

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 26 (1935)  
**Heft:** 9

**Rubrik:** Communications ASE

### **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:** 26.04.2025

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

Viele Besucher der Messe interessieren sich für die Wolframfabrikation, die auf einer Tafel illustriert wird, und zwar von der Wolframsäure bis zum feinsten Leucht draht von  $\frac{1}{100}$  mm. Die Gloria-Glühlampenfabrik ist das einzige Unternehmen, welches den Wolframdraht in der Schweiz herstellt.

Als weitere Ausstellerin von Glühlampen ist die Glühlampenfabrik Fribourg zu erwähnen.

Die Werbung durch Lichtreklame wird in den Ständen der Firmen Lero A.-G., Bern; Lichtreflex A.-G., Basel; Kisslig Ernst, Bern; Tobler Jakob, Zürich, und Suisneon A.-G., Basel, demonstriert.

Dieser Bericht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, weder in bezug auf Aussteller noch in bezug auf ausgestellte Gegenstände. Genaue Auskunft hierüber gibt der Messekatalog. Wir wollten nur einen ungefähren Ueberblick über das Fabri-

Im Stand der Firma Fratelli Pagani, Mendrisio, sind verschiedene Taschenlampen, Traglampen und Fahrradlampen zu sehen.

Zum Schlusse erwähnen wir noch die Aussteller von Oelfeuerungsanlagen, zu deren Betrieb die Elektrizität Verwendung findet. Es sind dies die Firmen Cuénod, Genève; Feuerungsbau A.-G., Zürich; Six Madun-Werke, Sissach; Ruegger & Co., Küsnacht (Zürich); Stereo-Handels A.-G., Basel; Oertli, Zürich; S. A. d'Interrupteurs et Commutateurs automatiques, Lausanne; Schelker & Tanner, Basel; Bachmann & Co., Basel; Brevo A.-G., Horgen; Oelheizungs A.-G. Flexflam, Zürich.

kationsprogramm und den heutigen Stand der schweizerischen Elektroindustrie geben. Auf die Illustrierung des Berichtes mussten wir aus Platz- und Zeitmangel verzichten.

## Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

### Dachankereinbindung für Ortsnetze.

Von Ph. Müller, Strassburg i. E.

621.315.654

#### I. Allgemeines.

Aus ästhetischen Gründen werden Freileitungs-Ortsnetze oft auf Dachständern gebaut, die aus Gasrohr von 2 bis  $3\frac{1}{2}$  Zoll bestehen. Der Abstand des untersten Drahtes der Freileitung vom Dach ist durch die Bundesverordnung über Starkstromanlagen, § 108, auf 1,8 m festgesetzt, wodurch ebenfalls die minimale Höhe der Dachständer bestimmt ist. Wegen der begrenzten Festigkeit der Dachstühle und auch aus ökonomischen Gründen werden Dachständer von allzu gro-

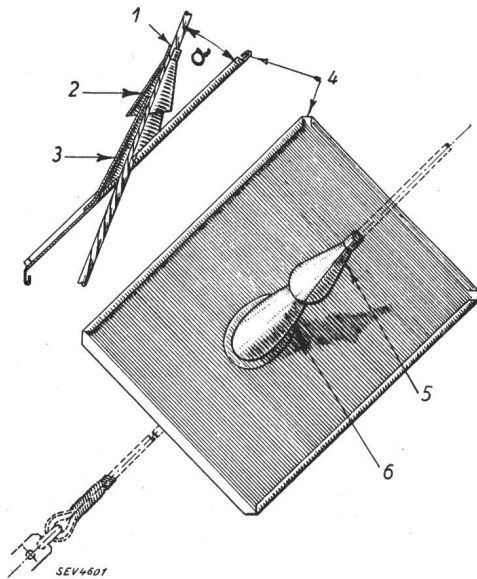


Fig. 1.

Kegelförmige Dachankereinbindung, die schlechte Resultate ergab.

- 1 Lötung nach Montage. 3, 6 Unterer Kegel.  
2, 5 Oberer Kegel. 4 Einführungplatte.

sem Durchmesser vermieden, dafür werden die Dachständer aber oft durch einen oder mehrere Anker verstärkt, die meistens am Dach montiert sind und die Dachbedeckung aus Ziegeln oder Schiefer durchdringen. An allen Punkten, an denen das Ortsnetz einen Winkel oder einen Abzweig bildet, wird der Dachständer verankert. Die Länge des Dachankers über dem Dach beträgt in der Regel mehr als 2 m. Die Regenmenge, welche auf den Dachanker fällt, an diesem entlang läuft und in das Dach einzudringen sucht, ist bedeutend. Bei undichter Dachankereinbindung werden durch das Regen-

wasser an Zimmerdecken usw. Schäden verursacht, die vom Besitzer des Ortsnetzes repariert oder vergütet werden müssen und dadurch Unkosten verursachen. Es ist also wichtig, dass die Dachankereinbindungen absolut dicht sind.

#### II. Die kegelförmige Einbindung.

Die bisher am meisten verwendete, kegelförmige Dachankereinbindung besteht gemäss Fig. 1 aus der Einführungsplatte und dem unteren und oberen Einführungskegel. Der untere Kegel ist an die Einführungsplatte und der obere Kegel an das Dachankerseil angelötet. Der Einführungs- winkel  $\alpha$ , der durch das Ankerseil und das Dach gebildet

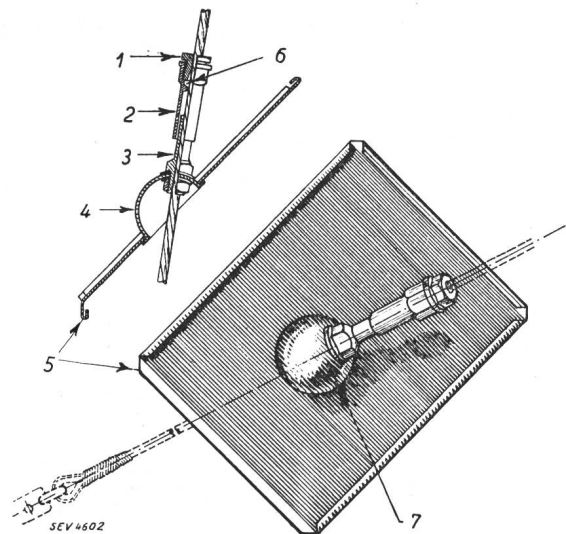


Fig. 2.

Dachankereinbindung mit Halbkugel und Stopfbüchse, die sehr gute Resultate ergab.

- 1 Press-Schraube } Stopfbüchse 4, 7 Halbkugel.  
2 Oberer Schaft } 5 Einführungplatte.  
3 Unterer Schaft. 6 Abdichtung durch Hanf und Mennig.

wird, ändert sich von Anker zu Anker. Es ist deshalb erforderlich, die Dachankereinbindung dem jeweiligen Dachankereinführungswinkel am Platze anzupassen. Dieses Anpassen und besonders das Lötten am Platze machen die Montage der kegelförmigen Dachankereinbindung umständlich. Ausserdem ist es trotz aller Sorgfalt beim Anlöten des oberen Kegels am Ankerseil schwer möglich, das Durchsickern des Regenwassers, das zwischen den Litzendrähten des Ankerseiles dem Seil entlang fliesst, durch die Dachankereinbindung zu verhindern.

Das Lötten am Platze, das in vielen Fällen brandgefährlich ist (Heu oder Stroh in Scheunen usw.) kann wohl vermieden werden, indem man in der Werkstatt Dachankereinbindungen in grösserer Zahl für verschiedene Einführungswinkel herstellt, diese an die Baustelle transportiert und dort für jeden Dachanker diejenige Einbindung auswählt, deren Einführungswinkel demjenigen des jeweils zu montierenden Dachankers entspricht. In der Regel hat man jedoch bei diesem Verfahren die genau passende Einbindung trotz grosser Auswahl an der Baustelle doch nicht zur Hand, so dass letzten Endes doch Einbindungen montiert werden, deren Einführungswinkel nicht dem tatsächlich vorhandenen entspricht und die daher nach kurzer Zeit durch die Vibrationen des Ankerseils zerreißen und undicht werden. Der obere Einführungskegel könnte am Ankerseil mit einer Schelle angeklemt, statt angelötet werden. Man wird jedoch feststellen, dass das Regenwasser, das zwischen den Litzendrähten am Ankerseil entlang fliesst, durch die Einbindung durchsickert, trotzdem die Befestigungsschelle des oberen Einführungskegels fest angezogen ist.

### III. Die neue Einbindung.

Diese Nachteile werden durch die in Fig. 2 abgebildete Dachankereinbindung mit Halbkugel und Stopfbüchse vermieden. Diese Einbindung unterscheidet sich von der in Fig. 1 abgebildeten kegelförmigen Einbindung prinzipiell dadurch, dass der untere Einführungskegel durch eine Halbkugel mit unterem Einführungsschaft und der obere Einführungskegel durch den oberen Einführungsschaft mit Stopfbüchse ersetzt ist. Der untere Einführungsschaft wird am Platze in Richtung des Ankerseiles an der Halbkugel montiert. Um diese Montage entsprechend dem Einführungs-

winkel des jeweils zu montierenden Ankers durchzuführen, wurde anfänglich eine besondere Schablone verwendet, mit welcher derjenige Punkt an der Halbkugel bestimmt wurde, durch welchen die Längsachse des Ankerseiles hindurchführt. Diese Schablone hat sich jedoch in der Praxis mit der Zeit als überflüssig erwiesen, da sich der genannte Punkt an der Halbkugel durch eine an Stelle des definitiven Ankerseiles provisorisch gespannte Schnur leicht festlegen lässt.



Fig. 3.  
Dachankereinbindung auf  
Ziegeldach.

Durchsickern des Regenwassers zwischen den Litzendrähten verhindert.

Mehrere Tausend der neuen Dachankereinbindung mit Halbkugel und Stopfbüchse sind im Elsass seit etlichen Jahren zur vollen Zufriedenheit aller Interessenten montiert (im Versorgungsgebiet der Electricité de Strasbourg allein ungefähr 12 000 Stück). Fig. 3 zeigt eine solche auf Ziegeldach ausgeführte Dachankereinbindung.

## Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

### Die von der Ultrastrahlung erzeugte elektrische Leitfähigkeit der unteren Atmosphäre.

537.59 : 621.396.812

Als «untere» Atmosphäre wird das Gebiet von etwa 2 bis 70 km Höhe bezeichnet, in welchem die Ionisierung der Luft in erster Linie durch die Ultrastrahlung zustande kommt, während unterhalb, am Boden, die radioaktive Boden- und Luftstrahlung dafür massgebend ist, und oberhalb, in den Heaviside-Schichten, hauptsächlich das ultraviolette Licht der Sonne die Ionisierung bewirkt.

