

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 44 (1966)

Heft: 9

Artikel: Edelgasableiter als Überspannungsschutz in Fernmeldeanlagen = Les parasurtensions à gaz rares dans les installations de télécommunications

Autor: Brumm, Gerhard / Meister, Hans

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874585>

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: 15.03.2025

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

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

BULLETIN TECHNIQUE

PTT

BOLLETTINO TECNICO

Herausgegeben von den Schweizerischen Post-, Telephon- und Telegraphen-Betrieben - Publié par l'entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses - Pubblicato dall'Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Gerhard BRUMM, Männedorf, und Hans MEISTER, Bern

621.316.933.6:621.39

Edelgasableiter als Überspannungsschutz in Fernmeldeanlagen *

Les parasurtensions à gaz rares dans les installations de télécommunications *

Zusammenfassung. Zum Schutze von Fernmeldeanlagen gegen Überspannungen sind in vielen Fällen Spannungsableiter unentbehrlich. Diese Abhandlung zeigt, welche Anforderungen an einen guten Ableiter gestellt werden müssen und wie die verlangten Eigenschaften durch eine sorgfältige Entwicklungsarbeit und Fabrikation erzielt werden.

Résumé. Pour protéger les installations de télécommunication contre les surtensions, il est fréquemment nécessaire de monter des parasurtensions. On montre ici à quelles exigences doit répondre un bon parasurtension et comment, par un travail de développement et une fabrication soignés, on parvient à lui donner les caractéristiques requises.

Riassunto. Scaricatori a gas rarefatto come protezione contro le sovratensioni negli impianti di telecomunicazione. L'inserimento di scaricatori a gas rarefatto è in molti casi indispensabile. L'articolo indica a quali requisiti deve rispondere un buon scaricatore e come le caratteristiche richieste vengono ottenute grazie a una messa a punto e a una fabbricazione accurate.

1. Allgemeines

Die Isolation aller elektrischen Anlagen ist für eine bestimmte Spannung bemessen. Die Isolationsfestigkeit von Fernmeldeanlagen ist aus technischen und wirtschaftlichen Gründen meistens wesentlich kleiner als von Niederspannungsanlagen. So ist beispielsweise die Prüfspannung zwischen zwei Adern eines normalen Telephonkabels mit Papier-Luftraumisolation 500 V (Effektivwert, 50 Hz), des ganzen Bündels gegen den Mantel 2000 V. Diese Werte gelten normalerweise auch für die Fernmeldekabel der Elektrizitätsunternehmen, soweit sie den gleichen Aufbau wie die Kabel der PTT aufweisen. Für Zentralen und Teilnehmerausrüstungen der PTT bestehen Vorschriften für die Spannungssicherheit erst seit etwa 10 Jahren; sie beziehen sich nur auf Anlage- teile, die dauernd in Verbindung mit Leitungen stehen. Da hier oft über Wicklungen eine Verbindung

1. Généralités

L'isolement de toute installation électrique est déterminé pour une tension donnée. Pour des raisons d'ordre technique et économique, l'isolement des installations de télécommunications est, en général, sensiblement plus faible que celui des installations basse tension. C'est ainsi que, par exemple, la tension d'essai entre deux conducteurs d'un câble téléphonique normal à isolement papier avec matelas d'air est de 500 V (tension efficace, 50 Hz) et la tension d'essai du faisceau de conducteurs par rapport à la masse de 2000 V. Ces valeurs sont également applicables aux câbles de signalisation à distance des réseaux électriques, dans la mesure où ces câbles ont les mêmes caractéristiques de fabrication que les câbles des PTT. Ce n'est que depuis environ 10 ans qu'ont été édictés des règlements concernant la sécurité des installations centrales et des installations

* Nachdruck aus dem «Bulletin des SEV», 56 (1965), Nr. 20, S. 885 ff.

* Tiré du «Bulletin de l'ASE», 56 (1965), n° 20, p. 885 ss.

nach Erde vorhanden ist, wird eine Prüfung mit Wechselspannung sinnlos, an ihre Stelle tritt meistens eine Stossprüfung mit einem Stoss von 1/50 (d. h. Stirnzeit 1 μ s, Halbwertszeit 50 μ s) und mit einer Spannung von 4 kV (Scheitelwert). Bei gewissen Anlageteilen (zum Beispiel Filtern usw.) kann diese Forderung nicht mit vernünftigem Aufwand eingehalten werden, da sonst beispielsweise Kondensatoren mit einer Stossfestigkeit von etwa 8 kV verwendet werden müssten. Die Überspannungen müssen hier auf einen Scheitelwert von höchstens 1 kV begrenzt werden.

Es ist verständlich, dass Spannungen in der genannten Höhe nie durch den Betrieb einer Fernmeldeanlage entstehen können. Die Fernmeldeanlagen sind aber verschiedenen Einwirkungen fremder elektrischer Energiequellen ausgesetzt. Diese Energiequellen kann man in zwei Haupttypen unterteilen: Netze der elektrischen Energieversorgung und Gewitter. Durch diese äusseren Einflüsse können in Fernmeldeanlagen Spannungen auftreten, die entweder zu Betriebsstörungen oder zur Gefährdung von Personen und Material führen können.

Betriebsstörungen (etwa Geräusche oder Störungen beim Aufbau und Halten von Verbindungen) dürfen bei Normalbetrieb von Starkstromanlagen in benachbarten Fernmeldeanlagen natürlich nicht auftreten. Dagegen nimmt man aus wirtschaftlichen Gründen oft gewisse Betriebsstörungen in Fernmeldeanlagen bei kurzdauernden Störungen in Starkstromnetzen in Kauf, ebenso bei Gewittern. Auf alle Fälle muss jedoch eine Gefährdung von Menschen und Material so gut wie möglich ausgeschlossen werden. Der zu verantwortende Aufwand zum Vermeiden von Materialbeschädigungen wird natürlich auch hier durch die wirklich zu erwartenden Gefahren bestimmt. So ist zum Beispiel bei Hochspannungsnetzen mit starrer Sternpunktterdung die Auswirkung eines Erdschlusses auf benachbarte Fernmeldeanlagen in jedem Fall zu berücksichtigen. Bei gelöschten Netzen und solchen mit isoliertem Sternpunkt wird jedoch der zweipolige Erdschluss normalerweise durch die PTT nicht berücksichtigt. Durch die starre Erdung eines bisher mit Löschspulen betriebenen Netzes werden daher in benachbarten Fernmeldeanlagen in der Regel umfassende Schutzmassnahmen erforderlich.

Die Gefährdung durch Gewitter ist besonders in Höhenlagen und Gebieten mit schlechter Bodenleitfähigkeit gross, während sie etwa in Städten und im Mittelland von kleiner Bedeutung ist.

Der weitaus beste Schutz besteht darin, das Auftreten grosser Spannungen und Ströme in den aktiven Teilen einer Fernmeldeanlage überhaupt zu vermeiden. Man wird bei Neuanlagen wenn immer möglich versuchen, diesen Zustand zu erreichen, was sich in vielen Fällen auch mit vernünftigem Aufwand verwirklichen lässt. Es fällt dann jeder Unterhalt an Schutzeinrichtungen und die Gefahr deren Versagens weg, ebenso treten während der Zeit der Beeinflussung auch keine Betriebsstörungen auf, was

d'abonnés des PTT; ces règlements ne se rapportent qu'aux appareils connectés en permanence avec les lignes. Etant donné qu'il existe souvent une mise à la terre par l'intermédiaire des bobinages, des essais en courant alternatif n'auraient pas de sens et on effectue le plus souvent des essais de choc 1/50 (abscisse de crête 1 μ s, abscisse de demi-amplitude 50 μ s) avec une tension de crête de 4 kV. Certains appareils (tels que, par exemple, les filtres), ne pourraient satisfaire à ces essais qu'au prix de frais trop élevés, étant donné qu'il faudrait par exemple employer des condensateurs résistant à des chocs de 8 kV. Les surtensions doivent, dans ce cas, être limitées à une valeur de crête de 1 kV au maximum.

Il est évident que des tensions atteignant les valeurs indiquées ci-dessus ne peuvent jamais prendre naissance dans les installations de télécommunications, mais celles-ci sont soumises à l'influence de sources d'énergie électrique extérieures que l'on peut diviser en deux catégories: les réseaux de distribution électrique et les orages. Ces influences extérieures peuvent produire, dans les installations de télécommunications, des tensions entraînant des perturbations de l'exploitation ou présentant des risques pour les personnes et pour le matériel.

Le fonctionnement des installations électriques à courant fort ne doit naturellement pas entraîner, en service normal, de perturbations dans les installations voisines de télécommunications (comme par exemple des bruits de fond ou des interruptions lors de l'établissement ou du maintien de communications). Cependant, pour des raisons d'ordre économique, on admet certaines perturbations de courte durée dans les installations de télécommunications du fait de défauts dans les réseaux à courant fort, ou du fait de perturbations atmosphériques. Il convient toutefois d'éliminer, dans la mesure du possible, les dangers auxquels peuvent être exposés les personnes et le matériel. Les dépenses pouvant être engagées pour la protection du matériel doivent naturellement être en rapport avec les probabilités de détérioration. C'est ainsi par exemple que pour les réseaux haute tension avec neutre relié en permanence à la terre, les conséquences d'une terre sur le réseau haute tension pour les installations de télécommunications voisines doivent toujours être prises en considération. Par contre, pour les réseaux à neutre isolé ou à neutre mis à la terre par l'intermédiaire d'une bobine d'extinction, les PTT ne tiennent généralement pas compte des conséquences de la mise à la terre de deux phases. Lorsqu'un réseau exploité antérieurement avec bobines d'extinction est transformé pour fonctionner avec le neutre directement à la terre, des mesures de protection étendues deviennent, en général, nécessaires pour les installations de télécommunications voisines.

Les dangers dus aux orages sont particulièrement grands dans les régions montagneuses et dans celles présentant une mauvaise conductibilité du sol; ils sont moins importants dans les villes et sur le Plateau.

besonders bei der Übertragung von Signalen und Befehlen zur Lokalisierung und Behebung von Störungen an Hochspannungsanlagen sehr wichtig ist.

