Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 47 (1956)
Heft: 23 [i.e. 24]

Artikel: La normalisation des transformateurs
Autor: Wildhaber, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1058239

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: 23.08.2025

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

3. Bei $l_\alpha = \alpha\, l_0$

$$x_\alpha = \sqrt{1-\alpha} \cdot x^*$$

$$I_{l,\alpha} = \alpha \sqrt{1-\alpha} \cdot \frac{10^3}{0{,}4\,\pi}\, l_0\, x^*$$

4. Steilheit der Kurve an einer beliebigen Stelle x:

$$\frac{\mathrm{d}\, I_l}{\mathrm{d}\, x} = \frac{I_l}{x}\left(3 - \frac{2}{\alpha}\right)$$

Adresse des Autors:
P. Koch, Dr. phil. nat., Eidgenössisches Amt für Mass und Gewicht, Bern.

La normalisation des transformateurs

Par *H. Wildhaber*, Wettingen (AG)

389.6 : 621.314.2

Le manque de personnel technique exige une rationalisation du travail. Dans ce but, l'auteur propose une normalisation des grands transformateurs, en ce qui concerne leur puissance, leur tension, leur étendue de réglage, leur niveau d'isolement et d'autres caractéristiques de construction. Il indique quels en seraient les avantages pour les exploitants et les fabricants.

Der Mangel an technischem Personal zwingt zur Rationalisierung der Arbeit. Im Sinne dieser Bestrebungen wird die Normung von Grosstransformatoren in Bezug auf Leistung, Spannung, Regulierbereich, Isolationsniveau und weitere Konstruktionsmerkmale vorgeschlagen und auf die Vorteile einer solchen Vereinheitlichung für Verbraucher und Hersteller hingewiesen.

Les transformateurs de distribution pour réseaux secondaires, ainsi que les transformateurs jusqu'à quelques milliers de kVA et jusqu'à 50 ou 60 kV sont construits en exécution normalisée, pour les tensions en usage en Suisse et pour une gamme de puissances suffisamment fine. L'exploitant dispose ainsi dans tous les cas d'un type de transformateur qui correspond bien aux exigences requises. Son intérêt et celui du fabricant sont sauvegardés par le fait que les besoins de l'exploitant sont satisfaits par des transformateurs fabriqués en série ou normalisés, qui lui permettent d'équiper d'une façon uniforme toutes ses sous-stations et de procéder aisément aux remplacements, tandis que le fabricant qui a mis au point une série de types n'est plus obligé de procéder à d'autres études importantes et peut fournir rapidement à tous les exploitants, quels que soient leurs réseaux et leurs exigences, des transformateurs d'une exécution ayant fait ses preuves.

Cependant, la normalisation des transformateurs de distribution n'a pas encore été poussée assez loin. C'est ainsi qu'il faudra encore réduire le nombre des hautes tensions, en commençant au moins par une normalisation sur un plan régional. Les types qui permettent de passer du couplage en parallèle au couplage en série et ont été créés dans le cadre de l'élévation des tensions (8/16 kV), ne devraient plus être demandés qu'en nombre strictement nécessaire, puis ne plus l'être du tout lorsque les changements de tension seront achevés. De même, il serait préférable et plus simple de s'entendre pour une exécution uniforme des prises additionnelles; moins il y aura de prises, plus les prix seront bas.