Als Grundlage dienen die Messungen des Intensitätsverlaufes der Ultrastrahlung in der unteren Atmosphäre von E. Regener, W. Kolhörster, A. Piccard und M. Cosyns, R. A. Millikan und J. S. Bowen. Aus dem Intensitätsverlauf der Ultrastrahlung können auf die Eigenschaften der Ultrastrahlung Schlüsse gezogen werden; Zusammenhänge müssen beispielsweise auch zwischen der Ionisierung der Atmosphäre durch die Ultrastrahlung und der Ausbreitung langer Radiowellen bestehen. Bezüglich der Frage, was eigentlich in den Ionisationskammern gemessen und als Intensität der Ultrastrahlung bezeichnet wird, haben H. Kulenkampf und L. H. Gray gezeigt, dass man den Strom der Elektronen misst, die, gleichgültig, ob sie primär oder sekundär, negativ oder positiv sind, von allen Seiten die Ionisationskammer durchdringen. Diese Elektronen haben Reichweiten von 1 km Normalluft bis viele 100 km Normalluft, je nach der Härte der Strahlen. Infolgedessen spielen die wenigen in den Wänden der Ionisationskammer ausgelösten Sekundärstrahlen bei den benutzten Anordnungen keine Rolle gegenüber den Sekundärstrahlen, welche in dem grossen Volumen der umgebenden Luft ausgelöst werden und ebenfalls die Ionisationskammer durchdringen. Aus der Intensität  $J$ , gemessen durch die Anzahl der Ionenpaare  $J$ , welche in der Kammer bei 1 Atm. Luft in  $\text{cm}^3$  und in der Sekunde erzeugt werden, ergibt sich die Ionisierungsstärke  $q$  der Ultrastrahlung in der freien Atmosphäre durch Umrechnung mit dem Dichteverhältnis nach der Beziehung

$$q_p = \frac{\rho_p}{\rho_{\text{Kammer}}} \cdot J \left[ \frac{\text{Ionenpaare}}{\text{cm}^3 \cdot \text{s}} \right]$$

wobei der Index  $p$  den Druck in der jeweiligen betrachteten Höhe  $h$  bedeutet. Die Intensität der Ultrastrahlung wurde als Funktion des Luftdruckes gemessen. Es wird also zur Umrechnung noch die Temperatur benötigt. Diese ist jedoch

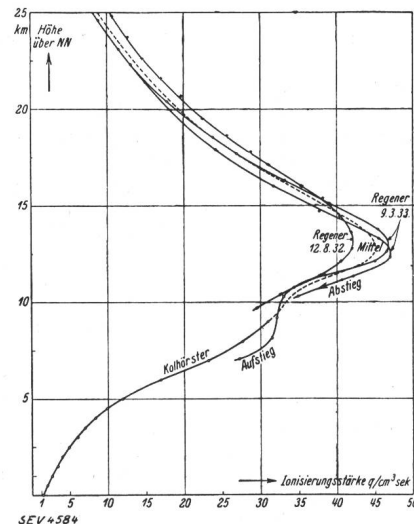


Fig. 1.

Der Verlauf der Ionisierungsstärke  $q$  der Ultrastrahlung mit der Höhe in der freien Atmosphäre.

Ionisierungsstärke  $q$  ausgedrückt durch die Zahl der Ionenpaare, welche die Ultrastrahlung in der freien Atmosphäre im  $\text{cm}^3$  pro Sekunde bildet.

nur für die beiden Aufstiege von E. Regener vom 12. August 1932 und vom 9. März 1933 bekannt. Die Zahlenwerte, die sich aus diesen Messungen ergeben, sind in Fig. 1 eingetragen, und zwar als Abszisse die Ionisierungsstärke  $q$  ausgedrückt durch die Zahl der Ionenpaare, welche die Ultrastrahlung

lung in der freien Atmosphäre im  $\text{cm}^3$  pro Sekunde bildet, und als Ordinate die berechnete Höhe in km.

Das auffallendste Merkmal der Kurven, das sich aber auch bei allen anderen gemessenen Intensitätskurven findet, ist die klare Ausbildung eines *Maximums der Ionisierungsstärke*  $q$  in einer Höhe von 13 km. Die Ionisierungsstärke erreicht dort den Wert  $q_{\text{max}} = 45$  Ionenpaare/ $\text{cm}^3 \cdot \text{s}$ . Dieses Maximum kommt folgendermassen zustande: In grossen Höhen ist die Intensität der Ultrastrahlung noch wenig geschwächt, aber die Dichte der durchstrahlten Luft gering, so dass nur wenige Ionenpaare gebildet werden, während in geringerer Höhe die Dichte wohl gross, aber die Strahlung schon so geschwächt ist, dass die Ionisation wieder klein wird. Dazwischen bildet sich das Maximum der Ionisierung.

Damit ist gezeigt, dass in der Erdatmosphäre ausser den *Kennelly-Heaviside-Schichten* mit ihren maximalen Ionendichten in etwa 100 km Höhe und darüber auch noch eine Ultrastrahlungsschicht vorhanden ist, die jedoch wegen des grösseren Durchdringungsvermögens der Ultrastrahlung weit näher an der Erdoberfläche liegt. Der wesentliche Unterschied beider Schichten besteht darin, dass die *Heaviside-Schicht* etwa  $10^4$  freie Elektronen, die Ultrastrahlungsschicht aber maximal  $10^4$  Ionenpaare im  $\text{cm}^3$  enthält. Die Ultrastrahlungsschicht hat also keinen Einfluss auf die kurzen Radiowellen, sondern sie kann nur die Ausbreitung der langen Radiowellen beeinflussen.

In Fig. 2 ist noch der Ionengehalt und die elektrische Leitfähigkeit der Ultrastrahlungsschicht als Funktion der Höhe über dem Erdboden aufgetragen.

Der Ionengehalt  $n$  pro  $\text{cm}^3$  wurde berechnet aus  $n = \sqrt{\frac{q}{\alpha}} \text{ cm}^{-3}$ , wobei  $\alpha$  der dem Druck proportionale Wiedervereinigungskoeffizient ist. Die elektrische Leitfähigkeit  $\lambda$  pro Ohm und cm folgt aus  $\lambda = n \cdot \epsilon \cdot v \text{ Ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ , wo  $\epsilon$  die Elementarladung  $1,59 \cdot 10^{-19}$  Coulomb und  $v$  die Summe der Ionenbeweglichkeiten in  $\text{cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$  bedeuten. Die Ionenbeweglichkeiten sind umgekehrt proportional dem Druck. Jedoch zeigen die negativen Ionen bei einem Druck unter 100 mm Hg Abweichungen hiervon, weil bei diesen geringen Drucken Elektronen frei bestehen können.

An dem Resultat von *H. Benndorf*, dass die Ultrastrahlung als Ionisationsquelle der *Heaviside-Schicht* bei Nacht massgebend sei, kann nach diesen Ergebnissen nicht mehr festgehalten werden. Die nächtliche Leitfähigkeit ist offenbar

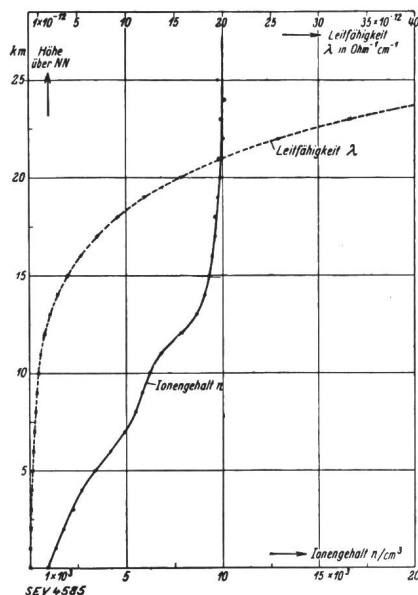


Fig. 2.

Darstellung des Ionengehaltes und der elektrischen Leitfähigkeit der Ultrastrahlungsschicht in Abhängigkeit von der Höhe über dem Erdboden.

wegen der bei niedrigem Druck geringen Wiedervereinigung der Ionen lediglich eine Nachwirkung der von der Sonne herrührenden Ionisation während des Tages. — (Ernst Lenz, *Z. Hochfrequenztechn. u. Elektroakustik* Bd. 43 (1934), Nr. 2, S. 47. Vortrag, gehalten in der Schweiz. Physikalischen Gesellschaft in Altdorf 1933.) *H. B.*

## Literatur. — Bibliographie.

389.6(43) : 621.3

Nr. 1048

**Vorschriftenbuch des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE).** Herausgegeben durch die Geschäftsstelle des VDE. Zwanzigste Auflage. Nach dem Stande am 1. Januar 1935. 1325 S., A5, zahlreiche Fig. und Tab. Im Verlag des VDE, Berlin 1935. Preis in Leinen mit Daumenregister RM. 16.20 (VDE-Mitglieder RM. 14.60).

Diese neue Auflage des «freiwilligen Gesetzbuches der deutschen Elektrotechnik» schliesst sich in Aufbau und Ausstattung eng an die vorhergegangene an, deren Neuerungen — systematische Gruppeneinteilung nach den bleibenden Arbeitsnummern, Leitkartons, Dünndruckpapier usw. — sich bewährt haben, so dass sie unverändert beibehalten werden konnten. Hingegen haben sich bedeutende inhaltliche Änderungen ergeben, wie es bei einem solchen Werk, das den Fortschritten von Wissenschaft und Technik folgen muss, nicht anders sein kann. Es sind nun 108 VDE-Arbeiten in diesem Band zusammengefasst, wovon rund ein Drittel zum erstenmal aufgenommen, neu bearbeitet oder seit der vorhergegangenen 19. Auflage — die 1933 erschien — mehr oder weniger stark geändert worden sind. Wenn sich der Umfang des Bandes trotzdem um nur 50 Seiten vermehrte, so ist dies dem überall bei den neuen Arbeiten zutage tretenden Streben nach strafferer Fassung zu danken, das indes die nötige Klarheit und Eindeutigkeit der Vorschriften keineswegs beeinträchtigt. In grossem Masse ist auch von der Zusammenfassung des Materials in Tabellen und — besonders in den neuen Leitsätzen zur Rundfunkstörung — von schematischen Zeichnungen Gebrauch gemacht, die die Anschaulichkeit weiter erhöhen und die Auffassung des Textes erleichtern.

Neben dem Vorschriftenbuch des SEV, das in der Schweiz jeder, der in irgendeinem Zweige der Elektrotechnik tätig ist — in der Fabrikation oder der Energieversorgung, dem Handel oder der Installation — braucht, kann das VDE-Vorschriftenbuch sehr nützlich sein, besonders in den ziemlich häufigen Fällen, wo SEV-Vorschriften nicht bestehen.

621

Nr. 1043

**VDI-Jahrbuch 1935: Die Chronik der Technik.** 183 S., A5. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7. Preis: brosch. RM. 3.50 (VDI-Mitglieder RM. 3.15).

