

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 42 (1951)
Heft: 24

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: 04.02.2026

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

e_1 :		=	90°
I_1 :	90 + 20° 16'	=	110° 16'
e_2 :	90 + 120°	=	210°
I_2 :	90 + 120 + 16° 8'	=	226° 8'
e_3 :	90 + 120 + 120	=	330°
I_3 :	90 + 120 + 120 + 20° 16'	=	350° 16'
Le retard de I_2 sur I_1 sera:			
	226° 8' — 110° 16'	=	115° 52'
Le retard de I_3 sur I_2 sera:			
	350° 16' — 226° 8'	=	124° 8'
Le retard de I_1 sur I_3 sera:			
	120°		
	Total	=	360°

Les angles de déphasage des courants dans le plomb ne sont donc plus égaux entre eux.

En terminant par un cas extrême, nous comprenons mieux, d'après ce qui vient d'être dit, qu'il était plus aisé de discuter les points 1, 2, 3, 4 et 5 sur un tel exemple.

Puisse la publication de ces quelques notes contribuer à l'étude et à la solution du problème que posent les pertes d'énergie dans les câbles unipolaires en système triphasé.

Bibliographie

- [1] Capdeville, P.: Coefficients d'induction des lignes électriques. Rev. gén. Electr. t. 8(1920), n° 5, p. 152...156.
[2] Capdeville, P.: Câbles unipolaires sous enveloppe de plomb. Rev. gén. Electr. t. 8(1920), n° 6, p. 177...181.

Adresse de l'auteur:

P. Bernard, ingénieur à la Sté d'Exploitation des Câbles Electriques, Cortaillod (NE).

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Tendenzen der Electricité de France in Bezug auf den Schutz von Generatoren, Transformatoren und Leitungen

621.316.91 (44)

[Nach P. Henriot: Caractéristiques du réseau d'interconnexion français entraînant une répercussion sur les conceptions des protections des lignes. Bull. sci. Ass. Ing". Montefiore Bd. 64(1951), Nr. 6, S. 313...330.]

I. Schutz von Generatoren

a) Synchron-Generatoren

Die Electricité de France betreibt ungefähr 1100 Generatoren, angetrieben von Wasserturbinen und 280 Generatoren, angetrieben von Dampfturbinen. Dazu kommen einige Synchronkompensatoren. Die Nennleistungen dieser Maschinen erstrecken sich von ca. 2 MVA bis 137,5 MVA und ihr Alter über ca. 40 Jahre. Natürlich sind diese Anlagen sehr verschieden und damit stellte sich seit der Nationalisierung eine doppelte Aufgabe. Einerseits musste eine einheitliche Auffassung geschaffen werden betreffend den Schutz neuer Maschinen, andererseits musste der Schutz der bestehenden Anlagen genormt und verjüngt werden, wobei nötigenfalls die zweckmässigen Schutzeinrichtungen an Maschinen angebracht werden mussten, die solche noch nicht hatten.

Normalerweise wird ein Generator gegen die folgenden Fehler geschützt:

1. gegen Überschläge an das Gehäuse;
2. gegen Überschläge zwischen Phasen;
3. gegen Spannungserhöhungen;
4. gegen Überströme;
5. evtl. gegen ungleichmässige Belastung;
6. gegen Überschläge von der Rotorwicklung an das Eisen.

Diese verschiedenen Schutzeinrichtungen, ebenso wie der Schutz gegen Feuersbrunst und gegen Durchbrennen, betätigen gleichzeitig den Leistungsschalter und den Magnetfeldschalter.

1. Schutz gegen Überschläge an das Gehäuse

a) Der Sternpunkt der Statorwicklung wird über einen Widerstand und die Primärwicklung eines Stromwandlers an Erde gelegt, die Sekundärwicklung speist ein Stromrelais.

β) Der Sternpunkt der Statorwicklung wird über die Primärwicklung eines Spannungswandlers an Erde gelegt, die Sekundärwicklung speist einen Widerstand zur Strombegrenzung und ein Spannungsrelais.

γ) An grossen Generatoren wird mit normalen Spannungswandlern ein künstlicher Sternpunkt gebildet und dieser über eine Spule mit einer Nennspannung von ca. $\frac{1}{10}$ Phasenspannung an Erde gelegt. Der Strom in dieser Spule wird mit Stromwandler und Relais gemessen. Die Einrichtung wurde von Fallou vorgeschlagen; sie umfasst auch den Sternpunkt des Generators.

δ) Die Schaltung nach Fallou kann auch benutzt werden für den Schutz gegen Windungsschlüsse, indem zwischen den Sternpunkt der Statorwicklung und den künstlichen Stern-

punkt ein Stromwandler eingeschaltet wird, dessen Sekundärwicklung ein Stromrelais speist.

Bei Kurzschlüssen ausserhalb des Generators können Ströme der dritten Harmonischen auftreten, gegen welche der Schutz gegen Überschläge an das Gehäuse unempfindlich zu machen ist.

Der Schutz gegen Überschläge an das Gehäuse kann auf einfache Weise nur verwirklicht werden, wenn der Generator direkt mit seinem Auftransformator verbunden ist. Arbeiten statt dessen verschiedene Generatoren auf die gleichen Sammelschienen, so ist es notwendig, mit Wattrelais die Richtung der Nullströme festzustellen.

2. Schutz gegen Überschläge zwischen Phasen

Der Schutz gegen Überschläge zwischen Phasen besteht in einem Differentialschutz. Gegenwärtig besteht die Tendenz, den Differentialschutz auf die Statorwicklung allein zu beschränken, statt den Auftransformator in diesen Schutz einzubeziehen wie bisher.

Der Differentialschutz setzt die Feuerlöscher in Tätigkeit. Zum Löschen wird Kohlensäure verwendet.

Der Längsdifferentialschutz wird hin und wieder durch einen Querdifferentialschutz ergänzt, namentlich wenn zwei parallele Zweige vorhanden sind.

3. Schutz gegen den Anstieg der Spannung

Die Spannung an den Klemmen eines Generators steigt im allgemeinen an,

wenn die Belastung plötzlich aufgehoben wird,
wenn der Generator eine lange Leitung im Leerlauf speist,
wenn der Generator durchbrennt,
bei einem Versagen des Spannungsreglers,
wenn einzelne der vorgenannten Umstände eintreten oder alle zusammen.

Die von Wasserturbinen angetriebenen Generatoren werden in jeder Phase mit einem Maximalspannungsrelais geschützt, welches auf die 1.5fache Nennspannung eingestellt wird und mit einer Zeitverzögerung von 0.5...1 s ausgerüstet ist. Gegenwärtig werden kaum Spannungsrelais mit inverser Charakteristik benutzt, jedoch werden hin und wieder zwei Relais angeschlossen mit verschiedener Einstellung, wobei das Relais mit der tieferen Einstellung die grössere Zeitverzögerung aufweist.

Das Überspannungsrelais betätigt nicht nur den Leistungsschalter, sondern auch den Magnetfeldschalter.

4. Schutz gegen Überströme

Der Schutz besteht in Maximalstromrelais mit konstanter Zeiteinstellung. Die Einstellung beträgt mindestens 1,25mal den Nennstrom, und die Verzögerungszeit ca. 20 s.

5. Schutz gegen ungleichmässige Belastung

Ein solcher Schutz wird nicht systematisch benutzt. Die thermischen Anlagen werden häufig damit ausgerüstet, wäh-

rendend die hydraulischen Anlagen der neueren Zeit fast nie einen solchen Schutz aufweisen.

Gegenwärtig wird dieser Schutz mit Relais gebildet, welche auf die inverse Komponente der Ströme ansprechen; ausserdem wäre es interessant, ein Schutzsystem zu verwicklichen, welches die in der Rotorwicklung bei ungleichmässigen Belastungen fliessenden Ströme von 100 Hz erfasst.

6. Signalvorrichtung für Überschlüge der Rotorwicklung an das Eisen

Hiezu wird die Sondierung der Wicklungen mit Wechselstrom verwendet, oder eine der bekannten Einrichtungen mit Gleichstrom. Es scheint, dass ein solcher Überschlag sich in kurzen Zeitabständen wiederholen kann. Sollte sich diese Beobachtung bestätigen, so könnte die Schutzvorrichtung nicht nur zum Signalisieren, sondern auch zum Auslösen verwendet werden.

7. Verschiedene Schutzeinrichtungen

Die vorgenannten Schutzeinrichtungen schützen den Generator nicht vor bestimmten anomalen Betriebszuständen, z. B. nicht für den Fall, dass der Erregerkreis unterbrochen wird oder der Synchronismus verloren geht.

Der Unterbruch des Erregerstromes ist selten, kann aber schwerwiegende Folgen haben. Als Schutz kann ein Relais verwendet werden, welches das Ausser-Tritt-Fallen bei der ersten Oszillation erfasst, gemäss den von *Hubert* gemachten Angaben. Jedoch hat die *Electricité de France* ein solches Relais noch nicht verwendet.

Geht der Synchronismus verloren, so werden die Generatoren nur gefährdet, wenn sie unmittelbar benachbart sind. Als Schutz lassen sich die erwähnten Relais verwenden.

Fallen zwei Gruppen von Generatoren gegenseitig ausser Tritt, so soll der Schutz nicht auf diese Gruppen selber wirken, sondern es ist zweckmässig, die beiden Netze an bestimmten Stellen zu trennen.

Als Abschluss dieser kurzen Übersicht der bestehenden Tendenzen wird darauf hingewiesen, dass an einzelnen Generatoren veraltete Schutzeinrichtungen entfernt wurden, namentlich Relais, welche den Rückstrom von Wirk- oder Blindleistung erfassen.

b) Schutz von Generatoren und Transformatoren in Blockschaltung

Gegenwärtig besteht die Tendenz, den Generator so oft als möglich mit seinem Transformator in Blockschaltung anzuordnen. Diese Regel ist allgemein für die thermischen Anlagen. Bei hydraulischen Anlagen kann es vorkommen, dass die Leistung eines Generators zu klein ist gegenüber der wirtschaftlichen Leistung eines Transformators. In einem solchen Fall wird der Transformator mit zwei Primärwicklungen und einer Sekundärwicklung ausgerüstet. Die beiden Generatoren werden dann als eine Einheit betrachtet.

In diesem Fall wird der Transformator wie ein Netztransformator geschützt; mit einem Maximalstromrelais zwischen Kessel und Erde und mit einem Buchholzrelais gemäss den Angaben von *Dietsch*.

II. Charakteristik des französischen Verbundnetzes und Rückwirkung auf die Schutzeinrichtungen

Das französische Verbundnetz besteht aus Maschen, gebildet aus 220- und 150-kV-Leitungen. Diese Maschen werden nur selten geöffnet, wenn der Wunsch besteht, die natürliche Verteilung der Leistung zu ändern, zum Beispiel um auf bestimmten Leitungen eine bestimmte Leistung zu übertragen. Die Maschenbildung wird weniger häufig durchgeführt mit Leitungen von 90 kV. Gerade wegen der Verteilung der Leistung besteht gelegentlich die Notwendigkeit, 220/90-kV-Maschen zu öffnen. Das Netz enthält wenige Stationen, welche nur Schaltstationen sind. In der überwiegenden Mehrzahl handelt es sich um Stationen, in welchen Leistung zugeführt oder abgegeben wird. Die Stationen sind relativ nahe beieinander, da die Länge der meisten Leitungen 80...300 km beträgt.

Der Aufbau des Hochspannungsnetzes (220 und 150 kV) ändert sich wenig. Es besteht gegenwärtig die bestimmte Tendenz, die Betätigung von Schaltern möglichst einzuschränken. Zum Beispiel werden Leitungen während der wenig belasteten Stunden nur dann ausgeschaltet, wenn die Spannungshaltung auf Schwierigkeiten stösst. Andererseits

besteht die Tendenz, die maximal zulässige Leistung der Übertragungsleitungen zu erhöhen. Namentlich kann der Betrieb gewisser Speicherwerke die Übertragungsleitungen stark belasten; da aber diese Belastungen in der Regel relativ kurz sind, liegt kein Grund vor, neue Leitungen zu erstellen. Diese Erhöhung der übertragbaren Leistung wird dadurch möglich, dass die thermischen Grenzwerte der verschiedenen Teile einer Leitung heute besser bekannt sind und dadurch, dass der Verbundbetrieb das Stabilitätsproblem zurücktreten lässt.

Die Netze mit 220 kV, 150 kV und 90 kV arbeiten in fast jeder Station mit direkt geerdetem Sternpunkt.

Um die Erdkurzschlußströme zu reduzieren wird im 220-kV-Netz in der Regel wie folgt verfahren: Wenn in einer Station mehrere 220/90-kV-Transformatoren aufgestellt sind, so wird der Sternpunkt nur an deren einem geerdet, an den anderen isoliert gelassen. Wenn in der betreffenden Station ausserdem Auftransformatoren vorhanden sind, welche das 220-kV-Netz speisen, so wird der Sternpunkt eines derselben ebenfalls geerdet. An den übrigen Auftransformatoren der Station bleibt der Sternpunkt isoliert. Diese Anordnung ist nur deswegen möglich, weil die Transformatoren für 220 kV bisher immer mit voller Isolation des Sternpunktes ausgeführt wurden. Der grösste Teil der Störungen, welche das 220-kV-Netz berühren, tritt zwischen einer Phase und der Erde auf und hat keinen bleibenden Charakter.

Dieser Aufbau des Netzes erlaubt die Anwendung einer der nachfolgenden drei Hauptschutzeinrichtungen:

- Richtungsschutz mit Verriegelung durch leitungsgeschaltete Hochfrequenzströme,
- Schutz durch Phasenvergleich,
- Schutz mit Distanzrelais.

Immerhin muss darauf hingewiesen werden, dass das Anwachsen der auf den Leitungen übertragenen Leistungen, wodurch die Betriebsimpedanz reduziert wird, die Einstellung der Distanzrelais erschweren kann, ebenso wie diejenige der Reserverelais. Obschon die Schalteroperationen im Netz möglichst reduziert werden, muss der Schutz möglichst unabhängig sein. Es werden z. B. keine Querdifferentialschutzeinrichtungen verwendet, auch dann nicht, wenn normalerweise verschiedene Leitungen parallelgeschaltet werden. Ein solcher Querdifferentialschutz findet nur auf untergeordneten Leitungen Verwendung, welche mit schon veralteten Schutzeinrichtungen ausgerüstet sind.

Der Aufbau des Netzes mit nahe beieinander befindlichen Stationen, in welchen Leistung zugeführt oder abgegeben wird und in welchen der Sternpunkt an Erde gelegt ist, ist günstig für die Verwendung von Relais mit inverser Charakteristik für den Reserveschutz. Denn bei diesen Verhältnissen ist der Kurzschlußstrom (zwischen einer Phase und der Erde oder zwischen Phasen) ein Maximum in der von der Störung betroffenen Leitung, so dass man eine gewisse Selektivität von seiten dieses Schutzes erwarten kann.

Im besondern können mit Erfolg Relais mit inverser Zeitcharakteristik verwendet werden, welche auf die Nullkomponente der Leistung empfindlich sind. Ein solcher Schutz kann sogar vorübergehend als Hauptschutz verwendet werden, vorausgesetzt, dass der Aufbau des Netzes wenig variiert und der Sternpunkt immer am gleichen Ort an Erde gelegt wird.

Es müssen noch die Schutzeinrichtungen untersucht werden, mit Rücksicht auf die grosse Anzahl der Erdkurzschlüsse und darauf, dass die meisten dieser Erdkurzschlüsse nicht bleibend sind. In erster Linie soll derjenige Teil der Schutzeinrichtung, welcher infolge Erdkurzschluss anspricht und daher am häufigsten in Funktion tritt, möglichst einfach und robust sein. Die Vereinfachung der ganzen Schutzeinrichtung oder die Reduktion der Zahl der Relais darf aber nicht eine Komplikation des Schutzes gegen Erdkurzschlüsse zur Folge haben. Z. B. scheint es besser zu sein, an Stelle von zusammengesetzten Relais getrennte Relais zu verwenden, damit die Schutzeinrichtung auf den Kurzschluss zwischen den Phasen bei gleichzeitigem Erdkurzschluss nicht anspricht.

Da die Erdkurzschlüsse in der Regel keinen bleibenden Charakter haben, wäre es möglich, nur die betroffene Phase abzuschalten. Natürlich müsste dann diese Phase auch wie-

der eingeschaltet werden, um die Nachteile einer dauernden ungleichmässigen Belastung zu vermeiden. Im Zusammenhang mit diesem Problem ergeben sich wichtige Fragen:

Wenn man das Prinzip der einphasigen Abschaltung annimmt, kann man dann in einem gemaschten Netz die Wiedereinschaltung langsam vornehmen (womit die Änderungen, welche an den Schaltern vorgenommen werden müssen, gering ausfallen), oder muss die Schnellwiedereinschaltung angewendet werden (Wiedereinschaltung nach 0,25 s)?

Ist bei einem einfachen Erdkurzschluss die dreiphasige Abschaltung, gefolgt von der Schnellwiedereinschaltung, nicht doch besser als die einphasige Abschaltung mit langsamer Wiedereinschaltung?

Soll man schliesslich, in Anbetracht dessen, dass es sich um Erdkurzschlüsse in einem vermaschten Netz handelt, ultrarapide Schutzeinrichtungen anwenden, d. h. solche, welche in 0,05 bis 0,06 s ansprechen?

Es steht bereits fest, dass die einphasige Schnellabschaltung (0,15 s) mit langsamer Wiedereinschaltung für das gesamte französische Übertragungsnetz die beste Lösung ist.

Es liessen sich noch weitere Schutzeinrichtungen anwenden, z. B. solche, welche die Änderung der Leistung in der Zeiteinheit erfassen. Solche Schutzeinrichtungen scheinen aber in einem Netz, welches stark vermascht ist und aus genügend homogenen Maschen besteht, nicht unentbehrlich zu sein.

Ch. Jean-Richard

Über Elektrete

537.246

[Nach J. Euler: Elektrete, Elektrotechn. Z. Bd. 71 (1950), Nr. 14, S. 373...374.]

Unter einem Elektreten versteht man eine Substanz, die an den gegenüberliegenden Enden entgegengesetzte elektrische Ladungen trägt und damit das elektrische Analogon zum Permanentmagneten bildet. Elektrete konnte das erste Mal der Japaner *Eguchi* anfangs der zwanziger Jahre experimentell herstellen. Er schmolz gleiche Teile Carnaubawachs und Harz mit Bienenwachs zusammen und liess die flüssige Mischung in einem elektrischen Gleichstromfeld von etwa 10 kV/cm erstarren (Fig. 1). Der entstandene Harzkuchen

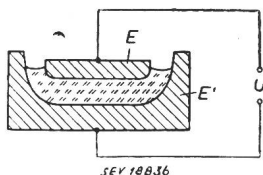


Fig. 1

Herstellung von Elektreten

Zur Herstellung von Elektreten lässt man die geschmolzene Substanz zwischen hochglänzend polierten Elektroden E und E' bei anliegender hoher Gleichspannung U erstarren.

zeigte zuerst an der positiven Seite des erzeugenden Feldes eine negative, und an der negativen Seite des erzeugenden Feldes eine positive Ladung. Die Ladung aber blieb nicht stationär, sie baute sich in einigen Tagen ab. Anschliessend baute sich aber an der positiven Seite des erzeugenden Feldes eine positive bzw. an der negativen Seite eine negative Ladung auf. Diese Ladung blieb dann über Jahre unverändert.

