

ベクトルネットワークアナライザ高速アーキテクチャによる レーダ・パルス測定におけるタイミング分解能と精度の向上

MS4640B

ベクトルネットワークアナライザ

レーダ・システムへの要求の拡大によって、より正確な測定が求められています。高速な目標物の追跡や、低速かつ低空での小さな物体の検知においても、より高性能なパルス測定ツールが必要です。レーダ・システムの進歩によって、より狭いパルス幅を測定するための高い精度が必要になります。あるいは、立ち上がり/立ち下がりエッジ効果やパルス圧縮信号内でのプロファイルの詳細な観察をはじめとするパルス内の挙動を、より高い分解能で調べる必要があります。これまで、これらのレーダへの要求は、既存のパルス測定試験システムに対する課題でした。

この資料では、高速のデジタイジング・アーキテクチャを利用して業界最高水準の測定分解能とタイミング精度を提供する、新しいベクトルネットワークアナライザ(以下 VNA)プラットフォームを紹介します。このアーキテクチャは、デバイスの熱効果やトラッピング効果を調べる場合にも、低いパルス繰り返し周波数で DUT を測定する場合にも、大容量メモリを使用して、分解能を損なうことなく長時間にわたり DUT の挙動を観測することができます。この資料では、さまざまな校正やシステムのタイミングにおけるニーズをサポートするために、プラットフォームである 4 つの独立したレシーバ測定ウィンドウが、どのように基準位置制御を可能にしているかも示します。この制御がなければ、DUT の立ち上がり/立ち下がりの挙動が隠れてしまう可能性もあります。最後に、リアルタイムでのパラメータ修正によって測定設定におけるユーザの信頼性を高める、新しいパルス測定のユーザ・インターフェースを紹介します。

1. 高速デジタイザ法の概要

現在のパルス測定には、ナローバンド法、バンド制限法、トリガ法、ワイドバンド法など、いくつかの方法が使用されています。残念ながら、これらには全て、制約とトレードオフがあります。しかし、高速デジタイザ測定法は、従来のあらゆるパルス測定試験方法に比べ、技術的に大きく進化しています。この方法は、「歴史ある」ワイドバンド法と同様に直接取得を基本としていますが、以前よりもはるかに高いデータ・レートで測定を行います。アンリツの MS4640B ベクトルネットワークアナライザ(VNA)にオプションの 035 と 042 (PulseView™) を付加すると、200MHz を超える帯域幅のデジタル IF 取得システムが実現します。その結果、分解能は拡大し、時間基準ははるかに正確になります。直接取得法は、パルス・ツー・パルス測定の場合を除き、取得自体はパルス・システムとのリアルタイムでの同期に制約されないという点で異なります。データは分析のために記録され、使用されているパルス・パターンとの相関性があります。この新しい取得システムは、従来のあらゆるテスト法では避けられなかった制約とトレードオフを事実上解消するものです。

1.1 アーキテクチャの考察

高速デジタイザ法をより詳細に考察するため、図 1 に示す MS4640B の取得システムについて見てみましょう。IF 信号が MS4640B 内のダウンコンバータで生成されます。オプション 035 と 042 (PulseView™) が装備されている場合は、標準の IF システムはバイパスされて、信号は専用の高速デジタイジング IF ボードにルーティングされます。このボードは、標準の IF システムよりもはるかに広い帯域幅でのアナログ処理機能(フィルタリング、ゲイン、校正など)で構成され、それによってはるかに狭いパルスの測定が可能になっています。このボードはまた、高速のアナログ・デジタル変換器、パルス発生器、およびデジタル処理コンポーネントを搭載しています。VNA には 4 つの独立したレシーバ測定ウィンドウ(ゲート)があり、これらは測定設定での好ましくない過渡動作を修正したり、パス遅延/システム・タイミングの問題に対処したりするための、基準位置の制御機能を提供します。コンバータから流入するデータの格納には、大容量メモリが使用されます。この結果、MS4640B は、フル分解能で 0.5 秒を超える長時間記録の取得が可能です。

取得したデータには、 T_0 同期情報が付加されます。パルス測定処理では、 T_0 に対し測定対象のデータが選択され、周波数ドメインへの適切な変換処理が行われます。S パラメータが生成され、適切な校正が適用されます。処理は、これらのタイム・マーカに関係しており、パルス自体を対象としないため、どのタイミングで結果を見るかについては極めて大きな柔軟性があります。長いディレイライン、大きなグループ遅延、多くのサブ・パルスが存在する可能性がある状況や、他の機器との同期が必要な状況など、複雑なパルス状況ではこのことは特に重要となります。

