Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 27 (1936)
Heft: 18

Artikel: Les surtensions d'orages sur lignes mixtes
Autor: Yersin, P.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1057525

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: 14.12.2025

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

L'intensité mesurée de 120 A correspond à peu près au courant maximum susceptible de circuler dans le circuit de défaut, la résistance du fil et de l'ampèremètre (quelques mΩ) étant négligeable par rapport à la résistance totale du circuit (env. 1 Ω). Le courant de défaut au moment de l'incendie ne peut plus être déterminé. Il n'a cependant pas dépassé 120 A. On peut facilement calculer quelles puissances ont dû entrer en jeu pour échauffer le coke. La puissance développée dans le coke est maximum, soit 3,9 kW, lorsque la résistance du coke est égale à celle du reste du circuit soit 1 Ω ce qui donne un courant de 62,5 A. Lorsque la résistance du coke est de 20 Ω, la puissance développée dans le coke est toujours encore 0,7 kW, le courant tombant à 6 A. Les lueurs perçues lors de l'incendie et aussi lors de l'essai font supposer que le courant a dû être supérieur à 6 A, de sorte qu'il faut admettre une puissance entre 0,7 et 3,9 kW. En tenant compte que l'état défectueux a pu durer plusieurs jours, et que la chaleur développée — correspondant à celle d'un radiateur moyen — est pour ainsi dire restée entièrement dans le tas de coke, on s'explique facilement ce qui s'est passé.

En considérant ce cas, on ne peut s'empêcher de se demander comment y parer. Pour la soute en question, c'est bien simple: déplacer le tuyau protecteur hors de la soute ou le relier par une solide connexion de section suffisante à la conduite d'eau. Cependant cela ne suffit pas pour prévenir d'une façon générale de tels cas. En outre, la première solution n'est pas satisfaisante au point de vue de la protection des personnes: la tension du réseau peut tout aussi bien s'établir, lors d'un défaut, entre le tuyau de protection et un autre objet métallique (conduite d'eau ou de gaz, tuyau d'évier, etc.) dans son voisinage. Il est intéressant de constater que, si la tension du réseau avait été deux fois plus élevée (250 V), le courant de défaut aurait aussi été doublé; d'autre part, à puissance égale les coupe-circuit n'auraient dû être dimensionnés que pour un courant deux fois moindre, de sorte qu'ils auraient probablement fonctionné et coupé le défaut avant que l'incendie ne se déclare. Toutefois cela ne suffirait pas pour assurer la protection des personnes, et, plus généralement lorsque le courant de défaut est trop faible pour faire fondre les fusibles.

Le seul moyen radical d'éviter de telles surprises est la mise à la terre par le neutre (neutrage) prévue par la nouvelle ordonnance fédérale, ou tout au moins la mise à la terre des points neutres des transformateurs dans les stations, prescriptions établies entre autre pour éviter des accidents de ce genre.

Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS (Mo.).

Les surtensions d'orages sur lignes mixtes.

Par *P. Yersin*, Cortaillod.

621.316.93

L'exposé qui suit est le compte-rendu concis d'une série d'essais de chocs effectués les 3 et 4 mars 1936 à Gösgen à l'aide des installations de la Commission d'administration des travaux avec l'oscillographe cathodique de l'ASE, dans le but de mesurer les variations brusques de potentiel créées par les chocs, en divers points d'une ligne aérienne comportant, sur son parcours, des tronçons de câbles sous plomb insérés dans le circuit. Il donne un aperçu aussi clair et objectif que possible des résultats expérimentaux obtenus et fixe les conclusions d'ordre pratique qu'il est permis d'en tirer.

