

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 30 (1939)
Heft: 18

Artikel: L'appareillage de commande et de protection des réseaux à haute tension
Autor: Juillard, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1058392>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 24.12.2024

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

Die Anlage arbeitet ohne Blindstromübertragung vom Dreiphasen- in das Einphasennetz. Die im Einphasennetz nötige Blindleistung wird durch die für die Leistungspufferung ohnehin nötige Kapazität geliefert.

Wird an einen getrennten Netzteil ohne Taktgeber Leistung abgegeben, so stellt sich die Frequenz entsprechend der Kapazität und Induktivität dieses Netzteils ein; es ist also durch Veränderung der Kapazität möglich, die Frequenz den Netzbedingungen anzupassen.

Diese Dreiphasen-Einphasen-Kupplung erreichte in der Zeitdauer von ca. $\frac{1}{2}$ Jahr nach den Zählerablesungen den hohen Wirkungsgrad von 92,2 %, gemessen von Klemme Transformator bis Klemme Transformator, trotzdem die Leistung zwischen Halb- und Vollast variierte.

Was wird die Zukunft bringen?

Auf dem Gebiet der rotierenden Umformergruppen sind kaum umwälzende Änderungen zu erwarten, abgesehen vielleicht von kleinen Verbesserungen in der Raschheit und Genauigkeit der Regulierung. Die Gruppe arbeitet übrigens in absoluter Uebereinstimmung mit den gestellten Kupplungsbedingungen. Der Wirkungsgrad ist und bleibt bestimmt durch die Eigenschaften von zwei gekup-

pelten Maschinen; er zeigt daher bei kleinen Belastungen ein beträchtliches Abfallen.

Dagegen ist die Entwicklung der statischen Kupplung sicher nicht beendet. Heute schon haben die Laboratoriumsversuche Resultate ergeben, die auch gegenüber den ausgeführten Anlagen noch die heute vorhandenen geringfügigen Abweichungen von den Kupplungsbedingungen erfüllen lassen, so dass der Entwicklung der grossen und grössten Kupplungseinheiten nichts mehr im Wege steht. Auch lassen Forschungsergebnisse auf dem Gebiet des Kondensatorenbaues die berechtigte Hoffnung offen, dass ihre Verwendung bei der statischen Kupplung nicht mehr wirtschaftlich hemmend wirken wird.

Wenn die Kupplungen der Elektrizitätswerke elastisch wären, statt wie heute allgemein üblich starr, so dass hinsichtlich Leistungseinstellung und Frequenz nicht nach allen Richtungen Rücksicht zu nehmen wäre, so könnte der Betrieb nur noch nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten, wie Wasserführung und Maschineneinsatz geführt werden; ein langersehnter Traum der elektrischen Betriebe und Verwaltungen wäre damit erfüllt.

Diesen Traum zur Wirklichkeit werden zu lassen, gilt die zukünftige Forschung auf dem Gebiet der elastischen Kupplung mit Mutatoren, die mit günstigstem Jahreswirkungsgrad arbeitet.

L'appareillage de commande et de protection des réseaux à haute tension.

Par E. Juillard, Lausanne, en collaboration avec l'industrie.

621.316.5 : 621.316.9

L'auteur passe brièvement en revue les progrès réalisés dans le domaine des interrupteurs, des relais, des coupe-circuit, des parafoudres et des bobines d'extinction, et en décrit le rôle dans l'exploitation.

Der Stand der Entwicklung der Schalter, Relais, Sicherungen, Ueberspannungsableiter und Löserspulen wird kurz beschrieben und ihre Rolle im Betrieb wird erklärt.

L'évolution considérable qui s'est manifestée dans la conception et la construction de l'appareillage à haute tension ces dernières années a quelque chose de vertigineux. Il ne peut être que précieux, tant pour le constructeur que pour «celui qui s'en sert», de faire de temps en temps le point. C'est ce que nous essayerons d'établir dans les considérations qui vont suivre.

Les interrupteurs à grande puissance ¹⁾.

