ÖVE/ÖNORM
TR 61869-103

Ausgabe: 2013-03-01

Messwandler –
Anwendung von Messwandlern bei der Messung der Spannungsqualität
(IEC TR 61869-103:2012)

Instrument transformers –
The use of instrument transformers for power quality measurement
(IEC TR 61869-103:2012)

Copyright OVE

Medieninhaber und Hersteller:
OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik
Austrian Standards Institute

Copyright © OVE/Austrian Standards Institute – 2013. Alle Rechte vorbehalten! Nachdruck oder Vervielfältigung, Aufnahme auf oder in sonstige Medien oder Datenträger nur mit Zustimmung gestattet!

Verkauf von in- und ausländischen Normen und technischen Regelwerken durch
Austrian Standards Institute
Heinestraße 38, 1020 Wien
E-Mail: sales@as-plus.at
Internet: www.as-plus.at
Webshop: www.as-plus.at/shop
Tel.: +43 1 213 00-444
Fax: +43 1 213 00-818

Alle Regelwerke für die Elektrotechnik auch erhältlich bei
OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik
Eschenbachgasse 9, 1010 Wien
E-Mail: verkauf@ove.at
Internet: www.ove.at
Webshop: www.ove.at/webshop
Tel.: +43 1 587 63 73
Fax: +43 1 587 63 73 - 99

ICS	17.220.20
Ident (IDT) mit	IEC TR 61869-103:2012 (Übersetzung)
zuständig	OVE/Komitee TK MR Mess- und Regelungstechnik

Nationales Vorwort

Diese Technische Bericht IEC TR 61869-103:2012 hat sowohl den Status von ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK gemäß ETG 1992 als auch den einer ÖNORM gemäß NG 1971. Bei ihrer Anwendung ist dieses Nationale Vorwort zu berücksichtigen.

Für den Fall einer undatierten normativen Verweisung (Verweisung auf einen Standard ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste Ausgabe dieses Standards.
Für den Fall einer datierten normativen Verweisung bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Standards.

Der Rechtsstatus dieser ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORM ist den jeweils geltenden Verordnungen zum Elektrotechnikgesetz zu entnehmen.

Bei mittels Verordnungen zum Elektrotechnikgesetz verbindlich erklärten ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORMEN ist zu beachten:

- Hinweise auf Veröffentlichungen beziehen sich, sofern nicht anders angegeben, auf den Stand zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORM. Zum Zeitpunkt der Anwendung dieser ÖSTERREICHISCHEN BESTIMMUNGEN FÜR DIE ELEKTROTECHNIK/ÖNORM ist der durch die Verordnungen zum Elektrotechnikgesetz oder gegebenenfalls auf andere Weise festgelegte aktuelle Stand zu berücksichtigen.
- Informative Anhänge und Fußnoten sowie normative Verweise und Hinweise auf Fundstellen in anderen, nicht verbindlichen Texten werden von der Verbindlicherklärung nicht erfasst.

