

ローデ・シュワルツの ベクトル・シグナル・ ジェネレータによる 任意波形シーケンシング アプリケーションノート

製品：

- | R&S®SMBV100A | R&S®AMU200A
- | R&S®SMU200A | R&S®SMATE200A
- | R&S®SMJ200A

波形のシーケンシングは、任意波形発生器（ARB）を使用して迅速かつ柔軟に複数のテスト信号を再生するために使われる手法です。複数の ARB 波形を組み合わせることで、あらゆる種類のテスト信号シーケンスを作成することができます。1 つの波形からシーケンス内の後続の波形への切り替えは瞬時に行われるため、製造テスト用に高速で処理を行うことが可能です。

このアプリケーションノートでは、ローデ・シュワルツのベクトル・シグナル・ジェネレータを使用してこのような信号シーケンスを生成する方法を説明し、必要な設定と波形シーケンシングの応用分野の例を示します。

目次

1	はじめに.....	4
2	概要.....	5
3	マルチセグメント波形	6
3.1	マルチセグメント波形とは	6
3.2	マルチセグメント波形の生成	7
3.2.1	シグナル・ジェネレータ	7
3.2.2	WinIQSIM2.....	8
3.3	マルチセグメント波形の再生	8
3.3.1	マーカ信号	11
3.3.2	例 1—マニュアル操作	12
3.3.3	例 2—外部トリガ	13
3.3.4	例 3—リモート動作.....	14
4	シーケンサ・モード.....	15
4.1	シーケンサの例 1—単純なシーケンス.....	17
4.2	シーケンサの例 2—マーカを使用したシーケンス	18
4.3	シーケンサの例 3—ループを使用したシーケンス	20
4.4	アプリケーション例 1—パルス信号	21
4.5	アプリケーション例 2—バースト信号.....	23
4.6	アプリケーション例 3—周波数ホッピング	25
5	まとめ	29
6	参考文献.....	30
7	オーダー情報	31

1 はじめに

このアプリケーションノートでは、ローデ・シュワルツの測定器を示す際に以下の略語を使用します。

- R&S[®]SMU200A ベクトル・シグナル・ジェネレータは SMU と表記します。
- R&S[®]SMBV100A ベクトル・シグナル・ジェネレータは SMBV と表記します。
- R&S[®]WinIQSIM2[™] シミュレーション・ソフトウェアは WinIQSIM2 と表記します。

2 概要

アンプの歪みを測定する場合や、複数のデジタル規格に対応する端末向けチップなどを測定するには複数のテスト信号が必要です。また、レーダー・システムのテストには複数のテスト・パルスやパルス・シナリオが必要です。

SMBVおよびSMUファミリのシグナル・ジェネレータ（R&S®SMU200A、R&S®SMJ100A、R&S®SMATE200A、R&S®AMU200A）のARBシーケンサ・モード¹は、複数テスト信号を柔軟に再生する機能を備えており、ARB波形間にギャップを生じることもありません。これは、製造テストにとって特に重要な高速動作を可能にします。一般に、ARBシーケンサは、デバイスのテスト時に複数の波形が必要とされる場合や、テスト時間をできるだけ短縮することが求められる場合に特に有効です。

ARB シーケンサは、シグナル・ジェネレータのマルチセグメント波形機能を基に構成されています。シーケンサを使用すれば、マルチセグメント波形に含まれる単純なテスト信号から、複雑なテスト・シーケンスを柔軟かつ簡単に作成することができます。このアプリケーションノートでは、マルチセグメント波形とは何かということから始めて、これらのマルチセグメント波形の作成方法と再生方法（第3項）を説明します。続いて第4項では、さまざまな例を挙げながら、ARB シーケンサ・モードについて詳しく説明します。ARB シーケンサ・モードの利点は、柔軟性が高いことに加えて、計算時間を短縮できることと装置のハードディスクの割り当てメモリを減らせることです。

¹ SMUファミリでシーケンサ・モードを使用できるのは、ファームウェアバージョンが2.10.111.116以降のものに限られます。また、SMBVでこの機能を使用できるのは、ファームウェア・バージョンが2.15.085.47以降のものだけです。

3 マルチセグメント波形

3.1 マルチセグメント波形とは

マルチセグメント波形は、複数の独立した波形で構成されます。個々の波形が、マルチセグメント波形の1つのセグメントに相当します(図1)。マルチセグメント波形は、任意波形発生器(ARB)のメモリにロードすることができ、ロードしたセグメントは任意の順番で再生できます。マルチセグメント波形の利点の1つは、波形を迅速に切り替えられることです。ある波形から別の波形へと切り替えるたびに波形のロード動作は必要ありません。したがってロード動作による遅延はなく、高速の動作が可能になります。もう1つの利点は、マルチセグメント波形を使用すれば、複数の小さなセグメントから複雑な波形を作成できることです。

ローデ・シュワルツ製ベクトル・シグナル・ジェネレータの最新のマルチセグメント波形機能(シーケンサ・モードを含む)を使用すれば、さまざまなモードでのセグメントを出力できます。たとえば、切り替えは自動またはトリガで行うことができるほか、信号の移行は高速移行/シームレス移行の選択が可能で、さらに信号出力回数は、1回のみ/指定回数/連続から選択することができます。このように柔軟性が高く、個々のアプリケーションの要件に合わせて信号生成を最適化することが可能です。

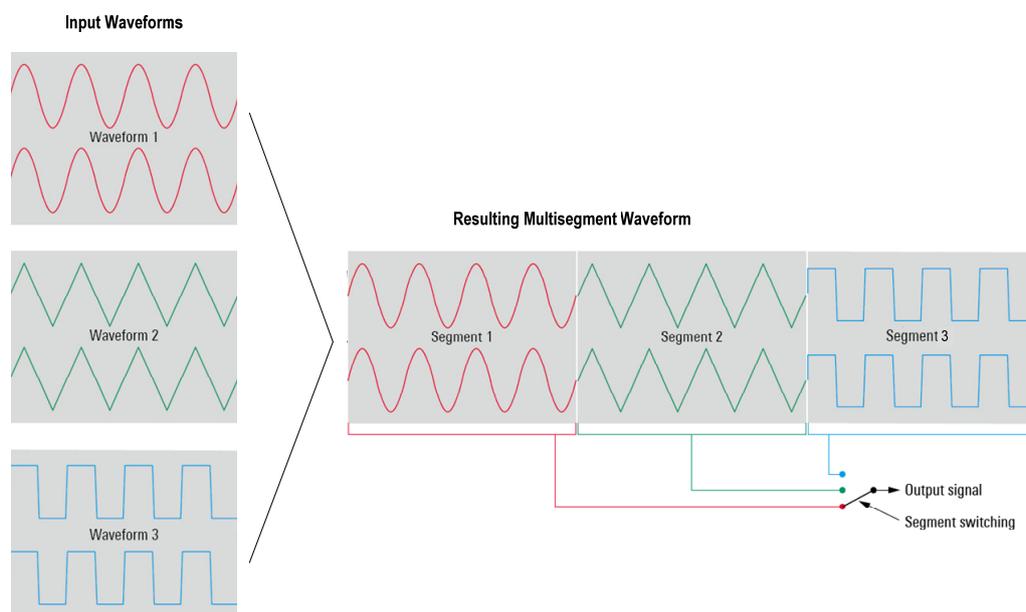


図1: マルチセグメント波形の概念

3.2 マルチセグメント波形の生成

シグナル・ジェネレータ（SMBV や SMU など）または WinIQSIM2 シミュレーション・ソフトウェア（Windows®PC にインストール）を使用して波形を組み合わせ、1 つの波形（マルチセグメント波形）を生成することができます。

