

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 43 (1952)  
**Heft:** 12

**Artikel:** Transformateurs de mesure secs isolés à la résine synthétique  
**Autor:** Imhof, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1057869>

### **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:** 18.01.2025

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

der Rot- und der Blau-Anteil nach den beschriebenen Methoden separiert werden. Die Darstellung dieser Teilamplituden in einem «simultaneous»-System der Bildwiedergabe ergibt im Grenzfalle Äquivalenz der Dosierung von Grün, Rot und Blau, falls der nötige Amplitudenumfang in der Sendung erreicht wird. Normalerweise müsste man aber den Rot- und den Blauauszug nacheinander wiedergeben und käme dann bei unverbreitertem Frequenzband auf die halbe Auflösung für diese beiden Komponenten.

#### Literatur

- [1] *Schröter, Fritz*: Handbuch der Bildtelegraphie und des Fernsehens. Berlin: Springer 1932. S. 345 ff.
- [2] *Schröter, Federico*: Algunos problemas recientes de la tele- comunicación con ondas centimétricas. Rev. Tele- comunicación Bd. 6(1950), Nr. 21, S. 24...39.
- [3] *Kettel, Ernst*: Der Störabstand bei der Nachrichtenübertragung durch Codemodulation. Arch. elektr. Übertr. Bd. 3 (1949), Nr. 5, S. 161...164.
- [4] *Schröter, Federico*: Las perturbaciones en telecomunicación y el empleo de los registradores electrónicos. Rev. Cienc. Aplic. Madrid Bd. 5(1951), Nr. 18, S. 1...16; Nr. 19, S. 128...142.
- [5] *Mann, P. A.*: Der Zeitablauf von Rauschspannungen. Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 20(1943), Nr. 10, S. 232...237.

Adresse des Auteurs:

Professor Dr. F. Schröter, Instituto Nacional de Electrónica, Ríos Rosas, 54, 2°, Madrid.

## Transformateurs de mesure secs isolés à la résine synthétique

Par A. Imhof, Muttentz

621.314.222.3

Depuis la parution des publications précédentes dans ce domaine, les transformateurs de mesure isolés à la résine synthétique ont trouvé un grand nombre d'applications dans l'exploitation pratique. L'article suivant traite des différentes formes constructives utilisées pour ceux-ci. Il est également fait mention d'autres idées, d'une part au sujet des transformateurs de mesure des séries de tensions inférieures, d'autre part au sujet de ceux des séries de tensions supérieures. La notion de batterie de transformateurs de mesure y est introduite et il y est donné un aperçu d'un montage de dimensions réduites grâce à la disposition dans l'axe des barres omnibus, non seulement des transformateurs de courant, mais aussi des transformateurs de tension. Cet article traite encore des résultats d'essais effectués sur des transformateurs de mesure et donne connaissance des matières employées pour leur fabrication.

Seit dem Erscheinen der früheren Publikationen über dieses Gebiet fanden die Kunstharz-Messwandler zahlreiche Anwendungen im praktischen Betrieb. Der Aufsatz diskutiert die dabei verwendeten Bauformen. Aber auch neue Ideen werden gestreift, einerseits in Bezug auf Wandler für die untern Spannungsreihen, andererseits für die hohen Spannungsreihen. Der Begriff Wandlerbatterie wird eingeführt und der raumsparende Einbau nicht nur von Stromwandlern, sondern auch von Spannungswandlern in den Zug der Sammelschiene wird dargestellt. Der Aufsatz gibt ferner Resultate von Prüfungen an Messwandlern und am dazu verwendeten Werkstoff bekannt.

### Introduction

Les premières publications [1...4]<sup>1)</sup> au sujet des transformateurs de mesure isolés à la résine synthétique ont donné des informations sur leur forme de construction, sur les problèmes de matière isolante [3...4] et sur les avantages à attendre de ces nouveaux appareils. Ces communications [5...9] donnèrent des aperçus successifs de la nouvelle technique qui, ne pouvant se baser que sur de trop peu nombreuses exécutions, nécessitait plusieurs années de développement jusqu'au stade de la fabrication industrielle. Pourtant, après que la signification particulière de certaines sortes de résines [10...12] eut été reconnue pour ce domaine d'application, et que les principales difficultés inhérentes au procédé de fabrication et à la construction eurent été écartées par des recherches approfondies de la Maison Moser-Glaser & Cie S. A., cette technique fit aussi de rapides progrès.

Le développement ultérieur s'est appliqué à maîtriser, d'une part les tensions élevées, et d'autre part davantage le procédé de fabrication et de construction. Les points faibles devaient encore être relevés par de nombreuses mesures.

### Le service des transformateurs de mesure isolés à la résine synthétique dans la pratique

L'expérience faite jusqu'ici montre que la demande des transformateurs de tension isolés à la résine synthétique est plus grande que celle des transformateurs d'intensité du même genre. Ceci se comprend, car la technique dispose déjà d'un transformateur d'intensité sec de très bonne qualité: le type monoconducteur. Le transformateur d'intensité

isolé à la résine synthétique remplace avantageusement le transformateur d'intensité habituel alors que les petites intensités primaires nécessiteraient l'emploi d'un transformateur de courant type à boucle, et aussi là où la disposition des éléments de l'ins-

