

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 31 (1940)
Heft: 13

Rubrik: Communications ASE

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.04.2026

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

Wenn auch bei den bis jetzt ausgeführten Anlagen die genannten Grenzen hinsichtlich Ionenenergie und Ionenstrom zufolge der skizzierten Schwierigkeiten zwar erreicht, aber nicht überschritten werden konnten, so sind doch bereits mehrere theoretische Arbeiten erschienen, in denen Methoden zur Kompensation des Relativitätseffekts angegeben werden. Grundsätzlich lässt sich die richtige Phasenbeziehung auch bei zunehmender Teilchengeschwindigkeit dadurch erhalten, dass man das Magnetfeld nach aussen in gleichem Masse anwachsen lässt, wie die Masse der Teilchen zunimmt (s. Gl. 23). Doch wird die Fokussierung des Strahles, auf welche hier nicht eingegangen wurde, durch einen solchen Feldanstieg gegen den Rand hin stark verschlechtert, so dass auch hier die Steigerung der Grenzspannung durch

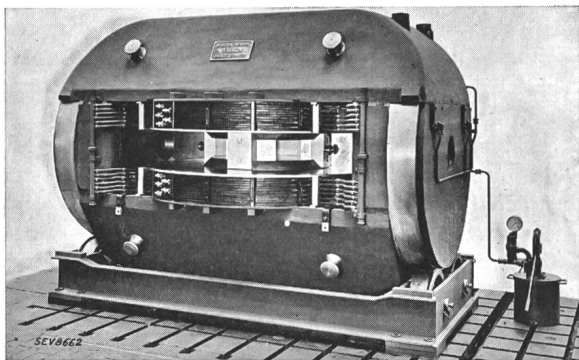


Fig. 17.

Cyclotronmagnet des Physikalischen Instituts der ETH.

Abnahme des Ionenstromes erkauft wird. Man kann jedoch, wie in einer Arbeit von Thomas⁵⁾ gezeigt wird, den Effekt der relativistischen Massenabweichung ohne Intensitätsverlust aufheben, wenn man das Feld sowohl in radialer Richtung anwachsen lässt als auch in Abhängigkeit vom Winkel zwischen einem festen und dem zum umlaufenden Teilchen gezogenen Fahrstrahl in geeigneter Weise periodisch variiert. Damit ist prinzipiell die Möglichkeit der Konstruktion von Cyclotrons für noch höhere als die genannten Energien aufgezeigt, und es dürfte wohl nicht sehr lange dauern, bis auch die ersten praktischen Versuche in dieser Richtung vorliegen.

Es sei noch bemerkt, dass im Gegensatz zu den mit Kanalstrahlröhren arbeitenden Anlagen die

⁵⁾ Phys. Rev. Bd. 54 (1938), S. 580.

Beschleunigung von Elektronen im Cyclotron nicht möglich ist. Denn bei gleicher kinetischer Energie ist die Geschwindigkeit eines Elektrons infolge seiner kleineren Masse um vieles grösser, als die eines Deutons. Die relativistische Massenvergrößerung des Elektrons wächst dadurch so stark an, dass eine Kompensation derselben praktisch nicht mehr in Frage kommt. Fig. 17 zeigt noch den von der Maschinenfabrik Oerlikon erstellten, für das im Bau befindliche Cyclotron des Physikalischen Institutes der ETH bestimmten Elektromagneten.

7. Zusammenfassung.

Fasst man das über die drei Apparatetypen: Treibriemengenerator, Kaskadengenerator und Cyclotron ausgeführte in vergleichender Weise zusammen, so lässt sich folgendes sagen:

Der Treibriemengenerator ist hinsichtlich der Anschaffungs- und Betriebskosten die weitaus billigste Hochspannungsquelle für alle Spannungsbereiche über 500 kV. Bis zu 1000 kV verwendet man vorzugsweise die offene Bauart; für höhere Spannungen stellen sich Anlagen unter Pressgas der Platzersparnis wegen günstiger. Die von ihm gelieferten Ströme sind zwar klein (Grössenordnung 1 mA); für die Erzeugung von Ionenströmen in der Grösse von einigen hundert μA , die zur Zeit in der Kernphysik Verwendung finden, jedoch hinreichend.

Der Kaskadengenerator hat vor dem Treibriemengenerator vor allem den Vorteil grösserer Stromlieferung. Eine prinzipielle Grenze ist hier der Stromstärke überhaupt nicht gesetzt. Die Bauweise unter Pressgas ist beim Kaskadengenerator grundsätzlich auch möglich; ausgeführte Anlagen existieren jedoch bis heute nicht.

Das Cyclotron ist die leistungsfähigste der zur Zeit existierenden Anlagen zur Erzeugung schneller Ionen. Die von ihm erzeugten Ionenenergien entsprechen einer Spannung von $9 \cdot 10^6$ Volt (bei Verwendung von Deutonen) und wurden bis jetzt von keiner mit Kanalstrahlröhren arbeitenden Hochspannungsquelle erreicht. Die gegenwärtige Energiegrenze, die durch die relativistische Massenvergrößerung der zur Beschleunigung gelangenden Teilchen gegeben ist, dürfte nur vorläufiger Natur sein und sich durch geeignete konstruktive Massnahmen noch erhöhen lassen. Die Beschleunigung von Elektronen (und damit auch die Erzeugung von Röntgenstrahlen) ist beim Cyclotron nicht möglich.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Nouvelle méthode de localisation des défauts des câbles d'énergie.

Introduction.

621.917.333.4

Plusieurs méthodes peuvent être appliquées pour localiser les défauts des câbles d'énergie quand la nature du défaut est simple. Par contre, dans le cas de défauts complexes tels qu'un contact entre deux conducteurs interrompus ou un contact entre un conducteur et le plomb avec une haute résis-

tance du défaut, il est difficile de déterminer d'une manière simple l'emplacement du défaut.

Dans de tels cas, on prend comme point de départ la mesure de la capacité ou de l'inductance du câble défectueux mesurée par un pont à courant alternatif et on corrige pour faire intervenir la résistance du défaut. Une telle méthode a été indiquée par E. Widl¹⁾.

¹⁾ E. Widl, Arch. f. Elektrotechn. 32. 28 (1938).

Cependant, dans cette méthode, on doit introduire dans le calcul la résistance du défaut mesurée au courant continu, ce qui est un grave inconvénient. En effet, cette résistance est souvent instable, et il s'y produit parfois aussi des phénomènes d'électrolyse. Dans le cas cité plus loin par les auteurs, il s'agissait d'un câble ayant dans le plomb un trou d'environ 10 cm de diamètre ayant laissé pénétrer de la saumure. Par ce fait, il se formait entre conducteur et plomb une pile donnant environ 0,1 V. Dans un tel cas, la résistance du défaut dépend de la durée d'application du courant et du degré de polarisation obtenu, et il est difficile de savoir quelle valeur introduire dans le calcul.

La caractéristique de la méthode décrite ci-après, c'est qu'une mesure au courant continu n'est pas nécessaire et que l'extrémité de la ligne opposée à celle où se fait la mesure est fermée sur une résistance non inductive d'une valeur égale à l'impédance caractéristique de la ligne. Par l'emploi d'un tel dispositif, le tronçon du câble situé au-delà du défaut n'a aucune influence sur la mesure. Dans un sens, la section au-delà du défaut est remplacée par une résistance non-inductive de sorte que les calculs théoriques et les corrections sont considérablement simplifiés.

Considérations théoriques.

Dans le cas envisagé, le câble peut être considéré comme l'indique la fig. 1a qui représente le conducteur défectueux avec deux autres conducteurs et le manteau de plomb. Le câble défectueux peut donc être représenté par le schéma de la fig. 1b.

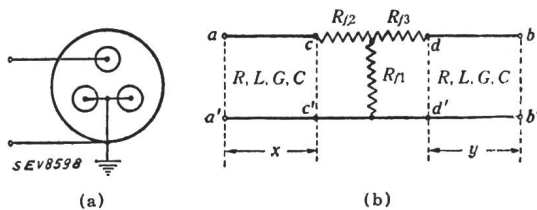


Fig. 1. Câble avec défaut et son circuit équivalent.

Dans la fig. 1b les relations du courant et de la tension entre les points *a* et *c* sont données par les 2 équations:

$$\left. \begin{aligned} U_a &= U_c \cos \gamma x + \mathfrak{Z}_c \mathfrak{Z} \sin \gamma x \\ \mathfrak{Z}_a &= U_c \frac{1}{\mathfrak{Z}} \sin \gamma x + \mathfrak{Z}_c \cos \gamma x \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

où:

U_a, \mathfrak{Z}_a tension et courant à la borne d'entrée,
 U_c, \mathfrak{Z}_c tension et courant à la borne de sortie

$$\mathfrak{Z} = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} \text{ impédance caractéristique}$$

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} \text{ constante de propagation}$$

- x* longueur du conducteur
- L* self-induction par km
- G* conductance par km
- R* résistance du conducteur par km
- C* capacité électrostatique par km
- $\omega = 2\pi f$

De même, entre les points *d* et *b* on a les 2 équations ci-dessous:

$$\left. \begin{aligned} U_d &= U_b \cos \gamma y + \mathfrak{Z}_b \mathfrak{Z} \sin \gamma y \\ \mathfrak{Z}_d &= U_b \frac{1}{\mathfrak{Z}} \sin \gamma y + \mathfrak{Z}_b \cos \gamma y \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Dans le cas de câbles d'énergie d'une longueur de quelques kilomètres, que nous envisageons ici, la résistance du conducteur et la conductance sont négligeables. La fréquence de mesure étant d'environ 1000 Hz, en admettant que la constante de propagation soit $\gamma \ll 1$, les quatre constantes terminales de l'équation 1 et de l'équation 2 auront les valeurs approximatives suivantes:

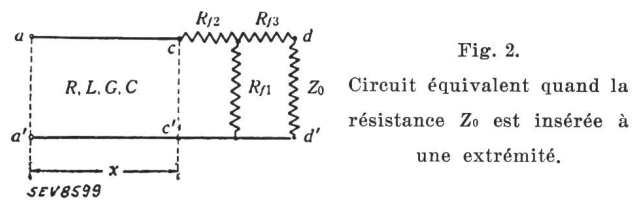
$$\left. \begin{aligned} \sin \gamma x &\cong \gamma x & \cos \gamma x &\cong 1 \\ \gamma &= \gamma_0 \cong j\omega \sqrt{LC} & \mathfrak{Z} &= Z_0 \cong \sqrt{L/C} \\ \gamma_0 Z_0 &= j\omega L & \gamma_0/Z_0 &= j\omega C \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Dans la méthode proposée, l'une ou l'autre des extrémités est fermée par une résistance non inductive de la même valeur que Z_0 de sorte que si les extrémités *bb'* sont connectées à cette résistance, en introduisant la relation $U_b = \mathfrak{Z}_b \cdot Z_0$ dans l'équation 2, l'impédance mesurée à partir de *dd'* sera:

$$\mathfrak{Z}_{dd'} = \left(\frac{U_d}{\mathfrak{Z}_d} \right)_{U_b = \mathfrak{Z}_b Z_0} \cong Z_0$$

et elle est constante.