Der folgende Artikel ist ein Bericht über eine Reihe von Stossversuchen, die am 3. und 4. März 1936 in Gösgen mit der Versuchseinrichtung der Verwaltungskommission für den Kathodenstrahloszillographen des SEV ausgeführt wurden. Die Versuche bezweckten, die raschen Spannungsänderungen festzustellen, welche ein Stoss an den verschiedenen Stellen einer Freileitung mit zwischengeschalteten Bleikabel-Strecken erzeugt. Es wird ein möglichst präziser Ueberblick über die Versuchsresultate gegeben und es werden die Schlussfolgerungen formuliert, die daraus gezogen werden können.

Nous nommons ici «lignes mixtes» des lignes de transmission d'énergie électrique dont le parcours est en majeure partie aérien, mais comporte cependant des tronçons formés de câbles sous plomb. On sait qu'il est d'usage très courant, en effet, d'intercaler dans les lignes aériennes des tronçons de câbles sous plomb pour faciliter les traversées de voies ferrées ou la pénétration dans les postes de transformateurs.

L'étude analytique de la propagation sur ces lignes des ondes électromagnétiques d'origine atmosphérique montre nettement que l'action des câbles est plutôt bienfaisante [1]; toutefois, certains dérangements survenus précisément au point de jonction des lignes aériennes avec les câbles dans un réseau suisse important ont pu faire mettre en doute cette conclusion.

Il était donc utile de procéder à un contrôle expérimental des phénomènes sous les auspices de la Commission d'administration des travaux avec l'oscillographe cathodique de l'ASE dont l'Office technique s'est, on le sait, spécialisé depuis plusieurs années dans ce domaine, sous la direction du Dr K. Berger.

[1]) R. Mayor et A. Segal. La protection des installations à haute tension contre les surtensions par condensateurs et câbles. Rev. gén. Electr., 2 février 1933.

Le câble sous plomb choisi pour les expériences est du type dit «à surfaces équipotentielles» à trois conducteurs de 80 mm², sous gaine de plomb unique, isolé pour une tension de service de 20 kV. La fig. 1 donne la section droite et les dimensions de ce câble; la fig. 2 représente le tambour portant les deux longueurs de 100 m chacune, soumises aux essais. Ces données correspondent à des cas pratiques fréquents. Chaque tronçon de câble de 100 m est équipé à l'une de ses extrémités d'une boîte de tête pour montage «extérieur» (en général côté jonction avec ligne aérienne) et à l'autre d'une boîte de tête pour montage «intérieur» (côté poste de transformateurs). Ce matériel, de type normal, sort des usines de la fabrique de câbles de Cortaillod.

Les essais ont eu lieu les 3 et 4 mars derniers à Gösgen, sur la base d'un programme préalablement établi par le Dr Berger en collaboration avec l'auteur de cette note.

On a utilisé dans ce but le générateur de chocs installé depuis quelques années déjà à Gösgen sur le territoire de la Société des Usines d'Olten-Aarburg. La description de ce générateur a été publiée, entre autres, dans le Bulletin de l'ASE 1935, N° 15, p. 325. Les oscillogrammes ont été enregistrés à

l'aide de l'oscillographe cathodique représenté fig. 13 de l'article mentionné.

Nous donnons ci-après, fig. 3 à 17, les principaux résultats obtenus, puis les conclusions qu'il est permis d'en tirer. Nous représentons sur chaque figure, à gauche en haut, le schéma de couplage

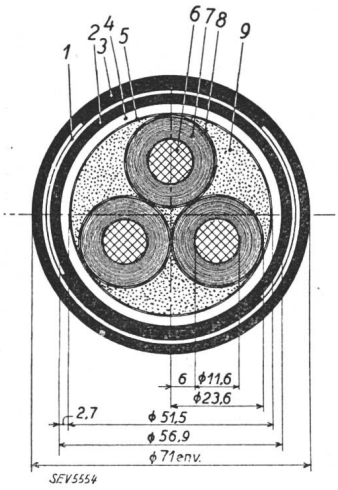

Fig. 1.

Section droite d'un câble 3 × 80 mm² H. 20 kV. Type C₁.

