

HP NFメータ 8970A、B の使用方法

NFメータは 周波数ごとの正しいENR値が判っているノイズソースが無いと測定器として機能しません (本体だけだと 粗大ごみなんです)
測定時は使用するノイズソースの周波数ごとのENR値をNFメータに登録し その後キャリブレーションを行うことで AMPなどのNFやゲインが測定出来るように成ります
ノイズソースは同じメーカーの同じ型番でも周波数ごとのENR値は異なります
必ず使用するノイズソースに記載されている数値を個別に入れる必要が有ります
登録したENR値は 電源をOFFしても消える事は有りません
しかし 面倒ながらキャリブレーションは電源を入れるたびにやり直す必要が有ります
このことはしっかり覚えておいて下さい



本器はコンバータを使用すると 26.5GHzまで測定可能ですが 操作は非常に難しいので
コンバータ無で測定可能な 10MHz ~ 1600MHz に限定した使い方の説明を行ないます

以下 ENR値の登録方法 キャリブレーションの方法と 実際のNF測定方法を示します

準備1 ENR値の入力

NFメータの測定結果の信頼性に係わる設定です

本体の電源投入だけでOKです ノイズソースやAMPを接続する必要は有りません

操作手順

SOURCEの ボタンを押す

表示の一番左の周波数の部分のMHzが点滅します

周波数をMHz単位でキー入力し を押します

真ん中の表示のENR値のdBが点滅します

ENR値を入力し 終わったら を押します

続いて 周波数部分が点滅しますので を繰り返し測定する周波数全ての値を入れます

SOURCE DATA 以外の場所のキーを押すと ENR設定モードから抜けます

上記操作だと 順番に全て入れる事と成ります

設定はたとえば8970Aで全部で27種まで入力出来ます

8970Aは上記手順で入力します 現在何行目を入れているのかは判りません

順次入力や確認は8970Aと同じですが 8970Bはさらに操作が改善されております

SOURCEの ボタンを押すと 周波数とそれに対応するENR値が表示されます
データテーブルの行Noが一番右の枠に表示されます

FIXD FREQ の

で行の移動が出来ますので確認だけの時や 一部の変更の時便利です

ノイズソースは4種 各35データの登録が可能です

使用方法はやや複雑なので割愛いたします

入力した ENR値はNFメータの電源を切っても保持されます

電源を入れるたびに 設定する必要は有りません

このENR設定はNF測定に関して非常に重要です

これを行なわなくて CALIBRATEを行い 測定しても以前入力されているENR値により
計算が行なわれ 実際とは全く異なる数字が表示されます

しかも GAINはENR値に関係なく正しく表示されますので NFも合っていそうな
錯覚を起こします

設定しているENR値が違くと その差はストレートにNF値の誤差に成ります

(内部計算上 ENRは0dBが起点でないので -3dBなどの表示が出たりします)

逆に言うと NF値の判っているAMPがあれば ノイズソースのENR値が逆算できます

AMPの実NF値より1dB良く出る時は 設定ENR値を1dB上げてやると正しく

測定値が出るようになります

NFメータに入れているENR値の変更は行なわないで ノイズソースの出力に1dBのATTを
入れて ノイズ量を設定値に合わせる方法でもOKです

準備2 キャリブレーション



ENR値の設定と異なり、キャリブレーションはNFメータの電源を入れるたびに行なう必要が有ります（上写真のようにノイズソースを最短で入力に接続します）

ノイズソースの電源をNFメータの+28V（BNC）に接続する
ノイズソースの出力をNFメータのINPUT端子に直接接続します
測定したい周波数範囲を指定します

SWEEPの **START FRQ** を押し 数値を入れ **ENTER**

STOP FRQ を押し 数値を入れ **ENTER**

STEP SIZE を押し 数値を入れ **ENTER**

MEASUREMENTの **NF AND GAIN** を押す（LEDが移動します）

CALIBRATE を押す

CAL動作を始めます しばらく時間が必要です

SWEEP範囲は下は10MHz 上はNFメータの上限周波数で良いと思います

上限周波数は 8970A, Bの場合 1600MHz、1800MHz、2045MHz
と 3種類有ります

設定値は電源を入れた際は 前回の数値が繁殖されますので確認だけで良いでしょう

実際のNF測定

準備1の周波数ごとのENR値を入れます（1度設定すれば電源を切っても記憶されています）
準備2のキャリブレーションを行いません（電源投入時 毎回必要です）

ノイズソース出力を測定するAMPの入力へ AMP出力を NFメータのINPUTへ
接続します
測定したい周波数を FIXD FREQの FREQUENCY を押し
MHz単位の数値を入れ ENTERを押します
GAIN と NFが表示されます