Die so hergestellten Harzkuchen haben viele Eigenschaften, welche genau Analoga zu denen der Permanentmagneten darstellen. Teilt man einen Elektreten durch seine «Pole», so erhält man zwei neue Elektrete, genau wie beim Permanentmagneten. Man kann auch seine Oberfläche abschaben, ohne dass er seine Eigenschaften ändert. Will man den Elektreten lange aufbewahren, so schliesst man ihn durch eine Aluminiumfolie kurz. Der Elektret wird durch Schmelzen zerstört. Seine Ladungen verschwinden bei Bestrahlung mit Röntgenstrahlen, kehren aber nach Beendigung der Bestrahlung zurück. Lösungsprozesse können den Effekt beseitigen; auch die Feuchtigkeit wird schädlich.

Mikola war der erste, der versuchte, die für Elektrete verwendeten Stoffe systematisch zu untersuchen. Er stellte zwei Gruppen auf. In die erste Gruppe fallen diejenigen Stoffe, die die erwähnte Ladungsumkehr aufweisen und die eine verhältnismässig hohe Leitfähigkeit besitzen: Carnaubawachs, Bienenwachs, Asphalt, polare Kohlenwasserstoffe. Ester und

Alkohole. Bei der zweiten Gruppe von Elektrete-Stoffen tritt keine Ladungsumkehr auf; die ursprünglich entgegengesetzte Ladung bleibt erhalten. In diese Gruppe gehören Glas, Harze, Schwefel und Stoffe mit Molekülen von Säuregruppen. Mit einigen Ausnahmen sind diese Stoffe schlecht leitend, hart und brüchig.

Die Grösse der Ladung des Elektretes ist im allgemeinen proportional zur erzeugenden Feldstärke. Ist sie aber klein, z. B. 100 V/cm, so bleibt die Ladungsumkehr aus. Die Feldstärke ist aber nach oben begrenzt. Bei etwa 30 kV/cm wird die Feldstärke der erzeugten Elektrete so gross, dass sie unmittelbar an die Oberfläche über der Durchbruchfeldstärke der Luft liegt.

Es gibt verschiedene Theorien zur Erklärung des Elektrete-Effektes. Nach einer theoretischen Deutung hat man für die umschlagenden und für die nicht umschlagenden Elektrete zwei verschiedene Theorien angenommen. Der nicht umschlagende Elektreteffekt soll infolge Ionenanhäufungen im flüssigen Elektretmaterial, die wegen der geringen Leitfähigkeit des festen Materials nach dem Festwerden an ihrem Entstehungsort bleiben, entstehen. Aus der Tatsache, dass die Materialien oft höhere organische Säuren enthalten, die in schnell bewegliche H-Ionen und schwere, langsame, negative Restionen dissoziiert werden, können die unsymmetrischen Ladungsverteilungen erklärt werden.

Der Effekt der umschlagenden Elektrete wird durch das Zusammenwirken von ausgerichteten Dipolen mit dem Piezo-Effekt dieser Materialien erklärt. Es sollen stark querkontrahierte und daher Biezeladungen zeigende Dipolmoleküle eingefroren sein, die den Ladungsumschlag durch Verschwinden der Piezoelektrizität hervorrufen.

Diese Theorie ist aber nicht unanfechtbar, und es sind bereits Stimmen laut geworden, wonach für das Umschlagen der Ladung die beim Abnehmen der Feldelektroden auftretenden Oberflächenladungen verantwortlich sind, welche verhältnismässig rasch verschwinden. Danach wird der Unterschied zwischen umschlagenden und nicht umschlagenden Elektreten lediglich der Grösse der negativen Ionen und den beobachteten Unterschieden der Oberflächenladung bei verschiedenem Elektrodenmaterial zugeschrieben.

Den Elektreten kommt eine grosse praktische Bedeutung zu, wenn es gelingt, sie zeitlich genügend konstant zu halten. Während des zweiten Weltkrieges haben die Japaner Kondensatormikrophone verwendet, deren Membran unmittelbar gegen einen Elektreten schwang, womit jegliche Hilfs-

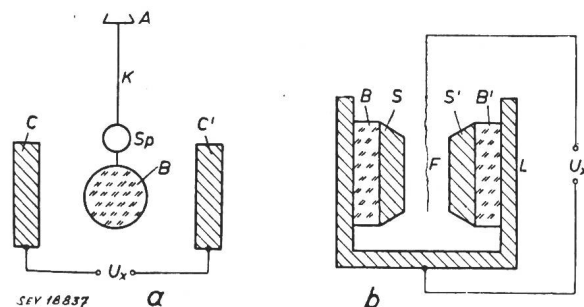


Fig. 2

Anwendung von Elektreten

a Zwischen zwei Leitern C und C', an denen die zu messende Spannung U_x liegt, hängt der Elektret B drehbar an einem in A befestigten Faden K. Das Feld zwischen C und C' ruft eine Drehung des Elektretes B hervor, die mit dem Spiegel Sp gemessen wird.

b In einem leitenden Rahmen L sitzen zwei Elektrete B und B' und zwei Schneiden S und S', zwischen denen ein leitender Faden F gespannt ist. Die zu messende Spannung U_x liegt zwischen Faden F und Rahmen L. Die Anordnung entspricht einem Einfadenelektrometer.

spannung überflüssig wurde. Eine Entwicklung ist weiter im Elektrometerbau zu erwarten. Fig. 2a und b zeigen erprobte Konstruktionen. Die reproduzierbaren Empfindlichkeiten dieser Messinstrumente gehen bis zu 0,5 V/Skalenteil.

E. Schiessl

Eröffnung des elektrischen Betriebes auf der Strecke Winterthur—Wald

621.331 : 625.1 (494)

Am 6. Oktober fand die Feier der Eröffnung des elektrischen Betriebes der ehemaligen Tösstalbahn statt. Die 40 km lange Strecke Winterthur—Wald war die längste noch mit Dampf betriebene Linie der SBB. In je einem Extrazug wurden die von den SBB geladenen Gäste aus dem Tösstal und von Zürich nach Winterthur gebracht. Schon bei der Einfahrt in Winterthur wurden die Festzüge mit Musik begrüsst. Von einer geschmückten Lokomotive (Re 4/4) gezogen, fuhr die aus 5 Leichtstahlwagen bestehende Festkomposition (123 t) von Station zu Station und auf allen wiederholte sich der freudige Empfang durch die Bevölkerung. Standen an den einen Stationen die Dorfmusiken bereit, so waren es an anderen Kinder- oder Männerchöre, und



Fig. 1
Empfang in Steg durch den Männerchor;
der Stationsvorstand singt mit

nirgends fehlte es an bunten Wimpeln und Blumen. Auch wurden von Kindern Verse deklamiert, aus denen wir einen Mundart-Vierzeiler von Saland hier festhalten, denn er zeigt, dass man im Volk den elektrischen Betrieb als das einfachste Ding der Welt sich vorstellt:

«Es brucht en Draht
dann fahrts
dann wird me
nümme schwarz.»

Beim Bankett in Turbenthal sprachen Dr. F. Fischer, Kreisdirektor III, Dr. P. Gysler, Präsident des Verwaltungsrates der Schweizerischen Bundesbahnen, im Namen der

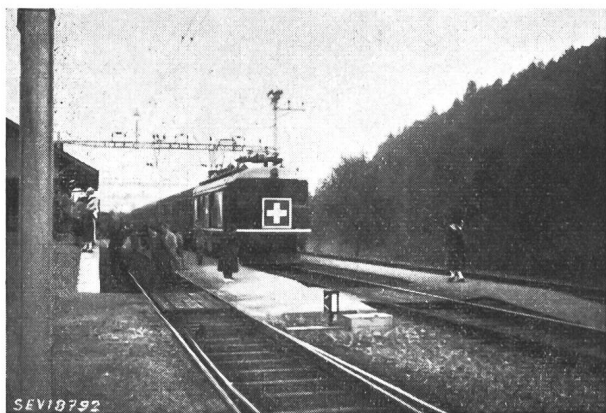


Fig. 2
Der Festzug in Turbenthal

Veranstalter der Feier und Regierungsrat Meier dankte im Namen von Regierung und Zürcher Volk den SBB für die glückliche Vollendung dieses Werkes. Er erwähnte aus der

am 25. Oktober 1870 durch den Zürcher Kantonsrat erteilten und noch im Dezember gleichen Jahres von der Bundesversammlung genehmigten Konzession für den Bau und Betrieb der Eisenbahnstrecke Winterthur—Bauma manches, was heute als selbstverständlich angesehen wird oder gar belustigend wirkt.

Die Bahnstrecke hat 75 Jahre des Dampfbetriebes hinter sich. Dementsprechend bedurfte sie einer durchgreifenden Erneuerung. Diese wird, angesichts der grossen Werte des beweglichen und unbeweglichen technischen Inventars der SBB als das Werk mehrerer Generationen angesehen. Die Prüfung der Ausgedientheit der alten Einrichtungen und die getroffenen neuen Lösungen machen den Eindruck, dass den Entscheidungen ein Funktionskonzept zu Grunde gelegen hat, das betrieblich und technisch, sowie in Bezug auf Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und soziale Belange einem an zeitgemässen Maßstäben gemessenen Urteil standhält.

Die ganze Linie ist neu abgesteckt und zum Zweck der Zulassung höherer Fahrgeschwindigkeiten in der Linienführung verbessert worden. Streckenweise wurden die Schienen vom NOB-Profil (130 mm) ersetzt durch solche vom Profil SBB I (145 mm). In mehreren Stationen wurden die Ausweichgleise verlängert (z. B. Wila, Saland) und weitere Geleise eingebaut (z. B. Winterthur—Seen). Verschiedene Stationen erhielten sogenannte Einsteigkanten, Hartbeläge und neue Verladerampen. 4 Brücken und 5 kleine Wegüberführungen mussten ersetzt werden.

Durchgreifende Erneuerungen erfuhren die Hochbauten. Sie sind nach neuen Gesichtspunkten, die sich auf Rücksichten gegenüber den Reisenden und auf Anforderungen und neuzeitliche Anschauungen der Betriebsführung stützen, umgestaltet worden. Im Zusammenhang damit stehen die modernen, raumsparenden Stellwerkanlagen, die eine grundlegende räumliche Trennung zwischen den Bedienungstafeln und dem Zubehör erlauben. Moderne Signalanlagen haben die alten Wendescheiben ersetzt, welche als Einfahrsignale früher die einzige Zugsicherungsanlage bildeten. Alle Stationen haben Vor-, Einfahr- und Ausfahrtsignale in Form von Lichtsignalen erhalten, was die Erhöhung der Einfahrtsgeschwindigkeit von 45 km/h auf 60 km/h erlaubt. 6 derartige Stationsanlagen sind beendet; die übrigen folgen bis Ende 1952 nach. Zur Sicherung des Strassenverkehrs sind 17 Warnsignalanlagen eingebaut worden. Die SBB vertreten die bemerkenswerte Anschauung, dass der Stand der Technik dieser automatischen Wegübergangs-Signalvorrichtungen Anlass gibt, ihre Zuverlässigkeit höher zu bewerten als die Bewachung und Abschränkung mit Barrieren.

Die Niederspannungsanlagen sämtlicher Stationen sind von der Ortsnetzeinführung samt den Verteilzentren neu angelegt worden. Die Beleuchtung der Betriebsräume entspricht den Richtlinien für Arbeitsbeleuchtung. Diese und die Geleisebeleuchtung können sowohl vom Orts- als auch vom Fahrleitungsnetz aus gespeist werden. Die Fernmeldeanlagen sind gesamthaft erneuert worden.

Die Fahrenergie wird vom Unterwerk Grüze und vom Etzelwerk geliefert. Die neu erstellten Fahrleitungsanlagen haben einen Aufwand von 45,813 km Kupferdraht von 85 mm² und 3,064 km von 107 mm² Querschnitt für Hauptgleise und 13,841 km Kupferfahrdrath von 70 mm² Querschnitt für Nebengeleise erfordert. Diese Fahrdrähte hängen an 59,134 km verzinktem Stahlseil 7 × 3 mm Durchmesser und an 3,594 km Kupferpanzerdraht von 9 mm Durchmesser. Der Bau der Hilfsleitung Grüze bis Bauma und der Umgebungsleitungen in allen Stationen erforderte 27,635 km Aluminiumseil von 150 mm² Querschnitt und 5,693 km Kupferseil von 95 mm². Die Tragkonstruktionen (912 Eisenmasten mit 94 Querjochen und 914 Auslegern) sind feuerverzinkt. Die Station Bauma ist mit einem Ölschalterposten ausgerüstet, während alle übrigen Stationen mit Hörnerschaltern versehen wurden. Das neue Streckenkabel von 40,5 km Länge ist 18paarig. Darüber hinaus erfuhr die Strecke Rüti (ZH) bis Rapperswil eine Vermehrung der Verbindungsmöglichkeiten durch das Legen von 6,7 km 18paarigem Hauptkabel. Die Sicherungs-, Niederspannungs- und Fernmeldeanlagen erforderten weitere 50 km Kabel verschiedener Typen, die in Erde verlegt sind.

Die Baukosten der Elektrifizierung und der tiefgreifenden Erneuerung der einstigen Tösstalbahn machen 11,773 Mil-

tionen Fr. aus, die sich nach Tab. I auf die einzelnen Posten verteilen.

Baukosten

Tabelle I

	Fr.
Elektrifizierung im engeren Sinne . . .	5 148 000
Geleiseerweiterung in Stationen . . .	994 300
Geleiseerneuerung . . .	2 700 000
Abdichtung des Kuhlweidunnels . . .	235 000
Rampen und Stationsplätze . . .	102 100
Einsteigkanten . . .	23 300
Brückenwaage . . .	32 000
Brücken . . .	650 000
Hochbauten . . .	760 000
Elektrische Stellwerkanlagen . . .	951 500
Blinklichtsignale . . .	177 500
Total	11 773 700

Diese Arbeiten waren auf das Ziel der Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit und der Kürzung der Reisezeit ausgerichtet. Die höchstzulässigen Streckenfahrgeschwindigkeiten sind durch diese Erneuerung gemäss Tabelle II erhöht worden.

Dank der Elektrifizierung und Erneuerung der Strecke Winterthur-Wald-Rapperswil werden im Winterfahrplan 1951/52 gegenüber dem Sommerfahrplan 1951 bei 13 Zügen total 246 Minuten und in umgekehrter Richtung 139 Minuten Reisezeit eingespart; das macht im Mittel pro Zug in der Fahrtrichtung Winterthur-Rapperswil 19 Minuten und in der umgekehrten Richtung 11 Minuten Verkürzung aus. Zwei neue Zugpaare (Winterthur-Bauma und Bauma-Wald) sind in den neuen Fahrplan aufgenommen worden. Dank der

Zulässige Streckenfahrgeschwindigkeiten

Tabelle II

Fahrordnung nach Reihe:	Vor der Erneuerung			
	B km/h	B km/h	B km/h	R km/h
	A	B	C	D
Winterthur-Winterthur-Grüze . .	60	75	100	125
Winterthur-Grüze-Winterthur-Seen	60	75	90	100
Winterthur-Seen-Rikon . . .	60	70	70	80
Rikon-Turbenthal . . .	60	65	65	75
Turbenthal-Saland . . .	60	75	80	90
Saland-Steg . . .	60	70	70	80
Steg-Gibswil . . .	60	75	80	90
Gibswil-Wald . . .	50	50	65	75

A Dampftrieb vor der Geleiseerneuerung.
B Dampftrieb nach der Geleiseerneuerung.
C elektrischer Betrieb, gewöhnliches Rollmaterial.
D elektrischer Betrieb, Schnelltriebwagen und ähnliche Fahrzeuge.

Elektrifizierung können jährlich 4800 t Kohle im Wert von etwa 580 000 Fr. (120 Fr./t) erspart werden. Die Bewohner des Tössales werden die Fahrplanverbesserungen zu schätzen wissen. Viele unter ihnen mögen sich wohl noch der Zeiten der Betriebseinschränkungen infolge Brennstoffmangels während des zweiten Weltkrieges erinnern: 1943 verkehrten auf dieser Strecke nur noch 6 Zugpaare.

Im ganzen betrachtet, ist bei der Elektrifizierung und der weitgehenden Erneuerung der Tössstallinie, die 1918 an die SBB übergegangen ist, ganze Arbeit geleistet worden. Die Tössstallinie bildet heute ein Schmuckstück des SBB-Netzes.

Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

Der Transrector, ein Ersatz-Vierpol für Gleichrichter

[Nach Hans Marko: Der Transrector, ein Ersatz-Vierpol für Gleichrichter. Frequenz. Bd. 5 (1951), Nr. 7, S. 196...203.]

«Transrector» ist der Name eines Ersatzschemas (linearer Vierpol) für Gleichrichter. Dieses Schema berücksichtigt, dass der Gleichrichter sowohl eine Transformation der Strom- und Spannungswerte wie auch eine Gleichrichtung (Rectification, anders ausgedrückt eine Frequenzwandlung) verursacht.

Die genaue Berechnung von Gleichrichterschaltungen ist wegen des *nichtlinearen* Charakters der Gleichrichtereigenschaften meist schwierig. Die lineare Netzwerktheorie ersetzt daher die Gleichrichter durch Schalter, die den Strom nur in einer Richtung durchlassen. Es handelt sich daher nur um eine Notlösung; will man den Einfluss der Gleichrichterkennlinien berücksichtigen, so kann man das sog. Richtkennlinienfeld ermitteln. Dieses ist nur für eine gewisse Form der Eingangsspannung (meistens sinus- aber auch impulsförmig) gültig. Für bestimmte Gleichrichterkennlinien (Knickgerade, einseitige Parabel, Exponentialkurve) und eine als sinusförmig vorausgesetzte Klemmenspannung kann man das Richtkennlinienfeld sogar berechnen. Seine Auswertung erfordert graphische Konstruktionen und ist für komplizierte Netzwerke kaum ausführbar.

Der Gleichrichter im linearen Netzwerk

Wir wollen hier nur einen Überblick über die mathematischen Ableitungen geben, um die Resultate qualitativ verständlich zu machen.