L'emploi de l'huile dans les interrupteurs fut en son temps une révélation. Son importance fut telle qu'aujourd'hui encore, bon nombre d'électriciens éprouvent une certaine sympathie toute particulière, peut-être irraisonnée, à l'égard du bon vieil interrupteur à huile, «qui a fait ses preuves». Et pourtant, dans son ancienne forme, l'interrupteur «chaudière» a causé bien des mécomptes: explosions, incendies, inondations d'huile. Des progrès s'imposaient, d'autant plus que la puissance des réseaux augmentait et, avec elle, la tension de service. Patiemment, et avec persévérance, les constructeurs se sont outillés. Leurs stations d'essais à grande puis-

sance, et l'oscillographe cathodique leur ont permis de pénétrer plus intimement dans le mécanisme de la disjonction d'une énergie, et leur ont fait découvrir le processus compliqué de l'arc de rupture.

Actuellement, on est au clair sur ce qui se passe pendant l'opération d'interruption, ainsi que sur les conditions à remplir pour assurer une extinction rapide de l'arc. On sait que l'apparition de l'arc est due à une ionisation intense de l'espace entre contacts, ionisation doublée d'une vaporisation plus ou moins active du métal constituant les contacts. Et on sait aussi que l'extinction de cet arc est obtenue par un refroidissement intensif.

On peut évidemment refroidir un arc de bien des façons: mais des conditions secondaires opposent une limitation importante aux solutions qui peuvent être envisagées. L'emploi d'un liquide en quantité quelque peu importante, crée un risque indéniable d'explosion. Dans cet ordre d'idées, l'interrupteur à vapeur d'eau n'a pas rencontré le succès que son apparition laissait entrevoir. Lancer de l'eau sur l'arc est un moyen de refroidissement des plus séduisants. Par contre, la pression de vapeur engendrée par sa vaporisation n'est pas sans danger. Si l'on ajoute à cela la plus grande difficulté d'isolation qu'entraîne la présence d'eau dans un appa-

¹⁾ Voir le compte-rendu de la journée de discussion de l'ASE du 26 novembre 1938, sur les interrupteurs. Bulletin ASE 1939, nos 13 et 14 et suiv.; tirage à part du rapport complet en vente au secrétariat général.

reil à haute tension, on ne s'étonnera pas que l'interrupteur à vapeur d'eau n'ait pas connu un grand succès, surtout en Suisse. Dans d'autres pays, il a cependant encore une certaine vogue.

Deux tendances se sont manifestées ces dernières années: d'une part, la recherche d'une réduction

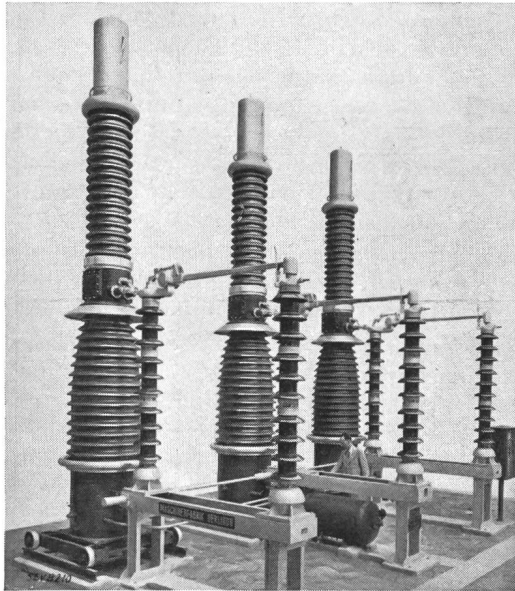


Fig. 1.

Interrupteur à faible volume d'huile pour montage extérieur. 220 kV, 2500 MVA. (Oerlikon.)

considérable du volume d'huile et, d'autre part, l'emploi d'un fluide gazeux, l'air, comme agent de refroidissement.

Les interrupteurs à faible volume d'huile vont de l'interrupteur classique à huile, mais avec bac unique pour les trois pôles (en cas de triphasé), et de construction serrée, à l'interrupteur à injection d'huile sur l'arc. Les uns et les autres font appel

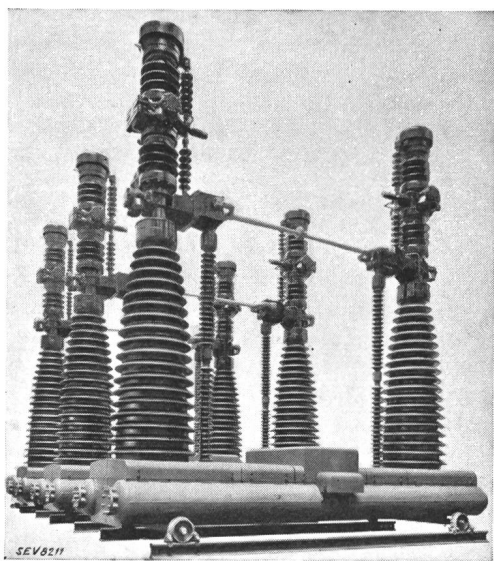


Fig. 2.