測定上の注意点

ENR値とは 自然ノイズ -174 dBm/Hz に対するレベル差を言います
NFメータは ノイズソースの電源をON/OFFさせて AMPの出力レベルの計測し
NF値を計算しています
キャリブレーションは ノイズソースのENR値の誤差などを校正してくれる機能では
ありません
あくまで ノイズソースから来ているレベルがENRテーブルに書かれている値として
これを基に GAINとNFを計算します
ノイズソース直結で キャリブレーション直後は $GAIN = 0 \text{ dB}$ $NF = 0 \text{ dB}$
と表示されるはずですが

実際のENR値と 入力しているENR値に誤差があると 測定値はそのまま誤差の有る
数字を表示しますので ノイズソースの正しいENR値が非常に重要です

* 1.0 dB 以下のNF測定や 0.1 dB 単位の精度を必要とする場合は
キャリブレーション直後での目的周波数でNF値が 0 dB に成る様 さらにENR値
を修正すれば誤差を補正出来ます（GAIN値のずれが出ますが無視します）

キャリブレーション時 測定時共に ノイズソース出力にケーブルや変換コネクタを
取付けた場合 それらの挿入損失はそのまま NFやGAINの誤差として現れます
測定された数値から ロス分を補正するか 登録するENR値をロス分を補正して登録する
か どちらかが必要に成ります
いちいちこれを行なうのは無駄ですから 極力ロスが無いよう接続するのが賢明です

AMPゲインが 10 dB 以上なら 入力側を最短距離で接続しのロスを極力少なくします
AMP出力からNFメータの入力までは少しくらいロスが生じてても NFの測定への影響は
微小ですので 入力側を優先します

一般的ノイズソースの仕様

電源電圧 + 28 V BNCでの供給が一般的
ノイズレベル ENR = 7 dB か ENR = 15 dB が一般的
8970Bは ENR = 7 dBを使えない機種も有るようです
出力コネクタ N - オス SMA - オス 等

周波数 10 MHz ~ 18 GHz
10 MHz ~ 26.5 GHz
8 GHz ~ 40 GHz

NFメータで直接測定できるのは
8970では 1600 MHzか1800 MHz
又は2045 MHzまでです
このあたりまでしか使用しない場合 周波数が伸びていること事態
価格が高いたいで何のメリットも有りません

1600 MHz (1800 MHz) を超えての測定にはコンバーターや高い周波数の出る
SGが必要です

接続方法や設定の方法は本体下部に引き出し式の簡易マニュアルが有ります

スペシャルファンクションの設定等あり かなり面倒です

詳しいマニュアルはアジレントのホームページからダウンロード出来ます (英文)

使いこなされている方は少ないと思われませんが ノイズソースは何故か 18 GHzまで
伸びているタイプに人気があります ^^)

以上 基本的な使い方と注意点をあげました

眠っている測定器を活用されるよう望みます

AMPのNF改善テクニック

NFメータを使う目的は 既製品のNF測定確認と AMPを設計する場合のS/N改善定数を
探す為かと思えます

通常 AMPは信号レベルの高い所で使う場合は 50 マッチングさせるようにネットアナの
スミスチャートなど見ながら行ないますが 受信機のTOPアンプなどゲインよりもS/Nの良い
特性が必要な場合などがありますね

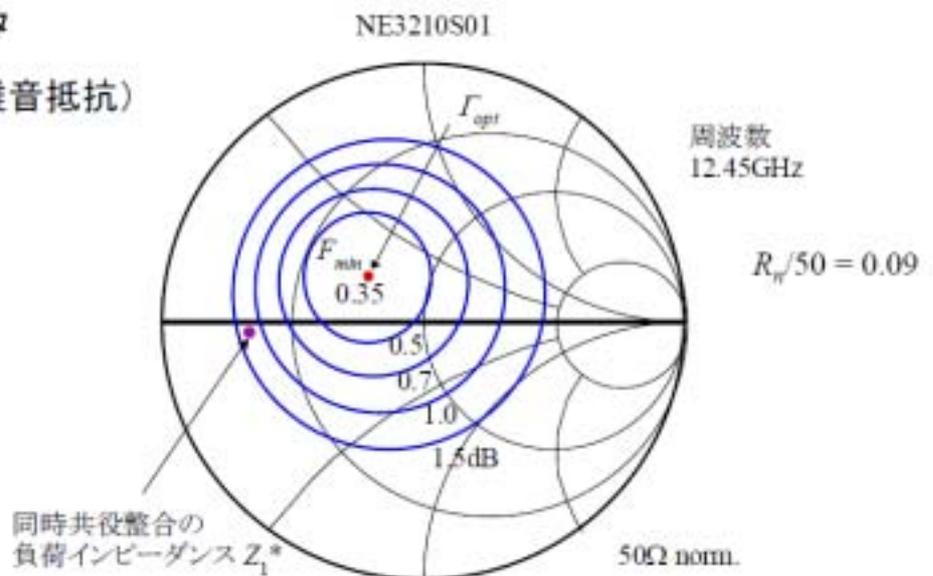
50系で有ってもアンプのNF最良点は50 マッチング点でない事が判っております
どのポイントが最良点かは デバイスごとに異なっていますのでポイントを探す事になります

