Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 91 (2000)

Heft: 22

Artikel: Verbesserte Normen für die Flickermessung

Autor: Mühlegger, Werner / Spielmann

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-855621

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Verbesserte Normen für die Flickermessung

Die Versorgungsqualität der elektrischen Energie spielt eine zunehmend wichtige Rolle für die Energieversorger und deren Kunden. Die entsprechende Messung wird mit einem Flickermeter durchgeführt. Dieses Messgerät bildet das Verhalten einer Glühbirne gegenüber der menschlichen Auge-Gehirn-Kombination nach. Da es sich hier um ein sehr komplexes Instrument handelt, kann es vorkommen, dass unterschiedliche Geräte unter gleichen Bedingungen unterschiedliche Ergebnisse anzeigen. In vielen Fällen liegt dies an der Definition der Flickermeter in den relevanten Normen. In dem folgenden Beitrag wird näher auf die gesamte Problematik der Flickermessung eingegangen, vom Grundwissen über Flicker bis zur Analyse der gemessenen Ergebnisse.

Adresse der Autoren

Werner Mühlegger
Business Development Manager
Portable Power Network Analysers
LEM NORMA GmbH
Palmersstrasse 2
A-2351 Wiener Neudorf

Christoph Spielmann
R&D Manager Software Entwicklungen
LEM NORMA GmbH
Palmersstrasse 2
A-2351 Wiener Neudorf

■ Werner Mühlegger und Christoph Spielmann

Flicker

Als Flicker wird der subjektive Eindruck von Leuchtdichteschwankungen bezeichnet, das heisst das menschliche Auge nimmt Helligkeitsschwankungen bei Leuchtkörpern wahr. Wie empfindlich Menschen darauf reagieren und ab wann Flicker wahrgenommen oder als störend empfunden werden, ist sehr unterschiedlich. Gesundheitliche Probleme wie Müdigkeit, Nervosität usw. können die Folge davon sein.

Hervorgerufen wird Flicker vor allem von Belastungsschwankungen, die wiederum zu Spannungsschwankungen führen. Netze mit hoher Kurzschlussleistung, also geringem Innenwiderstand, haben hier natürlich weniger Probleme als Netze mit geringer Kurzschlussleistung, so zum Beispiel im ländlichen Raum. Wesentliche Flickerquellen sind Schweissmaschinen, Lichtbogenöfen, ältere Kopiergeräte und Laserdrucker. Grundsätzlich kann allerdings jeder Verbraucher mit schwankender Leistungsaufnahme eine Flickerquelle sein.

Normen für Flickermeter

Mit der Veröffentlichung der IEC 868 wurde der erste Flickerstandard zur Erfassung dieses Ereignisses definiert. Das war ein wesentlicher Schritt, um alle manuellen und grafischen Verfahren zu ersetzen. Als dieser Standard 1986 veröffentlicht wurde, gab es ausschliesslich analoge Messgeräte, was dazu führte, Struktur, Test- und Kalibrierverfahren ausschliesslich für analoge Geräte festzulegen.

Im Laufe der Zeit hat sich die Situation komplett geändert mit der Folge, dass ausnahmslos digitale Geräte entwickelt und hergestellt werden. Digitale Geräte sind kleiner, genauer und billiger. Sie bieten aber eine Vielzahl von Realisierungsmöglichkeiten, die in den Normen trotz Überarbeitung noch nicht berücksichtigt wurden. So fehlen bisher genauere Definitionen bzw. bessere Testmöglichkeiten für digitale Geräte.

Funktionsweise eines Flickermeters

Anhand Bild 1 und der dazugehörigen Erklärung wird der Aufbau dieses Messgerätes erläutert. Jeder Abschnitt bzw. Block ist in sich abgeschlossen, um dessen Elemente besser zu veranschaulichen.

Block 1: Die Verstärkungsregelung stellt sicher, dass Block 2 mit einer konstanten Spannung versorgt wird. Die resultierende Verstärkung ändert sich mit einer Zeitkonstante von 2 Minuten.