Groupe de disjoncteurs pneumatiques ultra-rapides d'extérieur de 220 kV, avec dispositif de réenclenchement rapide. Puissance de coupure 2500 MVA. (Brown Boveri.)

au pouvoir isolant considérable de l'huile, et à sa haute capacité calorifique, comparée à celle de l'air. Souvent, ce genre d'interrupteurs s'impose, surtout dans de petites installations, par son prix plus avantageux. Néanmoins, il tend à disparaître, dès qu'il s'agit de tensions supérieures à 50 kV. Il n'en est pas moins vrai que des interrupteurs à faible volume d'huile fonctionnent actuellement de façon parfaite sur réseaux à 220 kV.

L'interrupteur à air comprimé, le dernier né, se révèle actuellement comme un appareil sur lequel on peut fonder les plus grands espoirs. Le refroidissement intense de l'arc, provoqué par la détente subite d'air comprimé à 5 à 15 kg/cm² assure une coupure remarquablement rapide. L'absence de tout liquide inflammable, ou capable de geler, la possibilité d'utiliser ce même air comprimé pour la manœuvre mécanique, la petitesse des conduites, l'évacuation de l'air qui a travaillé, directement à l'atmosphère, toutes ces circonstances rendent cet

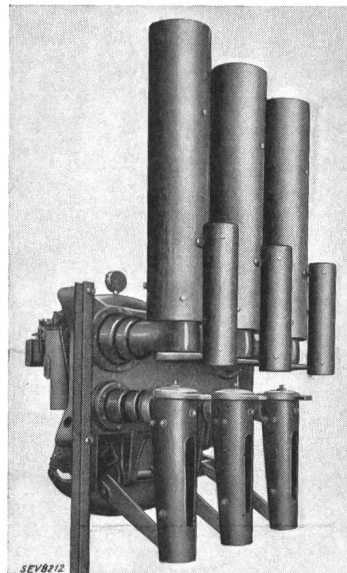


Fig. 3.

Interrupteur à air comprimé. 15 kV, 350 MVA. (Sprecher & Schuh.)

appareil séduisant à tous points de vue. Aussi ne faut-il pas s'étonner de voir ce type d'interrupteurs se développer à pas de géants, et menacer de supplanter tous les autres, tant dans les installations intérieures que dans celles à air libre. Actuellement déjà, on le trouve prenant la place des plus petits interrupteurs à huile, jusqu'aux plus gros exemplaires sur réseau à 220 kV. Seule, la question de prix est encore dans certains cas un obstacle à son emploi. Il semble bien néanmoins que ce soit là l'interrupteur de l'avenir.

La recherche d'une durée de plus en plus courte de l'arc peut à première vue faire naître certaines appréhensions: couper trop vite fait craindre l'apparition de surtensions inquiétantes. Ces appréhensions ne sont plus justifiées. Les travaux entrepris de tous côtés ces dernières années, tant par les constructeurs que par les exploitants, ont mis en lumière le rôle du réseau dans le fonctionnement de l'interrupteur: celui-ci ne peut pas être considéré comme une entité seule, mais son rôle de rupteur est in-

fluencé fortement par la constitution du réseau auquel il est attribué. Rappelons à cet égard, pour mémoire, les études, canalisées par le comité suisse des interrupteurs de l'ASE, et présentées régulièrement aux sessions bisannuelles de la Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à haute tension (CIGRE). Ces travaux ont éclairci le mécanisme de ces surtensions; tout en montrant que leur ampleur n'a rien d'excessif, ils ont donné le moyen, lorsque cela est nécessaire, de les atténuer et de les ramener à un taux parfaitement acceptable. Le principe utilisé en vue de ce résultat, est l'insertion de résistances ohmiques, par un déplacement de l'arc sur un ou des pôles auxiliaires.