3.2.1 シグナル・ジェネレータ

ARB のメインメニューで「Multi Segment」ボタンをクリックすると、「ARB Multi Segment」メニューが開きます（図 2）。

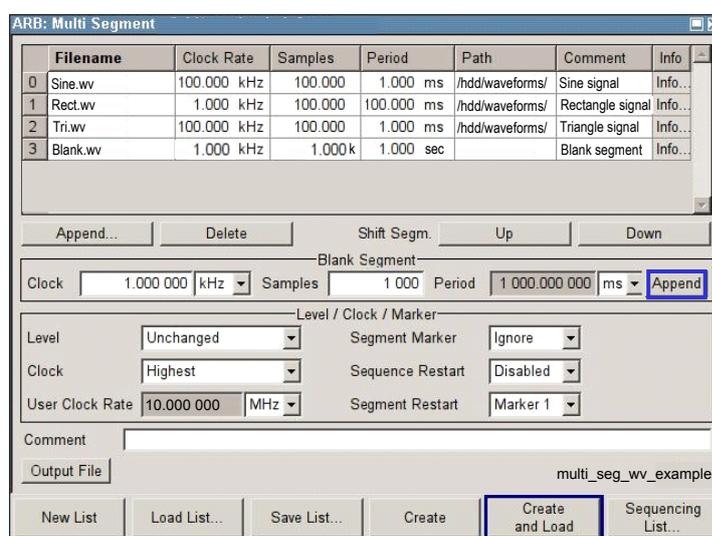


図 2 : 「ARB Multi Segment」メニュー

このメニューは、マルチセグメント波形を作成するために使用します。「New List」ボタンをクリックしてファイル名を入力してください。「ARB Multi Segment」メニューで行うすべての設定は、「Save List」ボタンをクリックすると、このファイル名で保存されます。2 つ以上の波形をロードするには「Append...」ボタンを使用します（最高 1024 波形）。ロードできる波形は通常の波形（マルチセグメント波形以外）のみです。選択した波形のセットはリストに表示されます。これらの波形の順番は、「Up」ボタンと「Down」ボタンで変更できます。個々の波形のレベルは、変更せずそのままにすることも、共通の RMS レベルに変更することも可能です。同様に、個々の波形のクロック・レートは未変更のままにすることも、共通クロック・レートにサンプリングし直すこともできます。たとえば、波形間の切り替え時間を短縮してシームレスな移行を実現するには、共通クロック・レートが必要です（3.3 項で説明）。

波形にマーカ信号が含まれている場合は、それらのマーカをマルチセグメント波形に取り込むことも無視することもできます。さらに、表の最初の波形（セグメント#0）の開始位置や、各波形／セグメントの開始位置を示すリスタート・マーカを設定することができます。SMU には選択可能なマーカ出力が 4 つ（マーカ 1 から 4）備わっており、SMBV は 2 つのマーカ出力（マーカ 1 と 2）を備えています。使用可能な出力の 1 つ、たとえばマーカ 2 にリスタート・マーカを設定すると、その設定は、個々の波形に定義された既存のマーカ 2 を完全に上書きします。

マルチセグメント波形には、ブランク・セグメントを含めることも可能です。ブランク・セグメントはゼロ信号で、ゼロ以外のいかなる I/Q データも含まれていません。このようなブランク・セグメントは、マルチセグメント・シーケンサ・モードでゼロ信号期間を生成するのに便利です（第4項参照）。「ARB Multi Segment」メニューでクロック・レートとサンプル数を設定するだけで、さまざまなブランク・セグメントを簡単に生成できます。「Append」ボタン（図2の青枠）をクリックすると、ブランク・セグメントがリストに追加されます。最後に出力ファイル名を入力して、「Create & Load」ボタンをクリックしてください。指定された設定に従ってマルチセグメント波形が作成され、ARBメモリにロードされます。



セグメント波形の最小の長さは512サンプルです。これよりも短い波形は、最小の長さを超えるまで同じ波形を繰り返すことによって、マルチセグメント波形の作成時に自動的に延長されます。

3.2.2 WinIQSIM2

WinIQSIM2の「ARB Multi Segment」メニューは、3.2.1項に示したメニューとほぼ同じです。作成したマルチセグメント波形は、LAN 接続や USB メモリなどを使用して測定器に転送し、ARBメモリにロードしなければなりません。

3.3 マルチセグメント波形の再生

マルチセグメント波形のセグメントは、さまざまな方法で再生できます。その多様な方法を、「Trigger」メニューを例に挙げて説明します（図3）。このメニューには、「Trigger In」と「Next Segment Trigger In」の2つのトリガ・セクションがあります。「Trigger In」設定（赤枠内）は一般的な波形再生に使用します。このトリガは、通常通り波形の再生を開始または再開します。基本的に、これらのトリガ設定はマルチセグメント波形全体に適用されます。つまり、このトリガはマルチセグメント波形自体を開始または再開します。これに対し、「Next Segment Trigger In」設定（緑枠内）は、セグメントに適用されます。このトリガは、セグメント間の切替を開始します。

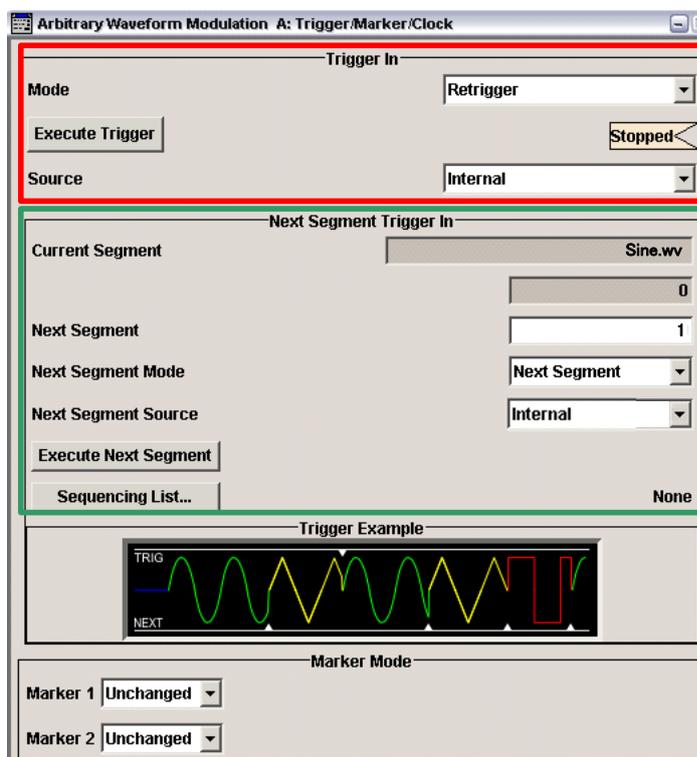


図 3 : 任意波形発生器の「Trigger/Marker/Clock」メニュー

- 「Trigger In」での設定 :

波形の開始（再開）には、内部トリガ信号または外部トリガ信号を使用できます。外部トリガ信号は、TRIG コネクタ（SMBV）または TRIGGER コネクタ（SMU）から入力できます。

- 「Next Segment Trigger In」での設定 :

このメニューには、現在出力されているセグメントのファイル名とインデックス番号が表示されます。

セグメントの切り替えには、内部トリガ信号または外部トリガ信号を使用できます。外部トリガ信号は、NEXT コネクタ（SMBV）または TRIGGER コネクタ（SMU）から入力できます。

「Next Segment」パラメータは、マニュアル操作には重要なパラメータです。このパラメータは、次に実行されるセグメントを決定します。「Next Segment」フィールドのエントリを変更すると、そこで指定されたセグメントへの切り替えが開始されます。

「Next Segment Mode」は、セグメントの切り替え方法を決定します。「Next Segment」を選択すると、次のセグメントへの切り替えが直ちに行われます。つまり、現在のセグメントの出力がすぐに停止され、（システムによって生じる信号ギャップの後に）次のセグメントの出力が開始されます。図 4Aに、外部トリガ信号（下側トレース）によってトリガされる移行（上側トレース）を示します。「Next Segment Seamless」を選択すると、セグメントの移行はシームレスに行われます。つまり、次のセグメントが開始するまで現在のセグメントの出力が続きます。これによって、信号ギャップとラップアラウンドの問題を避けることができます。図 4Bにシームレス移行を示します。ただし、シームレス切り替

えが可能なのは、両方のセグメントのクロック・レートが同じである場合に限られます²。
 「Sequencer」を選択した場合は、シーケンス・リストの定義に従ってセグメントが再生されます（詳細は第 4 項を参照）。セグメントの移行は常にシームレスに行われるため、信号ギャップは生じません。