Dieses Jahrbuch enthält die Quintessenz der technischen Literatur aus dem Jahre 1934 in Form von prägnant gefassten Uebersichtsberichten, welche den gegenwärtigen Stand der Entwicklung von 68 Einzelgebieten der Technik angeben. In etwa 2000 Randnoten werden rund 5000 Zeitschriften- und Buchveröffentlichungen erschlossen. Ein Sachwortverzeichnis erleichtert das Auffinden von Gesuchtem. Die Elektrotechnik wird auf 8 Seiten behandelt, und zwar das Kapitel «Energiegewinnung und -umformung» von R. Richter, Karlsruhe, «Energiefortleitung» von H. Probst, Berlin, und «Elektrizitätsverbrauch» von A. Petri, Berlin. Das Werk basiert stark auf der anerkannt umfassenden deutschsprachigen Literatur; die wichtigsten fremdsprachigen Veröffentlichungen sind aber auch berücksichtigt. Dieses VDI-Jahrbuch ist für alle technisch Tätigen und für alle, die mit der Technik in Berührung kommen, von grossem Nutzen.

621.398.2

Nr. 536

**Die elektrische Fernüberwachung und Fernbedienung für Starkstromanlagen und Kraftbetriebe.** Von *Manfred Schleicher*. 238 S., 16,5 × 24 cm, 155 Fig. Verlag: Julius Springer, Berlin 1932. Preis: RM. 19.50; geb. RM. 21.—.

Die wachsende Ausdehnung der Elektrizitätswerke und ihre Verkoppelung zwingt mehr und mehr zur Zusammenfassung der Betriebsleitung in wenige Kraftwerke, welche u. a. auch speziell die Lastverteilung zu besorgen haben. Lange Zeit war das Telephon das einzige Verständigungsmittel zwischen diesen Zentralstellen und den zugehörigen Kraft- und Unterwerken. Die Notwendigkeit der fortlaufenden Kontrolle des Schaltzustandes und einzelner Betriebsgrößen wie Spannung und Leistung zwang jedoch bald zur Anwendung vollkommenerer Uebertragungsmethoden, die zum Teil erst entwickelt werden mussten. Man hatte zwar schon gelernt, in den Kommandorräumen oder Schaltwarten der grossen Kraft- und Unterwerke die Steuerung der zahlreichen Apparate und die sämtlichen Messinstrumente zu zentralisieren. Man hatte also dort schon, bei Distanzen bis zu einigen hundert Metern zwischen gesteuertem Apparat und dem zugehörigen Steuerschalter, eine Art Fernsteuerung und Fernmessung eingeführt. Dabei waren aber für jeden Vorgang und jeden Apparat eine ganze Anzahl Drähte nötig; für die Steuerung eines einzigen Schalters zum Beispiel brauchte es fünf Drähte.

Bei den Zentralstellen von ganzen Netzen handelt es sich aber um Distanzen, die in Kilometern gemessen werden und Werte bis zu 100 km erreichen können. Es ist klar, dass die bisherigen Vieladersteuerungen verlassen werden mussten. Es wurden hiefür in Zusammenarbeit mit den Schwachstromingenieuren besondere Fernsteuer- und Fernmeßsysteme entwickelt. Um Missverständnissen vorzubeugen, müssen hier zwei Begriffsbestimmungen eingeschaltet werden: Unter Fernsteuerung soll die Steuerung eines Apparates verstanden werden, wenn *leitungssparende Mittel angewendet* worden sind. Ebenso versteht man unter Fernmessung die Fernübertragung einer Messgröße unter Benützung einer Hilfsgröße, in welche die Messgröße umgewandelt wird. Durch diese Definitionen scheint uns der Unterschied zwischen den Ortssteuerungen und -Messungen mit den Fernmess- und Fernsteueranlagen am besten festgelegt. Ausser diesen zwei Operationen verlangt die zentralisierte Betriebsführung aber auch die Fernzählung, d. h. die Uebertragung und Summierung von Zählerständen und die Fernregulierung.

Das Buch von Schleicher war das erste, welches dieses weitläufige Gebiet des Fernwirkens zusammenfassend behandelt. Aus dem Born seiner grossen Erfahrung schöpfend, gibt der Verfasser hier eine gute Uebersicht, die speziell dem Betriebsleiter und Werkingenieur erlauben wird, sich in diesem Grenzgebiete zurechtzufinden. Er hat jedem Kapitel allgemeine Erwägungen vorangestellt, die wertvolle Hinweise enthalten, vielleicht aber die Straffheit des ganzen etwas beeinträchtigen. Auch die Definitionen könnte man heute, drei Jahre nach Erscheinen des Buches, vielleicht kürzer und schärfer geben. Das Buch richtet sich speziell an die Starkstromingenieure. Wir glauben daher, dass es sich lohnen würde, hier die den Schwachstromtechnikern eigene Art der Aufzeichnung der Schaltschemata etwas näher zu behandeln, da man erfahrungsgemäss ohne diese Methode nicht tiefer in die Probleme des Fernwirkens eindringen kann. Während der Starkstromingenieur im allgemeinen seine Schaltbilder gewissermassen möglichst geographisch, d. h. örtlich richtig aufzeichnet (wobei die Kontakte eines Apparates bei der Wicklung desselben angegeben sind), zeichnet sein Kollege vom Schwachstrom jeden Stromkreis stark vereinfacht für sich auf. Die Zugehörigkeit von Kontakten und Wicklungen wird dabei nur durch Buchstaben und Indizes gekennzeichnet. Im Zusammenhang mit den Fernwirkenssystemen behandelt der Verfasser in gründlicher Weise auch die Leuchtschaltbilder und die Lastverteilanlagen.

Wenn auch zur Zeit infolge der wirtschaftlichen Depression und des Ueberangebotes an Arbeitskräften die Bestrebungen zur Rationalisierung und Zentralisierung der Werksbetriebe etwas nachgelassen haben, wird für jede einzelne

Unternehmung doch einmal der Zeitpunkt kommen, wo die nötig werdende Unkostensenkung zum Studium der Probleme der Automatik und des Fernwirkens drängt.

Das vorzügliche Buch sei deshalb allen Werkingenieuren aufs beste empfohlen. *Puppikofer.*

621.313.

Nr. 976

**Die elektrischen Maschinen.** Band III. Berechnung und Bemessung. Von *M. Liwischütz*. 409 S., 16 × 23 cm, 307 Fig. Verlag: B. G. Teubner, Leipzig 1934. Preis: geb. RM. 22.50.

Von diesem Werke sind bisher Band I «Allgemeine Grundlagen»<sup>1)</sup> und Band II «Konstruktion und Isolierung»<sup>2)</sup> erschienen. Der nun vorliegende Band III «Berechnung und Bemessung» behandelt zuerst die Berechnung des magnetischen Kreises, der Streuung, der Verluste und der Erwärmung, also Dinge, die verschiedenen Maschinen gemeinsam sind. Unter dem Titel «Geometrische Oerter» folgt eine mathematische Behandlung des Kreisdiagrammes der Asynchronmaschine. Dann schliessen die Bemessung des Transformators, der Asynchronmaschine, der Synchronmaschine, der Gleichstrommaschine, des Einankerumformers und der Wechselstrom-Kommutatormaschinen an. Den Anhang bilden ein Verzeichnis der Formelzeichen, ein sehr reichhaltiges Literaturverzeichnis und ein Sachverzeichnis.

In zahlreichen Tabellen und graphischen Darstellungen enthalten die verschiedenen Abschnitte ein überraschend vollständiges Zahlenmaterial. Als Oberingenieur der Siemens-Schuckert-Werke war der Autor offenbar in der Lage, aus dem umfassenden Erfahrungsschatze einer Grossfirma zu schöpfen. Einige kleine Versehen muss man der raschen Aufeinanderfolge der einzelnen Bände zugute halten.

Das den beiden vorangehenden Bänden gespendete Lob gilt auch für den dritten Band: Der Autor und seine Mitarbeiter haben aus dem heute so weiten Gebiete der elektrischen Maschinen alles Wesentliche in einem vom Verlage vorzüglich ausgestatteten Werke kurz und übersichtlich zusammengestellt. *Max Landolt.*

621.313.047

Nr. 1000

**Kohlebürsten, zugleich eine Darstellung des veränderlichen Verhaltens der Stromwendung bei Gleichstrommaschinen.** Von *J. Neukirchen*. 142 S., 17 × 25 cm, 35 Fig., 12 Tafeln. Verlag: R. Oldenbourg, München und Berlin, 1934. Preis: RM. 6.80.

Der Verfasser behandelt das Verhalten von Kohlebürsten auf Kommutatorflächen unter Berücksichtigung von Lichtbogen, Elektrolyse, chemischen Gasen, mechanischem Abtrieb, atmosphärischen Bedingungen. Gleichzeitig wird das verschiedene Verhalten verschiedener Bürstenmarken durch 3 fiktive Marken, A, B und C, erklärt.

Die zeitlichen Veränderungen der Gleitflächen führen zu zeitlicher Veränderung des Kontaktwiderstandes und der Reibschwingungen der Bürsten. Die Aenderungen des Kontaktwiderstandes und die Aenderung der Reibschwingungen der Bürsten bewirken einen Platzwechsel der Kontaktpunkte in der Bürstenfläche. Die ungünstige Lage des Kontaktpunktes ist der ablaufende Bürstenrand, sie ermöglicht Funkenbildung.

Besonders interessant und neu ist, dass Funkenbildung an den Bürsten in Zusammenhang mit dem chemischen und physikalischen Zustand der Gleitflächen gebracht wird. Damit wird zum erstenmal eine Erklärung für die auffällige Beobachtungstatsache der Praxis gebracht, dass Funkenbildung an den Bürsten mit Veränderungen des chemischen und physikalischen Zustandes der Atmosphäre einsetzt. Um diesen Zusammenhang herzustellen, war es nötig, die Stromwendenspannung des Wendefeldes als Ionisierungsspannung für den Durchschlag kontakthemmender Beläge zu deuten. In dem, was praktisch zur Verbesserung der Stromwendung zu geschehen hat, stimmt die vorgetragene Theorie wohl mit der klassischen Stromwendungstheorie überein, nicht aber in der Deutung, warum es geschieht.

<sup>1)</sup> Besprechung s. Bull. SEV Bd. 23 (1932), S. 100.

<sup>2)</sup> Besprechung s. Bull. SEV Bd. 22 (1931), S. 221.

389.6(43) : 621.327.4

Nr. 1006

**Kommentar zu den Regeln für Leuchtröhrenanlagen und Leuchtröhrengeräte.** VDE 0128/1933. Von *Walter Starck*. 44 S., As, 10 Fig. Zu beziehen beim Verfasser, Dr. W. Starck, Berlin-Wilmersdorf, Trautenaustraße 11. Preis: RM. —.75.

Wir verweisen gerne auf den vorliegenden Kommentar zu den deutschen (VDE-) Regeln für Leuchtröhrenanlagen und Leuchtröhrengeräte, dessen Verfasser auf Grund langjähriger Praxis und mehrjähriger Mitarbeit im VDE-Ausschuss Gelegenheit hatte, festzustellen, wie nützlich ein solcher Kommentar ist. Dieser ist unter Mitarbeit verschiedener Fachleute entstanden; er wird daher allen an der Materie interessierten Kreisen, den Prüfungsbeamten der Elektrizitätswerke wie den Installateuren ein für die Praxis willkommener Leitfaden sein.

