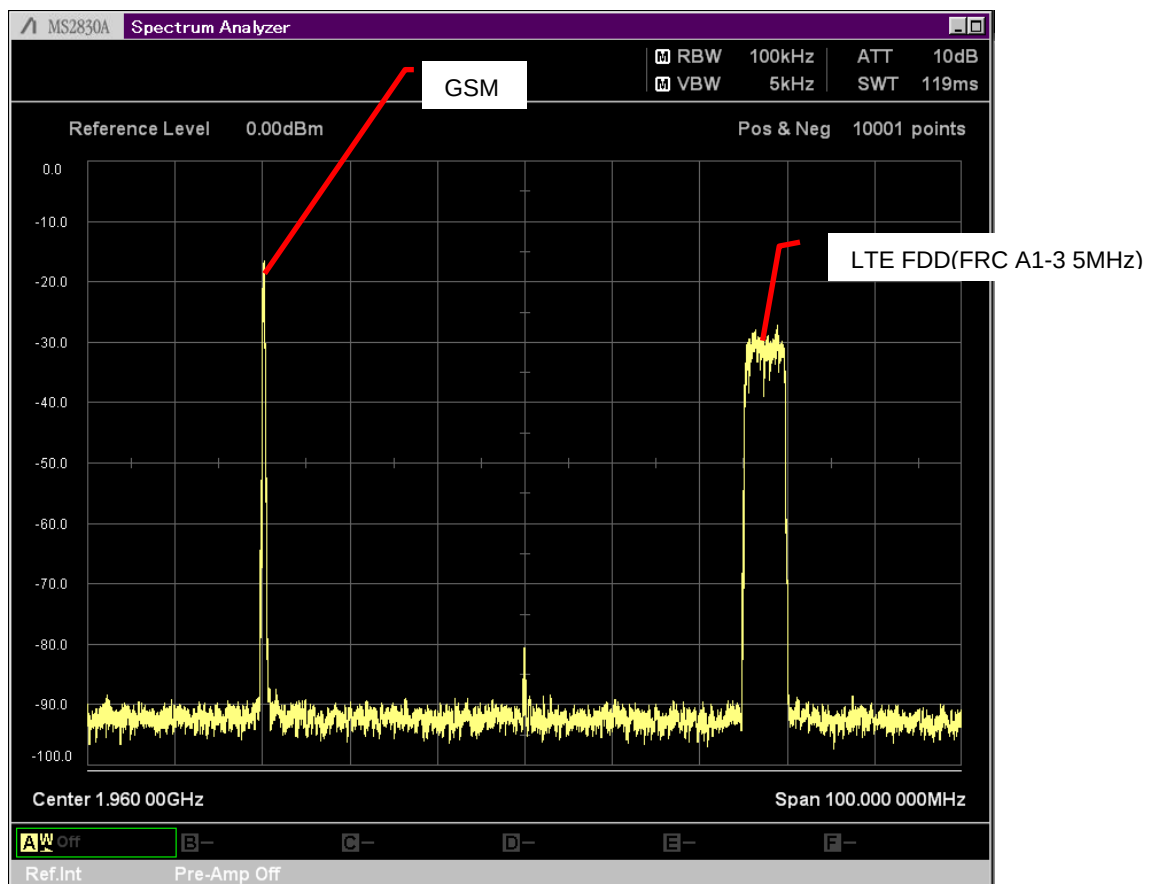


図 9. MG3710A / MG3710E から出力した受信特性試験用信号の例

5. まとめ

新しい通信規格の普及にしたがって、今後も基地局は複数の通信規格をサポートすることが予想されます。そのとき、送信特性試験, 受信特性試験に使われるベクトル信号発生器にも同時に複数の通信規格をサポートすることが求められると考えられます。この要求に答えるため、MG3710A / MG3710E では 2 信号加算機能とレートマッチング機能を搭載しています。MG3710A / MG3710E を使うことにより、Multi-Standard Radio の信号生成にかかるコストを削減できるとともに従来のベクトル信号発生器では難しかった、異なる通信規格の信号を組み合わせで出力することができるようになります。



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

<https://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
通信計測営業本部 TEL 046-296-1244 FAX 046-296-1239
通信計測営業本部 営業推進部 TEL 046-296-1208 FAX 046-296-1248
仙台 〒980-6015 宮城県仙台市青葉区中央4-6-1 S S 3 0
通信計測営業本部 TEL 022-266-6134 FAX 022-266-1529
名古屋 〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南2-14-19 住友生命名古屋ビル
通信計測営業本部 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
通信計測営業本部 TEL 06-6338-2800 FAX 06-6338-8118
福岡 〒812-0004 福岡県福岡市博多区榎田1-8-28 ツインスクエア
通信計測営業本部 TEL 092-471-7656 FAX 092-471-7699

■カタログのご請求、価格・納期のお問い合わせは、下記または営業担当までお問い合わせください。
通信計測営業本部 営業推進部

TEL: 0120-133-099 (046-296-1208) FAX: 046-296-1248
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: SJPost@zy.anritsu.co.jp

■計測器の使用方法、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 (046-296-6640)
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

■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。

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。

2009