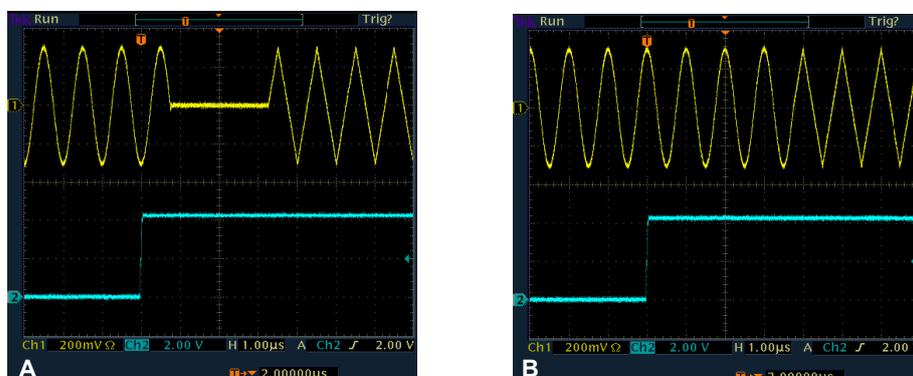


図 4：外部トリガ信号による 1 つのセグメント（正弦波信号）から別のセグメント（三角波信号）への移行（チャンネル 2 に表示）。A：通常移行、B：シームレス移行。



SMBV と SMU は、トリガ入力コネクタが異なります。

SMBV には 2 つの独立したトリガ入力コネクタがあります。

- マルチセグメント波形開始（再開）用の TRIG コネクタ
- セグメント切り替え用の NEXT コネクタ

これに対し、SMU には、セグメント切り替え用の独立したトリガ入力コネクタはありません。

- マルチセグメント波形開始用およびセグメント切り替え用の TRIGGER コネクタ

結果として、特定の「Next Segment Mode」設定では、いくつかの「Trigger In Mode」設定が使用できなくなります。たとえば、「Next Segment」を選択した場合は、「Retrigger」を使用できません（詳細は[1]を参照してください）。

マルチセグメント波形を使用すれば、個々の波形を迅速に切り替えることができます。切り替え時間は、使用するトリガ設定によって異なります。外部トリガ信号を使用してセグメントを連続的に出力する場合は、各セグメントの共通クロック・レートが高ければ（たとえば 100MHz）、切り替え時間が約 $4\mu\text{s}$ の高速動作が可能です。これは、スイッチング時間が使用するクロック・レートに逆比例するためです。外部コンピュータを使用して計測器をリモート制御している場合（3.3.4 項参照）は、セグメントのクロック・レートが共通であればスイッチング時間を約 20ms とすることができ、クロック・レートが異なる場合は約 500ms となります。移行モードがシームレスの場合、切り替え時間（トリガ・スロープから実際に次のセグメントがスタートするまでの時間）は現在のセグメントの長さによって異なります。これは、現在のセグメントの出力が完了するまで、次のセグメントへの切り替えが行われなためです。

² すべてのセグメントのクロック・レートを共通化するには、マルチセグメント波形の生成時に、再サンプリングが自動的に行われるよう、「Clock」パラメータを「Highest」または「User」に設定します（図 2 参照）。

マルチセグメント波形機能の詳細な説明は、参考文献[1]を参照してください。マルチセグメント波形に関するその他の詳細と、R&S®SMATE200A および R&S®AFQ100A シグナル・ジェネレータについては、アプリケーションノート『Speeding up production test with the R&S®SMATE200A』（1GP63）に記載されています。

3.3.1 マーカ信号

マーカ信号は非常に便利です。この信号は、たとえば被測定物（DUT）のトリガや、他の測定装置の同期に使用することができます。

個々のセグメントには、1つまたは複数のマーカ・トレースを含めることができます。これらのマーカ・トレースは、波形生成中に波形に挿入されます。これら個々のセグメントからマルチセグメント波形を作成するときは、これらのマーカ信号をそのまま使用（個々の波形が元のマーカ・トレースを維持）することも、無視（すべてのマーカ信号を削除）することもできます。マーカ・トレースをそのまま使用する場合、各セグメントのマーカ信号は通常の再生時と同様に出力されます。

さらに、マルチセグメント波形の生成時には、特別なマルチセグメント・マーカ（シーケンス・リスタート・マーカおよびセグメント・リスタート・マーカ）を設定できます。これらのリスタート・マーカは既存のマーカを上書きするため注意してください。たとえば、あるセグメントのマーカ 2 にすでにマーカ・トレースが含まれている状態でリスタート・マーカをマーカ 2 に設定すると、MARKER 2 コネクタからはリスタート・マーカのみが出力されます。

最後に、ARB の「Trigger/Marker/Clock」メニュー（図 3）を使用してマーカを設定する方法もあります。この場合も、これらのマーカは既存のマーカ信号（シーケンス・リスタート・マーカやセグメント・リスタート・マーカなど）を上書きします。このため、デフォルトのマーカ・モードは「Unchanged」に設定されています。この場合、マーカ・トレースは上書きされません。

マーカ出力は遅延させることができます。一定の範囲においては、I/Q 信号の出力中でも、信号出力を中断することなく遅延を設定できます。マーカ遅延は、そのマーカが波形ファイルやマルチセグメント波形から生成されたものか、あるいは ARB で生成されたものかに関わらず、すべてのマーカ信号に設定することができます。

3.3.2 例 1—マニュアル操作

実行する再生：

- 信号出力の開始（または再開）
- セグメントの切り替え
- 再生順序：Seg.#0、Seg.#3、Seg.#1

必要な設定：

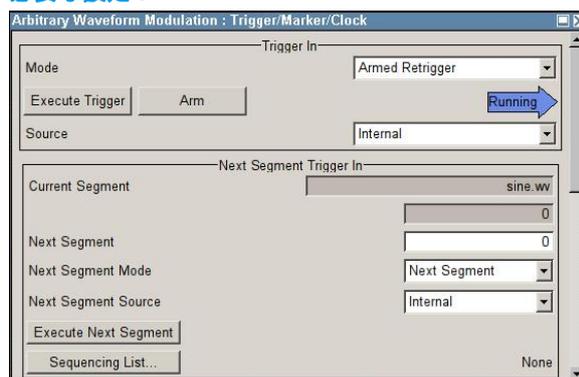


図5：例1に必要なトリガ設定

- Mode：Armed Retrigger
マルチセグメント波形は、「Execute Trigger」ボタンをクリックすると開始されます。
- Source：Internal
- Current Segment：インデックス番号0が表示されています。
マルチセグメント波形の最初のセグメント（Seg.#0）が連続で出力されます。
- Next Segment Mode：Next Segment
セグメント間の移行は直ちに行われます。
- Next Segment Source：Internal
- Next Segment：インデックス番号を0から3に変更します。
これによって現在のセグメント Seg.#0 の出力が停止して、新しいセグメント Seg.#3 の出力がスタートします。「Current Segment」に表示されるインデックス番号は0から3に変わり、今度は新しいセグメント Seg.#3 が連続で出力されます。
- Next Segment：インデックス番号を3から1に変更します。
これによって Seg.#3 の出力が停止して、Seg.#1 の出力が開始されます。「Current Segment」に表示されるインデックス番号は3から1に変わり、今度は新しいセグメント Seg.#1 が連続で出力されます。
- Arm：このボタンをクリックします。
これによって信号生成が停止します。つまり、Seg.#1 の出力が停止します。ARB 信号は出力されません。
- Execute Trigger：このボタンをクリックします。
これによって信号生成が再開されます。つまり、Seg.#1 が連続で出力されます。
- Execute Trigger：このボタンを再度クリックします。
これによって現在のセグメントが再開されます。つまり、Seg.#1 の出力が即時停止して Seg.#1 が最初から開始されます。

セグメントを Seg.#0、Seg.#1、Seg.#2、Seg.#3、…のように、番号順に再生する必要がある場合は、「Execute Next Segment」ボタンを使用してマニュアル操作で次のセグメントに切り替えることもできます。この場合、「Next Segment」フィールドのインデックス番号を変更する必要はありません。

