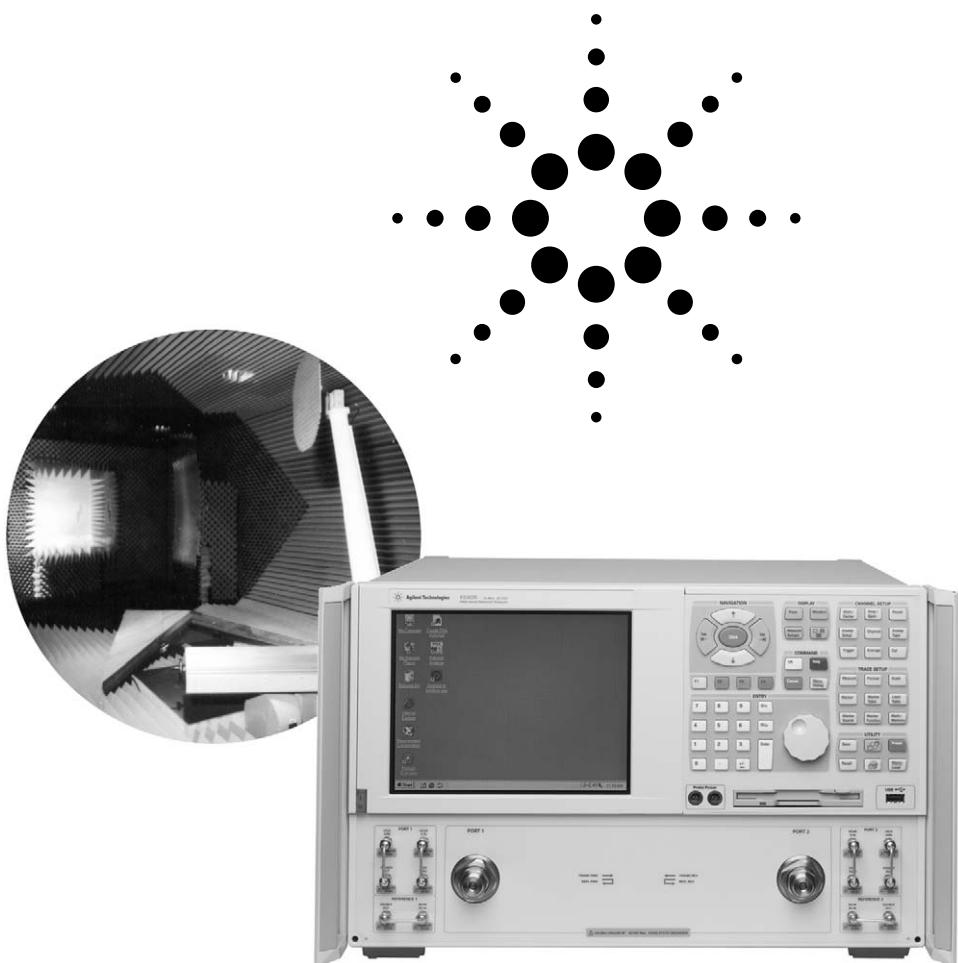


Agilent アンテナ・テスト

Selection Guide



Agilent Technologies

目次

1. はじめに	3
本ガイドの内容	3
アンテナ測定システムの主要部	4
2. Agilent PNAネットワーク・アナライザを使用した	
アンテナ・アプリケーションの概要	5
近傍界アンテナ測定	6
遠方界アンテナ測定	7
レーダ断面積測定	9
バンド別ミリ波測定	10
3. アンテナ測定に関する考慮事項	12
送信サイトの構成	12
外部ミキサを使用した受信サイトの構成	17
測定速度の決定	21
速度とダイナミック・レンジの最適化	22
PNAのインターフェース要件	23
トリガ	29
ファンクション・テスト	30
4. 8510/8530からPNAへの移行	31
8510/8530を使用したアンテナ・システムからPNAネットワーク・アナライザを 使用したシステムへの移行	31
8510/8530からPNAシリーズ・ネットワーク・アナライザへの移行に関する エンジニアリング・サービス	32
移行の例	33
5. アンテナ測定コンポーネント・カタログ	35
マイクロ波ネットワーク・アナライザ	35
信号源	38
周波数コンバータ	40
増幅器	50
マルチチャネル測定	52
測定の自動化	56
付録1：PNAのセキュリティ機能	57
用語と定義	57
PNAのメモリ	58
メモリのクリアリング、サニタイゼーション、除去手順	58
ユーザおよびリモート・インターフェースのセキュリティ対策	59
故障した機器の機密扱いの解除手順	60
付録2：8510と同様の性能を得るためにPNAのIF帯域幅を選択する方法	61
付録3：外部信号源の設定方法	62

1. はじめに

Agilentは、アンテナやレーダ断面積 (RCS) の正確な測定に必要なさまざまなコンポーネントを提供しています。このアンテナ・テスト・セレクション・ガイドでは、アンテナ測定に必要なハードウェアの選択方法を説明しています。このガイドの主要な対象者は、Agilentのアンテナ・テスト機器を使って独自のアンテナ測定システムを設計／統合／インストールしようとしている方と、Agilentの最新のネットワーク・アナライザに移行しようとしている方です。測定システムの構築に豊富な経験を持つ方は、Agilentから販売されているアンテナ測定コンポーネントの入出力特性を知るためにこのセレクション・ガイドをご利用ください。

Agilent Webサイト (www.agilent.com/find/antenna) には、技術資料やアンテナ・テスト機器の最新情報が掲載されています。あわせてご利用ください。

このガイドの内容

- Agilent機器をシステムに組み込む方法
- コンポーネント間のインターフェース要件
- アンテナ測定に必要な機器の選択における注意点
- 8510ネットワーク・アナライザまたは8530マイクロ波レシーバからPNAシリーズ・ネットワーク・アナライザに移行する方法

アンテナ測定システムの主要部

代表的なアンテナ測定システムは、2つの独立した部分に分けられます。送信サイトと受信サイトです(図1参照)。送信サイトは、マイクロ波送信信号源、増幅器(オプション)、送信アンテナ、受信サイトへの通信リンクから構成されます。受信サイトは、被試験アンテナ(AUT)、基準アンテナ、受信機、LO信号源、RFダウンコンバータ、ポジショナ、システム・ソフトウェア、コンピュータから構成されます。

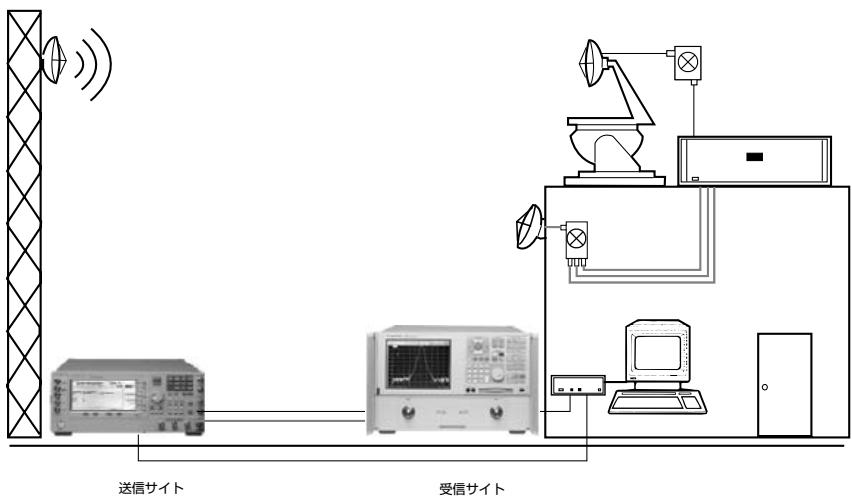


図1 簡略化した遠方界アンテナ測定システム

2. Agilent PNA ネットワーク・ アナライザを使用 したアンテナ測定の 概要

Agilent PNAシリーズ・ネットワーク・アナライザは、最新のテクノロジーと機能により、アンテナやレーダ断面積(RCS)のテストに適した優れた性能と能力を備えています。

高感度

PNAアナライザは、ミキサ・ベースのアーキテクチャにより、優れた感度を実現しています。また、29種類以上の異なるIF帯域幅を選択でき、特定の測定やアプリケーションの要件に合わせて、感度と測定速度のトレードオフを最適化できます。IFアクセス・オプション(オプションH11)を追加すると、感度を最大化できます。このオプションは、8.33 MHzの外部IFを使用して、PNAの内蔵ダウンコンバータをバイパスするためのものです。また、オプション014は、基準リンクを追加して結合器をバイパスすることにより、感度を約15 dB向上できます。

高速性

COM/DCOM機能により、ネットワーク・アナライザから外部へきわめて高速なデータ転送が可能です。また内蔵10/100 Mb/s LANインターフェースにより、テスト機器とPCを離れた位置に配置でき、リモート・テストも可能です。

柔軟性と正確さ

標準のPNAには最大4つのテスト・レシーバ(A、B、R1、R2)があり、トレースごとに16,001個のデータ・ポイントを使用できます。オプション080では、PNAシリーズの信号源周波数をレシーバの同調周波数と独立に設定できます。この場合、信号源周波数へのトラッキングは乗数とオフセットを入力して行います。またオプション080では、フェーズ・ロックが独立に行われ、基準レシーバのパワー・レベルをフェーズ・ロック・レベルより低く設定できます。

IFアクセス・オプション(オプションH11)、周波数オフセット・オプション(オプション080)、アドバンスド・トリガを組み合わせると、外部信号発生器と同期でき、測定の確度が大幅に向上します。

パルスド測定

オプションH11では、内蔵レシーバ用のIFゲートが追加され、オプションH08と組み合わせて、パルスド・アンテナ測定が可能になります。また、これらのゲートによりPNAのパルス測定機能が拡張され、100 nsより狭いパルス幅を使用したポイント・イン・パルス・テストも可能になります。

セキュリティ

セキュアな環境のために、PNAファミリはリムーバブル・ハード・ディスクを装備しています。これにより、PNAで収集したデータのセキュリティを確保できます。詳細については57ページの「付録1」を参照してください。

以下では、近傍界、遠方界、RCS、ミリ波の各システムにPNAを組み込む方法を説明します。

近傍界アンテナ測定

近傍界アプリケーションでは、プローブが被試験アンテナ (AUT) の非常に近くに配置されます。このため、遠方界アンテナの場合と異なり、感度やダイナミック・レンジはそれほど重要な性能要件とはなりません。一般に測定速度と感度の間にはトレードオフが存在しますが、PNAは帯域幅を選択することで、測定速度と感度のトレードオフを最適化できます。またPNAアナライザは20 GHzまで基本波のミキシングにミキサを使用し、サンプラ・ベースのアナライザに比べて感度とダイナミック・レンジが24 dB向上しています。このため、PNAのIF帯域幅を大きくして測定速度を高速にしても、感度の低下を十分に補うことができます。このように、PNAは近傍界アプリケーションにおいて、従来の構成に比べてデータ収集速度と感度を向上できます。図2を参照してください。

さらに測定速度を高めるために、PNA-Lを使用できます。PNA-Lでは最高250 kHzという広いIF帯域幅を使用できるので、速度は向上しますが、感度は低下します(最高周波数で最大24 dBの感度低下、ただし低い周波数では数dB程度の低下)。

詳細については、PNA-Lデータシート (カタログ番号5989-0514EN) を参照してください。

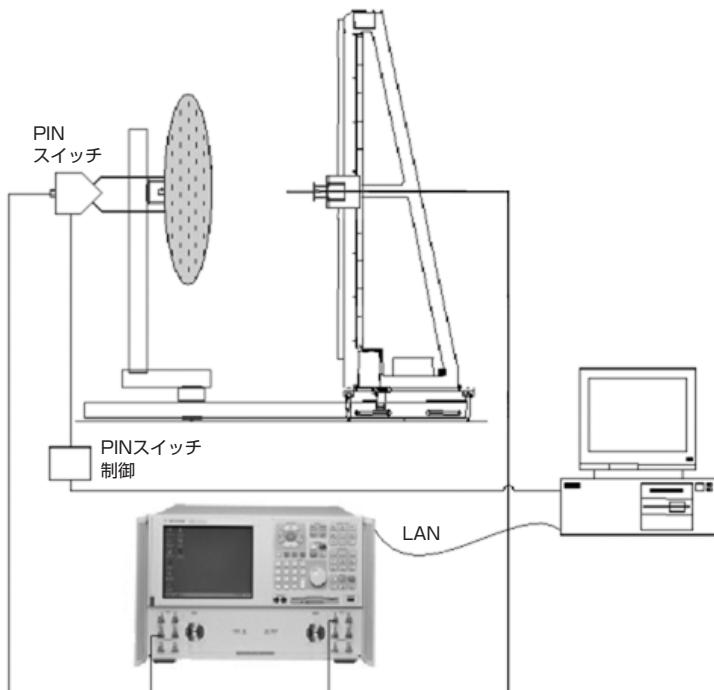


図2 PNA+オプション014(ダイレクト・レシーバ・アクセス)を使用した代表的な近傍界アンテナ測定システム

遠方界アンテナ測定

図3に示すPNAベースのシステムでは、85320A/B広帯域外部ミキサと85309A分配周波数コンバータを使用しています。このシステムの場合、PNAの内蔵マイクロ波シンセサイズド信号源を85309AのLO信号源として使用しているため、外部LO信号源は不要です。遠方界アンテナ測定には高い感度が必要です。IFアクセス・オプション（オプションH11）を追加すると、8.33 MHzのIF信号が、PNAのダウンコンバージョンの第1ステージをバイパスし、PNAのリア・パネルから第2ステージに直接ルーティングされるため優れた感度が得られます。システムの雑音指数が約36 dBから20 dB未満に向上するので、優れた測定感度（10 kHzのIF帯域幅設定で-114 dBm）が得られます。PNAのIF帯域幅を小さくすると、さらに高い感度を実現できます。

注記

オプションH11では、PNAの第1 IFが8.33 MHzになり、ユーザは外部ミキサのLO入力に8.33 MHzのオフセットを加える必要があります。

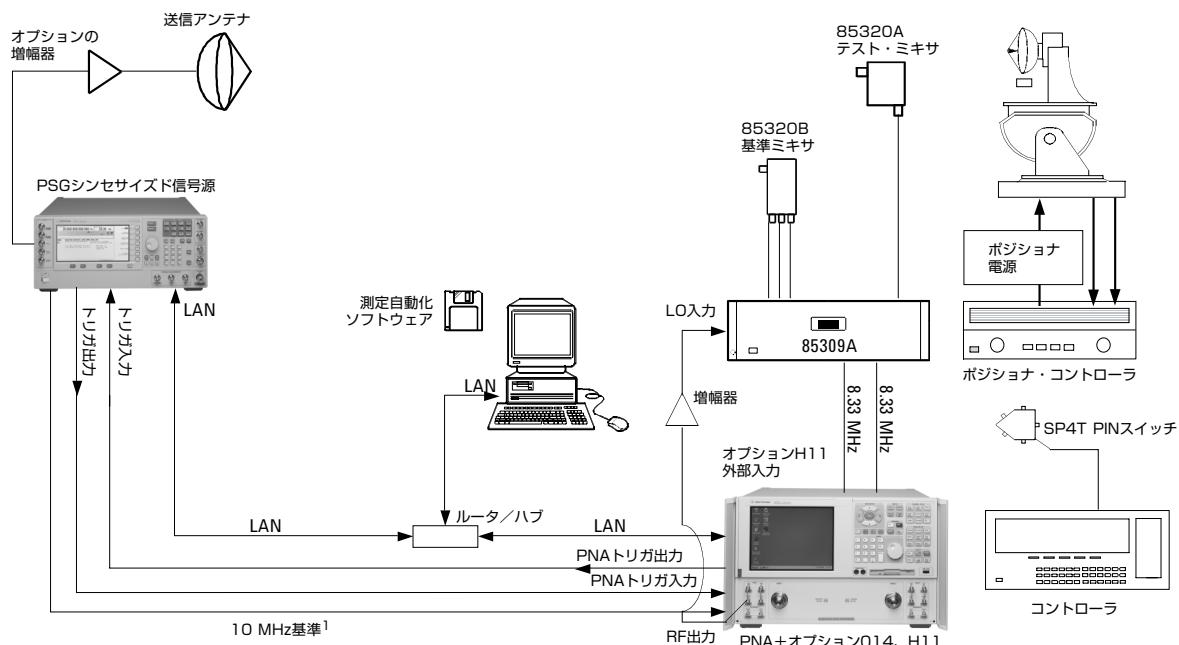
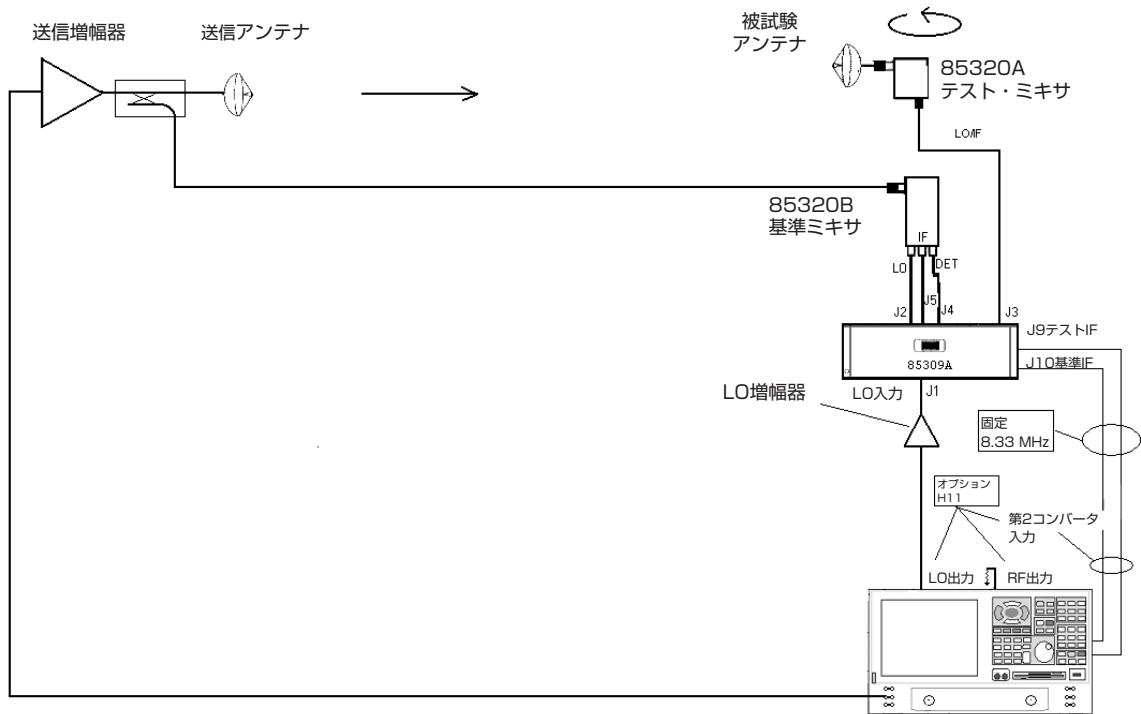


図3 代表的な遠方界アンテナ測定システム

PNAの高速なデータ収集は、遠方界アンテナ測定に最適です。PNAの帯域幅を10 kHzに設定すると、データ収集時間は1ポイントあたり119 μ sになります。これは、アクティブ・アレイ・アンテナなどの膨大なデータ収集が必要なアプリケーションに有効ですが、アンテナのポジショナ回転速度が制限されている場合にはそれほど有効ではありません。しかし、高いデータ収集速度を活かしてIF帯域幅を狭めることにより、測定時間全体を増やすずに測定感度を大幅に向上させることができます。