621.3 : 621.317(07)

Nr. 395 II

**Anleitung zum Arbeiten im Elektrotechnischen Laboratorium.** Von *E. Orlich*. Zweiter Teil: 224 S., 16 × 23 cm, 162 Fig. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis RM. 8.—.

Das vorliegende Buch bildet eine erweiternde Fortsetzung des unter dem gleichen Titel erschienenen ersten Teiles, der bereits in der 3. Auflage erschienen ist.

Wie im Vorwort der ersten Auflage ausdrücklich erwähnt wird, soll das Werk kein Lehrbuch darstellen. Vielmehr wird das Hauptgewicht auf die praktische Durchführung des Stoffes im Laboratorium verlegt. Es darf daher keineswegs als ein Nachteil empfunden werden, wenn die theoretischen Grundlagen zu den behandelten Aufgaben nur in aller Knappheit und nur dort mitgeteilt werden, wo sie für das Verständnis unumgänglich nötig sind. Dadurch gewinnt die Darstellung des Stoffes sehr an Uebersichtlichkeit, was die Vorbereitungen und die Durchführung sehr erleichtert. Jeder behandelte Aufgabe ist ein Verzeichnis der für den Versuch nötigen Apparate und Messinstrumente vorangestellt. Genaue und den wirklichen Messanordnungen entsprechende Schaltschemata nebst zahlreichen Diagrammen erleichtern ferner den Aufbau und den Gang der Arbeiten.

Während der erste Teil die dem Anfängerpraktikum entsprechenden grundlegenden messtechnischen Aufgaben enthält, behandelt der zweite Teil in 52 Aufgaben zum Teil speziellere Messmethoden des vorgerückteren Laboratoriums. In einem ersten Kapitel werden die magnetischen Messungen behandelt, unter welchen die Untersuchungen mit dem Epsteinapparat und mit dem magnetischen Spannungsmesser besondere Erwähnung verdienen. Ein zweites Kapitel befasst sich mit den Untersuchungen an Wechselstromkreisen. Als besonders interessante Aufgaben seien hier die Untersuchung der Kipperscheinungen in eisenhaltigen Kreisen, die Untersuchung eines Resonanztransformators und die Messungen an Vierpolen erwähnt. In einem 3. Kapitel werden die grundlegenden Prüfungen von Maschinen und Quecksilberdampfgleichrichtern behandelt. Das 4. Kapitel befasst sich mit der Messung von Wechselstromgrößen. Unter anderem finden hier die wichtigen Messwandlerprüfungen eine eingehendere Behandlung. Unter den zahlreichen Anordnungen mit Wechselstrommessbrücken vermisst man in diesem Kapitel diejenigen mit dem Wagnerschen Hilfszweig. Es wäre zu wünschen, dass bei einer Neuauflage auch einige solcher Anordnungen Eingang finden würden, ebenso die neueren Wechselstrom-Kompensationsmethoden. Ein interessantes, 5. Kapitel behandelt Messungen über das Verhalten von Fernleitungen. Sehr wertvoll ist weiterhin das 6. Kapitel, welches die Beschreibung und Anwendung der verschiedenen Oszillographen enthält und die Analyse von Wechselstromkurven nach verschiedenen Methoden behandelt. Das letzte, 7. Kapitel bringt Messungen an Elektronenröhren und deren Anwendungen für Messzwecke. Ferner wird die Untersuchung einer lichtelektrischen Zelle beschrieben.

Wenn schon das vorliegende Buch ursprünglich in erster Linie für den Gebrauch der Studierenden an der Berliner Hochschule bestimmt war, deren Arbeitspensum im elektrotechnischen Praktikum es enthält, so darf dieses Werkchen heute doch ein allgemeineres Interesse beanspruchen. Nicht

nur Studierende anderer Hochschulen, sondern auch in der Praxis stehende Ingenieure und Techniker, die sich mit elektrischen Messungen zu befassen haben, werden es zu ihrem Vorteile gebrauchen können.

E. Offermann.

621.317.8

Nr. 1051

**Die Elektrizitätstarife.** Nachfrage und Gesteungskosten elektrischer Arbeit, Aufbau und Anwendung der Tarife. Von *Gustav Siegel* und *Hans Nissel*. 318 S., 16 × 23 cm, 54 Fig., 139 Tarifbeispiele, 1 Kursumrechnungstafel. Dritte, völlig umgearbeitete Auflage von: «*Der Verkauf elektrischer Arbeit*». Verlag: Julius Springer, Berlin 1935. Preis: geb. RM. 28.50.

Das vorliegende Buch ist als 3. Auflage der klassischen Dissertation von G. Siegel über die Tarifrfrage erschienen. Im ersten Teil werden die Grundlagen der Tarife, die Nachfrage und das Angebot elektrischer Arbeit behandelt, im zweiten Teil die Gestaltung der Tarife an Hand einer grossen Zahl von Beispielen dargestellt.

Mit aller Deutlichkeit wird gegen Bestrebungen Stellung genommen, Tarife allein auf Grund ermittelter Gesteungskosten aufbauen zu wollen und die Bedürfnisse der Verbraucher ausser Acht zu lassen. Solche Versuche sind um so haltloser, als die Berechnung der Gesteungskosten in den meisten Fällen gleichbleibende Abgabeverhältnisse voraussetzt und für die Verteilung gemeinsamer Kosten irgendwelche, notwendigerweise mit Willkür behaftete, Annahmen gemacht werden müssen.

Die Gedankengänge, die im vorliegenden Werke niedergelegt sind, sollten geistiges Gemeingut aller sein, die sich mit Tarifrfragen beschäftigen. Daneben enthält das Buch dank der mannigfaltigen Auswahl von Tarifformen reiche Anregung für den Praktiker, wenn auch die Vereinfachung und Vereinheitlichung der Tarife Endziel aller Tarifentwicklung sein soll.

Möge der hohe Preis des Buches kein Hindernis für die Verbreitung seines Inhaltes bilden.

W. Sch.

621.34

**Elektromotor v Prumyslu («Der Elektromotor in der Industrie»),** von *Jaroslav Pokorný*. I. Teil, 400 S., 8°, 180 Fig., 31 Tabellen. Verlag des Elektrotechnický Svaz Československy, Prag 1934.

Wie der Verfasser im Vorwort hervorhebt, ist dieses Buch eine Publikation aus der Praxis für die Praxis, und ist besonders für den Betriebsingenieur oder Projektanten elektrischer Antriebe bestimmt. Das Werk bildet gleichzeitig ein Hilfsbuch für junge Ingenieure, die damit ihre vorwiegend theoretischen Kenntnisse beim Beginn ihrer Praxis verwerten können. Es werden alle charakteristischen Eigenschaften des gebräuchlichen Antriebsmotors behandelt (Dreiphasen-Asynchronmotor) und erklärt, wovon diese Eigenschaften abhängen. Als Beispiel dient ein vierpoliger 11 kW-Asynchronmotor, dessen Eigenschaften ziffernmässig und graphisch reproduziert werden. Das Buch beginnt — nachdem das Wesen des Asynchronmotors erklärt wird — mit der Feststellung von Leistung, Ueberlastbarkeit, Drehzahl, Drehmoment, Drehzahlregelung, Anzugsmoment und der Beschreibung des mechanischen und elektrischen Aufbaus dieses Motors. Ein Kapitel behandelt Wirkungsgrad und Leistungsfaktor und deren Berechnung und Verbesserungsmöglichkeiten, den Einfluss von Spannungsschwankungen, die Erdrungsfrage, das Schwungmoment, Preise und Gewichte, Geräusche und Vibrationen sowie auch die äussere Ausstattung handelsüblicher Motore. Ein anderes Kapitel behandelt das Kreisdiagramm des Asynchronmotors. Besprochen werden ferner die Einphasen-Asynchronmotoren und Drehstromkollektormotoren. Zum Schluss werden noch die Kupplungen, Zahnradgetriebe und Riemenübertragungen beschrieben. Ein zweiter Teil des Werkes soll nächstens erscheinen und die Antriebe näher behandeln. Das Werk ist mit Zeichnungen, Schaltschemata und einem umfassenden Zahlenmaterial vorzüglich ausgestattet; theoretische Ueberlegungen sind nur insoweit in den Text eingeflochten, als es zum Verständnis nötig ist. — Das Buch ist tschechisch geschrieben.

Ad.-M. Hug.

## Normalisation et marque de qualité de l'ASE.

### Marque de qualité de l'ASE.



### Fil distinctif de qualité de l'ASE.

En vertu des normes pour le matériel destiné aux installations intérieures, et sur la base des épreuves d'admission, subies avec succès, il a été accordé aux maisons mentionnées et pour les produits désignés ci-dessous, le droit à la marque de qualité de l'ASE, resp. au fil distinctif de qualité de l'ASE.


Les objets destinés à être vendus en Suisse sont reconnaissables aux désignations suivantes:

Les transformateurs de faible puissance portent la marque de qualité de l'ASE, reproduite ci-dessus. Les conducteurs isolés présentent, au même endroit que le fil distinctif de firme, le fil distinctif de qualité, déposé, portant en noir sur fond clair les signes Morse reproduits ci-dessus. Les interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles et boîtes de dérivation portent la marque de qualité ci-dessus; en outre, soit leur emballage, soit une partie de l'objet lui-même est muni d'une marque de contrôle de l'ASE. (Voir publication au Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31.)

#### Interrupteurs.

A partir du 15 mars 1935.

*AEG Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Zurich* (Représentant de Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin).

Marque de fabrique:  AEG


Interrupteur de chauffage pour 250 V = 380 V ~ 15 A.

Emploi: pour montage intérieur.

Exécution: socle en matière céramique. Poignée en résine artificielle moulée. Type ouvert (sans cape).

No. 281510/2, interrupteur ordinaire, bipol., schéma 0.

*Therma, Fabrique d'Appareils de Chauffage Electrique S. A., Schwanden.*

Marque de fabrique: 

Interrupteur à tambour, pour chauffage.

Emploi: pour montage dans appareils thermiques.

Exécution: Interrupteur à tambour, ouvert, avec socle en matière céramique.

Type No. 6502, 6506, interrupteur tripol. } 250 V, 15 A ~  
 » » 6503, 6507, interrupteur bipol. } 380 V, 10 A ~  
 » » 6504, 6508, commutateur bipol. }

Type No. 6510, interrupteur tripolaire } 500 V, 20 A ~  
 » » 6511, interrupteur bipolaire }  
 » » 6512, commutateur bipolaire }

Type No. 6509, interrupt. de réglage, bipol., 500 V, 25 A ~.

Interrupteur à tambour, pour fourneaux-potagers.


Emploi: pour montage dans appareils thermiques et dans fourneaux-potagers.