3.3.3 例 2—外部トリガ

実行する再生：

- 外部トリガによるマルチセグメント波形の開始（再トリガなし）
- 外部トリガによるセグメント切り替え
- トリガ・イベントが発生するまで1つのセグメントの出力を継続
- セグメント間のシームレスな移行
- 番号順の再生：Seg.#0、Seg.#1、Seg.#2、Seg.#3

必要な設定：

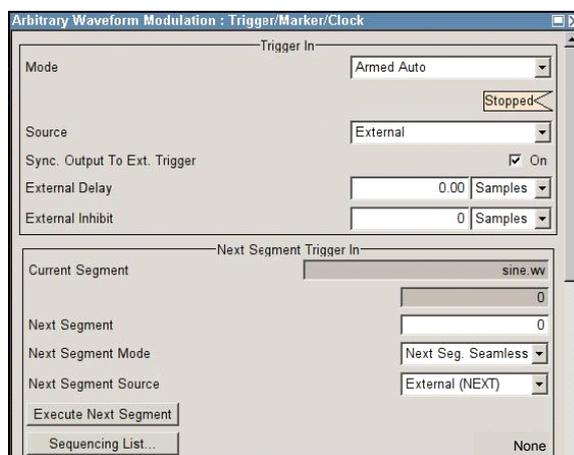


図6：例2に必要なトリガ設定

- Mode：Armed Auto
マルチセグメント波形は最初のトリガ・イベントによって開始されます。
- Source：External
マルチセグメント波形は外部トリガ信号（SMBVのTRIGコネクタ、SMUのTRIGGERコネクタ）によって開始されます。
- Current Segment：インデックス番号0が表示されています。
マルチセグメント波形の最初のセグメント（Seg.#0）が連続で出力されます。
- Next Segment：変更せず、そのままにします。
- Next Segment Mode：Next Seg. Seamless
セグメント間の移行は、ラップアラウンドの問題を避けるためにシームレスに行われます。
- Next Segment Source：External
あるセグメントから別のセグメントへの切り替えは、外部トリガ信号（SMBVのNEXTコネクタ、SMUのTRIGGERコネクタ）によってトリガされます。トリガ・イベントは、（このセグメントが終了してから）現在のセグメント Seg.#0 の出力を停止して、次のセグメント Seg.#1 の出力を開始します。「Current Segment」に表示されたインデックス番号

が 0 から 1 に変わり、新たなトリガ・イベントによって次のセグメント Seg.#2 が開始されるまで新しいセグメント Seg.#1 が連続で出力され、以下同様の手順が繰り返されます。希望する再生順が番号順ではなく、Seg.#0、Seg.#3、Seg.#4、Seg.#1 のような順番の場合は、シーケンサ・モード（第 4 項を参照）を使用する必要があります。

その他の再生モード（SMBV のみ）

- マルチセグメント波形を開始（または再開）するための外部トリガ（再トリガ）

これには、以下を除いて上記と同じ設定が必要です。

- Mode : Armed Retrigger

TRIG コネクタのトリガ・イベントによって、マルチセグメント波形が開始（または再開）されます。

現在どのセグメントが出力されているかに関わらず、TRIG コネクタにトリガ・イベントが発生すると、現在のセグメントの出力が直ちに停止し、（システムに起因する約 $5\mu\text{s}$ のギャップの後に）マルチセグメント波形が最初から開始されます。つまり、マルチセグメント波形の最初のセグメント（Seg.#0）が連続で出力されます。

この再生モードが使用できるのは SMBV だけです。これは、SMBV には 2 つの独立したトリガ入力（TRIG と NEXT）があるためです。

3.3.4 例 3—リモート動作

実行する再生：

- マルチセグメント波形のリモート開始（再トリガなし）
- セグメントのリモート切り替え
- 再生順 : Seg.#0、Seg.#3、Seg.#5

必要な設定：

- Mode : Auto

SCPI コマンド : `SOUR:BB:ARB:SEQ AUTO`

SCPI コマンド「`SOUR:BB:ARB:STAT ON`」で ARB ジェネレータを有効にすると、すぐにマルチセグメント波形が開始され、セグメント Seg.#0 が連続で出力されます。

- Source : Internal

SCPI コマンド : `SOUR:BB:ARB:TRIG:SOUR INT`

- Next Segment Mode : Next Segment

SCPI コマンド : `SOUR:BB:ARB:TRIG:SMOD NEXT`

- Next Segment Source : Internal

SCPI コマンド : `SOUR:BB:ARB:WSEG:NEXT:SOUR INT`

- Next Segment : インデックス番号を 0 から 3 に変更します。

SCPI コマンド : `SOUR:BB:ARB:WSEG:NEXT 3`

これによって現在のセグメント Seg.#0 の出力が停止して新しいセグメント Seg.#3 の出力が開始され、Seg.#3 が連続で出力されます。

- Next Segment : インデックス番号を 3 から 5 に変更します。

SCPI コマンド : `SOUR:BB:ARB:WSEG:NEXT 5`

これによって現在のセグメント Seg.#3 の出力が停止して新しいセグメント Seg.#5 の出力が開始され、Seg.#5 が連続で出力されます。

4 シーケンサ・モード

この機能を使用すると、シーケンス・リストを定義することによって、マルチセグメント波形の個々のセグメントを任意の順番で再生できます。このシーケンス・リストは、MP3 プレーヤのプレイリストのようなものです。セグメントはこのプレイリストに従って再生されます。セグメント間の移行は、シームレス移行です。

マルチセグメント波形には、異なる I/Q 信号が個々のセグメントの形で含まれています。これらのセグメントの再生順序と繰り返し回数は、波形ファイルとは別のシーケンス・リストで定義します (図 7)。再生順序は、シーケンス・リストを修正するだけで変更できます。マルチセグメント波形を再計算する必要はありません。これにより、複雑なシーケンスでも長い計算時間を費やすことなく、簡単に作成できます。



シーケンサ・モードを使用するには、マルチセグメント波形の全セグメントのクロック・レートが同じでなければなりません。



図 7: シーケンス・リスト設定用メニュー

シーケンサ・モードでは、あらかじめ定義された再生順序と繰り返し回数に従って、セグメントが自動的に再生されます。シーケンサ・モードは、ARB のメインメニューから直接設定するか、「Trigger/Marker/Clock」メニュー (図 3) から設定できます。「Next Segment Mode」を「Sequencer」に設定してください。シーケンス・リスト (図 7) は、「Sequencing List」ボタンをクリックすると開きます。

- シーケンス・リストの最初の列にはプレイリストの番号が昇順で表示されています。
- 2 番目の列では、シーケンス・リストの行を有効化または無効化できます。「Off」に設定されている行は再生されません。
- 3 番目の列はセグメントインデックス番号です。これは、マルチセグメント波形内で選択されたセグメントのインデックス番号です。
- 4 番目の列ではマルチセグメント波形からセグメントを選択でき、選択したセグメントのファイル名が表示されます (ファイル名と 3 列目に表示されるセグメントインデックス番号は対応しています)。
- 5 番目の列は、繰り返し回数の設定に使用します。この番号は、プレイリストの次のセグメントが出力されるまでに、そのセグメントを何回繰り返すかを決定します。これ

により、シーケンス・リストのエントリを 1 つ使用するだけで、そのセグメントを最高 65535 回繰り返すことができます。

- 6 番目の列では、次に実行するシーケンス・リストの行を定義できます。使用可能なオプションは以下の通りです。
 - Next Id# :
現在のセグメントの出力終了後（繰り返しを含む）、プレイリストの後続のセグメントが出力されます。例：Id# 0 → Id# 1。
 - Goto Id# x :
現在のセグメントの出力終了後（繰り返しを含む）に、シーケンス・リストの行 x に定義されたセグメントが出力されます（SMU では x=0~95、SMBV では x=0~1023）。このオプションは、プレイリスト内にループをプログラムするために使用できます。
 - Blank :
現在のセグメントの出力終了後（繰り返しを含む）、信号再開イベント（リトリガなど）がシーケンス・リストの再開をトリガするまで、I/Q 信号が空の状態になります。例：Id# 0 → 出力なし。
 - Endless :
信号再開イベント（再トリガなど）がシーケンス・リストの再開をトリガするまで、現在のセグメントが連続で出力されます。例：Id# 0 → Id# 0 の連続出力。

