

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 49 (1958)  
**Heft:** 25

**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:** 26.01.2026

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

## Revision des ordonnances sur les installations électriques

Un avis sur la décision du Département fédéral des postes et des chemins de fer concernant une révision complète des ordonnances sur les installations électriques du 7 juillet 1933 a été publié dans le Bulletin n° 16 (1958), p. 717. Les milieux intéressés y sont invités à exprimer leurs désirs éventuels de modifications, selon l'ordonnance en question, jusqu'au 31 octobre 1958, aux organismes suivants: Association Suisse des Electriciens, Office fédéral des transports, ou Direction générale des PTT.

Par la présente communication ce délai est prolongé jusqu'au 31 décembre 1958.

Département fédéral des postes et des chemins de fer  
Division du contentieux et secrétariat

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Fortschritte bei der Isolation grosser Transformatoren

621.314.21.048-181.2

Jahrzehntlang bestand die Isolation der Hochspannungswicklung von Grosstransformatoren aus ineinander gesteckten Zylindern und Winkelringen, welche aus mit Harz getränktem Papier mit Hilfe von Stahlformen erzeugt worden waren. Mit der Zeit erwiesen sich diese Barrieren infolge zunehmender elektrischer Beanspruchung als ungenügend. Die Imprägnierung und Verklebung der einzelnen Lagen mit Harz war unvollständig, Luftfeinschlüsse im Innern führten zu Durchschlägen längs der Schichten. Ihre Dielektrizitätskonstante war bedeutend höher als diejenige des Öls, wodurch dieses ohnehin schwächere Glied der gesamten Isolation zu früh durchbrochen wurde. Bei den meist geringen Stückzahlen, welche im Transformatorenbau üblich sind, stellten sich zudem die massiven Stahlformen relativ teuer.

Vor bald zwanzig Jahren begann man nun die Spulen mit einem hochwertigen Papier zu umwickeln und ersetzte damit die Zylinder. An beiden Enden wurde jede einzelne Papierlage in schmale Streifen zerteilt und alsdann auf die Enden der Wicklung umgelegt, wodurch auch die Winkelringe überflüssig wurden. Diese Technik brachte kleinere Abmessungen und besonders Vorteile bei nur einer einzigen Hochspannungswicklung und bei der sog. Lagen-Bauweise. Die Kühlung des Kupfers erfolgte vorzugsweise im Innern der Wicklungen. Der Zusammenbau dauerte aber länger, und eine nachträgliche Demontage war kaum mehr möglich, ohne dass dabei die dicke, vielschichtige Papierisolation geopfert wurde. Bei deren Trocknung war außerdem besondere Sorgfalt nötig. In Lehrbüchern ist die erste Bauweise oft als klassische Isolation, die zweite als Spreizflansch- oder feste Isolation bezeichnet worden.

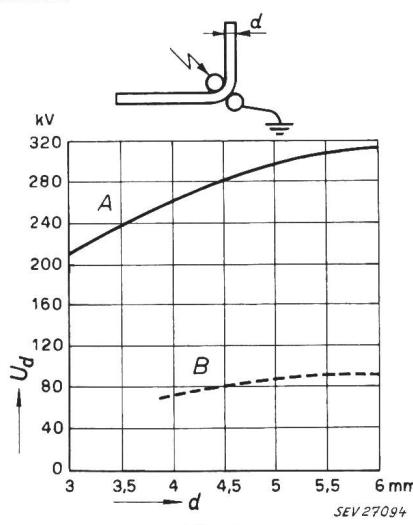


Fig. 1

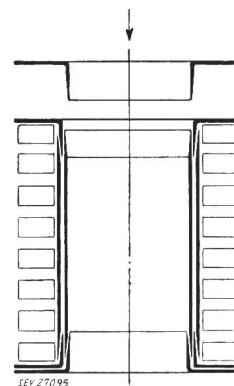
Durchschlagsspannung  $U_d$  von Winkelringen aus Transformerboard unter Öl bei  $20^\circ\text{C}$  in Funktion der Wandstärke  $d$  A bei Stoß von  $1/50 \mu\text{s}$ ; B bei  $50 \text{ Hz}$  Prüfdauer von 1 min

Als nach dem zweiten Weltkrieg in verschiedenen Ländern der Bau grosser Transformatoren wieder aufgenommen wurde, mangelte es in Konstruktionsbüros und Werkstätten an technischem Personal, und es fehlten die alten Zeichnungen und Pressformen. In diesen Jahren wurden neuartige Kombina-

tionen von Zylindern und Winkelringen entwickelt, welche heute in steigendem Umfang neben den erwähnten beiden Methoden Verwendung finden.

Eine Lösung besteht darin, die Dicke der Barrieren und die Ölabstände zu vermindern, wobei Materialien mit höherer Festigkeit längs der Schichten und geringerer Dielektrizitätskonstante als Hartpapier in Frage kommen.

Bei der Prüfung von Winkelringen aus Transformerboard (Fig. 1) liegt nur die innere Kugel oder ringförmige Elektrode mit einer grösseren Fläche am festen Material. Dies führt dazu, dass das Öl um die äussere Elektrode herum zuerst durchbrochen und damit der Durch- oder Überschlag eingeleitet wird. Die Durchschlagsspannung steigt bei Dicken über 5 mm nicht mehr wesentlich an. Deshalb wird in der Praxis, wo ebenfalls selten die gegenüberliegenden Pole vollständig in festes Isoliermaterial eingebettet werden können, immer mehr auf dicke Trennwände verzichtet. Durch Verdoppelung der Barrieren bei ungefährer Halbierung ihrer Wandstärke und der Ölkänele wird die Stärke der gesamten Isolation erheblich reduziert.



Ein grosser Vorteil der Papierisolation gegenüber dem Einbau fertiger Zylinder war die Anpassungsfähigkeit der Papierisolation an gegebene Durchmesser. Oft stimmte das Mass einer zu isolierenden Spule, wie sie aus der Werkstatt kam, mit den Zeichnungen nicht überein. Ein direktes Anlegen der äusseren Zylinder,

Fig. 2  
Hauptisolation aus angeschärften, geschlitzten Zylindern und Winkelringen

d. h. eine feste Isolation, war nicht möglich. Mit Hilfe von Keilen, welche kurz vor der Montage nachgehobelt wurden, versuchte man, die Mass-Differenzen auszugleichen. Beim Bewickeln mit Papier spielten solche Abweichungen keine Rolle.

Mit Hilfe von Zylindern und Winkelringen mit zwei angeschärften überlappten Enden gelingt das erwähnte Anpassen einwandfrei, wenn die Fugen genügend breit sind. Man braucht auch keine Toleranzen mehr zwischen Zylinder und Winkelringen vorzusehen (Fig. 2). Auf einfache Weise können Zylinder aus grossen Tafeln Transformerboard, Pressboard, usw. gebogen werden, ohne dass ihr Durchmesser schon endgültig festgelegt werden muss (Fig. 3). Solche aus feinen Zellulosefasern aufgebauten Platten saugen wie Papier, je nach Raumgewicht, 10...30 % Öl auf. Eine dicht aufeinandergelegte Folge von gebogenen Tafeln und Winkelringen führt schliesslich zu einer neuen Art «fester Isolation».

