

Power-Quality-Messung

Messgerät zur Überwachung der Netzqualität

Die Liberalisierung der Energiemärkte aber auch der zunehmende Einsatz von Leistungselektronik, die Netzurückwirkungen verursachen kann, führen dazu, dass Fragen der Netzqualität ins Zentrum des Interesses rücken. Die Konsequenzen schlechter Netzqualität sind Fehlfunktionen, verkürzte Lebensdauer elektronischer Geräte, ineffiziente Nutzung elektrischer Energie und potenzielle Sicherheitsrisiken durch Überhitzung. Der folgende Beitrag erklärt die Messgrößen, die die Netzqualität messbar machen und stellt ein Messgerät vor, das die immer komplexer werdenden Messaufgaben im Bereich Netzqualität bewältigen hilft.

Da der Begriff Netzqualität (Power Quality) bislang international nicht genormt war, existieren verschiedenste Interpretationen: Allgemein steht Power Quality für ein Maß der Kontinuität der Energieversorgung und für die Qualität der Versorgungsspannung. Letztere wird zunehmend wichtiger, da immer mehr Verbraucher mit elektronischen Schaltnetzteilen, elektrische Antrieben oder Rundsteuersystemen an das öffentliche Versorgungsnetz angeschlossen werden. Exponentiell steigende Verbraucherzahlen tragen dazu bei, dass die Netzurückwirkungen drastisch zunehmen. Damit sind Interaktionen von Störquellen und sensitiver Elektronik am Netz vorprogrammiert. Intermittierende Fehlfunktionen, ineffiziente Nutzung elektrischer Energie (Einfluss der höheren Harmonischen) sind die Folgen, mit denen Energieanwender zunehmend konfrontiert werden.

Grundlage für Wohlstand

Nicht ohne Grund verlangt der Gesetzgeber vom Energielieferanten eine Versorgung der

Bevölkerung mit kostengünstiger Elektrizität mit hoher Qualität: Störungsfreie, ununterbrochene Versorgung von Industrie und privaten Haushalten mit elektrischer Energie ist die Grundlage für volkswirtschaftlichen Fortschritt und steigenden Wohlstand.

Um die Qualität eines Produkts – spätestens seit der Liberalisierung des Strommarkts ist Elektrizität ein Produkt – messen zu können, bedarf es etlicher Definitionen, was zu messen ist und wo die realistischen Grenzen liegen. Aus diesen Erfordernissen entstand die europäische Norm EN 50160, die die „Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen“ auf Basis statistischer Bewertungen festlegt.

Die Folge sind immer komplexere Aufgaben für Gebäudemanagement, Elektrohandwerk aber auch für den Energielieferanten, gilt es doch die Störquellen möglichst rasch zu lokalisieren und entsprechende Abhilfemaßnahmen auszuarbeiten. Anlagenausfälle besonders in automatisierten Industriefertigungsstraßen haben krasse wirtschaftliche

Folgen. Fehlersuche und Behebung muss mit minimalem Personal- und Zeitaufwand erfolgen. Dieser Leistungsdruck wird vom Anlagenbetreiber direkt auf den Störtrupp und von diesem auf den Messgerätehersteller weitergegeben. Nur wer schnell zeitweilig auftretende Störungen behebt, wird im harten Konkurrenzkampf reüssieren.

Nicht nur Energieanwender sondern auch die Energieversorgungsunternehmen (EVU) sind an einer schnellen Umsetzung normativer Regelungen sehr interessiert, um das Ansteigen der Störpegel in den Griff zu bekommen.