Contrairement à ce qui se passe pour les transformateurs de distribution, les transformateurs de grande puissance destinés à la clientèle suisse sont conçus individuellement selon les caractéristiques spécifiées dans les demandes d'offres. La puissance, les tensions et le niveau d'isolement sont adaptés aux désirs du client, de même que l'étendue de réglage de la tension dans le cas de transformateurs à gradins, ainsi que, dans une certaine mesure, le nombre des échelons. Il en résulte de multiples variantes, outre de nombreuses différences dans les caractéristiques extérieures de la construction. Cela exige un travail considérable de la part de l'exploitant, pour l'établissement de ses projets et l'élaboration de cahiers des charges chaque fois différents. De son côté, le fabricant perd beaucoup de temps à calculer et à dessiner, ce qui offre des difficultés presque insurmontables à une époque où l'on manque grandement de personnel technique. Une réduction du nombre des variantes présenterait de l'intérêt pour chacun. Pour les exploitants, cela aura l'avantage de permettre plus facilement un échange d'unités et de simplifier les réserves. En outre, les prix peuvent être influencés favorablement. Il est vrai que les méthodes et les dispositifs de fabrication demeureraient les mêmes et qu'il ne serait pas possible d'envisager une fabrication en série moins coûteuse, car ces transformateurs ne sont pas assez nombreux. Néanmoins, on pourrait faire des économies, grâce à un plus petit nombre de prises additionnelles et de bornes, à une étendue de réglage plus restreinte, etc. Enfin, il en résulterait probablement une réduction des délais de livraison, qui sont actuellement influencés non seulement par la durée qu'exige la fabrication, mais aussi par le surcroît de travail des départements techniques. Mais le plus grand bénéfice serait que le fabricant pourrait alors disposer de personnel pour poursuivre les études et les travaux de perfectionnements indispensables, ceci dans l'intérêt même des exploitants.

Il s'agirait donc, pour les transformateurs de grande puissance, de fixer désormais des conditions techniques uniformes en ce qui concerne une série des puissances, une série des tensions, des étendues de réglage identiques et un même niveau d'isolement. Le bref exposé suivant de l'état de choses actuel permettra de mieux mettre en évidence cette nécessité. Nous nous bornerons aux indications essentielles.

En ce qui concerne la puissance des transformateurs, il n'existe des normes, en Suisse, que jusqu'à

1000 kVA [1]), de sorte que pour le système de transport d'énergie à 150/50 kV, par exemple, on a réalisé entre 20 et 50 MVA plusieurs puissances unitaires qui ne différaient que peu les unes des autres (20, 25, 30, 35, 40, 50 MVA), voire même pour 50/16 kV plus d'une dizaine de puissances différentes entre 4 et 25 MVA (4, 5, 6, 6,3, 8, 10, 12, 12,5 15, 20, 25 MVA). Il est évident que l'accroissement continuel des besoins en énergie s'opposait constamment aux désirs des entreprises électriques tendant à utiliser dans leurs propres réseaux des transformateurs de types normaux. L'augmentation de la consommation durant ces dernières années a différé selon les régions, mais elle suit dans son ensemble une évolution bien définie, de sorte que les entreprises électriques devraient pouvoir facilement s'entendre entre elles au sujet du choix des échelons de puissance et établir, pour les différents niveaux de tensions, des séries de puissances capables de satisfaire aux besoins actuels et à ceux du proche avenir, en se limitant au nombre d'échelons strictement nécessaire. Dans leurs réseaux à 150 kV, la S. A. des Forces Motrices du Nord-Est de la Suisse (NOK) et la S. A. des Forces Motrices Bernoises (FMB) ont déjà introduit un type de transformateur normalisé, de 50 MVA, 150/50 kV. Un excellent exemple de judicieuse normalisation est celui des groupes d'autotransformateurs de réglage de 125 MVA pour 225/150 kV que la S. A. des Forces Motrices de Laufenbourg, la S. A. d'Electricité Aar et Tessin (ATEL) et les NOK commandèrent en 1953 et pour lesquels elles s'entendirent en vue d'une exécution uniforme, malgré des différences dans les tensions tertiaires [2]). Des unités de cette même puissance ont également été adoptées pour des groupes de transformateurs d'interconnexion par les FMB et il y a lieu d'admettre que ce type sera introduit également par d'autres entreprises lors de la poursuite de l'aménagement du réseau à 220 kV et deviendra ainsi une grandeur normale.