Da die dielektrische Festigkeit von Transformerboard höher ist als diejenige von Öl und Luft, erfolgt der Längsdurchschlag stets in der Fuge, ohne auf dem festen Material Spuren zu hinterlassen. Das Verhältnis von Durchschlagfestigkeit zur Längsfestigkeit ist unter verschiedenartigen Bedingungen bestimmt worden (Beispiel Fig. 4):

$$(U_d/d) : (U_l/l) = 20 : 1$$

Diese Beziehung ist gültig für Anwendungen unter Öl und in Luft.

Die gemessenen Werte betragen für eine Anordnung nach Fig. 3 und einen Elektrodenabstand von 5 mm unter Öl

240 kV bei Stoß 1|50  $\mu$ s,  
und 80 kV während 1 min bei 50 Hz.

Bei Spannungen über 220 kV werden etwa vier der Ein-gangsspulen zusätzlich isoliert. Auch hier hat poröses Papier fertige, harzimprägnierte Spulen ersetzt. An Stelle weicher Papierbandagen können ebenfalls fertige, anpassungsfähige Spulen aus Transformerboard treten. Sie sind druckfest und isolieren nur dort, wo es nötig ist.

Mit steigender Spannung nimmt die Dicke der Isolation sprunghaft zu. Ihre Trocknung wird immer schwieriger, und die Kühlung des Transformators muss künstlich gefördert

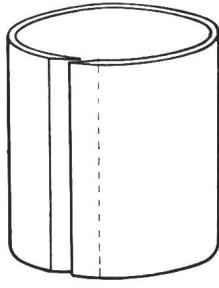


Fig. 3  
Isolations-Zylinder mit  
anpassungsfähigem Durchmesser

SEV 27096

werden. Der Umlauf des Öls wird heute meist ins Innere der Wicklung verlegt und erfolgt auf einem mehr oder weniger geraden Weg von unten nach oben. Dabei ist es von Vorteil, wenn das Öl mit Pumpen umgewälzt wird. Bei genügender Strömung werden feine Verunreinigungen und kleinste Gasblasen vom Ölstrom abgeführt und lokale Überhitzungen und Ionisationserscheinungen vermindernd. Das Öl wird bei intensiver Zirkulation weniger warm. Seine maximale Temperatur ist leichter und rascher messbar und stimmt mit derjenigen der Wicklungen auch besser überein. Die künstliche Umwälzung des Öls lässt sich ohne besondere Schwierigkeiten mit Hilfe neuer Kombinationen von Zylindern und Winkelringen verwirklichen. Diese werden U-förmig ausgebildet und mit Zu- und Abfluss-Stutzen versehen (Fig. 5). Bei natürlicher Ölzirkulation kann, wenn die Strömungsverhältnisse einigermaßen bekannt sind, die Zirkulation ebenfalls durch Einbau von Schirmen, gebogenen Leitwänden und dergleichen, erheblich beschleunigt und näher an die isolierten Kupferdrähte, wie auch an den Eisenkern gebracht werden.

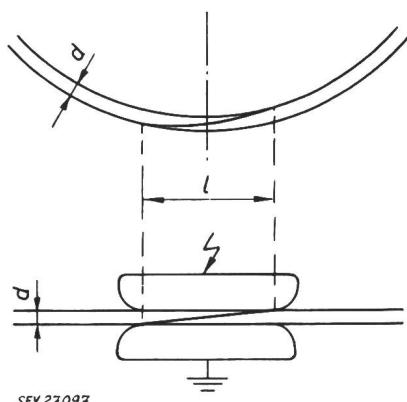


Fig. 4  
Püfanordnung für die Messung der Durchschlagfestigkeit  
einer Fuge  $l$  bei einer Wandstärke  $d$

Die beschriebenen, neuartigen Barrieren sind wie Papier hygroskopisch und müssen getrocknet werden. Dies geschieht vorerst mit heißer Luft, welche durch die gleichen Kanäle strömt, welche für das Öl vorgesehen sind. Die zweite Phase der Entwässerung und schliesslich Entgasung erfolgt unter Vakuum. Der Erfolg dieses Vorganges kann durch Messung der elektrischen Festigkeit oder der Verluste an eingehängten Musterplättchen festgestellt werden. Eine vollständige Trocknung kann es bei Materialien, welche aus Kohlehydraten bestehen, nicht geben, wohl aber einen Trocknungsgrad, bei

welchem das nicht chemisch gebundene Wasser praktisch entfernt ist. Während man früher bei 90 °C und einem Endvakuum von 2...3 mm Hg trocknete, so erlauben neue Einrichtungen auch bei grossen Vakuum-Kesseln bis auf 120 °C und unter 1 mm Hg zu gelangen. Dadurch werden die Verluste und die Gefahr eines Wärmedurchschlags innerhalb der Isolation wesentlich vermindernd.

Die Trocknung hat eine Schrumpfung der erwähnten Isolationsteile zur Folge, welche bis 1% der ursprünglichen Dimensionen erreichen kann. Der Eisenkern und das Kupfer ändern sich aber nicht, so dass beim Zusammenbau eines Transformators entsprechende Massnahmen zu treffen sind. Die Isolation aus Papier ist vorzutrocknen und vorzupressen.

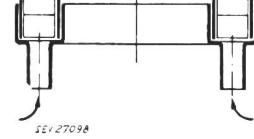


Fig. 5  
Beispiel einer Zylinder- und  
Ringkombination für  
intensivere Ölzirkulation

Die neuen Zylinder-Winkelring-Systeme nützen das Vorhandensein von angeschärften Trennfugen (Fig. 2) aus, welche eine Gleitbewegung des Winkelrings beim Nachpressen dick bewickelter Spulen gegenüber dem Zylinder gestatten.

Der Konstrukteur hat somit neben der klassischen und der Spreizflansch-Isolation neue Möglichkeiten zur Verfügung und ist dadurch in seinen Dispositionen freier geworden.

H. Tschudi

### Neues Hochspannungs-Forschungslaboratorium der N. V. Nederlandse Kabelfabriek, Delft

621.315.2.006.3(492) : 621.317.2.027.3

Der Ausbau der Nederlandse Kabelfabrik erfolgte nach dem zweiten Weltkrieg in einem derartigen Tempo, dass das Hochspannungslaboratorium — in dem die Prüfungen und Untersuchungen an Hochspannungskabeln und Zubehör vorgenommen werden — so überlastet war, dass seine Erweiterung notwendig wurde. Ein neues Hochspannungslaboratorium wurde errichtet und am 3. Juni 1958 offiziell in Betrieb gestellt. In diesem können Kabel bei sehr hohen Spannungen, evtl. kombiniert mit einer hohen, niedrigen oder wechselnden Temperatur, untersucht werden.

