

プレジジョンパワーアナライザ WT3000

WT3000 Precision Power Analyzer

岩瀬 久^{*1}
IWASE Hisashi

伊東 修^{*1}
ITOOU Osamu

橘 勝也^{*1}
TACHIBANA Katsuya

電力測定精度が世界最高レベルの $\pm 0.06\%$ で、かつ測定帯域がDCおよび0.1 Hz ~ 1 MHzのプレジジョンパワーアナライザ WT3000を開発した。従来機種(WT2000)の入力エレメント数3に対し、4エレメントまで装備でき、DC入力の三相インバータ機器の効率測定を1台で行える。これにより、電気自動車等に搭載されるインバータの効率を高精度に測定できる。また、測定値表示を従来機種のLED表示から大画面のLCD表示に変更し、波形表示等の多彩な表示形式を実現しつつ、操作性の向上を図っている。本稿では、その概要について述べる。

We have developed the WT3000 precision power analyzer featuring the world's highest measurement accuracy of $\pm 0.06\%$ and a measurement bandwidth of 0.1 Hz to 1 MHz including DC signals. As compared with its predecessor with three input elements, the WT3000 can be equipped with up to four elements and enable to measure the efficiency of a DC-input three-phase inverter with a single WT3000 unit, thereby enabling highly accurate measurements of the efficiency of inverters installed on electric vehicles and so on. Furthermore, use of a large-sized LCD instead of a conventional LED for displaying measured values allows various display forms including waveform displays to be available, which facilitates the improvement of operability. This paper outlines these key features.

1. はじめに

近年、地球環境問題やエネルギー資源の有効活用の観点から、機器の省エネルギー化の要求が高まっている。特に国内では、'97年12月の地球温暖化防止京都会議(通称COP3)を契機にエネルギー使用の合理化に関する法律(省エネ法)の改正が行われ、'02年6月には京都議定書が批准された。また、国際的にはエネルギースタートプログラム(1995年)での省エネルギー基準があり、家電・OA機器がその対象となっている。このような環境下において、ハイブリット自動車、インバータ駆動の冷蔵庫、エアコンが普及し、電力測定において一層の高精度の測定が求められている。

今回、開発したWT3000は、世界最高レベルの電力測定精度をもち、高精度電力測定市場の要求に応えるものである。本器の外観を、図1に示す。

2. 特長

(1) 高精度・広帯域

基本精度(商用周波数50/60 Hzでの測定精度)は、 $\pm (0.02\% \text{ of reading} + 0.04\% \text{ of range})$ で、周波数帯域は、DCおよび0.1 Hz ~ 1 MHzである。



