

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 43 (1952)
Heft: 16

Rubrik: CIGRE : Conférence internationale des grands réseaux électriques à haute tension : 14e session, Paris 1952

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: 17.02.2026

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

CIGRE

Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à Haute Tension

14^e Session, Paris 1952

061.3 : 621.3 (100)

En 1951, la CIGRE a doublé le cap de ses 30 ans d'existence. Son fondateur est Monsieur J. Tribot Laspière, son délégué-général et vice-président actuel. Elle est née d'une conversation entre M. Tribot Laspière, à l'époque (1921) secrétaire général de l'Union des Syndicats d'Electricité et quelques amis, conversation dont le sujet était les difficultés rencontrées au point de vue technique dans les relations de pays à pays. Donnant suite à ces idées, M. Tribot Laspière réussit à réunir, du 21 au 26 novembre 1921, au siège de l'Union des Syndicats d'Electricité 231 électriciens. Ce fut le début. Se mettant sous les auspices de la Commission Electrotechnique Internationale elle précisa sa tâche vis-à-vis d'elle: fournir à la CEI des renseignements utiles, obtenus par le travail de ses membres CIGREns.

Comme la CEI, le CIGRE adopta les deux langues, français et anglais, comme langues officielles. Elle chercha à réunir aussi bien les constructeurs de machines que les exploitants et distributeurs d'énergie électrique; son but est de mettre tous les techniciens en contact les uns avec les autres et de favoriser les échanges de vue profitables au développement général.

C'est en 1931 que la CIGRE se transforma en association permanente, avec siège à Paris. Elle se donna un président en la personne de Monsieur Marcel Ulrich (1931...1933). Elle a maintenant son conseil d'administration et son assemblée générale. De ce conseil d'administration firent partie en particulier les Suisses de la première heure, le regretté Monsieur Perrochet et le professeur Bauer. Il y a lieu de relever que la CIGRE est et reste une association de personnes et non d'entreprises. C'est bien cette circonstance qui lui conserve son caractère d'amitié et de courtoisie qui fait le charme de ses sessions.

Monsieur Marcel Ulrich fut enlevé par la maladie en 1933. Son successeur fut Monsieur E. Mercier, qui assura une prestigieuse présidence jusqu'en 1948. Son successeur, président actuel, est Monsieur R. A. Schmidt, président de l'E.O.S. à Lausanne, élu par acclamation par l'assemblée générale de 1950.

La proportion des participants est restée sensiblement la même depuis 1935: constructeurs de machines et de matériel électrique, et entrepreneurs de lignes: 35 à 38%; producteurs et distributeurs d'énergie électrique: 42 à 45%; divers: 23 à 17%.

Dès 1921, les rapports et discussions furent répartis, comme ils le sont toujours, en sections et groupes, la 3^e section étant dédoublée en 1946. Depuis le programme est resté sans changement. Le nombre des congressistes allant toujours croissant, il fallut dès 1948 modifier la procédure et prévoir des séances simultanées deux par deux. Les rapports devinrent eux aussi très nombreux. En 1935 leur nombre s'élevait à 176. C'est pourquoi le Conseil d'Administration prit la décision de limiter le nombre de rapports. L'organisation des séances fut également améliorée petit à petit. Dès 1921 un secrétaire de tribune et un secrétaire de section ont assisté à chaque séance afin de laisser aux présidents de séance leur complète liberté d'esprit. Les rapporteurs spéciaux existent définitivement depuis 1931. La liaison du rapporteur spécial avec son président de séance a été reconnue comme essentielle et, depuis 1936, l'étude des rapports à discuter pendant chaque séance et le plan de la discussion sont préparés à l'avance par ces deux personnalités. Quant aux rapporteurs généraux, qui existaient dès 1921 et qui n'avaient pas été maintenus pour quelques-unes des sessions, ils furent rétablis en 1948 par le Conseil d'Administration.

La CIGRE a formé et maintenu 17 comités d'études. Leurs présidents assurent la liaison avec les présidents de séances correspondants. Les traductions, autrefois assurées par des interprètes occasionnels, ont été prises en mains par Monsieur Mac Mahon pendant 9 sessions successives. M. Mac Mahon a été l'un des artisans les plus actifs du succès grandissant de la CIGRE.

Nous avons jugé bon de donner ici un petit aperçu historique de la CIGRE avant de passer à un bref compte rendu de la 14^e session de 1952.

L'assemblée générale a lieu le 5 juin 1952. Le président, Monsieur R. A. Schmidt, rappelle à cette occasion la mémoire de feu Monsieur P. Perrochet, un des fondateurs de la CIGRE, et de Monsieur Soleri. Monsieur J. Morse se retire du Conseil d'Administration et est remplacé par Monsieur G. A. Galvety. Le baron Rolin donne sa démission de membre du Conseil d'Administration; il est remplacé par Monsieur Demierbe, Président du Comité national belge pour la CIGRE. L'élection de Monsieur Nimmo est ratifiée. Les dépenses au cours des deux années, soit fr. 37 866 000.— ont été couvertes par les recettes de la même période. Le nombre des membres permanents atteint le 1^{er} janvier 1952 le chiffre de 1598 et les participants à la 14^e session sont au nombre de 1350, venus de 41 pays. Le nombre des rapports est ramené à 121.

Deux grandes réceptions furent offertes par nos amis français aux congressistes: l'une au Cercle interallié le 28 mai et l'autre au Musée du Louvre, le soir du 4 juin. Les salles des Antiquités grecques et romaines étaient éclairées de manière féerique ce qui constituait un spectacle d'une remarquable beauté. Le Comité des dames offrit aux dames accompagnant les congressistes de multiples excursions dans Paris et les environs. Fidèles à une tradition inaugurée par feu Monsieur Perrochet la délégation suisse, se faisant l'interprète de tous les congressistes étrangers, offrit aux Français une petite réception sous la forme d'un «Cocktail de revanche», et à cette occasion le 1^{er} délégué suisse, Monsieur Juillard, exprima à nos hôtes français et en particulier à Monsieur Tribot Laspière et à sa dévouée secrétaire Madeleine Defrance, les remerciements de tout le Congrès.

La 14^e session, comme les précédentes, fut une réussite. Son organisation fut parfaite. Des excursions techniques à Génissiat, à Marseille, à la Centrale Blondel, au massif Central et en Suède terminèrent cette manifestation de façon très heureuse.

I^{re} section

Groupe 11: Alternateurs

621.313.3

Les rapports de ce groupe traitaient des questions:

1. du dimensionnement et de la construction
2. du fonctionnement sous conditions spéciales
3. du service et de l'entretien
4. des questions d'intérêt plutôt théorique.

Dans la question du choix des tensions normalisées di Vito (Rapport N° 126) arrive à la conclusion que par la mise en œuvre de tous les moyens à la disposition du constructeur, par exemple par le choix de nombres spécifiques fractionnaires d'encoches, de circuits multiples, etc., on trouve toujours une tension normalisée sans une augmentation appréciable du prix. Les avantages principaux de la normalisation sont l'interchangeabilité des transformateurs et du matériel auxiliaire. Tandis que le Comité d'Etudes, en accord avec la pratique récente en France ne jugeait nécessaire l'emploi de tensions non-normalisées que pour les très grandes puissances, au-delà de 125 MVA, les Suédois et les Suisses désiraient au contraire la liberté du choix de la tension à partir d'une puissance de 30 MVA. Les Suédois se basent sur des études approfondies pour leurs centrales hydroélectriques. La normalisation des tensions des turbo-alternateurs n'entraînant pas une augmentation appréciable des prix, on décida de ne proposer cette normalisation que pour ce genre de machines.

Dans une investigation sur le choix des constantes des machines synchrones (Rapport N° 135) Hess démontre d'abord la relation entre poids et temps d'accélération (T_a) d'un

générateur à pôles saillants. Pour chaque puissance et vitesse, il y a un temps d'accélération, dit économique ($T_{a \text{ econ.}}$), jusqu'auquel on peut aller sans beaucoup de frais additionnels. C'est là le point où le diamètre ne peut plus être augmenté à cause des contraintes mécaniques. Au delà de $T_{a \text{ econ.}}$ le gradient «poids- T_a » est compris entre 0,5 et 0,7. On peut ajouter ici que dans une étude théorique R. David (Rapport N° 139) donne les relations entre le T_a et les dimensions et les grandeurs électriques des générateurs. La valeur à demander pour T_a est déterminée par la survitesse et par la stabilité hydraulique. Très souvent on peut augmenter la première (survitesse) par exemple à 1,5 par unité ou plus et renoncer aux conditions les plus sévères (réseau séparé en charge ohmique à tension constante sans régulateur de tension dépendant de la fréquence, ou sans utilisation de l'auto-régulation du réseau) pour la deuxième (stabilité hydraulique) pour qu'on puisse réduire le T_a . Aux Etats-Unis, il semble qu'il n'y ait pas de problème de stabilité hydraulique. On donne «simplement» au régulateur de turbine un statisme temporaire relativement grand.

La réduction des réactances (synchrone et transitoire) fait aussi croître le poids. Mais cette augmentation est moins forte quand le T_a est grand. En marche sur capacité une réduction de la réactance synchrone n'est pas nécessaire si l'on emploie un réglage approprié. Par contre, pour la stabilité électrique les études dans différents pays, surtout en Suède et aux Etats-Unis ont montré qu'une valeur relativement basse de la réactance transitoire (0,2...0,25 [...0,3] par unité) est nécessaire. Dans les deux pays on a trouvé qu'il est plus économique d'avoir une réactance transitoire (X'_a) faible au lieu d'un temps d'accélération grand. En général, les machines construites avec le X'_a demandé ont un T_a suffisant.

Il est vrai qu'une grande constante d'amortissement est parfois nécessaire (stabilité hydraulique limite, charge dissymétrique), mais souvent les amortisseurs complets ne sont pas nécessaires. Les avis là-dessus sont encore partagés. D'une part on considère les amortisseurs bons et pas chers (par exemple des gens de l'EdF), d'autre part aux Etats-Unis la plupart des générateurs n'ont que des grilles sur les pôles (sans connexions entre pôles) qui ont un amortissement à peu près identique à celui des machines à pôles massifs.

Wust et Dispaux (Rapport N° 106) calculent le courant monophasé admissible pour un turbo-alternateur, en supposant que le courant inverse ne circule que dans les cales. Ils arrivent à un courant statorique admissible entre deux phases égal à l'unité pendant 30 s et à 0,14 p.u. en service continu. Ils en déduisent les courants dissymétriques admissibles. Par un raisonnement sommaire ils démontrent que la marche asynchrone même de durée courte peut conduire à des accidents sérieux. Un représentant de l'EdF constate qu'il manque encore un relais de protection ayant une caractéristique «courant-temps» qui corresponde aux exigences théoriques.

Dans la question du fonctionnement d'une installation de turbo-alternateurs (Horsley, Rapports N°s 119 et 119^{bis}), la discussion du préchauffage des rotors de turbo-alternateurs fait apparaître une grande différence de points de vue. La difficulté réside dans l'impossibilité d'imiter les conditions de service en dehors du service. Il semble que le préchauffage est plutôt pratiqué en Angleterre.

Ni la résistance d'isolation, ni l'angle de perte ne sont une indication de la durée de service encore possible d'un enroulement statorique. D'autre part, on a constaté que la dérivée $dtg\delta/dU$ varie dans le même sens que les autres qualités de l'enroulement. Par exemple, une épreuve annuelle à 1,5 U_n est un procédé correct, mais un peu sévère «parce qu'on ne sait jamais si l'enroulement n'aurait pas encore tenu longtemps sans cet essai». L'adaptation du procédé dépend entre autre des probabilités de surtension, des réserves disponibles, du type d'enroulement, etc. Son avantage principal est que l'exploitant peut choisir le moment d'un défaut éventuel.

Dans la question de la mesure de la température des enroulements statoriques, on compare les mérites des sondes à thermocouples et à résistances et propose d'adopter la méthode Dietsch (Rapport N° 142) pour les machines synchrones.

Strömberg et Knudsen (Rapport N° 127) étudient le comportement d'une machine synchrone, chargée sur capacités. En marche avec un régulateur de tension le fonctionnement est stable tant que la tension interne (f.é.m. dans l'entrefer) reste positive. La saturation permet encore d'aller au delà de ces limites. Mais cet avantage est plutôt théorique à cause de la variabilité de la tension.

