Leistung analysieren

Praxisgerechte Mess-/Auswerte-Funktionen in neuem Leistungsanalysator-Konzept

Die gesamte Stromversorgungs- und Energie-Technik sowie alle Bereiche der Leistungselektronik sind heute darauf angewiesen, Wirkungsgrade zu optimieren, um Verluste möglichst gering zu halten. Hierfür ist immer eine präzise Leistungsanalyse nötig, die mit einem innovativen Gerätekonzept sehr umfangreiche Auswertemöglichkeiten bietet.

Von Wolfgang Hascher

Der Präzisions-Leistungsanalysator WT1800 von Yokogawa (http://tmi.yokogawa.com/de) ist eine neue Entwicklung in diesem Messgeräte-Sektor. Er wird kurzfristig das Modell WT1600 ablösen und bietet bis zu sechs Leistungs-Messmodule, so dass auch zwei dreiphasige Systeme (wie zum Beispiel Eingang und Ausgang von Umrichtern zur Wirkungsgradmessung) gleichzeitig angeschlossen werden können. Ein hochauflösendes 8,4-Zoll-Farbdisplay stellt numerische, grafische, spektrale und vektorielle Daten dar. Der Anforderung, auch stark nichtsinusförmige Verläufe von Spannung und Strom mit hohem Oberschwingungsanteil messen zu können, wird dieser Analysator durch eine Bandbreite von 5 MHz und durch schnelle A/D-Wandler mit 2 MS/s Abtastrate bei 16 bit Auflösung gerecht. Der Basis-Fehler ist zu maximal 0,1 % vom Anzeigewert plus 0,05 % des Messbereiches spezifiziert. Verfügbar sind Spannungsmessbereiche bis 1000 V sowie Strommessbereiche bis 50 A.

Zur Messung mechanischer Parameter an E-Motoren sind zusätzliche Eingänge für Drehzahl- und Drehmoment-Sensoren optional verfügbar; analoge oder pulsförmige Signale sind direkt anschließbar. Die Drehrichtungserkennung und die elektrische Phasenwinkelmessung sind über A/B/Z-Signale möglich. Eine Neuigkeit stellen die feingerasterten, digitalen Tiefpass-Filter dar, die unerwünschte Harmonische oder überlagerte Störsignale unterdrücken. Im Bereich von 100 Hz bis 100 kHz sind sie für jedes Leistungsmodul unabhängig in 100-Hz-Schritten einstellbar. Weitere Analogfilter wirken wahlweise bei 300 kHz und 1 MHz. Die Oberschwingungsanalyse wurde zu hohen Frequenzen hin erweitert, so dass bei maximal 600 Hz Grundschwingung eine Analyse bis zur 500. Harmonischen, bei 1200 Hz bis zur 255. Harmonischen realisiert werden kann. Dies ist insbesondere für die Netzeinspeisung bei Wechselrichtern (Messungen bis 9 kHz) und in der Avionik (Messungen bis 150 kHz) von Bedeutung.

Erstmalig bei einem Leistungsmesser kann eine duale Oberschwingungsanalyse an 2-Phasen-Systemen mit unterschiedlicher Grundschwingungsfrequenz durchgeführt werden. Interessant für die Solartechnik mit Wechselrichtern ist die Funktion „Maximum Peak Power Tracking“ (MPPT). Möglich ist auch die flexible Leistungsanalyse an bis zu sechs unabhängigen Lasten. Es können ereignisabhängige Trigger gesetzt werden, die bei Unter- oder Überschreitung von Grenzwerten bestimmte Aktionen auslösen, z.B. Überspielen auf ein USB-Speichermedium. Der Analysator ist standardmäßig mit den Schnittstellen Ethernet, USB und IEEE 488 ausgerüstet. Die beiden frontseitigen USB-Ports sind gedacht zum Anschließen von Speichersticks, Tastatur und Maus.

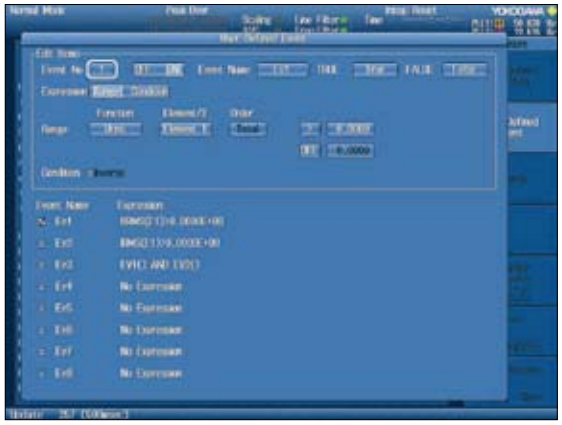

Bild 1. Frei definierbare Ereignis-Triggerfunktionen erlauben die beliebige Einstellung von Grenzwerten, bei deren Über- bzw. Unterschreiten eine Aufzeichnung ausgelöst wird.