シーケンス・リストの行は、「Append」または「Delete」ボタンをクリックして、追加または削除できます。「Up」および「Down」ボタンを使用すると、シーケンス・リスト内の行を上下に移動できます。シーケンス・リストはグラフィックでも表示され、定義されたセグメントの順番と繰り返し回数（角カッコ内）を確認することができます。

シーケンス・リストの最終行は、シーケンス・リストの実行終了後における信号生成の継続方法を決定します。「Next Id#」が選択されている場合、シーケンス・リストはその開始位置 Id# 0 から開始され、「Goto Id# x」が選択されている場合は Id# x から開始されます（x は、SMU では 0~95、SMBV では 0~1023）。「Next Id#」設定も「Goto Id# x」設定もループを形成します。ループの他に、シーケンス・リストの実行を一度のみにすることも可能です。

「Blank」が選択されている場合、信号生成はリストの完了後に停止します。「Endless」が選択されている場合は、最後のセグメントを続けて出力することにより、リストの完了後も信号生成が継続されます。

シーケンス・リストはマルチセグメント波形から独立した形になっています。通常、シーケンス・リストは特定のマルチセグメント波形に割り当てられ、そのマルチセグメント波形と同じファイル名で保存することができますが、ファイル拡張子は.wvs になります。シーケンス・リストには、セグメントのファイル名ではなく、セグメントインデックス番号だけが保存されます。したがって、シーケンス・リストを別のマルチセグメント波形に適用することが可能です。また、1 つのマルチセグメント波形に複数のシーケンス・リストを定義することもできます。

4.1 シーケンサの例 1ー単純なシーケンス

必要な信号：

- シーケンスを開始するための手動トリガ
- 以下の波形シーケンスの連続再生



必要な設定：

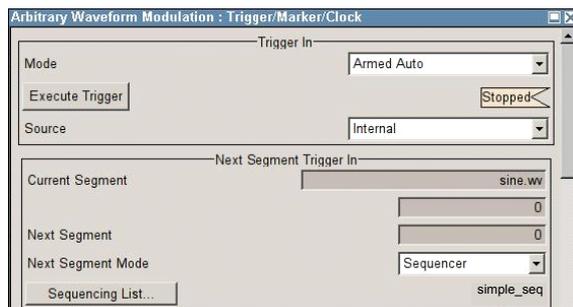


図8：シーケンサの例1に必要なトリガ設定

- Mode : Armed Auto
- Source : Internal
- Next Segment Mode : Sequencer

セグメントは、シーケンス・リストの定義に従って自動的に再生されます。

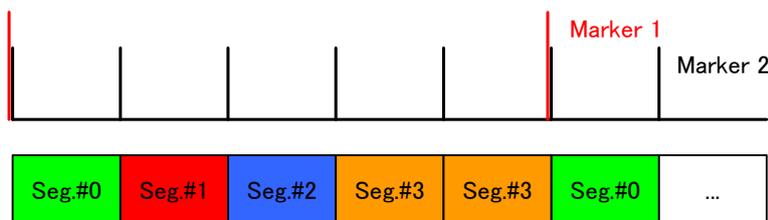
Id#	State	Seg #	Waveform	Rep. Cycles	Next	Info...
0	On	0	waveform_0.wv	2	Next Id#	Info...
1	On	2	waveform_2.wv	1	Next Id#	Info...
2	On	3	waveform_3.wv	3	Next Id#	Info...
3	On	1	waveform_1.wv	1	Next Id#	Info...

図9：シーケンサの例1に必要なシーケンス・リスト

4.2 シーケンサの例 2—マーカを使用したシーケンス

必要な信号：

- シーケンスを開始するための外部トリガ
- シーケンスの開始（マーカ 1）とセグメントの開始（マーカ 2）を示すマーカ・トレース
- 以下の波形シーケンスの連続再生



マーカ・トレースは、マルチセグメント波形に挿入する必要があります。これは、マルチセグメント波形の生成時に簡単に行うことができます（以下の設定を参照）。マーカ信号は、DUT のトリガや他の測定装置の同期などに使用できます。精密な調整を行う場合は、I/Q 信号の出力時に、信号出力を中断することなくマーカ出力を遅延させることが可能です。

必要な設定：

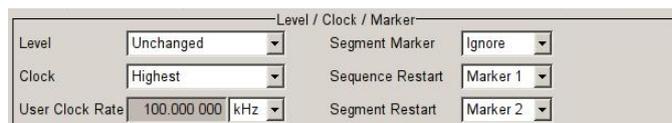


図 10：マルチセグメント波形の生成に必要な設定

- Segment Restart : Marker 2
リスタート・マーカはマーカ出力 2（MARKER 2 コネクタ）で生成され、セグメントの開始位置を示します。セグメント・ファイルに定義されたマーカ・トレース 2 がすでに存在する場合、そのマーカは完全に上書きされます。
- Sequence Restart : Marker 1
リスタート・マーカはマーカ出力 1（MARKER 1 コネクタ）で生成され、マルチセグメント波形の最初のセグメント（たとえば Seg.#0）の開始位置を示します。セグメント・ファイルに定義されたマーカ・トレース 1 がすでに存在する場合、そのマーカは完全に上書きされます。このマーカは、シーケンス全体の開始位置を示すために使用できます。つまり、シーケンス・リスタート・マーカとしての使用が可能です。そのためには、図 12 に示すようにプレイリストを Seg.#0 から開始しなければならず、Seg.#0 の繰り返しサイクルは 1 回だけにする必要があります（マーカが Seg.#0 の開始に対応するためです）。

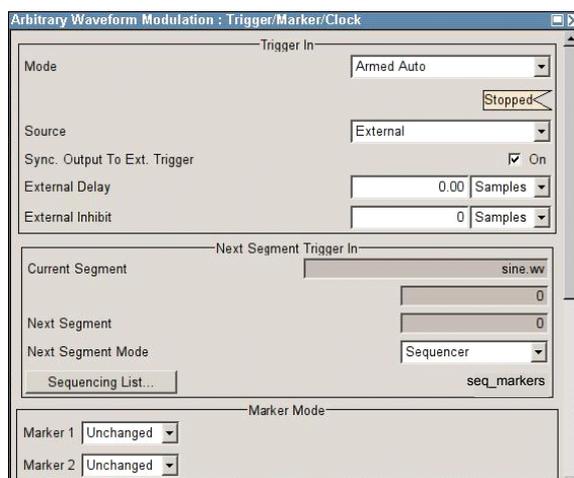


図 11 : シーケンサの例 2 に必要なトリガおよびマーカの設定

- Mode : Armed Auto
- Source : External
- Next Segment Mode : Sequencer

セグメントは、シーケンス・リストの定義に従って自動的に再生されます。

- Marker Mode 1/2 : Unchanged

「Unchanged」以外の設定を選択した場合、マルチセグメント波形内のマーカは完全に上書きされます。

- Marker Delay 1/2 : 必要に応じて設定。デフォルトは「0 Samples」です。

Id#	State	Seg.#	Waveform	Rep. Cycles	Next	Info...
0	On	0	waveform_0.wv	1	Next Id#	Info...
1	On	1	waveform_1.wv	1	Next Id#	Info...
2	On	2	waveform_2.wv	1	Next Id#	Info...
3	On	3	waveform_3.wv	2	Next Id#	Info...

