

| | |
|---------------------|---|
| 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: | 65 (1974) |
| Heft: | 6 |
| Artikel: | Schnelle Messung des gleichgerichteten linearen Mittelwertes |
| Autor: | Gimmel, B.A. |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-915376 |

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: 14.02.2026

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

Schnelle Messung des gleichgerichteten linearen Mittelwertes

Von B. A. Gimmel

621.317.321

Die schnelle Messung des linearen Mittelwertes einer gleichgerichteten Spannung ist bei der Spannungsregelung von Wechselspannungen bei Kraftwerksgeneratoren von Interesse. Der Artikel beschreibt eine Methode, wie die schnelle Mittelwertmessung realisiert werden kann.

Unter dem linearen gleichgerichteten Mittelwert U_m eines elektrischen Spannungssignals $u(t)$ versteht man:

$$U_m = \frac{1}{T} \int_0^T |u(t)| dt \quad (1)$$

Bei periodischen Spannungen $u(t)$ entspricht die Zeitdauer T der Periodendauer von $u(t)$. Den linear gleichgerichteten Mittelwert bezeichnet man kurz als Mittelwert. Im

La mesure rapide de la valeur moyenne linéaire d'une tension redressée est intéressante pour le réglage de tensions alternatives d'alternateurs d'usines électriques. On décrit une méthode permettant de réaliser cette mesure rapide.

folgenden seien nur periodische Wechselspannungssignale $u(t)$ behandelt.

In konventioneller Weise wird der Mittelwert einer periodischen Wechselspannung durch Gleichrichtung und anschließende Tiefpassfilterung gebildet. Um ein rasches Einschwingen des Tiefpassfilters zu gewährleisten, wird dessen Grenzfrequenz f_g möglichst nahe an die Grundfrequenz f_0 des zu messenden periodischen Signals $u(t)$ gelegt. Dazu werden Filter hoher Steilheit benötigt. Diese Filter haben den Nachteil, dass deren Stossantwort überschwingt. Werden hingegen einfache RC -Filter verwendet, so fällt das Überschwingen weg. Jedoch beträgt beim RC -Filter die Messdauer ungefähr das Zehnfache der Signalperiodendauer T von $u(t)$. Am Lehrstuhl für Industrielle Elektronik und Messtechnik der ETHZ wurde eine Messmethode realisiert, um den Mittelwert eines periodischen Signals filterlos und damit rasch und ohne Überschwingen zu bestimmen.

Diese Messmethode besteht darin, dass man auf die Definitionsgleichung des Mittelwertes [Gl. (1)] zurückgeht und sie gerätemässig realisiert. In [1]¹⁾ wurde diese Methode mit analogen Mitteln im Signalpfad angewendet. Dabei ergab sich, dass vor allem die analoge T -Division die Gesamtgenauigkeit der Messkette stark beeinträchtigt. In [2] trat anstelle einer analogen eine digitale Division. Diesem zweiten Versuch war

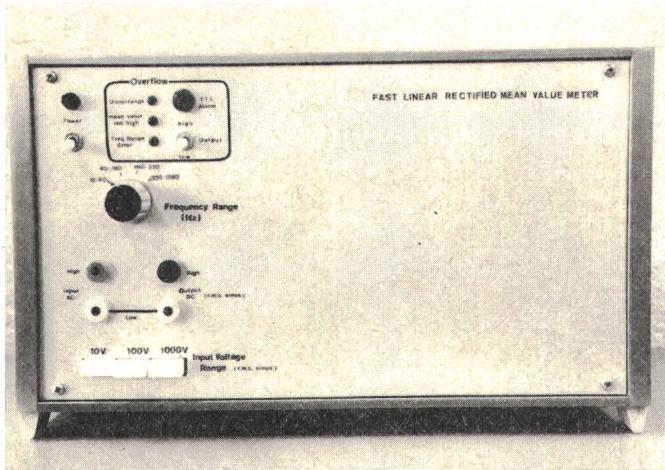


Fig. 1 Messgerät zur schnellen Messung des gleichgerichteten linearen Mittelwertes