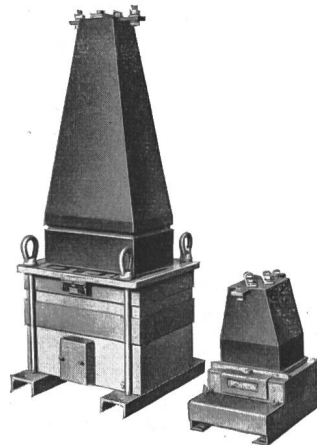


Fig. 1

Transformateurs d'intensité secs type support 60 kV et 20 kV

tallation à haute tension donnerait l'avantage au type support (Fig. 1). Le transformateur d'intensité isolé à la résine synthétique, type support, dépasse sans aucun doute tous les autres types de transformateurs d'intensité bobinés au point de vue de la résistance mécanique aux forces de court-circuit. Il peut être facilement exécuté avec deux enroulements primaires séparés et commutables en série ou en parallèle, et avec deux circuits secondaires. De tels transformateurs remplacent l'exécution connue sous le nom de transformateurs d'intensité à trou traversant avec isolement à la porcelaine (Querloch-Stromwandler). Les transformateurs isolés à la résine syn-

<sup>1)</sup> voir bibliographie à la fin de l'article.

thétique sont d'un encombrement plus réduit, plus robustes, et peuvent être construits pour des tensions plus élevées que ceux avec isolement à la porcelaine. Des considérations économiques fixaient

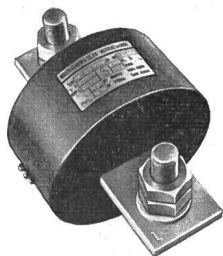


Fig. 2  
Transformateur d'intensité monoconducteur pour basse tension, tension d'essai 4 kV

jusqu'ici la limite supérieure à 60 kV; du point de vue technique, cette limite n'existe pour ainsi dire plus. Pour les basses et les moyennes tensions, le transformateur d'intensité monoconducteur représenté à la fig. 2 et 3, avec circuit magnétique annulaire

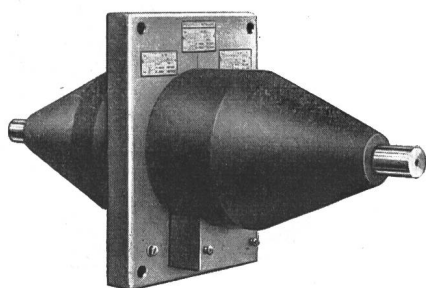


Fig. 3  
Transformateur d'intensité, type traversée, 20 kV

enrobé dans la résine synthétique, est indiqué par ses dimensions réduites et ses grandes possibilités d'emploi.

Les nouvelles règles de coordination de plus en plus appliquées<sup>2)</sup> donnent lieu dans la construction des transformateurs de tension secs à de sérieuses

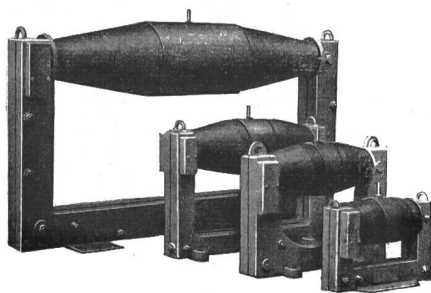


Fig. 4  
Transformateurs de tension secs, pôle—terre, 60, 30, 20, 10 kV

difficultés, car les exigences des essais à la tension de choc sont très sévères. Le transformateur de tension isolé à la résine synthétique à enroulement en couches à potentiel guidé a pu satisfaire à ces exigences. Le transformateur de tension en forme de «tonneau» de construction particulièrement simple, tel qu'il est représenté à la fig. 4, appartient à ce genre de construction. Malgré que sa dimension en direction de l'axe de l'enroulement semble plutôt grande en comparaison avec certains transformateurs de tension à faible volume d'huile, l'encombre-

<sup>2)</sup> Règles et recommandations pour la coordination des isolements des installations à courant alternatif à haute tension, publication n° 183 de l'ASE.

ment en est cependant très modéré, car les extrémités du long enroulement sont au potentiel de terre; par conséquent, des distances supplémentaires contre la masse sont inutiles. De nombreux transforma-

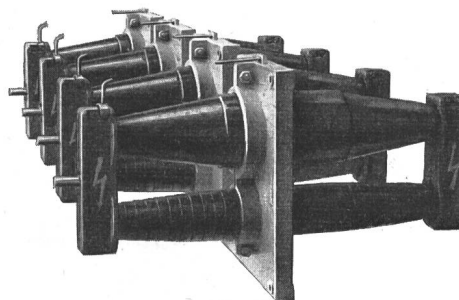


Fig. 5  
4 transformateurs de tension secs, pôle—terre, 45 kV, type traversée

teurs de tension de ce type, construits pour toutes les séries de tension jusqu'à 60 kV sont actuellement en service avec plein succès. On considérait jusqu'à ce jour comme indispensable de monter les transformateurs de tension sur le sol ou sur un échafaudage métallique, avec les bornes haute tension dirigées vers le haut. Les transformateurs de mesure isolés à la résine synthétique pouvant être montés dans n'importe quelle position, l'exécution de projets d'installations en est grandement facilitée. Il est même devenu possible de traverser un plancher ou une paroi avec un transformateur de tension, c'est-à-dire d'utiliser le transformateur de tension comme une traversée ainsi qu'il était courant

