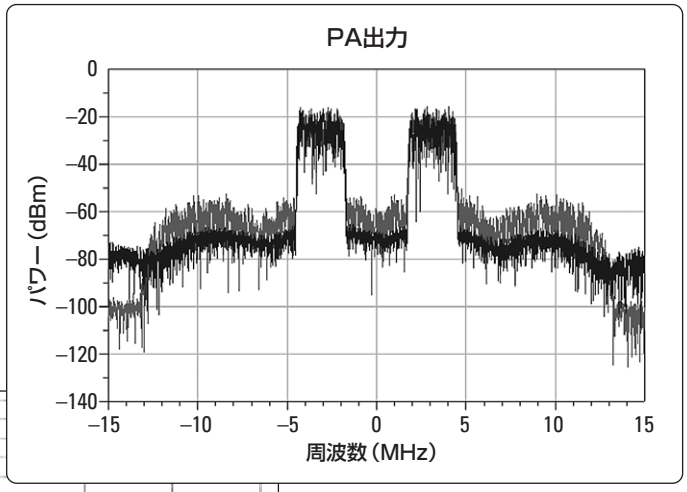
ADSディジタル・プリディストーションとLinearization DesignGuideを使用したマルチキャリア・パワーアンプの線形化

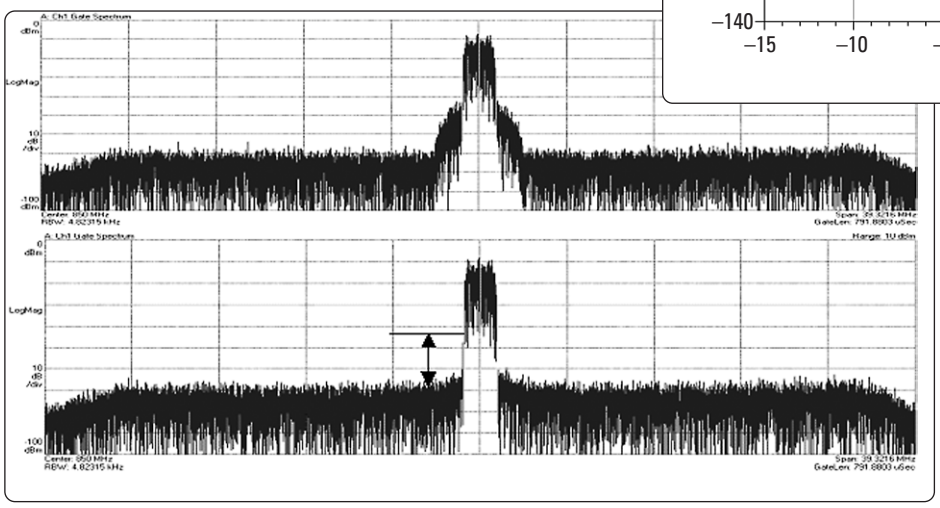
Connected Solution
Application Bulletin 1476-3

はじめに

今日の無線システムには、ピーク対平均比の高いマルチキャリアが存在し、基地局のパワーアンプに対して極めて大きな電力を要求します。このため、スペクトラム・リグロースを抑制するための線形化が不可欠です。そのための方法の1つがディジタル・プリディストーションです。

本書では、ADSのディジタル・プリディストーションとLinearization DesignGuideによる、無線システムのスペクトラム・リグロースを抑制する方法を説明します。





Agilent Technologies

コンセプト

ディジタル・プリディストーションでは、最適化された複素プリディストーション係数を含む参照テーブル（LUT）が、入力信号エンベロープに応じて動的にアドレス指定されます。これらの係数を、パワーアンプの前で信号と乗算します。図1および図2で示すように、この係数はDUTの逆歪み特性をモデル化したものです。