¹⁾ Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

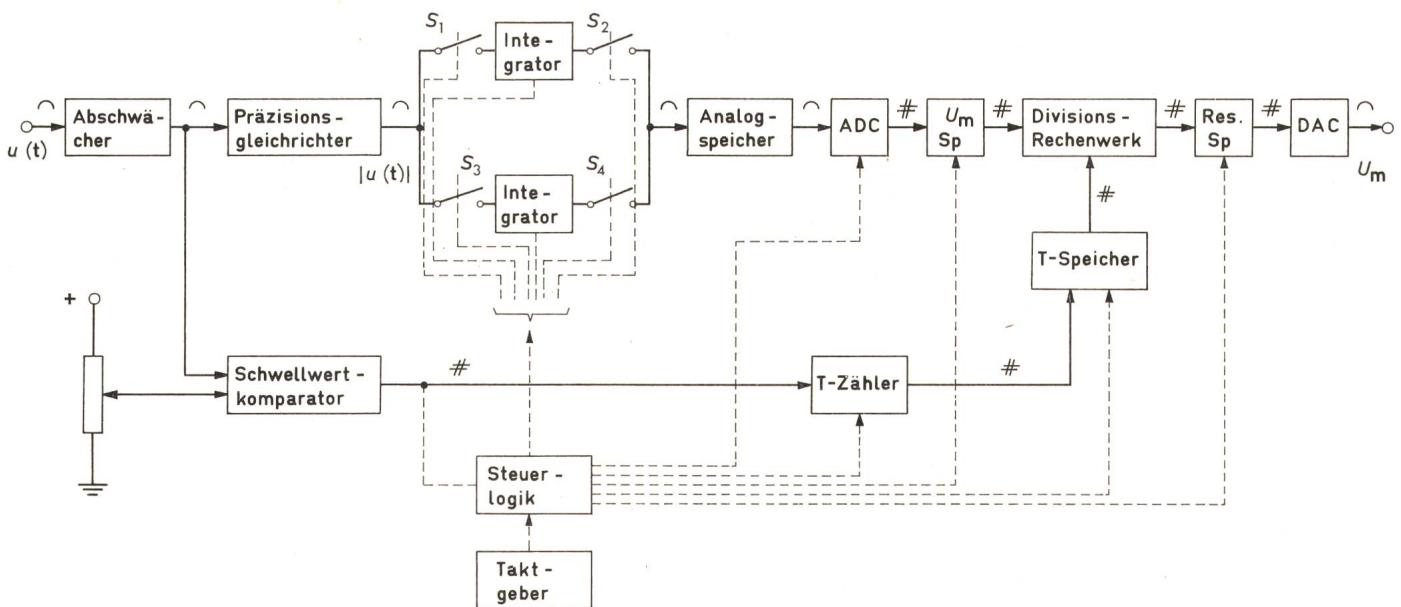


Fig. 2 Blockdiagramm des Messgerätes zur schnellen Messung des gleichgerichteten linearen Mittelwertes

| | | | | | | | |
|---|---------|-----|------------|-----|------------|---|---------------|
| ○ | analog | Sp | Speicher | DAC | DA-Wandler | T | Periodendauer |
| # | digital | ADC | AD-Wandler | Res | Resultat | | |