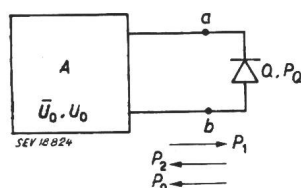


Fig. 1

Der Gleichrichter im linearen Netzwerk

Man betrachtet ein Netzwerk A mit einem Gleichrichter Q, eine eingepreiste Wechsellspannung $\bar{U}_0$ (Frequenz ω) und eine Gleichspannung U_0 (Fig. 1). Infolge der Nichtlinearität von Q sind Strom und Spannung im eingeschungenen Zustand nicht mehr sinusförmig. Man findet Oberwellen der Frequenzen $2\omega, 3\omega, \dots$. Die zugeführte Wechsellleistung P_1 wird in Gleichleistung P_2 , Oberwellenleistung P_0 und Gleichrichterverlustleistung P_q umgewandelt.

$$P_1 = P_2 + P_0 + P_q$$

Unser Ersatzschema zeigt ebenfalls diese Umwandlung. In den meisten Fällen ist $P_0 + P_q \ll P_2$, der Vierpol ist verlustlos. Erfreulicherweise zeigt sich noch, dass der Gleichrichtervierpol (Fig. 2) in seinem Arbeitsbereich ein nur

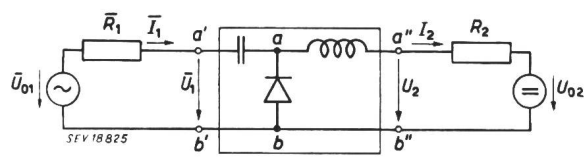


Fig. 2

Der Gleichrichter als Vierpol

schwach nichtlineares Verhalten aufweist — ganz im Gegenteil zum ursprünglichen stark nichtlinearen Gleichrichtervierpol.

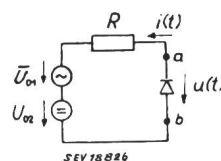


Fig. 3

Der ideale Gleichrichter auf einen Ohmschen Widerstand arbeitend

Ersatzschaltbild des idealen Gleichrichters

Wir betrachten die einfache Gleichrichterschaltung (Fig. 3), wo der durch die Gleichspannung U_{02} vorge-

spannte Gleichrichter auf einen Ohmschen Widerstand R arbeitet. Während der Durchlasszeit t_D (Fig. 4) fliesst ein Strom $i(t)$, während der Sperrzeit t_S herrscht eine Spannung $u(t)$. Wir zerlegen beide nach Fourier und entnehmen

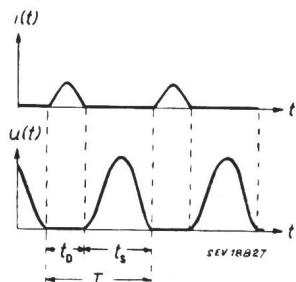


Fig. 4
Zeitlicher Strom- und
Spannungsverlauf

daraus die Gleichstromkomponenten U_2 und I_2 sowie die Komponenten der Grundfrequenz $\bar{U}_1$ und $\bar{I}_1$. Daraus lassen sich ableiten die Spannungsübersetzung

$$\bar{u}_1 = \frac{U_2}{|\bar{U}_1|}$$

sowie die Stromübersetzung

$$\bar{u}_2 = \frac{|\bar{I}_1|}{I_2}$$

Wir definieren $\bar{u} = \sqrt{\bar{u}_1 \bar{u}_2}$ als geometrischen Mittelwert. $\bar{u}$ sei das Übersetzungsverhältnis des Transrectors, eine Funktion des Flusswinkels α

$$2\alpha = 2\pi \frac{t_D}{t_D + t_S}$$

In der Originalarbeit sind Tabellen für $\bar{u}$ von α und für den Fehler hervorgehend aus der Vereinfachung $\bar{u}_1$ und $\bar{u}_2$ ersetzt durch $\bar{u}$ angegeben.

Die Übertragungsgleichungen des Vierpols sind damit

$$|\bar{U}_1| = \frac{1}{\bar{u}} U_2$$

$$|\bar{I}_1| = \bar{u} I_2$$

Das dazugehörige Schema ist in Fig. 5 dargestellt.

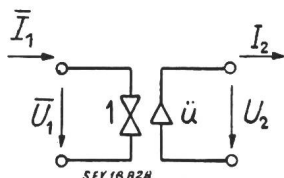


Fig. 5
Ersatzschaltbild des idealen
Gleichrichters, Transrector
Gültigkeit $\bar{U}_2, \bar{I}_2 > 0$

Unser Vierpol verbindet jetzt die 4 Grössen $\bar{U}_1, \bar{I}_1, U_2, I_2$. Wechselstrom und Gleichstrom sind getrennt, aber durch den Transrector verbunden. Es kann mit ihm genau wie mit einem idealen Übertrager gerechnet werden.

Die obige Ableitung berücksichtigt die Oberwellenverluste P_Q nicht. Will man sie berücksichtigen, so kommt man

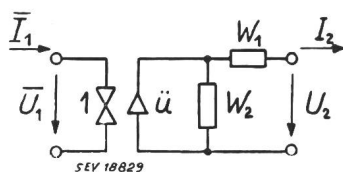


Fig. 6
Ersatzschaltbild des
idealen Gleichrichters
unter Berücksichtigung
der Oberwellenverluste
Gültigkeit $U_2, I_2 > 0$

zu ähnlichen Gleichungen und Ersatzbildern (Fig. 6). Ins Schema wurde noch ein Längswiderstand W_1 eingeführt, der die P_Q entsprechende Energie zu vernichten hat.

Ersatzschaltbild des wirklichen Gleichrichters

Im Gegensatz zum idealen Gleichrichter, wo wir die Kenngrösse $\bar{u}$ des Vierpols aus dem Flusswinkel α ermittelten, leiten wir für den wirklichen Gleichrichter die Vierpolkenngrössen aus dem Richtkennlinienfeld des Gleichrich-

ters ab. Der Transrector wirkt in diesen Schaltungen wie ein Übertrager, der gleichzeitig noch Wechselstrom in Gleichstrom umwandelt. Alle Operationen, die sonst mit einem Transformator durchgeführt werden (Übersetzen der Widerstände, Spannungen und Ströme), sind hier auch gestattet. Wie auch sonst bei Transformatoren kann man die Zeigerdiagramme der Spannungen sowohl primär- wie auch sekundärseitig zeichnen. Beim Transrector werden die Zeigerdiagramme der Wechselseite und der Gleichseite angegeben.

C. Villars

Phasenmessungen mit Elektronenstrahl-Oszillographen

621.317.37 : 621.317.755

[Nach: J. Czech: Phasenmessungen mit Elektronenstrahl-Oszillographen. Funk-Technik Bd. 6(1951), Nr. 1/2/3, und L. Fleming: Aids to CRO Display of Phase Angle. Electronics Nr. 2/1951.]

Bei der Phasenmessung stellen sich grundsätzlich zwei Aufgaben:

1. Der Phasenunterschied zwischen zwei oder mehreren Spannungen (Strömen) soll bestimmt werden.

2. Die Eigenschaften eines Vierpols (Schaltelement, Verstärker usw.) sind dadurch festzustellen, dass mit einer Meßspannung gegebener Frequenz die Phasenänderung der Ausgangsspannung gegenüber der Eingangsspannung gemessen wird.

Der Begriff der Phase bedeutet nichts anderes als einen entsprechenden Zeitunterschied in dem Ablauf der beobachteten Vorgänge. Jedes Messverfahren, das die Bestimmung von Phasenunterschieden gestattet, ermöglicht also auch die Messung einer Zeitdifferenz und umgekehrt.

Phasenmessung durch Mehrfachoszillogramme

Wird der Verlauf der zu messenden Spannungen gleichzeitig in einem Schirmbild wiedergegeben, so ist der gegen-

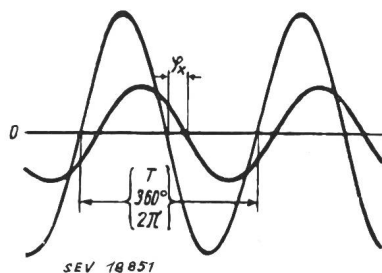


Fig. 1
Bestimmung des
Phasenunterschiedes
zweier Spannungen
durch
Doppeloszillogramme
 φ Phasenverschiebung
 T Periodendauer

seitige Phasenunterschied unmittelbar abzulesen (s. Fig. 1). Die Genauigkeit beträgt etwa $5 \dots 10^\circ$.

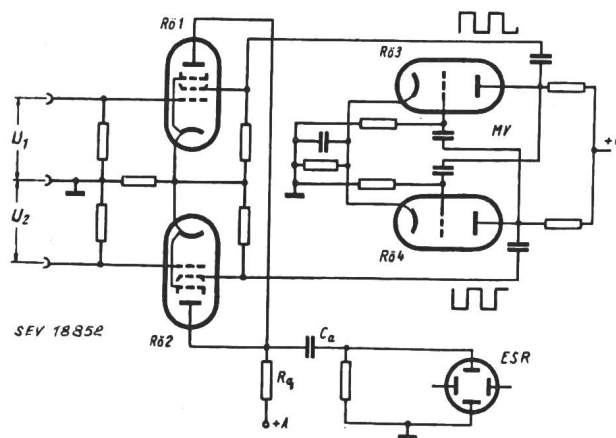


Fig. 2
Grundsätzliches Schaltbild eines «Elektronischen Schalters»
Rö1...Rö4 Elektronenröhren; U_1, U_2 Meßspannungen;
MV Multivibrator; R_a Anodenwiderstand;
ESR Elektronenstrahlröhre

Für derartige Messungen ist kein Mehrstrahl-Oszillograph notwendig, die Messplatten des Einstrahl-Oszillographen kön-

nen vielmehr nacheinander auf die zu beobachtenden Spannungen geschaltet werden. Wichtig ist dabei, dass man das Kippgerät immer mit der Bezugsspannung synchronisiert, wodurch sichergestellt wird, dass die Zeitablenkung synchron mit dieser läuft und die Bilder der übrigen Spannungen die Phasenlage getreu wiedergeben.

Zur Umschaltung kann ein Relaischalter oder ein rotierender Umschalter mit einer Umschaltfrequenz von mindestens 20 Hz verwendet werden. Eine besonders elegante Lösung hiezu bietet aber der elektrische Schalter, bei dem die Schaltung mit Hilfe von Elektronenröhren erfolgt (Fig. 2).

Röhre R01 und Röhre R02 stellen zwei einfache Verstärkerstufen dar, die aber einen gemeinsamen Anodenwiderstand besitzen. U_1 und U_2 sind die Meßspannungen. An die Schirmgitter werden von einem Multivibrator (R03 und R04) rechteckige Spannungen gelegt, so dass jeweils eine Röhre gesperrt ist. Wichtig ist, dass die Synchronisation mit einer Meßspannung erfolgt, da sonst das Zeitablenkgerät mit der Umschaltfrequenz in Gleichlauf kommt und das Bild dann unterbrochen erscheint.

Für die photographische Wiedergabe von Mehrfachoszillogrammen ist keine besondere Umschaltvorrichtung notwendig, sondern die einzelnen Vorgänge werden nacheinander auf das gleiche Aufnahmемaterial aufgenommen.

Messung durch Phasenmarke

Bei der vorherigen Methode konnten die Vorgänge selbst auch beobachtet werden. Interessiert nur der Phasenunterschied, so stellt man zweckmässig von den zu messenden Spannungen Impulse her. Dies kann mit Hilfe sog. «Impuls-Transformatoren» geschehen oder mit Röhrenschaltungen (siehe z. B. Fig. 3).

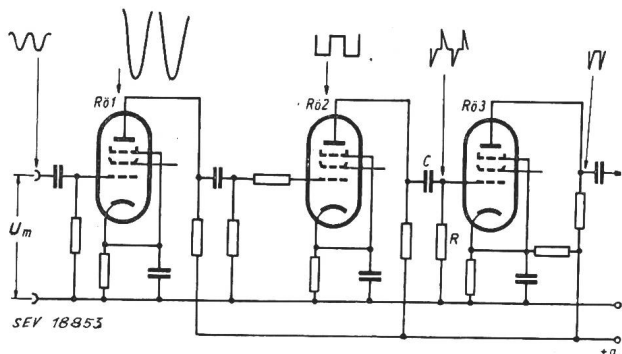


Fig. 3

Grundsätzliches Schaltbild zur Erzeugung von Impulsen aus einer sinusförmigen Wechselspannung für Phasenmessungen mit Oszillographen

Bezeichnungen siehe Fig. 2

Röhre 1 wirkt als Verstärker, Röhre 2 schneidet durch Anoden- und Gittergleichrichtung die Spitzen ab, das RC-Glied ($1/\omega C > 3R$) erzeugt daraus durch Differentiation Impulse, von denen die negativen durch Röhre 3 abgeschnitten

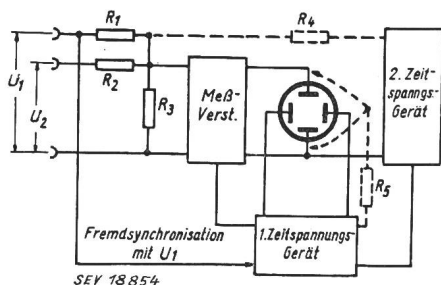


Fig. 4

Schaltbild zum Phasenvergleich mit Impulsen nach Schaltung in Fig. 3

werden, so dass am Ausgang schliesslich pro Periode ein Impuls entsteht. Das Zeitspannungsgerät wird auf die gleiche Frequenz wie die Messfrequenz eingestellt und mit der Bezugsspannung synchronisiert. Die beiden Spannungen U_1 und U_2

werden gleichzeitig an den Eingang des Y-Verstärkers gelegt, wobei eine gegenseitige Beeinflussung durch R_1 und R_2 vermieden wird (evtl. müssen aber Trennröhren verwendet werden, Fig. 4).

Da die Kippfrequenz gleich der Messfrequenz ist, entspricht die Bildbreite 360° . Weil die Ablenkung linear ansteigt, ist der Phasenmaßstab ebenfalls linear, so dass aus der Entfernung der Marke für U_1 und U_2 der Phasenwinkel bestimmt werden kann (Fig. 5).

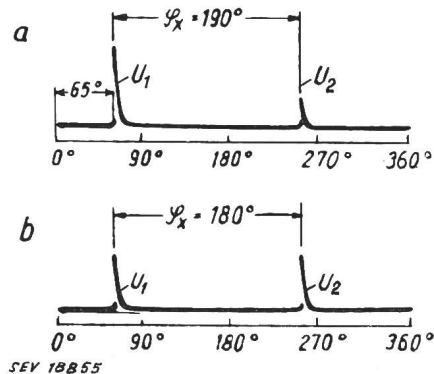


Fig. 5

Oszillogramme zum Phasenvergleich mit Impulsen

a Spannungsimpulse verschieden gross

b Impulse gleich gross

Weitere Bezeichnungen siehe Fig. 1 und 2

Die Genauigkeit beträgt ca. $5...10^\circ$. Man kann sie auf etwa 2° erhöhen durch Aufzeichnung in mehreren Zeilen. Dazu legt man an den Eingang des Y-Verstärkers ein zweites

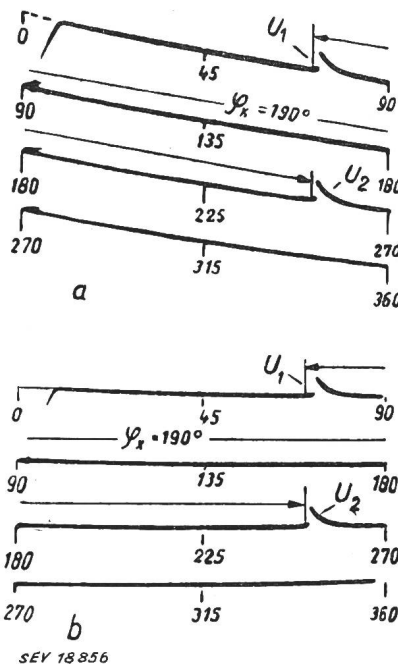


Fig. 6

Phasenvergleich mit Impulsen auf 4 Zeilen gedehnt

a schräge Zeilen ohne Korrektur
b waagrechte Zeilen durch Korrektur nach Schaltbild in Fig. 4

Zeitspankgerät (über R_4 in Fig. 4), welches auf dieselbe Frequenz wie die Meßspannung gestellt wird. Stellt man nun die horizontale Ablenkung auf die 4fache Frequenz, so er-

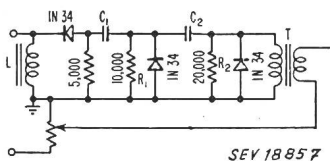


Fig. 7

Röhrenlose Schaltung für die Umwandlung von sinusförmigen Spannungen in Spannungsspitzen

folgt eine Aufzeichnung in 4 Zeilen (Fig. 6a). Will man die schrägen Zeilen gerade stellen, so muss man an eine Messplatte einen Teil der Ablenkspannung legen (über R_5 in Fig. 4).

Eine andere Umwandlungsmöglichkeit von sinusförmigen Spannungen in Spannungsspitzen zeigt Fig. 7. Die erste Diode schneidet die eine Halbwelle der zu messenden Spannung ab. Durch die nachfolgenden Glieder R_1C_1 und R_2C_2 wird diese Spannung durch Differentiation in Spitzen umgewandelt. Die den Widerständen R_1 und R_2 parallel geschalteten Dioden schneiden die negativen Spitzen ab, so dass am Ausgang nur die positiven erscheinen. Diese werden nun der Bezugsspannung überlagert, wobei die Phasenverschiebung direkt sichtbar wird (Fig. 8a). Die Schaltung arbeitet nur

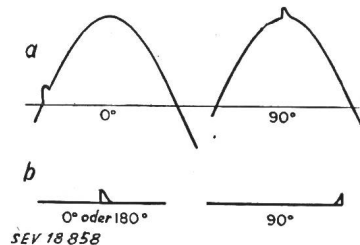


Fig. 8
Schirmbilder bei
Messung des
Phasenwinkels nach
Schaltung in Fig. 7

bis ca. 3 kHz, da nachher keine genügend scharfen Spitzen mehr erhalten werden. Zwischen 250...500 Hz ist der günstigste Wert für $C_1 = 0,002 \mu F$ und für $C_2 = 0,001 \mu F$. Für höhere oder tiefere Frequenzen sind diese Werte entsprechend zu ändern. Als Transformator wählt man am besten einen 500/500- Ω -Übertrager. Die Eingangsspannung muss mindestens 10 V betragen, damit man Spitzen von ca. 50 mV bekommt. Die Bezugsspannung muss dann ca. 0,5 V betragen.

Etwas einfacher kann diese Messung so durchgeführt werden, dass man die Spitzen an die vertikalen Platten, die sinusförmige Bezugsspannung an die horizontalen Platten legt (siehe Fig. 8b). Die Anzeige ist dann aber nicht mehr eindeutig, da eine Verschiebung von 180° nicht feststellbar ist.