In vielen Fällen ist es jedoch nicht möglich, das Auftreten unzulässiger Spannungen zu vermeiden. Das gilt beispielsweise für die Einwirkung von Blitzen auf Freileitungen sowie bei der induktiven Beeinflussung bestehender Kabelanlagen durch neu erstellte Hochspannungsleitungen. In solchen Fällen ist es nötig, die Spannungen in der Anlage an gewissen Punkten auf ein unschädliches Mass zu begrenzen. Das kann durch ein Element erreicht werden, das während des Normalbetriebes keinen Einfluss auf die Übertragungseigenschaften der Fernmeldeanlage hat, im Störfall aber einen Kurzschluss zwischen den gefährdeten Anlageteilen bildet. Diese Aufgabe wird am besten durch einen gasgefüllten Spannungsableiter erfüllt, der erst bei seiner Ansprechspannung Strom führt und fähig ist, ohne Änderung seiner Eigenschaften während einer begrenzten Zeit sehr starke Ströme abzuleiten.

2. Anforderungen an einen Spannungsableiter

Der Spannungsableiter ist ein Element, das unter Umständen jahrelang in Bereitschaft stehen und dann beim Auftreten einer Überspannung innert eines Bruchteils einer Mikrosekunde seine Aufgabe übernehmen muss. Er kann aber zu gewissen Zeiten innerhalb kurzer Zeiträume mit grossen Strömen wiederholt beansprucht werden, ohne dass eine Zwischenkontrolle möglich ist; oft wird er auch an abgelegenen Orten mit seiner Schutzfunktion betraut. Da ausserdem erwartet wird, dass er unter normalen Betriebsbedingungen etwa 30 Jahre seinen Dienst versieht, so wird von ihm neben andern Eigenschaften eine sehr grosse Zuverlässigkeit verlangt. Die wichtigsten seiner Eigenschaften lassen sich wie folgt zusammenfassen:

2.1 Ansprechspannung bei langsam steigender Spannung

Diese sogenannte statische Ansprechspannung ist vor allem von Bedeutung bei der Verwendung des Ableiters auf Leitungen, die von Starkstromanlagen beeinflusst werden. Sie muss mit genügender Sicherheit oberhalb der grössten Amplitude der im Betrieb vorkommenden Spannung liegen, muss aber kleiner sein als die Durchschlagspannung der zu schützenden Elemente. Unter Berücksichtigung der Verhältnisse im PTT-Netz wurde der Nennwert der Ansprechspannung auf 245 V festgelegt. Der Ableiter hat im Anlieferungszustand eine Toleranz von $\pm 10\%$, so dass die Ansprechspannung im Bereich von 220...270 V liegen muss. Damit bietet der Ableiter auch einen Schutz gegen Berührung von Telefonfreileitungen mit Niederspannungsleitungen. Nach der nachstehend festgelegten mehrfachen Beanspruchung der Ableiter mit verhältnismässig starken Strömen ist ein Bereich von 195...280 V für die statische Ansprechspannung zulässig.

La protection de loin la meilleure consiste à empêcher l'apparition de tensions et de courants élevés dans les parties actives des installations de télécommunications et on cherchera autant que possible à y parvenir pour les installations nouvelles, ce qui est possible dans de nombreux cas au prix de dépenses raisonnables; l'entretien et les risques de défaillance des appareils de protection se trouvent alors éliminés, de même que les perturbations dans le fonctionnement des installations sous l'influence d'actions extérieures, ce qui présente une importance particulière, notamment pour la transmission des signaux et des ordres permettant de localiser et d'éliminer les défauts survenant dans les réseaux à haute tension.

Dans de nombreux cas, cependant, il est impossible d'éviter l'apparition de tensions inadmissibles comme cela se produit par exemple du fait de coups de foudre sur les lignes aériennes ou par suite des effets d'induction se produisant dans des câbles existants du fait de l'installation de nouvelles lignes à haute tension. Il devient alors nécessaire de limiter en certains points les tensions dans l'installation à des valeurs admissibles. Ce résultat peut être obtenu au moyen d'un élément n'ayant aucune influence sur les caractéristiques de transmission de l'installation de télécommunications pendant l'exploitation normale et qui, en cas de dérangement, court-circuite les parties vulnérables de l'installation; cet élément est un parasurtension à gaz qui ne devient conducteur qu'après son amorçage et qui est susceptible alors, sans modification de ses propriétés, d'écouler pendant un temps limité des courants très élevés.

2. Exigences posées aux parasurtensions

Le parasurtension est un élément qui peut être amené à rester des années sans fonctionner et qui doit, en l'espace d'une fraction de microseconde, jouer son rôle lors de l'apparition de surtensions. Il peut aussi, à certains moments, être amené à écouler des courants importants, de façon répétée et dans un court laps de temps, sans qu'aucun contrôle intermédiaire ne soit possible; il est enfin souvent installé en des endroits éloignés. Comme d'autre part on attend de lui, dans des conditions normales, un service s'étendant sur une trentaine d'années, on comprend qu'en outre de caractéristiques bien définies, on exige de lui une très grande sûreté de fonctionnement. Les principales caractéristiques des parasurtensions sont résumées ci-après:

2.1 Tension d'amorçage pour des tensions lentement croissantes

La tension d'amorçage pour des tensions lentement croissantes, aussi désignée sous le terme de «tension d'amorçage statique», présente un intérêt particulier lors de l'utilisation des parasurtensions sur des lignes soumises à l'influence d'installations à courant fort. Elle doit se situer avec une sécurité suffisante au-dessus de la plus grande amplitude de la tension d'ex-

2.2 Stossansprechspannung

Bei atmosphärischen Überspannungen treten extrem rasche Spannungsanstiege auf, die zwischen 10^9 und 10^{10} V/s oder in gewissen Fällen sogar noch höher liegen. Aus den im Abschnitt 3.1 erwähnten Gründen ist bei raschem Spannungsanstieg ein Anwachsen der Ansprechspannung nicht zu vermeiden. Ein sicherer Schutz von Kabeln mit Papierisolation wird erreicht, wenn die Spannung auch bei raschen Spannungsanstiegen auf 800 V begrenzt wird. Die Ableiter werden mit einem Stoss 1/50 (1 μ s Stirnzeit und 50 μ s Halbwertszeit) mit einem Scheitelwert von 2 kV geprüft. Die Ansprechspannung darf dabei 800 V nicht überschreiten und auch bei steileren Stößen nicht wesentlich anwachsen.

2.3 Belastbarkeit bei Wechselstrom

Ein Ableiter, der die Fernmeldeanlagen gegen die Beeinflussung durch Netze der Energieversorgung schützen soll, muss beträchtliche Ströme führen können, ohne dass sich seine Eigenschaften unzulässig ändern. Der Strom ist durch die auftretende Spannung und durch den im Stromkreis wirkenden Widerstand gegeben. Wird eine Telefonleitung bei einem Erdschluss auf einer Hochspannungsleitung induktiv beeinflusst, so sind bei den heute auftretenden Kurzschlussströmen, die sehr oft 10 kA überschreiten, Spannungen von 1000 V/km in Fernmeldeanlagen keine Seltenheit. Da die Widerstände der Kabeladern verhältnismässig klein sind, so treten in den Adern von Kabeln mit kleiner Aderzahl beträchtliche Ströme auf. Bei grossen Aderzahlen nähert sich der Gesamtstrom im Aderbündel asymptotisch einem bestimmten Grenzwert; es kann aber auf einen einzelnen Ableiter immer noch ein Strom von einigen A entfallen.

Bei den Betriebsbedingungen moderner Hochspannungsnetze reicht eine Belastbarkeit von 20 A während einer Sekunde für die normalen Fälle mit genügender Sicherheit. Die Prüfung erfolgt mit 10 Belastungen mit Pausen von abwechslungsweise 5 s und 5 min Dauer.

In Ausnahmefällen muss auch mit lange dauernden Belastungen gerechnet werden. Ein Ableiter hat nun eine ganz bestimmte zulässige Grenzbeanspruchung, bei der er zerstört wird. Diese ist eine Funktion der im Ableiter umgesetzten Energie, der zulässigen Grenztemperatur und der Wärmekapazität der kritischen Teile des Ableiters; bei langer Einwirkung spielt auch die Wärmeabfuhr an die Umgebung eine Rolle. Schon bei Strömen unter 1 A bildet sich im Ableiter ein Lichtbogen, wodurch die Spannung an den Elektroden auf etwa 15 V zusammenbricht. Beim verlangten Strom von 20 A entspricht das einer im Ableiter umgesetzten Leistung von 300 W; es ist daher verständlich, dass ein Ableiter mit einem Gesamtvolumen von knapp 5 cm³ diese Leistung nur relativ kurze Zeit aushalten kann. Die Forderung, dass ein Ableiter bei Überlastung durch Wechselstrom nicht durch einen Glasriss, sondern

plottation normale, tout en restant inférieure à la tension de claquage des organes à protéger. Compte tenu des conditions d'exploitation des réseaux des PTT, la valeur nominale de cette tension d'amorçage a été fixée à 245 V. La tolérance de fabrication étant de $\pm 10\%$, la tension d'amorçage se trouve donc située entre 220 et 270 V et le parasurtension offre ainsi une protection en cas de contact accidentel entre les lignes aériennes de téléphone et les lignes aériennes basse tension. Après un fonctionnement répété avec écoulement de courants relativement élevés, comme mentionné plus loin, on admet pour la tension d'amorçage statique les limites de 195...280 V.

2.2 Tension d'amorçage pour des tensions de choc

Les surtensions d'origine atmosphérique ont un taux d'accroissement extrêmement élevé qui se situe entre 10^9 et 10^{10} V/s et davantage. Pour les raisons exposées au paragraphe 3.1, il n'est pas possible d'éviter une élévation de la tension d'amorçage pour les surtensions à front raide. Pour une protection efficace des câbles isolés au papier, la tension doit être limitée à 800 V même pour des surélévations de tension rapides. Les parasurtensions sont essayés pour un choc de 1/50 (1 μ s d'abscisse de crête et 50 μ s d'abscisse de demi-amplitude) avec une valeur de crête de 2 kV. La tension d'amorçage ne doit pas dépasser 800 V et ne pas augmenter de façon notable, même pour des surtensions à front raide.