On a aussi attiré l'attention sur le rapport du Dr Lavanhy (Rapport N° 331) discuté plus tard dans le groupe de stabilité. L'auteur décrit un réglage de compensateurs synchrones en fonction de la tension et de l'angle polaire qui permet de pousser la contre-excitation sous charge capacitive jusqu'à la limite théorique. De plus, en cas de décrochage le réglage empêche un réaccrochage en sens inverse.

Darrius (Rapport N° 319) décrit un dispositif pour enregistrer sur l'écran d'un tube cathodique des diagrammes vectoriels, par exemple le diagramme du cercle d'un moteur asynchrone. On montre encore un film donnant quelques applications de ce procédé.

Il était encore présenté trois rapports d'un intérêt plutôt théorique qui passaient sans discussion. Hamdi-Sepen (Rapport N° 107) recherche avec quelles réactances (Potier, Transversale) on arrive à la meilleure coïncidence de calcul et de mesure pour le courant d'excitation et l'angle polaire. Grab-scheid (Rapport 335) démontre comment on peut arriver à la f.é.m. et la puissance active d'une machine synchrone en régime transitoire par des considérations de nature physique. Marenesi (Rapport N° 319) enfin discute les erreurs qui peuvent se glisser dans la mesure quand on enregistre des courants transitoires au moyens de transformateurs de courants au lieu de shunts non inductifs. O. Hess

Groupe 12: Transformateurs

621.314.21

Transformatorprobleme wurden an der CIGRE 1952 behandelt in 17 der eingereichten Rapporte, ferner an der ganztägigen Diskussionsversammlung sowie an der ebenfalls ganztägigen Zusammenkunft des Studienkomitees für Transformatoren.

Ein sehr grosser Teil der Zeit wurde verwendet zur Abklärung der Stossspannungsprüfungen und der Ionisationserscheinungen. Die Grundlage hierfür bildeten die Rapporte E. Stenkvist, Nr. 129, und R. Langlois-Berthelot, Nr. 132, basierend auf den Arbeiten des Studienkomitees für Transformatoren. Die Feststellung eines während der Stossprüfung entstandenen Fehlers geschieht heute mit ziemlich grosser Sicherheit. Bedeutende Schwierigkeiten bereitet aber immer noch die Fehlerortsbestimmung. Es stehen verschiedene Schaltungen zur Verfügung, um mit Hilfe von Oszillogrammen das Vorhandensein eines Fehlers nachzuweisen. Windungsschlüsse, welche nur etwa 1% der Windungszahl umfassen, können noch mit ziemlich grosser Sicherheit nachgewiesen werden. Je nach Grösse des Transformators und Ausführungsart der Wicklungen ist die eine oder andere Schaltung für die Stossprüfung besser geeignet. Die Wahl derselben soll daher dem Prüffeldingenieur überlassen werden. In gewissen Fällen mag es angezeigt erscheinen, die von F. Beldi in Rapport Nr. 112 beschriebene akustische Methode beizuziehen. Falls Zweifel bestehen bezüglich der Auslegung des erhaltenen Oszillogramms, wird empfohlen, mit 5 rasch hintereinander folgenden Spannungsstößen von nur 90% des Sollwertes nachzuprüfen. Wenn dabei nichts Abnormales sich zeigt, wird der Prüfling als gut erachtet.

Umstritten ist die Frage, ob man sich mit der Prüfung mit voller Welle begnügen soll, oder ob eine Erweiterung zweckmässig sei durch Einführung der Stossspannungsprüfung mit abgeschnittener Welle. Es muss zugegeben werden, dass die Prüfung mit abgeschnittener Welle den Betriebsbedingungen besser entspricht. Andererseits ist es aber schwierig, mit der oszillographischen Methode nachzuweisen, ob während der Stossprüfung mit abgeschnittener Welle ein Defekt aufgetreten ist. In der Diskussion wurde von Versuchen berichtet, welche zeigten, dass auch bei abgeschnittenen Wellen mit Hilfe von Oszillogrammen nachgewiesen werden konnte, ob ein Defekt aufgetreten ist. Diese Fragen wurden im Studienkomitee nochmals eingehend erörtert. Man ist aber, wie schon im Rapport Nr. 129 dargelegt ist, zum Schluss gekommen, dass eine allgemeine Einführung der Stossprüfung mit abgeschnittener Welle noch verfrüht

ist. Das Studienkomitee wird sich bemühen, weiteres Erfahrungsmaterial zu sammeln, um die Frage der Anwendung von abgechnittenen Wellen zur Abklärung zu bringen.

Mit Nullpunktproblemen an sterngeschalteten Transformatoren befassen sich zwei Rapporte, Dr. Wellauer, Nr. 117, und B. Sollengren, Nr. 134. Wenn der Nullpunkt starr geerdet ist, ergeben sich keinerlei Nullpunktprobleme und es kann abgestufte Isolation angewendet werden. Falls der Nullpunkt isoliert ist, oder wenn er über eine verhältnismässig grosse Reaktanz geerdet ist, kann derselbe jedoch zu ganz bedeutenden Überspannungen aufschwingen, insbesondere, wenn ein dreipoliger Spannungsschoss auf den Transformator trifft. Es ergibt sich dann die Frage, wie soll die Wicklung nullpunktseitig isoliert werden, und ist ein Schutz des Nullpunktes erforderlich? Interessant sind die im Rapport Nr. 134 enthaltenen Messresultate. Bei dreipoligem Spannungsschoss wurden am Nullpunkt Überspannungen gemessen, die etwa den doppelten Wert der applizierten Stossspannung erreichten. Bei isoliertem, oder über grosse Reaktanz an Erde gelegtem Nullpunkt sollte dieser daher unbedingt durch einen Überspannungsableiter geschützt werden. Es dürfte genügen, die Überspannungsableiter am Nullpunkt nur für die Phasenspannung zu bemessen.

Bezüglich der Ionisationserscheinungen sind Versuche mit Stossspannungen an einfachen Modellen durchgeführt worden, die im Rapport von R. Langlois-Berthelot, Nr. 132, behandelt sind. Danach konnte der Beginn der Ionisation deutlich festgestellt werden. Es ist aber eine offene Frage, ob ähnliche Resultate auch an einem komplizierten Gebilde wie einem Transformator erreichbar sind. Auch die Untersuchungen über den Beginn der Ionisationserscheinungen bei 50 Hz sind noch nicht über das Anfangsstadium hinausgekommen. Hier stören oft parasitäre Erscheinungen, deren Ursache nicht im Transformator selbst liegt, die Versuche in hohem Masse.

Einem erheblichen Interesse begegneten auch die thermischen Probleme in Transformatoren. Die Arbeiten des CIGRE-Studienkomitees wurden durch H. B. Chevalier zusammengefasst und niedergelegt im Rapport Nr. 108. Darin wird kurz eingegangen auf die fundamentalen Grössen wie maximale und mittlere Öltemperatur, mittlere Wicklungstemperatur, Erwärmung des heissesten Punktes, Zeitkonstanten, Überlastungsmöglichkeit und Alterung. Ausführlich wird die Messung der Wicklungstemperatur im Betrieb behandelt. Hiefür stehen zwei Wege zur Verfügung, die Temperaturbestimmung mittels des thermischen Abbildes und die Temperaturmessung mit überlagertem Gleichstrom. Die erstere Methode, behandelt im Rapport W. Kamber, Nr. 116, stellt keine direkte Messung der Wicklungstemperatur dar, ergibt aber ausserordentlich einfache und betriebssichere Apparate und Einrichtungen. Die zweite Methode von C. Dietsch, H. Larue, M. Régent, Nr. 142, erlaubt hingegen die mittlere Wicklungstemperatur durch Bestimmung der Widerstandszunahme direkt zu messen. Hiefür ist allerdings eine recht komplizierte und teure Apparatur erforderlich. Pendelungen in den Ausschlägen des Messinstrumentes können leicht vorkommen und es erscheint fraglich, ob diese, an und für sich interessante Methode, auch für den praktischen Betrieb geeignet ist.

Zur Bestimmung der Alterung der Isolationen unter dem Einfluss von Temperatur und zugehöriger Zeit wendet man zur Zeit das 8^o-Gesetz von Montsinger an. Es wurde ein Apparat der Société des Compteurs erläutert, welcher auf dem Montsinger-Gesetz basierend den Lebensdauerverlust automatisch summiert.

Einige Rapporte, die von weniger allgemeinem Interesse sind und in der Diskussion nicht zur Sprache kamen, behandeln Überspannungen an frei schwingenden Wicklungen, schwingungsfreie Transformatorwicklungen, mechanische Beanspruchung von symmetrischen Wicklungen im Kurzschlussfall. In drei Rapporten werden interessante Spezialausführungen beschrieben, 380-kV-Transformatoren für das schwedische 380-kV-Netz, Transformatoren mit Hochspannungskabelendverschlüssen, Lastregulierschalter für Transformatoren.

H. Schneider

Groupe 13: Interrupteurs

621.316.54

Dans le groupe 13, disjoncteurs, éléments essentiels dans les réseaux et toujours beaucoup discutés, trois problèmes surtout étaient à l'ordre du jour:

Le premier, mainte fois discuté déjà, soit dans les sessions précédentes de la CIGRE, soit dans les divers Comités d'Etudes, concerne la tension de rétablissement, s'exprimant par sa fréquence propre (ou vitesse d'accroissement) et son facteur d'amplitude. Plusieurs rapports étaient consacrés à ce sujet apportant surtout de nouvelles valeurs mesurées dans les réseaux et dans les stations d'essais de différents pays (Angleterre, Suède, Belgique). Les méthodes de mesure mêmes (par court-circuit, par injection de courant, par la table à calcul) sont encore discutées.

Mais, la principale discussion portait sur la standardisation des fréquences propres et des facteurs d'amplitude dans le règlement des disjoncteurs de la CEI. La plupart des représentants était pour la standardisation, même au prix d'un certain compromis. Cependant des divergences appréciables existent sur la grandeur des valeurs à standardiser. Tandis que les propositions des Continentaux se rapprochent plus ou moins des valeurs proposées dans le règlement suisse, les Anglais et les Américains exigent des valeurs plus élevées. M. Cliff propose même d'établir deux séries de ces valeurs (ce qui serait très regrettable), l'une pour le continent européen, l'autre pour l'Amérique et l'Angleterre, estimant que cette différence serait justifiée par les conditions particulières dans les réseaux de ces pays.

Par contre M. de Zoeten estime qu'on pourrait certainement trouver une base commune en se mettant d'accord, au préalable, sur les conditions normales de circuit les plus sévères, sur lesquelles ces valeurs devront être basées (p. ex. des transformateurs avec une seule ligne de départ, etc.). Les puissances de court-circuit et les fréquences propres devront être fixées en tenant compte d'un développement futur raisonnable. Des bobines de réactance en amont ou en aval du disjoncteur seraient à considérer comme cas spéciaux.

Un second problème, également bien discuté, concerne les surtensions internes c.-à-d. de coupure. Quatre rapports sont consacrés à ce sujet. Dans l'un d'eux M. St-Germain fait remarquer que les surtensions internes ne sont pas considérées dans les présentes règles de la coordination et qu'il faudrait compléter aussi les règles pour les appareils en question. Les opinions sur les meilleurs moyens de résoudre le problème de ces surtensions sont partagées: Doit-on demander des appareils de coupure (disjoncteurs et fusibles) limitant les surtensions en eux-mêmes, ou doit-on employer des parafoudres pour limiter des surtensions de coupure éventuelles à des valeurs acceptables? La première solution semble tout d'abord être la plus logique. Cependant il faut se rendre compte que d'une part les résistances dans les disjoncteurs (qui servent à limiter les surtensions de coupure) seront toujours des éléments délicats et coûteux, et que d'autre part les parafoudres modernes peuvent fort bien être construits pour protéger le matériel aussi bien contre les surtensions de coupure que contre celles dues à la foudre. Si l'on conçoit encore assez facilement de régler la façon de vérifier relativement à ce genre de surtensions les qualités des parafoudres et peut-être des fusibles, il sera probablement plus difficile de faire la même chose pour les disjoncteurs à cause de l'influence des caractéristiques des circuits à couper.

Le rapport de M. Pichard analyse le phénomène de la coupure lors du déclenchement d'une ligne à vide en se basant sur des mesures faites dans des réseaux suisses. Entre autres, il donne des courbes de probabilité de l'apparition de chaque valeur des surtensions sollicitant le transformateur, qui montrent que la probabilité d'atteindre des valeurs élevées est fort petite. M. Cliff discute les surtensions causées par les fusibles en vue d'une réglementation internationale. Il propose une gamme complète de valeurs limites de surtensions pour les différentes tensions.