1 Armure: 2 feuillards 1 mm.
2,3 Jute asphalté.
4 Plomb.
5 Toile métallisé.
6 Conducteur en cuivre.
7 Isolation en papier imprégné.
8 Papier métallisé.
9 Bourrage.

élémentaire du programme de base et au-dessous de celui-ci le schéma expérimental réalisé. A droite se trouve la reproduction de l'oscillogramme correspondant. Sur le schéma expérimental, les losanges noirs représentent les têtes de câbles pour montage à l'extérieur, les losanges blancs les têtes pour montage à l'intérieur. Dans tous les essais reproduits ici, le conducteur du milieu est relié à la source, les deux autres sont reliés au manteau de plomb et au sol. Sur les figures, nous situons

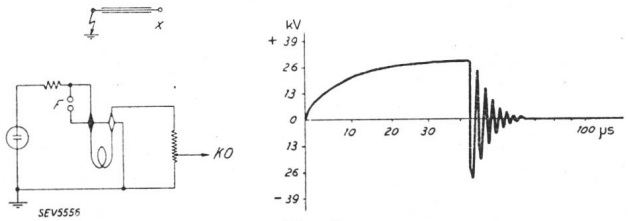

Fig. 3.
Oscillation propre de 100 m de câble.

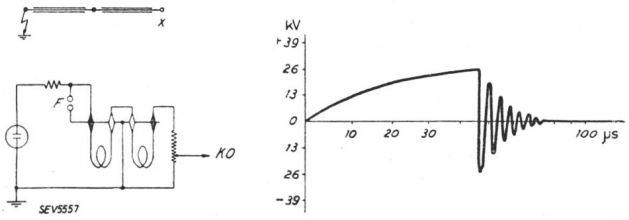

Fig. 4.
Oscillation propre de 200 m de câble.

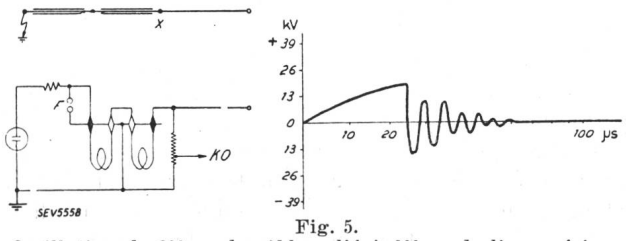

Fig. 5.
Oscillation de 200 m de câble relié à 900 m de ligne aérienne.

l'amont à gauche. Le signe ⚡ du schéma élémentaire désigne le point du circuit où se produit l'arc de contournement amené par le choc. Sur le schéma expérimental, ce point correspond à l'éclateur à

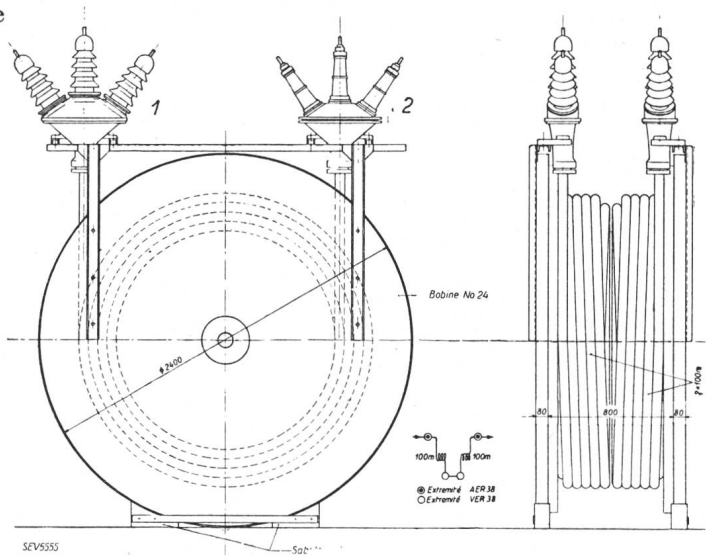

Fig. 2.
Eprouvettes pour essais de choc.
1 Deux extrémités AER 38 avec isolateurs SM 20.
2 Deux extrémités VER 38 avec isolateurs 5/40.

sphères F. La lettre X du schéma élémentaire désigne la position de l'oscillographe cathodique; sur le schéma expérimental, ce dernier est en KO.