1. 長距離アプリケーションでは、2台のGPS受信機を使って10 MHz基準を供給することもできます。

PSGの代わりに増幅器を使用できる場合は、PNAの優れた周波数アグリティを利用して、遠方界測定の構成の周波数切り替え時間を最小にできます。図4を参照してください。



E836XB、014、UNL、080、H11

図4 PNAオプションH11の内蔵信号源を使用した遠方界アンテナ測定システム

レーダ断面積測定

PNAファミリは、RCS測定に必要な優れた測定感度、高速な周波数アグリティ、データ収集速度を提供します。ミキサ・ベースのダウンコンバータにより優れた測定感度を実現し、信号源とレシーバが同じ測定器内にあることからきわめて高速な周波数アグリティが得られます。PNAではIF帯域幅を1 Hz～40 kHzの範囲でユーザが選択でき、特定のテスト要件に合わせて帯域幅と測定速度のトレードオフを最適化できます。

RCS測定では、デバイスでの反射が小さいことと双方向の伝送経路の損失による大きな損失があるため、大パワーのパルスが多く用いられます。このため、パルスドRF信号の伝送時にレシーバの過負荷を防ぐために、レシーバ・ゲーティングが必要な場合があります。パルス・ゲーティングの例を図5に示します。

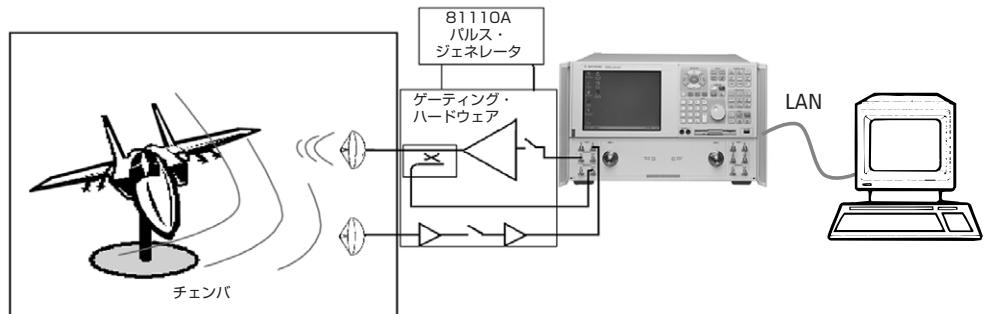


図5 PNA+オプション014とパルス・ゲーティングを使用した代表的なRCS測定システム

PNAにはこの他にも、RCS測定に便利な以下の機能があります。

- 同じ測定器に信号源とレシーバが統合され、RCSアプリケーションのコストを削減できます。
- 測定トレースごとに16,001個のデータ・ポイントを使用できます。これにより、RCS測定できわめて長いエイリアスのないダウンレンジ分解能が得られます。もっと多くのデータ・ポイントが必要な場合は、PNAの32個のチャネルを使用して、16,001ポイントのトレースを継ぎ合わせることにより、実効的に512,032個のデータ・ポイントを作成できます。
- PNAにはデータのセキュリティを確保するためのリムーバブル・ハード・ディスクが装備されています。セキュリティの詳細については、57ページの「付録1」を参照してください。

バンド別ミリ波測定

E836x PNAマイクロ波ネットワーク・アナライザのファームウェア・バージョンA.04.00以降では、バンド別ミリ波モジュールがサポートされ、ネットワーク・アナライザの周波数レンジを最高325 GHzまで拡大できます。さらに、必要なモジュールと周波数レンジだけを購入することにより、アプリケーションに合わせて最もコストパフォーマンスの高いソリューションを構築できます。代表的なミリ波構成を図6に示します。

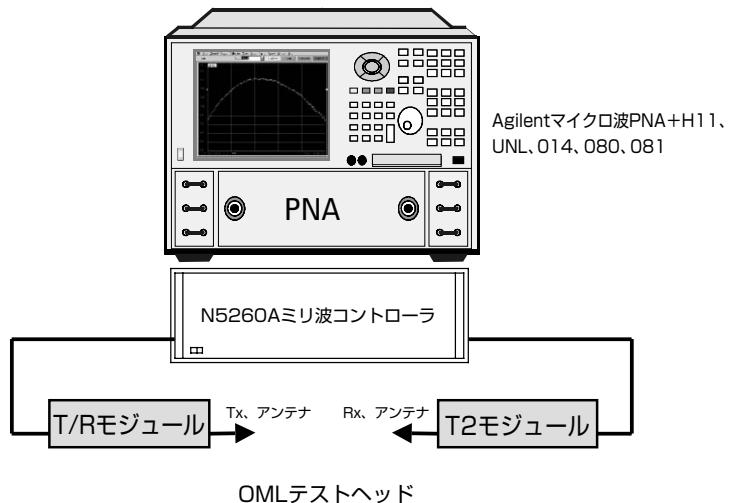


図6 Agilent PNA、ミリ波コントローラ、Oleson Microwave Laboratory社製のミリ波モジュールを使用した代表的なミリ波システム

以下のOleson Microwave Laboratory (OML) 社製のSパラメータ測定用ミリ波VNA2周波数拡張モジュールが使用できます。¹

- WR-15 (50-75 GHz)
- WR-12 (60-90 GHz)
- WR-10 (75-110 GHz)
- WR-8 (90-140 GHz)
- WR-6 (110-170 GHz)
- WR-5 (140-220 GHz)
- WR-4 (170-260 GHz)
- WR-3 (220-325 GHz)

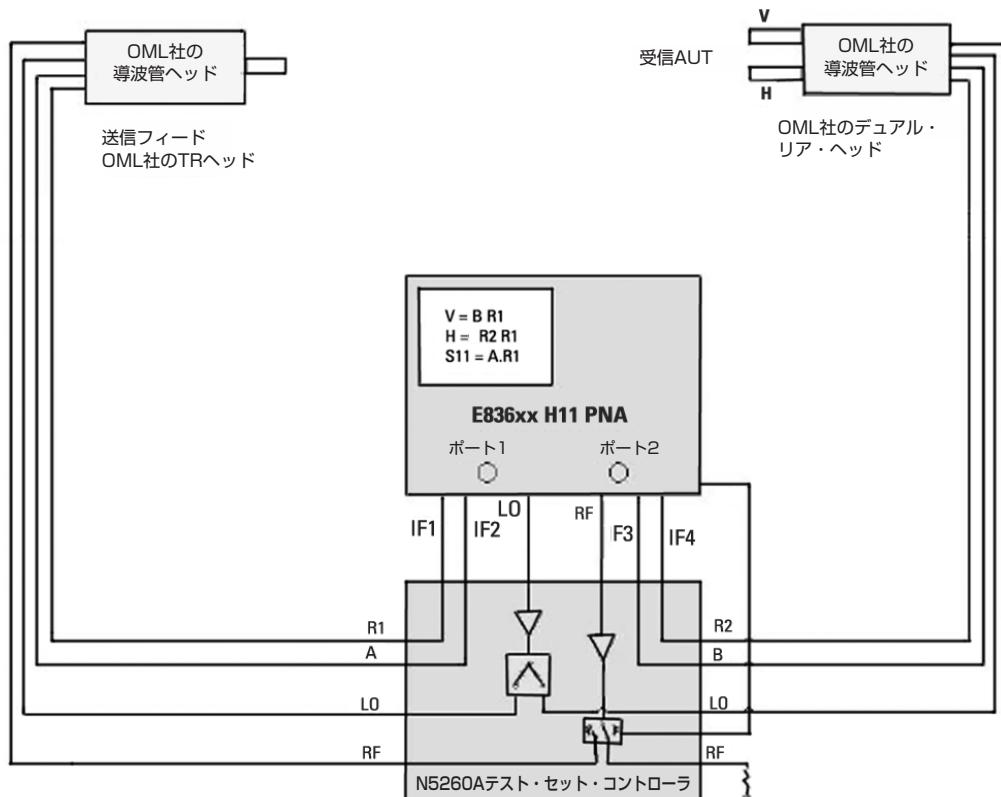
110 GHzより上で動作するSパラメータ(比)測定用OMLヘッドに対しては、性能を最適化するために、10または100 HzのIF帯域幅を使用する必要があります。さらに、220 GHz以上では、2台の外部シンセサイザ(PSGシリーズ)を使って、システムのダイナミック・レンジを拡張できます。

1. PNAマイクロ波E836xネットワーク・アナライザのA.04.00ファームウェア・リリース以降

このソリューションを実現するには、以下の機器が必要です。

- マイクロ波PNAシリーズ・ネットワーク・アナライザ+オプションH11、UNL、014、080、081
- N5260Aミリ波コントローラ
- AgilentまたはOleson Microwave Laboratory社製のミリ波VNA2周波数拡張モジュール

図7に、屋外アンテナ測定に使用するPNAバンド別ミリ波ソリューションを示します。送信側(左)にはOML社の送信／受信(T/R)モジュール、受信側(右)にはOML社のデュアルTモジュールが使用されています。デュアルTモジュールは、アンテナの垂直偏波と水平偏波の両方を測定するのに便利です。T/Rモジュールを使うことで、AUTの電圧定在波比(VSWR)テストも可能です。



ミリ波測定の詳細については、アプリケーション・ノート1408-15:PNAによるバンド別ミリ波測定、カタログ番号5989-4098JAJPを参照してください。

3. アンテナ測定に関する考慮事項

アンテナ測定システムを設計する際には、最適な機器を選択するために考慮すべき項目が多くあります。最初に送信サイトのコンポーネントを、次に受信サイトを検討します。アンテナ・システム全体の設計では、送信サイト、受信サイトの構成の後、送信サイトの調整を行い、性能を最適化するために値を再計算する場合があります。

送信サイトの構成

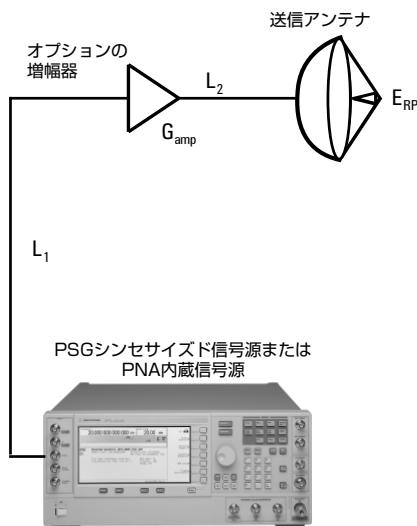


図8 送信サイトの構成

送信信号源の選択

送信信号源の選択では、被試験アンテナの周波数レンジ、送信アンテナまでの距離、信号源の有効パワー、必要な測定速度を考慮します。コンパクト・レンジや近傍界では、多くの場合PNA内蔵信号源が最適です。内蔵信号源は外部信号源よりも高速で、外部信号源が不要になるのでシステム全体のコストを削減できます。屋外の大きいレンジでは、リモート送信サイトに配置できる外部信号源が必要な場合があります。

増幅器を使用するかどうか？

まず増幅器を使用せずにパワー計算を行います。計算の結果、送信パワーが不足する場合は、増幅器を追加して再計算を行います。

実効放射電力の計算

実効放射電力 (E_{RP}) とは、送信アンテナの出力におけるパワー・レベルです。

$$E_{RP} = P_{source} - (L_1 + L_2) + G_{amp} + G_t$$

ここで E_{RP} =実効放射電力 (dBm)

P_{source} =信号源出力パワー (dBm)

L_1 、 L_2 =信号源とアンテナの間のケーブルによる損失 (dB)

G_{amp} =増幅器 (使用する場合) の利得 (dBi)

G_t =送信アンテナの利得 (dBi)

自由空間損失の計算

自由空間損失 (電力損失PD) により、送信アンテナからの出力と、受信サイトに配置された等方性 (0 dBi) アンテナからの出力とのパワーの差が決まります。この自由空間損失は、送信アンテナの分散特性に起因します。送信アンテナは球状の波面を放射します。受信アンテナに捕捉されるのは、この球状の波面の一部だけです。

自由空間の遠方界アプリケーションでは、このレンジの伝達関数は以下のように容易に求められます。

$$P_D = 32.45 + 20 \times \log (R) + 20 \times \log (F)$$

ここで P_D =自由空間損失 (電力損失) (dB)

R =距離 (m)

F =テスト周波数 (GHz)

この式では、大気中の減衰が考慮されていません。これはミリ波周波数レンジではかなり大きな値になることがあります。

コンパクト・アンテナ・テスト・レンジ (CATR) では、コリメーティングにより伝達効率を上げることができます。これは、送信パワーを整形反射板により集中する方法です。多くのCATRの伝達関数は、メーカーのデータ・シートに記載されているか、問い合わせればわかります。伝達関数がわからない場合は、自由空間損失をワーストケースの予測値として使用します。

レンジ伝達関数を最低と最高のテスト周波数で計算します。

AUT出力での最大パワー・レベルの計算

テスト・チャネルの受信パワー・レベルを計算することにより、被試験アンテナ (AUT) の出力での最大パワー・レベルの近似値を求めます。必要な測定感度は、テスト・チャネルの受信パワー・レベル、必要なダイナミック・レンジ、必要な測定確度から決まります。テスト・チャネルの最大受信パワー・レベルは、AUTが送信アンテナに照準が合っているときに発生します。

$$P_{AUT} = E_{RP} - P_D + G_{AUT}$$

ここで P_{AUT} =AUT出力でのテスト・チャネルの受信パワー・レベル (dBm)

E_{RP} =実効放射電力 (dBm)

P_D =自由空間損失 (dB、最大テスト周波数で)

G_{AUT} =AUTの予測最大利得 (dBi)

注記

この値を計算するプログラムが以下のサイトにあります。

<http://na.tm.agilent.com/pna/antenna>

ダイナミック・レンジ

AUTのテストに必要なダイナミック・レンジは、最大受信レベルと、測定する最小AUTレベルとの差 (dB単位) です。最小レベルの例としては、サイドローブ・レベル、ヌルの深さ、垂直偏波レベルなどがあります。

測定確度とS/N比

測定確度は、システムの測定感度に影響されます。S/N比はシステムの振幅測定と位相測定の確度に直接影響します。図9は、S/N比と振幅／位相誤差の関係を示したものです。

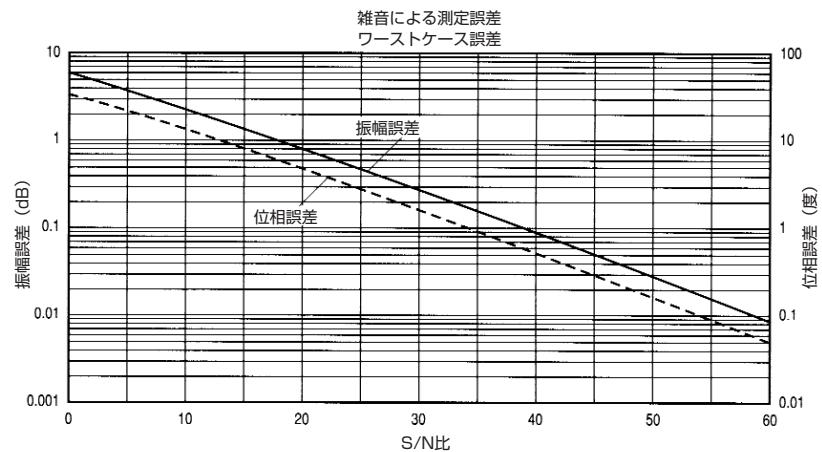


図9 S/N比と測定誤差

許容可能な振幅／位相誤差に基づいて、S/N比を決定します。

感度

RFケーブルを短くするために、PNAはテスト・アンテナのなるべく近くに配置します。必要なシステム測定感度を求める際には、RFケーブルの挿入損失をPNAの測定感度から差し引く必要があります。

PNAに必要な感度を以下のように求めます。

$$\text{感度} = P_{AUT} - DR - S/N - L$$

注記

この式は、リモート・ミキサのない単純なアンテナ・システムを仮定しています。図10を参照してください。

ここで P_{AUT} =AUTの出力でのパワー (dBm)
 DR =必要なダイナミック・レンジ (dB)
 S/N =上で求めたS/N比 (dB)
 L =AUTからPNA入力までのケーブル損失 (dB)

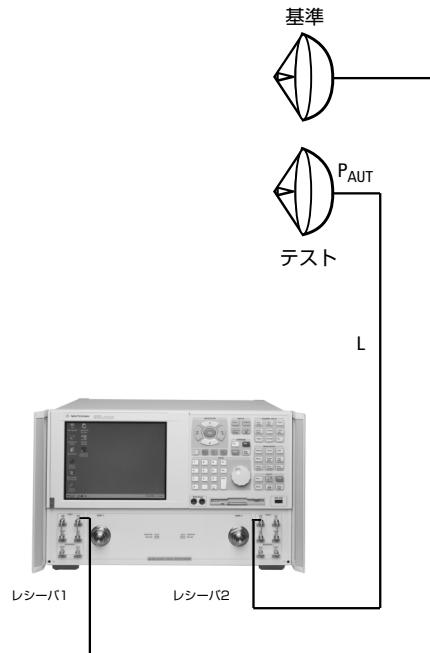


図10 外部ミキサのない受信サイトの構成

ネットワーク・アナライザの選択

アンテナ・システムの周波数と感度により、ネットワーク・アナライザの仕様が決まります。Agilentは3種類のネットワーク・アナライザを提供しています。PNAシリーズ、PNA-Lシリーズ、ENAシリーズです。PNAシリーズには、アンテナ測定用に開発されたオプションがあります。このため、アンテナ測定にはPNAシリーズが最もよく用いられます。しかし、このようなオプションが必要のないアプリケーションでは、低価格のPNA-LシリーズやENAシリーズが最適な場合もあります。セキュア環境では、PNAまたはPNA-Lシリーズ・アナライザを使用する必要があります。以下の表から、周波数と感度を満たすアナライザを選択してください。

表1 Agilentネットワーク・アナライザの代表値

モデル／ オプション (標準／拡張可能 テスト・セット)	周波数レンジ	周波数ステップ速度 (10 MHz/ポイント、 最大IF帯域幅、 バンド交差なし)	テスト・ ポートでの感度 (1 kHz IF帯域幅、 Fmaxで)	ダイレクト・ レシーバ入力での感度 (1 kHz IF帯域幅、 PNAでは オプション014付き、 Fmaxで)	出力パワー (Fmaxで)
ENA	E5070B	300 kHz~3 GHz	*	<-92 dBm	** +10 dBm
	E5071B	300 kHz~8.5 GHz	*	<-80 dBm	** +5 dBm
PNA-L	N5230A オプション020/025	300 kHz~6 GHz	160 μs	<-99 dBm	<-108 dBm +10 dBm
	N5230A オプション120/125	300 kHz~13.5 GHz	160 μs	<-94 dBm	<-108 dBm +2 dBm
PNA	N5230A オプション220/225	10 MHz~20 GHz	160 μs	<-85 dBm	<-97 dBm +10 dBm
	N5230A オプション420/425	10 MHz~40 GHz	160 μs	<-75 dBm	<-86 dBm -5 dBm
PNA	N5230A オプション520/525	10 MHz~50 GHz	160 μs	<-70 dBm	<-78 dBm -9 dBm
	E8362B	10 MHz~20 GHz	278 μs	<-100 dBm	<-114 dBm +3 dBm
	E8363B	10 MHz~40 GHz	278 μs	<-94 dBm	<-105 dBm -4 dBm
	E8364B	10 MHz~50 GHz	278 μs	<-94 dBm	<-103 dBm -10 dBm
	E8361A	10 MHz~67 GHz	278 μs	<-79 dBm	<-88 dBm -5 dBm

