

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 30 (1939)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Die Anwendung von Kathodenstrahloszillographen zur Prüfung von Stromwandlern  
**Autor:** Metal, Artur H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1060804>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 03.04.2025

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

## Die Anwendung von Kathodenstrahlzillographen zur Prüfung von Stromwandlern.

Von Artur H. Metal, Lwów.

Mitteilung aus dem Elektrotechnischen Laboratorium der Technischen Hochschule, Lwów.

621.317.755 : 621.314.224.08

*Ein neues Verfahren zur Untersuchung von Stromwandlern wird angegeben. Es ist eine Differenzialschaltung, die als Ableseinstrument eine Kathodenstrahlröhre benutzt, wobei die Fehler des untersuchten Wandlers direkt abgelesen werden können. Ergebnisse durchgeführter Messungen stehen im guten Einklange mit Resultaten, die mittels anderer Methoden erhalten wurden und zeugen von hoher Empfindlichkeit der Methode.*

*L'auteur expose une nouvelle méthode pour la vérification des transformateurs d'intensité. C'est un montage différentiel, qui utilise un tube à rayon cathodique comme instrument de lecture indiquant directement les erreurs du transformateur en question. Les résultats des mesures effectuées coïncident très bien avec ceux obtenus par d'autres méthodes, ce qui est une preuve de la haute sensibilité de la nouvelle méthode.*

Der Kathodenstrahlzillograph wird immer häufiger zur Lösung verschiedenartiger Aufgaben aus dem Gebiete der Messtechnik herangezogen. Ein Beispiel dieser Anwendungsmöglichkeiten soll hiermit beschrieben werden.

Es handelt sich um eine Schaltung, die mit einfachen Mitteln erlaubt, eine genaue und zuverlässige Prüfung von Stromwandlern vorzunehmen. Diese Schaltung ist im Prinzip eine sogenannte Differenzialschaltung, die zu diesem Zwecke schon oft erfolgreich angewandt wurde<sup>1)</sup>. Sie setzt die Benutzung eines Normalwandlers voraus, dessen Fehler vernachlässigbar klein sein müssen und dessen Uebersetzungsverhältnis jeweils dem des Prüflings angepasst werden kann. Neu in dieser Schaltung ist die Art der Fehlerablesung, die nach einer Ausschlagsmethode erfolgt, wobei als Anzeigeelement eine Kathodenstrahlröhre dient. Fig. 1 zeigt die Schaltung.  $T_n$  und  $T_x$  bezeichnen den Normalwandler und den Prüfling,  $P$  ist die Bürde des Prüflings,  $N$  und  $D$  bezeichnen zwei Spulengruppen, die als magnetisches Ablenssystem der Kathodenstrahl-

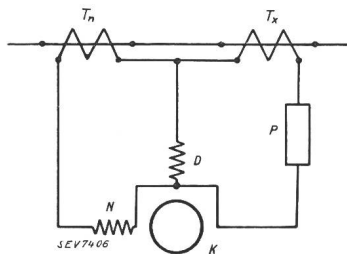


Fig. 1.  
Schaltung zur Prüfung von Stromwandlern.

$T_n$  Normalwandler.  
 $T_x$  Prüfling.  
 $N$  und  $D$  Spulengruppen der Kathodenstrahlröhre.  
 $P$  Bürde des Prüflings.

röhre  $K$  ausgebildet sind. Die Spulengruppe  $N$  wird vom Sekundärstrom des Normalwandlers, die Spulengruppe  $D$  vom Differenzstrom durchflossen, dessen Grösse und Phasenlage in bezug auf den Sekundärstrom des Normalwandlers die Fehler des Prüflings bestimmen. Durch das Zusammenwirken der durch diese Ströme erzeugten magnetischen Felder entstehen auf dem Leuchtschirme der Kathodenstrahlröhre die sogenannten Lissajou-Figuren<sup>2)</sup>. Da es sich um frequenzgleiche Felder handelt, sind die Lissajou-Figuren Ellipsen, die unter bestimmten Bedingungen in einen Kreis oder eine Gerade ausarten können.

