

## デジタルパワーメータ WT1600

## Digital Power Meter WT1600

岩瀬 久<sup>\*1</sup>

IWASE Hisashi

川住 和雄<sup>\*1</sup>

KAWASUMI Kazuo

橘 勝也<sup>\*1</sup>

TACHIBANA Katsuya

塩田 敏昭<sup>\*1</sup>

SHIODA Toshiaki

基本精度が0.15%、測定帯域がDCおよび0.5 Hz～1 MHz(5 A入力エレメント)のデジタルパワーメータWT1600を開発した。本器は入力エレメントを最大で6エレメントまで装備でき、三相インバータ機器の効率測定を1台で行える。また、従来機種機能を継承しながら、レンジ構成のワイド化、波形表示等の豊富な機能を実現している。本稿ではその概要について述べる。

We have developed the high accuracy and wide-bandwidth power meter WT1600. WT1600 can measure DC and AC signals from 0.5 Hz to 1 MHz with a fundamental accuracy of 0.15%. With the maximum of six phase inputs, only one single WT1600 unit can measure the efficiency of a three-phase inverter. In addition to the functions of conventional power meters, it has wider ranges and various functions such as waveform display. This paper describes the outline of WT1600.

## 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。家電、OA機器では、エネルギー使用の合理化に関する法律(省エネ法)の改正と、国際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、モータでは、米国でエネルギー政策法'Energy Policy Act of 1992'(EPA Act)がある。このような省エネルギーの基準を達成するためには、機器の効率を改善する必要があり、効率を精度良く測定することが求められている。

今回、開発したWT1600は、このような環境下において、インバータ機器の効率測定を1台で行うことを目的とした電力計である。外観を図1に示す。

## 2. 特長

本器の主な特長は、次の通りである。

## (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、 $\pm(0.1\% \text{ of reading} + 0.05\% \text{ of range})$ で、周波数帯域は、電圧入力DC、0.5 Hz～1 MHz、電流入力では、5 A入力エレメントの直接入力DC、0.5 Hz～

1 MHz、50 A入力エレメントの直接入力DC、0.5 Hz～100 kHz、両エレメント共通の外部入力DC、0.5 Hz～500 kHzとなっている。

このように広帯域化されていることにより、照明用インバータ評価や低速始動するインバータモータの評価など、幅広い用途に対応できる。

## (2) ワイド入力レンジ

入力エレメントには、5 A入力エレメントと50 A入力エレメントの2種類があり、どちらも電圧入力、電流直接入力、シャント抵抗から各種電流プローブまで、対応可能な電流センサ用の外部入力を



図1 WT1600の外観

\*1 T&M事業部 メジャリングインスツルメンツ技術部

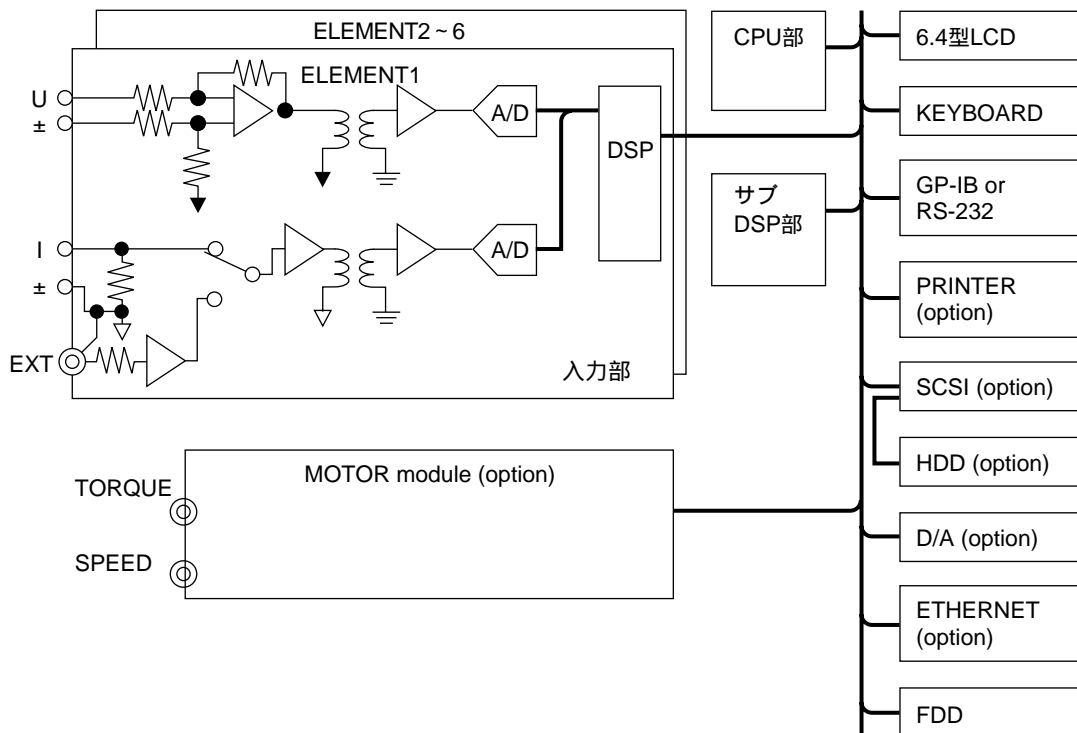


図2 WT1600のブロック図

標準装備している。電圧の測定レンジは1.5 V ~ 1000 Vである。5 A入力エレメントの電流測定レンジは10 mA ~ 5 Aで、50 A入力エレメントの電流測定レンジは1 A ~ 50 Aである。電流センサ用の外部入力の測定レンジは50 mV ~ 10 Vである。