Das Laboratorium besitzt eine grosse Hochspannungshalle, die teilweise 17 m hoch ist und eine Bodenfläche von 1600 m<sup>2</sup> hat, und enthält eine Anzahl sehr umfangreicher Hochspannungsgeräte.

Die höchste Wechselspannung, die erreicht werden kann, beträgt 900 kV. Diese Spannung lässt sich erzielen, wenn drei Einphasen-Transformatoren von je 300 kV, 300 kVA serien geschaltet werden (Fig. 1). Die höchste Gleichspannung, die mit einem Kaskadengleichrichter erzeugt werden kann, beträgt 600 kV. Die höchste Stoßspannung bei einer Energie von 16 kW ist 1,4 MV. Ferner gibt es noch eine Reihe von Spannungsquellen für weniger hohe Spannungen. Zur Erreichung sowohl wechselnder wie konstanter Temperaturen stehen eine Reihe Wärmeschranken, acht Wasserbehälter und einige Heizmaschinen zur Verfügung.

In zwei Wärmeschranken mit einem Rauminhalt von je 400 m<sup>3</sup> können konstante Temperaturen bis 40 °C erreicht werden. In zwei anderen Wärmeschranken von je 120 m<sup>3</sup> lassen sich konstante Temperaturen bis 110 °C erreichen. In den Wasserbehältern, die je 5 m<sup>3</sup> Inhalt haben, lassen sich Temperaturen zwischen -10...+90 °C erzielen. Mit den Heizmaschinen können die Kabelseen elektrisch geheizt werden. Dabei können die Kabel gleichzeitig unter Spannung stehen, da die Heizmaschinen isoliert gegen Erde angetrieben werden.

Zum Studium des Verhaltens der Endverschlüsse bei Regen ist eine Regenanlage konstruiert worden, mit der ein tropischer Regenfall künstlich erzeugt werden kann.

Wenn sie nicht benutzt werden, müssen alle Hochspannungsgeräte geerdet werden. Es wurde ein gutes Erdungsnetz dadurch erzielt, dass das Eisen in den Spitzen der Ramm pfähle auf das Betoneisen des Fundaments durchgeschweisst

wurde. Ein Netz aus Kupferband, das am Betoneisen angegeschweißt ist, ergibt an einer grossen Anzahl Punkten in der Hochspannungshalle die Möglichkeit einer guten Erdverbindung.

Um zu vermeiden, dass die Belegschaft des Laboratoriums während der Versuche von den gefährlich hohen Spannungen getroffen wird, ist eine Sicherungsanlage entworfen worden, die nach einem vollständig neuen System arbeitet. Jede Zugangstür zum Hochspannungsraum ist mit einem Türschloss und außerdem mit einer roten, orangefarbenen und grünen Lampe ausgerüstet. Der Raum darf nur betreten werden, wenn

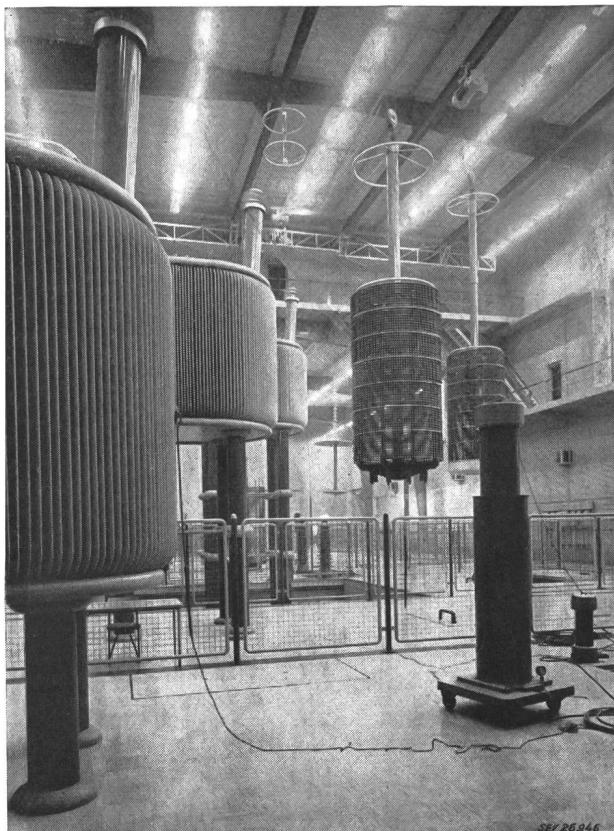


Fig. 1  
Hochspannungshalle

links: Transformatorengruppe für 900 kV, die aus 3 Transformatoren von je 300 kV besteht; rechts: 2 Hochspannungsdroh-selspulen von 300 kV, isoliert für 600 bzw. 900 kV; im Vordergrund: 500-kV-Messkondensator; im Hintergrund (oben): Laufstege und fahrbare Montagebrücken

das grüne Licht brennt. Orangefarbenes Licht bedeutet: die Tür ist verschlossen und es darf eingeschaltet werden. Brennt die rote oder die orangefarbene Lampe, oder brennt gar keine Lampe, dann ist der Zugang verboten. Das System ist also positiv. Wird die Zugangstür bei eingeschalteter Spannung trotzdem aufgeschlossen, so fällt die Hochspannung automatisch ab.

Der Entwurf des Laboratoriums und seiner Einrichtung lag ausschließlich in den Händen der Mitarbeiter der Nederlandsche Kabelfabrik. Mit diesem Gebäude hat die Fabrik ein Laboratorium erhalten, das den Anforderungen der Zeit angepasst ist und hinsichtlich Ausstattung und Einrichtung den grossen Laboratorien der westeuropäischen Industrie gleichwertig zur Seite steht.

### Die 65-MW-Hochdruckblockanlage des Kraftwerk Voitsberg der Österreichischen Draukraftwerke Aktiengesellschaft

621.311.22(436)  
Trotz des Wasserreichtums zieht die österreichische Energieversorgung die heimische Kohle für die Energieerzeugung

heran. Das in Kärnten bestehende Kraftwerk St. Andrä der Österreichischen Draukraftwerke A.-G. wird zurzeit mit einem 110-MW-Satz erweitert, dessen Kessel 330 t/h bei 207 atü Dampfdruck und 530 °C Dampftemperatur erzeugen wird. Diese Kessel- und Turbineneinheit wird die grösste Österreichs sein. Die Betriebsaufnahme wird im kommenden Winter erfolgen.