Nous ne pouvons évidemment pas entrer ici dans les détails constructifs: qu'il nous suffise de dire qu'actuellement, et pour plusieurs raisons, les surtensions ne sont plus à craindre. Cette question a fait l'objet d'études et d'essais tout à fait probants, même dans les cas particulièrement durs de la disjonction de transformateurs ou de lignes travaillant à vide.

Disjonction et réenclenchement rapide. La rapidité de la coupure est réalisée tant par l'allègement des pièces mobiles de l'interrupteur, que par l'emploi d'un refroidissement énergétique. Actuellement, l'opération mécanique de disjonction est ramenée à 0,1, voire 0,05 seconde. Cette manœuvre rapide peut sans peine être effectuée en sens inverse, c'est-à-dire, pour fermer l'interrupteur. Et nous voici actuellement en possession d'un nouveau moyen de protection, qui s'avère de plus en plus d'une grande efficacité.

En effet, lors d'un court-circuit sur ligne ou contre terre, le disjoncteur déclenche sous l'impulsion de son relais de commande. L'arc du court-circuit s'éteint de ce fait, et la ligne peut être remise sous tension, dès que la région de l'arc accidentel est suffisamment déionisée, c'est-à-dire a perdu sa conductibilité. Or, il est prouvé, par de nombreuses expériences, que le temps nécessaire à cette déionisation est de l'ordre de 0,2 seconde. Si donc, en cas de court-circuit, on laisse la ligne en quelque sorte «se reposer» pendant 0,2 s après la coupure, on peut de nouveau réenclencher. C'est précisément là l'idée dont la réalisation a été rendue possible par les interrupteurs modernes. L'avantage en saute aux yeux: une interruption de service qui ne dure que 0,3 à 0,5 seconde n'est le plus souvent pas perçue par les utilisateurs; qui plus est, les alternateurs en service n'ont pas le temps de décrocher. Les statistiques indiquent que le 75 % des perturbations de ligne sont des courts-circuits passagers: c'est dire que ce moyen de protection réalise un progrès important pour l'exploitation.

Les relais.

Si l'interrupteur doit pouvoir être manœuvré à la main, à la volonté du machiniste, il a cependant aussi, et plus souvent encore, à intervenir automatiquement. L'impulsion de fonctionnement lui est communiquée par un relais. Ces appareils, bien connus, ont dû nécessairement suivre les progrès de l'interrupteur. Les relais modernes sont devenus de petites merveilles de mécanique et de précision.

Actuellement tous, pour ainsi dire, sont basés sur le principe du moteur à induction, synchronisé ou pas. Sous l'effet d'un courant exagéré, dépassant une certaine valeur nominale, le petit moteur est engrené, et après avoir effectué un certain nombre de tours, c'est-à-dire après un temps bien déterminé, provoque, par un contact, la disjonction ou le réenclenchement. La précision de temps réalisée actuellement est de l'ordre de 0,05 seconde.

Les conceptions modernes ont fait rejeter, pour la plupart des cas, la temporisation dépendant de l'intensité du courant. Les relais actuels provoquent la disjonction après un délai fixe, ajustable du reste, et indépendant de la surintensité. Cette conception facilite la disposition des relais sélectifs et leur échelonnement: le siège de la perturbation est ainsi mieux circonscrit, et l'étendue du réseau mis hors service limité au strict minimum.

Mentionnons quelques particularités: les relais de surintensité sont alimentés souvent par des transformateurs de courant, dont la puissance est assez limitée, si on veut leur conserver une précision suffisante, sans tomber dans des dimensions exagérées. La consommation propre d'un relais tel que décrit est de l'ordre de quelques VA, 0,3 à 10 VA en général. Ce qui n'empêche pas que ces mêmes relais sont établis de façon à ne pas être endommagés par des intensités momentanées d'environ 100 à 1000 fois l'intensité nominale du régime stationnaire.