2.3 Charges admissibles sous courant alternatif

Un parasurtension destiné à protéger les installations de télécommunications contre l'influence des réseaux de transport d'énergie doit pouvoir écouler des courants importants sans modifications inadmissibles de ses caractéristiques. L'intensité du courant est déterminée par la valeur de la tension et celle de la résistance du circuit. Si une ligne téléphonique se trouve influencée par induction à la suite d'une terre sur une ligne à haute tension, des tensions de l'ordre de 1000 V/km ne sont pas rares dans les lignes de télécommunications avec les courants de court-circuit des lignes à haute tension dépassant actuellement très souvent 10 kA. Étant donné que les résistances des conducteurs des câbles de télécommunications sont relativement faibles, les courants induits dans les câbles ayant un petit nombre de conducteurs sont importants. Pour les câbles possédant un plus grand nombre de conducteurs, le courant total dans le faisceau de conducteurs tend asymptotiquement vers une limite déterminée, mais le courant dans un parasurtension peut tout de même atteindre quelques ampères.

Pour les conditions d'exploitation des réseaux modernes à haute tension, une capacité des parasurtensions de 20 A pendant une seconde suffit dans les cas normaux à assurer une sécurité satisfaisante. Les essais sont effectués avec 10 décharges séparées par des intervalles alternativement d'une durée de 5 s et 5 min.

durch einen Kurzschluss der Elektroden zerstört werden muss, sichert einen Schutz der Anlagen auch bei einer der sehr selten auftretenden Überlastungen der Ableiter und veranlasst durch die bleibende Betriebsstörung ein Auswechseln des beschädigten Exemplars.

2.4 Belastbarkeit durch Stossströme

Die Beanspruchung des Ableiters durch Stossströme ist ganz anders als bei Wechselstrom. Der Energieumsatz in der Entladungsstrecke ist bedeutungslos, dagegen werden die Durchführungen durch den Glaskörper durch die mit dem Quadrat des Stromes anwachsenden Verluste sehr stark erwärmt. Während der kurzen Zeit der Belastung (Größenordnung 10^{-4} s) erwärmt sich natürlich das Glas in der Umgebung der Durchführung nicht, so dass auch bei thermisch angepassten Durchführungen Wärmespannungen nicht zu vermeiden sind. Die Grenzbelastung bei Stossströmen verschiedener Amplitude und Dauer ist durch die Beziehung gegeben:

$$\int i^2 dt = \text{konst.}$$

Obwohl die Ableiter sehr selten durch direkte Blitzströme beansprucht werden, ist es wünschenswert, auch gegen starke Stossströme eine hohe Widerstandsfähigkeit zu erreichen. Diese Forderung ist besonders wichtig, weil jeder durch einen Stossstrom überlastete Ableiter infolge eines Glasrisses ausfällt, da die zwischen den Elektroden umgesetzte Energie viel zu klein ist, um einen Kurzschluss durch Schmelzen der Elektroden zu bewirken. Ein Ableiter mit einem Glasriss spricht aber nicht mehr an und schützt damit auch die Anlage nicht.

Die geforderte Widerstandsfähigkeit gegen 10 Stossströme der Form 15/50 bei einer Amplitude von 8 kA sichert minime Ausfälle auch bei schwerster Beanspruchung. Derartige Ströme können in Ableitern nur bei direkten Einschlägen in Freileitungen auftreten, und dann sind mindestens zwei Leiter an der Leitung des Stromes beteiligt, wodurch also die Blitzstromamplitude 16 kA betragen darf. Ein derartiger Strom führt aber mit Sicherheit zu einem Überschlag der Stange entlang, wodurch der Strom im Ableiter am Leitungsende begrenzt wird, falls der Einschlag nicht direkt am Einbauort des Ableiters erfolgt.

3. Die technische Verwirklichung des Ableiters

Bei der Entwicklung eines Ableiters, der die erwähnten Anforderungen optimal erfüllen soll, wurden zunächst die mit diesen Forderungen zusammenhängenden technischen Problemkreise getrennt bearbeitet. Zur guten Übersicht sollen die wichtigsten Punkte nochmals zusammengestellt werden:

- Schnelles Ansprechen des Ableiters auf steile Spannungsschüsse;
- Belastbarkeit des Ableiters mit einigen 10 A Wechselstrom;
- sicherer Kurzschluss des Ableiters bei Überlast;

Il faut cependant compter dans ces cas exceptionnels sur de longues durées de charge. Un parasurtension possède une capacité de charge bien définie qui est fonction de l'énergie qu'il transforme, de la température maximum admissible et de la résistance à la chaleur des organes essentiels du parasurtension. L'évacuation de la chaleur dans le milieu ambiant a également un rôle à jouer lorsque le fonctionnement du parasurtension se prolonge. Un arc s'amorce déjà dans le parasurtension pour un courant inférieur à l'ampère et la tension entre les électrodes tombe à environ 15 V. Pour une capacité de 20 A, l'énergie transformée dans le parasurtension est donc de 300 W. Il est évident qu'avec un volume total de, à peine, 5 cm³, un parasurtension ne puisse supporter cette charge que pendant un temps relativement court. Il est en outre exigé des parasurtensions que, en cas de surcharge par courant alternatif, la mise hors service ne soit pas causée par une fissure dans le verre, mais par court-circuit des électrodes, ce qui assure encore une protection des installations dans le cas très rare de surcharge du parasurtension et conduit au remplacement de l'élément défectueux, du fait de la persistance du dérangement.

2.4 Charge admissible sous courants de choc

Les contraintes auxquelles est soumis un parasurtension par des courants de choc sont de nature très différente de celles auxquelles il est soumis par des courants alternatifs. L'énergie mise en œuvre dans la zone de décharge est insignifiante; par contre, les fils traversant le verre subissent un très fort échauffement en raison des pertes proportionnelles au carré de l'intensité du courant. Pendant la très courte durée de la charge (de l'ordre de 10^{-4} s), le verre au voisinage des traversées n'a pas le temps de s'échauffer, de sorte que, même avec des traversées thermiquement étudiées, des tensions d'ordre thermique sont inévitables. La capacité d'absorption limite de courants de choc, d'amplitude et de durée différentes, est donnée par la relation:

$$\int i^2 dt = \text{constante}$$

Bien que les parasurtensions ne soient soumis que rarement à des coups de foudre directs, il est désirable qu'ils offrent une grande résistance aux courants de choc élevés. Cela présente une importance particulière parce que tout parasurtension surchargé est mis hors service par une fissure dans le verre, étant donné que l'énergie mise en jeu entre les électrodes est beaucoup trop faible pour provoquer un court-circuit par fusion des électrodes. Un parasurtension avec verre fissuré n'amorce cependant plus et ne protège plus l'installation.

La résistance exigée des parasurtensions à 10 courants de choc de la forme 15/50 avec une amplitude de 8 kA donne l'assurance d'un minimum de défauts, même pour les contraintes les plus élevées. Les parasurtensions ne peuvent être soumis à des courants de cette importance que par suite d'un coup de foudre direct sur les lignes aériennes et, dans

- d) Belastbarkeit mit Stromstößen im Bereich von 8...10 kA;
- e) statische Ansprechspannung im Bereich von 220 V...270 V bei einer minimalen Brennspannung von 70 V;
- f) hohe Isolation zwischen den Elektroden;
- g) Beibehalten der charakteristischen Daten für etwa 30 Jahre;
- h) Abmessungen und Kontaktausführung derart, dass Ableiter in bestehende Sicherungskästen passen.

Figur 1 zeigt die verschiedenen Schnitte eines ungesockelten Ableiters. In einem Glaskolben stehen sich zwei rechteckige, aktivierte Nickelelektroden gegenüber, die fest mit Wolfram-Durchführungsstiften verbunden sind. Figur 2 zeigt einen Ableiter mit der Fassung. Auf der Seite des Pumprohrabzuges befindet sich ein kleiner Kunststoffklip, in welchen die beiden Kontaktschienen eingehängt und dadurch fixiert werden. Gleichzeitig schützt der Klip die empfindliche Pumpspitze. Auf der anderen Seite werden die Kontaktschienen durch Punktschweissung mit den Durchführungsstiften verbunden. Da die Durchführungsstifte nur im Glas aus Wolfram bestehen, im äusseren Teil aber aus Nickel, ist eine einwandfreie Punktschweissung möglich. Eine Weichlötlung würde hier den hohen Belastungen nicht standhalten.

3.1 Schnelles Ansprechen auf Spannungsstösse

Zur Auslösung der Zündung in einer Edelgasstrecke ist eine, wenn auch noch so geringe, Vorionisierung notwendig. Eine solche ist durch die von der Höhenstrahlung in statistisch schwankender Zahl erzeugten Elektronen in einem Entladungsgefäss

ce cas, deux fils au moins de la ligne participent au passage du courant; en conséquence, l'amplitude du coup de foudre peut être de 16 kA. Un courant de cette intensité conduit sans aucun doute à une décharge le long du support, de sorte que l'intensité du courant dans le parasurtension à l'extrémité de la ligne se trouve limitée, à moins que le coup de foudre ne se produise directement à l'emplacement du parasurtension.

3. Réalisation technique des parasurtensions

Pour l'étude d'un élément répondant de façon optimum aux exigences mentionnées ci-dessus, les différents problèmes techniques soulevés par ces exigences ont été examinés séparément. Pour une bonne compréhension d'ensemble de la question, les exigences les plus importantes pour la réalisation de parasurtensions sont à nouveau énumérées ci-après:

- a) Amorçage rapide du parasurtension pour des chocs de tension à front raide
- b) Capacité de charge du parasurtension en courant alternatif de quelques dizaines d'ampères
- c) Mise en court-circuit du parasurtension en cas de surcharge
- d) Capacité de charge du parasurtension avec des courants de choc de 8...10 kA
- e) Amorçage statique entre 220 et 270 V avec une tension d'entretien minimum de 70 V
- f) Fort isolement entre les électrodes
- g) Maintien des caractéristiques pendant une trentaine d'années
- h) Dimensions et raccordement permettant le logement dans les coffrets existants.