一般的には スミスチャートの中心よりやや上の部分に有るようです
ゲインが余り下がらないで NFも我慢できる値になる点を探すことになります

NF最良点となる入力負荷インピーダンス

メーカー提供のデータ

Γ_{opt} , F_{min} , $R_N/50$ (雑音抵抗)



入力負荷インピーダンスをどこに合わせる？

デバイス NF 参考値

型名 NF ゲイン 周波数

NE334S01 << 今回の発表で9GHz以下で業界最低NF

NF	Gain	周波数
0.23dB	17.0dB	2.0GHz
0.28dB	14.7dB	6.0GHz
0.38dB	12.5dB	10.0GHz

NE325S01 << NE32984D の一つ前のデバイス

NF	Gain	周波数
0.40dB	13.6dB	10.0GHz
0.45dB	12.5dB	12.0GHz

参考値

NE32984D << 12GHzで業界最低NF

NF	Gain	周波数
0.29dB	20.0dB	2.0GHz
0.31dB	16.5dB	6.0GHz
0.37dB	13.6dB	10.0GHz
0.40dB	12.5dB	12.0GHz

これらのデバイスで特筆すべきことは、OPTがスミスチャートの真ん中により近いところにあることです。これはノイズ性能を最良の点に調整することが楽になるばかりでなく、マッチング回路による損失がスミスチャートの外周に近いところにあるデバイスに比べて、より少なくなるということです。これはより低NFを追求するEMEなどの用途や、NFコンテストで一等賞をねらおうなどと考えている場合には大変重要な点です。ちなみにOPTはNE32984Dが

NE332984D

Mag	Angle	周波数
0.85	20°	2.0GHz
0.68	63°	6.0GHz
0.56	111°	10.0GHz
0.52	137°	12.0GHz

に対して

NE334S01

Mag	Angle	周波数
0.77	15°	2.0GHz
0.43	82°	6.0GHz
0.27	175°	10.0GHz
0.27	-139°	12.0GHz

NE329S01

Mag	Angle	周波数
0.36	102°	10.0GHz
0.27	139°	12.0GHz

これを見ても分かる方に、たとえばNE334S01は10GHzでは0.27/175°とほとんどスミスチャートの中心に近く、極端に言えば50オームラインに直接載せて何もマッチングを取らなくても十分低NFなアンプが実現できるのではないかと、ということです。これはシミュレータでちゃんとデータを入れてやって検討しなければ正確なことはいえませんが、かなりのせんが出そうです。データシートにはConstant Noise Circleは4GHzのデータしか載っていませんが、4GHzでさえもセンターで0.7dB程度は出ています。

なぜNE334S01の低域での特性がいいのでしょうか？ それはゲート幅のデザインがKuバンド用のデバイスと違うせいです。NE334S01のゲートは280ミクロン幅に対し、NE329, NE325は200ミクロンを採用しています。一般的にゲート幅が長いとより低周波向け、短いと高域の特性が向上するという傾向があります。NECは以前からゲート幅の長いCバンド用HEMTを開発してきました（NE332）。NE334S01はそのラインの最先端デバイスです。

当局はNE32984Dにより10GHzで0.6dBでいどは得られていますから、同程度は簡単に出そうです。問題は入力コネクタと結合コンデンサによるロスをいかに小さくするかでしょう。

なお価格ですが、これら2点のデバイスは1000個、4000個単位での受注になっています。なんとか100個単位で入手しましたが、それぞれ350円でした。今後のことはどうなるか分かりませんが、かなりの交渉を必要としました。1000個単位で買えば、あと100円くらいは下がるでしょう。何といたっても価格の安いプラスチックパッケージなのでありますから。