Exécution: interrupteur à tambour, ouvert, avec socle en matière céramique.

Type No. 6505, interrupteur de réglage, bipolaire, 250/380 V, 15/10 A ~.

A partir du 1<sup>er</sup> avril 1935.

*Appareillage Gardy S. A., Genève.*

Marque de fabrique: 

Interrupteur à tirage pour 250 V, 6 A ~ (pour crt. altern. seulement).

Emploi: sur crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en stéatite; cape en porcelaine (sans index), en résine artificielle moulée blanche (./02) ou brune (./02).

Type No. 20066, ./02, ./03, interrupteurs de croisement, unipolaires, schéma VI.

Emploi: sous crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en stéatite; plaque protectrice en verre, métal, resp. en résine artificielle moulée.

Type No. 24366, 24376, interrupteurs de croisement, unipolaires, schéma VI.

Emploi: semi-encastré, dans locaux secs.

Exécution: socle en stéatite; boîtier en résine artificielle moulée noire et couvercle en résine artificielle moulée blanche.

Type No. 24056/02, interrupteur de croisement, unipol., schéma VI.

Interrupteurs à bascule pour 250 V, 6 A ~ (pour crt. altern. seulement).

Emploi: sur crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique; cape en résine artificielle moulée blanche (./02) resp. brune (./03).

Type No. 22012/02, ./03, interrupteurs ordinaires, bipol., schéma 0.

Emploi: sous crépi, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique; plaque protectrice en métal, en verre ou en résine artificielle moulée.

Type No. 24032, 24332, interrupteurs ordinaires, bipol., schéma 0.

Emploi: semi-encastré, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique, boîtier en résine artificielle moulée noire et couvercle en résine artificielle moulée blanche (./02) resp. brune (./03).

Type No. 24092/02, ./03, interrupteurs ordinaires, bipol., schéma 0.

#### Conducteurs isolés.

La firme

*Friedrich Raun, Kurvenstrasse 36, Zurich,*  
 Repr. de Kabel- & Metallwerk Neumeyer Aktiengesellschaft, Nürnberg 2

(fil distinctif de firme: vert, rouge, bleu, torsadé), renonce au droit au fil distinctif de qualité de l'ASE pour les conducteurs GS, GSk, SGS, SGSk, R, AS et ASv.

Elle a donc encore le droit au fil distinctif de qualité de l'ASE pour les conducteurs suivants:

FA rigide et flexible, simple, double et triple *)	0,75 à 1,5 mm <sup>2</sup>
VS flexible, double à quadruple	0,75 à 4,0 mm <sup>2</sup>
RS flexible, double à quintuple	0,75 à 20 mm <sup>2</sup>
GAS flexible, double à quintuple	0,75 à 2,5 mm <sup>2</sup>

\*) cond. multiple pour fil toronné seulement.

## Communications des organes des Associations.

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels du Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS.

### Directives pour

### l'essai et l'appréciation des parafoudres.

Depuis l'automne 1934 déjà, les parafoudres sont examinés sur la base d'un «programme normal pour l'essai des parafoudres», élaboré par le Dr K. Berger, ingénieur spécialiste attaché à la commission de l'oscillographe cathodique

(KOK). Le comité de travail de la KOK, en complétant et élargissant ce programme, a mis au point des «Directives pour l'essai et l'appréciation des parafoudres», qui ont été ratifiées provisoirement par la KOK le 5 avril 1935 à Olten.

Les parafoudres seront donc examinés désormais d'après ces directives, dont la nécessité s'est imposée d'une part en raison d'une connaissance plus approfondie des phénomènes de surtension grâce à l'étude moderne des orages, d'autre

part pour répondre au besoin des fabricants de parafoudres et de leurs clients de soumettre leurs appareils à l'appréciation d'une institution neutre. Etant donné que l'oscillographe cathodique et l'organisme que constitue la KOK offrent aujourd'hui la possibilité de procéder à des examens de ce genre, l'industrie électrotechnique et les centrales ont intérêt à en user le plus largement possible, pour obtenir enfin des résultats positifs dans le domaine de la protection contre les surtensions d'origine atmosphérique, où l'on dut se contenter si longtemps d'essais préliminaires insuffisants.

Par opposition à d'autres prescriptions et directives, comme par exemple celles de la commission des installations intérieures de l'ASE, les directives ci-dessous ne sont pas obligatoires, n'étant basées sur aucune ordonnance ou prescription officielle. Il est néanmoins dans l'intérêt bien compris de tous ceux qui ont à s'occuper de la protection contre les surtensions d'en diffuser l'application le plus possible.

Pour fournir l'occasion de donner leur avis aussi aux intéressés qui, ne faisant pas partie de la KOK et ne subventionnant pas ses travaux, n'étaient par conséquent pas représentés lors de l'élaboration de ces «Directives», la KOK a décidé d'en publier le texte intégral avant de les mettre en vigueur.

Les intéressés sont priés de bien vouloir adresser par écrit leurs remarques éventuelles au secrétariat général de l'ASE jusqu'à *fin mai* au plus tard. L'entrée en vigueur des «Directives» aura lieu ultérieurement, après avoir tenu compte dans la mesure du possible des observations que le projet actuel aura éventuellement soulevées. Le secrétariat général tient à la disposition des intéressés un tirage séparé des «Directives».

## Projet.

### I. Introduction.

L'étude des orages entreprise au cours de ces dernières années, ainsi que la mise au point et l'emploi de l'oscillographe cathodique, ont permis de déterminer la forme, la valeur et la fréquence des surtensions d'origine atmosphérique engendrées dans les lignes électriques aériennes. On a pu ainsi jeter les bases de la protection contre les surtensions, dont le but est d'éviter la formation de surtensions dues aux orages ou d'empêcher tout au moins leurs effets dangereux ou perturbateurs.

Pour supprimer la formation de surtensions d'origine atmosphérique dans les lignes à très haute tension de service, on peut, jusqu'à un certain point, avoir recours à des mesures qui intéressent la ligne elle-même et sur lesquelles nous ne nous étendrons pas ici. Pour les lignes à moyenne et à faible haute tension, en particulier pour les lignes sur poteaux en bois, cette suppression est souvent irréalisable sans dépenses exorbitantes. Dans ce cas, il faut chercher à éviter les effets dangereux ou perturbateurs des surtensions. Ces effets ont une grande importance pour les installations branchées sur des lignes aériennes, surtout lorsque celles-ci sont sur poteaux en bois. Le but des parafoudres est donc d'éviter dans l'installation (centrale, sous-station, poste de transformateurs ou de couplage) des contournements et des avaries qui, sans ces appareils, pourraient se produire par suite de l'arrivée d'ondes de surtension provenant des lignes aériennes.

La tâche de ces parafoudres est d'absorber et de conduire à la terre une partie au moins du courant transporté par l'onde de surtension. La tension contre terre qui, sans protection, atteindrait des valeurs inadmissibles (surtout dans une station en tête de ligne), peut être ainsi maintenue aux bornes du parafoudre à une valeur plus basse et sans danger pour l'installation.

La valeur admissible de la tension électrique dépend naturellement de l'état d'isolement de l'installation à protéger. La tension aux bornes du parafoudre ne doit atteindre en aucun cas une valeur telle que la tension de contournement par choc soit atteinte ou même dépassée pour l'isolement d'une partie quelconque de l'installation. Pour être réellement efficace, un parafoudre doit donc fonctionner instantanément lors de l'apparition d'une surtension et, en outre, ramener la tension de l'onde à une valeur suffisamment basse.

Le parafoudre ne doit donc pas nécessairement absorber tout le courant du coup de foudre, mais seulement une partie

du courant de l'onde engendrée par le coup de foudre, car les conditions des essais se rapportent en premier lieu aux coups de foudre qui ne tombent pas à proximité immédiate de la station protégée. Quand il s'agit de coups de foudre à proximité immédiate d'une station ou, pour être plus exact, de coups de foudre dont la durée de parcours de l'onde entre le point frappé de la ligne et la station (ou le parafoudre) est sensiblement plus brève que la durée de mi-amplitude du courant de foudre<sup>1)</sup>, le courant dans le parafoudre s'amplifie par oscillations jusqu'à des valeurs qui peuvent atteindre un multiple de la valeur de l'onde d'essai.

Les coups de foudre à proximité immédiate d'une station étant plutôt rares, les parafoudres assureront la protection attendue dans la plupart des cas, s'ils satisfont aux exigences mentionnées ci-après pour les essais. Pour caractériser en outre le fonctionnement des appareils de protection en cas de coups de foudre à proximité d'une station (surtout dans le cas de lignes sur poteaux en bois), les directives spécifient que, pour ces parafoudres dont le pouvoir d'absorption du courant est sensiblement plus grand que la valeur minimum exigée, on doit déterminer la limite du pouvoir d'écoulement du courant<sup>2)</sup>. Cette propriété est surtout importante pour les parafoudres destinés à être logés non seulement dans les stations, mais également sur le trajet de la ligne. Le courant dans le parafoudre peut atteindre alors, dans les cas extrêmes, une valeur à peu près égale à celle du courant de foudre.

À l'exigence d'une *protection suffisante* imposée au parafoudre vient s'en ajouter une seconde non moins importante: la *sécurité de fonctionnement* en service. Lorsque la surtension a cessé ou lorsque la partie du courant soutiré à l'onde de surtension a été évacuée par le parafoudre, les bornes de ce dernier sont généralement encore le siège d'une certaine tension, à savoir la tension de phase ou la tension composée entière du réseau que le parafoudre doit protéger. Du fait de cette tension, le parafoudre est généralement parcouru par un courant, alternatif ou continu, fourni par les génératrices du réseau protégé. Pour ne pas être avarié lui-même, le parafoudre doit interrompre automatiquement et aussi rapidement que possible ce courant de service subséquent.

L'essai d'un parafoudre doit donc tenir compte des points qui viennent d'être indiqués. La question de la valeur de la contrainte de choc du parafoudre a une importance toute particulière. L'onde de surtension qui parcourt une ligne aérienne dont les supports d'isolateurs sont mis à la terre et se dirige vers une installation électrique ne peut jamais dépasser la valeur de la tension de contournement par choc de ces isolateurs. Cette onde maximum possible ne se présente naturellement que fort rarement, de sorte que, dans la plupart des cas où il fonctionne, le parafoudre n'a que des ondes plus faibles à absorber. L'essai des parafoudres, en tenant compte de cette valeur maximum possible de l'onde pour des lignes sur pylônes en fer, est fondé entre autres sur les considérations suivantes:

a) Dans les lignes sur poteaux en bois sans fil de terre, les ondes peuvent être sensiblement plus fortes que dans le cas des lignes sur pylônes en fer, pour une même tension de service, car la tension de contournement par choc de la ligne contre la terre n'est pas uniquement celle des isolateurs (comme dans le cas des lignes sur pylônes en fer), mais dans les cas extrêmes celle des poteaux en bois. Un cas intermédiaire est celui des lignes sur pylônes en fer avec traverses en bois, où les supports des isolateurs ne sont pas mis à la terre. Pour pouvoir utiliser le même type de parafoudre sur différents types de lignes, il est recommandable de baser les conditions des essais sur la contrainte par choc selon les tableaux I et II, dont la valeur adoptée est relativement grande pour les lignes dont les supports d'isolateurs sont mis à la terre.

b) Lorsque la mise à terre des pylônes est mauvaise, les coups de foudre sur la ligne à environ 1 km seulement de l'installation à protéger provoquent dans le parafoudre des courants qui peuvent s'amplifier par oscillations jusqu'à des valeurs notablement plus élevées que celle du courant d'onde primitif. Dans ce cas, la contrainte du parafoudre sous l'effet du courant de choc plus intense correspond également à une

<sup>1)</sup> Voir définition 7.