Par conséquent, la fig. 1b peut être représentée par le circuit équivalent de la fig. 2.



En utilisant l'équation 1 avec $U_c = \mathfrak{Z}_c (R_{t2} + R_0)$ et en substituant les valeurs données par (3) l'impédance équivalente aux bornes *aa'* sera:

$$R_0 = \frac{R_{t1}(R_{t3} + Z_0)}{R_{t1} + R_{t3} + Z_0}$$

$$\mathfrak{Z}_n = \left(\frac{U_a}{\mathfrak{Z}_a} \right)_{U_c = \mathfrak{Z}_c (R_{t2} + R_0)} = \frac{R_{t2} + R_0 + j\omega Lx}{1 + j\omega Cx(R_{t2} + R_0)} \quad (5)$$

Avec $\varepsilon = (R_{t2} + R_0)/Z_0$ et en séparant les termes réels et imaginaires, l'équation 5 devient:

$$\mathfrak{Z}_n = \frac{\varepsilon Z_0 (1 + \gamma_0^2 x^2)}{1 + x^2 \gamma_0^2 \varepsilon^2} + j \frac{x \gamma_0 Z_0 (1 - \varepsilon^2)}{1 + x^2 \gamma_0^2 \varepsilon^2} \quad (6)$$

On mesure aux bornes *aa'*, avec un pont à courant alternatif, la self-induction L_n et la résistance en série R_n du câble défectueux ou la capacité C_n et la résistance en parallèle R'_n , selon la méthode décrite plus loin. En envisageant l'équation théorique, on voit que c'est la valeur de ε qui indiquera laquelle des deux mesures doit être effectuée.

Dans le cas de $\varepsilon < 1$ le second terme du membre de droite de l'équation 6 sera positif, et c'est la self-induction qu'il faut mesurer.

De là:

$$\mathfrak{Z}_n = R_n + j\omega L_n \quad (7)$$

Des équations 6 et 7 on tire:

$$R_n = \frac{\varepsilon Z_0 (1 + \gamma_0^2 x^2)}{1 + x^2 \gamma_0^2 \varepsilon^2} \cong \varepsilon Z_0 \quad (8)$$

$$\omega L_n = \frac{x \gamma_0 Z_0 (1 - \varepsilon^2)}{1 + x^2 \gamma_0^2 \varepsilon^2} \quad (9)$$

Des équations 8 et 9 on tire la relation approximative

$$x = \frac{L_n}{L} \cdot \frac{1}{1 - (R_n/Z_0)^2} \quad (10)$$

ce qui permet de calculer la distance du point où se fait la mesure jusqu'au défaut.

Dans le cas d'un court-circuit presque complet, c'est-à-dire si $R_n \ll Z_0$ alors

$$x = L_n/L \quad (11)$$

et une correction n'est pas nécessaire.

Si $\varepsilon > 1$ la valeur du second terme du membre de droite de l'équation 6 est négative, et il faudra mesurer la capacité. On utilisera alors la réciproque de l'équation 5

$$\frac{1}{Z_n} = Y_n = \frac{1 + j \omega C x (R_{12} + Z_0)}{R_{12} + R_0 + j \omega L x} \approx \frac{1}{R'_n} + j \omega C_n \quad (12)$$

par conséquent:

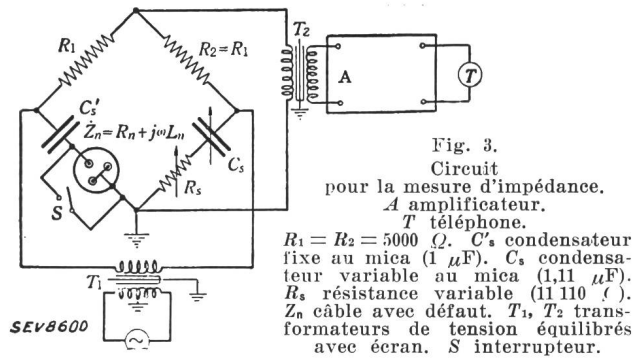
$$\frac{1}{R'_n} = \frac{\varepsilon (1 + \gamma_0^2 x^2)}{Z_0 (\varepsilon^2 + \gamma_0^2 x^2)} \approx \frac{1}{\varepsilon Z_0} \quad (13)$$

$$\omega C_n = \frac{\gamma_0 x (\varepsilon^2 - 1)}{Z_0 (\varepsilon^2 + \gamma_0^2 x^2)} \quad (14)$$

Des équations 13 et 14 on tire la relation approximative:

$$x = \frac{C_n}{C} \cdot \frac{1}{1 - (Z_0/R'_n)^2} \quad (15)$$

qui permet de calculer la distance du défaut.



Dans le cas où le circuit est presque complètement interrompu, c'est-à-dire si $R'_n \gg Z_0$ alors:

$$x = C_n / C \quad (16)$$

et aucune correction n'est nécessaire.

Enfin si $\varepsilon = 1$, c'est-à-dire si $R_{12} + R_0 = Z_0$ (par exemple

$$R_{12} = R_{13} = 0 \quad R_{11} \gg Z_0$$

ce qui correspond à une disruption de l'isolation, mais avec un défaut à haute résistance) les deux équations 9 et 14 donnent 0 et la détermination du défaut ne peut se faire. Dans de tels cas, il faut faire la mesure à partir de l'extrémité opposée du câble ou brûler le défaut pour en réduire la résistance à une valeur convenable.

La décision de savoir s'il faut mesurer l'inductance ou la capacité du câble dépend, comme on l'a indiqué, de la valeur de ε , c'est-à-dire du rapport $(R_{12} + R_0)/Z_0$ de sorte que théoriquement, il faut connaître la valeur de $R_{12} + R_0$. Cependant, ce n'est nécessaire que pour l'explication théorique de la méthode et le praticien ayant un peu d'expérience saura immédiatement ce qu'il doit faire.

Méthode de mesure.

a) *Mesure de l'impédance d'un câble ayant un défaut.* La self-induction à mesurer est connectée en série avec une capacité de valeur connue. La self-induction se déduit de la variation de la capacité. En utilisant le schéma de la fig. 3, on équilibre le pont dans deux cas, avec la clef S fermée et avec cette clef ouverte. Si les lectures de C_s et R_s sont respectivement C_{s1}, C_{s2} et R_{s1}, R_{s2} , on obtiendra L_n et R_n par l'équation:

$$L_n = \frac{C_{s2} - C_{s1}}{\omega^2 C_{s1} C_{s2}} \quad R_n = R_{s2} - R_{s1} \quad (17)$$

Dans le cas d'un câble sans défaut, la mesure de la self-induction L s'effectue par la même méthode en court-circuitant l'extrémité de la ligne.

b) *Mesure de l'admittance d'un câble ayant un défaut.* La mesure s'effectue selon le schéma de la fig. 4 et, quand le pont est équilibré, on a les équations:

$$\left. \begin{aligned} R'_n &= R_s \\ C_n &= C_s \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

Pour mesurer la capacité d'un câble sans défaut, C_s et R_s de la fig. 4 sont connectés en série et on équilibre le pont.

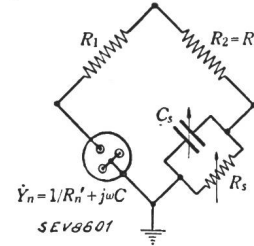


Fig. 4. Circuit pour la mesure d'admittance.

Exemple de mesures effectuées.

Entre l'usine génératrice de Shibaura et la sous-station Shiba du Service Electrique de la Municipalité de Tokyo.

Câble 3 · 150 mm², 22 kV, longueur totale 2621 m.

$$L = 0,27 \text{ mH} \quad C = 0,220 \mu F$$

$$Z_0 = \sqrt{L/C} = 35 \text{ ohms} \quad \omega = 6,28 \cdot 10^3$$

Le défaut consistait en un conducteur interrompu et mis à la terre par immersion dans de la saumure. Cela correspond au cas d'application de la formule 15. Les résultats obtenus sont donnés par le tableau I.

Résultats des mesures du défaut.

Tableau I.

Extrémité où s'est faite la mesure	C_n μF	R'_n Ω	x m	Position réelle du défaut m	Erreur %
Centrale Shibaura .	0,258	86,9	1187	1177	0,85
Sous-station Shiba .	0,313	107,3	1438	1444	-0,41

D'autres mesures ont été faites sans utiliser l'impédance caractéristique. En calculant sur la base des mesures de capacité, le défaut devait se trouver à 1853 m de la Centrale Shibaura et 1905 m de la sous-station Shiba, résultat complètement inexact.

A titre de référence, on a essayé de mesurer au courant continu, mais dans les conditions données l'essai était impossible.

Conclusion.

Pour localiser un défaut dans les câbles d'énergie, la méthode de mesure de la self-induction ou de la capacité a été employée, mais l'erreur de mesure est excessive sauf dans le cas où le défaut est de nature simple. La méthode de mesure de la résistance au courant continu donne aussi de grandes erreurs, même en apportant une correction, selon la nature de la résistance du défaut.

Dans ce travail, une méthode a été proposée dans laquelle le tronçon de câble au-delà du défaut est remplacé pratiquement par une résistance non inductive. La mesure de résistance au courant continu est inutile et on utilise seulement un pont de mesure de capacités à fréquence phonique. Cette méthode a été expérimentée en pratique avec d'excellents résultats. — (H. Numakura and R. Tukamoto: «New Method of Fault Localization of Power Cable», Electrot. J. Japan Vol. 4 [1940], Nr. 3.) E. F.

Zehn Jahre Expansionsschalter.

621.316.57.064.46

Das Jahr 1930 wird in der Geschichte der Hochleistungsschalter immer ein denkwürdiges Jahr bleiben, denn damals wurden kurz hintereinander Pressgas- und Expansionsschalter in die Praxis eingeführt; gleichzeitig erfuhr der Aufbau der Schaltstationen eine grundlegende Wandlung, es entstand die illose Hochspannungsschaltanlage.