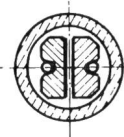
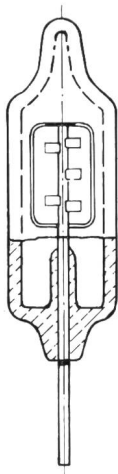
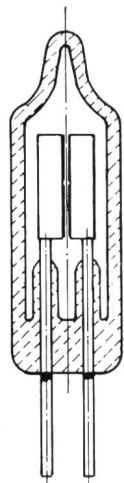


Fig. 1

Schnitt durch einen ungesockelten Ableiter
Coupe d'un parasurtension sans socle

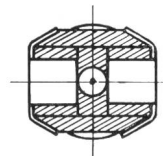
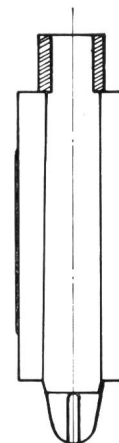
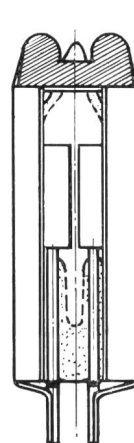


Fig. 2

Ansicht eines gesockelten Ableiters
Parasurtension avec socle

immer gewährleistet. Dieser Pegel an Zufallselektronen ergibt bei Überspannungen von etwa 10...100 V Zündverzögerungen von einigen Sekunden bis einigen Zehntelsekunden. Solche Zündverzögerungen lassen sich durch die Bereitstellung einer genügenden Zahl von Elektronen beseitigen. Der für die vorliegende Anwendung vernünftigste Weg ist die Einbringung eines radioaktiven Strahlers in den Glaskolben.

Glücklicherweise stehen heute ungefährlichere Strahlungsquellen als Radium zur Verfügung. Gewählt wurde der β -Strahler Tritium mit einer Halbwertszeit von etwa 12 Jahren. Die Vorteile dieses Wasserstoff-Isotops liegen vor allem in der Strahlungsfreiheit ausserhalb des Glaskolbens, seiner Flüchtigkeit bei Bruch des Ableiters und einer guten Zumischbarkeit zum Füllgas. Die Nachteile, wie die verhältnismässig kurze Halbwertszeit und das Eindringen des Tritiums in die Elektroden, müssen durch entsprechende Überdosierung ausgeglichen werden. Ausgedehnte Versuchsreihen, bei denen auch die Kostenseite berücksichtigt werden musste, ergaben eine Dosis, die bei einem Spannungsanstieg von 2000 V/ μ s eine Durchbruchspannung von 600...700 V erreichen lässt. Die statische Zündspannung liegt dabei zwischen 220 V und 270 V.

3.2 Die Belastbarkeit mit grossen Wechselströmen

Die Ableitung grosser Wechselströme führt zu erheblicher thermischer Belastung des Ableiters. Um diese über einen genügenden Zeitraum zu gewährleisten, muss ein Hartglaskolben verwendet werden. Ausserdem ist dafür zu sorgen, dass die Elektroden eine genügende Wärmekapazität aufweisen. Zur Erzielung eines einwandfreien elektrischen und thermischen Kontaktes zwischen Elektrode und Durchführungsstift kann diese Verbindung mechanisch verstemmt und hartgelötet werden. Gleichzeitig wirkt der auf der Rückseite der Elektroden in einem Kanal eingelegte Wolfram-Durchführungsstift als eine Versteifung, was bei Temperaturen in der Nähe des Erweichungspunktes die Deformation verhindert.

3.3 Das Kurzschlussverhalten des Ableiters

Zu den wichtigsten Forderungen des Pflichtenheftes gehört die mehrfache Belastbarkeit des Ableiters bis dicht zum Kurzschluss, wobei die elektrischen Daten im wesentlichen erhalten bleiben sollen, sowie der schlagartige Übergang in einen dauernden Kurzschluss bei Überlastung. Durch die grosse Masse der Elektroden, ihre Versteifung, geeigneten Abstand und die Abrundung aller Kanten wird erreicht, dass das System vor der Ausbildung einer Schmelzperle keine Deformation erleidet. Eine solche würde nämlich zu einer Änderung der elektrischen Ansprechwerte führen. Gleichzeitig muss die thermische Widerstandsfähigkeit der Glashülle hoch genug liegen, um mit Sicherheit Glasdeformationen oder Rissbildungen auszuschliessen, bevor der Kurzschluss auftritt. Wäre dies nicht gesichert, würde die aus der Atmosphäre in den Glaskolben eindrin-

La *figure 1* représente différentes coupes d'un parasurtension sans son socle. Deux électrodes en nickel activé à section rectangulaire sont disposées vis-à-vis dans une ampoule de verre et rigidement fixées à des traversées en tungstène. La *figure 2* représente le parasurtension avec son socle. A côté du tube de pompage se trouve un petit clip en matière synthétique dans lequel sont fixées les deux barres de contact. Le clip sert en même temps à protéger la pointe fragile du tube de pompage. De l'autre côté, les barres de contact sont fixées sur les traversées par des points de soudure. Etant donné que les traversées ne sont en tungstène qu'à leur passage dans le verre et que leur partie externe est en nickel, il est possible de réaliser une soudure par points parfaite. Une soudure à l'étain ne serait pas assez résistante, étant donné les efforts mis en jeu.

3.1 Réaction rapide aux chocs de tension

Une ionisation préalable, aussi faible soit-elle, est nécessaire pour l'amorçage dans une atmosphère de gaz rare. Celle-ci se trouve toujours réalisée par les électrons libérés en nombre statistiquement variable par les radiations cosmiques dans un tube à décharge. Ce niveau d'électrons désignés sous le terme d'électrons fortuits conduit pour des surtensions de 10...100 V environ à des retards d'amorçage allant de quelques secondes à quelques dixièmes de seconde. Ces retards peuvent être éliminés si l'on dispose d'un nombre suffisant d'électrons, ce qui dans la présente application est obtenu dans les meilleures conditions en introduisant une source radioactive dans le tube de verre.

On dispose heureusement aujourd'hui de sources radioactives moins dangereuses que le radium. Le choix s'est porté sur les radiations β du tritium avec une période de semi-transformation d'environ 12 ans. Les avantages de cet isotope de l'hydrogène résident essentiellement dans l'absence de radiations en dehors de l'ampoule de verre, dans son aptitude à se sublimer en cas de rupture du parasurtension et dans sa compatibilité avec le gaz de remplissage de l'ampoule. Ses inconvénients, qui sont sa période de semi-transformation relativement courte et la pénétration du tritium dans les électrodes, doivent être compensés par un dosage surabondant. Des séries d'essais prenant également en considération la question du prix de revient ont conduit à une dose qui, pour un gradient de tension de 2000 V/ μ s, permet d'obtenir une tension de rupture de 600...700 V, la tension d'amorçage statique si situant entre 220 et 270 V.

3.2 Capacité de charge avec des courants alternatifs élevés

L'écoulement de courants alternatifs élevés entraîne des contraintes thermiques importantes des parasurtensions et, pour supporter ces contraintes assez longtemps, il a fallu recourir à des ampoules en verre trempé. Il a en outre été nécessaire de donner aux électrodes une capacité calorifique suffisante.

gende Luft zur Änderung der Durchbruchspannung des Ableiters führen. Nur ein permanenter Kurzschluss unter den beschriebenen Verhältnissen wird in allen Fällen einen Schutz der zu sichernden Anlage gewährleisten.

3.4 Die Belastung mit Stromstößen

Stromstöße im Bereich von 8...10 kA und der Form 15/50 beanspruchen natürlich in erster Linie die Durchführungen des Ableiters. Sie müssen deshalb einen genügenden Querschnitt aufweisen, um die Ohmschen Verluste klein zu halten. Weiter soll der thermische Ausdehnungskoeffizient des metallischen Leiters möglichst klein sein, damit der Stromstoß nur zu möglichst geringfügigen mechanischen Spannungen führt. Die bekannte Wolfram-Hartglastechnik löst auch dieses Problem in befriedigender Weise. Entscheidend für die Auswahl des Glastyps war die Forderung, dass die Glas-Metall-Verschmelzung im unbelasteten Zustand des Ableiters unter einer nicht zu hohen Druckspannung liegt, damit genügend Reserve für den Druckstoß verbleibt, der im Augenblick des Stromdurchgangs auftritt. Dem Tempern der Verschmelzung auf Spannungsfreiheit ist in diesem Zusammenhang besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Auch bei den nachfolgenden unvermeidlichen Glühprozessen der Elektroden auf dem Pumpstand dürfen keine zusätzlichen Spannungen im Glaskörper verursacht werden.

3.5 Die statische Zündspannung und Brennspannung

Unter dem Begriff «statische Zündspannung» versteht man die Zündspannung des Ableiters gegenüber langsam ansteigenden Überspannungen. Eine solche kann beispielsweise der sinusförmige Anstieg einer Netzwechselfspannung sein. Der Wert der statischen Zündspannung ergibt sich aus Gasart, Gasdruck, Emissionsvermögen, Elektrodenaktivität und Abstand der Elektroden. Für gute Stabilität kann eine hauptsächlich aus Argon bestehende Edelgasfüllung, zur Gewährleistung eines schnellen Überganges der Gasentladung in die Bogenphase eine Kalzium-Oxyd-Aktivierung der Nickelelektroden gewählt werden. Es wird auf diese Weise die interne Leistung des Ableiters, besonders beim Betrieb mit Wechselstrom, erheblich reduziert. Dieser Umstand kommt wiederum der Belastbarkeit zugute.

Sobald der Überspannungsableiter durch eine Stossspannung gezündet wird, kann sein Verhalten durch die Strom-Spannungs-Charakteristik (*Fig. 3*) beschrieben werden. Bei geringen Strömen durch den Ableiter entsteht eine Glimmentladung, die bei grösseren Strömen als ≈ 200 mA in eine Bogenentladung übergeht. Wird darauf der Strom auf 30 mA oder weniger reduziert, löscht die Bogenentladung und es bildet sich eine Glimmentladung zurück. Nach Abklingen der Überspannung löscht der Ableiter ganz und ist zur nächsten Zündung bereit. Das Löschen des Ableiters, parallel zu einer Gleichspannungsanlage, wie es in der vorliegenden Anwendung

Pour obtenir un contact électrique et thermique parfait entre les électrodes et les traversées, la jonction a été matée et brasée. D'autre part, les traversées en tungstène contenues dans un canal à l'arrière des électrodes agissent comme des raidisseurs et évitent des déformations par des températures voisines du point de ramollissement.