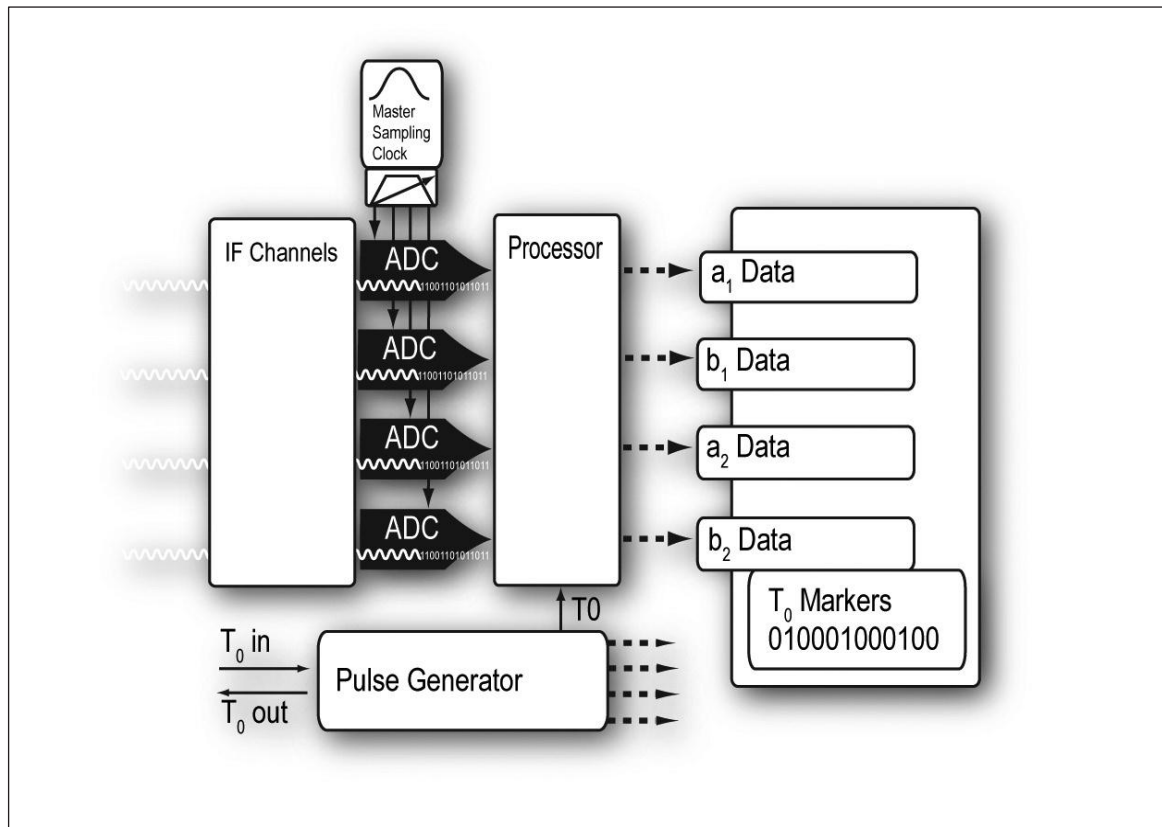


図1. オプション035 および042 (PulseView™)を付加した MS4640B VNA におけるデータ取得システムによって、パルス測定で最高の分解能とタイミング精度が可能になります。

1.2 測定設定

幅広いアプリケーションや DUT とともに、パルス・スティミュラス、レシーバ・ゲーティング、およびパルス DUT バイアス/コントロールなど多くのテスト設定が関心の対象となっていることでしょう。高速デジタイザ・パルス測定法を用いたシステム設定の例を図 2 に示します。ここでは、スティミュラス・パルスとともに 2 つのパルス・バイアス発生器を使用しました。オプション 035 と 042 (PulseView™) を装備した MS4640B には、バイアス・パルサ、DUT 制御、RF スティミュラス変調器、またはレシーバ側 RF 変調器(オプションの Pulse Modulator Test Sets で利用可能)を駆動するために、4 チャンネルの内部パルス発生器があります。どのパルス発生器のチャンネルも内部で処理されるため、パルス測定やプロファイリングの制御には直接使用されません。パルス発生器などの外部装置と、より複雑なバイアス状況で必要となるような内部のタイミング・システムとの同期のために、T₀ 同期パルスへの入力/出力アクセスも提供されます。絶対的な開始時間が重要な場合、測定は外部から提供される同期信号で同期させることができます。これは、パルス・ツー・パルス測定や関連する測定で利用されることがあります。

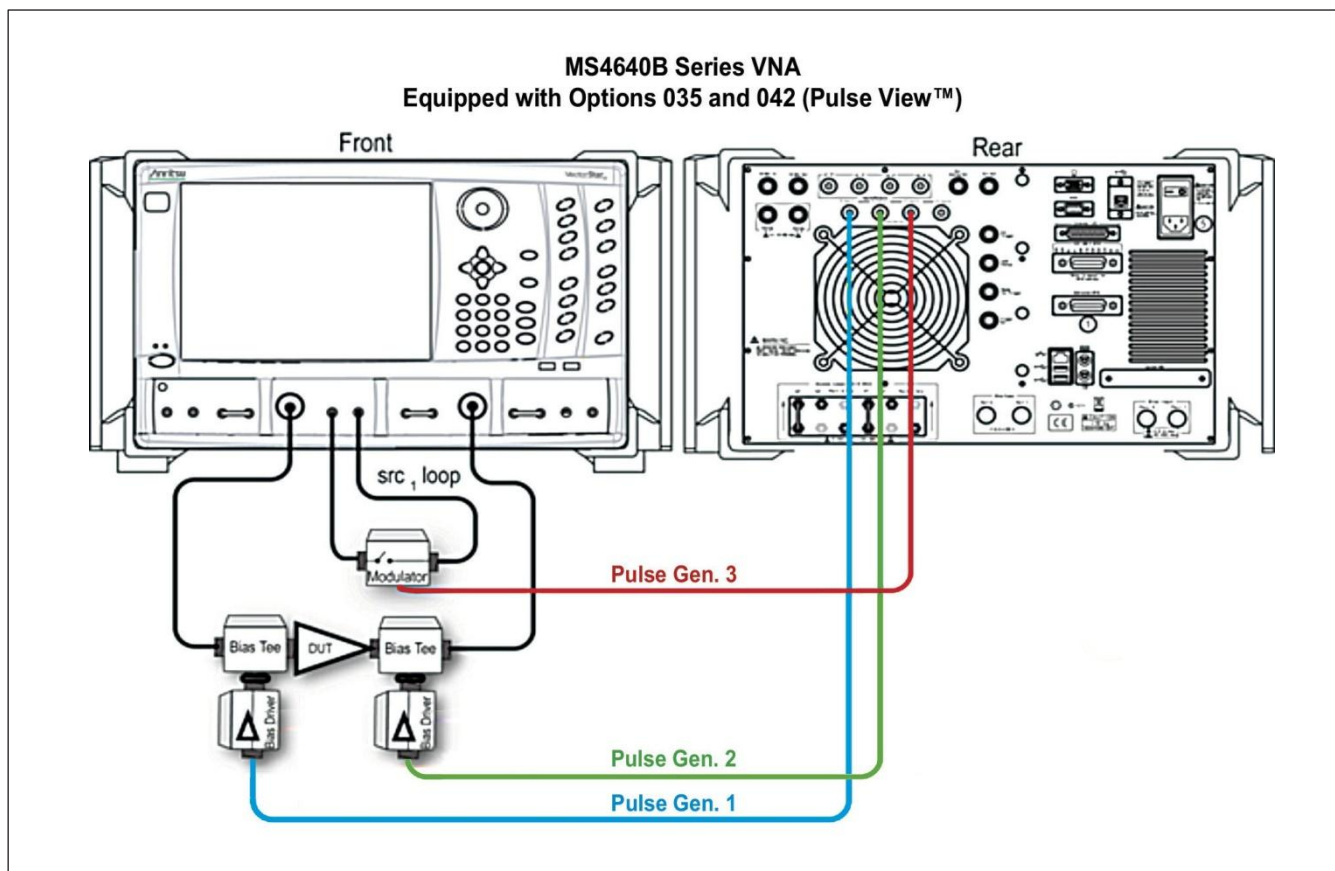


図 2. オプション 035 と 042 (PulseView™) を装備したアンリツ MS4640B での高速デジタイザ測定法の接続例。図の中のすべてのパルス接続を使う必要はありません(あるいは、追加の接続を使用することもあります)。