Les transformateurs pour usines hydroélectriques méritent une attention particulière. Du moins dans le cas de couplage bloc, leur grandeur dépend essentiellement de la puissance de l'alternateur, qui est elle-même déterminée par l'utilisation optimum de la force hydraulique. Leur adaptation à une série de tensions normales ne pourrait intervenir qu'en second lieu.

Par contre, pour les usines thermoélectriques alimentant des réseaux publics, les puissances unitaires les mieux appropriées pour des turbines à vapeur ou à gaz ne peuvent être librement choisies et échelonnées, qu'en se basant sur des considérations d'ordre constructif et économique, ce qui facilite également la normalisation des transformateurs. En fixant une série de puissances normales pour les transformateurs, il faudra donc tenir compte des futures usines thermoélectriques.

[1]) Règles pour les transformateurs, Publ. n° 0189.1956 de l'ASE, chiffre 181, Valeurs normales de la puissance.

[2]) Cf. Revue Brown Boveri t. 42(1955), n° 6, p. 189 et suivantes.

En ce qui concerne la *tension*, nous sommes encore fort éloignés de la réalisation de la série des tensions normales [3]). Il est vrai que de nombreux réseaux, dont quelques-uns très importants, ont une tension conforme à la série normalisée, mais il en existe beaucoup d'autres dont les tensions sont différentes. Au lieu de 10 tensions, on en rencontre plus d'une vingtaine entre 3 et 220 kV, uniquement dans des réseaux publics, comme l'indique la carte des usines hydroélectriques de la Suisse et de leurs lignes à haute tension [4]). Les conditions sont analogues en Allemagne et aux Etats-Unis, notamment, où les tendances de normalisation pour les mêmes raisons que celles que nous venons d'énumérer sont toutefois beaucoup plus accentuées qu'en Suisse. Aux variantes nécessitées par les multiples hautes tensions, viennent s'ajouter les différences dans les étendues de réglage de la tension, les nombres d'échelons et les couplages de l'enroulement de réglage. Pour des transformateurs à 150/50 kV, il n'existe pas moins d'une vingtaine d'étendues de réglage entre les limites de 1,185 et 1,71, voire même une trentaine entre les limites de 1,09 et 1,48 pour des transformateurs dont la tension supérieure est comprise entre 40 et 60 kV (70 kV) et la tension inférieure entre 6 et 16 kV. Certaines de ces étendues sont plus fréquentes, d'autres le sont moins, ce qui prouve que l'on pourrait fort bien s'en tirer avec de moins nombreuses variantes. En outre, les étendues de réglage pour les très larges limites supérieures indiquées sont manifestement trop grandes. Lors de l'examen des simplifications possibles, il faudrait donc envisager des étendues de réglage plus restreintes. Surtout dans le cas des transformateurs de réglage, les types normalisés sont particulièrement utiles, car ils peuvent être plus facilement remplacés que les types d'exécution spéciale en usage jusqu'ici, dans le cas de perturbations de service. Il devrait être possible de tenir compte des différences de tension, variables selon l'emplacement de montage et l'état de service, avec un petit nombre d'étendues de réglage déterminées une fois pour toutes. L'uniformité du nombre d'échelons et du couplage des enroulements est surtout une affaire d'ordre constructif, que les fabricants doivent résoudre entre eux.

La multiplicité des exécutions était jusqu'ici encore accrue par le fait que les opinions variaient quant au *niveau d'isolement*, grandeur qui a également une influence sur la construction et le dimensionnement d'un transformateur. En conséquence, les efforts de normalisation des transformateurs doivent également porter sur une interprétation et une application uniformes des nouvelles règles, en ce qui concerne le niveau d'isolement.

Enfin, les différences existant dans la construction de la cuve et dans les accessoires sont innombrables et il serait désirable de les réduire. Cela a toutefois moins d'importance que pour les caractéristiques principales dont il a été question. On con-

[3]) Cf. Bull. ASE t. 47(1956), n° 7, p. 324: Modifications apportées aux Règles pour les transformateurs, et p. 325: Valeurs normales de tensions, fréquences et courants.

