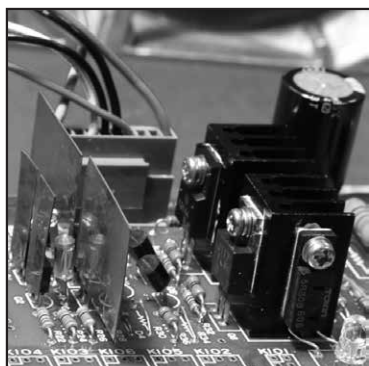


連載



20 ~ 20 kHzで-150 dBc! FFT 超低ひずみ測定システム

第20回 新機能追加…位相を含めたひずみ測定

魚田 隆/魚田 慧

Takashi Uota/Kei Uota

95 Hzのひずみ除去(バンドパス)フィルタと基本波除去(Tノッチ)フィルタのひずみ低減策を前回は実施しましたが、改善量は期待に届かず残念な結果でした。いろいろと改善策を試していますが、満足がいく回路と性能に仕上げるには、もうしばらく時間が掛かりそうです。

FFTアナライザの運用ソフトウェアにひずみ成分の位相検出機能を追加できたので、コンデンサや抵抗のひずみ成分の位相を調べてみました。ひずみの打ち消しができる可能性を考えてのことです。

FFTアナライザにひずみ成分の 位相測定機能を追加する

● FFTアナライザ運用ソフトウェアの改良

FFTアナライザを使ったひずみ計測は図1のようなシステムで行っています。D-Aコンバータによる信号発生器(DAC-SG)で出力した正弦波(基本波)に対して、計測対象(DUT)やアナログ・フィルタを通ったあとの信号をFFT解析すると、いろいろな次数の高調波を観測できます。

FFT解析の結果は実数成分と虚数成分の両方が得られます。この結果からarctanで位相を求められます。この位相は、A-Dコンバータによるデータ取り込みフレーム(FFTの窓時間)を基準とする相対的な数値であり、高調波の次数間の位相を示します。

DAC-SGで作成した正弦波がいくつかのアナログ・フィルタや外部DUTを経由した後、再びA-D

コンバータに戻るまでの、全体の遅延時間や絶対値としての位相は測りようがありません。

● ひずみ率検証治具のダイオードの正相・逆相で動作を検証

図2のひずみ率検証治具は、ひずみ成分(半波整流波形)を注入しているダイオードの極性を反転すると、ひずみ成分の位相を180°変更できます。

▶ FFTの計算結果から位相を計算すると極性が不明

測定原理では、FFT解析結果で得られた実数成分と虚数成分の値からarctanで位相を計算します。このarctanの位相値 θ は、図3のように2通りありえます。arctanの計算だけでは区別できません。ということは、信号の実数成分と虚数成分、双方の正負極性を別途判定し、 θ が第1象限～第4象限のどこに位置するかを判定しなければなりません。

▶ 極性判定を行い位相を出力できるようになった

-120 dBcより低ひずみ率レベルでも、成分の極性を自動判定した上で、位相を正しく算出できるかが問題です。処理ルーチンの設計に手間取りましたが、検出限界を許容すればどうにか動くようになりました。

▶ ひずみ成分の正相・逆相で測定して検証

図4は、ひずみ検証治具の注入ダイオードを正極性にしたときのひずみスペクトルです。

このとき測定された高調波のレベルと位相を表1に示します。高調波のレベルは連載第16回の計算におおよそ合致しています。次数ごとの位相値は一見バラ

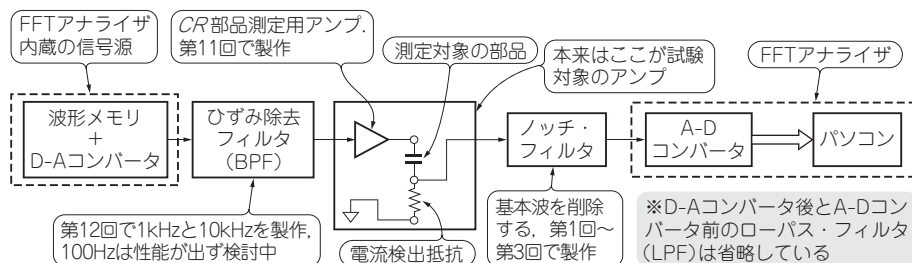


図1 FFTアナライザを使ったひずみ検証システム

第4回 信号源に必要となるひずみ除去フィルタの検討(2023年12月号)

第5回 信号源ひずみ除去フィルタの試作(2024年1月号)

第6回 より厳しい10 kHzを見すえて…信号源用1 kHz試作BPFひずみ調査(2024年4月号)