Un autre point discuté concerne la mesure exacte des surtensions internes, problème qui est reconnu comme assez difficile. M. de Zoeten propose de le renvoyer à une Commission d'Etudes de la CIGRE. MM. Lane et Amer rapportent sur l'emploi d'éclateurs de protection sur les transformateurs dans le système 132 kV en Grande-Bretagne. Les éclateurs

sont réglés à 26 in. (660 mm). Des essais de coupure avec des disjoncteurs à volume d'huile réduit et à air comprimé n'ont pas provoqué des amorçages sur ces éclateurs. D'après l'avis de ces Messieurs, il faudrait éviter ces amorçages à cause du danger de court-circuit pouvant en résulter.

Un troisième problème — nouveau à la CIGRE — est traité dans le rapport de MM. Tetzner et collaborateurs; il concerne les courants post-arc. Il est indiscutable, qu'un éclaircissement des phénomènes qui se produisent dans le voisinage de l'extinction du courant, nous avancerait beaucoup dans la compréhension du comportement des différents disjoncteurs envers la tension de rétablissement, de la répartition de cette tension sur plusieurs coupures en série, et dans la question sur les possibilités des méthodes d'essais indirectes. Aussi ressortait-il de la discussion que ce problème est étudié un peu partout depuis un certain temps. La difficulté de ces recherches réside dans le fait que les mesures sont très délicates, de sorte que les résultats sont bien discutables aujourd'hui encore. Il importe du reste de connaître non seulement la grandeur, mais aussi la constante de temps du courant post-arc. D'après M. Hochrainer le problème des courants post-arc est dans une certaine mesure même accessible par le calcul et ses courbes calculées semblent concorder assez bien avec les résultats des essais de M. Tetzner.

Une quatrième catégorie de rapports traite des essais récents avec disjoncteurs dans des réseaux de grande concentration de puissance, en particulier avec des disjoncteurs Brown Boveri à Grand-Coulée et avec des disjoncteurs Sprecher & Schuh à Fontenay. Différents orateurs — entre autre le président M. Schiller — soulignent l'importance de tels essais et souhaitent vivement, que d'autres pays suivent l'exemple de la France et de l'USA.

Un autre rapport, intéressant sous plusieurs aspects, fut édité par l'EdF en collaboration avec les fournisseurs de disjoncteurs français. Il est intéressant avant tout, parce qu'il essaie de montrer des voies nouvelles dans la conception des disjoncteurs. Ces disjoncteurs décrits dans le rapport, ont été fournis par quatre constructeurs différents et montés à la station d'essais de l'EdF à Fontenay, où les participants de la CIGRE eurent l'occasion de les apprécier. Il est incertain que ces idées révolutionnaires (les disjoncteurs sont suspendus par des isolateurs de chaînes et — contrairement à la pratique actuelle — toutes les parties du mécanisme, les réservoirs à air comprimé inclus, se trouvent sous tension) fassent leur chemin. Cependant il est certain que cet essai se révélera — comme toujours — fertile pour la technique des disjoncteurs.

E. Scherb

Groupe 14: Matériaux isolants

621.315.615.2
621.315.616.96

Les rapports suivants ont été présentés:

- N° 105: Rapport sur les travaux du comité d'études des huiles isolantes par H. Weiss.
- N° 110: Comparaison du point d'éclair de l'huile en vase clos et en vase ouvert comme une des méthodes du contrôle de l'état de l'huile isolante, par J. Skowronski et B. Drys.
- N° 124: Nouvelles méthodes de fabrication d'isolants à base de résines synthétiques coulées, par H. Koller.

Le sujet du rapport N° 124 a déjà été traité dans le bulletin ASE¹⁾. L'utilisation des résines coulées dans la construction d'appareils électriques, spécialement des transformateurs de mesure, a rencontré un très grand intérêt. Néanmoins les expériences en service pratique ne sont pas assez nombreuses pour juger définitivement la qualité de ces résines. Il est certainement prématuré de vouloir utiliser ces résines pour le service extérieur, malgré que certains essais permettent de prévoir un emploi même dans des conditions difficiles auxquelles les matériaux isolants organiques ne pouvaient pas résister jusqu'à présent.

La discussion des rapports N°s 105 et 110 s'est concentrée autour des problèmes de l'utilisation des huiles inhibées et des essais chimiques et électriques pour déterminer le comportement de l'huile isolante en service.

¹⁾ A. Imhof, Kunstharztrockenwandler, Bull. ASE vol. 43 (1952), n° 12, p. 508, avec liste des publications.

Plusieurs utilisateurs ont fait appel aux fabricants d'huile pour dévoiler le secret des inhibiteurs afin de pouvoir mieux juger leur fonctionnement. Il semble que les résultats obtenus jusqu'à présent avec les huiles inhibées laissent prévoir une augmentation sensible de la durée de vie en service. Néanmoins la discussion relève clairement que le mélange d'huiles inhibées de provenances différentes présente encore plus de difficultés que celui d'huiles normales.

Pour la définition de la durée de vie de l'huile, les mesures de la résistance et de la tangente de l'angle de pertes donnent probablement des indications plus sensibles que les essais chimiques classiques. Les expériences pratiques ne sont pas encore assez nombreuses pour donner une appréciation définitive de la valeur de ces mesures.

En ce qui concerne le mélange d'huiles neuves et d'huiles neuves et usagées, des règles simples ont pu être établies:

Deux huiles de même provenance et raffinage peuvent être mélangées sans difficulté, l'huile neuve jouissant du rôle de diluant de la vieille huile. Dans le mélange de deux huiles de provenances ou raffinages différents, l'huile de qualité mauvaise dominera pratiquement toujours.

A. F. Métraux

Groupe 15: Postes et sous-stations

621.316.26

Dans le rapport N° 118 les auteurs M. S. Margoulies et A. Huskin décrivent la réalisation et les premiers résultats d'exploitation d'une salle de commande de conception entièrement nouvelle dont les principes ont été énoncés dans le rapport N° 106 de la session CIGRE 1950.

La discussion ouverte au sujet du dit rapport provoque les commentaires suivants. Un des auteurs précise que la construction des salles de commande d'installations d'une certaine envergure (usine génératrice ou postes de transformateurs et de couplage) réalisée selon les méthodes habituelles entraîne des installations et des locaux correspondants de grandes dimensions. Au contraire, si l'on adopte les principes énoncés au rapport N° 118 c'est-à-dire système à commande unique avec appareillage de sélection, les dimensions des salles de commande se réduisent dans une notable proportion. A l'appui de ces dires, le rapporteur rappelle l'exemple décrit dans le rapport en question qui se rapporte à la centrale thermique d'Awirs de l'UCE LINALUX de Liège. Dans cette centrale qui est prévue pour 6 unités génératrices de 50 000 kW (chaudières, turbo-alternateur), la salle de commande ne mesure que 10 × 10 m. Autre avantage d'une installation très ramassée: les distances à parcourir par le personnel lors des différentes manœuvres sont courtes. En effet au centre de la salle de commande de la centrale d'Awirs, se trouve un petit pupitre de commande portant les appareils principaux nécessaires aux manœuvres et de ce point, sans pratiquement se déplacer, le personnel peut donner les ordres et exécuter les mesures et couplages.

En réalité, le pupitre présenté comporte deux ensembles de mesure et commande (2 tranches complètes), ce qui permet d'effectuer deux manœuvres différentes en même temps. D'autre part, en cas de dérangement dans un des systèmes de commande unique, l'autre système peut, grâce à des commutations adéquates, intervenir comme réserve.

Au point de vue coût, ces systèmes ne conduisent pas à des installations moins chères, mais beaucoup plus ramassées. En résumé, on peut dire que grâce au système à commande unique, les vastes salles de commande des grandes centrales modernes sont ramenées à l'échelle humaine. Dans ce sens, on peut confirmer que la réaction du personnel a été très favorable.

Au point de vue exploitation, les résultats obtenus sont excellents et l'on n'a pas enregistré d'ennui avec les sélecteurs type téléphonique utilisés en grand nombre. Du côté lampes de signalisation à 24 volts (600 pièces en service quand le tableau de signalisation est allumé on a effectué très peu de remplacements (20) durant l'année écoulée. Il est vrai que les lampes ne sont pas très poussées, la tension d'alimentation ne dépassant pas 18...20 volts (suivant la saison), alors que la tension nominale des ampoules est 24 volts.

Des félicitations sont adressées aux réalisateurs de la salle de commande de l'usine d'Awirs par un des ingénieurs en chef de l'EdF qui déclare en même temps qu'à sa connaissance, il n'existe pas ailleurs d'autres salles de com-

mande réalisées selon les principes de la commande unique.

En réponse à quelques demandes de renseignements, les auteurs précisent qu'à part les 3 ampèremètres appartenant au système de commande unique et commutés avec ce dernier, sur chaque ligne sont montés en permanence 1 ampèremètre, 1 wattmètre, 1 phasemètre. Dans les circuits d'alternateurs, il y a un ampèremètre sur chaque phase. Ces instruments sont montés sur les côtés. Les instruments enregistreurs sont placés dans une salle voisine, avec les compteurs et les relais.

Le rapport N° 229 a été soumis à la discussion avec quelques autres traitant de questions similaires. Il n'a pas été posé de question particulière au sujet du réseau britannique de transport à 275 kV et les auteurs se sont bornés à souligner que les principales difficultés rencontrées en cours de réalisation ont été des questions d'isolement provoquées principalement par l'air marin ainsi que les poussières et fumées au voisinage des agglomérations industrielles.

L. Chioléro

2^e section

Groupe 21: Câbles à haute tension

621.315.2.027.3

1. Les types de câbles et leur développement

621.315.21

Le câble à pression en tube d'acier se généralise en Amérique, tandis qu'en Europe, la préférence est donnée au câble à pression sous gaine de plomb frettée, posé directement dans le sol. Le câble en tube d'acier se construit en plusieurs variantes: soit que la pression exercée sur l'isolant du câble est produite par un gaz ou par de l'huile, soit que ces deux agents de compression sont en contact direct avec l'isolant, ou séparés par une gaine souple en plomb ou en produit synthétique appliquée sur l'isolant. Chacune de ces variantes possède des avantages particuliers répondant aux diverses conditions techniques d'exploitation. Le câble à pression sous gaine de plomb frettée se construit en deux types, dont la différence principale réside dans le fait que le gaz exerçant la pression est en contact ou non avec le diélectrique.

Il est remarquable de constater que la technique du câble à pression a contribué dans une large mesure au développement des revêtements étanches contre les corrosions des canalisations souterraines.

En Amérique, le principe du câble à remplissage gazeux à basse pression a été appliqué aux câbles de tensions moyennes, 15 à 40 kV, dans le but de contrôler en permanence l'étanchéité de la gaine de plomb. La pression du gaz dans le câble, limitée à 1 kg/cm² env., empêche l'entrée de l'humidité en cas de perforation de la gaine.

L'installation de câble à huile 380 kV à Harsprånget, en Suède, fait l'objet d'un rapport intéressant. Les câbles, posés verticalement dans un puits de 65 m, ont une capacité de transport de 360 MVA. A l'extrémité inférieure, la pression de l'huile est voisine de 10 kg/cm², à l'autre extrémité de 4 kg/cm². L'isolant, d'une épaisseur de 33 mm, a été réalisé en prenant des précautions spéciales décrites dans le rapport. Pour assurer une imprégnation parfaite et garantir la sécurité exigée en service, des canaux d'huile supplémentaires ont été aménagés à la surface intérieure de la gaine de plomb. Au régime de 380 kV, la contrainte maxima atteint 13 kV/mm env. Une valeur inférieure conduirait à des dimensions prohibitives du câble. C'est grâce au choix judicieux du papier et aux dimensions des rubans que cette contrainte a pu être admise. Ce fait constitue un progrès dans la technique du câble à haute tension à huile ou à pression. Les expériences récentes permettent d'envisager des contraintes en service encore plus élevées. Le câble à huile du type «plat» a trouvé une application heureuse dans le câble sous-marin. Cela est dû à son principe de construction, qui permet au câble de compenser lui-même les variations de volume d'huile aux différents régimes de charge. Ainsi, la suppression des réservoirs de compensation donne la possibilité de poser des câbles sous-marins de plus de 5 km en une seule longueur.