Kürzlich setzte das gleiche Unternehmen im Kraftwerk Voitsberg (Fig. 1) einen 65-MW-Hochdruckblock in Betrieb. Im Kraftwerk Voitsberg wurden während des Krieges zwei Turbosätze für je 20 MW, ein dritter gleicher Leistung nach dem Kriege aufgestellt. Mit dem nunmehr in Betrieb genommenen Aggregat wurde die Leistung des Werkes mehr als verdoppelt. Für die neuerrichtete Hochdruckblockanlage wurde der Kesseldruck mit 136 atü, die Dampftemperatur mit 530° festgelegt. Das die drei 20-MW-Maschinen umfassende Werk Voitsberg 1 und das Werk Voitsberg 2 mit dem 65-MW-Block stellen baulich eine Einheit dar, sie können jedoch unabhängig voneinander betrieben werden.

Der von der Waagner-Biro A.-G., Wien, gelieferte Strahlungskessel hat Kohlenstaub-Eckenfeuerung für trockenen Aschenabzug, Leistung 190/210 t/h, Genehmigungsdruck 136 atü, Dampftemperatur 530 °C mit Zwischenüberhitzung (165/192/205 t/h bei 335/525 °C). Die Turbine (AEG, Berlin) ist eine Kondensationsturbine mit Zwischenüberhitzung (dreiegehäusige Einwellenbauart). Der zweipolige Generator ist wasserstoffgekühlt und für 82 MVA, 10,5 kV,  $\cos \varphi = 0,8$  ausgelegt. Die Länge des Maschinensatzes beträgt 25 m. Der Kühlurm (Overhoff, Wien), ist für die Leistung von 11 000 m³/h ausgelegt.

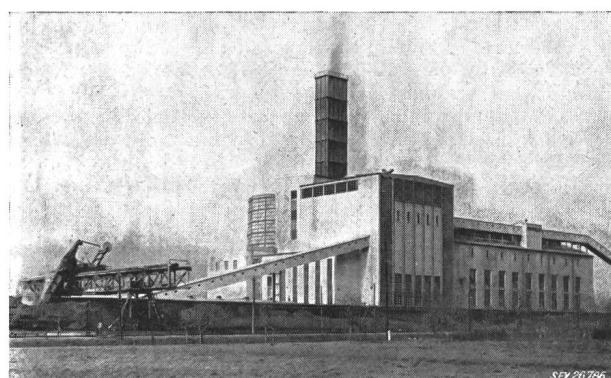


Fig. 1  
Österreichische Draukraftwerke A.-G.  
Dampfkraftwerk Voitsberg

Dem in Erweiterung befindlichen Kraftwerk St. Andrä und dem Kraftwerk Voitsberg ist die Aufstellung auf der Grube gemeinsam. Die im Kraftwerk Voitsberg verbrannte lignitische Braunkohle von 1800 bis 3000 WE, 30 % Aschegehalt und 30 % Gesamtfeuchtigkeit wird aus der in 900 m entfernt gelegenen Braunkohlenförderung bezogen. E. Königshofer

### Kurznachrichten über die Atomenergie

[Nach Atomwirtschaft Bd. 3(1958), Nr. 10] 621.039.4

Im Bulletin 1958, Nr. 19, berichteten wir über ein Abkommen zwischen den USA und der Euratom. Dieses Abkommen wurde vom Kongress der USA nicht vorbehaltlos gutgeheissen. Im Prinzip ist man zwar mit der Zusammenarbeit einverstanden und Präsident Eisenhower unterzeichnete bereits ein Grundgesetz, das ein Abkommen mit internationalen Körperschaften ermöglicht. Zum eigentlichen Durchführungsabkommen machte jedoch der USA-Kongress mehrere Vorbehalte und reduzierte im allgemeinen die vorgesehenen verschiedenen Zuwendungen.

Im August 1958 trat ein Abkommen zwischen den USA und Grossbritannien in Kraft betreffend die Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Anwendung von Atomenergie für die ge-

meinsame Verteidigung. Besprechungen auf Grund dieses Abkommens fanden bereits statt.

Einige Zahlen von der 2. Internationalen Konferenz über die friedliche Anwendung der Atomenergie in Genf: Die Zahl der Delegierten betrug 5000. Es wurden 2200 Arbeiten einge-

reicht und davon in 77 Sitzungen 600 mündlich vorgetragen. Die Zahl der teilnehmenden Länder betrug 69, diejenige der teilnehmenden internationalen Organisationen 11. Die Regierungsausstellung nahm eine Fläche von 7000 m<sup>2</sup> ein mit 21 Ausstellernationen; die Industrieausstellung 9750 m<sup>2</sup> mit 250 Ausstellern aus 13 Staaten. Schi.

## Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

### Anwendung der Fernsehtechnik zur Auffindung veränderlicher Sterne

621.397.9 : 523.84

[Nach J. Borgman: Anwendung der Fernsehtechnik zur Auffindung veränderlicher Sterne. Philips techn. Rdsch. Bd. 19 (1957/58), Nr. 4, S. 133...135]

Als veränderliche Sterne werden Sterne mit wechselnder Helligkeit bezeichnet. Sie sind in der Astronomie besonders interessant, weil es oft möglich ist, ihren Abstand von der Sonne zu bestimmen. Das Auffinden von veränderlichen Sternen erfolgt durch den Vergleich von Photoaufnahmen, die zu verschiedenen Zeitpunkten, möglichst unter den gleichen Aufnahmebedingungen, gemacht wurden. Die Schwankung

schied optisch festgestellt wird. Bei dieser mühsamen Arbeit werden jedoch leicht veränderliche Sterne übersehen.

Eine andere Methode besteht in der Anfertigung eines Positivbildes zur negativen Aufnahme, die dann genau übereinandergelegt nur die Helligkeitsunterschiede der veränderlichen Sterne erkennen lassen. Die photographische Zwischenstufe bringt jedoch zusätzliche Schwierigkeiten.

Das neue Gerät vermeidet diese photographische Zwischenstufe (Fig. 1). Mit Hilfe eines Lichtpunkttausters (Kathodenstrahlröhre K) wird das zu untersuchende Transparentobjekt ( $F_1$ ;  $F_2$ ) abgetastet. Das durchgelassene Licht wird von einer Kondensorlinse ( $C_1$ ;  $C_2$ ) gesammelt und einem Photoelektronenvervielfacher ( $P_1$ ;  $P_2$ ) zugeführt. Der der Helligkeit des Sternes proportionale Strom wird einer Fernsehbiröhre zugeführt und das Objekt auf dem Bildschirm abgebildet. Mit einem halbdurchlässigen Spiegel ( $M_4$ ) und entsprechenden Ablenkspiegeln ( $M_1$ ;  $M_2$ ;  $M_3$ ) ist es möglich, mit Hilfe einer einzigen Kathodenstrahlröhre 2 Objekte gleichzeitig abzutasten. Werden die obenerwähnten, zeitlich verschiedenen, photographischen Aufnahmen desselben Gebietes des Sternenhimmels auf diese Weise gleichzeitig abgetastet und werden die Signale der Photoelektronenvervielfacher  $P_1$  und  $P_2$  voneinander elektronisch subtrahiert, so sind auf dem Bildschirm nur noch die Sterne mit veränderter Helligkeit erkennbar.