1.3 少ない校正、高い確度

従来のパルス測定法は、パルス・パラメータの変化に極めて敏感であるため、多くの場合は再校正を頻繁に行う必要があります。例えば、ナローバンド法では、パルス・パラメータのわずかな変化で信号スペクトラムが変わり、再校正をしないと不確かさが増大することがあります。トリガ・パルス測定法では、測定システムのタイミングのわずかな変化が、不確かさの大きな増加につながる場合があります。優れた測定分解能およびタイミング精度と、高速デジタイザ法がレシーバ・タイミングを独立して調節できるという利点とを組み合わせることで、再校正の必要性を大幅に減らし、不確かさを最小化します。測定条件によって再校正をいつ行うべきか、ガイドラインを以下に示します。

- **RF スティミュラス・パルスがない場合**(すなわち、バイアスまたは DUT 制御パルスのみが使用されている場合): この構成では、校正はパルス・パラメータに対してほぼ不変であるため、通常は再校正の必要はありません。外部からトリガされたパルス・ツー・パルス測定を実施していて測定ウィンドウがトリガ・イベントに近い場合は例外もあります。この場合は測定設定から重大な影響があるかどうかを判断するため、再校正を行いながらの実験が必要となることがあります。
- **RF スティミュラス・パルスが使用されている場合**: スティミュラス変調器から多少でもオーバーシュートが発生しているときに測定が行われると思われる場合は、再校正が望ましいことがあります。
- **レシーバ側の変調器が使用されている場合**: 変調器パルスのエッジの近くで測定が行われている場合は、再校正が望ましいことがあります。この場合は、測定設定から重大な影響があるかどうかを判断するため、再校正を行いながらの実験が必要になることがあります。

2. 高速デジタイザ法の利点

高速デジタイザ・パルス測定法の組み込みによって、以下のような多くのメリットが得られます。

- エッジまたはパルス間の挙動についての多くの見識を獲得できる
- 高いトリガ遅延に関わる問題を回避できる

高速デジタイザを使用し、ポスト・プロセッシングの検知におけるパルス・データとのアラインメントを行うことで、トリガ測定に付随するトリガ遅延問題や、そのトリガでのジッタ/不整合問題の可能性を回避することができます。代わりに、分解能は主に取得速度によって設定されます。オプション 035 および 042(PulseView™)を付加した MS4640B は、VNA で最高である 400 MS/s のデータ取得速度を提供します。この結果、時間分解能は 2.5 ns 程度で、内部同期信号(T_0)とのアラインメントについては、ジッタ・レベルは数ピコ秒程度です。ただし、MS4640B に外部同期信号が与えられた場合は、内部システムは外部パルスに追従しなければならないため、数十ナノ秒程度の遅延が発生する可能性があります。加えて、高い分解能によって精度が確保され、パルス圧縮信号内での立ち上がり/立ち下がりエッジ効果またはプロファイルの詳しい観察をはじめとする、狭いパルス幅の測定や高い分解能でのパルス間挙動の調査が可能になります。

- 測定システム性能による DUT 性能のマスキングを回避できる

完全補正の場合でも、レシーバ側変調器は不要です。これらの構造でのオン・オフ比、帯域幅、立ち上がり時間、表示制約はもはや問題ではなく、帯域幅は VNA のレシーバ IF によって制限されます。正規の動作状態では、MS4640B は 200MHz を超える IF 帯域幅を有しています。図 3 は、幅 5 ns、立ち上がり時間および立ち下がり時間 1 ns の入力パルスを与えたときの、アンリツ MS4640B IF サブシステム出力のプロットです。結果は、エッジが多少軟化していますが、特にナローバンドシステムと比べ、歪みは相対的に小さくなっています。このプロットでは振幅はスケールリングされておらず、タイム・シフトは測定プロセスで考慮されているシステムのグループ遅延によるものです。この例は、関心測定対象のパルス形状に比べて IF が十分に広いことは DUT 特性の測定にとって重要であることを示しています。

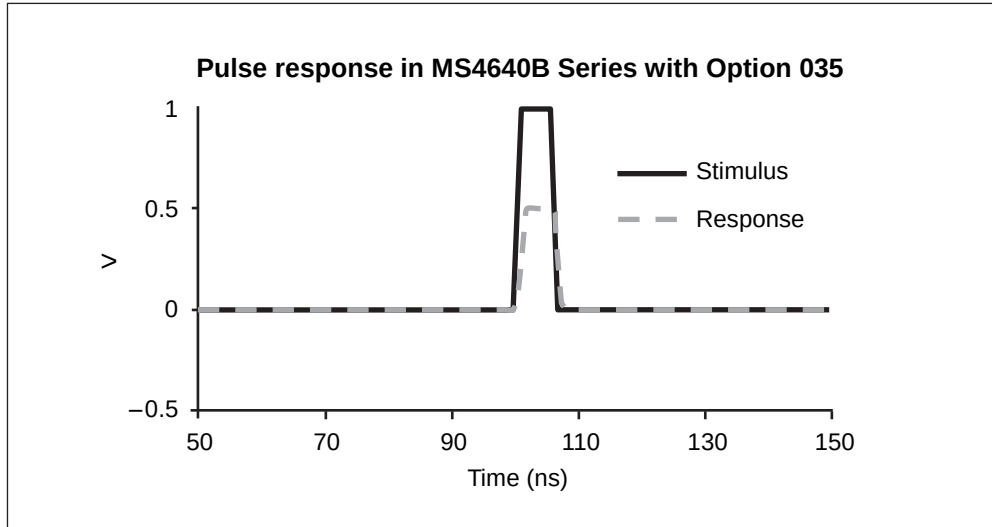


図 3. 高速デジタイザ・パルス測定法を使用した場合の IF 帯域幅のパルス形状に与える影響。
スティミュラスは、立ち上がり時間および立ち下がり時間 1 ns、幅 5 ns の DUT パルス。

- デューティ・サイクル依存のダイナミック・レンジ減少を排除できる

高速デジタイザ・パルス測定法においては、ナローバンド法とは対照的にエネルギーが制限されないため、デューティ・サイクルへの依存性はありません。フル・ダイナミック・レンジ (MS4640B の IFBW、電力レベル、および平均化によりますが、通常 100dB より大きい値) の利用が可能です。