<sup>2)</sup> Voir définition 13.



onde d'essai relativement très grande pour les lignes dont les supports d'isolateurs sont mis à la terre.

c) La durée prescrite pour le courant de choc ( $T_H = 25$  à  $30 \mu s$ ) est une valeur moyenne<sup>3)</sup>. Lors d'un coup de foudre, cette durée peut être plus longue. Pour des raisons d'ordre pratique (dimensionnement du générateur de chocs), cette longue durée est remplacée avantageusement par le choix d'une onde de plus grande amplitude.

Dans les présentes directives, on a donc choisi pour l'onde d'essai une amplitude qui corresponde aux tensions de contournement par choc des lignes modernes sur pylônes en fer, dont l'isolement est largement dimensionné. Comme nous l'avons dit, ces conditions d'essais doivent être considérées comme des exigences *minima* auxquelles doivent satisfaire les appareils de protection modernes et qui peuvent être réalisées sans dépenses exorbitantes.

Pour les tensions de choc, il est d'usage d'indiquer la valeur de crête ( $u_m$ ) et non la valeur efficace; de même pour les courants de choc, les valeurs de crête ( $i_m$ ). Pour permettre une comparaison, les valeurs efficaces du courant alternatif ( $I$ ) et de la tension alternative ( $U$ ) doivent donc être multipliées par  $\sqrt{2}$ .

Les présentes directives sont valables avant tout pour les parafoudres destinés aux réseaux aériens, qui seuls sont pratiquement soumis dans une large mesure aux effets des coups de foudre. Ces mêmes exigences doivent toutefois être également satisfaites par les parafoudres destinés à des parties de réseaux comportant de petits tronçons sous câble, car ces derniers ne présentent aucune protection notable en vue de réduire l'amplitude des ondes engendrées par les coups de foudre, du moins tant que leur longueur ne dépasse pas plusieurs centaines de mètres (capacité de câble env.  $0,1 \mu F$ ). Par contre, pour les parafoudres destinés aux réseaux entièrement sous câble ou à des tronçons câblés de plusieurs km de longueur entre ligne aérienne et station (parafoudre), les présentes directives ne sont pas applicables sans restrictions, car d'une part la formation d'ondes de surtension élevées dans les réseaux sous câble est très incertaine et, d'autre part, les exigences auxquelles doivent satisfaire ces parafoudres devraient être adaptées à l'impédance d'onde du câble.

## II. Définitions.

1. Un *parafoudre* est un appareil capable d'absorber en partie les ondes de surtension se dirigeant le long de lignes aériennes ou de câbles vers une installation électrique, de façon que la surtension dans l'installation soit plus faible que celle qui surgirait à cet endroit du réseau s'il n'y avait pas de parafoudre.

2. La *tension nominale* ( $U_N$ ) d'un parafoudre est la tension de service normalisée (valeur efficace) pour laquelle le parafoudre est construit.

3. La *tension maximum de service* d'un parafoudre est la tension de service (valeur efficace) à laquelle le parafoudre fonctionne encore normalement, sans modification permanente de ses propriétés.

Afin de tenir compte de la différence entre la tension de production et la tension de consommation, ainsi que des variations normales de la tension de service, on admet généralement que la tension maximum de service d'un parafoudre est de 20 % supérieure à sa tension nominale.

4<sup>o</sup> Les *ondes* (onde de tension  $u_w$ , onde de courant  $i_w$ ) sont des ondes électromagnétiques engendrées en particulier par des effets indirects de coups de foudre ou par des coups de foudre directs, qui se déplacent par exemple le long de lignes aériennes à peu près à la vitesse de la lumière.

5. Une *surtension* à un point considéré est la tension contre la terre ou par rapport à un autre conducteur qui dépasse momentanément, à cet endroit, la valeur de la tension de service normale. La surtension peut avoir une allure quelconque, elle peut être en particulier oscillatoire ou apériodique.

6. Une *onde de choc* est une onde de brève durée et de polarité uniforme, qui passe rapidement de la valeur zéro à une valeur maximum, puis revient à zéro.

7. Une *tension de choc* est une surtension de brève durée et de polarité uniforme, qui passe rapidement de la valeur zéro à une valeur maximum, puis revient à zéro. On distingue entre le *front* (partie qui croît) et le *dos* (partie qui décroît), voir fig. 1.

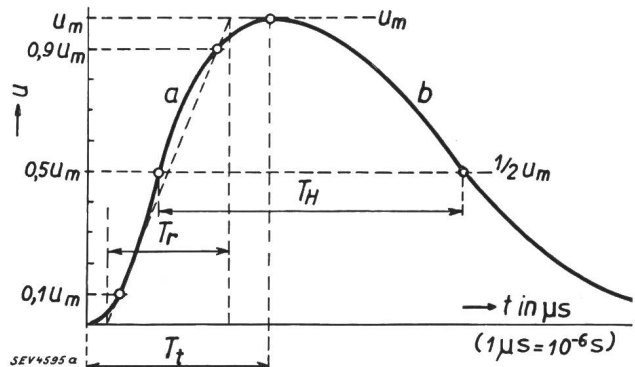


Fig. 1.

Eléments caractéristiques du choc de tension.  
a front; b dos.

On distingue en outre les désignations suivantes:

- $u_m$  l'amplitude (valeur de crête) de l'onde de choc, en kV;
- $T_t$  la durée totale d'accroissement (durée totale du front) de la tension de choc, en microsecondes ( $1 \mu s = 10^{-6} s$ );
- $T_H$  la durée de mi-amplitude de l'onde de choc, en  $\mu s$ , c'est-à-dire la durée pendant laquelle la tension de choc est égale ou supérieure à la demi-amplitude ( $\frac{1}{2} u_m$ );

$s_x = \frac{du}{dt}$  la raideur de l'onde de choc à un endroit quelconque  $x$ , en  $kV/\mu s$ ;

$s_{moyen} = u_m/T_t$  la raideur moyenne du front de l'onde de choc, en  $kV/\mu s$ ;

$s_m = \left(\frac{du}{dt}\right)_{max}$  la raideur maximum du front de l'onde de choc, en  $kV/\mu s$ , obtenue en traçant la tangente la plus redressée à la courbe du front;

$s_H = \left(\frac{du}{dt}\right)$  (pour  $u = \frac{1}{2} u_m$ ) la pente à mi-amplitude, c'est-à-dire la pente du front à mi-hauteur de l'amplitude de l'onde de choc, en  $kV/\mu s$ ;

$T_r$  la durée d'accroissement réduite (durée réduite du front) est égale à la durée de l'accroissement de la tension entre zéro et  $u_m$  déterminée par la droite reliant les points  $0,1 u_m$  et  $0,9 u_m$  de la courbe (fig. 1). Sauf spécification contraire, on entend dans ce qui suit par durée du front la durée  $T_r$ ;

$s_r = u_m/T_r$  la raideur du front de l'onde de choc en  $kV/\mu s$ , correspondant à la durée réduite du front  $T_r$  et indiquée simplement dans la suite par raideur du front.

7a. Un *courant de choc* est un courant de brève durée et de polarité uniforme passant par un certain point du réseau et engendré, par exemple, par des ondes de surtension de polarité uniforme. Pour les essais, on utilise de préférence des courants de choc, resp. des ondes de choc, ayant la forme apériodique indiquée sur la fig. 1. L'amplitude, la durée du front, la durée de mi-amplitude, la raideur et les autres caractéristiques de l'onde de courant, resp. du courant de choc, sont définies et désignées d'une façon analogue aux caractéristiques correspondantes de l'onde de tension, resp. de la tension de choc, la lettre  $u$  étant toutefois remplacée par la lettre  $i$  pour le courant.

7b. Une *onde d'essai normale* (choc d'essai normal) pour tension ( $u_w$ ) et courant ( $i_w$ ) lors des essais de parafoudre est une onde (resp. un choc) présentant une durée de front de 0,5 à  $1 \mu s$  et une durée de mi-amplitude de 25 à  $30 \mu s$ .

8. La *tension de contournement par choc* ( $u_0$ ) est la tension de contournement d'un isolateur quelconque mesurée sous une contrainte par tension de choc; quand le contournement a lieu dans le front de l'onde (a), c'est la valeur momentanée  $u_0'$ , et quand il a lieu dans le dos (b), c'est

<sup>3)</sup> Voir définition 7.

l'amplitude  $u_m$  de l'onde de choc qui entre en ligne de compte (fig. 2).

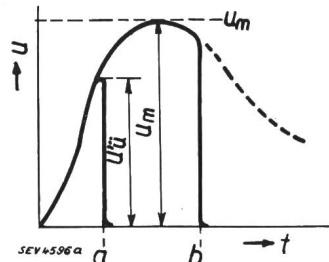


Fig. 2.

Contournement par choc.  
 a contournement dans le front de l'onde de choc.  
 b contournement dans le dos de l'onde de choc.

8a. La tension de contournement minimum par choc est l'amplitude  $u_m$  de la tension de choc dont l'application provoque presque chaque fois un contournement de l'isolateur.

8b. Le facteur de choc (facteur d'impulsion) est le rapport entre la tension de contournement par choc et l'amplitude de la tension de contournement (à sec) aux fréquences de 15 à 60 pér./s.

9. La tension d'amorçage ( $u_a$ ) d'un parafoudre est la tension aux bornes à laquelle commence le passage du courant dans le parafoudre. Dans le cas d'une contrainte par choc, cette tension aux bornes est définie d'une façon analogue à celle indiquée sous 8 pour la tension de contournement par choc, en remplaçant cette dernière par la tension d'amorçage de l'éclateur entier.

9a. La tension minimum d'amorçage ( $u_{min}$ ) est, par analogie avec la définition sous 8a, l'amplitude de la tension de choc dont l'application provoque presque chaque fois un passage de courant dans le parafoudre.