Le relais moderne, précisément parce qu'il utilise le principe extraordinairement fécond du moteur à champ tournant, se prête à de multiples applications. En dehors de l'intensité, ce relais peut aussi bien mesurer la puissance, et intervenir pour empêcher tout retour d'énergie, toute circulation de puissance dans le mauvais sens (protection d'alternateurs marchant en parallèle p. ex.). Enfin, sous forme de relais différentiels, ils mesurent l'intensité aux deux extrémités d'une ligne, ou à l'entrée du primaire et à la sortie du secondaire d'un transformateur. Tant que les deux intensités sont égales (ligne) ou restent dans une même proportion (transformateur), le relais ne bouge pas. Dès qu'une perturbation se produit, entre les deux points de mesure (court-circuit dans la ligne ou dans le transformateur), le rapport ou l'égalité des deux courants est troublé, et le relais intervient. Des dispositions très sagaces donnent à ces relais différentiels une sensibilité relative (en % du courant de charge) constante, et en font de véritables appareils de précision, qui indiquent en même temps la valeur du courant ou de la puissance qui les traverse, et renseignent par un simple coup d'œil sur le régime momentané auquel ils sont soumis.

Relais thermiques. Ceux-ci sont destinés plus spécialement à la protection des moteurs. Mis également au point ces dernières années, le relais thermique assure la protection suivant un principe beaucoup plus logique. Il comprend essentiellement un élément qui s'échauffe en même temps que le moteur auquel il est attribué; dès que la température du relais, et par conséquent, du moteur, atteint une

valeur à partir de laquelle toute augmentation doit être considérée comme dangereuse, le relais provoque la disjonction. On ne peut qu'applaudir à cette conception, qui laisse au moteur toutes ses possibilités de démarrage un peu brusque, et de surcharges passagères, tout en le protégeant efficacement contre toute surcharge prolongée, toute marche en monophasé (dans le cas du triphasé), bref, tout régime pouvant entraîner une avarie par échauffement exagéré. Ces relais sont évidemment complétés par un dispositif de déclenchement instantané en cas de court-circuit à l'intérieur de la machine.

Les coupe-circuit à fusibles.

Dans ce domaine également, les études effectuées en matière d'interrupteurs ont fourni des éléments précieux qui ont apporté des modifications profondes dans la construction des fusibles à moyenne et haute tensions. L'ancien fusible, constitué par un

ou presque aucune manifestation extérieure n'est perceptible.

Ces fusibles de haut pouvoir de coupure (ils sont construits actuellement jusqu'à 30 kV et 200 A) interrompent le courant de court-circuit bien avant que celui-ci ait eu le temps d'atteindre son intensité maximum. Aussi pourrait-on craindre la production d'une surtension dangereuse, immédiatement après la coupure. Un dimensionnement judicieux du calibrage du fil fusible (certains constructeurs vont jusqu'à donner au fil un diamètre variable de l'extrémité jusqu'au centre, imposant ainsi une progression bien déterminée dans le processus de fusion), la disposition du fil dans la cartouche, le choix du sable, de ses propriétés physiques et chimiques, ont permis d'éviter cet écueil, et de réaliser, à ce point de vue aussi, un engin de toute sécurité.

Combinés avec un sectionneur robuste, ces fusibles forment un ensemble équivalent à un disjonceur,

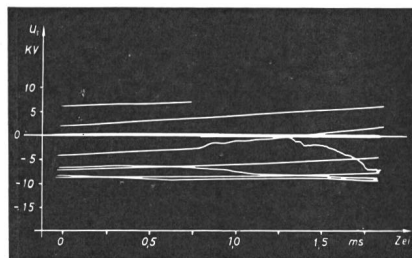
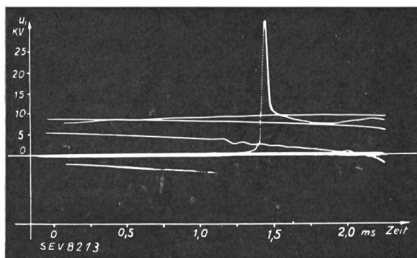


Fig. 4.

Oscillogramme cathodique d'une coupure
avec coupe-circuit à fusible ordinaire.
avec coupe-circuit à fusion progressive.

fil tendu à l'intérieur d'un tube de porcelaine n'est guère capable de protéger que de très petites charges. Son fonctionnement est très vite accompagné de manifestations de caractère explosif, qui n'étaient pas sans danger, tant pour le personnel que pour

leur, permettant les manœuvres usuelles de service, tout en assurant la protection contre les courts-circuits: solution avantageuse dans les exploitations de faible puissance, qui épargne les frais plus élevés d'un disjonceur: c'est le sectionneur de puissance.