2. Accessoires de câbles

621.315.68

Ce chapitre important est traité dans 4 rapports. Les boîtes d'extrémité de câble à haute tension décrites sont de

conceptions différentes. Toutefois, les expériences récentes font ressortir l'intérêt actuel porté aux boîtes d'extrémité condensateurs, dont une étude théorique détaillée a été établie.

Certains constructeurs préfèrent encore les «déflecteurs de champ» aux condensateurs demandant plus de minutie et de temps pour le montage. La construction des joints normaux, joints d'arrêt et boîtes d'extrémité en service en Amérique fait l'objet d'un compte rendu détaillé qui donne une idée précise de l'évolution des accessoires de câbles à haute tension dans ce pays. Les éléments ne sont pas suffisants pour établir maintenant une comparaison entre cette technique et celles préconisées en Europe.

3. Câbles sous-marins

621.315.28

Les rapports et les films présentés à la séance montrent l'importance croissante des câbles haute tension pour installations sous-marines de transport d'énergie. La discussion a mis en évidence les questions importantes dont l'étude doit être poursuivie. Il s'agit en effet de déterminer si, parmi les types de câbles, il en existe qui sont particulièrement appropriés aux besoins des installations sous-marines. Dans quelle mesure peut-on envisager un transport par câbles sous-marins monophasés avec grand écart entre phases, provoquant des pertes importantes dans les gaines de plomb? Les deux méthodes de pose, celle utilisant un navire câblé ou celle avec tambour flottant, ont chacune leurs avantages. Dans les deux cas, le problème de la confection des joints reliant les tronçons de câbles est la même. Ils peuvent être faits à terre, avant chargement sur le navire, ou en mer, pendant les opérations de pose.

4. Questions théoriques et spéciales

621.315.2

Un rapport mentionne les résultats du contrôle de l'échauffement de câbles 66 kV monophasés en exploitation. Un autre est consacré à l'étude du drainage de la matière visqueuse d'imprégnation dans un câble de tension moyenne.

Le Comité d'Etudes des câbles à haute tension a présenté une spécification pour câbles à huile à basse pression, jusqu'à 250 kV. Aucune objection n'étant faite, elle est qualifiée pour être transmise à la CEI, comme base de normalisation internationale des essais de câbles à très haute tension.

Au nom des Commissions des prescriptions électrotechniques suédoises, un rapport décrit les raisons qui ont dicté l'adoption des essais de contrôle des câbles sous tension continue, en excluant tout essai sous tension alternative.

La protection des câbles souterrains contre la corrosion est traitée dans un rapport qui résume les résultats acquis dans ce domaine jusqu'à maintenant. Dans ce rapport, les recommandations adoptées par le Comité consultatif international téléphonique (CCIF) sont commentées en détail, en tenant compte des théories modernes de l'électrochimie et des perfectionnements récents pour protéger les câbles souterrains.

Un vœu a été formulé pour que la CIGRE s'occupe activement de la protection de l'aluminium utilisé comme gaine de câbles souterrains.

R. Bernard

Groupe 22: Pylônes et massifs de fondation

621.315.66

Groupe 23 et 24: Lignes aériennes

621.315.1

In den Rapporten und Diskussionen dieser drei Gruppen, die am besten als Ganzes behandelt werden, war als wichtigster Zug die Tendenz zur Verbilligung der Leitungen zu spüren. Als Mittel dazu wurden Reduktion der bisher angenommenen Windbelastungen, d.h. also Revision der Belastungsvorschriften, Herabsetzung der bisherigen Isolationsniveaus, Verringerung der Phasenabstände und damit der Mastköpfe, Verkleinerung der Beton-Fundamente oder Fundierung ohne Beton in Rapporten und Diskussionen angeführt. Diese Tendenz deutet darauf hin, dass die Erfahrungen mit den heutigen Leitungen gut sind und dass mit der Erhöhung der Sicherheit der Leitungen in den letzten Jahren z.T. über das nötige Ziel hinaus gegangen wurde. Diese Umkehr in der Tendenz ist vielleicht eine Folge der nun möglich gewordenen sehr raschen Ab- und wieder Einschalt-

tung von gestörten Teilen eines Netzes sowie der zunehmenden Vermaschung. Am auffälligsten in dieser Beziehung ist die Einstellung der französischen Vertreter, die bisher z. B. in den Phasenabständen sehr weit gingen und jetzt eine sehr wesentliche Reduktion als möglich erachten.

Poyart beschreibt Messungen, die von der EDF durchgeführt werden, um die maximale durch Wind verursachte Auslenkung von Isolatorenkette und Leiter im Betrieb zu registrieren. Bei den Bündelleitern ist von besonderem Interesse die Abklärung der Vereisung. Wenn das Eis der beiden Leiter zu einem Körper zusammenwachsen würde, so könnten sehr grosse Zusatzlasten und Seilzüge auftreten. In der Diskussion kam die Frage der Verwicklung der Leiter und der Einfluss der elektromagnetischen und elektrostatischen Felder zur Sprache. In Schweden ist nach Meldung von Zetterholm bisher eine Verwicklung des Zweier-Bündels einer Leitung aufgetreten, die von Monteuren behoben werden musste. Es traten dabei keine Schäden auf. Nach Angaben von Jobin, hat das Wechselstromfeld keinen, das Gleichstromfeld dagegen einen die Bildung von Rauhreif begünstigenden Einfluss¹⁾.

Man hofft, dass mit besserer Kenntnis der wirklichen Leiterauslenkungen wesentliche Einsparungen möglich werden. Wichtig ist, dass diese Messungen im Massif Central durchgeführt werden, wo starke Rauhreif- und Eisbildungen auftreten und wo man die Einwirkung des Windes auch unter diesen Verhältnissen bestimmen kann. Die Versuche werden mit Bündelleitern und Einfachleitern durchgeführt.

Mjelstad schlägt in seinem Rapport vor, für die Berechnung des Winddruckes auf kreisrunde Bauelemente, Leiter, Stangen usw., die Ergebnisse von Windkanalmessungen in Göttingen zu berücksichtigen und demzufolge drei Gebiete zu unterscheiden:

1. $Vd < 2,6$ (V Windgeschwindigkeit in m/s, d Durchmesser der Bauelemente in m)
2. $2,6 < Vd < 9$
3. $Vd > 9$

Im Bereich $Vd < 2,6$ gilt für den Winddruck die Formel $P = kSV^2$

- P Winddruck in kg
 S vom Wind getroffene Fläche in m^2
 V Windgeschwindigkeit in m/s
 k Konstante 0,125

Der effektive Winddruck ist im Bereich $2,6 < Vd < 9$ kleiner als bei diesen beiden Grenzwerten. Mjelstad macht aber den Vorschlag, den Winddruck in diesem Bereich für eine gegebene Windgeschwindigkeit, unabhängig vom Durchmesser des Bauelementes, gleich gross anzunehmen wie bei $Vd = 2,6$. Im Bereich $Vd > 9$ käme die Formel $P = 0,125 d_1 V^2 + 0,03125 (d_1 - d_2) V^2$ zur Anwendung, wobei $d_1 = \phi$ des Elementes, das ein $Vd_1 = 2,6$ ergibt und $d_2 = \phi$ des Elementes, das ein $Vd_2 = 9$ ergibt. Für die den schweizerischen Vorschriften zu Grunde gelegte Windgeschwindigkeit von 30 m/s würde sich dies auf Bauelemente zwischen ca. 9 und 30 cm Durchmesser beziehen.

In der Diskussion wurde die Bedeutung dieser Formel besonders für die wachsenden Leiterdurchmesser hervorgehoben, weil dabei evtl. der Winddruck nicht proportional dem Leiterdurchmesser angenommen werden muss. Der Abklärung bedarf noch die Wirkung der Vergrößerung der Leiterdurchmesser durch Eis und Rauhreif auf den Winddruck.

Diskutiert wurde ferner die Möglichkeit der Reduktion der Isolation. Berichtet wird über den Übergang auf einer Leitung in Frankreich von 150 kV auf 220 kV ohne Verstärkung der Isolation und ebenfalls über den Übergang von 110 kV auf 150 kV in Italien.

Als Argumente für die Reduktion der Isolation wurden angegeben:

1. Schlechte Feldverteilung auf langen Ketten und daher Gefahr des Durchschlages bei Kappen-Bolzen-Isolatoren.
2. Auf einer 150-kV-Leitung mit 9...10 Elementen Kappen-Bolzen-Isolatoren wurden Ketten mit bis 50 % durchschlagenen Isolatoren gefunden. Die Leitung blieb trotzdem in Betrieb.

¹⁾ Vgl. hierzu D. Melcher: Bull. SEV Bd. 43 (1952), Nr. 7, S. 286.

3. Die rasche Abschaltung verhindert Ausdehnung der Störung.

Als Argumente dagegen wurden erwähnt:

1. Verbindung von niedrig und hoch isolierten Leitungen ist für die Betriebssicherheit gefährlich.

2. Gefährdung der Kappen-Bolzen-Isolatoren in langen Ketten ist kein gutes Argument, es gibt auch durchschlags-sichere Isolatoren (Vollkerntypen).

3. Von Leitungen höherer Spannung erwartet man im allgemeinen eine erhöhte Betriebssicherheit, also sollte man die Isolation nach dem Bedürfnis dieser Sicherheit richten.

Besonders interessant für die Schweiz mögen die Betriebserfahrungen auf einer in Kanada von 165 kV auf 220 kV umgebauten Leitung werden. Der Rapport von Leopoldt berichtet über diesen Umbau, der durch Vergrößerung des Durchmessers der Stahlaluminium-Leiter von 18,9 auf 26,3 mm durch Bewicklung mit einer neuen Lage Al-Drähte erfolgte. Zudem wurden auf den Abspannmasten die Isolatoren ausgewechselt und von 12 auf 14 Elemente erhöht. An den Masten wurden die Ausleger und Diagonalen verstärkt. Der Bodenabstand der Leiter braucht nach kanadischen Vorschriften für Übergang von 165 auf 220 kV Betriebsspannung nicht vergrößert zu werden, was den Umbau wesentlich vereinfachte.

Interessant ist ferner, dass man auf dieser Leitung im Betrieb mit 165 kV die Isolation von anfänglich 10 auf 12 Elemente (Kappen-Bolzen) erhöhte und zur Verbesserung der Erdung auf der ganzen Länge der Leitung zwei Bodenseile verlegte, womit eine beträchtliche Reduktion der Ausschaltungen erreicht wurde. Beim Übergang auf 220 kV wird nur auf den Abspannmasten die Isolation erhöht, während man auf den Tragmasten wohl des Platzmangels wegen bei 12 Elementen bleibt. In der Diskussion berichtet Dr. Oertli über eine ähnliche Vergrößerung des Durchmessers und Wiederverwendung von Stahlaluminium-Leitern.

Frühere Verwendung: 150 kV Innertkirchen-Bickigen.
 Neue Verwendung: 225 kV Innertkirchen-Mettlen.

Gebrochene Adern wurden hier verschweisst und zur Vermeidung von Schwierigkeiten beim Aufbringen der neuen Lage die Bobinen mit den alten Seilen auf der Verseilmachine gedreht.

Der Bericht Dassetto über die Leiterverdrehung während des Seilzuges zeigt in der Diskussion, dass dieses Problem nur bei Leitungen im Gebirge auftritt, wo die Leiter unter hohen Zügen ausgezogen werden müssen.

Peterson & Kanouse geben eine empirische Formel zur

Bestimmung von Mastgewichten $W = CH_1 \sqrt[3]{P^2}$

- W Gewicht in engl. Pfund
 H_1 Höhe über Boden des Angriffspunktes der Resultierenden der Seilzüge in Fuss
 P Max. resultierende Kraft in Pfund der Leiter, für welche der Mast berechnet wird
 C Konstante, die je nach Leitungsklasse zwischen 0,25 und 0,35 variiert.

Goldschmidt zeigt, dass für bestimmte wechselseitig verseilte Leiter die Magnetisierungsverluste in der Stahlseele von Stahl-Aluminium-Seilen vernachlässigt werden können.

Der Rapport Lone & Gibbons gibt interessante Angaben über das in Bildung begriffene englische 275-kV-Netz.

Brunetti zeigt eine Möglichkeit zur Verbindung von Rohren durch Pressen der Rohrenden zu einem Winkel.

Lombard berichtet über die erfolgreiche Anwendung von vorgespannten Betonmasten in seinem Lande. Diese widerstehen dem Angriff durch feuchte Meerluft sehr gut.