注記：オプションH11の感度は-127 dBm (代表値)

* データなし

** オプション使用不可

詳細については、ENAデータシート (カタログ番号5988-3780EN) またはPNA/PNA-Lデータシート (カタログ番号5988-7988EN、5989-0514EN) を参照してください。

感度要件を満たさない場合

AUTをアナライザから離れた位置に置くために長いケーブルが必要な場合は、ケーブルの損失が大きくなり、確度とダイナミック・レンジが低下します。また、感度要件を満たすアナライザが見つからない場合もあります。このような場合は、85309 LO/IF分配ユニットと85320A/Bリモート・ミキサを組み合わせて信号をIF信号にダウコンバートすることにより、測定場所をAUTに近づけることができます。これにより、RFケーブル損失が減少し、確度とダイナミック・レンジが最大化されます。PNAネットワーク・アナライザのオプションH11と014はどちらもリモート・ミキサをサポートしています。「外部ミキサを使用した受信サイトの構成」を参照してください。

外部ミキサを使用した受信サイトの構成

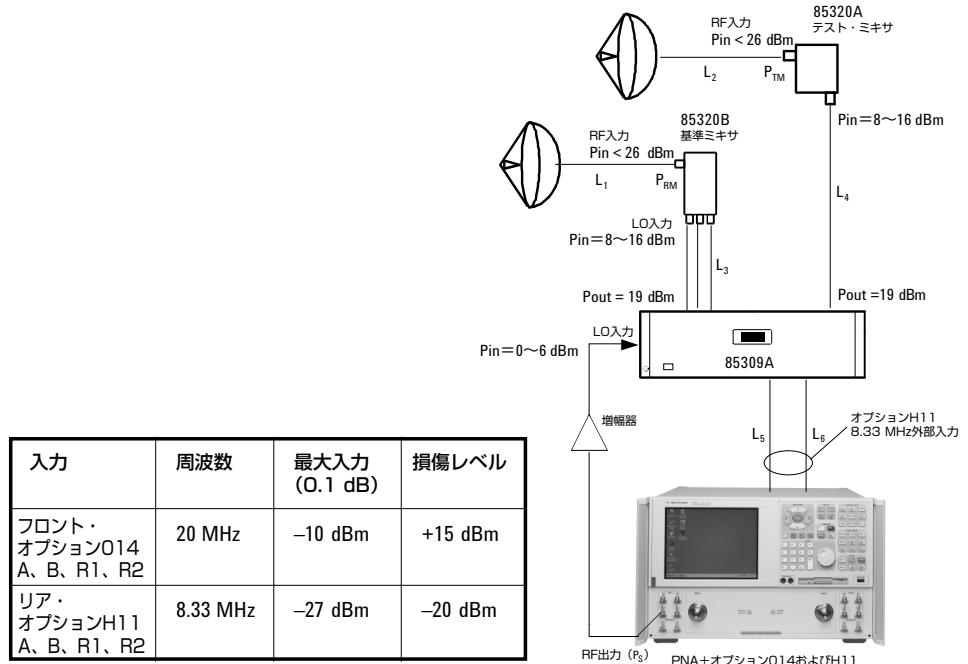


図11 外部ミキサを使用した受信サイトの構成

LO信号源の選択

推奨されるマイクロ波ミキサは、300 MHz~18 GHzで基本波ミキシング、18 GHzより上で高調波ミキシングを使用します。したがって、0.3~18 GHzの周波数レンジで動作するLO信号源があれば、すべての動作周波数に対応できます。LO信号源としてはさまざまな選択肢があります。多くの場合、PNAからLO信号を供給できます。

LO信号源は、85309AのLO入力に0~6 dBmのパワーを供給できる必要があります。信号源に十分なパワーがあるかどうかを判定する際には、ケーブル損失を考慮する必要があります。

LOケーブルの損失は、周波数に依存します。周波数が低いほど単位長さあたりの損失が小さくなり、周波数が高いほど損失が大きくなります。すなわち、ケーブル損失は使用される最高LO周波数で最大になります。最高LO周波数は、アンテナ周波数と、基本波と高調波のどちらのミキシングを用いるかによって異なります。LO周波数とシステム感度の間にはトレードオフがあります。基本波ミキシングを使うと、ミキサの変換損失が小さく、システム感度が高くなります。高調波ミキシングを使うと、低いLO周波数を使用でき(すなわちケーブル長を長くでき)ますが、ミキサの変換損失が大きく、システム感度が下がります。

ケーブル損失を計算する前に、LO周波数を決定する必要があります。PNAオプションH11を使用する場合は、LO周波数は8.33 MHzのIFが生じるように設定する必要があります。PNAが20 GHzより下で動作していて、周波数オフセットがオフになっている場合は、PNAのLOはRFから8.33 MHzのオフセットを持つように自動的に設定されます。詳細については、この後の「8.33 MHzのIFを得るためのPNAのLOの設定」を参照してください。

PNAにオプションH11がインストールされている場合は、内部LOにはリア・パネルの出力ポートからアクセスできます。周波数レンジは1.7 GHz~20 GHzに制限されています。リア・パネルの信号はきわめてパワーが小さく、85309Aに必要なパワー・レベルを得るには増幅器が必要です。フロント・パネルのRFを85309AのLOとして使用できるのは、フロント・パネルのRFがシステムRFとして使用されていない場合に限ります。

LO信号源に必要なパワーの計算

$$P_s = \text{ケーブル長 (m)} \times \text{ケーブル損失 (dB/m)} + P_{in} \text{ (85309A)}$$

ここで P_s =LO信号源の出力パワー (dBm)
 P_{in} =85309Aに必要なパワー (0~6 dBm)

個々のニーズに応じて信号源を選択します。 P_{in} が不十分な場合は、より出力パワーの大きい信号源か、増幅器を使用する必要があります。

基準信号レベル

基準ミキサは、測定の位相基準と比測定(テスト/基準)の基準信号を提供し、システムからの信号レベルの変動を除去する役割を果たします。シンセサイズドRF/LO信号源を選択した場合、またはPNAの内蔵信号源を使用する場合は、レシーバのフェーズ・ロックは不要です。基準チャネルのただ1つの要件は、測定に必要な確度を得るために十分な信号レベルがあることです。図9は、振幅/位相誤差とS/N比との関係です。これは基準チャネルから生じる誤差にも適用されます。ほとんどのアプリケーションでは、50~60 dBのS/N比を維持することが望れます。

注記

基準ミキサ・モジュールとテスト・ミキサ・モジュールのLOケーブルのタイプと長さは同じにする必要があります。これは、基準ミキサ・モジュールとテスト・ミキサ・モジュールのLO経路の挿入損失を一致させるためです。また、同じLOケーブル・タイプを使用することにより、温度に対するケーブルの位相トラッキングが最適化されるので、システムの位相測定の安定度と確度が向上します。

ロータリー・ジョイントを使用する場合は、ロータリー・ジョイントの挿入損失に等価なケーブル長を基準ミキサのLOケーブル長に加算する必要があります。等価ケーブル長を計算するには、まず最高LO周波数でのロータリー・ジョイントの入力から出力までの挿入損失を求めます。次に、85309Aとミキサ・モジュールとの間のLOケーブルの挿入損失曲線を使って、最高LO周波数での等価ケーブル長をm単位で計算します。この値を基準LOケーブル長に加算します。

85309Aユニットからミキサまでのケーブル長の決定

ミキサには一定のLOドライブ・パワーが必要です。85309A LO/IF分配ユニットの出力パワーと、ケーブルのRF損失により、許容可能な最大ケーブル長が決まります。ミキサに十分なパワーが供給されるように、以下の式を使って、最大ケーブル長を計算します。

$$\text{ケーブル長 (m)} = (85309A \text{での} P_{out} - \text{ミキサでの} P_{in}) / (\text{周波数でのケーブル損失/m})$$

高品質、低損失で位相が安定したケーブルを推奨します。

基準ミキサにおけるパワー

基準ミキサにおけるパワー・レベルの計算は、基準信号を得るための方法に応じて異なります。ほとんどのレンジでは、固定された基準アンテナを使って放射された送信信号の一部を受信することにより、基準チャネル信号を得ます。構成に応じて、以下の2つの方法のどちらかを選択します。

1. 放射基準信号

放射基準信号を使用する場合は、基準ミキサにおけるパワーは、以下の式で計算できます。

$$P_{RM} = E_{RP} - P_D + G_{REF} - L_1$$

注記

ミキサにおけるパワー・レベルの計算結果が、基準チャネルで必要な確度を得るのに十分でない場合は、送信パワーまたは基準アンテナ利得を上げる必要があります。

ここで P_{RM} =基準ミキサにおけるパワー・レベル (dBm)

E_{RP} =実効放射電力 (dBm)

P_D =自由空間損失 (電力損失) (dB)

G_{REF} =基準アンテナの利得 (dBi)

L_1 =基準アンテナと基準ミキサの間のケーブル損失 (dB)

注意： P_{RM} はミキサの最大パワー・レベル¹を超えないようにします。

85309AのLO/IF入力の1 dB圧縮レベルを超えないように、 P_{RM} - ミキサ変換損失²は+5 dBmより小さくする必要があります。

2. 結合基準信号

結合基準信号を使用する場合、基準チャネルのパワー・レベルを求めるには、送信信号源の出力パワーからケーブルの挿入損失と方向性結合器の結合係数を減算し、増幅器がある場合はその利得を加算します。

テスト・ミキサにおけるパワー

テスト・ミキサにおけるパワーは、ミキサがAUTに直接接続されている場合は、AUTの出力におけるパワー(先に計算したもの)と一致します。テスト・ミキサにおけるパワー・レベルは以下の式で計算できます。

$$P_{TM} = E_{RP} - P_D + G_{AUT} - L_2$$

ここで P_{TM} =テスト・ミキサにおけるパワー・レベル (dBm)

E_{RP} =実効放射電力 (dBm)

P_D =自由空間損失 (電力損失) (dB)

G_{AUT} =テスト・アンテナの利得 (dBi)

L_2 =AUTとテスト・ミキサの間のケーブル損失 (dB)

注意： P_{TM} はミキサの最大パワー・レベル¹を超えないようにします。

85309AのIF入力の1 dB圧縮レベルを超えないように、 P_{TM} - ミキサ変換損失²は+5 dBmより小さくする必要があります。

1. +26 dBm(85320A/B、85320A/B-H50)

+20 dBm(85320A/B-H20)

2. ミキサの変換損失については、35ページの「アンテナ測定コンポーネント・カタログ」の表10を参照してください。

アナライザ入力におけるパワー

レシーバにおけるIFパワー・レベルを以下の式で計算します。

$$P_{REF} = P_{RM} - \text{ミキサの変換損失}^1 + 85309A \text{の変換利得} - (L3 + L5)$$
$$P_{TEST} = P_{TM} - \text{ミキサの変換損失}^1 + 85309A \text{の変換利得} - (L4 + L6)$$

ここで L =図11に示すケーブル損失
 $85309A$ の変換利得=23 dB (代表値)

注意: これらの値は、レシーバの最大入力パワー・レベル (0.1 dB圧縮レベル、オプションH11では-27 dBm、オプションO14では-14 dBm) を超えないようにする必要があります。必要な場合は、RF信号源のパワー・レベルを下げるか、ミキサまたはアナライザの入力の前にアンテナを追加します。

感度

次に、PNAネットワーク・アナライザに必要な感度を計算します。

$$\text{感度} = P_{REF} - DR - S/N$$

ここで DR =必要なダイナミック・レンジ
 S/N =前に計算したS/N比

この感度の値に基づいて、表1から必要なアナライザを選択します。

1. ミキサの変換損失については、35ページの「アンテナ測定コンポーネント・カタログ」の表10を参照してください。

測定速度の決定

表1は、アナライザの測定速度（データ取得のみ）を示しています。実際の測定速度には、この他に、周波数ステップ時間、セトリング時間、バンド交差時間、リトレース時間、ハンドシェーク時間（2台のPNAを使用する場合）が含まれます。外部信号源を使用する場合は、測定時間は通常システム内で最も低速なリソースであるリモート信号源によって決まります。ここに示す測定時間はすべて公称値です。

アップグレードに関する注記

一般的に、PNAを使用すると、8510または8530アナライザに比べて速度が大幅に向上します。ただし、測定セットアップによっては、PNAの高速性を完全に活かすために、他の外部コンポーネントの速度改善が必要な場合があります。

1.速度の測定

アンテナ・テスト・システムの測定速度の計算はやや複雑です。PNAの速度を求めるには2つの方法があります。1つは直接測定する方法、もう1つは以下の式を使って近似的に速度を求める方法です。

速度を測定するには、プログラムを使ってPNAが測定を実行する時間を計測するか、リア・パネルのI/O 2（Trig Out）というラベルのBNCコネクタに出力されている「トリガ・レディ」ラインをオシロスコープでモニタします。PNAを外部トリガ・モードにし、デフォルトの「ハイ」レベル・トリガに設定します（トリガ入力がない場合は、トリガ出力を有効にする必要はありません）。「トリガ入力」ラインがプルアップされると、PNAは最高速度で動作します。「トリガ出力」の間隔が全測定時間を示します。

2.速度の計算

近似的な測定速度を計算するには、以下の式を使用します。

全測定時間=データ取得+掃引前時間+バンド交差+リトレース

データ取得：1ポイントあたりの測定時間は、1/帯域幅または最高掃引レートの大きい方によって決まります。スパンが広くてポイントが少ない場合は、通常掃引レートが支配的になります。掃引レートは、PNAでは約600 GHz/ms、PNA-Lでは約900 GHz/msです。

掃引前時間：掃引モードの場合は、掃引前時間はPNAで222 μ s、PNA-Lで56 μ sです。ステップ・モードの場合は、次の情報から掃引時間を計算します。PNAの最高ステップ速度は、1 Hz/ポイント、最大IF帯域幅で170 μ s、10 MHz/ポイント、最大IF帯域幅で278 μ sです。PNA-Lの最高ステップ速度は、1 Hz/ポイント、最大IF帯域幅で80 μ s、10 MHz/ポイント、最大IF帯域幅で160 μ sです。

バンド交差：1回の交差あたり、PNAで4~8 ms、PNA-Lで2 ms程度かかります。ただし、周波数オフセット・モードの場合は、バンド交差の数が増えます。このモードでは、信号源とレシーバのバンド交差が一致しないことがあります。正確なバンド交差位置は、『Microwave PNA Service Manual』の表5.2に記載されています。

リトレース：ディスプレイ・オンで10~15 ms、ディスプレイ・オフで5~8 msかかります。リトレースにより、システムは前の掃引のスタート周波数に戻ります。

PNAネットワーク・アナライザの測定時間の例

PNAによる201ポイント、1 GHzスパン、10 kHz帯域幅の掃引。

最初に、PNAの大多数のポイントがステップ・モードと掃引モードのどちらにあるかを判定します。帯域幅 \leq 1 kHzまたは時間／ポイント $>$ 1 msの場合は、すべてのポイントがステップ・モードです。それ以外の場合は掃引モードです。また、信号源パワー校正、パワー掃引、周波数オフセット・モードのいずれかを使用すると、ステップ・モードになります。

データ取得：時間／ポイント = 1/帯域幅 = 1/10 kHz = 100 μ s (これは1 msより高速なので、PNAはおそらく掃引モードです)
したがって、201ポイント \times 100 μ s/ポイント = 20.1 msとなります。

次に、掃引レートの制限をチェックします。600 MHz/msでの1 GHzスパンでは1.7 msです。すなわち、掃引速度は掃引レートではなく「時間／ポイント」(データ取得)で決まります。

したがって、「データ取得」 = 20.1 msです。

掃引前時間：222 μ s

バンド交差：なし

リトレース時間：10~15 ms

全測定時間 = 20.1 ms + 222 μ s + 10~15 ms
= 30~35 ms (公称値)

速度とダイナミック・レンジの最適化

アプリケーションには、システムで実現できる最高の速度が必要なものも、最大のダイナミック・レンジが重要なものもあります。PNAシリーズ・ネットワーク・アナライザでは、個々のニーズに合わせてユーザが調整できます。

感度向上のためのオプション

オプション014(ダイレクト・レシーバ・アクセス)：感度の向上

オプションH11(IF MUXアクセス)：外部ミキサ使用時にダイナミック・レンジを最大化

その他のトレードオフ

IF帯域幅を小さくすると、ダイナミック・レンジが向上しますが、速度が低下します。ユーザはアプリケーションに合わせて最適な設定を選択する必要があります。例えば、IF帯域幅を1 kHzから100 Hzに変更すると、ダイナミック・レンジが10 dB向上しますが、速度は10分の1になります。

PNAのインターフェース要件

PNAを使用する際には、PNAの損傷を避けるためにパワー・レベルに注意することが重要です。理想的には、下の図に示した0.1 dB圧縮レベルをパワーが超えないようにすべきです。損傷レベルは、図12のように測定器に印字されています。

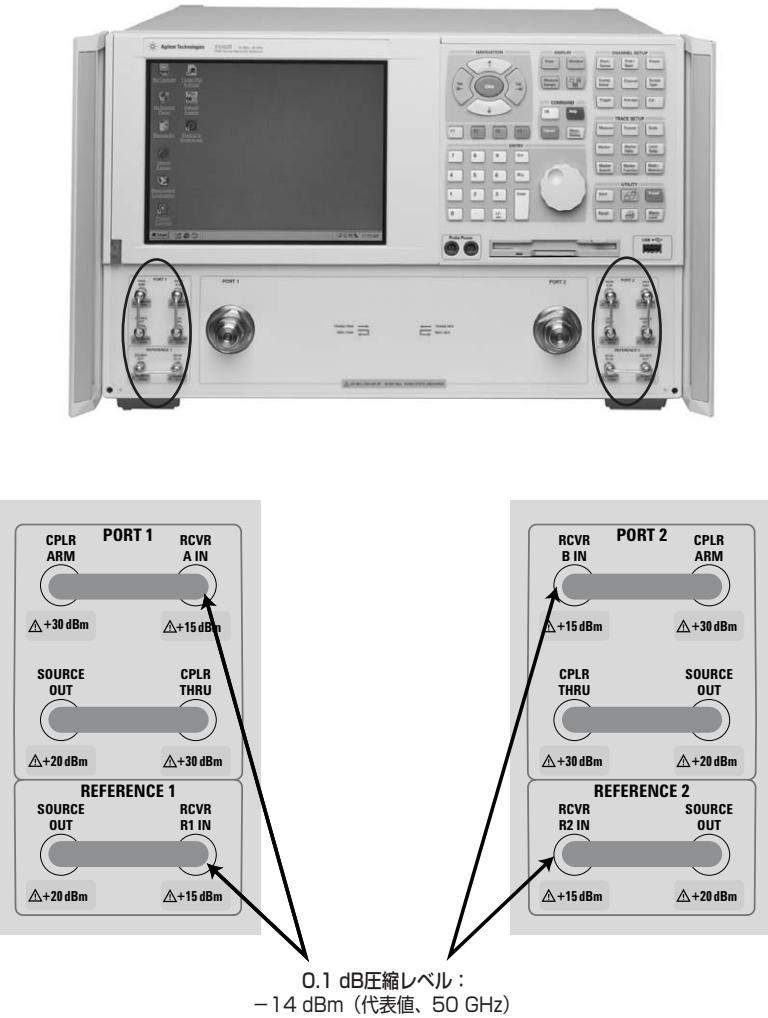
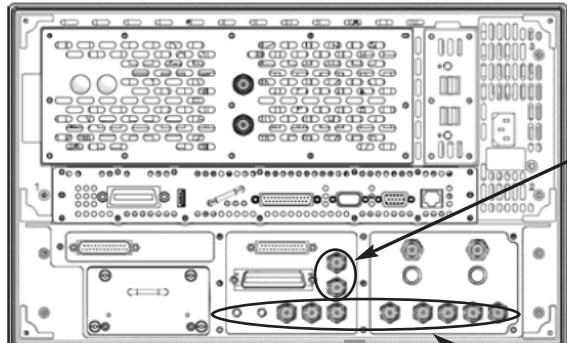
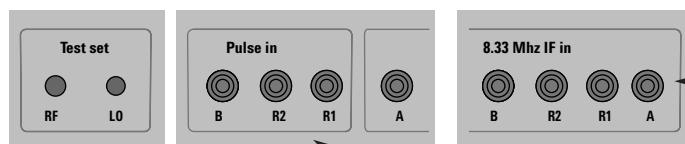