図 12 : シーケンサの例 2 に必要なシーケンス・リスト

4.3 シーケンサの例 3—ループを使用したシーケンス

必要な信号：

- シーケンスを開始（またはリスタート）するための外部トリガ
- トリガ・イベントがシーケンスをリスタートするまで以下の波形シーケンスを連続再生



必要な設定：

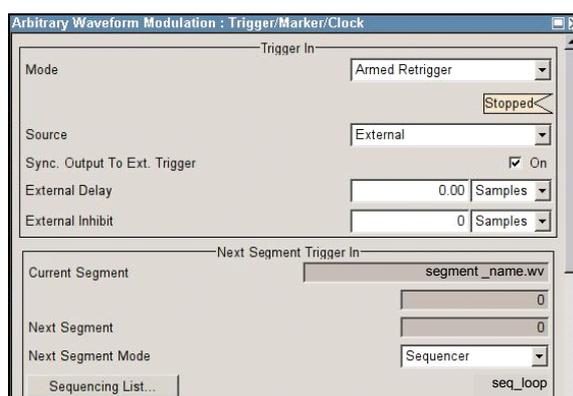


図 13：シーケンサの例 3 に必要なトリガ設定

- Mode : Armed Retrigger
- Source : External
- Next Segment Mode : Sequencer

Id#	State	Seg.#	Waveform	Rep. Cycles	Next	Info...
0	On	0	waveform_0.wv	1	Next Id#	Info...
1	On	1	waveform_1.wv	2	Next Id#	Info...
2	On	2	waveform_2.wv	1	Next Id#	Info...
3	On	3	waveform_3.wv	2	Goto Id# 2	Info...

図 14：シーケンサの例 3 に必要なシーケンス・リスト

この例では、サブシーケンス Seg.#0、Seg.#1、Seg.#1 がプリアンブルを形成します。サブシーケンス Seg.#2、Seg.#3、Seg.#3 の繰り返しには「Goto Id# x」オプションを使用します。このループは、（プリアンブルから開始される）シーケンス全体のリスタートにつながるトリガ・イベント（SMU では TRIGGER コネクタ、SMBV では TRIG コネクタ）が発生するまで継続します。

この例では、「Append」ボタンをクリックして、パルスを含む波形を Seg.#0 としてマルチセグメント波形に加えます。空のセグメントは、「Append」ボタン（図 16 の青枠）をクリックすると Seg.#1 として加えられます。空のセグメントのクロック・レートは、パルスを含む波形のクロック・レートと同じでなければなりません。サンプル数は少なくともかまいません（最小の長さは 512 サンプルで、これはブランク信号でも同じです）。これから得られる空のセグメントの信号の長さが表示されます。

空のセグメントは複数定義することが可能で、たとえばサンプル数の異なる空のセグメントを Seg.#2 として定義できます。繰り返し回数が 65535 回に制限されているため、空のセグメントが長ければ、より長いパルスのオフ時間に対応できます。

パルスを含む波形にマーカ・トレース（パルスまたはパルスのオフ時間の開始を示すマーカなど）も含まれている場合は、「Segment Marker」を「Take Over」に設定すると、このマーカをマルチセグメント波形に引き継ぐことができます。引き継いだマーカは、たとえば信号のオン／オフ比を最大 90dB まで引き上げるため、SMU や SMBV のパルス変調器の制御に使用できます[1]。

連続パルス信号を生成するには、シーケンス・リストに少なくとも 2 つの行が含まれていなければなりません（図 17）。1 行は繰り返し回数が 1 回だけのパルス波形に割り当てられ、もう 1 行は繰り返し回数が複数の空のセグメントに割り当てられます。繰り返し回数に空のセグメントの信号の長さに乗じるとパルスのオフ時間が得られ、この時間は任意の長さとすることができます。たとえば、トリガ・モードが「Auto」または「Armed Auto」でトリガ・ソースが「Internal」の場合は、プレイリストが連続して繰り返されます。この場合は連続パルス信号が生成されます。

Id#	State	Seg.#	Waveform	Rep. Cycles	Next	Info...
0	On	0	Pulse.wv	1	Next Id#	Info...
1	On	1	Blank.wv	100	Next Id#	Info...

図 17：連続パルス信号の生成に必要なシーケンス・リスト

たとえば、定められた数のパルスを生成するために、図 18 のようなシーケンス・リストを設定します。最初のパルスの次にはブランクの時間が続き、さらに 2 つ目のパルスがそれに続いて、以降は同じシーケンスが繰り返されます。4 番目のパルスの後にはブランクの時間が連続して続きます。これは、「Next」パラメータを「Blank」に設定することによって行います。このブランクの時間は、プレイリストをリスタートさせるイベントが発生するまで続きます。トリガ・モードは、トリガ・ソースを「Internal」または「External」にして、「Retrigger」や「Armed Retrigger」などに設定する必要があります（コネクタ：SMU では TRIGGER、SMBV では TRIG）。この設定で、それぞれのトリガ・イベントの後に 4 つのパルスが生成されます。

Id#	State	Seg.#	Waveform	Rep. Cycles	Next	Info...
0	On	0	Pulse.wv	1	Next Id#	Info...
1	On	1	Blank.wv	100	Next Id#	Info...
2	On	0	Pulse.wv	1	Next Id#	Info...
3	On	1	Blank.wv	100	Next Id#	Info...
4	On	0	Pulse.wv	1	Next Id#	Info...
5	On	1	Blank.wv	100	Next Id#	Info...
6	On	0	Pulse.wv	1	Blank	Info...

図 18：定められた数のパルスを生成するために必要なシーケンス・リスト

4.5 アプリケーション例 2ーバースト信号

必要な信号：

- データ内容の異なるバースト信号
- シーケンス・リスタート・マーカ

この場合も、信号は原理的には、すべてのバースト・シーケンスを含む 1 つの波形から生成することができます。このバースト信号をマルチセグメント波形を使用して生成する利点は、柔軟性です。たとえば、テストでは個々のバーストの回数、順番、あるいは空の時間の長さを変更しなければならないことがあります。また、他のバーストを同じに保ちながら、1 つのバーストを別のバーストに置き換えなければならないことも考えられます。通常、これらの変更を行うには、波形全体の再計算が必要になります。マルチセグメント波形とシーケンス・モードを使用すれば、この再計算を回避でき、これによって高い柔軟性が得られます。

それぞれのバーストは、1 つの独立した波形として保存されます。この例では、これらのバーストに A から G までの名前を付けます。さらに、これら 1 つ 1 つのバーストを、1 つまたは複数の空のセグメントとともにマルチセグメント波形に組み合わせます。これで、シーケンス・リストを必要に応じて設定することで、たとえば図 19 のようなバースト信号を生成できます。個々のバーストは空のセグメントで区切られていますが、これらの空のセグメントは、信号の長さが異なる別の空のセグメントと簡単に入れ換えることができます。シーケンス・リストのバーストの追加や削除は、「State」パラメータを「Off」から「On」へ、あるいはその逆に変更することで簡単に行えます。また、あるバースト（たとえば D）から別のバースト（たとえば G）への変更も簡単で、信号へのあらゆる変更を迅速かつ非常に柔軟に行うことができます。