Copyright ÖVE

– Leerseite –

Copyright OVE

Inhalt

Seite

Nationales Vorwort ... 2
1 Anwendungsbereich ... 10
2 Normative Verweisungen ... 10
3 Begriffe ... 10
4 Art der Problemstellung ... 14
5 Parameter der Spannungsqualität nach IEC 61000-4-30:2008 ... 15
5.1 Allgemeines ... 15
5.2 Messkette zur Messung der Spannungsqualität ... 15
5.3 Signalverarbeitung nach IEC 61000-4-30:2008 ... 16
5.4 Netzfrequenz ... 17
5.5 Betrag der Versorgungsspannung ... 17
5.6 Flicker (Flimmern) ... 17
5.7 Einbrüche und Überhöhungen der Versorgungsspannung ... 19
5.8 Spannungsunterbrechungen ... 19
5.9 Transiente Spannungen ... 20
5.10 Unsymmetrie der Versorgungsspannung ... 20
5.11 Spannungsoberschwingungen ... 21
5.12 Zwischenharmonische der Spannung ... 22
5.13 Spannungen in der Versorgungsspannung aus der Signalübertragung auf elektrischen Netzen ... 22
5.14 Schnelle Spannungsänderungen ... 22
5.15 Messung der Parameter der Unterabweichung und Überabweichung ... 22
5.16 Zusammenfassung der Anforderungen, die durch die Parameter der Spannungsqualität gestellt werden ... 22
6 Einfluss von Messwandlern auf die Messung der Spannungsqualität ... 23
6.1 Allgemeines ... 23
6.2 Induktive Messwandler ... 25
6.3 Kapazitive Spannungswandler ... 36
6.4 Elektronische Messwandler ... 43
7 Prüfungen der Spannungsqualität ... 70
7.1 Prüfverfahren für den Frequenzgang von Spannungswandlern ... 71
7.2 Prüfaufbau für die Prüfung des Frequenzgangs von Spannungswandlern ... 72
7.3 Prüfverfahren für den Frequenzgang von Stromwandlern ... 73
7.4 Prüfaufbau für die Prüfung des Frequenzgangs von Stromwandlern ... 73
7.5 Besondere Betrachtungen für die Prüfung von elektronischen Messwandlern mit digitalem Ausgang ... 75
7.6 Prüfungen für elektronische Messwandler nach IEC 60044-8 ... 75
Anhang A Messwandler und Messung der Spannungsqualität – Offene Fragen ... 78
Anhang B Wandlerklassen ... 82

Copyright OVE

Seite
Literaturhinweise 86

Bilder

Bild 1 – Messkette (aus h), modifiziert) 16
Bild 2 – Beitrag von Messwandlern zur Gesamt-Messunsicherheit (aus i), modifiziert) 16
Bild 3 – Beispiel für Spannungsschwankungen, die Flicker verursachen 18
Bild 4 – Demodulation innerhalb des IEC-Flickermeters 18
Bild 5 – Beispiel für einen Spannungseinbruch 19
Bild 6 – Beispiel für eine Spannungsunterbrechung 20
Bild 7 – Beispiel für die Spannungsunsymmetrie 21
Bild 8 – Beispiel für Spannungsoberschwingungen 22
Bild 9 – Frequenzbereich der Technologien von Spannungswandlern nach dem heutigen Kenntnisstand 24
Bild 10 – Frequenzbereich der Technologien von Stromwandlern nach dem heutigen Kenntnisstand 25
Bild 11 – Beispiel einer Ersatzschaltung für einen induktiven Spannungs-/Stromwandler 26
Bild 12 – Querschnitt eines induktiven Spannungswandlers für Spannungen über 1 kV bis 52 kV 27
Bild 13 – Querschnitt eines freistehenden Hochspannungswandlers 29
Bild 14 – Frequenzgang eines typischen induktiven Spannungswandlers für 420 kV 30
Bild 15 – Erste Resonanzspitze in Abhängigkeit von der Systemspannung U_m 30
Bild 16 – Querschnitt eines Stromwandlers (mit freundlicher Genehmigung von Schneider Electric) 33
Bild 17 – Ergebnisse, die mit einem Stromwandler für 245 kV erzielt worden sind (mit freundlicher Genehmigung der Trench Switzerland AG) 35
Bild 18 – Ergebnisse, die mit einem Stromwandler für 245 kV erzielt worden sind: Ausschnitt 35
Bild 19 – Querschnitt eines kapazitiven Spannungswandlers 36
Bild 20 – Kapazitiver Spannungswandler: Ersatzschaltung bei Netzfrequenz 37
Bild 21 – Vereinfachte Ersatzschaltung für einen kapazitiven Spannungswandler ohne Kompensationsdrossel 38
Bild 22 – Vereinfachte Ersatzschaltung für einen kapazitiven Spannungswandler bei Netzfrequenz 38
Bild 23 – Vollständiges Ersatzschaltbild für einen kapazitiven Spannungswandler bei Netzfrequenz 39
Bild 24 – Mit einem kapazitiven Spannungswandler mit einem Anschluss für die Oberschwingungsmessung durchgeführte Messungen 41
Bild 25 – Vergleich der verschiedenen Messungen mit und ohne Anschluss zur Oberschwingungsüberwachung 42
Bild 26 – Grundaufbau eines Kristalls, der den Pockels-Effekt bewirkt 46
Bild 27 – Verschiedene Lösungen für das Anlegen einer Spannung an den aktiven Kristall 47
Bild 28 – Verschiedene Methoden für das Teilen der Gesamtspannung vor dem Anlegen an den Kristall 47
Bild 29 – Grundaufbau eines Pockels-Sonsors 48
Bild 30 – Industrielle Pockels-Zelle 49
Bild 31 – Berechnung des Frequenzgangs für einen optischen Spannungswandler 49
Bild 32 – Querschnittsansicht und elektrisches Schaltbild eines ohmschen Spannungsteilers (aus v)) 50

