Obergrenze der Leistungsaufnahme einhalten

Standby Leistungsmessung gemäß IEC 62301

Ab 2010 ist für bestimmte Produktgruppen eine Obergrenze der Leistungsaufnahme im Standby Modus von max. 1 W vorgeschrieben. Ab 2013 soll dieser Wert auf 0,5 W halbiert werden. Was in der messtechnischen Ausführungsbestimmung IEC 62301 niedergelegt und was bei der Anwendung zu beachten ist, zeigt dieser Beitrag.

Die EU-Kommission hat am 17. Dezember 2008 mit der Direktive 2005/32/EC das Rahmenwerk für die EuP Richtlinie (Energy using Products) verabschiedet. Dies betrifft insbesondere Maßnahmen gegen stromfressende Büro- und Haushaltsgeräte. Mit der EuP soll die Integration von Umweltaspekten im gesamten Produktlebenszyklus und damit die möglichst optimale Verringerung der Umweltauswirkungen dieser Produkte gefördert werden. Wichtiges Anliegen ist die Verbesserung der Energieeffizienz, wofür der effizientere Endverbrauch von Elektrizität eine der verfügbaren Optionen ist. Des Weiteren soll der Energieverbrauch energiebetriebener Produkte im Bereitschafts- oder ausgeschaltetem Zustand (Standby Modus) grundsätzlich auf das für ihren ordnungsgemäßen Betrieb erforderliche Mindestmaß gesenkt werden. Letztlich ist das Ziel eine Verringerung der Treibhausgas-Emissionen. In Deutschland sind Leerlaufverluste in Privathaushalten und Büros für einen Stromverbrauch in Höhe von geschätzten 22 Mrd. kWh pro Jahr verantwortlich. Das verursacht jährlich Kosten von mindestens 4 Mrd. € und entspricht knapp 4 Mio. t CO_2. So ließe sich mindestens ein Großkraftwerk mit 800 MW Leistung einsparen.

In Anlehnung an die Direktive des „Energy Star“ schreibt das salopp genannte 1 W Gesetz ab 2010 für bestimmte Produktgruppen wie z. B. Haushaltsgeräte, Geräte der Informations- und Kommunikationstechnik, Unterhaltungselektronik eine Obergrenze der Leistungsaufnahme im Standby Modus vor. Ab 2013 soll dieser Wert auf 0,5 W halbiert werden, weitere Produktgruppen werden folgen. Dabei ist schon die Definition „Standby“ nicht ganz ohne Tücken, da zwischen verschiedenen Betriebszuständen wie Aus-Zustand, Bereitschafts-Zustand mit oder ohne Anzeigefunktion, Netzwerkfunktion etc. unterschieden werden muss. Die Klassifizierung der Gerätetypen orientiert sich an Haupt- und Nebenfunktionen. Im Moment kennt die Norm sieben unterschiedliche Gerätetypen von A bis G. Die messtechnische Ausführungsbestimmung ist in der Norm IEC 62301 niedergelegt. Hier werden die Vorgehensweise bei der Messung, die Umgebungsbedingungen und die Mindestanforderung an die Messgeräte aufgeführt.

Die wichtigsten Anforderungen sind wie folgt:

- Umgebungstemperatur 23 ± 5 °C
- Einlaufzeit für das Testobjekt 5 Minuten
- Spannungsversorgung: 230 V ± 1 %, Frequenz 50/60 Hz ± 1 %
- THD (Klirrfaktor) der Spannung < 2 %, Scheitelfaktor 1,34 < CF < 1,49
- Aufzeichnung diverser Parameter (Wirkleistung, Effektivwerte, Frequenz, etc.) über 5 Minuten mindestens im 1 s Takt.
- Die Wirkleistung darf in dieser Zeit nicht mehr als 5 % schwanken. Falls doch, ist eine entsprechende Mittelung vorzunehmen (Average Power).
- Die Auflösung des Messgerätes soll mindestens 0,01 W für Leistungen bis 10 W, 0,1 W für Leistungen bis 100 W und 1 W für Leistungen über 100 W betragen.
- Die Messunsicherheit der Messkette darf 2 % des Messwertes bei Leistungen über 0,5 W und 10 mW bei Leistungen