Phasenmessung durch Lissajous-Figur (Ellipse)

Diese Messung ist sehr einfach durchzuführen und ab ca. 1° trotzdem ziemlich genau. Die Genauigkeit ist abhängig von der Strahlschärfe. Es sind hier nur die beiden Spannungen je an ein Plattenpaar der Elektronenstrahlröhre zu legen. Sind beide Spannungen in Phase, so entsteht auf

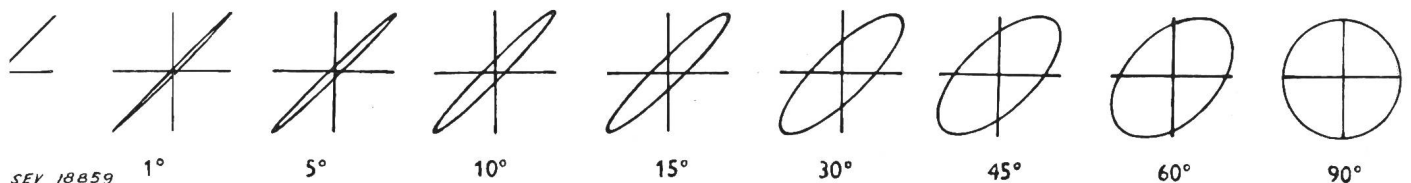


Fig. 9
Zusammenstellung von 9 charakteristischen Schaltbildern mit verschiedener Phasendifferenz

dem Schirm ein Strich, der unter 45° geneigt ist, falls beide Amplituden gleich gross sind. Die Neigung beträgt mehr oder weniger als 45°, je nachdem, ob die X-Amplitude kleiner ist als die Y-Amplitude oder umgekehrt. Auf die Auswertung hat dies keinen Einfluss.

Sind die Spannungen phasenverschoben, so entsteht eine Ellipse, deren Öffnung mit zunehmendem Phasenwinkel grösser wird (Fig. 9).

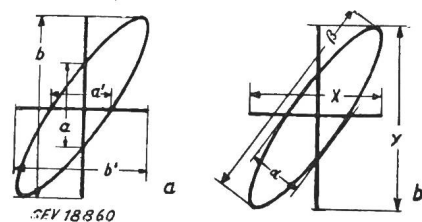


Fig. 10
Bestimmung des
Phasenwinkels
aus der Ellipse

Die Bestimmung des Phasenwinkels geschieht auf Grund von Fig. 10.

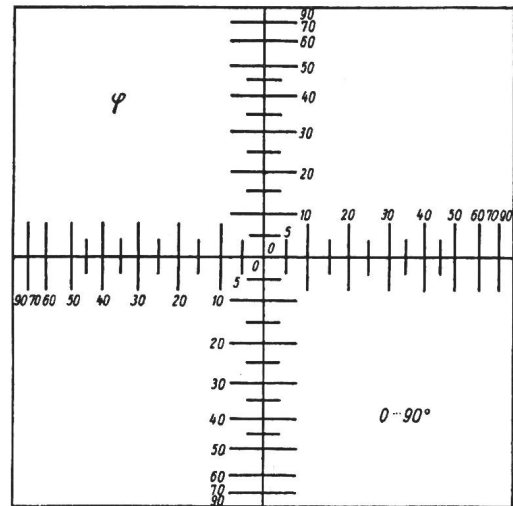
Es wird

$$\sin \varphi = \frac{a}{b} = \frac{a'}{b'} \quad (\text{Fig. 10a})$$

oder

$$\sin \varphi = \frac{\alpha \beta}{x y} \quad (\text{Fig. 10b})$$

Unter Verwendung der Skala in Fig. 11 (transparent kopiert und auf den Schirm gelegt) kann der Phasenwinkel



SEV 18 861

Fig. 11
Skala zur Phasenmessung für $\varphi < 90^\circ$

direkt abgelesen werden. Dazu müssen X- und Y-Ablenkung so eingestellt werden, dass der Rand des Rasters berührt wird.

Interessiert nicht der Phasenwinkel selbst, sondern z. B. $\cos \varphi$, so ergibt sich dieser aus Fig. 10a wie folgt:

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2}$$

Die Messung des Phasenwinkels mit Hilfe der Ellipse gestattet nicht ohne weiteres, festzustellen, ob die beobachtete Spannung vor- oder nachsteilt gegenüber der Bezugsspannung. Dies kann z. B. bestimmt werden durch Einschaltung eines Gliedes bekannter Phasenverschiebung (z. B. RC-Glied) zur interessierenden Spannung. Verbreitert sich die Ellipse, so ist die Verschiebung in derselben Richtung wie die des Gliedes, verengt sie sich, so ist sie entgegengesetzt.

Wird der Unterschied grösser als 90°, so neigt sich die Ellipse auf die linke Seite. Bei 180° entsteht eine Gerade wie bei 0° aber spiegelbildlich; wird die Phasendifferenz noch grösser, so öffnet sich die Ellipse wieder. Bis 270° entstehen ohne besondere Massnahmen dieselben Bilder wie zwischen 90° und 180°, von 270° bis 360° die gleichen wie zwischen 0° und 90° (Fig. 12).

Um die Oszillogramme eindeutig zu machen, kann z. B. die Schaltung nach Fig. 13 verwendet werden. Hier wird der Hellsteuer-Elektrode der Kathodenstrahlröhre ein Teil der Bezugsspannung (nicht von der Spannung, deren Phase sich ändert) über phasendrehende Glieder so zugeführt, dass bei Verschiebung zwischen 0° und 180° das Schirmbild auf der

rechten Seite eine Aufhellung und links eine Abschwächung erfährt. Bei Verschiebungen $> 180^\circ$ kehrt sich die Aufhellung um (siehe Fig. 12).

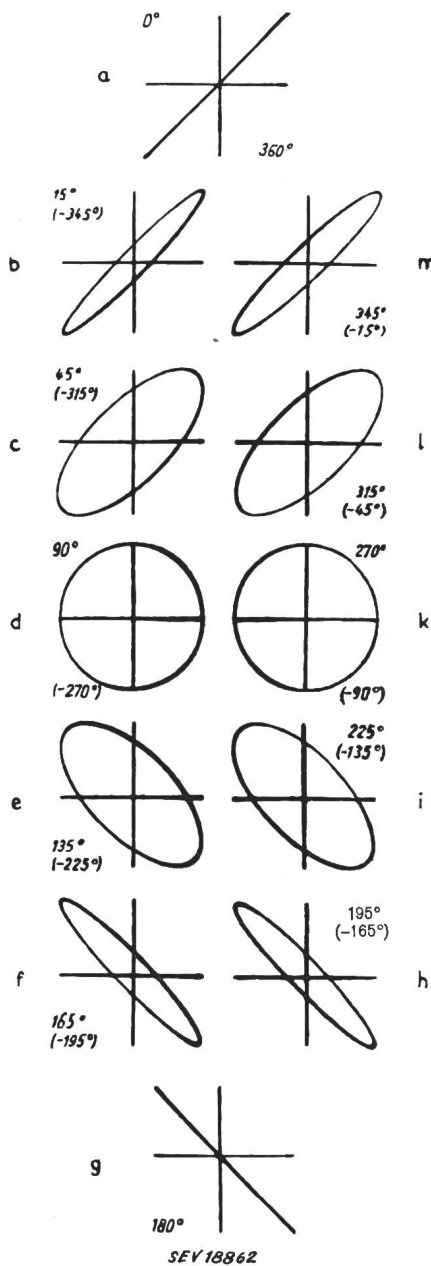


Fig. 12

Oszillogramme zur Phasenmessung mit Hellsteuerung zur eindeutigen Kennzeichnung für alle Bilder zwischen 0° und 360°

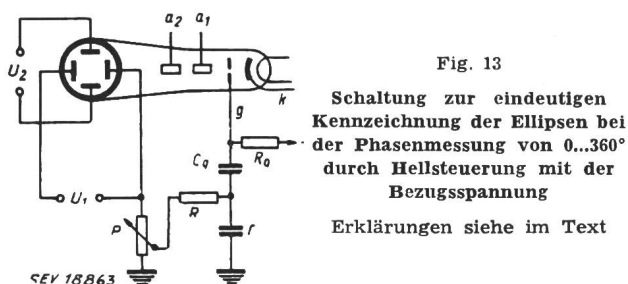


Fig. 13

Schaltung zur eindeutigen Kennzeichnung der Ellipsen bei der Phasenmessung von 0° bis 360° durch Hellsteuerung mit der Bezugsspannung

Erklärungen siehe im Text

Eine andere Möglichkeit, derartige Phasenmessungen eindeutig zu machen, zeigt Fig. 14. Die beiden zu messenden Spannungen werden verstärkt, bis sie die Zündspannung einer Glimmlampe überschreiten. Den Verlauf der Spannung

an einer Glimmstrecke zeigt Fig. 15. Beim Überschreiten der Zündspannung entsteht jedesmal eine Spitze S, nachher fällt die Spannung auf den Brennwert U_B . Ist der Wert der

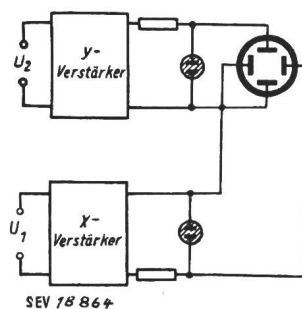


Fig. 14

Schaltung zur Phasenmessung mit abgeflachten Spannungskurven durch Glimmstrecken

Scheitelspannung $\hat{U}$ wenigstens gleich $2U_B$, dann ist der verbleibende Teil der Sinuskurve fast geradlinig. Auf dem

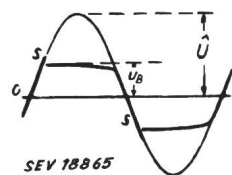


Fig. 15

Verlauf der Brennspannung an einer Glimmstrecke bei Wechselspannung

Schirm entstehen eckige Bilder, deren Kantenlänge ein Mass ist für den Phasenunterschied; gleichzeitig geben die Spitzen an den Eckpunkten die Richtung desselben an. Für 90° und

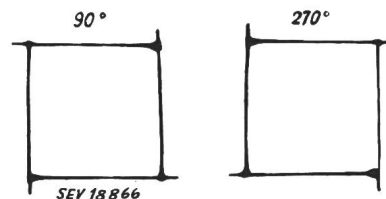


Fig. 16

Schirmbilder für $\varphi = 90^\circ$ und $\varphi = 270^\circ$ bei der Messung nach Schaltung in Fig. 14

270° (bzw. -90°) Verschiebung zeigt Fig. 16 das Oszillogramm.

Phasenmessung mit Ellipse und Hellsteuermarken

Wird die Ellipse hellgesteuert mit einer Frequenz von z. B. $\frac{360}{5} f_z$, dann entfällt auf je 5° ein Punkt (Fig. 17). Zur

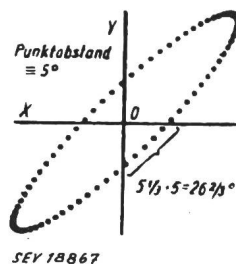


Fig. 17

Phasenmessung mit Hellsteuermarken

Bestimmung des Phasenwinkels müssen nur die in den II. oder IV. Quadranten fallenden Punkte gezählt werden (für $\varphi < 90^\circ$). Die Anzahl der Punkte mal 5° ergibt den Phasenwinkel; in Fig. 17: $5\frac{1}{3} \cdot 5^\circ = 26\frac{2}{3}^\circ$. Um stillstehende Marken zu bekommen, ist es zweckmässig, die Hellsteuermarken durch Vervielfachung der Messfrequenz zu erzeugen.

Messung des Phasenunterschiedes mit «geknickter» sinusförmiger Spannung

Wird die zu messende Spannung an zwei gegeneinandergeschaltete Dioden gelegt, welche durch eine Batterie eine kleine Vorspannung erhalten, so entsteht am Ausgang eine Spannung, welche in der Nähe des Nulldurchganges gleich 0 ist (siehe Fig. 18). Legt man nun eine derartige Spannung an ein phasendrehendes Schaltelement, so verschieben sich diese «Stufen», wobei die Verschiebung A ein Mass für den Phasenwinkel ist (Fig. 19a). Schon ab 15° beobachtet man eine zunehmende Neigung der Knickstellen, so dass dieses

Verfahren vor allem für kleinere Phasenwinkel geeignet sein dürfte. Zur Auswertung kann man die Zeitablenkung

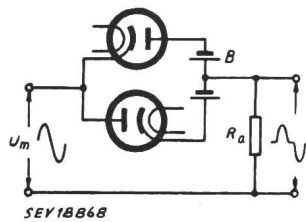


Fig. 18
Schaltung zur Erzeugung einer «geknickten» Sinus-Spannungskurve

ganz weglassen (Fig. 19b) oder eine von der Messfrequenz sehr verschiedene Kippfrequenz einstellen (Fig. 19c). Verwendet man schliesslich die noch «ungeknickte» Meßspannung zur X-Ablenkung, so entstehen Oszillogramme nach Fig. 19d.

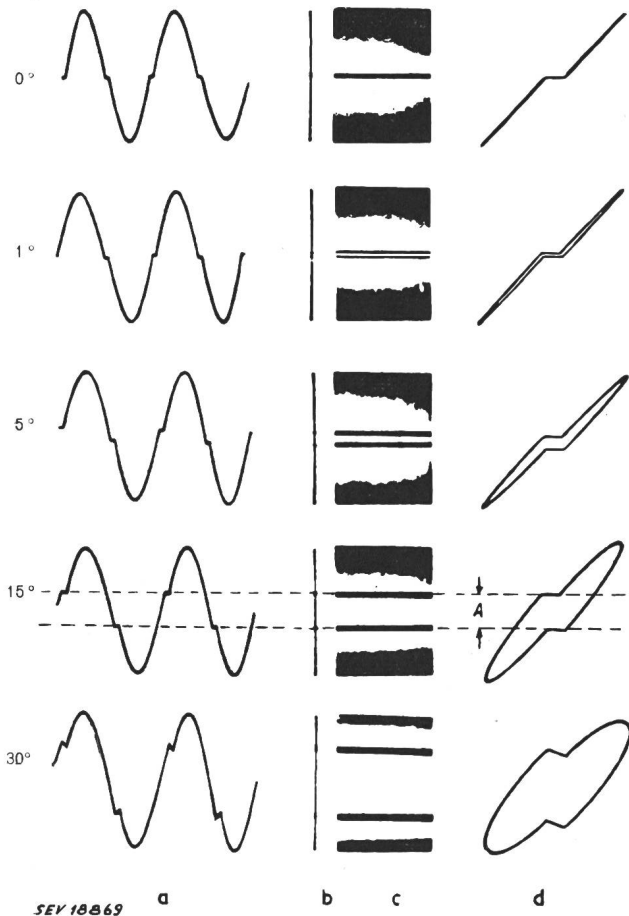


Fig. 19
Oszillogramme zur Phasenmessung mit einer «geknickten» sinusförmigen Wechselspannung
Erklärungen siehe im Text

Phasenmessung mit gleichgerichteter sinusförmiger Spannung

Für Tonfrequenz kann durch Gleichrichtung mit Hilfe der einfachen Schaltung nach Fig. 20 die Phase bestimmt werden. Die positive Halbwelle wird von der einen, die negative von der anderen Diode abgeschnitten. Die so ent-

stehenden Spannungen legt man auf die beiden Plattenpaare des Elektronenstrahl-Oszillographen. Die Spannung am Aus-

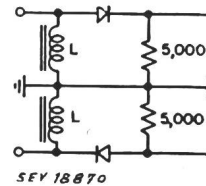


Fig. 20
Schaltung zur Phasenmessung mit zwei Halbweggleichrichtern

gang für $\varphi = 0^\circ$ hat die Form von Fig. 21a. Die Schirmbilder für 0° , 45° und 90° zeigt Fig. 21b.

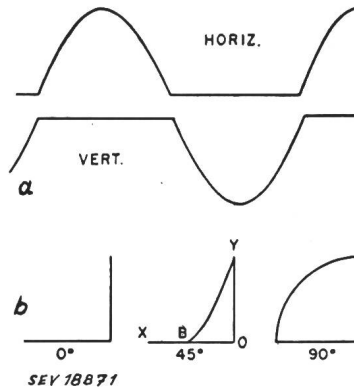


Fig. 21
Die Ausgangsspannungen bei der Schaltung nach Fig. 20 samt einigen Oszillogrammen

Der Sinus des Phasenwinkels ergibt sich aus dem Verhältnis $\frac{OB}{OX}$, damit ist

$$\varphi = \arcsin \frac{OB}{OX}$$

Vor- oder Nacheilung kann nicht unterschieden werden. Winkel über 90° können nicht ohne Schwierigkeiten gemessen werden; aber Winkel unter 60° lassen sich ziemlich genau bestimmen.

Um die sinusförmige Spannung möglichst genau auf der 0-Linie abzuschneiden, ist es nötig, dass der Gleichstromwiderstand auf der Generatorseite der Dioden möglichst klein ist gegen den Belastungswiderstand. Für diesen Zweck dienen die Drosselspulen L . Für Frequenzen zwischen 50 und 10 000 Hz ist eine Induktivität von ca. 15 H zweckmässig.

Phasenwinkel und Phasenlaufzeit

Die Messung des Phasenwinkels in Graden ist gleichbedeutend mit der Feststellung, wie gross diese Phasenverschiebung im Verhältnis zu einer ganzen Periode (360°) ist. Man kann aber auch eine Periode in Bogengraden für den Kreis mit dem Radius 1, also gleich 2π oder gleich der Schwingungsdauer T einer Periode setzen und die Phasenverschiebung in Bruchteilen von 2π oder T angeben. Da die Periodendauer T aus der Messfrequenz bekannt ist ($T = 1/f$), lässt sich die Phasenänderung auch in Sekunden angeben. Sie stellt dann den Zeitunterschied dar, den ein bestimmter Spannungswert am Ausgang des Messobjektes gegenüber der Eingangsspannung aufweist und wird als Phasenlaufzeit bezeichnet. Sie ergibt sich aus der Gleichung

$$\tau_r = \frac{\varphi_{\text{arc}}}{\omega} \quad \text{oder} \quad \tau_v = \frac{\varphi^\circ}{360f}$$

Zweckmässig multipliziert man diese Gleichungen mit dem Faktor 10^3 oder 10^6 um auf ms bzw. μs zu kommen.

H. Speglitz

Wirtschaftliche Mitteilungen — Communications de nature économique

Arrêté du Conseil fédéral interdisant certains emplois du cuivre et des alliages de cuivre

(Du 24 septembre 1951)

338.987.4 : 669.3

Le Conseil fédéral suisse, vu l'arrêté du 26 avril 1951 concernant de nouvelles mesures propres à assurer, en période troublée, l'approvisionnement du pays en marchandises indispensables, arrête:

Article premier

Il est interdit d'employer du cuivre ou des alliages de cuivre pour tout ou partie des articles et fins énoncés dans la liste annexée*) au présent arrêté.

L'arrêté s'applique au cuivre et aux alliages de cuivre sous la forme de métaux bruts, de déchets et de vieux métaux. (La suite à la page 978)

*) voir Sammlung der eidgenössischen Gesetze 1951, Nr. 37, S. 879...886.

Statistique de l'énergie électrique

des entreprises livrant de l'énergie à des tiers

Elaborée par l'Office fédéral de l'économie électrique et l'Union des Centrales Suisses d'électricité

Cette statistique comprend la production d'énergie de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers et disposant d'installations de production d'une puissance supérieure à 300 kW. On peut pratiquement la considérer comme concernant toutes les entreprises livrant de l'énergie à des tiers, car la production des usines dont il n'est pas tenu compte ne représente que 0,5 % environ de la production totale.

La production des chemins de fer fédéraux pour les besoins de la traction et celle des entreprises industrielles pour leur consommation propre ne sont pas prises en considération. La statistique de la production et de la distribution de ces entreprises paraît une fois par an dans le Bulletin.