3.3 Mise en court-circuit des parasurtensions

Parmi les exigences du cahier des charges, on trouve l'aptitude des parasurtensions à absorber des charges successives jusqu'à la limite du court-circuit, tout en conservant pour l'essentiel leurs caractéristiques électriques, ainsi que la mise en court-circuit instantanée en cas de surcharge. Du fait de la masse importante des électrodes, de leur rigidité, de leur écartement approprié et de l'arrondissement de toutes les arêtes, l'ensemble ne subit pas de déformations conduisant à une modification des caractéristiques électriques d'amorçage et ceci jusqu'à la formation d'une perle de fusion. Il est en outre nécessaire que l'enveloppe de verre soit suffisamment résistante à la chaleur pour éviter de façon sûre toute déformation du verre ou la formation de fissures avant l'établissement du court-circuit. S'il n'en était pas ainsi, l'introduction d'air atmosphérique dans l'ampoule conduirait à une modification de la tension de rupture. Seul un court-circuit permanent établi dans les conditions mentionnées peut assurer dans tous les cas la protection des installations.

3.4 Capacité de charge avec des courants de choc

Des intensités de choc de 8...10 kA de la forme 15/50 conduisent principalement à des contraintes sur les traversées des parasurtensions; leur section doit en conséquence être suffisante pour que les pertes ohmiques restent faibles. De plus, le coefficient de dilatation des conducteurs métalliques doit être aussi faible que possible pour que le choc de courant n'entraîne que des tensions mécaniques aussi réduites que possible. La technique bien connue d'association du tungstène au verre trempé permet de résoudre également ce problème de façon satisfaisante. Le choix du type de verre a été déterminé par la nécessité d'obtenir une soudure verre-métal n'entraînant pas de contraintes de compression trop importantes lorsque le parasurtension n'est pas en charge, de façon à ménager une marge suffisante pour l'à-coup de pression au passage du courant. Le recuit de détente de la soudure présente à ce point de vue un intérêt particulier. Le traitement ultérieur à l'incandescence des électrodes sur le banc de pompage, lequel est inévitable, ne doit pas non plus entraîner de tensions supplémentaires dans le verre.

3.5 Tension statique d'amorçage et tension d'entretien

On entend par «tension statique d'amorçage» la tension d'amorçage du parasurtension pour des surtensions à croissance lente telles que, par exemple, la tension sinusoïdale des réseaux à courant alternatif. La valeur de la tension d'amorçage statique résulte

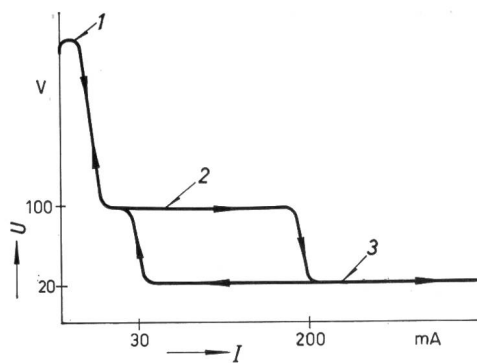


Fig. 3

Strom-Spannungskennlinie eines Überspannungsableiters
1 Ansprechspannung; 2 Gebiet der Glimmentladung; 3 Gebiet der Bogenentladung

Courbe de la caractéristique courant-tension d'un parasurtension
1 tension d'amorçage; 2 décharge à effluve; 3 décharge à arc

der Fall ist, stellt für die Glimm-Brennspannung eine weitere, wichtige Forderung dar. So darf sie hier etwa 70 V nicht unterschreiten, da sonst Gefahr besteht, dass der Ableiter nach Belastung an der Batteriespannung des Telephonnetzes weiterbrennt. Beim Wechselspannungsbetrieb entfällt natürlich diese Begrenzung, da der Ableiter beim Stromnulldurchgang automatisch löscht.

3.6 Isolation, Lebensdauer und Dimensionen

Der Ableiter liegt im Bereich zwischen Telephonleitung und Erde. Die Notwendigkeit, eine einwandfreie Isolation zwischen den Elektroden im nicht-gezündeten Zustand aufrecht zu erhalten, ist offensichtlich. Dies gilt auch dann, wenn der Ableiter durch mehrere starke Entladungen belastet wurde. Die in Figur 1 sichtbaren langen Verglasungen der inneren Durchführungsdrähte ergeben hier einen ausreichend langen Isolationsweg im Innern der Röhre. Auch bei starker Zerstäubung von Elektrodenmaterial unter der Einwirkung der Entladung bleibt der innere Pfad zwischen den Elektroden genügend lange hochisolierend. Für den kürzesten Kriechweg zwischen den Elektroden an der Aussenseite des Ableiters wird dies durch Aufbringen einer Silikonharzschicht gewährleistet. Selbst in feuchter oder kondensierender Atmosphäre wird dadurch einem Zusammenbruch der Isolation vorgebeugt. Die erreichten Isolationswerte liegen auch nach mehrfachen Belastungen über $10^{10} \Omega$.

Die Lebensdauer des Ableiters, die etwa 30 Jahre betragen soll, stellt zwei Probleme in den Vordergrund:

- Halbwertszeit des verwendeten Tritiums von etwa 12 Jahren;
- allgemeine Gasdichtheit.

Wie bereits erwähnt, kann der verhältnismässig kurzen Halbwertszeit des verwendeten β -Strahlers nur durch Überdosierung begegnet werden. Die Dichtheit des Ableiters hängt ausschliesslich an einer einwandfreien Ausführung der Glas-Metall-Verschmel-

de la nature du gaz, de sa pression, de la capacité d'émission, de l'activité et de l'écartement des électrodes. Le gaz rare choisi pour le remplissage de l'ampoule est principalement constitué par de l'argon conduisant à une bonne stabilité. En vue d'obtenir un passage rapide à la zone de décharge à arc, le calcium oxydé a été choisi pour l'activation des électrodes en nickel. La charge interne du parasurtension se trouve ainsi notablement réduite, en particulier lors de son utilisation en courant alternatif, ce qui conduit à une augmentation de sa capacité de charge.

Dès que le parasurtension se trouve amorcé par un choc de tension, son fonctionnement peut être représenté par la courbe caractéristique courant-tension; on se reportera à ce sujet à la figure 3. Pour de faibles intensités traversant le parasurtension, la décharge est en forme d'effluve; pour des intensités dépassant environ 200 mA, la décharge se transforme en décharge à arc. Si l'intensité est ensuite ramenée à 30 mA ou moins, l'arc s'éteint et la décharge reprend la forme d'effluve. Lorsque la surtension est amortie, le parasurtension est prêt pour un nouvel amorçage, après extinction complète. L'extinction du parasurtension placé en dérivation sur une installation à courant continu, comme c'est le cas dans la présente application, pose une autre condition importante pour la tension d'entretien à effluve; celle-ci ne doit dans ce cas pas être inférieure à environ 70 V, sinon il y aurait risque que, après le fonctionnement du parasurtension, l'effluve soit entretenu par la tension de batterie du réseau téléphonique. Ce risque n'existe naturellement pas dans les exploitations à courant alternatif, étant donné que le parasurtension s'éteint automatiquement lorsque le courant passe par la valeur zéro.

3.6 Isolement, durée de service et dimensions

Les parasurtensions étant montés entre la ligne téléphonique et la terre, la nécessité du maintien d'une isolation parfaite entre les électrodes à l'état non amorcé est évidente. Ceci est également vrai après plusieurs fortes décharges. Le revêtement en verre des conducteurs de traversée prolongé sur une grande longueur, comme on peut le voir sur la figure 1, assure une isolation de longueur suffisante à l'intérieur des tubes. Même avec une pulvérisation importante de la matière constituant les électrodes sous l'effet d'une décharge, la ligne de fuite intérieure entre les électrodes reste suffisamment longtemps hautement isolante. L'isolement pour la ligne de fuite extérieure la plus courte entre électrodes est assuré par une couche de résine aux silicones. Tout claquage de l'isolation est ainsi rendu impossible, même en atmosphère humide ou saturée. Même après plusieurs décharges, la résistance d'isolement reste supérieure à $10^{10} \Omega$.

La longévité des parasurtensions, qui doit être d'environ 30 ans, amène au premier plan les deux points suivants:

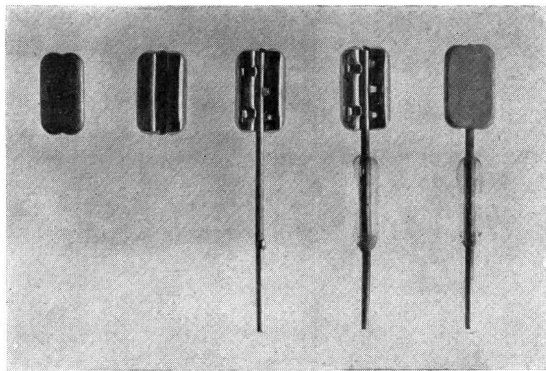


Fig. 4

Elektroden in verschiedenen Fertigungsstufen
Electrodes à différents stades de fabrication

zung. Beste Sicherheit bringt hier eine gute Vorverglasung der Wolfram-Durchführungsdrähte über eine genügend grosse Länge. Die laufende Kontrolle der Farbe der Verschmelzung ist bei der Massenherstellung unerlässlich. Zur stichprobeweisen Prüfung der Dichtheit wird der fertige Ableiter in eine Helium-Überdruckkammer gebracht. Im Falle von Undichtheiten dringt Helium in den Ableiter ein. Bei der nachfolgenden Untersuchung im Massenspektrometer kann das in den Ableiter eingedrungene Helium nachgewiesen werden.

Zur guten Schweissbarkeit der Anschlussdrähte und zur möglichst hohen Korrosionssicherheit kann als Material für die Kontaktschienen Nickel gewählt werden.

3.7 Der Fertigungsablauf

Bei der Herstellung des Ableiters lassen sich fünf Hauptphasen unterscheiden, nämlich:

- Herstellung der einschmelzbereiten Elektroden;
- Anfertigung des pumpfertigen Ableiters; vakuumtechnische Prozesse;
- Sockeln des Ableiters;
- Formieren;
- Prüfen.