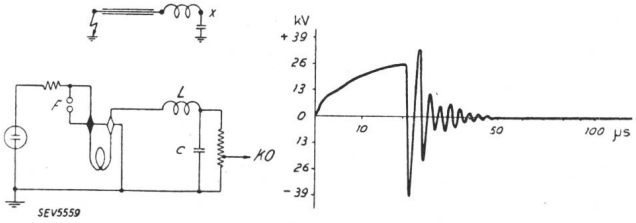

Fig. 6.
Oscillation aux bornes d'une petite capacité $C \cong 5 \cdot 10^{-10}$ F (représentant un petit poste de transformateurs) en série avec une self, $L = 0{,}6$ m H, branchée à l'extrémité de 100 m de câble.

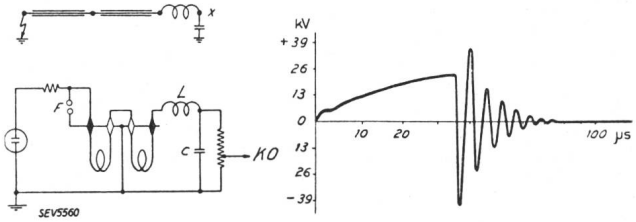

Fig. 7.
Comme fig. 6, mais avec 200 m de câble.

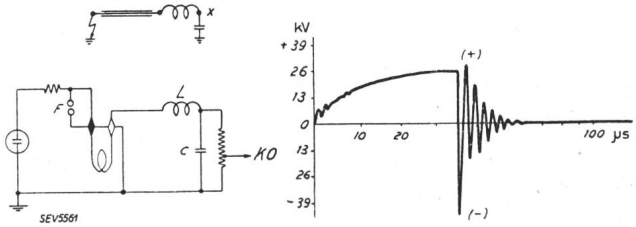

Fig. 8.
Comme fig. 6, mais avec capacité $C = 5 \cdot 10^{-10}$F et self. $L = 0{,}06$ m H.

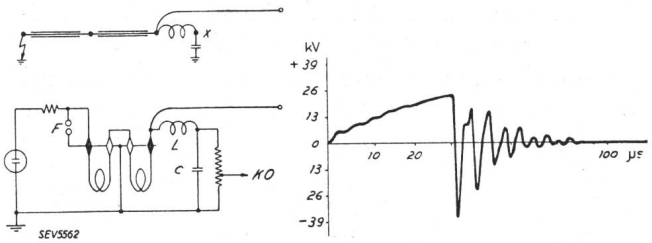

Fig. 9.
Comme fig. 7, mais avec ligne aérienne de 900 m branchée à l'extrémité de 200 m de câble.

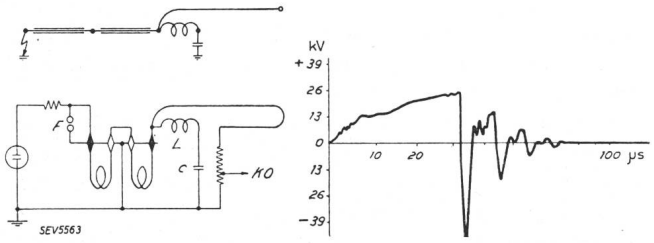

Fig. 10.
Comme fig. 9, mais avec KO branché à l'extrémité de la ligne aérienne de 900 m.