Block 2: Ein Rechteckdemodulator extrahiert die Flickersignale aus

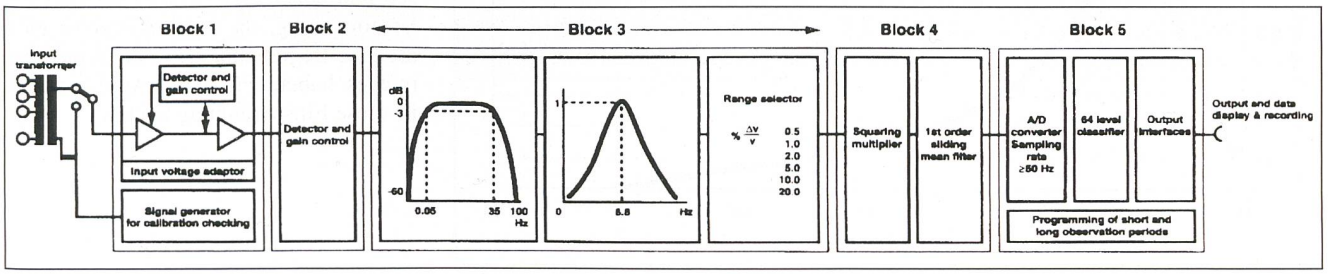
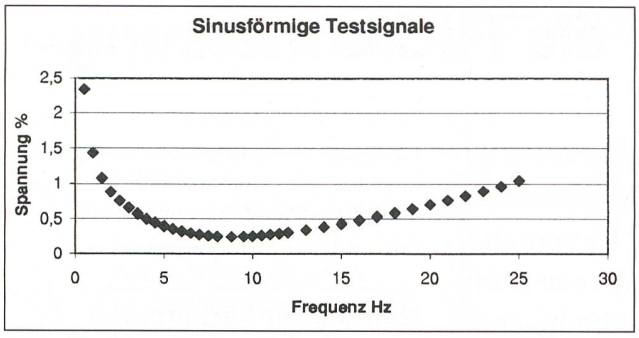


Bild 1 Blockschaltbild eines analogen Flickermeters.



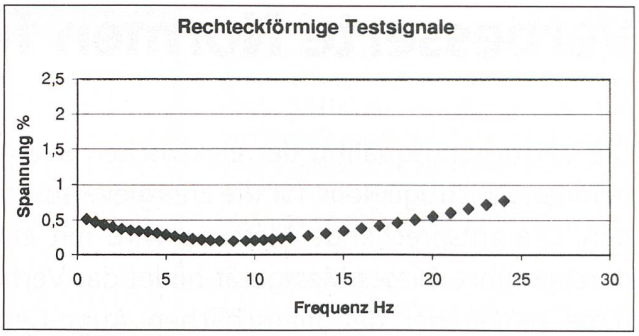


Bild 2 Sinusförmige und rechteckförmige Testsignale.

dem amplitudenmodulierten Spannungssignal. Hier kann es bereits zu Unterschieden zwischen digitalen und analogen Geräten kommen.

Block 3: Dieser Block besteht aus Filtern, einer Hochpass-/Tiefpass-Kombination zur Unterdrückung unerwünschter Signale nach der Demodulation. Der zweite Filter gewichtet die Signale entsprechend der durchschnittlichen Empfindlichkeit des menschlichen Auges.

Block 4: Das Ausgangssignal des Gewichtungsfilters wird nochmals quadriert und mit einem Tiefpassfilter erster Ordnung geglättet. Die Zeitkonstante dieses Filters beträgt 300 ms.

Block 5: Hier wird die statistische Analyse durchgeführt: Es werden ein Histogramm und eine Summenhäufigkeitsfunktion berechnet. Die Verteilung der Klassen und deren Grenzwerte sind in der aktuellen Norm jedoch noch nicht ausreichend definiert.

Testsignale

Zum Test von Flickermetern wurden zwei unterschiedliche Testsignale definiert. Flickermeter werden heute mit sinusförmigen und rechteckförmigen Signalen getestet, die die «reine» Netzspannung modulieren (Bild 2). Die jeweiligen Pegel sind so gewählt, dass am Ausgang des Flickermeters der Pegel 1 erreicht wird. Pegel 1 heisst, das Flickerempfinden wird vom menschlichen Auge bereits als störend empfunden.