[4]) Publiée par l'Association suisse pour l'aménagement des eaux, édition de janvier 1953.

tinuera, par exemple, à prévoir les différents modes de refroidissement usuels et l'équipement en dispositifs de protection et de surveillance dépendra comme par le passé de l'importance du transformateur et des directives des exploitants. Dans ce domaine, il faudrait au moins s'efforcer d'unifier les bornes, ainsi que leurs écartements et leur disposition.

Pour terminer, il y a lieu de noter avec satisfaction qu'il y a déjà de nombreuses tentatives de normalisation des transformateurs, ce qui facilite également l'unification des autres parties des installations, et que les exploitants font, eux aussi, preuve d'initiative. On peut donc compter sur l'aide positive de tous les intéressés. Il serait donc très désirable que les exploitants et les fabricants se groupent, afin de pouvoir atteindre au plus vite les buts que nous venons d'énumérer et qui sont impérieusement dictés par les circonstances actuelles.

Adresse de l'auteur:
H. Wildhaber, ing. dipl., 7, Winzerstrasse, Wettingen (AG).

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

Sitzungen in München vom 26. Juni bis 6. Juli 1956

Für die Sitzungen der CEI hatte das Deutsche Nationalkomitee der CEI die bayrische Landeshauptstadt München gewählt, wo den rund 600 Delegierten und 400 begleitenden Damen nicht nur ein herzlicher Empfang zuteil wurde, sondern auch eine ausgezeichnet arbeitende Tagungsorganisation zur Verfügung stand. Die Arbeitssitzungen fanden fast ohne Ausnahme in den Konferenzräumen des Deutschen Museums auf der Insel zwischen den beiden Armen der Isar statt, und es zeigte sich, dass dieser Gebäudekomplex sich dafür besonders eignete. Auch die Frage der Unterkunft hatte sich lösen lassen, obschon dies in einer Stadt, in der da und dort immer noch Wunden des zweiten Weltkrieges nicht völlig verheilt sind, keineswegs sehr leicht gewesen sein mag.

In München hielten 16 Comités d'Etudes, sowie 21 Experten-, Sous- und gemischte Comités und Arbeitsgruppen zum Teil mehrtägige Sitzungen ab. Für Belehrung, Unterhaltung und gegenseitigen Kontakt unter den Delegierten war ein reiches Programm von technischen Besichtigungen, Ausflügen und gesellschaftlichen Veranstaltungen vorbereitet worden, das seinen Zweck vollauf erfüllte und einige glanzvolle Höhepunkte aufwies. Sogar das Wetter, das sich im Juni von der unfreundlichsten Seite gezeigt hatte, setzte während der Münchner Tagung eine gute Miene auf, so dass sich auch die landschaftlichen Reize des südlichsten Landes der Bundesrepublik aufs schönste entfalten konnten. Unvergesslich bleibt in dieser Beziehung wohl der abendliche Ausflug an den Starnberger See, wo ein neues, geräumiges Motorschiff die frohe Gesellschaft aufnahm und im mählich versinkenden Tag vor dem Panorama einer märchenhaften, in Föhnlicht getauchten Landschaft über die ruhigen Wasser glitt. Gesellschaftlicher Glanz blitzte auf in den Empfängen des Oberbürgermeisters der Stadt München, des bayrischen Regierungspräsidenten, der Bundesregierung, die in einer Festvorstellung im Prinzregenten-Theater gipfelte, und vor allem im offiziellen Bankett im Festsaal des Deutschen Museums, an dem rund tausend Personen teilnahmen. Für die Damen hatte ein besonders zu diesem Zweck gebildetes Damenkomitee eine Reihe von Besuchen und Besichtigungen arrangiert, die einhellig Lob ernteten.