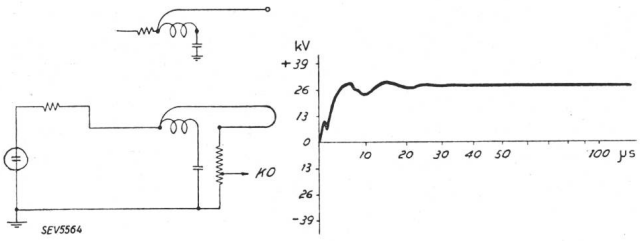

Fig. 11.
Comme fig. 10, mais sans câble.

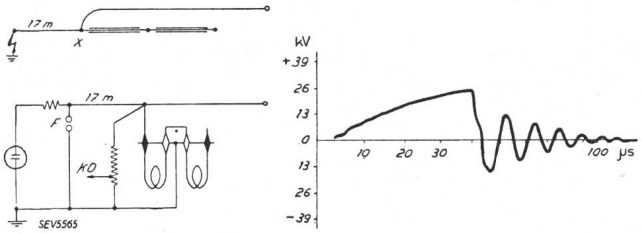

Fig. 12.
Tension à l'entrée de 200 m de câble, l'arc de contournement se produisant à 17 m en amont de celle-ci.

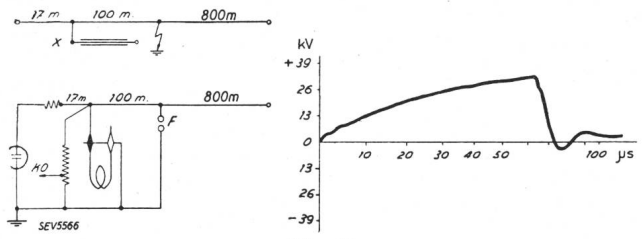

Fig. 13.
Tension à l'entrée de 100 m de câble, l'arc de contournement se produisant sur la ligne aérienne à 100 m de l'entrée du câble.

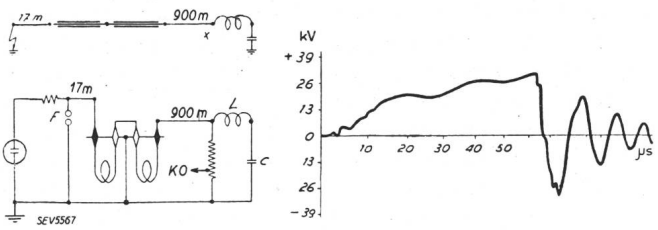

Fig. 14.
Arc de contournement à 17 m en amont de l'entrée du câble. Tension à l'extrémité d'une ligne aérienne de 900 m branchée à l'aval; self $L = 0{,}6$ m H et $C = 4 \cdot 10^{-9}$ F.

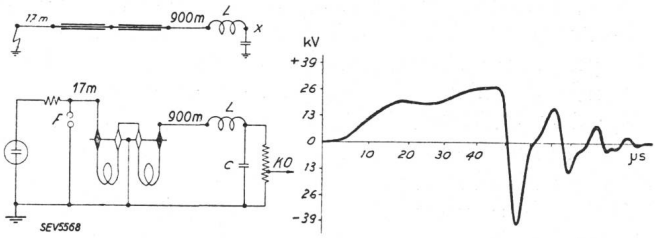

Fig. 15.
Comme fig. 14, mais tension aux bornes de $C = 4 \cdot 10^{-9}$ F.

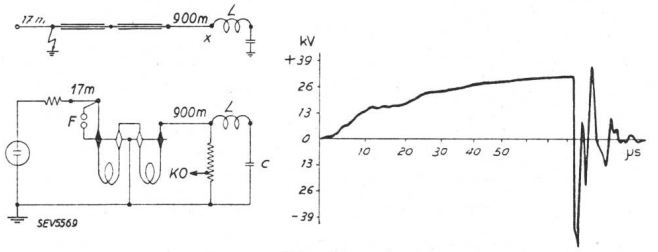

Fig. 16.
Comme fig. 21, mais arc de contournement à l'entrée du câble et tension mesurée en amont de la self de 0,06 m H; $C = 5 \cdot 10^{-10}$F.

