Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 25 (1934)

Heft: 1

Artikel: Étude sur les phénomènes de rupture dans les disjoncteurs à courant alternatif et leur application dans la construction du disjoncteur à jet d'huile pour très hautes tensions

Autor: Roth, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1056533

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: 22.08.2025

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

flussung durch Kurvenverzerrung konnte aber bis heute weder in Versuchen noch in der Praxis festgestellt werden [4]; dagegen zeigten sich wesentliche

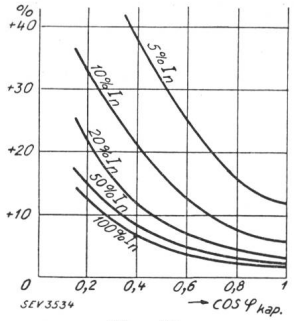

Fig. 22.
Fehler in % des Sollwertes eines Wirkenergiezählers 3 · 20 A; 3 · 500 V.

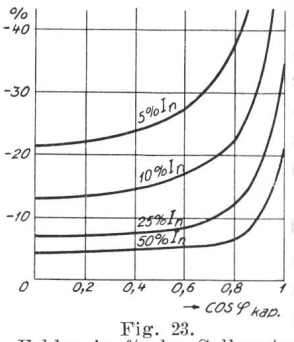

Fig. 23.
Fehler in % des Sollwertes eines Blindenergiezählers 3 · 5 A; 3 · 500 V.

Fehler an den Wirkenergiezählern bei kapazitivem Bezug. Fig. 22 zeigt die an einem Kilowattstundenzähler für 3 · 500 V und 3 · 20 A aufgenommenen Fehlerkurven. Danach können Fehler bis zu ca. 40 % auftreten, sobald die Wirkbelastung relativ zum Sollwert klein ist. Dies wird aber in der Regel der Fall sein, da Anlagen nicht von vornherein überkompensiert werden. Tritt die kapazitive Belastung nur kurzzeitig auf, so wird sich der Fehler an der Stromrechnung allerdings nicht in diesem Masse auswirken. Bei Bezügern aber, die ständig mit kapazitiver Last arbeiten, z. B. infolge Stillegung eines Teils des Betriebes, ist eine einwandfreie Messung der verbrauchten Energie nicht mehr möglich. In diesem Falle müssen entweder besonders geeichte Zähler eingebaut, oder auch ein Teil der Kompensationsmittel abgeschaltet werden.

Ein Einfluss eines voreilenden Leistungsfaktors auf die Blindenergiezähler ist nur dort vorhanden, wo die Zähler nicht mit Rücklaufhemmung ausgeführt sind und also bei kapazitiver Last nicht stille stehen. Fig. 23 zeigt die an einem Blindenergiezähler für 3 · 5 A und 3 · 500 V bei Rückwärtsgang festgestellten Fehlerkurven. Danach können auch hier grosse Fehler auftreten, so dass es angezeigt ist, Lieferung und Bezug von Blindenergie getrennt zu messen.

[4]) Siehe Hürbin, Bull. SEV 1929, S. 669.

Etude sur les phénomènes de rupture dans les disjoncteurs à courant alternatif et leur application dans la construction du disjoncteur à jet d'huile pour très hautes tensions.

Par M. *A. Roth*, Aarau.

621.316.47.064.25

L'auteur analyse les phénomènes accompagnant la rupture d'un arc alternatif et montre comment leur étude et leur application correctes ont conduit à une construction d'interrupteur présentant des qualités remarquables. Une description de l'interrupteur «à jet d'huile» est suivie d'une comparaison avec le type classique d'interrupteur à huile.

Es werden die Erscheinungen beim Abschalten eines Wechselstromlichtbogens analysiert und gezeigt, wie ihre richtige Betrachtung und Ausnützung zu einer Schalterkonstruktion mit sehr bemerkenswerten Eigenschaften führte. Der neue Schalter, ein «Oelstrahlschalter», wird beschrieben und dem klassischen Oelschalter gegenübergestellt.