Messgerät

So wächst gleichzeitig der Bedarf an einfach zu handhabenden Power Quality-Messgeräten, die sehr schnell eine Gut-Schlecht-Aussage treffen können und die bei Lokalisierung der Störquelle unterstützen. LEM hat diesen Trend frühzeitig erkannt und das Gerät „Ana-

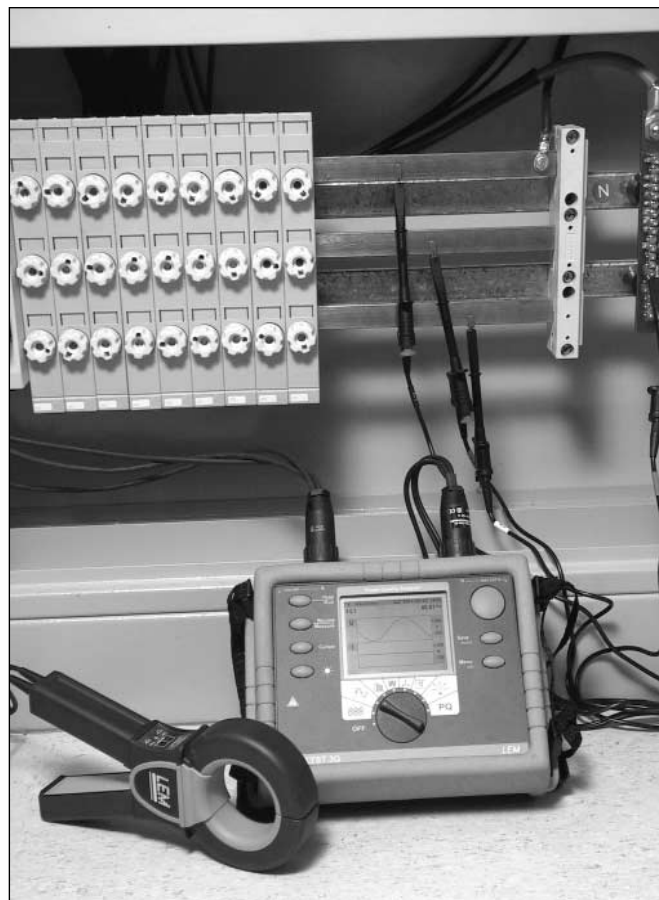


Abb. 1:
Analyst 3Q zur
Überwachung der
Netzqualität

► Autor

Ing. OSKAR MELICHAR ist Produktmanager für tragbare Power Quality-Analyser bei LEM NORMA GmbH, in Deutschland:
LEM Deutschland GmbH;
Marienbergstraße 78, D-90411 Nürnberg
Fon: 0911/955-750, Fax: 0911/955-753
e-Mail: postoffice.lde@lem.com

lyst 3Qⁱ (Abb. 1) auf dieses weite Aufgabenfeld zugeschnitten.

Messaufgabe

Es gibt verschiedenste Einflüsse auf den Verträglichkeitspegel in Niederspannungsnetzen:

Oberschwingungen und Zwischenharmonische werden über den THD und Spannungsschwankungen über den Flicker quantifiziert, Grenzwerte für schnelle und langsame Spannungsschwankungen, die Unsymmetrie im Dreiphasennetz liefern objektive Aussagen über die Netzqualität. Auch die Toleranzen der Netzfrequenz sind genau definiert, in Europäischen Netzen gibt es aber kaum Abweichungen. EN 50160 verlangt über diese Parameter statistische Aussagen, meist über 95 % der 10-Minuten-Werte, die über eine Woche zu beobachten sind. Präzise Angaben zu Ereignissen (Einbrüche, Überhöhungen, Unterbrechungen) mit Pegel, Dauer und Zeitpunkt geben wertvolle Hinweise zur Störungsbehebung. Zu beachten ist dabei, dass sich die EN50160 nur auf die Netzspannung bezieht und keinerlei Aussagen über die Ströme und Leistungen im Verteilnetz macht.

Ein praxisorientierter Power-Quality-Analyser muss all diese Werte sofort erfassen und auswerten können, ohne erst eine Woche lang messen zu müssen.

Power-Quality-Parameter

Spannungsunterbrechungen: Die Ursachen sind meist Gewitter, Schutzabschaltungen, Überlastungen, Kurzschlüsse im Netz.

Spannungsüberhöhungen: Spannungsüberhöhungen können durch Gewittertätigkeit, durch Abschalten großer Lasten oder Schaltvorgänge im Netz begründet sein und sind deshalb gefährlich, weil sie elektrische Einrichtungen, Netzteile und auch Überspannungsableiter zerstören können.