Mois	Production et achat d'énergie											Accumulation d'énergie				Exportation d'énergie	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles		Energie importée		Energie fournie aux réseaux		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage			
	1949/50	1950/51	1949/50	1950/51	1949/50	1950/51	1949/50	1950/51	1949/50	1950/51		1949/50	1950/51	1949/50	1950/51	1949/50	1950/51
	en millions de kWh											%	en millions de kWh				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	600	733	22	9	37	23	17	42	676	807	+19,4	844	1034	-123	-158	30	58
Novembre . . .	534	666	33	8	28	21	55	61	650	756	+16,3	722	1019	-122	-15	22	37
Décembre . . .	551	746	28	3	29	19	63	47	671	815	+21,5	609	831	-113	-188	26	46
Janvier	564	710	21	5	31	19	50	74	666	808	+21,3	406	617	-203	-214	21	46
Février	501	647	13	2	32	16	44	55	590	720	+22,0	291	409	-115	-208	19	48
Mars	597	759	4	2	28	19	29	54	658	834	+26,8	186	250	-105	-159	22	59
Avril	620	753	2	1	27	29	12	38	661	821	+24,2	172	264	-14	+14	33	61
Mai	745	879	2	1	46	47	4	11	797	938	+17,7	434	415	+262	+151	81	113
Juin	805	925	2	1	50	48	4	7	861	981	+13,9	799	768	+365	+353	119	141
Juillet	865	974	1	1	51	43	4	8	921	1026	+11,4	1073	1140	+274	+372	170	161
Août	889	1009	1	1	52	45	4	5	946	1060	+12,1	1179	1274	+106	+134	176	178
Septembre . .	900	915	1	3	40	50	5	4	946	972	+2,7	1192 ⁴⁾	1258	+13	-16	166	151
Oct.-mars . . .	3347	4261	121	29	185	117	258	333	3911	4740	+21,2					140	294
Avril-sept. . .	4824	5455	9	8	266	262	33	73	5132	5798	+13,0					745	805
Année	8171	9716	130	37	451	379	291	406	9043	10538	+16,5					885	1099

Mois	Distribution d'énergie dans le pays																	
	Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electro-chimie, métallurgie, thermie		Chaudières électriques ¹⁾		Traction		Pertes et énergie de pompage ²⁾		Consommation en Suisse et pertes					
													sans les chaudières et le pompage		Diffé- rence % ³⁾	avec les chaudières et le pompage		
	1949/50	1950/51	1949/50	1950/51	1949/50	1950/51	1949/50	1950/51	1949/50	1950/51	1949/50	1950/51	1949/50	1950/51				
en millions de kWh																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Octobre	281	314	122	136	87	110	13	33	47	50	96	106	629	713	+13,4	646	749	
Novembre	293	321	122	135	60	90	7	14	51	52	95	107	616	700	+13,6	628	719	
Décembre	307	348	118	136	60	89	5	23	62	62	93	111	635	742	+16,9	645	769	
Janvier	314	350	116	140	54	87	5	16	63	61	93	108	639	743	+16,3	645	762	
Février	269	307	105	127	48	81	6	14	56	51	87	92	560	655	+17,0	571	672	
Mars	296	328	115	133	64	118	14	37	54	56	93	103	616	735	+19,3	636	775	
Avril	277	305	104	130	85	127	21	49	47	50	94	99	596	704	+18,1	628	760	
Mai	267	298	110	131	100	124	91	112	40	43	108	117	604	699	+15,7	716	825	
Juin	250	276	114	130	100	118	126	149	35	44	117	123	593	678	+14,3	742	840	
Juillet	256	281	115	128	109	123	120	167	36	47	115	119	612	687	+12,3	751	865	
Août	265	293	121	133	109	127	118	162	35	43	122	124	637	711	+11,6	770	882	
Septembre	281	300	123	136	106	124	114	103	39	42	117 (10)	116 (8)	656	710	+ 8,2	780	821	
Oct.-mars	1760	1968	698	807	373	575	50	137	333	332	557 (26)	627 (21)	3695	4288	+16,1	3771	4446	
Avril-sept.	1596	1753	687	788	609	743	590	742	232	269	673 (99)	698 (62)	3698	4189	+13,3	4387	4993	
Année	3356	3721	1385	1595	982	1318	640	879	565	601	1230 (125)	1325 (83)	7393	8477	+14,7	8158	9439	

¹⁾ Chaudières à électrodes.

²⁾ Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.

³⁾ Colonne 15 par rapport à la colonne 14.

⁴⁾ Energie accumulée à bassins remplis: Sept. 1950 = 1310 Mio kWh.

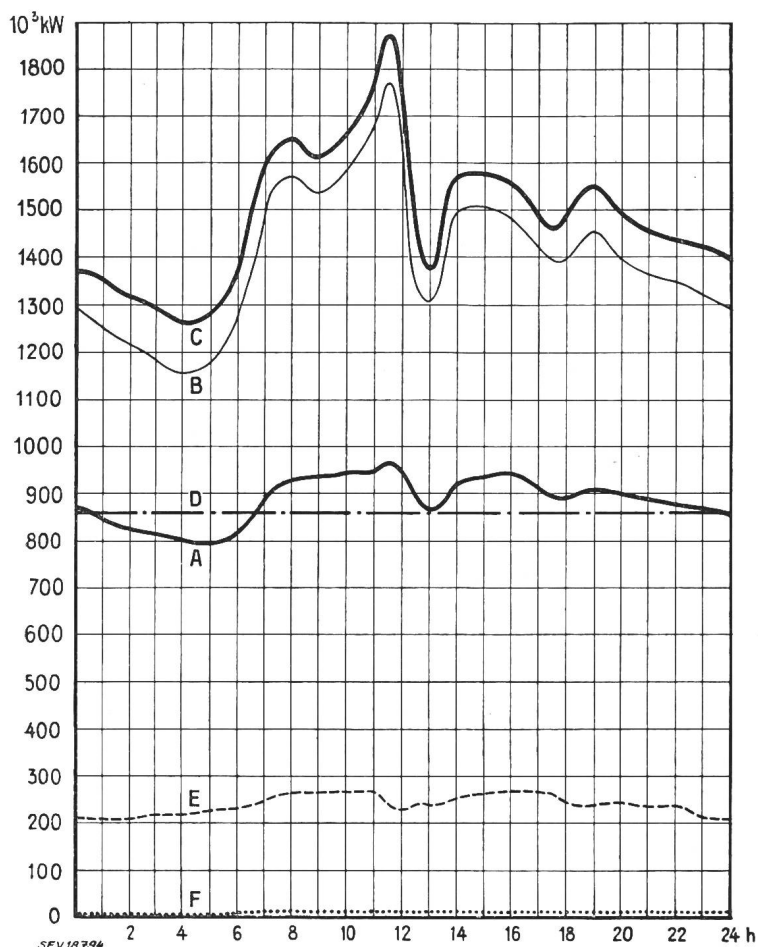


Diagramme de charge journalier du mercredi

12 septembre 1951

Légende:

1. Puissances disponibles:	10 ³ kW
Usines au fil de l'eau, disponibilités d'après les apports d'eau (O—D)	912
Usines à accumulation saisonnière (au niveau maximum)	1090
Puissance totale des usines hydrauliques	2002
Réserve dans les usines thermiques	155

2. Puissances constatées

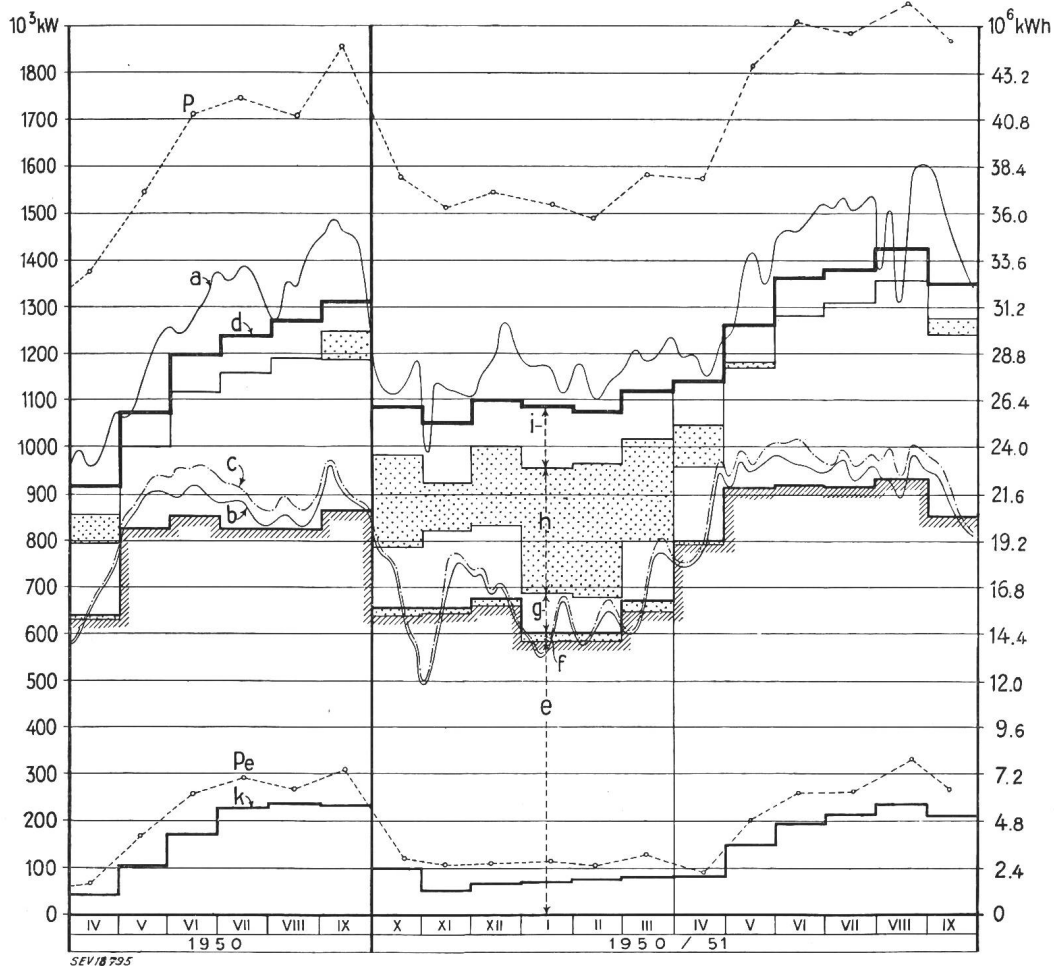
0—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à bassin d'accumulation journalière et hebdomadaire).
A—B Usines à accumulation saisonnière.
B—C Usines thermiques + livraisons des usines des CFF, de l'industrie et importation.
O—E Exportation d'énergie.
O—F Importation d'énergie.

3. Production d'énergie

	10 ⁶ kWh
Usines au fil de l'eau	21,4
Usines à accumulation saisonnière	12,6
Usines thermiques	0,1
Livraison des usines des CFF et de l'industrie	1,8
Importation	0,2
Total, mercredi, le 12 septembre 1951	36,1
Total, samedi, le 15 septembre 1951	31,2
Total, dimanche, le 16 septembre 1951	24,2

4. Consommation d'énergie

Consommation dans le pays	30,5
Exportation d'énergie	5,6

Production du
mercredi et pro-
duction mensuelle

Légende:

1. Puissances maxima:
(chaque mercredi du
milieu du mois)

P de la production
totale;

Pe de l'exportation.

2. Production du mercredi:
(puissance ou
quantité d'énergie
moyenne)

a totale;

b effective d. usines
au fil de l'eau;

c possible d. usines
au fil de l'eau.

3. Production mensuelle:
(puissance moyenne
mensuelle ou
quantité journalière
moyenne d'énergie)

d totale;

e des usines au fil
de l'eau par les
apports naturels;

f des usines au fil
de l'eau par les
apports provenant
de bassins d'accumulation;

g des usines à accumu-
lation par les
apports naturels;

h des usines à accumu-
lation par prélevement s. les réserves accumul.;

i des usines thermiques, achats aux entreprises ferro. et indust. import.;

k exportation;

d—k consommation
dans le pays.

(Suite de la page 975)

taux tant que sous la forme de produits mi-fabriqués (tels que tôles, plaques, feuilles, barres, pièces profilées, rubans, tuyaux, fils d'archal, pièces fondues non travaillées).

Art. 2

Est excepté de l'interdiction faite à l'article 1^{er} l'emploi du cuivre et des alliages de cuivre:

- a) pour la galvanisation et le plaçage,
- b) pour les câbles et fils isolés destinés au transport de l'énergie électrique,
- c) pour les réparations en vue desquelles des raisons techniques imposent l'emploi de cuivre ou d'alliages de cuivre.

Sur demande écrite et motivée, l'Office de guerre, de l'industrie et du travail (Section des métaux) peut autoriser des dérogations aux dispositions du présent arrêté lorsque des raisons techniques imposent l'emploi de cuivre ou d'alliages de cuivre ou lorsque des circonstances spéciales le justifient.

Art. 3

Les infractions au présent arrêté sont punies conformément à l'article 5 de l'arrêté du 26 avril 1951 concernant de nouvelles mesures propres à assurer, en période troublée, l'approvisionnement du pays en marchandises indispensables et aux articles 15 et 16 de la loi fédérale du 1^{er} avril 1938 tendant à assurer l'approvisionnement du pays en marchandises indispensables.

Art. 4

Le présent arrêté entre en vigueur le 1^{er} janvier 1952. Est abrogé à la même date l'arrêté N° 1 du Conseil fédéral, du 1^{er} décembre 1950, sur l'approvisionnement du pays en articles d'importation rares sur le marché (Restrictions à l'emploi du cuivre)¹⁾. Les autorisations délivrées en vertu de ses dispositions deviennent caduques.

L'Office de guerre, de l'industrie et du travail et sa Section des métaux sont chargés de l'exécution. Ils peuvent faire appel à la collaboration des groupements économiques compétents.

¹⁾ voir Bull. ASE t. 41(1950), n° 25, p. 935.

Miscellanea

Persönliches und Firmen

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht)

Bernische Kraftwerke A.-G., Bern. Der Verwaltungsrat der BKW wählte an Stelle des in den Ruhestand tretenden Dr. iur. E. Moll, Mitglied des SEV seit 1912 (Freimitglied), zum Direktor der Abteilung I der Bernischen Kraftwerke A.-G. Oberstdivisionär W. Jahn, Kommandant der 3. Division, der während vieler Jahre, bis 1944 bei den BKW tätig war.

Kraftwerk Simplon-Nord A.-G. (KWSN), Ried-Brig. Laut öffentlicher Urkunde ist am 8. Juni 1951 unter dieser Firma eine Aktiengesellschaft gegründet worden. Sie bezweckt den Erwerb und die Verwertung der Wasserkraft am Nordhang des Simplons und besonders a) des Taferbachs auf seiner noch freien Gefällstufe oberhalb der Höhenquote 1300 m ü. M., inklusive eventuelle Zuleitung des Nesselbachs in diesen; b) des Durst- und Fronbachs und der Zuläufe des Ganterbachs; die Erstellung eines neuen Kraftwerkes am Ufer des Ganterbachs und der Zuleitung des Wassers aus dem Unterwasserkanal, entweder oberhalb der vorhandenen Wasserfassung des Kraftwerkes Ganterbach-Saltina (KWGS) oder direkt in den Rosswaldstollen; den Verkauf oder die Selbstversorgung der im neuen Kraftwerk erzeugten elektrischen Energie; den Zukauf von elektrischer Energie von andern Elektrizitätsgesellschaften. Die Gesellschaft kann sich an andern Unternehmungen der Elektrizitätswirtschaft beteiligen. Das Grundkapital beträgt Fr. 150 000, eingeteilt in 300 Namenaktien zu Fr. 500. Hierauf sind Fr. 30 000 einbezahlt. Der Verwaltungsrat besteht aus Jakob Peter, Glis, Präsident; Dr. iur. Alfred Clausen, Brig; Pierre Payot, Mitglied des SEV seit 1930, Montreux-Clarens; André Kœchlin, Genf.

Rhätische Bahn. An Stelle des in den Ruhestand tretenden J. Bertschmann wurde als Vorstand des Zugförderungs- und Werkstättendienstes der Rhätischen Bahn A. Bächtiger, dipl. Ingenieur ETH, bisher Chef der Zentralwerkstätte der Verkehrsbetriebe der Stadt Zürich, Mitglied des Fachkollegiums 9 des CES (Traktionsmaterial), gewählt. Der Amtsantritt erfolgt am 1. Dezember 1951.

Rudolf Maag & Cie., Zürich. Zu Prokuristen wurden ernannt E. Kessler und E. Brunner. Die Prokura von F. Senn ist erloschen.

Borel S. A., Peseux (NE). E. Hunziker et M. Borel, jusqu'ici fondés de pouvoirs, ont été nommés respectivement sous-directeur commercial et sous-directeur technique.

Kleine Mitteilungen

Vortrag am Betriebswissenschaftlichen Institut der ETH über «Licht und Farbe als Mittel zur Leistungssteigerung». Um die interessierten Kreise der Industrie und anderer Wirtschaftszweige über die Probleme und neueren Erkenntnisse auf dem Gebiete der Anwendung von Licht und Farbe zwecks Leistungssteigerung zu orientieren, veranstaltet das Betriebswissenschaftliche Institut an der ETH am 5. Dezember 1951, 16.15 Uhr, im Auditorium III (Hauptgebäude) der ETH einen Vortrag über «Licht und Farbe als Mittel zur Leistungssteigerung». Referent ist *Friedrich Baierl*, beratender Ingenieur, Esslingen-Mettingen (Deutschland). Der Referent wird praktische Beispiele und Ergebnisse durch Lichtbilder und einen Film erläutern. Das Kursgeld beträgt Fr. 5.—. Anmeldungen nimmt das genannte Institut entgegen.

Die Ferrovie Regionali Ticinesi (Centovalli-Bahn) nahmen letzten Sommer eine Anzahl neuer vierachsiger, offener Güterwagen mit 20 t Ladegewicht in Betrieb, welche namentlich für die Grosstransporte beim Bau der Maggia-Kraftwerke von Nutzen sein werden.

Gyrobüs in Yverdon. Die Stadtbehörden von Yverdon ersuchen den Gemeinderat um die Bewilligung zur Gründung einer Gyrobüs-Gesellschaft Yverdon-Les Tuileries-Grandson (Bahnhof SBB). Es sind 2 Gyrobüse und 3 Ladestationen vorgesehen. Es sei hier daran erinnert, dass der MFO-Gyrobüs im Dezember 1950 probeweise in Yverdon war und sich dort bewährt hat.

Literatur — Bibliographie

538.3 : 621.318

Nr. 10 804

Elektromagnetische Grundbegriffe, ihre Entwicklung und ihre einfachsten technischen Anwendungen. Von W. O. Schumann. München, Oldenbourg, 3. Aufl. 1950; 8°, 204 S., 204 Fig., Tab. — Preis: brosch. DM 15.—.