図12 フロント・パネル・コネクタ



トリガ (リモート・アクセス) :

- BNCコネクタ
- エッジ・トリガ (正／負)
- トリガ入力／出力
- SCPIによるリモート・アクセス
- PNAモデルE8361A、E836xB、N5230Aで使用可能



オプションH11コネクタ :

- PNAのRF信号源と外部ミキサ用の LO出力
- オプションH08搭載時の パルスド測定機能
- 内部IFへのダイレクト・アクセス

0.1 dB圧縮ポイント : -27 dBm
損傷レベル : -20 dBm

最小IFゲート幅 : 20 ns (理論的性能からのずれが1 dB未満で、内部ゲート)
パルス・コネクタ入力のDC損傷レベル : 5.5 V
ドライブ電圧 : TTL (0,+5.0) V
ゲート入力インピーダンス : 1 kΩ

図13 リア・パネル・コネクタ

オプションH11: IFアクセス

オプションH11は、PNAネットワーク・アナライザでのみ使用できます。また、オプションH11には、オプション014、080、081、UNLが必要です。オプションH11により、IFダウンコンバージョンの第1ステージをバイパスでき、外部ミキサからの8.33 MHz IF信号を直接PNAのデジタイザに入力し、PNAのRF変換ステージをバイパスすることができます。これにより、ダイナミック・レンジの曲線がシフトし、感度が約20 dB向上します。

また、オプションH11により、PNAのRF/LO信号源(1.7~20 GHz)へのリア・パネルからのアクセスが可能になります。このデュアル・ハイブリッド信号源により、リモート・ミキサを使用する場合に、スタンダードアロンのシンセサイザを別に用意する必要がなくなります。リア・パネルのRF/LO信号にはパワー制御機能はありません。パワー出力レンジはさまざまであり、ミキサに必要なパワー・レベルを実現するには外部増幅器が必要な場合があります。表2に代表的な出力パワー・レベルを示します。外部RF信号源が不要になることで、テスト時間が大幅に短縮されます。これは、周波数ステップ速度がPNAだけに依存するようになるからです。ほとんどの信号源のセトリング時間がms単位であるのに対し、PNAではμs単位です。

表2 PNAのリア・パネルからのRF/LO出力の代表値

リア・パネルのLOパワー (代表値)	
1.7 GHz~20 GHz	-16~-7 dBm
E8362Bのリア・パネルのRFパワー (代表値)	
1.7 GHz~20 GHz	-16~-5 dBm (-5 dBmのテスト・ポート・パワー ¹⁾)
E8363B/E8364Bのリア・パネルのRFパワー (代表値)	
1.7 GHz~10 GHz	-12~-2 dBm (-5 dBmのテスト・ポート・パワー ¹⁾)
10 GHz~16 GHz	-8~0 dBm (-5 dBmのテスト・ポート・パワー ¹⁾)
16 GHz~20 GHz	-1~+5 dBm (-5 dBmのテスト・ポート・パワー ¹⁾)

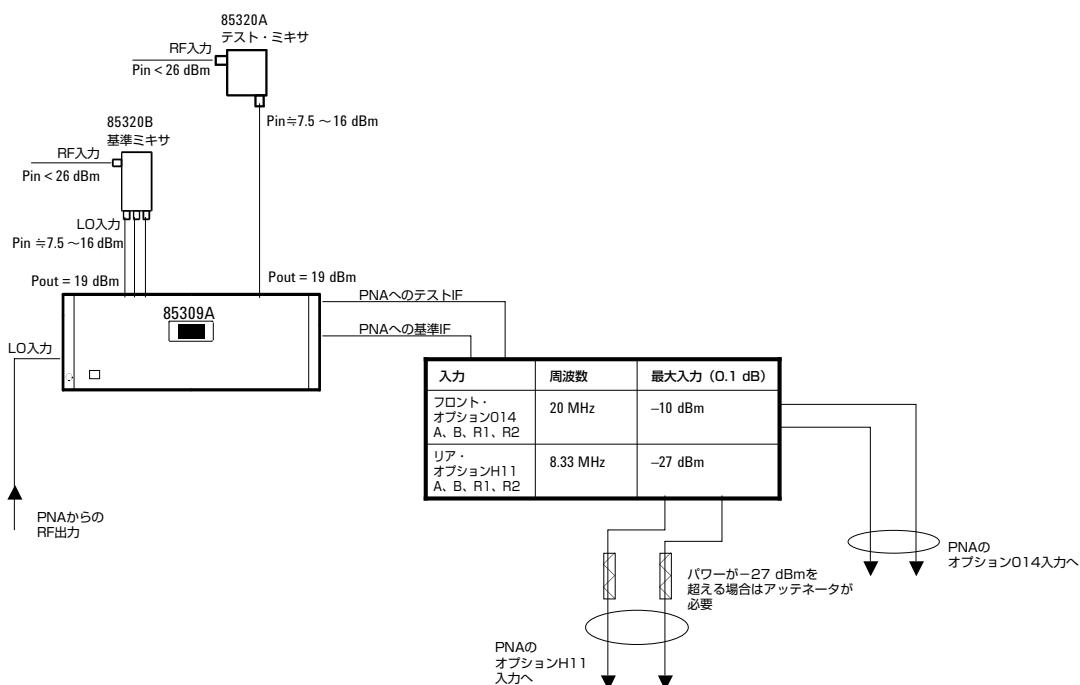


図14 PNAオプションH11およびオプション014の接続ダイアグラムと入力レベル要件

1. テスト・ポート・パワーは、Drop Calが発生しないように十分高いレベルである必要があります。Drop Calが発生した場合は、リア・パネルのRFコネクタからの出力パワーは約15 dB低下します。

85309 LO/IF分配ユニットは、PNAと2種類の方法で接続します。使用する方法により、20 MHzのIF信号または8.33 MHzのIF信号が供給されます。セットアップの前に、それぞれの構成の違いを理解しておく必要があります。

85309Aと、オプション014、080を装備したPNA

このセットアップでは、PNAは周波数オフセット・モードで動作し、85309Aは20 MHzのIF信号を生成する必要があります。レシーバは20 MHzに設定され、RF信号源とLO信号源は20 MHzオフセットする必要があります。テスト信号と基準信号はフロント・パネルから挿入され、PNAの内部結合器はバイパスされます。この構成では、PNAのノイズ・フロアが、周波数に応じて約10~38 dB向上します。ただし、周波数オフセット・モードでは、周波数ステップ速度が低下します。

85309Aと、オプション014、080、081、UNL、H11を装備したPNA

このセットアップでは、85309Aは8.33 MHzのIF信号を生成する必要があります。RF信号源とLO信号源は8.33 MHzオフセットする必要があります。PNAの通常動作では、内部LOが内部RFから自動的に8.33 MHzオフセットされます。20 GHzより上では、PNAは3次高調波モードに切り替わり、 $RF - 3 \times LO = 8.33 \text{ MHz}$ となります。この構成では、85309AのIF出力をPNAのH11リア・パネルIF入力に接続し、PNAの第1ミキサをバイパスすることができます。この構成では感度が最高になります。

8.33 MHzのIF信号を得るためのPNAのLOの設定

注記

以下の式は、20 GHzより下の周波数では不要です。低い周波数では、PNAは基本波ミキシング・モードで動作し、LO周波数は自動的に8.33 MHzオフセットされます。

ミキサでは、 $IF = N (LO) - RF$ であることがわかっています。

ここで $N =$ 外部ミキサの高調波番号

オプション080(周波数オフセット)が搭載されている場合は、リア・パネルのLOポートから出力される周波数は以下のように定義されます。

$$LO = \frac{m}{d} (RF) + \text{オフセット} + 8.33 \text{ MHz}$$

最初の式のLOに代入することにより、以下の式が得られます。

$$\begin{aligned} IF &= N \left(\frac{m}{d} (RF) + \text{オフセット} + 8.33 \text{ MHz} \right) - RF \\ &= \left(\frac{m}{d} \right) N (RF) + N (\text{オフセット}) + N (8.33) - RF \end{aligned}$$

ロー側のLOを作成するには、 $m=1$ および $d=N$ に設定します。

$$\begin{aligned} \text{整理すると、 } IF &= RF + N (8.33) + N (\text{オフセット}) - RF \\ &= N (8.33) + N (\text{オフセット}) \end{aligned}$$

IFは8.33 MHzに等しいので、

$$\begin{aligned} 8.33 &= N (8.33) + N (\text{オフセット}) \\ (1-N) 8.33 &= N (\text{オフセット}) \end{aligned}$$

$$\text{したがって、オフセット (MHz)} = \left(\frac{1-N}{N} \right) 8.33$$

オプション080のダイアログ・ボックス(図15)を使ってLOを設定するために、上で計算したオフセットを入力し、乗数(Multiplier)を1、除数(Divisor)をN(外部ミキサの高調波番号)に設定し、Frequency Offset on/offの隣のボックスを選択して、OKをクリックします。

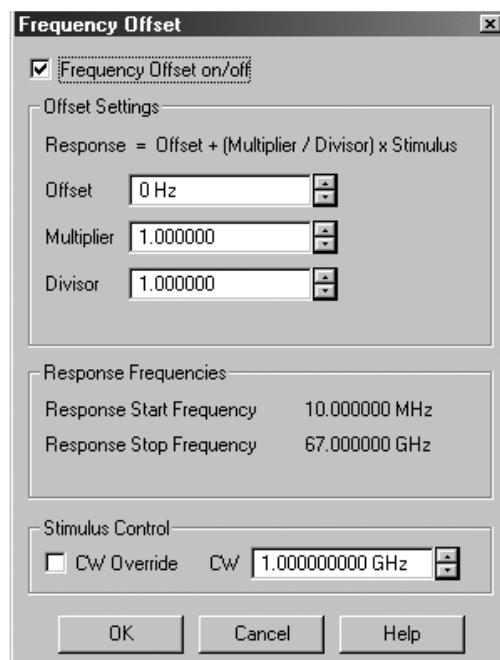


図15 オプション080のダイアログ・ボックス

PNAフロント・パネルのポート1信号源出力を85309へのLO入力に 使用する場合：

ミキサでは、IF=N (LO) - RFであることがわかっています。
ここでN=外部ミキサの高調波番号

IF=8.33 MHzなので、8.33=N (LO) - RF
LO (MHz) = (RF+8.33) / N

85309のLO周波数を設定するには、単にPNAのRF出力を上で計算したLO周波数に
設定します。

オプションH11をオンにする

オプションH11がインストールされていても、動作させるためにはIFスイッチが正
しく設定されていることを確認する必要があります。

Channel > Advanced > IF Switch Configurationを選択します。

次に、両方の**IF Input**に対して**External**を選択します。

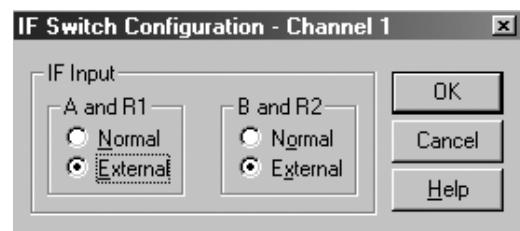


図16 外部IF入力を有効にする

トリガ

アンテナ測定システムでは通常、PNAを外部トリガで動作させます。外部トリガは、PNAのデータ収集と、信号源やアンテナ・ポジショナなどの他のハードウェアと同期させるために用いられます。また、アンテナの特定の位置や角度と測定を関連付けるためにも用いられます。トリガはほとんどの場合エッジ・トリガで行われます。

トリガを設定するには、プルダウン・メニューから **Sweep > Trigger > Trigger** を選択します。図17の左側のダイアログ・ボックスが表示されます。**Trigger Source**、**Trigger Scope**、**Channel Trigger State**を設定し、**External Trigger**をクリックして、図17の右側のダイアログ・ボックスのようにトリガ・パラメータを設定します。

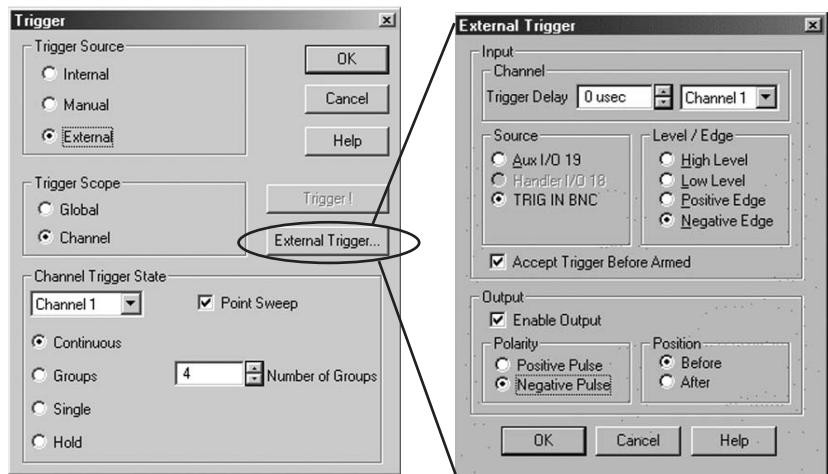


図17 PNAのトリガ・システム

"Accept Trigger Before Armed"がチェックされている場合は、PNAがアーミングされた（トリガ可能な状態になった）ときに、前回のデータ収集以後に受信されたトリガがあれば、PNAはただちにトリガします。PNAは1つのトリガ信号だけを記憶し、他のトリガ信号は無視します。このチェックボックスをクリアすると、PNAがアーミングされる前に受信されたトリガ信号は無視されます。

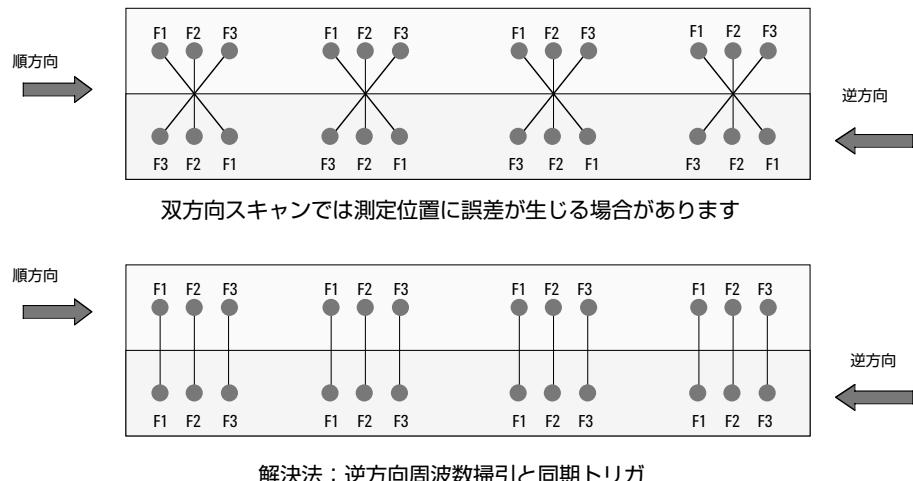
"Enable Output"をチェックすると、PNAのリア・パネルのI/O (TRIG OUT) BNCコネクタからのトリガ信号の送出が可能になります。

Positionの"Before"と"After"は、トリガ・パルス信号がレシーバ測定の前または後に送出されるかを決定します。

PNAでの外部信号源の設定の詳細については、62ページの「付録3」を参照してください。

近傍界のデータ収集

データ・スキャン／収集中の周波数多重化により、順方向と逆方向のデータ・スキャンの間で長方形近傍界グリッドの位置がずれる可能性があります。ずれると、測定された近傍界データに誤差が生じ、遠方界パターンにも現われます。この誤差を防ぐ方法の1つは、常に同じスキャン方向でデータを収集することですが、データ収集時間が2倍になります。もう1つの方法は、逆方向のスキャンで周波数を逆順にスキャンする方法です。この逆方向掃引と、順方向パスと逆方向パスの間の正しいトリガを組み合わせることにより、各周波数セットの長方形近傍界グリッド上の空間的な位置が一致します。この方法には、逆方向周波数リスト動作モードをサポートするRF信号源が必要です。PNAネットワーク・アナライザは、アンテナ測定専用に設計された逆方向掃引およびエッジ・トリガ機能を備えています。



ファンクション・テスト

PNAネットワーク・アナライザと外部信号源が、アンテナ測定用に正しく設定されていることを確認するための、ソフトウェア・ユーティリティがあります。このユーティリティは、PNAをレシーバとして構成し、GPIBで外部信号源と通信します。またPNAとPSGのTTLトリガ入出力機能を使って、PNAと外部信号源でハンドシェークを行います。このソフトウェアでは仕様の検証はできませんが、アナライザと信号源が正しい接続されていることを確認するのに便利です。

このプログラムは<http://na.tm.agilent.com/pna/antenna>からダウンロードできます。

4. 8510/8530から PNAへの移行

8510/8530を使用したアンテナ・システムから PNAネットワーク・アナライザを使用したシステムへの移行

表3は、8510/8530を使用したアンテナ・システムのさまざまなシステム・コンポーネントと、それぞれに対する推奨代替コンポーネントです。ここに記載されたコンポーネントは推奨代替品ですが、インターフェース要件の一部が異なります。インターフェース要件については、12ページの「アンテナ測定に関する考慮事項」を参照してください。