Bild 2. Mit Hilfe der Bandbreitenfilter-Funktion lassen sich unerwünschte Störkomponenten unterdrücken.

Bild 3. Mit der Numerik- und Balkendiagramm-Oberschwingungsanzeige kann man zwei unterschiedliche Parametersätze in einer Dual-Darstellung anzeigen.

Bild 4. Die duale Strom-/Spannungs-Phasen-Vektor-Darstellung gibt für zwei unterschiedliche Versorgungssysteme eine gute Übersicht zu den Phasen-Parametern.

Einige interessante Messfunktionen

Zu den innovativen Betriebsarten und Messfunktionen zählt zunächst die frei definierbare Ereignisfunktion (**Bild 1**). Hier kann der Anwender beliebige obere sowie untere Grenzwerte einstellen, bei deren Über- bzw. Unterschreiten das Gerät mit der Aufzeichnung wichtiger elektrischer Parameter beginnt. Dabei recht nützlich ist auch eine Offset-Kompensation, mit der bei Bedarf der Offset auf Null gesetzt werden kann. Sollte zu einer dieser Betriebsarten eventuell Hilfe notwendig sein, gibt es eine einblendbare kontextsensitive Hilfedatei in englischer Sprache.

Besonders bei Leistungsmessungen an Signalen mit überlagerten Störgrößen interessant ist die Betriebsart, bei der man, wie bereits erwähnt, zwischen 100 Hz und 100 kHz eine Tiefpass-Funktion realisieren kann, und zwar mit einer Abstufung von 100 Hz (**Bild 2**).

Bei der Messung von Harmonischen kann man sich die besondere Eigenschaft des Analysators zunutze machen, sowohl die numerische Auswertung der Parametermessungen auf dem Bildschirm anzuzeigen wie auch in Form von Balkendiagrammen eine optische Übersicht über die Amplitudenwerte der harmonischen Frequenzen zu geben (**Bild 3**). Bei der Analyse der Harmonischen ist es auch sehr oft von besonderem Wert, wenn man sich die Phasenvektoren von Spannungen und Strömen in optisch anschaulicher Form darstellen lassen kann. War es beim Vorläufermodell nur möglich, sich einen einzigen Phasenvektor-Datensatz anzeigen zu lassen, so ist beim neuen Gerät eine Doppel-Phasenvektor-Anzeige (**Bild 4**) einschließlich der Visualisierung der entsprechenden alphanumerischen Parameter realisierbar.

Wenn in der praktischen Anwendung beispielsweise Inverter-Wirkungsgrade zu bestimmen sind,

Bild 5. Mit der Trend-Darstellung kann man mit hoher Auflösung den zeitlichen Verlauf von bestimmten Parametern auch über lange Zeiträume hinweg dokumentieren.

Bild 6. In der Betriebsart „anwenderspezifische Darstellung" sind nicht nur Bildschirmaufteilung und Alphanumerik-Darstellung beliebig wählbar, es lassen sich z.B. auch Grafiken oder Firmenlogos mit einbinden.

Bild 7. Aufzeichnung unter voller Ausnutzung der Messmöglichkeiten: Hier eine 3-Phasen-Darstellung, die mit 5 MHz Bandbreite und 2 MS/s Abtastrate aufgezeichnet wurde.

Bild 8. Beispiel für eine hochauflösende Oberschwingungsanalyse in zwei Kanälen bis zur 500. Harmonischen.

hilft die Anzeige rein numerischer Messwerte oft nur ungenügend weiter. Vielmehr ist es hier sinnvoll, ein Trend-Verlaufs-Display zu haben, mit dem man über mehrere Minuten oder auch mehrere Tage hinweg selbst kleine Abweichungen, die vorgekommen sind, optisch übersichtlich visualisiert bekommt (**Bild 5**).

Eine weitere Betriebsart ist für verschiedene, individualisierte Anwendungs-Zwecke sehr praxisgerecht: Es ist ein Modus, bei dem man den Bildschirm bezüglich der Aufteilung und der optischen Visualisierung der einzelnen Messwerte oder der verschiedenen mathematischen Berechnungen in individueller Weise gestalten kann (**Bild 6**). Es handelt sich dabei letztlich um eine anwenderspezifische Darstellung, bei der nicht nur alphanumerische Ergebnisse oder Berechnungen, sondern auch grafische Darstellungen, Firmenlogos usw. mit implementiert werden können.

Als Beispiel für die Möglichkeiten der High-speed-Aufzeichnung und -Darstellung zeigt **Bild 7** eine Messung bei 5 MHz Bandbreite mit 2 MHz Abtastfrequenz und der Analog/Digital-Wandler-Auflösung von 16 bit. **Bild 8** schließlich gibt einen optischen Eindruck von einer Oberschwingungs-Messung bis hinauf zur 500. Harmonischen.

Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Hascher
ist verantwortlicher Redakteur der *Elektronik* für die Bereiche Messen & Testen, HF-Technik und Kommunikation.
whascher@elektronik.de