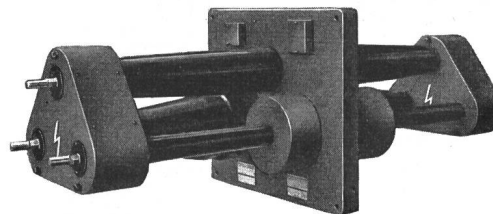


Fig. 6  
Transformateur de tension et d'intensité combiné, sec, 60 kV, type traversée

de le faire avec des transformateurs d'intensité monoconducteurs ou à boucle. Il est dans ce cas nécessaire de relier le circuit magnétique à la tension à mesurer pour obtenir une répartition linéaire du potentiel contre la plaque de fixation. Naturellement l'enroulement secondaire est placé à l'extérieur et relié pratiquement au potentiel de terre (voir fig. 5). Bien que cette solution ait été proposée par l'auteur en 1929 déjà, la réalisation industrielle n'en a été possible qu'avec le développement de la nouvelle technique des isolements. Le retour magnétique du transformateur de tension nécessitant une traversée isolante qui est utilisée également pour le passage de la barre conductrice, le prix en est relativement élevé; malgré cela cette construction a été adoptée dans de nombreux cas à cause des exigences posées par la construction de l'installation et par des économies sur le bâtiment. L'exécution comme traversée est encore plus justifiée lorsque le transformateur de tension est combiné avec un transformateur d'intensité comme le

montre la fig. 6. De tels transformateurs de mesure combinés, pour une tension nominale d'isolement de 60 kV, sont actuellement en service. Ils ont permis de résoudre un problème d'économie de place

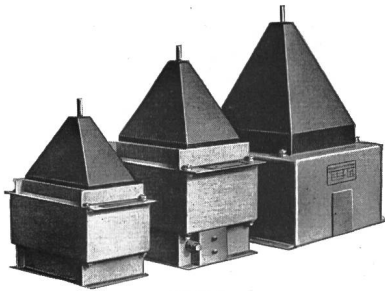


Fig. 7

Transformateurs de tension secs, pôle—terre, 30, 20, 10 kV

et de simplification dans la disposition de l'installation.

Le transformateur de tension avec enroulement en couches représenté ci-dessus est au point de vue de la technique du procédé d'exécution considérablement différent de celui que l'on peut voir à la fig. 7 et qui possède également un enroulement en couches. Ce dernier, construit actuellement pour des tensions de 10 à 30 kV et déjà en service, se distingue

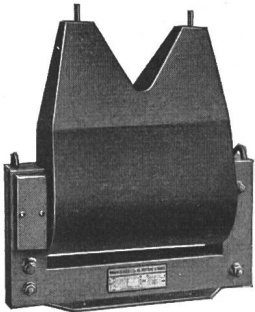
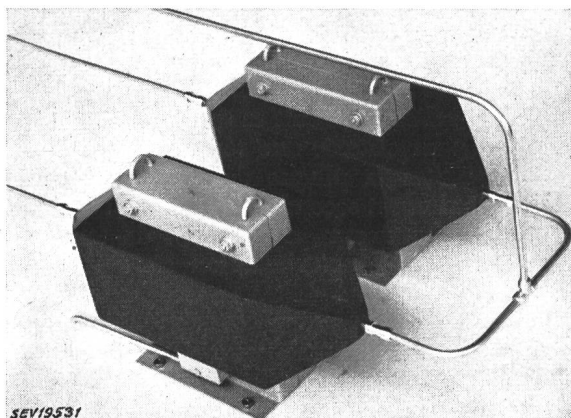


Fig. 8

Transformateur de tension sec, pôle—pôle, 20 kV

par ses dimensions réduites et par sa forme particulièrement esthétique; il est destiné spécialement à l'utilisation dans les installations blindées ou dans un climat très humide.

Dans les installations triphasées pour tensions moyennes, on utilise très souvent, pour des raisons

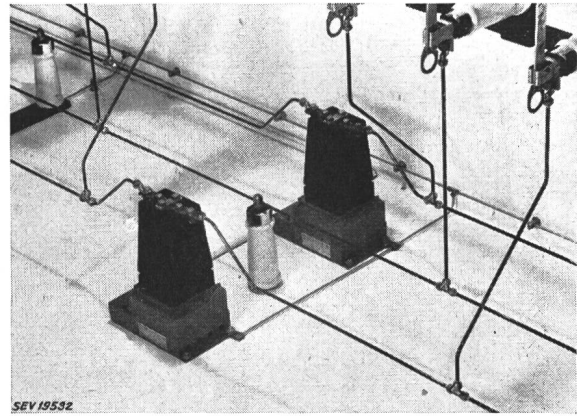


SEV/19531

Fig. 9

2 transformateurs de tension secs, pôle—pôle, 20 kV

d'économie, un système de 2 transformateurs de tension à deux pôles isolés et branchés en V. Sauf dans quelques cas spéciaux, il n'existe pas d'autres avantages sérieux en faveur de ce système [1], mais il en existe bien en faveur des groupes de 3 transfor-

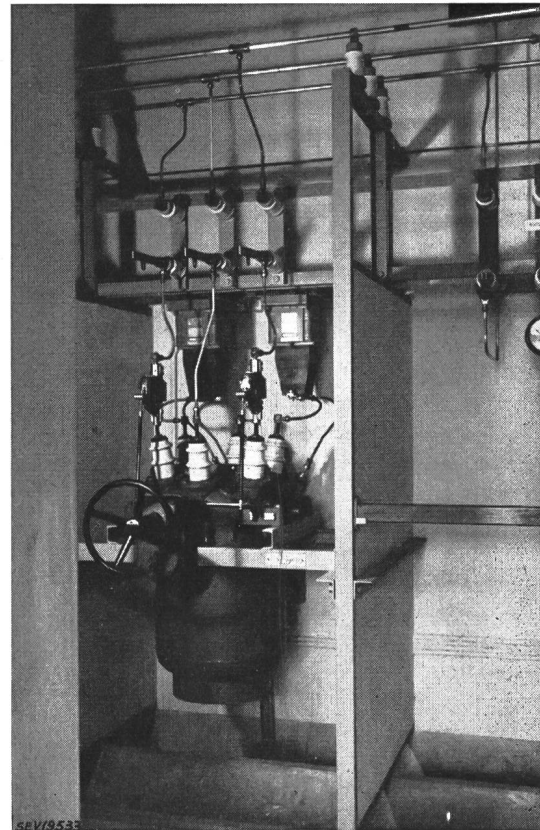


SEV/19532

Fig. 10

2 transformateurs d'intensité secs, 20 kV commutables au primaire pour 2 domaines de mesure (Services industriels de la Ville d'Aarau)