表3 8510/8530を使用したアンテナ・システムからPNAネットワーク・アナライザを使用したシステムへ移行するための
クロス・リファレンス

システム・コンポーネント	概要	推奨PNAソリューション	概要
8510C	ネットワーク・アナライザ	テスト・セットにより決定	
8510C-008	パルス機能付きネットワーク・アナライザ	テスト・セットにより決定	
8514B	45 MHz～20 GHzテスト・セット	E8362B	10 MHz～20 GHz
8515A	45 MHz～26.5 GHzテスト・セット	E8363B	10 MHz～40 GHz
8517B	45 MHz～50 GHzテスト・セット	E8364B	10 MHz～50 GHz
85110A	パルスド2～20 GHzテスト・セット	E8362B+オプションH11、 H08、014、080、081、UNL	10 MHz～20 GHz、IFアクセスおよび パルスドRF測定機能
85110L	パルスド45 MHz～2 GHzテスト・セット	E8362B+オプションH11、 H08、014、080、081、UNL	10 MHz～20 GHz、IFアクセスおよび パルスドRF測定機能
8530A	マイクロ波レシーバ	テスト・セットにより決定	
8511A	45 MHz～26.5 GHz周波数コンバータ	E8363B+オプション014	10 MHz～40 GHz、拡張可能テスト・セット
8511B	45 MHz～50 GHz周波数コンバータ	E8364B+オプション014	10 MHz～50 GHz、拡張可能テスト・セット
85105A	ミリ波テスト・セット・コントローラ	N5260A	ミリ波テスト・セットおよび外部ハードウェア
Q85104A	33～50 GHzテスト・セット・モジュール	E8364BまたはOMLヘッド	10 MHz～50 GHz
U85104A	40～60 GHzテスト・セット・モジュール	E8361AまたはOMLヘッド	10 MHz～67 GHz
V85104A	50～75 GHzテスト・セット・モジュール	N5250AまたはOMLヘッド	10 MHz～110 GHz
W85104A	75～110 GHzテスト・セット・モジュール	N5250AまたはOMLヘッド	10 MHz～110 GHz
8360シリーズ	RF信号源	不要	

8510/8530からPNAシリーズ・ネットワーク・アナライザへ 移行するためのエンジニアリング・サービス

Agilentでは、8510/8530からPNAシリーズ・ネットワーク・アナライザへ移行など、さまざまなエンジニアリング・サービスを提供しています。エンジニアリング・サービスについては、計測お客様窓口までお問い合わせください。

表4 Agilentが提供するエンジニアリング・サービス

スタートアップ・ アシスタンス	製品サービス	教育／トレーニング	アプリケーション・ サービス
計測器をできるだけ早く 使いこなせるように オンラインでアシスト	計測器利用の最適化のため に、エンジニアリング・ サポートを継続して提供	製品知識の向上と新しい 技術の吸収をアシスト	お客様の知識とAgilentの 専門技術を合わせること でアプリケーション目標 を達成
リモートまたはオンライン			オンサイト
お客様のアプリケーション・ニーズやニーズに合わせてカスタマイズ			

移行の例

8510/8530からPNAネットワーク・アナライザに移行する場合、アナライザのパワー、速度、感度の違いを理解することが重要です。

オプションH11を使用したりモート・ミキサ構成では、PNAの損傷レベルは8510/8530よりもはるかに小さくなります。アナライザに入力されるパワーが-27 dBmを超えないよう、85309AとH11入力の間にアッテネータを配置する必要があります。詳細については、この前の「オプションH11：IFアクセス」を参照してください。

PNAの内蔵信号源を使用すると、外部信号源よりも測定速度を向上させることができます。ただし、内蔵信号源の使用が常に適しているわけではありません。

8510/8530ではIF帯域幅は固定ですが、PNA/PNA-LではIF帯域幅を調整でき、感度を変更できます。

ソフトウェアは8510/8530からPNAに直接移植することはできません。PNAのリモート制御を高速に行うには、COMプログラミングをお奨めします。この後の「測定の自動化」を参照してください。

以下の2つの例では、8510/8530からPNAを使用したアンテナ・システムに移行する方法を概念的に示したものです。詳細については、この前の「アンテナ測定に関する考慮事項」を参照してください。

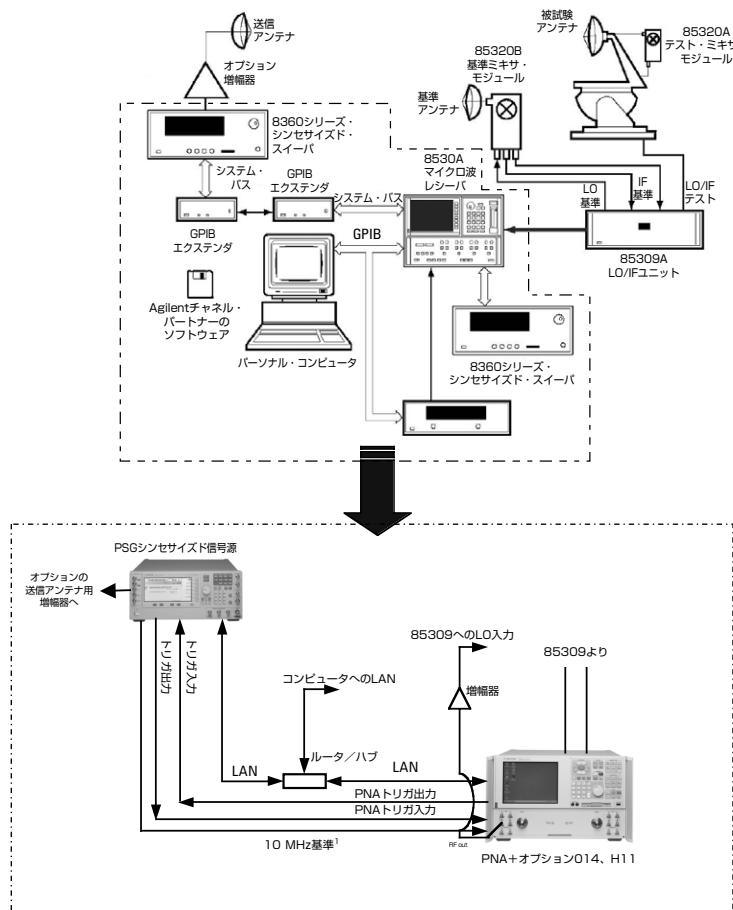


図19 85301遠方界システムのPNAへの移行

1. 長距離アプリケーションの場合は、2台のGPS受信機を使用して10 MHz基準を供給することもできます。

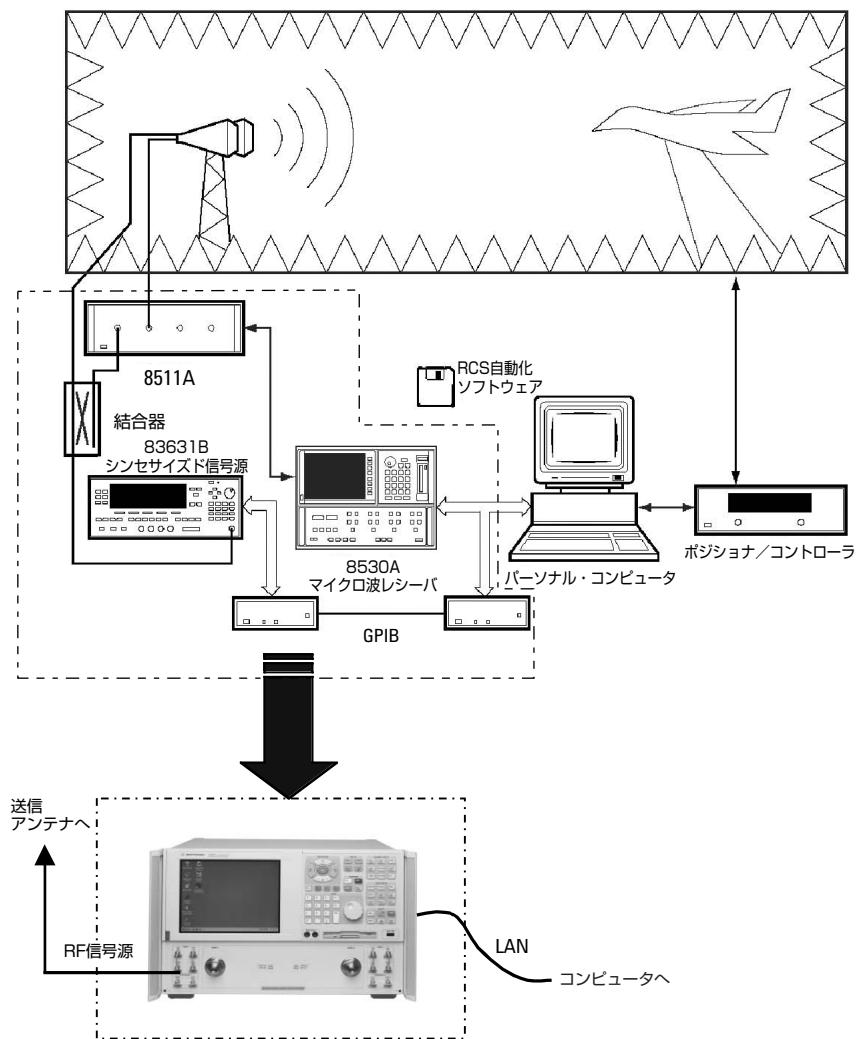


図20 85301 RCSシステムのPNAへの移行

5. アンテナ測定 コンポーネント・ カタログ

マイクロ波ネットワーク・アナライザ



図21 PNAネットワーク・アナライザ

PNAシリーズ・ネットワーク・アナライザ

マイクロ波PNAシリーズ測定器は、Sパラメータ・テスト・セット、シンセサイズド信号源、ハード・ディスク、フロッピー・ディスク、LCDディスプレイを内蔵した一体型のベクトル・ネットワーク・アナライザです。高速なデータ収集、優れた感度、広いダイナミック・レンジ、複数のテスト・チャネル、周波数アグリゲートなどの特長があり、測定精度も優れています。周波数範囲は10 MHz～110 GHzで、325 GHzまで拡張できます。

特長

- ミキサ・ベースのアーキテクチャによる優れた感度。さらに、29種類以上のIF帯域幅を選択でき、感度と測定速度のトレードオフの最適化が可能。
- COM/DCOM機能によるきわめて高速なデータ転送レート。
- 同時使用可能な4個のテスト・レシーバと1トレースあたり16,001個のデータ・ポイント。
- 100 ns未満のパルス幅のポイント・イン・パルス測定が可能なパルスド測定機能。
- データのセキュリティを確保するリムーバブル・ハード・ディスク。

オプション

タイム・ドメイン機能(オプション010)

PNAネットワーク・アナライザにはオプションのタイム・ドメイン機能があります。タイム・ドメイン機能は、電波暗室内の反射を検出するために多く用いられます。タイム・ドメイン機能では、反射を時間または電波暗室の距離の関数として表示できます。送信アンテナから反射位置までの距離を知ることにより、反射源を特定し、反射の識別と低減に役立てることができます。図23に、コンパクト・アンテナ・テスト・レンジのタイム・ドメイン応答を示しています。さまざまな反射源が存在するのがわかります。

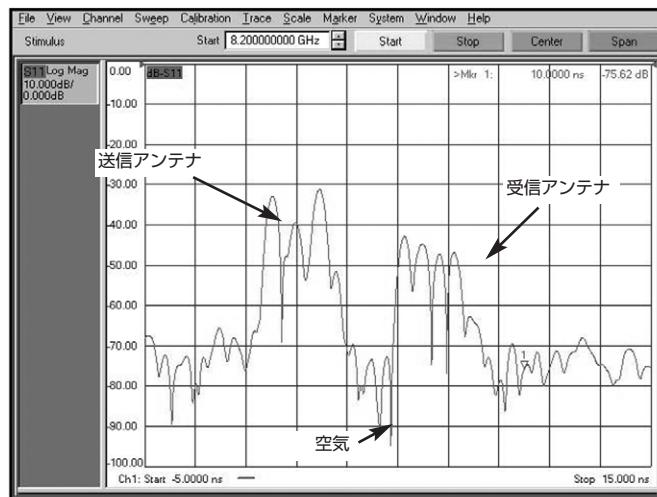


図22 タイム・ドメイン表示

拡張可能テスト・セット(オプション014)¹

フロント・パネルの6つのアクセス・ループを提供します。3つのアクセス・ループはポート1用、残りの3つはポート2用です。これらのループにより、(a) 信号源出力と基準レシーバの間、(b) 信号源出力と方向性結合器のスルー・アームの間、(c) 方向性結合器の結合アームとポート・レシーバの間の信号パスにアクセスできます。このオプションにより、内部結合器をバイパスしてテスト信号をアナライザのレシーバ・ポートに直接入力することにより、低レベル信号に対する測定器の感度を向上させることができます(基本的なブロック図については、PNA Series Microwave Data Sheet、カタログ番号5988-7988ENを参照してください)。

周波数オフセット(オプション080)¹

このオプションを使うと、PNAシリーズ・マイクロ波ネットワーク・アナライザの信号源周波数をレシーバの同調周波数と独立に設定できます。これは、アンテナ測定で測定システムにリモート・ミキサが存在する場合や、パルス・モードのRCS測定に便利です。

IFアクセス (オプションH11)

IFゲーティング・ハードウェアと、110 GHzまでのアンテナおよび広帯域ミリ波測定が可能なハードウェアを提供します。PNAの測定レシーバのそれぞれに対して、IFゲート(オプションH08パルスド測定機能により使用可能)と外部IF入力が追加されます。さらに、リモート・ミキサ・アプリケーションのために、PNAの内部RF/LO信号源へのアクセスが提供されます。オプションH11は、外部ミキサを使用したアンテナ測定に便利です。リモート・ミキサ構成によるアンテナ測定の際に、外部IFアクセスを使うことで感度を最大20 dB向上できます。パルスド・アンテナ・アプリケーションには、パルス測定機能(オプションH08)も必要です。110 GHzまでの広帯域測定には、N5260Aミリ波テスト・セット・コントローラおよびテストヘッドが必要です。オプションH11には、オプション014、080、081、UNLが必要です。

1. 最高67 GHz。

パルス測定(オプションH08)¹

PNAレシーバにはオプションのパルス測定機能(オプションH08)があります。このオプションは、ポイント・イン・パルスおよびパルス・プロファイル機能付きパルスドRF測定を制御するためのソフトウェアを提供します。

Agilentは、独自の「スペクトル・ヌル」手法により、通常より広いIF帯域幅を使って狭帯域検波を実現する革新的な方法を開発しました。これにより、ユーザはダイナミック・レンジと速度のトレードオフを実現でき、従来のフィルタを使用した方法よりも高速に測定できます。狭帯域検波の利点は、パルス幅の下限がないことです。パルス・スペクトラムがどれほど広くても、その大部分はフィルタで除去され、中央のスペクトル成分だけが残るからです。狭帯域検波の欠点は、測定のダイナミック・レンジがデューティ・サイクルの関数になることです。パルスのデューティ・サイクルが小さくなる(パルスの間隔が長くなる)と、パルスの平均パワーは小さくなり、S/N比が低下します。このため、デューティ・サイクルが小さいほど、測定のダイナミック・レンジは減少します。この減少は「パルス感度抑圧(pulse desensitization)」と呼ばれます。ダイナミック・レンジの減少(dB単位)は $20 \times \log$ (デューティ・サイクル)で表されます。

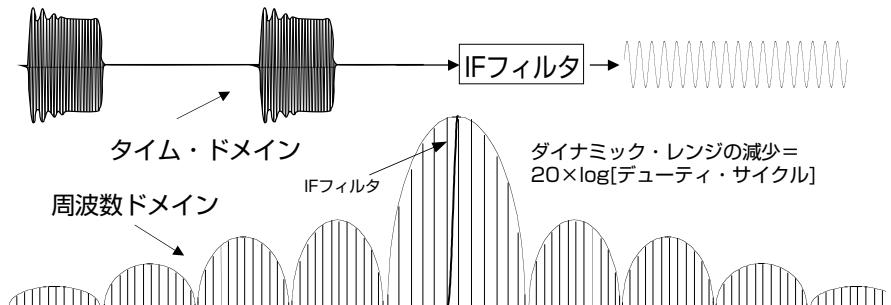


図23 タイム・ドメイン

オプションH11で提供されるIFゲートは、オプションH08でのみ使用可能です。H08には、狭帯域検波で使用されるスペクトル・ヌル手法を実現するための独自アルゴリズムが装備され、システムで用いられるパルス・ジェネレータを制御して、パルス・プロファイル測定を行います。オプションH08には2つのソフトウェア・コンポーネントが付属します。1つは「サブルーチン」として動作するダイナミック・リンク・ライブラリ(DLL)であり、自動化環境で必要です。もう1つはPNA上で動作するVisual Basic(VB)アプリケーションです。このVBアプリケーションは、スタンドアロンのベンチトップで用いられます。このアプリケーションはDLLと通信して、PNAとパルス・ジェネレータに適切なコマンドを送ります。VBアプリケーションはPNAのマクロ・キーの1つに割り当てられ、容易に使用できます。

セクション3の表1に、PNAシリーズ・ネットワーク・アナライザと、その周波数レンジ、パワー、感度の一覧が記載されています。その他の仕様については、PNAデータシート(カタログ番号5988-7988EN)を参照してください。

マイクロ波PNAのパルスド測定機能の詳細については、Agilent Webサイト www.agilent.co.jp/find/pnajからPNA Series MW Network Analyzers Configuration Guide for Pulsed Measurements、カタログ番号5988-9833ENをダウンロードしてください。また、アプリケーション・ノート1408-11、カタログ番号5989-0563JAおよび「PNAネットワーク・アナライザによるパルスド・アンテナ測定」、カタログ番号5989-0221JAJPにも参考情報が記載されています。

1. 最高67 GHz。

PNA-Lシリーズ・ネットワーク・アナライザ

PNA-Lは、PNAと共に優れた特長を数多く備えていますが、以下の点が異なります。

オプションH11 IFアクセスと、オプションH08パルスドRF測定機能は使用できません。PNA-Lはミリ波周波数にはアップグレードできません。

PNA-Lは設定可能なIF帯域幅がPNAよりも広く、PNAよりも高速に動作します。感度はPNAよりもわずかに低くなっています（感度の比較についてはセクション3の表1を参照）。

詳細情報と仕様については、PNA-Lデータシート（カタログ番号5989-0514EN）を参照してください。

ENA

ENAは以下の点でPNAと異なります。

オプションH11 IFアクセス、オプションH08パルスドRF測定機能、オプション014拡張可能テスト・セットは使用できません。ENAは8.5 GHzに制限されていて、ミリ波周波数にはアップグレードできません。セキュリティ機能はありません。

ENAは最も低コストのソリューションです。

詳細情報と仕様については、ENAデータシート（カタログ番号5988-3780EN）を参照してください。

信号源



図24 PSG信号源

送信信号源を選択する際には、周波数レンジと出力パワーが最も重要な考慮事項です。将来的周波数要件についても考慮する必要があります。Agilentでは、周波数レンジと出力パワーが異なるさまざまな信号発生器を用意しています。それぞれのニーズに応じて、表5から信号源を選択してください。パルスド・モード動作のアンテナ測定システムを使用する場合は、パルス変調（オプションUNU）または高速パルス変調（オプションUNW）が必要です。

以下の表から送信信号源を選択してください。

表5 信号源

信号源	周波数レンジ	Fmaxでの出力パワー (代表値)	Fmaxでのハイ・パワー (オプション1EA)(代表値)
アナログ信号発生器			
E8257D-520	250 kHz~20 GHz	+13 dBm	+20 dBm(+23 dBm)
E8257D-540	250 kHz~40 GHz	+9 dBm	+14 dBm(+17 dBm)
E8257D-550	250 kHz~50 GHz	+5 dBm	+11 dBm(+14 dBm)
E8257D-567	250 kHz~67 GHz	+5 dBm	+11 dBm(+14 dBm)
ベクトル信号発生器			
E8267D-520	250 kHz~20 GHz	+18 dBm(+22 dBm)	–
E8267D-532	250 kHz~31.8 GHz	+14 dBm(+18 dBm)	–
E8267D-544	250 kHz~44 GHz	+10 dBm(+13 dBm)	–