Ausgehend von der Erfindung des Expansionschalters werden die einzelnen Entwicklungsstufen unter besonderer Berücksichtigung der in jüngster Zeit erzielten Fortschritte geschildert. Während der vergangenen 10 Jahre sind 35 000 Expansionschalter in rund 7000 öllosen Schaltanlagen bei Spannungen von 3...60 kV zum Einsatz gekommen. Aus diesen Zahlen erkennt man — in einem gewissen Gegensatz zu anderweitigen Feststellungen¹⁾ —, dass der Expansionschalter nach wie vor in sehr grossem Ausmass für den Bau wichtiger Schaltstationen Anwendung findet.

Zu Beginn wird zunächst zum Expansionsprinzip Stellung genommen. Die seinerzeitige Formulierung: «Mit der Druckentlastung ist eine lichtbogenlöschende Wirkung verknüpft» hat sich als Arbeitshypothese bis zum heutigen Tag bewährt. In einer demnächst erscheinenden Arbeit über die Theorie der Flüssigkeitsschalter wird der Nachweis erbracht, dass das Expansionsprinzip es gestattet, die komplizierten Vorgänge bei der stromabhängigen Lichtbogenlöschung auf einheitlicher Grundlage zu erklären.

An Hand einer Tabelle, in der die Eigenschaften von Oel, Wasser und Expansin hinsichtlich ihrer Eignung als Löschflüssigkeit miteinander verglichen werden, wird gezeigt, dass insbesondere das Expansin, welches im wesentlichen aus Wasser und Glykol besteht, eine grosse Zahl guter Eigenschaften in sich vereinigt. Besonders hervorzuheben sind: vollständige Unbrennbarkeit, weitgehende Anpassungsmöglichkeit hinsichtlich Gaserzeugung beim Abschaltvorgang durch entsprechende Wahl der Zusammensetzung, Erzielung von Stockpunkten bis zu -85° , Ueberspannungsfreies Abschalten.

Die weiteren Abschnitte sind vornehmlich technisch-wirtschaftlichen Untersuchungen gewidmet. Die Ergebnisse werden zu folgenden Konstruktionsrichtlinien zusammengefasst:

1. Die «günstigen» Typen einer Entwicklungsreihe — es sind dies diejenigen Typen, bei denen mit kleinstem Aufwand ein geforderter technischer Effekt erzielt wird — müssen möglichst mit den statistisch am häufigsten verwendeten Typen zusammenfallen.

2. Die einzelnen Elemente eines Schalters — z. B. Kammer, Schaltstiftführung, Isolatoren, Gestell, Antrieb, Auslöser usw. — sind gegenseitig so anzuordnen, dass der Raumbedarf ein Minimum wird.

3. Die Löschdistanz — es ist dies derjenige lichte Kontakt- abstand, bei dem unter gegebenen äusseren Verhältnissen des Stromkreises die wiederkehrende Festigkeit gerade ausreicht, um eine Neuzündung zu verhüten — ist die wirtschaftlich ausschlaggebende Grösse eines Hochleistungsschalters. Es ist Aufgabe der Forschung, nach Mitteln zu suchen, die Löschdistanz möglichst klein zu machen.

¹⁾ Vgl. z. B. Leuch, Bull. SEV 1939, Nr. 14, S. 360—363.

Zu 1: Die Erfahrung hat frühzeitig gezeigt, dass der Expansionschalter Reihe 10 ein «günstiger» Typ ist; andererseits lehrt die Statistik, dass die Schalter Reihe 10 für 75 bis 80 Prozent aller Lieferungen in Frage kommen. Aus dieser Uebereinstimmung ist der grosse wirtschaftliche Erfolg des Expansionschalters mit zu erklären.

Zu 2: Die Forderung nach dem Minimum des Raumbedarfs hat von den älteren Bauarten konsequent zu dem Säulenschalter geführt.

Zu 3: Auf Grund neuester Forschungsergebnisse beträgt die Löschdistanz bei 10 kV nur noch 0,5...1,5 cm mit dem Ergebnis, dass der Raumbedarf der zur Zeit in Entwicklung begriffenen Typen bedeutend verkleinert werden konnte. Zusammen mit den parallel dazu geschaffenen raumsparenden Stützern, Durchführungen, Trennschaltern und Ueberstromauslösern lassen sich in absehbarer Zeit die Abmessungen offener und gekapselter Schaltanlagen in einem bisher nicht für möglich gehaltenen Ausmass verringern.

Die Typenreihe der Innenraumschalter mit Wasser als Löschmittel von 100...1000 MVA, 6...60 kV und 400...6000 A konnte auf 32 Ausführungsformen eingeschränkt werden, wobei ohne Ausnahme nur noch Hand- und Druckluftantriebe verwendet werden.

Neben den listenmässigen Typen haben sich vor allen Dingen die Einphasenexpansionschalter mit Synchronsteuerung für Lokomotiven und stationäre Bahnanlagen in grossem Umfang eingeführt und bewährt. Weiter sind die schlagwettergeschützten Schalter zu erwähnen. Ueber umfangreiche Netzversuche mit Expansionschaltern für Kurzschlusslöschung, bei denen ein grosses Versorgungsgebiet über zwei weit voneinander entfernte Kurzschlusslöcher gespeist wurde, wird demnächst eingehend berichtet.

Der letzte Abschnitt ist den Neuentwicklungen auf dem Gebiet der Freiluftschalter gewidmet. In dem Bestreben, die Ausschaltzeit unter den Wert von 0,06 s zu senken, den Aufbau zu vereinfachen und die Schalter absolut wetterbeständig zu machen, entstand der neue Freiluftexpansionschalter der Säulbauart. Durch entsprechende konstruktive Massnahmen wurde erreicht, dass kein einziger beweglicher Teil mehr in unmittelbarer Berührung mit der Atmosphäre steht. Das letzte Glied in der Typenreihe stellt der 400-kV-Freiluftexpansionschalter dar, dessen Entwicklung ebenfalls zu einem gewissen Abschluss gebracht werden konnte.

Die bisherigen technisch wirtschaftlichen Erfolge sowie die grossen Fortschritte aus allerjüngster Zeit berechtigen zu der Annahme, dass der Expansionschalter auch weiterhin in grossem Umfang Anwendung finden wird. — (F. Kesselring, ETZ 1940, Nr. 23.)

B. E.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Die Entwicklung der Blindlandverfahren in den Vereinigten Staaten.

621.396.933.2

In den letzten zehn Jahren wurde eine grosse Anzahl von Blindlandsystemen entwickelt und praktisch erprobt. Die wichtigsten Luftverkehrsvesellschaften, die staatliche Verkehrskommission, das Bureau für Luftverkehr, das Komitee für aeronautische Radiotechnik haben deshalb gemeinsam eine Anzahl Normen oder Forderungen gestellt, die ein Blindlandsystem erfüllen muss; ebenso wurde ein Programm für weitere Entwicklungsarbeiten herausgebracht. Sobald ein System entwickelt ist, das die Anerkennung aller Beteiligten gefunden hat, soll dasselbe auf verschiedenen Flughäfen der ganzen Vereinigten Staaten versuchsweise eingerichtet werden.

Es gibt drei Gruppen von Blindlandverfahren: 1. solche radioelektrische Verfahren, die dem Piloten nur zur Orientierung in der Horizontalen dienen, wobei die Höhe mit einem andern Instrument (Barometer) gemessen wird, 2. Verfahren, bei denen auch die Höhe auf drahtlosem Wege bestimmt wird und 3. Verfahren, die nicht auf radioelektrischer Grundlage beruhen. Die Entwicklung der letz-

teren Gruppe macht Fortschritte und wird einem späteren Artikel vorbehalten.

Schon im Jahre 1919 wurde vom «Bureau of Standards» ein radioelektrisches Hilfsgerät für Landungen bei schlechter Sicht entwickelt. Mit Hilfe einer Doppelantenne, die aus zwei übereinanderliegenden horizontalen Rahmen bestand, wurde eine Funkbake geschaffen, deren Vertikalstrahlung einen feldfreien Konus umschliesst. Beim Durchfahren der stillen Zone wusste der Pilot, wo er sich befand. Im Flugzeug war ein Richtempfänger eingebaut. Der Sender war ein Funksender von 0,5 kW.

Die erste vollständige Blindlandung wurde vom bekannten amerikanischen Flieger J. H. Doolittle am 24. September 1929 in «Mitschel Field» durchgeführt. Der feldfreie Konus des Richtfinders wurde dabei gleichzeitig als Markierungsbake benutzt. Die Höhe wurde dabei noch auf andere als radioelektrische Weise gemessen, wahrscheinlich mit Barometer. Bei weiteren Blindlandversuchen wurden noch eine oder mehrere Markierungsbaken neben dem Richtsender benutzt, um den Abstand von der Landestelle anzuzeigen.

Das erste vollständig dreidimensionale Blindlandesystem wurde vom Bureau of Standards entwickelt. Zum Richtungsfinder (gleiche Empfangsstärke verschieden modulierter Signale bedeutet dem Flieger, dass er sich auf dem richtigen Kurs befindet) wurde noch ein weiterer Sender aufgestellt, dessen Strahlungscharakteristik so gestaltet ist, dass die Gleitbahn einer Kurve konstanter Empfangsstärke entspricht. Der Gleitbahnsender arbeitete mit horizontal polarisierter Ultrakurzwellen von 90,8 Megahertz. Die ersten Blindlandungen mit diesem System wurden im Jahr 1931 durchgeführt. Die weitere Entwicklung ging dahin, statt des Empfanges mit dem Ohr die Kursangaben direkt auf einem Instrument mit gekreuzten Zeigern sichtbar zu machen. Ebenso war man darauf bedacht, den Piloten so viel wie möglich von unnötigen und störenden Manipulationen zu entlasten und die Angaben der einzelnen Sender durch stark verschiedene Modulation auseinander zu halten. Die Gleitkurve wurde weiter verbessert, d. h. steiler gemacht, indem der zugehörige Sender, der gleichzeitig auch als Kursanzeiger dient, in eine Grube in der Mitte des Flugfeldes gesetzt wurde. Die Verwendung horizontal polarisierter Strahlung hat sich dabei als betriebssicherer erwiesen und hat noch den Vorteil, bei Anwesenheit einer Schneedecke die ganze Gleitkurve entsprechend mitzuheben.