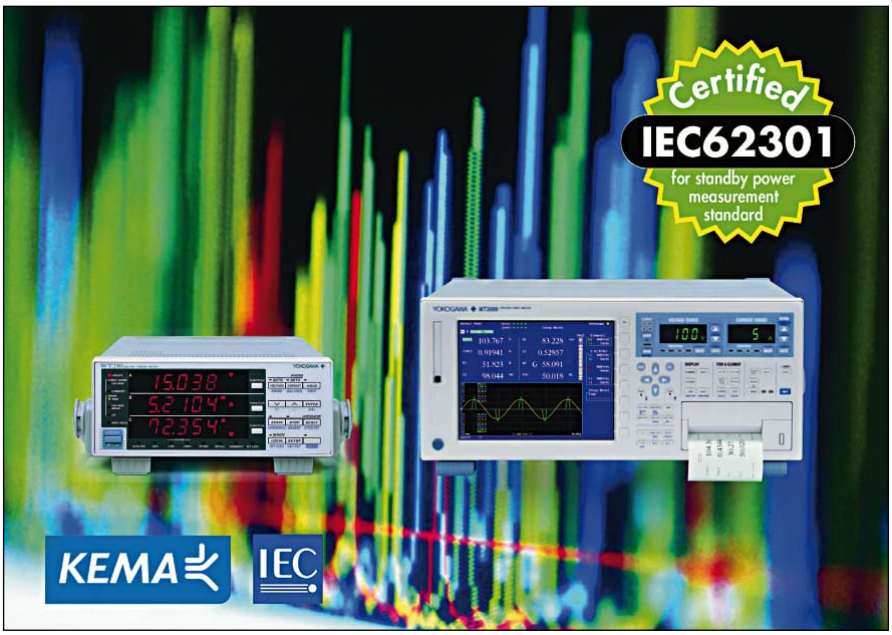

Bild 1: Sowohl die WT210 als auch die WT3000-2A Version von Yokogawa wurden von der KEMA auf ihre Eignung zur Standby Leistungsmessung zertifiziert.

AUTOR

Dipl.-Phys. Walter Huber ist bei Yokogawa Measurement Technologies GmbH in Herrsching technischer Leiter und verantwortlich für Leistungsmessgeräte.

unter 0,5 W nicht überschreiten.

- Die Bandbreite des Leistungsmessers soll mindestens 2,5 kHz betragen, d. h. bei 50 Hz Grundschwingung muss noch die 50. Harmonische erfasst werden.
- Wegen möglicher Unsymmetrien der Stromaufnahme muss der Leistungsmesser auch Gleichanteile verarbeiten können (z. B. bei Einweg-Gleichrichtung).

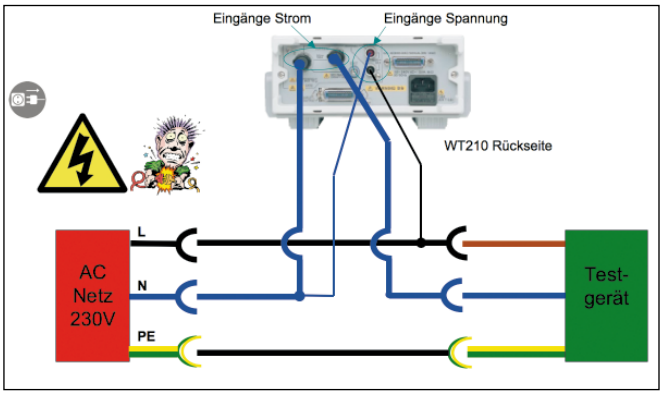

Bild 2: Beschaltung des WT210 zur Standby Leistungsmessung.

Sorgfalt bei der Beschaltung des Leistungsmessers!

Grundsätzlich hat ein Leistungsmessgerät mit getrennten und isolierten Spannungs- und Stromeingängen die Möglichkeit, die Spannungsmessung auf der Versorgerseite oder auf der Verbraucherseite durchzuführen. Dies bedeutet praktisch für die Beschaltung (vom Verbraucher her gesehen) erst die Spannungsmessung und dann die Strommessung zu verdrahten (U-I Methode) oder eben in umgekehrter Reihenfolge (I-U Methode). Beide Methoden führen durch den so genannten Eigenverbrauch zu Messfehlern. Welche Methode bei Standby Messungen zu bevorzugen ist, macht folgendes Beispiel deutlich:

Beim verwendeten Leistungsmesser beträgt der Innenwiderstand des Spannungseinganges 2 MOhm, der Serienwiderstand des Strompfades (Shunt) beträgt 1 Ohm. Die Netzspannung mit 230 V verursacht am Spannungseingang einen Eigenverbrauch von ca. 26,5 mW, was bei 500 mW zu messender Leistung mit der I-U Methode bereits einen Fehler von über 5 % bedeuten würde. Anders bei der U-I Methode, wo ein Strom von 10 mA am 1 Ohm Shunt lediglich 0,1 mW Eigenverlust mit 0,02 % Fehler erzeugen würde. Für Standby Messungen ist also die Spannungsmessung stets auf der Versorgerseite durchzuführen.

