

10mΩ低インピーダンス測定から外部ルビジウム発振器による0.0001 Hz精度測定まで

広帯域1k~1.3 GHz! 10万円 USB ネットワーク・アナライザ VNWA3Eのすべて

③ ルビジウム外部発振器で 0.0001 Hz 高精度測定

トーマス バイエル
Thomas Baier

● ms単位でmHzの周波数変動をグラフ表示できる

VNWA3Eは、一般的な周波数カウンタでは拾えない高精度な周波数を測定できます。

時間ゲート式のシンプルな周波数カウンタは、1秒のゲート時間では1 Hz精度でしか測定できません。VNWA3Eは1秒間隔の測定では約0.0001 Hzの精度で、2m秒間隔の測定では約0.1 Hzの精度で周波数を測定できます。

今回は、次に示す四つの測定例を通して、VNWA3Eの高精度周波数測定の実力を示します。

- (1) 温度補償水晶発振器 FOX924の周波数安定度を測る
- (2) GPS周波数制御発振器 NEO-7Mの出力周波数を測る
- (3) 2台のルビジウム発振器 LPRO-101の出力周波数を比較する
- (4) アラン偏差分析を使用して測定時間間隔による周波数安定度を求める

● ルビジウム発振器の超高精度クロックを供給!

VNWA3Eは、外部クロック入力にルビジウム発振器を接続することで位相を1°よりもかなり良い精度で測定できます。sin波の1周期は360°に展開されます。1°の精度で位相を測れば、約0.3% (= 1° ÷ 360° × 100%)の信号周期を測定できるため、360°周期のわずかな部分でも計測が可能になります。

図1のように、VNWA3Eの外部クロック入力に基準信号としてルビジウム周波数基準器(LPRO-101, 周波数精度 ±5 × 10⁻⁸ Hz^{注1})を、RXポートに測定する任意信号を接続します。基準信号に対して、RXポートに供給される任意信号の位相オフセット(位相差)を時間関数として測定します。

測定した位相オフセット φ(t) を時間で微分すると、

注1: 測定では30分間ウォームアップしてから使用している。長期安定度(測定時間1000秒)では10⁻¹¹よりも良好になる

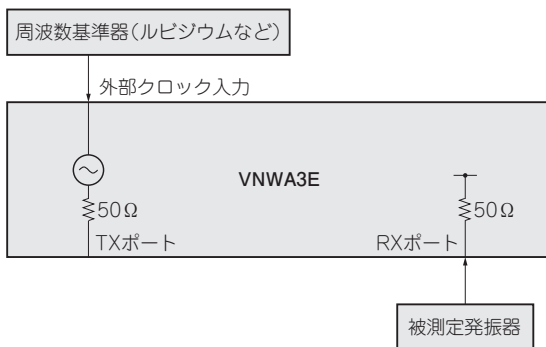


図1 VNWA3Eを使用して精密な周波数を測定する接続
ルビジウム周波数基準器やGPSDOなどを外部クロック入力として使用する

瞬時周波数オフセット(周波数のずれ) Δf(t) を計算できます。

$$\Delta f(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d\phi(t)}{dt} \dots\dots\dots (1)$$

この方式により、高い感度と精度で周波数を測定できます。

測定1 温度補償水晶発振器 FOX924の周波数安定度を測る

● 測定対象

FOX Electronics社製の温度補償水晶発振器(TCXO; Temperature Compensated Crystal Oscillator) FOX924⁽¹⁾の出力周波数を測定します。

FOX Electronics社製のTCXOは、低コストで多用途クロック源として、さまざまな周波数のものが入手可能です。特にGPS受信機や低コスト・テスト装置など、高い周波数安定度と低コスト性が要求される用途に使用されています。

TCXOは、安定した周波数を供給できる信号源と考えられていますが、高感度な装置で測定した場合、実は安定していないことがわかります。周波数は平均値においては一定ですが、1 Hzスケールで急激なジ

英語の原文は、トランジスタ技術のダウンロード・ページ(<http://toragi.cqpub.co.jp/tabid/750/Default.aspx>)より入手できます。翻訳は、VNWA3の国内代理店(株)アイキャスエンタープライズの青沼 泰範氏にご協力いただきました。