Fig. 2 veranschaulicht diese Verhältnisse näher. Es bedeuten im Vektordiagramm:  $30$  den Sekundärstrom des Normalwandlers,  $20$  den Sekundärstrom des Prüflings,  $23$  den Differenzstrom, der gegen den Sekundärstrom des Normalwandlers um den Winkel  $\varphi$  verschoben ist. Wie bekannt, lässt sich der Vektor des Differenzstromes in zwei Komponenten

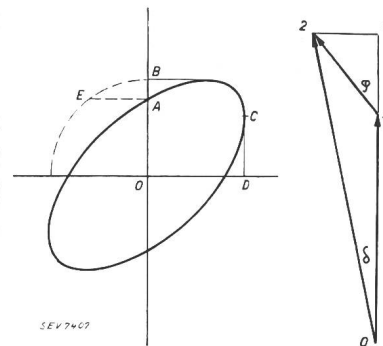


Fig. 2.  
Die Fehlerellipse des Prüflings und ihre Auswertung.

$21$  und  $13$  zerlegen, wobei der Vektor  $21$  gleich  $23 \cdot \sin \varphi$  den Winkelfehler, der Vektor  $13$  gleich  $23 \cdot \cos \varphi$  den Uebersetzungsfehler darstellt. In der abgebildeten Ellipse bedeuten  $OB$  die Amplitude der Ampèrewindungen des Differenzstromes,  $OD$  die Amplitude der Ampèrewindungen des Sekundärstromes des Normalwandlers. Die Grössen  $OA$  und  $AE$  ( $AE$  gleich  $DC$ ) bedeuten sinngemäss  $OB \cdot \sin \varphi$  und  $OB \cdot \cos \varphi$ , also den Fehlwinkel und Uebersetzungsfehler des Prüflings.

Das Vorzeichen des Uebersetzungsfehlers ist durch den Winkel, den die Achsen der Ellipse mit der durch die Ablenkung durch den Sekundärstrom des Normalwandlers gegebenen Axe des Koordinatensystems bestimmt. Diese Abhängigkeit des Vorzeichens des Uebersetzungsfehlers wird für eine gegebene Prüfanordnung festgelegt, indem man den Normalwandler nach Fig. 3 schaltet, ihn also «in

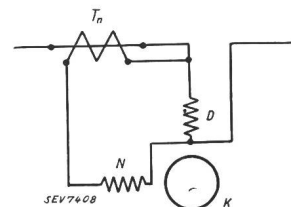


Fig. 3.  
Die Schaltung des Normalwandlers zur Ermittlung der Vorzeichen der Fehler für eine gegebene Messanordnung.

sich eicht». Voraussetzung ist, dass die Fehler des Normalwandlers ihrer Grösse und Vorzeichen nach bekannt sind. Was das Vorzeichen des Fehlwinkels betrifft, so kann dieses nicht unmittelbar festgestellt werden, da die Form der Ellipse nur durch

<sup>1)</sup> Sieber, Siemens-Z. Bd. 9 (1929), S. 845.  
W. Hohle, Arch. Elektrotechn. Bd. 27 (1933), S. 849.  
A. H. M. Arnold, JIEE Bd. 74 (1934), S. 424.  
ATM, Z 224 — 4, 5, 6.  
<sup>2)</sup> ATM, J 834 — 15.  
Zenneck, Ann. d. Phys. Bd. 9 (1902), S. 497.

den Absolutwert des Fehlwinkels und durch die Grösse des Uebersetzungsfehlers bestimmt ist. Zur Ermittlung des Vorzeichens des Fehlwinkels ist eine Hilfsvorrichtung nötig, die aus einer einfachen Blinkschaltung besteht, welche die Spannung des Wehneltzylinders der Kathodenstrahlröhre beeinflusst<sup>3)</sup>. Der Linienzug der Ellipse ist dadurch nicht gleichmässig hell, sondern besteht aus helleren und dunkleren Stellen, die bei geeigneter Einstellung der Blinkfrequenz je nach dem Vorzeichen des Fehlwinkels im verschiedenen Drehsinne den Linienzug durchlaufen. Man kann auch folgenden Kunstgriff anwenden<sup>4)</sup>. Wird in der Schaltung nach Fig. 4 parallel zur Spulengruppe *N* eine hin-

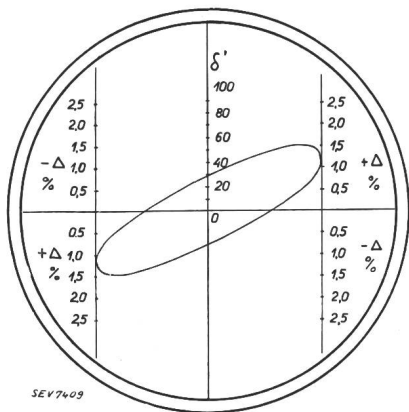


Fig. 4.  
Der Leuchtschirm der Kathodenstrahlröhre mit den Teilungen für den Uebersetzungsfehler und den Fehlwinkel.

reichend grosse Kapazität geschaltet, so ändert sich dadurch der Winkel zwischen dem Differenzstrom und dem magnetisch aktiven Teile des Sekundärstromes des Normalwandlers in einer bestimmten, durch den Fehlwinkel des Normalwandlers gegebenen Weise. Wird nun in derselben Weise in der Schaltung nach Fig. 1 verfahren, so kann man dadurch das Vorzeichen des Fehlwinkels des Prüflings bestimmen. Dasselbe gilt sinngemäss für die Blinkschaltung.