Die Rapporte Schofield und Maggi behandeln den Unterhalt und die Störungsstatistiken von Leitungsnetzen. Von grossem wirtschaftlichem Interesse ist der Bericht von Furlong über die amerikanische Praxis in der Fundierung von Leitungen. Diese erfolgt in Amerika meist ohne Beton, mittels in der Erde vergrabener Eisenpyramiden. Es wird interessant sein, zu verfolgen, ob genügend sichere Rostschutzmittel zur Verfügung stehen, um Schäden zu vermeiden. Auch Pfahlfundamente aus Betonpfählen werden verwendet. Der Rapport berichtet über die angestellten Versuche zur Bestimmung der Verankerungseigenschaften von Eisenbetonpfählen.

R. Vögeli

Groupe 25: Isolateurs

621.315.62

3 rapports étaient en discussion dans ce groupe.

1. Johnston. Les isolateurs en verre trempé pour lignes d'énergie.

Depuis quelques années, des isolateurs en verre pour lignes d'énergie sont en exploitation en France, en Angleterre et en Suède. Les qualités du verre ont pu être améliorées par variation rapide de la température, de l'état mou à l'état dur. Des tensions internes en résultent. La surface est partout sous pression et offre une résistance accrue à la traction et à la flexion. Toutefois, pour peu que cet état précontraint subisse des perturbations en n'importe quel endroit, le corps de verre se brise instantanément en petits morceaux.

Ceci est décrit comme un avantage par les fabricants, car les isolateurs perforés sont facilement réparables sur la ligne, les armatures métalliques seules restant suspendues à la ligne.

L'on fait ressortir dans la discussion, l'expérience relativement courte que l'on a de ces isolateurs trempés. Il est indéniable que les déchets sont petits; pour la porcelaine, la courbe parabolique ascendante de déchets (après env. 10 ans d'usage) est connue. Pour les isolateurs en verre, l'on ne connaît pas de telles courbes.

2. Schuepp, Gion. Etude sur les variations périodiques et accidentelles des efforts mécaniques subis par les isolateurs dans les conditions réelles d'utilisation.

Afin de mesurer les contraintes mécaniques des isolateurs de chaîne en exploitation, ces auteurs ont développé une installation d'essai qui, placée dans la chaîne, enregistre (côté mise à terre) les charges mécaniques. On observe en même temps les conditions atmosphériques. L'installation d'essai est décrite exactement, de sorte qu'il devrait être possible — comme cela serait généralement souhaité — d'exécuter de semblables essais dans d'autres pays également. A une ligne d'énergie 150 kV au pied des Pyrénées (450 m d'altitude) les charges suivantes ont été mesurées: A la charge normale (2800 kg) s'ajoutent des vibrations de différentes fréquences. Par un vent de côté d'env. 100 km/h, on n'a observé une charge supplémentaire que de 230 kg. Par une tempête de 150 km/h, des charges supplémentaires de 600 kg furent mesurées. Par de fortes chutes de neige, la charge supplémentaire s'éleva de 2850 kg à 6750 kg. Durant les périodes de décharge l'on n'observa aucune impulsion mécanique.

Ces mesures démontrent pour la première fois les différentes variations de la charge; leur amplitude, par un vent très fort également, n'atteint pas et de loin la valeur que, jusqu'à maintenant, on avait attribuée aux calculs. Ce fait fut vivement discuté et on expliqua en partie que la force du vent n'a pas la même valeur sur toute la portée. Des mesures de vibrations d'isolateurs ont démontré que seules les parties métalliques portaient des traces de rupture de fatigue. Toutefois, comme de pareilles ruptures caractéristiques ne sont pas connues, il faut en conclure que les vibrations constatées sont inoffensives pour les isolateurs, que les déchets constatés doivent plutôt être attribués à de courts dépassements de la résistance maximale ou à des fatigues thermiques.

3. 2 autres rapports (N° 224 et 203) traitent de longues années d'expérience, en Angleterre et au Canada, avec des isolateurs capot et tige.

Les chaînes d'isolateurs sont contrôlées en exploitation par les méthodes connues, afin de repérer les isolateurs perforés. On a établi des courbes de déchets caractéristiques qui, avec les années, s'élèvent paraboliquement (en moyenne env. 0,6 % par an).

Un dérangement survenu en Hollande prouve cependant que cette méthode n'est pas tout à fait sûre. Un isolateur a fait explosion dans une chaîne de suspension de 130 kV, au cours d'une surtension interne.

Des essais effectués au laboratoire ont démontré que l'on peut faire exploser des isolateurs perforés, sous l'effet d'un courant de court-circuit. C'est pourquoi, l'Electricité de France retire systématiquement ses isolateurs des lignes et les contrôle au laboratoire. Lors de ces essais, des chaînes furent repérées dans lesquelles la moitié des isolateurs étaient perforés et qui, malgré tout, possédaient une résistance suffisante à la tension de service. On en a tiré la conclusion logique que l'on a isolé trop richement jusqu'à présent et que l'on peut élever la tension — aussi bien au Canada

qu'en France — de 150 kV à 220 kV, sans augmenter le nombre des isolateurs. Un contrôle plus sévère des isolateurs est toutefois nécessaire maintenant.

Comme installations de protection, les cornes sont préférées aux anneaux. Toutefois, la distance entre la pointe des cornes et le fil conducteur ne doit pas dépasser une valeur minimale, si l'on veut empêcher l'arc électrique de sauter sur le fil conducteur.

$d \geq 17 I t$ d distance pointe des cornes — fil conducteur en cm
 I courant de court-circuit en kA
 t temps d'interruption en s

En outre, le contournement — en cas d'ondes très raides — ne doit pas s'effectuer le long de la chaîne. *H. Kläy*

3^e section**Groupe 30: Questions générales**

621.3

Ont été examinés, dans ce groupe, 4 rapports. Chacun de ces rapports traitait des problèmes particuliers et l'on ne peut pas considérer que certains points de ces rapports pouvaient être groupés pour la discussion. Ce ne fut pas le cas. Il vaut la peine de relever ce qui suit:

Rapport N° 315. Fait l'historique du développement de l'électrification en Californie, son évolution technique, administrative et économique qui peut se résumer par l'augmentation des puissances des centrales, de la tension des transports et de la fusion de différentes entreprises en une seule. Le processus présente un caractère de généralité; un point particulièrement intéressant était l'examen de la production mixte de l'énergie, thermique et hydraulique.

Rapport N° 317. Traitait un problème particulier, l'alimentation en énergie de l'équipement auxiliaire des centrales et des postes modernes, ceci particulièrement pour le matériel de communication, la signalisation à distance, la production, etc. Des sources de courant continu à différentes tensions sont nécessaires. Ce sera en général des redresseurs, complétés par des batteries. Pour certaines opérations, par exemple le chauffage des lampes, du courant alternatif est indispensable. Il est nécessaire de prendre toutes dispositions utiles pour assurer une alimentation suffisante, même lorsque la défaillance de la source côté alternatif dure plusieurs heures.

Rapport N° 329. Les interruptions de fourniture sont toujours onéreuses pour le fournisseur et pour l'usager. Ce rapport s'est efforcé d'évaluer les inconvénients qui en résultent pour l'usager. Il est proposé que la base d'estimation soit le kW, en cas de longue durée, un supplément étant ajouté, calculé par kWh. De telles bases d'appréciation ne sont pas, semble-t-il, utilisées dans d'autres pays, et il est difficile de comparer les différents modes d'évaluation de frais pour en tirer une méthode utilisée de façon générale. On peut cependant constater que, dans toute étude de construction, il y a lieu de tenir compte, dans les facteurs de comparaison, de la sécurité d'exploitation.

Rapport N° 338. Il s'agit là d'une mise au point des principes de base appliqués lors de la réalisation de grands réseaux et à leur extension et qui sont de pratique courante un peu partout.

Est relevée la diversité des cas suivant la nature du réseau existant:

1. Lorsque une nouvelle usine est reliée à un réseau de distribution, le problème sera de limiter les courants de court-circuit à une valeur admissible pour l'appareillage.

2. Lorsque la liaison est effectuée sur les lignes de transport, il s'agit de répartir les charges sur celles-ci avec un régime stable.

S'il est question d'un ensemble complexe, il s'agira de tenir compte des deux conditions ci-dessus et de faire face à des conditions souvent contradictoires, ce qui conduira à des solutions de compromis. *P. Meystre*

Groupe 31: Protection et relais

621.316.925

Le groupe 31 a commencé ses travaux par la discussion de 5 rapports, présentés au congrès du groupe les 1^{er}, 2 et 3 octobre 1951 à Bruxelles. Ces rapports ont porté sur:

1. Protection des alternateurs et des groupes alternateurs-transformateurs.
2. Relais de distance.
3. Protection des artères avec dérivation.
4. Protection des lignes aériennes contre les surcharges.
5. Protection de réserve.

Un résumé de ces cinq rapports et de la discussion y relative est réuni dans le rapport N° 332 à la session 1952 de la CIGRE.

Le rapport sur la protection des alternateurs et des groupes alternateurs-transformateurs reflète les tendances de l'AIEE. La discussion met en vedette une protection de terre spéciale qui limite le courant de défaut et porte le neutre au potentiel d'environ $0,1 U_n$.

Le rapport sur les relais de distance fait voir le problème de devoir choisir éventuellement pour le deuxième stade et les stades ultérieurs entre le risque des fonctionnements intempestifs ou celui des fonctionnements retardés. La discussion met l'accent sur le problème de la non-mise en route d'une protection si on veut éviter les mises en route pour une forte charge.

Le rapport sur la protection des artères avec dérivation relate les difficultés qu'il y a de concilier les exigences dictées par la protection sélective et le souci de maintenir les frais d'installation dans le cadre d'une solution économique. La discussion met en valeur les dépenses supplémentaires pour parfaire les équipements de protection.

Le rapport sur la protection des lignes aériennes contre les surcharges émane des milieux de l'EdF. Le but est d'éviter les déclenchements par surcharge non indispensables et de permettre au dispatching de prendre les mesures nécessaires. La discussion fait voir que la surcharge admissible est modifiée par beaucoup d'éléments inconnus ou mal connus (état des manchons, conditions atmosphériques variables le long de la ligne et dans le temps). Ainsi on cherchera à éviter la surcharge en dimensionnant plus largement le réseau.

Le rapport sur la protection de réserve arrive à la conclusion que la variation brusque de puissance inactive constitue un excellent critère sur lequel la protection de réserve peut être établie aux bornes des générateurs alimentant le réseau. La discussion constate qu'une protection de réserve est nécessaire et doit couvrir les défaillances de l'équipement de protection principale et de tout matériel d'alimentation (réducteurs, filerie, batterie) et de coupure (disjoncteurs).

Le groupe 31 a discuté à la session de la CIGRE 1952 le 3 juin 1952 huit rapports (N°s 118, 303, 310, 316, 317, 318, 325, 332), dont les deux derniers proviennent du comité protection et relais. La discussion était introduite par le rapport spécial du groupe 31. Les questions traitées sont groupées autour de l'interférence émanant des défauts avec les courants porteurs utilisés pour la protection sélective, le temps d'extinction d'arc dans le cas de réenclenchement unipolaire, l'alimentation des appareils auxiliaires, une nouvelle conception d'une salle de commande et de contrôle et la statistique des fonctionnements.

Quant aux interférences, les milieux de l'EdF font savoir qu'ils ont résolu le problème. Quant au réenclenchement, les milieux de l'EdF assurent leurs collègues que le réenclenchement monophasé ultrarapide, rapide et lent, donne de bons résultats à chacun des trois stades du réenclenchement. L'influence d'une ligne saine sur une phase avariée d'une ligne parallèle mais déclenchée est signalée à propos de fortes brûlures constatées sur un câble en aluminium-acier. Quant à l'alimentation en énergie des appareils auxiliaires, la discussion en montre l'importance dans la mesure où les moyens de protection deviennent plus raffinés. Ainsi les équipements à onde porteuse sont dotés de deux sources d'énergie indépendantes. Il est rappelé que le réglage des groupes turbines-générateurs pourrait tirer avantage d'une fréquence pilote transmise à tout le réseau. Quant à la nouvelle conception d'une salle de commande et de contrôle, l'accord unanime se fait sur l'opportunité du principe et la qualité de sa réalisation. Les principes selon lesquels la statistique des fonctionnements est établie demandent à être revus pour que les résultats de la statistique puissent être comparés entre eux. Le saut de puissance inactive est analysé en rapport avec la perte d'excitation: la protection de réserve distinguera ce cas d'un défaut extérieur.