Um eine Verbesserung der Situation zu erreichen, ist es unumgänglich, die Anforderung an digitale Geräte festzulegen.

Eine andere Möglichkeit besteht in der Erweiterung der Testsignale, um so sicherzustellen, dass alle in Frage kommenden Geräte auch unter Praxisbedingungen dieselben Ergebnisse erzielen. Vorzuziehen ist die Definition erweiterter Testsignale, da mit einer genauen Festlegung sowohl die Realisierung als auch die Weiterentwicklung dieser Geräte eingeschränkt würde, oder eine Realisierung unter Einsatz modernster Technik nicht möglich wäre.

Ein wichtiger Schritt ist es, das Frequenzverhalten des Flickermeters über den gesamten Frequenzbereich zu definieren und zu testen (Bild 3). Mit Hilfe digitaler Technik ist es möglich, Flickermeter zu entwerfen, die zwar allen bisher definierten Werten entsprechen, jedoch unter Praxisbedingungen im Netzbetrieb keine überzeugenden Messwerte liefern. Der Test mit einzelnen Frequenzen reicht also nicht aus, um über die Qualität eines Flickermeters aussagefähige Angaben zu machen.

Eine Änderung des Testverfahrens ist hier unbedingt notwendig. Im Flickerstandard wird das Testsignal so gewählt, dass am Ausgang des Flickermeters Pegel 1 erscheint. Diese Vorgehensweise ist nur möglich in Frequenzbereichen von 0,5 bis 33 Hz, in denen kleine Modulationspegel bereits deutliche Flicker hervorrufen. Bei höheren Frequenzen kann dieses Verfahren nicht gewählt werden, da hier generell keine Flicker verursacht werden. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, wird empfohlen, das Verfahren so abzuändern, dass mit einem konstanten Pegel getestet wird, wobei der anzuzeigende Flickerpegel definiert werden muss. Auf diese Art und Weise lassen sich auch Frequenzen testen, die keinen Flicker hervorrufen dürfen.

Dieser Test wird mit einem sinusförmigen Signal durchgeführt, mit dem die Netzspannung moduliert wird. Voraussetzung hierfür: das getestete Flickermeter kann diesen Flickerbereich auch messen und anzeigen. Diese Einschränkung ist notwendig, da es Flickermeter gibt, die eine Begrenzung des Flickermessbereiches haben. Für viele Applikationen ist diese Einschränkung zulässig.

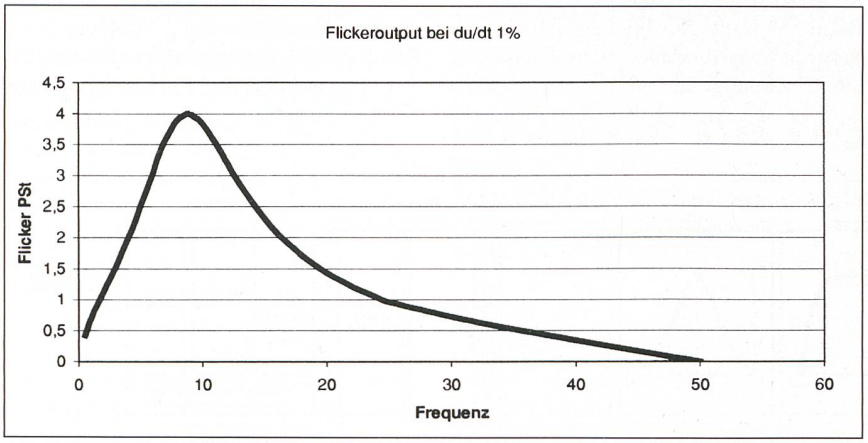


Bild 3 Frequenzverhalten eines idealen Flickermeters.