Bei hohen Strömen bzw. Leistungen ist es dagegen i. A. günstiger, die Spannungsmessung am Verbraucher vorzunehmen, da hier die Einflüsse von Shunt und Leitungswiderständen überwiegen. Um die Verdrahtung nicht dauernd ändern zu müssen, bieten einige Yokogawa Leistungsmesser die Möglichkeit einer rechnerischen Kompensation des Eigenverbrauchs.

Messgenauigkeit

Gerade die Forderung nach 2 % Messgenauigkeit scheint mit heute üblichen, digitalen Leistungsmessern leicht zu erreichen. Selbst die IEC 62301, Annex B.5 spricht davon, dass man mit einem Gerät der Genauigkeitsklasse 0,5 diese Bedingung „komfortabel" erfüllen könne. In der Praxis erweist es sich jedoch, dass bei solchen Modellrechnungen die übliche Annahme eines Leistungsfaktors nahe 1 und die eines sinusförmigen Stromes bei weitem nicht zutrifft. Vielmehr ist es so, dass der Strom eine sehr pulsförmige Gestalt hat, was für ein nicht Leistungsfaktor korrigiertes Kleinnetzteil typisch ist. Der so genante Scheitelfaktor (Crest Faktor), d. h. das Verhältnis von Spitzenwert zu Effektivwert erreicht hier oft Werte von 3 bis 6 (bei Sinus 1,41). Zum zweiten verursacht das Netzeingangsfilter einen relativ hohen, kapazitiven Blindstrom. Ein Kondensator mit 0,1 µF zieht an 230 V/50 Hz bereits einen Blindstrom von ca. 7 mA, was ein Vielfaches des eigentlichen Wirkstromes ausmachen kann.

Beide Effekte haben zur Folge, dass in vielen praktischen Fällen der Strommessbereich des Leistungsmesser größer als ursprünglich gedacht gewählt werden muss, um eine Übersteuerung zu vermeiden. Dies hat jedoch Konsequenzen für die Messgenauigkeit des Gerätes. Da sich der Gesamtfehler aus einem prozentualen Anteil des Messwertes plus einem (konstanten) Anteil des Messbereiches zusammensetzt, verschlechtert sich die Genauigkeit, je höher der Strommessbereich und damit auch der Leistungsmessbereich eingestellt wird. Dazu folgendes Beispiel:

Ein Verbraucher soll an 230 V/50 Hz überprüft werden, ob er das 0,5 W Kriterium erfüllt. Als Messgerät soll ein preisgünstiges Gerät, z. B. Yokogawa WT 210, mit den Toleranz-Eckdaten ± (0,1 % des Messwertes + 0,1 % des Messbereiches) verwendet werden. Lässt sich die Messung normgerecht durchführen?

Am WT 210 wird der Spannungsbereich 300 V_{eff} und der Strombereich 20 mA_{eff} eingestellt, was einen Wirkleistungsnennbereich von 6 W ergibt. Die Messergebnisse lauten U_{eff} = 230 V, I_{eff} = 20 mA, P = 0,46 W, λ = 0,1 (Leistungsfaktor), CF = 3 (Scheitelfaktor). Da der Leistungsmesser bei 100 % Aussteuerung einen zulässigen Scheitelfaktor > 3 besitzt, können die 60 mA_{pk} ohne Übersteuerung gemessen werden. Die Fehlerrechnung ergibt $\Delta P = \pm(0{,}1\% \times 0{,}46\,W + 0{,}1\% \times 6\,W) \approx 6{,}5\,mW$ oder $\Delta P/P = 1{,}41\%$.

Das Messgerät erfüllt also das Genauigkeitskriterium, da der Fehler kleiner als 10 mW bzw. 2 % ausfällt. Allerdings ist festzustellen, dass aus der ursprünglichen Forderung von 2 % Messungenauigkeit in diesem typischen Beispiel eine Toleranz von ca. 0,15 % geworden ist. Der Rahmen der Messgenauigkeit wird also bereits zu ca. 70 % ausgenutzt. Von einem „komfortablen" Messen mit einem 0,5 % Gerät kann also keine Rede sein.

Man kann sich leicht vorstellen, dass bei noch geringeren Leistungsfaktoren oder höheren Blindströmen ein qualitativ höherwertiges Messgerät verwendet werden muss. Yokogawa bietet eine durchgehende Produktfamilie von Leistungsmessern bis hin zu allerhöchsten Genauigkeitsforderungen und integrierten Strombereichen ab 5 mA mit hoher Dynamik speziell für Standby Messungen an. (jj)

infoDIRECT 569ei0909

▶ Link zu **Yokogawa Measurement Technologies**

www.elektronik-industrie.de