Ch. Jean-Richard

Groupe 32: Stabilité des réseaux

621.3.016.35 : 621.311.1

Les discussions eurent lieu au cours de deux séances sous la présidence de M. S. B. Cray. Le rapporteur spécial M. R. Robert avait groupé les diverses questions soulevées par les rapports présentés en trois subdivisions, soit: amélioration de la stabilité des réseaux proprement dits; méthodes de calcul capables de faciliter l'étude des problèmes de stabilité; amélioration de la stabilité des machines synchrones elles-mêmes.

Les rapports concernant la première de ces subdivisions sont au nombre de 3. Le rapport de MM. S. B. Cray et L. E. Saline, intitulé «Comparaison des méthodes d'amélioration de la stabilité dans les réseaux de transmission à haute tension» examine successivement les divers moyens à disposition en vue de l'amélioration de la stabilité, soit: l'emploi des stations de coupure intermédiaires avec ou sans compensation de la réactance des lignes par des condensateurs série; le raccordement du grand réseau considéré aux réseaux adjacents capables de le doubler ainsi sur une partie de son parcours; le rétablissement automatique des circuits déconnectés par suite d'une coupure consécutive à une perturbation; la modification momentanée de la charge des machines soit par insertion de résistances de freinage, soit par coupure de certaines charges (délestage); la commutation de condensateurs shunt ou de réactances shunt insérés dans la ligne; enfin le réglage de l'excitation des machines synchrones.

De tous ces moyens, le premier paraît être le plus efficace et le plus économique. Il est utilisé actuellement sur quelques transmissions de très grande longueur aux Etats-Unis et en Suède. Les perturbations que l'on aurait pu craindre du fait de l'emploi des condensateurs en série (surtensions, pompes, etc.) peuvent être évitées par la protection convenable de ceux-ci, et par la limitation du degré de compensation des réactances qui ne dépasse pas 60 à 75 %.

Cette même solution a été développée aussi dans le rapport de MM. A. A. Johnson, J. E. Barkle jr. et D. J. Povejsil, intitulé «Condensateurs série pour lignes à haute tension» qui donne des indications sur l'emploi des condensateurs série non seulement pour l'amélioration de la stabilité des très grands réseaux, mais aussi pour d'autres applications, telles que l'amélioration de la régulation des réseaux de distribution radiaux ou, en association avec un compensateur synchrone, la régularisation de la charge de fours à arc. Les auteurs donnent des renseignements intéressants sur les moyens de protection préconisés.

Les mêmes questions sont traitées dans le rapport de M. B. G. Rathsmann, intitulé «Stabilité des réseaux et réglage de tension, puissance, fréquence». Ce rapport est suivi d'annexes résumant des données sur les installations avec condensateurs série et sur le réenclenchement appliqué au réseau de transport d'énergie à 150 et 220 kV de l'Electricité de France.

Les rapports relatifs à la seconde subdivision sont au nombre de 5. MM. J. M. Bennett, P. V. Dakin et U. G. Knight exposent dans leur rapport intitulé «Les Calculateurs arithmétiques et leur application à certains problèmes électrotechniques» les recherches sur le calculateur arithmétique électronique de l'Université de Manchester. Ce calculateur peut être appliqué aux calculs des réseaux maillés, des régimes transitoires ou des phénomènes oscillatoires. La vitesse du calcul tient du prodige: 30 minutes pour le calcul d'un réseau de 50 mailles indépendantes et de 10 machines connectées!

Le Rapport de M. I. Obradovic intitulé «Calcul électronique pour la résolution des problèmes de stabilité électrique et en particulier pour les études de régulation» décrit la solution d'un analyseur différentiel électronique, constitué par 12 éléments universels, capables de représenter chacun l'un des éléments d'un circuit de réglage.

Deux rapports décrivent des méthodes expérimentales d'auscultation des réseaux; celui de M. I. Slettenmark intitulé «Une méthode pour la mesure des impédances de court-circuit dans les réseaux» expose le procédé de cette mesure dans les conditions même de fonctionnement, tandis que celui dû à MM. G. Darrieus et J. Favereau, intitulé «Enregistrement oscillographique des diagrammes vectoriels» décrit une méthode très ingénieuse pour cet enregistrement.

Citons, à titre d'exemple, le tracé du vecteur tension d'un alternateur au cours de son décrochage ou l'enregistrement du vecteur courant d'un moteur asynchrone au cours de son démarrage. Le rapport de M. J. Grabscheid intitulé «La force électromotrice induite et la puissance active du régime transitoire d'un alternateur synchrone relié à un réseau de puissance infiniment grande à travers des impédances extérieures» montre comment des raisonnements physiques permettent de se passer de la résolution d'équations différentielles.

Les rapports groupés dans la troisième des subdivisions sont au nombre de 3. Celui de MM. M. Cuénod et A. Gardel intitulé «Stabilisation de la marche de centrales hydroélectriques au moyen d'un asservissement de la charge électrique à la charge hydraulique» étudie les conditions de cet asservissement et donne les critères de stabilité correspondants en cas de marche sur réseau séparé pour les deux hypothèses chambre d'équilibre ou canal à écoulement libre. Le rapport de M. F. Friedlander intitulé «Système de contrôle pour l'amélioration de la stabilité des alternateurs sous faible excitation» décrit un dispositif agissant par renforcement de l'excitation de l'alternateur quand celui-ci s'approche de la limite de stabilité, et basé sur l'utilisation de l'angle interne de la machine. Enfin, le rapport du Dr Ch. Lavanchy ayant pour titre «Réglage des compensateurs synchrones en contre-excitation; solution nouvelle» indique que, moyennant une excitation combinée, l'excitation habituelle et une excitation de stabilisation fonction du déphasage interne du compensateur, on peut réaliser une machine capable d'absorber sa pleine puissance réactive sans risque d'inversion de polarité.

Au dernier moment, la délégation soviétique remit 3 rapports dont on n'eut connaissance que par des résumés très sommaires et relatifs au projet du transport à 400 kV Kouibicheff-Moscou (1000...1200 MVA sur une distance de 900 km), à l'emploi de modèles réduits pour l'étude des réseaux, et à divers systèmes de compoundage des alternateurs appliqués en URSS.

La discussion des divers rapports fut principalement limitée d'une part aux questions soulevées par l'emploi des condensateurs série, d'autre part à l'opportunité de l'emploi du réenclenchement rapide.

Au sujet des condensateurs série, chacun reconnaît que cette solution, relativement nouvelle, offre de nombreux avantages; mais on ne peut guère établir une règle générale en ce qui concerne leur emplacement dans le réseau, la distance à partir de laquelle leur emploi est désirable, et leur meilleur mode de protection. C'est une question à examiner dans chaque cas, suivant les circonstances locales. On compte aussi sur l'expérience de ces années prochaines pour préciser les règles de construction et de protection des condensateurs. Au sujet du réenclenchement rapide, il existe deux tendances. Alors qu'aux USA, on envisage surtout le réenclenchement triphasé, en France, l'Electricité de France considère plutôt le réenclenchement monophasé, étant donné qu'une forte proportion des incidents sont de nature monophasée.

L'ampleur de ces sujets ne permit pas de consacrer tout le temps désirable aux discussions des deuxième et troisième subdivisions du programme général proposé, et qui, de ce fait, furent très brèves. La discussion du rapport N° 331, figurant au groupe 17 a été groupée avec celle des rapports figurant à la section 32. *C. Lavanchy*

Groupe 33: Foudre et surtensions

551.594.2 : 621.315.1

Les rapports présentés à la session 1952 ont été groupés dans l'ordre suivant:

1. Comportement des réseaux de lignes aériennes vis-à-vis de la foudre;
2. Parafoudres et protection contre les surtensions;
3. Mise à la terre;
4. Surtensions internes, coupure des courants inductifs.

La discussion portait sur les points 1 à 3. Le point 4 avait déjà été discuté au sein du groupe des transformateurs, ayant à faire en premier lieu avec la coupure des courants à vide des transformateurs.

1. Comportement des réseaux de lignes aériennes vis-à-vis de la foudre (rapports N°s 302, 308, 309)

Le Comité international d'Etudes de la Foudre et des Surtensions a recueilli, pendant plusieurs années, des renseignements sur le comportement des lignes aériennes, un questionnaire à ce sujet a été envoyé aux exploitants de réseaux électriques dans divers pays. Les renseignements statistiques les plus utiles ont été obtenus d'Europe, d'Afrique du Sud et du Canada; ils sont résumés dans le rapport N° 302, présenté par le Président du Comité. Aux Etats-Unis, l'Edison Electric Institute et l'American Institute of Electrical Engineers ont effectué également une révision du comportement des lignes de transport; cette révision, qui était limitée aux tensions de 100 kV et au-dessus, englobait toutes les causes de disjonction de lignes et non seulement celles résultant de la foudre. Néanmoins, ces résultats, qui sont récapitulés dans le rapport N° 308, présentent un intérêt particulier étant donné que dans le nombre d'interruptions de lignes, la foudre est intervenue dans plus de 65 % des cas. Dans ce rapport, les interruptions dues à la foudre sont mises en corrélation avec la résistance de pied de pylône et l'isolement de la ligne.

Le rapport N° 309 décrit une méthode d'estimation du comportement des lignes de transport vis-à-vis de la foudre et compare les résultats calculés avec les chiffres réels relevés en service et indiqués dans le rapport N° 308.

L'objet final de ce travail est de déterminer une construction de ligne donnant le meilleur comportement au minimum de prix dans les conditions données, telles que la violence de la foudre et la résistivité du sol en question.

La discussion révélait deux points de vue en ce qui concerne les perturbations des lignes par orage. Le premier prétend que ces perturbations se concentrent dans certaines régions («nids d'orages») dont il faudrait trouver alors les qualités spécifiques, comme p. e. nature du sol et de l'air. L'autre prétend que la répartition des perturbations suit une loi statistique, c.-à-d. que, sous les mêmes conditions topographiques, la répartition devient de plus en plus uniforme, lorsque la période d'observation augmente. On n'a pas réussi, jusqu'à présent, à trouver des caractéristiques physiques spécifiques pour les endroits de chute de la foudre.

2. Parafoudres et protection contre les surtensions (rapports N°s 322, 324, 333)

Le rapport N° 322 attire l'attention sur les variations de la tension d'amorçage au choc des parafoudres et souligne la nécessité d'employer les méthodes statistiques en définissant les caractéristiques des parafoudres et en considérant les questions de coordination d'isolement. Le rapport N° 330 décrit l'expérience suédoise avec les parafoudres pour tensions allant jusqu'à 380 kV et discute les conditions de fonctionnement et les problèmes de construction. Les caractéristiques des parafoudres sont discutées également dans le rapport N° 333 qui donne un aperçu général du problème de protection contre les surtensions. Le rapport N° 324 concerne principalement l'effet de protection assuré par les câbles et comporte le traitement mathématique de deux problèmes, notamment l'effet du câble seul, et l'effet du câble et des parafoudres en combinaison.

La discussion de ces questions portait surtout sur la dispersion des caractéristiques des parafoudres (tensions d'amorçages et résiduelles) et sur la protection des transformateurs qui sont branchés directement sur un câble sans que les bornes du transformateur soient accessibles. L'importance d'un interval supplémentaire entre le niveau de protection des parafoudres et le niveau des transformateurs a été démontré par les Suédois. La discussion portait aussi sur les difficultés mathématiques de ce problème.

3. Mise à la terre (rapports N°s 222, 305)

Le rapport N° 222 donne un intéressant compte rendu des mesures effectuées en Italie sur des pylônes métalliques érigés sur un sol de résistivité relativement faible. Il est démontré qu'un tuyau de terre ne produit pratiquement aucune réduction de la résistance de pied du pylône.

Le rapport N° 305 discute la mise à la terre dans un sol de haute résistivité, où des électrodes supplémentaires de mise à la terre sont nécessaires. Il démontre qu'un contre-poids continu est meilleur qu'un réseau de terre en patte d'oie, à égalité de prix. En ce qui concerne les stations, et

notamment dans le cas des grandes stations, il est démontré que la mise à la terre ne présente pas un problème sérieux.