Die Einzelschritte der Herstellung der Elektroden zeigt *Figur 4*. Ganz links ist der ausgestanzte Nickelrohling ersichtlich. Aus diesem wird durch Kaltfliesspressen die Elektrode geformt. An dieser wird der Wolfram-Durchführungsdraht durch Einstemmen und Hartlöten befestigt. Anschliessend erfolgt die Vorverglasung. Rechts im Bild wird die einschmelzbereite Elektrode gezeigt, die bereits die Ca-Karbonat-schicht trägt. *Figur 5* zeigt eine Vorrichtung zum Vorverglasen, *Figur 6* eine Horizontaleinschmelzvorrichtung, auf der die Elektroden mit Propan-Sauerstoff-Flammen mit dem Glaskörper verschmolzen werden.

Für die Vakuumprozesse werden die Ableiter mit einem Pumprohr versehen. Aus *Figur 7* ist das Glühen der Elektroden auf dem Pumpstand ersichtlich. Hierbei wird das Carbonat in Dioxid umge-

- La période de semi-transformation d'env. 12 ans du tritium utilisé;
- L'étanchéité vis-à-vis des gaz.

Comme déjà mentionné précédemment, la période de semi-transformation relativement courte de la source de radiation β ne peut être compensée que par un dosage surabondant. L'étanchéité du parasurtension dépend uniquement d'une exécution parfaite de la soudure verre-métal. Les meilleurs résultats dans ce domaine ont été obtenus par un revêtement préalable en verre des fils de traversée en tungstène sur une longueur suffisante. Un contrôle permanent de la couleur pendant la soudure est indispensable pour les fabrications de série. Des essais d'étanchéité sont effectués sur des parasurtensions échantillonnées en les plaçant dans une chambre contenant de l'hélium sous pression. En cas de défaut d'étanchéité, l'hélium ayant pénétré dans l'ampoule est décelé par une analyse au spectromètre de masse.

Le nickel a été choisi pour les barres de contact en raison de sa bonne soudabilité aux fils de raccordement et de sa haute résistance à la corrosion.

3.7 Processus de fabrication

Cinq phases principales peuvent être distinguées dans le processus de fabrication:

- Production des électrodes prêtes à être soudées
- Montage des parasurtensions prêts à être soumis aux opérations de pompage; traitements sous vide
- Montage des socles
- Formage
- Contrôle

Les différentes phases de la fabrication des électrodes sont représentées sur la *figure 4*. On voit, tout à fait à gauche, l'ébauche matricée en nickel à partir de laquelle l'électrode est obtenue sous presse. Le fil de traversée en tungstène est encastré dans



Fig. 5

Vorverglasen von Durchführungsstiften
Revêtement préalable en verre des conducteurs de traversée

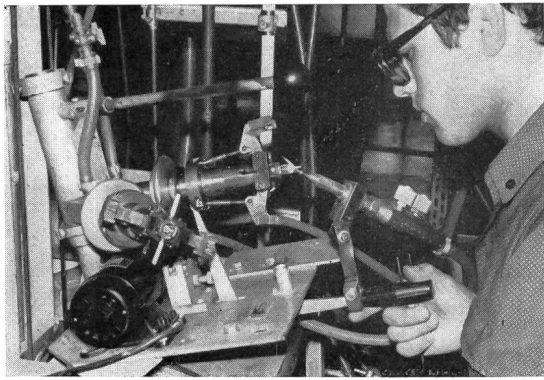


Fig. 6
Einschmelzen der Ableiter
Soudure des parasurtensions

wandelt. Nach dem Füllprozess wird der Ableiter abgezogen und ist damit glas- und vakuumtechnisch fertiggestellt. Es folgen das Reinigen der äusseren Drähte, das Silikonieren der Glasstrecke und Sockeln. Nachher gelangt der Ableiter zum Formieren der Elektroden. Mehrere kurzzeitige, aber starke Wechselstromentladungen geben ihm die endgültigen elektrischen Daten.

In der Schlusskontrolle muss jede Röhre auf alle Daten geprüft werden. Es sind dies die Ansprechspannung auf schnelle Spannungsstösse und die statische Ansprechspannung. Die Zündspannungen müssen in beiden Richtungen ungefähr bei gleichen Werten liegen. Im weiteren wird die Glimm-Brennspannung und die Isolation zwischen den Elektroden geprüft. Zum Schluss erfolgt eine visuelle Inspektion der Schweissstellen zwischen Kontaktschienen und Durchführungsdrähten. Stichprobeweise sollen Belastungs- und Kurzschlussprüfungen vorgenommen werden (Fig. 8).

4. Messergebnisse

Messungen an einem Überspannungsableiter des Typs UA 12 der *Cerberus AG*, Männedorf, ergaben folgende Resultate:

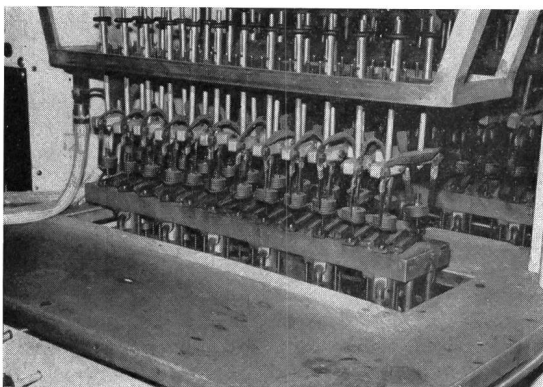


Fig. 7
Ableiter beim Elektrodenglühen auf dem Pumpstand
Electrodes portées à l'incandescence sur le banc de pompage

l'électrode et fixé par brasure. L'électrode reçoit ensuite son revêtement de verre; elle est représentée, à droite de la figure, prête à être soudée dans le verre de l'ampoule et munie d'une couche de carbonate de calcium. La *figure 5* représente un dispositif servant au revêtement préliminaire de l'électrode avec du verre et la *figure 6* un dispositif horizontal de soudure de l'électrode sur l'ampoule de verre au moyen d'un chalumeau à gaz propane et oxygène.

Le parasurtension est muni d'un tube de pompage pour les opérations d'évacuation. On voit sur la *figure 7* comment les électrodes sont portées à l'incandescence sur le banc de pompage, de façon à transformer le carbonate en bioxyde. Après l'opération de remplissage, le parasurtension est fini, en ce qui concerne les techniques du verre et du vide. Après nettoyage des conducteurs extérieurs et application de la couche de silicones sur le verre, le parasurtension est monté sur son socle et soumis au formage des électrodes. Un certain nombre de décharges brèves, mais fortes, en courant alternatif lui confèrent ses caractéristiques électriques définitives.

Toutes les caractéristiques des tubes sont vérifiées au cours d'un contrôle final. Celui-ci porte notamment sur la tension d'amorçage pour des chocs de tension rapides et sur la tension d'amorçage statique. Les tensions d'amorçage doivent avoir sensiblement les mêmes valeurs dans les deux directions. En outre sont vérifiés la tension d'entretien à effluve et l'isolement entre les électrodes. Enfin, il est procédé à une inspection visuelle des soudures entre les barres de contact et les fils de traversée. Des essais de charge et de court-circuit sont effectués sur un certain nombre d'échantillons (fig. 8).

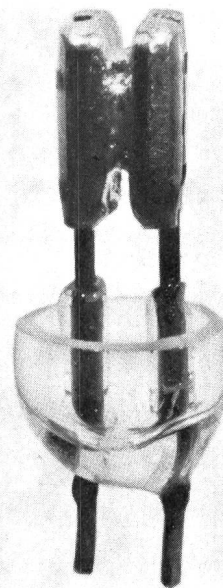


Fig. 8
Ausbildung der kurzschliessenden Schmelzperle
Perle fusible faisant court-circuit

4.1 Ansprechspannung bei langsam steigender Spannung

Die statische Ansprechspannung wird bei der Fabrikation im verlangten Bereich von 220...270 V gehalten und bei der Abnahmekontrolle an jedem Stück gemessen.

4.2 Stossansprechspannung

Die Messung der Stossansprechspannung erfordert ausser einem kleinen Stossgenerator einen Oszillographen mit einer Beschleunigungsspannung von etwa 10 kV sowie einer Bandbreite von mehr als 10 MHz. Für Routinemessungen kann der Oszillograph auch durch ein gutes Stossvoltmeter ersetzt werden, von dem man aber die Gewissheit haben muss, dass es auch noch bei den nach etwa $0,3 \mu\text{s}$ abgeschnittenen Stössen richtig zeigt.

Die Stossansprechspannung beträgt bei einem Scheitelwert des Stosses 1/50 von 2 kV nur etwa 625 V und bleibt auch bei Stössen von 5 kV Scheitelwert (entsprechend $5 \cdot 10^9 \text{ V/s}$) unterhalb 700 V. Die Stossansprechspannung ist sehr konstant und schwankt kaum mehr als $\pm 20 \text{ V}$. *Figur 9* zeigt das Oszillogramm der Prüfung eines Überspannungsableiters UA 12 mit einem Stoss 1/50 von 3,5 kV Scheitelwert; *Figur 10* das Verhalten eines Ableiters ohne ausreichende Vorionisierung unter den gleichen Bedingungen.

4.3 Wechselstrombelastung

Auch nach mehr als 20 Belastungen mit 20 A während 1 s muss die Ansprechspannung noch innerhalb der erweiterten Toleranzen von 195...280 V bleiben. Bei einer Dauerbelastung mit 20 A erfolgt ein Kurzschluss nach frühestens 5 s, auch bei einem Strom von nur 3 A tritt ein Kurzschluss nach frühestens 1,5 min ein. Eine Zerstörung der Ableiter ist praktisch nur bei der Berührung einer Freileitung mit einer Niederspannungsleitung und fehlenden Sicherungen möglich, da der Ableiter auch 50 A während 1 s ohne unzulässige Änderung erträgt.