Copyright OVE

Seite

Bild 33 – Übersetzungsfehler eines ohmschen Mittelspannungsteilers ... 51
Bild 34 – Fehlwinkel eines ohmschen Mittelspannungsteilers ... 52
Bild 35 – Elektrisches Schaltbild eines kapazitiven Spannungsteilers ... 53
Bild 36 – Ersatzschaltung eines RC-Spannungsteilers (aus w), x)) ... 55
Bild 37 – Ersatzschaltung eines symmetrischen RC-Spannungsteilers (aus x)) ... 56
Bild 38 – Frequenzgang eines RC-Spannungsteilers ... 56
Bild 39 – Mit einem RC-Spannungsteiler mit einem Spannungspegel von 145 kV und mit einer Kabellänge von 150 m durchgeführte Messungen ... 57
Bild 40 – Prinzip der Messung mit einem optischen Stromwandler (aus v)) ... 58
Bild 41 – Prinzip der Messung mit einem optischen Stromwandler ... 59
Bild 42 – Berechnung des Frequenzgangs für einen optischen Stromwandler ... 59
Bild 43 – Typische Frequenzgangmessung eines Kleinsignal-Stromwandlers ... 61
Bild 44 – Ersatzschaltung einer Rogowski-Spule ... 62
Bild 45 – Elektrisches Schaltbild und Bild eines Stromwandlers mit Rogowski-Spule ... 64
Bild 46 – Elektrisches Schaltbild für die Strommessung mit einem Shunt ... 66
Bild 47 – Shunt für Gleichstromanwendungen ... 66
Bild 48 – Ersatzschaltbild für einen kompensierten Shunt ... 66
Bild 49 – Theoretisch mögliche Bandbreite eines Shunts für 5 kA/150 mV ... 67
Bild 50 – Hall-Sensor ... 69
Bild 51 – Hall-Sensor ... 69
Bild 52 – Hall-Sensor ... 70
Bild 53 – Prüfschaltung für die Prüfung des Frequenzgangs eines Spannungswandlers ... 72
Bild 54 – Prüfschaltung für die Prüfung des Frequenzgangs von Spannungswandlern ... 73
Bild 55 – Prüfschaltung für die Prüfung des Frequenzgangs eines Stromwandlers ... 74
Bild 56 – Prüfschaltung für die Prüfung des Frequenzgangs von Stromwandlern ... 74
Bild 57 – Prüfaufbau für elektronische Stromwandler für Messzwecke mit digitalem Ausgang ... 76
Bild 58 – Prüfaufbau für elektronische Stromwandler mit analogem Ausgang ... 77
Bild A.1 – Beispiel für „unechte Spannungseinbrüche“; Transienten, die an der Sekundärwicklung von Mittelspannungswandlern infolge der Sättigung des Spannungswandlers aufgezeichnet werden ... 81