- 分解能を損なうことなく時間によって変化する事象の検査能力を拡大できる

- 柔軟性を生かして幅広いレーダ・システムを測定できる

MS4640B によって、狭いパルスと高速エッジが約 2.5 ns の最小分解能¹で捕捉可能です。メモリが極めて大きい、分解能を損なうことなく非常に低いデューティ・サイクルや低い繰り返し周波数がサポートされます。長いデータ記録により、あらゆる必要なパルス測定モードでパルス信号を分析することができます。これによって、幅広いレーダ・システムを高精度で測定することができます。

¹Hz の範囲およびそれより低いパルス繰り返し周波数については、通常のトリガ法で十分です。

3. 独立したレシーバ・ゲートのメリット

ポスト・プロセッシングの検知におけるパルス・データとのアラインメントを行うことで、レシーバのゲーティングを独立して処理することができます。独立したレシーバ・ゲートを持つことは、多くの面で役立ちます。他の試験方法では結合型のレシーバに制約されますが、独立したレシーバ測定ウィンドウ(ゲート)によって基準位置の制御が可能になるため、さまざまなシステム・タイミング要求をサポートし、DUT の立ち上がり/立ち下がり挙動を明らかにします。

• 測定システム/DUT 遅延に対処する

独立したレシーバ・ゲートは、設定(DUT への長いケーブル長など)や DUT(何らかのフィルタリングを含む DUT など)に起因する、測定設定における時間遅延に対処する極めて有効な手段となり得ます。この概念を説明するため、次の例を考えてみましょう。あるユーザが、400ns パルス(T_0 から約 100ns 遅延)の間、入力電力 0dBm、1GHz におけるアンプのゲイン(S_{21})を測定したいとします。予測は、400ns にわたり約 20dB のかなりフラットなゲインというものです。観測された測定結果を下の図 4 に示します。結果は予測とかなり異なるため、ユーザは下の図 5 に示す a_1 と b_2 のトレースを見ます。その結果、アンプはおよそ 100ns のグループ遅延を起こしていると判断されます。結合型レシーバでは、代表的な S_{21} 測定値を表示するおよそ 150ns のウィンドウがあるのみで、しかもその値はパルスの異なる部分の間の比に基づいています。ユーザがアンプの応答を周波数全体で観測したくても、ポイント・イン・パルスの測定値は、測定幅 150ns では約 250ns の遅延を生じざるを得ず、測定幅の範囲外ではデバイスの貴重な挙動が失われてしまう可能性があります。

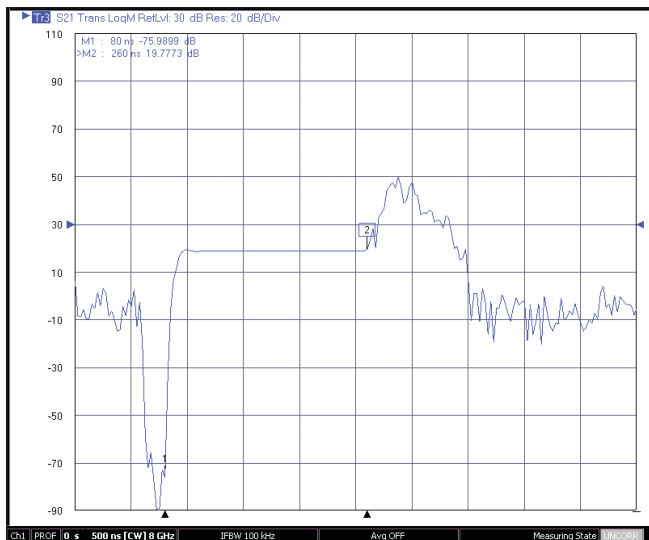


図4. 結合型レシーバを使用したアンプのゲイン S_{21} は、十分な測定結果を示すことができません。

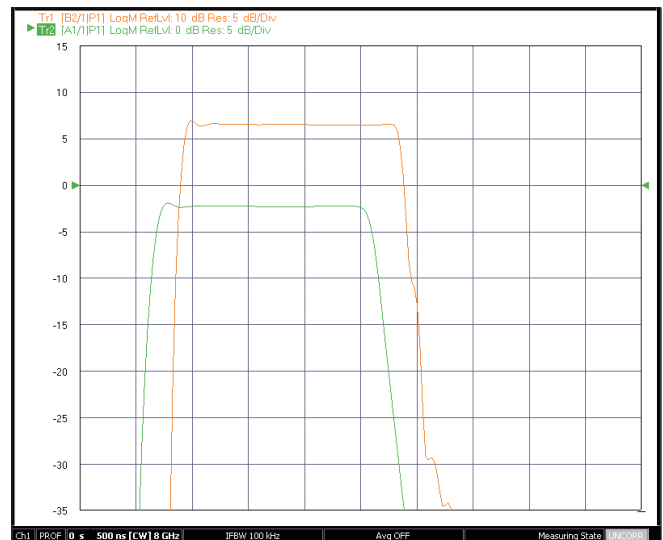


図5. アンプ測定での a_1 と b_2 のトレースは、アンプがおよそ 100 ns のグループ遅延を起こしていることを示しています。結合型レシーバでは S_{21} の測定は整合が取れず、誤った結果を出しています。

独立したレシーバ測定ウィンドウ(ゲート)の使用によって、ユーザはグループ遅延に対処し、さらに 100ns だけ b_2 測定を遅らせることができます。図 6(a)を参照してください。結果は下の図 6(b)に示します。