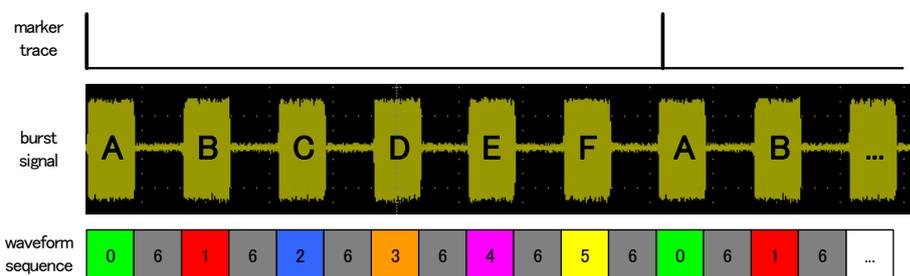


図 19：マルチセグメント波形を使用したバースト信号の生成

必要な設定：

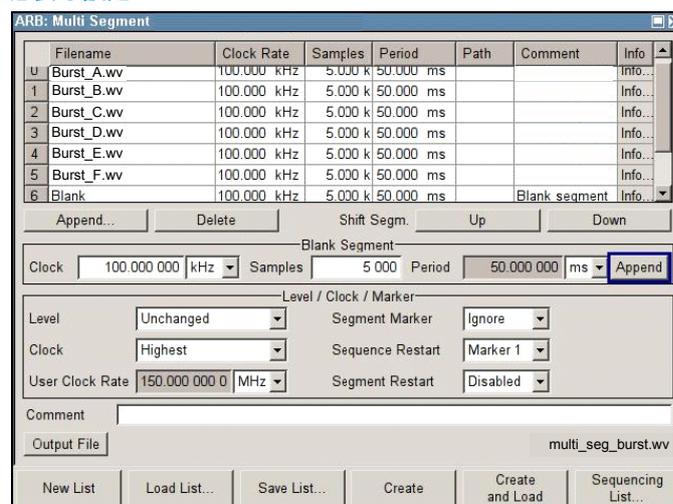


図 20：マルチセグメント波形の生成に必要な設定

この例では、「Append」ボタンをクリックして、バーストを含む波形をマルチセグメント波形に加えます。空のセグメントは、「Append」ボタン（図 20 の青枠）をクリックすると追加されます。すべてのセグメントのクロック・レートが同じでなければなりません。セグメントのクロック・レートが同じでない場合は、「Clock」パラメータを「Highest」または「User」に設定します。リスタート・マーカを使用すれば、シーケンスの最初のバーストをマークできます（図 19）。「Sequence Restart」を「Marker 1」に設定してください。これによって、マーカ出力 1（MARKER 1 コネクタ）にマーカ信号が生成され、マルチセグメント波形の最初のセグメント（この例では、最初のバーストであるバースト A）の開始位置を示します。

図 19 に示すバースト信号を生成するには、シーケンス・リストを図 21 に示すように設定する必要があります。バースト A から F は連続してリストされますが、空のセグメントによって分離されます。バースト G も含まれていますが、これは無効（「State」が「Off」）になっています。プレイリストを連続的に繰り返すには、たとえば、トリガ・ソースを「Internal」にして、トリガ・モードを「Auto」に設定します。これによって、バースト信号が連続的に生成されます。マーカ 1 はシーケンスの開始位置を示します。

Id#	State	Seg.#	Waveform	Rep. Cycles	Next	Info...
0	On	0	Burst_A.wv	1	Next Id#	Info...
1	On	6	Blank.wv	1	Next Id#	Info...
2	On	1	Burst_B.wv	1	Next Id#	Info...
3	On	6	Blank.wv	1	Next Id#	Info...
4	On	2	Burts_C.wv	1	Next Id#	Info...
5	On	6	Blank.wv	1	Next Id#	Info...
6	On	3	Burts_D.wv	1	Next Id#	Info...
7	On	6	Blank.wv	1	Next Id#	Info...
8	On	4	Burst_E.wv	1	Next Id#	Info...
9	On	6	Blank.wv	1	Next Id#	Info...
10	On	5	Burts_F.wv	1	Next Id#	Info...
11	On	6	Blank.wv	1	Next Id#	Info...
12	Off	7	Burts_G.wv	1	Next Id#	Info...

図 21 : パースト信号の生成に必要なシーケンス・リスト

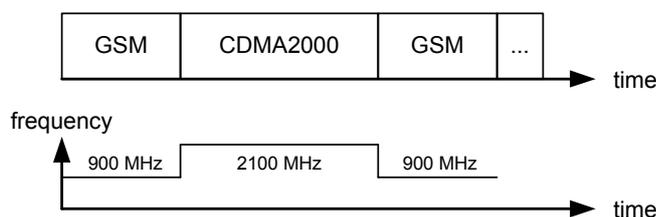
4.6 アプリケーション例 3—周波数ホッピング

必要な信号 :

- 2つ（またはそれ以上）の異なる信号
- 信号ごとに異なる RF 周波数
- 信号ごとに異なる RF レベル

シグナル・ジェネレータの RF リスト・モード機能[1]とマルチセグメント波形の再生を組み合わせることができます。RF リスト・モードでは、周波数とレベルの値のペアからなる既定のリストに基づいて RF 信号が生成されます。リストのエントリは順を追って処理されます。RF リスト・モードでは、周波数やレベルの迅速なホッピングが可能です。

2つの異なる波形（GSM 信号波形と CDMA2000 信号波形）を、それぞれ 900MHz と 2100MHz の周波数で再生するとします。



必要な設定 :

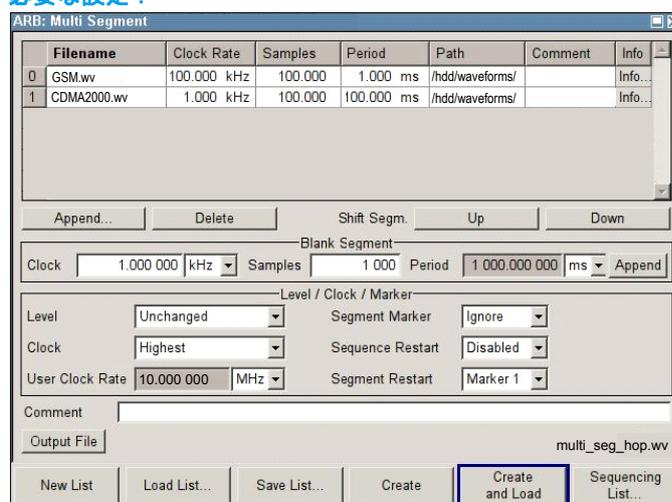


図 22 : マルチセグメント波形の生成に必要な設定

この例では、GSM 信号波形と CDMA2000 信号波形を、Seg.#0 および Seg.#1 としてマルチセグメント波形に加えます。両方のセグメントのクロック・レートを同一にするために、「Clock」設定は「Highest」にします。マルチセグメント波形には、波形の開始位置をマークするためにセグメント・リスタート・マーカを挿入します。このマーカは、RF リスト・モードをトリガするために使用します。「Segment Restart」を「Marker 1」に設定してください。これによって、マーカ出力 1 (MARKER 1 コネクタ) にマーカ信号が生成されます。

2 つの波形を交互に連続して再生するには、シーケンス・リストを図 23 に示すように設定する必要があります。このプレイリストを連続して繰り返すには、たとえば、トリガ・ソースを「Internal」にして、トリガ・モードを「Armed Auto」に設定します。

Id#	State	Seg #	Waveform	Rep. Cycles	Next	Info...
0	On	0	GSM.wv	1	Next Id#	Info...
1	On	1	CDMA2000.wv	1	Next Id#	Info...

図 23 : 必要なシーケンス・リスト

RF リスト・モードは、新しい波形の開始を示すセグメント・マーカ信号によって外部的にトリガされます。トリガ・イベントが発生するとリスト内の次の周波数エントリとレベル・エントリが実行され、リストが最後まで実行されると再び最初から開始されます。必要な RF リスト・モードの設定を図 24 に示します。「Mode」は「Extern Step」に設定してください（この設定では「Dwell Time」設定が無視されます）。RF リスト・モードのリストを設定します。この例では、2 つの波形に対応する 2 組のエントリがあります。GSM 信号は周波数 900MHz、レベル 0dBm で出力され、CDMA2000 信号は周波数 2100MHz、レベル -3dBm で出力されます。

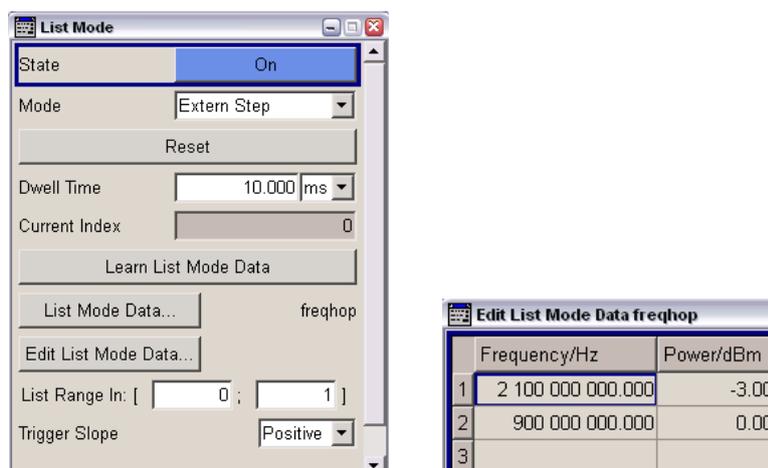


図 24 : 必要な RF リスト・モード設定と RF リスト・モードのリスト

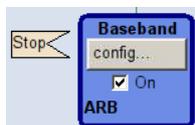
必要な接続 :