9b. Le facteur d'amorçage  $a = \frac{u_{min}}{\sqrt{2}U_N}$  est le rapport entre la tension minimum d'amorçage définie sous 9a et la ten-

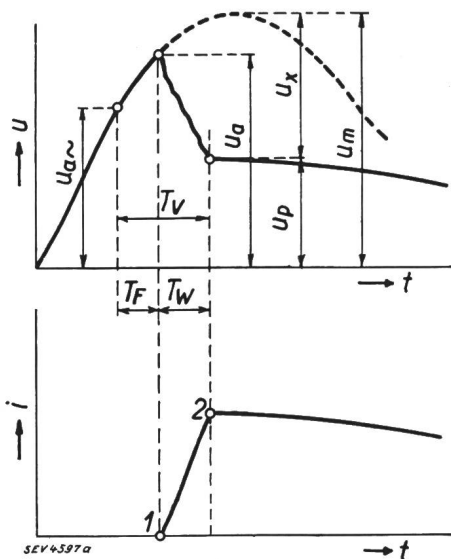


Fig. 3.

- Eléments caractéristiques lors de l'amorçage du parafoudre:
- allure de la tension sans parafoudre;
  - allure de la tension avec parafoudre;
  - $u_a \sim$  tension d'amorçage sous tension alternative de 15 à 60 pér./sec.
  - $u_a$  tension d'amorçage par choc;
  - $u_m$  amplitude du choc;
  - $u_x$  tension effacée;
  - $u_p$  tension résiduelle;
  - $T_v$  retard à l'amorçage du parafoudre;
  - $T_f$  retard à l'amorçage de l'éclateur;
  - $T_w$  retard dans la «résistance»;
  - 1 l'effet protecteur commence;
  - 2 l'effet protecteur est pleinement atteint.

sion nominale du parafoudre. Ces deux tensions doivent être exprimées soit en valeur efficace, soit en valeur de crête.

10. Le retard à l'amorçage d'un éclateur ( $T_f$ ), lors de l'application d'une tension de choc, est le temps qui s'écoule

entre l'instant où la tension alternative d'amorçage ( $f = 15$  à 60 pér./s.) est atteinte et l'instant où l'éclateur fonctionne (voir fig. 3).

11. Le retard à l'amorçage d'un parafoudre ( $T_v$ ), lors de l'application d'une tension de choc, est le temps qui s'écoule entre l'instant où la tension alternative d'amorçage est atteinte et l'instant où commence le dos de la tension réduite. Cet intervalle peut comprendre non seulement le retard dû à l'éclateur  $T_f$ , mais en outre, le cas échéant, un retard supplémentaire  $T_w$ , provoqué par la partie du parafoudre qui limite le courant (voir fig. 3).

12. La tension effacée ( $u_x$ ) est celle que le parafoudre soustrait à la surtension, de façon qu'au point de raccordement du parafoudre n'intervienne vis-à-vis de la terre qu'une tension inférieure à celle qui se présenterait sans parafoudre. La tension réduite, c'est-à-dire la tension aux bornes du parafoudre pendant le passage du courant de choc dans le parafoudre, est désignée par tension résiduelle  $u_p$  (fig. 3). Plus la réduction de la tension est grande, plus la tension résiduelle est faible. La mesure de la tension résiduelle a lieu à un parafoudre disposé à l'extrémité d'une ligne aérienne présentant une impédance d'onde de 500 ohms, les ondes d'essai étant dirigées le long de la ligne vers le parafoudre.

12a. La tension résiduelle relative ( $p = u_p/2u_w \cdot 100\%$ ) est le rapport, en pourcents, de la tension résiduelle  $u_p$  à la tension  $2u_w$ , cette dernière étant mesurée à l'extrémité ouverte de la ligne, lorsque le parafoudre a été déconnecté.

Cette définition de la propriété qu'a le parafoudre de réduire la tension est fondée sur le fait que la plupart des difficultés créées par les surtensions se présentent pratiquement aux extrémités de lignes (lignes dérivées, stations de tête) où, en l'absence de protection, la tension  $2u_w$  prend naissance par réflexion de l'onde incidente  $u_w$ .

Les tensions résiduelles absolues et en pourcents dépendent de l'amplitude de l'onde d'essai, c'est-à-dire de la valeur du courant absorbé par le parafoudre, lorsque les résistances sont fonction de la tension. Il est donc préférable d'indiquer la tension résiduelle pour plusieurs amplitudes d'ondes d'essai sous la forme d'un diagramme (fig. 4), dans lequel la tension aux bornes du parafoudre  $u_k$  est reportée en fonction de l'amplitude de l'onde d'essai  $u_w$ .

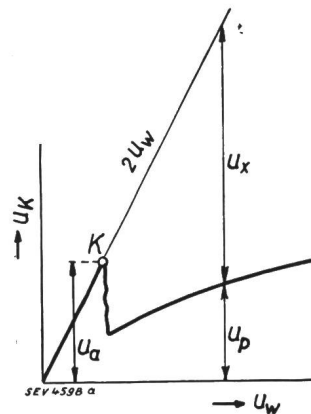


Fig. 4.

Tension aux bornes du parafoudre en fonction de l'amplitude de l'onde d'essai.

Le diagramme de la tension aux bornes  $u_k$  présente un coude en K, qui provient du fonctionnement de l'éclateur. En-dessous de la tension d'amorçage, l'effet du parafoudre est pratiquement nul et la courbe  $u_k$  coïncide avec la droite  $2u_w$  de l'extrémité non protégée de la ligne. Ce n'est qu'après le coude que la tension résiduelle  $u_p$  se présente comme tension aux bornes. Les mesures donnent pour chaque amplitude d'onde d'essai  $u_w$  une tension  $2u_w$  à l'extrémité non protégée de la ligne, ainsi qu'une tension de fonctionnement  $u_a$  et une tension résiduelle  $u_p$  lorsque la protection est assurée par un parafoudre.

12b. Le facteur de surtension ( $\ddot{u}$ ) est le rapport entre la tension résiduelle et la tension nominale du parafoudre. Ces deux tensions doivent être exprimées soit en valeur efficace, soit en valeur de crête.

Tandis que la tension résiduelle relative  $p = u_p/2u_w$  montre la grandeur de la réduction de la tension, les valeurs  $\ddot{u} = u_p/\sqrt{2}U_N$  et  $a = u_{min}/\sqrt{2}U_N$  fournissent des indications sur des surtensions exprimées en multiple de la tension nominale du parafoudre, qui peuvent encore subsister dans l'installation malgré la protection assurée par le parafoudre. Pour éviter des contournement, les valeurs  $\ddot{u}$  et  $a$  ne doivent donc pas atteindre le degré de sécurité que présente l'installation à protéger contre les tensions de choc.

13. Le pouvoir d'écoulement d'un parafoudre est sa propriété d'écouler pendant une brève durée un fort courant. Il est défini mathématiquement par l'intégrale  $\int |i| dt$ , qui

doit s'étendre à la durée du courant de choc dans le parafoudre, cette intégrale pouvant être approximativement représentée par l'amplitude du courant  $i_m$  multipliée par la durée de mi-amplitude  $T_H$  de celui-ci. Ce produit, exprimé en coulombs, dépend de la durée du courant, aussi les deux facteurs (amplitude du courant et durée de mi-amplitude) doivent-ils être indiqués séparément.

Pour déterminer le pouvoir d'écoulement, on devra utiliser autant que possible des ondes d'essai de forme normale. Toutefois, on peut exceptionnellement utiliser également d'autres formes d'ondes présentant la même durée de mi-amplitude, en particulier des ondes augmentant par oscillations ou des ondes aplaties, pour autant que l'oscillogramme du courant soit connu. Ceci, dans le but d'obtenir une meilleure utilisation des générateurs de chocs prévus pour ces essais.

14. Parmi les caractères essentiels d'un parafoudre, on doit également considérer sa caractéristique courant-tension, c'est-à-dire le diagramme obtenu en portant en abscisses le courant traversant le parafoudre et en ordonnées la tension aux bornes. Lorsque la tension d'amorçage de l'éclateur est dépassée, ce diagramme coïncide alors avec la caractéristique de la partie du parafoudre qui limite le courant.

Si la tension d'amorçage du parafoudre a été mesurée, il suffit d'indiquer la caractéristique de la partie qui limite le courant (fig. 5). Pour une résistance constante, on obtient une droite inclinée, dont la tangente trigonométrique indique la valeur ohmique. Une résistance dépendant elle-même de la tension ou présentant le caractère d'une soupape correspond à une courbe qui tend vers l'horizontale à mesure que le courant augmente. Enfin, si la résistance est indéterminée, la caractéristique est une boucle du genre hystérésis, dont la surface dépend de la durée du courant de choc. La résistance d'un tel limiteur de tension est déjà plus faible, lors de la diminution du courant, que lors de l'accroissement du courant qui

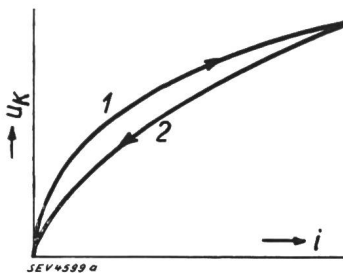


Fig. 5.  
Caractéristique courant-tension.  
1 progression du choc.  
2 régression du choc.

la précède immédiatement. La durée du courant de choc ne doit pas être choisie trop brève pour ces mesures, surtout s'il s'agit de parafoudres présentant des résistances de ce genre; elle doit correspondre à l'onde d'essai normale. Les deux résultats (fig. 4 et 5) peuvent être ramenés l'un à l'autre par le calcul, en considérant qu'une onde d'amplitude  $h$  kV (valeur de crête) conduit un courant de  $2h$  A (valeur de crête) sur une ligne présentant une impédance d'onde de 500 ohms. D'une façon générale, les équations de transformation sont les suivantes:

- a) pour le calcul de la fig. 4 en partant de la fig. 5:  $2 u_w = u_k + 500 i$ ;
- b) pour le calcul de la fig. 5 en partant de la fig. 4:  $i = \frac{2 u_w - u_k}{500}$

15. Le pouvoir d'extinction d'un parafoudre est la propriété qu'a cet appareil d'interrompre automatiquement et aussi rapidement que possible le passage du courant de service débité par les génératrices du réseau, du fait de la surtension.

16. Plaque signalétique de l'appareil. La plaque signalétique d'un parafoudre doit mentionner les indications suivantes:

- a) le nom du fabricant,
- b) le type, le numéro de fabrication et l'année de construction,
- c) le genre de courant et la fréquence <sup>4)</sup>,
- d) la tension nominale,
- e) éventuellement la tension de service maximum admissible.

<sup>4)</sup> P. ex. 3 ~ 50 (= courant alternatif triphasé, 50 pér./s).

III. Conditions des esasis.

L'essai d'un parafoudre porte sur les points suivants:  
A. Effet de protection.

- 1° Tension d'amorçage.
- 2° Retard à l'amorçage.
- 3° Réduction de la tension.
- 4° Caractéristiques.
- 5° Pouvoir d'écoulement.

B. Manière dont se comporte l'appareil sous la tension de service.

- 1° Pouvoir d'extinction.
- 2° Maintien des propriétés au cours des essais.

A. Effet de protection.

1° La tension d'amorçage est déterminée sous une tension alternative de la fréquence 50 <sup>5)</sup> et pour une onde d'essai normale d'amplitude minimum (voir définition 9a).