ミリ波テスト

周波数が67 GHzを超える場合は、ミリ波テストヘッド・モジュールを使用できます。これらのモジュールには、N5260A ミリ波コントローラと、PNAの内蔵信号源が必要です。表6から信号源モジュールを選択してください。AgilentとOleson Microwave Laboratory社から、さまざまな構成のミリ波テストヘッドが提供されています。ニーズに応じて、デュアル・テスト・チャネル、伝送/反射のみ、またはフルSパラメータを選択できます。詳細については計測お客様窓口までお問い合わせください。

表6 ミリ波構成

	WR-15 50~75 GHz	WR-12 60~90 GHz	WR-10 75~110 GHz	WR-08 90~140 GHz	WR-06 110~170 GHz	WR-05 140~220 GHz	WR-03 220~325 GHz
テスト・ セット・ コントローラ				N5260A			
テストヘッド・ モジュール	N5260AW15	N5260AW12	N5260AW10	N5260AW08	N5260AW06	N5260AW05	N5260AW03
外部 シンセサイザ	–			推奨： E8257D+オプション520およびUNX (数量2、RF用とLO用)		必須： E8257D+ オプション520および UNX (数量2、RF用とLO用)	

詳細については、PNAデータシート、カタログ番号5989-0698JA (E8257D) および 5989-0697JA (E8267D)、またはN5250A PNAミリ波ネットワーク・アナライザ、カタログ番号5988-9620JAを参照してください。

周波数コンバータ



図25 85309 LO/IF分配ユニットおよび85320A/Bミキサ・モジュール

85309 LO/IF分配ユニットと85320A/Bミキサは、マイクロ波信号をPNAで測定可能なIF信号にダウンコンバートします。分配周波数コンバータは、外部ミキサを使ってダウンコンバージョンを行います。ミキサは被試験アンテナの近くに配置でき、動作周波数は選択した外部ミキサの周波数レンジに依存します。

特長

- ミキサを被試験アンテナの近くに配置できるので、RFケーブルの損失を最小にできます。
- 18 GHzまでの基本波ミキシングにより高い感度を実現します。
- 不要なスプリアス信号を除去できます。

概要

85309A LO/IF分配ユニットは、LO信号増幅器を内蔵し、パワーを増幅してRFケーブルでミキサに供給します。出力パワーを大きくすることで、ミキサを85309Aから7 m以上離して配置できます。また、チャネルごとに独立したLO増幅器を使用しているので、チャネル間のアイソレーションは100 dBに達し、基準チャネルからテスト・チャネルへの信号リーケージを最小にでき、測定確度を向上できます。さらに85309AにはIF増幅器も内蔵されています。これはレシーバに対するプリアンプの役割を果たし、システム全体の雑音指数を大幅に低減します。

基準ミキサのディテクタにより、適切なLOドライブ・パワーがミキサに供給されます。基準ミキサとテスト・ミキサに同じLOドライブ・パワーを供給するために、両方のミキサに使用するケーブルを同じ長さにし、ケーブル損失を等しくします。

基準IFチャネルには、20 MHzより低い周波数を通すフィルタが装備されています。これにより、PNAのオプション014とPNAオプションH11に対して適切なIF信号を供給できます。

仕様
公称チャネル性能

表7 85309A仕様

特性	最小値	代表値	最大値	単位	条件
周波数レンジ	0.3	18 ¹		GHz	
パワー出力 (LOポート)		19 ²		dBm	
出力パワー・チャネル・ トラッキング			±2	dB	
LO入力リターン・ロス		9		dB	
LO出力リターン・ロス		7		dB	
IFチャネル小信号利得	21		25	dB	20 MHz、 -35 dBm入力

1. 最高測定周波数は選択したミキサに依存します。ミキサの選択により50 GHzまでの測定が可能ですが、基本波ミキシングは18 GHzまでに制限されています。
2. ミキサ固有のパワー・レベルについては図26を参照してください。

絶対最大定格

LO入力パワー (CW)	+23 dBm
基準チャネルIF入力パワー (CW)	+13 dBm
基準チャネル・ディテクタ入力	±20 Vdc
Pos. Z/プランギング入力	±10 Vdc
保管温度	-40 ~ +75°C
動作温度	0 ~ +55°C

リモート・ミキサの距離

ミキサには一定のLO ドライブ・パワー・レベルが必要です。85309A LO/IF分配ユニットの出力パワーとケーブルのRF損失によって、許容可能な最大ケーブル長が決まります。最大ケーブル長は以下の式で計算できます。

$$\text{ケーブル長 (信号源から85309Aへ) (m)} = (P_{\text{OUT信号源}} - P_{\text{IN}85309A}) / (\text{周波数でのケーブル損失/m})$$

$$\text{ケーブル長 (85309Aからミキサへ) (m)} = (P_{\text{OUT}85309A} - P_{\text{IN} \text{ミキサ}}) / (\text{周波数でのケーブル損失/m})$$

下の図は、各ミキサ構成のパワー・レベルを示しています。

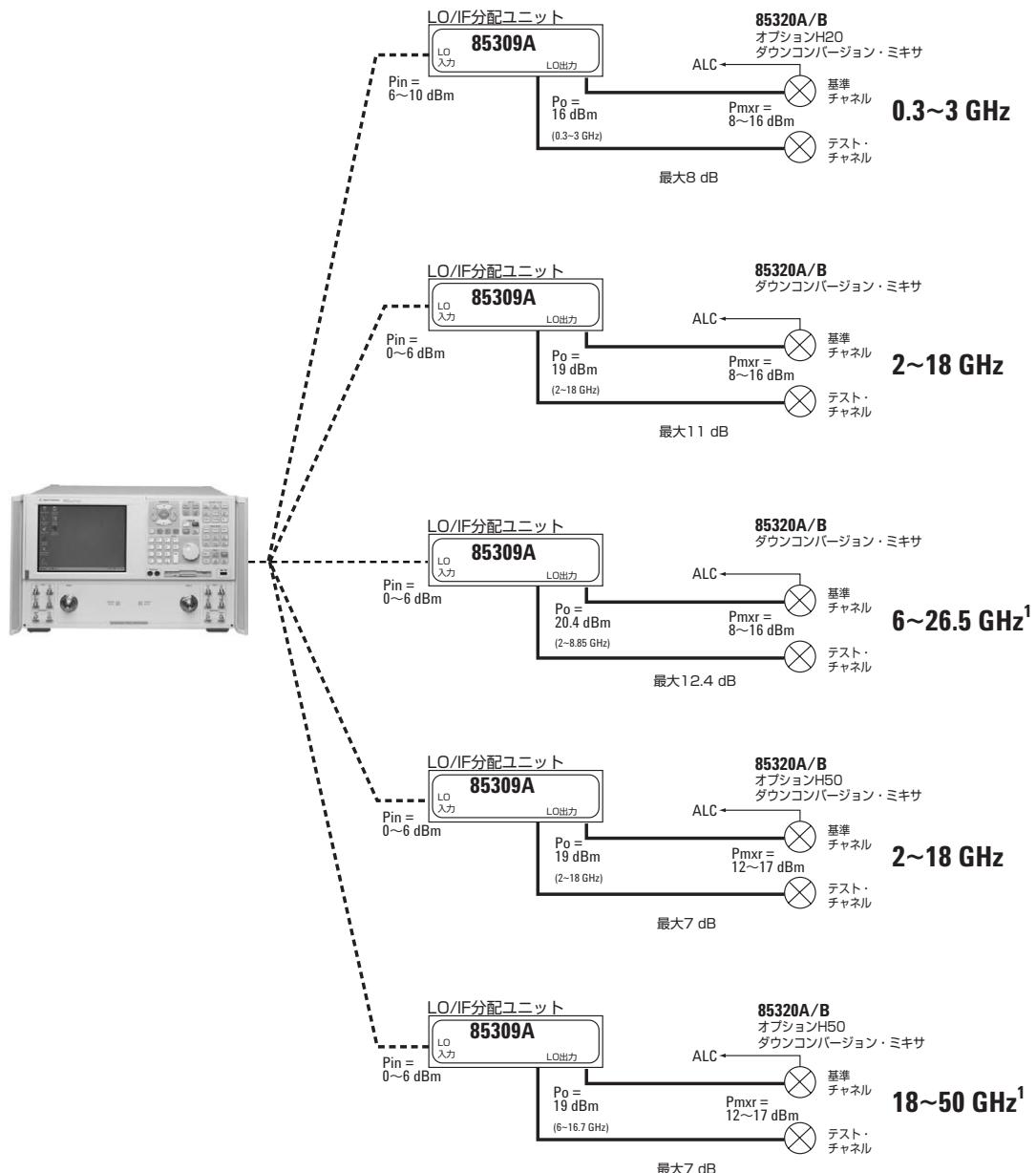


図26 85309Aの外部ミキサ構成

85309Aのオプション

オプション001	テスト・チャネルを1つ追加。合計2つのテスト・チャネルと1つの基準チャネルを提供。
オプション002	テスト・チャネルを2つ追加。合計3つのテスト・チャネルと1つの基準チャネルを提供。
オプション908	ラック・マウント・キット、ハンドルなし
オプション918	ラック・マウント・キット、ハンドル付き
オプション910	マニュアルの追加

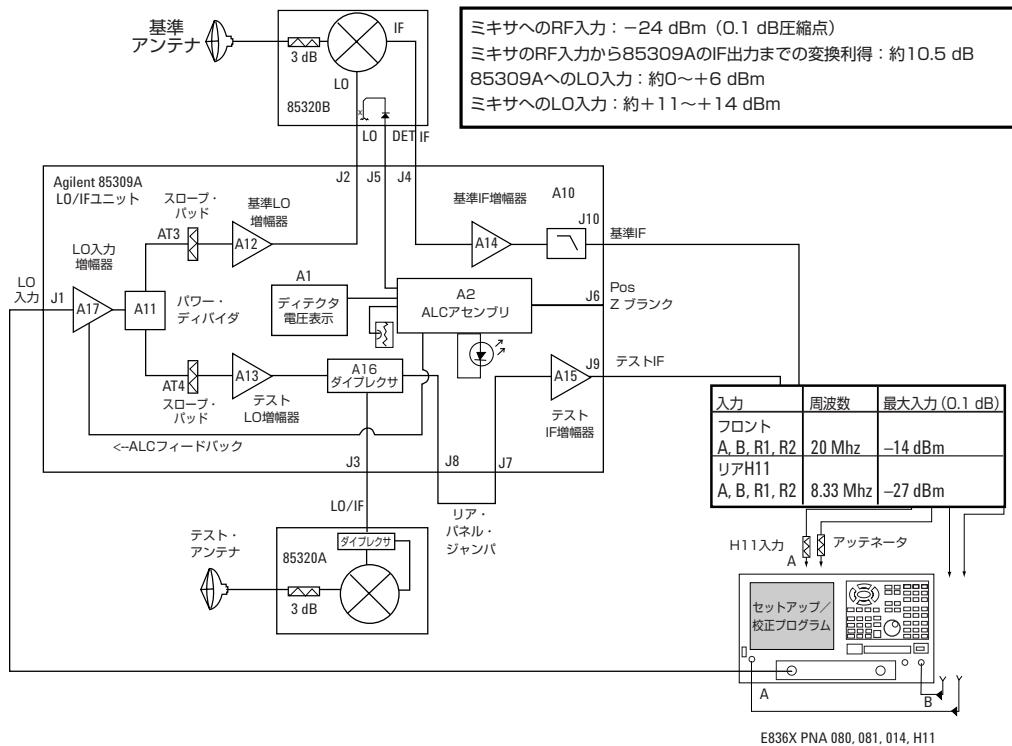
1. ミキサは3次高調波モードで動作

スペシャル・オプション

アプリケーションによっては、標準の85309Aで可能な距離よりも遠くにミキサを配置しなければならない場合があります。距離を伸ばすには、85309AからのLO出力パワーを上げる必要があります。このためにいくつかのスペシャル・オプションが用意されています。このカタログの85309A-H30のセクションを参照してください。

その他の情報

コネクタ	N型 (メス)
環境	動作条件: 0~55°C
保管条件	-40~75°C、相対湿度5~90%、非結露。
消費電力	47.5~66 Hz、100~120または220~240 Vac (±10%)、最大125 VA
質量	15.5 kg
外形寸法	幅460 mm×高さ133 mm×奥行き533 mm



* H11の損傷レベルは-20 dBm

図27 85309A LO/IF分配ユニットのブロック図

85309A-H30/H31/H32ハイ・パワーLO/IF分配ユニット

85309A-H30/H31/H32は、85309A LO/IF分配ユニットのハイ・パワー・バージョンです。

85309A-H30：大出力パワー、テスト・チャネル×1、基準チャネル×1

85309A-H31：大出力パワー、テスト・チャネル×2、基準チャネル×1

85309A-H32：大出力パワー、テスト・チャネル×3、基準チャネル×1

仕様

表8 85309A-H30/H31/H32の仕様

特性	最小値	代表値	最大値	単位	条件
周波数レンジ	0.3		18	GHz	
出力パワー	+21.5	>+24.5 ¹ >+25 ¹		dBm	0.3~0.5 GHz、0 dBm入力 +6 dBm入力
出力パワー	+22.75	>+25 ¹		dBm	0.5~3 GHz、0 dBm入力 +6 dBm入力
出力パワー	+24.75	>+27 ¹ >+30 ¹		dBm	3~6.2 GHz、0 dBm入力 +6 dBm入力
出力パワー	+22.75	>+26 ² >+25 ¹ >+28 ¹		dBm	6.2~18 GHz、0 dBm入力 +6 dBm入力
出力パワー・チャネル・トラッキング			±2	dB	0.3~18 GHz 0または +6 dBm入力
LO入力リターン・ロス	9			dB	0.3~18 GHz 0または +6 dBm入力
LO出力リターン・ロス	7			dB	0.3~18 GHz 0または +6 dBm入力
IFチャネルの小信号利得	21		25	dB	20 MHz、-35 dBm入力

1. 85309A-H32のテスト・チャネル3での代表値

2. 85309A-H32のテスト・チャネル3、6~9 GHz、0 dBm入力での代表値

絶対最大定格

LO入力パワー (CW)	+23 dBm
基準チャネルIF入力パワー (CW)	+13 dBm
基準チャネル・ディテクタ入力	±20 Vdc
Pos. Z/ブランкиング入力	±10 Vdc
保管温度	-40~+85°C
動作温度	0~+50°C

その他の情報

コネクタ N型 (メス)

下の図は、各ミキサ構成のパワー・レベルを示しています。

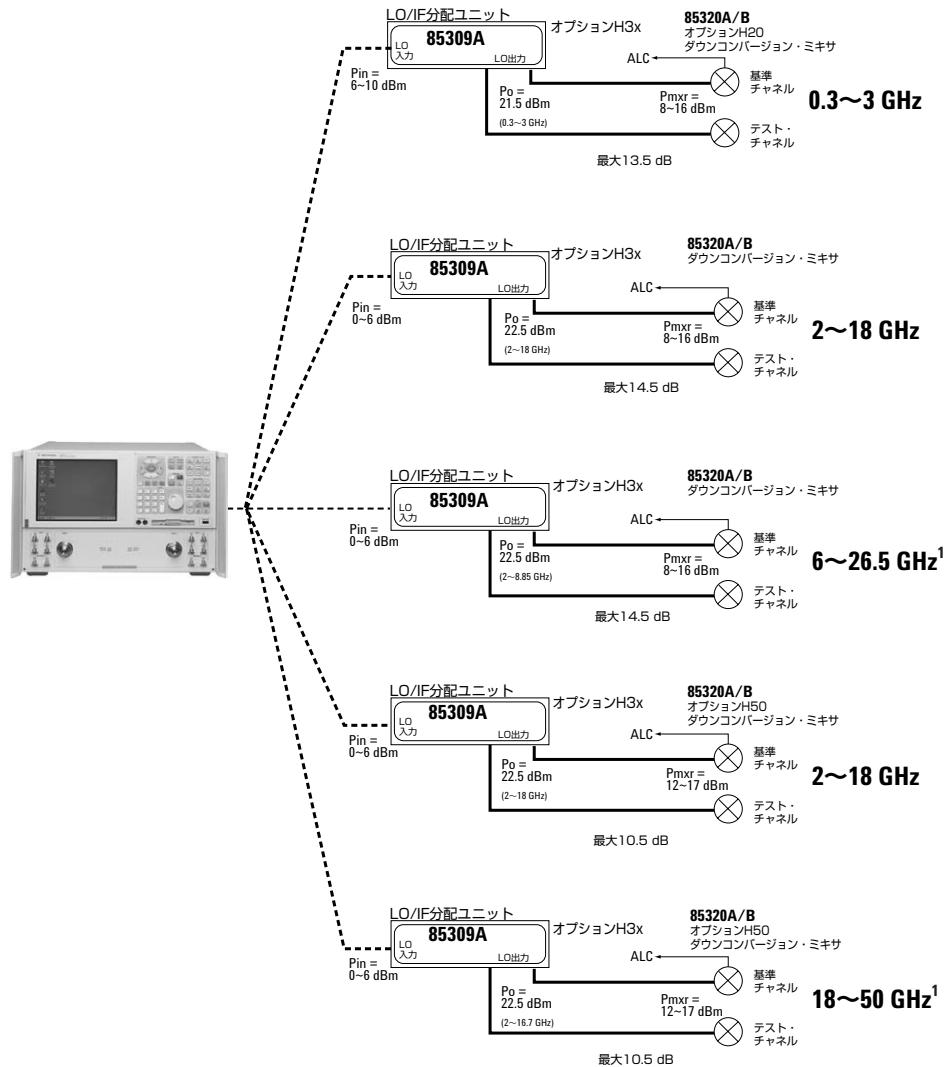


図28 85309AオプションH30/H31/H32の外部ミキサ構成

1. ミキサは3次高調波モードで動作

85320A/Bミキサ・モジュール



図29 85320A/Bミキサ・モジュール

85320A/B、85320A/B-H20、85320A/B-H50ミキサ・モジュールは、85309A LO/IF分配ユニットと組み合わせて使用します。各測定システムに、基準ミキサ（Bモデル）1台と、テスト・ミキサ（Aモデル）1～3台が必要です。これらのミキサは、85309Aとの組み合わせで、マイクロ波周波数をPNAネットワーク・アナライザで測定可能なIF信号にダウンコンバートします。

特長

ミキサ・モジュールは広帯域であり、オプション番号によって動作周波数が異なります。35320A/B-H20は低周波モジュールであり、300 MHz～3 GHzで基本波ミキシング・モードで動作します。85320A/Bは、基本波ミキシング・モードで1～18 GHz、3次高調波ミキシング・モードで6～26.5 GHzの周波数レンジで動作します。35320A/B-H50は、基本波ミキシング・モードで2～18 GHz、3次高調波ミキシング・モードで18～50 GHzの周波数レンジで動作します。基本波ミキシング・モードの方が変換損失が小さく、感度が高くなります。

85320Aテスト・ミキサ

85320A、85320A-H20、85320A-H50には、LO入力とIF出力を1つの同軸コネクタに結合するダイブレクサが内蔵されています。これは、ロータリー・ジョイントを採用したシステムの場合に便利です。