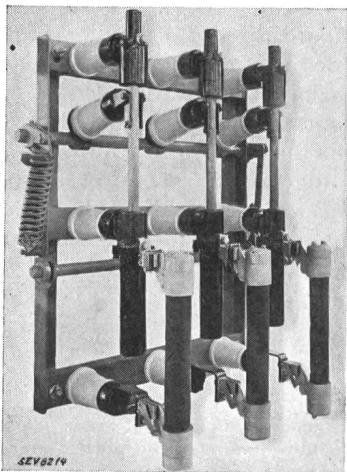


Fig. 5.
Sectionneur de puissance avec coupe-circuit à fusible.
(Sprecher & Schuh.)

l'appareillage voisin. Un fusible plus puissant et plus sûr s'imposait. Partant de l'idée du refroidissement de l'arc, le constructeur a établi un fusible constitué par un fil fusible, noyé dans un sable fin, à très haut point de fusion, capable d'absorber les vapeurs de métal sans qu'un trajet conducteur puisse se reformer, ou assurant par tout autre moyen un refroidissement énergique de l'arc. Le fonctionnement d'un fusible moderne est remarquable: aucune,

Les parafoudres.

Par l'oscillographe cathodique, les constructeurs ont en main un outil qui leur a permis de porter leurs investigations dans tous les domaines des régimes transitoires rapides. Depuis plusieurs années, les phénomènes atmosphériques (coups de foudre sur les lignes) ont été l'objet de recherches. Actuellement, le coup de foudre a perdu cette apparence quelque peu terrifiante, et est ramené au processus d'une surtension connue et dominée. Or, connaître le mécanisme et l'ordre de grandeur d'un phénomène, c'est connaître aussi le moyen de le circonscrire. Le coup de foudre est une charge électrique apportée brusquement sur la ligne, et qui en élève, dans un temps remarquablement court, le potentiel vis-à-vis de celui de la terre. Limiter cette surtension revient donc à écouler cette charge à la terre. Les anciens parafoudres péchaient par leur trop grande résistance: seul, l'oscillographe cathodique a montré que, pour limiter efficacement cette surtension, le parafoudre devait permettre le passage d'un courant dont l'intensité est de l'ordre de 10 000 A, même quelquefois davantage. Or pour laisser passer un courant d'une pareille intensité, sous une tension de peu supérieure à la tension de service, il faut une résistance relativement minime;

de son côté, cette résistance laisserait subsister ensuite, après écoulement de la charge momentanée, un courant dit «de fuite», fourni par le réseau lui-même, qui serait exagéré, et resterait de l'ordre d'un courant de court-circuit. La solution ingénieuse de ce problème a été trouvée dans l'emploi d'une ma-

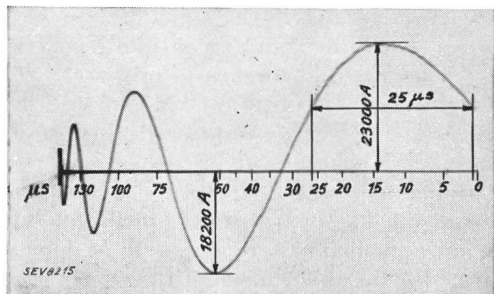


Fig. 6.

Oscillogramme cathodique d'un courant de 23 000 A (valeur de crête), écoulé par un parafoudre à résorbite.

tière semi-conductrice, ayant la propriété remarquable d'opposer une résistance d'autant plus petite que l'intensité est plus élevée.

Le parafoudre moderne fonctionne donc comme suit: En régime normal, un éclateur à sphères, en série avec la résistance variable, empêche tout courant de fuite. En cas de coup de foudre, dès que la tension contre terre s'est élevée d'une fraction encore admissible, le parafoudre s'amorce, et déverse à la terre la charge momentanée, sans que la surtension puisse continuer à s'accroître. Dès l'écoulement achevé, le courant fourni par le réseau retombe à une valeur assez petite pour que l'extinction de l'arc entre les sphères s'effectue sans difficulté, automatiquement.