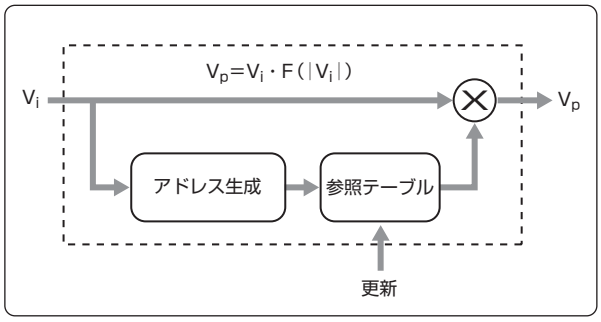


図1. 参照テーブルのアドレス指定

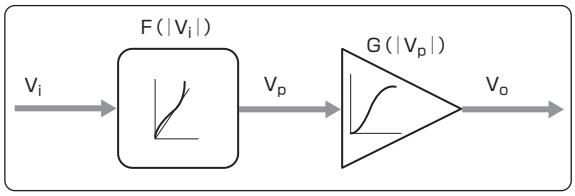


図2. 非線形パワーアンプにプリディストーションを適用

ADSとLinearization DesignGuideで、実際のDUTに使用されるディジタル・プリディストーションを完全に実装することができます。メニュー選択式のプロンプトにより、LUT係数の初期化と更新を行うことができます。また、ESG-C信号源やベクトル・シグナル・アナライザ（VSA）へのリンクも可能です。

閉ループの実装

図3に示すような閉ループ法によって、LUT係数を最適化します。ここでは、前の係数を使用したPA DUTの応答に対応するフィードバック信号を使用して、係数を反復計算します。これを、フィードバック信号と入力信号との差が許容範囲に収まるまで繰り返します。

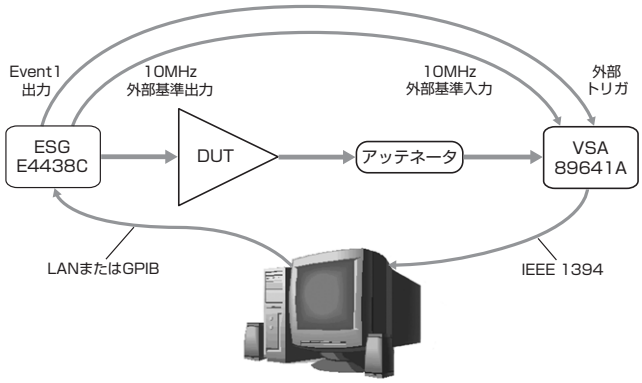


図3. 閉ループ法を用いたADSソリューション

トレーニング信号

無線信号に、リニア・ランプ波のトレーニング信号を挿入します。ADSはこの信号を用いて、DUTの非線形伝達特性を評価します。図4に示すようなランプは、全信号時間に対してわずかな部分しか占めていないので、無線信号に固有の統計情報に影響を与えることはありません。