また、これら2種類の入力エレメントは本体に混載でき、待機時などの微小電流測定から、大型モータの評価に欠かすことのできない大電流測定を1台で可能にしている。

(3) 最大6入力エレメント

入力エレメントを最大6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つの入力エレメントを用いて、インバータ機器の三相交流を三相3線結線測定することにより、インバータ機器内部の直流信号も1台で同時に測定可能である。

(4) 高速データ更新

データ更新レートは最速50 msで、従来機種種の2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や、回転速度のアナログ出力、またはパルス出力が入力できる。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

WT1600の基本構成を図2に示す。主要構成は、入力部、CPU部、サブDSP部、表示部である。その他、FDD、HDD等で全体が構成されている。

信号の基本的処理はすべて入力部にて行われている。入力信号は絶縁後、デジタル値に変換され、入力部のDSPで実効値、平均値、有効電力などの測定値が求められる。

入力部のDSP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。

サブDSP部では高調波解析、三相結線時の - Y変換等、エレメント間の位相情報を必要とする演算を行う。

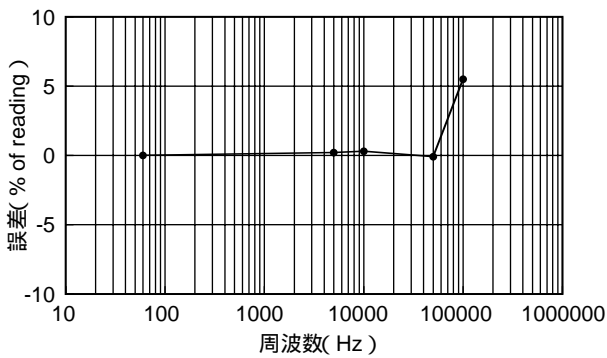


図3 2m シャント抵抗単体での周波数特性例

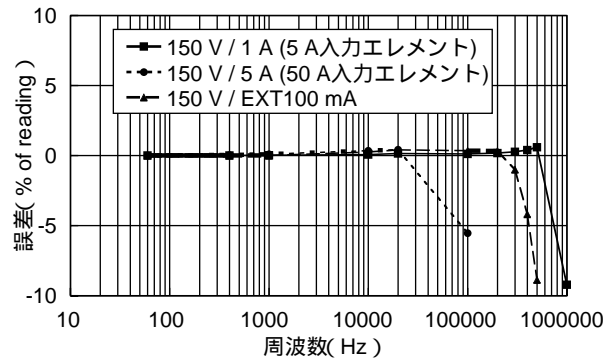


図4 電力周波数特性例(力率 = 1)

### 3.1 入力部

入力部は入力信号を正規化するためのアナログ部と、デジタル化された信号を処理するためのDSPから構成される。

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200 kHzである。

電圧入力回路の入力段は差動増幅器になっているが、これは対接地容量の軽減と高絶縁耐圧を実現するためである。電流入力回路の入力段では広帯域化を実現するために、直接入力と外部入力を別系統の回路としている。

また、電流入力回路の特性を左右する高増幅率の増幅器には、ディスクリートの複合増幅器を使用することで高精度と広帯域を得ている。

DSPでは、A/D変換器により変換されたデジタル値から実効値、有効電力等の演算を行うが、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。

### 3.2 シャント抵抗

5 A入力エレメントでは、従来機種で開発した100 m のシャント抵抗を使用し、広帯域化を図っている。

50 A入力エレメントでは今回、新たに2 m のシャント抵抗を開発した。このシャント抵抗は、低抵抗でありながら温度係数15 ppm/℃、熱起電力0.1 μV/℃と高精度であり、且つ広帯域である。この抵抗を並列にクロス接続し、さらに高精度と広帯域を得ている。このシャント抵抗単体での周波数特性を図3に示し、WT1600の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。

### 4.1 多彩な表示形式

本器は、演算によって得られる各種数値データの表示だけでなく、従来のWTシリーズにはない入力信号の波形表示も可能である。また、各種数値データを時系列でトレンド表示したり、高調波解析時には、リスト表示、バーグラフ表示、ベクトル表示と、様々形態で測定値を表現することが可能である。画面上部と画面下部に別々の画面を表示することにより、11種類からの表示形式を実現し、用途にあった画面選択が可能となっている。