On peut certainement dire que les interrupteurs à huile pour très hautes tensions ont atteint un grand degré de perfectionnement et de sécurité. En examinant la question de plus près, on peut cependant se demander si ces appareils présentent réellement une solution définitive et s'ils ont trouvé la forme qui convient au problème de la rupture des courants pour très hautes tensions. On peut par exemple se demander s'il est nécessaire que les appareils comportent un volume d'huile aussi élevé (environ 4600 l par pôle pour 150 000 V), qu'ils dégagent autant d'énergie (8000 kilojoules par pôle pour 600 MVA), autant de gaz produisant des contraintes par pression très importantes (1500 l par pôle pour 600 MVA), qu'ils aient un poids aussi élevé (7000 kg par pôle, huile comprise) s'il est nécessaire que les masses en mouvement soient aussi considérables, ainsi que les temps de rupture qui en résultent (0,40 s).

Plusieurs maisons européennes ont tenté de développer des appareils sur des bases nouvelles tenant compte de ces critiques, et ont déjà obtenu des résultats très intéressants. De nouvelles solutions sont devenues possibles depuis que nous connaissons mieux le mécanisme de l'extinction de l'arc. Il en ressort en premier lieu que les grandes longueurs d'arc des interrupteurs actuels sont la cause du développement énorme d'énergie lors de la rupture, tout en étant mal utilisées pour la rupture de l'arc.

Afin de rendre ce qui suit plus explicite, nous revenons sur quelques détails déjà connus des phénomènes de rupture de l'arc.

1° Dans tout les interrupteurs à courant alternatif actuellement construits, l'extinction de l'arc se produit au moment du passage de l'intensité par son zéro naturel, et d'une façon plus précise au moment du premier passage qui a lieu après qu'une longueur critique de l'arc est atteinte, longueur déterminée par la tension du circuit, l'intensité du courant et la fréquence d'oscillation propre du circuit d'une part, par la conception de l'appareil d'autre part.

2° Au moment du passage de l'intensité par son zéro naturel, l'arc n'est plus un arc proprement dit, la disparition de l'intensité étant identique à une absence de transport d'électricité. A ce moment, «l'arc» n'est plus qu'une colonne de gaz chauffée à plusieurs milliers de degrés comportant des ions et des électrons en grand nombre. Au

même moment, la tension est égale à zéro, mais elle s'élève, au moins pour des circuits à cos φ faibles, dans un temps extrêmement court à la valeur de la tension du réseau. Ce temps correspond à la fréquence propre du circuit et peut varier entre quelques centmillièmes et quelques millièmes de sec. Cette tension croissante met à nouveau les ions et électrons en mouvement, cette fois-ci en direction opposée, de telle sorte qu'il y a à nouveau transport d'électricité et formation d'arc, si ce transport est suffisamment intense. Cette nouvelle ionisation des gaz se produit d'autant plus facilement que d'une part, la température de la colonne gazeuse est plus élevée, les ions et électrons plus nombreux, et, d'autre part, l'effort qui met ces derniers en mouvement, c'est-à-dire, la tension de réapparition par cm de longueur d'arc, plus important; ceci revient à dire que le réamorçage de l'arc est rendu d'autant plus difficile que la température a été abaissée, ainsi que la tension par cm d'arc réduite, c'est-à-dire, la tension du réseau étant donnée, que la longueur de l'arc a été augmentée.

Nous trouvons donc au moment du passage à zéro de l'intensité une occasion unique «d'éteindre» l'arc, c'est-à-dire, d'éviter qu'il se forme à nouveau. Le tout est de profiter de cette occasion et d'intervenir par des moyens suffisants.

Dans les interrupteurs actuels, cette intervention est plus ou moins laissée au hasard. L'arc se rapproche plus ou moins de la surface de la bulle gazeuse; d'une part, il en résulte un certain refroidissement à chaque passage par zéro, d'autre part, à chacun de ces passages, les électrodes sont écartées davantage, c'est-à-dire, la longueur de l'arc est devenue plus grande et la tension de réapparition par cm de l'arc plus faible. Finalement, il arrive un passage d'intensité par zéro où l'allongement de l'arc obtenu est tel que le refroidissement est suffisant pour éviter le réamorçage: l'arc est éteint.

Nous voulons montrer maintenant comment l'étude des phénomènes qui se passent dans l'arc conduit logiquement à la construction d'appareils répondant aux critiques formulées plus haut au sujet des anciens appareils.

Un premier examen montre que l'on peut distinguer dans la période de rupture de l'appareil, ou plus exactement dans la partie de cette période où existe l'arc, deux périodes dont les effets sont tout à fait différents (Fig. 1), la *période préparatoire A* et la *période d'extinction B*. Tandis que la première sert uniquement à obtenir la longueur d'arc ou mieux l'écartement des électrodes nécessaire, c'est au cours de la seconde que se produit l'extinction proprement dite.