Werden beide Spulengruppen *N* und *D* mit entsprechenden Anzapfungen versehen, so kann man dadurch den Messbereich der Schaltung ändern. Auf dieselbe Weise kann man bei Messungen bei 10 % des Nennstromes die gleiche Ampèrewindungszahl wie bei 100 % des Nennstromes erzielen und dadurch eine gleichbleibende Ablesegenauigkeit erreichen. Die Spulengruppen *D* müssen aber auch in diesem Falle einen hinreichend geringen Widerstand besitzen, um keine nennenswerte Aenderung der Belastung des Prüflings bzw. des Normalwandlers zu bewirken. Je nach dem Vorzeichen des Uebersetzungsfehlers addiert sich diese Belastung zur Belastung des Prüflings oder des Normalwandlers.

<sup>3)</sup> ATM, J 834 — 15.

<sup>4)</sup> W. v. Krukowski, Grundzüge der Zählertechnik, 1930, Springer, Berlin, S. 416.

Bei laufenden Messungen wird am Leuchtschirm eine Glas- oder Zelluloidplatte mit Teilungen z. B. nach Fig. 4 angebracht, auf der die Fehler des Prüflings direkt abgelesen werden können. Die Entfernung der beiden, mit Teilungen für den Uebersetzungsfehler versehenen Linien ( $\Delta$ ) entspricht einem Sekundärstrom des Normalwandlers von 5 A (bzw. nach Umschaltung von 0,5 A), so dass der Nennstrom direkt auf dem Leuchtschirm eingestellt werden kann, indem man die Ellipse tangential zu den beiden Linien einregelt.

Die Ergebnisse durchgeführter Messungen waren folgende: Fig. 5 stellt die Fehlerellipsen eines Stromwandlers bei ca. 3 VA und bei ca. 10 VA,

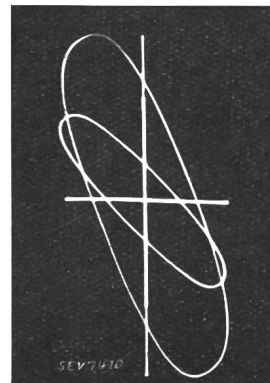


Fig. 5.  
Fehlerellipsen eines Stromwandlers bei Belastungen von 3 VA und 10 VA.

cos  $\beta = 1$  und 100 % des Nennstromes dar. Bei unmittelfarbigen Eichmessungen der Spulengruppen war die Empfindlichkeit des Differenzspulensystems zu ca. 2,2 mm/mA ermittelt worden. Die Auswertung der grösseren Ellipse (10 VA, cos  $\beta = 1$ ) ergibt einen Winkelfehler von ca. 23' und einen Uebersetzungsfehler von 0,57 %. Fig. 6 zeigt die Fehlerellipse eines Normalwandlers, welche in der Schaltung nach Fig. 3 aufgenommen wurde. Ihre Auswertung ergab einen Winkelfehler von ca. 2,1' und einen Uebersetzungsfehler von ca. 0,06 %. Nach dem Prüfschein der Physikalisch-Technischen Reichs-

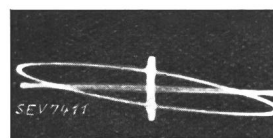


Fig. 6.  
Fehlerellipse eines Normalwandlers, Uebersetzungsfehler — 0,06 %, Fehlwinkel 12,2'.

anstalt waren die Fehler des Wandlers: Uebersetzungsfehler — 0,04 %, Winkelfehler + 2,2'. Wenn man berücksichtigt, dass diese Ergebnisse von einer Versuchsanordnung stammen, die mit ziemlich primitiven Mitteln zusammengestellt wurde, so kann man sie als für die meisten praktischen Zwecke hinreichend genau bezeichnen.

Ueber die weitere Ausbildung dieser Methode, insbesondere über die Anwendung dieses Prinzips zur Prüfung von Spannungswandlern soll später berichtet werden.