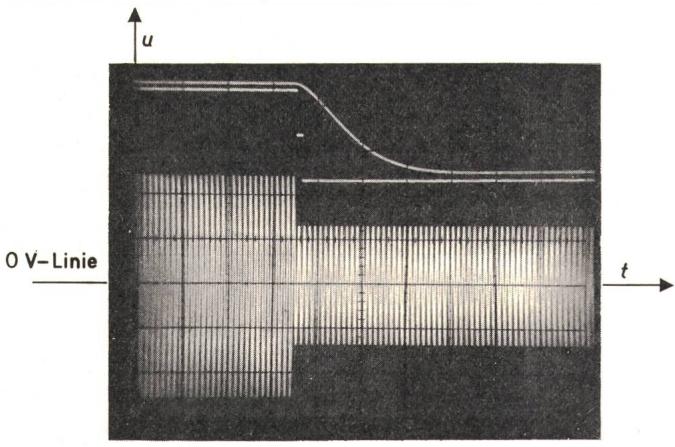


Fig. 3 Vergleich zwischen schneller und gewöhnlicher Mittelwertmessung

Maßstäbe

vertikal: oberes und mittleres Signal 2 V/cm
unteres Signal 5 V/cm

horizontal: 200 ms/cm

OV-Linie gilt für alle drei Signale

voller Erfolg beschieden. Es wurde ein betriebstüchtiges Gerät gebaut (Fig. 1). Die gerätetechnische Realisierung der Messmethode ist aus dem Blockdiagramm der Fig. 2 ersichtlich.

Das Eingangssignal $u(t)$, z. B. eine sinusförmige Wechselspannung, gelangt über einen Abschwächer gleichzeitig an den Eingang eines Präzisionsgleichrichters und an den Eingang eines Schwellwert-Spannungskomparators (Fig. 2). Der Präzisionsgleichrichter bewirkt eine präzise Vollwellengleichrichtung, worauf das Signal an die Eingänge von zwei Integratoren gelangt. Der Schwellwert-Komparator arbeitet als Null-durchgangs-Detektor und misst die Periodendauer T . Impulse, welche den Anfang und das Ende einer Periodendauer T definieren, steuern via Steuerlogik die Integrationsdauer im Integrator. Die beiden Integratoren integrieren das Eingangssignal im Pufferbetrieb abwechselungsweise über eine Periodendauer. Der nachfolgende Analogspeicher speichert den Integrationswert am Ende des Integrationszeitintervall T . Hierauf erfolgt eine AD-Wandlung, worauf das Resultat im U_m -

Speicher aufbewahrt wird. Aus dem Ausgangssignal des Schwellwert-Komparators wird im T-Zähler mittels hochfrequenter Zählimpulse (15 MHz) die Periodendauer T bestimmt. Das Resultat des T-Zählers wird im T-Speicher aufbewahrt. Hierauf wird die digitale Division binär ausgeführt. Der Quotient wird im Quotientenspeicher festgehalten. Ein DA-Wandler macht aus dem digitalen Quotienten einen analogen. Für weitere Details sei auf [2] verwiesen.

Die erreichte Messgeschwindigkeitsverbesserung ist aus Fig. 3 ersichtlich. Die Amplitude eines sinusförmigen 50-Hz-Spannungssignals wurde dabei schrittartig verkleinert. Das Ausgangsspannungssignal bei Anwendung der gewöhnlichen Messmethode (Fig. 3, oberstes Signal) folgt dieser Änderung allmählich; bei Anwendung der schnellen Messmethode (Fig. 3, mittleres Signal) hingegen wird diese Änderung bereits nach einer Signalperiode registriert.

Mit der schnellen Mittelwertmessung kann das Übertragungsverhalten von Regelsystemen verbessert werden. Diese Messmethode könnte beispielsweise bei der Spannungsregelung von Kraftwerksgeneratoren in Betracht gezogen werden, ebenfalls bei Amplitudenstabilisierung von Signalgeneratoren. Der materielle Aufwand darf bei der heutigen IC-Preisstruktur als tragbar bezeichnet werden.

Dem Vorstand des Lehrstuhles für Industrielle Elektronik und Messtechnik, Prof. Dr. Rudolf Zwicky, und den Mitarbeitern des Lehrstuhls dankt der Autor für die Unterstützung dieser Arbeit.

Literatur:

- [1] T. Benz und U. Stahl: Schnelle absolute Mittelwertmessung. Zürich, Institut für Automatik und industrielle Elektronik der ETHZ, Studienarbeit SS 1971.
- [2] C. Ammann und G. Sulzmann: Schnelle Mittelwertmessung mit digitaler T-Division. Zürich, Institut für Automatik und industrielle Elektronik der ETHZ, Studienarbeit WS 1972/73.

Adresse des Autors:

Beat A. Gimmel, Oberassistent am Lehrstuhl für Industrielle Elektronik und Messtechnik der ETHZ, Gloriastrasse 35, 8006 Zürich.