2° La mesure du retard à l'amorçage doit être exécutée avec des ondes d'essai normales et avec au moins 2 amplitudes différentes. La première doit être égale à 1,2 fois, la seconde à 2 fois l'onde minimum mentionnée sous 1°.

3° La tension effacée et la tension résiduelle d'un parafoudre sont mesurées en branchant le parafoudre entre un conducteur et la terre, à l'extrémité d'une ligne aérienne présentant une impédance d'onde de 500 ohms par conducteur et alimentée par un générateur de chocs produisant des ondes d'essai normales de différentes amplitudes. L'allure de la tension aux bornes du parafoudre, sous l'effet des ondes d'essai incidentes, est enregistrée par un oscillographe cathodique. La ligne est considérée de longueur infinie. Comme on le sait, une ligne de longueur infinie peut être reproduite pratiquement en branchant une résistance de 500 ohms en avant d'une ligne aussi courte que l'on désire.

Les amplitudes maxima des ondes d'essai pour la détermination de l'abaissement de la tension sont indiquées au tableau I ci-dessous, ou sur les diagrammes correspondants de la fig. 6.

Tableau I.

Tension nominale $U_N$ du parafoudre <sup>1)</sup> , en kV . . . . .	1	5	10	15	25	35	50	80	100
Amplitude de l'onde <sup>2)</sup> $u_w$ , en kV . . . . .	50	100	150	185	250	295	350	440	500

<sup>1)</sup> Valeur efficace. <sup>2)</sup> Valeur de crête.

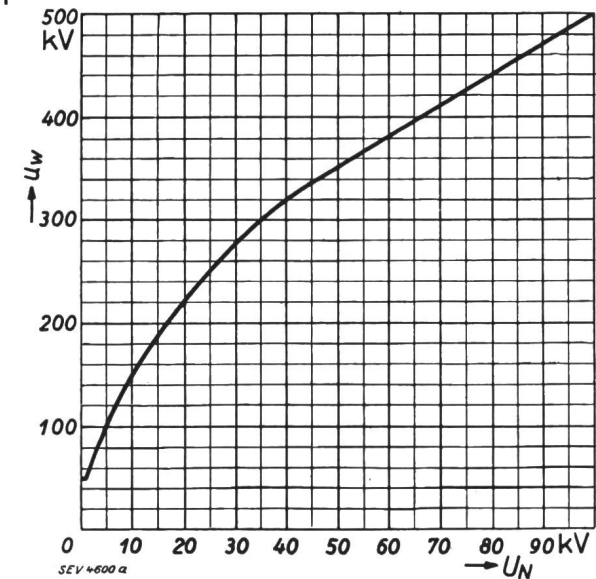


Fig. 6.  
Onde d'essai maximum ( $u_w$ ) pour différentes tensions nominales-type ( $U_N$ ).  
 $u_w$  mesurée en valeur de crête  
 $U_N$  mesurée en valeur efficace

<sup>5)</sup> Si l'on ne dispose pas de la fréquence d'essai de 50 pér./s., les mesures peuvent être également exécutées sous d'autres fréquences comprises entre 15 et 60 pér./s.

Le parafoudre doit supporter une série de 10 chocs par les ondes d'essai susmentionnées, à des intervalles d'environ ½ minute, sans subir de ce fait une modification permanente de ses propriétés, ni court-circuitage total ou partiel. Cette constatation doit être faite par des relevés oscillographiques pris au cours de cet essai.

4° *Caractéristiques.* Les caractéristiques courant-tension selon la fig. 5, servant à remplacer la mesure de l'abaissement de la tension, doivent être déterminées à l'aide d'ondes d'essai présentant une durée normale de mi-amplitude. Le nombre de chocs est le même que sous 3°. Le relevé des caractéristiques peut se faire directement à l'oscillographe cathodique, en tenant compte que ce ne sont pas les paires d'axes temps et tension, mais bien courant et tension, qui provoquent la déviation du rayon cathodique.

5° Le *pouvoir d'écoulement* d'un parafoudre est déjà déterminé par les mesures mentionnées sous 3° ou 4°. Conformément à la formule b (voir définition 14), le parafoudre doit évacuer un courant déterminé par l'amplitude de l'onde  $u_w$  et la tension résiduelle  $u_p$ . Pour  $u_p = 0$ , on a  $i_m$  (en A) = 4  $u_w$  (en kV).

Pour un parafoudre dont la tension résiduelle est égale à 2 ou 3 fois la tension nominale de l'appareil, avec l'onde d'essai selon tableau I, les courants du parafoudre ressortent du tableau II.

Tableau II.

Tension nominale $U_N$ du parafoudre <sup>1)</sup> en kV	jus- qu'à 1	5	10	15	25	35	50	80	100	
Amplitude max. de l'onde $u_w$ <sup>2)</sup> en kV	50	100	150	185	250	295	350	440	500	
Amplitude <sup>2)</sup> $u_m$ du courant de choc dans le parafoudre en A	pour $u_p = 2\sqrt{2} \cdot U_N$	195	390	540	650	860	1000	1120	1300	1430
	pour $u_p = 3\sqrt{2} \cdot U_N$	190	360	515	610	790	900	980	1080	1350

1) Valeur efficace. 2) Valeur de crête.

Pour les parafoudres pouvant évacuer des courants sensiblement plus intenses que ceux mentionnés au tableau II, il convient d'indiquer les plus forts courants de choc de durée normale de mi-amplitude  $T_H$  qui puissent être supportés sans perturbations et sans modification permanente du parafoudre. Le nombre de chocs est le même que sous 3°.

**B. Manière dont se comporte l'appareil sous la tension de service.**

La manière dont se comporte un parafoudre sous la tension de service dépend en première ligne de son pouvoir d'interrompre immédiatement un courant de service subséquent.

1° Le *pouvoir d'extinction* d'un parafoudre se détermine en faisant fonctionner cet appareil sous une tension de choc, tandis que ses bornes sont reliées à une source de courant à la fréquence de service et de puissance suffisante, conformément aux données du parafoudre. La puissance est considérée comme suffisante lorsque la tension appliquée ne tombe pas en-dessous du 85 % de la valeur fixée, par suite du passage du courant de service à travers le parafoudre. Au cours de cet essai, la durée du passage du courant à travers le parafoudre est enregistrée par exemple à l'aide de l'oscillographe ou, s'il s'agit d'un parafoudre pour courant alternatif, à l'aide d'un compteur de périodes. Dans la règle, le parafoudre doit être connecté pour ces essais comme en service normal, c'est-à-dire que l'un des pôles doit être à la terre. On peut toutefois insérer des shunts entre parafoudre et terre pour mesurer le courant et déterminer le nombre de périodes.

La grandeur de la tension de service aux bornes du parafoudre doit être choisie comme suit pour ces essais d'extinction:

- a) Tension nominale du parafoudre divisée par  $\sqrt{3}$  } pour réseaux triphasés, ou
- Tension nominale du parafoudre divisée par 2 } pour réseaux monophasés avec neutre directement à la terre.
- b) Tension nominale du parafoudre.
- c)  $1,2 \times$  tension nominale du parafoudre.

Sous chacune de ces tensions les appareils pour haute tension doivent fonctionner au moins 6 fois de suite, à environ ½ minute d'intervalle, et les appareils pour basse tension au moins 10 fois de suite. Au cours de ces essais, le parafoudre ne doit subir aucune avarie, ni modification permanente de ses propriétés.

Si l'on utilise, pour les réseaux à haute tension avec mise à terre directe du point neutre, des parafoudres dont la tension nominale est inférieure à la tension composée du réseau à protéger, les essais sous b) et c) auront lieu sans modification, par contre l'essai sous a) devra être exécuté sous la tension de phase du réseau pour laquelle les parafoudres sont prévus.

L'essai sous a) et éventuellement l'essai sous b) peuvent être supprimés, lorsque l'essai sous c) permet de conclure en toute certitude de la manière dont le parafoudre se comporterait sous a) et b). En revanche, les parafoudres à soufflage magnétique ou à commande mécanique, par exemple, risquent éventuellement davantage de rater sous de faibles tensions ou de faibles courants de passage, que sous des tensions ou des courants plus élevés.

2° *Stabilité au cours des essais.* On contrôle si des modifications permanentes sont intervenues éventuellement au cours des essais, en soumettant une seconde fois à l'onde d'essai, d'après le tableau I, le parafoudre dans le même état que pour les essais mentionnés sous A 3°. En comparant ces derniers oscillogrammes à ceux obtenus sous A 3°, on ne doit pas constater de modification permanente.

**Exemple d'un procès-verbal d'essai.**

La maison X a fait examiner un parafoudre portant les indications suivantes:

- a) nom du fabricant: Y.
- b) type: Af, No. 3327, 1935.
- c) genre de courant et fréquence: 1 ~ 50.
- d) tension nominale: 15 kV.
- e) tension de service maximum admissible: —

L'épreuve a eu lieu sur la base des «Directives pour l'essai et l'appréciation des parafoudres», conformément au schéma de la fig. ..., à l'aide de l'installation génératrice de chocs, près de la centrale électrique de Gösgen.

Les résultats sont groupés dans le tableau III ci-dessous et complétés par la reproduction de quelques oscillogrammes.

Tableau III.

Tension nominale du parafoudre $U_N$ , kV .	15
Tension d'amorçage pour $f = 50$ pér./s $u_a$ , kV	$35 \sqrt{2}$
Tension min. d'amorçage sous choc $u_{min}$ , kV	$38 \sqrt{2}$
Pour 1,2 fois l'amplitude de l'onde minimum:	
Tension d'amorçage $u_a$ , kV . . . . .	$39 \sqrt{2}$
Retard à l'amorçage $T_v$ , $\mu s$ . . . . .	0,3
Pour 2 fois l'amplitude de l'onde minimum:	
Tension d'amorçage $u_a$ , kV . . . . .	$40 \sqrt{2}$
Retard à l'amorçage $T_v$ , $\mu s$ . . . . .	0,2
Tension effacée:	
Onde appliquée $u_w$ , kV . . . . .	185
Tension résiduelle $u_p$ , kV . . . . .	$36 \sqrt{2}$
$p = u_p / 2 u_w \cdot 100 \%$ . . . . .	14 %
Facteur d'amorçage $a = \frac{u_{min}}{\sqrt{2} U_N}$ . . . . .	2,53
Facteur de surtension $\ddot{u} = \frac{u_p}{\sqrt{2} U_N}$ . . . . .	2,4
Durée du courant sous la tension $U_N$ :	
Nombre de chocs . . . . .	10
Nombre de périodes (chaque fois) . . . . .	½
Durée du courant sous la tension $1,2 U_N$ :	
Nombre de chocs . . . . .	10
Nombre de périodes (chaque fois) . . . . .	1
Remarques, altérations éventuelles:	
Pas de contournements partiels.	
Pas d'altération permanente.	
Le parafoudre satisfait aux directives.	