La discussion démontrait plusieurs aspects intéressants: La variation des résistances de terre devient très petite si les électrodes de terre sont enfoncées de plus de 2 m, comme c'est le cas pour les pieds des gros pylônes. Dans presque tous les pays on fait usage de un ou plusieurs fils de terre sur les lignes à très haute tension. Mais au moment où l'on fait usage du réenclenchement rapide des lignes la question si ces fils de terre sont économiques se pose. En France on cherche aujourd'hui à les éviter en utilisant des éclateurs pour protéger alors les stations contre ces surtensions atmosphériques. Nos collègues français ont communiqué les résultats de mesure de la distribution du potentiel autour des mises à la terre très complexes d'un grand poste, ceci pour démontrer qu'il est presque impossible de limiter les chutes de tension accessibles à des valeurs non dangereuses, mais qu'il s'agit plutôt de les placer à des endroits pas ou mal accessibles.

4. La discussion de plusieurs points de vue fut poursuivie après session dans le Comité d'Etudes. On y décida de continuer le travail de la statistique, en plus d'étudier la question de la protection des transformateurs contre les surtensions de coupure à vide à l'aide de parafoudres, et celle de l'état de la technique de protection contre les surtensions et l'expérience acquise dans plusieurs pays. *K. Berger*

Groupe 34: Télétransmissions

621.395.44

Lors de la CIGRE 1952 le Comité des Télétransmissions a tenu deux séances:

1. La séance publique du jeudi 29.5.1952 et
2. la séance à huis clos du vendredi 30.5.1952.

Les sujets de discussion de ces deux séances seront traités séparément ci-après:

1. Séance publique du 29 mai 1952.

Le fait que la discussion a porté en premier lieu sur des questions spéciales ayant trait à la téléphonie par ondes porteuses et non sur des questions de principe, montre clairement à quel point cette technique est devenue courante de nos jours. Parmi les questions discutées nous relèverons spécialement les suivantes:

De nos jours les canaux haute fréquence sont de plus en plus utilisés pour la transmission de signaux servant à actionner les dispositifs de protection. Cette exigence est inextricablement liée aux problèmes suivants:

La transmission des signaux ne doit pas être troublée par les ondes de choc dues à l'ouverture ou la fermeture de disjoncteurs. De plus les dispositifs de protection et les canaux de transmission doivent fonctionner sans interruption lors de pannes du réseau.

Les rapports N° 303 de MM. Elmund, Engström et Hollner et 337 de MM. A. Chevallier et R. André traitent avant tout la première question. Les deux rapports montrent comment les ondes de choc provoquées par des dérangements ou coupures de lignes influencent les circuits haute, moyenne et basse fréquence des récepteurs, ainsi que l'allure du spectre des fréquences perturbatrices à travers les différents filtres et limiteurs éventuels. Il apparaît en général que le déclenchement d'un disjoncteur provoque des niveaux de perturbations beaucoup plus considérables que l'arc électrique de court-circuit.

Plus la largeur de bande du récepteur est petite, moins l'effet des perturbations se fait sentir, mais plus le temps de transmission est long. On admet aujourd'hui que la transmission de signaux sur des lignes jusqu'à 200 km de long doit s'effectuer en un temps moyen de 15...20 ms. Des temps de transmission plus courts sont désirables en principe, mais ils exigent une plus grande largeur de bande et sont par là d'autant plus sensibles aux perturbations. Pour une transmission extrêmement sûre, employant toutefois un temps élevé d'environ 70 ms MM. A. Chevallier et R. André ont proposé dans le rapport N° 337 un système utilisant comme critère de déclenchement le déphasage de deux tensions basse fréquence différentes de 50 Hz seulement.

La sécurité de transmission lors de pannes du réseau est en général assurée par une source d'alimentation de secours.

On doit distinguer entre les dispositifs de transmission pour lesquels une courte interruption jusqu'à 5 s est admissible et d'autres dont le fonctionnement permanent doit être assuré en toutes circonstances. Font partie du premier groupe: les canaux de téléphonie avec appareillage automatique et les canaux de télémessure d'importance secondaire. Les canaux de téléprotection se rattachent au deuxième groupe. A ce sujet des divergences d'opinion se sont manifestées. Alors qu'en France on utilise, pour assurer la continuité du service, des groupes à marche permanente se composant d'un moteur asynchrone, d'un alternateur et d'un moteur à courant continu, on préfère utiliser en Angleterre des groupes Diesel. Si la continuité de service ne doit être assurée que pour quelques appareils on peut aussi utiliser des batteries de condensateurs de grande capacité permettant de maintenir les tensions pendant la durée de lancement des groupes. Pour des durées de lancement dépassant une certaine limite cette méthode n'est toutefois pas économique. Bien qu'officiellement le Comité des Télétransmissions ne soit pas compétent pour ce genre de questions, celles-ci sont traitées dans le rapport N° 317 qui a été l'objet d'une discussion étendue lors de cette séance. L'importance d'un service d'entretien sûr pour le bon fonctionnement d'appareils électroniques a été sans cesse mentionné au cours des différentes discussions et en fin de séance le président du Comité n'a pas manqué de le rappeler une fois de plus à toute l'assistance.

2. Séance à huis clos du Comité des Télétransmissions le 30 mai 1952.

Le Comité des Télétransmissions comprenant un représentant par pays intéressé à ces questions, tient deux sessions annuelles. Les travaux de ses membres ayant entrepris l'étude de questions spéciales y sont discutés et mis à jour. Comme à l'ordinaire la dernière session a eu lieu à l'occasion de la CIGRE à Paris.

Les tâches suivantes que le Comité s'était fixées y furent approfondies et partiellement menées à bien:

L'EdF a établi une bibliographie de toutes les publications se rapportant à la téléphonie par ondes porteuses. Cette bibliographie est disponible au secrétariat permanent de la CIGRE à Paris.

Le délégué de la Suède et ses collaborateurs ont établi une statistique des perturbations permettant le contrôle et la surveillance de la sécurité de service d'installations de télécommunications. Les résultats de cette statistique peuvent être obtenus à l'aide d'une machine Hollerith. Ce procédé sera adopté prochainement par l'EdF et le State Power Board Suédois.

L'auteur de ce rapport a étudié des directives concernant les dimensions et l'essai des circuits-bouchons. La version définitive des directives sera terminée sous peu. Un ouvrage contenant l'ensemble des données concernant les lignes, intéressant spécialement les techniciens des télécommunications, est en voie de préparation. Il en est de même pour les méthodes de mesure concernant l'essai d'appareils de télécommunications. A ces problèmes s'ajouteront plus tard, après règlement de divers points, d'autres tâches telles que la recherche de méthodes de localisation des perturbations sur une ligne, installations pour l'alimentation de secours, etc. Nous reviendrons à ces problèmes dès que des résultats définitifs seront disponibles. *A. de Quervain*

Groupe 36: Calcul électrique des réseaux

621.316.313

On peut classer, dans ce groupe, deux rapports:

N° 304 J.M. Bennett, F.V. Dakin et U.G. Knight (Grande-Bretagne). — Les calculateurs arithmétiques et leur application à certains problèmes électrotechniques.

N° 320 I. Obradovic (Serbie). — Calculateur électronique pour la résolution des problèmes de stabilité électrique et en particulier pour les études de régulation.

Le rapport N° 304 donne les résultats actuels de recherches en cours à l'Université de Manchester, plus particulièrement dans l'application des calculateurs à la résolution de problèmes concernant les réseaux d'énergie électrique (débits, défauts, oscillations pendulaires, etc.). Le processus de travail de la machine est décrit et des éléments à donner à la machine, celle-ci effectuant ensuite tous les calculs.

Le calcul des courbes relatives aux oscillations pendulaires constitue un développement de la technique des problèmes plus simples.

On peut conclure, d'après les auteurs, que les possibilités de ces instruments seront de plus en plus utilisées dans le calcul des réseaux, ce qui conduira à des économies de temps considérables, tout en encadrant les problèmes posés dans des limites beaucoup plus étroites que par les méthodes habituelles.

Rapport N° 320. Le calcul électronique décrit s'attaque à un problème tout autre que le rapport précédent; il s'attaque à la résolution des équations linéaires différentielles de régulation. Le calculateur décrit est adapté à l'étude des problèmes de régulation complexe de grands réseaux interconnectés de transmission d'énergie. Il permet le contrôle direct et de s'assurer que les avantages relevés, notamment celui de ne nécessiter que peu de calculs préalables, conduisent cependant à une précision du résultat suffisante.

P. Meystre

4^e section

Groupe 40: Questions générales et

Groupe 42: Transport en courant alternatif à très haute tension

621.315.027.8

Rapport Nr. 404.

Le réseau Suédois à 380 kV.

Im Frühjahr 1952 wurde die erste 380-kV-Übertragung von Harsprånget nach Hallsberg über 900 km Länge in Betrieb genommen. Über die Einzelheiten wurde in den beiden vorangehenden Sessionen eingehend berichtet. Der vorliegende Bericht befasst sich hauptsächlich mit dem weiteren Ausbau dieses Netzes. In erster Linie soll das 380-kV-Netz bis zum südlichsten Teil von Schweden erweitert werden. Des weiteren soll eine dritte Nord-Süd-Leitung gebaut werden. Gegenüber der ersten Leitung sind wichtige Änderungen vorgesehen.

Erstens soll das Isolationsniveau teilweise von 1775 kV (Stoßspannung) auf 1500 kV herabgesetzt werden.

Zweitens: Es ist vorgesehen, eine neue Leitung mit dreifachen Bündelleitern auszurüsten, statt mit Doppelbündelleitern. Im ersten Ausbau werden nur zwei Leiter verlegt, der dritte Leiter kann bei Bedarf zugefügt werden. Man glaubt, dass dazu die Tragwerke nicht verstärkt werden müssen.

Drittens: Die 380-kV-Leitung soll mit Seriendensatoren teilweise kompensiert werden. Bis jetzt wurde nur eine 220-kV-Leitung so kompensiert.

Bisher war das 380-kV-Netz nur mit dem 220-kV-Netz direkt zusammengeschlossen. Es werden Autotransformatoren verwendet. Die neuen Teile des 380-kV-Netzes werden auch mit dem 130-kV-Netz verbunden werden. Wahrscheinlich werden auch hier Autotransformatoren verwendet werden, was die starre Erdung dieses Netzes bedingt. Die damit auftretenden Schwierigkeiten, namentlich im Zusammenhang mit Rückwirkungen auf die Schwachstromanlagen, werden gegenwärtig studiert.

Rapport Nr. 401.

Les bases du développement des très hautes tensions en Grande-Bretagne.

Das seit ungefähr 1930 bestehende englische 132-kV-Netz (Grid) hat sich seit längerer Zeit als zu schwach erwiesen. Es wurden deshalb umfassende Studien über die zukünftige Gestaltung des gesamten Energietransportes in Grossbritannien unternommen. Während das Grid hauptsächlich Ausgleichsfunktionen hat und der weitaus grösste Teil der Energie durch Land- oder Seetransport der Kohle den Verbrauchszentren zugeführt wird, sieht der neue Gesamtplan eine vermehrte Benutzung der Überlandleitungen zum Energietransport vor, denn es hat sich gezeigt, dass unter gewissen Umständen die elektrische Übertragung billiger zu stehen kommt als der Eisenbahntransport der Kohle. Dagegen kann die elektrische Übertragung nicht mit dem Seetransport konkurrieren.

Es wird eine Übertragungskapazität von 5000 MW im Endzustande angenommen. Für die nähere Zukunft wird allerdings nur mit 1000 MW gerechnet.

Vergleichende Studien führten zu einer neuen Nennspannung von 275 kV (max. Spannung 300 kV). Aus verschiedenen

Gründen wurde darauf verzichtet, die in Kontinentaleuropa vorgesehene Spannung von 380 kV anzunehmen. In erster Linie sind es ökonomische Gründe; die Distanz zwischen zwei Stationen beträgt im Mittel nur 83 km. In zweiter Linie spielen die erschwerten atmosphärischen Bedingungen in England mit; man könnte zu den höchsten Spannungen nur übergehen, nachdem langwierige Versuche mit diesen Spannungen durchgeführt worden wären. Immerhin wird die Anwendung der höchsten Spannung für eine fernere Zukunft nicht ausgeschlossen, so dass die Leitungen teilweise so gebaut werden, dass ein späterer Übergang möglich ist.

Rapport Nr. 229.

Caractéristiques du réseau britannique de transport à 275 kV.

Dieser Bericht gibt Details über die kommenden englischen 275-kV-Übertragungen. Die Überlegungen, welche zu dieser Spannung geführt haben, würden im Rapport Nr. 401 auseinandergesetzt.