Vom Handelsdepartement (Airway's Division of the Department of Commerce) wurde ein Blindlandesystem ausgearbeitet, welches sich durch grosse Einfachheit auszeichnet, aber nicht ohne barometrische Höhenmessung auskommt. Dabei wird eine Richtbake, die oben beschrieben wurde, gleichzeitig mit einer nach allen Richtungen strahlenden Markierungsbake verwendet. Passiert der Flieger den feldfreien Kegel der Richtbake, so setzt er sofort zum Gleitflug an. Zeigt sein Höhenmesser dann nach dem Passieren der Markierungsbake 100 Fuss (= 32,5 m) an, so kann er den Gleitflug fortsetzen, vorausgesetzt, dass er das erste Signal, d. h. den feldfreien Konus des Kursanzeigers in 1000 Fuss Höhe passiert hat.

Ein weiteres sehr einfaches und anpassungsfähiges System wurde von der Armee herausgebracht, fand aber wegen zu geringer Zuverlässigkeit keinen Eingang in den zivilen Luftverkehr.

Die weitere Entwicklung der vom «Bureau of Standards» herausgebrachten Apparatur wurde von der Technischen Hochschule in Washington übernommen. Der Kursanzeiger bestand dabei aus zwei Rahmen-Antennen, deren Figur-8-förmige Charakteristiken sich zum Teil überdecken. Die beiden Rahmen werden auf der gleichen Trägerwelle mit den Hörfrequenzen 65 und 86,7 Hertz moduliert; die Kurven gleicher Empfangsstärke geben die Kursrichtungen. Eine wichtige Verbesserung bedeutete dabei die Verwendung eines einzigen Verstärkers für beide Antennen, so dass durch Aenderungen in den Röhreneigenschaften beide Strahlungscharakteristiken im selben Sinne beeinflusst werden, wobei sich höchstens die Intensität der Gesamtstrahlung ändern kann und die Kursrichtungen nicht verändert werden. Die Kursanzeige erfolgt visuell mit Hilfe eines Doppelzeigerinstrumentes. Die beiden Zeigermesswerke werden nicht direkt an den Verstärker angeschlossen, sondern mittels eines Uebertragers. Dieser Uebertrager (Reed Converter = Zungenübertrager) beruht auf folgendem Prinzip: Eine auf eine bestimmte Frequenz abgestimmte Zunge schwingt zwischen zwei Paaren von Magnetspulen ähnlich wie die Zunge eines gebräuchlichen Frequenzmessers, wobei das eine vom Verstärker gespeisene Spulenpaar zur Erregung der Zungenschwingung dient (Primärspulen), während im zweiten Spulenpaar (Sekundärspulen) durch die Zungenschwingungen Ströme induziert werden, die zuletzt vom Zeigerinstrument aufgenommen werden. Ein solcher Uebertrager wirkt wie ein hochselektives Filter, das nur die der Eigenschwingung der Zunge entsprechende Frequenz hindurchlässt. Ausser für den Gleitbahnsender, der auf einer Frequenz von 91 Megahertz arbeitet, werden keine Ultrakurzwellen verwendet. Die Anwendung von mittleren Wellen hat jedoch den Nachteil, dass sie oft gekrümmte oder mehrfache Kursrichtungen anzeigen. Es sind deshalb Arbeiten im Gang, auch die Vorseignale und Richtungsanzeiger auf kurzen Wellen arbeiten zu lassen.

1935 entwickelten die «Western Continental Airlines» einen kombinierten Gleitbahn- und Richtungsanzeiger, der auf einer Frequenz von 85 Megahertz arbeitete. Beim Kreuzen eines Flusses und eines Uferdammes ergaben sich jedoch Unregelmässigkeiten in der Gleitbahn, die die Anlage unbrauchbar machten. Erst später fand man heraus, dass vertikal polarisierte Wellen dafür verantwortlich waren.

Vom «Bureau of Air Commerce» wurde im selben Jahr ein System entwickelt, das einen Kursanzeiger von 227 000 Hz, bestehend aus zwei Rahmenantennen und einer in der Mitte angeordnete Vertikalantenne besitzt. Der Sender arbeitet mit Einseitenband-Modulation, wobei die senkrechte Antenne eine konstante, 1020 Hz unter dem Seitenband liegende Trägerwelle aussendet. Die Kursanzeige wurde durch Tasten von «N» und «A» erhalten, wobei das Seitenband benutzt wird. Wegen des lästigen Tanzens der Nadel am Anzeigeelement wurde diese Methode zugunsten einer raschen mechanischen Modulation verlassen, deren praktische Erprobung noch im Gang ist.

In den Jahren 1934 und 1935 wurde von Kramar (Lorenzgesellschaft) ein Blindlandesystem entwickelt, das in einem früheren Referat in dieser Zeitschrift ausführlich beschrieben wurde¹⁾. Praktische Versuche mit diesem deutschen System wurden auf dem Flughafen von Indianapolis durchgeführt. Wenn auch bei schlechter Sicht und niedriger Wolkenbedeckung erfolgreiche Landungen durchgeführt wurden, so zeigten sich doch noch einige Nachteile. Erstens machte die unruhige Nadel des Anzeigeelementes die Ablesung mühsam, so dass der Empfang mit Kopfhörer bessere Resultate ergab als die visuelle Ablesung. Zweitens wurde von den meisten Piloten die Schärfe der Landeschneise von 6° als zu gering taxiert. Durch Verbesserung der Antennenanordnung konnte die Unsicherheit der Kursanzeige auf einen Winkel von 2° herabgesetzt werden. Eine weitere Schwierigkeit entstand durch die Anwendung vertikalpolarisierter Wellen, indem die angezeigte Gleitkurve am Anfang der betonierten Landepiste plötzlich stark nach dem Boden zu abfiel. Diese wahrscheinlich durch die Armierung des Betons hervorgerufene Erscheinung zeigt, dass sich horizontal polarisierte Strahlung besser für die Gleitbahnmarkierung eignet. Die ursprünglich in der Lorenzapparatur verwendeten Frequenzen von 33,3 und 38,0 Megahertz scheinen für die allgemeine Anwendung des Systems nicht günstig zu liegen, da sie von der Ionosphäre reflektiert und deshalb zwischen entfernt gelegenen Flugplatzstationen Störungen hervorrufen können. Ueberdies können sie in den Vereinigten Staaten nicht verwendet werden, da das entsprechende Wellenlängengebiet schon stark in Anspruch genommen ist. Neben einigen weiteren Nachteilen der Original-Lorenz-Apparatur, die relativ leicht zu beheben sind, müssen der grosse Vorteil der Einfachheit und die Tatsache, dass sowohl visuelle als auch aurale Kursanzeige möglich ist, hervorgehoben werden. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass der Berührungspunkt der Gleitkurve mit dem Boden genügend weit vom Sender entfernt ist, wodurch die Kollisionsgefahr herabgesetzt wird. Die interessanteste Eigenschaft des Lorenz-Systems ist jedoch die, dass es keiner Eichung des Empfängers bedarf. Sobald der Pilot das Vorseignal überfliegt, liest er die Amplitude auf dem Anzeigeelement ab, setzt zum Gleitflug an und hat nur dafür zu sorgen, dass der Zeiger des Instrumentes bis zur Berührung mit dem Boden auf derselben Stelle bleibt. Lag die ursprüngliche Höhe beim Ueberfliegen des Vorseignals zwischen 660 und 740 Fuss (216 und 243 m), so liegen die entsprechenden Berührungspunkte genügend nahe beieinander. Die ausschliessliche Verwendung ultrakurzer Wellen bedingt eine sehr geringe Störanfälligkeit.

Das ursprünglich vom Bureau of Standards ausgearbeitete Blindlandesystem wurde in der Folge von den United Air Lines und von der Bendix-Radio Corporation weiter entwickelt. Durch Anwendung von Ultrakurzwellen gelang es, Mehrdeutigkeiten in der Kursanzeige zu vermeiden. Zur Trennung der verschiedenen Modulationsfrequenzen wurden elektrische statt mechanische Filter (oben erwähnter Zungenübertrager) verwendet. Das verbesserte System besteht aus zwei Richtantennen in Yagi-Anordnung²⁾, deren Hauptstrahlen einen Winkel von 40° miteinander bilden. Die eine Antenne wird mit 70, die andere mit 90 Hertz mechanisch moduliert. Das beschriebene System stellt einen kombinierten Gleitbahn- und Kursanzeiger dar. Im Flugzeug wird mit einer

¹⁾ Die Ultrakurzwellenfunkbake und ihre Anwendung, Bull. SEV 1939, Nr. 5, S. 137.
²⁾ Bull. SEV 1939, Nr. 8, S. 215.

horizontalen Rahmenantenne empfangen, um Fehler durch Richtwirkung auf der Empfangsseite auszuschalten. Eine grosse Erleichterung für den Flugzeugführer bringt die Verwendung des automatischen Piloten zusammen mit dem versprochenen Blindlandesystem mit sich. Der Flugzeugführer kann sich dann während des Gleitfluges bis zur Berührung mit dem Boden auf das Gleitbahnanzeigegerät konzentrieren. In den Jahren 1936 und 1937 wurden so insgesamt 3000 vollständige Blindlandungen auf Böing- und Douglasmaschinen durchgeführt.

Am Schluss der Originalarbeit befindet sich noch eine ausführliche Zusammenstellung der Forderungen, die in den USA an ein Blindlandesystem gestellt werden. — (W. E. Jackson, Status of instrument landing systems. Proc. Inst. Radio Ing., Vol. 26 [1938], p. 681.) Hdg.

Der heutige Stand der transozeanischen Nachrichtenübermittlung.

621.396 1

Auch heute noch spielt sich nur der kleinste Teil des Nachrichtenverkehrs auf drahtlosem Wege ab. In den USA z. B. beträgt das in den drahtlosen Stationen investierte Kapital nur etwa 1 % desjenigen der Drahtanlagen. Der drahtlose Verkehr benutzt dabei zum grössten Teil die Schnelltelegraphie. Die Einnahmen aus dem drahtlosen Fernverkehr beginnen erst jetzt die Ausgaben zu bestreiten und z. T. zu übertreffen. Nicht zu unterschätzen ist noch die politische Bedeutung des drahtlosen Verkehrs bei Zerstörung der Kabelverbindungen.

Die Vorteile der Kabelverbindungen sind die leichte Geheimhaltung und die Störungsfreiheit, der Nachteil die riesige Kapitalanlage, die ein Ueberseekabel erfordert.

