

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 12 (1921)

Heft: 5

Artikel: Ein einfaches Diagramm zur Bestimmung des Spannungsabfalles von Transformatoren

Autor: Rütsch, J.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060417>

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: 23.02.2026

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

$\varphi = -10^\circ$ oder $\varphi = 45^\circ$ wählen. Ohne an dieser Stelle darauf einzugehen, sei bemerkt, dass bei solchen Instrumenten die Empfindlichkeit durch verschiedene Formgebung der Charakteristik $D_m = f(\varphi)$ stark beeinflusst werden kann.

Eine interessante Methode zur Veränderung des Skalencharakters besteht darin, die zu messende Grösse gar nicht in ihrer Gesamtheit und nicht als konstanten Bruchteil derselben, auf das Messinstrument einwirken zu lassen, sondern nur einen, nach bestimmter Funktion variierender Teil derselben. Ein Anwendungsbeispiel für die Erweiterung der Skalenanfangsteilung bieten die Nullvoltmesser von Siemens & Halske A. G.¹⁾ In gleichem Sinne wie die dort angewandten Lampenvorschaltwiderstände, nur viel weniger stark, wirken die Vorschaltkondensatoren elektrostatischer Spannungsmesser.²⁾

Vieles an den Messinstrumenten lässt sich zum voraus so berechnen, dass nichts oder wenig mehr durch den Versuch zu bestimmen ist. Im allgemeinen beobachtet man aber doch, dass weit weniger gerechnet wird als etwa im Bau grösserer Maschinen. Dies erklärt sich z. T. dadurch, dass die an Stelle der Rechnung tretenden Versuche bei Instrumenten billiger ausfallen als bei Maschinen und dass man überhaupt daran manches der Kleinheit der Verhältnisse wegen nicht rechnen kann. Mehr und mehr können aber rechnerische Ueberlegungen Platz greifen, und ich hoffe, mit vorliegender Arbeit einen kleinen Beitrag solcher Art gegeben zu haben.

Ein einfaches Diagramm zur Bestimmung des Spannungsabfalles von Transformatoren.

Von Ing. J. Rütsch, Nänikon.

In No. 3 des Bulletin des S. E. V. 1921 ist ein Aufsatz über „Der Spannungsabfall des Transformators“ von Prof. Ing. Rob. Edler in Wien, erschienen, in dem ein Diagramm zur Bestimmung des Spannungsabfalles hergeleitet wird aus folgender bekannter Formel:

$$\nu \% = 100 \frac{e_k}{E_2} \cdot \left(\frac{e_r}{e_k} \cos \varphi + \frac{e_s}{e_k} \sin \varphi \right)$$

Dabei gelten die gleichen Bezeichnungen, wie sie in obigem Aufsatze angegeben sind. Das in den Figuren 14, 15 und 17 in obigem Aufsatz beschriebene Diagramm ist zur schnellen Bestimmung des Klammerausdruckes $\left(\frac{e_r}{e_k} \cos \varphi + \frac{e_s}{e_k} \sin \varphi \right)$ vorgesehen.

Die Praxis benutzt schon seit Jahren die aus obiger Formel ausgerechneten Kurven, die Prof. Edler in Fig. 16 seiner Arbeit dargestellt hat.

Wenn man nun diesen Koeffizienten näher mit dem Arnold'schen Diagramm der Fig. 12 vergleicht, so erkennt man leicht folgende Beziehungen:

$$\frac{e_r}{e_k} = \cos \delta \quad \text{und} \quad \frac{e_s}{e_k} = \sin \delta ,$$

¹⁾ E. T. Z. 1918, Heft 46.

²⁾ Bulletin des S. E. V., 1919, Seite 47 - 52.