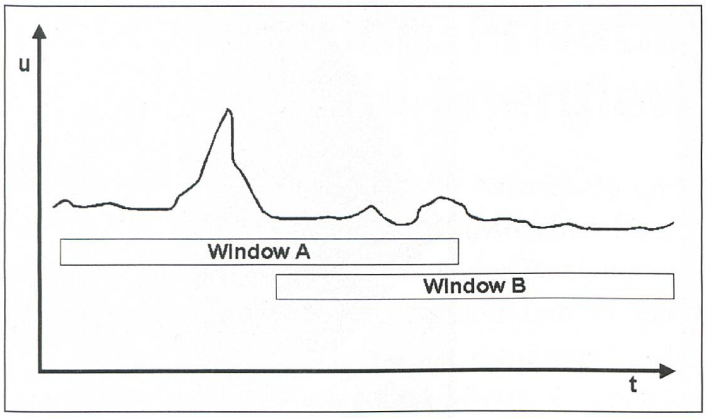


Bild 4 Unterschiedliche Messergebnisse von nicht synchronisierten Flickermetern.

Definiert ist	Nicht definiert ist
■ Minimale Abtastrate ■ Minimale Klassenanzahl	■ Grenzen für die Klassen ■ Anzahl der Klassen ■ Art der Verteilung der Klassen ■ Fixe oder adaptive Grenzwerte

Bild 5 Definition der statistischen Analyse.

Synchronisation

Flickermeter sind nichtlineare Messgeräte. Selten auftretende kleine Spannungsschwankungen können zu hohen Flickerpegeln führen. Werden nun mehrere Geräte parallel am Netz betrieben, so kann es vorkommen, dass die Geräte mit unterschiedlichen Zeitfenstern (Windows) arbeiten, was in der Folge zu unterschiedlichen Ergebnissen führt (Bild 4).

Heute verfügen die meisten dieser Messgeräte über eine interne Uhr. Es ist also durchaus möglich, die Geräte zu synchronisieren. Eine Variante dieser Synchronisation: die 10-Minuten-Intervalle beginnen jeweils nach Erreichen von vollen 10 Minuten.

Statistische Analyse

Die statistische Analyse in Block 5 ist nicht im Detail definiert (Bild 5). Dies lässt viel Spielraum bei deren Umsetzung zu, was dann wiederum zu unterschiedlichen Ergebnissen und deren Interpretation führt.

Ein vollständiger Test der statistischen Analyse wäre äusserst umfangreich und würde nur unter weitgehend übereinstimmenden Voraussetzungen zu gleichen Ergebnissen führen. Die statistische Analyse sollte deshalb in den Normen verbessert und bei der Ausführung der Flickermeter vereinheitlicht werden. So ist es heute kein Problem mehr, die verwendete Klassenanzahl deutlich zu erhöhen, um so mit zum Beispiel 1024 Klassen anstatt bisher 64 Klassen zu arbeiten. Mit dieser Anzahl von Klassen wäre es auch möglich, die statistische Auswertung im Detail in den Normen festzulegen.

Zusammenfassung

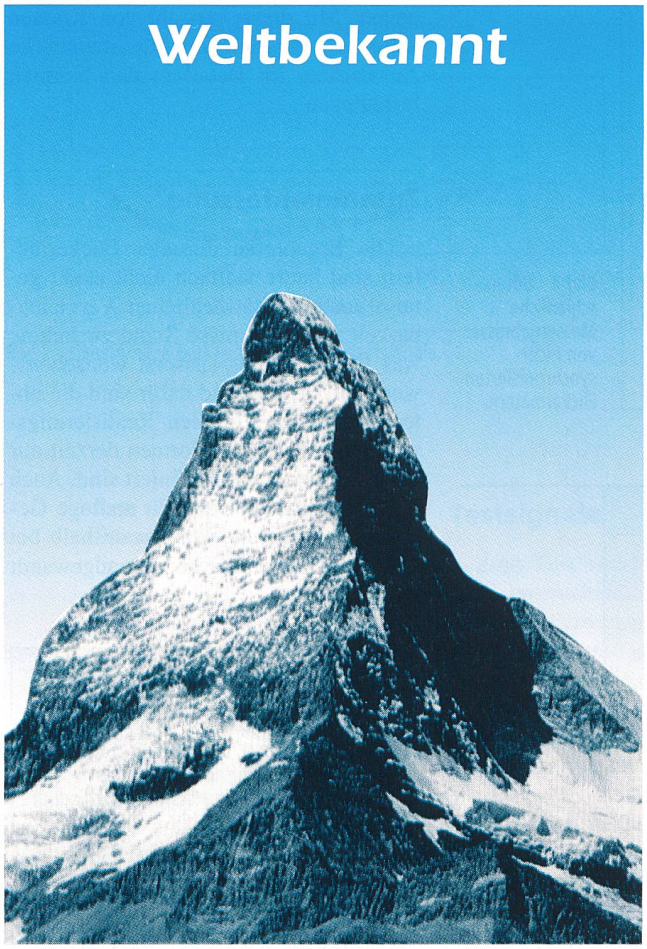
Die Ergebnisse digitaler Flickermetern sind heute vielfach nicht exakt genug, um einer tatsächlichen Vergleichbarkeit der Ergebnisse Stand zu halten, was für die Praxis äusserst wünschenswert wäre. Ein Grund dafür sind die unterschiedlichen digitalen Realisierungsvarianten, da in den Normen derzeit nur analoge Instrumente definiert sind. Auch die Testsignale wurden für analoge Geräte entwickelt und können deshalb bei digitalen Geräten nur bedingt angewandt werden.