In diesem angenehmen Rahmen wickelten sich die Arbeitssitzungen ab, in denen ein guter Geist der Zusammenarbeit zum Ausdruck kam, was allerdings nicht hinderte, dass da und dort recht hartnäckig um Positionen gestritten wurde. Die schweizerischen Vertreter in den einzelnen Gremien begegneten ausnahmslos grösster Aufmerksamkeit; ihr Wort wurde gehört und war in nicht wenigen Fällen für das Ergebnis der Verhandlungen entscheidend oder doch mitbestimmend. Ihnen sei im Namen des Schweizerischen Elektrotechnischen Komitees für ihre tatkräftige und nicht immer leichte Mitarbeit der beste Dank ausgesprochen.

Im folgenden veröffentlichen wir die von schweizerischen Teilnehmern an den Sitzungen erstellten Berichte, wobei weder Anzahl noch Inhalt auf Vollständigkeit Anspruch erheben.

Comité d'Action

Der Conseil der CEI versammelte sich in München nicht. Dagegen befasste sich das Comité d'Action in zwei stark ausgefüllten Sitzungen mit einer grossen Zahl von Fragen.

Über die finanzielle Lage der CEI orientierte der Trésorier honoraire, Dr. A. Roth (Schweiz). Die verstärkte Aktivität drückt sich nicht nur in einer grösseren Zahl der jährlich herauskommenden Empfehlungen, sondern auch in der dadurch wachsenden Last des Bureau Central und entsprechend erhöhten Auslagen für Administration und Druckkosten aus. Es wurde daher beschlossen, die Beiträge der Nationalkomitees an die CEI um 50 % zu erhöhen.

Das in London ad hoc bestellte Sous-Comité des Comité d'Action für Fragen der Sicherheitsregeln erstattete einen ersten Bericht, der den Nationalkomitees vorgelegt wird. Diese haben dazu Stellung zu nehmen und sich namentlich darüber zu äussern, welche Fachgebiete als dringlich vor den andern in bezug auf Sicherheitsfragen behandelt werden sollen. Eine enge Zusammenarbeit zwischen der Commission Internationale de réglementation en vue de l'approbation de l'Equipement Electrique (CEE), welche allerdings nicht in dem Masse international zusammengesetzt ist wie die CEI, ist gesichert. Das ad hoc gebildete Sous-Comité wird in ein permanentes verwandelt, dessen Präsidium H. A. R. Binney (Vereinigtes Königreich) anvertraut wurde. Das Sekretariat führt das Deutsche Komitee.

Im Zusammenhang mit der Erhöhung der Jahresbeiträge an die CEI stellte die sowjetische Delegation die Frage des Druckes der CEI-Publikationen in russischer Sprache zur Diskussion. Wohl ist die russische Sprache mit dem Französischen und Englischen eine der offiziellen Sprachen der CEI. Statutengemäss ist jedoch die Übertragung der Dokumente und gedruckten Publikationen ins Russische Sache sowjetischer Nationalkomitees. Ein ad-hoc-Komitee, dem auch der Trésorier angehört, wird dem Comité d'Action bis zur nächsten Sitzung einen Bericht über diese Frage unterbreiten.

Die «Fondation Charles Le Maistre» verfügte nach Eingang der letzten Zuwendungen über einen Fonds von 25 000 Schweizerfranken. Gegenwärtig, d. h. bis zum zweiten Vortrag, der in München von Dr. C. H. Linder gehalten wurde, beträgt die zur Verfügung stehende Summe noch 22 000 Franken.

Als Arbeit, die neu ins Arbeitsprogramm aufgenommen wird, wurde diejenige der Normung von Kohlebürsten elektrischer Maschinen bezeichnet. Sie wird einem neu zu bildenden Sous-Comité 2 F zugewiesen, dessen Sekretariat das Deutsche Nationalkomitee der CEI führt. Der Vorschlag zur Aufnahme dieser Arbeit stammt vom CES. Ein anderer vom CES unterstützter Antrag auf Behandlung der Hochfrequenz-Sperren auf Hochspannungsleitungen fand nicht das nötige Interesse und wurde auf später verschoben. Ebenfalls nicht entschieden wurde über die allfällige Behandlung der ferromagnetischen Materialien. Hier wird der zusammenfassende