- ・数値表示...見易い4項目表示(波形と同時表示の場合は2項目)から、1画面当たり最大78項目までの数値表示ができる。
- ・波形表示...入力電圧、入力電流の波形表示ができる。外部に波形観測機器を接続することなく、波形確認をしながらの電圧、電流、電力測定に有効である。(図5)
- ・トレンド表示...データ更新レート毎の測定値を時系列に並べて表示する。時間軸(T/div)は、3秒から24時間(1日)の範囲で設定できる。長時間の連続試験における電圧、電流、有効電力、皮相電力などの変化を、最大16項目、同時観測が可能である。(図6)
- ・リスト表示、バーグラフ表示、ベクトル表示...高調波解析時、10 Hzから1 kHzまでの基本波に対して測定ができる。基本周波数が50/60 Hzの場合、最大100次までの高調波解析が可能で、測定結果をリストやバーグラフで表示できる。また、各エレメントの電圧、電流の基本波成分の位相と大きさ(実効値)の関係を、ベクトル表示できるようになっている。

### 4.2 ストア機能

本器は、最速50 ms(20回/秒)の高速データ更新が可能であるが、この高速更新される測定値を容易に収集できるように、データ更新毎の測定値を、内部メモリ(12 MB)にストアする機能を設けている。

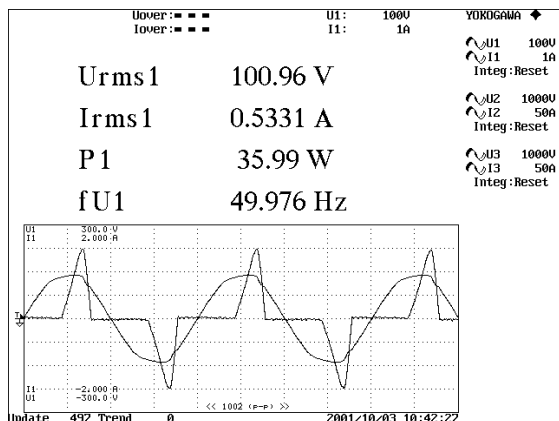


図5 数値&波形表示例

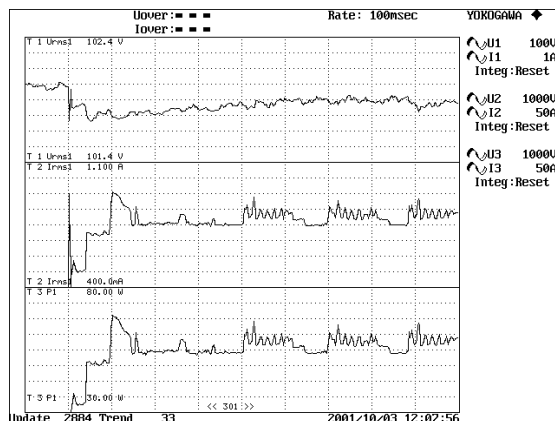


図6 トレンド表示例

ストアする測定値を選択できると共に、ストア・インターバルを指定(秒単位)でき、実時間に同期させたり積算制御に同期させて、ストアを開始/停止する(積算同期モード・ストア)ことが可能である。

例えば、積算同期モード・ストアを用いて、インターバルや回数を設定すれば、長時間の消費電力量を評価するような測定に有効である。

また、内部メモリにストアした測定値をストア停止後にファイルに変換し、内蔵ハードディスク(オプション)にセーブすることができる。

#### 4.3 積算機能

変換スピード約200 kHz, 分解能16 bitのA/D変換器により、電圧、電流の入力信号を高速、高分解能でデジタル変換しているため、電力量測定において急峻な変動にも対応することができる。

また、通信コマンドを使えば、各入力エレメント個別に積算のスタート/ストップが可能である。

#### 4.4 入出力機能

GP-IBまたはRS-232のどちらかを選択でき(標準装備), さらにSCSIインタフェース(オプション), イーサネット(オプション)も搭載できる。

イーサネットのFTPサーバ, FTPクライアント機能により、内蔵ハードディスク(オプション)からデータを転

送できるため、ストア機能と合わせて使用することにより、容易にPCへの測定値転送が行える。

また、VGAビデオ信号出力が標準装備されているので、外部モニターによる大画面での表示が可能である。その他、最大30項目を出力できるD/A出力(オプション), 画面に表示した測定値や波形のハードコピーが可能な内蔵プリンタ(オプション)も、搭載可能である。

#### 5. おわりに

以上、デジタルパワーメータWT1600の原理、機能および特長について述べた。本器は6入力エレメントによるインバータ機器の効率測定はもとより、優れた基本性能、広い入力レンジと豊富な機能から多くの電力測定用途に使用されることが期待できる。

#### 参考文献

- (1) 数見昌弘, 他, “パワーアナライザPZ4000”, 横河技報, vol. 44, no. 1, 2000, p. 25-28
- (2) 数見昌弘, 他, “デジタルパワーメータWT110/WT130”, 横河技報, vol. 40, no. 2, 1996, p. 41-44
- (3) 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

\* 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。