mateurs avec un pôle primaire à la terre et branchés en étoile. On s'est néanmoins trouvé dans l'obligation de développer aussi les transformateurs de tension secs à deux pôles primaires isolés, jusqu'à des tensions d'au moins 30 kV (fig. 8). Dès le début, on a sciemment cherché à doter ces appareils d'une



SEV/19533

Fig. 11

2 transformateurs d'intensité secs, 20 kV, suspendus au-dessus d'un disjoncteur à huile (Service de l'électricité, Bâle)

grande robustesse et à les adapter aux nouvelles règles de coordination; il faut juger leurs dimensions en tenant compte de ces deux points. Ces transformateurs de tension ont été déjà utilisés avec succès dans la pratique.

La fig. 9 représente une forme tout à fait nouvelle du transformateur de tension à deux pôles isolés, en ce sens que les deux raccords primaires pos-

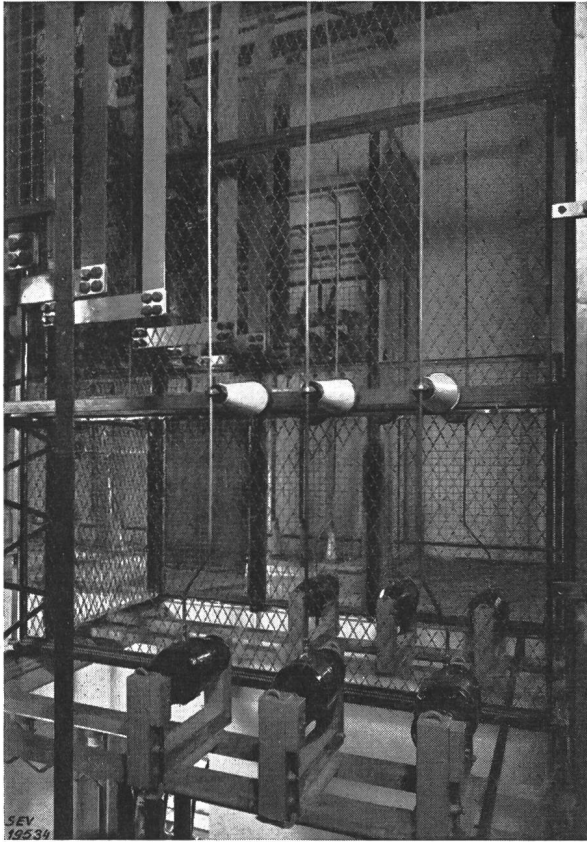


Fig. 12  
2 x 3 transformateurs de tension secs, pôle—terre, 20 kV dans une installation bavaroise (Bayerische Landeselektrizitätsversorgung)

sèdent le même axe. De tels transformateurs sont exécutés plus facilement que ceux représentés par la fig. 8; ils nécessitent moins de résine synthétique et peuvent être montés très avantageusement par suite de leur conformation.

Quatre vues ont été prises dans des installations électriques; elles montrent clairement la nouvelle voie qu'offrent les transformateurs isolés à la résine synthétique du point de vue esthétique.

### Essai du matériau

Parmi les très nombreuses «résines synthétiques à basse pression» se trouvant sur le marché, il était nécessaire de choisir celles qui convenaient le mieux à la fabrication des transformateurs de mesure d'une part par des études pratiques, d'autre part par la mesure des propriétés mécaniques, diélectriques, thermiques, etc. Aucun type de résine possède les qualités désirées à tous points de vue. Par le choix et le dosage de matières additionnelles, on est arrivé à des approximations suffisantes. Nous nous bornons ici à donner quelques valeurs particulièrement intéressantes d'un type représentatif de résine à basse pression de fabrication Moser-Glaser.

Résistance à la flexion (Dynstat Schopper) à 20 °C  
1000...1100 kg/cm<sup>2</sup> (Angle de flexion 9...10°)

Résilience (Dynstat)	à 20 °C	5...9 cmkg/cm <sup>2</sup>
(VSM)	à 20 °C	5...7...9 cmkg/cm <sup>2</sup>
Module d'élasticité (VSM)	à 20 °C	560 kg/cm <sup>2</sup>
	50 °C	515 kg/cm <sup>2</sup>
	80 °C	490 kg/cm <sup>2</sup>
	100 °C	470 kg/cm <sup>2</sup>
Température de désagrégation (VSM)		330 °C
Résistance thermique permanente		120 °C
Tension de perforation sous huile (VSM)	à 20 °C	
Electrodes sphériques noyées 25 mm $\phi$ ,		2,2 mm
a) augmentation régulière de tension		> 450 kV/cm
b) valeur pendant 1 minute		> 360 kV/cm
Résistance aux arcs rampants selon Micafil		10...30 min
Constante diélectrique $\epsilon$ à 50 Hz et 20 °C		4
Facteur de pertes diélectrique $\text{tg } \delta$ à 50 Hz, 20 °C		0,02
Usinage (tournage, fraisage, perçage)		
bon, avec outils pour métaux durs. Usure de l'outil passablement forte.		