Die Wahrscheinlichkeit zur Auffindung von veränderlichen Sternen wird mit diesem Instrument erheblich vergrößert und eine wesentliche Zeiteinsparung erzielt. Ferner kann es ganz allgemein zum Auffinden von Unterschieden zwischen zwei transparenten Objekten verwendet werden.

R. Wälchli

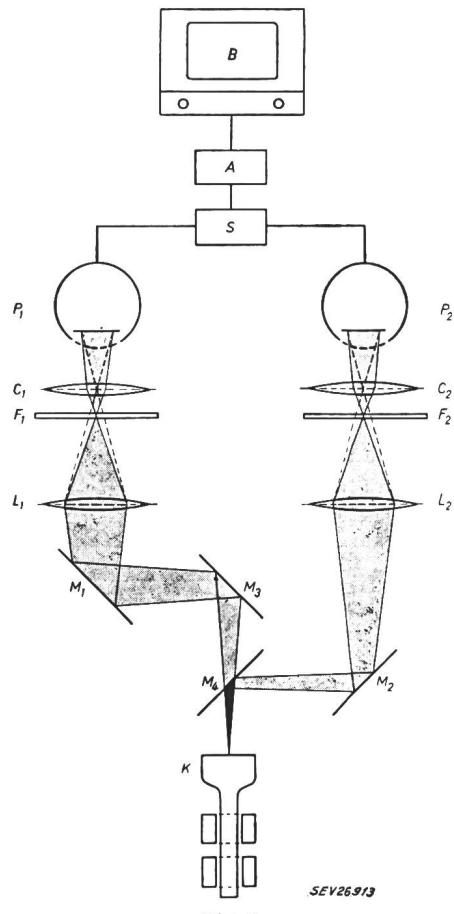


Fig. 1

**Das Prinzip des Lichtpunkttausters mit 2 Kanälen**  
K Kathodenstrahlröhre;  $M_1$ ... $M_3$  stark reflektierende Spiegel;  $M_4$  halbdurchlässiger Spiegel;  $L_1$ ,  $L_2$  Linsen;  $F_1$ ,  $F_2$  zu vergleichende, transparente photographische Aufnahmen;  $C_1$ ,  $C_2$  Kondensorlinsen;  $P_1$ ,  $P_2$  Photoelektronenvervielfacher;  $S$ ,  $A$  Einheiten zur Erzeugung und Verstärkung des Differenzsignals; B Bildschirm

der Helligkeit eines Sternes ist durch seine verschiedenen Durchmesser auf den Bildern zu erkennen. Normalerweise erfolgt der Vergleich mit einem sog. Blinkmikroskop, indem nacheinander jeweils das eine oder andere Bild ins Blickfeld an die gleiche Stelle gebracht und so der Helligkeitsunter-

### Impulsamplitudenmodulation und Impulslängenmodulation mit Transistoren

621.376.53/.54 : 621.314.7

[Nach E. Schenk: Über die erreichbare Genauigkeit bei Pulsamplitudenmodulation und Pulslängenmodulation mit Transistoren. NTZ Bd. 11 (1958), Nr. 4, S. 191...196]

#### Einleitung

Die Aufgabe der drahtlosen Übertragung mehrerer Messwerte wird am einfachsten mit Hilfe eines Zeit- oder Frequenzmultiplexsystems gelöst.

Wenn solche Systeme mit Elektronenröhren ausgeführt sind, arbeiten sie mit einer Genauigkeit von etwa 1% des maximal übertragbaren Messwertes bei einem Nebensprechen der Kanäle untereinander von weniger als 1%.

Durch Verwendung von Transistoren lassen sich die Abmessungen der Anlage verringern, bei einer gleichzeitigen Reduktion des Leistungsverbrauches. Dabei ist nun zu untersuchen, mit welcher Genauigkeit eine Impulsamplituden- oder eine Impulslängenmodulation mit Transistoren ausgeführt werden kann.

#### Transistorschaltung für Impulsamplitudenmodulation

In Fig. 1 ist die Prinzipschaltung für einen pnp-Transistor in Emitterschaltung als Schalter und in Fig. 2 das Ausgangskennlinienfeld des Transistors wiedergegeben. In Fig. 2 ist zugleich die Arbeitsgerade, den gewählten Werten von  $R_c$  und  $U_B$  entsprechend, eingezeichnet. Auf dieser Geraden befinden sich zwei ausgezeichnete Punkte A und B. Wird der Transistor mit dem Basisstrom  $-I_{bA}$  ausgesteuert, so liegt über dem Transistor nur noch die Spannung  $-U_{ceA}$ , die einige Zehntel Volt beträgt; wird dagegen der Transistor mit dem Strom  $+I_{bB}$  ausgesteuert, so fließt nur noch ein ganz kleiner Kollektorstrom, rund 10 µA bei Raumtemperatur, so

dass über dem Transistor fast die ganze Spannung  $-U_B$  liegt. Steuert man nun den Transistor periodisch zwischen den Punkten A und B aus, so erscheint über dem Widerstand  $R_c$  eine periodische Rechteckspannung mit der Amplitude  $-U_{ceB} + U_{ceA} \approx -U_B$ . Der dabei zu übertragende Messwert wird  $U_B$  sein.

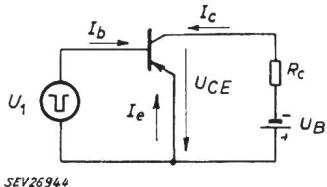


Fig. 1

Prinzipschaltung für einen pnp-Flächentransistor in Emitter-Schaltung als Schalter  
 $U_1$  Störgenerator

Weitere Bezeichnungen siehe im Text

#### Der Zeitmultiplex

Wird bei der oben erwähnten Rechteckspannung das Verhältnis Impulsbreite zu Impulslücke klein gemacht, so besteht die Möglichkeit, andere Messwerte während der Impulslücke zu übertragen. Es wird also für jeden zu übertragenden Messkanal ein Schalttransistor vorhanden sein, wobei die einzelnen Transistoren nacheinander ausgesteuert werden. Dabei ist noch zu bemerken, dass auch ein Synchronisierimpuls vorhanden sein muss, der zur Unterscheidung von den Messwertimpulsen eine andere Gestalt haben muss.