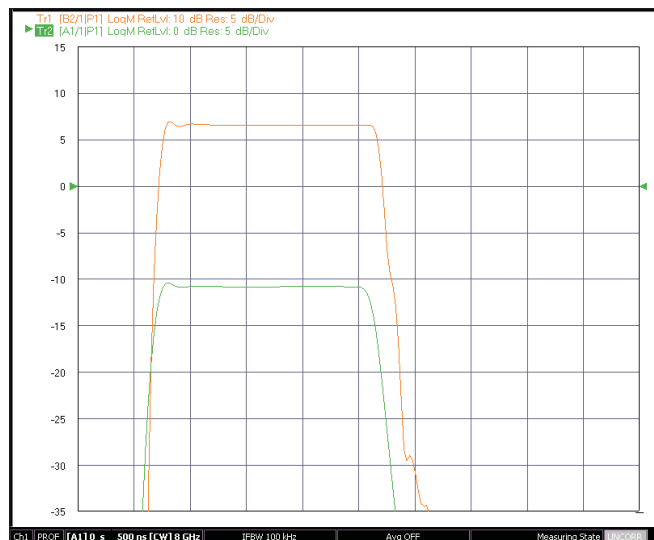


図 6(a). 独立したレシーバ・ゲートによって、ユーザは a_1 と b_2 レシーバ測定のための遅延に対処できます。

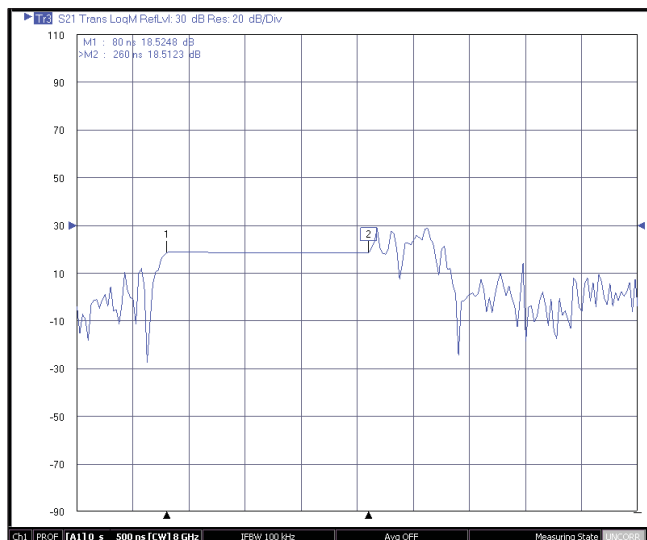


図 6(b). その結果、ユーザはアンプの正確な測定値 S_{21} を得ます。

測定設定には遅延がつきものですが、この概念はグループ遅延以外でも適用が可能です。例えば、スティミュラス・パルスが使用される場合、しばしばパルス変調器に起因する何らかの遅延(Anritsu Pulse Modulator Test Sets では 35 ns 未満)が発生します。また、 a_1 基準信号が測定された後に、パルス変調が行われることがあります。これは、 b_2 測定で間違いなく遅延が対処されていることをユーザが確認できるようにするためです。

- 校正をより正確に実施する
- 校正の頻度を少なくする

独立したレシーバはまた、校正においてもいくつかの利点をもたらします。ユーザがスティミュラス・システムのわずかなパルス歪みを補正するため、パルス・スティミュラスを使用して自分の測定を校正したい場合を考えましょう。Anritsu Pulse Modulator Test Sets を使用すると、システムにパルス基準を与えることができるよう、追加の基準カプラが提供されます。これによって、スティミュラス・パルスが使用されている場合、測定におけるトレース・ノイズの削減や正確な測定に役立ちます。

この効果を理解するため、簡単な 2 ポートの伝送校正ステップについて、図 7 に示す IF 波形を考えます。スルー・ラインが接続され、ステイミュラス・パルスが使用されています。ステイミュラス・パルスには何らかのオーバーシュートがあるものと仮定します。測定レシーバが結合型で、校正がパルスの中央(緑のサンプル)であった場合、この後の測定がパルスのエッジから離れたままである限り、校正誤差は極めて小さいでしょう。しかしながら、測定がパルスの前端近く(黄色のサンプル)で行われる場合、オーバーシュートの一部が測定される可能性があります。さらに、チャンネル間に何らかの非対称性があつた場合、 b_2/a_1 の比率も変化します。このことは、再校正を実施しない場合、パルスとウィンドウ・ポジションによっては、測定での小さな dB 誤差を生む可能性があります。レシーバ・ゲートが独立であり、チャンネル間の非対称性が考慮されれば再校正の必要はなく、測定ウィンドウはパルスの中で変化する可能性があります。

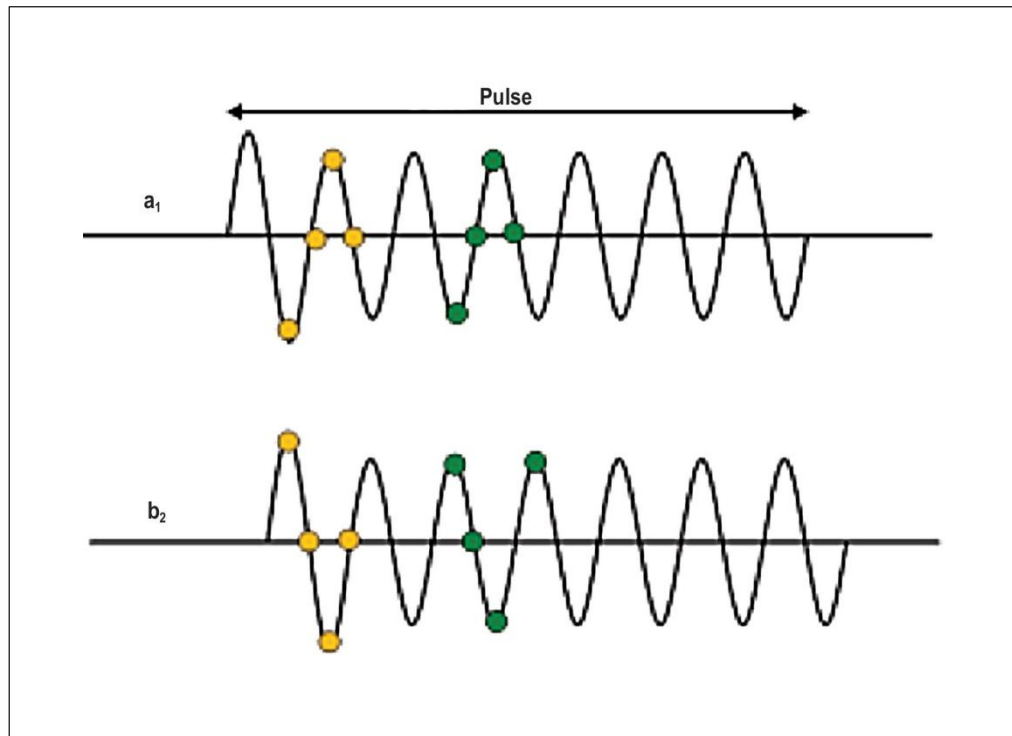


図7. 結合型レシーバ使用時に再校正が必要となる場合に考えられる原因

4. レーダ・パルス測定の実改善

レーダ・アプリケーションでは、一般的な S パラメータ測定とパルス・プロファイリング技術がいくつか使用されます。このセクションでは、3 つの最も一般的な測定モードについて説明し、適切な測定タイミングの確保に役立つ新しいグラフィカル・ユーザ・インターフェースに注目します。