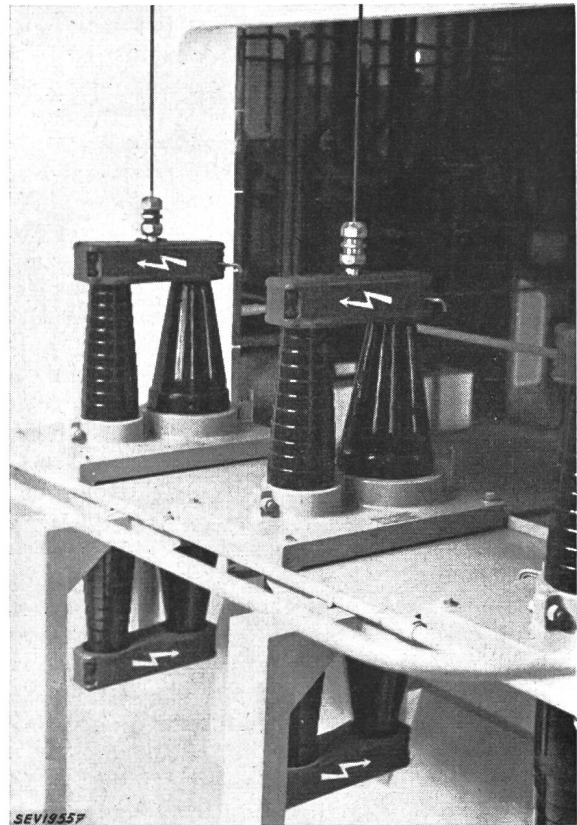


Fig. 13  
Transformateurs de tension isolés à la résine synthétique, type traversée, montés dans l'usine de Bodio de Aar et Tessin S. A.,  
48 /  $\sqrt{3}$  kV

On reconnaît facilement que les propriétés mécaniques soutiennent avantageusement la comparaison avec les mélanges à presser les plus usuels, à base de résine au phénol HPOP et HPAP; elles sont même nettement meilleures. Le module d'élasticité très bas se traduit par une grande déformation élastique. La diminution minimale du module d'élasticité pour une température croissante permet de reconnaître le caractère de la résine comme «résine durcissable», et ceci d'autant plus que lors d'un renouvellement des mesures sur la même éprouvette, on retrouve les mêmes valeurs pour les mêmes températures. Pour des utilisations particulières, les qualités mécaniques peuvent s'adapter très facilement aux problèmes à traiter. La température de désagrégation est élevée. La résistance diélectrique

est extraordinairement grande. Malgré tout, les difficultés s'accroissent pour des tensions nominales extrêmement élevées, car la  $tg \delta$  présente des valeurs moins favorables.

Ces quelques chiffres montrent que l'on se trouve en présence d'un matériau de construction excellent qui pourra s'étendre encore à de nombreux domaines d'application de l'électrotechnique.

### Résultats d'essais de transformateurs de mesure

L'ingénieur d'esprit critique a tout d'abord pris une attitude quelque peu défiante en ce qui concerne le vieillissement éventuel du corps de résine en service normal et du comportement de la partie active enrobée lors de changements de températures brusques et importants. Pour la première raison, quelques transformateurs d'intensité et de tension de constructions variées ont été soumis à des essais permanents durant environ 2 ans, pour lesquels les tensions et courants de service maximums ont été majorés de 20 %.

Pour la seconde raison, les différents types de transformateurs d'intensité n'ont pas été uniquement essayés selon les essais de surintensité exigés par les prescriptions de l'ASE, mais de plus ont été soumis à des surintensités nettement plus fortes. Il est de fait que le passage du stade de développement au stade de fabrication industrielle a subi un retard important par suite des premiers essais qui, en leur temps, n'avaient pas été tout à fait satisfaisants. Finalement on est parvenu à améliorer la résistance thermique de telle façon qu'aussi bien des transformateurs d'intensité du type support que du type à barre ont supporté avec plein succès des essais permanents avec des intensités de 150 % du courant nominal ( $2 \times 24$  h). Un transformateur d'intensité à barre, dont le courant nominal était de 300 A, a été surchargé jusqu'à ce que la température du conducteur primaire atteigne  $400^\circ\text{C}$ . Un léger jeu du conducteur primaire a pu être constaté après cet essai, mais aucun fendillement de la résine. Ce sont des constatations qui ont également un peu surpris les spécialistes de la résine synthétique.

D'autres essais sur des transformateurs d'intensité de type support ont été exécutés avec de brèves surintensités de valeurs très élevées, selon les prescriptions BSA, pour fixer en particulier le comportement de ces appareils envers les grandes forces mécaniques qui s'y produisent lors de courants de choc.

Les règles de coordination de l'ASE sont entrées en vigueur pendant le temps de développement des transformateurs de mesure isolés à la résine synthétique. En considérant que l'isolement sec ne possède pas un aussi grand facteur de choc que l'isolement à l'huile, les prescriptions sur les tensions de choc sont très sévères.

L'ensemble des transformateurs de courant, de tension et de mesure combinés, isolés à la résine synthétique nouvellement développés jusqu'à des tensions nominales de 60 kV a été soumis à des essais-types sous tension de choc dans le sens de la publication n° 183f de l'ASE; ces essais ont eu lieu dans les laboratoires d'essai de l'ASE. Ainsi qu'on

le cherchait, l'isolement intérieur s'est montré sans exception plus élevé que l'isolement extérieur, qui dans les quelques rares cas où il était insuffisant, a été ramené aux valeurs désirées par l'augmentation de la longueur de claquage.