Spannungseinbrüche: Spannungseinbrüche werden durch Zuschalten großer Lasten oder durch Erdschlüsse verursacht und können Datenverluste in EDV-Anlagen und PC-Abstürze bewirken.

Spannungsschwankungen: Flicker rührt oft von Schmelzöfen, Schweißmaschinen, Thyristorsteuerungen her. Sichtbare Folgen sind Helligkeitsschwankungen, Schwebungen im Netz.

Oberschwingungen: Diese Störungen, verursacht durch Schaltnetzteile, Antriebe und nichtlineare Lasten, bewirken Überhitzung von Motoren, Transformatoren, Kondensatoren, Drosseln, Laufunruhe von Motoren, Fehlauflösungen von Schutzschaltern, Unsymmetrie im Dreiphasennetz, schlechten Wirkungsgrad.

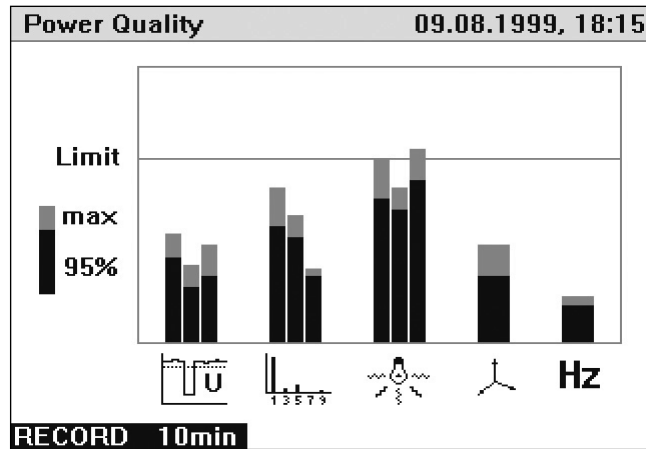


Abb. 2:
Power-Quality-Darstellung

Anwendungsgebiete eines Power-Quality-Analysers

Schlechte Netzqualität kann hohe wirtschaftliche Schäden nach sich ziehen. Überhitzung elektrischer Einrichtungen hat Stillstand von Fertigungsstrassen zur Folge, Fehlsteuerung von Schützen kann zu unerwarteten Anlagenzuständen führen, Helligkeitsschwankungen können physiologische Auswirkungen haben, reduzierte Lebensdauer elektrischer Betriebsmittel und speziell von Leuchtmitteln führen zu unvorhergesehenen Kosten. Nicht zuletzt wird wertvolle Energie ineffizient eingesetzt. Die Sicherheit elektrischer Schutzmaßnahmen wird in Frage gestellt.

Allein diese Argumente rechtfertigen den Einsatz eines Analysators im Sinne einer präventiven Wartung, um mögliche Ausfälle von vornherein auszuschließen.

Sind bereits zeitweilig auftretende Netzprobleme vorhanden, kann ein intelligentes Messgerät rasch die Störquelle identifizieren helfen. Ziel ist nicht nur das Messen und Aufzeichnen der Ereignisse sondern die rasche Behebung des Problems.

Messfunktionen des Analyst 3Q

Das Messgerät Analyst 3Q wird für Langzeitmessungen über einen Netzadapter versorgt, kann aber bis zu 24 Stunden autark mit dem eingebauten NiMH-Akku arbeiten. Spannungen werden ein- oder dreiphasig in Stern- oder Dreieckkonfiguration gemessen. Ein- oder dreiphasige Ströme können wahlweise mit LEM-flex zwischen 15 und 1500 A oder mit Stromzangen mit 0,5-V-Ausgang erfasst werden. Anpassung an Sonderzubehör ist durch Eingabe eines Wandlerfaktors einfach möglich.

Das Gerät ist mit aktueller Flash-Technologie ausgerüstet: Die jeweils neueste Gerätesoftware ist im Internet verfügbar und

kann vom Anwender direkt in das Messgerät übertragen werden. Damit kann der Anwender das Gerät im Falle von Normungsänderungen anpassen oder neue Messfunktionen nutzen.