#### Die Genauigkeit der Impulsamplitudenmodulation

Schon aus Fig. 2 ist ersichtlich, dass wegen der beiden Restspannungen  $-U_{ceA}$  und  $-U_{ceB}$  ein gewisser Modulationsfehler auftreten muss. Von den beiden Restspannungen ist  $-U_{ceA}$  weitgehend temperaturunabhängig,  $-U_{ceB}$  nimmt

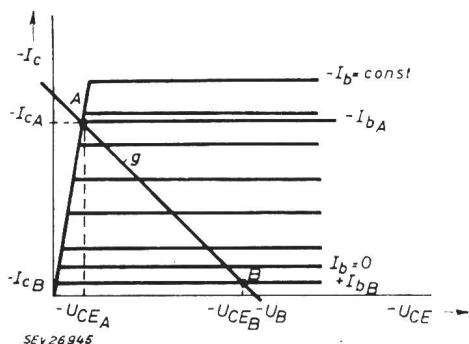


Fig. 2

Idealisiertes Kennlinienfeld für einen pnp-Flächentransistor in Emitter-Schaltung  
Weitere Bezeichnungen siehe im Text

dagegen mit der Temperatur exponentiell zu. Einige weitere Schaltelemente sind ebenfalls mit Fehlern behaftet, so dass ein Gesamtfehler von rund 3% zu erwarten ist; er lässt sich jedoch durch besondere Massnahmen auf etwa 1% reduzieren.

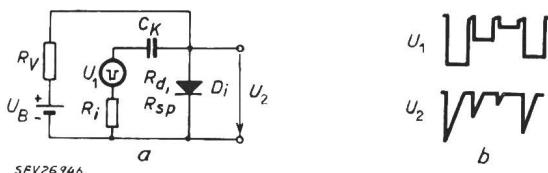


Fig. 3

Einfacher PAM/PLM-Umwandler

a Prinzipschaltung; b Spannungsverlauf an der Diode  $D_i$  bei vorgegebener Generatorspannung

$U_1$  Impulsfolge des Generators

$U_2$  Spannung an der Diode

Weitere Bezeichnungen siehe im Text

Fortsetzung auf Seite 1193

## Communications de nature économique

### Prix moyens (sans garantie)

le 20 du mois

#### Métaux

		Novembre	Mois précédent	Année précédente
Cuivre (fils, barres) <sup>1)</sup>	fr.s./100 kg	292.—	295.—	228.—
Etain (Banka, Billiton) <sup>2)</sup>	fr.s./100 kg	940.—	915.—	900.—
Plomb <sup>1)</sup>	fr.s./100 kg	95.—	99.—	101.—
Zinc <sup>1)</sup>	fr.s./100 kg	97.—	93.—	85.—
Fer (barres, profilés) <sup>3)</sup>	fr.s./100 kg	53.50	56.50	67.50
Tôles de 5 mm <sup>3)</sup>	fr.s./100 kg	55.—	61.—	73.—

<sup>1)</sup> Prix franco Bâle, marchandise dédouanée, chargée sur wagon, par quantité d'au moins 50 t.

<sup>2)</sup> Prix franco Bâle, marchandise dédouanée, chargée sur wagon, par quantité d'au moins 5 t.

<sup>3)</sup> Prix franco frontière, marchandise dédouanée, par quantité d'au moins 20 t.

#### Combustibles et carburants liquides

		Novembre	Mois précédent	Année précédente
Benzine pure / Benzine éthylée <sup>1)</sup>	fr.s./100 kg	39.50	40.—	40.—
Carburant Diesel pour véhicules à moteur	fr.s./100 kg	36.15 <sup>2)</sup>	36.15 <sup>2)</sup>	40.10 <sup>2)</sup>
Huile combustible spéciale <sup>2)</sup>	fr.s./100 kg	16.—	16.—	2.030
Huile combustible légère <sup>2)</sup>	fr.s./100 kg	15.20	15.20	19.50
Huile combustible industrielle moyenne (III) <sup>2)</sup>	fr.s./100 kg	12.20	12.20	15.75
Huile combustible industrielle lourde (V) <sup>2)</sup>	fr.s./100 kg	11.—	11.—	14.55

<sup>1)</sup> Prix-citerne pour consommateurs, franco frontière suisse, dédouané, ICHA y compris, par commande d'au moins 1 wagon-citerne d'environ 15 t.

<sup>2)</sup> Prix-citerne pour consommateurs (industrie), franco frontière suisse Buchs, St-Margrethen, Bâle, Genève, dédouané, ICHA non compris, par commande d'au moins 1 wagon-citerne d'environ 15 t. Pour livraisons à Chiasso, Pino et Iselle: réduction de fr.s. 1.—/100 kg.

#### Charbons

		Novembre	Mois précédent	Année précédente
Coke de la Ruhr I/II <sup>1)</sup>	fr.s./t	136.—	136.—	136.—
Charbons gras belges pour l'industrie				
Noix II <sup>1)</sup>	fr.s./t	99.50	99.50	135.50
Noix III <sup>1)</sup>	fr.s./t	99.—	99.—	135.50
Noix IV <sup>1)</sup>	fr.s./t	97.—	97.—	135.50
Fines flambantes de la Sarre <sup>1)</sup>	fr.s./t	82.50	87.50	102.50
Coke français, Loire <sup>1)</sup>	fr.s./t	139.—	139.—	139.—
Coke français, nord <sup>1)</sup>	fr.s./t	136.—	136.—	149.—
Charbons flamants polonais				
Noix I/II <sup>2)</sup>	fr.s./t	96.—	101.—	136.—
Noix III <sup>2)</sup>	fr.s./t	93.—	100.—	133.50
Noix IV <sup>2)</sup>	fr.s./t	93.—	100.—	133.50

<sup>1)</sup> Tous les prix s'entendent franco Bâle, marchandise dédouanée, pour livraison par wagons entiers à l'industrie.

<sup>2)</sup> Tous les prix s'entendent franco St-Margrethen, marchandise dédouanée, pour livraison par wagons entiers à l'industrie.

**Die Impulslängenmodulation**

Die Pulslängenmodulation beruht auf einer Umwandlung der amplitudenmodulierten Impulse in längenmodulierte. Die Umwandlung wird mit der Schaltung in Fig. 3 ausgeführt, die auf folgende Weise arbeitet: Der Kondensator  $C_k$  sei zunächst entladen; durch die Diode fließt ein Strom in der Vorförwärtsrichtung, so dass über die Diode nur eine kleine Spannung  $U_2$  vorhanden ist. Gibt der Generator einen ne-

gativen Impuls  $U_1$  ab, wird die Diode gesperrt und der Kondensator lädt sich über  $R_v$  so lange auf, bis die Diode wieder leitet. Nach dem Verschwinden des negativen Impulses entlädt sich der Kondensator über die Diode und den Innenwiderstand des Generators. Durch Verstärken und Begrenzen der Diodenspannung erhält man die gewünschten längenmodulierten Impulse. Die Genauigkeit dieser PAM-PLM-Umwandlung beträgt im Mittel rund 1 %.

P. Nicolaysen

**Miscellanea****Persönliches und Firmen**

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht)

**Elektrizitätswerk Davos.** Zum neuen Direktor an Stelle des zurückgetretenen *W. Schwander*, Mitglied des SEV seit 1957, wurde *K. Jud*, Mitglied des SEV seit 1947, bisher Leiter der Elektrizitäts- und Wasserwerke Appenzell, gewählt. Er hat sein Amt am 1. November 1958 angetreten.