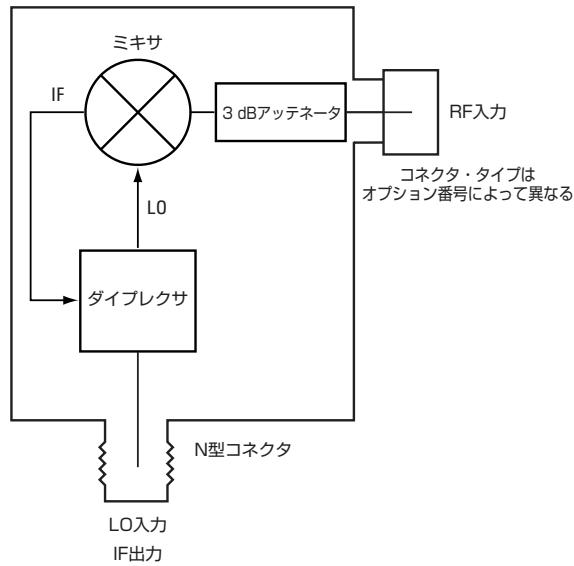


図30 85320Aテスト・ミキサ

85320B基準ミキサ

85320B、85320B-H20、85320B-H50には、85309A LO/IF分配ユニットにレベリング信号を供給するレベリング結合器／ディテクタが内蔵されています。これにより、レベリングされたLOドライブ・パワーをミキサに供給できます。

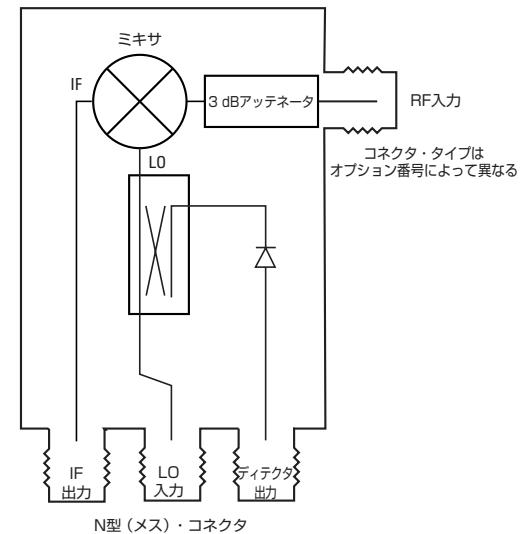


図31 85320B基準ミキサ

仕様			
周波数レンジ			
85320A/B-H20	基本波ミキシング・モード	300 MHz～3 GHz	
85320A/B	基本波ミキシング・モード	1～18 GHz	
85320A-H50	基本波ミキシング・モード	2～18 GHz	
85320A-H50	3次高調波モード	18～50 GHz	

最大入力レベル

入力における最大DC電圧	10 V
RF/LO入力における最大信号レベル	+20 dBm (オプションH20)
	+26 dBm (標準、オプションH50)

表9 LO信号パワー

	LO周波数	最小パワー	パワー(代表値)	最大パワー
85320A/B-H20	0.3～3 GHz	+8 dBm	+10 dBm	+16 dBm
85320A/B	1～18 GHz	+7.5 dBm	+11 dBm	+16 dBm
85320A/B-H50	2～18 GHz	+12 dBm	+14 dBm	+17 dBm

表10 変換損失

	周波数レンジ	LO高調波	損失(代表値)	最大損失
85320A/B-H20	300 MHz～3 GHz	1	-10 dB	-14 dB
85320A/B	1～2 GHz	1	18.0 dB	22 dB
	2～3 GHz	1	12.0 dB	16 dB
	3～5 GHz	1	11.0 dB	15 dB
	5～18 GHz	1	14.7 dB	17 dB
	6～8 GHz	3	23.8 dB	26 dB
	8～16 GHz	3	26.5 dB	28 dB
	16～26.5 GHz	3	28.5 dB	33 dB
85320A/B-H50	2～18 GHz	1	-12 dB	
	18～50 GHz	3	-28 dB	

コネクタ・タイプ

RF入力

N型（メス）（オプションH20）

3.5 mm（オス）（標準）

2.4 mm（オス）（オプションH50）

その他のコネクタ

N型（メス）

環境特性

動作条件

0～+55°C

保管条件

0～+45°C（オプションH50）

-40～+75°C、相対湿度5～90%、非結露

外形寸法

85320A（コネクタを除く）

幅97 mm×長さ122 mm×奥行き34 mm

（オプションH20、H50）

幅83 mm×長さ122 mm×奥行き33 mm（標準）

85320B（コネクタを除く）

幅97 mm×長さ186 mm×奥行き31 mm

（オプションH20、H50）

幅92 mm×長さ185 mm×奥行き25 mm（標準）

質量

85320A-H20 700 g

85320A 615 g

85320A-H50 794 g

85320B-H20 840 g

85320B 840 g

85320B-H50 1021 g

増幅器

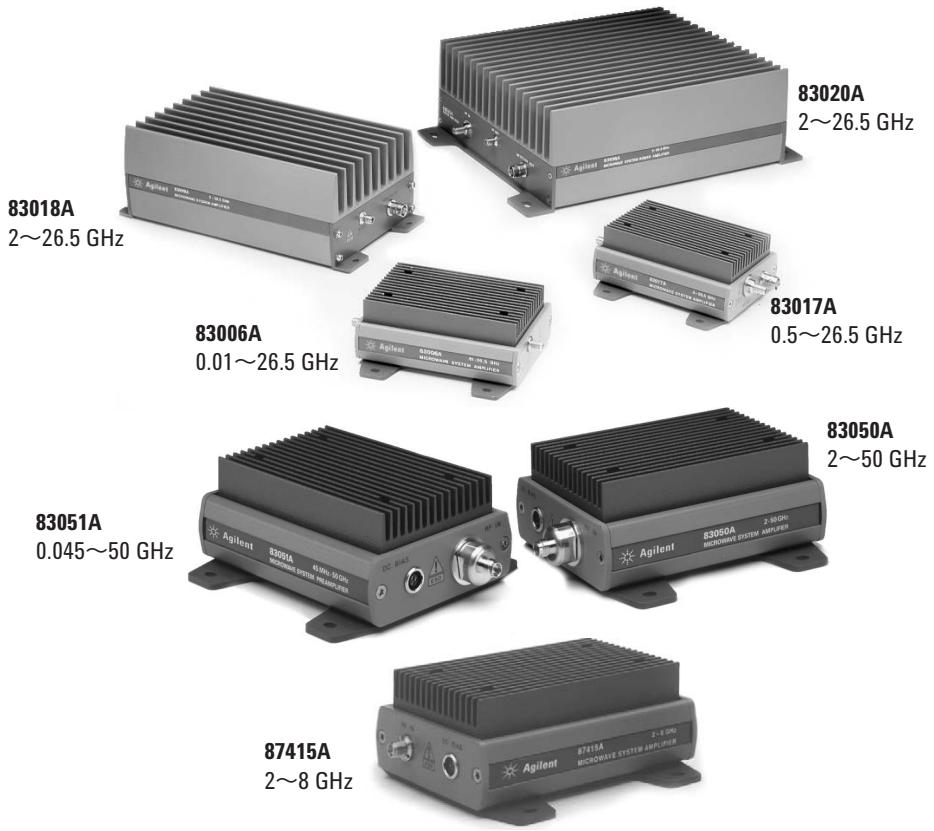


図32 増幅器

Agilentでは、アンテナ/RCSレンジ用に使用できるさまざまな増幅器を用意しています。これらの増幅器は小型で、高い利得と出力パワーを提供します。増幅器には外部電源が必要です。増幅器の詳細については、83000A Series Microwave System Amplifiers (カタログ番号5963-5110E) を参照してください。また、Agilent 87415A Technical Overview (カタログ番号5091-1358E)、Agilent 87405Aデータシート (カタログ番号5091-3661E) も参照してください。

表11 増幅器の仕様

モデル	周波数 (GHz)	P _{sat} での出力パワー (dBm/mW)	P _{1dB} での出力パワー (dBm/mW) (最小値)	利得 (dB) (最小値)	雑音指数 (dB) (代表値)	ディテクタ ¹ 出力/DCコネクタ	RFバイアス (公称値)	コネクタ (入力/出力)
83006A	0.01~26.5	+18/64 (代表値) (10 GHzまで)	+13/20(20 GHzまで)	20	13(0.1 GHzまで)	なし	+12 V @ 450 mA	3.5 mm (メス)
		+16/40 (代表値) (20 GHzまで)	+10/10(26.5 GHzまで)		8(18 GHzまで)		-12 V @ 50 mA	
		+14/25 (代表値) (26.5 GHzまで)			13(26.5 GHzまで)			
83017A	0.5~26.5	+20/100 (代表値) (20 GHzまで)	+18/64(20 GHzまで)	25	8(20 GHzまで)	あり/BNC(メス)	+12 V @ 700 mA	3.5 mm (メス)
		+15/32 (代表値) (26.5 GHzまで)	(18~0.75Δf) dBm ²	13(26.5 GHzまで)			-12 V @ 50 mA	
			(64~7.8Δf) mw ²					
			(20≤f≤26.5 GHz)					
83018A	2~26.5	+24/250 (最小値) (20 GHzまで)	+22/160(20 GHzまで)	27(20 GHzまで)	10(20 GHzまで)	あり/BNC(メス)	+12 V @ 2 A	3.5 mm (メス)
		+21/125(最小値) (26.5 GHzまで)	+17/50(26.5 GHzまで)	23(26.5 GHzまで)	13(26.5 GHzまで)		-12 V @ 50 mA	
83020A	2~26.5	+30/1000 (最小値) (20 GHzまで)	+27/500(20 GHzまで)	30(20 GHzまで)	10(20 GHzまで)	あり/BNC(メス)	+15 V @ 3.2 A	3.5 mm (メス)
		(30~0.7Δf) dBm (最小値) ²	+23/200(26.5 GHzまで)	27(26.5 GHzまで)			13(26.5 GHzまで)	-15 V @ 50 mA
			(1000~65Δf) mw (最小値) ²					
			(20≤f≤26.5 GHz)					
83050A	2~50	+20/100 (最小値) (40 GHzまで)	+15/32(40 GHzまで)	23	6(26.5 GHzまで)	なし	+12 V @ 830 mA	2.4 mm (メス)
		(19~0.2Δf) dBm ³	+13/20(50 GHzまで)		10(50 GHzまで)		-12 V @ 50 mA	
		(80~3.1Δf) mw ³						
		(40<f≤50 GHz)						
83051A	0.045~50	+12/16 (最小値) (45 GHzまで)	+8/6(45 GHzまで)	23	12(2 GHzまで)	なし	+12 V @ 425 mA	2.4 mm (メス)
		+10/10 (最小値) (50 GHzまで)	+6/4(50 GHzまで)		6(26.5 GHzまで)		-12 V @ 50 mA	
					10(50 GHzまで)			
87405A	0.01~3	+26/400 (代表値)	+4/2.5	22 (最小値)	6.5(2 GHzまで)	なし	+15 V @ 80 mA	N (メス)
				27 (最大値)	7.5(3 GHzまで)			N (オス)
87415A	2~8	+26/400 (代表値)	+23/200	25	13	なし	+12 V @ 900 mA	SMA (メス)

1. ディテクタ出力は、テスト・ポートでのパワーのレベリングに使用できます。

2. Δf=f (GHz) -20

3. Δf=f (GHz) -40

すべての増幅器には、一端がコネクタで一端が裸線の2 mの電源ケーブルが付属しています。

推奨電源

83020A増幅器用の推奨電源は87422Aです。他のすべての増幅器に対する推奨電源は87421Aです。増幅器と電源を接続するためのコネクタ付きの2 mの電源ケーブルがすべての電源に付属しています。

表12 電源の仕様

モデル	AC入力電圧	DC出力 (公称値)	出力パワー	サイズ (高さ、幅、奥行き)
87421A	100~240 Vac 50/60 Hz	+12 V @ 2.0 A, -12 V @ 200 mA	最大25 W	57、114、176 mm
87422A ¹	100~240 Vac 50/60 Hz	+15 V @ 3.3 A, -15 V @ 50 mA +12 V @ 2.0 A, -12 V @ 200 mA	最大70 W	86、202、276 mm

1. ±15 V出力は83020Aへの電源供給用、±12 V出力は他の増幅器への電源供給用に使用できます。

マルチチャネル測定



図33 2、4ポートPINスイッチ

注記

85331Bおよび85332Bには、スイッチ・コントロール・ユニットは付属していません。85330Aマルチチャネル・コントローラを使用してシステムを構成する場合は、スイッチ・コントロール・ユニットを別途注文する必要があります (Agilentパート番号85331-60061)

85331B 1P2T PINスイッチ (0.045~50 GHz)

85332B 1P4T PINスイッチ (0.045~50 GHz)

85331B/85332B PINスイッチは小型で防水性のスイッチで、テスト・チャネルの切り替え使用します。これらの高性能PINスイッチは、90 dBのアイソレーション、低損失、45 MHz~50 GHzの帯域幅を備えています。また電波吸収性があり、優れたインピーダンス整合を示し、正確な測定が行えます。図34に、送信アンテナとAUTにPINスイッチを接続した代表的な構成を示します。

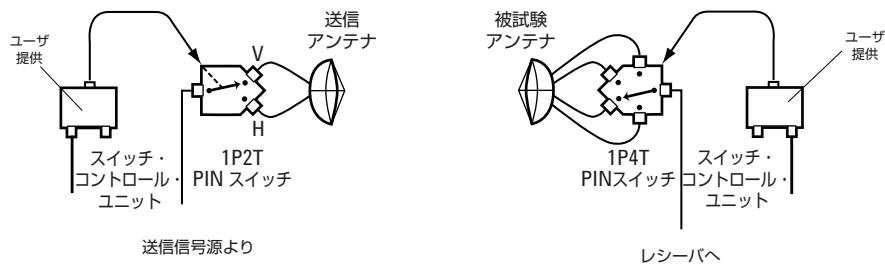


図34 代表的なマルチチャネル、マルチ周波数システムの構成

アプリケーションの柔軟性

遠方界アンテナ測定

これらの製品は、複数のテスト・ポートを持つアンテナや、水平／垂直偏波応答の測定が必要なアプリケーションに最適です。1個のPINスイッチで送信偏波を切り替え、もう1個のPINスイッチでアンテナのテスト・ポートを切り替えます。この方法を使用すると、各テスト・ポートの水平／垂直偏波応答をアンテナの1回の回転で測定できます。

近傍界アンテナ測定

近傍界アプリケーションでは、アンテナの1回のスキャンで、複数の周波数でのアンテナの水平／垂直偏波応答を測定できます。デュアル偏波応答の場合は、PINスイッチを使って2つのプローブの偏波をすばやく切り替えることができます。

レーダ断面積測定

レーダ断面積（RCS）アプリケーションでは、送信／受信偏波を切り替えることにより、偏波RCS測定が容易に行えます。

複雑なスイッチ構成

複数の出力を持つ複雑なPINスイッチ・ツリーを容易に構成できます。図35に、複数のPINスイッチを使用した概念的な構成を示します。このような構成は、フェーズド・アレイ・アンテナ測定に用いられます。

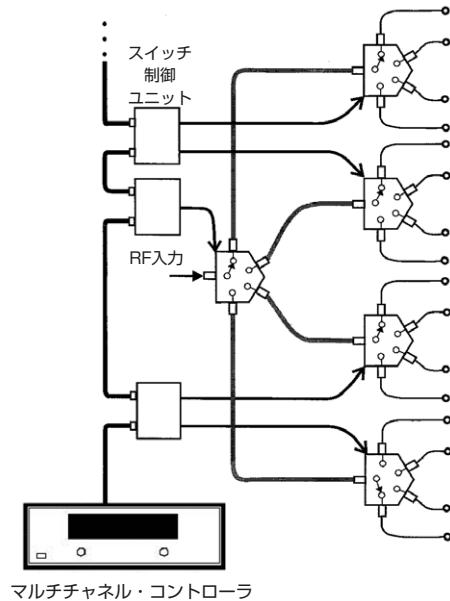


図35 モジュラ・コンポーネントから構成された1P16Tスイッチ構成の例

スイッチの仕様

表13 85331/32B仕様

モデル番号	周波数レンジ (GHz)	オンS21 (dB)	オフS21 (dB)	オフS22 (dB)	オンS22 (dB)	オンS11 (dB)	最大パワー (dBm)
85331B	0.045~0.5	-2.0	-85	-19.0	-10.0	-10.0	+27
	0.5~18	-4.5	-90	-19.0	-10.0	-10.0	+27
	18~26.5	-6.0	-90	-12.5	-6.0	-5.5	+27
	26.5~40	-10.0	-85	-10.0	-6.0	-4.5	+27
85332B	0.045~0.5	-2.0	-85	-19.0	-9.0	-10.0	+27
	0.5~18	-4.5	-90	-19.0	-9.0	-10.0	+27
	18~26.5	-7.0	-90	-12.5	-5.0	-5.5	+27
	26.5~40	-12.0	-85	-10.0	-4.5	-4.0	+27

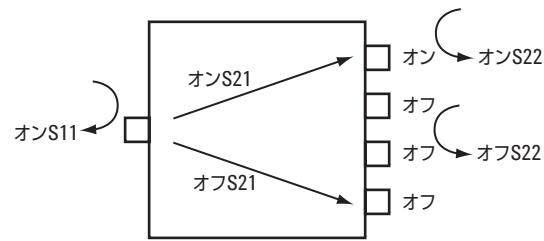


図36 スイッチのオン／オフ状態でのスイッチのポート整合の定義

その他の情報

PINスイッチのコネクタ

すべてのRFポートは2.4 mm (メス) です (2.4 mm (オス)-3.5 mm (メス) のアダプタがすべてのRFポート用に付属しています)。バイアス・コネクタにはLEMO 7ピン・プラグ#FGG.1K.307.CLAC60を接続できます。

ドライブ・レベル

ピン位置については図37を参照してください。バイアス・コネクタの外側リングにあるノッチと赤いマークは参考用です。

ポートをオンにするには、 -7 Vdc ($\pm 0.35\text{ V}$) のバイアス電圧を供給します。電流は約41 mAです。ポートをオフにするには、 $+6.3\text{ Vdc}$ ($\pm 0.32\text{ V}$) のバイアス電圧を供給します。電流は約95 mAです。

一度にオンにできるポートは1つだけで、全ポートをオフにすることもできます。

全ポートがオフの状態での全電流は、85332Bで約400 mA、85331Bで約200 mAです。

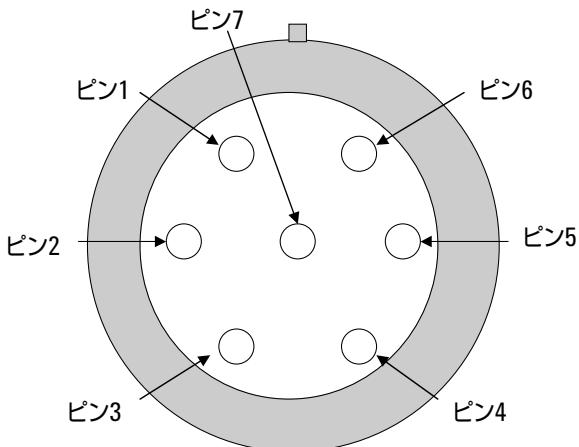


図37 バイアス・コネクタのピン位置（拡大図）

注記

Agilentのチャネル・パートナーから、スイッチに必要なコントロール、インターフェース、タイミング機器が提供されています。

ピン1=ポート1オン／オフ・バイアス

ピン2=ポート2オン／オフ・バイアス

ピン3=ポート3オン／オフ・バイアス (85331Bでは未使用)

ピン4=ポート4オン／オフ・バイアス (85331Bでは未使用)

ピン5=コモン／グラウンド (0 Vdc)