Wie wir dem Vorwort entnehmen können, ist dieses Buch aus einer einführenden Vorlesung entstanden. Es ist die Ab-

sicht des Verfassers, den Leser, der zum erstenmal an die Elektrotechnik herantritt, mit ihren Grundlagen vertraut zu machen.

Im ersten Hauptkapitel, betitelt «Stationäre Strömung», werden die Grundbegriffe Ladung, Strom, elektrisches Feld, Spannung usw. erklärt und die Grundgesetze der Gleichströme erläutert. Mannigfache Anwendungsbeispiele vertie-

fen das Verständnis und machen den Leser zugleich mit den hauptsächlichsten Meßmethoden vertraut. Die beiden weitem Hauptkapitel «Elektromagnetisches Feld» und «Induktionserscheinungen» sind in ähnlicher Weise aufgebaut und führen bis zu den Grundzügen der Wechselstromlehre.

Es ist hervorzuheben, dass der Festlegung der Bezugssinne grosse Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Die Gleichungen sind fast ausnahmslos Grössengleichungen. Das Maßsystem von Giorgi ist konsequent angewandt. Jene Einheiten aus älteren Maßsystemen, die in der Elektrotechnik allgemein gebräuchlich sind, werden mit den Giorgi-Einheiten verglichen.

Der Verfasser hat es verstanden, die Materie in eine sehr ansprechende Form zu kleiden. Die klare Darstellung trägt viel zum guten Verständnis bei, und dank der Auflockerung durch praktische Beispiele, sowie vielen anschaulichen Erklärungen gestaltet sich die Lektüre des Buches recht anregend. Es darf unter den Lehrbüchern über die Grundlagen der Elektrotechnik an vorderer Stelle eingereiht werden.

R. Zwicky

621.313.045 Nr. 10 835

Rebobinage des petits moteurs. Procédés d'atelier avec description détaillée des méthodes de rebobinage pour tous les types de moteurs à fraction de cheval à c. c. et à c. a. Par D. H. Braymer et A. C. Roe. Trad. d'après la 3^e éd. amér. par J. Bernot et M. Joly. Paris, Dunod, 3^e éd. 1951; 8°, X, 509 p., 345 fig., tab. — Prix: rel. Fr. 31.50.

Un texte dense et riche d'expérience, décrivant toutes les techniques employées aux Etats-Unis pour bobiner et rebobiner les petits moteurs; d'innombrables figures et cent tables numériques; bref, un livre de chevet pour les fabricants et les rebobineurs de petits moteurs et un utile livre de référence pour tous les praticiens du bobinage, y compris les ingénieurs chargés de l'entretien d'ateliers importants.

L'abondance de la documentation, l'ampleur donnée aux descriptions générales, l'intérêt porté aux techniques les plus récentes, le soin avec lequel les auteurs ont tenté d'éliminer les erreurs de la troisième édition anglaise de leur ouvrage confèrent au volume de Braymer & Roe une grande valeur dans la spécialité dont il traite. Tous les types de bobinages y sont passés en revue et leur exécution pratique et méthodique est exposée de façon détaillée. 330 pages sont consacrées aux induits à courant continu, 115 pages aux moteurs monophasés, 65 pages aux moteurs triphasés.

La transformation des moteurs monophasés en moteurs triphasés, le gain de puissance que l'on obtient en rebobinant un moteur avec du fil isolé aux silicones, les qualités qu'un condensateur confère à un moteur font l'objet d'études spéciales. Les procédés de rebobinage, les outils et les appareils employés sont minutieusement décrits. L'utilisation de nouveaux produits, tels que les résines synthétiques, les fils émaillés, les fils isolés à la soie de verre, les tissus de verre, les vernis aux silicones, est fréquemment envisagée.

Les auteurs se sont efforcés d'éviter que leur ouvrage ne répète les renseignements contenus dans le livre que Cyril G. Veinot a consacré en 1939 aux «Fractional Horse-power Electric Motors».

F. Bugnion

621-53 Nr. 10 689

Stetige Regelvorgänge. Von Wilfried Oppelt. Hannover, Wissenschaftliche Verlagsanstalt; Wolfenbüttel, Wolfenbütteler Verlagsanstalt, 1949; 8°, 114 S., 42 Fig., Tab. — Bücher der Technik — Preis: geb. DM 7.80, brosch. DM 7.—.

Dieses Buch setzt die Kenntnis des vom gleichen Verfasser erschienenen Werkes «Grundgesetze der Regelung» voraus. Während im letzteren Buch die mathematischen Verfahren eingehend behandelt wurden, wird hier die Anwendung dieser rechnerischen Verfahren für stetige Regelvorgänge gezeigt. Die sog. Kennkarten mit Ortskurvendarstellungen werden vorerst für die Regelstrecken, d. h. für das zu regelnde System und später für die eigentlichen Regler, d. h. für Meßsysteme inkl. alle für die Regulierung erforderlichen Glieder wie Rückführungen etc. dargestellt. Da der Regler und die Regelstrecke einen geschlossenen Regelkreis

darstellen, lassen sich durch Kombinationen von verschiedenen Regelstrecken und Reglerarten Kennkarten für Regelkreise darstellen. So sind die Ortskurvendarstellungen von verschiedenen Regelkreisen in 30 Kennkarten zweckmässig nach einzelnen Gruppen zusammengestellt. Sie haben den grossen Vorteil, das Verhalten der verschiedenen Arten von Regelkreisen miteinander vergleichen und die Beurteilung der Stabilität leichter beurteilen und gegeneinander abwägen zu können. Die Ortskurvendarstellung ist dem Elektrotechniker besser verständlich als das lange Rechnen mit Differentialgleichungen oder Laplace-Funktionen und gestattet zudem eine einfache experimentelle Untersuchung des Regelvorganges durch harmonische Erregung der Eingangsgrösse und Messung der Ausgangsgrösse nach Amplitude und Phase.

Das englische Schrifttum kommt in diesem Buch etwas zu kurz, es wird aber manchem deutsch sprechenden Techniker eine wertvolle Hilfe zur Weiterbildung sein.

A. Gantenbein

531.781.2 Nr. 10 889
Resistance Strain Gauges, their Construction and Use. By J. Yarnell. London, Electronic Engineering, 1951; 8°, VII, 128 p., 58 fig., 9 pl. — Price: cloth £ —12.—.

Von einer Konstruktion wird primär verlangt, dass sie den ihr zugedachten Zweck bestmöglich erfülle; darüber hinaus aber muss sie innerhalb ökonomischer Gegebenheiten eine genügende Sicherheit aufweisen. Um diese festzustellen, ist unter anderem die Kenntnis des Spannungszustandes notwendig, dessen Ermittlung rechnerisch oder experimentell erfolgt. Von den experimentellen Methoden haben die photoelastische Methode an Modellen und die Dehnmessmethode am Objekt selbst die grösste Verbreitung gefunden. In dem vorliegenden Buch wird nun in acht Kapiteln und einem aus vier Abschnitten bestehenden, Detailfragen behandelnden Anhang die elektrische Widerstandstreifen-Dehnmessmethode ausführlich beschrieben. Während die beiden ersten Kapitel sich mit dem Grundprinzip und der Konstruktion der Messstreifen, sowie mit dem zum Befestigen der Streifen auf der zu untersuchenden Konstruktion notwendigen Bindemittel (Zement) befassen, sind die folgenden zwei Kapitel der elektrischen Messung der durch Dehnung und Querkontraktion verursachten Widerstandsänderung gewidmet. Bedeutsam ist die Methode besonders bei rotierenden Teilen (z. B. Flugzeugpropellern), weshalb die hierzu benützten Schleifringe in einem besonderen Kapitel ausführlich beschrieben sind. Die restlichen Kapitel befassen sich mit der Lackanstrichmethode (die als ein Hilfsverfahren zur Ermittlung der Hauptdehnungsrichtung betrachtet wird), dem ebenen Spannungszustand, sowie dessen Ermittlung. Das klar geschriebene Buch, das mit einem Literaturverzeichnis und einem Sach-Index schliesst, kann jenen empfohlen werden, die sich mit derartigen Messungen zu befassen haben und hierüber noch kein zusammenfassendes Werk besitzen.

R. V. Baud

Neuer Katalog über Fluoreszenzlampen und Leuchten der Osram A.-G., Zürich. Die Osram A.-G. hat kürzlich einen Katalog herausgegeben über Fluoreszenzlampen und den dazu passenden Leuchten. Beim Blättern des Kataloges kann man feststellen, dass die Auswahl an Lampen und an Leuchten grösser geworden ist¹⁾. Die Firma fabriziert als einzige in der Schweiz Fluoreszenzlampen von 15 bis 40 W. Auch bei den Leuchten wurde das Fabrikationsprogramm erweitert. Neben den bisherigen, einfachen Modellen, findet man auch Ausführungen aus Messing, Holz, Plastic und Plexiglas. Die Auswahl an Blendschutz-Vorrichtungen und an Zubehör ist ebenfalls grösser geworden.

Der Katalog enthält neben der Beschreibung der Erzeugnisse auch interessante technische Hinweise. Z. B. gibt eine Tabelle Aufschluss über die möglichen Betriebsstörungen bei den Lampen. Die Lichtverteilungskurven und die Kurven der Horizontal-Beleuchtungsstärken auf der Nutzebene sind gute Hilfsmittel bei der Berechnung von Beleuchtungsanlagen.

¹⁾ Besprechung des Kataloges 1948 siehe Bull. SEV Bd. 39 (1948), Nr. 25, S. 853.

Estampilles d'essai et procès-verbaux d'essai de l'ASE

IV. Procès-verbaux d'essai

[Voir Bull. ASE t. 29 (1938), N° 16, p. 449.]

Valable jusqu'à fin octobre 1954.

P. N° 1644.

Objet: **Corps de chauffe de devanture**

Procès-verbal d'essai ASE: O. N° 26 005, du 24 oct. 1951.

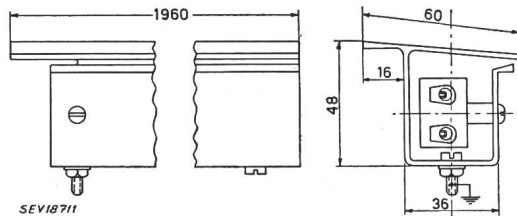
Committant: Star Unity S.A., Fabrique d'appareils électriques, Drusbergstrasse 10, Zurich.

Inscriptions:


STAR UNITY
 Volt 380 Watt 380
 Type PE 16 Fabr. No. 7287
 Swiss Made

Description:

Corps de chauffe de devanture, selon croquis, pour montage encastré. Résistances boudinées, sur supports en mica, logées dans un coffre en métal léger profilé de 1960 mm de



longueur, dont la face supérieure est laquée noir. Bornes de raccordement à l'une des faces frontales.

Ce corps de chauffe a subi avec succès les essais relatifs à la sécurité.

Valable jusqu'à fin octobre 1954.

P. N° 1645.

Objet: **Cuisinière**

Procès-verbal d'essai ASE: O. N° 26 649, du 30 octobre 1951.

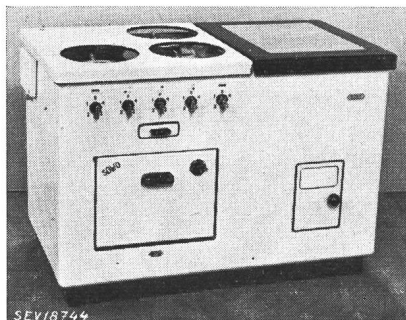
Committant: O. Schnyder, Serrurerie et ateliers de constructions, Wollhusen.

Inscriptions:

S O W O
 Otto Schnyder
 Kochherdbau
 Wollhusen
 V 380 W 6600 No. 102

Description:

Cuisinière électrique, selon figure, avec trois foyers de cuisson et un four, combinée avec un potager à bois. Corps de chauffe de voûte et de sole disposés à l'extérieur du four.



Prises de courant pour plaques de cuisson normales de 180 et 220 mm de diamètre. Bornes prévues pour différents couplages.

Cette cuisinière est conforme aux «Prescriptions et règles pour les plaques de cuisson à chauffage électrique et les cuisinières électriques de ménage» (Publ. n° 126 f). Utilisation: avec des plaques de cuisson conformes aux Prescriptions ci-dessus.

Valable jusqu'à fin octobre 1954.

P. N° 1646.

Objet:

Friteuse

Procès-verbal d'essai ASE: O. N° 26 486a, du 29 octobre 1951.

Committant: Struchen & Cie, Malleray.

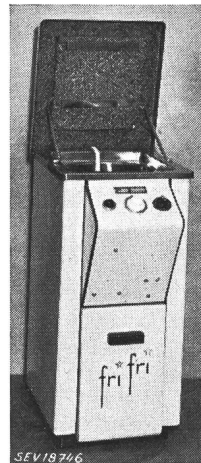
Inscriptions:

FRI FRI
 Struchen & Cie, Malleray
 Modèle 51/9 No. 38
 W 5600 V 3 x 380
 Brevet demandé Patent angemeldet

Description:

Friteuse, selon figure. Caisse en tôle émaillée avec bac à huile en acier inoxydable. Le thermoplongeur est construit pour courant triphasé et relié avec un contacteur par un conducteur à quatre fils. Interrupteur tripolaire, régulateur de température et lampe-signal installés au front de la caisse. Palpe de température dans le bac à huile. Poignée du portillon en matière isolante. Cordon de raccordement à quatre conducteurs sous gaine thermoplastique avec fiche 3 P + T introduit par un presse-étoupe et raccordé dans une boîte de connexion.

La friteuse a subi avec succès les essais relatifs à la sécurité.



Valable jusqu'à fin octobre 1954.

P. N° 1647.

Objet: **Récepteur radiophonique**

Procès-verbal d'essai ASE: O. N° 26 534a, du 30 octobre 1951.

Committant: S. A. Autophon, Soleure.

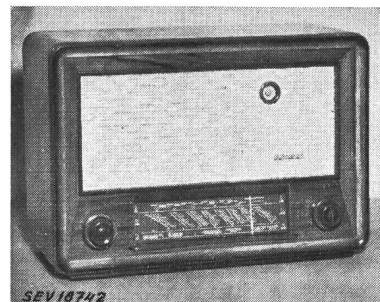
Inscriptions:

autophon

AUTOPHON A. G. SOLOTHURN
 Type: Chillon
 Anschlusswert 46 VA
 Consommation
 Wechselstrom Courant alternatif
 150-220 V 50 ~ App. No. 1077
 2 Sicherungen Schurter FST 80 mA

Description:

Récepteur superhétérodyne, selon figure, pour ondes de 15,8 à 51 m, 185 à 580 m et 725 à 1970 m, ainsi que pour l'amplification phonographique. Régulateur de puissance, ré-



gulateur de tonalité et lampe d'accord. Haut-parleur électrodynamique à aimant permanent. Transformateur de réseau à enroulements séparés. Protection contre les surcharges dans le circuit secondaire par petit fusible. Cordon de raccordement rond fixé à l'appareil, avec fiche. Boîtier en bois, fermé à l'arrière par une plaque de presspahn.

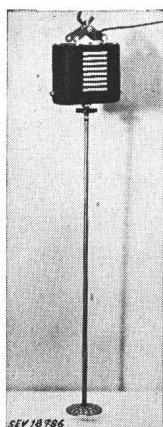
Cet appareil est conforme aux «Prescriptions pour appareils de télécommunication» (Publ. n° 172 f).

Valable jusqu'à fin octobre 1954.

P. N° 1648.

Objet: Vibro-mélangeur*Procès-verbal d'essai ASE:* O. N° 26 454, du 29 octobre 1951.*Commettant:* S. A. pour la construction d'appareils de chimie, 24, Ottikerstrasse, Zurich.**Inscriptions:**

A.G. für Chemie-Apparatebau
Zürich
No. 2054 Type E 2
Volt 220 Watt 150
Per. 50 Ph. 1

**Description:**

Appareil, selon figure, pour mélanger des liquides, etc., par vibration. Disque métallique perforé, mis en vibration par le noyau d'un électroaimant à courant alternatif. Prise de réglage à la bobine de l'électroaimant. Commutateur de réglage disposé à l'extérieur de l'appareil. Cordon de raccordement à trois conducteurs isolés au caoutchouc, 2 P + T, introduit par un presse-étoupe et fixé à l'appareil.

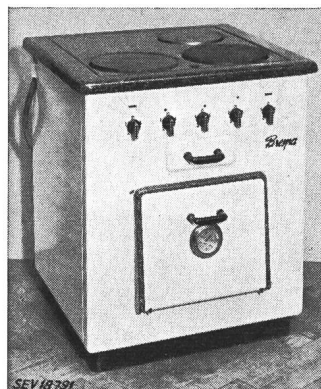
Ce vibro-mélangeur a subi avec succès les essais relatifs à la sécurité. Utilisation: dans des locaux présentant des dangers d'explosion, mais seulement avec gaz de protection sous pression.

Valable jusqu'à fin novembre 1954.

P. N° 1649.

Objet: Cuisinière*Procès-verbal d'essai ASE:* O. N° 25 690a, du 2 nov. 1951.*Commettant:* Association Brespa, Frutigen.**Inscriptions:**

Brema
V 380 W 6800

**Description:**

Cuisinière électrique, selon figure, avec trois foyers de cuisson et un four, pour adossement à un potager à bois. Corps de chauffe de voûte et de sole disposés à l'extérieur du four. Prises pour plaques de cuisson normales de 145 à 200 mm de diamètre. Bornes prévues pour différents couplages.

Cette cuisinière est conforme, au point de vue de la sécurité, aux «Prescriptions et Règles pour les plaques de cuisson à chauffage électrique et les cuisinières de ménage» (Publ. n° 126 f). Utilisation: avec des plaques de cuisson conformes aux Prescriptions ci-dessus.

Communications des organes des Associations

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

Nécrologie

Nous avons le grand regret de faire part du décès de Monsieur O. Ganguillet, ingénieur diplômé EPF, membre de l'ASE depuis 1890 (membre libre), ancien secrétaire de l'UCS et cofondateur de la Caisse de Pensions de Centrales suisses d'électricité (CPC), survenu à Zurich le 9 novembre 1951, à l'âge de 88 ans. M. O. Ganguillet était le deuxième membre le plus ancien de l'ASE. Nous présentons nos sincères condoléances à la famille en deuil.

Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

Du 1^{er} au 10 novembre 1951, la Commission Electrotechnique Internationale organisa des réunions à Montreux. Le Comité d'Experts du Comité d'Etudes n° 3 (Symboles graphiques), le Comité de Rédaction du Comité d'Etudes n° 8 (Tensions normales, courants normaux et fréquences normales), le Comité d'Etudes n° 12 (Radiocommunications) et le Comité d'Etudes n° 33 (Condensateurs de puissance) prirent part à ces réunions.

Comités Techniques 8/36 du CES

CT 8: Tensions normales, courants normaux et fréquences normales

CT 36: Essais à haute tension, traversées isolées pour parois de bâtiments et isolateurs

Le CT 8/36 a tenu sa 41^e séance le 23 octobre 1951, à Zurich, sous la présidence de M. H. Puppikofer, président. Il a été pris note que le Comité d'Etudes n° 8 de la CEI a institué, lors de la réunion d'Estoril (Portugal) de juillet 1951, un Sous-comité de Rédaction pour les normes de tension. Le désir a été exprimé que deux autres Suisses soient délégués à la séance de ce Sous-comité de Rédaction, présidé par M. H. Puppikofer, qui se tiendra à Montreux, du 8 au 10 novembre 1951.