Freileitungen. Es sind zwei verschiedene Typen von Freileitungen vorgesehen. Für den ersten Typ wird kein späterer Umbau auf 380 kV in Betracht gezogen. Der zweite Typ wird so gebaut, dass beim Übergang auf 380 kV nur die Isolatoren ausgetauscht werden müssen. Die Leiter und Tragwerke sind so dimensioniert, dass sie auch für 380 kV genügen sollen. Als Leiter dienen Bündelleiter aus je zwei Stahl-Al-Seilen. Die Isolatoren sind aus Glas. Beim heutigen Stand der Isolatortechnik wäre es noch nicht möglich, die Tragwerke mit Isolatoren für 380 kV auszurüsten, weil dazu die Abstände zu klein würden. Trotzdem ein Umbau kaum vor zehn Jahren in Frage kommen wird, werden systematische Forschungen einsetzen, um eine 380-kV-Isolatorkette zu erhalten, die in die vorgesehenen Tragwerke eingebaut werden kann.

Die Kopplung mit dem 132-kV-Netz erfolgt durch Autotransformatoren. Diese sind in einem gewissen Bereich regulierbar, wobei verschiedene Systeme in Betracht gezogen werden. Separate Reguliertransformatoren kommen nicht in Frage. Im ersten Stadium werden Typen von 120 MVA Leistung vorgesehen. Als Überspannungsschutz sind einzig Stabfunkenstrecken vorgesehen. Die weiteren Ausführungen beziehen sich auf Schalter, Trenner und Schutzeinrichtungen.

Rapport Nr. 301.

Mesure des pertes d'énergie et des perturbations radio-phoniques sur une ligne expérimentale de transport à 275 kV.

In England besteht eine grosse Versuchsstation für Koronamessungen, welche sich mit Untersuchungen für das im Bericht Nr. 229 beschriebene neue englische Hochspannungsnetz befasst. Es wurden zwei Leitertypen untersucht, ein Einfachleiter von 3,15 cm Durchmesser und ein Doppelbündelleiter von 2×1,96 cm Durchmesser. Beide Leitertypen weisen ungefähr eine gleiche wirksame Oberflächenfeldstärke auf; die Versuche haben ergeben, dass sie bei der vorgesehenen Spannung von 275 kV bezüglich der Koronaverluste bei allen Witterungsbedingungen gleichwertig sind. Dagegen ist der Bündelleiter dem Einfachleiter hinsichtlich Radiostörungen etwas überlegen. Besonderes Interesse wird den Fernsehstörungen zugewandt. Es konnten zwar keine direkten Störfeldmessungen bei Fernsehfrequenzen gemacht werden, dagegen wurden direkte Empfangsversuche mit dem 35 km entfernten Londoner Fernsehsender gemacht, der Empfang war meistens gut, selbst wenn die Antenne nur 10 m vom Leiter entfernt aufgestellt wurde. Es sind weitere Untersuchungen zur Abklärung der Fernsehstörungen im Gange.

Rapport Nr. 402.

Réseau de transport à T.H.T., à 330 kV de l'American Gas and Electric Company. Analyse des caractéristiques économiques, du choix de la tension et des éléments de base du réseau.

Im Netz der American Gas and Electric Service Corporation besteht aus ähnlichen Gründen wie im englischen Netz (Bericht Nr. 401) das Bedürfnis, dem 138-kV-Netz ein Netz höherer Spannung zu überlagern.

In erster Linie wurde die Spannung für das neu zu erstellende Netz festgelegt. Die verschiedensten Überlegungen wiesen auf eine Spannung von etwa 300 kV hin, worauf die Nennspannung mit 315 kV festgelegt wurde.

Zuerst wurde aus technischen Gründen eine höhere Spannung als unerwünscht betrachtet.

a) Bei einer höheren Spannung hätten mit Rücksicht auf die Radiostörungen grössere Leiterdurchmesser als 42 mm verwendet werden müssen. Bündelleiter wurden schon in einem früheren Stadium der Untersuchungen verworfen und Hohlleiter sind offenbar auch unerwünscht.

b) Man legt Wert darauf, dass die Leitungen unter Spannung gereinigt werden können. Bei höheren Spannungen erwartet man Schwierigkeiten. Das gleiche ist der Fall mit der Forderung der Eisabschmelzung. Nachdem wirtschaftliche Studien ein Minimum der Übertragungskosten pro transportierte kWh bei dieser Spannung ergeben haben, fiel der Entscheid zugunsten von 315 kV aus (max. Spannung 330 kV).

Rapport Nr. 403.

Essais concernant l'effet de couronne et les perturbations radiophoniques sur la ligne expérimentale à 500 kV de l'American Gas and Electric Corp.

Die American Gas and Electric Corp. führt seit vier Jahren ausgedehnte Koronamessungen an einer über zwei km langen Versuchsleitung durch. Im Bericht Nr. 403 werden die bisherigen Versuchsergebnisse zusammengestellt. Wie bei allen Koronamessungen zeigen sich sehr grosse Streuungen und zwar auch beim schönen Wetter. Es ist daher angezeigt, die Versuchsergebnisse in Streubereichen anzugeben.

Seit einigen Jahren wird den Radiostörungen vermehrte Beachtung geschenkt. Diesbezügliche Versuche zeigen, dass mit den für Höchstspannungsleitungen vorgesehenen Leiterdurchmessern (42 mm bei 300 kV) keine höheren Radiostörungen zu erwarten sind als bei den bestehenden 69...230-kV-Leitungen. Trotzdem über Fernsehstörungen noch keine Messungen vorliegen, kann aus den bisher gemessenen Kurven, nämlich aus dem starken Abfall der Störung mit der Frequenz abgeleitet werden, dass der Fernsehempfang durch die Hochspannungsleitung nicht gestört wird. Alle bisherigen Reklamationen betreffend Störungen an bestehenden Leitungen wurden geprüft. Die Störungen konnten immer auf andere Ursachen zurückgeführt werden.

Rapport Nr. 406

Résultats obtenus à la station d'essais à 500 kV de Chevilly, pendant les années 1950 et 1951.

In Frankreich ist die Frage, ob für die 380-kV-Leitungen Bündelleiter oder Einfachleiter verwendet werden sollen, noch nicht endgültig entschieden. Nur wenn neu zu bauende 220-kV-Leitungen für den späteren Umbau auf 380 kV vorgesehen werden, ist man heute schon sicher, dass der Bündelleiter vorteilhaft ist. Da sich in Frankreich die Hohlseile wegen der mechanischen Empfindlichkeit keiner Beliebtheit erfreuen, wird untersucht, ob Stahl-Aluminium-Seile von relativ geringem Durchmesser mit dem Bündelleiter konkurrieren können. Dies wird bejaht; ein Seil von 42 mm Durchmesser weist zwar wesentlich höhere Verluste als ein Bündelleiter auf, doch sind die Verluste immer noch klein gegenüber den Joule'schen Verlusten und fallen wirtschaftlich wenig in Betracht. Auch die Spitzenverluste bei Regen sind tragbar.

In den letzten Jahren wurde verschiedentlich der Meinung Ausdruck verliehen, dass für die Wahl der Leiter die Radiostörungen vielleicht noch wichtiger sind als die Koronaverluste selbst. Aus diesem Grunde wurde in den letzten zwei

Jahren ein grosser Teil der Forschungsarbeiten in Chevilly dem Problem der Radiostörungen gewidmet.

Als Resultat dieser Untersuchung folgt, dass sowohl ein Einfachseil von 42 mm Durchmesser als auch ein Bündelleiter für 380 kV in Frage kommen. Der Entscheid liegt mehr auf der ökonomischen als auf der technischen Ebene.

Rapport Nr. 405.

Evolution de l'appareillage en vue de l'équipement des réseaux à 400 kV.

Der Bericht beschreibt einen Trennschalter für 380 kV und einen Schalter für die gleiche Spannung. Der Trenner besteht aus drei Isolatorsäulen; die mittlere ist drehbar und trägt einen Doppelarm. Dieser ist in offener Stellung spannungslos. Der Schalter ist ein Ölstrahlschalter, von im Prinzip bekannter Konstruktion. Die Schaltleistung wird auf zwei seriegelagerte Kammern aufgeteilt, die je auf drei untereinander verbundenen Isolatorsäulen ruhen. Der Bericht befasst sich eingehend mit der Spannungsaufteilung auf die beiden Kammern bei den verschiedenen Betriebszuständen, wobei gezeigt wird, dass die Aufteilung in allen Fällen befriedigt.

Mit dem Schalter wurden verschiedene Versuche angestellt, da jedoch ein 380-kV-Netz noch nicht zur Verfügung stand, wurde der ganze Schalter bei kleinem Strom, aber voller Spannung in der Kurzschlussstation der Ateliers de Constructions Electriques de Delle à Lyon geprüft. Um das Lösungsvermögen des Schalters bei vollem Strom zu prüfen, wurden Versuche im französischen Netz in Fontenay mit einer Kammer gemacht. Alle Versuche lassen darauf schliessen, dass der Schalter, der für das schwedische 380-kV-Netz bestimmt ist, den gestellten Bedingungen genügen wird, auch hinsichtlich der Abschaltung leerlaufender Leitungen und kleiner induktiver Ströme.

Diskussion

Von russischer Seite wurde über zwei 400-kV-Übertragungen berichtet, die 1955 in Betrieb kommen werden. Wichtigste Daten: Länge 1000 km, dreifache Bündelleiter, Serie-kondensatoren, vier Sektionen.

Die allgemeine Diskussion wandte sich ausführlich den Fragen der allgemeinen Netzgestaltung zu. Es wurde festgestellt, dass in Kontinentaleuropa inkl. Russland die Spannung 380...400 kV sich allgemein durchgesetzt hat, während in England und USA eine Zwischenspannung gewählt worden ist. Auch die Frage, ob Bündelleiter oder Einfachleiter, wurde berührt. Amerika lehnt Bündelleiter ab, während in Schweden, Frankreich, England und Russland Bündelleitungen bestehen, oder im Bau sind. Nach französischer Ansicht verursacht bei Bündelleitern Raureif doch gelegentlich Schwierigkeiten, während nach den vorliegenden schwedischen Erfahrungen dies nur der Fall sein kann, wenn die Leitung stromlos ist.

Die Frage der Koronaverluste scheint weitgehend abgeklärt zu sein; bei den Radiostörungen ist dies weniger der Fall; es wird in dieser Hinsicht in den verschiedenen Staaten weiterhin geforscht, besonders auch im Hinblick auf die Fernsehstörungen. Auf die nächste Session der CIGRE wird voraussichtlich auch dieser Punkt weitgehend abgeklärt sein.

W. Frey

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Ordentliche Hauptversammlung des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes

061.2 : 627.8.09 (494)

Der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband wählte als Ort seiner diesjährigen Hauptversammlung das Oberengadin. Am 20. Juni 1952 trafen sich in Samedan über 200 Mitglieder und Gäste des Verbandes. Weil der Präsident, Bundesrichter Dr. P. Korrodi, sein Amt niedergelegt hat, fiel die Leitung auf den interimistisch präsidiierenden F. Ringwald, Delegierter des Verwaltungsrates der CKW. Nach der Begrüssung der erschienenen Vertreter von Behörden, Verbänden und Organisationen des In- und Auslandes, der Presse und weiterer Gäste, gedachte er der verstorbenen Mitglieder, wobei er besonders die grossen Verdienste von alt Ständerat und alt Regierungsrat Dr. Oskar Wettstein, Zürich, hervorhob, der

als Initiant und Gründer des Verbandes diesem von 1910... 1916 als zweiter Vizepräsident, von 1916...1945 als Präsident und seither als Ehrenpräsident angehörte. Dr. Wettstein war auch der Gründer der Zeitschrift «Schweizerische Wasserwirtschaft», die später als «Wasser- und Energiewirtschaft» umbenannt wurde. Im Rückblick auf das Berichtsjahr 1951 erinnerte der Vorsitzende an die verheerenden Lawinenniedergänge des Januar und Februar 1951, die 92 Menschenopfer gefordert und sehr grossen Sachschaden angerichtet haben. Im August und November 1951 folgten zerstörende Hochwasser, die besonders in Graubünden und im Tessin sowie in der Poebene schweren Schaden anrichteten. Der Versammlungsleiter erinnerte auch an das wirtschaftlich günstige Jahr 1951 und an den starken Energiezuwachs. Den Versammlungsteilnehmern wurde ein sehr sorgfältig und festlich aus-