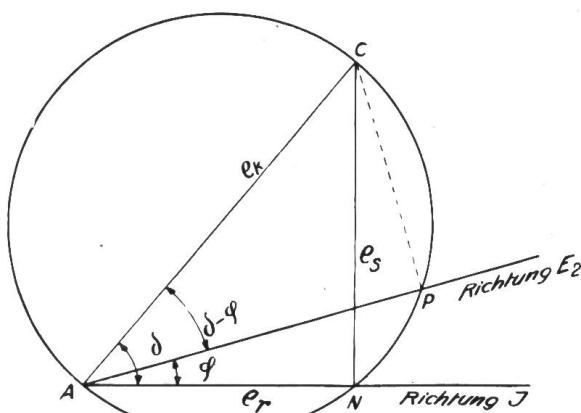


Fig. 1

da diese drei Spannungen ein rechtwinkliges Dreieck bilden, wo e_k die Hypotenuse ist, e_r die anliegende, und e_s die gegenüberliegende Kathete. Der Ausdruck für obigen Koeffizienten wird also:

$$\cos \delta \cos \varphi + \sin \delta \sin \varphi = \cos (\delta - \varphi).$$

Obige Formel kann dann einfacher geschrieben werden:

$$\nu \% = 100 \frac{e_k}{E_2} \cdot \cos (\delta - \varphi).$$

Wenn man nun den Durchmesser des Kreises $e_k = 1$ (100 mm) macht, so schneidet die unter dem Winkel φ zu e_r gezogene Gerade AP direkt den $\cos (\delta - \varphi)$ aus dem Kreise heraus, als anliegende Kathete über dem Durchmesser 1. Damit

ist aber ein sehr einfaches Diagramm gegeben. Man zeichnet für irgend einen Transformator einen Kreis mit dem Radius 100 mm, am besten auf Millimeterpapier. Fig. 2.

Vom Zentrum trägt man nach rechts den $\cos 0-1$ auf.

Dann wird $\frac{e_r}{e_k} = \cos \delta$ aufge-

tragen und durch diesen Punkt eine Senkrechte zum Schnitt mit dem Kreis gebracht. Die Verbindungsgeraden dieses Schnittpunktes P mit dem Kreismittelpunkt A ergibt den Durchmesser des Kreises von e_k .

Jetzt wird der $\cos \varphi$ wieder nach rechts aufgetragen und eine Senkrechte darauf mit dem grossen Kreis zum Schnitt gebracht.

Die Verbindungsgeraden dieses Schnittpunktes Q mit dem Zentrum

des grossen Kreises schneidet auf dem kleinen Kreis im Punkte P direkt den $\cos (\delta - \varphi)$ oder $\left(\frac{e_r}{e_k} \cos \varphi + \frac{e_s}{e_k} \sin \varphi \right)$ heraus.

Man kann dieses Diagramm direkt ablesbar machen, indem man den kleinen Kreis ausschneidet und einen Peripheriepunkt, durch den der Durchmesser gezogen ist um das Zentrum des grossen Kreises drehbar befestigt, ebenso einen Maßstab mit der Teilung 0-1. Mit dem Kreis stellt man das $\frac{e_r}{e_k}$ ein, mit dem Maßstab den $\cos \varphi$, dann zeigt der Schnittpunkt des Maßstabes mit dem kleinen Kreis im Punkte P direkt den Betrag für obigen Koeffizienten.

Dieses Diagramm ist noch einfacher als das von Prof. Edler vorgeschlagene und bringt das charakteristische Verhältnis zwischen dem Kurzschluss-Dreieck und dem $\cos \varphi$, d. h. die Kurven in Fig. 16 direkt zum Ausdruck.

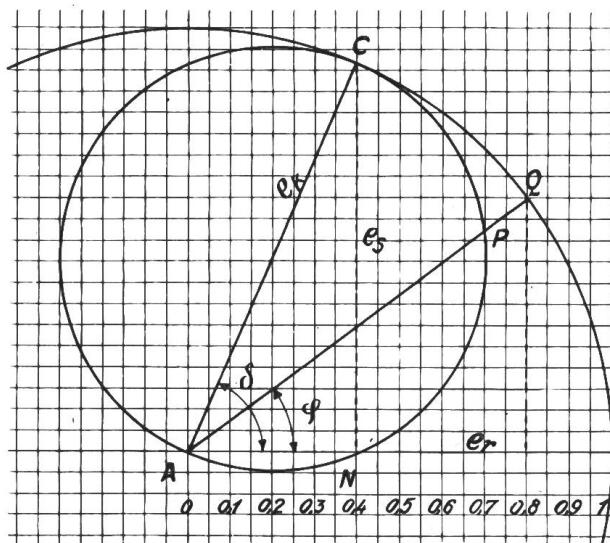


Fig. 2