図1 WT3000の外観

*1 通信測定器事業本部 第1開発本部 プラットフォーム技術部

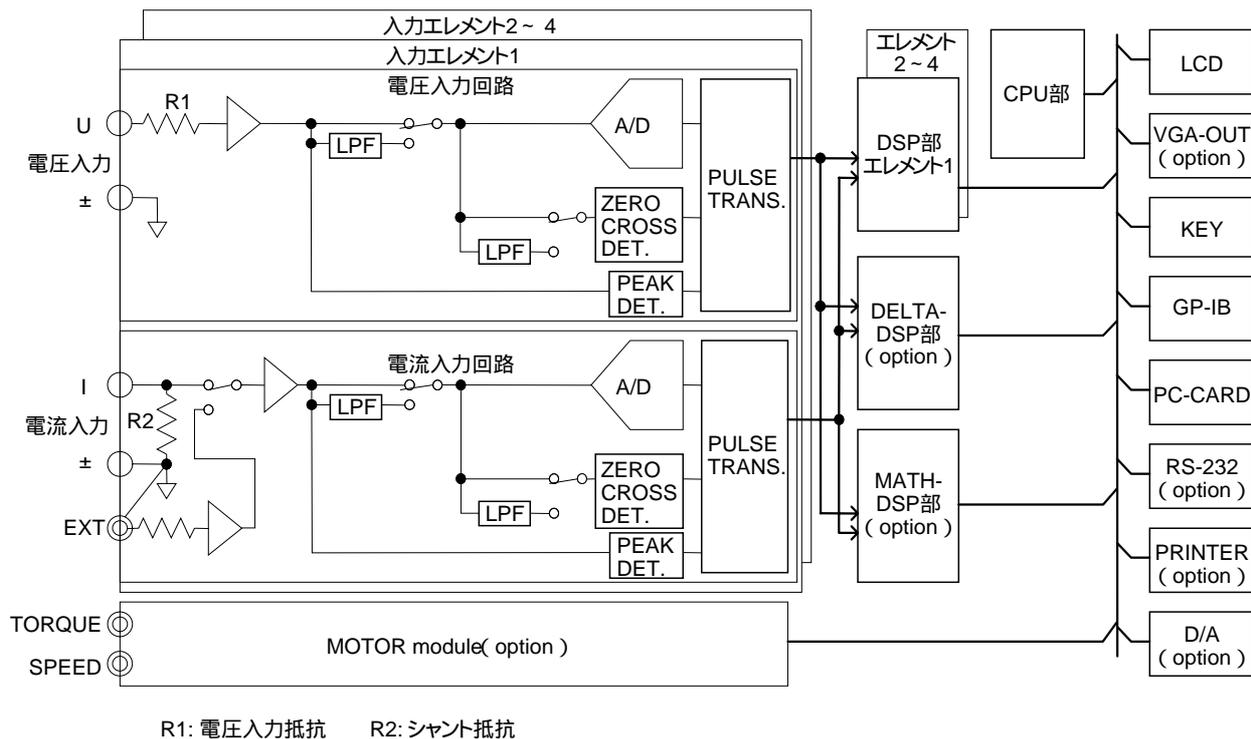


図2 WT3000のブロック図

これは、従来機種(WT2000)²⁾に比べ、基本確度、測定帯域ともに大幅に向上している。

基本確度の向上と共に測定帯域の向上により、高精度での電力測定が求められる多くの用途において使用できる。

(2) 最大4入力エレメント

入力エレメントを最大で4エレメント搭載できるため、三相インバータ機器の入出力を1台で測定できる。また、2台での同期測定が行えるため、多チャンネルの電力測定を同期して測定できる。

(3) コモンモード電圧：1000 V

入力回路の絶縁は、従来機種ではフォトカップラを使用し、コモンモード電圧の定格は600 Vであった。WT3000では、新規にパルストランスを開発し、入力回路の絶縁に使用している。また絶縁距離を確保することで、コモンモード電圧1000 Vを実現した。コモンモード電圧の定格が1000 Vになったことにより、高電圧化しているインバータ駆動電圧の測定を可能とした。

(4) 高速データ更新

データ更新レートは最速 50 ms で、従来機種の5倍の高速化を図っている。トルク、回転速度を含めたモータ起動時の特性評価や高速に変動する照明点灯時の2次電圧、ランプ電流測定等の短時間で変動する現象の測定に有効である。

(5) モータ評価(オプション)

トルクメータからのトルクのアナログ出力またはパルス出力や、回転速度のアナログ出力またはパルス出力が直接入力できる。トルク、回転速度の表示の他、モータの出力、同期速度、すべり、モータの入出力間の効率、インバータの入力とモータの出力との効率を演算し、インバータ及びモータ機器を含めた効率測定が可能である。これにより、インバータモータの総合的な効率を1台で測定できる。

3. 基本構成と動作原理

WT3000の基本構成を、図2に示す。主要構成は、電圧入力回路と電流入力回路より成る入力エレメント1~4、DSP部、CPU部である。その他、表示用LCD、操作作用KEY、GP-IB通信等で全体が構成されている。

電圧入力回路は抵抗分圧方式、電流入力回路は分流器方式となっており、それぞれの入力は演算増幅器により正規化され、A/D変換器に入力される。A/D変換器の変換スピードは約5μsである。

電圧入力回路の入力抵抗は10 MΩであり、従来機種の5倍となっている。これにより、計器損失の軽減と高電圧入力時の自己発熱の影響を最小にしている。また、入力抵抗を10 MΩとしながら測定帯域を向上させるために入力抵抗のシールドケースを利用し、入力抵抗の端子間にキャパシタを形成している。

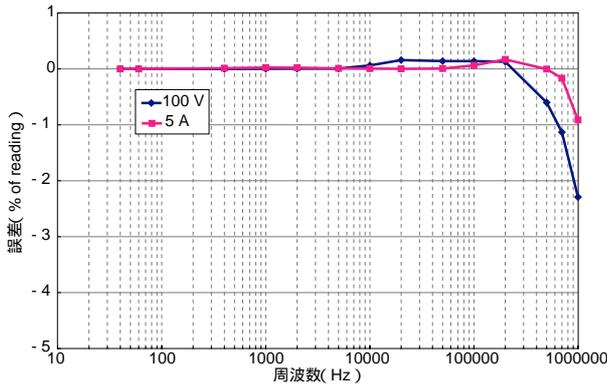


図3 電圧と電流周波数特性

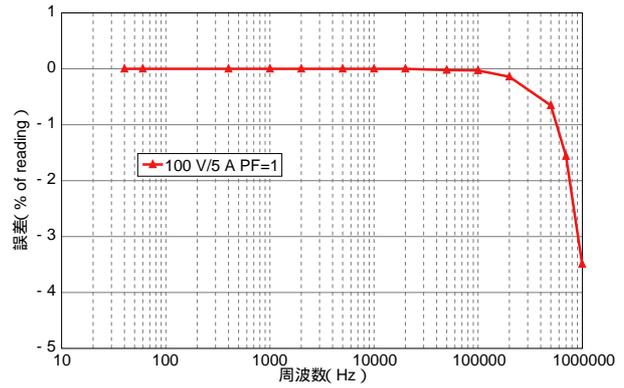


図4 電力周波数特性

電流入力回路のシャント抵抗は、同軸構造のものを使用し、測定帯域を向上させている。同軸構造のシャント抵抗では印加電力による抵抗値変動が大きいですが、今回変動を最小にすべく、新規に開発を行った。