Die wichtigste Anwendung des Geräts ist in der Störungsbehebung zu sehen. Es soll sofort eine Aussage über die aktuelle Netzqualität am Grafikdisplay sichtbar werden. Natürlich sind auch Langzeitauswertungen mit Datenaufzeichnung und Auswertung am PC vorgesehen.

Alle Parameter werden auf den jeweiligen Grenzwert normiert grafisch dargestellt. Der Anwender erkennt sofort, welche Werte die Grenzwerte überschreiten. Zur genaueren Analyse problematischer Größen wählt er anschließend eine der folgenden Detailfunktionen:

Volt-Ampere-Hertz

Digitale Anzeige der drei Phasenspannungen, -ströme und der Netzfrequenz. Während es in der Vergangenheit genügt nur die Netzqualität zu erfassen sind bei neuesten Analysatoren auch präzise numerische Auswertungen gefordert, gilt es doch in Streitfällen vergleichbares, rückverfolgbares Beweismaterial vorlegen zu können.

Kurvenformdarstellung (Oszilloskop)

Wichtig für die praktische Beurteilung der Netzqualität sind die Kurvenformdarstellungen (Abb. 3) von Netzspannung und besonders der Leiterströme:

Harmonische

Der stark angestiegene Einsatz nichtlinearer Lasten, von Schaltnetzteilen und Umrichterantrieben hat zu drastisch schlechterer Netzqualität geführt, was besonders deutlich an den Harmonischen von Spannung und Strom sichtbar wird. Eine präzise Cursor-Auswertung

tung liefert die Pegel der einzelnen Harmonischen, besonders wichtig auch der Stromharmonischen.

W-Leistungen

Der Analysator kann auch als präziser Leistungsmesser eingesetzt werden: Digitale Anzeige von Wirk-, Schein-, Blind- und Verzerrungsleistung samt Leistungsfaktor (kapazitiv oder induktiv) jeder Phase geben Aufschluss über Lastfluss und Energieverteilung. Die Aufzeichnung von Lastprofilen ist vorgesehen. Anwendungen liegen in der Bewertung von Kompensationsanlagen.

Unsymmetrie

Das Vektordiagramm liefert Informationen über die Verteilung der Lasten auf den einzelnen Phasen (Abb. 4) und natürlich auch über den Drehsinn: Die Phasenspannungen und -winkel werden übersichtlich dargestellt.

Ereignisse

Große Bedeutung kommt den Spannungsergebnissen zu: Wann wurden für wie lange der zulässigen Grenzwerte überschritten? Gibt es Korrelationen zwischen Stromspitzen und Spannungseinbrüchen? Welcher Verbraucher ist für Power-Quality-Probleme verantwortlich? Kam die Störung aus dem Verteilnetz

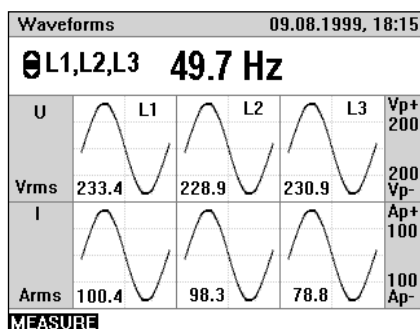


Abb. 3: Die grafische Darstellung der Kurvenform von Spannung und Strom, ein- oder dreiphasig, liefert sofort einen visuellen Eindruck der Kurvenformverzerrungen am Netz