Die Autoren arbeiten bei LEM an der Definition verbesserter Flickermeter, Spezifikationen und Testsignalen. Ihre Mitarbeit in internationalen Gremien stellt sicher, dass zukünftig diese verbesserten Prozeduren in den Normen festgeschrieben und für alle Hersteller verbindlich sind.

LEM ist seit vielen Jahren im Bereich der Netzqualitätsmessungen tätig. Mit der Memobox 686 brachte das Unternehmen eines der ersten digitalen Flickermeter für Netzqualitätsmessungen auf den Markt. Dessen Nachfolger sind heute als umfangreiche Power Quality-Produktfamilien im Handel erhältlich. Verschiedene Mitarbeiter des Unternehmens sind bereits seit vielen Jahren sowohl in nationalen als auch internationalen Normengremien vertreten und arbeiten aktiv an der Lösung aktueller Problemstellungen mit.

Amélioration des normes pour mesurer le flicker (ou papillotement)

Les entreprises électriques et leurs clients accordent toujours plus d'importance à la qualité de l'approvisionnement en énergie électrique. Cette qualité est mesurée à l'aide d'un flicker-mètre. Cet appareil étant très complexe, il arrive, même à des conditions identiques, que les résultats varient d'un appareil à l'autre. Dans de nombreux cas, cela relève de la définition du flicker-mètre dans les normes déterminantes. L'article présente de plus près la problématique de la mesure du flicker, en commençant par les connaissances de base sur le flicker jusqu'à l'analyse des résultats.



Pfiffner-
Messwandler
auf allen
Kontinenten

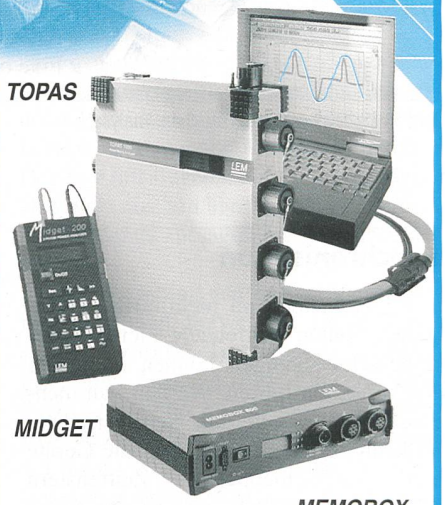
SN EN ISO 9001

PFIFFNER

Pfiffner Messwandler AG CH-5042 Hirschthal
Tel. +41 62 739 28 28 Fax +41 62 739 28 10
E-mail: sales@pmw.ch Internet: www.pmw.ch

Messen-Prüfen-Analysieren

in der Stromverteilung



- **Qualitätssicherung**
- **Störungsanalyse**
- **Netzoptimierung**

TOPAS 1000, MEMOBOX 800, MIDGET 200, das komplette Sortiment für alle Messaufgaben.

Einfache Bedienung bietet Sicherheit und garantiert hohe Zuverlässigkeit.

Beweiskräftige Ergebnisse durch professionelle Software

CE

LEM ELMES
Bahnhofstrasse 15
CH-8808 Pfäffikon, SZ
Tel.: 055/415 75 75
Fax: 055/415 75 55
e-mail: lel@lem.com
www.lem.com

LEM