4.4 Stossbelastung

Der Ableiter hält 50 Stösse mit 8 kA Scheitelwert und $50 \mu\text{s}$ Halbwertszeit aus, ohne dass die Ansprechspannung die erweiterten Toleranzen überschreitet. Die Zerstörungsgrenze liegt bei einer Halbwertszeit

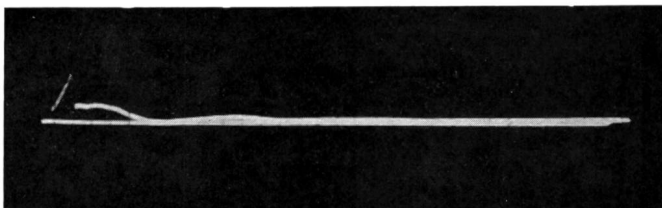


Fig. 9

Begrenzen einer Stossspannung 1/50 von 3,5 kV Scheitelwert mit einem Überspannungsableiter
Limitation d'une tension de choc 1/50 avec valeur de crête de 3,5 kV, au moyen d'un parasurtension

4. Résultats des mesures

Les mesures effectuées sur un parasurtension UA 12 de la maison *Cerberus SA* à Männedorf ont révélé les résultats suivants:

4.1 Tension d'amorçage pour tensions lentement croissantes

La tension d'amorçage statique est maintenue en cours de fabrication entre les limites exigées de 220...270 V et vérifiée par le contrôle de réception pour chaque tube.

4.2 Tension d'amorçage aux chocs de tension

La mesure des tensions d'amorçage aux chocs de tension s'effectue au moyen d'un petit générateur d'ondes de choc et d'un oscillographe présentant une tension d'accélération de 10 kV et une largeur de bande de plus de 10 MHz. Pour les mesures de routine, l'oscillographe peut être remplacé par un bon voltmètre à impulsion, à condition que ses indications soient encore correctes pour des chocs de tension coupés après environ $0,3 \mu\text{s}$.

La tension d'amorçage aux chocs de tension est seulement de 625 V environ pour un choc de 1/50 μs avec crête de 2 kV et elle se maintient en dessous de 700 V même pour des chocs avec crête de 5 kV (correspondant à $5 \cdot 10^9 \text{ V/s}$). Cette tension est très constante et ne varie guère au-delà de $\pm 20 \text{ V}$. La *figure 9* montre l'oscillogramme d'essai d'un parasurtension UA 12 avec un choc de forme 1/50 et une valeur de crête de 3,5 kV, la *figure 10*, sous les mêmes conditions, le comportement d'un parasurtension avec préionisation insuffisante.

4.3 Décharge en courant alternatif

Après plus de 20 décharges de 20 A pendant 1 s, la tension d'amorçage doit encore rester à l'intérieur de la tolérance élargie de 195...280 V. Pour une charge permanente de 20 A, un court-circuit s'établit au plus tôt au bout de 5 s; pour un courant de 3 A seulement, un court-circuit s'établit au plus tôt au bout de 1,5 min. La destruction du parasurtension n'est pratiquement possible que par contact d'une ligne aérienne avec une ligne basse tension et en l'absence de limiteurs d'intensité, étant donné que le parasurtension supporte jusqu'à 50 A pendant 1 s sans modification inacceptable de ses caractéristiques.

4.4 Décharge de chocs

Le parasurtension supporte 50 chocs d'une amplitude de crête de 8 kA et d'une durée à mi-amplitude de $50 \mu\text{s}$ sans que la tension d'amorçage dépasse les limites de la tolérance élargie. Pour une durée à mi-amplitude de $20 \mu\text{s}$, la limite de destruction se situe à environ 17 kA; pour une durée à mi-amplitude de $250 \mu\text{s}$, elle est de 5 kA. Ce n'est donc que par des coups de foudre violents et proches sur une ligne aérienne que le parasurtension peut être détruit.

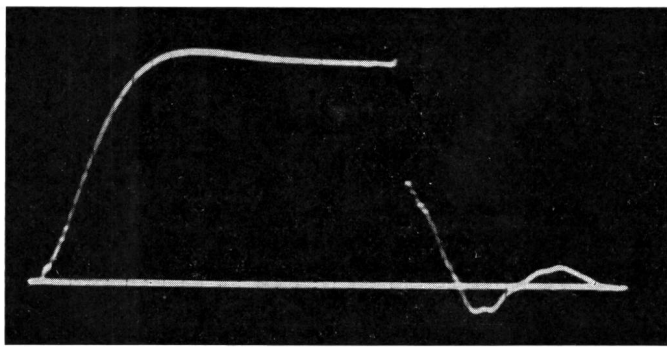


Fig. 10

Verhalten eines Gasableiters ohne ausreichende Vorionisierung unter den gleichen Verhältnissen wie in Fig. 9

Comportement d'un parasurtension à gaz rare sans préionisation suffisante, dans les mêmes conditions que pour la fig. 9

des Stosses von 20 μ s bei etwa 17 kA; bei 250 μ s beträgt der Grenzstrom 5 kA. Der Ableiter kann daher nur bei starken nahen Einschlägen in eine Freileitung zerstört werden.

4.5 Verschiedenes

Auch nach den Belastungsprüfungen hat der Ableiter einen Isolationswiderstand von mindestens $10^{10} \Omega$. Er emittiert keine radioaktive Strahlung und verlangt deshalb auch bei der Anwendung grosser Stückzahlen keine Vorsichtsmassnahmen. Seine Brennspannung im Glimmzustand ist höher als 70 V und liegt daher genügend oberhalb der üblichen Spannungen der Telephonzentralen von 48 und 60 V. Es besteht daher keine Gefahr, dass ein Ableiter nach dem Ansprechen unter dem Einfluss der Betriebsspannung gezündet bleibt. Wird der Ableiter aber ausnahmsweise in Anlagen mit wesentlich höherer Betriebsspannung eingesetzt, so muss unter Umständen durch geeignete Massnahmen ein Lösen erzwungen werden.

5. Anwendungsmöglichkeiten

Trotz seines kleinen Volumens hat der Ableiter eine hohe Belastbarkeit, die die Anforderungen des Betriebes voll erfüllt. Er wird im Netz der PTT für verschiedene Aufgaben eingesetzt, von denen nachstehend einige charakteristische erwähnt sind:

5.1 Begrenzen von Überspannungen in bestehenden Kabelanlagen

Wird durch den Neubau einer Hochspannungsfreileitung eine bestehende Kabelanlage induktiv beeinflusst, so können für den Schutz der Anlage an den Enden der beeinflussten Strecke Ableiter auf alle Adern geschaltet werden. Dadurch werden aber die Wirkungen von Erdschlüssen, die zwischen den Endpunkten auftreten, nicht voll erfasst. Die Strecke wird daher durch den Einbau weiterer Ableiter in Abständen, die einer Längsspannung von etwa 800 V entsprechen, unterteilt. Wenn die Längsspannung auf der ganzen Strecke einige kV erreicht oder

4.5 Divers

Même après les essais de charge, les parasurtensions présentent encore une résistance d'isolement de $10^{10} \Omega$ au moins. Ils n'émettent pas de radiations radioactives, de sorte que, même employés en grand nombre, ils ne nécessitent pas de mesures de protection. Leur tension d'entretien à effluve, supérieure à 70 V, se trouve suffisamment élevée par rapport aux tensions usuelles des centraux qui sont de 48 ou 60 V pour éliminer le risque de voir un parasurtension rester amorcé sous l'effet de la tension d'exploitation. Dans le cas exceptionnel où les parasurtensions sont employés dans un réseau fonctionnant avec une tension sensiblement plus élevée, des mesures appropriées devront éventuellement être prises pour provoquer l'extinction.

5. Possibilités d'application

Malgré leur faible volume, les parasurtensions possèdent une capacité de charge élevée répondant à toutes les exigences de l'exploitation. Ils sont utilisés sur les réseaux des PTT pour différentes applications dont quelques-unes parmi les plus typiques sont mentionnées ci-après:

5.1 Limitation des surtensions dans des câbles existants

Lorsqu'un câble existant se trouve inductivement influencé par une nouvelle ligne à haute tension, des parasurtensions peuvent être montés sur tous les conducteurs aux extrémités de la section du câble perturbé, de façon à protéger l'installation. Cette protection ne s'étend cependant pas complètement aux mises à la terre pouvant se produire entre les extrémités de la section et d'autres parasurtensions doivent être installés sur celle-ci à des intervalles correspondant à une tension longitudinale d'environ 800 V. Lorsque la tension longitudinale de la section entière atteint quelques kV ou lorsque apparaissent des courants d'une intensité inadmissible, comme cela se produit par exemple également pour des lignes aériennes, il devient difficile d'éviter la pose d'un câble spécial.

5.2 Protection des postes d'abonnés contre les surtensions

Entre les lignes aériennes et les installations dans les immeubles étaient jusqu'à présent montés des parafoudres à charbon précédés de fusibles. Ces fusibles (d'une intensité de coupure de 3 A) fondaient fréquemment au cours des orages. La haute aptitude des parasurtensions UA 12 à supporter les chocs de décharge a permis de supprimer les fusibles, ce qui a eu pour effet d'augmenter notablement la sûreté de fonctionnement des installations tout en réduisant les dépenses d'entretien. Les appareils se trouvent en outre efficacement protégés en raison de la faible valeur de la tension d'amorçage aux chocs. Les essais effectués jusqu'à présent à grande échelle permettent d'espérer que, dans un proche avenir, la protection des installations sans fusibles pourra être généralisée.

wenn unzulässig hohe Ströme auftreten, wie das zum Beispiel auch bei Freileitungen der Fall sein kann, ist jedoch die Verlegung eines Spezialkabels kaum zu umgehen.

5.2 Schutz der Teilnehmeranlagen gegen Überspannungen

Zwischen einer Freileitung und der Installation im Gebäude befand sich schon bisher ein Kohleableiter mit vorgeschalteter Sicherung. Diese Sicherungen (Grenzauslösestrom 3 A) schmolzen jedoch bei Gewittern sehr häufig durch. Die hohe Stossbelastbarkeit des UA 12 erlaubte, auf die Sicherung zu verzichten, wodurch die Betriebssicherheit der Anlagen stark erhöht und die Unterhaltskosten reduziert wurden. Gleichzeitig werden die Apparate durch die tiefe Stossansprechspannung wirksam geschützt. Die bisherigen Grossversuche lassen die Hoffnung zu, dass der Schutz ohne Schmelzsicherung in absehbarer Zeit allgemein eingeführt wird. Besondere Massnahmen sind aber nötig bei Freileitungen, die Niederspannungsleitungen kreuzen.