Tabellen

Tabelle 1 – Störungen der Spannungsqualität und Messintervalle nach IEC 61000-4-30:2008 ... 17
Tabelle 2 – Wandlerparameter, die die Messung der Spannungsqualität beeinflussen ... 23
Tabelle 3 – Hauptkomponenten eines induktiven Spannungswandlers für Spannung über 1 kV bis 52 kV ... 27
Tabelle 4 – Induktive Spannungswandler für Spannungen über 1 kV bis 52 kV: Einfluss auf die Messung der Parameter der Spannungsqualität ... 28
Tabelle 5 – Induktive Spannungswandler für Spannungen über 52 kV bis 1 100 kV: Einfluss auf die Messung der Parameter der Spannungsqualität ... 31
Tabelle 6 – Hauptkomponenten eines induktiven Stromwandlers für Spannung über 1 kV bis 52 kV ... 32

Copyright OVE

Seite

Tabelle 7 – Induktive Stromwandler für Spannungen über 1 kV bis 52 kV: Einfluss auf die Messung der Parameter der Spannungsqualität 33

Tabelle 8 – Hauptkomponenten eines induktiven Stromwandlers für Spannung über 52 kV bis 1 100 kV 34

Tabelle 9 – Induktive Stromwandler für Spannungen über 52 kV bis 1 100 kV: Einfluss auf die Messung der Parameter der Spannungsqualität 36

Tabelle 10 – Kapazitive Spannungswandler: Einfluss auf die Messung der Parameter der Spannungsqualität 40

Tabelle 11 – Kapazitive Spannungswandler mit Anschluss zur Oberschwingungsmessung: Einfluss auf die Messung der Parameter der Spannungsqualität 42

Tabelle 12 – Kapazitive Spannungswandler mit zusätzlichen Einrichtungen zur Messung der Spannungsqualität: Einfluss auf die Messung der Parameter der Spannungsqualität 43

Tabelle 13 – Genauigkeitsklassen für die Energiezählung 44

Tabelle 14 – Genauigkeitsklassen für die Messung der Spannungsqualität 44

Tabelle 15 – Optische Spannungswandler: Einfluss auf die Messung der Parameter der Spannungsqualität 50

Tabelle 16 – Ohmsche Mittelspannungsteiler: Einfluss auf die Messung der Parameter der Spannungsqualität 52

Tabelle 17 – Kapazitive Spannungsteiler: Einfluss auf die Messung der Parameter der Spannungsqualität 54

Tabelle 18 – RC-Spannungsteiler: Einfluss auf die Messung der Parameter der Spannungsqualität 57

Tabelle 19 – Optische Stromwandler: Einfluss auf die Messung der Parameter der Spannungsqualität 60

Tabelle 20 – Hauptkomponenten von Kleinsignal-Stromwandlern 61

Tabelle 21 – Hauptkomponenten von Rogowski-Sensoren 64

Tabelle 22 –Stromwandler mit Rogowski-Spule: Einfluss auf die Messung der Parameter der Spannungsqualität 65

Tabelle 23 – Shunt: Einfluss auf die Messung der Parameter der Spannungsqualität 68

Tabelle 24 – Hall-Sensoren: Einfluss auf die Messung der Parameter der Spannungsqualität 70

Tabelle 25 – Parameter der Spannungsqualität und Anforderungen an Strom- und Spannungswandler 71

Tabelle 26 – Prüfströme und -spannungen für allgemeine Genauigkeitsklassen 75

Tabelle 27 – Prüfströme und -spannungen für spezifische Genauigkeitsklassen 75

Tabelle B.1 – Beispiel für eine Prüftabelle mit den möglichen Hauptanforderungen für Genauigkeitsprüfungen 84

Copyright OVE