Lors d'une discussion au sujet de l'essai du pouvoir radio-perturbateur du matériel à haute tension, notamment des isolateurs de lignes aériennes, il a été décidé de reprendre contact avec les organes compétents des PTT, afin d'établir des Recommandations. Quelques représentants d'entreprises électriques, qui assistaient à cette séance, prirent part à la discussion. En ce qui concerne l'installation de l'ASE pour les essais de rigidité diélectrique sous pluie artificielle et son utilisation, qui a fait l'objet d'un rapport de la Station d'essai des matériaux, quelques spécialistes ont été chargés d'examiner certaines questions relatives aux spécifications de la pluie à observer lors des essais de tension, ainsi qu'à la mesure du débit de la pluie.

Comité Technique 33 du CES

Condensateurs de puissance

Le CT 33 du CES a tenu sa 16^e séance le 18 octobre 1951, à Zurich, sous la présidence de M. Ch. Jean-Richard. Il a pris position au sujet des chapitres I à V du projet des Règles internationales pour les condensateurs de puissance. Il a désigné la délégation chargée de défendre le point de vue suisse à la réunion de Montreux du Comité d'Etudes n° 33. En outre, il a pris note de l'état des travaux du Sous-comité des condensateurs de faible puissance et du Sous-comité de la neutralisation de l'influence des condensateurs par bobines de réactance.

Recommandations relatives au facteur de puissance et à l'impédance à fréquence musicale des lampes à décharge lumineuse

Publication n° 199 f

Les Recommandations relatives au facteur de puissance et à l'impédance à fréquence musicale des lampes à décharge lumineuse, qui avaient été mises en vigueur au 1^{er} novembre 1951 par le Comité de l'ASE, conformément aux pleins pouvoirs reçus de la 67^e Assemblée générale de 1951,

à Bâle, viennent de paraître. Les projets de ces Recommandations et les modifications intervenues par la suite furent publiés dans le Bulletin de l'ASE n° 17 (1950), 2 et 12 (1951).

Ces Recommandations, qui font l'objet de la Publication n° 199 f, peuvent être obtenues auprès de l'Administration commune de l'ASE et de l'UCS (301, Seefeldstrasse, Zurich 8), au prix de fr. 2.— (fr. 1.— pour les membres).

Règlement concernant le signe distinctif et liste du matériel d'installation et des appareils électriques soumis à l'épreuve obligatoire¹⁾

En vertu de l'article 121^{quater}, deuxième alinéa, de l'Arrêté du Conseil fédéral du 24 octobre 1949²⁾ modifiant l'Ordonnance sur les installations électriques à fort courant, l'Association Suisse des Electriciens est chargée d'établir un Règlement pour les épreuves et les vérifications, ainsi que pour l'octroi du signe distinctif de sécurité et la manière de couvrir les frais. D'autre part, selon l'article 121^{bis}, deuxième alinéa, elle doit établir une liste du matériel d'installation et des appareils électriques soumis à l'épreuve obligatoire.

Dans ce but, l'ASE a institué une Commission, présidée par M. W. Werdenberg, président de la Commission de l'ASE et de l'UCS pour les installations intérieures. Deux membres du Comité de l'ASE et deux membres du Comité de l'UCS font encore partie de cette Commission. Le délégué de la Commission d'administration de l'ASE et de l'UCS, ainsi que les secrétaires de l'ASE et de l'UCS et les ingénieurs en chef des Institutions de contrôle assistèrent également aux séances de cette Commission. De plus, le secrétaire de la Société Suisse des Constructeurs de Machines fut invité à participer aux séances avec voix consultative. Au cours de 10 séances, cette Commission s'est occupée d'une façon très détaillée de ces questions et a établi un premier projet de Règlement et de Liste.

A la réunion du 7 décembre 1948, organisée par le Département fédéral des postes et des chemins de fer pour discuter des compléments apportés à l'Ordonnance sur les installations à fort courant, les associations représentées, à savoir:

l'Association Suisse des Electriciens,
l'Union Suisse des Installateurs-Electriciens,
la Fédération Suisse du Personnel des Services Publics,
l'Union des établissements cantonaux suisses d'assurance contre les incendies,

l'Association suisse d'assurance-incendie,
le Vorort de l'Union suisse du commerce et de l'industrie,
la Société Suisse des Constructeurs de Machines,
l'Association des Grands Magasins Suisses et
l'Union suisse des consommateurs, d'énergie,

ont été avisées qu'elles auraient la possibilité de participer à l'établissement du Règlement en question. Le premier projet de la Commission a donc été transmis à ces diverses associations, avant que le Comité de l'ASE et la Commission d'administration aient pris position à ce sujet. Il a été ainsi tenu compte de l'assurance donnée en son temps par le Département des postes et des chemins de fer, que ces associations pourraient collaborer à l'élaboration du Règlement, avant qu'une décision quelconque ne soit prise. L'ASE a toutefois estimé qu'il est préférable de soumettre un projet déjà bien au point, afin de faciliter les discussions sur le contenu, ainsi que sur les dispositions et les principes essentiels.

Afin de permettre non seulement aux diverses associations indiquées ci-dessus, mais également à des milieux plus étendus, de se prononcer d'emblée sur ce Règlement, dont l'importance est manifeste, nous en publions ci-après le projet. Nous invitons les intéressés à adresser leurs observations et suggestions éventuelles à l'Administration commune de l'ASE et de l'UCS, 301, Seefeldstrasse, Zurich 8, jusqu'au 7 décembre 1951, qui les collationnera à l'intention des séances et assemblées ultérieures. Au cas où une prise de position motivée ne serait pas possible dans le délai indiqué, nous prions les intéressés de nous faire savoir à quelle date leurs motifs pourront être exposés ou s'ils ont l'intention de participer aux pourparlers prévus. L'Administration commune de l'ASE et de l'UCS donnera volontiers de plus amples renseignements à ceux qui le désirent.

Règlement

concernant

l'exécution des épreuves et des vérifications du matériel d'installation et des appareils électriques,

ainsi que

l'octroi du signe distinctif de sécurité et la manière de couvrir les frais

Etabli par l'Association Suisse des Electriciens

1. Bases légales

Les dispositions du présent Règlement sont basées sur les articles 121 à 121^{quater} de l'Ordonnance sur l'établissement, l'exploitation et l'entretien des installations électriques à fort

courant du 7 juillet 1933, modifiée par l'Arrêté du Conseil fédéral du 24 octobre 1949. Il s'agit du Règlement de l'Association suisse des electriciens pour les épreuves et les vérifications, ainsi que pour l'octroi du signe distinctif de sécurité et la manière de couvrir les frais, cité à l'article 121^{quater}.

¹⁾ Deutsch siehe Bull. SEV Bd. 42(1951), Nr. 23, S. 938...944.

²⁾ voir Bull. ASE t. 40(1949), n° 22, p. 884...886.

2. Domaine d'application

Le présent Règlement concerne tout le matériel¹⁾ destiné aux installations intérieures²⁾ et figurant dans la Liste³⁾ mentionnée à l'article 121bis, deuxième alinéa, de l'Ordonnance sur les installations électriques à fort courant.

3. Epreuve obligatoire, autorisation et signe distinctif obligatoire

Avant qu'un tel matériel¹⁾ puisse être mis sur le marché, l'Inspectorat fédéral des installations à courant fort doit avoir dûment constaté, en se fondant sur les épreuves de type exécutées par la Station d'essai des matériaux de l'Association suisse des électriciens, qu'il répond aux prescriptions⁴⁾. A défaut de telles prescriptions, il sera procédé à une épreuve provisoire de type, qui devra être complétée par une épreuve définitive, dès que des prescriptions auront été établies. Le matériel ayant subi avec succès l'épreuve basée sur les prescriptions d'essais sera désigné comme tel.

Seul, le matériel ayant subi avec succès l'épreuve de type peut être mis sur le marché. Ce droit est octroyé par l'Inspectorat fédéral des installations à courant fort, sous forme d'une autorisation.

4. Principes régissant les épreuves

Les épreuves concernent les points suivants:

A. La protection contre les contacts fortuits

- a) de parties sous tension⁵⁾;
- b) de parties manifestement susceptibles de devenir dangereuses par leur échauffement ou leur mouvement.

B. L'isolement

- a) Mesure de la résistance d'isolement (résistance ohmique, courant de fuite, etc.).
- b) Essai de rigidité diélectrique (tension alternative, tension continue, tension de choc).
- c) Epreuve de la sécurité contre la formation de lignes de fuite.
- d) Contrôle des distances séparant les parties sous tension d'autres parties conductrices.
- e) Epreuve de la sécurité contre les variations de température.

C. Les précautions contre le danger pouvant résulter d'un défaut d'isolement

- a) Epreuve des dispositifs de mise à la terre.
- b) Essai d'isolement entre parties pouvant être normalement saisies à la main et parties susceptibles d'être mises sous tension en cas de défaut d'isolement.
- c) Epreuve de l'isolement entre parties à courant fort et parties à courant faible.

D. L'observation des dimensions exigées par la sécurité

E. Une transmission dangereuse de la chaleur

- a) Epreuve dans des conditions d'utilisation correcte en service nominal, et dans des conditions de surintensité, de surtension, de tension inférieure à la valeur nominale et de défauts qui risquent normalement de se produire dans l'usage normal.
- b) Epreuve dans des conditions d'utilisation incorrecte faciles à concevoir.

F. La sécurité contre les risques d'explosion

G. Le pouvoir radioperturbateur

H. Le maintien de la sécurité

(Essai de durée)

¹⁾ Matériel d'installation et appareils électriques.

²⁾ Cf. article 118 de l'Ordonnance sur les installations à fort courant.

³⁾ Liste du matériel d'installation et des appareils électriques soumis à l'épreuve obligatoire, établie par l'Association suisse des électriciens et approuvée par le Département fédéral des postes et des chemins de fer (voir Annexe).

⁴⁾ Prescriptions de sécurité édictées par l'Association suisse des électriciens, en vertu de l'article 121 de l'Ordonnance, et approuvées par le Département fédéral des postes et des chemins de fer. Cf. chiffre 6 du présent Règlement.

⁵⁾ L'article 4, deuxième alinéa, de l'Ordonnance sur les installations à fort courant a la teneur suivante: «Dans les installations à fort courant accessibles à tout le monde, il doit être impossible, même par inadvertance, d'entrer en contact avec des parties sous tension, ni directement, ni par l'intermédiaire d'engins d'usage courant.»

I. L'observation des données nominales, en ce qui concerne la sécurité

(Intensité, tension, puissance, courant initial de fonctionnement, puissance de couplage, etc.)

K. Les désignations

(Entreprise ou fabricant, signe distinctif de sécurité, etc.)

Le fonctionnement et la destination des objets à essayer déterminent quelles sont les épreuves auxquelles il y a lieu de procéder et si elles doivent être subies à l'état froid, chaud, sec, humide ou mouillé.

5.

Il n'est normalement procédé qu'à l'épreuve d'un seul type lorsqu'il s'agit de matériel¹⁾ de même genre (séries de types) construit selon les mêmes principes de sécurité.

Le matériel constitué par la combinaison de divers éléments ayant déjà subi les épreuves avec succès ne doit être soumis à une épreuve que si la combinaison soulève de nouvelles questions de sécurité.

Le matériel fabriqué uniquement en exécutions individuelles ne sera essayé que sur demande des instances chargées des contrôles ou de l'acheteur.

6. Prescriptions concernant les épreuves

Les exigences auxquelles doit satisfaire le matériel et les essais auxquels celui-ci doit être soumis sont fixés par l'Association suisse des électriciens dans des Prescriptions⁴⁾ établies pour les divers genres de matériel¹⁾; ces Prescriptions sont établies en commun accord avec les milieux spécialistes suisses intéressés. Les projets de Prescriptions sont publiés dans le Bulletin de l'Association suisse des électriciens, afin que les intéressés puissent donner leur avis; après examen des observations éventuelles, ils sont transmis au Département fédéral des postes et des chemins de fer pour approbation. Les Prescriptions approuvées sont ensuite publiées à nouveau dans le Bulletin de l'Association suisse des électriciens, avec indication de la date d'entrée en vigueur. Des exemplaires peuvent être achetés auprès de l'Association suisse des électriciens. Une liste de toutes les Prescriptions en vigueur est publiée périodiquement dans le Bulletin de l'Association suisse des électriciens, par les soins de l'Inspectorat des installations à courant fort.

7. Genres d'épreuves

En vue de l'octroi de l'autorisation, il est procédé à une épreuve d'admission. Afin de constater si le matériel mis sur le marché reste conforme, au point de vue de la sécurité, aux échantillons essayés, des vérifications sont ensuite faites périodiquement (épreuves périodiques).

8. Epreuve d'admission

Pour l'épreuve d'admission, la maison⁶⁾ responsable remet à la Station d'essai des matériaux⁷⁾ le matériel à essayer, à l'état normal d'emploi, c'est-à-dire dans l'exécution destinée à être mise sur le marché.

La maison responsable remet en outre à la Station d'essai des matériaux tous les schémas des connexions ou modes d'emploi nécessaires pour l'appréciation du matériel. Sur demande, l'entreprise fournira de plus amples renseignements et remettra les dessins nécessaires pour consultation.

9.

En principe, les épreuves d'admission ont lieu dans les locaux de la Station d'essai des matériaux.

Toutefois, lorsqu'il s'agit de matériel dont le transport occasionnerait des frais particulièrement élevés ou présenterait de grandes difficultés, la Station d'essai des matériaux peut l'essayer dans les locaux du fabricant ou de l'entreprise, qui devront prendre toutes dispositions utiles en vue des essais, selon les indications de la Station d'essai des matériaux.

⁶⁾ Maison responsable, au sens de l'article 121^{quater}; cf. chiffre 19 du présent Règlement.

⁷⁾ Station d'essai des matériaux de l'Association suisse des électriciens.

10.

Les épreuves d'admission ont lieu dans l'ordre de réception du matériel⁸⁾ et des documents mentionnés au chiffre 8. Dans la règle, l'épreuve d'admission doit être complètement terminée au plus tard deux mois après réception du matériel et des documents. Si cela n'est pas possible, une épreuve partielle d'admission devra dans tous les cas être exécutée dans ce délai.

L'Inspectorat des installations à courant fort a cependant le droit de faire passer avant d'autres les essais du matériel qui est déjà en vente sur le marché et risque de mettre en danger les personnes et les choses, ou qui répond à un besoin urgent des usagers dans l'intérêt de l'économie publique. L'entreprise ne peut pas réclamer de dommages-intérêts pour cause de retard dans l'exécution des essais.

11.

Afin que le matériel mis sur le marché puisse être identifié parfaitement, en tout temps, la Station d'essai des matériaux⁹⁾ détermine les données techniques nécessaires (dimensions, poids, propriétés des matières, etc.); dans ce but, elle peut demander que l'entreprise lui laisse des dessins en dépôt. La Station d'essai des matériaux⁹⁾ est autorisée à demander des échantillons du matériel qui est fabriqué en grandes quantités ou dont le coût n'est pas élevé; ces échantillons seront conservés tant que le matériel en question est mis sur le marché. Le matériel demeure la propriété de l'entreprise.

12.

Le matériel essayé est rendu à l'entreprise par la Station d'essai des matériaux⁹⁾, à moins qu'il ne doive être conservé en vertu de la disposition du chiffre 11.

13.

La Station d'essai des matériaux⁹⁾ est tenue de garder le secret sur les renseignements et les dessins qui lui ont été fournis.

Elle n'est pas responsable des avaries survenues au matériel au cours des essais.

14. Vérifications périodiques

La fréquence des vérifications périodiques dépend du genre de construction, du mode d'utilisation, du fonctionnement et de la diffusion du matériel.

L'Inspectorat des installations à courant fort décide quand les vérifications périodiques doivent avoir lieu. Les intervalles normaux entre deux vérifications successives sont indiqués dans la Liste¹⁰⁾.

15.

Les dispositions prévues pour l'épreuve d'admission sont applicables par analogie aux vérifications périodiques.

16.

La Station d'essai des matériaux⁹⁾ se procure chez un vendeur quelconque ou dans les entrepôts d'un grossiste le matériel⁸⁾ qui doit être soumis aux vérifications périodiques. Les vendeurs et grossistes sont tenus de remettre à la Station d'essai des matériaux le matériel demandé, contre délivrance d'un bon, qui sera adressé à la maison responsable¹¹⁾, dans le délai d'une semaine. La maison responsable¹¹⁾ devra remplacer ce matériel au vendeur ou au grossiste. Le matériel soumis à la vérification périodique sera rendu à la maison responsable.

17. Résultats des épreuves

La Station d'essai des matériaux doit établir, pour toutes les épreuves, un procès-verbal complet qui sera transmis à la maison responsable par l'Inspectorat des installations à

courant fort (cf. chiffre 35). Le procès-verbal complet peut être utilisé à volonté par la maison responsable. Des traductions ou des extraits de ces procès-verbaux doivent être soumis à l'Inspectorat des installations à courant fort pour approbation.

18.

La Station d'essai des matériaux et l'Inspectorat des installations à courant fort ne peuvent communiquer à des tiers les résultats des épreuves qu'avec le consentement formel de la maison responsable.

19. Autorisation

L'autorisation de mettre le matériel sur le marché ne peut être octroyée par l'Inspectorat des installations à courant fort qu'à des maisons fabricant en Suisse ou à des représentants de fabrications étrangères domiciliés en Suisse, et à condition que les engagements financiers aient été préalablement garantis.

20.

La maison responsable qui reçoit l'autorisation s'engage à fabriquer, conformément aux échantillons, le matériel¹²⁾ mis sur le marché (cf. chiffre 7).

21.

Les autorisations renferment une brève description du matériel, la désignation précise de la maison responsable et du fabricant et, cas échéant, la durée de validité de l'autorisation.

22.

L'octroi, la cessation et le retrait des autorisations sont publiés dans le Bulletin de l'Association suisse des électriciens et communiqués aux intéressés, sur leur demande. Sur demande, l'Inspectorat des installations à courant fort indique aux intéressés si un matériel déterminé peut être mis sur le marché ou non.

23. Durée de validité de l'autorisation

L'autorisation de l'Inspectorat des installations à courant fort de mettre le matériel sur le marché cesse lorsque:

a) le matériel est modifié à tel point qu'il n'est plus conforme aux échantillons (cf. chiffres 7 et 28);

b) l'entreprise ne tient pas les engagements, qui découlent pour elle de la loi fédérale sur les installations électriques et des ordonnances et règlements qui s'y rapportent;

c) le matériel essayé est mis sur le marché par une autre maison, auquel cas celle-ci devra demander une nouvelle autorisation. Dans ce cas l'Inspectorat des installations à courant fort décidera s'il y a lieu de procéder à une nouvelle épreuve d'admission;

d) le délai de transition de nouvelles Prescriptions est écoulé.