A/D変換器の出力は、パルスストランスにて絶縁後、DSP部に入力される。DSP部において電圧実効値、電流実効値、有効電力などの測定値が求められる。この演算をリアルタイムに行うことにより、電力量測定において、デッドタイムの少ない測定を可能にしている。DELTA-DSP部では三相結線時の-Y変換の演算を行い、MATH-DSP部では、高調波解析の演算を行う。

DSP部にて求められた測定値は、CPU部において表示、通信、D/A出力などの処理が行われる。

WT3000の電圧と電流周波数特性を図3に、電力周波数特性を、図4に示す。

4. 機能

本器の特長な機能を、以下に示す。

(1) 通常測定、高調波測定の同時測定

従来機種で高調波測定を行うには、高調波専用モードに移行する必要があった。電圧/電流/電力に加えて、THD(ひずみ率)などの高調波関連の測定データを取得したいユーザにとって、モードの移行はスループットを低下させるだけでなく、測定データの同時性も失われるという欠点があった。

本器は、通常測定に使用する約200kHzのサンプリングクロックを利用し、入力ソースにほぼ合致したPLLクロックになるようにサンプリングクロックを間引いてデータを取得し、専用のDSPを用いてFFT演算を同時に行っている。

また、国際規格IEC61000-3-2に対応するため、FFTのポイントは9000ポイントとしている。9000ポイントのFFT演算関数は適当なライブラリがないため、演算関数を自作し、高速化を図ることによって、最大4エレメントの電圧/電流の高調波を全て時間内

に演算させることが可能になった。

(2) デジタルフィルタ方式と総和平均方式の併用

従来機種ではサンプリングされた瞬時値を多段の指数化平均を行うデジタルフィルタ方式を採用していた。デジタルフィルタ方式は、測定区間内の瞬時値を加算して平均する総和平均方式に比べて、高精度化できるという長所がある。しかしながら、デジタルフィルタ処理を行うためには、主に入力される周波数が商用周波数とすると、250ms未満のデータ更新レートでは精度が落ちる。

本器は、デジタルフィルタ方式では実現が困難なデータ更新レート50ms、100msについては、精度はやや犠牲になるが、総和平均方式を採用し、高速な応答が必要なユーザのニーズに応えている。

また、0.1Hzまでの測定に対応するため、最も長いデータ更新レートを20sに設定した。従って、本器のデータ更新レートは、50ms、100ms、250ms、1s、2s、5s、10s、20sとした。

(3) 多彩な表示方式

本器は表示部に大画面LCDを採用し、最大104データを一度に表示することが可能である。測定データ表示は、4値/8値/16値/ALLから選択可能で、表示される測定データは、ユーザによって容易に組み換え変更可能である。

また、入力信号の波形表示(図5)や、測定データを時系列でトレンド表示(図6)したり、高調波リスト表示、高調波バーグラフ表示、高調波ベクトル表示が可能である。また、今まで実現できなかった積算中の波形表示も可能としている。

(4) 充実した通信 I/F

本器はGP-IBインタフェースを標準装備し、オプションとしてRS232C、イーサネット、USBでの通信も可能とした。イーサネットでは、IEEE488.2のコマンドを用いたコントロール機能に加えて、FTPサーバ/クライアントの機能も有している。



図5 波形表示



図6 トレンド表示

この機能により、本器のPCカードに保存した測定データをPCに吸い上げることが可能である。USB通信では、測定データの保存、ファイル名を打ち込むためのキーボード接続、プリンタへの出力が可能である。

5. 専用PCアプリケーションソフトウェア

専用PCアプリケーションとして、以下を用意している。

- ・ WTViewer ソフトウェア
測定した数値や波形データを通信にてPCに読み込み、数値データや波形を表示したり、波形や数値データを指定したデータ形式に変換・保存が可能。
- ・ 高調波測定ソフトウェア
国際規格 IEC61000-3-2 に沿ったクラス分け (A, B, C, D) に合わせて、高調波の合否判定が可能。
- ・ フリッカソフトウェア
国際規格 EN61000-3-3 (Ed1:1995) に準拠した電圧変動及びフリッカ測定が可能。

- ・ LavVIEW ドライバ
NATIONAL INSTRUMENTS 社製 LabVIEW で使用されるライブラリ。

6. おわりに

以上、プレジジョンパワーアナライザ WT3000 の原理、機能および特長について述べた。本器はインバータモータの高精度電力測定をはじめ、高精度測定が要求されるトランスの評価、そして電力校正用基準器など幅広い分野での電力測定に活用されることを期待している。

参考文献

- (1) 川辺清司 他, "高精度 / 広帯域デジタルパワーメータ 2531", 横河技報, Vol. 38, No. 2, 1994, p. 75-78
- (2) 塩田敏昭 他, "デジタルパワーメータ WT2010 / WT2030", 横河技報, Vol. 41, No. 1, 1997, p. 11-14

* 本文中の製品名、名称は、各社の商標、もしくは登録商標です。