5.3 Schutz von Kabeln beim Übergang auf Freileitungen

Die Probleme sind ähnlich wie unter 5.2 und werden gleich gelöst. Die Ableiter werden zwischen jede Ader und den Kabelmantel geschaltet. Man muss sich aber bewusst sein, dass die Ableiter nur die Spannung am Einbauort begrenzen. Bei einem sehr starken Stossstrom baut sich unter dem Einfluss des Spannungsabfalls auf dem Mantel auf einer Strecke von einigen hundert Metern wieder eine Spannung auf, die das Kabel dort erneut gefährden kann. Die gleiche Gefahr besteht bei einem direkten Einschlag in das Kabel, der in Gebieten mit schlechter Bodenleitfähigkeit eine reelle Gefahr darstellt. Da man die Ableiter nicht in derart kurzen Abständen einbauen kann, die für den Schutz des Kabels nötig waren, kommt man in kritischen Fällen nicht ohne Spezialkabel aus. In nicht extrem gefährdeten Gebieten genügt jedoch ein Schutz des Kabels am Übergang auf die Freileitung vollständig.

5.4 Schutz empfindlicher Apparate gegen Überspannungen

Eine begrenzte Zahl von Elementen, die in der Nachrichtentechnik verwendet werden, kann mit verhältnismässig kleinem Mehraufwand so gebaut werden, dass sie auch hohen Stossspannungen zu widerstehen vermögen, wie etwa Linienrelais in Telephonzentralen, Umschaltrelais für Gemeinschaftsanschlüsse usw. In vielen Fällen kann aber eine Stossspannungsfestigkeit von mehreren kV nur mit unverhältnismässig grossen Schwierigkeiten und Kosten erreicht werden. Das betrifft zum Beispiel Filter zum Aussieben bestimmter Frequenzbereiche für Fernsteuerungsanlagen sowie die meisten Apparate, die Halbleiter als passive oder aktive Elemente enthalten. So übernehmen beispielsweise Spannungs-

Des précautions particulières s'imposent cependant pour les lignes téléphoniques aériennes croisant des lignes à basse tension.

5.3 Protection des câbles au passage en aérien

Le problème est similaire à celui du paragraphe 5.2 et se résout de façon analogue. Les parasurtensions sont montées entre chaque conducteur et l'enveloppe du câble. Il convient cependant de se rappeler que les parasurtensions ne limitent la tension qu'à l'endroit où ils sont montés. Avec des courants de choc élevés, de nouvelles tensions prennent naissance du fait de la chute de tension dans l'enveloppe du câble et peuvent, sur quelques centaines de mètres, constituer une nouvelle menace pour le câble. Le même risque se présente lors d'un coup de foudre direct dans le câble, lequel constitue un réel danger dans les régions où le sol est mauvais conducteur. Etant donné qu'il n'est pas possible d'installer des parasurtensions à des intervalles suffisamment rapprochés pour assurer la protection du câble, on ne peut dans les cas critiques éviter l'emploi d'un câble spécial. Dans les régions qui ne sont pas particulièrement exposées, la protection du câble au passage sur la ligne aérienne est cependant tout à fait suffisante.

5.4 Protection d'appareils délicats contre les surtensions

Les appareils utilisés dans la technique de l'information, qui peuvent être construits de façon à résister à des chocs de tension élevés sans frais excessifs, comme c'est le cas par exemple pour des relais de ligne dans les centraux téléphoniques ou les relais de commutation pour des raccordements collectifs, etc., sont en nombre relativement restreint. Dans de nombreux cas, une résistance à des chocs de tension de plusieurs kV ne peut être obtenue qu'au prix de grandes difficultés et de dépenses importantes. C'est le cas en particulier pour les filtres servant à isoler certaines gammes de fréquence dans les installations de commande à distance et pour la plupart des appareils comportant comme organes actifs ou passifs des semi-conducteurs. C'est ainsi par exemple que la protection des nouvelles installations à 12 kHz des PTT pour la transmission des taxes et les amplificateurs de ligne pour les petits câbles coaxiaux équipés avec des transistors est assurée par des parasurtensions; la protection de ces installations est particulièrement importante parce qu'une très grande sûreté de marche est exigée de ces systèmes de liaison à grande capacité et que les réparations ne peuvent s'effectuer qu'au prix d'une certaine perte de temps. Les amplificateurs sont disposés à intervalles rapprochés le long du câble dans des chambres enterrées.

La protection des appareils comportant des amplificateurs à transistors et autres semi-conducteurs contre les surtensions sur les lignes auxquelles ils sont reliés doit être étudiée avec le même soin que les autres caractéristiques de ceux-ci, faute de quoi

ableiter den Schutz der neuen Ausrüstungen für die 12-kHz-Gebührenmelder der PTT und der mit Transistoren bestückten Leitungsverstärker für Klein-Koaxialkabel. Deren Schutz ist deshalb so wichtig, weil von diesen leistungsfähigen Nachrichtenverbindungen eine sehr hohe Betriebssicherheit verlangt wird und Reparaturen nur mit einem gewissen Zeitverlust ausgeführt werden können. Die Verstärker befinden sich in kurzen Abständen längs des Kabels in unterirdischen Schächten.

Der Schutz von Geräten mit Transistorverstärkern und anderen Halbleitern gegen Überspannungen auf den angeschlossenen Leitungen muss ebenso sorgfältig geplant werden wie deren übrige Eigenschaften, sonst sind Ausfälle unvermeidlich, denn Überspannungen auf Kabeln sind ebenfalls sehr häufig zu erwarten, besonders in Gebieten mit erhöhter

des défections sont inévitables, étant donné que les surtensions sont également fréquentes dans les câbles, particulièrement dans les régions exposées aux orages et dans les zones d'influence des lignes à haute tension.

On utilisera dans la majorité des cas des parasurtensions pour la protection primaire des appareils transistorisés, les tensions résiduelles étant limitées au moyen de diodes ou de diodes Zener.

Blitzgefahr und im Einflussbereich von Hochspannungsleitungen.

Man wird in den meisten Fällen für den Grobschutz von Transistorgeräten Spannungsableiter einsetzen und die Restspannungen durch vorgespannte Dioden oder Zenerdioden begrenzen.

Adressen der Autoren: Dr. G. Brumm, Cerberus AG, 8708 Männedorf, und H. Meister, Abteilung Forschung und Versuche, Generaldirektion PTT, Speichergasse 6, 3000 Bern.

Hinweis auf eingegangene Bücher

Hildebrand L. Elektronische Fernsteuerungen. Band I. 10., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin, Jakob-Schneider-Verlag, 1966. 96 S., 62 Abb. Preis Fr. 10.20.

Dieses von *Werner W. Diefenbach* herausgegebene Einführungswerk in die elektronische Fernsteuerung wurde für die 10. Auflage völlig neu gestaltet und in vielen Abschnitten dem heutigen Stand der Technik angepasst. Es befasst sich nach einer Einführung mit den verschiedenen Sender- und Empfängerschaltungen und berücksichtigt dann Antennen, Relais und Steuermaschinen. Für den Konstrukteur sind ferner Ausführungen über Stromversorgung, Kleinbauteile, Messgeräte und -verfahren wichtig. Ein weiteres Kapitel macht mit industriellen Fernsteueranlagen, ein anderes mit Fernsteuer-Bausätzen und deren Baubeschreibung bekannt. Der Anhang schliesslich bringt wertvolle Arbeitsunterlagen und Tips für die Gerätepraxis sowie ein Literaturverzeichnis und ein Sachwortregister über den Inhalt. Fernsteuer-Freunde, ob Anfänger oder nicht, werden aus diesem Bändchen für ihr Hobby Nutzen ziehen können. *Ko.*

Boeckmann J. L. Versuch über Telegraphie und Telegraphen. Erschienen 1794 in Karlsruhe. Düsseldorf, VDI-Verlag, 1966 (Faksimile-Druck). 120 S., 3 Faltafeln. Preis Fr. 17.50

Es ist reizvoll, in dieser Faksimileausgabe eines 1794 erschienenen Versuches «über Telegraphie und Telegraphen, nebst der Beschreibung und Vereinfachung des französischen Telegraphen und der Anzeige einiger vorgeschlagener neuerer Methoden» zu lesen, wie dessen Autor, J. L. Boeckmann, Professor zu Karlsruhe, seinen Zeitgenossen Werden und Wesen des Telegraphen erläut-

tert. Seine Ausführungen gehen zurück bis ins Altertum und erwähnen die Bemühungen seiner Zeit, die «Schreibkunst in die Ferne, das Telegraphic» mit Hilfe von Schall, Licht oder Elektrizität zu verbessern. Seine technischen Beschreibungen vermitteln dem Leser (von heute) interessante Einblicke in die damaligen Zeitverhältnisse und deren technischen Entwicklungsstand. Mit sicherer Vorahnung erkennt der Autor das beginnende technische Zeitalter und die für dieses wichtige Nachrichtentechnik. Dass er nicht von allen Zeitgenossen verstanden werden würde, lässt sich aus dem Leitsatz erkennen, der am Anfang des Büchleins zu lesen steht:

«Der irrt, wer alles schon für aufgefunden hält –
Der nimmt den Horizont für Grenzen einer Welt!» *Ko.*

Hauff V. Wörterbuch der Datenverarbeitung. Stuttgart, Franck'sche Verlagshandlung, 1966. 84 S. Preis Fr. 10.60.

Neue Techniken schaffen stets neue Begriffe. Diese sind zwar dem Fachmann im allgemeinen geläufig, Aussenstehenden aber vielfach in ihrem Sinn unvollständig deutbar. Das «Wörterbuch der Datenverarbeitung» versucht, hier eine Lücke zu schliessen, indem auf rund 80 Seiten die wichtigsten und am häufigsten vorkommenden Fachausdrücke der Datenverarbeitung zusammengestellt und kurz erläutert werden. Das vorliegende Wörterbuch hat zwei Teile: im ersten, dem Hauptteil (65 Seiten) werden alphabetisch geordnet Fachausdrücke und Abkürzungen erklärt. Im Anhang (10 Seiten) findet der Leser ein Verzeichnis der wichtigsten amerikanischen Fachausdrücke zusammen mit der deutschen Übersetzung. *Ko.*