短いケーブルを使用して、MARKER 1 コネクタと INST TRIG コネクタに接続します。

ARB と RF リスト・モードの同期 :

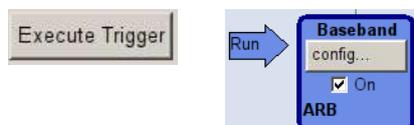
波形が正しい周波数で出力されるようにするには、ARB と RF リスト・モードを同期させる必要があります。

最初の手順は ARB をオンにすることです。トリガ・モードを「Armed Auto」に設定してください。ARB はオンになりますが、信号生成はまだ実行しません（準備状態）。



次の手順はリスト・モードをオンにすることです。これで、リストの最初のエントリがアクティブになります（この例では 2100MHz。ただし、信号はまだ生成されません）。

3 番目の手順は、ARB トリガを実行して、ARB で実際に波形の再生を開始することです。以上で信号生成が実行されます（実行状態）。



波形が開始されると、それとともにマーカ信号が生成され、それによってリスト・モードがトリガされて次のリスト・エントリに進みます。これで、リストの 2 番目のエントリ（この例では 900MHz）がアクティブになります。この結果、予定通り GSM 信号が 900MHz で再生されます。その後のすべてのマーカ・イベントによってリスト・モードがトリガされて次の周波数へ進み、RF 周波数が変わるごとに対応する波形が出力されます。

波形の数に応じてリストのエントリ（周波数／レベル）が増えた場合でも、簡単に同じ処理を行うことができます。図 25 に一般的な原理を示します。

Playback

Seg1.wv @ Frequency Seg1
 Seg2.wv @ Frequency Seg2
 Seg2.wv
 Seg3.wv @ Frequency Seg3
 Seg4.wv @ Frequency Seg4



Sequencer

Id#	State	Seg.#	Waveform	Rep. Cycles	Next	Info...
0	On	0	Seg1.wv	1	Next Id#	Info...
1	On	1	Seg2.wv	2	Next Id#	Info...
2	On	2	Seg3.wv	1	Next Id#	Info...
3	On	3	Seg4.wv	1	Next Id#	Info...

RF list mode

Frequency Seg4
 Frequency Seg1
 Frequency Seg2
 Frequency Seg2
 Frequency Seg3

図 25 : シーケンサと RF リスト・モードの照合リスト

以上に述べた設定では、シーケンス・リストの最初のセグメントが、RF リスト・モードの 2 番目のリスト・エントリに指定された周波数で出力されます。リストが最後まで実行されると再び最初から開始されるので、シーケンス・リストの最後のセグメントは、RF リスト・モードの最初のリスト・エントリに指定された周波数で出力されます。

5 まとめ

このアプリケーションノートでは、波形シーケンシングを中心に、マルチセグメント波形の作成方法と再生方法を説明しました。

ARB マルチセグメント機能は、さまざまなテスト信号シーケンスを生成するための多機能ツールです。したがって、アプリケーション要件に合わせて信号生成を最適に行うことが可能です。特に、ARB シーケンシングを利用すれば、複雑な再生シナリオを迅速かつ柔軟に作成することができます。

マルチセグメント波形の再生に関するパラメータの概要を以下の表に示します。

マルチセグメント波形の再生—パラメータの概要				
パラメータ	SMBV		SMU ファミリ	
	最小	最大	最小	最大
マルチセグメント波形 1 つあたりの波形の数	2	1024	2	1024
波形の長さ	512 サンプル	ARB サイズによる	512 サンプル	ARB サイズによる
シーケンス・リストのエントリ数 (行数)	1	1024	1	96
1 つのシーケンス・リストで使用可能な (異なる) 波形の数	1	1024	1	1024
リスト・エントリ 1 つ (1 行) あたりの繰り返し回数	1	65535	1	65535
リスト・エントリ (複数の行) に使用可能な Goto Id#機能	0	1023	0	95
FW バージョン	2.20.160.51 以降		2.10.111.153 以降	

6 参考文献

- [1] R&S®SMU200A および R&S®SMBV100A ベクトル・シグナル・ジェネレータのオペレーティング・マニュアル (www.rohde-schwarz.com からダウンロード可能)

7 オーダー情報

総合的なオーダー情報については、R&S®SMU200A および R&S®SMBV100A の製品ウェブサイト (www.rohde-schwarz.com) をご覧ください。

R&S®SMU200A	ベクトル・シグナル・ジェネレータ	1141.2005.02
R&S®SMU-B102	周波数オプション 2.2GHz、第 1RF パス	1141.8503.02
R&S®SMU-B103	周波数オプション 3GHz、第 1RF パス	1141.8603.02
R&S®SMU-B104	周波数オプション 4GHz、第 1RF パス	1141.8603.02
R&S®SMU-B106	周波数オプション 6GHz、第 1RF パス	1141.8803.02
R&S®SMU-B202	周波数オプション 2.2GHz、第 2RF パス	1141.9400.02
R&S®SMU-B203	周波数オプション 3GHz、第 2RF パス	1141.9500.02
R&S®SMU-B90	位相コヒーレンス	1409.8604.02
R&S®SMU-B13	ベースバンド・メイン・モジュール	1141.8003.04
R&S®SMU-B9	ARB ベースバンド・ジェネレータ (128M サンプル)	1161.0866.02
R&S®SMU-B10	ARB ベースバンド・ジェネレータ (64M サンプル)	1141.7007.02
R&S®SMU-B11	ARB ベースバンド・ジェネレータ (16M サンプル)	1159.8411.02
R&S®SMU-B14	フェージング・シミュレータ	1160.1800.02
R&S®SMU-B15	フェージング・シミュレータ拡張	1160.2288.02
R&S®SMU-K71	ダイナミック・フェージング、高分解能	1160.9201.02
R&S®SMU-K72	拡張統計機能	1408.7062.02
R&S®SMU-K74	MIMO フェージング	1408.7762.02
R&S®SMU-K62	白色ガウス雑音 (AWGN)	1159.8511.02
R&S®SMBV100A	ベクトル・シグナル・ジェネレータ	1407.6004.02
R&S®SMBV-B103	周波数オプション 3.2GHz	1407.9603.02
R&S®SMBV-B106	周波数オプション 6GHz	1407.9703.02
R&S®SMBV-B1	OCXO 基準発振器	1407.8407.02
R&S®SMBV-B90	位相コヒーレンス	1407.9303.02
R&S®SMBV-K22	パルス変調器	1415.8019.02
R&S®SMBV-K23	パルス・ジェネレータ	1415.8025.02
R&S®SMBV-B10	ベースバンド・ジェネレータ (リアルタイムデジタル変調 および 32M サンプル ARB)、RF 帯域幅: 120MHz	1407.8607.02
R&S®SMBV-B50	ARB ベースバンド・ジェネレータ (32M サンプル)、RF 帯域幅: 120MHz	1407.8907.02
R&S®SMBV-B51	ARB ベースバンド・ジェネレータ (32M サンプル)、RF 帯域幅: 60MHz	1407.9003.02
R&S®SMBV-B55	ARB メモリ拡張 (256M サンプル)	1407.9203.02
R&S®SMBV-B92	ハードディスク (取り外し可能)	1407.9403.02
R&S®SMBV-K18	デジタル・ベースバンド・コネクティビティ	1415.8002.02
R&S®SMBV-K6	パルス・シーケンサ	1415.8390.02
R&S®SMBV-K62	白色ガウス雑音 (AWGN)	1415.8419.02

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/>

Certified Quality System

ISO 9001

DQS REG. NO 1954 QM

Certified Environmental System

ISO 14001

DQS REG. NO 1954 UM

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。

掲載されている記事・図表などの無断転載を禁止します。

おことわりなしに掲載内容の一部を変更させていただくことがあります。あらかじめご了承ください。

ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社

〒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

www.rohde-schwarz.co.jp