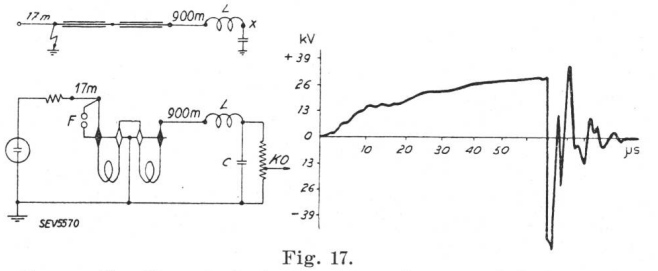

Fig. 17.
Comme fig. 23, mais la tension mesurée en aval de la self.

Conclusions.

a) L'oscillation propre du câble seul (fig. 3 et 4) ou avec ligne aérienne de 900 m (fig. 5 et 6) est très rapidement amortie. Le caractère rectangulaire de l'onde de décharge apparaît nettement avec le câble de 200 m (fig. 4).

b) On constate que dans tous les cas où une self se trouve insérée dans le circuit, celle-ci a pour effet des surtensions dès l'instant où l'arc de contournement s'établit (fig. 6 et suivantes).

En aval d'une self branchée à l'extrémité du câble côté poste de transformateurs, la surtension est plus forte qu'en amont de celle-ci (côté câble). Le câble et la self agissent ensemble comme exci-

tateur de surtensions, en ce sens que, lors d'un amorçage sur la tête de câble, d'autres amorçages peuvent en résulter en aval de la self (fig. 6 à 8). On constate sur ces figures que la crête de tension de la première demi-période négative (—) est plus élevée que la crête de tension antérieure positive (+) ayant donné lieu au premier contournement en F. Il en résulte que, dans le cas d'un niveau d'isolement uniforme du circuit, ce fait peut provoquer des contournements en d'autres points de ce dernier.

c) La position sur la ligne aérienne de l'arc de contournement à 17 ou 100 m du câble, a pour conséquence un amortissement énergique du front de l'onde de décharge (comparer fig. 12 et 13 aux fig. 3 et 4). Il suit de là qu'une surtension est d'autant moins à craindre que l'arc de contournement qui en résulte est plus éloigné de la tête de câble. Il est donc recommandable de choisir pour les têtes de câbles des isolateurs présentant un degré de sécurité plus élevé que celui des isolateurs de la ligne aérienne.

d) La correction de la raideur du front de l'onde de choc par le câble ressort nettement de la comparaison des fig. 3 à 10 et 12 à 17 à la fig. 11. Plus le câble est long, moins le front est raide. La durée de l'élévation du potentiel par choc peut ainsi être augmentée à volonté à l'aide d'un câble assez long pour que la surtension, plus brève, ne puisse causer un contournement.

e) Le câble de 100 m de longueur a une fréquence propre d'env. 300 kHz.

Le câble de 200 m de longueur a une fréquence propre d'env. 150 kHz.

Cet ordre de grandeur de fréquences correspond en particulier aux fréquences propres de postes de transformateurs des expériences fig. 8 et 14. Celles-ci ont, en effet, les valeurs limites ci-après:

$$f_{max} = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{6 \cdot 10^{-5} \cdot 5 \cdot 10^{-10}}} = 920 \text{ kHz}$$

$$f_{min} = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{6 \cdot 10^{-4} \cdot 4 \cdot 10^{-9}}} = 102 \text{ kHz}$$

Ainsi s'expliquent les surélévations de tensions mentionnées sous b, dont le danger pratique est évident.

L'emploi de bobines de self dans les postes de transformateurs (ou de couplage) auxquels on aboutit par l'intermédiaire de câbles, présente par conséquent des inconvénients. Les expériences ci-dessus montrent que ces inconvénients disparaissent en éliminant les bobines de self.