ピン6、7=未使用

外形寸法、質量

65 mm × 70 mm × 70 mm

約0.35 kg

環境条件

動作条件

温度 $-20\text{ }^\circ\text{C}$ ~ $55\text{ }^\circ\text{C}$

湿度 5~95% (40°C以下、非結露)

保管条件

温度 $-40\text{ }^\circ\text{C}$ ~ $70\text{ }^\circ\text{C}$

湿度 5~95% (65°C以下、非結露)

電源

外部コントローラから供給

測定の自動化

AgilentのPNAネットワーク・アナライザは、アンテナ測定を自動化するためのいくつかのインターフェースを備えています。アプリケーションは外部コンピュータでもPNAに内蔵されたMicrosoftオペレーティング・システムでも実行することができます。測定を自動化すると、周波数掃引やアンテナ・パターン測定などをすばやく実行できます。

PNAシリーズ・ネットワーク・アナライザには、外部ソフトウェアと通信するための接続方法として、GPIBとLANの2種類があります。どちらを使用するかは、アナライザとの通信に用いられるプロトコルによって決まります。

PNAをリモート制御するには2つの方法があります。COM (Component Object Model)とSCPI (Standard Commands for Programmable Instrumentation)です。COMプロトコルにはLAN接続が必要です。SCPIプロトコルは、GPIBで直接使用することも、SICL (Standard Instrument Control Library) I/Oライブラリを使ってLAN接続で使用することもできます。

COMはバイナリ・プロトコルを使用して、PNAの機能を直接起動できます。このため、テキスト・ベースの機器言語であるSCPIよりも効率的です。COMの実行速度は一般的にSCPIより高速で、通常は使いやすさでも勝っています。

SCPIでは、テキスト文字列がPNAに送信され、PNAのSCPIパーサがそれをデコードしてユーザが要求した情報を解釈し、コマンドを実行します。

通常PNAの内蔵PCを使ってテスト・コードを実行した方がCOMとSCPIのどちらの場合にも、最大のスループットが得られます。ただし、テスト・コードがシステム・リソース (CPUサイクルやメモリ) を過大に消費する場合は、PNAの性能が低下する可能性があります。

詳細については、PNAに内蔵されたヘルプ・ファイルを参照するか、www.agilent.co.jp/find/pnajからヘルプ・ファイルをダウンロードしてください。COM/DCOMの詳細については、アプリケーション・ノート1408-13、Agilentカタログ番号5980-2666JAを参照してください。

ユーザは、ソフトウェアを独自に開発することも、Agilentのチャネル・パートナーと協力してコードを開発することもできます。Agilentのチャネル・パートナーは、PNAドライバ用のソフトウェアを提供しています。

付録1： PNAのセキュリティ 機能

用語と定義

クリアリング：メディアを再使用する前にメディア上のデータを消去して、機器の標準インターフェースではデータを読み取れないようにすること。クリアリングは通常、ある程度保護された環境に機器をインストールする場合に使用されます。

サニタイゼーション：記憶されたデータを消去して、既知のいかなる技術を使っても復元できないようにすること。サニタイゼーションが必要となるのは、例えば機器を校正のために工場に返送する場合のように、保護された環境から保護されていない環境に機器を移動する（機器の機密扱いが解除される）場合です。Agilentのメモリ・サニタイゼーション手順は、米国DSS（Defense Security Service）によって指定された要件を満たすように設計されています。これらの要件については、Cognizant Security Agency (CSA) が公表した"Clearing and Sanitization Matrix"に概要が記されており、National Industrial Security Program Operating Manual (NISPOM) DoD 5220.22M ISL 01L-1セクション8-301にリファレンスがあります。

セキュリティ消去：Agilent機器のクリアリングまたはサニタイゼーション機能を指します。

機器の機密扱いの解除：機器を校正のために返送する場合のように、機器を保護された環境から外に移動する場合に実行する必要がある手順。機密扱いの解除手順には、メモリのサニタイゼーションまたはメモリの除去が含まれます。Agilentの機密扱いの解除手順は、DSS NISPOMセキュリティ・ドキュメント（DoD 5220.22M第8章）で指定された要件を満たします。

PNAのメモリ

ここでは、PNAで使用可能なメモリのサイズ、用途、場所、揮発性、サニタイゼーション手順について説明します。

メモリの種類	通常動作中の書き込み	電源オフ時のデータ保持	目的／内容	データ入力方法	機器内の場所と備考	サニタイゼーション手順
メイン・メモリ (SDRAM)	可	なし	ファームウェア 動作用のメモリ	オペレーティング・ システム (ユーザからは不可)	CPUボード	電源の入れ直し
ハード・ディスク・ ドライブ	可	あり	ユーザ・ファイル (校正／機器ステートを 含む)	ユーザ保存データ	リア・パネルから 取り外し可能	
EEPROM	不可	あり	機器情報（シリアル番号、 インストール済みオプション、 補正定数など）	工場または正規の サービス技術者のみ	ほとんどのPCボードに 1、2、または3個の EEPROMが存在	

メモリのクリアリング、サニタイゼーション、除去手順

ここでは、PNAのメモリのクリアリング、サニタイゼーション、除去手順について説明します。PNAのメモリのうち、通常動作中に書き込みが可能で、クリアリングおよびサニタイゼーション手順が機器のリブートなどの自明な手順でないものが対象となります。現在この対象となるのはハード・ディスク・ドライブのみです。

タイプ	ハード・ディスク・ドライブ
クリアリング	ユーザ・ファイルを削除し、ごみ箱を空にする
サニタイゼーション	ハード・ディスク・ドライブを取り外し、新品または未使用の ハード・ディスク・ドライブに交換する。詳細については PNAサービス・マニュアルを参照。
除去	ハード・ディスク・ドライブを取り外す。
書き込み保護	—

ユーザおよびリモート・インターフェースのセキュリティ対策

画面および注釈表示の非表示

PNAの画面とプリントアウトに周波数情報が表示されないようにすることができます。PNAのメニューからセキュリティ・レベルを設定するには、System、Securityをクリックします。セキュリティ・レベルをLowまたはHighに設定すると、以下の部分に周波数情報が表示されなくなります。

- 表示注釈
- 校正プロパティ
- すべての表
- すべてのツールバー
- すべてのプリントアウト
- GPIBコンソール：NoneまたはLowに設定すると、非表示になりません。Highに設定すると、GPIBコンソールは非アクティブになります。

以下の部分では、セキュリティ・レベルと無関係に周波数情報は非表示になります。

- 周波数コンバータ・アプリケーション（オプション083）のダイアログ・ボックスとプリントアウト
- サービス・プログラム
- ユーザのCOMまたはSCPIプログラム

USB大容量記憶装置のセキュリティ

Windows XP SP2でのUSB書き込み機能を禁止するには、次のレジストリ・キーを新規作成します。

HKLM\System\CurrentControlSet\Control\StorageDevicePolicies

その中に、**WriteProtect**という**REG_DWORD**エントリを作成します。これを"1"に設定すると、USB ドライブからは読み込みだけが可能で書き込みはできなくなります。

リモート・アクセス・インターフェース

I/Oポートからはすべてのユーザ設定、ユーザ・ステート、画面イメージにアクセスできるため、リモート・アクセスが可能なI/Oポートのセキュリティを確保するには、ユーザがI/Oポートへのアクセスを物理的にコントロールする必要があります。

I/Oポートには、RS-232、GPIB、LANがあります。

LANポートは、すべてのWindowsベースのコンピュータに共通の以下のサービスを提供します。これらは選択的に無効にできます。

- http
- ftp
- ソケット
- telnet

このほかに'ping'サービスがあり、これは選択的に無効にできません。これは、接続された機器のIPアドレスを調べ、インターネット経由で機器のセットアップを問い合わせるためのものですが、コードに割り込むためにも使用できます。

故障した機器の機密扱いの解除手順

工場からの出荷時には、すべてのPNAのハード・ディスク・ドライブにPNA固有のファイルが記憶されています。ハード・ディスク・ドライブを交換する際には、仕様を実現するために、PNA固有のファイルを新しいハード・ディスク・ドライブにコピーする必要があります。これらのファイルはすべて、名前の先頭が`mxcalfiles_`であり、以下のディレクトリに存在します。

C:\Program Files\Agilent\Network Analyzer

PNAを保護された区域から持ち出す際には、次の手順でPNAの機密扱いを解除してください。

1. PNAを新たに受領した場合、あるいはこのステップを以前に実行したことがない場合は、"`mxcalfiles_`"で始まるファイルをハード・ディスク・ドライブからフロッピー・ディスクにコピーします。このディスクは保護されていない区域で保管します。
2. 交換用のハード・ディスク・ドライブを購入し、フロッピー・ディスクとともに保管します。このハード・ディスク・ドライブには「未保護」と明確にマークを付けます。
3. 保護されたハード・ディスク・ドライブをPNAから取り外し、保護された区域に保管します。
4. PNAを保護された区域から持ち出し、「未保護」のハード・ディスク・ドライブをインストールします。
5. まだ実行していない場合は、"`mxcalfiles_`"で始まるファイルを、フロッピー・ディスクから未保護のハード・ディスク・ドライブの上記のディレクトリにコピーします。

PNAを保護された区画に戻す際には、次の手順を実行します。PNAのサービスでは、補正定数の再作成が行われる場合があります。定数のほとんどはボード上のEEPROMに記憶されるため、特別な操作は不要です。例外は"`mxcalfiles_`"で始まるファイルです。以下を参照してください。

1. PNAをサービスに出した場合は、"`mxcalfiles_`"で始まるファイルが更新されているかどうかを調べます（最終更新日付を見ます）。更新されている場合は、保護されたハード・ディスク・ドライブ上で更新するために、該当するファイルをフロッピー・ディスクにコピーします。
2. 未保護のハード・ディスク・ドライブを取り外し、PNAを保護された区域に持ち込み、保護されたハード・ディスク・ドライブを再装着します。
3. "`mxcalfiles_`"で始まるファイルが更新されていた場合は、フロッピー・ディスクに保存した新しいファイルをすべて以下のディレクトリにコピーします。

C:\Program Files\Agilent\Network Analyzer

注記

Agilentのすべての測定器のセキュリティ・ページがwww.agilent.com/find/securityにあります。セキュリティ関係の最新情報についてはこのサイトをご覧ください。

付録2： 8510と同様の性能を得るためにPNAのIF帯域幅を選択する方法

8510のアベレージングはPNAのIF帯域幅設定に似ています、どちらもDSPフィルタと類似しています。PNAのIF帯域幅は、8510のポイント・アベレージングに似ています。8510のアベレージング係数を大きくすると、雑音レベルが下がります。アベレージング機能では、8510のすべてのポイントが同じ重みで扱われます。PNAのIF帯域幅も、同様の方法で雑音を減らします。8510ではポイント・アベレージングとトレース・アベレージングのどちらかが用いられ、どちらが用いられるかはハードウェアとソフトウェアのセットアップなどのさまざまな要因に依存します。PNAの場合、トレース・アベレージングよりもIF帯域幅を小さくする方が高速なので、これを使用すべきです。

PNAのIF帯域幅と8510のアベレージングがどのように対応するかは簡単には理解できません。その最大の理由は、8510のダイナミック・レンジがPNAよりも早くロールオフし、8510とPNAの仕様の定義方法が異なるからです。8510のノイズ・フロアはピーク雑音で仕様化されています。PNAの場合はRMSノイズ・フロアで仕様化されています。違いは10.4 dBです。したがって、PNAの値に合わせるためには、8510のノイズ・フロアを10.4 dB改善する必要があります。最も簡単なのは単に測定して調整することです。

等価なPNAのIF帯域幅を求めるには、次の2つのステップを実行します。

1. 8510の雑音レベルの測定
2. 等価なPNAのIF帯域幅の決定（8510の雑音レベルに一致するようにPNAのIF帯域幅を調整）

1.8510の雑音レベルの測定

- 8510で目的の測定を設定します。
- 校正をオフにします。
- 目的のポイントにマーカを置きます。
- 対数振幅を選択します。
- 中心周波数=マーカに設定します。
- スパンを0 Hzに設定します。
- 801ポイントに設定します。
- スムージングをオフにします。
- 基準を画面中央に配置します。
- 基準値=マーカに設定します。
- シングル掃引を選択します。掃引が完了したら以下を続けます。
- 雑音エンベロープの中心が画面中央に来るように基準値を調整します。
- 雑音の広がりが6グリッド・ラインになるようにスケールを調整します。
 - 3つの雑音スパイクがグリッド2または8を通過する必要があります。
 - RMSトレース・ノイズと（大まかに）一致するようにスケーリングします。
TN=スケール：____；____；____；____；____；平均TN=____
 - ステップkから少なくとも3回繰り返します。上記の結果を平均します。

2.等価なPNAのIF帯域幅の決定

- PNAで目的の測定を設定します。
- 校正をオフにします。
- 目的のポイントにマーカを置きます。
- 対数振幅を選択します。
- 中心周波数=マーカに設定します。
- スパンを0 Hzに設定します。
- 801ポイントに設定します。
- トレース統計をオンにします。
- マーカ・データからRMS雑音（標準偏差）を読み取ります。
- 標準偏差=平均TN（ステップ1 mで求めたもの）となるようにPNAのIF帯域幅を調整します。

付録3： 外部信号源の設定方法

PNAとPSG/ESGを図38のように接続します。

1. 信号源の設定：

- a) ステップ・モードを設定します：**start**、**stop**、**number of points**
- b) 手動モードを**on**にします。
- c) 掃引方向を**up**にします。
- d) 掃引の繰り返しを**continuous**にします。
- e) 掃引トリガを**free run**にします。
- f) トリガ出力極性を**Negative**にします。
- g) ポイント・トリガを**Ext. Neg.**にします。
- h) RF出力パワーを**-10 dBm**にします。
- i) RF出力パワーを**ON**にします。

2. PNAの設定：

- a) 入力比を設定します。
 - 1) **Trace > Measure > Measure**を選択します。
 - 2) **Receivers** タブを選択します。
 - 3) **A/B**比を設定します。
 - i) **Activate**ボックスをチェックします。
 - ii) ドロップダウン・メニューで、**Numerator**に"A"、**Denominator**に"B"を選択します。
- b) IF帯域幅を10 kHzに設定します。
 - 1) **Sweep > IF Bandwidth**を選択します。
 - 2) "10 kHz"と入力します。
 - 3) **OK**をクリックします。
- c) 掃引セットアップ・ダイアログ・ボックスを開きます。
 - 1) **Sweep > Sweep Setup**を選択します。
 - 2) **Channel "1"**を選択します。
 - 3) 外部信号源の待ち時間に一致するように待ち時間を設定します（通常は>2 ms）
 - 4) **OK**をクリックします（ダイアログ・ボックスが閉じます）。
- d) 掃引タイプ・ダイアログ・ボックスを開きます。
 - 1) **Sweep > Sweep Type**を選択します。
 - 2) 掃引タイプとして**Linear Frequency**を選択します。
 - 3) 外部信号源の設定に合わせて、ドロップダウン・メニューから掃引プロパティ **start**、**stop**、**number of points**を設定します。
 - 4) **Apply**をクリックし、**OK**をクリックします。
- e) トリガ・ダイアログ・ボックスを開きます。
 - 1) **Sweep > Trigger > Trigger**を選択します。
 - 2) トリガ・ソースを**External**に設定します。
 - 3) トリガ・スコープを**Channel**に設定します。
 - 4) チャネル・トリガ・ステートを"Channel 1"に設定します。
 - 5) **Point sweep**をチェックします。
 - 6) **Continuous**を選択します。
 - 7) **External Trigger**をクリックします（外部トリガ・ダイアログ・ボックスが開きます）。
 - i) チャネル・トリガ遅延を"0usec"に設定します。
 - ii) "Channel 1"を選択します。
 - iii) ソースを**TRIG IN BNC**に設定します。
 - iv) レベル／エッジを**Negative Edge**に設定します。
 - v) **Accept Trigger Before Armed**をチェックします。
 - vi) **Enable Output**をチェックします。
 - vii) 極性：**Negative Pulse**を選択します。
 - viii) 位置：**Before**を選択します。
 - ix) **OK**をクリックします。
 - x) **OK**をクリックします。

f) 外部信号源を手動掃引オンに設定します（これにより、信号源はリスト内の最初の周波数に設定されます）。

g) PNAで**Sweep > Trigger > Hold**を選択し、**Sweep > Trigger > Continuous**を選択します（これにより、PNAは周波数リストの最初のポイントに設定されます）。または、**[RESTART]**を押します。

h) 外部信号源を手動掃引オンからオフに設定します。
これにより、外部信号源のリア・パネルのBNCからトリガ・パルスが出力され、PNAが周波数リスト内で1ポイント進めます。この周波数ステップにより、PNAはリア・パネルのBNCトリガ出力から1個のパルスを出力します。このトリガ・パルスにより、外部信号源はリスト内の次の周波数に移ります。周波数リスト内でこのプロセスを続けて、掃引を繰り返します。

PNAのディスプレイには、比較的平坦なトレースが表示されるはずです。

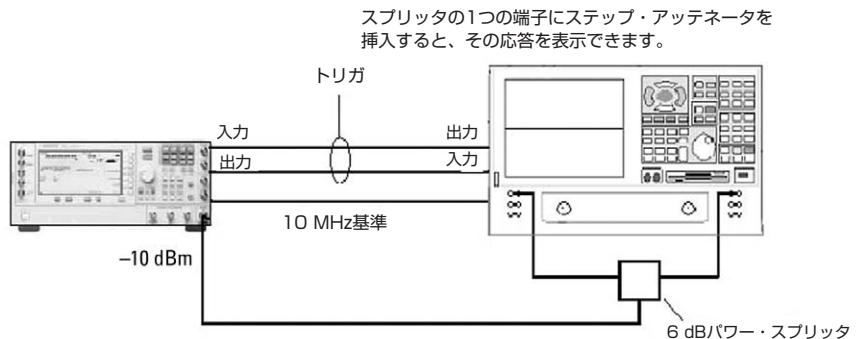


図38 外部信号源の構成

Webリソース

製品情報やカタログについては、以下のWebサイトをご覧ください。

アンテナ・テスト

www.agilent.co.jp/find/antenna

PNAマイクロ波ネットワーク・アナライザ

www.agilent.co.jp/find/pnaj

PNA-Lマイクロ波ネットワーク・アナライザ

www.agilent.co.jp/find/pnal

ENAマイクロ波ネットワーク・アナライザ

www.agilent.co.jp/find/ena

RF/マイクロ波アクセサリ

www.agilent.co.jp/find/accessories

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 (土・日・祭日を除く)

FAX、E-mail、Webは24時間受け付けけています。

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 2006

アジレント・テクノロジー株式会社

電子計測UPDATE

www.agilent.co.jp/find/emailupdates-Japan

Agilentからの最新情報を記載した電子メールを無料でお送りします。

Agilent Direct

www.agilent.co.jp/find/agilentdirect

測定器ソリューションを迅速に選択して、使用できます。

Agilent Open

www.agilent.co.jp/find/open

Agilentは、テスト・システムの接続とプログラミングのプロセスを簡素化することにより、電子製品の設計、検証、製造に携わるエンジニアを支援します。Agilentの広範囲のシステム対応測定器、オープン・インダストリ・ソフトウェア、PC標準I/O、ワールドワイドのサポートは、テスト・システムの開発を加速します。



Agilent Technologies

February 27, 2006

5968-6759JAJP

0000-00DEP