Die erste drahtlose Ueberbrückung des Ozeans gelang schon 1902. Es zeigten sich schon damals gewisse Vorteile der langen Wellen bis zu 20 km und mehr Wellenlänge. Diese erfordern aber grosse Leistungen und hohe Antennentürme, so dass die Gesamtkosten etwa denen der Kabelverbindungen gleichkamen. Ausschlaggebend für die Beurteilung der drahtlosen Verbindung ist der Störpegel, d. h. das Verhältnis der nutzbaren zu den Stör-Spannungen. Dieses Verhältnis steigt mit steigender Wellenlänge. Dies war auch der Grund für die Einführung der Langwellen. Die Störungen bei den Langwellen sind fast durchwegs atmosphärischer Natur und demnach besonders stark in den gewitterreichen

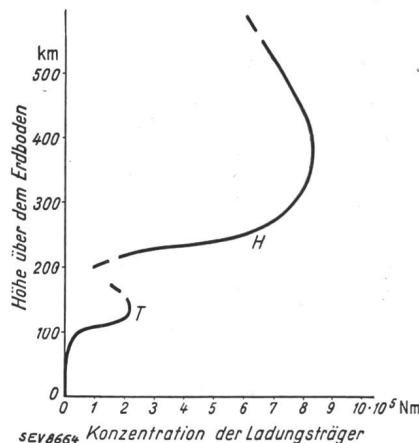


Fig. 1.

Gestalt der beiden Ionosphärenschichten an einem Sommer nach Rukop.

Tropen, wo eine Langwellenverbindung fast unmöglich wird. Für eine sehr gute Verbindung sollte der Abstand des Störpegels vom Nutzpegel etwa 40 db betragen. Für kommerzielle Zwecke ist eine Differenz von 30 db, für Dienstgespräche eine solche von 20 db noch brauchbar.

Für den Kurzwellenbetrieb, wo im Gegensatz zu den langen Wellen die Reichweite der Bodenwelle gering ist, sind

1) Vgl. auch Bull. SEV 1935, S. 83.

die Verhältnisse in der Ionosphäre von ausschlaggebender Bedeutung. In Fig. 1 ist die Konzentration der Ladungsträger in Abhängigkeit von der Höhe für einen mittleren Sommertag dargestellt. Die Maxima entsprechen der niedrigeren, sogenannten E-Schicht und der höheren F-Schicht. In Wirklichkeit sind die Verhältnisse meist noch etwas komplizierter, indem noch Aufspaltungen der Schichten vorkommen können, wie die in Fig. 2 dargestellte Registrierkurve zeigt¹⁾. Bei einer Transozeanverbindung werden die Wellen meist

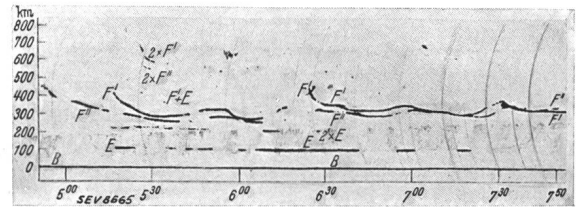


Fig. 2.

Gleichzeitige Reflexionen von beiden Ionosphärenschichten. 29. Mai 1934, $\lambda = 60$ m (H. E. Paul).

mehrfach zwischen der Ionosphäre und der Erde hin und her reflektiert. Selten werden auch Reflexionen in ganz grossen Höhen über der bekannten Ionosphäre beobachtet. Einen Einfluss auf die Ionosphärenschichten und damit auf die Ausbreitungsverhältnisse haben die Sonnenfleckenaktivität, die Temperatur und die durch die ultraviolette Sonnenstrahlung hervorgerufene Ionisation der oberen Atmosphäre. Durch kurzzeitige Störungen, die sich offenbar in der Ionosphäre abspielen, kann der Empfang oft ganz abreißen (Dellinger-Effekt, früher auch schon von anderen beobachtet). Zusammenfassend kann man die durch die Ionosphäre hervorgerufenen Störungen in folgende Klassen einteilen.

1. Die Interferenz mehrerer Strahlenwege führt zur Auslöschung am Empfangsort (Fading).
2. Die Interferenz kann auf einen Teil des übertragenen Bandes beschränkt sein, wodurch hohe oder tiefe Töne bevorzugt werden.
3. Heben sich bei der Interferenz der Strahlenwege die Trägerwellen zum Teil auf, so entstehen starke nichtlineare Verzerrungen, die besonders bei automatischer Lautstärke-regelung und bei plötzlichen Änderungen in der Signalstärke einen bellenden Laut erzeugen.

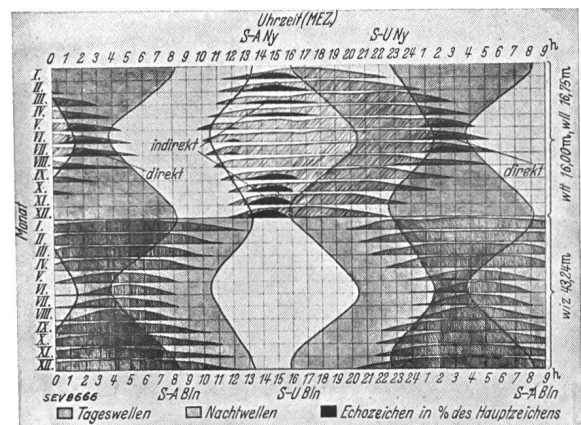


Fig. 3.

Günstigste Verkehrszeiten und Hörbarkeitsgrenzen (Linie Berlin-New York).

4. Wenn die Wege vom Sender zum Empfänger verschiedene Länge haben, so wird ein kurzes Signal mehrfach empfangen, wodurch die Telegraphiergeschwindigkeit begrenzt ist.

5. Der durch die Bewegung der Ionosphäre hervorgerufene Dopplereffekt wirkt gelegentlich störend.

Die bestehenden Kurzwellenverbindungen nützen die gute Kenntnis, die man von der Ionosphäre besitzt, in weitem (Fortsetzung auf Seite 295.)

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Extrait des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité.

(Ces aperçus sont publiés en groupes de quatre au fur et à mesure de la parution des rapports de gestion et ne sont pas destinés à des comparaisons.)

On peut s'abonner à des tirages à part de cette page.

	Cie. vaudoise des forces motrices des Lacs de Joux et de l'Orbe, Lausanne		A.-G. Elektrizitätswerk Wynau, Langenthal		Bernische Kraftwerke A.-G. Bern		Gemeindewerke Uster	
	1939	1938	1939	1938	1939	1938	1939	1938
1. Production d'énergie . . . kWh	85 014 000	66 413 000	54 926 000	47 797 000	438 250 600	395 437 360	—	—
2. Achat d'énergie . . . kWh	1 226 000	4 951 000	3 473 000	5 997 000	245 329 108	237 606 727	6 788 470	6 192 150
3. Energie distribuée . . . kWh	86 240 000	71 364 000	58 399 000	53 794 000	683 579 708	633 044 087	6 475 237	6 003 887
4. Par rapp. à l'ex. préc. . . %	+ 20,8	— 8,8	+ 8,5	+ 1,4	+ 7,98	— 1,59	+ 7,8	— 3,1
5. Dont énergie à prix de déchet . . . kWh	44 570 000	29 100 000	3 358 000	—	?	?	0	0
11. Charge maximum . . . kW	18 300	17 500	12 620	12 000	152 550	147 100	1 620	1 548
12. Puissance installée totale . kW	26 500	26 500	24 416	23 849	518 414	500 790	13 801	13 506
13. Lampes {	249 571	244 315	57 042	56 400	995 400	988 713	41 293	40 701
{ nombre	6 250	6 100	1 995	1 973	31 165	30 592	1 965	1 940
{ kW	1 781	1 601	968	921	20 865	19 400	167	167
14. Cuisinières {	10 684	10 846	3 964	3 512	105 777	97 276	931	927
{ nombre	997	970	664	633	18 446	17 500	320	314
{ kW	1 258	1 213	483	466	17 634	16 854	405	399
15. Chauffe-eau {	6 672	6 548	2 345	2 242	43 405	40 832	1 771	1 697
{ nombre	15 572	12 600	4 464	4 359	118 667	116 219	6 216	6 030
{ kW								
21. Nombre d'abonnements . . .	20 860	20 750	9 700	9 700	100 945	97 852	2 836	2 785
22. Recette moyenne par kWh . . . cts.	4,3	4,8	3,50	3,86	—	—	7,9	8,02
<i>Du bilan:</i>								
31. Capital social fr.	8 000 000	8 000 000	5 000 000 ¹⁾	5 000 000 ¹⁾	56 000 000	56 000 000	—	—
32. Emprunts à terme »	10 600 000	11 297 000	3 000 000	3 300 000	63 111 000	69 830 000	—	—
33. Fortune coopérative »	—	—	—	—	—	—	—	—
34. Capital de dotation »	—	—	—	—	—	—	—	—
35. Valeur comptable des inst. . . »	20 116 507	20 366 176	7 552 000	8 293 439	118 173 948	118 141 001	112 852	126 670
36. Portefeuille et participat. . . »	1 500 001	1 818 606	46 875	46 875	27 586 000	36 815 500	—	—
37. Fonds de renouvellement . . . »	1 853 920	1 750 470	1 090 000	870 000	7 465 302	6 965 302	37 000	32 000
<i>Du Compte Profits et Pertes:</i>								
41. Recettes d'exploitation . . . fr.	3 712 304	3 447 046	2 040 302	2 046 609	23 263 797	22 425 006	511 844	481 773
42. Revenu du portefeuille et des participations »	2 813	3 425	1 510	1 510	1 378 013	1 570 779	—	—
43. Autres recettes »	—	—	58 662	55 259	498 326	518 942	—	—
44. Intérêts débiteurs »	462 746	498 980	256 000	293 250	2 837 484	3 179 143	—	—
45. Charges fiscales »	172 033	113 702	144 947	143 434	1 598 882	1 425 301	—	—
46. Frais d'administration . . . »	208 813	199 089	203 936	149 147	1 986 486	1 790 662	48 832	54 122
47. Frais d'exploitation »	1 388 930	1 246 286	537 452	551 885	4 470 935	4 321 867	35 904	35 043
48. Achats d'énergie »	178 548	179 123	256 693	313 048	5 269 222	5 081 451	273 015	256 075
49. Amortissements et réserves . . »	542 856	466 102	650 588	645 953	4 987 303	4 751 521	29 188	42 044
50. Dividende »	480 000	480 000	—	—	3 080 000	3 080 000	—	—
51. En % %	6	6	—	—	5,5	5,5	—	—
52. Versements aux caisses publiques fr.	358 819	266 711	—	—	—	—	110 000	94 500
53. Fermages »	—	—	6 240	6 240	1 100 000	1 100 000	—	—
<i>Investissements et amortissements:</i>								
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice fr.	25 926 117	25 862 366	18 164 814	18 844 632	/	/	1 475 936	1 460 565
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice »	5 809 610	5 496 190	10 612 814	10 630 305	/	/	1 363 083	1 333 895
63. Valeur comptable »	20 116 507	20 366 176	7 552 000	8 214 327	/	/	112 852	126 670
64. Soit en % des investissements	77,6	78,5	41,6	43,5	/	/	7,6	8,6

¹⁾ Capital-actions: fr. 5 000 000.— (dont versé 1 000 000.—).