Pour mieux nous expliquer, nous considérerons le rôle du dégagement de l'énergie de l'arc. Ce dégagement d'énergie, se produit sous forme de chaleur (refroidissement) et de dispersion d'ions et d'électrons. Cette transmission d'énergie rend donc plus difficile le transport des ions et des électrons dans l'arc. Cela peut conduire à des effets tout à fait différents selon les conditions dans lesquelles on se trouve.

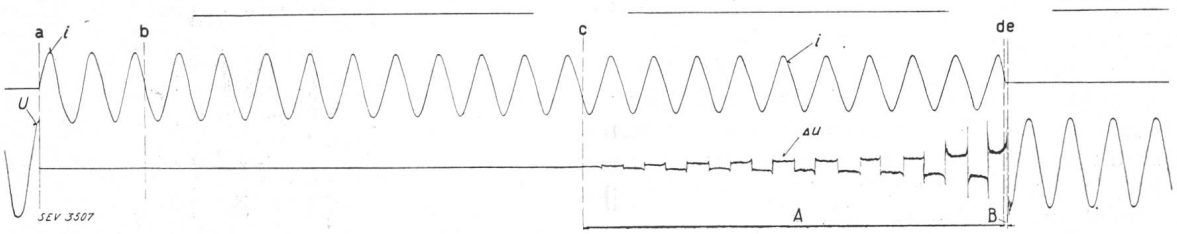

Fig. 1.
Répartition de la durée de l'arc du courant alternatif en période préparatoire *A* et en période d'extinction *B*.
Oscillogramme de la tension entre électrodes et de l'intensité du courant *i* de l'arc.

a) Début de court-circuit.
b) Actionnement de l'interrupteur.
c) Début de la séparation des contacts et de la période préparatoire *A*.
d) Début de la période d'extinction *B*.
e) Fin de la période d'extinction *B*.

Si dans un premier cas l'intensité du courant est maintenue constante par la force électro-motrice du circuit la chute de tension de l'arc Δu [1]) doit fatalement augmenter pour pouvoir quand même assurer le transport d'ions et d'électrons en nombre suffisant.

Si, par contre, dans une deuxième hypothèse, c'est la tension aux électrodes qui est tenue constante, l'intensité doit logiquement baisser, le transport des ions étant plus difficile.

Pour tous les interrupteurs à courant alternatif, nous nous trouvons dans le cas de la première hypothèse, le courant étant déterminé uniquement par la réactance du circuit d'après la formule

$$I = \frac{E}{\omega L} \text{ Ampères} \qquad \begin{array}{l} E \text{ en Volts} \\ \omega L \text{ en Ohms} \end{array}$$

(ceci en négligeant la résistance du circuit).

Dans une étude plus exacte, il serait nécessaire de tenir compte de l'influence de la chute de tension dans l'arc Δu. Celle-ci n'étant que de l'ordre

[1]) Cette chute de tension dans l'arc qui existe pendant que l'arc est établi, ne doit pas être confondue avec la tension du réseau mentionnée plus haut, qui réapparaît après le passage de *i* par zéro, quand l'arc proprement dit n'existe plus ou pas encore.

de 5 à 30 % de U elle ne peut influencer considérablement les phénomènes [2]).

Dans l'état actuel du développement, nous pouvons donc considérer que la rupture du courant alternatif se produit avec une intensité sinusoïdale constante, comme du reste n'importe quel oscillogramme le prouve.

L'énergie dégagée par l'arc se calcule facilement. Si l'on fait abstraction de l'énergie emmagasinée dans l'arc lui même, qui ne peut être considérable, la puissance dégagée est égale à celle fournie à l'arc par le circuit extérieur, puissance déterminée par le produit de la chute de tension dans l'arc par l'intensité:

$$p = \Delta u \cdot i \text{ Watt} \qquad \Delta u \text{ en Volts}, \quad i \text{ en Ampères}$$

Δu et i et par conséquent la puissance dégagée peuvent être déterminées pour chaque moment dans l'oscillogramme de rupture (Fig. 3).

Demandons-nous maintenant ce que devient cette énergie dégagée. Elle échauffe l'huile et la décompose en vapeurs, gaz et charbon, elle échauffe le gaz et les vapeurs engendrés et produit par conséquent de la pression et la détérioration de l'huile. Comme il est démontré par ailleurs que la chute de tension d'un arc est d'autant plus élevée que la pression du milieu dans lequel cet arc se trouve augmente, la pression produite entraîne à son tour une augmentation de l'énergie dégagée.