4.1 ポイント・イン・パルス測定

ポイント・イン・パルス測定は、パルス内の任意の時点での S パラメータ・データを定量化します。掃引周波数または電力を測定し、プロットします。この測定モードは、パルスにエッジ効果の可能性がある場合、この回避に有用です。例えばアンブには、パルスの開始時にしばしば安定化効果が見られます。ポイント・イン・パルス測定は、パルスを全体として測定する必要があるものの、パルス内部の構造がそれほど重要でない場合や、パルス内部の構造がパルス間で異なる場合に有用です。

測定システムの観点からは、指定しなければならないのは通常、遅延と測定/取得幅のみです。高速デジタイザ取得プロセスをさらに理解するために、図 8 に示すポイント・イン・パルス測定を考えてみましょう。この場合、測定対象のデータ(x とします)は、 T_0 のエッジからいくつかサンプルが過ぎた時点(時間= T_1)で始まります。タイム・ドメインのデータは、単一の周波数ドメインの点に変換されます。入力される測定幅が小さいほど、取得される x は少なくなります。このように、測定幅は有効な処理帯域幅(すなわち、IFBW)として機能します。結果は、トレース・ノイズの減少や有効ダイナミック・レンジの拡大のために複数のパルスで平均することもできます。この場合、x は複数の T_0 ハイ・マーカの後、必要な平均レベルが達成されるまで収集されます。取得の間、パルス・タイミングは ADC クロックとコヒーレントで位相を維持します。

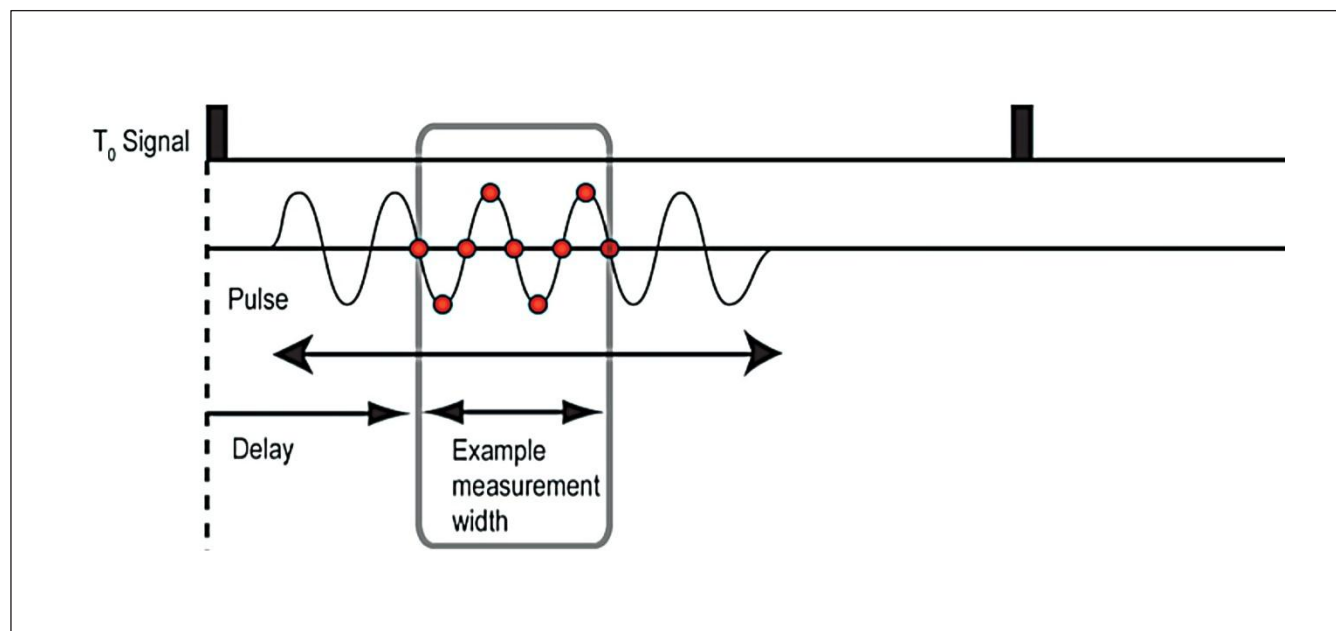


図 8. ポイント・イン・パルス測定の例

4.2 パルス・プロファイル測定

パルス・プロファイル測定では、パルス内のデータの構造に焦点を当てます。測定は周波数と電力を一定に保ちつつ、タイム・ドメインで行います。この測定モードは、オーバーシュート/アンダーシュート、ドループ、およびエッジ・レスポンス (立ち上がり/立ち下がり時間など)といったパルス特性の測定に有用です。

高速デジタイザ測定法では、パルス・プロファイル測定はポイント・イン・パルス測定と類似した方法で処理されます。パルス・プロファイル測定では、関心対象のタイム・スパン、PRI、および平均化要求に沿って、取得は 1 回で完結します。データは要求された時点ごとに選択した測定幅を用いて連続的に処理され、平均化が有効となっている場合は、このプロセスが複数パルスにわたって繰り返されます。

測定の実施中はパルス設定メニューが表示され、ユーザが意図する測定を行っているか確認できるようにしています (ポイント・イン・パルス測定ではなくプロファイル測定を行っているかなど)。このメニュー表示には、測定設定が変更されることによる効果をユーザがリアルタイムで視認できるという別のメリットもあります。

例えば、測定したパルスの立ち上がりエッジを調べ、次いでパルスの主要部分のプロファイリングを行いたい場合、ユーザは設定画面と測定画面を行ったり来たりする必要がありません。図 9 を参照してください。