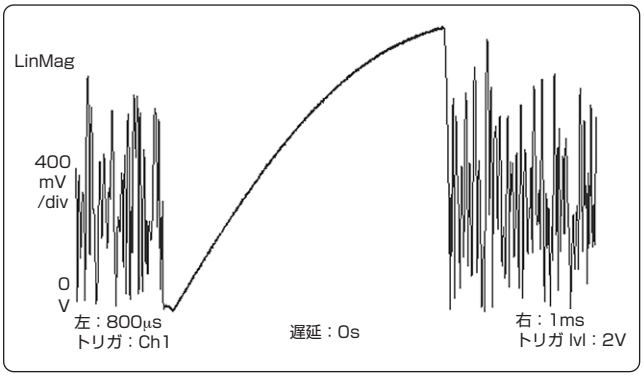


図4. トレーニング信号に対するDUTの応答

Linearization DesignGuideからの ディジタル・プリディストーションの使用

図5に示すように、Linearization DesignGuideメニューから、ディジタル・プリディストーション機能とテンプレートにアクセスできます。

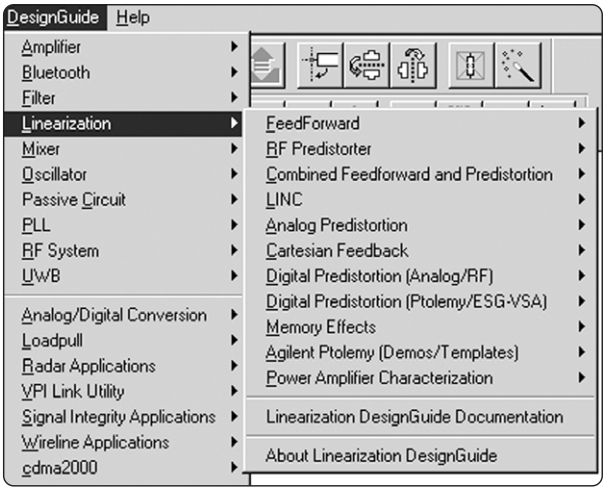


図5. Linearization DesignGuideのメニュー

まず最初に、適切なアッテネータとともに、DUTをESG-C信号源の出力とVSAの入力の間に接続します。次に、ESG-Cの10MHz基準信号をVSAに供給します。8905A入力モジュールを使用する場合は、8905Bのような外部基準入力を持っていないので、VSAの基準信号でESG信号源をロックします。最後に、ESG-CのEvent1トリガをVSAの外部トリガ入力に接続して、終端します。

Linearization DesignGuideには、測定器とプリディストーションのプロセス制御用の、2つのADSテンプレート（ESGシミュレーションとVSAシミュレーション）が付属しています。

図6に示すように、DesignGuideではステップごとにプロンプトが表示されます。

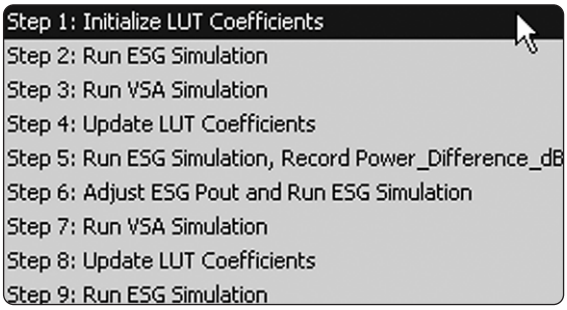


図6. プリディストーション・プロセス用の
ステップバイステップ・メニュー

ステップ1：テキスト・ファイル内のLUT係数の値を、0に初期化します。信号をESG-Cにダウンロードしたとき、プリディストーションは適用されていません。

また、ESGコンポーネントは、信号のピーク振幅を1にノーマライズします。DUT出力でのトレーニング信号のピーク振幅は、DUTの利得によって異なります。シミュレーションを校正するために、VSAのスケーリング係数はこのピーク振幅の逆数に設定します。

ステップ2：ESGシミュレーションを実行して、信号をダウンロードします。このシミュレーションの実行中は、DUTを接続し電源がオンになっている必要があります。この時点で、周波数ドメインとタイム・ドメインでのDUTの出力をVSAで測定することができます。トレーニング信号のピーク振幅を測定し、次のステップで使用するVSAシミュレーションのスケーリング係数を設定できます。

ステップ3：VSAシミュレーションを実行します。ESGシミュレーションのデータが基準として入力され、VSAのデータがダウンロードされます。ADSはLUT係数を計算して、浮動小数点フォーマットでデータ・ファイルに書き込みます。

ステップ4：LUT係数を更新します。ステップ3で計算したLUT係数が固定小数点フォーマットに変換され、ESGシミュレーションで使用できるようになります。

ステップ5：ESGシミュレーションを実行して、ADSのデータ・ディスプレイ・ウィンドウに表示されるPower_Difference_dBを記録します。この値は、プリディストーションの適用後の平均出力パワーと、プリディストーションなしのパワーとの差を示しています。この値を、次のステップで使用します。