Or, c'est le développement intense de gaz qui pose des problèmes difficiles et conduit à la construction d'appareils à grandes dimensions, avec des contraintes de pression très élevées et à très grands volumes d'huile.

Il est donc logique d'essayer de limiter autant que possible le dégagement d'énergie pendant la période préparatoire A, et par contre de provoquer un dégagement énergique au moment où il peut vraiment conduire à la destruction de l'arc, c'est-à-dire, au moment où les électrodes sont arrivées à la distance nécessaire, dans la période d'extinction B.

Remarquons la différence entre cette conception et les conceptions anciennes d'après lesquelles on soustrainait à l'arc autant d'énergie que possible, et ce à n'importe quel endroit et n'importe quel moment, d'où il résultait un gaspillage d'énergie énorme, cause des grandes difficultés rencontrées dans la construction des appareils.

En ce qui concerne par contre la période d'extinction, il est nécessaire de pousser autant que possible pendant cette période le dégagement d'énergie de l'arc, ceci dans le but de transformer la colonne de gaz mélangée d'ions et d'électrons à température extrêmement élevée en une colonne comportant peu de porteurs d'électricité et aussi froide que possible, colonne ne permettant plus à la tension s'élevant rapidement de produire le transport intense d'ions et d'électrons dont il résulterait à nouveau la formation d'un arc. On pourrait également penser à un remplacement direct de la colonne gazeuse par de l'huile fluide. Ce phénomène semble peu probable, la masse spécifique de l'huile s'opposant à un déplacement suffisamment rapide.

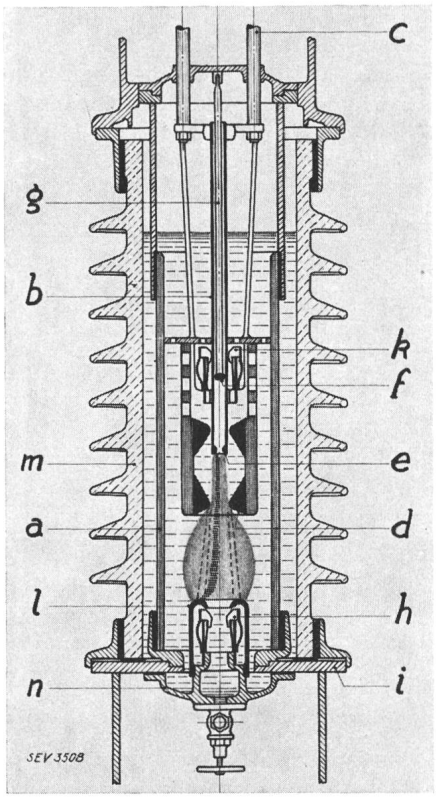

Fig. 2.
Coupe de la partie active de l'interrupteur à jet d'hulie pour tensions élevées.

Nous verrons dans ce qui suit comment l'application des idées développées ci-dessus conduit à la conception d'interrupteurs à huile nouveaux. Les mêmes déductions sont du reste déjà à la base de certains appareils à air [3]).

Nous montrerons d'abord la disposition de l'appareil et nous verrons ensuite comment l'application des idées énoncées permet la construction d'appareils possédant les propriétés désirées, telles que volume d'huile faible, poids minime, temps de rupture court.

La figure 2 montre la coupe de la partie active d'un appareil; le courant entre par c, sort par i. b représente la tige de l'appareil qui, à l'état enclenché, conduit le courant du contact k au contact c;

[2]) Théoriquement, on pourrait également rencontrer la première hypothèse, ceci dans le cas où l'interrupteur serait construit de telle façon que la chute de tension dans l'arc finisse par atteindre la valeur de la tension du réseau. A partir de ce moment, la tension ne pourrait plus croître davantage et nous nous trouverions dans le cas de la 2e hypothèse. A partir de ce moment, i diminue et diminuera jusqu'à ce qu'il ait atteint la valeur de O, c'est-à-dire jusqu'à l'extinction. C'est sous cette forme que se passe généralement la rupture dans les appareils à courant continu. Pour le courant alternatif sous tensions élevées, cette façon de procéder présente des difficultés extraordinaires; c'est ce qui a empêché jusqu'à présent sa mise en application.