Masse aus; besonders werden für die verschiedenen Tageszeiten jeweils die günstigsten Wellenlängen verwendet (Tag- und Nachtwellen). Die Verhältnisse sind ohne weiteres aus der in Fig. 3 wiedergegebenen Darstellung zu entnehmen, die die Ausbreitungsverhältnisse einer Verbindung zwischen Berlin und Newyork illustriert. Das am dunkelsten getönte Gebiet entspricht Zeiten, bei denen die ganze Verbindungsstrecke dunkel ist, während im weissen Bereich auf der ganzen Strecke Tag ist. Die schraffierten Bereiche geben die Intensität der Tages-, bzw. Nachtwelle an. In den Uebergangszeiten wird im allgemeinen auf beiden Wellen gearbeitet, die Empfangsstelle kann dann die geeignete Welle auswählen. Für gewisse Zwischenzeiten, wo keine der beiden Wellen geeignet ist, wird noch eine dritte Welle benutzt.

Im allgemeinen wird von der Raumstrahlung nur ein bestimmter Winkelbereich benötigt. Durch Verwendung von Richtantennen kann deshalb das Verhältnis von Störpegel zur Signalstärke verringert werden. Für Richtantennen werden folgende Anordnungen verwendet:

1. Parabolreflektoren.
2. Ebene Dipolanordnungen mit Reflektor.
3. Verwendung von Antennen, deren Dimensionen gross gegen die Wellenlänge sind. Beverage-Antennen und die daraus hervorgegangenen Fischgrät- und Rhombusantennen, deren Richtwirkung zwar wesentlich schlechter, deren Herstellungskosten aber viel geringer sind. Ebenso sind die letztgenannten Anordnungen in der Handhabung einfacher.

Zusammenfassend kann man sagen, dass der Kurzwellenbetrieb wegen seiner geringen erforderlichen Leistung und kleinen Antennen die drahtlose Uebertragung erst wirtschaftlich gemacht hat.

Ein Fortschritt in bezug auf die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens wird durch den Einseitenbandverkehr erreicht. Bei Telegraphieempfang wird auch auf der Empfangsseite die ganze einfallende Energie nutzbar verwendet. Bei Telephonie liegen die Verhältnisse insofern anders, als eine Modulation erfolgt. Zur Uebertragung eines Tones werden drei verschiedene hochfrequente Wellen ausgestrahlt, nämlich die Trägerwelle mit der Frequenz f und die beiden Seitenbänder mit den Frequenzen $f + \Delta f$ und $f - \Delta f$. Zur Charakterisierung des Tones mit der Frequenz Δf genügt indessen ein Seitenband. Es muss deshalb möglich sein, einen Empfänger zu bauen, der etwa mit der Welle $f + \Delta f$ auskommt. Die konstante Trägerfrequenz muss dann im Empfänger selbst erzeugt werden. Da bei 100prozentiger Modulation die Trägerwelle 50 % der Energie und die Seitenbänder je 25 % benötigen, lässt sich bei dieser Betriebsweise etwa 75 % Leistung einsparen.

Eine Verbesserung des Empfanges hauptsächlich in bezug auf Vermeidung von Störungen durch Fading kann durch den Mehrfachempfang erzielt werden. Indem man verschiedene Wege gleichzeitig zum Empfang benutzt. Die zu verschiedenen Zeiten auftretenden Mängel der einzelnen Wege gleichen sich dann z.T. gegenseitig aus. Prinzipiell sind folgende Verfahren möglich:

1. Gleichzeitige Uebertragung mit verschiedenen Sendern auf verschiedenen Wellen.
2. Uebertragung mit mehreren Wellen von einem Sender, wobei schon kleine Frequenzdifferenzen sehr wirksam sein können, wie die beiden Oszillogramme von Fig. 4 zeigen, die mit einer Frequenzdifferenz von nur 800 Hertz aufgenommen sind.

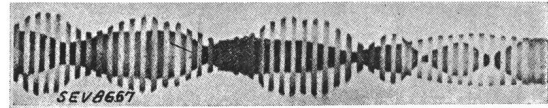


Fig. 4.

Verschiedenheit des Fadings beim Tasten mit 800 Hertz Verstimmung.

3. Verwendung räumlich getrennter Antennen. Auch hier sind schon relativ kleine Distanzen wirkungsvoll.
4. Verwendung verschieden polarisierter Wellen.
5. Ausstrahlung unter verschiedenen Winkeln.

Mehrfachempfang ist überflüssig, wenn auch beim stärksten Schwund der Geräuschpegel niemals unterschritten wird. Liegt die Signalstärke in keinem Fall über dem Rauschpegel, so nützt auch Mehrfachempfang nichts. Im Durchschnitt wirkt sich die Verbesserung des Mehrfachempfangs so aus, als ob der Sender etwa 10mal so stark wäre.

Das interessanteste Verfahren zur Verbesserung des Kurzwellenbetriebes dürfte die Möglichkeit zur Veränderung der Richtcharakteristik der Empfangsantenne bieten, indem man die etwa keulenförmige räumliche Charakteristik den ankommenden Wellen quasi entgegenstreckt. Solche Sender sind von H. T. Friis²⁾ angegeben worden.

Mit steigender Entwicklung der Technik sind die Empfänger immer teurer geworden, was jedoch beim Verkehr zwischen festen Stationen wirtschaftlicher ist als die Erhöhung der Sendeleistung. — (P. Kotowski, Der heutige Stand der transozeanischen Nachrichtenübermittlung. ENT Bd. 12 [1938], S. 328.)

Hdg.

²⁾ USA-Patent 2041600.

Miscellanea.

Einschränkende Massnahmen für Kraft- und Brennstoffe.

Bern, 18. Juni. Einschränkende Massnahmen über die Verwendung von festen und flüssigen Kraft- und Brennstoffen sowie von Gas und elektrischer Energie sind am Dienstag vom Bundesrat grundsätzlich beschlossen worden. Er hat das Volkswirtschaftsdepartement ermächtigt, Vorschriften zu erlassen über:

a) Die *Einschränkung*, die gänzliche oder zeitweise *Einstellung des Betriebes* von Heiz-, Beleuchtungs-, Koch-, Warmwasser-Aufbereitungsanlagen, motorischen oder andern Kraft- und Brennstoffverbrauchs-Einrichtungen;

b) die *Oeffnungs- und Schliessungszeiten* von Verkaufsgeschäften, von Gast-, Versammlungs- und Unterhaltungsstätten aller Art, die Arbeitszeit in öffentlichen und privaten Betrieben und die Unterrichtszeit in öffentlichen und privaten Schulen und Unterrichtsanstalten;

c) die *rationelle Ausnützung* der zur Verfügung stehenden Energie- und Wärmequellen und die entsprechenden technischen Massnahmen;

d) die Verwendung und Abgabe von *hydraulisch erzeugter elektrischer Kraft*, von kalorisch erzeugter Kraft und die allfällig hierzu erforderlichen zeitlich befristeten Ausnahmetarife. (NZZ vom 18. 6. 40.)

Marque de qualité, estampille d'essai et procès-verbaux d'essai de l'ASE.

I. Marque de qualité pour le matériel d'installation.



pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de dérivation, transformateurs de faible puissance.

pour conducteurs isolés.

A l'exception des conducteurs isolés, ces objets portent, outre la marque de qualité, une marque de contrôle de l'ASE, appliquée sur l'emballage ou sur l'objet même (voir Bulletin ASE 1930, No. 1, page 31).

Sur la base des épreuves d'admission, subies avec succès, le droit à la marque de qualité de l'ASE a été accordé pour:

Interrupteurs.

A partir du 15 juin 1940.

Appareillage Gardy S. A., Genève.

Marque de fabrique:



Interrupteurs à bascule, pour 250 V 6 A ~

Utilisation: pour montage encastré, dans locaux secs.

Exécution: socle en matière céramique.

No. 20300.1: interrupteur ordinaire, unipolaire, schéma 0.

EMB Elektromotorenbau A.-G., Birsfelden.

Marque de fabrique:



Interrupteurs sous coffret 500/380 V, 15/20 A.

Utilisation: pour montage extérieur dans locaux secs resp. dans locaux mouillés.

Exécution: interrupteur monté dans coffret en fonte avec 3 coupe-circuit. Plaque de base en résine synthétique moulée. Maniement à levier.

Type No. S13: inverseur du sens de rotation, tripolaire.

III. Signe «antiparasite» de l'ASE.

Sur la base de l'épreuve d'admission, subie avec succès, selon le § 5 du Règlement pour l'octroi du signe «antiparasite» de l'ASE (voir Bulletin ASE, 1934, Nos. 23 et 26), le droit à ce signe a été accordé:

A partir du 15 juin 1940.

Fabrik elektrothermischer Apparate, Metallwarenfabrik, Niederbuchsiten.

Coussins chauffants

marques «Jura», «Sonnja», «Royal», «GOBO», «CMB».
20/40/60 W,

pour les tensions de 110, 125, 145, 220 et 250 V.

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.

Vorort**de l'Union Suisse du Commerce et de l'Industrie.**

Nos membres peuvent prendre connaissance des publications suivantes du Vorort de l'Union Suisse du Commerce et de l'Industrie, à notre secrétariat:

Surveillance de l'importation et de l'exportation pendant la guerre (réglementation relative au blocus).

Exportation en Allemagne.

Technique du blocus (1^{er} complément à la circulaire n° 547 concernant la réglementation du blocus).Technique du blocus (2^{me} complément à la circulaire No. 547 concernant la réglementation du blocus).

Paiements des marchandises importées de Grande-Bretagne.

Règles pour les appareils de mesure électriques indicateurs: ampèremètres, voltmètres et wattmètres monophasés.

Sur proposition de son Comité Technique 13 le Comité Electrotechnique Suisse (CES) publie ci-après un projet de règles pour appareils de mesure indicateurs élaboré par ce Comité Technique.

Les membres de l'ASE sont priés de s'exprimer au sujet de ce projet. Les objections motivées devront être remises en deux exemplaires au Secrétariat du CES, Seefeldstrasse 301, Zurich 8, jusqu'au 20 juillet 1940. Si aucune objection n'est formulé jusqu'au 20 juillet 1940, le CES transmettra le projet au comité de l'ASE pour décider de sa mise en vigueur.