### Nouvelles conceptions des formes constructives

Pour des tensions de 3 à 30 kV, on a récemment cherché à disposer les transformateurs de mesure dans l'installation, de façon que l'espace nécessaire

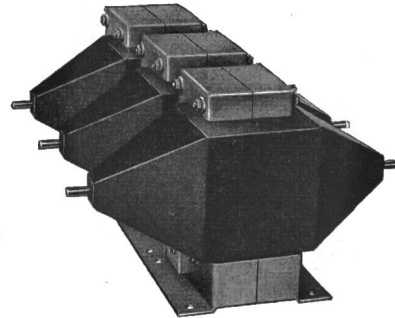


Fig. 14

Batterie triphasée de transformateurs de tension secs, pôle-terre, 20 kV

soit minimum et même que dans certains cas des détours des barres omnibus soient rendus inutiles. Dans cet ordre d'idées, on a développé un type de transformateur de tension susceptible d'être monté directement dans la ligne même des barres omnibus

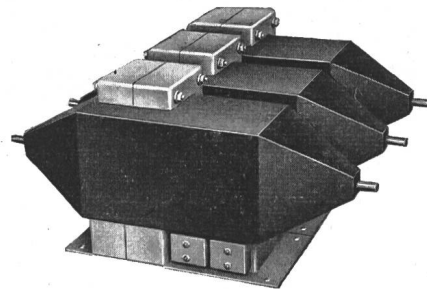


Fig. 15

Batterie triphasée de transformateurs de tension et d'intensité combinés secs, 20 kV

Le transformateur de tension est branché entre 1 pôle et la terre

à la manière d'un transformateur d'intensité mono-conducteur. Cela est rendu possible à l'aide de deux tiges de raccord placées à l'opposé l'une de l'autre et dans le même axe sur le corps de l'appareil. Le conducteur du courant est placé en forme d'étrier sur l'enroulement primaire. La fig. 14 représente une batterie triphasée de tels transformateurs. Les trois enroulements à haute tension sont branchés chacun entre l'une des barres omnibus et la terre. Dans une étape ultérieure de ce développement, un transformateur d'intensité a été enrobé à l'intérieur du transformateur de tension (fig. 15), l'axe de son circuit magnétique annulaire coïncide avec celui de la barre conductrice et du transformateur de tension. De cette façon, le groupe triphasé en entier est monté dans la ligne même des barres omnibus.

On connaît, pour le couplage en V de deux transformateurs de tension, les types à huile et les types à air comprimé, contenus dans une cuve commune et munis de 3 traversées. La traversée médiane est

commune aux deux transformateurs de tension. La fig. 16 représente la réalisation d'une telle combinaison avec des transformateurs de tension secs, isolés à la résine synthétique. On économise dans ce cas de la place et de la résine. Les axes des tra-

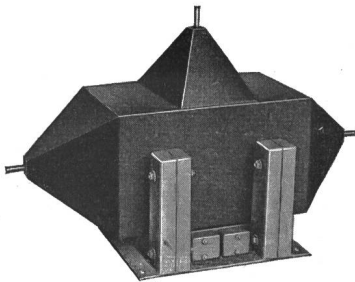


Fig. 16

Double transformateur de tension sec, couplage en V, 20 kV

versées extérieures se trouvent dans la même ligne; par cette construction nouvelle, il est possible de faciliter le procédé de fabrication.

Le développement des transformateurs de mesure isolés à la résine synthétique pour de très hautes tensions est en bonne voie, mais il reste encore divers problèmes à résoudre. Il s'agit dans la plupart de ces cas d'installation à l'extérieur et la résolution en paraît moins urgente que pour les tensions inférieures, bien que la tendance à exécuter des installations souterraines pour des raisons de défense nationale demande aussi d'éviter l'emploi de l'huile.

Par suite de la très bonne résistance aux tensions de choc des enroulements bobinés en couches grâce

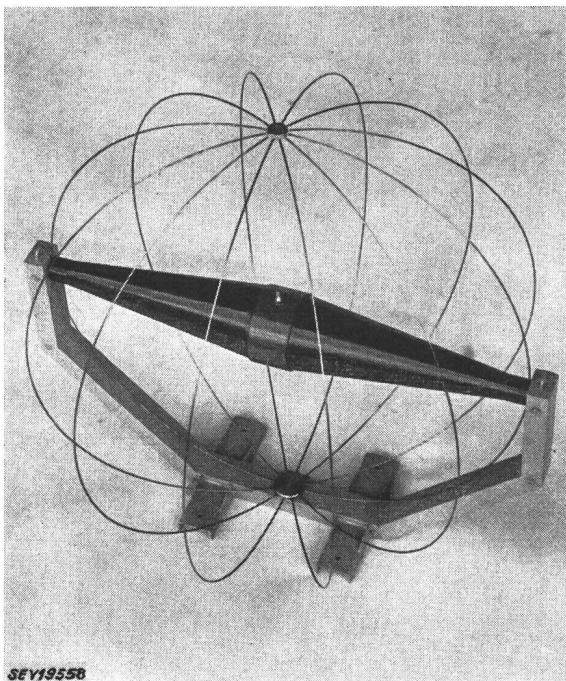


Fig. 17

Transformateur de tension sec, pôle-terre, 150 kV

L'enveloppe sphérique indiquée limite l'espace électrique dans lequel ne doit se trouver aucun objet mis à la terre