[3]) Bull. Soc. franç. Electr., Tome II, Série B (1932), p. 73; Bull. ASE 1932, p. 622; E. u. M. 1933, p. 184.

cette tige est creuse et possède à son extrémité inférieure une buse *e*, qui forme en même temps pare-étincelle. Dans sa partie intérieure est logé le piston fixe *g*. Dans sa partie supérieure, elle est enveloppée par le pot d'injection *d*. Le tout est disposé dans une cuve isolante et remplie d'huile jusqu'à un certain niveau et enveloppée d'un tube en porcelaine *m*, destiné à protéger la cuve isolante contre les intempéries.

Nous allons maintenant décrire les phénomènes qui se produisent lors de la rupture de 2000 A sous 170 kV, c'est-à-dire, de 600 MVA en triphasé.

L'allure de la tension et du courant est représentée par l'oscillogramme fig. 3. La tige mobile qui se déplace de bas en haut avec une grande rapidité

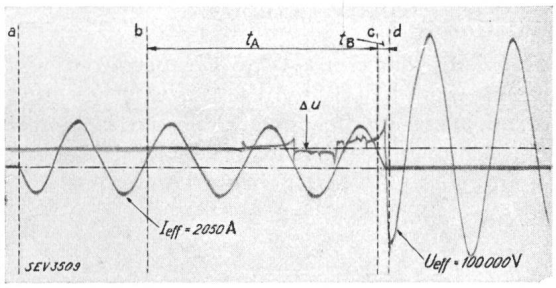

Fig. 3.
Oscillogramme du courant et de la tension lors de la rupture de 2050 A sous 100 kV avec appareil à jet d'huile correspondant à 170 kV triphasé.
a) Début du court-circuit.
b) Début de la séparation des contacts et de la période préparatoire *A*.
c) Début de la période d'extinction *B*.
d) Fin de la période d'extinction *B*.

tire un arc qui s'entoure instantanément d'une bulle gazeuse. Cet arc reste au centre de la bulle. Il est de ce fait thermiquement isolé de la surface de la bulle par la bulle elle même remplie de vapeurs et de gaz. Le dégagement d'énergie ainsi que la production de gaz restent donc relativement faibles. En effet, la tension de l'arc est très faible, environ 3500 V pour l'interrupteur 150 kV. Du moment où la distance des électrodes se rapproche de la longueur nécessaire à la rupture, l'électrode rentre dans le pot à injection. Là, l'huile est empêchée par le pot même de s'éloigner de l'arc; elle est donc vaporisée et transformée en gaz en très grandes quantités dans cette partie de l'arc. Le dégagement d'énergie, c'est-à-dire, la chute de tension y est donc extrêmement élevée (environ 9000 V). Les gaz et vapeurs se mélangent avec l'huile d'où il résulte un mélange élastique qui projette l'huile avec une très grande rapidité par la buse du pot et l'injecte dans l'arc dans le sens de son axe.

De ce fait, au moment du passage de l'intensité par zéro, il se produit un refroidissement tellement intense que l'arc ne peut plus se rallumer. La durée de l'arc est de 4,5 à 6,5/100 de seconde, le dégagement d'énergie par pôle 270 kilojoules, la quantité de gaz développée par pôle 70 à 90 l (réduit à 1 at), le temps total de rupture de l'appareil se monte à 0,18 s, le volume d'huile à 40 l. Les chiffres correspondants pour les interrupteurs classiques sont environ 0,2 s, 8000 kilojoules, 1500 à 1800 l de gaz, 0,4 s pour le temps total de rupture, 4600 l d'huile.

D'où provient la différence surprenante qu'accusent ces résultats? Elle est due à la réduction énorme du dégagement d'énergie pendant la période préparatoire, au refroidissement et à la déionisation intenses pendant la période d'extinction. Les dispositions prises pour la période *A* réduisent le volume de gaz développé, ainsi que la production de charbon, la deuxième mesure a permis de prévoir, d'une part, la réduction de la longueur de l'arc, donc d'obtenir la réduction de l'énergie, d'autre part, de se contenter d'une course faible et d'une masse mobile réduite.

Le faible développement de gaz a permis de son côté d'appliquer un principe de construction qui s'introduit de plus en plus dans la technique du matériel à très haute tension; nous parlons de l'application de cuves isolantes au lieu de cuves métalliques accompagnée de la suppression des traversées [4]).