Note: On peut obtenir des tirages à part de ce projet, en français et en allemand.

Projet.

**Règles
pour les appareils de mesure électriques
indicateurs: ampèremètres, voltmètres et
wattmètres monophasés.**

Table des matières.

Préface.

I. Domaine d'application.

II. Définitions.

III. Dispositions générales.

IV. Limite des erreurs et tenue en service.

V. Inscriptions.

Annexe I: Symboles graphiques.

Annexe II: Exemples d'inscriptions d'appareils.

Annexe III: Liste de quelques symboles littéraux.

Préface.

La présente publication «Règles pour les appareils de mesure électriques indicateurs: ampèremètres, voltmètres et wattmètres monophasés» a été élaborée par le Comité Technique 13 du Comité Electrotechnique Suisse (CES) sur la base des recommandations de la Commission Electrotechnique Internationale (CEI), contenues dans le fascicule 51 de la CEI.

Par rapport aux règles internationales, il a été procédé à quelques adjonctions et à une adaptation aux règles générales de l'ASE. Ces modifications ne portent aucunement atteinte à la conformité aux règles internationales.

Zurich, le 22 mai 1940.

Le président du Comité Technique 13 du CES:
(sig.) *F. Buchmüller.*

Le vice-président du CES: Le secrétaire du CES:
(sig.) *Dr. M. Schiesser.* (sig.) *W. Bänninger.*

I. Domaine d'application.

I°

Les présentes Règles s'appliquent aux ampèremètres, voltmètres et wattmètres monophasés indicateurs, pour courant continu et pour courant alternatif de fréquence comprise entre 15 et 60 Hz.

Elles ne sont applicables qu'aux types d'appareils suivants :

- Appareils à cadre mobile et à aimant fixe
(sans redresseur etc.),
- Appareils à fer mobile,
- Appareils électrodynamiques,
- Appareils à induction.

II. Définitions.

2° Marques des bornes.

Dans le cas où le sens du courant présentera de l'importance, la borne positive sera marquée du signe «+».

Pour les wattmètres, on marquera d'un signe approprié la borne du circuit de courant qui doit être connectée à la source et du même signe la borne du circuit de tension qui doit être connectée au circuit de courant. Cette dernière borne sera de préférence celle qui est connectée directement à la bobine mobile.

3° Courant nominal et tension nominale.

a) *Ampèremètre.* Le courant nominal d'un ampèremètre est la valeur du courant indiquée sur l'appareil. A défaut de cette indication, le courant nominal est celui qui correspond au maximum de l'échelle. — La tension nominale d'un ampèremètre est celle du réseau auquel l'appareil est destiné.

b) *Voltmètre.* La tension nominale d'un voltmètre est la valeur de la tension indiquée sur l'appareil. A défaut de cette indication, la tension nominale est celle qui correspond au maximum de l'échelle.

c) *Wattmètre.* Le courant nominal et la tension nominale d'un wattmètre sont les valeurs du courant et de la tension indiquées sur l'appareil.

4° Etendue de mesure.

Dans les appareils à divisions pratiquement égales, l'étendue de mesure correspond à la longueur totale de l'échelle. Dans les appareils à divisions inégales, elle est comprise entre le maximum de l'échelle (à moins qu'il ne soit indiqué autrement) et le 25 % de celui-ci. Lorsque le zéro ne se trouve pas à une extrémité de la graduation on prendra comme étendue de mesure de l'appareil la somme des étendues de mesure situées de part et d'autre du zéro.

5° Classes.

Suivant leur degré de précision, les appareils sont groupés en 5 classes désignées par :

classes 0,2 — 0,5 — 1 — 1,5 et 2,5.

Les appareils qui sont censés satisfaire aux conditions relatives à l'une de ces classes doivent porter la désignation correspondante.

III. Dispositions générales.

6° Réglage du zéro.

Un dispositif de réglage du zéro n'est obligatoire que pour les appareils à spiraux des classes 0,2 et 0,5 (voir chiffre 5). La limite de réglage ne doit pas dépasser 3 % de la longueur de l'échelle pour les appareils des classes 0,2 et 0,5, et 6 % pour ceux des classes 1, 1,5 et 2,5.

Dans les appareils devant fonctionner sur des circuits de tension inférieure ou égale à 650 volts, le réglage du zéro doit pouvoir être effectuée en toute sécurité, l'appareil étant branché dans le circuit. Les appareils pour circuits de tension supérieure à 650 volts, qui ne satisfont pas à cette condition, doivent porter une indication spéciale.

7° Amortissement.

Les appareils dont l'échelle ou l'aiguille a une longueur inférieure ou égale à 150 mm doivent être amortis de manière à satisfaire aux conditions suivantes :

L'aiguille étant au zéro, si l'on fait passer brusquement dans le circuit ou dans l'un des circuits de l'appareil un

courant capable de produire une déviation permanente égale au $\frac{2}{3}$ du maximum de l'étendue de mesure (voir chiffre 4),

a) le rapport entre la première élévation et la déviation permanente ne doit pas être supérieur à 1,3, la déviation et l'élévation étant évaluées en divisions de l'échelle ;

b) au bout de 4 secondes, l'amplitude de l'oscillation autour de la position définitive de l'aiguille ne doit pas dépasser 1,5 % de la déviation permanente, la déviation et l'amplitude étant évaluées en divisions de l'échelle.

8° Rigidité diélectrique.

Les appareils dont la rigidité diélectrique a été essayée conformément aux présentes Règles seront munis du signe d'essai constitué par une étoile à 5 branches (voir les symboles en annexe I).

A. Essai de rigidité diélectrique entre les circuits électriques et le boîtier.

Appareils sous boîtier métallique.

La matière isolante entre les circuits électriques connectés ensemble et le boîtier (ou toute partie métallique non isolée de celui-ci) doit résister à l'application, pendant une minute, d'une tension alternative de fréquence comprise entre 15 et 60 Hz, de forme pratiquement sinusoïdale, dont la valeur efficace est indiquée au tableau I.

Tableau I

Tension nominale de l'appareil (voir chiffre 3)	Tension d'essai (valeur efficace)
40 V ou au-dessous de 41 à 650 V de 651 à 1500 V	500 V 2000 V 5000 V
Appareils destinés à être montés dans le secondaire de transformateurs de mesure	2000 V

Appareils sous boîtier en matière isolante.

a) Essai de routine: Tous les boulons métalliques de fixation doivent, pendant l'épreuve de rigidité diélectrique, se trouver en place comme si l'appareil était en service. Ces parties métalliques, ainsi que toutes les autres parties métalliques accessibles, doivent être connectées entre elles, la tension d'essai étant appliquée entre celles-ci et l'ensemble des circuits électriques ou les circuits qui leur sont connectés.

b) Essai de type: Le boîtier doit être enrobé d'une feuille de papier d'étain qui ne touche pas les bornes de l'appareil. La tension d'essai appliquée entre cette enveloppe et les circuits électriques sera celle qui est indiquée au tableau I.

B. Essai de rigidité diélectrique entre le circuit de tension et le circuit de courant.

La tension d'essai appliquée entre le circuit de tension et le circuit de courant d'un wattmètre doit atteindre 500 volts.

IV. Limite des erreurs et tenue en service.

9° Limite des erreurs.

L'erreur sur les indications d'un ampèremètre, d'un voltmètre ou d'un wattmètre en tout point de l'étendue de mesure (voir chiffre 4), ne doit pas dépasser les limites indiquées au tableau II.

Tableau II.

Classe de l'appareil	Limite de l'erreur en % du maximum de l'étendue de mesure
0,2	± 0,2
0,5	± 0,5
1	± 1,0
1,5	± 1,5
2,5	± 2,5

Les limites des erreurs sont valables:

- a) pour une température de l'air ambiant de 20° C, à moins qu'une autre température ne soit indiquée;
- b) pour les appareils à courant alternatif, pour la fréquence nominale, ou, si aucune fréquence n'est indiquée, pour toute fréquence comprise entre 15 et 60 Hz;
- c) pour une courbe de forme pratiquement sinusoïdale;
- d) dans le cas des wattmètres, pour la tension nominale et un facteur de puissance égal à l'unité;
- e) pour une situation telle, que l'appareil soit soustrait à l'influence des champs magnétiques extérieurs;
- f) pour la position (horizontale, verticale ou inclinée) désignée sur l'appareil;
- g) pour les appareils des classes 0,2, 0,5 et 1, qui doivent satisfaire aux conditions de précision, quel que soit le temps pendant lequel ils restent en circuit, pourvu que ni les courants, ni les tensions ne dépassent les valeurs nominales;
- h) pour les appareils des classes 1,5 et 2,5, qui doivent y satisfaire après avoir été en circuit pendant une heure avec un courant égal à 80 % du courant nominal et/ou sous la tension nominale.

Note. Dans la détermination de la classe à laquelle appartient un appareil, on ne tiendra pas compte du fait qu'il est accompagné d'un tableau de correction.

10° Influence de la température.

Les variations dans les indications d'un appareil, dues à un changement de 10° C de la température de l'air ambiant, ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées au tableau III.

Tableau III.

Classe de l'appareil	Limites des variations en % de la lecture
0,2	± 0,2
0,5	± 0,5
1	± 1,0
1,5	± 1,5
2,5	± 2,5

L'essai de température sera fait avec des valeurs convenables de celle-ci, comprises entre deux limites, dont l'une inférieure de 10° C et l'autre supérieure de 10° C à celle indiquée sur l'appareil. Si celui-ci ne porte aucune indication de température, les limites seront 10° C et 30° C.

11° Influence de la fréquence.

Les variations dans les indications d'un appareil, dues à un changement de 10 % de la fréquence par rapport à la fréquence nominale, ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées au tableau IV.

Tableau IV.

Classe de l'appareil	Limites des variations en % de la lecture
0,2	± 0,2
0,5	± 0,5
1	± 1,0
1,5	± 1,5
2,5	± 2,5

Dans les appareils de la classe 0,2, si aucune fréquence n'est indiquée, la variation dans les indications de l'appareil, lorsque l'on fait passer la fréquence de 15 à 60 Hz, ne doit pas dépasser ± 0,1 % de la lecture.

12° Influence des champs magnétiques extérieurs.

La variation dans les indications d'un appareil sous l'influence d'un champ magnétique extérieur, d'intensité égale à 5 oersteds, produit par un courant de même nature et de même fréquence que celui qui parcourt l'appareil et dans les conditions les plus défavorables de phase et de direction du champ, ne doit pas dépasser 1,5 % de la lecture pour les

appareils à cadre mobile et 3 % pour les autres types d'appareils.