L'autorisation est immédiatement retirée, lorsqu'une épreuve fait constater que l'utilisation du matériel constitue un danger direct pour les personnes et les choses.

24.

Les autorisations octroyées sur la base d'épreuves d'admission partielles, selon chiffre 10, sont valables jusqu'à l'exécution de l'épreuve d'admission définitive, mais dans la règle pendant une année au plus, réserve faite des dispositions du chiffre 23.

25. Obligation de porter le signe distinctif de sécurité

Tout le matériel¹²⁾ essayé conformément aux Prescriptions en vigueur et dont la mise sur le marché a été autorisée doit porter le signe distinctif de sécurité de l'ASE.

26. Mode d'apposition du signe distinctif de sécurité

Le signe distinctif de sécurité doit être apposé de façon à être facilement reconnaissable lors du contrôle de l'installation intérieure.

D'entente avec l'Inspectorat des installations à courant

⁸⁾ Matériel d'installation et appareils électriques.

⁹⁾ Station d'essai des matériaux de l'Association suisse des électriciens.

¹⁰⁾ Liste du matériel d'installation et des appareils électriques soumis à l'épreuve obligatoire, établie par l'Association suisse des électriciens et approuvée par le Département fédéral des postes et des chemins de fer (voir Annexe).

¹¹⁾ Maison responsable, au sens de l'article 121^{quater}; cf. chiffre 19 du présent Règlement.

¹²⁾ Matériel d'installation et appareils électriques.

fort, l'une des formes de signe suivantes peut être utilisée, selon les circonstances:

- a) 
- b) 
- c) ---

27. Reconnaissance de la marque de qualité de l'Association Suisse des Electriciens

L'Association suisse des électriciens n'octroie le droit à sa marque de qualité¹³⁾ que pour le matériel qui répond au moins aux exigences de sécurité spécifiées dans le présent Règlement. De ce fait, la marque de qualité de l'Association suisse des électriciens est également valable comme signe distinctif de sécurité.

28. Modification apportée ultérieurement au matériel

Lorsqu'un fabricant a l'intention de ne plus fabriquer conformément aux échantillons le matériel pour lequel il a reçu une autorisation, il devra en aviser l'Inspectorat des installations à courant fort avant de modifier la fabrication. L'Inspectorat décidera alors s'il y a lieu ou non de procéder à une nouvelle épreuve d'admission.

29. Couverture des frais

Les frais des épreuves d'admission et des vérifications périodiques, ainsi que les frais des autorisations, sont facturés à la maison responsable, quels que soient les résultats des épreuves.

30. Calcul des frais

Les frais des épreuves d'admission et des vérifications périodiques sont calculés d'après le temps que celles-ci ont exigé. Les frais par unité de temps comprennent les frais de personnel, de matériel et d'énergie, ainsi que les frais généraux (études et essais de caractère général, assurances, loyers, frais des capitaux et d'entretien, impôts, etc.).

31.

Les frais par unité de temps sont fixés par les organes de surveillance de la Station d'essai des matériaux¹⁴⁾ pour l'année suivante, à la fin de l'exercice, en se basant sur les comptes spéciaux de la Station d'essai des matériaux.

32.

Les frais concernant la collaboration de l'Inspectorat des installations à courant fort avec la Station d'essai des matériaux et les autorisations octroyées et publiées sont facturés à raison de fr. 20.— à 50.— par autorisation.

33. Règlement des frais

Avant le début de l'épreuve d'admission, la maison responsable doit verser un montant correspondant aux frais présumés de cette épreuve. Lorsque celle-ci est terminée, la maison payera les frais effectifs, sous déduction du montant versé d'avance, et elle déposera un montant destiné à couvrir les frais présumés d'une vérification périodique.

34.

Les frais de chaque vérification périodique devront être réglés à réception du procès-verbal concernant cette vérification. Le montant déjà versé lors de l'épreuve d'admission pour une vérification périodique servira de caution jusqu'à l'extinction de l'autorisation.

35. Contestations et recours

Si l'épreuve d'admission laisse prévoir qu'une autorisation ne pourra pas être octroyée, la Station d'essai des matériaux en avise directement la maison responsable en lui indiquant les motifs. L'entreprise peut, dans les 20 jours suivant cette communication, demander à la Station d'essai des matériaux des renseignements au sujet de l'épreuve. Dans les 20 jours suivant ces renseignements, l'entreprise peut re-

¹³⁾ Marque de qualité octroyée par l'Association suisse des électriciens, sur la base d'un contrat passé entre une entreprise et les Institutions de Contrôle.

¹⁴⁾ Station d'essai des matériaux de l'Association suisse des électriciens.

tirer la demande d'autorisation qu'elle avait adressée à l'Association suisse des électriciens, ou se plaindre au sujet de l'exécution de l'épreuve.

36.

Conformément à l'article 23 de la loi fédérale sur les installations électriques, il peut être recouru dans les 30 jours, auprès du Département fédéral des postes et des chemins de fer contre les décisions de l'Inspectorat des installations à courant fort.

37. Usage abusif ou frauduleux

Quiconque utilise de façon abusive ou frauduleuse l'autorisation, le signe distinctif de sécurité ou les résultats des essais sera dénoncé devant les tribunaux ordinaires par l'Inspectorat des installations à courant fort. L'Inspectorat des installations à courant fort doit prendre toute mesure nécessaire au maintien de la sécurité.

38. Entrée en vigueur

Le présent Règlement entre en vigueur le sans effet rétroactif.

39. Dispositions transitoires

Sur préavis de l'Inspectorat des installations à courant fort, le Département fédéral des postes et des chemins de fer fixe la date à partir de laquelle les différentes catégories de matériel¹⁵⁾ sont soumises à l'épreuve obligatoire. Lorsqu'il s'agit de matériel qui n'était pas encore soumis à l'épreuve obligatoire, un délai de transition d'au moins une année est accordé après examen de l'avis des fabricants et vendeurs intéressés, délai durant lequel le matériel existant pourra encore être mis sur le marché. Ces délais de transition sont indiqués dans la Liste.

Approuvé par le Département fédéral des postes et des chemins de fer.

Berne, le

Liste

du matériel d'installation et des appareils électriques soumis à l'épreuve obligatoire

Bases légales

La présente Liste est établie conformément à la disposition de l'article 121bis de l'Arrêté du Conseil fédéral du 24 octobre 1949, modifiant l'Ordonnance sur l'établissement, l'exploitation et l'entretien des installations électriques à fort courant.

Cette Liste est complétée ou abrégée selon les besoins, sur préavis de l'Inspectorat fédéral des installations à courant fort.

Elle comporte deux parties, dites Liste 1 et Liste 2.

La Liste 1 est celle du matériel d'installation et des appareils électriques qui sont soumis à l'épreuve obligatoire, dès l'entrée en vigueur du Règlement concernant le signe distinctif de sécurité. L'épreuve obligatoire est basée dans ce cas sur les dispositions relatives à la sécurité, qui figurent dans les Prescriptions en vigueur de l'Association suisse des électriciens.

La Liste 2 est celle du matériel d'installation et des appareils électriques qui seront soumis ultérieurement à l'épreuve obligatoire. L'obligation de l'épreuve ne sera prononcée qu'après approbation par le Département fédéral des postes et des chemins de fer, des propositions que lui soumet l'Inspectorat des installations à courant fort.

L'obligation de porter le signe distinctif de sécurité entre en vigueur, conformément à la disposition du chiffre 25 du Règlement concernant le signe distinctif de sécurité, lorsqu'il existe des Prescriptions d'essais de l'Association suisse des électriciens approuvées par le Département fédéral des postes et des chemins de fer.

Tout le matériel d'installation et tous les appareils électriques doivent répondre aux dispositions du Règlement pour l'octroi du signe distinctif antiparasite (Publ. n° 117 f de l'Association suisse des électriciens), du 1^{er} janvier 1935, et de l'Ordonnance du Département fédéral des postes et des chemins de fer concernant la limitation des effets perturbateurs des appareils de faible puissance pour protéger la

¹⁵⁾ Matériel d'installation et appareils électriques.

radioréception contre les perturbations causées par les installations à faible et à fort courant (Publ. n° 171 f de l'Association suisse des électriciens), du 15 décembre 1942.

Légende des têtes de colonne des Listes:

Colonne 1 = Matériel d'installation et appareils électriques soumis à l'épreuve obligatoire (Matériel)
Colonne 2 = Limites d'intensité de courant, de tension et de puissance (Limitation)

Colonne 3 = Prescriptions de l'Association suisse des électriciens approuvées par le Département fédéral des postes et des chemins de fer (Prescriptions)
Colonne 4 = Délai de transition, à l'expiration duquel le fabricant ou l'importateur ne peuvent mettre sur le marché que du matériel essayé (Délai de transition)
Colonne 5 = Date de la mise en vigueur de l'épreuve obligatoire (Epreuve obligatoire)
Colonne 6 = Fréquence des vérifications périodiques (Vérifications périodiques)

Liste 1

Matériel d'installation et appareils électriques soumis à l'épreuve obligatoire, dès l'entrée en vigueur du Règlement concernant le signe distinctif de sécurité, sur la base des dispositions relatives à la sécurité figurant dans les Prescriptions en vigueur de l'Association suisse des électriciens.

Matériel	Limitation	Prescriptions Nos	Délai d'introduction Années	Epreuve obligatoire à partir de	Vérifications périodiques Années
1	2	3	4	5	6
A. Matériel d'installation					
1. Conducteurs isolés pour installations fixes ou mobiles (conducteurs d'installation, câbles, conducteurs blindés)					
Conducteurs pour tension réduite	50 V 1,5 mm ²	148	1		2
Conducteurs pour basse tension	1000 V 95 mm ²	147 184	Aucun		2
Conducteurs pour haute tension (dans des installations intérieures, par exemple pour installations de tubes luminescents, installations de chauffage au mazout).	plus de 1000 V 1,5 mm ²	PII*) Appendice II (147, 184)	Aucun		2
2. Matériel de connexion pour conducteurs					
Boîtes de jonction	1000 V 200 A 95 mm ²	166	Aucun		2
Boîtes de dérivation					
Pièces porte-bornes					
Serre-fils					
Rosaces					
Brides de mise à la terre					
3. Coupe-circuit à fusible pour lignes fixes ou pour l'encastrement dans des appareils (à l'exception des coupe-circuit d'appareils à puissance de déclenchement limitée)					
Socles de coupe-circuit	600 A 500 V	153 182	Coupe-circuit à vis Aucun Coupe-circuit à basse tension à haut pouvoir de coupure Aucun Coupe-circuit à broches 1		2
Fusibles					
Pièces de calibrage					
Têtes à vis					
4. Interrupteurs pour lignes fixes ou mobiles ou pour appareils					
Interrupteurs rotatifs	1000 V 25 A	119	Pour lignes mobiles 1 Autres: Aucun		2
Interrupteurs à boutons-poussoirs					
Interrupteurs à bascule	1000 V 60 A	119	Aucun		3
Interrupteurs à tirette					
Interrupteurs sous coffret, avec ou sans coupe-circuit	1000 V 25 A	181	Aucun		3
Disjoncteurs de protection de lignes					
Disjoncteurs de protection contre les contacts accidentels	1000 V 60 A	143	Aucun		3
5. Prises de courant pour lignes fixes ou mobiles ou pour appareils					
Prises	500 V 60 A	120	Aucun		2
Fiches					
Prises multiples	500 V 10 A	154	Aucun		2
Prises mobiles					
Fiches d'appareils	500 V 60 A	120	Aucun		2
Prises d'appareils					
Fiches et prises industrielles					

*) Prescriptions de l'Association Suisse des Electriciens sur les installations intérieures.

Matériel 1	Limitation 2	Prescriptions Nos 3	Délai d'introduction Années 4	Epreuve obligatoire à partir de 5	Vérifications périodiques Années 6
6. <i>Douilles de lampes</i>					
Douilles à vis	} 250 V 25 A	167 f	1		2
Douilles à baïonnette (lampes tubulaires)					
7. <i>Divers</i>					
Dispositifs de sûreté contre l'échauffement anormal des chauffe-eau à pression et à vi- dage (régulateurs de température, dispositif de sûreté contre les surchauffes)	} 500 V 60 A	118 145 b	Aucun		3
B. Appareils électriques					
8. <i>Appareils électrothermiques de ménage</i>					
Fers à repasser	} Aucune	140	Aucun		3
Corps de chauffe pour fers à repasser . .					
Coussins chauffants	} Aucune	127	2		3
Tapis chauffants					
Manteaux chauffants, capes chauffantes .					
Chauffe-lit					
Chancelières					
Chaufferettes	Aucune	134	2		3
Percolateurs, théières, chauffe-colle . . .	Aucune	P II*) §§ 8, 9, 40, 41, 75...79, 94, 97, 303	2		3
Radiateurs lumineux					
Cuisinières	} Aucune	126	Aucun		3
Réchauds à une ou deux plaques de cuisson					
Plaques de cuisson					
Grils					
Fours de table					
Chauffe-plats					
Grille-pain					
Séchoirs à linge	} 500 V 10 kW	133	Aucun		3
Chauffe-eau instantanés					
Câbles chauffants	Aucune	147	Aucun		2
9. <i>Appareils électro-domestiques à moteur</i>					
Aspirateurs de poussière	} Aucune	139	Aucun		2
Cireuses					
Batteurs-mélangeurs	} Aucune	108	1		2
Machines à coudre					
Ventilateurs de table					
10. <i>Appareils à moteur pour montage fixe</i>					
Brûleurs à mazout	Aucune	108 149	Aucun		3
11. <i>Appareils électro-domestiques à moteur avec ou sans chauffage</i>					
Machines à laver et lessiveuses	} 500 V 10 kW	154	1		3
Repasseuses et calandres		108			
Essoreuses		119			
12. <i>Réfrigérateurs domestiques</i>					
Réfrigérateurs et conservateurs	Aucune	136	Aucun		3
13. <i>Jouets électriques pour tensions supérieures à 50 V</i>					
Transformateurs	} Aucune	106	1		1
Cuisinières		108			
Fers à repasser		140			
Machines à coudre		149			
Moteurs		§ 105			
14. <i>Appareils d'éclairage</i>					
Lampes balladeuses	Aucune	§ 91	Aucun		1
15. <i>Transformateurs de faible puissance</i>					
Transformateurs haute et basse tension	} 3 kVA	149	Aucun		3
16. <i>Appareils auxiliaires pour lampes à décharge gazeuse</i>					
17. <i>Condensateurs</i>	314 Var	170	Aucun		3
18. <i>Appareils pour clôtures électriques</i>	Aucune	§ 93 CEE	Aucun		2

*) Prescriptions de l'Association Suisse des Electriciens sur les installations intérieures.

Liste 2

Matériel d'installation et appareils électriques qui seront soumis ultérieurement à l'épreuve obligatoire, au fur et à mesure de l'approbation par le Département des postes et des chemins de fer des propositions que l'Inspectorat fédéral des installations à courant fort lui aura soumises.

Le matériel figurant dans cette Liste 2 sera successivement porté dans la Liste 1, avec l'indication des délais de transition et de la fréquence des épreuves périodiques.

Matériel	Limitation	Prescriptions N ^{os}
1	2	3
A. Matériel d'installation		
1. <i>Interrupteurs pour lignes fixes ou mobiles et pour appareils</i>		
Disjoncteurs de protection de moteurs	1000 V 60 A	138
Contacteurs	1000 V 60 A	129 f
Disjoncteurs à minimum de tension		
Thermostats, régulateurs de température, hydrostats, etc.	500 V 25 A	119
Conjoncteurs-disjoncteurs horaires (à l'exclusion des horloges à contacts)	500 V 25 A	119
2. <i>Bouchons-prises</i>	250 V 6 A	120
3. <i>Douilles de lampes</i>		
Douilles à baïonnette	250 V 25 A	Plus de 250... 1000 V 25 A
Douilles à vis et douilles à fiches		
4. <i>Matériel d'installation anti-déflagrant</i>		
Interrupteurs	Aucune	§ 239...243
Prises de courant		
Matériel de connexion pour conducteurs		
Douilles de lampes		
Blindage antidéflagrant pour matériel d'installation		
5. <i>Tubes isolants</i>		
Tubes isolants armés	Dia- mètre inté- rieur 48 mm	180
Tubes isolants flexibles, avec armure rainurée		
B. Appareils électriques		
6. <i>Appareils électro-thermiques</i>		
Fourneaux et radiateurs de tous genres, à corps de chauffe enfermés	Aucune	{ § 8, 9, 40, 41, 75...79, 94, 97, 303
Thermo-plongeurs	Aucune	133
Cuveuses	500 V 10 kW	PII*) Appen- dice III
Séchoirs	500 V 10 kW	PII*) Appen- dice III
Chaudrons agricoles	500 V 10 kW	134
Appareils à préparer le cidre doux	500 V 10 kW	133
Stérilisateurs	250 V 1,5 kW	134

Matériel 1	Limitation 2	Prescriptions Nos 3
Fers et appareils à souder	{ 250 V 1,5 kW	Comme pour fourneaux et radiat.
Chauffe-eau à accumulation	500 V 10 kW	145
Machines à café et à thé . . .	500 V 25 kW	133 134 145
Sèche-mains	500 V 5 kW	139
7. <i>Appareils transportables à moteur</i>		
Outils à main de tous genres	Aucune	108
8. <i>Installations de moteurs transportables ou sur roues pour le commerce, l'artisanat, l'industrie et l'agriculture (pompes, compresseurs, centrifuges, machines à traire)</i>	{ 500 V 6 kW	108
9. <i>Appareils d'éclairage</i>		
Lampes métalliques de table et à pied	Aucune	§ 92
10. <i>Appareils pour le traitement des cheveux et pour les massages</i>		
Rasoirs	{ 500 V 5 kW	141
Chauffe-fers à friser		
Appareils à permanentes . . .		
Tondeuses		
Fers à onduler		
Sèche-cheveux	{ 500 V 5 kW	141
Douches à air chaud		
Appareils de massage		
11. <i>Appareils de télécommunication</i>		
Récepteurs de radiodiffusion	{ 250 V 3 kVA	
Récepteurs de télédiffusion .		
Dictaphones		
Télescriteurs		
Récepteurs de télévision . . .		
Phonographes		
Installations d'intercommuni- cation		
Haut-parleurs		
Amplificateurs		
Installations de recherche de personnes		
Appareils de projection . . .		
Petits appareils cinématogra- phiques		
12. <i>Appareils médicaux de tous genres, par exemple:</i>		
Appareils d'endoscopie . . .	{ 500 V 10 kW	
Appareils de massage		
Appareils de massage par ultrasons		
Appareils sudorifiques . . .		
Appareils à rayons ultra- violet		
Electroaimants pour yeux . .		
Appareils de diathermie et de thérapie		
Appareils électrogalvaniques		
Bandes chauffantes		
Inhalateurs		
Appareils d'irradiation . . .		
Appareils à rayons X		
Stérilisateurs	{ 500 V 10 kW	
Fraiseuses de dentistes . . .		
Vaporisateurs		
13. <i>Appareils antidéflagrants</i>		
Appareils électrothermiques et à moteur	{ 500 V 10 kW	Aucune
Appareils d'éclairage		