Ce mode de construction est caractérisé par le fait que la tension nominale de l'appareil n'influence qu'une de ses dimensions. La comparaison des parties actives de l'interrupteur à 64 kV avec celles de l'interrupteur à 220 kV (fig. 6) explique plus clairement cette idée.

Pour les intensités de courant faibles, le développement de gaz dans le pot d'injection ne serait pas suffisant pour produire un jet de vapeur assez intense pour éteindre l'arc. C'est pour cette raison qu'on a eu recours à l'artifice de la pompe *g* qui injecte une faible quantité d'huile dans l'arc.

La fig. 4 montre le temps de rupture pour un grand nombre d'essais à intensités différentes. Nous pouvons considérer cette durée comme très régulière, surtout si nous tenons compte du fait que

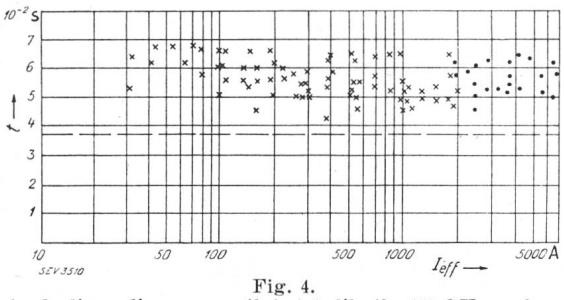

Fig. 4.
Durée de l'arc d'un appareil à jet d'huile 150 kV en fonction de l'intensité de courant pour une tension de rupture de 100 kV appliquée sur un pôle.
x Essais sous 100 kV.
• Essais sous tension réduite.

le commencement de l'arc correspond à un point quelconque de la sinusoïde de l'intensité, d'où il résulte déjà une dispersion théorique de 0,01 s.

Les points pour les intensités supérieures à 2000 A ont été obtenus avec une tension réduite, l'intensité dépassant sous 100 kV le pouvoir de rupture disponible de la station d'essai utilisée. Cette méthode est applicable pour des appareils de

[4]) Comparer le développement des transformateurs de mesure de tension et d'intensité (Bull. ASE 1933, No. 5).

Tableau comparatif entre disjoncteurs à huile et disjoncteurs à jet d'huile (chiffres par pôle).

Tableau I.

Tension nominale kV	Volume de l'huile en litres		Poids avec huile kg		Dépense d'énergie pour une coupure de 600 MVA kJ		Développement de gaz en litres	
	ancien	nouveau	ancien	nouveau	ancien	nouveau	ancien	nouveau
64	800	30	1 500	1 300	4 800	120	1 000	30/40
150	4 600	40	7 500	1 900	8 000	270	1 500 / 1 800	70/90
220	17 500	80	24 500	3 500	env. 11 000	420	env. 2 200	100/130

ce genre avec une très grande approximation, la longueur de l'arc, et par conséquent la chute de tension de l'arc, ne dépendant que de la construction de l'appareil. Le dégagement d'énergie et le développement de gaz, de pression et de dépôt qui

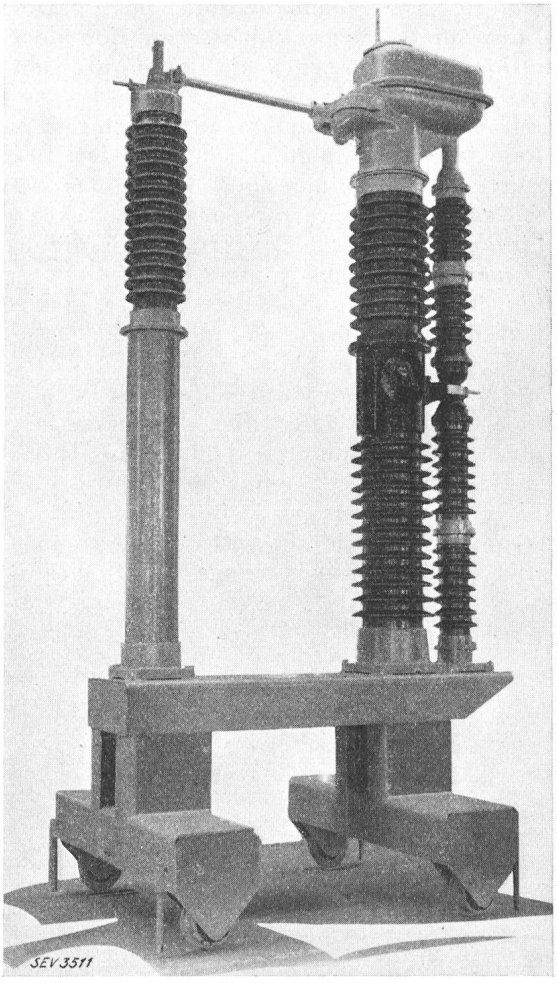

Fig. 5.
Pôle d'un interrupteur à jet d'huile d'une tension nominale de 150 kV, d'une intensité nominale de 600 A et d'un pouvoir de coupure de 6000 A.