Note: On obtient un champ d'environ 5 oersteds au centre d'une bobine circulaire de 100 cm de diamètre, moyennant une force magnétomotrice de 400 ampères-tours.

L'essai doit être fait aux $\frac{2}{3}$ du maximum de l'étendue de mesure, pour les ampèremètres et les voltmètres. Pour les wattmètres, l'essai sera fait sous la tension nominale avec un courant égal aux $\frac{2}{3}$ du courant nominal et un facteur de puissance égal à l'unité.

13° Influence du facteur de puissance sur le fonctionnement d'un wattmètre.

a) La déviation d'un wattmètre pour un facteur de puissance égal à zéro (courant déphasé en arrière) sous la tension nominale et avec le courant nominal, ne doit pas dépasser les limites indiquées au tableau V.

b) Un wattmètre des classes 0,2 et 0,5 devra, en outre, être essayé sous la tension nominale, avec le courant nominal et un facteur de puissance égal à 0,5 (courant déphasé en arrière). La déviation ainsi obtenue ne devra pas différer de celle qu'on obtient sous la tension nominale avec un courant égal au 50 % du courant nominal et un facteur de puissance égal à l'unité, d'une quantité supérieure à celles indiquées au tableau V.

Tableau V.

Classe de l'appareil	Ecarts limites en % du maximum de l'étendue de mesure
0,2	± 0,2
0,5	± 0,5
1	± 1,0
1,5	± 1,5
2,5	± 2,5

14° Service continu.

Les appareils ne doivent pas être endommagés après deux heures de fonctionnement dans les conditions suivantes:

Les ampèremètres et les voltmètres avec le courant nominal ou la tension nominale (voir chiffre 3);

Les wattmètres avec un courant égal à 1,2 fois le courant nominal et une tension égale à 1,2 fois la tension nominale (voir chiffre 3).

Un appareil sera considéré comme non-endommagé si, après refroidissement, il satisfait encore aux présentes Règles.

15° Surcharges de courte durée.

Un appareil ne doit pas être endommagé par le passage rapide dans ses enroulements des courants de surcharge définis en a) et b) ci-dessous. Un appareil est considéré comme non-endommagé si l'aiguille revient à zéro à moins de 0,5 % de la longueur de l'échelle, et si, une fois remis à zéro, il satisfait encore aux présentes Règles.

a) Appareils des classes 0,2 et 0,5:
 Ampèremètres deux fois le courant nominal.
 Voltmètres deux fois la tension nominale.
 Wattmètres deux fois le courant nominal sous la tension nominale (avec un facteur de puissance égale à l'unité, si l'on emploie le courant alternatif).

L'application de la surcharge doit être aussi courte que possible, mais celle-ci doit être maintenue jusqu'à ce que l'aiguille vienne toucher la butée qui se trouve à l'extrémité de l'échelle. La surcharge sera appliquée 5 fois à des intervalles de 15 secondes.

b) Appareils des classes 1, 1,5 et 2,5:
 Ampèremètres dix fois le courant nominal.
 Voltmètres deux fois la tension nominale.
 Wattmètres dix fois le courant nominal sous la tension nominale (avec un facteur de puissance égal à l'unité, si l'on emploie le courant alternatif).

La surcharge sera appliquée 10 fois à des intervalles de 1 minute; la durée de chaque impulsion sera de 0,5 seconde, sauf pour la dixième qui sera de 5 secondes.

A la suite de l'essai ci-dessus, les wattmètres doivent, après un repos qui ne sera pas inférieur à 1 minute, être soumis, pendant 5 secondes, à une tension égale à deux fois la tension nominale, le circuit de courant étant parcouru par le courant nominal.

16° Shunts et résistances additionnelles.

Lorsque les shunts ou les résistances sont fournis et étalonnés avec l'appareil, les conditions de précision indiquées dans les présentes Règles sont applicables à l'ensemble formé par l'appareil et le shunt ou la résistance. Dans ce cas, le shunt ou la résistance doit porter le numéro de l'appareil qui lui correspond.

Lorsque les shunts ou les résistances sont fournis séparément, les limites des erreurs admises sont indiquées dans le tableau VI, ces accessoires étant groupés en 3 classes.

Tableau VI.

Classe du shunt ou de la résistance additionnelle	Limites des erreurs en % de la valeur nominale
0,1	± 0,1
0,2	± 0,2
0,5	± 0,5

Ces limites d'erreurs sont valables pour toute valeur de la température comprise entre 10° C et 30° C et pour un courant quelconque inférieur ou égal au courant nominal. Le shunt ou la résistance doit porter l'indication de sa valeur et de sa classe. Par exemple: 1000 ohms ± 0,2 %.

V. Inscriptions.

17°

Il est recommandé d'apposer sur les appareils les inscriptions suivantes:

Tableau VII.

Classe	0,2	0,5	1	1,5	2,5
Fabricant	×	×	×	×	×
Numéro	×	×	×	×	×
Unité de mesure	×	×	×	×	×
Classe	×	×			
Genre de courant et fréquence .	×	×			
Type du système	×	×	×	×	×
Signe de position	×	×	×	×	×
Tension d'essai	×	×	×	×	×
Rapport de transformation du transformateur de mesure . . .	×	×	×	×	×

Les inscriptions doivent être conformes aux Règles de l'ASE pour les symboles littéraux et graphiques, ainsi qu'aux symboles graphiques spéciaux indiqués en annexe I. L'annexe II renferme quelques exemples d'inscriptions d'appareils. L'annexe III réunit quelques exemples de symboles littéraux.

Annexe I
aux

Règles pour les appareils de mesure indicateurs.

Symboles graphiques pour les inscriptions des appareils.

No.		Symbole
1	Appareil à cadre mobile et aimant fixe	
2	Appareil à cadre mobile et aimant fixe comme quotient-mètre	
3	Appareil à fer mobile	

No.		Symbole
4	Appareil à fer mobile comme quotient-mètre ou comme appareil différentiel	
5	Appareil électrodynamique	
6	Appareil électrodynamique à circuit ferro-magnétique (avec écran)	
7	Appareil électrodynamique comme quotient-mètre	
8	Appareil électrodynamique à circuit ferro-magnétique (avec écran) comme quotient-mètre	
9	Appareil à induction	
10	Appareil à induction comme quotient-mètre ou comme appareil différentiel	
11	Appareil thermique à fil chaud	
12	Appareil électrostatique	
13	Appareil à lame vibrante	
14	Couple thermoélectrique	
15	Appareil à cadre mobile avec couple thermoélectrique	
16	Couple thermoélectrique isolé	
17	Appareil à cadre mobile avec couple thermoélectrique isolé	
18	Redresseur	
19	Appareil à cadre mobile avec redresseur	
20	Protection magnétique (tous les symboles qui précèdent, à l'exception des n°s 6 et 8, peuvent être dessinés à l'intérieur d'un cercle désignant la protection par écran en fer)	
21	Appareil à courant continu	
22	Appareil à courant alternatif	
23	Appareil à courants continu et alternatif	
24	Appareil triphasé avec un circuit de courant et un circuit de tension	
25	Appareil triphasé avec deux circuits de courant et deux circuits de tension	
26	Appareil triphasé avec trois circuits de courant et trois circuits de tension	
27	Appareil à utiliser en plaçant le cadran verticalement	

*) Dans le cas où aucune ambiguïté ne peut en résulter, ces symboles peuvent être respectivement employés au lieu des symboles n°s 15, 17 et 19 pour représenter un couple thermoélectrique (ou un redresseur) en liaison avec un appareil de mesure.

No.		Symbole
28	Appareil à utiliser en plaçant le cadran horizontalement	
29	Appareil à utiliser en plaçant le cadran dans une position inclinée	
30	L'angle d'inclinaison peut éventuellement être indiqué comme ci-contre	
31	Dispositif de réglage du zéro	
32	<p>Tension d'essai</p> <p>Les valeurs des tensions sont exprimées en kV et entourées d'une étoile à 5 branches (dans l'exemple: 2 kV).</p> <p>Les dimensions de l'étoile doivent être telles, que les chiffres des tensions soient bien lisibles.</p> <p>L'absence d'indication à l'intérieur de l'étoile signifie que la tension d'essai est égale à 500 V.</p>	

Annexe III
aux

Règles pour les appareils de mesure électriques indicateurs.

Liste de quelques symboles littéraux.

Grandeur	Symbole (toujours en italiques)	Unité	Symbole (toujours en romaines)
Courant	<i>I</i>	Ampère	A
		Megaampère	MA
		Kiloampère	kA
		Hectoampère	hA
		Milliampère	mA
		Microampère	μA
Tension	<i>U</i>	Volt	V
		Megavolt	MV
		Kilovolt	kV
		Millivolt	mV
		Microvolt	μV
Puissance	<i>P</i>	Watt	W
		Megawatt	MW
		Kilowatt	kW
		Milliwatt	mW
		Microwatt	μW

Voir en outre les Règles de l'ASE pour symboles littéraux.

Annexe II

aux

Règles pour les appareils de mesure indicateurs.

Exemples d'inscriptions d'appareils.

Désignation pour	Ampèremètre classe 2,5, courants continus	Ampèremètre classe 0,5, courant alternatif 40...60 Hz, appareil à fer et alternatif, appareil à fil mobile, position verticale, tension d'essai 500 V, pour raccordement direct	Ampèremètre classe 0,2, courants continus et alternatif 50 Hz, appareil électrodynamique, position horizontale, mobile, position horizontale, tension d'essai 2 kV, p. raccordement à transformateur de courant 200/5 A	Voltmètre classe 0,2, courant continu, appareil à cadre mobile, position horizontale, tension d'essai 2 kV	Wattmètre, classe 0,5, courant monophasé, 165/3 Hz, appareil électrodynamique, position horizontale, tension d'essai 2 kV, pour raccordement à transformateur de tension 15 000/100 V et à transformateur de courant 100/5 A	Misura S. A.
Fabricant	Misura S. A.	Misura S. A.	Misura S. A.	Misura S. A.	Misura S. A.	Misura S. A.
Numéro	232 473	21 154	12 479	388 279	129 358	129 358
Unité de mesure	A	A	A	V	W	W
Classe	A	0,5	0,2	0,2	0,5	0,5
Genre de courant et fréquence		~ 40...60	~ 50	—	1 ~ 16 ^{2/3}	1 ~ 16 ^{2/3}
Type du système						
Position						
Tension d'essai						
Rapport de transformation du transform. de mesure		500/5 A	200/5 A		15 000/100 V 100/5 A	15 000/100 V 100/5 A