Le phénomène est excessivement rapide. Aussi n'est-il pas inutile de relever en passant l'énorme importance de la ligne de terre, et d'attirer l'attention sur les précautions qui doivent être prises pour son établissement correct.

Ces parafoudres, tout récents, ont prouvé, par les nombreuses applications qui en ont de suite été faites, leur remarquable efficacité. Ils ont facilité grandement aussi la réalisation plus complète de ce qu'on appelle la coordination de l'isolement, en donnant un moyen précis de graduer l'isolement

le long de la ligne, jusqu'aux machines, pour provoquer l'annihilation des surtensions aux endroits plus particulièrement désignés.

Ces parafoudres supplantent également les condensateurs, toujours coûteux, sinon délicats, sur les réseaux à haute tension. Ceux-ci devaient fonctionner, comme on sait, comme des réservoirs destinés à emmagasiner la charge due au coup de foudre, pour en abaisser le potentiel. Ils ont l'inconvénient de ne pouvoir être montés qu'en station; de sorte que la ligne doit transporter la charge jusqu'à eux: opération dangereuse pour les isolateurs de ligne. Le parafoudre a l'immense avantage de pouvoir être placé le long de la ligne, aux endroits particulièrement touchés par la foudre.

Bobines d'extinction.

Mentionnons encore, pour terminer, les bobines de réactance, ou d'extinction, placées entre le point neutre et la terre, dans les réseaux triphasés. Ces bobines ont pour rôle de contrebalancer, par leur inductivité, la capacité des lignes contre la terre, en cas de mise à la terre d'une phase. Grâce à elles, une mise à terre accidentelle passe le plus souvent inaperçue. Dans la dernière session de la CIGRE, cette année, il a été avancé que, grâce aux bobines d'extinction, conjointement avec les dispositifs de réenclenchement rapide, le 96 % des perturbations de réseau ne se remarquent plus sur les utilisateurs. C'est là certainement un remarquable progrès.

Conclusion.

Bien que nous n'avons fait qu'effleurer notre sujet, on peut se rendre compte des progrès considérables réalisés ces dernières années. L'exploitant dispose actuellement d'un matériel de choix, robuste et précis, adapté mieux au mécanisme physique des phénomènes. Et cependant, bien des problèmes restent à élucider, bien des perfectionnements restent à faire. Nos futurs ingénieurs ont devant eux un champ d'activité immense et passionnant. Ils trouveront dans les travaux de leurs aînés mille et un sujets d'exercer leur ingéniosité et leurs talents. L'état actuel laisse bien augurer de l'avenir. Puisse ce travail futur continuer à être cause de bien-être, et contribuer à assurer les assises de la paix.

Freileitungen.

Von R. Vögeli, Baden.

621.315.1

Die Forderungen der Betriebssicherheit an die Uebertragungsfreileitungen werden auseinandergesetzt und ihre Auswirkung auf den Bau der Leitungen dargelegt, wobei die Materialwahl und die Bauform zur Sprache kommen. Für die künftigen Grossübertragungsleitungen wird das Problem der Koronaverluste und auch das der dynamischen Stabilität erhöhte Beachtung finden müssen. Das Gleichstrom-Uebertragungssystem wird in den Vordergrund treten, da es manche Schwierigkeiten des Drehstromsystems mit einem Schlage aus der Welt schaffen kann.

L'auteur énonce les exigences que pose la sécurité d'exploitation aux lignes aériennes pour le transport d'énergie et explique leur influence sur la construction des lignes, en disant quelques mots du choix du matériel et des formes constructives. A l'avenir on devra accorder, pour les grands transports d'énergie, davantage d'attention au problème des pertes par effet de couronne ainsi qu'à la stabilité dynamique. Le système de transport à courant continu acquerra une place prépondérante, car il élimine bien des difficultés inhérentes au système triphasé.

Die rasche Entwicklung des Energieabsatzes in der Schweiz bedingt immer weitergehende Anforderungen an die Uebertragungsanlagen. Dies trifft für die Schweiz in besonders starkem Masse zu, weil

fast die gesamte elektrische Energie in Wasserkraftwerken erzeugt wird, die in der Hauptsache abseits von den grossen Verbrauchszentren gelegen sind. Die Aufgabe des Leitungsnetzes ist es, die Energie