en résultent ne dépendent de ce fait pour un interrupteur donné que du courant et non de la tension du circuit. Cette dernière, par contre, a été déterminante pour le choix de la distance des électrodes à l'état ouvert, c'est-à-dire, la longueur de l'arc.

La figure 5 montre l'exécution d'un appareil travaillant d'après le procédé décrit. Un sectionneur accouplé mécaniquement avec l'interrupteur proprement dit est destiné à introduire un espace d'air entre entrée et sortie de l'appareil; de ce fait, on acquiert la certitude qu'à l'état ouvert il n'y a pas de tension dangereuse dans la partie déclenchée de l'installation.

La révision des contacts de l'interrupteur est extrêmement simple. Le fond *n* (fig. 2) est enlevé en desserrant 6 écrous. Les 2 contacts sont à ce moment visible. Pour une révision générale, la partie active peut être enlevée par un seul homme.

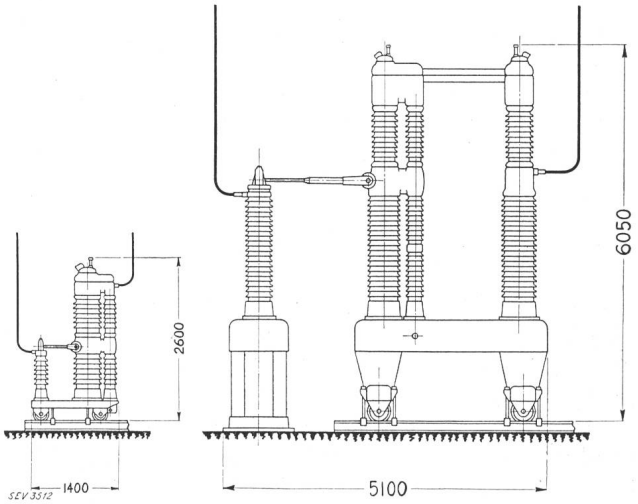

Fig. 6.
Dimensions d'interrupteurs à jet d'huile pour 64 et 220 kV de tension nominale.

Tandis qu'il est facile de loger sur les traversées des interrupteurs à huile actuels, les transformateurs de mesure d'intensité, ceci n'est pas possible pour les appareils modernes, les traversées étant supprimées; ceci a posé le problème de construire des transformateurs de mesure d'intensité économiques possédant au moins le pouvoir et la précision des transformateurs à traversées actuels (bushings).

Ce problème a été résolu, ainsi que le problème semblable qui s'était posé pour les transformateurs de mesure de tension à base de capacité.

Le tableau I montre une comparaison des caractéristiques des anciens et des nouveaux appareils. Elle est frappante surtout en ce qui concerne le volume d'huile.

Disons encore quelques mots sur le champ d'application des appareils à volume d'huile réduit tels

qu'ils ont été développés ces derniers temps par les différents constructeurs. Nous croyons que l'on peut s'attendre à ce que dans les nouvelles installations à très haute tension, ces appareils remplacent dans un avenir plus ou moins rapproché l'interrupteur de construction classique.

Si l'on peut objecter que ces appareils, comme tous les interrupteurs à huile, ne suppriment pas complètement le danger d'incendie et, en cas de dérangement du mécanisme, d'explosion, on peut dire que ce danger perd beaucoup de son importance pour les installations qui sont à air libre et que, d'autre part, les conséquences d'un accident de ce genre sont diminuées du fait du volume d'huile réduit.

D'autre part, les qualités connues de l'huile présentent du point de vue de l'isolement des qualités très appréciées dans la construction des appareils à air libre soumis à des différences de température élevées qui produisent des phénomènes de condensation d'humidité tant redoutés par les constructeurs.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications*)

Au lecteur.