à leur grande capacité entrecouches, on pourrait se demander s'il ne serait pas possible de construire aussi des transformateurs de tension en forme de

«tonneau» pour des tensions bien plus élevées. Les ingénieurs se sont si bien habitués à l'aspect des transformateurs de tension en forme de colonne, qu'une construction approximativement selon la fig. 17 paraîtrait révolutionnaire. Le circuit magnétique sert ici de support aux enroulements, comme à la fig. 4. Si cependant on prend la peine de comparer objectivement l'espace nécessaire, on peut conclure qu'en aucune manière ce dernier est supérieur à celui exigé par un transformateur de tension à colonne très élancée. On ne doit pas comparer l'espace géométrique, mais bien l'espace électrique nécessaire, car ce dernier est seul déterminant (représenté dans la figure par une enveloppe sphérique qui limite l'espace électrique. Lorsqu'on effectue

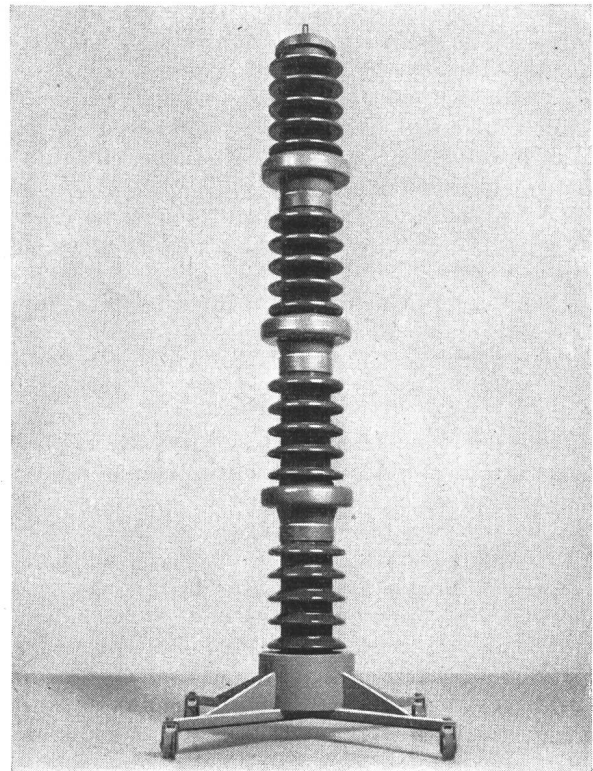


Fig. 18

Cascade de transformateurs de tension secs, 220 kV pour montage en plein air

verticalement la connexion haute tension, la demi-sphère supérieure doit être remplacée par un cylindre d'axe vertical dont le diamètre est égal à celui de la sphère). Il doit rester libre de tout objet de n'importe quelle nature. La figure permet de comparer clairement le type en forme «de télescope» avec le type à colonne. Les dimensions correspondent à celles d'un transformateur de tension de 150 kV. L'enveloppe sphérique introduite dans la figure limite les dimensions du champ électrique qui ne doivent pas être dépassées vers l'intérieur.

Un transformateur de tension sec, type colonne, pour 150 kV, se composant de 5 éléments de 30 kV montés en cascade, a été exposé en 1951 à la Foire Suisse d'Echantillons de Bâle. La fig. 18 montre une exécution plus récente d'une cascade de dimensions plus réduites. Quatre éléments en cascade, de 55 kV chacun, forment ici un transformateur de tension de 220 kV.

Malgré qu'une période d'essai de trois ans à l'air libre ait permis de conclure à une bonne résistance aux agents atmosphériques de la résine synthétique utilisée, on a fait un usage limité et prudent de cette propriété. C'est ainsi que, puisque les surfaces cylindriques verticales de la résine sont découvertes, la cascade est équipée de jupes en porcelaine. La surface de la résine n'est alors exposée ni au rayonnement intensif du soleil, ni à une chute de pluie directe de longue durée. Par cette construction, tous les interstices d'air pouvant être rendus humides par l'eau de condensation ou ionisés, ont été supprimés.

On reproche aux cascades de transformateurs leur petite puissance de mesure et leur résistance modérée aux ondes de chocs. Tous les efforts ont été réunis pour supprimer ces défauts, en choisissant la tension nominale de chaque élément relativement élevée et en bobinant l'enroulement primaire en couches. Le premier élément, qui est la partie la plus sollicitée par les ondes de choc, est isolé d'une manière particulièrement élevée. Lors d'un dommage éventuel causé par un claquage, il suffit de changer le premier élément.

La hauteur totale du transformateur en cascade est plus grande que celle du transformateur dans l'huile à manteau isolant.

Pour les transformateurs d'intensité, le principe du couplage en cascade n'est pas à conseiller, car la puissance et l'exactitude peuvent à peine être tenues.