On peut encore observer sur les figures le rôle joué par les lignes aériennes «courtes» branchées en aval de tronçons de câbles. La fig. 10, par exemple, signale, en effet, une crête de tension négative plus élevée que fig. 9. Le phénomène s'explique par la double réflexion de l'onde de décharge, à l'extrémité du câble d'abord, puis à l'extrémité ouverte de la ligne aérienne. Ceci confirme la conclusion formulée plus haut relativement aux isolateurs des têtes de câbles.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Bericht über die Versammlung der Groupe d'Experts du Comité International Spécial des Perturbations Radiophoniques (CISPR) in London.

621.396.82

Die schon im letzten Herbst in Aussicht genommene Frühjahrssitzung der Groupe d'Experts des CISPR wurde vom 19. bis 22. Mai 1936 in London abgehalten [1]). Zur Beratung standen hauptsächlich die folgenden Probleme:

1. Abklärung der Differenzen zwischen den Messwerten des von England, Frankreich und der Schweiz (PTT und SEV) durchgemessenen Vergleichsstörers.
2. Vergleich und Vereinigung der in verschiedenen Ländern ausgeführten Störungsmessungen.
3. Festsetzung eines absoluten Grenzwertes für die Störspannung.

Bei der Untersuchung des Vergleichsstörers der bis zu dieser Sitzung von allen beteiligten Ländern hätte durchgemessen werden sollen, hatten sich leider aus Zoll- und andern Schwierigkeiten Verzögerungen eingestellt, so dass an der Sitzung bloss die Messresultate der erwähnten drei Länder vorlagen. Die Messwerte konnten anhand eines Diagrammes, das eine vergleichsweise Zusammenstellung enthielt und das den Delegierten als Beilage zu einem vom Präsidenten, Herrn Braillard, Brüssel, verfassten «Rapport preliminaire» zugestellt worden war, verglichen werden. Daraus war zu entnehmen, dass die gemessenen Störspannungen noch sehr stark voneinander abweichen. Entsprechend der in früheren Sitzungen ausgearbeiteten genauen Definition der Messapparatur und der Messmethodik wäre eine ziemlich gute Uebereinstimmung der Messungen zu erwarten gewesen. Das Auftreten grösserer Unterschiede zeigte, dass die Messung noch gewisse Schwierigkeiten in sich birgt, die zuerst abgeklärt werden müssen, da es keinen Zweck hat, darüber zu diskutieren, ob die Störungsgrenze bei 0,5 oder 1 mV angesetzt werden soll, solange die an ein und demselben Störer in verschiedenen Ländern gemessenen Spannungen noch um 1 : 10 differieren. Die Aufgabe: Klärung der Unterschiede bei den Messungen und Ableitung neuer Empfehlungen zu deren Verminderung wurde einem Subkomitee übertragen, in welchem in erster Linie die Delegierten vertreten waren, die die Messungen selbst durchgeführt hatten. Zwar gelang es diesem Subkomitee nicht, die Ursachen für diese Unterschiede restlos abzuklären, da für deren Auftreten verschiedene Faktoren massgebend sind, die nicht speziell registriert wurden und die nur an der Messapparatur selbst ermittelt werden können. Indessen wurden durch die Diskussionen doch verschiedene schwache Punkte zutage gefördert, die einer genauen Definition bedürfen. So wurde für die Netzdrosselspulen zum Netzwerk eine minimale Impedanz von 1000 Ohm als wünschenswert erkannt. Eine bestimmte minimale Induktivität konnte nicht festgelegt werden, da die Praxis erst zeigen muss, ob es möglich ist, Drosselspulen von der nötigen Induktivität für Starkstrom herzustellen, die bei höheren Frequenzen keine störende Resonanzlage besitzen.

[1]) Das Comité Electrotechnique Suisse (CES) war vertreten durch die Herren Dr. *W. Gerber*, PTT, Bern und Dr. *M. Dick*, Materialprüfanstalt des SEV, Zürich.