ステップ6：元のESG出力パワーからPower_Difference_dBの値を引いて、利得の増加を補正します。ESGシミュレーションを実行して、最初のLUT係数をDUTに適用します。

ステップ7：VSAシミュレーションを実行して、2番目のLUT係数を計算します。

ステップ8：ステップ4と同様に、LUT係数を更新します。

ステップ9：ステップ5、6と同様に、ESGシミュレーションを実行します。

これで､LUT係数の最適化が2回繰り返されたことになります。歪み成分の減少が（ほとんど）なくなるまで、このプロセスを繰り返します。

図7のように、さまざまなADSデータ・ディスプレイで、LUT係数やその他の信号が表示されます。

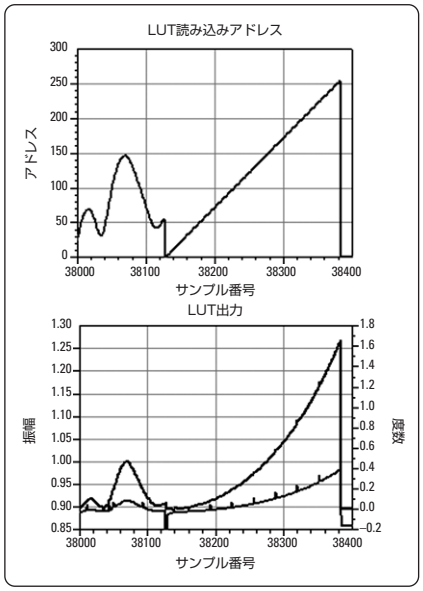


図7. LUT読み込みアドレスと複合出力

まとめ

ADSとLinearization DesignGuideは、今日の無線システム用パワーアンプのデザインにおいてディジタル・プリディストーションを用いる際の、優れた手法を提供します。閉ループ法を用いることにより、迅速で正確なデザインが可能になります。DesignGuideのメニュー選択式のプロンプトを使用して、ディジタル・プリディストーションの参照テーブルの生成と更新を簡単に行うことができます。

必要な機器とソフトウェア

E4438C ESG信号発生器（任意波形発生器付き、周波数レンジ：最高6GHz）

89640ベクトル・シグナル・アナライザ（RF/IF：最高2.7GHz）

Advanced Design System（ADS）

E8900A デザイン環境
E8901A データ・ディスプレイ
E8823A Ptolemyシミュレータ
E8822A Ptolemy固定小数点モジュール
***E8857 CDMAデザイン・ライブラリ**
***E8877 CDMA2000デザイン・ライブラリ**
***E8875 3GPP W-CDMAデザイン・ライブラリ**

* 付属の定義済みテスト・ベンチ用に必要ですが、他のデザイン・ライブラリのソースに置き換えることができます。

Agilent EEsofホーム・ページ：
www.agilent.co.jp/find/eesof

Connected Solutions Webページ：
www.agilent.co.jp/find/eesof-connectedsolutions
（アプリケーション・ノートや構成ガイドをダウンロードできます）

アジレント・テクノロジー株式会社
本社〒192-8510 東京都八王子市高倉町9-1

計測お客様窓口
受付時間 9:00-19:00
(12:00-13:00もお受けしています。土・日・祭日を除く)
FAX、E-mail、Webは24時間受け付けています。
TEL ■■ 0120-421-345
(0426-56-7832)
FAX ■■ 0120-421-678
(0426-56-7840)
Email contact_japan@agilent.com
電子計測ホームページ
www.agilent.co.jp/find/tm

● 記載事項は変更になる場合があります。
ご発注の際はご確認ください。

Copyright 2004
アジレント・テクノロジー株式会社

Agilent Technologies

April 14, 2004
5989-0128JA
0000-00DEP