#### Avantages acquis

Nous ne voudrions pas terminer sans répondre à une question qui est naturellement posée lors de l'apparition de chaque nouveauté technique: Quel en est l'apport à la technique, ou quels en sont les avantages? L'auteur a fait preuve jusqu'à présent d'une certaine modération dans la réponse à cette question, car d'une part, il ne voulait pas courir le danger de donner le caractère d'une propagande technique à ses exposés; et d'autre part, parce qu'il était nécessaire d'attendre qu'un certain temps d'expérience soit écoulé. Il est possible de donner ci-après une réponse plus détaillée à cette question:

L'avantage principal de cette nouveauté est d'exclure le danger d'explosion et de propagation d'incendie, tel qu'il existe avec les transformateurs à huile, même «à faible volume d'huile», car aucun élément liquide n'est utilisé dans ces nouveaux appareils. Le danger d'asphyxie par la fumée est aussi très minime. Les transformateurs de mesure isolés à la porcelaine possèdent à titre égal les mêmes avantages. Mais on n'est pas parvenu, jusqu'à ce jour, à construire de ces transformateurs pour des tensions au-dessus de 30 kV qui donnent entière satisfaction, en particulier concernant les exigences actuelles des nouvelles prescriptions pour les essais

au choc. Il est à remarquer en outre, que, sans exception, les transformateurs de tension isolés à la porcelaine contiennent aussi quelque matériau combustible (Compound).

La surveillance ennuyeuse de l'huile, notamment pour les petits appareils, n'entre naturellement plus en ligne de compte pour les transformateurs secs.

D'une manière générale, les transformateurs isolés à la résine synthétique sont dotés d'une grande résistance mécanique et électrique.

Les propriétés du matériau et l'enrobage absolument sans joint des parties reliées à la haute-tension garantissent une bonne stabilité dans les climats tropicaux.

Les transformateurs d'intensité et de tension combinés, qui par leur encombrement réduit, ont connu ces dernières années, une grande propagation de leur emploi pour les tensions élevées, pourraient aussi plus souvent être utilisés avec avantage pour les tensions moyennes.

Les considérations sur les particularités du matériau et de la technique d'application, sur les exigences de la rigidité diélectrique, et finalement du calcul électrodynamique et électromagnétique des transformateurs de mesure ont conduit d'une part à des corps en forme de tonneau, et d'autre part à des corps de formes rappelant les cristaux qui ne s'apparentent en aucune manière aux formes auxquelles on est habitué. Ces appareils ont déjà trouvés de nombreux amateurs et également des imitateurs.

#### Bibliographie

- [1] *Trocken-Messwandler*. Mitt'. aus dem Arbeitsgebiet der Koch & Sterzel A.-G., Dresden Bd. —(1931), Nr. T 18, Februar.
- [2] *Imhof, A.*: Fortschritte im Bau von Trockentransformatoren und Messwandlern. Schweiz. techn. Z. Bd. 44(1947), Nr. 44/45, S. 760...763.
- [3] *Schweiz. Verband für die Materialprüfungen der Technik*. Nachträge zur Kunststofftagung vom 31. Jan. 1948. Diskussionsbeiträge. Schweiz. Arch. angew. Wiss. Techn. Bd. 15(1949), Nr. 9, S. 286...289.
- [4] *Imhof, A.*: Einige Problemstellungen der Elektrotechnik an die Kunststoffchemie. Schweiz. techn. Z. Bd. 46(1949), Nr. 39, S. 626...631.
- [5] *Imhof, A.*: Ein neuer Trocken-Spannungswandler. Bull. SEV Bd. 40(1949), Nr. 13, S. 409...410.
- [6] *Imhof, A.*: Description du Stand Moser-Glaser & Cie S.A. à la Foire Suisse d'Echantillons de Bâle. Schweiz. techn. Z. Bd. 47(1950), Nr. 14/15, S. 211...212.
- [7] *Imhof, A.*: Kunstharz-Trocken-Messwandler. Bull. SEV Bd. 41(1950), Nr. 19, S. 716...723.
- [8] *Imhof, A.*: Transformateurs de mesure secs à résine synthétique. Bull. ASE Bd. 41(1950), S. 716...723.
- [9] *Imhof, A.*: Fortschritte im Transformatorbau, mit besonderer Berücksichtigung der Messwandler. Elektrotechn. u. Maschinenbau Bd. 68(1951), Nr. 15/16, S. 353...360.
- [10] *Parkyn, B.*: Ungesättigte Polyester-Harze. Bull. SEV Bd. 42(1951), Nr. 11, S. 407...410.
- [11] *Meyerhans, K.*: Bindemittel und Giessharze auf Araldit-Basis. Kunststoffe Bd. 41(1951), Nr. 11, S. 365...373.
- [12] *Schrade, J.*: Neuere Anwendung der Kunststoffe in der Hochspannungs-Isolationstechnik. Technik NZZ Bd. — (1952), Nr. 17, 27. Febr.
- [13] *Imhof, A.*: L'enrobage dans la résine synthétique avec façonnage simultané, comme isolant en électrotechnique. Rev. gén. Electr. t. 61(1952), n° 3, p. 128...133.

#### Adresse de l'auteur:

A. Imhof, directeur de la S. A. Moser-Glaser & Cie, Muttensz (BL).

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Diskussionsversammlung über neuzeitliche Beleuchtung

061.3 : 628.9 (494)

Die «Elektrowirtschaft» veranstaltete am 27. Mai 1952 in Zürich eine Diskussionsversammlung über neuzeitliche Beleuchtung. Es sprachen Prof. R. Spieser, Herrliberg, zum heutigen Stand der Beleuchtungstechnik, Ing. H. Kessler, Zürich,

über Fluoreszenzlampen, Dipl. Ing. J. Guanter, Zürich, über den Einfluss der Fluoreszenzlampen auf die Beleuchtungspraxis, Dir. L. C. Kalf, Eindhoven, über moderne Beleuchtungsanlagen und Innenarchitektur, Dir. M. Roesgen, Genf, über «Les installations d'éclairage, en tant que consommateur d'énergie électrique» und Adjunkt R. Hodel, Luzern, über Verkehrswerbung mit Licht. Eine Diskussion entspann sich