**Elektrizitäts- und Wasserwerke Appenzell.** An Stelle des zum Direktor des Elektrizitätswerkes Davos gewählten *K. Jud*, Mitglied des SEV seit 1947, wurde zum neuen Werkleiter *T. Zawadynski*, dipl. Elektroingenieur ETH, Mitglied des SEV seit 1955, gewählt. Er hat sein Amt am 1. Dezember 1958 angetreten.

**Literatur — Bibliographie**

621.313.3

**Wechselstrommaschinen.** Von *Erwin Kübler* und *Th. Werr*. Stuttgart, Teubner, 4. neubearb. u. erw. Aufl. 1957; 8°, VIII, 220 S., 220 Fig., Tab. — Moeller-Werr: Leitfaden der Elektrotechnik, Bd. II, Teil 2 — Teubners Fachbücher für Elektrotechnik — Preis: geb. DM 22.—; brosch. DM 19.80.

In diesem nur 220 Seiten starken Buche versuchen die beiden Autoren auf kleinstem Raum den Leser über Transformatoren und rotierende elektrische Maschinen zu orientieren. Dies erfolgt soweit, als jeweils die theoretischen Grundlagen und das Betriebsverhalten, untermauert durch ein durchgerechnetes Beispiel gegeben werden; alles in leicht fasslicher und sehr knapper Form.

Der Text beginnt mit einem Abriss über die Zählpfeilsysteme und die darauf fußenden Zeigerdiagramme. Bevorgzt wird im folgenden aus Gründen der Tradition das Verbrauchersystem, d. h.  $R \times i = +u$ . Vor den Maschinen wird der Transformator mit seinen verschiedenen Schaltungen und Abarten besprochen, unter Einschluss eines kurzen Kapitels über die Erwärmung. Hier hätte sich wohl, da der Transformator häufig ein Hochspannungsproblem ist, die Einfügung eines kurzen Abrisses über die elektrische Festigkeit und die Isoliermaterialien gelohnt.

Bei den rotierenden Maschinen ist das Hauptgewicht auf die Ein- und Mehrphaseninduktionsmaschinen, hier unter der früher allgemein üblichen Bezeichnung Asynchronmaschinen, gelegt. Die Theorie und die Betriebsangaben sind ergänzt durch die Durchrechnung zweier Beispiele ausgeführter Motoren.

Es folgt die Betrachtung der Synchrongeneratoren und Motoren durch Angabe der zugehörigen theoretischen Grundlagen, des Verhaltens bei den verschiedenen Betriebszuständen und die Durchrechnung je eines Beispiels für Vollpol- und Einzelpolausführung. Auf die entscheidenden mechanischen Fragen wird infolge Platzmangels nicht eingegangen.

Ein letzter Abschnitt behandelt die Kommutatormaschinen für Ein- und Mehrphasenstrom in gedrängtester Form.

Das Buch hinterlässt einen zwiespältigen Eindruck. Was auf solch gedrängtem Raum unterzubringen war, ist von den Verfassern auf beste Art und Weise erfolgt. Ob aber Anfänger, zu denen auch Studierende gezählt werden dürfen und für die das Buch geschrieben ist, dieser knappen Beschreibung folgen vermögen, erscheint fraglich. Parallel zu einem diesbezüglichen Studiengang dürfte es dagegen sehr wertvoll und zu empfehlen sein.

E. Dünner

621.375.4

**Les transistrons dans les amplificateurs.** Par *Jean-Marie Moulon*. Paris, Gauthier-Villars, 1956; 8°, 316 p., fig. — Collection technique et scientifique du CNET (Centre National d'Etudes des Télécommunications) — Preis: broché fr. f. 2300.—.

N. 11 370

Das vorliegende Buch ist eines von wenigen, die in französischer Sprache erschienen sind und den Transistor als Verstärkerelement so vollständig und klar beschreibt. Es vermittelt die wichtigsten Eigenschaften der Halbleiter und beschreibt in knapper Form die physikalischen Hintergründe der Wirkungsweise des Transistors. Dabei wird nicht nur der Flächentransistor behandelt, sondern auch der Spitzentransistor, obwohl er heute in Verstärkerschaltungen als überholt betrachtet werden darf. Auf die grundlegenden Kenntnisse wird dann die rechnerische Erfassung der Verstärkerschaltungen aufgebaut. Die Hilfsgeräte, insbesondere die verschiedenen Matrizen, werden in einem besonderen Kapitel erklärt bzw. definiert und schliesslich vier praktische Parameter eingeführt, nämlich Eingangsimpedanz, Ausgangsimpedanz, Stromverstärkung in Emitterschaltung und ein Ausdruck, der die Rückwirkung des Ausgangs auf den Eingang erfasst. Mit diesen praktischen Parametern werden die drei Grundschaltungen beschrieben und in den folgenden Kapiteln die Verstärkereigenschaften bei Niederfrequenz ausgedrückt. Die dem Transistor äquivalente Röhrenschaltung ist diesem Abschnitt als Anhang beigegeben. Anschliessend wird auseinandergesetzt, wie die Wahl des Arbeitspunktes, der günstigsten Arbeitssimpedanz und der Speisungsart zu erfolgen hat. Nach der Untersuchung der Gegenkopplungsschaltungen wird auf die Leistungsverstärker übergegangen. Als weitere Anwendungen folgen der Gleichstromverstärker, der HF-Verstärker, der selektive und der Breitbandverstärker. Die Behandlung des Rauschens ist einem besonderen Kapitel überlassen. Den Schluss des Buches bildet eine Übersicht über die verschiedenen Ausführungsformen von Transistoren.

Das Buch ist auf einem Niveau gehalten, das jedem Fachmann, der mit Röhrenschaltungen umzugehen versteht, ohne weiteres verständlich ist. Sein Aufbau ist klar und systematisch und seine Sprache gut zu lesen.

G. Wohler

681.14-523.8

**Notes on Analog-Digital Conversion Techniques.** Ed. by *Alfred K. Susskind*. Prepared by members of the Servomechanisms Laboratory, Department of Electrical Engineering, Massachusetts Institute of Technology. New York, Wiley; London, Chapman & Hall, 1957; 8°, X, 410 p., fig., tab. — Price: cloth \$ 10.—.