(a) パルスのリーディング・エッジを調べるプロファイル測定

(b) パルス全体の挙動測定のために開始/停止時間を拡張

図 9. パルス設定メニューによって、ユーザは意図した測定を行っているかの確認と、測定設定変更の効果のリアルタイムでの視認が可能になります。

4.3 パルス・ツー・パルス

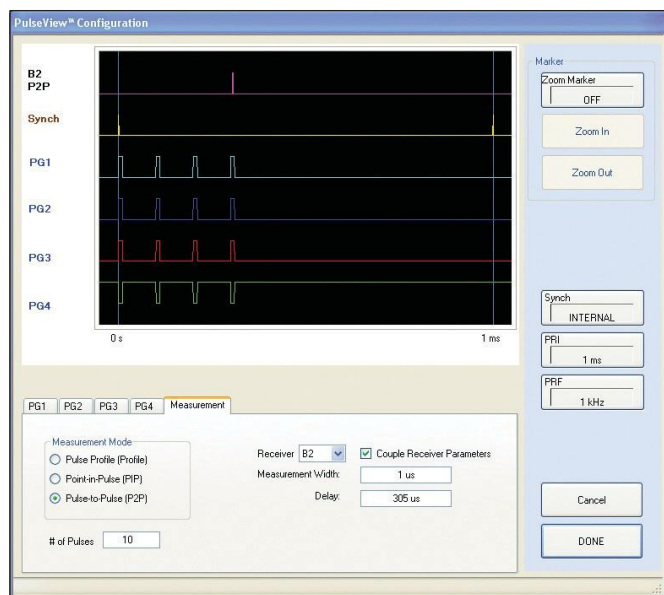
パルス・ツー・パルス測定は、パルス列の中でのパルス間の変化を定量化します。この測定も、周波数と電力を一定に保ちつつ、タイム・ドメインで行います。この測定モードは、パルス特性が時間とともに変化するかどうかを判断するのに有効です。例えば、高出力アンプは、ゲインまたは位相の変化を引き起こす可能性のある、熱効果を持つことがあります。

測定の観点からは、パルス・ツー・パルス測定は、ポイント・イン・パルス測定とパルス・プロファイル測定のある種のハイブリッドです。前者の意味では、(T_0 に対し)期間ごとに単一のウィンドウが開きます。後者の意味では、(1 つの測定の間は)周波数と電力を一定に保ちつつ、時間に対するデータを収集してプロットします。パルス間での平均化はできません。

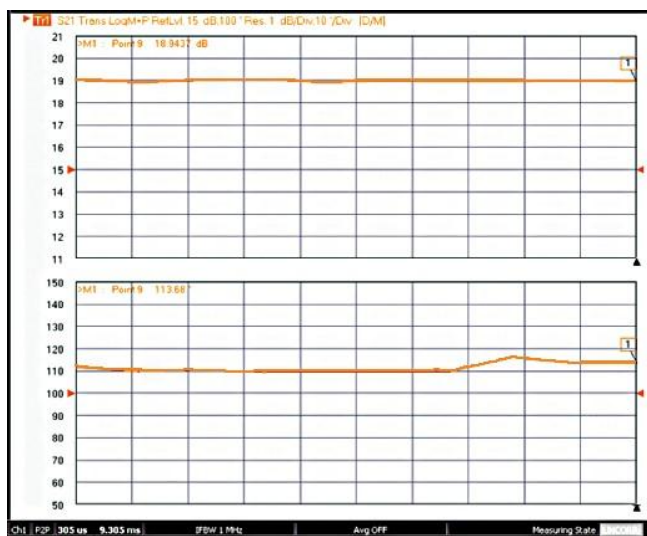
この絶対タイミングの調整のため、通常は外部または手動でのトリガを使用してイベントのシーケンスを開始します。この例では、VNA への手動でのトリガを使用しました。実行されると、パルス発生器出力が起動し、この例では、デバイスに対してバイアスと RF の送信が始まります。最初の 10 パルスで DUT のゲイン S_{21} の展開を捕捉することが求められます。PRI は 1ms とし、バイアス(この DUT に 3 つ供給)および RF の両方に 4 組のパルスを与えるのが理想的です。相対遅延は 4 組パルスの各リーディング・エッジ間で 100 μ s であり、各サブ・パルスの幅は 10 μ s です。必要な測定ウィンドウは、4 組パルスの最後のパルス内を中心とする 1 μ s です。

パルス構成ダイアログ・ボックスを図 10(a)に示します。ここで、組み合わされたパラメータに戻ってみると、すべてのチャネルの測定は、4 組パルスの最後のパルス内をほぼ中心としています。3 つの外部バイアス・システムは正の極性を要し、一方 RF スティミュラスは、通常と同じく、逆の極性を要しました。

この測定でのデータを図 10(b)に示します。振幅は 10 パルスにわたりほとんど変化を示しませんが(0.1dB 未満)、位相は測定サイクルの終点に向け、最大 5 度の変化を示しています。



(a) パルス・ツー・パルス測定の設定ダイアログ例



(b) パルス・ツー・パルス測定の結果

図 10. パルス構成ダイアログ・ボックスは、すべてのチャネルの測定が、4 組の最後のパルス内をほぼ中心としていることを示しています。

4.4 測定の信頼性向上

従来、測定設定の構成には多くの可能性があり、ステミュラスと測定取得ウィンドウの間の適切なタイミングはきわどいものであったため、意図した挙動の測定を行っているのか有効性に疑問がありました。また、VNA のパルス測定ユーザ・インターフェースは、多くの場合テキスト・ベースでした。オプション 035 および 042 を付加した MS4640B によって、測定が適切な設定で行われていることをユーザが視覚的に確認できるようにするグラフィカル・ユーザ・インターフェースが利用できます。

図 11 は、ポイント・イン・パルス測定によるゲイン測定の例を示しています。パルス構成画面から、 b_2 測定がステミュラス・パルスの中心近くで行われており、エッジ効果を回避していることが容易に読み取れます。 S_{21} 測定の結果は、左図に示す通りです。しかしながら、テキスト・ベースのインターフェースを使用していた場合は、ユーザがタイミングを見失い、ステミュラス・パルスのエッジに近すぎる位置で測定を行った結果、好ましくない挙動を取り込むということがあります(図 12)。結果のゲイン測定値は振幅がはるかに低く、挙動も不適切です。