La technique de la haute fréquence, s'occupant des courants à variations très rapides, n'a trouvé d'application sérieuse ni dans la construction des machines, ni dans la transmission de l'énergie électrique. La vitesse des machines rotatives ne peut être portée à une valeur correspondant à l'ordre de grandeur des fréquences caractéristiques pour la haute fréquence et les phénomènes compliqués de la formation des ondes ne permettent pas d'utiliser des réseaux à bifurcations nombreuses pour le transport d'énergie à haute fréquence. Cette technique nouvelle n'a pu susciter qu'un intérêt secondaire à celui qui était habitué à considérer les problèmes de l'électrotechnique en premier chef au point de vue du producteur ou du consommateur d'énergie.

Cependant, l'évolution a montré que la technique de la haute fréquence était appelée à des performances dans deux domaines: dans la technique des communications, en particulier la radiodiffusion et dans la technique des mesures électriques. Ces deux succès sont dus au tube électronique, accaparé presque exclusivement par la haute fréquence. Ces deux succès sont trop grands aujourd'hui pour vouloir encore les passer sous silence.

Le Comité de l'Association Suisse des Electriciens s'est décidé de consacrer, à partir du début de 1934, une rubrique spéciale du «Bulletin» à la haute fréquence et aux radiocommunications. Cette décision sera certainement approuvée par tous ceux qui envisagent comme une des premières tâches de l'Association Suisse des Electriciens, de s'intéresser à tous les domaines de l'électrotechnique.

Jusqu'à présent le domaine de la haute fréquence a été passablement négligé; les efforts qui se font actuellement dans notre petit pays pour pousser cette science et surtout la construction d'appareils de radiophonie témoignent de la volonté ferme de se mettre au pas du progrès général. Mais on verra aussi que c'est plus difficile de former un capital intellectuel à la hauteur de la tâche que d'amasser les moyens matériels nécessaires.

Les articles paraissant sous la nouvelle rubrique du «Bulletin» combleront une lacune de ce périodique et serviront de nouveaux intérêts. Souhaitons leur un accueil favorable et un grand cercle de lecteurs. *F. Tank*, professeur, Zurich.

Verstärker-Klassifizierung.

621.396.64

Das «Committee on Standardisation» des amerikanischen «Institute of Radio Engineers» veröffentlichte 1931 einen ausführlichen Bericht[1]) über Vereinheitlichung und Präzisierung der in der Hochfrequenztechnik üblichen Bezeichnungen und Methoden. Dieser Bericht enthält u. a. eine Verstärker-Klassifizierung, die nun in Amerika allgemein eingeführt ist und deren genauere Kenntnis manchem Leser des Bulletin wohl willkommen sein mag. Die Einteilung lautet:

Verstärker der Klasse A (Class A Amplifier).

Ein Klasse-A-Verstärker ist ein Verstärker, der so arbeitet, dass die Kurvenform des entstehenden Anodenwechselstromes bzw. der Anodenwechselspannung der Kurvenform der erregenden Gitterwechselspannung wesentlich gleich ist.

Dies wird erreicht, indem einerseits die Gittervorspannung so eingestellt wird, dass stets noch ein Anodenstrom fliesst, und indem anderseits solche Gitterwechselspannungen verwendet werden, dass die dynamischen Charakteristiken (Arbeitskennlinien) wesentlich geradlinig sind. Im allgemeinen soll das Gitter bei den Scheitelwerten der erregenden Gitterwechselspannung selbst nicht positive Potentialwerte erhalten, ferner der Anodenstrom bei seinen kleinsten Werten nicht so tief sinken, dass Verzerrungen infolge der Krümmungen der Charakteristiken entstehen. Als Mass für die Verzerrung dient in der Regel die Zunahme der zweiten Harmonischen (erste Oberschwingung) auf der Ausgangsseite im Vergleich zur Grundschwingung, wobei die Grenze fünf Prozent nicht überschritten werden soll.

Die Kennzeichen der Verstärker der Klasse A sind geringer Wirkungsgrad und geringe Ausgangsleitung bei sehr grossem Verstärkungsgrad der Leistung selbst.

Verstärker der Klasse B (Class B Amplifier).

Ein Verstärker der Klasse B ist ein Verstärker, dessen Ausgangsleistung dem Quadrate der erregenden Gitterwechselspannung proportional ist. Man erreicht dies durch Anwendung einer so grossen negativen Gittervorspannung, dass im Falle der Ruhe nur ein verhältnismässig geringer Anoden-

[1]) «Report of the Committee on Standardisation», Year Book of the Institute of Radio Engineers, 1931.

*) Siehe Seite 32.