In vermehrtem Masse trifft man heute in der Automation und in militärischen Geräten die gemischte Verwendung von Analog- und digitaler Darstellung der vorkommenden Variablen in einem Rechensystem. Hierzu braucht es Umwandler, welche die zu verarbeitenden Größen von der einen Darstellung in die andere überführen. Dabei gilt es eine Anzahl von schwierigen Fragen abzuklären, welche das Zeit- und Frequenzverhalten solcher Systeme betreffen, und welche ins-

besondere dann von Wichtigkeit sind, wenn der Umwandler-Teil einer geschlossenen Gegenkopplungsschleife bildet. Das vorliegende Buch ist als Leitfaden für einen speziellen Sommerkurs, der 1956 und 1957 über dieses Gebiet am Massachusetts Institute of Technology abgehalten wurde, aufgestellt worden. Im ersten Hauptteil sind jene Systemaspekte der digitalen Datenverarbeitung, welche die Funktion der Umwandler beeinflussen, analysiert. Der zweite Teil stellt eine überaus vollständige Aufzählung von bekannten Methoden zur Umwandlung zwischen den zwei Darstellungsarten dar, und der dritte Teil erläutert anhand eines praktisch durchgeföhrten Beispiels die einzelnen Schritte beim Entwurf eines vollständigen Systems.

Der anspruchlose Titel dieses Buches darf nicht darüber hinweg täuschen, dass es sich hier wohl um die umfassendste bis jetzt publizierte Studie über diesen Gegenstand handelt.

A. Speiser

059 : 621 (494)

Nr. 90 011,57

Schweizerischer Kalender für Dampf- und Elektrizitätsbetrieb. Praktisches Handbuch für Techniker, Werkmeister, Monteure, Heizer, Maschinisten, Arbeiter und Lehrlinge der Metallindustrie. Hg. vom Zentralvorstand des Schweiz. Verbandes betriebstechnischer Berufe. Redaktion: A. Mathis. Bern, Schweiz. Verband betriebstechn. Berufe, 57. Jg. 1958; 8°, XVIII, 230 S., Fig., Tab. — Preis: geb. Fr. 4.—.

Wohl keine andere Berufsgruppe hat sich mit so verschiedenen technischen Problemen auseinanderzusetzen, als jene der Betriebsleute. Ihnen bietet der Schweizerische Kalen-

der für Dampf- und Elektrizitätsbetrieb die Möglichkeit, sich rasch und umfassend genug über den neuesten Stand der Technik zu orientieren, sich aber auch die Vorteile bereits erprobter Methoden nutzbar zu machen. Die Verfasser der einzelnen Abschnitte beschränken sich nicht nur darauf, Einrichtungen zu beschreiben und Ergebnisse anzugeben, sondern begründen sie vielfach durch kurze theoretische Ableitungen.

Der Abschnitt «Wärmetechnik» beginnt mit einer Einführung in die Wärmelehre. Als dann folgt ein Artikel über die neueste Entwicklung von Kältemaschinen und Wärmepumpen. Im Abschnitt «Hydrotechnik» macht eine Unternehmung von Wasserkraftmaschinen Angaben über moderne Wasserturbinen. Von kompetenter Seite erfährt man Neues über den Ausbau unserer Wasserkräfte. Der nächste, in den Abschnitt «Elektrotechnik» eingereihte Artikel befasst sich mit den Grundproblemen der Atomenergie-Erzeugung. Im Zeitalter der Automation haben sich viele Betriebsleute mit Antriebs- und Steuerproblemen zu befassen, weshalb die kurze Orientierung über industrielle Elektronik in der Antriebstechnik besondere Beachtung finden dürfte. Mancher Praktiker wird auch die Beschreibung der verschiedenen Schutzarten von Elektromotoren schätzen. Ein Sicherheitsingenieur leitet den Abschnitt «Betriebstechnik» mit einer Betrachtung über unfallfreies Arbeiten ein. In letzter Zeit mehrten sich die Anwendungsbereiche des Ultraschalls. Ein Artikel über die Erzeugung von Ultraschallwellen behandelt nur ein Teilgebiet, ist aber dennoch sehr aufschlussreich. Zwei kurze Aufsätze über Hartmetall-Werkzeuge und Gummifederungen beschliessen den Kalender, der jedem Betriebsmann wertvolle Dienste leisten kann.

E. Homberger

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

### IV. Procès-verbaux d'essai

Valable jusqu'à fin septembre 1961.

P. N° 3941.

Objets: Perceuses à main

Procès-verbal d'essai ASE: O N° 34928, du 2 septembre 1958.

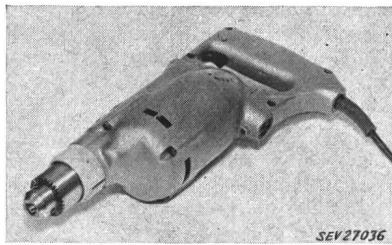
Commettant: Hans Isler & Cie, 37, Riedenhaldenstrasse, Zurich.

Inscriptions:

	Super Star		
	Made in Italy		
Perceuse n°	1	2	3
Mod.	10 SD	10 SDR	135 D
Nr. C	0601	0201	1107
Volt	220	220	220
Wa	600	390	600
Amp.	2,9	2	2,9
Wr	290	185	290
d	10	10	13
n	950	590	780
			520

Description:

Perceuses à main, selon figure. Entraînement par moteur monophasé série ventilé avec engrenages. Carcasse en métal léger. Interrupteur bipolaire dans la poignée. Aménée de courant à deux conducteurs, fixée à la perceuse, avec fiche 2 P + T. Ces machines sont à double isolement.



Ces perceuses à main ont subi avec succès les essais relatifs à la sécurité.

Valable jusqu'à fin juillet 1961.

P. N° 3942.

Objets: Contacteurs-disjoncteurs

Procès-verbal d'essai ASE: O. N° 33322a, du 24 juillet 1958.

Commettant: S. A. des Produits Electrotechniques Siemens, 35, Löwenstrasse, Zurich.

Désignation:

Contacteur-disjoncteur R 920 III 6 an, pour 500 V, 6 A.	
Type R 920 eg III 6 an:	Pour montage encastré, avec plaque frontale en fonte
Type R 920 v III 6 an:	Pour montage incorporé, avec recouvrement en matière isolante moulée
Type R 920 up III 6 an:	Pour montage sous crépi, avec boîtier en matière isolante moulée
Type R 920 i III 6 an:	Pour montage en saillie, avec boîtier en matière isolante moulée
Type R 920 g III 6 an:	Pour montage en saillie, avec boîtier en fonte de métal léger (pour locaux mouillés)

Inscriptions:

SIEMENS - SCHUCKERT

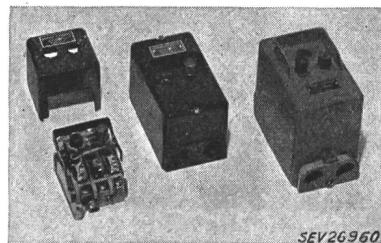
Typ R 920 .. III 6 an

500 V 6 A~

0 I (▲ ▲)

Description:

Contacteurs-disjoncteurs tripolaires, selon figure, à boutons-poussoirs, pour locaux secs (type R 920 g III 6 an pour locaux mouillés). Déclencheurs thermiques à chauffage in-



direct et déclencheurs électromagnétiques rapides dans les trois phases. Contacts en argent. Socles et boutons-poussoirs

Suite à la page 1203  
Suivant «Les pages de l'UCS».