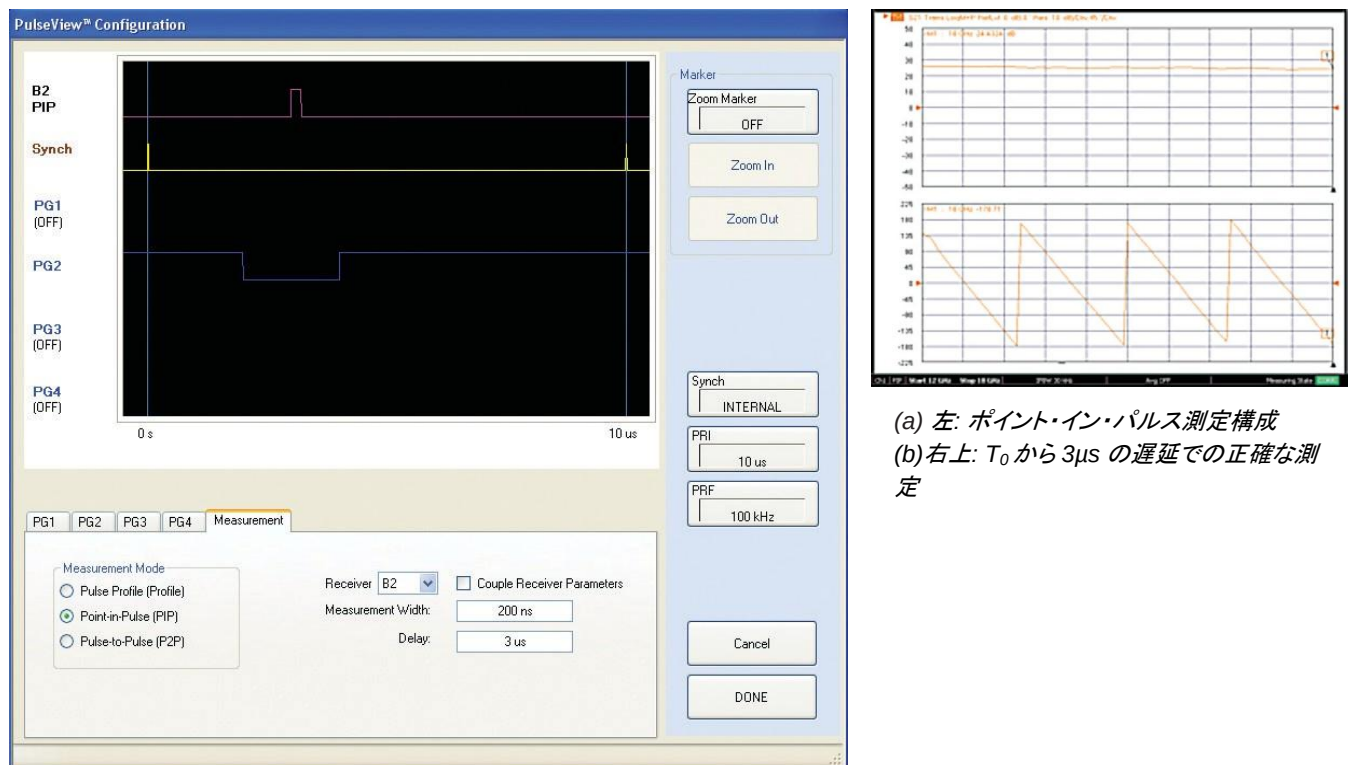
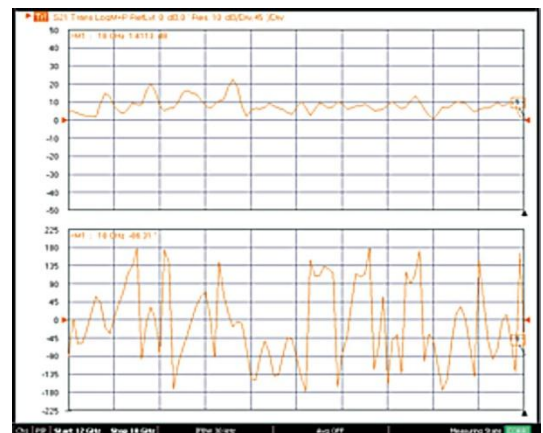


図 11. MS4640B は、測定が適切な設定で行われていることをユーザが視覚的に確認できるようにする、グラフィカル・ユーザ・インターフェースを提供します。

Pulse Generator Setup		
Name	Width	Delay
Pulse Gen 1	20.00 ns	0.000 psec
Pulse Gen 2	2.00 usec	2.000 usec

Measurement Setup			
Name	Width	Delay	Pulse Gen
RF Mod 1	20.00 ns	0.000 psec	Pulse Gen 2
RF Mod 2			
Receiver A	200.000 nsec	2.000 usec	Pulse Gen 1
Receiver B	200.000 nsec	2.000 usec	Pulse Gen 2



(a) 測定設定エラーのある、代表的なテキスト・ベースのインターフェース

(b) 測定結果への影響(T_0 から 2 μ s の遅延)

図 12. 以前のテキスト・ベースのインターフェースではタイミングを可視化することができないため、ユーザが測定タイミングを見失い、好ましくない挙動を取り込みやすくなっています。

5. まとめ

レーダ・システムに対する厳しい要件から、いっそう正確な測定が求められます。アンリツの MS4640B は、その高速デジタル・アーキテクチャによって、業界最高水準の分解能とタイミング精度を提供します。このシステムにより、ダイナミック・レンジとデューティ・サイクルの間のトレードオフは解消され、低分解能によって隠れていた挙動の見落としをなくします。4 つの独立したレシーバ測定ウィンドウが、測定設定での好ましくない過渡挙動に関する補正を行い、ユーザの DUT 過渡挙動に関する情報を保存します。パルス測定用のユーザ・インターフェースは、測定設定時にリアルタイムでのパラメータ修正機能を提供し、信頼性を高めます。オプション 035 および 042(PulseView™)を装備したアンリツ MS4640B で、ユーザは最先端の性能を使用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

<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	
	ネットワークス営業本部	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
	ネットワークス営業本部	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
	ネットワークス営業本部東北支店	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
	ネットワークス営業本部関西支店	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
	ネットワークス営業本部中国支店	TEL 082-263-8501 FAX 082-263-7306
福岡	〒812-0004 福岡県福岡市博多区榎田 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
	ネットワークス営業本部九州支店	TEL 092-471-7655 FAX 092-471-7699

再生紙を使用しています。

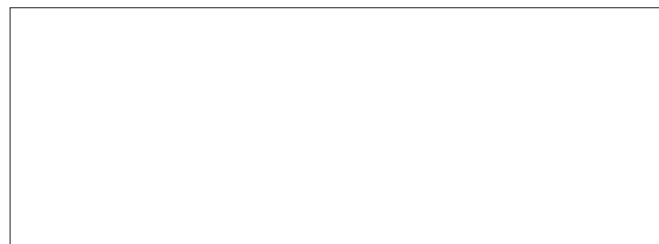
計測器の使用方法、その他については、下記までお問い合わせください。

計測サポートセンター

 TEL: 0120-827-221、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。

No. MS4640B-J-F-1-(1.00) 

2014-4 MG