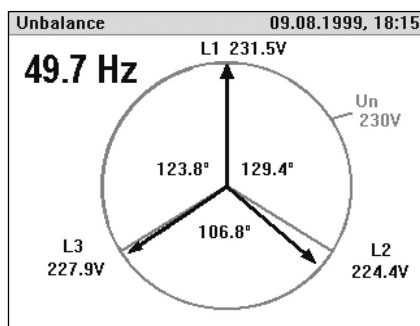


Abb. 4: Unsymmetrie-Messfunktion

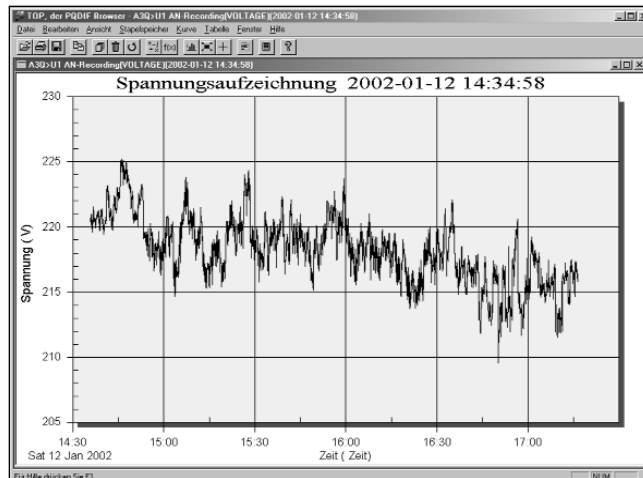


Abb. 5: Spannungsverlauf der Phase U1

oder wurde sie auf Verbraucherseite verursacht? Schnelle, eindeutige Antworten auf solche Fragen werden von Analyst 3Q geliefert. Für jedes der bis zu 999 gespeicherten Ereignisse wird eine Aufzeichnung im internen Speicher abgelegt, einstellbare Triggerschwellen erlauben Anpassung an spezielle Messaufgaben bei der Störungssuche.

Flicker

Spannungsschwankungen können deutlich merkbare Schwankungen der Leuchtdichte elektrischer Leuchtmittel bewirken aber auch sensitive Verbraucher beeinflussen: Datenverluste in der EDV und PC-Abstürze sind die Folge.

Kurzzeitflicker P_s und Langzeitflicker P_l werden mit digitaler Präzision ausgewertet, besonders nützlich ist der Flickermomentanwert F_1 für sofortige Beurteilung der Flickerstärke im Netz ohne erst lange Messreihen abwarten zu müssen – eine Novität unter allen am Markt erhältlichen Power-Quality-Analysern.

Selbstverständlich stehen auch umfassende Funktionen zum Aufzeichnen längerfristiger Messungen zur Verfügung:

Die aktuellen Bildschirminhalte können in Form von Screen-Shots im internen Speicher für spätere Auswertung direkt am Gerätebildschirm oder am PC abgelegt werden. 50 Speicherstellen stehen dafür zur Verfügung.

Das Gerät zeichnet im Recorder-Betrieb in den Messfunktionen V-A-Hz, W-Leistungen und Flicker Dateien mit bis zu 240 Intervallen auf, wobei die Intervalldauer im Bereich von 1 bis 20000 s in sehr weiten Grenzen einstellbar ist. In der Funktion ‚PQ‘ sind sogar 9600 Intervalle möglich, dadurch sind mit 10-Minuten-Intervallen auch Power-Quality-Beurteilungen nach EN50160 möglich.

Aktuelle Power-Quality-Analyserspeichern große Mengen an Messdaten. Für die Auswertung ist intelligente Software erforder-

lich: Die kostenlose PC-Software ‚WinA3Q‘ bietet über die folgenden grundlegenden Funktionen:

- ▶ Auslesen gespeicherter Bildschirminhalte und Messdatenreihen aus dem Messgerät
- ▶ Diagramme können direkt über die Windows-Zwischenablage an andere Applikationen übergeben werden (Protokollgenerierung, Archivierung, Beweisführung in Streitfällen)
- ▶ Messdatenreihen können in das international weit verbreitete PQDIF-Format exportiert werden. Grafische Auswertungen sind daher mit jedem PQDIF-Browser (wie z.B. TOP 2000, als Freeware im Internet verfügbar) möglich. TOP 2000 erlaubt die Erstellung von Diagrammen, Tabellen, auch mathematische Verknüpfungen zwischen verschiedenen Parametern sind möglich, der individuellen Gestaltung der Grafiken sind kaum Grenzen gesetzt:

Fazit

Zusammenfassend lässt sich feststellen, es kann nicht mehr um die Frage des „Wozu“ gehen, sondern nur noch darum, wie und womit die Netzqualität gemessen wird. Auf den wachsenden Bedarf nach entsprechender Messtechnik hat LEM mit dem Power-Quality-Analysers ‚Analyst 3Q‘ reagiert, der dem Anwender alle erforderlichen Messungen ermöglicht.

TEST